

报告编号: LBHJ-2026-DLYS011

广州能辐科技有限公司
使用电子加速器辐照装置项目
(首期验收)
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位:

广州能辐科技有限公司 (盖章)



编制单位:

广州乐邦环境科技有限公司 (盖章)



2026 年 6 月

建设单位法人代表: [Redacted] (签字)

编制单位法人代表: [Redacted] (签字)

项目负责人: 陈云杰

填表人: 陈云杰 吴雅婷



建设单位	广州能辐科技有限公司 (盖章)	编制单位	广州乐邦环境科技有限公司 (盖章)
电话	[Redacted]	电话	[Redacted]
传真	/	传真	/
邮编	510800	邮编	511436
地址	广州市花都区汽车产业基地 岭西路 3 号-1	地址	广州市番禺区新造镇和平路 1 号 19 号仓 101

目录

表一 项目基本情况	1
表二 项目建设情况	5
表三 辐射安全与防护设施/措施	22
表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	62
表五 验收监测质量保证及质量控制	66
表六 环境监测内容	68
表七 验收监测	73
表八 验收监测结论	77
附件 1 环评批复文件	80
附件 2 辐射安全许可证	82
附件 3 辐射安全与防护培训合格证	85
附件 4 辐射安全管理相关制度（含辐射事故应急预案）	86
附件 5 检测报告	87
附件 6 混凝土配合比设计报告	95
建设项目环境保护“三同时”竣工验收登记表	96

表一 项目基本情况

建设项目名称		广州能辐科技有限公司使用电子加速器辐照装置项目 (首期验收)					
建设单位名称		广州能辐科技有限公司					
建设项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建					
建设地点		广州市花都区汽车产业基地岭西路3号-1					
源项		放射源		/			
		非密封放射性物质		/			
		射线装置		使用1台II类射线装置			
建设项目环评批复时间		2026年1月16日		开工建设时间		2026年1月19日	
取得辐射安全许可证时间		2026年4月21日		项目投入运行时间		2026年4月23日	
辐射安全与防护设施投入运行时间		2026年4月23日		验收现场监测时间		2026年5月9日	
环评报告表审批部门		广东省生态环境厅		环评报告表编制单位		广州乐邦环境科技有限公司	
辐射安全与防护设施设计单位		广州亚泰建筑设计院有限公司		辐射安全与防护设施施工单位		四川宏昌汇建筑工程有限公司	
投资总概算(万元)	800	辐射安全与防护设施投资总概算(万元)			80	比例	10.0%
实际总概算(万元)	500	辐射安全与防护设施实际总概算(万元)			80	比例	16.0%

验收依据	一、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度 (1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令 第9号，2014年，2015年1月1日施行） (2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003年10月1日施行） (3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005年9月14日中华人民共和国国务院令 第449号公布 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 根据2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订） (4) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008年12月6日经《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》（环境保护部令 第3号）修改，2017年12月20日经《环境保护部关于修改部分规章的决定》（环境保护部令 第47号）修改，2019年8月22日经《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》（生态环境部令 第7号）修改，2021年1月4日经《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》（生态环境部令 第20号）修改） (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 第18号 2011年5月1日施行） (6) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号 2017年11月20日施行） (7) 《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） (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 2017年12月5日施行） (9) 《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313号） 二、建设项目竣工环境保护验收技术规范 (1) GB18871—2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（2003-04-01实施） (2) HJ979-2018《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（2019年
------	--

	3 月 1 日实施) (3) HJ61-2021《辐射环境监测技术规范》(2021-05-01 实施) (4) HJ1157-2021《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(2021-05-01 实施) (5) GB8999-2021《电离辐射监测质量保证通用要求》(2021-08-01 实施) (6) HJ1326-2023《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(2024-02-01 施行) 三、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定 (1)《广州能辐科技有限公司使用电子加速器辐照装置项目环境影响报告表》(报告编号: LBHJ-2025-DLHP029, 编制单位: 广州乐邦环境科技有限公司) (2)《广东省生态环境厅关于广州能辐科技有限公司使用电子加速器辐照装置项目环境影响报告表的批复》(粤环穗审[2026]11 号, 2026 年 1 月 16 日) 四、其他相关文件 建设单位提供的验收资料。
验收执行标准	(1) 剂量约束 本项目环境影响报告表(报告编号: LBHJ-2025-DLHP029)根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)的相关要求, 确定了辐射工作人员和公众的剂量约束值。目前该两项标准均现行有效, 因此以环境影响报告表确定的评价标准作为本次验收标准: 辐射工作人员年有效剂量约束值为 5mSv, 公众成员年有效剂量约束值为 0.1mSv。 (2) 屏蔽体外辐射水平 本项目环境影响报告表(报告编号: LBHJ-2025-DLHP029)根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)的相关要求, 确定了周围剂量当量率控制水平。目前该项标准现行有效, 因此以环境影响报告表确定的评价标准作为本次验收标准: 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 30 cm 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。
--	--

表二 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 建设单位概况

广州能辐科技有限公司（以下简称“建设单位”）成立于 2025 年 11 月，注册地位于广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1，是一家专注于辐射技术应用领域的科技型企业。建设单位主要从事电子加速器辐照消毒灭菌加工服务，服务对象涵盖医疗用品、卫生材料、食品及包装材料等对消毒灭菌要求较高的产品，致力于为相关行业提供安全、高效、规范的辐照加工解决方案。

建设单位依托广州华大生物科技有限公司在相关领域积累的技术力量 and 实践经验，在辐照加工技术应用、工艺控制及质量管理等方面具备一定的技术支撑能力，为项目的稳定运行和规范管理提供了有力保障。同时，建设单位在此基础上逐步建立完善的企业管理体系和运行机制，具备开展辐照加工项目所需的技术支撑能力和运营管理基础。

2.1.2 建设内容和规模

2025 年，建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司编制了《广州能辐科技有限公司使用电子加速器辐照装置项目环境影响报告表》（报告编号：LBHJ-2025-DLHP029），报告评价的主要内容为：广州能辐科技有限公司在广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1 建设 1 间电子加速器辐照室，安装 1 套 HYDZ1020-B×2 型综合辐照加工系统（一室双机），该 HYDZ1020-B×2 型综合辐照加工系统（一室双机）由两台 HYDZ1020-B 电子加速器辐照装置组成，HYDZ1020-B 电子加速器辐照装置电子束最大能量为 10 兆电子伏，最大电子束流强度为 2 毫安，属Ⅱ类射线装置。该报告于 2026 年 1 月 16 日取得了环评批复，批复文号为粤环穗审[2026]11 号（详见附件 1）。

在取得环评批复后，建设单位于 2026 年 1 月组织开工建设。加速器辐照室的主体工程及配套辐射安全与防护设施均已完成建设。考虑到项目投运初期业务规模有限、市场占有率较低，为合理匹配投资节奏与市场需求，项目采取分期建设模式。建设单位在首期工程只安装了 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置，以满足初期运营需求，建设单位向生态环境主管部门申请办理辐射安全许可证，并于 2026 年 4 月 21 日取得辐射安全许可证，证书编号为粤环辐证[A8540]，许可的种类和范围和使用Ⅱ类射线装置（详见附件 2）。

建设单位根据工程的分期建设进行分批验收，本次验收项目为首期安装的 1 台

HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置及配套设施，并于 2026 年 5 月正式委托广州乐邦环境科技有限公司开展首期竣工环境保护验收监测，后期安装第 2 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置后再组织二期项目的验收。建设单位环评批复与建设情况对照见表 2-1。

表 2-1 环评批复与本次验收项目内容对照分析

项目	环评阶段	建设情况	分析
建设地点	广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1	广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1	建设地点与环评一致
加速器辐照室数量	建设 1 间加速器辐照室	建设 1 间加速器辐照室	数量与环评一致
加速器数量	1 套（2 台）	1 台	本项目为部分验收，本次仅验收其中 1 台加速器
型号	HYDZ1020-B×2	HYDZ1020-B	本项目为部分验收，本次仅验收其中 1 台加速器
参数	最大能量 10 MeV； 最大束流强度 2 mA×2	最大能量 10 MeV； 最大束流强度 2 mA	本项目为部分验收，本次仅验收其中 1 台加速器
用途	消毒灭菌辐照加工	消毒灭菌辐照加工	用途与环评一致

HYDZ1020-B×2 型综合辐照加工系统实际上是将两台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置安装在同一机房内，并通过主控柜逻辑控制，使得两台加速器组成了一个综合系统。综合辐照加工系统可单系统工作（禁用一套加速器），也可双系统工作。本次验收项目加速器辐照室的主体工程及配套辐射安全与防护设施完成建设，首期仅安装 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置及配套设施，工作原理上相当于 HYDZ1020-B×2 型综合辐照加工系统单系统工作（禁用一套加速器），并不会引起能量、辐射防护、辐照工艺等改变，因此本次验收项目加速器数量、型号与参数均在环评批复和内容的要求之内，建设地点、加速器辐照室数量和用途均与环评一致，未超出环评批复及内容的要求。对照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号），仅安装 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置及配套设施并未导致射线装置额定功率增大、使用方式或者辐射防护措施改变，不属于重大变动。

2.1.3 建设位置和平面布置

本验收项目位于广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1。本项目建设单位租用广州河西汽车内饰件有限公司厂区内一座已建成并加建的厂房作为建设场地，将该厂房整体规划为辐照车间，并在车间内部建设了电子加速器辐照室及配套辅助用房。项目建设

地点位于广州河西汽车内饰件有限公司现有厂区范围内，属于典型的“厂中厂”建设形式。建设单位在租赁场地内建设了 1 间加速器辐照室，首期在加速器辐照室内安装了 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置，电子束最大能量为 10 兆电子伏，最大电子束流强度为 2 毫安，属Ⅱ类射线装置。详细位置见图 2-1 和图 2-2，本次验收项目加速器辐照室建设位置与项目环评计划建设位置一致，未发生变更。



图 2-1 验收项目地理位置图

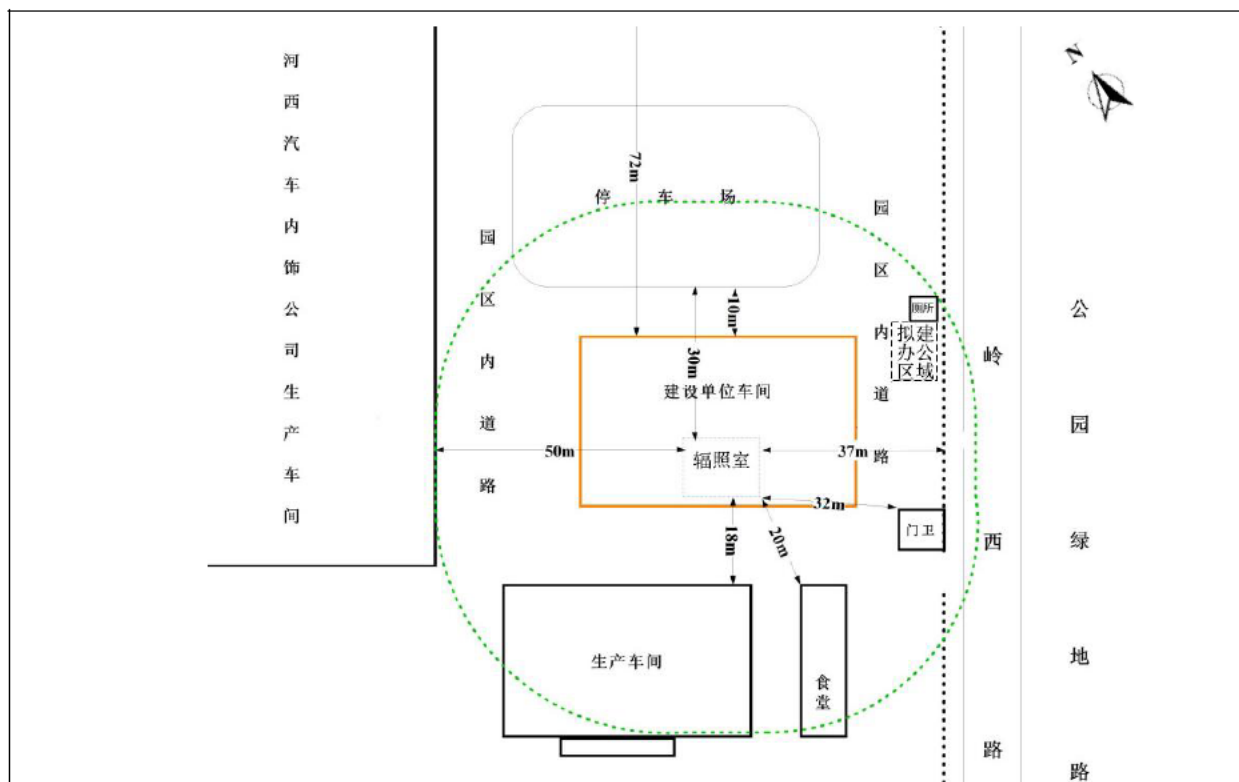


图 2-2 验收项目 50m 范围图

加速器辐照室采用混凝土结构建设，其中一层为辐照室，二层为主机室及辅助用房。项目在辐照室内设置加速器辐照窗，电子束出束方向朝向地面；二层主机室内布置加速器主体设备。电源变频器、控制台等辅助设施布置于主机室外机柜房内，通风系统布置于辐照室西南侧墙外。

2.1.4 环境保护目标情况

《广州能辐科技有限公司使用电子加速器辐照装置项目环境影响报告表》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)确定评价范围如下：办公区、装卸货工位、辐照车间、厂房内通道、厂区内门卫、食堂、西南面和西北面的生产车间、停车场、厂区内道路、控制室、设备间、备件室、设备平台等，本验收项目所涉及的环境保护目标均与环评一致，具体见表 2-2。

表 2-2 验收项目范围内环境保护目标关系

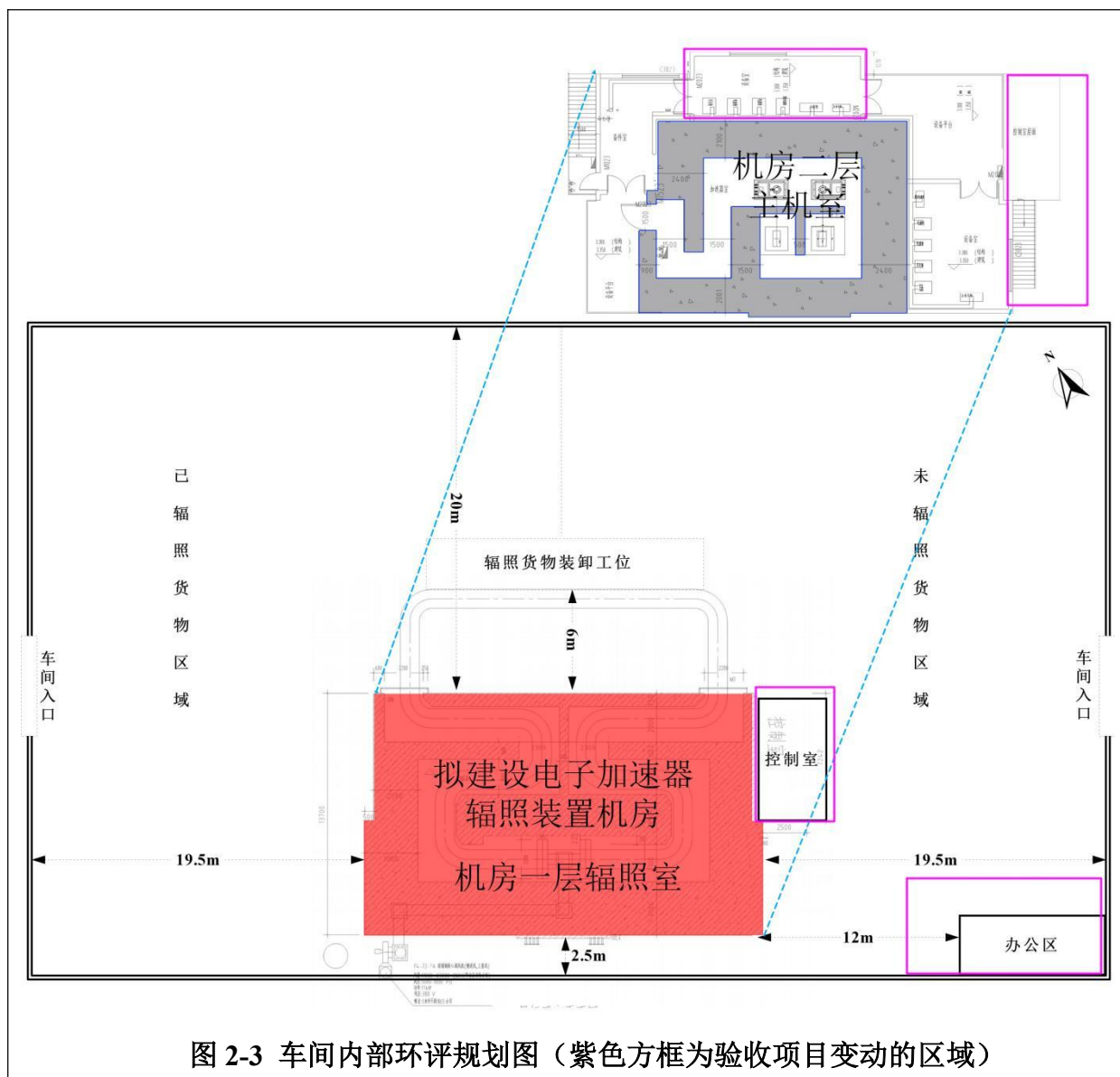
	关注点性质	与验收项目关系	影响人口	剂量约束值
1	建设单位办公区域	东南面 19.5 m-37 m	5 人，公众，全居留	0.1 mSv/a
2	辐照产品装卸货工位	东北面 6 m	6 人，公众，全居留	
3	辐照车间（已辐照货物暂存区、待辐照货物暂存区）	>1 m		
4	厂房内通道	紧邻	人数不定，公众，偶然居留	

5	门卫	东南面 32 m	1 人，公众，全居留	
6	厂区食堂	南面 20 m	20 人，公众，部分居留	
7	西南面生产车间	西南面 18 m	10 人，公众，全居留	
8	西北面生产车间	西南面 50 m	2 人（验收范围内），公众，全居留	
9	东北面停车场	东北面 30 m	人数不定，公众，偶然居留	
10	厂区内道路	各面 2.5 m-50 m	人数不定，公众，偶然居留	
11	东南面厂外公路及人行道	东南面 37 m	人数不定，公众，偶然居留	
12	控制室	主机室相邻	3 人，辐射工作人员，全居留	5 mSv/a
13	设备间、备件室、设备平台			

项目周边环境以工业企业及厂区内部配套设施为主，东北侧约 30 m 为厂区停车场；东南侧约 19.5 m 外为建设单位办公区域，约 37 m 为厂区围墙，围墙外为岭西路及人行道；项目东侧约 32 m 为厂区门卫值班室，南侧约 20 m 为厂区食堂；西南侧约 18 m 及西北侧约 50 m 均为生产车间。除上述区域外，验收范围内其余区域主要为厂区内部道路及绿化用地。详见图 2-2。

验收项目电子加速器辐照室为两层结构，其中一层为辐照室，二层为主机室。辐照室东北侧约 6 m 处为辐照货物装卸工位，约 20 m 处为厂房边界；东南侧紧邻通道，约 19.5 m 处为厂房边界；西南侧紧邻厂房内通道，约 2.5 m 处为厂房边界；西北侧紧邻厂房内通道，约 19.5 m 处为厂房边界。主机室除西南侧外，其余各侧均紧邻电子加速器辐照装置附属设施、控制室及设备间，西南侧外为悬空结构。详见图 2-4。

验收项目实际建成情况与环评规划相比较，建设单位将原规划建于首层辐照室东南侧的控制室改建至二层主机室东北侧（原规划设备室），只保留 1 处位于主机室东南侧的设备室；另外将原规划位于辐照车间东南角的办公区，改建到辐照车间外，紧邻厂区围墙处。对照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号），不属于主体工程的辐射工作场所或设施，仅是辅助工程设施的变动，因此不属于重大变动。



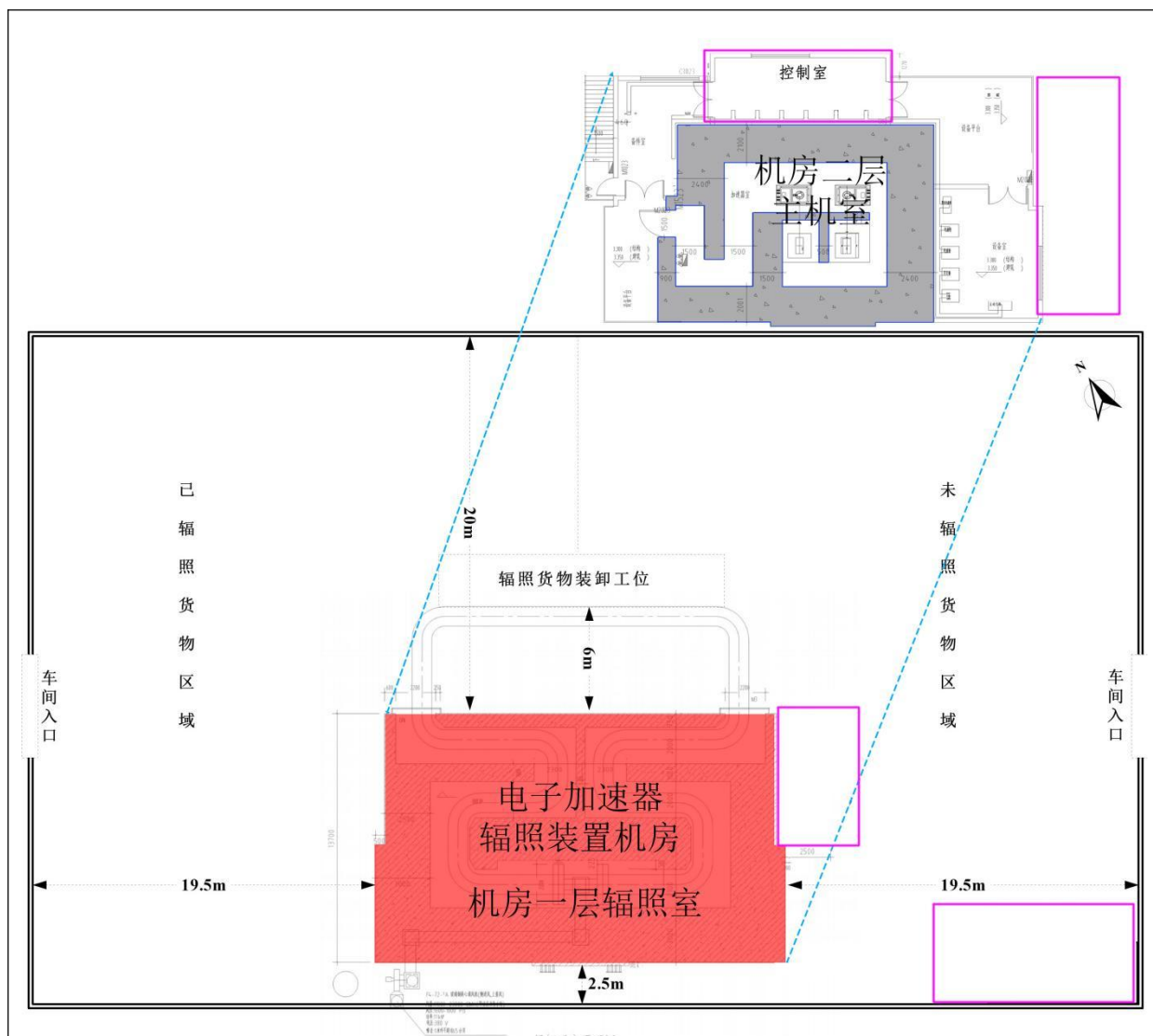


图 2-4 车间内部实际建成图（紫色方框为验收项目变动的区域）



车间西南侧厂房



车间西南侧食堂



车间东南侧过道



车间东南侧道路



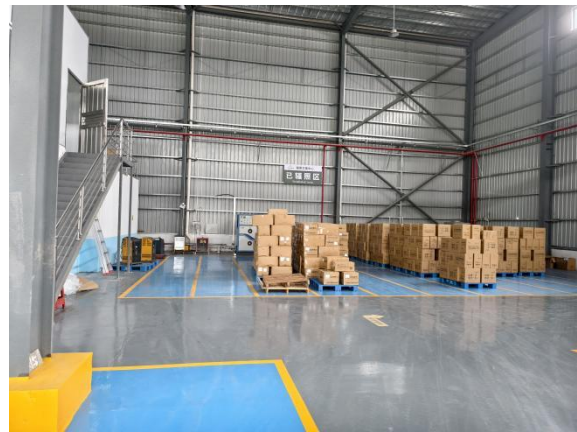
车间东北侧过道



车间西北侧过道



辐照室东南侧未辐照货物区



辐照室西北侧已辐照货物区

图 2-5 验收项目工作场所环境现状图

2.1.5 环评及其批复文件建设内容与实际建设内容

2025 年，建设单位委托广州乐邦环境科技有限公司编制了《广州能辐科技有限公司使用电子加速器辐照装置项目环境影响报告表》（报告编号：LBHJ-2025-DLHP029），随后于 2026 年 1 月 16 日取得了环评批复，批复文号为粤环穗审[2026]11 号。本项目环

境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容为：

广州能辐科技有限公司在广州市花都区汽车产业基地岭西路3号-1建设1间电子加速器辐照室，安装1套HYDZ1020-B×2型综合辐照加工系统（一室双机），电子束最大能量为10兆电子伏，最大电子束流强度为2毫安×2，属II类射线装置。

该项目分批建设，其中加速器辐照室的主体工程及配套辐射安全与防护设施均已完成建设，但首期工程只安装了1台HYDZ1020-B型电子加速器辐照装置，后期再根据市场需求情况安装第二台HYDZ1020-B型电子加速器辐照装置。因此项目将分批进行竣工环保验收，本次验收项目针对首期实际已经建成的首台HYDZ1020-B型电子加速器辐照装置及配套设施，详见表2-3。

表 2-3 验收项目实际建设内容与环评阶段设计建设内容对照表

环境影响报告表及其审批部门审批决定 建设内容	实际建设内容
广州能辐科技有限公司在广州市花都区汽车产业基地岭西路3号-1建设1间电子加速器辐照室，安装1套HYDZ1020-B×2型综合辐照加工系统（一室双机），电子束最大能量为10兆电子伏，最大电子束流强度为2毫安×2，属II类射线装置。	广州能辐科技有限公司在广州市花都区汽车产业基地岭西路3号-1建设1间电子加速器辐照室，安装1台HYDZ1020-B型电子加速器辐照装置，电子束最大能量为10兆电子伏，最大电子束流强度为2毫安，属II类射线装置。

2.2 源项情况

环评规划安装使用1套HYDZ1020-B×2型综合辐照加工系统（一室双机），该综合辐照加工系统实际上是将两台HYDZ1020-B型电子加速器辐照装置安装在同一机房内，并通过主控柜逻辑控制，使得两台加速器组成了一个综合系统，本次验收项目加速器辐照室的主体工程及配套辐射安全与防护设施已完成建设，仅安装使用其中1台电子加速器，能量、辐照工艺等并未改变，因此本次验收项目设备型号及主要技术参数均在环评批复及内容要求之内，具体内容见表2-4。

表 2-4 验收项目与环评阶段的主要技术参数对照表

工作场所	设备名称	型号	最大 能量	设备束流 /功率	类 别	用途	备注
电子加速器 辐照装置机 房	综合辐照加工系 统（一室双机）	HYDZ1020-B×2	10 MeV	2 mA×2	II 类	消毒灭菌 辐照加工	环评 阶段
电子加速器 辐照装置机 房	电子加速器辐照 装置	HYDZ1020-B	10 MeV	2 mA	II 类	消毒灭菌 辐照加工	验收 阶段

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，电子加速器能量低于 100 MeV，属于II类射线装置。

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 工作原理及设备组成

本项目使用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。

建设单位使用的电子加速器辐照装置工作原理可概括为：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。

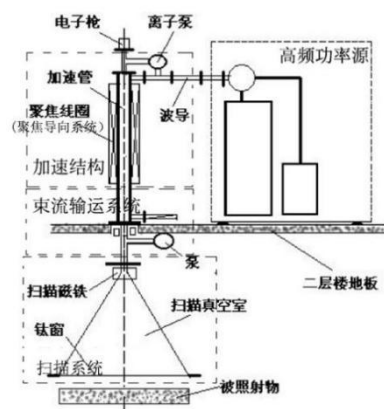


图 2-6 加速器装置组成示意图

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、束流运输系统和高频功率源五个基本部分，电子加速器辐照装置设备组成见图 2-6。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加速电场。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。束流输运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。

HYDZ1020-B×2 型综合辐照加工系统是由 2 台 HYDZ1020-B 型电子加速器，1 套传输设备、1 套安全设施（含安全联锁）和 1 套控制系统等组成，用来实现辐射加工工艺的辐照装置。综合辐照加工系统中 2 台电子加速器共用 1 套传输设备、1 套安全设施（含安全联锁）和 1 套控制系统。其设备组成结构见图 2-7。

综合辐照加工系统的主控电脑上，主界面仅有一个出束按钮，控制整个系统（同时控制加速器 A 和加速器 B）。综合辐照系统主控电脑调试器操作界面中设置加速器 A 和加速器 B 的禁用开关，可通过禁用开关控制加速器 A 或加速器 B 禁用，通过该禁用开关实现两加速器同步出束或单独出束。

电子加速器主体部设在二层的主机室中，导向聚焦系统将粒子引出到首层辐照室。一道环绕辐照室的传送带（托盘式）可将货物由辐照室外，运送到辐照室内进行辐照加工，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，到达导向聚焦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，加速器辐照室整体为钢筋混凝土结构，传送系统主要材质为钢。

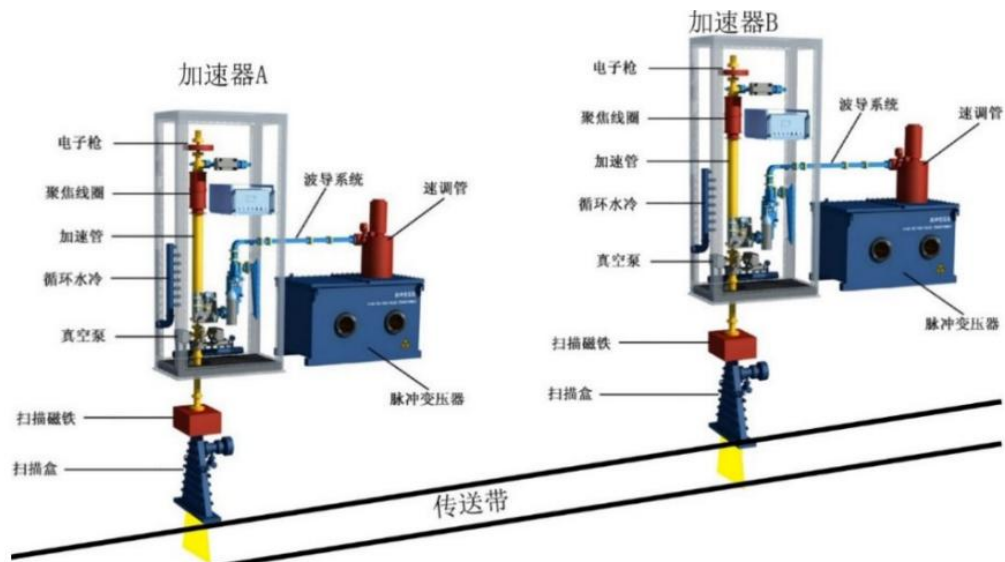


图 2-7 综合辐照加工系统组成示意图

综合辐照加工系统与普通电子加速器辐照装置相比，在功能上提供更多样化的工作方式，综合辐照加工系统可单系统工作（禁用一套加速器），也可双系统工作，满足不

同辐照加工场景需要。两加速器照射方向均为向下。

HYDZ1020-B×2 型综合辐照加工系统与 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置主要技术参数对照见表 2-5 所示。

表 2-5 综合辐照加工系统与电子加速器辐照装置主要技术参数对照

设备型号	HYDZ1020-B×2	HYDZ1020-B
加速器束斑	3mm	3mm
速调管输入功率（脉冲）	5MW	5MW
速调管输入功率（平均）	45kW	45kW
微波频率	2856MHz	2856MHz
重复频率	5-650pps 可调	5-650pps 可调
脉冲宽度	15μs	15μs
加速器能量	10MeV	10MeV
加速器平均束流	2.0mA*2	2.0mA
加速器平均功率	20kW*2	20kW
束流能散	±5%	±5%
扫描宽度	700mm（钛窗下 500mm 处）	700mm（钛窗下 500mm 处）
传输线速度	10-200mm/s 可调	10-200mm/s 可调

综合辐照加工系统与电子加速器辐照装置在硬件上的区别如下：

①核心部件数量不同：综合辐照加工系统中有两套完全相同的加速器，每套加速器均配备相应的加速管，调制器系统，微波系统（波导），组成两套加速结构；

②综合辐照加工系统有两个粒子引出窗，出束方向均朝向下；

③功率不同：因综合辐照加工系统中有两套加速器，使得整个综合系统的功率为对等的电子加速器辐照装置的一倍；

综合辐照加工系统与普通电子加速器辐照装置也有很多相同点，主要为在以下几个方面：

①工作原理相同：均是通过加速电子达到预设能量进行辐照加工；

②束流一致：综合辐照加工系统的功率与对等的电子加速器辐照装置的一倍，但是单台加速器的束流与对等的电子加速器辐照装置一致；

③安全联锁位于干路，控制整个系统：综合辐照加工系统的安全联锁与电子加速器辐照装置一样，均位于整个电路的干路，一旦安全联锁出现故障，整个系统将无法正常出束。

HYDZ1020-B×2 型综合辐照加工系统实际上是将两台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置安装在同一机房内，并通过主控柜逻辑控制，使得两台加速器组成了一个综合系统。综合辐照加工系统可单系统工作（禁用一套加速器），也可双系统工作。本

次验收项目加速器辐照室的主体工程及配套辐射安全与防护设施完成建设，首期仅安装 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置及配套设施，工作原理上相当于 HYDZ1020-B×2 型综合辐照加工系统单系统工作（禁用一套加速器），并不会引起能量、辐射防护等改变。

2.3.2 工作流程

本项目在电子加速器开机出束进行辐照加工时，设备操作人员位于加速器辐照室外隔室操作。加速器辐照室可为设备操作人员以及墙外停留或通过的人员提供足够的屏蔽防护，并可防止在开机过程中，无关人员误入辐照室。

设备工作流程见图 2-8 所示，设备操作流程如下：

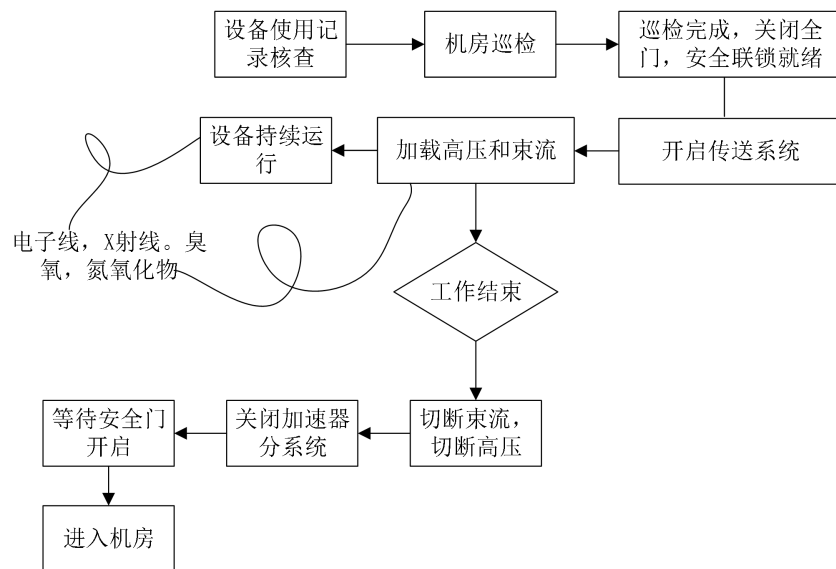


图 2-8 工作流程及产污环节

(1) 准备开机前检查加速器运行记录，确认机器上次运行无异常并进行记录；

(2) 开机出束前，设备操作人员巡检辐照室，巡检过程中佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪，依次按下位于辐照室的巡检按钮，确认无异常情况后，关闭好安全门，巡检需要按照预先设定顺序进行，巡检顺序错误，未按照设定的工作路线进行巡检，按下第一个巡检按钮后在设定时间内未完成巡检，均为巡检未完成；

(3) 巡检完成后，关闭辐照室和主机室门后，进入控制室开启使用加速器的辅助系统：冷却系统、通风系统、真空系统等；

(4) 确认相关辅助系统运行正常并再次确认无异常情况后，开启传送系统，并开机出束，进行辐照加工；

(5) 本项目正常情况下，电子加速器会长时间处于开启状态，对货物进行辐照。

在辐照过程中，工作人员只需在控制室密切关注相关仪表的参数，无需进入辐照室进行任何操作。在开机辐照加工过程中，电子受到辐照产品、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），空气在辐射照射下产生臭氧和氮氧化物等有害气体；

（6）加速器运行过程中，人员通过监控设施观察加速器辐照室内情况；

（7）辐照工作完成后，先停止高压，再关闭辅助系统（冷却系统和真空系统等），最后关闭传送系统；

（8）操作人员在设备停机后，如果需要进行加速器辐照室，由于操作软件自带通风延迟关闭系统(切断高压后，操作软件默认通风系统继续运行 10 分钟)，设备操作人员发出加速器切断高压指令后，通风系统继续运行 10 分钟，安全门才可打开，辐射工作人员可进入加速器辐照室。

2.3.3 货物辐照流程

辐照加工过程中，装卸货工人在待辐照货物暂存区完成货物的装载后，使用叉车将货物运送至辐照产品上下线工位。在辐照产品上下线工位，工作人员将货物放置于传送带的托盘上，传送带将货物送入辐照室进行辐照加工。辐照加工完成后，货物通过传送带被送出辐照室。另一组工作人员在加速器辐照室外负责从传送带托盘上取出已辐照的货物，进行装车，并将货物运送至已辐照货物暂存区。整个辐照加工过程中，装卸货工人始终位于加速器辐照室外。

2.4 人员配置及工作负荷

环评阶段：建设单位环评阶段人员配置及工作负荷情况汇总见表 2-6。

表 2-6 人员配置及工作负荷环评规划情况

项目阶段	运行班次	电子加速器辐照装置年累计出束时间	管理及行政人员	辐射工作人员	装卸货工人	劳动定员合计
初期运行阶段	1 班	2000 h	5 人	2 人	6 人	13 人
满负荷运行阶段	2 班	4000 h	5 人	4 人	12 人	21 人

实际落实情况：由于项目处于投运初期，辐照加工业务量尚未达到环境影响评价文件预测的最大工作负荷。现阶段加速器每天工作 8 小时，年运行时间约为 2000h。建设单位目前为本项目配备了 3 名辐射工作人员，12 名装卸货工人和 5 名管理及行政人员，现有的辐射工作人员均已参加辐射安全与防护培训并考核合格，辐射工作人员比环评阶

段规划的初期运行阶段配置人员增加 1 名辐射工作人员，可以满足验收要求。

根据建设单位后续生产安排，随着辐照加工业务量逐步增加，项目运行时间将逐步提高。后续如达到环境影响评价文件预测的最大工作负荷，即每天出束 16 小时、年出束时间 4000h，建设单位将按照环评文件要求及时增配辐射工作人员，并完善值班长和操作人员岗位配置，确保达到两班轮换工作制下每班最少配置 1 名值班长和 1 名操作人员的要求。

电子加速器辐照装置运行班组日工作 8 小时，年工作 250 天，年工作时间为 2000 小时。电子加速器辐照装置运行班均为辐射工作人员，主要负责装置的开机、停机、运行监控、设备巡检及运行记录等工作。辐射工作人员大部分时间在控制室内开展运行监控，小部分时间进入设备间、设备平台以及首层辐照室周边区域进行设备维护和安全检查。

电子加速器辐照装置货物装卸工人每名工作人员日工作 8 小时，年工作 250 天，年工作时间为 2000 小时。每个运行班次配置 6 名货物装卸工人，其中 3 名负责未辐照货物的转运，3 名负责辐照完成货物的转运，货物运输主要通过叉车完成。装卸工人在每个班次中约有 1/4 的时间在辐照产品上下线工位进行作业，其余时间主要在货物暂存区内从事装卸和转运工作。

电子加速器辐照装置管理及行政人员负责公司运营管理、市场营销及行政事务等工作，为 5 人，日工作 8 小时，年工作 250 天，年工作时间为 2000 小时。

辐射工作人员配置名单如表 2-7 所示，人员配置与工作负荷情况见表 2-8。

表 2-7 辐射工作人员现有配置表

序号	姓名	岗位	培训证号	有效期
1	王炜明	操作人员	FS23GD1600198	2023.05.30-2028.05.30
2	黎楚强	操作人员	FS21GD1600091	2021.08.15-2026.08.15
3	陈荣坤	操作人员	FS21GD1600092	2021.08.15-2026.08.15

表 2-8 满负荷运行阶段人员配置与工作负荷情况

序号	岗位	运行班次	人员数量	年累计受照射时间
1	辐射工作人员	2 班	4 人	2000 h
2	管理及行政人员	2 班	5 人	2000 h
3	装卸货工人	2 班	12 人	2000 h

2.5 主要污染源

本项目是使用电子加速器用于辐照加工。辐照加速器的电子照射范围小，易屏蔽，但在运动中受到辐照产品、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）。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。

（1）正常工况

①辐照室

1) 电子线，能量为 10 MeV；

2) 辐照室内包括辐照产品、加速器部件、阻挡板和地板与入射电子束成韧致辐射初级 X 射线（等效入射电子能量 6 MeV）及多次散射 X 射线，主要材料为铁、铜、铝和混凝土等；

3) 高能射线与空气中的氧分子作用会产生一定量臭氧、氮氧化物等有害气体。

②主机室

1) 尚未加速到最高能量的电子在加速过程中束流损失与钢筒作用产生的束流损失辐射场，根据环评文件，能量为 3 MeV；

2) 主机室内加速器部件材料与束流损失电子束成韧致辐射初级 X 射线（等效入射电子能量 1.9 MeV）及多次散射 X 射线；

3) 高能射线与空气中的氧分子作用会产生一定量臭氧、氮氧化物等有害气体。

根据以上分析，建设单位使用的电子加速器辐照装置辐照室和主机室（束流损失）源项见表 2-9。

表 2-9 项目辐射源项参数

最大能量	最大束流强度 /功率	1m 处剂量率 (90°) a	束流 损失 b	1m 处损失位置剂量率 (90°) c
X 射线：无 电子线：10.0 MeV	2 mA/ 20 kW	810 Gy/h (等效电子能量 6 MeV)	5% (3 MeV)	9.6 Gy/h (等效电子能量 1.9 MeV)

注：以上来源于环评文件。

③放射性三废

本项目采用电子加速器辐照装置，根据环评文件对该项目的污染源项分析，本项目运行过程中不产生具有管理意义的感生放射性同位素及中子，亦不会产生需专项管理的放射性固体、放射性气体和放射性液体废物。

验收项目加速器在加速器辐照室内使用，加速器辐照室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。

空气在辐射照射下，产生臭氧和氮氧化物等有害气体。建设单位在辐照室均安装了离心通风机，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人员误入：安全联锁失效，人员可能在安全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人员未撤离加速器辐照室出束：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加速器辐照室中环境便运行加速器，会造成加速器辐照室中人员受误照射；

③加速器故障：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维修过程中误操作：设备维护或维修调试过程中，工作人员错误操作，加载高压并出束，造成误照事故。

表三 辐射安全与防护设施/措施

3.1 工作场所布局和分区管理

3.1.1 工作场所布局

验收项目建设 1 间加速器辐照室，加速器辐照室分为上、下两层，使用混凝土进行浇筑，一层为辐照室，辐照室内布置加速器辐照窗，出束方向朝向地面；二层为主机室、控制室和其他辅助用房，主机室内安装加速器主体，电源变频器等辅助设施和操作台均在主机室外辅助机房内。通风系统位于辐照室西南侧。加速器辐照室及周边环境状况情况见图 3-1。

加速器辐照室相邻环境状况见表 3-1。

表 3-1 加速器辐照室相邻环境状况

加速器辐照室	西北侧	东北侧	东南侧	西南侧	上方	下方
辐照室	通道	传送带	通道	通道	主机室及辅助机房	无
主机室	设备平台、备件室	控制室	设备平台、设备室	临空	无	辐照室



辐照室西北侧通道



辐照室西南侧通道



辐照室东南侧通道



辐照室东北侧传送带



主机室西北侧备件室



主机室东南侧设备室

图 3-1 加速器辐照室及周边环境状况

3.1.2 分区管理

环评要求：根据 HJ979-2018《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》，需要按照 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。

实际落实情况：验收项目按环评要求落实了辐射分区。按照本项目工作特点，结合 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》，以及剂量率估算结果，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，包括迷道及辐照室门内区域；

（2）监督区：设备控制室，设备室，通往备件间的楼梯（设置警戒线，非辐射工作人员禁止入内），传送带外边界内的区域和其余位置墙体（门）外 30 cm 处。由于实际建设过程将控制室改建至主机室东北侧，环评原规划位于主机室东北侧的设备室取消建设，建设单位已结合环评阶段分区管理原则，对相应监督区边界进行修改。

本验收项目分区情况见图 3-2，建设单位已在监督区边界和控制区边界张贴警戒线和中文说明，并在加速器辐照室门外设置电离辐射标识，详见图 3-3。

建设单位已按照环境影响评价文件及相关标准要求对辐射工作场所实施分区管理，控制区和监督区划分明确，监督区范围结合项目实际建设情况进行了合理优化和补充，能够满足项目运行期间辐射安全管理要求。

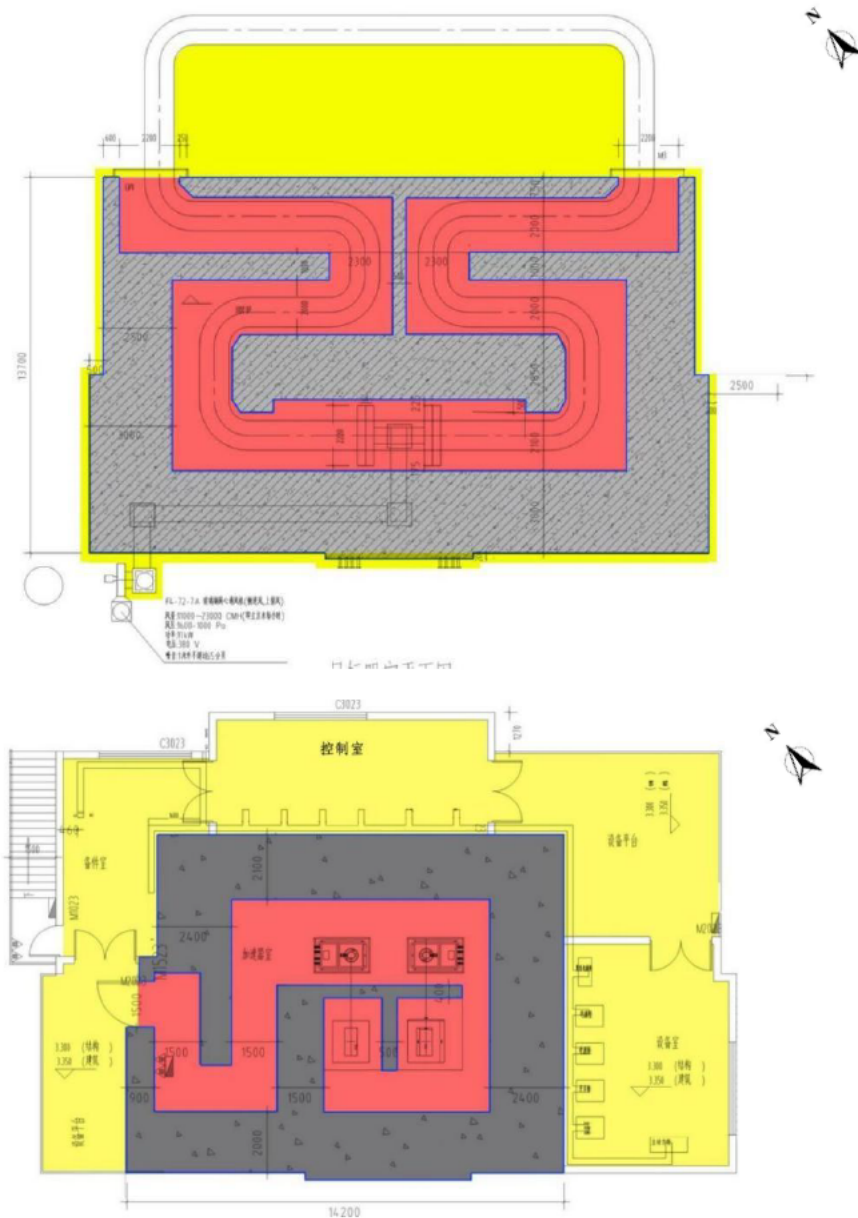


图 3-2 辐射分区图（黄色区域监督区，红色区域控制区）



图 3-3 现场分区照片

3.2 屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

3.2.1 机房辐射防护

环评要求: 本项目建设专用电子加速器辐照室, 采用混凝土结构进行辐射屏蔽防护。其中, 一层辐照室西北墙和东南墙均为 3000 mm 和 2500 mm 混凝土, 西南墙为 3200 mm 和 3000 mm 混凝土。迷道厚度分别为 2350 mm 混凝土, 1000 mm 混凝土和 750 mm 混凝土, 主机室内部地板(一层和二层之间)厚度为 680 mm 混凝土, 主机室迷道地板(一层和二层之间)厚度为 1350 mm 混凝土。辐照室入口处安装有钢制安全门(传送带处开口), 厚度为 15 mm 钢板, 该门主要功能是防止人员误入。二层主机室墙体西北侧、

东南侧墙体为 2400 mm 混凝土, 东北侧墙体为 2100 mm 混凝土, 西南侧墙体为 2000 mm 和 2200 mm 混凝土, 迷道厚度分别为 1500 mm 混凝土、1000 mm 和 900 mm 混凝土, 屋顶厚度为 1500 mm 混凝土。二层迷道高度为 3.95 m。钢制安全门, 厚度为 30 mm 钢板, 该门主要功能是防止人员误入。环评要求通过上述屏蔽结构及门体防护, 满足电子加速器运行期间辐射防护要求。

实际落实情况: 验收项目按环评要求落实了机房的辐射防护。

一层辐照室: 辐照室 (不含迷道部分墙体) 面积约 132 m², 高度为 2.05 m, 容积约 270.6 m³。西北墙和东南墙均为 3000 mm 和 2500 mm 混凝土, 西南墙为 3200 mm 和 3000 mm 混凝土。迷道厚度分别为 2350 mm 混凝土, 1000 mm 混凝土和 750 mm 混凝土, 主机室内部地板 (一层和二层之间) 厚度为 680 mm 混凝土, 主机室迷道地板 (一层和二层之间) 厚度为 1350 mm 混凝土。辐照室入口处安装有钢制安全门 (传送带处开口), 厚度为 15 mm 钢板, 该门主要功能是防止人员误入。

二层主机室: 主机室面积约 58 m² (不含迷道部分墙体), 高度为 3.05~3.95 m, 容积为 208.8 m³。西北侧、东南侧墙体为 2400 mm 混凝土, 东北侧墙体为 2100 mm 混凝土, 西南侧墙体为 2000 mm 和 2200 mm 混凝土, 迷道厚度分别为 1500 mm 混凝土、1000 mm 和 900 mm 混凝土, 屋顶厚度为 1500 mm 混凝土。二层迷道高度为 3.95 m。钢制安全门, 厚度为 30 mm 钢板, 该门主要功能是防止人员误入。

表 3-2 加速器辐照室辐射屏蔽环评要求和落实情况对照分析

参数/项目		环评要求	实际落实情况	符合性
辐照室	面积	132 m ² (不含迷道部分墙体)	132 m ² (不含迷道部分墙体)	一致
	高度	2.05 m	2.05 m	一致
	西北墙	3000 mm 混凝土	3000 mm 混凝土	一致
	东南墙	2500 mm 混凝土	2500 mm 混凝土	一致
	西南墙	3200 mm、3000 mm 混凝土	3200 mm、3000 mm 混凝土	一致
	迷道墙体	2350 mm、1000 mm、750 mm 混凝土	2350 mm、1000 mm、750 mm 混凝土	一致
	防护安全门	15 mm 钢板	15 mm 钢板	一致
一/二层间地板		1350 mm 混凝土	1350 mm 混凝土	一致
主机室	面积	58 m ² (不含迷道部分墙体)	58 m ² (不含迷道部分墙体)	一致
	高度	3.05~3.95 m	3.05~3.95 m	一致
	西北墙	2400 mm 混凝土	2400 mm 混凝土	一致
	东南墙	2400 mm 混凝土	2400 mm 混凝土	一致
	东北墙	2100 mm 混凝土	2100 mm 混凝土	一致
	西南墙	2000 mm、2200 mm 混凝土	2000 mm、2200 mm 混凝土	一致

迷道墙体	1500 mm、1000 mm、900 mm 混凝土	1500 mm、1000 mm、900 mm 混凝土	一致
迷道高度	3.95 m	3.95 m	一致
防护安全门	30 mm 钢板	30 mm 钢板	一致
屋顶	1500 mm 混凝土	1500 mm 混凝土	一致

注：根据建设单位提供的混凝土配合比设计报告，混凝土密度为 2.35t/m^3 ，不低于环评阶段设计方案中的密度 2.35t/m^3 ，混凝土配合比设计报告见附件 6。

根据验收监测结果，加速器辐照室屏蔽体外周围剂量当量率均小于 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ ，可满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）及环境影响评价报告确定的电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30 cm 处以及外区域周围剂量当量率不能超过 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

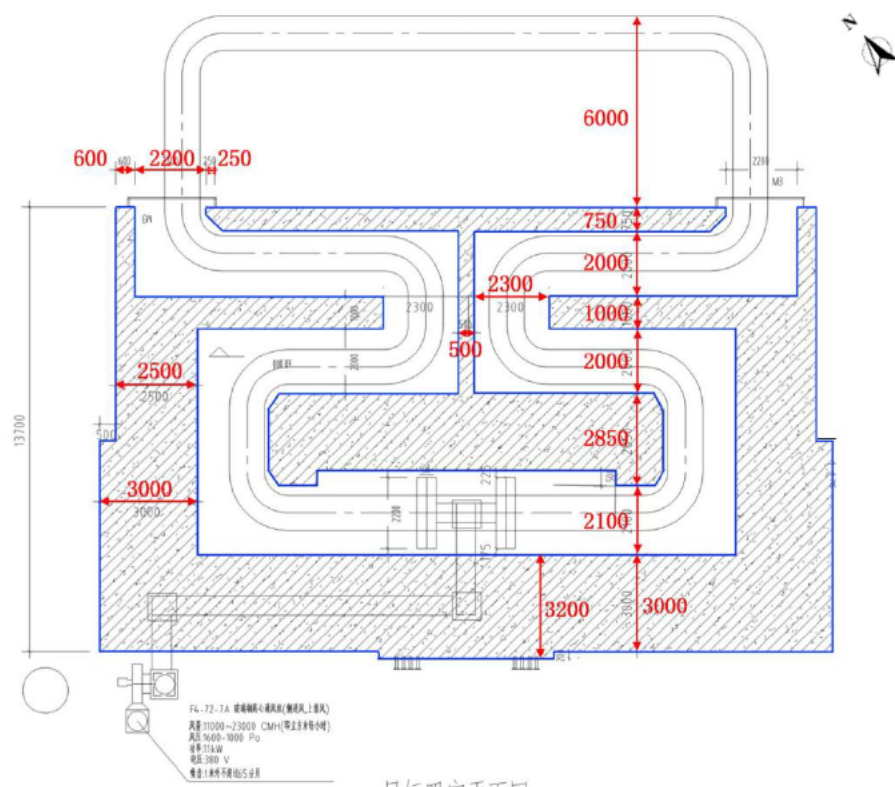


图 3-4 一层辐照室辐射屏蔽竣工图（单位：mm）

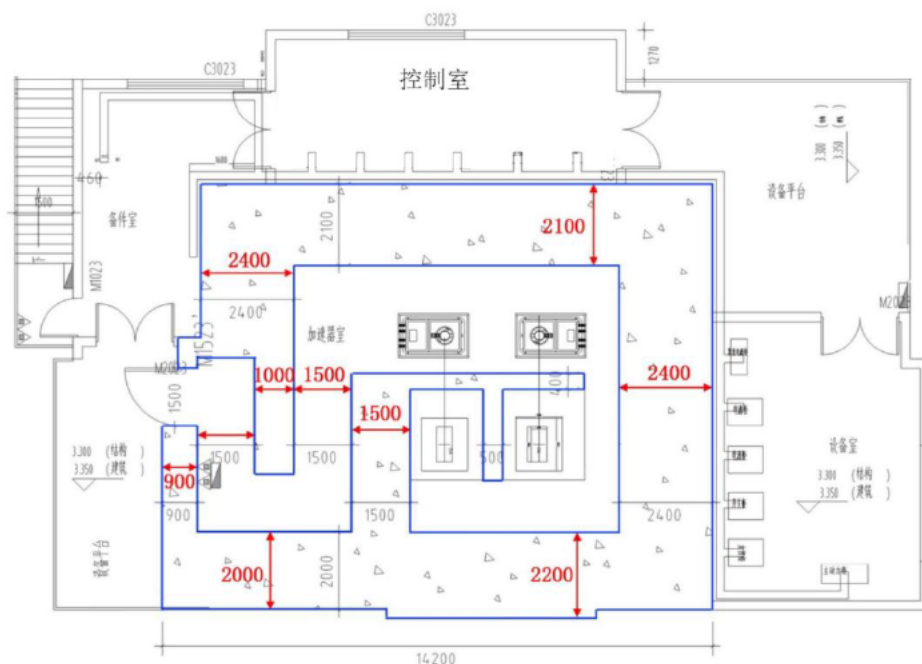


图 3-5 二层主机室辐射屏蔽竣工图（单位：mm）

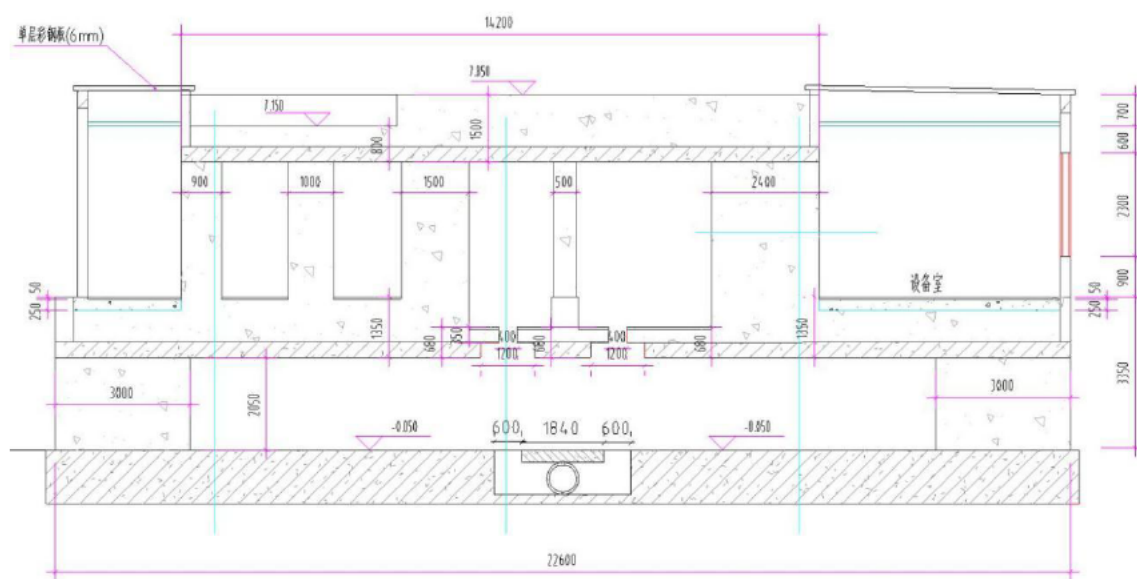


图 3-6 加速器辐照室剖面图（单位：mm）

3.2.2 管线穿墙和通风系统

环评要求：穿墙管道主要有三部分：

①排风管线：辐照室内的排风口设于两台加速器束下正下方，然后汇集到辐照室下方预埋的 600 mm 风管，该风管在地下经两次水平 90°和一次垂直地面 90°拐弯后到达辐照室的风机，再经风机后方的斜管连接到 15m 高的排气筒最终排向室外。通过该

通风管道的设计路径，辐照室内的 X 射线至少需要 6 次散射才到达辐照室外的地面。

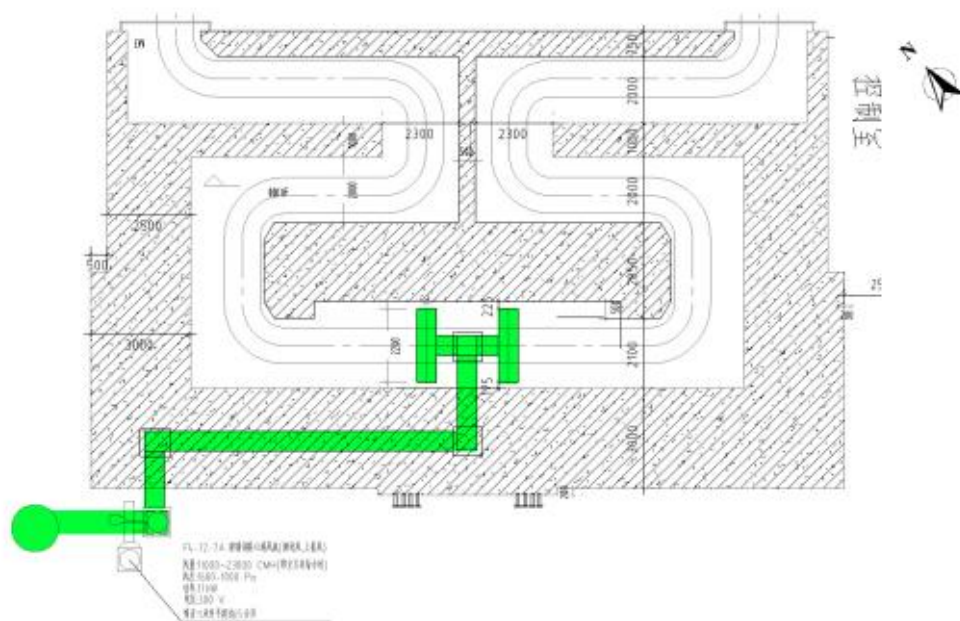
②冷却水管：冷却水管由一层和二层中间楼板穿出，采取三次 L 形拐弯穿墙，并采用主机室内高外低的方式进行辐射屏蔽补偿。

③电缆穿墙：设备间内设置有电缆沟，在电缆沟上方增设厚度为 30 mm 的钢板作为盖板进行辐射屏蔽补偿。

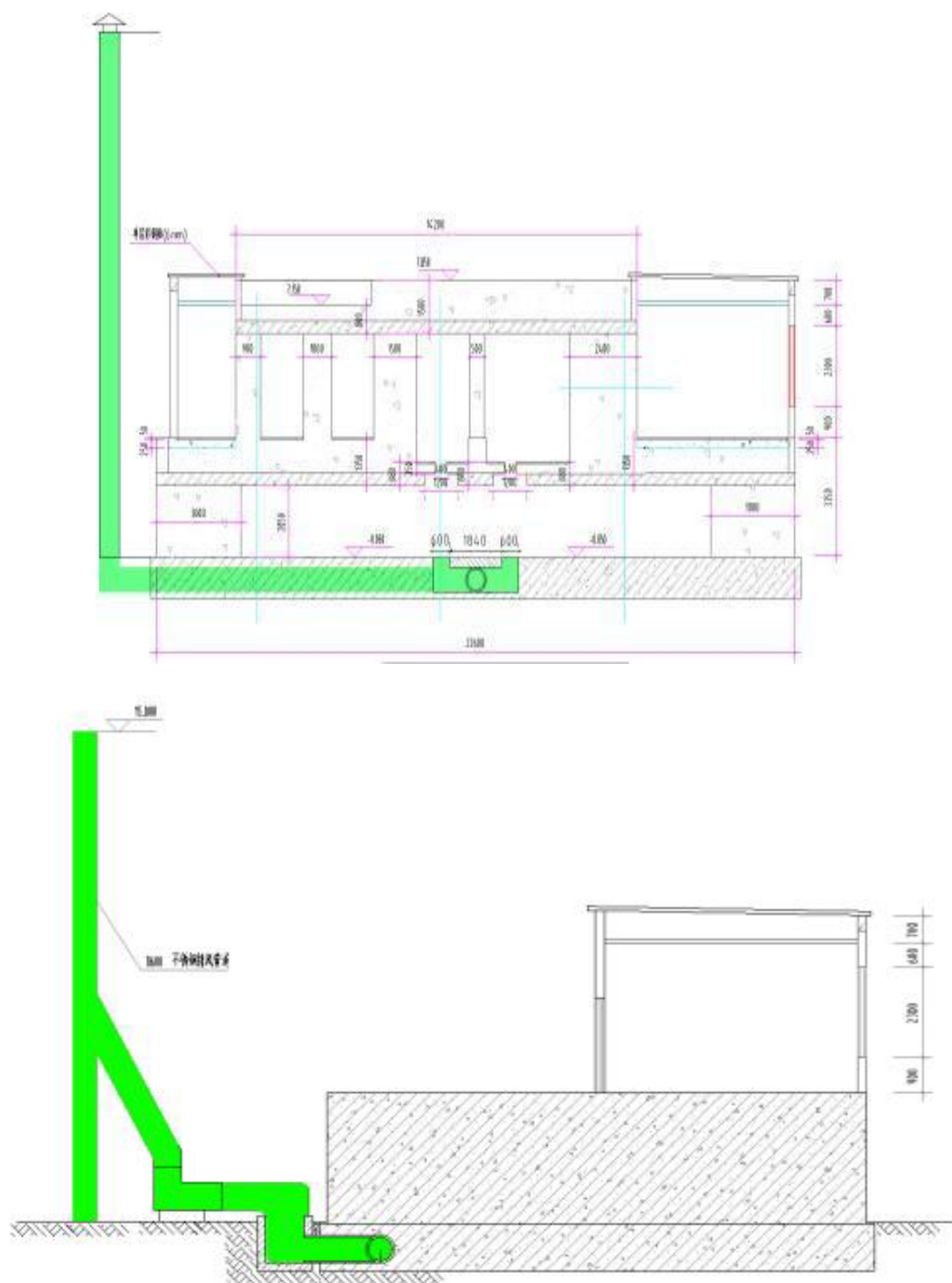
实际落实情况：验收项目按环评要求落实了穿墙管道屏蔽措施。

穿墙管道主要分为三部分：

1) 排风管线：辐照室内的排风口设于两台加速器束下正下方，然后汇集到辐照室下方预埋的 600 mm 风管，该风管在地下经两次水平 90°和一次垂直地面 90°拐弯后到达辐照室的风机，再经风机后方的斜管连接到 15m 高的排气筒最终排向室外。根据环评对迷道设计方案的分析，辐照室内的 X 射线需要 6 次以上的散射才到达辐照室外的地面。验收项目排风管线实际建设情况与环评阶段规划一致，可有效防止射线通过通风口泄漏。



通风管道平面图



通风管道剖面图

图 3-7 通风管道竣工图

2) 冷却水管：冷却水管由一层和二层中间楼板穿出，采取三次 L 形拐弯穿墙，并采用主机室内高外低的方式进行辐射屏蔽补偿，水管直径 $\phi 40\sim 65\text{mm}$ ，预埋于辐照室与主机室楼板中间位置，距离主机室地面约为 780mm。

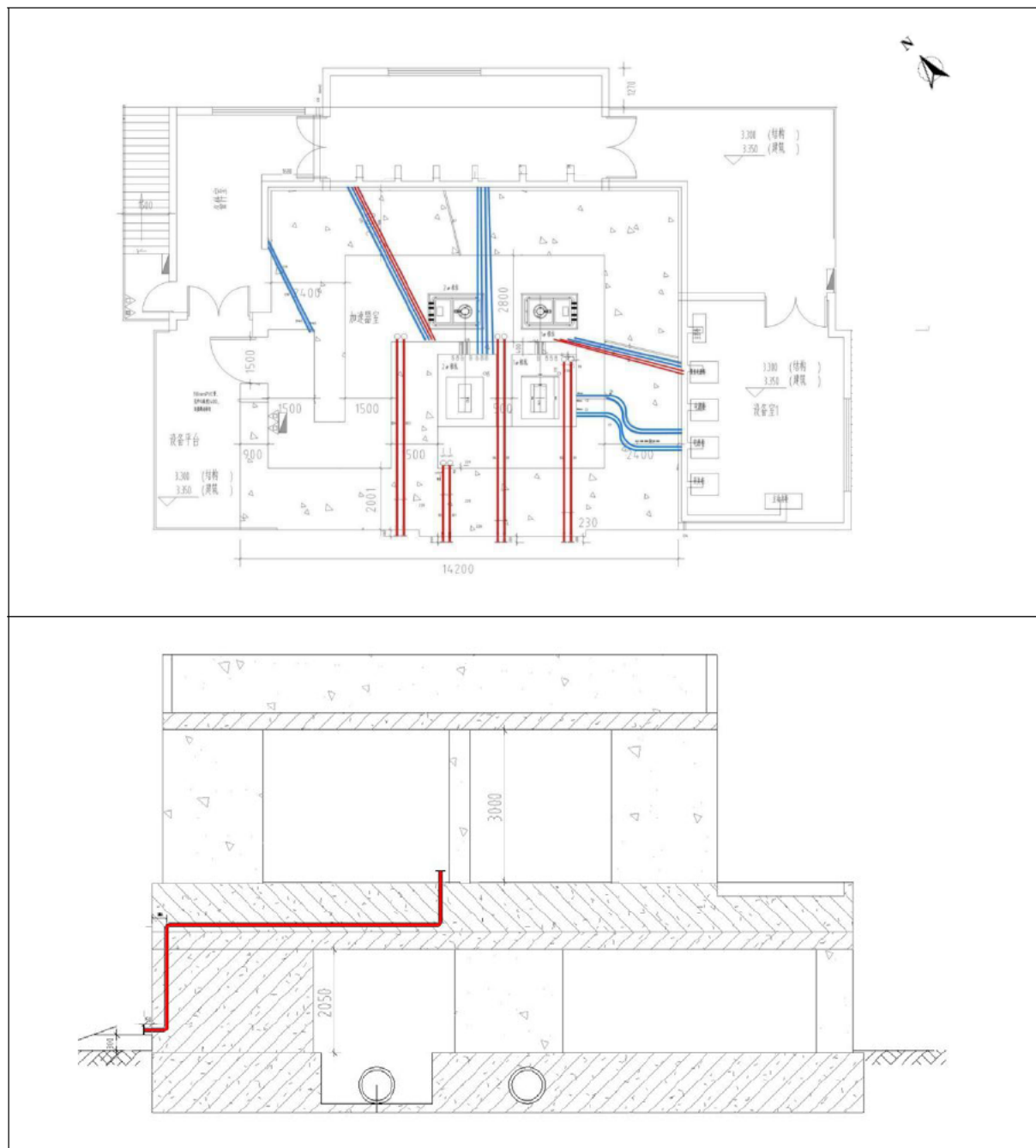


图 3-9 冷却水管散射示意图

③电缆穿墙：控制室和设备间均设置有电缆沟，深度为 250mm。在电缆沟上方设置了厚度为 30mm 的钢板作为盖板进行辐射屏蔽补偿。

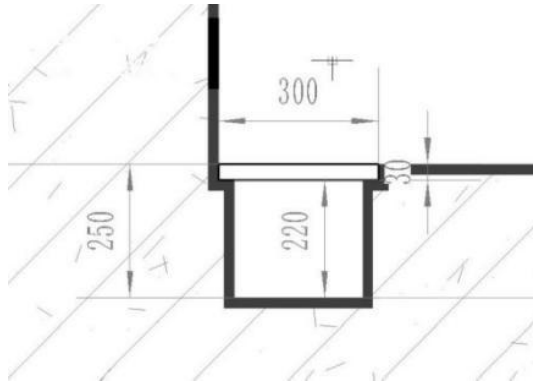


图 3-10 电缆沟剖面图

3.3 辐射安全与防护措施的设置和功能实现情况

3.3.1 钥匙控制

环评要求：项目控制台，辐照室和主机室的安全门共用一把钥匙。人员在外部仅能通过钥匙开启辐照室和主机室门；该钥匙拟与一个个人剂量报警仪使用金属链牢靠相连。建设单位规定，在设备运行情况下只有运行值班长有权利使用钥匙开关。

实际落实情况：验收项目按环评要求落实了钥匙控制措施。控制台，辐照室和主机室的安全门共用一把钥匙。人员在外部仅能通过钥匙开启辐照室和主机室门；该钥匙与一个个人剂量报警仪使用金属链牢靠相连，详见图 3-11。建设单位规定，在设备运行情况下只有运行值班长有权利使用钥匙开关。

人员在外部仅能通过钥匙开启辐照室和主机室门，门内部均设置有开门按钮，从内部按下开门按钮可开启安全门，同时高压终止。

加速器在出束时，门钥匙在控制台上，设备开机出束过程中，钥匙无法取下，因此没有主机室安全门和辐照室安全门钥匙，从外部安全门均无法打开。安全门打开的情况下，由于钥匙在安全门上，此情况下加速器无法加载高压。

3.3.2 门机联锁

环评要求：建设单位拟将辐照室和主机室的安全门与加速器高压加载实行联锁控制；辐照室门和主机室门内均设置开门按钮，作为人员应急撤离的安全措施，拟在开门按钮处设置高亮提示标识。

实际落实情况：验收项目按环评要求了落实门机联锁措施。建设单位已将辐照室和主机室的安全门与加速器高压加载实行联锁控制，辐照室门和主机室门内均设置开门按钮，作为人员应急撤离的安全措施，且在开门按钮处设置高亮提示标识。详见图 3-11。

辐照室门和主机室门均设置了门磁开关及门体闭合限位器（限位开关），通过“门

磁状态+限位器状态”双信号共同判定安全门是否处于完全关闭并锁闭到位状态，并与高压加载回路干路联锁。仅当门磁与限位器均反馈门已完全关闭且联锁信号就绪时，控制系统才允许进入高压允许状态并加载高压；若门关闭不严、未关闭、门磁/限位器任一信号异常或联锁故障，则系统禁止加载高压。

设备运行过程中，如安全门被意外打开或闭合状态发生变化（门磁断开或限位器动作异常），系统将立即触发门机联锁，自动切断高压并停止出束，同时解除已完成的巡检就绪状态，需在故障排除、门完全关闭并重新完成巡检确认后方可再次进入高压允许状态。

当人员从内部按下开门按钮时，门磁断开，高压终止，无需钥匙即可开启安全门，确保紧急情况下人员可快速撤离。

3.3.3 束下装置联锁

环评要求：加速器控制与束下装置控制分别建立接口和协议文件，设置束下测速装置。传送带正常运行设备才能出束；运行中传送带故障则立即切断高压。

实际落实情况：验收项目按环评要求了束下装置联锁措施。加速器与传送带控制系统建立接口和协议，通过测速装置进行联锁。设备加载高压前必须先开启传送带并获得速度信号；关机时需先切断高压再关传送系统；运行中若传送系统故障，加速器将立即切断高压。



门钥匙开关



二层主机室开门按钮



一层辐照室开门按钮



限位器



门磁

图 3-11 钥匙控制，门磁和开门按钮

3.3.4 信号警示装置

环评要求：在控制区的出入口处（辐照室和主机室）和迷道内均设计有三色警示灯和声音警示装置，工作状态指示灯（绿、黄、红）和语音提示系统加载高压时发出清晰可辨的声光警告。

实际落实情况：验收项目按环评要求落实了信号警示装置措施。在控制区的出入口处（辐照室和主机室）和迷道内均设置有三色警示灯和声音警示装置，工作逻辑见图 3-12，现场图见图 3-13。

- ①设备为高压禁止状态，工作状态指示灯为绿色；
- ②设备为高压允许状态，工作状态指示灯为黄色；
- ③设备出束时，工作状态指示灯为红色。

同时，设备操作人员可通过主控电脑观察设备工作状态。设备具备延迟出束，加速器进入高压允许状态后，操作人员在操作界面点击加载高压时，工作状态指示灯会变为红色，同时工作状态指示灯的喇叭发出滴滴滴的报警声，该声音明显区别于环境声音。单独的音响警示装置，在操作人员在操作界面选择加载高压时，立即会发出语音提示，

持续时间为 30 s，30 s 后设备加载高压。

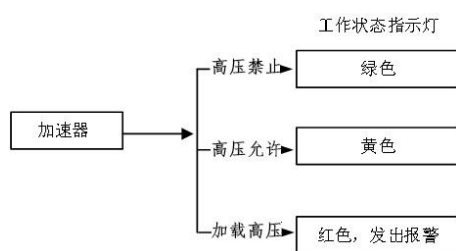


图 3-12 工作状态指示灯工作情况



图 3-13 声光报警

3.3.5 巡检按钮

环评要求：项目辐照室和主机室均设置有巡检按钮，巡检按钮与两台设备的高压均进行联锁。在加载高压前，需要进入辐照室和主机室，按序按动巡检，两台设备才进入高压允许状态。巡检顺序错误，未按照设定的工作路线进行巡检，按下第一个巡检按钮后在设定时间内未完成巡检，均为巡检未完成，两台设备均无法进入高压允许状态，需要重新巡检后设备才可进入高压允许。巡检过程中，已关闭安全门被打开，已就位光电装置被遮挡，也会导致巡检失败。所以人员走回头路，或巡检过程中安全门被意外打开，均会导致巡检失败。巡检就位后，巡检重置条件为加速器辐照室任一门开启，急停拉线被拉下或防人误入装置被遮挡，已巡检状态均会被解除，如设备处于出束状态，则立即关机并切断高压；如设备为高压允许未出束状态，则设备立即切断高压，进入高压禁止状态。

实际落实情况：验收项目基本按环评要求落实了巡检按钮措施。辐照室和主机室均设置有巡检按钮，巡检按钮与设备的高压进行联锁，巡检按钮位置详见图 3-14 和图 3-15，现场见图 3-16。为了方便辐射工作人员巡检过程更容易观察到巡检按钮，建设单位对部分巡检按钮的位置进行了改动，巡检按钮数量和巡检方式与环评阶段设计方案一致。对照巡检按钮环评阶段设计的位置，首层辐照室 2 号巡检按钮由入口迷道中间墙体西南面改到西北面，首层辐照室 5 号巡检按钮由出口迷道中间墙体西南面改到东南面，二层主机室 3 号巡检按钮由主机室内部东北面改到东南面，二层主机室 2 号巡检按钮由主机室内部东南面中间位置改到西南面，二层主机室 1 号巡检按钮由主机室内部西南面中间位置改到西北面。参照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号），未导致不利影响加重，不属于重大变动。

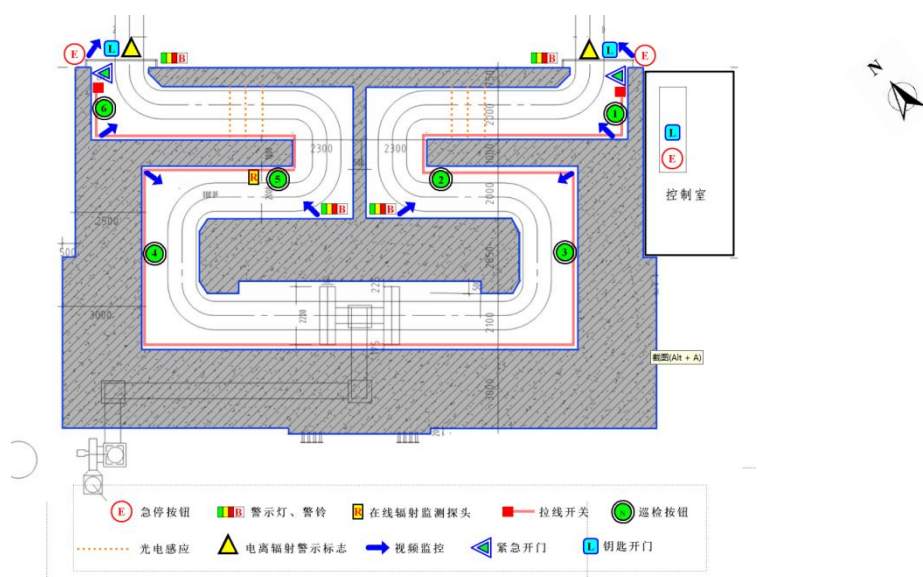
在加载高压前，需要进入辐照室和主机室，按序按动巡检，设备才进入高压允许状态。巡检顺序错误，未按照设定的工作路线进行巡检，按下第一个巡检按钮后在设定时间内未完成巡检，均为巡检未完成，设备均无法进入高压允许状态，需要重新巡检后设备才可进入高压允许。巡检过程中，门机联锁和光电装置会跟随巡检进程复位，现按照操作人员巡检顺序叙述巡检，门机和光电设施复位情况详细如下：

辐照室：打开辐照室出入口，从入口开始巡检→关闭辐照室入口门→按下 1 号巡检按钮→入口光电装置就位→按下 2 号巡检按钮→按下 3 号巡检按钮→按下 4 号巡检按钮→按下 5 号巡检按钮→出口光电装置就位→按下 6 号巡检按钮→关闭辐照室出口门→辐

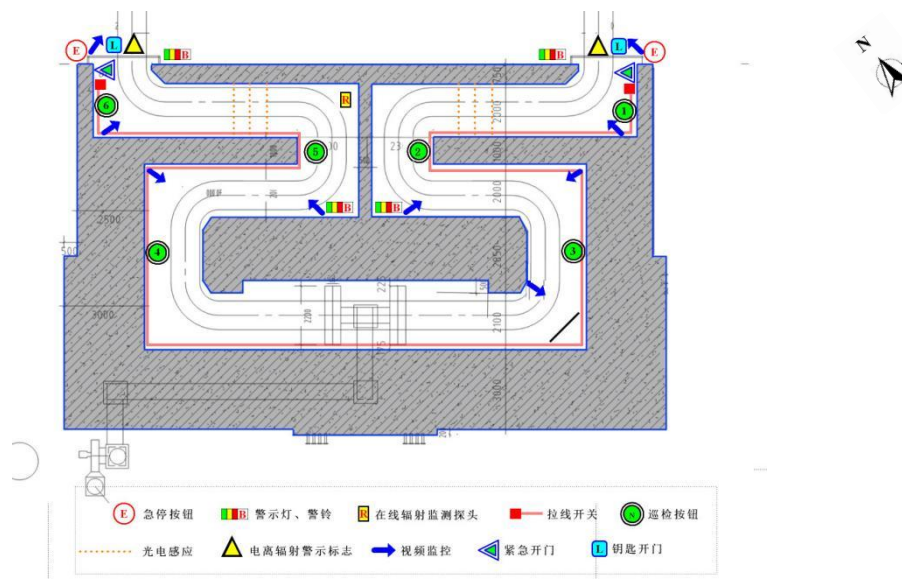
照室巡检成功。

主机室：打开主机室入口门，进入主机室→按下 1 号巡检按钮→按下 2 号巡检按钮→按下 3 号巡检按钮→按下 4 号巡检按钮→出入口光电装置就位→按下 5 号巡检按钮→关闭主机室出口门→主机室巡检成功。

巡检过程中，已关闭安全门被打开，已就位光电装置被遮挡，也会导致巡检失败。所以人员走回头路，或巡检过程中安全门被意外打开，均会导致巡检失败。巡检就位后，巡检重置条件为任一门开启，急停拉线被拉下或防人误入装置被遮挡，已巡检状态均会被解除，如设备处于出束状态，则立即关机并切断高压；如设备为高压允许未出束状态，则设备立即切断高压，进入高压禁止状态。

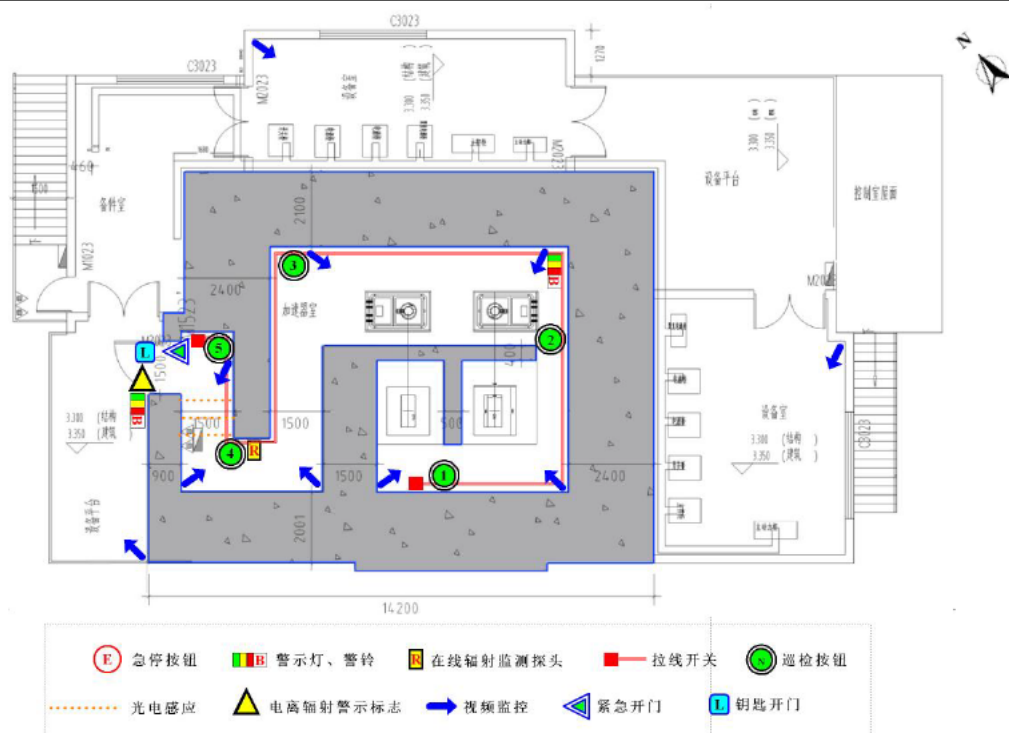


环评阶段设计

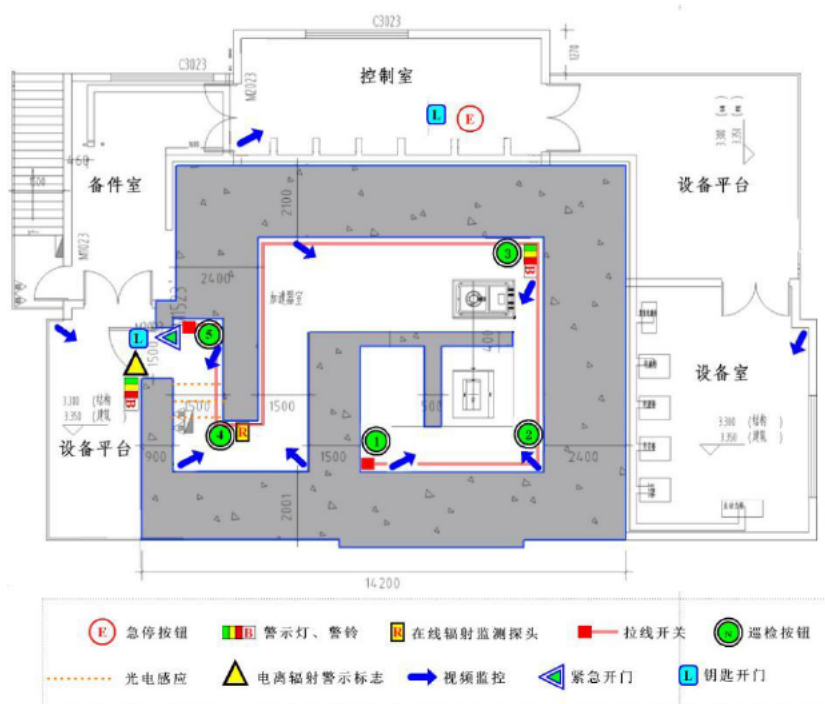


实际布置

图 3-14 首层辐照室辐射安全设施布置



环评阶段设计



实际布置

图 3-15 二层主机室辐射安全设施布置

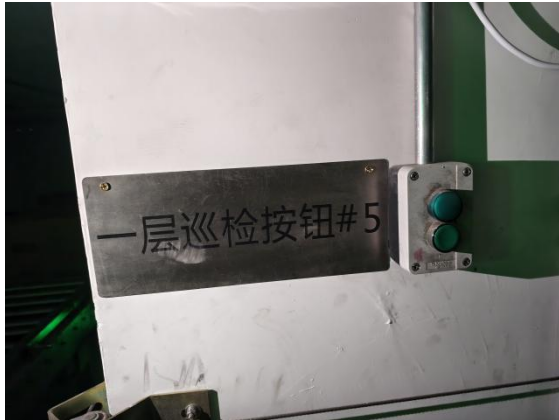




图 3-16 巡检按钮

3.3.6 防人误入装置

环评要求：在首层辐照室迷道入口和出口处分别设置有 3 道相互独立的光电装置，二层主机室迷道出入口处设置有 3 道相互独立的光电装置。光电装置与加速器高压进行联锁。有人员误入加速器辐照室时，身体将任意一处挡住光电装置后，若加速器处于出束状态，则立即切断高压，停止出束。

实际落实情况：验收项目按环评要求设置了防人误入装置。在首层辐照室迷道入口和出口处分别设置有 3 道相互独立的光电装置，二层主机室迷道出入口处设置有 3 道相互独立的光电装置。三道光电装置呈梯形摆放，辐照室中的三道光电装置距离地面依次为 30 cm、50 cm 和 140 cm，主机室中的三道光电装置距离地面依次为 30 cm、80 cm 和 130 cm，其分布位置详见图 3-14 和图 3-15，现场照片见图 3-17。

光电装置与加速器高压进行联锁。有人员误入加速器辐照室时，身体将任意一处挡住光电装置后，若加速器处于出束状态，则立即切断高压，停止出束，同时，在主控电脑的报警界面，会显示由于光电遮挡导致巡检解除，提示需要重新巡检。



图 3-17 光电装置

3.3.7 急停装置

环评要求：项目设置有急停拉线开关，急停装置与两台加速器联锁，触发急停立即切断所有加速器高压，且需复位并重新巡检后才能重启。

实际落实情况：验收项目按环评要求设置了急停装置。辐照室和主机室均设置有急停拉线开关，急停装置与加速器联锁，当拉下急停装置拉线时，如设备处于出束状态，则加速器切断高压，停止出束。

拉线开关距离地面高度 1.2 m,在上方设置明显标识“紧急时按下”。当出现紧急情况时，只需拉下拉线开关，加速器的高压切断。拉线开关拉下时，已巡检状态会解除。在紧急情况下，事故处理完毕后，需要将拉线开关复位，同时需再次巡检，才可再次启动加速器。拉线急停开关覆盖了整个辐照室和主机室，详细位置见图 3-14 和图 3-15 所示，现场见图 3-18。

验收项目在控制室操作台上及辐照室出入口均设置有急停按钮，其功能与拉线开关

一致，当出现紧急情况时，按下急停按钮，出束加速器的高压切断，设备停止出束。急停按钮按下后，均需手动对其进行复位。





图 3-18 急停装置

3.3.8 剂量联锁

环评要求：本项目安装固定式辐射监测仪：固定式辐射监测仪探头安装于一层辐照室和二层主机室迷道内口，当辐照室内的剂量率水平大于设定阈值时，辐照室和主机室门无法从外界打开。

实际落实情况：验收项目基本按环评要求设置了固定式辐射监测仪。本项目安装了固定式辐射监测仪，为了增加固定式辐射监测仪使用寿命，建设单位对首层辐照室固定式辐射监测仪位置进行略微的改动，固定式辐射监测仪数量和联锁方式与环评阶段设计方案一致。相对于环评阶段设计方案的固定式辐射监测仪位置，首层辐照室固定式辐射监测仪探头由辐照室出口迷道中间墙西南面改到出口迷道东北墙内侧，二层主机室固定式辐射监测仪位置不变，安装于迷道中间墙体西南面，位置见图 3-14 和图 3-15，现场见图 3-19。参照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号），固定式辐射监测仪改动未导致不利影响加重，不属于重大变动。

辐射剂量率监测系统与安全门联锁，当辐照室内的剂量率水平大于设定阈值时，辐照室和主机室门无法从外界打开。

建设单位在加速器停机后测量了辐照室出口及主机室内部的本底值，为 $0.16 \mu\text{Sv/h}$ ，因此设置了辐照室出口及主机室内部的固定式辐射监测仪的剂量阈值为 $0.50 \mu\text{Sv/h}$ ，大于本底值的三倍 $0.48 \mu\text{Sv/h}$ ，可满足环评要求的剂量联锁阈值为本底值的三倍的要求。

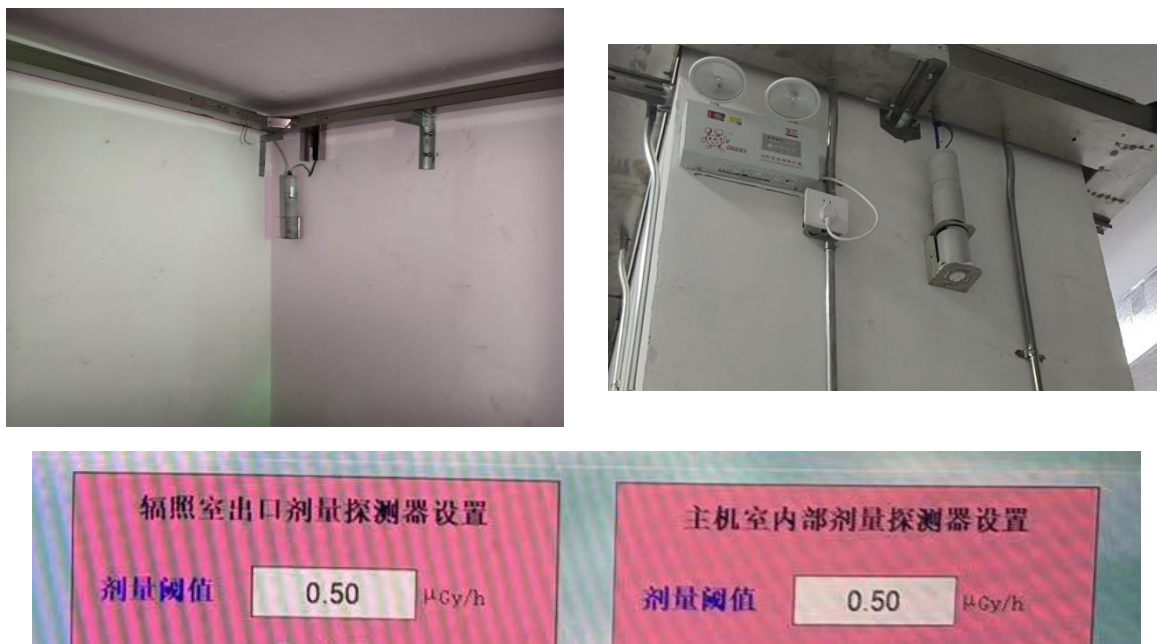


图 3-19 剂量联锁

3.3.9 通风联锁

环评要求：电子加速器辐照装置的通风系统与高压加载及安全门开启实行联锁控制。只有在通风系统运行正常并满足设定条件后，控制系统才允许加载高压；当通风系统未正常运行或发生故障时，电子加速器辐照装置无法加载高压，确保在通风条件不满足的情况下装置不能运行。在电子加速器辐照装置正常运行过程中，如通风系统发生故障或异常，控制系统将立即切断高压，停止出束。项目投入使用后，建设单位拟在控制系统中统一设置排风延迟和安全门延迟时间为 10 分钟。在该 10 分钟内，即使向排风系统发出停止运行指令，排风系统仍将保持有效运行；同时，在正常停止出束后的 10 分钟内，即使发出开启辐照室和控制室安全门的指令，安全门仍处于锁闭状态，须待延迟时间结束后方可开启。

实际落实情况：验收项目基本按环评要求落实了通风设施及通风联锁。根据项目环境影响评价文件，计划安装的排风机最小通风量为 11000 m³/h，现场核查可知，风机实际最小通风量为 10602 m³/h，与环评设计通风量基本相当，风机及铭牌见图 3-20。

本项目首层辐照室体积约 270.6 m³，对应最小通风量 10602 m³/h，换气次数约 39 次/h。按本期验收项目仅有 1 台电子加速器出束进行计算，得出在正常停机并持续排风，辐照室内臭氧浓度降低至标准要求的工作场所空气中臭氧容许浓度限值 0.3 mg/m³所需的时间为 6.36 min，满足环评阶段排风延迟和安全门延迟时间为 10 分钟的设计要求；若按项目终期工程建成 1 套综合辐照加工系统进行计算，两台电子加速器同时出束停机

后并持续排风，辐照室内臭氧浓度降低至标准要求的工作场所空气中臭氧容许浓度限值 0.3 mg/m^3 所需的时间为 7.45 min ，依然满足环评阶段排风延迟和安全门延迟时间为 10 分钟的设计要求。

验收项目已设置正常停机后的通风延时功能，设置的通风延迟时间为 10 min 。加速器正常切断高压和束流后，排风系统继续运行 10 分钟后方可开启安全门，在正常停机并持续排风 10 min 后，辐照室内臭氧浓度可降低至满足《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）规定的工作场所空气中臭氧容许浓度限值 0.3 mg/m^3 。

只有在通风系统运行正常并满足设定条件后，控制系统才允许加载高压；当通风系统未正常运行或发生故障时，电子加速器辐照装置无法加载高压，确保在通风条件不满足的情况下装置不能运行。在电子加速器辐照装置正常运行过程中，如通风系统发生故障或异常，控制系统将立即切断高压，停止出束。

排风系统延迟关闭和安全门延迟开启措施仅适用于正常停机工况。当发生触发急停按钮、光电联锁装置动作或火灾报警等紧急停机情形时，控制系统将优先保障人员应急处置和疏散需要，安全门的开启不受上述延迟时间限制，可立即解锁开启。紧急工况下仍应优先执行停束/断电措施，并在确保人员安全撤离后持续开启通风排风，必要时由专人进行臭氧/ NO_x 等有害气体安全确认后再进入开展处置。





图 3-20 通风设施

3.3.10 烟雾报警

环评要求: 设置有烟雾报警, 设置位置为通风管道内靠近风机位置。报警装置与加速器联锁, 在加速器正常出束时, 若烟雾报警装置启动报警, 则加速器会切断辅助系统 (真空系统除外) 所有电源, 通风系统也将停止工作。

实际落实情况: 验收项目按环评要求设置了烟雾报警装置。加速器辐照室设置有烟雾报警, 设置位置为通风管道内靠近风机位置, 现场见图 3-21。报警装置与加速器联锁, 在加速器正常出束时, 若烟雾报警装置启动报警, 则加速器会切断辅助系统 (真空系统除外) 所有电源, 通风系统也将停止工作。建设单位在设备月检时对烟雾报警系统有效性进行检查。



图 3-21 烟雾报警设施

3.3.11 其他安全设施

环评要求: ①实时摄像监视; ②加速器冷却系统联锁; ③加速器的各控制信号联锁。

实际落实情况：验收项目基本按环评要求落实了实时摄像监视、加速器冷却系统联锁与加速器的各控制信号联锁措施。

①实时摄像监视：建设单位在加速器辐照室内设有摄像监视系统，监控图像实时显示在控制室的监控电视上，使控制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。为了摄像头位置布置得更加合理，建设单位对摄像头的位置进行调整。相较于环评阶段设计方案的摄像头数量与位置，首层辐照室增加 1 个摄像头布设于辐照室内部东南侧；二层主机室摄像头数量不变，位于主机室西北侧的设备平台的摄像头由东南侧改到东北侧，位于主机室北侧的控制室的摄像头由东北侧改到西北侧。通过这样的改动，建设单位的监视范围更广，更加合理。参照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号），未导致不利影响加重，不属于重大变动。

建设单位将定期对摄像监控进行检查，确认监控可正常显示图像，如发现损坏，及时进行维修。

②加速器冷却系统联锁：电子加速器将与该加速器各管路冷却回水的流量与冷却系统的水箱水温进行联锁。流量或水温异常时，将立即切断对应加速器的高压。

③加速器的各控制信号联锁：加速器的启动和运行均依赖于所有控制信号正常。任一控制信号异常，将立即切断对应加速器的电源。





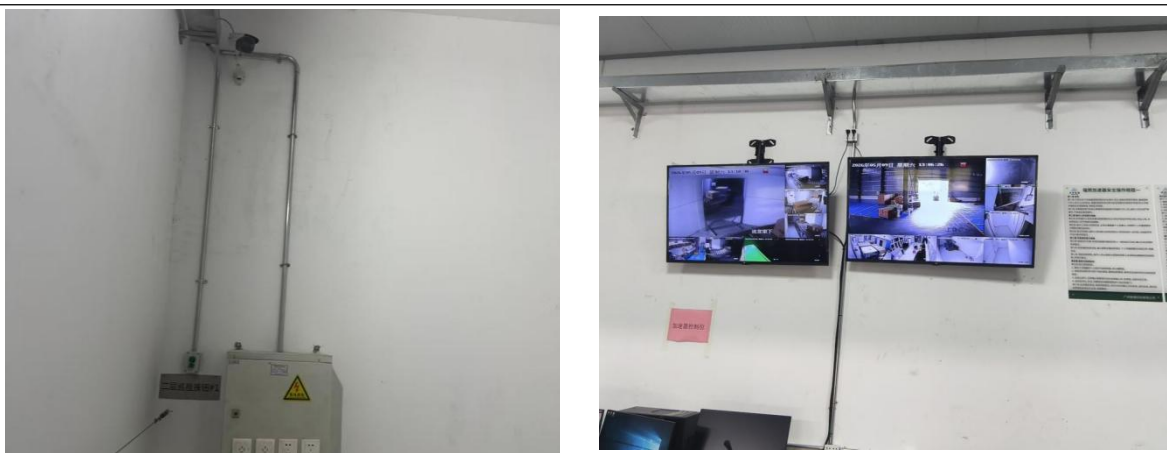


图 3-22 视频监控

3.3.12 应急照明和紧急疏散标识

环评要求：应设置应急照明系统和发光路线指示标识。

实际落实情况：验收项目按环评要求落实了应急照明系统和发光路线指示标识。辐照室和主机室内部在疏散通道和主要疏散路线靠近地面的墙上张贴疏散箭头指示，主机室、辐照室、控制室均设置应急照明。疏散提示和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。加速器辐照室内设置疏散标识和应急照明见图 3-23。



图 3-23 应急照明和紧急疏散标识

3.3.13 辐射探测设备

环评要求：建设单位拟配备个人剂量计，1 台便携式辐射监测仪和 2 台个人剂量报警仪。

实际落实情况：验收项目按环评要求配备了辐射探测设备。建设单位目前有 3 名辐射工作人员，比环评规划的初期阶段的辐射工作人员增加 1 人，因此多配置 1 个个人剂量计，为加速器辐照室配置了 1 台便携式辐射监测仪和 2 台个人剂量报警仪，详细配备

情况见表 3-3，现场见图 3-24。参照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号），增加 1 个个人剂量计不能导致不利影响加重，不属于重大变动。

表 3-3 辐射探测设备配备情况

序号	名称	环评要求	配置情况	分析
1	个人剂量计	2 个， TLD 型	3 个， TLD 型	建设单位目前有 3 名辐射工作人员，比环评规划的初期阶段的辐射工作人员增加 1 人，因此多配置 1 个个人剂量计
2	个人剂量报警仪	2 台	2 台	与环评要求一致
3	便携式辐射监测仪	1 台， 型号待定	1 台， FD-3013B 型	与环评要求一致
4	固定式辐射监测仪	1 套，2 个 探头	1 套，2 个探 头	与环评要求一致



图 3-24 辐射探测设备

3.3.14 辐射安全设施总结分析

建设单位已按照环境影响评价文件设置辐射安全措施，现对照《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 3-4。

表 3-4 辐射安全设施与环评和标准对照分析

HJ979-2018 要求	环评设计方案	实际落实情况	变动情况
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对职业照射条件进行监督和评价的区域。	已对加速器辐照室进行分区，按照标准要求，将屏蔽墙内部划分为控制区，设备控制室、设备室、通往设备室楼梯、传送带以内区域和其他屏蔽墙 30cm 外划定为监督区。	已对辐射工作场所实施分区管理。控制区为以屏蔽墙体为界的整个辐照室和主机室内，包括迷道及辐照室门内区域；监督区为设备控制室，设备室，通往备件间的楼梯（设置警戒线，非辐射工作人员禁止入内），传送带外边界内的区域和其余位置墙体（门）外 30cm 处，并已在监督区边界和控制区边界张贴警戒线和中文说明，并在门外设置电离辐射标识。	由于实际建设过程将控制室改建至主机室东北侧，环评原规划位于主机室东北侧的设备室取消建设，建设单位已结合环评阶段分区管理原则，对相应监督区边界进行修改。
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。	建设单位拟在加速器辐照室墙体张贴电离辐射标志，设置警示灯，显示设备工作状态。	建设单位在加速器辐照室墙体张贴了电离辐射标志，设置警示灯，显示设备工作状态。	无变动
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。	建设单位购买设备为国产设备，设备厂家将按照要求提供中文使用手册，建设单位将建立中文操作规程和应急程序，所有标识均使用中文。	建设单位购买设备为国产设备，设备厂家按照要求提供了中文使用手册，建设单位建立了中文操作规程和应急程序，所有标识均使用中文。	无变动
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	建设单位对加速器辐照室进行辐射屏蔽设计，加速器辐照室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 处以及外区	加速器辐照室已按环评设计建成。辐照室、主机室、迷道、楼板、屋顶及门体屏蔽厚度均与环评一致。验收监测结果表明，加速器辐照室外	无变动

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。	域周围剂量当量率不能超过 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。通过进一步估算可知,辐射工作人员和公众年受照剂量可满足评价报告设定的剂量约束值。	墙体外的周围剂量当量率满足 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 控制要求。通过表七可知,辐射工作人员和公众年受照剂量可满足设定的剂量约束值。	
6.2 安全措施			
(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。	设备操作台与门为同一把钥匙,如从控制台上取出该钥匙,加速器将切断高压,停止出束。钥匙上会与一台个人剂量报警仪相连,设备运行过程中,仅值班长可使用。	设备操作台与门为同一把钥匙,如从控制台上取出该钥匙,加速器将切断高压,停止出束。钥匙上会与一台个人剂量报警仪相连,设备运行过程中,仅值班长可使用。	无变动
(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;	加速器辐照室设置门机连锁。加速器运行过程中门打开后,加速器将切断高压,停止出束;门打开或关闭不严时,无法加载高压。	加速器辐照室设置了门机连锁。加速器运行过程中门打开后,加速器将切断高压,停止出束;门打开或关闭不严时,无法加载高压。	无变动
(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;	加速器辐照室设置束下连锁,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,加速器将切断高压,停止出束。	加速器辐照室设置了束下连锁,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,加速器将切断高压,停止出束。	无变动
(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	信号装置已连锁,加速器运行时,控制区内和控制区外均设置灯光和音响报警信号;加速器辐照室内外均设置指示灯,可显示设备工作状态。	信号装置已连锁,加速器运行时,控制区内和控制区外均设置灯光和音响报警信号;加速器辐照室内外均设置指示灯,可显示设备工作状态。	无变动

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。	加速器辐照室设置巡检按钮，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的逻辑运行。建设单位已制定工作流程，当天首次开机前、开门后、应急开关被触发后，均需重新巡检。	加速器辐照室设置了巡检按钮，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的逻辑运行。建设单位已制定工作流程，当天首次开机前、开门后、应急开关被触发后，均需重新巡检。	部分巡检按钮位置发生改变，巡检按钮数量和巡检方式不变，非重大变动
(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(一般采用光电装置)，并与加速器的开、停机联锁；	主机室和辐照室均设置三道防人误入设施，与高压联锁。加速器运行过程中触发，加速器将切断高压，停止出束。	主机室和辐照室均设置三道防人误入设施，与高压联锁。加速器运行过程中触发，加速器将切断高压，停止出束。	无变动
(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；	加速器辐照室设置拉线开关，拉线开关与高压联锁，设备运行过程中，一旦触发加速器将切断高压，停止出束。拉线开关覆盖整个控制区。主机室和辐照室迷道口门均为安全门，可从内部直接打开门。另外，控制台和出入口上也设置了急停按钮，急停按下后需要复位。	加速器辐照室设置了拉线开关，拉线开关与高压联锁，设备运行过程中，一旦触发加速器将切断高压，停止出束。拉线开关覆盖整个控制区。主机室和辐照室迷道口门均为安全门，可从内部直接打开门。另外，控制台和出入口上也设置了急停按钮，急停按下后需要复位。	无变动
(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；	加速器辐照室设置固定式辐射监测仪，设置剂量联锁。当监测到数值超过设定阈值时，无法从外侧打开门。	加速器辐照室设置固定式辐射监测仪，设置剂量联锁。当监测到数值超过设定阈值时，无法从外侧打开门。	首层辐照室固定式辐射监测仪位置发生改变，数量和剂量联锁方式不变，非重大变动
(9) 通风联锁。主机室、辐照	加速器辐照室设置通风联锁，设	加速器辐照室设置通风联锁，设	无变动

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;	备切断高压后,通风将持续运行10min 后才可开门。	备切断高压后,通风将持续运行10min 后才可开门。	
(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。	辐照室设置烟雾报警联锁,设备出束过程中,发生火情,加速器停机且切断高压,通风系统断电。	辐照室设置了烟雾报警联锁,设备出束过程中,发生火情,加速器停机且切断高压,通风系统断电。	无变动
6.3 其他要求			
6.3.1 电气系统 (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。 (2) 主机室、辐照室、控制室应设置应急照明系统。 (3) 各供电系统及相关设备应有可靠的接地系统。 (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。	(1) 加速器辐照室进行供电设计,采取专线供电,可确保电压和电流稳定度; (2) 加速器辐照室内设置应急照明系统和发光路线指示标识; (3) 各供电系统及相关设备设置有可靠的接地系统; (4) 高压位置均设置高压联锁和高压放电保护;	(1) 加速器辐照室进行供电设计,采取专线供电,可确保电压和电流稳定度; (2) 加速器辐照室内设置应急照明系统和发光路线指示标识; (3) 各供电系统及相关设备设置有可靠的接地系统; (4) 高压位置均设置高压联锁和高压放电保护;	无变动
6.3.2 给水系统 (1) 应根据加速器装置总用水要求,提供有一定裕量的水流量和水压。 (2) 根据加速器装置和束下装置等设备工艺要求的水质、水温、热交换负荷进行设计。	加速器冷却系统分为恒温水和常温冷却水两个部分。建设单位对给水系统进行设计,有一定裕量的水流量和水压。评价项目已按设备对水质、水温、热交换负荷进行设计。	加速器冷却系统分为恒温水和常温冷却水两个部分。建设单位对给水系统进行设计,有一定裕量的水流量和水压。验收项目已按设备对水质、水温、热交换负荷进行设计。	无变动
6.3.3 通风系统 (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	(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。	(1) 本项目气体浓度满足 GBZ2.1 的规定。有害气体的排放满足 GB3095 的规定。	无变动

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。 （3）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。 （4）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。	（2）评价项目排风口设置在两加速器中间位置正下方。 （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。	（2）项目排风口设置在两加速器中间位置正下方。 （3）排风口高度与环评设计一致，排风口高度是根据 GB3095 的规定及周边环境和气象资料进行确定的。	
6.3.4 防火系统 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。	评价项目设置火灾报警装置，拟配备灭火设施。	项目设置了火灾报警装置，配备了灭火设施。	无变动
根据以上分析，验收项目已落实的辐射安全措施与环境影响评价文件基本保持一致，对照《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（环办辐射函〔2025〕313 号），无重大变动，可满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）的辐射安全与防护的要求。			

3.4 三废治理

环评要求: 在项目冷却水采用去离子水进行间接循环冷却, 正常运行过程中不外排, 不产生放射性废水; 电子加速器正常运行过程中不产生固体污染物; 项目应设置通风系统, 及时排出运行过程中产生的臭氧和氮氧化物等有害气体, 并通过通风联锁和延时开门措施, 保证加速器辐照室内空气环境满足有关要求。

实际落实情况: 验收项目按环评要求落实了三废治理措施。

(1) 液体污染物

在辐照加工所运用的辐照加速器日常运行期间, 需借助冷却水(采用去离子水)对加速器的关键部件进行冷却, 冷却方式为间接冷却。冷却水使用去离子水, 为外购成品。冷却水以循环水的形式存在于系统中, 设备正常运行过程中不会外排。但是由于水分蒸发, 需要定期补充部分去离子水。

(2) 固态污染物

该电子加速器在正常运行过程中, 不会产生固态污染物。

(3) 气态污染物

本项目电子加速器在工作状态时, 空气在辐射照射下产生臭氧和氮氧化物等有害气体。建设单位在辐照室安装了 F4-72-7A 型离心风机, 排风能力为 10602~21204 m³/h。项目辐照室体积为 270.6 m³, 根据风机最小通风量 10602 m³/h 进行计算, 内每小时换气次数为 39 次, 能保证及时将臭氧、氮氧化物等有毒有害气体排出室外。

辐照室排风系统进风口设置于辐照室内部中间的地面处。考虑到臭氧相对分子质量较大、在空气中易在局部区域形成富集(尤其在气流组织不佳或通风死角处), 将进风口设置于室内中部地面位置, 有利于形成由周边向中部汇集的气流组织, 减少角落区域的滞留与死角, 提升室内污染气体的捕集效率。

辐照室排风管道回弯后从加速器辐照室南墙穿出并延伸至厂房屋顶, 排气筒出口高度约为 15 m, 排风管道的位置和高度均与环评一致。该布置可将辐照室内运行过程中可能产生的臭氧(O₃)和氮氧化物(NO_x)等有害气体引至屋顶高空排放, 避免在厂区地面附近排放导致回流进入厂房或人员活动区域的风险; 同时排气筒设置于屋顶并高出屋面, 有利于依托自然风形成较好的扩散稀释条件, 使排放气体在大气中快速稀释, 降低对厂界及周边环境的影响。根据项目周边环境调查, 周边厂房最高为本项目所在厂房, 总高度约 13.9 m, 本项目排气筒高度约 15 m, 高于屋顶约 1.1 m, 满足排气筒高出屋面

设置要求，可降低屋面附近涡流区影响，避免排放气体在屋顶回卷聚集，通风设施现场图见图 3-20，布置图见图 3-25 和图 3-26。

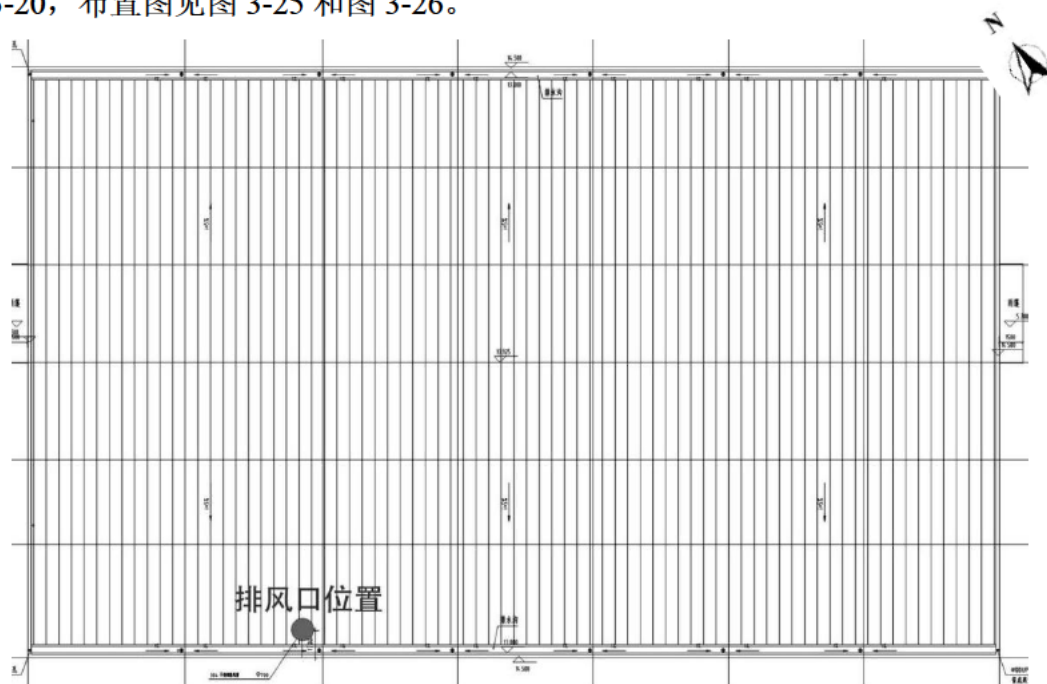


图 3-25 屋顶平面图

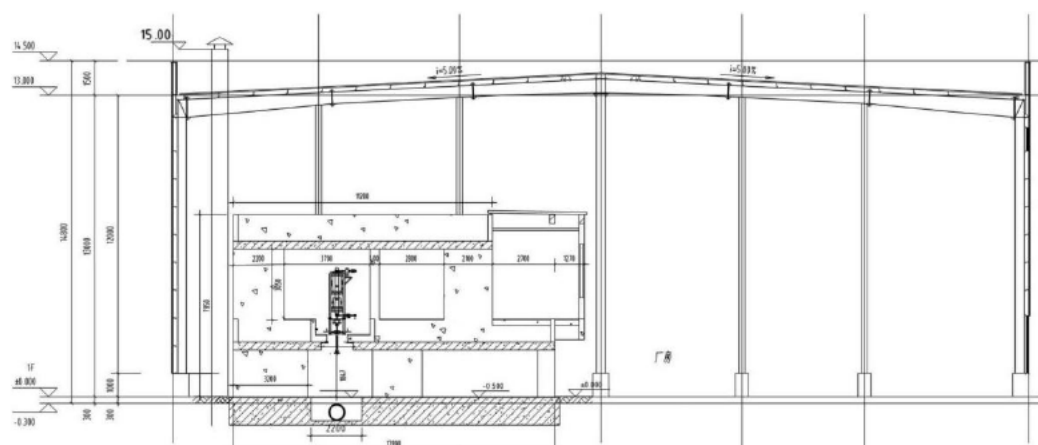


图 3-26 排风剖面图

3.5 辐射安全管理

3.5.1 辐射安全管理机构

环评要求：使用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。

实际落实情况：建设单位已成立辐射安全监督领导小组，并明确该小组的组织架构和相关的职责，辐射安全监督领导小组见表 3-5。

表 3-5 建设单位辐射安全监督领导小组框架

序号	管理人员	姓名	职务	专/兼职情况
1	组长	黄汉波	生产主管	兼职
2	组员	黎楚强	技术员	兼职
3	组员	陈荣坤	技术员	兼职
4	组员	侯承涛	技术员	兼职

辐射安全监督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，公司辐射安全与防护管理预算的编制与执行；

2.负责本单位加速器的使用安全，防止辐射事故，危害公众的安全和健康；

3.严格执行国家有关放射性同位素与射线装置安全和防护条例，向生态环境主管部门申报环境影响评价，申领辐射安全许可证等制度，并接受相关部门的指导和监督；

4.定期对辐射工作场所进行辐射防护检测、监测和检查；

5.辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，并按照要求协助培训人员进行报名考核，并对合格证进行管理。定期组织内部培训，对装卸货工人进行辐射安全教育；

6.落实个人剂量监测，进行个人剂量计的收发和指导佩戴，统计检测数据，建立个人健康监护档案。

7.加速器的日检、月检和半年检查；

8.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；

9.设备检修维修过程中的协调工作；

10.制定辐射事故应急预案，制定辐射应急演练计划并组织实施。

建设单位的辐射安全与环境管理机构的设置满足相关标准要求。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求，建设单位已经在项目落实前安排了辐射防护负责人进行辐射安全防护与培训，并取得成绩合格证明，详见附件 3。

3.5.2 辐射安全管理规章制度

环评要求：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。

实际落实情况：为了保障放射性同位素和射线装置的使用安全，建设单位制定了《辐射防护安全管理制度》《辐照加速器安全操作规程》《辐射工作岗位职责》《电子加速

器辐照装置检修维修规定》《辐射工作人员培训制度》《辐射工作场所及环境监测方案》《辐射工作人员个人剂量监测管理办法》等相关辐射安全管理制度（见附件4），建设单位已建立了辐射安全管理制度，规定了辐照加速器使用和维修流程，建设单位在日常运行过程中，不断完善各项管理制度，使其在辐射安全管理中发挥效能。建设单位已将辐射安全管理规章制度张贴上墙，见图3-27。



图 3-27 辐射安全管理制度上墙

3.5.3 辐射工作人员培训

环评要求：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。新从事辐射活动的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。项目运行前，建设单位拟安排所有辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，并参加考核，取得合格证后上岗。考试合格证有效期为5年，期满后，建设单位将组织人员重新培训并参加考核。

实际落实情况：建设单位已为本项目配备了3名辐射工作人员，均参加了辐射安全与防护培训，取得合格证后上岗，详见表2-7。考试合格证有效期为5年，期满后，建

设单位将组织人员重新培训并参加考核。

结合现阶段设备运行时间、工作负荷及岗位安排，现有人员配置可满足当前辐照加工运行及辐射安全管理需要。

3.5.4 辐射工作人员个人剂量监测

环评要求：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；发现个人剂量检测结果异常的，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。建设单位拟为所有辐射工作人员配备个人剂量计，每季度送检，并建立个人剂量档案，终身保存。

实际落实情况：建设单位现有 3 名辐射工作人员，辐射工作人员均配备了个人剂量计，每季度送检，并建立个人剂量档案，终身保存，与环评要求一致，已配置个人剂量计见图 3-28。因目前该项目运营不足 3 个月，所以暂未出具第一个季度个人剂量检测报告。



图 3-28 建设单位已配置个人剂量计

3.5.5 工作场所辐射监测

环评要求：项目投入使用后，建设单位拟配备 1 台便携式辐射监测仪用于日常自行监测，可满足要求。

实际落实情况：建设单位为本项目配备了 1 台便携式辐射监测仪用于日常自行监测，可满足使用要求。

建设单位按照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）对加速器辐照室进行检查，主要包括日检查、月检查和半年检查。

分析结论：通过以上对照分析，建设单位按照环评文件对辐射安全管理方面的要求，设置了辐射安全与环境管理机构，制定了相应的辐射安全管理规章制度和辐射监测计划，落实了辐射工作人员培训，个人剂量监测制度等环评要求。

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 建设项目环境影响评价报告表主要结论的落实情况 对照项目环境影响评价报告表，对本项目落实情况进行分析，详见表 4-1。 表 4-1 项目环境影响评价报告表主要结论落实情况 <table><tr><th>环评</th><th>落实情况</th><th>分析</th></tr><tr><td>项目拟在广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1 建设 1 间电子加速器辐照室，1 套 HYDZ1020-B×2 型综合辐照加工系统（一室双机），电子能量为 10MeV，最大束流强度为 2mA×2，属Ⅱ类射线装置，用于消毒灭菌辐照加工。</td><td>建设单位已在广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1 建设了 1 间电子加速器辐照室，安装了 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置，电子能量为 10 MeV，最大束流强度为 2 mA，属Ⅱ类射线装置，用于消毒灭菌辐照加工。</td><td>建设单位对环评内容实施分批验收，本次验收项目实际建设内容在环评批复及内容之内，满足要求。</td></tr><tr><td>本项目属于核技术应用项目在工业领域内的运用，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类项目，符合国家有关法律法规和产业政策。</td><td>本项目实际建设内容未改变环评阶段确定的建设性质、用途和设备参数，仍为利用电子加速器开展辐照加工服务，符合环评阶段关于产业政策符合性的判断。</td><td>已落实</td></tr><tr><td>本项目开展后，在给企业带来利益的同时，对工作人员和公众外照射引起的年有效剂量低于项目剂量约束值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”要求。</td><td>验收阶段项目已按环评要求建设屏蔽设施和辐射安全与防护措施。根据验收监测结果，加速器辐照室外周围剂量当量率满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）及环评确定的控制要求，项目正常运行对辐射工作人员和公众的影响可控制在剂量约束值以内。</td><td>已落实</td></tr><tr><td>项目建设位置位于广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1，用地性质为工业用地。项目周边以工业企业及厂区内配套设施为主，评价范围内无居民住宅、学校、医院等敏感目标。加速器辐照室布置于厂房内部，周边主要为生产车间、办公区及厂区道路等，与辐射类工业项目的建设条件相适应，环境相容性较好。</td><td>经现场核查，项目实际建设位置位于广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1，与环评阶段确定的位置一致，未发生变更。项目周边环境保护目标与环评阶段相比未发生变化。</td><td>已落实</td></tr><tr><td>拟建位置及周边环境室内γ辐射天然本底检测结果为 102nGy/h~156nGy/h，室外环境γ辐射天然本底检测结果为 85nGy/h~122nGy/h，与《中国环境天然放射性水平》中广州地区的γ辐射剂量率</td><td>本次验收以环评阶段区域环境质量现状调查结果作为项目建设前环境本底参考。验收阶段重点对项目运行期间加速器辐照室外及周边关注点周围剂量当量率</td><td>已落实</td></tr></table>			环评	落实情况	分析	项目拟在广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1 建设 1 间电子加速器辐照室，1 套 HYDZ1020-B×2 型综合辐照加工系统（一室双机），电子能量为 10MeV，最大束流强度为 2mA×2，属Ⅱ类射线装置，用于消毒灭菌辐照加工。	建设单位已在广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1 建设了 1 间电子加速器辐照室，安装了 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置，电子能量为 10 MeV，最大束流强度为 2 mA，属Ⅱ类射线装置，用于消毒灭菌辐照加工。	建设单位对环评内容实施分批验收，本次验收项目实际建设内容在环评批复及内容之内，满足要求。	本项目属于核技术应用项目在工业领域内的运用，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类项目，符合国家有关法律法规和产业政策。	本项目实际建设内容未改变环评阶段确定的建设性质、用途和设备参数，仍为利用电子加速器开展辐照加工服务，符合环评阶段关于产业政策符合性的判断。	已落实	本项目开展后，在给企业带来利益的同时，对工作人员和公众外照射引起的年有效剂量低于项目剂量约束值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”要求。	验收阶段项目已按环评要求建设屏蔽设施和辐射安全与防护措施。根据验收监测结果，加速器辐照室外周围剂量当量率满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）及环评确定的控制要求，项目正常运行对辐射工作人员和公众的影响可控制在剂量约束值以内。	已落实	项目建设位置位于广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1，用地性质为工业用地。项目周边以工业企业及厂区内配套设施为主，评价范围内无居民住宅、学校、医院等敏感目标。加速器辐照室布置于厂房内部，周边主要为生产车间、办公区及厂区道路等，与辐射类工业项目的建设条件相适应，环境相容性较好。	经现场核查，项目实际建设位置位于广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1，与环评阶段确定的位置一致，未发生变更。项目周边环境保护目标与环评阶段相比未发生变化。	已落实	拟建位置及周边环境室内γ辐射天然本底检测结果为 102nGy/h~156nGy/h，室外环境γ辐射天然本底检测结果为 85nGy/h~122nGy/h，与《中国环境天然放射性水平》中广州地区的γ辐射剂量率	本次验收以环评阶段区域环境质量现状调查结果作为项目建设前环境本底参考。验收阶段重点对项目运行期间加速器辐照室外及周边关注点周围剂量当量率	已落实
环评	落实情况	分析																		
项目拟在广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1 建设 1 间电子加速器辐照室，1 套 HYDZ1020-B×2 型综合辐照加工系统（一室双机），电子能量为 10MeV，最大束流强度为 2mA×2，属Ⅱ类射线装置，用于消毒灭菌辐照加工。	建设单位已在广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1 建设了 1 间电子加速器辐照室，安装了 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置，电子能量为 10 MeV，最大束流强度为 2 mA，属Ⅱ类射线装置，用于消毒灭菌辐照加工。	建设单位对环评内容实施分批验收，本次验收项目实际建设内容在环评批复及内容之内，满足要求。																		
本项目属于核技术应用项目在工业领域内的运用，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类项目，符合国家有关法律法规和产业政策。	本项目实际建设内容未改变环评阶段确定的建设性质、用途和设备参数，仍为利用电子加速器开展辐照加工服务，符合环评阶段关于产业政策符合性的判断。	已落实																		
本项目开展后，在给企业带来利益的同时，对工作人员和公众外照射引起的年有效剂量低于项目剂量约束值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”要求。	验收阶段项目已按环评要求建设屏蔽设施和辐射安全与防护措施。根据验收监测结果，加速器辐照室外周围剂量当量率满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）及环评确定的控制要求，项目正常运行对辐射工作人员和公众的影响可控制在剂量约束值以内。	已落实																		
项目建设位置位于广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1，用地性质为工业用地。项目周边以工业企业及厂区内配套设施为主，评价范围内无居民住宅、学校、医院等敏感目标。加速器辐照室布置于厂房内部，周边主要为生产车间、办公区及厂区道路等，与辐射类工业项目的建设条件相适应，环境相容性较好。	经现场核查，项目实际建设位置位于广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1，与环评阶段确定的位置一致，未发生变更。项目周边环境保护目标与环评阶段相比未发生变化。	已落实																		
拟建位置及周边环境室内γ辐射天然本底检测结果为 102nGy/h~156nGy/h，室外环境γ辐射天然本底检测结果为 85nGy/h~122nGy/h，与《中国环境天然放射性水平》中广州地区的γ辐射剂量率	本次验收以环评阶段区域环境质量现状调查结果作为项目建设前环境本底参考。验收阶段重点对项目运行期间加速器辐照室外及周边关注点周围剂量当量率	已落实																		

调查水平相当。	进行监测，监测结果表明项目运行期间周边辐射水平满足验收执行标准要求。	
项目施工期工程量一般，施工时间短，施工期影响随施工结束后即可消除。	本验收项目已完成建设，施工期已结束。项目施工期末遗留与本次验收相关的环境问题。	已落实
根据对项目辐射防护设施及理论分析，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。辐射工作人员和公众的受照剂量均低于项目剂量约束值，即工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。	项目已按环评要求建设加速器辐照室屏蔽体门体防护、通风设施及各项安全联锁和警示设施。验收监测结果表明，加速器辐照室外墙体外的周围剂量当量率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超过 2.5 μSv/h 的要求。	已落实
建设单位应建立辐射安全与环境保护管理机构，明确分工职责；制定操作规程、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。新增辐射工作人员应按要求培训合格后上岗，佩戴个人剂量计，个人剂量计每季度送检。	建设单位已建立辐射安全管理机构，明确了相关职责；已制定并执行操作规程、辐射工作人员培训计划、辐射监测方案、辐射事故应急预案等管理制度。建设单位目前配备 3 名辐射工作人员，均已取得辐射安全与防护培训合格证，并已配置个人剂量计。	已落实
项目竣工后，建设单位应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。配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入运营；未经验收或者验收不合格的，不得投入使用。	建设单位已组织开展本项目竣工环境保护验收工作，委托开展验收监测，并根据项目实际建设情况、环境保护设施落实情况、辐射安全与防护措施落实情况、验收监测结果编制竣工环境保护验收监测报告。	已落实
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，建立个人剂量档案。	建设单位现有 3 名辐射工作人员均已参加辐射安全与防护培训并取得合格证书；已为辐射工作人员配备个人剂量计，并按照要求开展个人剂量监测和档案管理。	已落实
综上，建设单位对环评内容实施分批验收，本次验收项目实际建设内容、建设地点、设备型号及主要技术参数均在环境影响报告表内容及其结论之内。建设单位已按照环境影响报告表提出的要求落实辐射屏蔽设施、辐射安全与防护措施、通风设施、辐射监测设备、人员培训及个人剂量管理等内容。项目验收监测结果满足相关标准及环评提出的控制要求，环境影响报告表主要结论及承诺建议已得到落实。		

4.2 工程建设对环境的影响及要求

本项目施工期严格执行环评报告提出的环境保护要求，针对噪声、扬尘、废水及固体废物污染制定专项防控方案。经现场核查与资料验证，各项措施均已落实到位，施工期环境影响处于可控范围，具体落实情况详见表 4-2。

表 4-2 工程建设对环境的影响落实情况分析

环评	落实情况	分析
声环境影响：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程，影响期短暂，影响范围小，施工主要是在本建设单位内，距离外周围建筑较远，且有综合楼遮蔽，随施工结束而消除。	本项目已完成建设，施工期已结束。建设单位在施工期间主要开展加速器辐照室土建施工、设备安装及相关配套设施建设，施工噪声影响随施工结束已消除。验收阶段现场核查未发现施工期噪声遗留环境问题。	已落实
环境空气影响：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。	本项目施工期已结束，施工期间产生的扬尘影响已随施工结束消除。验收阶段现场核查未发现因施工扬尘造成的遗留环境问题。	已落实
水环境影响：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妥善处理，不得随意外排。	项目施工期产生的少量施工废水已结合施工现场条件进行管理，未发现随意外排造成的环境问题。验收阶段现场核查未发现施工废水遗留影响。	已落实
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理则会产生环境影响。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状态。	项目施工期产生的建筑垃圾已随施工过程清理处置。验收阶段项目现场已完成清理，未发现建筑垃圾随意堆放或施工固体废物遗留问题。	已落实
本工程施工期环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取污染防治措施并加强监管，使施工对周围环境的影响降低到最小。	本项目已建成，施工期已结束。经现场核查，项目施工期环境影响已消除，未发现与本项目施工活动有关的遗留环境问题。	已落实

综上，本项目施工期声环境、环境空气、水环境和固体废物影响均随施工结束而消除，验收阶段未发现施工期遗留环境问题。工程建设阶段环境保护措施总体符合环境影响报告表要求。

4.3 审批部门审批决定的相关执行情况

本项目对环评批复要求的执行情况见表 4-3。

表 4-3 环评批复主要内容实际落实情况

环评批复要求	实际落实情况
本项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全和防护措施。	根据表三分析，建设单位已落实报告表提出的各项辐射安全和防护措施。
项目应确保辐射工作人员年有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众年有效剂量约束值低于 0.1 毫希沃特/年。	根据表七的人员剂量估算，今后操作使用过程中辐射工作人员年有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众年有效剂量约束值低于 0.1 毫希沃特/年。
项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定程序申请辐射安全许可证。	根据前面分析，本项目的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。 已按规定的程序申请并取得了辐射安全许可证（详见附件 2）。
通过以上对照分析，建设单位按照环评批复的要求，落实了污染防治和辐射防护措施，人员受照剂量可满足给出的剂量约束值，已严格执行环保“三同时”制度，同步建成环保设施并依法取得辐射安全许可证。项目污染防治与辐射防护体系完整有效，满足环评批复要求。	

表五 验收监测质量保证及质量控制

为确保本次核技术利用项目竣工环境保护设施验收监测工作的科学性、规范性和可追溯性，严格要求开展监测质量保证与控制工作，执行《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB8999-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等国家现行标准，全面落实各项监测控制环节，确保监测结果的真实性、代表性和有效性。

5.1 质量保证体系总体要求

在本次验收监测中，质量保证体系以合法性、独立性和规范性为原则开展，涵盖检测机构资质、技术路线、监测方案、监测过程、数据审核等全流程。项目开展前已由检测单位制定了检测方案，明确监测对象、监测点位、方法依据和异常数据的处置流程，确保监测工作的有序进行。检测机构依法取得的计量认证（CMA）资质（证书编号：202019114880），其监测行为在全过程中保持独立性，检测工作严格按照质量体系文件要求实施。

5.2 质量保证措施

（1）机构与人员资质控制

在人员资质方面，参与验收监测的技术人员均接受过电离辐射相关知识的专业培训，并取得检测培训合格证，所有人员严格落实持证上岗制度。同时，检测人员均具备核技术利用项目和辐射环境监测相关的工作经验，熟悉相关技术标准和监测方法，能够独立进行数据判断与分析。

（2）检测仪器管理

本次验收监测使用的主要仪器包括 X- γ 辐射剂量率仪（AT1123），仪器经具备资质的法定计量检定机构校准，处于检定有效期内，符合国家标准在响应时间、量程覆盖等方面的技术要求。在实际操作中，监测人员严格执行《质量手册》《程序文件》及仪器操作规程，确保设备在检测前后均处于良好运行状态。

（3）检测过程控制

在监测点位布设方面，依据项目的实际布局，科学合理设置测量点，重点覆盖辐射剂量可能达到最大值的位置及公众可能接触的范围。为保证测量的环境条件适宜，监测需在气象条件良好时进行，要求环境温度在-10℃至 40℃之间，相对湿度不超过 95%（35℃工况）。如现场环境超出允许范围，则暂停监测并如实记录。

在测量过程中，操作人员按照事先制定的监测方案执行各项检测任务，探头摆放

符合技术规范，读数稳定后连续采集 10 个数据；如测量值超过本底值 3 倍以上，则采集 3 个稳定读数。所有读数均经统计校正后计算平均值和标准偏差。仪器使用前必须进行预热，确保设备功能正常，数据采集真实可靠。

（4）数据溯源

为保证数据可追溯性，本项目在实验室分析环节建立完善的档案管理机制，所有监测数据及相关文件资料均保留原始记录，包括仪器校准说明书、监测点位布图、原始测量数据、统计程序代码等，资料保存期不低于 30 年，以满足未来的复查和技术审计要求。

5.3 质量控制关键环节

在数据记录方面，原始数据详实，包括监测点位位置图、检测环境参数（如温湿度、气压）以及检测过程中仪器状态的各项检查记录。数据审核采用三级审核制度，由监测人员负责原始数据的完整性核对与签名，技术负责人对逻辑性与标准一致性进行评审，最终由授权签字人审核并签发正式监测报告，确保报告内容合规、结论准确。

5.4 建设单位与检测单位的协同确认

在检测实施前，建设单位项目负责人联合检测单位技术人员共同完成对检测仪器参数的确认工作，确保各项检测因子、量程范围和能量响应等指标满足本次验收监测的技术需求。同时，双方对检测现场的气象条件和操作环境进行了核实，确认满足相关检测仪器的运行要求。通过现场协同验证和条件确认，进一步提升监测工作的科学性和有效性。

表六 环境监测内容

6.1 监测项目

项目名称：广州能辐科技有限公司使用电子加速器辐照装置项目（首期验收）验收检测

项目地址：广州市花都区汽车产业基地岭西路3号-1

检测因子：周围剂量当量率

测量目的：为估算辐射源在环境中产生的辐射对关键人群组或公众成员所致外照射剂量提供资料。

检测对象及相关参数：

表 6-1 设备参数一览表

名称	型号	最大能量	设备束流
电子加速器辐照装置	HYDZ1020-B	10 MeV	2 mA

6.2 监测点位

为核实电子加速器辐照装置出束运行时对加速器辐照室外及周边环境的辐射影响，本次检测结合项目实际建设情况、屏蔽结构、设备布置、人员活动区域及周边环境保护目标进行布点。现场监测参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021）等相关要求执行。

现场检测过程中，首先采用巡测方式对加速器辐照室屏蔽体外、门缝、管线穿墙处、通风管道外侧、传送带边界、操作位及周边环境进行检查，识别可能存在辐射水平相对较高的位置。在巡测基础上，对发现的异常点位以及常规关注点进行定点监测。常规关注点主要包括：

- 1) 加速器辐照室屏蔽体外表面 30 cm 处及人员可达区域；
- 2) 辐照室门、主机室门及门缝周边 30 cm 处；
- 3) 电缆、冷却水管、通风管道等管线穿墙位置外 30 cm 处；
- 4) 控制室操作位、设备室及其他辐射工作人员可能停留位置；
- 5) 传送带边界、装卸货工位、货物暂存区等公众或非辐射工作人员可能停留位置；
- 6) 项目周边环境保护目标及其他需要关注的位置。

根据以上布点原则，结合本验收项目的实际情况，具体监测点位的布置位置见表 6-2，布点图见图 6-1~图 6-3。

表 6-2 检测位置

序号	检测位置	序号	检测位置
1	首层辐照室迷道东南墙外（室内通道）	26	二层主机室安全门下侧门缝
2	首层辐照室迷道东南墙外（室内通道）	27	二层主机室西北墙外（备件室）
3	首层辐照室东南墙外（室内通道）	28	二层主机室电缆沟 1（备件室）
4	首层辐照室西南墙外（室内通道）	29	二层主机室电缆沟 2（控制室）
5	首层辐照室西南墙外（室内通道）	30	二层主机室东北墙外（控制室）
6	首层辐照室冷却水管穿墙处	31	二层主机室控制室操作位
7	首层辐照室西南墙外（室内通道）	32	二层主机室东北墙外（控制室）
8	首层辐照室排风管道	33	二层主机室东北墙外（控制室）
9	首层辐照室西北墙外（室内通道）	34	二层主机室东南墙外（设备平台）
10	首层辐照室迷道西北墙外（室内通道）	35	二层主机室电缆沟 3（设备室）
11	首层辐照室迷道西北墙外（室内通道）	36	二层主机室东南墙外（设备室）
12	首层辐照室出口端安全门	37	二层主机室东南墙外（设备室）
13	首层辐照室出口端迷道口	38	辐照车间未辐照区
14	首层辐照室装卸区操作位 1	39	辐照车间已辐照区
15	首层辐照室装卸区操作位 2	40	辐照车间东北面厂区道路
16	首层辐照室装卸区操作位 3	41	辐照车间东南面厂区道路
17	首层辐照室入口端安全门	42	辐照车间西南面厂区道路
18	首层辐照室入口端迷道口	43	辐照车间西北面厂区道路
19	首层辐照室迷道东北墙外	44	辐照车间西北面河西汽车内饰公司生产车间
20	首层辐照室迷道东北墙外	45	辐照车间西南面生产车间
21	二层主机室西北墙外（设备平台）	46	辐照车间西南面员工食堂
22	二层主机室安全门中间	47	辐照车间南面门卫室
23	二层主机室安全门左侧门缝	48	辐照车间东南面拟建办公区域及厕所
24	二层主机室安全门上侧门缝	49	辐照车间东南面厂区外人行道
25	二层主机室安全门右侧门缝	50	辐照车间东北面停车场

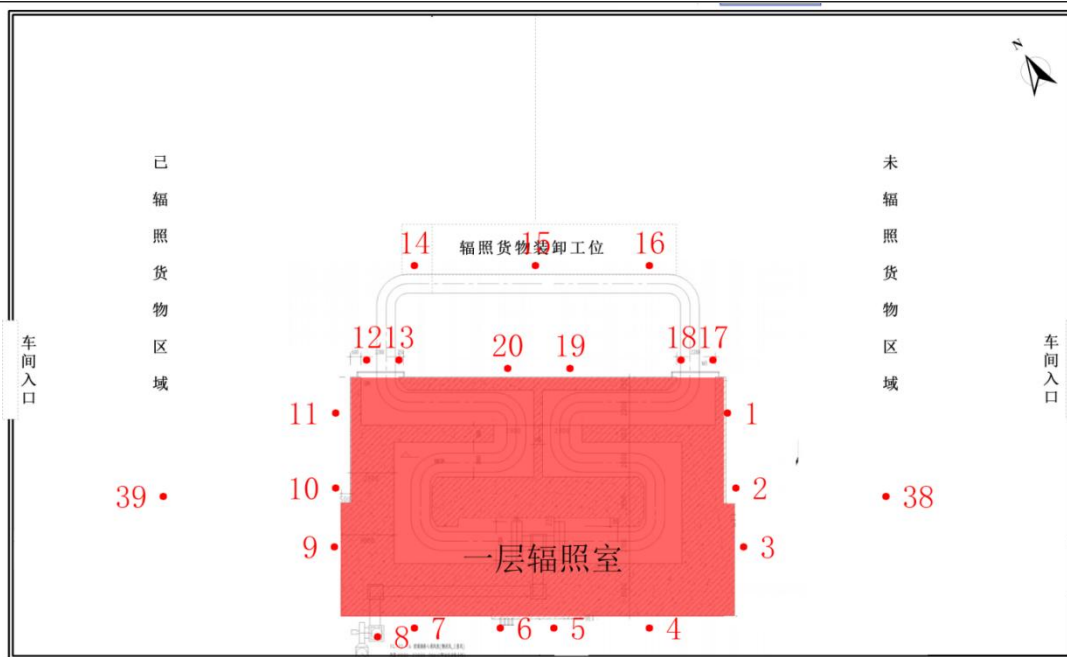


图 6-1 首层辐照室外检测布点图

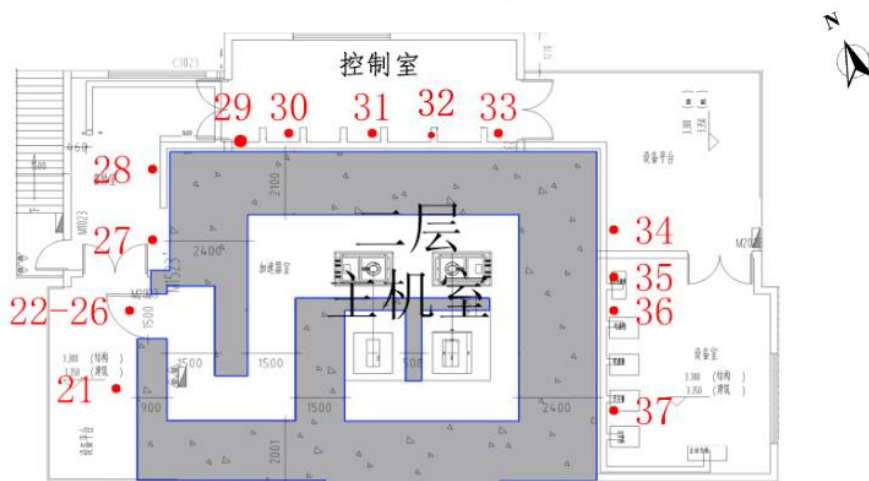


图 6-2 二层主机室外检测布点图

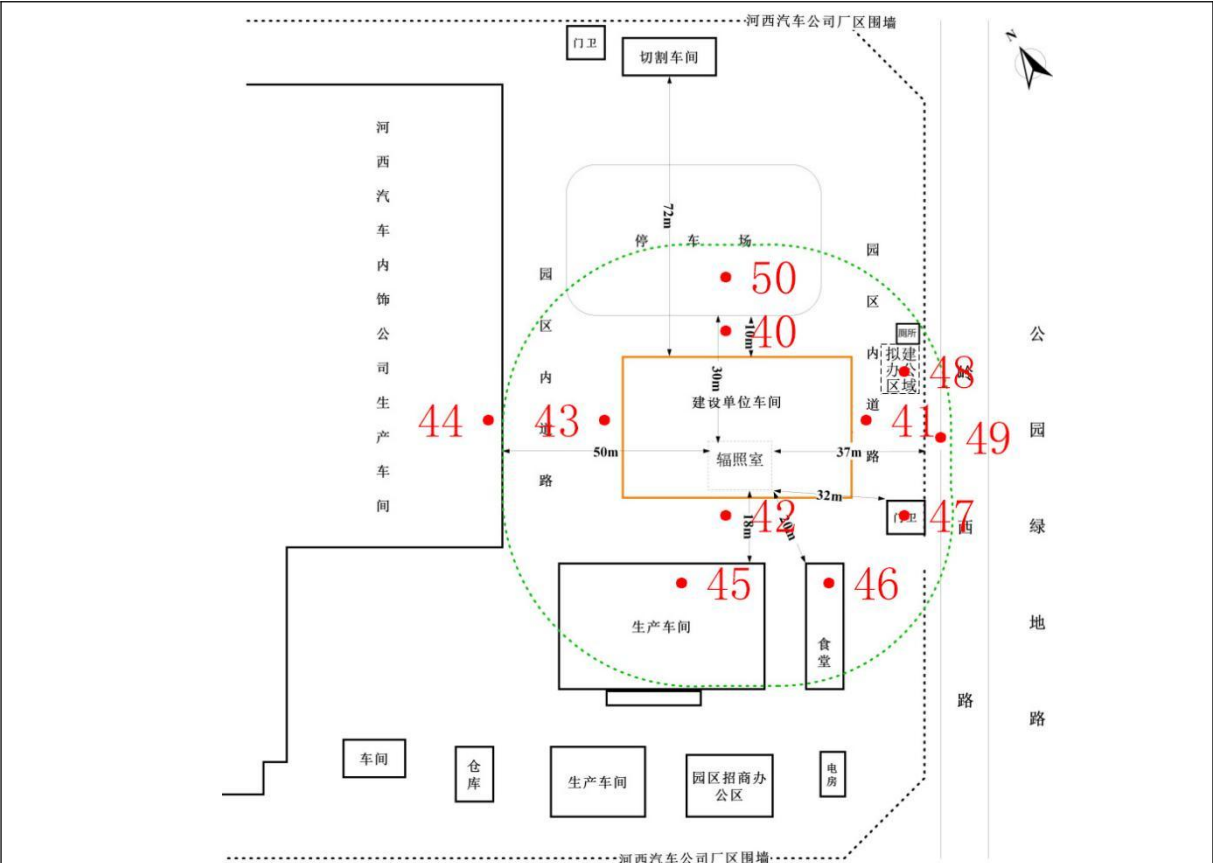


图 6-3 周边环境检测布点图

6.3 监测仪器

本项目的检测因子为周围剂量当量率，检测仪器采用 X- γ 辐射剂量率仪，仪器型号为 AT1123，仪器编号为 54928，检测仪器的相关信息见表 6-3。

表 6-3 检测仪器相关信息

仪器名称	X- γ 辐射剂量率仪	仪器型号	AT1123
生产厂家	ATOMTEX	仪器编号	54928
测量范围	50 nSv/h~10 Sv/h	能量响应	25 keV~10 MeV
检定单位	深圳市计量质量检测研究院		
证书编号	JL2508095051		
检定日期	2025 年 06 月 03 日	有效期	1 年

6.4 监测分析方法

本次验收监测采用现场检测方法，对电子加速器辐照装置运行状态和非运行状态下加速器辐照室屏蔽体外及周边环境保护目标处周围剂量当量率进行检测。检测过程中，监测人员按照监测方案确定的点位进行巡测和定点测量，重点关注加速器辐照室屏蔽体外表面 30 cm 处、门缝、管线穿墙处、通风管道外侧、操作位、传送带边界及周边环境保护目标等位置。现场检测参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》

（HJ 1157—2021）等相关标准执行。检测前对仪器工作状态进行检查，确认仪器处于正常工作状态后开展测量；测量时待读数稳定后记录数据，并根据现场情况对重点点位进行重复测量或补充测量。检测数据经整理后，与环境影响评价文件及其批复要求、相关标准限值进行对比分析。

本项目验收执行《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979—2018）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 30 cm 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。通过对检测结果进行分析，判断本项目辐射屏蔽设施和辐射安全防护措施是否满足竣工环境保护验收要求。

表七 验收监测

7.1 验收监测期间工况

本次验收监测期间，电子加速器辐照室主体工程已建成，屏蔽设施、通风设施、辐射安全联锁、声光报警、剂量监测等辐射安全与防护设施均已建成并处于正常运行状态，现场具备验收监测条件。

现场监测时间为 2026 年 5 月 9 日。验收监测时，建设单位使用 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置进行出束，设备运行工况为电子能量 10 MeV、束流 1819.6 μ A。监测期间，设备处于稳定出束运行状态，通风系统及相关安全联锁设施运行正常，监测工况能够代表本项目正常运行条件下的辐射环境影响情况。

7.2 验收监测结果和数据分析

加速器辐照室及周边环境现场检测结果见表 7-1，检测报告见附件 5。

表 7-1 加速器辐照室外周围剂量当量率检测结果

测点编号	测量位置		检测值 (μ Sv/h)			
			装置出束值		环境背景值	
			平均值	标准差	平均值	标准差
1	首层辐照室	迷道东南墙外（室内通道）	0.248	0.001	0.209	0.001
2		迷道东南墙外（室内通道）	0.315	0.009	0.271	0.002
3		东南墙外（室内通道）	0.248	0.002	0.209	0.001
4		西南墙外（室内通道）	0.257	0.002	0.209	0.001
5		西南墙外（室内通道）	0.246	0.002	0.199	0.002
6		冷却水管穿墙处	0.260	0.002	0.228	0.002
7		西南墙外（室内通道）	0.277	0.002	0.238	0.002
8		排风管道	0.260	0.002	0.251	0.002
9		西北墙外（室内通道）	0.263	0.003	0.228	0.002
10		迷道西北墙外（室内通道）	0.282	0.003	0.240	0.002
11		迷道西北墙外（室内通道）	0.284	0.001	0.248	0.002
12		出口端安全门	0.277	0.002	0.181	0.002
13		出口端迷道口	0.211	0.002	0.171	0.001
14		装卸区操作位 1	0.210	0.003	0.182	0.002
15		装卸区操作位 2	0.207	0.002	0.181	0.002
16		装卸区操作位 3	0.203	0.002	0.179	0.002
17		入口端安全门	0.249	0.002	0.190	0.001
18		入口端迷道口	0.257	0.002	0.197	0.001
19		迷道东北墙外	0.239	0.002	0.182	0.002
20		迷道东北墙外	0.229	0.002	0.188	0.002

21	二 层 主 机 室	西北墙外（设备平台）	0.269	0.001	0.240	0.001
22		安全门中间	0.312	0.011	0.258	0.001
23		安全门左侧门缝	0.279	0.002	0.259	0.001
24		安全门上侧门缝	0.280	0.002	0.260	0.002
25		安全门右侧门缝	0.287	0.003	0.273	0.001
26		安全门下侧门缝	0.302	0.009	0.260	0.002
27		西北墙外（备件室）	0.241	0.002	0.208	0.001
28		电缆沟 1（备件室）	0.251	0.002	0.208	0.002
29		电缆沟 2（控制室）	0.276	0.002	0.228	0.002
30		东北墙外（控制室）	0.269	0.002	0.209	0.002
31		控制室操作位	0.288	0.001	0.214	0.001
32		东北墙外（控制室）	0.238	0.002	0.217	0.002
33		东北墙外（控制室）	0.277	0.001	0.208	0.002
34		东南墙外（设备平台）	0.231	0.002	0.192	0.001
35		电缆沟 3（设备室）	0.273	0.004	0.249	0.003
36		东南墙外（设备室）	0.246	0.003	0.207	0.002
37		东南墙外（设备室）	0.241	0.002	0.199	0.002
38	辐 照 车 间	未辐照区	0.198	0.002	0.181	0.002
39		已辐照区	0.199	0.002	0.187	0.002
40		东北面厂区道路	0.187	0.002	0.187	0.001
41		东南面厂区道路	0.163	0.002	0.162	0.002
42		西南面厂区道路	0.181	0.002	0.181	0.002
43		西北面厂区道路	0.173	0.003	0.180	0.001
44		西北面河西汽车内饰公司生产车间	0.180	0.002	0.181	0.001
45		西南面生产车间	0.182	0.002	0.182	0.002
46		西南面员工食堂	0.180	0.001	0.181	0.001
47		南面门卫室	0.179	0.002	0.179	0.001
48		东南面拟建办公区域及厕所	0.180	0.002	0.181	0.002
49		东南面厂区外人行道	0.182	0.002	0.182	0.001
50		东北面停车场	0.179	0.002	0.181	0.001

注：1、加速器出束工况为电子能量 10MeV，束流 1819.6 μ A；

2、1-7、9-12、17、19-27、30、32-34、36-37 号测点检测时仪器中心垂直于加速器辐照室墙体/门，距离屏蔽体 30cm；13-16、18、31、38-50 号测点检测时仪器中心朝向加速器；8 号测点检测时仪器中心垂直于排风管道，距离排风管道 30cm；28-29、35 号测点检测时仪器中心垂直于电缆沟，距离电缆沟 30cm；

3、除 6、8、12、17、22-26、28-29、35 号测点外，其余点位检测时均距离地面 100cm 高；

4、每个测点测量 10 个读数，装置出束值未扣除环境背景值，所有测量值均未扣除仪器对宇宙射线响应值。

从表 7-1 监测结果可见，HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置在正常运行时（出束能量 10 MeV，束流 1819.6 μ A），首层辐照室外周围剂量当量率为 0.203 μ Sv/h~0.32 μ Sv/h，二层主机室外周围剂量当量率为 0.231 μ Sv/h~0.31 μ Sv/h，周边环境周围剂量

当量率为 0.163 $\mu\text{Sv/h}$ ~0.199 $\mu\text{Sv/h}$ 。检测结果均低于《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979—2018）规定的电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30 cm 处及以外区域周围剂量当量率不超过 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

综上，本项目电子加速器辐照装置在验收监测工况下运行时，加速器辐照室屏蔽设施防护效果满足相关标准及环境影响评价文件要求。

7.3 人员受照剂量分析

7.3.1 辐射工作人员

根据建设单位运行计划，当项目达到环境影响评价文件预测的最大工作负荷时，单名辐射工作人员年参与设备运行时间为 2000 h。辐射工作人员主要居留位置为控制室操作位，偶然居留位置为机柜室及管线穿墙附近等设备相关区域。为保守估算，主要居留位置取操作位检测结果进行评价，偶然居留位置取本次验收监测中加速器辐照室周边检测结果贡献值最大值点位进行评价。

根据人员实际工作特点，偶然居留场所居留时间按年出束时间的 1/16 计，即 125 h；其余时间按全居留场所考虑，即 1875 h。本次验收项目，操作位贡献值为 0.074 $\mu\text{Sv/h}$ （检测结果为 0.288 $\mu\text{Sv/h}$ ，对应背景值为 0.214 $\mu\text{Sv/h}$ ）；检测结果贡献值最大值为 0.096 $\mu\text{Sv/h}$ （首层辐照室出口端安全门，检测结果为 0.277 $\mu\text{Sv/h}$ ，对应背景值为 0.181 $\mu\text{Sv/h}$ ），则辐射工作人员年有效剂量估算如下：

$$0.074 \mu\text{Sv/h} \times 1875 \text{ h} + 0.096 \mu\text{Sv/h} \times 125 \text{ h} = 150.75 \mu\text{Sv} = 0.15 \text{ mSv}$$

根据上述估算结果可知，按最大工作负荷条件保守估算，辐射工作人员年受照有效剂量不超过 0.15 mSv/a，低于本项目环境影响评价文件及批复提出的辐射工作人员年有效剂量约束值 5 mSv/a。

7.3.2 公众

验收项目周边环境保护目标与环评阶段基本一致。公众年有效剂量估算采用加速器运行状态下周围剂量当量率检测结果扣除相应背景值后的增量作为本项目对周边环境的辐射贡献值。考虑项目周边保护目标主要为厂区内场所、周边厂房及道路等，居留时间按一个班次年出束时间 2000h 进行保守估算。计算结果见表 7-2。

表 7-2 公众年剂量计算参数及结果

保护目标	检测结果 $\mu\text{Sv/h}$	居留因子	居留时间 h/a	年有效剂量 mSv
辐照产品装卸货工位	0.210-0.182	1	2000	0.052
辐照车间	0.198-0.181	1	2000	0.034

厂房内通道	0.277-0.181	1/16	2000	0.012
厂房外环境	0.163-0.162	1	2000	0.002

由表 7-2 可知，验收项目周边公众年受照有效剂量最大值为 0.052 mSv/a，低于本项目环境影响评价文件及批复提出的公众年有效剂量约束值 0.1 mSv/a。

验收监测结果表明，项目正常运行状态下，加速器辐照室外及周边环境周围剂量当量率满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979—2018）规定的限值要求；经估算，辐射工作人员及周边公众年有效剂量均低于本项目设定的剂量约束值。

表八 验收监测结论

8.1 验收内容

本次验收内容为广州能辐科技有限公司在广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1 建设 1 间电子加速器辐照室，加速器辐照室内安装 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置，电子能量为 10 MeV，最大束流强度为 2 mA，属Ⅱ类射线装置，用于消毒灭菌辐照加工。

本项目环境影响评价文件及批复内容为：广州能辐科技有限公司在广州市花都区汽车产业基地岭西路 3 号-1 建设 1 间加速器辐照室，安装 1 套 HYDZ1020-B×2 型综合辐照加工系统（一室双机），电子束最大能量为 10 兆电子伏，最大电子束流强度为 2 毫安×2，属Ⅱ类射线装置。

广州能辐科技有限公司对本项目环境影响评价文件及批复内容分批建设，其中加速器辐照室的主体工程及配套辐射安全与防护设施均已完成建设，但首期工程只安装了 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置，后期再根据市场需求情况安装第二台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置。因此项目分批进行竣工环保验收，本次验收项目针对首期实际已经建成的首台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置及配套设施。经现场核查，本次验收项目建设地点、建设规模、射线装置型号、主要技术参数、用途及辐射安全与防护设施建设内容均在环境影响评价文件及批复要求之内，未超出环境影响评价文件及批复范围。

8.2 辐射环境监测结果分析

本次验收监测期间，项目主体工程、辐射屏蔽设施、通风设施、辐射安全连锁设施、声光报警设施、剂量监测设施等均已建成并处于正常运行状态。验收监测时，验收项目安装的 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置以最大能量 10 MeV、束流 1819.6 μ A 工况稳定出束运行。

验收监测结果表明，在上述工况下，建设单位 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置在正常运行时，首层辐照室外的周围剂量当量率为 0.203 μ Sv/h~0.32 μ Sv/h，二层主机室外的周围剂量当量率为 0.231 μ Sv/h~0.31 μ Sv/h，周边环境的周围剂量当量率为 0.163 μ Sv/h~0.199 μ Sv/h。检测结果均低于《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》

（HJ 979—2018）规定的电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30 cm 处及以外区域周围剂量当量率不超过 2.5 μ Sv/h 的要求。

进一步根据验收监测结果对人员受照剂量进行估算可知，按最大工作负荷条件保守估算，辐射工作人员年受照有效剂量不超过 0.15 mSv/a，低于本项目环境影响评价文件及批复提出的辐射工作人员年有效剂量约束值 5 mSv/a；周边公众年受照有效剂量最大值为 0.052 mSv/a，低于本项目环境影响评价文件及批复提出的公众年有效剂量约束值 0.1 mSv/a。

综上，本项目正常运行期间，加速器辐照室外及周边环境辐射水平满足验收执行标准要求，辐射工作人员和公众受照剂量均满足本项目剂量约束值要求。

8.3 环境管理检查

通过现场核查和资料审查，本项目已按照环境影响评价文件及批复要求建设电子加速器辐照室，落实了相应的辐射屏蔽设施、辐射安全与防护设施和环境保护措施，无重大变动。加速器辐照室屏蔽体、安全门、迷道、楼板、屋顶等屏蔽设施均已按环评设计建设，屏蔽效果满足相关标准要求。

建设单位已按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）、《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979—2018）及环境影响评价文件要求，对辐射工作场所实施控制区和监督区分区管理，并设置电离辐射警告标志、分区说明、声光报警、工作状态指示、巡检按钮、防人误入装置、急停装置、钥匙控制、门机连锁、束下装置连锁、剂量连锁、通风连锁、烟雾报警、视频监控、应急照明和疏散标识等辐射安全与防护设施。经核查，各项辐射安全与防护设施已落实，无重大变动，能够满足项目运行期间辐射安全管理要求。

建设单位已设置辐射安全与环境保护管理机构，明确了辐射安全管理职责，制定了辐射安全管理规章制度、操作规程、辐射监测方案、人员培训制度、个人剂量监测制度和辐射事故应急预案等文件。建设单位已取得辐射安全许可证，许可种类和范围为使用Ⅱ类射线装置。现有辐射工作人员均已参加辐射安全与防护培训并取得合格证书，已配置个人剂量计、个人剂量报警仪和辐射探测仪，人员培训、个人剂量监测和日常监测管理措施已落实。

项目运行过程中不产生放射性废水和放射性固体废物。项目已按环评要求设置冷却水系统和通风系统，冷却水采用去离子水间接循环冷却，正常运行过程中不外排；辐照室产生的臭氧、氮氧化物等气态污染物经机械通风系统引至室外高空排放。项目通风系统已与加速器连锁，正常停机后排风系统继续运行 10 min 后方可开启安全门，

能够满足人员进入前的通风换气要求。

8.4 验收结论

广州能辐科技有限公司使用电子加速器辐照装置项目（首期验收）已按照环境影响评价文件及《广东省生态环境厅关于广州能辐科技有限公司使用电子加速器辐照装置项目环境影响报告表的批复》（粤环穗审[2026]11号）要求完成建设。项目实施分批验收，实际建设内容、建设地点、设备型号、主要技术参数和用途均在环评及批复内容之内，未超出环境影响评价文件及批复范围。

本项目已落实环境影响评价文件及批复提出的辐射安全与防护设施、污染防治措施和环境管理要求，不存在重大变动。验收监测结果表明，项目正常运行期间加速器辐照室外及周边环境周围剂量当量率满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979—2018）要求；经估算，辐射工作人员和公众年有效剂量均低于本项目设定的剂量约束值。

综上，本项目落实了环境影响评价文件及批复提出的各项环境保护和辐射安全防护要求，项目运行期间对辐射工作人员、公众及周边环境的辐射影响满足验收执行标准要求，符合核技术利用建设项目竣工环境保护验收条件。

8.5 承诺落实的辐射安全与防护措施

建设单位应在后续运行过程中继续落实辐射安全主体责任，严格执行辐射安全管理制度和操作规程，加强设备运行管理、辐射安全设施维护、工作场所监测、个人剂量监测、人员培训和应急管理。建设单位应定期委托有资质的检测机构对辐射工作场所及周边环境开展监测，并将监测结果纳入年度辐射安全和防护状况评估报告，按要求报送生态环境主管部门。