

编号：LBHJ-2025-DLYS025

核技术利用建设项目
广州华大洁特生物技术有限公司
核技术利用建设项目竣工环境保护验收
监测报告表
(会后修正版)

建设单位：广州华大洁特生物技术有限公司（盖章）

编制单位：广州乐邦环境科技有限公司（盖章）

2025年12月

建设单位法人代表:



(签字)

编制单位法人代表:



(签字)

项目负责人:

张

(签字)

填表人:

张

(签字)

建设单位
(盖章)



编制单位
(盖章)

广州乐邦环境科技有限公司

电话



电话



传真

传真

邮编

510000

邮编

510000

地址

广州市增城区宁西街道创业
大道 114 号 C1 栋 1 楼 101 房

地址

广州市番禺区新造镇和平路
1 号 19 号仓 101

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 项目建设情况	5
表 3 辐射安全与防护设施/措施	19
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	45
表 5 验收监测质量保证及质量控制	48
表 6 验收监测内容	50
表 7 验收监测	55
表 8 验收监测结论	58
附件 1 建设单位营业执照	60
附件 2 环境影响评价批复	61
附件 3 建设单位辐射安全许可证	63
附件 4 厂房使用协议	69
附件 5 辐射工作人员培训合格证	71
附件 6 臭氧检测报告	75
附件 7 现有个人剂量检测报告	78
附件 8 辐射安全管理机构成立文件	90
附件 9 辐射安全管理制度体系	91
附件 10 应急预案	102
附件 11 检测报告	105

表 1 项目基本情况

建设项目名称		广州华大洁特生物技术有限公司核技术利用建设项目						
建设单位名称		广州华大洁特生物技术有限公司						
建设项目性质		新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/>						
源项		放射源	本次验收不涉及					
		非密封放射性物质	本次验收不涉及					
		射线装置	广州市增城区宁西街道创业大道 114 号 C1 栋内建设 1 间加速器机房, 并安装 1 台弘毅高能 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置（能量 10MeV，束流 2mA），属 II 类射线装置。					
建设项目环评批复时间		2022 年 11 月 14 日		开工建设时间		2022 年 12 月		
取得辐射安全许可证时间		2024 年 4 月 29 日		项目投入运行时间		2025 年 8 月 12 日		
辐射安全与防护设施投入运行时间		2025 年 8 月 12 日		验收现场监测时间		2025 年 8 月 12 日		
环评文件审批部门		广东省生态环境厅		环评报告表编制单位		广东智环创新环境科技有限公司		
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		恒富建设集团有限公司		
投 资 总概算	2000 万元		辐射安全与防护设施投资总概算		200 万元		比例	10%
实 际 总投资	1200 万元		辐射安全与防护设施投资总投资		100 万元		比例	8.33%
验收依据	1.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》（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，2018 年 12 月 29 日第二次修订）							

	<p>(3) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月根据国务院第 682 号令修订，2017 年 10 月 1 日施行）</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（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》第四次修正）</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；2019 年 3 月 2 日国务院第 709 号令修改）</p> <p>(6) 《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>(7) 《关于发布射线装置分类的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）</p> <p>(8) 《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）</p> <p>(9) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类>的公告》（生态环境部公告 2018 年 第 9 号）</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 日起施行）</p> <p>(11) 《关于在核与辐射安全隐患排查工作中做好电子加速器辐照装置专项监督检查工作的函》（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>2 建设项目竣工环境保护验收技术规范</p> <p>(1) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023，2024 年 2 月 1 日实施）</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002，2003 年 4 月 1 日实施）</p> <p>(3) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018，2019 年 3 月 1 日实施）</p> <p>(4) 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》（GBZ141-2002 2002 年</p>
--	--

	<p>6月1日实施)</p> <p>(5)《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, 2020年4月1日实施)</p> <p>(6)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021, 2021-05-01 实施)</p> <p>(7)《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021, 2021-05-01 实施)</p> <p>(8)《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021, 2021-8-1 日实施)</p> <p>3. 建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定</p> <p>(1)《广州华大洁特生物技术有限公司核技术利用建设项目环境影响报告表》(广东智环创新环境科技有限公司, 22DLFSHP018)</p> <p>(2)《广东省生态环境厅关于广州华大洁特生物技术有限公司核技术利用建设项目环境影响报告表的批复》(粤环穗审(2022)90号, 2022年11月15日)</p> <p>4.其他相关文件</p> <p>建设单位提供的项目现有验收资料。</p>
验收执行标准	<p>1.剂量限值和约束值</p> <p>(1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>附录B第B1.1.1.1款:工作人员的照射水平不超过“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。</p> <p>(2)《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)</p> <p>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。</p> <p>(3) 审管部门批复</p> <p>三、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, 确保辐射工作人员有效剂量约束值低于5毫希沃特/年, 公众有效剂量约束值低于0.1毫希沃特/年。</p>

	<p>由此确定本项目剂量约束值为辐射工作人员有效剂量约束值为5mSv/a，公众有效剂量约束值为0.1mSv/a。</p> <p>2.周围剂量当量率限值</p> <p>根据《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：</p> <p>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 μSv/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。</p> <p>3.工作场所臭氧的控制水平</p> <p>根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018），《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）和环境影响评价报告确定，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0.30mg/m³。</p>
--	---

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

2.1.1 建设单位概况

广州华大洁特生物技术有限公司（以下简称“华大洁特”“建设单位”）由广州华大生物科技有限公司和广州洁特生物过滤股份有限公司共同出资，成立于 2022 年 6 月 6 日，注册资金 2400 万元。

华大洁特依托于广州华大生物科技有限公司的技术力量，由广州华大生物科技有限公司主导筹备和建设并提供技术支持，建成后公司独立运营。华大洁特建设用地由广州洁特生物过滤股份有限公司提供，建设位置为广州市增城经济技术开发区核心区创业大道南侧洁特生命科学(广州)有限公司（广州洁特生物过滤股份有限公司 100%持股）厂房内。华大洁特的辐照生产线主要是为洁特生命科学(广州)有限公司生产的医疗卫生用品提供辐照灭菌消毒，同时也会承接少量医疗器械，宠物食品，化妆品和中药材的辐照加工。

2.1.2 项目建设内容和规模

2022 年 11 月，建设单位委托广东智环创新有限公司编制了《广州华大洁特生物技术有限公司核技术利用建设项目环境影响报告表》（编号：22DLFSHP018），针对广州市增城经济技术开发区核心区创业大道南侧洁特生命科学(广州)有限公司 C1 厂房建设的 2 间加速器机房项目（说明：该地址名称已变更为“广州市增城区宁西街道创业大道 114 号 C1 栋”，实际位置未变）。根据规划，每间机房将安装 2 台电子加速器辐照装置，共计 4 台（最大能量 10MeV，最大能量 4mA）。该报告表于 2022 年 11 月 14 日获得广东省生态环境厅批复，批复文号为粤环穗审[2022]90 号（见附件 2）。

取得环评批复后，建设单位随即启动了加速器机房的施工工作，并于 2023 年底完成了土建施工内容。结合公司阶段性发展规划和实际市场需求情况，建设单位对项目实施节奏进行了优化调整，决定对电子加速器辐照装置的安装采取分期实施方式。鉴于当前业务规模和订单量尚未完全释放，若一次性完成全部机位设备安装，可能导致设备利用率偏低、运行成本和维护成本过高，不利于项目的经济性和精细化管理。因此，建设单位优先在 1#机房南侧机位安装了 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置，用于满足现阶段辐照加工产能需求。待后续市场需求增长、产能利用率进一步提升后，再根据实际经营情况逐步推进其余机位设备的安装建设，以实现产能配置与

市场需求的合理匹配。

2024 年 4 月，计划安装的 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置安装完成。随后，建设单位向广东省生态环境厅申请并于 2024 年 4 月 29 日取得了辐射安全许可证，证书编号为粤环辐证[A8322]（见附件 3），许可种类和范围为使用 II 类射线装置。建设单位在取得辐射安全许可证后，开始对加速器进行调试和升功率，2025 年 8 月，该加速器可达到稳定运行状态。

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内容对照分析

项目	环评阶段	建设情况	分析
机房建设	建设 2 间机房加速器机房	已建设 2 间加速器机房	按照环评建设
安装数量	4 台（每间机房 2 台）	1 台（1#机房南侧机位）	仅验收已安装射线装置
型号	待定	1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置	/
参数	单台设备 10MeV，4mA	10MeV，2mA	单台设备最大能量与环境影响评价阶段一致，最大束流小于环境影响评价阶段。
用途	辐照加工	辐照加工	一致

根据已上分析，建设单位原计划建设 2 间加速器机房，并安装 4 台最大能量为 10MeV，最大束流为 4mA 的电子加速器辐照装置，实际建设 2 间机房，目前仅在 1#机房南侧机位安装 1 台最大能量为 10MeV，最大束流为 2mA 的 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置。建设单位项目机房建设情况与实际一致，安装的电子加速器辐照装置源项小于环境影响评价阶段。所以，本次验收为部分验收，验收内容为：1#机房南侧机位使用 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置及其配套环保设施。

建设单位在后续在项目环评许可范围内增配电子加速器辐照装置，应再次组织对项目进行竣工环境保护验收。

2.1.3 项目建设位置和平面布置

建设单位在广州市增城区宁西街道创业大道 114 号 C1 栋内建设了 2 间加速器机房，并在 1#机房内安装了 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置，详细位置见图 2-1，加速器机房建设位置与项目环评计划建设位置一致，未发生变更。

验收项目所在位置产权人为洁特生命科学(广州)有限公司，用地性质为工业用

地。根据建设单位与该单位签订协议，该位置为洁特生命科学(广州)有限公司和建设单位共同使用，详见附件 4。洁特生命科学(广州)有限公司布局见图 2-2，主要建设有 C1 厂房，B1 厂房。验收项目位于 C1 厂房内一楼产品消毒车间，平面布局图如图 2-3 所示。



图2-1 建设单位所在位置

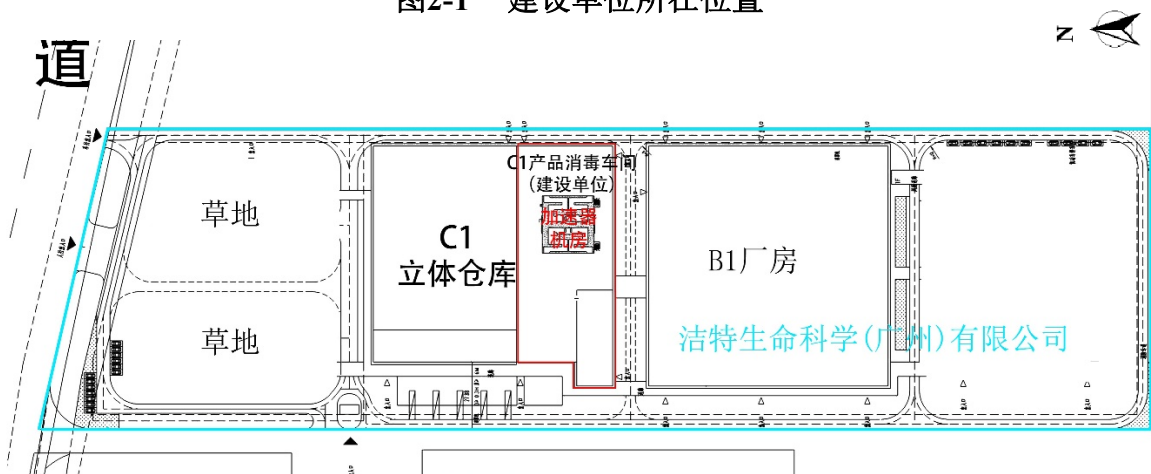


图2-2 洁特生命科学(广州)有限公司平面布局图

验收项目加速器机房采用混凝土浇筑，机房为上下两层，下方为辐照室，辐照室内布置加速器辐照窗，出束方向朝向地面；上方为主机室和辅助机房，主机室内

安装加速器主体，水循环系统、电源变频器等辅助设施和控制台在加速器室外辅助机房内。

项目采用自动传送带系统将待辐照货物送入辐照机房内进行辐照作业，货物沿既定传送路线进入电子束有效辐照区域完成辐照处理。辐照完成后的货物通过传送带送出机房，其中机房南侧安全门作为货物入口，北侧安全门作为货物出口。

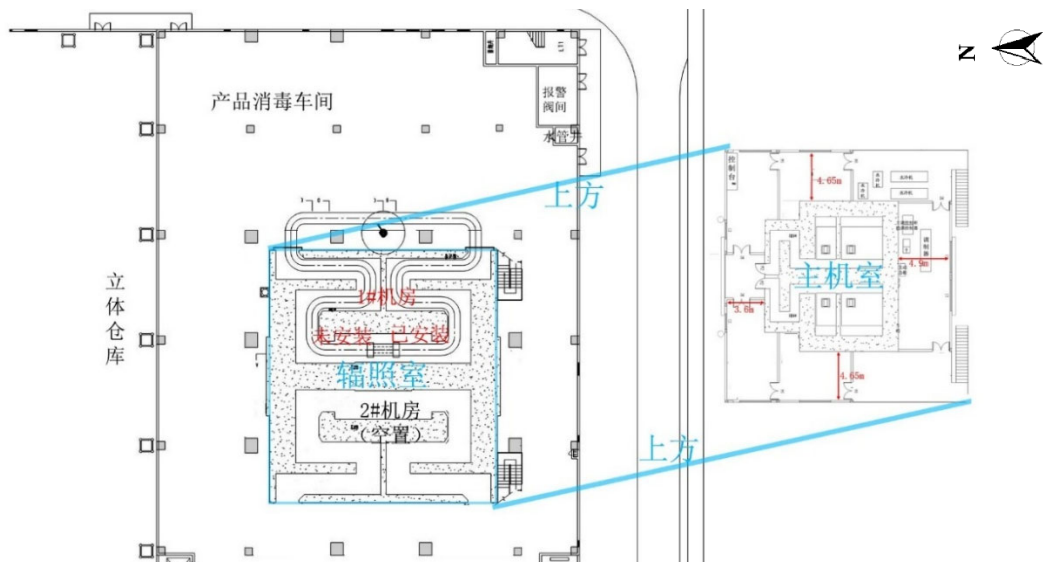


图2-3 验收项目周边环境布局图

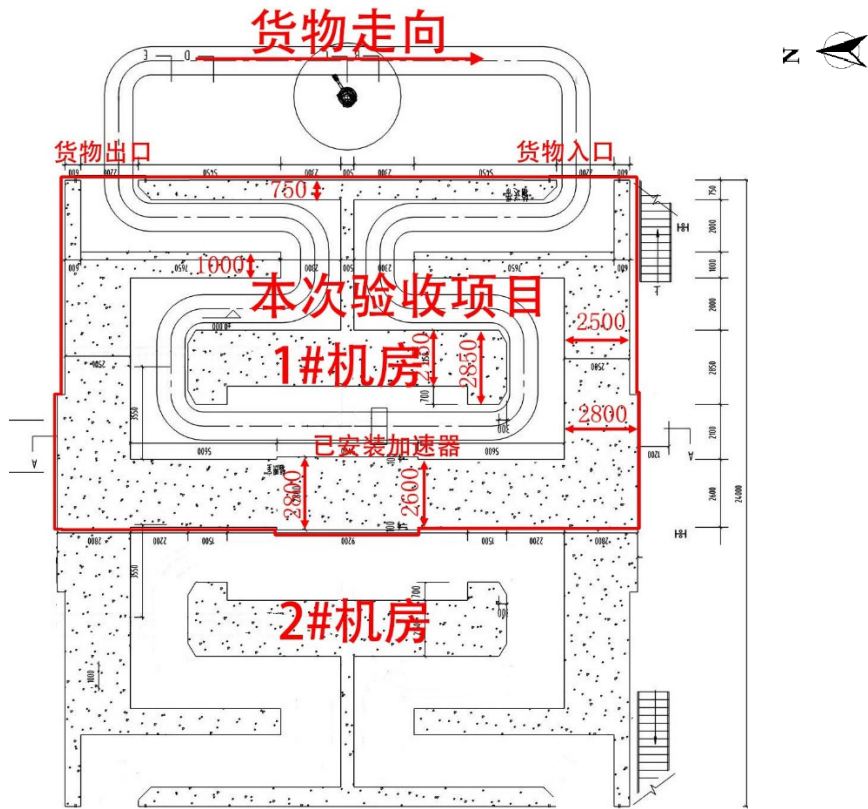


图2-4 验收项目辐照室竣工图

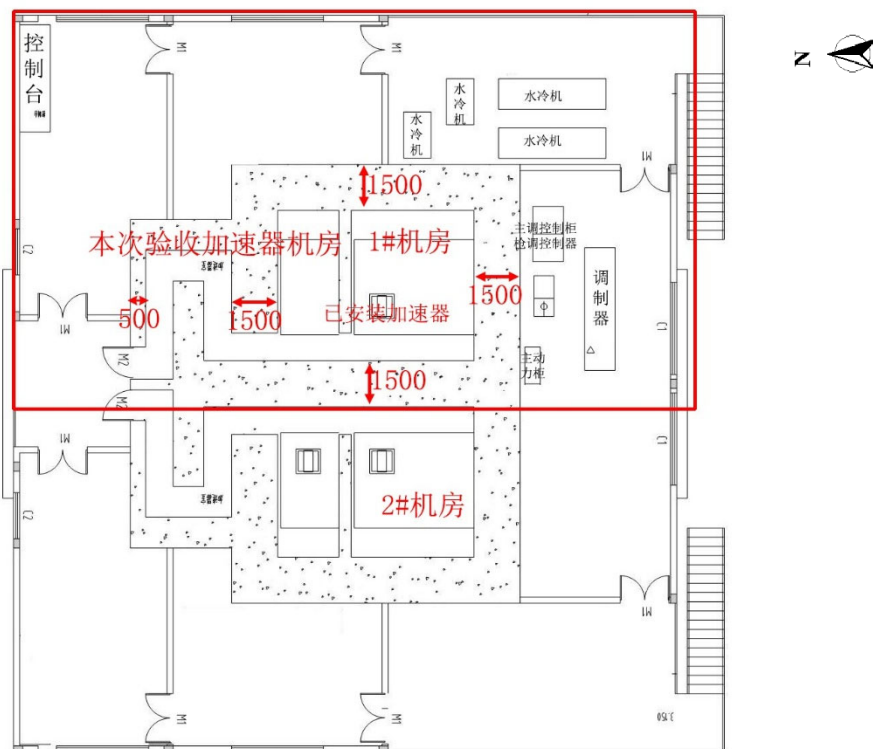


图2-5 验收项目主机室竣工图

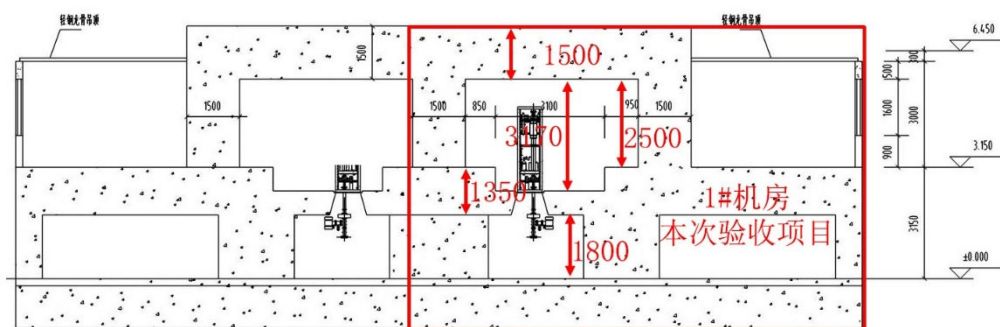


图2-6 验收项目加速器机房剖面竣工图

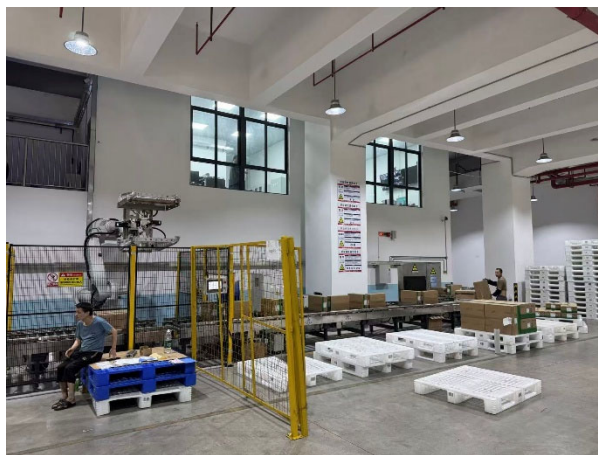


图2-7 加速器机房现场照片

一层辐照室：辐照室(不含墙体)面积约 134.3m²，高度为 1.8m，总容积约 241.7m³。西墙厚度为 2600mm 混凝土/2800mm 混凝土，南北墙体为 2500mm 混凝土/2800mm 混凝土。迷道厚度分别为 2150mm 混凝土，1000mm 混凝土和 750mm 混凝土，顶棚厚度为 1350mm 混凝土。辐照室入口处安装有钢制安全门，厚度为 5mm 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 39.3m²（不含迷道部分墙体），四面墙体厚度均为 1500mm 混凝土，迷道厚度分别为 1000mm 混凝土和 500mm 混凝土，楼顶墙体厚度为 1500mm 混凝土，迷道上方楼顶为 1500mm 混凝土。二楼主机高度为 3.17m，迷道室净高为 2.5m。主机室门口安装普通防火门，厚度为 5mm 钢板。

辐照室竣工图见图 2-4，主机室竣工图见图 2-5，剖面图见图 2-6，现场情况见图 2-7。

验收项目与环境影响评价相比，加速器机房主体结构，辐射屏蔽厚度，加速器安装位置均与环境影响评价文件一致。

2.1.4 环境保护目标

《广州华大洁特生物技术有限公司核技术利用建设项目环境影响报告表》中根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016) 确定评价范围如下：C1 厂房内的立体仓库、通道、辐照室外装卸区、主机室外辅助用房，主机室外控制台和主机室上方二楼仓库，C1 厂房外的 B1 厂房、广州众山精密新材料股份有限公司、厂区内通道和道路（连廊）。

验收项目周边 50m 范围关系图如图 2-8 所示，北侧 10.7m 处为 C1 立体仓库；东侧 21.8m 处为 C1 厂房边界，28.3m 处为洁特生命科学(广州)有限公司厂区边界，边界外为广州众山精密新材料股份有限公司；南侧 8.5m 处为 C1 厂房边界,21.5m 处为 B1 生产厂房；西侧 45.4m 处为 C1 厂房边界。项目环境影响评价阶段，广州众山精密新材料股份有限公司用地为待建设空地，所以环境影响评价报告将其整体设为保护目标，并按照厂房边界外均为全居留进行公众年有效剂量保守预测，目前评价范围内广州众山精密新材料股份有限公司已建设一栋厂房，位于本项目东侧约 44m 处。现场情况如图

根据以上分析，与验收项目环境影响评价阶段相比，保护目标未变。

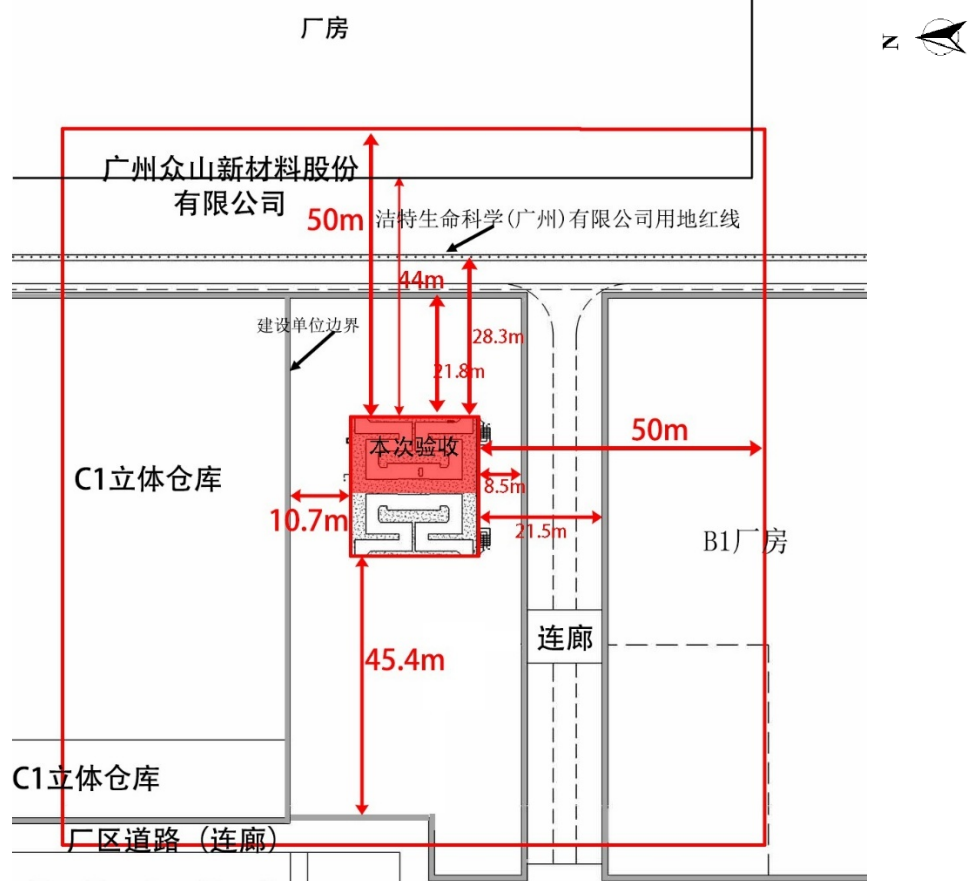


图2-8 周边环境关系图（50m）



C1 立体仓库



南侧通道



广州众山精密新材料股份有限公司



西侧道路

图2-9 验收项目周边室外环境图

2.1.5 环境影响评价文件及批复对照分析

现对本项目实际建设内容与环境影响评价文件和批复进行对照分析，详见表 2-2。

表2-2 本项目建设内容与环境影响评价文件与批复对照分析

建设内容	环评文件及批复	实际建设情况	对照
建设规模	在拟建 C1 厂房 1 楼建设 2 间加速器机房，并在每间机房内安装使用 2 台电子加速器辐照装置（共计 4 台，型号待定，电子束最大能量 10MeV，最大电子束流强度为 4mA，属 II 类射线装置）用于辐照加工。	已在 C1 厂房 1 楼建设 2 间加速器机房，目前，仅在 1#机房南侧机位安装 1 台电子加速器辐照装置（最大能量为 10MeV，最大电子束流强度为 2mA）用于辐照加工。	建设单位项目机房建设情况与实际一致，本次项目为部分验收，安装的电子加速器辐照装置源项小于环境影响评价阶段。
建设地点	广州市增城经济技术开发区核心区创业大道南侧洁特生命科学(广州)有限公司 C1 厂房	广州市增城区宁西街道创业大道 114 号 C1 栋	地址名称变更，实际建设位置一致
主体工程	建设 2 间加速器机房	建设 2 间加速器机房	一致
辐射屏蔽	电子加速器辐照装置机房采用混凝土施工	已按照环境影响评价阶段设计建设电子加速器辐照装置机房，机房建设情况见 2.1.3 节描述	机房布局与环境影响评价阶段一致，各墙体厚度与环境影响评价阶段一致。
配套工程	(1) 电子加速器辐照装置设备机房及货物暂存区 (2) 通风系统	(1) 已安装环境影响评价建设电子加速器辐照装置机房，并设置待辐照货物和已辐照货物暂存区； (2) 按照环境阶段设计，建设通风系统。	一致

根据以上分析，本次验收项目的实际建设内容，在规模、选址、工程设计、屏蔽措施及配套设施等方面，均严格执行了环境影响评价文件及批复要求，未发生重大变更。

2.2 源项情况

2.2.1 工作原理和设备组成

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。

建设单位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、束流运输系统，高频功率源和冷却系统。加速器系统整体结构见图 2-10。

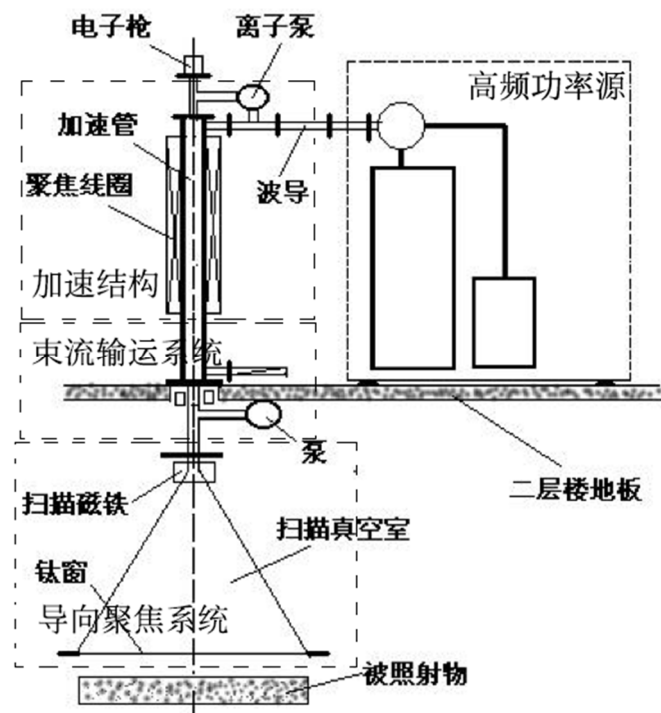


图2-10 加速器系统整体结构图

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。

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。

冷却系统主要采用**闭式循环水冷方式**，由冷却水机组、循环水泵、换热器、管路系统、温度与流量监测装置等组成。冷却水在系统中循环流动，将各部件产生的热量带走，并通过换热装置将热量传递给外部冷却介质后降温，再回流至用热设备，形成稳定的闭式循环。

其中，加速管和电子枪对温度稳定性要求较高，其冷却回路单独设置，采用高纯水作为冷却介质，以避免杂质沉积和电化学腐蚀对高真空及高电压部件产生不利影响；速调管、高频功率源及扫描系统等部件则通过专用水冷回路进行冷却，以有效控制其工作温度，防止因过热导致性能下降或设备损坏。聚焦线圈和导向磁铁在长时间通电运行过程中产生的焦耳热，也通过冷却水系统及时带走。

冷却系统配备温度、压力及流量在线监测与联锁保护功能，当冷却水流量不足、温度异常升高或系统故障时，可自动报警并与加速器主控系统联锁，必要时实现自动停机，防止设备在异常工况下运行，从而保障电子加速器辐照装置的安全性和可靠性。

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。

2.2.2 源项参数

(1) 正常工况

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。建设单位使用的电子加速器概况见表 2-3。

表2-3 本项目源强

名称	型号	最大能量	束流/ 功率	1m 处剂量 率（90°）	束流损失	损失位置剂量 率（90°）*
电子加速器 辐照装置	HYDZ10 20-B	X 射线：无 电子线：10.0 MeV	2mA/ 20kW	810Gy/h （6MeV）	5% （3MeV）	9.6Gy/h （1.9 MeV）

注：1m 处剂量率取自于 HJ979-2018《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》附录 A，根据建设单位实际工作情况，修正系数取被辐照的靶材料为“铝、混凝土”时，0°方向的修正系数 f_e 为 0.5。

验收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、氮氧化物等有害气体。

2.3 工艺设备与工艺分析

本项目在电子加速器开机出束进行辐照加工时，设备操作人员位于机房外隔室操作。加速器机房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。

辐照加工流程如下：加速器开机后，货物装卸人员将货物搬运至传送带上，由传送带将货物由迷道送入机房内进行辐照，辐照后又随传送带从另一端迷道带出机房，之后工人在卸货区，将辐照完成的货物搬运即可。整个操作过程中，设备操作人员通过监控观察传送带工作情况，货物装卸人员位于机房外装卸货区进行作业。

设备工作流程见图 9-2 所示，设备操作流程如下：

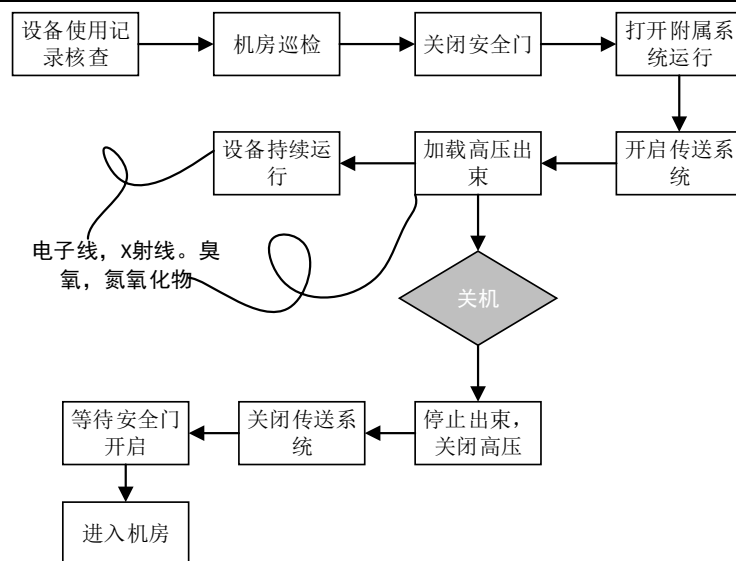


图2-11 评价项目工作流程及产污环节

- (1) 准备开机前检查设备运行记录，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，顺序错误则设备无法加载高压，需重新巡检；
- (3) 开启辅助系统：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，电子韧致辐射会产生射线，并且会产生臭氧、氮氧化物等有害气体；
- (6) 当需要关闭电子加速器时，设备操作人员先关闭传送系统，并关闭加速器停止出束；
- (7) 在确认加速器已停止出束后，关闭冷却系统和真空系统。由于操作软件自带通风延迟关闭系统(停止出束后，操作软件默认通风系统继续运行 5 分钟)，设备操作人员发出加速器停止出束指令后，通风系统继续运行 5 分钟，安全门才可打开，辐射工作人员可进入加速器机房。

整个辐照加工过程，工作人员不进入机房，均在机房外传送带处进行装卸货，所有需照射加工的货物都是通过输运线输运到束流中心辐射区进行辐照加工。详细工作流程如下：工人在传送带边缘装卸货区进行装卸货，由传送带将货物传送至辐照室内，辐照完成后，再由传送带送出辐照室。若工艺要求此产品需要翻面作业，则在翻转机处对货物进行翻转，全程无需停机，人员无需进入机房即可完成货物辐照加工。

2.3.2 人员配备

目前，建设单位目前配备 8 名辐射工作人员，其中 5 名辐射工作人员（胡振波，江梓东，罗森，钟镇钊，刘凯辉）从事目前已安装的加速器运营工作，其余 3 人为后续预备人员，所有人员均已参加培训并考核合格，详见附件 5。

根据本项目环境影响评价文件，工作量达到最大时拟配备 10 名辐射工作人员，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（1 名值班长，4 名操作人员，2 名操作人员负责 1 间机房，值班长负责 2 间机房），每名设备操作人员年工作时间不会超过 2000 小时。

目前，因建设单位仅有 1 间电子加速器辐照装置机房投入使用，所以配备原有计划数量人员的一半即可满足要求，目前建设单位有 8 名辐射工作人员，5 名实际从事加速器运营，可满足要求。

2.3.3 工作负荷

目前，验收机房加速器每天出束 16h，每年出束 250 天，每年工作 4000h。人员采用 2 班方式进行轮班，每班每天工作 8 小时，年工作 250 天，年工作时间为 2000h。

2.3.4 污染源项描述

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。

电子加速器辐照装置在机房内使用，机房采取了辐射防护设计，根据表 7 验收监测结果，加速器机房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，建设单位在辐照室内安装了离心通风机，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地排出辐照室。

(2) 非正常工况

① 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 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 3 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

本次验收的 1#机房分为上下两层，均使用混凝土进行浇筑，下方为辐照室，辐照室内布置加速器辐照窗，出束方向朝向地面；上方为主机室和辅助机房，主机室内安装加速器主体，水循环系统、电源变频器等辅助设施和操作台均在加速器室外辅助机房内。

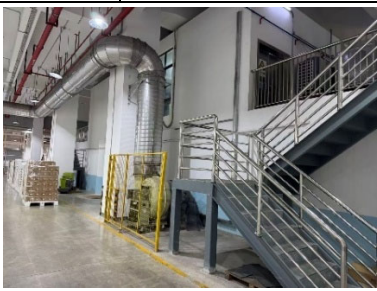
1#机房相邻环境状况见表 3-1，现场情况见表 3-1。

表3-1 1#加速器机房相邻环境状况

机房	北侧	东侧	南侧	西侧	上方	下方
辐照室	通道	传送带	通道	2#辐照室	主机室及辅助机房	无
主机室	控制室、通道	辅助机房	辅助机房	2#主机室	仓库	辐照室



机房北侧



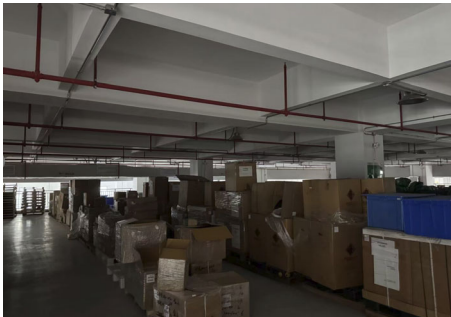
机房南侧



机房东侧



机房西侧



机房上方

图3-1 1#加速器机房相邻环境状况

3.1.2 分区管理

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

落实情况：按照本项目工作特点和实际情况，结合《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）及环境影响评价报告阶段计划，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：设备操作室、辅助设施用房，传送带边界内的区域和其余位置墙体（门）外 30cm 处，另外因 2#机房已建成且暂未投入使用，所以将 2#机房整体划入监督区。

评价项目分区情况见图 3-1，建设单位已在无实体的监督区边界进行划线，并在机房门外设置电离辐射标识，详见图 3-2。

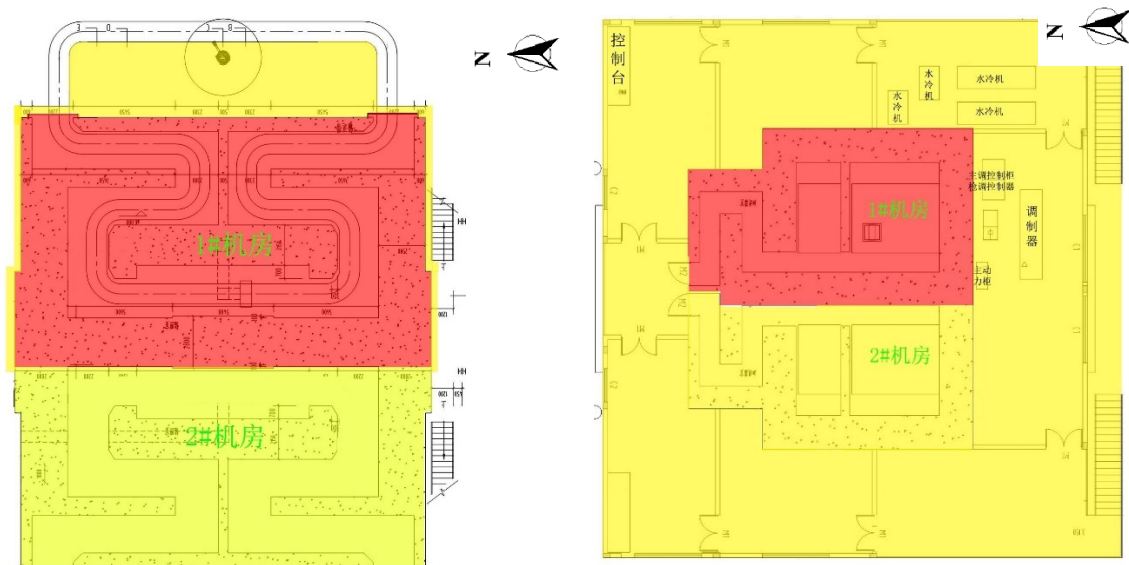


图3-2 辐射分区划分图（黄色监督区，红色控制区）



图3-3 现场分区照片

3.2 屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

环评要求:辐照室西墙厚度为 2600mm 混凝土/2800mm 混凝土,南北墙体为 2500mm 混凝土/2800mm 混凝土。迷道厚度分别为 2150mm 混凝土, 1000mm 混凝土和 750mm 混凝土, 顶棚厚度为 1350mm 混凝土,辐照室入口处安装有钢制安全门, 厚度为 5mm 钢板。主机室四面墙体厚度均为 1500mm 混凝土,迷道厚度分别为 1000mm 混凝土和 500mm 混凝土, 楼顶墙体厚度为 1500mm 混凝土,迷道上方楼顶为 1500mm 混凝土, 主机室门口安装普通防火门, 厚度为 5mm 钢板。

落实情况:

一层辐照室:辐照室(不含墙体)面积约 134.3m^2 , 高度为 1.8m, 总容积约 241.7m^3 。西墙厚度为 2600mm 混凝土/2800mm 混凝土, 南北墙体为 2500mm 混凝土/2800mm 混凝土。迷道厚度分别为 2150mm 混凝土, 1000mm 混凝土和 750mm 混凝土, 顶棚厚度为 1350mm 混凝土。辐照室入口处安装有钢制安全门, 厚度为 5mm 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 39.3m^2 (不含迷道部分墙体), 四面墙体厚度均为 1500mm 混凝土, 迷道厚度分别为 1000mm 混凝土和 500mm 混凝土, 楼顶墙体厚度为 1500mm 混凝土, 迷道上方楼顶为 1500mm 混凝土。二楼主机高度为 3.17m, 迷道室净高为 2.5m。主机室门口安装普通防火门, 厚度为 5mm 钢板。

详细对照分析见表 3-2, 建成情况见图 3-4, 图 3-5 和图 3-6。

表3-2 1#加速器机房辐射屏蔽环评要求和落实情况对照分析

部位/项目	环评要求	落实情况	符合性
一层辐照室			
西墙厚度	2600mm 混凝土/2800mm 混凝土	2600mm 混凝土/2800mm 混凝土	符合
南北墙体厚度	2500mm 混凝土/2800mm 混凝土	2500mm 混凝土/2800mm 混凝土	符合
迷道厚度	2150mm 混凝土, 1000mm 混凝土, 750mm 混凝土	2150mm 混凝土, 1000mm 混凝土, 750mm 混凝土	符合
顶棚厚度	1350mm 混凝土	1350mm 混凝土	符合
入口门	钢制安全门, 厚度 5mm 钢板	钢制安全门, 厚度 5mm 钢板	符合
二层主机室			
四面墙体厚度	1500mm 混凝土	1500mm 混凝土	符合
迷道厚度	1000mm 混凝土和 500mm 混凝土	1000mm 混凝土和 500mm 混凝土	符合
楼顶墙体厚度	1500mm 混凝土	1500mm 混凝土	符合
楼顶厚度	1500mm 混凝土	1500mm 混凝土	符合
入口门	普通防火门, 厚度 5mm 钢板	普通防火门, 厚度 5mm 钢板	符合

根据 1# 加速器机房检测结果，机房外墙体外周围剂量当量率为 0.170μSv/h~0.70μSv/h，可满足本项目根据《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 30cm 处及以上区域周围剂量当量率不能超过 2.5 μSv/h 的要求。

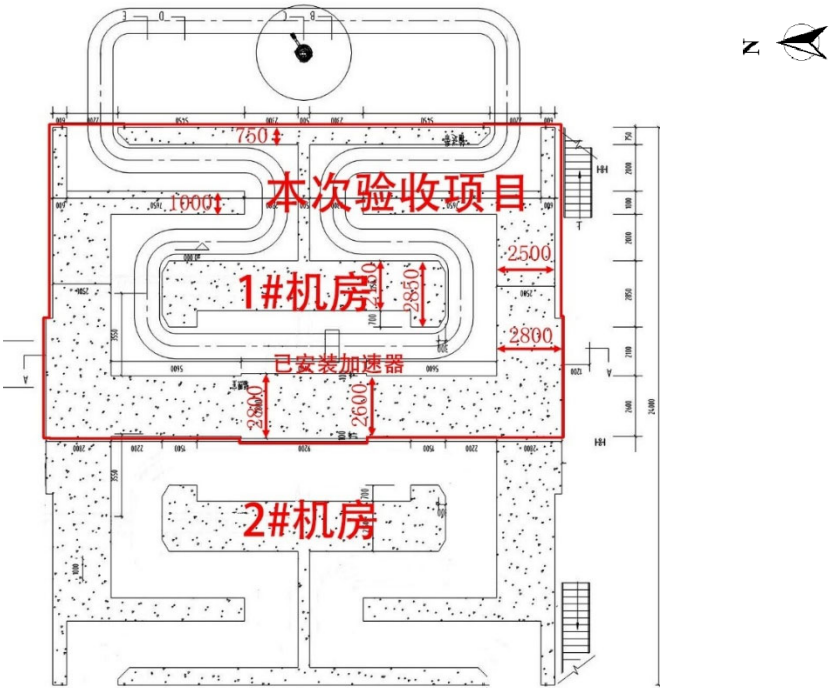


图3-4 验收项目辐照室竣工图

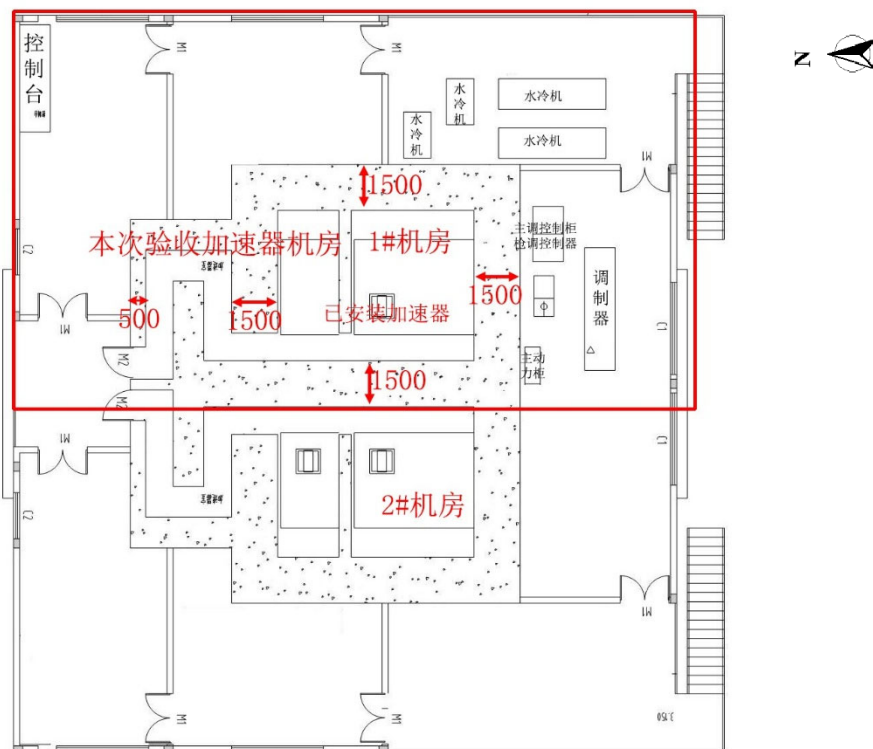


图3-5 验收项目主机室竣工图

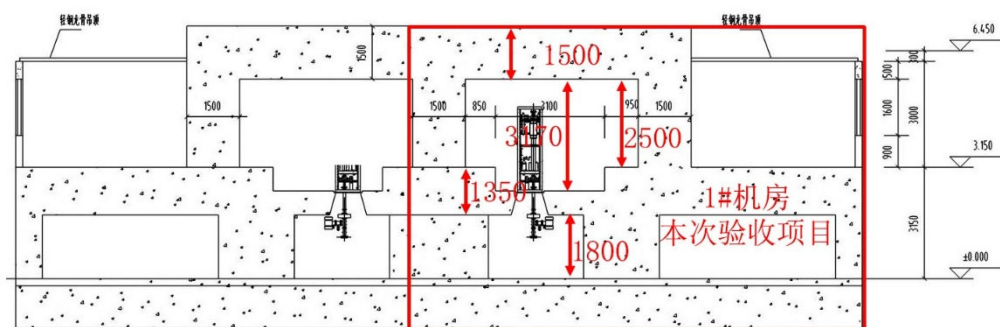


图3-6 验收项目加速器机房剖面竣工图

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：主控钥匙与辐照室、主机室安全门钥匙共用一把，并与设备联锁。门关闭锁定后钥匙才能取出，设备运行时钥匙无法开门。钥匙由运行值班长专人管理，并与个人剂量报警仪连接。

落实情况：建设单位将加速器控制钥匙与主机室和辐照室钥匙通过焊接相连，使其成为一把钥匙。主机室和辐照室的开门要求仅在关门锁定后才可取出钥匙。加速器开机出束时，因钥匙插在控制台，所以无门钥匙则无法打开任何门；反之，门若开启

则钥匙被占用，加速器均无法加载高压。该钥匙已与一个个人剂量报警仪相连，并规定仅运行值班长有权使用，详见图 3-7。

3.3.2 门机联锁

环评要求：辐照室和主机室安全门与两台加速器高压联锁。门关闭加速器才能加载高压；门被意外打开则立即切断高压。内部设推杆式安全锁和开门按钮，无需钥匙可直接推开或按下开门按钮将门打开。

落实情况：所有安全门均安装门磁（磁力 280kg）并与加速器高压联锁。只有所有门完全关闭，设备才能加载高压；运行中任一门被打开，加速器会立即切断高压。门内侧安装有推杆式安全锁和开门按钮并贴有高亮提示，人员可从内部直接推开/按下开门按钮逃生，无需钥匙。推下安全锁/按下开门按钮时，门磁联动断电。详见图 3-7。

	
	
辐照室开门按钮	辐照室门逃生推杆
	
主机室开门按钮	主机室门逃生推杆

图3-7 1#加速器机房钥匙控制，门磁，开门按钮和逃生开关

3.3.3 束下装置联锁

环评要求：加速器与传送带（束下装置）通过测速装置联锁。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。

落实情况：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。

3.3.4 信号警示装置

环评要求：在出入口、迷道内设置声光警示装置。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。

落实情况：已全部落实。在控制区出入口和迷道内均安装了带音响的灯光警示装置。机房内和主机室外为共用指示灯，辐照室外为独立指示灯。设置了具有绿（运行）、黄（高压允许）、红（加载高压）三色和一个报警喇叭的工作状态指示灯。点击加载高压时，指示灯变红，喇叭发出“滴滴”警报声，同时独立的音响装置会发出持续 30 秒的“准备出束，请撤离”语音提示。验收项目已安装声光报警见图 3-8 和图 3-9。

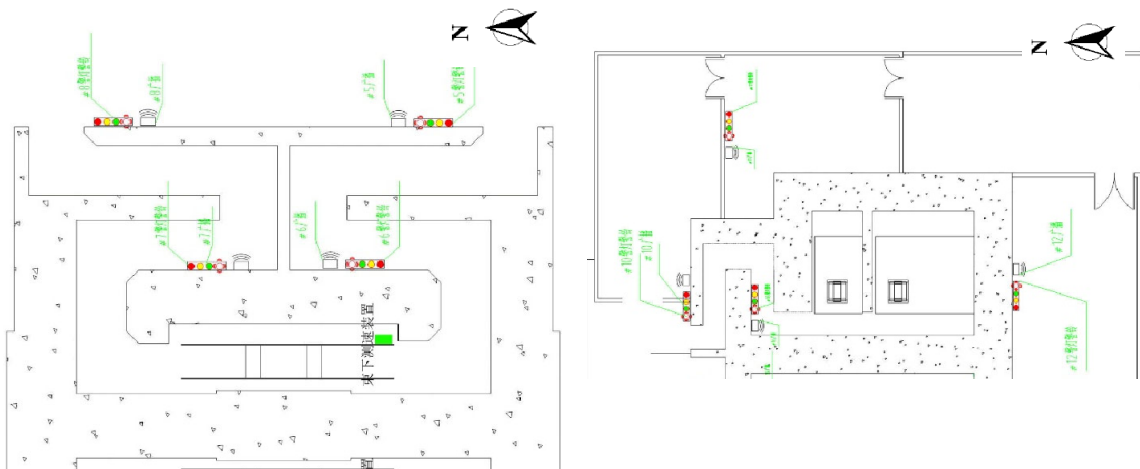


图3-8 1#加速器机房声光报警布置图



图3-9 声光报警

3.3.5 巡检按钮

环评要求：辐照室和主机室内设置巡检按钮，与两台设备高压联锁。加载高压前需按正确顺序和规定时间完成巡检，否则无法加载。门开启或防误入装置被遮挡则需重新巡检。

落实情况：已全部落实。在辐照室和主机室内设置了与加速器高压联锁的巡检按钮。加载高压前，必须进入辐照室和主机室并按设定顺序在限定时间内完成所有按钮的触发。顺序错误、超时或未完成均无法加载高压。任一安全门开启或任一防人误入光电装置被遮挡，巡检状态即重置，必须重新巡检。验收项目已安装巡检按钮见图 3-10，图 3-11 和图 3-12。

3.3.6 防人误入装置

环评要求：在辐照室和主机室迷道各设置 3 道独立的光电装置，与设备高压联锁。人员遮挡任一光束则立即切断高压并报警。

落实情况：已全部落实。在一楼辐照室迷道和二层主机室迷道入口处，各设置了 3 道相互独立、呈梯子形分布的光电装置。这些装置与两台加速器高压联锁，若有人员误入遮挡任一光束，正在出束的设备将立即切断高压，同时触发报警。验收项目已安装光电装置见图 3-10，图 3-11 和图 3-12。

本项目原计划设置首个防误入措施距离地面 30cm，第二个距离地面 80cm，第三个距离地面 130cm。实际施工过程中，因辐照室传送带和货物遮挡，调整防误入装置高度为首个防误入措施距离地面约 30cm，第二个距离地面约 50cm，第三个距离地面约 140cm，调整后仍可满足标准要求。主机室防误入措施安装位置与计划一致。

3.3.7 急停装置

环评要求：设置急停拉线开关和控制台急停按钮，与加速器联锁。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。

落实情况：已全部落实。在辐照室和主机室内设置了覆盖整个区域的急停拉线开关，控制台上也设置了急停按钮。触发任一急停装置，两台加速器的高压将同时被切断，巡检按钮弹起。事故处理后，必须复位急停开关并重新完成巡检，方可重新启动加速器。验收项目已设置急停拉线和急停按钮见图 3-10，图 3-11 和图 3-12。

3.3.8 剂量联锁

环评要求：安装固定式辐射剂量率监测系统，探头置于机房内。当剂量率超过设

定阈值时，安全门无法从外部打开。

落实情况：已全部落实。已在辐照室和主机室内安装固定式实时辐射剂量率监测探头。系统与安全门联锁，当监测到室内剂量率超过预设阈值（设定阈值为 $0.5 \mu\text{Sv/h}$ ）时，辐照室和主机室的安全门将无法从外部开启。根据现场验收情况剂量联锁显示数据为辐照室内剂量为 $6.26 \mu\text{Sv/h}$ ，主机室内剂量为 $2.35 \mu\text{Sv/h}$ ，均大于设定阈值 $0.5 \mu\text{Sv/h}$ ，可确保剂量联锁有效工作。已设置剂量探头及现场核实剂量探头设置数据见图 3-10，图 3-11 和图 3-12。

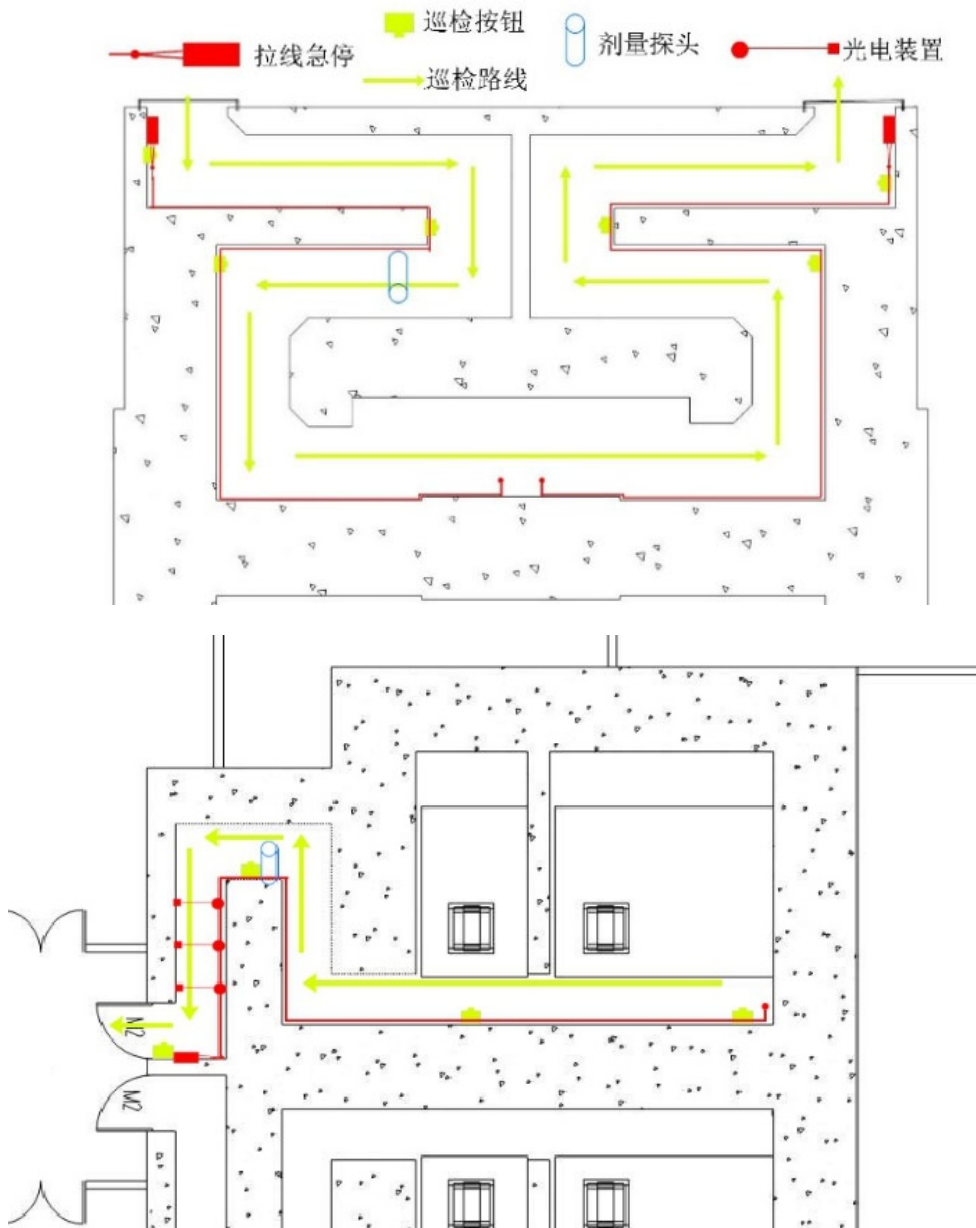


图3-10 1#加速器机房巡检，防人误，急停和剂量联锁布置图



辐照室开始巡检按钮



辐照室急停拉线和巡检



辐照室光电装置



辐照室内巡检按钮



辐照室剂量探头

开门阈值	0.50	uSv/h
一层内剂量	6.26	uSv/h
二层内剂量	2.35	uSv/h

剂量探头显示数据

图3-11 1#加速器机房辐照室巡检，防人误，急停和剂量联锁



加速室急停拉线和巡检



加速室光电装置



加速室剂量探头

图3-12 1#加速器机房主机室巡检，防人误，急停和剂量联锁

3.3.9 通风联锁

环评要求：通风系统与加速器联锁，通风正常才能出束。正常停机后，排风系统需延迟运行，安全门延迟开启。

落实情况：已全部落实。通风系统与加速器高压联锁，通风未正常工作则无法加载高压；运行中通风故障则切断高压。控制系统已设置程序：正常停机出束后，排风系统将工作 10 分钟，且在此期间安全门无法开启。非正常停机不受此限。已设置通风联锁见图 3-13。

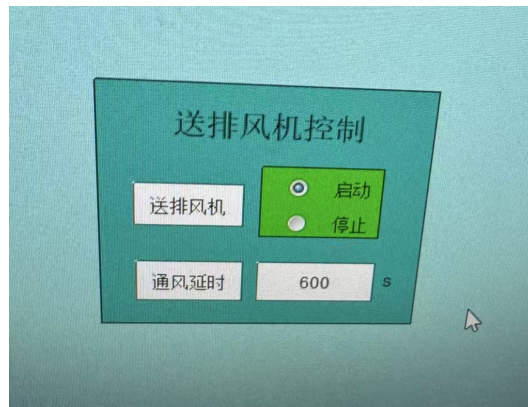


图3-13 1#加速器机房通风联锁

3.3.10 烟雾报警

环评要求：机房内安装烟雾报警装置，与设备联锁。报警触发时切断加速器电源和辅助系统电源。

落实情况：已全部落实。在机房内安装了烟雾报警装置，并与加速器联锁。一旦报警触发，将立即切断加速器的辅助系统所有电源，通风系统也将停止工作。建设单位承诺在月检时检查其有效性，并通过模拟测试验证联锁功能。验收项目已安装烟雾报警见图 3-14。



图3-14 1#加速器机房烟雾报警

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（水流量、水温）联锁；③加速

器各控制信号联锁。

落实情况：已全部落实。①实时摄像监视：在机房内设置了无死角摄像监视系统，监控画面实时显示于控制室，便于工作人员观察情况。并建立了定期检查维护制度。实时摄像监控见图 3-15。②冷却系统联锁：每台加速器均与自身冷却系统的回水流量和水箱水温联锁。流量或水温异常时，将立即切断对应加速器的高压。③控制信号联锁：每台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。

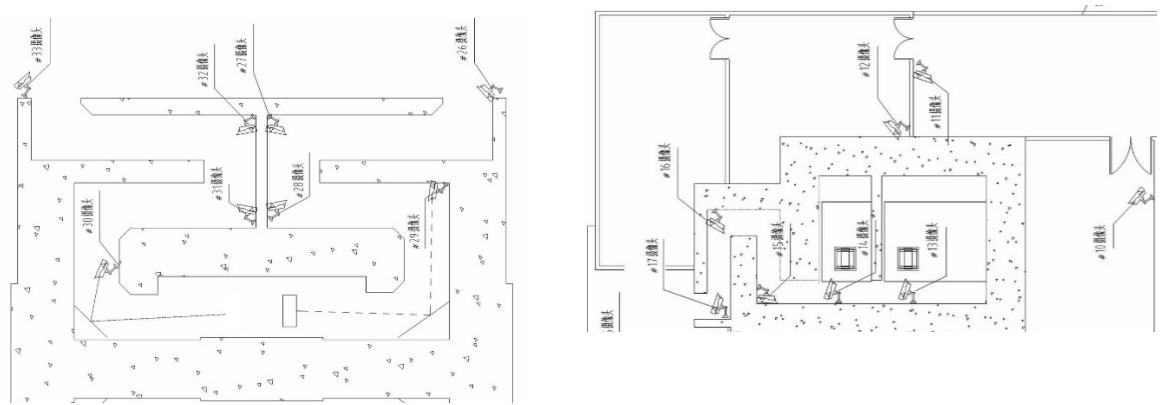


图3-15 1#加速器机房监控布置



图3-16 1#加速器机房监控

3.3.12 应急照明和紧急疏散标识

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。机房内设置疏散标识和应急照明见图 3-17。

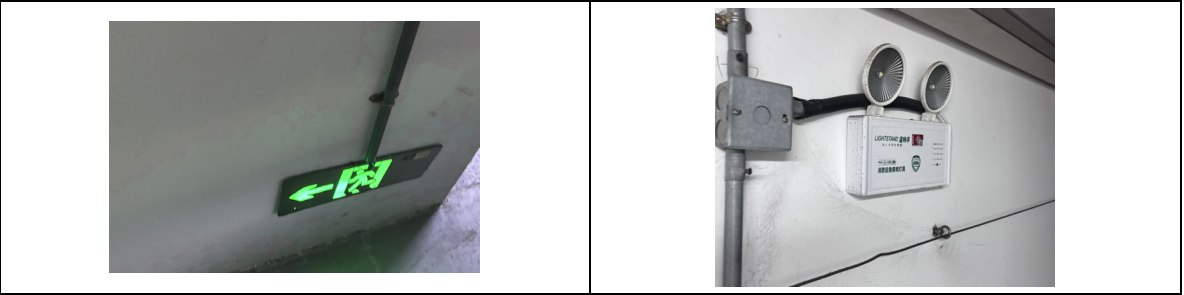


图3-17 1#加速器机房紧急疏散及应急照明

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，个人剂量报警仪和辐射探测仪。

落实情况：建设单位已配备辐射探测仪，个人剂量报警仪和个人剂量计，详细配备情况见表 3-3，配备仪器见图 3-18。

表3-3 辐射探测设备配备情况

序号	名称	环评要求	落实情况	分析
1	个人剂量计	10 个	8 个，TLD	目前建设单位仅投入使用 1 间机房中的 1 台电子加速器辐照装置，配备 8 名辐射工作人员，按照 8 个人剂量配备可满足要求。
2	个人剂量报警仪	5 台	3 台,SG-18G	目前建设单位仅投入使用 1 间机房中的 1 台电子加速器辐照装置，同一班次最多 2 人在岗，按照 3 台个人剂量报警仪可满足要求。
3	辐射探测仪	3 台	1 台，BG9521	目前建设单位仅投入使用 1 间机房中的 1 台电子加速器辐照装置，配备 1 台辐射探测仪可满足要求。



图3-18 建设单位配备辐射探测仪和个人剂量报警仪

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）和《关于在核与辐射安全隐患排查工作中做好电子加速器辐照装置专项监督检查工作的函》（辐射函(2021)27 号）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经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。	已对两间机房进行分区，按照标准要求，将机房屏蔽墙内部划分为控制区，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、传送带以里区域和其他屏蔽墙 30cm 外划定为监督区，满足要求。	目前建设单位仅投入使用 1 间机房中的 1 台电子加速器辐照装置，所以在原有基础上优化辐射安全分区，将未投入使用的 2#机房划定为监督区，其余分区与环境影响评价方案一致。	无变动
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。	建设单位拟在两间机房墙体张贴电离辐射标志，设置警示灯，显示设备工作状态。	验收项目电子加速器辐照装置机房出入口均已张贴电离辐射标识。	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。建设单位建立应急文件，使用中文。所有标识均将使用中文。	建设单位采购设备为国产设备，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均为中文。	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。电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 2.5μSv/h。如屏蔽	建设单位对机房进行辐射屏蔽设计，根据 11 章分析，两间机房均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 2.5μSv/h。通过进一步估算可知，辐射工作人员和公众年	根据验收监测结果，机房外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 2.5μSv/h，通过分析可知，辐射工作人员和公众有效剂量也满足要求。	无变动

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。	受照剂量可满足评价报告设定的剂量约束值。		
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。	1) 根据本章分析，评价项目设置了各项联锁设施均安全可靠，控制区出入口，加速器开停机及束下装置均进行联锁和监控； 2) 安全联锁均与高压联锁，发生意外情况，设备首先切断高压； 3) 评价项目加速器安全联锁未设计旁路，安全联锁发生故障时，设备无法正常加载高压，需要恢复原状后方可运行。	验收项目设置的联锁设施均安全可靠，控制区出入口，加速器开停机及束下装置均进行联锁和监控。安全联锁均与高压联锁，发生意外情况，设备首先切断高压。所有安全联锁均未设置旁路，安全联锁发生故障时，设备无法正常加载高压，需要恢复原状后方可运行。	无变动
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。	两间机房设备操作台与门使用同一把钥匙，钥匙上会与一个个人剂量报警仪相连，仅值班长可使用。	验收项目操作台与门的钥匙进行焊接，目前为同一把钥匙，该钥匙已与一个个人剂量报警仪相连，仅值班长可使用。	无变动
（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；	两间机房均设置门机联锁。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。	验收项目设置门机联锁。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。	无变动
（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 行时，加速器应自动停机；	两间机房均设置束下联锁，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。	验收项目设置束下联锁，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。	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	两间机房信号装置已联锁，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。	验收项目信号装置已联锁，设备运行时，控制区内和控制区外均设置灯光和音响报警	无变动

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；	工作状态指示灯可显示设备工作状态。	信号。工作状态指示灯可显示设备工作状态。	
（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。	两间机房均设置巡检按钮，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。	验收项目设置巡检按钮，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。	无变动
（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（一般可采用光电装置），并与加速器的开、停机联锁；	两间机房的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，高压将被切断。	验收项目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，高压将被切断。	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；	两间机房均设置拉线开关，拉线开关与高压联锁，设备运行过程中，一旦触发将切断高压。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。	验收项目设置拉线开关，拉线开关与高压联锁，设备运行过程中，一旦触发将切断高压。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和逃生推杆，设备运行过程中，可从内部直接打开门。	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；	两间机房均设置剂量联锁探头，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。	验收项目设置剂量联锁探头，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。	无变动
（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；	两间机房均设置通风联锁，根据计算结果，设备切断高压后，通风将持续运行 5min 后方可开门。	验收项目设置通风联锁，根据计算结果，设备切断高压后，通风将持续运行 10min 后方可开门。	实际设置延时大于环评阶段，满足要求。

<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>两间机房均设置烟雾报警联锁，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>验收项目设置烟雾报警联锁，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>无变动</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) 两间机房均进行供电设计，采取专线供电，可确保电压和电流稳定度；</p> <p>(2) 两间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设置有可靠的接地系统；</p> <p>(4) 高压位置均设置高压联锁和高压放电保护；</p>	<p>(1) 验收项目采取专线供电，可确保电压和电流稳定度；</p> <p>(2) 验收项目设置应急照明系统和发光路线指示标识；</p> <p>(3) 验收项目各供电系统及相关设备设置有可靠的接地系统；</p> <p>(4) 验收项目高压位置设置高压联锁和高压放电保护；</p>	<p>无变动</p>
<p>6.3.2 给水系统</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p>	<p>(1) 加速器冷却系统分为恒温水和常温冷却水两个部分。根据建设单位设计方案，恒温水流量大于 200L/min，常温冷却水流量大于 250L/min，可满足设备设计要求。出口水压力大于 0.3 MPa。均提供一定裕量；</p> <p>(2) 已按设备对水质、水温、热交换负荷进行设计。</p>	<p>(1) 加速器冷却系统分为恒温水和常温冷却水两个部分。恒温水流量不小于 200L/min，常温冷却水流量不小于 250L/min，出口水压力大于 0.3 MPa；</p> <p>(2) 水质、水温、热交换负荷可满足加速器装置和束下装置运行要求。</p>	<p>无变动</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>(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。</p> <p>(4) 排风口的高度应根据GB3095 的规定、有害气</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) 评价项目排风口设置在两加速器中间位置正下方。</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>(1) 根据建设单位提供检测结果，验收项目气体浓度满足 GBZ2.1 的规定。有害气体的排放应满足 GB3095 的规定。</p> <p>(2) 已按照设计方案建设排风口；</p> <p>(3) 已按照环境影响评价设计阶段建设排气口。</p>	<p>无变动</p>

体排出量和辐照装置附近环境与气象资料计算确定。			
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。	验收项目配备火灾报警装置和灭火设施。	无变动
《电子加速器辐照装置辐射安全监督检查技术要求》	环评设计方案	实际落实情况	变动情况
3.1安全标识： 在电子加速器辐照装置厂房入口和其他必要的地方（一般为货物进出口、辐照室及主机室门口），应设置符合GB18871-2002 要求的电离辐射警告标志。	建设单位拟在辐照室和主机室入口张贴电离辐射标识，确保标识符合标准要求。	验收项目电子加速器辐照装置机房出入口均已张贴电离辐射标识。	无变动
3.2紧急出口指示： 设置在电子加速器辐照装置厂房内、辐照室及主机室出口处（疏散通道和主要疏散路线的地面上或靠近地面的墙上），一般为发光（灯光/夜光等）标志。便于人员在紧急情况下及时识别疏散位置和方向，指引人员顺利离开。	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，人员可快速识别并离开。	验收项目设置应急照明系统和发光路线指示标识，其中疏散箭头靠近地面设置，为灯光标识，可保证人员在紧急情况下及时识别疏散位置和方向，指引人员顺利离开。	无变动
3.3 应急照明： 主机室、辐照室、控制室应设置应急照明系统，应急照明设备应定时检验，保证在停电及应急情况下及时、稳定达到照明的效果。	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。	验收项目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。	无变动
3.4 安全联锁： 电子加速器辐照装置必须设置有功能齐全、性能可靠的安全联锁保护装置，对控制区出入口门、加速器开停机和束下装置等进行有效联锁和监控。	根据前文分析，评价项目已设置安全联锁，可对机房的防护安全采取有效的保护措施，建设单位会定期检查安全联锁的有效性，保证安全联锁正常运作。	根据本节分析，验收项目已按照环境影响评价文件设置各项安全联锁，建设单位会定期检查安全联锁的有效性，保证安全联锁正常运作。	无变动
3.4.2 主要安全联锁设置及功能			
（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（所有进入控制区的人员出入口	评价项目两台设备使用同一控制台进行控制。主控钥匙和辐照室安全门，主机室安全门钥匙	验收项目操作台与门的钥匙进行焊接，目前为同一把钥匙，该钥匙已与一个个人剂量报	无变动

门) 连锁。主控台钥匙开关和主机室屏蔽门钥匙开关为同一把钥匙。如从控制台上取出该钥匙, 加速器应自动停机并切断高压。该钥匙必须与一台有效的便携式辐射监测报警仪牢固相连(一般宜采用金属链方式进行连接)。在运行中该钥匙是唯一的且只能由运行值班长使用。	连锁, 共用一把钥匙。该钥匙拟与一个便携仪辐射监测报警仪相连。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。	警仪相连, 仅值班长可使用。	
(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时, 加速器应自动停机并切断高压。	拟将加速器机房辐照室和主机室的安全门与两台加速器高压连锁。辐照室和主机室门均安装有门磁, 通过门磁与高压连锁来实现门机连锁, 门磁的磁力为 280kg。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时, 加速器应自动停机并切断高压。	验收项目设置门机连锁。辐照室和主机室门均安装有门磁, 通过门磁与高压连锁来实现门机连锁, 门磁的磁力为 280kg。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时, 加速器应自动停机并切断高压。	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束下装置运行时, 加速器应自动停机并切断高压。	两台加速器控制与束下装置控制分别建立接口和协议文件。两台加速器通过测速装置与传送带(传输系统)进行连锁, 仅传送带开启有速度时, 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。	验收项目设置束下连锁, 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。	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。灯光警示装置一般发出红色闪烁灯光; 音响警示装置设置合理, 可以发出区别于环境声音的警报信号; 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。工作状态指示灯装置一般要设置多种颜色灯光	在控制区的出入口处(辐照室和主机室)和迷道内均设计有灯光(带有音响, 图中白色标识)和音响警示装置。工作状态警示灯与加速器高压连锁, 通过不同颜色, 区分设备运行状态: 绿色表示运行, 黄色表示高压允许状态, 红色表示加载高压。加载高压时, 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	验收项目信号装置已连锁, 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。工作状态指示灯可显示设备工作状态: 绿色表示运行, 黄色表示高压允许状态, 红色表示加载高压。加载高压时, 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	无变动

代表加速器不同的工作状态。	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“准备出束，请撤离”的语音提示，持续时间为30s，30s后设备加载高压。	置，在操作人员在操作界面选择加载高压时，立即会发出“准备出束，请撤离”的语音提示，持续时间为30s，30s后设备加载高压。	
（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，巡检人员进入主机室和辐照室按顺序依次按动巡检按钮，巡查有无人员误留。巡检按钮应设置在巡检路线上，巡检路线应覆盖所有人员可达的区域，巡检人员按照顺序按下全部巡检按钮后才能触发巡检完毕的信号。只要主机室或辐照室门被打开过，必须重新巡检后才能开机。	评价项目机房辐照室和主机器均设置有巡检按钮，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，按序按动机房内的巡检，两台设备才可加载高压。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，巡检按钮重置条件为机房任一门开启或防人误入装置被遮挡，则需要重新进行巡检，才可加载高压。	验收项目设置巡检按钮，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，按序按动机房内的巡检，才可加载高压。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，巡检按钮重置条件为机房任一门开启或防人误入装置被遮挡，则需要重新进行巡检，才可加载高压。	无变动
（6）防人误入装置：在主机室和辐照室的人员出入口设置三道防人误入安全联锁装置（一般可采用光电装置），并与加速器的开、停机联锁。每道防人误入装置均应保持其独立性，每道防人误入装置探头位置应安装在合适高度，尽量位于不同水平、垂直位置，防止人员以钻爬、跨越等方式使其功能失效。同一垂直投影位置，不同高度上设置光电探头（数量不限）的，只能视为一道防人误入安全联锁装置。	在机房一楼辐照室迷道，设置有3道相互独立的光电装置，二层主机室迷道处设置有3道相互独立的光电装置。辐照室两个入口和主机室入口分别设置3道光电装置，三道光电装置呈梯子形摆放，首个防误入措施距离地面30cm，第二个距离地面80cm，第三个距离地面130cm。	验收项目在机房一楼辐照室迷道，设置有3道相互独立的光电装置，二层主机室迷道处设置有3道相互独立的光电装置。辐照室两个入口和主机室入口分别设置3道光电装置，三道光电装置呈梯子形摆放，首个防误入措施距离地面约30cm，第二个距离地面约50cm，第三个距离地面约140cm。主机室安装位置与环评阶段一致。	辐照室由于传送带和货物遮挡，所以对计划安装高度进行调整，可满足要求。
（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（辐照室内一般为拉线开关、控制台上为按钮），使之能在紧急状态下终止加速器运行并切断高压。辐照室及其迷道内的急停装置采用	评价项目设置有急停拉线开关，急停装置与两台设备联锁，当拉下急停装置拉线时，两台设备高压同时被切断。拉线开关覆盖整个机房。控制台上也设置了急停按钮，当按下急停后，	验收项目设置有急停拉线开关，急停装置与两台设备联锁，当拉下急停装置拉线时，两台设备高压同时被切断。拉线开关覆盖整个机房。控制台上也设置了急停按钮，当按下	无变动

的拉线开关应覆盖人员可达的全部区域。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。开门按钮一般安装在主机室和辐照室门内，其功能应达到无论任何时刻按下此按钮均可开启人员通道门。控制台上还应设置急停后复位确认按钮，在启动加速器前需要巡检确认辐照室及迷道内无人手动复位后方可开机。	两台加速器的高压同时切断，巡检按钮弹起；应急结束后，需要复位急停开关，并需要重新巡检，确认主机室和辐照室无人后，才能重新加载高压。	急停后，两台加速器的高压同时切断，巡检按钮弹起；应急结束后，需要复位急停开关，并需要重新巡检，确认主机室和辐照室无人后，才能重新加载高压。	
（8）剂量连锁：在辐照室和主机室的迷道内设置固定式辐射监测仪探头，探测的辐射水平应与辐照室和主机室的出入口门连锁，固定式辐射监测仪探头安装在合理位置，以使该处剂量读数在开机时明显高于本底水平，设置在迷道防护门外侧不能起到上述作用。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，设定的阈值应保证人员不会受到超剂量照射。	本项目拟安装固定式实时辐射剂量率监测系统：测量探头位于机房辐照室和主机室内，设置位置合理。辐射剂量率监测系统与安全门连锁，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。	验收项目已安装固定式实时辐射剂量率监测系统：测量探头位于机房辐照室和主机室内，设置位置合理。辐射剂量率监测系统与安全门连锁，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。	无变动
（9）通风连锁：主机室、辐照室通风系统与控制系统连锁。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满足GBZ2.1 的规定。控制台操作系统需具有通风时间设定功能，时间设置应根据该单位实际情况进行计算。臭氧的产生和排放，其计算模式和参数见HJ979-2018 中附录B。	通风系统正常工作后，才可开始加载高压；在通风系统未正常工作时，加速器无法加载高压。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。根据第 11 章计算结果，加速器正常停止出束后，排风系统将续工作 5 分钟后才可打开安全门。	验收项目设置通风连锁。通风系统正常工作后，才可开始加载高压；在通风系统未正常工作时，加速器无法加载高压。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，目前设置时间为 10min，大于环境影响评价阶段的 5min，可满足要求。	无变动
（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、立即关断加速器及	拟安装烟雾报警装置。报警装置与两台设备连锁，在加速器正常出束时，若烟雾报警装置启	验收项目安装烟雾报警装置。报警装置与加速器连锁，在加速器正常出束时，若烟雾报	无变动

辅助设备（除真空系统）的全部电源、切断高压并停止通风。烟雾报警装置安装位置应考虑辐射影响和烟雾探测效果，保证装置烟雾探头敏感性及稳定性，以达到及时报警目的。	动报警，则加速器会切断辅助系统所有电源，通风系统也将停止工作。建设单位会在设备月检时对烟雾报警系统有效性进行监测，	警装置启动报警，则加速器会切断辅助系统所有电源，通风系统也将停止工作。建设单位会在设备月检时对烟雾报警系统有效性进行监测，	
3.5 监测设备：辐射工作场所应配备与辐射类型和辐射水平相适应多种监测设备，包括固定式辐射剂量监测仪、个人剂量报警仪、个人剂量计及便携式辐射监测仪等。每台加速器辐照装置至少要配备一台固定式辐射剂量监测仪、一台个人剂量报警仪及一台便携式辐射监测仪。N台加速器辐照装置设置在同一个连通厂房内，至少配置N-1 台便携式辐射监测仪。	建设单位拟配备个人剂量计，个人剂量报警仪和辐射探测仪。每间机房都配备固定式辐射剂量监测仪，按照人员数量配备个人剂量计，按照同时工作的最大人员数量配备个人剂量报警仪，并拟配备 3 台便携式辐射探测仪，可满足要求。	目前建设单位仅安装 1 台电子加速器辐照装置，配备 1 台辐射探测仪可满足要求。	无变动
<p>根据以上分析，评价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，可满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）和《关于在核与辐射安全隐患排查工作中做好电子加速器辐照装置专项监督检查工作的函》（辐射函(2021)27 号）的辐射安全与防护的要求。</p>			

3.4 三废治理

环评要求：该电子加速器在正常运行过程中，不会产生放射性三废。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。

环评要求：建设单位按照环境影响评价要求，安装通风设施，已安装通风管道如图 3-19，风机铭牌如所示图 3-20。



厂房内通风管道



排风口位置

图3-19 通风管道布局



图3-20 风机参数

根据单位原计划在机房内安装 1 台排风能力均为 $16000\text{m}^3/\text{h}$ 的风机，但是由于

目前机房内仅安装 1 台电子加速器辐照装置，且束流与预计减半，所以目前安装风机风量采用 10602~21204m³/h 的风机可满足要求。目前建设单位已设置延时通风时间为 10min，大于计划设置的 5min，也可满足要求。建设单位提供检测报告（见附件 7），通风结束后，机房内臭氧检测结果为<0.02mg/m³，可满足评价报告根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018），《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）和环境影响评价报告确定的加速器停机后，工作人员进入辐照室时，辐照室内的臭氧浓度不应大于 0.30mg/m³ 的要求。

3.5 辐射安全管理

（1）辐射安全管理机构

环评要求：根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年第四次修正）的相关规定，使用Ⅱ类射线装置的单位，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：公司成立了辐射防护小组负责辐射安全与环境保护管理工作，明确各相关责任人及其职责。辐射防护小组的主要任务是确保辐射实践安全，避免或减少辐射事故的发生，统筹辐射安全实践安全管理。辐射防护小组成员如下：

组 长：胡振波

副组长：陈德欢

组 员：彭毅、黄汉波

公司已明确辐射防护安全管理机构及职责，详见附件 8。

（2）辐射安全管理规章制度

环评要求：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：公司已制定了健全的制度，包括《加速器操作规程》《辐射安全管理人员岗位职责》《辐射防护和安全保卫管理制度》《设备维检修维护规定》《人员辐射安全培训规定》《辐射工作场所监测计划和人员个人剂量监测计划》《应急预案》（见附件 9）。建设单位辐射安全管理制度体系能有效避免对环境和人员的危害，保证辐射工作人员和公众的安全。建设单位已对操作规程，辐射安全防护管理制度，应急处理预案均已上墙，见图 3-21。

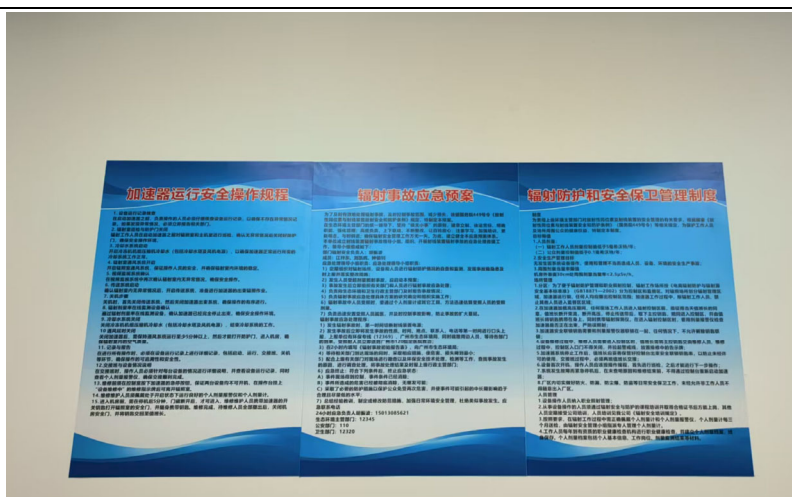


图3-21 制度上墙

(3) 辐射工作人员的培训

环评要求：工作量达到最大时拟配备 10 名辐射工作人员，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（1 名值班长，4 名操作人员，2 名操作人员负责 1 间机房，值班长负责 2 间机房）。

实际落实情况：因目前建设单位仅 1 间机房投入使用，所以配备人员数量的一半 5 人可满足要求，目前，建设单位已配备 8 名辐射工作人员，其中胡振波，江梓东，罗森，钟镇钊，刘凯辉从事目前已安装的加速器运营工作，其余 3 人为后续预备人员，所有人员均已参加培训并考核合格，详见附件 5。

(4) 辐射工作人员个人剂量监测

环评要求：评价项目投入运营后，拟为所有辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检，并建立个人剂量档案，终身存档。

实际落实情况：根据建设单位现有个人剂量监测报告，所有辐射工作人员均已配备个人剂量。根据建设单位提供的近四个季度的个人剂量检测报告，详见表 3-5，年有效剂量最大值为 0.10mSv，低于辐射工作人员剂量约束值（5mSv/a）。

表3-5 近一年个人剂量统计分析（mSv）

姓名	2024.8-11	2024.11-2025.2	2025.2-5	2025.5-8	累计
胡振波	0.04	<MDL	<MDL	<MDL	0.10
钟镇钊	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.08
刘凯辉	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.08
江梓东	<MDL	<MDL	<MDL	<MDL	0.08
罗森	/	<MDL	<MDL	<MDL	0.06
刘大伟	/	/	/	<MDL	0.02
黄永琪	/	/	/	<MDL	0.02

黄思飞	/	/	/	<MDL	0.02
<p>说明：根据检测报告，各季度的 MDL 均为 0.03 mSv，检测结果低于 MDL 的以“<MDL”表示，并按照 1/2MDL（0.02 mSv）进行累加。</p> <p>（5）工作场所辐射监测</p> <p>环评要求：应配备相应的辐射监测设备用于辐射工作场所的常规辐射水平自行检测和分区，及时了解工作人员所处区域的辐射水平，避免操作人员在不知情的情况下长时间受到超剂量照射。</p> <p>实际落实情况：建设单位已配备了 1 台辐射探测仪用于建设单位日常现场监测，数量可满足使用要求。</p> <p>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。</p>					

表 4 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

环评	落实情况	评价
拟在广州市增城经济技术开发区核心区创业大道南侧洁特生命科学(广州)有限公司 C1 厂房内建设 2 间机房，每间机房安装 2 台电子加速器辐照装置(型号待定,10MeV, 4mA, 40kW)，共计 4 台电子加速器辐照装置用于辐照加工。	已在广州市增城区宁西街道创业大道 114 号 C1 栋内建设 2 间机房，并在 1 间机房内安装 1 台电子加速器辐照装置（型号 HYDZ1020-B，能量 10MeV，束流 2mA）	部分验收，安装射线参数不超过环境影响评价
项目选址及保护目标	项目建设位置与环境影响评价文件一致，保护目标未发生变更	落实
工程与源项	验收项目的工作原理、设备组成、工艺流程与环境影响评价阶段一致，污染源项目为电子线，X 射线和臭氧及氮氧化物，未发生变更	落实
辐射安全与防护设施	通过表 3 分析，本项目已落实辐射屏蔽施工，各项辐射安全联锁设施，通风。	落实
环境影响	机房外墙体外周围剂量当量率为 181nSv/h~238nSv/h，可满足本项目根据《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 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。通过对辐射工作人员和公众的受照剂量分析，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）和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）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，公众的年有效剂量不超过 0.1mSv。	落实
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。辐射工作人员已参加辐射安全培训，取得合格证上岗；辐射工作人员均按要求佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计每季度送检。	落实

本项目已严格对照环境影响评价报告表的要求，全面落实了机房的布局、屏蔽、分区管理、安防措施、通风设施建设，建立了规范的辐射安全管理、辐射剂量检测及应急响应体系。同时，项目建立了专职辐射安全管理机构，制定了完善的规章制度，并确保所有辐射工作人员持证上岗、全员接受个人剂量监测与工作场所辐射监测。各项环保措施均按环评要求有效落实，确保项目正常运行时，对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求。

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	评价
声环境影响：噪声影响短暂、范围小，周边无敏感点；需加强管理降低影响。	严格控制作业时间，禁止夜间作业，选用低噪声设备。	已落实
环境空气影响：管控材料运输、装卸及土建施工的无组织扬尘	施工区域 100%围挡封闭，每日洒水抑尘，目前土建工程施工已结束，对周围环境已无影响。	已落实
水环境影响：少量施工废水，施工废水含泥沙和悬浮物	施工废水经沉沙处理，避免阻塞排水沟及污染水体，目前项目已建设完成，对周围环境已无影响	已落实
固体废物影响：建筑垃圾	已委托环卫部门妥善处理，并清运至环卫部门指定的地点安全处理处置。	已落实

本项目在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，且已经随着施工期的结束而消失。施工单位已严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小，目前建设已完成，对周围环境基本无影响。

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 环评批复落实情况分析

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 3 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。
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 0.25 毫希沃特/年。	根据表 7 中估算，辐射工作人员和公众年有效剂量均低于该要求。

<p>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，你单位应按规定的程序申请辐射安全许可证。</p>	<p>根据前面分析，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。 本次验收的核技术利用项目已经按照要求申请辐射安全许可证（详见附件3）。</p>
<p>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。</p>	

表 5 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。参与监测的第三方机构具备广州乐邦环境科技有限公司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）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，原始数据翔实，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。

5.5 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 6 验收监测内容

6.1 监测项目

项目名称：广州华大洁特生物技术有限公司电子加速器辐照装置机房周围剂量当量率检测

项目地址：广州市增城区宁西街道创业大道 114 号 C1 栋

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。

规模和范围：机房屏蔽体外 30cm 处及周边环境保护目标。

辐射源类型：详细情况见表 6-1。

表6-1 建设单位现有放射源一览表

序号	设备名称	型号	能量	束流
1	电子加速器辐照装置	HYDZ1020-B	10MeV	2mA

6.2 监测点位

为了确认1#机房内安装电子加速器辐照装置使用时，对周边环境的影响，对1#机房及周边环境保护目标进行监测，现场监测过程中，参照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）的要求进行布点，首先通过寻测找到异常点，之后再定点对异常点和常规关注点进行定点监测，常规关注点包括：

- 1) 机房屏蔽体及门外30cm处；
- 2) 管线穿墙外30cm处；
- 3) 操作位；
- 4) 周边环境。

根据以上布点原则，结合本项目实际情况，进行布点见表 6-2，详细位置见图 6-1，图 6-2，图 6-3 和图 6-4。

表6-2 机房及周边环境布点

序号	检测点位置	序号	检测点位置
1	操作位	21	辐照室北墙外 30cm
2	主机室西墙外 30cm	22	辐照室北墙外 30cm
3	主机室西墙外 30cm	23	辐照室安全门（货物出口）外 30cm
4	主机室西墙外 30cm	24	辐照室东墙外 30cm 处

5	主机室迷道西墙外 30cm	25	辐照室东墙外 30cm 处
6	主机室安全门外	26	辐照室安全门（货物入口）外 30cm
7	主机室北墙外 30cm	27	辐照室南墙外 30cm 处
8	主机室东墙外 30cm	28	辐照室南墙外 30cm 处
9	主机室东墙外 30cm	29	辐照室南墙外 30cm 处
10	主机室东墙外 30cm	30	通风管道地面上方 30cm
11	主机室东墙外 30cm	31	机房楼上地面上方 30cm 处
12	主机室东墙水管穿墙处外 30cm	32	传送带边界
13	主机室南墙外 30cm 处	33	东侧通道中央
14	主机室南墙禁入区边界	34	南侧通道中央
15	主机室南墙外 30cm 处	35	厂区道路中央
16	主机室南墙外电缆沟上方 30cm 处	36	B1 厂房距离机房最近处
17	辐照室西墙外 30cm	37	C1 立体仓库距离机房最近处
18	辐照室西墙外 30cm	38	厂区内道路中央
19	辐照室西墙外 30cm	39	众山新材料股份道路距离机房最近处
20	辐照室北墙外 30cm		/

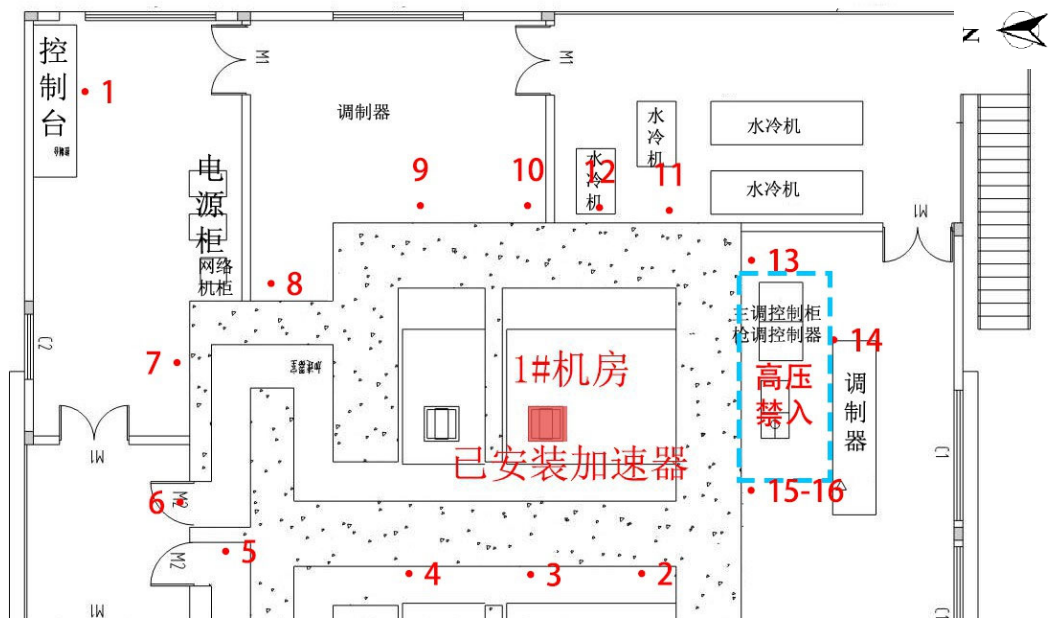


图6-1 机房加速室布点图

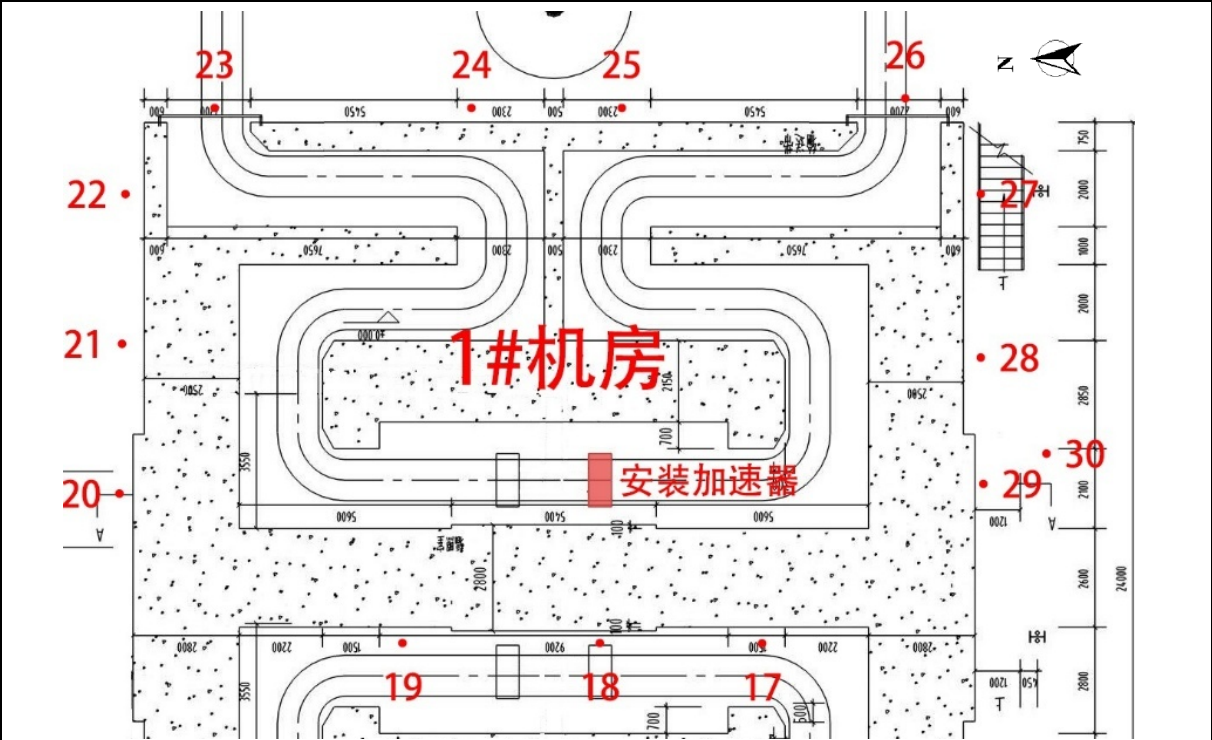


图6-2 机房辐照室布点图

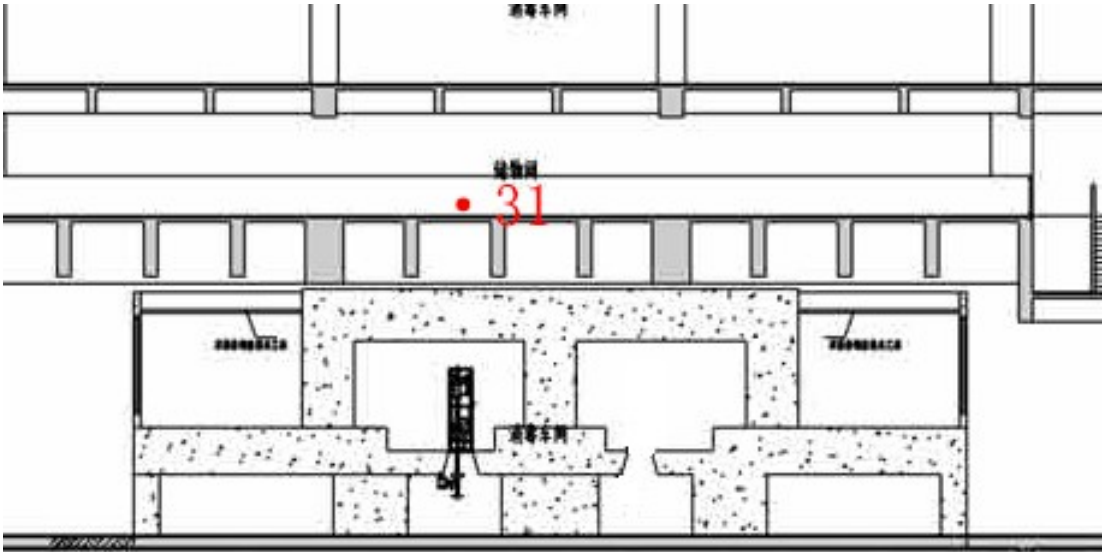


图6-3 机房二层布点图

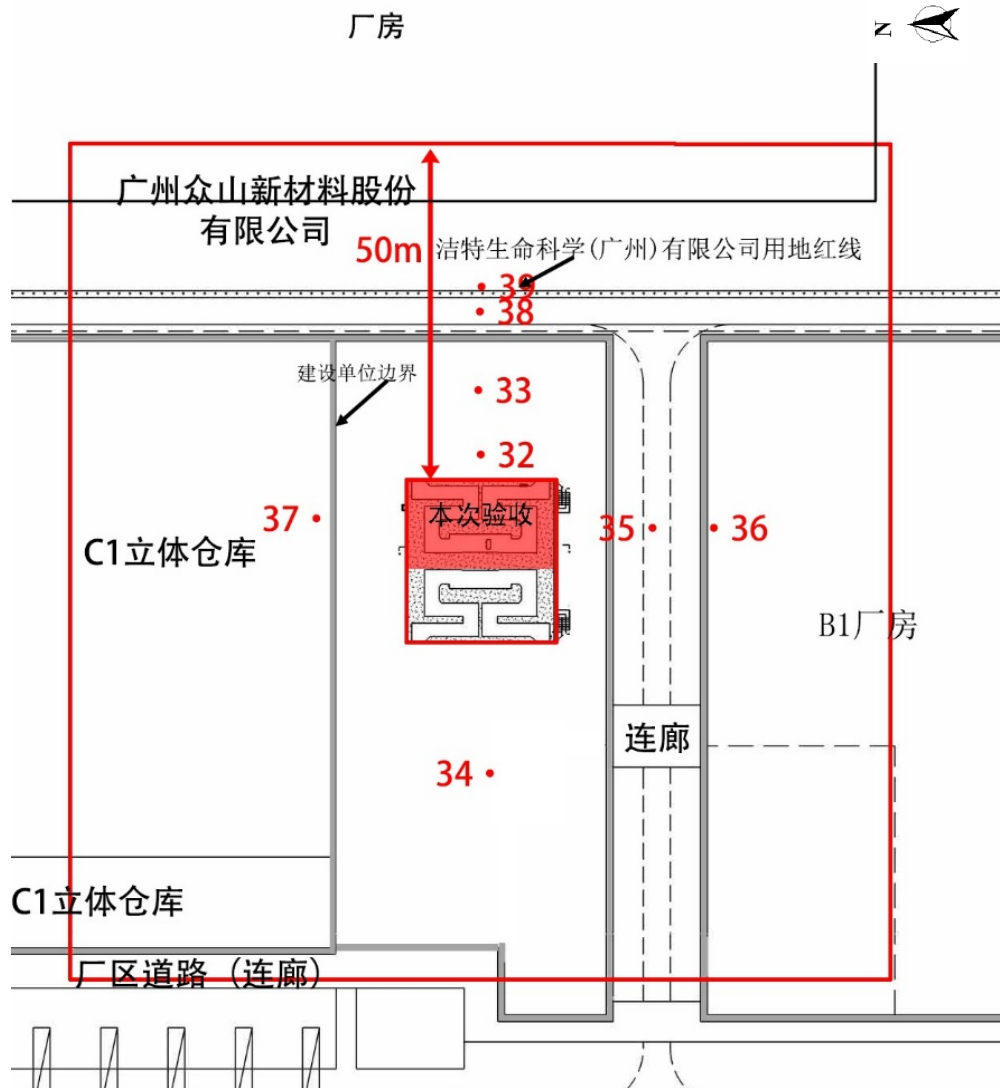


图6-4 周边环境布点图

6.3 监测仪器

本项目的验收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	5492
测量范围	50nSv/h - 10Sv/h	能量响应	25keV~10MeV（保护帽）
检定单位	深圳市计量质量检测研究院		
证书编号	JL2408095051		
检定日期	2025 年 06 月 03 日	有效期	1 年

6.4 监测分析方法

为验证本项目正常运行过程中对周围环境的辐射影响，对验收项目进行周围剂

量当量率水平检测，并通过现场检测结果与相关技术标准、环评文件及其批复文件的要求进行对比，该项目投入运行后，确认本项目满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面30cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。

表 7 验收监测

<p>7.1 验收监测期间工况</p> <p>验收监测过程中，1#机房主体工程已建成，辐射安全与防护设施建成并运行正常的情况下，本项目进行了验收监测，现场监测时间为 2025 年 8 月 12 日，验收监测时，设备出束工况为 10MeV，束流为 2mA。</p> <p>7.2 验收监测结果和数据分析</p> <p>1#机房及周边环境现场检测结果见表 7-1，检测报告见附件 11。</p> <p>表7-1 周围剂量当量率检测结果</p>					
测点 编号	测量位置	出束结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		背景值（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	
		测量值	标准差	测量值	标准差
1	操作位	0.170	0.002	0.168	0.003
2	主机室西墙外 30cm	0.264	0.003	0.188	0.001
3	主机室西墙外 30cm	0.70	0.02	0.261	0.002
4	主机室西墙外 30cm	0.45	0.01	0.263	0.002
5	主机室迷道西墙外 30cm	0.268	0.001	0.268	0.003
6	主机室安全门外	0.34	0.01	0.246	0.001
7	主机室北墙外 30cm	0.280	0.002	0.244	0.002
8	主机室东墙外 30cm	0.268	0.002	0.215	0.002
9	主机室东墙外 30cm	0.199	0.001	0.189	0.002
10	主机室东墙外 30cm	0.277	0.002	0.257	0.002
11	主机室东墙外 30cm	0.266	0.001	0.241	0.002
12	主机室东墙水管穿墙处外 30cm	0.275	0.001	0.239	0.003
13	主机室南墙外 30cm 处	0.189	0.001	0.184	0.002
14	主机室南墙禁入区边界	0.209	0.002	0.191	0.002
15	主机室南墙外 30cm 处	0.42	0.01	0.203	0.003
16	主机室南墙外电缆沟上方 30cm 处	0.56	0.01	0.226	0.002
17	辐照室西墙外 30cm	0.278	0.002	0.241	0.002
18	辐照室西墙外 30cm	0.34	0.01	0.254	0.002
19	辐照室西墙外 30cm	0.268	0.002	0.234	0.002
20	辐照室北墙外 30cm	0.175	0.001	0.169	0.002
21	辐照室北墙外 30cm	0.209	0.002	0.187	0.002
22	辐照室北墙外 30cm	0.198	0.001	0.187	0.002
23	辐照室安全门（货物出口）外 30cm	0.188	0.001	0.183	0.002
24	辐照室东墙外 30cm 处	0.179	0.001	0.176	0.002
25	辐照室东墙外 30cm 处	0.188	0.001	0.187	0.002
26	辐照室安全门（货物入口）外 30cm	0.189	0.001	0.182	0.002
27	辐照室南墙外 30cm 处	0.180	0.002	0.171	0.002
28	辐照室南墙外 30cm 处	0.189	0.001	0.179	0.002
29	辐照室南墙外 30cm 处	0.199	0.002	0.188	0.001

30	通风管道地面上方 30cm	0.43	0.02	0.199	0.002
31	机房楼上地面上方 30cm 处	0.198	0.001	0.178	0.001
32	传送带边界	0.179	0.001	0.177	0.001
33	东侧通道中央	0.187	0.003	0.180	0.002
34	南侧通道中央	0.171	0.002	0.170	0.002
35	厂区道路中央	0.198	0.002	0.186	0.002
36	B1 厂房距离机房最近处	0.227	0.002	0.187	0.002
37	C1 立体仓库距离机房最近处	0.247	0.002	0.230	0.002
38	厂区内道路中央	0.198	0.002	0.188	0.002
39	众山新材料股份道路距离机房最近处	0.190	0.001	0.189	0.001

注：1、检测时仪器中心垂直于机房墙体/所在方向；
2、出束检测工况为：能量 10MeV，束流 2mA；
3、除检测点 12,16,30,31 外,其余点位均距离地面 1m 高；
4、每个测量点测量 10 个读数，出束值未扣除环境背景值，所有检测结果均未扣除宇宙射线响应。

从表 7-1 监测结果可见，广州华大洁特生物技术有限公司 1#机房安装在使用 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置时（工况：能量 10MeV，束流 2mA），机房外周围剂量当量率为 0.170 μ Sv/h~0.70 μ Sv/h，可满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中给出的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 的要求。

7.3 人员剂量评价

7.3.1 个人剂量检测结果分析

建设单位为所有辐射工作人员均配备个人剂量计，根据建设单位现有个人剂量监测报告，所有辐射工作人员均已配备个人剂量。根据建设单位提供近四个季度的检测报告检测，受照剂量最大的为胡振波，年有效剂量为 0.10mSv，低于辐射工作人员剂量约束值（5mSv/a）。

因建设单位目前工作量并未达到满负荷，且大部分时间在进行射线装置调试工作，年有效剂量较低，所以本项目也根据检测结果和工作负荷对辐射工作人员及公众年有效剂量进行计算。

7.3.2 人员有效剂量理论计算

（1）辐射工作人员

检测结果最大值为主机室西墙外 30cm 处，周围剂量当量率为 0.70 μ Sv/h，背景值为 0.261 μ Sv/h，所以加速器出束时对周边环境周围剂量当量率贡献值为 0.439 μ Sv/h，设备操作人员年工作时间不会超过 2000 小时，居留因子取 1，所以年有效剂量

为:

$$0.439\mu\text{Sv/h}\times 2000\text{h}\times 1=878\mu\text{Sv}=0.878\text{mSv}$$

所以辐射工作人员的年受照有效剂量不超过 0.878mSv, 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

验收项目周边环境保护目标与环评阶段基本一致，周围剂量当量率取对加速器对周边环境周围剂量当量率的贡献值。因周边均为工厂，所以时间也取一个班次出束时间 2000h，对周边保护目标有效剂量进行估算见表 7-2。

表7-2 周边公众年有效剂量

保护目标	检测结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	居留时间 (h)	居留 因子	年有效剂量 (mSv)
立体仓库	0.247-0.230	2000	1	0.034
厂房内通道	0.43-0.199	2000	1/16	0.029
1#机房辐照室外装卸区	0.179-0.177	2000	1	0.004
主机室上方二楼仓库	0.198-0.178	2000	1/16	0.003
B1 厂房	0.227-0.187	2000	1	0.080
厂区内道路	0.198-0.186	2000	1/16	0.002
广州众山精密科技有限公司	0.190-0.189	2000	1	0.002

根据以上分析可知，1#机房周边公众的年受照有效剂量不超过 0.034mSv，低于验收报告设定的公众年有效剂量约束值（不超过 0.1mSv/a）。

综上所述，本项目采取的辐射防护措施，实际运行对环境的辐射水平满足国家标准要求，人员受照剂量也满足本项目剂量管理目标值。

表 8 验收监测结论

8.1 验收内容

本次验收内容为广州华大洁特生物技术有限公司在广州市增城区宁西街道创业大道114号C1栋内已建设的1#加速器机房内安装1台弘毅高能HYDZ1020-B型电子加速器辐照装置（能量10MeV，束流2mA）用于辐照加工，该射线装置属II类射线装置。

项目环境影响评价和批复内容为：在拟建 C1 厂房 1 楼建设 2 间加速器机房，并在每间机房内安装使用 2 台电子加速器辐照装置（共计 4 台，型号待定，电子束最大能量 10MeV，最大电子束流强度为 4mA，属 II 类射线装置）用于辐照加工。

本次项目安装电子加速器辐照装置源项小于项目环境影响批复，且本次验收为部分验收，仅针对 1#机房内安装 1 台弘毅高能 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置进行验收。

8.2 辐射环境监测结果分析

2025 年 8 月 12 日，建设单位委托我单位对本次验收项目进行验收监测，主要结论如下：

广州华大洁特生物技术有限公司 1#机房安装在使用 1 台 HYDZ1020-B 型电子加速器辐照装置时（工况：能量 10MeV，束流 2mA），机房外周围剂量当量率为 0.170 $\mu\text{Sv/h}$ ~0.70 $\mu\text{Sv/h}$ ，可满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）中给出的电子加速器辐照装置外人员可达区域屏蔽体外表面 30cm 处及以外区域周围剂量当量率不能超过 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

进一步对验收项目周围环境中辐射工作人员和公众受照剂量的估算知，辐射工作人员的年受照有效剂量不超过 0.878mSv，低于本次验收确定的辐射工作人员的职业年照射剂量约束值（不超过 5mSv/a）；公众的年受照有效剂量不超过 0.034mSv，低于本次验收确定的公众的年照射剂量约束值（不超过 0.25mSv/a）。

8.3 环境管理检查

通过现场调查分析，本验收项目严格按照环评文件中的论证进行电子辐照加速器辐照装置机房建设，充分考虑周围场所的人员防护与安全，并落实了相应的各项辐射安全措施和个人防护措施。该验收项目实际运营过程中满足环境影响评价报告表提出各项要求，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）等法规标准中的相关防护设施的技术要求。

建设单位已按照环评文件和环评批复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的培训和个人剂量监测等环评要求。

8.5 验收结论

本次验收的广州华大洁特生物技术有限公司核技术利用建设项目落实了环境影响评价及批复文件对项目的环境保护要求，符合国家环保相关标准，该项目通过竣工环境保护验收。

8.6 承诺落实的辐射安全与防护措施

针对该项目实际情况，建设单位承诺将落实以下的辐射安全与防护措施：

每年委托有相关资质的第三方辐射监测机构对辐射工作场所进行监测。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，定期按时上报环保行政主管部门。