合肥先进光源配套工程

环境影响报告书

（公示版）

合肥大科学装置集中区建设有限公司

2023 年 6 月

合肥先进光源配套工程

环境影响报告书

建设单位名称：合肥大科学装置集中区建设有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）： 章浩

通讯地址： 合肥市庐阳区三十岗乡古城路 181 号

邮政编码：230031 **联系人：** 张工

电子邮箱：529246580@qq.com **联系电话：**0551-63351196

目 录

1 概述.....1
1.1 项目名称、地点.....1
1.2 项目概况.....1
1.2.1 建设单位概况.....1
1.2.2 项目背景、意义.....2
1.2.3 建设规模.....3
1.2.4 拟建项目选址合理性分析.....7
1.2.5 周围环境概况.....18
1.2.6 核技术利用及辐射安全管理现状.....20
1.2.7 依托关系.....27
1.3 编制依据.....27
1.3.1 国家法律、法规和规章.....27
1.3.2 地方法规及文件.....30
1.3.3 技术导则、标准.....31
1.3.4 其它文件、资料.....33
1.4 评价标准.....34
1.4.1 电离辐射评价标准.....34
1.4.2 非放射性评价因子及评价标准.....36
1.5 评价范围和保护目标.....38
1.5.1 电离辐射评价范围和保护目标.....39
1.5.2 非放评价工作等级、评价范围和保护目标.....39
2 自然环境与社会环境状况.....45
2.1 地理位置.....45
2.2 自然环境状况.....45
2.2.1 地形地貌.....45
2.2.2 水文特征.....46
2.2.3 气候特征.....49
2.3 社会环境概况.....49
2.4 辐射环境质量现状与评价.....50
2.4.1 环境天然放射性水平.....50
2.4.2 辐射环境现状监测.....51
2.4.3 小结.....57
2.5 非放环境质量现状调查与评价.....57
2.5.1 水环境现状评价.....57
2.5.2 大气环境现状评价.....58
2.5.3 声环境现状评价.....59
2.6 场址适宜性评价.....60
3 工程分析与源项.....61
3.1 项目规模与基本参数.....61
3.1.1 总体情况.....61

3.1.2 综合测试大厅 63
3.1.3 加速器测试大厅 63
3.1.4 车间 63
3.1.5 综合科研楼 63
3.1.6 生活服务楼 63
3.1.7 垃圾房 64
3.1.8 环境监测站 4 64
3.1.9 门卫 64
3.2 工程设备与工艺分析 64
3.2.1 射线装置原理及参数 64
3.2.2 非放部分原辅材料及仪器设备 66
3.2.3 工艺流程及产污环节分析 69
3.2.4 射线装置工作负荷及辐射工作人员配置 76
3.3 污染源项分析 77
3.3.1 射线装置污染源项 77
3.3.2 非放射性污染源项 83
3.4 废弃物 86
3.4.1 放射性废弃物 86
3.4.2 非放射性废弃物 87
4 辐射安全与防护设施 90
4.1 辐射工作场所布局与分区 90
4.1.1 辐射工作场所布局 90
4.1.2 辐射工作场所分区 90
4.2 辐射屏蔽设计方案 90
4.3 人身安全联锁系统 94
4.3.1 系统概述 94
4.3.2 设计原则 94
4.3.3 基本结构及控制逻辑 95
4.3.4 系统状态及运行流程 98
4.3.5 联锁控制组件 101
4.3.6 相关系统信号接口 103
4.4 辐射监测系统 104
4.4.1 系统概述 105
4.4.2 工作场所监测 105
4.4.3 个人剂量监测 109
4.4.4 环境监测 110
4.4.5 流出物监测 111
4.4.6 监测设备数量及技术参数 112
4.5 通风系统 113
4.6 辐射安全与防护设施小结 114
4.7 三废治理 115
4.7.1 放射性三废治理 115
4.7.2 非放三废治理 119

4.8 服务期满后的环境保护措施 121
5 环境影响分析 123
5.1 非放射性环境影响分析 123
5.1.1 施工期环境影响分析 123
5.1.2 营运期环境影响分析 131
5.2 辐射环境影响分析 159
5.2.1 加速器测试大厅屏蔽体外剂量率计算 159
5.2.2 工作人员受照剂量估算 161
5.2.3 公众的受照剂量估算 161
5.3 事故工况下的环境影响 162
5.3.1 事故情景 162
5.3.2 事故后果分析 162
6 辐射安全管理 164
6.1 机构与人员 164
6.1.1 辐射安全与环境保护管理机构及职责 164
6.1.2 辐射工作人员管理 164
6.2 辐射安全管理规章制度 165
6.3 辐射监测 165
6.3.1 个人剂量监测 165
6.3.2 辐射工作场所监测 166
6.3.3 辐射环境监测 166
6.3.4 监测设备 167
6.3.5 竣工环保验收监测 167
6.4 辐射事故应急 170
6.5 申请者从事辐射工作能力评价 170
6.5.1 辐射安全与环境保护管理 171
6.5.2 辐射工作人员培训 171
6.5.3 工作场所的安全防护措施 171
6.5.4 个人防护用品及监测仪器 172
6.5.5 规章制度 172
6.5.6 辐射事故应急 173
6.5.7 放射性三废治理 173
6.6 环保投资一览表 174
6.7 竣工环保验收一览表 175
7 利益-代价分析 177
7.1 利益分析 177
7.2 代价分析 177
8 结论和建议 179
8.1 结论 179
8.1.1 项目工程概况 179
8.1.2 非放环境影响分析结论 179
8.1.3 实践的正当性 180
8.1.4 选址、布局合理性分析 180

8.1.5 辐射安全与防护措施.....180
8.1.6 辐射环境影响分析.....181
8.1.7 放射性三废排放和处理.....181
8.1.8 辐射安全管理.....182
8.1.9 公众参与.....182
8.1.10 总结.....182
8.2 建议.....182

1 概述

1.1 项目名称、地点

项目名称：合肥先进光源配套工程

建设性质：新建

建设地点：安徽省合肥市长丰县岗集镇

建设单位：合肥大科学装置集中区建设有限公司

建设规模：项目用地面积 148647.45 平方米（约 222.97 亩），建设内容主要有用地范围内的建筑工程、通用工程、工艺设备平台设施、室外及配套工程四部分。其中核技术利用建设内容为：在加速器测试大厅使用一台电子直线加速器（最高能量 120MeV，属 I 类射线装置）。

项目投资：总投资为 70692.69 万元，环保投资约 1400 万元，占总投资的 1.98%。

1.2 项目概况

1.2.1 建设单位概况

合肥大科学装置集中区建设有限公司（全文简称“大科学装置建设公司”或“建设单位”，营业执照见附件 1）成立于 2018 年 4 月 13 日，是合肥市滨湖新区建设投资有限公司全资控股公司，注册地位于合肥市庐阳区三十岗乡古城路 181 号，注册资本 10000 万元，法定代表人为章浩。经营范围包括许可项目：房地产开发经营；建设工程设计；建设工程施工；住宿服务；餐饮服务；一般项目：以自有资金从事投资活动；规划设计管理；工程管理服务；住房租赁；非居住房地产租赁；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；科技中介服务；创业空间服务；科普宣传服务；知识产权服务（专利代理服务除外）；园区管理服务；会议及展览服务；酒店管理；物业管理；商业综合体管理服务（除许可业务外，可自主依法经营法律法规非禁止或限制的项

目）。

合肥先进光源配套工程的建设单位为大科学装置建设公司，使用单位为中国科学技术大学（全文简称“中科大”，事业单位法人证书见附件 2）。因此本报告核技术利用及辐射安全管理内容均对中国科学技术大学的相关情况进行分析评价。

1.2.2 项目背景、意义

本项目为合肥先进光源的配套工程，与主装置同步实施，是合肥先进光源（HALF）能够按期完成的必要条件，已获得合肥市发展改革委《关于合肥先进光源配套工程立项的批复》（合发改投资[2022]1330 号，见附件 3）。

本项目建设的加速器技术平台，将发展、验证和测试合肥先进光源所必须的关键技术，促进标准化的批量生产，服务于合肥先进光源的工程建设，为合肥先进光源的高水平建设和运行提供保障和支撑。通过建立开放型的先进加速器技术测试装置，与国内高校、科研单位合作，使先进光源相关加速器技术迈上一个新台阶。

本项目为满足光学元件相关检测需求，配套合肥先进光源的建设，建设和完善光学检测系统，满足光学元件所有核心技术指标的检测需求，急需建立光学加工检测平台。同时，针对光栅单色器的需求，解决软 X 射线高精度光栅的自主可控，保障合肥先进光源工程的建设进度。

本项目作为先进光源园区的配套工程，建成后通过用户进行开展研究，对在产品级批量测试、在线中试等有迫切需求，以加速原始创新到产品研发的转化效率，实现原创基础研究成果到产品化的无缝对接，打通“创新链-产业链-价值链”，让“先进光源+”这个科创与产业融合平台成为新技术和新产业的策源地。同时针对安徽省“十四五” 期间围绕新一代信息技术、新能源汽车和智能网联汽车、数字创意等十大新兴产业领域的布局，引导建立从上游关键材料、制造装备到下游终端集成的新型研发机构群，突破底层基础材料和技术装备“卡脖子”问题，推动科研机构、高校院所、大科学装置与企业、资本的协同创新，打造科技创新策源地与新兴产业聚集地融合发展的生态系统。

综上，本项目为合肥先进光源主装置提供必要的关键器件研发与集成测试、科研与产业创新融通发展、后勤保障等配套设施条件，进一步提升合肥先进光源园区整体功能，

与主装置共同助推地方科技进步与经济发展，有助于合肥综合性国家科学中心建设。

1.2.3 建设规模

本报告书的评价内容为国家发改委批复的合肥先进光源配套工程可行性研究报告的建设内容，主要包括综合测试大厅、加速器测试大厅、车间等，详见表 1-1。

（1）建筑工程：项目总建筑面积 29663.31 m^2，主要建设 1 栋 2 层综合测试大厅 4570.00m^2，1 栋 2 层加速器测试大厅 1000.00m^2，1 栋 2 层车间 840.00m^2，1 栋主体 5 层、裙房 1～2 层的综合科研楼 12725.00m^2，1 栋主体 5 层、裙房 2 层的生活服务楼 8515m^2，1 栋垃圾房 150m^2，1 栋环境监测站 12.00m^2，3 栋门卫 90.00m^2，机动车遮阳棚 1342.78m^2，非机动车遮阳棚 418.53m^2。

（2）通用工程：包括 10kV/0.4kV 变配电工程（引自主体工程实施的园区变电所）、0.4KV 电能质量监控及其治理系统、UPS 系统、加速器测试大厅和综合测试大厅的工艺桥架、水冷系统、特种气体和压缩空气系统等内容。

（3）工艺设备平台设施：购置粒子加速器测试装置、高频微波高压脉冲测试平台、高精度稳流电源测试平台、磁铁磁测平台、机械准直测试平台及准直仪器检定测试平台、直线加速器加速管研发平台、精密光学元件测试系统、全息光学系统、恒温净化系统、防护屏蔽系统、振动监测系统等工艺设备平台设施。

（4）室外及配套工程：配套工程范围内的场地平整、大门与围墙、室外地面硬化、绿化景观、道路广场、充电桩、综合管网等室外工程。

其中，本项目核技术利用建设内容为在加速器测试大厅使用一台电子直线加速器（最高能量120MeV，属I类射线装置），用于合肥先进光源预注入器及关键设备调试，详见表 1-2。

根据《射线装置分类》的规定：“粒子能量大于等于 100 兆电子伏的非医用加速器”属 I 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年）以及《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）的规定，本项目环境影响评价文件类别确定为编制环境影响报告书。因此，中国原子能科学研究院受建设单位的委托，负责本项目的环评工作（委托

书见附件 4）。

表 1-1 本项目建设内容一览表

序号	项目名称	单位	数量
1	配套工程用地	m^2	148647.45
2	配套工程总建筑面积	m^2	29663.31
2.1	计容建筑面积	m^2	29203.31
2.1.1	其中：综合测试大厅	m^2	4570.00
2.1.2	加速器测试大厅	m^2	1000.00
2.1.3	车间	m^2	840.00
2.1.4	综合科研楼	m^2	12725.00
2.1.5	生活服务楼	m^2	8515.00
2.1.6	垃圾房	m^2	150.00
2.1.7	环境监测站	m^2	12.00
2.1.8	门卫（3 个）	m^2	90.00
2.1.9	机动车遮阳棚	m^2	1342.78
2.1.10	非机动车遮阳棚	m^2	418.53
2.2	不计容建筑面积	m^2	460.00
2.2.1	生活服务楼地下设备用房	m^2	460.00
3	建筑占地面积	m^2	12650.00

表 1-2 本项目核技术利用建设内容一览表

装置名称	数量	主要技术指标	使用场所
电子直线加速器	1 台	电子最大能量 120MeV、平均束流强度 16 nA、最大脉冲电荷量 1.6 nC、重复频率 10Hz	加速器测试大厅



图 1-1 合肥先进光源鸟瞰图

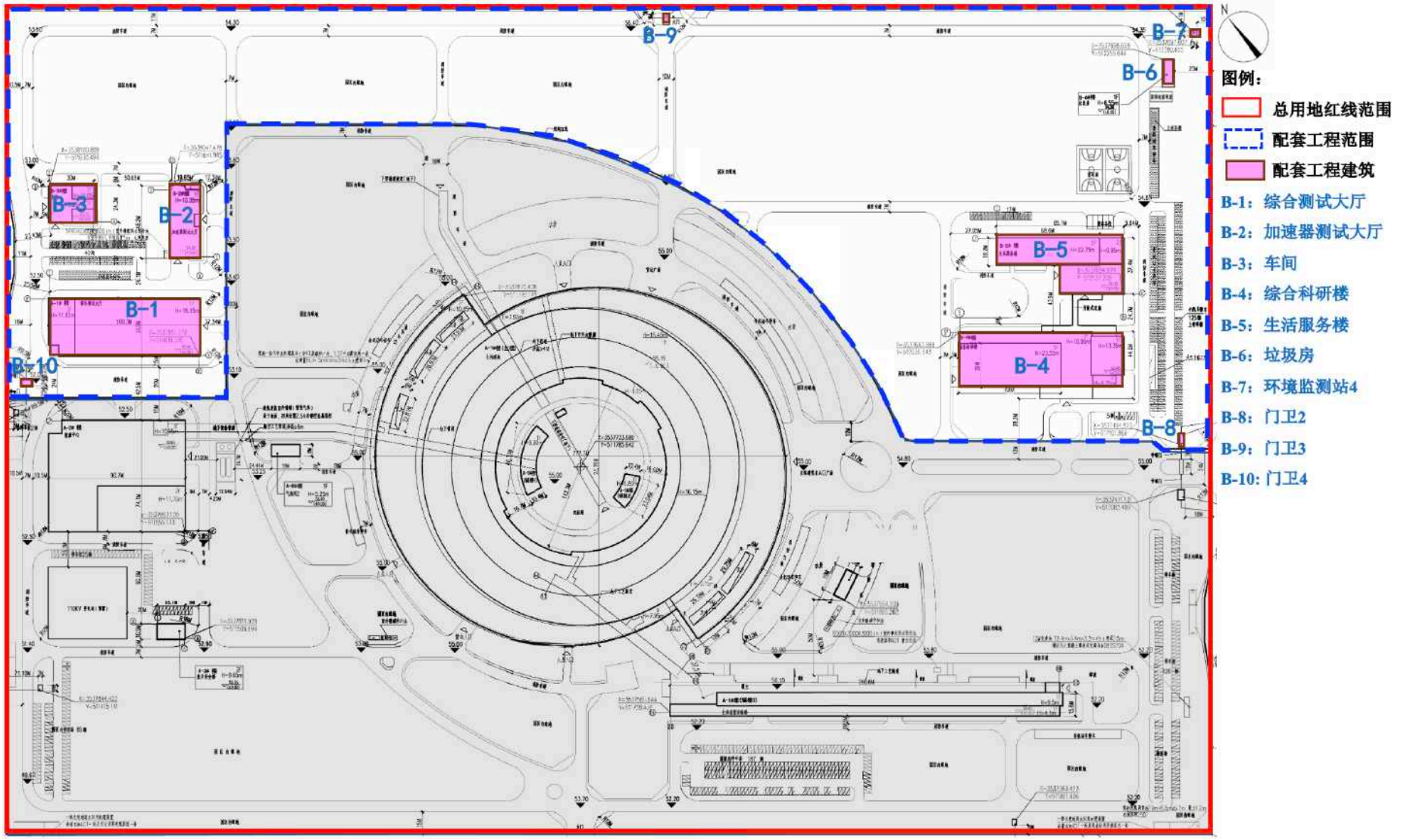


图 1-2 合肥先进光源总平面图

1.2.4 拟建项目选址合理性分析

1.2.4.1 产业政策符合性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录》（2021 年本）中“鼓励类”中第六条第 6 项——“同位素、加速器及辐照应用技术开发”的范畴。因此，本项目建设符合国家相关产业政策。另外，根据安徽省节能减排及应对气候变化工作领导小组办公室关于《安徽省节能减排及应对气候变化工作领导小组办公室关于印发安徽省“两高”项目管理目录（试行）的通知》（皖节能【2022】2 号）可知，本项目不属于“两高”项目。

综上所述，项目符合国家产业政策和地方产业政策要求。

1.2.4.2 选址符合性分析

①用地规划符合性分析

根据《长丰县岗集镇总体规划（2016-2030）》（2021 年修改），项目所在地主要为科研用地等，现状为农田、池塘、道路等，见图 1-3。本项目所在的整个园区已于 2022 年 9 月 26 日获得合肥市自然资源和规划局核发的《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第 340100202212101 号，见附件 5）。意见书指出：本建设项目符合国土空间用途管制要求。该项目选址符合经批准的《长丰县岗集镇总体规划（2016-2030 年）》（岗政（2021）56 号）和《长丰县岗集镇谭岗路与胡庙路交口东北角 GJ03-C-05 街坊控制性详细规划》，不占用永久基本农田，长丰县人民政府承诺将该项目用地规模和布局纳入正在编制的规划期至 2035 年的国土空间规划。

因此，可认定本项目符合规划要求。

②环境相容性分析、四至关系相容性分析

经现场勘查，项目周边现状均为空地，规划为科研用地等。周围 500m 范围内无居民、学校等环境保护目标，故而项目建设与周边环境相容性较好。

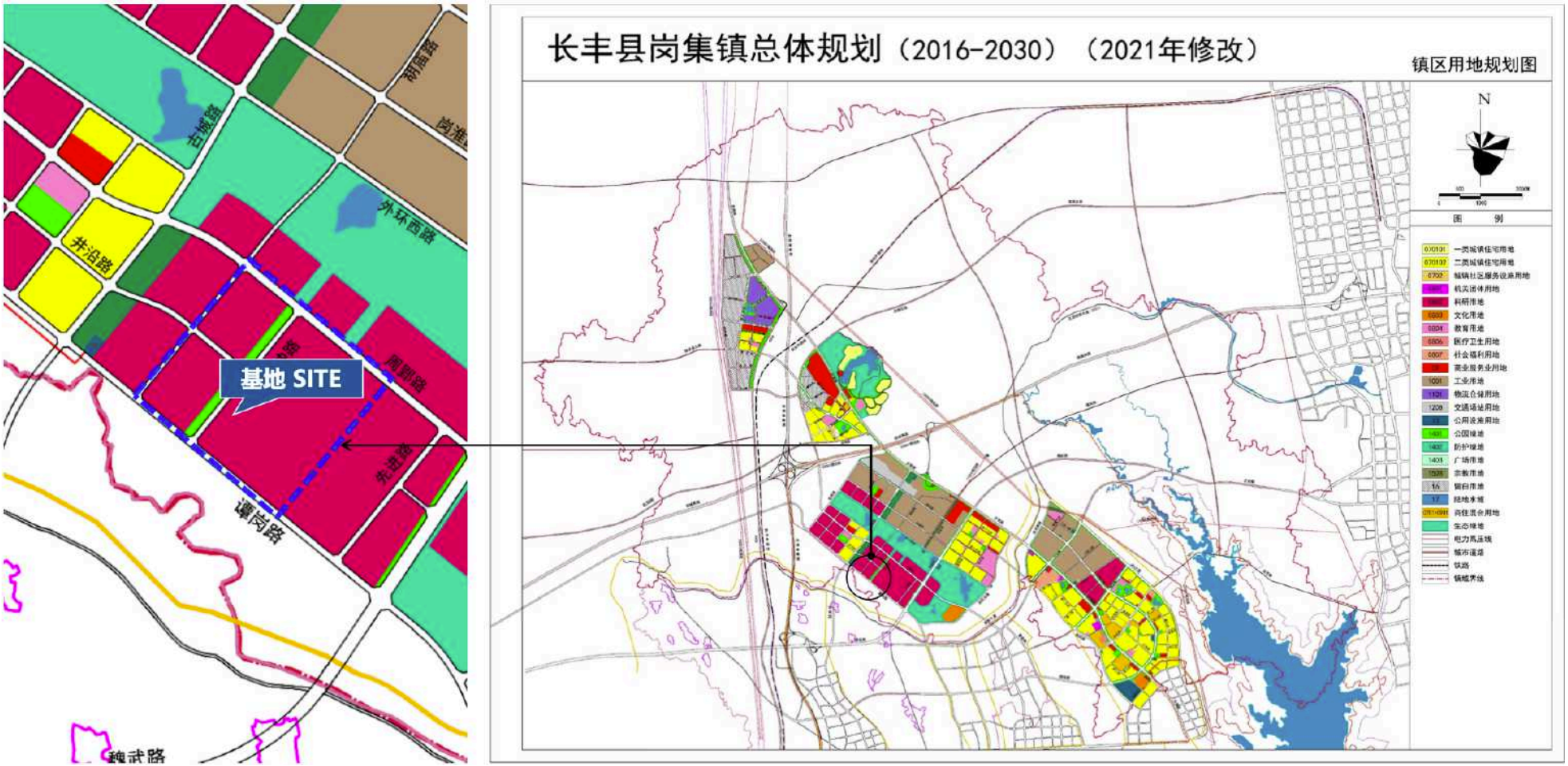


图 1-3 项目所在区域规划图

③本项目对董铺水库、大房郢水库的影响分析

根据合肥市董铺水库、大房郢水库水源保护区划分方案，本项目在董铺水库、大房郢水库一、二级保护区外，属于准保护区范围内，按照《中华人民共和国水污染防治法》第六十七条规定：“禁止在饮用水水源准保护区内新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量”。 本项目生产废水经废水处理站处理后经市政污水管网接入望塘污水处理厂，生活污水经化粪池处理后经市政污水管网接入望塘污水处理厂。望塘污水处理厂服务范围主要包括合肥市黄山路以北、环城西路及亳州路以西的区域以及长丰县岗集镇镇区及工业园区、三十岗、大杨店、蜀山新产业园、城市森林公园、中科院合肥研究院的建设用地，规划服务面积 66km^2，属于合肥市污水规划系统中的南淝河系统。项目所在区域属于望塘污水处理厂的收水范围，区域污水均纳入望塘污水处理厂。因此，本项目不会对董铺水库、大房郢水库产生影响。

1.2.4.3 与长丰县岗集镇总体规划符合性分析

根据《长丰县岗集镇总体规划（2010-2030 年）》可知，长丰县岗集镇位于安徽省合肥市长丰县西南部，东与本县双墩镇、双凤工业区相邻，北与本县吴山镇接壤，西与肥西县高刘镇相连，南与庐阳区三十岗乡、大杨镇毗邻，镇域总面积 161.07 平方公里。产业发展定位为：岗集镇老镇区及规划新城区集中发展汽车配件产业和物流业，其余部分建设生态农业、休闲旅游业、特色农业等，禁止化学制浆、造纸等高能耗高污染行业以及违反国家产业政策的建设项目入区。

本项目不属于化学纸浆、造纸等高能耗高污染行业以及违反国家产业政策的建设项目，与岗集镇总体规划产业定位不冲突。

1.2.4.4 与长丰县岗集镇总体规划环境影响报告书符合性分析

本项目与《关于长丰县岗集镇总体规划（2010-2030）环境影响报告书的审查意见》（环建审〔2013〕176 号）的内容符合性分析见表 1-3。

表 1-3 与长丰县岗集镇总体规划环境影响报告书审查意见的符合性

序号	相关要求	本项目情况	符合性
1	此次总体规划期限为 2010-2030 年，其中近期 2010-2015 年，远期 2016-2030 年。产业发展定位为：岗集老镇区及规划新城区集中发展汽车配件产业和物流业，其余部分建设生态农业、休闲旅游业、现代高效农业、特色农业。	本项目为同步辐射光源配套工程建设项目，符合国家产业政策，各污染因子均能做到达标排放，不属于主导产业和禁止产业。	符合
2	一级保护区内滁河干渠两侧禁止建设一切与供水设施和保护饮用水水源无关的项目；二级保护区内禁止新、扩、改建有污染的建设项目，可发展无污染、高效益的生态农业；老镇区及规划新城区位于饮用水源准保护区内，可发展不含表面处理工艺的汽车零部件制造业、不含危险品仓储运输的仓储物流业等。规划期内，不得增加镇域污染物排放总量。	本项目位于饮用水源准保护区内，项目营运过程中不涉及酸洗、磷化等禁止的表面处理的工艺，生活污水、食堂废水总量纳入望塘污水处理厂总量控制指标当中，项目建设不新增镇域废水污染物排放总量。	符合
3	老镇区及规划新区排水应全部实行雨污分流。应尽快建设望塘污水处理厂及污水管网工程。老镇区及规划新城区内工业废水和生活污水预处理达到城镇污水处理厂接管标准后，通过健全的污水管网进入望塘污水处理厂或卧龙山污水处理厂深度处理，出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标准及主要污染物的提标标准后排放。	岗集镇老镇区及规划新城区目前基础设施已建成运行，雨污水管网已铺设完毕，项目产生的生活污水经化粪池处理后，达到望塘污水处理厂接管要求，由市政污水管网接入望塘污水处理厂作进一步处理后外排。	符合
4	禁止引进化工、造纸等高耗能高污染行业以及违反国家产业政策的建设项目，禁止引进污染重、清洁生产水平低下的企业，禁止高耗水以及对水体污染严重、废气排放量大的项目进入。同时严控镇域农业面源污染。	根据《产业结构调整指导目录（2021 年本）》，本项目属于鼓励类，不属于限制类和淘汰类的范畴，符合国家法律、法规和政策规定，可视为允许类。同时本项目不属于高耗能、高污染项目，项目非放废气排放量少，废水接入市政污水管网，对水体污染较小。	符合
5	所有建设项目必须严格执行国家《环评法》规定，履行环评审批手续，杜绝未批先建等环境违法行为。要求引进企业均建立健全环境管理机构，完善环境管理制度，实行清洁生产。限期搬迁或关闭区域内不符合产业定位的污染项目。	本项目为新建项目，依据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）中划分要求编制此报告书，严格执行“三同时”制度，故不存在未批先建等违法行为。	符合

由上表可知，本项目的建设符合《长丰县岗集镇总体规划（2010-2030 年）环境影响报告书》及其审查意见相关要求。

1.2.4.5 “三线一单”符合性分析

根据原环境保护部“环评[2016]150 号”文《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》、《安徽省人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（安徽省人民政府，2020 年 6 月 29 日）以及《合肥市“三线一单”编制文本》的要求，建设项目选址选线、规模、性质和工艺路线等应与“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”（以下简称“三线一单”）进行对照，更好地发挥环评制度从源头防范环境污染和生态破坏的作用，加快推进改善环境质量。本项目与“三线一单”的符合性分析见表 1-4。

表 1-4 “三线一单”符合性分析

分析项目	分析过程	符合性
《长江经济带战略环境评价合肥市“三线一单”文本》	根据《长江经济带战略环境评价合肥市“三线一单”文本》，本项目位于合肥市水环境工业污染重点管控区、合肥市大气高排重点管控区、合肥市土壤一般防控区，项目整体位于合肥市重点管控单元范围之内。	/
生态红线	根据《安徽省生态保护红线》其中合肥市生态保护红线分布区域可知，项目不位于自然保护区、森林公园、风景名胜区、世界文化自然遗产、地质公园等保护区内，与生态红线相符，距离最近的生态红线滁河干渠约 0.42km；位于董铺水库、大房郢水库一、二级保护区外，属于准保护区范围内，本项目生活污水经化粪池处理、食堂废水经隔油池处理后进入市政污水管网排入望塘污水处理厂处理，达标后排入南淝河，不会对董铺水库、大房郢水库产生影响。项目位置与生态红线相互关系图见图 1-4。	符合
环境质量底线	根据合肥市生态环境局 2022 年 6 月 6 日发布的《2021 年合肥市环境状况公报》中相关数据，评价区全年空气质量六项监测指标全面达标，合肥市属于环境空气质量达标区域。建设项目纳污水体为南淝河，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中IV类标准。根据合肥市生态环境局发布的合肥市 2023 年 3 月水环境质量月报，南淝河共监测 6 个断面，含支流关镇河断面、长乐河（沙河）断面，	符合

		其中施口断面为国考断面。监测结果表明施口、亳州路桥和支流关镇河断面 3 个断面均为III类水质，水质良好。长江东大街、合钢二厂下游和长乐河（沙河）断面 3 个断面均为IV类水质，属轻度污染。本项目生活污水经化粪池处理、食堂废水经隔油池处理后进入市政污水管网排入望塘污水处理厂处理，达标后排入南淝河，不会对董铺水库、大房郢水库产生影响。建设项目实施后，“三废”处理达标后排放，对周边环境产生影响较小，不会改变周边环境功能区划要求，项目的建设不会突破当地环境质量底线	
资源利用上限		建设项目用电量对当地电力供应基本无影响，项目用水主要依靠市政管网供应，项目用水量相对较小，对市政管网供应无影响	符合
优先保护单元		该项目所在区域不在合肥市 51 个优先保护单元内，无建设条件限制	符合
准入清单	《产业结构调整指导目录》（2021 年本）	该项目属于《国家产业结构调整指导目录（2021 年本）》中鼓励类项目	符合
	《限制用地项目目录（2012 年本）》、《禁止用地目录(2012 年本)》	本项目不在国家《限制用地项目目录（2012 年本）》、《禁止用地目录（2012 年本）》中	符合
	《巢湖流域禁止和限制的产业产品目录》	本项目不在《巢湖流域禁止和限制的产业产品目录》中	符合
	《长丰县岗集镇总体规划（2010-2030 年）环境影响报告书》	本项目不在《长丰县岗集镇总体规划（2010-2030 年）环境影响报告书》的准入清单中内容：“禁止引进化工、造纸等高能耗、高污染的行业以及违反国家产业政策的建设项目，禁止引入污染重、清洁水平低下的企业、禁止高耗水以及对水体污染严重、废气排放量大的企业进入”	符合

由上表可知，本项目的建设符合“三线一单”相关要求。

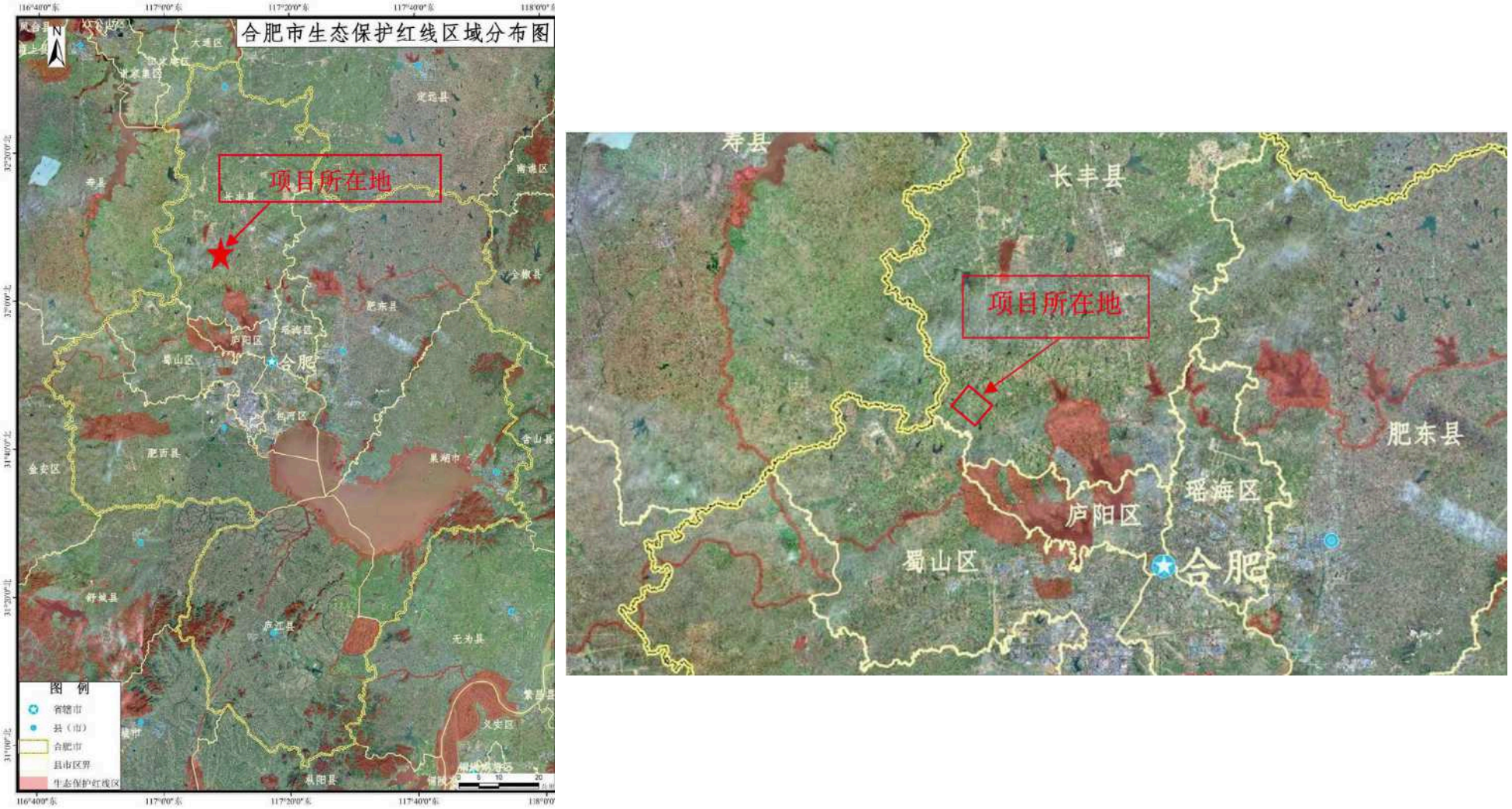


图 1-4 项目位置与生态红线相互关系图

1.2.4.6 与《安徽省饮用水水源环境保护条例》的符合性分析

表 1-5 与《安徽省饮用水水源环境保护条例》的符合性分析

相关要求	本项目情况	符合性
第十四条 在饮用水水源准保护区内，禁止下列行为：	不属于	符合
（一）新建扩建制药、化工、造纸、制革、印染、染料、炼焦、炼硫、炼砷、炼油、电镀、农药等对水体污染严重的建设项目；	不属于	符合
（二）改建增加排污量的建设项目；	不属于	符合
（三）设置易溶性、有毒有害废弃物暂存和转运站；	不涉及	符合
（四）施用高毒、高残留农药；	不涉及	符合
（五）毁林开荒；	不涉及	符合
（六）法律、法规禁止的其他行为。	不涉及	符合

由上表可知，本项目与《安徽省饮用水水源环境保护条例》相符。

1.2.4.7 与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 版）》符合性分析

表 1-6 与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 版）》的符合性

相关要求	本项目情况	符合性
1.禁止建设不符合全国和省级港口布局规划以及港口总体规划的码头项目，禁止建设不符合《长江于线过江通道布局规划》的过长江通道项目。	不属于	符合
2.禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。禁止在风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目。	不属于	符合
3.禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的项目，以及网箱养殖、畜禽养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目。禁止在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目。	不属于	符合
4.禁止在水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建围湖造田、围海造地或围填海等投资建设项目。禁止在国家湿地公因的岸线和河段范围内	不属于	符合

挖沙、采矿，以及任何不符合主体功能定位的投资建设项目。		
5.禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区和保留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。禁止在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段及湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。	不属于	符合
6.禁止未经许可在长江于支流及湖泊新设、改设或扩大排污口。	不属于	符合
7.禁止在“一江一口两湖七河”和 322 个水生生物保护区开展生产线捕捞。	不属于	符合
8.禁止在长江于支流、重要湖泊岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在长江于流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库， 以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。	不属于	符合
9.禁止在合规因区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目。	不属于	符合
10.禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目。	不属于	符合
11.禁止新建、扩建法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目。禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的严重过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能高排放项目。	不属于	符合

由上表可知，本项目的建设不属于《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022版）》中的禁止项目，符合相关要求。

1.2.4.8 与《合肥市打赢蓝天保卫战三年行动计划实施方案》符合性分析

表 1-7 与《合肥市打赢蓝天保卫战三年行动计划实施方案》符合性

相关要求	本项目情况	符合性
（五）强化“散乱污”企业综合整治。全面开展“散乱污”企业及集群综合整治行动。根据国家规定及省要求，细化“散乱污”企业及集群整治标准。实行拉网式排查，建立管理台账。按照“先停后治”的原则，实施分类处置。列入关停取缔类的，基本做到“两断三清”（切断工业用水、用电，清除原料、产品、生产设备）；列入整合搬迁类的，要按照产业发展规模化、现代化的原则，搬迁至合规工业园区并实施升级改造；列入升级改造类的，对标先进企业实施深度治	本项目不属于“散乱污”企业，符合当地的产业政策。	符合

理。2019 年 6 月底前完成已排查“散乱污”企业综合整治工作。2019 年底前建立“散乱污”企业动态管理机制，坚决杜绝“散乱污”企业项目建设和已取缔的“散乱污”企业异地转移、死灰复燃。		
推进重点行业污染治理升级改造。二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、挥发性有机物（VOCs）全面执行大气污染物特别排放限值。推动实施钢铁、热电等行业超低排放改造。提升工业废气收集处理效率，强化工业企业无组织排放管控。开展钢铁、建材、有色、火电、铸造等重点行业及燃煤锅炉无组织排放排查，建立管理台账，对物料（含废渣）运输、装卸、储存、转移和工艺过程等无组织排放实施深度治理，2019 年底前完成治理任务。鼓励已达标企业按照国内外先进水平升级改造。	本项目非放废气经废气处理设施处理后达标排放；工业废水经废水处理站处理后达标排放，生活污水经化粪池处理后接入市政污水管网，经望塘污水处理厂处理达标后排入南淝河。	符合

由上表可知，本项目的建设符合《合肥市打赢蓝天保卫战三年行动计划实施方案》相关要求。

1.2.4.9 与《中华人民共和国水污染防治法》《合肥市饮用水水源保护条例》符合性分析

表 1-8 与《中华人民共和国水污染防治法》《合肥市饮用水水源保护条例》符合性

相关要求	本项目情况	符合性
《中华人民共和国水污染防治法》中第六十七条禁止在饮用水水源准保护区新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。	本项目生产废水经废水处理站处理后接入市政污水管网，生活污水通过化粪池处理经市政污水管网进入望塘污水处理站处理后再排入南淝河，不会对水体造成严重污染。	符合
《合肥市饮用水水源保护条例》中第十六条 禁止在饮用水水源准保护区新建、扩建对水体污染严重的建设项目；改建建设项目，不得增加排污量。	本项目生产废水经废水处理站处理后接入市政污水管网，生活污水通过化粪池处理经市政污水管网进入望塘污水处理站处理后再排入南淝河，不会对水体造成严重污染。	符合

由上表可知，本项目的建设符合《中华人民共和国水污染防治法》《合肥市饮用水水源保护条例》的相关要求。

1.2.4.10 与《中共安徽省委安徽省人民政府关于全面打造水清岸绿产业优美丽长江

（安徽）经济带的实施意见》（升级版）（皖发[2021]19 号文）符合性分析

表 1-9 与《中共安徽省委安徽省人民政府关于全面打造水清岸绿产业优美丽长江（安徽）经济带的实施意见》（升级版）（皖发[2021]19 号文）符合性分析

相关要求	本项目情况	符合性
严控 5 公里范围内新建项目。长江干流岸线 5 公里范围内，全面落实长江岸线功能定位要求，实施严格的化工项目市场准入制度，除提升安全、环保、节能水平，以及质量升级、结构调整的改扩建项目外，严格控制新建煤化工和石油化工等重污染、重化工项目。严禁新建布局重化工园区。合规化工园区内，严禁新批环境基础设施不完善或长期不能稳定运行的企业新建和扩建化工项目。	本项目不在长江干流岸线 5km 范围内。本项目生活污水通过化粪池处理、食堂废水经隔油池处理、工业废水经厂内废水处理站处理达标后经市政污水管网进入望塘污水处理站处理后再排入南淝河。污染物能够达标排放。	符合
全面治理“散乱污”企业。	本项目不属于“散乱污”企业	
依法依规推动落后产能退出。以钢铁、煤炭、水泥、平板玻璃等行业为重点，严把能耗、环保、质量、安全、技术等标准，严格常态化执法，促使一批达不到标准和生产不合格产品或淘汰类产能的企业，依法依规关停退出。	本项目不属于落后产能项目	符合
严格控制污染物排放。加快构建市场导向的绿色技术创新体系，采用节能低碳环保技术改造传统产业，推进冶金、化工、印染、有色、建材、电镀、造纸、农副食品加工等行业清洁生产改造，从源头上建设高浓度难降解有机废水、挥发性和持久性有机污染物、重金属等排放量及固体废物产生量。监督土壤污染重点监管单位全面落实土壤污染防治义务，督促关闭搬迁企业落实设备设施拆除及腾退地块土壤污染防治措施，防范土壤污染风险。	本项目非放废气经废气处理设施处理后达标排放；生活污水通过化粪池处理、食堂废水经隔油池处理、工业废水经厂内废水处理站处理达标后经市政污水管网进入望塘污水处理站处理后再排入南淝河。	符合
园区企业污水处理全覆盖。园区工业污水和生活污水全部纳入统一污水管网，实行统一处理、不留死角。企业工业废水在排入园区污水处理厂之前，必须经过预处理且达到园区污水处理厂纳管标准。园区污水集中处理设施和管网全部建成运行。鼓励有条件的园区实施化工企业“一企一管、明管输送、实时监测”，确保化工污水全收集、全处理。	本项目生活污水通过化粪池处理、食堂废水经隔油池处理后经市政污水管网进入望塘污水处理站处理后再排入南淝河。	符合

由上表可知，本项目的建设符合《中共安徽省委安徽省人民政府关于全面打造水清岸绿产业优美丽长江（安徽）经济带的实施意见》（升级版）（皖发〔2021〕19 号

文）的相关要求。

1.2.4.11 与《安徽省节能减排及应对气候变化工作领导小组办公室关于印发安徽省“两高”项目管理目录（试行）的通知》皖节能【2022】2 号文件符合性分析

根据安徽省节能减排及应对气候变化工作领导小组办公室关于《安徽省节能减排及应对气候变化工作领导小组办公室关于印发安徽省“两高”项目管理目录（试行）的通知》皖节能【2022】2 号文件可知，本项目不属于“两高”项目。

1.2.4.12 与《安徽省生态环境厅关于印发加强高耗能、高排放项目生态环境源头防控的实施意见的通知》（皖环发〔2021〕28 号）符合性

表 1-10 与安徽省生态环境厅关于印发加强高耗能、高排放项目生态环境源头防控的实施意见的通知（皖环发〔2021〕28 号）符合性

相关要求	本项目情况	符合性
三、严格环境准入。各地不得受理钢铁、水泥、电解铝、平板玻璃、铸造等产能严重过剩行业新增产能项目的环评文件；对国家明令淘汰、禁止建设、不符合国家产业政策的项目环评文件，一律不批；沿江各市应按国家推长办《长江经济带发展负面清单指南（试行）》及我省实施细则要求，对合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色等“两高”项目的环评文件一律不批。新增主要污染物排放量的“两高”项目应按照生态环境部办公厅《关于加强重点行业建设项目区域削减措施监督管理的通知》（环办环评〔2020〕36 号）要求，依据区域环境质量改善目标，制定配套区域污染物削减方案，采取有效的污染物区域削减措施，相应的减排措施应在项目投产前完成。	本项目选址安徽省合肥市长丰县岗集镇，根据长丰县岗集镇总体规划，项目用地属性地类为工业用地；根据皖节能办〔2022〕2 号文，本项目不属于“两高”项目。	符合

由上表可知，本项目的建设符合《安徽省生态环境厅关于印发加强高耗能、高排放项目生态环境源头防控的实施意见的通知》（皖环发〔2021〕28 号）的相关要求。

综上所述，本项目的建设符合相关政策和规划的要求。

1.2.5 周围环境概况

合肥先进光源配套工程位于长丰县岗集镇，东至规划支路，西至胡庙路，北侧距科学岛北路约 100m，南侧与合肥先进光源基础设施用地相邻，项目用地周围环境基本为

农田、池塘、道路等。项目地理位置见图 1-5，周边环境图见图 1-6。



图 1-5　项目地理位置图



图 1-6 合肥先进光源总用地红线周边环境图

1.2.6 核技术利用及辐射安全管理现状

合肥先进光源配套工程的建设单位为大科学装置建设公司，使用单位为中国科学技术大学。因此本章节主要描述中国科学技术大学的核技术利用及辐射安全管理现状。

1.2.6.1 核技术利用现状

中国科学技术大学持有生态环境部核发的辐射安全许可证（国环辐证[00308]，有效期至 2024 年 3 月 31 日，见附件 7）。许可的种类和范围为：使用I类、II类、III类、IV类、V类放射源；使用I类、II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所。

目前中科大已获许可使用 I 类放射源 6 枚，II 类放射源 1 枚，IV 类放射源 3 枚，V 类源 72 枚，总计 82 枚放射源；1 个乙级场所，2 个丙级场所；I 类射线装置 2 台，II 类射线装置 3 台，III类射线装置 27 台，详见表 1-11 至 表 1-13。

表 1-11 中国科学技术大学已获许可使用的放射源明细

序号	核素	类别	活度（Bq）	活动种类
1	Kr-85	V	3.7×10^{8}	使用
2	Kr-85	V	7.4×10^{7}	使用
3	Sr-90	V	3.70×10^{7}	使用
4	Sr-90	V	3.70×10^{7}	使用
5	Sr-90/Y-90	V	3.30×10^{7}	使用
6	Cs-137	V	1.20×10^{5}	使用
7	Ra-226	V	3.10×10^{7}	使用
8	Am-241/Be	V	2.69E6n/s	使用
9	Am-241	V	3.06×10^{4}	使用
10	Co-60	I	4.11×10^{14}	使用
11	Co-60	I	4.11×10^{14}	使用
12	Co-60	I	4.11×10^{14}	使用
13	Co-60	I	4.85×10^{14}	使用
14	Co-60	I	4.88×10^{14}	使用
15	Co-60	I	4.88×10^{14}	使用
16	Cs-137	V	1.85×10^{5}	使用
17	Sr-90	V	1.76×10^{4}	使用
18	Sr-90	V	5.67×10^{3}	使用
19	Sr-90	V	1.41×10^{4}	使用
20	Sr-90	V	1.69×10^{4}	使用

21	Sr-90	V	1.60×10^{4}	使用
22	Sr-90	V	3.02×10^{4}	使用
23	Cs-137	II	4.44E+15	使用
24	Sr90/Y90	V	1.48×10^{9}	使用
25	Fe-55	V	1.80×10^{8}	使用
26	Sr-90	V	3.70×10^{7}	使用
27	Cs-137	V	1.00×10^{7}	使用
28	Am-241	V	1.85×10^{7}	使用
29	Na-22	V	18.5×10^{8}	使用
30	Na-22	V	7.4×10^{8}	使用
31	Na-22	IV	1.48×10^{9}	使用
32	Sr-90	V	1.20×10^{8}	使用
33	Am-241/Be	V	2.00×10^{8}	使用
34	Fe-55	V	3.7×10^{9}	使用
35	Cs-137	V	1.96×10^{7}	使用
36	Fe-55	V	1.85×10^{8}	使用
37	Co-60	V	4.5×10^{6}	使用
38	Co-60	V	2.3×10^{6}	使用
39	Co-60	V	2.6×10^{6}	使用
40	Co-60	IV	6.9×10^{8}	使用
41	Sr-90	V	7.4×10^{8}	使用
42	Sr-90	V	7.50×10^{4}	使用
43	Sr-90	V	7.25×10^{5}	使用
44	Cs-137	V	5.9×10^{6}	使用
45	Cs-137	V	1.1×10^{7}	使用
46	Cs-137	V	5.2×10^{6}	使用
47	Cs-137	V	1.85×10^{8}	使用
48	Cs-137	V	6.59×10^{8}	使用
49	Cs-137	V	141666	使用
50	Cs-137	V	5.55×10^{8}	使用
51	Cs-137	V	5.55×10^{8}	使用
52	Eu-152	V	2.4×10^{6}	使用
53	Pu-238	IV	1.48×10^{9}	使用
54	Pu-238	V	1.48×10^{9}	使用
55	Pu-239	V	7.5×10^{7}	使用
56	Pu-239	V	4.8×10^{8}	使用
57	Pu-239	V	4.8×10^{8}	使用
58	Am-241	V	5.3×10^{6}	使用
59	Am-241	V	4.4×10^{6}	使用
60	Am-241	V	1.7×10^{6}	使用
61	Fe-55	V	3.70×10^{8}	使用
62	Co-60	V	7.40×10^{5}	使用

63	Sr-90	V	5.55×10^{7}	使用
64	Sr-90	V	5.55×10^{7}	使用
65	Sr-90	V	5.55×10^{7}	使用
66	Sr-90	V	5.55×10^{7}	使用
67	Sr-90	V	5.55×10^{7}	使用
68	Sr-90	V	5.55×10^{7}	使用
69	Sr-90	V	5.55×10^{7}	使用
70	Sr-90	V	5.55×10^{7}	使用
71	Cs-137	V	7.40×10^{4}	使用
72	Cs-137	V	7.40×10^{4}	使用
73	Cs-137	V	7.40×10^{4}	使用
74	Cs-137	V	7.40×10^{4}	使用
75	Cs-137	V	3.7×10^{8}	使用
76	Cs-137	V	7.40×10^{4}	使用
77	Cs-137	V	7.40×10^{4}	使用
78	Am-241	V	5.55×10^{7}	使用
79	Am-241	V	5.55×10^{7}	使用
80	Am-241	V	5.55×10^{7}	使用
81	Am-241	V	5.55×10^{7}	使用
82	Am-241	V	5.55×10^{7}	使用

表 1-12 中国科学技术大学已获许可使用的非密封放射性物质工作场所明细

序号	核素名称	操作场所级别	日等效最大操作量/Bq	年最大用量/Bq	活动种类	工作场所
1	I-125	乙级	5.55E+8	1.11E+12	使用	生命科学学院
2	Cr-51	乙级	5.55E+8	5.55E+12	使用	生命科学学院
3	P-32	乙级	3.7E+7	3.7E+10	使用	生命科学学院
4	S-35	丙级	1.85E+7	3.7E+9	使用	生命科学学院
5	H-3	丙级	3.7E+5	3.7E+9	使用	生命科学学院
6	C-14	丙级	3.7E+5	1.85E+8	使用	生命科学学院
7	F-18	乙级	3.7E+8	1.85E+11	使用	生命科学学院
8	Tc-99m	乙级	3.7E+7	7.4E+10	使用	生命科学学院
9	Th-229	丙级	1.48E+7	1.48E+7	使用	生命科学学院
10	Na-22	丙级	7.4E+5	7.4E+7	使用	物理学院
11	^{227}Ac/^{227}Th	丙级	3.33E+6	6.66E+8	使用	物理学院
12	^{229}Th/ ^{225}Ac	丙级	6.16E+5	1.54E+7	使用	物理学院

表 1-13 中国科学技术大学已获许可使用的射线装置明细

序号	装置名称	规格型号	类别	装置数量	活动种类
1	X 射线衍射仪	X’PertPRO	III	1	使用

2	X 射线机	TTRIII	III	1	使用
3	X 射线衍射仪	SmartLab	III	1	使用
4	X 射线衍射仪	MiniFlex600	III	1	使用
5	X 射线衍射仪	Gemini S Ultra	III	1	使用
6	单晶 X 射线衍射仪	SuperNova	III	1	使用
7	X 射线衍射仪	SmartLab	III	1	使用
8	X 射线衍射仪	DX2700B	III	1	使用
9	X 射线荧光分析仪	ATLAS	III	1	使用
10	中子发生器	MZS-7（1.5E8n/s）	II	1	使用
11	反场箍缩装置	KTX	III	1	使用
12	XRD	DX-Mo8×0.4-S SEIFERT	III	1	使用
13	光电子能谱仪	VSW	III	1	使用
14	光电子能谱仪	XR300	III	1	使用
15	X 光机	TU-160-D06	III	1	使用
16	X 光机	SCIENTA MX650	III	1	使用
17	X 光机	XR-50	III	1	使用
18	平行光 X 光机	1μS-tube-E025	III	1	使用
19	X 光机	GeniX 3DCu	III	1	使用
20	电子直线加速器	能量>100MeV 加速器	I	1	使用
21	电子储存环	/	I	1	使用
22	红外自由电子激光装置	IRFEL	II	1	使用
23	X 射线衍射仪	SmartLab	III	1	使用
24	X 射线衍射仪	TTRAX III	III	1	使用
25	X 射线衍射仪	X’PertPRO	III	1	使用
26	X 射线衍射仪	SmartLab	III	1	使用
27	数字 X 光机	DR780	III	1	使用
28	数字 X 光机	迈瑞移动 DR700	III	1	使用
29	口腔 CT	Planmeca ProMax 3D	III	1	使用
30	全身 CT	GE CT520	III	1	使用
31	牙片机	Focus（芬兰）	III	1	使用
32	血管造影机	DSA	II	1	使用

1.2.6.2 环评审批和环保验收情况

中国科学技术大学根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《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，在许可的种类和范围内从事放射源、射线装置和非密封放射性物质使用等工作。严格执行辐射安全管理的各项规章制度，于每年01月31日前向生态环境主管部门提交上一年度评估报告，到目前无辐射安全事故发生。

中国科学技术大学近几年履行环保审批和环保竣工验收手续情况见表 1-14。

表 1-14 中国科学技术大学近几年履行环保审批手续和环保竣工验收手续情况

序号	项目名称	环评批复文号	环保验收文号	备注
1	中子发生器	皖辐射报告表（2013）70 号	2018 年 9 月自行验收	/
2	血管造影机 DSA	皖辐射报告表（2013）70 号	2018 年 4 月自行验收	/
3	丙级非密封放射性物质工作场所	皖辐射报告表〔2013〕70 号	2018 年 9 月自行验收	/
4	安徽省环保厅关于合肥光源重大维修改造项目环境影响报告书的审批意见的函	皖环函〔2014〕30 号	2018 年 4 月自行验收	/
5	安徽省环保厅关于中国科学技术大学基于可调谐红外激光的能源化学研究大型实验装置项目环境影响报告表审批意见的函	皖环函〔2017〕1039 号	2022 年自行验收	/
6	安徽省生态环境厅关于中科院先导 C 科技专项《高精度电磁测量核心技术装备》示范工程西区新建洁净室项目环境影响报告表审批意见的函	皖环函〔2021〕875 号	/	建设中
7	合肥先进光源项目	皖环函〔2023〕111 号	/	建设中

1.2.6.3 辐射安全管理现状

1.2.6.3.1 辐射安全管理机构

为进一步加强辐射安全与环境保护管理工作，中国科学技术大学设立了核与辐射安全管理委员会，人员组成如下：

主　任：包信和

副主任：王晓平

成　员：王　兵　刘华荣　刘明侯　刘　斌　闫立峰　李良彬　张宪锋　陈卫东

陈向军　金长江　赵　钢　徐允河　黄　方　蒋诗平　褚建勋　魏海明

核与辐射安全管理委员会下设实验室安全办公室，具体负责学校辐射安全与环境保

护管理工作，包括负责建立健全学校实验室安全管理制度，开展实验室安全评估、检查和整改督导，组织和监督各学院、重点科研机构开展实验室安全管理、教育培训等。

1.2.6.3.2 辐射安全管理规章制度

为了加强学校放射性同位素和射线装置的安全和防护管理，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性废物安全管理条例》等，并结合学校实际，中国科学技术大学制定了《中国科学技术大学放射性同位素与射线装置管理规定》、《中国科学技术大学辐射安全与防护管理办法》、《辐射事故应急预案》、《辐射工作场所监测方案》、《辐射工作人员个人剂量监测方案》、《放射性三废处理方案》，内容涵盖了辐射安全和防护管理的组织机构、场所的安全与防护措施、放射性同位素和射线装置使用管理、废旧放射性源与放射性废物的管理、辐射工作人员安全与防护管理、辐射事故管理等内容。

1.2.6.3.3 辐射工作人员

截止至 2022 年底，中国科学技术大学全校共有 157 名辐射工作人员，其中已获得辐射安全与防护考核合格证书的有 145 人，证书过期未通过考核人员 12 人，中科大已督促未通过考核人员及时参加考试，取得考核合格证书。本项目拟配辐射工作人员总计 28 名。

学校规定新上岗辐射工作人员和现持有辐射安全培训合格证书到期的人员，必须通过生态环境部认可的辐射安全与防护考核且考核合格后，方可从事辐射工作。此外，学校对辐射工作人员进行职业健康体检，体检合格者需获得生态环境部门认可的电离辐射安全与防护合格证书后方可上岗。现有辐射工作人员在现有培训证书过期前参与考核，考核不合格的人员，不得从事辐射工作。同时为辐射工作人员建立健康监护档案，辐射工作人员在岗期间，每 2 年参加一次健康复检。

1.2.6.3.4 个人剂量监测

中国科学技术大学要求在岗的所有辐射工作人员须正确佩戴个人剂量计，个人剂量计每 3 个月（一个监测周期）更换一次，由学校统一组织换发，委托有检测资质的单位

进行检测。2022 年中国科学技术大学委托天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司（CMA：180220340060）进行辐射工作人员个人剂量检测，检测报告见附件 8。检测结果未发现异常。

1.2.6.3.5 工作场所及环境监测

中国科学技术大学每年委托有资质单位对工作场所及周围环境辐射水平进行监测，监测频次为 1 次/年，监测数据记录存档。2022 年中国科学技术大学委托天津瑞丹辐射检测评估有限责任公司（CMA：180220340060）、中国原子能科学研究院辐射监测与评价实验室（CMA：170012184003）及南京瑞森辐射技术有限公司（CMA：221020340350）开展了工作场所及环境监测，监测报告见附件 9。由监测报告可以看出，中国科学技术大学主要环境和工作场所环境辐射水平满足相关标准要求。

1.2.6.3.6 辐射事故应急管理情况

中国科学技术大学依据《中华人民共和国突发事件应对法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关法律法规制定了关于全校辐射项目的《辐射事故应急预案》，内容涵盖了辐射事故风险分析、应急指挥机构及职责、处置程序、应急保障、预案的修订与实施、应急联系方式、应急物资清单等，一旦发生辐射事故能快速响应，采取有效措施保护辐射工作人员、公众的健康和安全。

发生辐射事故时，应立即启动辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。同时，需进行工作人员的意外事故剂量监测和工作场所及周围环境的应急监测，并做好详细的监测记录。

中国科学技术大学每年在校内进行辐射事故应急演练，近几年未发生辐射事故（事件）。最近一次辐射事故应急演练是 2022 年 11 月 9 日，同步辐射实验室开展了应急演练，参加演练的有同步辐射实验室相关人员。通过演练，使相关工作人员对实际工作中可能出现的突发事件有了直观清楚的认识，加强了辐射工作人员的辐射安全防护意识和应急处置能力，同时也使得各相关部门对辐射事故应急处置的流程更加清楚和熟练。

1.2.6.4 生态环境主管部门监督检查意见及学校整改情况

2022 年，生态环境部华东核与辐射安全监督站（以下简称“华东站”）在安徽省、合肥市生态环境管理部门的陪同下，先后于 5 月 11 日及 7 月 7 日对中科大进行了例行监督检查，提出了 10 条检查意见。上述意见中科大已基本完成整改，其余意见正在积极整改中。详见附件 6。

1.2.7 依托关系

本项目与中国科学技术大学原有核技术利用项目的依托关系见表 1-15。

表 1-15 本项目与中国科学技术大学原有核技术利用项目的依托关系

序号	项目	本项目与原有核技术利用项目依托关系
1	辐射安全与环境保护管理机构	本项目依托原有辐射安全与环境保护管理机构。
2	辐射事故应急领导小组	本项目依托原有辐射事故应急领导小组。
3	辐射事故应急预案	本项目依托原有辐射事故应急预案并进行完善。
4	放射性废物处理	本项目放射性废物处理设施均为新建。
5	辐射工作人员	本项目辐射工作人员均为现有辐射工作人员调配，本项目建成后将专职从事本项目工作；若需要临时参与原先从事的辐射工作，则需控制其年受照剂量不超过职业剂量约束值 5mSv。
6	辐射监测	本项目将根据项目特点制定专门的辐射监测方案，辐射监测仪器均为新购。

1.3 编制依据

1.3.1 国家法律、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 9 号，2015 年 1 月 1 日施行）；

（2） 《中华人民共和国环境影响评价法》（全国人民代表大会常务委员会，2018 年 12 月 29 日施行）；

（3） 《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 6 号，2003 年 10 月 1 日）；

（4） 《中华人民共和国大气污染防治法》（国家主席[2015]31 号令，2018 年 10 月 26 日修订通过）；

（5） 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修订，2018 年 1 月 1 日实施）；

（6） 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订）；

（7） 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018 年 8 月 31 日审议通过，2019 年 1 月 1 日起施行）；

（8） 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2022 年 6 月 5 日起施行）；

（9） 《中华人民共和国水法》（2002 年 10 月 1 日施行，2016 年 7 月 2 日修订）；

（10） 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 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》（环境保护部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行）；

（13） 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部 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）；

（14） 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）；

（15） 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）；

（16） 《产业结构调整指导目录（2021 年本）》（国家发展和改革委员会令第 49 号，2021 年 12 月 30 日）；

（17） 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日）；

（18）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 23 日）；

（19）《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 22 日起施行）；

（20）《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录（2010 年本）》（国家工业和信息化部，工产业[2010]第 122 号）；

（21）《关于发布实施〈限制用地项目目录（2012 年本）〉和〈禁止用地项目目录（2012 年本）〉的通知》（国土资发[2012]98 号）；

（22）《危险化学品安全管理条例》（国务院第 591 号令，2011 年 12 月 1 日）；

（23）《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98 号）；

（24）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部部令第 4 号，2019 年 1 月 1 日起执行）；

（25）《关于发布<环境影响评价公众参与办法>配套文件的公告》（公告 2018 年第 48 号，生态环境部，2019 年 1 月 1 日起执行）；

（26）《关于印发<建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）>的通知》（环办[2013]103 号）；

（27）《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发[2013]37 号）；

（28）《关于认真学习领会贯彻落实〈大气污染防治行动计划〉的通知》（环发[2013]103 号）；

（29）《关于印发环境保护部落实〈大气污染防治行动计划〉实施方案的通知》（环办[2013]118 号）；

（30）《关于落实大气污染防治行动计划严格环境影响评价准入的通知》（环办[2014]30 号）；

（31）《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发[2015]17 号）；

（32）《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发[2016]31 号）；

（33）《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评[2016]150 号）；

（34）《排污许可管理办法（试行）》（生态环境部令第 48 号）；

（35）《市场准入负面清单》（2022 年版）。

1.3.2 地方法规及文件

（1）《安徽省环境保护条例》（2010 年 11 月 1 日起施行，2018 年 1 月 1 日修订）；

（2）《安徽省饮用水水源环境保护条例》（2016 年 12 月 1 日起施行）；

（3）《安徽省城镇生活饮用水水源环境保护条例》（2001 年 7 月 28 日）；

（4）《合肥市区声环境功能区（2020 修订）划分方案》；

（5）《安徽省实施<中华人民共和国固体废物污染环境防治法>办法》（2021 年 9 月 1 日起施行）；

（6）《安徽省实施<中华人民共和国土地管理法>办法》（2022 年 5 月 27 日修订，2022 年 12 月 1 日起施行）；

（7）《安徽省人民政府贯彻国务院关于落实科学发展观加强环境保护决定的实施意见》（皖政〔2006〕71 号，2006 年 9 月）；

（8）《安徽省实施<中华人民共和国水土保持法>办法》（2015 年 1 月 1 日起施行）；

（9）《中共安徽省委安徽省人民政府关于全面打造水清岸绿产业优美丽长江（安徽）经济带的实施意见（升级版）》（皖发[2021]19 号）；

（10）《安徽省人民政府关于发布安徽省生态保护红线的通知》（皖政秘〔2018〕120 号）；

（11）《安徽省建设项目环境监理试点工作实施办法》（环建函[2012]329 号，2012 年 4 月）；

（12）《安徽省环保厅关于加强建设项目环境影响评价及环保竣工验收公众参与工作的通知》（皖环发[2013]91 号，2013 年 10 月）；

（13）《安徽省生态功能区划》（2003 年 11 月）；

（14）《安徽省主体功能区规划》（皖政〔2013〕82 号，2013 年 12 月 4 日）；

（15）《安徽省环保厅关于在全省范围内开展建设项目环境监理试点工作的通知》，（2014 年 1 月）；

（16）《安徽省人民政府关于印发安徽省水污染防治工作方案的通知》（皖政〔2015〕131 号，2015 年 12 月 29 日）；

（17）《安徽省污染源排放口规范化整治管理办法》（安徽省环境保护厅环法函[2005]114 号）；

（18）《安徽省环保厅关于进一步加强建设项目新增大气主要污染物总量指标管理工作的通知》（皖环发〔2017〕19 号）；

（19）《合肥市大气污染防治条例》（2019 年 1 月 1 日）；

（20）合肥市城乡建设委员会关于印发《合肥市建设工程扬尘污染防治暂行规定》的通知（合建【2015】33 号，2015 年 3 月 30 日）；

（21）《关于印发落实全面打造水清岸绿产业优美丽长江（安徽）经济带河（湖）长制工作方案的通知》（皖河长办〔2018〕45 号）。

1.3.3 技术导则、标准

（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；

（2）《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；

（3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；

（4） 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；

（5） 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；

（6） 《粒子加速器辐射防护规定》（GB 5172-1985）；

（7） 《电离辐射工作场所监测的一般规定》（EJ 381-1989）；

（8） 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；

（9） 《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）；

（10）《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）；

（11）《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）；

（12）《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）；

（13）《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）；

（14）《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；

（15）《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ 2.2-2018）；

（16）《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ 2.3-2018）；

（17）《环境影响评价技术导则声环境》（HJ 2.4-2021）；

（18）《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ 19-2022）；

（19）《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ 610-2016）；

（20）《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；

（21）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

（22）《国家危险废物名录》（2021 年版）；

（23）《环境保护综合名录（2017 年版）》；

（24）《有毒有害大气污染物名录（2018 年）》；

（25）《有毒有害水污染物名录（第一批）》（生态环境部国家卫生健康委员会公告

2019 年第 28 号）；

（26）《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）；

（27）《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599- 2020）；

（28）《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单；

（29）《危险废物鉴别技术规范》（HJ 298-2019）；

（30）《固体废物鉴别标准通则》（GB 34330—2017）；

（31）《危险废物鉴别标准通则》（GB 5085.7-2019）；

（32）《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环保部公告 2017 年第 43 号）；

（33）《国民经济行业分类》（GB/T4754-2017）；

（34）《排污单位自行监测技术指南总则》（HJ819-2017）；

（35）《固定污染源排污许可分类管理名录》（2019 年版）；

（36）《排污单位环境管理台账及排污许可证执行报告技术规范总则（试行）》（HJ944-2018）；

（37）《污染源源强核算技术指南准则》（HJ884-2018）；

（38）《关于发布计算污染物排放量的排污系数和物料衡算方法的公告》（环境保护部公告 2017 年第 81 号，2017 年 12 月 28 日）。

1.3.4 其它文件、资料

（1） NCRP. Report NO.144. Radiation Protection for Particle Accelerator Facilities. NCRP,2005；

（2） IAEA. Safety Reports Series NO.19. Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment. IAEA,2001；

（3） Thomas RH, Stevenson GR. Radiological safety aspects of the operation of proton accelerators. Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency Technical Report

No. 283; 1988.）；

（4） Swanson WP, Thomas RH. Dosimetry for radiological protection at high energy particle accelerators. In: Kase KR, Bjärngard BE, Attix FH, eds. The dosimetry of ionizing radiation, Volume III. New York, NY: Academic Press; 1990: 1-161.

（5） （美）帕特森（H.W.Patterson），（美）托马斯（R.H.Thomas）著；刁会昌等译. 加速器保健物理[M].北京，原子能出版社.1983；

（6） 合肥先进光源配套工程可行性研究报告；

（7） 合肥市发展改革委《关于合肥先进光源配套工程立项的批复》（合发改投资[2022]1330 号）。

1.4 评价标准

1.4.1 电离辐射评价标准

1.4.1.1 剂量限值和剂量约束值

1.4.1.1.1 剂量限值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定，工作人员的职业照射和公众照射的剂量限值如下：

（1）职业照射

应对任何工作人员职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：1）审管部门决定连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；2）任何一年中的有效剂量，50mSv。

（2）公众照射

实践使公众中关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：1）年有效剂量，1mSv；2）特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

1.4.1.1.2 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），参考同类型项目，本次评价以 5mSv/a 作为本项目的职业人员剂量约束值（针对本项目），以 0.1mSv/a 作为公众人员剂量约束值。

1.4.1.2 辐射工作场所屏蔽体外剂量率/剂量控制水平

本项目射线装置辐射工作场所屏蔽体外剂量率/剂量控制水平应按照表 1-16 执行。

表 1-16 本项目辐射工作场所屏蔽体外剂量率/剂量控制水平

工作场所	位置	剂量率控制水平
加速器测试大厅	四周屏蔽体及门外 30cm 处	≤2.5μSv/h
	屋顶	≤10μSv/h
	屏蔽体与土壤交界处 a)	≤5mSv/h
备注：a) 参考日本 J-PARC 以及中国散裂中子源的辐射防护设计，当混凝土与土壤边界处瞬发辐射剂量率低于 5.5mSv/h 时，可忽略土壤和地下水的感生放射性。因此，本次评价以“5mSv/h”作为各辐射工作场所底板与土壤交界处的剂量率控制水平。		

1.4.1.3 放射性废物管理要求

1.4.1.3.1 活化冷却水

本项目可能产生的放射性废液主要包括加速器的一次活化冷却水。活化冷却水暂存一定时间后，排放前需进行取样监测。监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相关规定，方可作为一般废液排放。

活化冷却水中主要核素 ^{3}H 和 ^{7}Be 的豁免水平列于表 1-17。

表 1-17 活化冷却水中相关核素的豁免水平

核素	豁免活度浓度，Bq/g	豁免活度，Bq
^{3}H	1.0E+06	1.0E+09
^{7}Be	1.0E+03	1.0E+07

1.4.1.3.2 放射性固体废物

本项目运行期间可能产生的放射性固体废物主要包括加速器活化部件如废束流管

等。本项目运行期间产生的活化固体废物的清洁解控参照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 A 中 A2.1 的规定“任何时间段内在进行实践的场所存在的给定核素的总活度或在实践中使用的给定核素的活度浓度不超过表 A-1 所给出的或审管部门所规定的豁免水平”。 对于存在一种以上放射性核素的情况，仅当各放射性核素的活度或活度浓度与其相应的豁免活度或豁免活度浓度之比的和小于 1 时，方可给予豁免。

1.4.2 非放射性评价因子及评价标准

1.4.2.1 评价因子

（1）现状评价因子

①环境空气：SO_2、NO_2、CO、O_3、PM_{10}、$PM_{2.5}$；

②噪声：连续等效 A 声级；

③水环境：水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、总氮、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群。

（2）预测评价因子

①环境空气：非甲烷总烃、O_3、NO_2、颗粒物、食堂油烟；

②噪声：厂界噪声（连续等效 A 声级）；

③水环境：pH 值、COD、BOD_5、SS、NH_3-N、动植物油、LAS、石油类；

④固废：生活垃圾、一般工业固废、危险废物。

1.4.2.2 评价标准

1.4.2.2.1 废气

本项目 NO_x 排放限值执行《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）表 2 中的相关要求；室内 O_3 和 NO_x 执行《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》

（GBZ2.1-2019）中工作场所空气中化学物质容许浓度限值。具体标准值见表 1-18。

表 1-18 O_3 和 NO_x 排放限值和室内浓度限值

大气污染物	排放限值		室内浓度限值	
	最高允许排放浓度，mg/m^3	最高允许排放速率，kg/h	最高容许浓度，mg/m^3	时间加权平均容许浓度，mg/m^3
NO_x	240	0.77*	——	5
O_3	——	——	0.3	——
*备注：取自 GB 16297-1996《大气污染物综合排放标准》表 2 中排气筒高度 15m、二级的数据。				

本项目运营期非放废气主要为超声波清洗、原位反应等产生的有机废气（以非甲烷总烃计），钎焊产生的焊接烟尘（以颗粒物计），废气的排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 新污染源大气污染物排放限值，具体标准见表 1-19。食堂油烟的排放执行《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）中的标准限值要求，见表 1-20。

表 1-19 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中有机废气的限值要求

污染物项目	最高允许排放浓度 mg/m^3	最高允许排放速率 kg/h	无组织浓度限值 mg/m^3
非甲烷总烃	120	10	4.0
颗粒物	120	3.5	1.0

表 1-20 《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）中的标准限值要求

污染物项目	最高允许排放浓度 mg/m^3	最高允许排放速率 kg/h	无组织浓度限值 mg/m^3
食堂油烟	2.0	/	/

厂区内 NMHC 无组织排放监控点浓度执行《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019） 中表 A. 1 规定的限值要求，具体见表 1-21。

表 1-21 《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）中限值要求

污染物项目	特别排放限值(mg/m^3)	限值含义	无组织排放监控位置
非甲烷总烃	6	监控点处 1h 平均浓度值	在厂房外设置监控点
	20	监控点处任意一次浓度值	

1.4.2.2.2 废水

项目运营期废水主要为工作人员产生的生活污水，污染因子为 pH 值、COD、BOD_5、SS、NH_3-N、动植物油，经厂区内化粪池处理后接入市政污水管网；食堂废水主要污染因子为：COD、SS、NH_3-N、TP、动植物油，经隔油池处理后接入市政污水官网；生产

废水主要为超声波清洗、原位反应预处理工序产生的废水，污染因子为 pH 值、COD、SS、LAS、石油类、NH_3-N，经厂内废水处理站处理后接入市政污水管网。废水排放执行望塘污水处理厂接管标准，望塘污水处理厂（I类）出水执行《巢湖流域城镇污水处理厂和工业行业主要水污染物排放限值》（DB34/2710-2016），见表 1-22。

表 1-22 废水排放执行标准（单位 mg/L，pH 无量纲）

排放口名称	执行标准	污染物指标	单位	标准限值
园区生活污水排口	望塘污水处理厂接管标准	pH	无量纲	6~9
		COD	mg/L	380
		BOD_5		180
		SS		200
		NH_3-N		30
		LAS		20
		TP		5
		石油类		20
望塘污水处理厂排口	《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级标准中 A 标准	pH	无量纲	6-9
		BOD_5	mg/L	10
		SS		10
		TP		0.5
		石油类		1
	《巢湖流域城镇污水处理厂和工业行业主要水污染物排放限值》（DB34/2710-2016）表 2 标准	COD		40
		LAS		/
		NH_3-N		2.0（3.0）

注：括号外数值为水温＞12℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

1.4.2.2.3 噪声

本项目施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），运营期项目厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准，见表 1-23。

表 1-23 噪声执行标准（单位：dB（A））

阶段	标准	昼间	夜间
施工期	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）	70	55
运营期	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类	60	50

1.5 评价范围和保护目标

1.5.1 电离辐射评价范围和保护目标

1.5.1.1 电离辐射评价范围

本项目电子直线加速器最大能量为120MeV，属I类射线装置。本项目主要的辐射环境影响途径为瞬发辐射外照射以及运行期间排入环境的感生放射性气体对人员造成的辐射影响。《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）“1.5 节评价范围和保护目标”中规定“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于I类放射源或I类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。参照 HJ 10.1-2016 的要求，本项目 I 类射线装置的电离辐射环境影响评价范围取四周屏蔽体向外 100m 的范围。

1.5.1.2 电离辐射环境保护目标

本项目辐射环境影响评价范围基本均位于合肥先进光源园区内部，不涉及自然保护区、风景名胜和文物古迹等需要特殊保护的环境敏感对象。保护目标以本项目相关的辐射工作人员、场所周围活动的其它非辐射工作人员以及公众为主，详见表 1-24、图 1-7及图 1-8。

表 1-24 本项目辐射环境影响评价范围内环境保护目标情况

工作场所	方位		距离/m	周围环境	保护目标	人数/人
加速器测试大厅	东北	楼外	0~100	消防车道、园区内绿地等	公众	20
	东南	一层	0~10	速调管走廊、激光洁净室、楼梯、门厅、排烟机房、空调机房、电源间、电气间等	职业	30
		二层	0~10	控制室、会议室等		
		楼外	10~100	园区内绿地、消防车道等	公众	20
	西南	楼外	0~100	消防车道、园区内绿地、综合测试大厅等	公众	200
	西北	楼外	0~100	消防车道、园区内绿地、停车位、车间等	公众	200
	上方		/	屋面	/	/
	下方		/	土层	/	/

1.5.2 非放评价工作等级、评价范围和保护目标

1.5.2.1 评价工作等级

（1）大气环境影响评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则－大气环境》（HJ 2.2-2018）要求，大气环境影响评价工作等级判别依据见表 1-25。

表 1-25 大气环境影响评价等级

评价工作等级	评价工作分级判据
一级	$P_{max}\geq10\%$
二级	$1\%\leq P_{max}\leq10\%$
三级	$P_{max}<1\%$

本项目主要大气污染物来自超声波清洗、原位反应过程中产生的非甲烷总烃废气，钎焊产生的焊接废气颗粒物，经估算非甲烷总烃最大落地浓度占标率 $P_{max}\approx0\%$，因此，本次大气环境影响评价工作进行三级评价。

（2）水环境影响评价工作等级

项目建成后，运行时有生活污水及食堂废水产生。由于生活污水、食堂废水产生的量较少，水质较简单，生活污水经化粪池处理后接入市政污水管网，食堂废水经隔油池处理后接入市政污水官网；生产废水 1002t/a（3.34t/d）经厂内废水处理站处理后接入市政污水管网；废水均通过合肥市长丰县岗集镇市政污水管网排入望塘污水处理厂，处理达标后排入南淝河。项目产生生活废水量 5856t/a（19.52/d），食堂废水量生产废水量 3840t/a（12.8t/d），生产废水产生量 1002t/a（3.34t/d）。根据《环境影响评价技术导则－地表水环境》（HJ 2.3-2018）的表 1 相关要求，本项目污水的排放方式属于间接排放，评价等级为三级 B，仅进行依托污水处理设施环境可行性分析。

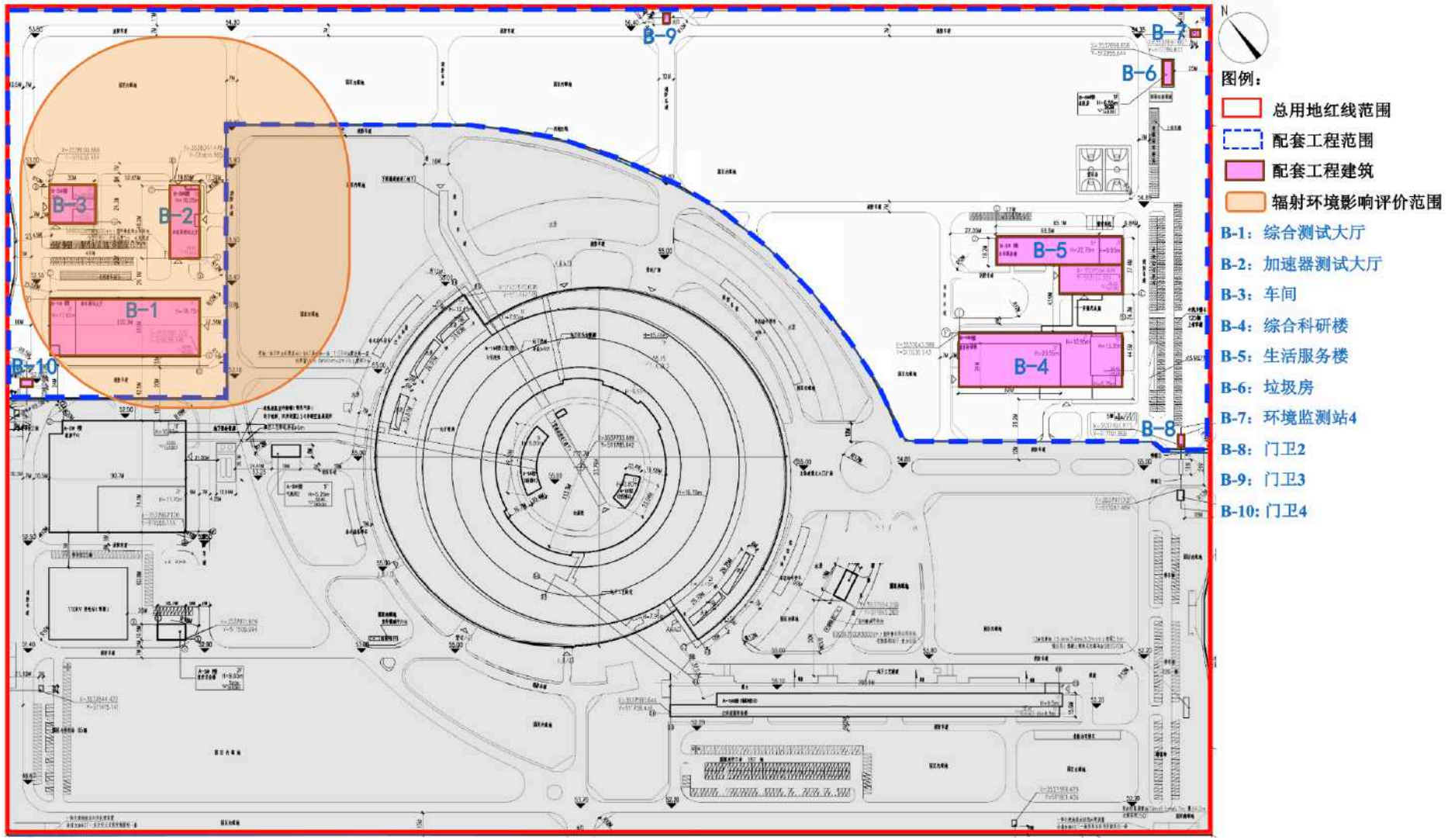


图 1-7 本项目电离辐射评价范围及环境保护目标分布示意图（加速器测试大厅楼外部分）

图 1-8 加速器测试大厅楼内环境保护目标分布示意图（略）

（3）声环境影响评价工作等级

该项目建成后的噪声源主要来源于车间、实验室运行产生的噪声，所产生的噪声经建筑物隔离和距离衰减后对周围声环境的改变不明显。本项目所处的声环境功能区为《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 2 类，根据《环境影响评价技术导则—声环境》（HJ 2.4-2021）要求，本次声环境评价工作等级为二级，对厂界声环境开展达标分析。

1.5.2.2 评价范围

（1）大气环境

主要考虑施工期的大气环境影响，评价范围为施工厂界以及厂址附近的大气环境保护目标。

（2）水环境

本项目地表水评价等级为三级 B，根据《环境影响评价技术导则－地表水环境》（HJ 2.3-2018），无评价范围要求。

（3）声环境

声环境影响的评价范围为厂界外 200m。

1.5.2.3 环境保护目标

（1）大气环境

本项目位于安徽省合肥市长丰县岗集镇，根据现场勘查，项目厂界外 500m 范围内无自然保护区、风景名胜区、居住区和农村地区中人群较集中的区域，本项目厂界外 500m 范围内无大气环境保护目标。

（2）水环境

本项目厂界外 500 米范围内无地下水集中式饮用水水源和热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源。项目纳污河道为南淝河，本项目具体地表水环境保护目标见表 1-26。

表 1-26 地表水环境保护目标一览表

名称	坐标/km		保护对象	环境功能区	相对厂址方位	相对厂界距离
	X	Y				
地表水环境	6.0	-8.7	南淝河	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准	东南	≥10.8km
	1.2	-5.0	董铺水库	《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）II类标准	东南	≥5.2km
	5.8	0	大房郢水库		东	≥5.8km
	-0.59	-0.23	滁河干渠		西南	≥420m

项目周边最近的地表水环境保护目标为滁河干渠，不涉及环境风险事故废水排放，施工期需做好滁河干渠的保护，禁止施工废水等进入滁河干渠，造成水污染。

（3）声环境

依据《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008），运营期噪声排放评价范围为厂界外 1m 处噪声，依据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），施工期噪声排放评价范围为场址边界，依据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021），本项目 200m 范围内无声环境保护目标。

2 自然环境与社会环境状况

2.1 地理位置

本项目所在的岗集镇地处长丰县南部，是合肥北大门，东与双墩镇毗邻，南与庐阳区相连，西与吴山镇和肥西县接壤，北与双墩镇和吴山镇交界，行政区域面积 157.6 平方千米。

合肥先进光源配套工程用地位于合肥市长丰县岗集镇，合肥未来大科学城北侧，地理位置图见图 1-5。

2.2 自然环境状况

2.2.1 地形地貌

岗集镇处于古老的江淮丘陵，地貌岗冲起伏，宏观地形西北高、东南低、呈现较缓的波状平原状态，地面标高一般在 12~45 米之间，合肥市区高程大致在 10.4~43.4 米，少许沿河低注地区在 8.4~10.4 米。

区域内地形为岗冲起伏的丘陵，地貌单元属江淮丘陵的一部分。总体地势西北高东南低。规划建设用地位于江淮分水岭洪水位以上，不受洪水侵扰。地而高程（吴淞零点）在 29~50 米之间，局部起伏较人。高程的地势和较好的地质条件适宜开发建设。本区地貌单元为江淮丘陵岗地及坳沟，场地基岩起伏较大，上层第四纪土层以残积物为主。岩土分布自上而下为：素填土、粉质粘土、粘土、泥质沙岩强风化。土壤类型主要为浅肝田和马肝田土。区内地质为第三纪红砂岩，上覆粘土层较厚，地基承载力大于 170KN/M^2。规划区属中等地震活动区，位于郊庐深大断裂带主要有东西向的蜀山断裂（F1）。在地质发展过程中经历了多次构造运动，有着复杂的地质构造格局，自公元 294 年至今，对合肥有影响的地震记录 3 次。国家地震总局 1977 年颁发的《全国地震烈度区划图》，划定合肥市的地震基本裂度为 7 度，工程抗震设计为 7 度设防。项目区域地质情况良好，土壤由耕植土、杂填土层、粉质粘土层、粘土等组成，表层为上更新冲积洪粘土，地基岩为第三纪红砂岩。地下水主要为孔隙水或承压水，水位埋深 1.6-2.80m，对混凝土无

侵蚀性。地震：地震设防烈度 7 度（50 年超越概率 10%）。区域内大部分地区为下蜀系黄土和第四纪堆积物发育的黄棕壤、水稻土，约占全部土地的 85%，其次为石灰岩（土）、砂黑土、紫色土。

区域土地利用类型：区域土地类型主要为科研用地等。

植被覆盖情况：2007 年-2017 年合肥市的植被覆盖空间分布特征是以主城区为中心，城区植被覆盖率低，外围植被覆盖率高。合肥市的植被覆盖度良好，植被覆盖度较高的地区占据合肥市大部分地区，区域中有一个显著的高植被覆盖区是位于西南部的大蜀山森林公园，这些都与实地的情况一致。2007-2017 年植被覆盖度变化分析可知，合肥市的植被覆盖度分布发生明显变化，植被覆盖度显著减少的区域主要分布在合肥市高新区、政务区、湖滨新区等经济发展活跃的区域，由于近几年建设力度较大，城市扩张，大量农田转为建设用地，导致该地区植被覆盖度显著减少。植被覆盖度增加区域明显少于减少区域，显著增加区域主要是由于水塘转化为农田绿地。合肥市多个区域植被覆盖度均有轻微改善，其中改善集中分布在合肥市的北部和南部，包括长丰县、肥西县和庐江县区域。

农业种植情况：岗集镇工商业发达，以机械、铸造等重工业为主。农业以蔺草、蔬菜、饲料草等经济作物为主。其中蔺草深加工后产品“榻榻米”远销日本、东南亚及台湾等国家和地区，是合肥地区的蔺草主产地，全省闻名的“蔺草之乡”。

2.2.2 水文特征

长丰县地处丘陵地带，属淮河流域。项目所在地附近水体为南淝河和巢湖。

南淝河是巢湖一级支流，发源于合肥中部的将军岭，毕子店一带，全长 7 公里，其间有四里河、板桥河、廿里河汇入，在施口处流入巢湖，流域面积 1700 平方公里，上游建有董铺、泗水、大官塘等大、中型水库，由于滁河干集的切割及董铺水库的蓄水，自董铺水库到施口 27.8km 河段已无主水源，径流来自降水补给和接纳合肥市 90%的工业废液和生活污水，基本属渠化河道。市区河段水质自上而下污染逐渐加重。

巢湖是我国五大淡水湖泊之一，属长江下游左岸水系，距合肥市约 15km。巢湖流域面积 13350km^2，其中巢湖闸以上 9130km^2，多年平均水位为 8.31m，平均水深 3.06m，

水位变化幅度平均为 2.5m，水位为 7.5~7.8m 时湖泊水域面积约 760km^2。

巢湖沿岸入湖河流有店埠河、南泥河、派河、十五里河、丰乐河、杭埠河、兆河等 33 条水系，主要通过裕溪河与长江进行水交流，因建巢湖闸和裕溪河闸，巢湖由原来的过水性河流性湖泊变成了受人工控制的半封闭、封闭式湖泊，其水域的水基本上不与长江水交流。



图 2-1 水源保护区域图



图 2-2 地表水环境保护目标分布图

地表水环境保护目标基本情况：

（1）滁河干渠：滁河干渠是集农业灌溉、城市防洪、城市供水、旅游观光于一体的大型水利工程。她沟通江淮两水系，横跨合肥市中部全境，西起肥西县新民坝，劈将军岭穿越江淮分水岭，沿分水岭南绕肥西县、长丰县、庐阳区、瑶海区、肥东县曲折东流，经滁河注入长江，全长 100.61 km（比南淝河还长 40 km）。

（2）董铺水库：董铺水库位于安徽省合肥市西北近郊，距市中心仅 7 公里，巢湖支流南淝河上游，大坝坐落在二环路旁 ，是一座以合肥城市防洪为主，结合城市供水、郊区农菜灌溉及发展水产养殖等综合利用的大型水库。

董铺水库集水面积 207.5 平方公里。1956 年建库时，设计总库容 1.73 亿立方米。1978 年加高加固后，提高到 2.42 亿立方米

（3）南淝河（纳污水体）：南淝河，古称施水，长江流域巢湖的支流。发源于合肥市西北部江淮分水岭东南侧，跨蜀山区、长丰县两地交界处高刘镇岗北村何老家村民组西北侧的红石桥。经鸡鸣山，向东南流入董铺水库，穿合肥城区，再转向东南流经合肥市包河区和肥东县边界，于施口注入巢湖。南淝河全长 70 公里，流域面积 1700 平方公里。

南淝河是合肥的母亲河，其上游的董铺等水库是合肥市的水源地，河道历史上是合

肥市区的重要航道，传说，合肥之名也是因为南淝河和东淝河相交得名，合肥（淝）。

合肥市围绕南淝河治理，推进岸线改造、设施修补美化、生态修复，提升了沿岸生态环境，让"母亲河"变身风光秀美的"城市客厅"。

（4）大房郢水库：大房郢水库位于安徽省合肥市庐阳区杏花村街道境内，在南淝河支流四里河上，是庐阳区标志性民生工程。

2001 年 12 月 29 日开始动工修建，2002 年 10 月实现河道截流，2003 年底通过阶段验收并下闸蓄水，2004 年大房郢水库与董铺水库实现连通，是以防洪为主，结合城市供水的大型水库。

2.2.3 气候特征

本地区地处北亚热带北缘，属亚热带季风湿润区，主要气候特征是四季分明，气候温和，季风明显，雨量适中，光照充足，热量丰富，无霜期长。主要气候特征如下：年平均气温 16.0℃、极端最高气温 41.4℃、极端最低气温-20.6℃、年平均气压 1012.5hPa、年平均降雨量 998.4mm、年最大降雨量 1541.9mm、年平均蒸发量 1514mm、无霜期 230 天、降雨量年际与年内分配不均匀，年内 6、7、8 三个月的降雨量占全年降雨量的约 42%。全年平均风速为 2.82m/s，最大风速 18m/s，全年主要风向为东风，年静风频率为 3.68%。

2.3 社会环境概况

据长丰县人民政府资料，岗集镇位于合肥主城区西北角，距市区 5 公里、新桥机场 15 公里，合六叶高速、江汽大道横贯东西，合淮路、地铁 S1 线纵跨南北，镇域面积 162 平方公里，人口逾 20 万人。

2020 年，岗集镇完成财政收入 8.5 亿元；完成固定资产投资 50 亿元，其中工业投资 6.5 亿元；完成规模以上企业工业产值 65 亿元。位列 2019 年全国综合实力“千强镇”第 335 位、中部百强镇第 33 位。

镇内有 4A 级风景区中国非物质文化遗产园、鹭山湖风景区、青峰岭田园综合体。现为合肥综合性国家科学中心建设项目实施区、全国千强镇、中部百强镇，先后被批准

为“全国发展改革试点镇”“安徽省产业集群专业镇”“安徽省新型工业化产业示范基地”“全国群众体育工作先进乡镇”“安徽省文明乡镇”“安徽森林城镇”“安徽省卫生先进单位”“安徽省汽车零部件产业集群（基地）”。

当前，岗集镇聚力发展科创、汽配、现代物流、文旅四大产业：一是聚焦合肥综合性国家科学中心建设，以中国科大先进光源项目为平台，引优做强科技创新项目，孵育科创小镇；二是依托合肥（岗集）江淮汽车配件产业园，5 年内培育产值破两百亿的汽配特色小镇；三是依托国家交通运输部第三批多式联运示范工程线下基地，中国南山·合肥岗集综合交通物流港，打造 5G 高端物流产业链集聚区、智慧供应链服务平台和物流特色小镇；四是依托 4A 级旅游景区中国非物质文化遗产园、青峰岭田园综合体，打造“一带一轴四核”岭上乡村振兴示范区和全国特色文旅小镇。

2.4 辐射环境质量现状与评价

2.4.1 环境天然放射性水平

2.4.1.1 天然贯穿辐射水平

根据《2021 年全国辐射环境质量报告》（生态环境部，2022 年 11 月），全国及安徽省环境γ辐射剂量率自动监测结果列于表 2-1。

表 2-1 安徽省环境γ辐射剂量率自动监测结果（nGy/h）

区域	自动站数	年均值范围
全国	251	49.3~195.2
安徽	7	66.4~79.5
备注：自动测量结果包含仪器宇宙射线响应。		

2.4.1.2 土壤中天然放射性水平

根据《安徽省土壤中天然放射性核素含量调查》（朱锦秋等,辐射防护,1991,11(4):291-294），将安徽省土壤中天然放射性核素含量列于表 2-2。

表 2-2 安徽省土壤中天然放射性核素含量，Bq/kg

监测项目	范围	按网格点平均值
^{238}U	8.6~127.1	41.4
^{232}Th	10.1~118.1	53.1
^{226}Ra	6.1~99.1	41.3
^{40}K	175.7~1841.2	553.4

2.4.1.3 水体中天然放射性水平

根据《安徽省水体中天然放射性核素浓度调查》（陈淑萍等,辐射防护,1991,11(4):295-300），将安徽省水体中天然放射性核素含量列于表 2-3。

表 2-3 安徽省水体中天然放射性核素含量

水体类型	U，μg/L		Th，μg/L		^{226}Ra，mBq/L		^{40}K，mBq/L	
	范围	均值	范围	均值	范围	均值	范围	均值
江河	0.08~3.30	0.63	＜0.03~0.37	0.13	1.9~11.4	4.9	18.9~212	67.6
湖泊	0.05~2.97	0.27	＜0.03~0.27	0.14	1.8~18.7	3.3	8.9~192	41.2
水库	＜0.02~0.39	0.06	＜0.03~0.32	0.05	1.5~6.1	3.7	18.2~246	35.9
泉水	＜0.02~1.88	0.76	＜0.03~0.22	0.04	1.7~267	26.8	7.0~358	92.3
农村井水	0.03~14.6	2.62	＜0.03~0.20	0.05	＜0.6~16.6	4.7	8.9~1845	184
自来水	0.03~1.29	0.27	＜0.03~0.09	0.07	＜0.6~4.6	2.7	21.3~88.6	48.3

2.4.2 辐射环境现状监测

评价单位委托中国建材检验认证集团安徽有限公司（CMA：210021289291）对项目拟建场址及周围环境进行了辐射环境本底检测，并委托中国原子能科学研究院辐射监测与评价实验室（CMA：170012184003）对项目拟建场址及周围环境的土壤、地下水及地表水进行了检测。相关检测报告见附件 10。

2.4.2.1 监测内容

参照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），根据本项目主要辐射污染因子的类别和特征，本次辐射环境现状调查选取的监测对象为贯穿辐射、土壤、地下水和地表水。本次辐射环境现状监测对象和监测项目见表 2-4。

本项目射线装置运行期间的辐射场为中子和γ辐射混合场，因此贯穿辐射监测内容包括γ辐射剂量率和中子剂量当量率。

本项目射线装置运行期间，贯穿射线装置底板屏蔽体的次级辐射可能会引起底板周围土壤及地下水的活化，土壤活化的主要核素考虑 ^{7}Be、^{22}Na，地下水活化的主要核素考虑 ^{3}H、^{7}Be。因此本次辐射环境现状调查中，对项目所在地土壤、地下水及地表水中相关核素的活度浓度进行了分析。此外，考虑到总 β 能够反应某区域的总放射性水平，因此本次现状调查对土壤、地下水及地表水中总 β 的活度浓度也进行了分析。

表 2-4 监测对象和监测项目

序号	监测对象	监测项目
1	贯穿辐射	环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率
		中子剂量当量率
2	土壤	^{7}Be、^{22}Na、总 β 活度浓度
3	地下水	^{3}H、^{7}Be、总 β 活度浓度
4	地表水	^{3}H、^{7}Be、总 β 活度浓度

2.4.2.2 监测设备

本次监测使用的仪器设备详见表 2-5，仪器均在检定有效期内。

表 2-5 仪器设备及型号

仪器名称	型号	仪器编号	设备检定信息及技术指标
环境级 X-γ 剂量率仪	FH40G-L10+FHZ672E-10	ACTC-SB-219	不确定度：6.5%（k=2） 检定单位：华东国家计量测试中心 证书编号：2021H21-20-3438489001 有效期限：2021.07.29-2022.07.28 能量响应范围：40keV-4.4MeV
中子周围剂量当量仪	FH40G-X+FHT 762 Wendi-2	ACTC-SB-229	不确定度：4.7%（k=1） 检定单位：中国计量科学研究院 证书编号：DLjs2021-11254 有效期限：2021.07.29-2022.07.28 能量响应范围：0.025eV-5GeV
低本底 α/β 测量仪	LB-4	038	本底计数率：α≤0.017min^{-1}·cm^{-2}，β≤0.5min^{-1}·cm^{-2} 效率：α≥65%，β≥35% 重复性：α≤2.5%，β≤3.5% 串道比：α≤3%，β≤1% 检定单位：中国计量科学研究院 证书编号：DLhd2021-12199 有效期限：2021.05.30 -2023.05.29
高纯锗 γ 能谱仪	BE3830P	13490	分辨力：≤2.5keV 短期稳定性：≤0.05%

			活度：≤7.5%（k=3） 检定单位：国防科技工业电离辐射一级计量站 证书编号：GFJGJL1005210002635 有效期限：2021.05.27 -2024.04.15
超低本底液闪谱仪	Quantulus 1220	2200266	重复性：0.4% 短期稳定性：0.1% 活度测量相对误差：±10% 检定单位：国防科技工业电离辐射一级计量站 证书编号：JZ-A14-201106A501 有效期限：2020.11.06 -2022.06.21

2.4.2.3 监测方法

监测方法见表 2-6。

表 2-6 监测方法

序号	监测对象	监测方法	标准依据
1	γ辐射剂量率、中子周围剂量当量率	采用便携式监测仪表，以定点的测量方式进行。监测时，每点测量 10 次，取平均值。	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
2	土壤	分别在指定的点位采集地表土，除去石块、草根等杂物，将采集到的样品现场混合后取 1kg。地表土样品送实验室预处理后采用高纯锗γ能谱仪及低本底 α、β 测量仪进行测量。	《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T11713-2015）
3	水样	在项目所在地取水样，在实验室处理后，采用低本底 α、β 测量仪进行总 β 活度浓度测量，^{7}Be 等核素采用高纯锗γ能谱仪进行活度浓度测量。^{3}H 采用 8ml 样品+12ml 闪烁液直接测量。	HJ 1126-2020《水中氚的分析方法》; HJ 899-2017《水质 总β放射性的测定 厚源法》; GB/T 16140-2018《水中放射性核素的γ能谱分析方法》; GB/T 11713-2015《高纯锗γ能谱分析通用方法》。

2.4.2.4 监测点位

经现场实地考察，在拟建场址及周围环境选取了若干监测取样点位，见图 2-3、图 2-4。

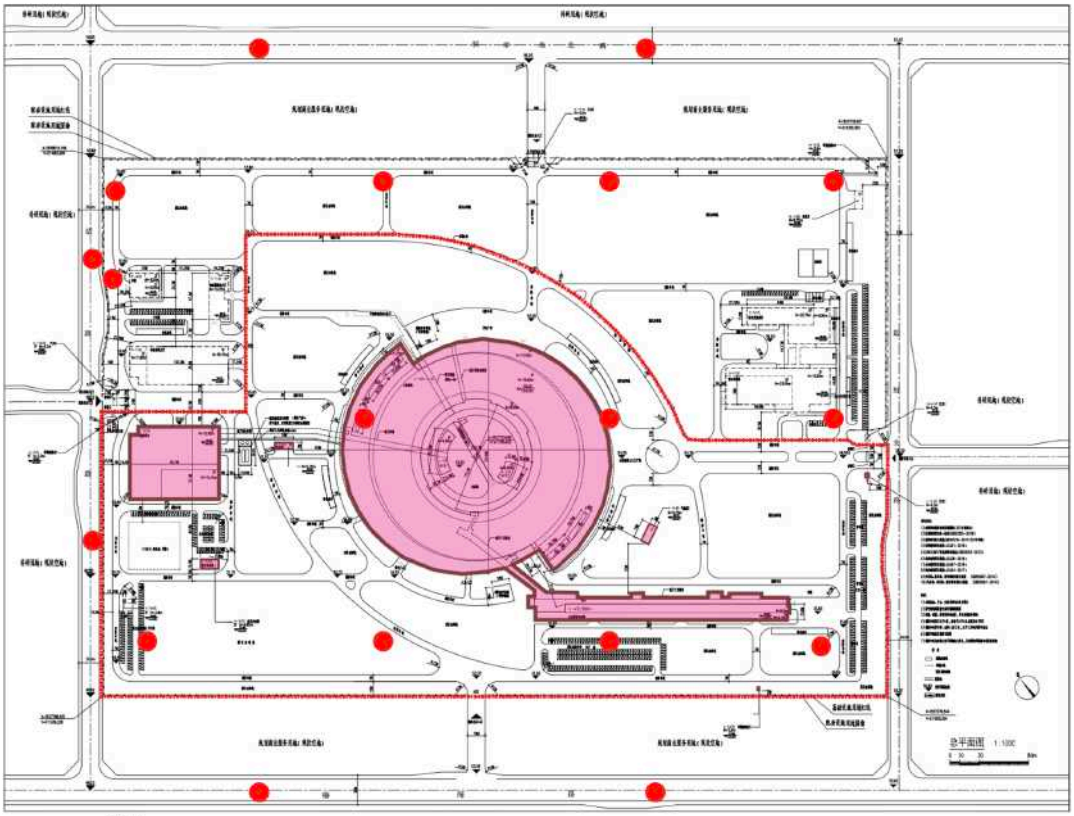


图 2-3 拟建场址内部外照射剂量率监测点位图

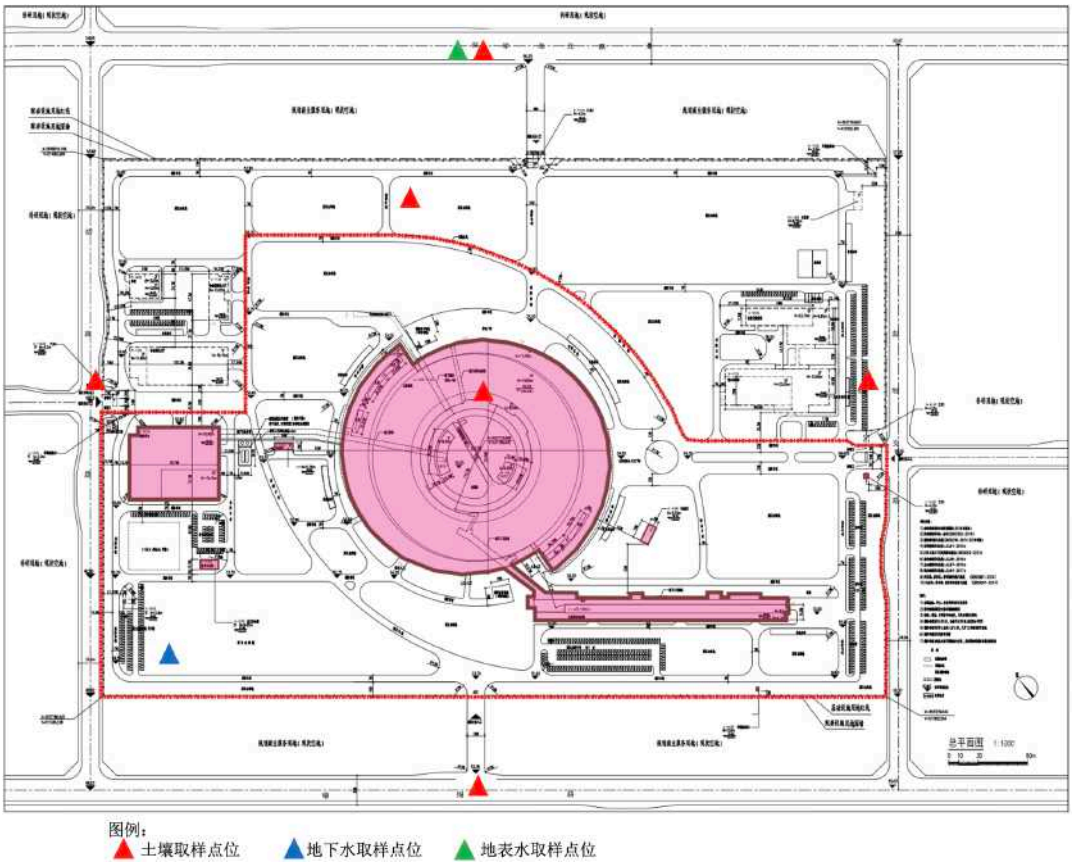


图 2-4 土壤、地下水及地表水取样点位图

2.4.2.5 质量保证措施

（1）监测单位具备所监测项目的资质；

（2）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；

（3）监测方法采用国家相关标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；

（4）监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；

（5）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

（6）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；

（7）监测报告严格实行三级审核制度，经过校验、审核，最后由技术总负责审定。

2.4.2.6 监测结果与评价

2.4.2.6.1 外照射剂量率

本项目拟建场址及周围环境γ辐射剂量率和中子周围剂量当量率监测结果见表 2-7。

表 2-7 本项目拟建场址及周边γ辐射剂量率和中子周围剂量当量率监测结果

监测点位	点位描述（各监测点位均位于室外）	γ辐射剂量率（nGy/h）	中子周围剂量当量率（nSv/h）
1	项目北侧 1 号点位距地 1m 处	92.8±2.2	＜LLD_n
2	项目北侧 2 号点位距地 1m 处	89.4±1.6	＜LLD_n
3	项目北侧 3 号点位距地 1m 处	88.2±1.0	＜LLD_n
4	项目北侧 4 号点位距地 1m 处	80.8±0.7	＜LLD_n
5	项目东侧 5 号点位距地 1m 处	86.4±1.2	＜LLD_n
6	项目中间 6 号点位距地 1m 处	90.0±1.3	＜LLD_n
7	项目中间 7 号点位距地 1m 处	90.2±1.6	＜LLD_n
8	项目西侧 8 号点位距地 1m 处	89.1±1.1	＜LLD_n
9	项目南侧 9 号点位距地 1m 处	94.3±0.9	＜LLD_n
10	项目南侧 10 号点位距地 1m 处	87.8±1.1	＜LLD_n
11	项目南侧 11 号点位距地 1m 处	88.4±1.9	＜LLD_n
12	项目南侧 12 号点位距地 1m 处	93.2±1.4	＜LLD_n
13	谭岗路东侧 14 号点位距地 1m 处	91.3±0.6	＜LLD_n

14	谭岗路西侧 15 号点位距地 1m 处	92.2±0.4	＜LLD_n
15	胡庙路南侧 16 号点位距地 1m 处	86.5±1.5	＜LLD_n
16	胡庙路北侧 16 号点位距地 1m 处	87.3±1.4	＜LLD_n
17	科学岛北路西侧 17 号点位距地 1m 处	91.3±0.9	＜LLD_n
18	科学岛北路东侧 18 号点位距地 1m 处	89.4±0.8	＜LLD_n

注：1.测量值未扣除宇宙射线影响。2. 中子周围剂量当量仪的探测下限 LLD_n：0.01μSv/h。

由上表可知，本项目拟建场址及周围环境γ辐射剂量率的范围为（80.8~94.3）nGy/h，中子周围剂量当量率均小于仪表探测下限。

对照表 2-1，本项目拟建场址及周围环境γ剂量率水平略高于 2021 年安徽省环境γ辐射剂量率自动监测结果，但仍处于全国环境γ辐射剂量率自动监测结果范围内，属于环境正常水平。

2.4.2.6.2 土壤

拟建场址土壤样品分析测量结果见表 2-8。由结果可知，项目建设地点的土样中，未检出 ^{7}Be、^{22}Na。

表 2-8 土壤样品分析测量结果

样品名称	检测项目	结果（注：LD 为仪器探测限）
2022008-20220101-1 号土样	总β	(6.21±0.27)E+02 Bq/kg
	^{7}Be	≤LD=2.4 Bq/kg
	^{22}Na	≤LD=5.2E-01 Bq/kg
2022008-20220101-2 号土样	总β	(6.82±0.25)E+02 Bq/kg
	^{7}Be	≤LD=3.3 Bq/kg
	^{22}Na	≤LD=8.2E-01 Bq/kg
2022008-20220101-3 号土样	总β	(5.56±0.23)E+02 Bq/kg
	^{7}Be	≤LD=1.8 Bq/kg
	^{22}Na	≤LD=5.1E-01 Bq/kg
2022008-20220101-4 号土样	总β	(6.36±0.25)E+02 Bq/kg
	^{7}Be	≤LD=2.2 Bq/kg
	^{22}Na	≤LD=5.4E-01 Bq/kg
2022008-20220101-5 号土样	总β	(5.70±0.18)E+02 Bq/kg
	^{7}Be	≤LD=3.2 Bq/kg
	^{22}Na	≤LD=7.3E-01 Bq/kg
2022008-20220101-6 号土样	总β	(6.66±0.19)E+02 Bq/kg
	^{7}Be	≤LD=2.2 Bq/kg
	^{22}Na	≤LD=5.1E-01 Bq/kg

2.4.2.6.3 地下水、地表水

地下水、地表水的分析测量结果见表 2-9。由结果可知，项目建设地点的地下水、地表水中，均未检出 ^{3}H、^{7}Be。

表 2-9 地下水、地表水分析测量结果

样品名称	检测项目	结果（注：LD 为仪器探测限）
地下水	^{3}H	≤LD=2.5 Bq/L
	总 β	(4.02±0.88)E-02 Bq/L
	^{7}Be	≤LD=1.2E-01 Bq/L
地表水	^{3}H	≤LD=2.5 Bq/L
	总 β	(2.10±0.10)E-01 Bq/L
	^{7}Be	≤LD=1.2E-01 Bq/L

2.4.3 小结

对本项目拟建场址及周围环境辐射环境质量现状的调查结果表明，拟建场址及周围环境的辐射环境现状水平未见异常。

2.5 非放环境质量现状调查与评价

2.5.1 水环境现状评价

建设项目纳污水体为南淝河，执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中IV类标准。为了解该项目所在区域地表水环境质量状况，本项目引用合肥市生态环境局 2023 年 5 月 4 日发布的《合肥市 2023 年 3 月水环境质量月报》（网址：）内容：

本月对合肥市辖的南淝河、丰乐河、二十埠河、板桥河、塘西河、四里河、杭埠河、店埠河、长临河、兆河、拓皋河、裕溪河、十五里河、派河、白石天河、双桥河、董铺水库、大房郢水库、巢湖等主要河流、湖库的监测断面水质进行了监测，河流监测为《地表水环境质量标准》表 1 的基本项目（24 项），以及流量、电导率。湖库增测透明度、总氮、叶绿素 a 和水位等指标。评价指标为 GB3838-2002《地表水环境质量标准》表 1 中除水温、总氮、粪大肠菌群以外的 21 项指标。

南淝河：南淝河共监测 6 个断面,含支流关镇河断面、长乐河（沙河）断面，其中施

口断面为国考断面。监测结果表明施口、亳州路桥和支流关镇河断面 3 个断面均为III类水质，水质良好。长江东大街、合钢二厂下游和长乐河（沙河）断面 3 个断面均为IV类水质，属轻度污染。

由上可知，项目区域内南淝河的水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中IV类标准要求。

引用《长丰县岗集镇环境影响区域评估报告》中监测数据。其为安徽海峰分析测试科技有限公司于 2021 年 5 月 24~25 日的监测数据，其监测断面布置和监测项目见表 2-10 所示。

表 2-10 地表水水质监测一览表

河流	断面编号	断面位置	备注	监测项目
南淝河	W1	望塘污水处理厂排污口如南淝河上游 500m	对照断面	pH 值、COD、BOD_5、SS、氨氮、DO、总磷、总氮、石油类、阴离子表面活性剂
	W2	望塘污水处理厂排污口如南淝河下游 500m	混合断面	
	W3	望塘污水处理厂排污口如南淝河下游 2500m	削减断面	

其监测结果见表 2-11 所示。

表 2-11 地表水水质评价指数一览表

采样点位	采样日期	检测项目									
		溶解氧	pH 值	化学需氧量	氨氮	总磷	总氮	五日生化需氧量	悬浮物	石油类	阴离子表面活性剂
W1	5.24	0.92	0.08	0.40	0.25	0.325	3.185	0.35	/	0.01	0.083
		0.91	0.12	0.50	0.24	0.300	3.71	0.44	/	0.01	0.083
	5.25	0.91	0.17	0.38	0.26	0.325	2.91	0.36	/	0.01	0.083
		0.89	0.1	0.43	0.25	0.325	2.9	0.41	/	0.01	0.083
W2	5.24	0.91	0.03	0.53	0.14	0.250	2.615	0.46	/	0.02	0.083
		0.90	0.06	0.68	0.16	0.250	2.66	0.59	/	0.02	0.083
	5.25	0.92	0.04	0.35	0.20	0.275	2.8	0.34	/	0.02	0.083
		0.88	0.08	0.40	0.20	0.275	2.75	0.38	/	0.02	0.083
W3	5.24	0.94	0.18	0.43	0.15	0.43	0.15	0.275	/	0.01	0.083
		0.92	0.14	0.48	0.14	0.48	0.14	0.300	/	0.01	0.083
	5.25	0.97	0.11	0.55	0.11	0.55	0.19	0.275	/	0.01	0.083
		0.92	0.16	0.50	0.16	0.50	0.20	0.275	/	0.01	0.083

2.5.2 大气环境现状评价

建设项目位于安徽省合肥市岗集镇，项目所在区域环境空气质量为二类功能区，根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），基本污染物环境质量现状数据采用评价范围内国家或地方环境空气质量监测网中评价基准年连续 1 年的监测数据，或采用生态环境主管部门公开发布的环境空气质量现状数据。

根据合肥市生态环境局 2022 年 6 月 6 日发布的《2021 年合肥市环境状况公报》数据（网址：https://sthjj.hefei.gov.cn/public/5851/107752653.html）显示，合肥市 2021 年区域空气质量现状如表 2-12 所示。

表 2-12 合肥市大气环境质量现状评价表

污染物	评价指标	现状浓度（ug/m^3）	标准值（ug/m^3）	占标率%	达标情况
SO_2	年平均质量浓度	7	60	12	达标
NO_2	年平均质量浓度	36	1	90	达标
CO	第 95 百日平均浓分位数度	1000	4000	25	达标
O_3	日最大 8 小时平均值第 90 百分位数	87	160	89	达标
PM_{10}	年平均质量浓度	63	70	90	达标
$PM_{2.5}$	年平均质量浓度	32	35	93	达标

由上表可知，常规指标的监测结果能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准。项目所在区域属于达标区。

2.5.3 声环境现状评价

本项目委托中国建材检验认证集团安徽有限公司对项目地的声环境现状进行监测，监测时间为 2022 年 12 月 10 日~11 日。监测报告编号：HJ20221208，监测结果统计见表 2-13，具体监测报告见附件 10。

表 2-13 厂界噪声监测结果汇总表 dB(A)

监测时间	编号	相对方位	执行标准	昼间监测值	夜间监测值
2022 年 12 月 10 日	1	项目东侧先进路距地 1.7m 处	2 类	50	43
	2	项目北侧科学岛北路距地 1.7m 处	2 类	45	44
	3	项目西侧禾冲路距地 1.7m 处	2 类	46	44
	4	项目南侧谭岗路距地 1.7m 处	2 类	51	45
2022 年 12 月 11 日	1	项目东侧先进路距地 1.7m 处	2 类	49	44
	2	项目北侧科学岛北路距地 1.7m 处	2 类	45	43

	3	项目西侧禾冲路距地 1.7m 处	2 类	46	45
	4	项目南侧谭岗路距地 1.7m 处	2 类	50	45
2 类标准值				60	50

由上述监测数据可见，项目各边界测点声环境均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准，项目区域声环境质量良好。

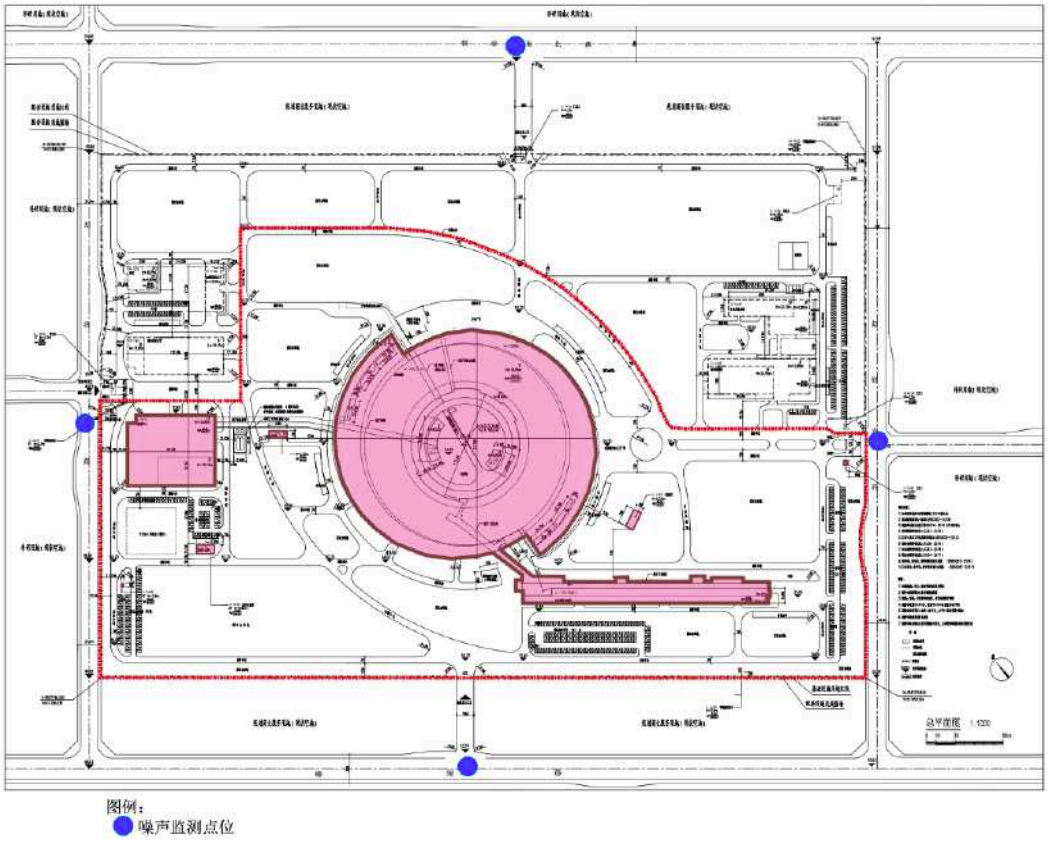


图 2-5 噪声监测点位示意图

2.6 场址适宜性评价

本项目所在区域地质条件良好，没有影响射线装置安全稳定运行的颠覆性因素。

结合本项目特征辐射污染因子和电离辐射环境影响评价范围，区域周边社会环境相对简单，条件较好。

环境质量和辐射现状调查结果表明，项目区域的辐射环境质量良好，环境电离辐射水平均处于当地天然本底波动范围内。

综上所述，本项目选址适宜开展所申请的核技术利用活动。

3 工程分析与源项

3.1 项目规模与基本参数

3.1.1 总体情况

合肥先进光源园区总体布局以主体建筑为中心，其余建筑围绕主体建筑四周布置。配套工程（即本项目）位于园区内西北侧及东北侧，主要布置 3 栋工艺实验用房及综合科研楼和生活服务楼，其他地块为预留发展用地，本次仅作绿化处理，详见附图 1 及图 3-1。其中工艺实验用房由综合测试大厅、加速器测试大厅、车间等 3 栋建筑物组成，呈半合围结构布置于场地西北侧，毗邻园区西门货运出入口；科研及生活区由 1 栋综合科研楼和 1 栋生活服务楼组成，两栋建筑之间通过连廊连接，布置在场地东北侧，毗邻园区东门主入口，流线便捷。涉及核技术利用建设内容的 B-2#楼加速器测试大厅位于园区西北侧。本项目核技术利用建设内容的情况见表 3-1，具体工程建设内容及规模见表 3-2。

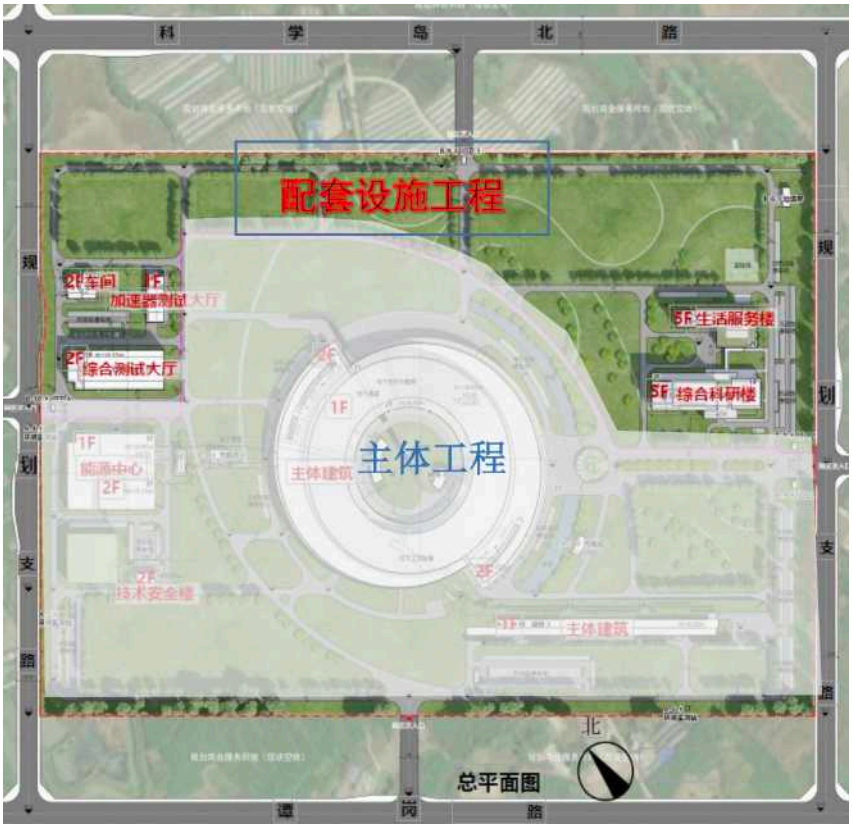


图 3-1 合肥先进光源配套工程平面示意图

表 3-1 配套工程核技术利用建设内容

装置名称	数量	主要技术指标	使用场所
电子直线加速器	1 台	电子最大能量 120MeV、平均束流强度 16 nA、最大脉冲电荷量 1.6 nC、重复频率 10Hz	加速器测试大厅

表 3-2 配套工程建设内容及规模

序号	分项			面积	单位	备注
1	配套工程用地面积			148647.45	㎡	/
2	总建筑面积			29663.31	㎡	/
3	分栋建筑面积	B-1#楼	综合测试大厅	4570	㎡	/
		B-2#楼	加速器测试大厅	1000	㎡	/
		B-3#楼	车间	840	㎡	/
		B-4#楼	综合科研楼	12725	㎡	/
		B-5#楼	生活服务楼	8515	㎡	包括连廊 280 ㎡；招待所 6416 ㎡；食堂 1359 ㎡；地下建筑面积 460 ㎡
		B-6#楼	垃圾房	150	㎡	/
		B-7#楼	环境监测站 4	12	㎡	/
		B-8#楼	门卫 2	30	㎡	东侧入口
		B-9#楼	门卫 3	30	㎡	北侧入口
		B-10#楼	门卫 4	30	㎡	西侧入口
		机动车遮阳棚		1342.78	㎡	计一半面积
		非机动车遮阳棚		418.53	㎡	计一半面积
4	地上建筑面积			29203.31	㎡	/
5	地上计容建筑面积			29203.31	㎡	/
6	地下建筑面积			460	㎡	/
7	建筑占地面积			0	㎡	/
8	建筑密度			0.00	%	/
9	容积率			0.20	/	/
10	绿地面积			96088.40	㎡	/
11	绿地率			64.64	%	/
12	建筑高度			23.55	m	/
13	建筑层数			5	层	/
14	机动车车位			196	辆	/
	其中	充电桩车位		40		/
		其中	快充车位	4		/
			慢充车位	36		/
15	非机动车车位			419	辆	/
	其中	充电非机动车车位		335		/

3.1.2 综合测试大厅

综合测试大厅共两层，高 18m。一层建筑面积 3856m^2，主要有开关站、变电所、电源真空测试大厅、磁铁磁测测试大厅、预准直间、磁测超净室、电源测试恒温恒湿间等；二层建筑面积 579m^2，主要有排烟机房、实验室、卫生间、空调机房、信息机房等。综合测试大厅图纸详见附图 2。

3.1.3 加速器测试大厅

加速器测试大厅共两层，高 9.9m。一层建筑面积 905m^2，主要为加速器装置测试大厅、速调管走廊、激光洁净室、电气间、电源间、空调机房、排烟机房、门厅等；二层建筑面积 95m^2，主要有控制室、会议室等。加速器测试大厅图纸详见附图 3。

3.1.4 车间

车间共两层，高 9m。一层建筑面积 710m^2，主要有精加工检测恒湿恒温间、机械加工车间、材料及工具库、焊接车间、测试用房、空调兼排烟机房、电气间等；二层建筑面积 130m^2，主要为办公室。车间图纸详见附图 4。

3.1.5 综合科研楼

综合科研楼共五层，高 23.55m。一层主要为实验室、光学加工间、全息曝光间、变电所、终端机房、管理用房、收发室、咖啡吧、接待室、会议室、储藏室等；二层主要为实验室、会议室、储藏室、排烟机房、空调机房、休闲讨论区等；三层主要为实验室、档案室、会议室、休闲讨论区等；四层主要为实验室、储藏室、排烟机房、空调机房等；五层主要为实验室等。综合科研楼图纸详见附图 5。

3.1.6 生活服务楼

生活服务楼为地下局部一层，地上五层建筑，高 23.55m。地下一层主要为消防水

池、消防水泵房、生活水泵房；一层建筑面积 2380m^2，主要为餐厅、厨房、小卖部、阅览空间、健身房、卫生间等；二层建筑面积 1489m^2，主要为包房、厨房办公、公共客厅、公共厨房、客房等；三层建筑面积 1250m^2，主要为客房、会客厅、公共厨房、洗衣房等；四层建筑面积 1250m^2，主要为套间、客房、会客厅、公共厨房、洗衣房等；五层建筑面积 1250m^2，主要为套间、客房、会客厅、公共厨房、洗衣房等。生活服务楼图纸详见附图 6。

3.1.7 垃圾房

垃圾房为一层建筑，高 5.1m，面积 150m^2，设置在园区东侧，分为实验废品垃圾区和生活垃圾区。

3.1.8 环境监测站 4

环境监测站 4，一层，高 3.6m，面积 12 m^2，设置在园区东侧。

3.1.9 门卫

门卫共三个，一层，高 3.9m，面积各 30 m^2，设置在园区东门、北门、西门处。

3.2 工程设备与工艺分析

3.2.1 射线装置原理及参数

加速器装置测试大厅内的电子直线加速器装置主体部分主要包括：束流产生及加速结构，控制束流运动的四极、二极磁铁，为束流提供真空环境的真空室、真空泵，束流品质诊断元件以及机械支撑等。主要技术参数见表 3-3，装置整体布局见图 3-2。

原理：电子束流由电子枪产生并将束流能量加速至 100 keV；随后，电子束进入预聚束腔，并在电子束内部形成设计所需的时间-能量分布（中心能量不变），经过一段距离漂移段后，电子束形成纵向预聚束；预聚束后的电子束进入聚束段，通过聚束段内的微波电场将电子束流长度进一步聚束至皮秒量级，同时将能量提升至最高 15 MeV；紧

接着，电子束进入行波加速管，能量被进一步提升至最高 120 MeV；直线加速器末端束流经过二极磁铁后偏转至能谱分析段（对束流能谱进行测量），最后进入束流垃圾桶。

表 3-3 电子直线加速器主要技术参数

项目	数值/方案/指标
加速器最大能量	120MeV
加速器平均束流强度	16 nA
加速器最大脉冲电荷量	1.6 nC
加速器重复频率	10 Hz
束流方向	图 3-2 中的束流方向为从右往左



图 3-2 电子直线加速器总体布局示意图

另外，在测试大厅内的南侧，计划开展加速管老炼工作。

老炼的目的是通过逐步提升加速管输入功率，提升加速管表面耐受电场强度，以缩短在线测试时间以及提升加速器运行稳定性。

老炼的原理是在未载束条件下，通过逐步增大输入功率，通过微放电去除微波结构内表面毛刺，并降低表面放气率。

老炼的基本参数：加速管入口功率最大 30MW，加速梯度最高 20MV/m。布局：微波功率源放置在速调管走廊，加速管放置在测试大厅坑道内，二者之间隔有屏蔽墙，微波功率源连接波导，波导穿隔墙后通过功率分配器，分别接到两个加速管的输入波导上。

老炼的操作流程：设置本周期内老炼的目标以及保护阈值，开启微波功率源并输出微波功率，监测加速管及波导真空度变化，监测加速管及速调管的入射、反射功率。当真空气载下降至足够低，加速管能正常维持在当前功率水平，则增加输出功率。重复上述步骤，直至加速管输入功率到达 30MW。

老炼的周期：5 套微波功率源运行，同时老炼 10 只加速管，加速管峰值功率逐步提升，最高时每只加速管电子束 60MeV。预计每批加速管需要老炼 1 个月，40 只加速

管通过 4 个批次全部老炼完成。

3.2.2 非放部分原辅材料及仪器设备

配套工程使用的非放部分原辅材料情况见表 3-4，原辅材料理化性质见表 3-5，实验仪器设备情况见表 3-6。

表 3-4 非放部分实验用原辅材料情况表

序号	名称	重要组分、规格	年耗量	厂内存储方式	来源及运输	工段
1	清洗剂（弱碱性）	表面活性剂+弱碱，25L/桶	0.05 吨	实验室化学品专用试剂柜	试剂供应商，危化品运输车	车间
2	清洗剂（弱酸性）	表面活性剂+弱酸，25L/桶	0.05 吨	实验室化学品专用试剂柜	试剂供应商，危化品运输车	车间
3	乙醇	乙醇，分析纯，500mL/瓶	0.06 吨	实验室化学品专用试剂柜	试剂供应商，危化品运输车	车间
			0.04 吨			光学
			0.5			实验室
4	丙酮	丙酮，分析纯，500mL/瓶	0.01 吨	实验室化学品专用试剂柜	试剂供应商，危化品运输车	光学
			0.1 吨			实验室
5	异丙醇	异丙醇，分析纯，500mL/瓶	0.05 吨	实验室化学品专用试剂柜	试剂供应商，危化品运输车	实验室
6	乙二醇	乙二醇，分析纯，500mL/瓶	0.01 吨	实验室化学品专用试剂柜	试剂供应商，危化品运输车	实验室
7	润滑油	美孚 SHC 624，18L/桶	0.1 吨	实验室化学品专用试剂柜	试剂供应商，危化品运输车	车间
8	机械泵油	P3 机械泵油，1L/桶	0.02 吨	实验室化学品专用试剂柜	试剂供应商，普通运输	实验室
9	切削液	美孚克特 100，18L/桶	0.2 吨	实验室化学品专用试剂柜	试剂供应商，普通运输	车间
10	银丝	99.99%	1 千克	实验室化学品专用试剂柜	试剂供应商，普通运输	车间
11	氢气	氢气，99.999%，40L 钢瓶	120 瓶	气瓶间存放	气体供应商，危化品运输车	车间
12	氩气	氩气，99.999%，40L 钢瓶	100 瓶	气瓶间存放	气体供应商，危化品运输车	实验室
13	氮气	氮气，99.999%，40L 钢瓶	60 瓶	气瓶间存放	气体供应商，危化品运输车	车间
			30 瓶			光学
			100 瓶			实验室
14	氧气	氧气，99.999%，40L 钢瓶	2 瓶	气瓶间存放	气体供应商，危化品运输车	车间
			10 瓶			实验室
15	乙炔	乙炔，99.9%，40L 钢瓶	2 瓶	气瓶柜存放	气体供应商，危化品运输车	车间

16	液氨	液氨，99.9%，200kg 钢瓶	5 瓶	气瓶间存放	气体供应商，危化品运输车	车间
17	二氧化碳	二氧化碳，99.999%，40L 钢瓶	5 瓶	气瓶间存放	气体供应商，危化品运输车	实验室
18	一氧化碳	一氧化碳，99.999%，40L 钢瓶	2 瓶	气瓶间存放	气体供应商，危化品运输车	实验室
19	甲烷	甲烷，99.99%，40L 钢瓶	1 瓶	气瓶间存放	气体供应商，危化品运输车	实验室
20	乙烯	甲烷，99.99%，40L 钢瓶	1 瓶	气瓶间存放	气体供应商，危化品运输车	实验室
21	样品/催化剂	各种样品/催化剂	1 千克	实验室化学品专用试剂柜	试剂供应商，危化品运输车	实验室
22	水	/	500 吨	/	市政管道	车间
			5000 吨			实验室

表 3-5 原辅材料理化性质

名称	主要成分及理化性质	燃烧爆炸性	毒性毒理
清洗剂（弱碱性）	表面活性剂+弱碱	/	/
清洗剂（弱酸性）	表面活性剂+弱酸	/	/
乙醇	无水乙醇，90-100%	易燃	/
丙酮	丙酮≤100%，无色澄清液体，刺鼻的，有淡香味	易燃	LD50 经口-大鼠-雌性-5,800mg/kg 备注: (ECHA) LC50 吸入-大鼠-4h-76 mg/l-蒸气
异丙醇	2-丙醇≤100%，无色酒精味液体，熔点/熔点范围: -89.5 °C - lit.，蒸气密度 2.07，20℃可溶于水	自燃温度 425℃，爆炸上限: 13.4 %(V)；爆炸下限: 2 %(V)	LD50 经口 - 大鼠 - 5,840 mg/kg (OECD 测试导则 401) LC50 吸入 - 大鼠 - 雄性和雌性 - 4 h - 37.5 mg/l (OECD 测试导则 403) LD50 经皮 - 家兔 - 12,800 mg/kg 备注: (RTECS)
润滑油	1-癸烯, 均聚物, 氢化 60-70%，磷酸，甲基苯基二苯基酯 0.1-0.25%，磷酸三苯酯 0.1-0.25%，橙色特有气味的液体	爆炸上限:7.0 %(V)；爆炸下限: 0.9 %(V)	/
机械泵油	润滑油，浅褐色液体，轻微、烃	可燃，爆炸上限	LD50 经口-大鼠> 5,000 mg/kg

	类气味，凝固点：(OECD 测试导则 403) LD50 经皮-家兔-雄性和雌性-> 2,000 mg/kg (OECD 测试导则 402)	（LEL）：1vol%；爆炸下限（LEL）：10vol%；	体重估计； LD50 经皮-兔子 > 2,000 mg/kg 体重估计
切削液	1,2-苯异噻唑-3（2H）-酮 0.1-0.25%，1-十二烷醇 0.1-0.25%，1-乙氧基-3-(十七烷基)丙烷 1-5%，月桂醇聚氧乙烯醚 1-2.5%，氢氧化钾 0.1-1%，妥尔油脂肪酸,二乙醇胺 1-5%，褐色特有气味的液体	爆炸上限:6.5%(V)；爆炸下限: 0.6 %(V)	/
银丝	线状，熔点/凝固点：熔点/熔点范围: 960 ° C - lit.；初沸点和沸程 2,212 °C - lit.	/	/
氢气	氢气 100%，无色无味的气体，不溶于水,微溶于乙醇,乙醚	爆炸上限:7.0 %(V)；爆炸下限: 4%(V)	/
氩气	氦 100%，无色无味的惰性气体，沸点：-268.93℃，临界温度：-268℃，微溶于水	不燃	/
氮气	氮 100%，熔点：-210℃，沸点：-196℃，临界温度：-147℃，微溶于水，乙醇，溶于液氨	不燃	/
氧气	氧 100%，无色、无味、强氧化性、助燃气体，溶于水、乙醇	/	无毒
乙炔	乙炔 100%，无色无味的气体，工业品有使人不愉快的大蒜气味，微溶于水，溶于乙醇、丙酮、氯仿、苯，混溶于乙醚	爆炸上限:82 %(V/V)；爆炸下限: 2.5%(V/V)	无毒
二氧化碳	二氧化碳 100%，无色无味的惰性气体，熔点：-56.6℃，沸点：-78.5℃，溶于水，溶于烃类等多数有机溶剂	不燃	LCLo: 657190ppm （大鼠吸入，15min） 人吸入 LCLo: 10%（1min），9%（5min）
一氧化碳	一氧化碳 100%，无色无味气体，分子量 28，熔点：-205℃，沸点：-192℃	自燃温度 620℃，爆炸下限：10.9% 爆炸上限：74%	大鼠吸入 LC50：1880ppm/4 小时； 与红细胞结合，造成血溶性中毒
甲烷	甲烷 100%，无色无味的气体，熔点：-182℃，沸点：-161℃，微溶于水，溶于醇、乙醚	爆炸上限 %(V/V)：15；爆炸下限 %(V/V)：5	LC50: 50% （小鼠吸入）
乙烯	乙烯 100%，无色气体，略具有	爆炸上	LC50：95ppm（小鼠吸入，2h）

	烃类特有的臭味，熔点：-169.4℃，沸点：-104℃，不溶于水，微溶于乙醇，溶于乙醚、丙酮、苯	限 %(V/V)：36；爆炸下限 %(V/V)：2.7	

表 3-6 实验用仪器设备情况表

序号	设备名称	规格型号或用途	数量（台）	对应工艺
1	超声波槽式清洗机	/	3	超声清洗
2	机床	/	6	金属加工
3	焊接炉	非标，用于焊接		
4	氧炔焰焊机		1	氧炔焰焊接
5	机械泵	SV100B	10	更换机械泵油
6	原位反应器	非标自研，用于模拟反应真实环境，研究反应过程	10	原位反应

3.2.3 工艺流程及产污环节分析

3.2.3.1 射线装置工艺流程及产污环节分析

电子直线加速器的电子束在电子枪产生，经集束器、加速管加速到最高能量120MeV，最终全部损失在束流垃圾桶上。装置的束流损失参数见表 3-7，束损点位见图 3-3。

表 3-7 电子直线加速器束流损失参数表

	序号	束损点位置描述	束流损失参数
束流损失参数	位置 1	直线加速器右端位置起，左至加速管起点位置止	电子最大能量 100 keV~15 MeV，最高重复频率 10 Hz；靶材：不锈钢，尺寸：内径 R=1.65 cm，外径 R=1.8 cm；最大损失 0.5 nC，均匀损失
	位置 2	能量狭缝处	15 MeV~120 MeV：最大损失 0.5 nC
	位置 3	束流垃圾桶处	120 MeV：100%束流损失，1.0 nC

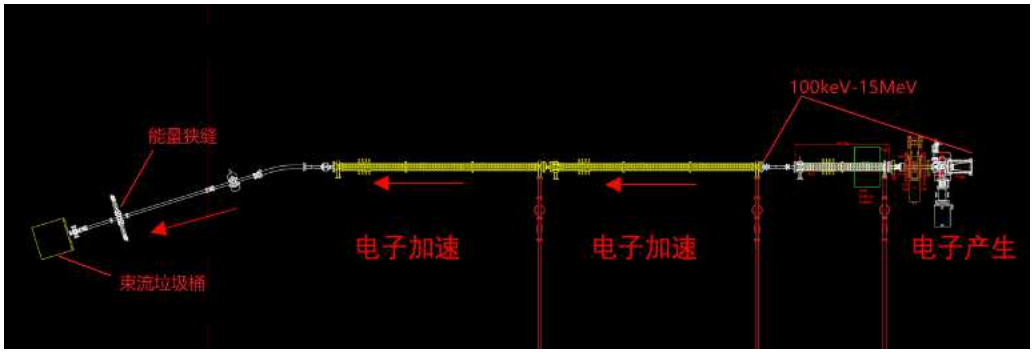


图 3-3 电子直线加速器束流损失点位示意图

3.2.3.2 非放工艺流程及产污环节分析

（1）零件超声清洗工艺（弱酸/弱碱清洗剂）

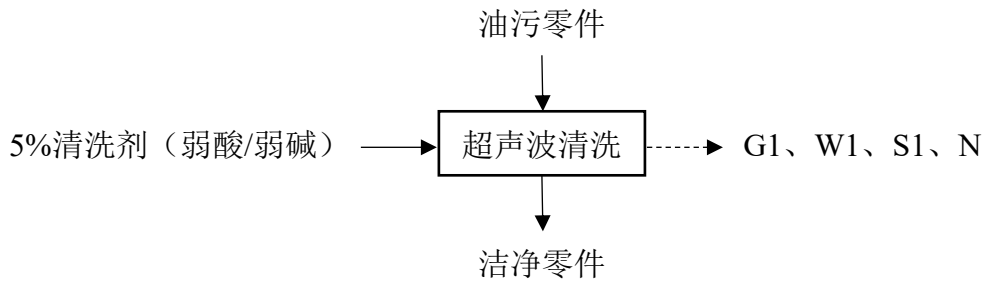


图 3-7 零件超声清洗工艺（弱酸/弱碱清洗剂）流程及产污环节图

工艺简述：

清洗剂（弱酸/弱碱）按照 5%的比例与水在超声波槽式清洗机（350L）内混合溶解，溶解后在超声波槽式清洗机进行清洗。

产排污分析：

废气：该工段会产生非甲烷总烃废气（G1），采用通风橱收集后经二级活性炭吸附后经 15 米排气筒排放（DA005）；

废水：该工序超声波清洗废水（W1），污染因子为：COD、SS、LAS、石油类，废水产生量为 2t/a，经厂内废水处理站处理后接入市政污水管网；

固体废物：该工序会产生废清洗剂包装桶（S1），属于危险废物，代码为 HW49，

900-041-49，产生量为 0.01t/a，收集后暂存于危险废物仓库，委托有资质单位处理；

噪声：超声波设备运行过程中会产生噪声（N）。

（2）零件超声清洗工艺（乙醇/丙酮）

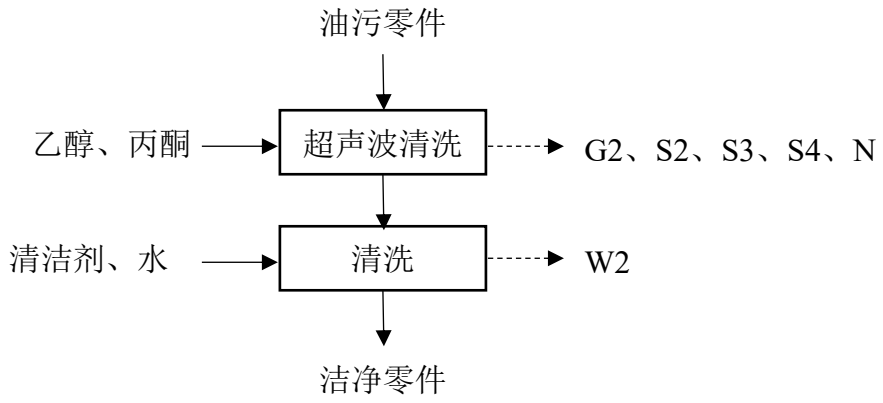


图 3-8 零件超声清洗工艺（乙醇/丙酮）流程及产污环节图

工艺简述：

超声：根据零件表面污染物选择合适得清洗剂（乙醇、丙酮，或混合溶液），将油污零件放入超声波槽式清洗机（10L）内，再倒入清洗剂进行超声清洗；

清洗：超声后的零件以及容器使用洗洁精等清洁剂和水清洗后得到洁净的零件。

产排污分析：

废气：超声工序会产生非甲烷总烃废气（G2），采用通风橱收集后经二级活性炭吸附装置处理后经 15 米排气筒排放（DA005）；

废水：清洗工序含清洗剂、乙醇、丙酮溶液的废水（W2），废水主要污染物为：COD、SS、LAS、石油类，产生量为 500t/a，经废水处理站处理后接入市政污水管网；

固体废物：超声工序会产生 S2 乙醇废液 0. 5t/a、S3 丙酮废液 0.06t/a，属于危险废物，废物代码为 HW49，900-047-49，有机废液桶收集后暂存于危险废物仓库，委托有资质单位处理；会产生乙醇、丙酮废包装瓶（S4），属于危险废物，代码为

HW49，900-041-49，产生量为 0.01t/a，收集后暂存于危险废物仓库，委托有资质单位处理。

噪声：超声波设备运行会产生噪声（N）。

（3）零件加工、钎焊、氧炔焰焊接工艺流程

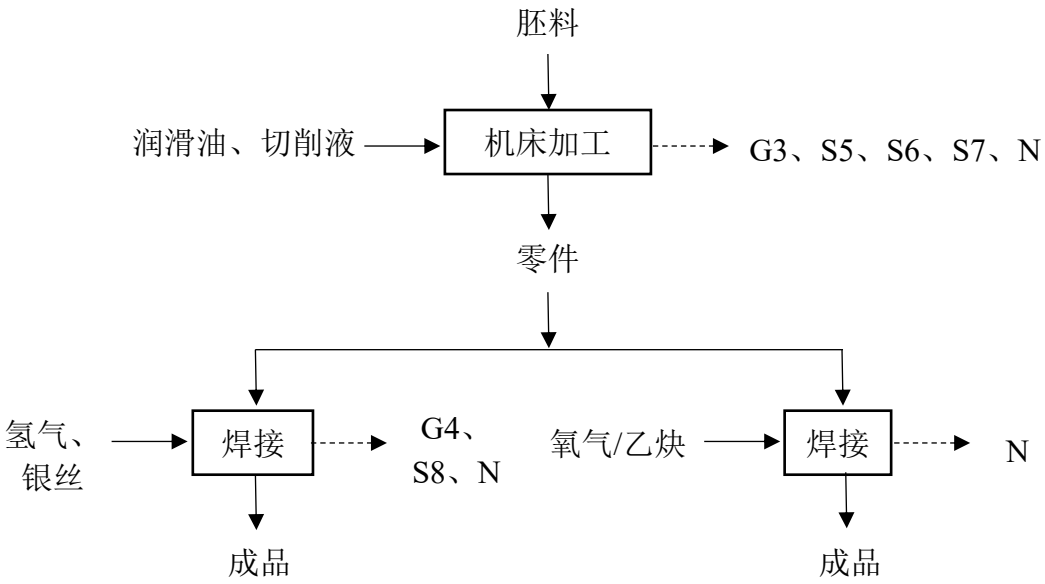


图 3-9 零件加工工艺流程及产污环节图

工艺简述：

（1）机床加工：原材料采用机床加工成所需零件，润滑油、切削液用于润滑齿轮箱、主轴和冷却刀具，该工序会产生非甲烷总烃（G3）、废金属边角料（S5）、废润滑油（S6）、废切削液（S7）及噪声（N）。

（2）钎焊：零件放入钎焊炉中，通入氢气保护，升温焊接，氢气在排气管口燃烧生成水；其中氢气通过氨气催化反应制备产生。该工序会产生焊接烟尘（G4）、焊渣（S8）及焊接过程产生的噪声（N）。

（3）氧炔焰焊接：用氧炔焰将零件焊接在一起，氧气/乙炔火焰燃烧生成二氧化碳和水。该工序会产生噪声（N）。

产排污分析：

废气：机床加工使用的切削液挥发产生非甲烷总烃（G3），焊接过程产生的微量焊接烟尘（G4），可忽略不计。

废水：无。

固体废物：固体废物主要为机床加工产生废金属边角料（S5）5t/a、废润滑油（S6）0.1t/a，属于危险废物，代码为 HW08，900-249-08、废切削液（S7）0.2t/a，属于危险废物，代码为 HW09，900-006-09、焊渣（S8）属于一般固废，产生量极少，可忽略不计。

噪声：机床、焊接设备运行时会产生噪声（N）。

（4）更换机械泵油工艺

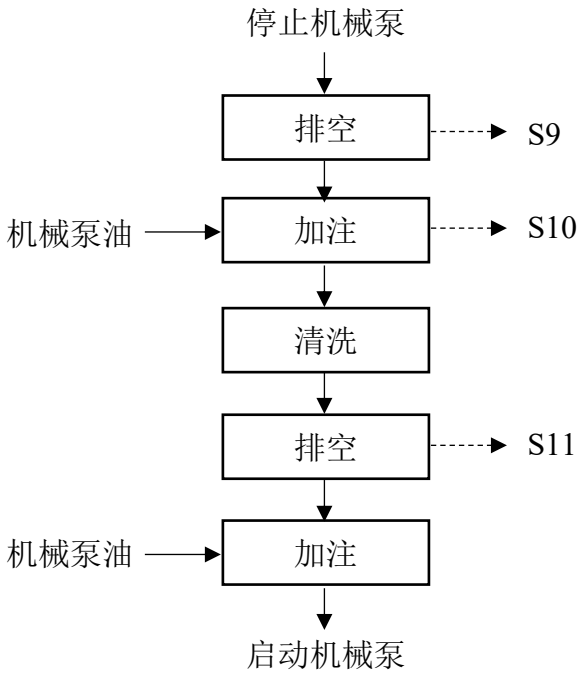


图 3-4 更换机械泵油工艺流程及产污环节图

工艺简述：

①排空：先停止机械泵（SV100B），将泵内机械泵油排出；

②加注：将新机械泵油加注到机械泵中；

③清洗：启动机械泵，利用新机械泵油清洗泵腔残留旧泵油；

④排空：停止机械泵，再次将泵内残留机械泵油排出；

⑤加注：将新机械泵油加注到机械泵中，即完成更换机械泵油作业，启动机械泵。

产排污分析：

废气：无；

废水：无；

固体废物：排空工序会产生废机械泵油（S9、S11），属于危险废物，代码为HW08，900-249-08，产生量为0.02t/a，加注工序会产生废机械泵油包装桶（S10），属于危险废物，代码为HW49，900-041-49，产生量为0.01t/a，收集后暂存于危险废物仓库，委托有资质单位处理；

噪声：无。

（5）原位反应过程工艺

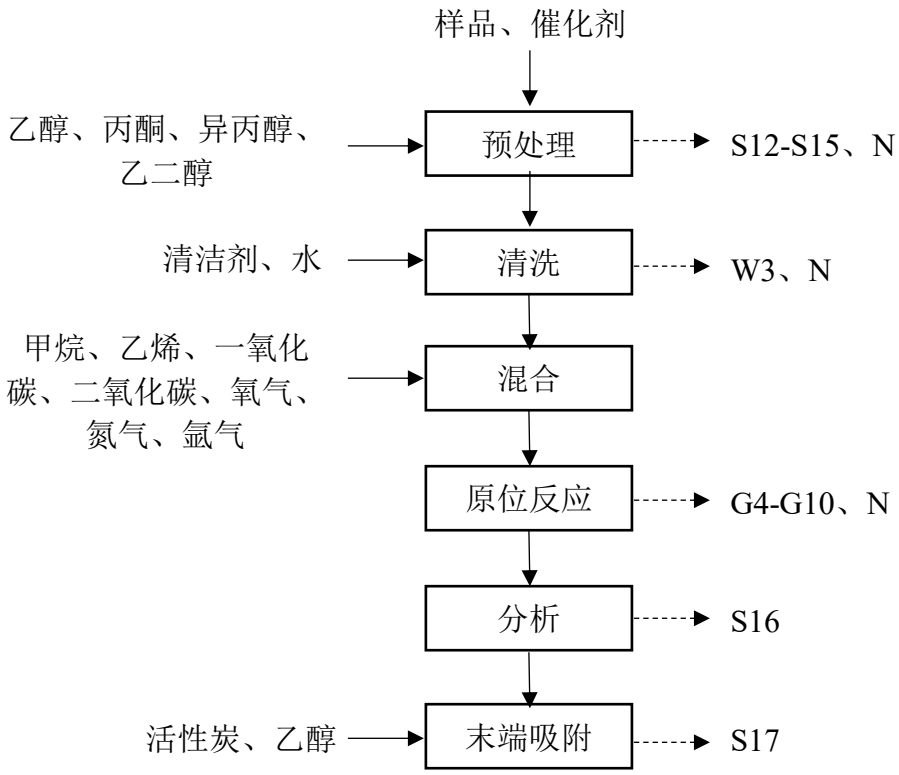


图 3-5 原位反应过程工艺流程及产污环节图

工艺简述：

①预处理：使用少量的乙醇、丙酮、异丙醇、乙二醇等有机试剂预处理样品或催化剂，使其达到原位反应的要求，放入原位反应器样品托中。乙醇、丙酮、异丙醇或乙二醇等有机试剂的最大一次使用量约为 100mL；

②清洗：预处理后的容器需要使用洗洁精等清洁剂和水进行清洗。

③混合：将反应原料（甲烷、乙烯、氧气、一氧化碳、二氧化碳、氮气、氩气等）按照实验条件比例预混通入原位反应器；

④原位反应：原位反应器加压加热，发生化学反应；典型原位化学反应例举 2 种：

i. 合成气制烯烃：$CO+H_2 \rightarrow CnH_{2n}$；
ii. 甲烷氧化偶联：$CH_4+O_2 \rightarrow C_nH_{2n}+CO$；

⑤分析：检测仪器取样分析催化产物。

⑥末端吸附：反应生成的水蒸气、一氧化碳、二氧化碳、气相小分子碳氢化合物等产物，在实验装置末端充填活性炭和乙醇的末端吸附设备中进行第一次吸附；

⑦二次吸附：经第一次吸附后微量的水蒸气、一氧化碳、二氧化碳、气相小分子碳氢化合物等产物，再经屋顶活性炭吸附塔二次吸附后达标排放。

产排污分析：

废气：该工序会产生氦气（G4）、氩气（G5）、水蒸气（G6）、一氧化碳（G7）、二氧化碳（G8）、氧气（G9），无污染，后文不做赘述，气相小分子碳氢化合物（G10，以非甲烷总烃计），采用通风橱收集后活性炭吸附后经 15 米排气筒排放（DA005）；

废水：清洗工序产生含微量乙醇、丙酮、异丙醇、乙二醇以及清洁剂的废水（500t/a）经废水处理站处理后接入市政污水管网；

固体废物：剩余的少量的废液（S11 乙醇 0.1t/a、S12 丙酮 0.05t/a、S13 异丙醇 0.05t/a、S14 乙二醇 0.01t/a）属于危险废物，代码为 HW49，900-047-49，收集后暂存于危险废物仓库，委托有资质单位处理。分析工序会产生残留固态样品和催化剂（S15）1kg/a，属于危险废物，代码为 HW49，900-047-49，收集后暂存于危险废物仓库，委托有资质

单位处理；末端吸附会产生废活性炭（S16）3.3t/a，属于危险废物，代码为 HW49，900-039-49，收集后暂存于危险废物仓库，委托有资质单位处理。

噪声：原位反应器运行会产生噪声（N）。

3.2.4 射线装置工作负荷及辐射工作人员配置

3.2.4.1 加速器装置出束时间及维护维修时间

本项目加速器装置在调试期间及正常运行期间的出束时间见表 3-8、表 3-9，维护维修工作时间见表 3-10。

表 3-8 加速器装置出束时间（调试期间）

名称	调试工况束流参数	调试天数，天	每天最大出束时间，h
电子直线加速器	120 MeV、1.6 nC、10 Hz	100	12

表 3-9 加速器装置出束时间（正常运行期间）

名称	年最大出束时间，h
电子直线加速器	3000

表 3-10 加速器装置维护维修工作时间

名称	进入该区域单次维护维修的时间，h	每年最多维护维修次数，次
电子直线加速器	2	40

3.2.4.2 工作人员配置情况

本项目辐射工作人员共 28 人，具体配置情况见表 3-11。

在合肥先进光源建设期间，工作人员在主体建筑及加速器测试大厅从事辐射工作具有时间先后顺序：相关设备研制完成后，先期在加速器测试大厅进行性能测试和束流调试；通过测试后，转移至合肥先进光源主体建筑进行安装。在完成合肥先进光源建设任务后，加速器测试大厅将用作加速器及相关技术的试验研究场地，届时将根据工作量合理安排工作人员进行相关工作。

表 3-11 本项目辐射工作人员配置情况表

岗位名称	工作地点	工作内容	人数

加速器安装调试	加速器测试大厅	加速器安装调试	21
加速器运行	加速器测试大厅	加速器测试大厅	3
加速器维护维修	加速器测试大厅	加速器维护维修	3
辐射安全管理	加速器测试大厅	辐射安全管理	1
总计			28

3.3 污染源项分析

3.3.1 射线装置污染源项

本项目电子直线加速器最大能量 120MeV，为高能电子加速器，其辐射源项包括瞬发辐射和感生放射性两大部分。

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γ皆具有很强的穿透能力，穿过屏蔽层的中子和γ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（称为天空反散射）而对周围地面上的人引起辐射剂量，以上是本项目电子直线加速器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活化固体废物，还会引起隧道中空气的活化（主要活化产物是 Ar-41、C-11、N-13、O-15、Be-7、H-3 等），以及设备冷却水的活化（主要活化产物是 O-15、C-11、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。不过对于本项目电子直线加速器来说这些影响都很小，详见其后章节的分析。

γ射线会引起加速器测试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 O_3、NO_x 和 HNO_3），这些物质的排放也会对环境带来一定的影响。

根据本项目电子直线加速器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将在以下各节中分别论述。

3.3.1.1 瞬发辐射场

本项目电子直线加速器的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、混凝土的临界能量在几 MeV~几十 MeV 的范围，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（如铝和混凝土的临界能约 50 MeV），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 30 MeV 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 30 MeV，超过巨共振区域时，发生伪氘核反应，产生伪氘核中子。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，巨共振中子在对屏蔽体外的剂量率贡献中占主导作用。

3.3.1.2 天空反散射

穿过屋顶进入天空的中子和γ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。因此，在这种情况下需要把大气的反散射辐射限制在允许的水平。

保守假设本项目电子直线加速器每年运行 7200 小时（300 天），计算得到的结果见表 3-12。可见，天空反散射造成的年剂量很小，即便在距离 20m 处，最大也仅有 3.21E-03 mSv/a，比公众剂量约束值 0.1 mSv/a 小 30 倍，可以忽略。

表 3-12 天空反散射各计算参数取值

源项	系数 a(m^2·Sv)	系数 b（m）	λ(Ec)（m）	Ec(MeV)	d（m）	g(Sv·m^2)	H(d,t)(Sv/h)	θ(°)	Ω(Sr)	Q(n/h)
加速器测试大厅	2E-15	40	412.4	1.20E+02	8.2	1.17E-14	2.63E-07	2.43E+01	5.56E-01	8.43E+08

表 3-13 天空反散射计算结果（年剂量）

源项	r(m)	20	50	100	200	500	1000
加速器测试大厅	H(r) (mSv/a)	3.21E-03	1.33E-03	4.86E-04	1.30E-04	1.24E-05	9.94E-07

3.3.1.3 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 γ、β 等射线。

感生放射性采用蒙特卡罗程序 FLUKA 精确计算，结合活化公式估算和验证。

3.3.1.3.1 感生放射性计算方法及模型

对本项目电子直线加速器的感生放射性计算，使用蒙特卡罗程序 FLUKA，在计算屏蔽和瞬发辐射时，通过建立详细的几何模型计算，同时参照其它装置和文献的结果，结合活化公式估算和验证。感生放射性核素模拟计算时的源强参数与报告第五章屏蔽体外瞬发辐射剂量率模拟计算时考虑的源强参数一致。在 5.2.1.1 节、5.2.1.2 节分别进行了辐射源项和计算模型的详细描述。

3.3.1.3.2 空气的感生放射性计算

3.3.1.3.2.1 静态空气中感生放射性核素的产生

加速器空气产生的感生放射性主要有三个来源：（1）初始或次级粒子与空气分子的直接核反应；（2）空气中的灰尘或气溶胶；（3）冷却水等蒸发到空气中。

在对本项目电子直线加速器的空气活化进行计算时，采用 FLUKA 程序，计算出了空气活化各核素的静态饱和活度浓度，并用上述公式计算了每次运行和停机时分别排放的核素活度。其中，加速器测试大厅运行时，以 0.6 次/h 的频率通风；停机后，以 8 次/h 的频率进行强排风。为便于计算，按类似装置经验，保守假设年运行时间为 7200h，平均无故障出束时间为 100h，年停机的次数为 72 次/年，每次停机的平均时间为 21.7h。

计算中采用的通风系统参数如表 3-14 所示，计算结果如表 3-15 所示。

可以看出，加速器测试大厅空气活化程度比较轻微，核素的最大活度浓度在10Bq/m^3 量级，年排放量为 2.77E+08Bq。

表 3-14 计算空气活化采用的通风系统参数

区域	体积 V（cm^3）	运行时通风频率（次/h）	运行时通风速率 Ri（cm^3/s）	停机后通风频率（次/h）	停机后通风速率 R_c（cm^3/s）	年运行时间（h/年）	每次无故障运行时间 t_i（h）	年停机次数（次/年）	每次停机时间 t_c（h）
加速器测试大厅	2.84E+09	0.6	4.74E-01	8	6.32E+00	7200	100	72	21.7

表 3-15 空气活化计算结果

区域	核素	$T_{1/2}$ (s)	动态饱和活度浓度 $S_{(reduced)}$，Bq/cm^3	年运行时排放量 Q_{itotal}，Bq	年停机后排放量 Q_{ctotal}，Bq	年总排放量 Q_{total}，Bq
加速器测试大厅	^{7}Be	4.60E+06	9.03E-11	1.09E+03	1.85E+01	1.11E+03
	^{11}C	1.22E+03	6.24E-07	7.63E+06	1.02E+05	7.73E+06
	^{13}N	5.98E+02	1.74E-06	2.14E+07	2.35E+05	2.16E+07
	^{14}C	1.81E+11	5.24E-10	6.33E+03	1.07E+02	6.43E+03
	^{15}O	1.22E+02	1.52E-06	1.87E+07	8.76E+04	1.88E+07
	^{37}Ar	3.03E+06	1.62E-09	1.95E+04	3.31E+02	1.99E+04
	^{41}Ar	6.56E+03	1.85E-05	2.25E+08	3.61E+06	2.28E+08
	总计	——	2.24E-05	2.73E+08	4.04E+06	2.77E+08

3.3.1.3.3 冷却水的感生放射性计算

冷却水的感生放射性采用 FLUKA 程序模拟计算。计算得到的静态饱和活度浓度如表 3-16 所示。由表 3-16 可以看出，本项目电子直线加速器冷却水的活化程度较低，最大饱和活度浓度不到 100 Bq/L 量级，所有核素与豁免活度浓度的比值总和最大为 2.97E-04，比豁免要求（总和小于 1）小 3 个多量级，且主要是短寿命核素，长寿命核素 ^{3}H 和 ^{7}Be 的饱和活度浓度不到分别不到 10 Bq/L 和 1 Bq/L，比豁免要求（总和小于 1）分别小 8 个多量级和 6 个多量级。

表 3-16 冷却水活化计算结果

冷却水区域	核素	饱和活度浓度 S_{sat}，Bq/cm^3	豁免活度浓度，Bq/g	活度浓度与豁免活度浓度之比
加速器测试大厅加速器冷却水	^{3}H	8.66E-03	1.00E+06	8.66E-09
	^{7}Be	4.81E-04	1.00E+03	4.81E-07
	^{11}C	3.13E-03	0	0
	^{13}N	1.01E-03	0	0
	^{15}O	2.97E-02	1.00E+02	2.97E-04
	^{16}N	5.62E-02	0	0
	总计	9.92E-02	——	2.97E-04

备注：豁免活度浓度为 0 表示 GB18871-2002 中没有列出该核素的豁免值。

3.3.1.3.4 结构部件的感生放射性计算

结构部件采用 FLUKA 程序进行计算。计算结果如下表所示。

表 3-17 束流管的活化核素、活度及其与豁免值的比较

活化部件	核素	饱和活度浓度 S_{sat}（Bq/g）	饱和活度（Bq）	豁免活度浓度(Bq/g)	豁免活度(Bq)	活度浓度与豁免活度浓度之比	活度与豁免活度之比
束流管（316L 不锈钢）	^{48}V	1.32E+01	2.39E+05	1.00E+01	1.00E+05	1.32E+00	2.39E+00
	^{49}V	7.37E+01	1.33E+06	0	0	0	0
	^{49}Cr	2.24E+01	4.04E+05	0	0	0	0
	^{51}Cr	8.72E+02	1.57E+07	1.00E+03	1.00E+07	8.72E-01	1.57E+00
	^{51}Mn	2.23E+00	4.02E+04	1.00E+01	1.00E+05	2.23E-01	4.02E-01
	^{52}V	4.90E+00	8.84E+04	0	0	0	0
	^{52}Mn	1.39E+01	2.51E+05	1.00E+01	1.00E+05	1.39E+00	2.51E+00
	^{53}Fe	7.23E+01	1.30E+06	0	0	0	0
	^{54}Mn	2.17E+02	3.92E+06	1.00E+01	1.00E+06	2.17E+01	3.92E+00
	^{55}Fe	2.61E+03	4.70E+07	1.00E+04	1.00E+06	2.61E-01	4.70E+01
	^{56}Mn	5.80E+00	1.05E+05	1.00E+01	1.00E+05	5.80E-01	1.05E+00
	^{56}Co	3.82E+01	6.89E+05	1.00E+01	1.00E+05	3.82E+00	6.89E+00
	^{57}Co	5.02E+02	9.05E+06	1.00E+02	1.00E+06	5.02E+00	9.05E+00
	^{57}Ni	5.47E+01	9.85E+05	0	0	0	0
	^{58}Co	2.52E+01	4.54E+05	1.00E+01	1.00E+06	2.52E+00	4.54E-01
	^{90}Nb	2.27E+00	4.09E+04	0	0	0	0
	^{91}Mo	1.08E+01	1.94E+05	0	0	0	0
	^{99}Mo	1.41E+01	2.55E+05	0	0	0	0
	^{52m}Mn	1.28E+01	2.31E+05	1.00E+01	1.00E+05	1.28E+00	2.31E+00
	^{53m}Fe	3.49E+01	6.29E+05	0	0	0	0
	^{58m}Co	1.26E+01	2.27E+05	1.00E+04	1.00E+07	1.26E-03	2.27E-02

活化部件	核素	饱和活度浓度 S_{sat}（Bq/g）	饱和活度（Bq）	豁免活度浓度(Bq/g)	豁免活度(Bq)	活度浓度与豁免活度浓度之比	活度与豁免活度之比
	^{91m}Nb	9.46E+00	1.70E+05	0	0	0	0
	^{91m}Mo	7.09E+00	1.28E+05	0	0	0	0
	^{93m}Mo	1.16E+01	2.10E+05	0	0	0	0
	^{99m}Tc	1.24E+01	2.23E+05	1.00E+02	1.00E+07	1.24E-01	2.23E-02
	总计	4.65E+03	8.39E+07	——	——	3.46E+07	3.91E+01

备注：豁免活度浓度为 0 表示 GB18871-2002 中没有列出该核素的豁免值。

3.3.1.3.5 土壤和地下水的感生放射性分析

根据第一章 1.4.1.2 小节，混凝土屏蔽体与土壤交界处的瞬发剂量率控制水平为 5mSv/h。根据第五章瞬发辐射的计算结果及剂量率分布图可以看出，混凝土屏蔽体与土壤交界处的剂量率都满足该限值要求，且都在 4μSv/h 以下，因此，本节不再对其感生放射性核素进行分析。

3.3.1.4 非放射性有害气体

在加速器辐射区，空气中的氧气、二氧化氮（NO_2）和氮气（N_2）均可吸收 γ 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）。反应方程如下：

$$O_2 + h\nu \longrightarrow 2O \quad (3.3.1.4\text{-}1)$$

$$NO_2 + h\nu \longrightarrow NO + O \quad (3.3.1.4\text{-}2)$$

$$N_2 + h\nu \longrightarrow 2N \quad (3.3.1.4\text{-}3)$$

$$N + O_2 + h\nu \longrightarrow NO + O \quad (3.3.1.4\text{-}4)$$

其中产生的氧原子（O）与空气中的氧气（O_2）结合生成臭氧（O_3）；产生的一氧化氮（NO）通过与氧气（O_2）或臭氧（O_3）反应生成二氧化氮（NO_2），二氧化氮（NO_2）与空气中的水分子反应生成硝酸（HNO_3）。反应方程式如下：

$$O + O_2 \longrightarrow O_3 \quad (3.3.1.4\text{-}5)$$

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2 \quad (3.3.1.4\text{-}6)$$

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2 \quad (3.3.1.4\text{-}7)$$

$$NO_2 + H_2O \longrightarrow HNO_3 \quad (3.3.1.4\text{-}8)$$

表 3-18 计算加速器测试大厅有害气体时采用的辐射源项和通风系统参数

束流损失（pri/s）	运行时 Q/V(次/h)	停机后 Q/V(次/h)	空气体积 V（m^3）	空气中单位体积单位时间的光子能量沉积 I（$eV \cdot m^{-3} \cdot s^{-1}$）
1.2500E+11	0.6	8	2.84E+03	1.60E+13

表 3-19 加速器测试大厅的臭氧和二氧化氮的饱和浓度和排放速率

空气体积 V，m^3	O_3 饱和浓度，mg/m^3	运行时 O_3 排放速率，kg/h	停机后 O_3 排放速率，kg/h	NO_2 饱和浓度，mg/m^3	运行时 NO_2 排放速率，kg/h	停机后 NO_2 排放速率，kg/h
2.84E+03	3.58E-05	6.11E-08	8.14E-07	2.23E-05	3.80E-08	5.06E-07

表 3-18 给出了计算时，采用的辐射源项和通风系统参数，其中通风系统参数一致；列出的 2 个辐射源项参数（每秒的束流损失和空气单位体积单位时间的光子能量沉积 I），来源于计算瞬发辐射时得到的结果，在 5.2.1.1 节进行了详细描述。

表 3-19 给出了按上述公式和参数计算得到的臭氧和二氧化氮的饱和浓度和排放速率。由表 3-19 的计算结果，结合国家标准分析如下：

（1）加速器测试大厅臭氧和二氧化氮的饱和浓度比《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中的二级浓度限值 0.16 mg/m^3 和 0.04 mg/m^3 低 3 个量级以上。因此，臭氧对工作人员的危害可以忽略。

（2）有害气体排放到环境中后受到大气的稀释，显然该排放造成周围空气中的环境空气浓度更是大大低于上述限值。

（3）NO_2 的排放浓度比《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）中规定的排放浓度最高限值 240 mg/m^3 低 7 个量级以上，比规定的无组织排放监控浓度限值 0.12 mg/m^3 低 3 个量级以上，排放速率比国标 GB 16297-1996 中规定的排放速率二级标准限值 0.77 kg/h 低 6 个量级以上。

综上可知臭氧及氮氧化物等的产生和排放对工作场所和环境的影响是很微小的，其饱和浓度、排放速率及在环境空气中造成的浓度皆大大低于控制目标值。

3.3.2 非放射性污染源项

3.3.2.1 施工期的源项分析

拟建项目施工阶段主要内容为基础工程（围挡、挖方、地基建设、场地的填土和夯实等）、主体工程（钻孔灌注，现浇钢砼柱、梁，砖墙砌筑等）、装饰工程、设备安装等，施工阶段污染源主要为施工扬尘、废水、各种施工设备和运输车辆的噪声及施工过程中产生的建筑垃圾、生活垃圾等。

3.3.2.2 运营期的源项分析

（1）废气

本项目非放废气主要为：

①超声波清洗、原位反应等产生的有机废气（以非甲烷总烃计），采用通风橱收集后经 1 套二级活性炭吸附装置处理后经 15 米排气筒排放（DA005）。

②食堂会产生食堂油烟，采用油烟净化器进行净化处理后经通风管道排出。

③辐射区会产生臭氧（O_3）、氮氧化物（主要以 NO_2 为主）等非放射性废气，根据表 3-19 及分析结果可知，臭氧及氮氧化物等的产生和排放对工作场所和环境的影响是很微小的，其饱和浓度、排放速率及在环境空气中造成的浓度皆大大低于控制目标值，因此可忽略其影响，后文不再赘述。

（2）废水

根据《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中《33-37，431-434 机械行业系数手册》，超声清洗及原位反应预处理废水中各项污染物产污系数见表 3-20。

表 3-20 33-37，431-434 机械行业系数表（摘录）

原料名称	产品名称	工艺名称	污染物指标		单位	产污系数	治理技术名称	末端治理技术平均去除效率
清洗液	清洗件	加工件清洗	废水	COD	kg/t-原料	58.5	化学混凝法+生物接触氧化法	82
				石油类		19.5		85

因《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中《33-37，431-434 机械行业系数手册》中无清洗废水 SS、LAS 和 NH_3-N 的产污系数，本次环评 SS、NH_3-N 参考《安徽赢嘉天晟环保新材料有限公司瓶片回收清洗生产项目》（环建审〔2022〕3070 号，2022

年 6 月 29 日）中清洗废水 SS 产生浓度为 60mg/L，NH_3-N 产生浓度为 4.038mg/L。LAS 产生浓度需根据清洗剂的表面活性剂成分进行计算。

运营期生产废水主要为：

①超声清洗废水

超声清洗过程中会产生清洗废水，超声清洗（弱酸/弱碱）工艺清洗液（弱酸清洗剂 0.05t、弱碱清洗剂 0.05t、水 1.9t）用量为 2t/a，超声清洗（乙醇、丙酮）工艺清洗液（乙醇、丙酮）用量为 0.6t/a，因此本项目清洗液用量为 2.6t/a，根据

计算，COD 产生量为 2.6*58.5/1000=0.1521t/a，废水产生量为 502t/a，则 COD 产生浓度为 $0.1521*10^6/502=302.99$mg/L；石油类产生量为 2.6*19.5/1000=0.0507t/a，则石油类产生浓度为 $0.0507*10^6/502=100.99$mg/L；根据清洗剂成分：弱酸性清洗剂中 LAS 含量约占 24%，年用量 0.05t，则 LAS 产生量为 0.012t/a，弱碱性清洗剂中 LAS 含量约占 13%，年用量 0.05t。则 LAS 产生量为 0.007t/a，合计 LAS 产生量为 0.019t/a，LAS 产生浓度为 37.85mg/L；SS 产生浓度为 60mg/L，产生量为 0.030t/a；NH_3-N 产生浓度为 4.038mg/L，产生量为 0.002t/a。

②原位反应清洗废水

原位反应清洗过程会产生清洗废水，乙醇用量 0.5t/a、丙酮用量 0.1t/a、异丙醇 0.05t/a、乙二醇用量 0.01t/a，合计用量为 0.66t/a，约 10%进入废水中，废水量约为 500t/a，根据

计算，COD 产生量为 0.066*58.5/1000=0.0039t/a，则产生浓度 $0.0039*10^6/500=7.8$mg/L，SS 产生浓度为 60mg/L，产生量为 0.03t/a；NH_3-N 产生浓度为 4.038mg/L，产生量为 0.002t/a。

上述废水经混合后进入废水处理站处理，混合后废水量为 1002t/a，COD 产生浓度为 155.69mg/L，SS 产生浓度为 60mg/L，LAS 产生浓度为 18.96mg/L，石油类产生浓度为 56.89mg/L，NH_3-N 产生浓度为 4.038mg/L。废水站处理工艺为“中和沉淀+气浮+A/O 氧化”，设计处理规模为 $5m^3/d$，经处理达标后排入市政污水管网。

③运营期工作人员及宿舍人员会产生一定量的生活污水，产生量为 5856t/a，主要污染物为 COD、BOD_5、SS、NH_3-N，经化粪池处理后接入市政污水管网。食堂会产生食堂废水 3840t/a，主要污染物为 COD、SS、NH_3-N、TP、动植物油，经隔油池处理后接入市政污水官网。

（3）噪声

项目投入运营后，主要的噪声源为空调、通风设备、冷冻机房、冷却塔等运行产生的噪声，各设备均选用低噪声设备，设置减振机座，加装减震弹簧和橡皮垫等减振降噪措施，同时车间隔声。风机出口安装消音器。评价范围内无学校、居民等环境敏感目标，对周围声环境影响较小。

（4）固体废物

本项目产生的非放固体废物主要来自于工作人员产生的生活垃圾，设置若干个垃圾桶收集后，交由环卫部门统一处理，不会对环境造成明显影响。本项目产生的一般工业固废主要为废包装材料、废金属边角料，收集后外售处置；危险废物主要为废清洗剂包装桶、乙醇废液、丙酮废液、废润滑油、废切削液、废机械泵油、废机械泵油包装桶、异丙醇废液、乙二醇废液、废抹布、残留固态样品和催化剂、废活性炭，暂存于危废仓库，定期交由有资质单位处理。

3.4 废弃物

3.4.1 放射性废弃物

3.4.1.1 放射性废气

本项目电子直线加速器运行期间可能产生感生放射性气体，其主要放射性核素为 ^{11}C（$T_{1/2}[^{11}C]$=20.39min）、^{13}N（$T_{1/2}[^{13}N]$=9.965min）、^{15}O（$T_{1/2}[^{15}O]$=2.037min）和 ^{41}Ar（$T_{1/2}[^{41}Ar]$=1.8h）。根据第三章的计算结果，加速器测试大厅空气活化程度比较轻微，核素的最大活度浓度在 10Bq/m^3 量级，年排放量为 2.77E+08Bq。

3.4.1.2 放射性废液

本项目电子直线加速器运行期间可能产生的放射性废液主要是活化冷却水。加速器所用冷却水为去离子水，去离子水在使用过程中，由于 ^{16}O 散裂反应可能形成的放射性核素除 ^{3}H、^{7}Be 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。根据第三章的计算结果，加速器测试大厅冷却水的活化程度较低，最大饱和活度浓度不到 100 Bq/L，所有核素与豁免活度浓度的比值总和最大为 2.97E-04，比豁免要求（总和小于 1）小 3 个多量级，且主要是短寿命核素，长寿命核素 ^{3}H 和 ^{7}Be 的饱和活度浓度不到分别不到 10 Bq/L 和 1 Bq/L，比豁免要求（总和小于 1）分别小 8 个多量级和 6 个多量级。

3.4.1.3 放射性固体废物

由于加速器测试大厅只进行束流管的性能测试和束流调试，不会长期使用；部件通过测试后，转移至合肥先进光源主体建筑进行安装和使用。因此，加速器测试大厅可能产生的放射性固体废物主要为废弃的废束桶，其主要材料为铁、含硼聚乙烯、铅。由计算结果可知，废束桶的活化水平不高，不同材质中所有核素的饱和活度浓度最高为 9.27E+02Bq/g，属于低放废物。

3.4.1.4 O_3、NO_2 等有害气体

O_3、NO_2 等有害气体来源于电子束流损失产生的次级 γ 射线引起空气中氧的分解生成自由基，再经过化学反应而形成。饱和浓度及排放速率已在第 3.3.1.4 节中给出。这些有害气体将通过通风系统排向大气环境。

3.4.2 非放射性废弃物

3.4.2.1 施工期的废弃物

拟建项目在施工阶段的污染源主要为废气：施工扬尘和粉尘、车辆尾气；废水：施工生产废水、生活污水；固体废弃物：建筑垃圾、生活垃圾；噪声：各种施工设备和运输车辆的噪声等。

3.4.2.2 运营期的废弃物

（1）废气

本项目废气主要为超声波清洗、原位反应等产生的有机废气（以非甲烷总烃计），经 25 个通风橱收集后采用 1 套活性炭吸附处理后经 1 根 15 米高排气筒排放（DA005）。

（2）废水

本项目运营期废水主要为工作人员生活及住宿产生的生活污水、食堂废水和生产废水。

项目工作人员共计 244 人（行政人员 100 人，住宿人员 124 人，科研人员 20 人，与主体工程重复流动的科研人员 380 人不纳入本项目），年工作 300 天，以每天每人用水 100L 计算，80%用水成为非放射性生活污水排出计算，污水产生量为 19.52m^3/d。因此，本项目产生的生活污水共计 5856 m^3/a。主要污染物为 pH 值、COD、BOD_5、SS、NH_3-N。

项目食堂就餐人数为 800 人，根据《民用建筑节水设计标准》（GB50555-2010）中表 3.1.2 中用水量定额规定，用水量取 20L/人.天，年就餐 300 天，则食堂废水产生量为 12.8 m^3/d，因此，本项目产生的食堂废水量为 3840 m^3/a。主要污染物为 COD、SS、NH_3-N、TP、动植物油。

本项目生产废水主要为零件超声波清洗（弱酸/弱碱清洗剂）废水 2t/a、零件超声清洗工艺（乙醇/丙酮）500t/a，原位反应废水 500t/a，合计 1002t/a，主要污染物为 pH 值、COD、SS、LAS、NH_3-N，经废水处理站处理后接入市政污水管网。

（3）固体废物

本项目产生的固主要为工作人员产生的生活垃圾、一般工业固废及危险废物，按人均产生生活垃圾 0.5kg/d 计，项目人数 244 人，年工作 300 天，则生活垃圾产生量为 36.6t/a，收集后委托环卫部门处理；一般工业固废主要为废金属边角料 0.2t/a，废包装

材料 5t/a，收集后外售处置；危险废物主要为废清洗剂包装桶、乙醇废液、丙酮废液、乙醇、宾童废包装瓶、废润滑油、废切削液、废机械泵油、废机械泵油包装桶、异丙醇废液、乙二醇废液、废抹布、残留固态样品和催化剂、废活性炭，暂存于危废仓库内，定期由中国科学技术大学定期收集转至专业三废处理企业处置，学校每年和三废处理企业签订处理合同。

4 辐射安全与防护设施

4.1 辐射工作场所布局与分区

4.1.1 辐射工作场所布局

加速器测试大厅共两层，一层主要为加速器装置测试大厅、速调管走廊、激光洁净室、电气间、电源间、空调机房、排烟机房、门厅等；二层主要为控制室、会议室等。功能和布局相对独立，无人员长居留场所，减少了对无关人员的影响，布局合理。

4.1.2 辐射工作场所分区

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》（GB18871-2002）的规定，应将辐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。

本项目辐射工作场所分区如图 4-1 所示。具体分区如下：

（1）控制区：加速器装置测试大厅。

（2）监督区：一层的速调管走廊、激光洁净室，二层的控制室。

加速器测试大厅控制区进出口位置设置明显的电离辐射警告标志、警示说明、管制状态指示和语音提示器，运行期间禁止进入，装置停机后经授权并解除联锁后才能进入，进入时必须佩戴具有报警功能的 EPD 电子个人剂量计。

4.2 辐射屏蔽设计方案

加速器测试大厅辐射屏蔽设计方案如表 4-1 及图 4-2 所示。

图 **4-1** 加速器测试大厅辐射工作场所分区图（略）

表 4-1 加速器测试大厅辐射屏蔽设计及周围环境分布情况（略）

图 4-2 加速器测试大厅屏蔽尺寸示意图（单位：cm）（略）

4.3 人身安全联锁系统

4.3.1 系统概述

加速器测试大厅射线装置安全联锁系统主要提供与人身安全有关的联锁保护，系统基于可编程逻辑控制器（PLC）设计联锁控制逻辑，并与辐射监测系统、通风系统等构建信号通信，实现对加速器测试大厅通道门、区域剂量及紧急停机按钮等设施或信号的联锁，保障射线装置的安全运行及工作人员的人身安全。

4.3.2 设计原则

加速器测试大厅射线装置安全联锁系统的设计具体遵循以下原则：

（1）可靠稳定：系统关键联锁信号尽量由硬件设备给出，最大限度的保证系统的高可靠性。系统关键设备采取冗余设计原则，确保单个组件失效时不影响系统总体功能，确保系统运行稳定性。

（2）失效安全：系统关键设备出现故障或失效时，必须自动导向预定的安全状态，使机器停止运行或束流处于被切断的状态。

（3）纵深防御：充分考虑并合理设置联锁装置和设施，实现对人身辐射安全的多重冗余保护，且各重保护措施之间具有相互独立性。

（4）最优切断：该原则包含两层含义。第一层含义是系统联锁逻辑在加速器控制系统中具有最高的优先级切断束流；第二层含义是联锁系统发生意外解联锁时，应切断最能保证彻底消除辐射源的关键设备，如切断电子枪触发、微波功率源等前级控制，从而保证各区域的辐射安全。

（5）独立多样：系统单个组件发生故障时，不会造成其他组件的功能出现故障或失去作用；为执行某一确定安全功能， 设置多重部件或系统， 这些部件或系统总体上具有一个或几个不同属性。

（6）以人为本：该原则包含两个方面：系统是在保障人员人身辐射安全的基础上

兼顾加速器的机器运行安全；系统要具备人性化的特点，如联锁逻辑简洁合理、操作简单、维护方便、人机交互性好等。

4.3.3 基本结构及控制逻辑

4.3.3.1联锁系统基本结构

加速器测试大厅射线装置安全联锁系统基于冗余 PLC 设计实现安全联锁主控制逻辑，通过分布式远程 I/O 站分别采集门禁系统、急停按钮、巡查按钮、声光报警等各类联锁信号，并构建工业以太网实现与 Epics IOC、OPI 和其他系统的通信。安全联锁系统的硬件结构图如图 4-3 所示。

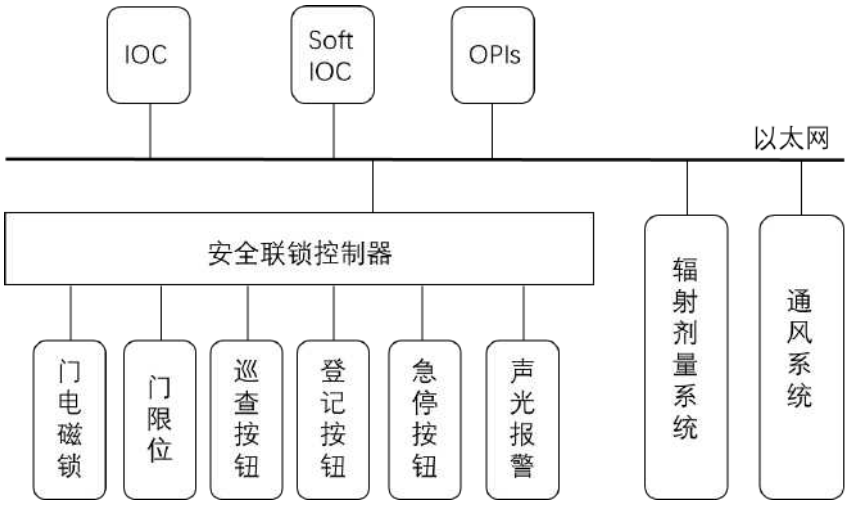


图 4-3 加速器测试大厅射线装置安全联锁系统硬件结构图

加速器测试大厅射线装置安全联锁系统主要组成部分包括：

（1）安全联锁控制器

安全联锁控制器是实现系统联锁逻辑的核心部件，安全联锁控制器采用成熟的可编程逻辑控制器（PLC）技术，提供可灵活扩展的分布式控制架构。为提升系统可靠性和稳定性，安全联锁控制器使用硬冗余的方式实现主、从 PLC 的自动切换。冗余 PLC 之间通过同步模块以及同步光纤，实时地同步程序以及过程数据，保证系统的不间断工作。

在具有高可靠性的冗余硬件设备基础之上，安全联锁控制器运行相应的管理及控制软件将加速器通道门、区域剂量及紧急停机按钮等设施或信号进行联锁，规定了人身安

全联锁各子系统的联锁逻辑关系，以此来保障装置的安全运行及工作人员的人身安全。根据系统设计原则，安全联锁控制器能够独立运行，对各安全联锁设施进行最底层的操作且具有最高优先权。

（2）门禁系统

门禁组件的功能主要体现在能够有效阻挡、识别、直至自动切断运行等，采用冗余设计。门禁系统包括门电磁锁、门限位开关和出门按钮，确保所有人员不能随意进入高辐射区域，门限位保证防护门一旦离开固有位置即自动切断联锁系统。门禁系统的分布如图 4-4 所示。

图 4-4 加速器测试大厅射线装置安全联锁系统门禁及按钮组件布局示意图（略）

（3）巡查按钮、登记按钮

巡查按钮和登记按钮分布于加速器测试大厅中，如图 4-4 所示，巡查按钮主要功能为：在清场搜索时工作人员要巡视全场并按下各处的巡查按钮建立对应点的逻辑，确保在装置开机前无人员滞留在加速器测试大厅。登记按钮主要功能为：在清场搜索时工作人员要确保屏蔽门已经关上，并按下对应的登记按钮。巡查按钮每 10 米设置一个；登记按钮设置在每个门的附近。

（4）急停按钮

急停按钮分布于加速器测试大厅中，如图 4-4 所示，主要功能为在装置开机准备期间进行声光警示，提醒加速器测试大厅联锁区域内未离开人员迅速撤离。若来不及离开或加速器开机后仍有工作人员停留在大厅内，可按下大厅内的急停按钮切断加速器运行。“急停按钮”一旦按下将切断允许开机信号，致使装置无法运行。此时系统恢复必须由人工进行复位。急停按钮每 10 米设置一个。

（5）紧急开门按钮

在东迷宫门和西迷宫门内侧墙上各设置一个紧急开门按钮，发生紧急情况时按下，则相应迷宫门立即打开，束流停止。东大门和西大门主要用于货物输运，一般情况不打开，因此未考虑设置紧急开门按钮。

（6）警告警示装置

警告警示装置主要包括联锁区入口处的显示屏，联锁区内部的指示灯、警铃等。联锁区门入口的显示屏是方便工作人员了解联锁区管制状态，并按照系统的提示进行操作。联锁区内部的指示灯、警铃用于控制区搜索清场时和装置准备开机时的声光报警。安全联锁系统的警告警示装置分布如图 4-5 所示，在联锁区每个门的外面设置一个显示屏，并架设监视器；联锁区内部均匀分布指示灯、警铃和监控器。

图 4-5 安全联锁系统警示装置布局示意图（略）

（7）剂量联锁

辐射监测系统根据测量的各个监测点的剂量数据，判断是否存在剂量超标，并输出剂量超标信号给安全联锁控制器。辐射监测系统由一台 EPICS IOC 通过以太网负责各个监测点的剂量数据采集，并由 OPI 显示监测数据，数据库自动保存相应测量数据。辐射联锁监控程序会实时监测剂量测量结果，如发现剂量超标立即设置安全联锁控制器内对应的逻辑位标识，进而切断允许开机信号。

4.3.3.2联锁系统控制逻辑

加速器测试大厅射线装置安全联锁系统的联锁逻辑图如图 4-6 所示，装置调试和运行期间，联锁逻辑根据运行模式（加速管老炼或直线加速器调试）、安全门、巡查按钮、登记按钮及剂量测量系统等各个状态进行综合判断，来确定加速管老炼、直线加速器调试开机条件是否满足。

装置开机前，由工作人员按固定次序进行现场巡查，确认无异常情况后，依次按下巡查按钮，并锁好各安全门同时按下每个门对应的登记按钮，使得按钮、安全门和剂量联锁完成。开机条件全部满足后，工作人员点击控制界面上的“允许开机”按钮，给出开机允许命令，完成整个联锁过程。此时输出指示变绿，允许装置开机。

巡查按钮、登记按钮和门是联锁的，联锁建立后，如再次打开门，所有的巡查按钮和登记按钮中复位自锁触电自动释放，若要恢复联锁必须能再次巡场一遍重新复位。通过人工判断与自动逻辑两种方式可保证本联锁系统的可靠。

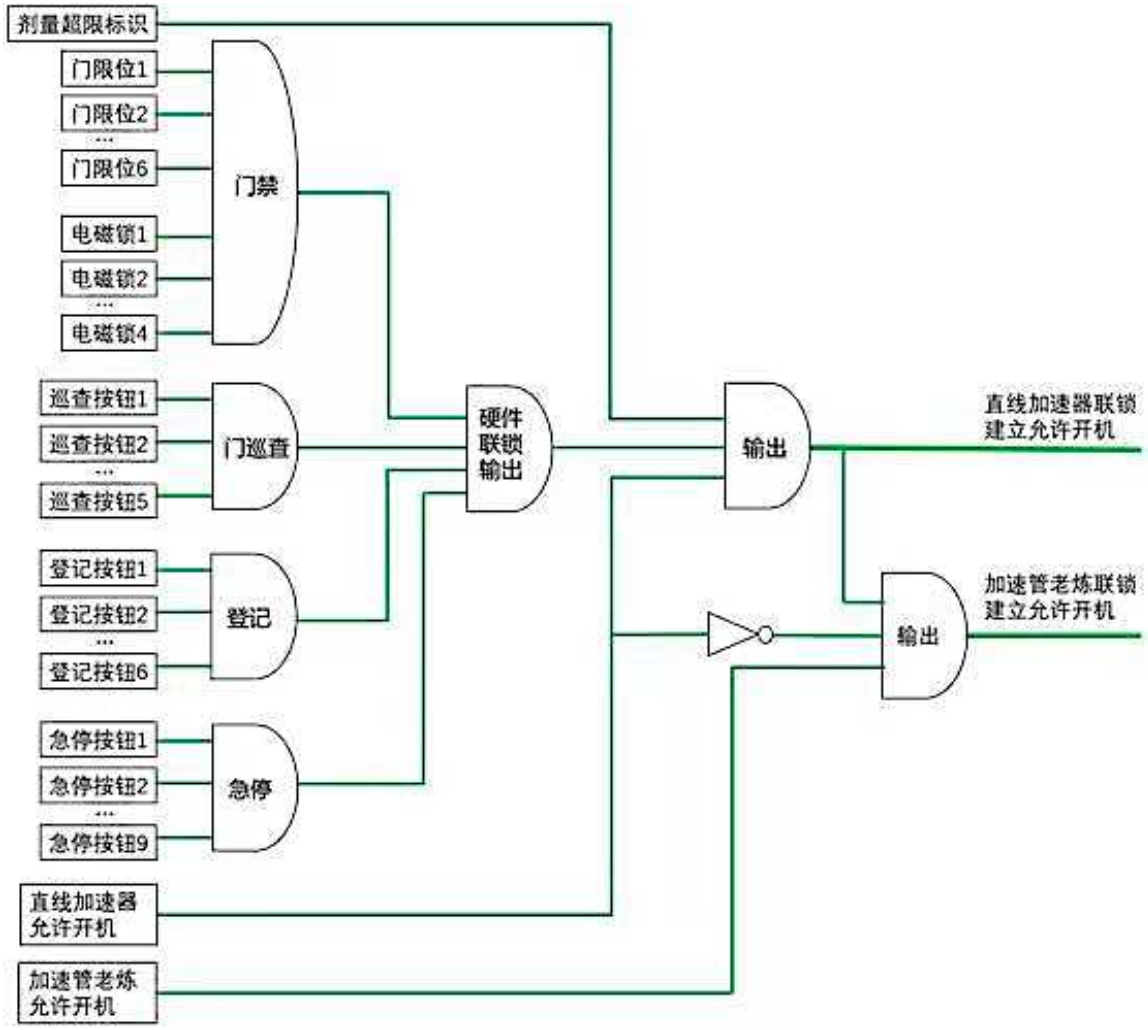


图 4-6 人身安全联锁系统逻辑图

4.3.4 系统状态及运行流程

4.3.4.1 系统状态及状态转换

联锁系统具有 3 种运行状态：解锁（Unlocked）状态，清场（Searching）状态和联锁（Locked）状态。系统处于不同状态时，现场指示灯颜色也相应变化，以便于现场人员迅速识别当前所处的系统状态：系统处于解锁状态时，指示灯颜色为绿色，表示装置未运行，联锁未建立；系统处于联锁状态时，指示灯颜色为红色，表示联锁已建立；系统处于清场状态时，指示灯颜色为橙色，表示正在清场，装置即将开始运行。3 种运行状态之间的转换如图 4-7 所示。

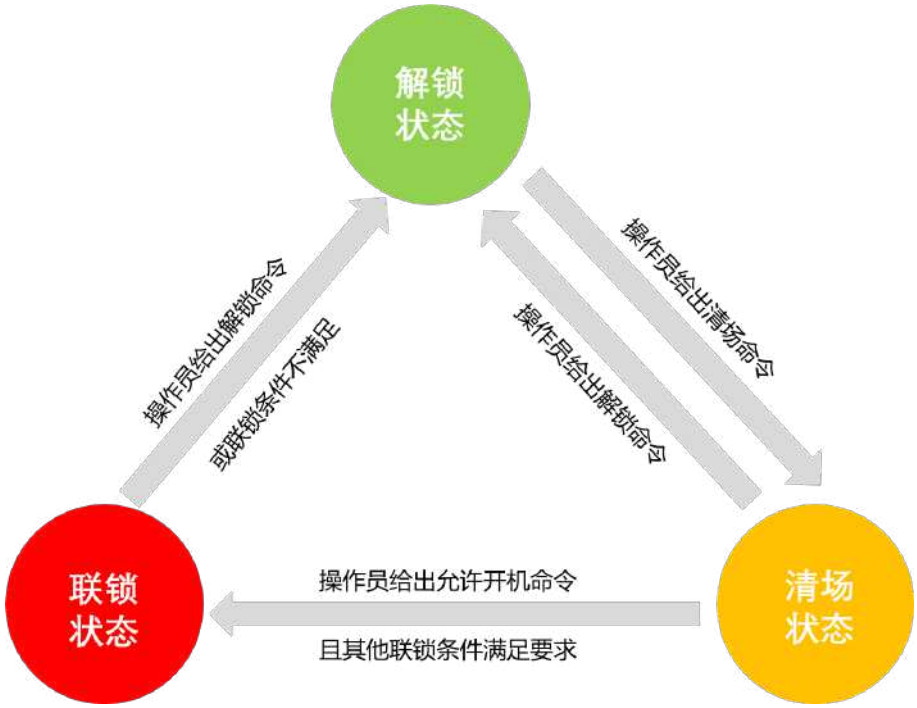


图 4-7 安全联锁系统状态迁移图

解锁、清场和联锁状态的具体描述如下所示：

（1）解锁状态—控制人员进入

当安全联锁系统上电复位后，或其它解锁条件被触发时，安全联锁系统进入解锁状态。在解锁状态下，联锁逻辑解锁，巡查按钮、登记按钮自动复位，所有按钮指示灯熄灭。在解锁状态下人员通过刷卡进入出控制区域。

（2）清场状态—限制人员进入

在解锁状态下，当操作员在系统联锁控制界面上按下清场按钮时，系统进入清场状态。此时，系统首先在各个区域发出声光报警，提示所有的人员离开现场。在清场状态下，安全门和屏蔽门外的刷卡器只接受管理卡的刷卡进入，其它类型的门禁卡刷卡进入都会被禁止，所有门的内刷卡器都可正常刷卡出门，方便人员离开控制区。

清场工作人员进入控制区后按固定次序，依次巡查现场。在确认现场没有人员滞留、所有硬件设备无异常情况后，清场工作人员依次按下各个巡查按钮以及登记按钮，并复位所有被按下的急停按钮。清场完成且清场人员离开后，所有安全门关闭。

（3）联锁状态—禁止人员进入

在清场完成后，当操作员在控制界面上按下允许开机按钮，且其它联锁条件满足要求时，系统进入联锁状态。在联锁状态下，所有安全门和屏蔽门的门外刷卡器禁止所有卡刷卡进入控制区。

在联锁状态下，操作员可以对测试大厅的装置进行远程控制操作。当联锁条件被破坏时，安全联锁系统会立即触发联锁动作，如切断电子枪，系统进入解锁状态。

4.3.4.2 系统运行控制流程

加速器测试大厅射线装置安全联锁系统的运行工作流程如图 4-8 所示。

安全联锁运行流程具体如下：

（1）装置准备运行前，工作人员启动安全联锁系统控制界面的清场按钮，系统将广播通知人员离开联锁控制区域，现场指示灯由解锁状态的绿色变成橙色；所有安全门门外刷卡器除清场专用联锁门禁卡能够刷卡开门外，其它联锁门禁卡都不能刷卡开门。同时，清场人员按照设定的路线进行控制区清场巡查，清空滞留人员，并沿途依次按下清场路线中的巡查按钮。

（2）巡查清场结束后关闭联锁门，按下门旁的登记按钮；

（3）工作人员在联锁系统界面上点击允许开机按钮，联锁系统给出允许开机信号。

（4）装置启动运行后，控制区域指示灯显示红色，任何联锁门禁卡都不能在门外刷卡进入控制区；

（5）装置运行期间，如出现异常情况时，可通过紧急停机按钮等设备触发紧急停机动作，系统将快速切断电子枪等设备以保障人员安全。同时，通知辐射防护值班员，待异常情况解除后，由辐射防护值班员重新复位开机。

（6）装置结束运行后，工作人员点击安全联锁系统控制界面的解锁按钮，使安全联锁系统处于解锁状态。此时如果有进入控制区需求，等待剂量衰减后，人员可刷卡进入。

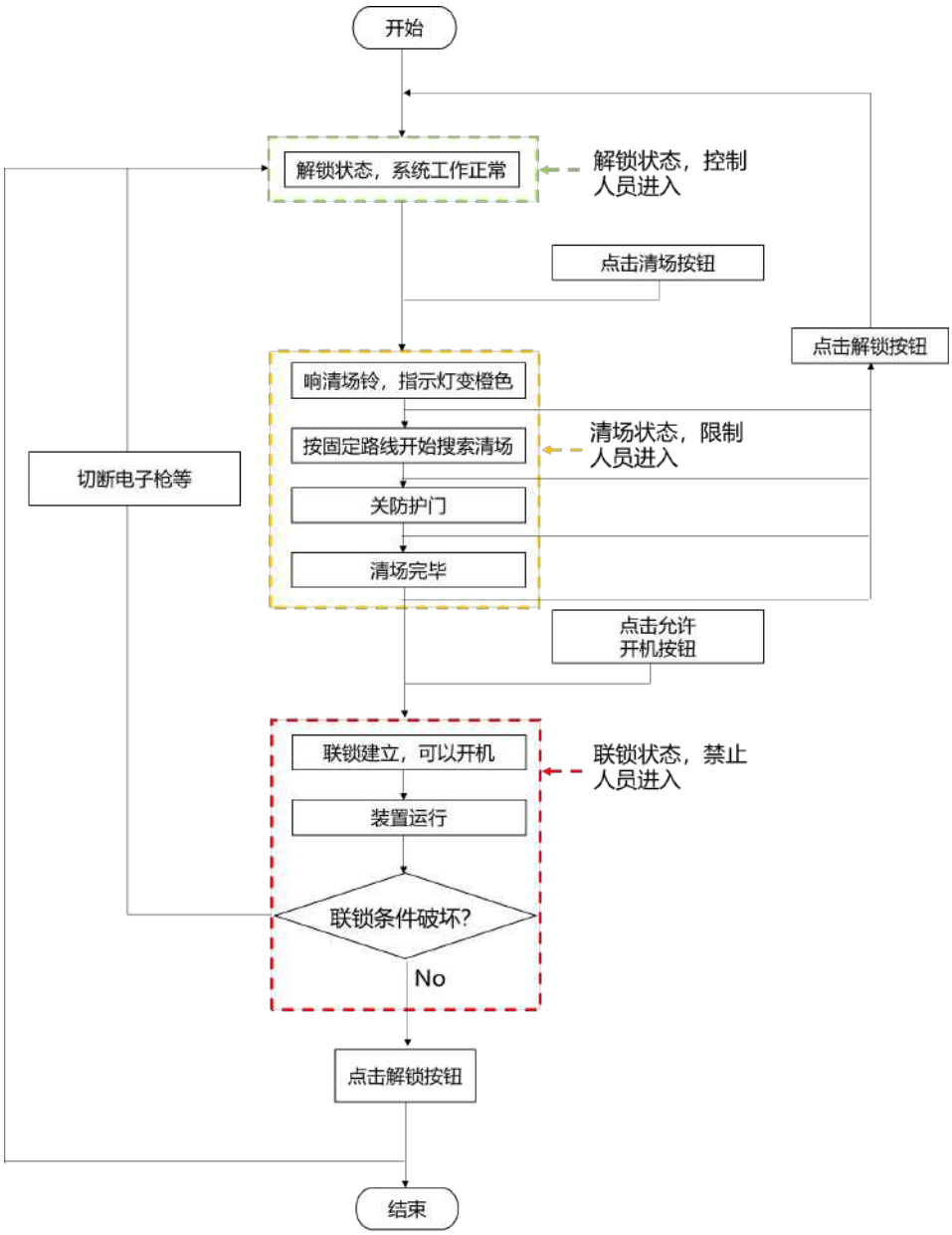


图 4-8 安全联锁运行流程图

4.3.5 联锁控制组件

4.3.5.1 联锁控制组件配置情况

安全联锁系统是通过联锁控制器 PLC 来处理和交换信号，并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：门禁与安全门锁、联锁卡盒、登记按钮及指示灯、巡查按钮及指示灯、急停按钮、声光报警、状态显示 OPI、束流阀门等，设备数量统计如表 4-2 所示。

表 4-2 加速器测试大厅人身安全联锁系统联锁控制组件数量统计表

联锁控制组件	数量
门禁联锁组件	4
登记按钮	6
巡查按钮	5
急停按钮	9
紧急开门按钮	2
声光报警	2
监视器	10
显示屏	4

4.3.5.2 各联锁控制组件详情

4.3.5.2.1 联锁门

联锁门的联锁要求是：控制区内部存在束流时联锁门无法打开；控制区联锁门被打开时加速器无法出束。联锁门的要求具体如下：联锁门应配有门框，门体与门框应满足搭接要求，安装稳固，不易变形，自动门应安装自动门机和控制装置，并配有安全防夹装置。

控制区有 4 套联锁门，均配置标准联锁设备（配置联锁信号控制箱、门禁控制箱、显示屏、内外刷卡器、玻璃破碎按钮）。

4.3.5.2.2 联锁门禁卡

辐射工作人员进入辐射工作场所控制区时，要求每人必须携带一张人身安全联锁门禁卡，以保障自身的安全。在清场时，联锁门外刷卡器除管理卡外，其它联锁门禁卡都不能刷卡开门。限制人员在清场期间再进入控制区。

4.3.5.2.3 急停按钮

辐射工作场所控制区内部要设置紧急停机装置（简称急停按钮），在紧急情况下，工作人员按下急停按钮可立刻切断加速器电子枪和束流。急停按钮要求有明确的操作指示和位置标识，操作急停按钮的导致的停机必须由运行人员在本地复位后才能再次开机。

加速器测试大厅控制区设置 8 个急停按钮，另外在控制室设置 1 个急停按钮，共计 9 个。

4.3.5.2.4 紧急开门按钮

在东迷宫门和西迷宫门内侧墙上各设一个紧急开门按钮，共 2 个。

4.3.5.2.5 巡查登记按钮

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，按下巡查登记按钮，实现搜索清场。清场时，按规定路线依次按下巡查按钮，如巡查的门已经关上，则按下门旁边的登记按钮。

加速器测试大厅设置 4 个巡查按钮和 6 个登记按钮，另外在控制室设置 1 个巡查按钮。

4.3.5.2.6 警告警示装置

警告警示装置包括控制区入口处的显示屏，控制区内部的指示灯、警铃等。控制区入口的显示屏是方便工作人员了解控制区管制状态，并按照系统提示进行操作。控制区内部的指示灯、警铃，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。

4.3.5.2.7 控制机柜

安全联锁系统在每个门附近设置一个联锁 IO 站，输入信号包括门禁系统、巡查按钮、登记按钮、急停按钮，输出则为声光报警、按钮状态指示灯、联锁状态显示和联锁输出。I/O 站通过 PROFINET 与安装在机房的冗余 PLC 通信，联锁逻辑在 PLC 中完成。

4.3.6 相关系统信号接口

加速器测试大厅射线装置安全联锁系统通过与射线装置控制系统、通风系统进行信号交互，共同完成联锁安全保护。安全联锁系统信号交互关系示意图见图 4-9。

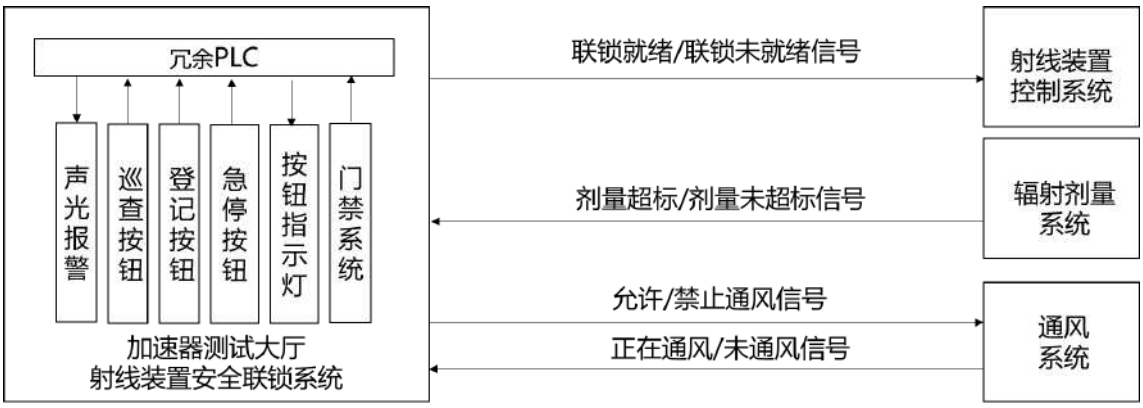


图 4-9 全联锁系统信号交互关系示意图

4.3.6.1 射线装置控制系统交互信号

安全联锁就绪信号：此信号由安全联锁系统发送给射线装置控制系统，为 PLC 控制的继电器信号，继电器闭合、断开分别代表控制区安全联锁就绪和安全联锁未就绪。

4.3.6.2 辐射剂量系统交互信号

剂量超标信号：此信号由辐射剂量测量系统发送给安全联锁系统，为 PLC 控制的继电器信号，继电器闭合代表剂量不超标，继电器断开代表辐射剂量测量系统故障或剂量超标。

4.3.6.3 通风系统交互信号

（1）允许/禁止通风信号

此信号由安全联锁系统发送给通风系统，为 PLC 控制的继电器信号，继电器闭合、断开分别代表允许控制区通风和禁止控制区通风。

（2）通风状态信号

此信号由通风系统发送给人身安全联锁系统，为 PLC 控制的继电器信号。继电器闭合代表控制区处于通风状态，继电器断开代表未处于通风状态或通风系统故障。

4.4辐射监测系统

4.4.1 系统概述

加速器测试大厅的辐射监测系统包含在 HALF 整体的辐射监测系统中，HALF 的辐射监测系统主要组成见图 4-10。

① 工作场所监测。包括外照射监测、表面污染监测。其中外照射又分为在线剂量率监测、离线累积剂量监测、便携式剂量率巡测。

② 个人剂量监测。包括外照射监测、表面污染监测。

③ 环境监测。包括周围环境的辐射水平监测、环境介质监测。

④ 流出物监测。包括活化冷却水以及活化固体废物的监测。

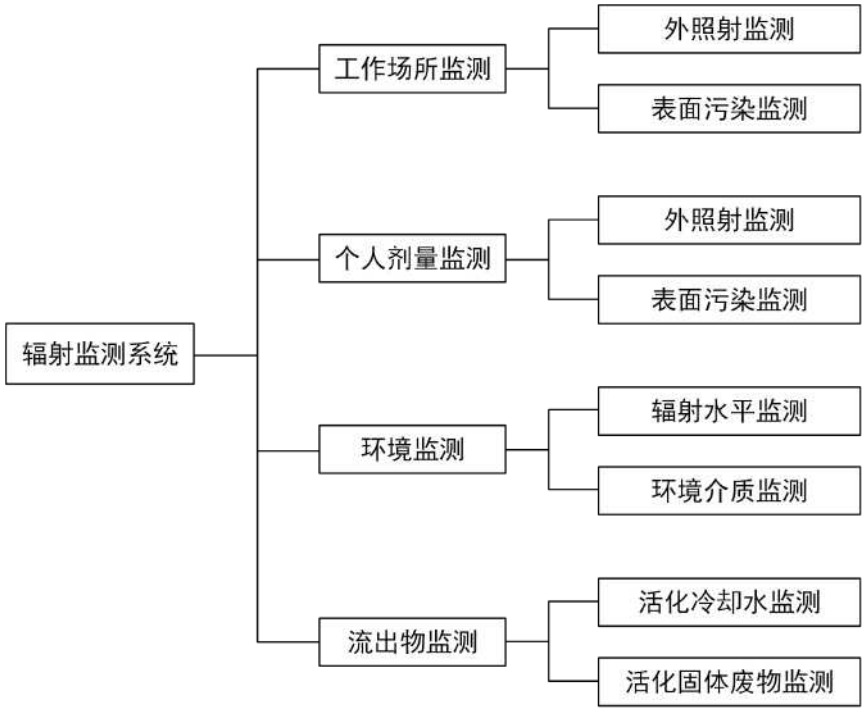


图 4-10 辐射监测系统组成

4.4.2 工作场所监测

工作场所监测的项目主要包括：外照射监测、表面污染监测。

4.4.2.1 外照射监测

外照射监测的主要目的是检查场所外照射控制的效能、估算工作人员所受辐射水平、鉴定操作程序的合理性、控制工作人员在场所内的活动空间与时间。外照射监测包括在线剂量率监测系统、离线累积剂量监测、便携式剂量率巡测。

根据对加速器测试隧道内剩余放射性热点区域的分析，暂将控制区内工作点位的剂量率限值设为 100μSv/h。对于剩余剂量率高于 100μSv/h 的区域，将用警戒带划定该区域范围，并张贴电离辐射警示标志及相关文字说明，禁止工作人员进入。后续将根据装置实际运行情况进行调整优化。

4.4.2.1.1 在线剂量率监测系统

4.4.2.1.1.1 系统构成及功能

工作场所外照射在线剂量率监测系统基本架构如图 4-11 所示。该监测系统实现多监测点的辐射监测数据的采集记录、数据传输、数据分析等集成管理。本地的探测器对场所的剂量率进行实时监测，剂量监测数据通过数据采集模块，传送至系统的控制中心，最终实现阈值报警、信息存储/发布及相关控制功能。

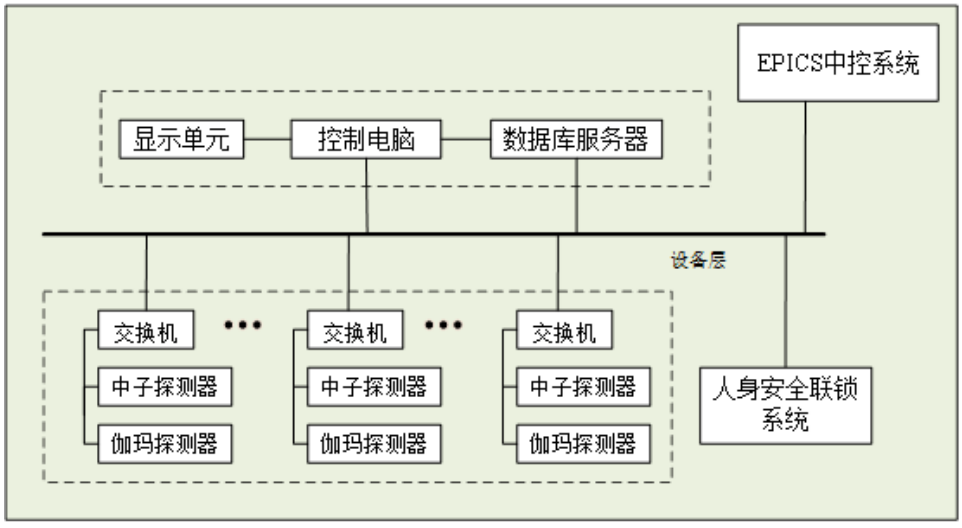


图 4-11 辐射监测系统基本架构示意图

4.4.2.1.1.2 场所固定剂量监测点位

根据辐射工作场所分区以及对加速器测试大厅辐射水平的预估，场所固定剂量监测点的设置情况具体如下：

① 加速器测试区出入口。此位置的监测点可以让工作人员在进入辐射控制区域之前先认识场所内的辐射场强度，避免加速器开机或者刚关机时可能误入造成的过量照射。因此，根据设计方案，出入口有 4 个，因此设置 4 个监测点。

② 速调管长廊。由于速调管走廊与加速器测试区之间的屏蔽墙开孔较多，需要重点监测。因此，速调管走廊共设置 2 个监测点。

综上，加速器测试大厅场所辐射监测点总共 6 个，如图 4-12、表 4-3 所示。

图 4-12 加速器测试大厅固定式剂量率监测点分布图（略）

表 4-3 加速器测试大厅工作场所辐射监测点位统计表

区域	监测点	数量，个	合计，个
加速器测试大厅	人员出入口	4	6
	速调管走廊	2	

4.4.2.1.1.3剂量监测报警阈值

为切实保障各个区域的工作人员和用户的人身安全，辐射剂量安全系统将采取分区阈值报警设置，对每个监测点设置两档报警阈值。

一档为橙色报警，中子+γ 总阈值设置为 2.5 μSv/h。此档报警不会切断加速器的运行，但是会提醒值班人员关注此处监测点剂量率值，了解和排查超阈值原因以及防止错过更高阈值报警。

另一档为红色报警，中子+ γ 总阈值设置为 25 μSv/h。当此报警信号持续一段时间后，将会触发安全联锁系统、切断加速器的运行，具体的报警时长会根据实际运行情况设置。另外，由于场所内的中子和 γ 在主体屏蔽墙外的剂量贡献权重不一致，监测系统将会根据运行或者调试后的实际测量结果，按照中子和 γ 的贡献权重对报警阈值进行调整。除实时剂量率联锁外，还将设置累积剂量联锁，具体数值将根据运行或者调试后的实际测量结果设置。

4.4.2.1.1.4探测器的选择

依据项目辐射场的特点，将在监测区域（场所监测区和环境监测区）同时监测伽马（γ）射线和中子的实时剂量率情况，并在不同区域内采用合理有效的探测器。

①对于固定监测点的辐射探测器而言，应当具备高灵敏度、运行稳定、易于维护等优点。因此，本项目场所固定监测点的 γ 探测器选用高压电离室，其稳定性高于 G-M 计数管，且球形的高压电离室的角响应和能量响应都优于 G-M 计数管；中子探测器选用包有慢化体正比计数管，能对入射的脉冲中子进行慢化，使中子脉冲宽度展宽。

②对于工作场所的辐射剂量监测，除了固定式探测器外，还采用巡测仪进行监测。巡测仪是手提式的辐射检测设备，主要以轻便易操作为目的，计划配备一定数量的 γ(X) 射线和中子辐射巡测仪。

③环境监测 γ 探测器将选用环境级辐射水平高压电离室剂量测量仪，使用与场所区域监测相同的连续监测方法。环境监测中子探测器采用非雷姆结构的慢化体包裹大尺寸 BF^3 正比计数器作为探头，可以使探测器的灵敏度相对传统中子雷姆仪提高，使探测器可测剂量下限达到 nSv/h 水平。从而满足环境辐射监测的要求。辐射剂量探测器除了具有本地实时显示监测剂量率功能外，探测器本身带有数据采集与处理功能的单板机，具有数据存储的 CPU，具有数据储存和远距离传输的能力。还可设置不同报警阈值，当剂量率超过所设置的阈值时，会触发报警装置，实现本地报警功能，同时向辐射安全联锁系统报警，从而可以及时切断加速器的运行，最大程度保障用户和工作人员的人身安全。

4.4.2.1.2 离线累积剂量监测

场所累积剂量监测采用被动式剂量计进行测量。使用光致发光 OSL 剂量计进行场所离线累积剂量测量。将 OSL 剂量计放入透明自封袋后放置在需要进行累积剂量监测的位置，进行被动式连续剂量测量。另外，将会使用 CR-39 固体核径迹测量法在控制区内进行辐射场的测量。

4.4.2.1.3 便携式剂量率巡测

由于感生放射性的存在，即使是在加速器停机后，测试隧道内仍然存在一定的辐射。因此，在实验人员或者维护人员进入到测试隧道内进行设备检修和系统维护前，辐射安全人员需要对该场所内的辐射剂量率进行测量，以保障进入该场所的人员的人身安全。在此情况下，辐射安全人员采用便携式辐射巡测仪对场所内各个位置进行实时剂量率检测。不仅如此，在加速器运行过程中，辐射安全人员会对辐射工作场所进行不定期剂量率巡测，如发现辐射剂量率偏高的区域会采用和与固定监测点的探测器功能参数一致的可移动式探测器进行短期连续监测，以确定是否在此处增加固定监测点。

4.4.2.2 表面污染监测

高能电子加速器运行会使空气和器件表面的灰尘活化，特别是经过长期运行之后，加速器隧道内的灰尘活化会增加维修人员的内照射风险。按辐射防护 ALARA 原则，在束损较大的场所维修作业前，有必要进行表面放射性污染检测。本项目将配备便携式表面污染监测设备、防护衣具等设施和用具。

4.4.3 个人剂量监测

根据本项目辐射场的特点，考虑到辐射工作人员受到的职业照射主要为外照射及表面污染，因此，个人剂量监测内容主要为外照射个人剂量监测和表面污染监测。

4.4.3.1 个人外照射监测

本项目辐射工作人员需佩戴个人剂量计进行个人剂量监测。

由于屏蔽体外辐射场以中子和光子为主，所以外照射个人剂量监测主要针对监测中子和光子。本项目选用光致发光 OSL 剂量计（Al_2O_3：C 剂量计）及其读出系统来监测人员所受到的 γ 及中子辐射照射；选用 CR-39 剂量计及其读出系统来监测人员所受到的中子辐射照射。

另外，根据国内外高能电子加速器辐射防护运行的经验，在工作中，特别是要求到

加速器隧道内工作的人员佩戴电子个人剂量计（EPD）是十分必要的。EPD 也可以给出γ辐射剂量累计值，这对评价工作人员所受到的辐射剂量非常重要。

因此，根据佩戴人员的工作性质，用于个人剂量监测的个人剂量计安排如下：

①长期在加速器测试大厅工作但并不会进入控制区内的辐射工作人员：使用 OSL 进行个人剂量监测。

②可能进入到辐射控制区域以及其他可能存在高辐射场的工作人员：OSL 和 EPD 联合使用。EPD 和 OSL 配合使用，不仅能准确评价工作人员所受辐射情况，更重要的是可以预先估计工作人员受到的照射水平，及时采取措施，以达到保护工作人员的目的。

4.4.3.2 个人表面污染监测

本项目拟配备便携式表面污染检测设备以及防护衣具等用具，将对进入加速器隧道内的维修工作人员进行表面污染检测。

4.4.4 环境监测

本项目电子直线加速器属于高能电子加速器，除产生瞬发辐射外，初始和次级粒子还可能使加速器隧道里的束流管等设备，以及冷却水、空气等发生活化，这些放射性废物的流出可能对周围环境产生辐射影响。根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021），应用中高能电子加速器的环境监测对象包括外照射、循环冷却水、固体废物外表面等。

本项目环境监测项目包括：γ 辐射空气吸收剂量率、中子剂量当量率和环境介质。

4.4.4.1 辐射水平监测

环境辐射水平监测包括γ辐射空气吸收剂量率、中子剂量当量率监测，为实时剂量率连续监测。环境监测点共 4 个（一期主体工程拟建 3 个；本项目配套工程拟建 1 个，位于园区东北侧），分布于园区的边界。同时，环境监测点的监测数据将会接入到辐射监测系统中，并设置阈值报警功能。园区的环境监测点设置如图 4-13 所示。

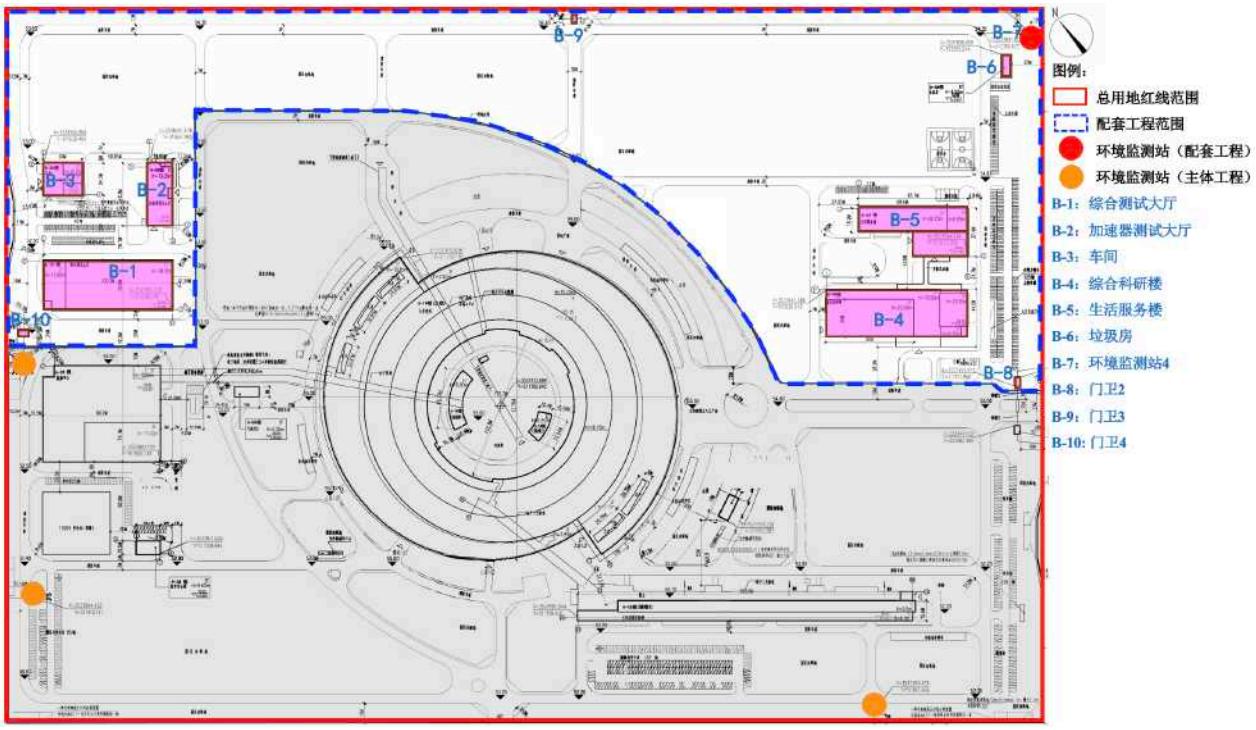


图 4-13 园区环境辐射剂量监测点分布图

4.4.4.2 环境介质监测

环境介质监测项目包括循环冷却水中的总 β 放射性比活度、感生放射性核素、γ 能谱，活化固体废物外表面的 γ 辐射空气吸收剂量率、感生放射性核素、γ 能谱。

4.4.5 流出物监测

4.4.5.1 活化冷却水监测

本项目可能产生的放射性废液主要来自活化冷却水。冷却水为去离子水，去离子水在运行期间循环使用不排放。如果由于设备维修等原因需要向外排放时，在排放前必须进行取样测量，满足国家相关规定的排放标准经审管部门批准后，才能排放。

去离子水在使用过程中，可能形成的放射性核素的半衰期多数都很短，放置一段时间就基本可以衰变。装置水冷系统排出的活化冷却水妥善收集并暂存于集水坑和暂存池中，排放前取样监测，达标后方可排放。因此，本项目在正常运行时，活化冷却水对环境的影响很小，可以忽略。

4.4.5.2 活化固体废物监测

本项目可能产生的活化固体废物主要有：①活化部件。加速器运行到一定阶段，一些部件由于质量下降或损坏被更换下来，这些部件往往具有一定的感生放射性。②其他废物。这类废物主要包括去污用过的防护服、手套、棉纱等。

HALF 园区设有一个面积 44m^3、容积 120m^3 的放射性固体废物暂存间，位于技术安全楼一层，用于暂存活化部件等放射性固体废物。本项目换下来的活化部件根据其污染水平，分类存放于该放射性固体废物暂存间中。暂存一定时间后，满足解控要求的经审管部门解控后按一般废物处理，不满足解控要求的作为放射性废物统一处理。

4.4.6 监测设备数量及技术参数

根据前文所述，场所监测点共计 6 处，因此需要 6 套固定式中子和 γ 探测器，每套含 1 个中子探测器、1 个 γ 探测器。

1 个环境监测点需要 1 套环境级辐射中子探测器和 γ 探测器。

本项目主要监测设备名称及数量如表 4-4 所示。

表 4-4 主要监测设备名称及数量

序号	设备名称	数量，个/台
1	场所中子探测器	6
2	场所 γ 探测器	6
3	环境中子探测器	1
4	环境 γ 探测器	1
5	便携式 γ 巡测仪	1
6	便携式中子巡测仪	1
7	便携式表面污染仪	1

本项目拟配备的监测设备的主要技术参数如下：

表 4-5 场所辐射探测器的技术参数指标

参数	指标要求	
	探测器类型	
	γ-场所	中子-场所
探测器种类	高气压电离室	正比计数管

能量范围	60 keV~3 MeV	0.025 eV~14 MeV
探测灵敏度	0.25 nSv/计数	0.20 cps/(μSv/h)
剂量率范围	0.1 μSv/h~100 mSv/h	0.1 Sv/h~100 mSv/h
相对误差	≤ 15%	
工作温度	-10~40℃	

表 4-6 环境辐射探测器的技术参数指标

参数	指标要求	
	探测器类型	
	γ-环境	中子-环境
探测器种类	高气压电离室	正比计数管
能量范围	60 keV~3 MeV	0.025 eV~14 MeV
探测灵敏度	0.135nSv/计数	15 cps/(μSv/h)
剂量率范围	0.01 μSv/h~100 mSv/h	0.003 μSv/h~100 mSv/h
相对误差	≤ 15%	
工作温度	-20~50℃	

表 4-7 便携式巡测仪的技术参数指标

参数	指标要求	
	γ-巡测	中子-巡测
探测器种类	高气压电离室	He^3/BF^3 正比计数管
能量范围	20 keV~3 MeV	0.025 eV~14 MeV
剂量率范围	0.1 μSv/h~100 mSv/h	0.1 μSv/h~100 mSv/h
相对误差	≤ 20 %	
工作温度	-10~40℃	

4.5通风系统

加速器测试大厅设有通风系统，通风系统设计参数列于表 4-8。平时正常运行时，为防止测试隧道内的有害气体泄露到周围工作场所中，需维持低风量排风状态，使隧道内保持微负压，平时换气次数为 0.6 次/h；当停机后工作人员需要进入该区域或发生紧急情况时，则开启强排风，强排风的换气次数为 8 次/h。

测试隧道屋顶设一个排风管引出口，排风管经测试区屋面引至速调管屋面汇总，在速调管屋面共有 2 个排风口，1 个排风口用于测试大厅平时排风，另 1 个用于测试大厅强排风，排风口高度距地面约 9 米，详见图 4-14。通风管道采用“S”型穿墙方式，示意图见图 4-15。

表 4-8 加速器测试大厅通风系统设计参数表

区域	建筑面积，m^3	层高，m	换气次数，次/h	
加速器测试大厅	337	8.6	平时：0.6	强排：8

图 4-14 加速器测试大厅排风口位置示意图（略）

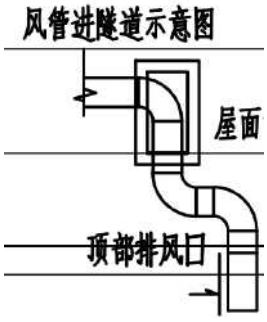


图 4-15 通风管道穿墙示意图

4.6 辐射安全与防护设施小结

参照生态环境部非医用中高能加速器监督检查技术程序，加速器测试大厅的辐射安全与防护设施情况如表 4-9 所示。

表 4-9 加速器测试大厅辐射安全与防护情况

序号	项目			是否符合
1*	A 场所设施	电离辐射警示标志		√
2*		声光报警装置		√
3		计算机记录系统		√
4		视频监控系统		√
5*		紧急出口指示		√
6*		门内紧急开门按钮		√
7		对讲机或电话通讯设备		√
8		出束前确认开关		√
9*	B 安全联锁	加速器工作状态显示		√
10*		身份控制系统	开门钥匙开关	√
			门禁系统 刷卡出入	
			读卡记录进入人员编码、总数	
11		防跟随措施		/
12*		清场巡更系统		√

序号	项目		是否符合
13		人员离开确认装置	√
14*		门与束流联锁	√
15*		联锁设计为至少双重联锁	√
16*		通风延迟开门联锁	/
17*		人员总数清零与出束联锁	√
18*		联锁触动停机后须人工复位才能重启加速器	√
19*		有足够数量的紧急停机按钮	√
20*	C 监测设备	个人剂量报警仪	√
21*		固定式辐射剂量监测系统	√
22*		γ 和中子个人剂量计	√
23*		便携式 γ 和中子剂量测量仪	√
24		便携式表面沾污仪	√
25		气溶胶监测仪或装置	/
26*	D 感生放射性	强活化部件表面标有电离辐射警告标志	√
27*		更换下来的强活化部件有专设的存放地点及相应标志	√
28		加速器大厅部件活化较高剂量率区的电离辐射标志及提示	√
29*	E 冷却水	冷却水排放存储池	√
30		用过的去离子树脂专设存放地点	√
31	F 通风	控制区通风系统	√
32*		停机后，控制区通风	√
33	G 其它	个人防护用品	√
34		应急物资	√
备注：/表示本项目不适用。			

4.7 三废治理

4.7.1 放射性三废治理

4.7.1.1 放射性废气及其处理措施

（1）来源

加速器测试大厅运行期间可能产生感生放射性气体，其主要放射性核素为 ^{11}C（$T_{1/2}[^{11}C]$=20.39min）、^{13}N（$T_{1/2}[^{13}N]$=9.965min）、^{15}O（$T_{1/2}[^{15}O]$=2.037min）和 ^{41}Ar（$T_{1/2}[^{41}Ar]$=1.8h）。根据第三章的计算结果，加速器测试大厅空气活化程度比较轻微，

核素的最大活度浓度在 10Bq/m^3 量级，年排放量为 2.77E+08Bq。

（2）处理措施

加速器测试大厅运行期间可能产生的气态感生放射性核素主要为短半衰期核素，经过一段时间后可自行衰变至较低水平。测试大厅隧道设有排风系统，排风系统设计参数见表 4-8。装置运行过程中可能产生的感生放射性气体经排风管引至室外排放，排风口高度约 9 米，排风口位置见图 4-14。考虑到废气中感生放射性核素的半衰期很短，且排入大气后经过扩散和稀释，结合第五章的计算结果，其对环境的影响是可以接受的。

4.7.1.2 放射性废液及其处理措施

（1）来源

加速器测试大厅产生的放射性废液主要是活化冷却水。加速器所用冷却水为去离子水，去离子水在使用过程中，由于 ^{16}O 散裂反应可能形成的放射性核素除 ^{3}H、^{7}Be 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。根据第三章的计算结果，加速器测试大厅冷却水的活化程度较低，最大饱和活度浓度不到 100 Bq/L，所有核素与豁免活度浓度的比值总和最大为 2.97E-04，比豁免要求（总和小于 1）小 3 个多量级，且主要是短寿命核素，长寿命核素 ^{3}H 和 ^{7}Be 的饱和活度浓度不到分别不到 10 Bq/L 和 1 Bq/L，比豁免要求（总和小于 1）分别小 8 个多量级和 6 个多量级。

（2）处理措施

正常运行情况下，设备冷却水闭路循环不排放，只是在设备检修或发生冷却水泄漏事故时才需要排放。根据合肥光源的运行经验，冷却水每年的排放次数不会超过 1 次，且每次的排放量很少，不超过冷却水总量的 10%；只有在多年才可能有一次的大检修期间，有可能全部排放，总量 9m^3。

加速器测试大厅设有专用于暂存活化冷却水的暂存池，位于加速器测试大厅北墙外地下。加速器测试大厅隧道内部的地面设有排水沟，排水沟通过排水管道与暂存池相连，排水管道设有一定倾斜角度，冷却水可通过重力作用自流至暂存池内暂存。暂存池的尺寸为 5m×2m×2.6m（长×宽×高），有效容积 9m^3，坑底位于地下 2.4 米，位置详见图 4-16。

综上所述，加速器测试大厅正常运行时不会产生放射性废液，检修或发生泄漏的情况下可能排放的冷却水活度远低于排放限值，且采取了有效的冷却水收集和暂存措施。因此，活化冷却水对环境的影响很小。

图 4-16 加速器测试大厅活化冷却水暂存池位置示意图（略）

4.7.1.3 放射性固体废物及其处理措施

（1）来源

由于加速器测试大厅只进行束流管的性能测试和束流调试，不会长期使用；部件通过测试后，转移至合肥先进光源主体建筑进行安装和使用。因此，加速器测试大厅可能产生的放射性固体废物主要为废弃的废束桶，其主要材料为铁、含硼聚乙烯、铅。由计算结果可知，废束桶的活化水平不高，不同材质中所有核素的饱和活度浓度最高为9.27E+02Bq/g，属于低放废物。

（2）处理措施

加速器测试大厅运行产生的活化固体废物暂存于技术安全楼一层的放射性固体废物暂存间，见图 4-17。技术安全楼位置见图 4-18。

放射性固废从加速器测试大厅控制区转运到固废暂存间过程中的具体管理措施如下：

① 对于拟拆除部件，首先由辐射防护组工作人员进行表面剂量率测量，当低于100μSv/h 时，允许维修工作人员对其进行拆除，拆除期间均由辐射防护组工作人员全程陪同，以防具有感生放射性的部件遗失；

② 对于已拆除部件，进行测量并进行相关信息登记：拆除部件名称、数量、拆除时间、剂量率测量值、拆除人员等，并放入事先准备好的放射性废物屏蔽容器内，容器表面标记放射性固废相应信息；

③ 由辐射防护组工作人员运至园区技术安全楼放射性废物暂存间内，并进行入库登记，将此次放废按照剂量率不同等级归置于相应区域。

放射性固体废物暂存间面积 44m^3、容积 120m^3，足够暂存装置运行期间产生的放射性固体废物。其辐射防护设计方案如下：四周墙体 50cm 普通混凝土，顶板 50cm 普通混凝土，防护门 0.5cm 不锈钢+5cm 铸铁+0.5cm 不锈钢。根据 5.2.1.5 小节的模拟结果，加速器测试大厅的电子加速器产生的感生放射性很小，经过暂存间墙体、顶板及门的屏蔽作用和距离衰减作用，可以推知固废间墙体外周围 30cm 处剂量率将远低于 2.5μSv/h，存放在放射性固体废物暂存间内的活化固体废物对周围环境的辐射影响较小。

在活化固体废物暂存前，应监测并记录其表面 30cm 处的剂量率，并定期组织对活化固体废物进行集中测量分析：

（1）对于满足清洁解控标准的：

①可回收利用的部件，回收后复用。

②不能回收利用的部件，经审管部门认可后，解控后按一般废物处理。

（2）对于不满足清洁解控标准的，送交当地城市放射性废物库。

需对每次活化固体废物的处理情况进行记录并存档，具体记录内容包括每次处理的固体废物名称种类、废物量、剂量率监测结果以及最终去向等。

图 4-17 放射性固体废物暂存间位置示意图（略）

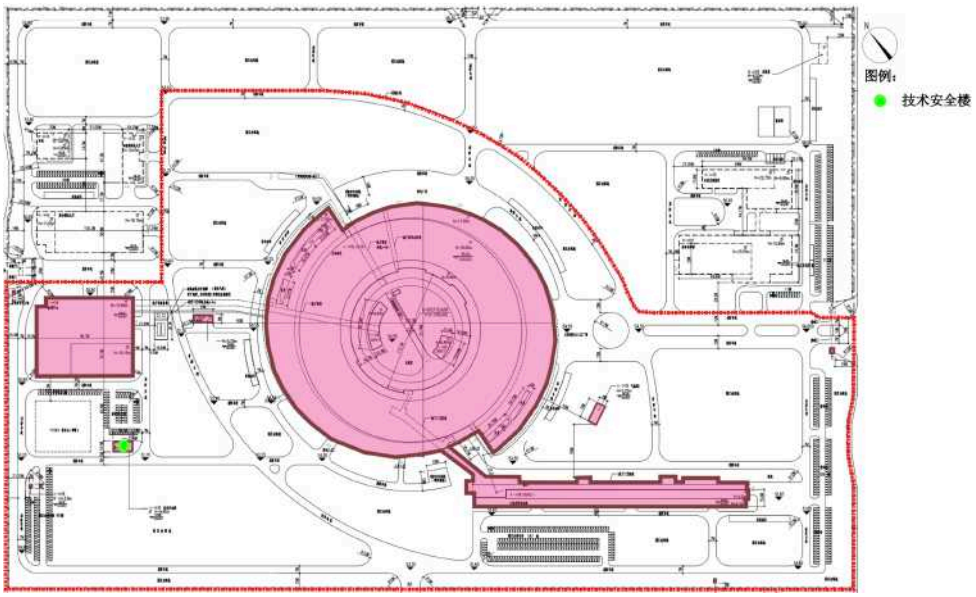


图 4-18 技术安全楼位置示意图（绿色圆点区域）

4.7.2 非放三废治理

4.7.2.1 非放废气

本项目非放废气经集气罩收集后由 1 套活性炭吸附装置处理后经 1 根 15m 高排气筒排放。

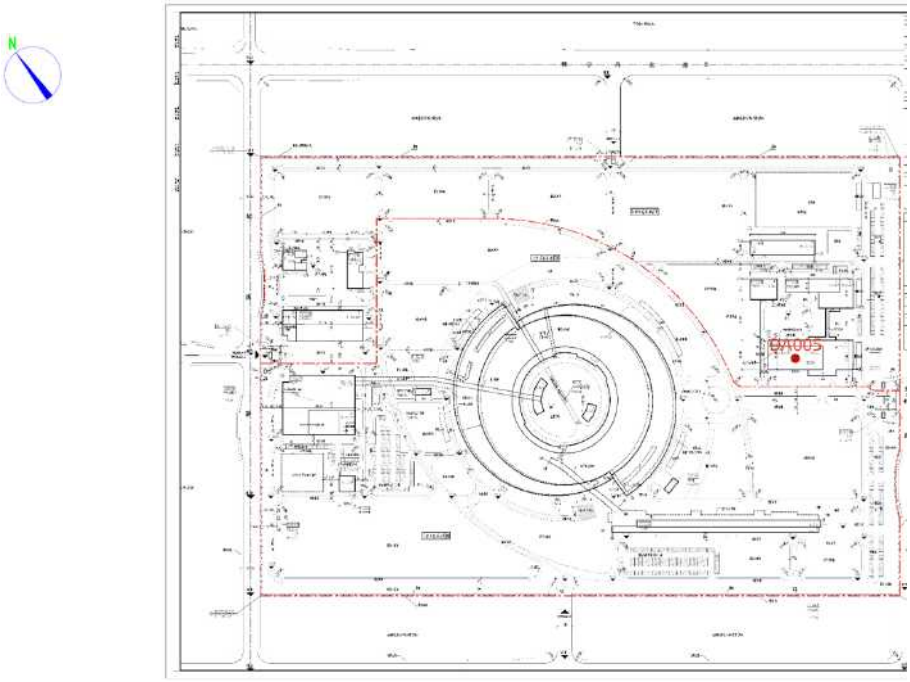


图 4-19 排气筒位置示意图

4.7.2.2 废水

本项目正常运行过程中，产生的生活污水为非放射性废水，产生量为 19.52m^3/d，主要污染物为 pH、COD、BOD_5、SS、NH_3-N 等，收集后经化粪池处理后排入市政污水管网。

食堂废水产生量为 12.8 m^3/d，主要污染物为 COD、SS、NH_3-N、TP、动植物油，收集后经隔油池处理后排入市政污水官网。

运营过程中会产生生产废水，产生量为 1002t/a，主要污染因子为 COD、SS、LAS、石油类、NH_3-N，收集后经厂内废水处理站处理后接入市政污水管网。

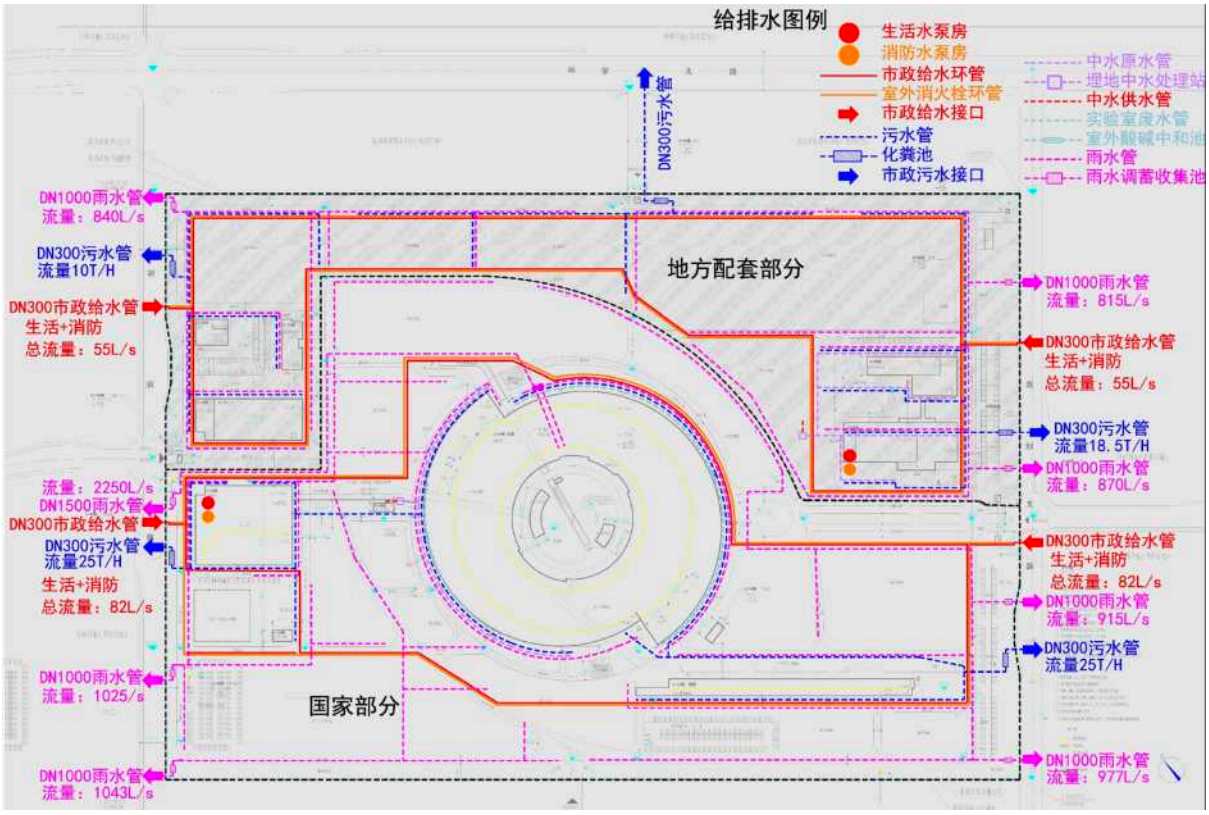


图 4-20 园区给排水管网示意图

4.7.2.3 固体废物

本项目产生的非放固体废物主要为工作人员产生的生活垃圾，产生量为 36.6t/a，生活垃圾设置若干个垃圾桶集中收集，交由环卫部门统一处理。一般工业固废主要为废金属边角料，产生量为 5t/a，焊渣 0.1kg/a，收集后外售处置。危险废物主要为废清洗剂包装桶 0.01t/a、乙醇废液 0.6t/a、丙酮废液 0.11t/a、乙醇、丙酮废包装瓶 0.01t/a，废润滑油 0.1t/a，废切削液 0.2t/a，废机械泵油 0.02t/a、废机械泵油包装桶 0.01t/a、异丙醇废液 0.05t/a、乙二醇废液 0.01t/a，暂存于危废仓库定期由中国科学技术大学定期收集（一月一次）转至专业三废处理企业处置，学校每年和三废处理企业签订处理合同。园区垃圾房及危险废弃物仓库位置见图 4-21。

4.7.2.4 噪声

本项目尽可能选用低噪声的设备，噪声主要为来源于空调、通风设备、冷冻机房、冷却塔等运行产生的噪声。园区主要噪声源位置见图 4-22。通过墙体隔声、基础减振等

措施，再经过距离衰减，厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准限值要求。

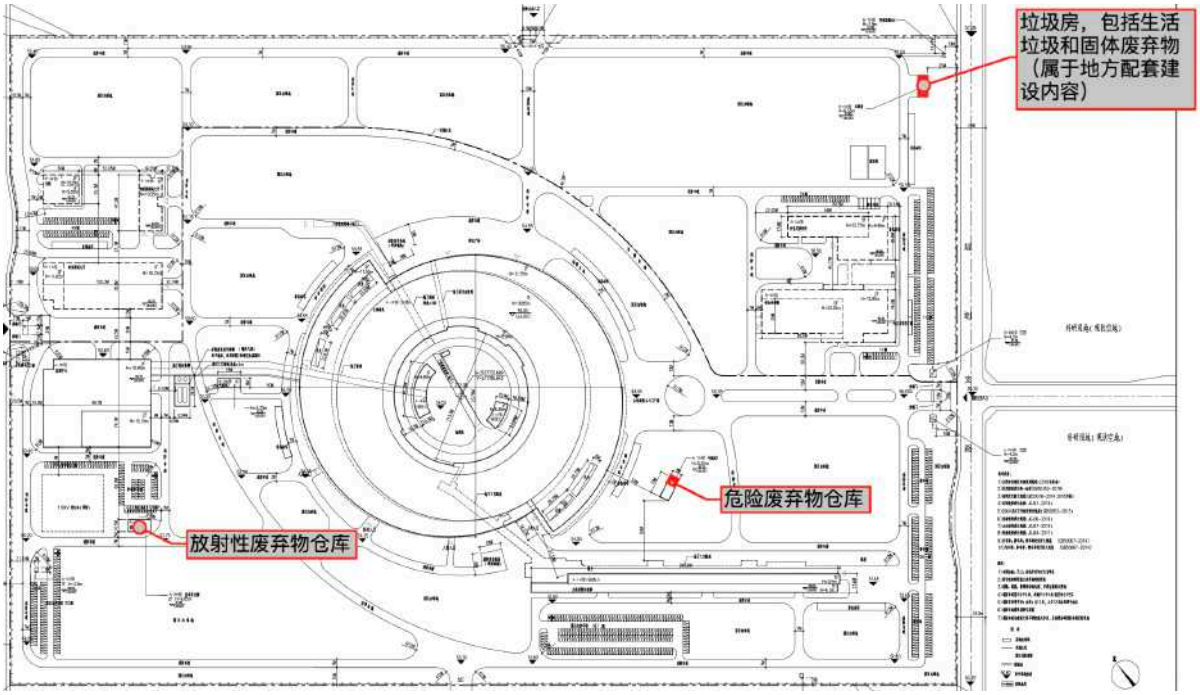


图 4-21 园区垃圾房及危险废弃物仓库位置示意图

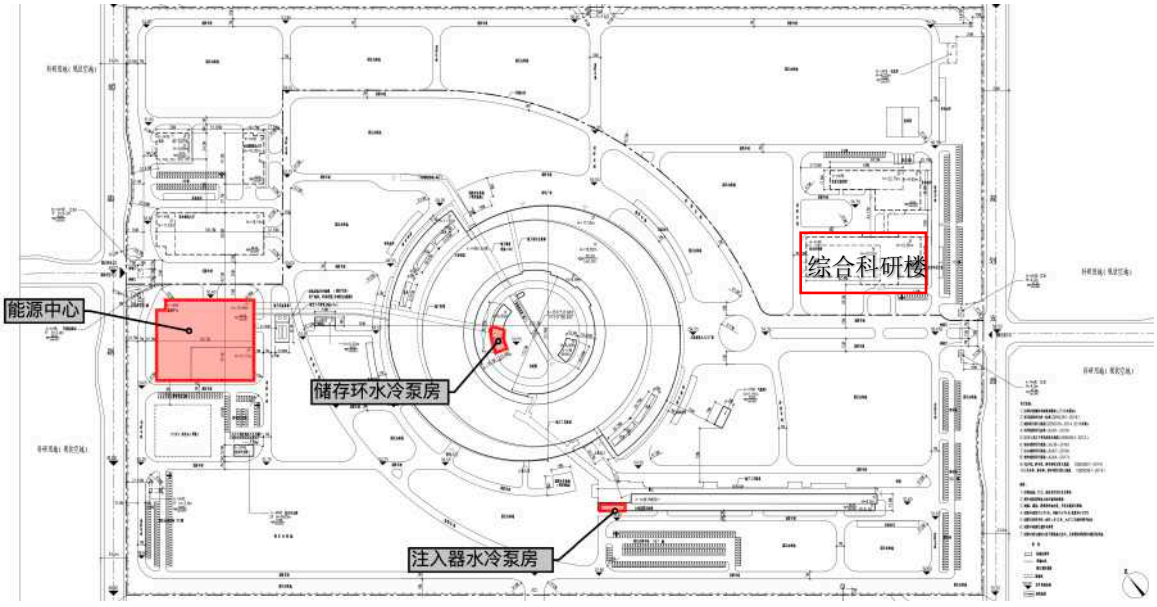


图 4-22 园区主要噪声源位置示意图

4.8 服务期满后的环境保护措施

本装置终止运行后可能产生放射性污染，因搬迁等原因不再使用时，应编制相应的

退役方案、制定退役目标，确保放射性废物得到安全、妥善处理，并按照相关法规规定完善退役环保手续。

5 环境影响分析

5.1 非放射性环境影响分析

5.1.1 施工期环境影响分析

5.1.1.1 废气

（1）车辆尾气施工过程中废气主要来源于施工机械驱动设备（如柴油机等）和运输及施工车辆所排放的废气，排放的主要污染物为 NO_2、CO、烃类物等。

（2）粉尘和扬尘

施工期使用的混凝土均为外购商品混凝土，依托混凝土公司水泥罐车运输，可直接使用，项目区域内不设搅拌站等装置。在建设过程中，粉尘污染主要来源于：①管道施工中的土方运输产生的粉尘；②建筑材料如白灰、砂子以及土方等在其装卸、运输、堆放等过程中，因风力作用而产生的扬尘污染；③搅拌车辆及运输车辆往来造成地面扬尘；④施工垃圾及清运过程中产生扬尘。上述施工过程中产生的废气、粉尘及扬尘将会造成周围大气环境污染，其中又以粉尘的危害较为严重。施工期间产生的粉尘（扬尘）污染主要取决于施工作业方式、材料的堆放及风力因素，其中受风力因素的影响最大。随着风速的增大，施工扬尘产生的污染程度和超标范围也将随之增强和扩大。结合《安徽省建筑工程施工和预拌混凝土生产扬尘污染防治标准（试行）》等文件要求，建筑工程施工现场扬尘污染防治应做到施工范围全覆盖。工地周边围挡、物料堆放覆盖、路面硬化、土方开挖湿法作业、出入车辆清洗、渣土车辆密闭运输“六个百分之百”。具体防治对策和措施如下：

（1）防治扬尘污染的费用应当列入工程建设成本。建设单位在招标文件中应当要求投标人在投标文件中，制定施工现场扬尘污染防治措施，并列入技术标评标内容。中标人与建设单位签订的合同中应当包括招标文件中的施工现场扬尘污染防治措施，并明确扬尘污染防治责任。

（2）施工现场应实行封闭围挡，围挡底边应当设置防溢基础，不得有泥浆外漏；围挡应安全可靠；围挡高度不应低于 1.8m；围挡上部宜设置朝向场内区域的喷雾装置，每组间隔不宜大于 4m；围挡立面应保持干净、整洁，宜定时清理；围挡应保证施工作业人员和周边行人的安全，且牢固、美观、环保、无破损。

（3）施工现场临时设施、临时道路的设置应科学合理，并应符合安全、消防、节能、环保等有关规定。施工区、材料加工及存放区应与办公区、生活区划分清楚，并应采取相应的隔离措施；施工现场出入口、主要道路必须采用硬化处理措施，尽量做到“永临结合”。宜设置循环通道或贯通的施工道路，其宽度和承载力应满足车辆通行和消防要求:沿施工道路两侧宜通长布设标准化的道路喷淋系统；施工现场辅助临时道路、加工区、施工用材料堆放场、临时停车场地等应采取铺砌块（砖）、焦渣、碎石铺装等固化措施；生活区、办公区地面应进行硬化或绿化，优先使用能重复利用的预制砖、铺砌块等材料；长期存在的废弃物堆场，应当设置高于废弃物堆的围墙、防尘网或者在废弃物堆场表面植被绿化；施工场区内裸露场地和堆放的土方必须采用防尘网覆盖、绿化或固化等扬尘污染防治措施；施工现场地表水和地下管沟应排水畅通，场地无积水。严禁将污水直接排入雨水管网，污水宜沉淀后重复使用；建设单位负责对待建场地裸露地面应进行覆盖，超过三个月的，应当进行临时绿化或者透水铺装。

（4）施工现场出入口大门内侧场内主道路应按有关规定固定设置车辆自动冲洗设施，包括冲洗平台、冲洗设备、排水沟、沉淀池等。特殊情况及拆除工程施工现场，可采用满足现场冲洗要求的移动式冲洗设备；车辆冲洗应有专人负责并填写台账。确保车辆外部、底盘、轮胎处不得粘有污物和泥土，施工工地大门外车辆出口路面上不应有明显的泥印和泥浆水，以及砂石、灰土等易扬尘材料；车辆冲洗宜采用循环用水，设置分级沉淀池，沉淀池应做防渗处理，污水不得直接排入市政管网，沉淀池、排水沟中积存的污泥应定期清理；洗装置应从工程开工之日起设置，并保留至工程竣工，对损坏的设备要及时进行维修，保证正常使用。

（5）砂石等散体材料应设置围挡，集中、分类堆放，并采取防尘网覆盖或其他防尘措施；水泥、粉煤灰、灰土等易产生扬尘的细预粒建筑材料应进行密闭存放或设置围挡进行封闭、覆盖，使用过程中应采取有效抑尘措施；现场搅拌机、砂浆罐必须设置防

尘降噪棚，棚体需封闭，棚内应采取有效摔尘措施；严禁在施工现场国档外堆放建筑材料和建筑垃圾；场内装卸、搬运易扬尘材科应遮盖、封闭或洒水；施工现场土方堆放时，应采取覆盖防尘网、绿化等防尘措施，并定时洒水，还应做到土方堆放高度不宜超过相邻围挡、使用土方时禁止将所有遮盖的防尘网全部打开、雨季时应采取措施防止随雨水冲刷进入水体或市政雨水管道。

（6）建筑垃圾处置实行减量化、资源化、无害化和“谁产生、谁处置”的原则；施工单位应当合理利用资源，防止浪费，减少渣与建筑垃圾的产出量；施工现场建筑垃圾应集中、分类堆放，严密遮盖，必要时建立密闭式垃圾站；楼层内清理施工垃圾，应采取先酒水降尘后清扫的作业方法，并使用密闭式专用垃圾通道（管道）或袋装清运；施工现场内严禁随意丢弃和焚烧各类废弃物，严禁高空抛洒建筑垃圾；施工工程中产生的弃土、弃料及其他建筑垃圾，应及时清运。若在工地内堆置超过 48 小时的，则应在施工工地内设置临时堆放场，并采取下列措施：

1）覆盖防尘布、防尘网；

2）定期喷洒抑尘剂；

3）定期洒水压尘；

4）其他有效的防尘措施建筑垃圾和土方运输车辆运输中必须采取密闭措施，切实达到无外露、无遗撒、无高尖、无扬尘的要求，按规定的时间、地点、线路运输和装卸；外运泥浆应使用具有吸排性能的密封罐车。

（7）防尘措施

为减轻扬尘对区域环境空气质量的不利影响，根据《合肥市扬尘污染防治管理办法》（合肥市人民政府令第 172 号）和《安徽省建筑工程施工扬尘污染防治规定》中的相关要求，建筑工地应当遵守下列规定，采取有效措施防治粉尘的污染：

1）建筑工地自基础施工阶段起，落实好出入口道路硬化和冲洗等防尘措施。

2）围挡、围栏及防溢座的设置。施工期间，设置 1.8 米以上围挡，围挡低端应设置防溢座，围挡之间以及围挡与防溢座之间无缝隙。

3）施工过程在使用水泥、石灰、砂石、涂料、铺装材料等易产生扬尘的建筑材料，应密闭存储。若工地内堆放，应当采用防尘布苫盖，或采取其他有效的防尘措施。

4）施工期间，应在物料、渣土、垃圾运输车辆的出口内侧设置洗车平台，车辆驶离工地前，应在洗车平台清洗轮胎及车身，不得带泥上路。工地出口处铺装道路上可见粘带泥土不得超过 10 米，并应及时清扫冲洗。

5）物料、渣土、垃圾运输车辆，应尽可能采用密闭车斗，并保证物料不遗洒外漏。若无密闭车斗，物料、垃圾、渣土的装载高度不得超过车辆槽帮上沿，车斗应有毡布覆盖严实。毡布边缘至少要遮住槽帮上沿以下 15cm，保证物料、渣土、垃圾等不露出。

6）施工工地内，从建筑上层将具有粉尘逸散性的物料、渣土或废弃物输送至地面或地下楼层时，可从电梯孔道、建筑内部管道或密闭输送管道输送，或者打包装框搬运，不得凌空抛撒。

7）施工期间，应在工地建筑结构脚手架外侧设置防尘布。应当对保洁责任区周围环境进行保洁，保洁责任区范围，一般设在工地周围 20 米内。

8）施工工地内及工地出口至铺装道路间的车行道路应铺设钢板、混凝土、细石等材料，并辅以洒水、喷洒抑尘剂等措施。施工工地道路可采用吸尘或水冲洗的方法清洁施工工地道路积尘，不得在未实施洒水等抑尘措施情况下进行直接清扫。

9）开挖时，对作业面适当喷水，使其保持一定的湿度，以减少扬尘，建筑垃圾及时运走。

10)在对弃土和废渣外运方面，采用密闭化运输车辆运输，杜绝施工废渣沿途抛洒。临时堆场尽量设置在敏感点的下风向，且尽量远离敏感点，减少对周围敏感点的影响。

11）闲置 3 个月以上的施工工地，建设单位应当对其裸露泥地进行临时绿化或者铺装。

12）开挖、运输和填筑土方等工程施工中，对干燥、易起尘的土方工程，应辅以洒水压尘，尽量缩短起尘操作时间。遇到四级或四级以上大风天气，应停止土方作业，并在作业处覆盖防尘布。

13）建筑垃圾、工程渣土等应当及时清运。在 48 小时内未能清运完毕的，应当在施工工地内设置临时堆放场内临时堆放，临时堆放场应当采取围挡、遮盖等有效防尘措施。

14）需使用混凝土时，应使用预拌商品混凝土。应尽量采用石材、木制等成品或半成品，实施装配式施工，减少因石材、木制品切割所造成的扬尘污染。

15）施工工地周边 100%围挡、出入车辆 100%冲洗、拆迁工地 100%湿法作业、渣土车辆 100%密闭运输、施工现场地面 100%硬化、物料堆放 100%覆盖。

5.1.1.2 废水

本项目施工期间产生的废水主要为施工人员生活污水、车辆冲洗水、建筑施工用水等，该类废水主要污染物为 COD、BOD_5、SS、NH_3-N 等。

该项目建设周期较短，施工期间产生的污水主要集中在施工工地。

施工初期生活污水采用移动厕所，收集后由环卫所定期清运。待厂区内管网建成后，生活污水经厂内污水管网收集后排到市政污水管网，经市政污水管网排至望塘污水处理厂，项目在望塘污水处理厂收水范围内，管网已铺设至项目区域，主要工艺为氧化沟+V 型滤池工艺，具有可行性。

施工泥水经沉淀后回用或用于道路洒水。施工期间产生废水涉及范围较小，对区域水环境无影响。

5.1.1.3 噪声

施工场地的噪声源主要为挖掘机、推土机、振动夯锤、装载车等，大多为不连续性噪声。主要设备的噪声源见表 5-1。

表 5-1 施工期间主要设备的噪声源强

施工阶段	设备名称	源强 dB（A）	备注
基础土方施工	液压挖掘机	78~86	距声源 1m 处
	推土机	80~85	距声源 1m 处
	振动夯锤	86~94	距声源 1m 处

	重型运输车	78~86	距声源 1m 处
构筑物建设及装修	商砼搅拌车	82~84	距声源 1m 处
	混凝土振捣器	84~90	距声源 1m 处
	木工刨床	80~85	距声源 1m 处
	电锯	85~90	距声源 1m 处
	钢筋切断机	70~75	距声源 1m 处

将施工期的噪声源作为点源，按点源衰减模式计算各种机械设备在不同距离处的噪声水平列于表 5-2。

表 5-2 施工期间噪声水平预测值

序号	设备名称	不同距离处的噪声水平 dB(A)				
		10m	20m	30m	40m	50m
1	液压挖掘机	66.0	60.0	56.5	54.0	52.0
2	推土机	65.0	59.0	55.5	53.0	51.0
3	振动夯锤	74.0	68.0	64.5	62.0	60.0
4	重型运输车	66.0	60.0	56.5	54.0	52.0
5	商砼搅拌车	64.0	58.0	54.5	52.0	50.0
6	混凝土振捣器	70.0	64.0	60.5	58.0	56.0
7	木工刨床	65.0	59.0	55.5	53.0	51.0
8	电锯	70.0	64.0	60.5	58.0	56.0
9	钢筋切断机	55.0	49.0	45.5	43.0	41.0

施工过程中，通过采取从声源上控制、距离防护、合理安排施工时间等措施，施工噪声可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523－2011）标准（昼间 70dB（A），夜间 55dB（A））的要求。另外，本项目位于已规划的岗集镇内。目前，项目所在地及周边主要为科研用地，距居民区较远，施工噪声对环境的影响是可以接受的。

5.1.1.4 固体废物

（1）固体废物来源分析

1）施工垃圾

①基坑开挖弃土：根据土石方平衡可知，建设过程中挖方量为 65.55 万 m^3，回填量为 41.51 万 m^3，则弃方量为 20.83 万 m^3。项目开挖产生的弃土，临时堆放过程中设置挡拦设施，定期委托专业的渣土运输公司/长丰县市容部门进行运输。在运输过程中，运输车辆必须加盖，且要加盖处理，防治产生扬尘。

②建筑废料：其种类比较多，包括施工中砖、水泥、木材、钢材、装修中产生的废料，根据类比资料，产生量一般在 0.02t/m^2 左右。整个工程固废最大产量约 13661.4t，可以重复使用的尽量回收利用，弃用建筑垃圾向市容环境卫生主管部门申请，运至指定地点。建筑垃圾运输车辆应当采取密闭措施，不得超载运输，不得车轮带泥，不得遗撒、泄漏，各类建筑垃圾的处理和处置全过程必须遵守《建筑垃圾和工程渣土处置管理规定》。

2）生活垃圾

因施工人员集中将产生一定量的生活垃圾，平均每人每天约产生 1.0kg 左右的生活垃圾，高峰期生活垃圾量产生为 150kg/d。

（2）固体废弃物的处置

本项目产生的土石主要来自于厂区场地的平整、室内地坪填土及地下建构筑物挖土、道路基础挖土、地表腐殖土以及挖方松土量等。

在土石方和建筑垃圾运输过程中应该注意：

1）对施工过程中产生和各类建筑垃圾应当及时清理，保持施工现场整洁；

2）工程施工现场出入口的道路应当硬化，配置相应的冲洗设施，车辆冲洗干净后，方可驶离工地；

3）按照市容环境卫生行政主管部门核定的时间、路线、地点运输和倾倒建筑垃圾，禁止偷倒、乱倒；

4）建筑垃圾运输车辆应当采取密闭措施，不得超载运输，不得车轮带泥，不得遗撒、泄漏，各类建筑垃圾的处理和处置全过程必须遵守合肥市关于建筑垃圾和工程渣土处置的相关规定；

5）建筑垃圾运输作业时，建设单位应当督促运输单位在清运时间内组织人力、物力或委托专业市容环境卫生服务单位做好沿途的污染清理工作；清运过程中造成交通安全设施损坏的，应予以赔偿；

6）由于建筑垃圾是土建工程中不可避免的，因此建设单位和施工单位必须做好施工垃圾管理，避免对周围环境造成影响；

7）生活垃圾应袋装，集中后交环卫部门统一处理。

5.1.1.5 生态环境

根据工程建设的基本工序，工程开工建设阶段，在施工厂区平整的基础上，采用大开挖的施工工艺，挖掘厂房等主要设施的基础。根据类似工程的建设经验，在工程建设阶段，施工活动对厂址地区环境生态的不利影响在生物多样性、植被覆盖率、土地利用、水土流失等多个方面，但主要体现在植被的破坏、水土流失加剧。由于拟建工程主要占地是杂草地和池塘；因此，施工活动主要影响为水土流失。

施工期地表土壤遭到破坏，地基开挖出的土石方在临时堆放过程中都可能造成水土流失。临时堆放在建筑物四周的松散土壤，遇到降雨时尤其是降雨强度较大时极易形成水力侵蚀，造成大量水土流失；松散土壤干燥后，遇到大风时易产生风力侵蚀，土壤颗粒被带走，造成水土的流失。挖土在运输途中容易散落，经过反复碾压，形成厚厚的粉尘层，遇风则尘土飞扬，造成严重的空气污染，影响施工人员正常的生产与生活。施工期所在区域有池塘 30 个，面积约为 67000m^2，水深约 1m，淤泥厚度约 0.5m~1.2m，清出的淤泥由长丰县市容部门统一调运处理，清淤的过程中可能会造成水土流失。

为了尽量减少水土流失，施工时应采取以下防治措施：

（1）路基开挖填筑前应建好两侧的排水措施和拦挡措施，应分段施工，路基土石方施工完成一段，应立即采取护坡措施，尽量缩短坡面裸露时间。雨季施工应采取临时排水、临时覆盖措施。

（2）对于施工场地的防护，要求在工程实施期间做好临时用地范围内的排水措施以及表土堆置区的防护措施。

（3）进场道路修建前应建好排水、拦挡工程，对需要护坡的地段，在修建好以后应立即采取护坡措施。

（4）因施工结束后需要大量的表土用于裸露地表的恢复，施工过程中应尽量保留施工开挖中剥离的表土，妥善集中堆置并做好临时防护工作。

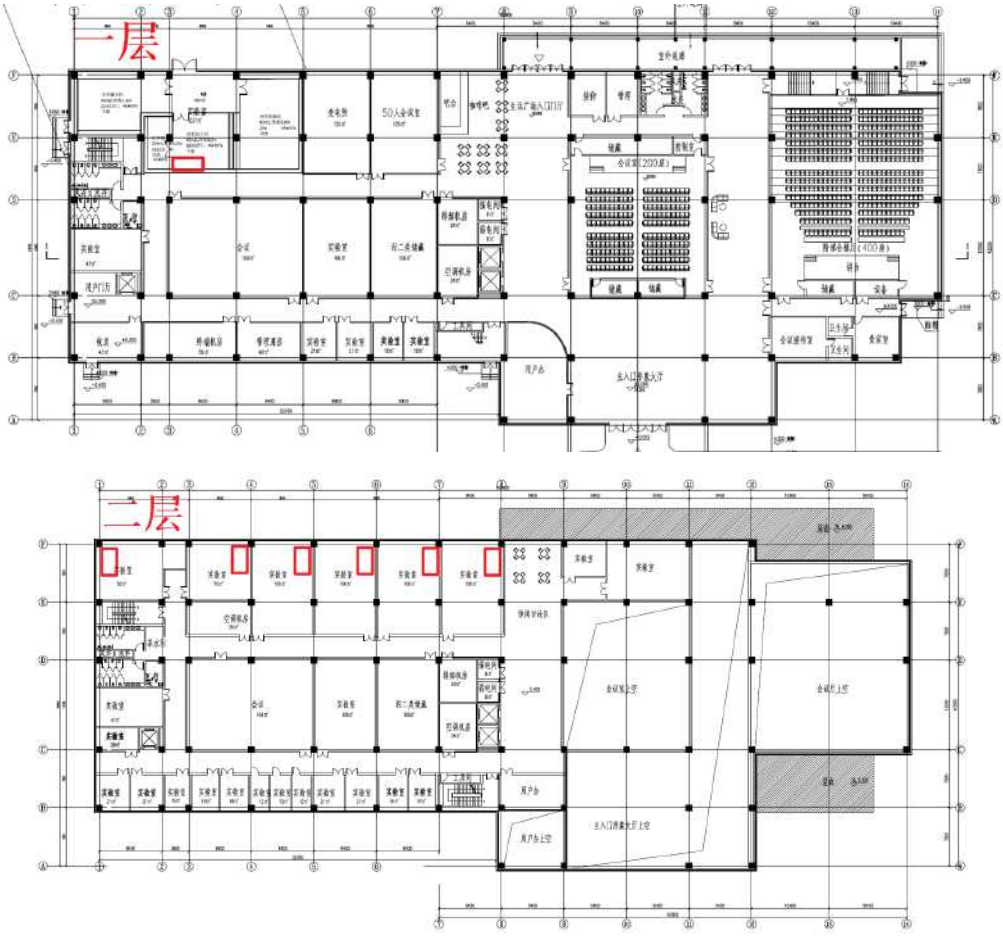
综上，拟建工程的建设施工活动对项目所在地的生态环境可能造成一定程度的破坏，在施工过程中由于采取临时防护措施、植物措施，对恢复改善工程占压、挖损、扰动破坏的土地及植被，起到良好作用，后期对周边和工程运行影响降低到最小。

5.1.2 营运期环境影响分析

5.1.2.1 非放废气

（1）废气源强估算

项目营运期废气主要为超声波清洗、原位反应过程中产生有机废气（以非甲烷总烃计）。本项目涉及非放废气的共有 25 个实验室，每个实验室设置 1 个通风橱，合计 25 个通风橱，单个通风橱的风量为 1500m^3/h，考虑到风量损耗等因素，风机总风量设置为 40000m^3/h，实验产生的废气经通风橱收集后经屋顶 1 套活性炭吸附装置处理后经 1 根 15 米高排气筒排放（DA005）。



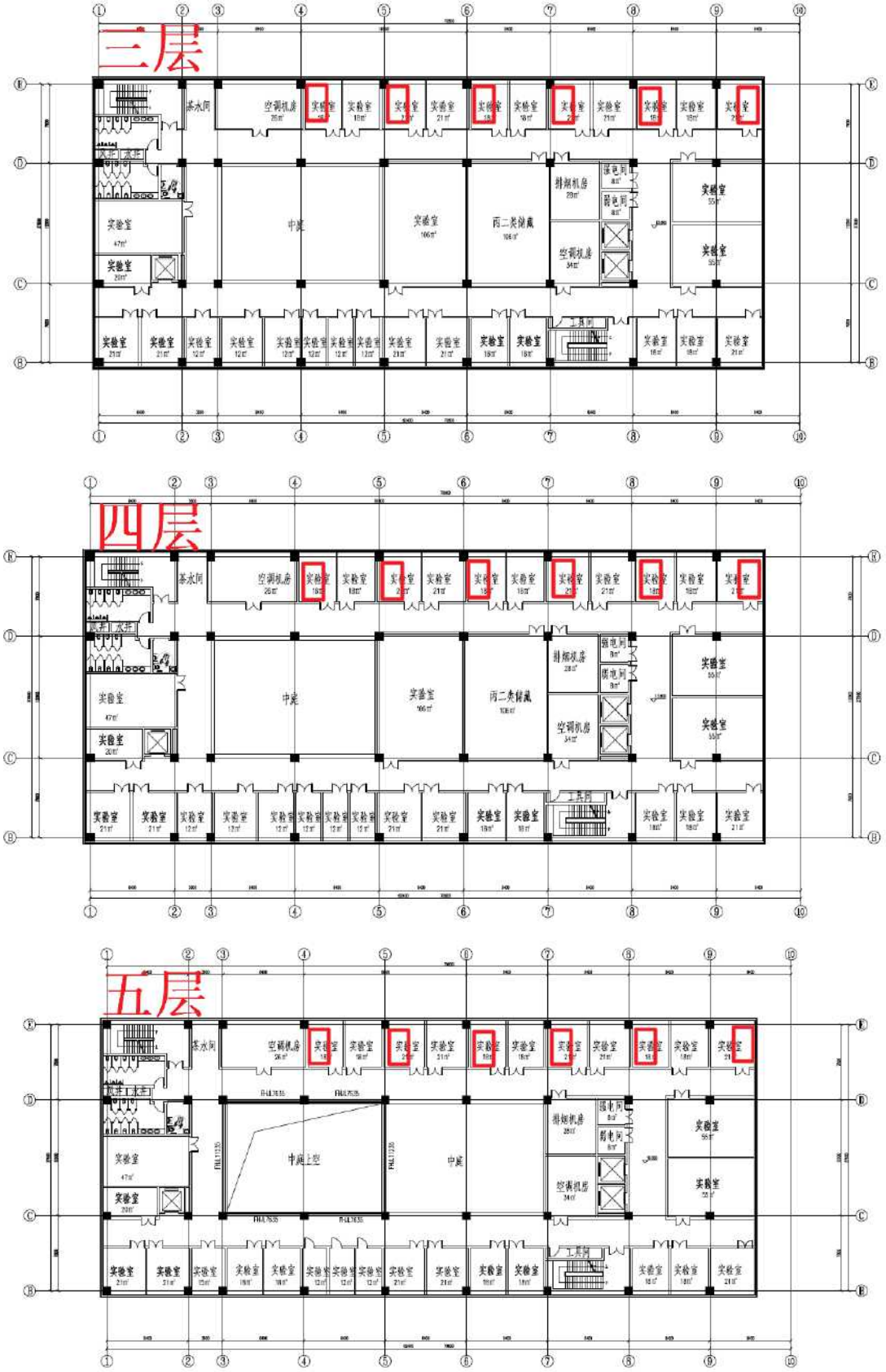


图 5-1　废气管道区域划分图

①超声波清洗（弱酸清洗剂清洗）废气（非甲烷总烃）

本项目弱酸性清洗剂使用量为0.05t/a，根据实际经验，废气产生量按照清洗剂使用量10%计，则非甲烷总烃产生量为0.005t/a，清洗过程为全封闭式，经通风橱收集后由活性炭吸附装置处理后经15m排气筒排放，风机风量为40000m^3/h，废气收集效率100%，处理效率90%，年工作7200h，则有组织废气产生量为0.005t/a，产生速率为0.0007kg/h，产生浓度为0.0174mg/m^3，有组织废气排放量为0.0005t/a，排放速率为0.0001kg/h，排放浓度为0.0017mg/m^3。

②超声波清洗（弱碱清洗剂清洗）废气（非甲烷总烃）

本项目弱碱性清洗剂使用量为0.05t/a，根据实际经验，废气产生量按照清洗剂使用量10%计，则非甲烷总烃产生量为0.005t/a，清洗过程为全封闭式，经通风橱收集后由活性炭吸附装置处理后经15m排气筒排放，风机风量为40000m^3/h，废气收集效率100%，处理效率90%，年工作7200h，则有组织废气产生量为0.005t/a，产生速率为0.0007kg/h，产生浓度为0.0174mg/m^3，有组织废气排放量为0.0005t/a，排放速率为0.0001kg/h，排放浓度为0.0017mg/m^3。

③超声波清洗（乙醇/丙酮）废气（非甲烷总烃）

本项目乙醇用量为0.5t/a、丙酮用量为0.1t/a，根据MSDS报告（附件10）及企业实际情况，废气的产生量按照溶剂用量的50%计算（剩余50%进入废液，作为危废处理），溶剂总用量为0.6t/a，则废气产生量为0.3t/a，经通风橱收集后由活性炭吸附装置处理后经15m排气筒排放，风机风量为40000m^3/h，废气收集效率90%，处理效率90%，年工作7200h，则有组织废气产生量为0.27t/a，产生速率为0.0375kg/h，产生浓度为0.9375mg/m^3；有组织废气排放量为0.027t/a，排放速率为0.0038kg/h，排放浓度为0.0938mg/m^3；无组织非甲烷总烃产生（排放）量为0.03t/a，产生（排放）速率为0.0042kg/h。

④原位反应废气（非甲烷总烃）

原位反应预处理工序使用到乙醇0.04t/a、丙酮0.01t/a、异丙醇0.05t/a、乙二醇0.01t/a，根据MSDS报告及企业实际情况，废气的产生量按照溶剂用量的50%计算，溶剂总用量为0.11t/a，则废气产生量为0.055t/a，经集气罩收集后由活性炭吸附装置处理后经15m

排气筒排放，风机风量为 40000m^3/h，废气收集效率 90%，处理效率 90%，年工作 7200h，则有组织废气产生量为 0.0495t/a，产生速率为 0.0069kg/h，产生浓度为 0.1719mg/m^3；有组织废气排放量为 0.00495t/a，排放速率为 0.0007kg/h，排放浓度为 0.0172mg/m^3；无组织非甲烷总烃产生（排放）量为 0.0055t/a，产生（排放）速率为 0.0007kg/h。

⑤食堂油烟

本项目就餐人数 800 人，在工作日内为员工提供就餐。餐饮油烟的成份比较复杂，主要是食用油在高温下的挥发物、食用油及食品的氧化、裂解、水解形成的醛类、酮类、链烷类、链烯类和多环芳烃等有毒物质。一般颗粒大小 10μm，具有粘着力强、不易溶于水、极性小等特性。食堂就餐人数为 800 人/d，按人均食油消耗量 10g/d 计，则总消耗食油约为 8kg/d（2.4t/a），按平均挥发损耗率 3%计，则油烟产生量约为 0.24kg/d（0.072t/a）。设置 1 台抽油烟机，总风量都为 45000m^3/h，抽油烟机每天工作时间按 4h 计算，则产生浓度约为 13.3mg/m^3。本评价要求食堂选用复合静电油烟净化设备对油烟进行净化处理，产生油烟经复合静电油烟净化设备处理后经通风管道排出，根据复合油烟净化设备净化效果，脱除率按 80%计算，油烟量排放量可由 0.24kg/d（0.072t/a）减低至 0.048kg/d（0.0144t/a），排放浓度约为 2.67mg/m^3。油烟排放浓度达到《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）标准。

表 5-3 非放废气产生及排放情况表

排放方式	污染源	主要污染物	风量 m^3/h	产生情况			治理措施	排放去向	排放情况		
				浓度 mg/m^3	速率 kg/h	产生量 t/a			浓度 mg/m^3	速率 kg/h	排放量 t/a
有组织	超声波清洗（弱酸清洗）	非甲烷总烃	40000	0.0174	0.0007	0.005	活性炭吸附箱+15m 排气筒	高空大气环境	0.0017	0.0001	0.0005
	超声波清洗（弱碱清洗剂清洗）	非甲烷总烃	40000	0.0174	0.0007	0.005	活性炭吸附箱+15m 排气筒	高空大气环境	0.0017	0.0001	0.0005
	超声波清洗（乙醇/丙酮）	非甲烷总烃	40000	0.9375	0.0375	0.27	活性炭吸附箱+15m 排气筒	高空大气环境	0.0938	0.0038	0.027
	原位反应	非甲烷总烃	40000	0.1719	0.0069	0.0495	活性炭吸附箱+15m 排气筒	高空大气环境	0.0172	0.0007	0.0050
无组织	超声波清洗（乙醇/丙酮）	非甲烷总烃	/	/	0.0042	0.03	加强通风	大气环境	/	0.0042	0.03
	原位反应	非甲烷总烃	/	/	0.0007	0.0055	加强通风	大气环境	/	0.0007	0.0055
	食堂	油烟	45000	13.3	20	0.072	油烟净化	大气环境	2.67	0.004	0.0144

（2）正常工况废气达标分析

①废气治理设施可行性分析

本项目废气采用活性炭吸附处理，废气通过活性炭吸附层时，大部分的吸附质被吸附在吸附层内，随着吸附时间的延续，活性炭的吸附能力将下降，其有效部分将越来越薄，当活性炭全部达到饱和时，活性炭被穿透。为确保装置处理效率，需定期对活性炭进行更替。

活性炭吸附装置需满足《吸附法工业有机废气治理工程技术规范》（HJ2026-2013）。

表 5-4　活性炭吸附装置设计控制参数一览表

废气温度	风量	通过速率	材质	碘值
＜40°C	10000m^3/h	＜1.2m/s	蜂窝活性炭	≥800mg/g

根据《吸附法工业有机废气治理工程技术规范》（HJ 2026-2013），吸附装置的净化效率不得低于 90%，该系统废气收集效率 90%，有机废气去除效率为 90%。

本项目产生的废气污染物在采取上述处理措施后可以实现达标排放，对周围环境影响较小。

（3）非正常工况下大气环境影响分析

本项目非正常排放主要是设备检修，或环保设施达不到设计规定指标运行时的排污。本次评价考虑短时间内（以 1h 计）废气治理设备故障，净化效率为 50%的非正常排放（考虑最不利情况）。

表 5-5 非正常工况废气排放情况

污染源	污染物名称	浓度，mg/m^3	速率，kg/h	排放量，t/a	频次及持续时间	应对措施
DA005	非甲烷总烃	0.5720	0.0229	0.1648	1 次/a，1h/次	停止产污设施运营，待环保设施恢复正常后方可同步恢复运行

为防止生产废气非正常工况排放，企业必须加强废气处理设施的管理，定期检修，确保废气处理设施正常运行，在废气处理设备停止运行或出现故障时，产生废气的各工序也必须相应停止生产。为杜绝废气非正常排放，应采取以下措施确保废气达

标排放：

①安排专人负责环保设备的日常维护和管理，每个固定时间检查、汇报情况，及时发现废处理设备的隐患，确保废气处理系统正常运行；

②定期更换活性炭，活性炭一年更换三次；

③建立健全的环保管理机构，对环保管理人员和技术人员进行岗位培训，委托具有专业资质的环境检测单位对项目排放的各类污染物进行定期检测；

④应定期维护、检修废气净化装置，以保持废气处理装置的净化能力和净化容量。

（4）环境空气影响分析

依据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）中 5.3 节工作等级的确定方法，结合项目工程分析结果，选择正常排放的主要污染物及排放参数，采用附录 A 推荐模型中的 AERSCREEN 模式计算项目污染源的最大环境影响，然后按评价工作分级判据进行分级。

本项目所有污染源的正常排放的污染物的 P_{max} 和 D10%预测结果如下：

表 5-6 废气污染物浓度估算模式计算结果

污染物名称	污染物	项目	最大落地浓度，μg/m³	最大落地浓度距离，m	占标率 P_{max}，%	D10%，m	推荐评价等级
DA005	非甲烷总烃	有组织	3.98	38	0	/	III

结果表明：本项目点源排放的污染物下风向最大浓度占标率为 0%，正常工况下，排放的大气污染物贡献值较小，最大占标率为 0%<1%，属三级评价范围。且根据评价区的环境质量现状监测结果可知，区域大气环境质量较好。因此，项目正常情况排放的大气污染物对大气环境影响可接受，项目大气污染物排放方案可行，对周围大气环境影响很小。

综上所述，本项目对周围大气环境不会产生明显不利影响，周边大气环境基本可维持现状。

（5）大气污染源监测计划

建设单位应按照《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017）相关要求，开展大气污染源监测，大气污染源监测计划见下表。

表 5-7 大气监测工作计划一览表

污染源类别	监测点位	监测因子	监测频次	执行排放标准
废气	DA005 排气筒	非甲烷总烃	1 次/半年	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
	周界外浓度最高点（下风向）	非甲烷总烃		

（6）结论

本项目废气经治理后，各污染物排放能够满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）相应限值要求，对周围大气环境影响较小。

5.1.2.2 废水

（1）废水产生量

本项目采取雨、污分流制，雨水排入市政雨水管网，生活污水经化粪池处理后接入市政污水管网，食堂废水经隔油池处理后接入市政污水官网，生产废水经废水处理站处理后接入市政污水管网。

营运期工作人员约为 244 人，生活用水量按每人 100L/d 计，年工作 300 天，则生活用水量为 24.4t/d（7320t/a），排水量以耗水量的 80%计，则废水排放量为 19.52t/d（5856t/a），主要污染物为：COD 380mg/L、BOD_5 180mg/L、SS 200mg/L、NH_3-N 30mg/L。

项目食堂就餐人数为 800 人，根据《民用建筑节水设计标准》（GB50555-2010）中表 3.1.2 中用水量定额规定，用水量取 20L/人.天，年就餐 300 天，则食堂废水产生量为 12.8 m^3/d，因此，本项目产生的食堂废水量为 3840 m^3/a。主要污染物为 COD380mg/L、SS 200mg/L、NH_3-N 30mg/L、TP 5 mg/L、动植物油。100 mg/L。

营运期生产废水量为 1002t/a，主要污染物为：COD155.69mg/L、SS 60 mg/L、LAS18.96mg/L、石油类 56.89mg/L、NH_3-N 4.038 mg/L，经厂内废水处理站处理达标后接入市政污水管网。

项目非放废水产生及排放情况见下表。

表 5-8 本项目非放废水产生及排放情况

污染源	污水量，t/a	污染物	产生量，t/a		治理措施			排放量，t/a		排放去向
			浓度，mg/L	产生量，t/a	工艺	效率，%	可行技术	浓度，mg/L	排放量，t/a	
生活污水	5856	COD	380	2.2253	化粪池	15	是	323	1.8915	市政污水管网
		BOD_5	180	1.0541		10		162	0.9487	
		SS	200	1.1712		50		100	0.5856	
		NH_3-N	30	0.1757		3		29.1	0.1704	
食堂废水	3840	COD	500	1.9200	隔油池	60	是	300	1.1520	市政污水官网
		SS	350	1.3440		60		140	0.5376	
		NH_3-N	40	0.1536		60		16	0.0614	
		TP	4	0.0154		60		1.6	0.0061	
		动植物油	120	0.4608		60		48	0.1843	
生产废水	1002	COD	155.69	0.1560	中和沉淀+气浮+A/O 氧化	97	是	4.6707	0.0047	市政污水管网
		SS	60	0.0601		80		12	0.0120	
		LAS	18.96	0.0190		95		0.948	0.0009	
		石油类	56.89	0.0570		98		1.1378	0.0011	
		NH_3-N	4.038	0.0040		80		0.08076	0.0001	

（2）废水处理工艺

为了使厂区废水总排口的废水水质达到望塘污水处理有限公司接管标准，本项目设一座厂区废水处理站处理废水，厂区废水处理站采用“中和沉淀+气浮+A/O 氧化”工艺，设计处理规模为 5m^3/d，具体处理工艺流程图见图 5-2。

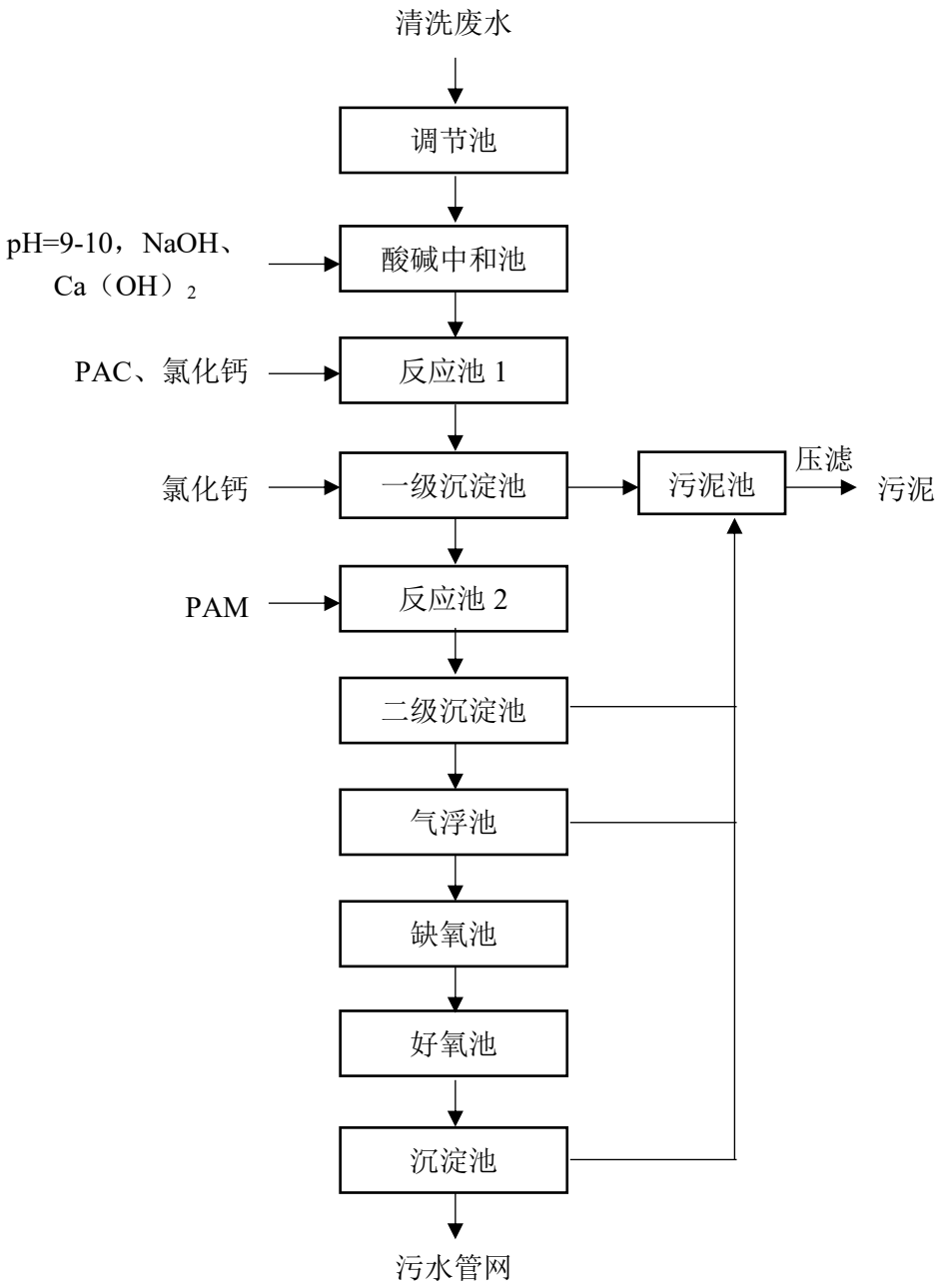


图 5-2 项目废水处理工艺流程图

废水处理站主要工艺单元介绍如下：

①调节池

考虑到项目废水排放具有间断性和多变性的特点，而污水处理工艺是按照一定的水质和水量标准设计的，要求进水水质要均匀，因此项目污水处理工艺设置有一个调节池，废水首先汇总排入污水处理站的前端废水池，然后进入调节池内，调节池底部设置空气搅拌系统，废水在这里充分达到均质均量的效果，保证后续处理的连续性稳

定性。

②酸碱中和池

项目废水经调节池处理后进入中和池内，通过向反应池内投加碱石灰等药剂，并加入片碱调节 pH 值到 9~10。

③反应池 1

本项目废水中含有石油类物质。由于石油类物质的乳化作用导致其表面吸附了许多磷酸盐，而单纯靠絮凝沉淀而不进行破乳，处理效果不够理想。加入 $CaCl_2$ 进行破乳后，废水中绝大部分磷酸盐能独立地存在于废水中，使得 $CaCl_2$ 的沉淀效果能发挥出来，使石油类物质和磷酸盐的去除有一个较好的环境。

④一级沉淀池

经反应池处理后的废水，其 COD、SS 等不能立即沉降下来，需要有足够的沉淀时间或快速沉降斜管才能达到最佳效果。为增加絮凝能力，加入少量 $CaCl_2$，进水方式采用穿孔整流布水，出水方式采用多槽出水，在池面上增设几条平行的出水堰和集水槽，以改善出水水质。

⑤反应池

加入絮凝剂 PAM，通过混凝作用去除部分 COD，使大颗粒悬浮物形成絮体矾花通过加入絮凝剂，使废水中胶体等污染物凝聚成较大的絮凝体，便于沉淀。

⑥二级沉淀池

废水中絮凝体在沉淀池中沉淀浓缩。

⑦气浮池

压力溶气气浮机，最大瞬时处理水量 $5m^3/h$，进一步去除废水中的油污、有机溶剂和悬浮物。

⑧A/O 氧化池

通过微生物的作用进一步去除废水中 COD、NH_3-N，将缺氧段置于系统前端，其发生反硝化反应产生的碱度能够少量补充硝化反应之需。另外，缺氧池中反硝化反应利用原废水中的有机物为碳源可以减少补充碳源的投加甚至不加。通过内循环将硝化反应产生的硝态氮转移到缺氧池进行反硝化反应，硝态氮中氧作为电子受体，供给反硝化菌的呼吸作用和生命活动，并完成脱氮工序。通过重力沉淀作用，将生化污泥沉

降至泥斗，重力排至污泥池。

沉淀池出水进入总排口达标排放。

（3）废水接管可行性分析

根据《环境影响评价技术导则-地表水环境》，本项目水污染物属于间接排放，评价等级判定为三级 B，其依托污水处理设施环境可行性分析如下：

望塘污水处理厂服务范围主要包括合肥市黄山路以北、环城西路及亳州路以西的区域以及长丰县岗集镇镇区及工业园区、三十岗、大杨店、蜀山新产业园、城市森林公园、中科院合肥研究院的建设用地，规划服务面积 66km^2，属于合肥市污水规划系统中的南淝河系统。项目所在区域属于望塘污水处理厂的收水范围。

望塘污水处理厂已建工程位于潜山路、清溪路、青阳路、高刘路及金牛路围合的街区里，现总占地 16.61ha，由一期（设计规模 8 万 m^3 /d）和二期工程（设计规模 10 万 m^3/d）组成。望塘污水处理厂一期工程已经于 2004 年投入使用、二期工程于 2009 年投产。

项目所在地属于望塘污水处理厂的收水范围；本项目废水量为 35.66m^3/d，约占望塘污水处理厂工程规模的 0.02%；本项目废水为工作人员生活污水，水质简单，经厂区化粪池预处理后接入市政污水管网，食堂废水经隔油池处理后接入市政污水官网，生产废水经废水处理站处理后接入市政污水管网，满足望塘污水处理厂接管标准要求。

本项目排放废水主要为生活污水、食堂废水及生产废水，生活污水经厂区化粪池处理后，食堂废水经隔油池处理，生产废水经厂内废水处理站处理后的排放浓度能达到望塘污水处理厂接管标准，通过市政污水管网进入望塘污水处理厂处理，处理后达到《巢湖流域城镇污水处理厂和工业行业主要水污染物排放限值》（DB34/2710-2016）中表 2 相关标准以及《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级标准 A 标准，最终排入南淝河。因此，采取以上治理措施后，本项目废水可以达标排放。

综上所述，项目废水接入望塘污水处理厂是可行的，经上述处理措施后，项目废水能做到达标排放，对南淝河水环境影响较小，不会降低南淝河水环境现有功能。

（4）废水污染物排放信息

表 5-9 废水类别、污染物及治理设施信息表

序号	废水类别	污染物种类	排放规律	污染治理设施			排放口编号	排放口设置是否符合要求	排放口类型
				污染治理设施编号	污染治理设施名称	污染治理设施工艺			
1	生活污水	COD BOD_5 SS NH_3-N	间断排放，排放期间流量不稳定且无规律，但不属于冲击型排放	TW001	化粪池	沉淀+厌氧发酵	DW001	是☑ 否□	☑企业排口 □雨水排放 □清净下水排放 □温排水排放 □车间或车间处理设施排放口
2	食堂废水	COD SS NH_3-N TP 动植物油	间断排放，排放期间流量不稳定且无规律，但不属于冲击型排放	TW002	隔油池	沉淀	DW002	是☑ 否□	☑企业排口 □雨水排放 □清净下水排放 □温排水排放 □车间或车间处理设施排放口
3	生产废水	COD SS LAS 石油类 NH_3-N	间断排放，排放期间流量稳定	TW003	废水处理站	中和沉淀+气浮+A/O氧化	DW003	是☑ 否□	☑企业排口 □雨水排放 □清净下水排放 □温排水排放 □车间或车间处理设施排放口

表 5-10 废水污染物排放执行标准表

序号	排放口编号	污染物种类	国家或地方污染物排放标准及其他按规定商定的排放协议	
			名称	浓度限值/(mg/L)
1	DW001	COD	望塘污水处理厂接管标准	380
		BOD_5		180
		SS		200
		NH_3-N		30
2	DW002	COD	望塘污水处理厂接管标准	380
		SS		200
		NH_3-N		30
		TP		5
		动植物油		100
3	DW003	COD	望塘污水处理厂接管标准	380
		SS		200
		LAS		20
		石油类		20
		NH_3-N		30

表 5-11 废水污染物排放信息表

序号	排放口编号	污染物种类	排放浓度（mg/L）	日排放量（t/d）	年排放量（t/a）
1	DW001	COD	323	0.006305	1.8915
2		BOD_5	162	0.0031623333	0.9487
3		SS	100	0.001952	0.5856
4		NH_3-N	29.1	0.000568	0.1704
5	DW002	COD	300	0.00384	1.1520
6		SS	140	0.001792	0.5376
7		NH_3-N	16	0.0002046667	0.0614
8		TP	1.6	0.0000203333	0.0061
9		动植物油	48	0.0006143333	0.1843
10	DW003	COD	4.6707	0.0000156667	0.0047
11		SS	12	0.00004	0.0120
12		LAS	0.948	0.000003	0.0009
13		石油类	1.1378	0.0000036667	0.0011
14		NH_3-N	0.08076	0.0000003333	0.0001
全厂排放口合计		COD			3.0482
		BOD_5			0.9487
		SS			1.1352
		NH_3-N			0.2319
		LAS			0.0009

	动植物油	0.1843
	石油类	0.0011

综上，项目废水接入市政污水管网，排入望塘污水处理厂处理是可行的。

（4）监测计划

根据《排污单位自行监测技术指南总则》（HJ819-2017）相关要求，开展水污染源监测，废水污染源监测计划见下表。

表 5-12 废水监测计划表

类别	监测点位	监测指标	监测频次	执行标准
废水	DW001	pH、COD、BOD_5、SS、NH_3-N	1 次/年	望塘污水处理厂接管标准
	DW002	COD、SS、NH3-N、TP、动植物油	1 次/年	望塘污水处理厂接管标准
	DW003	pH、COD、SS、LAS、石油类、NH_3-N	1 次/年	望塘污水处理厂接管标准

5.1.2.3 噪声

（1）噪声源强及特性

本项目噪声主要来自综合科研楼、车间内的设备运行产生的噪声，各设备均采取了隔声减振的措施，主要噪声源强见下表。

表 5-13 噪声源强一览表

噪声源		设备数量，台	产生强度 dB，A	降噪措施	降噪后排放强度	厂界距离，m			
						东	南	西	北
综合科研楼	超声波清洗机	1	85	选用低噪声设备，设置减振机座，加装减震弹簧和橡皮垫等减振降噪措	60	143.8	423.25	656.2	124.6
	原位反应器	10	85		60	143.8	423.25	656.2	124.6
	风机	25	90		60	143.8	423.25	656.2	124.6
车间	焊接炉	2	90		60	752	421.65	48	126.2

	超声波清洗机	1	85	施，同时车间隔声，风机出口安装消音器	60	752	421.65	48	126.2

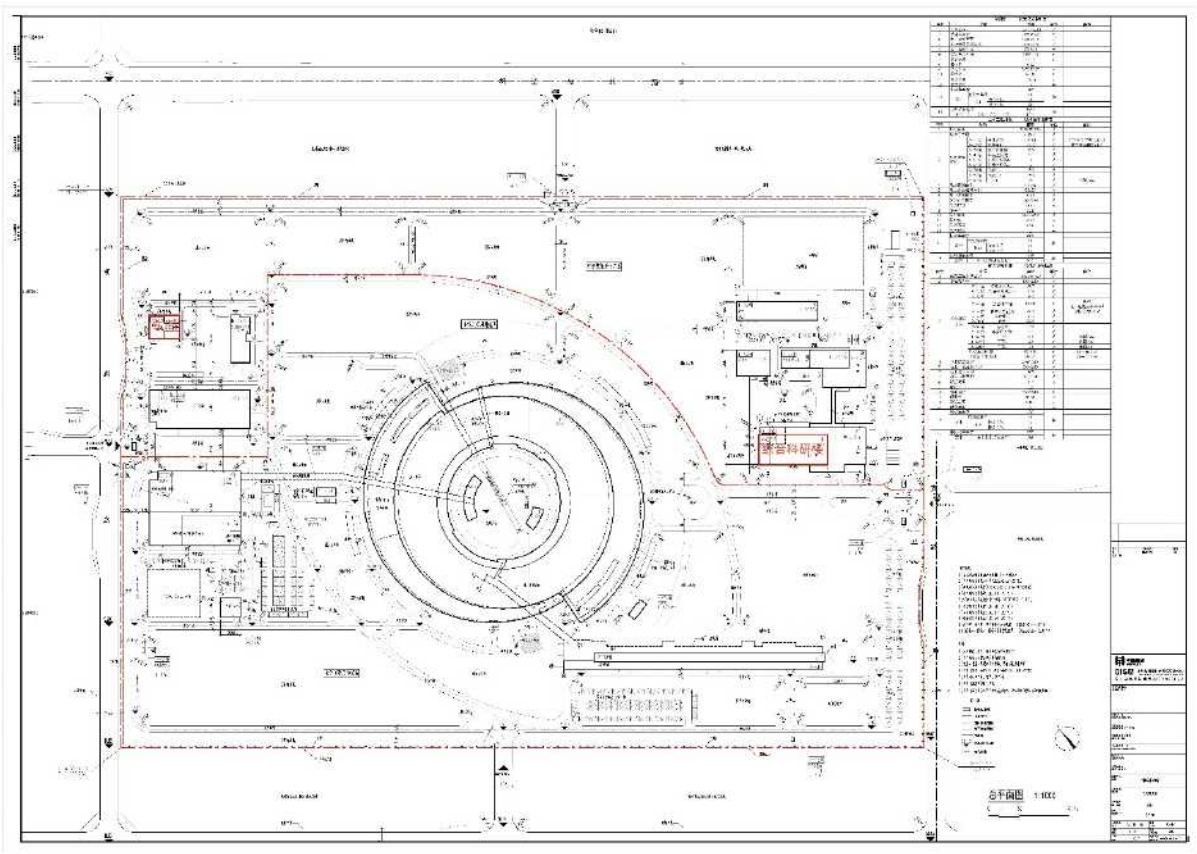


图 5-3 噪声源分布图

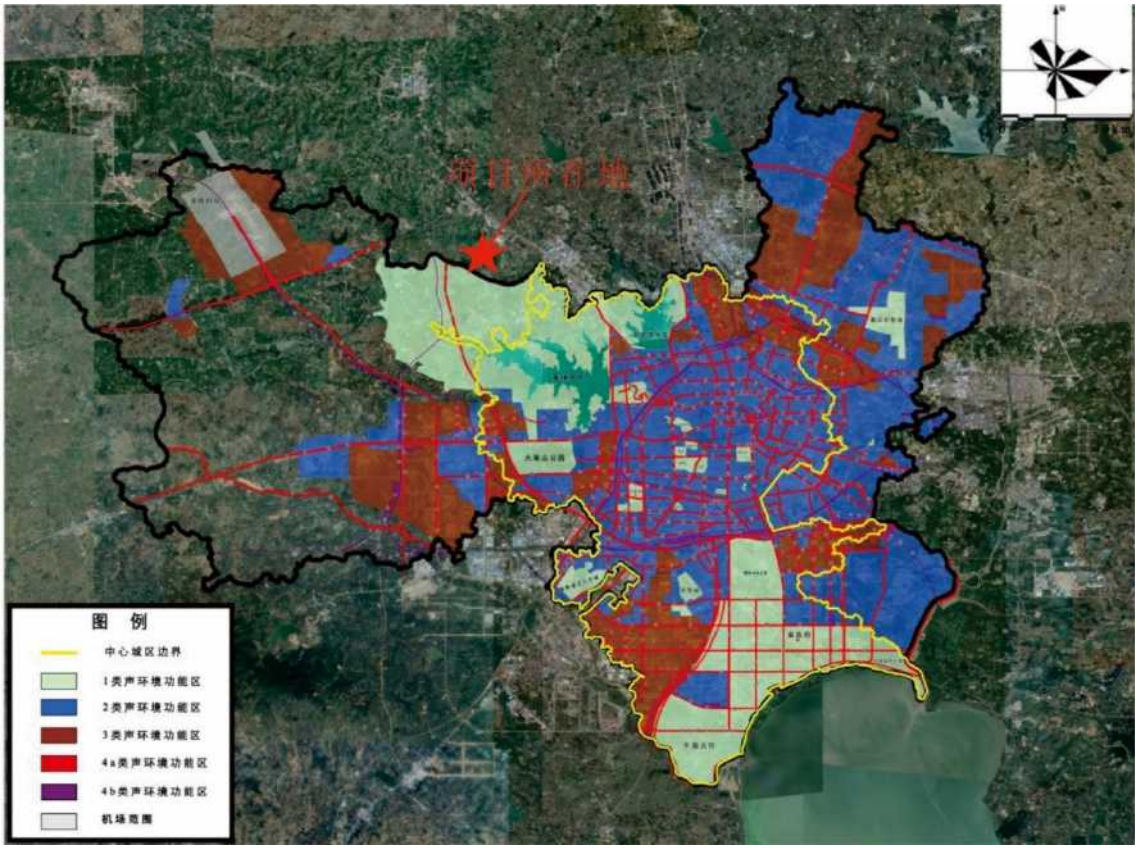


图 5-4 合肥市声环境功能区图

（2）噪声治理设施

①项目方选择低噪声设备；②对设备加装减振基础；③合理布局车间内设备；④车间隔声；⑤噪声随距离衰减。

（3）声环境影响预测：

本次环评声环境影响预测方法采用《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）中噪声预测计算模式。预测模式如下：

①室内声源等效室外声源声功率级计算方法

某一室内声源靠近围护结构处产生的倍频带声压级：

$$L_{p2}=L_{p1}-(TL+6)$$

$$L_{P1}=L_W+10\lg\left(\frac{Q}{4\pi r^2}+\frac{4}{R}\right)$$

$$L_W=L_{p2}(T)+10\lg s$$

倍频带声压级合成 A 声级计算公式：

$$L_A = 10\lg\left[\sum_{i=1}^{n} 10^{0.1(L_{Pi}-\Delta L_i)}\right]$$

②单个室外的点声源在预测点产生的声级计算基本公式

$$L_A(r) = L_{AW} - D_C - A$$

A 可选择对 A 声级影响最大的倍频带计算，一般可选中心频率为 500Hz 的倍频带作估算。

③点声源几何发散衰减

项目声源处于半自由声场，距离声源 r 处的 A 声级为：

$$L_A(r) = L_{AW} - 20\lg(r) - 8$$

在预测时还需考虑相关建筑物的屏障衰减和厂房衰减。衰减量的计算方法为导则（HJ2.4-2021）的 8.3.3~8.3.6 节。

④预测点的噪声叠加如下式：

$$L_{eqg} = 10\lg\left(\frac{1}{T}\sum_i t_i 10^{0.1L_{Ai}}\right)$$

以上式中符号意义见 HJ2.4-2021 的相关内容及其附件。

表 5-14 本项目噪声预测结果，dB(A)

预测点位	东边界	南边界	西边界	北边界
贡献值	21.72	14.47	29.42	25.04
昼间标准值	60	60	60	60
夜间标准值	50	50	50	50

由上表可见，本项目主要噪声设备经距离衰减和厂房隔声后，到厂界贡献较小，满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准。

（4）预测结果评价

预测结果表明，项目投产后四面厂界噪声贡献值满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准要求，项目周围 200m 范围内没有敏感保护目标存在。因此，该项目产生的噪声对周围环境影响较小。

（5）自行监测计划

根据《排污单位自行监测技术指南总则》，本项目噪声监测计划如下：

表 5-15 噪声监测计划

监测点位	监测因子	监测频次	排放执行标准
厂界	噪声	每季度至少一次	GB12348-2008

5.1.2.4 固体废物

5.1.2.4.1 固体废物产生量分析

本项目产生的非放固体废物主要来自于工作人员产生的生活垃圾，设置若干个垃圾桶收集后，交由环卫部门统一处理，不会对环境造成明显影响。本项目产生的一般工业固废主要为废金属边角料、废包装材料，收集后外售处置；危险废物主要为废清洗剂包装桶、乙醇废液、丙酮废液、石油醚废液、废机械泵油、废机械泵油包装桶、异丙醇废液、乙二醇废液、废树脂、废石英砂、废活性炭、废滤网、废抹布、残留固态样品和催化剂、废气处理活性炭，暂存于危废仓库，定期交由有资质单位处理。

①生活垃圾

生活垃圾主要来源于工作人员，项目定员 244 人，按人均产生生活垃圾 0.5kg/d 计，年工作 300 天，则生活垃圾产生量为 36.6t/a，根据《一般固体废物分类与代码》（GB/T 39198-2020），废物类别 99，废物代码 900-999-99。

②一般固废

i 废金属边角料

车间机床加工过程中会产生少量的废金属边角料，根据业主提供资料，废金属边角料产生量为 0.2t/a，属于一般固废，收集后外售处理，根据《一般固体废物分类与代码》（GB/T 39198-2020），废物类别 99，废物代码 900-999-99。

ii 废包装材料

运营期会各种原辅料会产生一些废弃的包装纸箱等废包装物，根据业主提供资料，产生量约为 5t/a，属于一般固体废物，收集后外售处理，根据《一般固体废物分类与代码》（GB/T 39198-2020），废物类别 99，废物代码 900-999-99。

③危险废物

i. 废清洗剂包装桶

建设项目超声清洗过程中使用的清洗剂，会产生废清洗剂包装桶，根据建设单位提供资料，产生量约为 0.1t/a，属于危险废物，危废类别为 HW49，危废代码为 900-041-49。

ii. 乙醇废液、丙酮废液

超声波清洗工序使用到乙醇、丙酮作为清洗剂进行清洗，根据建设单位提供资料，乙醇废液产生量为 0.5t/a，丙酮废液产生量为 0.06t/a，原位反应过程中会使用到乙醇、丙酮作为催化剂使用，根据建设单位提供资料，乙醇废液产生量为 0.1t/a，丙酮废液产生量为 0.05t/a，综上，乙醇废液 0.6t/a，丙酮废液 0.11t/a，根据《国家危险废物名录（2021 版）》均属于危险废物，危废类别为 HW06，危废代码为 900-402-06。

iii. 废润滑油、废切削液

机床加工过程中会使用润滑油、切削液，用于润滑齿轮箱、主轴和冷却刀具，根据建设单位提供资料废润滑油产生量为 0.1t/a，根据《国家危险废物名录（2021 版）》属于危险废物，危废类别为 HW08，危废代码为 900-249-08。废切削液产生量为 0.2t/a，根据《国家危险废物名录（2021 版）》属于危险废物，危废类别为 HW09，危废代码为 900-006-09。

iv. 废机械泵油

项目更换机械泵油工艺会产生废机械泵油，根据建设单位提供资料，废机械泵油产生量为 0.02t/a，根据《国家危险废物名录（2021 版）》属于危险废物，危废类别为 HW49，危废代码为 900-047-49。

v. 废机械泵油包装桶

项目更换机械泵油工艺会产生废机械泵油包装桶，根据建设单位提供资料，废机械泵油包装桶产生量为 0.01t/a，根据《国家危险废物名录（2021 版）》属于危险废物，危

废类别为 HW49，900-041-49。

vi. 异丙醇废液、乙二醇废液

项目原位反应工艺使用异丙醇、乙二醇，根据建设单位提供资料，异丙醇废液产生量为 0.05t/a，乙二醇废液产生量为 0.01t/a，根据《国家危险废物名录（2021 版）》属于危险废物，危废类别为 HW06，危废代码为 900-402-06。

vii. 废抹布

项目擦拭器皿或吸附泵油等产生废抹布，根据建设单位提供资料，产生量为 1t/a，根据《国家危险废物名录（2021 版）》属于危险废物，危废类别为 HW49，危废代码为 900-041-49。

viii. 残留固态样品和催化剂

项目原位反应剩余少量残留固态样品和催化剂，根据建设单位提供资料，产生量为 1kg/a，根据《国家危险废物名录（2021 版）》属于危险废物，危废代码为 HW49，危废代码为 900-047-49。

ix. 废活性炭

项目建设 1 套活性炭吸附装置对有机废气进行处理，正常生产情况下，活性炭有效吸附效率为 0.15kg 废气/kg 活性炭，废气处理量 0.33t/a，则本项目活性炭理论用量约为 2.2t/a。为保障废气吸附效果，活性炭箱一次填充量为 1.5t，平均半年更换一次，活性炭吸附有机废气的量为 0.33×90%=0.297t，则废活性炭量约为 3+0.297=3.3t/a。根据《国家危险废物名录（2021 版）》属于危险废物，危废类别为 HW49，代码 900-039-49，收集后委托有资质单位处置。

（1）建设项目副产物产生情况判定见下表。

表 5-16 建设项目副产物产生情况汇总表

序号	副产物名称	产生工序	形态	主要成分	预测产生量（t/a）	种类判断		
						固体废物	副产品	判定依据

1	生活垃圾	职工生活	固	生活垃圾	36.6	√	/	固体废物鉴别标准通则
2	废金属边角料	机床加工	固	金属	0.2	√	/	
3	废包装材料	包装	固	包装物	5	√	/	
4	废清洗剂包装桶	超声波清洗	固	废桶	0.1	√	/	
5	乙醇废液	超声波清洗	液	废乙醇	0.6	√	/	
6	丙酮废液	超声波清洗	液	废丙酮	0.11	√	/	
7	乙醇、丙酮废包装瓶	超声清洗	固	沾染乙醇、丙酮的废包装瓶	0.01	√	/	
8	废润滑油	机床加工	液	废润滑油	0.1	√	/	
9	废切削液	机床加工	液	废切削液	0.2	√	/	
10	废机械泵油	更换机械泵油	液	废机械泵油	0.02	√	/	
11	废机械泵油包装桶	更换机械泵油	固	废机械泵油	0.01	√	/	
12	异丙醇废液	原位反应预处理	液	废异丙醇	0.05	√	/	
13	乙二醇废液	原位反应预处理	液	废乙二醇	0.01	√	/	
14	废抹布	擦拭	固	废抹布	1	√	/	
15	残留固态样品和催化剂	原位反应	固	残留固态样品和催化剂	1kg	√	/	
16	废活性炭	废气处理	固	废活性炭	3.3	√	/	

（2）根据《国家危险废物名录名录》（2021 年）以及危险废物鉴别标准通则，判定本项目产生固废是否属于危险废物，具体判定结果见下表。

表 5-17 营运期固体废物分析结果汇总表

序号	固废名称	属性（危险废物、一般工业固体废物或待鉴别）	产生工序	形态	主要成分	危险特性鉴别方法	危险特性	废物类别	废物代码	估算产生量，t/a
1	生活垃圾	生活垃圾	职工生活	固	生活垃圾	《国家危险废物名录》（2021版）	/	99	900-999-99	36.6
2	废金属边角料	一般固废	机床加工	固	金属		/	99	99-999-99	0.2
3	废包装材料	一般固废	包装	固	包装材料		/	99	99-999-99	5
4	废清洗剂包装桶	危险废物	超声波清洗	固	废桶		T/In	HW49	900-041-49	0.1
5	乙醇废液	危险废物	超声波清洗	液	废乙醇		T，I，R	HW06	900-402-06	0.6
6	丙酮废液	危险废物	超声波清洗	液	废丙酮		T，I，R	HW06	900-402-06	0.11
7	废润滑油	危险废物	机床加工	液	废润滑油		T，I	HW08	900-249-08	0.1
8	废切削液	危险废物	机床加工	液	废切削液		T	HW09	900-006-09	0.2
9	废机械泵油	危险废物	更换机械泵油	液	废机械泵油		T/C/I/R	HW49	900-047-49	0.02
10	废机械泵油包装桶	危险废物	更换机械泵油	固	废机械泵油		T/In	HW49	900-041-49	0.02
11	废机械泵油包装桶	危险废物	包装	固	废桶		T/In	HW49	900-041-49	0.01
12	异丙醇废液	危险废物	原位反应预处理	液	废异丙醇		T，I，R	HW06	900-402-06	0.05
13	乙二醇废液	危险废物	原位反应预处理	液	废乙二醇		T，I，R	HW06	900-402-06	0.01
14	废抹布	危险废物	擦拭	固	废抹布		T/In	HW49	900-041-49	1
15	残留固态样品和催化剂	危险废物	原位反应	固	残留固态样品和催化剂		T/In	HW49	900-041-49	1kg

16	废活性炭	危险废物	废气处理	固	废活性炭		T	HW49	900-039-49	3.3

（3）项目固体废物利用处置方式见下表。

表 5-18 项目固体废物利用处置方式

序号	名称	属性	废物类别	危险特性	产生量（t/a）	利用或处置量（t/a）	利用处置方式	利用处置单位
1	生活垃圾	生活垃圾	99	/	36.6	36.6	环卫清运	环卫部门
2	废金属边角料	一般固废	99	/	0.2	0.2	外售处理	物资回收单位
3	废包装材料	一般固废	99	/	5	5	外售处理	物资回收单位
4	废清洗剂包装桶	危险废物	HW49	T/In	0.1	0.1	委托有资质单位处理	有资质单位
5	乙醇废液	危险废物	HW06	T，I，R	0.6	0.6	委托有资质单位处理	有资质单位
6	丙酮废液	危险废物	HW06	T，I，R	0.11	0.11	委托有资质单位处理	有资质单位
7	废润滑油	危险废物	HW08	T，I	0.1	0.1	委托有资质单位处理	有资质单位
8	废切削液	危险废物	HW09	T	0.2	0.2	委托有资质单位处理	有资质单位
9	废机械泵油	危险废物	HW49	T/C/I/R	0.02	0.02	委托有资质单位处理	有资质单位
10	废机械泵油包装桶	危险废物	HW49	T/In	0.02	0.02	委托有资质单位处理	有资质单位
11	废机械泵油包装桶	危险废物	HW49	T/In	0.01	0.01	委托有资质单位处理	有资质单位
12	异丙醇废液	危险废物	HW06	T，I，R	0.05	0.05	委托有资质单位处理	有资质单位
13	乙二醇废液	危险废物	HW06	T，I，R	0.01	0.01	委托有资质单位处理	有资质单位
14	废抹布	危险废物	HW49	T/In	1	1	委托有资质单位处理	有资质单位
15	残留固态样品和催化剂	危险废物	HW49	T/In	1kg	1kg	委托有资质单位处理	有资质单位
16	废活性炭	危险废物	HW49	T	3.3	3.3	委托有资质单位处理	有资质单位

综上，本项目产生的非放固体废物，主要为生活垃圾，产生量为 36.6t/a，废物类

别为 99，废物代码为 900-999-99，针对生活垃圾设置若干个垃圾桶收集后由环卫部门统一清运，一般固废外售处理，危险废物委托有资质单位处理，项目固废均得到妥善安全处理处置，不会产生二次污染，对厂内外环境基本无影响。

5.1.2.4.2 固体废物污染防治措施

本项目固体废物暂存依托主体工程已建的固废仓库。主体工程危险废物暂存场所建设在 A-7#楼（见图 5-5），危废库建环氧树脂地坪进行防渗，并设置相应的警示标示；危废暂存场所面积约 50 平方米，主体工程危险废物年产生量最大值在 0.021t 以内，本项目为兴安废物年产生量在 5.521t 之内，现有危废仓库贮存能力为 50t，因此现有危废仓库可满足贮存要求，危险废物主要采用袋装及桶装，且危废暂存场所位于车间区域内，满足“四防”（防风、防雨、防晒、防渗漏）要求。项目危废平均清运周期为一年，该场地建设可满足要求。项目危险废物贮存场所基本情况见表 5-19。

表 5-19 建设项目危险废物贮存场所（设施）基本情况表

序号	贮存场所（设施）名称	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	占地面积	贮存方式	贮存能力	贮存周期	备注
1	危险废物暂存场所	废滤材	HW49	900-041-49	见图 5-5	50 平方米	袋装	50 吨	1 年	主体工程
2		废清洗剂包装桶	HW49	900-041-49			堆放		1 年	
3		乙醇废液	HW06	900-402-06			桶装		1 年	
4		丙酮废液	HW06	900-402-06			桶装		1 年	
5		石油醚废液	HW06	900-402-06			桶装		1 年	
6		废机械泵油	HW49	900-047-49			堆放		1 年	
7		废机械泵油包装桶	HW49	900-041-49			堆放		1 年	
8		异丙醇废液	HW06	900-402-06			桶装		1 年	
9		乙二醇废液	HW06	900-402-06			桶装		1 年	
10		废离子交换树脂	HW13	900-015-13			桶装		1 年	
11		废抹布	HW49	900-041-49			袋装		1 年	
12		残留固态样品和催化剂	HW49	900-041-49			袋装		1 年	
13		废活性炭	HW49	900-039-49			袋装		1 年	
14	危险废物	废清洗剂包装桶	HW49	900-041-49			堆放		1 年	本项目
15		乙醇废液	HW06	900-402-06			桶装		1 年	
16		丙酮废液	HW06	900-402-06			桶装		1 年	
17		废润滑油	HW08	900-249-08			桶装		1 年	

18		废切削液	HW09	900-006-09			桶装		1 年	
19		废机械泵油	HW49	900-047-49			桶装		1 年	
20		废机械泵油包装桶	HW49	900-041-49			堆放		1 年	
21		废机械泵油包装桶	HW49	900-041-49			堆放		1 年	
22		异丙醇废液	HW06	900-402-06			桶装		1 年	
23		乙二醇废液	HW06	900-402-06			桶装		1 年	
24		废抹布	HW49	900-041-49			袋装		1 年	
25		残留固态样品和催化剂	HW49	900-041-49			袋装		1 年	
26		废活性炭	HW49	900-039-49			袋装		1 年	

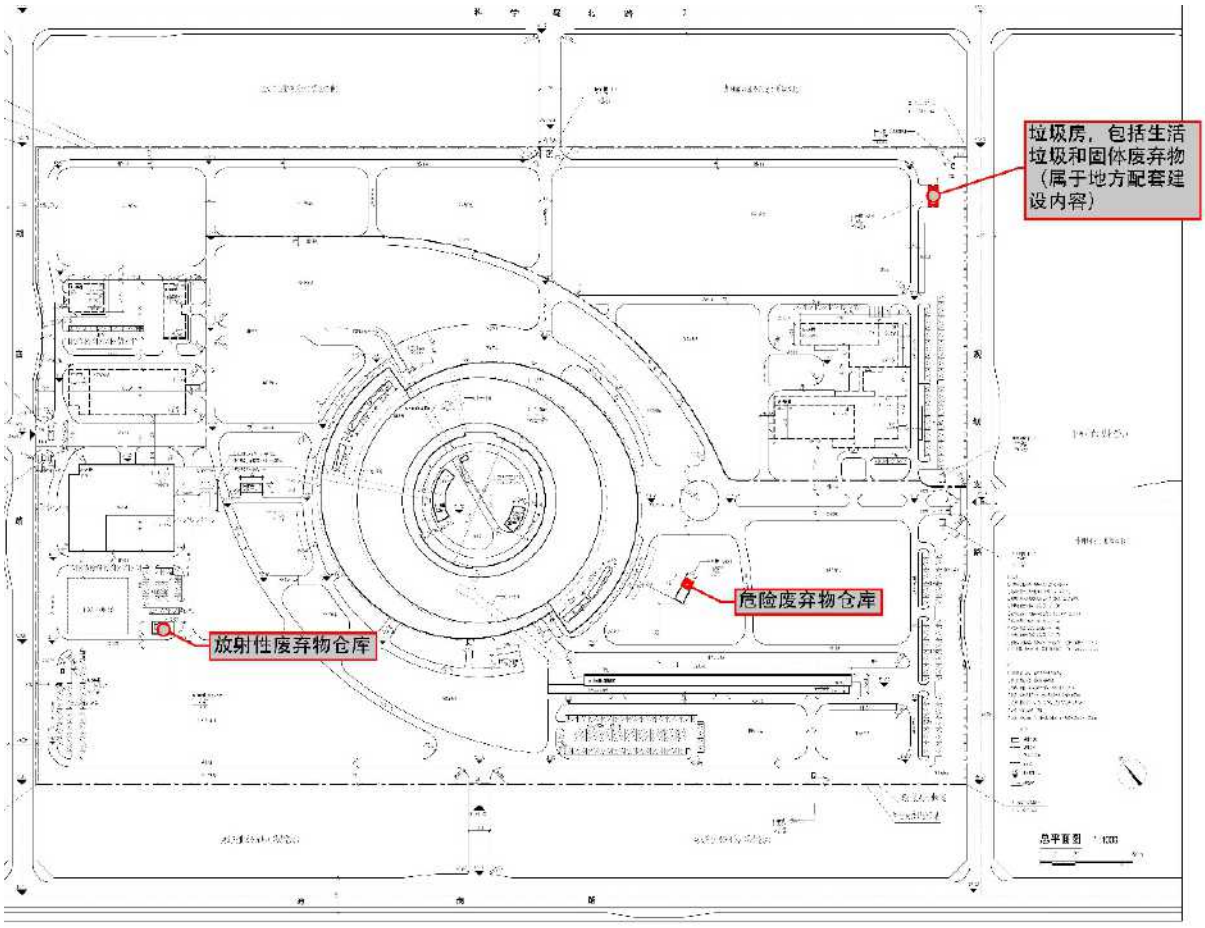


图 5-5 固体废物仓库位置图

5.1.2.4.3 环境管理要求

（1）固体废物暂存场所建设要求

建设项目一般工业固废的暂存场所需按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）《环境保护图形标志—固体废物贮存（处置场）》（GB15562.2-1995）的要求建设，具体要求如下：

①贮存、处置场的建设类型，必须与将要堆放的一般工业固体废物的类别相一致。

②一般工业固体废物贮存、处置场，禁止危险废物和生活垃圾混入。

③贮存、处置场的使用单位，应建立档案制度。应将入场的一般工业固体废物的种类和数量以及下列资料，详细记录在案，长期保存，供随时查阅。

本项目危险废物的收集、暂存应按《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单要求设置，具体要求如下：

①地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造，建筑材料必须与危险废物相容；

②设施内要有安全照明设施和观望窗口；

③不相容的危险废物必须分开存放，并设有隔离间隔断。

同时应对危险废物存放设施实施严格管理：

①危险废物贮存设施都必须按相关的规定设置警示标志；

②危险废物贮存设施应配备通讯设备、照明设施、安全防护服装及工具，并设有应急防护设施。

③危险废物贮存设施内清理出来的泄漏物，一律按危险废物处理。

设置固体废物堆放场的环境保护图形标志如下：

表 5-20　固废区环境保护图形标志

序号	排放口名称	图形标志	形状	背景颜色	图形颜色	提示图形符号
1	一般固废暂存点	提示标志	正方形边框	绿色	白色	
2	厂区门口醒目位置	提示标志	长方形边框	蓝色	白色	
3	贮存设施外部紧邻区域	警示标识	长方形边框	黄色	黑色	

4	危险废物存放区域	警示标识	长方形边框	黄色	黑色	

（2）危险废物运输要求

① 危险废物的运输车辆须经主管单位检查，并持有有关单位签发的许可证，负责运输的司机应通过培训，持有证明文件。

② 承载危险废物的车辆须有明显的标志或适当的危险符号，以引起注意。

③ 载有危险废物的车辆在公路上行驶时，需持有运输许可证，其上应注明废物来源、性质和运往地点。

④ 组织危险废物的运输单位，在事先需作出周密的运输计划和行驶路线，其中包括有效的废物泄漏情况下的应急措施。

（3）危险废物转移及申报登记

危险废物需委托相应有资质单位处理处置。

安徽省危险废物经营许可证持证单位详见：

https://sthjt.ah.gov.cn/public/21691/119327601.html。

建设单位须加强安全生产及防止污染的意识，将危险废物的实际产生、贮存、利用、处置等情况纳入生产记录，建立危险废物管理台账和企业内部产生和收集、贮存、转移等部门危险废物交接制度。当危废需要委托有资质单位进行转移时，联系当地生态环境部门通过“安徽省危险废物动态管理信息系统”进行危险废物申报登记。

5.1.2.4.4 固体废物处理处置环境影响评价

综上，废包装材料、废金属边角料经收集后外售处理；生活垃圾由环卫部门统一清运；废清洗剂包装桶、乙醇废液、丙酮废液、废润滑油、废切削液、废机械泵油、废机械泵油包装桶、异丙醇废液、乙二醇废液、废抹布、残留固态样品和催化剂、废活性炭委托有资质单位处置。项目固废均得到妥善安全处理处置，不会产生二次污染，对厂内外环境基本无影响。

5.2 辐射环境影响分析

5.2.1 加速器测试大厅屏蔽体外剂量率计算

采用 FLUKA 程序，利用三维建模软件 SimpleGeo，对加速器测试大厅主体建筑结构进行详细建模计算，建模情况如下图所示。

图 5-6 计算加速器测试大厅屏蔽的 FLUKA 几何模型（整体）（上图：未去掉顶屏蔽时的东南向西北俯视图，下图：去掉顶屏蔽后的南向北俯视图）（略）

图 5-7 计算加速器测试大厅屏蔽的 FLUKA 几何模型平面图和关注点（略）

图 5-8 计算能量狭缝及废束桶的局部屏蔽结构（略）

5.2.1.1 模拟计算结果

各关注点的剂量率都小于剂量率限值，满足防护要求。详细的关注点剂量率值见下一节。

5.2.1.2 关注点剂量率

关注点剂量率模拟结果见表 5-21。从表 5-21 可以看出，各关注点剂量率均低于其剂量率控制水平，屏蔽设计满足要求。

表 5-21 加速器测试大厅装置屏蔽体外关注点剂量率模拟结果

关注点	关注点名称	剂量率结果（μSv/h）	剂量率限值（μSv/h）	是否满足限值要求
A	北墙外地面上方	1.72E-02	2.5	否
B1	南墙外速调管走廊非孔洞处	2.82E-02	2.5	是
B2	南墙外速调管走廊波导和水管孔洞处	2.46E+00	2.5	是

B3	南墙外速调管走廊电缆孔洞处	1.35E-03	2.5	是
C1	南墙外激光洁净室非孔洞处	9.30E-04	2.5	是
C2	南墙外激光洁净室孔洞处	5.53E-04	2.5	是
D	西迷宫门外	1.97E-02	2.5	是
E	东迷宫门外	2.73E-02	2.5	是
F1	西大门外	8.98E-03	2.5	否
F2	西墙外	4.08E-02	2.5	是
G1	东大门外	5.53E-02	2.5	是
G2	东墙外	3.22E-01	2.5	是
H1	顶墙外非风管孔洞处	1.24E-01	10	是
H2	顶墙外风管孔洞处	2.63E-01	10	是
I	西迷宫墙顶屏蔽外	4.90E-02	10	是
J	东迷宫墙顶屏蔽外	9.91E-04	10	是
K	速调管走廊屋顶	1.92E-03	10	是
L	周围土壤	4	5000	是
M	电气间	3.38E-05	2.5	是
N	电源间	4.23E-05	2.5	是
O	空调机房、排烟机房	2.81E-03	2.5	是
P	设备入口	2.88E-03	2.5	是
Q	门厅	4.97E-04	2.5	是
R	激光洁净室上方的控制室	7.23E-04	2.5	是

5.2.1.3 剩余剂量率计算

剩余剂量率采用 FLUKA 程序进行计算。

可以看出：加速器测试大厅的电子加速器，其产生的感生放射性很小。三个辐射源项所对应的活化部件中，聚束器因为能量只有 15MeV，活化可以忽略；主要活化部件是能量狭缝和废束桶，在连续运行 100 天、停机 1 分钟时，能量狭缝和废束桶的靶芯的最大剩余剂量率分别为 21.9mSv/h（停机 4 小时后衰减到 2.1mSv/h）和 7.0mSv/h（停机 4 小时后衰减到 2.4mSv/h）；因为有足够的局部屏蔽，人员可能到达的位置，局部屏蔽外的剩余剂量率都很小，只有这两个部件之间、以及能量狭缝入口上游的很小范围内才大于 2.5μSv/h。

在连续运行 100 天、停机 1 分钟时，这两个部件之间的最大剩余剂量率在能量狭缝出口处，为 200μSv/h （停机 4 小时后衰减到 85.7μSv/h），在距束线 30cm 处为 9.8μSv/h（停机 4 小时后衰减到 5.0μSv/h），距束线 80cm 以外衰减到小于 2.5μSv/h；能量狭缝上游入口剩余剂量来源于能量狭缝 2cm 铜靶活化由束流管和局部屏蔽准直后的剂量，只在横向束线 10cm、上游 110cm 以内的小锥角范围内大于 2.5μSv/h，在距束流管 30cm 处已经减小到 0.8μSv/h。

由图可见，停机 30 分钟、停机 4 小时的剩余剂量率，分别衰减为停机 10 分钟的 0.8、0.6 倍左右，衰减很慢，说明活化产生的主要短寿命核素，在 10 分钟里已经基本衰减完。

5.2.2 工作人员受照剂量估算

工作人员受到的外照射剂量可由下式 5-1 进行计算：

$$H=D\times T\times t \qquad (5\text{-}1)$$

式中，

H 为工作人员年受照剂量，mSv/a；

D 为工作人员所在区域剂量率，mSv/h；

T 为工作人员的居留因子，取 1；

t 为工作人员年受照时间，h/a。

本项目辐射工作人员受照剂量汇总见表 5-22。本项目辐射工作人员中加速器安装调试工作人员的受照剂量最大，为 1.39mSv/a，低于辐射工作人员剂量约束值 5 mSv/a。

表 5-22 本项目辐射工作人员受照剂量汇总

序号	工作人员类型	受照剂量，mSv/a
1	加速器安装调试工作人员	1.39
3	加速器运行工作人员	2.17E-03
5	加速器维护维修工作人员	0.2

5.2.3 公众的受照剂量估算

本项目装置正常运行期间，对公众的辐射影响主要来自加速器开机出束期间产生的瞬发辐射直接外照射以及感生放射性气体的排放。

公众受照剂量计算结果汇总见表 5-23。由表 5-23 可看出项目运行期间对公众所致的最大个人剂量为 6.04E-02mSv/a，低于公众剂量约束值 0.1mSv/a。

表 5-23 公众受照剂量汇总，mSv/a

序号	关注点	受照途径		总计，mSv/a
		瞬发辐射	放射性气体	
1	加速器测试大厅东墙外的公众	6.04E-02	3.84E-05	6.04E-02
2	HALF 园区西侧边界外的公众	——*	1.88E-07	1.88E-07
备注：*考虑到 HALF 园区西侧边界外的公众距离加速器测试大厅较远（120m），因此可忽略加速器瞬发辐射的影响，仅考虑放射性气体排放的影响。				

5.3 事故工况下的环境影响

5.3.1 事故情景

加速器的核心是加速器，其辐射场是瞬发性的，装置一旦停机，能造成环境影响的辐射源立即消失，且不会再引起周边介质的活化。

本项目运行期间可能发生的事故主要如下：

误照射事故：安全联锁系统失效、人员误入加速器测试隧道内部造成的误照射事故；工作人员在加速器测试隧道内部工作期间，加速器出束造成的误照射事故。

5.3.2 事故后果分析

（1）误照射事故后果分析

本项目加速器设计有功能齐全、安全冗余的高安全等级的安全联锁系统，设有分区控制、清场搜索、紧急停机、声光报警器等安全设备和措施。通过搜索清场功能保障了人员在束流开启前及时离开控制区，防止人员被困在高辐射水平的控制区内；通过急停按钮、紧急开门等功能保障万一发生人员被困或误入正在出束的控制区内、或设备异常等情况时可以紧急关闭辐射源；声光报警和状态指示功能使工作人员了解工作情况，

提示人员远离高辐射水平的区域。通过这些措施能够有效防止误入事故的发生。因此，人员误照射事故发生的概率非常小。此外，为防止人员误照射事故的发生，可采取以下措施加强防范：

1)为防止各项安全联锁硬件设施失效，应定期检查并确认安全联锁设施的有效性。

2）开机出束前，撤离加速器控制区时应清点人数，必须按照既定的清场搜索路线和顺序对各区域进行清场。出束期间一旦发现有人员滞留，就近按下急停按钮。工作人员进入控制区内部工作时应随身佩戴有效的剂量报警仪，以便随时了解控制区内的辐射水平并在辐射水平超出阈值时发出报警信号。

3）辐射工作人员需加强专业知识学习，加强辐射安全与防护培训，严格遵守操作规程和规章制度。管理人员应强化管理，落实安全责任制，经常督促检查。

4）做好设备稳定性检测和状态检测，使设备始终保持在最佳状态下工作。

6 辐射安全管理

6.1 机构与人员

6.1.1 辐射安全与环境保护管理机构及职责

为进一步加强辐射安全与环境保护管理工作，中国科学技术大学设立了核与辐射安全管理委员会，人员组成如下：

主　任：包信和

副主任：王晓平

成　员：王　兵　刘华荣　刘明侯　刘　斌　闫立峰　李良彬　张宪锋　陈卫东

陈向军　金长江　赵　钢　徐允河　黄　方　蒋诗平　褚建勋　魏海明

核与辐射安全管理委员会下设实验室安全办公室，具体负责学校辐射安全与环境保护管理工作，包括负责建立健全学校实验室安全管理制度，开展实验室安全评估、检查和整改督导，组织和监督各学院、重点科研机构开展实验室安全管理、教育培训等。

6.1.2 辐射工作人员管理

中国科学技术大学现有 156 名辐射工作人员，已全部获得辐射安全与防护培训/考核合格证书。本项目计划配备 28 名辐射工作人员，详见表 6-1。中国科学技术大学将严格按照要求，承诺今后新增辐射工作人员时，在上岗前参加生态环境部门认可的电离辐射安全与防护考核，考核合格者方可上岗，在成绩有效期过期前再次考核，现有辐射工作人员在现有培训证书过期前参与考核，考核不合格的人员，不得从事辐射工作。

根据国家核安全局文件《关于规范核技术利用领域辐射安全关键岗位从业人员管理的通知》（国核安发[2015]40 号）的规定，“销售（含建造）、使用I类射线装置的单位，辐射安全关键岗位一个，为辐射防护负责人，新申领辐射安全许可证单位的辐射安全关键岗位在取证前由注册核安全工程师担任。”本项目计划配备 1 名注册核安全工程师作为辐射防护负责人，负责辐射安全监督与防护管理工作，详见表 6-2。

表 6-1 本项目拟配辐射工作人员情况表（略）

表 6-2 本项目计划配备的注册核安全工程师人员信息（略）

6.2 辐射安全管理规章制度

为了加强学校放射性同位素和射线装置的安全和防护管理，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性废物安全管理条例》等，并结合学校实际，中国科学技术大学制定了《中国科学技术大学放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》，内容涵盖了辐射安全和防护管理的组织机构、场所的安全与防护措施、放射性同位素和射线装置使用管理、废旧放射性源与放射性废物的管理、辐射工作人员安全与防护管理、辐射事故管理等内容。

中国科学技术大学应根据本项目建设内容和特点，在本项目建成运行前，制定或完善操作规程、设备检修维护、放射性废物处理、辐射监测、应急预案等规章制度，确保本项目运行过程中的辐射安全。

6.3 辐射监测

本项目辐射监测总体包括个人剂量监测、工作场所监测和环境监测。

6.3.1 个人剂量监测

本项目辐射工作人员个人剂量监测采取累积式个人剂量计监测为主，个人剂量报警仪为辅的方式进行。本项目配备的个人剂量计和个人剂量报警仪均需具有监测 X-γ 和中子的功能。

个人剂量计用于对辐射工作人员的常规个人剂量监测。中国科学技术大学要求在岗的所有辐射工作人员须正确佩戴个人剂量计，个人剂量计每 3 个月（一个监测周期）更换一次，由学校统一组织换发，委托有检测资质的单位进行检测。本项目辐射工作人员均已配备个人剂量计，进入辐射工作场所必须正确佩戴，定期进行个人剂量监测。发现个人剂量监测结果异常的，应立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

个人剂量报警仪用于辐射工作人员在控制区内部工作时使用，报警仪能够实时显示工作人员该次工作的受照剂量和场所的剂量率水平，能够进行实施剂量预警。

中国科学技术大学安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应终生保存。

此外，中国科学技术大学对辐射工作人员进行健康体检，两次体检的时间间隔不超过 2 年。建立个人健康档案，档案中详细记录历次体检报告结果及其评价处理意见，并妥善长期保存。

6.3.2 辐射工作场所监测

本项目工作场所监测包括自行监测和委托有资质单位监测两种类型，自行监测采用安装固定式监测仪表和便携式监测仪表相结合的方式，监测数据记录存档。具体辐射工作场所监测计划列于表 6-3。

表 6-3 辐射工作场所监测计划表

监测类别	监测内容	监测项目	监测方式	监测点位	监测频次
自行监测	贯穿辐射	γ 辐射剂量率、中子剂量当量率	固定式仪表监测	如图 4-12 所示。	实时
			便携式仪表巡测	屏蔽墙外、防护门外、监督区边界、控制室等人员长居留场所	1 次/月
委托监测	贯穿辐射	γ 辐射剂量率、中子剂量当量率	便携式仪表巡测	同自行监测点位	1 次/年

6.3.3 辐射环境监测

本项目辐射环境监测包括自行监测和委托有资质单位监测两种类型，监测数据记录存档，具体环境监测计划列于表 6-4。

在园区四周设 4 个固定式环境监测点位，如图 4-13 所示（本项目拟建位于西北侧的 1 个）。该监测点设固定式中子、X/γ 探测器各 1 个，用于对环境中子、X/γ 辐射水平进行实时监测。监测数据通过有线或无线通讯设备实时传输至终端数据处理中心。

表 6-4 本项目环境监测计划

监测类别	监测内容	监测项目	监测方式	监测点位	监测频次
自行监测	贯穿辐射	γ辐射剂量率、中子剂量当量率	固定式仪表监测	共4个点，如图 4-13所示	实时
			便携式仪表监测	园区内外环境敏感点处	1次/月
	固体废物外表面	γ辐射剂量率	便携式仪表监测	放射性固体废物暂存间	收集及送贮时
委托监测	贯穿辐射	γ辐射剂量率、中子剂量当量率	便携式仪表巡测	同自行监测点位	1次/年
	循环冷却水	^{3}H、^{7}Be、总β活度浓度	取样分析	活化冷却水暂存池	1次/年
	土壤	^{7}Be、^{22}Na、总β活度浓度	取样分析	园区东、南、西、北四侧的土壤	1次/年

6.3.4 监测设备

本项目拟配备的主要监测设备包括：固定式γ探测器、固定式中子探测器、便携式中子巡测仪、便携式γ巡测仪、便携式表面污染仪等，具体见表 6-5。辐射监测设备的技术参数见表4-5~表 4-7。

表 6-5 本项目拟配备的辐射监测设备清单

序号	设备名称	数量，个/台
1	场所中子探测器	6
2	场所γ探测器	6
3	环境中子探测器	1
4	环境γ探测器	1
5	便携式γ巡测仪	1
6	便携式中子巡测仪	1
7	便携式表面污染仪	1

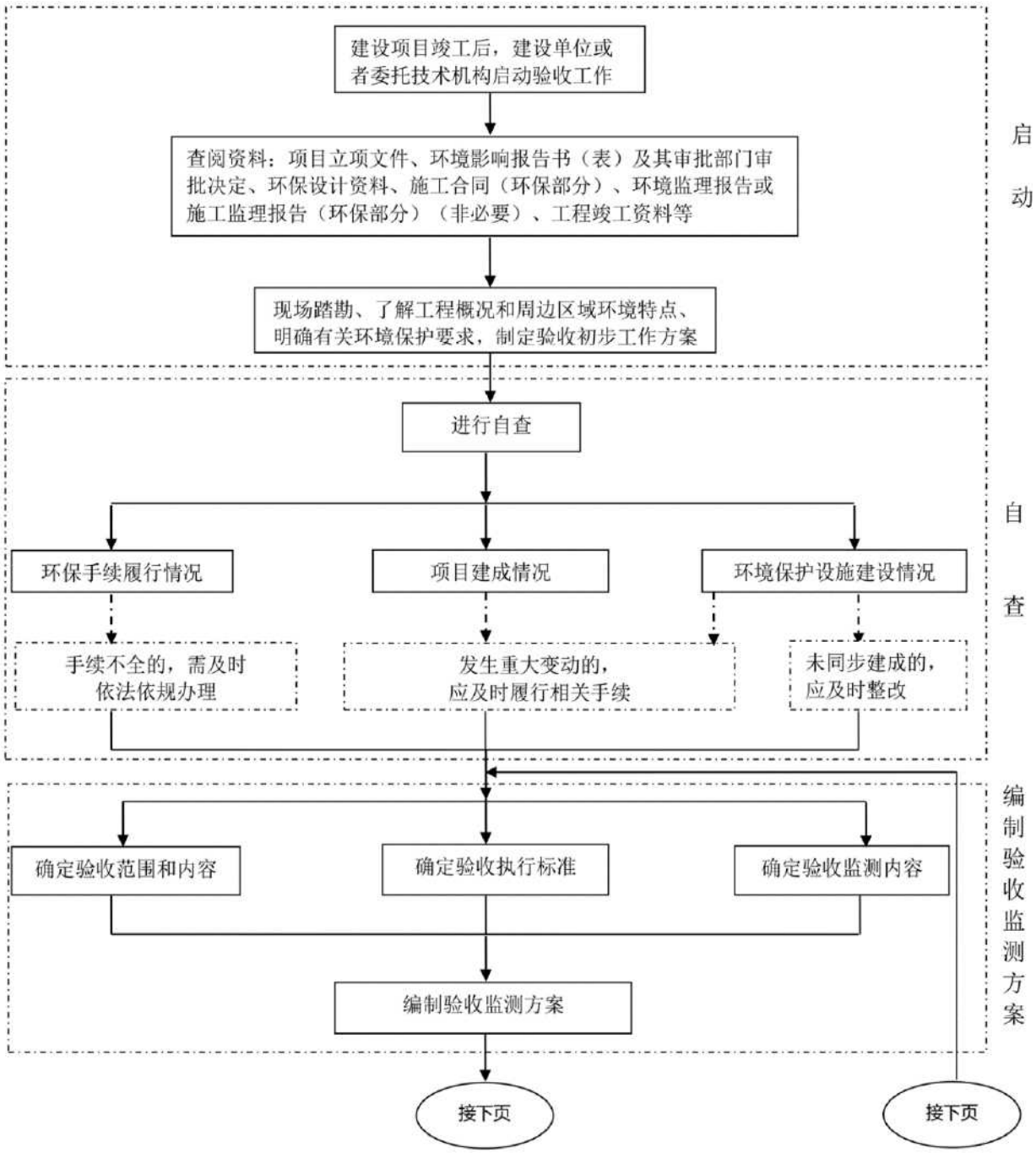
6.3.5 竣工环保验收监测

为有效落实环境保护“三同时”要求，确保环保设施的有效性，根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法规的要求，本项目竣工后，建设单位应自主开展竣工环保验收工作，对本项目相关环境保护设施的建设、调试、管理及其效果和污染

物排放情况开展查验和监测工作，编制验收监测报告。

6.3.5.1 工作流程

参照《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》，本项目竣工环保验收监测的工作流程如图 6-1 所示。



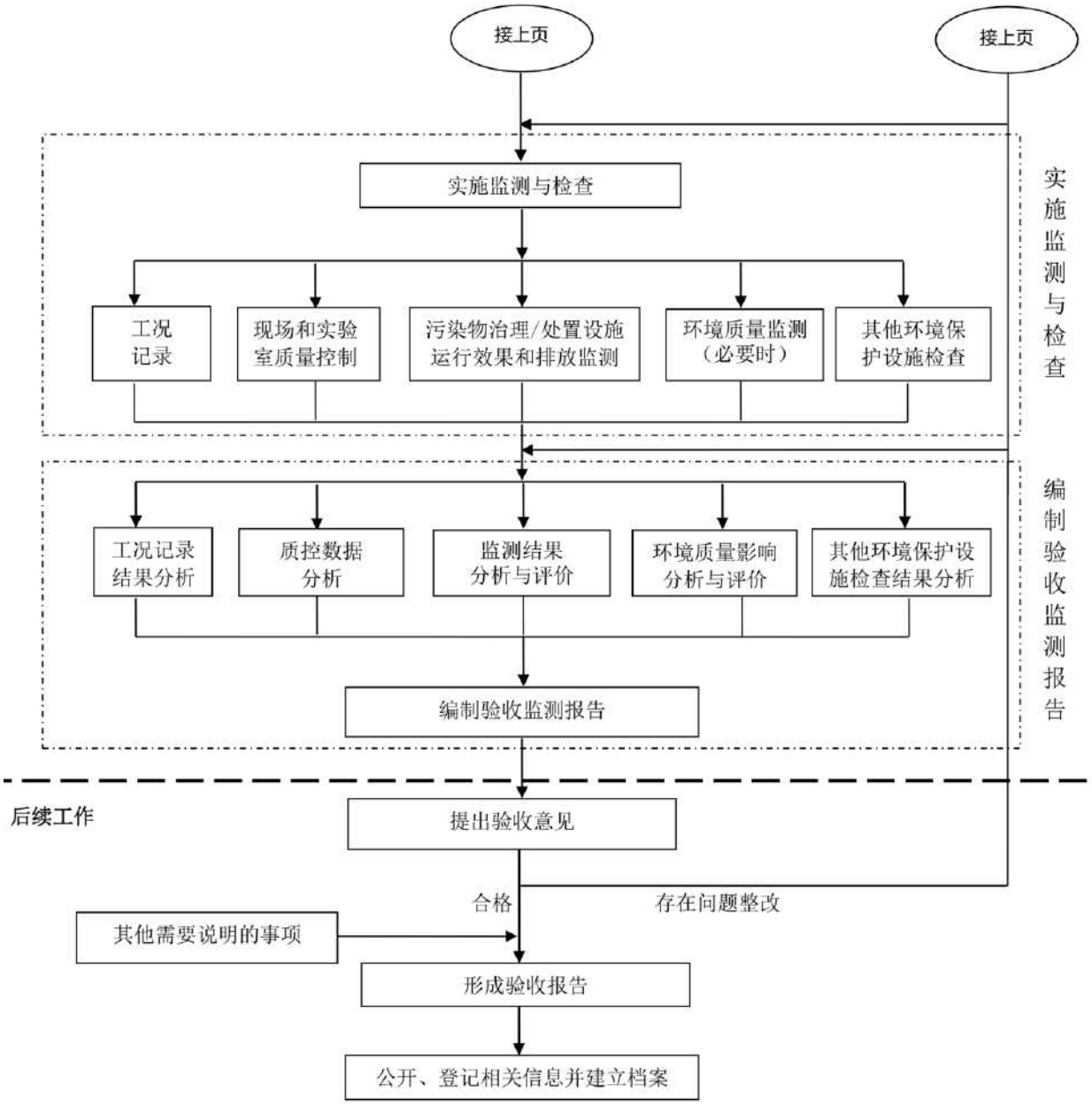


图 6-1 竣工环保验收工作流程

6.3.5.2 验收监测方案

结合项目运行期间的污染源特点、辐射环境质量现状调查因子等，制定了本项目竣工环保验收监测方案，具体见表 6-6。

表 6-6 竣工环保验收监测方案

监测对象	监测项目	监测点位	监测工况
控制区 内部辐射水平	γ辐射剂量率、 中子剂量率	迷宫口、束流管、能量狭缝、废束桶等区域	射线装置连续运行一段时间，停机 1 天后。
控制区 外部辐射水平	γ辐射剂量率、 中子剂量率	控制区外部四周和屋顶屏蔽墙体外、防护门外、监督区边界、控制室等人员长居留场所。	1.射线装置开机运行： 2.射线装置停机。
园区内部环境 辐射水平	γ辐射剂量率、 中子剂量率	加速器测试大厅建筑外部均匀布点	
园区外部环境 辐射水平	γ辐射剂量率、 中子剂量率	园区外部周边环境敏感点处	
循环冷却水 （若有）	^{3}H、^{7}Be、总β活度浓度	循环冷却水暂存池	调试、运行期间若有冷却水排放，取样并委托有资质单位监测。
土壤	^{7}Be、^{22}Na、总β活度浓度	加速器测试大厅周围东、南、西、北四侧的土壤	装置完成调试可正常出束使用一次后。

6.4 辐射事故应急

中国科学技术大学依据《中华人民共和国突发事件应对法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关法律法规制定了关于全校辐射项目的《中国科学技术大学辐射事故应急预案》，内容涵盖了辐射事故风险分析、应急指挥机构及职责、处置程序、应急保障、预案的修订与实施、应急联系方式、应急物资清单等，一旦发生辐射事故能快速响应，采取有效措施保护辐射工作人员、公众的健康和安全。

发生辐射事故时，应立即启动辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。同时，需进行工作人员的意外事故剂量监测和工作场所及周围环境的应急监测，并做好详细的监测记录。

中国科学技术大学应结合本项目建设内容和特点，对应急预案进行补充完善。

6.5 申请者从事辐射工作能力评价

6.5.1 辐射安全与环境保护管理

中国科学技术大学辐射安全与防护管理工作具体如下：

为进一步加强辐射安全与环境保护管理工作，中国科学技术大学设立了核与辐射安全管理委员会。核与辐射安全管理委员会下设实验室安全办公室，具体负责学校辐射安全与环境保护管理工作，包括负责建立健全学校实验室安全管理制度，开展实验室安全评估、检查和整改督导，组织和监督各学院、重点科研机构开展实验室安全管理、教育培训等。

根据国家核安全局文件《关于规范核技术利用领域辐射安全关键岗位从业人员管理的通知》（国核安发[2015]40 号）的规定，“销售（含建造）、使用I类射线装置的单位，辐射安全关键岗位一个，为辐射防护负责人，新申领辐射安全许可证单位的辐射安全关键岗位在取证前由注册核安全工程师担任。”本项目计划配备 1 名注册核安全工程师作为辐射防护负责人，负责辐射安全监督与防护管理工作。

由上可知，中国科学技术大学的辐射安全与环境保护管理工作可满足相关要求。

6.5.2 辐射工作人员培训

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号），新从事放射性同位素与射线装置生产、销售、使用等辐射活动的人员以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应通过生态环境部培训平台报名并参加考核。

中国科学技术大学现有的辐射工作人员均已参加了辐射安全与防护培训，并通过考核取得合格证书。学校制定了辐射工作人员培训计划，规定新从事辐射活动人员以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，必须通过生态环境部培训平台报名参加辐射安全与防护考核，考核合格后，方可上岗。

中国科学技术大学严格落实人员培训计划，待培训证书过期的辐射工作人员重新考核合格后，辐射工作人员的能力能够满足相关要求。

6.5.3 工作场所的安全防护措施

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，申请者射线装置使用场所满足防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全要求。

本项目使用射线装置用于科学研究，经预测分析评价，各辐射工作场所的辐射屏蔽设计能确保屏蔽体外剂量率水平满足国家相关标准的要求。项目设计了完备、冗余的安全联锁系统，通过门-机联锁、清场搜索、紧急停机、声光报警、视频监控等安全设施防止人员误操作、防止工作人员和公众意外照射。本项目的辐射防护设计方案满足辐射防护与安全的要求。

中国科学技术大学应按照辐射防护设计方案进行施工建设，并确保经验收合格后投入使用。在此基础上，各辐射工作场所能满足防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全要求。

6.5.4 个人防护用品及监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，申请者应配备必要的防护用品和监测仪器。

本项目为每名辐射工作人员配备个人剂量计，进入辐射工作场所必须正确佩戴个人剂量计，并委托有资质单位监测，监测周期不超过三个月。建立辐射工作人员个人剂量档案，长期进行信息跟踪、监控。配备个人剂量报警仪，用于工作人员在加速器控制区内部工作时使用，报警仪能够实时显示工作人员该次工作的受照剂量和场所的剂量率水平，能够进行实施剂量预警。

本项目在工作场所和周围环境设置固定式监测仪表，能够对工作场所和周围环境的辐射水平进行实时在线监测，并设定了报警阈值。此外，拟配备便携式中子辐射巡测仪、便携式 X-γ 辐射巡测仪等监测仪器，定期对工作场所和环境的辐射水平进行巡测。

中国科学技术大学按设计方案建成/配备相应的防护用品及监测仪器后，方能满足相关要求。

6.5.5 规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，申请者应有健全的操作规程、

岗位职责、辐射防护措施、台账管理制度、培训计划和监测方案。

中国科学技术大学目前已制定了《中国科学技术大学放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》，其中涵盖了中国科学技术大学辐射安全和防护管理的组织机构、场所的安全与防护措施、放射性同位素和射线装置使用管理、废旧放射性源与放射性废物的管理、辐射工作人员安全与防护管理、辐射事故管理等内容。

中国科学技术大学应根据本项目建设内容和特点，在本项目建成运行前，制定或完善操作规程、设备检修维护、放射性废物处理、辐射监测、应急预案等规章制度，确保本项目运行过程中的辐射安全。

在按要求全部制定完成并严格落实的基础上，本项目的各项操作规程和管理制度能够满足相关要求。

6.5.6 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，申请者应有辐射事故应急措施。

中国科学技术大学目前已制定了《中国科学技术大学辐射事故应急预案》，内容涵盖了辐射事故风险分析、应急指挥机构及职责、处置程序、应急保障、预案的修订与实施、应急联系方式、应急物资清单等，一旦发生辐射事故能快速响应，采取有效措施保护辐射工作人员、公众的健康和安全。

中国科学技术大学还应根据本项目的建设内容及特点对辐射事故应急预案进行更新完善。在按要求全部制定完成并严格落实的基础上，本项目的辐射事故应急预案能够满足相关要求。

6.5.7 放射性三废治理

本项目运行期间产生的放射性三废主要来自加速器装置的运行。

放射性废气主要为加速器装置运行期间产生的感生放射性气体，测试隧道设置了独立的排风系统，感生放射性气体经排风管道排入环境，排风高度约为 9m。

可能产生的放射性废液为活化冷却水，本项目设置了冷却水暂存池，可确保冷却水在排放

前安全暂存。暂存一定时间后，再排放前进行取样监测，满足解控标准后排入园区污水管网。

可能产生的放射性固体废物主要为加速器装置运行期间产生的活化结构部件，暂存于技术安全楼的放射性固体废物暂存间内。暂存一段时间后，满足解控标准的，解控后按一般固体废物处理或由回收利用，不满足解控标准的委托有资质单位处理。

6.6 环保投资一览表

本项目总环保投资为 1400 万元，其中非放环境保护设施投资详见表 6-7，辐射环境保护措施及环保投资详见表 6-8。

表 6-7 本项目非放环境保护设施投资一览表

类型	污染类型	治理项目	主要设备	预期治理效果	投资估算（万元）
施工期	废气	车辆尾气、扬尘等	封闭围挡、道路隔离措施、车辆自动冲洗设施等等	减少环境风险	50
	废水	生活污水	污水管网	减少污水对区域水环境的影响	20
	噪声	噪声	从声源上控制、距离防护、合理安排施工时间等措施	减少噪声污染	20
	固废	装修垃圾等	清运车辆、人工	固废零排放	50
	生态	表土、清淤/植被修复	清运车辆、人工	生态无影响	30
运营期	废水	生活污水	污水管网及化粪池	雨污分流，生活污水预处理	30
		食堂废水	污水管网及隔油池	雨污分流，食堂污水预处理	10
		生产废水	废水处理站（中和沉淀+气浮+A/O 氧化）	废水达标排放	40
		雨水	雨水管网	雨污分流	15
	废气	有机废气	1 套活性炭吸附装置+11 根 15 米排气筒	废气达标排放	10
	固废	生活垃圾	若干个垃圾桶	固废零排放	5
		一般固废	一般固废暂存场所	固废零排放	依托原有
		危险废物	危险废物暂存点 50m^2	固废零排放	依托原有
	环境监测站	环境监测	检测仪器等	污染物监测，确保达标排放	20
非放环境保护设施投资合计					300

表 6-8 本项目辐射环境保护措施及环保投资一览表

序号	项目	环境保护（辐射防护）措施	投资金额（万元）
1	辐射安全管理	辐射安全管理机构：成立辐射安全防护领导小组	——
		辐射安全管理制度：制定操作规程，岗位职责，辐射防护和安全保卫制度，设备检修维护制度，人员培训计划，监测方案，辐射事故应急预案等	——
2	人员考核	辐射工作人员参加辐射安全与防护考核	——
3	监测仪器和防护用品	固定式区域γ监测仪、固定式区域中子监测仪、固定式环境γ监测仪、固定式环境中子监测仪、便携式 X-γ辐射巡测仪、便携式中子辐射巡测仪、便携式表面污染仪、个人剂量计、个人剂量报警仪等监测仪器仪表	50
		工作服、手套等防护用品	
4	辐射防护设施工程（主要是辐射屏蔽、安全联锁、通风系统、三废治理设施等）		1000
5	环境影响评价		50
辐射环境保护措施及环保投资合计			1100

6.7 竣工环保验收一览表

本项目建成后，建设单位应按规定组织自主验收，编制验收监测报告。本项目的竣工环保验收内容及要求列于表 6-10、表 6-10。

表 6-9 本项目非放部分“三同时”验收一览表

项目	污染源	环保设施	处理效果	验收标准
废气	实验室（超声波清洗、原位反应）	1 套活性炭吸附装置+1 根 15 米排气筒	达标排放	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
废水	生活污水	化粪池	COD≤380mg/L BOD_5≤180mg/L SS≤200mg/L NH_3-N≤30mg/L	望塘污水处理厂接管标准
	食堂废水	隔油池	COD≤300mg/L SS≤140mg/L NH_3-N≤16mg/L TP≤1.6mg/L 动植物油≤48mg/L	望塘污水处理厂接管标准

	生产废水	废水处理站（中和沉淀+气浮+A/O 氧化）	COD≤380mg/L SS≤200mg/L LAS≤20mg/L 石油类≤20mg/L NH_3-N≤30mg/L	望塘污水处理厂接管标准
固废	生活垃圾	垃圾桶集中收集，交由环卫部门统一处理	满足环保要求	零排放
	一般固废	收集后外售处理	满足环保要求	零排放
	危险废物	收集后委托有资质单位处理	满足环保要求	零排放
噪声	能源中心	选用低噪声设备、厂房封闭、减振等	2 类： 昼间：60dB（A） 夜间：50dB（A）	GB12348-2008 中 2 类标准

表 6-10 本项目辐射类竣工环保验收一览表

序号	验收内容	验收要求	
1	环保资料	本项目审批后的环境影响报告书、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告等。	
2	辐射安全管理	建立辐射安全管理机构、确定了相应的安全责任、制定了相应的规章制度等。	
3	人员要求	1. 设置辐射安全关键岗位，配备注册核安全工程师至少 1 名； 2. 辐射工作人员参加辐射安全与防护考核，考核合格后上岗。	
4	屏蔽体外剂量率	辐射工作场所四周屏蔽墙外、入口防护门外、顶板上方各关注点处的剂量率水平不高于环评报告书中所列剂量率控制水平。	
5	辐射防护与安全措施	1.辐射工作场所分区（控制区、监督区），并设置明显分区标识，设置放射性标志和中文警示说明： 2.安全联锁系统：由联锁门禁组件、联锁卡盒、紧急停机按钮、巡查登记按钮、警示装置和控制机柜等组成，且所有安全设备均能正常投入使用； 3.通风系统：设置独立的排风系统，排风高度约为 9m； 4.场所辐射监测系统：工作场所及周围环境设置固定式辐射监测点，每个点位设一台 γ 探测器和 1 台中子探测器。	
6	放射性三废处理设施	废气	测试隧道设置独立的排风系统，排风高度约为 9m。
		废液	设置冷却水暂存池，确保冷却水在排放前安全暂存。
		固体废物	暂存于放射性固体废物暂存间内。暂存一段时间后，满足解控标准的，解控后按一般固体废物处理或由回收利用，不满足解控标准的委托有资质单位处理。
7	辐射监测	环境监测	包括自行监测和委托监测。
		个人剂量监测	辐射工作人员须正确佩戴个人剂量计，个人剂量计每 3 个月更换一次，由学校统一组织换发，委托有检测资质的单位进行检测。
		监测设备	在工作场所和周围环境设置固定式监测仪表，对工作场所和周围环境的辐射水平进行实时在线监测，并设定报警阈值。此外，配备便携式中子辐射巡测仪、便携式 X-γ辐射巡测仪等监测仪器，定期对工作场所和环境的辐射水平进行巡测。

7 利益-代价分析

7.1 利益分析

中国科学技术大学的国家同步辐射实验室是我国第一个国家级实验室，有着我国第一台专用同步辐射光源——合肥光源。合肥光源，自 1983 年国家立项建设以来，经过一期、二期建设以及重大维修改造，建成了能量为 800MeV、流强 300mA 的电子储存环，以及光电子能谱、ARPES、软 X 射线成像、催化与表面科学、XMCD、红外谱学和显微成像、燃烧、质谱、原子分子物理、计量等光束线和实验站，在同步辐射建设关键技术方面，具有良好传承和基础。

合肥光源与上海光源和正在建设的北京高能光源形成低、中、高能区的有机互补，使我国成为国际上少有的同步辐射光源全能区覆盖的国家（或地区）。然而，历经两次升级改造后的合肥光源已经发挥其第二代光源的极限水平，但与目前国际发展的第四代同步辐射光源存在较大差距，远不能满足我国 2035 年和 2050 年发展目标对科技创新要求。因此，面向新时代国家发展目标，完善我国高、中、低同步辐射先进光源合理布局的历史任务，急需对低能区光源进行跨越式发展，建设第四代（衍射极限储存环）低能区同步辐射光源—合肥先进光源。合肥先进光源的建成将补齐我国光源建设整体布局中的短板，使我国同步辐射领域发展更为合理、均衡，整体达到国际先进水平，更有助于抢占第四代同步辐射科技前沿。

本项目为合肥先进光源主装置提供必要的关键器件研发与集成测试、科研与产业创新融通发展、后勤保障等配套设施条件，进一步提升合肥先进光源园区整体功能，与主装置共同助推地方科技进步与经济发展，有助于合肥综合性国家科学中心建设。

综上所述，本项目的建设具有良好的社会性效益和经济性效益。

7.2 代价分析

（1）社会代价

本项目的社会代价主要考虑两个方面：资源和能源。

资源方面，项目用地面积 148647.45 平方米（约 222.97 亩），建设内容主要有用地范围内的建筑工程、通用工程、工艺设备平台设施、室外及配套工程四部分。

能源方面，项目运行期间需用水、电等能源。

（2）经济代价

本项目的经济代价主要包括建筑场地成本、设备投资成本和环保投资等方面的成本。

（3）环境代价

本项目的环境代价主要为：少量的瞬发辐射穿过屏蔽体进入周围环境，工作人员和周围公众受到少量的辐射照射；少量的放射性气体进入大气环境；每年将有少量的放射性固体废物产生等。根据前面章节的分析，项目运行期间对环境的影响均低于国家标准中规定的限值。

综上所述，本项目建设带来的利益远高于付出的代价，其建设将造福于国家、造福于广大人民。因此，本项目的实施是正当的。

8 结论和建议

8.1 结论

8.1.1 项目工程概况

合肥先进光源配套工程项目用地面积 148647.45 平方米（约 222.97 亩），建设内容主要有用地范围内的建筑工程、通用工程、工艺设备平台设施、室外及配套工程四部分。其中核技术利用建设内容为：在加速器测试大厅使用一台电子直线加速器（最高能量 120MeV，属 I 类射线装置）。项目总投资为 70692.69 万元，环保投资约 1400 万元，占总投资的 1.98%。

8.1.2 非放环境影响分析结论

1）施工期环境影响分析结论

对施工过程产生的扬尘、建筑垃圾、施工噪声、施工污水等产生的影响进行了分析，在施工期采取有效的环境保护措施和做好施工管理前提下，项目施工期对环境影响是可以接受的。

2）运营期环境影响分析结论

①废气

本项目非放废气经 1 套活性炭吸附装置处理后达标排放，对环境影响较小。

②废水

生活污水产生量较小，主要污染物为 pH、COD、BOD_5、SS、NH_3-N，经化粪池处理达望塘污水处理厂接管标准后经市政污水管网排至望塘污水处理厂处理。食堂废水经隔油池处理达望塘污水处理厂接管标准后经市政污水管网排至望塘污水处理厂处理，生产废水经废水处理站（中和沉淀+气浮+A/O 氧化）处理后达望塘污水处理厂接管标准后经市政污水管网排至望塘污水处理厂处理，对周围水环境影响较小。

③固体废物

项目运行过程中产生的非放射性生活垃圾设垃圾桶集中收集后，交由环卫部门统一处理。一般固废收集后外售处置。危险废物收集后委托有资质单位处理。各项固体废物均得到了有效的处置，不会对环境产生影响。

④噪声

本项目噪声源强较小，单台设备的噪声≤75dB（A），经采取降噪措施后，叠加厂区原有项目设备噪声后，厂界噪声贡献值符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 2 类标准限值要求。项目声环境评价范围内无声环境敏感保护目标，项目噪声对区域声环境影响轻微。

综上所述，运营期的环境影响是可以接受的。

8.1.3 实践的正当性

项目运行期间的辐射污染源主要是使用射线装置时产生的“瞬发辐射”和装置停机后依然存在的“感生放射性”，以及运行期间产生的放射性三废。

本项目加速器装置的设计采取了安全、冗余的辐射安全与防护措施，以尽可能降低对工作人员和公众的辐射影响。经分析评价，本项目对工作人员和公众的辐射影响满足国家相关标准要求。本项目对国家和社会所带来的利益大于可能引起的辐射危害。因此，本项目核技术利用实践活动是正当的。

8.1.4 选址、布局合理性分析

本项目拟建于安徽省合肥市大科学装置集中区，与周围环境敏感点距离较远，设置了相对独立的测试区，并设置物理隔离及人员和物流通道，有利于辐射安全防护；项目布局考虑了测试场所功能需要，便于辐射工作场所的辐射防护和安全管理。从辐射防护与环境保护的角度，项目的选址可行，平面布局合理。

8.1.5 辐射安全与防护措施

（1）辐射工作场所分区：按照控制区和监督区对辐射工作场所进行划分，采取安全控制措施严防人员进入控制区内。

（2）辐射安全联锁系统：加速器测试大厅辐射工作场所设计了安全、冗余的辐射安全联锁系统，包括门禁控制、门机联锁、清场搜索、急停按钮、声光报警器、工作状态指示灯、视频监控以及电离辐射警告标志和中文警示说明，可有效防止工作人员和公众受到意外照射。

（3）辐射屏蔽：根据我国法规标准要求确定各辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制水平，采用混凝土作为主屏蔽体，经计算各辐射工作场所屏蔽体外瞬时剂量率均低于其剂量率控制水平。

（4）通风系统：加速器测试大厅辐射工作场所设有独立的通风系统，其排风量、换气次数、进排风方式、排风高度等的设计能够确保排入环境的放射性废气对环境的影响满足相关标准的要求。

（5）工作场所辐射监测系统：本项目工作场所和周围环境均设有固定式辐射监测仪表，对场所内剂量率水平进行实时监测和显示，确保工作人员和公众的安全。

8.1.6 辐射环境影响分析

通过理论预测，本项目正常运行期间，工作人员的年最大有效剂量低于本次评价确定的 5mSv/a 的职业照射剂量约束值；公众所受年最大有效剂量低于本次评价确定的 0.1mSv/a 的公众照射剂量约束值。

8.1.7 放射性三废排放和处理

本项目运行期间，主要的放射性三废主要来自加速器测试大厅加速器的运行。

加速器测试大厅设置了独立的排风系统，其运行期间产生的放射性气体经排风管道引至室外排放，排放高度约为 9m。

本项目设有冷却水暂存池，活化冷却水经管道排入其中，确保其在得到处置前能够安全暂存。经取样监测后满足排放要求的排入园区污水管网。

本项目放射性固体废物暂存于 HALF 园区的放射性固体废物暂存间，确保放射性固体废物在得到处置前能够安全暂存。暂存一定时间后，满足解控标准的，解控后按一般固体废物处理或回收利用，不满足解控标准的委托有资质单位处理。

8.1.8 辐射安全管理

加速器测试大厅实际使用单位中国科学技术大学已成立了专门的辐射安全防护领导小组；已基于人员岗位职责、辐射防护、设备检修、废物管理、人员培训、辐射监测等方面内容建立了一系列的辐射安全管理制度并拟根据本项目的建设内容进行补充完善；制定了辐射工作人员培训制度，确保辐射工作人员在参加辐射安全与防护考核，并考核合格后方可上岗；目前制定的辐射环境监测方案、辐射工作场所监测方案能够满足本项目运行的要求。

8.1.9 公众参与

本项目参照《环境影响评价公众参与办法》的要求，主要通过网络公示、报纸媒体公示、现场张贴公告等方式进行了公众参与，公示期间未收到其他社会公众、国家机关、社会团体、企事业单位以及其他组织的反馈意见。本项目公众参与的开展情况详见《合肥先进光源配套工程环境影响评价公众参与说明》。

8.1.10 总结

综上所述，建设单位拟开展的合肥先进光源配套工程在严格按照环评中的要求进行建设后，项目运行期间对工作人员和环境的影响符合环境保护的要求，该项目对环境的影响是可以接受的。建设单位及使用单位在落实本报告书中的各项污染防治措施和管理措施后，将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护能力，故从辐射防护和环境保护的角度考虑，本项目的建设是可行的。

8.2 建议

（1）建设单位在本项目施工过程中必须加强监督，保证建筑材料和施工质量，混凝土施工时要确认成型密度、均匀、表观密度符合设计要求。

（2）落实环评中提出的管理措施和辐射防护措施要求，在实践中建立和不断完善各项辐射管理规章制度和事故应急预案，并采取切实措施保证各种规章制度的有效执行。