编号： 22DLFSYS006

核技术利用建设项目
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收监测报告表

建设单位： 桂林华大生物科技有限公司（盖章）

编制单位： 广东智环创新环境科技有限公司（盖章）

2022 年 7 月

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

目录

表 1 项目基础信息.....1
表 2 工程建设概况.....5
表 3 辐射安全与防护设施/措施.....14
表 4 环评及其批复的要求落实情况.....33
表 5 验收监测质量保证及质量控制.....40
表 6 环境监测内容.....42
表 7 验收监测工况及结果.....45
表 8 验收监测结论.....49
附件 1 验收项目的环评批复文件.....51
附件 2 建设单位持有的辐射安全许可证.....55
附件 3 辐射安全管理规章制度.....58
附件 4 辐射工作人员培训证明.....74
附件 5 辐射工作人员个人剂量送检证明及首期检测报告.....79
附件 6 辐射工作人员个人剂量检测报告（首期）.....80
附件 7 验收监测报告.....83
附图 1 施工方案（平面）.....90
附图 2 施工方案（立面及剖面）.....91
建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表.....92

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

表 1 项目基础信息

建设单位	桂林华大生物科技有限公司				
注册地址	桂林市永福县苏桥镇苏桥工业园 B-12 地块				
法人代表	张继续		**统一社会信用代码**	9145 0300 MA5P 0PNW 5F	
辐射安全许可证编号	桂环辐证【C0580】		**许可证有效期**	2026 年 12 月 23 日	
建设项目名称	桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目				
项目地址	桂林市永福县苏桥镇苏桥工业园 B-12 地块（E110° 1′ 6″；N25° 6′ 58″）				
建设项目性质	新建☑ 改扩建□ 技改□ 迁建□				
建设项目环评批复时间	2019 年 11 月		**开工建设时间**	2019 年 12 月	
调试时间	2022 年 1 月		**验收现场监测时间**	2022 年 6 月 9 日	
环评文件审批部门及文号	广西壮族自治区生态环境厅 桂环审[2019]353 号		**环评文件编制单位**	广东智环创新环境科技有限公司	
环保设施设计单位	广东省华城建筑设计有限公司		**环保设施施工单位**	桂林市临桂建筑安装公司	
投资总概算	5000	**环保投资总概算**	200	**比例%**	4
实际总投资	5000	**环保投资总概算**	200	**比例%**	4
验收监测依据	（1）《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月 26 日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过；2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015 年 1 月 1 日施行） （2）《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 6 月 28 日第十届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过，2003 年 10 月 1 日施行） （3）《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 29 日国务院令第 253 号发布；根据 2017 年 7 月 16 日国务院令第 682				

广东智环创新环境科技有限公司 GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

	号《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订，2017 年 10 月 1 日起施行） ⑷ 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 449 号令 2005 年 12 月 1 日施行；根据 2014 年 7 月 29 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第一次修订 2019 年 3 月 2 日根据《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修正) ⑸ 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年 1 月 18 日国家环境保护总局令第 31 号公布；根据 2008 年 11 月 21 日环境保护部 2008 年第二次部务会议通过的《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》修正；根据 2017 年 12 月 12 日环境保护部第 47 号《环境保护部关于修改部分规章的决定》第二次修正；根据 2019 年 8 月 22 日生态环境部第 7 号《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》第三次修正；根据 2021 年 1 月 8 日部令第 20 号《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》第三次修正） ⑹ 《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) ⑺ 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） ⑻ 《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) ⑼ 《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） ⑽ 《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）

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

	⑾ 《关于在核与辐射安全隐患排查工作中做好电子辐照加速器专项监督检查工作的函》(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） ⑿ 《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》 ⒀ GBZ 141-2002《γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》（2002-06-01 实施） ⒁ HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（2021-05-01 实施） ⒂ HJ61-2021《辐射环境监测技术规范》（2021-05-01 实施） ⒃ HJ979—2018《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（2019-03-01 实施） ⒄ GB18871—2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（2003-04-01 实施） ⒅ GBZ2.1—2007 《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》（2007-11-01 实施） ⒆ 《桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目环境影响报告表》（报告编号：19DLFSHP038，编制单位：广东智环创新环境科技有限公司） ⒇ 《广西壮族自治区生态环境厅关于桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目环境影响报告表的批复》（批准文号：桂环审[2019]353 号；2019 年 11 月 4 日）
验收监测评价标准	⑴ 剂量约束 该项目环境影响报告表（19DLFSHP038）根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979—2018）第 4.2.1 款确定了辐射工作人员和公众的个人有效剂量约束值，本次验收执行环评确

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

定的评价标准：即辐射工作人员的职业年照射剂量约束值为不超过 **5mSv**，公众的年照射剂量约束值为不超过 **0.1mSv**。

(2) 屏蔽体外辐射水平

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979—2018) 第 4.2.2 款的辐射屏蔽设计要求确定加速器辐照室外的辐射水平限值：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**。

(3) 辐射安全与防护设施

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979—2018) 第 6 条的电子加速器辐照装置的安全设计的规定，并结合环评文件及其批复文件的要求，对本项目的各项辐射安全与防护设施进行验收评价，包括联锁要求、安全设施等。

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

表 2 工程建设概况

1. 项目建设内容

(1) 建设单位概况

桂林华大生物科技有限公司(以下简称桂林华大公司)是一家专业从事辐照处理和开发的高技术服务企业，主要提供医疗用品、药品、无菌包装、卫生用品等辐照消毒等技术服务，桂林华大公司位于桂林市永福县苏桥镇苏桥工业园 B-12 地块，所在地理位置图详见图 2-1。

图 2-1 验收项目地理位置图

(2) 本次验收项目相关环保手续概况

2019 年，桂林华大公司委托评价机构编制了《桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目环境影响报告表》（报告编号为 19DLFSHP038），该环评报告的评价内容是桂林华大公司在苏桥工业园 B-12 地块园区内的 B-3#厂房建设 1 所加速器辐照室，在该加速器辐照室中安装使用 1 台电子加速器（最高电子能量 10MeV，

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

功率 20kW）开展消毒、灭菌等辐照项目。该报告表于 2019 年 11 月 4 日经广西壮族自治区生态环境厅审批，批文号为桂环审[2019]353 号（详见附件 1）。随后，该项目于 2019 年 12 月正式开工建设，并于 2021 年 10 月竣工。桂林华大公司向广西壮族自治区生态环境厅申请，并于 2021 年 12 月取得辐射安全许可证，证书编号为桂环辐证[C0580]，许可的种类和范围为使用 II 类射线装置（详见附件 2）。

2022 年 5 月，建设单位委托广东智环创新环境科技有限公司对该电子加速器辐照项目进行竣工环境保护验收监测。

(3) 工程建成情况

验收项目位于苏桥工业园 B-12 地块园区内的 B-3#厂房，该厂房主体为单层建筑，其东西两端为双层辅助用房。根据环评报告，东西两端的双层辅助用房计划建成为桂林华大公司的办公场所，现西端的双层辅助用房实际已建成为桂林华大公司的办公场所，而东端的双层辅助用房则建成为桂林华大公司的员工宿舍。中部单层厂房建为辐照车间，并在辐照车间中部建设加速器辐照室及其配套设施。

从 B-3#厂房外部看，B-3#厂房位于园区整体的东南角，其北面和西面分别与园区内的 B-2#厂房和 B-4#厂房相邻。东面和南面靠近园区边界，东面园区外为道路，道路对面是广西武元植物制品有限公司，其边界距离本项目约 112m。根据环评报告，B-3#厂房的南面园区为拟建安置住宅楼（4 层），其边界距离本项目约 30m。现如今该区域已实际建成为园区厂房，距离本验收项目约 43m，安置住宅楼已调整他处建设。

通过现场调查并与环评文件对照，验收项目本身的实际建设地点与环评阶段一致，而验收项目周边的环境则有部分变化，主要为厂房东面的原拟建办公区域变更为建设单位的宿舍区，而厂房南面原拟建的安置房则变更为园区厂房。

验收项目四周环境分布情况详见图 2-2 和图 2-3。

验收项目的建成情况及周边环境情况详见图 2-4。

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

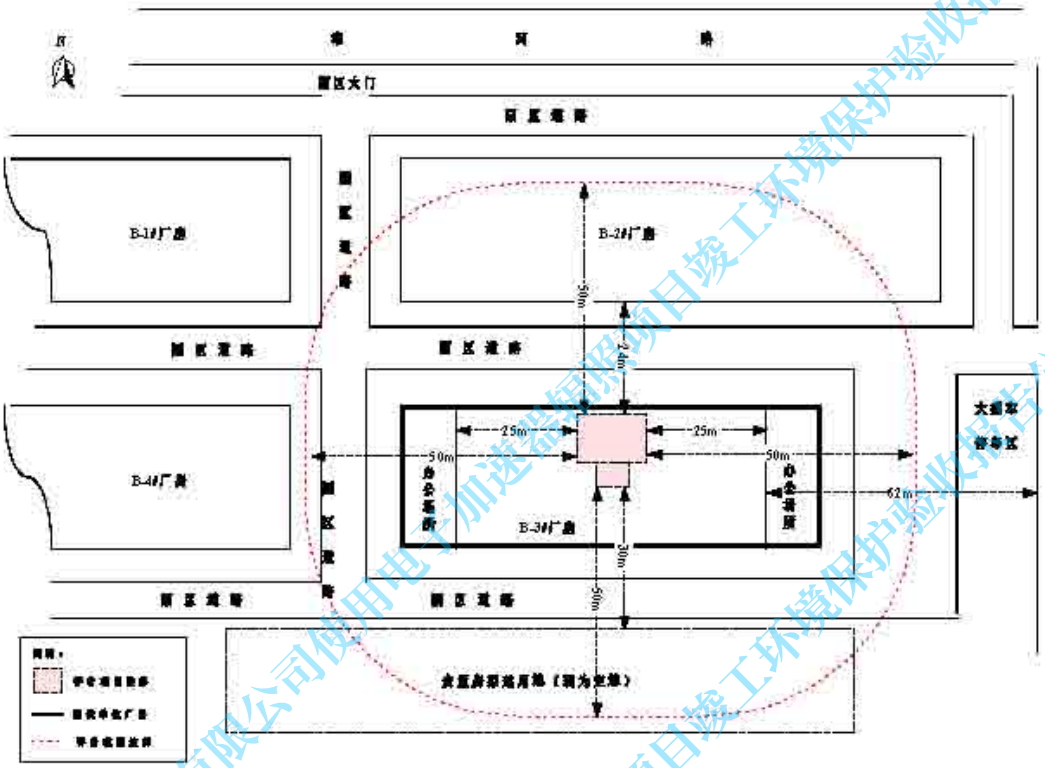


图 2-2　验收项目环评阶段的评价范围示意图

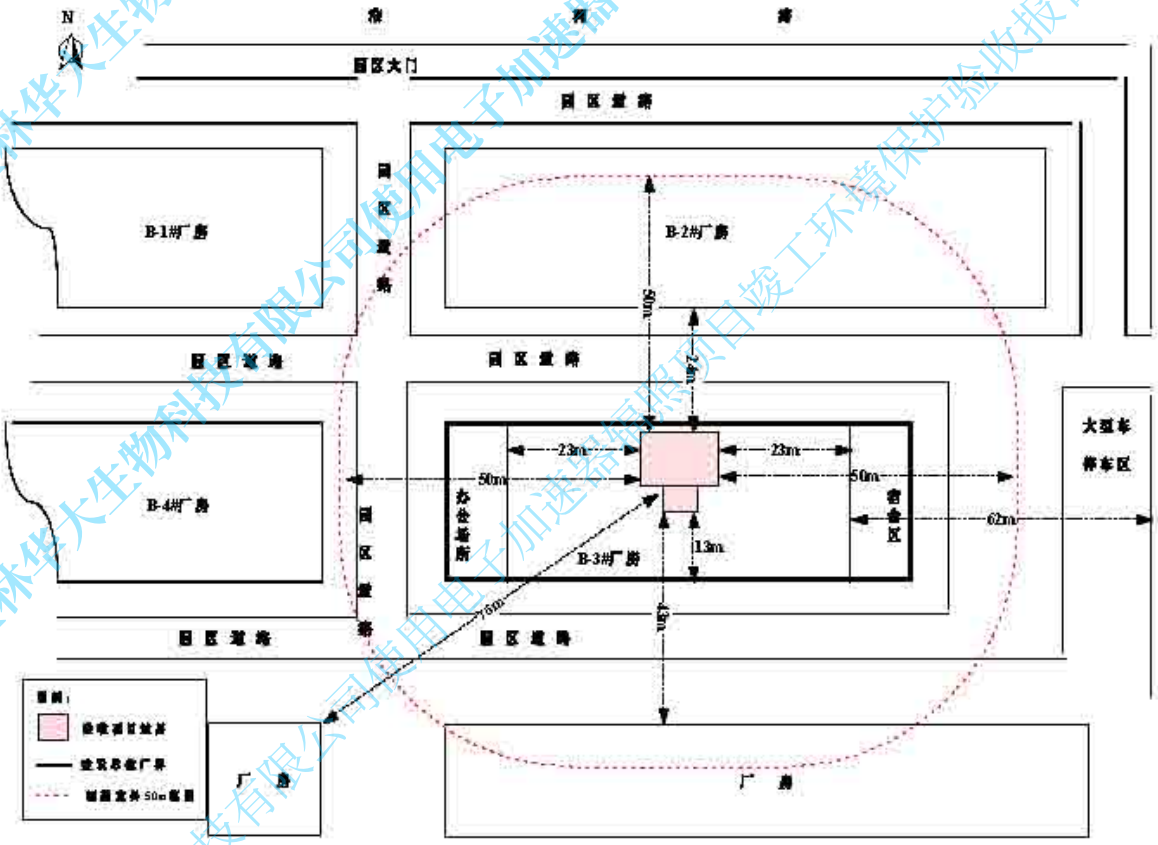


图 2-3　验收项目四至环境现状图

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

辐照车间外部

加速器辐照室外部

建设单位南面厂房
（原安置住宅区的拟建地）

建设单位西北面厂房及安置房（西北面约100m）

辐照车间东侧建设单位宿舍区

主控室

图 2-4　验收项目工作场所环境现状图

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

2. 源项情况

该验收项目实际安装的电子加速器除了型号，其他主要技术参数均与环评一致。设备的主要技术参数详见表 2-1，实际装机的加速器主要部件的实物相片见图 2-5。

表 2-1 验收项目与环评阶段设计的主要技术参数对照

	名称	型号	类别	最大能量（MeV）	额度电流（mA）	用途	工作场所
环评设计	电子加速器	IS1020	Ⅱ类	10	电流 2mA	辐照消毒灭菌	厂区辐照车间内
实际装机	电子加速器	HYDZ1020-A	Ⅱ类	10	电流 2mA	辐照消毒灭菌	厂区辐照车间内

加速器设备本体（位于二层加速机房）

加速器扫描盒（从二层伸向首次）

传送系统（辐照室外部分）

图 2-5 辐照装置部件实物图

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

验收项目实际安装的电子加速器除了型号不同，其他主要技术参数均与环评一致，加速器的功能和类别也都不变，对照《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》，本项目不存在重大变动。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，该电子加速器能量低于 100MeV，属于**Ⅱ类射线装置**。

3. 工程设备与工艺分析

(1) 工作方式

加速器产生高能电子束并将其扫描成一均匀分布的线性束后引出，传输装置承载被检物以辐照工艺需要的相应速度通过辐照区域，经过电子束的辐照，实现辐照工艺所需的处理。加速器及其辐照区域都在辐射安全系统内，包括安全联锁系统和建筑及屏蔽墙体、通风系统。

加速器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，通过二层楼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，加速器辐照室为钢筋混凝土结构。加速器装置的安装如图 2-6 所示。

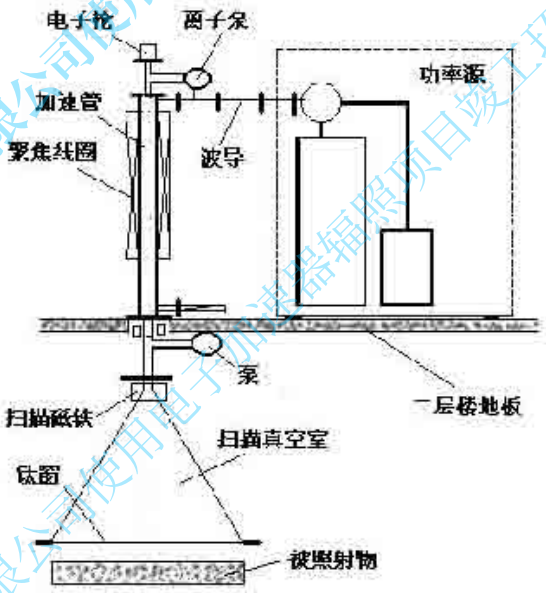


图 2-6 加速器装置安装示意图

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

(2) 设备结构组成

该加速器辐照系统主要集成的设备包括电子加速器、传动分系统、控制分系统、防护安全分系统、电子辐照综合管理软件，主体结构如图 2-7 所示：

图 2-7　电子束辐照加速器结构示意

(3) 工艺流程及产污环节

本项目消毒、灭菌加速器辐照装置进行辐照的工艺流程主要为：

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

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

③ 技术人员根据实验得出的剂量大小设置机器参数和输运线传输速度。

④ 处于辐照室外的搬运工人往输运线上搬运货物，技术人员启动输传送带并

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

启动加速器辐照装置开始辐照，加速器发射的电子束垂直照射到受辐照材料、地板和传送带部件产生很强的韧致辐射（X 射线）。从该操作开始，加速器才出束产生辐射。同时在辐射照射下，辐照室内的空气因发生辐照分解而产生臭氧（O_3）和氮氧化物（NO，NO_2）。束下传送段在射线最集中的部位，是系统中臭氧浓度最高的部分。

⑤ 经过辐照后的货物由传送带自动传送至辐照室外，由搬运工人从传送带上卸货。

整个辐照灭菌加工过程，正常情况下工作人员不必进入辐照室，均在辐照室外一定距离外的装、卸货区进行辐照货品的装、卸，所有需照射加工的货物都是通过输运线输运到束流中心辐射区进行辐照加工，详见图 2-8。

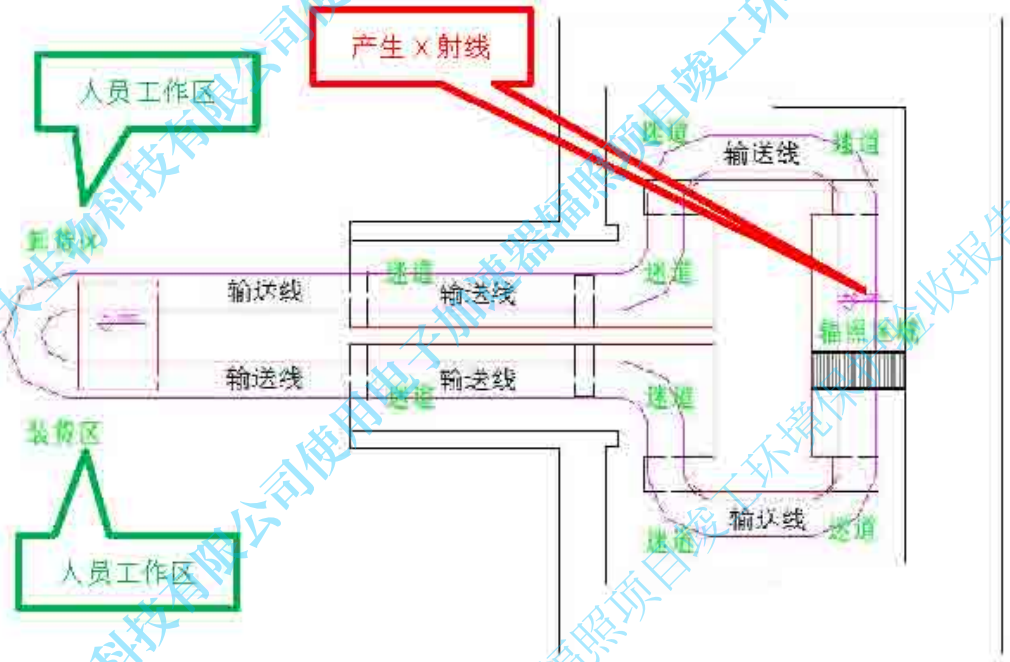


图 2-8　工艺布局示意图

经现场调查，该项目的设备构成、工作方式、工艺流程及产污环节均与环评一致。

(4) 人员配置及工作负荷

环评阶段设计的工作负荷为：该加速器辐照系统采用连续作业方式，平均每天工作（出束）约 20 小时，平均年运行时间为 300 天/年，全年辐照系统出束约 6000

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

小时，辐照工作人员三班轮换，每位工作人员每年工作时间约 2000 小时。项目预计将配置约 10 名辐射工作人员，其中 4 名为辐射安全管理人员，另外 6 名为辐照工作操作人员。

目前已有 8 名辐射工作人员到岗，其中 2 名为辐射安全管理人员，6 名为辐照工作操作人员。

(5) 主要污染源

通过环评论证，该项目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。项目的加速器的电子能量最高为 10MeV，辐照的靶材料为低 Z 材料，最高能量为 10 MeV 电子轰击靶材料后产生的韧致辐射光子的能量一般低于 7MeV，基本不会产生光核反应和感生放射性。因此，不存在加速器结构材料、冷却水和空气的感性放射性以及中子等相应的防护问题。

所以，韧致辐射（X 射线）成为该加速器辐照项目的主要辐射防护对象，臭氧是该项目考虑的主要污染物。

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

表 3 辐射安全与防护设施/措施

1. 工作场所布局及辐射屏蔽设施建设情况

辐照室为两层结构，首层为辐照室，即进行物料辐照的工作场所，二层是加速器室，加速器装置的主要部分安装在加速器室内，粒子引出系统位于加速器装置机身正下方，通过加速器室地板伸向首层的辐照室。在加速器室的四周建有电气柜室（设备室）、辅助设备室（维修室）房间，用于放置系统工作所需的辅助设备等，通常情况下无人员驻留。在电气柜室（设备室）外围（南侧）建有工作人员的操作场所（主控室）。加速器室屋顶贴近厂房屋顶，且不设置到达屋顶的楼梯等辅助设施，保证了屋顶无人员停留。辐照室和加速器室全部采用混凝土（密度不低于 2.35g/cm³）屏蔽墙进行屏蔽。

加速器辐照室辐射屏蔽实际建成情况见图 3-1，图 3-2，图 3-3，详细施工方案见附图 1-附图 2，加速器辐照室的施工方案由广东省华城建筑设计有限公司设计。

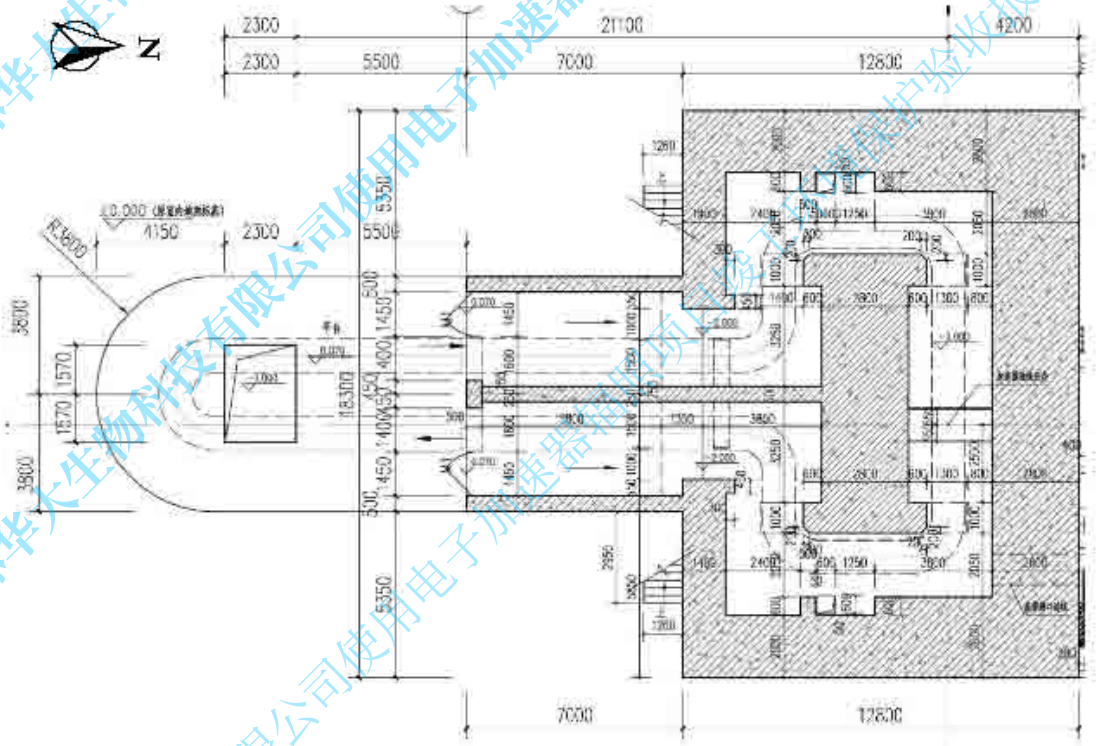


图 3-1　首层辐照室平面图

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

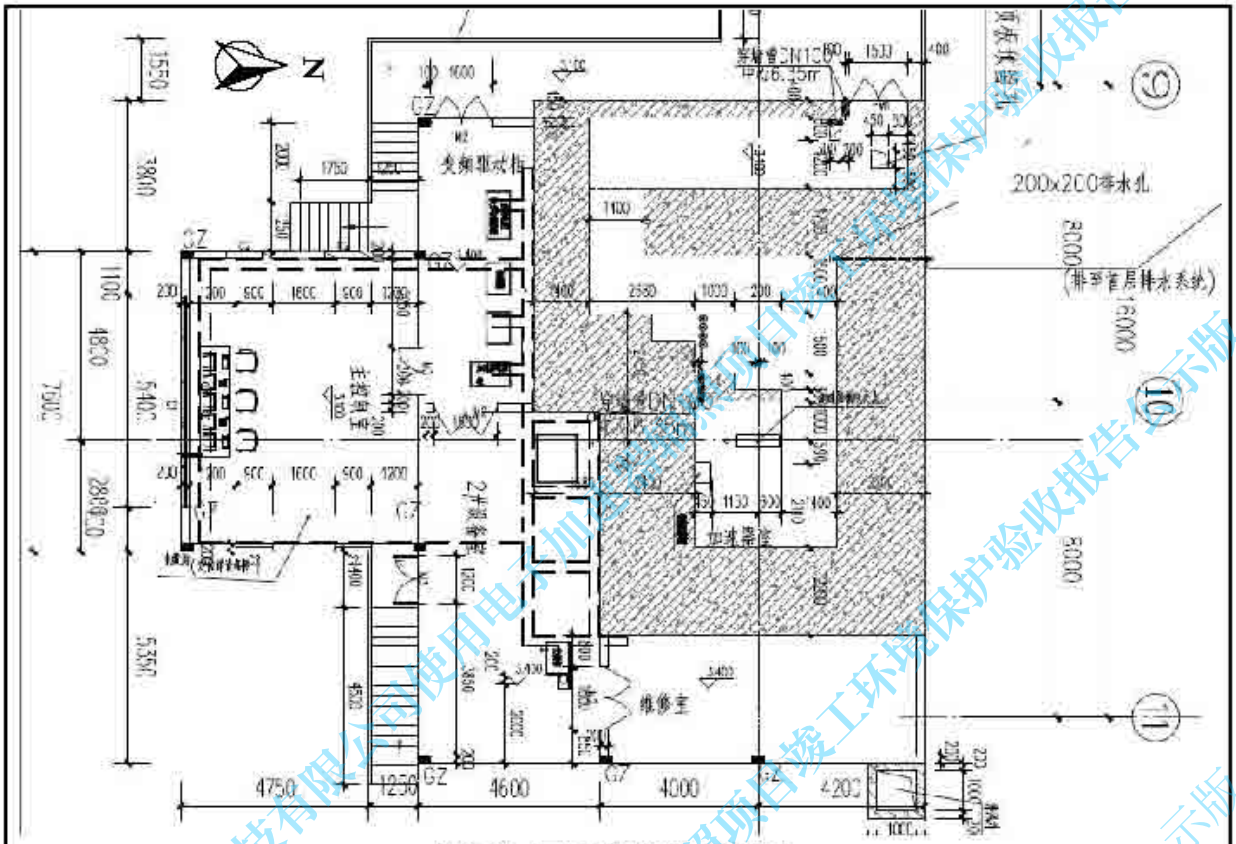


图 3-2　二层加速器室平面图

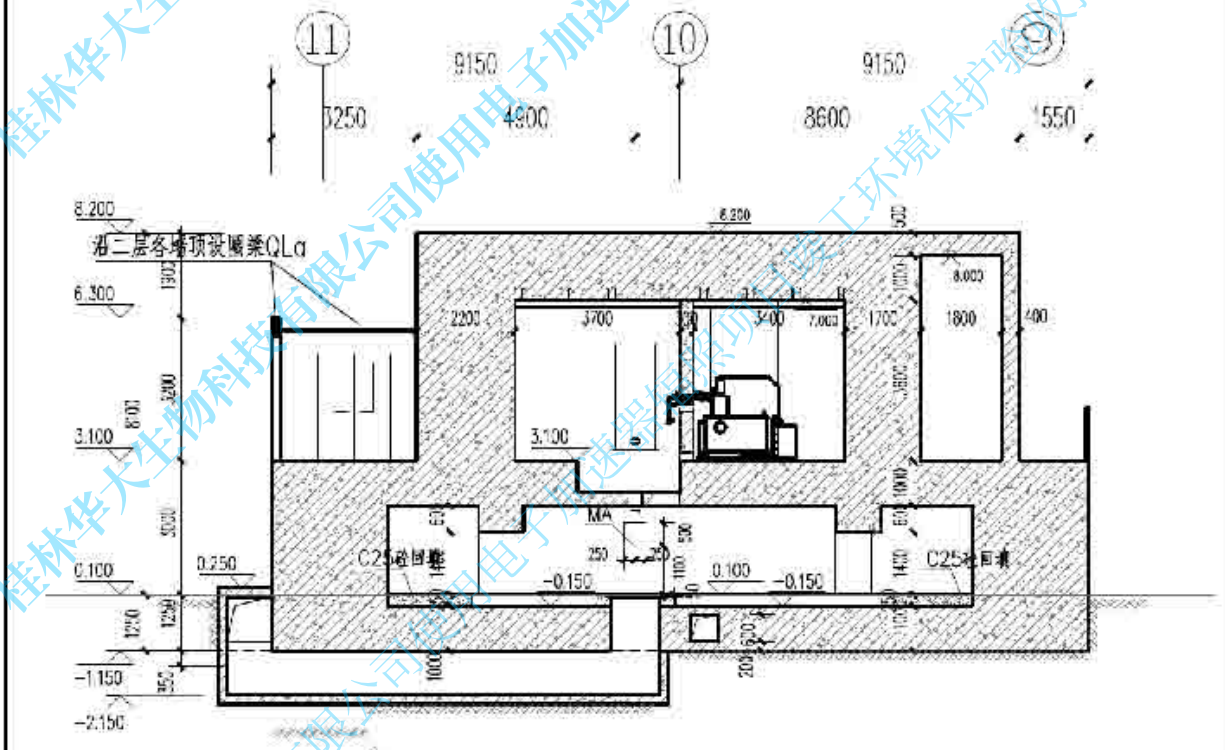


图 3-3　加速器辐照室剖面图

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

一层辐照通道（即辐照室及迷道）净空间约268m³，其中南、北两面墙体厚度为2.8m，东和西面墙体厚度为2.6m，辐照室净高2.0m，迷道部分净高为2.0m（内段）和2.5m（外段）。辐照室采用“弓”型多折线的双迷道设计。

加速器室面积约47.58m²（含迷道部分），净高3.5m，主体屏蔽墙体厚度为2.2m和2.4m，内迷道墙体厚度为1.7m，外迷道墙体厚0.4m，顶棚1.5m。

首层辐照室的迷道（巡检、检修通道）出入口分别各设置一道安全防护门，二层加速器室的迷道口设置一道安全防护门，安全防护门设计为不锈钢材质，主要功能为安全防护，起到防止人员误入加速器室和辐照室的作用。

经现场调查，加速器辐照室的实际建成情况（屏蔽墙体厚度和机房大小）与环评阶段的设计方案一致。

2.冷却、通风设施及其辐射屏蔽补偿

该电子加速器采用自备水箱和水管闭路循环的蒸馏水冷却系统来降低热能，其中冷却水循环使用，不外排。

辐照室内设置排气设施，通过排气设施对加速器辐照室进行换气。将辐照室内加速器产生的臭氧排出辐照车间上方，距离地面约 15m 高空排放至大气环境。加速器室内有风机补充新风，使其保持微正压，避免辐照室的臭氧溢至加速器机房。

二层加速器室的顶部设置新风系统对加速器室进行送风，该机房通过束流管周围的孔洞排风到首层辐照室。首层辐照室设置了新风系统和排风系统，新风管道从辐照室北墙外经距离地面负 2 米高度贯穿墙体进入首层辐照室，新风口设在辐照室南北两侧的迷道处。辐照室的束下位置设置排风口，排风管距离地面负 2 米，先从束下位置沿着平行于北面屏蔽体的方向贯穿辐照室东面屏蔽体，到辐照室外后转 90 度向北连接排风机，经排风机后连接辐照室外东北角的垂直于地面的排风井引至辐照车间上方（距离地面 15 米）的排气筒，将辐照室内加速器产生的臭氧和氮氧化物排出车间外。

换气设施、冷却系统和电缆等相关管道的建设现状相片见图 3-4。

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

辐照室束下的排风口

首层与二层之间束流管周围的孔洞

辐照室东面的风机及排风井

辐照室北面的新风管道

排风风机技术铭牌

新风风机技术铭牌

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

辐照车间上方的排气筒

辐照室北面加速器冷却水管

二层加速器机房南侧穿墙处电缆沟

加速器冷却水循环系统

图 3-4　通风、电缆和冷却水管道实物图

对照环评阶段的设计方案，原首层辐照室没有独立的新风系统，除了二层加速器机房通过束流管周围的孔洞排风到首层辐照室，首层的新风主要通过迷道口自然流入，而项目实际建成了独立的新风系统。排放系统方面，原环评阶段设计的排风管道是从北墙贯穿辐照室，贯穿墙体的管道洞口距离束下 0.8m。为了进一步降低经贯穿墙体管道散射到辐照室外的 X 射线，实际建成的排风管道则改为从东墙贯穿辐照室，修改后贯穿墙体的管道洞口距离束下 3m。排风井则从原来设计的北墙外最东端，实际建成改为东墙外的最北端，位置移动约 2m，对周围环境的影响变化不大。至于管道的辐射屏蔽补偿方式，排风井和排气筒的高度则保持与环评设计方案一致。

通风管道设计方案见图 3-5，实际建成的情况见图 3-6 和图 3-7。

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

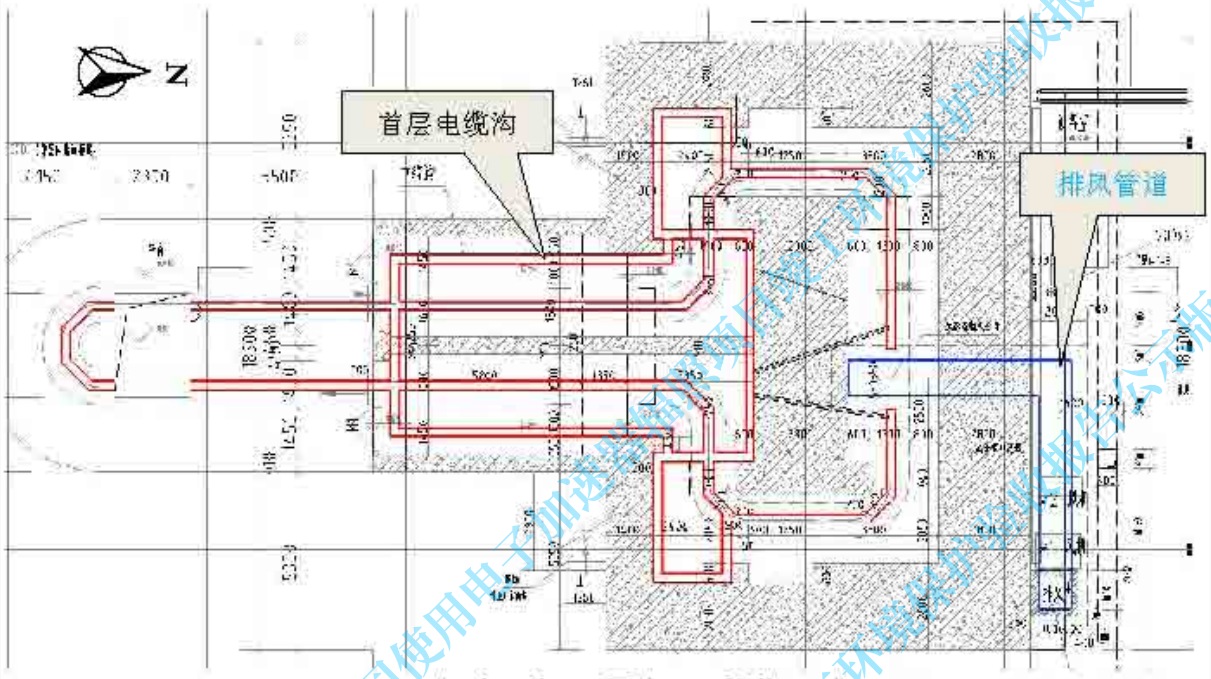


图 3-5　原环评阶段首层辐照室通风管道平面设计图

（红色为电缆沟，蓝色为通风管道）

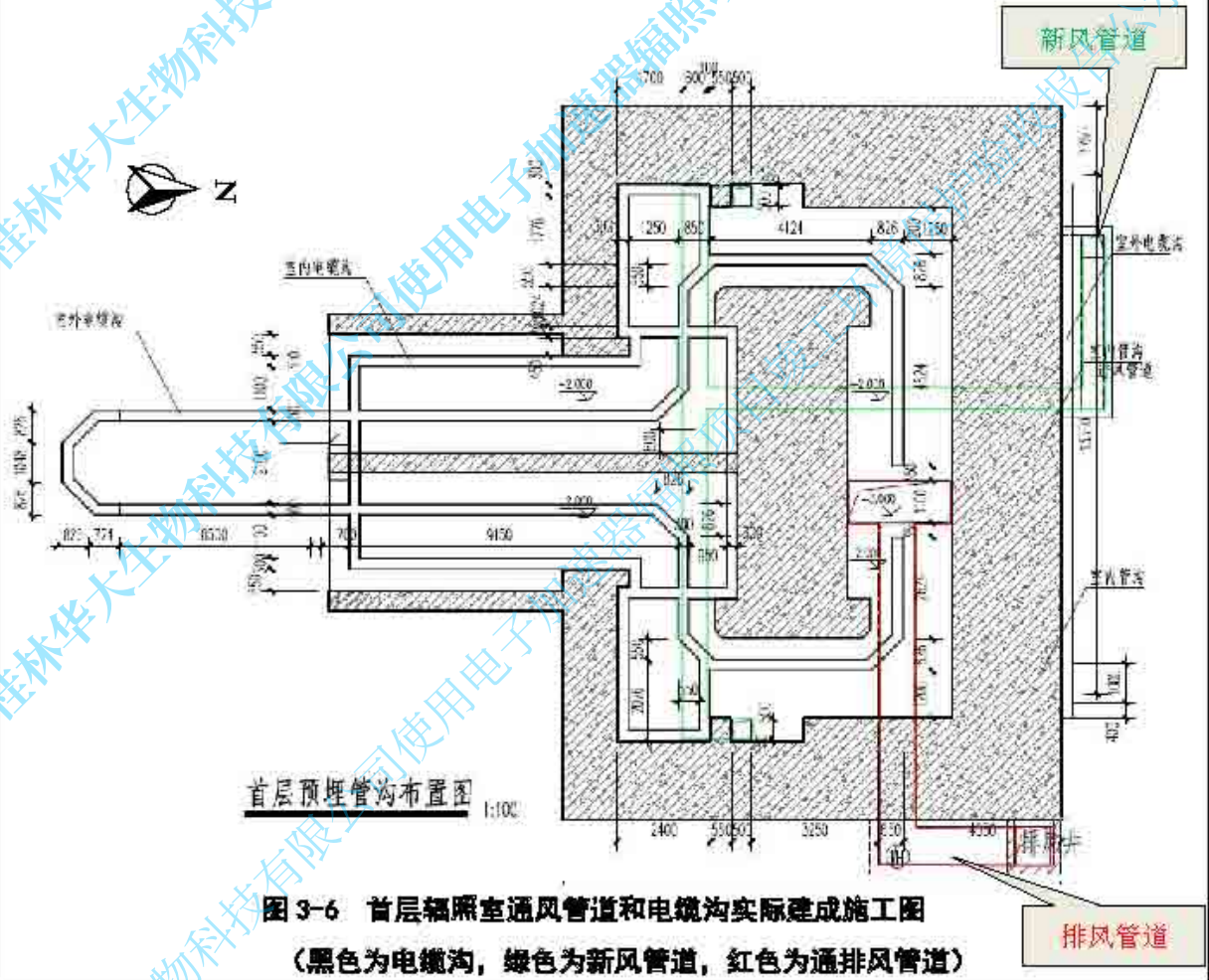


图 3-6　首层辐照室通风管道和电缆沟实际建成施工图

（黑色为电缆沟，绿色为新风管道，红色为通排风管道）

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

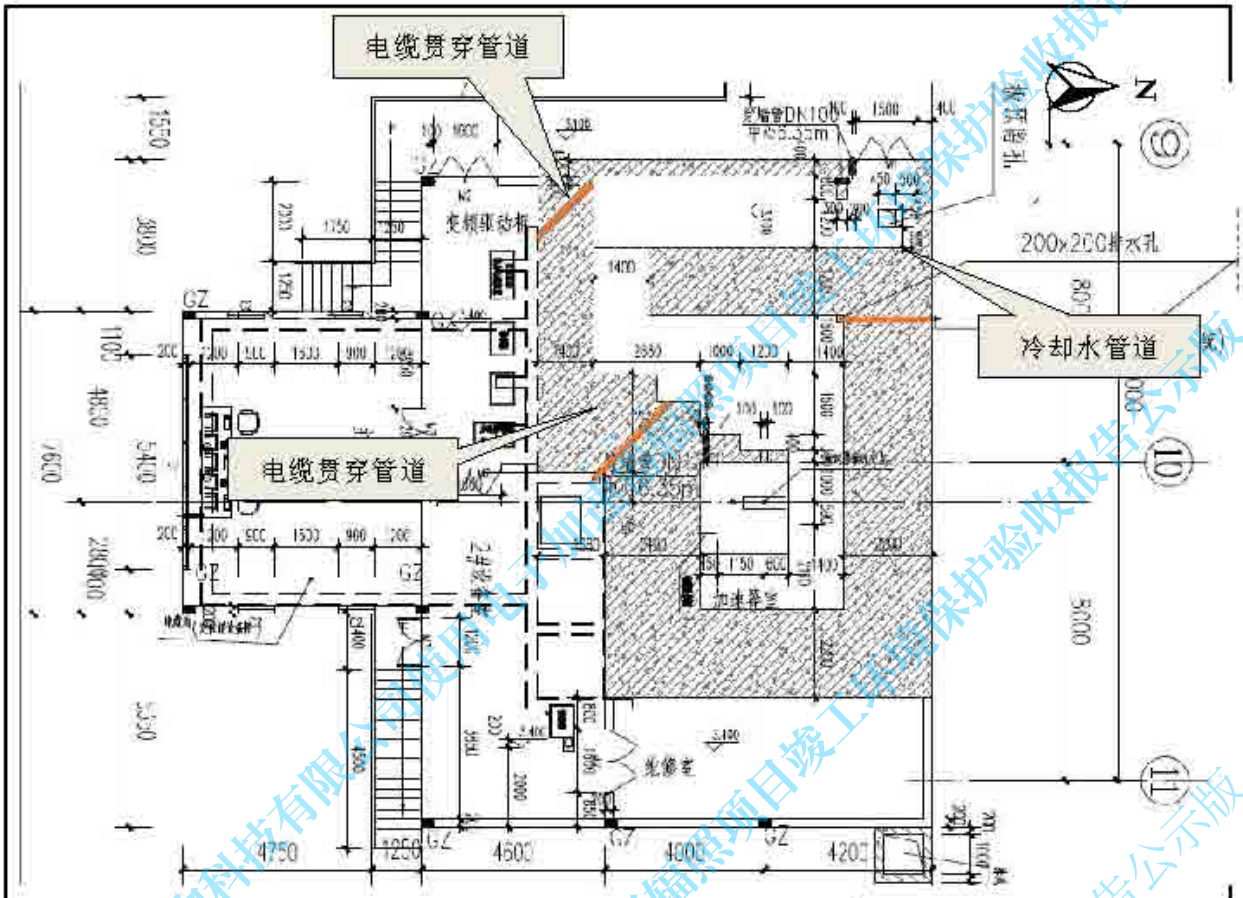


图 3-7　二层加速器机房电缆管线实际建成施工图

环评阶段设计排风量不低于 4m³/s，经环评分析结论，在通风设施正常运行的条件下停机（停止出束）约 100 秒后，辐照室内的臭氧浓度降至低于允许浓度 0.30 mg/m³，随之时间的推移，辐照室内臭氧的浓度持续降低，在停机 600 秒（10 分钟）已经降至 0.0001 mg/m³，趋近于零。

经现场核查，项目实际安装了离心风机，最大流量为 14020m³/h，与设计风流基本相当。另外通过联锁设置加速器停止出束且通风设施继续正常运行 10 分钟后，加速器机房和辐照室的安全门电磁锁才自动解锁。实际设定的停机后开门时间（600 秒）远大于环评计算值（100 秒），满足环评设计的要求。因空气中臭氧浓度的监测采用现场采样后实验室分析的方法，根据检测方法需采样 10~30 分钟，采样时间远大于本项目停机后臭氧浓度降至低于允许浓度所需的时间（100 秒），且这一过程辐照室内的臭氧浓度也不是固定不变，而是一直在降低，因此无法获取停机后 100 秒时刻辐照室内准确的臭氧浓度，所以本次验收不进行臭氧浓度监测。

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

3. 辐射安全与防护设施的设置和功能分析

(1) 辐射安全警示设施

首层辐照室的迷道口和二层加速器室的防护门外侧设置醒目的电离辐射警示标志，以起到工作警示作用。首层辐照室的迷道口和迷道中，二层加速器室的防护门口、加速器室内和主控制室内均设有警示灯、报警铃装置和广播音箱。每一个警示灯都有红橙绿三色闪烁警示灯。出束时，红色警灯及出束警报器工作；待机时橙色警灯及待机警报器工作；停机时，绿色警灯工作。通过安全联锁控制，工作状态指示灯和警铃不能正常工作时，加速器不能出束。辐射安全警示设施的现场相片见图3-8。

辐照室迷道口的安全警示设施

加速器机房门外的安全警示设施

辐照室迷道内的安全警示设施

主控台的安全警示设施及钥匙

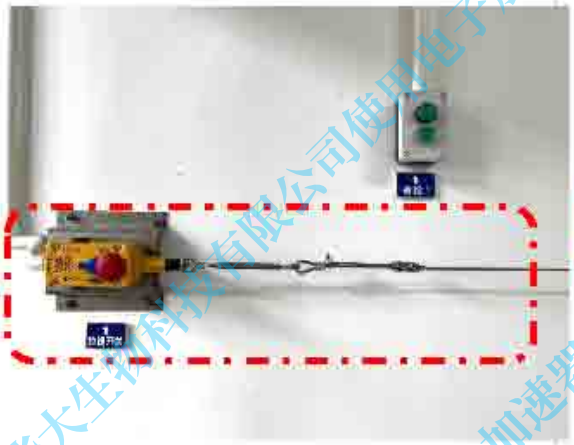
图3-8 安全警示设施实物图

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

(2) 辐射安全应急设施

在加速器室内和辐照室内由外到内沿着墙体全程设置了紧急拉线开关，拉线开关覆盖了加速器机房和辐照室内的全部区域。在首层辐照室迷道出口、二层加速器机房迷道口和主控制室的操作台还设置急停按钮。拉线开关与急停开关具有相同的作用，触点串联，动作时切断系统总电源，实现在紧急情况下停机；复位紧急开关后，系统需要重新执行开机流程才能工作。

加速器机房和辐照室的防护门均采用使用推杆锁，以便在门内侧的人员在任何时候都可以通过手动推压推杆锁开门，及时离开控制区。



辐照室迷道内紧急拉线开关

加速器机房迷道内紧急拉线开关

辐照室迷道口急停按钮

主控台的急停按钮

图 3-9　紧急停止设施实物图

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

(3) 辐射监测设施

该项目配备 2 台个人剂量报警仪（型号为 SG-18G，其中一个剂量与主控钥匙相连）、1 台便携式辐射监测仪（型号为 FD-3013B）和 1 套在线辐射监测仪。

在线辐射监测仪探测器分别安装在辐照室和加速器机房迷道口内侧，在线进行环境辐射监测，并具有剂量联锁功能。通过现场核查，该在线监测仪探测器设定两档剂量率阈值，分别是 0.4μSv/h 和 2.5μSv/h。当加速器出束运行时，在线监测仪探测器检测到迷道口（门内）的剂量率高于 0.4μSv/h 后，加速器机房和辐照室的安全门通过联锁控制，在门外无法打开。当检测到迷道口（门内）的剂量率高于 2.5μSv/h 时，表示加速器运行异常或屏蔽设施异常，迷道门外的剂量率水平有可能已超标，通过联锁控制，加速器马上停止出束。只有当在线监测仪探测器检测到剂量率低于 0.4μSv/h 时，才能使用钥匙从门外开启加速器机房或辐照室迷道的安全门。

首层辐照室迷道口在线辐射监测设施

二层加速器机房迷道口在线辐射监测设施

便携式辐射监测仪和个人剂量报警仪

便携式辐射监测仪

图 3-10　辐射监测设施实物图

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

(4) 安全巡检和防人误入设施

本项目落实了环评阶段的设计方案，辐照室从迷道入口端沿着迷道墙至迷道出口端共布设了1#~6#巡检复位按钮，加速器室沿着迷道墙从里到外共布设了1#~5#巡检复位按钮。通过两组巡检装置要求巡检人员必须依次按下全部巡检按钮复位后，才能启动加速器出速。

辐照室迷道内和加速器机房迷道均设有3道行人检测光电装置，检测到有行人通过时，通过联锁装置立即停止加速器出速。

加速器辐照室具有防止工作人员和公众误入而受到意外照射的安全措施。

辐照室内5号巡检按钮

加速器机房内的4号巡检按钮

加速器机房迷道内的光电装置

辐照室迷道内的光电装置

图3-11 巡检和防人误入设施实物图

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

(5) 监控、通讯安全设施

辐照室内装有可视系统和广播系统。监控摄像机无缝覆盖首层辐照室迷道和二层加速器室，监控画面位于主控室内的大显示器中，使监控人员对设备运行情况和迷道内的情况全面掌控。由于接近束下区域的辐射水平非常高而无法安装摄像头，因此在迷道末端安装了平面镜，通过镜子反射观察束下区域的环境状况。

广播系统用于每次出束前提示无关人员撤离，广播音箱覆盖了首层辐照室及其迷道、二层加速器机房及其迷道，以及迷道口周围区域。此外，还配备对讲机等通讯设备，用于操作人员之间相互沟通。

辐照室迷道末端的平面镜

对讲机

辐照室内安全设施

图 3-12　监控、通讯安全设施实物图

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

(6) 钥匙控制

加速器主控钥匙与加速器机房门、辐照室门的钥匙以及一台辐射剂量报警仪串连在一起，且规定该钥匙只能由运行值班长使用。从而确保进入加速器机房或辐照室时，辐射工作人员必须拔下加速器的主控钥匙（加速器停机）。

(7) 烟雾报警设施

在辐照室和加速器机房内分别设置了 8 个和 3 个烟雾报警器，探测到有火险时，加速器立即停机并停止通风。

(8) 应急备用电源

在辐照室和加速器机房迷道内设置了应急备用电源，以备应急时照明使用。

烟雾报警设施

备用应急照明设施

辐射工作场所视频监控显示器（位于主控室内）

图 3-13　其他安全设施实物图

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

本项目的相关辐射安全设施在加速器机房和辐照室的分布情况详见图 3-14。

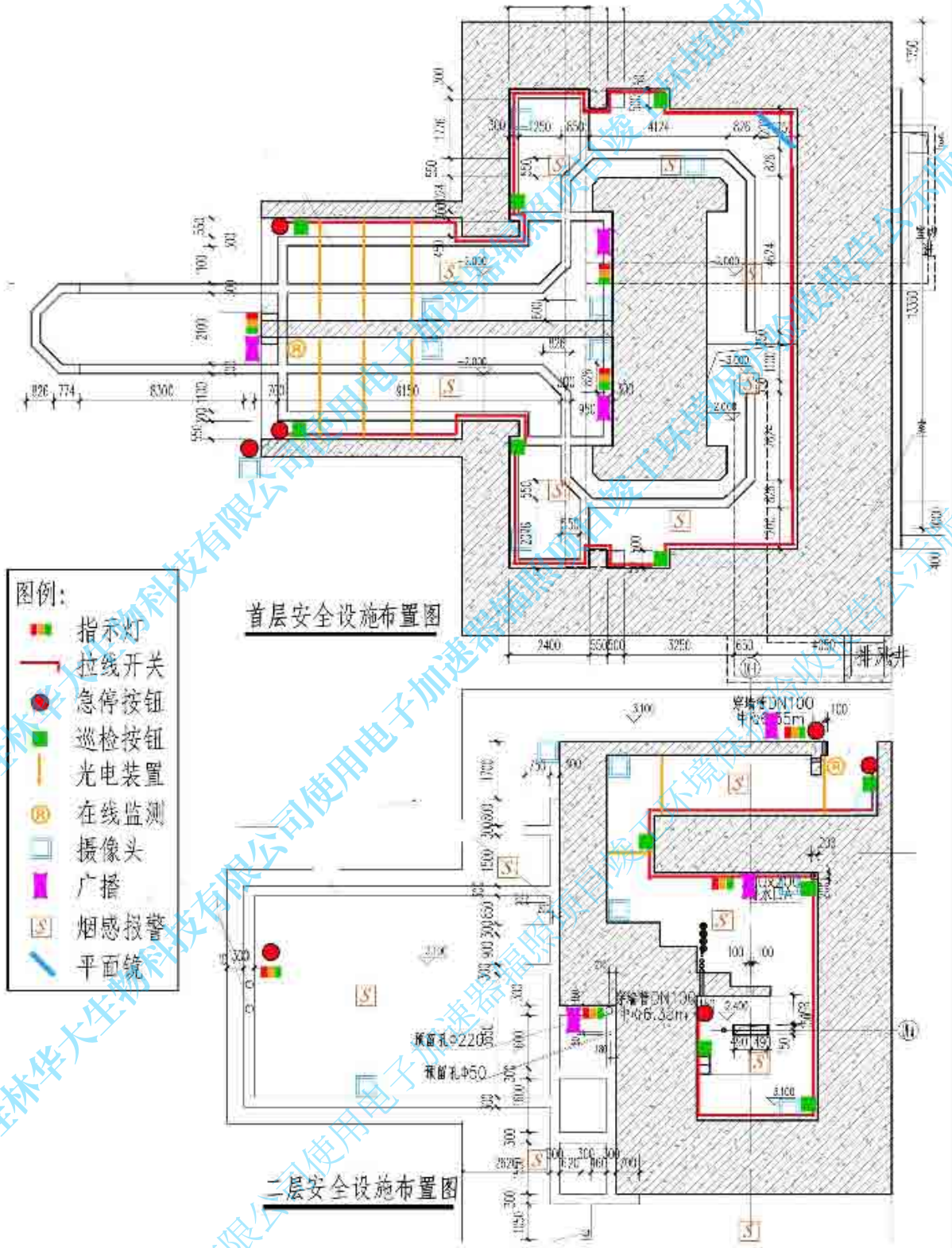


图 3-14　辐射安全设施分布示意图

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

⑼ 其他相关安全联锁

该项目设置了安全联锁保护装置，通过安全联锁的保护，必须同时满足下列条件才能开机；在以下任何一道设施偏离正常状态时将触发联锁，使加速器自动切断高压。安全联锁装置发生故障时，加速器不能运行。

① 急停设施复位，包括加速器机房内和辐照室内的紧急拉线开关、迷道口和主控台的急停按钮。

② 门机连锁，加速器机房和辐照室的安全门与加速器高压联锁，安全防护门关闭时加速器才具备运行条件，门打开时加速器不能出束，运行中门被打开则加速器自动停机。

③ 分别按序按动加速器机房和辐照室内的巡检按钮。

④ 通风联锁，换气设施的风机正常运行。

⑤ 束下联锁，传送线正常运行。

⑥ 主控钥匙，主控钥匙插入主控台。

⑦ 剂量联锁，在线辐射监测设施监测到迷道口的辐射水平未达到停机阈值。

⑧ 信号警示装置联锁，工作状态指示灯能正常运行。

⑨ 防人误入装置，加速器机房和辐照室迷道内的三道光电装置均未被触发；检测到有行人通过时，通过连锁装置立即停止加速器出速。

⑩ 烟雾报警仪正常工作且未探测到火险。探测到发生火险时，加速器立即停机。

⑽ 辐射安全设施与HJ979—2018相关要求的对比分析

对照《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979—2018）对电子加速器辐照装置的辐射安全设计要求，分析本项目相关辐射安全设施的落实情况，详见表3-1。

表3-1 辐射安全设施落实情况分析

HJ979—2018的要求	落实情况	结论
1 钥匙控制 加速器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。	加速器运行由一把钥匙控制，加速器主控钥匙与加速器机房门、辐照室门的钥匙以及一台辐射剂量报警仪串连在一起，且规定该钥匙只能由运行值班长使用。	符合

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

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。	设置门机联锁，加速器机房和辐照室的安全门关闭时加速器才具备运行条件，门打开时加速器不能开机，运行中门被打开则加速器自动停机。	符合
3 束下装置联锁 电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制必须建立可靠的接口和协议文件束下装置因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器应自动停机。	设置束下装置与加速器控制联锁，即电子加速器辐照装置的控制与束下装置的控制接口和协议文件，传送线因故障偏离正常运行状态或停止运行时，加速器自动停机。	符合
4 信号警示装置 在控制区出入口处及内部应设置灯光和音响警示信号，用于开机前对主机室和辐照室内人员的警示。主机室和辐照室出入口设置工作状态指示装置，并与电子加速器辐照装置联锁。	首层辐照室的迷道口和迷道中，二层加速器室的防护门口、加速器室内和主控制室内均设有警示灯、报警铃装置和广播音箱。警示灯与加速器联锁，根据加速器三种不同工作状态显示相应的警示信号，工作状态指示灯和警铃不能正常工作时，加速器不能出束。	符合
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。	辐照室从迷道入口端沿着迷道墙至迷道出口端共布设了1#～6#巡检复位按钮，加速器室沿着迷道墙从里到外共布设了1#～5#巡检复位按钮。通过两组巡检装置要求巡检人员必须依次按下全部巡检按钮复位后，才能启动加速器出速。	符合
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。	辐照室迷道内和加速器机房迷道均设有3道行人检测光电装置，检测到有行人通过时，通过联锁装置立即停止加速器出速。	符合
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。	在加速器室内和辐照室内由外到内设置了紧急拉线开关，并覆盖了加速器机房和辐照室内的全部区域。在辐照室迷道出口、加速器机房迷道口和主控制室的操作台还设置急停按钮。拉线开关与急停开关具有相同的作用，触点串联，动作时切断系统总电源，实现在紧急情况下停机。 加速器机房和辐照室的防护门均采用使用推杆锁，以便在门内侧的人员在任何时候都可以通过手动开门离开控制区。	符合

桂林华广生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

8 剂量联锁 在辐照室和主机室的迷道内设置固定式辐射监测仪，与辐照室和主机室的出入口门等联锁。当主机室和辐照室内的辐射水平高于仪器设定的阈值时，主机室和辐 室门无法打开。	在辐照室和加速器机房迷道口内侧安装了在线辐射监测仪探测器，并具有剂量联锁功能。当主机室和辐照室内的辐射水平高于仪器设定的阈值时，主机室和辐室门无法打开。	符合
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。	通过联锁设置加速器停止出束且通风设施继续正常运行 10 分钟后（加速器辐照室内臭氧等有害气体浓度低于允许值），加速器机房和辐照室的安全门电磁锁才自动解锁。	符合
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。	在辐照室和和加速器机房内分别设置了 8 个和 3 个烟雾报警器，探测到有火险时，加速器立即停机并停止通风。	符合

通过以上列表对比分析，可知该项目的辐射安全设施满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979—2018）的相关要求。

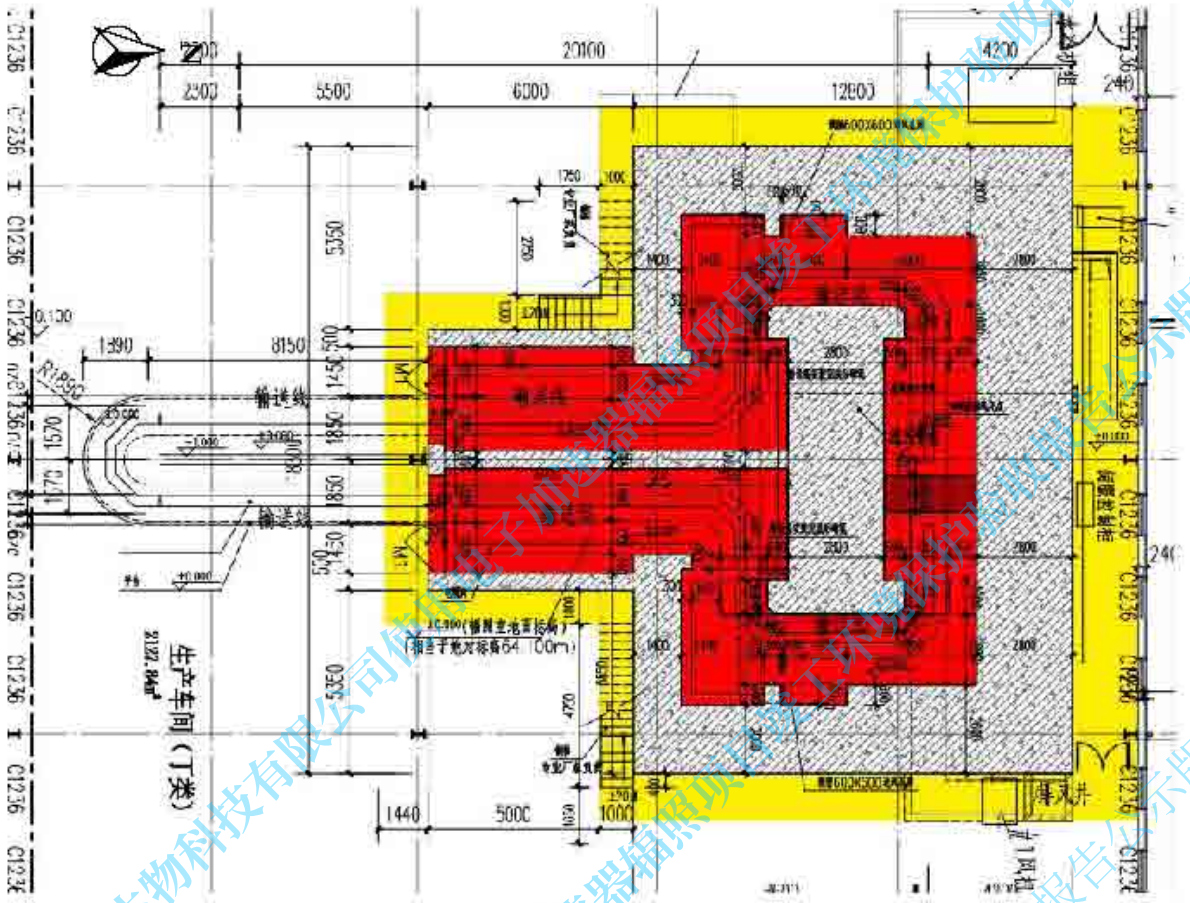
4. 辐射安全分区的相关安全设施

该项目根据环评要求，对辐射工作场所进行分区管理。控制区是以加速器辐照室屏蔽墙体为界的整个辐照辐照室内（包括迷道），监督区是加速器辐照室屏蔽墙体外表面 1m 范围内的区域，以及相邻的电气柜室、辅助设备室房间、主控制室。

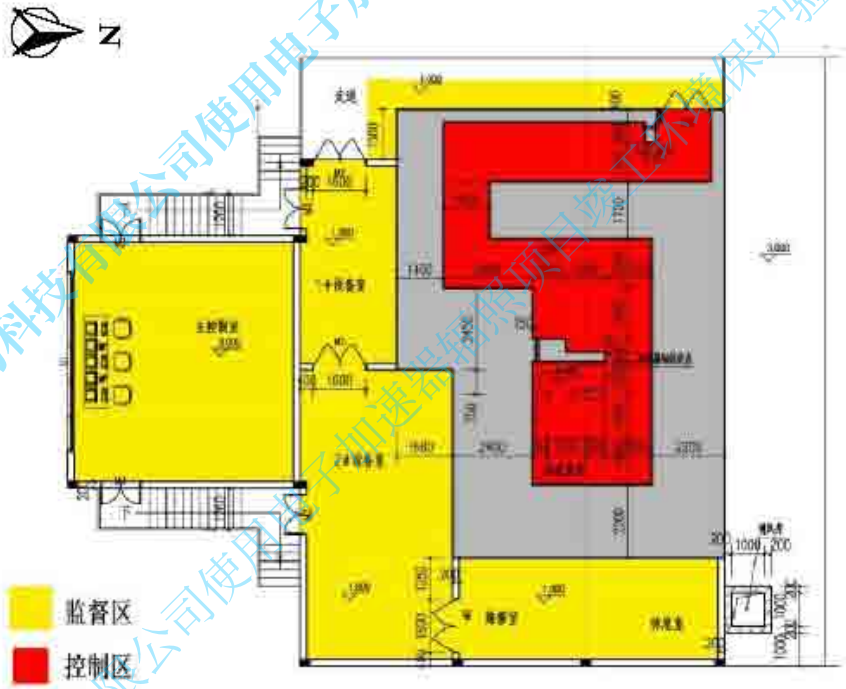
加速器辐照室的主体结构作为该项目的主要辐射屏蔽体，连同迷道口的防护门起到了控制人员进入控制区的作用。此外，迷道口设置的电离辐射警告标志、工作状态警示灯、警铃等安全警示设施也起到了对监督区外公众的警示作用。

首层和二层的辐射安全分区见图 3-15。

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版



首层辐照室及相邻场所



二层加速器机房及相邻场所

图 3-15　辐射分区管理示意图

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

5. 辐射安全与防护设施分析小结

通过以上对本项目辐射防护设施实际建成情况的分析，可知相对于环评阶段的设计方案，首层辐照室增加了一道独立的新风系统，排风管道从原环评阶段设计的北墙贯穿辐照室改为从东墙贯穿辐照室，排风井则从原来设计的北墙外最东端改为东墙外的最北端，位置变化不大。至于管道的辐射屏蔽补偿方式，排风井和排气筒的高度则保持与环评设计方案一致，其他的辐射安全与防护设施的实际建成情况也与环评阶段设计一致，对照《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》，本项目不存在重大变动的内容。该项目的辐射安全设施满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979—2018）的相关要求。

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

表 4 环评及其批复的要求落实情况

1. 环评文件中辐射防护设施的落实情况

(1) 辐射屏蔽

环评要求：建设工业辐照专用的辐照室，以屏蔽加速器装置运行时的辐射影响，保证辐照室外工作人员的安全。加速器的屏蔽体厚度根据设备参数和相邻区域的类型确定，使其辐射环境影响满足相关要求。

实际落实情况：通过表 3 对工作场所辐射屏蔽的分析，该项目加速器辐照室严格按照环评阶段的设计方案进行施工建设，实际建成情况与设计方案一致。首层为辐照室，即进行物料辐照的工作场所，二层是加速器室，加速器装置的主要部分安装在二层的加速器室内，辐照室和加速器室全部采用混凝土（密度不低于 2.35g/cm³）屏蔽墙进行屏蔽。

从表 7 中的监测数据和分析结果可知，加速器正常运行时，加速器辐照室屏蔽体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）的相关要求：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。

(2) 冷却、通风设施及其辐射屏蔽补偿

环评要求：该电子加速器采用自备水箱和水管闭路循环的蒸馏水冷却系统来降低热能，其中冷却水循环使用，不外排。加速器室内设置新风设施，辐照室内设置排气设施，以此对加速器辐照室进行换气，将辐照室内加速器产生的臭氧排出辐照车间上方，距离地面约 15m 高空排放至大气环境。

为了不减弱加速器室和辐照室的屏蔽效果，通风管道、冷却水管和电缆线管在贯穿加速器辐照室屏蔽墙体部位都进行了辐射防护设计。

实际落实情况：排风系统实际安装的风机排风量与环评设计相当，并补充增加了首层辐照室的新风系统，保证换气效率。原环评阶段设计的排风管道是从北墙贯穿辐照室，而实际建成的排风管道则改为从东墙贯穿辐照室，排风井则从原来设计的北墙外最东端，实际建成改为东墙外的最北端，位置变化不大。至于管道的辐射屏蔽补偿方式，排

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

风井和排气筒的高度则保持与环评设计方案一致。通风管道、冷却水管和电缆线管在贯穿加速器辐照室屏蔽墙体部位都进行了辐射防护设计，与环评设计方案一致。

(3) 辐射安全分区管理

环评要求：首层以屏蔽墙体为界的整个辐照室内（包括迷道）和二层以屏蔽墙体和防护门为界的整个加速器室内（包括迷道）划为控制区；首层辐照室屏蔽墙体外表面 1m 范围内和二层加速器室实体边界外 1m 范围内，以及相邻的电气柜室（设备室）、辅助设备室（维修室）房间、主控制室划为监督区。

对辐照场所划分辐射管理区域，加速器运行前，任何人均应撤出控制区范围；加速器工作过程中，除辐射工作人员，禁止其他人员进入监督区区域。

实际落实情况：分区与环评要求一致，严格按照环评的管理要求进行管理。

(4) 辐射安全警示设施

环评要求：在加速器机头表面设有电离辐射警告标志，在辐照室迷道口、系统边界及加速器防护门外侧设置醒目的电离辐射警示标志，并安装声光报警装置和工作状态指示灯，以起到工作警示作用。

实际落实情况：首层辐照室的迷道口和二层加速器室的防护门外侧设置醒目的电离辐射警示标志，以起到工作警示作用。首层辐照室的迷道口和迷道中，二层加速器室的防护门口、加速器室内和主控制室内均设有警示灯、报警铃装置。

(5) 辐射安全应急设施

环评要求：在加速器室内、辐照室内沿着迷道设置紧急拉线按钮，在首层辐照室迷道出口和主控制室的操作台还设置急停按钮。

实际落实情况：在加速器室内和辐照室内由外到内沿着墙体全程设置了紧急拉线开关，拉线开关覆盖了加速器机房和辐照室内的全部区域。在首层辐照室迷道出口、二层加速器机房迷道口和主控制室的操作台还设置急停按钮。

(6) 辐射监测设施

环评要求：加速器系统配备 2 台个人剂量报警仪、1 套固定式 X-γ 剂量在线监测

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

仪和 1 台便携式辐射监测仪

实际落实情况：建设单位针对该项目配备 2 台个人剂量报警仪（SG-18G 个人剂量报警仪）、1 台便携式辐射监测仪（FD-3013B 辐射剂量当量率仪）和 1 套在线辐射监测仪，其中一个剂量报警仪与加速器控制台的钥匙相连。为确保个人剂量报警仪和便携式辐射监测仪能正常工作，需定期对其进行性能确认。因为在该加速器辐照装置正常运行时，首层辐照室迷道口（货物出入口）的周围剂量当量率稳定且明显高于环境背景水平，可视为相对稳定的辐射场，建设单位规定每周在此处使用个人剂量报警仪和便携式辐射监测仪进行一次读数测量，作为内部的自行性能确认。同时将按照相关规定，每年将辐射监测设施送相关机构进行检定，确保其检测结果准确。

(7) 安全联锁设施

环评要求：拟建加速器辐照装置设有多项安全保护连锁。

实际落实情况：落实了环评设计的各项安全联锁，只有加速器机房和辐照室的安全门关闭，以及其他相关安全措施都就位后，加速器才能出束，具体内容详见表 3 的分析。

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防护设施方面的要求，落实了相应的辐射防护与安全设施，且各项辐射安全与防护设施能够正常工作，满足环评文件和相关技术标准的要求。

2. 环评文件中辐射安全管理的落实情况

(1) 辐射安全与环境管理机构的设置

环评要求：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：设置了辐射安全与环境管理机构，并明确了辐射安全与环境管理机构及职责。

(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

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

护制度、人员培训计划、监测方案等。

实际落实情况：

建设单位针对该项目制定了《辐射安全管理制度》（文件编号：HD-GD-WI-01）和《辐射事故应急预案》（文件编号：HD-GD-WI-07），其中《辐射安全管理制度》包含了辐射安全管理规定、加速器运行安全操作流程、辐射防护管理制度、环境辐射监测管理规定、射线装置维护与维修制度、日常检查、检测仪表检验与刻度制度、工作人员培训制度、辐射工作人员健康管理制度、安全保卫制度和辐射工作人员岗位职责等十二个方面的内容；《辐射事故应急预案》明确了其编制目的、原则和适用范围，说明了该项目可能发生的辐射事故及事故分级，规定了应急领导组织和应急技术组的成员和职责，提出了事故预防措施和事故报告、事故应急处理、监督管理的内容，并给出了应急联系电话。

相关辐射安全管理规章制度的制定和执行，为该项目的安全开展、辐射防护和环境保护提供有力保障。建设单位已将相关制度张贴在主控室的墙上，相关辐射安全管理规章制度上墙的现场相片见图 4-1。

辐射安全管理规章制度上墙现场相片

图 4-1　辐射安全管理规章制度现场相片

(3) 辐射工作人员的培训

环评要求：辐射工作人员应当接受由省级以上人民政府环境保护主管部门评估并推荐的辐射安全培训的单位组织的初级辐射安全培训。

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

实际落实情况：环评阶段预计该项目最终将配置约 10 名辐射工作人员，其中 4 名为辐射安全管理人员，另外 6 名为辐照工作操作人员，目前已经落实了 8 名辐射工作人员，且全部都参加了辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，相关辐射工作人员的辐射防护与安全培训证明详见附件 4。后期有新辐射工作人员入职后，建设单位将组织其参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，并按要求在上岗前通过考核。

(4) 辐射工作人员个人剂量监测

环评要求：严格按照国家关于个人剂量监测的规定，对直接从事辐照加速器使用活动的工作人员进行个人剂量监测，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

实际落实情况：

配置个人辐射剂量报警仪，辐射工作人员使用辐射剂量报警仪可及时知道自身所处环境的辐射水平，避免在不知情的情况下长时间在高辐射剂量率水平的工作场所滞留。

建设单位将为每名辐射工作人员配置 TLD 热释光个人剂量计，并通过制定制度严格规范辐射工作人员必须佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计定期送检，建立个人剂量档案并长期保存。目前建设单位已到岗的 8 名辐射工作人员均按要求配置 TLD 热释光个人剂量计，并每季度送桂林市疾病预防控制中心进行检测（详见附件 5），建立个人剂量档案。

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，落实了个人剂量监测制度等环评要求。

3. 环评批复中相关要求的执行情况

该项目环评文件于 2019 年 11 月 4 日经广西壮族自治区生态环境厅审批，批文号为桂环审[2019]353 号。现对照该环评批复文件分析项目针对环评批复要求的执行情况如下。

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

表 4-1　环评批复相关要求的落实情况

环评批复要求	实际落实情况
射线装置应用场所，必须实现分区管理，严格规定设置放射性警示标示和工作指示灯，张贴有关标识。	1.按照环评文件中的辐射安全分区，将加速器辐照室划为控制区，并在其相邻区域划出一定区域的监督区，分区与环评要求一致，并严格按照环评的管理要求进行管理。 2. 首层辐照室的迷道口和二层加速器室的防护门外侧设置醒目的电离辐射警示标志，以起到工作警示作用。首层辐照室的迷道口和迷道中，二层加速器室的防护门口、加速器室内和主控制室内均设有警示灯、报警铃装置。
严格采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、放射线泄漏等措施，确保射线装置和辐射环境安全。	1.该项目加速器辐照室严格按照环评阶段的设计方案进行施工建设，实际建成情况与设计方案一致。辐照室和加速器室全部采用混凝土屏蔽墙进行屏蔽。从表 7 中的监测数据和分析结果可知，加速器正常运行时，加速器辐照室屏蔽体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）的相关要求：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。 2.该项目落实了环评文件中提出的各项辐射安全与防护设施（措施），包括安全警示、急停设施、辐射监测、安全联锁、安全巡检和防人误入设施等，确保射线装置和辐射环境安全。
指定单位辐射安全负责人，配备管理人员和必要的监测仪器设备。	1. 设置了辐射安全与环境管理机构，指定了应急领导组和应急技术组的组长和副组长，并明确了各责任人的职责。 2.配备 2 台个人剂量报警仪（SG-18G 个人剂量报警仪）、1 台便携式辐射监测仪（FD-3013B 辐射剂量当量率仪）和 1 套在线辐射监测仪，其中一个剂量报警仪与加速器控制台的钥匙相连。每名辐射操作人员配备一只个人剂量计。
制定完善的射线装置安全保卫制度、操作规程、事故应急预案和环境监测方案等，建立单位射线装置台帐。	1. 建设单位针对该项目制定了《辐射安全管理制度》和《辐射事故应急预案》，其中《辐射安全管理制度》包含了辐射安全管理规定、加速器运行安全操作流程、辐射防护管理制度、环境辐射监测管理规定、射线装置维护与维修制度、日常检查、检测仪表检验与刻度制度、工作人员培训制度、辐射工作人员健康管理制度、安全保卫制度和辐射工作人员岗位职责等十二个方面的内容；《辐射事故应

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

	急预案》明确了其编制目的、原则和适用范围，说明了该项目可能发生的辐射事故及事故分级，规定了应急领导组织和应急技术组的成员和职责，提出了事故预防措施和事故报告、事故应急处理、监督管理的内容，并给出了应急联系电话。 2.建设单位目前仅有一台射线装置（加速器），且固定安装在加速器辐照室中，其辐射安全许可证副本及台帐记录清晰。
严格按要求开展环境监测、个人剂量监测工作，建立工作人员健康档案。	1. 建设单位制定的《辐射安全管理制度》包含了环境辐射监测管理规定和辐射工作人员健康管理制度，其中明确规定了针对辐射工作场所定期开展辐射环境监测，针对辐射工作人员进行个人剂量检测的规定。 2.现有 8 名辐射工作人员均已按要求佩戴个人剂量计上岗，并按要求每季度送检，建立个人剂量档案。
按规定做好辐射工作人员的辐射安全与防护培训。	目前已经落实的 8 名辐射工作人员都参加了辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，并通过考核。

分析结论：通过以上对照分析，建设单位已落实了环评批复中关于辐射防护和环境保护的相关措施要求。

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

表5 验收监测质量保证及质量控制

1. 监测分析过程中的质量保证和质量控制

①监测前先进行现场踏勘，充分了解项目情况，制定了详细的监测方案及实施细则。

②合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和代表性。

③核实检测现场的操作环境满足所使用仪器的操作环境要求，监测工作在气候条件良好的条件下开展。

④选择合适的监测仪器，确认使用的仪器的检测因子、测量范围和能量相应等参数均满足验收对象的检测要求，以保证获得准确的测量结果。监测所用仪器已通过计量部门校准、检定合格，且在校准、检定有效使用期内使用。测量实行全过程质量控制，严格按照《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行。

⑤监测人员均参加过相关的电离辐射监测培训，均持证上岗。

⑥每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

⑦提前开启检测仪器预热至少 1 分钟，完成内部检测单元的自动检测，并确认仪器的电量充足后，再进行检测。现场监测严格按照规定的监测点位、方法、记录内容等进行，所有检测点位，测量时仪器探头垂直于射线机房屏蔽体，读数稳定后再记录，按照科学方法处理异常数据和监测数据。

⑧建立完整的文件资料。仪器校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查。

⑨监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、审核，签发。

⑩监测过程处于受控状态。

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

2. 监测仪器质量保证

现场监测使用的仪器主要技术参数见表 5-1。

表 5-1 监测仪器相关信息

仪器名称	X、γ辐射检测仪	仪器型号	AT1123
生产厂家	白俄罗斯 ATOMTEX	仪器编号	54358
测量范围	50nSv/h-10Sv/h	能量响应	60keV-10MeV（保护帽）
检定单位	广东省辐射剂量计量检定站		
证书编号	GRD(1)20220172		
检定日期	2022 年 4 月 7 日	有效期	至 2023 年 4 月 6 日

3. 人员能力

承担该项目竣工环保验收的监测人员具备从事环境辐射监测的工作经历，充分了解电子加速器辐照项目和环境保护领域的相关专业技术知识，掌握辐射监测技术和相应技术标准方法，具备对检测结果做出相应评价的判断能力。熟悉本单位检验检测体系管理程序。

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

表 6 环境监测内容

1. 监测依据及方法

HJ61-2021《辐射环境监测技术规范》

HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》

GBZ 141-2002《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》

2. 监测因子

为验证本项目正常运行时对周围环境的辐射影响，在加速器正常运行状态下和停机状态下分别对验收项目辐射屏蔽体外及周边环境进行周围剂量当量率监测，并通过现场监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，评价该项目投入运行后，对周围环境和相关人员的辐射影响情况。

3. 监测点位

现场监测的布点参照 GBZ 141-2002《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》和 HJ1157-2021《环境γ辐射剂量率测量技术规范》的相关规定，先沿加速器机房和辐照室墙外距墙外表面30cm并距地面100cm高度上的一切人员可以到达的位置进行辐射剂量率巡测，然后再对常规关注点进行重点检测。常规关注点包括：

(1) 水平方向的加速器机房和辐照室各面墙体外（可达处）表面30cm，距离地面100cm高处。

(2) 加速器辐照室的关注点：包括主控室、辐照室的各出入口，通风管道、冷却水管道和电缆沟贯穿屏蔽墙体处以及加速器辐照室直接相邻的其他房间；

(3) 环评阶段的环境关注点。

二层加速器室北面墙外悬空，人员无法到达，因此不进行布点。

根据以上布点原则，结合本验收项目的实际情况，现场监测在加速器辐照屏蔽体外及相邻工作场所共布设了36处测量点，在车间内和验收项目50米范围内共在24处环境点位，具体监测点位的布置情况见图6-1~图6-3。

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

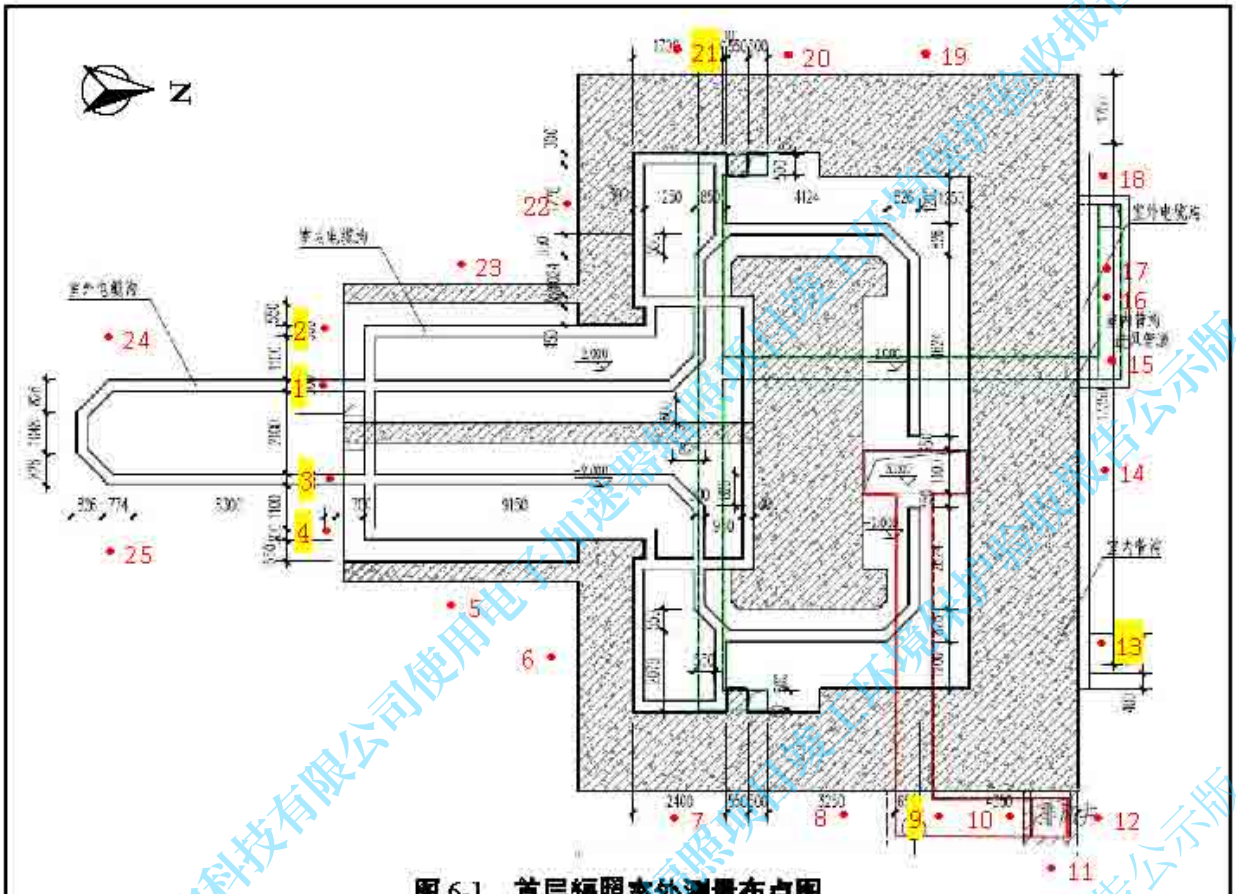


图 6-1　首层辐照室外测量布点图

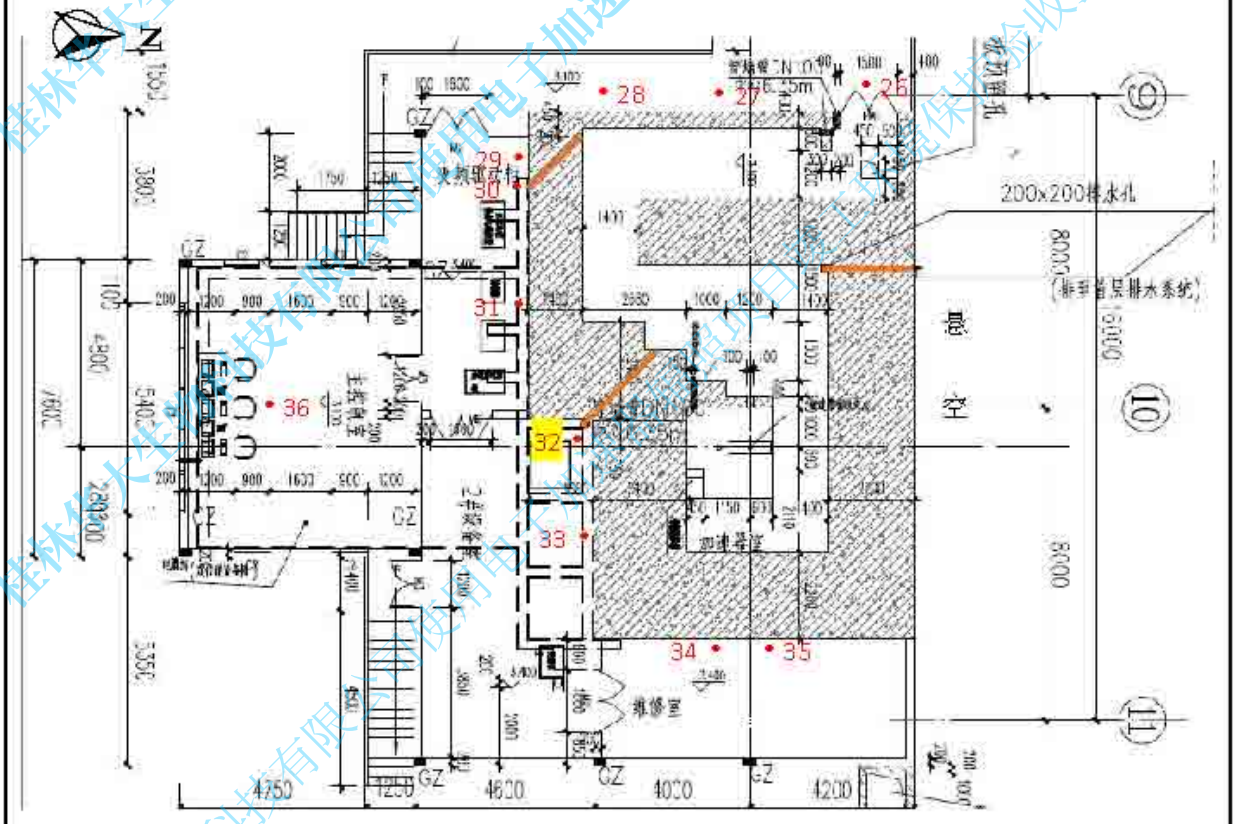


图 6-2　二层加速器机房外测量布点图

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器照射项目竣工环境保护验收报告公示版

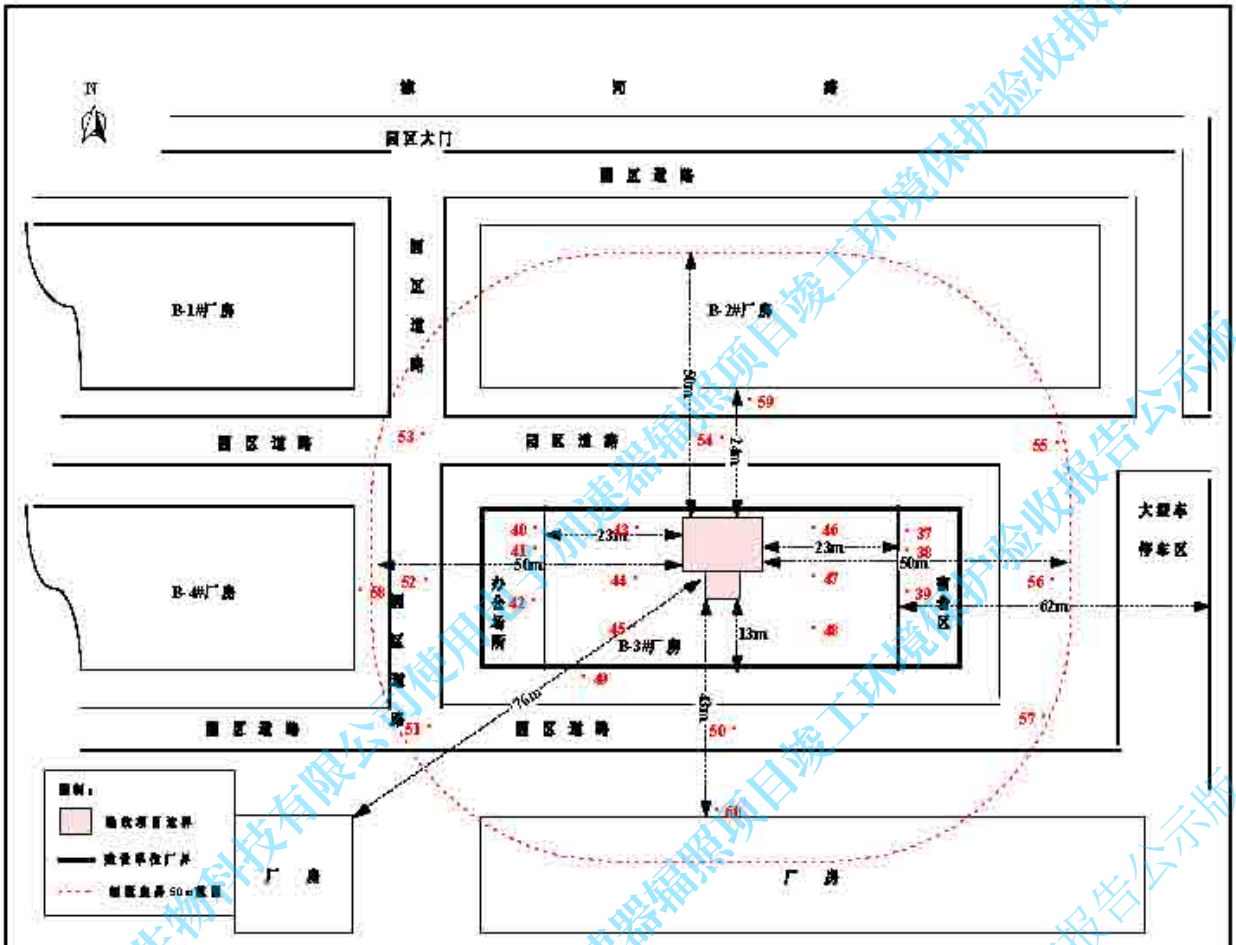


图 6-3　验收项目周围环境测量布点图

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

表 7 验收监测工况及结果

1. 验收监测期间生产工况

验收项目加速器的最高电子能量 10MeV，电流 2mA，额定功率 20kW，根据该辐照项目电子加速器的工作特点，2022 年 6 月 9 日现场监测时达到其日常最大运行工况，即电子能量 10MeV，电流 1.95 mA，功率 19.5kW。

2. 验收监测结果和数据分析

现场监测结果具体见表 7-1，检测报告见附件 7。

表 7-1 周围剂量当量率监测结果

测点编号	测量区域	具体点位	测量值（μSv/h）		地面介质
			环境背景值	出束状态下	
1	首层辐照室外	入口端迷道口	0.071±0.001	0.185±0.012	水泥+环氧树脂
2		入口端防护门	0.075±0.001	0.140±0.003	
3		出口端迷道口	0.069±0.001	0.458±0.008	
4		出口端防护门	0.071±0.001	0.316±0.017	
5		东迷道墙外	0.068±0.002	0.071±0.002	
6		南迷道墙外	0.070±0.001	0.070±0.003	
7		东迷道墙外	0.064±0.001	0.067±0.002	
8		东迷道墙外	0.066±0.001	0.068±0.001	
9		东迷道墙外（排风管道上方）	0.065±0.001	0.123±0.001	
10		东迷道墙外（排风管道上方）	0.072±0.001	0.117±0.003	
11		排风井东墙外	0.070±0.004	0.069±0.001	
12		排风井北墙外	0.070±0.004	0.070±0.001	
13		北墙外	0.075±0.001	0.078±0.003	
14		北墙外	0.075±0.001	0.082±0.002	
15		北墙外（新风管道上方）	0.071±0.001	0.122±0.007	
16		北墙外（新风管道上方）	0.074±0.002	0.075±0.003	
17		北墙外（冷却水管上方）	0.078±0.001	0.075±0.003	
18		新风管口处	0.076±0.001	0.075±0.003	
19		西迷道墙外	0.073±0.001	0.073±0.002	
20		西迷道墙外	0.072±0.001	0.073±0.002	
21		西迷道墙外	0.075±0.001	0.077±0.003	
22		南道墙外	0.074±0.001	0.072±0.001	
23		西迷道墙外	0.075±0.001	0.076±0.003	
24		装卸区操作位	0.067±0.002	0.070±0.001	
25		装卸区操作位	0.074±0.004	0.071±0.003	

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

26	二层加速器机房外	防护门口	0.078±0.002	0.077±0.002	水泥
27		西迷道墙外（走廊）	0.076±0.001	0.076±0.003	
28		西迷道墙外（走廊）	0.073±0.001	0.073±0.003	
29		南迷道墙外（设备间）	0.068±0.001	0.067±0.002	
30		电缆沟穿墙处 1（设备间）	0.066±0.001	0.065±0.002	
31		南迷道墙外（设备间）	0.069±0.001	0.070±0.003	
32		电缆沟穿墙处 2（设备间）	0.070±0.003	0.070±0.003	
33		南墙外（设备间）	0.067±0.001	0.067±0.003	
34		东墙外（维修室）	0.069±0.001	0.066±0.002	
35		东墙外（维修室）	0.068±0.002	0.068±0.002	
36		主控室操作位	0.081±0.001	0.079±0.002	
37	建设单位厂界内环境	二层宿舍门口	0.101±0.001	0.111±0.002	瓷砖
38		首层宿舍门口	0.110±0.002	0.112±0.002	
39		首层楼梯口	0.110±0.003	0.112±0.004	
40		二层办公室门口	0.112±0.002	0.113±0.004	
41		首层办公室门口	0.110±0.001	0.111±0.003	
42		首层楼梯口	0.110±0.003	0.110±0.003	
43		车间内通道	0.068±0.001	0.069±0.003	水泥+环氧树脂
44		车间内通道	0.066±0.002	0.066±0.003	
45		车间内通道	0.067±0.001	0.065±0.002	
46		车间内通道	0.068±0.001	0.067±0.003	
47		车间内通道	0.066±0.002	0.065±0.002	
48		车间内通道	0.067±0.001	0.067±0.003	
49	建设单位厂界外周围环境	车间大门口	0.066±0.002	0.066±0.004	沥青
50		南面园区道路	0.074±0.001	0.070±0.002	
51		西南面园区道路	0.067±0.002	0.068±0.002	
52		西面园区道路	0.072±0.001	0.071±0.002	
53		西北面园区道路	0.071±0.002	0.069±0.003	
54		北面园区道路	0.071±0.003	0.072±0.003	
55		东北面园区道路	0.071±0.002	0.069±0.003	
56		东面园区道路	0.068±0.001	0.069±0.001	
57		东南园区道路	0.068±0.001	0.069±0.002	
58		西面 B-4#厂房门口	0.068±0.002	0.070±0.006	
59		北面 B-2#厂房门口	0.065±0.001	0.064±0.002	
60		南面新厂房门口	0.080±0.003	0.079±0.004	

注：所有测量值均未扣除仪器对宇宙射线的响应部分。

从表 7-1 中的现场监测数据可见，该辐照加速器在正常最大运行工况（电子能量 10MeV，电流 1.95mA）下，二层加速器室外检测点的周围剂量当量率为 0.066~0.081 μSv/h，与非出束状态下的周围剂量当量率为 0.065~0.079 μSv/h 基本相当；首层辐照室外检测点的周围剂量当量率为 0.067~0.458 μSv/h，主要是迷道口、东迷道墙外的排

广东智环创新环境科技有限公司
GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD
桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

风管道上方和北墙外的新风管道上方几处有明显差异，其他点位的检测值均与非出束状态下的周围剂量当量率为 0.064~0.078μSv/h 基本相当；其他的环境检测点的周围剂量当量率为0.064~0.113μSv/h，与非出束状态下的周围剂量当量率为0.065~0.112μSv/h 基本相当。

从以上数据分析可看出，加速器辐照装置正常工况运行时，加速器辐照室的周围剂量率都远远低于 2.5μSv/h，满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979—2018）4.2.2 的辐射屏蔽设计要求。本项目的运行，并未引起周围环境关注点的周围剂量率明显变化，验收监测结果与环评结论相符，且满足相关的技术标准要求。

3. 人员受照剂量评价

(1) 辐照室周围辐射人员受照剂量理论估算

该项目中职业辐射工作人员主要包括加速器操作（安全管理）人员和传送系统装卸货区的装卸货人员。该项目投入使用后的最大工作负荷为每个工作人员每年工作2000小时。其中装卸货工人为固定工作岗位，计算时居留因子取1。而加速器操作（安全管理）人员主要工作岗位是在主控室内，其余时间在加速器辐照室的相邻区域进行相应的安全检查工作。所以在主控室内、迷道口、辐照室外和加速器机房外相邻区域各取1/4的居留因子，求出个人总有效剂量。

以现场监测值（扣除环境背景值）进行辐射工作人员个人受照剂量估算，具体的计算参数及结果详见表7-2。

表 7-2 加速辐照器室周围环境辐射工作人员受照剂量估算的相关技术参数及结果

环境性质	居留性质	剂量率贡献值，μSv/h	受照时间		有效剂量，mSv/a
			计算时间，h	居留因子	
首层辐照室传送带装卸货区	固定工作岗位	≤0.003	2000	1	0.006
二层主控室	固定工作岗位	<0.001	2000	1/4	≤0.224
二层加速器室外相邻区域	活动区域	≤0.001		1/4	

广东智环创新环境科技有限公司 GUANGDONG ZHIHUAN INNOVATIVE ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CO., LTD

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

首层辐照室迷道口	活动区域	≤0.389		1/4	
首层辐照室外相邻区域（迷道口以外）	活动区域	≤0.056		1/4	

从表 7-2 可见，辐射工作人员的年受照有效剂量不超过 0.224mSv，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）。

(2) 个人剂量检测结果分析

目前建设单位已到岗 8 名辐射工作人员，其中 5 名是 2022 年第一季度到岗，另外 3 名是 2022 年第二季度到岗。所有辐射工作人员到岗后均按要求配置 TLD 热释光个人剂量计，并每季度送桂林市疾病预防控制中心进行检测（委托受理证明文件详见附件 5），建立个人剂量档案。

目前项目处于调试阶段，建设单位现已取得一季度个人剂量检测报告（详见附件6），首期共有5 名辐射工作人员的个人剂量检测数据，其检测结果为0.03~0.09mSv，以首期个人剂量检测数据作为平均水平，粗略估算辐射工作人员一年的个人有效剂量约为 0.12~0.36mSv，与前面理论预测值基本相当，也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）。

(3) 公众受照剂量估算

根据辐射工作场所分区管理，公众只能在监督区以外的环境区域活动。由前面表 7-1 的监测数据可看出，监督区外的辐射剂量率几乎与环境背景水平相当，贡献值不超过 0.1 μSv/h，若以该最大值考虑，受照时间按加速器全年的出束时间 6000 小时计算，取居留因子为 1/16，则可估算监督区以外公众的年受照有效剂量不超过 0.038mSv，低于本次验收确定的公众的个人年有效剂量约束值（不超过 0.1mSv/a）。而远离监督区的公众所在环境（包括周围环境关注点）的周围剂量当量率几乎与环境背景值相当，因此这部分的公众受照剂量基本可以忽略。

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

表 8 验收监测结论

验收监测结论：

1. 验收内容

本次验收内容为桂林华大生物科技有限公司使用 1 台电子加速器（最高电子能量 10MeV，功率 20kW）开展消毒、灭菌等辐照项目，该电子加速器属于 II 类射线装置。

2. 监测工况

受建设单位委托，2022 年 6 月 9 日广东智环创新环境科技有限公司对该本次验收项目进行验收监测。现场监测时达到其最大运行工况，即电子能量 10MeV，电流 1.95mA。

3. 辐射环境监测结果

从现场监测数据可见，加速器辐照装置正常工况运行时，加速器辐照室的周围剂量当量率为 0.067~0.458μSv/h，远远低于 2.5μSv/h，且满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979—2018）4.2.2 的辐射屏蔽设计要求。本项目的运行，并未引起周围环境关注点（监督区以外）的周围剂量率明显变化，验收监测结果与环评结论相符，且满足相关的技术标准要求。

通过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和对个人剂量检测结果的分析，辐射工作人员的年受照有效剂量不超过 0.36mSv，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 0.04mSv，低于本次验收确定的公众的个人年有效剂量约束值（不超过 0.1mSv/a）。

4. 辐射安全与防护设施落实情况

通过现场调查分析，本验收项目严格按照环评文件论证过的设计方案进行施工，该加速器机房和辐照室的建设均采取了辐射屏蔽，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设施和个人防护措施，实际建成情况与环评阶段的设计方案基本一致，不存在重大变动。该验收项目的实际建成的辐射防护设施

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版

满足环境影响报告表和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979—2018）中的相关防护设施的技术要求。

建设单位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制度等环评要求。

6. 结论

本次验收的桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目落实了工程设计、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，建议该项目通过竣工环境保护验收。

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：

(1) 严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《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》的相关要求，落实辐射工作人员的辐射安全培训工作。培训有效期满前，或者有新辐射工作人员上岗前，做好重新培训及考核的工作安排。

(2) 严格执行辐射监测计划，使用辐射监测仪做好辐射工作场所的常规辐射水平自行检测，确认其辐射水平处在合理的正常水平范围内，并将巡测应记录存档。

(3) 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，定期按时上报生态环境部门。

桂林华大生物科技有限公司使用电子加速器辐照项目竣工环境保护验收报告公示版