

报告编号：LBHJ-2022-HJSHP004

核技术利用建设项目
揭阳汇顺辐照科技有限公司
核技术利用建设项目环境影响报告表
(送审稿)

揭阳汇顺辐照科技有限公司 (盖章)

2022年4月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
揭阳汇顺辐照科技有限公司
核技术利用建设项目环境影响报告表
(送审稿)



建设单位名称：揭阳汇顺辐照科技有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：吴礼

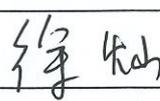
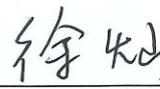
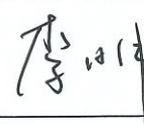
通讯地址：揭阳市揭东经济开发区人民大道西侧 24#地块

(汇康元药业公司综合楼二楼 206 号)

邮政编码：515500 联系人：魏希敏

电子邮箱： 联系电话：

编制单位和编制人员情况表

项目编号	wstt0g		
建设项目名称	揭阳汇顺辐照科技有限公司核技术利用建设项目		
建设项目类别	55--172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	揭阳汇顺辐照科技有限公司		
统一社会信用代码	91445221MA56JUBD3R		
法定代表人 (签章)	吴永逢 		
主要负责人 (签字)	魏希敏 		
直接负责的主管人员 (签字)	魏希敏 		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	广州乐邦环境科技有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA5AUC6HX1		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
徐灿	2015035440352013449914000326	BH001925	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
徐灿	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、项目工程分析与源项、环境影响分析、结论与建议	BH001925	
李明	放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物 (重点是放射性废弃物)、环境质量和辐射现状、辐射安全与防护、辐射安全管理、附件及附图	BH035186	

环评项目负责人职业资格证书

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,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.



Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China



编号: HP00017526
No.



持证人签名:
Signature of the Bearer

管理号: 2015035440352013449914000326
File No.

姓名: 徐灿
Full Name
性别: 男
Sex
出生年月: 1982年01月
Date of Birth
专业类别:
Professional Type
批准日期: 2015年05月24日
Approval Date

签发单位盖章:
Issued by

签发日期: 2015年05月24日
Issued on



目 录

表 1 项目基本情况.....	1
表 2 放射源.....	9
表 3 非密封放射性物质.....	9
表 4 射线装置.....	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	11
表 6 评价依据.....	12
表 7 保护目标与评价标准.....	15
表 8 环境质量和辐射现状.....	20
表 9 项目工程分析与源项.....	25
表 10 辐射安全与防护.....	31
表 11 环境影响分析.....	48
表 12 辐射安全管理.....	64
表 13 结论与建议.....	71
表 14 审 批.....	73
附件 1 建设单位营业执照.....	74
附件 2 检测报告.....	75
附件 3 管理制度.....	81
附件 4 应急预案.....	99
附图 1 设计图纸.....	104

表 1 项目基本情况

建设项目名称		揭阳汇顺辐照科技有限公司核技术利用建设项目				
建设单位		揭阳汇顺辐照科技有限公司				
法人代表		吴永逢	联系人	魏希敏	联系电话	
注册地址		揭阳市揭东经济开发区人民大道西侧 24#地块 (汇康元药业公司综合楼二楼 206 号)				
项目地点		揭阳市揭东区中德金属生态城珠江大道以西、金河南路以北 (东经 116°29'47.96", 北纬 23°36'46.32")				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资(万元)		4000	项目环保投资(万元)	500	投资比例(环保投资、总投资)	
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m ²)	764m ²
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类(医疗使用) <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
	其它					

1.1 项目概况

1.1.1 建设单位概况

揭阳汇顺辐照科技有限公司(以下简称“建设单位”)成立于 2021 年 6 月 7 日,注册资金 1000 万元人民币,厂区选址于揭阳市揭东区中德金属生态城珠江大道以西、金河南路以北地块。揭阳汇顺将建成为一家专业从事辐照处理技术服务和开发的高技

术服务企业，为客户提供消毒、灭菌、杀虫、高分子材料改性等高端技术服务等。

建设单位将在厂区东北侧的辐照加工厂房建设 2 所加速器辐照室，拟在其中分别各安装使用 1 台**电子加速器辐照装置**（最高电子能量 10MeV，束流 2mA，功率 20kW）开展食品、医疗器械、药物、化妆品和包装材料等消毒、灭菌辐照项目。受揭阳汇顺辐照科技有限公司委托，本次针对揭阳汇顺辐照科技有限公司拟使用**2 台电子加速器**（最高电子能量 10MeV，束流 2mA，功率 20kW）的辐照项目进行环境影响评价。

1.1.2 项目规模

建设单位位于揭东区中德金属生态城珠江大道以西，金河南路以北，拟在厂区辐照加工厂房内建设 2 所加速器辐照室（两层，一层为辐照室，二层为加速室）以及其他辐照设施，并在加速器辐照室内分别各安装使用 1 台电子加速器辐照装置（最高电子能量 10MeV，束流 2mA，功率 20kW）。具体参数见表 1-1。

表 1-1 拟安装设备情况

名称	数量	型号	类别	加速器粒子类型	最大能量	束流/功率
电子加速器辐照装置	2 台	ProAcc-10/20 型	II 类	电子	X 射线：无 电子线：10MeV	2mA/ 20kW

1.1.3 目的和任务

本评价报告的主要目的是对评价项目周边辐射环境现状进行调查，设定评价项目辐射工作人员和周边公众剂量约束值，分析项目对周边环境的影响，预测本项目的辐射工作人员和公众附加剂量是否满足该剂量约束值，明确其是否满足国家和地方生态环境主管部门对核技术利用建设项目的管理规定，同时也为本项目的辐射环境管理提供科学依据，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

根据《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）对射线装置的分类，本评价项目拟使用的电子加速器能量低于 100MeV，属于 II 类射线装置。根据《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）五十五、核与辐射 172 核技术利用建设项目中内容，该评价项目应编制环境影响报告表。

1.2 项目周边环境概述

建设单位本建设项目地点位于揭东区中德金属生态城珠江大道以西，金河南路以北地块，四周均为园区其他工业建设用地，位置如图 1-1 所示，中德金属生态城的整体规

划及建设单位所在地块的示意图 1-2。



图 1-1 评价项目所在位置

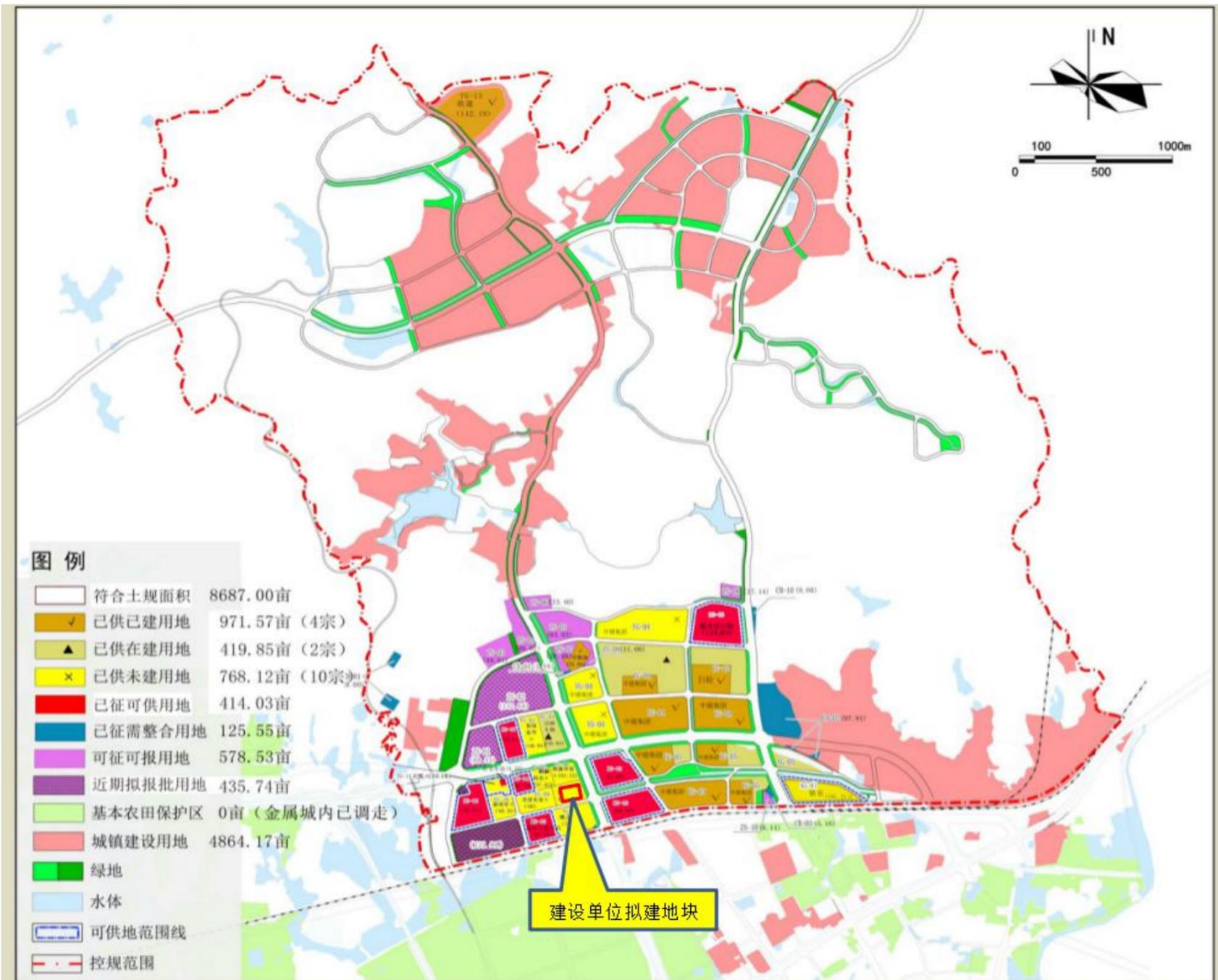
建设单位厂区的总平面布置见图 1-3，厂区的西部是二期厂房，本评价项目所在的辐照加工车间位于厂区东北部，而东南部主要是综合楼（办公）、配电房和值班室等建筑物和厂区停车区。辐照加工厂房主体为单层建筑，两间加速器辐照室及其配套设施拟分布在该厂房的南北两端，加速器辐照室平面四至图详见图 1-5、1-6。

从平面布局来看，辐照室靠近建设单位北面厂界，直线距离约 8.5m，厂界外是其他工业建设用地；辐照室西面距离建设单位新材料制备厂房约 42m，距离建设单位西面厂界约 126m；辐照室东面距离厂界约 40m，距离珠江大道约 66m，与珠江大道东面其他拟建工业用地的距离超过 120m；辐照室东南面距离建设单位综合楼约 38m，南面距离值班室约 50m，距离厂区南面金河西路对面的其他拟建工业用地超过 84m。

建设单位厂区所在地是规划的工业园区，四周均为企业的建设用地，周围 200 米范围内无中小学、幼儿园等未成年人生活、学习场所。建设项目所在地周边环境 200m 范围内情况见图 1-2、1-3。

1.3 建设单位已有核技术应用项目许可情况

建设单位是新成立的企业，本评价项目为建设单位首次申请核技术利用项目，因此建设单位不存在原有核技术利用项目。



表一：中德金属生态城已供地已建设情况表

图上编号	项目用地单位	用地面积 (亩)
YG-04	中德金属集团有限公司	296.31
YG-05	中德金属集团有限公司	364.23
YG-12	巨能中德机器人智能制造有限公司	187.5
YG-13	银晟绿色燃料(揭阳)有限公司	142.18
YG-14	中海石油炼化能源开发有限公司	31.84

表二：中德金属生态城已供地在建设情况表

图上编号	项目用地单位	用地面积 (亩)
YG-01	广东洁雅生物能源有限公司	30.94
YG-04	中德金属集团有限公司	273.16
YG-05	中德金属集团有限公司	95.75

表三：中德金属生态城已供地未建设情况表

图上编号	项目用地单位	用地面积 (亩)
YG-02	广东保绿华生物能源有限公司	56.94
YG-03	汕头市澄海区麒麟机电有限公司	27.61
YG-04	中德金属集团有限公司	327.26
YG-06	广东德森环保科技有限公司	31.51
YG-07	广东地平线新能源环境技术有限公司	40
YG-08	鹰之印精密工具制造有限公司	70.67
YG-09	揭阳市美度实业有限公司	50
YG-10	揭阳市新南星科技有限公司	40.25
YG-11	揭阳市天悦智能科技有限公司	22.18
KG-01	铭乐眼镜	101.7

表四：中德金属生态城已征收可供地情况表

图上编号	规划用地性质	用地面积 (亩)	土地用途备注
25-01	二类工业用地 (M2)	86.31	与Y1-01地块整合, 土地用途为工业用地。
25-02	二类工业用地 (M2)	232.69	与Y1-02地块整合, 土地用途为工业用地。
25-03	供电用地 (U12)	49.61	规划给电力部门作为变电站用地。
25-04	商业用地 (B1)	66.97	土地用途为商业用地。
25-05	二类工业用地 (M2)	83.03	与Y1-03地块整合, 土地用途为工业用地。
25-06	供水用地 (U11)	23.4	规划给供水部门作为加压泵站用地。
25-07	公用设施用地 (U)	28.48	与Y1-04地块整合, 土地用途为公用设施用地。
25-08	商业用地 (B1)	17.14	与Y1-05地块整合, 土地用途为商业用地。
25-09	供气用地 (U2)	11.96	规划给燃气部门作为供气站用地。
25-10	供电用地 (U12)	6.14	规划给电力部门作为变电站用地。

表五：中德金属生态城需整合土地情况表

图上编号	规划用地性质	用地面积 (亩)	土地用途备注
25-01	二类工业用地 (M2)	25	规划给电力部门作为变电站用地。
25-02	二类工业用地 (M2)	114.67	规划给电力部门作为变电站用地。
25-03	供电用地 (U12)	5.18	规划给电力部门作为变电站用地。
25-04	公用设施用地 (U)	1.86	规划给电力部门作为变电站用地。

表六：中德金属生态城可征可供情况表

图上编号	规划用地性质	用地面积 (亩)	土地用途备注
25-01	二类工业用地 (M2)	86.31	——
25-02	二类工业用地 (M2)	232.69	土地用途为工业用地。
25-03	供电用地 (U12)	49.61	规划给电力部门作为变电站用地。
25-04	商业用地 (B1)	66.97	土地用途为商业用地。
25-05	二类工业用地 (M2)	83.03	——
25-06	供水用地 (U11)	23.4	规划给供水部门作为加压泵站用地。
25-07	公用设施用地 (U)	28.48	与Y1-04地块整合, 土地用途为公用设施用地。
25-08	商业用地 (B1)	17.14	——
25-09	供气用地 (U2)	11.96	规划给燃气部门作为供气站用地。
25-10	供电用地 (U12)	6.14	规划给电力部门作为变电站用地。

图 1-2 评价项目所在厂区周围环境图

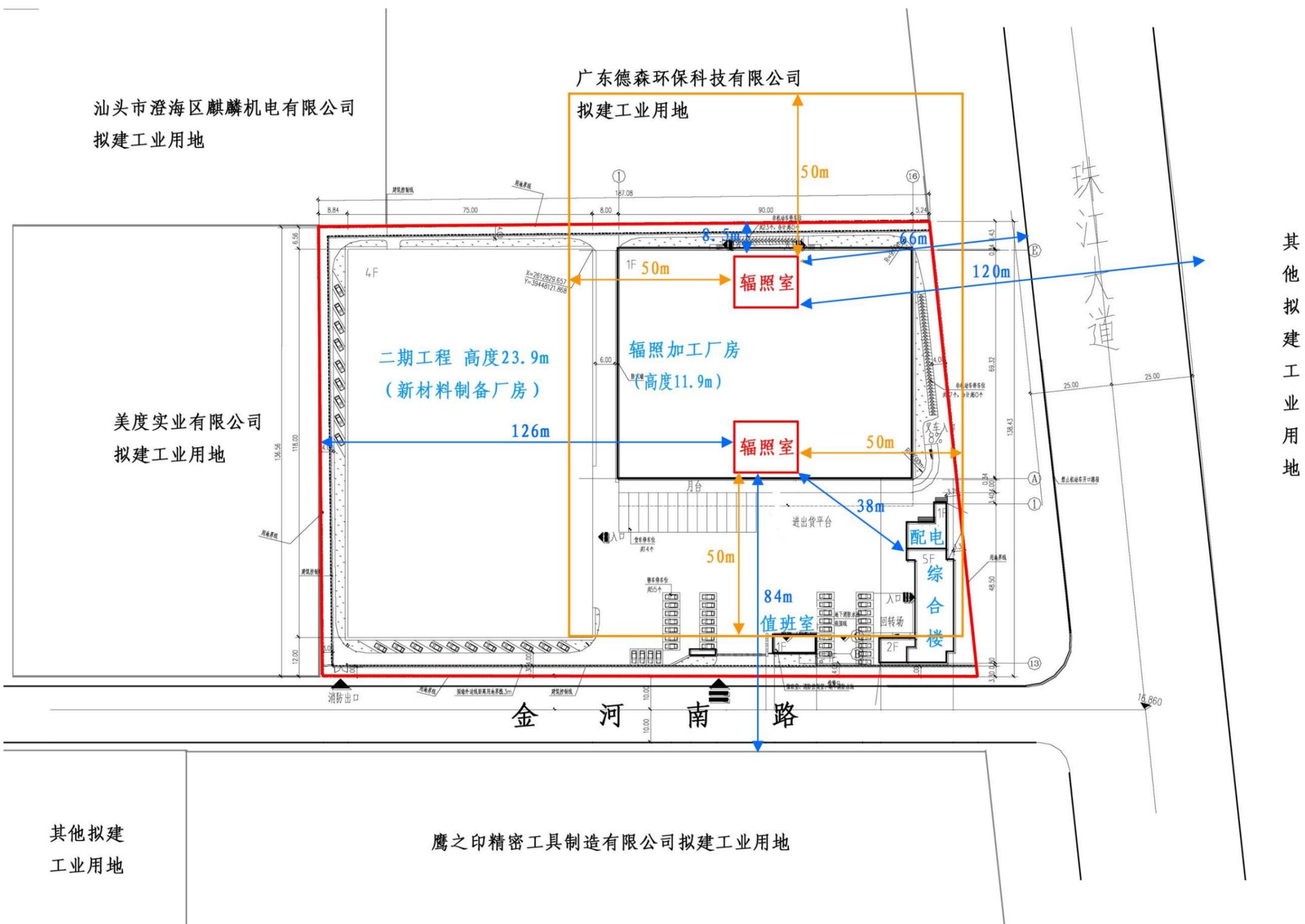


图 1-3 评价项目四至环境分布图



图 1-4 评价项目周边环境 200m 范围情况图 (200m)

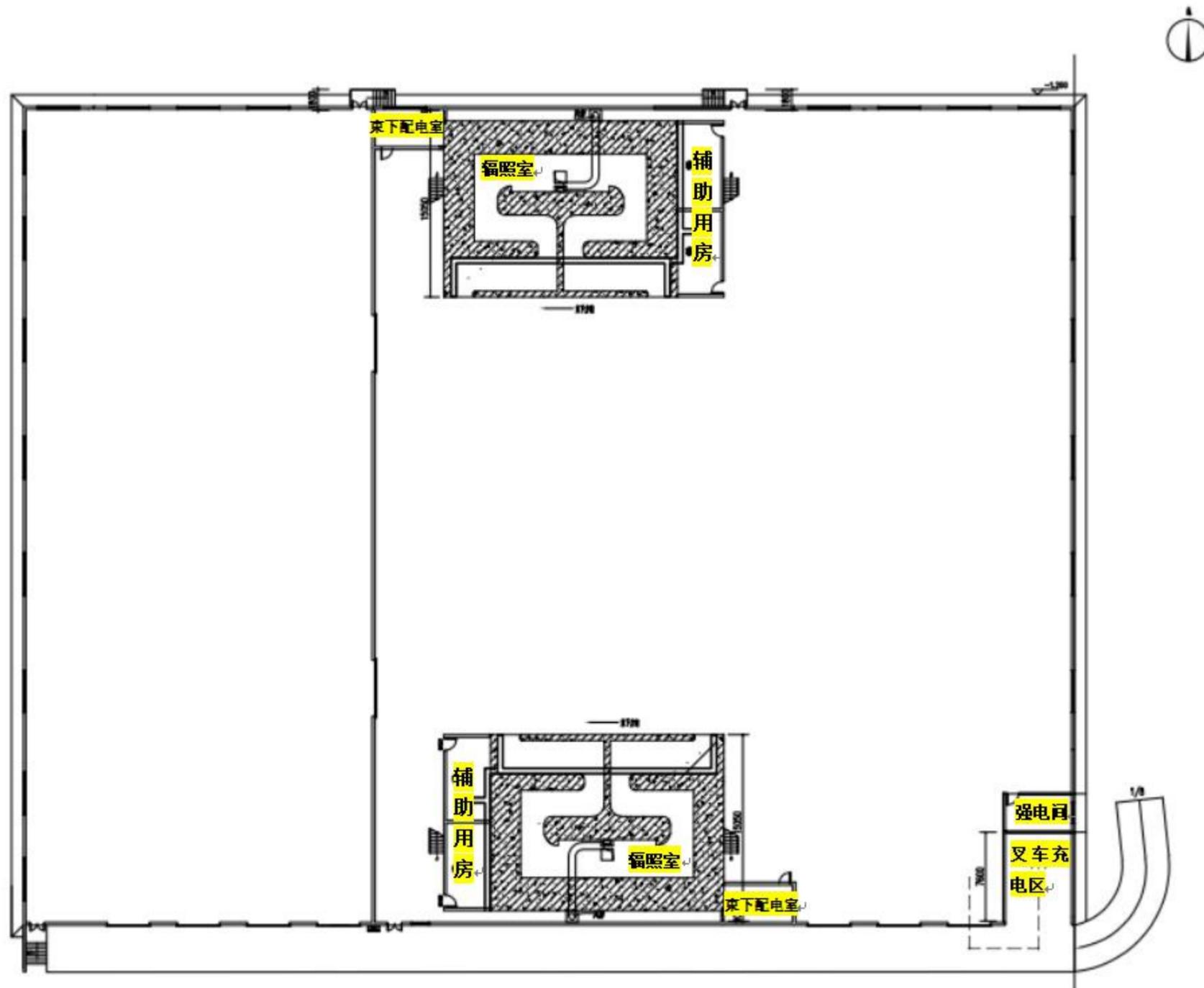


图 1-5 一层辐照室四至图

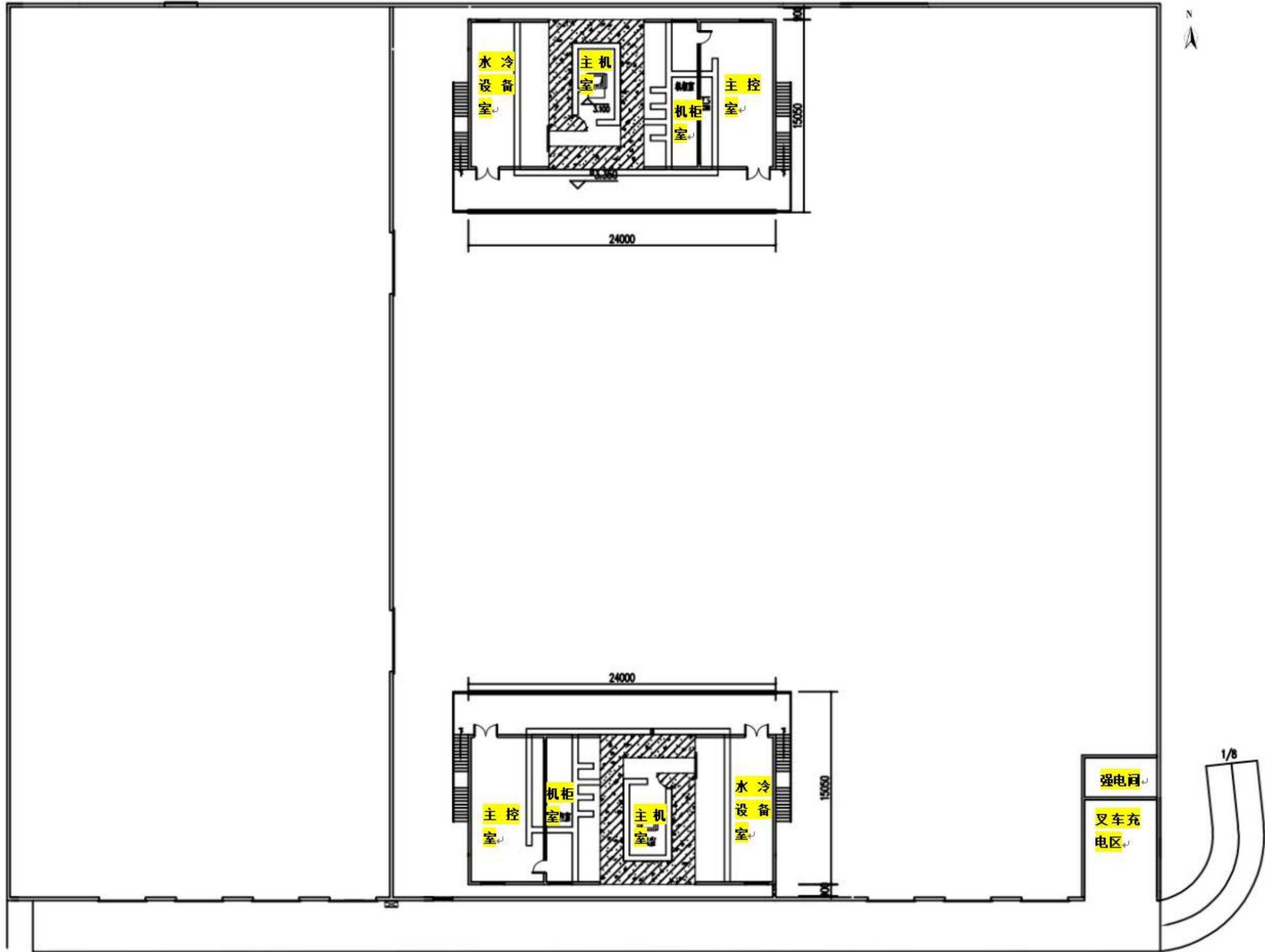


图 1-6 二层主机室四至图

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式 与地点
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：1. 日等效最大操作和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

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)	额度电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	电子加速器 辐照装置	II 类	2 台	ProAcc-10/20 型	电子	10.0	电流 2mA	辐照加工	加速器 辐照室	使用

(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 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度	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 (O ₃)	气态	非放射性	—	—	—	—	—	经辐照加工 厂房屋顶排 气筒排入大 气环境
氮氧化物 (NO、 NO ₂)	气态	非放射性	—	—	—	—	—	经辐照加工 厂房屋顶排 气筒排入大 气环境

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. 含有放射性的废弃物要注明, 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

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月 26 日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过；2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015 年 1 月 1 日施行）</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2002 年 10 月 28 日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过；根据 2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第一次修正；根据 2018 年 12 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正）</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 6 月 28 日第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过，2003 年 10 月 1 日施行）</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 29 日国务院令 253 号发布；根据 2017 年 7 月 16 日国务院令 682 号《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订，2017 年 10 月 1 日起施行）</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令 2005 年 12 月 1 日施行；根据 2014 年 7 月 29 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第一次修订 2019 年 3 月 2 日根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修正）</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令 31 号公布；根据 2008 年 11 月 21 日环境保护部 2008 年第二次部务会议通过的《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》修正；根据 2017 年 12 月 12 日环境保护部第 47 号《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修正；根据 2019 年 8 月 22 日生态环境部第 7 号《生态环境部关于废止、修</p>
-------------------------	--

	<p>改部分规章的决定》第三次修正；根据 2021 年 1 月 8 日部令第 20 号《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》第三次修正)</p> <p>(7) 《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 18 号 2011 年 5 月 1 日施行)</p> <p>(8) 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)</p> <p>(9) 《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 日施行)</p> <p>(10) 《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 日施行)</p> <p>(11) 《关于在核与辐射安全隐患排查工作中做好电子辐照加速器专项检查工作的函》(生态环境部辐射源安全监督司 辐射函(2021)27 号, 2021 年 9 月 29 日)</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) HJ 10.1—2016 《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》(2015-04-01 实施)</p> <p>(2) GB18871—2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(2003-04-01 实施)</p> <p>(3) HJ979—2018 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(2019-03-01 实施)</p> <p>(4) GB5172—85 《粒子加速器辐射防护规定》(1986-01-01 实施)</p> <p>(5) GBZ141—2002 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》(2002-06-01 实施)</p> <p>(6) GB/T25306—2010 《辐射加工用电子加速器工程通用规范》(2011-05-01 实施)</p> <p>(7) GBZ/T220.3-2015 《建设项目职业病危害放射防护评价规范 第 3 部分: γ辐照加工装置、中高能加速器》(2016-05-01 实施)</p> <p>(8) GBZ2.1—2007 《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》(2007-11-01 实施)</p>

	<p>(9) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012, 2016 年 1 月 1 日实施）</p> <p>(10) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021, 2021-05-01 实施）</p> <p>(11) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021, 2021-05-01 实施）</p> <p>(12) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021, 2021-8-1 日实施）</p>
其他	<p>(1) 《广东省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（1991）</p> <p>(2) 《兆伏级 X、γ 射线放疗设施屏蔽设计和评价》（NCRP Report No. 151, 2006）</p> <p>(3) 《辐射防护手册 第一分册 辐射源与屏蔽》（原子能出版社，李德平等）</p> <p>(4) 《10MeV 高能直线电子加速器辐射与环境安全设计说明》（山东蓝孚高能物理技术股份有限公司）</p> <p>(5) 建设单位提供的项目有关设计资料</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本评价项目是在固定的有实体边界的辐射工作场所内使用射线装置，参照《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)对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标的相关规定，以评价项目机房（实体屏蔽物）边界外 50m 的范围作为本评价项目的评价范围。具体评价范围详见图 7-1。

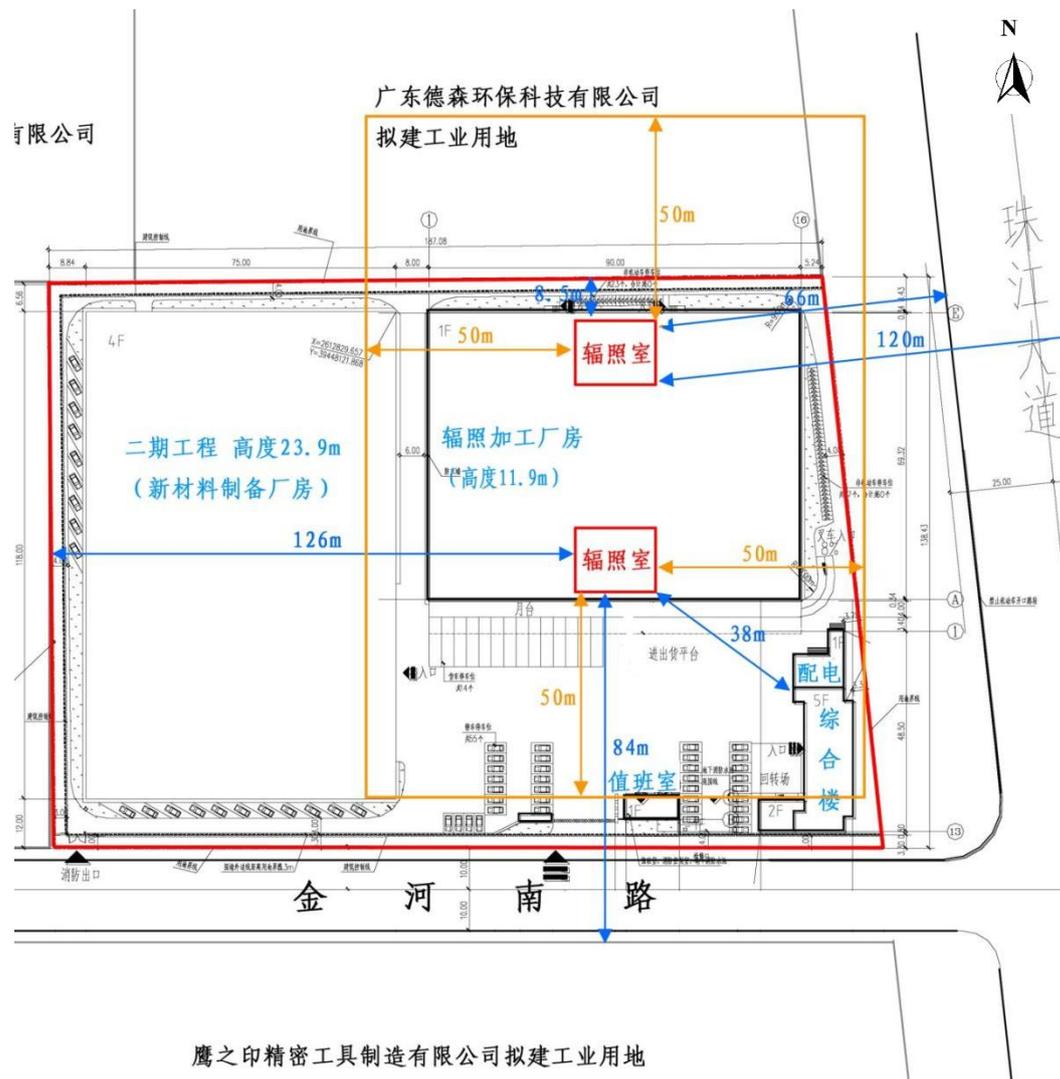


图 7-1 评价范围示意图

从图 7-1 可见，评价范围大部分落在建设单位厂区内部，主要是车间、园区道路和建设单位办公场所。北面有一部分的评价范围位于建设单位厂区以外，是广东德森环保科技有限公司的建设用地，该企业的用地范围与评价项目的最短距离约 8.5m。

7.2 保护目标

对于该评价项目，确定从事加速器操作和安全管理的工作人员为职业辐射工作人员，职业辐射工作人员以外的所有工作人员和其他人员均为公众。

结合本评价项目的评价范围，确定本评价项目的保护目标是评价范围内环境中活动的辐射工作人员和公众（包括非辐射工作人员）。由图 7-1 可见，评价范围内的工作场所基本为工厂车间及厂区内的道路和空地，以及东南面的建设单位办公场所。将评价范围内人员活动相对固定的工作场所视为保护目标，则本评价项目与评价范围内保护目标的关系见表 7-1。

表 7-1 评价项目评价范围内保护目标关系

	关注点性质	与评价项目关系	影响人口
1	辐照加工厂房	30m 范围内	辐射工作人员、 非辐射工作人员（公众）
2	建设单位综合楼	东南面约 38m	非辐射工作人员（公众）
3	建设单位值班室	南面约 50m	非辐射工作人员（公众）
4	建设单位新材料制备厂房	南面约 42m	非辐射工作人员（公众）
5	建设单位厂区内其他工作场所	四周 1m~50m	非辐射工作人员（公众）
6	广东德森环保科技有限公司	北面≥8.5m	非辐射工作人员（公众）

7.3 评价标准

7.3.1 剂量约束值

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限制，以保证除该标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

根据其附录 B 第 B1.1.1.1 款：工作人员的职业照射水平不超过“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”；根据第 B1.2.1 款：实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计

值不应超过“年有效剂量，1mSv”的限值。

《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中给出辐射工作人员职业照射和公众照射的剂量限值应满足 GB18871 的要求。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：a) 辐射工作人员个人年有效剂量为 5mSv；b) 公众成员个人年有效剂量为 0.1mSv。

所以本评价项目取辐射工作人员个人年有效约束值为 5mSv，公众成员个人年有效剂量约束值为 0.1mSv。

7.3.2 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）

4.1.2 辐射工作场所的分区

按照 GB18871 的规定，电子加速器辐照装置的工作场所分为：控制区，如主机室和辐照室及各自出入口以内的区域；监督区，如设备操作室、未被划入控制区的电子加速器辐照装置辅助设施区和其他需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

4.1.3 在控制区出入口处和其它必要的地方，应设立醒目的、符合 GB18871 规定的警告标志。

4.1.4 使用手册、操作规程和应急程序等文件以及关键的安全部件标识和安全标识都应使用中文。

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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。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。适用的能量不高于 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。

6.1 联锁要求

在电子加速器辐照装置的设计中必须设置功能齐全、性能可靠的安全联锁保护装置，对控制区的出入口门、加速器的开停机和束下装置等进行有效联锁和监控。

安全联锁引发加速器停机时必须自动切断高压。

安全联锁装置发生故障时，加速器不能运行。安全联锁装置不得旁路，维护

与维修后必须恢复原状。

6.2 安全设施

(1) 钥匙控制。加速器的主控钥匙开关必须和主机室门和辐照室门联锁。如从控制台上取出该钥匙，加速器应自动停机。该钥匙必须与一台有效的便携式辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一的且只能由运行值班长使用；

(2) 门机联锁。辐照室和主机室的门必须与束流控制和加速器高压联锁。辐照室门或主机室门打开时，加速器不能开机。加速器运行中门被打开则加速器应自动停机；

(3) 束下装置联锁。电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制必须建立可靠的接口和协议文件。束下装置因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器应自动停机；

(4) 信号警示装置。在控制区出入口处及内部应设置灯光和音响警示信号，用于开机前对主机室和辐照室内人员的警示。主机室和辐照室出入口设置工作状态指示装置，并与电子加速器辐照装置联锁；

(5) 巡检按钮。主机室和辐照室内应设置“巡检按钮”，并与控制台联锁。加速器开机前，操作人员进入主机室和辐照室按序按动“巡检按钮”，巡查有无人员误留。

(6) 防人误入装置。在主机室和辐照室的人员出入口通道内设置三道防人误入的安全联锁装置（一般可采用光电装置），并与加速器的开、停机联锁；

(7) 急停装置。在控制台上和主机室、辐照室内设置紧急停机装置（拉线开关或按钮），使之能在紧急状态下终止加速器的运行。辐照室及其迷道内的急停装置应采用拉线开关并覆盖全部区域。主机室和辐照室内还应设置开门机构，以便人员离开控制区；

(8) 剂量联锁。在辐照室和主机室的迷道内设置固定式辐射监测仪，与辐照室和主机室的出入口门等联锁。当主机室和辐照室内的辐射水平高于仪器设定的阈值时，主机室和辐照室门无法打开；

(9) 通风联锁。主机室、辐照室通风系统与控制系统联锁，加速器停机后，只有达到预先设定的时间后才能开门，以保证室内臭氧等有害气体浓度低于允许值；

(10) 烟雾报警。辐照室应设置烟雾报警装置，遇有火险时，加速器应立即停机并停止通风。

7.3.3 工作场所臭氧的控制水平

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）要求，主机室和辐照室应设置通风系统，以保证辐照分解产生的臭氧等有害气体浓度满足 GBZ2.1 的规定。根据《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）规定工作场所空气中臭氧容许浓度为 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。确定本评价项目加速器停机后，工作人员进入辐照室时，辐照室内的臭氧浓度不应大于 $0.30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

揭阳汇顺辐照科技有限公司位于揭东区中德金属生态城珠江大道以西,金河南路以北,本项目拟建于建设单位辐照加工厂房,具体位置图见表 1 图 1-1~图 1-3。

8.2 辐射环境现状

为了解评价项目拟建区域的环境 γ 辐射剂量率现状,广州乐邦环境科技有限公司对评价项目拟建区域场地及周边环境进行了辐射环境现状检测,当前建设单位拟建场址及周边环境均为已经完成平整的待建工业用地,具体现状情况见图 8-1,检测报告见附件 2。



建设单位拟建区域现状 1



建设单位拟建区域现状 2



建设单位拟建区域南侧鹰之印精密工具制造有限公司拟建工业用地现状



建设单位拟建区域西侧美度实业有限公司拟建工业用地现状



拟建区域东侧珠江大道



拟建区域南侧金河南路

图 8-1 评价项目拟建区域及周边环境现状

8.2.1 辐射环境现状检测

(1) 检测因子

环境 γ 辐射剂量率。

(2) 检测依据的方法

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）。

(3) 检测条件

时间：2022年3月7日；温度：20°C；湿度：55%

(4) 检测仪器

X- γ 辐射剂量率仪（AT1123）

仪器编号：54928 生产厂家：ATOMTEX

测量范围：10nSv/h~99.9Sv/h 能量响应：15keV~10MeV

检定单位：深圳市计量质量检测研究院 证书编号：204702010

检定日期：2021年06月09日有效期：1年

(5) 检测点位

由于评价项目现状为空地，因此本次测量采取网格布点法将检测点位设置在评价项目拟建区域及其周边环境 50m 范围内，详细测量布点见图 8-1。

(6) 检测质量保证措施

①监测前制定监测方案，合理布设监测点位，选择监测点位时充分考虑使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性；

②监测所用仪器经国家法定计量检定部门检定合格，每次测量前、后均检查仪器

的工作状态是否正常；

③定期参加上级技术部门及相关单位组织的仪器比对；通过仪器的期间核查或绘制质量控制图等质控手段保证仪器设备的正常运行；

④监测实行全过程的质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定实行，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗；

⑤监测报告严格按相关技术规范编制，数据处理及汇总经相关人员校核、监测报告经质量负责人或授权签字人审核，最后由技术负责人或授权签字人签发。

(7) 检测结果

本项目环境 γ 辐射剂量率现状检测结果详见表 8.2-1。

表 8.2-1 环境 γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	测量位置	检测结果 (nGy/h)		备注
		测量值	标准差	
1#	拟建项目场地及周边环境 50m 范围	115	1	泥土
2#		118	2	
3#		119	3	
4#		109	2	
5#		122	2	
6#		119	2	
7#		120	1	
8#		115	1	
9#		117	2	
10#		117	2	
11#		114	1	
12#		115	2	
13#		111	2	
14#		118	2	
15#		109	2	
16#		113	2	
17#		116	1	
18#		121	1	
19#		118	1	
20#		118	1	

注：测量时仪器探头垂直向下，距离地面约 1m 高，每个测量点测量 10 个读数，所有测量值均已扣除仪器对宇宙

射线的响应值。

8.2.2 辐射环境现状评价

由表 8.2-1 的检测结果可知，本项目拟建区域场地及周边环境 γ 辐射剂量率检测结果为 109nGy/h~122nGy/h。根据《广东省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，全省道路 γ 辐射剂量当量率标准 26.9~178.8nGy/h。其范围在全省本底水平范围内，由此可见本项目拟建区域的各监测点位 γ 辐射空气吸收剂量率未见异常，辐射剂量率属于正常水平。

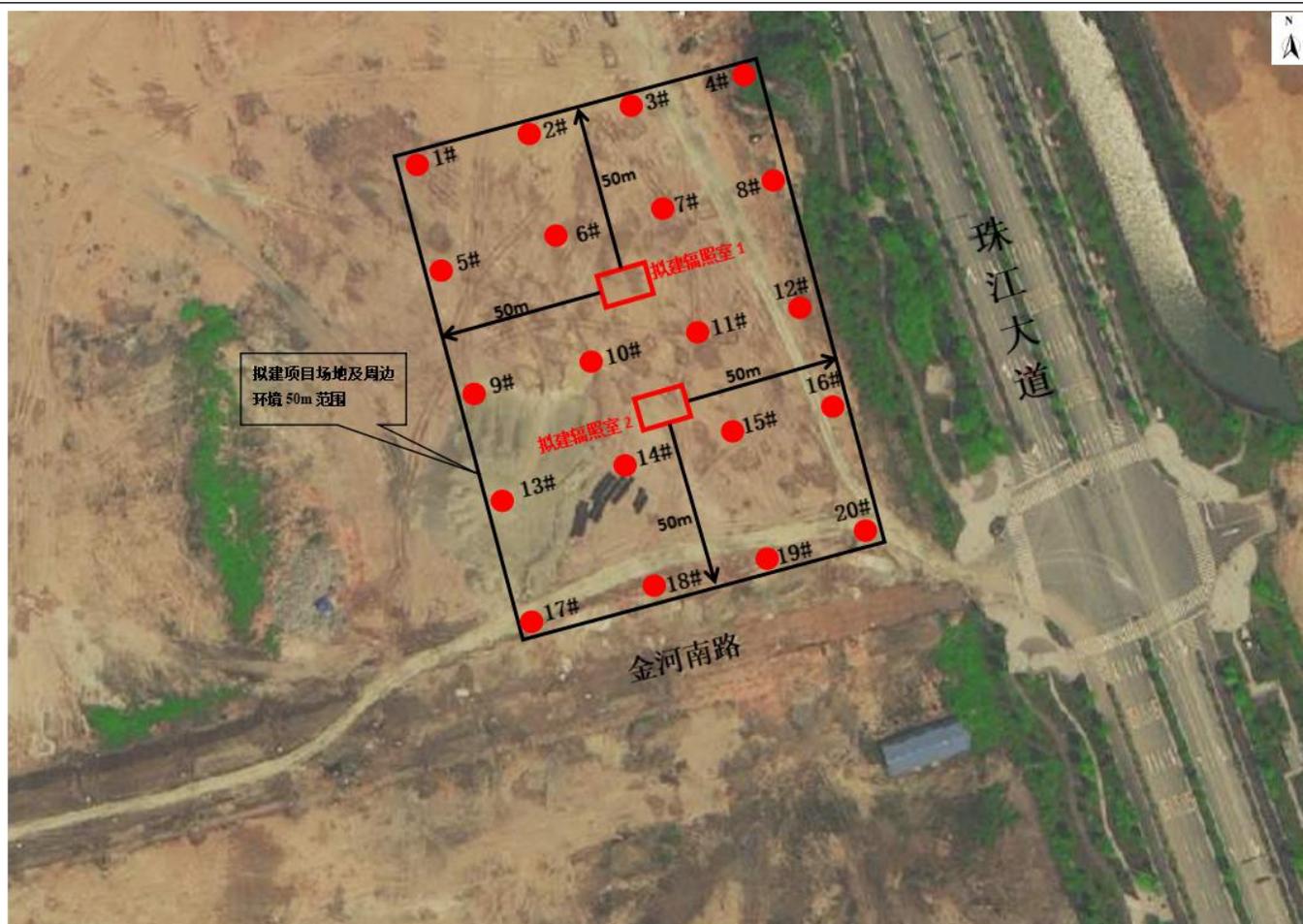


图 8-1 拟建项目场地及周边环境现状布点图

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工作原理和设备组成

本项目拟使用 2 台 10MeV 的电子加速器辐照装置进行辐照加工。辐射加工是指将电子加速器产生的电子线能量转移给被辐照物质，电离辐射作用到被辐照的物质上，产生电离和激发，释放出轨道电子，形成自由基，通过控制辐射条件，而使被辐照物质的物理性能和化学组成发生变化并能使其成为人们所需要的一种新的物质，或使生物体（微生物等）受到不可恢复的损失和破坏，达到人们所需要的目标。

建设单位拟使用的工业辐照加速器工作原理可概括为：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。

建设单位拟安装电子加速器辐照装置主要部分在二层的加速器室内，粒子引出系统位于加速器装置机身正下方，通过二层地板伸向首层的束靶室。而接受辐照的物品通过自动传送系统从入口经迷道进入束靶室，到达粒子引出系统正下方的电子束有用线束范围内进行辐照，之后又经过迷道从辐照室的出口离开辐照室。辐照室为钢筋混凝土结构。

电子加速器辐照装置主要包括：电子枪、加速结构、导向聚焦系统、束流输运系统和高频功率源五个基本部分。加速器系统整体结构见图 9-1。

电子枪是加速器的电子源，它产生一定能量、流强和形状要求的电子束，并进入加速管进行加速。

加速管是电子在其中成束并被加速的部件。它需要在高真空环境中稳定可靠地建立一个均匀的高梯度直流加速电场。加速管为加速器里最脆弱的环节，是各类高压型加速器提高端电压的主要限制。

导向聚焦系统用一定的电磁场引导和约束被加速的粒子束，使它沿着一定的

轨道加速。

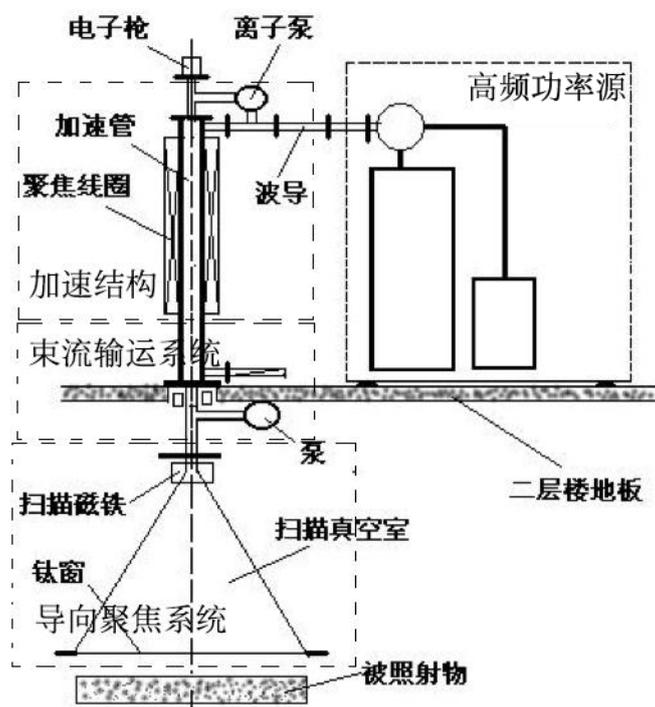


图 9-1 加速器系统整体结构图

束流运输系统由聚焦线圈和束流输出系统两部分组成。聚焦线圈用来克服加速管中径向电场和空间电荷的散焦力以得到良好的束流特性。输出系统包括输出导向、束流感应圈及漂移管，输出导向用于引导加速后的电子准确地进入束流测量感应圈和扫描系统，束流感应圈用来检测加速器输出脉冲束流。

电子加速器辐照装置的主要部分安装在二层的加速器室内，粒子引出系统位于加速器装置机身正下方，通过二层地板伸向首层的辐照室。而接受辐照的物品通过自动传送系统从入口经迷道进入辐照室，到达粒子引出系统正下方的电子束有用线束范围内进行辐照，之后又经过迷道从辐照室的出口离开辐照室。辐照室为钢筋混凝土结构。

本次评价的工业辐照项目将建设工业辐照专用的辐照室，以屏蔽加速器装置运行时的辐射影响，保证辐照室外工作人员的安全。

两所加速器辐照室的建设结构均一致，详见图 9-2、9-3。

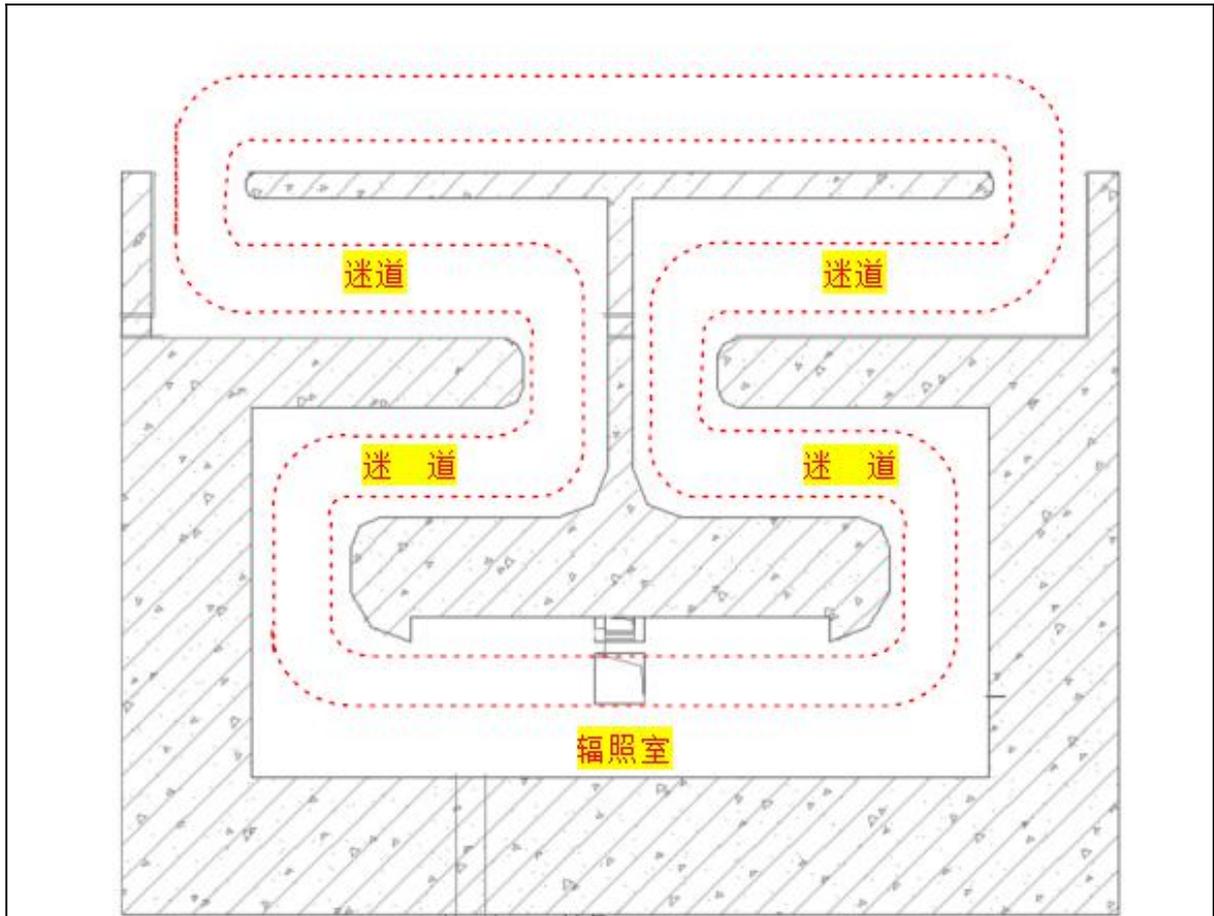


图 9-2 首层辐照室设计方案平面图



图 9-3 加速器辐照室设计方案剖面图

9.2 工作流程

本评价项目消毒、灭菌加速器辐照装置进行辐照货物的工艺流程主要为：

① 通过对准备接受辐照的货物进行实验分析，得出每一种货物所需的辐照剂量范围。

② 技术人员做开机前准备，通过广播音箱系统提示无关人员撤离，对现场和辐照装置进行安全检查，系统在适当位置安装有数量合适的摄像头，监视器安装在系统控制室操作台上，系统操作员通过监视系统查看整个辐射防护区内的情况，确认所有人员已撤出辐照室。并确认辐照室的通风系统和其它安全措施都正常投入工作。搬运工人准备搬运货物。

③ 技术人员根据实验得出的剂量大小设置机器参数和输运线传输速度。

④ 处于辐照室外的搬运工人往输运线上搬运货物，技术人员启动输运带并启动加速器辐照装置开始辐照，加速器发射的电子束垂直照射到受辐照材料、地板和传送带部件产生很强的韧致辐射（X 射线）。从该操作开始，加速器才出束产生辐射。同时在辐射照射下，辐照室内的空气因发生辐照分解而产生臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO ， NO_2 ）。

传送线传动系统采用变频电机实现系统的调速，与束下传送段的传送速度进行匹配。传送段按照物流需要设置积放段，实现全线的均衡传送。物品出口段设有故障物品检出控制，一方面记录物品经过单面辐照、双面辐照的处理状态，当物品经过单面辐照后需要进行翻面辐照另一面时，物品输送到翻转段进行翻面；另一方面当系统出现故障时，将束下问题物品检出并传送到规定位置，等待技术人员的判别处理。

束下传送段在射线最集中的部位，是系统中臭氧浓度最高的部分，因此该输送段的各种结构件、板链、传动件均采用不锈钢制作。该段的伺服电机、各种传感器均采取铅防护层进行射线的屏蔽，提高功能元器件的使用寿命。

⑤ 经过辐照后的货物由传送带自动传送至辐照室外，由搬运工人从传送带上卸货。

电控装置是物品传送分系统实现物流正确传送的保证，根据工艺流程的指令，则通过记数、位置记录的方式，记录物品的辐照进程及各项工艺参数。传送装置的进出口设置电控记数装置，按照工艺参数设定各段的传送速度，当物品在系统中送进时，记录每一箱物品的实时位置，匹配系统各积放段物品与束下传送线物品的均衡传送，控制物品在束下段的间隔，在保证系统效率、物流识别的前提下使物品间距尽可能小。积放段是物流系统的“蓄水池”，通过对货物的积放，协调各段的节拍，使人工无序的上下货物，通过积放功能使物品合理的积放，确保物流的顺畅。当系统任何部分出现故障造成停机时，自动判别束下规定区域的物品，使系统再次启动后该区域下的物品到出口自动检出。

由于系统除上下料为人工操作外，系统为自动控制，因此，当系统工作中，特别是当系统出现故障时，通过确认传感器后输送线上的物品不允许擅自增加或搬走，以避免系统的误判。系统有与控制软件、加速器系统、辐射防护安全监控系统的互锁接口，任何一处产生问题，都可以控制全线停机。控制系统在束下段的各种电缆两端均采用航空插头等快速接头，以便实现在维修维护时快速更换，减少维修维护时间。

整个辐照灭菌加工过程，正常情况下工作人员不必进入辐照室，均在辐照室外一定距离外的装、卸货区进行辐照货品的装、卸，所有需照射加工的货物都是通过运输线输运到束流中心辐射区进行辐照加工。

9.3 人员配置和工作负荷

建设单位预计该加速器辐照系统采用连续作业方式，平均每天每台工作（出束）约 20 小时，平均年运行时间为 350 天/年，全年辐照系统出束约 7000 小时。

建设单位将根据两台加速器辐照装置的工作负荷配置该项目的辐射工作人员，根据建设单位工作计划，工作量达到最大时拟配备 10 名辐射工作人，其中运行值班长 2 人，操作人员 8 人。建设单位拟采取两班轮换制工作，每班 5 人，每名设备操作人员年工作时间不会超过 3500 小时。

9.4 污染源项描述

本项目是使用电子加速器用于辐照加工。辐照加速器的电子出射范围小，易屏蔽，但在运动中受到加速器部件、阻挡板和地板等材料的阻挡后，产生很强的韧致辐射（X 射线），韧致辐射的最大能量为最大可能的电子能量。由于电子的最大射程与所产生的 X 射线的射程相比很小，因此在电子加速器的屏蔽要求上，只需考虑所产生的 X 射线的屏蔽。

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ989-2018）屏蔽设计依据，评价项目不需要中子和活化问题。所以评价项目主要考虑在电子加速器开机期间，因韧致辐射产生的 X 射线，以及高能射线与空气中的氧分子作用会产生一定量臭氧、氮氧化物等气体。电子加速器在正常工况和非正常工况下的污染源项分别如下：

（1）正常工况

由电子加速器的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，会产生高能电子束，高能电子束通过韧致辐射将产生高能 X 射线。这些电子束和 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。

评价项目加速器在机房内使用，机房采取了辐射防护设计，在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，辐照室外的辐射工作人员及公众受到的射线照射可以满足标准要求。

高能电子韧致辐射产生的高能射线与空气中的氧分子作用会产生一定量的臭氧、氮氧化物等有害气体，建设单位在辐照室均拟安装离心通风机，通过风机将出束过程中产生的臭氧、氮氧化物等有害气体可以及时有效的排出辐照室。

（2）非正常工况

① 安全联锁失效，人员可能在防护门未关闭时误入主机室或辐照室，如果这时运行加速器，则可能造成误照事故；

② 辐照室或主机室中仍有其他人员未撤离时，操作人员未严格按照操作规程确认机房中环境便运行加速器，则会造成机房中人员受误照射；

③ 加速器设备出现故障时（如直流高压发生器故障），可能导致加速器的加速管外产生射线，造成误照事故；

④ 设备维护或维修调试过程中，工作人员错误操作，接通电源并出束，造成误照事故。

表 10 辐射安全与防护

10.1 加速器机房设计方案

建设单位拟建的 2 所加速器辐射室位于建设单位高能电子加速器辐照加工厂房内，建设区域无地下层。2 所加速器辐照室拟在厂房北南两侧相对而建，加速器辐照室均为二层混凝土结构，首层辐照室，辐照室内布置加速器辐照窗，出束方向向下；二层为主机室，安装加速器主体，水循环系统、电源变频器等辅助设施，所有设施和操作台均在加速器室外，为屏蔽加速器运行时产生的辐射影响，辐照室、主机室入口处均建有迷道。辐照室、主机室入口处均设有安全门，一层楼梯口处设有护栏，以此保证工作人员和公众的安全。

建设单位拟建的两间机房在机房主体结构，以及各项屏蔽辐射设计和其他防护措施及设施都一致，拟在机房安装使用的电子加速器辐照装置也相同。因此本次针对其机房所设置的各项辐射安全保护设施的分析仅以厂房北侧加速器辐照室情况进行说明。

10.1.1 辐射防护设计

机房首层辐照室：一层辐照室通道（含迷道墙体）面积约 318m²，高度为 1.85m，净容积约为 270m³。北墙厚度为 2800mm 混凝土，东西墙体厚度为 2600mm 混凝土，南墙体厚度为 2500mm 混凝土、2000mm 混凝土，迷道厚度分别为 1400mm 混凝土，600mm 混凝土和 500mm 混凝土，顶棚厚度为 1500mm 混凝土。辐照室内和迷道净高均为 1.85m。详见图 10-1 所示。辐照室入口处安装不锈钢安全门，该门主要是为了防止人员误入。

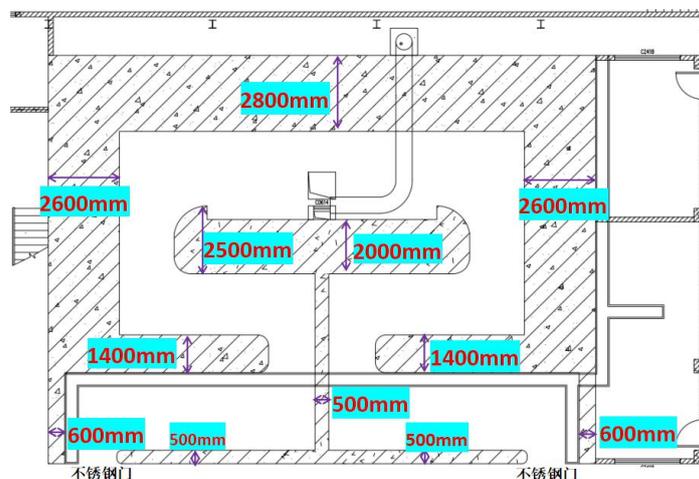


图 10-1 辐照室墙体设计图

二层主机室：主机室面积约 46m²（含迷道墙体），四面墙体厚度均为 1800mm 混凝土，净容积约为 33.8m³，迷道厚度分别为 1800mm 混凝土和 3000mm 混凝土，楼顶墙体厚度为 1500mm 混凝土，二楼主机室净高为 5m，拟在主机室门口安装中间夹铅板的钢质防护门，铅当量 75mmPb，详见图 10-2 所示。

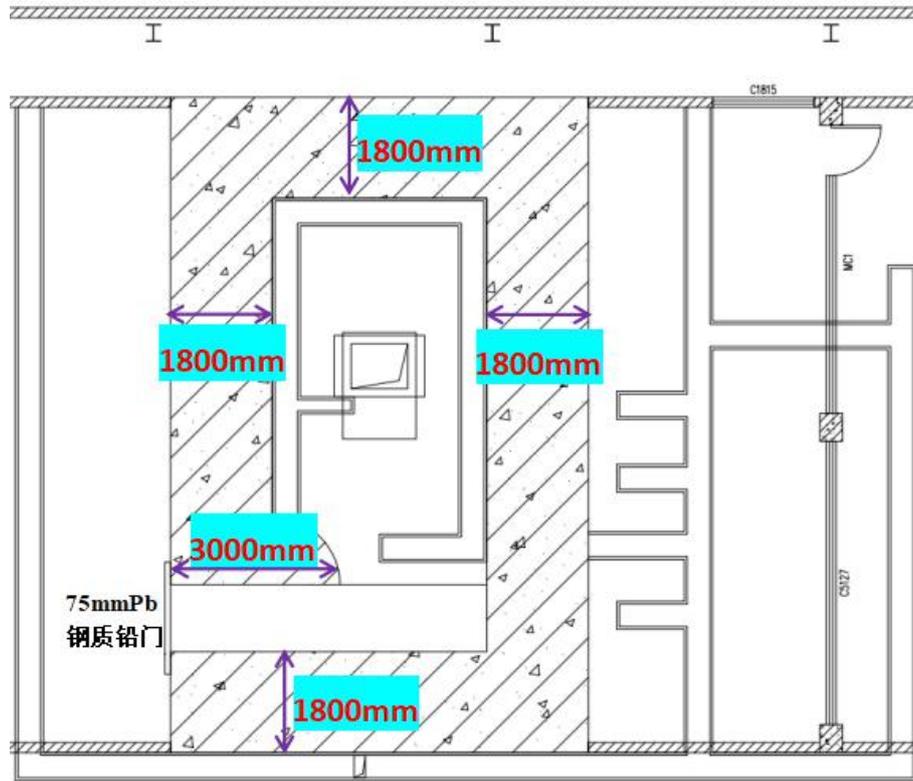


图 10-2 主机室墙体设计图

评价项目立面图如图10-3所示。

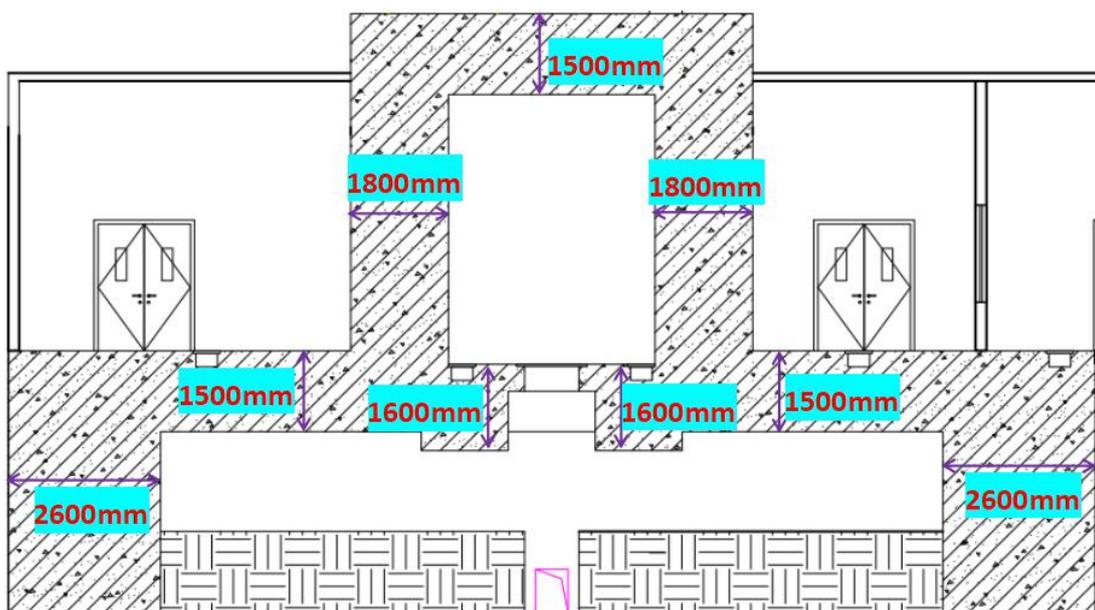


图 10-3 加速器辐照室立面设计图

10.1.2 窗墙管道辐射防护补偿

评价项目穿墙管道：①通风管线；②冷却水管；③电缆穿墙。

①通风管道

建设单位加速器辐射室设有 1 套专门的通风系统，辐照室内拟配备两台风机，每台风机的排风量均大于 $10000\text{m}^3/\text{h}$ ，辐照室净容积均为 $270\text{m}^3/\text{h}$ ，则通风换气次数为 37 次/h。电子加速器设备正常生产时，开启一台风机，当设备停束后，两台风机同时开启。辐照室内为自然进风方式，辐照室内设置 2 处排风口，其中 1 处排风口位于受照区域正下方，设计为吸风地槽，另 1 处位于 I 型迷道墙内侧处，设计为独立的排风竖井，距地面高 1m，废气经 2 处排风口汇集后，通过地埋式（埋深 1.2 米）排气管道穿墙进入风管道高空排放。管道直径为 600mm，S 型穿墙方式，排气筒高度约 25m，高于周围 50m 范围建筑物屋脊，加速器辐射室排风管道设计图见图 10-4。

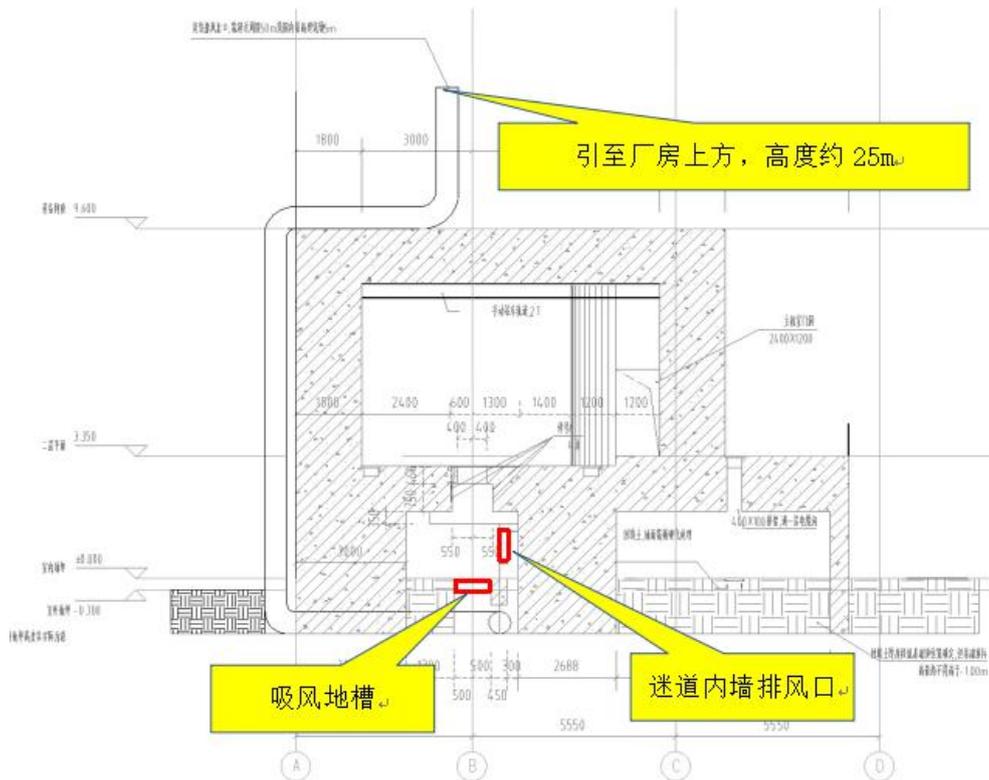


图 10-4 通风管道设计图

②冷却水管：

建设单位拟建机房拟采用自备水箱和水管闭路循环的蒸馏水冷却系统来降低热能，其中冷却水循环使用，循环水通过水泵抽出至设备进行冷却，设备运行期间，水泵持续运行，设备停机后，冷却水会循环一段时间，冷却结束后，水泵停止工作，循环水全部回收至循环水系统水箱内。所以不会产生废水。冷却水管从二层墙体中间穿

出，采取 Z 形设计穿墙，水管 $\phi 45\text{mm}$ ，管线较细，不会对屏蔽造成影响。示意图见图 10-5 所示。

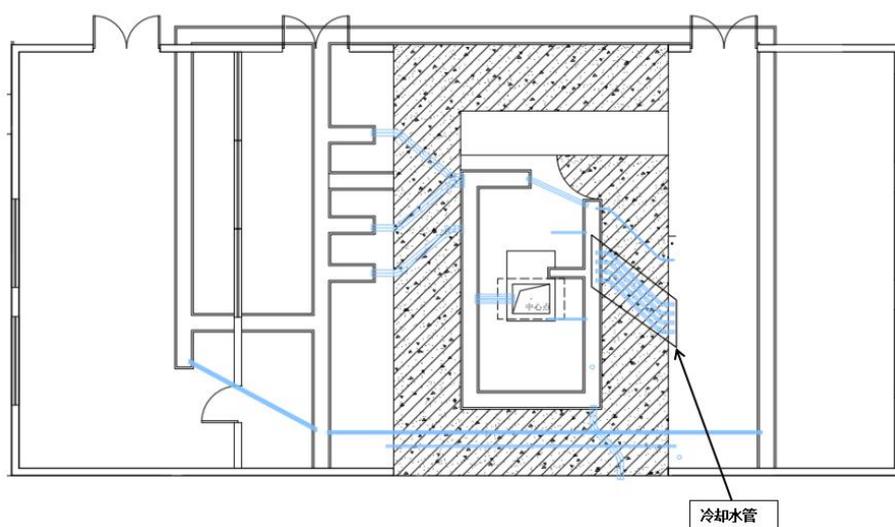


图 10-5 水管穿墙设计图

③ 管线穿墙

评价项目电缆由主机室穿墙，连接至主机室外电缆沟。电缆沟位于地面下方 15cm 位置，深度为 1cm，其上方将上盖混凝土 15cm 厚的混凝土盖板，避免楼顶上方屏蔽效果减弱。管道采取“Z”型弯穿墙方式避免射线直接穿过管线。详见图 10-6 所示。

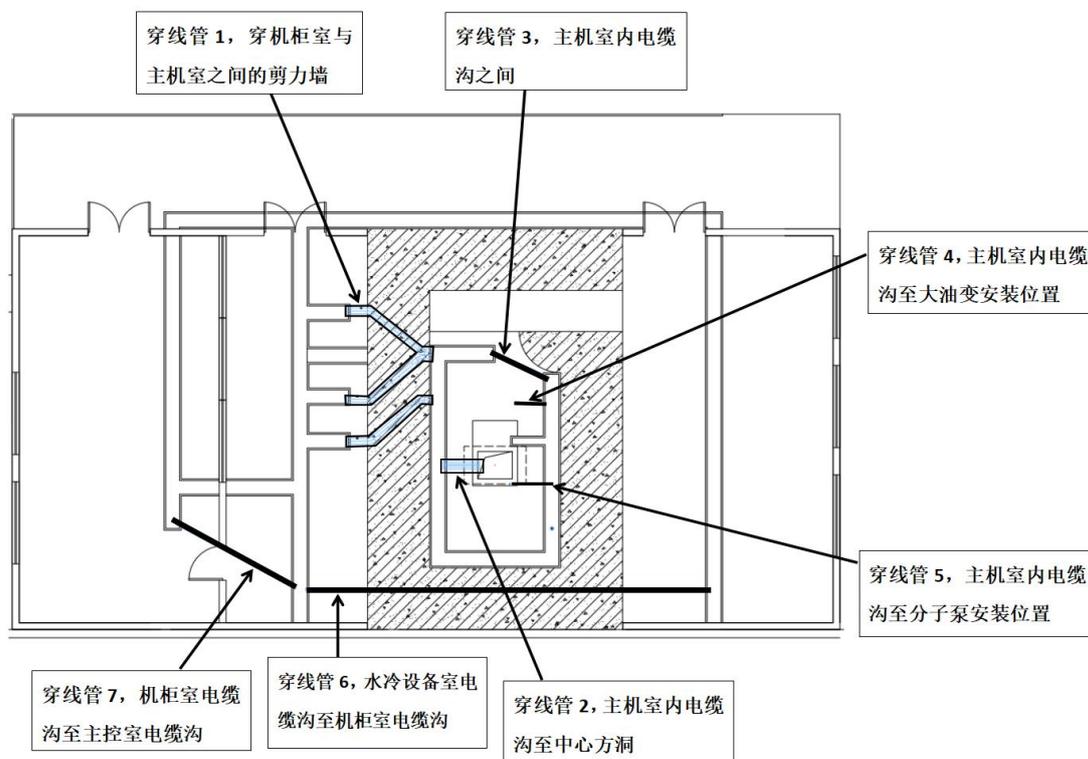


图 10-6 评价项目管线穿墙图（图中黑色区域）

10.2 分区管理布局

按照《电子加速器辐照装置辐射安全与防护》（HJ979-2018）的分区原则，应把辐射工作场所进行分区管理，分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。把主机室和辐照室及各自出入口以内的区域定为控制区，在控制区出入口处和其它必要的地方，应设立醒目的、符合 GB18871 规定的警告标志。把设备操作室、未被划入控制区的电子加速器辐照装置辅助设施区和其他需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。按照本项目工作特点，对生产车间辐射工作场所进行分区：

(1) 控制区：以屏蔽墙体为界的整个辐照室和主机室内，包括迷道；

(2) 监督区：水冷设备室、辅助用房等未被划入控制区的电子加速器辐照装置辅助设施区和其他未被划定监督区的机房墙外 30cm 处。

辐射工作场所分区示例见图 10-7 到 10-10 所示，建设单位监督区和控制区划分合理，可满足 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》和 HJ979-2018《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》的要求。

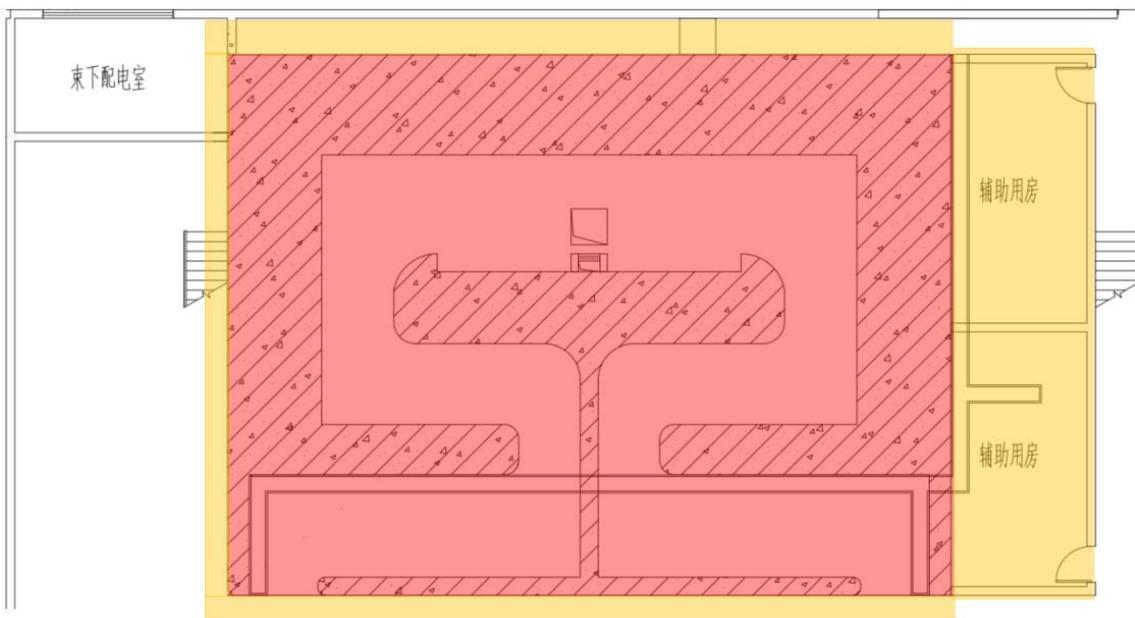


图 10-7 厂房北侧加速器辐照室监督区控制区划分图（橙色监督区，红色控制区）

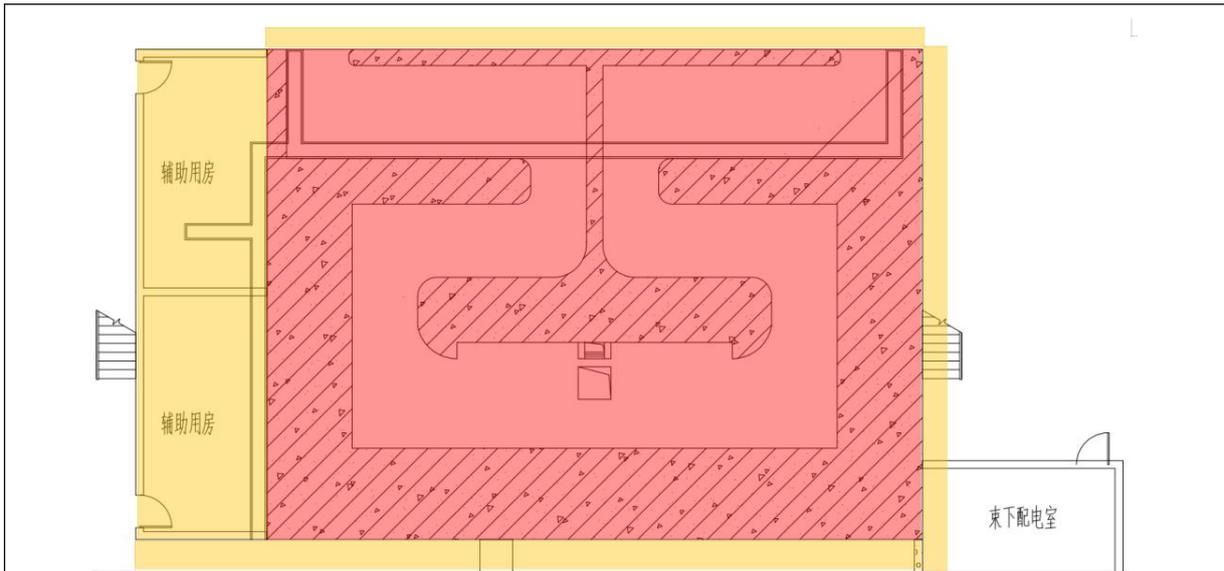


图 10-8 厂房南侧加速器辐照室监督区控制区划分图（橙色监督区，红色控制区）

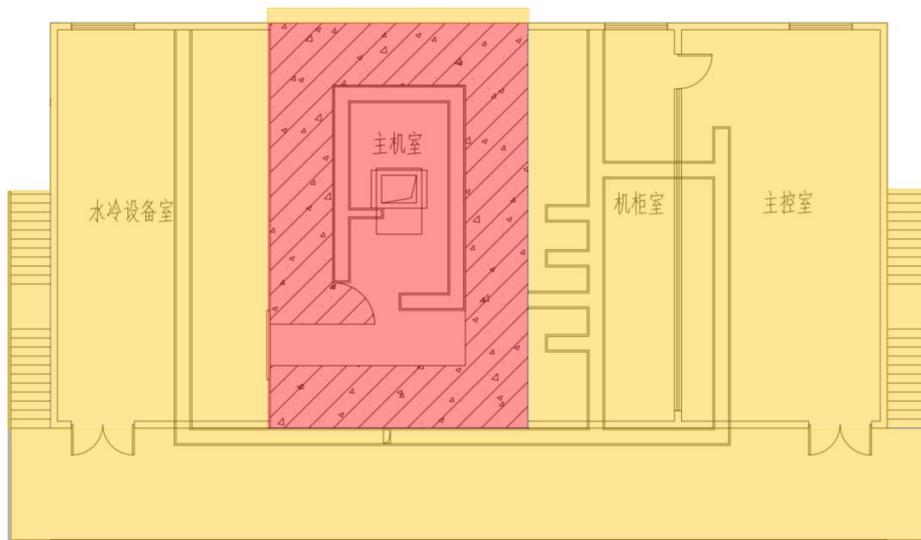


图 10-9 厂房北侧加速器主机室监督区控制区划分图（橙色监督区，红色控制区）

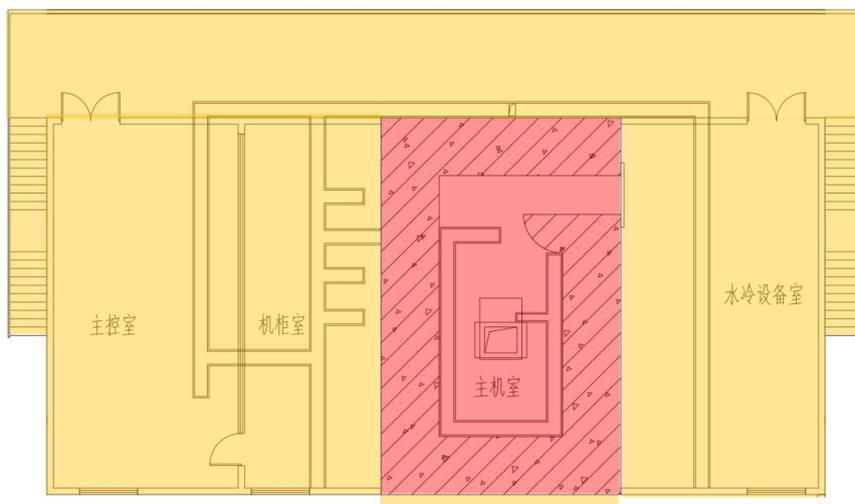


图 10-10 厂房南侧加速器主机室监督区控制区划分图（橙色监督区，红色控制区）

10.3 辐射安全措施

10.3.1 安全标识和紧急出口提示

建设单位拟在加速器机房辐照室和主机室入口张贴电离辐射标识，并在门口处设置工作状态指示灯和声光报警装置，以此起到工作警示的作用。当出束时，红色警灯及报警器工作，待机时黄色警灯及报警器工作，安全时，绿色警灯工作。当警灯与报警器出故障时，加速器不能工作。

辐照室和主机室内部拟安装应急出口提示及疏散箭头指示，标志全部使用夜间可发光材料制作，保证断电情况下，人员可快速识别。机房安装有应急照明，应急照明为单独回路，建设单位会定期对应急照明的可用性进行检查。

10.3.2 安全措施

建设单位拟在辐照室内设置多项安全保护联锁，主要包括钥匙控制、门机联锁、束下装置联锁、巡检按钮、拉线开关等设施。系统的安全联锁逻辑图见 10-11，具体安全联锁设施在辐照室及主机室的分布见图 10-12、10-13。

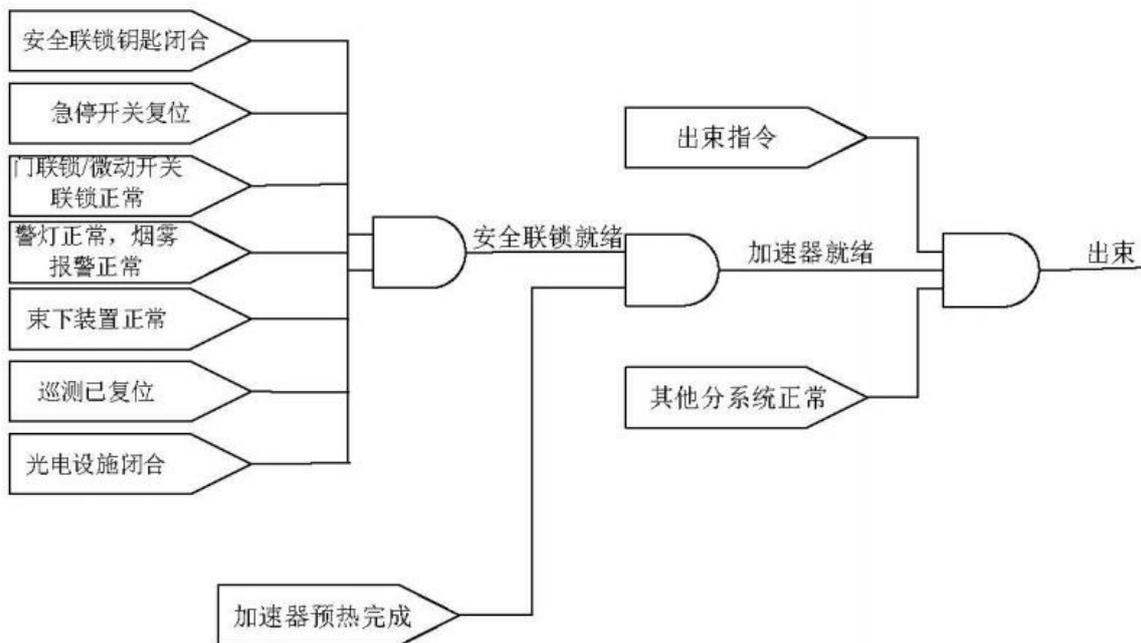


图 10-11 安全联锁逻辑图

(1) 钥匙控制

建设单位拟建加速器辐照室，加速器控制台主控钥匙开关与主机室门、辐照室门联锁，若从控制台上取出该钥匙，加速器立即自动停机。此外该钥匙与一台有效的便携式辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一的，且只能由运行值班长使

用。

(2) 门机联锁

建设单位拟在辐照室和主机室的门与束流控制和加速器高压联锁，当门关闭不严或者未关闭时，系统立即自动停止出束，进入不续状态，加速器无法加载高压。安全门为不锈钢门，从外面必须用钥匙打开，内部则不需要使用钥匙，即可打开安全门。

(3) 束下装置联锁

加速器辐照装置与束下装置的控制建立可靠的接口和协议文件。加速器运行过程中，束下装置发生故障，加速器将切断高压；加速器未开机时，束下装置出现故障，加速器将无法加载高压。

加速器将分别与传输（传送带）系统进行联锁，仅传送系统开启时，设备才能加载高压。设备加载高压前，需要先开启传送系统；设备关机时，需要先切断高压，再关闭传送系统；设备运行过程中，传送系统故障，加速器将切断高压。

(4) 信号警示装置

在控制区出入口处及内部设置了灯光和音响警示信号，用于开机前对主机室和辐照室内人员的警示。主机室和辐照室出入口设置了工作状态装置，并与电子加速器辐照装置联锁。灯光和音响警示信号与加速器高压连锁，当声光报警装置发生故障时，则加速器无法工作。

(5) 巡检按钮

建设单位拟在一层辐照室和二层主机室设置巡检按钮，且巡检按钮均与控制台进行联锁。操作人员进入辐照室和主机室按序按动机房内的巡检按钮，当所有巡检按钮按下后，才可开机，或未按照设定的工作路线进行巡检，巡检未完成，设备均无法工作，机房内巡检按钮的位置见图 10-12、10-13。

(6) 防人误入装置

分别在主机室和辐照室出入口通道内各设置光电装置(红外线感应装置)。光电装置与加速器进行联锁。有人员误入机房时，身体将红外线挡住后，若加速器处于开机状态下，则立即切断高压，停止出束。切断高压的同时，声音报警还会发出异常情况下的警示声音。操作台给出对应被遮挡的光电设施位置，此时，巡检按钮也同时重置。

(7) 急停装置

建设单位拟在辐照室和主机室内设置急停拉线开关和急停按钮，使之能在紧急状态下终止加速器的运行。辐照室及其迷道内采用了拉线开关并覆盖全部区域，同时在部分位置设置了急停按钮。主机室和辐照室内还设置了紧急开门按钮，以便人员离开控制区。急停装置与设备联锁，当按下（拉下）急停装置时，设备高压均切断。

分别在辐照室出入口处各设置 1 个拉线开关，在辐照室内设置 2 个急停按钮；在主机室的入口处设置 1 个拉线开关，在主机室内设置 1 个急停按钮。在主控室的控制台上，也设置有紧急停机开关。建设单位拟在所有紧急停机开关处设置标识，以便发生意外，可马上按下紧急开关。当出现紧急情况时，只需按下任一紧急停机开关，则加速器高压全部切断。在紧急情况、事故处理完毕后，需将紧急停机开关本地复位，并再次完成巡检流程，才可重新启动加速器。详细位置见图 10-12、10-13 所示。

(8) 剂量联锁

建设单位拟在辐照室和主机室迷道内安装固定式辐射剂量率监测仪，并与辐照室和主机室的出入口门进行联锁。当主机室和辐照室内的辐射水平高于仪器设定的安全阈值时，主机室和辐照室门无法打开，具体位置见图 10-12、10-13。参照 HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》中给出的剂量率水平大于本底水平 3 倍以上的环境中开展测量时，可以在仪器读数稳定的情况下，记录大于等于 1 个稳定读数。所以阈值参考该值进行设置。设置机房阈值时，加速器全部切断高压或处于关机状态，测量本底值，之后以该值的三倍设定为阈值。

另外建设单位在辐照室、主机室门外以及主控室也设置剂量探头，用于监控机房外剂量率。

(9) 通风联锁

通风系统正常工作后，加速器才能出束；在通风系统未正常工作时，加速器将无法进行出束作业。在加速器正常运行过程中，当通风系统发生故障时，加速器将切断高压。

加速器的控制软件设计有正常停机后排风系统延迟关闭和安全门延迟开启系统，且控制系统具备通风时间设定功能。根据表 11 计算结果，加速器正常停止出束后，排风系统将工作 5 分钟后才可打开安全门。项目投入使用后，建设单位会

在控制系统内设置停机延迟开门时间为 5 分钟。设置完成后，在 5 分钟内，即使对排风系统发出停止工作指令，排风系统仍将有效工作 5 分钟；正常停止加速器出束后 5 分钟内，即使发出打开辐照室和控制室安全门的指令，门仍然无法打开，直到 5 分钟后才可开启安全门。

（10）烟雾报警

建设单位拟在辐照室迷道内安装烟雾报警装置。当烟雾报警器探测到火警时，会进行报警，并切断高压，加速器停止出束。火警处理完毕后，报警停止，对其复位后，重新执行开机程序，加速器方可再次开机。建设单位拟在设备月检时对烟雾报警系统有效性进行监测，对于联锁的验证，可通过引入可靠烟源，在不加载高压的情况下，触发报警，观察电源是否切断。

根据以上分析，建设单位拟建设的辐照室和加速室可满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中对安全设施的要求。

（11）在线辐射监测设施

为确保安全生产，每间加速器辐照室设计有 6 个辐射探测器作为工作场所常规监测：其中首层共两个，1 个位于首层辐照室迷路出口墙面，1 个位于首层辐照室迷路；二层共 4 个，1 个位于主控室内，1 个位于机柜室内，1 个位于主机室门洞内，1 个位于主机室外墙，具体分布情况见图 10-12、10-13。

（12）其他安全设施

除了上述辐射安全措施外，本项目还具有如下辐射安全措施：

①实时摄像监视

建设单位拟在机房内设置摄像监视系统，监控图像实时显示在主控室的监控电视上，使主控室的工作人员可清楚地观察到辐照室内电子加速器的工作情况，如发生意外情况可及时处理。摄像头位置见图 10-12、10-13，建设单位的摄像头位置设计合理。

②加速器的各控制信号联锁

电子加速器将与该加速器的各控制信号进行联锁。在加速器未出束时，只有当所有控制信号均正常时，加速器可启动进行出束作业；在加速器正常运行后，将对各控制信号时时监控，若任意控制信号出现异常，则系统将立即切断该台加速器电源，使得该辐照室内的加速器立即停止出束。

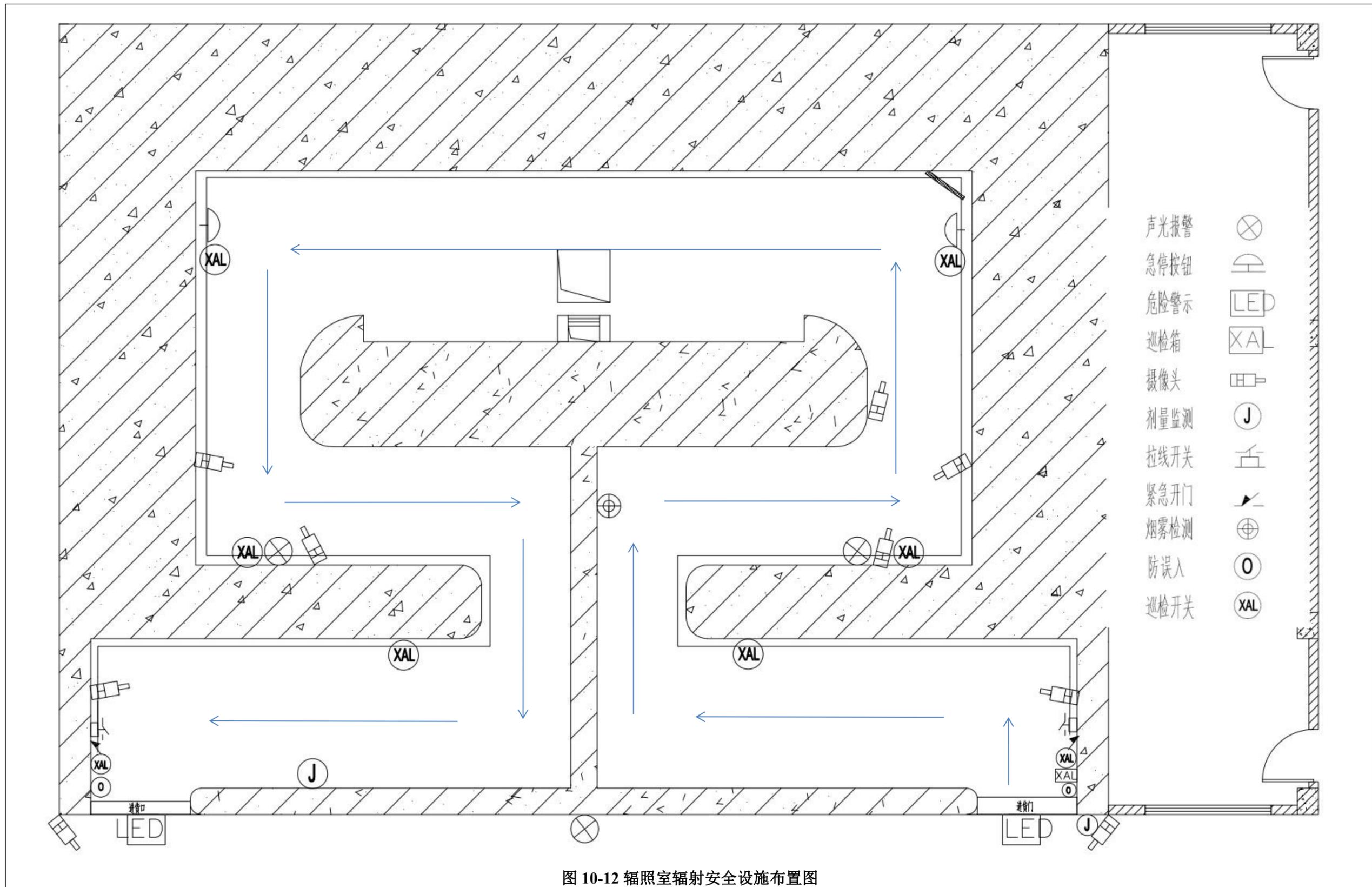


图 10-12 辐照室辐射安全设施布置图

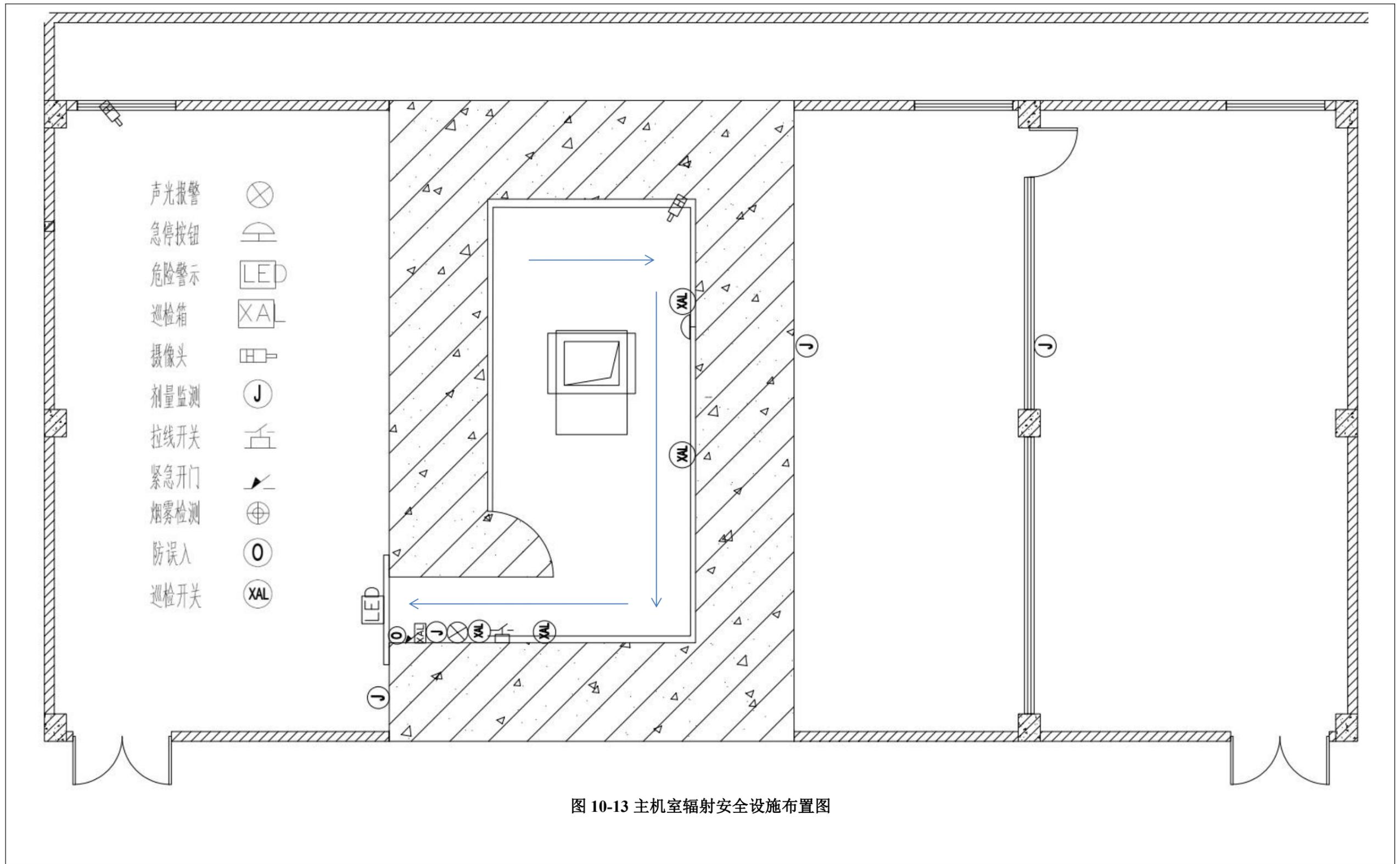


图 10-13 主机室辐射安全设施布置图

10.3.3 安全联锁

本项目拟建的电子加速器辐照装置具有多重设备安全联锁，设备安全联锁图见图 10-11。建设单位电子加速器的辐射安全措施设计合理，满足相关标准要求。在实际运行期间，建设单位需保证上述辐射防护措施严格有效执行。安全联锁发生故障时，需要对安全联锁进行维修，维修后恢复原状才可再次使用设备。设备安全联锁逻辑系统，仅设备供应商可进行更改，建设单位日常操作人员无权限更改联锁。

10.3.4 辐射监测设备

除了上述的在线辐射环境监测设施，建设单位还拟配备个人剂量计，个人剂量报警仪和辐射巡测仪，详见表 10-2 所示。

表 10-2 建设单位配备辐射监测设备

序号	名称	型号	数量
1	个人剂量计	TLD 型	每人 1 个
2	个人剂量报警仪	待定	4 台
3	辐射巡测仪	待定	2 台（一备一用）

项目正式运营后，建设单位均会按照要求使用辐射探测仪进行监测，按照要求佩戴个人剂量计和报警仪。建设单位配备的辐射防护及设备可以满足其使用需求。评价项目投入运营后，建设单位应定期对个人剂量报警仪和辐射巡测仪进行校准。

10.4 通风设施

建设单位每间加速器机房均设有 1 套专门的通风系统，辐照室内拟配备两台风机，每台风机的排风量均大于 10000m³/h，辐照室净容积均为 270m³/h，则通风换气次数为 37 次/h。电子加速器设备正常生产时，开启一台风机，当设备停束后，两台风机同时开启。辐照室内为自然进风方式，辐照室内设置 2 处排风口，其中 1 处排风口位于受照区域正下方，设计为吸风地槽，另 1 处位于 I 型迷道墙内侧处，设计为独立的排风竖井，距地面高 1m，废气经 2 处排风口汇集后，通过地埋式（埋深 1.2 米）排气管道穿墙进入风管道高空排放。管道直径为 600mm，S 型穿墙方式，排气筒高度约 25m，高于周围 50m 范围建筑物屋脊，加速器辐射室排风管道设计图见图 10-4。

10.5 设备日常检查和维修维护防护措施

在设备出现故障，或对设备进行维护检修时，需请专业的维修维护人员前来进行维修维护操作，并且需严格执行下述步骤：

1. 提前制定维修维护计划，并及时告知辐射工作人员；
2. 维修维护人员在控制室与辐射工作人员确认无异常情况，可以开始维修维护；

3. 辐射工作人员通过视频信号等方式，时刻注意维修维护的正常进行；
4. 维修维护人员在控制室按下加速器的急停按钮，保证两台设备均不可开机均不可开机；
5. 维修维护人员佩戴处于开启状态下运行良好的个人剂量报警仪和个人剂量计；
6. 维修维护人员携带加速器的开关钥匙打开辐照室的防护门，并随身携带钥匙，在辐照室门口放置设备维修中的警示牌；
7. 维修维护人员按下辐照室内的全部急停按钮并拉下拉线开关；
8. 在执行完上述步骤后，维修维护人员方可进行设备维修维护。

建设单位在设备的维修维护过程中，需严格执行上述步骤，杜绝维修维护过程中，由于辐射工作人员不知情，维修维护人员未执行安全措施，导致加速器出束误照射的事故。维修维护结束后，急停按钮和拉线开关需于本地复位后，加速器才能正常启动出束。

10.6 小结

参照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）各项具体要求，对本项目具体的辐射防护设施及措施与标准对照分析，详见表 10-3。

表 10-3 评价项目落实对照表

HJ979-2018 要求	设计情况
4.1.2 按照 GB18871 的规定，电子加速器辐照装置的工作场所分为：控制区，如主机室和辐照室及各自出入口以内的区域；监督区，如设备操作室、未被划入控制区的电子加速器辐照装置辅助设施区和其他需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。	建设单位拟分别对 2 间加速器辐照室进行分区管理，按照标准要求，将加速器辐照室屏蔽墙内部划分为控制区，主控室等未被划入控制区的电子加速器辐照装置辅助设施区和其他屏蔽墙 30cm 外划定为监督区，满足要求。
4.1.3 在控制区出入口处和其它必要的地方，应设立醒目的、符合 GB18871 规定的警告标志。	建设单位拟分别在 2 间加速器辐照室墙体及其他醒目位置张贴电离辐射标志，设置警示灯，显示设备工作状态。
4.1.4 使用手册、操作规程和应急程序等文件以及关键的安全部件标识和安全标识都应使用中文。	建设单位在确定供应商，将与供应商确认，保证设备使用手册和操作规程为中文。建设单位经建立应急文件，使用中文。所有标识及均将使用中文。
4.2.2 辐射屏蔽设计 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 2.5 μ Sv/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	建设单位对加速器辐照室进行辐射屏蔽设计，根据表 11 分析，可满足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 μ Sv/h。通过进一步估算可知，辐射工作人员和公众年受照剂量可

个人剂量约束值规定。	满足评价报告设定的剂量约束值。
<p>6.1 连锁要求</p> <p>在电子加速器辐照装置的设计中必须设置功能齐全、性能可靠的安全连锁保护装置，对控制区的出入口门、加速器的开停机和束下装置等进行有效连锁和监控。</p> <p>安全连锁引发加速器停机时必须自动切断高压。安全连锁装置发生故障时，加速器不能运行。安全连锁装置不得旁路，维护与维修后必须恢复原状。</p>	<p>1) 根据本节分析，评价项目设置了各项连锁设施均安全可靠，控制区出入口，加速器开停机及束下装置均进行连锁和监控；</p> <p>2) 安全连锁均与高压连锁，发生意外情况，设备首先切断高压；</p> <p>3) 评价项目加速器安全连锁未设计旁路，安全连锁发生故障时，设备无法正常加载高压，需要恢复原状后方可运行。</p>
6.2 安全设施	
<p>(1) 钥匙控制。加速器的主控钥匙开关必须和主机室门和辐照室门连锁。如从控制台上取出该钥匙，加速器应自动停机。该钥匙必须与一台有效的便携式辐射监测报警仪相连。在运行中该钥匙是唯一的且只能由运行值班长使用。</p>	建设单位拟建的2间加速器辐照室的设备均与主机室和辐照室连锁，操作台与门使用同一把钥匙，当钥匙从控制台取出时，设备立即停机，且钥匙会与一个个人剂量报警仪相连，钥匙仅值班长可使用。
<p>(2) 门机连锁。辐照室和主机室的门必须与束流控制和加速器高压连锁。辐照室门或主机室门打开时，加速器不能开机。加速器运行中门被打开则加速器应自动停机；</p>	建设单位拟建的2间加速器辐照室均设置门机连锁，门打开后，高压切断。门打开或关闭不严时，无法加载高压；在加速器高压启动后，一旦门打开，系统高压切断。
<p>(3) 束下装置连锁。电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制必须建立可靠的接口和协议文件束下装置因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器应自动停机；</p>	建设单位拟建的2间加速器辐照室均设置束下连锁，电子辐照装置控制与束下装置控制建立可靠接口和协议文件，当出现状态偏离时，将切断高压。
<p>(4) 信号警示装置。在控制区出入口处及内部应设置灯光和音响警示信号，用于开机前对主机室和辐照室内人员的警示。主机室和辐照室出入口设置工作状态指示装置，并与电子加速器辐照装置连锁；</p>	建设单位拟建的2间加速器辐照室信号装置均设置连锁，设备运行时，控制区内和控制区外均设置灯光和音响报警信号。设置工作状态指示灯，可显示设备工作状态。
<p>(5) 巡检按钮。主机室和辐照室内应设置“巡检按钮”，并与控制台连锁。加速器开机前，操作人员进入主机室和辐照室按序按动“巡检按钮”，巡查有无人员误留。</p>	建设单位拟建的2间加速器辐照室均设置巡检按钮，遵循开门需要重新巡检，巡检需按顺序进行，巡检按钮复位后需要重新巡检逻辑运行。建设单位已制定工作流程，首次开机前和开门后均需进行巡检。
<p>(6) 防人误入装置。在主机室和辐照室的人员出入口通道内设置三道防人误入的安全连锁装置(一般可采用光电装置)，并与加速器的开、停机连锁；</p>	主机室和辐照室均设置防人误入设施，与高压连锁。加速器运行过程中触发，高压将被切断。
<p>(7) 急停装置。在控制台上和主机室、辐照室内设置紧急停机装置(一般为拉线开关或按钮)，使之能在紧急状态下终止加速器的运行。辐照室及其</p>	建设单位拟建的2间加速器辐照室均设置拉线开关、急停按钮，拉线开关与高压连锁，设备运行过程中，一旦触发将

<p>迷道内的急停装置应采用拉线开关并覆盖全部区域。主机室和辐照室内还应设置开门机构，以便人员离开控制区；</p>	<p>切断高压。拉线开关覆盖整个控制区。主机室和辐照室迷道口均设置紧急开门按钮，设备运行过程中，可从内部直接打开门。</p>
<p>(8) 剂量联锁。在辐照室和主机室的迷道内设置固定式辐射监测仪，与辐照室和主机室的出入口门等联锁。当主机室和辐照室内的辐射水平高于仪器设定的阈值时，主机室和辐室门无法打开；</p>	<p>设置剂量联锁探头，探头与门联锁。监测系统超过设定阈值时，无法从外侧打开机房门。</p>
<p>(9) 通风联锁。主机室、辐照室通风系统与控制系统联锁，加速器停机后，只有达到预先设定的时间后才能开门，以保证室内臭氧等有害气体浓度低于允许值；</p>	<p>设置通风联锁，根据计算结果，设备切断高压后，通风将持续运行 5min 后才可开门。</p>
<p>(10) 烟雾报警。辐照室应设置烟雾报警装置，遇有火险时，加速器应立即停机并停止通风。</p>	<p>设置烟雾报警联锁，设备出束过程中，发生火情，设备各辅助系统及高压系统均断电，通风系统断电。</p>
<p>6.3 其他要求</p>	
<p>6.3.1 电气系统</p> <p>(1) 必须按加速器装置及厂房建设和公用工程的供电条件设计，确保电压电流的稳定度。</p> <p>(2) 主机室、辐照室、控制室应设置应急照明系统。</p> <p>(3) 各供电系统及相关设备应有可靠的接地系统。</p> <p>(4) 凡有高压危险的部位，应设置高压联锁、高压放电保护装置。</p>	<p>(1) 加速器进行供电设计，采取专线供电，可确保电压和电流稳定度；</p> <p>(2) 机房内设置应急照明系统和发光路线指示标识；</p> <p>(3) 各供电系统及相关设备应有可靠的接地系统；</p> <p>(4) 高压位置均设置高压联锁和高压放电保护；</p>
<p>6.3.3 通风系统</p> <p>(1) 主机室和辐照室应设置通风系统，以保证辐照分解产生的臭氧等有害气体浓度满足GBZ2.1的规定。有害气体的排放应满足GB3095的规定。</p> <p>(2) 辐照室内的主排气口应设置在易于排放臭氧的位置，例如扫描窗下方的位置。</p> <p>(3) 排风口的高度应根据GB3095的规定、有害气体排出量和辐照装置附近环境与气象资料计算确定。</p>	<p>(1) 根据计算结果，评价项目气体浓度满足 GBZ2.1 的规定。有害气体的排放应满足 GB3095 的规定。</p> <p>(2) 建设单位拟建设的 2 间加速器辐照室均设置排风口，其中 1 处排风口位于受照区域正下方、另 1 处位于 I 型迷道墙内侧处。</p> <p>(3) 排风口高度根据 GB3095 的规定及周边环境和气象资料进行确定。</p>
<p>6.3.4 防火系统</p> <p>辐照室和主机室的耐火等级应不低于二级，并设置火灾报警装置和有效的灭火设施。</p>	<p>评价项目拟设置火灾报警装置，拟配备灭火设施。</p>
<p>通过以上列表对比分析，可知建设单位拟建设的机房可满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）的要求。</p>	

10.7 三废的治理

(1) 液体污染物处理方案

建设单位拟使用的 2 台电子加速器辐照装置在正常运行过程中，不会产生液体污染物。

(2) 固态污染物处理方案

建设单位拟使用的 2 台电子加速器辐照装置在正常运行过程中，不会产生固态污染物。

(3) 气态污染物处理方案

建设单位本项目拟使用的 2 台电子加速器辐照装置在工作状态时，高能电子韧致辐射产生的 X 射线会使辐照室内空气电离产生一定量的臭氧、氮氧化物等有害气体。辐照室均安装有机械排风装置，通过专用排风管道，可以将气态污染物高空排放，保护工作人员的安全健康，减少臭氧对设备的腐蚀。机房内保持微负压，避免臭氧溢入机房外。设备通风设置联锁，设备切断高压 5min 内无法从外部打开机房门，根据计算结果，5min 后开门，机房内臭氧浓度可满足《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）规定工作场所空气中臭氧容许浓度限值为 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响分析

本次项目的建设过程中，需要对现有场地进行平整、新建、建筑装饰、设备安装等，需要考虑施工阶段的声环境、水环境和固体废弃物的影响。

11.1.1 声环境影响分析

该评价项目施工期的噪声主要来自土建施工、装修、相关设施的安装调试等几个阶段中，但该评价项目的建设工期短，影响期短暂，影响范围小，施工主要是在本建设单位内，对周围环境影响小，随施工结束而消除，因此，在施工期间合理安排施工时间，夜间禁止高噪声机械作业后，对周围的影响不大。

11.1.2 环境空气影响分析

在整个施工期，涉及材料运输、装卸和土建等过程，可能会产生扬尘，受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性大。但工程施工结束后即可恢复。

11.1.3 水环境影响分析

本工程施工污水主要是少量施工废水。施工废水含泥沙和悬浮物，直接排出会阻塞排水沟和对附近水体造成污染，对此，施工单位应对废水进行澄清处理，清水外排，淤泥妥善堆放。

11.1.4 固体废物影响分析

施工期间固体废物主要为建筑垃圾，建筑垃圾若不妥善处置则会产生环境影响。施工期的建筑垃圾应分别堆放，并委托相关部门妥善处理，及时清运或定期运至环卫部门指定的地点安全处理处置，可以使工程建设产生的垃圾处于可控制状态。

综上所述，本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。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 计算源强

建设单位拟在2间加速器辐照室内各安装使用1台电子加速器辐照装置从事辐照加工，两台加速器参数相同，两间机房的设计以及其他辐射防护措施也相同。因此根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)本次项目对其中1间加速器辐照室的屏蔽性能进行理论计算。

本项目拟使用的2台电子加速器参数见表11-1所示。

表 11-1 拟安装设备情况

名称	型号	最大能量	束流/功率	束流损失
电子加速器	ProAcc-10/20	X射线：无 电子线：10.0 MeV	2mA/20kW	2%

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)中表 A.1 X射线发射率可知，10.0MeV的单能电子入射到高Z厚靶($Z>73$)上，在距靶1m处的侧向 90° 方向上，X射线发射率 $Q=13.5 \text{ Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

(1) 辐照室

一层辐照室外辐射环境受韧致辐射初级X射线和散射X射线影响。无论散射前X射线能量多大，发生散射角为 90° 的康普顿散射后X射线能量不超过0.511MeV，同时散射的剂量随散射距离增加而减小。考虑初级及散射X射线能量相差较大，一层辐照室屏蔽墙体外辐射环境主要考虑初级X射线，忽略次及多次散射X射线的贯穿透射影响。辐照室迷道口的辐射防护屏蔽评价考虑初级X射线贯穿屏蔽墙体后的透射以及经迷道多次散射后到达迷道口的散射线叠加影响。

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)，距离X射线辐射源1m处的标准参考点的吸收剂量率 D_{10} 可根据式1进行计算。

$$D_{10} = 60QIf_e \quad (1)$$

其中，Q为X射线发射率($\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)；

I为电子束流强度(mA)，对于辐照室束流强度取100%，对于主机室束流损失取1%；

f_e 为X射线发生修正系数，被辐照的靶材料为“混凝土”时， 0° 方向的修正系数取0.5， 90° 方向的修正系数为0.3。本设计中为保守计算取值0.5。

(2) 主机室

辐照室上方设计为人员可达区域，方便检修维护。二层主机室内的辐射场由三部分叠加：

①一层辐照室内与入射电子束成 105°至 180°方向的韧致辐射初级 X 射线及多次散射 X 射线；

②一层辐照室内的 0°方向上产生的韧致辐射初级 X 射线，经辐照室底部 180°向散射后的次级 X 射线，通过辐照室室顶上的孔洞直接照射入主机室内形成的散射辐射场。由于沿与电子束入射方向成 180°方向的次级 X 射线能量较低，且会受到加速器底部钢筒屏蔽，可忽略不计。

③尚未加速到最高能量的电子在加速过程中束流损失而与钢筒作用产生的束流损失辐射场。本项目设备束流损失最大值 2%，束流损失点的能量为 3MeV。

因此，加速器工作时，二层主机室屏蔽墙外考虑来自于辐照室内 105°到 180°方向的 X 射线(韧致 X 射线)贯穿辐射和束流损失。

根据以上，可计算出在 90°方向上的标准参考点的吸收剂量率，此外参考 NCRP 51 号文件可知：10MeV 电子在侧向 90°的入射电子等效能量为 6MeV。3MeV 电子在侧向 90°的入射电子等效能量为 1.9MeV。具体详见表 11-2。

表 11-2 X 射线辐射源在 90°方向上 1m 处的标准参考点的吸收剂量率 D₁₀

位置	Q (90°) Gy·m ² ·mA ⁻¹ ·min ⁻¹	束流	fe	D ₁₀ (90°) Gy/h	90°等效 能量
辐照室	13.5	2mA	0.5	810	6MeV
主机室	3.2	0.04mA	0.5	3.84	1.9 MeV

11.2.2 计算公式

(1) 屏蔽透射计算

X 射线穿过物质时呈近似指数规律衰减，屏蔽计算时首先须确定 X 射线的透射比 B_x：

$$B_x = (1 \times 10^{-6}) \left[\frac{H_M d^2}{D_{10} T} \right] \quad (2)$$

其中：

D₁₀——距离 X 射线辐射源 1m 处的标准参考点的吸收剂量率 (Gy·m²·h⁻¹)，等于 X 射线发射率

B_x——X 射线的屏蔽透射比，指在屏蔽体入射面的吸收剂量率，经屏蔽厚度按该透射比减弱，使屏蔽体的出射面剂量率达到所要求的水平；

H_M ——参考点最大允许周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$) ;

d ——X 射线源与参考点之间的距离 (m) ;

T ——区域占有因子: 1、1/4、1/16;

常数 (1×10^{-6}) 为单位转换系数。

(2) 屏蔽厚度计算

本计算采用十分之一值层法, 用屏蔽材料的十分之一值层来表示屏蔽厚度

$$B_x=10^{-n} \text{ 或 } n=\log_{10}(1/B_x) \quad (3)$$

计算屏蔽体厚度, 可以保守地估算为:

$$S=T_1+(n-1)T_e \quad (4)$$

其中:

S ——屏蔽体厚度(cm);

T_1 ——在屏蔽厚度中, 朝向辐射源的第一个十分之一值层(cm);

T_e ——平衡十分之一值层, 该值近似于常数(cm);

n ——为十分之一值层的个数。

本次屏蔽设计材料主要采用普通混凝土 ($\rho=2.35 \text{ g/cm}^3$) 和铅 ($\rho=11.34 \text{ g/cm}^3$)。

本设计所用到的上述两种材料的 T_1 和 T_e 通过参考 NCRP 51 号文件取得, 具体如下:

表 11-3 两种屏蔽设计材料的 T_1 与 T_e

X 射线能量		0.5MeV	1.9MeV	3MeV	6MeV	10MeV
普通混凝土 (2.35 g/cm ³)	T_1		22.1cm	26.1cm	35.5cm	41cm
	T_e		20.1cm	24.7cm	35.5cm	38.6cm
铅 (11.34 g/cm ³)	T_1	0.5cm				
	T_e	1.19cm				

(3) 迷道散射

对于迷道口散射剂量率可根据公式 (5) 进行计算。

$$H_{1,rj} = \frac{D_{10}\alpha_1 A_1 (\alpha_2 A_2)^{j-1}}{(d_1 d_{r1} d_{r2} \dots d_{rj})^2} \quad (5)$$

其中:

α_1 ——入射到第一个散射体的 X 射线的散射系数;

α_2 ——从以后的物质散射出来的 0.5MeV 的 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 (m^2 ,假设整个迷道的截面积近似常数, 高宽之比在 1~2 之间)；

d_1 —— X 射线源与第一散射物质的距离(m)；

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

j —— 指第 j 个散射过程。

(4) 天空反散射

根据 NCRP-151 号报告, 计算公式如下:

$$H = \frac{2.5 \times 10^{-2} \left(B_{xs} D_{10} \Omega^{1.3} \right)}{(d_i d_s)^2} \quad (6)$$

其中:

H ——在距离 X 射线辐射源 d_s 处地面, 天空反散射的 X 射线周围剂量当量率 ($Sv \cdot h^{-1}$)；

B_{xs} —— X 射线屋顶的屏蔽透射比；

Ω —— 由 X 射线源与屏蔽墙对向的立体角 (Sr)；

d_i —— 在屋顶上方 2m 处离靶的垂直距离 (m)；

d_s —— X 射线源至 P 点的距离 (m)。

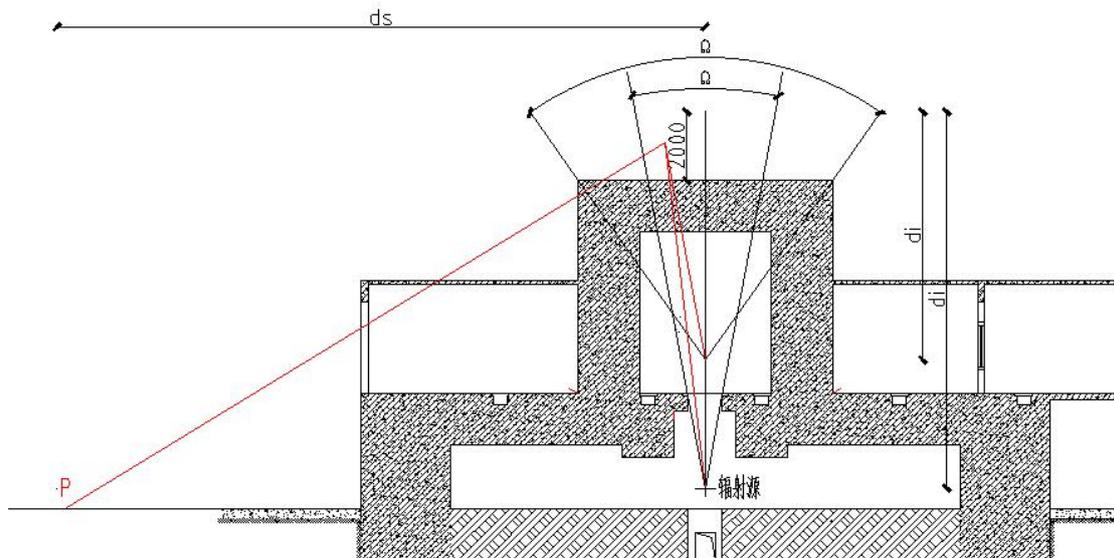


图 11-1 X 射线天空反射示意图

屋顶的屏蔽透射比 B_{xs} 为:

$$B_{xs} = 4 \times 10^{-5} \left[\frac{H_M d_i^2 d_s^2}{D_{10} \Omega^{1.3}} \right] \quad (7)$$

其中：

H_M ——公众所能达区域的最大允许周围剂量当量率 ($\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$)。

计算出屋顶屏蔽透射比 B_{xs} 后，可按公式 (3)、(4) 计算出屋顶的屏蔽厚度。

(5) 侧向散射

因评价项目拟建加速器辐照室东南侧 38m 处有高层建筑，所以对项目侧向散射进行计算。参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979—2018) 给出方法进行计算。

$$H_L = \frac{D_{10} F f(\theta)}{d_R^2} \cdot B_x \quad (8)$$

其中， H_L ——X 射线侧向散射周围剂量当量率， Sv/h ；

F ——靶上方 1 米处照射野的面积 (m^2)；

$f(\theta)$ ——X 射线的角度分布函数，查《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979—2018) 表 A.5，保守估算取 $f(40^\circ)$ 的值 0.16。

d_R ——从屋顶上方束流中心到关注点的距离 (m)；

11.2.3 理论计算结果

(1) 关注点

因机房顶部不可达，所以不对机房顶部进行计算。在机房外 30cm 人员可达处选取关注点，对其屏蔽性能进行计算，关注点选取见图 11-2 到图 11-4。因辐照室整体对称，所以仅在对称面一个位置选取关注点。

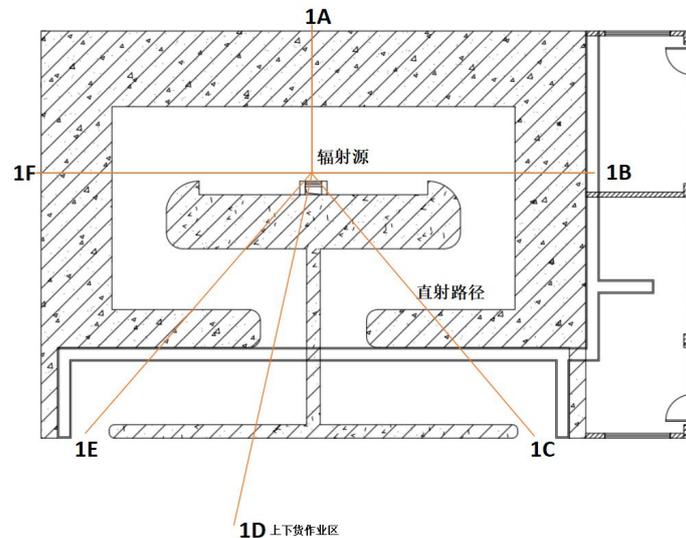


图 11-2 一层参考点示意图

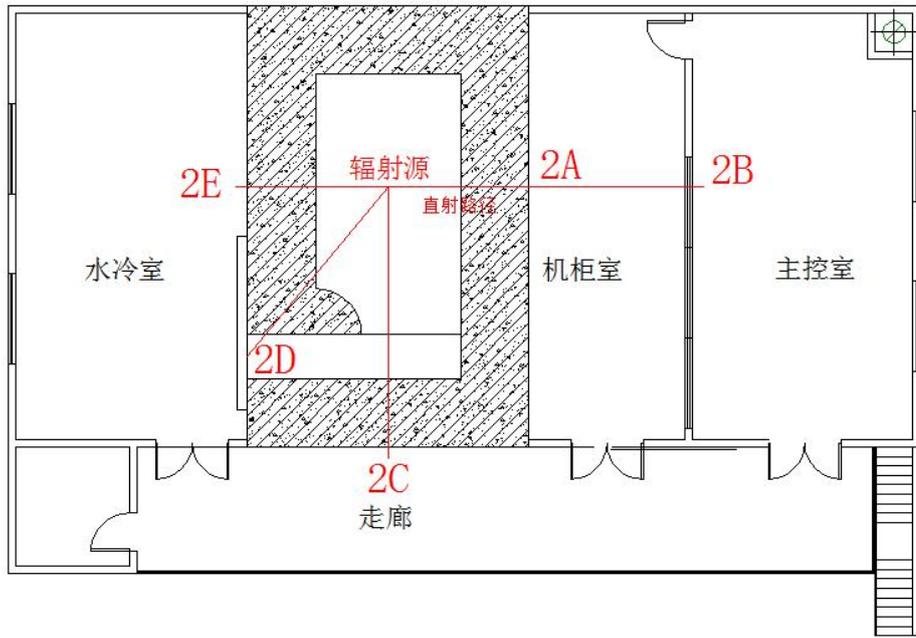


图 11-3 二层参考点示意图

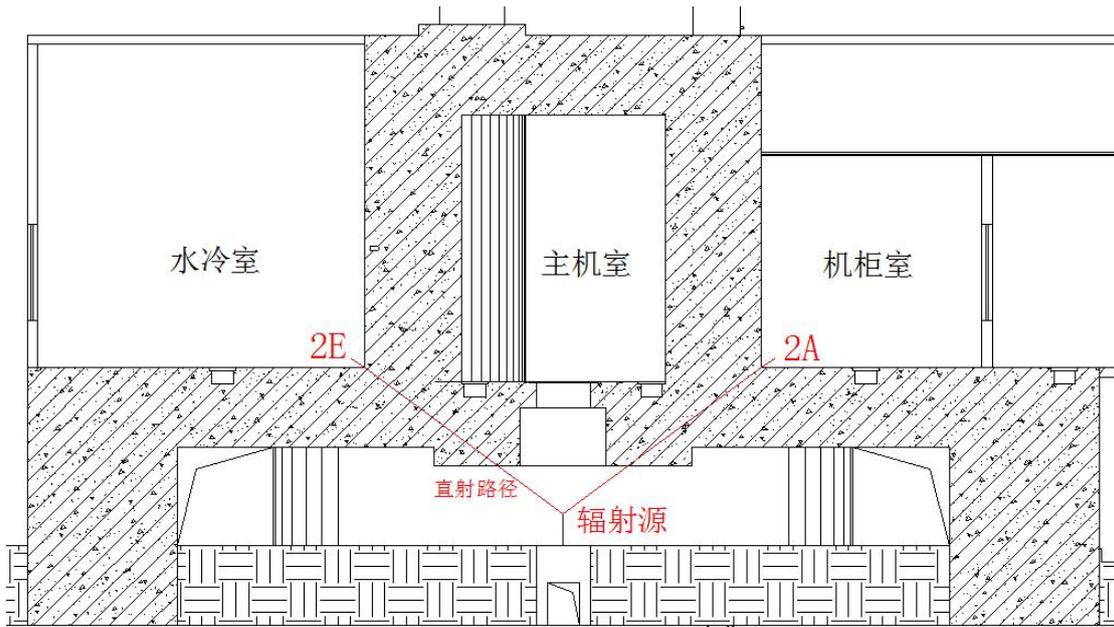


图 11-4 二层参考点侧面图

(2) 参考点周围剂量当量率

根据公式 2、3、4 计算关注点剂量率及参数见表 11-4。

表 11-4 关注点剂量率计算参数及结果

楼层	参考点	所处位置	距离 (m)	混凝土墙厚 (cm)	D_{10} ($m^2 \cdot Gy \cdot h^{-1}$)	混凝土 T_1/Te (cm)	B_x	居留因子 T	剂量率计算结果 ($\mu Sv \cdot h^{-1}$)

一层生产作业区	1A	道路(公众)	5.1	280	810	35.5/35.5	1.3×10^{-8}	$\frac{0.06}{25}$	0.025
	1B	辅助用房	10.3	260	810	35.5/35.5	4.8×10^{-8}	0.25	0.09
	1C	出货口(公众)	13.3	440	810	35.5/35.5	4.1×10^{-13}	0.25	4.6E-7
	1D	上下货作业区(公众)	14.6	265	810	35.5/35.5	3.2×10^{-8}	0.25	0.03
	1E	进货口(公众)	13.3	440	810	35.5/35.5	4.1×10^{-13}	0.25	4.6E-7
	1F	道路(公众)	10.3	260	810	35.5/35.5	4.8×10^{-8}	$\frac{0.06}{25}$	0.023
二层主机室周围	2A	机柜室	4.0	180	3.84	22.1/20.1	1.4×10^{-9}	0.25	8.3E-5
			4.9	325	810	35.5/35.5	7.1×10^{-10}	0.25	0.006
	2B	主控室	8.3	180	3.84	22.1/20.1	1.4×10^{-9}	1	7.8E-5
	2C	走廊	7.2	180	3.84	22.1/20.1	1.4×10^{-9}	$\frac{0.06}{25}$	6.5E-6
	2D	主机室入口(防护门内)	5.8	205	3.84	22.1/20.1	8.0×10^{-11}	1	9.1E-6
	2E	水冷室	4.0	180	3.84	22.1/20.1	1.4×10^{-9}	0.25	8.4E-5
4.9			325	810	35.5/35.5	7.1×10^{-10}	0.25	0.006	

注：1、参考点 2A、2E 处需考虑剂量率的叠加。2、居留因子 T：全部居留值取 1；部分居留值取 1/4；偶然居留值取 1/16。

(3) 迷道散射

散射计算主要参考点及路径如下图所示(辐照室按照最少散射四次计算)。

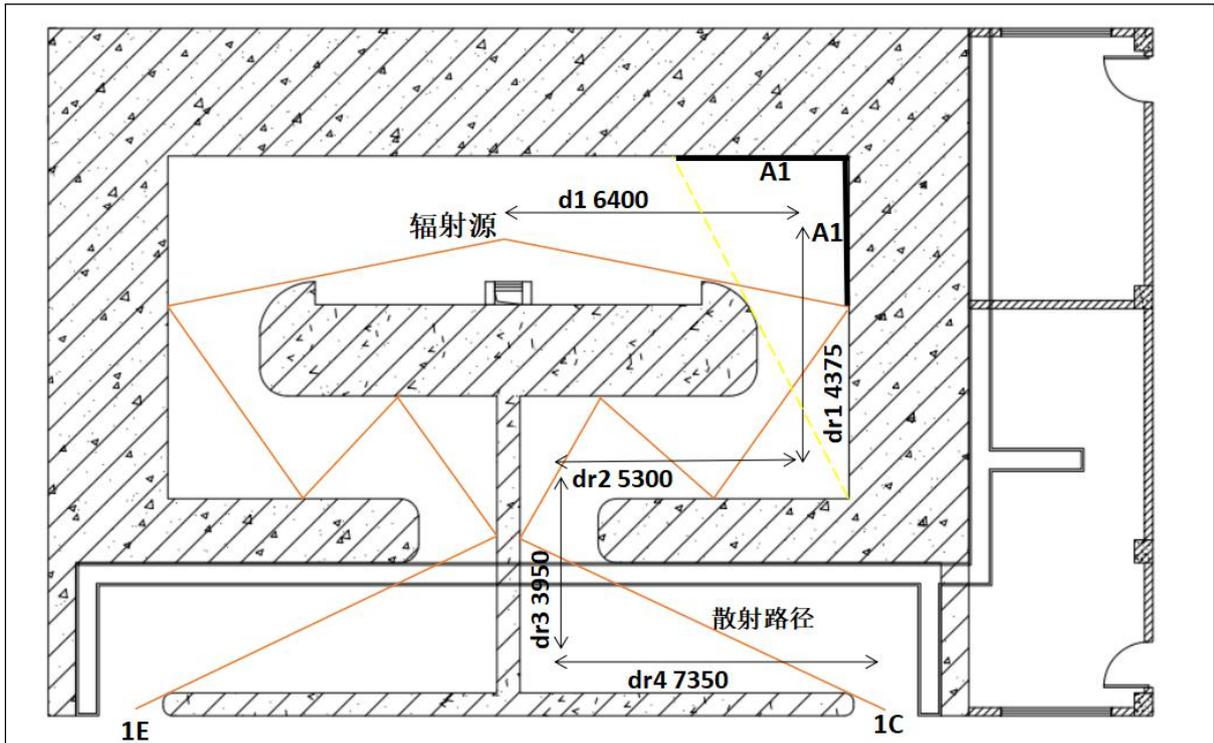


图 11-5 一层散射参考点及路径示意图

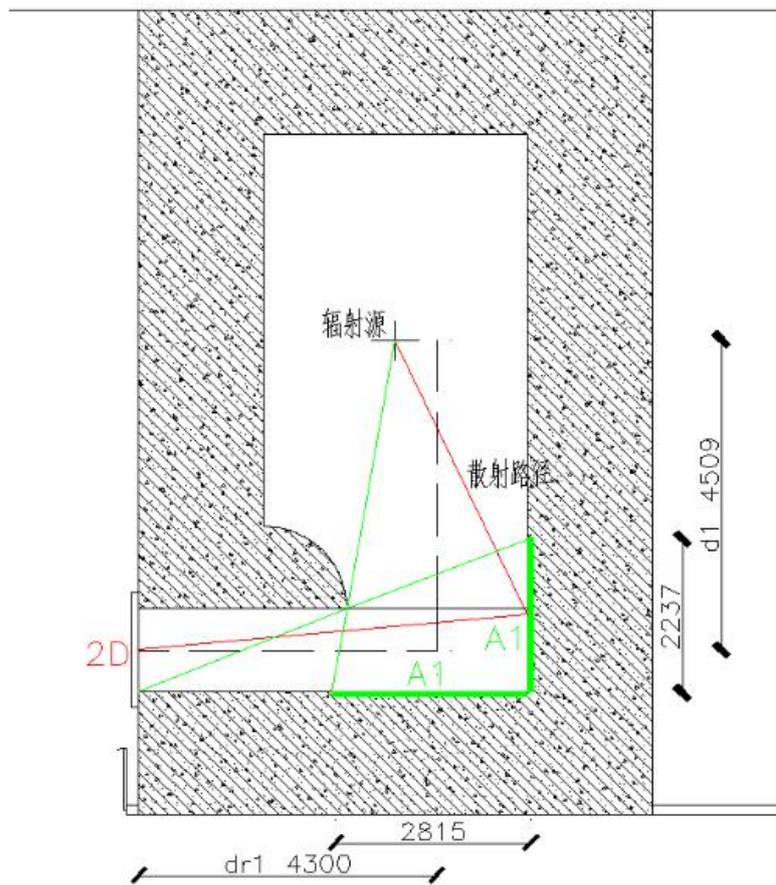


图 11-6 二层散射参考点及路径示意图

表 11-5 10MeV 电子加速器厂房参考点散射剂量率汇总

楼层	参考点	所处位置	散射次数 j	A ₁ (m ²)	路径 (d1, dr1.....drj)	辐射剂量率 (μSv·h ⁻¹)
一层生产作业区	1E	进货口	4	13.2	6.4/4.375/5.3/3.95	3.95E-5
	1C	出货口	4	13.2	6.4/4.375/5.3/3.95	3.95E-5
二层主机室	2D	主机室入口 (防护门内)	1	25.2	4.5/4.3	1.3E+3

参考以上数据，除二层防护门内参考点外，其余参考点的辐射剂量率（包含叠加后）均远小于最大允许周围剂量当量率（2.5μSv·h⁻¹），所以防护墙体的设计是合理的。主机室入口处剂量大于最大允许周围剂量当量率，因此主机室入口必须增设防护门。

(4) 防护门屏蔽计算

本项目拟安装 75mmPb 的铅防护门，由于二层主机室入口（防护门内）的散射剂量值远大于直射剂量值，以下计算按照散射剂量值进行计算，由于主机室射线经过一次散射后电子能量降低至 0.5MeV，因此防护门屏蔽计算选用铅材料在 0.5MeV 下的 T₁ 与 T_e 值：

$$B_x = H_0 / H_m \quad (8)$$

H₀——为屏蔽门外侧辐射剂量率

H_m——为屏蔽门内侧辐射剂量率

表 11-6 防护门屏蔽计算结果

参考点	所处位置	H _m μSv·h ⁻¹	铅 (T ₁ /T _e) cm	n	B _x	H ₀ μSv·h ⁻¹
2D	防护门外侧	1.3E+3	0.5/1.19	6.88	1.58×10 ⁻⁷	1.3E-4

可以看出：增加 75mmPb 的铅防护门屏蔽后，防护门外侧剂量率小于最大允许周围剂量当量率（2.5μSv·h⁻¹），所以本项目对铅防护门的设计是可行的。

(5) 天空反散射

假设 P 点位于公众所能达区域，区域居留因子取 1，因此 P 点的周围剂量当量率为(散射路径参见图 10-1)：

$$H_m = 0.1 \text{mSv} / (7000 \text{h} \times 1) = 1.43 \times 10^{-2} \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$$

表 11-7 天空散射计算结果

楼层	D ₁₀ (Gy·h ⁻¹)	屋顶厚度 (m)	Ω	d _i (m)	d _s (m)	B _x	H ₀ (μSv·h ⁻¹)	H _M (μSv·h ⁻¹)	计算结果
二层 主机室	3.84	1.5	2.14	7.5	20	4.33 E-8	4.98E-7	1.43×10 ⁻²	H ₀ <H _M
一层 辐照室	810	1.5	0.42	11	20	5.95 E-5	8.13E-3	1.43×10 ⁻²	H ₀ <H _M

(5) 侧向散射

因评价项目东南侧有高层建筑，保守估算 f (θ) 取 40° 的值 0.16。

根据公式 8 计算参数及结果见表 11-8 所示。

表 11-8 侧向散射计算参数及结果

位置	D ₁₀	F	f (θ)	d _R (m)	t(m)	T1(m)	Te(m)	H _L (μSv/h)
辐照室	810Gy/h	0.16m ²	0.16	59	1.5	0.355	0.355	3.2×10 ⁻⁷
主机室	3.84Gy/h	24m ²	0.16	59	1.5	0.221	0.201	1.5×10 ⁻⁹

根据以上计算结果当设备运行时，由于侧向散射对周边高层建筑的影响，对综合楼中公众附加剂量率最大值为 3.2×10⁻⁷μSv/h。

综上所述，根据设计方案估算评价项目机房可满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)中规定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 μSv/h 的要求。

11.2.4 个人剂量分析

(1) 辐射工作人员

建设单位拟采取两班轮换制工作，每名辐射工作人员年工作时间为 3500 小时。为了保守估算，取以上理论计算预测结果中的最大值 B 点剂量率 0.09 μSv/h 进行估算。居留因子均取 1，则辐射工作人员年有效剂量为

$$0.09 \times 10^{-3} \text{mSv/h} \times 3500 \text{h} = 0.315 \text{mSv}$$

辐射工作人员的年受照有效剂量为 0.315mSv，低于本评价报告提出的辐射工作人员年有效剂量约束值（不超过 5mSv/a）。

(2) 公众

根据表 7 中列出的保护目标，分别估算保护目标内的公众本项目照射的年有效

剂量。根据建设单位提供资料，以最大负荷计，建设单位预计该加速器辐照系统采用连续作业方式，平均每天每台工作（出束）约 20 小时，平均年运行时间为 350 天/年，全年辐照系统出束约 7000 小时。对于公众，保守估算，以上述计算结果中 B 点剂量率 $0.09 \mu\text{Sv/h}$ 进行估算，再根据剂量率与距离平方成反比，详细计算结果见表 11-9。

表 11-9 公众剂量估算参数及结果

人员类型	距离 (m)	剂量率衰减后 $\mu\text{Sv/h}$	居留因子	年有效剂量 mSv/h
辐照加工厂房	9.5	$0.09*0.3/9.5^2$	1	<0.001
建设单位综合楼	38	$0.09*0.3/38^2$	1	<0.001
建设单位值班室	50	$0.09*0.3/50^2$	1	<0.001
建设单位新材料制备厂房	42	$0.09*0.3/42^2$	1	<0.001
建设单位厂区内其他工作场所	四周 1m~50m, 取 1m	$0.09*0.3/1^2$	1/16	0.011
广东德森环保科技有限公司	8.5	$0.09*0.3/8.5^2$	1	<0.001

从表 11-9 可见，公众的年受照有效剂量最大为 0.011mSv ，低于本评价报告提出的公众年有效剂量约束值（不超过 0.1mSv/a ）。以上数据是偏保守的估算结果，实际情况中工作人员和公众受照累计剂量均低于以上估算值。

11.2.5 臭氧分析

空气在辐射照射下产生臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x) 等有害气体。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，所以主要是考虑臭氧的产生及其防护。

国家标准“GBZ2—2002”中规定工作场所的臭氧最大允许浓度为 0.3mg/m^3 。辐照室内所产生的臭氧主要靠通风换气来控制，每个加速器辐照室均需安设排风系统，相关计算如下：

(1) 臭氧产生率

单位时间平行电子束产生 O_3 的质量 (P) 为：

$$P=45dIG \text{ (mg/h)} \quad (9)$$

上式中：

I ——为电子束流强度，mA；

d ——为电子在空气中的行程，cm；

G ——为空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O_3 分子数，取 10。

(2) 臭氧平衡浓度

在加速器运行期间会不断产生臭氧，考虑到室内连续通风和臭氧自身的化学分解（有效化学分解时间约为 50 分钟），辐照室空气中臭氧的平衡浓度随辐照时间 t 的变化为：

$$C(t) = \frac{PT_e}{V} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_e}} \right) \quad (10)$$

式中：

$C(t)$ ——辐照室空气中在 t 时刻臭氧的浓度， mg/m^3 ；

T_e ——对臭氧的有效清除时间，h；

$$T_e = \frac{T_V \times T_d}{T_V + T_d} \quad (11)$$

T_V ——辐照室换气一次所需时间，h；

T_d ——臭氧的有效化学分解时间，约为 50 分钟。

此种情况下， $T_V \ll T_d$ ，因而 $T_e \approx T_V$ 。当长时间辐照时，则辐照室内臭氧平衡浓度为：

$$C_s = \frac{PT_e}{V} \quad (12)$$

(3) 臭氧排放

加速器长期运行后，辐照室内臭氧浓度达到饱和状态。当加速器停止运行后，风机运行，此次浓度变化参考以下公式：

$$dC/dt = -C/T_e \quad (13)$$

当 $t=0$ 时，

$$C = C_s$$

得到

$$C = C_s e^{-\frac{t}{T_e}}$$

上式中：

t ——为使室内臭氧浓度低于规定的浓度所需时间。

关闭加速器后风机运行的持续时间公式为：

$$t = -T_e \ln \frac{C}{C_s} \quad (12)$$

上式中 C ——臭氧的最大容许浓度。

(4) 相关计算结果

表 11-10 臭氧排风计算结果

臭氧最大容许浓度 (mg/m ³)	单台风机 排风量 (m ³ /h)	O ₃ 产生率 P (mg/h)	有效清 除时间 T _e (h)	平衡浓度 C _s (mg/m ³)	辐照室 体积 V (m ³)	关机后风机 运行时间 t (min,单台)
0.3	10000	1.08×10 ⁵	0.026	10.8	270	6

建设单位拟为每个辐照间配备两台风机（一用一备），单台风机排风量不小于 10000 m³/h；当电子加速器设备正常运行时，需开启一台臭氧风机，当设备停止运行后，需同时开启两台臭氧风机至少 5 分钟后，人员方可进入辐照室内。

室内臭氧通过排风系统排入外环境，常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

11.3 事故期间的风险分析

本项目是在有实体边界的辐照室内使用射线装置，项目开展期间可能发生的辐射事故及风险主要为人员误入辐照室引起误照射。事故的发生主要是在管理上出问题，辐射工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求做好各种相应的辐射防护措施，并定期检查辐照室的辐射屏蔽和各项辐射安全措施的性能，及有关的安全警示标志是否正常工作，避免人员误入正在工作中的辐照室和其它安全事故。

11.3.1 可能发生的事

评价项目可能发生的辐射安全事故如下：

①安全连锁失效，人员可能在防护门未关闭时误入主机室或辐照室，如果这时运行加速器，则可能造成误照事故；

②辐照室或主机室中仍有其他人员未撤离时，操作人员未严格按照操作规程确认机房中环境便运行加速器，则会造成机房中人员受误照射；

③加速器设备出现故障时(如直流高压发生器故障)，可能导致加速器的加速管外产生射线，造成误照事故；

④设备维护或维修调试过程中，工作人员错误操作，接通电源并出束，造成误

照事故。

11.3.2 事故等级

射线装置只有在开机状态下才会产生 X 射线，环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线超剂量照射。一旦切断电源，射线装置便不会产生 X 射线。通过对本项目电子加速器的运行分析，最可能产生的事故为：有人员在辐照加工区内，操作人员在不知情的情况下开机造成误照射，导致人员受到超过剂量限值的照射。

依据国务院 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条辐射事故分级原则，将项目的环境风险因子、潜在危害及可能发生的事故等级列于下表中。

表 11-11 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

环境风险因子	危害结果	事故的等级
X 射线	射线装置失控导致人员受超照年剂量限值的照射	一般辐射事故
	射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾	较大辐射事故
	射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾	重大辐射事故
	射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡	特别重大辐射事故

11.3.3 事故处理

①立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间启动紧急开关，停止射线装置出束，并启动应急预案。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

③及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理。这样，可缩小事故影响，减少事故损失。

④事故处理后应收集资料，及时总结报告。建设单位对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的医学检查及结果；采取的纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

11.3.4 事故预防

通过前文对本项目的辐射安全设施的分析可知，为防止辐射事故的发生，本项目设计了可靠的实体屏蔽和一系列有效的辐射安全设施，为本项目的安全运行提供了基础条件。

作为使用者和管理者，建设单位还应通过安全管理进一步防止辐射事故的发生。

①建设单位定期检查辐照室的联锁装置、紧急停机开关、报警灯、通风系统和冷却水系统等安全设施及其它各项辐射安全与防护设施，保证各项辐射安全与防护设施的正常运行。相关辐射安全与防护设施出现故障或失效时，应停止辐照装置的运行并及时维修，严禁设备带故障运行。

②制定详细的安全管理制度和安全操作规程，严格按照操作规程进行作业，确保安全。

③加强辐射工作人员的辐射安全教育和培训，确保辐射工作人员具备良好的辐射安全文化素质和专业知识。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境管理机构的设置

根据《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》（环境保护部 2008 第 3 号令）的相关规定，使用 I、II、III 类放射源，I、II 类射线装置的工作场所，应当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。

本评价项目目前属于筹建阶段，相关操作人员和安全管理人员仍未到位，但建设单位已初步成立了辐射防护管理领导小组框架。建设单位承诺，在落实本项目的相关人员后，将进一步完善辐射防护管理领导小组，落实各岗位的人选。辐射防护管理领导小组的主要职责为：

1. 制定并完善辐射安全管理相关制度，确保相关制度的落实。
2. 组织实施辐射工作人员的辐射安全与防护培训、职业健康检查及个人剂量检测工作，建立个人健康监护档案。
3. 定期对辐射工作场所和设备进行辐射防护检测、监测和检查。
4. 定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查辐射工作人员的技术操作情况，管理制度落实情况，指导做好辐射工作场所管理和人员防护，杜绝辐射安全事故的发生。
5. 制定辐射事故应急处理预案，并定期（每年一次）组织辐射事故应急演练。
6. 对本单位的核技术利用项目的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

建设单位的辐射安全与环境管理机构的设置可以满足相关标准要求。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》（环境保护部 2008 第 3 号令），使用 II 类射线装置的单位应有健全的操作规程、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、监测方案等，有完善的辐射事故应急措施。

建设单位已初步制定了《辐射安全防护制度》、《电子加速器车间人员安全防护规定》、《辐射工作人员岗位职责》、《电子加速器操作规程》、《辐照安全档

案管理办法》、《辐射工作人员培训管理办法》、《辐射工作剂量监测方案》、《辐射防护设施管理办法》和《辐射安全事故应急预案》等一系列制度(详见附件 3、附件 4),通过管理制度规定了辐射工作人员、辐射工作场所和射线装置的管理,以及人员培训制度以及监测方案。

建设单位已初步建立了辐射安全管理制度,评价项目落实后,建设单位应根据实际情况对辐射安全管理制度进行修订,落实人员责任,使其在辐射安全管理中发挥效能。建设单位制定的辐射安全管理规章制度满足相关标准要求。

12.3 辐射工作人员的培训

根据环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(2011 年)第三章——人员安全和防护,使用射线装置的单位,应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲,对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训,并进行考核;考核不合格的,不得上岗。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)自 2020 年 1 月 1 日起,新从事辐射活动的人员,以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员,应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。

建设单位现阶段项目在筹备阶段,将在项目落实前,组织拟配备辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名参加相应类别的辐射安全与防护培训,培训完成后,报名参加考试,取得合格证后才可上岗。考试合格证有效期为 5 年,期满后,将组织人员重新培训并参加考核。另外,建设单位将定期组织内部和外部技术培训,使得人员对技术及辐射安全防护更加了解。

12.4 其他辐射安全措施

建设单位将对本单位的辐射安全和防护状况进行年度评估,并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

12.5 辐射监测

(1) 环保措施竣工环境保护验收

评价项目竣工 3 个月内,建设单位应当按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号)的规定,对配套建设的环境保护设施进行验收。建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况,编制验收监测报告。如验收过程中需进行整改的,验收期限可以适当延期,但最长不

超过 12 个月。

建设单位不具备编制验收监测报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制，建设单位对受委托的技术机构编制的验收监测报告结论负责。建设单位在验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环保设施的建设和调试情况，不得弄虚作假。

除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

本次建设项目经验收合格，方可投入生产或使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或使用。

验收过程中，需要进行验收监测，监测情况见表 12-2。

表 12-2 验收监测

检测因子	周围剂量当量率
点位	1) 通过巡测,发现的辐射水平异常高的位置, 并进行重点监测; 2) 加速器屏蔽体外 30cm 处, 距离地面 1m 处进行监测; 3) 安全门外及四周 30cm 处; 4) 主机室, 线缆穿墙孔外侧和通风管道外侧; 5) 南侧值班室和东南侧综合楼以及配电房以及辐射新材料制备厂房竣工后, 应布点监测; 6)其他周围环境敏感点。
限值	辐射剂量率的限值为 2.5 μ Sv/h,周边环境点位应根据检测值和工作时间计算可满足公众剂量限制 0.1mSv/a。

验收时，建设单位的验收小组应依据本环评报告，对照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）针对各项辐射安全措施进行核查。若与环评报告或标准不一致的，应立即整改，在整改完成前，不得将加速器设备投入使用。

验收时，建设单位的验收小组需清点下述设备：辐射剂量率仪，个人剂量报警仪，验收小组需确保已配备相应数量的上述设备。若相关设备尚未配备，建设单位应立即配备上述设备；在相关设备未配备齐全的情况下，不得将加速器投入使用。

（2）日常自行监测

建设单位针对本项目，拟配备 1 台辐射剂量报警仪。建设单位拟采取日检查、月检查和半年检查的方式，对本项目进行日常自行监测，确保项目的正常安全开展。

日检查：建设单位拟每天对本项目的下述设备进行检查，发现异常情况时，将暂停使用电子加速器，在排除异常情况后才会再次启用加速器。具体检查内容包括：

- ①工作状态指示灯、报警灯和应急照明灯；
- ②辐照装置安全联锁控制显示状况；

③个人剂量报警仪和便携式辐射监测仪器工作状态；

④视频监控图像显示状况。

月检查：建设单位拟每月对本项目的下述设备进行检查，发现异常情况时，将暂停使用电子加速器，在排除异常情况后会再次启用加速器。具体检查内容包括：

①辐照室内固定式辐射监测仪设备运行状况；

②控制台及其他所有紧急停止按钮；

③通风系统的有效性：风机运行过程中声音较大，直接开启风机即可验证风机是否正常工作，建设单位应定期对排风口排风情况进行检测；

④验证安全联锁功能的有效性：安全联锁均为间接或直接切断高压，通过设备信号柜中测定反馈信号，以确认安全联锁功能是否有效；

⑤烟雾报警器功能正常：因烟雾报警系统位于机房内部，所以在关机情况下，通过观察烟雾报警器的警示灯，判定烟雾报警器是否正常工作，也可采取引入可靠性烟源的方式对烟雾报警器进行测试。

半年检查：建设单位拟每半年对本项目的下述设备进行检查，发现异常情况时，将暂停使用电子加速器，在采取措施排除异常情况后会再次启用加速器。具体检查内容包括：

①配合年检的检测：建设单位拟配备便携式辐射剂量率仪，每六个月使用便携式辐射剂量率仪，对各个辐照室屏蔽体外和加速器设备外表面进行辐射防护自行监测。监测情况见表 12-3。

表 12-3 自行监测情况

检测因子	周围剂量当量率
点位	1) 通过巡测,发现的辐射水平异常高的位置, 并进行重点监测; 2) 机房屏蔽体外 30cm 处, 距离地面 1m 处进行监测; 3) 安全门外及四周 30cm 处; 4) 主机室, 线缆穿墙孔外侧和通风管道外侧。
限值	机房外 30cm 处周围剂量当量率限值为 2.5 μ Sv/h

若出现辐射剂量率超标的情况，需立即停止加速器的运行，同时查找原因，进行整改，直到监测结果达到正常合理水平后方可再次开展项目。若整改过程涉及屏蔽体，需编制辐射安全分析报告，确保满足相关法律法规要求后，方可再次启用电子加速器。

②全部安全设备和控制系统运行状况。

建设单位承诺将严格落实运行日志的记录，记录与装置有关的重要活动事项并保存日志档案。记录事项包括以下内容：

- 1) 运行工况；
- 2) 辐照产品的情况；
- 3) 发生的故障及排除方法；
- 4) 外来人员进入控制区情况；
- 5) 个人剂量计佩戴情况；
- 6) 个人剂量、工作场所和周边环境的辐射监测结果；
- 7) 检查及维修维护的内容和结果；
- 8) 其它需要记录的内容。

(3) 年度常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令 2011 年）的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。

建设单位将严格执行辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对机房的辐射工作场所进行监测。检测点位见表 12-4。

表 12-4 年度监测情况

检测因子	周围剂量当量率
点位	1) 通过巡测,发现的辐射水平异常高的位置, 并进行重点监测; 2) 加速器屏蔽体外 30cm 处, 距离地面 1m 处进行监测; 3) 防护门外及四周 30cm 处; 4) 主机室, 线缆穿墙孔外侧和通风管道外侧; 5) 南侧值班室和东南侧综合楼以及配电房以及辐射新材料制备厂房竣工后, 应布点监测; 6)其他周围环境敏感点。
限值	机房外 30cm 处剂量限值为 $2.5 \mu\text{Sv/h}$, 周边环境点位应根据检测值和工作时间计算可满足公众剂量限制 0.1mSv/a 。

年度监测数据将作为本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

建设单位应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》编制年度评估报告，年度评估报告应包含以下内容：

(一) 辐射安全和防护设施的运行与维护情况：对照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)对项目运行与维护情况进行总结；

(二) 辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；

(三) 辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；

(四) 射线装置台账；

(五) 场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；

(六) 辐射事故及应急响应情况；

(七) 核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；

(八) 存在的安全隐患及其整改情况；

(九) 其他有关法律、法规规定的落实情况。

(4) 辐射工作人员个人剂量监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部第18号令)、《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)要求,使用放射性同位素与射线装置的单位,应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准,对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测;发现个人剂量监测结果异常的,应当立即核实和调查,并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。建设单位拟为辐射工作人员配置TDL个人剂量计和辐射剂量报警仪上岗,TDL个人剂量计拟每季度送检,并建立个人剂量档案,终身保存。

12.6 辐射事故应急

为有效预防和处理可能发生的辐射安全事故,强化辐射事故应急处理责任,最大限度地控制事故危害,建设单位制定了《辐射事故应急预案》(见附件4)。

制度中明确了人员辐射应急领导小组责任:1)审批公司辐射事故应急预案;2)决定辐射事故的启动和终止;3)指挥和协调辐射事故应急组织体系中各部门应急准备和响应行动,指挥辐射事故应急工作小组进行应急工作;4)负责发布辐射事故的信息;5)负责与公安部门和生态环境主管部门等的接口工作,上报辐射事故具体情况;6)负责组织评价辐射事故应急演练,提出改进意见和建议,并监督和跟踪改进情况;7)负责辐射事故应急保障工作。

另外,辐射事件应急处理领导小组将承担组织、开展事故现场的应急救援工作,其主要职责是定期对辐射工作场所、设备和人员的辐射防护情况进行自查和监测,发

现事故隐患时及时上报单位领导并落实整改；事故发生后立即组织相关部门和人员进行辐射事故应急处理；负责向生态环境行政部门及时报告事故情况；负责制定辐射事故应急处理具体方案并组织实施；当辐射事故中出现人员受照情况时，估算受照人员的受照剂量；负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延等工作。

建设单位《辐射事故应急预案》中给出了建设单位可能涉及事故类型和应急处理方式及应急事故流程，在事故工况下可有效处理事故，防治事故进一步扩散，将事故控制在可控范围。

表 13 结论与建议

(1) 项目概况

揭阳汇顺辐照科技有限公司厂区选址于揭阳市揭东区中德金属生态城珠江大道以西、金河南路以北地块，该地块位于中德金属生态城西南部。建设单位将在厂区东北侧的辐照加工厂房建设 2 所加速器辐照室，拟在其中分别各安装使用 1 台电子加速器辐照装置（最高电子能量 10MeV，束流 2mA，功率 20kW）开展食品、医疗器械、药物、化妆品和包装材料等消毒、灭菌辐照项目。建设单位拟安装加速器均属于 II 类射线装置。

(2) 项目选址

建设单位厂区所在地是规划的工业园区，四周均为企业的建设用地，周围 200 米范围内无中小学、幼儿园等未成年人生活、学习场所。

(3) 环境质量和辐射现状

报告表对评价项目拟建位置及周边环境进行了现场调查，并检测了所在位置及周边环境的 γ 剂量率。现场检测共布设了 20 个点位。拟建位置及周边环境 γ 辐射剂量率监测结果为 109nGy/h~122nGy/h。根据《广东省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，全省道路 γ 辐射剂量当量率标准 26.9~178.8nGy/h。其范围在全省本底水平范围内，由此可见本项目拟建区域的各监测点位 γ 辐射空气吸收剂量率未见异常，辐射剂量率属于正常水平。

(4) 工程分析与源项

通过对本评价项目的工作原理、设备组成、工艺流程的分析，确定该评价项目中主要辐射影响因子是电子线，X 射线和臭氧及氮氧化物。

(5) 辐射安全与防护设施

通过对相关技术资料分析知，评价项目可满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中对加速器辐射防护、安全操作以及防护监测的要求。

(6) 环境影响评价

根据对评价项目的辐射防护设施分析、理论分析，证明评价项目对环境的影响可满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）的要求。通过对辐射工作人员和公众的受照剂量分析，知辐射工作人员和公众的受照剂量均低于根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）而设定的本项目的约束值：工作

人员的年平均有效剂量不超过 5mSv，公众的年平均有效剂量不超过 0.1mSv。

(7) 辐射安全管理

建设单位确定了专门的辐射安全与环境保护管理机构的架构，初步明确相关部门的分工职能；制定了相应的操作规程、辐射工作人员培训计划、辐射监测方案和辐射事故应急预案等辐射安全管理制度。辐射工作人员拟参加辐射安全培训，取得合格证后方可上岗；辐射工作人员将按要求佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计每季度送检。

综上所述，评价项目在完善本次评价对该项目提出的各项要求及措施后，项目正常运行时，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从环境保护和辐射防护角度论证，建设单位核技术利用建设项目是可行的。

(8) 承诺和建议

根据对评价项目的设计方案、建设单位拟采取的各项环境保护和辐射防护措施的分析，本报告对其提出以下需要落实或进一步完善的意见：

(1) 本项目竣工后，建设单位将按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，3个月内对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入运营；未经验收或验收不合格的，不得投入使用；

(2) 落实辐射工作人员参加相关培训，保证辐射工作人员持证上岗，并佩戴个人剂量计上岗，定期送检，建立个人档案；

(3) 完善规章制度，并张贴悬挂各规章制度于控制室墙面上。

表 14 审 批

下一级环保部门预审意见			
经办人	年	月	日
		公章	
审批意见			
经办人	年	月	日
		公章	

附件 1 建设单位营业执照



营业执照

(副本) (1-1)

扫描二维码
登录国家企业信用信息公示系统
获取更多信息



统一社会信用代码
91445221MA56JUBD3R

名称 揭阳汇真福照科技有限公司

类型 有限责任公司(自然人投资或控股)

法定代表人 吴永蓬

注册资本 人民币壹仟万元

成立日期 2021年06月07日

营业期限 长期

经营范围 科技推广和应用服务；生物技术推广服务；生物技术研发、销售；技术转让；箱罩技术开发；技术推广；货物及技术进出口业务；电子产品、机械设备的研发、销售、维修；电子产品开发、生产、技术合作、技术服务；塑料制品的研究、开发、生产；电子加工作业；道路货物运输（代办）；仓储服务；自有房屋租赁（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

住所 揭阳市揭东经济开发区人民大道西侧24#地块
(汇康元药业有限公司综合楼二楼206号)

登记机关

2021年09月11日



http://www.gsxt.gov.cn

国家企业信用信息公示系统网址:

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制

附件 2 检测报告



广州乐邦环境科技有限公司

检 测 报 告

报告编号：LBHJ-2022-007-DL22007

项目名称：揭阳汇顺辐照科技有限公司电子加速器
辐照加工项目辐射环境现状检测

检测类别：委托检测

委托单位：揭阳汇顺辐照科技有限公司

广州乐邦环境科技有限公司

2022年3月22日

检验检测专用章

说明

- 1、报告无本单位报告专用章及骑缝章无效。
- 2、报告无检测人、复核人、签发人的签名无效。
- 3、报告涂改或部分复印无效。
- 4、自送样品的委托检测，其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目，结果仅对采样所代表的时间和空间负责。
- 5、对检测结果有异议，可在收到报告之日起一个月内向我公司提出书面复检申请，逾期不予受理。

本机构通讯资料:

单位名称: 广州乐邦环境科技有限公司

地 址: 广州市番禺区洛浦北环路9号5栋225室5栋226室

电 话: 020-36298507

邮 编: 511431

广州乐邦环境科技有限公司 检 测 报 告

项目概况:

受揭阳汇顺辐照科技有限公司委托, 我公司对揭阳汇顺辐照科技有限公司电子加速器辐照加工项目场地及其周边环境进行辐射剂量率现状检测。

检测方法:

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

检测仪器:

X- γ 辐射剂量率仪 (AT1123)

仪器编号: 54928

生产厂家: ATOMTEX

测量范围: 10nSv/h~99.9Sv/h

能量响应: 15keV~10MeV

检定单位: 深圳市计量质量检测研究院

证书编号: 204702010

检定日期: 2021年06月09日有效期: 1年



测量时环境状况	天气: 多云	温度: 20℃	相对湿度: 55%
检测概况	检测人员:	叶惠超、李明	
	检测日期:	2022年3月7日	
<p>检测结果:</p> <p>揭阳汇顺辐照科技有限公司电子加速器辐照加工项目场地及其周边环境辐射剂量率检测结果详见附件:</p>			
<p>报告签署:</p>			
编制人:	李川	日期:	2022.3.22
复核人:	叶惠超	日期:	2022.3.22
签发人:	李川	日期:	2022.3.22
<p>检测单位印章:</p> <p>广州乐邦环境科技有限公司(检验检测专用章)</p>			

附表 拟建加速器辐照室所在位置及其周边环境辐射剂量率检测结果

测点编号	测量位置	检测结果 (nGy/h)		地面介质
		测量值	标准差	
1#	拟建项目场地及周边环境 50m 范围	115	1	泥土
2#		118	2	
3#		119	3	
4#		109	2	
5#		122	2	
6#		119	2	
7#		120	1	
8#		115	1	
9#		117	2	
10#		117	2	
11#		114	1	
12#		115	2	
13#		111	2	
14#		118	2	
15#		109	2	
16#		113	2	
17#		116	1	
18#		121	1	
19#		118	1	
20#		118	1	

注: 测量时仪器探头垂直向下, 距离地面约 1m 高, 每个测量点测量 10 个读数, 所有测量值均扣除仪器对宇宙射线的响应值。



附图 检测布点图



图1 拟建项目场地及周边环境现状布点图

报告结束

附件3 管理制度

辐射安全防护制度

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，根据本公司的实际情况，特制定本辐射防护制度：

- 1、进入控制区（加速器主机室、辐照室）必须携带个人剂量片、报警仪和剂量检测仪。
- 2、进入监督区（主控室、主机室门外、水冷机房）必须携带个人剂量片和报警仪。
- 3、辐射工作人员必须取得上岗证方能上岗。
- 4、工作人员必须了解周围地区的剂量水平。
- 5、射线装置场所必须取得《辐射安全许可证》、设置防护设施。其入口处必须设有电离辐射警示标志和必要的防护安全连锁、报警装置。工作人员必须熟悉各类信号的作用。专人负责管理防撬、防盗和防止射线泄漏，禁止非工作人员在此停留。
- 6、工作人员应掌握安全防护条例的内容与要求。
- 7、加速器操作人员必须严格按操作规程进行操作。
- 8、加速器操作人员应严格执行交接班制度并做好相关记录。
- 9、开机运行前制定工作方案，包括辐照条件和辐照方式、安全措施；同时划出工作区域，设立明显标志，严禁非工作人员进入现场，确保人身安全。
- 10、定期对辐照设备进行剂量校准、剂量监测、维护、保养，确保辐照质量，建立质量保证制度和监督措施。
- 11、根据电子加速器的工作原理，合理运用时间、距离、屏蔽等措施进行防护，严禁无防护措施进行工作。
- 12、定期检查射线装置的安全情况并作好详细记录。

- 13、主控室、主机室和辅机室必须在规定的位置摆放适用的灭火器材。
- 14、定期检查安全应急设备的可靠性。包括应急灯，灭火器，紧急停电路等。
- 15、当发生事故时及时启动事故处理预案。

电子加速器车间人员安全防护规定

- 1、 本规定根据中华人民共和国国家核安全局制定的《粒子加速器安全规定实施导则》编写。
- 2、 电子加速器最大事故是误将人员关闭在辐照区域内，此时可通过按动辐照区域内的紧急开关按钮，使加速器不能启动，达到保护自己的目的。因此，对电子加速器设备：
 - (1) 在关闭辐照区域门之前，先检查辐照区域内是否有人，然后再连续开关灯数次，确定辐照区域内无人后方可关门。
 - (2) 要绝对保障联锁工作正常，一周检查一次。
 - (3) 非工作人员未经许可，严禁出入加速器调试车间，以防止电离辐射。
- 3、 火灾预防和抢救：
 - (1) 调试车间配备灭火器，一旦发生火灾，要有条不紊地灭火抢救，火势较大要立即拨打 119 报警。
 - (2) 全厂区必须按部门的分布，配备各类灭火器具，定期进行检查(每月一次)。
 - (3) 在调试设备过程中，如果在监视器上发现起火，应立即关掉加速器电源，紧急关门，用灭火器灭火。
- 4、 预防有害气体：
 - (1) 加速器在运行过程中产生臭氧等有害气体。
 - (2) 工作时，应每隔一小时检查一次通风设备，保证空气流通。如出现故障，须立即启动备用风机，及时排除故障，以免造成环境污染。
- 5、 运行中的辐射安全防护：
 - (1) 加速器的操作人员，工作前必须接受辐照防护基本知识培训，熟知辐射安全系统。
 - (2) 具备下列条件，才能开机出束：

设备正常，开机任务明确；

安全联锁和声光警告系统功能正常；

加速器各高辐射区无人；

高辐射区的防护门已关闭。

- (3) 加速器在运行中，值班人员不得将各种联锁及辐射安全装置屏蔽、废除或短接。

6、 设备检修的安全防护：

- (1) 检查调试设备前，必须切断电源开关，并在上面悬挂警示牌，再检查所有的电表是否回到零值。滤波电容器用接地棒放电，在触摸任何不接地的导体前，必须用接地棒将导体接地。用验电笔检查工作场所附近有无带电导体，如有应切断导体的电源并挂上警示牌。
- (2) 检查加速器高频系统时，必须在封闭情况下进行。
- (3) 通高压时进入主机房，必须经调试负责人批准，并至少有三人一起工作，其中一人负责监护。
- (4) 遇到触电事故，任何人都可动用紧急按钮切断电源。

7、 冷却水系统漏水安全防护：

- (1) 冷却水管道数目多，要做到经常检查。
- (2) 在加速器运行过程中，如发现辅机室内有水管漏水，切记不要让水溅到身上，以防高压触电。此时应紧急停机，处理漏水问题。

揭阳汇顺辐照科技有限公司

辐射工作人员岗位职责

- 一、公司总经理为辐射安全管理工作第一责任人，指导辐射安全管理管理部门（或辐射安全专职人员）落实、监督、执行相关岗位职责。
- 二、严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对辐射工作重要岗位人员进行个人剂量监测和职业健康检查，并建立个人剂量档案和职业健康监护档案。
- 三、所有辐射工作重要岗位人员必须通过核技术利用辐射安全与防护考核，尤其是新进、转岗人员，必须在取得考核合格证之后，方可持证上岗，考核不合格不得上岗。
- 四、核技术利用辐射安全与防护考核合格证书有效期为五年，到期前，必须参加复核并取得合格证。
- 五、所有辐射工作重要岗位人员必须通过健康体检合格，未达到健康要求者不予上岗。
- 六、所有辐射工作重要岗位人员上岗时必须正确配戴热释光个人剂量片及个人剂量报警仪。
- 七、个人剂量片需妥善保管，严禁辐射工作人员将个人剂量计随意放置、丢弃等行为，一经发现，严肃处理（丢失者需赔偿相关费用，同时起草个人剂量片丢失报告，详细说明丢失缘由，经个人与部门经理签字确认后，交公司辐射安全管理专员存档）。
- 八、从事加速器设备操作岗位的辐射工作人员，需严格遵守操作规程和规章制度，并按照制度要求记录各类档案文件。
- 九、无特殊原因，从事加速器操作岗位的工作人员不得旁路/屏蔽安全联锁系统。
- 十、辐射工作管理责任人以身作则的同时有义务指导、督促、激励辐射工作人员积极考证；指导与监督辐射工作人员严格按照相关规章制度开展生产活动，同时配合辐射安全管理的相关工作。
- 十一、辐射安全管理岗位人员应及时拟定辐射安全与防护知识培训，定期组织辐射工作人员学习与贯彻国家有关法律、法规和单位各项辐射安全与

防护管理规章制度，定期组织应急事故演练活动，及时更新辐射工作人员档案信息管理等相关工作。

十二、 哺乳期妇女、孕妇应避免从事放射工作。

十三、 如发生辐射事故，应及时将可能受到辐射伤害的人员送达当地卫生主管部门指定医院或者有条件救治辐射损伤病人的医院进行检查治疗，并做好事故记录。

电子加速器操作规程

揭阳汇顺辐照科技有限公司

- 一、 **适用岗位：** 加速器设备操作相关岗位人员
- 二、 **主要危险源：** II 射线装置主要危险集中在设备安全联锁防护失效或人为产生的误照射事故。
- 三、 **主要工作操作规程**
 - 3.1 **开机准备**
 - 1、 检查各离子泵电源真空情况并确认水路阀门打开。
 - 2、 检查恒温以及冷却机组水位并检查二次水放水阀。
 - 3、 按下配电柜“主控台上电”按键开启冷却风扇。
 - 4、 旋转主控台“设备供电”钥匙后主控台电脑自行启动。
 - 5、 分别打开束下监控系统以及加速器控制系统软件。
 - 6、 点击“启动准备”选项后检查水路压力以及有无漏水情况。
 - 7、 点击“系统启动”选项进入到自检界面后按下主控台复位键。
 - 8、 按照界面提示预热完成并输入密码后进入到调试界面。
 - 9、 到一层水泵房打开臭氧风机，观察风机联锁是否打开。
 - 10、 合上束下线电源开关后设置扳机段与其余段系数。
 - 11、 携带便携式剂量报警仪以及出束钥匙巡检主机室，检查拉绳开关、防误入等安全联锁装置是否正常并按序按动巡检按钮，巡查有无人员误留。在确认主机室内无人员后，关闭主机室屏蔽门。
 - 12、 携带便携式剂量报警仪以及出束钥匙巡检辐照室，检查拉绳开关、防误入等安全联锁装置是否正常并按序按动巡检按钮，巡查有无人员误留。在确认辐照室内无人员后，关闭辐照室屏蔽门。
 - 13、 按下“充电柜上电”按钮，听到模块吸合声音。
 - 14、 检水温处于正常范围值后启动束下线并按 2 米/分速度运行。
 - 15、 核查主控台监控视频，再次确认主机室、辐照室内无人、无异常。

- 16、旋转主控台“高压出束”钥匙开关，警报声音结束后按下“出束”键，点击软件上“出束允许”选项，并点击“确认”按键。
- 17、逐步增加触发次数至工作频率后观察示波器波形以及其他参数是否正常，待束流以及高压参数稳定后通知值班长组织生产。
- 18、加速器正常运行后操作人员每隔 1 小时记录设备运行参数。

3.2 停束

- 1、停束前将脉冲次数降至 20 以内，按下主控台上“停束”按钮，点击系统软件上面“待机”选项。
- 2、关闭安全连锁，取下钥匙，放置到安全位置。

3.3 关机

- 1、逐步降低触发频率至 10 次，按下停束键，点击控制软件上面“待机”选项后停止束下线运行。
- 2、单击控制软件界面“返回”选项进入停止预热界面。点击“停止预热”选项后系统停止预热。
- 3、停止预热结束后按提示点击“返回”选项，关闭加速器控制系统软件。
- 4、关闭操作电脑，旋转主控台“设备供电”钥匙，除真空电源外依次断开各个电源的空开，按下“充电柜断电”以及“主控台断电”按键。
- 5、关闭束下线总电源开关以及臭氧风机电源。

四、其它注意事项

- 1、开机出速前确保辐照区域没有人。
- 2、进入机房首项工作是开启通风设备。
- 3、离开机房之前关闭通风设备。
- 4、因有臭氧，停束之后不要马上进入辐照区域（需待 10-15 分钟后）。

辐照安全档案管理办法

揭阳汇顺辐照科技有限公司

一、档案分类

1、资质类档案：辐射安全许可证、环境影响评价报告、辐射安全验收报告、操作人员上岗证

2、技术运行类档案：辐射防护设备设施台账、辐射防护设备设施维护保养及维修记录、辐射监测仪器台账、辐射监测仪器维护保养及维修记录、辐射监测仪器检定记录、电子加速器开机记录表

3、剂量监测类档案：个人剂量监测记录、个人剂量评估报告、环境剂量监测记录、环境剂量评估报告、工作人员健康查体记录

4、内部管理类档案：工作人员培训记录（签到表、培训内容、测试试卷等）、安全防护年度评估报告、事故应急演练报告、辐射事故情况报告及其处理意见

5、监督考核类档案：例行安全检查表、辐射安全管理体系运行专项审核报告、纠正预防措施处理单

二、档案管理要求

1、档案由专人保管，按照类别分类存放、做好标记，便于查阅，其中电子档案要有专用移动硬盘备份。

2、常规操作、监测、检查的档案，每月一次汇总入档；其他档案，每年一次汇总入档。

3、档案管理人员做好档案保管工作，防止丢失、损毁，行政部、各部门安全管理员组织每年集中盘点一次。

4、如需借阅档案，档案管理人员做好借阅登记并跟踪回收。

三、档案保存期限

1、辐射监测仪器台账、辐射监测仪器维护保养及维修记录、辐射监测仪器检定记录的期限同仪器寿命。

2、辐射防护设备设施台账、辐射防护设备设施维护保养及维修记录、电子加速器开机记录表、安全现场检查表期限同加速器系统寿命。

3、其他档案，期限为长期保存。

四、档案利用及数据分析

- 1、安全管理员组织对电子加速器开机记录表、安全现场检查表进行分析，每月一次，发现操作中存在的问题加以解决。
- 2、安全管理员组织对个人剂量监测记录进行分析，每三个月一次，出具个人剂量评估报告，发现操作中存在的问题加以解决。
- 3、安全管理员组织对环境剂量监测记录进行分析，每半年一次，出具环境剂量评估报告，发现操作中存在的问题加以解决。
- 4、安全管理员组织对辐射防护设备设施维护保养及维修记录、辐射监测仪器维护保养及维修记录、工作人员健康查体记录进行分析，每年一次，发现操作中存在的问题加以解决。
- 5、安全管理员组织对年度安全防护评估报告、辐射安全管理体系运行专项审核报告、事故应急演练报告进行分析，每年一次，发现操作中存在的问题加以解决。

辐射工作人员培训管理办法

揭阳汇顺辐照科技有限公司

一、对加速器操作人员进行辐射安全和防护知识及相关法规的培训，需通过考核后持证上岗。培训内容如下：

- 1、个人辐射剂量片的使用说明；
- 2、手持式剂量检测仪和报警仪的使用说明；
- 3、辐射屏蔽的说明；
- 4、警示装置的说明；
- 5、安全连锁系统的说明；
- 6、辐射危害、有毒气体的防护；
- 7、高气压、高电压、高真空有关的工作原理及危险性；
- 8、相关法律、法规的学习。

二、对加速器操作人员，需定期进行专业、安全防护知识及相关法规的培训，包括但不限于以下内容。

- 1、根据公司年度培训计划要求进行培训。
- 2、公司内部培训和派出培训相结合。
- 3、培训内容：
 - ① 加速器专业知识；
 - ② 电子学专业知识；
 - ③ 核物理专业知识；
 - ④ 辐射安全和防护知识；
 - ⑤ 辐射加工知识；
 - ⑥ 相关法律、法规知识。

三、对辐射工作人员及其它相关工作人员需定期进行辐射事故应急处理的培训（每年至少一次）。

培训包括以下内容：

- 1、辐射危害和防护的基本知识；
- 2、辐射技术应用中可能发生的故事及其应急处理措施；
- 3、国内外辐射技术应用中实际发生的典型辐射事故及应急处理的经验教训；
- 4、辐射技术应用中所涉及的应急计划或程序；

- 5、急救和消防基本知识的操作技能；
- 6、人员和场所去污的基本知识的操作技能；
- 7、有关辐射监测仪表的性能和操作。

四、对外来进入辐射区域的人员（如参观人员或者辅助设备安装人员等），在开始工作前需进行辐射安全培训，包括但不限于以下内容：

- 1、本单位的辐射安全规定；
- 2、现场可能接触到的辐射危害因素；
- 3、安全防护措施；
- 4、应急处理措施。

辐射工作人员培训计划

揭阳汇顺辐照科技有限公司

为了提高全体从事辐射工作人员的业务素质和安全防护意识，保证人员健康和生产安全，特制定本培训计划。

一、培训组织

人员培训分为内部培训和外部培训两种方式。

二、培训程序

1、入职培训

1) 入职人员需经过公司组织的岗位业务培训和公司制度培训，培训合格方可入职。

2) 公司从事加速器操作专业人员入职后，必须通过国家有关资质机构组织的辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核，并取得岗位培训合格证，持证后上岗。

2、在职培训

公司每年进行一次全员辐射安全和防护考核和培训，不定期进行各岗位人员业务和安全知识培训，考核不合格的给予警告和待岗处理，两次不合格做离岗处理。

所有培训由人力资源部详实记录，并作为员工综合考评的重要组成部分。

三、培训计划

序号	培训内容	培训范围	培训时间	培训方式
1	公司制度及业务培训	新入职人员	入职前	内部培训
2	辐射安全和防护培训	设备调试人员	上岗前	外部培训
3	安全考核及业务培训	全体辐射工作人员	每年 12 月中旬	内部考核和培训
4	操作业务培训	设备调试人员	视需要，每年不少于 2 次	内部考核和培训
5	设备维护培训	设备调试、维修人员	每年 5、11 月中旬	内部考核和培训

辐射防护设备设施管理办法

揭阳汇顺辐照科技有限公司

一、辐射防护设备设施包括通风设施、门机联锁装置、远红外控制开关、监视器、紧急停机系统、声光报警装置、电离辐射警告标志等。

二、安全管理员组织对所有操作人员进行辐射防护设备设施使用的培训，包括所处位置、现场操作演示。

三、辐射防护设备设施的使用管理

1、每次开机前，操作人员逐一检查落实辐射防护设备设施，确保能正常工作才能开机。

2、加速器的开机和停机，操作人员必须用控制开关操作，除紧急情况外，不得用切断联锁的办法停机；用切断联锁或紧急开关的办法停机时，切断部位必须经人工复位后，方能在控制台上用主控开关重新启动加速器。

3、没有特殊理由，操作人员不得旁路联锁系统；因工作需要旁路联锁系统时必须采取其他安全措施，同时在控制台上给出显示并尽快复位。

4、加速器工作时，工作人员每隔一小时检查一次通风设备，保证运行正常，如出现故障，须立即启动备用风机。

四、维护保养

1、辐射防护设备设施由专人负责管理，每天检查运行情况，做好检查记录。

2、做好风道的清洁维护，避免杂物堵塞；经常清理过滤网，确保通风量。

3、操作人员如发现辐射防护设备设施出现故障，应第一时间通知安全管理员，安全管理员一方面安排加速器停机，另一方面协调维修人员进行维修。

五、安全管理员组织辐射防护设备设施可靠性的评估，每半年一次，出具评估报告，如出现设施失灵或故障，及时补充、修复。

辐射工作人员健康管理办法

揭阳汇顺辐照科技有限公司

一、辐射工作人员包括：加速器操作人员、安全管理员。

二、对于将从事辐射工作的人员，应进行就业前的健康检查，体检合格者才能参加这项工作。

三、如新入职员工从事过辐照工作，还应提供以前的个人剂量监测及评价记录、健康查体记录。

四、女性员工在怀孕期间、哺乳期间不得参与辐射工作，具体措施包括：

1、入职体检时，如发现处于孕期、哺乳期，则不得安排从事此项工作。

2、定期体检时，如发现处于孕期、哺乳期，则安全员请示相关领导后及时做调岗处理。

3、如工作人员进入孕期、哺乳期，本人应第一时间报告安全员或部门负责人，请示相关领导后及时做调岗处理。

五、安全管理员组织做好新入职员工的安全防护培训和帮带：

1、安全管理员组织进行防护培训，重点是操作规程、安全防护注意事项、防护设备设施及计量监测仪器的使用、个人自救常识、个人健康管理等；培训完毕后进行考试，考试合格、达到效果；做好个人培训确认记录。

2、新员工到岗后，部门负责人安排老员工进行帮带，时间至少为一个月，使新员工能在确保安全的基础上独立工作。

六、安全管理员负责建立健康档案，做好个人剂量监测，组织定期体检并保存查体报告，对照查体结果进行分析：

1、按照档案管理的规定建立健康档案并做好档案管理，包括：职业史、既往病史和职业照射接触史；历史职业健康检查结果及评价处理意见；职业性辐射性疾病诊疗、医学随访观察等健康资料。

2、安全管理员为工作人员发放个人剂量计，做好领取登记；按照个人年剂量监测的要求（辐射工作人员年有效剂量 $\leq 5\text{mSv}$ ）做好个人剂量监测。

3、安全管理小组统筹各部门安全管理员，组织辐射工作人员参加健康查体，每年一次，保存查体报告，对照查体结果进行分析。

4、对于已经从事辐射工作的人员，如通过体检发现不能从事这项工作，则做调岗处理。

5、对接受过应急照射或事故照射的人员，须根据受照程度进行合理的医学追踪研究和采取一定的处理措施，单独记录剂量、进行影响评估、后续严格控制照射避免剂量过度积累。

6、对已确诊为放射性职业病的人员，应采取完善的医疗措施使其早日康复。

7、辐射工作人员脱离辐射工作岗位时，安全管理员应当安排对其进行离岗前的职业健康检查。

8、辐射工作人员剂量档案按照附件档案表格式进行记录并需本人签字确认。

9、工作人员停止辐照工作后，个人剂量记录应永久保存。

辐射工作剂量监测方案

揭阳汇顺辐照科技有限公司

根据国家关于辐射安全管理规定,为保障工作人员健康,结合公司实际情况,特制定如下监测方案:

一、监测目的

- 1、执行和落实国务院 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、国家环保总局第 31 号令《放射性同位素与射线装置安全许可管理法》等规定。
- 2、切实保证射线装置及安全防护设施的正常运行,保障工作人员身体健康。

二、监测方法

- 1、加速器操作人员必须佩戴个人剂量计。
- 2、辐射防护管理人员要不定期、经常性的检查加速器操作人员个人剂量计佩戴情况。对不按规定佩戴的人员进行批评教育,必要时给予警告处分。
- 3、定期与辐射安全防护部门联系检查、更换个人剂量计。建立个人剂量档案,电子加速器操作维护人员至少三个月由专门机构进行一次个人剂量的检查与评估,出具评估报告并记录在案。
- 4、加速器的运行参数、屏蔽状况或区域居留情况发生变化,有可能影响到辐射安全时,辐射防护人员必须重新监测辐射场,必要时应采取的措施,保证新的条件下应符合辐射防护安全标准。
- 5、对工作场所,经辐射测量后,应按辐射水平进行分类管理。
- 6、加速器停机后,当人员进入加速器辐照厅前,要做好辐射监测。
- 7、电子加速器辐照加工车间应配备射线检漏仪,检漏仪应每年到专门指定机构进行检定,以保证机器正常工作。配备手持式剂量报警仪,并安装固定辐射检测探头。调试人员进入调试间必须佩带手持式个人剂量报警仪。
- 8、辐射工作人员每月必须对电子加速器辐射工作环境进行一次复测,并记录在案。
- 9、每季度终了时,向辐射安全主管部门提交一次辐射防护和安全工作报告。

辐射监测仪表使用与检验管理制度

揭阳汇顺辐照科技有限公司

为完善公司辐射安全与防护管理工作，根据相关要求，特配备网络式射线监测系统及手持剂量检测仪等辐射防护监测设备。为规范辐射防护监测管理工作以及监测设备的规范、正确使用，特制定本制度。

一、目的：

对监测设备进行管理和检验校正，确保监测设备的精度和准度满足要求。

二、监测设备的管理：

- 1、公司的辐射监测设备设专人具体管理、操作和维护保养，建立设备台账、设备资料明细表、校验记录、校验计划等，其它人员不得随意拆卸重装。
- 2、仪器设备应严格按操作规程使用。

三、监测设备的校正及维修：

- 1、监测设备定期（每年）送检进行校正，确保监测设备满足使用要求，并对校正记录进行存档。
- 2、监测设备一旦出现故障，应立即停止使用，不允许带“病”工作。
- 3、当监测设备出现下列情况之一时，应立即停止使用，并送校验或维修，并将校验或维修结果记录存档：
 - （1）受到损伤、摔落或破坏时；
 - （2）校验记录标志不清或遗失时；
 - （3）对其监测结果表示怀疑时；
- 4、凡属影响性能的故障，修复后应重新校验。

附件 4 应急预案

辐射事故应急救援预案

揭阳汇顺辐照科技有限公司

一、 总则

1、 目的

为有效预防、处理各类辐射事故的应急工作，提高处置辐射事故的能力，根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第 41 条关于制定辐射事故应急预案的要求，制定本预案。

2、 原则

统一指挥、明确职责、常备不懈，提高辐射事故反应能力，保障人体健康、保护环境。

二、 事故应急救援指挥机构的组成、职责与分工

1、 **指挥机构：** 本公司成立事故应急救援“指挥领导小组”。

组长： ____

副组长： ____

2、 职责：

(1) “指挥领导小组” 职责：

- 1) 负责事故应急救援预案的制定、演练和修订。
- 2) 组建事故应急救援专业队伍。
- 3) 检查督促做好事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。
- 4) 负责向上级主管部门报告辖区内发生的辐射应急事故。

(2) 应急救援办公室职责：

- 1) 组织预案的实施和演练。
- 2) 发生重大事故时立即报告指挥领导小组，并启动和解除应急预案。
- 3) 协调事故救援队伍，实施救援行动。
- 4) 组织事故调查，总结应急救援经验教训。

(3) 成员职责：

- 1) 组长：组织实施事故的应急预案，进行救援工作。事故现查通讯联络和对外联络。做好事故报警、情况通报及事故处置工作。
- 2) 副组长：协助组长实施事故应急救援预案，负责警戒、治安保卫、疏散人员、道路管制工作。
- 3) 成员：负责辐射事故的预防和调查，负责抢险救援物资的供应及受伤人员生活必需品的供应。

按预案要求，启动备用设备，关闭设备电源，防止事态扩大。对事故现场进行监测，并对数据进行分析和评价，向小组提出应急响应措施和建议，并对应急状态的终止和恢复提出建议。

三、 事故应急救援人员组织与培训

1、 应急救援队伍的组成及职责

本公司全体员工都负有事故应急救援的责任。各专业救援队伍是事故应急救援的骨干力量，其主要任务是担负事故应急救援及处置。

(1) 通讯联络

由_____负责内部联络与对外联系通讯任务。

通讯联络电话：

联系电话：

生态环境部门电话：12369

公安报警电话：110

医院救护电话：120

(2) 救援队

安全维护人员负责，由专业救援抢险队组成，负责抢救被困人员、伤员和设施抢修。

(3) 医疗救护队

由___负责，与医院组成抢救小组，担负抢救受伤人员的任务。

(4) 物资供应队

由___组织物资供应队，担负抢救物资的供应任务。

2、有关规定和培训演练：

(1) 要按规定配备好通讯报警电话、监视报警装置等必备器材、用具，并及时做好检查、管理和维护维修工作。

(2) 岗位职工要熟悉和掌握逃生自救的基本知识。

(3) 定期或不定期组织事故应急救援演练和培训学习，提高员工的实际应急处理能力。

(4) 建立并完善各项制度：

1) 值班制度：

建立 24 小时值班制度，夜间岗位按规定配备人员值班，遇有问题及时处理。

2) 检查制度：

班组长定期进行巡检，检查监控情况记录在案。调试现场按规定定期进行抽查，结合实际安全生产工作，定期组织现场安全大检查，并检查应急应急救援工作准备情况，发现问题及时整改。

3) 例会制度:

每月由事故应急救援指挥领导小组组织, 召开一次由指挥组成员及专业救援队伍负责人参加的会议, 总结上月工作, 并针对存在的问题, 积极采取有效措施, 进行整改, 并安排下月工作。

四、 辐射事故应急响应程序

1、 辐射事故的预案:

(1) 发生误将人员关闭在辐照区内事故时, 辐射区内可拉动拉线开关, 使加速器不能启动, 达到保护自己的目的。

(2) 发生误照时:

关闭电源, 打开铅门, 施行基本抢救。

由安全负责人拨打 12369, 上报环保部门。

医疗救护队将伤员送到指定的医院。

2、 火灾事故预案:

(1) 出束过程中, 在监视器上发现起火, 应立即关掉加速器电源, 关闭加速器, 用灭火器灭火并报告指挥组。

(2) 调试车间配备灭火器, 一旦发生火灾, 要有条不紊地灭火抢救, 火势较大要立即拨打 119 报警。

3、 有害气体事故预案:

如出现通风设备故障, 关闭加速器。

五、 辐射事故调查与上报

(1) 辐射事故得到控制并消除后, 应采取一切必要的防护措施保护公众免受污染, 使事故后果降到最低。

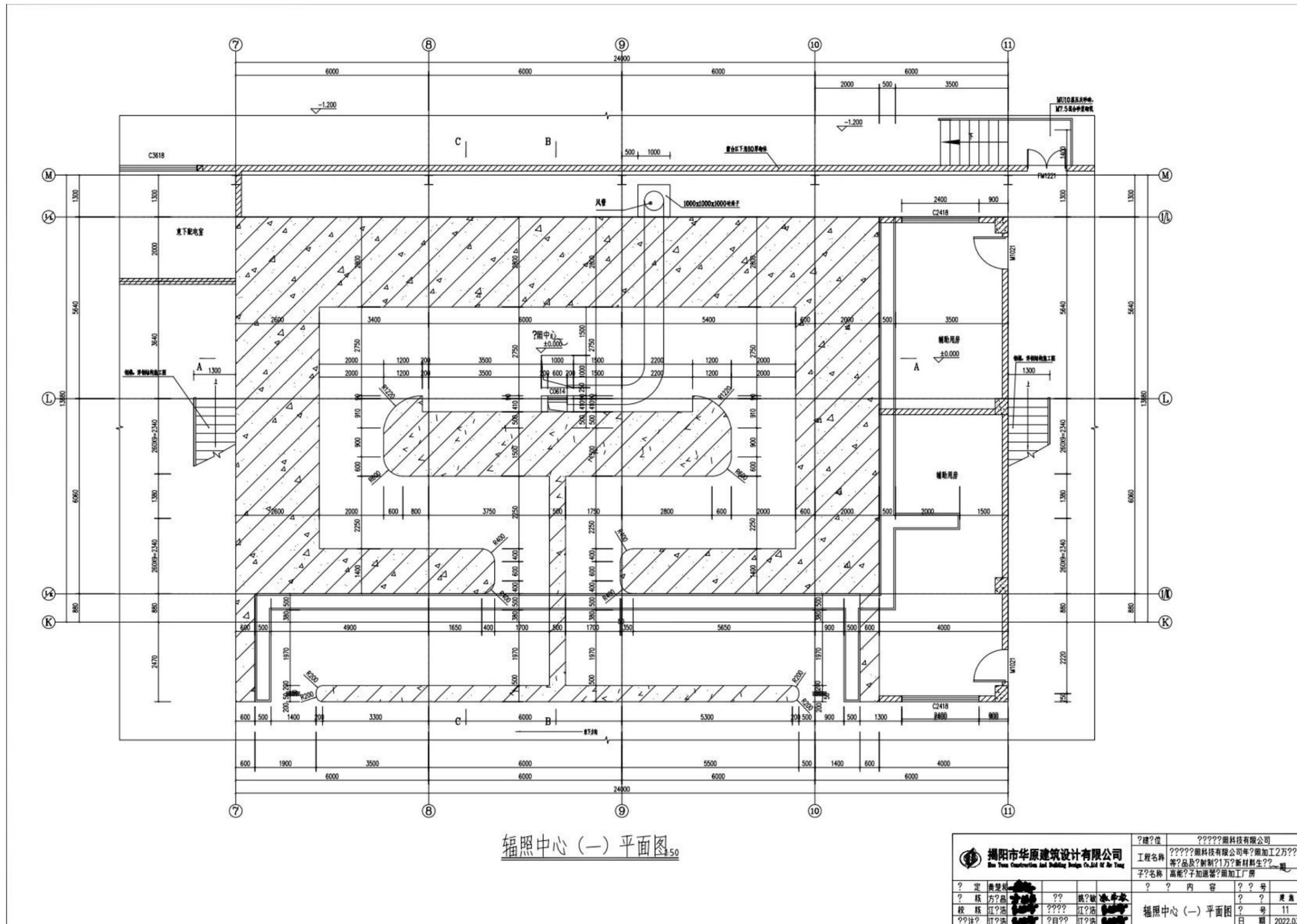
- (2) 辐射事故应急救援终止后，应评价所有应急日志、记录、过程、书面信息等，回顾应急期间采取的一切行动，根据实践经验修改现有的应急预案，并及时提交总结报告。
- (3) 公司领导对事故报告的及时性、全面性和真实性进行分析了解，对于隐瞒不报、虚报、漏报或无故拖延报告的，要追究责任。
- (4) 应建立全面系统和完整的事故档案，认真总结教训，防止事故的发生。

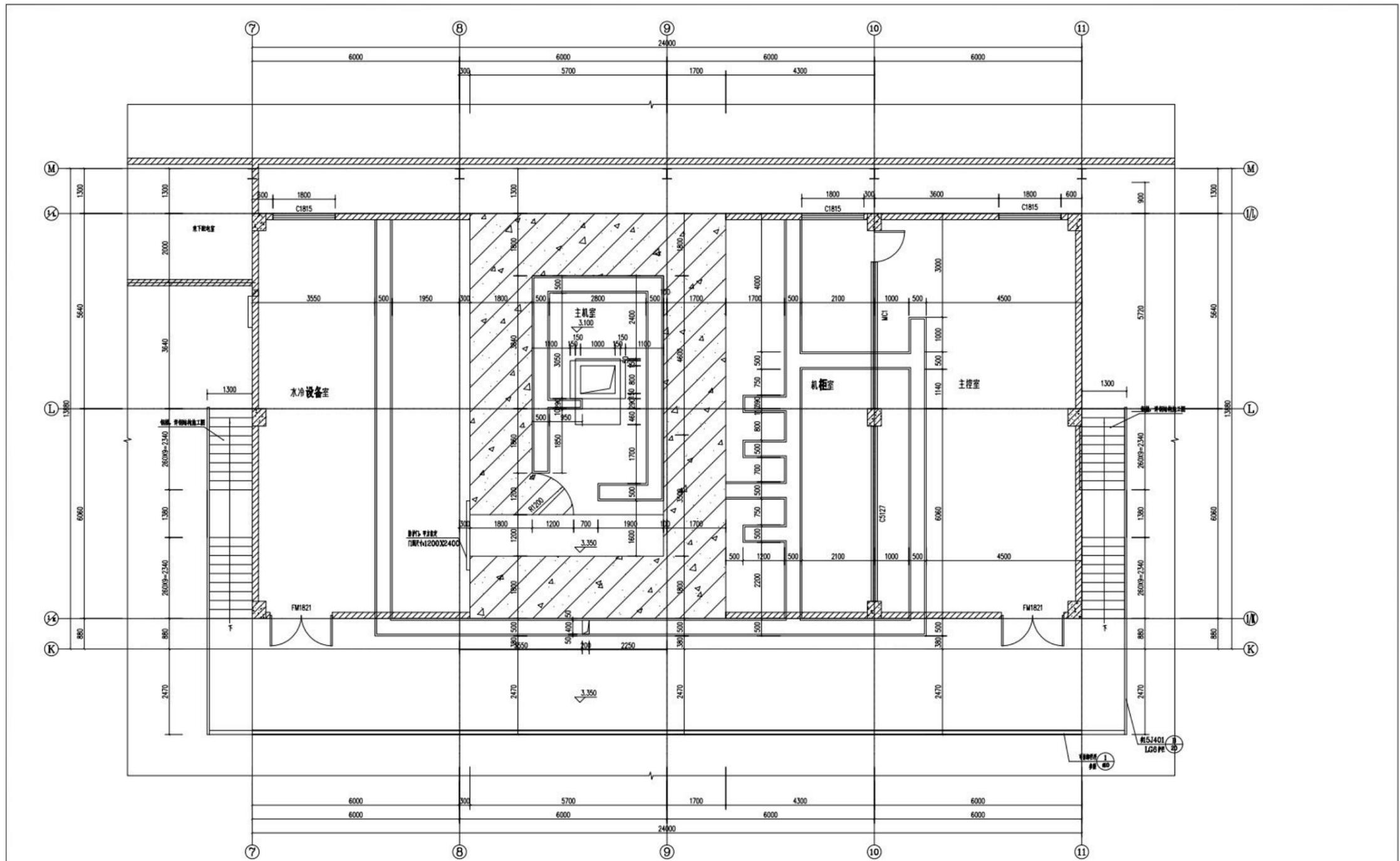
六、 附则

本预案由辐射事故应急救援指挥领导小组负责解释和修订。

本预案自发布之日起施行。

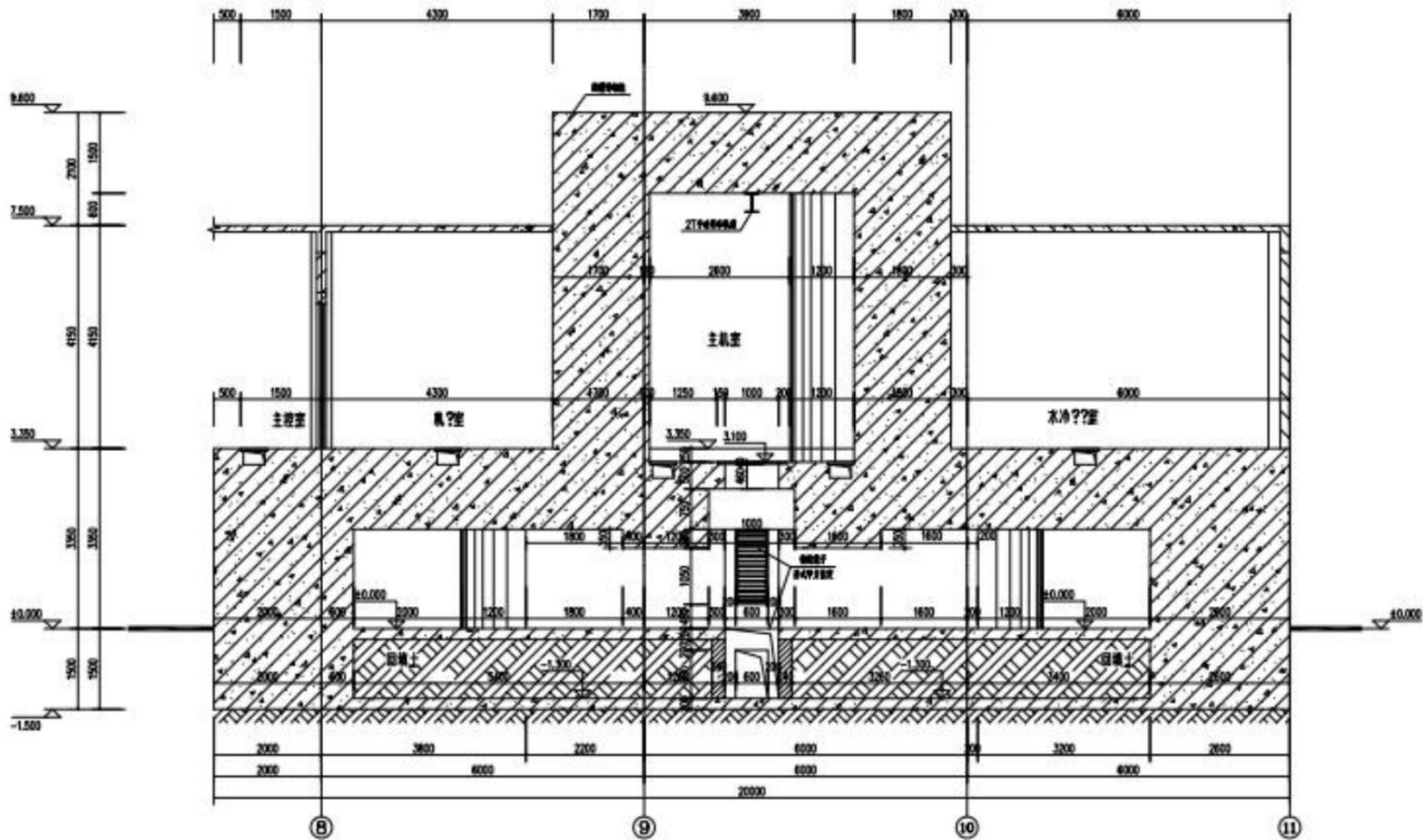
附图1 设计图纸



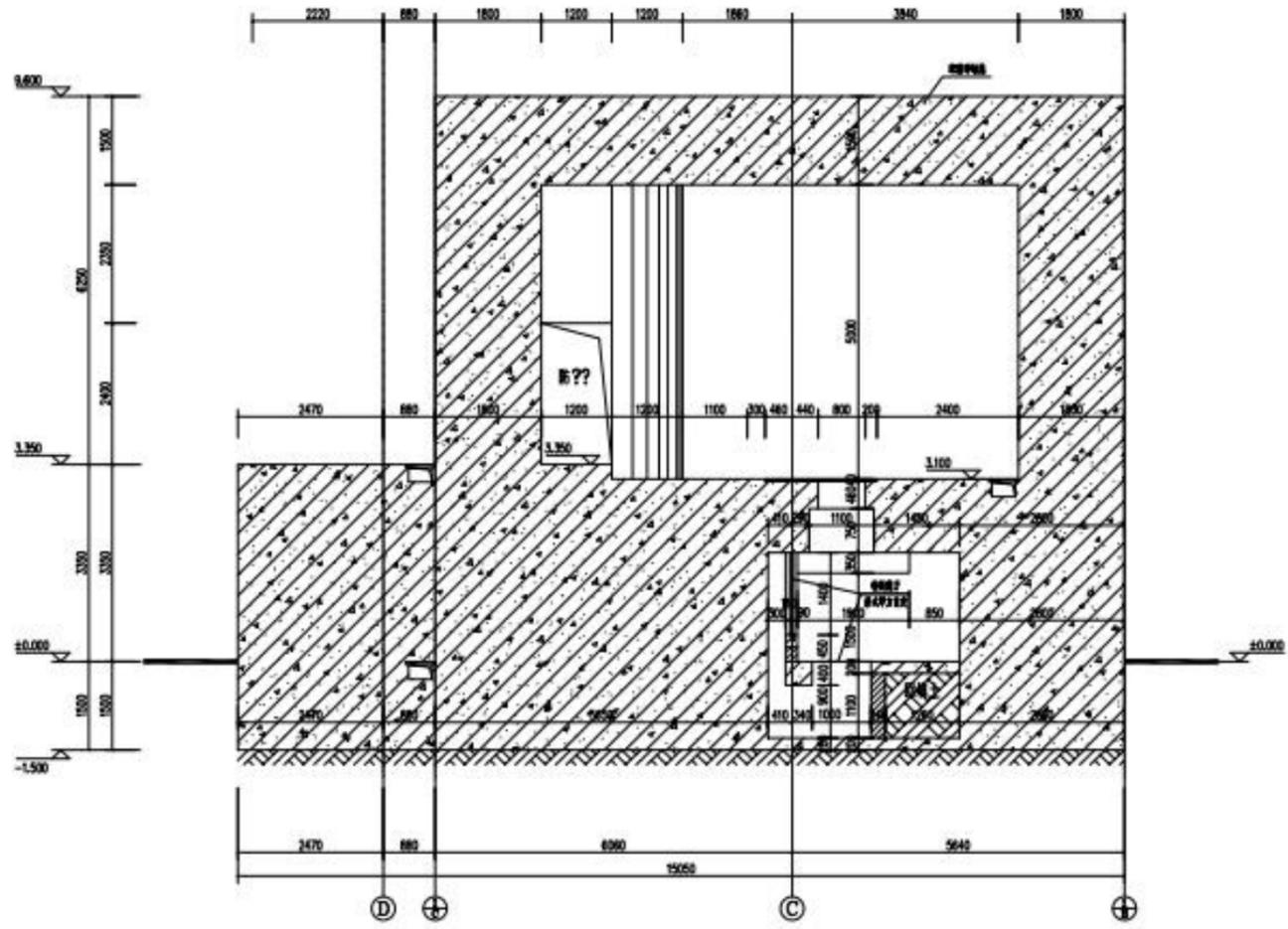


辐照中心(一)标高350平面图 1:50

揭阳市华原建筑设计有限公司 Jieyang Huayuan Construction and Design Co., Ltd. of Huayuan		建设单位: 揭阳市华原建筑设计有限公司 工程名称: 揭阳市华原建筑设计有限公司年加工2万... 子项目名称: 高能?子加速器?加工厂房
设计: 揭阳市华原建筑设计有限公司 审核: 揭阳市华原建筑设计有限公司 校对: 揭阳市华原建筑设计有限公司 日期: 2022.03	内容: 揭阳市华原建筑设计有限公司 号: 揭阳市华原建筑设计有限公司 日期: 2022.03	日期: 2022.03



D-D剖面图 1:50



E-E剖面图 1:50

揭阳市华原建筑设计有限公司 Jieyang City Huayuan Architectural Design Co., Ltd.		工程名称 子?名称	工程名称 子?名称
? 定 额 ? 概 算 概 算 ? 详 图	? 详 图 ? 详 图 ? 详 图 ? 详 图	? 内 容 D-D剖面图 E-E剖面图	? 号 ? 号 日 期