

核技术利用建设项目

重庆市万州中心血站扩建项目（血液辐照）

环境影响报告表

重庆市万州中心血站



2019年11月

生态环境部制

核技术利用建设项目

重庆市万州中心血站扩建项目（血液辐照）

环境影响报告表



建设单位名称：重庆市万州中心血站

建设单位法人代表（签名或盖章）：

杨红宇

通讯地址：重庆市万州区百安坝街道天台路9号

邮政编码：404000

联系人：陈亮

电子邮箱：1250960146@qq.com

联系电话：13594782779

编制单位和编制人员情况表

项目编号	X735v0		
建设项目名称	重庆市万州中心血站扩建项目（血液辐照）		
建设项目类别	50_191 核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	重庆市万州中心血站		
统一社会信用代码	125001014517466026		
法定代表人（签章）			
主要负责人（签字）			
直接负责的主管人员（签字）			
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	重庆宏伟环保工程有限公司		
统一社会信用代码	915001126912004062		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
肖英	0008219	BH001035	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
肖英	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量现状、环境影响分析、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、辐射安全管理、结论及建议	BH001035	

表 1 项目基本情况

建设项目名称		重庆市万州中心血站扩建项目（血液辐照）			
建设单位		重庆市万州中心血站			
法人代表	杨征宇	联系人	陈亮	联系电话	13594782779
注册地址		重庆市万州区果园路 55 号			
项目建设地点		重庆市万州区百安坝街道天台路 9 号 综合楼 B2 层（吊 2 层）			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 （万元）	430	项目环保投资 （万元）	4	投资比例（环保 投资/总投资）	0.93%
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		占地面积（m ² ）	16
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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input checked="" 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	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<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 type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			
	1.1 项目概述				
1.1.1 建设单位的简要介绍					
<p>重庆市万州中心血站（简称“万州血站”）始建于 1976 年，位于万州区果园路 55 号（旧址），是我国最早成立的中心血站之一，系全市唯一一家命名的红十字血站，其性质“是采集、提供临床用血的机构，是不以营利为目的的公益性组织”；其职责是依法在片区采集合格血液，并向片区内各级医疗机构提供安全的</p>					

表 1 项目基本情况

临床用血。采供血范围为一区四县（即：万州、梁平、忠县、开县、云阳），供血人口 680 万，供血范围广。

重庆市万州中心血站劳动定员 300 人，设置办公室、财务科、总务科、检验科、质管科、血源科、体采科、成分科、供血科共 9 个科室。

为满足采血、储血、供血等业务发展要求，经重庆市万州区发展和改革委员会批准（万州发改审社〔2011〕94 号），重庆市万州中心血站拟整体搬迁到万州区百安坝街道天台路 9 号（三洲八组，简称“新址”），建设重庆市万州中心血站扩建项目，开展采血、血液检验、血液制备、血液质量控制等工作，采供血量 55000 升。重庆市万州中心血站扩建项目用地面积 11650m²，仅建设一栋综合楼，总建筑面积 13506.31m²，项目开展了环境影响评价工作，编制了《重庆市万州中心血站扩建项目环境影响报告表》，并于 2013 年 4 月 25 日取得了万州区环境保护局（现为万州区生态环境局）的审批意见：渝（万）环准[2013]112 号。

目前，重庆市万州中心血站扩建项目的建筑已经建设完成，尚未进行验收。重庆市万州中心血站正在开展搬迁工作。

1.1.2 项目由来

为满足重庆市万州中心血站扩建项目的正常运行，并提高血液辐照速率，重庆市万州中心血站拟在新址综合楼 B2 层（吊 2 层）辐照室配置两台血液辐照仪开展血液制品的辐照工作。两台血液辐照仪中一台为旧址现有的，搬迁后继续使用，另一台为新购。旧址现有血液辐照仪为加拿大 Gamma cell 3000 型，内含放射源 ¹³⁷Cs 壹枚，初装源活度为 4.99×10¹³Bq；拟新购的血液辐照仪为德国 BIOBEAM GM 8000 型，内含放射源 ¹³⁷Cs 壹枚，额定活度为 9.8×10¹³Bq。

根据《关于发布放射源分类办法的公告》，本项目涉及的放射源均属于 II 类放射源。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等法律法规有关规定，本项目的建设应进行环境影响评价。本项目使用 II 类放射源，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号）的要求，“191 核技术利用建设项目 使用 II 类放射源的”，应编制环境影响

表 1 项目基本情况

报告表。

为保护环境，保障公众健康，严格执行环境影响评价制度，重庆市万州中心血站委托重庆宏伟环保工程有限公司对“重庆市万州中心血站扩建项目（血液辐照）”进行环境影响评价。评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础之上，按照《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，编制完成了该项目的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设规模

(1) 项目组成

重庆市万州中心血站新址综合楼 B2 层（吊 2 层）辐照室拟使用两台血液辐照仪开展血液制品的辐照工作，其中一台为搬迁旧址现有血液辐照仪（加拿大 Gamma cell 3000 型，内含放射源 ^{137}Cs 壹枚，初装源活度为 $4.99 \times 10^{13}\text{Bq}$ （1348.6Ci），放射源编码：CA07CS000842，属于 II 类放射源），另一台为拟购（德国 BIOBEAM GM 8000 型，内含放射源 ^{137}Cs 壹枚，额定活度为 $9.8 \times 10^{13}\text{Bq}$ （2648.6Ci），属于 II 类放射源）。

辐照室总建筑面积约 16m^2 ，项目施工期约 1 个月。

本项目组成、与相关工程的依托情况见表 1-1。

表 1-1 项目组成及依托关系表

项目组成		主要内容及规模	依托关系
主体工程	辐照 1 室	位于综合楼吊 2 层西北角，内空尺寸：3.18m×2.0m×4.5m，内空面积约 6.36 m ² ，四周墙体为：建筑外墙 20cm 厚的剪力墙，内部隔墙为 12cm 厚空心砖墙，在辐照室设置一道 3mmPb 防护门，无窗户；天棚地板为 20cm 砼。	依托综合楼已建房间
	辐照 2 室	位于综合楼吊 2 层西北角，内空尺寸：3.24m×2.0m×4.5m，内空面积约 6.48 m ² ，四周墙体为：建筑外墙 20cm 厚的剪力墙，内部隔墙为 12cm 厚空心砖墙，在辐照室设置一道 3mmPb 防护门，无窗户；天棚地板为 20cm 砼。	
	设备	配置两台血液辐照仪，每台设备内配置壹枚 II 类放射源 ^{137}Cs 。旧址血液辐照仪拟设置在辐照 1 室内，拟新购的血液辐照仪拟设置在辐照 2 室内。	搬迁 1 台 新购 1 台
辅助工程		/	/

表 1 项目基本情况

公用工程	给水系统	依托综合楼原有给水系统，来自城市自来水管网。	依托
	排水系统	依托综合楼原有排水系统。采用雨、污分流制。雨水排入市政雨水管网，污水经污水处理站处理达标后排入市政污水管网，进入万州沱口污水处理厂处理后排入长江。	依托
	供电系统	依托综合楼原有供电系统。主要由市政电网供电，负 1 层设置由柴油发电机作为备用电源。	依托
	通风系统	依托综合楼原有通风系统。辐照室采用风管空调系统进行通风换气，通风量为 485m ³ /h。	依托
环保工程	废气	少量的臭氧氮氧化物通过风管空调系统排放。	依托
	废水	依托综合楼现有地理式污水处理站处理，废水处理站位于综合楼北侧吊 2 层，设计处理能力 50m ³ /d。	依托
	固废	依托综合楼西南角现有垃圾暂存点收集生活垃圾；辐照仪使用寿命（一般为 10 年）到期后的废旧放射源由厂家回收。	/
	辐射防护	全方位钢制封装部件，屏蔽最低值：170 mm 铅	/

(2) 工作制度及工作量

根据建设单位提供的资料，建设单位年运行 365 天，工作人员每天工作 8 小时，实行轮体制。

搬迁血液辐照仪每天辐照不超过 40 次，每次辐照时间不超过 8min，每年辐照时间不超过 1947h。

拟购血液辐照仪每天辐照不超过 30 次，每次辐照时间不超过 12min，每年辐照时间不超过 2190h。

(3) 劳动定员

本项目辐射工作人员劳动定员 6 人，均为建设单位现有辐射工作人员，本项目不新增。

1.2 环境保护目标

本项目位于万州区百安坝街道天台路 9 号重庆市万州中心血站综合楼综合楼 B2 层（吊 2 层）辐照室，项目地理位置见附图一。

项目设置两个独立的辐照室，两辐照室相邻布置。辐照室东侧为消防控制室；南侧为过道和杂物间；西侧和北侧均为泥土层，之外为三洲小区居民楼；楼下为

表 1 项目基本情况

车库停车位；楼上为成分科业务区用房。辐照室周围 50m 范围内敏感建筑为本栋综合楼及三洲小区居民楼，因此，本项目环境保护目标为重庆市万州中心血站内从事血液辐照工作的辐射工作人员及辐照室周围活动的公众成员。

1.3 与项目有关的环境保护问题

1.3.1 现有核技术利用项目许可情况

重庆市万州中心血站现在旧址一层辐照室内使用一台血液辐照仪，该血液辐照仪为加拿大 Gamma cell 3000 型，内含放射源 ^{137}Cs 壹枚，初装源活度为 $4.99 \times 10^{13}\text{Bq}$ （额定活度为 $5.4 \times 10^{13}\text{Bq}$ ），属于 II 类放射源。该血液辐照仪办理了环评手续、验收手续，并取得了《辐射安全许可证》（渝环（辐）证 00081 号），有效期至 2021 年 08 月 01 日。

经现场调查，建设单位为每名辐射工作人员配置了个人剂量计，建立了个人剂量档案和健康档案，并安排辐射工作人员参加了辐射安全与防护培训，并取得合格证后持证上岗（最近培训在四年期内）。建设单位还定期委托有资质的监测单位对设备表面剂量进行监测，以保证设备的安全。

根据建设单位提供的重庆市疾病预防控制中心出具的个人剂量检测报告（2018 年下半年-2019 年上半年）的个人剂量检测报告可知，重庆市万州中心血站旧址在用的血液辐照仪（拟搬迁）的辐射工作人员的年有效剂量其中 1 人为 0.45mSv，其他均为 0.18mSv，满足建设单位管理目标限值要求。

原有核技术利用项目在运行过程中未发生辐射事故和环保投诉，无环保遗留问题。本项目拟将该血液辐照仪搬迁到新址辐照室继续使用。

建设单位现有的辐射环境管理现场照片见下图 1-1 所示。



个人剂量计



培训合格证

表 1 项目基本情况



个人剂量检测

上墙管理制度

图 1-1 现有辐射环境管理相关照片

1.3.2 环保手续即运营情况

新址的重庆市万州中心血站扩建项目已开展了环境影响评价工作，编制了《重庆市万州中心血站扩建项目环境影响报告表》，并于 2013 年 4 月 25 日取得了万州区环境保护局(现为万州区生态环境局)的审批意见:渝(万)环准[2013]112 号。目前，该项目建筑已经建设完成，正在进行搬迁工作，尚未进行验收。

新址项目环保手续齐全，项目启动至今未发生过环保事故，无环保投诉。

1.3.3 本项目与万州血站的依托关系

本项目与万州血站的依托关系及可行性分析见表 1-2 所示。

根据表 1-2 可知，本项目依托万州血站现有公用工程、环保工程、辐射工作人员、辐射环境管理等是可行的。

表 1 项目基本情况

表 1-2 项目依托及可行性分析表			
依托工程	依托情况	可行性分析	结论
项目用房	建筑主体依托	项目用房的主体结构已经建成，并有完善的环保手续。项目用房定位为辐照用房，本项目建设符合其使用工程。	可行
公用工程	供电、供水等公用工程依托	万州血站已经建成，其建筑内的供电电网、供水管网等完善。故项目依托可行。	可行
环保工程	废水排放、固废处理依托	万州血站建设有垃圾收集点，生活垃圾交环卫部门处理。万州血站建设有污水处理站 1 座，处理能力为 50m ³ /d。本项目废水主要是医务人员洗手水、场地保洁水，无其他特殊废水污染物，产生量也很少。且新址设计已将本项目纳入设计中，本项目辐射工作人员也为现有辐射工作人员，未新增，因此本项目废水依托新建的污水处理站处理可行。	可行
劳动定员	辐射工作人员	项目劳动定员 6 人，均为万州血站现有辐射工作人员，本次不新增。现有辐射工作人员均参加了辐射安全与防护培训，并取得合格证后持证上岗（最近培训在四年期内）。依托可行。	可行
管理	辐射环境管理	医院已经建立了辐射防护管理机构，设置了专人管理，制定了相应的管理制度和应急预案。本项目为血液辐照，与现有核技术利用项目一致，因此能依托现有的辐射环境管理机构和管理制度。	可行

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	¹³⁷ Cs	4.99×10 ¹³ Bq×1 枚	II类	使用	血液辐照, 灭 活病毒等	辐照 1 室	随血液辐照仪贮 存在辐照室内	搬迁 (1 台)
2	¹³⁷ Cs	9.8×10 ¹³ Bq×1 枚	II类	使用	血液辐照, 灭 活病毒等	辐照 2 室	随血液辐照仪贮 存在辐照室内	新购 (1 台)
以下空白								

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
本项目不涉及										

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	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
本项目不涉及										

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	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
本项目不涉及									

(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 (mA)	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	
本项目不涉及													

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日施行修订版；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日最新修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日施行修订版；</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，2019 年 03 月 02 日修订实施；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环保部令第 3 号，2019 年 8 月 22 日修订实施；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》原环境保护部第 44 号令、生态环境部第 1 号令，自 2018 年 4 月 28 日起施行；</p> <p>(9) 《重庆市环境保护条例》（修订），2017 年 6 月 1 日施行；</p> <p>(10) 重庆市环境保护局关于印发《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》的通知，渝环[2017]242 号；</p> <p>(11) 《关于发布放射源分类办法的公告》，国家环保总局公告 2005 年第 62 号。</p>
------	--

表 6 评价依据

<p>技术标准 技术规范</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);</p> <p>(2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016);</p> <p>(3) 《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016);</p> <p>(4) 《含密封源仪表的放射卫生防护要求》(GBZ125-2009)</p> <p>(5) 《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002);</p> <p>(6) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93);</p> <p>(7) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001);</p> <p>(8) 《血液辐照仪》(YY/T 0848-2011);</p> <p>(9) 《水池贮源型γ辐照装置设计安全准则》(GB17279-1998)</p> <p>(10) 《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》(GBZ/T 144-2002);</p> <p>(11) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分:化学有害因素(一)》(GBZ2.1-2019), 2020 年 4 月执行;</p> <p>(12) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)。</p> <p>(13) 《核应急管理导则放射源和辐射技术应用应急准备与响应》国防委、卫生部, 2003 年 2 月 21 日。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 项目委托书;</p> <p>(2) 《辐射安全许可证》;</p> <p>(3) 万州血站环评报告及其批复文件;</p> <p>(4) 万州血站扩建项目设计资料;</p> <p>(5) 《监测报告》渝泓环(监)[2019]1413 号;</p> <p>(6) 《监测报告》渝辐监(委)[2007]12 号、渝泓环(监)[2018]477 号;</p> <p>(7) 管理制度;</p> <p>(8) 建设单位提供的其他资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目辐射源为能量流污染及其能量流的传播与距离相关的特性，结合《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）的相关规定，确定以辐照室周围 50m 范围内的区域作为本项目辐射环境的评价范围，垂直方向上重点关注项目用房楼上、楼下对应区域。

7.2 保护目标

7.2.1 综合楼周围环境

重庆市万州中心血站新址位于重庆市万州区百安坝街道天台路 9 号，主要建设一栋综合楼。综合楼所在地无重点文物保护单位，无珍稀野生动植物、名木古树、风景名胜区和自然保护区等。

结合周围环境情况调查，综合楼东面为空地，南面为站内绿化，西面为三洲小区；北面为站内广场、商铺及城市支路。

综合楼周围环境概况见附图二所示。

7.2.2 项目周围环境

本项目位于综合楼 B2 层（吊 2 层）西北角辐照室。辐照室周围环境情况为：东侧紧邻消防控制室，之外为院内通道；南侧为供血科的过道、杂物间、冻库等用房；西侧至北侧均为山体（泥土层），之外为三洲小区，最近居民楼距离项目用房约 25m；楼下为车库停车位，楼上为成分科业务用房。

辐照室周围 50m 范围内环境保护目标为本栋综合楼、三洲小区居民楼（3 栋），无其他敏感建筑。

项目所在综合楼主体城倒“反倒 u 型”，各部分楼层主要设置为 6F/吊 2F/-1F。

综合楼建筑结构剖面图见附图四，综合楼 B2 层（吊 2 层）平面布置图见附图五，项目东西、南北方向上的剖面示意图见附图二所示。

7.2.3 环境保护目标

本项目辐射环境保护目标见表 7-1。

表 7 保护目标与评价标准

表 7-1 环境保护目标一览表						
序号	环境保护目标	方位	距血液辐照室的最近距离		主要保护对象	受电离辐射影响人数
			水平	垂直		
1	消防控制室	东侧	紧邻	平层	公众成员	约 1 人
2	供血科业务用房 (献血大厅、献血休息室、采血室、体检室、办公室)	东南侧	约 12m	平层	辐射工作人员 公众成员	约 30 人
3	杂物间	南侧	紧邻	平层	公众成员	约 1 人
	过道		紧邻	平层	辐射工作人员 公众成员	约 6 人
	冻库、卫生间		约 5m	平层	公众成员	约 5 人
4	车库	楼下	紧邻	约-4m	公众成员	约 10 人
5	成分科业务用房	楼上	紧邻	约+4m	公众成员	约 30 人
6	篮球场	北侧	约 7m	约+4m	公众成员	约 15 人
7	三洲小区	西侧	约 25m	平层	公众成员	约 100 人
		西北侧	约 45m	平层		
		北侧	约 48m	平层		

备注：“-”表示环境保护目标低于项目用房，“+”表示环境保护目标高于项目用房。

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

① 剂量限值

第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限值，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B (标准的附录 B) 中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

第 B1.1.1.1 款，应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量 (但不可作任何追溯性平均)，20mSv 作为职业照射剂量限值。

第 B1.2 款 公众照射

表 7 保护目标与评价标准

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超过下述限值：年有效剂量，1mSv。

第 B2 款 表面污染控制水平

第 B2.1 款 工作场所的表面污染控制水平：控制区设备 β 表面污染控制水平 ≤40Bq/cm²。

(2) 《γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002)

本标准适用于 γ 射线和能量小于或等于 10MeV 的电子加速器辐照装置。

第 5.1.3 款 I、III 类 γ 射线和 I 类电子束辐照装置外部的辐射水平检测沿整个辐照装置表面测量距表面 5cm 处的空气比释动能率，应特别注意装源口、样品入口等可能的薄弱部位的测量。测量结果一般应不大于 2.5μGy/h。

第 5.1.4 款 II、IV 类 γ 射线辐照装置和 II 类电子束辐照装置辐照室外的辐射水平检测

第 5.1.4.3 款 测量结果应符合 GB17279 第 5 条。

GB17279-1998 第 5 条 对监督区，在距屏蔽体的可达界面 30cm，由穿透辐射所产生的平均剂量率应不大于 2.5×10^{-3} mSv/h (GB17279-1998 适用于水池贮源型 γ 辐照装置的设计。其他类型的 γ 辐照装置的设计可参照采用)。

(3) 《血液辐照仪》(YY/T 0848-2011)

第 4.5.1 款 距辐射源 1m 处，测得的表面杂散辐射剂量当量率不得超过 1μSv/h，距离辐照仪可触及表面 50mm 处任意位置的剂量当量率不超过 5μSv/h。

(4) 《含密封源仪表的放射卫生防护要求》(GBZ125-2009) (参考)

第 4.7 款 检测仪表在不同场所使用时，见附录 A 所标示的位置的周围剂量当量率应满足表 1 (本报告表 7-2) 的要求。

表 7-2 不同使用场所对检测仪表外围辐射的剂量控制要求

检测仪表的使用场所	下列不同距离的周围剂量当量率 H*控制值, μSv/h	
	5cm	100cm
对人员的活动范围不限制	H* < 2.5	H* < 0.25
在距源容器的 1m 区域内很少有人停留	2.5 ≤ H* < 25	0.25 ≤ H* < 2.5

表 7 保护目标与评价标准

在距源容器外表面 3m 的区域内不可能有人进入或放射工作场所划出了监督区 ¹⁾	25≤H* < 250	2.5≤H* < 25
只能在特定的放射工作场所使用，并按控制区、监督区 ¹⁾ 分区管理	250≤H* < 1000	25≤H* < 100

注：¹⁾ 监督区边界剂量率为 2.5μSv/h。

由于血液辐照仪的使用不可能限制人员的活动范围，本报告评价时以 5cm 处剂量当量率 H<2.5μSv/h、100cm 处剂量当量率 H<0.25μSv/h 作为评价时的辐射水平控制标准。

(5) 工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素(一)》(GBZ2.1-2019)

室内：臭氧浓度的接触限值：0.3mg/m³。

(6) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)

二级标准：1 小时平均臭氧限值为 200μg/m³ (0.2mg/m³)，氮氧化物限值为 250μg/m³ (0.25mg/m³)。

(7) 标准汇总

根据建设单位提供的资料，建设单位取 GB18871-2002 中工作人员职业照射剂量限值的四分之一即 5mSv/a 作为辐射工作人员的年有效剂量管理目标值；取其公众照射平均剂量估计值的四分之一 0.25mSv/a 作为公众成员的年有效剂量管理目标值。根据 GB18871-2002 的 11.4.3.2 规定：剂量约束值通常在公众照射剂量限值 10%-30% (即 0.1mSv/a-0.3mSv/a)，本项目建设单位的公众照射剂量管理取值在上述取值范围内，满足 GB18871-2002 要求。

综上所述，本项目综合考虑各标准限值，并从严管理取剂量限值见表 7-3。

表 7 保护目标与评价标准

表 7-3 本项目辐射剂量控制限值及污染物排放指标表				
序号	项目		控制限值	采用的标准
1	年有效剂量	剂量限值	辐射工作人员： $\leq 20\text{mSv}$ 公众成员： $\leq 1\text{mSv}$	GB18871—2002
		管理目标值	辐射工作人员： $\leq 5\text{mSv}$ 公众成员： $\leq 0.25\text{mSv}$	建设单位确认
2	辐照仪辐射水平	距离辐照仪可触及表面 5 cm 处任意位置的剂量当量率： $< 2.5\mu\text{Sv/h}$		GBZ141-2002 GBZ125-2009（参考）
3		距辐射源 100 cm 处剂量当量率： $< 0.25\mu\text{Sv/h}$		YY/T 0848-2011 GBZ125-2009（参考）
4		β 表面污染控制水平 $\leq 40\text{Bq/cm}^2$		GB18871—2002

备注： ^{137}Cs 衰变时主要发射能量为 0.662MeV 的 γ 射线，根据《用于光子外照射放射防护的剂量转换系数》（GBZ/T 144-2002）附表 D， ^{137}Cs 的 γ 射线剂量转换系数 Sv/Gy=1.02。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

为了解本项目所在地的辐射环境质量现状，重庆泓天环境监测有限公司于 2019 年 10 月 16 日对重庆市万州中心血站血液辐照仪所在位置进行了环境地表 γ 辐射剂量率背景值监测。监测结果和监测布点见支撑性材料，监测报告编号：渝泓环（监）[2019]1413 号。

(1) 监测因子：环境地表 γ 辐射剂量率。

(2) 监测方法和依据：

监测方法和依据见表 8-1。

表 8-1 监测方法和依据

监测项目	监测方法	监测依据
环境地表 γ 辐射剂量率	仪器法	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》GB/T14583-1993

(3) 监测点位：共设 5 个点。具体监测布点见表 8-3，监测布点示意图见图 8-1 所示。

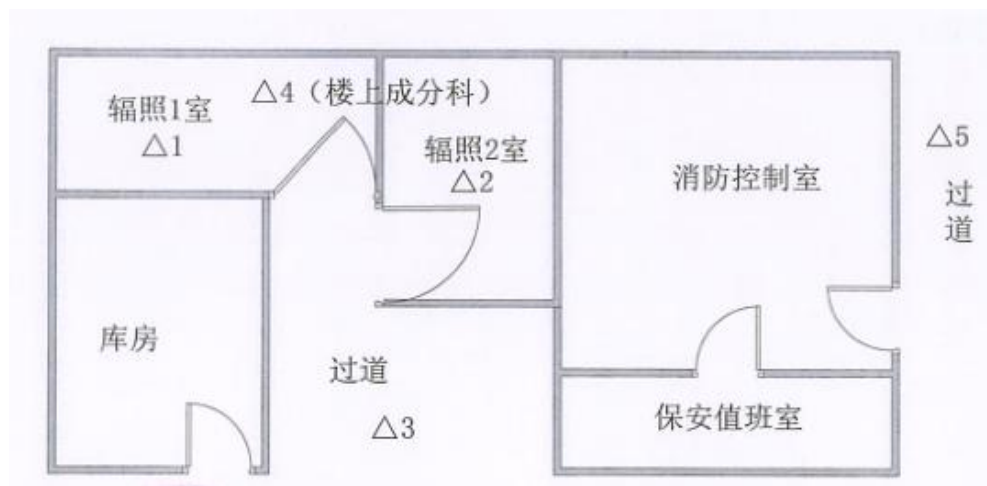


图 8-1 项目监测布点示意图

根据监测布点情况，本次在项目两个辐照室内、在项目用房南侧的过道上均布置了监测点位，同时和项目用房楼上对应区域、项目所在建筑外距项目较近的室外地面上也布置了监测点位。各监测点位的布设能够反映本项目用房辐射环境水平及临近地表 γ 辐射水平。因此，项目监测布点合理可行。

(4) 监测工况：本项目尚未建设，项目用房内无设备。项目周围无辐射设

表 8 环境质量和辐射现状

备。

(5) 监测仪器：监测仪器情况见表 8-2。

表 8-2 监测仪器及检定情况

仪器名称及型号	编号	计量检定编号	有效期限	校准因子
环境用 X- γ 剂量率仪 JB4010 型	09031	2019022701665	2020.3.7	1.04

(6) 质量保证措施：监测人员持证上岗，监测仪器每年送计量部门检定合格后在有效期内使用；监测时获取足够的数量，以保证监测结果的统计学精度；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。因此，监测结果有效。

(7) 监测结果统计：

监测结果统计见表 8-3。

表 8-3 环境地表 γ 辐射剂量率

监测点位	监测点位描述	环境地表 γ 辐射剂量率 (nGy/h)
$\Delta 1$	拟建辐照 1 室	98
$\Delta 2$	拟建辐照 2 室	108
$\Delta 3$	库房外过道	98
$\Delta 4$	楼上成分科	92
$\Delta 5$	消防控制室门外过道	105

根据监测统计结果可知，本项目所在地及周围环境的地表 γ 剂量率的监测值在 92nGy/h~108nGy/h 之间（未扣除宇宙射线）。根据《2018 年全国辐射环境质量报告》（中华人民共和国生态环境部），重庆市多个点位的 2018 年环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率监测值范围在 64.4~168.7nGy/h（未扣除宇宙射线）之间。两者相比，项目所在地场址及临近环境 γ 辐射剂量率在其本底涨落范围内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

本项目依托万州血站现有房间。本项目不需要单独进行装修，直接将血液辐照仪安置在房间内即可，基本无施工期工程。设备的安装调试等均委托有资质的单位进行，建设单位人员不参与相关工作，且血液辐照仪本身为自屏蔽设备，设备表面剂量很低，即使安装过程中设备表面的辐射剂量率也满足人员的活动范围不受限制的要求，对安装人员和本单位人员影响较小。因此，本报告不再对设备安装调试期间的影响进行分析评价。

9.1.1 工程设备

(1) 设备外观

本项目涉及到的 2 台血液辐照仪，拟搬迁的一台为加拿大的 Gamma cell 3000 型，拟新购的一台为德国 BIOBEAM GM 8000 型。两台血液辐照仪均为整机进口，属放射源内嵌固定式结构血液辐照仪，有自屏蔽系统。后文均统一介绍。

拟搬迁的 Gamma cell 3000 型血液辐照仪外观见图 9-1，拟新购的 BIOBEAM GM 8000 型血液辐照仪外观图见图 9-2。

两血液辐照仪内均内置壹枚放射源，其内部结构示意图见图 9-3，其中拟购血液辐照仪的内部详细结构见附图七。

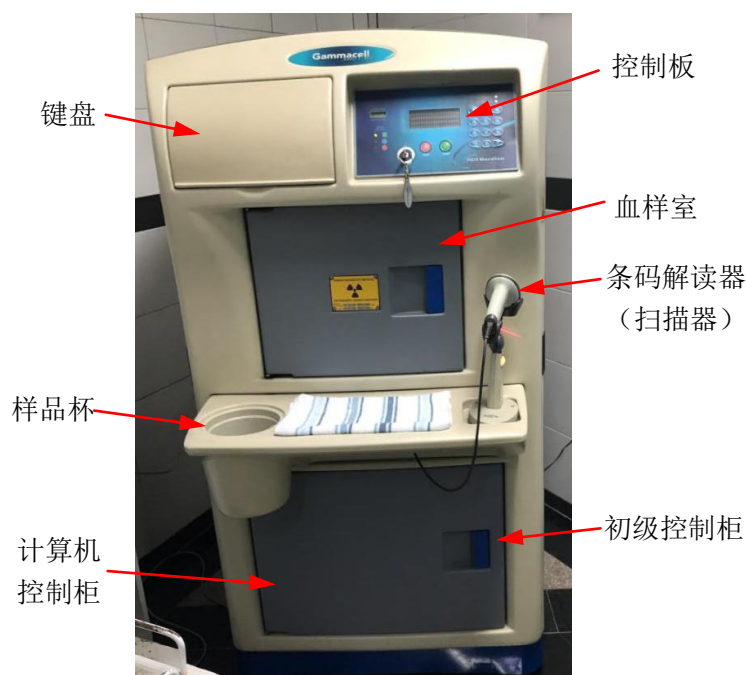


图 9-1 Gamma cell 3000 型血液辐照仪外观图

表 9 项目工程分析与源项

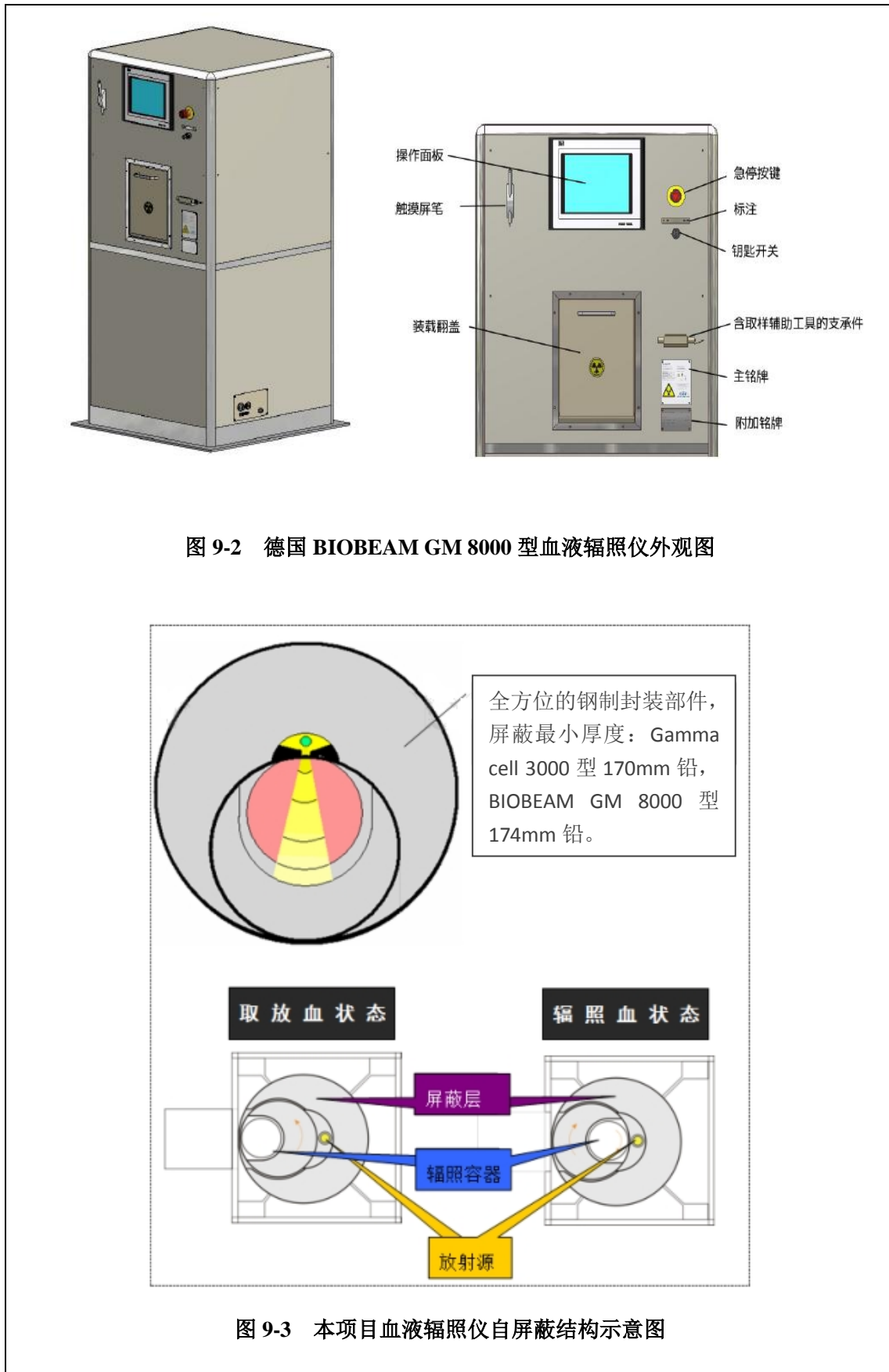


表 9 项目工程分析与源项

(2) 设备结构

根据加拿大 Gamma cell 3000 型血液辐照仪和德国 Biobeam GM 8000 型血液辐照仪设备说明书可知，两血液辐照仪均为整体设备，结构基本一致，工作原理一致。统一介绍如下：

血液辐照仪主要由设备主体、屏蔽转辊、放射源仓、辐照容器、中央控制器等组成。设备主体和屏蔽转辊提供所需要的辐射防护，装有铅的钢壳体确保这种基本防护；屏蔽转辊支撑着辐照腔，辐照腔上带有孔，用于连接辐照容器；被辐照样品的放入和取出可通过装载翻盖进行；放射源仓的专用固定器上固定着¹³⁷Cs 放射源，放射源被封装在一个紧密焊接的不锈钢壳体（源棒）内，血液辐照仪在工作状态或非工作状态，放射源都无法移动；本项目所使用的辐照仪推荐使用年一般为 10 年，运行期间不需更换放射源。当血液辐照仪及放射源不能满足血液辐照后，由设备提供方将血液辐照仪（含放射源）整体回收。

①主体

该部件是血液辐照仪的主要辐射屏蔽层，由铸钢外壳和高密度防护材料铅构成，主体内腔安装有屏蔽转辊（转筒）、放射源仓、中央控制器（含控制面板），主体外装有触摸屏、应急开关、钥匙开关、装载盖板以及警示标识等。

②屏蔽转辊

通过两端轴承安装在主体内腔中，由铸钢外壳和高密度防护材料组成，带有辐照容器旋转驱动、转筒旋转驱动，内设置为 U 型开口，U 型开口内设计有托盘，可托载受辐照容器。托盘与受辐照容器的旋转驱动连接，实现被辐照物品在辐照过程中的连续旋转，使边缘与中心的受照剂量均匀一致。通过主体上的驱动机构实现±180 旋转，具有两个工作位，取样位和照射位。

③放射源仓

放射源仓是放射源封装部件，由钢制外壳和高纯度铅组成，放射源固定在放射源仓的中间部位，两端有钨合金挡块，放射源固定在其中，血液辐照仪在工作状态或非工作状态，放射源都无法移动。放射源防护结构图见图 9-3 所示。

④辐照容器

辐照容器采用不锈钢整体加工，带密封盖。辐照容器置于辐照舱内，辐照舱

表 9 项目工程分析与源项

外设置有装载翻盖（辐照容器舱门），装载翻盖由 15mm 铅外包不锈钢制成，装载翻盖尺寸略大于舱口尺寸，防止射线泄漏。

⑤控制系统

控制系统主要由三部分组成，参数输入及显示部分、外部接口电路和执行机构。其中参数输入及显示部分主要由触摸屏完成，通过控制画面进行参数输入，通过各种按键进行辐照控制；外部接口电路部分主要由各种开关按钮、可编程控制器、接触器组成；执行机构主要由三个电机完成。在此控制系统中，触摸屏（POD）和可编程控制器（PLC）起着举足轻重的作用，整个过程控制基本上都是通过程序来完成的。

(3) 设备参数

本项目两台血液辐照仪的主要技术参数见表 9-1、表 9-2 所示。

表 9-1 加拿大 Gamma cell 3000 型血液辐照仪主要技术参数

(辐照 1 室)

装置型号/名称	Gamma cell 3000 型血液辐照仪
生产厂家	加拿大诺迪安
放射源	内含壹枚 II 类放射源 ^{137}Cs
放射源活度	额定装源活度：5.4 E+13 Bq (II 类) 初装源活度：4.99E+13 Bq (II 类)
设备防护安全措施	设备设置有安全钥匙开关、装载翻盖联锁装置、设备自检程序、紧急停机开关和中断程序、电离辐射警告标志、铅自屏蔽体
屏蔽材料及厚度	自屏蔽方式，屏蔽材料为金属铅，最小屏蔽厚度 170mm
放射源运动类型	放射源固定安装在装置内，不可活动（辐照容器旋转）
辐照容器	2.34 L
工作能力	每次最大可照射 6 袋（200ml/袋），每次辐照时间不超过 8min
外型尺寸	1550mm（高）×800mm（宽）×980mm（厚）
总重量	1479 kg

表 9-2 德国 Biobeam GM8000 型血液辐照仪主要技术参数

(辐照 2 室)

装置型号/名称	Biobeam GM8000 型血液辐照仪
生产厂家	德国贝欧宝
放射源	内含壹枚 II 类放射源 ^{137}Cs
放射源活度	额定装源活度：9.8E+13 Bq (II 类)

表 9 项目工程分析与源项

设备防护安全措施	设备设置有安全钥匙开关、装载翻盖联锁装置、设备自检程序、紧急停机开关和中断程序、电离辐射警告标志、铅自屏蔽体
屏蔽材料及厚度	自屏蔽方式，屏蔽材料为金属铅，最小屏蔽厚度 174mm，最大屏蔽厚度约 188mm
放射源运动类型	放射源固定安装在装置内，不可活动（辐照容器旋转）
辐照容器	7.5L
工作能力	每次最大可照射 16 袋（400ml/袋），每次辐照时间不超过 12min
外型尺寸	1740mm（高）×810mm（宽）×810mm（厚）
总重量	2900 kg

9.1.2 工艺分析

(1) 工作原理

血液辐照仪内装有密封放射源 ^{137}Cs ， ^{137}Cs 是一种原子序数为 55，原子质量数为 137 的人工放射核素。 ^{137}Cs 物理半衰期为 30.1 年，发生 β 衰变后发射能量为 0.662MeV 的 γ 射线。 ^{137}Cs 产生的 γ 射线对血液进行辐照，剂量达到一定值时，能有效灭活病毒以及血液中的残存活性淋巴细胞，可有效阻断经血液途径传播疾病，并减少临床输血反应，有效保证临床用血安全。

(2) 血液辐照工艺流程

项目血液辐照工作流程见图 9-4 所示。

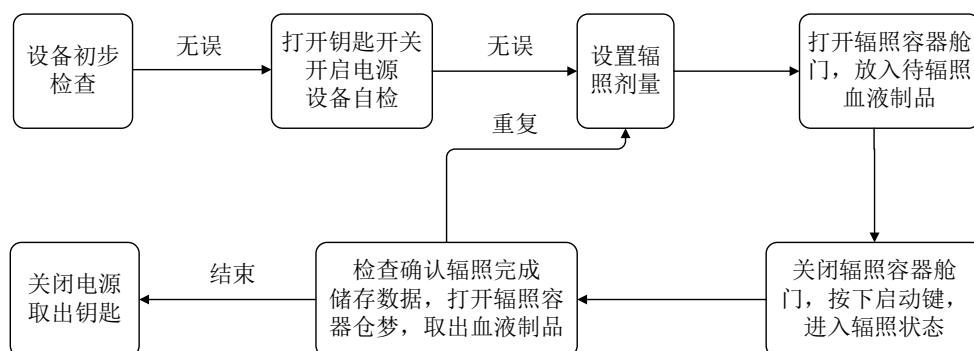


图9-4 辐照仪工作流程图

工艺流程简述如下：

- ①进入辐照室，初步检查设备状态并登记；
- ②初步检查无误后，用钥匙打开仪器，接通仪器电源，并输入操作序号和

表 9 项目工程分析与源项

密码，仪器自检；

③仪器自检结束确定无误后，设置辐照剂量，打开舱门，将需要辐照的血液产品均匀放于辐照容器中，注意勿将血袋产品任何部分漏出容器外；

④关闭舱门，按下启动键，黄色指示灯闪烁，血液进入辐照状态，工作人员离开辐照室在室外等候；

⑤辐照完成后，工作人员进入辐照室检查控制面板确认辐照周期正常完成，储存数据，打开舱门，取出容器中的血袋贴上辐照标签后进行外包装封袋并放入指定位置，并再次将待辐照血袋放入辐照容器中；关闭舱门后按下启动键进入辐照状态。之后重复操作至完成整个辐照工作。

⑥当天辐照工作结束，关闭舱门，关机，取出钥匙，并登记。

(3) 放射源的运输、更换

本项目血液辐照仪使用的 ^{137}Cs 密封放射源安装在血液辐照仪内整机运输至项目场地，设备（含放射源）的运输和安装、调试等均由有资质的单位进行，万州血站仅提供完成这些工作必备的工作场所、与之应急预案的联动，万州血站工作人员不参与运输、设备安装工作。

①放射源运输

本项目拟将万州血站旧址的一台血液辐照仪搬迁到新址继续使用，另拟新购一台血液辐照仪。

旧址辐照室位于一层，直接从辐照室移出后沿通道运至大门口道路上装车，运输距离约 30m。

新址辐照室位于综合楼 B2 层（吊 2 层）西北角，与广场在同一层，设备从北侧城市支路直接进入万州血站的广场，然后下车后通过叉车进入献血大厅，沿通道进入辐照室内。院内运输距离总长约 120m，其中综合楼内运输距离约 60m。运输路径示意图见附图五（2）所示。

②放射源更换

血液辐照仪一般使用年限为 10 年，之后根据设备情况决定是否需要更换。更换时，本项目设备（含放射源）整体更换，不在站内拆装源，旧设备由生产厂家回收，不单独拆分换源。

表 9 项目工程分析与源项

9.2 污染源项描述

本项目两台血液辐照仪中的密封放射源均为 ^{137}Cs ，其物化性质见表 9-3。

表 9-3 密封放射源 ^{137}Cs 性状

核素名称	物理化学性状	贮存方式与地点
^{137}Cs (铯-137)	原子序数 55，原子质量数 137，半衰期 30.1a，衰变时主要发射能量为 0.662MeV 的 γ 射线，常温下为银白色固态。	放射源置于血液辐照仪中的放射源仓内

血液辐照仪内含的 ^{137}Cs 放射源，发生衰变时主要发射能量为 0.662MeV 的 γ 射线。 γ 射线在空气中射程长、穿透能力强，因此本项目主要考虑 γ 外照射影响。

血液辐照仪在非工作状态和工作状态下，周围工作人员和公众会受到一定程度的 γ 外照射， γ 射线是项目主要污染物。此外， ^{137}Cs 放射源使用到一定年限后会产生退役的放射源，可能会对周围环境产生一定的危害。

血液辐照仪工作过程中发射的 γ 射线，会使辐照室内的空气电离产生臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)，少量臭氧和氮氧化物可通过风管空调系统排出辐照室。

本项目辐射工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾，辐射工作人员产生的生活污水、生活垃圾等均依托万州血站新址的处理设施处理，纳入万州血站统一管理和处理，本项目不再对其进行分析。

综上所述，本项目主要污染物见表 9-4。

表 9-4 项目污染物统计汇总

污染物	污染因子	备注
电离辐射	γ 射线	工作状态和非工作状态
废气	O_3 、 NO_x	极少量的臭氧及氮氧化物，能够满足相关标准要求
废放射源	γ 射线、固废	交生产厂家回收

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所选址和布局

本项目辐照室位于综合楼 B2 层（吊 2 层）西北角，两间辐照室相邻布置。辐照室东侧为消防控制室，南侧为过道、杂物间；西侧和北侧均为泥土层，楼下为车库停车位；楼上为成分科业务区用房。

从辐照室周围环境来看，项目辐照室位于建筑一端，周围除辐射工作人员外，公众成员活动较少，毗邻区域内都无人员长时间停留。因此，项目选址可行。

项目涉及两台血液辐照仪，每台血液辐照仪有单独的一间辐照室，且两间辐照室相邻布置，有利于加强管理；辐照室内仅从事血液辐照工作，未设置辐射工作人员办公场地，所有与血液辐照有关的辅助工作均在辐照室外过道区域及供血科用房内完成，减少辐射工作人员在辐照室的停留时间，即减少辐射工作人员的附加有效受照影响。因此，从辐射安全角度分析，项目布局合理。

辐照室平面布局图见附图五所示。

10.1.2 工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，辐射工作场所应进行分区管理。其控制区主要为：注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围；采用实体边界划定控制区；采用实体边界不现实时也可以采用其它适当的手段。监督区主要为：未被定为控制区，在其中通常不需要采取专门的防护手段和措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

万州血站结合本项目具体情况，拟将辐照室用房进行分区管理。具体分区如下：辐照室内设定为控制区，辐照室外的部分过道区域、消防控制室、杂物间、楼上楼下辐照室对应区域设置为监督区。本项目拟在控制区边界（防护门）设置醒目电离辐射警告标志，在监督区边界地面设置明显分区警示带。项目分区能够符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

分区布置图见图 10-1，分区用房情况见表 10-1 所示。

表 10 辐射安全与防护

分区类型	划分区域	措施
控制区范围	辐照 1 室、辐照 2 室	边界（防护门上）设置醒目电离辐射警告标志；定期检查辐射剂量水平，进行经常性监督和评价。
监督区范围	部分过道区域，消防控制室、杂物间、楼上楼下辐照室对应区域	边界地面设置明显分区警示带

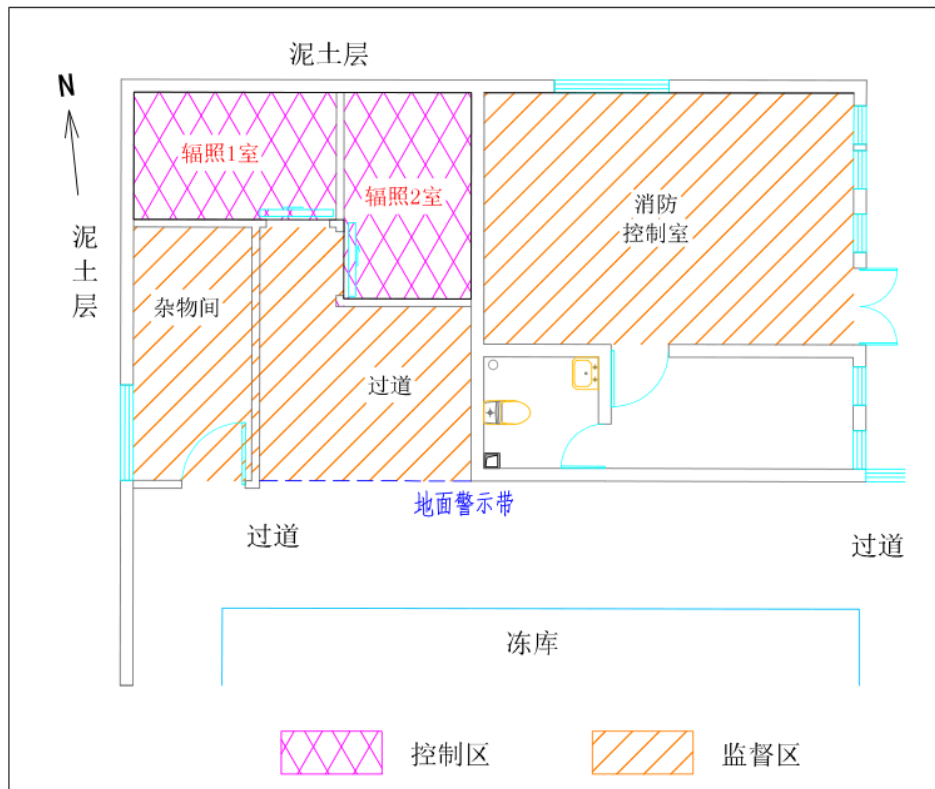


图 10-1 项目工作场所分区示意图

10.1.3 辐射防护屏蔽设计

10.1.3.1 血液辐照仪固有辐射安全防护措施

(1) 本项目涉及到的两台血液辐照仪均属于放射源内嵌固定式结构的血液辐照仪，即无论任何状态下，放射源均被良好屏蔽，均不可移动，根据厂家提供使用说明书，辐照仪屏蔽体为全方位的钢制封装部件。拟搬迁的加拿大 Gamma cell 3000 型血液辐照仪屏蔽最小厚度为 170mm 铅，拟新购的德国 BIOBEAM GM 8000 型血液辐照仪屏蔽最小厚度为 174mm 铅，能够确保辐照仪表面辐射水平满

表 10 辐射安全与防护

足相关标准要求。

(2) 血液辐照仪自带 1 个紧急停机开关和中断程序，当遇到紧急情况需要终止正在进行的辐照时，通过点击操作界面上的“中断”按钮，或者按下控制面板上的急停按键开关，载有血液辐照容器的转台自动回到装样位。待情况排除后，根据需要可重启辐照仪。

(3) 血液辐照仪辐照容器舱门设置联锁机构，辐照过程中，舱门无法打开。

(4) 控制台设置安全钥匙，只有在操作人员打开控制台钥匙开关后，血液辐照仪才能进入辐照工作状态，未插入安全钥匙则不能进入工作状态。

(5) 血液辐照仪外表面醒目位置设置电离辐射警告标识。

(6) 血液辐照仪配置有蓄电池模块和不间断电源模块，在断电情况下，设备仍能运行约 20min。

(7) 血液辐照仪有卡杯手动复位系统，在卡杯情况下，能手动复位。

加拿大 Gamma cell 3000 型血液辐照仪固有辐射安全防护措施相关照片见下图 10-2，德国 BIOBEAM GM 8000 型血液辐照仪固有辐射安全防护措施相关照片见图 9-2 所示。



图 10-2 Gamma cell 3000 型血液辐照仪自带辐射防护措施相关照片

10.1.3.2 工作场所拟采取的辐射安全防护措施

(1) 项目辐照室为框架结构，墙体为普通墙体（建筑外墙 20cm 厚的剪力墙，内部隔墙为 12cm 厚空心砖墙），房间设置 1 道铅防护门，无窗户。

(2) 铅防护门采用遥控电动系统。遥控器由辐照室辐射工作人员保管，具

表 10 辐射安全与防护

有防护、防盗功能。

(3) 辐照室入口处拟设置“当心电离辐射”警告标识。

(4) 辐照室入口防护门上方是设置“射线有害，灯亮勿入”的警示灯箱，提醒无关人员远离辐照室。警示灯箱与防护门联锁，防护门开启，灯箱亮，防护门关闭，灯箱熄，能有效提醒防护门开启时间无关人员误入。

(4) 辐照室拟设置监控系统，可实现 24h 实时监控。监控系统将与当地公安部门联网，有效防范放射源被盗、失控等辐射事故。

(5) 距离防护：严格按照控制区和监督区进行管理，且在辐照室醒目位置张贴电离辐射警告标志，禁止或严格限制无关人员进入或靠近辐射工作现场，以免受到不必要的照射。

(6) 时间防护：在满足血液辐照要求的前提下，尽量满罐血液辐照，减少辐射工作人员装卸辐照血液次数，即减少辐射工作人员近距离操作血液辐照仪的时间；加强管理，尽量减少公众成员在辐照室周围的停留时间。

(7) 血液辐照仪更换时采用设备和放射源整机更换方式，废旧设备（含放射源）交生产商回收处置，废旧放射源不单独拆卸且不在辐照室内暂存。

10.1.3.3 人员的安全和防护

人员主要指本项目辐射工作人员及本次评价范围内的公众成员。相关人员采取下列安全防护措施：

(1) 辐射工作人员

本项目辐射工作人员均需进行辐射安全和防护知识的培训和考核，考核通过后持证上岗；辐射工作人员进入血液辐照室时应佩戴个人剂量计，并定期使用辐射环境监测报警仪进行监测，当辐射水平达到设定的报警水平时，仪器报警，辐射工作人员应立即离开辐射工作场所，同时禁止其他无关人员进入，立即向辐射防护负责人报告。

在实际工作中，为减少辐射工作人员的照射剂量，可通过减少受照射时间来降低辐射照射，如每次血液辐照仪之前，根据要求和实际情况制定最优化的辐照方案，辐照仪工作期间工作人员远离辐照仪，尽量缩短受接触射线的时间。

(2) 其他人员除通过血液辐照仪屏蔽体屏蔽射线外，也可以通过时间和距

表 10 辐射安全与防护

离防护两种方式减小受照剂量。

工作过程中建设单位应加强对控制区和监督区的管理,禁止或限制无关人员进入辐照室或在辐照室周围区域逗留,减少其接触射线的时间,尽可能的降低其受到射线照射的时间和机率,减小辐射影响。

综上所述,项目血液辐照仪固有的及建设单位拟采取的辐射安全措施,能够确保放射源的安全,并有效降低辐射影响。建设单位根据辐射安全管理要求拟对项目工作场所进行分区管理,并设置相关防盗措施及警示标识等,本项目拟采取的辐射安全设施能够防止和控制潜在意外照射事故的发生,满足辐射安全管理的相关要求。

10.2 三废的治理

(1) 放射性废物处理措施

本项目所使用的辐照仪推荐使用年为 10 年,运行期间不需更换放射源,血液辐照仪及放射源不能达到使用要求后由设备生产单位将血液辐照仪(含放射源)整体回收。

(2) 一般废水、固废处理措施

本项目工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾,生活污水将进入城市污水管网,一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理。

(3) 废气处理措施

本项目辐照室设置有风管空调系统,辐照仪工作期间,通过风管空调系统进行正常通风换气。项目产生的极少量的臭氧通过自然排放、扩散后进入大气环境,对辐照室内工作人员的影响较小,同时对周边大气环境影响甚微。

表 11 环境影响分析

11.1 辐射环境影响分析

本项目拟搬迁的加拿大 Gamma cell 3000 型血液辐照仪屏蔽最小厚度为 170mm 铅，拟新购的德国 BIOBEAM GM 8000 型血液辐照仪屏蔽最小厚度为 174mm 铅，铅屏蔽体外包钢壳。本次评价采用理论校核自屏蔽体的屏蔽能力，并采用现有同类型设备运行时监测结果进行类比分析本项目设备的屏蔽能力。估算时采用点源估算模式，计算屏蔽体外瞬时辐射剂量率。

11.1.1 辐射环境影响理论预测

(1) 预测公式及参数

由 γ 辐射源发射出来的 γ 射线，称为初级 γ 射线，在没有屏蔽的情况下，距离辐射源 r 处的辐射水平可通过下式进行估算。

$$\dot{H} = f \frac{A\Gamma}{r^2} \dots\dots \text{(式 1)}$$

式中： \dot{H} ——为距离辐射源 r 处的辐射剂量水平，Gy/h；

A ——为放射源活度，Ci；

f ——为伦琴和戈瑞的换算系数，空气中对 f_{137Cs} 约为

$9.1 \times 10^{-3} \text{Gy/R}$ ；

Γ_{137Cs} ——为照射量率常数，为 $0.31 \text{ R} \cdot \text{m}^2/\text{h Ci}$ 。

当 γ 射线通过一定厚度的屏蔽物质时，穿过屏蔽层的光子通常由两部分组成，一部分是没有发生相互作用的光子，其方向、能量均未发生变化；另一部分是发生过一次或多次康普顿效应的散射光子，其能量与方向皆发生了改变。通常通过屏蔽层后未经相互作用、不包含散射辐射成分的光子称为窄束，包含了散射辐射影响的射线称为宽束。 γ 射线在物质中呈指数衰减，窄束通常为理想状态，较强辐射源应考虑散射辐射的影响，宽束 γ 射线在物质中的减弱可用下式表示：

$$N = N_0 B e^{-\mu R} \dots\dots \text{(式 2)}$$

式中： N 、 N_0 ——分别为加屏蔽层前后探测器所测量到的 γ 射线计数率；

B ——为积累因子；

表 11 环境影响分析

μ ——为线衰减系数(cm^{-1}), ^{137}Cs 在铅中的线衰减系数约为 $1.156/\text{cm}$;
 R ——为屏蔽物质厚度 (cm), 本项目两台血液辐照仪的最小屏蔽厚度分别为 170mm 铅、 174mm 铅。

积累因子 B 可用《辐射防护手册》中的 5.104 公式进行计算:

$$B(E, \mu t) = A_1 e^{-a_1(E)\mu t} + (1 - A_1) e^{-a_2(E)\mu t} \dots\dots (\text{式 } 3)$$

式中: E ——为 ^{137}Cs 的 γ 射线能量, 为 0.661MeV ;

A_1 、 $-a_1$ 、 a_2 ——均为系数值, 可查《辐射防护手册》中表 5.19 并内插计算求得, $A_1=2.100$, $-a_1=0.0322$, $a_2=0.2529$;

μt ——为减弱自由程, $t=R$ 为屏蔽体厚度, cm 。

用 \dot{D} 、 \dot{D}_0 分别表示所考虑的关注点处有屏蔽物质和无屏蔽物质时的吸收剂量率, 代替公式 2 中的 N 、 N_0 , 公式 2 可转化为:

$$\dot{D} = \dot{D}_0 B e^{-\mu R} = f \frac{A\Gamma}{r^2} B e^{-\mu R} \dots\dots (\text{式 } 4)$$

(注: 公式及相关参数均出处《辐射防护基础》(周星洪) 第五章)。

(2) 估算条件

两台血液辐照仪分别放置在两个辐照室内, 拟搬迁的加拿大 Gamma cell 3000 型血液辐照仪拟安装在辐照 1 室内, 拟新购的德国 BIOBEAM GM 8000 型血液辐照仪拟安装在辐照 2 室内。

根据设备尺寸, 考虑辐射源位于血液辐照仪中部, 即辐射源与血液辐照仪四周表面的距离保守考虑为 40cm ; 放射源与血液辐照仪顶部、底部无法到达, 且地板、天棚均有 20cm 厚混凝土楼板进行屏蔽, 楼上楼下剂量率很小, 因此不予核算。辐照室外关注点拟设置在辐照室四周 (离墙表面 30cm)。

本项目拟配备的血液辐照仪属含源装置, 辐照仪采用铅屏蔽转辊等屏蔽体对内置的放射源进行屏蔽防护。根据设备工作方式及参数可知, 在设备工作状态及非工作状态, 拟搬迁的加拿大 Gamma cell 3000 型血液辐照仪屏蔽最小厚度均为 170mm 铅, 拟新购的德国 BIOBEAM GM 8000 型血液辐照仪屏蔽最小厚度均为 174mm 铅, 因此, 后文理论预测及类比分析统一进行, 不区分工作状态。

表 11 环境影响分析

辐照室的墙体为剪力墙和空心砖墙，本次核算时不考虑其屏蔽能力。预测时忽略辐照室及装载翻盖屏蔽作用。

血液辐照仪与四周墙体距离见图 11-1 和表 11-1。

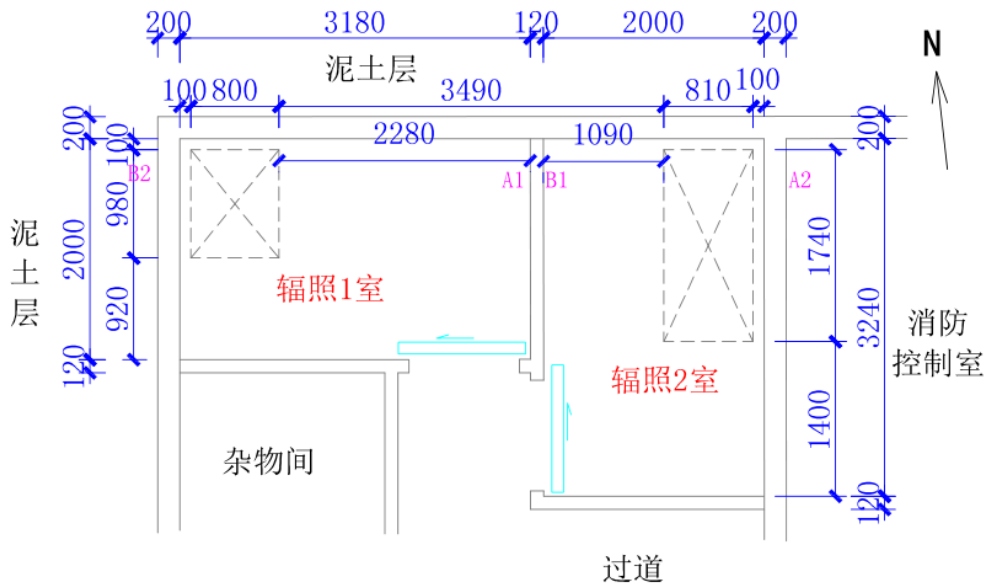


图 11-1 血液辐照仪与周围位置关系示意图

表 11-1 核算点与周围的距离计算表

核算点名称		过程 (m)	距离 (m)	备注
/	设备表面 5cm	0.4+0.05	0.45	保守考虑
	设备表面 1m	0.4+1.0	1.40	保守考虑
辐照 1 室	东墙 A1	0.4+2.28	2.68	辐照 1 室内
	东墙 A2	0.4+2.28+0.12+2.0+0.2+0.3	5.30	辐照 2 室外
	南墙	0.4+0.92+0.12+0.3	1.74	/
	西墙	0.4+0.1+0.2+0.3	1.0	/
	北墙	0.4+0.1+0.2+0.3	1.0	/
辐照 2 室	东墙	0.4+0.1+0.2+0.3	1.0	/
	南墙	0.4+1.4+0.12+0.3	2.22	/
	西墙 B1	0.4+1.09	1.49	辐照 2 室内
	西墙 B2	0.4+1.09+0.12+3.18+0.2+0.3	5.29	辐照 1 室外
	北墙	0.4+0.1+0.2+0.3	1.0	/

(3) 预测结果

血液辐照仪设备表面剂量及辐照室外剂量率预测结果见表 11-2、表 11-3。

表 11 环境影响分析

表 11-2 辐照 1 室周围各关注点辐射水平核算表							
参数	设备表面		核算位置				
	5cm 处	1m 处	东墙 A1	东墙 A2	南墙	西墙	北墙
$f(\text{Gy/R})$	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}
A (Bq)	4.99×10^{13}	4.99×10^{13}	4.99×10^{13}	4.99×10^{13}	4.99×10^{13}	4.99×10^{13}	4.99×10^{13}
$\Gamma (\text{R} \cdot \text{m}^2 / \text{h Ci})$	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
r (m)	0.45	1.40	2.68	5.30	1.74	1.0	1.0
B	3.149	3.149	3.149	3.149	3.149	3.149	3.149
$\mu(\text{cm})$	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156
R (cm)	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
\dot{D} ($\mu\text{Gy/h}$)	0.17	1.78×10^{-2}	4.87×10^{-3}	1.25×10^{-3}	1.16×10^{-2}	3.50×10^{-2}	3.50×10^{-2}
\dot{D} ($\mu\text{Sv/h}$)	0.18	1.82×10^{-2}	4.97×10^{-3}	1.27×10^{-3}	1.18×10^{-2}	3.57×10^{-2}	3.57×10^{-2}
$\dot{D}_{\text{标准}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	0.25	/	/	/	/	/

表 11-3 辐照 2 室周围各关注点辐射水平核算表							
参数	设备表面		核算位置				
	5cm 处	1m 处	东墙	南墙	西墙 B1	西墙 B2	北墙
$f(\text{Gy/R})$	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}
A (Bq)	9.8×10^{13}	9.8×10^{13}	9.8×10^{13}	9.8×10^{13}	9.8×10^{13}	9.8×10^{13}	9.8×10^{13}
$\Gamma (\text{R} \cdot \text{m}^2 / \text{h Ci})$	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
r (m)	0.45	1.40	1.0	2.22	1.49	5.29	1.0
B	3.149	3.149	3.149	3.149	3.149	3.149	3.149
$\mu(\text{cm})$	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156
R (cm)	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4
\dot{D} ($\mu\text{Gy/h}$)	0.22	2.23×10^{-2}	4.37×10^{-2}	8.87×10^{-3}	1.97×10^{-2}	1.56×10^{-3}	4.37×10^{-2}
\dot{D} ($\mu\text{Sv/h}$)	0.22	2.28×10^{-2}	4.46×10^{-2}	9.05×10^{-3}	2.01×10^{-2}	1.59×10^{-3}	4.46×10^{-2}
$\dot{D}_{\text{标准}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	2.5	0.25	/	/	/	/	/

表 11 环境影响分析

考虑到东西方向上两台血液辐照仪的共同影响，相关叠加结果见表 11-4。

表 11-4 东西方向上辐射剂量率叠加结果表

名称	东墙（辐照 2 室东墙） ($\mu\text{Sv/h}$)	西墙（辐照 1 室西墙） ($\mu\text{Sv/h}$)	夹墙 ($\mu\text{Sv/h}$)	防护门外 ($\mu\text{Sv/h}$)
血液辐照仪 1 (拟搬迁)	1.27×10^{-3}	3.57×10^{-2}	4.97×10^{-3}	1.18×10^{-2}
血液辐照仪 2 (拟新购)	4.46×10^{-2}	1.59×10^{-3}	2.01×10^{-2}	2.01×10^{-2}
叠加值	4.59×10^{-2}	3.73×10^{-2}	2.51×10^{-2}	3.19×10^{-2}

备注：防护门外按保守考虑辐照 1 室南墙与辐照 2 室西墙（B1）的叠加值。

从上表中预测结果可以看出，距离辐照仪表面 5cm 处的辐射剂量率最大为 0.22 $\mu\text{Sv/h}$ ，远小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，距离仪器表面 1m 处的辐射剂量率最大为 0.023 $\mu\text{Sv/h}$ ，远小于 0.25 $\mu\text{Sv/h}$ ，满足《含密封源仪表的卫生防护标准》（GBZ 125-2009）中人员的活动范围不受限制的要求。

因此，本项目拟配置的血液辐照仪屏蔽体厚度满足辐射防护的要求，项目运行过程中对周围环境的辐射影响较小。辐射工作人员在设备旁从事血液辐照工作是安全的。

11.1.2 辐射环境影响类比分析

(1) 类比条件

为了解同类型的产品在实际运行下对周围环境的影响情况，本评价另采用类比方法进行分析。

经调查比较，拟搬迁的血液辐照仪类比对象直接选取该台血液辐照仪安装初期的验收监测数据进行分析，验收监测时放射源基本为初装源活度，监测结果能很好的反映设备的辐射防护效果。

经调查比较，拟新购的血液辐照仪类比对象选取重庆市血液中心新配置的 BIOBEAM GM 8000 血液辐照仪，类比条件分析见表 11-5 所示。

表 11 环境影响分析

表 11-5 拟新购血液辐照仪类比可行性分析表			
对比项目	本项目拟新购设备	类比对象 (血液中心新配设备设备)	对比情况
设备名称和型号	Biobeam GM 8000 型	Biobeam GM 8000 型	一致
生产厂家	德国	德国	一致
放射源类别	^{137}Cs (II类)	^{137}Cs (II类)	一致
放射源活度	额定装源: $9.8 \times 10^{13}\text{Bq}$	额定装源: $9.8 \times 10^{13}\text{Bq}$ 初装源: $9.268 \times 10^{13}\text{Bq}$	基本一致
设备类型	自屏蔽(整装)式干法贮源辐照装置		一致
放射源活动方式	放射源固定安装在装置内, 不可活动(辐照容器旋转)		一致
设置位置	B2 层(吊 2 层)西北角	地面一层一角	相似
放置方式	辐照室内		一致
屏蔽体厚度	最小屏蔽厚度 174mmPb		一致
外环境	城区		相似

根据表 11-5 可知, 本项目设备与重庆市血液中心新配置的血液辐照仪相比: 两设备型号一致, 放射源工作方式和原理相同, 设备内部结构和工作方式相似; 设备内均装配 ^{137}Cs , 额定活度一致, 类比设备的实际装源活度为额定活度的 94.6%, 对表面剂量影响不大。因此, 重庆市血液中心现有的血液辐照仪能够较好的反映出本项目拟购的血液辐照仪在使用后对环境的辐射影响水平, 具有较好的可比性。

综上, 根据上述分析, 类比对象的监测结果能够反映出本项目投入运行后的辐射环境影响水平。

(2) 类比监测结果

①万州血站血液辐照仪验收监测结果

2007 年 6 月 21 日, 重庆市辐射环境监督管理站对万州中心血站的血液辐照仪进行了验收监测, 监测结果见监测报告(渝辐监(委)[2007]12 号)。监测布点示意图见图 11-2 所示, 监测结果统计如下表 11-6 所示。

表 11 环境影响分析

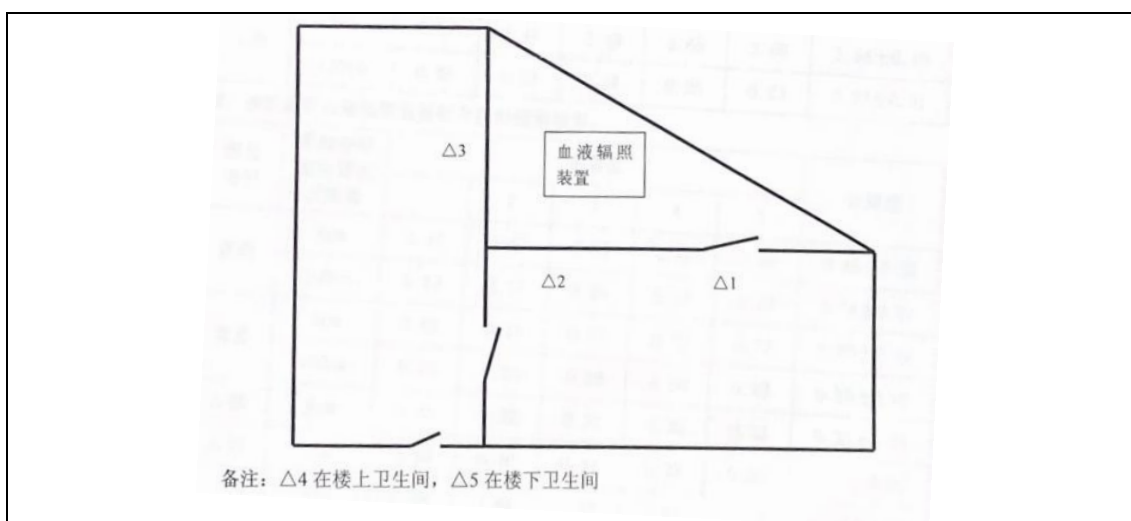


图 11-2 万州血站血液辐照仪监测点位布置示意图

表 11-6 万州血站血液辐照仪监测结果统计表

监测点位		空气比释动能率 ($\mu\text{Gy/h}$)		
		工作状态	贮源位	
辐照仪 表面	5cm	正面	0.78	0.45
		左面	0.65	0.33
		右侧	0.92	0.39
		背面	0.70	0.70
		上面	0.83	0.85
	100cm	正面	0.24	0.18
		左面	/	/
		右侧	/	/
		背面	0.26	0.25
		上面	0.24	0.19
Δ 1		0.19	/	
Δ 2		0.19	/	
Δ 3		0.18	/	
Δ 4		0.15		
Δ 5		0.16		

注：表中数据未扣除本底 $0.16\mu\text{Gy/h}$ 。“/”表示无法到达。

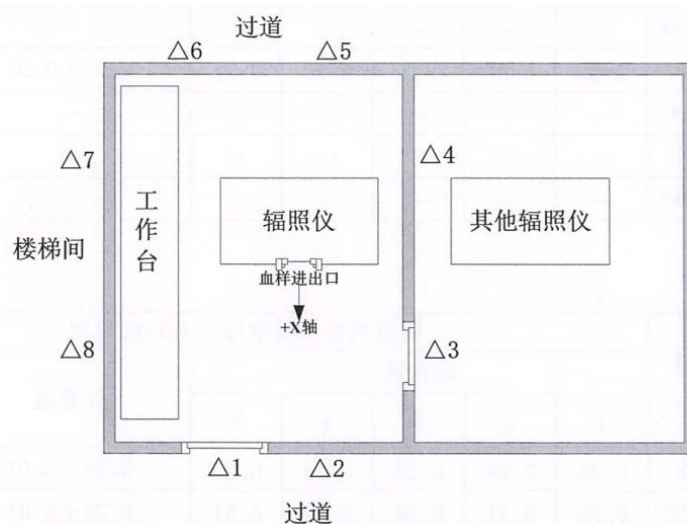
由表 11-6 监测统计结果来看，在血液辐照仪工作状态，距仪器表面 5cm 处空气比释动能率最大为 $0.92\mu\text{Gy/h}$ ，距仪器表面 100cm 处空气比释动能率最大为 $0.24\mu\text{Gy/h}$ ；在辐照仪非工作位，距仪器表面 5cm 处空气比释动能率最大为 $0.85\mu\text{Gy/h}$ ，距仪器表面 100cm 处空气比释动能率最大为 $0.25\mu\text{Gy/h}$ 。

表 11 环境影响分析

血液辐照仪设备表面及周围剂量当量率满足评价标准限值要求：辐照装置表面 5cm 处周围剂量当量率 $<2.5\mu\text{Sv/h}$ ，表面 100cm 处周围剂量当量率 $<0.25\mu\text{Sv/h}$ （ ^{137}Cs 的 γ 射线剂量转换系数 $\text{Sv/Gy}=1.02$ ），血液辐照仪表面的周围剂量当量率能满足《含密封源仪表的卫生防护标准》（GBZ125-2009）中“对人员的活动范围不限制”的要求。

②重庆市血液中心血液辐照仪类比监测结果

2018 年 10 月 29 日，重庆泓天环境监测有限公司对重庆市血液中心的 1 台血液辐照仪进行了验收监测，监测结果见监测报告（渝泓环（监）[2018]477 号）。监测布点示意图见图 11-3 所示，监测结果统计如下表 11-7 所示。



备注：△为监测点位，辐照仪位于血站一楼辐照室。血样进出口方向为+X轴，+X轴顺时针 90 度方向为+Y轴，垂直地面向上为+Z轴，部分点位不具备监测条件。

图 11-3 重庆市血液中心血液辐照仪位布置示意图

表 11-7 重庆市血液中心血液辐照仪监测结果统计表

监测点位	周围剂量当量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）（非工作状态）	
	5cm	100cm
+X 轴	0.14	0.13
-X 轴	0.12	0.11
+Y 轴	0.15	/
-Y 轴	0.14	/
+Z 轴	0.19	/
-Z 轴	/	/

表 11 环境影响分析

监测点位	周围剂量当量率 ($\mu\text{Sv/h}$) (工作状态)	
	5cm	100cm
+X 轴	0.24	0.19
-X 轴	0.15	0.13
+Y 轴	0.15	/
-Y 轴	0.22	/
+Z 轴	0.24	/
-Z 轴	/	/
$\Delta 1$	0.12	
$\Delta 2$	0.13	
$\Delta 3$	0.12	
$\Delta 4$	0.12	
$\Delta 5$	0.12	
$\Delta 6$	0.13	
$\Delta 7$	0.12	
$\Delta 8$	0.12	

注：表中数据未扣除本底 $0.10\mu\text{Sv/h}$ 。“/”表示无法到达。

由表 11-7 监测统计结果来看，在距血液辐照仪表面 5cm 处周围剂量当量率最大为 $0.24\mu\text{Sv/h}$ ，距表面 100cm 处周围剂量当量率最大为 $0.19\mu\text{Sv/h}$ 。

辐照仪设备表面及周围空气比释动能率满足评价标准限值要求：辐照装置表面 5cm 处周围剂量当量率 $<2.5\mu\text{Sv/h}$ ，表面 100cm 处周围剂量当量率 $<0.25\mu\text{Sv/h}$ ，血液辐照仪表面的周围剂量当量率能满足《含密封源仪表的卫生防护标准》（GBZ125-2009）中“对人员的活动范围不限制”的要求。

（3）辐射环境影响类比分析结果

根据万州血站现有血液辐照仪的验收监测结果可以看出，该设备搬迁后，设备表面周围剂量当量率也能满足《含密封源仪表的卫生防护标准》（GBZ125-2009）的规定，设备周围活动人员的活动范围不受限制，项目运行过程中对辐照室周围环境的辐射影响较小。

根据重庆市血液中心新配置的血液辐照仪验收监测结果类比分析可知，本项目拟购血液辐照仪安装运行后，设备表面周围剂量当量率也能满足《含密封源仪表的卫生防护标准》（GBZ125-2009）的规定，设备周围活动人员的活动范围不

表 11 环境影响分析

受限制，因此，本项目运行过程中对辐照室周围环境的辐射影响较小。

11.1.3 血液辐照仪搬迁环境影响分析

本项目拟搬迁及拟配备的血液辐照仪均采用内嵌固定式结构，放射源固定在设备中。由其工作原理及设备结构示意图可以看出，血液辐照仪主体与屏蔽转辊之间存在着间隙，少量 γ 射线会射进间隙内并沿着该间隙通道经多次散射后到达装载翻盖处（辐照容器舱门）。

本项目拟搬迁及拟配备的血液辐照仪为精密仪器，血液辐照仪主体与屏蔽转辊之间的间隙极小，因此进入间隙的 γ 射线量极小。屏蔽转辊成圆柱形，进入间隙的 γ 射线需经十次以上的散射方可到达装载翻盖处，经多次散射后，此时射线的能量和注量均已极低，结合类比监测结果可以看出，其对环境的辐射影响基本可以忽略。

11.1.4 个人剂量估算

(1) 估算公式

X- γ 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

$$H_{E,r} = k \times D_r \times t \times 10^{-6} (mSv) \dots\dots (式 5)$$

式中： $H_{E,r}$ ——X 或 γ 射线外照射人均年有效当量剂量，mSv；

D_r ——X 或 γ 射线空气吸收剂量率，nGy/h；

t——X 或 γ 射线照射时间，h；

k——剂量换算系数 1.02，Sv/Gy。

(2) 估算结果

①辐射工作人员

根据劳动定员可知，操作血液辐照仪的辐射工作人员为 6 人，按最不利情况即 1 名辐射工作人员操作 1 台设备，且辐照期间辐射工作人员一直在辐照仪旁进行估算。估算结果见下表 11-8 所示。

表 11-8 辐射工作人员个人剂量估算表

血液辐照仪名称	年辐照时间	设备表面 5cm 处剂量	年受照剂量	管理目标值
拟搬迁血液辐照仪（加拿大）	1947h	0.18 μ Sv/h	0.35mSv/a	5mSv/a
拟新建血液辐照仪（德国）	2190h	0.22 μ Sv/h	0.48mSv/a	5mSv/a

表 11 环境影响分析

根据上表可知，本项目单名辐射工作人员受到的年附加有效剂量最大为 0.48mSv/a，低于建设单位的年剂量管理目标值 5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

②公众成员

本项目辐照室东侧为消防控制室；南侧为过道和杂物间；西侧和北侧均为泥土层；楼下为车库停车位；楼上为成分科业务区用房。项目周围区域的公众成员活动时受到本项目的年附加有效剂量保守估算见表 11-9 所示。

表 11-9 公众成员个人剂量估算表

活动区域/环境保护目标	年辐照时间	居留因子	核算剂量	年受照剂量	管理目标值
东侧消防控制室	2190h	1	$4.59 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$	0.10mSv/a	0.25mSv/a
南侧过道		1	$3.19 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$	0.07mSv/a	0.25mSv/a
南侧杂物间		1/8	$1.18 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$	0.003mSv/a	0.25mSv/a

备注：年辐照时间取大值。预测表中未预测的，按照预测公式及实际距离进行预测。

根据上述核算，辐照室周围公众成员年附加有效受照剂量最大约 0.10mSv/a，满足本项目管理目标值 0.25mSv/a 及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

11.1.5 环境保护目标影响分析

本项目评价范围内环境保护目标主要为本栋综合大楼内的其他功能用房，以及西面至北面的三洲小区居民楼。环境保护目标处本项目贡献的周围剂量当量率见表 11-10 所示。

表 11-10 环境保护目标剂量率核算表

序号	活动区域/环境保护目标	方位	与辐照室的最近距离	最大核算剂量
1	消防控制室	东侧	紧邻	0.05 $\mu\text{Sv/h}$
2	供血科业务用房（监督区外）	东南侧	紧邻	0.002 $\mu\text{Sv/h}$
3	杂物间、过道、冻库、卫生间	南侧	紧邻	0.03 $\mu\text{Sv/h}$
4	车库	楼下	紧邻	0.003 $\mu\text{Sv/h}$
5	成分科业务用房	楼上	紧邻	0.005 $\mu\text{Sv/h}$
6	篮球场	北侧	约 7m	0.002 $\mu\text{Sv/h}$
7	三洲小区	西侧至北侧	约 25m	0.0003 $\mu\text{Sv/h}$

备注：核算距离考虑考虑上表距离+墙体厚度+血液辐照仪与墙体的距离。

表 11 环境影响分析

根据上表 11-10 核算，在各环境保护目标处的周围剂量当量率在 0.0003 μ Sv/h—0.05 μ Sv/h 之间，且该结果是在未考虑其他墙体/山体屏蔽的情况下核算的，核算结果低于本底值。同时，根据类比分析，血液辐射影响范围较小，项目运行期间辐照室外基本已处于环境本底辐射水平，项目对环境的影响可接受。

11.2 放射源的运输辐射影响分析

本项目拟搬迁的血液辐照仪委托有放射性运输资质的单位进行运输，拟购买的血液辐照仪由供货厂家委托有放射性运输资质的单位，将设备运输至辐照室内，并由设备生产厂家负责血液辐照仪的安装和调试工作，调试完成后再移交给建设单位使用。

血液辐照仪运输、安装及调试过程中均由相关有资质的专业人员进行，重庆市万州中心血站工作人员不参与该项工作，不会对工作人员产生辐射影响。设备到达后拟从综合楼一层北侧入口运至辐照室内，运输至辐照室内的时间较短，运输过程中对综合楼内的工作人员影响较小。

11.3 放射源退役影响分析

本项目拟搬迁的血液辐照仪及拟购买的血液辐照仪内各含壹枚 ^{137}Cs 密封放射源，均属于 II 类放射源。

当血液辐照仪不能满足血液辐照功能时，放射源与设备整体由生产厂家回收，在万州血站内无换源工作。按照国家相关法规要求将放射源返回设备出口国。血液辐照仪的退役运输由生产厂家委托有资质单位运输和处理，建设单位不参与相关工作。

根据国家法律法规，使用 II 类放射源场所的（含旧址辐照室及本项目新址辐照室），在放射源退役时，应完善相关环保手续。建设单位应拟在血液辐照仪退役前，尽快拟定辐照室退役计划，编制退役方案，按计划实施退役并办理相关环保手续。

放射源未被生产厂家回收前建设单位应做好放射源的安全管理工作，防止放射源丢失、被盗或失控。

11.4 “三废”环境影响分析

表 11 环境影响分析

(1) 放射性固废

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》等法律法规的规定，建设单位不得私自保管、转让退役后的放射源，而应及时返回原供源单位。建设单位应与血液辐照仪签订回收合同，在血液辐照仪确定报废后，由生产厂家将血液辐照仪整体回收处置，按此落实将符合相关法律法规的要求。

(2) 一般废水、固废

本项目工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾，依托万州血站新址的环保设施进行处理。生活污水将进入污水处理站处理后排入市政污水管网，一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理，对周边环境影响较小。

(3) 废气

^{137}Cs 衰变是发射出的 γ 射线能够使空气发生辐射分解，产生臭氧和氮氧化物。其中臭氧具有危害性，长时间辐照后，辐照室内的有害气体会积累，对辐照工作人员身体和设备造成影响。

根据《辐射防护手册》(三分册)，臭氧产额计算公式如下：

$$Q_0 = 4.27 \times 10^{-3} A G V^{\frac{1}{3}} \dots\dots (\text{式 } 6)$$

当无通风时：

$$Q = Q_0 t_d / V \dots\dots (\text{式 } 7)$$

式中： Q_0 ——为臭氧的辐射化学产额 (mg/h)；

A ——为 ^{137}Cs 源的活度 (TBq)；辐照 1 室为 49.9TBq，辐照 2 室为 98TBq (均未考虑屏蔽)；

G ——为空气吸收 100eV 的电离辐射能力产生的臭氧分子数， γ 射线的臭氧 G 值为 6；

V ——为辐照室容积 (m^3)；本项目辐照 1 室为 28.62m^3 ，辐照 2 室为 29.16m^3 ；

Q ——辐照室臭氧的浓度 (mg/m^3)；

t_d ——臭氧有效分解时间，取 0.83h。

表 11 环境影响分析

当有通风情况下，按下式计算：

$$t = t_v \times t_d / (t_v + t_d) \quad Q = Q_0 \times t / V \quad (\text{式 } 8)$$

式中：t—有效清除时间(h)；

t_v —换气一次所需时间 (h)。

根据调查，项目室内通风风量为 485m³/h，室内通风不低于 16 次/h。因此，臭氧、氮氧化物浓度情况见表 11-11 所示。

表 11-11 项目辐照室臭氧情况核算表

辐照室名称	臭氧产额 (mg/h)	无通风情况下臭氧浓度 (mg/m ³)	有通风情况下臭氧浓度 (mg/m ³)
辐照 1 室	3.91	0.11	0.008
辐照 2 室	7.73	0.22	0.015

根据上表可知，在不通风和通风状态下，辐照室内臭氧浓度均低于《工作场所所有害因素职业接触限值》(GBZ2.1-2002)规定的 0.3mg/m³；在通风情况下，室内及排出室外的臭氧浓度均低于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准限值 0.2mg/m³ (1 小时平均)。

γ 射线产生的有害气体中，氮氧化物产额约为臭氧产额的 30%。则不通风情况和通风情况下氮氧化物浓度最大分别为 0.002mg/m³、0.005mg/m³，均低于《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准限值 0.25mg/m³ (1 小时平均)。

因此，本项目设计有通风设施，项目所产生的臭氧及氮氧化物对本项目辐照室内工作人员的影响较小，废气排出室外之后，对周边大气环境影响甚微。

11.5 实践的正当性

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于辐射防护“实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目使用血液辐照仪是将血液制品通过 γ 射线照射，以灭活 T 淋巴细胞活性，而保留主要的血细胞的正常生理功能，主要预防 GVHD (移植物抗宿主病)，用于免疫低下及免疫力被损害者输血 (如先天性免疫缺陷和早产儿、宫内输血、

表 11 环境影响分析

自体、异体骨髓或干细胞移植)或接受有血缘相关亲属(I、II级)的血液的受血者的输血,其目的是正当可行的。血液辐照仪外表面的剂量率低于标准限值要求,对环境的影响微小,其对辐射工作人员和公众成员造成的附加有效剂量远低于评价标准限值要求。因此,血液辐照仪的应用对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害,项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

11.6 产业政策符合性

本项目使用血液辐照仪,属于中华人民共和国国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录》(2011年本)(2013修正)第一类——鼓励类中“辐照应用”,因此,本项目符合国家的产业政策。

11.7 事故影响分析

11.7.1 可能发生的辐射事故

本项目拟购置的血液辐照仪中的放射源为II类放射源,按照其对人体健康和环境的潜在危害程度属于高危险放射源。设备在使用过程中可能出现或后果较严重的事故有:

- (1) 放射源在辐照室内丢失、被盗;
- (2) 由于辐照仪机械损坏,导致放射源屏蔽丧失,成为裸源;
- (3) 辐照室失火、地震放射源屏蔽丧失;
- (4) 机械故障;
- (5) 辐照仪退役过程中被当做一般废品进行外售处理,导致不必要照射。

拟搬迁血液辐照仪自身重量约 1479 kg,拟新购血液辐照仪自身重量约 2900kg,整体较重难以挪动,且放置在专用辐照室内,辐照室设有遥控防护门并有 24 小时监控装置。综合楼有值班人员,定时巡查,发生被盗、丢失的概率很低。

本项目拟配置的血液辐照仪为整机进口,无需组装,放射源固定在设备中,屏蔽设计复杂,非专用工具无法拆卸;血液辐照仪的操作由专职辐射工作人员进行;血液辐照仪在工作状态或非工作状态,放射源均不可移动,不会发生卡源事件;血液辐照仪每次启动都会自检,一般不会发生故障,而因操作不当和使用频

表 11 环境影响分析

次过高而出现故障、磨损需要拆装或事故检修时，也由生产厂家回收处理，因此不会由于辐照仪机械损坏，导致放射源屏蔽丧失。故不会对周围环境（地面、空气、机器等）产生弥散性染。

血液辐照仪磨损过度之后可能出现辐照容器传动机构发生故障，辐照容器无法正常转动至辐照窗（以致无法取出血杯）或辐照容器卡杯事故（辐照容器卡杯事故原因主要有：运行过程中自动控制系统故障如电脑死机造成的卡杯事故、设备老化发生机械故障造成卡杯事故、运行过程中突然断电造成卡杯事故等）。

由于传动机构是在放射源屏蔽体外部，因此只要打开设备外壳，对安装在设备下方的齿轮结构、电机传动装置等进行简单的手动修复即可使辐照容器恢复旋转。辐照容器卡杯时可进行手动复位，若手动复位无效，需通知专业人员进行维修。在这类事故情况下放射源的屏蔽结构不会受到任何影响。

血液辐照仪退役后放射源与设备整体由生产厂家回收，按照国家相关法规要求将放射源返回设备出口国。因此，只要建设单位加强管理，与生产厂家签订回收合同，认真落实各自的责任和义务，就不会发生辐照仪退役被当做一般废品进行外售处理，导致不必要照射。

总体而言，通过合理规范的操作，完善的制度管理之后，放射源丢失、被盗、屏蔽丧失的几率极低。

11.7.2 事故风险预防处理措施

（1）建设单位应加强管理，建立健全相关的操作规程和辐射安全管理制度，并在实际工作中不断完善。

（2）检修、调试应由厂家专业技术人员进行，绝不允许员工私自拆卸；工作人员工作期间应携带完好的个人剂量计，定期使用辐射环境监测报警仪进行辐射环境监测。

（3）制定定期检查和维护的制度，定期委托仪器保养，定期检查血液辐照仪项目工作场所的灯光警示装置、联锁装置及监控防盗等辐射安全措施的有效性，确保各项安全装置随时处于正常工作状态。若发现故障及时报告。

（4）辐射工作人员必须加强专业知识学习，加强防护知识培训，避免常识性错误；加强职业道德修养，增强责任感，严格遵守操作规程和规章制度；管理

表 11 环境影响分析

人员应强化管理，落实监测频率；每年一次。

(5) 加强血液辐照仪的退役回收管理，严禁将血液辐照仪作为一般废物外售。

(6) 当发生或发现辐射事故后，应立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，并填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告。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。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

为了加强辐射安全管理工作，建设单位成立了放射防护工作领导小组，并根据人员调动，于 2019 年 10 月进行了人员调整。调整后组长由站长出任，设置两名专职管理人员（均取得辐射安全培训合格证，专科学历）管理万州血站的辐射安全管理工作。调整文件见支撑性材料。

建设单位设立了辐射安全与环境保护管理机构，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定。

12.2 辐射工作人员及培训

本项目配备了 6 名辐射工作人员，均为建设单位现有辐射工作人员，本项目不新增。辐射工作人员具体情况见表 12-1 所示。

表 12-1 项目辐射工作人员基本情况表

姓名	年龄	性别	学历及专业	职称	辐射安全与防护最近一次培训时间	辐射安全与防护培训证号	个人剂量计编号
邓丽华	33	女	专科 护理学	初级 (师)	2017.5	20170749	01027009
李 娜	32	女	专科 护理学	初级 (士)	2016.9	20161201	01027019
任运娟	34	女	专科 护理学	初级 (师)	2016.6	20161050	01027016
付少平	34	女	本科 护理学	中级 (主管)	2016.9	20161202	01027015
康园媛	25	女	专科 护理学	初级 (士)	2016.6	20161051	01027017
周颖旎	31	女	专科 护理学	初级 (士)	2019.3	20190055	01027018

根据上表可知，万州血站的辐射工作人员均参加了辐射安全与防护培训，并考核合格，取证时间不超过 4 年。因此，万州血站的辐射工作人员情况满足《放射性同位素与射线安全和防护管理办法》的要求。

12.3 辐射安全管理

12.3.1 规章制度

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第 17 号）及《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》

表 12 辐射安全管理

相关规定，重庆市万州中心血站制订和建立了相关辐射安全管理规章制度，具体有：《辐射防护、监测、安全管理制度》、《员工岗位职责及任职要求》、《安全与卫生管理程序》、《GAMMACELL 3000 ELAN 血液辐照标准操作规程》、《血液辐照仪 SVS3 辐射环境监测报警仪操作规程》、《放射源台账管理制度》、《血液辐照仪检修维护制度》、《安全制度》、《员工健康检查和健康档案管理制度》、《辐射事故处理应急预案、处理流程》。制度全文见支撑性材料。

以上所有制度不仅考虑到了仪器的使用和安全防护，而且考虑到了放射的实践合理性，制度内容详实，可操作性强。

本项目建成后，根据新购血液辐照仪设备说明书制定相应的设备操作规程。相应制度拟上墙悬挂。

12.3.2 档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十三条规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

建设单位按照《员工健康检查和健康档案管理制度》的要求，建立了辐射工作人员个人剂量档案，包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料，并且组织上岗后的辐射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不超过 2 年。

档案资料分以下九大类：“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”、“年度评估”、“辐射应急资料”。建设单位根据自身辐射项目开展的实际情况将档案资料整理后分类管理。

12.3.3 年度评估

万州血站往年都对射线装置的运行和辐射防护等进行了总结，编制《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》，并于每年 1 月 31 日前向生态环境主管部门提交。

表 12 辐射安全管理

万州血站还应将该工作形成制度，今后依制度执行。

12.4 核安全文化建设

核安全文化是从事核安全相关活动的全体工作人员的责任心，对于核技术利用项目核安全文化的建设要求建设单位树立并弘扬核安全文化。核安全文化表现在从事企业核技术利用工作的相关领导与员工及最高管理者具备核安全文化素养及基本的放射防护与安全知识。

建设单位应建立安全管理体系，明确核技术利用单位各层次人员的职责、不断识别企业内部核安全文化的弱化处并加以纠正。将核安全文化的建设贯彻在核技术利用项目的各个环节，确保项目的辐射安全。

具体操作参考如下：

①建设单位应组织核安全文化培训，制定出符合自身发展规划的核安全文化；

②建设单位应当建立有关的部门管理，通过专项的管理能够让核安全文化一步步落实到员工的工作过程中，并让核安全文化建设更加有效。

12.5 辐射活动能力评价

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条，万州血站从事本项目辐射活动能力评价见下表 12-2。

表 12-2 从事本项目辐射活动能力评价

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条要求	建设单位落实情况
使用 II 类放射源的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	建设单位成立了辐射安全与环境保护管理机构，并指定专人负责射线装置运行时的安全和防护工作。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目辐射工作人员均通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，持证上岗。
放射性同位素射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	本项目已在辐照室门口上方设置有警示灯箱，并实行门灯连锁。项目还拟在门口显眼位置设置电离辐射警示标识。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护	建设单位已为每名辐射工作人员配

表 12 辐射安全管理

用品和监测仪器，包括个人剂量计、辐射监测等仪器。	备了个人剂量计，并根据项目需要，配备了一台辐射环境监测报警仪。
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	已经建立了相关规章制度。制度内容详实，可操作性强。
有完善的辐射事故应急措施。	已制定《辐射事故处理应急预案、处理流程。

根据上述对比可知，本项目建设单位万州血站原使用血液辐照仪，已建立有相应的管理体系，因此本项目的管理工作依托现有的管理体系，已具备了一定的能力，但建设单位还应针对本项目新址辐照室，认真落实上述要求后，进一步加强管理，保证辐射利用项目的安全。

12.6 辐射监测

12.6.1 场所辐射环境监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中的相关要求，建设单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的环境监测机构进行监测，并将监测记录资料统计结果及时上报主管部门，以便主管部门及时了解项目安全运行情况。

根据调查，建设单位已委托有资质单位对旧址血液辐照仪进行了监测，并每年接受管理部门的监督性检查和监测。

本项目建成后，建设单位也应按照现有的监测计划执行，定期对血液辐照仪及周围环境进行监测。做好监测记录，存档备查。

监测包含验收监测和日常监测，监测均应委托有资质的单位进行。辐射监测内容包括：

监测项目：周围剂量当量率、β表面污染；

监测点位要求：按照 GBZ141-2002 规定设置监测点位。条件允许情况下周围剂量当量率设在设备表面各个方向上的 5cm 处、100cm 处，辐照室四周墙体外 30cm 处、辐照室楼上楼下位置。β表面污染监测点位设置在设备表面、工作台等位置；

表 12 辐射安全管理

监测结果要求：距设备表面 5cm 小于 2.5 μ Sv/h，距设备表面 100cm 小于 0.25 μ Sv/h；血液辐照仪 β 表面污染控制水平不超过 40Bq/cm²。

监测频率：周围剂量当量率至少每年一次；血液辐照仪 β 表面污染水平可适当减少监测频率。

监测数据作为建设单位的管理依据。

12.6.2 个人剂量监测

根据调查，建设单位将个人剂量监测纳入了管理制度，严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，为辐射工作人员配备了个人剂量计，每 90 天进行 1 次个人剂量监测；建立了个人剂量档案，为辐射工作人员长期保存职业照射记录。

根据建设单位个人剂量档案，2018 年下半年-2019 年上半年辐射工作人员的年有效剂量其中 1 人为 0.45mSv，其他均为 0.18mSv，满足相关标准限值要求。

本项目建成后，建设单位也应按照以往的管理认真落实个人剂量监测和个人剂量档案管理的相关工作。

12.7 辐射事故应急

12.7.1 辐射事故应急响应机构的设置

建设单位的辐射应急机构为放射防护工作领导小组，该机构是以站长为组长，副站长、工会主席为副组长，以办公室主任、相关科室科长及成员组成的。该机构制定辐射事故应急预案，组织协调应急准备和响应，指挥应急工作。

12.7.2 辐射事故应急预案

建设单位制定了《辐射事故处理应急预案、处理流程》，明确了发生事故时的应急报告程序、报告电话、事故处理等工作流程，具体见支撑性材料。

建设单位现有核技术利用项目未发生过辐射事故，未启动过应急预案，但建设单位应组织相关人员学习《辐射事故处理应急预案、处理流程》，以便发生事故时快速准确启动预案，将影响最小化。同时，建设单位还应制定应急人员的培训演习计划，定期组织辐射事故的应急演练工作。

12.8 竣工环境保护验收

项目竣工完成后应按照《建设项目环境保护管理条例》规定进行竣工环境保

表 12 辐射安全管理

护验收，并依法向社会公开验收报告，验收要求详见表 12-2。				
表 12-2 项目竣工环境保护验收内容及要求一览表				
序号	验收内容	本项目验收要求		备注
1	环保文件	环评报告、环评批复、验收监测报告等齐全。		/
2	环保资料和档案	1、建立个人剂量监测记录档案。 2、建立工作人员健康监护档案齐全。		/
3	管理制度	1、相关规章制度齐全，具有较强的针对性和可操作性。 2、规章制度应上墙。		/
4	辐射防护与安全设施	1、血液辐照仪采用钥匙控制；装载盖板应设置联锁装置和急停开关，且均运行正常； 2、辐照室应采用防盗门，室内设置 24h 实时监控装置，且运行正常；控制区边界设置电离辐射警告标志，监督区边界地面设置警示带。 3、配备辐射环境监测报警仪器，每名辐射工作人员配备个人剂量计。		/
5	人员要求	1、辐射工作人员全部参加并辐射安全与防护培训，通过考核后持证上岗； 2、辐射工作人员应每 4 年进行 1 次复训。 3、辐射工作人员定期体检并合格。		环境保护部令第 3 号、18 号
6	电离辐射	管理目标值	辐射工作人员：年有效剂量 $\leq 5\text{mSv}$ 公众成员：年有效剂量 $\leq 0.25\text{mSv}$	GB18871-2002
		辐照仪辐射水平	距离辐照装置外表面 5cm 处剂量当量率： $< 2.5\mu\text{Sv/h}$	GBZ141-2002 GBZ125-2009
			距离辐射源 100cm 处剂量当量率： $< 0.25\mu\text{Sv/h}$	YY/T 0848-2011 GBZ125-2009
		其他	辐照仪 β 表面污染控制水平： $\leq 40\text{Bq/cm}^2$	GB18871-2002

表 13 结论及建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

为满足重庆市万州中心血站扩建项目的正常运行，并提高血液辐照速率，重庆市万州中心血站拟在新址综合楼 B2 层（吊 2 层）辐照室配置两台血液辐照仪开展血液制品的辐照工作。两台血液辐照仪中一台为旧址现有的一台搬迁后继续使用，另一台为新购。旧址现有血液辐照仪为加拿大 Gamma cell 3000 型，内含放射源 ^{137}Cs 壹枚，初装源活度为 $4.99 \times 10^{13}\text{Bq}$ （属于 II 类放射源）；拟新购的血液辐照仪为德国 BIOBEAM GM 8000 型，内含放射源 ^{137}Cs 壹枚，额定活度为 $9.8 \times 10^{13}\text{Bq}$ （属于 II 类放射源）。

13.1.2 可行性分析结论

（1）产业政策符合性

本项目属于中华人民共和国国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录》（2011 年本，2013 年修正）第一类——鼓励类中辐照应用，因此，本项目血液辐照仪的使用符合国家的产业政策。

（2）实践正当性

本项目血液辐照仪的应用所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

13.1.3 辐射环境质量现状

项目场所及临近环境的地表 γ 剂量率的监测值在 $92 \sim 108\text{nGy/h}$ （未扣除宇宙射线响应值）之间，与重庆市 2018 年环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率相比较处于本底涨落范围内。项目周围的辐射环境质量现状无异常。

13.1.4 选址可行性及布局合理性

本项目辐照室位于综合楼 B2 层（吊 2 层）西北角，位于建筑一端，周围除辐射工作人员外，公众成员活动较少，毗邻区域内都无人员长时间停留。因此，项目选址可行。

每台血液辐照仪有单独的房间，两间辐照室相邻布置。有利于加强管理；辐照室内仅从事血液辐照工作，未设置辐射工作人员办公场地，所有与血液辐照有

表 13 结论及建议

关的辅助工作均在辐照室外过道区域完成,减少辐射工作人员在辐照室的停留时间,即减少辐射工作人员的附加有效受照影响。因此,从辐射安全角度分析,项目布局合理。

13.1.5 辐射安全与防护分析结论

本项目涉及的两台血液辐照仪的放射源经内嵌并固定,放射源经良好屏蔽后,仪器表面辐射水平满足相关标准要求;设备自带急停开关、中断程序、安全钥匙、联锁、接续电源、卡杯手动复位系统等辐射安全措施,设备表面醒目位置设置电离辐射警告标识。辐照室设置遥控防护门、监控系统、电离辐射警告标识,并划定控制区和监督区,实行分区管理。辐射工作人员均通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核,持证上岗;辐射工作人员均配备个人剂量计、定期送检,定期进行职业健康体检,并建立辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

综上所述,在落实各项措施后,本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求,本项目辐射安全设施是合理可行的。

13.1.6 环境影响分析结论

(1) 建设阶段环境影响分析结论

本项目依托万州血站现有房间。本项目不需要单独进行装修,直接将血液辐照仪安置在房间内即可,基本无施工期影响。设备的安装调试等均委托有资质的单位进行,建设单位人员不参与相关工作,且血液辐照仪本身为自屏蔽设备,设备表面剂量很低,设备表面的辐射剂量率也满足人员的活动范围不受限制的要求,对安装人员和本单位人员影响很小。

(2) 运行阶段环境影响分析结论

①屏蔽体的辐射防护

本项目血液辐照仪属放射源内嵌固定式结构的血液辐照仪,即无论任何状态下,放射源均被良好屏蔽。根据理论估算、类比分析可以推断,本项目血液辐照仪运行后,设备表面周围剂量当量率满足《含密封源仪表的卫生防护标准》(GBZ125-2009)中的工作人员的活动范围将不受限制的要求。因此,本项目拟配置的血液辐照仪屏蔽体厚度满足辐射防护的要求,项目运行过程中对辐照室周

表 13 结论及建议

围环境的辐射影响较小。

②个人剂量估算

根据剂量估算可知,从最不利条件估算得辐射工作人员年受照剂量低于项目的管理目标限值 5mSv/a,也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。实际运行后,本项目 6 名辐射工作人员轮流上岗,且辐照仪工作期间,工作人员于监督区等候,近距离接触血液辐照仪的时间远小于计算时间,其年受照剂量将低于预测值。

根据剂量估算可知,本项目辐照室周围公众成员年受照剂量低于项目的管理目标限值 0.25mSv/a,满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

③环境保护目标影响

根据核算,本项目血液辐照仪在辐照室外的周围剂量当量率很小,基本接近本底水平。因此,项目所致周围 50m 范围内环境保护目标的影响甚微,本项目建设对各环境保护目标不会带来不利影响,对环境的影响可以接受。

④三废的治理

本项目拟配置的血液辐照仪(包括内含 ^{137}Cs 放射源)不能达到使用功能后进行报废,报废的血液辐照仪及放射源将由生产厂家将整机一起回收处置。

γ 射线与空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物,项目辐照室设置风管机组进行通风换气,换气次数较大,辐照室内及排出辐照室的臭氧和氮氧化物浓度较低,因此,臭氧和氮氧化物对辐照室辐射工作人员及周围环境的影响很小。

本项目工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾,生活污水依托建设单位的污水处理装置处理达标后进入城市污水管网;一般生活垃圾收集后将交由城市环卫部门处理。

13.1.7 辐射环境管理

为了加强辐射安全管理工作,建设单位成立了放射防护工作领导小组,并制定了相关管理制度、操作规程和应急预案。制度完善具有可操作性,在今后的工作中,加强核安全文化建设,提高辐射安全管理能力,杜绝辐射事故的发生。

13.1.8 综合结论

表 13 结论及建议

重庆市万州中心血站扩建项目（血液辐照）符合国家产业政策，符合辐射防护“实践的正当性”原则，项目选址可行，布局合理。在完善相应的辐射防护措施和管理措施后，项目运行时对周围环境和人员产生的影响满足环境保护的要求。因此，从环境保护的角度来看，该项目的建设是可行的。

13.2 反馈意见

项目建设完成后，建设单位应及时按相关规定自行开展环保验收，并重新办理《辐射安全许可证》，在许可范围内开展工作。

附 录

附图

附图一：项目地理位置图

附图二：项目周围环境保护目标布置示意图

附图三：项目现场相关照片

附图四：万州血站总平面布置图

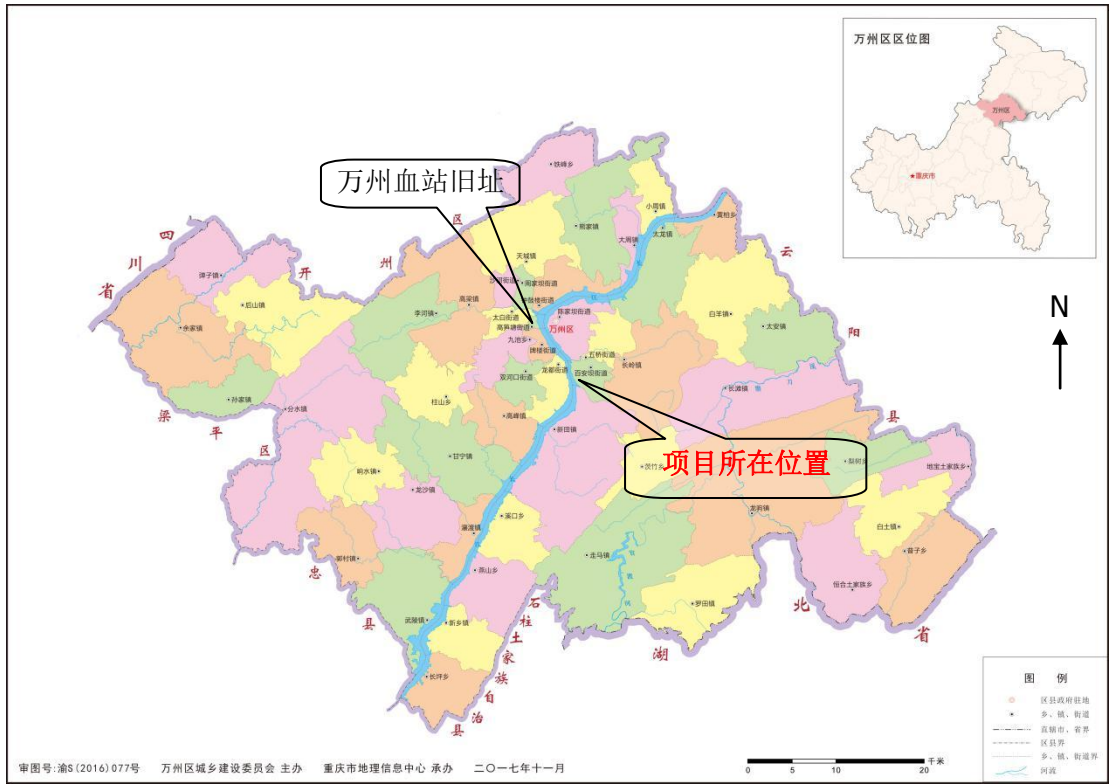
附图五：综合楼负一层、吊二层、吊一层平面布置图

附图六：项目平面布置图

附图七：血液辐照仪结构图

附表

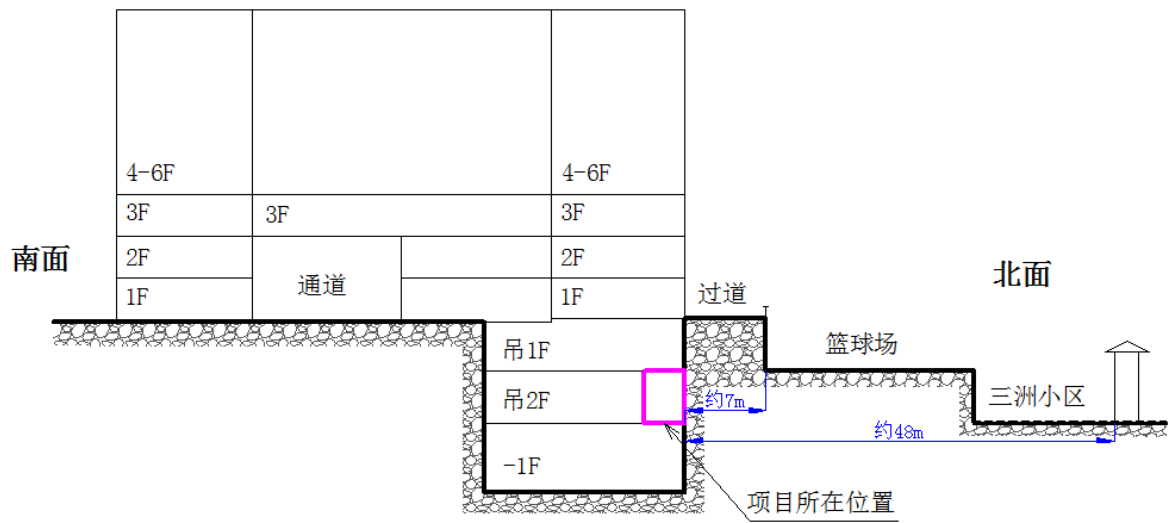
附表一：建设项目环评审批基础信息表



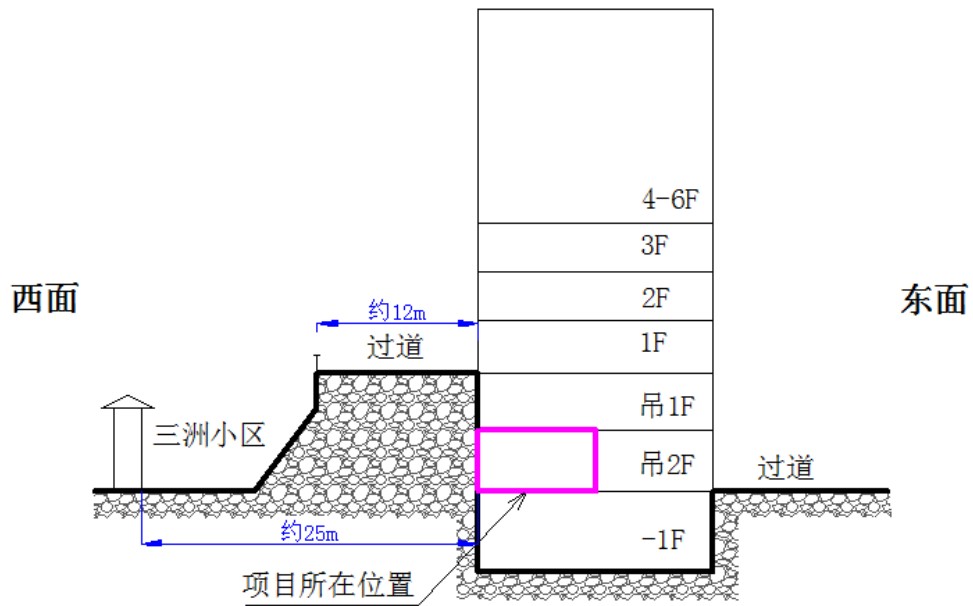
附图一 项目地理位置图



附图二 (1) 项目周围环境保护目标布置示意图



(1) 南北方向剖面示意图



(2) 东西方向剖面示意图

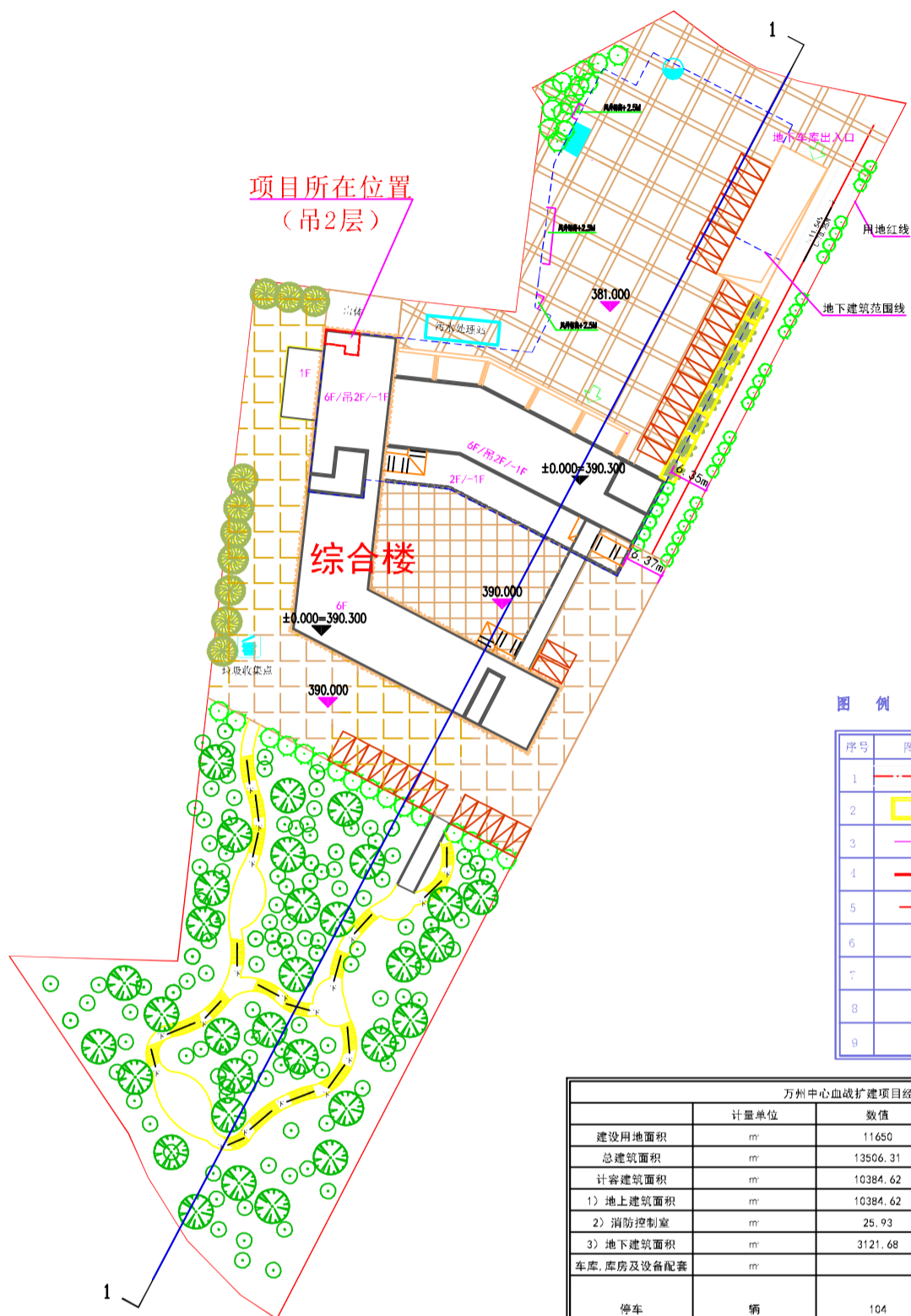
附图二 (2) 项目周围环境保护目标布置示意图

	
<p>血站新址综合大楼</p>	<p>项目东侧、北侧现状</p>
	
<p>西侧过道和杂物间</p>	<p>西侧三洲小区居民楼</p>
	
<p>北侧小区居民楼</p>	<p>北侧山体及篮球场</p>

附图三（1） 项目现场相关照片

	
<p>项目用房现状 1</p>	<p>项目用房现状 2</p>
	
<p>项目用房现状 3</p>	<p>现有个人剂量计</p>
	
<p>拟搬迁设备现状</p>	<p>现有辐射环境监测报警仪</p>

附图三（2） 项目现场相关照片



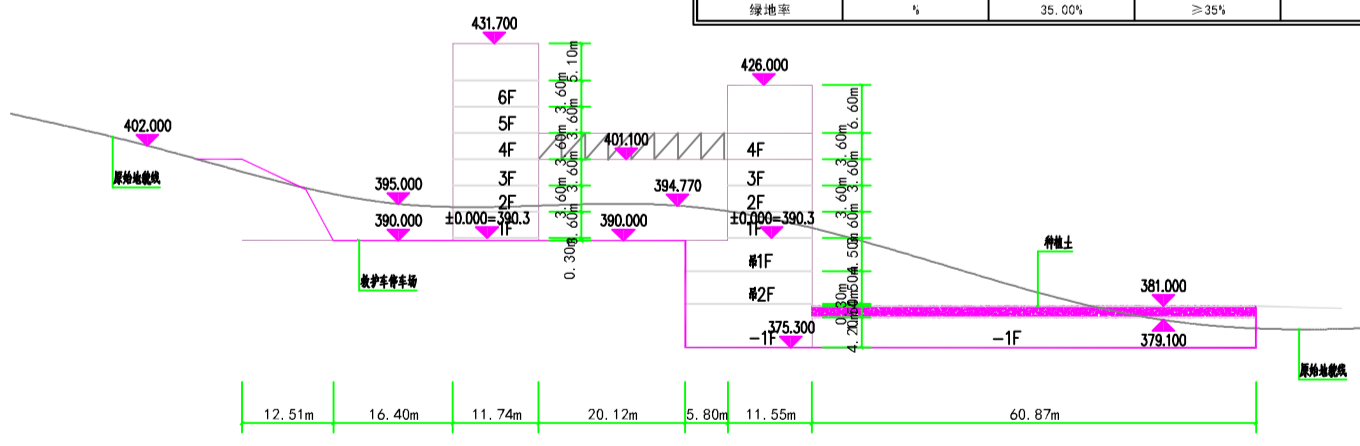
项目所在位置
(吊2层)

图例

序号	图例	名称	备注
1	---	规划小区道路	
2	□	规划建(构)筑物	
3	—	地下建筑范围线	
4	—	小区用地红线	
5	—	建筑控制红线	
6	▽	室内地坪设计标高	
7	▽	场地设计标高	
8	○	生化处理池	
9	□	垃圾点	

	计量单位	数值	规划要求	备注
建设用地面积	m	11650		17.4亩
总建筑面积	m	13506.31		
计容建筑面积	m	10384.62		计容
1) 地上建筑面积	m	10384.62		计容
2) 消防控制室	m	25.93		
3) 地下建筑面积	m	3121.68		不计容
车库、库房及设备配套	m			
停车	辆	104	104	每100平方米建筑面积1.0个停车位
①地面	辆	36		室外停车位数量应当为其配建停车位数量的10%—30%
②地下	辆	68		
容积率		0.891	≤2.0	
建筑占地面积	m	1922		
建筑密度	%	16.5%	≤30%	
绿地面积	m	4077.5		
绿地率	%	35.00%	≥35%	

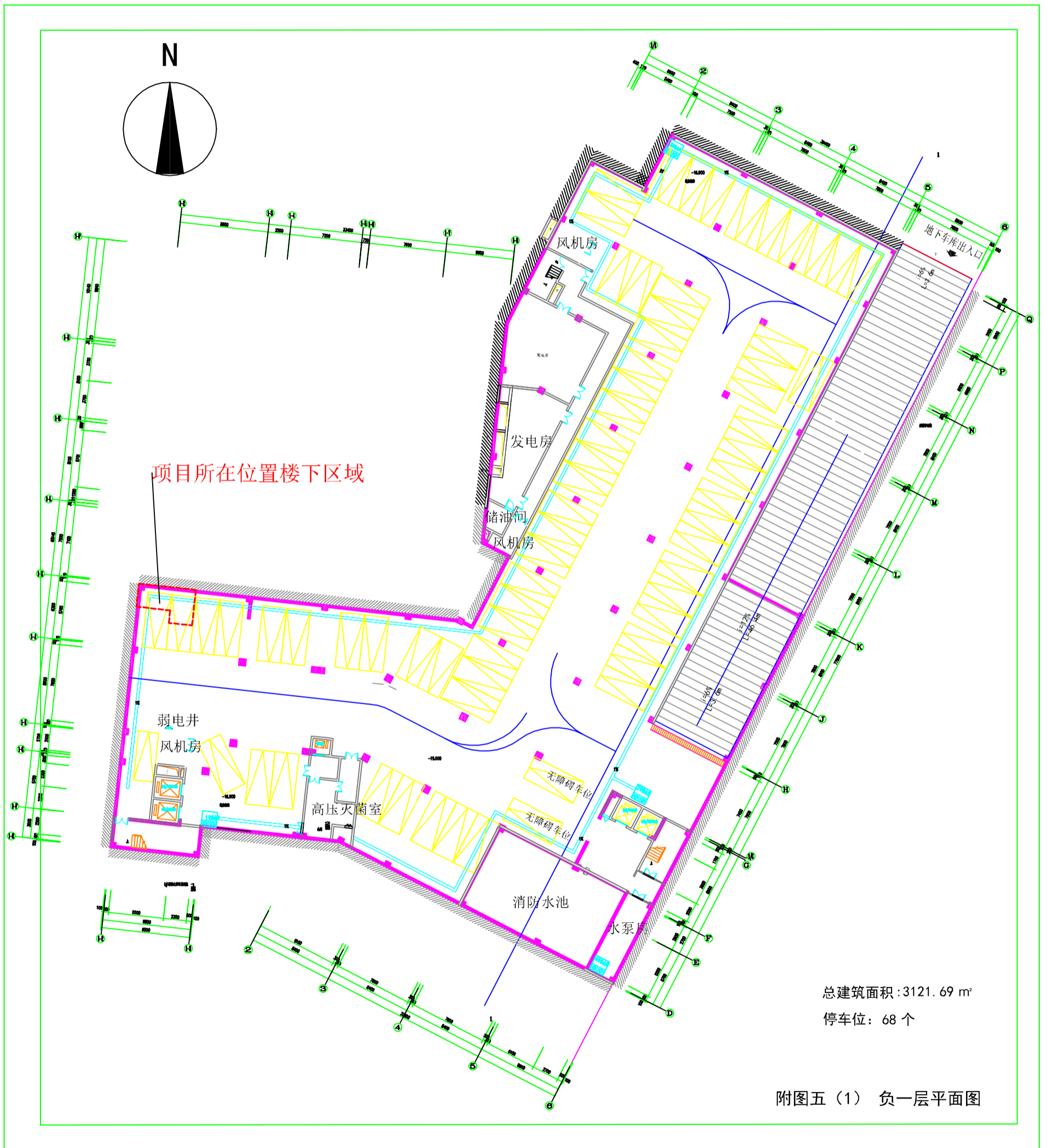
说明: 1. 图中采用的坐标及高程系统与建设单位提供的电子文件一致。
2. 图中所注尺寸、坐标、高程均以米为单位。
3. 区域内广场与景观小品等均为规划位置, 待与环境设计统一考虑。
4. 图中标注的尺寸均为建筑物外墙突出物之间的距离, 或建筑物外墙与道路或建筑红线的距离。
5. 本次设计范围为红线以内所有建筑物。

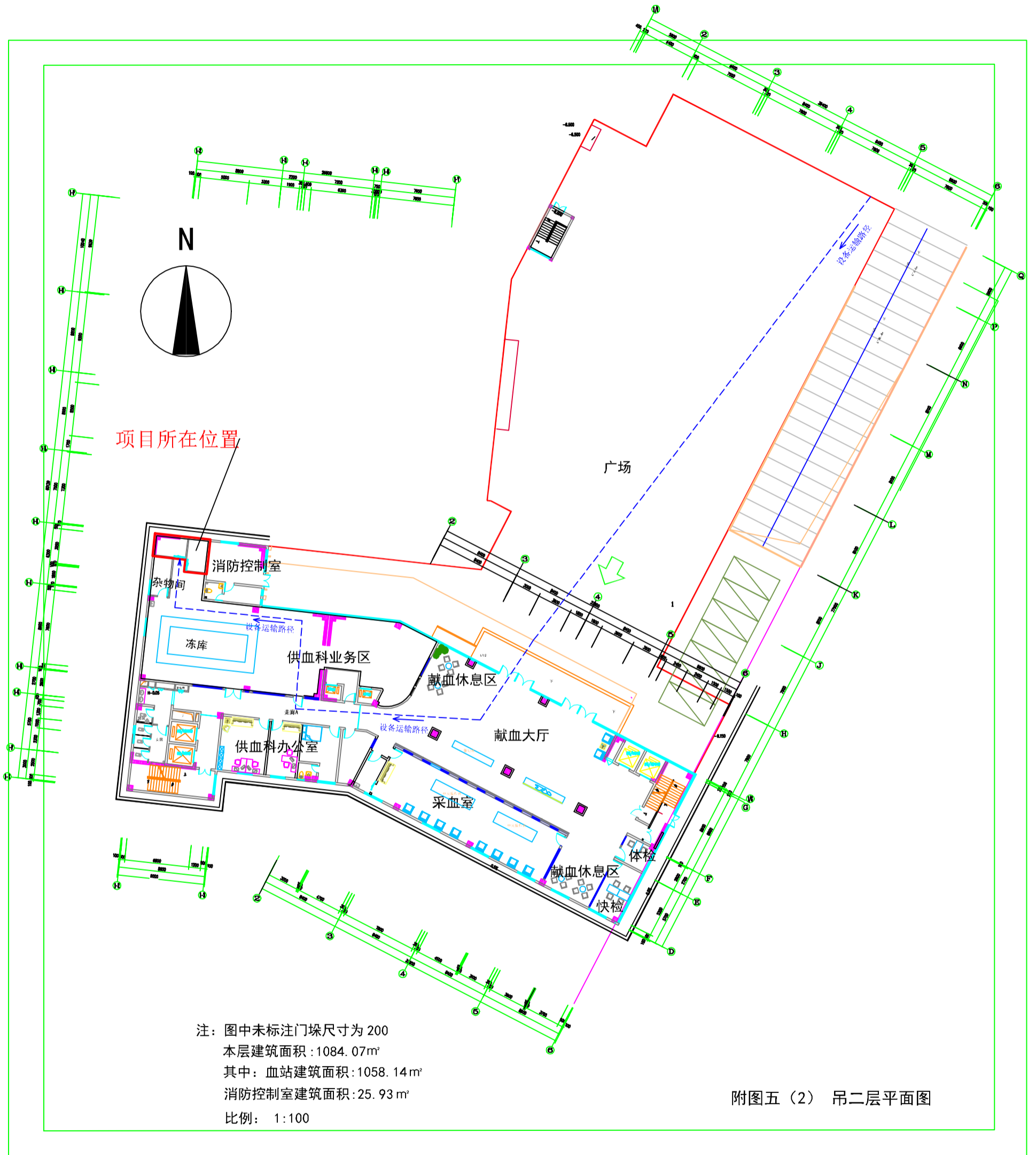


1-1

1:500

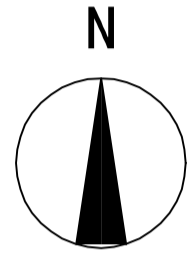
重庆市万州区工业建筑设计院		工程名称: 重庆市万州中心血站	
		子项项目: 重庆市万州中心血站扩建项目	
刘宏文	陈宇丰	附图四 总平面布置图	方案
刘宏文	李莹欣		01
张军	魏雪松		
陈宇丰	魏雪松		2014.1





附图五（2） 吊二层平面图

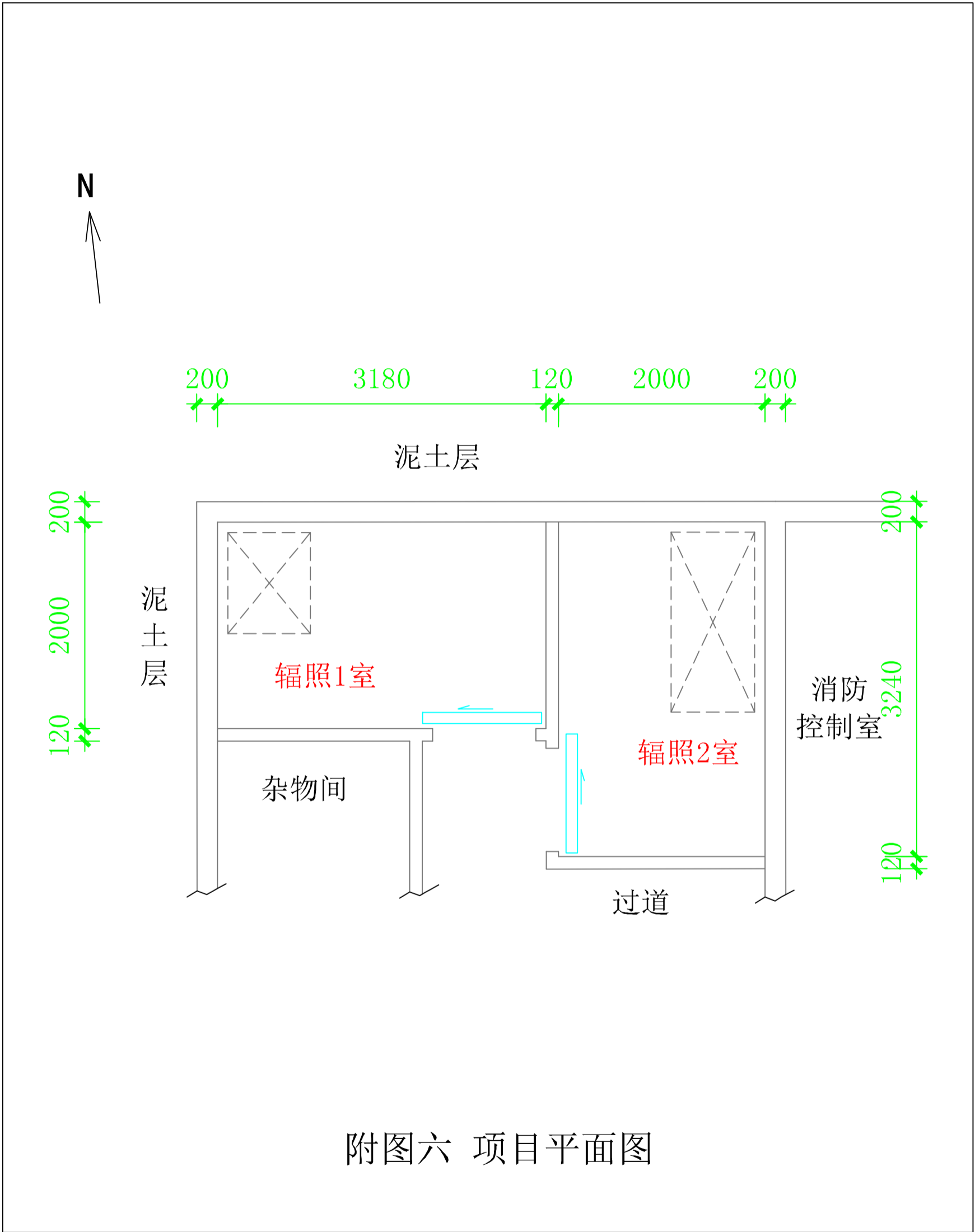
项目所在位置楼上区域



本层建筑面积: 949.59 m²

比例: 1:100

附图五(3) 吊一层平面图



附图六 项目平面图

建设项目环评审批基础信息表



申报单位(盖章): 重庆市万州中心医院
 申报人(签字): 陈亮
 项目经办人(签字):

重庆市万州中心医院扩建项目(血液检验)

项目代码: 2013-500101-R-01-0C02

建设内容: 新建血液检验流水线, 每台设备内含1枚13CS-17放射源, 规格: 2 计量单位

项目环境影响评价行业类别: W-核与辐射

建设性质: 新建(注J)

现有工程排污许可证编号(改、扩建项目):

规划环评审查机关: 不需开展

规划环评开展情况: 不需开展

建设地点中心坐标(非线性工程):

建设地点坐标(线性工程):

总投资(万元): 430.00

单位名称: 重庆市万州中心医院

通讯地址: 重庆市万州区果园路55号

统一社会信用代码(组织机构代码): 12500101451746602G

法人代表: 杨征宇

技术负责人: 陈亮

联系电话: 13594782779

建设地点: 重庆市万州区白安坝街道天台路9号综合楼5层血液室

计划开工时间: 2019年11月

预计投产时间: 2019年12月

国民经济行业类型: Q83-卫生

项目申请类别: 新建项目

规划环评文件名: 不需开展

规划环评审查意见文号: 不需开展

环境影响评价文件类别: 环境影响报告表

环评投资(万元): 4.00

单位名称: 重庆宏伟环保工程有限公司

通讯地址: 重庆市渝北区新南路388号

环评项目负责人: 肖英

证书编号: 乙字第3132号

联系电话: 13271946226

建设项目	规划环评审查机关		建设地点中心坐标(非线性工程)		建设地点坐标(线性工程)		总投资(万元)		单位名称		通讯地址		统一社会信用代码(组织机构代码)		法人代表		技术负责人		联系电话	
	不需开展		不需开展		不需开展		不需开展		重庆市万州中心医院		重庆市万州区果园路55号		12500101451746602G		杨征宇		陈亮		13594782779	
污染物排放量	废水		①实际排放量(吨/年)		②许可排放量(吨/年)		③预测排放量(吨/年)		④“以新替老”削减量(吨/年)		⑤区域平衡替代本工程削减量(吨/年)		⑥预测排放总量(吨/年)		⑦排放增减量(吨/年)		排放方式 <input type="checkbox"/> 不排放 <input checked="" type="checkbox"/> 间接排放: <input type="checkbox"/> 串或管网 <input type="checkbox"/> 直接排放: <input type="checkbox"/> 集中式工业污水处理 <input type="checkbox"/>			
			COD																	
	氨氮																			
	总磷																			
	总氮																			
	废气																			
	挥发性有机物																			
	颗粒物																			
	噪声																			
	其他																			

注: 1、同级经济部门审批核发代码: 项目代码(与重庆市网上行政平台投资项目代码一致, 非投资项目可不填写)
 2、分类依据: 国民经济行业分类(GB/T 4754-2011)
 3、对多点项目仅提供主体工程的中心座标
 4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减量
 5、⑦=③-④-⑤, ⑧=②-④+⑤

项目涉及保护区与风景名胜区的概况	名称	级别	主要保护对象(目标)	工程影响情况	是否占用	占用面积(hm ²)	生态保护措施
生态保护区	自然保护区		/	/			<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)
	饮用水水源保护区(地表)		/	/			<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)
	饮用水水源保护区(地下)		/	/			<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)
风景名胜区			/	/			<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(多选)