

核技术利用建设项目

江苏宏启辐照科技有限公司
新建 2 台电子加速器辐照装置项目
环境影响报告表

江苏宏启辐照科技有限公司

2025 年 6 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

江苏宏启辐照科技有限公司

新建 2 台电子加速器辐照装置项目

环境影响报告表

建设单位名称：江苏宏启辐照科技有限公司

建设单位法人授权委托书代表（签字或签章）：

通讯地址：江苏省宿迁市泗洪县泗洪经济开发区太湖路与小康路交
叉口向西 666 米

邮政编码：223900

联 系 人：

电子邮箱：/

联系电话：



持证人签名:

Signature of the Bearer

管理号: 05353243505320171
File No.:

姓名:

Full Name 张斌

性别:

Sex

出生年月:

Date of Birth 320106197504291279

专业类别:

Professional Type 环境评价四科

批准日期:

Approval Date 200505

签发单位盖章:

Issued by

签发日期:

Issued on

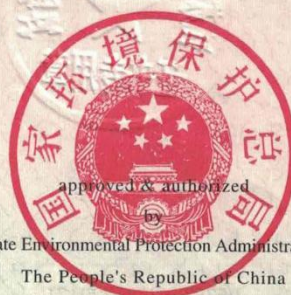


本证书由中华人民共和国人事部和国家环境保护总局批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试合格,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



The People's Republic of China



State Environmental Protection Administration
The People's Republic of China

编号:
No.: 0001750

地址：江苏宏启辐照科技有限公司新建2台电子加速器辐照装置项目拟建址处
时间：2025年5月29日
编制主持人：张斌
职业资格证书管理号：05353243505320171



本项目拟建址处



江苏省社会保险权益记录单
(参保单位)

请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

参保单位全称：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

现参保地：建邺区

统一社会信用代码：91320105MA1MQU5T14

查询时间：202503-202505

共1页，第1页

单位参保险种		养老保险		工伤保险		失业保险	
缴费总人数		29		29		29	
序号	姓名	公民身份号码（社会保障号）		缴费起止年月		缴费月数	
1	徐呈亮			202503 - 202505		3	
2	张斌			202503 - 202505		3	

- 说明：
1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息，单位应妥善保管。
 2. 本权益单为打印时参保情况。
 3. 本权益单已签具电子印章，不再加盖鲜章。
 4. 本权益单记录单出具后有效期内（6个月），如需核对真伪，请使用江苏智慧人社APP，扫描右上方二维码进行验证（可多次验证）。



表 1 项目基本概况

建设项目名称		江苏宏启辐照科技有限公司新建 2 台电子加速器辐照装置项目					
建设单位		江苏宏启辐照科技有限公司					
法人代表		柴永青	联系人		联系电话		
注册地址		江苏省宿迁市泗洪县泗洪经济开发区太湖路与小康路交叉口向西 666 米					
项目建设地点		江苏省宿迁市泗洪县泗洪经济开发区太湖路与小康路交叉口向西 666 米公司厂区内					
立项审批部门		/		批准文号	/		
建设项目总投资（万元）			项目环保总投资（万元）		投资比例（环保投资/总投资）	46.7%	
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它				占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类				
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类				
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物				
		☐ 销售	/				
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙				
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类				
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类				
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类				
	其他	/					

1 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来

1.1 建设单位基本情况

江苏宏启辐照科技有限公司成立于 2025 年 4 月，公司地址位于江苏省宿迁市泗洪县泗洪经济开发区太湖路与小康路交叉口向西 666 米。该公司是一家专注于辐照技术研发与应用的高新技术企业，业务涵盖辐照加工服务、食品生产销售及包装材料制造三大领域。公司依托电子加速器辐照技术及全产业链布局，为医疗、食品、工业材料等行业提供高效灭菌、保鲜防腐及材料改性解决方案，服务网络覆盖全国，合作伙伴

包括多家知名医疗及食品龙头企业，致力于以创新技术推动产业升级。公司《食品分装及辐照消杀生产项目》已完成备案，备案证复印件见附件 4。

1.2 项目规模及任务由来

由于发展需要，公司拟于泗洪县泗洪经济开发区太湖路与小康路交叉口向西 666 米建设厂区，并拟于厂区车间二内东侧新建 2 座工业辐照加速器机房（1#、2#加速器机房），每座加速器机房内拟配备 1 台 YKHH-YKHH-DZ-10/20 型工业辐照加速器，用于对医疗器械、药品、食品进行辐照灭菌服务。本项目工业辐照加速器拟从原科恒辉技术有限公司购置，该公司辐射安全许可证正副本复印件见附件 6。公司拟为本项目配备 11 名辐射工作人员，其中 1 名作为辐射防护负责人，每座加速器机房拟配备 5 名辐射工作人员，本项目每座加速器年开机曝光时间均约为 2000h。

该单位本次核技术应用项目情况一览表见下表 1-1：

表 1-1 本次核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称型号	数量	能量 (MeV)	电流 (mA)	射线装 置类别	工作场所 名称	使用情 况	环评情况及 审批时间	许可情况
1	YKHH-YKHH-DZ-10/20 型工业辐照加速器	1	10	2	II	1#加速器机房	拟购	本次环评	未许可
2	YKHH-YKHH-DZ-10/20 型工业辐照加速器	1	10	2	II	2#加速器机房	拟购	本次环评	未许可

根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《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许可管理办法》及《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目使用 II 类射线装置，应当编制环境影响评价报告表。受江苏宏启辐照科技有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保科技有限公司承担该项目的环境影响评价工作。我公司通过资料调研、现场监测和评价分析，编制该项目环境影响评价报告表。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

江苏宏启辐照科技有限公司厂区位于江苏省宿迁市泗洪县泗洪经济开发区太湖路与小康路交叉口向西 666 米，厂区地理位置图见附图 1。公司厂区东侧为空地及拦岗河，南侧、西侧均为农田，北侧为太湖路，公司厂区平面布局及周围环境图见附图 2。

本项目 2 座加速器机房均拟建于公司厂区车间二内东侧，两座加速器机房相邻而建，由北至南分别为 1#、2#加速器机房。2 座加速器机房拟建址东侧依次为厂内道路、空地及

拦岗河，南侧依次为车间二内场所、厂内道路及车间三，西侧依次为车间二内场所、厂内道路及车间一，北侧为车间二内场所，楼上、楼下均无建筑，公司 2 座加速器机房周围环境布局图见附图 2。本项目 2 座加速器机房拟建址周围 50m 范围内南侧、西侧及北侧均位于公司厂区内，东侧涉及场外空地及拦岗河，50m 范围内均无居民区、学校等敏感点。因此，本项目环境保护目标主要为辐射工作人员及 2 座加速器机房拟建址周围评价范围内的公众人员。

3 原有核技术利用项目许可情况

本项目为公司首次开展核技术利用项目。

4 实践正当性

本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会增加 2 座加速器机房拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效地控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业对医疗用品或食品等消毒灭菌的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq)/ 活度 (Bq)×枚数	类别	活度种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	工业辐照加速器	II	1	YKHH-YKHH-D Z-10/20 型	电子	10	2mA	辐照加工	1#加速器机房	/
2	工业辐照加速器	II	1	YKHH-YKHH-D Z-10/20 型	电子	10	2mA	辐照加工	2#加速器机房	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过 16.0m 高排气筒排放，排入大气环境中的臭氧常温下 50min 内可自行分解为氧气，对环境影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订），中华人民共和国主席令第 9 号公布，2015 年 1 月 1 日起施行 (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正），中华人民共和国主席令第 24 号公布，2018 年 12 月 29 日起施行 (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家主席令第 6 号公布，2003 年 10 月 1 日起施行 (4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修正版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行 (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 修订版），2005 年 9 月 14 日国务院令第 449 号发布，修订版于 2019 年 3 月 2 日国务院令第 709 号发布施行 (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，中华人民共和国生态环境部令第 16 号公布，自 2021 年 1 月 1 日起施行 (7) 《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 日起施行 (8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版）生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行 (9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行 (10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》国家环保总局，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日起施行 (11) 《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，自 2019 年 11 月 1 日起施行 (12) 《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》生态环境部公告 2019 年第 38 号，2019 年 11 月 1 日起施行 (13) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》生态环境部公告 2019 年第 39 号，2019 年 11 月 1 日起施行 (14) 《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，2020 年 1 月 1 日起施行 (15) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行
------	--

	(16) 《江苏省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74号，2018年6月9日 (17) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1号，2020年1月8日 (18) 《省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49号，2020年6月21日 (19) 《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187号文 (20) 《江苏省自然资源厅关于泗洪县生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2022〕192号）
技术标准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016） (2) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022） (3) 《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》（HJ10.1-2016） (4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） (5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） (6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） (7) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018） (8) 《辐射加工用电子加速器工程通用规范》（GB/T 25306-2010） (9) 《粒子加速器辐射防护规定》（GB 5172-1985） (10) 《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019） (11) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）
其他	与本项目相关附件： (1) 项目委托书（附件1） (2) 射线装置使用承诺书（附件2） (3) 辐射环境现状检测报告复印件（附件3） (4) 《食品分装及辐照消杀生产项目》备案证复印件（附件4） (5) 加速器技术参数说明复印件（附件5） (6) 加速器厂家辐射安全许可证正副本复印件（附件6） (7) 宿迁市建设项目环境影响评价现场踏勘记录表（附件7）

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《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）中“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物边界外 50m 的范围”相关规定，确定本项目评价范围为本项目 2 座工业辐照加速器机房边界外 50m 区域（详见附图 2）。

保护目标

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号）及《江苏省自然资源厅关于泗洪县生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2022〕192 号），本项目评价范围不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域，对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等生态保护目标。本项目利用加速器产生的电子束进行辐照加工，占用资源少，不会降低评价范围内水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合“三线一单”相关要求。

本项目 2 座加速器机房拟建址周围 50m 范围内均无居民区、学校等环境敏感目标，本项目环境保护目标主要为辐射工作人员及加速器机房拟建址周围评价范围内的公众人员。

表 7-1 本项目评价范围内保护目标情况一览表

保护目标分类	方位	保护目标名称	最近距离（m）	规模	环境保护要求
辐射工作人员	西侧	加速器操作人员	二层控制室内	4 人	辐射工作人员年剂量约束值不超过 5mSv/a
	南侧、西侧及北侧	加速器机房周围巡视人员及上、下货人员	紧邻	6 人	
公众	东侧	厂内道路上行人	约 2m	流动人员	公众人员年剂量约束值不超过 0.1mSv/a
		空地上行人	约 12m	流动人员	
	南侧	厂内道路上行人	约 28m	流动人员	
		车间三内其他工作人员	约 43m	8~10 人	

	西侧	厂内道路上行人	约 24m	流动人员	
		车间一内其他工作人员	约 39m	10~15 人	
	北侧	车间二内其他工作人员	约 12m	8~10 人	

评价标准

1 剂量限值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

/	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 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。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受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。

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）中“11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv~0.3 mSv）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限”，以及《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中“在电子加速器辐照装置的工程设计中，辐射防护的剂量约束值规定为：辐射工作人员个人年有效剂量为 5mSv，公众成员个人年有效剂量为 0.1mSv”，确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

- （1）辐射工作人员年剂量约束值不大于 5mSv/a；
- （2）公众年剂量约束值不大于 0.1mSv/a。

3 辐射剂量率控制水平

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）

4.2.2 辐射屏蔽设计依据

电子加速器辐照装置的屏蔽设计必须以加速器的最高能量和最大束流强度为依据。

电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 2.5μSv/h。如屏蔽体外为社会公众区域，屏蔽设计必须符合公众成员个人剂量约束值规定。

确定本项目关注点剂量率参考控制水平：本项目工业辐照加速器机房屏蔽墙体外30cm处的辐射剂量率均不大于 **2.5 μ Sv/h**。

4 辐射环境现状评价参考值

《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第13卷第2期，1993年3月），江苏省环境监测站。

表 7-3 江苏省环境天然 γ 辐射水平（单位：nGy/h）

	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差（s）	7.0	12.3	14.0

注：[1]测量值已扣除宇宙射线响应值。

[2]现状评价时，参考测值范围进行评价。

表 8 环境质量和辐射现状

1. 项目地理和场所位置

江苏宏启辐照科技有限公司厂区位于江苏省宿迁市泗洪县泗洪经济开发区太湖路与小康路交叉口向西 666 米，厂区地理位置图见附图 1。公司厂区东侧为空地及拦岗河，南侧、西侧均为农田，北侧为太湖路，公司厂区平面布局及周围环境图见附图 2。

本项目 2 座加速器机房均拟建于公司厂区车间二内东侧，两座加速器机房相邻而建，由北至南分别为 1#、2#加速器机房。2 座加速器机房拟建址东侧依次为厂内道路、空地及拦岗河，南侧依次为车间二内场所、厂内道路及车间三，西侧依次为车间二内场所、厂内道路及车间一，北侧为车间二内场所，楼上、楼下均无建筑，公司 2 座加速器机房周围环境布局图见附图 2。本项目 2 座加速器机房拟建址周围 50m 范围内南侧、西侧及北侧均位于公司厂区内，东侧涉及场外空地及拦岗河，50m 范围内均无居民区、学校等敏感点。因此，本项目环境保护目标主要为辐射工作人员及 2 座加速器机房拟建址周围评价范围内的公众人员。本项目 2 座加速器机房拟建址及周围环境现状见图 8-1。





2座加速器机房拟建址处现状

图 8-1 本项目 2 座加速器机房拟建址及周围环境现状照片

2. 环境现状评价的对象、检测因子和检测点位

环境现状评价对象：2 座加速器机房拟建址及周围辐射环境

检测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

检测点位：在 2 座加速器机房拟建址周围布置监测点位，共计 8 个监测点位

3 检测方案、质量保证措施及监测结果

3.1 检测方案

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检测仪器：FH40G 型辐射剂量检测仪（探头型号 FHZ672E-10）（设备编号：J0317，
检定有效期：2024.10.23~2025.10.22，能量响应：48keV~4.4MeV，测量范围：1nSv/h~
100 μ Sv/h）

检测项目： γ 辐射空气吸收剂量率

检测布点：在加速器机房拟建址周围进行布点，具体点位见图 8-2

检测时间：2025 年 5 月 9 日

天气：晴；温度：15.1℃；湿度：59.6%RH

检测方法：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值，每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中 5.5，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy

3.2 质量保证措施

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，公司已通过检验检测机构资质认定，检验检测机构资质认定证书编号为 231020341442

检测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点

检测过程质量控制质量保证：本项目检测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求，实施全过程质量控制

检测人员、检测仪器及检测结果质量保证：检测人员均经过考核并持有合格证书，所有检测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，检测仪器使用前经过检定，检测报告实行三级审核。

3.3 检测结果

评价方法：参照江苏省环境天然 γ 辐射水平调查结果，检测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 3。

表 8-1 本项目 2 座加速器机房拟建址周围 γ 辐射水平测量结果

测点编号	测点位置描述	检测结果 (nGy/h)	备注
1	1#加速器机房拟建址处	66.6	原野
2	2#加速器机房拟建址处	67.6	原野
3	1#加速器机房拟建址东侧	68.7	原野
4	2#加速器机房拟建址东侧	66.5	原野
5	2#加速器机房拟建址南侧	66.8	原野
6	2#加速器机房拟建址西侧	66.9	原野
7	1#加速器机房拟建址西侧	67.0	原野
8	1#加速器机房拟建址北侧	66.5	原野

注：测量数据已扣除仪器宇宙响应值，本项目检测仪器宇宙响应值为 14.4nSv/h，由于公司目前厂区尚未建设，因此 1~8 号检测点位按照原野考虑，原野对宇宙射线的屏蔽修正因子取 1。

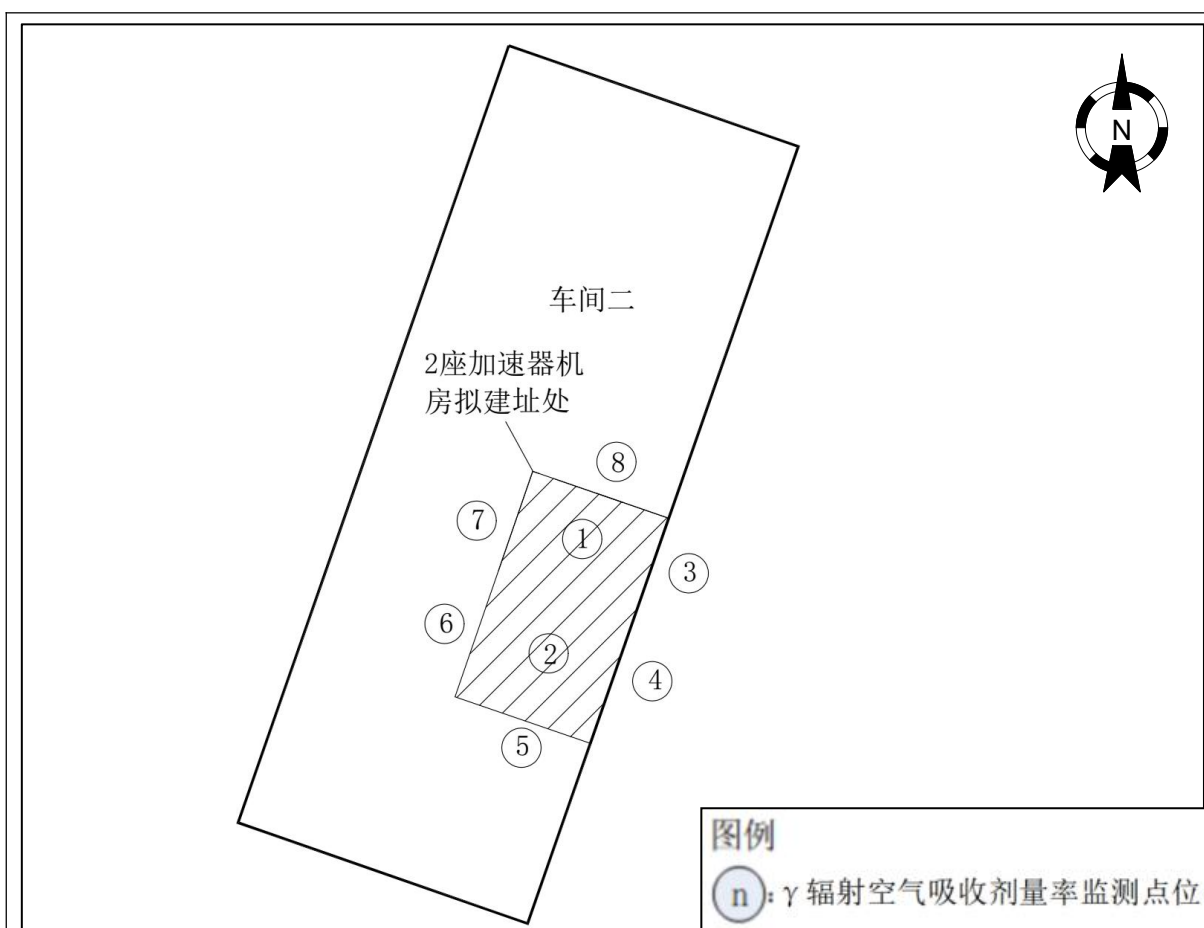


图 8-2 本项目 2 座加速器机房拟建址及周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图

4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目 2 座加速器机房拟建址周围室外原野环境 γ 辐射水平为（66.5~68.7）nGy/h，根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室外原野天然 γ 辐射水平为（33.1~72.6）nGy/h，室外原野 γ 辐射水平均处于江苏省室外环境天然 γ 辐射水平测值范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

1 工程设备

由于发展需要，公司拟于厂区车间二内东侧新建 2 座工业辐照加速器机房（1#、2#加速器机房），并拟于每座加速器机房内配备 1 台 YKHH-YKHH-DZ-10/20 型工业辐照加速器，用于对医疗器械、药品、食品进行辐照灭菌服务。公司拟为本项目配备 11 名辐射工作人员，其中 1 名作为辐射防护负责人，每座加速器机房拟配备 5 名辐射工作人员，5 名辐射工作人员中，2 人负责加速器操作，2 人负责上下货，1 人负责加速器机房周围巡视。本项目 2 座加速器机房均拟采用 1 班倒的工作方式，辐射工作人员年工作时间约 2000h，每座加速器年开机曝光时间均约为 2000h。

江苏宏启辐照科技有限公司本项目拟配备的工业电子加速器型号为 YKHH-YKHH-DZ-10/20 型，其最大电子能量为 10MeV，最大束流强度为 2mA，最大束流功率为 20kW，电子加速器在加速过程中的束流损失率为 2%（即电子束流强度为 0.04mA），束流损失点的能量为 3MeV（加速器参数说明见附件 5）。

加速器机房主要构成包括：①一楼的辐照室以及二楼的主机室；②二楼备品室、设备间、检测室、走廊、取样室、控制室、实验室、工具间等；③传送设备，即从迷道自动进出的货物传送链。

本项目工业电子加速器的结构示意图见图 9-1，实物图见图 9-2。加速器主要由电子枪、加速结构、调制器、功率源、微波传输系统、聚焦系统、导向系统、偏转系统、真空系统、水冷系统以及控制系统等组成。加速器在进行辐照时由电子枪发射电子，电子经过漂移管进入扫描盒，在扫描磁场作用下形成扇形束，透过钛膜打到物品上，进行辐照加工。

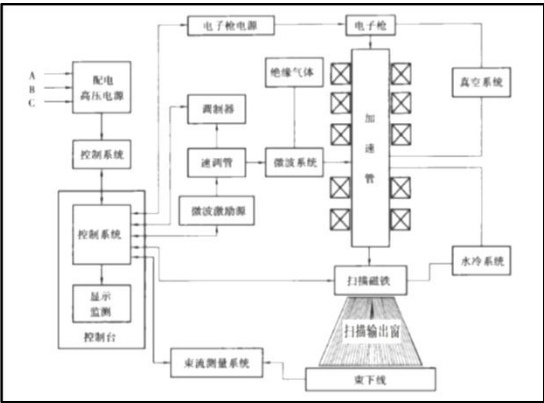


图 9-1 辐照用工业电子加速器结构示意图



图 9-2 辐照用工业电子加速器实物图

(1) 直流高压发生器

直流高压发生器由高频振荡器和倍压整流芯柱组成。

高频振荡器 其作用是把电网的电能为工频转换为高频，其性能决定着加速器的最大束功与束功转换效率。

整流倍压系统 是以两块垂直地固定在钢桶底板上的绝缘板为骨架，在两块绝缘板上间隔均匀地从下至上各安装一排硅堆，两排硅堆彼此依次联接组成一条螺旋上升的硅堆整流链。硅堆是加速器的关键部件之一。它由整流芯子和带保护球隙的金属屏蔽盒组成，每个硅堆的平均输出电压为 50kV。整流芯子由数百只硅二极管串联而成，其电路设计采取了均压和限流措施。所有高频高压和直流高压的部件都安装在压力钢桶内，充以干燥绝缘气体，使得加速器具有足够安全的绝缘强度。

(2) 束流加速系统

束流加速系统由加速器管和电子枪组成。

加速器管 是电子在其中成束并被加速的部件。它需要在高真空中 ($10^{-5} \sim 10^{-6}$ Pa) 稳定可靠地建立一个均匀的高梯度直流加速电场 ($0 \sim 20 \text{ kV/cm}$)。加速管安装在整流芯柱的中心，顶端与高压球帽相接，底端接地。其电位分布大体与整流柱中的电位分布一致。加速管外侧装有均压电阻链，使其具有独立分压，每个绝缘环还装有保护放电球隙，以防止过电压冲击。

电子枪 加速管的顶端安装电子枪，电子枪采用由钨合金丝绕制的直热式盘香形阴极，钨丝直径 $0 \sim 0.8 \text{ mm}$ 。阴极加热后发出的电子被加速管上端的引出极（也称吸

极)引出成束进入加速管加速。

(3) 扫描引出系统

电子束离开加速管后经漂移管进入辐照厅。穿过扫描磁铁组件时,在三角波磁场的作用下,进行 X 和 Y 相互垂直两个方向的扫描。最后经长条形的钛窗引出。钛箔的厚度既要有足够的强度以抵抗真空压力,又要尽量减少电子束在穿越时的能量损耗。即使如此,钛箔上的能耗仍旧相当可观,因此沿钛窗安装了一把风刀,针对钛箔进行强风冷却。另外,在加速管出口至扫描磁铁之间的漂移管外面,还安装有聚焦线圈和导向线圈,用以调节束流的聚焦和方向。

(4) 冷却系统

其作用是把变压器散发的热量带走,并对钢桶内的其他部件进行冷却。

(5) 绝缘气体系统

在加速器高压钢筒内充以干燥绝缘气体作为绝缘介质,用于保证加速器的高电位梯度。

(6) 真空系统

主要用于维持加速管和扫描盒内的高真空状态,控制系统设有监测真空度的传感器。在扫描漂移管的一侧设置有助于加速器正常工作时,维持真空的机械泵、分子泵、闸板阀和真空硅等。

(7) 安全联锁系统

主要包括屏蔽室的防护门联锁、紧急按钮、剂量监测联锁和故障报警指示组成。主控制器执行数据采集并控制加速器设备各项功能。

(8) 通风系统

主要排除机房内产生的臭氧及氮氧化物等气体。

(9) 控制系统

上述各部件被紧凑地集成在一个带有控制面板的机箱中,整个系统采用电动执行元件和程序控制,通过面板上的按钮操作,即可按规定自动完成相应的流程步骤,避免误动作。

2 工业辐照加速器工作原理

辐照电子加速器是使电子在高真空场中受磁场力控制,电场力加速而获得高能量的特种电磁、高真空装置,是人工产生各种高能电子束或 X 射线的设备。

加速器的工作原理可概括为：脉冲调制器将市电转变成高压脉冲，并提供给速调管，速调管在微波激励源激励下产生微波脉冲，该微波功率经过波导、四端环流器以及波导窗馈入到返波加速管中，建立加速电场。脉冲变压器枪压抽头同时给加速管的电子枪提供高压，将电子从电子枪的阴极上拉出来，进入加速管的加速腔中，电子与加速腔中的轴向电场相互作用，并从其中吸收能量，使电子的能量得到提高。电子经过漂移管进入扫描盒，在扫描磁场作用下形成扇形束，透过钛膜打到物品上，进行辐照加工。

本项目计划使用型号为 YKHH-DZ-10/20 的电子加速器，该类加速器采用行波加速方式。经速调管放大的微波功率耦合到被称之为盘荷波导的加速管中，行波电场将电子枪注入的电子不断地加速，使其能量逐渐增加，当电子速度接近光速时，从微波功率中获取的能量已达到相当的速度，就可以穿过钛窗进入空气中，能穿透空气或物体到相应的深度；将电子束偏转扫描后用于工业辐照，可以达到杀菌保鲜，材料改性等多种效果。

3 工艺流程及产污环节

本项目 2 台加速器均用于对医疗器械、药品、食品进行辐照灭菌服务。本项目拟采用传送设备对辐照产品进行传输，辐照产品从辐照室货物进口经传输带传输进入辐照室，经过辐照加工后从货物出口传输出来。对辐照加工工艺流程简述如下：

①辐射工作人员对各加速器机房辐照室、主机室进行巡检（按要求依次按下巡检按钮）、清场，确认室内无人；确认门机联锁、巡检按钮、光电联锁、紧急停机及拉绳开关等辐射安全系统及装置无异常；

②将拟辐照产品放置于传送设备上；

③调整好加速器运行参数，调整束下传输装置传输速度；

④辐射工作人员开启辅助系统、控制系统等进行预热；

⑤启动辐照装置，此过程会产生电子束；

⑥上货区工作人员将辐照产品通过传输装置从加速器辐照室货物进口输送进入加速器辐照室，到达辐照区域后进行辐照加工，此过程会产生电子束、X 射线、臭氧及氮氧化物；

⑦辐照完成后，辐照产品通过束下传输装置从加速器辐照室货物出口传送出，由下货区工作人员将辐照产品搬离传送装置。

本项目辐照加速器在开机辐照过程中主要的辐射污染为 X 射线及电子束污染，同

时伴随有臭氧、氮氧化物等气体以及风机运行过程中的噪声污染。本项目辐照加速器辐照加工工艺流程和主要产污环节示意图 9-3。

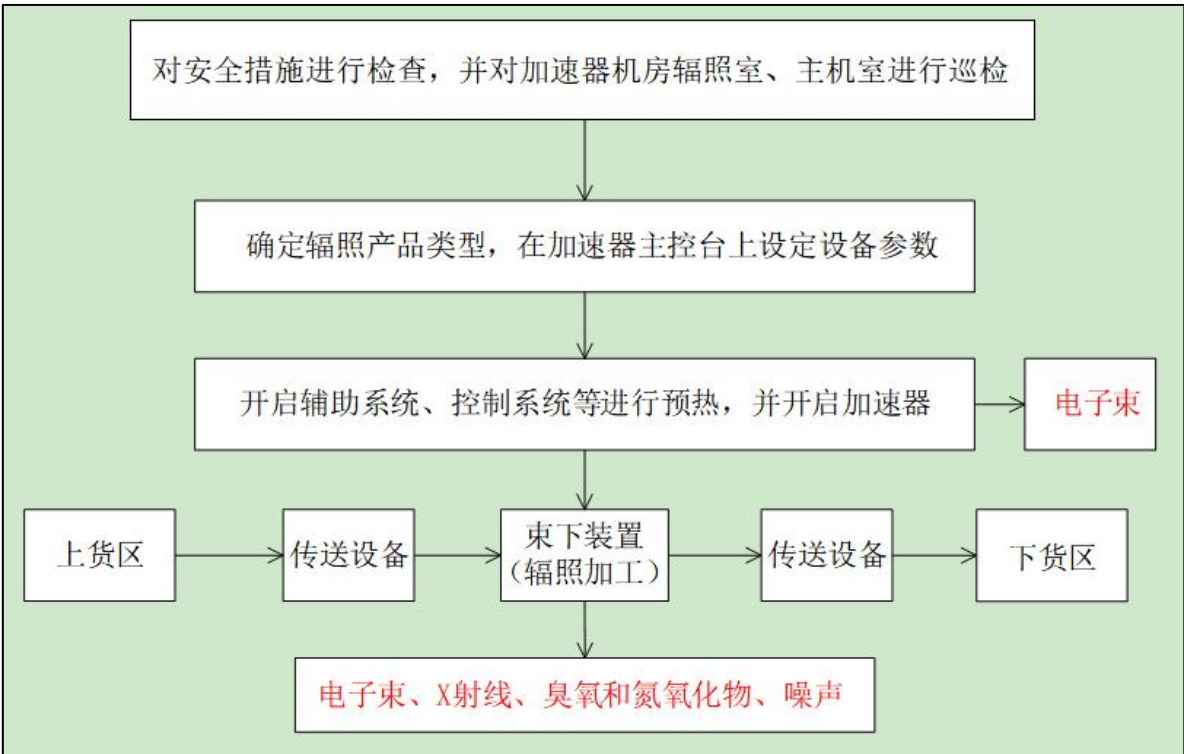


图 9-3 本项目辐照加工工艺流程和主要产污环节图

污染源项描述

1 放射性污染源分析

电子加速器在进行辐照时电子枪发射电子，电子经加速管加速并经扫描扩展成为均匀的有一定宽度的电子束。电子束打到机头及其他高 Z 物质时会产生高能 X 射线，X 射线的贯穿能力极强，会对辐照室周围环境造成辐射污染。此外，电子在加速过程中，部分电子会丢失，它们打在加速管壁上，产生 X 射线，对加速器机房产生一定的辐射影响。电子加速器在运行时产生的高能电子束，其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。因此，在电子加速器开机辐照期间，X 射线辐射为项目主要的污染因素。

本项目 2 台电子加速器电子束最大能量均为 10MeV，最大束流强度均为 2mA，最大束流功率均为 20kW，根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）表 A.1，90°方向的 X 射线发射率均为 $13.5\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。电子加速器在加速过程中的束流损失率均为 2%（即电子束流强度为 0.04mA），束流损失点的能量均为 3MeV，根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）表 A.1，束流损

失点 90°方向的 X 射线发射率均为 $3.2\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

本项目 2 座加速器机房内的电子加速器主要参数见表 9-1。

表 9-1 本项目电子加速器技术参数

型号	YKHH-YKHH-DZ-10/20 型
设备厂家	原科恒辉技术有限公司
最大电子束能量	10MeV
最大电子束流强度	2mA
最大束流功率	20kW
90° 方向的 X 射线发射率 ($\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	13.5
出束方向	定向朝地面
标准扫描宽度	600mm~800mm
束流损失点能量	3MeV
束流损失点 90° 方向的 X 射线发射率 ($\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	3.2
束流损失率	2%

2 非放射性污染源分析

本项目运行过程中没有放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生。

空气在强电离辐射的作用下，会产生一定量的臭氧和氮氧化物。加速器输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产额越高。其中臭氧的毒性最大，产额最高，不仅对人体产生危害，同时能使橡胶等材料加速老化。加速器机房在良好通风条件下，臭氧和氮氧化物很快弥散在大气环境中，臭氧在常温下可自行分解为氧气。

本项目主要考虑各加速器机房辐照室内产生的臭氧对停机后进入机房的工作人员的影响，需保证机房内臭氧浓度满足 GB/T25306-2010 规定的有害气体职业接触限值要求。

加速器在运行过程中风机会产生噪声，对周围声环境产生一定的影响。

本项目 2 台加速器在运行过程中，冷却系统通过冷却水进行降温冷却，加速器冷却水循环使用，不外排。

本项目辐射工作人员会产生一定量的生活污水和生活垃圾。生活污水经化粪池预处理后，纳入市政污水管网；生活垃圾由公司统一分类收集后交由环卫部门清运处理。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1 项目布局及分区合理性分析

公司 2 座加速器机房均为两层混凝土结构，一层为辐照室，二层为主机室。加速器机房备品室、设备间、检测室、走廊、取样室、控制室、实验室、工具间等均位于机房二层，2 座加速器机房共用 1 间控制室。加速器辐照产品传输设备均设置在一层辐照室西侧，其中 1#加速器机房货物通道入口设置于辐照室西墙南侧，货物通道出口设置于辐照室北墙西侧，2#加速器机房货物通道入口设置于辐照室南墙西侧，货物通道出口设置于辐照室西墙北侧，两座加速器机房的上货区、下货区均拟设于一层传输设备西侧（详见图 10-1）。

本项目 2 座加速器机房辐照室均设有货物/人员进出迷道，二层主机室均设有人员进出迷道。2 座加速器机房辐照室及主机室人员进出迷道外均设有 1 道人员进出门，防止人员误入加速器机房中。工业辐照加速器工作时，设备操作人员位于控制室的控制台处设置机器参数并监控加速器运行情况，上下货区工作人员于上下货区搬运货物。加速器出束时，辐照室及主机室内无人员停留，本项目加速器机房布局合理可行。

公司拟将 2 座加速器机房的辐照室和主机室边界作为辐射防护控制区边界，在人员进出门外及机房周围醒目位置处设置电离辐射警告标志及中文警示说明等；将 2 座加速器机房辐照室北墙外 12m，西墙外 24m 及南墙外 28m 的区域、加速器机房二层备品室、设备间、检测室、走廊、取样室、控制室、实验室、工具间、楼梯、升降机等均作为辐射防护监督区，拟在监督区北侧边界处设置围栏，监督区东侧、南侧及西侧利用车间二实体建筑作为边界，监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌，并悬挂电离辐射警示标志及无关人员禁止入内标牌，加速器工作时无关人等不得进入。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目 2 座加速器机房布局及分区图见图 10-1 及图 10-2。

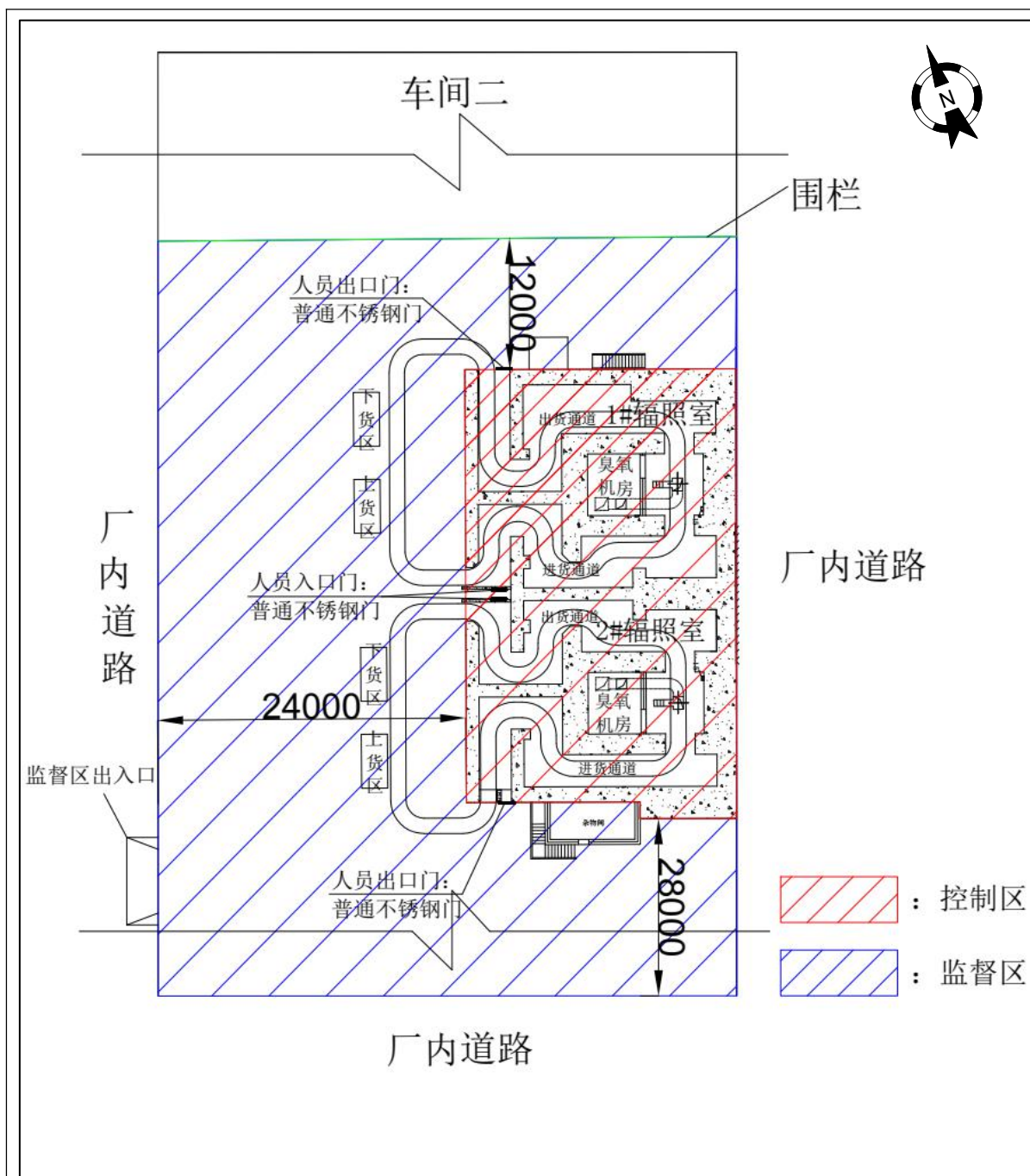


图 10-1 本项目 2 座加速器机房一层平面布局及分区示意图

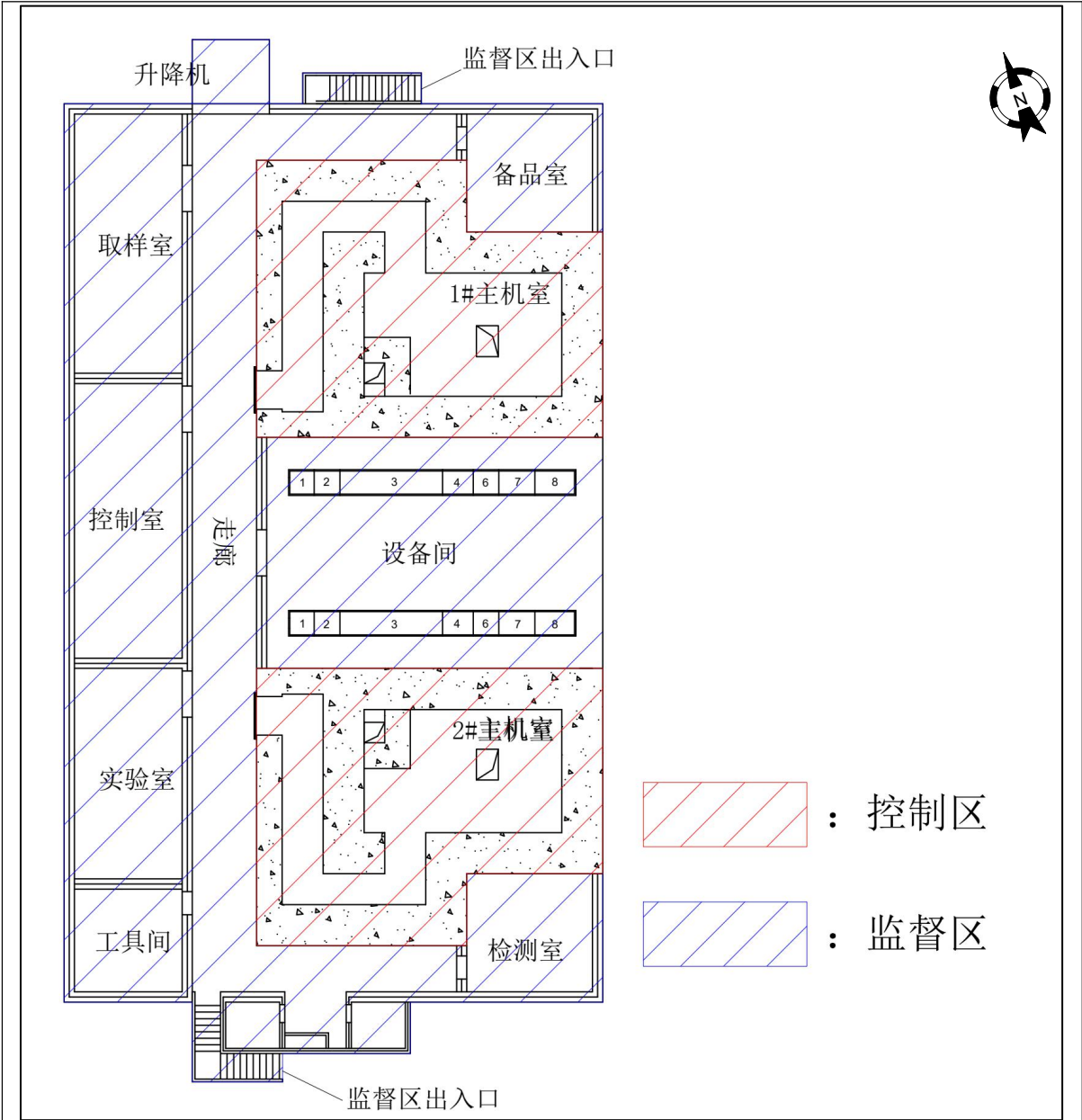


图 10-2 本项目 2 座加速器机房二层平面布局及分区示意图

2 辐射屏蔽设计

本项目 2 座加速器机房辐射防护屏蔽设计见表 10-1。2 座加速器机房平面设计图见附图 3 及附图 4，剖面设计图见附图 5 及附图 6。

表 10-1 本项目加速器机房屏蔽设计表

--

3 辐射安全措施设计

为保障本项目安全运行，本项目 2 座加速器机房拟设相应的辐射安全措施（见图 10-3 及图 10-4），主要有：

（1）钥匙控制。2 座加速器机房控制室的控制台上、辐照室人员进、出门外及主机室人员进出门外均拟配备钥匙开关，控制台上控制钥匙开关的钥匙与控制辐照室及主机室人员门外钥匙开关的钥匙为同一把钥匙，钥匙开关和辐照室及主机室门连锁。如从控制台上取出该钥匙，加速器能自动断开高压，停止出束。该钥匙与一台辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一且只能由运行班长使用。

（2）门机连锁。2 座加速器机房辐照室人员进出门及主机室人员进出门均拟与束流控制和加速器高压连锁。辐照室人员进出门及主机室人员进出门打开时，不能开机。加速器运行中门被打开则加速器自动断开高压，停止出束。

（3）束下装置连锁。2 台电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制均必须建立可靠的接口和协议文件，本项目束下装置均为自动传送设备，自动传送设备因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器能自动断开高压，停止出束。

（4）信号警示装置。拟在 2 座加速器机房辐照室西墙外货物入口、货物出口旁各设置 1 个警铃和 1 个警灯，拟在 1#辐照室进货迷道南墙上、出货迷道北墙上、2#辐照室进货迷道南墙上、出货迷道北墙上各设置 1 个警铃和 1 个警灯，拟在 2 座加速器机主机室出入口各设置 1 个警铃和 1 个警灯，在 1#主机室内北墙上及 2#主机室南墙上各设置 1 个警铃和 1 个警灯，用于开机前对主机室和辐照室内人员警示，警铃和警灯持续的时间应该足够长，以确保辐照室及主机室内人员安全离开。所有警灯均拟与加速器高压连锁。

（5）巡检按钮。拟在 2 座加速器机房辐照室内墙上各设置 6 个“巡检按钮”，巡检时辐射工作人员从辐照室人员入口门进入辐照室内，依次按下巡检按钮，最后从辐

照室人员门离开辐照室，关闭辐照室人员出入口迷道门，完成巡检。

拟在 2 座加速器机房主机室内各设置 4 个“巡检按钮”，巡检时辐射工作人员从主机室人员进出门进入主机室内，依次按下巡检按钮，最后从人员进出门离开主机室，关闭人员进出门，完成巡检。

所有“巡检按钮”均与控制台联锁，只有当“巡检按钮”全部按下时，加速器才能出束。所有巡检按钮旁均拟设置清晰的文字说明。加速器室巡检人员必须是加速器操作人员，巡检时应拔出开关钥匙，开启与钥匙相连的辐射检测仪进入辐照室、主机室检查。

(6) 防人误入装置。拟在 2 座加速器机房辐照室货物入口、货物出口及主机室人员出入口内侧分别设置连续 3 道光电报警装置，3 道光电报警装置采用不同生产厂家不同品牌的产品，3 道光电报警装置位于不同水平、垂直位置，并与加速器的开、停机联锁。当有人通过光电报警装置被检测到时，加速器高压立即自动切断。

(7) 急停装置。拟在 2 座加速器机房辐照室内各设计安装 1 个急停按钮，在臭氧机房内各设计安装 1 个急停按钮，在辐照室进货迷道、出货迷道内各设计安装 4 个急停按钮；拟在 2 座加速器机房控制室的控制台上各设计安装 1 个急停按钮；拟在 2 座加速器机房主机室内各设计安装 4 个急停按钮。同时拟在 2 座加速器机房辐照室内及主机室内分别设计急停拉线开关，若辐照室或主机室内有人滞留，可按下急停按钮或拉线开关，加速器高压立即切断。2 座加速器机房辐照室人员进、出口内和主机室人员进出口内各设有 1 个开门开关，每座加速器机房共设置 3 个开门开关，以便人员离开控制区。所有急停按钮及拉线开关旁均拟设置清晰的文字说明。

(8) 剂量联锁。拟在 2 座加速器机房辐照室进货通道及出货通道内各安装 1 个固定式辐射监测仪，在 2 座加速器机房主机室迷道入口内各安装 1 个固定式辐射监测仪，固定式辐射监测仪与辐照室及主机室人员进出门联锁。固定式辐射监测仪的显示装置安装于控制室的控制台上。当辐射高于设定的阈值时，辐照室及主机室门无法打开。

(9) 通风联锁。2 座加速器机房辐照室内的通风系统均拟与控制系统联锁，当加速器停机后，只有达到预先设定的时间后（本项目为 5min）才能开门，以保证室内臭氧等有害气体浓度低于允许值。

(10) 烟雾报警。拟在 2 座加速器机房二层设备间与辐照室相连的烟感金属管件

口各设置 1 个烟雾报警装置，遇有火险时，加速器应立即断开高压，停止出束，并停止通风。

(11) 摄像监控。拟在 2 座加速器机房的辐照室内各设置 11 个摄像头，辐照室西墙货物进、出通道外各设置 1 个摄像头，主机室迷道内各设置 2 个摄像头，主机室内各设置 1 个摄像头，设备间内设置 2 个摄像头，以实时观察辐照室内、主机室内、设备间内及加速器机房周围的情况。

(12) 拟在 2 座加速器机房主机室及辐照室内设置应急照明系统及逃生指示装置，以便在紧急情况下指引人员逃离主机室及辐照室。

(13) 2 座加速器机房辐照室内臭氧机房门为常闭门，门上上锁，钥匙由加速器运行班长进行保管，除对臭氧机房内风机进行检修外，平时任何人员不得进入臭氧机房内。

(14) 通往 2 座加速器机房二层平台的楼梯口拟设置人员门进行管控，人员门钥匙由加速器运行班长进行保管，防止加速器运行时无关人员进入加速器机房二层。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

4 辐射安全原则符合性分析

(1) 纵深防御

本项目 2 座加速器机房一层辐照室人员进出门和二层主机室人员进出门出入口的安全联锁均拟采用门机联锁、信号指示灯联锁、剂量联锁、通风联锁，在一层辐照室货物进出口及二层主机室迷道人员出入口拟设置光电报警装置和警铃、警灯等；拟设置急停按钮、拉线开关、开门开关等急停装置。以上措施均可确保当某一层次的防护措施失效时，可由下一层次的防御措施予以弥补或纠正。

(2) 冗余性

本项目拟在 2 座加速器机房一层辐照室货物进出口及二层主机室迷道人员出入口处各设置 3 道光电报警装置，3 道光电报警装置采用不同生产厂家不同品牌的产品，3 道光电报警装置位于不同水平、垂直位置，并与加速器的开、停机联锁。在运行过程中某一道光电报警装置失效或不起作用的情况下可使其整体不丧失功能。

(3) 多元性

2 座加速器机房一层辐照室人员进出门和二层主机室人员进出门出入口的安全联锁分别采用了门机联锁、信号指示灯联锁、剂量联锁、通风联锁及在一层货物进出口及二层人员进出口处设置光电开关。防护措施多元性能够提高装置的安全可

靠性，可以降低共因故障。

（4）独立性

本项目保证多道联锁之间的独立性、各部件之间的独立性、纵深防御各部件之间的独立性，从而保证某一安全部件发生故障时，不会造成其它安全部件的功能出现故障或失去作用。

三废治理

1 臭氧和氮氧化物处理

本项目 2 台工业辐照加速器在工作状态时，产生的 X 射线会使机房内空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。加速器输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产额越高。由于氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，且以臭氧的毒性最高，因此报告表内主要考虑辐照室臭氧的产生和排放影响，如果臭氧的环境影响能够满足要求，则可推断氮氧化物的环境影响也能满足要求。

本项目 2 座加速器机房辐照室内均拟安装通风装置，辐照室内的排风量均拟设计为 16000m³/h 左右，本项目 1#加速器机房辐照室体积约为 346m³，每小时换气次数约为 46 次；2#加速器机房辐照室体积约为 321m³，每小时换气次数约为 50 次。本项目 2 座加速器机房排气管道通过地下管道穿过屏蔽墙，经辐照室内臭氧机房风管及主机室内排风管道，从主机室顶部排出，排气管道埋地部分尺寸为 1000mm×800mm，主机室内管道直径为 800mm，管线埋地深度约为 0.45m，烟道排放口标高 16.0m，高于厂房屋顶，排风管道设置合理。

2 生活污水和垃圾处理

本项目运行期间辐射工作场所内产生的常规污染物主要是办公过程产生少量的生活污水、生活垃圾等。该两种污染物的处理处置依托公司现有的生活污水处理系统和保洁措施，统一收集后进入城市污水管网及垃圾处理站集中处理不会对外环境造成不良环境影响。

3 噪声处理

本项目 2 座加速器机房均拟配备低噪声风机，拟配备的风机声功率级均约 70dB（A）。公司拟采取基础减震、建筑隔声（厂房墙体）等措施，降噪后能达到 55dB（A），能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准要求，本项目风机的噪声对四周厂界外声环境影响较小。

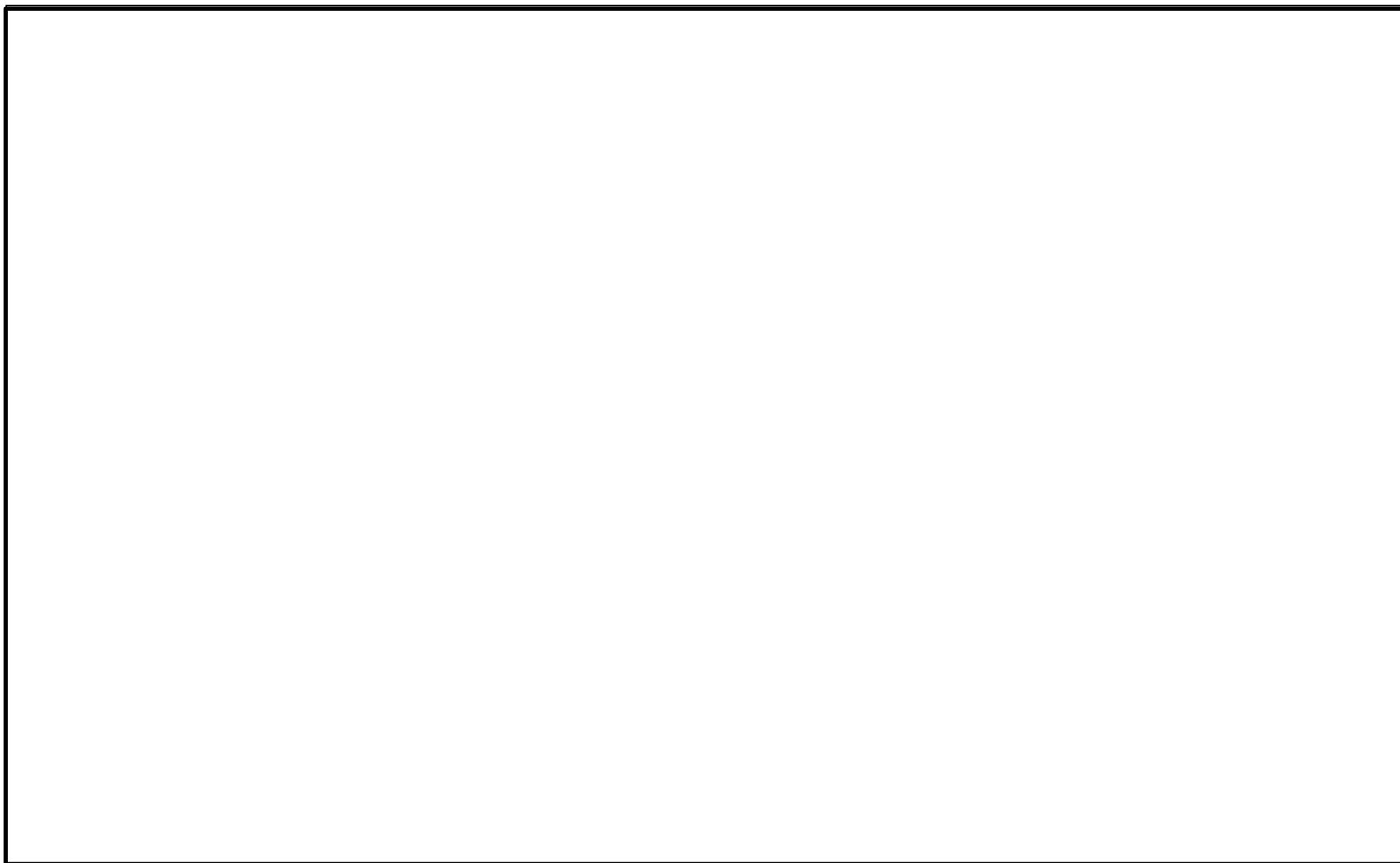


图 10-3 本项目 2 座加速器机房辐照室安全联锁设置示意图

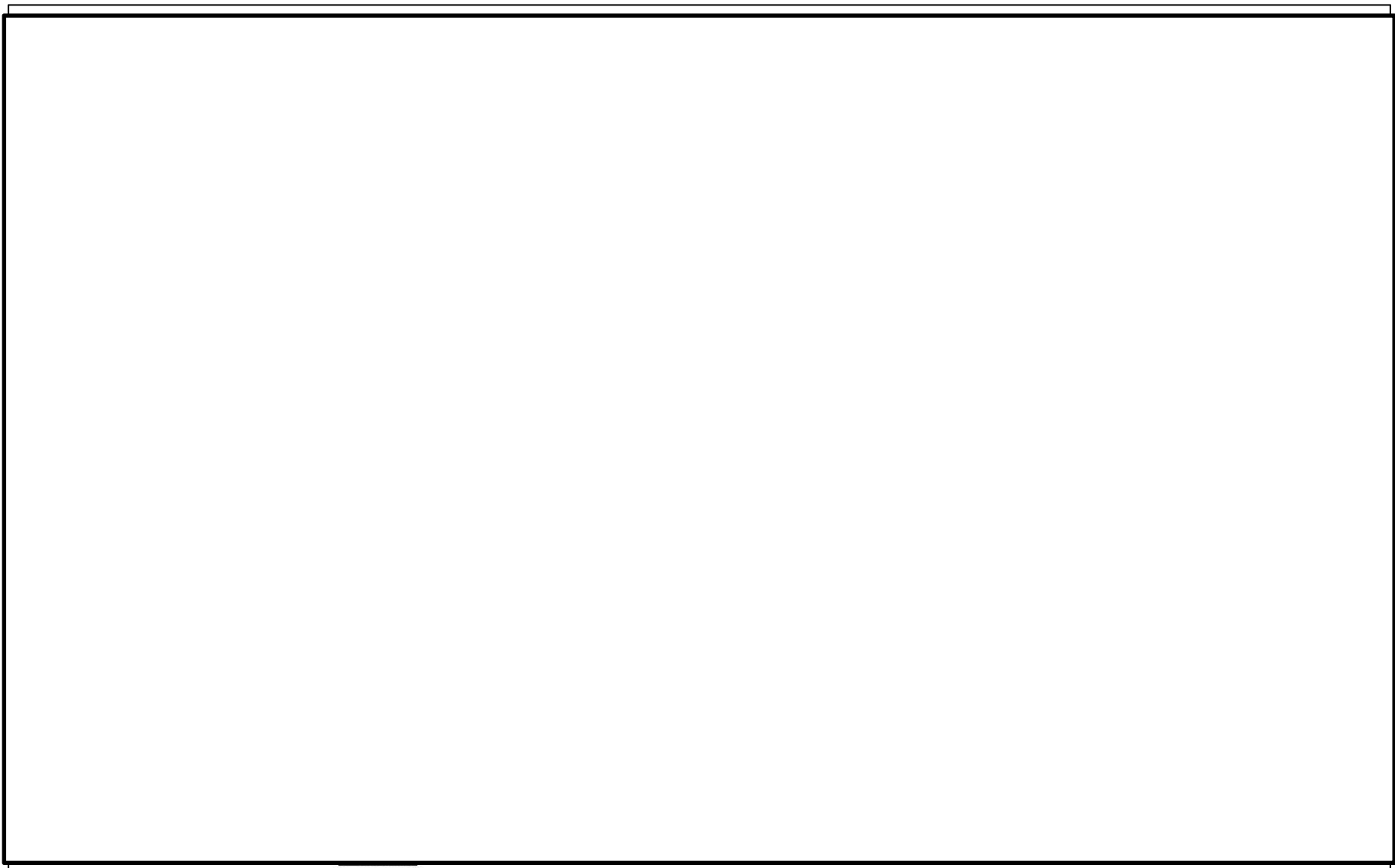


图 10-4 本项目 2 座加速器机房主机室安全联锁设置示意图

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响 本项目为新建项目，涉及到挖掘地基、混凝土浇筑、新墙体的砌筑、建筑装修、设备安装等，在项目的建设过程中，应采取污染防治措施，减轻对周边地区的环境影响。机房建设时将产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，建设施工时对环境会产生如下影响： （1）大气：本项目在建设施工期需进行的挖掘地基等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：a.及时清扫施工场地，并保持施工场地一定的湿度；b.车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c.施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘；d.对施工机械和车辆燃油造成的废气排放污染应引起重视，应要求其燃用符合国家标准的高热值清洁燃料，安装尾气净化器，尽量减少废气污染物的排放。 （2）噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备在运行中将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业，如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，按《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，需取得当地人民政府或有关主管部门的证明，并公告附近居民。 （3）固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落。 （4）废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。 综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。
运行阶段对环境的影响 1 辐射环境影响分析 1.1 辐照室屏蔽计算

本项目辐照加速器主要用于对医疗器械、药品、食品进行辐照灭菌服务。本项目 2 台工业电子加速器的电子束最大能量均为 10MeV，最大束流均为 2mA，根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）4.2.2 中“能量不高于 10MeV 的电子束和能量不高于 5MeV 的 X 射线，在辐射屏蔽设计中不需要考虑所产生的中子防护问题”，因此预测时未考虑中子防护问题。

在辐照过程中，被辐照的靶材料有辐照产品传输带（不锈钢材料）、混凝土地面、医疗器械（不锈钢材料）等辐照产品。以上几种材料中，不锈钢 Z 值最大，X 射线发射率最高，本报告选取不锈钢为辐照靶材料。一层加速器辐照室电子束朝下，主要考虑与电子束入射方向呈 90° 的初级 X 射线。选择剂量关注点为加速器机房四周屏墙外 0.3m 处及迷道出入口处。本项目主要考虑加速器在 10MeV、2mA 的典型工况下进行理论预测。

辐照加速器机房屏蔽效果依据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中提供的计算模式及相关参数计算。

屏蔽墙外剂量预测可利用以下公式：

$$H_M = \frac{B_X D_{10}}{d^2} (1 \times 10^6) \quad (1)$$

$$B_X = 10^{-\left\{1 + \left[\frac{S - T_l}{T_e}\right]\right\}}$$

式中： H_M —距离 X 射线源 d 米处，屏蔽条件下的当量剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

B_X —屏蔽体对应的透射因子；

d —X 射线源与参考点之间的距离，m；

S —屏蔽体的厚度，cm；

T_l 、 T_e —分别为第一个十分之一值层厚度和平衡时的十分之一值层厚度，cm； T_l 取值参考附录 A 表 A.2， T_e 取值参考附录 A 表 A.3，本项目 T_l 、 T_e 取值参考 HJ979-2018 附录 A 中给出的示例中的参数取值；对 10MeV 入射电子能量可查表 A.4 得 90° 方向的初级 X 射线等效能量为 6MeV。

D_{10} —距离 X 射线辐射源 1m 处的吸收剂量率，Gy/h；

$$D_{10} = 60 \cdot Q \cdot I \cdot f_e \quad (2)$$

式中： Q —X 射线发射率， $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，取值参考附录 A 表 A.1，对 10MeV

入射电子能量取 $13.5\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$;

I —电子束流强度, mA;

f_e —X 射线发射率修正系数, 被辐照的靶材料为铁时, 90° 的修正系数取 0.5。

根据拟建加速器的技术参数及拟建辐照室的设计方案进行辐射屏蔽评价。电子加速器的主线束垂直向下, 因此辐照系统的屏蔽以加速器的 90° 方向发射 X 射线最大出射剂量率进行计算, 辐照室预测点位见图 11-1。

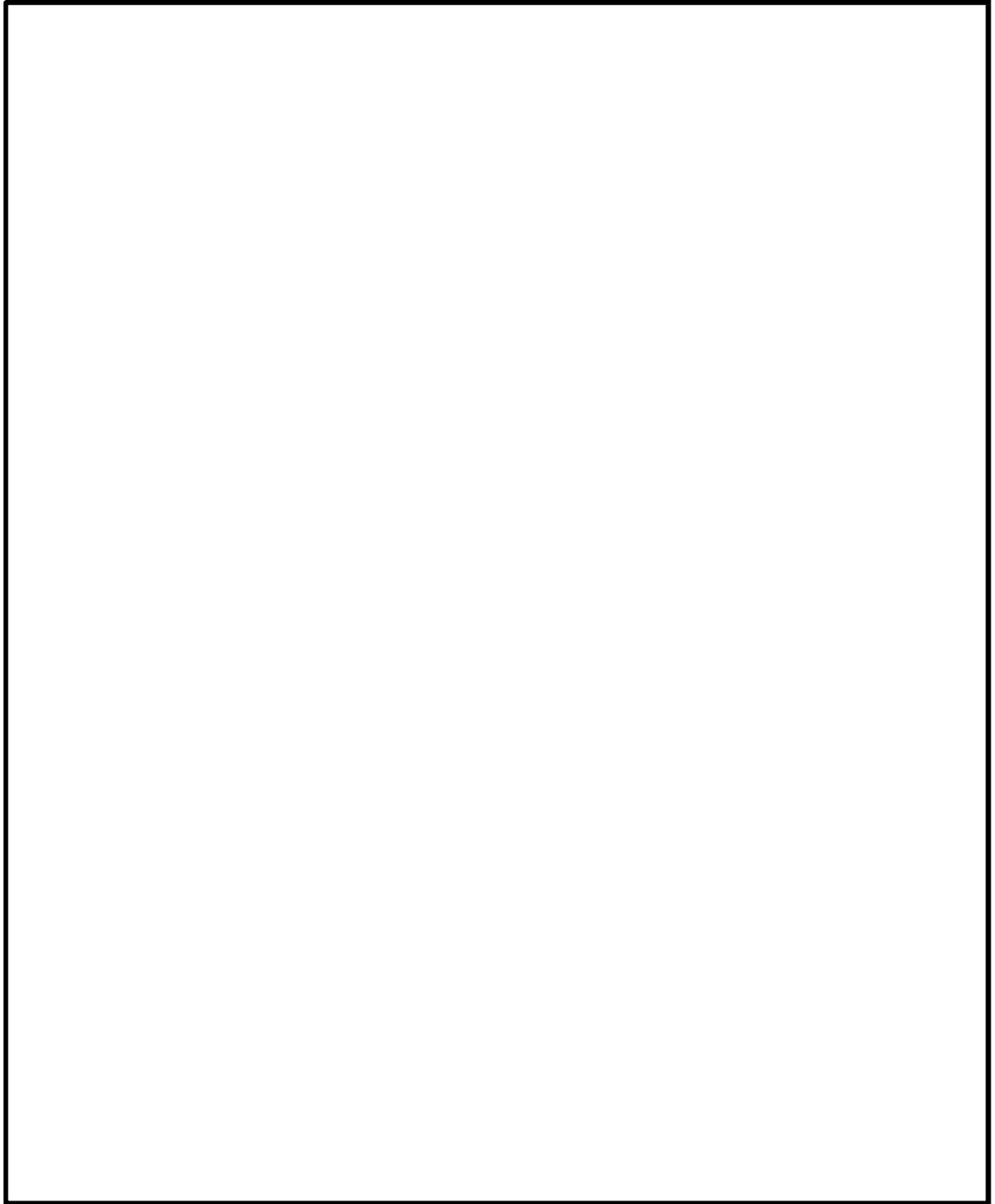


图 11-1 辐照室预测点位图

本项目 2 座加速器机房辐照室屏蔽墙及监督区边界剂量预测参数及结果见表 11-1。

表 11-1 2 座加速器机房辐照室屏蔽效果计算

--

由表 11-1 可知，本项目 1#、2#加速器机房辐照室四周屏墙外 30cm 处剂量率最大均为 $0.728\mu\text{Sv/h}$ ，均能够满足标准中关于“电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

1.2 主机室屏蔽计算

本项目加速器机房二楼主机室内的辐射场均由三部分叠加：辐照室内与入射电子束成 105° 到 180° 方向的韧致辐射初级 X 射线，经过辐照室屋顶（主机室地板）不完全屏蔽的强贯穿辐射场；辐照室内的 0° 方向上产生的韧致辐射初级 X 射线，经地面 180° 方向散射后的次级 X 射线，通过辐照室屋顶后照射入主机室内形成的散射辐射场；尚未加速到最高能量的电子在加速过程中束流损失而与加速器钢筒作用产生的束流损失辐射场。

由于沿与电子束入射方向成 180° 方向的次级散射 X 射线能量较低，当穿过辐照室屋顶后，照射到加速器钢筒底部，该散射线将受到加速器底部钢筒和主机室墙体的屏蔽，其产生辐射剂量较少。

为简化计算，二楼主机室辐射防护屏蔽评价，仅考虑电子加速器过程中束流损失辐射场的影响及辐照室内与入射电子束成 105° 到 180° 方向的韧致辐射初级 X 射线经过辐照室屋顶屏蔽对室外考察点的影响。

1.2.1 束流损失辐射场辐射屏蔽计算

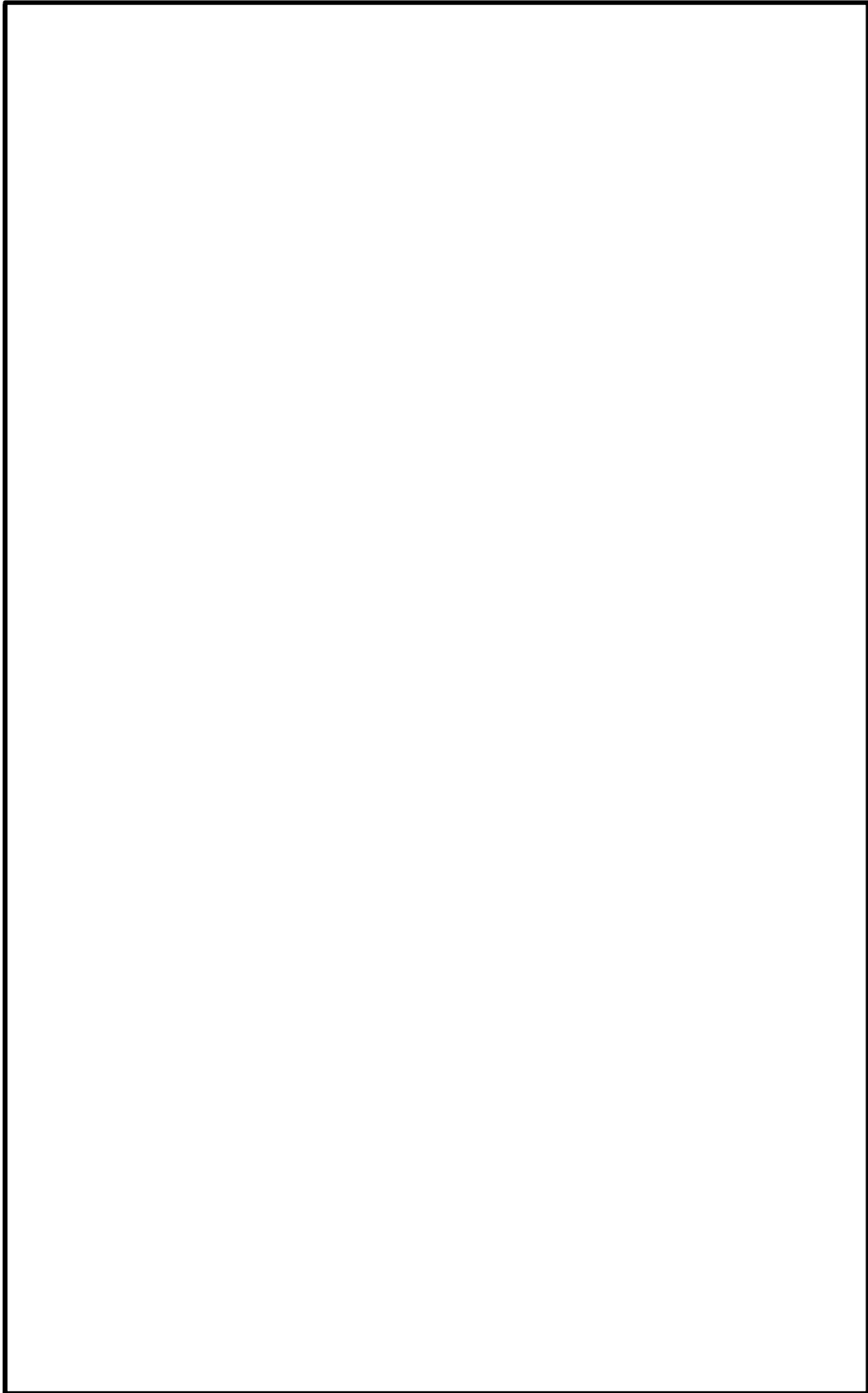


图 11-2 主机室预测点位图



图 11-3 加速器机房 1-1 剖面预测点位图

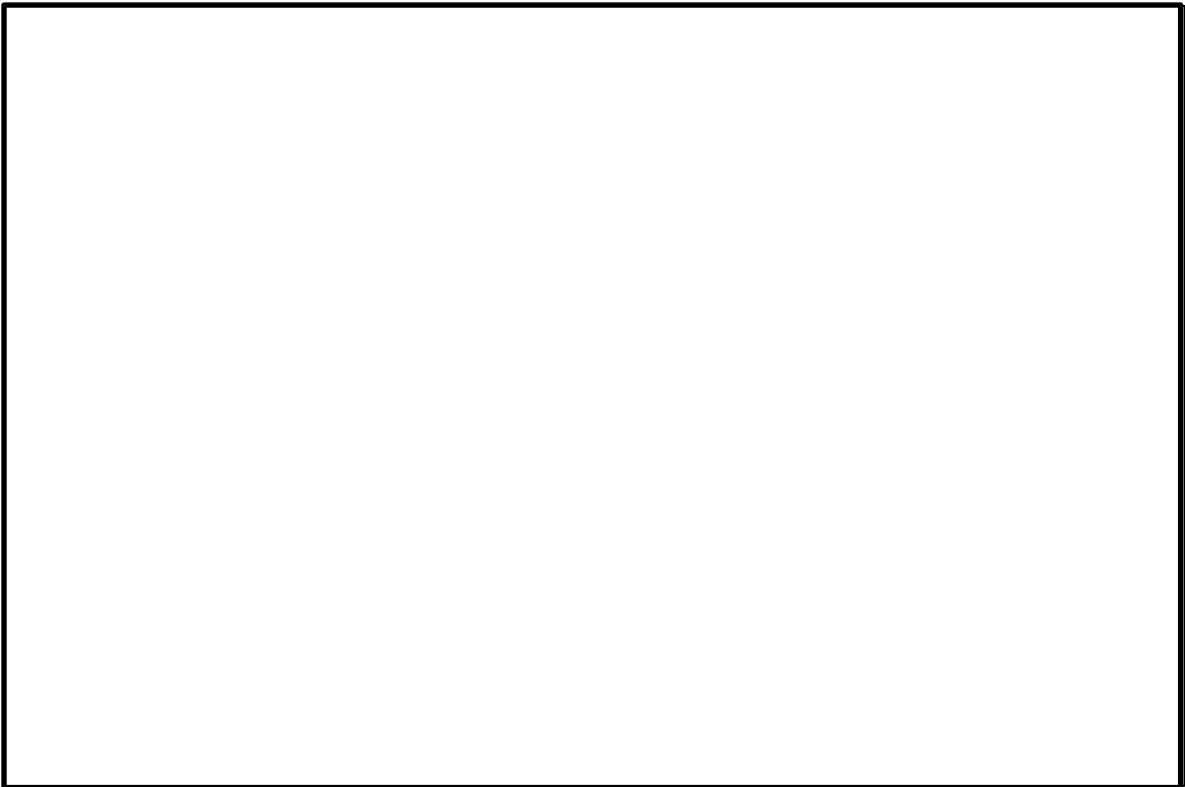


图 11-4 加速器机房 B-B 剖面预测点位图

根据厂家提供数据，本项目加速器机房内电子直线加速器束流损失率为 2%（即电子束流强度为 0.04mA），束流损失点的能量为 3MeV。通过查表 A.1，3MeV 入射电子在距靶 1m 处侧向 90° 的 X 射线发射率取 $3.2\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。通过查表 A.4 可知 3MeV 入射电子能量 90° 方向的初级 X 射线等效能量为 1.9MeV， T_1 取值通过查表 A.2，保守取 2MeV 入射电子能量对应数值， T_e 取值通过查表 A.3，保守取 2MeV 入射电子能量对应数值。估算时采用公式（1）及公式（2）进行估算，预测点位见图 11-2~图

11-4，估算结果见表 11-2。

表 11-2 2 座加速器机房束流损失辐射场对主机室周围的辐射影响计算结果

--

1.2.2 辐照室屋顶贯穿辐射屏蔽计算

为安全起见，105°到 180°方向的发射率常数保守取 90°方向的发射率常数。预测点位见图 11-3 及图 11-4，2 座加速器机房主机室屏蔽墙剂量预测参数及结果见表 11-3。

表 11-3 2 座加速器机房贯穿辐射场对主机室周围的辐射影响计算结果

--

表 11-4 2 座加速器主机室四周及顶部关注点处贯穿辐射场与束流损失场叠加影响

--

由表 11-4 可知，在考虑贯穿辐射影响及束流损失影响的叠加影响后，本项目 2 座加速器机房二楼主机室外四周屏墙外 30cm 处剂量率最大均为 $0.119\mu\text{Sv/h}$ ，顶部屏墙外 30cm 处剂量率均为 $0.700\mu\text{Sv/h}$ ，均能够满足标准中关于“电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

1.3 X 射线通过屋顶的侧向散射影响估算

由于本项目 2 座加速器机房周围均无高层建筑，因此本项目不对 X 射线通过顶盖的侧向散射进行预测分析。

1.4 天空反散射影响分析

由于本项目 2 座加速器机房顶部屏蔽墙外 30cm 处剂量率最大值均为 $0.589\mu\text{Sv/h}$ ，穿透顶部屏蔽体后的 X 射线在经大气散射返回地面后的辐射剂量率将更低，保守取天空反散射对地面关注点处的辐射剂量率为加速器机房顶部屏蔽墙外 30cm 处剂量率 $0.589\mu\text{Sv/h}$ ，则 2 座加速器机房天空反散射的剂量率与穿出辐照室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和最大约为 $0.589\mu\text{Sv/h}+0.728\mu\text{Sv/h}=1.317\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

1.5 迷道散射计算

辐照室及主机室迷道入口处的辐射剂量率依据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中提供的计算公式计算：

$$H_{1, rj} = \frac{D_{10} \alpha_1 A_1 (\alpha_2 A_2)^{j-1}}{(d_1 \cdot d_{r1} \cdot d_{r2} \dots d_{rj})^2} \quad (3)$$

式中： D_{10} —距离 X 射线辐射源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率（ $\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$ ）；

α_1 —入射到第一个散射体的 X 射线的散射系数；

α_2 —随后从屏蔽层材料表面散射出来的对应 0.5MeV 的能量 X 射线的散射系数（假设对以后所有散射过程是相同的）；

A_1 —X 射线入射到第一散射物质的散射面积， m^2 ；

A_2 —迷道的截面积（假设整个迷道的截面积近似常数，高宽之比在 1~2 之间）， m^2 ；

d_1 —X 射线辐射源到第一反射层的距离，m；

$d_{r1}, d_{r2} \dots d_{rj}$ —沿着迷道长轴的中心线距离，m； $d_{rj} / A_2^{1/2}$ 的比值应在 1~6 之间；

j —指第 j 个散射过程；

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）附录 A，对于能量大于 3MeV 的 X 射线其散射一次后能量为 0.5MeV；对于初级 X 射线，散射系数 α_1 取值为 5×10^{-3} ；对于一次散射后的 X 射线散射系数 α_2 取值为 2×10^{-2} ；辐照室迷道入口处的散射主要考虑 90°方向出射的 X 射线的散射。主机室人员进出门入口散射主要为漏束 X 射线的散射。

本项目 1#加速器机房辐照室货物入口散射 5 次，货物出口、人员出口及人员入口均散射 4 次，主机室人员进出门入口散射 4 次，2#加速器机房辐照室货物入口、人员入口及人员出口均散射 4 次，货物出口散射 5 次，主机室人员进出门入口散射 4 次，辐照室、主机室的散射路径示意图分别见图 11-5 及图 11-6。

本项目 1#加速器机房辐照室迷道散射计算的 D_{10} 取值为 $D_{10}=810\text{Gy/h}$ ，迷道散射面积的确定： A_1 为第一次散射宽度与高度的乘积， A_2 为迷道宽度与高度的乘积。根据图 11-5，对 J1 点， $A_1=(3.611+0.795) \times 1.9=8.371\text{m}^2$ ， $A_2=2.3 \times 1.9=4.37\text{m}^2$ ，对 K1 点及 L1 点， $A_1=0.836 \times 1.9=1.588\text{m}^2$ ， $A_2=2.5 \times 1.9=4.75\text{m}^2$ 。根据厂家提供的资料，本项目 1#加速器机房内电子直线加速器束流损失率为 2%（即电子束流强度为 0.04mA），束流损失点的能量为 3MeV，主机室迷道散射计算的 D_{10} 取值为 $D_{10}=3.84\text{Gy/h}$ ，迷道散射面积的确定：根据图 11-6，对 M1 点， $A_1=(1.1+2.3+1.8+5.4) \times 5.0=53\text{m}^2$ ，

$$A_2=1.6\times 5.0=8.0\text{m}^2。$$

本项目 2#加速器机房辐照室迷道散射计算的 D_{10} 取值为 $D_{10}=810\text{Gy/h}$ ，迷道散射面积的确定： A_1 为第一次散射宽度与高度的乘积， A_2 为迷道宽度与高度的乘积。根据图 11-5，对 J2 点， $A_1=(3.725+0.523)\times 1.9=8.071\text{m}^2$ ， $A_2=2.5\times 1.9=4.75\text{m}^2$ ，对 K2 点及 L2 点， $A_1=0.836\times 1.9=1.588\text{m}^2$ ， $A_2=2.5\times 1.9=4.75\text{m}^2$ 。根据厂家提供的资料，本项目 2#加速器机房内电子直线加速器束流损失率为 2%（即电子束流强度为 0.04mA ），束流损失点的能量为 3MeV ，主机室迷道散射计算的 D_{10} 取值为 $D_{10}=3.84\text{Gy/h}$ ，迷道散射面积的确定：根据图 11-6，对 M2 点， $A_1=(1.1+2.3+1.8+5.4)\times 5.0=53\text{m}^2$ ， $A_2=1.6\times 5.0=8.0\text{m}^2$ 。

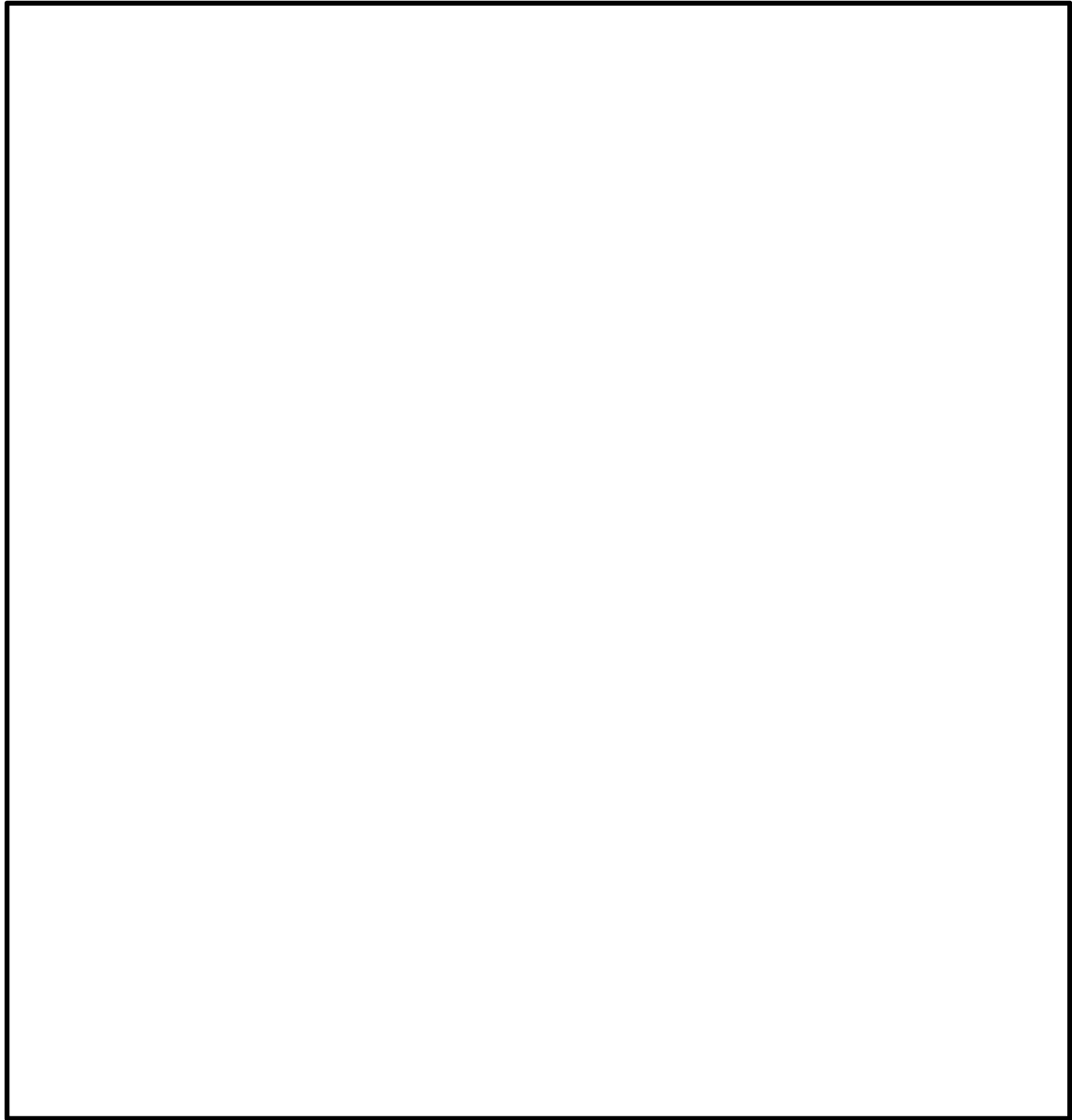


图 11-5 2 座加速器机房辐照室迷道散射示意图

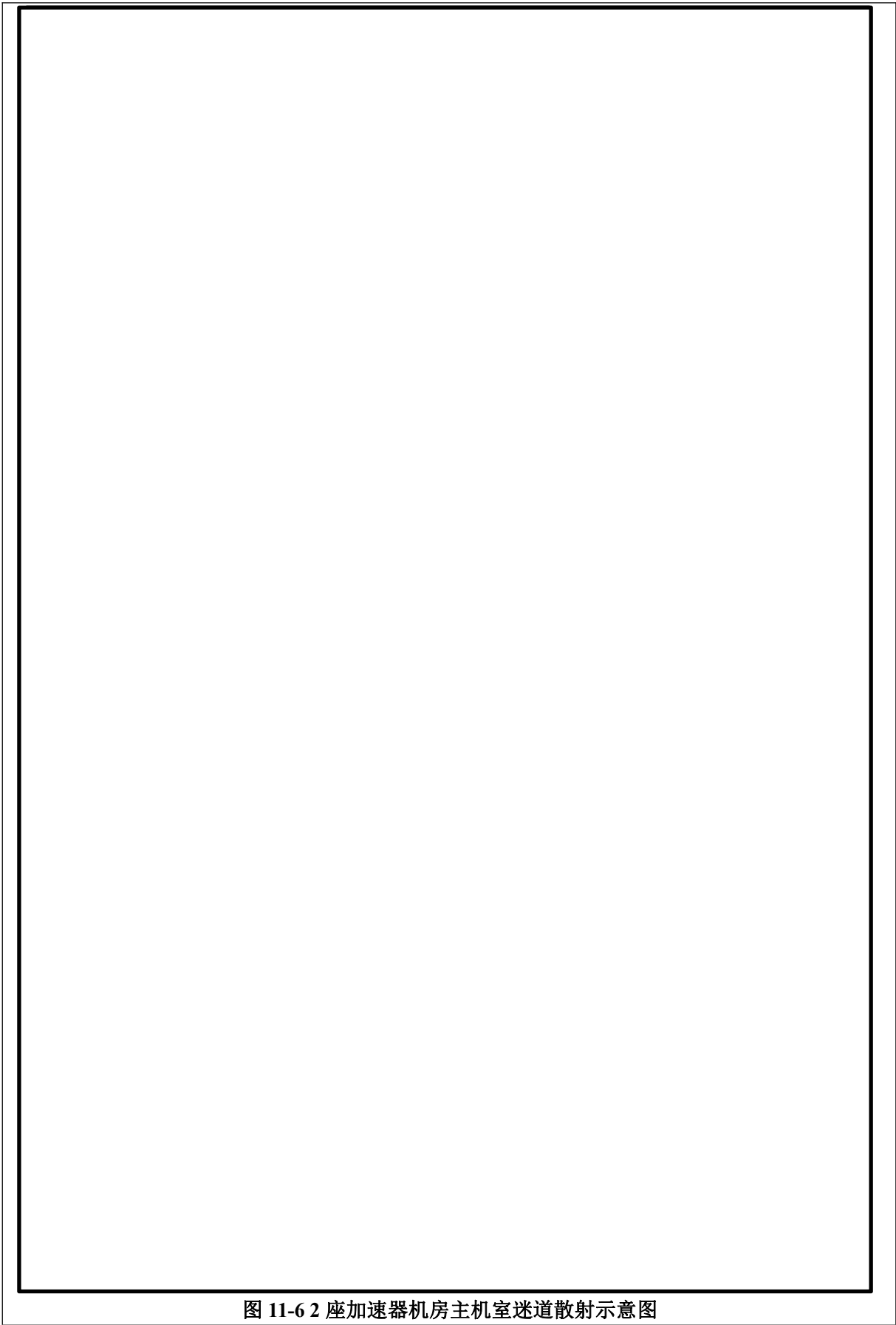


图 11-6 2 座加速器机房主机室迷道散射示意图

本项目 2 座加速器机房辐照室和主机室的迷道入口散射辐射剂量率预算结果见表 11-5。

表 11-5 无屏蔽时迷道入口散射辐射剂量率预测表

--

从表 11-5 中预测结果可以看出，未采取屏蔽措施时，2 座加速器机房辐照室货物进出口及人员进出口处的周围剂量当量率最大约为 $0.001\mu\text{Sv/h}$ ，主机室迷道入口处的周围剂量当量率均约为 $0.008\mu\text{Sv/h}$ ，能满足屏蔽体外剂量当量率不能超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。同时为防止人员误入辐照室及主机室，公司拟在 2 座加速器机房辐照室人员进出口处及主机室人员进出口处设置普通不锈钢门（ 1mmFe +防火材料+ 1mmFe ），不锈钢门不考虑屏蔽效果。

1.6 通风口辐射防护影响分析

本项目 2 座加速器机房辐照室内拟安装通风装置，辐照室内的排风量均拟设计为 $16000\text{m}^3/\text{h}$ 左右，本项目 1#加速器机房辐照室体积约为 346m^3 ，每小时换气次数约为 46 次；2#加速器机房辐照室体积约为 321m^3 ，每小时换气次数约 50 次。本项目 2 座加速器机房排气管道通过地下管道穿过屏蔽墙，经辐照室内臭氧机房风管及主机室内排风管道，从主机室顶部排出，排气管道埋地部分尺寸为 $1000\text{mm}\times 800\text{mm}$ ，主机室内及室外管道直径为 800mm ，烟道排放口标高 16.0m ，高于厂房屋顶，排风管道设置合理（详见附图 3 及附图 6）。

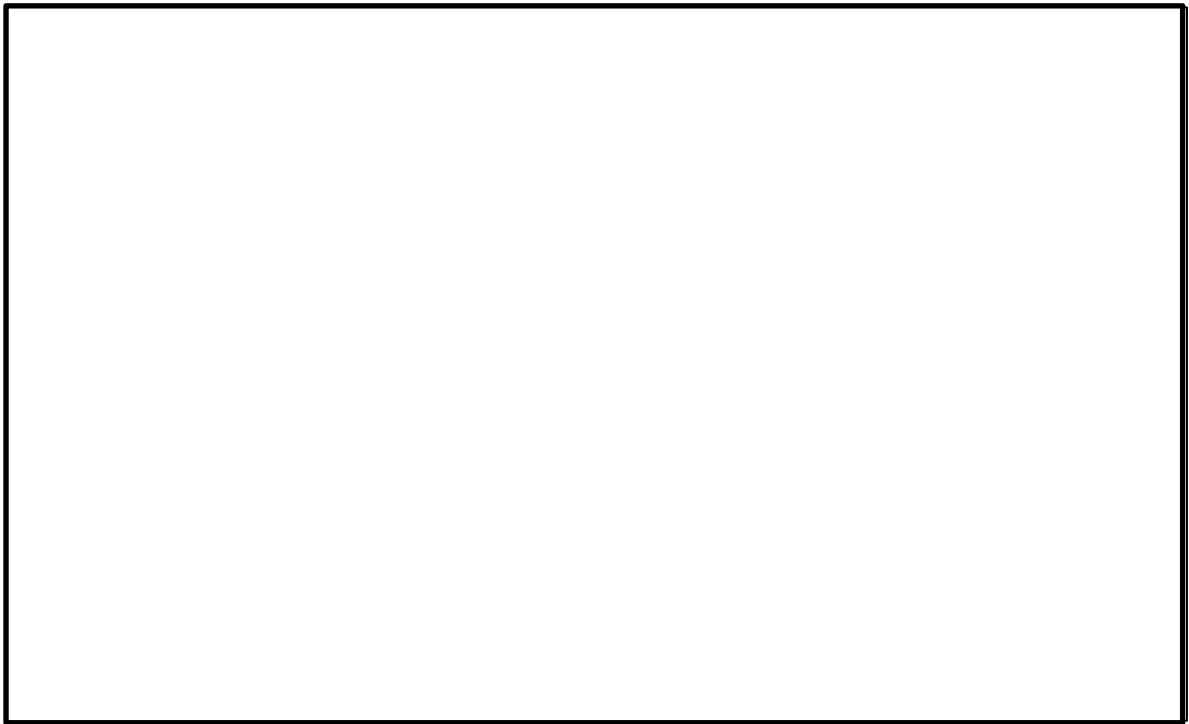


图 11-7 本项目 1#、2#加速器机房通风管道散射示意图

由于通风管埋于地下，辐照室内电子直线加速器产生的射线需经过通风管道至少 3 次散射后才能到达辐照室外（散射示意图见图 11-7），可推断排风口的辐射剂量率能够满足相关标准要求。

1.7 辐照室臭氧的环境影响分析

1.7.1 辐照室臭氧浓度计算

（1）臭氧的产生

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中附录 B，臭氧产额估算方法如下：

单位时间（每小时）内电子束生成的 O_3 的量（P）为：

$$P=45 \times d \times I \times G \quad (4)$$

式中，P—单位时间电子束产生 O_3 的质量，mg/h；

I—电子束流强度，mA；

G—空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O_3 分子数，保守值可取为 10；

d—电子束在空气中的行程，cm，本项目 $d=70\text{cm}$ 。

由上式计算结果可得 2 座加速器机房内臭氧产额均为 $6.3 \times 10^4 \text{ mg/h}$ 。

（2）辐照室臭氧的平衡浓度

照射时间很长（即照射时间 t 远远大于 O_3 的有效清除时间 $\bar{T}$ ）情况下 O_3 饱和浓度：

$$C_s = \frac{PT_e}{V} \quad (5)$$

式中， C_s —辐照室内臭氧平衡浓度， mg/m^3 ；

P —意义同前文；

V —辐照室体积， m^3 ，本项目 1#加速器机房辐照室体积为 $346m^3$ ，2#加速器机房辐照室体积为 $321m^3$ ；

T_e —臭氧的有效清除时间， h ，按公式（6）计算。

$$T_e = \frac{T_v \times T_d}{T_v + T_d} \quad (6)$$

式中， T_d —臭氧的有效分解时间， h ，约为 $0.83h$ ；

T_v —辐照室通风换气周期， h ，1#加速器机房辐照室通风换气周期为 $0.022h$ ，2#加速器机房辐照室通风换气周期为 $0.020h$ ；

由上式计算结果可得 1#加速器机房辐照室内臭氧平衡浓度为 $3.838mg/m^3$ ，2#加速器机房辐照室内臭氧平衡浓度为 $3.845mg/m^3$ 。

（3）臭氧的排放

关闭加速器后风机运行的持续时间为：

$$T = -T_e \ln \frac{C_0}{C_s} \quad (7)$$

式中， C_0 —GBZ2.1 规定的臭氧的最高容许浓度， $C_0=0.3 mg/m^3$ ；

T —为使室内臭氧浓度低于规定的浓度所需时间， h ；

经计算得加速器停机后，1#加速器机房辐照室内通风系统以通风速率 $16000m^3/h$ 继续工作，加速器机房通过 $3.22min$ 的通风排气，辐照室内的臭氧浓度可低于 GBZ2.1 规定的最高容许浓度： $0.3mg/m^3$ ，此时工作人员进入辐照室是安全的；2#加速器机房辐照室内通风系统以通风速率 $16000m^3/h$ 继续工作，加速器机房通过 $3.00min$ 的通风排气，辐照室内的臭氧浓度可低于 GBZ2.1 规定的最高容许浓度： $0.3mg/m^3$ ，此时工作人员进入辐照室是安全的。公司应通过通风系统与加速器控制系统联锁装置，将开门时间设定为 $5min$ ，只有达到设定的时间后人员进出门才能够被打开。本项目 2 座加速器机房辐照室采用排风装置通过排气管道

向外界排放，辐照室货物进出口等部位处于负压状态，辐照室内的含臭氧气体不会扩散到货物进出口外的区域。

1.7.2 臭氧排放对大气环境的影响分析

本项目 2 台电子加速器辐照装置在运行过程中，在不断产生臭氧的同时，臭氧又通过自身的分解和强制通风排出室外而减少，长时间运行后，辐照室内空气中臭氧的浓度会达到稳定饱和值。辐照机房臭氧长期稳定的排放速率 Q，是辐照室空气中臭氧的平衡浓度 Cs 和机房风机排风量 L 决定，本项目 1#加速器机房臭氧长期稳定排放速率 $Q=C_s \times L / 3600 = 3.838 \text{mg/m}^3 \times 16000 \text{m}^3/\text{h} \div 3600 = 17.057 \text{mg/s}$ ，2#加速器机房臭氧长期稳定排放速率 $Q=C_s \times L / 3600 = 3.845 \text{mg/m}^3 \times 16000 \text{m}^3/\text{h} \div 3600 = 17.089 \text{mg/s}$ 。在分析臭氧排放对周围环境的影响时，以此排放速率预测臭氧落地浓度。

排放的臭氧造成的最大落地浓度增量，采用《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）推荐的估算模式 AERSCREEN 计算（点源，高斯扩散模型）。将 2 座加速器机房排气筒的臭氧排放速率、排放浓度，以及排气筒参数分别代入大气估算模式 AERSCREEN 程序，计算结果见表 11-6。

表 11-6 本项目 2 座加速器机房臭氧排放的计算参数及结果

--

由表中结果可知，本项目 1#加速器机房臭氧排放的最大落地浓度为 $8.712 \mu\text{g/m}^3$ ，2#加速器机房臭氧排放的最大落地浓度为 $8.727 \mu\text{g/m}^3$ ，均小于《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中二级标准 O_3 的 1 小时平均浓度限值 $200 \mu\text{g/m}^3$ ，1#加速器机房臭氧排放的占标率约为 4.356%，2#加速器机房臭氧排放的占标率约为 4.364%。

由于本项目 2 座加速器机房相邻而建，因此需考虑叠加影响。在考虑叠加影响后得到本项目 2 座加速器机房排放的臭氧最大 1h 落地浓度总共为 $17.439 \mu\text{g/m}^3$ ，占标

率约为 8.720%。由于臭氧在常温下约 50min 即可自行分解成氧气，因此本项目 2 座加速器机房臭氧排放对周围大气环境的影响较小。

1.8 声环境影响分析

本项目 2 座加速器机房均拟配备低噪声风机，拟配备的风机声功率级均约 70dB (A)。公司拟采取基础减震、建筑隔声（厂房墙体）等措施，降噪后能达到 55dB (A)，能够满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准要求，本项目风机的噪声对四周厂界外声环境影响较小。

1.9 废水及固废环境影响分析

本项目运行期间辐射工作场所内产生的废水及固废主要是办公过程产生少量的生活污水及生活垃圾等。该两种污染物的处理处置依托公司现有的生活污水处理系统和保洁措施，统一收集后进入城市污水管网及垃圾处理站集中处理不会对外环境造成不良环境影响。

2 辐射工作人员和公众年有效剂量评价

辐射工作人员和公众年有效剂量的年有效剂量由公式（8）进行估算：

$$E_{eff} = \dot{D} \cdot t \cdot T \cdot U \dots \dots (8)$$

式中：E_{eff}—人员年有效剂量，μSv/年；

D—参考点处辐射剂量率，μSv/h；

t—年工作时间，单位 h；

T—居留因子；

U—使用因子，本项目 U 取 1。

2.1 辐射工作人员及公众年有效剂量评价

本项目辐射工作人员位于监督区内，公众人员位于监督区外。根据图 11-8，监督区边界东侧与 2 座加速器机房紧邻，监督区边界南侧、西侧及北侧离 2 座加速器机房的最近距离分别为 28m、24m 及 12m，将相关参数代入公式（1）及公式（2）中，计算可得监督区边界处的辐射剂量率见表 11-7。

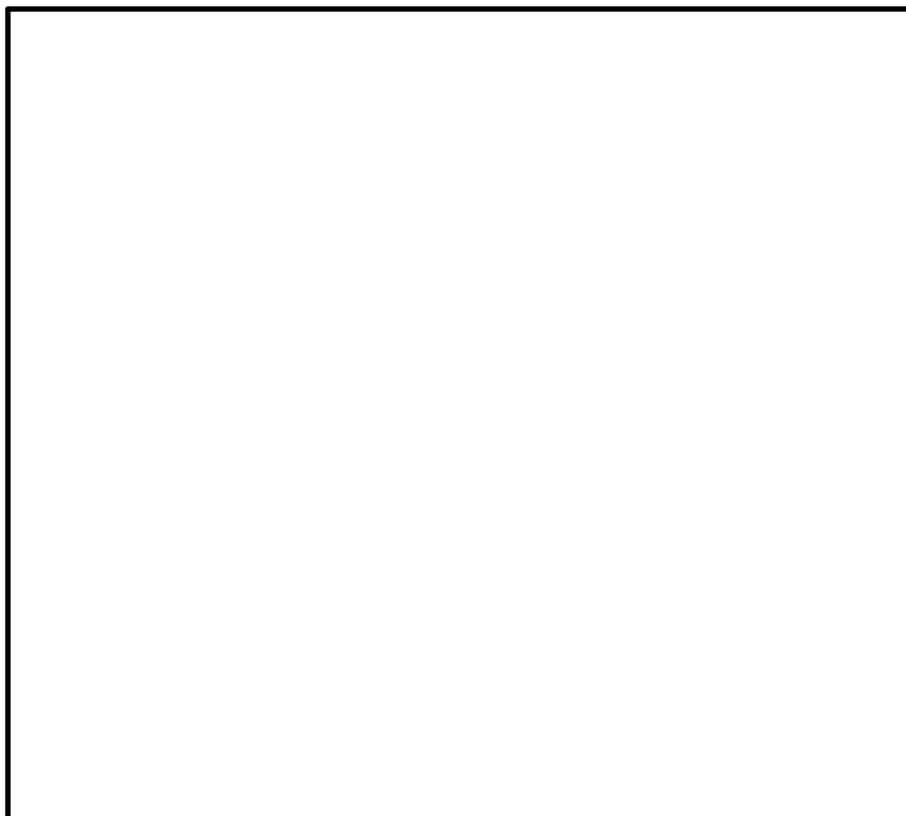


图 11-8 监督区边界计算示意图

[illegible]

将表 11-6 中相关数据代入公式 (8) 中, 计算可得辐射工作人员及公众人员年有效剂量见表 11-8。

表 11-8 2 座加速器机房辐射工作人员及公众年有效剂量计算结果一览表

Date	Time	Location	Weather	Wind	Temp	Humidity	Pressure	Remarks

由表 11-8 可知,本项目 2 座加速器机房四周的辐射工作人员年有效剂量最大约为 0.464mSv/a, 公众年有效剂量最大约为 0.092mSv/a, 能够满足辐照职业工作人员年剂量约束值 5mSv/a, 公众年剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

2.2 叠加辐射影响分析

由于本项目 1#、2#加速器机房相邻而建, 因此需要考虑叠加辐射影响分析。

2.2.1 叠加剂量率影响分析

本项目 2 座加速器机房叠加剂量率保守取 1#、2#加速器机房四周外的最大辐射剂量率相加, 即 $0.728\mu\text{Sv/h}$ (B1 点) + $0.728\mu\text{Sv/h}$ (D2 点) = $1.456\mu\text{Sv/h}$, 能够满足标准中关于“电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2.2.2 叠加年有效剂量分析

2.2.2.1 辐射工作人员叠加年有效剂量评价

本项目辐射工作人员所受叠加年有效剂量保守按照 1#、2#加速器机房辐射工作人员所受最大年有效剂量进行叠加, 即 $0.464\text{mSv} + 0.446\text{mSv} = 0.910\text{mSv}$, 能够满足辐照职业工作人员年剂量约束值不大于 5mSv/a 的要求。

2.2.2.2 公众人员叠加年有效剂量评价

本项目公众工作人员所受叠加影响位置主要为 1#、2#加速器机房东墙外及西墙外, 因此估算时保守按照 1#、2#加速器机房东墙外公众人员所受年有效剂量进行叠加, 即 $0.031\text{mSv} + 0.031\text{mSv} = 0.062\text{mSv}$, 能够满足公众年剂量约束值不大于 0.1mSv/a 的要求。

2.3 厂区外评价范围内的其他公众所受年有效剂量

对于公司厂区外评价范围内的其他公众人员, 经过厂房的进一步屏蔽和距离的进一步衰减, 本项目对评价范围内其他公众的辐射影响很小, 可湮没在本底辐射中, 能够满足公众年剂量约束值 0.1mSv/a 的要求。

事故影响分析

1 潜在事故分析

工业电子直线加速器只有在开机工作时才产生电子及 X 射线, 因此, 其潜在事故多为开机误照射事故, 主要有:

(1) 加速器开机工作前未按照要求进行巡检, 导致人员误留在辐照室或主机室内, 发生人员超剂量照射事故;

(2) 辐射工作人员误操作, 造成辐射工作人员误入或滞留在辐照室内, 发生人

员超剂量照射事故；

（3）辐照加速器联锁装置发生故障状况下，辐射工作人员或检修人员误入正在运行的加速器辐照室内，发生人员超剂量照射事故。

（4）加速器机房屏蔽结构受损，导致屏蔽效果减弱。

（5）操作人员违规操作或误操作，可能造成周围人员的不必要照射，严重者可能造成辐射损伤甚至危及生命。

（6）通风系统故障或不畅。电子束使空气电离，产生臭氧等有害气体，辐照室内的通风系统故障或者通风换气次数不足，易造成辐照室内臭氧浓度积累，使辐照室内臭氧浓度过高。工作人员进入后，将受到非辐射有害气体的伤害。

（7）电击事故。加速器的工作电压具有潜在的危险性，特别是高压电路的电压、X射线头内脉冲电压器的输入输出电压，以及钛泵的直流高压等，调试和检修工作触动上述电压会造成严重的伤害，也有可能带来人身伤亡事故。

（8）加速器停机后，仅停止出束但未切断高压，或联锁装置引发加速器停机时未自动切断高压，导致进入辐照室的人员受到照射。

2 辐射事故处置方法及预防措施

本项目拟使用的工业电子加速器属于II类射线装置，根据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的规定，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

江苏宏启辐照科技有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作，并在实际工作中不断对辐射安全管理制度进行完善；加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。公司可采取以下预防措施：

（1）在每次开启加速器前，严格按照巡检流程对辐照室及主机室内进行巡查，巡检时做好个人的防护，佩戴个人剂量报警仪及个人剂量计。

（2）每次辐照作业前检查各项安全联锁装置的有效性，定期监测加速器机房周围的辐射水平，确保工作安全有效运转。

（3）定期认真地对本公司加速器的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避

免事故的发生。

(4) 凡涉及对电子加速器进行操作, 必须有明确的操作规程, 辐照作业时至少有 2 名操作人员同时在场, 操作人员按照操作规程进行操作, 并做好个人的防护, 并将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

(5) 每日对电子加速器辐照装置的常用安全设备进行检查, 包括安全联锁控制显示状况, 辐照装置安全联锁控制显示状况, 个人剂量报警仪和便携式辐射监测仪器工作状况等, 发现异常情况时必须及时修复。

(6) 每月对电子加速器辐照装置的安全设备或安全程序进行定期检查, 包括辐照室内固定式辐射监测仪设备运行状况, 控制台及其他所有紧急停止按钮、拉线开关、通风系统的有效性等, 验证安全联锁功能的有效性, 烟雾报警器功能是否正常等, 发现异常情况时必须及时修复或改正。

(7) 每 6 个月对电子加速器辐照装置的安全状况进行定期检查, 包括配合年检的检测, 全部安全设备和控制系统运行情况, 发现异常情况必须及时采取改正措施。

(8) 加速器遇到较小故障或一般故障时, 由公司辐射工作人员成立维修小组, 负责加速器的维修; 当加速器遇到较大故障或无法处理的故障时, 联系加速器厂家人员进行维修。公司维修小组和厂家维修人员不同时进行维修, 防止配合不当发生事故。

(9) 设立故障及异常情况下的安全保障控制程序:

1) 停电情况下, 全部安全联锁系统失去作用。这时, 加速器不能加高压, 不能开机出束。

2) 计算机控制程序故障, 系统能自动停机。

3) 辐照室内安装监控设施, 时刻关注是否有人活动。

4) 人员进入辐照室或加速器进行检修等活动时, 佩戴个人剂量报警仪, 一旦报警仪报警, 应立即按下急停开关离开辐照室。

(10) 防止易燃、易爆物品进入辐照室, 禁止在上下货物区现场吸烟, 防止引发火灾。

通过定期检查确保辐射安全措施正常运行, 如有失效必须及时修理, 不能“带病作业”。如果因检修需要启动旁路联锁装置时, 必须在控制台上设立中文警示牌, 看守人员不得擅自离开控制台, 以防事故发生, 直至检修结束。如果声光报警器失灵、

安全连锁失效、辐射监测仪器故障，应立即修理，恢复正常，方能继续从事辐照工作。通过日常自行检测及委托年度检测，及时发现辐射异常区域并查明原因进行整改，避免加速器周边人员受到异常照射或超剂量照射。

在发生事故后：

（1）事故情况下立即切断加速器高压控制开关的电源，组织人员保护现场，迅速报告公司安全和保卫部门进行事故处理，在 1 小时内上报生态环境、公安等有关管理部门，并做好辐射事故档案记录；

（2）发生人员受照事故时，迅速安排受照人员接受医学检查和救治，建立并保存相应的医疗档案；

（3）辐射事故发生后，积极配合环保、公安等管理机关做好事故调查和善后处理；

（4）对发生事故的加速器装置，请有关供货单位或相关的检测部门进行检测或维修，分析事故发生的原因，提出改进意见，并保存记录。

当发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《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许可管理办法》等法律法规要求，使用 II 类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；辐射工作人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。

江苏宏启辐照科技有限公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司拟为本项目配备 11 名辐射工作人员，其中 1 名人员拟作为辐射防护负责人。11 名新增辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台进行学习，其中加速器操作人员考试科目为“工业辐照电子加速器”，辐射防护负责人还需进行“辐射安全管理”科目考试，考核通过后方可上岗。辐射工作人员及辐射防护负责人持有的辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核方可再次上岗。

辐射安全管理制度

本项目为新建项目，江苏宏启辐照科技有限公司拟按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定为本项目制定一系列辐射安全管理制度，包括辐照加速器操作规程、岗位职责、辐射安全和防护管理制度、设备维修检修制度、人员培训计划、监测方案等，并在以后的实际工作中对各种管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。现对其提出相应的建议和要求：

操作规程：明确操作人员的资质条件要求，操作人员必须通过生态环境部培训平台进行学习，并通过“工业辐照电子加速器”科目考试；操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作前的安全检查工作，辐射工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。

岗位职责：明确管理人员、操作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的辐射工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。

辐射防护和安全保卫制度：公司拟根据具体情况完善辐射防护和安全保卫制度，并将电子加速器的运行和维修时辐射安全管理列为重点。

设备检修维护制度：公司拟制定辐照装置的维护检修制度，明确检修维护期间电子加速器必须断开高压，防止维修时发生事故。定期巡检电子加速器的主要安全设备，以保持辐照装置主要安全设备的有效性和稳定性。制度中拟明确加速器机房各项安全联锁装置及设施在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，确保电子加速器的辐射安全设施有效地运转。拟明确定期对电子加速器和辐射监测设备进行检查、维护，包括日检查、月检查和半年检查，并建立维修维护记录制度，对运行及维修维护期间进行日志记录，记录内容一般包括运行工况、辐照产品的情况、发生的故障及排除方法、外来人员进入控制区的情况、个人剂量计佩戴情况、个人剂量、工作场所和周边环境的辐射监测结果、检查及维修维护的内容与结果等；发现问题应及时维修，确保电子加速器、安全设施、辐射监测仪器等仪器设备保持良好工作状态。重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。

人员培训计划：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，内外结合，加强对培训档案的管理，做到有据可查。

监测方案：拟制订辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。发现个人剂量异常的，拟对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境部门报告。公司应当对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年1月31日前提交上一年度的评估报告。

台账管理制度：对辐照加速器开机使用情况进行登记，标明每次使用的工况、能量、束流、时间等。

辐射事故应急预案：成立辐射事故应急指挥小组，明确各小组成员的职责与分工，加强应急人员的组织、培训，完善辐射事故分类与应急响应措施，明确应急事故处理相关的联系方式。在演练过程中发现问题能够及时解决，并在日常工作中对职工进行辐射防护知识的培训和安全意识教育，不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生。

辐射检测

本项目辐照加速器属Ⅱ类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括

个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器，用于对加速器机房周围的辐射水平进行巡测。

江苏宏启辐照科技有限公司拟为本项目配置 1 台辐射巡测仪，用于对本项目 2 座加速器日常运行时加速器机房周围的辐射水平进行监测。公司还拟为本项目辐射工作人员配备 10 台个人剂量报警仪。

江苏宏启辐照科技有限公司拟定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测；在开展辐照作业时，公司拟定期对 2 座加速器机房周围的辐射水平进行监测，并做好相关记录；本项目辐射工作人员均拟佩戴个人剂量计监测累积剂量，定期（每 1 个月/次，最长不超过 3 个月/次）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案。公司拟对辐射安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

公司工作场所监测计划见表 12-1。公司在落实上述监测方案后，将满足辐射监测要求。

表 12-1 工作场所监测计划表

检测对象	监测项目		监测周期	监测点位
1#、2#加速器机房	X-γ周围剂量当量率	竣工验收监测，委托有资质的单位进行	1 次	①2 座加速器机房辐照室及主机室四周墙外 30cm 处； ②2 座加速器机房货物进出口外、防护门外、门缝隙外 30cm 处； ③2 座加速器机房控制室内； ④2 座加速器机房通风口外、线缆口外； ⑤2 座加速器机房四周 50m 范围内保护目标处。
		场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年	
		定期自行开展辐射监测	每 3 个月/次	
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质的单位进行	每 3 个月/次	/

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求，江苏宏启辐照科技有限公司应尽快针对本项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案，应急预案内容应包括：

- （1）应急机构和职责分工；

- (2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序；
- (5) 辐射事故信息公开、公众宣传方案。

江苏宏启辐照科技有限公司拟依据《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定辐射事故应急预案，包括明确人员职责分工，加强应急人员的组织、培训，同时做好与所在市（县区）辐射事故应急预案和实施程序的衔接，完善辐射事故分类与应急响应措施，并在今后工作中定期组织应急人员进行应急演练，落实相关要求。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位事故应急方案，采取必要防范措施，在 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置及选址合理性分析

江苏宏启辐照科技有限公司厂区位于江苏省宿迁市泗洪县泗洪经济开发区太湖路与小康路交叉口向西 666 米，公司厂区东侧为空地及拦岗河，南侧、西侧均为农田，北侧为太湖路。

本项目 2 座加速器机房均拟建于公司厂区车间二内东侧，两座加速器机房相邻而建，由北至南分别为 1#、2#加速器机房。2 座加速器机房拟建址东侧依次为厂内道路、空地及拦岗河，南侧依次为车间二内场所、厂内道路及车间三，西侧依次为车间二内场所、厂内道路及车间一，北侧为车间二内场所，楼上、楼下均无建筑。本项目 2 座加速器机房拟建址周围 50m 范围内南侧、西侧及北侧均位于公司厂区内，东侧涉及场外空地及拦岗河，50m 范围内均无居民区、学校等敏感点。因此，本项目环境保护目标主要为辐射工作人员及 2 座加速器机房拟建址周围评价范围内的公众人员。

1.2 辐射实践正当性评价

本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会增加 2 座加速器机房拟建址周围的辐射水平，但采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效地控制，其对周围环境的辐射影响能够满足标准要求。本项目的建设将满足企业对医疗用品或食品等消毒灭菌的需求，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.3 项目分区及布局

公司拟将 2 座加速器机房的辐照室和主机室边界作为辐射防护控制区边界，在人员进出门外及机房周围醒目位置处设置电离辐射警告标志及中文警示说明等；将 2 座加速器机房辐照室北墙外 12m，西墙外 24m 及南墙外 28m 的区域、加速器机房二层备品室、设备间、检测室、走廊、取样室、控制室、实验室、工具间、楼梯、升降机等均作为辐射防护监督区，拟在监督区北侧边界处设置围栏，监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌，并悬挂电离辐射警示标志及无关人员禁止入内标牌，加速器工作时无关人等不得进入。本项目 2 座加速器机房辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与

辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

1.4 辐射安全措施

拟在 2 座加速器机房控制室的控制台上、辐照室人员进、出门外及主机室人员进出门外均拟配备钥匙开关；2 座加速器机房辐照室人员进出门及主机室人员进出门均拟与束流控制和加速器高压联锁；2 台电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制均必须建立可靠的接口和协议文件；拟在 2 座加速器机房辐照室西墙外货物入口、货物出口、1#辐照室进货迷道南墙上、出货迷道北墙上、2#辐照室进货迷道南墙上、出货迷道北墙上、主机室出入口及主机室内各设置 1 个警铃和 1 个警灯，所有警灯均拟与加速器高压联锁；拟在 2 座加速器机房辐照室内墙上各设置 6 个“巡检按钮”，拟在 2 座加速器机房主机室内各设置 4 个“巡检按钮”，所有“巡检按钮”均与控制台联锁，所有巡检按钮旁均拟设置清晰的文字说明；拟在 2 座加速器机房辐照室货物入口、货物出口及主机室人员出入口内侧分别设置连续 3 道光电报警装置；拟在 2 座加速器机房一层辐照室内（包括进、出货迷道）各设计安装 9 个急停按钮，在臭氧机房内各设计安装 1 个急停按钮，在 2 座加速器机房控制室的控制台上各设计安装 1 个急停按钮，在主机室内各设计安装 4 个急停按钮；拟在 2 座加速器机房辐照室内及主机室内分别设计急停拉线开关；拟在 2 座加速器机房辐照室人员进、出口内和主机室人员进出口内各设置 1 个开门开关；拟在 2 座加速器机房辐照室进货通道内、出货通道内及主机室迷道入口内各安装 1 个固定式辐射监测仪；2 座加速器机房辐照室内的通风系统均拟与控制系统联锁；拟在 2 座加速器机房二层设备间与辐照室相连的烟感金属管件口各设置 1 个烟雾报警装置；拟在 2 座加速器机房的辐照室内各设置 11 个摄像头，辐照室西墙货物进、出通道外各设置 1 个摄像头，主机室迷道内各设置 2 个摄像头，主机室内各设置 1 个摄像头，设备间内设置 2 个摄像头；拟在 2 座加速器机房主机室及辐照室内设置应急照明系统及逃生指示装置；2 座加速器机房辐照室内臭氧机房门为常闭门，门上上锁，钥匙由加速器运行班长进行保管；通往 2 座加速器机房二层平台的楼梯口拟设置人员门进行管控。

1.5 辐射安全管理

公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司拟制定辐射安全管理制度，并拟在项目运行前对其进行补充和完善。本项目拟配备的辐射工作人员在上岗前应取得辐射安全培训合格证书或通过生态环境部培训平台上的线上考核。公司同时还应对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监

测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

公司拟为本项目配置 1 台辐射巡测仪，用于对本项目加速器日常运行时 2 座加速器机房周围的辐射水平进行监测。公司还拟为本项目辐射工作人员配备 10 台个人剂量报警仪，能够满足监管部门关于仪器配备的要求。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测

根据理论预测可知，本项目 2 座加速器机房辐照室及主机室屏蔽体的辐射防护设计能满足防护要求；通风管道的设置合理可行，均未破坏加速器屏蔽体的屏蔽效果，满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》中“电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员及辐照加速器机房周围的公众年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众有效剂量限值要求以及本项目管理目标限值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

2.3 三废处理处置

本项目工业辐照加速器在工作状态时，产生的 X 射线会使机房内空气电离产生一定量的臭氧和氮氧化物。本项目加速器机房辐照室内拟安装通风装置，本项目臭氧和氮氧化物可通过烟道排出辐照室，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

本项目运行期间辐射工作场所内产生的常规污染物主要为办公过程产生少量的生活污水和办公垃圾，该两种污染物的处置依托公司现有的生活污水处理系统和保洁措施，统一收集后进入城市污水管网及垃圾处理站集中处理，对外环境影响较小。

本项目 2 座加速器机房均拟配备低噪声风机，公司拟采取基础减震、建筑隔声（厂房墙体）等措施，再经过厂区内距离衰减后，本项目低噪声风机的噪声对厂界外声环境影响较小。

3 可行性分析结论

综上所述，江苏宏启辐照科技有限公司新建 2 台电子加速器辐照装置项目在落实

本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

1) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3) 项目建设完成后，企业应及时办理辐射安全许可证。

4) 根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》第十二条 除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过 3 个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过 12 个月。建议建设单位在本项目环境保护设施竣工后 3 个月内进行竣工环保验收。

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

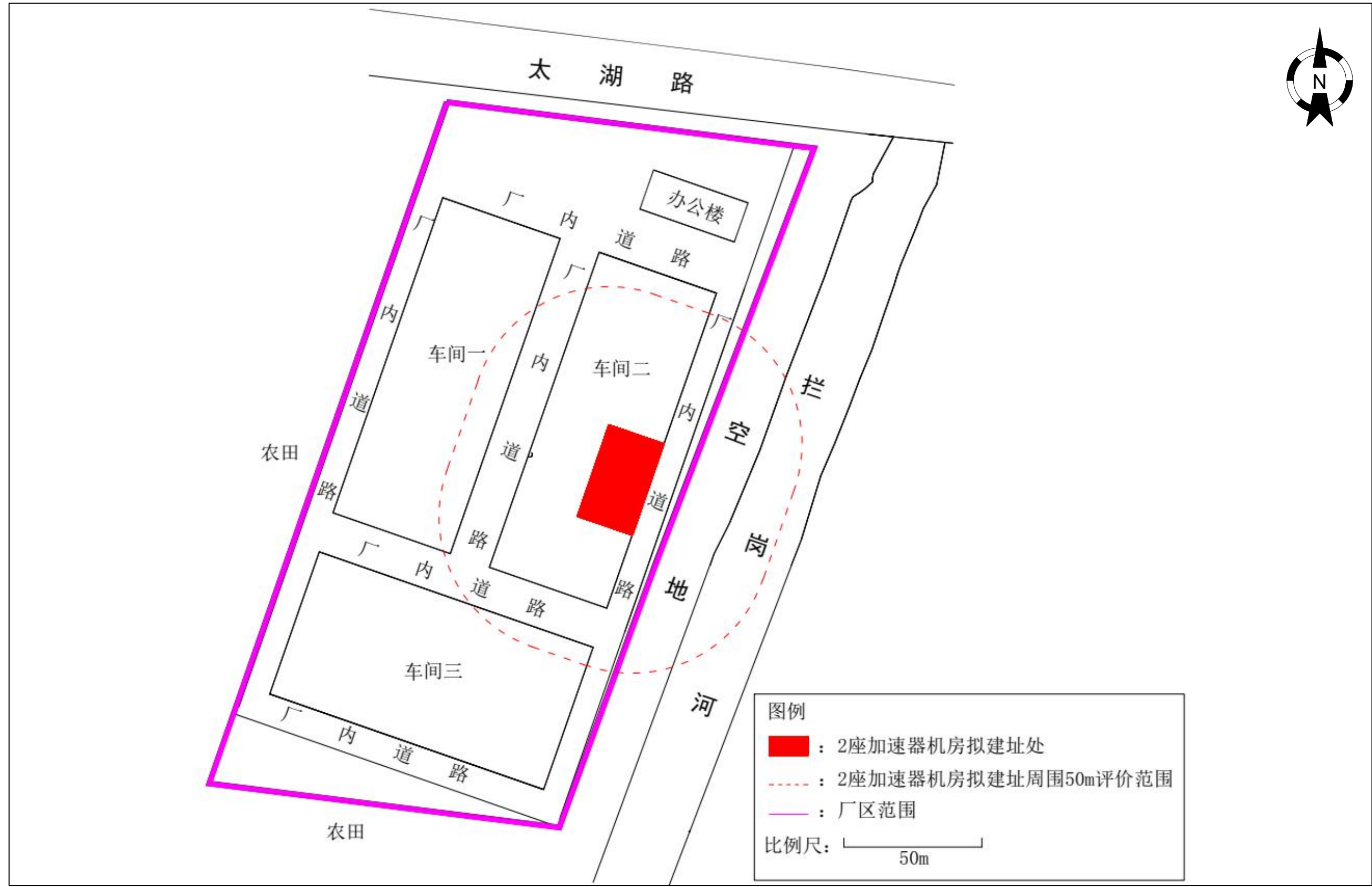
项目	“三同时”措施	预期效果	投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司拟成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确其管理职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用Ⅱ类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的要求。	/
辐射安全防护措施	本项目 2 座加速器机房辐射屏蔽设计见表 10-1	加速器机房周围参考点的辐射剂量率均能够满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）中“电子辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处及以外区域对周围剂量当量率不能超过 2.5μSv/h”标准要求；同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。	1360
	拟在 2 座加速器机房控制室的控制台上、辐照室人员进、出门外及主机室人员进出门外均拟配备钥匙开关；2 座加速器机房辐照室人员进出门及主机室人员进出门均拟与束流控制和加速器高压联锁；2 台电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制均必须建立可靠的接口和协议文件；拟在 2 座加速器机房辐照室西墙外货物入口、货物出口、1#辐照室进货迷道南墙上、出货迷道北墙上、2#辐照室进货迷道南墙上、出货迷道北墙上、主机室出入口及主机室内各设置 1 个警铃和 1 个警灯，所有警灯均拟与加速器高压联锁；拟在 2 座加速器机房辐照室内墙上各设置 6 个“巡检按钮”，拟在 2 座加速器机房主机室内各设置 4 个“巡检按钮”，所有“巡检按钮”均与控制台联锁，所有巡检按钮旁均拟设置清晰的文字说明；拟在 2 座加速器机房辐照室货物入口、货物出口及主机室人员出入口内侧分别设置连续 3 道光电报警装置；拟在 2 座加速器机房一层辐照室内（包括进出货迷道）各设计安装 9 个急停按钮，在臭氧机房内各设计安装 1 个急停按钮，在 2 座加速器机房控制室的控制台上各设计安装 1 个急停按钮，在主机室内各设计安装 4 个急停按钮；拟在 2 座加速器机房辐照室内及主机室内分别设计急停拉线开关；拟在 2 座加速器机房辐照室人员进、出口内和主机室人	满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）关于辐射安全设施的相关要求。	38

	员进出口内各设置 1 个开门开关；拟在 2 座加速器机房辐照室进货通道内、出货通道内及主机室迷道入口内各安装 1 个固定式辐射监测仪；2 座加速器机房辐照室内的通风系统均拟与控制系统连锁；拟在 2 座加速器机房二层设备间与辐照室相连的烟感金属管件口各设置 1 个烟雾报警装置；拟在 2 座加速器机房的辐照室内各设置 11 个摄像头，辐照室西墙货物进、出通道外各设置 1 个摄像头，主机室迷道内各设置 2 个摄像头，主机室内各设置 1 个摄像头，设备间内设置 2 个摄像头；拟在 2 座加速器机房主机室及辐照室内设置应急照明系统及逃生指示装置；2 座加速器机房辐照室内臭氧机房门为常闭门，门上上锁，钥匙由加速器运行班长进行保管；通往 2 座加速器机房二层平台的楼梯口拟设置人员门进行管控		
人员配备	公司拟为本项目配备 11 名辐射工作人员，辐射工作人员均应通过辐射安全知识考核后方可上岗 本项目拟配备的辐射工作人员均拟开展个人剂量监测，送检周期为 3 个月，并拟建立辐射工作人员个人剂量监测档案 本项目拟配备的辐射工作人员均拟进行职业健康体检，职业健康体检包括入职前体检、离职前体检及日常体检，日常体检两次体检的时间间隔不超过 2 年，并拟建立职业健康监护档案	满足《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许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。	定期投入
监测仪器和防护用品	公司拟为本项目配备 1 台环境辐射剂量巡测仪及 10 台个人剂量报警仪	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	2
辐射安全管理制度	公司拟根据相关标准要求，制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、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、辐照装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急预案等制度，公司还应根据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性	满足《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许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急预案。	/

以上措施必须在项目运行前落实

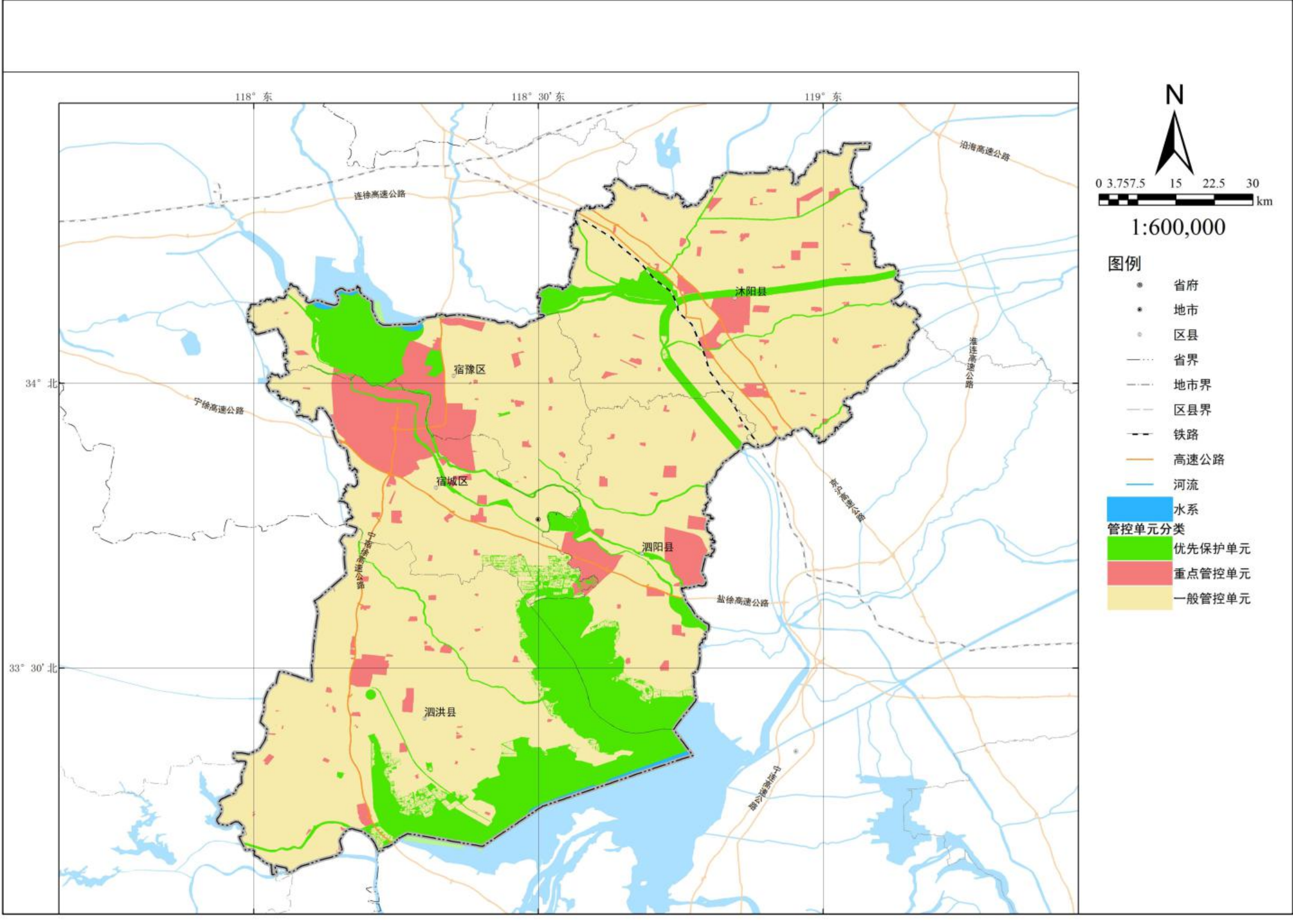


附图 1 江苏宏启辐照科技有限公司厂区地理位置图



附图2 江苏宏启辐照科技有限公司厂区平面布局及周围环境图

宿迁市环境管控单元图



附图 7 本项目与宿迁市环境管控单元位置关系图