

# 高能同步辐射光源

## 国家重大科技基础设施项目

### 竣工环境保护验收报告



建设单位：中国科学院高能物理研究所

编制单位：国家卫生健康委职业安全卫生研究中心

二〇二六年六月

建设单位法人代表: 曹 俊

编制单位法人代表: 张光鹏

项目负责人: 王庆斌

报告编写人: 彭建亮 王璐璐 李玉文 路天翔 梁婧 熊强

建设单位: 中国科学院高能物理研究所  
电话: 010-88235903  
邮编: 100049  
地址: 北京市石景山区玉泉路19号(乙)  
院



编制单位: 国家卫生健康委职业安全卫生研究中心  
电话: 010-56153767  
邮编: 102308  
地址: 北京市门头沟区石龙北路27号



## 第一部分

# 高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目 竣工环境保护验收监测报告



# 目 录

<b>1</b>	<b>概述</b>	<b>1</b>
1.1	单位概况	1
1.2	项目概况	1
1.3	建设进展及环保手续履行情况	2
1.3.1	开工、竣工、调试时间	2
1.3.2	环评及批复	2
1.3.3	辐射安全许可证持证情况	3
1.3.4	申领排污许可证情况	3
1.3.5	往年检测情况	3
1.3.6	产生放射性三废情况	3
1.3.7	本次验收情况	3
<b>2</b>	<b>验收依据</b>	<b>5</b>
2.1	环境保护相关法律、法规和规章	5
2.2	竣工环境保护验收标准规范	6
2.3	环境影响报告书(表)及审批部门审批决定	7
2.4	总量审批文件	7
2.5	其它文件、资料	8
<b>3</b>	<b>验收执行标准</b>	<b>9</b>
3.1	个人剂量限值	9
3.2	剂量约束值	9
3.3	剂量率控制水平	9
3.4	污染物排放限值	9
<b>4</b>	<b>项目建设情况</b>	<b>12</b>
4.1	地理位置及平面布置	12
4.2	建设内容	16
4.2.1	主体工程	17
4.2.2	公辅工程	22
4.2.3	依托工程	22
4.2.4	环保投资	25
4.2.5	建设内容与环评批复对照情况	25
4.3	源项	26
4.4	工程设备和工艺分析	27
4.4.1	HEPS 结构	27
4.4.2	HEPS 实验工艺流程	34
4.4.3	工作规划及人员配置	35
4.4.4	瞬时辐射场	43
4.4.5	天空反散射	45
4.4.6	感生放射性	45
4.4.7	有害气体的产生	45
4.4.8	非放射性污染源	46
4.5	工程无变动情况说明	46
<b>5</b>	<b>辐射安全与防护设施/措施</b>	<b>47</b>

5.1	场所布局 .....	47
5.2	辐射安全与防护设施/措施.....	48
5.2.1	屏蔽设施.....	48
5.2.2	人身安全联锁系统.....	62
5.2.3	通风系统.....	93
5.2.4	场所/环境剂量监测系统.....	94
5.2.5	个人防护措施.....	98
5.2.6	辐射安全管理.....	99
5.3	放射性三废的处理.....	100
5.3.1	放射性废气及其处理措施.....	100
5.3.2	放射性废水及其处理措施.....	101
5.3.3	放射性固废及其处理措施.....	102
5.4	辐射安全与防护设施“三同时”落实情况 .....	102
5.5	辐射安全与防护设施措施与环评批复对照分析.....	102
<b>6</b>	<b>生态环境保护设施 .....</b>	<b>106</b>
6.1	污染物治理/处置设施 .....	106
6.1.1	废气.....	106
6.1.2	废水.....	109
6.1.3	噪声.....	109
6.1.4	固体废物.....	110
6.2	排污口规范化.....	111
6.3	“三同时”落实情况 .....	111
<b>7</b>	<b>环境影响报告书主要结论与建议及其审批部门审批决定.....</b>	<b>114</b>
7.1	环境影响报告书主要结论与建议.....	114
7.1.1	HEPS 项目环境影响报告书 .....	114
7.1.2	HEPS 项目变动环境影响报告书 .....	117
7.1.3	HEPS 项目二次变动环境影响报告书 .....	121
7.2	审批部门审批决定.....	125
7.2.1	HEPS 项目环境影响报告书的批复 .....	125
7.2.2	HEPS 项目变动环境影响报告书的批复 .....	128
7.2.3	HEPS 项目二次变动环境影响报告书的批复 .....	129
<b>8</b>	<b>验收监测内容 .....</b>	<b>131</b>
8.1	验收期间工况.....	131
8.2	验收监测项目.....	131
8.3	监测点位 .....	132
8.4	监测分析方法.....	143
8.5	验收监测数据.....	143
8.5.1	辐射监测数据.....	143
8.5.2	非放射性监测数据.....	174
<b>9</b>	<b>质量保证和质量控制 .....</b>	<b>181</b>
9.1	辐射环境监测.....	181
9.2	非放射性环境检测.....	182
<b>10</b>	<b>验收监测结果 .....</b>	<b>184</b>
10.1	运行工况.....	184

10.2	辐射防护与安全设施/措施运行情况.....	184
10.2.1	辐射安全与防护设施运行.....	184
10.2.2	辐射安全与防护措施落实.....	185
10.3	生态环境保护设施建设情况.....	185
10.4	验收监测结果.....	186
10.4.1	辐射验收监测结果.....	186
10.4.2	非放验收监测结果.....	187
10.5	工作人员及公众有效剂量计算.....	187
<b>11</b>	<b>验收监测结论 .....</b>	<b>190</b>
<b>12</b>	<b>“三同时”竣工验收登记表 .....</b>	<b>191</b>
<b>13</b>	<b>附件 .....</b>	<b>193</b>
	附件 1 辐射安全管理制度汇编及安环办成立文件.....	194
	附件 2 辐射安全许可证.....	204
	附件 3-1 HEPS 项目环境影响报告书的批复文件.....	246
	附件 3-2 HEPS 项目变动环境影响报告书的批复文件.....	252
	附件 3-3 HEPS 项目二次变动环境影响报告书的批复文件.....	256
	附件 4 辐射工作场所监测报告.....	260
	附件 5 加速器人身安全联锁系统测试报告.....	350
	附件 6 固定污染源排污登记回执.....	365
	附件 7 危险废物经营许可证及处置合同.....	366
	附件 8 废气、废水、噪声监测报告.....	378
	附件 9 总量审批文件.....	394
	附件 10 重晶石混凝土密度测试报告.....	396
<b>14</b>	<b>附图 .....</b>	<b>400</b>
	附图 1 增强器、储存环平面布局图.....	401
	附图 2 线站场所布局图.....	405
	附图 3 人身安全联锁分布及搜索(巡更)路线图.....	411



## 1 概述

### 1.1 单位概况

中国科学院高能物理研究所(以下简称“高能所”)的前身是创建于 1950 年的中国科学院近代物理研究所。后经多次变动,于 1973 年在原子能研究所一部的基础上组建成高能物理研究所,是我国从事高能物理研究、先进加速器物理与技术研究及开发利用、先进射线技术与应用的综合性研究基地。

为了满足国家重大需求,在众多基础科学的前沿开展更灵敏、更精细、更快、更复杂和更接近实际工作环境的科学研究提供适应时代要求的前所未有的实验平台,支撑科学研究更精细地以空间、时间、能量三个维度,从分子、原子、电子、自旋的水平认识物质,进而实现多层次、多尺度的物质调控,为国家解决在资源、能源、环境、人口和健康诸多领域面临的日益严峻的挑战提供科学基础,高能所建设高能同步辐射光源(High Energy Photon Source)国家重大科技基础设施项目(以下简称 HEPS 项目)。

### 1.2 项目概况

项目名称:高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目

建设地点:北京市怀柔区怀北镇光源街 1 号

建设性质:新建

建设单位:中国科学院高能物理研究所

建设内容及规模:建造及使用 1 套高能同步辐射光源,包括一台电子能量 6GeV、流强 200mA、发射度好于 60pm·rad 的电子储存环和相应的直线加速器、增强器及输运线,17 个光束线站以及相关的辅助设施。

项目投资:47.613 亿元,国家投资

建设周期:6.5 年,2019 年 6 月~2025 年 12 月

项目占地:总占地面积 65.1 万 m<sup>2</sup>,总建筑面积 12.5 万 m<sup>2</sup>。其中,包括直线加速器、低能输运线、增强器、高能输运线、储存环、光束线和实验站、用户实验楼和运行辅助设施在内的主体地面建筑面积约为 11.48 万 m<sup>2</sup>。

项目定员:工作人员约 1000 人,其中 HEPS 建设调试期间辐射工作人员 244 人。

运行及维修时间：运行时间 10 个月/年(24 小时/天，7200 小时/年)，维修时间 2 个月/年。

### 1.3 建设进展及环保手续履行情况

#### 1.3.1 开工、竣工、调试时间

2019 年 6 月，高能同步辐射光源在北京怀柔科学城北部核心区开工建设；

2021 年 12 月，完成土建结构施工，并开始进行设备安装；

2023 年 3 月，开展直线加速器的调试运行；

2023 年 7 月，开展增强器(含低能输运线)的调试运行；

2024 年 6 月，开展储存环(含高能输运线)的调试运行；

2025 年 1 月，开展储存环(出光)的调试运行。

#### 1.3.2 环评及批复

2017 年 11 月，高能所委托核工业北京化工冶金研究院承担《高能同步辐射光源国家基础设施项目环境影响报告书》的编制工作。2019 年 3 月，高能所取得《北京市生态环境局关于高能同步辐射光源国家基础设施项目环境影响报告书的批复》(京环审〔2019〕35 号)(附件 3-1)。

高能同步辐射光源在建设过程中，对束流损失源项和相应的屏蔽墙体进行了局部调整，对人身安全联锁设备及放射性废物暂存间布置进行了进一步优化，首期光束线站由 14 条增加至 17 条。为此高能所进行了首次变动环境影响评价。2022 年 1 月，高能所委托中国原子能科学研究院承担《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目变动环境影响报告书》的编制工作。2023 年 1 月，高能所取得《北京市生态环境局关于高能同步辐射光源国家基础设施项目变动环境影响报告书的批复》(京环审〔2023〕3 号)(附件 3-2)。

随着工艺设计的不断深入，高能同步辐射光源建设有新变化，包括：(1)鉴于高能同步辐射光源的冬季、夏季的设计热负荷均有一定程度的增加，锅炉规模也随之增加，由可研阶段的 2 台 1400kW 锅炉调整为 2 台 3500kW 锅炉；(2)波荡器线站、扭摆器线站的真空盒长度均由 11.2m 调整为 6m，由于真空盒长度变短，气体韧致辐射和同步辐射强度比原环评降低，故调整了光学棚屋和实验棚屋辐射防护设计参数，同时补充了弯铁线站屏蔽设计。2023 年 8 月，高能所委托国家卫生健康委职业安全卫生研究中心承担《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项

目二次变动影响报告书》的编制工作。2024年3月，高能所取得《北京市生态环境局关于高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目二次变动环境影响报告书的批复》(京环审〔2024〕19号)(附件3-3)。

### 1.3.3 辐射安全许可证持证情况

高能同步辐射光源国家基础设施项目已获得生态环境部行政许可，持有生态环境部颁发的《辐射安全许可证》(见附件2)，证书编号为国环辐证[00041]，有效期至2026年6月30日，许可范围为：使用II类、III类、IV类、V类放射源；生产、销售、使用II类、III类射线装置；使用I类射线装置；销售(含建造)I类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所。其中生态环境部分别于2023年3月、2023年7月、2024年5月、2024年8月、2025年3月五次重新颁发辐射安全许可证，分别增加高能同步辐射光源的直线加速器、增强器、储存环和第一批线站和第二批线站的使用许可。

### 1.3.4 申领排污许可证情况

高能同步辐射光源国家基础设施项目排污许可已随高能所整体申报，并于2024年4月1日取得排污登记回执，行业类别：自然科学研究和试验发展，登记编号：12100000400012211J001X。

### 1.3.5 往年检测情况

本项目委托国家卫生健康委职业安全卫生研究中心开展检测工作：2022年开展运行前环境样品辐射检测工作，2023年~2026年环保验收前，连续三年均开展辐射环境检测工作。

### 1.3.6 产生放射性三废情况

目前项目未产生放射性固体废物和放射性废水。

### 1.3.7 本次验收情况

为贯彻落实新《建设项目环境保护管理条例》，环境保护部于2017年11月20日制定了《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4号)，高能同步辐射光源国家基础设施项目按此办法开展竣工环保验收工作。

目前高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目已建设完毕，现按照《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》(国环规环评[2017]4号)的要求进行竣工环保验收。验收范围和内容包括该项目环评批复的全部建设：1套高

能同步辐射光源，包括一台电子能量 6GeV、流强 200mA、发射度好于  $60\text{pm} \cdot \text{rad}$  的电子储存环和相应的直线加速器、增强器及输运线、光束线和实验站以及相关的辅助设施；综合动力站内 2 台 3500kW 燃气锅炉及其配套设施；实验大厅外侧 5 间辅助实验室，危险废物暂存间。

根据国家及北京市针对建设项目环保竣工验收的相关规定，2025 年 10 月，高能所开展《高能同步辐射光源国家基础设施项目竣工环境保护验收监测报告》的编制工作，在对高能同步辐射光源进行现场踏勘后，根据验收自查结果，明确了实际建设情况和辐射安全与防护设施/措施落实情况，在此基础上确定验收工作范围、验收评价标准，明确了监测工况及验收监测点位、监测因子、监测方法、频次等验收监测方案。现场验收监测时间为 2025 年 12 月 22 日~2026 年 4 月 30 日。其中，锅炉验收监测工作在 2026 年 2 月 24 日~25 日进行。现场监测结束后，验收报告编制单位国家卫生健康委职业安全卫生研究中心根据国家和北京市产业政策要求以及现场调查和监测结果，编制完成《高能同步辐射光源国家基础设施项目竣工环境保护验收监测报告》。

## 2 验收依据

### 2.1 环境保护相关法律、法规和规章

- (1)《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第九号, 2015年1月1日起施行);
- (2)《中华人民共和国大气污染防治法》(2018年10月26日修订);
- (3)《中华人民共和国水污染防治法》(2018年1月1日起施行);
- (4)《中华人民共和国噪声污染防治法》(2022年6月5日起实施);
- (5)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年9月1日起施行);
- (6)《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月29日修订并施行);
- (7)《中华人民共和国放射性污染防治法》(中华人民共和国主席令第六号, 2003年10月1日起施行);
- (8)《建设项目环境保护管理条例》(国务院第682号令, 2017年10月1日起施行);
- (9)《生态环境监测条例》(国务院第820号令, 2026年1月1日起施行);
- (10)《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令 709号, 2019年3月22日修正版);
- (11)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(生态环境部令第20号, 2021年1月4日修订版);
- (12)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保部令第18号, 2011年5月1日起施行);
- (13)《放射性废物安全管理条例》(国务院第612号令, 2012年3月1日起施行);
- (14)《核技术利用建设项目重大变动清单(试行)》(环办辐射函〔2025〕313号, 2025年8月29日);
- (15)《关于印发<污染影响类建设项目重大变动清单(试行)>的通知》(环办环评函〔2020〕688号);
- (16)《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》(国环规环评〔2017〕4号, 2017年11月20日实施)。

- (17)《关于进一步完善建设项目环境保护“三同时”及竣工环境保护自主验收监管工作机制的意见》(环执法〔2021〕70号);
- (18)《排污许可管理办法》(生态环境部令第32号,2024年7月1日起施行);
- (19)《国家危险废物名录(2025年版)》(2025年1月1日起施行);
- (20)《危险化学品安全管理条例》(国务院令第645号,2013年12月7日修正);
- (21)《危险废物转移理办法》(2022年1月1日起施行);
- (22)《关于发布〈射线装置分类〉的公告》(国家环保部国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号,2017年12月5日起施行);
- (23)《关于发布〈放射性废物分类〉的公告》(国家环保部工业和信息化部国家国防科技工业局(公告2017年第65号),2018年1月1日起施行);
- (24)《北京市危险废物污染环境防治条例》(2020年9月1日施行);
- (25)《北京市密云水库怀柔水库和京密引水渠水源保护管理条例》(1999年7月30日修订);
- (26)《北京市人民政府关于公布密云水库怀柔水库和京密引水渠饮用水水源保护区范围的通知》(京政发〔2016〕55号,2016年11月28日);
- (27)《北京市怀柔区人民政府关于印发〈怀柔区声环境功能区划实施细则〉的通知》(2018年3月6日实施);

## 2.2 竣工环境保护验收标准规范

- (1)《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326-2023);
- (2)《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》(生态环境部公告2018年第9号,2018年5月15日);
- (3)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);
- (4)《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-2025);
- (5)《放射性废物管理规定》(GB14500-2002);
- (6)《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023);
- (7)《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018);
- (8)《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020);
- (9)《危险废物鉴别标准》(GB5085.1~7-2007);
- (10)《一般固体废物分类与代码》(GB/T39198-2020);

- (11) 《大气污染物综合排放标准》(DB11/501-2017);
- (12) 《锅炉大气污染物排放标准》(DB11/139-2015);
- (13) 《水污染物综合排放标准》(DB11/307-2013);
- (14) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008); 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);
- (15) 《环境  $\gamma$  剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021);
- (16) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019);
- (17) 《环境及生物样品中放射性核素的  $\gamma$  能谱分析方法》(GB/T16145-2022);
- (18) 《高纯锗  $\gamma$  能谱分析通用方法》(GB/T11713-2015);
- (19) 《水质总  $\alpha$  放射性的测定 厚源法》(HJ 898-2017);
- (20) 《水中总  $\beta$  放射性测定 蒸发法》(EJ/T900-1994);
- (21) 《空气中放射性核素的  $\gamma$  能谱分析方法》(WS/T 184-2017);
- (22) 《水中氡的分析方法》(HJ1126-2020);
- (23) 《建设单位开展自主环境保护验收指南》(北京市生态环境局, 2020年11月18日)。

### 2.3 环境影响报告书(表)及审批部门审批决定

(1) 《高能同步辐射光源国家基础设施项目环境影响报告书》及《北京市生态环境局关于高能同步辐射光源国家基础设施项目环境影响报告书的批复》(京环审〔2019〕35号);

(2) 《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目变动环境影响报告书》及《北京市生态环境局关于高能同步辐射光源国家基础设施项目变动环境影响报告书的批复》(京环审〔2023〕3号);

(3) 《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目二次变动影响报告书》及《北京市生态环境局关于高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目二次变动环境影响报告书的批复》(京环审〔2024〕19号)。

### 2.4 总量审批文件

《北京市怀柔区生态环境局关于高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目污染物排放总量控制的审核意见》(怀环发总量审字〔2023〕38号)。

## 2.5 其它文件、资料

- (1) 《高能同步辐射光源项目建议书》(2017年4月);
- (2) 《北京高能光源装置(HEPS)辐射防护设计报告》(2018年1月);
- (3) 《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目环境影响报告书》(辐审 A20190018);
- (4) 《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目变动环境影响报告书》(辐审 A20220210);
- (5) 《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目二次变动影响报告书》(辐审 A20240008);
- (6) 《加速器人身安全联锁系统测试报告》(2025年9月)。

### 3 验收执行标准

#### 3.1 个人剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002), 剂量限值见表 3.1-1。

表 3.1-1 个人剂量限值

辐射工作人员	公众关键人群组成员
连续五年平均有效剂量 20mSv, 且任何一年有效剂量 50mSv	年有效剂量 1mSv; 但连续五年平均值不超过 1mSv 时, 某一单一年可为 5mSv
眼晶体的当量剂量 150mSv/a 四肢或皮肤的当量剂量 500mSv/a	眼晶体的当量剂量 15mSv/a 皮肤的当量剂量 50mSv/a

#### 3.2 剂量约束值

本项目公众和职业人员照射剂量约束值分别执行环评批复规定的 0.1mSv/a 和 5mSv/a, 外来科研实验人员剂量约束值 1 mSv/a。

#### 3.3 剂量率控制水平

本项目正常运行工况下, 直线加速器、增强器和储存环束流屏蔽体外表面剂量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h; 光束线站侧墙和端墙外表面剂量率不大于 1 $\mu$ Sv/h, 顶棚外表面剂量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

#### 3.4 污染物排放限值

##### (1)大气污染物

本项目锅炉废气污染物排放执行《锅炉大气污染物排放标准》(DB11/139-2015)表 1 中 2017 年 4 月 1 日起的新建锅炉大气污染物排放浓度限值要求。辅助实验室污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》(DB11/501-2017)无组织排放监控点浓度排放限值。详见表 3.4-1。

表 3.4-1 大气污染物排放浓度限值

《锅炉大气污染物排放标准》(DB11/139-2015)		
生产工序或设施	污染物项目	标准限值(mg/m <sup>3</sup> )
燃气锅炉	颗粒物	5
	二氧化硫	10
	氮氧化物(以 NO <sub>2</sub> 计)	30
	林格曼黑度	1(级)

《大气污染物综合排放标准》(DB11/501-2017)			
辅助实验室	无组织排放监控点	非甲烷总烃	1.0

## (2)水污染物

1)放射性浓度控制：北京市《水污染物综合排放标准》(DB11/307-2013)总  $\beta$  放射性排放限值 10Bq/L；

2)放射性总量控制：依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)第 8.6.2 条的规定，对于放射性废水经净化处理达标后，再经审管部门确认的情况下可排放到流量大于 10 倍排放流量的普通下水道，其排放标准为：每月排放的放射性总活度不超过 10 ALImin(ALImin 是相应于职业照射的食入和吸入年摄入量限值的较小者)，每次排放活度不超过 1 ALImin，并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

对环境有影响的核素仅为 Be-7 和 H-3。根据国标 GB18871-2002 可得出本项目排放的收集池内废水中，可能有的主要核素的 ALImin 值列于表 3.4-2 中。

**表 3.4-2 废水中感生放射性核素排放限值**

核素	单次排放限值 1ALI <sub>min</sub> (Bq)	单月排放限值 10ALI <sub>min</sub> (Bq)
<sup>3</sup> H	1.11E+09	1.11E+10
<sup>7</sup> Be	4.65E+08	4.65E+09

收集池内废水在排放前必须进行取样测量，同时满足北京市《水污染物综合排放标准》(DB11/307-2013)所规定的总  $\beta$  放射性排放限值 10Bq/L 及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)确定的相应排放限值，并经审管部门批准后，方可排入市政污水管网。

## 3)非放射性控制标准

本项目空压机排水、纯水制备浓水、生活污水排放执行《水污染物排放标准》(DB11/307-2013)表 3 排入公共污水处理系统的水污染物排放限值。详见表 3.4-3。

**表 3.4-3 水污染物排放浓度限值**

生产工序或设施	污染物项目	标准限值(mg/L)
空压机排水、纯水制备浓水、生活污水	pH	6~9
	悬浮物	400

	化学需氧量(COD <sub>Cr</sub> )	500
	五日生化需氧量(BOD <sub>5</sub> )	300
生活污水	氨氮	45

(3)噪声

本项目园区边界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2类标准，见表 3.4-4。

表 3.4-4 厂界噪声排放标准

类别	评价因子	标准值	
		昼间(dB(A))	夜间(dB(A))
2类	连续等效声级 Leq(A)	60	50

(4)固体废物

1)放射性固体废物清洁解控水平

放射性固体废物清洁解控水平根据 GB18871-2002 中附录 A 表 A1 豁免活度浓度值，具体见表 3.4-5。

表 3.4-5 放射性固体废物清洁解控水平

元素符号	H-3	Sc-46	V-48	Cr-51	Mn-51	Mn-52	Mn-54	Fe-55
活度浓度 Bq/g	1.E+06	1.E+01	1.E+01	1.E+03	1.E+01	1.E+01	1.E+01	1.E+04
活度 Bq	1.E+09	1.E+06	1.E+05	1.E+07	1.E+05	1.E+05	1.E+06	1.E+06
元素符号	Mn-56	Co-56	Co-57	Co-58	Mo-99	Mn-52m	Co-58m	Tc-99m
活度浓度 Bq/g	1.E+01	1.E+01	1.E+02	1.E+01	1.E+02	1.E+01	1.E+04	1.E+02
活度 Bq	1.E+05	1.E+05	1.E+06	1.E+06	1.E+06	1.E+05	1.E+07	1.E+07

2)一般工业固体废物

一般工业固体废物贮存、处置执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2020)。

3)危险废物

危险废物鉴别执行《危险废物鉴别标准》(GB5085.1~7-2007)；贮存执行《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2023)。

## 4 项目建设情况

### 4.1 地理位置及平面布置

怀柔区位于北京市东北部,距北京市区中心约 50km,地处北纬  $40^{\circ} 14' \sim 41^{\circ} 04'$ ,东经  $116^{\circ} 17' \sim 116^{\circ} 53'$ ,属华北经燕山山脉向内蒙古高原过渡的阶梯地带。东邻密云,南接顺义,西依延庆,北与河北省的赤城、丰宁、滦平接壤。南北纵贯燕山丛岭 128km,东西宽 46.5km。全区总面积 2128.7km<sup>2</sup>,其中北部山区面积占 89%,南端平原面积占 11%。

本项目处于怀柔区平原与山区交界处,怀柔新城 11 街区、北京综合性国家科学中心北端,地理位置详见图 4.1-1。本次项目的建设地点位于怀柔同步辐射光源院区内,周边环境平面示意图见图 4.1-2,西邻雁栖湖生态发展示范区和中科院大学,北侧 180m 为京密引水渠,东侧 110m 为牯牛河,南侧为永乐大街,西侧为京加路。

锅炉房、实验室、用户实验室、储存环和实验大厅建筑、增强器隧道、增强器设备楼、直线加速器、技术安全楼、机房和电源厅、环外低温厅和综合动力站等,具体位置详见图 4.1-3,17 条线站具体位置详见图 4.1-4。

根据现场查看,本项目位置、布局、毗邻关系与环评方案一致。

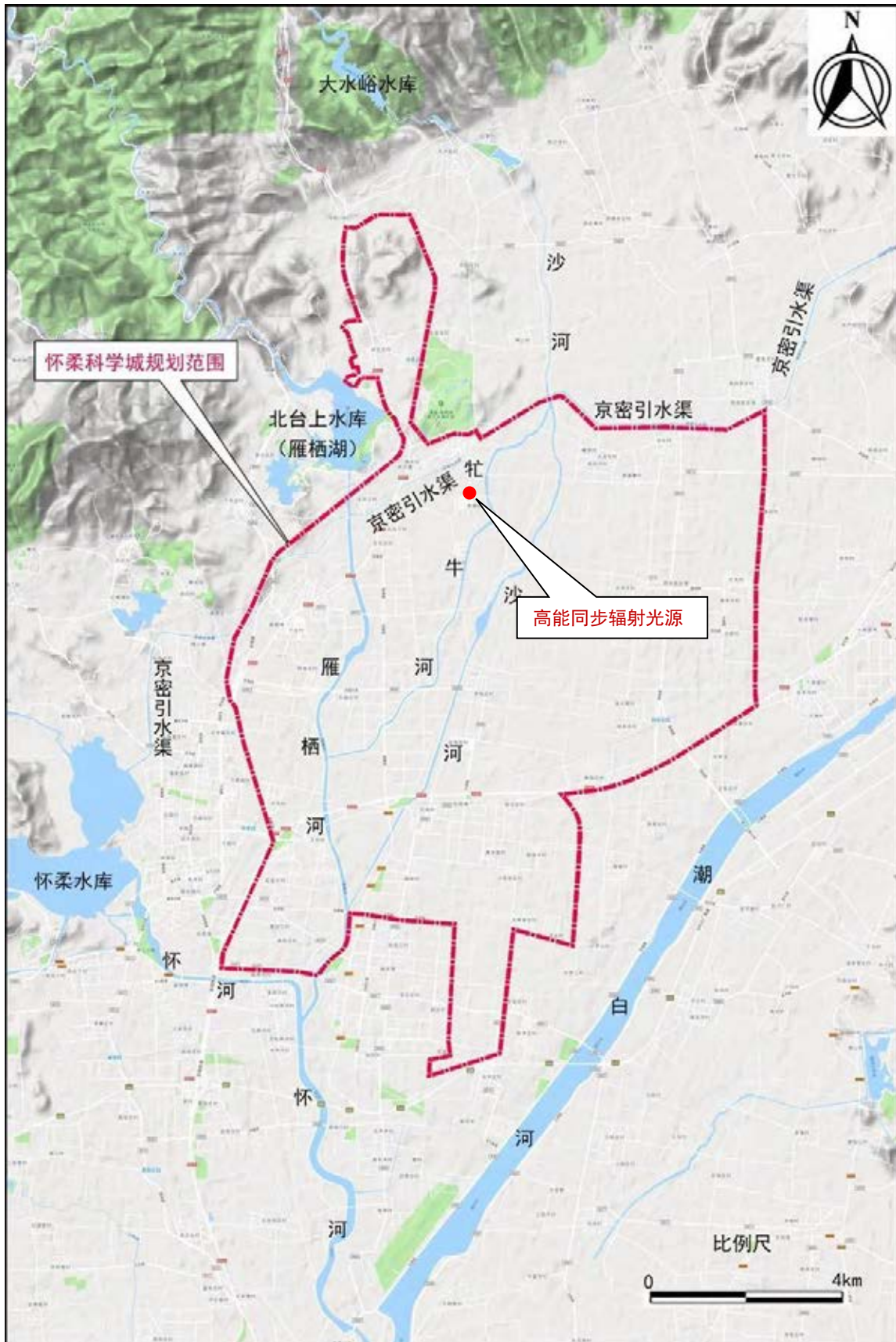


图 4.1-1 本项目地理位置图





图 4.1-3 本项目总平面布置图

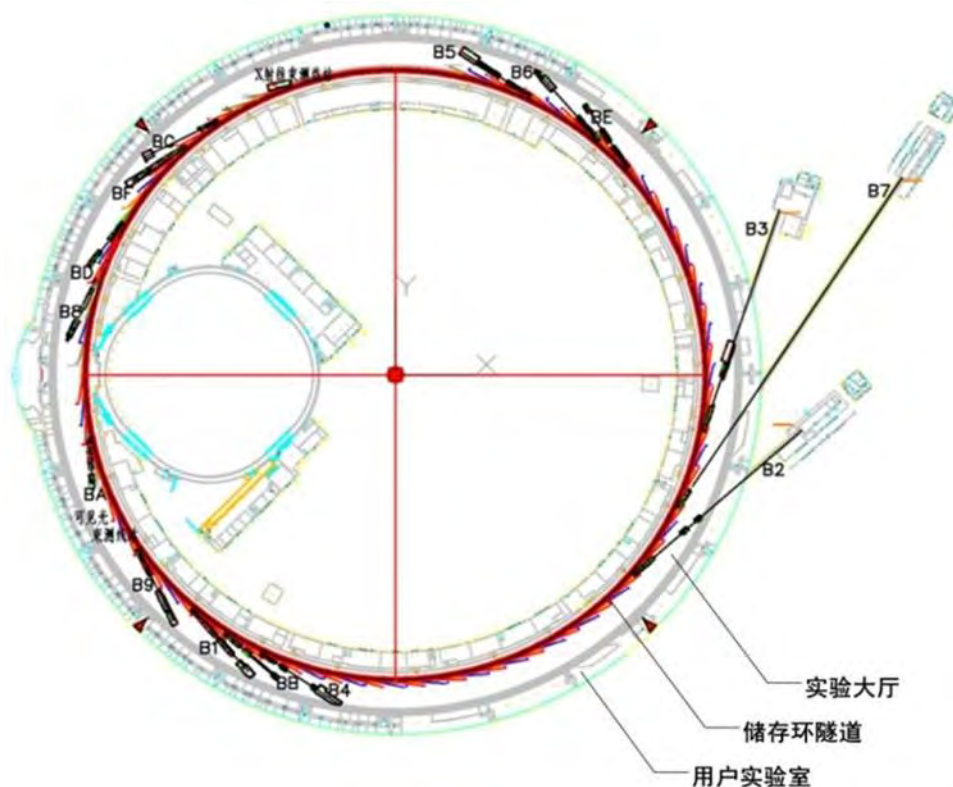


图 4.1-4 线站位置平面示意图

## 4.2 建设内容

本项目由主体工程、公辅工程、依托工程和环保工程组成。

主体工程：建造及使用 1 套高能同步辐射光源，包括一台电子能量 6GeV、流强 200mA(辐射防护屏蔽按照 400mA)、发射度好于  $60\text{pm}\cdot\text{rad}$  的电子储存环和相应的直线加速器、增强器及输运线、光束线和实验站以及相关的辅助设施。

公辅工程：给排水设施、供配电设施、动力站、纯水站、冷却塔、空压站等。

环保工程：废气处理设施、噪声控制设施、危废暂存间。

依托工程：市政燃气管网、市政给水管网、市政中水管网、市政变电站。

工程总投资 47.613 亿元，环保投资约 2.48 亿元，约占总投资的 5.2%。

工程组成见表 4.2-1 和表 4.2-2。

表 4.2-1 工程组成表

工程分类	工程内容	主要设施	数量(台/套)	规格及能力
主体工程	高能同步辐射光源	直线加速器、增强器及电子储存环	1	电子能量 6 GeV、流强 200mA
		光束线站	17	/

工程分类	工程内容		主要设施	数量(台/套)	规格及能力
公辅工程	给排水设施	给水	生产给水系统：包括纯水制备用水，工艺循环给水、设备运行保障系统用水、空调冷却补水； 生活给水系统：包括职工办公、生活及淋浴用水。		
		排水	工艺冷却水制备过程中产生的浓水，直接排入市政污水管网；空压机排水经过滤器处理后排入市政污水管网；生活污水经化粪池处理后，排入厂区市政污水管网，最终排入怀柔庙城污水处理厂。		
	综合动力站		包含锅炉房、冷冻站、冷却塔(含水池)、总变电站、加压泵站、水处理站(消防、中水等)、变配电站、压缩空气站等。其中，锅炉房内设 2 台 3500kW 真空低氮冷凝燃气锅炉作为辅助热源。纯水处理站设计流量 5m <sup>3</sup> /h，采用活性炭过滤+二级 RO 反渗透+离子交换树脂净化工艺。		
依托工程		在光源正常开机时，供热采用工艺设备冷却热回收冷水机组；当光源停机检修期间，热源切换为辅助热源燃气锅炉进行供热。燃气接自市政中压燃气管线。 生产用水及生活用水近期均由雁栖水厂提供。远期生产用水由雁栖水厂、庙城再生水厂提供。生活用水(除冲厕外)由雁栖水厂供应，冲厕用水由庙城再生水厂供给。 供电由市政变电站提供。			

表 4.2-2 环保工程内容

环保工程	序号	污染源	除尘器类型	数量(台/套)	排气筒高度(m)
废气处理设施	1	燃气锅炉	低氮燃烧器	2	18
	2	辅助实验室	活性炭净化装置	11	11
废水处理设施	工艺冷却水制备过程中产生的浓水，其主要成分为自来水过滤后残留液，直接排入市政污水管网；空压机排水经过滤器处理后排入市政污水管网；生活污水经化粪池处理后，排入厂区市政污水管网，最终排入怀柔庙城污水处理厂。				
噪声控制措施	选用低噪声设备，冷却塔布置在动力站屋面，空压机安装在动力站的空气压缩机房内，锅炉本体及风机、补水泵、循环泵布置在动力站锅炉房内，变压器、冷水机组、水泵、空调机组均安装在相关设备用房内，经减振、距离衰减和建筑物隔声。强振设备采用基础减振，以减少振动产生的噪声。				
固废处理	危废暂存场地采用重点防渗，分区设置，并设置防漏托盘、消防设备及警示标志，定期由管理人员巡查。				

#### 4.2.1 主体工程

主体设施包括高能加速器建筑及同步辐射光源实验建筑。主体建筑为单层建筑，局部二层，建筑高度约 13m。

(1)高能加速器相关建筑：包括直线加速器相关建筑(包括直线和低能输运线隧道、直线加速器大厅及低能输运线大厅)、增强器相关建筑(增强器隧道、增强器电源厅、增强器高频厅)、高能输运线隧道及储存环相关建筑(储存环隧道、储存环设

备厅、储存环高频厅)。

①直线加速器相关建筑：直线隧道及低能输运线隧道采用普通混凝土箱式结构，净截面均为 3.6m 宽×3m 高，其中直线隧道和低能输运线隧道总长约 74m。

②增强器相关建筑：增强器隧道采用钢筋混凝土箱式结构，整体结构不设变形缝，内安装磁铁、电源、真空盒等设备，运行电子束周长 453m，束流距隧道内墙 1.2m，隧道截面净尺寸为 3.5m 宽×3m 高。增强器电源厅拟采用钢筋混凝土结构柱，钢结构屋面，位于储存环设备厅内，房间净高约 5m，供设备进出门的尺寸为宽 2000mm×高 2400 mm。增强器高频厅布置在增强器隧道外侧，采用框架结构，地坪、结构主体与增强器隧道脱开，天然地基，柱下独立基础。

③高能输运线隧道：采用普通混凝土箱式结构，整体结构不设变形缝。隧道长度约 100m，隧道截面约 3.5m 宽×3m 高。

增强器、输运线隧道剖面图见图 4.2-1。

(2)储存环相关建筑包括隧道、储存环设备楼(电源厅及设备厅)、储存环高频厅(含环内低温厅)；储存环隧道采用普通混凝土箱式结构，隧道净高 4m，净宽 6m，隧道外墙为锯齿墙，束流线距外墙 1.2m~2.5m，距地面 1.2m。底板与实验大厅底板为一体，整体结构不设变形缝，其剖面图见图 4.2-2。

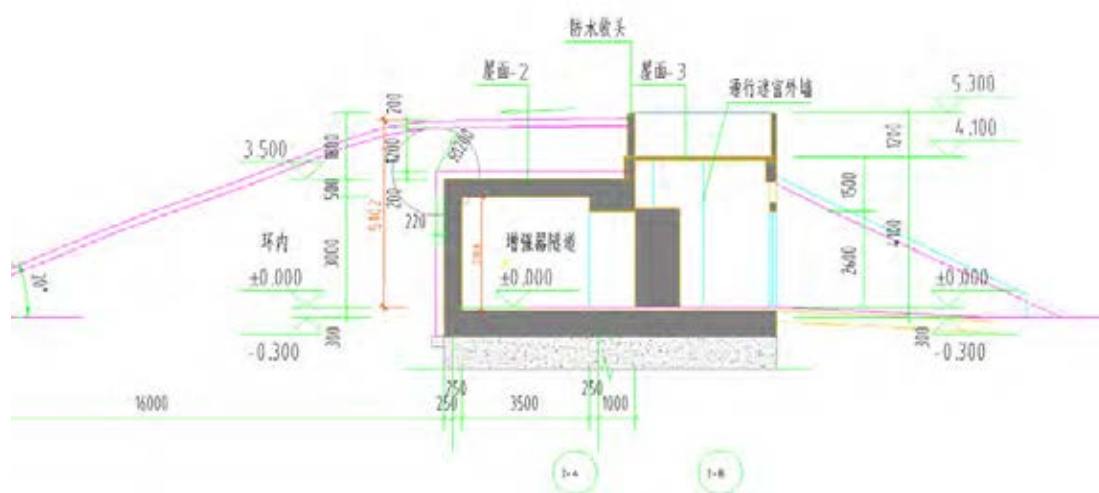


图 4.2-1 增强器隧道剖面图(单位 mm)

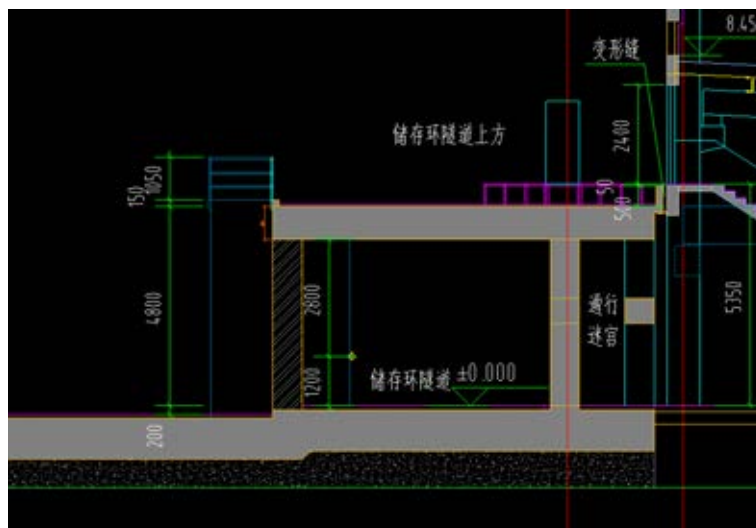


图 4.2-2 储存环隧道剖面图

储存环设备厅、储存环高频厅：采用钢筋混凝土结构柱，钢结构屋面，结构主体与同步实验大厅脱开，天然地基，柱下独立基础。储存环设备厅主要布置储存环电源厅和隧道的空调机房，储存环设备厅及高频厅均布置在储存环建筑环内侧，其中，设备厅宽约 12m(局部 20m)，净高不小于 6m；高频厅长约 140m，宽约 20m，高度约 10.8 m。

(3)同步辐射光源实验相关建筑：包括同步辐射实验大厅、外环通道、超长光束线隧道及其实验站综合建筑及用户实验室。

#### ①同步辐射实验大厅

同步辐射实验大厅包括储存环隧道外侧大厅、储存环隧道顶面以及储存环隧道内侧走廊，宽约 33m，储存环外侧大厅用于建设小于 100m 长的光束线站，宽 19.8m，沿储存环隧道一周，主体单层建筑。大厅内共有 B1、B4、B5、B6、B8、B9、BA、BB、BC、BD、BE、BF、X 射线束测线站和可见光束测线站共 14 个线站。

②外环通道：实验大厅与用户实验室之间设置外环通道，通道净宽 3m，空间上与实验大厅联通(地面设分界标记)，单层，局部布置二层参观走廊。

③超长光束线站隧道及实验站综合建筑：3 条超长光束线站(B2、B3、B7)经超长光束线隧道由储存环隧道束流线位置引出，超长光束线隧道截面为 2m 宽×1.9 m 高。B2、B3、B7 的束线长度分别约为 224m、225m、325m。在长束线的末端设置实验站综合建筑。B2 实验站综合建筑，层高约 7.7m，内含 2 个混凝土实验棚屋

(31.2m×6.8m×4.7m); B3 实验站层高 8.1m, 内含 2 个混凝土实验棚屋; B7 实验站综合建筑, 层高 9.4m, 在安装实验站的区域 38.5m×6.4m 作隔振地基。

④用户实验室: 用户实验室贴附在实验大厅外侧, 宽度约 14m, 主体单层, 层高约 5m, 中间布置 1.8m 宽走廊。径向对称分布 4 个设备出入口(宽 8.2m, 净高 8m), 运输设备的车辆可直接进入到外环通道及实验大厅。

主体环形同步辐射实验建筑平面布置示意图见图 4.2-3。

本项目建筑二层平面图显示中控室位于主入口门厅二楼, 如图 4.2-4 所示, 设置了监测器, 属于监督区。图 4.2-5 为本项目二层局部平面图(门厅位置)。图 4.2-6 为本项目剖面图。本项目主体结构为单层建筑, 只在主入口门厅两侧小范围有二层(主要为中控室、中控机房、ups 间、卫生间、休息区)。同步辐射大厅高 12.45m, 宽约 22 m(厅的一侧墙为储存环隧道锯齿墙), 墙体厚 0.2m, 顶棚为钢结构+金属屋面面板材, 外墙为混凝土柱加砖结构, 绕储存环一周。

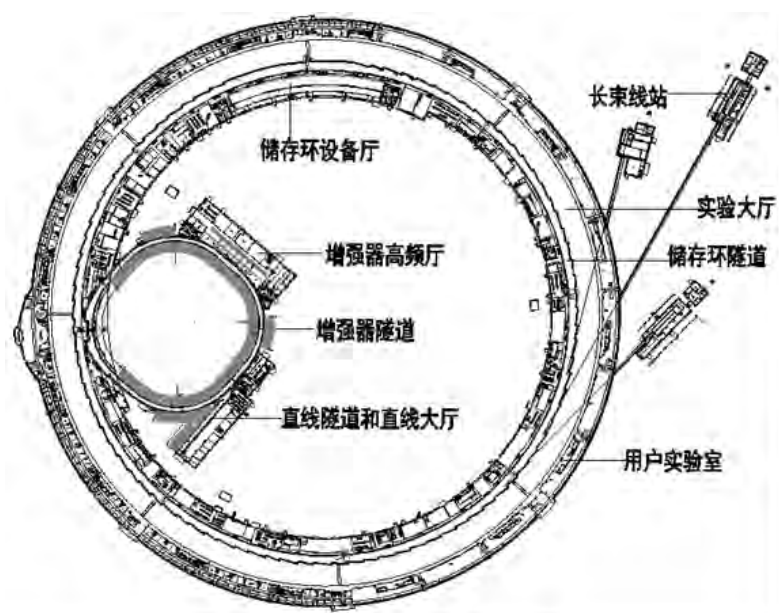


图 4.2-3 主体环形同步辐射实验建筑平面布置示意图

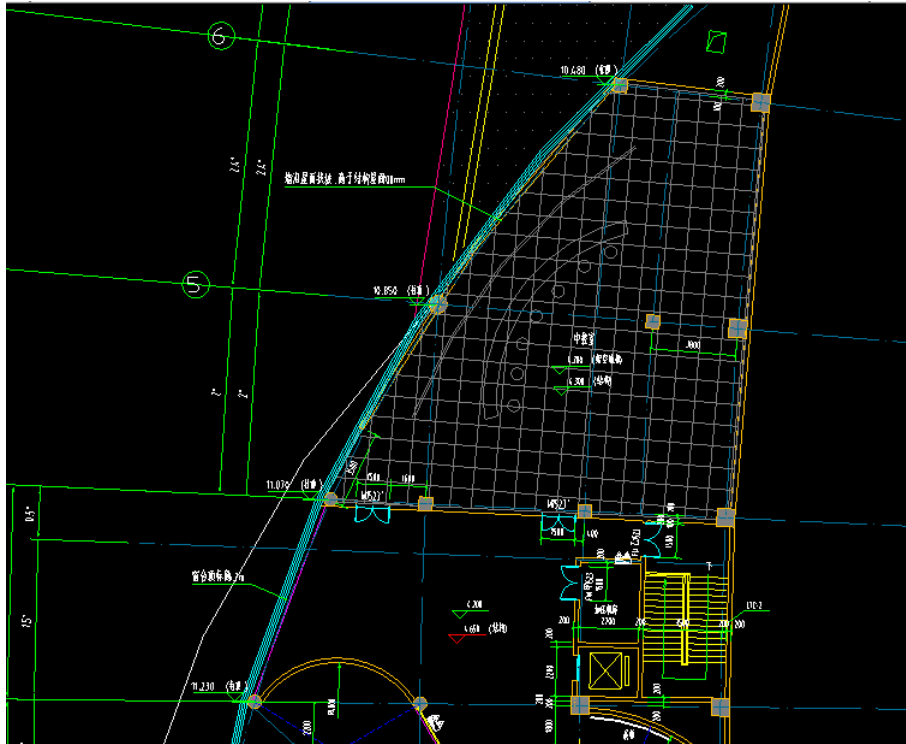


图 4.2-4 门厅二楼中控室位置

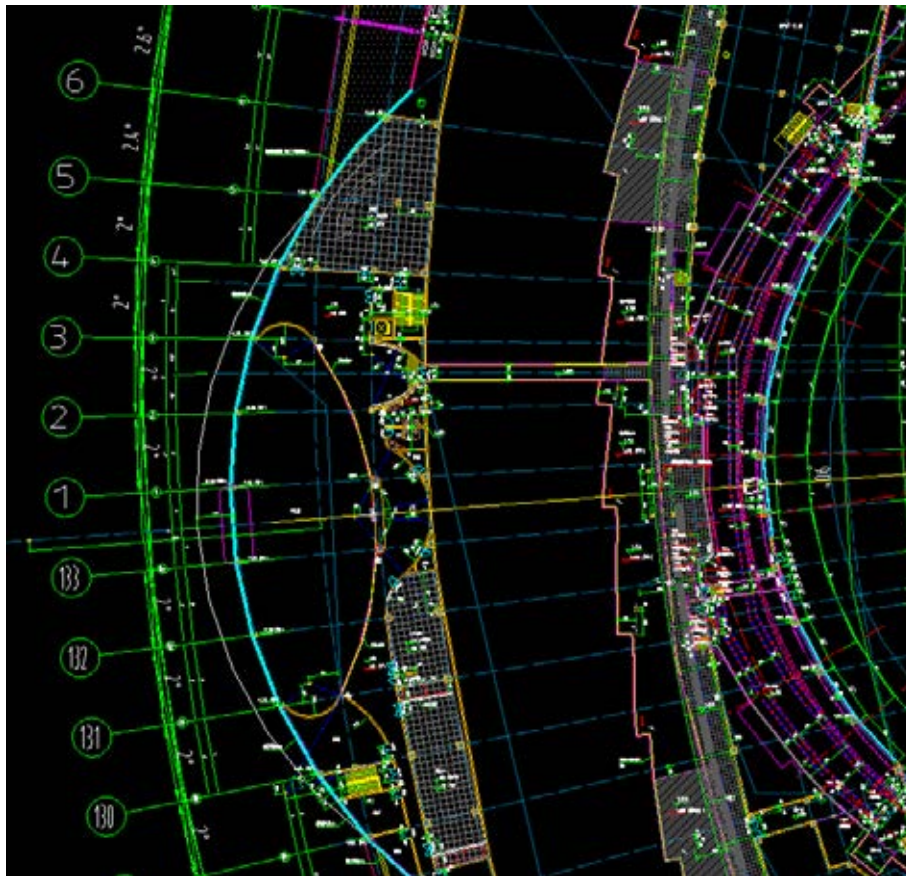


图 4.2-5 HEPS 二层平面图(门厅部分截图)

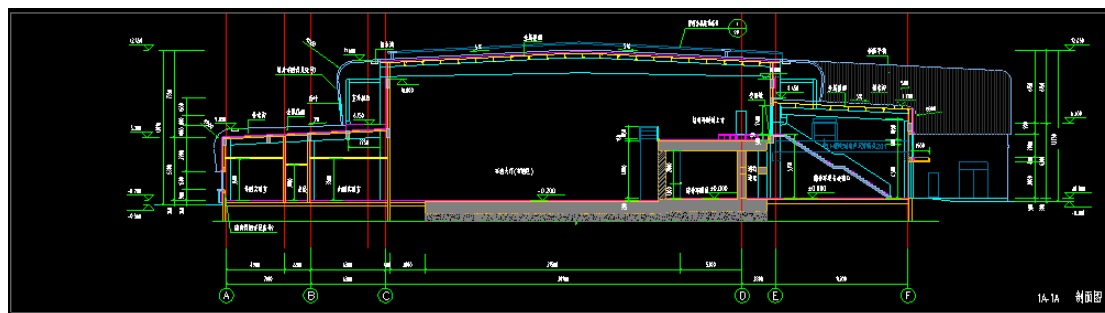


图 4.2-6 HEPS 剖面图

#### 4.2.2 公辅工程

配套附属建筑物公辅工程包含环外低温厅、综合动力站、技术安全楼、环境监测站以及门卫室等。

综合动力站距离储存环隧道 156m，采用钢结构，天然地基基础，柱下独立基础。单层建筑，建筑高度约 7.8m/18m。用于放置水冷、纯水制备、压缩空气、配电等设备，包含锅炉房、冷冻站、冷却塔(含水池)、总变电站、加压泵站、水处理站(消防、中水等)、变配电站、压缩空气站、环外低温厅(包括液化氮气、泵房、控制室等)。

技术安全楼：建筑地点相对独立，距离储存环隧道 331m，建筑面积为 530m<sup>2</sup>，1 层独立建筑，建筑高度约 8m。采用普通混凝土结构，天然地基基础，柱下独立基础。布置有刻度室、源库、低放废物储存室，低放废物储存室长宽高分别为 12.1m、8m、7.9m，吊钩下净高 4m。

环境监测站：沿红线边界布置 5 个环境监测站，总建筑面积约 75m<sup>2</sup>。采用普通混凝土结构，天然地基基础，柱下独立基础。单层建筑，建筑高度约 3.6m。

综合服务楼距离储存环隧道最近距离约 297m，建筑面积 13494m<sup>2</sup>，3 层；综合办公楼距离储存环隧道最近距离约 105 m，建筑面积 14732m<sup>2</sup>，3 层。

其他附属建筑物包括：门卫室等单体建筑。

#### 4.2.3 依托工程

##### (1) 供热

HEPS 正常运行期间，供热采用工艺设备冷却热回收冷水机组，HEPS 停机检修期间供热采用燃气锅炉进行供热。建设期热源为市政热源，市政热源由北京市怀柔热力公司提供。

HEPS 冬季热负荷为 10413kW，夏季热负荷为 4117kW。HEPS 为了维持稳定的实验环境，采用较多恒温恒湿空调系统，需要全年稳定的供热环境。根据 HEPS 的冷、热负荷特点，HEPS 采用了全热回收冷机和真空热水锅炉搭配使用的运行模式，即主力热源为可再生能源，燃气锅炉作为辅助热源。在光源正常开机时，采用热回收制冷机供冷的同时进行制热，当光源停机检修期间，热源切换为辅助热源真空低氮冷凝燃气锅炉进行供热。

本项目冬季热负荷情况见表 4.2-3。

表 4.2-3 HEPS 项目冬季热负荷统计表

类别	空调面积 (m <sup>2</sup> )	热负荷 (kW)	热指标 (W/m <sup>2</sup> )	电缆发热量 (kW)	工艺设备热量(kW) (有温湿度要求)
同步辐射大厅	31858	3436	108	0	1600
储存环隧道	9000	0	0	250	430
增强器隧道	1859	75	34	300	176
直线加速器隧道	270	9	33	10	17
储存环隧道顶	9800	278	28	600	1495
储存环电源厅 1~8	1675	175	104	176	241
高能输运线电源厅	252	21	83	22	38
增强器电源厅	284	19	67	22	106
直线加速器电源厅	160	18	112	22	15
储存环高频厅	2088	196	94	22	272
增强器高频大厅	1280	88	69	10	126
直线速调管长廊	590	47	80	0	63
补风		2450			
其它	31061	2801	90	0	2200
二期线站预留	10000	800	80	500	1000
合计	100178	10413	103	1934	7778

本项目动力站采用了 4 台热回收制冷机组。分别为 2 台 5500kW 热回收制冷机，单台可提供热量 6409kW；2 台 2800kW 热回收制冷机，单台可提供热量 3302kW。

锅炉房设在东北角综合动力站内，面积约 160m<sup>2</sup>，内设 2 台真空低氮冷凝燃气锅炉，每台制热量 3500kW，作为工艺辅助热源，为系统提供 40-50℃空调热水。燃气量 200.3 万 Nm<sup>3</sup>/a，排烟温度小于 80℃。锅炉房屋面设置烟囱 1 座，排气筒出

口距地面高度 18m。锅炉房设事故通风和平时通风系统。侧强百叶为排风口，屋面竖井为进风口。

### (2)供气

锅炉运行过程中使用的燃料为天然气，燃气总量为 2003280m<sup>3</sup>/a。天然气来源为市政燃气，经燃气调压柜的次中压燃气管线接入。

本项目室外设实验室使用的空压站、液氮站及液氮储罐安装位置，室外采用综合管廊将氮气、氮气管道引至各栋楼进线间，采用不锈钢管。

### (3)供电

本工程电源采用从上一级市政变电站引入两路独立的 110 kV 电源引入本地块的 110/10 kV 专用变电站，由 110/10kV 变电站(或由科学城园区内规划的两个不同 110/10 kV 变电站)配出 8 条 10 kV 电缆至场区内的 4 个 10 kV 配电室。

本次弱电主干线缆采用室外弱电人(手)孔井敷设。园区室外设弱电人(手)孔井，各井沿园区内道路两侧布置。

### (4)水源及水平衡

本项目近期水源均取用自来水，水源为雁栖水厂供给，通过杨雁路、永乐大街等供水管线接入项目区，年取用水量 73.6 万 m<sup>3</sup>。园区内已建设中水管网，远期办公(除冲厕外)等用水取用自来水，工艺循环冷却补水、空调冷却、冲厕、绿化灌溉、道路广场浇洒补水等用水取用再生水。

生产用水主要为工艺循环冷却水，使用后仅水温升高，水质未受污染，经冷却后循环使用；工艺冷却水制备过程中产生的浓水，其成分主要为盐分，直接排入市政污水管网。纯水制备排放浓水量 3.6 万 m<sup>3</sup>/a。

空压机排水经过滤器处理后排入市政污水管网，空压机排水量 78 m<sup>3</sup>/a。

本项目劳动定员 1000 人，年工作时间 300 天。生活用水主要为宿舍、办公室盥洗等用水，经化粪池排入市政污水管网，最终排入怀柔庙城污水处理厂。生活污水排放量 15360m<sup>3</sup>/a。

本项目废水排放总量 51438m<sup>3</sup>/a，水量平衡见图 4.2-7。

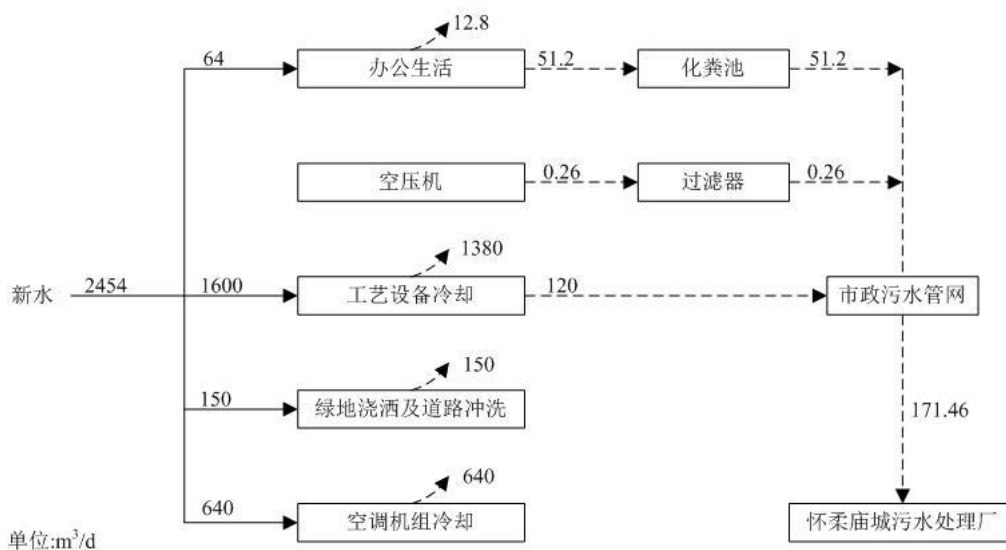


图 4.2-7 水量平衡图

#### 4.2.4 环保投资

本项目总投资估算为 47.6 亿元，环保投资约 2.48 亿元，总建筑面积 12.5 万 m<sup>2</sup>。环保投资一览见表 4.2-4。

表 4.2-4 环保投资一览表

序号	项目	投资(万元)
1	装置区的主环、超长光束线隧道、试验站辐射屏蔽工程	17143.98
2	装置区的增强器和直线隧道、放射性固体废物间、冷却废水收集池	4709.93
3	辐射监测系统	882.7
4	人身安全联锁系统	783.58
5	漏水监测	80
6	铅砖	929.75
7	防护门	178
8	直线废束桶	50
合计		24757.94

#### 4.2.5 建设内容与环评批复对照情况

本项目实际建设内容与环评批复的建设内容对照见表 4.2-5 所示。对照分析表明本项目建设内容与环评批复一致。

表 4.2-5 环评批复的建设内容与实际建设内容对照一览表

序号	审批决定建设内容(京环审〔2024〕19号)	实际建设内容
----	------------------------	--------

序号	审批决定建设内容(京环审(2024)19号)	实际建设内容
1	<p>一、本项目位于北京市怀柔区怀柔新城11街区、北京综合性国家科学中心北端，内容为建造并使用一套高能同步辐射光源(I类射线装置)，包括(1)电子能量6GeV、电流强度200mA的储存环，以及为其提供束流的直线加速器、低能输运线、增强器和高能输运线；(2)同步辐射实验系统，包括17条光束线站及实验室；(3)配套建筑及基础设施等。</p> <p>二、你单位因工艺设计的不断深入，再次对项目建设内容进行以下变动：(1)供热负荷需求增加，辅助供热(光源停机期间)的2台燃气锅炉容量，由每台1400kW增加至每台3500kW；(2)17条光束线站储存环内真空盒长度变短、最大电流由400mA降为200mA，进而调整光学棚屋、实验棚屋辐射防护设计。</p>	<p>一、本项目位于北京市怀柔区怀柔新城11街区、北京综合性国家科学中心北端，内容为建造并使用一套高能同步辐射光源(I类射线装置)，包括(1)电子能量6GeV、电流强度200mA的储存环，以及为其提供束流的直线加速器、低能输运线、增强器和高能输运线；(2)同步辐射实验系统，包括17条光束线站及实验室；(3)配套建筑及基础设施等。</p> <p>二、因工艺设计的不断深入，对项目建设内容进行以下变动：(1)配置2台辅助供热(光源停机期间)的燃气锅炉，容量每台3500kW；(2)17条光束线站储存环内真空盒长度变短，储存环最大电流为200mA，调整光学棚屋、实验棚屋辐射防护设计。</p>

### 4.3 源项

本项目射线装置主要技术参数见表4.3-15，根据《射线装置分类》，本项目分类情况见表4.3-2，射线装置产生电子束。

表 4.3-1 本项目射线装置主要技术参数一览表

参数	电子直线加速器及低能输运线	增强器及高能输运线	储存环	光束线站
数量	1台	1套	1套	一期17条
尺寸	长74m	周长453m	周长1360m	90m~300m
束流能量	0~500MeV	500MeV~6GeV	6 GeV	~300keV
电流强度	200nA	15mA	200mA	-

表 4.3-2 本项目射线装置分类

分类依据	本项目射线装置	本项目射线装置类别
《射线装置分类》(环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号)	GeV能量级高能加速器	I类射线装置
备注：I类为高危险射线装置，事故时可以使短时间受照射人员产生严重放射损伤，甚至死亡，或对环境造成严重影响；II类为中危险射线装置，事故时可以使受照人员产生较严重放射损伤，大剂量照射甚至导致死亡；III类为低危险射线装置，事故时一般不会造成受照人员的放射损伤。		

## 4.4 工程设备和工艺分析

### 4.4.1 HEPS 结构

#### 4.4.1.1 加速器系统

HEPS 装置的加速器由电子直线加速器(含低能输运线)、增强器(含高能输运线)、储存环组成,每部分都有其特定的能量和功能。总体布局见图 4.4-1。



图 4.4-1 HEPS 加速器总体布局示意图

#### (1) 直线加速器和低能输运线

电子枪产生的初始能量为 150 keV、200nA 的电子束脉冲,经聚束系统聚束和加速到 50MeV,再由主加速器逐段加速到 500MeV,经低能输运线注入到增强器。直线加速器与低能输运线总长约 74m。由以下几个部分组成:

**电子枪:** 用于产生初始能量为 150 keV、电荷量为 4.0nC 的电子束脉冲,重复频率为 50Hz。电子枪系统由阴栅组件、电子枪枪体、脉冲高压电源、脉冲发生器、灯丝电源、偏压电源和控制单元等组成。电子枪枪体则主要由聚焦极、阳极及高压陶瓷筒等部分构成。

**聚束系统:** 主要用来对电子枪产生的束流脉冲进行纵向聚束和加速,以在出口形成具有稳定时间结构且包含有多个微束团的宏束流脉冲。聚束段包括预聚束器、聚束器以及 1 根 3m 长加速管。电子束在聚束段出口处的能量约为 50 MeV。

**主加速器:** 将聚束系统形成的电子束团逐段加速到 500 MeV。HEPS 主直线加速器共采用 8 根 3 m 长加速管,将电子束加速到 500 MeV。

微波功率源与微波传输系统：功率源提供足够峰值功率的微波功率脉冲。微波脉冲经过微波传输系统传输到加速结构中，在预聚束器、聚束器和加速管中建立微波电磁场。直线加速器共采用 5 套功率源系统和 9 路高功率微波波导传输系统。

真空系统：为束流在真空室内提供稳定可接受的真空压力，以提高束流的传输效率，同时保护波导管、加速管、电子枪等设备免受因高压打火造成损害，也避免给电子枪阴极形成真空污染。加速器运行期间，要求其真空室内实现好于  $2.0 \times 10^{-7}$  Torr(电子枪处好于  $2.0 \times 10^{-8}$  Torr)的真空度。(1 Torr=1.33 mbar=133.322 Pa)

磁铁及其电源系统：磁铁系统包括 4 个聚焦透镜、22 个螺线管、5 组三透镜组、2 个能量分析铁和 12 个校正磁铁。电源系统为各个磁铁提供电流。低能输运线连接直线加速器和增强器，由 13 块四极磁铁、3 块水平二极磁铁、2 块垂直二极磁铁和 1 块切割磁铁组成。磁铁系统主要向束流施加横向聚焦力，一方面在低能段抑制因空间电荷效应而造成的束流发射度增长并控制束流尺寸，保证较高的束流传输效率；另一方面在高能段约束束流的横向分布，使束流高效率地通过直线加速器。另外能量分析铁用于能量和能散测量，校正磁铁用于束流中心轨道校正。

水冷系统：主要为加速管、速调管、束流垃圾桶提供恒温冷却水。

束测系统：对束流相关参数进行精确在线测量，包括束流位置、流强、横向截面、能量、能散和发射度的测量。

控制系统：实现对各设备和环境的监控、完成关键设备的联锁保护、提供必要的同步定时信号和上层应用程序的接口。

直线加速器区域的平面布局图如图 4.4-2 所示。

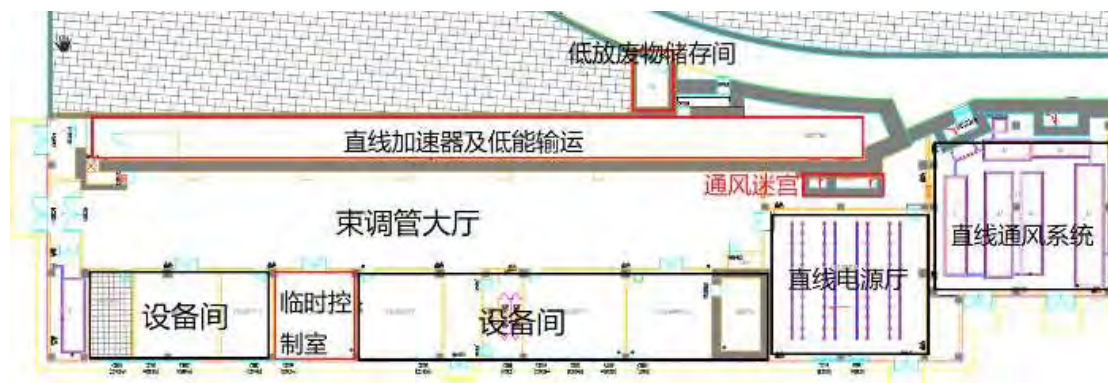


图 4.4-2 直线加速器区域的平面布局图

## (2)增强器和高能输运线

增强器(电子同步加速器)把从直线加速器注入的能量为 500 MeV 的电子束加速到储存环所需要的能量 6GeV，经高能输运线将束流从增强器注入到储存环中。

高能输运线(RB 及 BR)各长约 102m，增强器周长约 453m。

增强器磁聚焦结构的基本单元是分离型磁铁 FODO 结构，每个超周期由 14 个标准的 FODO 结构以及超周期两端各一个匹配节构成。全环为四折对称结构，有四个 8.8 m 长的直线节用于放置高频腔和注入引出系统。增强器重复频率 1 Hz。

**FODO:** 由聚焦铁、漂移节、散焦铁、漂移节组成的磁聚焦结构。

**超周期数:** 同步加速器的磁聚焦结构一般为周期性的对称结构，若磁聚焦结构是四折对称的，则超周期数为 4。

增强器总流强 15 mA。

## (3)储存环

储存环是位于增强器外的大环，其功能是将高能输运线输送、注入的 6 GeV 电子束团进行储存，其在绕环运动时产生同步辐射光，并通过光束线引出到各自的实验站，进行实验。储存环半径约 216.5m，周长约 1360m，布局如图 4.4-3 所示。储存环的部分结构见图 4.4-4。

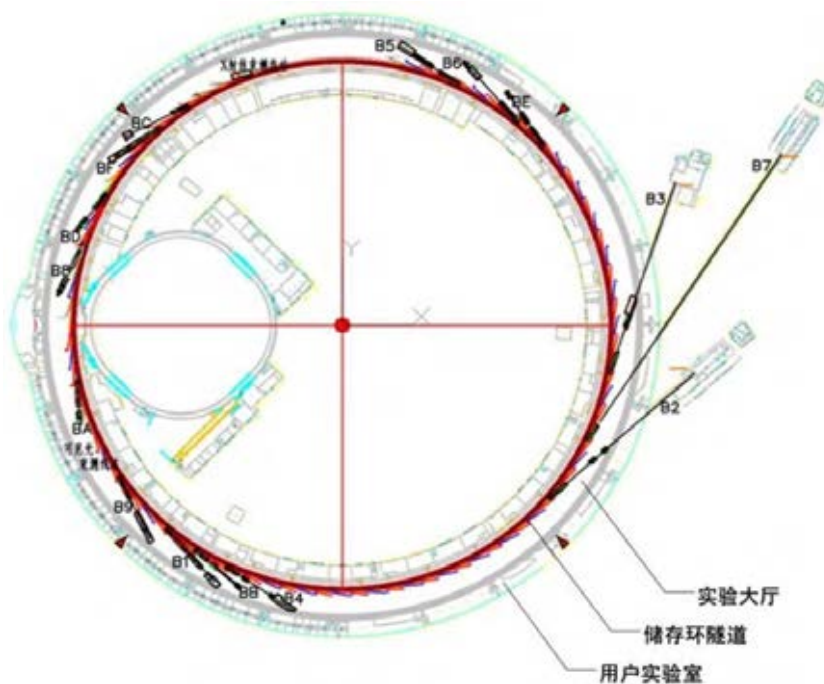


图 4.4-3 HEPS 储存环及线站布局图

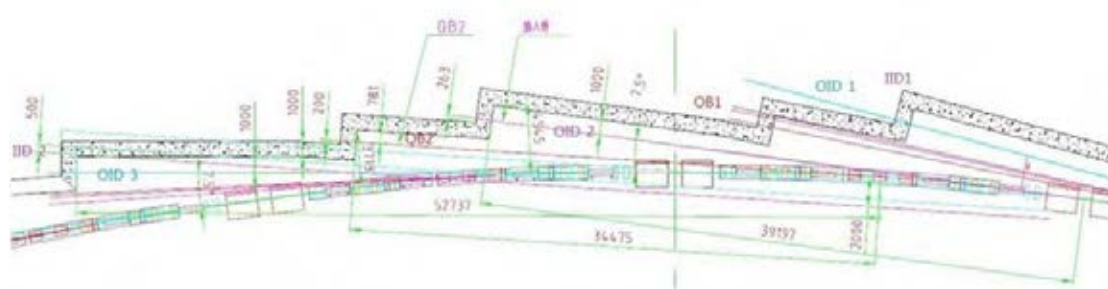


图 4.4-4 HEPS 储存环的部分结构图

#### 4.4.1.2 光束线站

光束线站主要由光束线(及其插入件和前端区)、实验站和辅助实验室组成。首期建设 17 条光束线站，其中 3 条超长光束线站，见图 4-15 所示。

光束线站设施主要包括透光元件、镜子、单色器、光束阀门以及与光束线相联的真空、惰性气体流管和冷却系统等。

光束线站主要建设工程材料线站、硬 X 射线纳米探针线站、结构动力学线站、硬 X 射线相干散射线站、高分辨谱学线站、高压线站、硬 X 射线成像线站、X 射线吸收谱学线站、低维结构探针线站、生物大分子微晶衍射线站、粉光小角散射线站、高分辨纳米电子结构线站、通用环境谱学线站、X 射线显微成像线站共 14 条公共光束线站和 BF 测试线站、X 射线束测线站、可见光束测线站等 3 条测试光束线站。

##### (1)B1 工程材料线站

工程材料线站通过高能量(常用 X 光能量 50~170keV)、高穿透性光束线实现原位动态衍射、工程试样测量、微观结构测绘、对分布函数分析。

##### (2)B2 硬 X 射线纳米探针线站(130 m 超长光束线站)

纳米探针线站工作能量范围为 5~23keV。常用的实验模式有扫描相干衍射成像(Ptychography)，微/纳荧光扫描、断层扫描、微/纳衍射、微/纳吸收谱等，实验设备有原位样品环境、原位电镜、高分辨显微镜等。

硬 X 射线纳米探针线站对 10keV 的 X 射线光聚焦光斑尺寸为 30nm 且通量达到  $5 \times 10^8$  光子/秒。

##### (3)B3 结构动力学线站(200 m 超长光束线站)

光源采用长、短周期的双波荡器，以高亮度粉光 pink beam(极高亮度、>15 keV

pink beam)、能量范围 7~30 keV 为特点。光束线满足高亮度、高相干传输, 实现 100 nm~10 $\mu$ m 聚焦及 200 ps 到 1 ms 时间分辨尺度探测。

结构动力学线站光子能量为 20keV 的 X 射线脉冲强度达到  $1\times 10^9$  光子/脉冲。

#### (4)B4 硬 X 射线相干散射线站

硬 X 射线相干散射线站主要采用相干 X 射线衍射成像(CDI)和 X 射线光子相关谱(XPCS)这两种实验方法开展科学研究。其中 CDI 主要用于测量非晶、多晶、纳米晶等材料的 2D 或者 3D 静态结构, XPCS 主要用于测定凝聚态物质及生物样品等的动力学特性。能量范围: 7 keV~25 keV。

硬 X 射线相干散射线站光子能量为 12.4keV 时, 相干光子通量为  $5\times 10^{10}$  光子/秒, 且相干衍射成像空间分辨率小于 10nm。

#### (5)B5 高分辨谱学线站

包含核共振散射(NRS)和共振非弹性 X 射线散射(RIXS)实验方法。所能够提供的实验技术为 2 meV 的 NRS 和 30~1000 meV 能量分辨的 RIXS 等。能量范围: 5 keV~25 keV。

#### (6)B6 高压线站

高压线站以衍射方法为主, 同时在高能量区间做适当优化, 使之适用于高压对分布函数(PDF)方法研究。线站开展大腔体压机(LVP)科学研究的升级空间, 以满足地球深部科学探索的需求。能量范围: 20 keV~75keV;

1)高压衍射实验站, X 射线能量范围在 25~45keV 之间, 可以开展结合低温或激光/电阻加热条件的高压衍射实验, 可在压力快速加载条件下进行动态的衍射测量, 时间尺度可以达到亚毫秒量级。

2)高压 PDF 实验站, 在 55~70keV 区间开展高压 PDF 研究, 对非晶、液体等材料的局域结构展开研究。同时在实验站预留有可以放置 LVP 的空间。

#### (7)B7 硬 X 射线成像线站(300m 超长光束线站)

具有以下功能: ①无损高分辨获取块体多晶材料晶粒晶界微区应力等 3D 信息的同时原位实时获取材料内部的形变、损伤及失效等信息; ②开展高灵敏度、高分辨率、大视场、从静态到动态的生物及古生物无损、多维度、多尺度成像研究; ③SRX 超快成像与动态加载系统提供多时空、多维度、多物理参数、多环境条件的原位实时表征手段。能量范围: 单色光 10 keV~200 keV, 白光最高到 300 keV;

硬 X 射线成像线站最高 X 射线能量为 300 keV，且通量达到  $5 \times 10^{10}$  光子/秒。

(8)B8 X 射线吸收谱学线站

可以提供空间分辨(亚微米量级)，时间分辨(毫秒)，痕量元素(ppm)，表面界面(掠入射)，极端条件(高温高压)等相应的 XAFS 实验技术及 XRD/XRF。能量范围：4.8 keV~45 keV。

(9)B9 低维结构探针线站

可以在不同温度、电场、磁场、电化学等样品环境中对低维材料和器件进行(共振)X 射线散射、衍射、反射和驻波实验，以及辅助性的荧光谱、吸收谱等测量。能量范围：4.8 keV~40 keV。

(10)BA 生物大分子微晶衍射线站

适用于微米、亚微米甚至纳米尺寸蛋白质晶体衍射的高性能光束线站，为大晶胞蛋白质，如病毒、核糖体、膜蛋白及大型蛋白质复合物等的结构解析提供重要的研究数据。能量范围：5 keV~18 keV；

(11)BB 粉光小角散射线站

小角 X 射线散射束线直接使用波荡器的基波，直接获得高通量、小尺寸、低发散度的准单色粉光。散射信号可在  $\leq 20\text{m}$  相机长度范围内被探测器接收。可用于：常规小角散射的静态和动态测量，具有广角散射测量、小角/广角散射联合测量、掠入射测量的功能。能量范围：8 keV~12 keV。

(12)BC 高分辨纳米电子结构线站

能量范围200~2000eV，能量分辨能力(eV/ $\Delta$ eV)达到 $4 \times 10^4$ @900eV，光束扫描空间分辨率优于100 nm。实验站开展纳米尺度角分辨光电子能(NANO-APRES)工作；结合扫描光电子能谱显微术(SPM)与微区软X射线吸收谱学研究方法，具备在纳米尺度研究体系电子结构的实验能力。

(13)BD 通用环境谱学线站

对位于中能 X 射线能区的低 Z 元素的 K 边和部分过渡金属元素的 L 边开展 X 射线微区荧光( $\mu$ -XRF)和 X 射线微区近边吸收谱( $\mu$ -XANES)研究，在微米、纳米尺度关注各种复杂基质中元素的形态和配位信息。并配置一些原位反应环境。能量范围：2.1 keV~7.8 keV。

(14)BE X 射线显微成像线站

充分利用 HEPS 的高亮度、低发射度优势,开展多衬度(吸收衬度、相位衬度)、多尺度分辨(几十~几百 nm)的 X 射线成像,在此基础上结合谱学成像技术实现样品的三维结构、元素及电子价态分布等信息的获取和融合,为相关研究领域提供定性、定位和定量的分析手段。能量范围: 5 keV~15 keV。

#### (15)BF 测试线站

该线站用来测试同步辐射光束线各种实验装备性能、尝试新的实验方法的通用束线站。其近期目标是满足 HEPS 一期建设阶段各种线站装备的性能分析、功能验证以及前期调试; 长远期目标是为 X 射线光学、探测等关键元件的性能研究和分析以及前沿实验方法和技术的发展研究提供必需的实验条件。

#### (16)X 射线束测线站

HEPS 储存环的束流发射度为~27pm·rad, 垂直发射度仅为~5pm·rad, 束流尺寸为微米量级。该实验站主要开展束流尺寸及发射度的测量, 因为该测量直接关系到 HEPS 光源状态的监测、发射度的优化以及光源先进性的验证。X 射线束测线站, 采用了 X 射线小孔成像与 KB 镜成像两种方法, 对于束流光源点进行成像, 并采用 X 射线相机采集像斑, 获取电子束流横向截面尺寸。再结合光源点的 Twiss 参数来计算束流发射度。该束线由小孔、KB 镜、前端区、X 射线相机、辐射防护棚屋等部分组成。

#### (17)可见光束测线站

该线站主要功能是束团纵向长度的测量。可见光经反射镜反射并引出至同步光束测实验室内, 实验室内配有高分辨率条纹相机, 能够精确测量束团纵向长度。通过测量束团长度和纵向分布随流强等参数的变化, 不仅能够对纵向不稳定性进行检测, 同时能够分析环的整体阻抗特性。另外, 该束线的引出为束流垂直尺寸、束流纯度等参数的测量提供了条件。

已建设的 17 条光束线站详见表 4.4-1。

**表 4.4-1 17 条光束线站汇总**

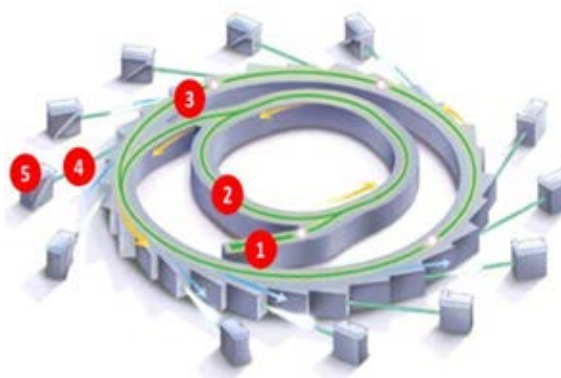
序号	名称	最大能量(keV)	光强(photons/s/0.1%BW)
1	B1 工程材料线站	170	2.52E+13
2	B2 硬 X 射线纳米探针线站	40	1.00E+12
3	B3 结构动力学线站	64	1.00E+15
4	B4 硬 X 射线相干散射线站	25	4.00E+14

序号	名称	最大能量(keV)	光强(photons/s/0.1%BW)
5	B5 高分辨谱学线站	27	1.50E+13
6	B6 高压线站	75	1.40E+12
7	B7 硬 X 射成像线站	300	1.74E+12
8	B8 X 射线吸收谱学线站	45	4.00E+11
9	B9 低维结构探针线站	45	3.57E+15
10	BA 生物大分子微晶衍射线站	18	4.70E+13
11	BB 粉光小角散射线站	12	3.90E+15
12	BC 高分辨纳米电子结构线站	2	8.00E+11
13	BD 通用环境谱学线站	10	1.20E+12
14	BE X 射线显微成像线站	22	1.00E+13
15	BF 测试线站	300	1.74E+12
16	X 射线束测线站	80	1.80E+10
17	可见光束测线站	0.005	1.10E+13

#### 4.4.2 HEPS 实验工艺流程

HEPS 装置直线加速器产生 500MeV 的电子束，经低能输运线注入增强器，增强器加速到 6GeV，经高能输运线注入到储存环，储存环产生的同步光经光束线引出至光束线站。在光束线站里照射样品，开展同步辐射实验。光束线站处于实验状态时，安全光闸打开，允许同步光传输至光束线站；其他状态下(如工作人员进入放置样品等)，安全光闸落下，阻挡同步光和气体韧致辐射进入光束线站。用户在实验室内准备样品，样品准备好后送至光束线站进行科学实验。

HEPS 装置流程示意图 4.4-5。



①直线加速器：产生电子并将电子初步加速；②增强器：将电子能量提升到储存环能量；③储存环：环内高速运动的电子产生同步辐射；④光束线：按实验需求调制同步辐射光，并传输到实光束线站；⑤光束线站：开展科学实验。

图 4.4-5 HEPS 装置流程图

#### 4.4.3 工作规划及人员配置

直线加速器、增强器和储存环的工作规划：首先是各系统无束流联合调试阶段，加速器不带束流，主要完成无束流情况下能进行的各系统设备的测试，确保其全部正常开启、正常控制；然后是束流调试阶段，直线加速器与增强器带束运行，直线加速器提供 500MeV 电子束给低能输运线和增强器，增强器将电子束升能至 6GeV 并引出，6GeV 电子束流经高能输运线送至储存环并运行。

根据任务分工，工作人员可分为四类：1、工程指挥及协调人员，主要为“工程指挥部、加速器部、束测控制部人员”，负责调试工作的指挥与协调；工作场所为中央控制室、HEPS 外环临时办公室，一般每周 5 天，每天 8 小时。2、加速器调束运行人员，主要为“加速器物理系统”人员，负责直线加速器、增强器和储存环的运行和调试；工作场所主要为中央控制室，一般每周 4 天，每天 12 小时，每天 2 班人员轮流值班。3、加速器维护人员，主要包括“磁铁系统、磁铁电源系统、真空系统、直线功率源系统、微波系统、高频系统、机械系统、注入引出系统、插入件系统、准直系统、低温系统、加速器控制系统、快轨道反馈系统、机器保护系统、辐射防护与安全系统、定时系统、和束流诊断系统”人员，负责储存环、增强器、直线加速器各系统设备的故障处理、检修和维护。工作场所主要为电源厅、高频厅、直线速调管长廊、储存环隧道内以及各通用设施，工作时间一般为每周 2-3 天，每天 8 小时；以及在停机时进入隧道检查维修设备。4、辐射安全与防护人员，辐射防护人员主要为辐射防护与安全系统，具体负责清场巡更、辐射监测、人身安全联锁系统维护等工作。辐射安全管理人员，主要为“安全环境办公室”人员，具体负责辐射安全监督管理，每周 5 天，每天 24 小时。

光束线站运行和调试主要工作是光束性能调试和带光运行。涉及与科学实验、束线工程相关的各系统全功能测试。束线运行和调试主要是在实验大厅内，调光时将储存环产生的 X 射线光束经过前端区和光束线引入到各光束线站。初始调光时，光束路径可能会有偏差，品质不好，需要通过各系统优化参数，使得光束能够在按照设计路径传播并达到一定的亮度和尺寸。在光束线站调试和运行过程中，一是实验需要更换样品，二是光束线站会遇到各种软件和硬件问题，需要进行分析判断，这时需要停止向光束线站供光，进行更换样品操作或进入光束线站各设备区域进行检查或维修。

光束线站调试和运行过程中的辐射工作人员，包括以下两类：1、光束线站调试、运行及维修维护人员，负责光束线站的光束性能调试和运行，及相应软件和硬件设备的调试、维护和故障排除工作。工作场所主要在光束线站的光束线和实验站大厅，每周6天，每天12小时，每天2班人员轮流值班，每条线站调试期为60天。2、辐射防护工作人员，主要负责光束线和实验站的辐射安全管理等工作，包括清场巡更、辐射监测、安全联锁系统维修等。每周工作5天，地点为束线和实验站所在大厅内和厅外建筑相关联的区域。光束线站例行检修每年一次，时间为每年8月，检修项目为水、电、气、真空等方面的零部件替换，老化设备的更换。调试和稳定运行阶段人员基本一致，具体人员见表4.4-2。

表 4.4-2 工作人员配置及 2025 年个人剂量监测数据

编号	岗位	姓名	证书号	年个人剂量 (mSv)	备注
1	副总指挥	梁键	FS22BJ2200675	0.190	管理人员
2	总工程师	屈化民	FS26BJ2300574	1.818	
3	副总工程师	盛伟繁	FS26BJ2300608	0.058	
4	副总工程师	张旌	FS26BJ2300560	0.278	
5	总工艺师	林国平	FS23BJ2303426	0.082	
6	副总工艺师	曹建社	FS22BJ2301091	1.281	
7	总工程师助理	李春华	FS26BJ2300479	0.220	
8	工程办公室主任	苑梦尧	FS26BJ2300683	0.226	
9	运行办公室主任	王徐建	FS26BJ2300622	1.242	
10	运行办公室	袁广	FS26BJ2300684	0.068	
11	运行办公室	孙曦瞳	FS26BJ2300623	0.020	
12	运行办公室	刘少真	FS26BJ2300541	0.020	
13	加速器部主任工程师	康文	FS26BJ2300698	0.948	
14	加速器部主任工艺师	李健	FS26BJ2300697	0.420	
15	总体管理、秘书	彭月梅	FS22BJ2301089	0.398	
16	总体管理、秘书	孟才	FS26BJ2300576	0.320	
17	总体管理、秘书	纪红飞	FS22BJ2301107	0.469	
18	调束运行	崔小昊	FS22BJ2301118	0.500	
19	调束运行	郭媛媛	FS22BJ2301105	/	
20	调束运行	黄玺洋	FS25BJ2303223	0.382	
21	调束运行	季大恒	FS26BJ2300491	0.116	
22	调束运行	李啸宇	FS26BJ2300496	0.304	
23	调束运行	田赛克	FS22BJ2301119	1.734	

编号	岗位	姓名	证书号	年个人剂量 (mSv)	备注
24	调束运行	魏源源	FS26BJ2300703	0.200	
25	调束运行	许海生	FS22BJ2301085	0.080	
26	调束运行	赵亚亮	FS22BJ2301121	0.092	
27	储存环磁铁运行及 oncall	吴亚峰	FS25BJ2303218	0.678	
28	储存环及注入器磁铁设备维护	梁冉	FS22BJ2301152	0.258	
29	注入器磁铁运行及 oncall	泮俊潼	FS25BJ2303220	0.112	
30	管理协调及运行维护	龙锋利	FS26BJ2300582	0.398	
31	大功率电源	魏鹏飞	FS25BJ2303222	0.232	
32	测试系统及中功率电源	韩超	FS22BJ2301158	0.508	
33	测试系统及中功率电源	陈素颖	FS26BJ2300702	1.398	
34	测试系统及小功率电源	都云泽	FS26BJ2300579	0.368	
35	铁温保护系统及各类电源	郜垚	FS26BJ2300480	0.190	
36	测试系统及各类电源	郭晓玲	FS26BJ2300553	0.348	
37	测试系统及各类电源	陈斌	FS26BJ2300545	0.288	
38	管理协调及运行维护	董海义	FS26BJ2300695	0.210	
39	光子吸收器维护	李琦	FS22BJ2301132	0.537	
40	中控运行值班	杨雨晨	FS22BJ2301094	0.150	
41	真空本地站和烘烤维护	刘佰奇	FS22BJ2301136	0.304	
42	真空镀膜系统维护	马永胜	FS22BJ2301112	0.138	
43	真空维护和 on call	孙飞	FS26BJ2300577	0.318	
44	真空维护和 on call	刘天锋	FS22BJ2301163	0.420	
45	注入器真空维护	杨奇	FS23BJ2303400	0.438	
46	真空维护和 on call	田丕龙	FS25BJ2303212	0.679	
47	直线真空维护	邓秉林	FS22BJ2301144	0.050	
48	储存盒真空盒维护	郭迪舟	FS22BJ2301151	0.245	
49	管理协调及运行维护	何大勇	FS26BJ2300563	0.301	
50	运行维护	刘劲东	FS26BJ2300489	0.208	
51	运行维护	李飞	FS26BJ2300484	0.250	
52	运行维护	李小平	FS26BJ2300709	0.280	
53	运行维护	牟雅洁	FS22BJ2301162	0.368	
54	运行维护	杜磊	FS26BJ2300738	0.348	
55	管理协调及运行维护	张敬如	FS26BJ2300704	0.238	
56	运行维护	施华	FS22BJ2301106	0.312	
57	运行维护	贺祥	FS26BJ2300607	0.653	
58	运行维护	肖欧正	FS22BJ2301096	0.348	
59	运行维护	马新朋	FS22BJ2301145	0.316	

## 4 项目建设情况

编号	岗位	姓名	证书号	年个人剂量 (mSv)	备注
60	运行维护	甘楠	FS22BJ2301143	0.296	
61	运行维护	彭永宜	FS25BJ2303229	0.848	
62	运行维护	沈创	FS25BJ2303213	/	
63	六极铁 Mover 运行维护	杨澍	FS26BJ2300557	0.313	
64	准直器运行维护	陈思雨	FS26BJ2300542	0.370	
65	准直器运行维护	王海静	FS26BJ2300570	0.260	
66	振动监测运行维护	王梓豪	FS26BJ2300705	1.158	
67	六极铁 Mover 运行维护	吴蕾	FS23BJ2303399	0.230	
68	磁铁支架运行维护	徐元迪	FS26BJ2300564	0.410	
69	磁铁支架运行维护	李敏贤	FS22BJ2301093	0.136	
70	真空支架运行维护	周宁闯	FS26BJ2300476	0.285	
71	管理协调	张沛	FS22BJ2301090	0.086	
72	运行维护	黄彤明	FS26BJ2300583	0.198	
73	运行维护	林海英	FS26BJ2300548	0.439	
74	运行维护	马强	FS26BJ2300546	0.260	
75	运行维护	王群要	FS26BJ2300714	0.102	
76	运行维护	张新颖	FS26BJ2300547	0.308	
77	运行维护	孟繁博	FS22BJ2301159	0.280	
78	运行维护	赵发成	FS26BJ2300711	0.196	
79	运行维护	郑洪娟	FS22BJ2301122	0.268	
80	运行维护	米正辉	FS22BJ2301088	0.802	
81	运行维护	李冬兵	FS22BJ2301165	0.270	
82	管理协调	孙舒晨	FS26BJ2300571	0.420	
83	运行维护	陈宛	FS26BJ2300569	0.328	
84	运行维护	巩克云	FS26BJ2300706	0.498	
85	运行维护	孙亚军	FS24BJ2300550	0.382	
86	运行维护	李志强	FS26BJ2300720	0.280	
87	运行维护	赵述涛	FS22BJ2301148	0.450	
88	运行维护	张磊	FS26BJ2300721	0.048	
89	运行维护	黄永胜	FS26BJ2300696	1.178	
90	运行维护	张祥镇	FS26BJ2300707	0.018	
91	运行维护	陈子林	FS26BJ2300477	/	
92	系统管理协调及运行维护	陈锦晖	FS26BJ2300550	0.120	
93	运行维护	王磊	FS26BJ2300554	0.132	
94	运行维护	霍丽华	FS22BJ2301140	0.382	
95	运行维护	王冠文	FS22BJ2301120	0.708	

## 高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目竣工环境保护验收监测报告

编号	岗位	姓名	证书号	年个人剂量 (mSv)	备注
96	运行维护	吴官健	FS23BJ2303398	/	
97	HEPS 设备位置维护	王小龙	FS26BJ2300568	0.278	
98	HEPS 设备位置维护	门玲鸽	FS26BJ2300485	0.158	
99	HEPS 设备位置维护	卢尚	FS25BJ2303225	0.050	
100	HEPS 设备位置维护	韩圆颖	FS26BJ2300558	0.132	
101	HEPS 设备位置维护	闫路平	FS25BJ2303224	0.122	
102	HEPS 设备位置维护	张露彦	FS25BJ2303226	0.252	
103	HEPS 设备位置维护	刘晓阳	FS25BJ2303216	0.203	
104	HEPS 设备位置维护	闫皓月	FS25BJ2303219	0.530	
105	HEPS 设备位置维护	张晓辉	FS26BJ2300712	0.172	
106	管理协调及运行维护	马长城	FS22BJ2301134	0.300	
107	运行维护	杨啸辰	FS26BJ2300497	0.038	
108	运行维护	叶瑞	FS26BJ2300501	0.138	
109	运行维护	桑民敬	FS22BJ2301113	0.266	
110	运行维护	李梅	FS22BJ2301154	0.020	
111	运行维护	常正则	FS22BJ2301103	0.140	
112	运行维护	姜永诚	FS22BJ2301130	0.248	
113	运行维护	张浩浩	FS22BJ2301131	0.088	
114	运行维护	李少鹏	FS26BJ2300708	0.238	
115	运行维护	张卓 1	FS26BJ2300478	0.160	
116	运行维护	韩瑞雄	FS22BJ2301114	0.282	
117	运行维护	赵同宪	FS22BJ2301142	0.166	
118	运行维护	孙良瑞	FS22BJ2301123	0.140	
119	运行维护	霍谊	FS22BJ2301178	/	
120	T0 束测控制部	岳军会	FS26BJ2300495	0.270	
121	A7 束流诊断系统	随艳峰	FS26BJ2300494	0.376	
122	A8 束流诊断系统	何俊	FS26BJ2300559	0.258	
123	A9 束流诊断系统	刘啸宇	FS25BJ2303221	0.250	
124	A10 束流诊断系统	刘智	FS26BJ2300551	0.120	
125	A11 束流诊断系统	麻惠洲	FS26BJ2300700	0.260	
126	A12 束流诊断系统	汪林	FS22BJ2301153	0.140	
127	A13 束流诊断系统	徐韬光	FS26BJ2300718	2.018	
128	A14 束流诊断系统	尹頔	FS22BJ2301082	0.248	
129	A15 束流诊断系统	于令达	FS26BJ2300499	0.368	
130	A16 束流诊断系统	张婉	FS25BJ2303214	0.366	
131	A17 束流诊断系统	赵敬霞	FS26BJ2300500	0.308	

## 4 项目建设情况

编号	岗位	姓名	证书号	年个人剂量 (mSv)	备注
132	A18 束流诊断系统	赵颖	FS26BJ2300556	1.398	
133	A19 束流诊断系统	祝德充	FS26BJ2300488	0.122	
134	A20 束流诊断系统	黄方琦	FS22BJ2301164	0.228	
135	光束线站部副主任	李明 2	FS26BJ2300737	/	
136	线站部组员	于梅娟	FS22BJ2301296	0.042	
137	线站部组员	殷子	FS22BJ2301198	0.410	
138	工程材料线站	杨一鸣	FS26BJ2300596	0.208	
139	B2 硬 X 射线纳米探针线站	冯奕博	FS24BJ2301331	0.022	
140	B3 硬 X 射线纳米探针线站	王凌飞	FS22BJ2301203	0.060	
141	B3 结构动力学线站	张兵兵	FS22BJ2301297	0.172	
142	B4 结构动力学线站	孙大睿	FS22BJ2301278	0.022	
143	B5 结构动力学线站	姚春霞	FS22BJ2301199	0.160	
144	B4 硬 X 射线相干散射线站	王萱	FS22BJ2301208	0.170	
145	B5 硬 X 射线相干散射线站	朱中柱	FS22BJ2301302	0.288	
146	B5 高分辨谱学线站	徐伟	FS22BJ2301295	0.590	
147	B6 高分辨谱学线站	张玉骏	FS26BJ2300587	0.170	
148	B7 高分辨谱学线站	郭志英	FS24BJ2300538	0.028	
149	B8 高分辨谱学线站	靳硕学	FS23BJ2303362	0.068	
150	B9 高分辨谱学线站	贾逊	FS23BJ2303360	0.258	
151	B6 高压线站	李晓东	FS26BJ2300689	0.212	线站部分
152	B7 高压线站	杨栋亮	FS24BJ2300543	0.028	
153	B8 高压线站	宫宇	FS24BJ2300537	0.168	
154	B9 高压线站	董伟伟	FS22BJ2301197	0.226	
155	硬 X 射线成像线站	黎刚	FS23BJ2303363	0.204	
156	硬 X 射线成像线站	邓体建	FS26BJ2300660	0.118	
157	硬 X 射线成像线站	王艳萍	FS23BJ2303558	0.050	
158	硬 X 射线成像线站	汪璐	FS23BJ2303372	0.208	
159	X 射线吸收谱学线站	郑黎荣	FS22BJ2301301	0.228	
160	X 射线吸收谱学线站	尧浩东	FS26BJ2300599	0.020	
161	B9 低维结构探针线站	沈治邦	FS23BJ2303367	0.060	
162	B10 低维结构探针线站	翁小榕	FS23BJ2303375	0.210	
163	B11 低维结构探针线站	郭望果	FS25BJ2303201	0.070	
164	BA 生物大分子微晶衍射线站	余准	FS22BJ2301290	0.156	
165	BA 生物大分子微晶衍射线站	耿直	FS22BJ2301283	0.568	
166	粉光小角散射线站	默广	FS22BJ2301289	0.252	
167	粉光小角散射线站	刘云鹏	FS23BJ2301740	0.110	

## 高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目竣工环境保护验收监测报告

编号	岗位	姓名	证书号	年个人剂量 (mSv)	备注
168	BC 高分辨纳米电子结构线站	王嘉鸥	FS26BJ2300625	0.020	
169	BC 高分辨纳米电子结构线站	刘晨	FS22BJ2301277	0.070	
170	通用环境谱学线站	郑雷	FS22BJ2301300	0.168	
171	通用环境谱学线站	唐坤	FS26BJ2300605	0.058	
172	通用环境谱学线站	刘树虎	FS23BJ2303365	0.042	
173	通用环境谱学线站	赵晓娟	FS26BJ2300662	0.072	
174	BEX 射线显微成像线站	袁清习	FS26BJ2300594	0.032	
175	BEX 射线显微成像线站	王山峰	FS22BJ2301294	0.020	
176	BEX 射线显微成像线站	王研	FS23BJ2303373	0.120	
177	BEX 射线显微成像线站	张凯	FS22BJ2301273	0.120	
178	BEX 射线显微成像线站	张锦	FS26BJ2300588	0.162	
179	BF 测试线站系统	杨俊亮	FS23BJ2300163	0.072	
180	BF 测试线站系统	张静	FS26BJ2300606	0.458	
181	BF 测试线站系统	黄换	FS26BJ2300597	0.092	
182	BG 前端区系统	石泓	FS26BJ2300618	0.060	
183	BG 前端区系统	谭映雷	FS26BJ2300619	0.062	
184	BG 前端区系统	郭庆洋	FS25BJ2303192	0.570	
185	BG 前端区系统	马亚新	FS24BJ2300540	0.230	
186	BG 前端区系统	王赫影	FS22BJ2301292	0.070	
187	BG 前端区系统	刘家豪	FS26BJ2300592	/	
188	BH 光学设计系统	陈旻炜	FS26BJ2300012	0.042	
189	BH 光学设计系统	刁千顺	FS22BJ2301281	0.080	
190	BH 光学设计系统	高立丹	FS22BJ2301275	0.020	
191	BH 光学设计系统	洪振	FS26BJ2300736	0.182	
192	BH 光学设计系统	贾全杰	FS26BJ2300663	0.203	
193	BH 光学设计系统	刘方	FS25BJ2303194	0.728	
194	BH 光学设计系统	刘静	FS26BJ2300664	0.233	
195	BH 光学设计系统	王少锋	FS25BJ2303199	0.898	
196	BH 光学设计系统	岳帅鹏	FS24BJ2300545	0.040	
197	BH 光学设计系统	张常睿	FS24BJ2300546	0.042	
198	BH 光学设计系统	张伟伟	FS22BJ2301298	0.138	
199	BH 光学设计系统	连宏凯	FS22BJ2301202	0.130	
200	BH 光学设计系统	祁昊	FS24BJ2300541	/	
201	BH 光学设计系统	王亚冰	FS24BJ2300542	0.018	
202	BJ 光学机械系统	汤善治	FS26BJ2300600	1.028	
203	BJ 光学机械系统	梁好	FS22BJ2301286	0.088	

## 4 项目建设情况

编号	岗位	姓名	证书号	年个人剂量 (mSv)	备注
204	BJ 光学机械系统	卢远舒	FS24BJ2300539	0.060	
205	BJ 光学机械系统	欧自娜	FS25BJ2303193	0.062	
206	BJ 光学机械系统	王建业	FS25BJ2303196	0.181	
207	BJ 光学机械系统	于海涵	FS25BJ2303198	0.072	
208	BJ 光学机械系统	张珊	FS23BJ2303378	0.170	
209	BJ 光学机械系统	杨扬	FS26BJ2300609	0.120	
210	BJ 光学机械系统	张路	FS26BJ2300603	1.478	
211	BJ 光学机械系统	许汝真	FS26BJ2300593	0.048	
212	BJ 光学机械系统	申大山	FS22BJ2301200	0.020	
213	BJ 光学机械系统	廖瑞颖	FS22BJ2301196	0.218	
214	BJ 光学机械系统	崔照强	FS22BJ2301210	0.280	
215	BJ 光学机械系统	孙铮	FS23BJ2303369	0.128	
216	BJ 光学机械系统	姜雪洁	FS23BJ2303361	0.020	
217	BK 探测器系统	李贞杰	FS22BJ2301285	0.378	
218	BK 探测器系统	暴子瑜	FS23BJ2303355	0.216	
219	BK 探测器系统	董明义	FS26BJ2300679	0.090	
220	BK 探测器系统	李秋菊	FS22BJ2301274	1.318	
221	BK 探测器系统	刘瑶光	FS25BJ2303190	0.090	
222	BK 探测器系统	李木槿	FS25BJ2303238	0.180	
223	BK 探测器系统	魏微	FS25BJ2303239	0.020	
224	BK 探测器系统	张研	FS22BJ2301299	0.058	
225	BK 探测器系统	周杨帆	FS22BJ2301276	0.235	
226	BM 通用机械系统	韩庆夫	FS26BJ2300590	0.080	
227	BM 通用机械系统	段启惠	FS23BJ2303358	0.474	
228	BM 通用机械系统	黄艳	FS26BJ2300602	0.238	
229	BM 通用机械系统	李哲	FS25BJ2303195	0.028	
230	BM 通用机械系统	孙豪	FS25BJ2303197	0.020	
231	BM 通用机械系统	高志强	FS26BJ2300601	0.032	
232	BM 通用机械系统	刘赛	FS26BJ2300616	0.150	
233	BM 通用机械系统	张泽斌	FS26BJ2300614	0.072	
234	BM 通用机械系统	赵耀	FS22BJ2301204	0.130	
235	BM 通用机械系统	倪岩松	FS22BJ2301205	0.042	
236	BM 通用机械系统	李帅	FS22BJ2301211	0.052	
237	BM 通用机械系统	田野	FS23BJ2303370	0.018	

HEPS 为高能电子加速器，其产生的辐射源项包括瞬发辐射和感生放射性两大

部分。瞬发辐射来源有：(1)束流包络周边粒子沿途随机损失在管壁(可视为均匀损失)；(2)整个束团突然丢失(束团 100% 损失)；(3)束流在真空管内与残余气体作用产生韧致辐射；(4)注入、引出增强器和储存环的点损失，以及调束打到废束站的点损失；(5)电子在增强器和储存环中绕环运动发出的同步辐射光。除同步辐射光能量较低( $<1\text{MeV}$ )，不会引起感生放射性外，前面 4 种途径产生的瞬发辐射的最大能量可以达到入射电子的最大能量，还会同时产生感生放射性。

瞬发辐射场特点是能量高、辐射强，但会随着装置的停机而完全消失。同时，装置结构部件、设备冷却水、隧道内空气等被电子或次级粒子轰击产生的活化产物，会产生感生放射性，感生放射性在加速器停机后依然存在。

瞬发辐射中子和  $\gamma$  皆具有很强的穿透能力，穿过屏蔽层的中子和  $\gamma$  将对人引起直接的辐射剂量，以及穿过屋顶进入天空的中子由于散射(称为天空散射)而对周围地面上的人引起辐射剂量，以上是 HEPS 运行时需考虑的环境影响问题。

瞬发辐射会引起加速器部件的活化，特别是束流损失较大处的部件，从而使检修人员受到辐射照射和产生一定量的放射性固体废物，还会引起束流传输隧道中空气的活化(主要活化产物是 H-3, Be-7, C-11, Ar-41 等)，以及设备冷却水的活化(主要活化产物是 Be-7 和 H-3 等)，这些气态和液态放射性物质的排放会对环境造成一定的影响。此外穿过设备底层屏蔽而进入土壤的中子还会引起土壤和地下水的活化，也有可能对环境造成影响。不过对于 HEPS 来说这些影响都很小，详见其后章节的分析。

$\gamma$  射线会引起加速器房间及束流传输隧道空气中分子原子的电离产生自由基，自由基的结合会产生有害物质(主要是  $\text{O}_3$ 、 $\text{NO}_x$ )，这些物质的排放也会对环境带来一定的影响。

此外，运行过程中加速器的一些设备(高频设备、通风设备及结排水设备等)会产生噪声，锅炉燃烧产生的废气等会对环境有一定的影响。

根据 HEPS 运行时对环境的影响特征，对以上各种污染源项的定量分析在以下各节中分别论述。

#### 4.4.4 瞬时辐射场

HEPS 在运行过程中所产生的瞬发辐射场根据加速器区域、加速器运行状态、加速器部件等的不同而变化。电子从最初的  $150\text{keV}$  的能量经直线加速器被加速到

500MeV 通过低能输运线运送到增强器，在增强器中进一步被加速到 6GeV 通过高能输运线注入到储存环，储存环中的电子绕环运动经过弯铁或特制的插入件，放出能量较低的同步辐射(约几百 eV~几百 keV)，光束线站用不同的光学元件、光束阀等部件引出不同波长的光提供给实验站。

电子在加速和运输的过程中，与周围介质发生相互作用，其部分或全部能量转化成各种形式的辐射，如韧致辐射、中子、同步辐射、 $\pi$  介子等。

当电子能量较低时，通过电离损失将能量传递给靶原子使其电离或激发；当电子能量大于介质的临界能量时，主要通过韧致辐射损失能量。韧致辐射与靶原子作用主要产生高能正负电子对，从而发生电磁级联效应。常用的屏蔽材料如铁、铝、铜、铅、普通混凝土的临界能量在几 MeV~几十 MeV 范围，且原子序数大的材料临界能低(如铅的临界能不到 10MeV)，原子序数小的材料临界能高(如铝和普通混凝土的临界能约 50MeV)，即高能电子在高原子序数材料中有更深的电磁级联簇射深度。

当韧致辐射光子能量较高，达到或超过了光核反应的阈能，还会发生一定概率的光核反应产生中子，不同能量的光子发生的光核反应不一样、产生的中子能量也不一样。当光子能量低于 30MeV 时，光致蜕变在“巨共振”区域内占主导地位，中子的产生主要来源于“巨光核共振”过程，巨共振中子的能量大约为几个 MeV。当光子能量高于 30MeV，超过巨共振区域时，发生伪氘核反应，产生伪氘核中子；当光子能量高于 140MeV 时，光介子生成的通道打开，发生反应产生高能中子。对于较薄的屏蔽体，韧致辐射光子和巨共振中子在对屏蔽体外的剂量率贡献中占主导作用；对于较厚的屏蔽体，巨共振中子和高能中子在对屏蔽体外的剂量率贡献中占主导作用。

高能电子由于磁场的作用改变方向时，产生同步辐射，这是储存环中电子损失能量的主要形式。

光束线站的主要辐射源项包括以下几个方面：

(1)电子与真空盒内残余气体分子相互作用产生的气体韧致辐射，气体韧致辐射通过前端区光学孔径进入棚屋，与单色器、光阑等接触后发生散射。气体韧致辐射及其散射是光束线站主要的辐射源项。气体韧致辐射的通量低但能量很高，是一种连续的电离辐射，能量最高可以达到电子束流的能量，因此穿透能力很强。

在真空盒处，气体韧致辐射沿途进行积累，真空盒长度越长，气体韧致辐射强度也随之越强。

(2)光束线站引出的同步光辐射及散射，接近光速的带电粒子在插入件周期性磁场中改变运动方向时产生的辐射为同步辐射。

(3)中子。气体韧致辐射产生的高能光子，能量超过材料的光核反应阈值，会产生中子。

因此，高能电子与加速器不同区域的周围介质发生相互作用会产生能量、方向各异的中子、光子、 $\pi$ 介子等次级粒子，最高能量可达初始电子能量，形成瞬发的杂散辐射场，且以光子辐射占主导地位，需对加速器各区域分情况考虑。

#### 4.4.5 天空反散射

穿过屋顶进入天空的中子和 $\gamma$ 射线由于大气的反散射作用，在其周围地面附近会形成一定的辐射场。

#### 4.4.6 感生放射性

加速器运行时束流损失在部件、真空管壁、靶等部位，产生瞬发辐射过程中，初始和次级粒子与周围设备、屏蔽体和空气、水等材料发生的核反应，会使材料内稳定的核素转变成具有放射性的核素，使其产生感生放射性，即发生材料活化。在加速器停机后，由束流损失产生的瞬发辐射立即消失，但感生放射性依然存在，产生的放射性核素会按照衰变规律，放出 $\gamma$ 、 $\beta$ 等射线。

主要活化产物包括：

加速器结构部件活化(Cu、Fe、不锈钢、Al和Al合金) $^{54}\text{Mn}$ 、 $^{52\text{m}}\text{Mn}$ 、 $^{56}\text{Mn}$ 、 $^{58}\text{V}$ 、 $^{51}\text{Cr}$ 等；

加速器厅室内的普通混凝土屏蔽墙活化 $^{22}\text{Na}$ 、 $^{24}\text{Na}$ 、 $^{54}\text{Mn}$ 等；

加速器厅室内的空气活化 $^3\text{H}$ 、 $^7\text{Be}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{41}\text{Ar}$ 等；

加速器冷却水活化 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^7\text{Be}$ 、 $^3\text{H}$ 等；

地表层土壤和地下水活化 $^7\text{Be}$ 、 $^3\text{H}$ 、 $^{22}\text{Na}$ 等。

#### 4.4.7 有害气体的产生

在加速器辐射区，空气中的氧气、二氧化氮( $\text{NO}_2$ )和氮气( $\text{N}_2$ )均可吸收 $\gamma$ 射线的辐射能量，发生辐射分解，形成氧原子(O)和一氧化氮(NO)。其中产生的氧原子(O)与空气中的氧气( $\text{O}_2$ )结合生成臭氧( $\text{O}_3$ )；产生的一氧化氮(NO)通过与氧气( $\text{O}_2$ )

或臭氧(O<sub>3</sub>)反应生成二氧化氮(NO<sub>2</sub>), 二氧化氮(NO<sub>2</sub>)与空气中的水分子反应生成硝酸(HNO<sub>3</sub>), 其中, 产生的臭氧对人体健康有害, 产生的硝酸可腐蚀加速器设备。

#### **4.4.8 非放射性污染源**

##### **4.4.8.1 噪声**

空压机、变压器、冷水机组、水泵、空调机组, 以及锅炉本体及风机、补水泵、循环泵等设备运行产生噪声。

##### **4.4.8.2 废气**

废气污染源主要来自锅炉燃烧产生含颗粒物、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>烟气, 以及辅助实验室实验过程中产生有机废气。

##### **4.4.8.3 废水**

工艺冷却水制备过程中产生的浓水, 空压机过滤器排水及生活污水。

##### **4.4.8.4 固体废物**

工艺冷却水制备过程定期更换的废活性炭、废渗透膜、废弃离子交换树脂, 空调机房定期更换的滤芯, 设备运行过程中产生的废绝缘油, 动力设备润滑产生废机油, 实验室废有机溶剂、废酸碱、废试剂瓶、实验垃圾, 实验室废气净化设施产生废活性炭。

#### **4.5 工程无变动情况说明**

根据《中华人民共和国环境影响评价法》第二十四条建设项目的环评文件经批准后, 建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动的, 建设单位应当重新报批建设项目的环评文件。对照《核技术利用建设项目重大变动清单(试行)》以及现场核实, 在二次环评变动批复后, 本验收项目的性质、建设地点、规模、工艺、辐射安全与防护措施等未发生重大变动。

## 5 辐射安全与防护设施/措施

本项目环境保护设施主要为环境影响报告书及环评批复中提出的各项辐射安全防护设施，如屏蔽设施、警示标识、安全联锁、辐射监测仪器等。

### 5.1 场所布局

为便于辐射防护管理和职业照射控制，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)的规定，应将放射工作场所分为控制区和监督区。控制区是指需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域；监督区是指通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

HEPS 进行辐射工作场所分区管理，做到使工作人员及公众受到的照射安全、合理、可行、并尽可能低。对 HEPS 按剂量划分区域如下：

**控制区：**属于高放射性工作场所，包括直线加速器隧道、增强器隧道、储存环隧道、光束线站(包括出墙棚屋和实验棚屋)、低放废物储存室。

**监督区：**属于低放射性区域，为上述控制区的外部工作场所。包括同步辐射大厅、高频厅、电源厅、技术安全楼、动力站，其边界为相应建筑物边界。辐射分区见图 5.1-1，线站具体分区图详见附图 2。

**场址边界：**HEPS 产生的辐射对场址边界的剂量贡献不超过 0.1mSv/a。

场区内物流人流分离，设有专门的设备通道、人员通道。

对辐射工作场所严格实行分区管理。在直线加速器隧道、增强器隧道、储存环隧道、光束线站(包括出墙棚屋和实验棚屋)、废物暂存间等各控制区进出口、防护门等主要位置设置明显的放射性标志、警示说明、管制状态指示和语音提示器。进入控制区的放射工作人员必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪；进入监督区的放射工作人员必须佩戴个人剂量计。详见 5.2 辐射安全与防护措施。



图 5.1-1 辐射分区图(红色为控制区，黄色为监督区)

## 5.2 辐射安全与防护设施/措施

### 5.2.1 屏蔽设施

#### 5.2.1.1 储存环屏蔽设施

HEPS 储存环辐射工作场所的屏蔽材料、屏蔽厚度、工作场所布局与已批复的变动环评报告书保持一致，墙体厚度如表 5.2-1 所示。

高能输运线部分在增强器隧道内，部分在储存环隧道内，在增强器隧道内的部分高能输运线所在隧道墙体屏蔽一致，即：隧道外墙为 125cm 普通混凝土，内墙为 50cm 普通混凝土+160cm 覆土层，顶墙为 50cm 普通混凝土+160cm 覆土层；在储存环隧道内的部分高能输运线和储存环所在隧道墙体屏蔽一致，即：隧道外墙采用重晶石混凝土，其密度为  $3.4\text{g}/\text{cm}^3$ ，其中外墙长墙厚度 70cm、短墙 100cm；内墙采用普通混凝土 70cm，顶墙采用普通混凝土 80cm。

储存环束流垃圾桶结构为长方体结构，长、宽、高尺寸分别为 125cm\*80cm\*80cm。其中：①最内层，铁材质，宽 10cm，高 10cm，长 40cm；②中间层，铅材质，四面为 25cm，束流前向 45cm；③最外层，聚乙烯材质，六面均 10cm。储存环束流垃圾桶的实物图见图 5.2-1。



图 5.2-1 储存环束流垃圾桶实物图

表 5.2-1 储存环隧道屏蔽墙体建设情况

名称	屏蔽区域		屏蔽墙体材料及厚度	与二次变动环评对照情况
储存环隧道	注入区	内墙	重晶石混凝土 80cm	与二次变动环评屏蔽墙体材料及厚度参数一致
		外墙短墙	重晶石混凝土 100cm(束线窗口 25cm 铅+25cm 聚乙烯+25cm 铅+25cm 聚乙烯)	
		外墙长墙	20cm 铁+60cm 重晶石混凝土(相当于 100cm 重晶石混凝土)	
		顶墙	重晶石混凝土 100cm	
	储存环、束流垃圾桶	内墙	70cm 普通混凝土	
		外墙短墙	重晶石混凝土 100cm	
		外墙长墙	重晶石混凝土 70cm	
		顶墙	80cm 普通混凝土	

### 5.2.1.2 HEPS 迷宫屏蔽设施

HEPS 共设有 20 个迷宫通道，包括：储存环 12 个迷宫通道、增强器与储存环之间的 2 个迷宫通道、增强器 4 个迷宫通道、直线与增强器之间的 1 个迷宫通道、直线加速器 1 个迷宫通道。

#### (1) 储存环迷宫

由于突然丢束工况对屏蔽要求比均匀束损工况的要求更高，因此储存环迷宫以及增强器与储存环之间的迷宫都按能量 6GeV、流强 400mA 的突然丢束工况设计，即 400mA(对应的电子数为  $1.13 \times 10^{13}$ )。全环束流损失于一点，对屏蔽墙外剂量贡献小于 1mSv/次。迷宫防护参数为：内屏蔽墙厚 0.7m，内环中心距内墙 2.3m，外屏蔽锯齿短墙厚度 1.0m，外屏蔽锯齿长墙厚度 1.0m；迷宫口及过道尺寸为 1.1m，

迷宫两内墙相距 4.5m，迷宫长墙和短墙厚度均为 0.7m，见图 5.2-2、表 5.2-2。

表 5.2-2 储存环迷宫防护参数

迷宫口尺寸(m)	过道尺寸(m)	两内墙距离(m)	长墙长度(m)	短墙长度(m)
1.1	1.1	4.5	3.4	1.9
内墙厚度(m)	内环中心距内墙(m)	外屏蔽锯齿短墙厚度(m)	外屏蔽锯齿长墙(m)	
0.7	2.3	1.0	1.0	

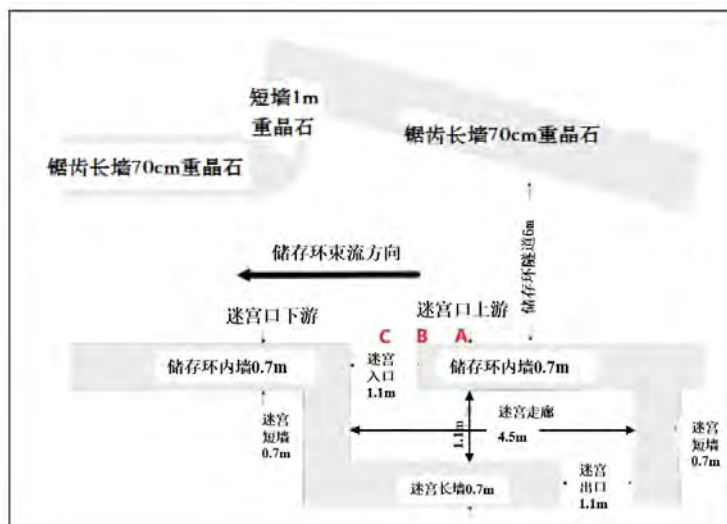


图 5.2-2 储存环迷宫屏蔽墙体厚度图(平面)

## (2) 储存环与增强器之间迷宫

增强器流强比储存环流强低一个量级，因此储存环与增强器之间的迷宫按储存环迷宫的防护方案即可在二者任意位置束流丢失时满足防护要求，如表 5.2-3、图 5.2-3 所示。

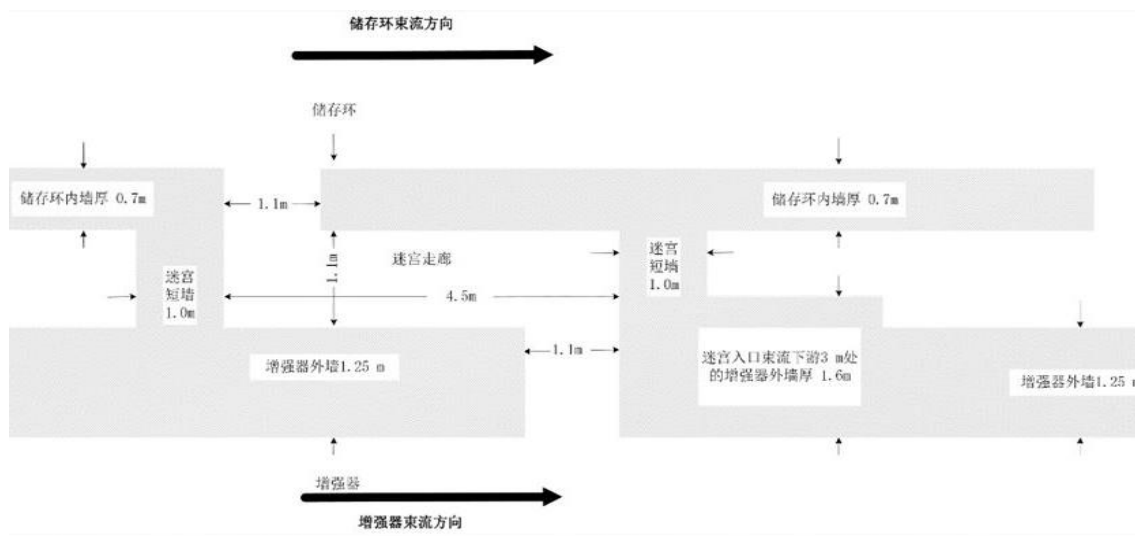


图 5.2-3 增强器至储存环迷宫屏蔽图

表 5.2-3 增强器至储存环迷宫防护参数

位置	混凝土厚度或尺寸(m)	与二次变动环评对照情况
增强器外墙(迷宫口上游)	1.25	混凝土厚度或尺寸与二次变动环评参数一致
增强器外墙(迷宫口下游)	1.25(局部 1.6)	
储存环内墙	0.7	
迷宫短墙	1.0	
迷宫出入口宽度	1.1	
迷宫走廊(长×宽)	4.5×1.1	

(3)增强器迷宫

增强器周长 453m，将电子能量从 500MeV 加速到 6GeV，总流强 15mA，增强器迷宫方案如表 5.2-4、

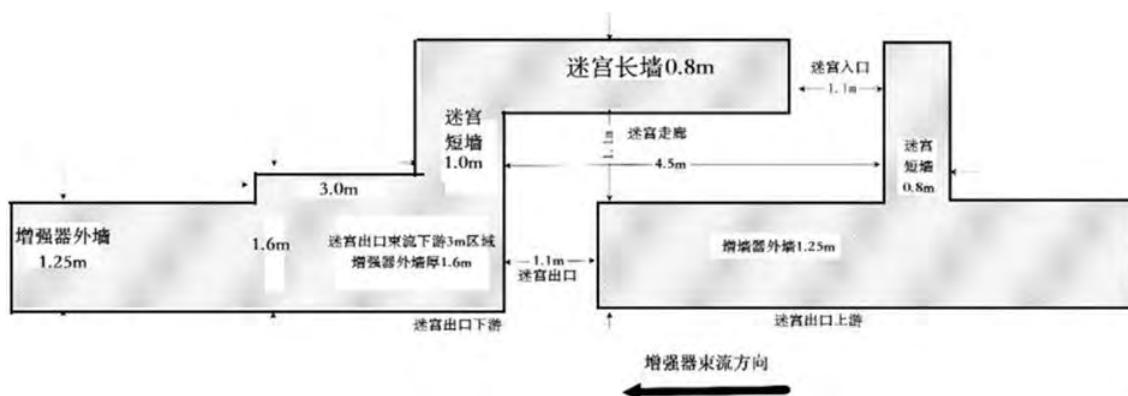
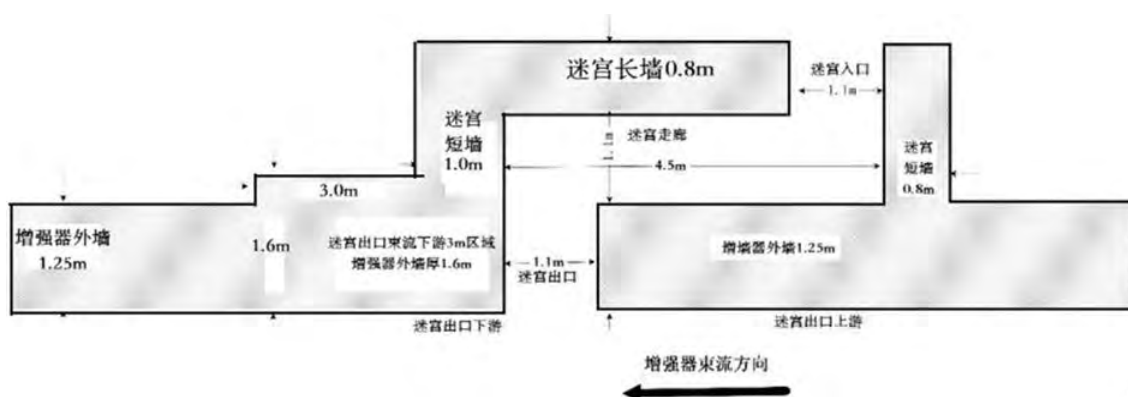


图 5.2-4 所示。



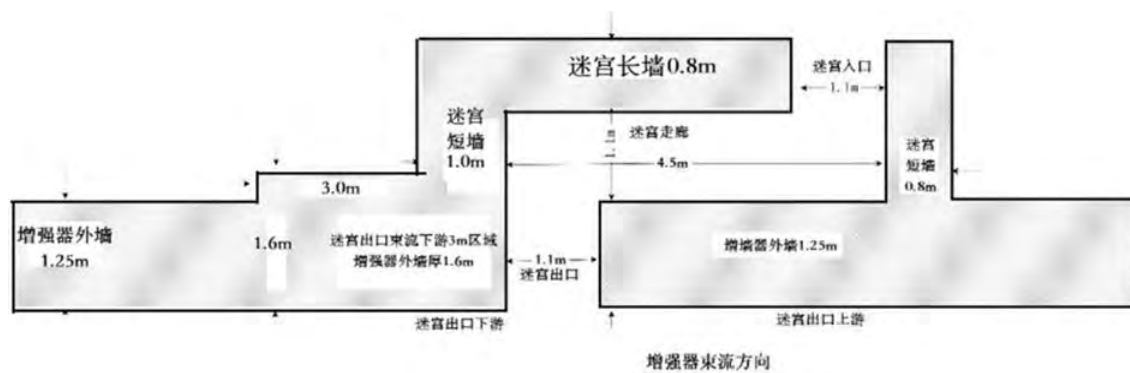


图 5.2-4 增强器迷宫屏蔽图

表 5.2-4 增强器迷宫防护参数

位置	厚度或尺寸(m)	与二次变动环评对照情况
增强器外墙(迷宫口上游)	1.25	混凝土厚度或尺寸与二次变动环评参数一致
增强器外墙(迷宫口下游)	1.25(局部 1.6)	
迷宫短墙(迷宫口上游)	0.8	
迷宫短墙(迷宫口下游)	1.0	
迷宫长墙	1.0	
迷宫出入口宽度	1.1	
迷宫走廊(长×宽)	4.5×1.1	

## (4) 直线与增强器之间迷宫

直线与增强器之间的迷宫：直线加速器最高能量为 500MeV，且正常运行时束流大部分丢失在低能端，因此按照增强器迷宫的防护方案即可满足直线与增强器之间迷宫的防护要求，如图 5-5 所示。各墙体厚度见表 5.2-5。

表 5.2-5 直线与增强器之间迷宫防护参数

位置	厚度或尺寸(m)	与二次变动环评对照情况
增强器外墙	1.25	混凝土厚度或尺寸与二次变动环评参数一致
迷宫短墙(迷宫口上游)	0.8	
迷宫短墙(迷宫口下游)	1.0	
迷宫长墙	1.0	
迷宫出入口宽度	1.1	
迷宫走廊(长×宽)	4.5×1.1	

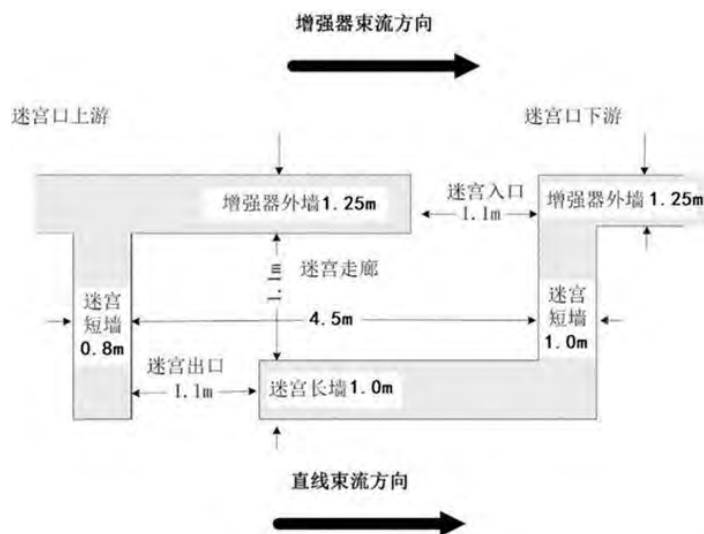


图 5.2-5 直线与增强器之间的迷宫

(5)直线加速器迷宫

直线加速器迷宫布置在距加速器起始端约 6m 处，出入口宽 1.1m，长 3m，迷宫墙体厚 50cm，直线加速器外墙 0.95m，具体结构尺寸见图 5.2-6。

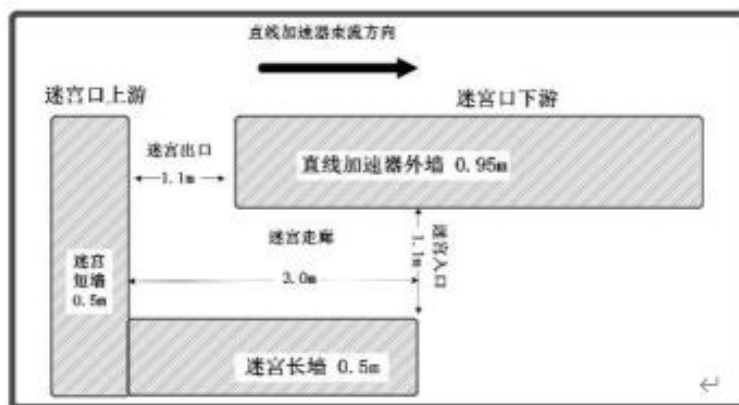


图 5.2-6 直线加速器迷宫

(6)迷宫门

HEPS 共设置 22 个具备联锁功能的迷宫门，分别设置在直线加速器隧道、增强器隧道、储存环隧道的迷宫以及隧道之间相连的迷宫门上。

5.2.1.3 增强器屏蔽设施

增强器将直线加速器提供的能量为 500MeV 的电子通过高频系统逐步加速到 6 GeV，平均总流强为 15mA。增强器屏蔽具体见表 5.2-6。

表 5.2-6 增强器屏蔽墙体建设情况

名称	屏蔽区域	屏蔽墙体材料及厚度	与二次变动环评
----	------	-----------	---------

				对照情况
增强器隧道	增强器环	内墙	50cm 普通混凝土+160cm 覆土层	屏蔽墙体材料及厚度与二次变动环评参数一致
		外墙	125cm 普通混凝土	
		顶墙	50cm 普通混凝土+160cm 覆土层	
	低能注入区	内墙	50cm 普通混凝土+160cm 覆土层	
		外墙	125cm 普通混凝土	
		顶墙	50cm 普通混凝土+160cm 覆土层	
	高能引出区	内墙	110cm 普通混凝土+160cm 覆土层	
		外墙	190cm 普通混凝土	
		顶墙	170cm 普通混凝土+40cm 覆土层	

#### 5.2.1.4 直线加速器、能量分析站及束流垃圾桶屏蔽

为了对束流能量进行测试，分别在电子加速器距电子枪 7.8m、43m 处分别设有低能分析站和高能分析站，具体位置见图 5.2-7。直线加速器隧道墙体屏蔽情况见表 5.2-7。

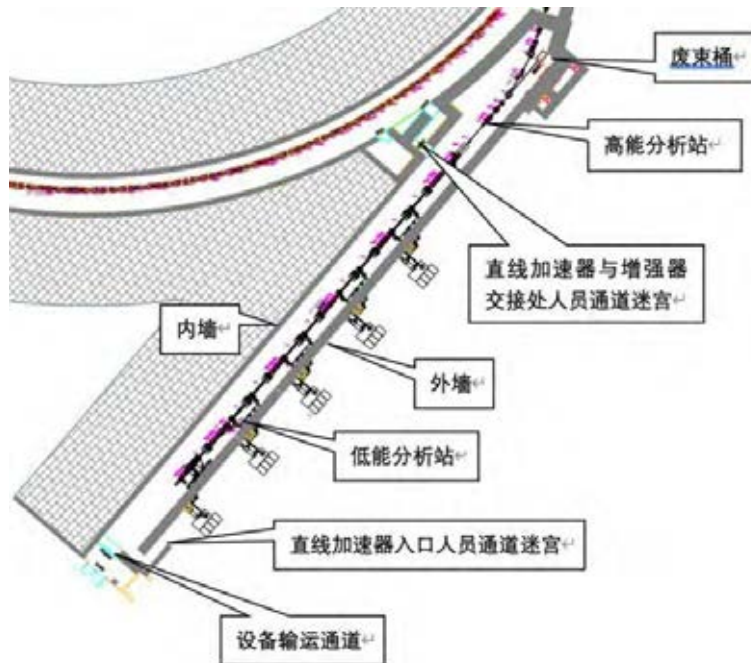


图 5.2-7 低能分析站和高能分析站位置图

表 5.2-7 直线加速器屏蔽墙体建设情况

设备名称		屏蔽墙体材料及厚度	与二次变动环评对照情况
直线加速器	外墙	95cm 普通混凝土	屏蔽墙体材料及厚度与二次变动环评参数一致
	内墙	50cm 普通混凝土+大于 2m 覆土层	
	顶墙	50cm 普通混凝土+160cm 覆土层	
直线加速器束流垃圾桶处	内墙	125cm 普通混凝土	
	外墙	150cm 普通混凝土	
低能分析站	吸收体	直径 20cm, 长 25cm 碳	
	四周	20cm 铁	
	束流前向	45cm 铁	
高能分析站	吸收体	直径 10cm, 长 40cm 碳	
	四周	25cm 铁+10cm 聚乙烯(仅一侧)	
	束流前向	45cm 铁	
直线加速器束流垃圾桶	吸收体	直径 10cm, 长 40cm 碳	
	四周	25 cm 铁(里)+10cm 聚乙烯(外)	
	束流前向	45cm 铁 +10cm 聚乙烯	

#### (1)直线加速器隧道

直线加速器将电子枪出射的电子逐级加速，在屏蔽建造中，按照低能段(电子枪起始端 10 米内)和高能段(直线后续部位)开展工作，具体见图 5.2-8、表 5.2-7。

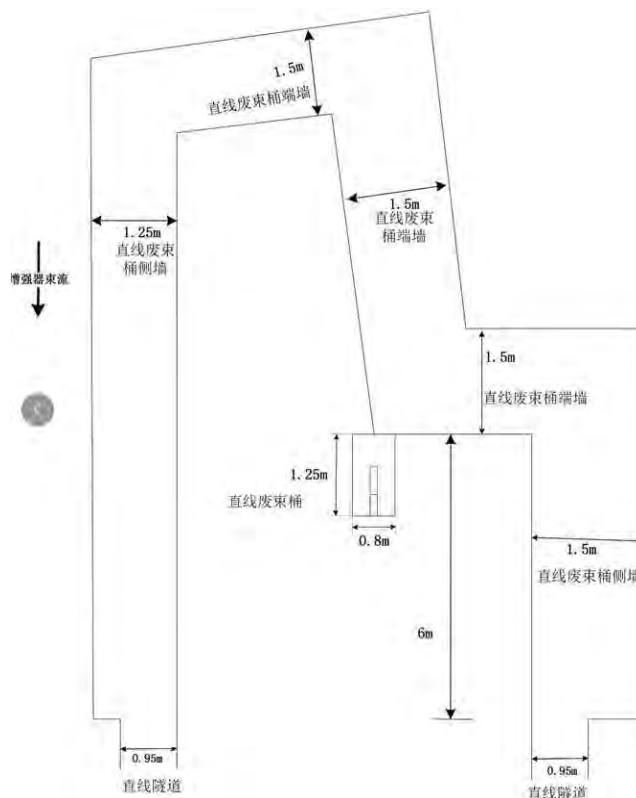


图 5.2-8 直线末端区域屏蔽结构和尺寸

## (2)能量分析站

### 1)低能分析站

低能分析站距电子枪出口约 7.8m, 在水平平面内偏离束流方向 25°斜向直线隧道外墙。

低能分析站与高能分析站结构相似, 均为长方体结构, 长、宽、高尺寸分别为 80cm×60cm×60cm, 从内到外共有 2 种材质组成, 其中:

- ①吸收体内芯为直径 20cm, 长 25cm 碳;
- ②外层四周为 20cm 铁, 束流前向方向为 45cm 铁。

### 2)高能分析站

高能分析站距电子枪出口约 43m, 在垂直平面内偏离束流方向 12°斜向地面。高能分析站为长方体结构, 长、宽、高尺寸分别为 115cm×70cm×60cm(不含铁底板), 从内到外共有 3 种材质组成, 其中:

- ①吸收体内芯为直径 10cm, 长 40cm 碳;
- ②侧面: 为 35cm 铁(里)+10cm 聚乙烯(仅一侧);
- ③底部: 25cm 铁;

④束流前向方向为 45cm 铁。

具体结构示意图 5.2-9。

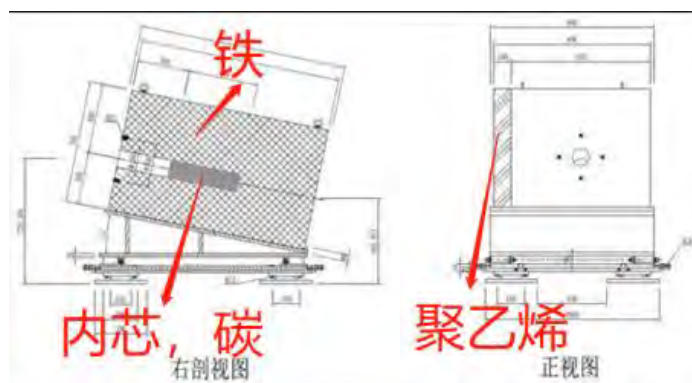


图 5.2-9 高能分析站结构图

(3)直线加速器束流垃圾桶

直线加速器束流垃圾桶详细尺寸见表 5.2-7。

HEPS 各设备在相应隧道的分布示意图 5.2-10。

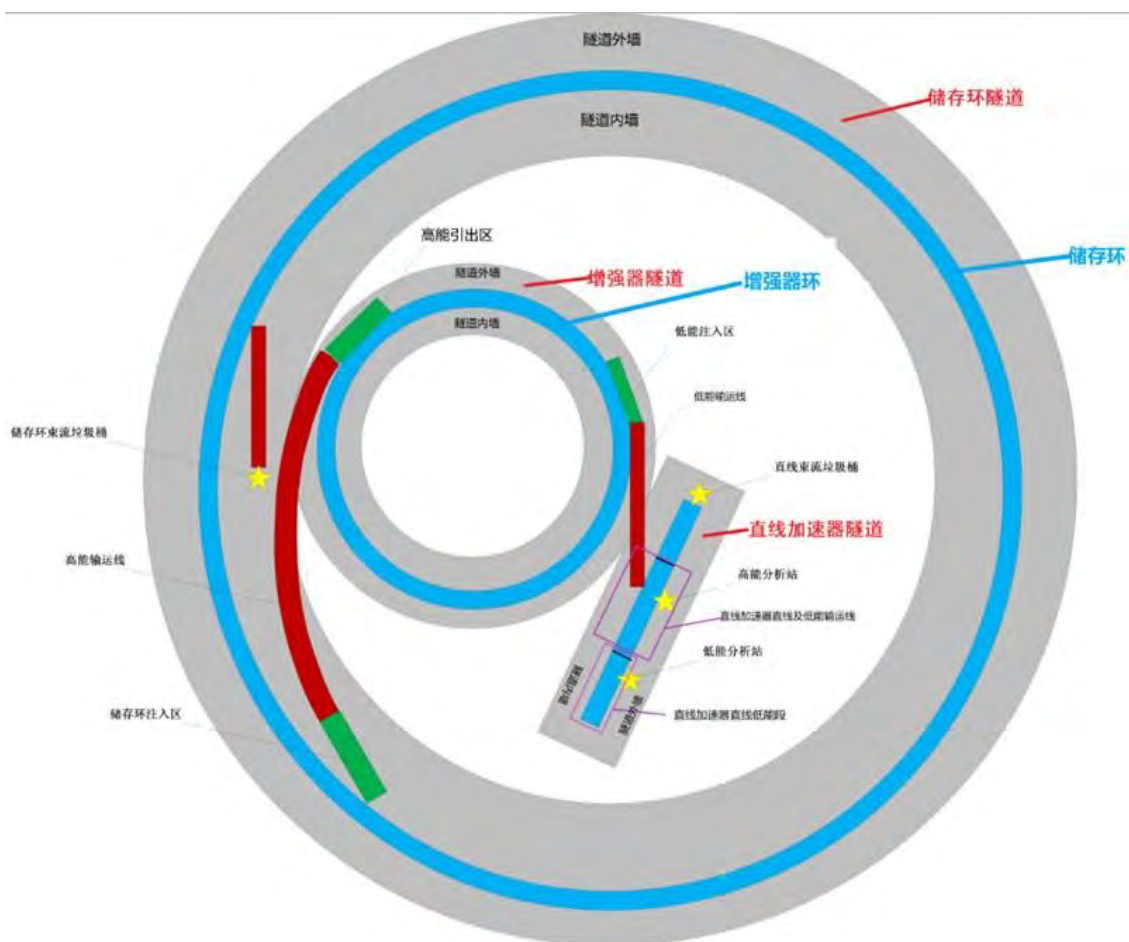


图 5.2-10 HEPS 各设备在相应隧道分布示意图

### 5.2.1.5 防护门屏蔽

HEPS 项目总计有 7 扇防护门，其中直线段有 1 扇辐射防护门，增强器有 2 扇辐射防护门，储存环隧道有 4 扇辐射防护门。直线的 1 扇辐射防护门在直线的起始段，与电子枪有 8 米的距离，电子枪发射的电子束流(能量 150keV)方向与门体成反方向。实际建设，直线防护门的厚度与储存环防护门厚度一致，均为 70cm 厚度的普通混凝土门。

### 5.2.1.6 光束线站屏蔽

本次建设 17 条光束线站，储存环产生的同步光经光束线引出至实验站。实验站在实验状态时，安全光闸打开，允许同步光传输至实验站；其他状态下(如工作人员进入放置样品等)，安全光闸落下，阻挡同步光和气体韧致辐射进入实验站。

#### (1) 光束线站的主要构成

HEPS 光束线光源点所在的真空盒类型不同，将光束线分为插入件类型和弯铁(BM, Bend Magnet)类型。真空盒是储存环中的真空管道，电子束团在真空盒内运动。插入件是一系列磁铁结构，上下磁铁之间是真空盒，电子在真空盒内振荡产生同步辐射，同步辐射光从管道引出。如同步辐射装置示意图 5.2-11 所示，由弯铁引出的光束线站为弯铁线站，由插入件引出的束线站为插入件线站。在插入件光束线中考虑到不同插入件产生的同步辐射性质不同，可将插入件光束线分为波荡器和扭摆器两类。因此 HEPS 的线站可分为波荡器(Undulator)、扭摆器(Wiggler)和弯铁(BM, Bend Magnet)线站。光束线站辐射屏蔽主要分为 3 个区域：前端区，光学棚屋(简称 FOE)和实验棚屋(简称 Hutch)。储存环及光束线布局位置见图 5.2-12。

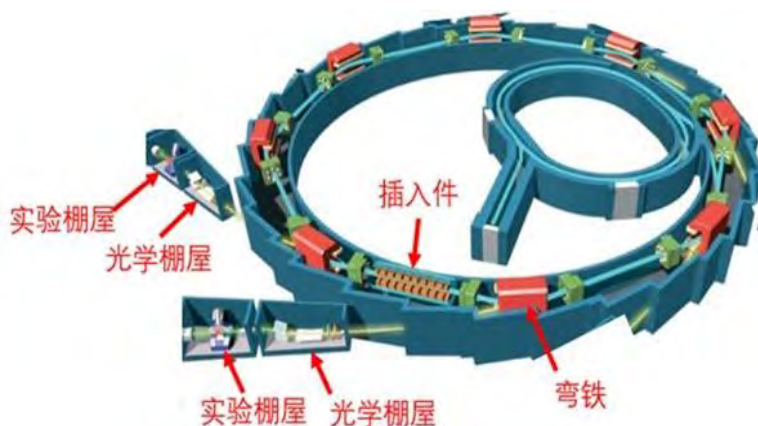


图 5.2-11 储存环及光束线示意图

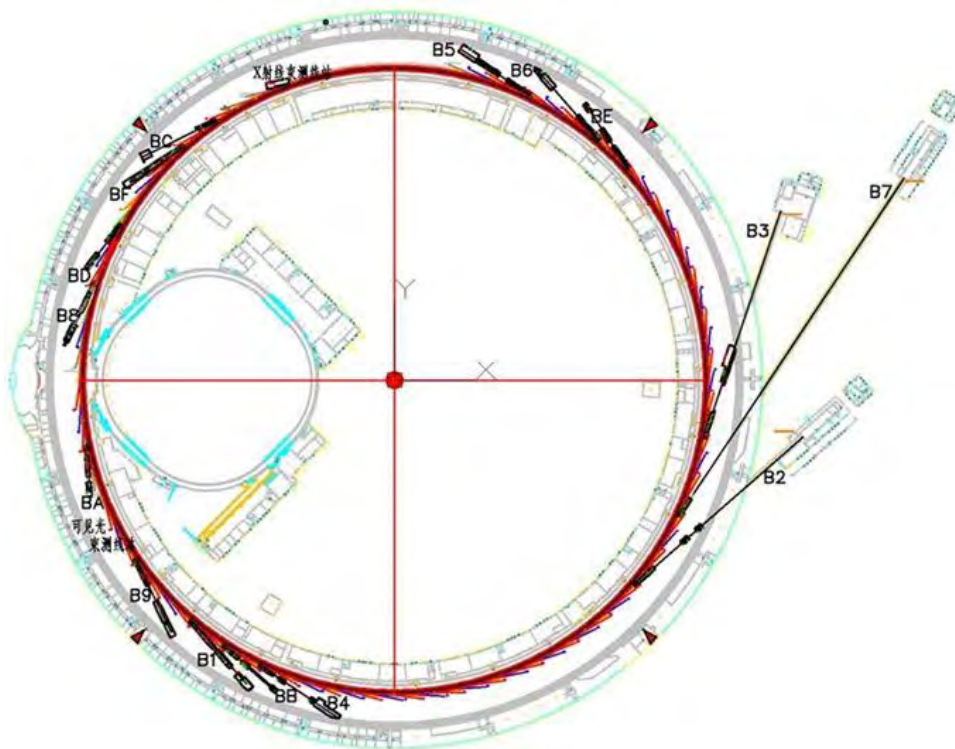


图 5.2-12 储存环及光束线布局图

本次 HEPS 工程建设 17 条光束线站，其中波荡器线站共 12 条，扭摆器线站共 2 条，弯铁线站共 3 条，具体见表 5.2-8。

表 5.2-8 光束线站类型及棚屋数量

序号	线站名称	线站类型	光学棚屋数量	实验棚屋数量
1	B1	波荡器	1	3
2	B2		1	3
3	B3		1	3
4	B4		1	2
5	B5		1	3
6	B6		1	3
7	B8		1	1
8	B9		1	2
9	BA		1	1
10	BB		1	2
11	BC		1	1
12	BE		1	2
13	B7	扭摆器	3	1
14	BF		1	1
15	BD	弯铁	1	1

序号	线站名称	线站类型	光学棚屋数量	实验棚屋数量
16	X 射线束测线站		1	无
17	可见光束测线站		无	无

前端区位置在储存环隧道中，是连接储存环和光束线的真空段；光束线的光学棚屋位于储存环外，棚屋内是线站的光学系统；实验站是位于光学棚屋下游，利用同步光开展研究的场所，实验棚屋内包括样品、探测器以及数据采集系统等。

### (2) 光束线站的屏蔽参数

各线站光学棚屋和实验棚屋屏蔽参数分别见表 5.2-9、表 5.2-10，建设情况与二次变动环评报告书保持一致。

**表 5.2-9 各线站光学棚屋建设屏蔽参数**

序号	线站类型	光学棚屋侧墙	光学棚屋屋顶	光学棚屋后墙	与二次变动环评对照情况
1	波荡器	4mm 钢+20mm 铅 +6mm 钢	4mm 钢+10mm 铅 +6mm 钢	4mm 钢+45mm 铅 +6mm 钢	屏蔽墙体材料及厚度 与二次变动环评参数 一致
2	扭摆器	4mm 钢+20mm 铅 +6mm 钢	4mm 钢+10mm 铅 +6mm 钢	4mm 钢+45mm 铅 +6mm 钢	
3	弯铁	4mm 钢+5mm 铅 +6mm 钢	4mm 钢+4mm 铅 +6mm 钢	4mm 钢+25mm 铅 +6mm 钢	

注：(1)由于束线单色器光学稳定性需求，导致束线单色器出高设计数值变小，从而使得到达后墙的气体韧致辐射的强度增加，基于保守原则，后墙加厚；(2)光学棚屋后墙局部加厚，面积不小于 1m<sup>2</sup>，波荡器类和扭摆器类线站加厚厚度不小于 70mm 铅，弯铁类线站加厚厚度不小于 20mm 铅；局部热点增设聚乙烯或铅。

**表 5.2-10 各线站实验棚屋屏蔽参数**

序号	线站名称	线站类型	实验棚屋屏蔽					与二次变动环评对照情况
			前墙	侧墙	后墙	屋顶	备注	
1	B1	波荡器	4mm 钢 +10mm 铅 +6mm 钢	4mm 钢+10mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+12mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+6mm 铅+6mm 钢	B1 实验棚 屋 1、2	屏蔽墙体 材料及厚 度与二 次变 动环 评参 数一 致
			4mm 钢 +12mm 铅 +6mm 钢	4mm 钢+10mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+12mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+6mm 铅+6mm 钢	B1 实验棚 屋 3	
2	B2		4mm 钢 +10mm 铅 +6mm 钢	4mm 钢+10mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+12mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+6mm 铅+6mm 钢	B2 实验棚 屋 1、2	
			400mm 普通 混凝土	400mm 普通混 凝土	400mm 普通混 凝土	400mm 普通 混凝土	B2 实验棚 屋 3	
3	B3		4mm 钢 +20mm 铅 +6mm 钢	4mm 钢+20mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+45mm 铅+6mm 钢	4mm 钢 +10mm 铅 +6mm 钢	B3 实验棚 屋 1	

序号	线站名称	线站类型	实验棚屋屏蔽				与二次变动环评对照情况
			前墙	侧墙	后墙	屋顶	
			450mm 普通混凝土	450mm 普通混凝土	600mm 普通混凝土	500mm 普通混凝土	B3 实验棚屋 2、3
4	B4		4mm 钢+10mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+10mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+12mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+6mm 铅+6mm 钢	B4 实验棚屋 1、2
5	B5		4mm 钢+10mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+10mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+12mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+6mm 铅+6mm 钢	B5 实验棚屋 1、2
			4mm 钢+12mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+10mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+12mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+6mm 铅+6mm 钢	B5 实验棚屋 3
6	B6		4mm 钢+45mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+10mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+12mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+6mm 铅+6mm 钢	B6 实验棚屋 1
			4mm 钢+10mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+10mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+12mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+6mm 铅+6mm 钢	B6 实验棚屋 2、3
7	B8		16mm 钢	16mm 钢	18mm 钢	10mm 钢	B8 实验棚屋
8	B9		4mm 钢+10mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+10mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+12mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+6mm 铅+6mm 钢	B9 实验棚屋 1、2
9	BA		16mm 钢	16mm 钢	18mm 钢	10mm 钢	BA 实验棚屋
10	BB		16mm 钢	16mm 钢	18mm 钢	10mm 钢	BB 实验棚屋 1、2
11	BC		4mm 钢+45mm 铅+6mm 钢	16mm 钢	18mm 钢	10mm 钢	BC 实验棚屋
12	BE		16mm 钢	16mm 钢	18mm 钢	10mm 钢	BE 实验棚屋 1、2
13	B7		650mm 普通混凝土	650mm 普通混凝土	1000mm 普通混凝土	600mm 普通混凝土	B7 实验棚屋
14	BF	扭摆器	4mm 钢+45mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+20mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+45mm 铅+6mm 钢	4mm 钢+10mm 铅+6mm 钢	BF 实验棚屋
15	BD	弯铁	16mm 钢	16mm 钢	18mm 钢	10mm 钢	BD 实验棚屋

注：B3-实验棚屋 1、BF-实验棚屋为白光棚屋，参照光学棚屋屏蔽，BF 实验棚屋前墙为光学棚屋后墙；第 16 条 X 射线束测线站、第 17 条可见光束测线站不需设实验棚屋。

## 5.2.2 人身安全联锁系统

### 5.2.2.1 系统概述

人身安全联锁系统(Personnel Protection System, PPS)用于保障相关人员出入隧道等辐射工作场所控制区时的人身安全，避免出现辐照事故。系统以联锁 PLC(可编程逻辑控制器)系统为主导，门禁监控系统为基础，联锁钥匙系统为辅助，努力实现以下具体功能，即：避免人员误入正在产生瞬发辐射的联锁控制区；避免人员滞留控制区时产生瞬发辐射；避免控制区内的辐射不经控制地向外扩散。

人身安全联锁系统由联锁 PLC 系统、联锁门禁系统、联锁钥匙系统组成。人身安全联锁系统是以联锁系统为基础，以门禁监控系统为辅助，按照安全联锁系统设计原则和相关标准，设计实现的数字化、网络化、集成化和人性化的安全监测保护系统。

HPES 人身安全联锁系统架构如图 5.2-13 所示。

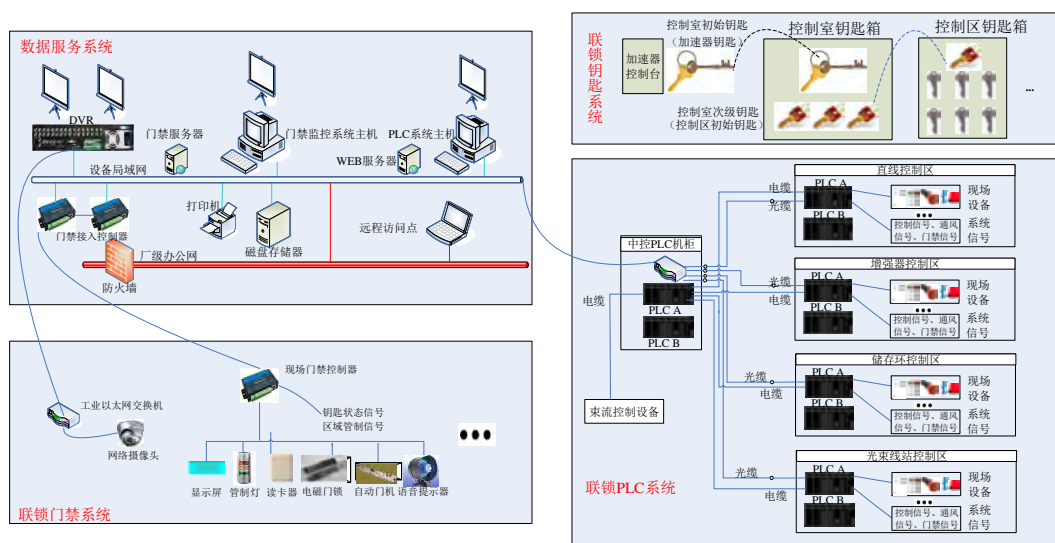


图 5.2-13 HEPS 人安全联锁系统架构

### 5.2.2.2 系统组成

人身安全联锁系统是通过设置在控制站的联锁控制器 PLC 来处理和交换信号，通过分布在控制区内的现场设备来采集信号和执行动作。主要现场设备有：联锁门禁组件、联锁钥匙、紧急停机装置、搜索清场装置、警示装置和控制机柜等。

#### (1) 联锁门禁组件

本项目门组状态与辐射工作场所控制区内部安全情况联锁的单元门组均称之

为联锁门，简单的说，联锁门就是指参与联锁的联锁区域通道门。联锁门的联锁要求是：控制区内部存在安全威胁时联锁门无法从外部打开；控制区联锁门被打开时危险源无法开启。每套联锁门或屏蔽门均配套门禁控制组件(门外配置联锁信号控制箱、门禁控制箱、LED 显示屏、管制状态指示灯、语音提示器、读卡器、玻璃破碎按钮、联锁钥匙；门内配置读卡器、玻璃破碎按钮)。

每套联锁门或屏蔽门均配套门禁控制组件(门外配置联锁信号控制箱、门禁控制箱、LED 显示屏、管制状态指示灯、语音提示器、读卡器、玻璃破碎按钮、联锁钥匙；门内配置读卡器、玻璃破碎按钮)；其中 3 套联锁门为双向联锁，配置双向联锁设备(两侧均配置联锁信号控制箱、门禁控制箱、LED 显示屏、管制状态指示灯、语音提示器、读卡器、玻璃破碎按钮；7 套屏蔽门为单向联锁，配置标准联锁设备(门外配置联锁信号控制箱、门禁控制箱、LED 显示屏、管制状态指示灯、语音提示器、读卡器、玻璃破碎按钮、联锁钥匙；门内配置读卡器、玻璃破碎按钮、常开保持按钮)。

为保证工艺安装质量和工程进度，所以联锁门禁组件都提前设计加工设备安装柜，如图 5.2-14 所示，设备安装柜尺寸为 1.0 m×0.8 m×0.28 m，用于安装显示屏、管制状态指示灯、读卡器、联锁钥匙以及各种联锁门控制设备。读卡器、玻璃破碎按钮、联锁门状态指示灯也提前加工到安装箱内。



图 5.2-14 联锁门禁组件

## (2)联锁钥匙

人员进入辐射工作场所控制区时，要求每人必须携带一把联锁钥匙，以保障自身的安全。联锁钥匙是一种联锁交换装置，通过将开启危险源装置的钥匙与出

入危险区域的人员携带的安全钥匙联锁，实现有人员滞留危险区域时无法开启危险源，危险源开启后人员无法进入危险区域，保障人员的人身安全。

对于本项目的钥匙联锁系统，其作用分为两个层次，如图 5.2-15 所示，第一层是联锁钥匙系统本身的联锁，即加速器启动钥匙与联锁钥匙系统的主钥匙(控制室初始钥匙)为同一把钥匙，人员进入控制区时，初始钥匙会被带走用以置换人员需要携带的次级安全钥匙，人员不归还次级安全钥匙，加速器启动钥匙就无法置换，从而保证了在控制区内有人时加速器无法开机；第二层是联锁钥匙参与 PLC 系统的联锁，控制区的主联锁钥匙(控制区的初始钥匙也就是控制室的次级钥匙)状态纳入联锁 PLC 系统，将“控制区初始钥匙取下”作为控制区就绪的必要条件，只有联锁区域的所有控制区初始钥匙均取下后，相应区段的加速器才被允许开机运行。联锁门配置的钥匙数量要根据控制区规模和人员特点来定，主要有三种类型 XM6/XM11/XM21；控制室配置 3 套钥匙交换箱，分别对应直线控制区、增强器控制区和储存环控制区。在加速器控制机柜配置三组电磁控制钥匙，用于控制加速器状态。

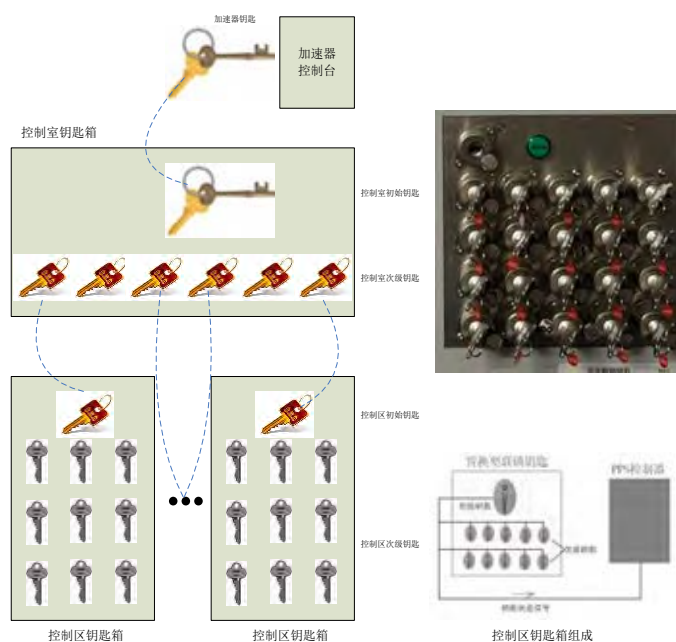


图 5.2-15 本项目联锁钥匙

### (3) 紧急停机按钮

辐射工作场所控制区内部要设置紧急停机装置，在紧急情况下，工作人员按下紧急停机按钮可立刻切断加速器束流。紧急停机装置要求有明确的操作指示和

位置标识，操作紧急停机装置导致的停机必须由管理员在本地复位后才能再次开机。

#### (4)搜索清场按钮

在加速器开机之前，未经搜索清场程序的辐射工作场所控制区必须进行搜索清场。搜索清场过程中，搜索人员按照预定路线依次经过搜索点，检查清空控制区人员，操作搜索清场装置，实现搜索清场。

#### (5)警示装置

警示装置包括控制区入口处的管制状态指示灯、语音提示器、红外探测器，控制区内部的警灯、警铃和语音警示器。控制区入口的警示设备是便工作人员了解控制区管制状态，并按照操作系统的提示进行操作。控制区内部的警灯、警铃和语音提示器，是用于控制区搜索清场时和加速器准备开机时的声光报警。

#### (6)控制机柜

PLC 联锁控制机柜内配备有联锁控制器 PLC、显示面板、接线面板、服务器主机等设备；门禁监测机柜配置有 DVR、交换机、服务器主机、显示屏、键盘鼠标等。

控制机柜设备布置图见图 5.2-16。

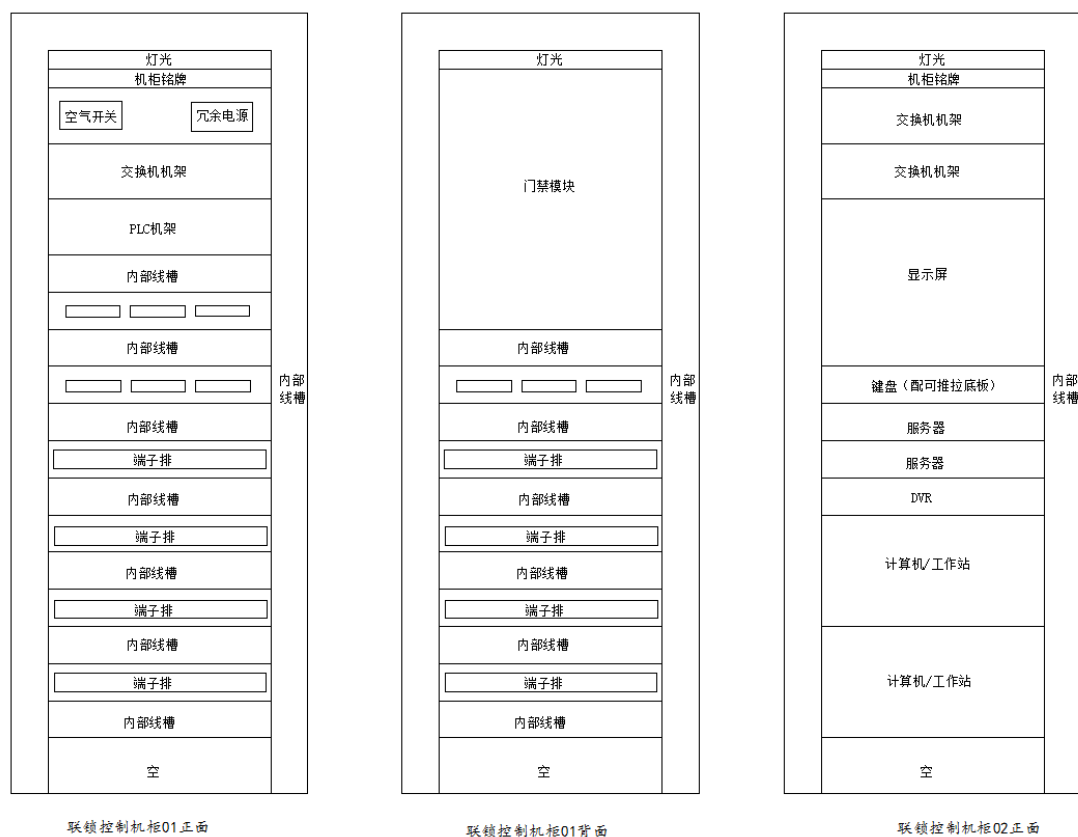


图 5.2-16 控制机柜设备布置图

### (7) 门禁监控系统

本项目门禁监控系统的组成如图 5.2-17 所示，分为门禁系统、视频监控系统和现场显示及语音系统三个部分。门禁系统为联锁门禁，由门禁控制器和联锁控制器共同控制，联锁控制器提供控制区内部是否安全(是否允许开门)的信号，门禁控制器处理刷卡信号并操作电磁门锁和电动门机开关门。视频监控系统通过安装在控制区内外的摄像机监测人员出入和设备使用情况。要求视频监控系统与门禁系统联合工作，可通过刷卡事件、钥匙事件和其它自定义事件查询录像。现场显示及语音系统用于显示控制区管制状态，提示人员进出控制区并显示控制区内人员数量和名单。

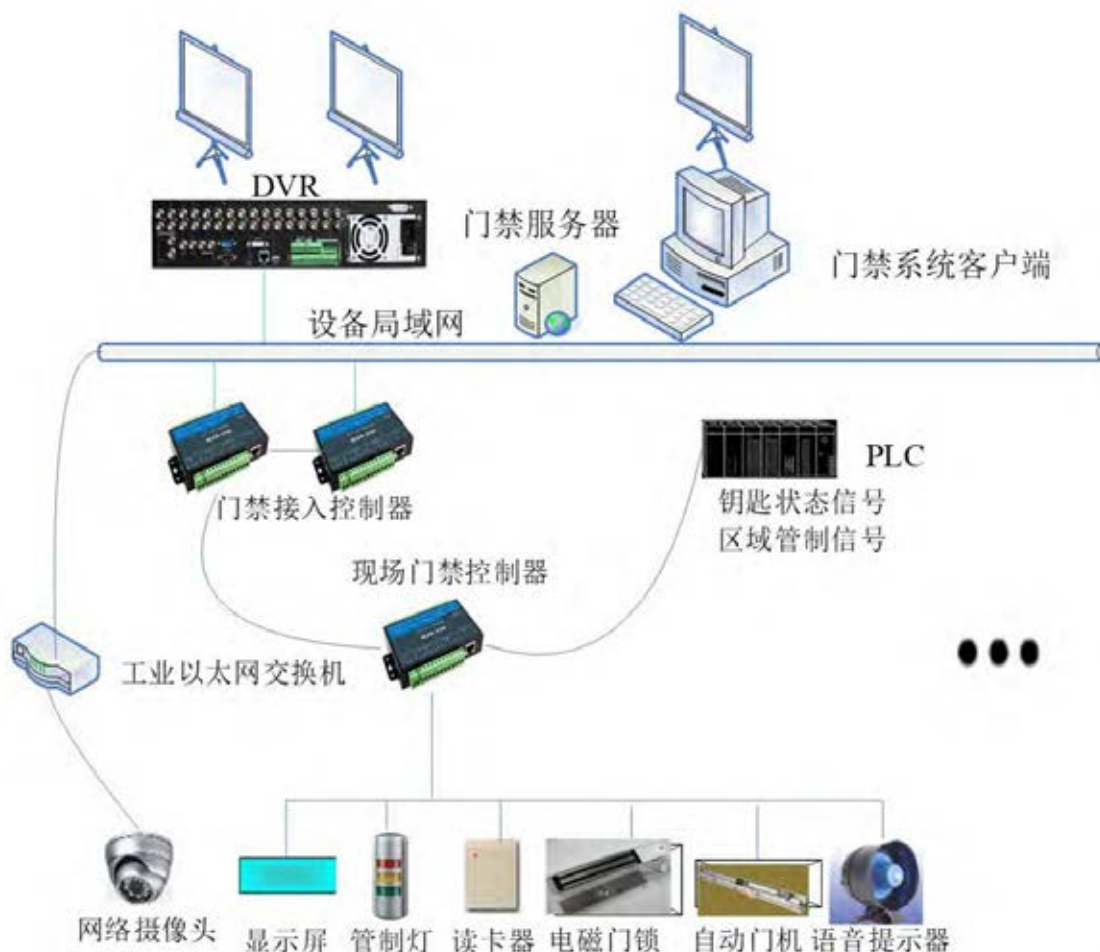


图 5.2-17 门禁监控系统组成图

**门禁系统：**一般由门禁控制器、读卡器、电控锁、感应卡、紧急开门按钮、门磁开关、电动门机、电源等门禁设备和门体构成。

**视频监控系统：**主要用于监视和记录各设置点的设备使用和人员出入情况，系统采用定点监控的方式，在显示客户端实时显示各设置点的监控画面，可抓拍，可查询刷卡事件前后一定时间内的视频录像。视频监控系统主要由摄像机部分、传输部分、控制与记录部分和显示部分四块组成。

**现场显示及语音系统：**由一系列显示屏、语音提示器和控制计算机组成，门禁系统和联锁控制器配合实现加速器运行状态、控制区管制状态和人员出入信息的显示。

### 5.2.2.3 PPS 工作流程

人身安全联锁系统通过监测加速器运行状态判断进出控制区是否安全；根据控制区的钥匙系统信号、门磁开关信号、紧急停机按钮信号和搜索清场信号判断

启动加速器是否安全；根据紧急停机按钮信号、门磁开关信号、设备故障信号判断是否需要切断束流以保障人身安全。

联锁控制区就绪是指该管控区域内的人身安全联锁系统同时具备以下条件：联锁门/屏蔽门关闭、联锁钥匙就绪、控制区搜索清场完成、紧急停机装置和控制器正常，如下图所示。

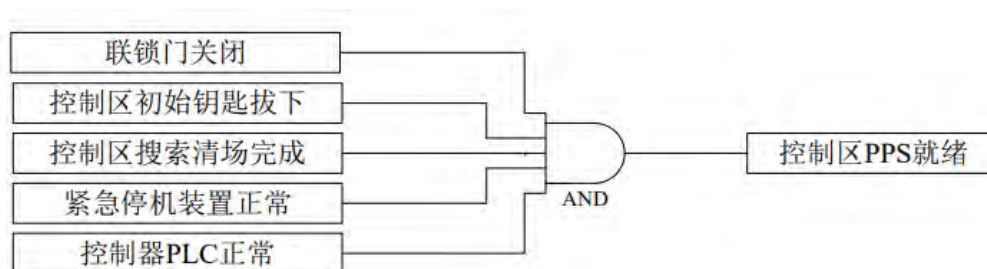


图 5.2-18 PPS 控制区设备联锁逻辑

人身安全联锁系统的基本工作流程如图 5.2-19 所示，①在其它系统均就绪后，值班人员进入联锁区域启动清场，广播通知检修人员离开联锁区域；同时，按照设定的路线进行巡更清场，清空滞留人员；②巡更清场结束后关闭联锁门，逐级返还联锁钥匙并将开机联锁钥匙就位；③加速器控制系统给出“准备”信号，在 3 分钟的“准备”过程中，联锁区域内进行 2 分钟的声光报警，提醒误留控制区人员操作紧急停机设备阻止加速器开机；④“准备”过程结束后，人身安全联锁系统允许加速器进入运行状态；⑤加速器“运行”后，人身安全联锁系统建立切束联锁，同时，“禁止进入”状态启动；⑥正常情况下，停机后，如果有进入控制区需求，必须等待剂量衰减后，“禁止进入”联锁状态解除，人员可刷卡并携带次级钥匙进入；紧急停机状态下，可击碎玻璃破碎按钮，打开联锁门进入控制区；⑦工作结束后，离开联锁控制区时必须刷卡，以消除控制区滞留记录；刷卡出门后，返还联锁钥匙。

出现异常情况时，可通过紧急停机按钮等设备触发紧急停机动作，通知辐射防护值班员，待异常情况解除后重新复位开机。

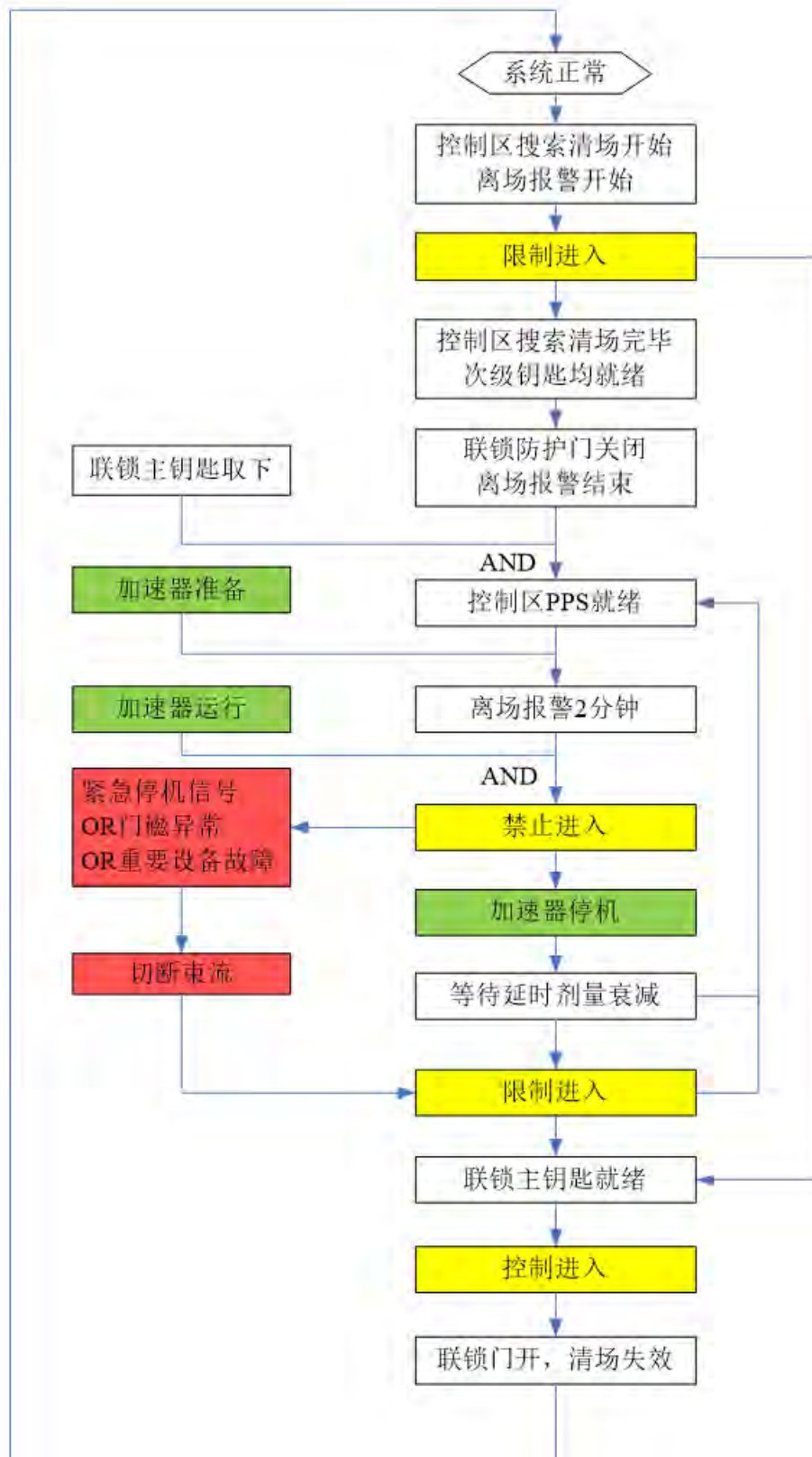


图 5.2-19 人身安全连锁系统工作流程图

图 5.2-19 中“等待延时剂量衰减”功能实现的说明：加速器停机后，控制区内的瞬发辐射立即消失，但是设备和空气的感生放射性还需要按半衰期衰减，等待延时剂量衰减功能就是为了避免人员在要求的感生放射性衰减期间进入控制区。其实现方式是，人身安全联锁系统实时监测加速器状态，结合加速器初始运行区域，确定某一区域是否处于停机或停束状态。检测到某一控制区进入停机或停束状态后，立即启动一个计时器，计时器的计时时间设定为要求的感生放射性衰减时间。计时完成后，如果加速器状态为停束状态，控制区将维持禁止进入管制状态；如果加速器为停机状态，控制区自动解除禁止进入状态，切换至限制进入状态。加速器再次进入运行状态时，管制状态切换到禁止进入，感生放射性衰减时间计时器被复位。

为实现不同加速器模式下各控制区的管制，每个控制区都设有控制进入、限制进入和禁止进入 3 种人员进入管制状态，如图 5.2-20 所示：控制进入发生在加速器停止运行并且控制区经过剂量衰减和通风过程，已经可以保障进入人员的人身安全后，此时工作人员凭授权的门禁卡可进出相关区域；限制进入是一种中间待命状态，发生在控制区搜索清场时、搜索清场完成后或控制区涉及的加速器准备开机时，在限制进入模式时只有使用巡更卡(高权限卡)才可进入；禁止进入状态发生在加速器开机运行时或控制区剂量衰减时，此时门禁刷卡无效，不允许任何人员进入控制区。另外，为保证人员安全，在任何运行模式下人员均可刷卡或通过紧急开门按钮打开联锁门离开联锁区域。

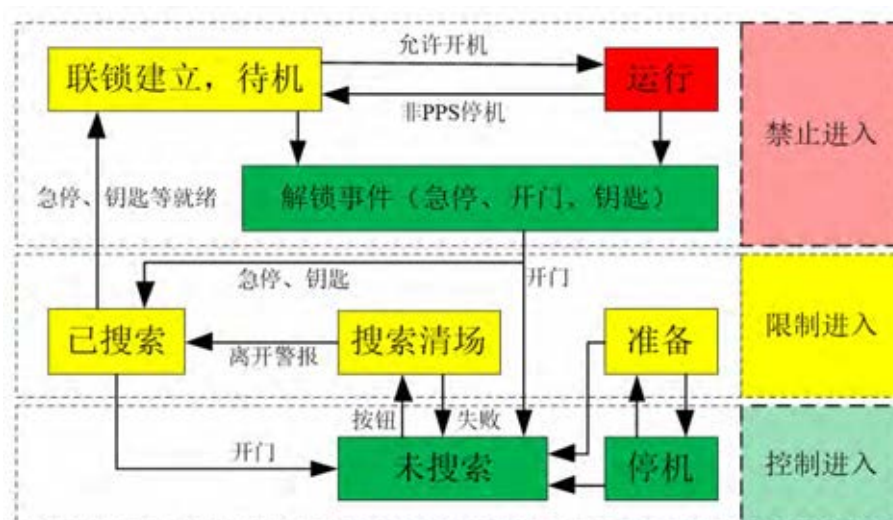


图 5.2-20 控制区管制模式状态转移图

#### 5.2.2.4 PPS 设置

根据 HEPS 物理空间分布，辐射工作场所划分为四个联锁控制区域：直线加速器联锁控制区、增强器联锁控制区、储存环联锁控制区、光束线站控制区，如图 5.2-21~图 5.2-23 所示。每个联锁控制区域都有配套的人身安全联锁系统。



图 5.2-21 PPS 分区示意图

直线加速器控制区(图中红色区域)全长约 75m，宽 3.5m，有 2 个人员出入口设置联锁门，1 个设备出入口设置屏蔽门；直线加速器控制区有 2 套联锁门、1 套屏蔽门参与联锁，每套联锁门都需配置管制状态指示灯，联锁信号控制箱，门禁控制箱，门外配置读卡器和紧急开门按钮，门内配置读卡器和紧急开门按钮；在直线始端联锁门处配置联锁钥匙 XM21 型号,直线末端联锁门为双向联锁，不配联锁钥匙。在控制区内墙人行道一侧，间隔设置共 6 组紧急停机按钮；在控制区始端至末端设置共 4 组搜索清场按钮和配套的声光警报装置。控制区管制模式与直线加速器运行状态联锁。

增强器控制区(图中黄色区域)为环形，长约 450m，宽 3.5m，有 6 套联锁门、2 套屏蔽门参与联锁，每套联锁门都需配置管制状态指示灯，联锁信号控制箱，门

禁控制箱，门外配置读卡器和紧急开门按钮，门内配置读卡器和紧急开门按钮；在增强器的4个联锁门和2个屏蔽门处配置联锁钥匙 XM11(2套)和 XM21(2套)，每个屏蔽门前各配1套电磁钥匙，高能输运线至储存环的2套联锁门为双向联锁，不配联锁钥匙。在控制区内墙人行道一侧，间隔15m设置1组(共33组)紧急停机按钮；在控制区内出入口处、间隔较远区域和死角处共设置11组搜索清场按钮和配套的声光警报装置。控制区管制模式与增强器运行状态联锁。

储存环控制区有14套联锁门、4套屏蔽门参与联锁，每套联锁门都需配置管制状态指示灯，联锁信号控制箱，门禁控制箱，门外配置读卡器和紧急开门按钮，门内配置读卡器和紧急开门按钮；在14个联锁门处配置 XM11 和 XM21 型联锁钥匙，在4个屏蔽门处各配置1套电磁钥匙。在控制区内墙人行道一侧，间隔15m设置1组(共96组)紧急停机按钮；在控制区内出入口处、间隔较远区域和死角处共设置30组搜索清场按钮和配套的声光警报装置。控制区管制模式与储存环运行状态联锁。

除加速器控制区外，系统还包含若干光束线站控制区，用于测量和试验工作。光束线站控制区内有束流(束闸打开)时，启动切束联锁，线站联锁启动时，禁止人员进入控制区；控制区内无束流(束闸关闭)时，允许人员进入测量维护和更换样品。每个光束线站控制区不同数量的联锁门和屏蔽门参与联锁，每套联锁门都需配置管制状态指示灯，联锁信号控制箱，门禁控制箱，门外配置读卡器和紧急开门按钮，门内配置读卡器和紧急开门按钮；在联锁门和屏蔽门处根据区域和人员规模配置联锁钥匙。在控制区内墙人行道一侧，间隔10m设置1组紧急停机按钮，每个控制区至少设置两组急停按钮；在控制区内出入口处、间隔较远区域和死角处设置搜索清场按钮和配套的声光警报装置。控制区管制模式与该光束线站的束闸状态联锁。

直线加速器控制区、增强器控制区、储存环控制区和光束线站控制区 PPS 设置数量统计如表 5.2-11~表 5.2-27，位置详见附图 3。

**表 5.2-11 HEPS 人身安全联锁系统现场设备数量统计表(加速器部分)**

序号	设备名称	数量					单位	与二次变动环评对照情况
		直线	增强器	储存环	控制室	总计		
1	联锁门	2	6	14	0	22	套	一致
2	屏蔽门	1	2	4	0	7	套	一致

序号	设备名称	数量					单位	与二次变动环评对照情况
		直线	增强器	储存环	控制室	总计		
3	门禁控制组件	3	8	18	0	29	套	一致
4	视频监控组件	6	18	34	0	58	套	一致
5	紧急停机按钮	6	33	96	3	138	套	储存环增加 2 套
6	搜索清场按钮	4	11	30	0	45	套	储存环增加 5 套
7	控制区声光警示装置	10	44	126	0	180	套	为急停和清场控制箱总和
8	连锁门状态指示装置	3	8	18	0	29	套	一致
9	连锁门钥匙箱	2	6	16	0	24	套	一致
10	控制室钥匙箱	0	0	0	3	3	套	一致
11	控制机柜组件	1	2	4	1	8	套	一致
12	控制台组件	0	0	0	1	1	套	一致

表 5.2-12 B7 长光束线站人身安全连锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋 1(FOE1)	连锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	6	套
	搜索清场按钮	4	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	2	套
光学棚屋 2(FOE2)	连锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	2	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	1	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	控制机柜组件	1	套
紧急逃生开门按钮	1	套	
光学棚屋 3(FOE3)	连锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	2	套

位置	设备名称	数量	单位
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
实验棚屋(HUTCH)	联锁门	4	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	4	套
	紧急停机按钮	7	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
	操作面板(触摸屏)	1	套

表 5.2-13 B8 线站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋(FOE)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	6	套
	搜索清场按钮	4	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	4	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	2	套
实验棚屋(HUTCH)	联锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	5	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	控制机柜组件	1	套

位置	设备名称	数量	单位
	紧急逃生开门按钮	1	套
	操作面板(触摸屏)	1	套

表 5.2-14 BA 线站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋(FOE)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	4	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	2	套
实验棚屋(HUTCH)	联锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	4	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
	操作面板(触摸屏)	1	套

表 5.2-15 BB 线站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋(FOE)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	4	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套

	紧急逃生开门按钮	2	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	2	套
实验棚屋 1(HUTCH1)	联锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	3	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
	操作面板(触摸屏)	1	套
实验棚屋 2(HUTCH2)	联锁门	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	2	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
	操作面板(触摸屏)	1	套

表 5.2-16 BD 线站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋(FOE)	联锁门	3	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	3	套
	紧急停机按钮	5	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	4	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	2	套
实验棚屋 (HUTCH)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	5	套

位置	设备名称	数量	单位
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
	操作面板(触摸屏)	1	套

表 5.2-17 BE 线站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋(FOE)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	6	套
	搜索清场按钮	4	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	2	套
实验棚屋 1(HUTCH1)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	6	套
	搜索清场按钮	5	套
	控制区声光警示装置	3	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	操作面板(触摸屏)	1	套
实验棚屋 2(HUTCH2)	联锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	3	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套

位置	设备名称	数量	单位
	紧急逃生开门按钮	1	套

表 5.2-18 BF 光束线站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋(FOE)	联锁门	3	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	3	套
	紧急停机按钮	6	套
	搜索清场按钮	5	套
	控制区声光警示装置	3	套
	状态指示装置(LED 屏)	5	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	3	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	2	套
实验棚屋(HUTCH)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	5	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	操作面板(触摸屏)	1	套

表 5.2-19 X 射线束测站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋(FOE)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	3	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套

	安全光闸组件(包括前端区处)	1	套
--	----------------	---	---

表 5.2-20 B1 光束线站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋 1(FOE1)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	4	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	2	套
实验棚屋 1(HUTCH1)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	5	套
	搜索清场按钮	4	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	4	套
	控制机柜组件	1	套
	操作面板(触摸屏)	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
实验棚屋 2(HUTCH2)	联锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	1	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	1	套
	状态指示装置(LED 屏)	4	套
	控制机柜组件	1	套
	安全光闸组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
实验棚屋 3(HUTCH3)	联锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套

位置	设备名称	数量	单位
	紧急停机按钮	1	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	1	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套

表 5.2-21 B2 线站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋 1(FOE1)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	3	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	2	套
实验棚屋 1(HUTCH1)	联锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	2	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	1	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	控制机柜组件	1	套
	操作面板(触摸屏)	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
实验棚屋 2(HUTCH2)	联锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	2	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	1	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套

位置	设备名称	数量	单位
	控制机柜组件	1	套
	安全光闸组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
隧道	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	3	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	3	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	实验棚屋 3(HUTCH3)	联锁门	3
授权机械钥匙		1	套
门开关传感器及锁定装置		3	套
紧急停机按钮		7	套
搜索清场按钮		5	套
控制区声光警示装置		5	套
状态指示装置(LED 屏)		5	套
控制机柜组件		1	套
紧急逃生开门按钮		3	套
安全光闸组件		1	套
操作面板(触摸屏)		1	套

表 5.2-22 B3 线站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋 1(FOE1)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	3	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	2	套

## 5 辐射安全与防护设施/措施

位置	设备名称	数量	单位
实验棚屋 1(HUTCH1)	连锁门	3	套
	授权机械钥匙	2	套
	门开关传感器及锁定装置	3	套
	紧急停机按钮	7	套
	搜索清场按钮	8	套
	控制区声光警示装置	4	套
	状态指示装置(LED 屏)	6	套
	控制机柜组件	1	套
	安全光闸组件	1	
	操作面板(触摸屏)	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
实验棚屋 2(HUTCH2)	连锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	6	套
	搜索清场按钮	6	套
	控制区声光警示装置	4	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
	隧道	连锁门	2
授权机械钥匙		1	套
门开关传感器及锁定装置		2	套
紧急停机按钮		3	套
搜索清场按钮		3	套
控制区声光警示装置		3	套
状态指示装置(LED 屏)		3	套
控制机柜组件		1	套
紧急逃生开门按钮		1	套
实验棚屋 3(HUTCH3)	连锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	2	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	控制机柜组件	1	套

位置	设备名称	数量	单位
	紧急逃生开门按钮	1	套

表 5.2-23 B4 线站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋(FOE1)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	3	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	2	套
实验棚屋 1(HUTCH1)	联锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	2	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	1	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	控制机柜组件	1	套
	操作面板(触摸屏)	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
实验棚屋 2(HUTCH2)	联锁门	3	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	3	套
	紧急停机按钮	5	套
	搜索清场按钮	4	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	4	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	操作面板(触摸屏)	1	套

表 5.2-24 B5 线站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

## 5 辐射安全与防护设施/措施

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋 1(FOE1)	连锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	3	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	2	套
实验棚屋 1(HUTCH1)	连锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	2	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	1	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
	安全光闸组件	1	套
实验棚屋 2(HUTCH2)	连锁门	2	套
	授权机械钥匙	2	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	4	套
	搜索清场按钮	4	套
	控制区声光警示装置	4	套
	状态指示装置(LED 屏)	4	套
	控制机柜组件	0	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	安全光闸组件	1	套
实验棚屋 3(HUTCH3)	连锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	4	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套

位置	设备名称	数量	单位
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
	操作面板(触摸屏)	1	套

表 5.2-25 B6 线站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋(FOE)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	3	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	2	套
实验棚屋 1(HUTCH1)	联锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	2	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	1	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
实验棚屋 2(HUTCH2)	联锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	4	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	操作面板(触摸屏)	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
	安全光闸组件	1	套
实验棚屋	联锁门	2	套

位置	设备名称	数量	单位
3(HUTCH3)	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	2	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	1	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套

表 5.2-26 B9 光束线站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋(FOE)	联锁门	2	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	2	套
	紧急停机按钮	4	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	3	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	2	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	2	套
实验棚屋 1(HUTCH1)	联锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	4	套
	搜索清场按钮	3	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	操作面板(触摸屏)	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
实验棚屋 2(HUTCH2)	联锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	3	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	2	套

位置	设备名称	数量	单位
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套

表 5.2-27 BC 线站人身安全联锁系统现场设备数量统计表

位置	设备名称	数量	单位
光学棚屋(FOE)	联锁门	1	套
	授权机械钥匙	1	套
	门开关传感器及锁定装置	1	套
	紧急停机按钮	3	套
	搜索清场按钮	2	套
	控制区声光警示装置	2	套
	状态指示装置(LED 屏)	2	套
	控制机柜组件	1	套
	紧急逃生开门按钮	1	套
	安全光闸组件(包括前端区处)	1	套
	操作面板(触摸屏)	1	套



图 5.2-22 人身安全联锁设备图例

 <p>门机联锁</p> <p>固定式剂量率仪</p>	
<p>储存环联锁</p>	<p>储存环防护门</p>
 <p>门机联锁</p>	
<p>增强器联锁</p>	<p>增强器防护门</p>
 <p>警示灯</p> <p>视频监控</p> <p>清场按钮</p>	 <p>清场按钮</p> <p>急停按钮 及机械钥 匙</p> <p>门机联锁</p>
<p>视频监控、警示灯及清场按钮</p>	<p>线站联锁及防护门</p>

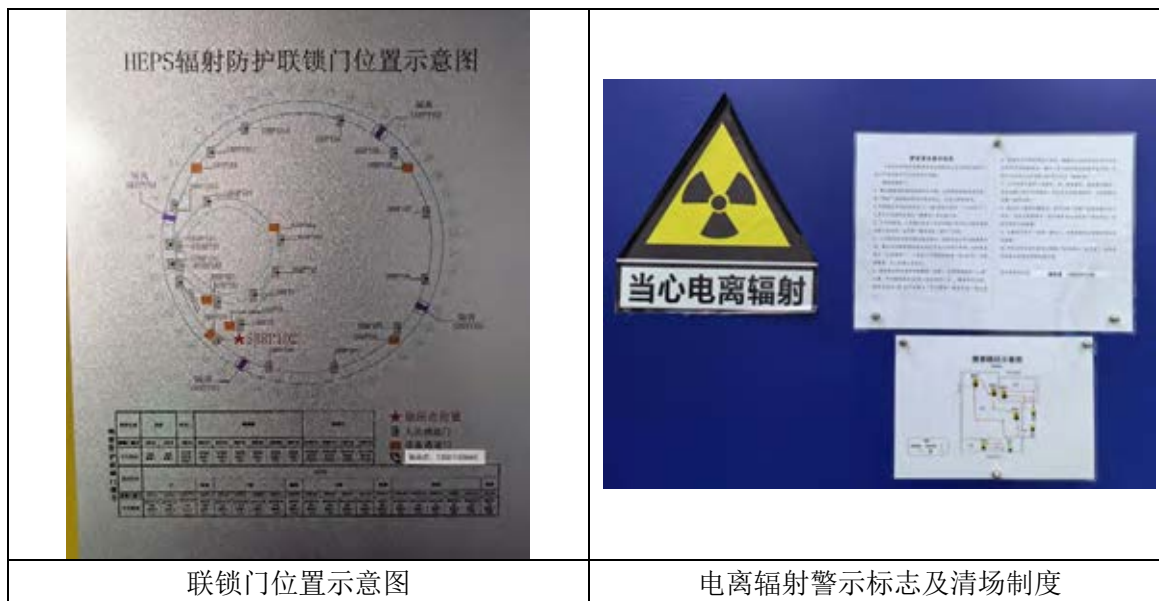


图 5.2-23 人身安全联锁系统现场照片

#### 5.2.2.5 人员出入控制区流程

包括进门流程、出门流程、搜索清场流程和自救流程。

##### (1) 进入控制区流程

控制区的管制状态有三种：禁止进入时，人员无法通过正常途径进入；限制进入时，只有持巡更卡的操作员才能刷卡进入；控制进入时，持巡更卡和工作卡(身份卡)均可进入。

HEPS 停机后，进入控制区的具体流程和步骤如下：

- ①关闭设备高压电源，取下加速器控制钥匙；
- ②用加速器控制钥匙，换取控制台上，进入控制区的初始钥匙，如图 5.2-24；
- ③控制区入口处，用控制区初始钥匙，转换管制状态，刷卡取下次级钥匙，打开屏蔽门/联锁门，进入控制区。具体见图 5.2-25。

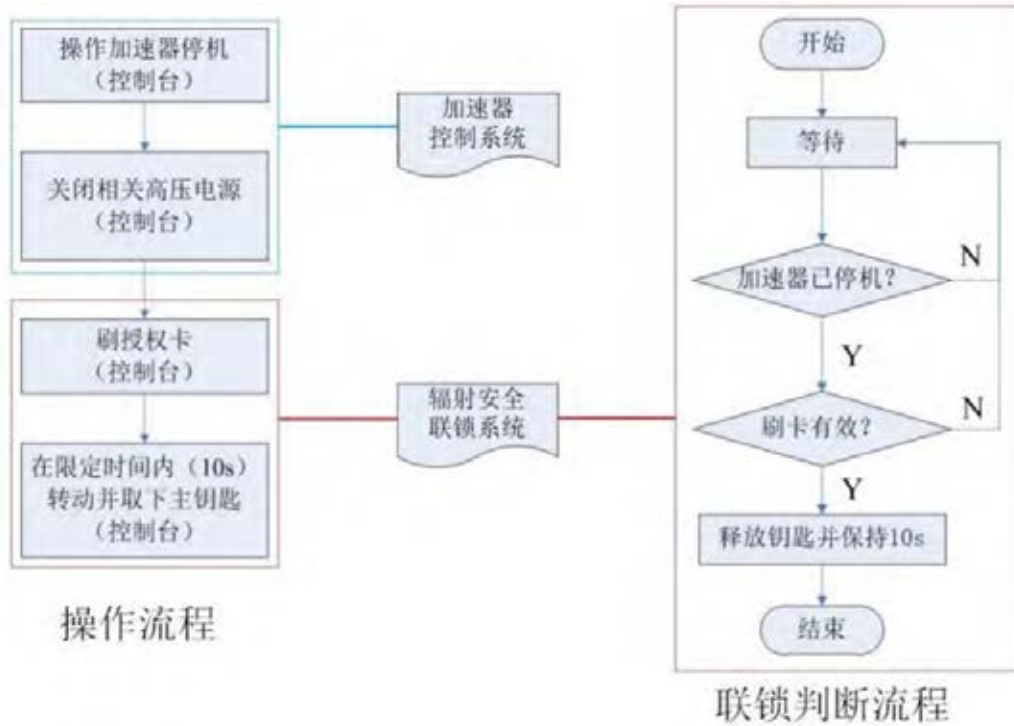


图 5.2-24 加速器控制钥匙的操作流程和相关联锁判断流程

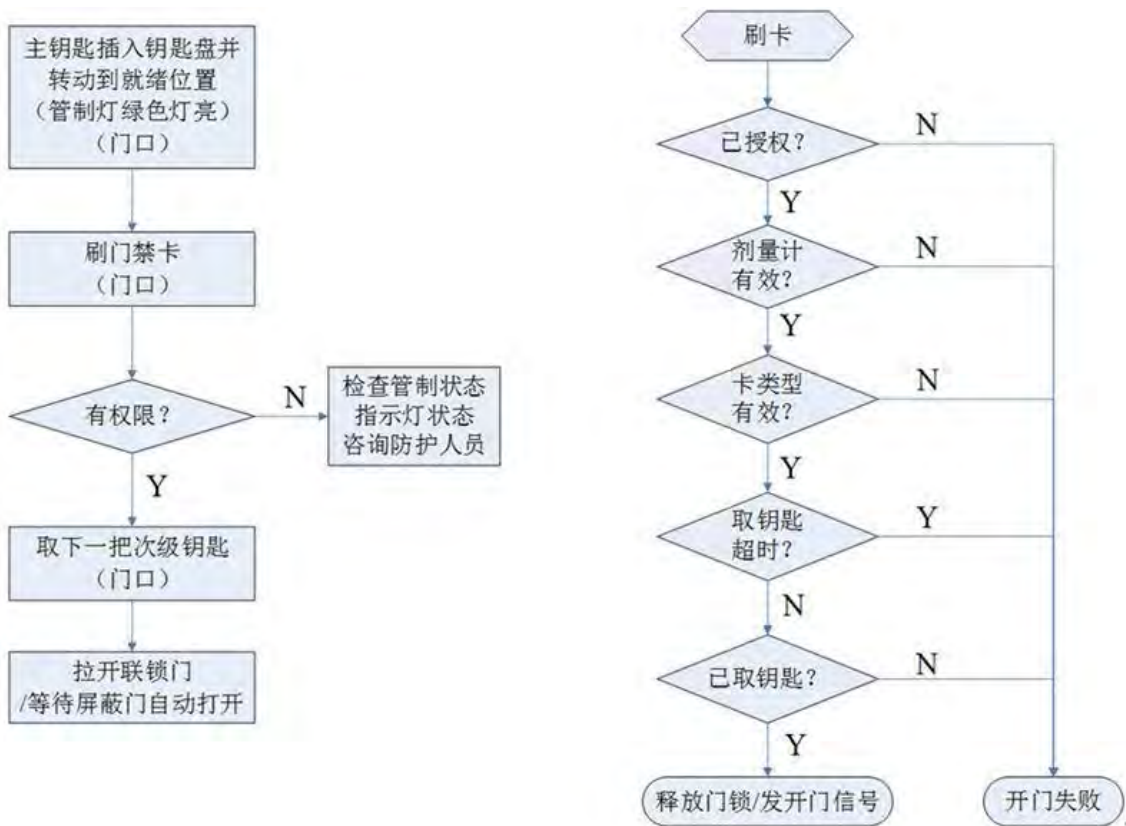


图 5.2-25 打开联锁门进入控制区的操作流程和相关联锁判断流程

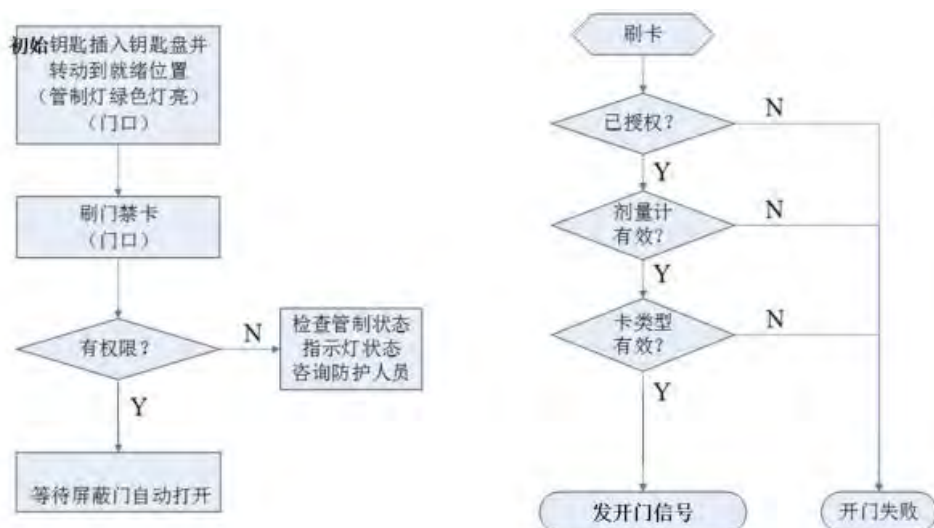


图 5.2-26 打开屏蔽门进入控制区的操作流程和相关联锁判断流程

(2)退出控制区流程

控制区的联锁门内设有出门读卡器，人员离开时应该刷卡，以便系统统计人数，完成人数清零，实现零计数功能。

人员完成工作后，按图 5.2-27 流程操作，出门前在门内刷卡清除自己的信息，出门检查名字已从显示屏清除后，归还次级钥匙。

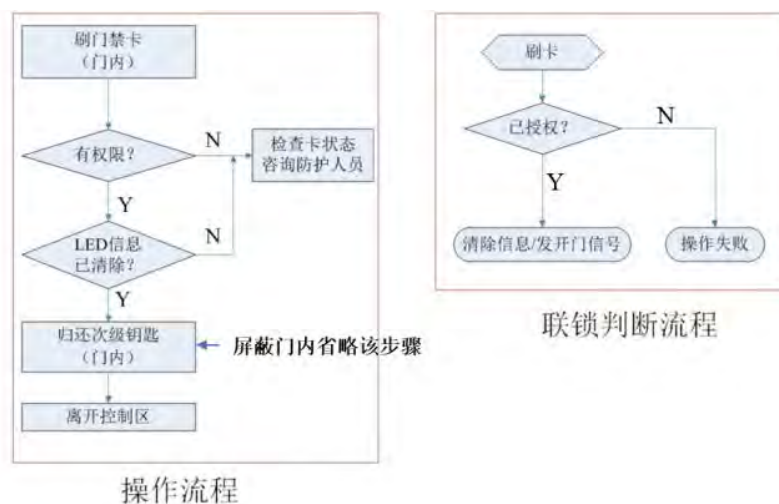


图 5.2-27 离开控制区的操作流程和相关联锁判断流程

(3)清场流程

在加速器开机前，要先封闭控制区，即由清场人员对曾开放过的控制区进行搜索清场。如下图所示，操作员携带高权限卡和次级钥匙进入控制区，按清场按钮，启动离场警报并清空室内人员，检查显示屏、联锁钥匙箱确认人员清空后，关闭联锁门，归还次级钥匙并置换出初始钥匙，清场结束。

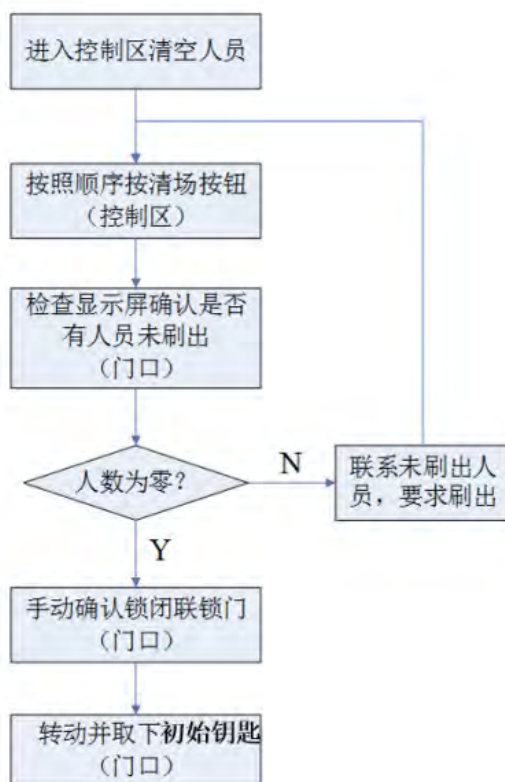


图 5.2-28 清场巡更流程

## (4) 紧急情况下的自救流程

人身安全联锁系统设定为当紧急停机按钮按下或者门磁信号检测到联锁门打开时，系统将切断束流以保障人员安全。因此，当发生人员被困在控制区内而联锁门已经关闭时，自救人员应该马上按下紧急停机按钮，防止加速器开机，之后通过刷卡或者应急方式离开控制区；也可以快速击碎玻璃破碎按钮并推开联锁门，利用门磁信号异常阻止加速器开机。按钮实物如图 5.2-29。



图 5.2-29 自救设备实物图

### 5.2.3 通风系统

实验楼内工艺要求设置局部排风的地方均设置局部排风系统，局部排风量符合工艺设备要求。本科研楼内排风系统分为四类：

(1)一般排风系统：这些排风不处理，直接向大气排放。排风机就近设在空调机室或屋面上。

(2)对产生异味的工作间(更衣间、厕所等)和过渡室、前室采用全室排风系统。

(3)所有公共卫生间、设备用房均有排风系统。

(4)电梯机房均设机械排风系统及分体空调。

(5)储存环隧道：检修前的安全排风：共 12 台，每台风量 13000m<sup>3</sup>/h；隧道检修前进风：共 12 台，每台风量 12000 m<sup>3</sup>/h。增强器隧道：检修前的安全排风：共 1 台，每台风量 20000m<sup>3</sup>/h；隧道检修前进风：共 1 台，风量 18000m<sup>3</sup>/h。直线隧道：检修前的安全排风：共 1 台，风量 3500m<sup>3</sup>/h；隧道检修前进风：共 1 台，风量 3000m<sup>3</sup>/h。

各区域通风换气系数见表 5.2-28。隧道排风口与进风口(右)见图 5.2-30。

表 5.2-28 各区域通风换气次数

房间名称	换气次数(次/小时)		备注
	进风	排风	
生活、消防泵房	5	6	/
控制室、值班室	5	6	/
高、低压配电室	排风量×85%	按发热量	/
综合动力站房	5	6	平时通风兼事故通风
公共卫生间	自然	10	/
实验大厅	/	/	根据工艺要求确定排风量
储存环	0.25	0.3	运行时取自设计报告，进风按排风 85% 计算
	3.75	4.5	停机后
其他隧道	-	不排放	运行时
	3.75	4.5	停机后

针对正常运行和和停机后隧道内活化空气的排放，采用两种方式，即：

①正常运行时，为维持隧道内的微负压，开启储存环内的排风系统，使隧道内换气次数保持在 0.1~0.5 次/h(平均约 0.3 次/h)，活化空气经隧道内排风管道，统一引至储存环大厅屋顶的 2 个排风口排放。

②停机后，为保证进入隧道内辐射工作人员的安全，又不额外增加气载流出物排放对环境的影响，停机 30min 后开启各区域隧道内的强排风系统，保证 3~6 次/h 换气次数(平均约 4.5 次/h)。



图 5.2-30 隧道排风口(左)隧道进风口(右)

#### 5.2.4 场所/环境剂量监测系统

剂量监测系统主要由场所/环境剂量监测器(含便携式剂量巡检仪)、数据传输系统及数据采集与控制系统组成，见图 5.2-31。本地的监测器对场所/环境的剂量率进行实时监测，剂量监测数据经过数据传输系统，传送至系统的采集和控制中心，最终实现阈值报警、信息存储/发布及相关控制功能。主要功能如下：

- ①监测 HEPS 装置区域内及周围环境的辐射剂量。
- ②按照各实验区的要求，实现报警、联锁功能。
- ③实现数据存储、事件记录和数据发布功能。

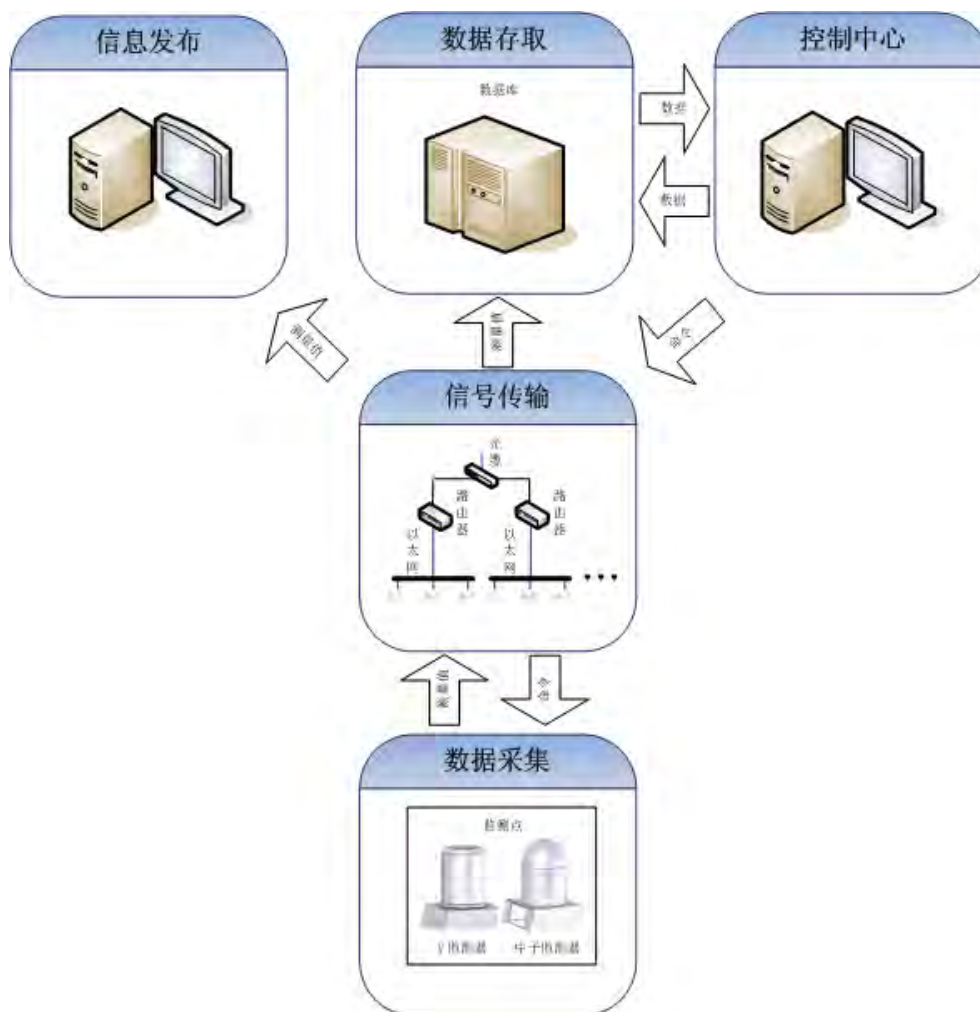


图 5.2-31 剂量监测系统

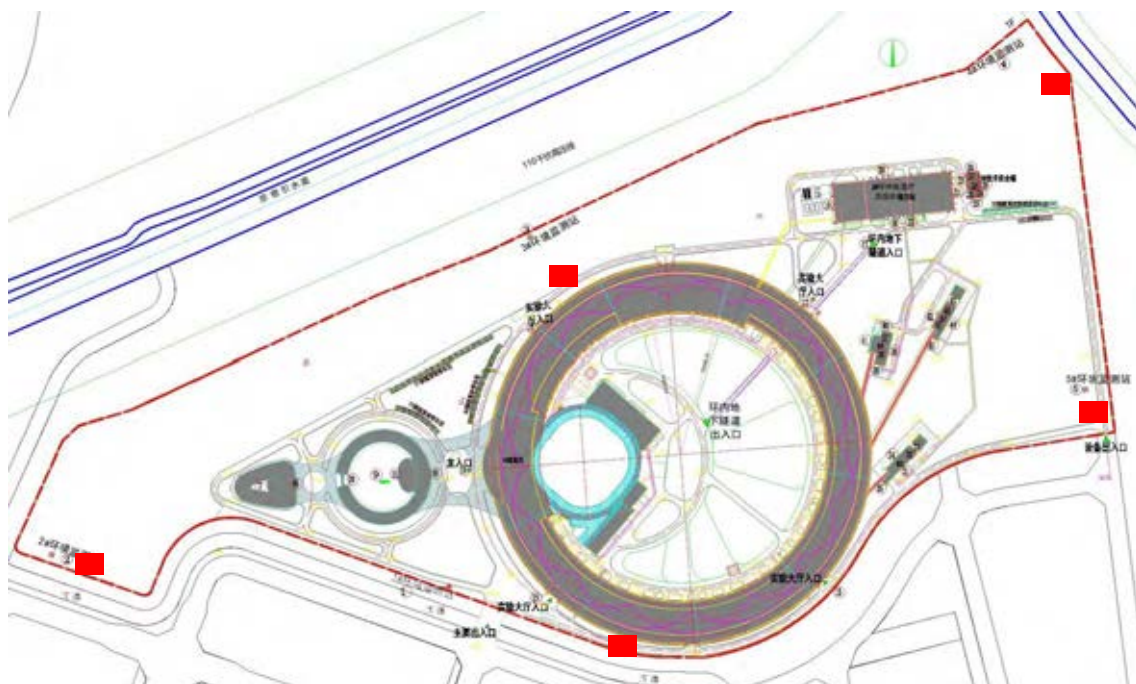
工作场所辐射剂量监测系统关注的是工作人员的受照射情况，需要根据工作人员的活动特点和辐射场情况决定监测点的分布。其中几类位置是重点监测对象：一类是高辐射水平场所的出入口，这类位置的监测点可以让工作人员在进入高辐射水平场所之前先认识场所内的辐射场强度，避免加速器开机时误入造成的过量照射；一类是临近高辐射水平场所人员活动密集的位置，有工作人员长时间在这些位置附近工作，需要实时监测辐射剂量率，确保工作环境安全。监测区域包括场所监测区域和环境监测区域，HEPS 监测点的分布如表 5.2-29、图 5.2-32。

场所监测区域主要覆盖：①直线加速器区、增强器区、储存环区的工作场所、隧道迷宫处、防护屏蔽门处及其部分附属设备间。②中央控制室、通用运行值班室。③同步光锯齿墙引出口、同步光束线工作站。④技术安全楼。场所剂量监测点 108 处。

环境监测区包含 5 个监测点，分布于园区的角区域。环境剂量监测点为 5 处。108 处场所剂量监测点，剂量监测点共 113 处。每个点由一台中子和一台  $\gamma$  监测器组成，实时在线监测，如图 5.2-33 所示。

表 5.2-29 HEPS 场所/环境剂量监测点

区域	位置	数量	与二次变动环评对照情况
直线区	直线设备厅长廊、直线垃圾桶后墙等	8	由 110 处剂量监测点增加至 113 处
增强器区	增强器迷宫门/防护门，设备厅，注入区上下游区	13	
储存环区	环区迷宫门/防护门，储存环侧墙、电源厅等	67	
光束线区	厅内线站 FOE 棚屋后端出光口处 厅外长线站实验棚屋外侧	18	
中控室	控制室	1	
技安楼(3#楼)	源库外墙	1	
环境站	户外监测站	5	
合计		113	



注：■为环境监测站位置。

图 5.2-32 场区监测站位置图

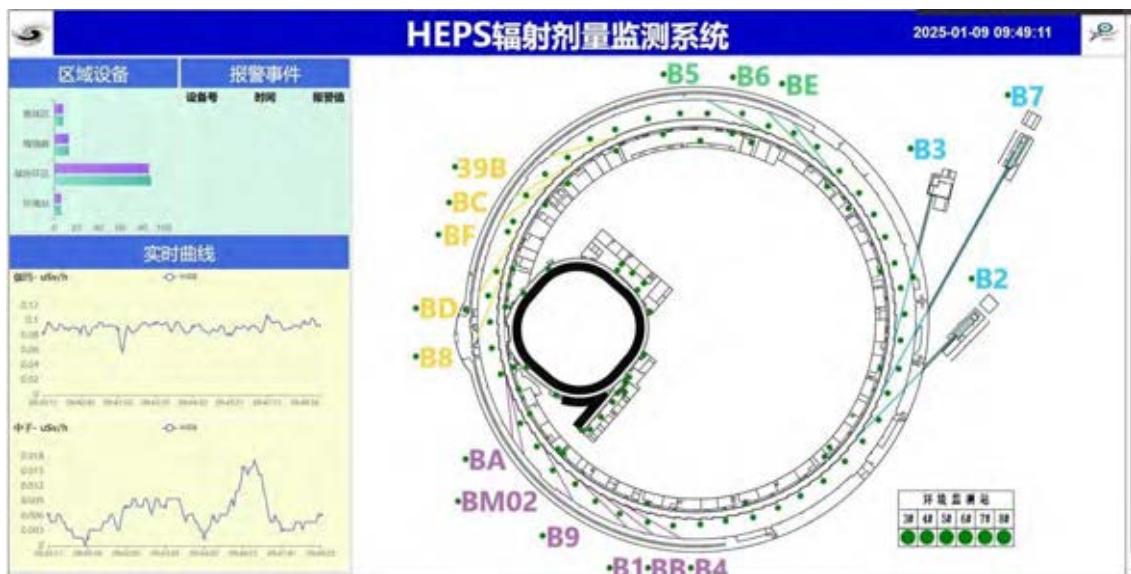


图 5.2-33 HEPS 辐射场所固定监测点位分布图

各场所部分实物照片见图 5.2-34 至图 5.2-36。



图 5.2-34 固定式场所剂量监测仪(左)环境剂量监测仪(右)



图 5.2-35 环境剂量监测站



图 5.2-36 便携式剂量仪( $\gamma$ 、中子)



图 5.2-37 多功能辐射监测仪



图 5.2-38 表面污染测量仪

### 5.2.5 个人防护措施

本项目为放射工作人员配备个人防护用品，包括职业放射工作人员的个人剂量计、5 台表面污染测量仪、8 台便携式 X、 $\gamma$  辐射监测仪、2 台便携式中子巡测仪、17 台便携式剂量报警仪和 100 台个人剂量报警仪等。

表 5.2-30 HEPS 辐射监测设备统计表

序号	设备名称	型号	数量	量程	适用性
1	表面污染测量仪	德国 Nuvia Como170	5	$\alpha$ : 0~2500cps@Am241 $\beta/\gamma$ : 0~20000cps@Cs137	用于测量隧道内活化设备表面放射性核素衰变水平
2	X/γ 辐射巡检仪	白俄罗斯 At1123	2	50nSv/h-10Sv/h	用于巡测监督区或控制区(停机后)的放射性水平
3	个人剂量报警仪	国产 Romo-C	100	0.01uSv/h-10mSv/h	放射性工作人员随身携带,用于实时观测所处环境剂量水平
4	便携式 X/γ 巡检仪	德国 Automess 6150AD-B	6	50nSv/h-99.99uSv/h	用于巡测监督区辐射剂量水平。用于测量停机后隧道内辐射剂量水平及设备感生活化放射性水平。
5	便携式中子巡检仪	德国 LB6411/LB6411P b	2	30nSv/h-100mSv/h	用于巡测监督区或控制区(停机后)的辐射剂量水平。
6	便携式剂量报警仪	Inspect or Alert	17	$\mu$ Sv/hr: 0.01-1100	用于测量光束线站棚屋附近的辐射剂量水平

## 5.2.6 辐射安全管理

### (1) 机构与人员

本项目建立了 HEPS 安全环境办公室,全面负责辐射防护和安全管理的工作;设置专职管理部门和人员,小组成员由相关部门负责人组成,具体承担辐射防护和安全管理日常工作,将本项目涉及的辐射工作场所、人员等统一纳入单位辐射安全管理体系中,全部辐射工作人员均经辐射安全与防护培训并考核合格,开展个人剂量监测,详见表 5.2-31。本项目配备了注册核安全工程师,注册编号:ZHZA202503008。

表 5.2-31 安全环境办公室

序号	管理人员	姓名	性别	专业	职务或职称	工作部门	专/兼职
1	负责人	梁键	男	化工	处长	条保中心	兼职
2	成员	王庆斌	男	辐射防护	研究员	条保中心	专职
3	成员	薛井泉	男	化学	副研究员	条保中心	专职
4	成员	杜俊英	男	核物理	高级工程师	条保中心	专职/注核
5	成员	何其利	男	物理	工程师	条保中心	专职
6	成员	马忠剑	男	辐射防护	高级工程师	实验物理	专职
7	成员	张会杰	男	辐射防护	工程师	实验物理	专职
8	成员	阎明洋	男	辐射防护	工程师	实验物理	专职

## (2)辐射安全管理规章制度

高能所依照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，结合多年实践，已制定一套相对完善的管理制度和操作规程。针对本项目，结合工程建设实际，高能所建立健全新增项目的辐射安全管理规章制度及操作规程，进一步加强辐射安全管理，在现有规章制度的基础上于 2025 年 1 月发布《高能同步辐射光源辐射安全管理汇编(试行)》，包括辐射安全相关的操作规程、岗位职责、辐射防护、安全保卫、设备检修维护、人员培训、辐射监测和辐射应急预案等内容，如《HEPS 外来人员进入辐射工作场所管理规定》《HEPS 实验用户管理规定》等。旨在规范高能同步辐射光源工程建设、调试和运行期间的各项辐射安全工作，保障从业人员健康和环境安全。

## 5.3 放射性三废的处理

### 5.3.1 放射性废气及其处理措施

#### (1)废气来源

加速器运行时损失的电子束流与周围介质相互作用发生电磁级联簇射效应，产生韧致辐射，韧致辐射与空气中稳定元素 N、O、H 等通过散裂作用、 $(\gamma, n)$  反应以及热中子俘获等产生  $^3\text{H}$ 、 $^7\text{Be}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{13}\text{N}$ 、 $^{15}\text{O}$  和  $^{41}\text{Ar}$  等放射性核素。

#### (2)废气处理措施

空气感生放射性核素均为短半衰期核素，经过一段时间后可自行衰变至较低水平。储存环和其他隧道设有排风管道，装置运行过程中通风系统根据工艺要求开启或关闭。为了防止感生气体外泄，储存环隧道运行时保持负压，换气率 0.1~0.5 次/hr；停机进人前进行换气，换气率 3~6 次/hr；其它隧道运行时不换气，停机后进行换气，换气率 3~6 次/hr。

储存环和其他辐射工作场所设置通风系统，感生放射性气体经各控制区通风系统统一引至储存环大厅屋顶，经过滤后排放。运行前及调试运行期间开展环境气溶胶样品监测，样品中 Be-7 活度浓度为 4.55~7.77mBq/m<sup>3</sup>；其余  $\gamma$  放射性核素低于最小探测下限。

整个加速器装置(包括直线加速器、增强器、储存环)设置了 2 个排风口，见图 5.3-1，其位置设置在储存环大厅屋顶，排放高度为 15.5m，超出储存环屋顶 5m，烟囱的位置距附近最高建筑物的距离大于 200m。附近最高建筑为动力站，约 18m。

按照规范设置废气监测取样平台，出口安装监测采样装置，感生放射性气体经过滤后排入环境，

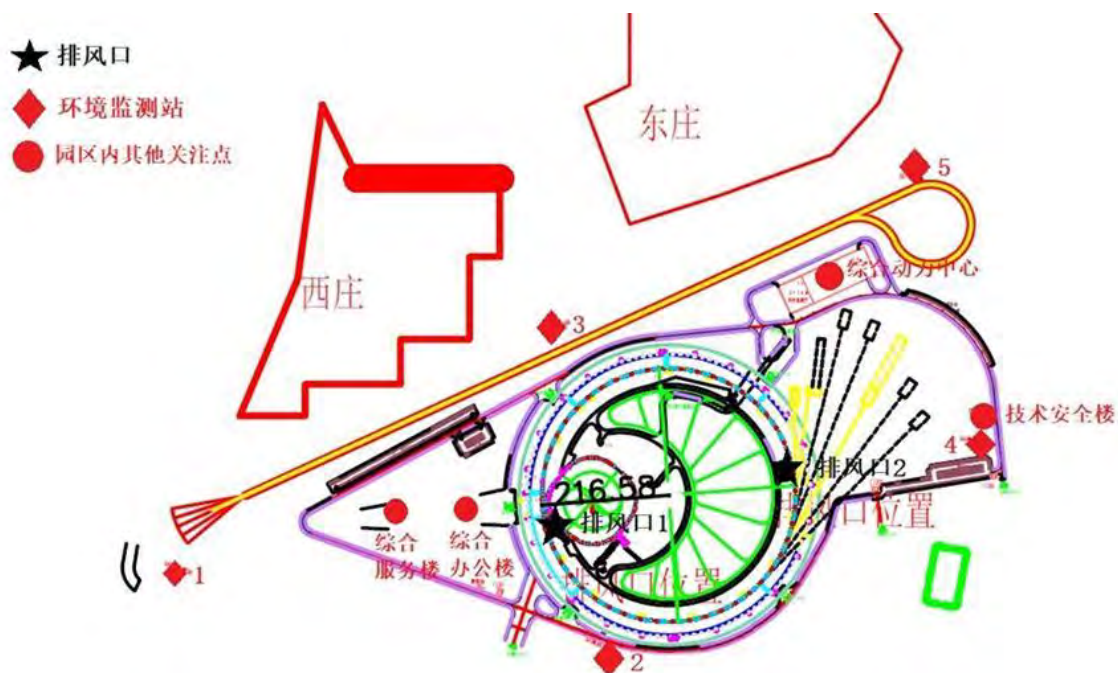


图 5.3-1 本项目排风口关注点位置示意图

### 5.3.2 放射性废水及其处理措施

本项目产生的放射性废液主要是活化的冷却水。装置所用冷却水为去离子水，去离子水在使用过程中，由于  $^{16}\text{O}$  散裂反应可能形成的放射性核素见表 5-35。除  $^7\text{Be}$ 、 $^3\text{H}$  外，其余核素的半衰期都很短，放置一段时间就基本可以衰变。因此，冷却水中的放射性核素主要考虑  $^7\text{Be}$ 、 $^3\text{H}$ 。

装置正常运行期间，冷却水闭路循环不排放，只在设备相关部位检修时根据需要才可能排放。闭路循环时水量为  $270\text{m}^3$ ，检修时一次性排放，废水收集池共建了 2 座，每座  $150\text{m}^3$ ，总容积是  $300\text{m}^3$ ，更换下来的冷却水排往废水收集池内暂存衰变，暂存时间为 1 年，待下次检修前排放。废水的收集池内的水在排放前必须进行取样测量，满足北京市的排放标准(《水污染物综合排放标准》(DB11/307-2013) 中总  $\beta$  放射性浓度不大于  $10\text{Bq/L}$  及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)相应排放限值，并经审管部门批准后，方可排入市政管网。废水收集池见图 5.3-2，运行前及调试运行期间开展冷却水监测，采集的样品为环境水、增强器和储存环一次循环冷却水。目前收集池尚未收集放射性废水。



图 5.3-2 废水收集池位置图

### 5.3.3 放射性固废及其处理措施

本装置的放射性固体废物，主要是装置的活化部件，属于低放废物。

本装置在增强器和储存环隧道共设 2 个放射性废物暂存间，内部净面积为 37m<sup>2</sup> 和 9.24m<sup>2</sup>。另在技术安全楼设置了低放废物储存室，有效容积 387m<sup>3</sup>。

将被活化的储存环束流管等放射性固体废物进行收集后，统一转移至专用放射性废物暂存间暂存衰变，在放射性废物暂存间收集、冷却一段时间后，经检测符合标准要求并审管部门确认后清洁解控，不符合解控要求的则在废物间中继续存放，或送交城市放射性废物库或有处置资质的单位处置。目前未产生放射性固废，故此次验收未进行检测。

### 5.4 辐射安全与防护设施“三同时”落实情况

本项目基建设计单位为中国电子工程设计院股份有限公司；施工单位为北京建工集团有限责任公司；屏蔽门及屏蔽装置设计及施工单位为宜兴诚鑫辐射防护器材有限公司；束流垃圾桶设计及施工单位为宜兴日森防辐射设备有限公司。本项目已落实《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》，辐射安全与防护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

### 5.5 辐射安全与防护设施措施与环评批复对照分析

本项目辐射安全与防护设施措施与环评批复对照情况见表 5.5-1。

表 5.5-1 辐射安全与防护设施措施与环评批复对照一览表

序号	环评批复要求	实际建设情况	是否变动
1	(京环审(2019)35号):你单位须加强放射性废水、废气、固体废物的管	已落实。本项目已建废水收集池(容积 300m <sup>3</sup> )和固	无变动。

序号	环评批复要求	实际建设情况	是否变动
	理。建造容量不小于 300 立方米的收集池收集与暂存被活化的冷却水，经检测总 $\beta$ 放射性小于 10Bq/L 并经审管部门确认后按规定排放。感生放射性气体经各控制区通风系统引至储存环大厅屋顶，经高效过滤器过滤后排放，并设置气体采样口，开展流出物连续采样监测。被活化的储存环束流管等放射性固体废物须收集至放射性废物储存间暂存衰变，经检测符合标准要求并经审管部门确认后清洁解控，不符合解控要求的送交有资质的单位处置。	体废物储存间，暂时尚未存放冷却水和放射性固体废物；感生放射性气体经各控制区通风系统引至储存环大厅屋顶，经高效过滤器过滤后排放。	
2	(京环审〔2019〕35号)：你单位须在怀柔工作区建立二级辐射安全管理机构，设置专职管理部门和人员，建立本项目辐射安全管理规章制度及操作规程，包括外来科研实验人员的管理制度。须针对储存环束流突然丢失情况制定有效的技术和管理措施，有效减低束流突然丢失频率。须针对联锁失灵导致人员误入误照、水回路破裂等各种事故类型制定详细的应急处置方案。应确保在加速器完全停机足够时间后，检修人员方可进入加速器隧道进行检修工作。辐射防护负责人应为注册核安全工程师，全部辐射工作人员(本期约 400 名)均须通过中级辐射安全与防护培训，并开展个人剂量监测。	已落实。本项目已建立辐射安全与环境保护管理小组，组长由副所长担任，全面负责辐射防护和安全管理的工作；设置专职管理部门和人员；建立《高能同步辐射光源辐射安全管理制度汇编(试行)》，包含辐射安全管理制度及操作规程、外来科研实验人员的管理制度、应急预案等；项目配备注册核安全工程师，244 名辐射工作人员均通过中级辐射安全与防护培训，并开展个人剂量监测。	目前辐射工作人员为 244 名，后续正式运行后人员会陆续配备到位。
3	(京环审〔2019〕35号)：你单位须建立完善的监测方案和监测系统，严格落实辐射工作场所、放射性流出物和辐射环境监测工作。本项目厂界周边设置不少于 5 个自动监测站，辐射作场所设置不少于 105 处剂量监测点位，开展 $\gamma$ 、中子剂量率连续监测。同时做好放射性气体、液体等流出物监测，以及项目周边环境敏感目标和公众活动区域的 $\gamma$ 、中子剂量率，气溶胶、地表水、地下水、土壤等环境放射性水平监测工作。	已落实。本项目场所监测区域主要覆盖：①直线加速器区、增强器区、储存环区的工作场所、隧道迷宫处、防护屏蔽门处及其部分附属设备间。②中央控制室、通用运行值班室。③同步光锯齿墙进出口、同步光束线工作站。④技术安全楼。场所剂量监测点 108 处。环境监测区包含 5 个监测点，分布于园区的角区域。剂量监测点共 113 处，每个点由一台中子和一台 $\gamma$ 监测器组成，实时在线监测。同时开展放射	剂量点位由 110 处增加至 113 处。

## 5 辐射安全与防护设施/措施

序号	环评批复要求	实际建设情况	是否变动
		性气体、液体等流出物监测,以及项目周边环境敏感目标和公众活动区域的 $\gamma$ 、中子剂量率,气溶胶、地表水、地下水、土壤等环境放射性水平监测工作。	
4	(京环审〔2019〕35号):配备不少于10台便携式辐射监测仪、50台个人剂量报警仪等监测仪器。	已落实。已配备5台表面污染测量仪、8台便携式X、 $\gamma$ 辐射监测仪、2台便携式中子巡测仪、17台便携式剂量报警仪和100台个人剂量报警仪等	仪器设备数量及种类有所增加。
5	(京环审〔2023〕3号):你单位须对辐射工作场所实行严格分区管理,采用分区联锁、束流闸切断保护、人员出入控制、声光报警等保护系统或装置。在各控制区进出口、防护门等主要位置设置明显的放射性标志、警示说明、管制状态指示和语音提示器等。	已落实。本项目对辐射工作场所实行严格分区管理,采用分区联锁、束流闸切断保护、人员出入控制、声光报警等保护系统或装置。在各控制区进出口、防护门等主要位置已设置明显的放射性标志、警示说明、管制状态指示和语音提示器等。	无变动。
6	(京环审〔2023〕3号):你单位须设置完善的人身安全联锁系统,确保直线加速器、增强器和储存环有任一运行状态下,所有迷宫通道门联锁有效,阻止人员入内或停留。共设置不少于136套紧急停机按钮和38套搜索清场按钮、29套门禁联锁设备和52套视频监控设备、29套交换式门联锁钥匙、3套中控室交换式联锁钥匙和1套加速器控制钥匙、3套光束线站固定式剂量率联锁装置等。确保辐射工作场所安全和防护措施有效,防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。	已落实。2025年9月已开展人身安全联锁系统测试,各项性能指标达到验收/设计指标,试验有效,详见附件5;直线加速器、增强器和储存环设置急停按钮138套;45套搜索清场按钮;29套门禁控制组件和24套联锁门钥匙箱(二次环评变动);58套视频监控设备;3套中控室交换式联锁钥匙和1套加速器控制钥匙。	功能及设计指标达到要求,数量有所变动。
7	(京环审〔2024〕19号):根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和环境影响报告书预测,本项目公众、职业人员照射剂量约束值仍分别执行0.1mSv/a、5mSv/a(外来实验人员1mSv/a)。	已落实。本项目公众、职业人员、外来实验人员照射剂量约束值仍分别执行0.1mSv/a、5mSv/a、1mSv/a,且均未超过剂量约束值。	无变动。
8	(京环审〔2024〕19号):须落实报告书中17条光束线站的铅、铁、混凝土、钢等屏蔽防护措施及光学棚屋后墙加厚等措施,确保各光束线站的光学糊	已落实。本项目已落实17条光束线站的铅、铁、混凝土、钢等屏蔽防护措施及光学棚屋后墙加厚	此次验收工况储存环最大电流为100mA。

序号	环评批复要求	实际建设情况	是否变动
	<p>屋(最大电流 200mA)、实验棚屋(最大能量 300keV)外表面辐射剂量率低于 1μSv/h(侧、端墙)、2.5μSv/h(顶棚)。</p>	<p>等措施；通过验收监测，直线加速器、增强器和储存环束流屏蔽体外表面剂量率不大于 2.5μSv/h；光束线站侧墙和端墙外表面剂量率不大于 1μSv/h，顶棚外表面剂量率不大于 2.5μSv/h。</p>	

## 6 生态环境保护设施

### 6.1 污染物治理/处置设施

#### 6.1.1 废气

废气污染源主要来自锅炉燃烧产生的含颗粒物、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 烟气，以及辅助实验室实验过程中产生的有机废气。废气治理措施见表 6.1-1。

表 6.1-1 废气污染治理措施

废气名称	污染物种类	排放形式	治理设施	排气筒高度(m)	排气筒内径(m)
锅炉废气	颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、林格曼黑度	有组织	低氮燃烧器	18	0.8
实验废气	非甲烷总烃	无组织	活性炭净化装置	11	-

本项目配套废气净化装置具体如下：

#### (1) 锅炉烟气净化装置

燃气锅炉经点火后，开始燃烧，燃烧产生的含二氧化硫、氮氧化物、烟尘的烟气。2 台 3500kW 锅炉，每台锅炉均配备一套低氮燃烧器。燃气进入炉膛，采用分级燃烧的办法控制氮氧化物产生，净化后的烟气由各自烟道汇至主烟道后由 1 座 18m 高烟囱引致高空排放。

低氮燃烧器通过特殊设计的燃烧器结构，改变通过燃烧器的风气比例，使在燃烧器内部或出口射流的空气分级，以控制燃烧器中燃料与空气的混合过程，尽可能降低着火区的温度和降低着火区的氧浓度，在保证天然气着火和燃烧的同时能有效的抑制 NO<sub>x</sub> 的生成。并在富燃料燃烧条件下，选择合适的停留时间和温度使“N”最大限度的转化成“N<sub>2</sub>”，以达到减少 NO<sub>x</sub> 排放的目的。

锅炉及低氮燃烧器现场照片见图 6.1-1。



图 6.1-1 锅炉及低氮燃烧器

### (2)辅助实验室有机废气净化装置

本项目实验大厅外侧已建设辅助实验室 12 间，其中 11 间产生有机废气，化学与环境辅助实验室 03-106 仅作水样分析无废气产生。实验室顶部设备夹层安装活性炭净化装置，实验产生的有机废气经 11 套活性炭净化装置处理后无组织排放。各活性炭净化装置废气出口距地面高度 11m。

各辅助实验室分布图见图 6.1-2。活性炭净化装置现场照片见图 6.1-3。

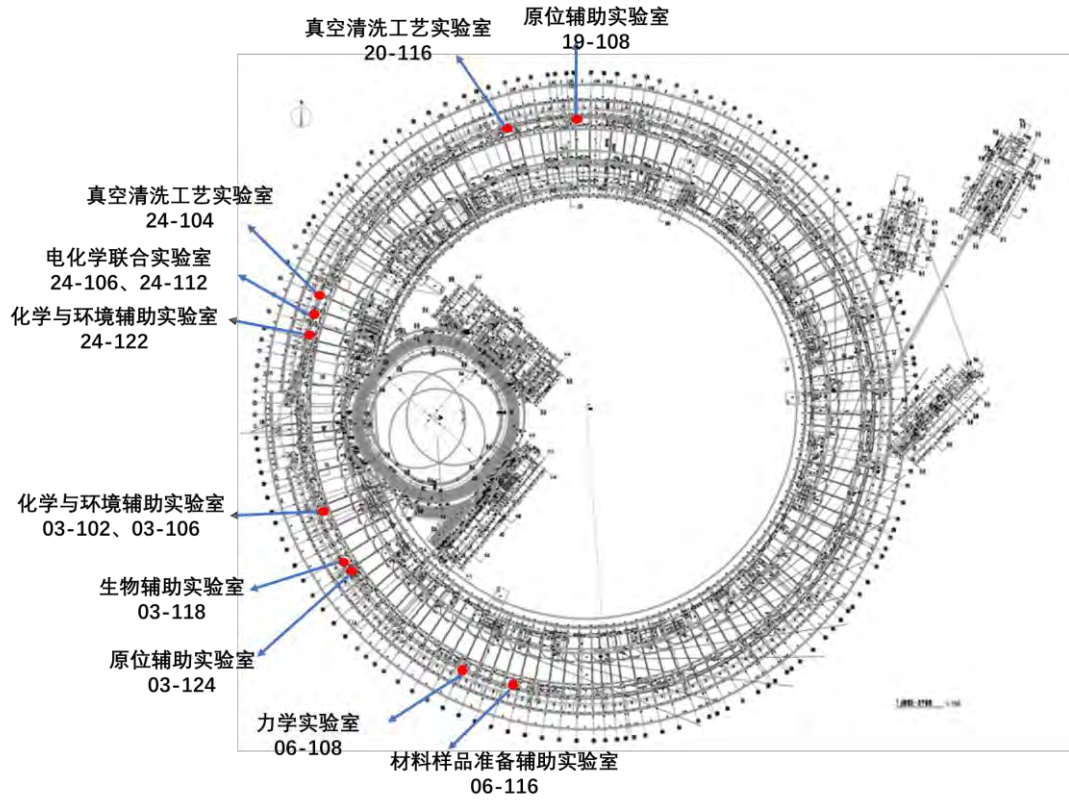


图 6.1-2 辅助实验室有机废气净化装置分布图



图 6.1-3 辅助实验室活性炭净化装置

### 6.1.2 废水

工艺冷却水制备过程中产生的浓水，其主要成分为自来水过滤后残留液，直接排入市政污水管网；空压机采用风冷方式，安装了过滤器，排水经过滤器处理后排入市政污水管网；生活污水经化粪池处理后，排入厂区市政污水管网，最终排入怀柔庙城污水处理厂。

### 6.1.3 噪声

本项目主要噪声源包括：空压机、变压器、冷水机组、水泵、空调机组，以及锅炉本体及风机、补水泵、循环泵等设备运行产生的噪声。

主要采取控制噪声源与隔断噪声传播途径相结合的办法进行控制，即：冷却塔布置在动力站屋面，空压机安装在动力站的空气压缩机房内，锅炉本体及风机、补水泵、循环泵布置在动力站锅炉房内，变压器、冷水机组、水泵、空调机组均安装在相关设备用房内，经减振、距离衰减和建筑物隔声。强振设备采用基础减振，以减少振动产生的噪声。

噪声治理措施见表 6.1-2。噪声治理措施现场照片见图 6.1-4。

表 6.1-2 主要噪声源及其治理措施

序号	噪声源	源强 dB(A)	位置	运行方式	治理措施	治理 效果 dB(A)
1	冷却塔	75	动力站屋面	连续	基础减振、选用 低噪声设备	70
2	变压器	65	设备用房	连续	基础减振、选用 低噪声设备、软 连接、距离衰 减、墙体隔声	50
3	冷水机组	50	动力站内	连续		40
4	消火栓给水泵、生活 水泵	65	动力站内	连续		40
5	货梯	60	设备用房	连续		50
6	空调机组	65	设备用房	连续		40
7	空压机	80	动力站内	连续		55
8	冷却水水泵	65	动力站内	连续		40
9	锅炉	80	动力站内	间断		65
10	锅炉风机	75	动力站内	间断		60
11	锅炉补水泵、循环泵	75	动力站内	间断		40



图 6.1-4 噪声治理措施现场照片

### 6.1.4 固体废物

#### (1) 一般工业固体废物

纯水制备水源为自来水，制备过程中产生的废活性炭、废反渗透膜、废弃离子交换树脂由厂家回收处理。空调机房定期更换的滤芯由厂家进行回收处理。

#### (2) 危险废物

辅助实验室每年产生废试剂 0.4t，废试剂空瓶 0.5t，实验垃圾 0.2t，收集后存储于危险废物暂存间内，定期委托北京生态岛科技有限责任公司处置。HEPS 设备运行过程中每年产生约 2.4t 废油，实验室废气净化设施产生的废活性炭 2.0t，委托北京生态岛科技有限责任公司处置。

已建设危险废物暂存间 1 处，位于在储存环外环 45 轴-46 轴之间，建筑面积 22.87m<sup>2</sup>。危险废物暂存间采用重点防渗，分区设置，并设置防漏托盘、消防设备及警示标志，定期由管理人员巡查。

危废暂存间现场照片见图 6.1-5。



图 6.1-5 危险废物暂存间

(3)生活垃圾

生活垃圾交由当地环卫部门统一清运处置。

6.2 排污口规范化

根据《排污单位污染物排放口监测点位设置技术规范》(HJ1405-2024)、《排污单位污染物排放口二维码标识技术规范》(HJ1297-2023)、《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ819-2017)等文件的相关要求，本项目有组织废气排气筒共 1 个，即 DA001 为 2 台锅炉废气共用 1 个排放口，2 台锅炉废气出口烟道上均设置内径 100mm 的采样孔，现已完成排污口规范化工作。

排污口标识牌现场照片见图 6.2-1。



图 6.2-1 排污口标识牌现场照片

6.3 “三同时”落实情况

本项目环境保护措施满足环评要求，燃气锅炉在本项目停机时正常运行，辅

助实验室配套活性炭净化装置与主体工程同时投产使用，具备了开展竣工环境保护验收的基本条件。

本项目环保设施“三同时”落实情况见表 6.3-1。

表 6.3-1 环保设施“三同时”落实情况对照表

序号	分类	影响报告书要求	实际建设情况
1	废气环境保护措施	<p>①锅炉房内 2 台 3500kW 燃气锅炉均配备低氮燃烧器，2 台锅炉废气共同 1 个排放口，排放口高度距地面 18m；</p> <p>②共设置 7 个辅助实验室，其中 5 个辅助实验室屋面安装活性炭净化装置，各活性炭净化装置出口距地面高度约 11m。</p>	<p>①锅炉房内 2 台 3500kW 燃气锅炉均配备低氮燃烧器，2 台锅炉废气共同 1 个排放口，排放口高度距地面 18m；</p> <p>②共设置 12 个辅助实验室，其中 11 个辅助实验室产生有机废气，化学与环境辅助实验室 03-106 仅作水样分析无废气产生。实验室顶部设备夹层安装活性炭净化装置，实验产生的有机废气经 11 套活性炭净化装置处理后无组织排放，各活性炭净化装置出口距地面高度约 11m。</p>
2	废水环境保护措施	<p>①工艺冷却水制备过程中产生浓水直接排入市政污水管网；</p> <p>②空压机排水经油水分离器隔油后排入市政污水管网；</p> <p>③生活污水经化粪池处理后排入市政污水管网。</p>	<p>排水采用雨污分流。生活污水经化粪池处理，空压机采用风冷方式，安装了过滤器，压缩空气冷凝水与生活污水、纯水制备废水一并经市政污水管网排入怀柔庙城污水处理厂。</p>
3	噪声环境保护措施	<p>冷却塔布置在动力站屋面，空压机安装在动力站的空气压缩机房内，锅炉本体及风机、补水泵、循环泵布置在动力站锅炉房内，变压器、冷水机组、水泵、空调机组均安装在相关设备用房内，经减振、距离衰减和建筑物隔声。</p>	<p>选用低噪声设备，冷却塔布置在动力站屋面，空压机安装在动力站的空气压缩机房内，锅炉本体及风机、补水泵、循环泵布置在动力站锅炉房内，变压器、冷水机组、水泵、空调机组均安装在相关设备用房内，并采用隔声包扎、软连接等降噪措施。强振设备采用基础减振。</p>
4	固体废物环境保护措施	<p>①工艺冷却水制备产生的废弃离子交换树脂、废活性炭，设备运行过程中产生的废绝缘油、动力设备润滑产生的废机油、空压机运行过程油水分离器收集的废油，实验室废有机溶剂、废酸碱、废试剂瓶、实验垃圾，实验室废气净化设施产生的废活性炭为危险废物，均委托有资质单位处置。其中，对接触一次冷却水的树脂，需要鉴别是否符合放射性豁免标准，对符合标准的，按照一般危险废物处置，对超过标准的，按照放射性废物处置。</p> <p>②空调机房定期更换的滤芯、纯电站纯水制备过程中替换下的废反渗</p>	<p>①设备运行过程中产生的废绝缘油、动力设备润滑产生的废机油，实验室废有机溶剂、废酸碱、废试剂瓶、实验垃圾，实验室废气净化设施产生的废活性炭均委托北京生态岛科技有限责任公司处置。</p> <p>②空调机房定期更换的滤芯、纯水制备过程中替换下废弃离子交换树脂、废活性炭、废反渗透膜由厂家进行回收处置。</p> <p>③已建设危废暂存间 1 处，位于在储存环外环 45 轴-46 轴之间，建筑面积 22.87m<sup>2</sup>。</p>

序号	分类	影响报告书要求	实际建设情况
		透膜为一般废物，由专业单位进行收集处置。 ③设置危废暂存间 1 处，位于在储存环外环 45 轴-46 轴之间，建筑面积约 11m <sup>2</sup> ，与易制毒、易制爆化学品库房相邻，中间为实体墙间隔。	

## 7 环境影响报告书主要结论与建议及其审批部门审批决定

### 7.1 环境影响报告书主要结论与建议

#### 7.1.1 HEPS 项目环境影响报告书

(1)项目工程概况:高能同步辐射光源项目位于北京市怀柔区怀柔新城 11 街区、北京综合性国家科学中心北端,主体为 11.48 万  $m^2$  的地面环形建筑。本项目建设及使用一套电子能量为 6GeV、流强 200mA(辐射防护屏蔽设计按照 400mA)、发射度好于  $60\text{pm} \cdot \text{rad}$  的高能同步辐射光源(HEPS)及同步辐射实验系统,HEPS 主体包括直线加速器、低能输运线、增强器、高能输运线、储存环五部分;同步辐射实验系统主要由光束线(及其插入件和前端区)、实验站和辅助实验室组成。本期拟建设 14 条光束线站。与主体装置配套的基础设施包括地面建筑物、室内外给排水、供电、通风空调、辐射防护、消防报警等设施。在本装置的工作区范围内不建工作人员的居住和生活用房。

(2)辐射防护:对直线加速器、储存环、增强器、束流垃圾桶及光束线站采用符合设计规范的实体屏蔽防护措施,确保各屏蔽门与同侧墙体具有同等屏蔽能力,控制区边界墙、防护门、顶棚外表面辐射剂量率均不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。对辐射工作场所严格实行分区管理,采用分区联锁、束流闸切断保护、人员出入管理系统、声光报警系统等保护装置,在直线加速器隧道、增强器隧道、储存环隧道、光束线站(包括出墙棚屋和实验棚屋)、废物暂存间等各控制区进出口、防护门等主要位置设置明显的放射性标志、警示说明、管制状态指示和语音提示器等,保护辐射工作人员的人身安全。

#### (3)三废治理措施:

1)放射性废气:空气感生放射性核素均为短半衰期核素,经过一段时间后可自行衰变至较低水平。整个装置空气感生放射性核素年排放总量为  $2.85 \times 10^9 \text{Bq}$ 。储存环微负压运行,换气率 0.1-0.5 次/hr,其他隧道运行时不通风;停机后储存环和其他隧道排风,换气率 3-6 次/hr。装置运行过程中的感生放射性气体经各控制区通风系统统一引至储存环大厅屋顶,经过滤后排放并开展流出物监测。考虑到其排入大气后的扩散和稀释,其对环境的影响是可以接受的。

2)放射性废水:本项目产生的放射性废液主要是活化的冷却水。主要放射性核

素主要考虑  $^7\text{Be}$ 、 $^3\text{H}$ 。活化冷却水中的  $^7\text{Be}$ 、 $^3\text{H}$  总活度浓度为  $3.49\text{E}+04\text{ Bq/m}^3$ ，冷却水中放射性核素每年的总活度约为  $9.42\text{E}+06\text{ Bq}$ 。装置正常运行期间，冷却水闭路循环不排放，只在设备相关部位检修时根据需要才可能排放。闭路循环时水量为  $270\text{ m}^3$ ，检修时一次性排放，设计方案中设有废水收集池，容积为  $300\text{m}^3$ ，更换下来的冷却水排往废水收集池内暂存衰变，暂存时间为 1 年，待下次检修前排放。废水收集池内的水在排放前必须进行取样测量，满足北京市的排放标准(《水污染物综合排放标准》(DB11/307-2013)中总  $\beta$  放射性浓度不大于  $10\text{ Bq/L}$  及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871—2002)相应排放限值，并经审管部门批准后，方可排入市政管网。

3)放射性固废：本装置的放射性固体废物，主要是装置的活化部件，主要放射性废物为储存环束流管，其比活度在  $1.18\times 10^2\text{Bq/g}\sim 3.47\times 10^2\text{ Bq/g}$  之间，属于低放废物。将被活化的储存环束流管等放射性固体废物进行收集后，统一转移至专用放射性废物暂存间，在放射性废物暂存间收集、冷却一段时间后，经检测符合标准要求的经审管部门确认后清洁解控，不符合解控要求的则在废物间中继续存放，或送交有处置资质的单位处置。

#### (4)辐射环境影响分析：

##### ①职业照射

在 HEPS 正常运行工况下，储存环周围辐射水平最高为  $0.37\mu\text{Sv/h}$ ，增强器屏蔽墙外剂量率为  $0.205\mu\text{Sv/h}$ ，直线隧道屏蔽墙外剂量率  $1.93\mu\text{Sv/h}$ ，光束线站周围剂量率最高为  $1\mu\text{Sv/h}$ ，保守估计，按照剂量率  $1.93\mu\text{Sv/h}$  估算，年工作时间按  $2000\text{ h}$  计算(加速器工作人员小部分时间会下隧道检修，约  $200\text{ h}$ )，居留因子按  $1/2$ ，则工作人员年受照剂量不超过  $1.93\text{mSv/a}$ 。

突然丢束工况下，储存环周围辐射水平最高为  $0.508\text{ mSv/次}$ ，低于设定的  $1\text{ mSv/次}$ 。通过加速器的运行管理方式可以控制每个区域每年的丢束不超过两次。保守估计工作人员年受照 2 次，则工作人员受照剂量为  $1.02\text{ mSv/a}$ 。

保守估计，职业工作人员年受照剂量为  $1.93\text{mSv/a}+1.02\text{ mSv/a}=2.95\text{ mSv/a}$ ，低于  $5\text{ mSv/a}$ 。外来科研实验人员工作时间为职业工作人员的  $1/5$ ，则其年受照剂量为  $2.95\div 5=0.6\text{ mSv/a}$ ，低于剂量约束值  $1\text{mSv/a}$ 。

##### ②公众照射

距离项目最近的西庄公众因气载流出物、天空反散射和 HEPS 装置引起的年受照剂量最大不超过  $0.13 \mu\text{Sv/a}$ 。

园区内非辐射工作人员因气载流出物、天空反散射和 HEPS 装置引起的年受照剂量最大不超过  $8.3 \mu\text{Sv/a}$ 。

评价范围内各关注点处的公众年受照剂量均低于  $0.1 \text{ mSv/a}$  的剂量约束值。

#### (5)非放射环境性影响分析:

##### ①废水

工艺冷却水(纯水)制备过程中产生浓水主要成分为自来水过滤后残留液,由于其成分为水中原有成分,直接排入市政污水管网;生活污水可直接纳入市政污水管网;空压机排水经油水分离器隔油后纳入市政污水管网;以上排水水质均达到《水污染物排放标准》(DB11/307-2013)后排入市政污水管网,经怀柔(庙城)污水处理厂进行处理。

##### ②废气

本项目采用 2 台燃气锅炉作为热源,经预测,锅炉烟气中  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  及烟尘排放浓度及烟囱高度均能满足《锅炉大气污染物排放标准》(DB11/139-2015)的要求。

HEPS 装置运行过程中会产生的  $\text{O}_3$  和  $\text{NO}_2$ ,下风向最大落地浓度分别满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中  $\text{O}_3$  和  $\text{NO}_2$  的小时浓度二级限值,均小于  $0.2 \text{ mg/m}^3$ 。

##### ③噪声

本项目运行期间对非放射性环境影响主要是冷却塔、空压机等设备运行产生的噪声对厂址边界和居民点的影响,经过估算,满足标准要求,不会造成扰民现象。

##### ④固废

项目营运过程中产生的固废主要包括危险废物和一般固废。

危险废物主要包括纯水制备过程中产生的废弃离子交换树脂及空压机运行过程产生的含油废水,其中:废弃离子交换树脂由生产厂家回收处理或委托有资质单位处理;含油废水建议委托有资质的专业危险废物处理单位负责收运、处置。

一般废物主要包括职工产生的生活垃圾及工艺冷却水(纯水)制备中替换下的废活性炭、废反渗透膜。其中生活垃圾交由当地环卫部门统一清运处置,废活性

炭、废反渗透膜由有资质的专业单位进行收集处置。

总体而言，本项目的建设对环境的影响是可以接受的。

#### (6)辐射安全管理：

本项目建设单位已经取得生态环境部(原环保部)颁发的辐射安全许可证，本项目为新建项目，建设单位将根据本项目的最终设计和运行方案，完善本单位辐射安全与环境保护管理机构、辐射安全管理规章制度、开展辐射环境监测和个人剂量监测等工作，并制定辐射事故应急预案。

#### (7)建议与承诺：

1)项目设计阶段，随着工程设计的深化和优化，辐射安全与防护及环境保护设计随之优化，确保屏蔽门的辐射防护设计与同侧墙体具有同等的屏蔽能力；建设过程中，密切注意防护设施和屏蔽层的施工质量，确保防护效果；新增光束线站等核技术利用项目须另行报批建设项目环评文件；加强安全管理和教育，培育核安全文化。

2)与当地环保部门密切配合，加强环境剂量和放射性的监督检查。

3)为尽量降低 HEPS 装置运行对环境的影响，在该装置运行之后对“三废”要加强管理，以尽量减少放射性物质的排放。将对实验大厅各处的剂量率进行详细地实地测量，确保在辐射工作场所的剂量率低于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。对于设备检修人员，要在停机半个小时后进行检修。

4)不断完善放射性事故应急预案，并在运行过程中每年演练一次。

5)放射性废水的排放，在排放前进行监测，并得到审管部门批准后再排放。

### 7.1.2 HEPS 项目变动环境影响报告书

(1)项目工程概况:高能同步辐射光源项目位于北京市怀柔区怀柔新城 11 街区、北京综合性国家科学中心北端，主体为  $11.48 \text{万 m}^2$  的地面环形建筑。本项目建设及使用一套电子能量为  $6\text{GeV}$ 、流强  $200\text{mA}$ (辐射防护屏蔽按照  $400\text{mA}$ )、发射度好于  $60\text{pm}\cdot\text{rad}$  的高能同步辐射光源(HEPS)及同步辐射实验系统，HEPS 主体包括直线加速器、低能输运线、增强器、高能输运线、储存环五部分；同步辐射实验系统主要由光束线(及其插入件和前端区)、实验站和辅助实验室组成。本期拟建设 14 条光束线站。与主体装置配套的基础设施包括地面建筑物、室内外给排水、供电、通风空调、辐射防护、消防报警等设施。在本装置的工作区范围内不建工作

人员的居住和生活用房。

(2)辐射防护：对直线加速器、储存环、增强器、束流垃圾桶及光束线站采用符合设计规范的实体屏蔽防护措施，确保各屏蔽门与同侧墙体具有同等屏蔽能力，控制区边界墙、防护门、顶棚外表面辐射剂量率均不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。对辐射工作场所严格实行分区管理，采用分区联锁、束流闸切断保护、人员出入管理系统、声光报警系统等保护装置，在直线加速器隧道、增强器隧道、储存环隧道、光束线站(包括出墙棚屋和实验棚屋)、废物暂存间等各控制区进出口、防护门等主要位置设置明显的放射性标志、警示说明、管制状态指示和语音提示器等，保护辐射工作人员的人身安全。

(3)三废治理措施：

1)放射性废气：空气感生放射性核素均为短半衰期核素，经过一段时间后可自行衰变至较低水平。整个装置空气感生放射性核素年排放总量为  $2.85\times 10^9$  Bq。储存环微负压运行，换气率 0.1-0.5 次/hr，其他隧道运行时不通风；停机后储存环和其他隧道排风，换气率 3-6 次/hr。装置运行过程中的感生放射性气体经各控制区通风系统统一引至储存环大厅屋顶，经过滤后排放并开展流出物监测。考虑到其排入大气后的扩散和稀释，其对环境的影响是可以接受的。

2)放射性废水：本项目产生的放射性废液主要是活化的冷却水。主要放射性核素主要考虑  $^7\text{Be}$ 、 $^3\text{H}$ 。活化冷却水中的  $^7\text{Be}$ 、 $^3\text{H}$  总活度浓度为  $3.49\text{E}+04$  Bq/m<sup>3</sup>，冷却水中放射性核素每年的总活度约为  $9.42\text{E}+06$  Bq。装置正常运行期间，冷却水闭路循环不排放，只在设备相关部位检修时根据需要才可能排放。闭路循环时水量为 270m<sup>3</sup>，检修时一次性排放，建设方案中设有废水收集池，容积为 300m<sup>3</sup>，更换下来的冷却水排往废水收集池内暂存衰变，暂存时间为 1 年，待下次检修前排放。废水收集池内的水在排放前必须进行取样测量，满足北京市的排放标准(《水污染物综合排放标准》(DB11/307-2013)中总  $\beta$  放射性浓度不大于 10 Bq/L 及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)相应排放限值，并经审管部门批准后，方可排入市政管网。

3)放射性固废：本装置的放射性固体废物，主要是装置的活化部件，主要放射性废物为储存环束流管，其比活度在  $1.18\times 10^2$  Bq/g~ $3.47\times 10^2$  Bq/g 之间，属于低放废物。将被活化的储存环束流管等放射性固体废物进行收集后，统一转移至专用

放射性废物暂存间，在放射性废物暂存间收集、冷却一段时间后，经检测符合标准要求并经审管部门确认后清洁解控，不符合解控要求的则在废物间中继续存放，或送交有处置资质的单位处置。

#### (4)辐射环境影响分析：

##### ①职业照射：

在 HEPS 正常运行工况下，储存环周围辐射水平最高为  $0.37\mu\text{Sv/h}$ ，增强器屏蔽墙外剂量率为  $0.205\mu\text{Sv/h}$ ，直线隧道屏蔽墙外剂量率  $1.93\mu\text{Sv/h}$ ，光束线站周围剂量率最高为  $1\mu\text{Sv/h}$ ，保守估计，按照剂量率  $1.93\mu\text{Sv/h}$  估算，年工作时间按 2000 h 计算(加速器工作人员小部分时间会下隧道检修，约 200h)，居留因子按 1/2，则工作人员年受照剂量不超过  $1.93\text{mSv/a}$ 。突然丢束工况下，储存环周围辐射水平最高为  $0.508\text{mSv/次}$ ，低于设定的  $1\text{mSv/次}$ 。通过加速器的运行管理方式可以控制每个区域每年的丢束不超过两次。保守估计工作人员年受照 2 次，则工作人员受照剂量为  $1.02\text{mSv/a}$ 。保守估计，职业工作人员年受照剂量为  $1.93\text{mSv/a}+1.02\text{mSv/a}=2.95\text{mSv/a}$ ，低于  $5\text{mSv/a}$ 。外来科研实验人员工作时间为职业工作人员的 1/5，则其年受照剂量为  $2.95\div 5=0.6\text{mSv/a}$ ，低于剂量约束值  $1\text{mSv/a}$ 。

##### ②公众照射：

距离项目最近的西庄公众因气载流出物、天空反散射和 HEPS 装置引起的年受照剂量最大不超过  $0.45\mu\text{Sv/a}$ 。园区内非辐射工作人员因气载流出物、天空反散射和 HEPS 装置引起的年受照剂量最大不超过  $4.7\mu\text{Sv/a}$ 。评价范围内各关注点处的公众年受照剂量均低于  $0.1\text{mSv/a}$  的剂量约束值。

#### (5)非放射环境性影响分析：

##### ①废水：

工艺冷却水(纯水)制备过程中产生浓水主要成分为自来水过滤后残留液，由于其成分为水中原有成分，直接排入市政污水管网；生活污水可直接纳入市政污水管网；空压机排水经油水分离器隔油后纳入市政污水管网；以上排水水质均达到《水污染物排放标准》(DB11/307-2013)后排入市政污水管网，经怀柔(庙城)污水处理厂进行处理。

##### ②废气：

本项目采用 2 台燃气锅炉作为热源，经预测，锅炉烟气中  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  及烟尘排

放浓度及烟囱高度均能满足《锅炉大气污染物排放标准》(DB11/139-2015)的要求。HEPS 装置运行过程中产生的 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>2</sub>，下风向最大落地浓度分别满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>2</sub> 的小时浓度二级限值，均小于 0.2 mg/m<sup>3</sup>。

③噪声：

本项目运行期间对非放射性环境影响主要是冷却塔、空压机等设备运行产生的噪声对厂址边界和居民点的影响，经过估算，满足标准要求，不会造成扰民现象。

④固废：

项目营运过程中产生的固废主要包括危险废物和一般固废。危险废物主要包括纯水制备过程中产生的废弃离子交换树脂及空压机运行过程产生的含油废水，其中：废弃离子交换树脂由生产厂家回收处理或委托有资质单位处理；含油废水建议委托有资质的专业危险废物处理单位负责收运、处置。一般废物主要包括职工产生的生活垃圾及工艺冷却水(纯水)制备中替换下的废活性炭、废反渗透膜。其中生活垃圾交由当地环卫部门统一清运处置，废活性炭、废反渗透膜由有资质的专业单位进行收集处置。

总体而言，本项目的建设对环境的影响是可以接受的。

(6)辐射安全管理：

本项目建设单位已经取得生态环境部(原环保部)颁发的辐射安全许可证，本项目为新建项目，建设单位将根据本项目的最终运行方案，完善本单位辐射安全与环境保护管理机构、辐射安全管理规章制度、开展辐射环境监测和个人剂量监测等工作，并制定辐射事故应急预案。

(7)建议与承诺：

1)项目建设阶段，随着工程的深化和优化，辐射安全与防护及环境保护随之优化，确保屏蔽门的辐射防护与同侧墙体具有同等的屏蔽能力；建设过程中，密切关注防护设施和屏蔽层的施工质量，确保防护效果；新增光束线站等核技术利用项目须另行报批建设项目环评文件；加强安全管理和教育，培育核安全文化。

2)与当地环保部门密切配合，加强环境剂量和放射性的监督检测。

3)为尽量降低 HEPS 装置运行对环境的影响，在该装置运行之后对“三废”要加强管理，以尽量减少放射性物质的排放。将对实验大厅各处的剂量率进行详细地

实地测量，确保在辐射工作场所的剂量率低于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。对于设备检修人员，要在停机半个小时后进行检修。

4)不断完善放射性事故应急预案，并在运行过程中每年演练一次。

5)放射性废水的排放，在排放前进行监测，并得到审管部门批准后再排放。

### 7.1.3 HEPS 项目二次变动环境影响报告书

(1)项目工程概况:高能同步辐射光源项目位于北京市怀柔区怀柔新城 11 街区、北京综合性国家科学中心北端，主体为  $11.48 \text{ 万 m}^2$  的地面环形建筑。本项目建设及使用一套电子能量为  $6\text{GeV}$ 、流强  $200\text{mA}$ (辐射防护屏蔽按照  $400\text{mA}$ )、发射度好于  $60\text{pm} \cdot \text{rad}$  的高能同步辐射光源(HEPS)及同步辐射实验系统，HEPS 主体包括直线加速器、低能输运线、增强器、高能输运线、储存环五部分；同步辐射实验系统主要由光束线(及其插入件和前端区)、实验站和辅助实验室组成。本期拟建设 17 条光束线站(14 条公共线站和 3 条测试线站)。与主体装置配套的基础设施包括地面建筑物、室内外给排水、供电、通风空调、辐射防护、消防报警等设施。在本装置的工作区范围内不建工作人员的居住和生活用房。

(2)辐射防护:对直线加速器、储存环、增强器、束流垃圾桶及光束线站采用符合设计规范的实体屏蔽防护措施，确保各屏蔽门与同侧墙体具有同等屏蔽能力，控制区边界墙、防护门、顶棚外表面辐射剂量率均不大于  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

对辐射工作场所严格实行分区管理，采用分区联锁、束流闸切断保护、人员出入管理系统、声光报警系统等保护装置，在直线加速器隧道、增强器隧道、储存环隧道、光束线站(包括出墙棚屋和实验棚屋)、废物暂存间等各控制区进出口、防护门等主要位置设置明显的放射性标志、警示说明、管制状态指示和语音提示器等，保护辐射工作人员的人身安全。

(3)三废治理措施:

1)放射性废气:空气感生放射性核素均为短半衰期核素，经过一段时间后可自行衰变至较低水平。整个装置空气感生放射性核素年排放总量为  $2.85 \times 10^9 \text{ Bq}$ 。储存环微负压运行，换气率  $0.1\text{-}0.5 \text{ 次/hr}$ ，其他隧道运行时不通风；停机后储存环和其他隧道排风，换气率  $3\text{-}6 \text{ 次/hr}$ 。装置运行过程中的感生放射性气体经各控制区通风系统统一引至储存环大厅屋顶，经过滤后排放并开展流出物监测。考虑到其排入大气后的扩散和稀释，其对环境的影响是可以接受的。

2)放射性废水:本项目产生的放射性废液主要是活化的冷却水。主要放射性核素主要考虑 ${}^7\text{Be}$ 、 ${}^3\text{H}$ 。活化冷却水中的 ${}^7\text{Be}$ 、 ${}^3\text{H}$ 总活度浓度为 $3.49\text{E}+04\text{ Bq/m}^3$ ,冷却水中放射性核素每年的总活度约为 $9.42\text{E}+06\text{ Bq}$ 。装置正常运行期间,冷却水闭路循环不排放,只在设备相关部位检修时根据需要才可能排放。闭路循环时水量为 $270\text{ m}^3$ ,检修时一次性排放,建设方案中设有废水收集池,容积为 $300\text{ m}^3$ ,更换下来的冷却水排往废水收集池内暂存衰变,暂存时间为1年,待下次检修前排放。废水收集池内的水在排放前必须进行取样测量,满足北京市的排放标准(《水污染物综合排放标准》(DB11/307-2013)中总 $\beta$ 放射性浓度不大于 $10\text{ Bq/L}$ 及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871—2002)相应排放限值,并经审管部门批准后,方可排入市政管网。

3)放射性固废:本装置的放射性固体废物,主要是装置的活化部件,主要放射性废物为储存环束流管,其比活度在 $1.18\times 10^2\text{ Bq/g}\sim 3.47\times 10^2\text{ Bq/g}$ 之间,属于低放废物。将被活化的储存环束流管等放射性固体废物进行收集后,统一转移至专用放射性废物暂存间,在放射性废物暂存间收集、冷却一段时间后,经检测符合标准要求的经审管部门确认后清洁解控,不符合解控要求的则在废物间中继续存放,或送交有处置资质的单位处置。

#### (4)辐射环境影响分析:

##### ①职业照射

在HEPS正常运行工况下,直线隧道屏蔽墙外最大剂量率为 $2.0\mu\text{Sv/h}$ ,增强器屏蔽墙外剂量率为 $1.63\mu\text{Sv/h}$ ,储存环周围辐射水平最高为 $0.58\mu\text{Sv/h}$ ,光束线站周围人员可能到达位置辐射水平不超过 $1.0\mu\text{Sv/h}$ ,保守估计,按照剂量率 $2.0\mu\text{Sv/h}$ 估算,年工作时间按 $2000\text{ h}$ 计算(加速器工作人员小部分时间会下隧道检修,约 $200\text{ h}$ ),居留因子按 $1/2$ ,则工作人员年受照剂量不超过 $2\text{ mSv/a}$ 。

突然丢束工况下,储存环周围辐射水平最高为 $0.508\text{ mSv/次}$ ,低于设定的 $1\text{ mSv/次}$ 。通过加速器的运行管理方式可以控制每个区域每年的丢束不超过两次。保守估计工作人员年受照 $2$ 次,则工作人员受照剂量为 $1.02\text{ mSv/a}$ 。

保守估计,职业工作人员年受照剂量为 $2.0\text{ mSv/a}+1.02\text{ mSv/a}=3.02\text{ mSv/a}$ ,低于 $5\text{ mSv/a}$ 。外来科研实验人员工作时间为职业工作人员的 $1/5$ ,则其年受照剂量为 $3.2\div 5=0.6\text{ mSv/a}$ ,低于剂量约束值 $1\text{ mSv/a}$ 。

## ②公众照射

距离项目最近的西庄公众因气载流出物、天空反散射和 HEPS 装置引起的年受照剂量最大不超过  $0.45\mu\text{Sv/a}$ 。

园区内非辐射工作人员因气载流出物、天空反散射和 HEPS 装置引起的年受照剂量最大不超过  $4.7\mu\text{Sv/a}$ 。

评价范围内各关注点处的公众年受照剂量均低于  $0.1\text{ mSv/a}$  的剂量约束值。

## (5)非放射环境性影响分析:

### ①废水

工艺冷却水(纯水)制备过程中产生浓水主要成分为自来水过滤后残留液,由于其成分为水中原有成分,直接排入市政污水管网;生活污水可直接纳入市政污水管网;空压机排水经油水分离器隔油后纳入市政污水管网;以上排水水质均达到《水污染物排放标准》(DB11/307-2013)后排入市政污水管网,经怀柔(庙城)污水处理厂进行处理。

### ②废气

本项目采用 2 台 3500kW 燃气锅炉作为停机检修期间辅助热源,经预测,锅炉烟气中  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  及颗粒物排放浓度及烟囱高度均能满足《锅炉大气污染物排放标准》(DB11/139-2015)中 2017 年 4 月 1 日起的新建锅炉标准限值要求,颗粒物小于  $5\text{mg/m}^3$ ,  $\text{SO}_2$  小于  $10\text{mg/m}^3$ ,  $\text{NO}_x$  小于  $30\text{mg/m}^3$ 。

污染物排放量为颗粒物  $0.093\text{t/a}$ 、 $\text{SO}_2$   $0.064\text{t/a}$ 、 $\text{NO}_x$   $0.607\text{t/a}$ 。由于锅炉规模增大,天然气用量增大,大气各污染物排放浓度无明显变化,排放总量均有不同程度的增加,锅炉排放颗粒物、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$  最大落地浓度点位于锅炉周边 50m 范围内,最大落地浓度值均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中相应二级标准限值要求( $\text{PM}_{10}$   $0.15\text{mg/m}^3$ 、 $\text{SO}_2$   $0.5\text{mg/m}^3$ 、 $\text{NO}_2$   $0.2\text{mg/m}^3$ )。

实验室有机废气均经通风橱由活性炭净化装置过滤处理后排放,各污染物排放浓度和排放速率均可满足北京市《大气污染物综合排放标准》(DB11/501-2017)中无组织排放限值要求,非甲烷总烃小于  $1.0\text{ mg/m}^3$ 。

HEPS 装置运行过程中会产生  $\text{O}_3$  和  $\text{NO}_2$ , 下风向最大落地浓度均满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中  $\text{O}_3$  和  $\text{NO}_2$  的小时浓度二级限值,均小于  $0.2\text{ mg/m}^3$ 。

### ③噪声

本项目运行期间对非放射性环境影响主要是冷却塔、空压机、锅炉等设备运行产生的噪声对厂址边界和居民点的影响，经过估算，满足标准要求，不会造成扰民现象。

### ④固体废物

本项目营运过程中产生的固废主要包括危险废物和一般固废。

危险废物主要包括 HEPS 运行过程中产生的废绝缘油、空压机运行过程产生的废油，以及实验室废有机溶剂、废酸碱、实验垃圾等，其中：废油类、实验室废有机溶剂、废酸碱、废包装物均委托有资质单位处置。

一般废物主要包括职工产生的生活垃圾及工艺冷却水(纯水)制备中替换下的废弃离子交换树脂、废活性炭、废反渗透膜。其中生活垃圾交由当地环卫部门统一清运处置，废弃离子交换树脂、废活性炭、废反渗透膜定期由厂家回收或外运处置。

### ⑤环境风险

对于各线站及实验室化学品的使用，各类化学试剂存放于于易制毒、易制爆化学品库房内，按分类要求在不同试剂柜(架)存放。化学品存储量相对较小，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)附录 B，远未达到重大危险源的临界量。

综上所述，本项目的建设对环境的影响是可以接受的。

### ⑥污染物排放总量

目前，怀柔区生态环境局已按此出具总量控制审核意见，NO<sub>x</sub> 实施“减二增一”削减量替代，本项目大气污染物排放总量为 SO<sub>2</sub>: 0.080t/a、NO<sub>x</sub>: 1.214t/a、颗粒物: 0.090t/a，水污染物排放总量为 COD<sub>Cr</sub>: 13.3596t/a、氨氮: 0.6144t/a。总量来源于怀柔区可替代量指标。

经核算，本项目大气污染物排放量为 SO<sub>2</sub>: 0.064t/a、NO<sub>x</sub>: 0.607t/a、颗粒物: 0.093t/a；水污染物排放量为 COD<sub>Cr</sub>: 13.3596t/a、氨氮: 0.6144t/a。不超过怀柔区生态环境局下发的总量指标。

### (6)辐射安全管理:

本项目建设单位已经取得生态环境部(原环保部)颁发的辐射安全许可证，本项

目为新建项目，建设单位将根据本项目的最终运行方案，完善本单位辐射安全与环境保护管理机构、辐射安全管理规章制度、开展辐射环境监测和个人剂量监测等工作，并制定辐射事故应急预案。

(7)建议与承诺：

1)项目建设阶段，随着工程的深化和优化，辐射安全与防护及环境保护随之优化，确保屏蔽门的辐射防护与同侧墙体具有同等的屏蔽能力；建设过程中，密切关注防护设施和屏蔽层的施工质量，确保防护效果；新增光束线站等核技术利用项目须另行报批建设项目环评文件；加强安全管理和教育，培育核安全文化。

2)与当地环保部门密切配合，加强环境剂量和放射性的监督检测。

3)为尽量降低 HEPS 装置运行对环境的影响，在该装置运行之后对“三废”要加强管理，以尽量减少放射性物质的排放。将对实验大厅各处的剂量率进行详细地实地测量，确保在辐射工作场所的剂量率低于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。对于设备检修人员，要在停机半个小时后进行检修。

4)不断完善放射性事故应急预案，并在运行过程中每年演练一次。

5)放射性废水的排放，在排放前进行监测，并得到审管部门批准后再排放。

## 7.2 审批部门审批决定

### 7.2.1 HEPS 项目环境影响报告书的批复

一、拟建项目位于北京市怀柔区怀柔新城 11 街区、北京综合性国家科学中心北端。项目内容为建造并使用一套高能同步辐射。光源(I 类射线装置)及相应配套设施，包括：(1)加速器主要建设电子能量为  $6\text{GeV}$  的储存环，以及为储存环提供束流的直线加速器、增强器、1 条低能输运线和 2 条高能输运线等；(2)光束线站主要建设工程材料线站等 14 条光束线和相应的实验站等；(3)配套土建工程主要建设储存环、注入器、光束线站等所需配套建筑，以及供电、供水、空调、辐射防护等辅助设施。项目总投资 476130 万元，总建筑面积 12.5 万平方米，主要环境问题是辐射安全与防护。在落实环境影响报告书和本批复提出的各项污染防治措施后，项目对环境的影响是可以接受的，同意本项目环境影响报告书的总体结论。

二、项目实施及运行中应重点做好以下工作：

(一)辐射安全与防护方面

1.根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和环评报告书

预测，本项目公众、职业人员、外来科研实验人员照射剂量约束值分别执行 0.1mSv/a、5mSv/a 和 1mSv/a。

2.你单位须对辐射工作场所实行严格分区管理。在直线加速器隧道、增强器隧道、储存环隧道、光束线站(包括出墙棚屋和实验棚屋)、废物暂存间等各控制区进出口、防护门等主要位置设置明显的放射性标志、警示说明、管制状态指示和语音提示器。采取不低于报告中混凝土、铅、铁等实体屏蔽防护措施，确保各屏蔽门与同侧墙体具有同等屏蔽能力，控制区边界墙、防护门、顶棚外表面辐射剂量率均不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。

3.你单位须设置完善的人身安全连锁系统，包括连锁 PLC 系统、连锁门禁系统和连锁钥匙系统。共设置不少于 136 套紧急停机按钮和 36 套搜索清场按钮、26 套门禁连锁设备和 52 套视频监控设备、26 套交换式门连锁钥匙、3 套中控室交换式连锁钥匙和 1 套加速器控制钥匙、3 套光束线站固定式剂量率连锁装置等。配备不少于 10 台便携式辐射监测仪、50 台个人剂量报警仪等监测仪器。确保辐射工作场所安全和防护措施有效，防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。

4.你单位须加强放射性废水、废气、固体废物的管理。建造容量不小于 300 立方米的收集池收集与暂存被活化的冷却水，经检测总  $\beta$  放射性小于 10Bq/L 并经审管部门确认后按规定排放。感生放射性气体经各控制区通风系统引至储存环大厅屋顶，经高效过滤器过滤后排放，并设置气体采样口，开展流出物连续采样监测。被活化的储存环束流管等放射性固体废物须收集至放射性废物储存间暂存衰变，经检测符合标准要求并经审管部门确认后清洁解控，不符合解控要求的送交有资质的单位处置。

5.你单位须在怀柔工作区建立二级辐射安全管理机构，设置专职管理部门和人员，建立本项目辐射安全管理规章制度及操作规程，包括外来科研实验人员的管理制度。须针对储存环束流突然丢失情况制定有效的技术和管理措施，有效减低束流突然丢失频率。须针对连锁失灵导致人员误入误照、水回路破裂等各种事故类型制定详细的应急处置方案。应确保在加速器完全停机足够时间后，检修人员方可进入加速器隧道进行检修工作。辐射防护负责人应为注册核安全工程师，全部辐射工作人员(本期约 400 名)均须通过中级辐射安全与防护培训，并开展个人剂量监测。

6.你单位须建立完善的监测方案和监测系统,严格落实辐射工作场所、放射性流出物和辐射环境监测工作。本项目厂界周边设置不少于5个自动监测站,辐射作场所设置不少于105处剂量监测点位,开展 $\gamma$ 、中子剂量率连续监测。同时做好放射性气体、液体等流出物监测,以及项目周边环境敏感目标和公众活动区域的 $\gamma$ 、中子剂量率,气溶胶、地表水、地下水、土壤等环境放射性水平监测工作。

## (二)生态环境保护方面

1.采暖须采用市政供热或热回收机组供热。备用燃气锅炉须安装低氮燃烧装置,执行《锅炉大气污染物排放标准》(DB11/139-2015)中颗粒物 $5\text{mg}/\text{m}^3$ ,二氧化硫 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ,氮氧化物 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 的排放限值。

2.排水须实施雨污分流。空压机排水经油水分离器隔油处理后,与纯水制备废水、生活污水一并经市政污水管网排入怀柔污水处理厂,执行北京市《水污染物综合排放标准》(DB11/307-2013)中排入公共污水处理系统的悬浮物 $400\text{mg}/\text{L}$ ,化学需氧量(COD) $500\text{mg}/\text{L}$ ,氨氮 $45\text{mg}/\text{L}$ ,石油类 $10\text{mg}/\text{L}$ 的排放限值。

3.固体废物收集、处置须执行《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中相关规定。危险废物须按照规范收集、贮存并交有资质单位处置,执行北京市危险废物转移联单制度。

4.固定噪声源须合理布局,厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中2类限值。施工过程严格执行《北京市建设工程施工现场管理办法》,施工厂界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011);落实《北京市空气重污染应急预案(2018年修订)》相关要求。

三、项目实施须严格执行配套的污染防治设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。自环境影响报告书批复之日起五年内项目未能开工建设的,本批复自动失效。项目性质、规模、地点或环保措施发生重大变化,应重新报批建设项目环评文件。本项目外新增建设光束线站的核技术利用内容须另行报批。

四、根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的有关规定,你单位须据此批复文件、满足相关条件向生态环境部重新办理辐射安全许可证后,相关场所、设施与装置方可投入使用。项目竣工后须按照有关规定及时开展环保验收。

## 7.2.2 HEPS 项目变动环境影响报告书的批复

一、2019年3月，我局批准了《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目环境影响报告书》(京环审〔2019〕35号)。本项目位于北京市怀柔区怀柔新城11街区、北京综合性国家科学中心北端，内容为：1.建造并使用一套电子能量为6GeV的高能同步辐射光源(I类射线装置)，包括直线加速器、低能输运线、增强器、高能输运线和储存环；2.建设同步辐射实验系统，包括14条光束线(及其插入件和前端区)、实验站和辅助实验室；3.建设与主体装置配套的建筑及基础设施。项目总投资47.6亿元，总建筑面积12.5万平方米。

二、你单位因科研需要和运行模式的确定，直线加速器、增强器和储存环的束流损失方式及损失数量有所变化，对本项目的建设进行了以下变动：1.在直线加速器上增加高能、低能束流分析站各1个，在储能环注入引出区增加束流垃圾桶1个，光束线站由原14条增加至17条；2.对直线加速器、增强器、储存环的隧道及迷宫通道部分墙体增加屏蔽厚度或调整屏蔽材料，迷宫数量由19个增加为20个；3.增加多个人身安全联锁系统现场设备数量；4.增加放射性固体废物暂存间的总面积和总容积，并将储存环的废物暂存间由设备厅调整到隧道内。在落实项目变动环境影响报告书和本批复提出的各项污染防治措施后，项目变动后对环境的影响是可以接受的，同意本项目变动环境影响报告书的总体结论。

三、项目实施及运行中应重点做好以下工作：

1.根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和环境影响报告书预测，本项目公众、职业人员、外来科研实验人员照射剂量约束值分别执行0.1mSv/a、5mSv/a和1mSv/a。

2.你单位须对辐射工作场所实行严格分区管理，采用分区联锁、束流闸切断保护、人员出入控制、声光报警等保护系统或装置。在各控制区进出口、防护门等主要位置设置明显的放射性标志、警示说明、管制状态指示和语音提示器等。严格落实报告书中新增加的混凝土、重晶石混凝土(密度不小于 $3.4\text{g}/\text{cm}^3$ )、铅、铁、覆土(密度不小于 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ )等实体屏蔽防护措施，确保各屏蔽门与同侧墙体具有同等屏蔽能力，控制区边界墙、防护门、顶棚、迷宫入口处等外表面辐射剂量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，光束线站侧墙和端墙外剂量率不大于 $1\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，束流突然丢失(每个区域每年不超过2次)工况下的最大累积剂量不大于1mSv/次。须采取有效的保

持覆土层结构稳定、水土不流失等施工工艺与维护措施，确保覆土层屏蔽的可靠性和有效性。

3.你单位须设置完善的人身安全联锁系统，确保直线加速器、增强器和储存环有任一运行状态下，所有迷宫通道门联锁有效，阻止人员入内或停留。共设置不少于36套紧急停机按钮和38套搜索清场按钮、29套门禁联锁设备和52套视频监控设备、29套交换式门联锁钥匙、3套中控室交换式联锁钥匙和1套加速器控制钥匙、3套光束线站固定式剂量率联锁装置等。确保辐射工作场所安全和防护措施有效，防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。

四、其他要求仍按照京环审〔2019〕35号文件执行。

### 7.2.3 HEPS项目二次变动环境影响报告书的批复

一、2019年3月、2023年1月，我局先后批准了《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目环境影响报告书》(京环审〔2019〕35号)、《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目变动环境影响报告书》(京环审〔2023〕3号)。本项目位于北京市怀柔区怀柔新城11街区、北京综合性国家科学中心北端，内容为建造并使用一套高能同步辐射光源(I类射线装置)，包括(1)电子能量6GeV、电流强度200mA的储存环，以及为其提供束流的直线加速器、低能输运线、增强器和高能输运线；(2)同步辐射实验系统，包括17条光束线站及实验室；3.配套建筑及基础设施等。项目总投资47.6亿元，总建筑面积12.5万平方米。

二、你单位因工艺设计的不断深入，再次对项目建设内容进行以下变动：(1)供热负荷需求增加，辅助供热(光源停机期间)的2台燃气锅炉容量，由每台1400kW增加至每台3500kW；(2)17条光束线站储存环内真空盒长度变短、最大电流由400mA降为200mA，进而调整光学棚屋、实验棚屋辐射防护设计。在落实环境影响报告书和本批复提出的各项污染防治措施后，项目对环境的影响是可以接受的，同意本项目变动环境影响报告书的总体结论。

三、项目实施及运行中应重点做好以下工作：

1.根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和环境影响报告书预测，本项目公众、职业人员照射剂量约束值仍分别执行0.1mSv/a、5mSv/a(外来实验人员1mSv/a)。

2.须落实报告书中17条光束线站的铅、铁、混凝土、钢等屏蔽防护措施及光

学棚屋后墙加厚等措施，确保各光束线站的光学棚屋(最大电流 200mA)、实验棚屋(最大能量 300keV)外表面辐射剂量率低于 1 $\mu$ Sv/h(侧、端墙)、2.5 $\mu$ Sv/h(顶棚)。

3.供热须采用市政供热或热回收机组供热，备用燃气锅炉只在光源停机期间辅助补充供热，尽量降低运行时间(不超过 200 天)、减少污染物排放总量。须加强低氮燃烧器维修维护、锅炉开停炉运行管理和废气排放监测，确保废气污染物排放符合《锅炉大气污染物排放标准》(DB11/139-2015)中新建锅炉排放限值要求。

4.排放废气中二氧化硫、氮氧化物、颗粒物，以及排放废水中化学需氧量、氨氮等各污染物年排放总量，需满足怀柔区污染物排放总量要求。

5.须加强废活性炭、废弃离子交换树脂、废绝缘油及实验室废化学试剂等危险废物管理，分类收集储存于相应废物储存间，及时交由有资质单位进行回收处置。

四、其他要求仍按照京环审〔2019〕35号、京环审〔2023〕3号文件执行。

## 8 验收监测内容

高能所委托国家卫生健康委职业安全卫生研究中心和壹检(北京)生物科技有限公司进行了场所的监测，并出具了监测报告(报告编号为：FS2026020、ZYYJ-260224HB001)，详见附件4和附件8。本项目验收监测内容主要为园区内外X、 $\gamma$ 辐射剂量率；中子周围剂量当量率；空气中 $\gamma$ 放射性核素；空气中氡；土壤中 $\gamma$ 放射性核素；水中总 $\alpha$ 总 $\beta$ ；水中氡；水中 $\gamma$ 放射性核素；锅炉废气二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、林格曼黑度；污水总排放口pH、氨氮、化学需氧量、生化需氧量、石油类、悬浮物；厂界无组织排放非甲烷总烃；厂界噪声。

### 8.1 验收期间工况

高能同步辐射光源(HEPS)为I类射线装置。出束期间，直线加速器和增强器达到设计指标。检测时，具体参数如下：

- (1)直线加速器将束流能量加速至500MeV，束流流强为200nA；
- (2)增强器将束流能量加速至6GeV，束流流强为15mA；
- (3)储存环束流能量为6GeV，束流流强为100mA(设计指标为200mA)；
- (4)停束约30分钟后，测量各隧道内的感生放射性；
- (5)线站线束能量和光强按照设计参数工况下进行检测，情况详见监测报告；

(6)锅炉废气验收监测期间光源停机检修，开启备用燃气锅炉补充供热。锅炉废气验收监测期间的锅炉工况75%。光源启动运行期间，辅助实验室及其环境保护设施正常运行；

- (7)装置整体运行约12个月后，取增强器和储存环一次循环冷却水样品。

### 8.2 验收监测项目

本项目辐射监测项目见表8.2-1。

表 8.2-1 辐射监测项目一览表

监测对象	监测项目	监测时间
贯穿辐射	$\gamma$ 周围剂量当量率	2026.2.5~2026.2.12
	中子周围剂量当量率	
感生放射性	$\gamma$ 周围剂量当量率	2026.2.12
空气	H-3	2026.2.9~2026.4.30
水	总 $\alpha$ 、总 $\beta$	2026.2.4~2026.4.30
	Be-7、Na-22、Cr-51、Mn-52、Mn-54、Co-58、Fe-59、	2026.2.5~2026.2.24

## 8 验收监测内容

监测对象	监测项目	监测时间
	Zr-95	
	H-3	2026.2.5~2026.4.30
气溶胶	Be-7、Na-22、Cr-51、Mn-52、Mn-54、Co-58、Fe-59、Zr-95	2026.2.5~2026.2.24
土壤	Be-7、Na-22、Cr-51、Mn-52、Mn-54、Co-58、Fe-59、Zr-95	2026.2.5~2026.2.24

本项目非放射性监测项目见表 8.2-2。

表 8.2-2 非放射性监测项目一览表

监测类别	监测项目	监测时间
工业废气(有组织)	氮氧化物	2026.2.24~2026.2.25
	二氧化硫	
	低浓度颗粒物	
	烟气黑度	
工业废气(无组织)	非甲烷总烃	2026.03.16~2026.03.17
废水	pH 值	
	氨氮	
	化学需氧量	
	生化需氧量	
	石油类	
	悬浮物	
噪声	厂界噪声	

### 8.3 监测点位

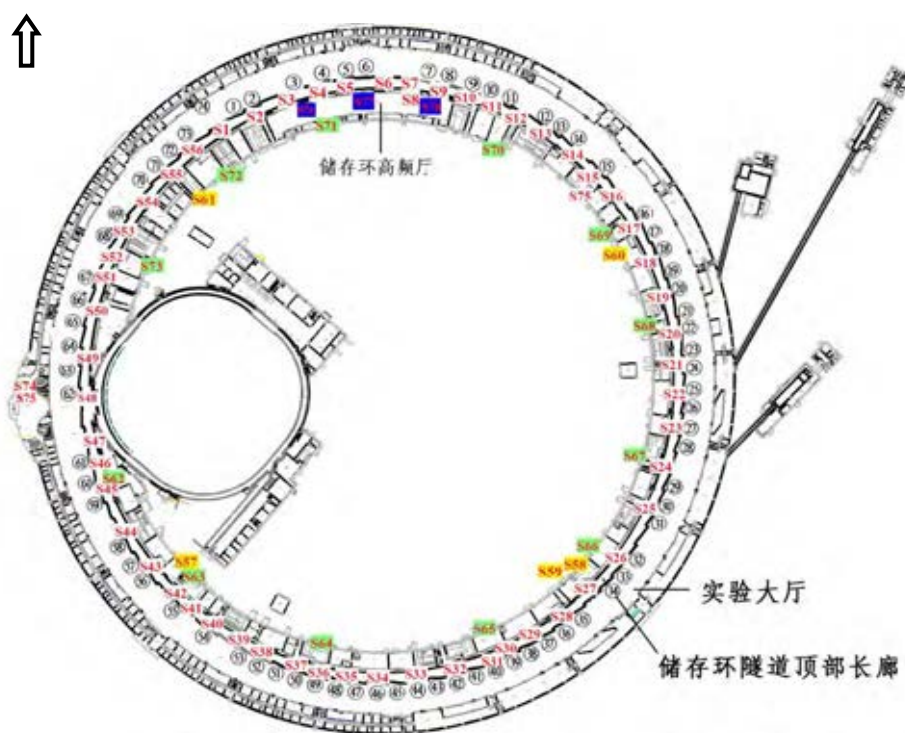
辐射监测根据《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)、《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)、《中子周围剂量当量率测量方法》(FB 01-2022)、《环境空气氟化水蒸气的测定液体闪烁计数法》(FB 06-2022)、《空气中放射性核素的  $\gamma$  能谱分析方法》(WS/T 184-2017)、《水质 总  $\alpha$  放射性测定 厚源法》(HJ 898-2017)、《水质 总  $\beta$  放射性测定 厚源法》(HJ 899-2017)、《环境及生物样品中放射性核素的  $\gamma$  能谱分析方法》(GB/T 16145-2022)等标准进行检测和布点, 详见图 8.3-1~图 8.3-20。

非放射性监测根据《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》(生态环境部, 2017 年)、《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ 819-2017)进行检测和布点, 详见图 8.3-21。



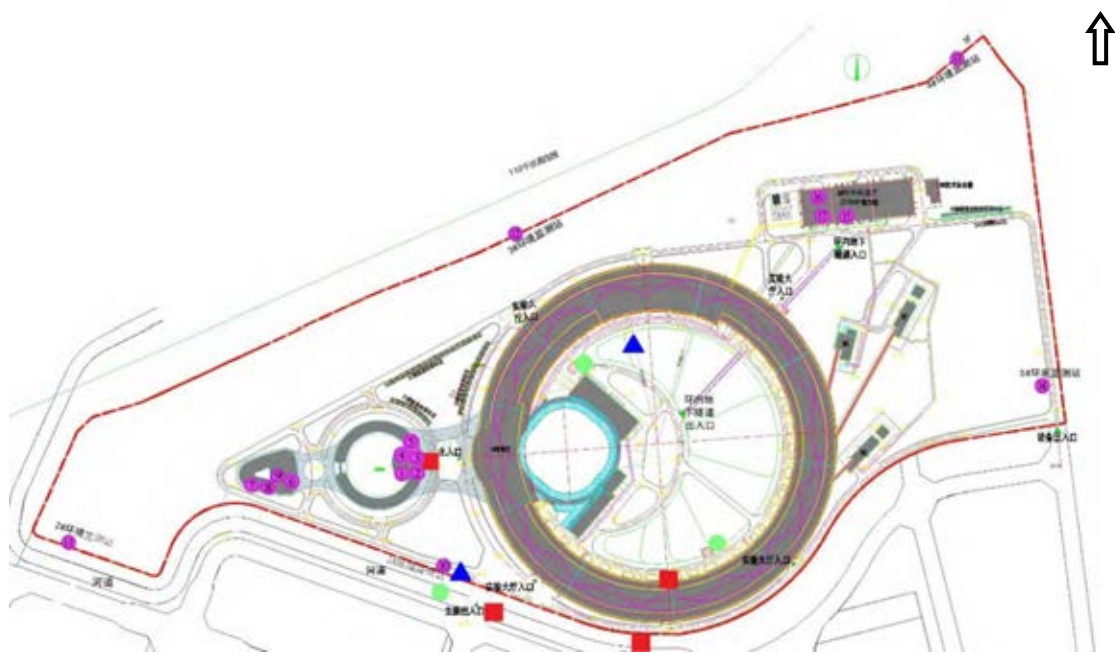
注：①~⑩表示剂量率监测点位。

图 8.3-1 HEPS 直线加速器和增强器区域监测布点示意图



注：①~⑦④表示实验大厅区域剂量率检测点位；S1~S78 表示剂量率检测点位，其中■表示储存环区域的设备通道防护门检测点位；■表示储存环区域的人员通道防护门检测点位；■表示储存环高频厅内剂量率检测点位。

图 8.3-2 HEPS 实验大厅和储存环区域监测布点示意图



注：①~⑦表示剂量率检测点位；■表示空气样品采样点位；▲表示土壤样品采样点位；●表示水样采样点位。

图 8.3-3 HEPS 实验区与样品采集监测布点示意图

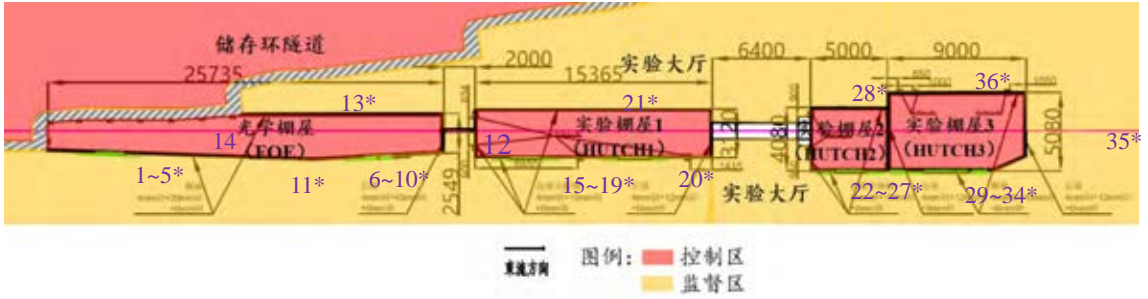


图 8.3-4 B1 工程材料线站监测布点示意图

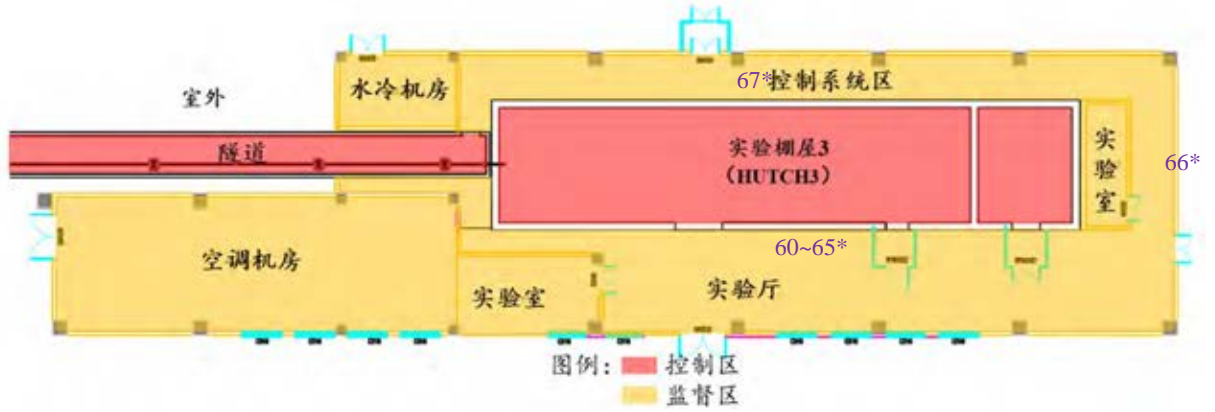
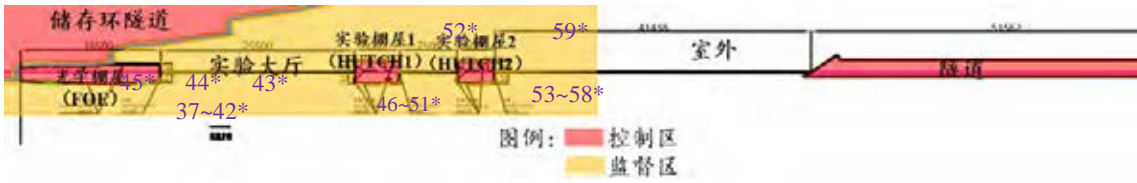
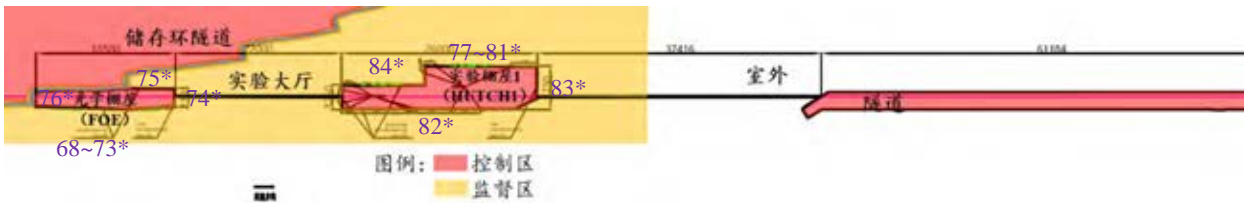


图 8.3-5 B2 硬 X 射线纳米探针线站监测布点示意图



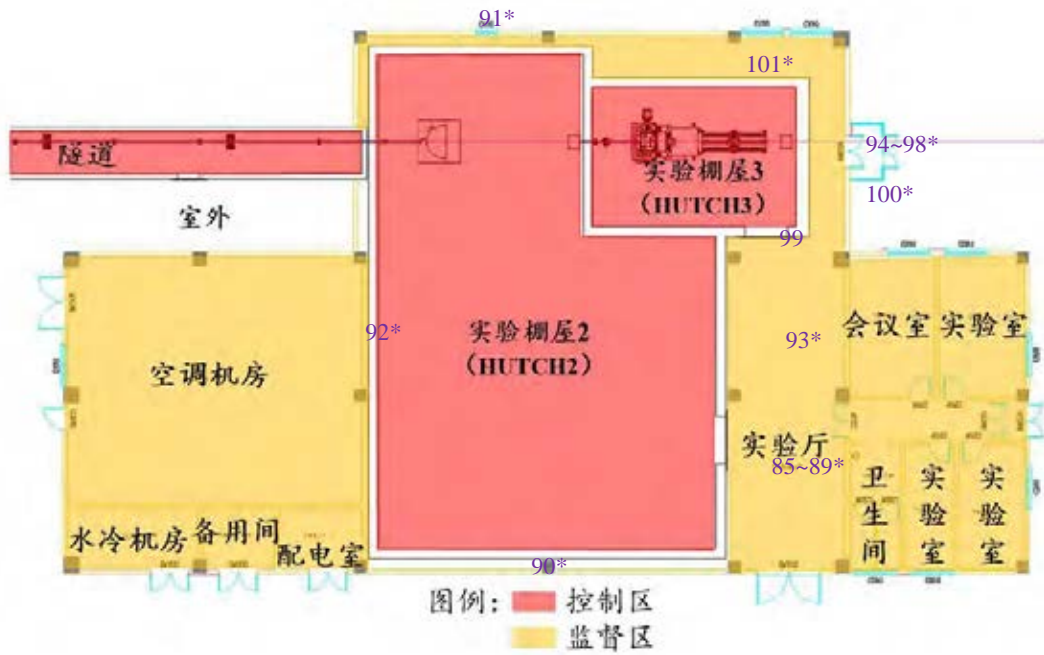


图 8.3-6 B3 结构动力学线站监测布点示意图

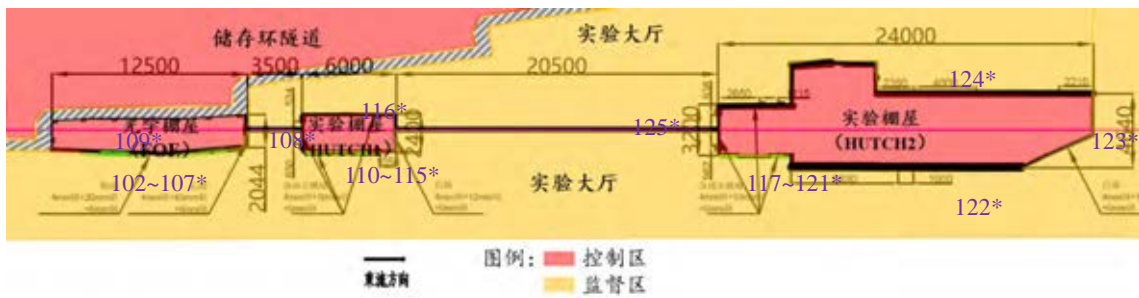


图 8.3-7 B4 硬 X 射线相干散射线站监测布点示意图

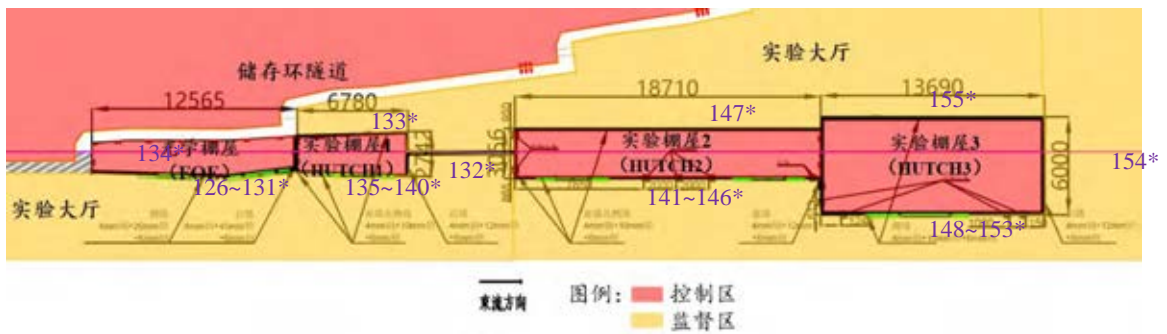


图 8.3-8 B5 高分辨谱学线站监测布点示意图

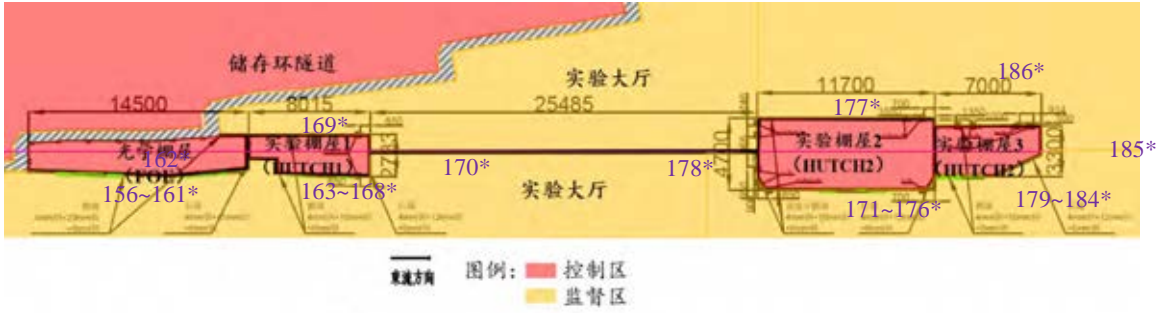


图 8.3-9 B6 高压线站监测布点示意图

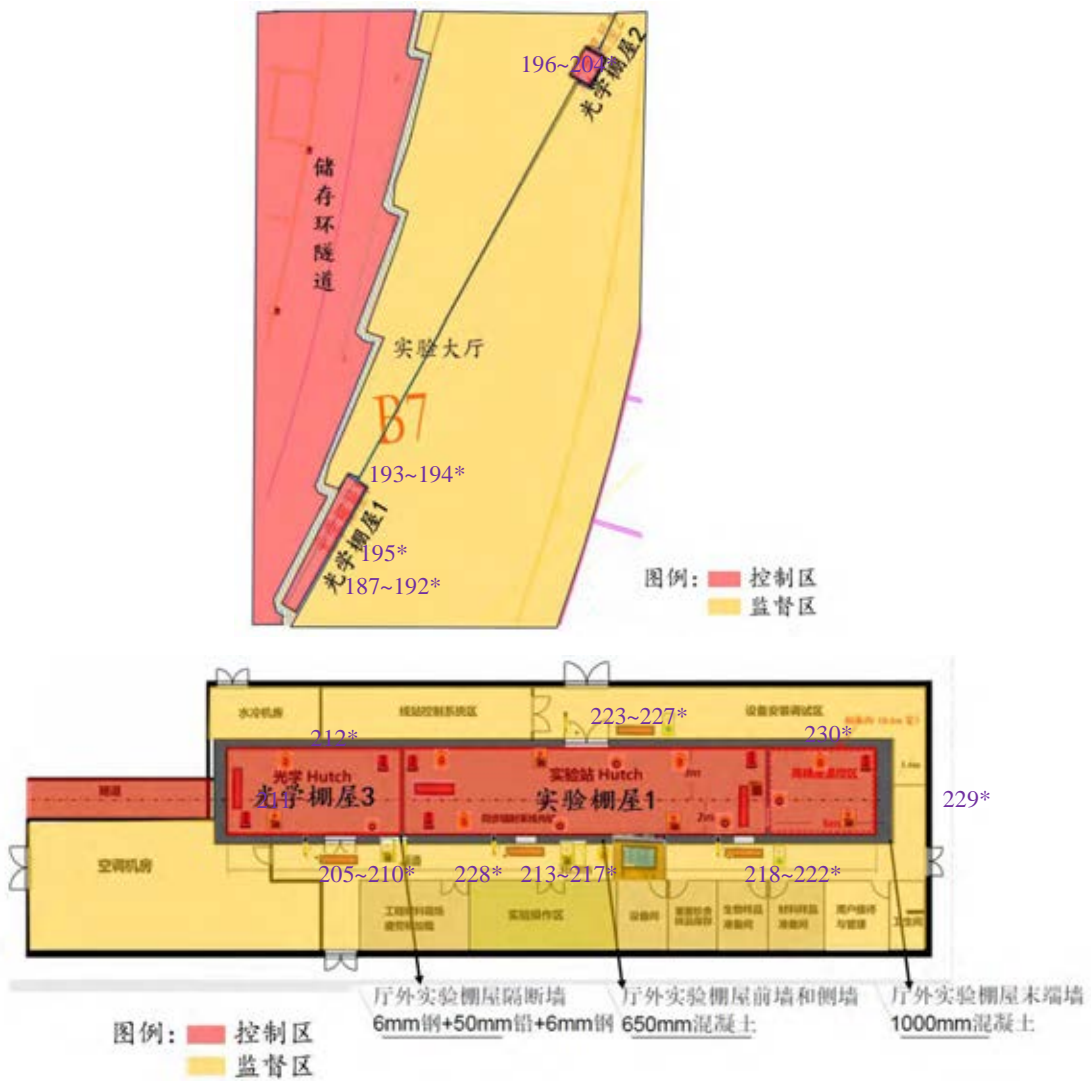


图 8.3-10 B7 硬 X 射线成像线站监测布点示意图

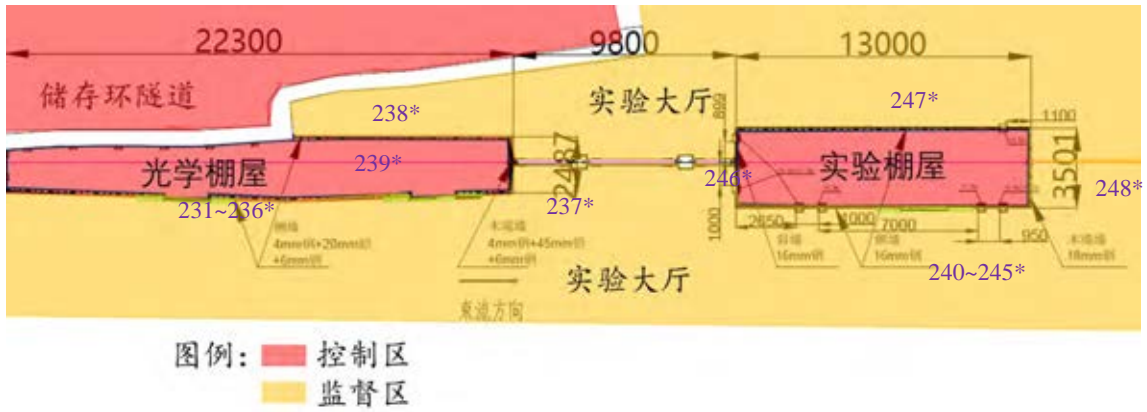


图 8.3-11 B8 X 射线吸收谱学线站监测布点示意图

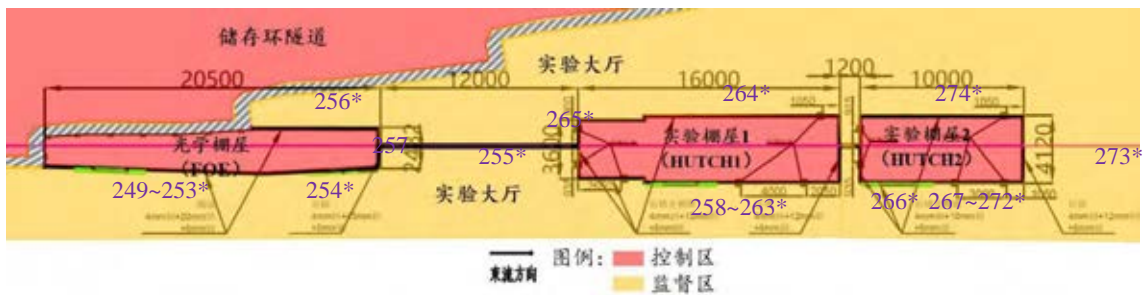


图 8.3-12 B9 低维结构探针线站监测布点示意图

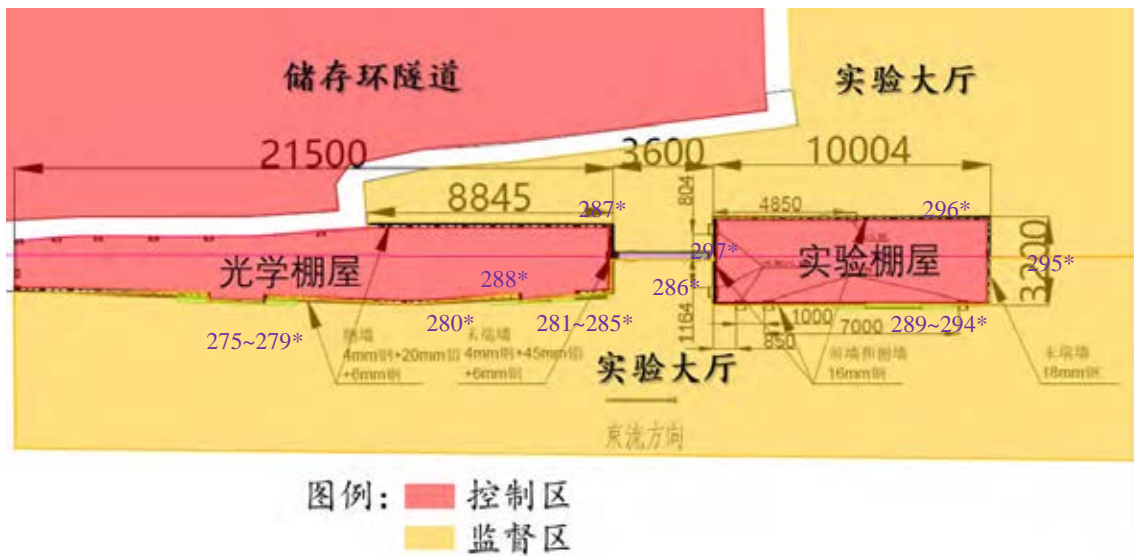


图 8.3-13 BA 生物大分子微晶衍射线站监测布点示意图



图 8.3-14 BB 粉光小角散射线站监测布点示意图

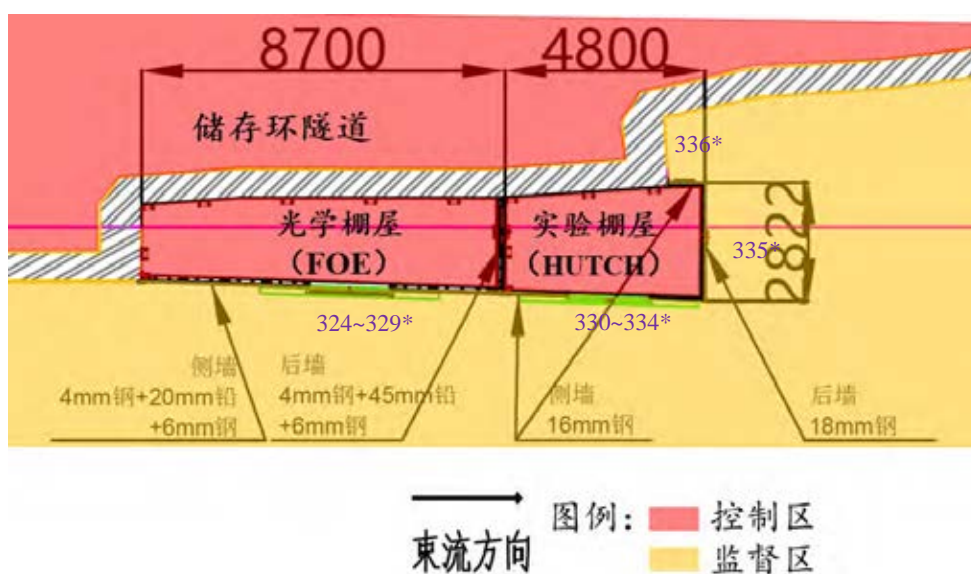


图 8.3-15 BC 高分辨纳米电子结构线站监测布点示意图

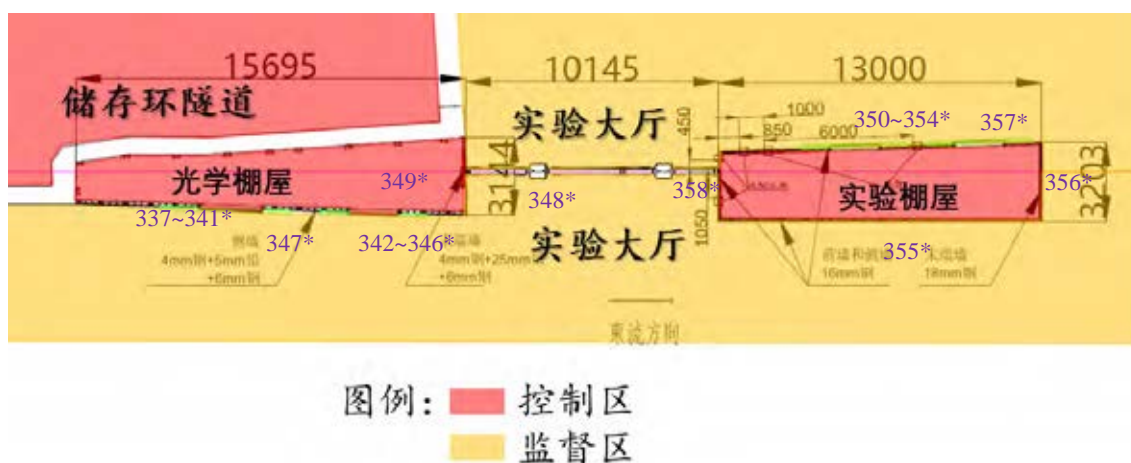
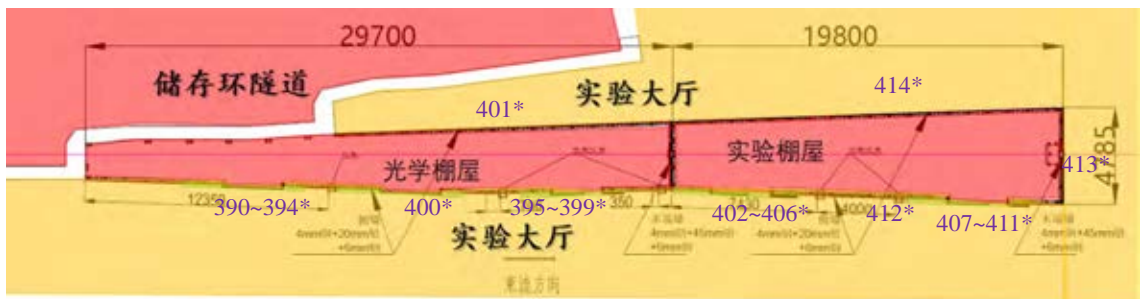


图 8.3-16 BD 通用环境谱学线站监测布点示意图



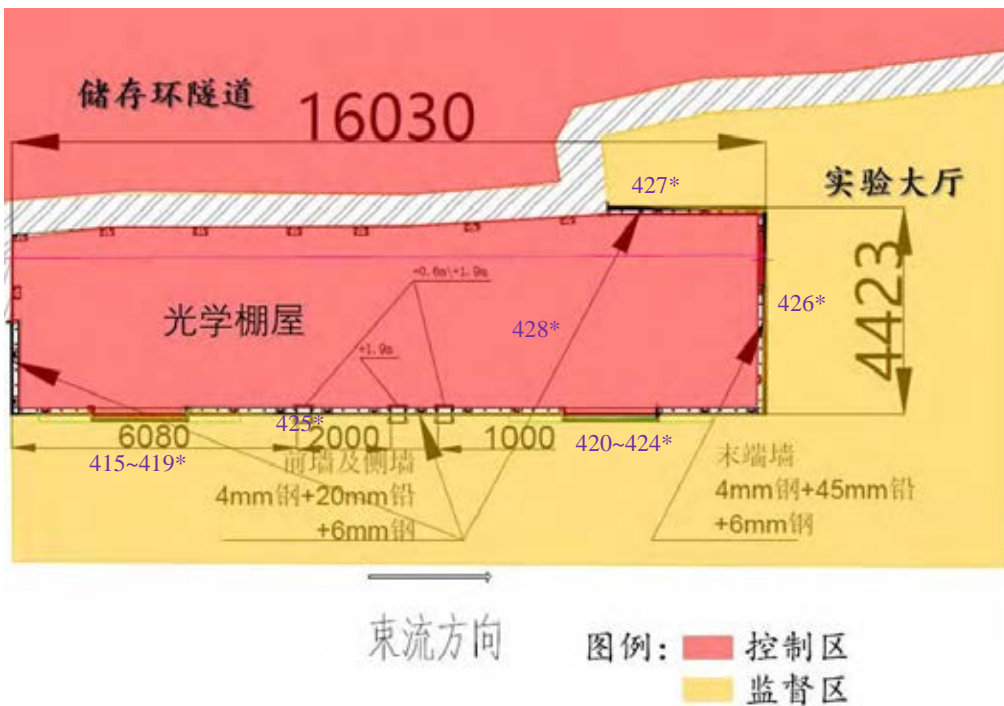
图例：控制区  
监督区

图 8.3-17 BE X 射线显微成像线站监测布点示意图



图例：控制区  
监督区

图 8.3-18 BF 测试线站监测布点示意图



图例：控制区  
监督区

图 8.3-19 X 射线束测线站监测布点示意图

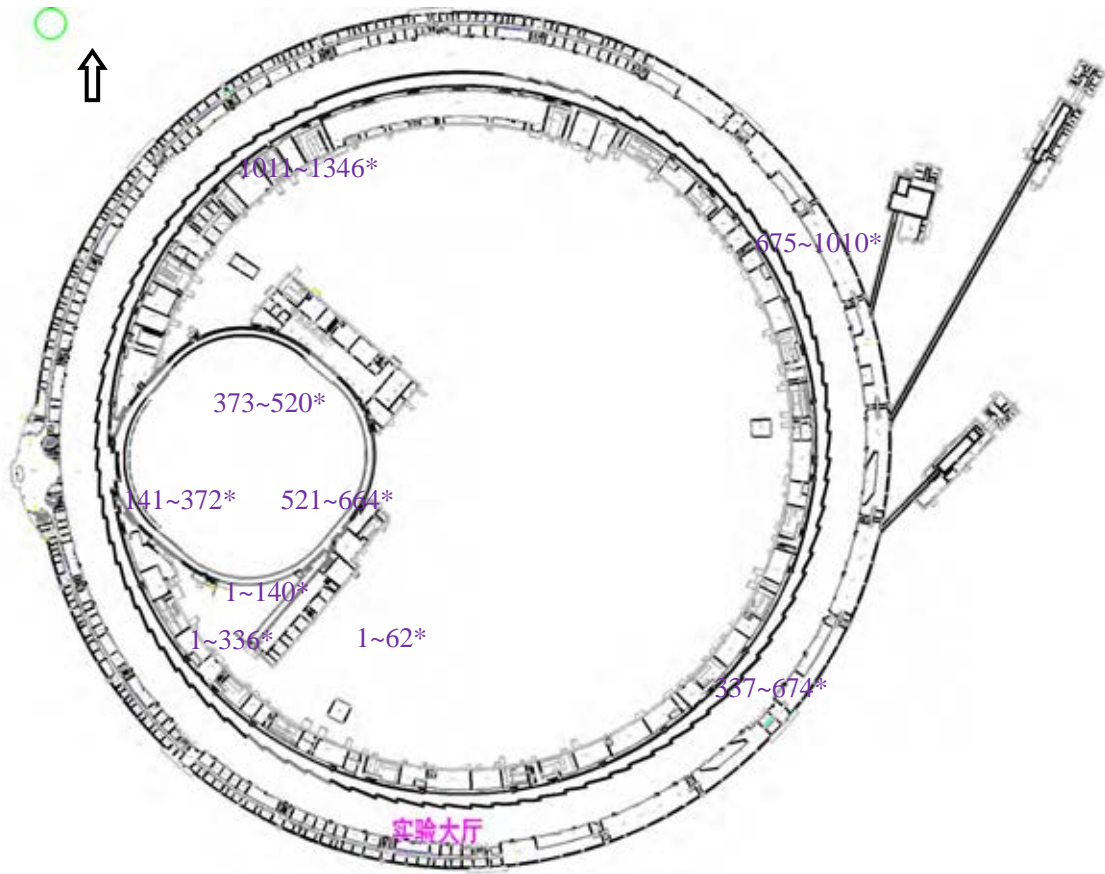
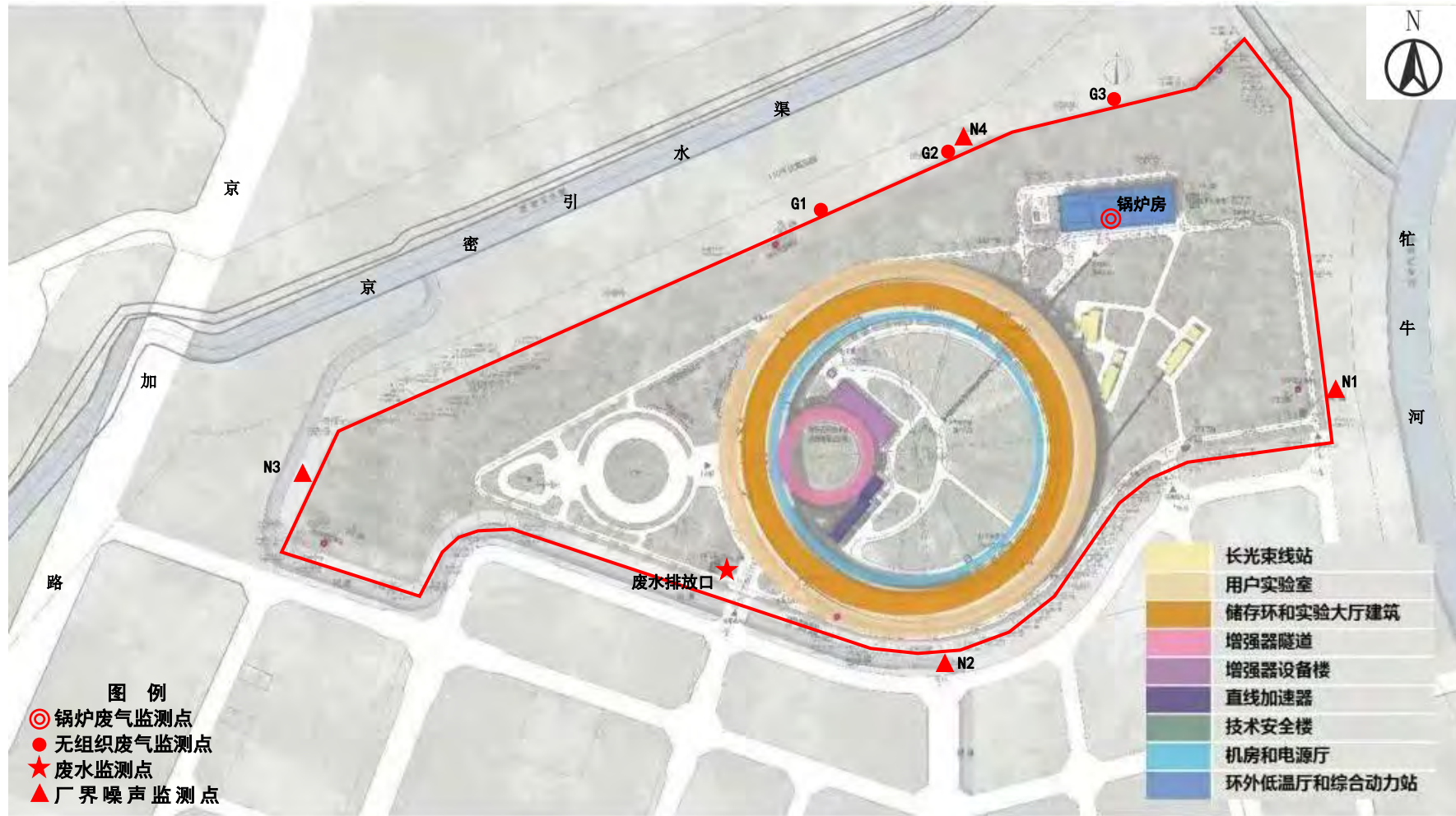


图 8.3-20 X 直线加速器、增强器和储存环监测布点示意图



## 8.4 监测分析方法

辐射监测分析方法依据标准见表 8.4-1。

表 8.4-1 各监测项目分析方法一览表

监测对象	监测项目	监测依据标准
贯穿辐射	$\gamma$ 、中子周围剂量当量率	《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)、《中子周围剂量当量率测量方法》(FB01-2022)
感生放射性	$\gamma$ 周围剂量当量率	《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)
空气	H-3	《环境空气氟化水蒸气的测定液体闪烁计数法》(FB06-2022)
水	总 $\alpha$ 、总 $\beta$	《水质总 $\alpha$ 放射性测定 厚源法》(HJ 898-2017)、《水质总 $\beta$ 放射性测定 厚源法》(HJ 899-2017)
	Be-7、Na-22、Cr-51、Mn-52、Mn-54、Co-58、Fe-59、Zr-95	《环境及生物样品中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法》(GB/T 16145-2022)
气溶胶	Be-7、Na-22、Cr-51、Mn-52、Mn-54、Co-58、Fe-59、Zr-95	《环境及生物样品中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法》(GB/T 16145-2022)、《空气中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法》(WS/T 184-2017)
土壤	Be-7、Na-22、Cr-51、Mn-52、Mn-54、Co-58、Fe-59、Zr-95	《环境及生物样品中放射性核素的 $\gamma$ 能谱分析方法》(GB/T 16145-2022)

## 8.5 验收监测数据

### 8.5.1 辐射监测数据

辐射监测数据见下表 8.5-1~表 8.5-17。

表 8.5-1 HEPS 直线加速器周围剂量当量率检测结果

序号	检测位置	检测结果		
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	直线加速器控制室内①	0.118±0.005	<LLD <sub>n</sub>	0.118±0.005
2	直线加速器隧道西南侧入口门外 30cm 处②	0.098±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.098±0.004
3	西南侧 1 号速调管栅栏外侧③	0.108±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.108±0.004
4	直线加速器控制室④	0.114±0.005	<LLD <sub>n</sub>	0.114±0.005
5	直线加速器隧道屏蔽墙外 30cm 处⑤	0.110±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.110±0.004
6	直线加速器隧道屏蔽墙外 30cm 处(电源厅内)⑥	0.116±0.005	<LLD <sub>n</sub>	0.116±0.005
7	直线加速器隧道与增强器隧道连接处⑦	0.161±0.007	<LLD <sub>n</sub>	0.161±0.007
8	直线加速器大厅东南门外 30cm 处⑧	0.107±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.107±0.004
9	直线加速器大厅设备通道屏蔽门外 30cm 处⑨	0.097±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.097±0.004
10	直线加速器大厅设备通道屏蔽门左缝外 30cm 处⑨	0.098±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.098±0.004
11	直线加速器大厅设备通道屏蔽门下缝外 30cm 处⑨	0.097±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.097±0.004

序号	检测位置	检测结果		
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
12	直线加速器大厅设备通道屏蔽门右缝外 30cm 处⑨	0.097±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.097±0.004

注：周围剂量当量率检测结果中包含宇宙射线响应值 11.5nGy/h；中子周围剂量当量率仪的最小探测下限(LLD<sub>n</sub>)为 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ，检测布点示意图见监测点位。

表 8.5-2 HEPS 增强器周围剂量当量率检测结果

序号	检测位置	检测结果		
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	增强器隧道上方土层正南方⑩	0.108±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.108±0.004
2	增强器隧道上方土层西南方⑪	0.098±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.098±0.004
3	增强器隧道上方土层正西方⑫	0.137±0.005	0.116±0.005	0.253±0.005
4	增强器隧道上方土层西北方⑬	0.119±0.005	0.063±0.003	0.182±0.005
5	增强器隧道上方土层正北方⑭	0.118±0.005	0.049±0.002	0.167±0.005
6	增强器隧道上方土层东北方⑮	0.148±0.006	<LLD <sub>n</sub>	0.148±0.006
7	增强器隧道上方土层正东方⑯	0.135±0.005	<LLD <sub>n</sub>	0.135±0.005
8	直线加速器隧道北侧西墙外 30cm 处⑰	0.124±0.005	<LLD <sub>n</sub>	0.124±0.005
9	增强器隧道上方土层东南方⑱	0.122±0.005	<LLD <sub>n</sub>	0.122±0.005
10	直线加速器隧道南侧西墙外 30cm 处⑲	0.113±0.005	<LLD <sub>n</sub>	0.113±0.005
11	增强器设备通道 SD1 屏蔽门外 30cm 处⑳	0.083±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.083±0.004
12	增强器设备通道 SD1 屏蔽门左缝外 30cm 处㉑	0.346±0.014	<LLD <sub>n</sub>	0.346±0.014
13	增强器设备通道 SD1 屏蔽门下缝外 30cm 处㉒	0.098±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.098±0.004
14	增强器设备通道 SD1 屏蔽门右缝外 30cm 处㉓	0.115±0.005	<LLD <sub>n</sub>	0.115±0.005
15	增强器设备通道 SD2 屏蔽门外 30cm 处㉔	0.100±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.100±0.004
16	增强器设备通道 SD2 屏蔽门左缝外 30cm 处㉕	0.079±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.079±0.003
17	增强器设备通道 SD2 屏蔽门下缝外 30cm 处㉖	0.080±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.080±0.003
18	增强器设备通道 SD2 屏蔽门右缝外 30cm 处㉗	0.080±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.080±0.003
19	增强器人员通道 ID1 屏蔽门外 30cm 处㉘	0.109±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.109±0.004
20	增强器人员通道 ID2 屏蔽门外 30cm 处㉙	0.104±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.104±0.004
21	增强器人员通道 ID3 屏蔽门外 30cm 处㉚	0.097±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.097±0.004
22	增强器人员通道 ID4 屏蔽门外 30cm 处㉛	0.097±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.097±0.004
23	增强器高频厅人员通道屏蔽门外 30cm 处㉜	0.085±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.085±0.004
24	增强器隧道东北侧墙外 30cm 处(高频厅内)㉝	0.107±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.107±0.004
25	增强器隧道东北侧墙外 30cm 处(高频厅内)㉞	0.105±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.105±0.004
26	增强器高频厅控制室门外㉟	0.100±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.100±0.004
27	增强器隧道东侧墙外 30cm 处㊱	0.111±0.005	<LLD <sub>n</sub>	0.111±0.005

注：周围剂量当量率检测结果包含宇宙射线响应值 11.5nGy/h；中子周围剂量当量率仪的最小探测下限(LLD<sub>n</sub>)为 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ，检测布点示意图见监测点位。

表 8.5-3 HEPS 实验大厅周围剂量当量率检测结果

序号	检测位置	检测结果		
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	高能同步辐射光 42I 出口 30cm 处①	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.094±0.003
2	高能同步辐射光 41B 出口 30cm 处②	0.113±0.003	0.046±0.002	0.159±0.003
3	高能同步辐射光 40B 出口 30cm 处③	0.116±0.003	0.068±0.003	0.185±0.003
4	高能同步辐射光 40I 出口 30cm 处④	0.102±0.003	0.084±0.004	0.187±0.004
5	高能同步辐射光 39B 出口 30cm 处⑤	0.089±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.089±0.003
6	高能同步辐射光 39I 出口 30cm 处⑥	0.089±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.089±0.003
7	实验大厅 36 基建处⑦	0.122±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.122±0.004
8	实验大厅 35 基建处⑧	0.098±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.098±0.003
9	高能同步辐射光 34B 出口 30cm 处⑨	0.104±0.003	0.221±0.009	0.324±0.009
10	高能同步辐射光 34I 出口 30cm 处⑩	0.105±0.003	0.621±0.026	0.726±0.026
11	高能同步辐射光 33B 出口 30cm 处⑪	0.102±0.003	0.159±0.007	0.261±0.007
12	高能同步辐射光 32B 出口 30cm 处⑫	0.103±0.003	0.439±0.018	0.542±0.018
13	高能同步辐射光 32I 出口 30cm 处⑬	0.104±0.003	0.201±0.008	0.305±0.008
14	高能同步辐射光 31B 出口 30cm 处⑭	0.108±0.003	0.220±0.009	0.327±0.009
15	高能同步辐射光 30B 出口 30cm 处⑮	0.107±0.003	0.132±0.006	0.239±0.006
16	高能同步辐射光 29B 出口 30cm 处⑯	0.107±0.003	0.169±0.007	0.277±0.007
17	高能同步辐射光 29I 出口 30cm 处⑰	0.113±0.003	0.281±0.012	0.394±0.012
18	高能同步辐射光 28B 出口 30cm 处⑱	0.113±0.003	0.265±0.011	0.378±0.011
19	高能同步辐射光 28I 出口 30cm 处⑲	0.183±0.003	2.18±0.09	2.36±0.09
20	高能同步辐射光 27B 出口 30cm 处⑳	0.139±0.004	0.296±0.012	0.435±0.012
21	高能同步辐射光 27I 出口 30cm 处㉑	0.139±0.004	0.277±0.012	0.416±0.012
22	高能同步辐射光 26B 出口 30cm 处㉒	0.090±0.003	0.150±0.006	0.240±0.006
23	高能同步辐射光 26I 出口 30cm 处㉓	0.180±0.006	0.694±0.029	0.874±0.029
24	高能同步辐射光 25B 出口 30cm 处㉔	0.113±0.003	0.178±0.008	0.291±0.008
25	高能同步辐射光 25I 出口 30cm 处㉕	0.112±0.003	0.189±0.008	0.301±0.008
26	高能同步辐射光 24B 出口 30cm 处㉖	0.113±0.003	0.199±0.008	0.312±0.008
27	高能同步辐射光 24I 出口 30cm 处㉗	0.136±0.005	0.429±0.018	0.565±0.018
28	高能同步辐射光 23B 出口 30cm 处㉘	0.103±0.003	0.223±0.009	0.325±0.009
29	高能同步辐射光 22B 出口 30cm 处㉙	0.100±0.003	0.220±0.009	0.320±0.009
30	高能同步辐射光 22I 出口 30cm 处㉚	0.093±0.003	1.66±0.07	1.76±0.07
31	高能同步辐射光 21B 出口 30cm 处㉛	0.091±0.003	0.137±0.006	0.229±0.006
32	高能同步辐射光 20B 出口 30cm 处㉜	0.089±0.003	0.122±0.005	0.211±0.005
33	高能同步辐射光 20I 出口 30cm 处㉝	0.100±0.003	0.343±0.014	0.443±0.014
34	高能同步辐射光 19B 出口 30cm 处㉞	0.104±0.003	0.162±0.007	0.266±0.007
35	高能同步辐射光 18B 出口 30cm 处㉟	0.091±0.003	0.124±0.005	0.215±0.005

## 8 验收监测内容

序号	检测位置	检测结果		
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计( $\mu\text{Sv/h}$ )
36	高能同步辐射光 18I 出口(围栏外)③⑥	0.098±0.003	0.483±0.020	0.581±0.020
37	高能同步辐射光 17B 出口 30cm 处③⑦	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.086±0.003
38	高能同步辐射光 17I 出口 30cm 处③⑧	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.091±0.003
39	高能同步辐射光 16B 出口 30cm 处③⑨	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.095±0.003
40	高能同步辐射光 16I 出口 30cm 处④⑩	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.091±0.003
41	高能同步辐射光 15B 出口 30cm 处④⑪	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.094±0.003
42	高能同步辐射光 15I 出口 30cm 处④⑫	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.092±0.003
43	高能同步辐射光 14B 出口 30cm 处④⑬	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.091±0.003
44	高能同步辐射光 14I 出口 30cm 处④⑭	0.087±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.087±0.003
45	高能同步辐射光 13B 出口 30cm 处④⑮	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.091±0.003
46	高能同步辐射光 13I 出口 30cm 处④⑯	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.092±0.003
47	高能同步辐射光 12B 出口 30cm 处④⑰	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.092±0.003
48	高能同步辐射光 12I 出口 30cm 处④⑱	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.092±0.003
49	高能同步辐射光 11B 出口 30cm 处④⑲	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.092±0.003
50	高能同步辐射光 11I 出口 30cm 处④⑳	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.091±0.003
51	高能同步辐射光 10B 出口 30cm 处④㉑	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.094±0.003
52	高能同步辐射光 10I 出口 30cm 处④㉒	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.091±0.003
53	高能同步辐射光 09B 出口 30cm 处④㉓	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.093±0.003
54	高能同步辐射光 08B 出口 30cm 处④㉔	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.096±0.003
55	高能同步辐射光 07B 出口 30cm 处④㉕	0.097±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.097±0.003
56	高能同步辐射光 06B 出口 30cm 处④㉖	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.090±0.003
57	高能同步辐射光 06I 出口 30cm 处④㉗	0.106±0.003	0.156±0.007	0.262±0.007
58	高能同步辐射光 05B 出口 30cm 处④㉘	0.090±0.003	0.065±0.003	0.155±0.003
59	高能同步辐射光 04B 出口 30cm 处④㉙	0.082±0.003	0.095±0.004	0.177±0.004
60	高能同步辐射光 04I 出口 30cm 处④㉚	0.086±0.003	0.078±0.003	0.164±0.003
61	高能同步辐射光 03B 出口 30cm 处④㉛	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.093±0.003
62	高能同步辐射光 01B 出口 30cm 处④㉜	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.096±0.003
63	高能同步辐射光 01I 出口 30cm 处④㉝	0.097±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.097±0.003
64	高能同步辐射光 48B 出口 30cm 处④㉞	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.096±0.003
65	高能同步辐射光 48I 出口 30cm 处④㉟	0.080±0.002	0.066±0.003	0.147±0.003
66	高能同步辐射光 47I 出口 30cm 处④㊱	0.080±0.003	0.054±0.002	0.134±0.002
67	高能同步辐射光 46B 出口 30cm 处④㊲	0.088±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.088±0.003
68	高能同步辐射光 45B 出口 30cm 处④㊳	0.103±0.003	0.064±0.003	0.167±0.003
69	高能同步辐射光 45I 出口 30cm 处④㊴	0.102±0.003	0.087±0.004	0.189±0.004
70	高能同步辐射光 44I 出口 30cm 处④㊵	0.116±0.003	0.424±0.018	0.541±0.018
71	高能同步辐射光 43B 出口 30cm 处④㊶	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.103±0.003

序号	检测位置	检测结果		
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计( $\mu\text{Sv/h}$ )
72	高能同步辐射光 43I 出口 30cm 处②	0.117±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.117±0.003
73	高能同步辐射光 42B 出口 30cm 处③	0.118±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.118±0.004
74	高能同步辐射光 B23 门厅处④	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.102±0.003

注：周围剂量当量率检测结果包含宇宙射线响应值 11.5nGy/h；中子周围剂量当量率仪的最小探测下限(LLD<sub>n</sub>)为 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ，检测布点示意图见监测点位。

表 8.5-4 HEPS 储存环周围剂量当量率检测结果

序号	检测位置	检测结果		
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	隧道顶部长廊 43 处电缆线口 S1	0.060±0.002	<LLD <sub>n</sub>	0.060±0.002
2	隧道顶部长廊 43 处过道 S1	0.064±0.002	<LLD <sub>n</sub>	0.064±0.002
3	隧道顶部长廊 42 处电缆线口 S2	0.119±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.119±0.003
4	隧道顶部长廊 42 处过道 S2	0.119±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.119±0.003
5	隧道顶部长廊 41 处电缆线口 S3	0.120±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.120±0.003
6	隧道顶部长廊 41 处过道 S3	0.121±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.121±0.004
7	隧道顶部长廊 40 处电缆线口 S4	0.118±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.118±0.004
8	隧道顶部长廊 40 处过道 S4	0.116±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.116±0.003
9	隧道顶部长廊 39 处电缆线口 S5	0.118±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.118±0.003
10	隧道顶部长廊 39 处过道 S5	0.118±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.118±0.003
11	隧道顶部长廊 38 处电缆线口 S6	0.116±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.116±0.003
12	隧道顶部长廊 38 处过道 S6	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.106±0.003
13	隧道顶部长廊 37 处电缆线口 S7	0.118±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.118±0.004
14	隧道顶部长廊 37 处过道 S7	0.118±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.118±0.003
15	隧道顶部长廊 37 处准直口 S8	0.118±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.118±0.004
16	隧道顶部长廊 36 处电缆线口 S9	0.120±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.120±0.004
17	隧道顶部长廊 36 处过道 S9	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.114±0.003
18	隧道顶部长廊 35 处电缆线口 S10	0.113±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.113±0.003
19	隧道顶部长廊 35 处过道 S10	0.118±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.118±0.003
20	隧道顶部长廊 34 处电缆线口 S11	0.112±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.112±0.003
21	隧道顶部长廊 34 处过道 S11	0.126±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.126±0.004
22	隧道顶部长廊 33 处电缆线口 S12	0.119±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.119±0.003
23	隧道顶部长廊 33 处过道 S12	0.116±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.116±0.003
24	隧道顶部长廊 32 处电缆线口 S13	0.116±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.116±0.003
25	隧道顶部长廊 32 处过道 S13	0.115±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.115±0.003
26	隧道顶部长廊 31 处电缆线口 S14	0.110±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.110±0.003
27	隧道顶部长廊 31 处过道 S14	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.106±0.003

## 8 验收监测内容

序号	检测位置	检测结果		
		X、 $\gamma$ ( $\mu$ Sv/h)	中子( $\mu$ Sv/h)	合计( $\mu$ Sv/h)
28	隧道顶部长廊 30 处电缆线口 S15	0.115±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.115±0.003
29	隧道顶部长廊 30 处过道 S15	0.107±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.107±0.003
30	隧道顶部长廊三区清场入口 S16	0.100±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.100±0.003
31	隧道顶部长廊 29 处电缆线口 S17	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.102±0.003
32	隧道顶部长廊 29 处过道 S17	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.103±0.003
33	隧道顶部长廊 28 处电缆线口 S18	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.096±0.003
34	隧道顶部长廊 28 处过道 S18	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.104±0.003
35	隧道顶部长廊 27 处电缆线口 S19	0.108±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.108±0.003
36	隧道顶部长廊 27 处过道 S19	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.106±0.003
37	隧道顶部长廊 26 处电缆线口 S20	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.106±0.003
38	隧道顶部长廊 26 处过道 S20	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.106±0.003
39	隧道顶部长廊 25 处电缆线口 S21	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.104±0.003
40	隧道顶部长廊 25 处过道 S21	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.105±0.003
41	隧道顶部长廊 24 处电缆线口 S22	0.118±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.118±0.004
42	隧道顶部长廊 24 处过道 S22	0.113±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.113±0.003
43	隧道顶部长廊 23 处电缆线口 S23	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.114±0.003
44	隧道顶部长廊 23 处过道 S23	0.107±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.107±0.003
45	隧道顶部长廊 22 处电缆线口 S24	0.107±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.107±0.003
46	隧道顶部长廊 22 处过道 S24	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.105±0.003
47	隧道顶部长廊 21 处电缆线口 S25	0.097±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.097±0.003
48	隧道顶部长廊 21 处过道 S25	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.101±0.003
49	隧道顶部长廊 20 处电缆线口 S26	0.116±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.116±0.003
50	隧道顶部长廊 20 处过道 S26	0.113±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.113±0.003
51	隧道顶部长廊 19 处电缆线口 S27	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.102±0.003
52	隧道顶部长廊 19 处过道 S27	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.104±0.003
53	隧道顶部长廊二区清场入口 S28	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.095±0.003
54	隧道顶部长廊 18 处电缆线口 S29	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.095±0.003
55	隧道顶部长廊 18 处过道 S29	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.101±0.003
56	隧道顶部长廊 17 处电缆线口 S30	0.098±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.098±0.003
57	隧道顶部长廊 17 处过道 S30	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.095±0.003
58	隧道顶部长廊 16 处电缆线口 S31	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.103±0.003
59	隧道顶部长廊 16 处过道 S31	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.104±0.003
60	隧道顶部长廊 15 处电缆线口 S32	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.102±0.003
61	隧道顶部长廊 15 处过道 S32	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.101±0.003
62	隧道顶部长廊 14 处电缆线口 S33	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.104±0.003
63	隧道顶部长廊 14 处过道 S33	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.104±0.003

序号	检测位置	检测结果		
		X、 $\gamma$ ( $\mu$ Sv/h)	中子( $\mu$ Sv/h)	合计( $\mu$ Sv/h)
64	隧道顶部长廊 13 处电缆线口 S34	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.114±0.003
65	隧道顶部长廊 13 处过道 S34	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.114±0.003
66	隧道顶部长廊 13 处准直口 S35	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.092±0.003
67	隧道顶部长廊 12 处电缆线口 S36	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.095±0.003
68	隧道顶部长廊 12 处过道 S36	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.093±0.003
69	隧道顶部长廊 11 处电缆线口 S37	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.101±0.003
70	隧道顶部长廊 11 处过道 S37	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.103±0.003
71	隧道顶部长廊 10 处电缆线口 S38	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.096±0.003
72	隧道顶部长廊 10 处过道 S38	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.104±0.003
73	隧道顶部长廊 09 处电缆线口 S39	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.106±0.003
74	隧道顶部长廊 09 处过道 S39	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.094±0.003
75	隧道顶部长廊 08 处电缆线口 S40	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.104±0.003
76	隧道顶部长廊 08 处过道 S40	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.105±0.003
77	隧道顶部长廊 07 处电缆线口 S41	0.108±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.108±0.003
78	隧道顶部长廊 07 处过道 S41	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.114±0.003
79	隧道顶部长廊一区清场入口 S42	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.091±0.003
80	隧道顶部长廊 06 处电缆线口 S43	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.106±0.003
81	隧道顶部长廊 06 处过道 S43	0.109±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.109±0.003
82	隧道顶部长廊 05 处电缆线口 S44	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.101±0.003
83	隧道顶部长廊 05 处过道 S44	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.094±0.003
84	隧道顶部长廊 04 处电缆线口 S45	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.095±0.003
85	隧道顶部长廊 04 处过道 S45	0.099±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.099±0.003
86	隧道顶部长廊 03 处电缆线口 S46	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.106±0.003
87	隧道顶部长廊 03 处过道 S46	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.105±0.003
88	隧道顶部长廊 02 处电缆线口 S47	0.107±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.107±0.003
89	隧道顶部长廊 02 处过道 S47	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.106±0.003
90	隧道顶部长廊 01 处电缆线口 S48	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.092±0.003
91	隧道顶部长廊 01 处过道 S48	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.091±0.003
92	隧道顶部长廊 48 处电缆线口 S49	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.092±0.003
93	隧道顶部长廊 48 处过道 S49	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.094±0.003
94	隧道顶部长廊 47 处电缆线口 S50	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.106±0.003
95	隧道顶部长廊 47 处过道 S50	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.106±0.003
96	隧道顶部长廊四区清场入口 S51	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.105±0.003
97	隧道顶部长廊 46 处电缆线口 S52	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.104±0.003
98	隧道顶部长廊 46 处过道 S52	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.102±0.003
99	隧道顶部长廊 45 处电缆线口 S53	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.094±0.003

## 8 验收监测内容

序号	检测位置	检测结果		
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计( $\mu\text{Sv/h}$ )
100	隧道顶部长廊 45 处过道 S53	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.103±0.003
101	隧道顶部长廊 44 处电缆线口 S54	0.107±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.107±0.003
102	隧道顶部长廊 44 处过道 S54	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.104±0.003
103	隧道顶部长廊 SD4 防护门外(二层) S55	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.103±0.003
104	隧道顶部长廊 SD4~43 处过道 S56	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.101±0.003
105	储存环设备通道 SD1 防护门外 30cm 处 S57	0.119±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.119±0.004
106	储存环设备通道 SD1 防护门左缝外 30cm 处 S57	0.129±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.129±0.004
107	储存环设备通道 SD1 防护门下缝外 30cm 处 S57	0.137±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.137±0.004
108	储存环设备通道 SD1 防护门右缝外 30cm 处 S57	0.140±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.140±0.004
109	储存环设备通道 SD2 防护门外 30cm 处 S58	0.141±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.141±0.004
110	储存环设备通道 SD2 防护门左缝外 30cm 处 S58	0.642±0.018	0.439±0.018	1.08±0.018
111	储存环设备通道 SD2 防护门下缝外 30cm 处 S58	0.254±0.007	<LLD <sub>n</sub>	0.254±0.007
112	储存环设备通道 SD2 防护门右缝外 30cm 处 S58	0.186±0.005	<LLD <sub>n</sub>	0.186±0.005
113	储存环设备通道 SD2 防护门左侧墙外 30cm 处 S59	0.502±0.015	<LLD <sub>n</sub>	0.502±0.015
114	储存环设备通道 SD3 防护门外 30cm 处 S60	0.148±0.004	0.120±0.005	0.268±0.005
115	储存环设备通道 SD3 防护门左缝外 30cm 处 S60	0.147±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.147±0.004
116	储存环设备通道 SD3 防护门下缝外 30cm 处 S60	0.148±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.148±0.004
117	储存环设备通道 SD3 防护门右缝外 30cm 处 S60	0.140±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.140±0.004
118	储存环设备通道 SD4 防护门外 30cm 处 S61	0.159±0.005	<LLD <sub>n</sub>	0.159±0.005
119	储存环设备通道 SD4 防护门左缝外 30cm 处 S61	0.139±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.139±0.004
120	储存环设备通道 SD4 防护门下缝外 30cm 处 S61	0.139±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.139±0.004
121	储存环设备通道 SD4 防护门右缝外 30cm 处 S61	0.126±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.126±0.004
122	储存环人员通道 ID01 防护门外 30cm 处 S62	0.140±0.004	0.426±0.018	0.566±0.018
123	储存环人员通道 ID02 防护门外 30cm 处 S63	0.141±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.141±0.004

序号	检测位置	检测结果		
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计( $\mu\text{Sv/h}$ )
124	储存环人员通道 ID03 防护门外 30cm 处 S64	0.141±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.141±0.004
125	储存环人员通道 ID04 防护门外 30cm 处 S65	0.130±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.130±0.004
126	储存环人员通道 ID05 防护门外 30cm 处 S66	0.276±0.008	0.607±0.025	0.883±0.025
127	储存环人员通道 ID06 防护门外 30cm 处 S67	0.408±0.012	0.267±0.011	0.675±0.012
128	储存环人员通道 ID07 防护门外 30cm 处 S68	0.174±0.005	0.078±0.003	0.253±0.005
129	储存环人员通道 ID08 防护门外 30cm 处 S69	0.205±0.006	0.115±0.005	0.320±0.006
130	储存环人员通道 ID09 防护门外 30cm 处 S70	0.151±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.151±0.004
131	储存环人员通道 ID10 防护门外 30cm 处 S71	0.141±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.141±0.004
132	储存环人员通道 ID11 防护门外 30cm 处 S72	0.182±0.005	0.049±0.002	0.231±0.005
133	储存环人员通道 ID12 防护门外 30cm 处 S73	0.126±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.126±0.004
134	中央控制室 S74	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	0.104±0.003
135	通用运行值班室 S75	0.160±0.005	0.169±0.007	0.329±0.007
136	储存环高频厅北墙西侧 30cm 处 S76	0.138±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.138±0.004
137	储存环高频厅北墙中部 30cm 处 S77	0.125±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.125±0.004
138	储存环高频厅北墙东侧 30cm 处 S78	0.145±0.004	<LLD <sub>n</sub>	0.145±0.004

注：周围剂量当量率检测结果包含宇宙射线响应值 11.5nGy/h；中子周围剂量当量率仪的最小探测下限(LLD<sub>n</sub>)为 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ，检测布点示意图见监测点位。

表 8.5-5 HEPS 园区内其他场所周围剂量当量率检测结果

序号	检测位置	检测结果	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	综合实验楼多功能厅一层①	0.099±0.004	<LLD <sub>n</sub>
2	综合实验楼大厅值班室②	0.098±0.003	<LLD <sub>n</sub>
3	综合实验楼大厅③	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>
4	综合实验楼学术报告厅一层④	0.099±0.003	<LLD <sub>n</sub>
5	综合实验楼办公室⑤	0.097±0.003	<LLD <sub>n</sub>
6	用户服务楼前台⑥	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>
7	用户服务楼二层⑦	0.087±0.003	<LLD <sub>n</sub>
8	用户服务楼三层⑧	0.082±0.003	<LLD <sub>n</sub>
9	用户服务楼食堂⑨	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>

序号	检测位置	检测结果	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子( $\mu\text{Sv/h}$ )
10	1号环境监测站⑩	0.081±0.003	<LLD <sub>n</sub>
11	2号环境监测站⑪	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>
12	3号环境监测站⑫	0.097±0.003	<LLD <sub>n</sub>
13	4号环境监测站⑬	0.117±0.004	<LLD <sub>n</sub>
14	5号环境监测站⑭	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>
15	低温厅及综合动力站大厅⑮	0.062±0.002	<LLD <sub>n</sub>
16	低温厅及综合动力站通用值班室(中控室)⑯	0.063±0.002	<LLD <sub>n</sub>
17	低温厅及综合动力站大厅办公室⑰	0.059±0.002	<LLD <sub>n</sub>

注：周围剂量当量率检测结果包含宇宙射线响应值 11.5nGy/h；中子周围剂量当量率仪的最小探测下限(LLD<sub>n</sub>)为 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ，检测布点示意图见监测点位。

表 8.5-6 气溶胶样品中  $\gamma$  放射性核素活度浓度检测结果

样品名称	样品编号	核素名称	检测结果(Bq/m <sup>3</sup> )	备注
用户楼大门外空气样品	FS2026020-001	Be-7	6.18×10 <sup>-3</sup>	采样时间 2026 年 2 月 9 日-12 日，样品中核素活度浓度校正参考时间为采样时间，采样体积 11048 m <sup>3</sup> 。置信度：95%；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限。
		Na-22	<8.22×10 <sup>-6</sup>	
		Cr-51	<4.97×10 <sup>-5</sup>	
		Mn-52	<1.10×10 <sup>-5</sup>	
		Mn-54	<6.64×10 <sup>-6</sup>	
		Co-58	<6.63×10 <sup>-6</sup>	
		Fe-59	<1.80×10 <sup>-5</sup>	
园区大门口空气样品	FS2026020-002	Be-7	3.78×10 <sup>-3</sup>	采样时间 2026 年 2 月 9 日-12 日，样品中核素活度浓度校正参考时间为采样时间，采样体积 10362 m <sup>3</sup> 。置信度：95%；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限。
		Na-22	<6.10×10 <sup>-6</sup>	
		Cr-51	<6.06×10 <sup>-5</sup>	
		Mn-52	<8.30×10 <sup>-6</sup>	
		Mn-54	<4.84×10 <sup>-6</sup>	
		Co-58	<4.86×10 <sup>-6</sup>	
		Fe-59	<1.26×10 <sup>-5</sup>	
园区下风向(车棚)空气样品	FS2026020-003	Be-7	6.77×10 <sup>-3</sup>	采样时间 2026 年 2 月 9 日-12 日，样品中核素活度浓度校正参考时间为采样时间，采样体积 10945 m <sup>3</sup> 。置信度：95%；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限。
		Na-22	<1.47×10 <sup>-5</sup>	
		Cr-51	<9.17×10 <sup>-5</sup>	
		Mn-52	<1.75×10 <sup>-5</sup>	
		Mn-54	<1.18×10 <sup>-5</sup>	
		Co-58	<1.12×10 <sup>-5</sup>	
		Fe-59	<3.49×10 <sup>-5</sup>	

样品名称	样品编号	核素名称	检测结果(Bq/m <sup>3</sup> )	备注
		Zr-95	<2.04×10 <sup>-5</sup>	
储存环隧道排风口空气样品	FS2026020-004	Be-7	5.93×10 <sup>-3</sup>	采样时间 2026 年 2 月 9 日-12 日, 样品中核素活度浓度校正参考时间为采样时间, 采样体积 10568 m <sup>3</sup> 。置信度: 95%; “<”后值为测量活时间 24h 时, 该核素检测的最小探测下限。
		Na-22	<8.31×10 <sup>-6</sup>	
		Cr-51	<8.61×10 <sup>-5</sup>	
		Mn-52	<9.85×10 <sup>-6</sup>	
		Mn-54	<6.38×10 <sup>-6</sup>	
		Co-58	<6.37×10 <sup>-6</sup>	
		Fe-59	<1.83×10 <sup>-5</sup>	
		Zr-95	<1.14×10 <sup>-5</sup>	

表 8.5-7 土壤样品中  $\gamma$  放射性核素活度浓度检测结果

样品名称	样品编号	核素名称	检测结果(Bq/g)	备注
储存环内土壤样品	FS2026020-005	Be-7	<5.14×10 <sup>-3</sup>	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 5 日; “<”后值为测量活时间 24h 时, 该核素检测的最小探测下限; 样品体积 333.4g
		Na-22	<7.38×10 <sup>-4</sup>	
		Cr-51	<5.84×10 <sup>-3</sup>	
		Mn-52	<1.56×10 <sup>-3</sup>	
		Mn-54	<6.22×10 <sup>-4</sup>	
		Co-58	<6.10×10 <sup>-4</sup>	
		Fe-59	<1.38×10 <sup>-3</sup>	
		Zr-95	<1.12×10 <sup>-3</sup>	
建新村土壤样品	FS2026020-006	Be-7	<5.25×10 <sup>-3</sup>	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 5 日; “<”后值为测量活时间 24h 时, 该核素检测的最小探测下限; 样品体积 319.9g
		Na-22	<7.56×10 <sup>-4</sup>	
		Cr-51	<5.74×10 <sup>-3</sup>	
		Mn-52	<1.41×10 <sup>-3</sup>	
		Mn-54	<6.24×10 <sup>-4</sup>	
		Co-58	<6.13×10 <sup>-4</sup>	
		Fe-59	<1.40×10 <sup>-3</sup>	
		Zr-95	<1.11×10 <sup>-3</sup>	
怀柔实验二小土壤样品	FS2026020-007	Be-7	<5.78×10 <sup>-3</sup>	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 5 日; “<”后值为测量活时间 24h 时, 该核素检测的最小探测下限; 样品体积 323.9g
		Na-22	<9.06×10 <sup>-4</sup>	
		Cr-51	<5.42×10 <sup>-3</sup>	
		Mn-52	<1.93×10 <sup>-3</sup>	
		Mn-54	<4.31×10 <sup>-4</sup>	
		Co-58	<7.36×10 <sup>-4</sup>	
		Fe-59	<1.74×10 <sup>-3</sup>	
		Zr-95	<1.36×10 <sup>-3</sup>	

## 8 验收监测内容

样品名称	样品编号	核素名称	检测结果(Bq/g)	备注
储存环外土壤样品	FS2026020-008	Be-7	$<6.08 \times 10^{-3}$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 5 日；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限；样品体积 326.5g
		Na-22	$<9.07 \times 10^{-4}$	
		Cr-51	$<5.32 \times 10^{-3}$	
		Mn-52	$<1.49 \times 10^{-3}$	
		Mn-54	$<7.82 \times 10^{-4}$	
		Co-58	$<7.49 \times 10^{-4}$	
		Fe-59	$<1.69 \times 10^{-3}$	
		Zr-95	$<1.36 \times 10^{-3}$	
中国科学院大学土壤样品	FS2026020-009	Be-7	$<6.22 \times 10^{-3}$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 5 日；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限；样品体积 321.5g
		Na-22	$<9.30 \times 10^{-4}$	
		Cr-51	$<5.56 \times 10^{-3}$	
		Mn-52	$<1.76 \times 10^{-3}$	
		Mn-54	$<5.82 \times 10^{-4}$	
		Co-58	$<7.70 \times 10^{-4}$	
		Fe-59	$<1.71 \times 10^{-3}$	
		Zr-95	$<1.42 \times 10^{-3}$	

表 8.5-8 循环水样品中  $\gamma$  放射性核素活度浓度检测结果

样品名称	样品编号	核素名称	检测结果(Bq/g)	清洁解控水平(Bq/g)	备注
增强器一次循环水样品	FS2026020-010	Be-7	$<5.85 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^3$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 5 日；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限；样品体积 1951.7g
		Na-22	$<7.28 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	
		Cr-51	$<5.95 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^3$	
		Mn-52	$<8.96 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	
		Mn-54	$<7.15 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	
		Co-58	$<6.86 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	
		Fe-59	$<1.37 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^1$	
		Zr-95	$<1.21 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^1$	
储存环一次循环水样品	FS2026020-011	Be-7	$<6.73 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^3$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 5 日；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限；样品体积 1921.9g
		Na-22	$<6.96 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	
		Cr-51	$<4.38 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^3$	
		Mn-52	$<8.09 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	
		Mn-54	$<6.78 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	
		Co-58	$<6.32 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	
		Fe-59	$<1.29 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^1$	
		Zr-95	$<1.14 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^1$	

表 8.5-9 环境水样品中  $\gamma$  放射性核素活度浓度检测结果

样品名称	样品编号	核素名称	检测结果(Bq/g)	备注
建新村水样品	FS2026020-012	Be-7	$<7.76 \times 10^{-4}$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 4 日；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限；样品体积 1957.8g
		Na-22	$<1.07 \times 10^{-4}$	
		Cr-51	$<8.32 \times 10^{-4}$	
		Mn-52	$<1.19 \times 10^{-4}$	
		Mn-54	$<9.76 \times 10^{-5}$	
		Co-58	$<1.00 \times 10^{-4}$	
		Fe-59	$<1.77 \times 10^{-4}$	
		Zr-95	$<1.59 \times 10^{-4}$	
京密渠水样品	FS2026020-013	Be-7	$<6.75 \times 10^{-4}$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 4 日；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限；样品体积 1935.8g
		Na-22	$<6.42 \times 10^{-5}$	
		Cr-51	$<4.31 \times 10^{-4}$	
		Mn-52	$<7.85 \times 10^{-5}$	
		Mn-54	$<6.02 \times 10^{-5}$	
		Co-58	$<6.37 \times 10^{-5}$	
		Fe-59	$<1.23 \times 10^{-4}$	
		Zr-95	$<1.09 \times 10^{-4}$	

表 8.5-10 空气中氡活度浓度检测结果

样品名称	样品编号	空气水分中氡活度浓度(Bq/L)	空气中氡活度浓度(Bq/m <sup>3</sup> )	备注
园区下风向(车棚)空气样品	FS2026020-014	$< L_D$ (水)	$< L_D$ (空气)	$L_D$ (水)为 1.33 Bq/L, $L_D$ (空气)为 0.003 Bq/m <sup>3</sup> , 空气体积为 14.22 m <sup>3</sup> 。

表 8.5-11 水中氡的活度浓度检测结果

样品名称	样品编号	水中氡的活度浓度(Bq/L)	清洁解控水平(Bq/L)	备注
增强器一次循环水样品	FS2026020-015	2.24±0.42	1×10 <sup>9</sup>	方法检出限( $L_D$ )为 1.28Bq/L；样品体积为 300g。
储存环一次循环水样品	FS2026020-016	2.35±0.42		

表 8.5-12 水样品中总  $\alpha$ 、总  $\beta$  放射性检测结果

样品名称	样品编号	总 $\alpha$ 活度浓度(Bq/L)	总 $\beta$ 活度浓度(Bq/L)	备注
建新村水样品	FS2026020-017	0.0834	0.0815	$L_D$ ( $\alpha$ )=0.0727 Bq/L; $L_D$ ( $\beta$ )=0.0452 Bq/L; 样品体积为 1L

## 8 验收监测内容

样品名称	样品编号	总 $\alpha$ 活度浓度 (Bq/L)	总 $\beta$ 活度浓度 (Bq/L)	备注
京密渠水样品	FS2026020-018	$< L_D(\alpha)$	0.113	$L_D(\alpha)=0.0512$ Bq/L; $L_D(\beta)=0.0237$ Bq/L; 样品体积为 1L
增强器一次循环水水样品	FS2026020-019	$< L_D(\alpha)$	$< L_D(\beta)$	$L_D(\alpha)=0.0917$ Bq/L; $L_D(\beta)=0.0413$ Bq/L; 样品体积为 1L
储存环一次循环水水样品	FS2026020-020	$< L_D(\alpha)$	$< L_D(\beta)$	$L_D(\alpha)=0.0498$ Bq/L; $L_D(\beta)=0.0270$ Bq/L; 样品体积为 1L

表 8.5-13 HEPS 实验大厅线束站周围剂量当量率检测结果

序号	检测位置		检测结果		备注
			X、 $\gamma$ ( $\mu$ Sv/h)	中子 ( $\mu$ Sv/h)	
1	B1 线站	光学棚屋防护门 1#上缝外 30cm 处	0.096±0.003	$< LLD_n$	按最大设计指标进行检测,实验站线束能量为 170keV,光强为 $2.52E+13$ photons/s/0.1%BW
2		光学棚屋防护门 1#下缝外 30cm 处	0.094±0.003	$< LLD_n$	
3		光学棚屋防护门 1#左缝外 30cm 处	0.092±0.003	$< LLD_n$	
4		光学棚屋防护门 1#右缝外 30cm 处	0.095±0.003	$< LLD_n$	
5		光学棚屋防护门 1#中缝外 30cm 处	0.093±0.003	$< LLD_n$	
6		光学棚屋防护门 2#上缝外 30cm 处	0.090±0.003	$< LLD_n$	
7		光学棚屋防护门 2#下缝外 30cm 处	0.089±0.003	$< LLD_n$	
8		光学棚屋防护门 2#左缝外 30cm 处	0.090±0.003	$< LLD_n$	
9		光学棚屋防护门 2#右缝外 30cm 处	0.090±0.003	$< LLD_n$	
10		光学棚屋防护门 2#中缝外 30cm 处	0.092±0.003	$< LLD_n$	
11		光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.090±0.003	$< LLD_n$	
12		光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.095±0.003	$< LLD_n$	
13		光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	$< LLD_n$	
14		棚屋上方 30cm 处	0.105±0.003	$< LLD_n$	
15		1#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.094±0.003	$< LLD_n$	
16		1#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.090±0.003	$< LLD_n$	
17		1#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.089±0.003	$< LLD_n$	
18		1#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.090±0.003	$< LLD_n$	
19		1#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.102±0.003	$< LLD_n$	
20		1#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.114±0.003	$< LLD_n$	
21		1#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.106±0.003	$< LLD_n$	
22		2#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.092±0.003	$< LLD_n$	
23		2#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.091±0.003	$< LLD_n$	
24		2#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.090±0.003	$< LLD_n$	
25		2#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.097±0.003	$< LLD_n$	

序号	检测位置	检测结果		备注
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
26	2#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
27	2#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
28	2#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
29	3#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
30	3#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
31	3#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.108±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
32	3#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
33	3#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
34	3#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
35	3#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
36	3#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
37	光学棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
38	光学棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
39	光学棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
40	光学棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
41	光学棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
42	光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
43	光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
44	光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
45	棚屋上方 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
46	1#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
47	1#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
48	1#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
49	1#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
50	1#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
51	1#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
52	1#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.100±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
53	2#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
54	2#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
55	2#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
56	2#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.100±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
57	2#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
58	2#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
59	2#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
60	3#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.098±0.003	<LLD <sub>n</sub>	

B2  
线站

按最大设计  
指标进行检  
测,实验站线  
束能量为  
40keV,光强  
为  
1.00E+12pho  
tons/s/0.1%B  
W

## 8 验收监测内容

序号	检测位置	检测结果		备注
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
61	3#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.089±0.003	<LLD <sub>n</sub>	按最大设计指标进行检测,实验站线束能量为64keV,光强为1.00E+15photons/s/0.1%BW
62	3#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
63	3#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
64	3#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
65	3#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.087±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
66	3#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
67	3#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
68	光学棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
69	光学棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
70	光学棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.083±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
71	光学棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.088±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
72	光学棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
73	光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.115±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
74	光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
75	光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
76	棚屋上方 30cm 处	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
77	1#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
78	1#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
79	1#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
80	1#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
81	1#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
82	1#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
83	1#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
84	1#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
85	2#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.082±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
86	2#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
87	2#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
88	2#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
89	2#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
90	2#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
91	2#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
92	2#实验棚屋左侧防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
93	2#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.098±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
94	3#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
95	3#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	

序号	检测位置	检测结果		备注
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
96	3#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
97	3#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
98	3#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.087±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
99	3#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
100	3#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
101	3#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
102	光学棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.083±0.003	<LLD <sub>n</sub>	按最大设计 指标进行检 测,实验站线 束能量为 25keV,光强 为 4.00E+14pho tons/s/0.1%B W
103	光学棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
104	光学棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
105	光学棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.088±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
106	光学棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
107	光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
108	光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
109	棚屋上方 30cm 处	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
110	1#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.100±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
111	1#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
112	1#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
113	1#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
114	1#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
115	1#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.088±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
116	1#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
117	2#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
118	2#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
119	2#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
120	2#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.080±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
121	2#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.080±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
122	2#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
123	2#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
124	2#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
125	2#实验棚屋左侧防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
126	光学棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.083±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
127	光学棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
128	光学棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
129	光学棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
130	光学棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>	

## 8 验收监测内容

序号	检测位置	检测结果		备注
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
131	光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	1.50E+13photons/s/0.1%BW
132	实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
133	实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
134	棚屋上方 30cm 处	0.115±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
135	1#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.083±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
136	1#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.082±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
137	1#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
138	1#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.083±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
139	1#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.079±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
140	1#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
141	2#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
142	2#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
143	2#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.089±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
144	2#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.083±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
145	2#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.080±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
146	2#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
147	2#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
148	3#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
149	3#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
150	3#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
151	3#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
152	3#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
153	3#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
154	3#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
155	3#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
156	B6 线站	光学棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.077±0.002	<LLD <sub>n</sub>
157		光学棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.076±0.002	<LLD <sub>n</sub>
158		光学棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.076±0.002	<LLD <sub>n</sub>
159		光学棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.077±0.002	<LLD <sub>n</sub>
160		光学棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.080±0.002	<LLD <sub>n</sub>
161		光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>
162		棚屋上方 30cm 处	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>
163		1#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>
164		1#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>
165		1#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>

序号	检测位置	检测结果		备注
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
166	1#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
167	1#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
168	1#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
169	1#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
170	1#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
171	2#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
172	2#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
173	2#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
174	2#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
175	2#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
176	2#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
177	2#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
178	2#实验棚屋左侧防护墙外 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
179	3#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
180	3#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
181	3#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
182	3#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
183	3#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
184	3#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
185	3#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
186	3#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
187	1#光学棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>	按最大设计 指标进行检 测,实验站线 束能量为 300keV,光 强为 1.74E+12pho tons/s/0.1%B W
188	1#光学棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
189	1#光学棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
190	1#光学棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
191	1#光学棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
192	1#光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
193	1#光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
194	1#光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.100±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
195	1#光学棚屋上方 30cm 处	0.097±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
196	2#光学棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
197	2#光学棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
198	2#光学棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
199	2#光学棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
200	2#光学棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	

## 8 验收监测内容

序号	检测位置	检测结果		备注	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		
201	2#光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
202	2#光学棚屋左侧防护墙外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
203	2#光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
204	2#光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
205	3#光学棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
206	3#光学棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
207	3#光学棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
208	3#光学棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
209	3#光学棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
210	3#光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
211	3#光学棚屋左侧防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
212	3#光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
213	实验棚屋左侧防护门上缝外 30cm 处	0.087±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
214	实验棚屋左侧防护门下缝外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
215	实验棚屋左侧防护门左缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
216	实验棚屋左侧防护门右缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
217	实验棚屋左侧防护门中缝外 30cm 处	0.083±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
218	实验棚屋右侧防护门上缝外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
219	实验棚屋右侧防护门下缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
220	实验棚屋右侧防护门左缝外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
221	实验棚屋右侧防护门右缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
222	实验棚屋右侧防护门中缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
223	实验棚屋背面防护门上缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
224	实验棚屋背面防护门下缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
225	实验棚屋背面防护门左缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
226	实验棚屋背面防护门右缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
227	实验棚屋背面防护门中缝外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
228	实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
229	实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
230	实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
231	B8 线站	光学棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.075±0.002	<LLD <sub>n</sub>	按最大设计 指标进行检 测,实验站线 束能量为 45keV,光强 为 4.00E+11
232		光学棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.078±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
233		光学棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.075±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
234		光学棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.079±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
235		光学棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.075±0.002	<LLD <sub>n</sub>	

序号	检测位置	检测结果		备注
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
236	光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.082±0.002	<LLD <sub>n</sub>	photons/s/0.1 %BW
237	光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.080±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
238	光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.080±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
239	棚屋上方 30cm 处	0.096±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
240	实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.077±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
241	实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.076±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
242	实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.077±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
243	实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.080±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
244	实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.074±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
245	实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
246	实验棚屋左侧防护墙外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
247	实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.087±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
248	实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
249	光学棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
250	光学棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
251	光学棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
252	光学棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
253	光学棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
254	光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
255	光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
256	光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
257	棚屋上方 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
258	1#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.081±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
259	1#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.076±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
260	1#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.082±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
261	1#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.082±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
262	1#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.080±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
263	1#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.083±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
264	1#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.083±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
265	1#实验棚屋左侧防护墙外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
266	1#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.081±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
267	2#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.083±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
268	2#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.082±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
269	2#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.082±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
270	2#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>	

## 8 验收监测内容

序号	检测位置	检测结果		备注			
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )				
271	2#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>				
272	2#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.082±0.003	<LLD <sub>n</sub>				
273	2#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.081±0.003	<LLD <sub>n</sub>				
274	2#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>				
275	BA 线站	光学棚屋防护门 1#上缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	按最大设计 指标进行检 测,实验站线 束能量为 18keV,光强 为 4.70E+13pho tons/s/0.1%B W		
276		光学棚屋防护门 1#下缝外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
277		光学棚屋防护门 1#左缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
278		光学棚屋防护门 1#右缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
279		光学棚屋防护门 1#中缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
280		光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
281		光学棚屋防护门 2#上缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
282		光学棚屋防护门 2#下缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
283		光学棚屋防护门 2#左缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
284		光学棚屋防护门 2#右缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
285		光学棚屋防护门 2#中缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
286		光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
287		光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
288		棚屋上方 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
289		实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
290		实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
291		实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
292		实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
293		实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
294		实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
295		实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
296		实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.098±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
297		实验棚屋左侧防护墙外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
298		BB 线站	光学棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.096±0.003		<LLD <sub>n</sub>	按最大设计 指标进行检 测,实验站线 束能量为 12keV,光强 为 3.90E+15 photons/s/0.1 %BW
299			光学棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.091±0.003		<LLD <sub>n</sub>	
300			光学棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.090±0.003		<LLD <sub>n</sub>	
301			光学棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.092±0.003		<LLD <sub>n</sub>	
302			光学棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.093±0.003		<LLD <sub>n</sub>	
303	光学棚屋正面防护墙外 30cm 处		0.087±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
304	光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处		0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
305	光学棚屋背面防护墙外 30cm 处		0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>			

序号	检测位置	检测结果		备注
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
306	棚屋上方 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
307	1#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.087±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
308	1#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.089±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
309	1#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
310	1#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
311	1#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.089±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
312	1#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
313	1#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
314	1#实验棚屋左侧防护墙外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
315	2#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
316	2#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
317	2#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
318	2#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
319	2#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
320	2#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
321	2#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
322	2#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.083±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
323	2#实验棚屋左侧防护墙外 30cm 处	0.089±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
324	光学棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.076±0.003	<LLD <sub>n</sub>	按最大设计指标进行检测,实验站线束能量为 2keV, 光强为 8.00E+11 photons/s/0.1 %BW
325	光学棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.080±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
326	光学棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.076±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
327	光学棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.076±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
328	光学棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.078±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
329	光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.080±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
330	实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.078±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
331	实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.077±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
332	实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.081±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
333	实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.076±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
334	实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.078±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
335	实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.081±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
336	实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.078±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
337	光学棚屋防护门 1#上缝外 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	按最大设计指标进行检测,实验站线束能量为 10keV, 光强
338	光学棚屋防护门 1#下缝外 30cm 处	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
339	光学棚屋防护门 1#左缝外 30cm 处	0.296±0.009	<LLD <sub>n</sub>	
340	光学棚屋防护门 1#右缝外 30cm 处	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>	

## 8 验收监测内容

序号	检测位置	检测结果		备注	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		
341	光学棚屋防护门 1#中缝外 30cm 处	0.115±0.003	<LLD <sub>n</sub>	为 1.20E+12 photons/s/0.1 %BW	
342	光学棚屋防护门 2#上缝外 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
343	光学棚屋防护门 2#下缝外 30cm 处	0.107±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
344	光学棚屋防护门 2#左缝外 30cm 处	0.108±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
345	光学棚屋防护门 2#右缝外 30cm 处	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
346	光学棚屋防护门 2#中缝外 30cm 处	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
347	光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
348	光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
349	棚屋上方 30cm 处	1.20±0.037	<LLD <sub>n</sub>		
350	实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
351	实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
352	实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
353	实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
354	实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.109±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
355	实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.113±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
356	实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.108±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
357	实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
358	实验棚屋左侧防护墙外 30cm 处	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
359	光学棚屋防护门 1#上缝外 30cm 处	0.078±0.003	<LLD <sub>n</sub>		按最大设计 指标进行检 测,实验站线 束能量为 22keV,光强 为 1.00E+13 photons/s/0.1 %BW
360	光学棚屋防护门 1#下缝外 30cm 处	0.081±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
361	光学棚屋防护门 1#左缝外 30cm 处	0.077±0.002	<LLD <sub>n</sub>		
362	光学棚屋防护门 1#右缝外 30cm 处	0.078±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
363	光学棚屋防护门 1#中缝外 30cm 处	0.079±0.002	<LLD <sub>n</sub>		
364	光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.080±0.002	<LLD <sub>n</sub>		
365	光学棚屋防护门 2#上缝外 30cm 处	0.079±0.002	<LLD <sub>n</sub>		
366	光学棚屋防护门 2#下缝外 30cm 处	0.079±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
367	光学棚屋防护门 2#左缝外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
368	光学棚屋防护门 2#右缝外 30cm 处	0.077±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
369	光学棚屋防护门 2#中缝外 30cm 处	0.080±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
370	光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
371	棚屋上方 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
372	1#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.080±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
373	1#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.078±0.002	<LLD <sub>n</sub>		
374	1#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>		
375	1#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.078±0.003	<LLD <sub>n</sub>		

序号	检测位置	检测结果		备注
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
376	1#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.081±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
377	1#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
378	1#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
379	1#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
380	1#实验棚屋左侧防护墙外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
381	2#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.078±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
382	2#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.078±0.002	<LLD <sub>n</sub>	
383	2#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.087±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
384	2#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.078±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
385	2#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.082±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
386	2#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
387	2#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
388	2#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
389	2#实验棚屋左侧防护墙外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
390	光学棚屋防护门 1#上缝外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	按最大设计 指标进行检 测,实验站线 束能量为 300keV,光 强为 1.74E+12 photons/s/0.1 %BW
391	光学棚屋防护门 1#下缝外 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
392	光学棚屋防护门 1#左缝外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
393	光学棚屋防护门 1#右缝外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
394	光学棚屋防护门 1#中缝外 30cm 处	0.110±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
395	光学棚屋防护门 2#上缝外 30cm 处	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
396	光学棚屋防护门 2#下缝外 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
397	光学棚屋防护门 2#左缝外 30cm 处	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
398	光学棚屋防护门 2#右缝外 30cm 处	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
399	光学棚屋防护门 2#中缝外 30cm 处	0.108±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
400	光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.099±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
401	光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.099±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
402	实验棚屋防护门 1#上缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
403	实验棚屋防护门 1#下缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
404	实验棚屋防护门 1#左缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
405	实验棚屋防护门 1#右缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
406	实验棚屋防护门 1#中缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
407	实验棚屋防护门 2#上缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
408	实验棚屋防护门 2#下缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
409	实验棚屋防护门 2#左缝外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
410	实验棚屋防护门 2#右缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	

序号	检测位置	检测结果		备注			
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )				
411	实验棚屋防护门 2#中缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>				
412	实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>				
413	实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>				
414	实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>				
415	X 射线束 测线 站	光学棚屋防护门 1#上缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	按最大设计 指标进行检 测,实验站线 束能量为 80keV,光强 为 1.80E+10 photons/s/0.1 %BW		
416		光学棚屋防护门 1#下缝外 30cm 处	0.089±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
417		光学棚屋防护门 1#左缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
418		光学棚屋防护门 1#右缝外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
419		光学棚屋防护门 1#中缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
420		光学棚屋防护门 2#上缝外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
421		光学棚屋防护门 2#下缝外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
422		光学棚屋防护门 2#左缝外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
423		光学棚屋防护门 2#右缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
424		光学棚屋防护门 2#中缝外 30cm 处	0.099±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
425		光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
426		光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
427		光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.097±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
428		棚屋上方 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
429		可见 光束 测线 站	防护门上缝外 30cm 处	0.092±0.003		<LLD <sub>n</sub>	按最大设计 指标进行检 测,实验站线 束能量为 0.005keV,光 强为 1.10E+13pho tons/s/0.1%B W
430			防护门下缝外 30cm 处	0.091±0.003		<LLD <sub>n</sub>	
431	防护门左缝外 30cm 处		0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
432	防护门右缝外 30cm 处		0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>			
433	防护门中缝外 30cm 处		0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>			

注:周围剂量当量率检测结果包含宇宙射线响应值 11.5nGy/h;中子周围剂量当量率仪的最小探测下限(LLDn)为 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ,检测布点示意图监测点位。

表 8.5-14 直线加速器隧道感生放射性周围剂量当量率检测结果

序号	检测位置	检测结果( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	直线加速器 LAPR01 5cm 处	0.218±0.006
2	直线加速器 LAPR01 1m 处	0.118±0.003
3	直线加速器 LAA01 5cm 处	0.121±0.004
4	直线加速器 LAA01 1m 处	0.107±0.003
5	直线加速器 LAPR02 5cm 处	0.174±0.005
6	直线加速器 LAPR02 1m 处	0.115±0.003

序号	检测位置	检测结果( $\mu\text{Sv/h}$ )
7	直线加速器 LAA02 5cm 处	0.140 $\pm$ 0.004
8	直线加速器 LAA02 1m 处	0.108 $\pm$ 0.003
9	直线加速器 LAA03 5cm 处	0.147 $\pm$ 0.004
10	直线加速器 LAA03 1m 处	0.114 $\pm$ 0.003
11	直线加速器 LAQD02 5cm 处	0.136 $\pm$ 0.004
12	直线加速器 LAQD02 1m 处	0.106 $\pm$ 0.003
13	直线加速器 LAA04 5cm 处	0.115 $\pm$ 0.003
14	直线加速器 LAA04 1m 处	0.106 $\pm$ 0.003
15	直线加速器 LAA05 5cm 处	0.138 $\pm$ 0.004
16	直线加速器 LAA05 1m 处	0.114 $\pm$ 0.003
17	直线加速器 LAPR03 5cm 处	0.147 $\pm$ 0.004
18	直线加速器 LAPR03 1m 处	0.114 $\pm$ 0.003
19	直线加速器 LAA06 5cm 处	0.177 $\pm$ 0.005
20	直线加速器 LAA06 1m 处	0.126 $\pm$ 0.004
21	直线加速器 LAA07 5cm 处	0.163 $\pm$ 0.005
22	直线加速器 LAA07 1m 处	0.115 $\pm$ 0.003
23	直线加速器 LAQD04 5cm 处	0.138 $\pm$ 0.004
24	直线加速器 LAQD04 1m 处	0.108 $\pm$ 0.003
25	直线加速器 LAA08 5cm 处	0.121 $\pm$ 0.004
26	直线加速器 LAA08 1m 处	0.105 $\pm$ 0.003
27	直线加速器 LAA09 5cm 处	0.147 $\pm$ 0.004
28	直线加速器 LAA09 1m 处	0.118 $\pm$ 0.003
29	直线加速器 LAQD05 5cm 处	0.180 $\pm$ 0.005
30	直线加速器 LAQD05 1m 处	0.121 $\pm$ 0.004
31	直线加速器 LAPR04 5cm 处	0.219 $\pm$ 0.006
32	直线加速器 LAPR04 1m 处	0.136 $\pm$ 0.004
33	直线加速器 LBQ01 5cm 处	0.245 $\pm$ 0.007
34	直线加速器 LBQ01 1m 处	0.148 $\pm$ 0.004
35	直线加速器 LBQ02 5cm 处	0.273 $\pm$ 0.008
36	直线加速器 LBQ02 1m 处	0.162 $\pm$ 0.005
37	直线加速器 LBQ03 5cm 处	0.406 $\pm$ 0.012
38	直线加速器 LBQ03 1m 处	0.207 $\pm$ 0.006
39	直线加速器 LBB01 5cm 处	8.62 $\pm$ 0.252
40	直线加速器 LBB01 1m 处	1.97 $\pm$ 0.055
41	直线加速器 LBQ04 5cm 处	7.16 $\pm$ 0.227
42	直线加速器 LBQ04 1m 处	1.88 $\pm$ 0.053
43	直线加速器 LBB02 5cm 处	0.238 $\pm$ 0.007

## 8 验收监测内容

序号	检测位置	检测结果( $\mu\text{Sv/h}$ )
44	直线加速器 LBB02 1m 处	0.134 $\pm$ 0.004
45	直线加速器 LBQ05 5cm 处	0.175 $\pm$ 0.005
46	直线加速器 LBQ05 1m 处	0.116 $\pm$ 0.003
47	直线加速器 LBQ06 5cm 处	0.140 $\pm$ 0.004
48	直线加速器 LBQ06 1m 处	0.107 $\pm$ 0.003
49	直线加速器 LBQ07 5cm 处	0.149 $\pm$ 0.004
50	直线加速器 LBQ07 1m 处	0.112 $\pm$ 0.003
51	直线加速器 LBQ08 5cm 处	0.120 $\pm$ 0.004
52	直线加速器 LBQ08 1m 处	0.110 $\pm$ 0.003
53	直线加速器 LBQ09 5cm 处	0.122 $\pm$ 0.004
54	直线加速器 LBQ09 1m 处	0.107 $\pm$ 0.003
55	直线加速器 LBQ10 5cm 处	0.118 $\pm$ 0.004
56	直线加速器 LBQ10 1m 处	0.106 $\pm$ 0.003
57	直线加速器 LBQ11 5cm 处	0.118 $\pm$ 0.003
58	直线加速器 LBQ11 1m 处	0.107 $\pm$ 0.003
59	直线加速器 LBQ12 5cm 处	0.127 $\pm$ 0.004
60	直线加速器 LBQ12 1m 处	0.109 $\pm$ 0.003
61	直线加速器 LBQ13 5cm 处	0.138 $\pm$ 0.004
62	直线加速器 LBQ13 1m 处	0.115 $\pm$ 0.003

注：周围剂量当量率检测结果包含宇宙射线响应值 11.5nGy/h，检测布点示意图见监测点位。

**表 8.5-15 增强器隧道感生放射性周围剂量当量率检测结果**

序号	检测位置	检测结果( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
1	BS4 区域磁铁 5cm 处	0.097 $\pm$ 0.003~2.36 $\pm$ 0.07	详细数据见监测报告表 16，序号 1~140
2	BS4 区域磁铁 1m 处	0.093 $\pm$ 0.003~0.223 $\pm$ 0.006	
3	BS3 区域磁铁 5cm 处	0.103 $\pm$ 0.003~9.30 $\pm$ 0.32	详细数据见监测报告表 16，序号 141~372
4	BS3 区域磁铁 1m 处	0.094 $\pm$ 0.003~0.704 $\pm$ 0.020	
5	BS2 区域磁铁 5cm 处	0.105 $\pm$ 0.003~0.152 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告表 16，序号 373~520
6	BS2 区域磁铁 1m 处	0.103 $\pm$ 0.003~0.131 $\pm$ 0.004	
7	BS1 区域磁铁 5cm 处	0.104 $\pm$ 0.003~7.81 $\pm$ 0.24	详细数据见监测报告表 16，序号 521~664
8	BS1 区域磁铁 1m 处	0.099 $\pm$ 0.003~0.232 $\pm$ 0.007	

注：周围剂量当量率检测结果包含宇宙射线响应值 11.5nGy/h，检测布点示意图见监测点位。

**表 8.5-16 储存环隧道感生放射性周围剂量当量率检测结果**

序号	检测位置	检测结果( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
1	R01 区域磁铁 5cm 处	0.127 $\pm$ 0.004~0.132 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告

序号	检测位置	检测结果( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
2	R01 区域磁铁 1m 处	0.114 $\pm$ 0.003~0.117 $\pm$ 0.003	表 17, 序号 1~28
3	R02 区域磁铁 5cm 处	0.126 $\pm$ 0.004~0.131 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 29~56
4	R02 区域磁铁 1m 处	0.113 $\pm$ 0.003~0.118 $\pm$ 0.003	
5	R03 区域磁铁 5cm 处	0.123 $\pm$ 0.004~0.134 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 57~84
6	R03 区域磁铁 1m 处	0.112 $\pm$ 0.004~0.118 $\pm$ 0.003	
7	R04 区域磁铁 5cm 处	0.116 $\pm$ 0.003~8.36 $\pm$ 0.25	详细数据见监测报告 表 17, 序号 85~112
8	R04 区域磁铁 1m 处	0.110 $\pm$ 0.003~0.249 $\pm$ 0.007	
9	R05 区域磁铁 5cm 处	0.126 $\pm$ 0.004~1.29 $\pm$ 0.04	详细数据见监测报告 表 17, 序号 113~140
10	R05 区域磁铁 1m 处	0.112 $\pm$ 0.003~0.148 $\pm$ 0.004	
11	R06 区域磁铁 5cm 处	0.127 $\pm$ 0.004~0.133 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 141~168
12	R06 区域磁铁 1m 处	0.113 $\pm$ 0.003~0.118 $\pm$ 0.003	
13	R07 区域磁铁 5cm 处	0.128 $\pm$ 0.004~0.133 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 169~196
14	R07 区域磁铁 1m 处	0.114 $\pm$ 0.003~0.117 $\pm$ 0.003	
15	R08 区域磁铁 5cm 处	0.127 $\pm$ 0.004~0.136 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 197~224
16	R08 区域磁铁 1m 处	0.111 $\pm$ 0.003~0.117 $\pm$ 0.003	
17	R09 区域磁铁 5cm 处	0.127 $\pm$ 0.004~0.138 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 225~252
18	R09 区域磁铁 1m 处	0.115 $\pm$ 0.003~0.117 $\pm$ 0.003	
19	R10 区域磁铁 5cm 处	0.127 $\pm$ 0.004~0.138 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 253~280
20	R10 区域磁铁 1m 处	0.113 $\pm$ 0.003~0.118 $\pm$ 0.004	
21	R11 区域磁铁 5cm 处	0.126 $\pm$ 0.004~0.136 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 281~308
22	R11 区域磁铁 1m 处	0.113 $\pm$ 0.003~0.117 $\pm$ 0.003	
23	R12 区域磁铁 5cm 处	0.129 $\pm$ 0.004~0.135 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 309~336
24	R12 区域磁铁 1m 处	0.115 $\pm$ 0.003~0.117 $\pm$ 0.003	
25	R13 区域磁铁 5cm 处	0.127 $\pm$ 0.004~0.132 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 337~364
26	R13 区域磁铁 1m 处	0.113 $\pm$ 0.003~0.117 $\pm$ 0.003	
27	R14 区域磁铁 5cm 处	0.128 $\pm$ 0.004~0.136 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 365~392
28	R14 区域磁铁 1m 处	0.114 $\pm$ 0.003~0.116 $\pm$ 0.003	
29	R15 区域磁铁 5cm 处	0.127 $\pm$ 0.004~0.136 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 393~420
30	R15 区域磁铁 1m 处	0.114 $\pm$ 0.003~0.117 $\pm$ 0.003	
31	R16 区域磁铁 5cm 处	0.128 $\pm$ 0.004~0.179 $\pm$ 0.005	详细数据见监测报告 表 17, 序号 421~448
32	R16 区域磁铁 1m 处	0.114 $\pm$ 0.003~0.138 $\pm$ 0.004	
33	R17 区域磁铁 5cm 处	0.127 $\pm$ 0.004~0.135 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 449~476
34	R17 区域磁铁 1m 处	0.114 $\pm$ 0.003~0.117 $\pm$ 0.003	
35	R18 区域磁铁 5cm 处	0.126 $\pm$ 0.004~13.5 $\pm$ 0.44	详细数据见监测报告 表 17, 序号 477~506
36	R18 区域磁铁 1m 处	0.114 $\pm$ 0.003~1.01 $\pm$ 0.03	
37	R19 区域磁铁 5cm 处	0.128 $\pm$ 0.004~0.171 $\pm$ 0.005	详细数据见监测报告 表 17, 序号 507~534
38	R19 区域磁铁 1m 处	0.114 $\pm$ 0.003~0.140 $\pm$ 0.004	

## 8 验收监测内容

序号	检测位置	检测结果( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
39	R20 区域磁铁 5cm 处	$0.130\pm 0.004\sim 0.537\pm 0.017$	详细数据见监测报告表 17, 序号 535~562
40	R20 区域磁铁 1m 处	$0.113\pm 0.003\sim 0.165\pm 0.005$	
41	R21 区域磁铁 5cm 处	$0.129\pm 0.004\sim 1.19\pm 0.04$	详细数据见监测报告表 17, 序号 563~590
42	R21 区域磁铁 1m 处	$0.116\pm 0.003\sim 0.149\pm 0.004$	
43	R22 区域磁铁 5cm 处	$0.128\pm 0.004\sim 2.46\pm 0.07$	详细数据见监测报告表 17, 序号 591~618
44	R22 区域磁铁 1m 处	$0.115\pm 0.003\sim 0.166\pm 0.005$	
45	R23 区域磁铁 5cm 处	$0.128\pm 0.004\sim 6.62\pm 0.20$	详细数据见监测报告表 17, 序号 619~646
46	R23 区域磁铁 1m 处	$0.115\pm 0.003\sim 0.261\pm 0.008$	
47	R24 区域磁铁 5cm 处	$0.128\pm 0.004\sim 1.57\pm 0.04$	详细数据见监测报告表 17, 序号 647~674
48	R24 区域磁铁 1m 处	$0.114\pm 0.003\sim 0.189\pm 0.006$	
49	R25 区域磁铁 5cm 处	$0.127\pm 0.006\sim 7.66\pm 0.22$	详细数据见监测报告表 17, 序号 675~702
50	R25 区域磁铁 1m 处	$0.113\pm 0.003\sim 0.317\pm 0.009$	
51	R26 区域磁铁 5cm 处	$0.127\pm 0.004\sim 0.132\pm 0.004$	详细数据见监测报告表 17, 序号 703~730
52	R26 区域磁铁 1m 处	$0.112\pm 0.003\sim 0.116\pm 0.003$	
53	R27 区域磁铁 5cm 处	$0.127\pm 0.004\sim 8.25\pm 0.23$	详细数据见监测报告表 17, 序号 731~758
54	R27 区域磁铁 1m 处	$0.113\pm 0.003\sim 0.487\pm 0.014$	
55	R28 区域磁铁 5cm 处	$0.127\pm 0.004\sim 0.141\pm 0.004$	详细数据见监测报告表 17, 序号 759~786
56	R28 区域磁铁 1m 处	$0.113\pm 0.003\sim 0.174\pm 0.005$	
57	R29 区域磁铁 5cm 处	$0.127\pm 0.004\sim 6.15\pm 0.18$	详细数据见监测报告表 17, 序号 787~814
58	R29 区域磁铁 1m 处	$0.113\pm 0.003\sim 0.253\pm 0.007$	
59	R30 区域磁铁 5cm 处	$0.127\pm 0.004\sim 0.129\pm 0.004$	详细数据见监测报告表 17, 序号 815~842
60	R30 区域磁铁 1m 处	$0.113\pm 0.003\sim 0.115\pm 0.003$	
61	R31 区域磁铁 5cm 处	$0.127\pm 0.004\sim 0.130\pm 0.004$	详细数据见监测报告表 17, 序号 843~870
62	R31 区域磁铁 1m 处	$0.114\pm 0.003\sim 0.116\pm 0.003$	
63	R32 区域磁铁 5cm 处	$0.126\pm 0.004\sim 3.74\pm 0.12$	详细数据见监测报告表 17, 序号 871~898
64	R32 区域磁铁 1m 处	$0.113\pm 0.003\sim 0.176\pm 0.005$	
65	R33 区域磁铁 5cm 处	$0.113\pm 0.003\sim 0.135\pm 0.004$	详细数据见监测报告表 17, 序号 899~926
66	R33 区域磁铁 1m 处	$0.112\pm 0.003\sim 0.130\pm 0.004$	
67	R34 区域磁铁 5cm 处	$0.113\pm 0.003\sim 0.131\pm 0.004$	详细数据见监测报告表 17, 序号 927~954
68	R34 区域磁铁 1m 处	$0.113\pm 0.003\sim 0.134\pm 0.004$	
69	R35 区域磁铁 5cm 处	$0.113\pm 0.003\sim 0.134\pm 0.004$	详细数据见监测报告表 17, 序号 955~982
70	R35 区域磁铁 1m 处	$0.113\pm 0.003\sim 0.130\pm 0.004$	
71	R36 区域磁铁 5cm 处	$0.113\pm 0.003\sim 0.131\pm 0.004$	详细数据见监测报告表 17, 序号 983~1010
72	R36 区域磁铁 1m 处	$0.112\pm 0.003\sim 0.134\pm 0.004$	
73	R37 区域磁铁 5cm 处	$0.128\pm 0.004\sim 0.132\pm 0.004$	详细数据见监测报告表 17, 序号 1011~1038
74	R37 区域磁铁 1m 处	$0.112\pm 0.003\sim 0.117\pm 0.003$	
75	R38 区域磁铁 5cm 处	$0.127\pm 0.004\sim 0.134\pm 0.004$	详细数据见监测报告

序号	检测位置	检测结果( $\mu\text{Sv/h}$ )	备注
76	R38 区域磁铁 1m 处	0.114 $\pm$ 0.003~0.117 $\pm$ 0.003	表 17, 序号 1039~1066
77	R39 区域磁铁 5cm 处	0.127 $\pm$ 0.004~4.13 $\pm$ 0.12	详细数据见监测报告 表 17, 序号 1067~1094
78	R39 区域磁铁 1m 处	0.112 $\pm$ 0.003~0.197 $\pm$ 0.006	
79	R40 区域磁铁 5cm 处	0.127 $\pm$ 0.004~0.135 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 1095~1122
80	R40 区域磁铁 1m 处	0.113 $\pm$ 0.003~0.117 $\pm$ 0.003	
81	R41 区域磁铁 5cm 处	0.127 $\pm$ 0.004~0.135 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 1123~1150
82	R41 区域磁铁 1m 处	0.113 $\pm$ 0.003~0.117 $\pm$ 0.003	
83	R42 区域磁铁 5cm 处	0.128 $\pm$ 0.004~0.134 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 1151~1178
84	R42 区域磁铁 1m 处	0.113 $\pm$ 0.003~0.117 $\pm$ 0.003	
85	R43 区域磁铁 5cm 处	0.126 $\pm$ 0.004~0.131 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 1179~1206
86	R43 区域磁铁 1m 处	0.113 $\pm$ 0.003~0.117 $\pm$ 0.003	
87	R44 区域磁铁 5cm 处	0.126 $\pm$ 0.004~0.134 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 1207~1234
88	R44 区域磁铁 1m 处	0.113 $\pm$ 0.003~0.116 $\pm$ 0.003	
89	R45 区域磁铁 5cm 处	0.128 $\pm$ 0.004~1.93 $\pm$ 0.06	详细数据见监测报告 表 17, 序号 1235~1262
90	R45 区域磁铁 1m 处	0.114 $\pm$ 0.003~0.138 $\pm$ 0.004	
91	R46 区域磁铁 5cm 处	0.127 $\pm$ 0.004~0.135 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 1263~1290
92	R46 区域磁铁 1m 处	0.114 $\pm$ 0.003~0.116 $\pm$ 0.003	
93	R47 区域磁铁 5cm 处	0.128 $\pm$ 0.004~1.95 $\pm$ 0.06	详细数据见监测报告 表 17, 序号 1291~1318
94	R47 区域磁铁 1m 处	0.113 $\pm$ 0.003~0.129 $\pm$ 0.004	
95	R48 区域磁铁 5cm 处	0.127 $\pm$ 0.004~0.135 $\pm$ 0.004	详细数据见监测报告 表 17, 序号 1319~1346
96	R48 区域磁铁 1m 处	0.113 $\pm$ 0.003~0.116 $\pm$ 0.003	

注：周围剂量当量率检测结果包含宇宙射线响应值 11.5nGy/h，检测布点示意图见监测报告。

表 8.5-17 运行前后辐射水平分析比较

项目分类	运行前	运行后
空气样品中 Be-7 活度浓度(Bq/m <sup>3</sup> )	(5.84~7.77) $\times$ 10 <sup>-3</sup>	(3.78~6.77) $\times$ 10 <sup>-3</sup>
水中总 $\alpha$ 活度浓度(Bq/L)	0.06~0.17	0.083
水中总 $\beta$ 活度浓度(Bq/L)	0.05~0.09	0.082~0.113
环境水中氚(Bq/L)	2.06~2.84	—
循环冷却水中氚(Bq/L)	—	2.24~2.35

(1)空气样品分析的  $\gamma$  放射性核素仅测量出了 Be-7，检测结果与运行前放射水平相当；

(2)循环冷却水和地表水样品中总  $\alpha$ 、 $\beta$  活度浓度结果与运行前放射水平相当；

(3)环境水中氚的活度浓度结果为 2.06~2.84 Bq/L；

(5)循环冷却水中氚的活度浓度结果为 2.24~2.35 Bq/L;

(4)较高剂量率检测点位于控制区或临时控制区内,符合控制区的剂量率的要求;其余监测点位直如线加速器、增强器和储存环束流屏蔽体外表面剂量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h;光束线站侧墙和端墙外表面剂量率不大于 1 $\mu$ Sv/h,顶棚外表面剂量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h,均符合环评批复中屏蔽体外剂量率控制水平的要求。

### 8.5.2 非放射性监测数据

壹检(北京)生物科技有限公司于 2026 年 2 月 24 日~25 日对燃气锅炉有组织废气进行了监测;于 2026 年 3 月 16 日~17 日对无组织废气进行了监测。

锅炉废气出口监测结果见表 8.5-18~表 8.5-19。

表 8.5-18 1#锅炉废气验收监测结果

监测项目	单位	1#锅炉烟道出口					
		2026.2.24			2026.2.25		
		第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
实测含氧量	%	5.0	5.3	5.0	5.2	5.1	5.1
烟气温度	°C	56.3	56.4	56.3	55.1	55.5	54.9
烟气含湿量	%	9.1	9.5	10.0	7.0	7.3	7.5
烟气流速	m/s	4.21	4.19	4.09	4.41	4.51	4.42
标干流量	m <sup>3</sup> /h	2.73×10 <sup>3</sup>	2.71×10 <sup>3</sup>	2.63×10 <sup>3</sup>	2.93×10 <sup>3</sup>	2.98×10 <sup>3</sup>	2.92×10 <sup>3</sup>
低浓度颗粒物实测浓度	mg/m <sup>3</sup>	1.8	1.3	1.6	1.4	1.7	1.5
低浓度颗粒物排放浓度	mg/m <sup>3</sup>	2.0	1.4	1.8	1.6	1.9	1.7
低浓度颗粒物排放速率	kg/h	4.91×10 <sup>-3</sup>	3.52×10 <sup>-3</sup>	4.21×10 <sup>-3</sup>	4.10×10 <sup>-3</sup>	5.07×10 <sup>-3</sup>	4.38×10 <sup>-3</sup>
SO <sub>2</sub> 实测浓度	mg/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3	<3	<3	<3
SO <sub>2</sub> 排放浓度	mg/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3	<3	<3	<3
SO <sub>2</sub> 排放速率	kg/h	4.10×10 <sup>-3</sup>	4.06×10 <sup>-3</sup>	3.94×10 <sup>-3</sup>	4.40×10 <sup>-3</sup>	4.47×10 <sup>-3</sup>	4.38×10 <sup>-3</sup>
NO <sub>x</sub> 实测浓度	mg/m <sup>3</sup>	16	14	14	12	12	12
NO <sub>x</sub> 排放浓度	mg/m <sup>3</sup>	18	16	15	13	13	13
NO <sub>x</sub> 排放速率	kg/h	0.0437	0.0379	0.0368	0.0352	0.0358	0.0350
林格曼黑度	级	<1	<1	<1	<1	<1	<1
执行标准	标准来源	《锅炉大气污染物排放标准》(DB11/139-2015)表 1 2017 年 4 月 1 日起的新建锅炉大气污染物排放浓度限值					
	标准限值	颗粒物≤5mg/Nm <sup>3</sup> 、SO <sub>2</sub> ≤10mg/Nm <sup>3</sup> 、NO <sub>x</sub> ≤30mg/Nm <sup>3</sup>					
	达标情况	达标					

表 8.5-19 2#锅炉废气验收监测结果

监测项目	单位	2#锅炉烟道出口					
		2026.2.24			2026.2.25		
		第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
实测含氧量	%	5.6	5.4	5.4	5.5	5.5	5.4
烟气温度	°C	51.8	51.8	51.8	52.3	52.5	52.7
烟气含湿量	%	7.9	8.1	7.8	7.8	7.8	7.6
烟气流速	m/s	3.34	3.56	3.59	3.24	3.18	3.28
标干流量	m <sup>3</sup> /h	2.23×10 <sup>3</sup>	2.37×10 <sup>3</sup>	2.40×10 <sup>3</sup>	2.15×10 <sup>3</sup>	2.11×10 <sup>3</sup>	2.18×10 <sup>3</sup>
低浓度颗粒物实测浓度	mg/m <sup>3</sup>	1.4	1.6	1.7	1.2	1.9	1.8
低浓度颗粒物排放浓度	mg/m <sup>3</sup>	1.6	1.8	1.9	1.4	2.1	2.0
低浓度颗粒物排放速率	kg/h	3.12×10 <sup>-3</sup>	3.79×10 <sup>-3</sup>	4.08×10 <sup>-3</sup>	2.58×10 <sup>-3</sup>	4.01×10 <sup>-3</sup>	3.92×10 <sup>-3</sup>
SO <sub>2</sub> 实测浓度	mg/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3	<3	<3	<3
SO <sub>2</sub> 排放浓度	mg/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3	<3	<3	<3
SO <sub>2</sub> 排放速率	kg/h	3.34×10 <sup>-3</sup>	3.56×10 <sup>-3</sup>	3.60×10 <sup>-3</sup>	3.22×10 <sup>-3</sup>	3.16×10 <sup>-3</sup>	3.27×10 <sup>-3</sup>
NO <sub>x</sub> 实测浓度	mg/m <sup>3</sup>	12	13	15	12	11	11
NO <sub>x</sub> 排放浓度	mg/m <sup>3</sup>	14	15	17	14	12	12
NO <sub>x</sub> 排放速率	kg/h	0.0268	0.0308	0.0360	0.0258	0.0232	0.0240
林格曼黑度	级	<1	<1	<1	<1	<1	<1
执行标准	标准来源	《锅炉大气污染物排放标准》(DB11/139-2015)表 1 2017 年 4 月 1 日起的新建锅炉大气污染物排放浓度限值					
	标准限值	颗粒物≤5mg/Nm <sup>3</sup> 、SO <sub>2</sub> ≤10mg/Nm <sup>3</sup> 、NO <sub>x</sub> ≤30mg/Nm <sup>3</sup>					
	达标情况	达标					

监测结果表明，锅炉废气排放的颗粒物浓度为 1.4~2.1mg/m<sup>3</sup>，二氧化硫浓度均小于 3mg/m<sup>3</sup>，氮氧化物浓度为 12~18mg/m<sup>3</sup>，均满足《锅炉大气污染物排放标准》(DB11/139-2015)表 1 中 2017 年 4 月 1 日起的新建锅炉大气污染物排放浓度限值要求(颗粒物 5mg/m<sup>3</sup>，二氧化硫 10mg/m<sup>3</sup>，氮氧化物 30mg/m<sup>3</sup>)。

单台锅炉引风机设计标况风量 4403m<sup>3</sup>/h，验收期间单台锅炉标干烟气量 2110~2980m<sup>3</sup>/h，占设计烟气量的 47.9~67.7%，此烟气量可以保锅炉正常运行。

废气无组织排放监测结果见表 8.5-20，监测期间气象条件见表 8.5-21。

表 8.5-20 废气无组织排放监测结果

监测项目	采样时间	采样点位	第一次	第二次	第三次	单位
非甲烷总烃	2026.03.16	下风向 1	0.58	0.50	0.58	mg/m <sup>3</sup>
		下风向 2	0.58	0.60	0.66	
		下风向 3	0.61	0.62	0.63	
		报出值	0.61	0.62	0.66	
	2026.03.17	下风向 1	0.47	0.48	0.50	
		下风向 2	0.49	0.48	0.49	
		下风向 3	0.49	0.47	0.54	
		报出值	0.49	0.48	0.54	

表 8.5-21 废气无组织监测期间气象条件

监测日期		气温(°C)	气压(kPa)	风速(m/s)
2026.03.16	第一次	14	102.1	1.8
	第二次	15	102.1	1.6
	第三次	13	102.1	1.8
2026.03.17	第一次	9	102.0	1.6
	第二次	10	102.0	1.6
	第三次	11	101.8	1.7

监测结果表明，验收监测期间，本项目辅助实验室无组织排放非甲烷总烃最大排放浓度 0.66mg/m<sup>3</sup>，满足《大气污染物综合排放标准》(DB11/501-2017)无组织排放标准限值要求。

## (2)废水

壹检(北京)生物科技有限公司于 2026 年 3 月 16 日~17 日对园区主出入口 1 号门污水排放口进行了监测。污水排放口监测结果见表 8.5-22。

表 8.5-22 污水排放口监测结果

采样位置	检测项目	单位	检测结果				
			第一次	第二次	第三次	第四次	平均值
2026.03.16							
污水排放口	水温	℃	12.1	13.6	14.2	13.9	13.4
	pH	/	7.9	8.0	7.8	7.9	7.9
	氨氮	mg/L	21.9	22.9	21.1	20.8	21.7
	化学需氧量	mg/L	79	73	82	88	80
	生化需氧量	mg/L	22.1	25.0	24.0	24.0	23.8
	石油类	mg/L	0.64	0.63	0.82	0.83	0.73
	悬浮物	mg/L	26	23	22	25	24
2026.03.17							
污水排放口	水温	℃	10.5	12.2	13.5	13.6	12.4
	pH	/	8.2	8.1	8.1	8.1	8.1
	氨氮	mg/L	21.7	20.9	25.5	24.2	23.1
	化学需氧量	mg/L	34	34	32	33	33
	生化需氧量	mg/L	9.9	9.9	9.9	9.2	9.7
	石油类	mg/L	0.63	0.50	0.52	0.57	0.56
	悬浮物	mg/L	18	21	20	23	20

园区排入市政污水管网有效排放口共 4 个，各污水排放口位置见图 8.5-1。



图 8.5-1 园区污水排放口位置图

验收监测期间，各污水排放口所排废水水质主要为生活污水，主出入口 1 号门处污水井主要收集办公综合楼排水、实验大厅外环排水，水量相对较大，具有代表性。

监测结果表明，验收监测期间，污水排口排水水质达到《水污染物排放标准》(DB11/307-2013)中表 3 排入公共污水处理系统的悬浮物 400mg/L，化学需氧量(COD)500mg/L，生化需氧量(BOD)300mg/L，氨氮 45mg/L，石油类 10mg/L 限值要求。

### (3)噪声

壹检(北京)生物科技有限公司于 2026 年 3 月 16 日~17 日对本项目园区边界进行了厂界噪声监测。园区边界噪声监测结果见表 8.5-23。

**表 8.5-23 厂界噪声监测结果**

监测日期	监测点位	监测结果 $L_{eq}$ [dB(A)]		监测标准 $L_{eq}$ [dB(A)]		达标情况
		昼间	夜间	昼间	夜间	
2026.3.16	北边界	47	38	60	50	达标
	西边界	44	38	60	50	达标
	东边界	47	40	60	50	达标
	南边界	52	39	60	50	达标
2026.3.17	北边界	43	40	60	50	达标
	西边界	43	40	60	50	达标
	东边界	44	38	60	50	达标
	南边界	45	39	60	50	达标

监测结果表明，验收监测期间，高能同步辐射光源园区边界昼、夜间噪声值均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准中昼间 $\leq 60$ dB(A)，夜间 $\leq 50$ dB(A)的排放限值。

### (4)污染物排放总量核算

本项目燃气锅炉为备用锅炉，年工作时间不大于 200 天，以最不利情况计，锅炉废气各污染物取验收期间最大小时排放浓度，年运行时间按 4800 小时核算全年污染物排放量。

废水污染物浓度取验收期间废水排放口氨氮、化学需氧量日平均值最大排放浓度，根据水量平衡，本项目废水排放总量 51438m<sup>3</sup>/a，生活污水排放量 15360m<sup>3</sup>/a，

工艺冷却水制备过程中产生的浓水，其成分主要为盐分。空压机排水经过滤器处理后主要污染物为悬浮物。因此，本项目废水污染物排放量以生活污水排放量核算。

经核算，本项目各污染源的污染物排放量与环评中污染物排放总量对比情况见表 8.5-24。

**表 8.5-24 污染物排放总量**

项目		环评中污染物排放量(t/a)	本次验收监测结果核算污染物排放量(t/a)
废气	颗粒物	0.090	0.0432
	二氧化硫	0.080	0.0387
	氮氧化物	0.607	0.3826
废水	化学需氧量	13.3596	1.2288
	氨氮	0.6144	0.3548

根据验收监测结果，核算本项目污染物排放总量，可满足原环评的总量指标。

## 9 质量保证和质量控制

### 9.1 辐射环境监测

本次辐射环境监测由国家卫生健康委职业安全卫生研究中心完成，监测使用方法、仪器及人员均符合体系要求：

(1)监测方法严格遵循国家卫生健康委职业安全卫生研究中心制定的《辐射环境监测作业指导书》。

(2)监测使用设备均通过检定并在有效期内，满足监测要求，具体见表 9.1-1。

(3)监测人员具有相关专业的技术职称和工作经验，持证上岗。

(4)监测单位获得 CMA 资质认证和放射卫生技术服务机构资质。

(5)验收依据是我国现行有效的法规与相关标准。

(6)编制单位主要负责人为注册核安全工程师和注册环境影响评价工程师。

(7)监测报告进行内审和外审。

此次验收监测使用的监测仪器参数见表 9.1-1。

表 9.1-1 辐射监测仪器一览表

监测项目	监测因子	监测仪器名称	监测仪器型号	技术参数	检定/校准有效期
贯穿辐射、感生放射性	γ 辐射剂量率	便携式 X、γ 剂量率仪	6150AD6/H+6150AD-b/H	能量范围： 20keV~7MeV； 剂量率测量范围： 10nSv/h-100μSv/h	2025.2.25-2026.2.24
	γ 辐射剂量率	便携式 X、γ 剂量率仪	AT1123	能量范围： 15keV~10MeV； 剂量率测量范围： 10nSv/h-10Sv/h	2025.2.26-2026.2.25
	中子辐射剂量率	中子剂量当量率仪	FH40G-X+FHT762	能量范围：热中子 ~5GeV 剂量率测量范围： 10nGy/h~100μGy/h	2025.2.11-2026.2.10
空气	H-3	空气中氚采样器	TAS-X	采样流量： 0.5~2.5L/min 采样效率： >95%	2025.2.17-2026.2.16
水	总 α 总 β	四路低本底 α、β 测量仪	LB4200	探测效率 α( <sup>210</sup> Po)≥38%； β( <sup>90</sup> Sr/ <sup>90</sup> Y)≥45%	2025.6.23-2027.6.22
	Be-7、Na-22、Cr-51、Mn-52、Mn-54、Co-58、Fe-59、Zr-95	高纯锗 γ 能谱测量系统	GR5021/GSW200	能量分辨力： 1.96keV； 能量分辨力： 1.68keV	2025.6.23-2027.6.22

监测项目	监测因子	监测仪器名称	监测仪器型号	技术参数	检定/校准有效期
	H-3	低本底液闪测量仪	Quantulus GCT 6220	测量范围: 0~2000keV	2025.7.11-2027.7.10
气溶胶	Be-7、Na-22、Cr-51、Mn-52、Mn-54、Co-58、Fe-59、Zr-95	高纯锗 $\gamma$ 能谱测量系统	GR5021/GSW200	能量分辨力: 1.96keV; 能量分辨力: 1.68keV	2025.6.23-2027.6.22
		大流量空气采样器	CF-1003	采样流量范围: 0~50CFM	2025.2.17-2026.2.16
土壤	Be-7、Na-22、Cr-51、Mn-52、Mn-54、Co-58、Fe-59、Zr-95	高纯锗 $\gamma$ 能谱测量系统	GR5021/GSW200	能量分辨力: 1.96keV; 能量分辨力: 1.68keV	2025.6.23-2027.6.22

## 9.2 非放射性环境检测

本次非放射性监测由壹检(北京)生物科技有限公司完成, 监测单位获得 CMA 资质认证, 资质和人员均具备验收监测的资质要求。为保证监测验收监测数据的合理性、可靠性、准确性, 根据《环境监测技术规范》和《实验室质量控制与质量监督管理规定》(QCTI LD-SZCEDD-0049)质量保证的要求, 对监测的全过程(包括现场布点、采样、样品贮存、样品运输、实验室分析和数据等)进行质量控制。

本项目非放射性监测项目及监测分析方法见表 9.2-1。

表 9.2-1 非放射性监测项目及监测分析方法

检测类别	检测项目	检测依据	检测仪器	检出限
工业废气 (有组织)	氮氧化物	《固定污染源废气氮氧化物的测定定电位电解法》 HJ693-2014	GH-60E 型自动烟尘烟气测试仪 /ZYYJ-1-C-15/16 空盒气压表 /ZYYJ-1-C-21	3mg/m <sup>3</sup>
	二氧化硫	《固定污染源废气二氧化硫的测定定电位电解法》 HJ57-2017		3mg/m <sup>3</sup>
	低浓度颗粒物	《固定污染源废气低浓度颗粒物的测定重量法》 HJ836-2017	M5-HPB-105i 电子天平 /ZYYJ-1-S-2 HSX-350 恒温恒湿系统 称重/ZYYJ-1-S-1 101-1DB 电热鼓风干燥箱/ZYYJ-1-S-80	1.0mg/m <sup>3</sup>
	烟气黑度	《固定污染源废气烟气黑度的测定林格曼烟气黑度浓度图》HJ/T 398-2007	林格曼烟气浓度图 /ZYYJ-1-C-22 风杯式风速表 /ZYYJ-1-C-35	1 级
工业废气 (无组织)	非甲烷总烃	《环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进	SP-3420A 气相色谱仪 /ZYYJ-1-S-22	0.07mg/m <sup>3</sup>

检测类别	检测项目	检测依据	检测仪器	检出限
		《样-气相色谱法》HJ604-2017		
废水	pH 值	《水质 pH 的测定 电极法》HJ 1147-2020	笔式酸度计 /ZYYJ-1-C-62	/
	氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ535-2009	752 紫外可见分光光度计/ZYYJ-1-S-66	0.025mg/L
	化学需氧量	《水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法》HJ828-2017	滴定管 50mL/030-1	4mg/L
	生化需氧量	《水质 五日生化需氧量的测定 稀释与接种法》HJ505-2009	JPSJ-605F 型溶解氧分析仪/ZYYJ-1-S-5 LRH 系列生化培养箱 /ZYYJ-1-S-26	0.5mg/L
	石油类	《水质 石油类和动植物油类的测定 红外分光光度法》HJ637-2018	EP600 红外分光测油仪 /ZYYJ-1-S-19	0.06mg/L
	悬浮物	《水质 悬浮物的测定重量法》GB11901-1989	FA2004N 电子天平 /ZYYJ-1-S-4 101-1DB 电热鼓风干燥箱/ZYYJ-1-S-9	4mg/L
噪声	厂界噪声	《工业企业厂界噪声排放标准》GB 12348-2008	AWA6228+多功能声级计/ZYYJ-1-C-55 AWA6021A 声校准器 /ZYYJ-1-C-58 手持气象站 /ZYYJ-1-C-66	/

## 10 验收监测结果

### 10.1 运行工况

高能同步辐射光源(HEPS)为 I 类射线装置。出束期间,直线加速器将束流能量加速至 500MeV,束流流强为 200nA;增强器将束流能量加速至 6GeV,束流流强为 15mA;储存环束流能量为 6GeV,束流流强为 100mA(设计指标为 200mA);停束约 30 分钟后,测量各隧道内的感生放射性。线站运行情况详见监测报告。

光源停机检修期间,锅炉验收监测在锅炉工况稳定、环境保护设施运行正常的条件下进行,锅炉运行负荷 75%。光源启动运行期间,辅助实验室及其环境保护设施正常运行。

### 10.2 辐射防护与安全设施/措施运行情况

#### 10.2.1 辐射安全与防护设施运行

现场的辐射安全防护设施进行查验,并结合 2025 年 9 月 HEPS 人身安全联锁系统的测试报告,表明辐射监测仪性能良好、运行正常,功能完好。通过对辐射安全防护设施与运行核查项目的比较(表 10.2-1 所示),表明本项目安全防护设施能够避免人员受到意外照射。

表 10.2-1 辐射安全防护设施与运行核查结果表

序号	检查项目	是否设置	备注
1	开关钥匙控制	√	人员进入放射工作场所控制区时,要求每人必须携带一把联锁钥匙。联锁钥匙是一种联锁交换装置,通过将开启危险源装置的钥匙与出入危险区域的人员携带的安全钥匙联锁,实现有人员滞留危险区域时无法开启危险源,危险源开启后人员无法进入危险区域,保障人员的人身安全。
2	联锁装置和屏蔽门	√	直线区域包括 2 套人员通道联锁门和 1 套用于设备出入的屏蔽门。增强器区域包括 6 套人员通道联锁门和 2 套用于设备出入的屏蔽门。储存环区域包括 14 套人员通道联锁门和 4 套用于设备出入的屏蔽门。线站统计情况见表 5-16~5-31。
3	清场按钮	√	直线区域共有 4 组搜索清场按钮,增强器共有 11 组清场按钮,储存环共有 30 个(储存环一区有 8 个清场按钮,储存环二区有 7 个清场按钮,储存环三区有 7 个清场按钮,储存环四区有 8 个清场按钮)。线站统计情况见表 5-16~5-31。
4	门禁与视频监控系统	√	控制区通道入口配置了门禁与视频监控系统。门禁系统通过 PLC 与控制区管制状态联锁,PLC 根据控制区内的辐射风险情况,将管制状态分为禁止进入、限制进入和控制进入。禁止进入时,进入读卡器门禁刷卡无效,离开读卡器门禁刷卡有效;限制进入时,普通权限卡进入读卡器门禁刷卡无效,离开读卡器门禁刷卡有效;控制进入时,普通权限卡进入读

序号	检查项目	是否设置	备注
			卡器门禁刷卡有效(部分门点还需要取次级钥匙), 离开读卡器门禁刷卡有效。为了防止无门卡人员被困控制区等紧急情况, 控制区出入口均设置了玻璃破碎开门按钮。
5	紧急停机	√	直线设置有 6 组紧急停机按钮, 增强器设置有 33 组紧急停机按钮, 储存环设置有 96 组紧急停机按钮; 控制室设有 3 组紧急急停按钮; 合计共 138 组。线站统计情况见表 5.2-12~5.2-27。
6	警告装置	√	在控制区内部设置声光报警装置, 提醒人员了解控制区的管制状态。在控制区搜索清场时, 危险源开机前, 控制区内都会有声光警示, 提醒人员离开控制区。在控制室, 设置有监测界面, 可以全面查看各控制区的设备和管控状态。
7	辐射监测系统	√	剂量监测点共 113 处。每个点由一台中子和一台 $\gamma$ 监测器组成, 监测数据在控制室的相应界面显示。
8	电离辐射警示标志	√	均在人员进入控制区明显处设置电离辐射警示标志。
9	通风装置	√	加速器隧道内有通风系统, 加速器停机后, PPS 在允许人员进入隧道内前要进行通风。
10	个人剂量计	√	进入控制区的放射工作人员已配备个人剂量计。

注: 有“设计建造”的划√, 没有的划×, 不适用的划/。

### 10.2.2 辐射安全与防护措施落实

建设单位已按照环境影响报告书及其批复内容制定了辐射安全管理措施, 包括辐射安全管理规章制度、辐射事故应急预案、设备的安全操作规程、人员的安全管理、辐射安全培训、个人剂量监测、外来实验人员管理制度等, 并落实各项辐射安全与防护措施内容。

### 10.3 生态环境保护设施建设情况

#### (1) 废气

采暖采用热回收机组供热, 备用只在光源停机期间辅助补充供热, 2 台 3500kW 燃气锅炉均安装低氮燃烧装置, 锅炉烟气经 1 座高 18m 烟囱排放。

实验大厅外环辅助实验室安装 10 套活性炭净化装置, 实验室产生的有机废气经活性炭净化装置处理后无组织排放。

#### (2) 废水

排水采用雨污分流。空压机排水经过滤器净化处理后, 与生活污水、纯水制备废水一并经市政污水管网排入怀柔庙城污水处理厂。

#### (3) 噪声

固定噪声源布局合理, 冷却塔布置在动力站屋面, 空压机、锅炉、冷水机组、

水泵、空调机组等设备均布置在动力站设备用房内并采用基础减振。

#### (4) 固体废物

纯水制备中替换下的废活性炭、废反渗透膜、废弃离子交换树脂由生产厂家回收处理。废绝缘油及实验室废化学试剂等危险废物交有资质单位处置。建设危险废物暂存间 1 处，采用重点防渗，分类存放，并设置防漏托盘及警示标志。生活垃圾交由当地环卫部门统一清运处置。

(5) 排放废气中二氧化硫、氮氧化物、颗粒物，以及排放废水中化学需氧量、氨氮等各污染物年排放量，需满足怀柔区污染物排放总量要求。

### 10.4 验收监测结果

#### 10.4.1 辐射验收监测结果

(1) 直线加速器工作场所周围剂量当量率范围为 0.097~0.161 $\mu$ Sv/h；直线加速器隧道感生周围剂量当量率范围为 0.105~8.62 $\mu$ Sv/h。

(2) 增强器工作场所周围剂量当量率范围为 0.079~0.346 $\mu$ Sv/h；增强器隧道感生周围剂量当量率范围为 0.093~9.30 $\mu$ Sv/h。

(3) HEPS 实验大厅周围剂量当量率范围为 0.080~2.36 $\mu$ Sv/h，周围剂量当量率最大值为高能同步辐射光 28I 出口 30cm 处。

(4) 储存环工作场所周围剂量当量率范围为 0.060~1.08 $\mu$ Sv/h，周围剂量当量率最大值为储存环设备通道 SD2 防护门左缝外 30cm 处；储存环隧道感生周围剂量当量率范围为 0.110~13.5 $\mu$ Sv/h。

(5) HEPS 园区内其他场所周围剂量当量率范围为 0.059~0.117 $\mu$ Sv/h。

(6) HEPS 实验大厅线束站周围剂量当量率范围为 0.074~1.20 $\mu$ Sv/h，周围剂量当量率最大值为 BD 线站棚屋上方 30cm 处。

(7) 空气样品分析的  $\gamma$  放射性核素仅测量出了 Be-7，活度浓度为 3.78~6.77 $\times 10^{-3}$ Bq/m<sup>3</sup>，检测结果与运行前环境活度浓度 5.84~7.77 $\times 10^{-3}$ Bq/m<sup>3</sup> 相近，放射水平相当；其余  $\gamma$  放射性核素活度浓度均低于最小探测下限。

(8) 土壤样品中分析的  $\gamma$  放射性核素活度浓度均低于最小探测下限。

(9) 循环冷却水和地表水样品中  $\gamma$  放射性核素活度浓度均低于最小探测下限，总  $\alpha$  活度浓度为 0.083Bq/L，总  $\beta$  活度浓度为 0.082~0.113Bq/L。总  $\alpha$  活度浓度检测结果与运行前环境检测结果 0.06~0.17Bq/L 一致，放射水平相当；总  $\beta$  活度浓度检

测结果与运行前环境检测结果 0.05~0.09Bq/L 一致，放射水平相当。

(10)空气水分中氡和空气中氡活度浓度均低于最小探测下限；水中氡的活度浓度为 2.24~2.35Bq/kg，与运行前放射水平相当。

以上较高剂量率检测点位于控制区或临时控制区内，符合控制区的剂量率的要求；其余监测点位直如线加速器、增强器和储存环束流屏蔽体外表面剂量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h；光束线站侧墙和端墙外表面剂量率不大于 1 $\mu$ Sv/h，顶棚外表面剂量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h，均符合环评批复中屏蔽体外剂量率控制水平的要求。

#### 10.4.2 非放验收监测结果

(1)锅炉废气排放的颗粒物浓度为 1.4~2.1mg/m<sup>3</sup>，二氧化硫浓度均小于 3mg/m<sup>3</sup>，氮氧化物浓度为 12~18mg/m<sup>3</sup>，均满足《锅炉大气污染物排放标准》(DB11/139-2015)中颗粒物 5mg/m<sup>3</sup>，二氧化硫 10mg/m<sup>3</sup>，氮氧化物 30mg/m<sup>3</sup> 的排放限值。

(2)厂界无组织排放非甲烷总烃最大排放浓度 0.66mg/m<sup>3</sup>，满足《大气污染物综合排放标准》(DB11/501-2017)中无组织排放标准限值 1.0mg/m<sup>3</sup> 要求。

(3)污水排放口排水水质达到《水污染物排放标准》(DB11/307-2013)中表 3 排入公共污水处理系统的悬浮物 400mg/L，化学需氧量(COD)500mg/L，生化需氧量(BOD)300mg/L，氨氮 45mg/L，石油类 10mg/L 限值要求。

(4)园区厂界噪声值昼间 43~52dB(A)、夜间噪声值 38~40dB(A)，均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)2 类标准中昼间 $\leq$ 60dB(A)，夜间 $\leq$ 50dB(A)的排放限值。

#### 10.5 工作人员及公众有效剂量计算

HEPS工作人员主要分为两类：辐射工作人员和非辐射工作人员。非辐射工作人员不能进入外环实验室(包括各隧道、同步辐射大厅和实验站)以内的区域；辐射工作人员为可以进入隧道开展维修维护工作的人员和在加速器周边各实验室(如束调管大厅、设备间、控制室等)的工作人员。辐射工作人员可能会受到加速器运行时瞬发辐射的照射，以及停机后感生放射性的影响。直线加速器、增强器和储存环进入隧道维修时间约为200h/a，在加速器周边工作的时间为1800h/a；线站工作人员的工作时间约2000h/a；外来实验人员工作时间约500h/a。

年有效剂量计算公式：

$$E=H\times t\times T$$

式中： $E$ —年有效剂量， $\mu\text{Sv}$ ；

$H$ —屏蔽体外周围剂量当量率；

$t$ —受照时间， $\text{h/a}$ ；

$T$ —居留因子。

本项目辐射工作人员和公众的年受照剂量，见表 10.5-1。

**表 10.5-1 运行时工作人员及公众年有效剂量估算结果**

人员类别	关注点位置	T(居留因子)	年受照时间, t(h)	剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	年有效剂量估算值, mSv
直线加速器工作人员	直线加速器隧道与增强器隧道连接处	1	1800	0.161	0.290
	隧道 LBB01 5cm 处	1	200	8.62	1.72
增强器工作人员	增强器设备通道 SD1 屏蔽门左缝外 30cm 处	1/4	1800	0.346	0.156
	增强器高频厅控制室门外	1/4	1800	0.100	0.045
	隧道 BS3SIP03 5cm 处	1	200	9.30	1.86
储存环工作人员	储存环设备通道 SD2 防护门左缝外 30cm 处	1/4	1800	1.08	0.485
	中央控制室	3/4	1800	0.104	0.140
	隧道 R18QD6 5cm 处	1	200	13.5	2.70
实验大厅工作人员	高能同步辐射光 28I 出口 30cm 处	1/4	2000	2.36	1.18
	高能同步辐射光 B23 门厅处	1/4	2000	0.102	0.051
线束站工作人员	BD 线站棚屋上方 30cm 处	1/4	2000	1.20	0.600
	B3 光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	1/2	2000	0.115	0.115
外来实验人员	BD 线站棚屋上方 30cm 处	1/2	500	1.20	0.30
	B3 光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	1/2	500	0.115	0.029
园区内其他场所	4 号环境监测站	1	2000	0.117	0.234
公众	4 号环境监测站	1/16	2000	0.117	0.015

人员类别	关注点位置	T(居留因子)	年受照时间, t(h)	剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	年有效剂量估算值, mSv
	用户服务楼前台	1/4	2000	0.085	0.043

按各区域辐射工作人员独立分工综合保守考虑, 直线加速器工作人员最大年有效受照剂量约为2.01 mSv; 增强器工作人员最大年有效受照剂量约为2.06 mSv; 储存环工作人员最大年有效受照剂量约为3.33 mSv; 实验大厅工作人员最大年有效受照剂量约为1.23mSv; 线束站工作人员最大年有效受照剂量约为0.715mSv; 园区内其他场所工作人员最大年有效受照剂量约为0.234 mSv; 均低于本项目辐射工作人员年剂量约束值5 mSv/a。

本项目外来实验人员最大年有效受照剂量约为0.329mSv; 低于本项目年剂量约束值1mSv/a。

本项目公众年有效受照剂量最大值约为0.058mSv, 低于本项目年剂量约束值0.1mSv/a。

在验收工况下, 结合工作人员工作负荷, 储存环工作人员最大年有效受照剂量约为3.33 mSv, 后续储存环调试至最大运行工况, 应加强对环境监测和个人剂量监测结果管理。

## 11 验收监测结论

根据国家卫生健康委职业安全卫生研究中心对本项目辐射监测结果，以及对本项目各项安全防护设施的如实查验，认为：

(1)本项目已按环境影响报告书及其批复要求建成环境保护设施，环境保护设施可与主体工程同时使用；

(2)根据建设单位提供的环保设施运行台账记录，项目主体工程及配套环保工程运行良好，未发生事故；

(3)该建设项目的性质、规模、地点、工作方式或者辐射防护措施未发生重大变动；

(4)场所辐射防护设施效果达到标准要求；

(5)职业人员和公众所接受的最大年有效剂量可以满足剂量约束值的要求；

(6)本项目已成立辐射安全与防护领导小组，已建立健全辐射安全与防护规章制度，辐射工作人员已通过培训，进行个人剂量检测情况和上报年度评估报告；

(7)已按照法规要求办理了辐射安全许可证增项，并重新申领了辐射安全许可证。

## 12 “三同时”竣工验收登记表

## 建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位(盖章): 中国科学院高能物理研究所

填表人(签字):

项目经办人(签字):

建设项目	项目名称	高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目				项目代码	2017-000052-73-01-001294		建设地点	北京市怀柔区怀北镇光源路1号			
	行业类别(分类管理名录)	核技术利用建设项目、热力生产和供应工程				建设性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造		项目厂区中心经度/纬度	116.70751° /40.39015°			
	设计生产能力	200mA、10t/h				实际生产能力	200mA、10t/h		环评单位	国家卫生健康委职业安全卫生研究中心			
	环评文件审批机关	北京市生态环境局				审批文号	京环审〔2024〕19号		环评文件类型	环境影响报告书			
	开工日期	2019年				竣工日期	2025年		排污许可证申领时间	2024年4月1日			
	环保设施设计单位	中国电子工程设计院股份有限公司				环保设施施工单位	北京建工集团有限责任公司		本工程排污许可证编号	12100000400012211J001X			
	验收单位	国家卫生健康委职业安全卫生研究中心				环保设施监测单位	国家卫生健康委职业安全卫生研究中心; 壹检(北京)生物科技有限公司		验收监测时工况	光源正常运行, 锅炉生产负荷75%			
	投资总概算(万元)	476130				环保投资总概算(万元)	24757.94		所占比例(%)	5.2			
	实际总投资(万元)	472000				实际环保投资(万元)	21363		所占比例(%)	4.5			
	废水治理(万元)	710	废气治理(万元)	265	噪声治理(万元)	90	固体废物治理(万元)	120	绿化及生态(万元)	178	其他(万元)	20000	
新增废水处理设施能力					新增废气处理设施能力			年平均工作时	7200h				
运营单位	中国科学院高能物理研究所				运营单位统一社会信用代码(或组织机构代码)	12100000400012211J		验收时间	2026年				
污染物排放达总量控制(工业建设项目详填)	污染物	原有排放量(1)	本期工程实际排放浓度(2)	本期工程允许排放浓度(3)	本期工程产生量(4)	本期工程自身削减量(5)	本期工程实际排放量(6)	本期工程核定排放总量(7)	本期工程“以新带老”削减量(8)	全厂实际排放总量(9)	全厂核定排放总量(10)	区域平衡替代削减量(11)	排放增减量(12)
	废水						5.1438			5.1438			+5.1438
	化学需氧量						1.2288			1.2288			+1.2288
	氨氮						0.3548			0.3548			+0.3548
	石油类												
	废气						1430			1430			1430
	二氧化硫						0.0116			0.0116			+0.0116
	烟尘						0.0129			0.0129			+0.0129
	工业粉尘												
	氮氧化物						0.1148			0.1148			+0.1148
工业固体废物													
与项目有关的其他特征污染物													

注: 1、排放增减量: (+)表示增加, (-)表示减少。2、(12)=(6)-(8)-(11), (9)=(4)-(5)-(8)-(11)+(1)。3、计量单位: 废水排放量——万吨/年; 废气排放量——万标立方米/年; 工业固体废物排放量——万吨/年; 水污染物排放浓度——毫克/升。

### 13 附件

附件 1 辐射安全管理制度汇编及安环办成立文件

附件 2 辐射安全许可证

附件 3-1 HEPS 项目环境影响报告书的批复文件

附件 3-2 HEPS 项目变动环境影响报告书的批复文件

附件 3-3 HEPS 项目二次变动环境影响报告书的批复文件

附件 4 辐射工作场所监测报告

附件 5 加速器人身安全联锁系统测试报告

附件 6 固定污染源排污登记回执

附件 7 危险废物经营许可证及处置合同

附件 8 废气、废水、噪声监测报告

附件 9 总量审批文件

附件 10 重晶石混凝土密度测试报告

附件 1 辐射安全管理制度汇编及安环办成立文件



**高能同步辐射光源  
辐射安全管理制度汇编  
(试行)**

2025 年 1 月修订

安全环境办公室

## 前 言

依照国家核技术利用辐射安全法律、法规和标准要求，结合工程建设实际，安全环境办公室组织制定了《高能同步辐射光源辐射安全管理制度》，汇总了辐射安全相关的操作规程、岗位职责、辐射防护、安全保卫、设备检修维护、人员培训、辐射监测和辐射应急预案等内容，旨在规范高能同步辐射光源工程建设、调试和试运行期间的各项辐射安全工作，保障从业人员身体健康和环境安全，确保高能同步辐射光源工程建设任务圆满完成。

## 目录

## 目 录

<b>第一章 操作规程</b> .....	1
1. HEPS 人身安全联锁系统操作规程.....	1
2. HEPS 辐射剂量监测系统操作规程.....	13
3. HEPS 直线加速器调试操作规程.....	15
4. HEPS 增强器调试操作规程.....	18
5. HEPS 储存环加速器调试操作规程.....	21
6. HEPS 光束线站 PPS 操作规程.....	27
<b>第二章 岗位职责</b> .....	36
7. HEPS 调试期间辐射安全管理机构及岗位职责.....	36
8. 直线加速器调试岗位职责.....	37
9. 增强器调试系统岗位职责.....	39
10. 储存环调试岗位职责.....	41
11. 光束线站调试岗位职责.....	43
<b>第三章 辐射防护</b> .....	48
12. HEPS 调试期间辐射安全与防护管理规定.....	48
13. HEPS 安全联锁系统旁路审批规定.....	52
14. HEPS 外来人员进入辐射工作场所管理规定.....	55
15. HEPS 实验用户管理规定.....	57
16. HEPS 调试期间个人剂量监测规定.....	59
<b>第四章 安全保卫</b> .....	61
17. HEPS 园区安全保卫管理规定.....	61
<b>第五章 设备检修维护</b> .....	64
18. HEPS 设备检修维护规定.....	64
<b>第六章 人员培训</b> .....	67
19. HEPS 辐射工作人员培训规定.....	67
<b>第七章 台账管理</b> .....	69
20. HEPS 辐射安全台账管理规定.....	69
<b>第八章 监测方案</b> .....	71
21. HEPS 调试期间辐射监测方案.....	71
22. 加速器隧道顶部覆土层辐射剂量监测方案.....	81

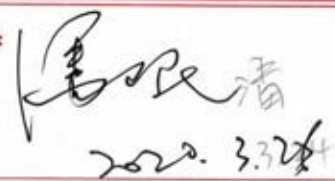
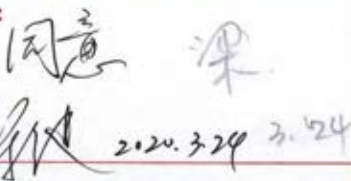
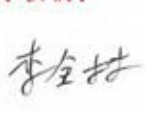

目录

---

第九章 “三废”处理方案.....	86
23. HEPS 调试期间放射性废物安全管理规定.....	86
第十章 应急预案.....	88
24. HEPS 辐射事故应急预案.....	88

## 中国科学院高能物理研究所发文稿纸

紧急程度：                  密级：                  高光      字〔2020〕5      号

<p>签发：  2020.3.24</p>	<p>办公室审核：</p>				
<p>会签：  2020.3.24 3.24</p>	<p>办公室领导核稿： 同意   2020.3.24</p>				
<p>标题： 关于成立高能同步辐射光源工程安全环境办公室的通知 (高光(2020)5号)</p>	<p>主办单位领导审核：</p> <p>主办单位及拟稿人 HEPS 工程指挥部 电 话：88235967 2020.3.24 苑梦尧</p>				
<p>主送单位： HEPS 工程指挥部和工程成员</p>					
<p>抄送单位：</p>					
<p>主题词：</p>	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px;">校对</td> <td style="width: 50px;"></td> </tr> <tr> <td>打印</td> <td>份</td> </tr> </table>	校对		打印	份
校对					
打印	份				
<p>附件名称： 附件： 1. 安全环境办公室框架 2. 安全环境办公室职责范畴</p>					



# 中国科学院高能物理研究所 高能同步辐射光源工程文件

高光〔2020〕5号

## 关于成立高能同步辐射光源工程安全环境 办公室的通知

各相关单位：

2020年3月18日，高能同步辐射光源（HEPS）工程指挥部讨论决定，成立安全环境办公室，下设综合管理部和辐射技术部，负责HEPS建设、调试及验收期间的各项安全管理工作。

该办公室由工程指挥部直接领导，副总指挥梁键主管并兼任办公室主任，副主任由王庆斌担任。以上人员任期到高能同步辐射光源工程竣工验收结束。

- 附件：1. 安全环境办公室框架
2. 安全环境办公室职责范畴

中国科学院高能物理研究所  
高能同步辐射光源  
工程指挥部  
2020年8月24日

### 关于全力支持工程推进的若干意见

为深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，加快推进工程建设和科研攻关，现就有关事项通知如下：一、要充分认识工程建设的重大意义，切实增强责任感和使命感。二、要切实加强组织领导，建立健全工作机制。三、要加大资源投入，保障工程顺利实施。四、要深化产学研合作，提升工程科技含量。五、要严守安全底线，确保工程安全稳定运行。

中国科学院高能物理研究所  
工程指挥部

附件1 安全环境办公室框架



## 附件2 安全环境办公室职责范畴

高能同步辐射光源(HEPS)工程安全环境办公室下设综合管理部和辐射技术部,负责HEPS建设、调试及验收期间的各项安全制度建设、组织实施和其他日程管理工作,包括施工、辐射、职业卫生、消防、特种设备和危化品等安全。

### 一、 综合管理部负责:

- (1) 监督HEPS建设期间的施工安全。
- (2) 负责HEPS建设期间的消防安全管理。
- (3) 负责HEPS建设期间的辐射安全与防护管理。
- (4) 负责HEPS建设期间的特种设备、危险化学品安全管理。
- (5) 其他安全管理。

### 二、 辐射技术部负责:

- (1) 负责为HEPS工程施工建设、调试和试运行期间的有关辐射屏蔽设计、安全防护设计、监测和相关技术评审提供监管、审核等技术支持。
- (2) 负责HEPS放射工作人员的个人剂量监测和工作场所的辐射监测。
- (3) 负责辐射应急监测。

---

高能同步辐射光源工程指挥部

2020年3月24日印发

---

附件 2 辐射安全许可证





# 辐射安全许可证

(副本)



中华人民共和国生态环境部监制



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院高能物理研究所		
统一社会信用代码	12100000400012211J		
地 址	北京市石景山区玉泉路 19 号乙院		
法定代表人	姓 名	曹俊	联系方式 010-88235808
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	辐射防护实验室 (6 号厅 218)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	葛锐
	ATLAS 实验室 (6 号厅 109)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	葛锐
	同位素厅核分析实验室 (同位素厅 113)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	张智勇
	γ 谱分析实验室 (同位素厅 109)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	张智勇
	材料结构实验室 (同位素厅 101)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	张智勇
	同位素厅 112 实验室 (2018-7-12 新增)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	张智勇
证书编号	国环辐证[00041]		
有效期至	2026 年 06 月 30 日		
发证机关	生态环境部		
发证日期	2025 年 03 月 11 日		





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院高能物理研究所		
统一社会信用代码	12100000400012211J		
地 址	北京市石景山区玉泉路19号乙院		
法定代表人	姓 名	曹俊	联系方式 010-88235808
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	资源与环境实验室（同位素厅202）	北京市石景山区玉泉路19号乙	张智勇
	小角散射站	北京市石景山区玉泉路19号乙	张智勇
	15号厅220室	北京市石景山区玉泉路19号乙	张智勇
	中微子实验室（4号厅209）	北京市石景山区玉泉路19号乙	刘聪展
	4号厅洁净101实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	刘聪展
	4号厅洁净201实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	刘聪展
	4号厅洁净202实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	刘聪展
	4号厅洁净203实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	刘聪展
	证书编号	国环辐证[00041]	
有效期至	2026年06月30日		
发证机关	生态环境部		
发证日期	2025年03月11日		





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院高能物理研究所		
统一社会信用代码	12100000400012211J		
地 址	北京市石景山区玉泉路 19 号乙院		
法定代表人	姓 名	曹俊	联系方式 010-88235808
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	4 号厅洁净 204 实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	刘聪展
	4 号厅大亚湾实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	刘聪展
	4 号厅暗物质实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	刘聪展
	4 号厅联调大厅	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	刘聪展
	AMS 实验室 (4 号厅 210)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	刘聪展
	4 号厅 107 实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	刘聪展
	101 实验室 (2018-7-12 新增为 V 类放射源使用场所)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	章志明
证书编号	国环辐证[00041]		
有效期至	2026 年 06 月 30 日		
发证机关	生态环境部		
发证日期	2025 年 03 月 11 日		





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院高能物理研究所		
统一社会信用代码	12100000400012211J		
地 址	北京市石景山区玉泉路19号乙院		
法定代表人	姓 名	曹俊	联系方式 010-88235808
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	102 实验室 (2018-7-12 新增为V类放射源使用场所)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	章志明
	107 实验室 (2018-7-12 新增为V类放射源使用场所及III类射线装置生产使用场所)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	章志明
	系统装配大厅 (2018-7-12 新增为III类射线装置生产使用场所)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	章志明
证书编号	国环辐证[00041]		
有效期至	2026 年 06 月 30 日		
发证机关	生态环境部		
发证日期	2025 年 03 月 11 日		



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院高能物理研究所		
统一社会信用代码	12100000400012211J		
地 址	北京市石景山区玉泉路 19 号乙院		
法定代表人	姓 名	曹俊	联系方式 010-88235808
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	103 实验室 (2018-7-12 新增为 V 类放射源使用场所)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	章志明
	250 实验大厅	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	章志明
	源库刻度室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	王铮
	13 号厅 106 室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	张智勇
	13 号厅一层化学实验室 (2018-7-12 新增场所)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	张智勇
	HEPSX 射线吸收谱学线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区	王庆斌
证书编号	国环辐证[00041]		
有效期至	2026 年 06 月 30 日		
发证机关	生态环境部		
发证日期	2025 年 03 月 11 日		





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院高能物理研究所		
统一社会信用代码	12100000400012211J		
地 址	北京市石景山区玉泉路19号乙院		
法定代表人	姓 名	曹俊	联系方式 010-88235808
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	HEPS 生物大分子微晶衍射线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区	王庆斌
	HEPS 粉光小角散射线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区	王庆斌
	HEPS 通用环境谱学线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区	王庆斌
	HEPSX 射线显微成像线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区	王庆斌
	HEPS 测试线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区	王庆斌
	HEPSX 射线束测线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区	王庆斌
	HEPS 可见光束测线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区	王庆斌
	HEPS 工程材料线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区	王庆斌
证书编号	国环辐证[00041]		
有效期至	2026 年 06 月 30 日		
发证机关	生态环境部		
发证日期	2025 年 03 月 11 日		





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院高能物理研究所			
统一社会信用代码	12100000400012211J			
地 址	北京市石景山区玉泉路19号乙院			
法定代表人	姓 名	曹俊	联系方式	010-88235808
辐射活动场所	名 称	场所地址		负责人
	HEPS 硬 X 射线纳米探针线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区		王庆斌
	HEPS 结构动力学线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区		王庆斌
	HEPS 硬 X 射线相干散射线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区		王庆斌
	HEPS 高分辨谱学线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区		王庆斌
	HEPS 高压线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区		王庆斌
	HEPS 低维结构探针线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区		王庆斌
	HEPS 高分辨纳米电子结构线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区		王庆斌
	HEPS 硬 X 射线成像线站	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区		王庆斌
	证书编号	国环辐证[00041]		
有效期至	2026 年 06 月 30 日			
发证机关	生态环境部			
发证日期	2025 年 03 月 11 日			



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院高能物理研究所		
统一社会信用代码	12100000400012211J		
地 址	北京市石景山区玉泉路19号乙院		
法定代表人	姓 名	曹俊	联系方式 010-88235808
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	储存环隧道	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区	王庆斌
	直线加速器隧道	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区	王庆斌
	增强器隧道	北京市怀柔区怀柔新城 11 街区高能同步辐射光源园区	王庆斌
	密封源库	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	梁键
	天体楼 210 实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	刘聪展
	天体楼 309 实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	刘聪展
	探月工程实验室 (天体楼 306)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	刘聪展
	天体物理实验室 (天体楼 310)	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	刘聪展
	天体楼 406 实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	刘聪展
	天体楼 209 实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	刘聪展
证书编号	国环辐证[00041]		
有效期至	2026 年 06 月 30 日		
发证机关	生态环境部		
发证日期	2025 年 03 月 11 日		





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院高能物理研究所		
统一社会信用代码	12100000400012211J		
地 址	北京市石景山区玉泉路19号乙院		
法定代表人	姓 名	曹俊	联系方式 010-88235808
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	天体楼 312 实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	刘聪展
	TOF 实验 室（物资 楼 108）	北京市石景山区玉泉路19号乙	王铮
	物资楼 110 实验 室	北京市石景山区玉泉路19号乙	王铮
	物资楼 109 实验 室	北京市石景山区玉泉路19号乙	王铮
	物资楼 107 实验 室	北京市石景山区玉泉路19号乙	王铮
	物资楼 102 实验 室	北京市石景山区玉泉路19号乙	王铮
	BESIII 实 验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	葛锐
	对撞机工 地 307 实 验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	葛锐
	标定终端 实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	葛锐
证书编号	国环辐证[00041]		
有效期至	2026年06月30日		
发证机关	生态环境部		
发证日期	2025年03月11日		





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院高能物理研究所			
统一社会信用代码	12100000400012211J			
地 址	北京市石景山区玉泉路19号乙院			
法定代表人	姓 名	曹俊	联系方式 010-88235808	
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人	
	北京正负电子对撞机实验区核物理实验厅B厅标定终端实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	葛锐	
	强流慢正电子实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	葛锐	
	试验束实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	葛锐	
	加速器研发实验室1号厅	北京市石景山区玉泉路10号乙	葛锐	
	中子厅104实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	章志明	
	中子厅205实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	章志明	
	证书编号	国环辐证[00041]		
	有效期至	2026年06月30日		
发证机关	生态环境部			
发证日期	2025年03月11日			





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院高能物理研究所		
统一社会信用代码	12100000400012211J		
地 址	北京市石景山区玉泉路19号乙院		
法定代表人	姓 名	曹俊	联系方式 010-88235808
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	中子管实验室 (2019年由原中子厅材料结构实验室106改建)	北京市石景山区玉泉路19号乙	章志明
	中子厅105实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	章志明
	中子厅PEM安装调试实验室(中子厅101)	北京市石景山区玉泉路19号乙	章志明
	中子厅同位素实验室(中子厅108、109)	北京市石景山区玉泉路19号乙	章志明
	中子厅203实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙	章志明
证书编号	国环辐证[00041]		
有效期至	2026年06月30日		
发证机关	生态环境部 (盖章)		
发证日期	2025年03月11日		



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院高能物理研究所			
统一社会信用代码	12100000400012211J			
地 址	北京市石景山区玉泉路19号乙院			
法定代表人	姓 名	曹俊	联系方式	010-88235808
辐射活动场所	名 称	场所地址		负责人
	中子厅206实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙		章志明
	中子厅208实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙		章志明
	中子厅107实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙		章志明
	3号厅201实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙		王铮
	3号厅105实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙		王铮
	主漂移实验室(3号厅110、112)	北京市石景山区玉泉路19号乙		王铮
	3号厅109实验室	北京市石景山区玉泉路19号乙		王铮
	量热器实验室(3号厅108)	北京市石景山区玉泉路19号乙		王铮
	证书编号	国环辐证[00041]		
有效期至	2026年06月30日			
发证机关	生态环境部			
发证日期	2025年03月11日			





根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院高能物理研究所		
统一社会信用代码	12100000400012211J		
地 址	北京市石景山区玉泉路 19 号乙院		
法定代表人	姓 名	曹俊	联系方式 010-88235808
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	3 号厅 107 实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	王铮
	3 号厅 106 实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	王铮
	3 号厅 101 实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	王铮
	3 号厅 102 实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	王铮
	3 号厅 103 实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	王铮
	3 号厅 104 实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	王铮
	3 号厅 111 实验室	北京市石景山区玉泉路 19 号乙	王铮
证书编号	国环辐证[00041]		
有效期至	2026 年 06 月 30 日		
发证机关	生态环境部 (盖章)		
发证日期	2025 年 03 月 11 日		



根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	中国科学院高能物理研究所		
统一社会信用代码	12100000400012211J		
地 址	北京市石景山区玉泉路19号乙院		
法定代表人	姓 名	曹俊	联系方式 010-88235808
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	3号厅112实验室 (2018-7-12新增III类射线装置使用场所)	北京市石景山区玉泉路19号乙	王铮
	漫散射站	北京市石景山区玉泉路19号乙	张智勇
	XAFS实验站	北京市石景山区玉泉路19号乙	张智勇
	形貌站实验	北京市石景山区玉泉路19号乙	张智勇
	HUTCH	北京市石景山区玉泉路19号乙	张智勇
	12号厅103室	北京市石景山区玉泉路19号乙	张智勇
	12号厅211室	北京市石景山区玉泉路19号乙	张智勇
12号厅205室	北京市石景山区玉泉路19号乙	张智勇	
证书编号	国环辐证[00041]		
有效期至	2026年06月30日		
发证机关	生态环境部		
发证日期	2025年03月11日		





(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
1	101 实验室 (2018-7-12 新增为V类放射源使用场所)	Na-22	V类	使用	7.4E+7*1	US22NA000205	1.85E+6	2022-04-18	T2-129	刻度校准源	美国		
2		Ge-68	V类	使用	3.7E+8*1	US22GE001765	1.85E+7	2022-06-01	SE30	科研应用	美国		
3		Eu-152	V类	使用	7.4E+7*1								
4		Cs-137	V类	使用	7.4E+7*1								
5		Co-60	V类	使用	7.4E+7*1								
6		Co-57	V类	使用	3.7E+8*1								
7		Ba-133	V类	使用	7.4E+7*1								
8		Am-241	V类	使用	7.4E+7*1								
9		3号厅111 实验	Cs-137	V类	使用	1E+7*1							

15 / 60



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
	室												
10	AMS 实验室 (4号厅210)	Cs-137	IV类	使用	7.4E+10*2								
11		Co-60	IV类	使用	5.55E+8*1								
12		Am-Cs	IV类	使用	5.55E+10*1								
13		Am-241	IV类	使用	7.4E+8*1								
14	TOF 实验室 (物资楼 10E)	Cs-137	IV类	使用	7.4E+10*2								
15		Co-60	IV类	使用	5.55E+8*1								
16		Am-Cs	IV类	使用	5.55E+10*1								
17		Am-241	IV类	使用	7.4E+8*1								
18	材料结构实验室 (同位素)	Cs-137	IV类	使用	7.4E+10*2								
19		Co-60	IV类	使用	5.55E+8*1								

16 / 60



(一) 放射源

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台帐						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可) e <sup>-</sup> 枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
	厅 101)	60											
20		Co-60	IV类	使用	5.55E+8*1								
21		Am-Cs	IV类	使用	5.55E+10*1								
22		Am-241	IV类	使用	7.4E+8*1								
23		Cs-137	IV类	使用	7.4E+10*2								
24	辐射防护实验室(6号厅218)	Co-60	IV类	使用	5.55E+8*1								
25		Am-Cs	IV类	使用	5.55E+10*1								
26		Am-241	IV类	使用	7.4E+8*1								
27	量能器实验室(3号厅108)	Cs-137	IV类	使用	7.4E+10*2								
28		Co-60	IV类	使用	5.55E+8*1								
29		Am-	IV类	使用	5.55E+10*1								

17 / 69



(一) 放射源

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台帐						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可) e <sup>-</sup> 枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
		Cs											
30		Am-241	IV类	使用	7.4E+8*1								
31	密封源库	Zn-65	V类	使用	8E+8*2								
32		Zn-65	V类	使用	3.7E+8*10								
33		Y-88	V类	使用	2.9E+8*25								
34		Y-88	V类	使用	1E+8*7								
35		U-238	V类	使用	1E+4*10								
36		Tl-204	V类	使用	1.11E+8*10								
37		Tl-204	V类	使用	1E+5*3								
38		Tb-232	V类	使用	2.4E+4*1								
39		Tb-232	V类	使用	3.96E+7*10								
40		Tb-	V类	使用	2E+4*1	RU19T8000	1.81E+4	2019-05-	7801	科研应	俄罗斯		

18 / 65



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
41		228				015		06		用	联邦		
		Sr-90(Y-90)	V类	使用	5E+8*20	RU21SY000015	5.44E+7	2021-03-22	280	科研应用	美国		
42		Sr-90	V类	使用	5E+9*20	0474SRB51535	1.3E+7	1974-02-13		科研应用			
	0482SRB51625					1.85E+6	1982-03-16		科研应用				
	DE22SR000665					1.48E+9	2022-11-16	BD-8765	科研应用	香港			
	0481SRB51585					7.4E+6	1981-03-17		科研应用				
	0475SRB51655					2.59E+7	1975-03-03		科研应用				
	0105SRB51565					3.7E+8	2005-03-08		科研应用				
43		Sn-119m	V类	使用	3.7E+8*10								
44		Se-	V类	使用	7.45E+6*10								

19 / 28



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
45		75											
		Ra-106(Rh-106)	V类	使用	1.85E+9*100								
46		Ra-226	V类	使用	3.7E+8*100	0005RAB51515	4.37E+6	2005-03-16		科研应用			
47		Pu-239/Be	IV类	使用	1.85E+9*4								
48		Pu-239/Be	IV类	使用	3.7E+8*2								
49		Pu-239/Be	III类	使用	2.3E+11*1	0483P9B51493	2.3E+11	1983-03-08		科研应用			
50		Pu-239	V类	使用	1E+8*6								
51		Pu-239	V类	使用	1E+6*100	0005PUB51395	2.44E+4	2005-03-23		科研应用			

20 / 28



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
52		Pu-238	II类	使用	4.81E+12*1	RU12P8000062	4.6E+12	2012-06-30	11220088	科研应用	中国同辐股份有限公司		
53		Pu-238	V类	使用	5.55E+8*14	04\$4P8B51375	1.85E+8	1984-03-13		科研应用			
54		Po-210	V类	使用	4.5E+7*10								
55		Po-210	V类	使用	3.7E+8*25								
56		Na-22	IV类	使用	3.7E+9*100	ZA16NA000014	1.665E+9	2016-03-11	RNP0136-NaS	科研应用	中国同辐股份有限公司		
						ZA01NAB51344	1.57E+9	2001-03-06		科研应用			
						ZAC2NA000344	1.48E+9	2024-11-27	C024	科研应用	南非		
						ZA13NA000064	1.85E+9	2013-07-31		科研应用	中国同辐股份有限公司		

21/69



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
											有限公司		
57		Na-22	V类	使用	7.4E+7*1	0005NAB51335	3.7E+7	2005-03-10		科研应用			
58		Na-22	V类	使用	1.85E+8*6	US16NA000235	1.85E+6	2016-11-01	P1-108	刻度校准	北京栢城科技发展有限公司		
						US12NA000215	1.11E+7	2012-11-30		科研应用	北京栢城科技发展有限公司		
						US09NA000035	1.85E+8	2009-09-14		科研应用			
59		Mn-54	V类	使用	6E+8*10								
60		Mn-54	V类	使用	7.6E+7*10								
61		I-125	V类	使用	4E+7*10								

22/69



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
62		Ge-68	V类	使用	1.11E+8*15	US12GE000965	1.11E+8	2012-12-15		科研应用	北京德彦兴业利贸有限公司		
						US12GE000935	1.11E+8	2012-12-15		科研应用	北京德彦兴业利贸有限公司		
						US12GE000945	1.85E+7	2012-12-15		科研应用	北京德彦兴业利贸有限公司		
						US16GE001205	9.25E+7	2016-10-31	K704	刻度/校准源	上海茂福同位素技术有限公司		
						US13GE000455	9.25E+7	2013-05-30		科研应用	上海茂福同位素技术有限公司		

23 / 69



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
63		Ge-68	V类	使用	3.6E+7*1	US13GE000435	1.85E+7	2013-05-30		科研应用	上海茂福同位素技术有限公司		
						US13GE000445	9.25E+7	2013-05-30		科研应用	上海茂福同位素技术有限公司		
						US16GE002085	1.85E+7	2016-11-01	1907-9-1	刻度/校准源	北京树斌科技发展有限公司		
						US09GE000105	7.4E+7	2009-01-10		科研应用			

24 / 69



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可) <sup>a</sup> 枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
64		Fe-55	V类	使用	3.7E+8*42	0113FE000035	3.7E+7	2013-12-18	13FE5R2002	其他( )	原子高科股份有限公司		
						0113FE000025	3.7E+7	2013-12-18	13FE5R2001	其他( )	原子高科股份有限公司		
						0113FE000055	3.7E+7	2013-12-18	13FE5R2004	其他( )	原子高科股份有限公司		
						0113FE000115	3.7E+7	2013-12-18	13FE5R2010	其他( )	原子高科股份有限公司		
						0113FE000065	3.7E+7	2013-12-18	13FE5R2005	其他( )	原子高科股份有限公司		

25 / 60



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可) <sup>a</sup> 枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
						0113FE000085	3.7E+7	2013-12-18	13FE5R2007	其他( )	原子高科股份有限公司		
						0113FE000045	3.7E+7	2013-12-18	13FE5R2003	其他( )	原子高科股份有限公司		
						0107FE000145	1.85E+8	2007-02-14		科研应用			
						0107FE000175	1.85E+8	2007-01-08		科研应用			
						0107FE000185	1.85E+8	2007-01-08		科研应用			
						0109FE000055	3.7E+7	2009-09-14		科研应用			
						0109FE000075	3.7E+7	2009-09-14		科研应用			
						0486FEB51185	2.59E+7	1986-03-04		科研应用			

26 / 60



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可) * 枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
						0113FE00075	3.7E+7	2013-12-18	13FESR2006	其他( )	原子高科股份有限公司		
						RU17FE000055	3.7E+8	2017-10-05	Fe55.019.17	科研应用	俄罗斯联邦		
						0105FEB51205	1.48E+5	2005-03-15		科研应用			
						0113FE000095	3.7E+7	2013-12-18	13FESR2008	其他( )	原子高科股份有限公司		
						0105FEB51195	7.4E+7	2005-03-08		科研应用			
						0107FE000205	1.85E+8	2007-01-05		科研应用			
						0107FE000195	1.85E+8	2007-01-08		科研应用			
						0107FE000215	1.85E+8	2007-01-08		科研应用			

27 / 69



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可) * 枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
						0109FE000035	3.7E+7	2009-09-14		科研应用			
						0109FE000025	3.7E+7	2009-09-14		科研应用			
						0109FE000065	3.7E+7	2009-09-14		科研应用			
						0109FE000045	3.7E+7	2009-09-14		科研应用			
						0104FEB51295	1.48E+5	2004-03-08		科研应用			
						0403FEB51325	2.65E+5	2003-10-06		科研应用			
						0110FE000015	1.85E+8	2010-05-17		科研应用			
						0113FE000105	3.7E+7	2013-12-18	13FESR2009	其他( )	原子高科股份有限公司		
65		Fe-55	V类	使用	1.85E+9*20	DE12FE000085	1.295E+9	2012-02-10		科研应用	北京树诚科技		

28 / 69



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可) * 枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
											锐展有限公司		
						RU12FE00015	1.295E+9	2012-01-30		科研应用	中国同辐股份有限公司		
						RU12FE00045	1.295E+9	2012-03-30		科研应用	中国同辐股份有限公司		
						0403FEB51305	1.83E+9	2003-03-05		科研应用			
						DE12FE000095	1.295E+9	2012-02-10		科研应用	北京树诚科技发展有限公司		
						DE12FE000065	1.295E+9	2012-02-10		科研应用	北京树诚科技发展有限公司		

29 / 69



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可) * 枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
						RU12FE000035	1.295E+9	2012-03-30		科研应用	中国同辐股份有限公司		
						RU12FE000025	1.295E+9	2012-03-30		科研应用	中国同辐股份有限公司		
						DE12FE000075	1.295E+9	2012-02-10		科研应用	北京树诚科技发展有限公司		
66		Fe-55	V类	使用	3.7E+9*10	RU19FE000035	3.7E+9	2019-03-24	Fe55.04.	科研应用	俄罗斯联邦		
						RU19FE000025	3.7E+9	2019-03-24	Fe55.03.	科研应用	俄罗斯联邦		
67		Eu-152	V类	使用	3.6E+7*1								
68		Eu-152	V类	使用	7.4E+7*1								

30 / 69



(一) 放射源

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
69		Eu-152	V类	使用	3.7E+8*10								
70		Cs-137	IV类	使用	7.4E+10*2	RU161CSB51014	4.36E+10	1961-03-09		科研应用			
71		Cs-137	V类	使用	7.4E+8*100	0116CS003275	3.7E+8	2016-08-15	357/16	科研应用	长春瑞霖森科技术有限公司		
						0094CSB43475	7.4E+8	1994-03-06		科研应用			
						0103CSB51035	5.55E+5	2003-03-03		科研应用	原子高科		
						0479CSB50915	1.85E+6	1979-03-07		科研应用			
						0106CS900995	1.74E+4	2006-03-14		科研应用			
						0109CS900625	7.4E+4	2009-03-11		科研应用			
						0103CSB51045	5.55E+5	2003-03-03		科研应用	原子高科		

31 / 69



(一) 放射源

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
						0116CS003265	3.7E+8	2016-08-15	574/16	科研应用	长春瑞霖森科技术有限公司		
						0481CSB50895	7.4E+4	1981-03-03		科研应用			
						0489CSB50945	4.11E+5	1989-03-16		科研应用			
						0483CSB51005	2.59E+6	1983-03-09		科研应用			
						0473CSB51105	3.7E+6	1973-03-08		科研应用			
						0116CS003285	3.7E+8	2016-08-15	569/16	科研应用	长春瑞霖森科技术有限公司		
						RU10CS009775	3.7E+7	2018-11-30	7404/18/1683	科研应用	香港		
						0114CS006995	3.7E+5	2015-01-21	45CS4R2001	制度/校准源	原子高科股份		

32 / 69



(一) 放射源

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注			
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
											有限公司		
					0113CS006865		3.7E+8	2013-10-28	13CS1A0604	其他( )	原子高科股份有限公司		
					RU22CS009415		1E+6	2022-06-21	369.2022	科研应用	俄罗斯联邦		
					0116CS003285		3.7E+8	2016-08-15	596/16	科研应用	长春瑞霖科技有限公司		
72		Co-137	IV类	使用	3.7E+10*1								
73		Co-137	II类	使用	8.88E+13*1	GB92CSB50932	1.48E+13	1992-03-05		科研应用			
74		Co-60	V类	使用	2.96E+8*10								
75		Co-60	V类	使用	7.4E+7*50	RU19CO002785	5E+6	2019-01-10	C680.479.18	科研应用	香港		

33 / 60



(一) 放射源

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注			
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
						0487COB50825	7.4E+6	1987-03-19		科研应用			
						0487COB50875	7.4E+4	1987-03-18		科研应用			
						0114CO005425	3.7E+5	2015-01-21	15CO4R2001	刻度/校准源	原子高科股份有限公司		
76		Co-60	IV类	使用	3.55E+8*9								
77		Co-57	V类	使用	3.7E+8*1								
						0113C7000035	1.85E+8	2013-11-19	13C77Q0002	其他( )	原子高科股份有限公司		
78		Co-57	V类	使用	4E+9*20	US16C7000225	3.7E+8	2016-10-28	1804-26	刻度/校准源	北京柯诚科技发展有限公司		

34 / 60



## (一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/ 活度(贝可) × 枚数	编码	出厂活度 (贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请 单位	监管 部门
79		Co-57	V类	使用	1.1E+7*10	RU19C700 0615	3.7E+7	2019-01- 10	Co57.47 8.18	科研应 用	香港		
						0414C7000 075	1.11E+6	2014-04- 02	Co07	其他 ( )	长春瑞 霖森科 技有限 公司		
						0414C7000 055	1.11E+6	2014-04- 02	Co05	其他 ( )	长春瑞 霖森科 技有限 公司		
						0107C7000 045	7.4E+6	2007-03- 13		科研应 用			
						0414C7000 065	1.11E+6	2014-04- 02	Co06	其他 ( )	长春瑞 霖森科 技有限 公司		
80		Cm-244	V类	使用	4.9E+8*1								
81		Cm-244	V类	使用	2.775E+8*20	RU11CM00 0155	2.19E+8	2011-02- 15		科研应 用			

35 / 69



## (一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注	
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/ 活度(贝可) × 枚数	编码	出厂活度 (贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请 单位
						RU11CM00 0135	2.14E+8	2011-02- 15		科研应 用		
						RU11CM00 0125	2.1E+8	2011-02- 15		科研应 用		
						RU11CM00 0205	2.62E+8	2011-02- 15		科研应 用		
						RU11CM00 0145	2.25E+8	2011-02- 15		科研应 用		
						RU11CM00 0025	2.88E+8	2011-02- 15		科研应 用		
						RU11CM00 0165	2.23E+8	2011-02- 15		科研应 用		
						RU11CM00 0095	3.02E+8	2011-02- 15		科研应 用		
						RU11CM00 0175	2.19E+8	2011-02- 15		科研应 用		
						RU11CM00 0145	1.99E+8	2011-02- 15		科研应 用		
						RU11CM00 0115	2.08E+8	2011-02- 15		科研应 用		

36 / 69



(一) 放射源

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
82			V类	使用	1.85E+8*50	RU11CM000075	2.77E+8	2011-02-15		科研应用			
						RU11CM000665	2.79E+8	2011-02-15		科研应用			
						RU11CM00085	2.9E+8	2011-02-15		科研应用			
						US02CFB50805	1.85E+6	2002-02-26		科研应用			
						US16CF000115	2E+7	2010-06-01		科研应用			
83			V类	使用	7.4E+7*1								
84			V类	使用	8.88E+9*100								
85			V类	使用	1.85E+8*10	RU12CD000015	1.85E+8	2012-02-29		科研应用	中国同辐股份有限公司		
						RU12CD000025	1.85E+8	2012-02-29		科研应用	中国同辐股份有限公司		

37 / 69



(一) 放射源

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
86		Cd-109	V类	使用	3.7E+7*19						有限公司		
87		C-14	V类	使用	3.6E+7*1								
88		C-14	V类	使用	3.7E+7*5								
89		Bi-207	V类	使用	4.9E+8*100	US12BI000015	1.11E+5	2012-11-30		科研应用	北京树城科技发展有限公司		
90		Bi-207	V类	使用	7.4E+7*10								
91		Ba-133	V类	使用	1.14E+9*1								
92		Ba-133	V类	使用	7.4E+7*1								
93			V类	使用	1.85E+9*100	0481BAB50765	3.9E+6	1981-02-03		科研应用			
						0400BAB50775	8.79E+5	2000-02-29		科研应用			

38 / 69



## (一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
						RU19BA000025	3.7E+7	2019-01-10	Ba133.482.18	科研应用	香港		
						0481BAB50755	6.03E+4	1981-03-03		科研应用			
						RU19BA000015	3.7E+7	2019-01-10	Ba133.481.18	科研应用	香港		
94		Am-241	IV类	使用	5.55E+10*1								
95		Am-241/Pu	V类	使用	3.7E+6*20	0479APB50485	3.7E+5	1979-05-01	/	科研应用	401所		
96		Am-241/Be	IV类	使用	9.4E+9*1								
97		Am-241/Be	V类	使用	3.7E+8*4								
98		Am-241	V类	使用	5.55E+8*13	0113AM036425	3.7E+8	2013-10-28	13AM1A0225	科研应用	原子高科股份有限公司		

39 / 69



## (一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
						0103AMB50665	7.4E+7	2003-02-25		科研应用			
						0103AMB50695	7.4E+7	2003-02-25		科研应用			
99		Am-241	V类	使用	7.4E+7*1								
100		Am-241	IV类	使用	7.4E+9*1								
101		Am-241	IV类	使用	7.4E+8*13								
						0108AM900495	1.1E+6	2008-04-16		科研应用			
						0108AM900485	1.1E+6	2008-04-16		科研应用			
						0108AM900505	1.1E+6	2008-04-16		科研应用			
						0482AMB50575	8.58E+4	1982-03-02		科研应用			
						0475AMB5	3.7E+4	1975-02-		科研应用			

40 / 69



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账							备注	
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
						0585		25		用			
						0103AMB5 0635	3.7E+7	2003-01-28		科研应用			
						0479AMB5 0735	3.38E+2	1979-03-07		科研应用			
						0103AMB5 0655	3.7E+7	2003-02-26		科研应用			
						0105AMB5 0565	7.4E+4	2005-02-28		科研应用			
						0414AM00 0045	1.11E+6	2014-04-02	Am04	其他( )	长春瑞蒂森科技有限公司		
						0108AM90 0475	1.1E+6	2008-04-16		科研应用			
						0108AM90 0465	1.1E+6	2008-04-16		科研应用			
						RU18AM00 2685	3.7E+7	2018-12-10	7404/1/8266	科研应用	香港		
						0103AMB5	7.4E+5	2003-01-		科研应用			

41 / 69



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账							备注	
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
						0685		28		用			
						0108AM90 0455	1.1E+6	2008-04-16		科研应用			
						0108AM90 0515	1.1E+6	2008-04-16		科研应用			
						0482AMB5 0725	3.78E+6	1982-03-03		科研应用			
						0112AM90 0055	3.7E+5	2012-07-02	633	其他( )	原子高科股份有限公司		
						0414AM00 0105	3.7E+5	2014-04-02	Am10	其他( )	长春瑞蒂森科技有限公司		
						0414AM00 0115	3.7E+5	2014-04-02	Am11	其他( )	长春瑞蒂森科技有限公司		
						0414AM00	3.7E+5	2014-04-	Am09	其他	长春瑞		

42 / 69



## (一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
					5.55E+9*2	0095		02		( )	蒂森科技有限公司		
						0414AM00025	1.11E+6	2014-04-02	Am02	其他( )	长春瑞蒂森科技有限公司		
						0414AM00035	1.11E+6	2014-04-02	Am03	其他( )	长春瑞蒂森科技有限公司		
						0414AM00015	1.11E+6	2014-04-02	Am01	其他( )	长春瑞蒂森科技有限公司		
						0481AMB50505	7.99E+4	1981-03-03		科研应用			
						0108AM90445	1.1E+6	2008-04-16		科研应用			
103		Am-	IV类	使用	5.55E+9*2	0121AM01	5.55E+9	2021-10-	2110209	科研应	原子高		

43 / 69



## (一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
		241				3754		12		用	科股份有限公司		
104		Ag-110m	V类	使用	7E+9*10								
105		Ag-110m	V类	使用	7.4E+8*10								
106	强流慢正电子实验室	Cs-137	IV类	使用	7.4E+10*2								
107		Co-60	IV类	使用	5.55E+8*1								
108		Co-60	IV类	使用	5.55E+8*1								
109		Am-Cs	IV类	使用	5.55E+10*1								
110		Am-241	IV类	使用	7.4E+8*1								
111	试验束实	Cs-	IV类	使用	7.4E+10*2								

44 / 69



(一) 放射源

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
	教室	137											
112		Co-60	IV类	使用	5.55E+8*1								
113		Am-Cs	IV类	使用	5.55E+10*1								
114		Am-241	IV类	使用	7.4E+8*1								
115		Cs-137	IV类	使用	7.4E+10*2								
116	探月工程实验室	Co-60	IV类	使用	5.55E+8*1								
117	(天体楼306)	Am-Cs	IV类	使用	5.55E+10*1								
118		Am-241	IV类	使用	7.4E+8*1								
119	天体物理实验室	Cs-137	IV类	使用	7.4E+10*2								
120	(天体楼310)	Co-60	IV类	使用	5.55E+8*1								
121		Am-	IV类	使用	5.55E+10*1								

45 / 69



(一) 放射源

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账						备注		
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
		Cs											
122		Am-241	IV类	使用	7.4E+8*1								
123		Pu-238/Be	IV类	使用	1.85E+9*1								
124		Cs-137	IV类	使用	7.4E+10*2								
125	图书馆阅览室	Co-60	IV类	使用	5.55E+8*1								
126		Am-Cs	IV类	使用	5.55E+10*1								
127		Am-241/Be	IV类	使用	9.4E+9*1	0490AB05-0744	1E+10	1980-03-04		科研应用			
128		Am-241	IV类	使用	5.55E+9*1								
129	中微子实验室(4号厅)	Cs-137	IV类	使用	7.4E+10*2								
130		Co-	IV类	使用	5.55E+8*1								

46 / 69



(一) 放射源

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注			
	辐射活动场所名称	核素	类别	活动种类	总活度(贝可)/活度(贝可)×枚数	编码	出厂活度(贝可)	出厂日期	标号	用途	来源	申请单位	监管部门
	209)	60											
131		Am-Cs	IV类	使用	5.55E+10*1								
132		Am-241	IV类	使用	7.4E+8*1								
133	中子管实验室	H-3	V类	使用	9.25E+10*1								
134	(2019年由原中子厅材料结构实验室106改建)	Cs-137	II类	使用	8.88E+13*1								
135	资源与环境实验室	Co-60	IV类	使用	5.55E+8*1								
136	(同位素厅202)	Am-Cs	IV类	使用	5.55E+10*1								
137		Am-241	IV类	使用	7.4E+8*1								

47 / 69



(二) 非密封放射性物质

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围						使用台账			备注	
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量(贝可)	日等效最大操作量(贝可)	年最大用量(贝可)	申请单位	监管部门
1	同位素厅核分析实验室(同位素厅111)	丙级	Ba-150	液态	使用	教学科研	7.4E+6	7.4E+6	7.4E+7		
2			Cs-141	液态	使用	教学科研	7.4E+6	7.4E+5	7.4E+7		
3			Fe-55	固态	使用	教学科研	7.4E+5	7.4E+4	4.4E+6		
4			Se-75	液态	使用	教学科研	3.7E+7	3.7E+6	3.7E+8		
5			H-3	液态	使用	教学科研	7.4E+8	7.4E+6	4.4E+7		
6			Np-237	液态	使用	教学科研	7.4E+6	7.4E+6	7.4E+7		
7			Am-241	固态	使用	教学科研	3.7E+5	3.6E+6	3.6E+6		
8			K-42	液态	使用	教学科研	3.7E+6	3.7E+4	2.2E+7		
9			Sc-46	液态	使用	教学科研	1.1E+6	1.1E+5	6.6E+6		

48 / 69



(二) 非密封放射性物质

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围						备注			
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途				日最大操作量 (Bq)
10			Tb-232	液体	使用	教学科研	7.4E+8	7.4E+6	3.7E+10	
11			Po-210	粉末	使用	教学科研	7.4E+6	7.4E+5	7.4E+9	
12			Zn-65	粉末	使用	教学科研	7.4E+6	7.4E+5	7.4E+7	
13			P-32	液体	使用	教学科研	3.7E+7	3.7E+6	2.22E+8	
14			Na-24	液体	使用	教学科研	1.85E+6	1.85E+5	1.11E+7	
15			Po-210	粉末	使用	教学科研	3.6E+5	3.6E+6	3.6E+6	
16			Po-210	粉末	使用	教学科研	3.6E+5	3.6E+6	3.6E+6	
17			Cs-134	液体	使用	教学科研	7.4E+6	7.4E+4	7.4E+6	
18			Ca-45	液体	使用	教学科研	3.7E+7	3.7E+6	2.22E+8	
19			Rb-86	液体	使用	教学科研	3.7E+5	3.7E+4	2.22E+6	

48 / 69



(二) 非密封放射性物质

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围						备注			
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途				日最大操作量 (Bq)
20			Ba-137	液体	使用	教学科研	1.85E+5	1.85E+4	1.11E+6	
21			La-140	粉末	使用	教学科研	1.11E+6	1.11E+5	6.66E+6	
22			I-125	液体	使用	教学科研	3.7E+7	3.7E+6	2.22E+8	
23			Tc-99	液体	使用	教学科研	7.4E+6	7.4E+4	1.48E+8	
24			Cu-67	液体	使用	教学科研	1.48E+5	1.48E+4	8.88E+4	
25			I-125	液体	使用	教学科研	3.7E+7	3.7E+6	7.4E+8	
26			Ru-106(Ru-106)	液体	使用	教学科研	1.85E+7	1.85E+7	1.85E+8	
27			Ag-110m	粉末	使用	教学科研	7.4E+6	7.4E+5	7.4E+7	
28			Po-210	液体	使用	教学科研	3.6E+5	3.6E+6	3.6E+6	
29			Cs-137	液体	使用	教学科研	7.4E+7	7.4E+6	3.7E+9	

50 / 69



(二) 非密封放射性物质

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	辐射活动场所名称	场所等级	活动种类和范围				备注				
			核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	申请 单位	监管 部门
30			Yb-109	液态	使用	教学科研	7.4E+6	7.4E+5	7.4E+7		
31			Ba-132	固态	使用	教学科研	7.4E+6	7.4E+6	7.4E+7		
32			Mo-99	固态	使用	教学科研	7.4E+7	7.4E+6	7.4E+8		
33			U-238	固态	使用	教学科研	7.4E+6	7.4E+4	3.7E+8		
34			Cs-135	固态	使用	教学科研	7.4E+8	7.4E+6	3.7E+10		
35			Sr-90	液态	使用	教学科研	1.85E+7	1.85E+7	9.25E+8		
36			中子厅同位素实验室(中子厅108、109)	丙级	N-13	液态	使用	教学科研	7.4E+6	7.4E+6	7.4E+9
37	O-15	固态			使用	教学科研	7.4E+6	7.4E+6	7.4E+9		
38	Ge-68	固态			使用	教学科研	1.85E+8	1.85E+7	1.85E+9		
39	F-18	液态			使用	教学科研	7.4E+8	7.4E+6	7.4E+9		

33/68



(二) 非密封放射性物质

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	辐射活动场所名称	场所等级	活动种类和范围				备注				
			核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	申请 单位	监管 部门
40			In-111	液态	使用	教学科研	1.85E+8	1.85E+7	1.85E+9		
41			I-124	固态	使用	教学科研	1.85E+8	1.85E+7	1.85E+9		
42			C-11	固态	使用	教学科研	7.4E+8	7.4E+6	7.4E+9		
43			Ga-67	液态	使用	教学科研	1.85E+8	1.85E+7	1.85E+9		
44			Tc-99m	液态	使用	教学科研	7.4E+8	7.4E+6	7.4E+9		
45			I-125	固态	使用	教学科研	1.85E+8	1.85E+7	1.85E+9		
46			I-123	固态	使用	教学科研	7.4E+8	7.4E+6	7.4E+9		
47			Cu-64	固态	使用	教学科研	7.4E+8	7.4E+6	7.4E+9		
48			Rb-82	液态	使用	教学科研	7.4E+6	7.4E+6	7.4E+9		
49			Tl-201	液态	使用	教学科研	1.85E+8	1.85E+6	1.85E+9		

32/68



(二) 非密封放射性物质

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围							备注			
	辐射活动场所名称	场所等级	核素	物理状态	活动种类	用途	日最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	申请单位	监管部门
50			I-131	液态	使用	研 教学科研	1.85E+8	1.85E+7	1.85E+9		

53 / 69



(三) 射线装置

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数 (最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	107 实验室 (2018-7-12 新增为V类放射源使用场所及III类射线装置生产使用场所)	X 射线行李包检查装置	III类	生产销售使用	3	行李安检机	特定	自研	管电压 160 kV 管电流 3 mA	自主研发		
2	12 号厅 103 室	X 射线衍射仪	III类	使用	1							
3	12 号厅 205 室	其他不能被豁免的 X 射线装置	III类	使用	1	X 射线成像装置	RU-200BH	-	管电压 60 kV 管电流 200 mA	自研		
4	12 号厅 211 室	其他不能被豁免的 X 射线装置	III类	使用	1	X 射线成像装置	Micro-Ct200	-	管电压 150 kV 管电流 0.25 mA	自研		
5	13 号厅 106 室	X 射线衍射仪	III类	使用	1							

54 / 69



## (三) 射线装置

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账				备注			
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
6	13号厅一层化学实验室(2018-7-12新增场所)	X射线衍射仪	II类	使用	1	X射线衍射仪	YXLON FXE-160.99	-	管电压 160 kV 管电流 3 mA	YXLON		
7	15号厅220室	X射线衍射仪	II类	使用	1							
8	1号厅	粒子能量小于100兆电子伏的非医用加速器	II类	使用	1						北京自由电子激光装置	
9		工业辐照用加速器	II类	生产、销售、使用	1						10MeV/15kW工业辐照加速器	
10		工业用X射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	使用	1	9MeV工业CT	9MeV	-	管电压 9 MV 管电流 100 mA	自主研发		

55 / 69



## (三) 射线装置

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账				备注			
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
11		工业用X射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	使用	1	6MeV工业CT	未知	-	管电压 6 MV 管电流 100 mA	自主研发		
12		工业用X射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	生产、销售、使用	1	6MeV/1kw工业CT加速器	6MeV/1kW	-	管电压 6 MV 管电流 100 mA	自研		
13		工业用X射线计算机断层扫描(CT)装置	II类	生产、销售、使用	1	450kVX射线探伤机	未知	-	管电压 450 kV 管电流 10 mA	自研		
14		工业辐照用加速器	II类	生产、使用	1	200keV电子束辐照装置	EBE-200/270	-	粒子能量 0.2 MeV	自研		
15		粒子能量小于100兆电子伏的非医用加速器	II类	使用	1	10MeV强流质子加速器	ADS	-	粒子能量 10 MeV	自主研发		

56 / 69



(三) 射线装置

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台数					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
16		其他不能豁免的X射线装置	II类	生产、销售、使用	2	医用CT	CTDUNL-EE2250	-	管电压 140 kV 管电流 420 mA	自研		
						医用CT	PHILIPS-MRC600	-	管电压 160 kV 管电流 1 mA	自研		
17	250 实验大厅	其他不能豁免的X射线装置	III类	生产、销售、使用	1	显微CT	L9421	-	管电压 90 kV 管电流 0.2 mA	自研		
18		其他不能豁免的X射线装置	III类	生产、销售、使用	1	乳腺CT	XRS-75	-	管电压 75 kV 管电流 17.5 mA	自研		
19		其他不能豁免的X射线装置	III类	生产、销售、使用	2	X射线CT	FXI-160.50	-	管电压 160 kV 管电流 1 mA	自研		
						X射线CT	EXE-160.50	-	管电压 160 kV 管电流 1 mA	自研		
20	3号厅 112 实验	其他各类X射线检测	III类	使用	1	X光机成像测试系统	Peric GmbH	-	管电压 50 kV 管电流	自研		

57/69



(三) 射线装置

证书编号：国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台数					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	室(2018-7-12 新增 III类射线装置使用场所)	装置(测厚、称重、测孔径、测厚度等)							1 mA			
21	4号厅 辐调大厅	其他不能豁免的X射线装置	III类	使用	1							
22	HEPSX 射线束测试站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I类	使用	1	HEPSX 射线束测试站	自研		粒子能量 80000 eV	自研		
23	HEPSX 射线吸收谱学线站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I类	使用	1	HEPSX 射线吸收谱学线站	自研		粒子能量 45000 eV	自研		
24	HEPSX 射线显微成像线站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的	I类	使用	1	HEPSX 射线显微成像线站	自研		粒子能量 22000 eV	自研		

58/69



## (三) 射线装置

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
25	HEPS 测试线站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I类	使用	1	HEPS 测试线站	自研	-	粒子能量 300000 eV	自研		
26	HEPS 低能结构探针线站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I类	使用	1	HEPS 低能结构探针线站	自研	-	粒子能量 45000 eV	自研		
27	HEPS 微小角散射线站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I类	使用	1	HEPS 微小角散射线站	自研	-	粒子能量 12000 eV	自研		
28	HEPS 高分辨纳米电子结构线站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I类	使用	1	HEPS 高分辨纳米电子结构线站	自研	-	粒子能量 2000 eV	自研		

59 / 69



## (三) 射线装置

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
29	HEPS 高分辨谱学线站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I类	使用	1	HEPS 高分辨谱学线站	自研	-	粒子能量 27000 eV	自研		
30	HEPS 高压线站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I类	使用	1	HEPS 高压线站	自研	-	粒子能量 75000 eV	自研		
31	HEPS 工程材料线站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I类	使用	1	HEPS 工程材料线站	自研	-	粒子能量 170000 eV	自研		
32	HEPS 结构动力学线站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I类	使用	1	HEPS 结构动力学线站	自研	-	粒子能量 64000 eV	自研		

60 / 69



(三) 射线装置

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
33	HEPS 可见光束测线站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I类	使用	1	HEPS 可见光束测线站	自研	-	粒子能量 5 eV	自研		
34	HEPS 生物大分子微晶衍射测线站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I类	使用	1	HEPS 生物大分子微晶衍射测线站	自研	-	粒子能量 18000 eV	自研		
35	HEPS 通用环境谱学测线站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I类	使用	1	HEPS 通用环境谱学测线站	自研	-	粒子能量 10000 eV	自研		
36	HEPS 硬 X 射线成像测线站	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I类	使用	1	HEPS 硬 X 射线成像测线站	自研	-	粒子能量 300000 eV	自研		
37	HEPS 硬 X 射线	粒子能量大	I类	使用	1	HEPS 硬 X 射	自研	-	粒子能量	自研		

61/69



(三) 射线装置

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台账					备注		
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
46	同位素/112 实验室 (2018-7-12 新增)	X 射线衍射仪	III类	使用	1	X 射线单晶衍射仪	D8VENTURE	-	管电压 50 kV 管电流 10 mA	BRUKER		
47	物资楼 102 实验室	其他各类 X 射线检测装置 (测厚、测孔、测密度等)	III类	使用	1							
48	物资楼 107 实验室	其它高于豁免水平的 X 射线机	III类	使用	1							
49	物资楼 109 实验室	其它高于豁免水平的 X 射线机	III类	使用	1	Apogee 5000X 光源	Apogee5000		管电压 50 kV 管电流 1 mA			
50	物资楼 110 实验室	其他不能豁免的 X 射线装置	III类	使用	1							
51	系统集成	X 射线行李	III类	生产	3	行李安检机			管电压 160	自主研发		

64/69



## (三) 射线装置

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台数				备注			
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	大厅 (2018-7-12新增为印类射线装置生产使用场所)	包检查装置	类	销售、使用		行李安检机	-	-	kV 管电流 3 mA 管电压 360 kV 管电流 3 mA	自主研发		
52	形质学实验 HU7CH	其他不能规避的 X 射线装置	印类	使用	1	X 射线成像装置	RA-Micro7 JFM	-	管电压 40 kV 管电流 30 mA	-		
53	增强器隧道	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I 类	使用	1	高能同步辐射光源增强器(含超导磁体)	自研	-	粒子能量 6 GeV	自研		
54	直线加速器隧道	粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器	I 类	使用	1	高能同步辐射光源直线加速器	自研	-	粒子能量 500 MeV	自研		
55	中子管室	中子发生器	II 类	使用	1	中子管	ING-10	-	粒子能量 14	俄罗斯进口		

63 / 69



## (三) 射线装置

证书编号: 国环辐证[00041]

序号	活动种类和范围				使用台数				备注			
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
	实验室 (2019 年由原中子厅材料结构实验室 106 改建)						20-175T		MeV			
56	资源与环境实验室 (同位素厅 202)	其他不能规避的 X 射线装置	III 类	使用	1	X 射线荧光分析仪	EAGLEIII XXL	-	管电压 40 kV 管电流 1 mA	-		

66 / 69



此页无内容

#### (四) 许可证条件

证书编号：国环辐证[00041]



67 / 69



#### (五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号：国环辐证[00041]

序号	业务类别	批准时间	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	重新申请	2025-03-11	许可证重新申领（HEPS工程第二轮光源站续项）	国环辐证[00041]
2	变更	2024-12-26	辐射安全许可证法定代表人变更	国环辐证[00041]
3	重新申请	2024-08-08	许可证重新申领（HEPS工程第一束流站址增项）	国环辐证[00041]
4	重新申请	2024-05-14	许可证重新申领（HEPS工程储存环建设）	国环辐证[00041]
5	重新申请	2023-07-19	重新申请，批准时间：2023-07-19	国环辐证[00041]
6	重新申请	2023-03-09	重新申请，批准时间：2023-03-09	国环辐证[00041]
7	重新申请	2022-08-01	重新申请，批准时间：2022-08-01	国环辐证[00041]
8	延续	2021-06-15	延续，批准时间：2021-06-15	国环辐证[00041]
9	重新申请	2020-04-13	重新申请，批准时间：2020-04-13	国环辐证[00041]
10	重新申请	2018-09-28	重新申请，批准时间：2018-09-28	国环辐证[00041]
11	重新申请	2017-06-02	重新申请，批准时间：2017-06-02	国环辐证[00041]
12	重新申请	2017-06-05	重新申请，批准时间：2017-06-05	国环辐证[00041]
13	延续		延续	国环辐证[00041]
14	申请	2006-06-15	申请，批准时间：2006-06-15	国环辐证[00041]
15	申请	2006-06-16	申请，批准时间：2006-06-16	国环辐证[00041]

68 / 69

附件 3-1 HEPS 项目环境影响报告书的批复文件



固定资产投资

2018 14003 4811 01922

# 北京市生态环境局

京环审〔2019〕35号

## 北京市生态环境局关于 高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目 环境影响报告书的批复

中国科学院高能物理研究所：

你单位报送的《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目环境影响报告书》（项目编号：辐审 A20190018）及相关材料收悉。经审查，批复如下：

一、拟建项目位于北京市怀柔区怀柔新城11街区、北京综合性国家科学中心北端。项目内容为建造并使用一套高能同步辐射光源（I类射线装置）及相应配套设施，包括：（1）加速器主要建设电子能量为6GeV的储存环，以及为储存环提供束流的直线加速器、增强器、1条低能输运线和2条高能输运线等；（2）光束线

站主要建设工程材料线站等14条光束线和相应的实验站等；(3) 配套土建工程主要建设储存环、注入器、光束线站等所需配套建筑，以及供电、供水、空调、辐射防护等辅助设施。详见附件。项目总投资476130万元，总建筑面积12.5万平方米，主要环境问题是辐射安全与防护。在落实环境影响报告书和本批复提出的各项污染防治措施后，项目对环境的影响是可以接受的，同意该项目环境影响报告书的总体结论。

## 二、项目实施及运行中应重点做好以下工作：

### (一) 辐射安全与防护方面

1. 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和环评报告书预测，该项目公众、职业人员、外来科研实验人员照射剂量约束值分别执行0.1mSv/a、5mSv/a和1mSv/a。

2. 你单位须对辐射工作场所实行严格分区管理。在直线加速器隧道、增强器隧道、储存环隧道、光束线站(包括出墙棚屋和实验棚屋)、废物暂存间等各控制区进出口、防护门等主要位置设置明显的放射性标志、警示说明、管制状态指示和语音提示器。采取不低于报告书中混凝土、铅、铁等实体屏蔽防护措施，确保各屏蔽门与同侧墙体具有同等屏蔽能力，控制区边界墙、防护门、顶棚外表面辐射剂量率均不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

3. 你单位须设置完善的人身安全联锁系统，包括联锁PLC系统、联锁门禁系统和联锁钥匙系统。共设置不少于136套紧急停机按钮和36套搜索清场按钮、26套门禁联锁设备和52套视频监控设

备、26套交换式门联锁钥匙、3套中控室交换式联锁钥匙和1套加速器控制钥匙、3套光束线站固定式剂量率联锁装置等。配备不少于10台便携式辐射监测仪、50台个人剂量报警仪等监测仪器。确保辐射工作场所安全和防护措施有效，防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。

4. 你单位须加强放射性废水、废气、固体废物的管理。建造容量不小于300立方米的收集池收集与暂存被活化的冷却水，经检测总 $\beta$ 放射性小于10Bq/L并经审管部门确认后按规定排放。感生放射性气体经各控制区通风系统引至储存环大厅屋顶，经高效过滤器过滤后排放，并设置气体采样口，开展流出物连续采样监测。被活化的储存环束流管等放射性固体废物须收集至放射性废物储存间暂存衰变，经检测符合标准要求并经审管部门确认后清洁解控，不符合解控要求的送交有资质的单位处置。

5. 你单位须在怀柔工作区建立二级辐射安全管理机构，设置专职管理部门和人员，建立本项目辐射安全管理规章制度及操作规程，包括外来科研实验人员的管理制度。须针对储存环束流突然丢失情况制定有效的技术和管理措施，有效减低束流突然丢失频率。须针对联锁失灵导致人员误入误照、水回路破裂等各种事故类型制定详细的应急处置方案。应确保在加速器完全停机足够时间后，检修人员方可进入加速器隧道进行检修工作。辐射防护负责人应为注册核安全工程师，全部辐射工作人员（本期约400名）均须通过中级辐射安全与防护培训，并开展个人剂量监测。

6. 你单位须建立完善的监测方案和监测系统，严格落实辐射

工作场所、放射性流出物和辐射环境监测工作。本项目厂界周边设置不少于5个自动监测站，辐射作场所设置不少于105处剂量监测点位，开展 $\gamma$ 、中子剂量率连续监测。同时做好放射性气体、液体等流出物监测，以及项目周边环境敏感目标和公众活动区域的 $\gamma$ 、中子剂量率，气溶胶、地表水、地下水、土壤等环境放射性水平监测工作。

## （二）生态环境保护方面

1. 采暖须采用市政供热或热回收机组供热。备用燃气锅炉须安装低氮燃烧装置，执行《锅炉大气污染物排放标准》（DB11/139-2015）中颗粒物 $5\text{ mg/m}^3$ ，二氧化硫 $10\text{ mg/m}^3$ ，氮氧化物 $30\text{ mg/m}^3$ 的排放限值。

2. 排水须实施雨污分流。空压机排水经油水分离器隔油处理后，与纯水制备废水、生活污水一并经市政污水管网排入怀柔污水处理厂，执行北京市《水污染物综合排放标准》（DB11/307-2013）中排入公共污水处理系统的悬浮物 $400\text{ mg/L}$ ，化学需氧量（ $\text{COD}_{\text{Cr}}$ ） $500\text{ mg/L}$ ，氨氮 $45\text{ mg/L}$ ，石油类 $10\text{ mg/L}$ 的排放限值。

3. 固体废物收集、处置须执行《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中相关规定。危险废物须按照规范收集、贮存并交有资质单位处置，执行北京市危险废物转移联单制度。

4. 固定噪声源须合理布局，厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中2类限值。施工过程中严格执行《北京市建设工程施工现场管理办法》，施工厂界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；落实《北京

市空气重污染应急预案(2018年修订)》相关要求。

三、项目实施须严格执行配套的污染防治设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度。自环境影响报告书批复之日起五年内项目未能开工建设的,本批复自动失效。项目性质、规模、地点或环保措施发生重大变化,应重新报批建设项目环评文件。本项目外新增建设光束线站的核技术利用内容须另行报批。

四、根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的有关规定,你单位须据此批复文件、满足相关条件向生态环境部重新办理辐射安全许可证后,相关场所、设施与装置方可投入使用。项目竣工后须按照有关规定及时开展环保验收。

附件:本项目各装置与设施明细表



(此文主动公开)

---

抄送:生态环境部办公厅,怀柔区环保局,核工业北京化工冶金研究院。

北京市生态环境局办公室

2019年3月15日印发

---

附件

本项目各装置与设施明细表

装置名称	数量	能量	平均电流强度 (或束团电荷量)	备注
电子直线加速器 及低能输运线	1套	0—500MeV	4.0nC	直线加速器与低能输运线总长约74米。
增强器及 高能输运线	1套	500MeV—6GeV	2.5nC	增强器周长约453米，高能输运线长约102米。
储存环	1套	6GeV	200mA	储存环周长约1360米。
光束线站	一期 14条	最大300keV	—	工程材料线站、硬X射线纳米探针线站、结构动力学线站、硬X射线相干散射线站、高分辨谱学线站、高压线站、硬X射线成像线站、X射线吸收谱学线站、低维结构探针线站、生物大分子微晶衍射线站、粉光小角散射线站、高分辨纳米电子结构线站、通用环境谱学线站、X射线显微成像线站。光束输运线长度为90至300m。

附件 3-2 HEPS 项目变动环境影响报告书的批复文件



固定资产投资

2018 14003 4811 01022

# 北京市生态环境局

京环审〔2023〕3号

## 北京市生态环境局关于 高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目 变动环境影响报告书的批复

中国科学院高能物理研究所：

你单位报送的《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目变动环境影响报告书》（项目编号：辐审 A20220210）及相关材料收悉。经审查，批复如下：

一、2019年3月，我局批准了《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目环境影响报告书》（京环审〔2019〕35号）。该项目位于北京市怀柔区怀柔新城11街区、北京综合性国家科学中心北端，内容为：1. 建造并使用一套电子能量为6GeV的高能同步辐射光源（I类射线装置），包括直线加速器、低能输运线、增强器、高能输运线和储存环；2. 建设同步辐射实验系统，包括14条

光束线（及其插入件和前端区）、实验站和辅助实验室；3. 建设与主体装置配套的建筑及基础设施。项目总投资 47.6 亿元，总建筑面积 12.5 万平方米。

二、你单位因科研需要和运行模式的确定，直线加速器、增强器和储存环的束流损失方式及损失数量有所变化，对本项目的建设进行了以下变动：1. 在直线加速器上增加高能、低能束流分析站各 1 个，在储能环注入引出区增加束流垃圾桶 1 个，光束线站由原 14 条增加至 17 条；2. 对直线加速器、增强器、储存环的隧道及迷宫通道部分墙体增加屏蔽厚度或调整屏蔽材料，迷宫数量由 19 个增加为 20 个；3. 增加多个人身安全联锁系统现场设备数量；4. 增加放射性固体废物暂存间的总面积和总容积，并将储存环的废物暂存间由设备厅调整到隧道内。在落实项目变动环境影响报告书和本批复提出的各项污染防治措施后，项目变动后对环境的影响是可以接受的，同意该项目变动环境影响报告书的总体结论。

三、项目实施及运行中应重点做好以下工作：

1. 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环境影响报告书预测，该项目公众、职业人员、外来科研实验人员照射剂量约束值分别执行 0.1mSv/a、5mSv/a 和 1mSv/a。

2. 你单位须对辐射工作场所实行严格分区管理，采用分区联锁、束流闸切断保护、人员出入控制、声光报警等保护系统或装置。在各控制区进出口、防护门等主要位置设置明显的放射性标

志、警示说明、管制状态指示和语音提示器等。严格落实报告中新增的混凝土、重晶石混凝土（密度不小于 $3.4\text{g}/\text{cm}^3$ ）、铅、铁、覆土（密度不小于 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ ）等实体屏蔽防护措施，确保各屏蔽门与同侧墙体具有同等屏蔽能力，控制区边界墙、防护门、顶棚、迷宫入口处等外表面辐射剂量率均不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，光束线站侧墙和端墙外剂量率不大于 $1\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，束流突然丢失（每个区域每年不超过2次）工况下的最大累积剂量不大于 $1\text{mSv}/\text{次}$ 。须采取有效的保持覆土层结构稳定、水土不流失等施工工艺与维护措施，确保覆土层屏蔽的可靠性和有效性。

3. 你单位须设置完善的人身安全连锁系统，确保直线加速器、增强器和储存环有任一运行状态下，所有迷宫通道门连锁有效，阻止人员入内或停留。共设置不少于36套紧急停机按钮和38套搜索清场按钮、29套门禁连锁设备和52套视频监控设备、29套交换式门连锁钥匙、3套中控室交换式连锁钥匙和1套加速器控制钥匙、3套光束线站固定式剂量率连锁装置等。确保辐射工作场所安全和防护措施有效，防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射。

四、其他要求仍按照京环审〔2019〕35号文件执行。

附件：变动后各装置与设施明细表



（此文主动公开）

附件

## 变动后各装置与设施明细表

装置名称	数量	能量	电流强度	备注
电子直线加速器及低能输运线	1套	0-500MeV	200nA	电子直线加速器与低能输运线总长约74米。
增强器及高能输运线	1套	500MeV-6GeV	15mA	增强器周长约453米，高能输运线长约102米。
储存环	1套	6GeV	200mA	储存环周长约1360米。
光束线站	17条	最大300keV	—	工程材料线站、硬X射线纳米探针线站、结构动力学线站、硬X射线相干散射线站、高分辨谱学线站、高压线站、硬X射线成像线站、X射线吸收谱学线站、低维结构探针线站、生物大分子微晶衍射线站、粉光小角散射线站、高分辨纳米电子结构线站、通用环境谱学线站、X射线显微成像线站、BF测试线站、X射线束测线站、可见光束测线站。光束输运线长度为90至300m。

抄送：生态环境部办公厅，石景山区生态环境局，怀柔区生态环境局，中国原子能科学研究院。

北京市生态环境局办公室

2023年1月20日印发

附件 3-3 HEPS 项目二次变动环境影响报告书的批复文件



固定资产投资

2018 14003 4811 01922

# 北京市生态环境局

京环审〔2024〕19号

## 北京市生态环境局关于 高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目 二次变动环境影响报告书的批复

中国科学院高能物理研究所：

你单位报送的《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目二次变动环境影响报告书》（项目编号：辐审 A20240008）及相关材料收悉。经审查，批复如下：

一、2019年3月、2023年1月，我局先后批准了《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目环境影响报告书》（京环审〔2019〕35号）、《高能同步辐射光源国家重大科技基础设施项目变动环境影响报告书》（京环审〔2023〕3号）。该项目位于北京市怀柔区怀柔新城11街区、北京综合性国家科学中心北端，内容为建造并使用一套高能同步辐射光源（I类射线装置），包括

— 1 —

(1) 电子能量 6GeV、电流强度 200mA 的储存环, 以及为其提供束流的直线加速器、低能输运线、增强器和高能输运线; (2) 同步辐射实验系统, 包括 17 条光束线站及实验室; 3. 配套建筑及基础设施等。项目总投资 47.6 亿元, 总建筑面积 12.5 万平方米。

二、你单位因工艺设计的不断深入, 再次对项目建设内容进行以下变动: (1) 供热负荷需求增加, 辅助供热(光源停机期间)的 2 台燃气锅炉容量, 由每台 1400kW 增加至每台 3500kW; (2) 17 条光束线站储存环内真空盒长度变短、最大电流由 400mA 降为 200mA, 进而调整光学棚屋、实验棚屋辐射防护设计。在落实环境影响报告书和本批复提出的各项污染防治措施后, 项目对环境的影响是可以接受的, 同意该项目变动环境影响报告书的总体结论。

三、项目实施及运行中应重点做好以下工作:

1. 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002) 和环境影响报告书预测, 该项目公众、职业人员照射剂量约束值仍分别执行 0.1mSv/a、5mSv/a (外来实验人员 1mSv/a)。

2. 须落实报告书中 17 条光束线站的铅、铁、混凝土、钢等屏蔽防护措施及光学棚屋后墙加厚等措施, 确保各光束线站的光学棚屋(最大电流 200mA)、实验棚屋(最大能量 300keV)外表面辐射剂量率低于  $1\mu\text{Sv/h}$  (侧、端墙)、 $2.5\mu\text{Sv/h}$  (顶棚)。

3. 供热须采用市政供热或热回收机组供热, 备用燃气锅炉只在光源停机期间辅助补充供热, 尽量降低运行时间(不超过 200 天)、减少污染物排放总量。须加强低氮燃烧器维修维护、锅炉

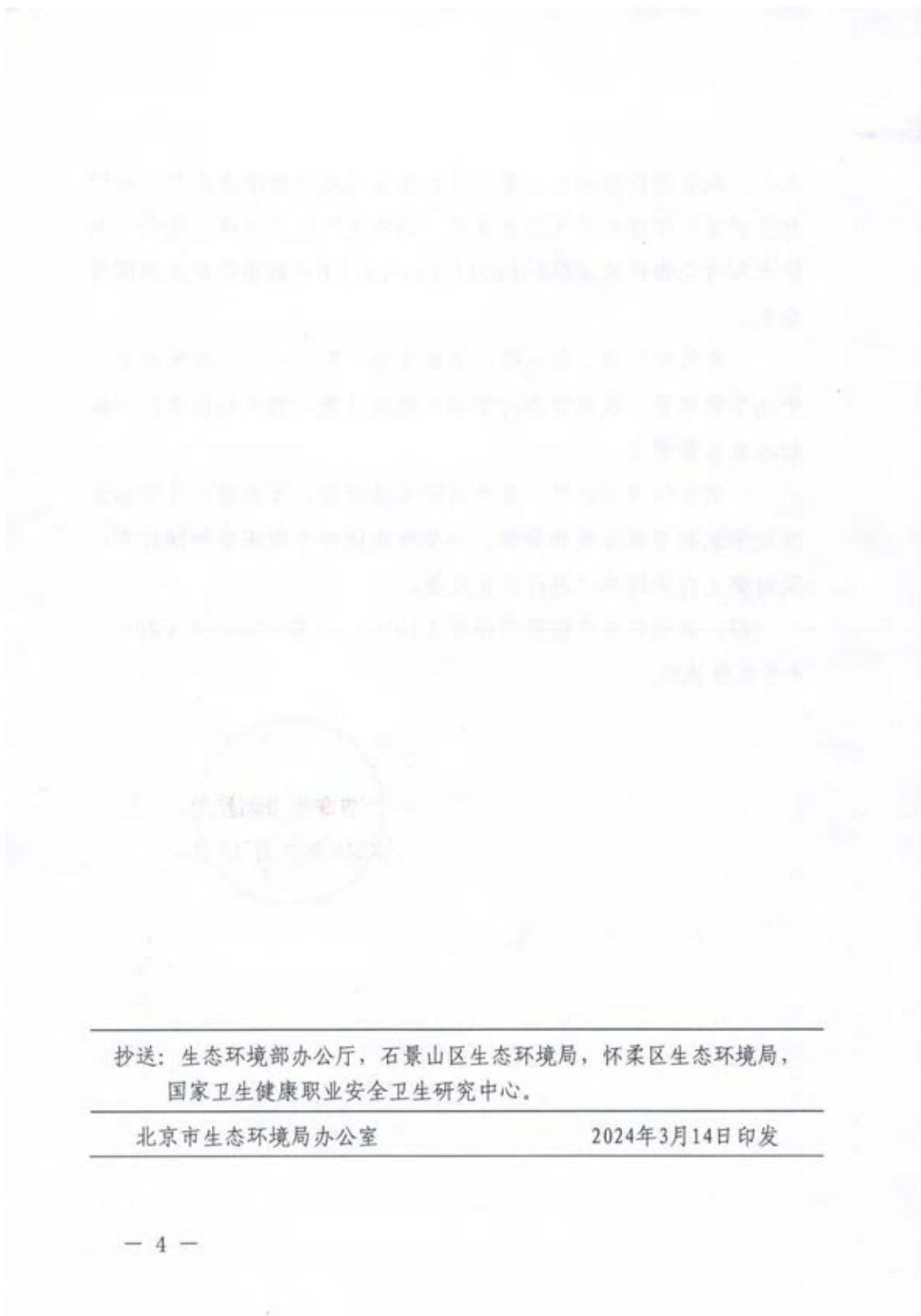
天)、减少污染物排放总量。须加强低氮燃烧器维修维护、锅炉开停炉运行管理和废气排放监测,确保废气污染物排放符合《锅炉大气污染物排放标准》(DB11/139-2015)中新建锅炉排放限值要求。

4. 排放废气中二氧化硫、氮氧化物、颗粒物,以及排放废水中化学需氧量、氨氮等各污染物年排放总量,需满足怀柔区污染物排放总量要求。

5. 须加强废活性炭、废弃离子交换树脂、废绝缘油及实验室废化学试剂等危险废物管理,分类收集储存于相应废物储存间,及时交由有资质单位进行回收处置。

四、其他要求仍按照京环审〔2019〕35号、京环审〔2023〕3号文件执行。





---

抄送：生态环境部办公厅，石景山区生态环境局，怀柔区生态环境局，  
国家卫生健康职业安全卫生研究中心。

---

北京市生态环境局办公室

2024年3月14日印发

---

附件 4 辐射工作场所监测报告



检测报告编号: FS2026020

# 检测报告

项目名称: HEPS 辐射环境验收监测

委托单位: 中国科学院高能物理研究所

检测类别: 验收检测

国家卫生健康委职业安全卫生研究中心

二〇二六年五月二十六日



## 检测报告说明

1.报告未盖国家卫生健康委职业安全卫生研究中心检验检测专用章或无授权签字人签名批准无效。

2.本报告中检测结果、结论只代表检测时的危害因素浓度/强度水平。委托方送样的，我单位只对送检样品检测结果负责。如果委托方对本报告结果或结论有异议而提出复测时，需重新进行采样检测或现场检测。

3.报告中如有涂改、增删或检验印章不符合规定者无效。

4.本报告所涉及的技术资料，由委托方提供。我单位现场采集的样品检测后不留样。

5.本报告的检验结果、结论及单位名称，未经我单位同意不得用于广告、评优及商品宣传。

6.如对本报告存有异议，请于收到报告之日起十五日内向本单位提出。

检测单位：国家卫生健康委职业安全卫生研究中心

地 址：北京市门头沟区石龙北路 27 号

邮 编：102308

联系电话：010-56153716，010-56156189

传 真：010-69805342

# 检 测 报 告

检测报告编号: FS2026020

第 1 页, 共 89 页

检测项目: X、 $\gamma$  辐射剂量率; 中子周围剂量当量率; 空气中氡; 水中氡; 空气中  $\gamma$  放射性核素; 土壤中  $\gamma$  放射性核素; 水中  $\gamma$  放射性核素; 水中总  $\alpha$  总  $\beta$

检测依据: GB/T 11713-2015《高纯锗  $\gamma$  能谱分析通用方法》;  
GB/T 16145—2022《环境及生物样品中放射性核素的  $\gamma$  能谱分析方法》;  
HJ 1126-2020《水中氡的分析方法》;  
HJ 1157—2021《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》;  
HJ 898—2017《水质总  $\alpha$  放射性测定 厚源法》;  
HJ 899—2017《水质总  $\beta$  放射性测定 厚源法》;  
WS/T 184—2017《空气中放射性核素的  $\gamma$  能谱分析方法》;  
FB 01—2022《中子周围剂量当量率测量方法》;  
FB 06-2022《环境空气氟化水蒸气的测定液体闪烁计数法》;

检测设备:

设备名称	设备型号	设备编号	检定有效期
X、 $\gamma$ 剂量率仪	6150AD6/ H+6150AD -b/H	FS-037	2025.2.25-2026.2.24
X、 $\gamma$ 剂量率仪	AT1123	FS-038	2025.2.26-2026.2.25
中子剂量当量率仪	FH40G-X+ FHT762	FS-039	2025.2.11-2026.2.10
低本底 $\alpha$ 、 $\beta$ 测量仪	LB-4200	FS-052	2025.06.23-2027.06.22
高纯锗 $\gamma$ 能谱测量系统	GR5021	FS-015	2025.06.23-2027.06.22
高纯锗 $\gamma$ 能谱测量系统	GSW200	FS-098	2025.06.23-2027.06.22
大流量空气采样器	CF-1003	FS-013、040、 012、041、 044、045	2025.02.17-2026.02.16
空气中氡采样器	TAS-X	FS-087	2025.02.17-2026.02.16
低本底液闪测量仪	Quantulus GCT 6220	FS-017	2025.07.11-2027.07.10
电子天平	BSM-I20.4	FS-018	2025.3.27-2026.3.26

辐射源项: 高能同步辐射光源 (HEPS)

采样日期: 2026 年 2 月 4 日~2 月 12 日

采样地点: 详见检测点位

检测日期: 2026 年 2 月 4 日~4 月 30 日

天气情况: 晴

检测地点: 北京市怀柔区怀柔新城 11 街区

检测单位名称: 国家卫生健康委职业安全卫生研究中心

检测单位地址: 北京市门头沟区石龙北路 27 号

委托单位名称: 中国科学院高能物理研究所

委托单位地址: 北京市石景山区玉泉路 19 号乙

委托单位邮编: 100049

联系电话: 010-88235873

检测人: 陈强 魏强 魏强 复核人: 李政  
签字日期: 2026 年 5 月 26 日 2026 年 5 月 26 日

签发人: 张震  
2026 年 5 月 26 日

## 检 测 报 告

检测报告编号：FS2026020

第 2 页，共 89 页

### 一、检测条件/基本情况

高能同步辐射光源（HEPS）为 I 类射线装置。出束期间，直线加速器和增强器达到设计指标。检测时，具体参数如下：（1）直线加速器将束流能量加速至 500MeV，束流流强为 200nA；（2）增强器将束流能量加速至 6GeV，束流流强为 15mA；（3）储存环束流能量为 6GeV，束流流强为 100mA（设计指标为 200mA）；（4）停束约 30 分钟后，测量各隧道内的感生放射性；（5）线站线束能量情况详见表 14 备注部分。

本次检测范围和检测项目包括直线加速器区域 X、 $\gamma$  辐射剂量率和中子周围剂量当量率；增强器区域 X、 $\gamma$  辐射剂量率和中子周围剂量当量率；储存环区域 X、 $\gamma$  辐射剂量率和中子周围剂量当量率；实验大厅、光束线站区域和园区内其他场所 X、 $\gamma$  辐射剂量率和中子周围剂量当量率。园区内的其他环境样品包括 5 个气溶胶样品、6 个冷却水样品、4 个地表水样品和 5 个土壤样品，分别检测空气中氡、空气中  $\gamma$  放射性核素；水中总  $\alpha$  总  $\beta$ 、水中  $\gamma$  放射性核素、水中氡；土壤中  $\gamma$  放射性核素。详见表 1。

表 1 本次检测范围和检测项目

检测范围	检测项目	采样或检测日期
直线加速器区域、增强器区域、储存环区域、实验大厅、光束线站区域和园区内其他场所	X、 $\gamma$ 辐射剂量率	2026.2.5~2.12（现场检测）
	中子周围剂量当量率	2026.2.5（现场检测）
用户楼大门外、园区大门口、园区下风向、储存环隧道排风口	空气中 $\gamma$ 放射性核素	2026.2.9~2.12（采样）
		2026.2.12~2.24（实验室检测）
储存环内土壤、建新村土壤、怀柔实验二小土壤、储存环外土壤、中国科学院大学土壤	土壤中 $\gamma$ 放射性核素	2026.2.5（采样）
		2026.2.5~2.24（实验室检测）
增强器一次循环水、储存环一次循环水、建新村水、京密渠水	水中 $\gamma$ 放射性核素	2026.2.4~2.5（采样）
	水中总 $\alpha$ 总 $\beta$	2026.2.5~4.30（实验室检测）
园区下风向	空气中氡	2026.2.9~2.12（采样）
		2026.2.12~4.30（实验室检测）
增强器一次循环水、储存环一次循环水	水中氡	2026.2.4~2.5（采样）
		2026.2.5~4.30（实验室检测）

## 检 测 报 告

检测报告编号: FS2026020

第 3 页, 共 89 页

### 二、检测结果

表 2 HEPS 直线加速器周围剂量当量率检测结果

序号	检测位置	检测结果	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	直线加速器控制室内①	0.118±0.005	<LLD <sub>n</sub>
2	直线加速器隧道西南侧入口门外 30cm 处②	0.098±0.004	<LLD <sub>n</sub>
3	西南侧 1 号速调管栅栏外侧③	0.108±0.004	<LLD <sub>n</sub>
4	直线加速器控制室④	0.114±0.005	<LLD <sub>n</sub>
5	直线加速器隧道屏蔽墙外 30cm 处⑤	0.110±0.004	<LLD <sub>n</sub>
6	直线加速器隧道屏蔽墙外 30cm 处(电源厅内)⑥	0.116±0.005	<LLD <sub>n</sub>
7	直线加速器隧道与增强器隧道连接处⑦	0.161±0.007	<LLD <sub>n</sub>
8	直线加速器大厅东南门外 30cm 处⑧	0.107±0.004	<LLD <sub>n</sub>
9	直线加速器大厅设备通道屏蔽门外 30cm 处⑨	0.097±0.004	<LLD <sub>n</sub>
10	直线加速器大厅设备通道屏蔽门左缝外 30cm 处⑨	0.098±0.004	<LLD <sub>n</sub>
11	直线加速器大厅设备通道屏蔽门下缝外 30cm 处⑨	0.097±0.004	<LLD <sub>n</sub>
12	直线加速器大厅设备通道屏蔽门右缝外 30cm 处⑨	0.097±0.004	<LLD <sub>n</sub>

注: 周围剂量当量率检测结果中包含宇宙射线响应值 11.5nGy/h; 中子周围剂量当量率仪的最小探测下限 (LLD<sub>n</sub>) 为 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ , 检测布点示意图见图 1。

表 3 HEPS 增强器周围剂量当量率检测结果

序号	检测位置	检测结果	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	增强器隧道上方土层正南方⑩	0.108±0.004	<LLD <sub>n</sub>
2	增强器隧道上方土层西南方⑪	0.098±0.004	<LLD <sub>n</sub>
3	增强器隧道上方土层正西方⑫	0.137±0.005	0.116±0.005
4	增强器隧道上方土层西北方⑬	0.119±0.005	0.063±0.003
5	增强器隧道上方土层正北方⑭	0.118±0.005	0.049±0.002
6	增强器隧道上方土层东北方⑮	0.148±0.006	<LLD <sub>n</sub>
7	增强器隧道上方土层正东方⑯	0.135±0.005	<LLD <sub>n</sub>
8	直线加速器隧道北侧西墙外 30cm 处⑰	0.124±0.005	<LLD <sub>n</sub>
9	增强器隧道上方土层东南方⑱	0.122±0.005	<LLD <sub>n</sub>
10	直线加速器隧道南侧西墙外 30cm 处⑲	0.113±0.005	<LLD <sub>n</sub>
11	增强器设备通道 SD1 屏蔽门外 30cm 处⑳	0.083±0.004	<LLD <sub>n</sub>
12	增强器设备通道 SD1 屏蔽门左缝外 30cm 处㉑	0.346±0.014	<LLD <sub>n</sub>
13	增强器设备通道 SD1 屏蔽门下缝外 30cm 处㉑	0.098±0.004	<LLD <sub>n</sub>
14	增强器设备通道 SD1 屏蔽门右缝外 30cm 处㉑	0.115±0.005	<LLD <sub>n</sub>
15	增强器设备通道 SD2 屏蔽门外 30cm 处㉒	0.100±0.004	<LLD <sub>n</sub>
16	增强器设备通道 SD2 屏蔽门左缝外 30cm 处㉒	0.079±0.003	<LLD <sub>n</sub>
17	增强器设备通道 SD2 屏蔽门下缝外 30cm 处㉒	0.080±0.003	<LLD <sub>n</sub>
18	增强器设备通道 SD2 屏蔽门右缝外 30cm 处㉒	0.080±0.003	<LLD <sub>n</sub>

## 检测 报 告

检测报告编号：FS2026020

第 4 页，共 89 页

序号	检测位置	检测结果	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
19	增强器人员通道 ID1 屏蔽门外 30cm 处 <sup>㉒</sup>	0.109±0.004	<LLD <sub>n</sub>
20	增强器人员通道 ID2 屏蔽门外 30cm 处 <sup>㉓</sup>	0.104±0.004	<LLD <sub>n</sub>
21	增强器人员通道 ID3 屏蔽门外 30cm 处 <sup>㉔</sup>	0.097±0.004	<LLD <sub>n</sub>
22	增强器人员通道 ID4 屏蔽门外 30cm 处 <sup>㉕</sup>	0.097±0.004	<LLD <sub>n</sub>
23	增强器高频厅人员通道屏蔽门外 30cm 处 <sup>㉖</sup>	0.085±0.004	<LLD <sub>n</sub>
24	增强器隧道东北侧墙外 30cm 处 (高频厅内) <sup>㉗</sup>	0.107±0.004	<LLD <sub>n</sub>
25	增强器隧道东北侧墙外 30cm 处 (高频厅内) <sup>㉘</sup>	0.105±0.004	<LLD <sub>n</sub>
26	增强器高频厅控制室门外 <sup>㉙</sup>	0.100±0.004	<LLD <sub>n</sub>
27	增强器隧道东侧墙外 30cm 处 <sup>㉚</sup>	0.111±0.005	<LLD <sub>n</sub>

注：周围剂量当量率检测结果中包含宇宙射线响应值 11.5nGy/h；中子周围剂量当量率仪的最小探测下限 (LLD<sub>n</sub>) 为 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ，检测布点示意图见图 1。

表 4 HEPS 实验大厅周围剂量当量率检测结果

序号	检测位置	检测结果	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	高能同步辐射光 42I 出口 30cm 处 <sup>①</sup>	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>
2	高能同步辐射光 41B 出口 30cm 处 <sup>②</sup>	0.113±0.003	0.046±0.002
3	高能同步辐射光 40B 出口 30cm 处 <sup>③</sup>	0.116±0.003	0.068±0.003
4	高能同步辐射光 40I 出口 30cm 处 <sup>④</sup>	0.102±0.003	0.084±0.004
5	高能同步辐射光 39B 出口 30cm 处 <sup>⑤</sup>	0.089±0.003	<LLD <sub>n</sub>
6	高能同步辐射光 39I 出口 30cm 处 <sup>⑥</sup>	0.089±0.003	<LLD <sub>n</sub>
7	实验大厅 36 基建处 <sup>⑦</sup>	0.122±0.004	<LLD <sub>n</sub>
8	实验大厅 35 基建处 <sup>⑧</sup>	0.098±0.003	<LLD <sub>n</sub>
9	高能同步辐射光 34B 出口 30cm 处 <sup>⑨</sup>	0.104±0.003	0.221±0.009
10	高能同步辐射光 34I 出口 30cm 处 <sup>⑩</sup>	0.105±0.003	0.621±0.026
11	高能同步辐射光 33B 出口 30cm 处 <sup>⑪</sup>	0.102±0.003	0.159±0.007
12	高能同步辐射光 32B 出口 30cm 处 <sup>⑫</sup>	0.103±0.003	0.439±0.018
13	高能同步辐射光 32I 出口 30cm 处 <sup>⑬</sup>	0.104±0.003	0.201±0.008
14	高能同步辐射光 31B 出口 30cm 处 <sup>⑭</sup>	0.108±0.003	0.220±0.009
15	高能同步辐射光 30B 出口 30cm 处 <sup>⑮</sup>	0.107±0.003	0.132±0.006
16	高能同步辐射光 29B 出口 30cm 处 <sup>⑯</sup>	0.107±0.003	0.169±0.007
17	高能同步辐射光 29I 出口 30cm 处 <sup>⑰</sup>	0.113±0.003	0.281±0.012
18	高能同步辐射光 28B 出口 30cm 处 <sup>⑱</sup>	0.113±0.003	0.265±0.011
19	高能同步辐射光 28I 出口 30cm 处 <sup>⑲</sup>	0.183±0.003	2.18±0.09
20	高能同步辐射光 27B 出口 30cm 处 <sup>⑳</sup>	0.139±0.004	0.296±0.012
21	高能同步辐射光 27I 出口 30cm 处 <sup>㉑</sup>	0.139±0.004	0.277±0.012
22	高能同步辐射光 26B 出口 30cm 处 <sup>㉒</sup>	0.090±0.003	0.150±0.006

# 检 测 报 告

检测报告编号: FS2026020

第 5 页, 共 89 页

序号	检测位置	检测结果	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
23	高能同步辐射光 26I 出口 30cm 处 <sup>⑲</sup>	0.180±0.006	0.694±0.029
24	高能同步辐射光 25B 出口 30cm 处 <sup>⑳</sup>	0.113±0.003	0.178±0.008
25	高能同步辐射光 25I 出口 30cm 处 <sup>㉑</sup>	0.112±0.003	0.189±0.008
26	高能同步辐射光 24B 出口 30cm 处 <sup>㉒</sup>	0.113±0.003	0.199±0.008
27	高能同步辐射光 24I 出口 30cm 处 <sup>㉓</sup>	0.136±0.005	0.429±0.018
28	高能同步辐射光 23B 出口 30cm 处 <sup>㉔</sup>	0.103±0.003	0.223±0.009
29	高能同步辐射光 22B 出口 30cm 处 <sup>㉕</sup>	0.100±0.003	0.220±0.009
30	高能同步辐射光 22I 出口 30cm 处 <sup>㉖</sup>	0.093±0.003	1.66±0.07
31	高能同步辐射光 21B 出口 30cm 处 <sup>㉗</sup>	0.091±0.003	0.137±0.006
32	高能同步辐射光 20B 出口 30cm 处 <sup>㉘</sup>	0.089±0.003	0.122±0.005
33	高能同步辐射光 20I 出口 30cm 处 <sup>㉙</sup>	0.100±0.003	0.343±0.014
34	高能同步辐射光 19B 出口 30cm 处 <sup>㉚</sup>	0.104±0.003	0.162±0.007
35	高能同步辐射光 18B 出口 30cm 处 <sup>㉛</sup>	0.091±0.003	0.124±0.005
36	高能同步辐射光 18I 出口 (围栏外) <sup>㉜</sup>	0.098±0.003	0.483±0.020
37	高能同步辐射光 17B 出口 30cm 处 <sup>㉝</sup>	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>
38	高能同步辐射光 17I 出口 30cm 处 <sup>㉞</sup>	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>
39	高能同步辐射光 16B 出口 30cm 处 <sup>㉟</sup>	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>
40	高能同步辐射光 16I 出口 30cm 处 <sup>㊱</sup>	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>
41	高能同步辐射光 15B 出口 30cm 处 <sup>㊲</sup>	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>
42	高能同步辐射光 15I 出口 30cm 处 <sup>㊳</sup>	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>
43	高能同步辐射光 14B 出口 30cm 处 <sup>㊴</sup>	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>
44	高能同步辐射光 14I 出口 30cm 处 <sup>㊵</sup>	0.087±0.003	<LLD <sub>n</sub>
45	高能同步辐射光 13B 出口 30cm 处 <sup>㊶</sup>	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>
46	高能同步辐射光 13I 出口 30cm 处 <sup>㊷</sup>	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>
47	高能同步辐射光 12B 出口 30cm 处 <sup>㊸</sup>	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>
48	高能同步辐射光 12I 出口 30cm 处 <sup>㊹</sup>	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>
49	高能同步辐射光 11B 出口 30cm 处 <sup>㊺</sup>	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>
50	高能同步辐射光 11I 出口 30cm 处 <sup>㊻</sup>	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>
51	高能同步辐射光 10B 出口 30cm 处 <sup>㊼</sup>	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>
52	高能同步辐射光 10I 出口 30cm 处 <sup>㊽</sup>	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>
53	高能同步辐射光 09B 出口 30cm 处 <sup>㊾</sup>	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>
54	高能同步辐射光 08B 出口 30cm 处 <sup>㊿</sup>	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>
55	高能同步辐射光 07B 出口 30cm 处 <sup>①</sup>	0.097±0.003	<LLD <sub>n</sub>
56	高能同步辐射光 06B 出口 30cm 处 <sup>②</sup>	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>
57	高能同步辐射光 06I 出口 30cm 处 <sup>③</sup>	0.106±0.003	0.156±0.007
58	高能同步辐射光 05B 出口 30cm 处 <sup>④</sup>	0.090±0.003	0.065±0.003
59	高能同步辐射光 04B 出口 30cm 处 <sup>⑤</sup>	0.082±0.003	0.095±0.004
60	高能同步辐射光 04I 出口 30cm 处 <sup>⑥</sup>	0.086±0.003	0.078±0.003

## 检测 报 告

检测报告编号: FS2026020

第 6 页, 共 89 页

序号	检测位置	检测结果	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
61	高能同步辐射光 03B 出口 30cm 处⑥①	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>
62	高能同步辐射光 01B 出口 30cm 处⑥②	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>
63	高能同步辐射光 01I 出口 30cm 处⑥③	0.097±0.003	<LLD <sub>n</sub>
64	高能同步辐射光 48B 出口 30cm 处⑥④	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>
65	高能同步辐射光 48I 出口 30cm 处⑥⑤	0.080±0.002	0.066±0.003
66	高能同步辐射光 47I 出口 30cm 处⑥⑥	0.080±0.003	0.054±0.002
67	高能同步辐射光 46B 出口 30cm 处⑥⑦	0.088±0.003	<LLD <sub>n</sub>
68	高能同步辐射光 45B 出口 30cm 处⑥⑧	0.103±0.003	0.064±0.003
69	高能同步辐射光 45I 出口 30cm 处⑥⑨	0.102±0.003	0.087±0.004
70	高能同步辐射光 44I 出口 30cm 处⑦⑩	0.116±0.003	0.424±0.018
71	高能同步辐射光 43B 出口 30cm 处⑦⑪	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>
72	高能同步辐射光 42I 出口 30cm 处⑦⑫	0.117±0.003	<LLD <sub>n</sub>
73	高能同步辐射光 42B 出口 30cm 处⑦⑬	0.118±0.004	<LLD <sub>n</sub>
74	高能同步辐射光 B23 门厅处⑦⑭	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>

注: 周围剂量当量率检测结果中包含宇宙射线响应值 11.5nGy/h; 中子周围剂量当量率仪的最小探测下限 (LLD<sub>n</sub>) 为 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ , 检测布点示意图见图 2。

表 5 HEPS 储存环周围剂量当量率检测结果

序号	检测位置	检测结果	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	隧道顶部长廊 43 处电缆线口 S1	0.060±0.002	<LLD <sub>n</sub>
2	隧道顶部长廊 43 处过道 S1	0.064±0.002	<LLD <sub>n</sub>
3	隧道顶部长廊 42 处电缆线口 S2	0.119±0.003	<LLD <sub>n</sub>
4	隧道顶部长廊 42 处过道 S2	0.119±0.003	<LLD <sub>n</sub>
5	隧道顶部长廊 41 处电缆线口 S3	0.120±0.003	<LLD <sub>n</sub>
6	隧道顶部长廊 41 处过道 S3	0.121±0.004	<LLD <sub>n</sub>
7	隧道顶部长廊 40 处电缆线口 S4	0.118±0.004	<LLD <sub>n</sub>
8	隧道顶部长廊 40 处过道 S4	0.116±0.003	<LLD <sub>n</sub>
9	隧道顶部长廊 39 处电缆线口 S5	0.118±0.003	<LLD <sub>n</sub>
10	隧道顶部长廊 39 处过道 S5	0.118±0.003	<LLD <sub>n</sub>
11	隧道顶部长廊 38 处电缆线口 S6	0.116±0.003	<LLD <sub>n</sub>
12	隧道顶部长廊 38 处过道 S6	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>
13	隧道顶部长廊 37 处电缆线口 S7	0.118±0.004	<LLD <sub>n</sub>
14	隧道顶部长廊 37 处过道 S7	0.118±0.003	<LLD <sub>n</sub>
15	隧道顶部长廊 37 处准直口 S8	0.118±0.004	<LLD <sub>n</sub>
16	隧道顶部长廊 36 处电缆线口 S9	0.120±0.004	<LLD <sub>n</sub>
17	隧道顶部长廊 36 处过道 S9	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>
18	隧道顶部长廊 35 处电缆线口 S10	0.113±0.003	<LLD <sub>n</sub>

# 检 测 报 告

检测报告编号: FS2026020

第 8 页, 共 89 页

序号	检测位置	检测结果	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
57	隧道顶部长廊 17 处过道 S30	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>
58	隧道顶部长廊 16 处电缆线口 S31	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>
59	隧道顶部长廊 16 处过道 S31	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>
60	隧道顶部长廊 15 处电缆线口 S32	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>
61	隧道顶部长廊 15 处过道 S32	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>
62	隧道顶部长廊 14 处电缆线口 S33	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>
63	隧道顶部长廊 14 处过道 S33	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>
64	隧道顶部长廊 13 处电缆线口 S34	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>
65	隧道顶部长廊 13 处过道 S34	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>
66	隧道顶部长廊 13 处准直口 S35	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>
67	隧道顶部长廊 12 处电缆线口 S36	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>
68	隧道顶部长廊 12 处过道 S36	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>
69	隧道顶部长廊 11 处电缆线口 S37	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>
70	隧道顶部长廊 11 处过道 S37	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>
71	隧道顶部长廊 10 处电缆线口 S38	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>
72	隧道顶部长廊 10 处过道 S38	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>
73	隧道顶部长廊 09 处电缆线口 S39	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>
74	隧道顶部长廊 09 处过道 S39	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>
75	隧道顶部长廊 08 处电缆线口 S40	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>
76	隧道顶部长廊 08 处过道 S40	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>
77	隧道顶部长廊 07 处电缆线口 S41	0.108±0.003	<LLD <sub>n</sub>
78	隧道顶部长廊 07 处过道 S41	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>
79	隧道顶部长廊一区清场入口 S42	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>
80	隧道顶部长廊 06 处电缆线口 S43	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>
81	隧道顶部长廊 06 处过道 S43	0.109±0.003	<LLD <sub>n</sub>
82	隧道顶部长廊 05 处电缆线口 S44	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>
83	隧道顶部长廊 05 处过道 S44	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>
84	隧道顶部长廊 04 处电缆线口 S45	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>
85	隧道顶部长廊 04 处过道 S45	0.099±0.003	<LLD <sub>n</sub>
86	隧道顶部长廊 03 处电缆线口 S46	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>
87	隧道顶部长廊 03 处过道 S46	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>
88	隧道顶部长廊 02 处电缆线口 S47	0.107±0.003	<LLD <sub>n</sub>
89	隧道顶部长廊 02 处过道 S47	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>
90	隧道顶部长廊 01 处电缆线口 S48	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>
91	隧道顶部长廊 01 处过道 S48	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>
92	隧道顶部长廊 48 处电缆线口 S49	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>
93	隧道顶部长廊 48 处过道 S49	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>
94	隧道顶部长廊 47 处电缆线口 S50	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>

## 检测报告

检测报告编号: FS2026020

第 9 页, 共 89 页

序号	检测位置	检测结果	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
95	隧道顶部长廊 47 处过道 S50	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>
96	隧道顶部长廊四区清场入口 S51	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>
97	隧道顶部长廊 46 处电缆线口 S52	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>
98	隧道顶部长廊 46 处过道 S52	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>
99	隧道顶部长廊 45 处电缆线口 S53	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>
100	隧道顶部长廊 45 处过道 S53	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>
101	隧道顶部长廊 44 处电缆线口 S54	0.107±0.003	<LLD <sub>n</sub>
102	隧道顶部长廊 44 处过道 S54	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>
103	隧道顶部长廊 SD4 防护门外 (二层) S55	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>
104	隧道顶部长廊 SD4-43 处过道 S56	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>
105	储存环设备通道 SD1 防护门外 30cm 处 S57	0.119±0.004	<LLD <sub>n</sub>
106	储存环设备通道 SD1 防护门左缝外 30cm 处 S57	0.129±0.004	<LLD <sub>n</sub>
107	储存环设备通道 SD1 防护门下缝外 30cm 处 S57	0.137±0.004	<LLD <sub>n</sub>
108	储存环设备通道 SD1 防护门右缝外 30cm 处 S57	0.140±0.004	<LLD <sub>n</sub>
109	储存环设备通道 SD2 防护门外 30cm 处 S58	0.141±0.004	<LLD <sub>n</sub>
110	储存环设备通道 SD2 防护门左缝外 30cm 处 S58	0.642±0.018	0.439±0.018
111	储存环设备通道 SD2 防护门下缝外 30cm 处 S58	0.254±0.007	<LLD <sub>n</sub>
112	储存环设备通道 SD2 防护门右缝外 30cm 处 S58	0.186±0.005	<LLD <sub>n</sub>
113	储存环设备通道 SD2 防护门左侧墙外 30cm 处 S59	0.502±0.015	<LLD <sub>n</sub>
114	储存环设备通道 SD3 防护门外 30cm 处 S60	0.148±0.004	0.120±0.005
115	储存环设备通道 SD3 防护门左缝外 30cm 处 S60	0.147±0.004	<LLD <sub>n</sub>
116	储存环设备通道 SD3 防护门下缝外 30cm 处 S60	0.148±0.004	<LLD <sub>n</sub>
117	储存环设备通道 SD3 防护门右缝外 30cm 处 S60	0.140±0.004	<LLD <sub>n</sub>
118	储存环设备通道 SD4 防护门外 30cm 处 S61	0.159±0.005	<LLD <sub>n</sub>

## 检 测 报 告

检测报告编号: FS2026020

第 10 页, 共 89 页

序号	检测位置	检测结果	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
119	储存环设备通道 SD4 防护门左缝外 30cm 处 S61	0.139±0.004	<LLD <sub>n</sub>
120	储存环设备通道 SD4 防护门下缝外 30cm 处 S61	0.139±0.004	<LLD <sub>n</sub>
121	储存环设备通道 SD4 防护门右缝外 30cm 处 S61	0.126±0.004	<LLD <sub>n</sub>
122	储存环人员通道 ID01 防护门外 30cm 处 S62	0.140±0.004	0.426±0.018
123	储存环人员通道 ID02 防护门外 30cm 处 S63	0.141±0.004	<LLD <sub>n</sub>
124	储存环人员通道 ID03 防护门外 30cm 处 S64	0.141±0.004	<LLD <sub>n</sub>
125	储存环人员通道 ID04 防护门外 30cm 处 S65	0.130±0.004	<LLD <sub>n</sub>
126	储存环人员通道 ID05 防护门外 30cm 处 S66	0.276±0.008	0.607±0.025
127	储存环人员通道 ID06 防护门外 30cm 处 S67	0.408±0.012	0.267±0.011
128	储存环人员通道 ID07 防护门外 30cm 处 S68	0.174±0.005	0.078±0.003
129	储存环人员通道 ID08 防护门外 30cm 处 S69	0.205±0.006	0.115±0.005
130	储存环人员通道 ID09 防护门外 30cm 处 S70	0.151±0.004	<LLD <sub>n</sub>
131	储存环人员通道 ID10 防护门外 30cm 处 S71	0.141±0.004	<LLD <sub>n</sub>
132	储存环人员通道 ID11 防护门外 30cm 处 S72	0.182±0.005	0.049±0.002
133	储存环人员通道 ID12 防护门外 30cm 处 S73	0.126±0.004	<LLD <sub>n</sub>
134	中央控制室 S74	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>
135	通用运行值班室 S75	0.160±0.005	0.169±0.007
136	储存环高频厅北墙西侧 30cm 处 S76	0.138±0.004	<LLD <sub>n</sub>
137	储存环高频厅北墙中部 30cm 处 S77	0.125±0.004	<LLD <sub>n</sub>
138	储存环高频厅北墙东侧 30cm 处 S78	0.145±0.004	<LLD <sub>n</sub>

注: 周围剂量当量率检测结果中包含宇宙射线响应值 11.5nGy/h; 中子周围剂量当量率仪的最小探测下限 (LLD<sub>n</sub>) 为 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ ; 检测布点示意图见图 2。

表 6 HEPS 园区内其他场所周围剂量当量率检测结果

## 检测报告

检测报告编号: FS2026020

第 11 页, 共 89 页

序号	检测位置	检测结果	
		X、 $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	综合实验楼多功能厅一层①	0.099±0.004	<LLD <sub>n</sub>
2	综合实验楼大厅值班室②	0.098±0.003	<LLD <sub>n</sub>
3	综合实验楼大厅③	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>
4	综合实验楼学术报告厅一层④	0.099±0.003	<LLD <sub>n</sub>
5	综合实验楼办公室⑤	0.097±0.003	<LLD <sub>n</sub>
6	用户服务楼前台⑥	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>
7	用户服务楼二层⑦	0.087±0.003	<LLD <sub>n</sub>
8	用户服务楼三层⑧	0.082±0.003	<LLD <sub>n</sub>
9	用户服务楼食堂⑨	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>
10	1号环境监测站⑩	0.081±0.003	<LLD <sub>n</sub>
11	2号环境监测站⑪	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>
12	3号环境监测站⑫	0.097±0.003	<LLD <sub>n</sub>
13	4号环境监测站⑬	0.117±0.004	<LLD <sub>n</sub>
14	5号环境监测站⑭	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>
15	低温厅及综合动力站大厅⑮	0.062±0.002	<LLD <sub>n</sub>
16	低温厅及综合动力站通用值班室(中控室) ⑯	0.063±0.002	<LLD <sub>n</sub>
17	低温厅及综合动力站大厅办公室⑰	0.059±0.002	<LLD <sub>n</sub>

注: 周围剂量当量率检测结果中包含宇宙射线响应值 11.5nGy/h; 中子周围剂量当量率仪的最小探测下限 (LLD<sub>n</sub>) 为 0.01 $\mu\text{Sv/h}$ , 检测布点示意图见图 3。

表 7 气溶胶样品中  $\gamma$  放射性核素活度浓度检测结果

样品名称	样品编号	核素名称	检测结果 (Bq/m <sup>3</sup> )	备注
用户楼大门外气溶胶样品	FS2026020-001	Be-7	$6.18 \times 10^{-3}$	采样时间 2026 年 2 月 9 日-12 日, 样品中核素活度浓度校正参考时间为采样时间, 采样体积 11048 m <sup>3</sup> 。置信度: 95%; “<”后值为测量活时间 24h 时, 该核素检测的最小探测下限。
		Na-22	$<8.22 \times 10^{-6}$	
		Cr-51	$<4.97 \times 10^{-5}$	
		Mn-52	$<1.10 \times 10^{-5}$	
		Mn-54	$<6.64 \times 10^{-6}$	
		Co-58	$<6.63 \times 10^{-6}$	
		Fe-59	$<1.80 \times 10^{-5}$	
Zr-95	$<1.11 \times 10^{-5}$			
园区大门口气溶胶样品	FS2026020-002	Be-7	$3.78 \times 10^{-3}$	采样时间 2026 年 2 月 9 日-12 日, 样品中核素活度浓度校正参考时间为采样时间, 采样体积 10362 m <sup>3</sup> 。置信度: 95%; “<”后值为测量活
		Na-22	$<6.10 \times 10^{-6}$	
		Cr-51	$<6.06 \times 10^{-5}$	
		Mn-52	$<8.30 \times 10^{-6}$	
		Co-58	$<4.86 \times 10^{-6}$	

## 检 测 报 告

检测报告编号: FS2026020

第 12 页, 共 89 页

样品名称	样品编号	核素名称	检测结果 (Bq/m <sup>3</sup> )	备注
		Fe-59	$<1.26 \times 10^{-5}$	时间 24h 时, 该核素检测的最小探测下限。
		Zr-95	$<8.69 \times 10^{-6}$	
园区下风向 (车棚) 气溶胶样品	FS2026020-003	Be-7	$6.77 \times 10^{-3}$	采样时间 2026 年 2 月 9 日-12 日, 样品中核素活度浓度校正参考时间为采样时间, 采样体积 10945 m <sup>3</sup> 。置信度: 95%; “<”后值为测量活时间 24h 时, 该核素检测的最小探测下限。
		Na-22	$<1.47 \times 10^{-5}$	
		Cr-51	$<9.17 \times 10^{-5}$	
		Mn-52	$<1.75 \times 10^{-5}$	
		Mn-54	$<1.18 \times 10^{-5}$	
		Co-58	$<1.12 \times 10^{-5}$	
		Fe-59	$<3.49 \times 10^{-5}$	
		Zr-95	$<2.04 \times 10^{-5}$	
储存环境隧道排风口气溶胶样品	FS2026020-004	Be-7	$5.93 \times 10^{-3}$	采样时间 2026 年 2 月 9 日-12 日, 样品中核素活度浓度校正参考时间为采样时间, 采样体积 10568 m <sup>3</sup> 。置信度: 95%; “<”后值为测量活时间 24h 时, 该核素检测的最小探测下限。
		Na-22	$<8.31 \times 10^{-6}$	
		Cr-51	$<8.61 \times 10^{-5}$	
		Mn-52	$<9.85 \times 10^{-6}$	
		Mn-54	$<6.38 \times 10^{-6}$	
		Co-58	$<6.37 \times 10^{-6}$	
		Fe-59	$<1.83 \times 10^{-5}$	
		Zr-95	$<1.14 \times 10^{-5}$	

表 8 土壤样品中  $\gamma$  放射性核素活度浓度检测结果

样品名称	样品编号	核素名称	检测结果 (Bq/g)	备注
储存环内土壤样品	FS2026020-005	Be-7	$<5.14 \times 10^{-3}$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 5 日; “<”后值为测量活时间 24h 时, 该核素检测的最小探测下限。
		Na-22	$<7.38 \times 10^{-4}$	
		Cr-51	$<5.84 \times 10^{-3}$	
		Mn-52	$<1.56 \times 10^{-3}$	
		Mn-54	$<6.22 \times 10^{-4}$	
		Co-58	$<6.10 \times 10^{-4}$	
		Fe-59	$<1.38 \times 10^{-3}$	
		Zr-95	$<1.12 \times 10^{-3}$	
建新村土壤样品	FS2026020-006	Be-7	$<5.25 \times 10^{-3}$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 5 日; “<”后值为测量活时间 24h 时, 该核素检测的最小探测下限。
		Na-22	$<7.56 \times 10^{-4}$	
		Cr-51	$<5.74 \times 10^{-3}$	
		Mn-52	$<1.41 \times 10^{-3}$	
		Mn-54	$<6.24 \times 10^{-4}$	
		Co-58	$<6.13 \times 10^{-4}$	

## 检测 报 告

检测报告编号：FS2026020

第 13 页，共 89 页

样品名称	样品编号	核素名称	检测结果 (Bq/g)	备注
		Fe-59	$<1.40 \times 10^{-3}$	
		Zr-95	$<1.11 \times 10^{-3}$	
怀柔实验二小土壤样品	FS2026020-007	Be-7	$<5.78 \times 10^{-3}$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 5 日；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限。
		Na-22	$<9.06 \times 10^{-4}$	
		Cr-51	$<5.42 \times 10^{-3}$	
		Mn-52	$<1.93 \times 10^{-3}$	
		Mn-54	$<4.31 \times 10^{-4}$	
		Co-58	$<7.36 \times 10^{-4}$	
		Fe-59	$<1.74 \times 10^{-3}$	
		Zr-95	$<1.36 \times 10^{-3}$	
储环外土壤样品	FS2026020-008	Be-7	$<6.08 \times 10^{-3}$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 5 日；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限。
		Na-22	$<9.07 \times 10^{-4}$	
		Cr-51	$<5.32 \times 10^{-3}$	
		Mn-52	$<1.49 \times 10^{-3}$	
		Mn-54	$<7.82 \times 10^{-4}$	
		Co-58	$<7.49 \times 10^{-4}$	
		Fe-59	$<1.69 \times 10^{-3}$	
		Zr-95	$<1.36 \times 10^{-3}$	
中国科学院大学土壤样品	FS2026020-009	Be-7	$<6.22 \times 10^{-3}$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 5 日；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限。
		Na-22	$<9.30 \times 10^{-4}$	
		Cr-51	$<5.56 \times 10^{-3}$	
		Mn-52	$<1.76 \times 10^{-3}$	
		Mn-54	$<5.82 \times 10^{-4}$	
		Co-58	$<7.70 \times 10^{-4}$	
		Fe-59	$<1.71 \times 10^{-3}$	
		Zr-95	$<1.42 \times 10^{-3}$	

表 9 循环水样品中  $\gamma$  放射性核素活度浓度检测结果

样品名称	样品编号	核素名称	检测结果 (Bq/g)	清洁解控水平 (Bq/g)	备注
增强器一次循环水样品	FS2026020-010	Be-7	$<5.85 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^3$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 5 日；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素
		Na-22	$<7.28 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	
		Cr-51	$<5.95 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^3$	
		Mn-52	$<8.96 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	
		Mn-54	$<7.15 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	

## 检 测 报 告

检测报告编号：FS2026020

第 14 页，共 89 页

样品名称	样品编号	核素名称	检测结果 (Bq/g)	清洁解控水平(Bq/g)	备注	
储存 环一 次循 环水 样品	FS2026020-011	Co-58	$<6.86 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	检测的最小探测下限。	
		Fe-59	$<1.37 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^1$		
		Zr-95	$<1.21 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^1$		
			Be-7	$<6.73 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^3$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 5 日；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限。
			Na-22	$<6.96 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	
			Cr-51	$<4.38 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^3$	
			Mn-52	$<8.09 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	
			Mn-54	$<6.78 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	
			Co-58	$<6.32 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^1$	
		Fe-59	$<1.29 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^1$		
		Zr-95	$<1.14 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^1$		

表 10 环境水样品中  $\gamma$  放射性核素活度浓度检测结果

样品名称	样品编号	核素名称	检测结果 (Bq/g)	备注
建新 村水 样品	FS2026020-012	Be-7	$<7.76 \times 10^{-4}$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 4 日；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限。
		Na-22	$<1.07 \times 10^{-4}$	
		Cr-51	$<8.32 \times 10^{-4}$	
		Mn-52	$<1.19 \times 10^{-4}$	
		Mn-54	$<9.76 \times 10^{-5}$	
		Co-58	$<1.00 \times 10^{-4}$	
		Fe-59	$<1.77 \times 10^{-4}$	
		Zr-95	$<1.59 \times 10^{-4}$	
京密 渠水 样品	FS2026020-013	Be-7	$<6.75 \times 10^{-4}$	样品中核素活度浓度校正参考时间为 2026 年 2 月 4 日；“<”后值为测量活时间 24h 时，该核素检测的最小探测下限。
		Na-22	$<6.42 \times 10^{-5}$	
		Cr-51	$<4.31 \times 10^{-4}$	
		Mn-52	$<7.85 \times 10^{-5}$	
		Mn-54	$<6.02 \times 10^{-5}$	
		Co-58	$<6.37 \times 10^{-5}$	
		Fe-59	$<1.23 \times 10^{-4}$	
		Zr-95	$<1.09 \times 10^{-4}$	

## 检测报告

检测报告编号: FS2026020

第 15 页, 共 89 页

表 11 空气中氡活度浓度检测结果

样品名称	样品编号	空气水分中氡活度浓度 (Bq/L)	空气中氡活度浓度 (Bq/m <sup>3</sup> )	备注
园区下风向(车棚)空气样品	FS2026020-014	< L <sub>D</sub> (水)	< L <sub>D</sub> (空气)	L <sub>D</sub> (水)为 1.33 Bq/L, L <sub>D</sub> (空气)为 0.003 Bq/m <sup>3</sup> , 空气体积为 14.22 m <sup>3</sup> 。

表 12 水中氡的活度浓度检测结果

样品名称	样品编号	水中氡的活度浓度 (Bq/L)	清洁解控水平(Bq/L)	备注
增强器一次循环水样品	FS2026020-015	2.24±0.42	1×10 <sup>9</sup>	方法检出限(L <sub>D</sub> )为 1.28Bq/L。
储存环一次循环水样品	FS2026020-016	2.35±0.42		

表 13 水样品中总 α、总 β 放射性检测结果

样品名称	样品编号	总 α 活度浓度 (Bq/L)	总 β 活度浓度 (Bq/L)	备注
建新村水样品	FS2026020-017	0.083	0.082	L <sub>D</sub> (α)=0.0727 Bq/L; L <sub>D</sub> (β)=0.0452 Bq/L
京密渠水样品	FS2026020-018	< L <sub>D</sub> (α)	0.113	L <sub>D</sub> (α)=0.0512 Bq/L; L <sub>D</sub> (β)=0.0237 Bq/L
增强器一次循环水水样品	FS2026020-019	< L <sub>D</sub> (α)	< L <sub>D</sub> (β)	L <sub>D</sub> (α)=0.0917 Bq/L; L <sub>D</sub> (β)=0.0413 Bq/L
储存环一次循环水水样品	FS2026020-020	< L <sub>D</sub> (α)	< L <sub>D</sub> (β)	L <sub>D</sub> (α)=0.0498 Bq/L; L <sub>D</sub> (β)=0.0270 Bq/L

表 14 HEPS 实验大厅线束站周围剂量当量率检测结果

序号	检测位置	检测结果		备注	
		X、γ (μSv/h)	中子 (μSv/h)		
1	B1 线 站	光学棚屋防护门 1#上缝外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	按最大设计指标进行检测, 实验站线束能量为 170keV, 光强为 2.52E+13photons/s/0.1%BW
2		光学棚屋防护门 1#下缝外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
3		光学棚屋防护门 1#左缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
4		光学棚屋防护门 1#右缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
5		光学棚屋防护门 1#中缝外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
6		光学棚屋防护门 2#上缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
7		光学棚屋防护门 2#下缝外 30cm 处	0.089±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
8		光学棚屋防护门 2#左缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
9		光学棚屋防护门 2#右缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	

# 检测 报 告

检测报告编号: FS2026020

第 16 页, 共 89 页

序号	检测位置	检测结果		备注
		X, $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
10	光学棚屋防护门 2#中缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
11	光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
12	光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
13	光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
14	棚屋上方 30cm 处	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
15	1#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
16	1#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
17	1#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.089±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
18	1#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
19	1#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
20	1#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
21	1#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
22	2#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
23	2#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
24	2#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
25	2#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.097±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
26	2#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
27	2#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
28	2#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
29	3#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
30	3#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.105±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
31	3#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.108±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
32	3#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
33	3#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.104±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
34	3#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
35	3#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.084±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
36	3#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
37	光学棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>	按最大设计 指标进行检测, 实验站 线束能量为 40keV, 光 强为 1.00E+12ph otons/s/0.1 %BW
38	光学棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
39	光学棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
40	光学棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
41	光学棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
42	光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
43	光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
44	光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
45	棚屋上方 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
46	1#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	

## 检测 报 告

检测报告编号: FS2026020

第 17 页, 共 89 页

序号	检测位置	检测结果		备注
		X, $\gamma$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	中子 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	
47	1#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.093±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
48	1#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
49	1#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
50	1#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
51	1#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
52	1#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.100±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
53	2#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
54	2#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
55	2#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
56	2#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.100±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
57	2#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
58	2#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.106±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
59	2#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.103±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
60	3#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.098±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
61	3#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.089±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
62	3#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.094±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
63	3#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.095±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
64	3#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
65	3#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.087±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
66	3#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
67	3#实验棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
68	光学棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
69	光学棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.085±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
70	光学棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.083±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
71	光学棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.088±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
72	光学棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
73	光学棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.115±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
74	光学棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.114±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
75	光学棚屋背面防护墙外 30cm 处	0.102±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
76	棚屋上方 30cm 处	0.101±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
77	1#实验棚屋防护门上缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
78	1#实验棚屋防护门下缝外 30cm 处	0.092±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
79	1#实验棚屋防护门左缝外 30cm 处	0.086±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
80	1#实验棚屋防护门右缝外 30cm 处	0.090±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
81	1#实验棚屋防护门中缝外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
82	1#实验棚屋正面防护墙外 30cm 处	0.096±0.003	<LLD <sub>n</sub>	
83	1#实验棚屋右侧防护墙外 30cm 处	0.091±0.003	<LLD <sub>n</sub>	

按最大设计  
指标进行检  
测, 实验站  
线束能量为  
64keV, 光  
强为  
1.00E+15ph  
otons/s/0.1  
%BW