

四川省宜宾五粮液环保产业有限公司  
新建集中污水处理厂工程项目  
(电子束辐照工艺部分)  
竣工环境保护验收监测报告表  
(公示本)

建设单位： 四川省宜宾五粮液环保产业有限公司

编制单位： 四川瑞迪森检测技术有限公司

2026年1月

## 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 .....	23
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 .....	35
表五 验收监测质量保证及质量控制 .....	51
表六 验收监测内容 .....	52
表七 验收监测 .....	53
表八 验收监测结论 .....	64

表一 项目基本情况

建设项目名称	四川省宜宾五粮液环保产业有限公司 新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）				
建设单位名称	四川省宜宾五粮液环保产业有限公司 （统一社会信用代码：***）				
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他				
建设地点	四川省宜宾市翠屏区岷江西路 150 号 五粮液产业园区普什地块新建集中污水处理厂南侧				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	II类			
建设项目环评批复时间	2024 年 10 月 25 日	开工建设时间	2024 年 11 月		
取得辐射安全许可证时间	2025 年 9 月 3 日	项目投入运行时间	2025 年 11 月		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2025 年 11 月	验收现场监测时间	2026 年 1 月 8 日		
环评报告表审批部门	四川省生态环境厅	环评报告表编制单位	中辐环境科技有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	/	辐射安全与防护设施施工单位	/		
实际总概算（万元）	***	辐射安全与防护设施实际总概算（万元）	***	比例	***
验收依据	<p><b>1、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度：</b></p> <p>（1）《中华人民共和国环境保护法》，1989 年 12 月 26 日发布施行； 2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），2018 年 12 月 29 日发布施行；</p> <p>（3）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起实施；</p> <p>（4）《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修订版），国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；</p> <p>（5）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号，2005 年 12 月 1 日起施行；2019 年修正，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；</p>				

(6)《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，(2019年修正本)，2019年8月22日起施行；

(7)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第18号，2011年5月1日起施行；

(8)《建设项目环境影响评价分类管理名录》，(2021版)，生态环境部第16号令，自2021年1月1日起施行；

(9)《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局文件，环发〔2006〕145号文；

(10)《射线装置分类》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；

(11)《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；

(12)《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22日起施行；

(13)《四川省辐射污染防治条例》，2016年6月1日起实施；

(14)《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引(2025年版)》，川环函〔2025〕616号，2025年11月7日印发。

## **2、建设项目竣工环境保护验收技术规范：**

(1)《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》(HJ 1326-2023)；

(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)；

(3)《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；

(4)《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)；

(5)《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)

(6)《辐照加工用电子加速器工程通用规范》(GB/T 25306-2010)；

(7)《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)。

## **3、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批等相关文件：**

(1)《四川省宜宾五粮液环保产业有限公司新建集中污水处理厂工程项目(电子束辐照工艺部分)环境影响报告表》，中辐环境科技有限公司，2024年10月，附件2；

	<p>(2)《四川省生态环境厅关于四川省宜宾五粮液环保产业有限公司新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）环境影响报告表的批复》（川环审批〔2024〕135号，四川省生态环境厅，2024年10月25日），附件2。</p>														
<p>验收 执行 标准</p>	<p><b>1、人员年受照剂量限值</b></p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的规定，本项目辐射工作人员及公众的年剂量限值见表 1-1。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值（摘录部分）</b></p> <table border="1" data-bbox="312 607 1425 1003"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">类别</th> <th style="text-align: center;">要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">职业照射剂量限值</td> <td>           工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值：            ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv            ②任何一年中的有效剂量，50mSv         </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公众照射剂量限值</td> <td>           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下述限值：            ①年有效剂量，1mSv；            ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。         </td> </tr> </tbody> </table> <p><b>2、人员年受照剂量约束值</b></p> <p>根据项目环评及批复文件确定本项目个人剂量约束值。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值</b></p> <table border="1" data-bbox="312 1178 1425 1317"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">项目名称</th> <th style="text-align: center;">适用范围</th> <th style="text-align: center;">剂量约束值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">新建集中污水处理厂工程项目 （电子束辐照工艺部分）</td> <td style="text-align: center;">职业照射</td> <td style="text-align: center;">5mSv/a</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公众照射</td> <td style="text-align: center;">0.1mSv/a</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>3、辐射管理分区</b></p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。</p> <p>《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）中 4.1.2 辐射工作场所分区：</p> <p>（1）控制区：如主机室和辐照室及各自出入口以内的区域；</p> <p>（2）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。</p> <p><b>4、《四川省宜宾五粮液环保产业有限公司新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）环境影响报告表》：</b></p> <p>（1）职业照射：本项目环评取上述标准中规定的职业照射剂量限值的 1/4 作</p>	类别	要求	职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv ②任何一年中的有效剂量，50mSv	公众照射剂量限值	实践使公众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下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。	项目名称	适用范围	剂量约束值	新建集中污水处理厂工程项目 （电子束辐照工艺部分）	职业照射	5mSv/a	公众照射	0.1mSv/a
类别	要求														
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv ②任何一年中的有效剂量，50mSv														
公众照射剂量限值	实践使公众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下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。														
项目名称	适用范围	剂量约束值													
新建集中污水处理厂工程项目 （电子束辐照工艺部分）	职业照射	5mSv/a													
	公众照射	0.1mSv/a													

为职业人员的剂量约束值，即辐射工作人员职业照射年有效剂量约束值为 5mSv/a。

(2) 公众照射：本项目要求按上述标准中规定的公众照射年有效剂量限值的 1/10 执行，即 0.1mSv/a。

(3) 辐射工作场所边界周围剂量率控制水平：根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018) 有关规定，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 $\mu$ 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。

### 5、安全管理及环评要求

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环评文件及其批复中的相关要求。

表二 项目建设情况

## 项目建设内容

### 一、建设单位基本情况

四川省宜宾五粮液环保产业有限公司（统一社会信用代码：91511500727461967D）位于宜宾市翠屏区岷江西路150号，公司现有员工400多人，拥有各类专业技术人员270余人。公司致力于“三废”处理及资源综合利用，主要从事污水处理及其再生利用。公司现已形成年处理废水300多万吨，综合利用丢糟产酒万吨；并与国内知名企业及科研院所开展战略合作，具备相关环保工程及技术服务能力。

四川省宜宾五粮液环保产业有限公司现持有四川省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》（发证日期：2025年9月3日），其证书编号为：川环辐证（01460），许可种类和范围为：使用II类射线装置，有效期至2030年9月2日。辐射安全许可证正副本详见附件3。

### 二、项目建设内容和规模

四川省宜宾五粮液环保产业有限公司已在集中污水处理厂南侧新建6间电子加速器机房（以下简称“加速器机房”）及其配套用房，并在6间加速器机房内各安装使用1台EP-DD<sub>LH</sub>1.5-100-1650型电子加速器，均属于II类射线装置。本项目电子加速器电子束主射方向均竖直向下，电子线最大能量均为1.5MeV，电子束流强度最大均为66mA，为L型半自屏蔽设备，其中主机部分采用卧式自屏蔽结构；全年每天24小时运行，电子加速器年最大出束时间为7920h/台，均用于四川省宜宾五粮液环保产业有限公司污水处理厂废水的深度处理。

本项目六间加速器机房均为2层结构建筑，一层辐照室四侧墙体、迷道、顶部和底部均为现浇钢筋混凝土结构；二设备间为框架柱+砌砖结构。本项目辐照室1#~6#共用一间控制室（共6个控制台）。

本项目辐照室1#~3#在项目东侧，4#~6#在项目西侧，均从南到北依次排列。6间辐照室设计相同，因此选取辐照室2#和5#作为代表进行相应的描述：辐照室2#北侧、南侧墙体厚度均为1400mm，西侧墙体厚度为1300mm，地坪厚度为1600mm，顶棚厚度为1400mm；东侧“II”形迷道内墙、中间墙体、外墙厚度分别为750mm、400mm、500mm，迷道宽度均为900mm；防护门48mm厚（4mm不锈钢+8mm铁板+10mm铅板+14mm木

板固定+8mm 铁板+4mm 不锈钢)。辐照室 5#北侧、南侧墙体厚度为 1400mm，东侧墙体厚度为 1300mm，地坪厚度为 1600mm，顶棚厚度为 1400mm；西侧“Π”形迷道内墙、中间墙体、外墙厚度分别为 750mm、400mm、500mm，迷道宽度均为 900mm；防护门 48mm 厚（4mm 不锈钢+8mm 铁板+10mm 铅板+14mm 木板固定+8mm 铁板+4mm 不锈钢）。各辐照室（1#~6#）室内净高均为 2.45m，各迷道内净高均为 2.85m。

本项目电子加速器主机部分采用卧式自屏蔽结构，电子加速器主机主要由主钢桶、连接桶和侧钢桶组成，其中主钢桶（直流高压发生器）厚度为 14mm 钢板；加速器侧钢桶（束流加速系统）的加速管外垂直方向的辐射防护设施为 3mm 钢板+10mm 铅板+30mm 铅板+3mm 钢板，检修口为 5mm 钢板+40mm 铅板+55mm 钢板，顶部采用 80mm 钢板+60mm 铅板+20mm 钢板（顶部两端均为：80mm 钢板+88mm 钢板）；连接桶辐射防护设施为 3mm 钢板+30mm 铅板+10mm 钢板；侧钢桶底部采用 80mm 钢板，侧钢桶底部正下方与加速器机房顶部连接处为 400mm 钢板，两边搭接宽度均为 330mm。

公司已委托中辐环境科技有限公司于 2024 年 10 月完成了该项目的环评影响评价工作，并于 2024 年 10 月 25 日取得了四川省生态环境厅关于该项目的环评批复文件（川环审批〔2024〕135 号），详见附件 2。

该项目于 2024 年 11 月开始动工建设，2025 年 8 月完成加速器机房建设，配套的辐射安全与防护设施和主体工程均已建成。

本项目配套的环保设施与主体工程符合“三同时”制度，具备竣工环境保护验收条件。根据《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，四川省宜宾五粮液环保产业有限公司委托四川瑞迪森检测技术有限公司对本项目开展竣工环境保护验收监测工作（项目委托书见附件 1）。四川瑞迪森检测技术有限公司接受委托后，于 2026 年 1 月编制了《四川省宜宾五粮液环保产业有限公司新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）竣工环境保护验收监测方案》，于 2026 年 1 月 8 日开展了现场核查及现场监测，根据现场监测和核查情况，编制本项目验收监测报告。

### 三、环评审批及实际建设情况

#### 1、建设地点及外环境关系

##### （1）本项目所在地周围外环境关系

四川省宜宾五粮液环保产业有限公司位于四川省宜宾市翠屏区岷江西路 150 号，新建的集中污水处理厂位于普什地块，该地块位于五环路以东，第十一包装车间以西，至

523 车间内部路以南，宋公河以北。

集中污水处理厂工程项目占地区域呈“L”型，东西长，南北窄。该新建集中污水处理厂厂区建设内容主要为 2.3 万 m<sup>3</sup>/d 处理系统，采用覆盖半地下室结构形式；另外污泥脱水间、生物除臭单元、沼气发电单元等均为地上结构。该厂北部区域自东向西依次布设格栅、调节池和事故池、初沉池、一阶生化、一阶沉淀、二阶生化、二阶沉淀。厂区中部区域自东向西依次布设厌氧处理设施、除臭系统、鼓风机房、污泥脱水及干化车间、沼气净化及发电装置。厂区南部区域自东向西依次厌氧处理设施、加药、消毒、反硝化深床滤池、高效沉淀、电子束。

本项目六间加速器机房位于新建的集中污水处理厂南侧，项目东侧为覆盖半地下室结构形式的高效沉淀池、处理臭气的火炬设施；南侧为厂区道路，隔路为加药间；西侧为二期预留用地；北侧为厂区道路，隔路为综合楼。

## **(2) 辐射工作场所外环境关系**

本项目 6 间电子加速器机房位于该新建集中污水处理厂南侧，本项目东侧为厂区内道路，隔路为高效沉淀池及深床滤池污水处理构筑物；南侧距普什集团职工浴室约 36~50m，距普什集团职工食堂约 43~50m，距普什集团建筑物约 45~50m；西侧距二期预留用地约 13~50m；北侧距一期预留用地约 8.3~36m，距综合楼约 47~50m。因此，本项目辐射工作场所边界外 50m 评价范围内主要为厂区内道路、普什集团职工浴室和职工食堂、综合楼、二期预留用地、一期预留用地。

## **2、环境保护目标**

本项目加速器机房墙体外 50m 评价范围内无居民区、学校、自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点。本项目的环境保护目标为评价范围内活动的本项目的辐射工作人员、厂区内其他员工及周围公众成员。

本项目周边环境关系图见图 2-1，本项目总平面布置图及 50m 评价范围图见图 2-2。



新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）环评审批及实际建设情况详见表 2-1。

表 2-1 新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）环评审批及实际建设情况一览表

项目建设地点及其周围环境					
项目内容	环评阶段情况			实际建设情况	备注
建设地点	四川省宜宾市翠屏区岷江西路 150 号 集中污水处理厂位于普什地块			四川省宜宾市翠屏区岷江西路 150 号 集中污水处理厂位于普什地块	
周围环境	加速器 机房	东侧	覆盖半地下室结构形式的高效沉淀池、处理臭气的火炬设施	覆盖半地下室结构形式的高效沉淀池、处理臭气的火炬设施	与环评 一致
		南侧	厂区道路，隔路为加药间	厂区道路，隔路为加药间	
		西侧	二期预留用地	二期预留用地	
		北侧	厂区道路，隔路为综合楼	厂区道路，隔路为综合楼	
环境保护目标					
项目内容	环评阶段情况			实际建设情况	备注
评价及验收范围	六间加速器机房均属于 2 层结构建筑，一层辐照室四侧墙体、迷道、顶部和底部均为现浇钢筋混凝土结构；二层设备间为框架柱+砌砖结构。辐照室 1#~6#共用 1 间控制室（共 6 个控制台），辐照室 1#~3#在项目东侧，4#~6#在项目西侧，均从南到北依次排列。				
环境保护目标	辐射工作人员	辐照室 1#~6#共用 1 间控制室（共 6 个控制台）		辐照室 1#~6#共用 1 间控制室（共 6 个控制台）	与环评 一致
	公众	东侧	厂区内道路，隔路为高效沉淀池及深床滤池污水处理构筑物	厂区内道路，隔路为高效沉淀池及深床滤池污水处理构筑物	
		南侧	普什集团职工浴室（约 36~50m）、普什集团职工食堂（约 43~50m）、普什集团建筑物（约 45~50m）	普什集团职工浴室（约 36~50m）、普什集团职工食堂（约 43~50m）、普什集团建筑物（约 45~50m）	
		西侧	二期预留用地（约 13~50m）	二期预留用地（约 13~50m）	
		北侧	一期预留用地约（约 8.3~36m）、综合楼（约 47~50m）	一期预留用地约（约 8.3~36m）、综合楼（约 47~50m）	
	50m 范围内其他公众		50m 范围内其他公众		
综上所述，新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）建设地点及周围外环境与环评一致，本次验收环境保护目标与环评一致。					

### 3、设备参数

新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）环评建设规模主要技术参数及实际建设主要技术参数见表 2-2。

表 2-2 新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）环评建设规模主要技术参数及实际建设主要技术参数

射线装置											
射线装置名称	环评阶段规模					实际建设规模					备注
	型号	数量	技术参数	类别	使用场所	型号	数量	技术参数	类别	使用场所	
电子加速器	EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650	6	最大能量：1.5MeV 最大束流强度：66mA	II	1#~6#辐照室 各配备 1 台	EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650	6	最大能量：1.5MeV 最大束流强度：66mA	II	1#~6#辐照室 各配备 1 台	与环评一致
注：本项目 EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650 型电子加速器是由中广核达胜加速器技术有限公司生产，用途为污水处理厂废水的深度处理。											

综上所述，新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）电子加速器设备参数与环评一致。

### 4、废弃物

新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）废弃物排放情况见表 2-3。本项目废弃物排放情况与环评一致。

表 2-3 新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）废弃物排放情况

废弃物								
名称	状态	核素名称	排放口浓度	环评建设规模		实际建设规模		备注
				暂存情况	最终去向	暂存情况	最终去向	
臭氧和氮氧化物	气体	/	/	不暂存	经排风管道排放进入大气环境。	不暂存	辐照室 1#~6#均设置有排风装置，各辐照室内臭氧分别通过直径为 500mm 的玻璃钢管道从各机房西侧（辐照室 1#~3#）、东侧（辐照室 4#~6#）通过“U”形排风孔引出，经管道引至高于二层设备间屋顶的位置排放，其排风量为 6799m <sup>3</sup> /h。	与环评一致

综上所述，新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）废弃物排放情况与环评一致，未发生变动。

#### 四、辐射安全与防护设施实际总投资落实情况

表 2-4 新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）辐射安全防护与环保设施及其投资落实情况一览表

项目类别	环保设施名称及拟配备数量	环保拟投资 (万元)	实际投资 (万元)	落实情况
辐射屏蔽措施	加速器机房的辐照室+迷道等辐射防护屏蔽混凝土墙	450	556	已落实辐照室 1#~6#（含迷道）等辐射防护屏蔽混凝土墙屏蔽。
辐射安全装置	钥匙控制开关 6 套（设备自带）、门机连锁 6 套、光电检测装置 6 套、拉线开关 12 个、烟雾报警 6 套、摄像头 6 套、电离辐射警告标志、警示灯和警示说明等。	70	80	辐照室 1#~6#各配备 1 套门机连锁、1 套光电检测装置、2 套拉线开关、1 套烟雾报警，均配备视频监控，均设置了电离辐射警告标志、警示灯和警示说明等。
监测设备	1 台 X-γ 辐射剂量率巡检仪，6 套固定式辐射监测仪，6 台个人剂量报警仪，1 台便携式辐射监测报警仪（用于钥匙控制），13 名辐射工作人员均配备个人剂量计。	19	18	辐照室 1#~6#各配备 1 套固定式辐射监测仪及携式辐射监测报警仪（用于钥匙控制），已配备 1 台 X-γ 辐射监测仪，6 台个人剂量报警仪，辐射工作人员均配备个人剂量计。
废气处理	独立通排风系统 6 套	10	21	辐照室 1#~6#各配备 1 套通排风系统
废水处理	依托厂区在建的污水处理设施处理后达标排放	/	/	/
固废处理	依托厂区现有生活垃圾收集设施	/	/	/
其他	委托第三方机构常规监测和自主环保竣工验收监测；辐射工作人员、管理人员上岗培训；辐射应急物资、人员应急培训、辐射事故应急演练等。	16	10	已落实/已预留
合计		565	685	/

本次验收实际总投资 5495.06 万元，实际环保投资 685 万元，与环评阶段投资金基本一致。公司已预留其他环保投资，其中包括委托第三方机构常规监测、辐射工作人员培训、个人剂量监测及职业健康体检费用等，满足相关辐射防护安全要求。由上内容可知，本项目辐射安全与防护措施落实情况均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）及《四川省核技术利用单位辐射安全工作指引（2025 年版）》等相关要求。

## 源项情况

### 一、辐射污染源项

本项目新建 6 间加速器机房，并新增使用 6 台电子加速器，用于污水处理厂废水的深度处理。其主要参数为：EP-DDLH1.5-100-1650 型电子加速器，最大电子束能量为 1.5MeV，最大电子束流强度为 66mA，主体采用卧式自屏蔽结构，属 II 类射线装置。

本项目新增使用的工业电子加速器技术参数见表 2-5。

表 2-5 本项目配备的电子加速器技术参数一览表

类别	技术参数
型号	EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650
加速器类型	高频高压型
加速器结构	L 型半自屏蔽，其中主机部分采用卧式自屏蔽结构
工作场所	辐照室 1#~6#各配备 1 台
最大束流功率	100kW
最大电子线能量	1.5MeV
最大束流强度	66mA
电子扫描宽度	1600mm
束流损失点的能量	0.2MeV
扫描不均匀度	≤10%
控制系统	PLC+工业计算机
绝缘介质	六氟化硫 (SF <sub>6</sub> )
扫描窗冷却	钛箔风冷 腔体水冷
工作方式	连续

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

### 二、非辐射污染源项分析

#### 1、废水

(1) 本项目工作人员产生的生活污水。

(2) 加速器自带冷却水循环系统，其使用的冷却水为纯净水（即去离子水，采用纯水机制造得到，不使用离子交换树脂），不会在管壁结垢也不会腐蚀设备，循环使用不外排（需定时补充纯净水）。

## **2、废气**

本项目加速器在开机运行时，产生的 X 射线与空气中氧气相互作用可产生少量的臭氧和氮氧化物。

## **3、固体废物**

工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾。

## **4、噪声**

本项目噪声源为电子加速器机房及配套设施产生噪声，有离心风机、冷却系统、高压系统、进出水水泵等。

## 工程设备与工艺分析

### 一、工程设备

本次验收的 EP-DDLH1.5-100-1650 型电子加速器如图 2-3 所示。



图 2-3-1 本项目 EP-DD<sub>LH</sub>1.5-100-1650 型电子加速器实物外观图（二层设备间）



图 2-3-2 本项目 EP-DD<sub>LH</sub>1.5-100-1650 型电子加速器实物外观图（一层辐照室）

## 二、工作原理设备组成

电子束辐照技术是利用高压电场加速的电子束流对废水进行照射，高能电子与水分子相互作用，废水中水分子就会分解生成较强的氧化物质（如  $e^{-1}_{aq}$ 、 $H_2O_2$ 、 $HO_2^-$  等），这些强氧化物质与水中的污染物质（高分子物质、生物体（微生物等））相互作用，达到氧化分解废水中高分子有机物的目的。工作原理见图 2-4。

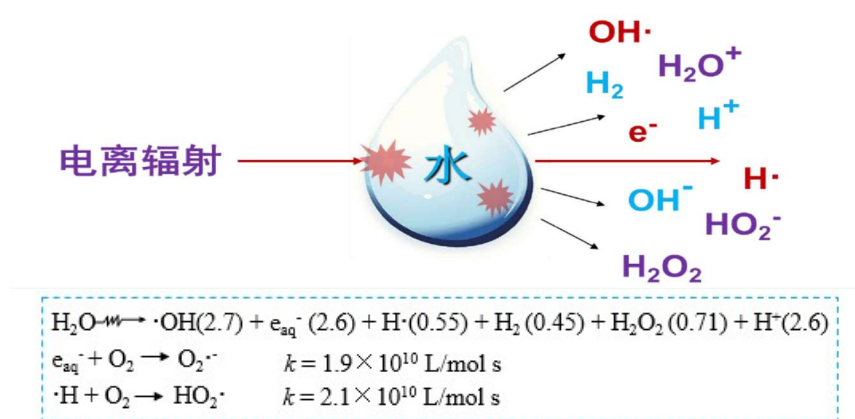


图 2-4 电子束辐照氧化技术工作原理图

本项目使用的电子加速器（型号 EP-DDLH1.5-100-1650）是使电子在高真空场中受磁场力控制和电场力加速而获得高能量的特种电磁、高真空的装置，是产生高能电子束的设备。本项目电子加速器的设备主要由电子束设备间、直流高压发生器、束流加速系统、扫描引出系统、控制系统和真空系统组成，见图 2-5 及图 2-6。

### 1、直流高压发生器

直流高压发生器位于主钢桶内，由高频振荡器和倍压整流芯柱组成。

#### (1) 高频振荡器

高频振荡器的作用是把电网的电能为工频转化为高频，其性能决定着加速器的最大束功和束功转换效率，其主要特色如下：

①电子管振荡采用特殊设计的负高压线路把直流高压和高频输出隔离，可防止因直流电容损坏时出现的直流高压。

②直流高压增加双 LC 滤波电路，使输出电压的脉动系数明显下降，电源功率输出的稳定性和质量大幅提高。

③采用由锁相环稳频压控振荡器、移位寄存器分频、时基电路和 GAL 器件组成的脉冲列调制和输出电路。通过上述线路使得可控硅交流调压系统的稳压精度优于 1%，响应速度更快。

④用风冷可控柜，使得机柜结构更安全、可靠、紧凑。

振荡器的谐振回路由钢筒内的环形自耦变压器（构成回路的电感  $L$ ）和半圆筒高频电极与钢筒内壁和倍压芯柱之间的分布电容（构成回路的电容  $C$ ）组成。振荡管阳极和高压变压器初级之间通过高频电缆连接。栅极所需的正反馈电压则通过置于钢筒与高频之间的耦合电容板取得。

高频变压器是高频振荡器的关键部件，其性能为：

a. 高频变压器能在高频、高压和大功率负荷的条件下工作；b. 高频变压器线饼漏磁小、 $Q$  值高；c. 结构紧凑、牢固，有完整详细的制作和安装工艺保证其质量；d. 基于特制线饼技术及合理的屏蔽、匀场设计，大大降低了运行损耗，提高了加速器的束功转换效率。

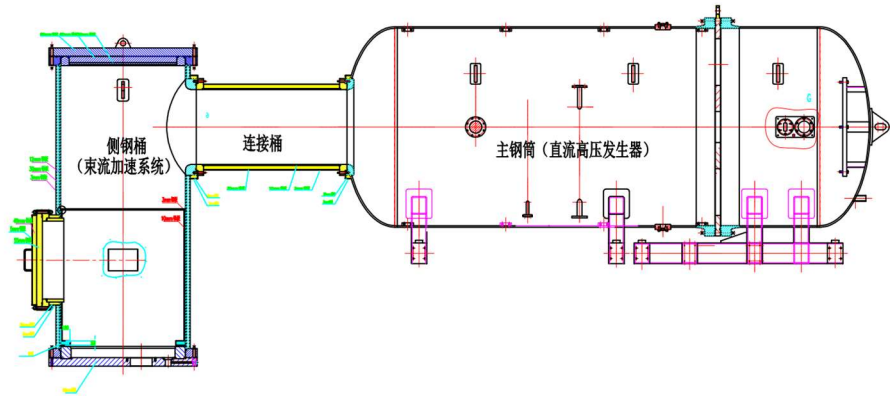


图 2-5 EP-DD<sub>LH</sub>1.5-100-1650 型电子加速器主体装置示意图

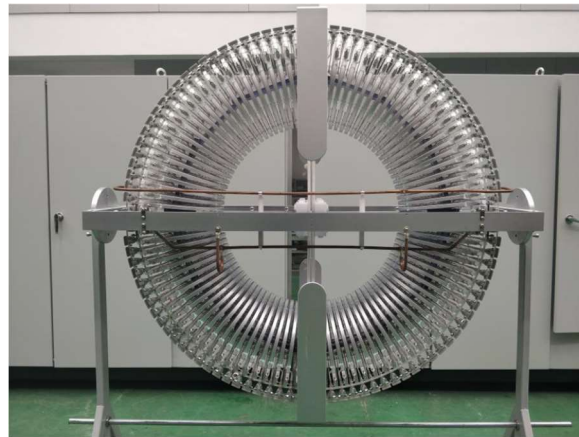


图 2-6 高频变压器

## (2) 整流倍压系统

整流倍压系统是以两块垂直地固定在钢筒底板上的绝缘板为骨架，在两块绝缘板上间隔均匀地从下至上各安装一排硅堆，两排硅堆彼此依次连接组成一条螺旋上升的硅堆整流链。在每个硅堆的连接点上水平地安装一只半电晕环，两列上下整齐排列的半电量环，构成了整流倍压系统的圆柱外观，并把硅堆屏蔽在其中。对称的两列半电晕环正好与固定在钢筒内壁的两个对称的半圆筒高频电极同轴对应，每个半电晕环与

高频电极之间即构成了分布电容  $C_{se}$ 。半电晕环和高频电极之间的尺寸配合精确，其表面平滑光亮。这种几何结构与静电加速器非常相似，其几何设计，既满足高频耦合参数的要求，也符合高压静电场的场形设计。

## 2、束流加速系统

束流加速系统位于侧钢桶内，由加速管和电子枪组成。

### (1) 加速管

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。

### (2) 电子枪

在加速管的顶端安装有电子枪。电子枪采用由钨合金丝绕制的直热式盘香形阴极，钨丝直径约 0.8mm。阴极加热后发出的电子被加速管上端的引出极（也称吸极）引出成束进入加速管加速。

电子枪的供电功率由置于高压球帽内的发电机提供。发电机由固定在钢筒底座上的变频电机通过一根绝缘轴带动。改变变频电机的工作频率，即可方便快速地改变发电机的转速从而改变电子枪的加热电流，达到调节束流的目的。

## 3、扫描引出系统

电子束离开加速管后经漂移管进入扫描引出系统。电子束在穿过扫描磁铁组件时，在三角波磁场的作用下，进行 X 和 Y 相互垂直两个方向的扫描。最后经长条形的钛窗引出。钛窗上的钛金属膜的厚度既要有足够的强度以抵抗真空压力，又要尽量减少电子束在穿越时的能量损耗。本项目拟用电子加速器的钛膜厚度约 0.04mm。即使如此，钛箔上的能耗仍旧相当可观，因此，加速器设备沿钛窗安装有一把风刀，针对钛箔进行强风冷却。

另外，在加速管出口至扫描磁铁之间的漂移管外面，还安装有聚焦线圈和向线圈，用以调节束流的聚焦和方向。

## 4、控制系统

计算机控制系统的主要功能是：监控加速器的正常运行，实施安全联锁，并与束下装置联动配合。

### (1) 加速器启动运行的前提条件

①冷却系统工作正常；②电子加速器机房通风系统工作正常；③电子加速器机房

防护门关闭；④高频机柜门关闭；⑤钢筒温度、高频机柜温度和振荡管冷却水温度达标；⑥一般要求真空度好于  $7.5 \times 10^{-5} \text{Pa}$ 。

### **(2) 与多个运行参数发生连锁关系**

加速器在运行过程中与多个运行参数发生连锁关系，如：钢筒内发生弧放电，钢筒温度超标，高频机内部出现过热和过流，加速器出现过电压等等，当上述参数异常时计算机控制系统将自动封闭高频。

### **(3) 实时显示**

加速器运行时，在控制屏上显示的主要参数有：能量、流强、加速管分压电流，高频振荡参数（电子管阳极电压和阳极电流）、扫描线圈电流、聚焦线圈电流、导向线圈电流等。当发生故障时，控制屏上将立刻显示故障状态和发生故障的部位。

## **5、真空系统**

真空系统由涡轮分子泵机组和溅射离子泵机组组成。运行时先启动涡轮分子泵机组，在真空度达到溅射离子泵机组的运行条件后，再启动溅射离子泵机组。待溅射离子泵机组正常工作后，即可关闭涡轮分子泵机组。真空测量采用 B-A 规数显式真空计，真空计可向控制台输出连锁信号，以实现与真空度有关的连锁控制。

## **6、污水处理厂尾水供排水系统**

本项目设有电子束辐照进水系统和电子束辐照出水系统，电子束辐照进水系统由电子束进水泵管道从进水池抽出，经过直径为 219mm 的 Z 形预埋不锈钢管道穿墙进入电子加速器辐照室内的束下喷嘴喷成水膜并经电子束照射后（废水经过喷嘴形成水膜后并在电子束的照射后，使废水进行直接氧化分解；同时废水里的水分子在电子束照射后产生具有高效强氧化性和还原性的自由基，此类自由基与废水作用后，对废水进行间接降解）流入束下水箱内，每个水箱长 3.5m×宽 2.0m×深 1.3m 的矩形不锈钢立方体，容积  $9.1 \text{m}^3$ ；电子束辐照出水系统管道起于辐照室水箱，照射后的水经水箱底部直径为 426mm 的不锈钢出水管道流出，经 DN400U 型+Z 型走向设计，预埋不锈钢管道穿墙后，进入出水池内，经过沉淀过滤后流入消毒池内。

## **三、辐照加工工艺流程及产物环节**

本项目在电子加速器开机出束对污水处理厂废水进行辐照时，加速器电子枪出束口在辐照室内，辐射工作人员位于射线装置电子加速器机房外采用隔室操作，电子加速器机房可为辐射工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，无关人员误入电子加速器机房。建设单位的辐射工作人员在工作时，均将携带处于开启状态下的个人剂量报警仪并佩戴个人剂量计。

本项目辐射工作人员使用电子加速器对废水进行辐照的操作流程是：

- (1) 开机预热，设备自检；
- (2) 检查加速器及系统状态，确认设备有无异常；
- (3) 开启防护门，辐射工作人员对电子加速器机房巡检，确认无异常情况后，关闭好防护门；
- (4) 开启辅助系统：冷却系统、通风系统、真空系统、监控系统、供水系统联锁等；
- (5) 确认相关辅助系统运行正常并再次确认无异常情况后，设置运行参数；
- (6) 开启供水系统，抽取废水进入水箱，并开机出束，对废水进行辐照；
- (7) 本项目正常情况下，电子加速器会长时间处于开启状态，对废水进行辐照在进行废水辐照过程中，辐射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。

在电子加速器开机出束对废水进行辐照的过程中，电子束韧致辐射会产生 X 射线，X 射线电离空气产生臭氧、氮氧化物等有害气体，以及设备运行时产生的噪声。

本项目工艺流程及产污环节见图 2-7。

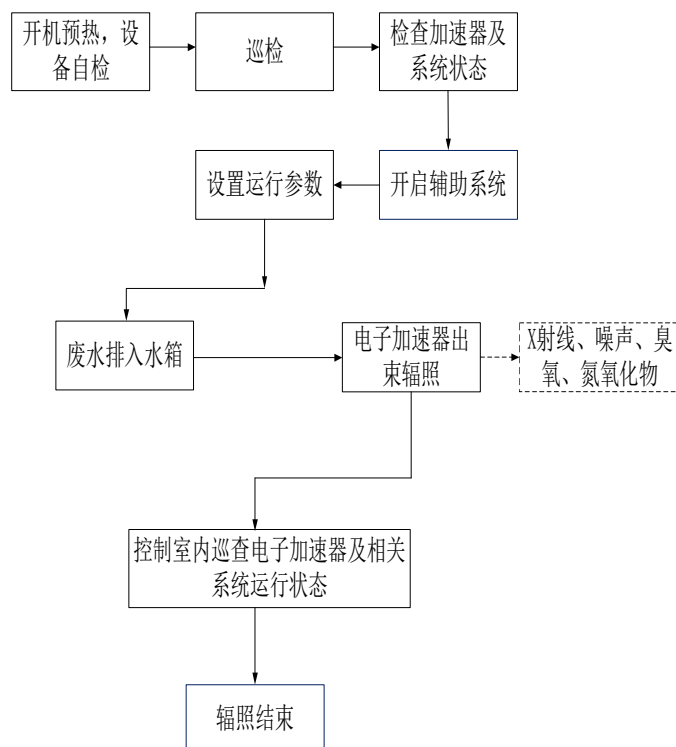
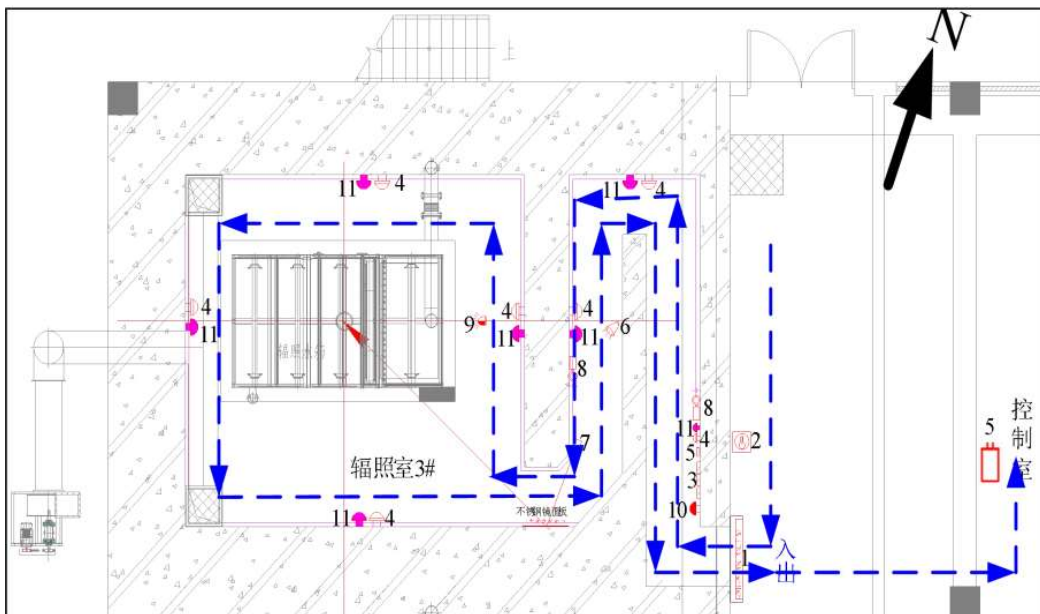


图 2-7 加速器辐照加工操作流程及产污环节示意图

#### 四、人流路径规划

本项目辐照室 1#~6#共用一间控制室（共 6 个控制台），辐照室呈并排布置，辐照室 1#~3#在项目东侧，4#~6#在项目西侧，均从南到北依次排列。因此本项目选取辐照室 3#和 6#作为代表进行相应路径规划分析。

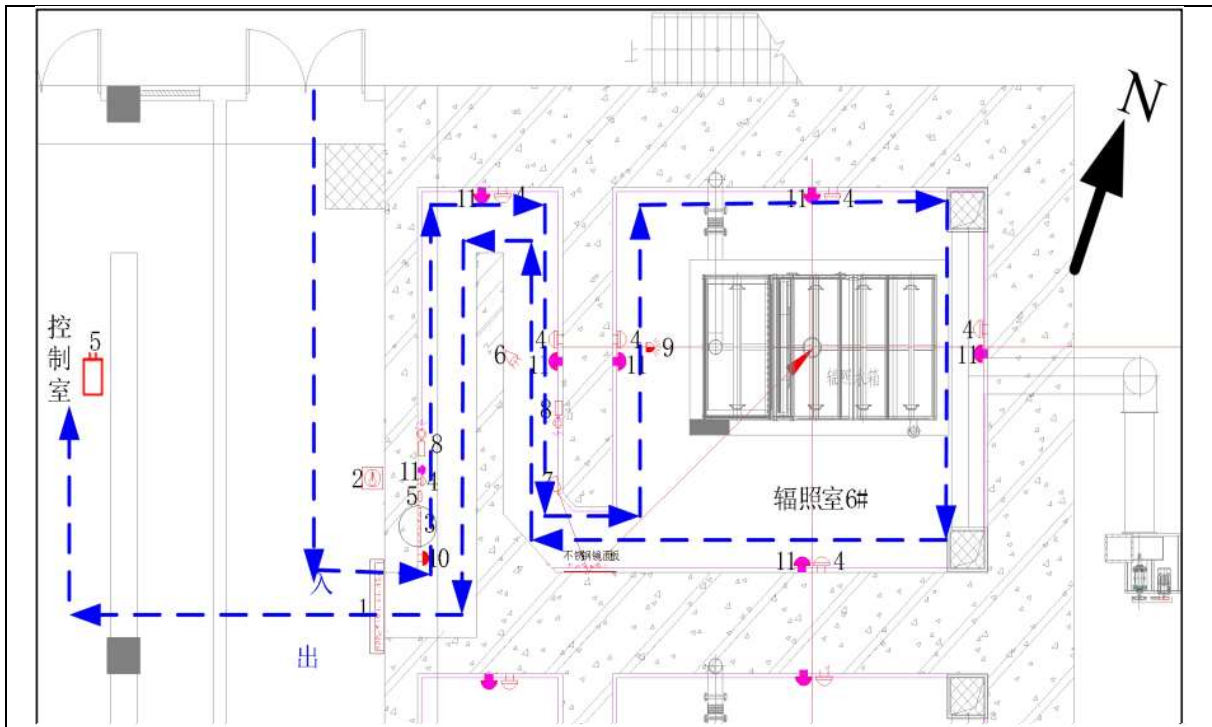
项目运行前辐射工作人员经防护门进入辐照室 3#经过“Π”形迷道，再进入辐照室内，沿着东侧墙体由南向北路线，再沿着北侧墙体由东向西路线，继续沿着西侧墙体由北向南路线，然后沿着南侧墙体由西向东路线，依次进行巡检，由“Π”形迷道出，最后进入控制室相对应的控制柜巡检、操作。同理，辐射工作人员经防护门进入辐照室 6#经过“Π”形迷道，再进入辐照室内，沿着西侧墙体由南向北路线，再沿着北侧墙体由西向东路线，继续沿着东侧墙体由北向南路线，然后沿着南侧墙体由东向西路线，依次进行巡检，由“Π”形迷道出，最后进入控制室相对应的控制柜巡检、操作。本项目人流路径规划详见图 2-8。



序号	名称	图标	数量	高度	作用
1	状态显示器		1	2.7m	工作状态中屏幕显示（开机、关机、准备）带报警装置
2	钥匙开关		1	1m	进入迷官需要插上钥匙方可打开门
3	光电		3	0.4m、0.85m、1.3m	加速器运行时，有人、动物经过红外线开关，即会立刻停止加速器运行
4	紧停		7	1.2m	人员触发任意一处紧停设备都无法开启
5	剂量探头		2	1.2m	显示当前位置剂量情况。
6	光/电报警		1	2m	开机关门前巡检语音提示
7	摄像头		2	2m	实时监控迷官下装置运作状态。
8	拉线开关		2	1.3m	听到警铃声、仍停留在加速器机房内的人员拉下可以终止设备开启
9	烟雾报警		1	一层天花板	烟雾报警响起，设备紧急停机
10	门内开关		1	1.2m	突发紧急情况，停止加速器运行，强制打开防护门
11	巡更		7	1.2m	开机前须工作人员进入迷官内巡视是否通畅，并按顺序按下开关，否则无法开启加速器。

注：辐照室 1#和 2#辐射安全措施设计同辐照室 3#设计；-----> 巡检线路

图 2-8-1 本项目一层辐照室 3#辐射安全措施设计图及巡检线路图



序号	名称	图标	数量	高度	作用
1	状态显示器		1	2.7m	工作状态中屏幕显示(开机、关机、准备)带报警装置
2	钥匙开关		1	1m	进入迷宫需要插上钥匙方可打开门
3	光电		3	0.4m、0.85m、1.3m	加速器运行时,有人、动物经过红外线开关,即会立刻停止加速器运行
4	紧停		7	1.2m	人员触发任意一处紧停设备都无法开启
5	剂量探头		2	1.2m	显示当前位置剂量情况。
6	光/电报警		1	2m	开机关门前语音提示
7	摄像头		2	2m	实时监控束下装置运作状态。
8	拉线开关		2	1.3m	听到警铃声、仍停留在加速器机房内的人员拉下可以终止设备开启
9	烟雾报警		1	一层天花板	烟雾报警响起,设备紧急停机
10	门内开关		1	1.2m	突发紧急情况,停止加速器运行,强制打开防护门
11	巡更		7	1.2m	开机前须工作人员进入迷宫内巡视是否清场,并按顺序按下开关,否则无法开启加速器。

注:辐照室4#和5#辐射安全措施设计同辐照室3#设计;-----> 巡检线路

图 2-8-2 本项目一层辐照室 6#辐射安全措施设计图及巡检线路图

## 五、人员配置

根据本项目环评及实际工作量,公司已为本项目配备 28 名辐射工作人员(含 9 名管理人员),本项目辐射工作人员均已参加辐射安全与防护培训学习及考核,考核成绩合格,持证上岗。本项目辐射工作人员名单详见表 2-6。

表 2-6 本项目辐射工作人员名单

\*\*\*

本项目辐射工作人员均配备有个人剂量计,公司已对辐射工作人员开展个人职业健康体检并建立个人职业健康监护档案,详见附件 4。

根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境

部，公告 2019 年第 57 号): “自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。

表三 辐射安全与防护设施/措施

**辐射安全与防护设施/措施**

**一、辐射防护分区**

**(一) 分区原则**

为了便于加强管理，切实做好辐射安全工作，建设单位应按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施，其划分原则如下：

**控制区划分原则：**在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括门锁和门-灯联锁装置）限制进出控制区，并定期审查控制区的实际状况，确认是否需要改变该区的防护手段或安全措施，或是更改该区的边界。

**监督区划分原则：**未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。在监督区入口处的合适位置设立表明监督区的标牌；并定期审查该区的条件，确认是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

**(二) “两区”划分**

本项目根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分，详见表 3-1。

表 3-1 本项目“两区”划分表

场所名称	控制区	监督区 <sup>①</sup>
新建集中污水处理场 辐照场所	1#~6#辐照室 (含迷道)	一层：控制室、物料/巡检通道、1 层 2 层连接楼梯； 二层：设备间、1 层 2 层连接楼梯。

注：①建设单位在辐照室迷道出入口及辐照室周围醒目位置、设备间出入口设置电离辐射警告标志及中文警示说明等。

根据现场核查，结合现场实际情况和为更好的管控控制区及安全考虑，公司将 1#~6#辐照室（含迷道）及物料/巡检通道一并划为控制区；将一层：控制室、1 层 2 层连接楼梯和二层：设备间、1 层 2 层连接楼梯区域划为辐射监督区。



a) 物料/巡检通道入口处



b) 控制室入口处

图 3-1-1 一层辐射防护分区现场照片 (部分)



a) 1层2层连接楼梯处



b) 2层设备间入口处

图 3-1-2 二层辐射防护分区现场照片 (部分)

## 二、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目加速器屏蔽防护设计及落实情况详见表 3-2。

表 3-2 本项目加速器屏蔽防护设计及落实情况一览表

尺寸		加速器机房
辐照室尺寸大小		长 10.45m×宽 8.1m×高 3.85m
辐照室内净空尺寸大小 (不包括迷道)		长 5.7m×宽 5.3m×高 2.45m
辐照室 1#~3# 屏蔽	东墙	“Π”形迷道内墙、中间墙体、外墙厚度分别为 750mm、400mm、500mm，迷道宽度均为 900mm
	南墙	1400mm 混凝土
	西墙	1300mm 混凝土
	北墙	1400mm 混凝土
	顶棚	1400mm 混凝土
	地坪	1600mm 混凝土
辐照室 4#~6# 屏蔽	东墙	1300mm 混凝土
	南墙	1400mm 混凝土
	西墙	“Π”形迷道内墙、中间墙体、外墙厚度分别为 750mm、400mm、500mm，迷道宽度均为 900mm
	北墙	1400mm 混凝土
	顶棚	1400mm 混凝土
	地坪	1600mm 混凝土
防护门		48mm 厚防护门 (4mm 不锈钢+8mm 铁板+10mm 铅板+14mm 木板填充+8mm 铁板+4mm 不锈钢); 门洞尺寸: 长 2m×宽 0.9m; 防护门尺寸: 长 2.14m×宽 1.2m
电子加速器主机固有 辐射屏蔽措施		主钢桶 (直流高压发生器) 厚度为 14mm 钢板; 加速器侧钢桶 (束流加速系统) 的加速管外垂直方向的辐射防护设施为 3mm 钢板+30mm 铅板+12mm 钢板, 检修口为 5mm 钢板+40mm 铅板+55mm 钢板, 顶部采用 80mm 钢板+60mm 铅板+20mm 钢板; 底部采用 80mm 钢板; 水平方向侧钢桶与主钢桶 (直流高压发生器) 之间的连接段辐射防护设施为 3mm 钢板+30mm 铅板+10mm 钢板; 侧钢桶底部与电子加速器机房连接的区域为 400mm 预埋钢板, 两边搭接宽度均为 330mm。
注: 本项目 EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650 型电子加速器是由中广核达胜加速器技术有限公司生产, 该型号的加速器设备本身设计有辐射屏蔽措施。		
<h3>三、辐射安全与防护措施</h3> <h4>1、工作状态指示灯及当心电离辐射警告标志</h4> <p>辐照室 1#~6#防护门外和机房内部均设置有灯光和音响警示。当开机出束前, 警示灯将亮起并发出闪烁信号, 音响装置将发出警示声音; 辐照室 1#~6#防护门外, 设置有工作状态指示灯和电离辐射警示标识, 工作状态指示灯与加速器高压联锁, 当加速器启动时, 警示灯将亮起并发出闪烁信号, 以提醒周围人员勿靠近。经现场核查, 各装置运行正常, 如图所示。</p>		



图 3-2 辐照室防护门当心电离辐射警示标志、工作状态指示灯及安全联锁等（部分）



图 3-3 辐照室迷道内音响装置及警示灯（部分）

在二层设备间的楼梯入口处设置护栏，护栏平时上锁。只有在设备检修时才打开允许检修人员进入，平时任何人员均无法进入二层设备间。同时，在二层设备间楼梯入口处设置醒目的电离辐射警示标识，提醒人员勿靠近。



图 3-4 二层设备间的楼梯入口处护栏及当心电离辐射警示标志

## 2、固定式实时辐射剂量率监测系统

辐照室 1#~6#均各配备 1 套固定式实时辐射剂量率监测系统，监测探头位于辐照室迷道内、控制室内及设备间钢桶处，显示面板位于控制室内主控台。现场核实有效。

本项目固定式实时辐射剂量率监测系统如图 3-5 所示。



a. 迷道内探头

b. 钢桶处探头

图 3-5-1 固定式实时辐射剂量率监测系统



a.控制室探头

b.控制室显示器

图 3-5-2 固定式实时辐射剂量率监测系统（控制室）

### 3、安全钥匙、急停装置、巡检按钮及光电装置等

(1) 在控制室内主控台上设有对应加速器的钥匙开关，同时，加速器的开关钥匙也是各辐照室安全联锁控制箱的钥匙，当工作人员打开防护门进入辐照室时，该工作人员必须携带该加速器的开关钥匙。

(2) 辐照室内四面墙壁、迷道墙壁、安全联锁控制箱和主控台均设有急停按钮（兼巡检按钮），均有明显的标志。当急停按钮正常时，加速器方可启动进行出束作业，当加速器正常启动出束作业过程中，若按下紧急停机按钮，则该电子加速器机房内的加速器将立即断电，停止出束。在紧急情况、事故处理完毕后，需将紧急停机按钮进行复位，加速器才能重新启动。

(3) 辐照室迷道内均设有拉线开关，当出现紧急情况时按下开关，加速器将立即停止出束，在紧急情况、事故处理完毕后，需将拉线开关进行复位，加速器才能重新启动。每次巡检过程中都需要对拉线开关动作复位一次，确认拉线开关是否有故障。

(4) 辐照室在紧邻防护门的迷道区域内均设有 3 道相互独立的光电装置（红外光电感应装置）并分别与加速器联锁，当有人误入机房，身体将任意一处红外线挡住后，若加速器处于开机状态下，将立即自动切断电源，加速器将立即停止高压与束流，同时发出异常情况下警示。

(5) 辐照室防护门内侧均安装有紧急开门装置。紧急情况下，机房内的人员只需按下紧急开门按钮，防护门将立即打开，若此时加速器处于出束状态，加速器则立即停止出束。

各项辐射安全设施均现场核实有效，详见图 3-6。



a. 主控台钥匙开关及急停按钮



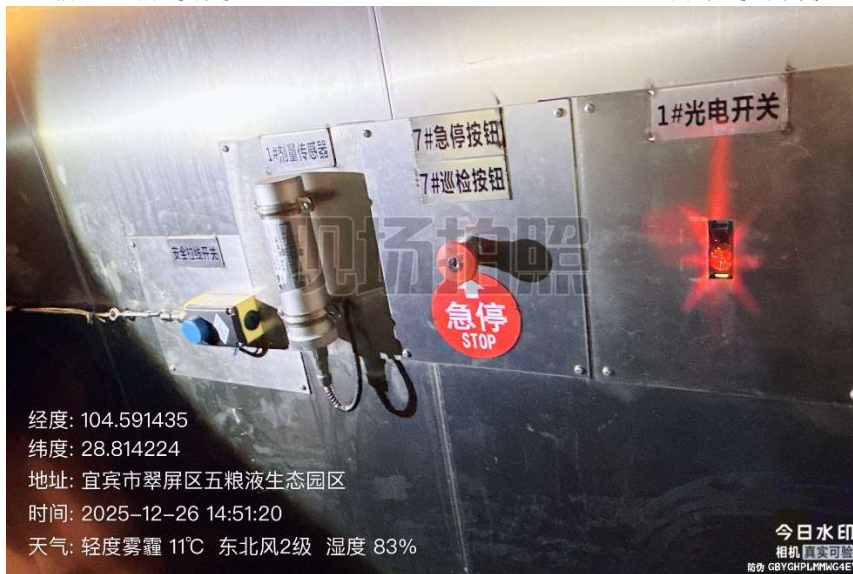
b. 安全联锁控制箱钥匙开关及急停按钮



c. 辐照室内急停按钮



d. 迷道内紧急开门按钮



e. 安全拉线开关、急停按钮、巡检按钮及光电装置

图 3-6 各项辐射安全设施（部分）

#### 4、烟雾报警

辐照室内顶部安装烟雾报警装置，加速器与火灾烟雾报警系统联锁，在加速器正常出束时，若烟雾报警装置启动报警，则加速器将立即停止出束并停止通风；在加速器停机状态时，若烟雾报警装置启动报警，则加速器将无法启动进行出束，通风系统将无法开启进行通风换气，烟雾报警装置经现场核实有效，如图 3-7 所示。

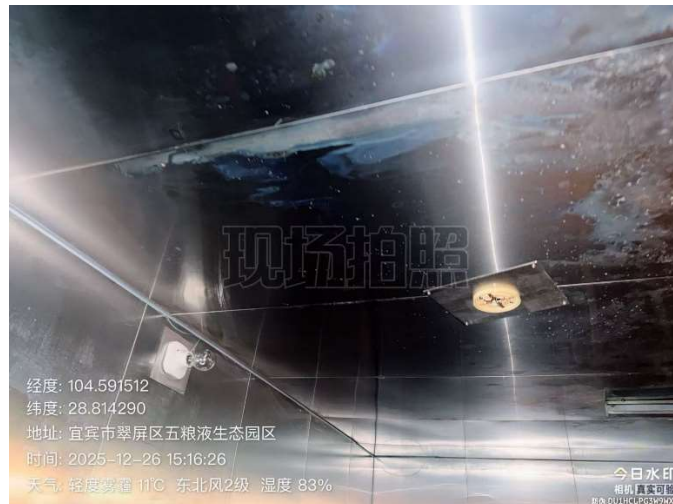


图 3-7 烟雾报警装置

#### 5、摄像监视系统

辐照室均配置摄像监视系统，辐照室内图像实时显示在控制室的监控显示器上，使控制室内的工作人员可清楚地观察到辐照室内的情况，如发生意外情况可及时处理，为避免强辐射场对视频信号的干扰，辐照室内视频摄像头均设置铅罩。后期调试摄像头位置及监控区域以保证辐照室内无死角监控。

经现场核查有效，如图 3-8 所示。



a.辐照室内摄像头



b.辐照室外摄像头



c.控制室实时监控画面

图 3-8 摄像监视系统（部分）

## 6、监测仪器及防护用品

### （1）监测仪器

本项目已配备有相应的监测仪器设备。监测仪器配置情况见表 3-3 及图 3-9。

表 3-3 本项目工作场所配备的监测仪器清单

设备名称	设备型号	数量	购买日期	使用场所
个人剂量报警仪	RG1100	1 台	2025.1	加速器机房
便携式辐射监测报警仪 (用于钥匙控制)	RG1100	6 台	2025.1	
固定式辐射监测仪	RM0004	6 套	2024.4~2024.7	
便携式 X-γ 剂量监测仪	RP6000	1 台	2025.2	

注：考虑到同时运行的情况，后期会根据实际运行情况及需求对便携式辐射监测报警仪及固定式辐射检测仪进行一用一备。



a.便携式 X-γ 剂量监测仪



b.个人剂量报警仪

图 3-9 本项目配备的监测仪器（部分）

#### 四、三废治理

##### 1、废水

(1) 本项目电子加速器配套循环冷却水系统，其使用的冷却水为纯净水，不会在管壁结垢也不会腐蚀设备，循环冷却水定期补充，不外排。

(2) 本项目运行期废水主要为工作人员产生的生活污水，生活污水依托厂区污水处理系统处理后达标排放。

##### 2、废气

本项目加速器运行时会产生臭氧和氮氧化物等气体。各辐照室设置各辐照室均设置有排风装置，排风管道在穿过屏蔽墙体采用“U”型路径设计，排风管道在辐照室内下沉到地下1.2m，经地下管道到达辐照室外后再上升至地面，各辐照室内臭氧分别通过直径为500mm的玻璃钢管道从各机房西侧(辐照室1#~3#)、东侧(辐照室4#~6#)通过“U”形排风孔引出，经管道引至高于二层设备间屋顶的位置排放，其排风量为6799m<sup>3</sup>/h(排风机铭牌如图3-9所示)。

本项目通排风系统设置有通风联锁，通风系统正常工作后加速器才能出束；在通风系统未正常工作时加速器将无法进行出束作业；在加速器正常运行过程中，当通风系统发生故障时，加速器将立即停止出束。同时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防护门延迟开启系统，即加速器正常停止出束后，排风系统将连续工作至少5分钟，在5分钟内即使对排风系统发出停止工作指令，排风系统仍将有有效工作5分钟；正常停止加速器出束后5分钟内，即使发出打开电子加速器机房防护门的指令，机房防护门仍然无法打开，直到5分钟后方可开启防护门。

本项目通排风装置如图3-10所示。



a.辐照室内排风口



b.风机铭牌



c.排风管

图 3-10 本项目通排风系统

### 3、固体废物

工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾依托厂区的环保设施，集中回收并交由环卫部门统一处理，不外排。

### 3、噪声

本项目噪声主要来源于通风机组和冷却塔运行产生的噪音，经建筑物墙体隔声及公司场址内的距离衰减后，运行期间厂界噪声可达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）3类标准要求。

## 五、辐射安全管理制度

四川省宜宾五粮液环保产业有限公司已根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，针对所开展的核技术利用项目制定了相应的辐射安全与防护管理制度：《辐射安全管理规定》《辐射工作场所安全管理要求》《辐射工作人员岗位职责》《加速器操作规程》《辐射防护设施设备维护维修制度》《射线装置台帐管理制度》《辐射工作场所辐射环境监测方案》《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》《监测仪表使用与校验管理制度》《辐射工作人员辐射安全培训制度》《辐射工作人员个人剂量管理制度》《辐射事故应急预案》《辐射事故应急及应急响应程序》。

以上辐射安全与防护管理制度能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条

例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。辐射安全规章管理机构及制度详见附件 5。

公司已将《辐射事故应急响应程序》进行制度上墙，如图 3-11 所示。



图 3-11 制度上墙现场照片

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

## 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

### 一、摘录环境影响报告表主要内容

#### (一) 辐射安全与防护设施/措施的要求

引自《四川省宜宾五粮液环保产业有限公司新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）环境影响报告表》“表 10 辐射安全与防护”章节内容如下：

#### “10.1.1 辐射工作场所布局

建设单位拟在四川省宜宾市五粮液产业园区普什地块新建集中污水处理厂南侧新建 6 间加速器机房，并购置 6 台 1.5MeV 电子加速器用于废水的深度处理。

6 间加速器机房内各安装使用 1 台 EP-DD<sub>LH</sub>1.5-100-1650 型电子加速器，机房为两层结构，加速器机房一层为钢筋混凝土结构，二层为框架柱+砌砖结构；一层为辐照室、控制室、物料/巡检通道、泵组设备室，二层为设备间；进水池位于控制室、物料/巡检通道、泵组设备室正下方及其南侧墙体外 3.5m 内的正下方，出水池位于加速器机房（4#~6#）南侧泵组设备室正下方及其南侧墙体外 3.5m 内的正下方。加速器主钢桶、侧钢桶及连接桶主要放置于二层主机室，线状高能电子束经扫描引出系统和辐照室屋顶进源孔进入辐照室扫描盒。本项目辐照室平面布置图见附图 4-1、设备间平面图见附图 4-2、防护门剖面图见附图 5。加速器出束时，一层辐照室及二层设备间内均无人员停留。因此，本项目加速器工作场所布局合理。

#### 10.1.2 辐射工作场所分区管理

##### (1) “两区”划分原则与依据

为了便于加强管理，切实做好辐射安全工作，建设单位应按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）的要求，在辐射工作场所内划出控制区和监督区，在项目运营期间采取分区管理措施，其划分原则如下：

控制区划分原则：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平指示。运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可证）和实体屏蔽（包括

门锁和门-灯联锁装置)限制进出控制区,并定期审查控制区的实际状况,确认是否需要改变该区的防护手段或安全措施,或是更改该区的边界。

监督区划分原则:未被确定为控制区,正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施,但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。在监督区入口处的合适位置设立表明监督区的标牌;并定期审查该区的条件,确认是否需要采取防护措施和做出安全规定,或是否需要更改监督区的边界。

(2) 本项目“两区”划分

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)等相关标准对控制区和监督区的定义,结合项目辐射防护情况,本项目辐射工作场所分区情况表 10-1,分区详见图 10-1~10-2。

表 10-1 本项目“两区”划分表

场所名称	控制区	监督区 <sup>①</sup>
新建集中污水处理场 辐照场所	辐照室(含迷道)	一层:控制室、物料/巡检通道、1层2层连接楼梯; 二层:设备间、1层2层连接楼梯。

注:①建设单位在辐照室迷道出入口及辐照室周围醒目位置、设备间出入口设置电离辐射警告标志及中文警示说明等。

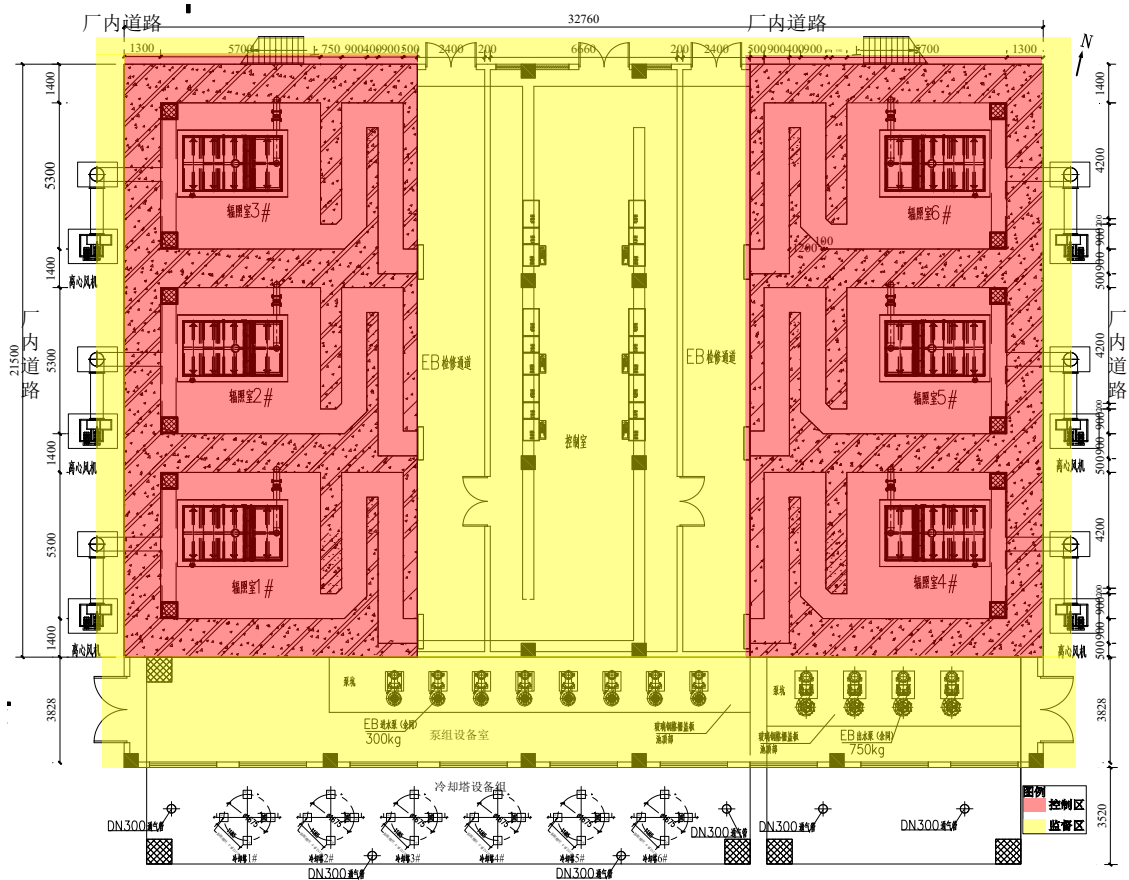


图 10-1 加速器机房一层两区划分图

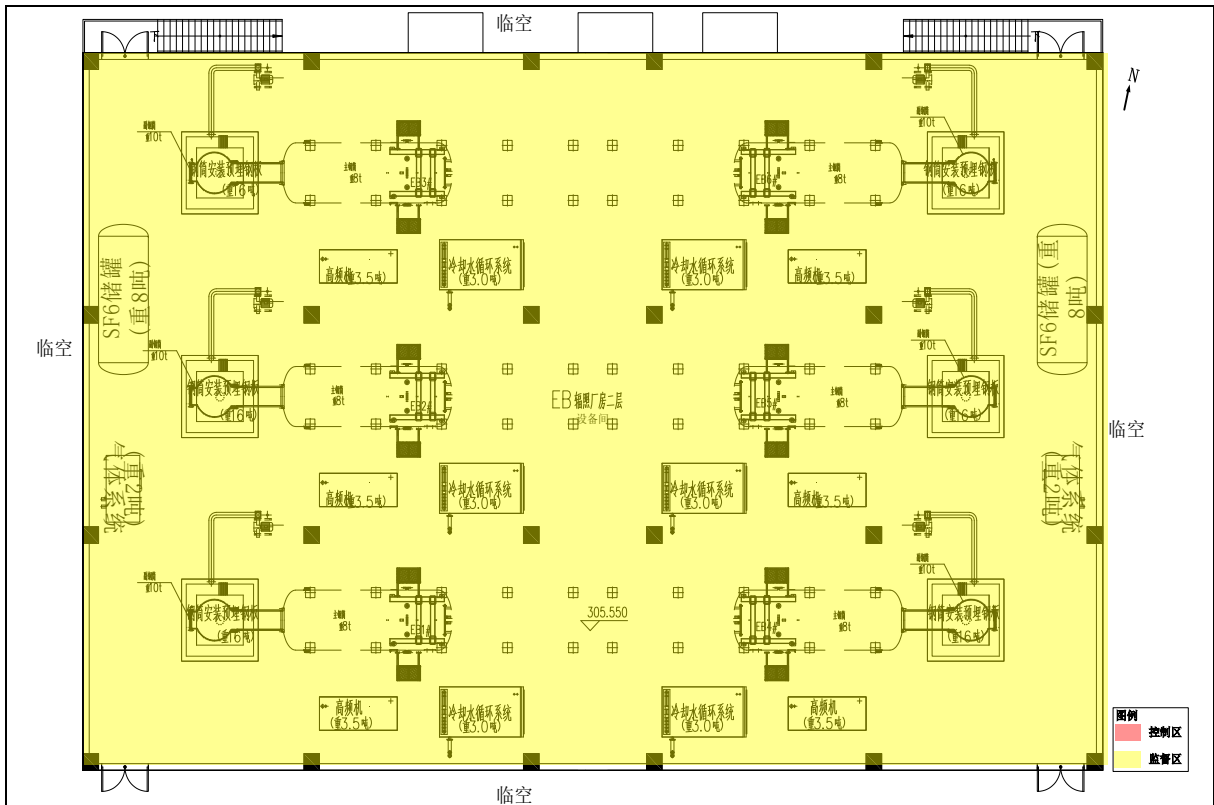


图 10-2 加速器机房二层两区划分图

控制区通过实体屏蔽措施、电离辐射警告标志等进行控制管理，使用时禁止其他人员进入；监督区通过设置标明监督区的标志提醒人员尽量避免该区域，并委托有资质的单位定期对监督区进行监测、检查，如果发现异常应立即进行整改，整改完成后方可继续使用射线装置。

.....

#### 10.1.4 辐射安全装置和防护措施

##### (1) 安全联锁逻辑

为保障加速器的安全运行，避免在加速器辐照期间人员误留或误入发生误照事故，本项目的加速器均设计有相应的辐射安全装置和保护措施。根据建设单位提供的资料，本项目拟建加速器设有多项安全保护联锁，系统的安全联锁逻辑关系具体见下图。

加速器加载高压需要两道安全联锁：一次联锁（即设备固有安全设施联锁）和二次联锁（即加速器工作场所设计的辐射安全联锁）。当所有安全联锁正常启动，全部就位后加速器才能正常出束。

安全联锁引发加速器停机时将自动切断高压。安全联锁装置发生故障时，加速器不能运行。安全联锁装置无旁路，维护与维修后必须恢复原状。

## (2) 设备固有的安全设施

①加速器过电压、过电流保护系统：在加速器控制系统中稳压电路对电压、电流进行监控，确保装置自动稳压；过电压、过电流保护功能装置，若由于其他原因导致加速器电压、电流非正常运行，控制系统会自动切断电源。

②加速器束流控制系统：束流不稳定时自动断开电源，停止运行。

③加速管真空联锁系统：加速器运行过程中实施监测加速管内的真空度，真空度不满足要求时钛泵将自动保护，同时切断电源，有效保护加速管。

④冷却水联锁系统：冷却水为循环冷却系统，冷却水不排放。加速管安装有水流量监测开关，当加速器中的靶、大功率负载等的冷却水流量不满足要求时，加速器将自动切断高压电源，停止运行。

## (4) 其他防护措施

①安全出口指示灯和应急疏散指示灯：一层辐照室迷路上设置发光安全出口指示灯和应急疏散指示灯，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。

②应急照明：一层辐照室和二层设备间内部均设置应急照明系统，应急照明设备定时检验，保证在停电及应急情况下及时、稳定达到照明的效果。

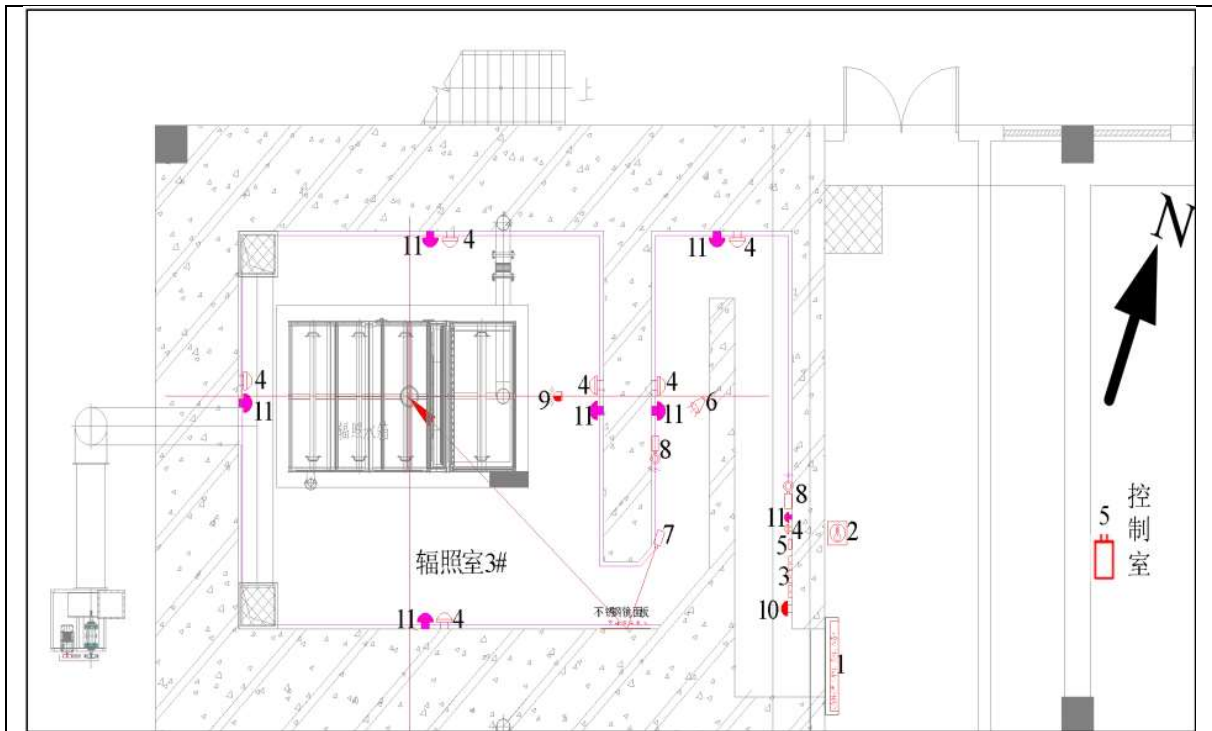
③室内照明系统：辐照室和设备间照明由安全系统自动控制，巡检结束后，照明灯延时熄灭，安全系统破坏后，灯自动点亮。

④警告标志：本项目一层辐照室出入口处和二层设备间出入口处四侧墙外，以及一层通向二层的楼梯的明显位置设置电离辐射警告标志及警示灯、中文警示说明等。

⑤防火系统：加速器机房采用混凝土材料，耐火等级不低于二级。辐照室设置 1 个烟雾报警装置，遇有火险时，加速器立即停机、立即关断加速器及辅助设备（除真空系统）的全部电源、切断高压并停止通风。辐照室出入口处配置有效的灭火装置。

⑥监测仪器：各加速器机房及其控制台均配备两个监测探头，用于工作场所剂量监测。拟配 6 台个人剂量报警仪，在人员进入辐照室时需携带。每名辐射工作人员配 1 枚个人剂量计，工作期间必须正确佩戴。

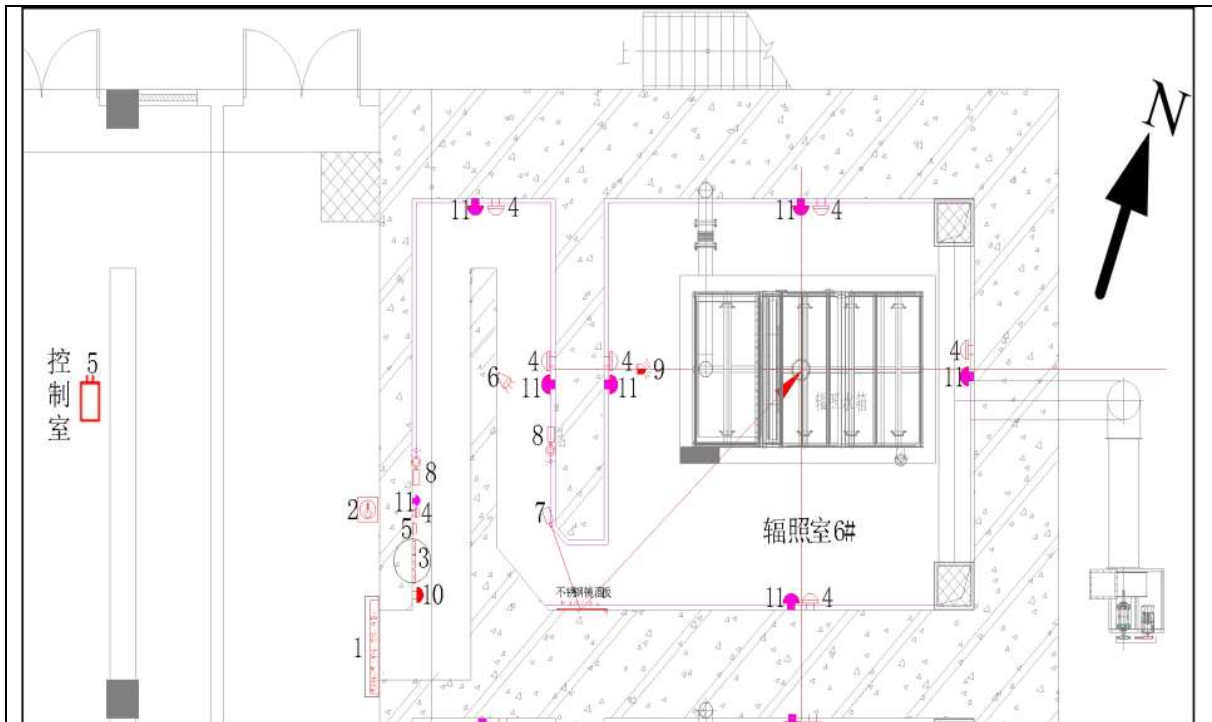
本项目安全装置和防护措施布置示意图及巡检线路详见图 10-6-1~2。



序号	名称	图标	数量	高度	作用
1	状态显示器		1	2.7m	工作状态中屏幕显示(开机、关机、准备)带报警装置
2	钥匙开关		1	1m	进入迷官需要插上钥匙方可打开门
3	光电		3	0.4m、0.85m、1.3m	加速器运行时,有人、动物经过红外线开关,即会立刻停止加速器运行
4	紧停		7	1.2m	人员触发任意一处紧停设备都无法开启
5	剂量探头		2	1.2m	显示当前位置剂量情况。
6	光/电报警		1	2m	开机关门前巡检语音提示
7	摄像头		2	2m	实时监控束下装置运作状态。
8	拉线开关		2	1.3m	听到警铃声、仍停留在加速器机房内的人员拉下可以终止设备开启
9	烟雾报警		1	一层天花板	烟雾报警响起,设备紧急停机
10	门内开关		1	1.2m	突发紧急情况,停止加速器运行,强制打开防护门
11	巡更		7	1.2m	开机前须工作人员进入迷官内巡视是否清场,并按顺序按下开关,否则无法开启加速器。

注：辐照室 1#和 2#辐射安全措施设计同辐照室 3#设计。

图 10-6-1 加速器机房二层两区划分图



序号	名称	图标	数量	高度	作用
1	状态显示器		1	2.7m	工作状态中屏幕显示(开机、关机、准备)带报警装置
2	钥匙开关		1	1m	进入迷官需要插上钥匙方可打开门
3	光电		3	0.4m、0.85m、1.3m	加速器运行时,有人、动物经过红外线开关,即会立刻停止加速器运行
4	紧停		7	1.2m	人员触发任意一处紧停设备都无法开启
5	剂量探头		2	1.2m	显示当前位置剂量情况。
6	光/电报警		1	2m	开机关门前巡检语音提示
7	摄像头		2	2m	实时监控束下装置运作状态。
8	拉线开关		2	1.3m	听到警铃声、仍停留在加速器机房内的人员拉下可以终止设备开启
9	烟雾报警		1	一层天花板	烟雾报警响起,设备紧急停机
10	门内开关		1	1.2m	突发紧急情况,停止加速器运行,强制打开防护门
11	巡更		7	1.2m	开机前须工作人员进入迷官内巡视是否清场,并按顺序按下开关,否则无法开启加速器。

注:辐照室4#和5#辐射安全措施设计同辐照室6#设计。

图 10-6-1 本项目一层辐照室6#辐射安全措施设计图及巡检线路图

### (5) 辐照设备安全原则

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018) 4.1.1 辐射安全原则,对本项目辐射安全措施符合性分析如下:

#### ① 纵深防御原则

应对电子加速器辐照装置的应用及其潜在照射的大小和可能性采取相适应的多层防护与安全措施(即纵深防御),以确保当某一层次的防御措施失效时,可由下一层次的防御措施予以弥补或纠正,达到:防止可能引起照射的事故;减轻可能发生的任何类似事故的后果;在任何这类事故之后,将装置恢复到安全状态。

#### ② 冗余性

采用的物项应多于为完成某一安全功能所必须的最少数目的物项，在运行过程中万一某物项失效或不起作用的情况下可使其整体不丧失功能。例如辐照室和主机室的人员出入口应设 3 道及以上联锁。

### ③多元性

多元性能够提高装置的安全可靠性，可以降低共因故障。系统多元性和多重剂量监测可以采用不同的运行原理、不同的物理变量、不同的运行工况、不同的元器件等。例如：辐照室和主机室的人员出入口的安全联锁可以分别采用机械的、电气的、电子的和剂量的联锁。

### ④独立性

独立性是指某一安全部件发生故障时，不会造成其它安全部件的功能出现故障或失去作用。通过功能分离和实体隔离的方法使安全机构获得独立性。

根据前文内容，本项目拟设置多项安全保护联锁，例如钥匙控制、门机联锁、束下装置联锁、剂量联锁、通风联锁，当所有安全联锁正常启动，全部就位后加速器才能正常出束，符合“纵深防御原则”；本项目拟设置多于为完成某一安全功能所必须的最少数目的联锁，例如一层辐照室出入口处设置三道相互独立的防人误入的光电装置，三道光电装置采用不同厂家生产的不同型号产品，符合“冗余性”安全原则；设置多元性安全联锁，例如安全联锁分别采用了机械的、电气的、电子的和剂量的联锁，符合“多元性”安全原则；保证安全联锁各部件之间独立运行，任一安装装置或者部件发生故障时，不会造成其他安全装置或部件的功能出现故障或者失去作用，符合“独立性”安全原则。

.....”

## （二）工程建设对环境的影响及要求

引自《四川省宜宾五粮液环保产业有限公司新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）环境影响报告表》“表 13 结论与建议”章节内容如下：

### “结论

#### 13.1.5 环境影响分析结论

##### （1）电离辐射

本项目运营期主要为电离辐射的环境影响，项目建设均已采取了针对电离辐射有效的防护措施。项目的固有安全特性和各项安全措施满足《电子加速器辐照装置辐射

安全和防护》(HJ 979-2018)的相关要求。经预测,设备正常运行时,加速器机房外人员可达区域屏蔽体外 30cm 处以及以外区域周围剂量当量率不超过  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。项目运行后,本项目辐射工作人员最大年有效剂量为  $4.11\text{E-}03\text{mSv}$ ,设备及故障检修辐射工作人员最大年有效剂量为  $1.69\text{E-}02\text{mSv}$ ,均满足工作人员年剂量约束值不大于  $5\text{mSv}$  的要求;公众受照的最大年有效剂量为  $5.36\text{E-}02\text{mSv}$ ,满足公众年剂量约束值不大于  $0.1\text{mSv}$  的要求。

## (2) 废气

加速器停止工作后,辐照室内通风系统继续以  $5000\text{m}^3/\text{h}$  的通风量工作,通过 8min 的通风排气,辐照室内臭氧浓度可达到《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分:化学有害因素》(GBZ 2.1-2019)中“臭氧最高容许浓度  $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ”。废气经通排风系统排出机房外,对厂址周围臭氧和氮氧化物的影响很小,因此,本项目臭氧和氮氧化物的排放对环境的影响可以接受。

## (3) 废水

本项目电子加速器拟配套循环冷却水系统,其使用的冷却水为纯净水,不会在管壁结垢也不会腐蚀设备,循环冷却水定期补充,不外排。本项目产生的生活污水依托厂区在建的污水处理设施处理后达标排放。因此,本项目开展后对区域水体环境影响较小。

## (4) 固废

本项目工作人员产生的生活垃圾经分类收集后,由当地环卫部门清运。综上,本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

## (5) 噪声

本项目运行过程中产生的噪声,经隔声罩隔声、隔震垫和距离衰减等处理后,对项目区域外的声环境影响很小。

### 13.1.6 辐射安全与防护措施符合性结论

本项目涉及的辐射设备、工作场所及其人员拟采取的辐射安全措施符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》生态环境部(国家核安全局)《核技术利用监督检查技术程序》(2020 发布版)、《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)等相关文件的要求。

### 13.2 项目环保可行性结论

本项目选址合理，建设符合宜宾市翠屏区总体规划；项目符合产业政策和实践正当性，建设单位在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，并落实本报告提出的各项辐射管理和辐射防护措施，严格执行相关法律法规、标准规范等文件的前提下，具备从事相应辐射活动的技术能力；项目运行时对周围环境和人员的影响能够满足辐射环境保护相关标准的要求，因此从辐射安全和环境保护角度分析，本项目的建设和运行是可行的。

### 13.3 项目环境保护验收检查内容

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位是建设项目竣工环境保护验收的责任主体，应当按照本办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，公开相关信息，接受社会监督，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产使用，并对验收内容、结论和所公开的信息真实性、准确性和完整性负责，不得在验收过程中弄虚作假。

本工程竣工环境保护验收一览表见表 13-1。

类别	环保设施（措施）
	本次新增
建设内容	<p>公司拟在新建集中污水处理厂南侧新建 6 间电子加速器机房（以下简称“加速器机房”）及其配套用房，并在 6 间加速器机房内各安装使用 1 台 EP-DDLH1.5-100-1650 型电子加速器（5 用 1 备），属于 II 类射线装置。本项目电子加速器电子束主射方向均竖直向下，电子线最大能量均为 1.5MeV，为 L 型半自屏蔽设备，其中主机部分采用卧式自屏蔽结构；</p> <p>本项目六间加速器机房均属于 2 层结构建筑，其中辐照室位于一层，设备间位于二层，辐照室四侧墙体、迷道、顶部和底部均为现浇钢筋混凝土结构；二层设备间为框架柱+砌砖结构。</p> <p>本项目辐照室 1#~3#在项目东侧，4#~6#在项目西侧，均从南到北依次排列。6 间辐照室设计相同，因此选取辐照室 2#和 5#作为代表进行相应的描述。</p> <p>辐照室 2#北侧、南侧墙体厚度均为 1400mm，西侧墙体厚度为 1300mm，地坪厚度为 1600mm，顶棚厚度为 1400mm；东侧“II”形迷道内墙、中间墙体、外墙厚度分别为 750mm、400mm、500mm，迷道宽度均为 900mm；防护门 48mm 厚（4mm 不锈钢+8mm 铁板+10mm 铅板+14mm 木板填充+8mm 铁板+4mm 不锈钢）。辐照室 5#北侧、南侧墙体厚度为 1400mm，东侧墙体厚度为 1300mm，地坪厚度为 1600mm，顶棚厚度为 1400mm；西侧“II”形迷道内墙、中间墙体、外墙厚度分别为 750mm、400mm、500mm，迷道宽度均为 900mm；防护门 48mm 厚（4mm 不锈钢+8mm 铁板+10mm 铅板+14mm 木板填充+8mm 铁板+4mm 不锈钢）。各辐照室（1#~6#）室内净高均为 2.45m，各迷道内净高均为 2.85m。</p>
环评手续	项目环评批复

履行情况	
废气处理	各加速器机房辐照室内均设计有机械排风系统，各辐照室设置 2 个排风口，高于地上 100mm，排风管道在穿过屏蔽墙体时，采用“U”型路径设计：加速器机房排风管道在辐照室内下沉到地下 1.2m，经地下管道到达辐照室外后再上升至地面，沿加速器机房外墙至所在建筑楼顶二层排放，排气筒高度为 15m。各加速器辐照室设计通风量为 5000m <sup>3</sup> /h，辐照室净空容积约 74.01m <sup>3</sup> ，通风换气次数可达 68 次/h。
安全装置	各加速器机房均设置有钥匙控制开关 1 套、状态显示器 1 套、光电检测装置 3 套、紧停按钮 7 个、剂量探头 2 个、光/电报警 1 套、摄像头 1 套、拉线开关 2 套、烟雾报警 1 套、门内开关 1 个、巡更 7 套、电离辐射警告标志、警示灯和警示铃、通风系统、紧急出口指示和应急照明等
辐射屏蔽措施	各辐射工作用房墙体屏蔽材料和屏蔽厚度与环评一致。
个人防护用品	辐射工作人员个人剂量计 24 个
	辐射工作人员个人剂量报警仪 6 个
监测	1 台 X-γ 辐射剂量率巡检仪，6 套固定式辐射监测仪，6 台便携式辐射监测报警仪（用于钥匙控制）
综合管理	具有完善的操作规程、应急预案、辐射安全管理制度等
	辐射工作人员需在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台相应类别培训学习，并参加考核，经考核合格后方可上岗
	辐射工作人员建立个人剂量档案和职业健康体检档案

#### 13.4 建议和承诺

(1) 认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

(2) 建设单位尽快组织本项目所有辐射工作人员参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台相应类别培训学习，并进行考核，考核合格后方可上岗，并定期复训。

(3) 定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年 1 月 31 日前上报发证机关，报送内容包括：①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况；④场所辐射环境监测报告和个人剂量监测情况监测数据；⑤辐射事故及应急响应情况；⑥存在的安全隐患及其整改情况；⑦其它有关法律、法规规定的落实情况。

(4) 建设单位承诺使用安装符合国家标准且质量性能安全稳定的辐射安全装置和设备，如烟雾报警装置、监控装置、应急照明设备等。

(5) 一旦发生辐射安全事故，立即启动应急预案并及时报告当地生态环境主管部

门和四川省生态环境厅。

(6) 本项目环评审批后，建设单位应及时到发证机关申领《辐射安全许可证》，办理前应登录“全国核技术利用辐射安全申报系统(网址 <http://rr.mee.gov.cn/>)”实施申报登记。

## 二、审批部门审批决定

引自《四川省生态环境厅关于四川省宜宾五粮液环保产业有限公司新建集中污水处理厂工程项目(电子束辐照工艺部分)环境影响报告表的批复》内容如下：

“你单位《新建集中污水处理厂工程项目(电子束辐照工艺部分)环境影响报告表》(以下简称报告表)收悉。经研究，表批复如下：

### 一、项目建设内容和总体要求

本项目拟在宜宾市岷江西路150号宜宾市五粮液产业园区普什地块四川省宜宾五粮液环保产业有限公司内实施，主要建设内容为：拟在公司集中污水处理厂南侧新建6座电子加速器机房及配套辅助用房，其中一层均为辐照室，二层均为设备间，共用1间控制室。各电子加速器机房内均安装使用1台EP-DD<sub>LH</sub>1.5-100-1650型电子加速器，其最大电子线能量均为1.5MeV，最大电子束流强度均为66mA，为L型半自屏蔽设备，主机部分采用自屏蔽结构，主射方向竖直向下，用于废水的深度处理，属于II类射线装置。项目总投资6000万元，其中环保投资565万元。

该项目严格按照报告表中所列建设项目的性质、规模、工艺和拟采取的各项环境保护措施建设和运行，可以满足国家生态环境保护相关法规和标准的要求。我厅原则同意报告表结论。

### 二、项目建设及运行中需做好的重点工作

(一) 施工期间应严格落实噪声、扬尘等污染防治措施和固体废物处理措施，加强施工场地环境管理，尽可能减小施工活动造成的环境影响。

(二) 严格按照报告表中提出的辐射安全与防护要求，认真落实各项措施，确保主机部分及辐照室的X射线屏蔽能力满足辐射防护要求。钥匙控制、门机联锁、束下装置联锁、信号警示装置、巡检按钮、防人误入装置、急停装置、剂量联锁、通风联锁、烟雾报警等安全设施应满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)相关规定。

(三) 应加强场所辐射安全管理，严格落实“两区”管控措施，定期巡检辐射安

全与防护各项设施设备，确保实时有效运行，并按要求做好运行及维修维护记录，防止维修维护期间“暗电流”对职业人员造成超剂量照射，杜绝违规操作导致职业人员或公众被误照射等事故发生。

（四）按照有关要求制定并完善本单位辐射安全管理各项规章制度及辐射事故应急预案。定期开展辐射事故应急演练，确保具备与自身辐射工作活动相适应的辐射事故应急水平。

（五）辐射工作人员应参加并通过辐射安全与防护考核。严格落实辐射工作人员个人剂量检测，建立个人剂量健康档案。

（六）结合本项目特点和有关要求，认真开展辐射环境监测，并做好有关记录。应按要求编写和提交辐射安全和防护状况年度自查评估报告，

（七）做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息实时准确完整。

（八）报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或者采取的环境保护措施发生重大变动的，应当重新报批项目环境影响评价文件。

### 三、项目竣工环境保护验收工作

项目建设依法严格执行环境保护“三同时”制度。项目竣工后，严格按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》开展竣工环境保护验收。

### 四、申请辐射安全许可证工作

你单位应当按照相关规定向我厅申请领取《辐射安全许可证》。

宜宾市生态环境局要切实履行属地监管职责，按照《关于进一步完善建设项目环境保护“三同时”及竣工环境保护自主验收监管工作机制的意见》（环执法〔2021〕70号）要求，加强对该项目环境保护“三同时”及自主验收监管。

你单位应在收到本批复15个工作日内将批复后的报告表分送宜宾市生态环境局、宜宾市翠屏生态环境局，并按规定接受各级生态环境主管部门的监督检查。”

### 三、环评及批复落实情况

本项目环评及批复落实情况见表4-1及表4-2。

表 4-1 本项目环评“三同时”措施落实情况一览表

核查项目	“三同时”措施	执行情况	结论
规章制度	具有完善的操作规程、应急预案、辐射安全管理制度等	已建立辐射安全与环境管理机构，以制度形式明确了管理人员职责。已制定《辐射安全管理规定》及《辐射事故应急及应急响应程序》等辐射安全管理制度。	已落实
辐射防护屏蔽措施	本项目辐照室 1#~3#在项目东侧，4#~6#在项目西侧，均从南到北依次排列。6 间辐照室设计相同，因此选取辐照室 2#和 5#作为代表进行相应的描述。辐照室 2#北侧、南侧墙体厚度均为 1400mm，西侧墙体厚度为 1300mm，地坪厚度为 1600mm，顶棚厚度为 1400mm；东侧“Π”形迷道内墙、中间墙体、外墙厚度分别为 750mm、400mm、500mm，迷道宽度均为 900mm；防护门 48mm 厚（4mm 不锈钢+8mm 铁板+10mm 铅板+14mm 木板填充+8mm 铁板+4mm 不锈钢）。辐照室 5#北侧、南侧墙体厚度为 1400mm，东侧墙体厚度为 1300mm，地坪厚度为 1600mm，顶棚厚度为 1400mm；西侧“Π”形迷道内墙、中间墙体、外墙厚度分别为 750mm、400mm、500mm，迷道宽度均为 900mm；防护门 48mm 厚（4mm 不锈钢+8mm 铁板+10mm 铅板+14mm 木板填充+8mm 铁板+4mm 不锈钢）。各辐照室（1#~6#）室内净高均为 2.45m，各迷道内净高均为 2.85m。	本项目辐照室 1#~6#均已按照环评及批复落实四周墙体、迷道等各项屏蔽防护措施，工作人员和周围公众年有效剂量低于项目剂量约束值。	已落实
废气处理	各加速器机房辐照室内均设计有机械排风系统，各辐照室设置 2 个排风口，高于地上 100mm，排风管道在穿过屏蔽墙体时，采用“U”型路径设计：加速器机房排风管道在辐照室内下沉到地下 1.2m，经地下管道到达辐照室外后再上升至地面，沿加速器机房外墙至所在建筑楼顶二层排放，排气筒高度为 15m。各加速器辐照室设计通风量为 5000m <sup>3</sup> /h，辐照室净空容积约 74.01m <sup>3</sup> ，通风换气次数可达 68 次/h。	辐照室 1#~6#均设置有排风装置，排风管道在穿过屏蔽墙体采用“U”型路径设计，排风管道在辐照室内下沉到地下 1.2m，经地下管道到达辐照室外后再上升至地面，各辐照室内臭氧分别通过直径为 500mm 的玻璃钢管道从各机房西侧(辐照室 1#~3#)、东侧(辐照室 4#~6#)通过“U”形排风孔引出，经管道引至高于二层设备间屋顶的位置排放，其排风量为 6799m <sup>3</sup> /h（排风机铭牌如图 3-9 所示）。	已落实

安全装置		各加速器机房均设置有钥匙控制开关 1 套、状态显示器 1 套、光电检测装置 3 套、紧停按钮 7 个、剂量探头 2 个、光/电报警 1 套、摄像头 1 套、拉线开关 2 套、烟雾报警 1 套、门内开关 1 个、巡更 7 套、电离辐射警告标志、警示灯和警示铃、通风系统、紧急出口指示和应急照明等	已在辐照室防护门外，设置有工作状态指示灯和电离辐射警示标识；辐照室内墙壁、迷道墙壁、安全联锁控制箱和主控台均设有急停按钮（兼巡检按钮）；防护门内侧均安装有紧急开门装置；迷道内均设有拉线开关；迷道区域内均设有光电装置（红外光电感应装置）装置等各项安全措施。	
人员配备	人员培训	辐射工作人员需在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台相应类别培训学习，并参加考核，经考核合格后方可上岗。	本项目已根据实际运行规模，配备 28 名辐射工作人员（含 9 名管理人员）均已参加“核技术利用辐射安全与防护培训平台”学习及考核，成绩合格，持证上岗，均进行了个人职业健康体检（详见附件 4）。	已落实
	个人剂量管理	设立个人剂量档案	本项目暂未正式投入运营，今后投入运行后，按相关要求开展个人剂量监测，并建立个人剂量档案。	
监测设备		1 台 X-γ 辐射剂量率巡检仪，6 套固定式辐射监测仪，6 台便携式辐射监测报警仪（用于钥匙控制）。	已配备便携式 X-γ 射线辐射巡测仪 1 台，个人剂量报警仪 1 台，6 套固定式辐射监测仪，6 台便携式辐射监测报警仪（用于钥匙控制）；本项目辐射工作人员均配备个人剂量计。	已落实
辐射监测		/	每年请有资质单位对辐射工作场所进行监测。	已落实

综上所述，本项目已按照环评“三同时措施”进行落实。

## 2、批复落实情况

本项目批复落实情况见表 4-2。

表 4-2 本项目批复落实情况一览表

环评批复	落实情况
<p>施工期间应严格落实噪声、扬尘等污染防治措施和固体废物处理措施，加强施工场地环境管理，尽可能减小施工活动造成的环境影响。</p>	<p>项目已建成，施工过程中均有效落实各项环境保护措施，避免施工扬尘、废水、固体废物等对环境的影响。</p>
<p>严格按照报告中提出的辐射安全与防护要求，认真落实各项措施，确保主机部分及辐照室的 X 射线屏蔽能力满足辐射防护要求。钥匙控制、门机联锁、束下装置联锁、信号警示装置、巡检按钮、防人误入装置、急停装置、剂量联锁、通风联锁、烟雾报警等安全设施应满足《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018) 相关规定。</p>	<p>已在辐照室工作场所各醒目位置电离辐射警告标志；设置工作场所“两区划分”标识；辐照室防护门外和机房内部均设置有灯光和音响警示，防护门外，设置有工作状态指示灯和电离辐射警示标识；辐照室四面墙壁、迷道墙壁、安全联锁控制箱和主控台均设有急停按钮(兼巡检按钮)；迷道内均设有拉线开关；迷道区域内均设有 3 道相互独立的光电装置(红外光电感应装置)并分别与加速器联锁；辐照室防护门内侧均安装有紧急开门装置等，各项安全措施，能有效杜绝因违规操作导致职业人员或公众被误照射等事故发生。</p>
<p>应加强场所辐射安全管理，严格落实“两区”管控措施，定期巡检辐射安全与防护各项设施设备，确保实时有效运行，并按要求做好运行及维修维护记录，防止维修维护期间“暗电流”对职业人员造成超剂量照射，杜绝违规操作导致职业人员或公众被误照射等事故发生。</p>	<p>已按照有关要求制订本公司辐射安全管理各项规章制度及辐射事故应急预案。公司承诺今后定期开展辐射事故应急演练，确保具备与自身辐射工作活动相适应的辐射事故应急水平。</p>
<p>按照有关要求制定并完善本单位辐射安全管理各项规章制度及辐射事故应急预案。定期开展辐射事故应急演练，确保具备与自身辐射工作活动相适应的辐射事故应急水平。</p>	<p>已按照有关要求制订本公司辐射安全管理各项规章制度及辐射事故应急预案。公司承诺今后定期开展辐射事故应急演练，确保具备与自身辐射工作活动相适应的辐射事故应急水平。</p>
<p>辐射工作人员应参加并通过辐射安全与防护考核。严格落实辐射工作人员个人剂量检测，建立个人剂量健康档案。</p>	<p>本项目配备的 28 名辐射工作人员(含 9 名辐射管理人员)均已参加“核技术利用辐射安全与防护培训平台”学习及考核，成绩合格，持证上岗，均已开展个人职业健康体检，并建立职业健康档案。</p>
<p>结合本项目特点和有关要求，认真开展辐射环境监测，并做好有关记录。应按要求编写和提交辐射安全和防护状况年度自查评估报告。</p>	<p>公司已按照有关要求制定《辐射工作场所辐射环境监测方案》，并定期开展自我监测，每年委托有资质单位开展辐射环境监测，并将监测结果纳入辐射安全和防护状况年度自查评估报告。</p>
<p>做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息实时准确完整。</p>	<p>公司配有专职人员对“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息准确完整。</p>
<p>报告表经批准后，项目的性质、规模、地点或者采取的环境保护措施发生重大变动的，应当重新报批项目环境影响评价文件。</p>	<p>公司承诺今后本项目的性质、规模、地点或者采取的环境保护措施发生重大变动的，应当重新报批项目环境影响评价文件。</p>

项目竣工环境保护验收工作	项目建设依法严格执行环境保护“三同时”制度。项目竣工后，严格按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》开展竣工环境保护验收。	公司已委托四川瑞迪森检测技术有限公司对本项目开展竣工环境保护验收监测工作。
申请辐射安全许可证工作	你单位应当按照相关规定向我厅申请领取《辐射安全许可证》。	公司现持有四川省生态环境厅颁发的《辐射安全许可证》(发证日期：2025年9月3日)，其证书编号为：川环辐证(01460)，许可种类和范围为：使用II类射线装置，有效期至2030年9月2日。

综上所述，本项目已按照环评及其批复进行落实。

## 表五 验收监测质量保证及质量控制

### 验收监测质量保证和质量控制

#### 一、监测单位资质

验收监测单位四川瑞迪森检测技术有限公司获得 CMA 资质认证（232303100007），见附件 6。

#### 二、检测方法及监测仪器

本次监测使用仪器符合四川瑞迪森检测技术有限公司质量管理体系要求，监测所用设备通过检定并在有效期内，满足监测要求。

检测方法及评价依据见表 5-1，监测仪器见表 5-2。

表 5-1 监测项目、分析方法及来源

监测项目	检测方法	评价依据
X-γ 辐射剂量率	《辐射环境监测技术规范》 (HJ 61-2021)	《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》 (HJ 979-2018)

表 5-2 检测使用仪器

仪器名称/型号	仪器编号	设备参数及检定情况
辐射检测仪 (AT1123)	SCRDS-062	能量响应: 15keV~10MeV 测量范围: 50nSv/h~10Sv/h 校准证书编号: 校准字第 202506101461 号 校准有效期限: 2025.06.09~2026.06.08

#### 三、质量保证措施

人员培训: 监测人员经考核并持有合格证书上岗。

仪器刻度: 监测仪器定期经计量部门检定，监测期间在有效期内。

自检: 每次测量前、后均检查仪器的工作状态。

监测记录: 现场监测过程，专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

数据记录及处理: 开机预热，手持仪器或将仪器固定在三脚架上。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为 1m。仪器读数稳定后，每个点位读取 5 个数据，读取间隔不小于 10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。

## 表六 验收监测内容

### 验收监测内容

#### 一、监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)及《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)的标准要求进行监测、分析。

#### 二、监测因子

根据项目污染源特征,本次工作场所竣工验收监测因子为 X- $\gamma$  辐射剂量率。

#### 三、监测工况

2026年1月8日,四川瑞迪森检测技术有限公司对四川省宜宾五粮液环保产业有限公司新建集中污水处理厂工程项目(电子束辐照工艺部分)进行验收监测,验收工况如下:

表 6-1 新建集中污水处理厂工程项目(电子束辐照工艺部分)验收工况

设备名称型号	设备编号	技术参数	验收监测工况*	使用场所
电子加速器 (EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650)	D24-31-241227	1.5MeV/66mA	1.5MeV/65mA	辐照室 1#
电子加速器 (EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650)	D24-32-250215	1.5MeV/66mA	1.5MeV/65mA	辐照室 2#
电子加速器 (EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650)	D24-33-241227	1.5MeV/66mA	1.5MeV/65mA	辐照室 3#
电子加速器 (EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650)	D24-34-250215	1.5MeV/66mA	1.5MeV/65mA	辐照室 4#
电子加速器 (EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650)	D24-35-250215	1.5MeV/66mA	1.5MeV/65mA	辐照室 5#
电子加速器 (EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650)	D24-36-250215	1.5MeV/66mA	1.5MeV/65mA	辐照室 6#

注: \*设定最大工况,电子束主射方向均竖直向下。

#### 四、监测点位及内容

对四川省宜宾五粮液环保产业有限公司辐照室工作场所周围环境布设监测点,特别关注控制区、监督区边界、防护门及屏蔽体外 30cm 处,辐照室正上方二层设备各设备主钢桶及侧钢桶位置处,间监测 X- $\gamma$  辐射剂量率。

## 表七 验收监测

### 验收监测期间运行工况记录

被检单位：四川省宜宾五粮液环保产业有限公司

监测实施单位：四川瑞迪森检测技术有限公司

监测日期：2026年1月8日

天气：晴 温度：12℃ 湿度：81%RH

监测因子：X-γ 辐射剂量率

验收监测期间生产工况见表 7-1。

表 7-1 新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）验收工况

设备名称型号	设备编号	技术参数	验收监测工况	使用场所
电子加速器 (EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650)	D24-31-241227	1.5MeV/66mA	1.5MeV/65mA	辐照室 1#
电子加速器 (EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650)	D24-32-250215	1.5MeV/66mA	1.5MeV/65mA	辐照室 2#
电子加速器 (EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650)	D24-33-241227	1.5MeV/66mA	1.5MeV/65mA	辐照室 3#
电子加速器 (EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650)	D24-34-250215	1.5MeV/66mA	1.5MeV/65mA	辐照室 4#
电子加速器 (EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650)	D24-35-250215	1.5MeV/66mA	1.5MeV/65mA	辐照室 5#
电子加速器 (EP-DD <sub>LH</sub> 1.5-100-1650)	D24-36-250215	1.5MeV/66mA	1.5MeV/65mA	辐照室 6#

注：\*设定最大工况，电子束主射方向均竖直向下。

### 验收监测结果

#### 一、工作场所辐射防护监测结果

本项目辐照室工作场所辐射防护监测报告详见附件 6。监测结果见表 7-2~表 7-8。

表 7-2 辐照室 1#周围 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 (μSv/h)	设备状态
1	操作位	0.11	关机
	操作位	0.11	开机
2	东侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
3	东侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
4	东侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
5	迷道门外 30cm 处 (左缝)	0.11	开机
6	迷道门外 30cm 处 (中缝)	0.11	开机

7	迷道门外 30cm 处（右缝）	0.11	开机
8	迷道门外 30cm 处（下缝）	0.11	开机
9	南侧墙体外 30cm 处	0.10	开机
10	南侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
11	北侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
12	北侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
13	北侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
14	西侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
15	西侧墙体外 30cm 处	0.10	开机
16	二层设备间	0.10	开机
17	二层设备间	0.10	开机

注：1.测量结果未扣除本底值；2.检测时，辐照室 2#~6#未运行；3.辐照室下方为土层结构，上方为二层设备间；4.检测点位见附图 7-1。

### 结论：

本次检测，电子加速器（型号/编号：EP-DDLH1.5-100-1650/D24-31-241227）正常工作（检测工况：1.5MeV/65mA）时，辐照室 1#工作场所及周围 X-γ 辐射剂量率为（0.10~0.11）μSv/h，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）标准的要求。

表 7-2 辐照室 2#周围 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果（μSv/h）	设备状态
1	操作位	0.11	关机
	操作位	0.11	开机
2	东侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
3	东侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
4	东侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
5	迷道门外 30cm 处（左缝）	0.11	开机
6	迷道门外 30cm 处（中缝）	0.11	开机
7	迷道门外 30cm 处（右缝）	0.11	开机
8	迷道门外 30cm 处（下缝）	0.11	开机
9	南侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
10	南侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
11	南侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
12	北侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
13	北侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
14	北侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
15	西侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
16	西侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
17	二层设备间	0.11	开机

18	二层设备间	0.11	开机
----	-------	------	----

注：1.测量结果未扣除本底值；2.检测时，辐照室 1#及辐照室 3#~6#未运行；3.辐照室下方为土层结构，上方为二层设备间；4.检测点位见附图 7-2。

**结论：**

本次检测，电子加速器（型号/编号：EP-DDLH1.5-100-1650/D24-32-250215）正常工作（检测工况：1.5MeV/65mA）时，辐照室 2#工作场所及周围 X-γ 辐射剂量率为（0.11~0.12）μSv/h，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）标准的要求。

**表 7-3 辐照室 3#周围 X-γ 辐射剂量率检测结果**

测点编号	检测点位描述	测量结果（μSv/h）	设备状态
1	操作位	0.11	关机
	操作位	0.11	开机
2	东侧墙体外 30cm 处	0.13	开机
3	东侧墙体外 30cm 处	0.13	开机
4	东侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
5	迷道门外 30cm 处（左缝）	0.11	开机
6	迷道门外 30cm 处（中缝）	0.11	开机
7	迷道门外 30cm 处（右缝）	0.11	开机
8	迷道门外 30cm 处（下缝）	0.11	开机
9	南侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
10	南侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
11	南侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
12	北侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
13	北侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
14	北侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
15	西侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
16	西侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
17	二层设备间	0.11	开机
18	二层设备间	0.10	开机

注：1.测量结果未扣除本底值；2.检测时，辐照室 1#~2#及辐照室 4#~6#未运行；3.辐照室下方为土层结构，上方为二层设备间；4.检测点位见附图 7-3。

**结论：**

本次检测，电子加速器（型号/编号：EP-DDLH1.5-100-1650/D24-33-241227）正常工作（检测工况：1.5MeV/65mA）时，辐照室 3#工作场所及周围 X-γ 辐射剂量率为（0.10~0.13）μSv/h，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）标准的要求。

表 7-4 辐照室 4#周围 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 (μSv/h)	设备状态
1	操作位	0.11	关机
	操作位	0.11	开机
2	西侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
3	西侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
4	西侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
5	迷道门外 30cm 处 (左缝)	0.11	开机
6	迷道门外 30cm 处 (中缝)	0.11	开机
7	迷道门外 30cm 处 (右缝)	0.11	开机
8	迷道门外 30cm 处 (下缝)	0.11	开机
9	北侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
10	北侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
11	北侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
12	东侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
13	东侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
14	南侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
15	二层设备间	0.11	开机
16	二层设备间	0.11	开机

注：1.测量结果未扣除本底值；2.检测时，辐照室 1#~3#及辐照室 5#~6#未运行；3.辐照室下方为土层结构，上方为二层设备间；4.检测点位见附图 7-4。

#### 结论：

本次检测，电子加速器（型号/编号：EP-DD<sub>LH</sub>1.5-100-1650/D24-34-250215）正常工作（检测工况：1.5MeV/65mA）时，辐照室 4#工作场所及周围 X-γ 辐射剂量率为（0.11~0.12）μSv/h，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）标准的要求。

表 7-5 辐照室 5#周围 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 (μSv/h)	设备状态
1	操作位	0.11	关机
	操作位	0.11	开机
2	西侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
3	西侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
4	西侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
5	迷道门外 30cm 处 (右缝)	0.11	开机
6	迷道门外 30cm 处 (下缝)	0.11	开机
7	迷道门外 30cm 处 (右缝)	0.11	开机
8	迷道门外 30cm 处 (下缝)	0.11	开机
9	南侧墙体外 30cm 处	0.12	开机

10	南侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
11	南侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
12	北侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
13	北侧墙体外 30cm 处	0.13	开机
14	北侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
15	东侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
16	东侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
17	二层设备间	0.11	开机
18	二层设备间	0.11	开机

注：1.测量结果未扣除本底值；2.检测时，辐照室 1#~4#及辐照室 6#未运行；3.辐照室下方为土层结构，上方为二层设备间；4.检测点位见附图 7-5。

### 结论：

本次检测，电子加速器（型号/编号：EP-DD<sub>LH</sub>1.5-100-1650/D24-35-250215）正常工作（检测工况：1.5MeV/65mA）时，辐照室 5#工作场所及周围 X-γ 辐射剂量率为（0.11~0.13）μSv/h，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）标准的要求。

表 7-6 辐照室 6#周围 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果（μSv/h）	设备状态
1	操作位	0.11	关机
	操作位	0.11	开机
2	西侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
3	西侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
4	西侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
5	迷道门外 30cm 处（右缝）	0.11	开机
6	迷道门外 30cm 处（下缝）	0.11	开机
7	迷道门外 30cm 处（右缝）	0.11	开机
8	迷道门外 30cm 处（下缝）	0.11	开机
9	南侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
10	南侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
11	南侧墙体外 30cm 处	0.12	开机
12	北侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
13	北侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
14	北侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
15	东侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
16	东侧墙体外 30cm 处	0.11	开机
17	二层设备间	0.11	开机
18	二层设备间	0.11	开机

注：1.测量结果未扣除本底值；2.检测时，辐照室 1#~5#未运行；3.辐照室下方为土层结构，上方为二层设备间；4.检测点位见附图 7-6。

**结论：**

本次检测，电子加速器（型号/编号：EP-DD<sub>LH</sub>1.5-100-1650/D24-36-250215）正常工作（检测工况：1.5MeV/65mA）时，辐照室 6#工作场所及周围 X-γ 辐射剂量率为（0.11~0.12）μSv/h，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）标准的要求。

表 7-7 环境保护目标处 X-γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果（μSv/h）	备注
1	综合楼	0.09	开机
2	普仕集团职工食堂	0.09	开机
3	普仕集团职工浴室	0.09	开机
4	加药间	0.09	开机
5	普仕集团建筑物	0.09	开机
6	本底监测值	0.08	关机

注：1.测量结果未扣除本底值；2.辐照室 1#~6#同时运行；3.检测点位见附图 7-7。

**结论：**

本次检测，环境保护目标处 X-γ 辐射剂量率为（0.08~0.09）μSv/h，符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ 979-2018）标准的要求。

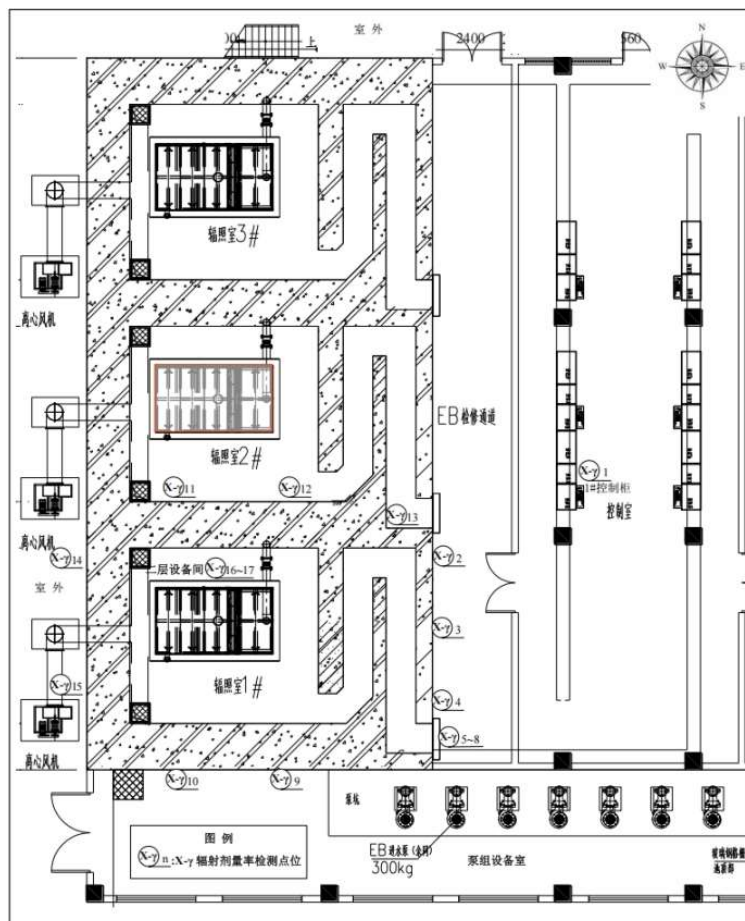


图 7-1 辐照室 1#现场检测点位平面示意图

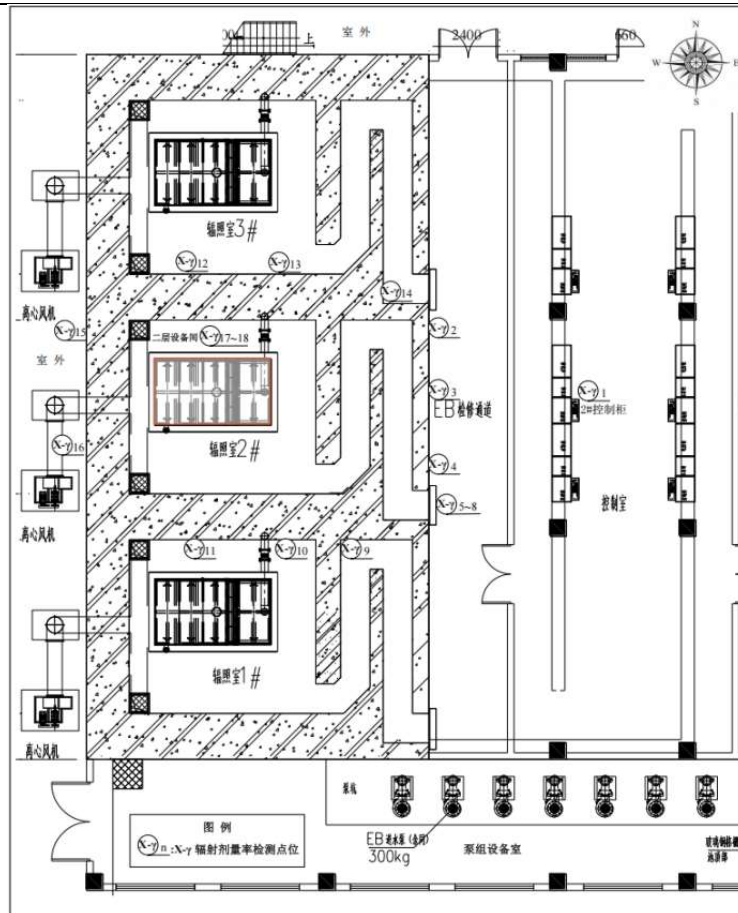


图 7-2 辐照室 2#现场检测点位平面示意图

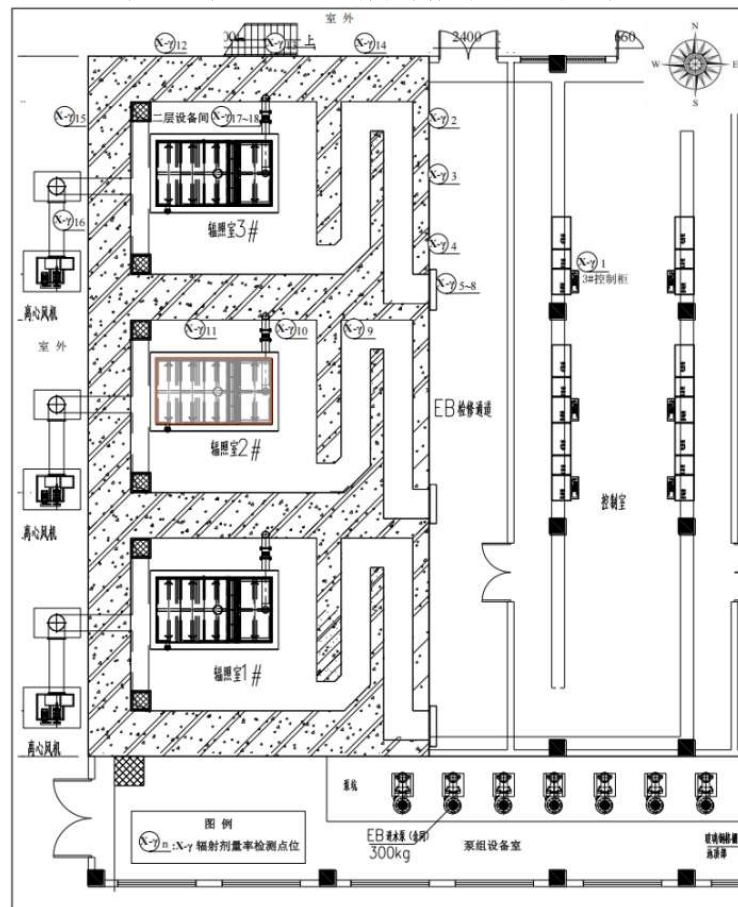


图 7-3 辐照室 3#现场检测点位平面示意图

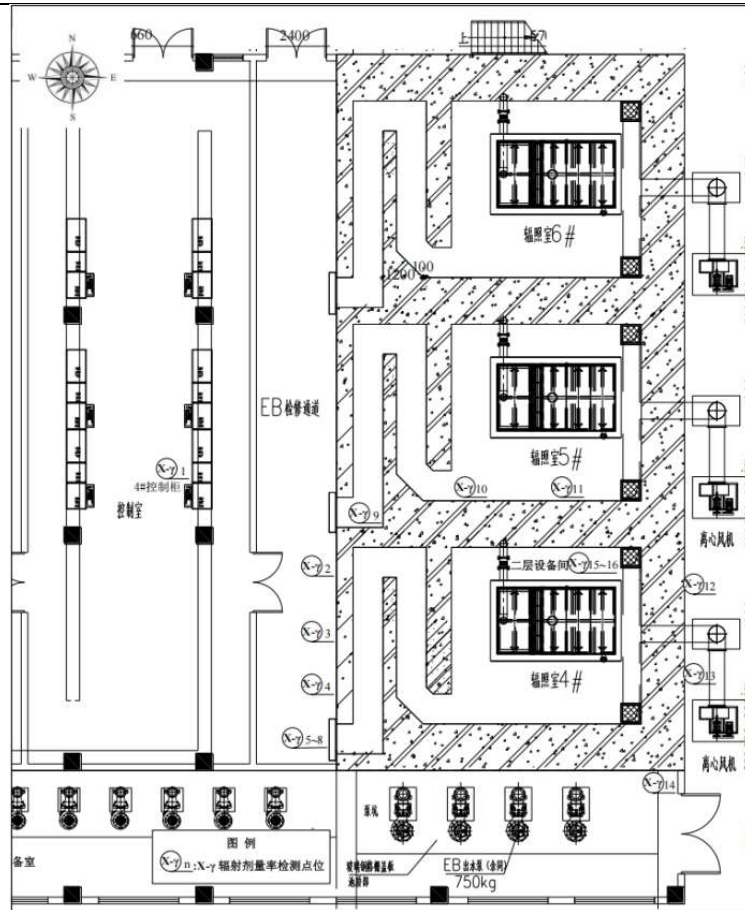


图 7-4 辐照室 4#现场检测点位平面示意图

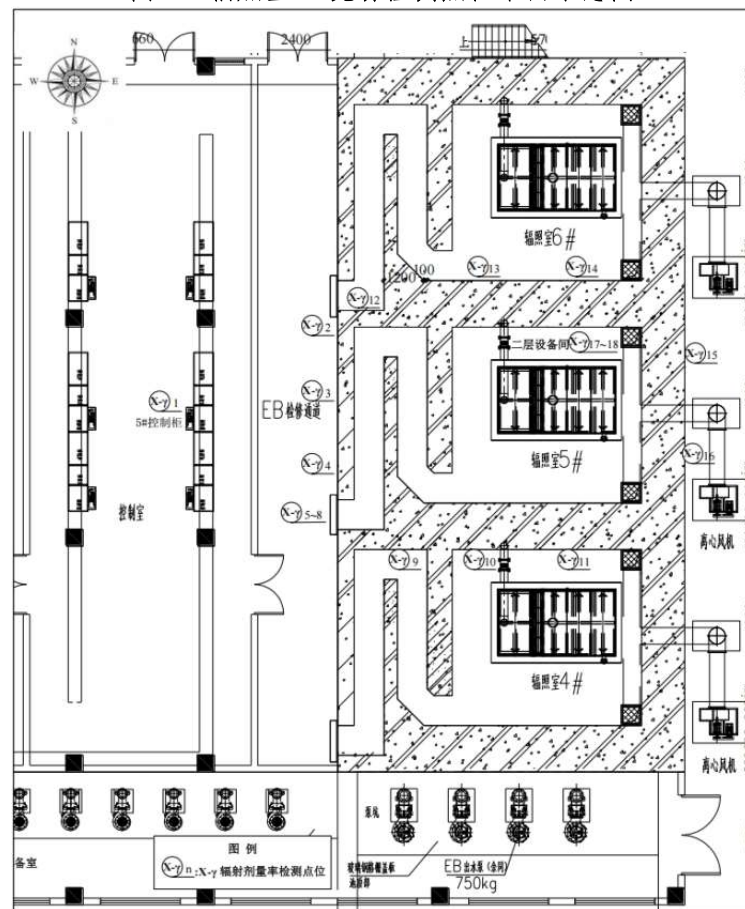


图 7-5 辐照室 5#现场检测点位平面示意图

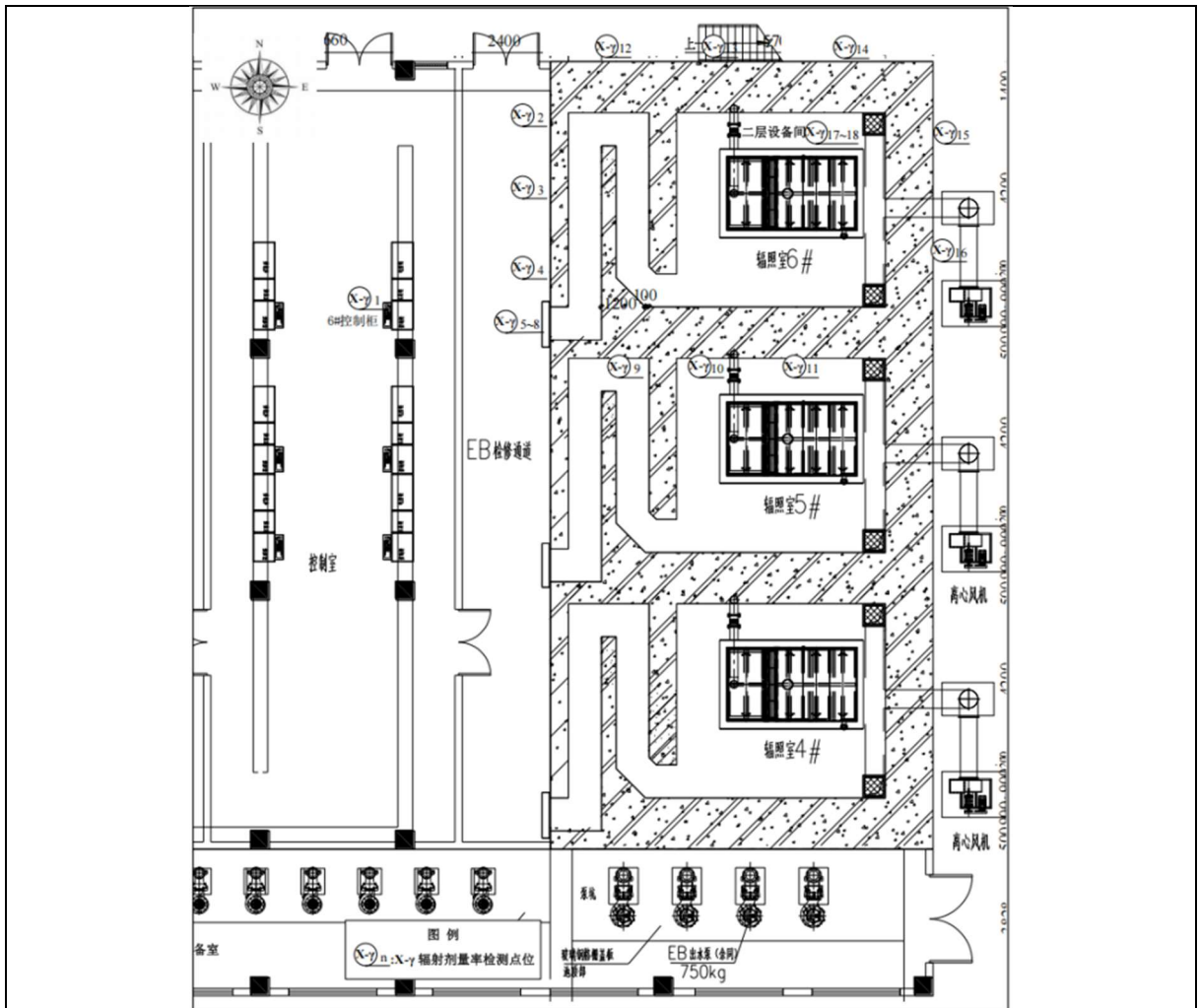


图 7-6 辐照室 6#现场检测点位平面示意图

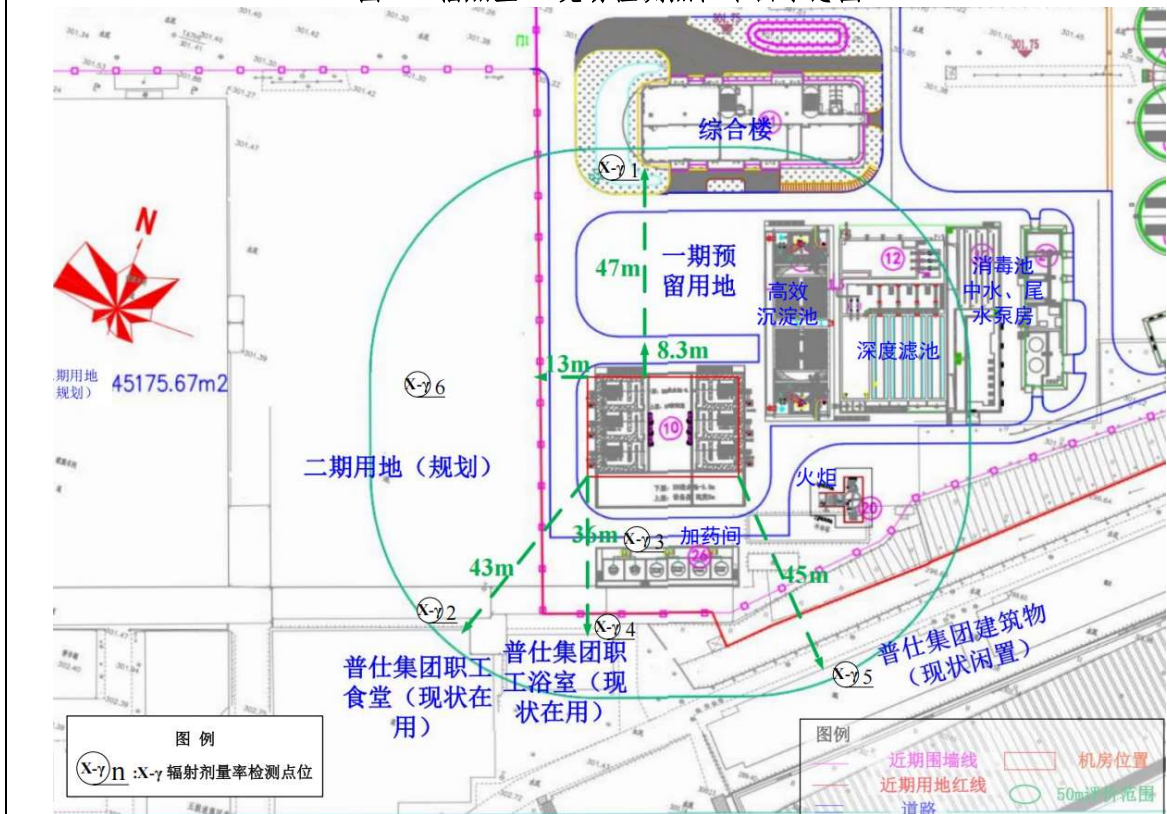


图 7-7 环境保护目标处现场检测点位平面示意图

## 二、辐射工作人员和公众年有效剂量分析

### 1、辐射工作人员

根据本项目环评及实际工作量，公司已为本项目配备 28 名辐射工作人员（含 9 名管理人员）。设备全年每天 24 小时运行，加速器年最大出束时间约 7920h/台。

本项目暂未正式投入运营，故保守按照本次验收最大监测值估算辐射工作人员所最大年有效剂量，估算结果如表 7-3 所示。

本项目所配的辐射工作人员保守按照本次验收最大监测值估算辐射工作人员所最大年有效剂量，估算结果见表 7-8。

表 7-8 本项目辐射工作人员年有效剂量估算结果

关注点位	最大监测值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留 因子	年受照时 间 (h)	人员年有效剂 量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	是否 满足
控制室	0.11	1	7920	0.871	5.0	满足

注：1.计算时未扣除环境本底剂量；2.控制室最大监测值为 0.11 $\mu\text{Sv/h}$ ；

3.人员的年有效剂量由公式 $E_{eff} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算。

由表 7-8 可知，本项目辐射工作人员所受年有效剂量最大为 0.871mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值要求，并低于本项目剂量约束值（职业：5mSv/a）。

### 2、公众

根据本项目现场监测结果，对本项目运行期间公众的年有效剂量进行估算，计算结果见表 7-9。

表 7-9 本项目公众年有效剂量估算结果

关注点位	最大监测值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留 因子	年受照时 间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	是否 满足
综合楼	0.09	1	7920	0.079	0.1	满足
普仕集团职工食堂	0.09	1		0.079		
普仕集团职工浴室	0.09	1		0.079		
加药间	0.09	1		0.079		
普仕集团建筑物	0.09	1		0.079		

注：1.计算时已扣除环境本底剂量（0.08 $\mu\text{Sv/h}$ ）；

2.人员的年有效剂量由公式 $E_{eff} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算。

由表 7-7 可知，本项目辐照室工作场所周围公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）限值的要求，并低于本项目剂量约束值（公众：0.1mSv/a）。

综上所述，根据本项目现场监测结果，对项目运行期间辐射工作人员和工作的年有效剂量进行估算，辐射工作人员和公众年有效剂量能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（职业人员 20mSv/a，公众 1mSv/a），并低于本项目剂量约束值（职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a）。

### 三、保护目标年有效剂量分析

根据本项目的特点，本项目加速器机房墙体外 50m 评价范围内无居民区、学校、自然保护区、风景名胜区、水源保护区等环境敏感点。本项目的环境保护目标为评价范围内活动的本项目的辐射工作人员、厂区内其他员工及周围公众成员，本次验收环境保护目标与环评一致。

由表 7-8~表 7-9 可知，本项目保护目标范围内辐射工作人员及周围公众所受年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）剂量限值的要求，并低于本项目剂量约束值（职业人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a）。

表八 验收监测结论

### 验收监测结论

四川省宜宾五粮液环保产业有限公司新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施，经现场监测和核查表明：

1、根据《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》相关内容，本项目建设性质、建设地点、环境保护目标、规模、工艺及辐射安全与防护措施内容与环评均一致，无变动。

2、本项目工作场所监督区及监督区划分明显，已在控制区及监督区醒目位置设置了电离辐射警告标志，能有效避免周围公众误入或非正常受照。

3、本项目工作场所的屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实，在正常工作条件下运行时，工作场所周围及环境保护目标所有监测点位的 X- $\gamma$  辐射剂量率满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）等相关标准要求；

4、公司已在辐照室防护门外，设置有工作状态指示灯和电离辐射警示标识；辐照室内墙壁、迷道墙壁、安全联锁控制箱和主控台均设有急停按钮；防护门内侧均安装有紧急开门装置；迷道内均设有拉线开关；迷道区域内均设有光电装置（红外光电感应装置）装置等各项安全措施。

5、公司已为本项目配备个人剂量报警仪 1 台，便携式辐射监测报警仪（用于钥匙控制）6 台，固定式辐射监测仪 6 套，便携式 X- $\gamma$  射线辐射巡测仪 1 台。

6、公司已根据实际工作需求为本项目配备 28 名辐射工作人员（含 9 名管理人员）均已参加辐射安全与防护培训学习，并通过辐射安全与防护考核，持证上岗。

7、本项目辐射工作人员已开展个人职业健康体检，并建立职业健康档案。

8、公司具有辐射安全管理机构，并建立内部辐射安全管理规章制度。

综上所述，四川省宜宾五粮液环保产业有限公司新建集中污水处理厂工程项目（电子束辐照工艺部分）满足环评及批复中有关辐射管理的要求，配套的环保设施与主体工程符合“三同时”制度，环境保护设施满足辐射防护与安全的要求，监测结果符合国家标准，满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求，验收合格。

## 建议

1、认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规，不断提高核安全文化素养和安全意识；

2、每年请有资质单位对项目周围辐射环境水平监测 1~2 次，监测结果上报生态环境主管部门；

3、积极配合生态环境部门的日常监督检查，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，编写放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告，并上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”；

4、进一步完善辐射事故应急处理预案和辐射防护管理制度。定期检查安全防护设施，保证设备正常运行。