

# 核技术利用建设项目

## 中玖闪光医疗科技有限公司东林基地电子 FLASH 加速器动物 实验核技术利用项目环境影响报告表

(公示本)

中玖闪光医疗科技有限公司

2024 年 9 月

生态环境部监制

**表 1：项目基本情况**

建设项目名称	东林基地电子 FLASH 加速器动物实验核技术利用项目				
建设单位	中玖闪光医疗科技有限公司				
法人代表	**	联系人	刘女士	联系电话	18281937777
注册地址	四川省绵阳市游仙区科学城大道 1 号				
项目建设地点	四川省绵阳市游仙区东林乡中国（绵阳）科技城游仙军民融合产业园久远激光产业园 3 号楼				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资(万元)	100	项目环保投资(万元)	27.5	投资比例（环保投资/总投资）	27.5%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积(m <sup>2</sup> )	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他					

**项目概述**

**一、概述**

中玖闪光医疗科技有限公司（以下简称：中玖闪光）是由四川长虹电子控股集团有限公司、绵阳园城融合发展集团有限责任公司、中国工程物理研究院应用电子学研究所、绵阳科技城科新医疗发展有限公司共同出资组建的有限责任公司。于 2022 年 9 月 15 日工商注册成立，统一社会信用代码为 91510704MAC091UR2T，注册资本 50000 万元，注册地址为四川省绵阳市游仙区科学城大道 1 号。

**2、项目概况及由来**

中玖闪光医疗科技有限公司东林基地已建成 1 间 450kV 工业 CT 影像测试间，不再按原计划购买 CT 机，而是用于安装 1 台电子 FLASH 放射治疗系统（脉冲式电子直线加速器）用于动物实验。动物主要为小鼠。

根据前述分析，本项目为“使用医用 II 类射线装置”，为加强射线装置的辐射环境管理，

防止放射性污染和意外事故的发生,确保射线装置的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响,根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关法律法规要求,建设方须对该项目进行环境影响评价。

根据中华人民共和国生态环境部第16号令《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年版),本项目涉及使用医用II类射线装置,应编制环境影响报告表。四川省自然资源实验测试研究中心(四川省核应急技术支持中心)接受建设单位委托后,通过现场勘察、收集资料等工作,结合本项目的特点,按照国家有关技术规范要求,编制完成《中玖闪光医疗科技有限公司东林基地电子FLASH加速器动物实验核技术利用项目环境影响报告表》。

## 二、项目建设内容及规模

### 1、项目名称、建设单位、建设地点及性质

项目名称:东林基地电子FLASH加速器动物实验核技术利用项目

建设单位:中玖闪光医疗科技有限公司

建设地点:四川省绵阳市游仙区东林乡中国(绵阳)科技城游仙军民融合产业园久远激光产业园3号楼

建设性质:新建

### 2、建设内容

建设单位中玖闪光医疗科技有限公司拟将已建成的1间450kV工业CT检测间改造为电子FLASH加速器实验机房,并将现有的1台9MeV电子FLASH加速器从FLASH放疗设备测试间迁入电子FLASH加速器实验机房进行动物实验。CT检测间目前为空置房间,未开展过辐射相关活动。

改造后的电子FLASH加速器实验机房内安装使用的1台电子-FLASH直线加速器最大电子射线能量为9MeV,等中心电子射线最大出束剂量为20Gy/次,每小时最大出束10次,等中心每小时最大输出剂量为200Gy,属于II类射线装置

本次在机房内增加迷道,其余屏蔽体不变,并增加完善机房内安全装置。改造后的电子FLASH加速器实验机房建筑面积为83.52m<sup>2</sup>,长11.6m×宽7.2m×高6m,机房整体采用钢筋混凝土连续浇筑。机房东北侧为2m厚混凝土,与FLASH放疗设备测试间共用;东

南侧、西南侧和西北侧墙体均为 0.6m 厚混凝土；西北侧设置直迷道，迷道内墙为 0.6m 厚混凝土,长 2m，迷道外墙为 0.6m 厚混凝土；屋顶为 0.5m 厚混凝土；楼下无房间，地面不做特殊防护；机房防护门为 0.6m 厚的混凝土电动平移门，门洞尺寸 1510 mm×2200mm。

本次建设内容见表 1-1 电子 FLASH 加速器实验机房设计图见附图 4 和附图 5。

表 1-1 项目建设内容表

设备名称	能量	射线装置类别	数量（台）	工作场所名称	活动种类	备注
电子-FLASH 直线加速器	9MeV	II类	1	3号厂房电子FLASH加速器实验机房	使用	已有

### 3、项目组成及主要环境问题

本项目组成及主要环境问题见表 1-2。

表 1-2 项目组成及主要的环境问题表

名称		建设内容及规模	可能产生的环境问题	
			施工期	营运期
主体工程	电子 FLASH 加速器实验机房	<p>建设单位中玖闪光医疗科技有限公司拟将已建成的 1 间 450kV 工业 CT 机房改造为电子 FLASH 加速器实验机房，并将现有的 1 台 9MeV 电子 FLASH 加速器从 FLASH 放疗设备测试间迁入电子 FLASH 加速器实验机房进行动物实验。</p> <p>改造后的电子 FLASH 加速器实验机房内安装使用的 1 台电子-FLASH 直线加速器最大电子射线能量为 9MeV，等中心电子射线最大出束剂量为 20Gy/次，每小时最大出束 10 次，等中心每小时最大剂量为 200Gy，属于 II 类射线装置。设备单次出束时间范围为 0.06s~30s，每年出束次数不超过 2000 次，每年加速器工作时间不超过 200h。</p> <p>本次在 450kVCT 机房内增加迷道，其余屏蔽体不变，并增加完善机房内安全装置。改造后的电子 FLASH 加速器实验机房建筑面积为 83.52m<sup>2</sup>，长 11.6m×宽 7.2m×高 6m，机房整体采用钢筋混凝土连续浇筑。机房东北侧为 2m 厚混凝土，与 FLASH 放疗设备测试间共用；东南侧、西南侧和西北侧墙体均为 0.6m 厚混凝土；西北侧设置直型迷道，迷道内墙为 0.6m 厚混凝土,长 2m，迷道外墙为 0.6m 厚混凝土；屋顶为 0.5m 厚混凝土；楼下无房间，地面不做特殊防护；机房防护门为 0.6m 混凝土电动平移门，门洞尺寸 1510 mm×2200mm。</p>	施工噪声、施工废水、建筑粉尘、建筑垃圾。	电子射线、X 射线，臭氧

辅助工程	控制室、动物暂存间。	/	办公垃圾，废垫料、清洗废水、恶臭
公用工程	本项目依托的暖通空调、通排风、配电、供电、给排水和通讯系统等依托厂区现有设施。	/	/
环保工程	运行期间产生的臭氧经排风系统引至厂房东南侧墙 7m 高排风口排放；动物暂存区产生的恶臭气体经活性炭净化处理后引至厂房东南侧墙 5m 高排风口排放。	/	废气、废水、生活垃圾
	①生活污水和笼具清洗废水经园区化粪池预处理后与冷却废水一并排入七星坝污水处理厂处理达标后排入涪江。 ②办公、生活垃圾依托中玖闪光垃圾收集系统进行收集后交由市政环卫部门处置。	/	
办公及生活设施	依托厂区已有办公设施	/	生活污水，生活垃圾

## 5、工作人员及工作制度

本项目配置 8 名辐射工作人员，均为原有辐射工作人员，具体如下。

表 1-4 本项目辐射工作场所人员配置情况表

工作场所	工作内容	配置人数（人）	备注
电子 FLASH 加速器实验机房	加速器操作	8 名	专用于电子 FLASH 加速器机房工作

(2) 工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 250 天，每天不超过 8 小时。

## 四、产业政策符合性

本项目属于核技术在医学领域应用，根据国家发展和改革委员会发布《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 4 条“核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，符合国家产业发展政策。

## 五、项目选址合理性、布局合理性及实践正当性分析

### 1、项目选址合理性分析

中玖闪光主要业务为生产、销售、使用医用 FLASH 加速器、普通放疗设备，项目用地符合性、与绵阳游仙高新技术产业园区北区符合性已在《中玖闪光医疗科技有限公司-新一代 FLASH 放疗设备研发及其产业化（一期）项目环评报告表》中进行了分析。

本项目位于#3楼东南部分，机房东北侧0~50m范围内由近及远为FLASH放疗设备测试间及控制室、普通放疗设备测试间及控制室、过道、#3楼的办公楼(3层，高约20.5m)；东南侧0~50m范围内由近及远为动物暂存间、楼外道路、露天砂石场；西南侧0~50m范围内由近及远为控制室、厂内过道、配套功能区、组装区等；西北侧0~50m范围内由近及远为厂内过道、久利科技公司。机房楼上楼下均无房间。

本项目利用#3楼现有450kVCT影像测试间建设，不新增用地。影像测试间为专门的辐射工作场所，有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。本项目外环境关系见附图2。

## 2、与周边环境的相容性分析

本项目运行不产生生产废水，项目生活污水、清洗废水经园区化粪池预处理后与冷却废水一并排入七星坝污水处理厂处理达标后排入涪江。动物产生的恶臭气体，可利用现有的废气处理设施进行处理。项目产生的废气经排风系统排放，再经自然稀释后对大气环境影响较小。动物的废垫料依托园区既有垃圾收集设施收集，由市政环卫部门统一清运。

因此，本项目的建设对周边产生新的环境影响很小，项目与周边环境相容。

## 3、实践正当性

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，是其它项目无法替代的，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，而电子FLASH加速器属于最新最先进的一代加速器，可以在极短时间内完成对浅层病灶的治疗，并能减少对正常组织的伤害。因此，本项目的实践是必要的。

建设单位在开展动物实验过程中，对电子FLASH加速器使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对电子FLASH加速器的安全管理将建立相应的规章制度。因此，在正确使用和管理电子FLASH加速器的情况下，可以将该项辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的辐射带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此该核技术应用的实践具有正当性。

## 六、建设单位原有核技术利用情况

(一) 本项目所涉及的450kVCT影响测试间已在《中玖闪光医疗科技有限公司新一

代 FLASH 放疗设备研发及其产业化（一期）项目环评报告表》中进行了评价，并取得了批复，批复文号为（川环审批[2023]110号）。中玖闪光不再购买 CT 机，450kVCT 影响测试间改造为电子 FLASH 加速器机房。本项目辐射工作人员利用现有辐射工作人员。中玖闪光医疗科技有限公司自开展核技术应用项目以来，未发生过辐射安全事故。

（二）中玖闪光于 2024 年 1 月 23 日取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[01206]），许可种类和范围为：生产、销售、使用 II 类类射线装置。有效期至 2029 年 1 月 22 日。

中玖闪光无未经辐射安全许可就投运的辐射设备或辐射场所，现有 3 台射线装置，其中 X-FLASH 放疗设备和电子 FLASH 放疗设备均在 FLASH 放疗设备测试间使用，每次仅 1 台设备运行，不存在两台设备同时运行的情况，具体射线装置清单详见表 1-5。

表1-5 中玖闪光已获许可使用射线装置

序号	装置名称	规格型号	额定参数	管理类别	数量	工作场所	活动种类	环评审批情况
1	普通放疗加速器	Precise	X 射线能量 9MV	II 类射线装置	1 台	普通放疗设备测试间	使用	已上证，已验收
2	X-FLASH 放疗设备	X-FLASH	X 射线能量 9MV	II 类射线装置	5 台	FLASH 放疗设备测试间	生产、销售、使用	已上证，已验收 1 台
3	电子 FLASH 放疗设备	e-FLASH	电子射线能量 9MeV	II 类射线装置	5 台	FLASH 放疗设备测试间	生产、销售、使用	已上证，已验收 1 台

### （三）现有辐射工作场所开展辐射监测的情况

#### 1、个人剂量检测

建设单位按规定给所有辐射工作人员配备了个人剂量计，每季度对个人剂量计进行检测，并按要求建立了个人剂量档案。建设单位有专人负责个人剂量检测管理工作。发现个人剂量检测结果异常时，及时调查原因，并将有关情况及时报告辐射安全领导小组。

中玖闪光辐射工作场所射线装置从 2023 年 11 月 21 日后开始调试运行，因此目前只有 2 个季度的辐射工作人员个人剂量检测报告，根据检测报告，建设单位全部辐射工作人员个人剂量检测结果没有有超过 1.25mSv/季度约束限值的情况。

#### （2）工作场所辐射水平监测

中玖闪光医疗科技有限公司委托了久远环保安全咨询有限公司开展了《中玖闪光医疗科技有限公司新一代 FLASH 放疗设备研发及其产业化（一期）项目》验收监测。根据验收监测报告，各辐射工作场所屏蔽防护设施和措施均能满足辐射防护要求，射线装置运行所致职业人员所受剂量满足5mSv/a 的管理限值，所致公众所受剂量均满足0.1mSv/a 的管理限值的要求。

#### （四）辐射安全管理现状

（1）建设单位严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。中玖闪光现有辐射工作人员共 26 人，均参加了辐射安全与防护培训知识的学习，并取得了合格证书或成绩合格单。

根据（生态环境部公告 2021 年 第 9 号）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》和《四川省生态环境厅关于进一步做好核技术利用单位辐射安全与防护考核的通知》（2021 年 3 月 29 日），中玖闪光应根据辐射安全许可要求和实际工作情况，组织安排仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员参加自行考核；从事其他核技术利用活动的辐射工作人员应参加国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.vn>）上的考试并取得相应的成绩报告单，申请辐射安全许可证时做到持证上岗。中玖闪光已经根据上述规定落实公司辐射工作人员辐射安全与防护培训工作，此外超过培训合格证或成绩报告单有效期后应进行复训。

#### （2）年度评估报告

中玖闪光辐射安全许可证发证日期为 2024 年 1 月 23 日，取证之后射线装置才允许启用，因此未编制 2023 年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。

**表 2：放射源**

序号	核素	总活度(Bq)/活度(Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	工作场所	贮存方式与地点	备注
—	---	---	---	---	---	---	---	---
—	---	---	---	---	---	---	---	

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

**表 3：非密封放射性物质**

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点	备注
—	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
—	---	---	---	---	---	---	---	---		---	
—	---	---	---	---	---	---	---	---		---	
—	---	---	---	---	---	---	---	---		---	

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

**表 4：射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大射线能量	等中心最大剂量率	用途	工作场所	备注
1	普通放疗加速器	II	1 台	Precise	电子	X 射线能量 9MV	15Gy/min	测试研究	普通放疗设备测试间	已有
2	电子 FLASH 放疗设备	II	5 台	电子 FLASH	电子	X 射线能量 9MV	8Gy/次	测试、销售	FLASH 放疗设备测试间	已有
3	e-FLASH 放疗设备	II	4 台	e-FLASH	电子	电子射线能量 9MeV	20Gy/次	销售	FLASH 放疗设备测试间	已有
4	e-FLASH 放疗设备	II	1 台	e-FLASH	电子	电子射线能量 9MeV	20Gy/次	动物实验 (对外照射服务)	电子 FLASH 加速器机房	本项目

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗 (含 X 射线 CT 诊断)、分析仪器等

序号	装置名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	

(三)中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μA)	中子强度(n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

**表 5： 废弃物（重点是放射性废弃物）**

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用kg。

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

**表 6：评价依据**

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法（2018 年修订）》（2018 年 12 月 29 日实施）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月 1 日实施）；</p> <p>(4) 《国务院关于修改&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的决定》（国务院令 682 号）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》2005 年 9 月 14 日国务院第 449 号令发布，2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令第 709 号）对其进行了修改）</p> <p>(6) 《四川省辐射污染防治条例》（四川省第十二届人大常委会通过，2016 年 6 月 1 日起实施）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号, 2011 年 5 月 1 日起施行）；</p> <p>(8) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》（环境保护部/国家卫生和计划生育委员会，公告 2017 年第 66 号）；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令第 31 号，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令第 20 号修改）；</p> <p>(10) 《建设项目环境影响评价分类管理目录（2021 版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号）；</p> <p>(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 日施行）。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《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》（HJ10.1-2016）；</p>

	<p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；</p> <p>(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(5) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）；</p> <p>(6) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）；</p> <p>(7) 《放射治疗机房辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）；</p> <p>(8) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）；</p> <p>(9) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(10) 《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）。</p>
其他	<p>(1) 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 年发布版）；</p> <p>(2) 《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）；</p> <p>(3) 《辐射防护手册》（第三分册，李德平、潘自强主编）；</p> <p>(4) 《2022 年全国辐射环境质量报告》（生态环境部）；</p> <p>(5) NCRP Report No. 151。</p>

**表 7：保护目标与评价标准**

**评价范围**

本项目为使用 II 类射线装置，且项目所在场所均有实体边界，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》（HJ10.1-2016）的有关规定，结合本项目的特点，确定评价范围为电子 FLASH 加速器机房屏蔽体边界外 50m 范围内的区域。

**保护目标**

根据本项目电子 FLASH 加速器机房周围的外环境关系和平面布局，以及项目场址周围环境特点，确定该项目评价范围内的保护目标（见表 7-1）。

表 7-1 主要环境保护目标

场所	保护名单	人数	位置	距离辐射源的距离	
医技楼	职业	电子 FLASH 加速器机房工作人员	8 人	南侧控制室	5.9m~12m
	公众	电子 FLASH 加速器机房周围公众	约 50 人	东北侧 FLASH 放疗设备测试间及控制室工作人员、普通放疗设备测试间及控制室工作人员、过道行人、#3 楼的办公楼公众（3 层，高约 20.5m）	4.9m~50m
			约 10 人	东南侧为动物暂存间工作人员、楼外道路行人、露天砂石场工作人员	3.8m~50m
			约 10 人	西南侧为厂内过道行人、配套功能区工作人员、组装区工作人员；	6m~50m
			约 30 人	西北侧为厂内过道行人、久利科技公司工作人员。	4m~50m

**评价标准**

本项目应执行的环境保护标准如下。

**1、环境质量标准**

(1) 地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中 III 类标准；

(2) 大气环境执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；臭氧需满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级浓度限值中 1 小时均值  $\leq 0.2\text{mg}/\text{m}^3$ ，同时满足《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）中 1 小时均值

$\leq 0.16\text{mg/m}^3$ 。

(3) 声环境质量执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 3 类标准。

## 2、污染物排放标准

(1) 废水排放执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 中三级标准；

(2) 废气执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 中的二级标准；

(3) 施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 相关标准；运营期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中的 3 类标准。

## 3、剂量约束值

①职业照射：根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 第 4.3.2.1 条的规定，对任何工作人员，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量不超过由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯平均) 20mSv。根据辐射防护最优化的原则，结合建设单位实际情况，考虑建设单位已有辐射源项的条件下，职业人员照射每年总的年有效剂量约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 职业照射剂量限值的四分之一执行，即 5mSv/a。

②公众照射：第 B1.2.1 条的规定，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。根据辐射防护最优化的原则，结合建设单位实际情况，考虑建设单位已有辐射源项的条件下，公众照射每年总的年有效剂量约束值按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 公众照射剂量限值的十分之一执行，即 0.1mSv/a。

## 4、其他

根据第 (GBZ121-2020) 6.2.2 条的规定，加速器机房应设置强制排风系统，通风换气次数应不小于 4 次/h。

**表 8：环境质量和辐射现状**

### 环境质量和辐射现状

中玖闪光医疗科技有限公司位于四川省绵阳市游仙区东林乡中国（绵阳）科技城游仙军民融合产业园久远激光产业园，项目中心坐标为经度： $E104.740728^{\circ}$ 、纬度  $N31.591857^{\circ}$ ，地理位置见附图1。根据现场踏勘，中玖闪光目前正常运营。本项目拟建地现场周围环境情况见图8-1。



图8-1 项目拟建地及周围环境现状

本项目主要的污染因子为电离辐射和臭氧，对地表水及地下水影响较小。根据《2023年四川省生态环境状况公报》，绵阳市臭氧日最大8小时值第90百分位浓度为0.160mg/m<sup>3</sup>，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级浓度限值中1小时均值≤0.2mg/m<sup>3</sup>。因此本次评价没有对区域环境空气质量、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域开展了辐射环境监测评价。为掌握项目拟建地辐射水平，四川省核工业辐射测试防护院对项目拟建地辐射环境进行了现状监测。监测结果列于表8-2。

### 1、监测布点方案

本项目为新建项目，机房之前未进行过辐射相关活动。根据本项目辐射工作场所布置情况及外环境关系，本次选择在电子 FLASH 加速器机房内、机房屏蔽体外共布设 4 个监测点位以反映项目位置及周边的辐射环境质量状况。本次监测点位能反映本项目与周围辐射环境本底，其监测点位布设合理。

### 2、监测方法与标准

(1) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)。

### 3、监测时间

2024 年 07 月 25 日

### 4、监测外环境条件

环境温度：26.5℃~27.1℃；环境湿度：52.5%~53.2%；天气状况：晴。

### 5、监测仪器

表 8-1 监测仪器一览表

监测因子	监测方法	监测仪器
X-γ辐射剂量率（空气吸收剂量率）	《环境γ空气吸收剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）	仪器名称：便携式 X-γ剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：015 能量响应范围：25keV~3MeV 检定单位：四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心） 证书编号：校准字第 J20240201036 号 校准日期：2024-02-27 有效日期：2025-02-26 检出限：1~10000(×10 <sup>-8</sup> Gy/h)

### 6、监测质量保证

四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）具有中国国家

认证认可监督管理委员会颁发的资质认定证书（编号：220020341133），并在允许范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。

（1）监测前制定监测方案，合理布设监测点位，使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性；

（2）监测人员经考核并持有合格证书上岗；

（3）监测所用仪器经国家计量检定部门检定合格，且在有效检定周期内。监测仪器经常参加国内各实验室间的比对，通过仪器的期间核查等质控手段保证仪器设备的正常运行，现场监测仪器每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并采用定点场对仪器进行校验；

（4）监测实行全过程的质量控制，严格按照单位《质保手册》、《作业指导书》及仪器作业指导书的有关规定实行；

（5）监测时获取足够的的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理；

（6）建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、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；

（7）监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

## 7、 监测结果

监测结果见表 8-2。

表 8-2 本项目拟改建区域 X-γ辐射剂量率监测结果

测量点号	测量点位置	X-γ辐射剂量率 ( $1 \times 10^{-8}$ Gy/h)	标准差 ( $1 \times 10^{-8}$ Gy/h)	备注
1	需改造机房内	6.2	0.18	/
2	需改造机房东南侧动物暂存间	6.0	0.15	/
3	需改造机房西南侧实验区	6.5	0.13	/
4	需改造机房西北侧实验区	6.3	0.10	/

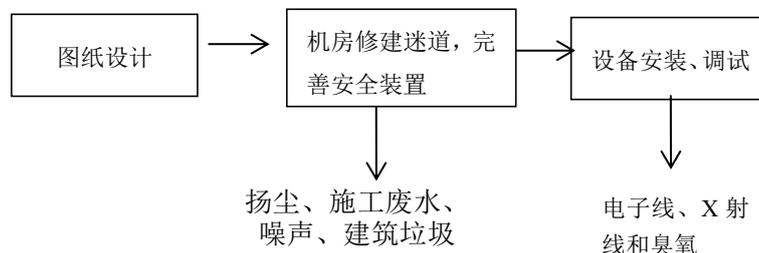
注：以上监测数据未扣除仪器对宇宙射线的响应值。

根据现场监测报告，本项目拟改建区域 X-γ辐射剂量率为 60nGy/h～65nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站辐射剂量率监测结果（61.9nGy/h～151.8nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

**表 9：项目工程分析与源项**

**工程设备和工艺分析**

一、施工期施工工序及产污环节图如下：



**图 9-1 施工期施工工序及产污位置图**

本项目辐射工作场所位于已有 3 号楼。利用原有 450kV 工业 CT 检测间，保留原有墙体和+布局，新增 60cm 厚的迷道内墙，并完善辐射安全防护装置。

本项目施工期主要环境影响表现为施工噪声、施工废水、建筑粉尘和建筑垃圾等施工时注意施工方式，保证屏蔽体有效衔接，防止辐射泄漏。同时要防止噪声扰民。

**(一)建筑粉尘**

由于本项目施工期工程量很小，为室内改造，且为打围施工，故产生扬尘量很小。

**(二)噪声**

施工期噪声包括各类机械的噪声，由于施工范围、规模小，施工噪声对周围环境的影响较小。

**(三)废水**

施工期产生少量施工废水和施工人员的生活污水，施工废水和生活污水产量较小，可依托中玖闪光现有污水处理设施处理后纳入园区污水管网。

**(四)固体废物**

机房迷道施工过程中会产生的少量建筑垃圾，施工人员会产生少量的生活垃圾。

**二、 营运期工艺分析**

**1、工作原理**

FLASH 放疗系统为带电粒子加速器的一种，以外置电路控制加速器脉冲为主，

通过调整电子枪灯丝电流的参数和磁控管磁体电流参数来实现超高剂量率的输出。  
电子 FLASH 加速器本质是医用直线加速器，其基本工作原理为电子从加速管一端的电子枪产生，并在电子枪电场作用下进入到加速管加速腔体。

\*\*\*\*\*

## 项目运营期污染源项描述

### 一、施工期

本项目装修施工期主要环境影响因素为噪声、施工废水、建筑粉尘和建筑垃圾等。

### 2、设备安装、调试阶段

本项目射线装置安装调试阶段，主要污染因素为 X 射线、臭氧。

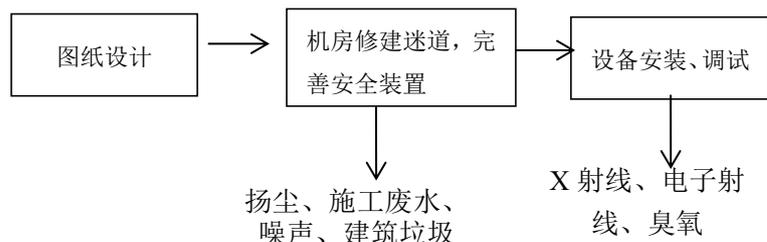


图 9-5 施工期施工工序及产污位置图

### 二、运营期

#### (1) 电离辐射

本项目电子 FLASH 加速器加速粒子为电子，利用的也是电子线，当电子束经高能加速后与物质相互作用时产生韧致辐射（即 X 射线）。由于本项目电子 FLASH 加速器电子射线最大能量为 9MeV，产生的 X 射线能量最大为 9MV，根据《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020），可以不考虑运行过程中的中子和感生放射性。

#### (2) 废气

本项目所使用的电子 FLASH 加速器在运行过程中产生的有害气体主要是空气中的氧和氮在辐射作用下电离而生成的臭氧和氮氧化物，氮氧化物的产生量约为臭氧的十分之一，对环境的影响很小，本次主要考虑臭氧。

动物暂存间会进行小鼠暂存，根据建设单位实际情况和预估，每日实验小鼠暂存总量为 100 只，与中玖闪光一期环评估算的数量一致，不会增加小鼠每日暂存量，本项目每天最多使用 30 只，暂存过程中会产生一定的恶臭气体。因本项目实验用小鼠不进行饲养，每天最多暂存 8 小时（工作时间）。

#### (3) 废水

本项目电子 FLASH 加速器使用的冷却水均循环使用不外排。动物间鼠笼一月清洗一次，本项目不新增鼠笼，不新增清洗废水。

#### (4) 噪声

本项目机房设置有通排风系统，排风机安装在机房顶部，为节能低噪声的排风机，设备噪声源强值为不超过 65dB（A），采用经墙体屏蔽和距离衰减后，对周围声环境无明显影响。

#### （5）固体废物

本项目不新增工作人员，不新增生活垃圾。动物暂存间会产生废垫料（含小鼠粪便和尿液）。

## 表 10：辐射安全与防护

<p><b>项目安全设施</b></p> <p><b>一、布局合理性分析</b></p> <p>中玖闪光租用园区 3 号楼一层厂房的东南部分（面积约 2600m<sup>2</sup>），并将其划分为组装区、配套功能区和实验区。本项目电子 FLASH 加速器位于实验区。</p> <p>对照《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）布局要求，本项目放疗装置平面布置合理性分析见表 10-1。</p> <p>表 10-1 平面布局与《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）对照分析一览表</p>		
标准要求	设计落实情况	备注
放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。	本项目电子FLASH加速器实验机房布置于建设单位厂房（一层建筑）东北侧实验区，紧邻FLASH放疗设备测试间，楼下、楼上无房间。配套控制室、动物暂存间相邻布置。邻近房间无易燃、易爆及易腐蚀等危化暂存间。	满足
放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷道应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。	本项目放疗工作场所将实行两区管理，其中电子FLASH加速器实验机房划分为控制区，邻近的控制室划为监督区，两区划分具体见表10-2。	满足
治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求，其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。	本项目电子FLASH加速器主射方向朝下地面，且根据辐射环境影响分析其余方向的防护屏蔽满足射线的屏蔽要求。	满足
治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。	控制室已与机房进行了分开独立设置，且配套房间凡是可以与电子FLASH加速器分离的，都设置于机房外。	满足
应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。	电子FLASH加速器主射方向朝下地面，地下无房间。	满足
X射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷道； $\gamma$ 刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷道；其他治疗机房均应设置迷道。	本项目电子FLASH加速器实验机房设置有迷道。	满足
<p>综上所述，本项目电子 FLASH 加速器平面布置满足《放射治疗放射防护要</p>		

求》（GBZ121-2020）要求。

本项目辐射工作场所的平面布置及设置方式既便于动物放疗实验各个工艺的衔接，满足实验安全的需要，又便于进行分区管理和辐射防护。从辐射安全防护的角度分析，其总平面布置是合理的。

## 二、工作区域管理

为加强辐射源所在区域的管理，限制无关人员受到不必要的照射，划定辐射控制区和监督区。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定辐射控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。”

本项目电子 FLASH 加速器机房控制区和监督区划分如表 10-2。两区划分示意图见图 10-1。

表 10-2 本项目“两区”划分与管理

工作场所	控制区	监督区	辐射防护措施
电子 FLASH 加速器实验机房	电子 FLASH 加速器实验机房	电子 FLASH 加速器实验机房控制间	对控制区进行严格控制，在加速器运行过程中严禁任何人员进入。控制区设置清晰可见的电离辐射警告标志。 监督区限制无关人员进入。

### 1、控制区防护手段与安全措施

①以红线标识控制区边界，控制区进出口及其它适当位置处应设立醒目的警告标志，见图 10-2；

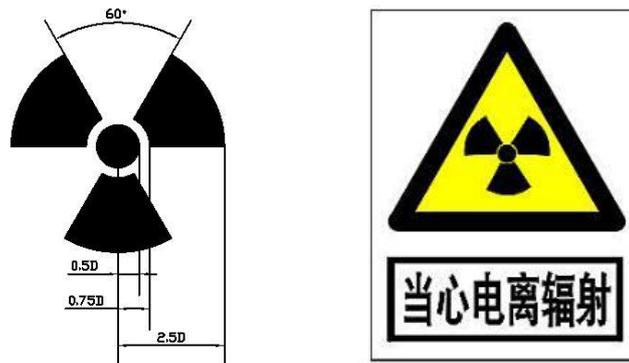


图 10-2 电离辐射标志和电离辐射警告标志

②制定职业防护与安全管理措施，包括适用于控制区的规则和程序；

③运用行政管理程序（如进入控制区的工作许可制度）和实体屏障（包括门禁）限制进出控制区；

④定期审查控制区的实际状况，以确保是否有必要改变该区的防护手段、安全措施。

## 2、监督区防护手段与安全措施

①以黄线标出监督区边界；

②在监督区的入口处的适当地点应设立表明监督区的标识；

③定期检查该区的条件，以确定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。

## 三、辐射安全及防护措施

### （一）设备固有安全性

①控制台上应有辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、治疗方式等参数的显示装置，操作人员可随时了解设备运行情况。

②条件显示联锁：加速器具有联锁装置，只有当射线能量、吸收剂选值、照射方式和过滤器的规格等参数选定，并当治疗室与控制台等均满足预选条件后，照射才能进行。

③控制台上配置有独立于其它任何控制照射终止系统的照射控制计时器，当照射终止后能保留计时器读数，计时器复零，才能启动下次照射。

### （二）屏蔽防护

#### 1、墙体屏蔽

改造后的电子 FLASH 加速器实验机房东北侧为 2m 厚混凝土，与 FLASH 放疗设备测试间共用；东南侧、西南侧和西北侧墙体均为 0.6m 厚混凝土；西北侧设置直迷道，迷道内墙为 0.6m 厚混凝土，长 2m，迷道外墙为 0.6m 厚混凝土；屋顶为 0.5m 厚混凝土；楼下无房间，地面不做特殊防护；机房防护门为 0.6m 厚的混凝土电动平移门。机房屏蔽体均采用 $\rho=2.35\text{g/cm}^3$ 的混凝土，连续浇筑成型。

#### 2、风管和线缆孔洞防护措施

本项目电子 FLASH 加速器实验机房电缆口预埋在机房东南侧墙体距地面 0.3m 处，通排风管道预埋在东南侧墙上方距顶部 0.2m 处，均采用斜穿的方式布

设，见图 10-3、图 10-4。

对于穿墙孔洞，建设单位采取了屏蔽措施，室内排风口采用 45°铅百叶进行屏蔽，铅百叶厚度为 6mm 铅当量，线缆穿墙孔采用垒砌的铅砖进行屏蔽，铅砖厚度为 5cm 铅当量，见图 10-5 和图 10-6。

#### （四）时间防护

本项目的电子 FLASH 加速器单次出束时间很短，最长不超过 30s，将时间防护做到了最优。

#### （五）距离防护

电子 FLASH 加速器实验机房严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，对控制区进行严格控制，禁止非相关人员的进入，控制区有明确的电离辐射警告标识，并设置红色的“禁止进入电离辐射区”字样的标识；监督区为工作人员操作设备时的工作场所，非相关人员限制进入，避免受到不必要的照射。

### 4、工作场所安全保卫措施

为确保本项目所使用的 II 类射线装置的安全，本项目采取的安全保卫措施见表 10-4。

表 10-4 本项目电子 FLASH 加速器工作场所安防措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
电子 FLASH 加速器实验机房	防盗	①本项目电子 FLASH 加速器实验机房为控制区，无关人员禁止入内。中玖闪光安保人员需加强巡视管理，以防遭到破坏；工作场所设置监控摄像头由专人实行 24h 实时监控；
	防破坏	②电子 FLASH 加速器机房内和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。 ③电子 FLASH 加速器机房内配置火灾报警系统及灭火器等。
	防泄漏	①本项目机房已按照有关规范要求进行了辐射防护设计，只要按照设计和环评要求进行落实，机房不存在辐射泄漏的情况。

### 四、辐射防护安全装置配备综合要求

为保证辐射安全，防止发生辐射事故，根据生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）和《关于印发〈四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）〉的通知》（川环函[2016]1400 号）中对医用电子直线加速器辐射安全防护设施的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全装置及设备进行了对照分析，具体情况见表 10-5。

表 10-5 本项目辐射安全防护设施汇总对照分析表

本项目电子 FLASH 加速器实验机房			
序号	项目	规定的措施	落实情况
1	控制台及安全 门锁	防止非工作人员操作的锁定开关	设备自带
2		控制台有紧急停机按钮	设备自带
3		电视监控与对讲系统	利旧
4		治疗室门与束流连锁（门-机连锁）	利旧
5		治疗室内准备出束音响提示	利旧
6	警示 装置	入口电离辐射警示标识	利旧
7		入口有加速器工作状态显示（门-灯连锁）	利旧
8	照射 室紧 急设 备	紧急开门按钮	新增
9		治疗室及迷道内有紧急停机按钮	利旧
10		治疗床有紧急停机按钮	设备自带 4 个
11	监测 设备	治疗室内固定式剂量报警仪	利旧
12		个人剂量报警仪	2 台，利旧
13		个人剂量计	9 个，利旧
14		便携式 X- $\gamma$ 辐射监测仪	利旧

## 三废的治理

### 一、废气的处理措施

(1) 电子 FLASH 加速器产生的废气主要为臭氧，为有效清除臭氧，机房设置有通排风系统，其排风量为 1500m<sup>3</sup>。加速器机房容积不大于 300m<sup>3</sup>，换气次数不低于 5 次/小时，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中“通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求，臭氧通过排风管道引至楼顶排放。

#### (2) 恶臭气体

动物暂存间会进行小鼠暂存（每天 100 只，本项目每天最多使用 30 只），暂存过程中会产生一定的恶臭气体。动物暂存间设置排风系统，排风量约为 200m<sup>3</sup>/h。动物暂存间的恶臭气体经活性炭吸附装置处理后由厂房东南侧墙体排风口（高度约 5m）排放，排放速率为 1.1×10<sup>-4</sup>kg/h，经扩散后所致厂界外恶臭污染物浓度远小于《恶臭污染物排放标准》（GB 14554-93）表 1 相关限值要求。

### 二、废水处理措施

电子 FLASH 加速器运行过程中不产生医疗废水和放射性废水。生活污水和笼具清洗废水经园区化粪池预处理后与冷却废水一并排入七星坝污水处理厂处理达标后排入涪江。

### 三、固体废物

1、电子 FLASH 加速器治疗过程中不产生固废。

2、生活垃圾和办公垃圾、动物暂存间产生的废垫料袋装收集，交由市政环卫部门清运处置；动物暂存间通排风系统废活性炭属于危险废物，定期交有资质单位处置。

### 四、噪声

本项目噪声主要来自风机，风机为低噪声风机，安装在风机房内，工作时噪声源强不大于 65dB(A)。本项目通排风管道连接处采用石棉板垫片进行减振降噪。此外经距离衰减、墙体隔声措施后，对周围环境没有明显影响。

### 五、射线装置报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》，“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置内的高压射线管进行拆解和去功能化”。

## 六、环保投资估算

本项目为改造项目，场所和设备均利旧，环保投资估算见表 10-6。

表 10-6 辐射安全防护和环保设施(措施)投资一览表

类别		环保设施/措施	数量	投资金额 (万元)	备注
电子 FLASH 加速器实 验机房	辐射屏蔽 措施	屏蔽机房	1 座	10	机房利旧、新 增迷道
	安全装置	门机联锁	2 套	/	已配置
		视频监控系统及对讲装置	1 套	0.2	新增 1 个摄像 头，其余利旧
		入口处设置治疗工作状态的 讯号灯（门-灯联锁）	1 套	1.0	利旧
		紧急开门装置	1 套	/	利旧
		紧急停机按钮	5 个	/	利旧
		控制台紧急停机按钮	1 个	/	设备自带
		固定式剂量报警仪	1 套	0.3	新增一个探 头，其余利旧
		入口电离辐射警告标志	1 个	/	利旧
	个人防护 用品	个人剂量计	8 个	/	利旧
		个人剂量报警仪	2 台	/	利旧
		铅服、铅帽等铅防护用品 （应急）	1 套	1	新增
	废气	通排风系统	1 套	/	利旧
综合管理	监测仪器	X- $\gamma$ 辐射剂量率监测仪	1 台	/	利旧
	辐射工作人员复训		8 人	5.0	预留
	应急和救助的物资准备		/	10.0	预留
合计				27.5	/

本项目建设单位总投资 100 万元，环保投资 27.5 万元，占总投资的 27.5%。

**表 11：环境影响分析**

**建设阶段对环境的影响**

**一、施工期环境影响分析**

本项目是把已建的 450kV 工业 CT 机房改造为电子 FLASH 加速器机房，新建迷道内墙，工程量很小，且在机房内进行，并局部打围，不会对其他工作区域造成影响。施工产生污染物主要包括少量废气、废水、噪声及废弃的建筑材料等。

**(1) 大气环境影响分析及环保措施**

迷道施工和装修过程中会产生粉尘等污染，环保措施：①施工过程中，对可能造成扬尘的施工现场，要有定期喷水、覆盖等防护措施，以防止扬尘污染；②改造区域进行打围施工。

**(2) 声环境影响分析及环保措施**

- ①由于本项目施工会产生噪声影响，需合理安排施工时间。
- ②优先选用低噪声设备，以减少施工噪声。
- ③日常应注意对施工设备的维修、保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。经采取上述有效措施后，可大大降低本项目施工过程中噪声对周围的影响。

**(3) 水环境影响分析**

本项目施工期间，施工人员生活会排放一定量的生活污水和少量施工废水，可依托中玖闪光已有污水收集系统收集处理，经处理后污水进入城市污水管网，不会对周围水环境产生大的影响。

**(4) 固体废物**

固体废弃物主要是生活垃圾、建筑垃圾。

**①生活垃圾**

施工期生活垃圾产生量较小，应妥善处置，并保持施工区环境的洁净卫生。生活垃圾采用垃圾箱集中收集后由市政环卫部门统一清运。

**②建筑垃圾及土石方**

项目产生建筑垃圾主要是一些包装袋、包装箱、碎木块、废水泥等。首先对其中可回收利用部分进行回收，其次对建筑垃圾要定点堆放，由施工单位或承建单位与市政部门联系外运至指定的建筑垃圾堆放场。

本项目施工期较短，施工量较小，在建设单位的严格监督下，施工方遵守文明

施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，对环境的影响不大，施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

## 二、设备安装调试期间的防护措施和环境影响分析

本项目电子 FLASH 加速器为已有设备，需从 FLASH 放疗设备测试间迁移到电子 FLASH 加速器机房，安装调试的工况不大于正常运行的工况，且管控措施与正常运行时一致，不会造成额外的环境影响。

## 三、运行阶段对环境的影响

本次评价主要考虑电子线照射动物时产生的韧致辐射对环境的影响。

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第二部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）的要求，在本项目电子 FLASH 加速器实验机房四周墙体外设定了关注点，楼下、楼上均没有房间，未设置关注点，但需考虑天空反散射的对地面公众的影响。从保守角度出发，假定加速器每次出束均为最大工况，在加速器机房设计的尺寸和屏蔽厚度基础上，计算关注点处受到的辐射剂量。本项目电子 FLASH 加速器实验机房的关注点设定及主要照射路径示意图(水平方向)见图 11-1。

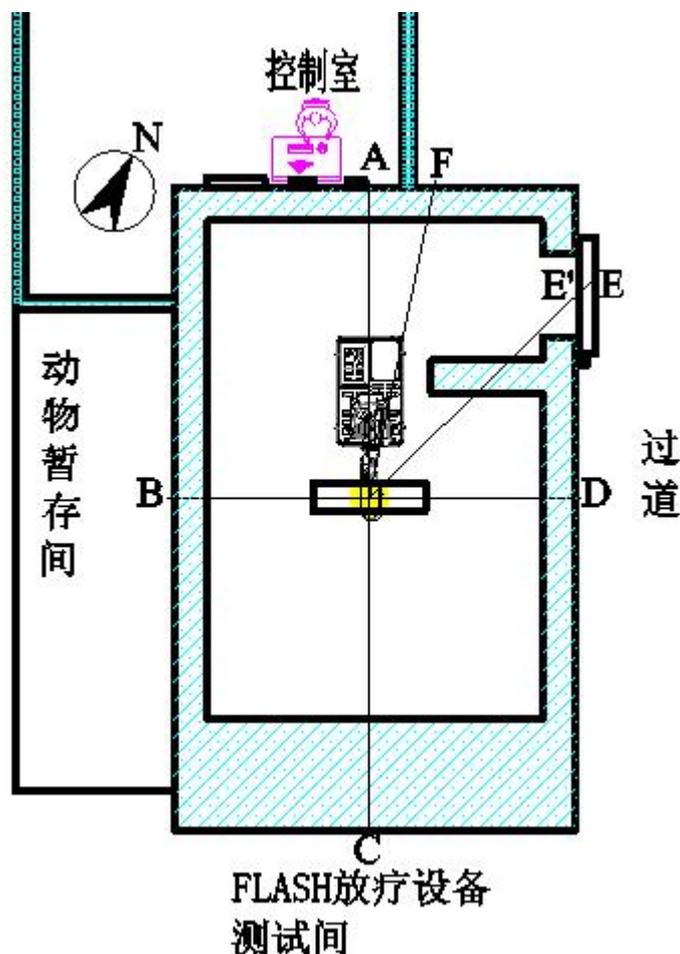


图 11-1 电子 FLASH 加速器实验机房关注点及主要照射路径示意图（水平方向）

(一) 本项目电子 FLASH 加速器对关注点形成的小时剂量

1、单次出束 90° 方向的初级 X 射线剂量计算

$$H = \frac{\tau H_0}{r^2} \times \zeta_{H_2O} \times B \dots\dots\dots \text{(式 11-2)}$$

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1) / TVL} \dots\dots\dots \text{(式 11-4)}$$

$$X_e = X / \cos \theta \dots\dots\dots \text{(式 11-5)}$$

式中：

$\theta$ —斜射角，即入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角；

$TVL_1$  (cm) 和  $TVL$  (cm) —X射线在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度；

$X_e$ —墙体有效屏蔽厚度，cm；

$X$ —墙体屏蔽厚度，cm。

表 11-1 电子 FLASH 加速器初级 X 射线对关注点的剂量估算表

计算参数	控制室（墙体 A 点）	动物暂存间（墙体 B 点）	FLASH 测试间（C 点）	过道（D 点）	迷道内墙（E' 点）	迷道外墙（E 点）	过道（F 点）
屏蔽厚度 $X$ (cm)	60	60	60	60	60	60	60
斜射角 $\theta$	0°	0°	0°	0°	45°	45°	0°
有效屏蔽厚度 $X_e$ (cm)	60	60	60	60	85.7	85.7	60
$TVL_1$ (cm)	37	37	37	37	37	37	37
$TVL$ (cm)	33	33	33	33	33	33	33
透射因子 $B$	2.01E-02	2.01E-02	2.01E-02	2.01E-02	3.34E-03	3.34E-03	2.01E-02
$H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	5.00E+07	5.00E+07	5.00E+07	5.00E+07	5.00E+07	5.00E+07	5.00E+07
$R$ (m)	5.9	3.8	4.9	4.0	4.7	6.0	6.0
剂量当量 $H$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.86	2.08	1.25	1.88	0.23	0.14	0.83

2、电子束内 X 射线与物质作用产生的散射 X 射线剂量计算

计算结果见下表：

表 11-2 电子 FLASH 加速器束内 X 射线与物质作用产生的散射 X 射线对关注点的剂量估算表

计算参数	控制室 (墙体 A 点)	动物暂存间 (墙体 B 点)	FLASH 测试间 (C 点)	过道 (D 点)	迷道内墙 (E' 点)	迷道外墙 (E 点)	过道 (F 点)
屏蔽厚度 $X$ (cm)	60	60	60	60	60	60	60
斜射角 $\theta$	0°	0°	0°	0°	45°	45°	0°
有效屏蔽厚度 $X_e$ (cm)	60	60	60	60	85.7	85.7	60
$TVL_1$ (cm)	22	22	22	22	22	22	22
$TVL$ (cm)	22	22	22	22	22	22	22
透射因子 $B$	1.87E-03	1.87E-03	1.87E-03	1.87E-03	1.27E-04	1.27E-04	1.87E-03
$H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	5.00E+06	5.00E+06	5.00E+06	5.00E+06	5.00E+06	5.00E+06	5.00E+06
$\alpha_{\text{ph}}$	7.46E-04	7.46E-04	7.46E-04	7.46E-04	7.46E-04	7.46E-04	7.46E-04
$R$ (m)	5.9	3.8	4.9	4.0	4.7	6.0	6.0
剂量当量 $H$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	1.69E-02	4.07E-02	2.45E-02	3.67E-02	1.80E-03	1.11E-03	1.63E-02

注：加速器电子线能量为 9MeV,  $TVL_1$  和  $TVL$  取值都保守取 (GBZ/T 201.2-2011) 中表 B.4 能量为 10MeV, 角度为 60° 的值;  $\alpha_{\text{ph}}$  取表 B.2 中能量为 10MeV, 角度为 60° 的值。

## 2、泄露辐射剂量计算

计算结果见下表：

表 11-3 泄露辐射对关注点的剂量估算表

计算参数	控制室 (墙体 A 点)	动物暂存间 (墙体 B 点)	FLASH 测试间 (C 点)	过道 (D 点)	迷道内墙 (E' 点)	迷道外墙 (E 点)	过道 (F 点)
屏蔽厚度 $X$ (cm)	60	60	60	60	60	60	60
斜射角 $\theta$	0°	0°	0°	0°	45°	45°	0°
有效屏蔽厚度 $X_e$ (cm)	60	60	60	60	85.7	85.7	60
$TVL_1$ (cm)	35	35	35	35	35	35	35
$TVL$ (cm)	31	31	31	31	31	31	31
透射因子 $B$	1.56E-02	1.56E-02	1.56E-02	1.56E-02	1.73E-05	1.73E-05	1.56E-02

$H_0$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	5.00E+06						
$f$	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
$R(\text{m})$	5.9	3.8	4.9	4.0	4.7	6.0	6.0
剂量 当量 $H$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	1.12E-01	2.70E-01	1.63E-01	2.44E-01	2.62E-02	1.61E-02	1.08E-01

注：加速器电子线能量为 9MeV,TVL<sub>1</sub> 和 TVL 取值都保守取（GBZ/T 201.2-2011）中表 B.1 能量为 10MeV, 90°泄露辐射的值。

#### 4、本项目加速器单次出束对关注点处造成的总剂量

加速器按电子模式运转时，在非电子有用束方向，关注点受到的 X 射线的剂量是上述三部分剂量之和，见下表：

表 11-4 加速器单次出束对关注点的剂量估算表

辐射源	控制室 (墙体 A 点)	动物暂存 间(墙体 B 点)	FLASH 测试 间 (C 点)	过道 (D 点)	迷道内墙 (E' 点)	迷道外墙 (E 点)	过道 (F 点)
关注点总剂量 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.99	2.39	1.44	2.16	2.54E-01	1.56E-01	0.96

#### 5、天空反散射辐射剂量

对于天空反散射，需要考虑加速器运行过程中辐射对机房外 20m~50m 范围内地面公众 (P 点) 的剂量贡献 (如图 11-2 所示)，关注点 P 天空反散射剂量率由 11-8 计算。

$$H = \frac{2.5 \times 10^4 (B_{xs} D_{10} \Omega^{1.3})}{(d_i d_s)^2} \dots\dots\dots \text{(式 11-8)}$$

式中：

H—关注点 X 射线束的剂量当量， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$D_{10}$ —距靶 1m 处 X 射线输出的吸收剂量 (Gy/h)；常数  $2.5 \times 10^4$  包含了由 Gy 到  $\mu\text{Sv}$  的转换。

$B_{xs}$ ——X 射线屋顶的屏蔽透射比；

$\Omega$ ——由 X 射线源与屏蔽墙对向的立体角 (Sr)；

$d_i$ ——在屋顶上方 2m 处离靶的垂直距离 (m)；

$d_s$ ——X 射线源至关注点的距离。

式中  $\Omega$  的计算公式和示意图如下：

表 11-5 天空反散射屏蔽厚度核算表

参数	二层主机室天空反散射屏蔽厚度核算
$\Omega$ (Sr)	2.01
设计屏蔽厚度 (cm)	50
$d_i$ (m)	6.2
$d_s$ (m)	20
$B_{xs}$	0.033
$T_1$ (cm)	35
$T_e$ (cm)	31
<b>P 点剂量 <math>H_M</math> (<math>\mu\text{Sv/h}</math>) *</b>	2.00E-04

## (二) 关注点年有效剂量计算

由式 11-12 估算各关注点的年附加有效剂量:

$$E = H \times 10^{-3} \times q \times t \times W_T \dots\dots\dots \text{(式 11-12)}$$

式中:

H—关注点的剂量当量 ( $\mu\text{Sv/h}$ );

E—关注点的附加有效剂量 ( $\text{mSv/a}$ );

t—工作负荷 ( $\text{h/a}$ ); 本项目电子 FLASH 加速器每小时出束 10 次, 年出束次数不超过 2000 次, 年工作时间为 200h;

q—居留因子;

$W_T$ —组织权重因数, 全身为 1。

由此估算的加速器机房周围各关注点的年附加有效剂量见表 11-6。

表 11-6 电子 FLASH 加速器机房周围环境保护目标的年附加有效剂量估算表

	关注点	受照射类型	剂量当量 H 预测结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	工作负荷 (h/a)	附加有效剂量 预测结果 mSv/a
电子 FLASH 加速器 机房	A (控制室)	职业	9.90E-01	200	0.20
	B (动物暂存间)	公众	2.39E-01	200	2.99E-02
	C (FLASH 放疗设备测试间)	公众	1.44	200	5.76E-02
	D (过道)	公众	2.16	200	8.64E-02
	E (机房门口)	公众	1.56E-01	200	3.90E-03
	F(过道, 大厅)	公众	9.60E-01	200	3.84E-02
	P(距离源点 20m 处地面) 久利科技	公众	2.00E-04	200	8.00E-06

本项目所致职业人员的附加有效剂量最大为 0.2mSv/a; 周围公众受到的附加有

效剂量最大为  $8.64 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ 。

### (三) 叠加辐射影响分析

综上所述，职业人员受到的附加有效剂量最大为  $0.31 \text{mSv/a}$ ，满足本次评价标准职业人员剂量管理限值不超过  $5 \text{mSv/a}$  的要求；周围公众受到的附加有效剂量最大为  $8.64 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，满足本次评价标准公众剂量管理限值不超过  $0.1 \text{mSv/a}$  的要求。相邻的久利科技受到的叠加有效剂量为  $2.62 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，满足本次评价标准公众剂量管理限值不超过  $0.1 \text{mSv/a}$  的要求。

## 四、大气环境影响分析

### (一) 臭氧

本项目电子 FLASH 加速器运行过程中主要产生臭氧，根据《辐射防护手册》（第三分册）130 页，直线加速器运行期间产生的臭氧浓度可由下式进行估算。

$$C = 3.25[SITd/V] \times 10^{-3}$$

#### (1) 加速器机房臭氧的平衡浓度

在电子 FLASH 加速器正常运行期间，臭氧不断产生，考虑到室内连续通风和臭氧自身的化学分解（有效化学分解时间约  $50 \text{min}$ ），辐照室空气中臭氧的平衡浓度  $C_s$  由下式计算：

$$C_s = \frac{CT_e}{V} \dots\dots\dots \text{式 (11-15)}$$

$$T_e = \frac{T_v \times T_d}{T_v + T_d} \dots\dots\dots \text{式 (11-16)}$$

式中：

$T_e$ ——臭氧的有效清除时间（h）；

$T_v$ ——机房内换气一次所需时间，机房排风量为  $1500 \text{m}^3/\text{h}$ ，因此取  $0.198 \text{h}$ ；

$T_d$ ——臭氧的有效化学分解时间，取  $0.83 \text{h}$ ；

$V$ ——辐照室容积，取  $297 \text{m}^3$ 。

经计算，加速器机房内臭氧平衡浓度为  $4.26 \times 10^{-4} \text{mg/m}^3$ ，平衡浓度小于《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）中臭氧 1 小时均值  $\leq 0.16 \text{mg/m}^3$  要求。

臭氧通过独立排风管道引至厂房楼顶排放，经扩散后对机房周围的环境影响可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准中 1 小时均值  $\leq 0.2 \text{mg/m}^3$  的标准限值，对机房周围的大气环境影响较小。

## **(二) 恶臭**

本项目动物暂存间产生的恶臭气体经活性炭装置处理后经独立管道引至厂外排放，经扩散后对周围环境影响很小。

## **五、声环境影响分析**

本项目加速器机房选用低噪声排风机，设备噪声源强不高于 65dB (A)；通排风系统噪声很小，采用经墙体屏蔽和距离屏蔽后，对周围声环境无明显影响。

## **六、水环境影响分析**

本项目电子 FLASH 加速器使用的冷却水均循环使用不外排。动物间鼠笼一月清洗一次，本项目不新增鼠笼，不新增清洗废水。生活废水和清洗废水排入园区污水管网，进入七星坝污水处理厂处理，对周围水环境无明显影响。

## **七、固体废物影响分析**

电子 FLASH 放疗系统运行过程中不产生放射性废物和医疗废物。

工作人员、患者产生的生活垃圾和办公垃圾由中玖闪光进行统一集中回收并由环卫部门统一处理。动物暂存间产生的废活性炭属于危险废物，定期交有资质单位处置。本项目产生的固体废物经妥善处理对周围环境影响较小。

## 事故影响分析

### 一、事故分级

根据《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）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，详见表 11-8。

表 11-8 辐射事故等级划分表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。
重大辐射事故	I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	III 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

同时根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ104-2017），急性放射病发生参考剂量见表 11-9。

表 11-9 急性放射病的严重程度与辐射剂量的关系

分度	初期表现	照射后 1d~2d 淋巴细胞绝对数最低值 $\times 10^9/L$	受照射剂量范围参考值 Gy
轻度	乏力、不适、食欲减退	1.2	1.0~2.0
中度	头昏、乏力、食欲减退、恶心，1h~2h 后呕吐、白细胞数短暂上升后下降	0.9	2.0~4.0
重度	1h 后多次呕吐，可有腹泻，腮腺肿大，白细胞数明显下降	0.6	4.0~6.0
极重度	1h 内多次呕吐和腹泻、休克、腮腺肿大，白细胞数急剧下降	0.3	6.0~10.0

### 二、辐射事故识别

#### 1、可能发生的辐射事故识别

(1) 安全联锁装置发生故障，电子 FLASH 加速器工作时无关人员打开屏蔽门并误入，造成人员被误照射，引发辐射事故。

(2) 电子 FLASH 加速器检修、维护过程，工作人员误操作，安全联锁装置失

效，造成人员被误照射，引发辐射事故。

## 2、事故工况下辐射影响分析

本项目电子 FLASH 加速器开机进行动物实验时，根据预测计算结果，事故情况下误入人员受照剂量考虑为 143 $\mu$ Sv/次，未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员 20mSv/a 以及公众 1mSv/a 剂量限值，不构成辐射事故，为辐射事件。

表 11-10 项目环境风险因子、危险因素、危害结果及事故分级表

项目装置名称	环境风险因子	事故场景	危害结果	事故等级
电子 FLASH 加速器	X 射线	(1) 安全联锁装置发生故障，电子 FLASH 加速器工作时无关人员打开屏蔽门并误入，造成人员被误照射，引发辐射事故。 (2) 电子 FLASH 加速器检修、维护过程，工作人员误操作，安全联锁装置失效，造成人员被误照射，引发辐射事故。	事故状态下职业人员或公众受照射有效剂量最大为 143 $\mu$ Sv/次，未超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中职业人员 20mSv/a 以及公众 1mSv/a 剂量限值。	不构成辐射事故

**表 12 辐射安全管理**

**一、辐射安全与环境保护管理机构的设置**

为有序开展使用 II 类射线装置的工作，加强辐射安全管理，应对可能发生的意外情况，最大限度的减少或消除隐患，根据《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）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部 第 47 号，2017 年修正）及生态环境主管部门的要求，建设单位必须成立专门的辐射安全与环境保护管理机构。

中玖闪光医疗科技有限公司成立了辐射安全领导小组，统一管理中玖闪光内的辐射安全防护工作，下设办公室负责日常事务。领导小组的职能职责见附件 5。

**二、辐射工作岗位人员配置和能力分析**

根据建设单位提供的资料，本项目配置 8 名辐射工作人员均为现有辐射工作人员，均通过了辐射安全与防护知识培训和考核，中玖闪光应根据《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）要求，辐射工作人员应通过国家生态环境部的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台

（<http://fushe.mee.gov.vn>）学习并考核合格后上岗，现有辐射工作人员证书有效期满后，重新进行学习并考核合格后上岗。

**辐射安全管理规章制度**

本项目建设单位涉及使用医用 II 类射线装置，根据生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）和《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）的相关要求中的相关规定，建设单位需制定的规章制度见表 12-2。

表 12-2 管理制度汇总对照表

序号	项目	规定的制度	落实情况
<b>医用直线加速器</b>			
序号	项目	规定的制度	落实情况
1	综合	辐射安全与环境保护管理机构文件	已制定
2		辐射安全防护安全管理规定	已制定
3		辐射安全和防护设施维护维修制度	已制定
4	场所	电子 FLASH 加速器操作规程	已制定
5		场所分区管理规定	已制定
6	监测	辐射工作场所监测方案	已制定
7		监测仪表使用与校验管理制度	已制定
8		校验源管理制度	已制定
9	人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定

10		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定
11		辐射工作人员岗位职责	已制定
12	应急	辐射事故/事件应急预案	已制定
<b>建设单位需制定的其他制度</b>			
1		射线装置台账管理制度	已制定

重新制定本项目《监测方案》，完善《应急预案》。同时建设单位需根据具体实践过程中出现的问题对原有规章的不足之处进行即时修订，以更适应后期运行需求。

建设单位应根据上表完善整套辐射安全管理制度，并且指定专门的人员监督各相关部门和人员对规章制度的执行情况。建设单位定期对设备操作人员进行辐射安全防护知识培训，强化操作人员的辐射安全意识。

根据《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》的要求，核技术利用单位应根据使用放射性同位素和射线装置的情况，及时修订和完善规章制度，并按照档案管理的要求分类归档放置。

#### 1、档案管理

辐射工作单位应建立完整的档案。本项目需要归档的材料应包括包括九大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”、“废物处置记录”。

#### 2、需上墙的规章制度

(1) 《辐射工作场所安全防护管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《电子FLASH加速器操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。

(2) 上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于400mm\*600mm。

### 辐射监测

根据《四川省辐射污染防治条例》“使用射线装置的单位应当建立辐射监测制度，组织对从业人员个人辐射剂量、工作场所及周围环境进行监测，并建立相应档案”。为了保证本项目运行过程的安全，为控制和评价辐射危害，设置相应的辐射剂量监测手段，使工作人员和公众所受照射尽可能低。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关规定，本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下：

#### （一）个人剂量监测

本项目已配置 8 名辐射工作人员，配置个人剂量计 8 个。根据四川省生态环境厅“关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知”（川环办发[2010]49 号），项目建成投运后，做好个人剂量管理的工作。建设单位定期（每季度一次）将个人剂量计送有资质单位进行检定，并建立个人剂量档案终生保存。

辐射工作人员在日常接触辐射工作过程中应正确佩戴个人剂量计，在比较均匀的辐射场，当辐射主要来自前方时，剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般在左胸前或锁骨对应的领口位置；当辐射主要来自人体背面时，剂量计应佩戴在背部中间。

## 辐射事故应急

1、为了加强对射线装置的安全和防护的监督管理，促进核技术应用工作场所的安全应用，保障人体健康，保护环境，建设单位需根据最新要求制定《辐射事故应急预案》，其内容应包括：①应急机构和职责分工；②应急人员的组织；③培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；④辐射事故分级及应急响应措施；⑤辐射事故调查、报告和处理程序。

2、辐射事故应急应纳入本单位安全生产事故应急管理体系，定期组织演练。

3、建设单位做好与从事活动相匹配的辐射事故应急物资（装备）的准备。

4、一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取必要的先期处理和防控措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急处理领导小组按照辐射事故应急预案的程序和要求上报属地生态环境部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

如果发生不正常运行工况等事件，厂家组织专业技术人员穿戴好防护用品排除故障。

**表 13：结论与建议**

## 结论

### 1、项目概况

项目名称：中玖闪光医疗科技有限公司东林基地电子-FLASH 加速器动物实验核技术利用项目

建设单位：中玖闪光医疗科技有限公司项目

建设性质：新建

建设地点：四川省绵阳市游仙区东林乡中国（绵阳）科技城游仙军民融合产业园久远激光产业园 3 号楼。

本项目主要建设内容：建设单位中玖闪光医疗科技有限公司拟将已建成的 1 间 450kV 工业 CT 检测间改造为电子 FLASH 加速器实验机房，并将现有的 1 台 9MeV 电子 FLASH 加速器从 FLASH 放疗设备测试间迁入电子 FLASH 加速器实验机房进行动物实验。

改造后的电子 FLASH 加速器实验机房内安装使用的 1 台电子-FLASH 直线加速器最大电子射线能量为 9MeV，等中心电子射线最大出束剂量为 20Gy/次，每小时最大出束 10 次，等中心每小时最大剂量为 200Gy，属于 II 类射线装置。

### 2、本项目产业政策符合性分析

本项目属于核技术在医学领域应用，根据国家发展和改革委员会发布《产业结构调整指导目录（2024 年本）》相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 4 条“核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，符合国家产业发展政策。

### 3、本项目选址合理性分析

本项目位于中玖闪光 3 号厂房内，项目运营期对环境的影响较小。本评价认为其选址和平面布置是合理的。

### 4、工程所在地区环境质量现状

本项目拟建区域 X- $\gamma$ 辐射剂量率为 60nGy/h~65nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2022 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站辐射剂量率监测结果（61.9nGy/h~151.8nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

### 5、环境影响评价结论

### ①辐射环境影响

经模式预测，在正常工况下，项目投入使用后对职业人员造成的年附加有效剂量低于 5mSv 的年剂量管理限值；对公众造成的年附加有效剂量低于 0.1mSv 的年剂量管理限值。

### ②大气的的环境影响

本项目射线装置运行期间，经过通排风后，室内臭氧浓度可低于《室内空气质量标准》0.16mg/m<sup>3</sup>的限值。同时不会对周围大气环境造成明显影响。动物暂存间产生的恶臭气体经活性炭装置处理后经独立管道引至厂房外排放，经扩散后对周围环境影响很小。

### ③废水的环境影响

本项目电子 FLASH 加速器使用的冷却水均循环使用不外排。动物间鼠笼一月清洗一次，本项目不新增鼠笼，不新增清洗废水。生活废水和清洗废水排入园区污水管网，进入七星坝污水处理厂处理，对周围水环境无明显影响。

### ④固体废物的环境影响

电子 FLASH 放疗系统运行过程中不产生放射性废物和医疗废物。工作人员、患者产生的生活垃圾和办公垃圾由中玖闪光进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。动物暂存间产生的废活性炭属于危险废物，定期交有资质单位处置。本项目产生的固体废物经妥善处理后对周围环境影响较小

### ⑤噪声环境影响

本项目加速器机房选用低噪声排风机，设备噪声源强不高于 65dB（A）；通排风系统噪声很小，采用经墙体屏蔽和距离屏蔽后，对周围声环境无明显影响。

## 6、事故风险与防范

建设单位制订了完善的辐射事故应急预案和安全规章制度，需按本报告提出的要求进行补充和完善，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事件。

## 7、环保设施与保护目标

建设单位需按设计和环评要求配备较全、效能良好的环保设施，使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

## 8、辐射安全管理的综合能力

建设单位辐射安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，辐射工作人员配置合理，持证上岗；建设单位制定了辐射事故应急预案与各项安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。对一一落实设计的环保设施和相关的法律法规的要求后，即具备本项目辐射安全管理的综合能力。

## 9、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目在四川省绵阳市游仙区东林乡中国（绵阳）科技城游仙军民融合产业园久远激光产业园中玖闪光医疗科技有限公司厂房内进行建设，从环境保护和辐射防护角度看是可行的。

## 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、不断提高工作人员素质，增强职工环保意识和安全意识，做好辐射防护设施、设备的维护保养，避免发生辐射事故。

3、建设单位重新申领辐射安全许可证之前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对建设单位所用射线装置的相关信息填写。

4、辐射工作人员证在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）参加辐射安全培训。

### 5、项目竣工验收检查内容

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设项目竣工后，建设单位应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况（辐射防护及环境保护设施（设备）验收一览表），编制验收监测报告。验收监测报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见，并依法向社会公开验收报告。本项目竣工环境保护验收一览表见表 13-1。

表 13-1 环保设施竣工验收一览表

类别	环保设施/措施	数量
----	---------	----

电子 FLASH 加速器实验 机房	辐射屏蔽措施	屏蔽机房	1 座
	安全装置	门机联锁	2 套
		视频监控系统及对讲装置	1 套
		入口处设置治疗工作状态的讯号灯（门-灯联锁）	1 套
		紧急开门装置	1 套
		紧急停机按钮	5 个
		控制台紧急停机按钮	1 个
		固定式剂量报警仪	1 套
		入口电离辐射警告标志	1 个
	个人防护用品	个人剂量计	8 个
		个人剂量报警仪	2 台
		铅服、铅帽等铅防护用品（应急）	1 套
	废气	通排风系统	1 套
综合管理	监测仪器	X- $\gamma$ 辐射剂量率监测仪	1 台
	辐射工作人员复训		8 人
制度			
<p>辐射安全与环境保护管理机构操作规程</p> <p>辐射安全防护和设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度）</p> <p>场所及环境监测方案</p> <p>监测仪表使用与校验管理制度</p> <p>辐射事故应急预案</p> <p>辐射工作人员个人剂量管理制度</p> <p>辐射工作人员培训/再培训制度</p> <p>电子 FLASH 加速器操作规程</p> <p>辐射安全保卫制度</p> <p>辐射工作人员岗位职责</p> <p>射线装置台帐管理制度</p>		<p>（1）《辐射工作场所安全防护管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《电子 FLASH 加速器操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。</p> <p>（2）上墙制度的内容应字体醒目，简单清楚，体现现场操作性和实用性，尺寸大小应不小于 400mm*600mm。</p>	

表 14： 审批

<p style="text-align: right;">公 章</p> <p>年 月 日</p> <p>经办人</p>
<p>审批意见：</p> <p style="text-align: right;">公 章</p> <p>年 月 日</p> <p>经办人</p>