

表 1 项目基本情况

建设项目名称		乐山市中心血站新建血液辐照仪核技术利用项目				
建设单位		乐山市中心血站				
法人代表	杨*	联系人	满*	联系电话	*****	
注册地址		四川省乐山市市中区海棠路 526 号				
项目建设地点		乐山市中心血站血库大楼 1 楼辐照室				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资(万元)		265	项目环保投资(万元)	12	投资比例(环保投资/总投资)	4.53%
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 ²)	/
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	/				

项目概述

一、概述

1、血站简介

乐山市中心血站（以下简称“血站”，统一社会信用代码 12511000451586274X）成立于 1986 年，位于乐山市市中区海棠路 526 号，业务用房 6500 平方米，是全市唯一一家采供血机构，负责全市 11 个区（市、县）无偿献血者招募、血液采集与制备、临床用血供应及医疗用血的业务指导等工作。

2、项目由来

在临床医疗救治中，输血始终是一项非常必须而重要的手段，但同时又可能会产生并发症，其中输血相关性移植物抗宿主病（TA-GVHD）是输血的最严重

不良反应，此病发生率在 5% 以下，但死亡率高达 90% 以上，是由献血者血液中免疫活性的淋巴细胞移植所引起。目前认为，预防 TA-GVHD 最有效的方法是输注经过辐照的血液及血液成分。适当剂量的射线将使淋巴细胞不能复制和分化，从而达到阻止淋巴细胞在受血者体内繁殖的目的，更不会攻击受血者的组织。淋巴细胞不同于其他血细胞，其对辐射极为敏感，临床治疗中也发现 TA-GVHD 高危病人输注经 γ 射线照射的血液及血液成分，极少发生 TA-GVHD。目前血液辐照主要是通过将血样放置于血液辐照仪内，实现给定剂量的血液辐照。

根据需求，乐山市中心血站拟在血库大楼 1 楼辐照室内新增使用 1 台血液辐照仪，用于血液辐照灭活等。乐山市中心血站已与德国 GSM 公司达成意向合作协议，拟购买 1 台该公司生产的 BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪，该辐照仪内含 1 枚 ^{137}Cs 密封放射源，活度为 $5.2 \times 10^{13} \text{Bq}$ ，属 II 类放射源。

本项目辐射活动种类和范围为使用 II 类放射源，根据《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第 3 号）、《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》（生态环境部第 1 号令）等法规规定，该项目应进行环境影响评价，编制环境影响报告表并报生态环境主管部门审批。

为严格执行《中华人民共和国环境影响评价法》中相关规定，做好各项环境保护工作，乐山市中心血站委托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）（以下简称“我院”）承担该项目的环境影响评价工作。接受委托后，我院成立了项目组，按照国家建设项目环境影响评价有关环评技术规范要求开展工作。项目组工作人员到现场进行调查、踏勘和资料收集，根据本项目特点、性质、规模及项目周围的环境状况，按照核技术利用建设项目环境影响评价技术规范的要求，编制完成了《乐山市中心血站新建血液辐照仪核技术利用项目》。

二、项目概况

1、项目名称、性质、建设地点

项目名称：乐山市中心血站新建血液辐照仪核技术利用项目

建设单位：乐山市中心血站

建设性质：新建

建设地点：四川省乐山市市中区海棠路526号乐山市中心血站血库大楼1楼。

2、建设规模

本项目位于乐山市中心血站血库大楼1楼，血库大楼为3层建筑（无地下楼层），拟对原盥洗间和过道进行改造、装修施工，别设置为辐照室和辅助用房，新增使用1台BIOBEAM GM2000型血液辐照仪，辐照仪内含1枚 ^{137}Cs 密封放射源，活度为 $5.2\times 10^{13}\text{Bq}$ ，属于II类放射源。

本项目辐照室位于血库大楼1楼东南侧，辐照室室内面积约 4.77m^2 ，净空尺寸 3.06m （长） $\times 1.56\text{m}$ （宽） $\times 3.30\text{m}$ （高），辐照室门为防盗门，辐照室四周墙体为 24cm 厚普通实心砖墙，楼板为 120mm 钢筋混凝土+ 35mm 厚水泥砂浆，地下无楼层。本项目血液辐照仪具有自屏蔽措施和辐射安全措施，设备设置有铅自屏蔽体、安全钥匙开关、舱门联锁装置等，铅屏蔽体最小厚度为 158mmPb ，辐照容器舱门为 15mmPb 。

本项目的建设内容见表1-1。

表 1-1 项目建设内容表

装置名称	核素名称	放射源类别	装源总活度（Bq）	工作场所名称	活动种类	备注
血液辐照仪	^{137}Cs	II类	$5.2\times 10^{13}\text{Bq/枚}\times 1\text{枚}$	血库大楼1楼辐照室	使用	拟购

3、项目组成及主要环境问题

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	辐照室室内面积约 4.77m^2 ，净空尺寸 3.06m （长） $\times 1.56\text{m}$ （宽） $\times 3.30\text{m}$ （高），辐照室墙面为 24cm 厚普通实心砖墙，楼板为 120mm 钢筋混凝土+ 35mm 厚水泥砂浆，地下无楼层。辐照室内拟安装使用1台BIOBEAM GM2000型血液辐照仪，辐照仪内含1枚 ^{137}Cs 密封放射源，单枚活度为 $5.2\times 10^{13}\text{Bq}$ ，属于II类放射源。	施工期产生的废水、废渣、粉尘、噪音、 γ 射线、臭氧等	使用过程中产生 γ 射线、 β 射线、退役放射源

辅助工程	辅助用房 1 间（建筑面积 3.78m ² ）。	施工期产生的废水、废渣、粉尘、噪音	/
公用工程	配电、供电和通讯系统等。	依托原有已建	/
环保工程	①生活废水依托血站污水处理系统预处理达标后排入市政管网，接入乐山市城市污水处理厂进行处理； ②办公、生活垃圾依托血站已有收集系统进行收集处理。		废水、固体废物
办公及生活设施	医生办公室、卫生间。		生活垃圾、生活污水

4、主要设备配置及主要技术参数

本项目主要的设备配置及技术参数见表 1-3。

表 1-3 主要设备配置及主要技术参数

装置型号/名称	BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪
生产厂家	德国 GSM 公司
放射源	1 枚 ¹³⁷ Cs 密封源
源活度	单枚活度为 5.2×10 ¹³ Bq
设备防护安全措施	设备设置有安全钥匙开关、舱门联锁装置、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
屏蔽体	铅屏蔽体最小厚度：158mm，辐照容器舱门为 15mmPb
放射源运动类型	放射源安装在自屏蔽体内，放射源上端塞和下端塞为金属钨屏蔽圆柱体。工作时，放射源及上下屏蔽端塞一同上下移动，以便均匀辐照辐照杯中的血袋。
辐照容器	3.2 L
工作能力	每次最大可照射 6 袋（400ml/袋），每次辐照时间约 10min/次
外型尺寸	660mm（长）×670mm（宽）×1645mm（高）
重量	2200kg
电源	100~240V
频率	50/60Hz

5、工作人员及工作制度

劳动定员：本项目辐射工作人员定员 7 人，同时负责血液样品的准备、辐照和后处理工作。

工作制度：血站实行白班单班制，每天工作 8 小时，每周工作 5 天，全年工作时间 250 天。

接触时间：根据建设单位反馈的信息，本项目投入运行后，血站每年需要辐照的血量约 1.0~1.5 万袋（400ml/袋），每次最大可照射 6 袋，每次辐照约 10 分钟，预计年开机辐照约 278~417h/年，本报告中年开机辐照时间保守取 500h/年。

6、产业政策符合性

项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第六项核能中第六条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”的国家产业发展政策，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

三、项目选址、外环境关系、布局合理性及实践正当性分析

3.1、项目选址合理性分析

乐山市中心血站位于乐山市市中区海棠路 526 号，本项目血库大楼已于 2010 年 6 月取得乐山市环境保护局《关于<四川省乐山市中心血站血库扩建项目环境影响登记表>的审批意见》，批复文号为“乐市环审[2010]130 号”，整体项目选址合理性已在相关环评报告中进行了论述。本项目位于血库大楼 1 楼，不新增用地，项目水、电、气、通讯设施依托血站原有设施妥善解决，且建设的辐照室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，血液辐照仪具有自屏蔽措施和辐射安全措施，能够确保放射源的安全，并有效的降低辐射影响，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响很小。本项目辐照室与血库（存放血袋）位于同一楼层并相邻，方便辐照前后的血袋进行转移，辐照室位于楼层的端头，位置相对独立且人流较少，降低了公众受到照射的可能性，且周围无明显环境制约因素。

从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

3.2、外环境关系分析

1、血站外环境关系

本项目位于四川省乐山市市中区海棠路 526 号乐山市中心血站内，血站北面鱼儿湾公园，东面为血站家属楼，南面、西面为海棠路和乐山师范学院。血站周围外环境简单，周围为城市道路和住宅区，交通便捷。

2、项目外环境关系

本次环评的辐照室位于乐山市中心血站血库大楼 1 楼东南侧，项目评价范围内外环境关系如下：辐照室北侧 50m 范围内为辅助用房、血库、值班室和鱼儿

湾公园等，辐照室西侧 50m 范围内为电梯、配电室、楼梯间和内部道路等，辐照室南侧 50m 范围内为内部道路和办公大楼等，辐照室东侧 50m 范围内为内部道路、办公大楼和血站家属楼等。

本项目辐照室周围 50m 范围内主要为血站内部大楼，位置相对独立且人流较少，降低了公众受到照射的可能性，且周围无明显环境制约因素。

3、布局合理性分析

本项目拟建血液辐照室依托于现有的工作场所布局布置，辐照室位于血库大楼一层东南角，项目位置位于该建筑物的一端。本项目血液辐照室北侧为本项目辅助用房及血库；东侧和南侧均为血站内部道路，非大楼主要出行通道，通行人员较少；西侧为电梯及配电室；辐照室正上方为盥洗间，无人员长时间驻留；辐照室下方无楼层。本项目的修建不影响消防通道，不占用消防设施等任何公共安全设施。从满足安全工作和辐射安全与防护的角度来看，项目的平面布局合理。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且最大限度避开了人流量较大或集中活动的区域，所以总平面布置是合理的。

4、与周边环境的相容性分析

本项目利用血站内现有完善的水资源供给系统，生活污水经血站内配套的污水处理站处理后由市政管网排入污水处理厂处理，不会对当地水质产生明显影响；本项目产噪设备不多，声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划；新增固体废物依托血站已有暂存和处理设施处理，对周围环境无明显影响。因此，本项目的建设不会对周边产生新的环境污染，项目与周边环境相容。

5、实践正当性分析

本项目的建设符合《血站基本标准》要求和国家现行政策规定要求，可以更好地满足乐山市采供血和临床输血的要求，满足对全市无偿献血的宣传、招募、动员、组织以及采集和临床用血的供给，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用。本项目属于“同位素、加速器及辐照应用技术开发”项目，血液辐照仪属于高新技术在社会医疗领域内具体应用，符合国家医疗卫生和健康防护的政策，具有实践的正当性。符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“实践的正当性”的要求。

四、原有核技术利用项目许可情况

1、乐山市中心血站位于乐山市市中区海棠路 526 号，本项目位于血库大楼 1 楼，血库大楼已在《四川省乐山市中心血站血库扩建项目环境影响登记表》中进行了环境影响评价，批复文号为“乐市环审[2010]130 号”。血站产生的医疗、生活废水经污水处理站处理后达到《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 中的预处理标准后，经市政污水管网排入乐山市城市污水处理厂进行处理；血站在院内建有医疗废物暂存间，血站产生的医疗废物由专人每天到科室收集到暂存间暂存，收集后由乐山市医疗废物集中处置中心进行处置；生活垃圾统一收集后由市政环卫部门处理。本项目产生的生活污水和生活垃圾依托血站已有的污水处理设施和生活垃圾收集设施处理，本次环评不予涉及。血站之前未进行过任何放射性活动及其他污染性活动，不存在环境遗留问题。

2、乐山市中心血站之前未从事过辐射相关工作，本项目为新建项目，本次为首次申请《辐射安全许可证》。

3、乐山市中心血站现无辐射相关工作人员。本项目拟新增配置 7 名辐射工作人员，辐射工作人员在现有劳动定员内选聘。建设单位承诺将积极与地方生态环境部门沟通，尽快组织新增辐射工作人员参加生态环境部门组织的各项辐射安全培训。

环评要求：辐照室工作人员应执证上岗，且取得辐射安全与防护培训合格证书的人员，应每四年复训一次。

4、根据现场监测，本项目拟建辐照室室内及周围 X- γ 空气吸收剂量率范围在 119nSv/h~122nSv/h 之间，属于当地正常本底辐射水平（注：参照生态环境部《2018 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率范围为 65.5 nGy/h ~214.2nGy/h）。

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	5.2×10 ¹³ Bq/枚×1 枚	II	使用	血液辐照 灭活	乐山市中心血站血库 大楼 1 楼辐照室	随仪器贮存在辐照室 内	本项目新建
——	——	——	——	——	——	——	——	——

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
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——

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
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——

(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
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
——	——	——	——	——	——	——	——	——	——

(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/m³；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/m³）和活度（Bq）。

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 01 月 01 日(修订)实施)；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修正)；</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) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院 682 号令)；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 449 号令)；</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) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理报告制度的通知》(环发[2006]145 号)；</p> <p>(8) 《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)；</p> <p>(9) 《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》(生态环境部第 1 号令)；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环保总局第 31 号令，2017 年 12 月 12 日第二次修正)；</p> <p>(11) 《环境保护部关于修改部分规章的决定》(环境保护部令第 47 号，2017 年 12 月 20 日起实施)；</p> <p>(12) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(国家环保部 18 号令)。</p>
技术标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(2) 《γ 射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002)；</p> <p>(3) 《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》(GBZ114-2006)；</p> <p>(4) 《血液辐照仪》(YY/T 0848-2011)；</p> <p>(5) 《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</p>

	件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；
其他	<p>（1）《环保部辐射安全与防护监督检查技术程序》（第三版）；</p> <p>（2）原四川省环境保护厅《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》（川环办发[2016]1400 号）：《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》（2016）。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

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，本项目为使用 II 类放射源，因此本项目的评价范围为：辐照室墙体边界外 50m 的范围。

保护目标

本项目环境保护目标主要是项目周围 50m 范围内的辐射工作人员和公众，包括乐山市中心血站内的工作人员和附近流动人群，本项目评价范围内的环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标

保护名单			人数	方位	位置	距离辐射源最近距离
辐射环境	职业	辐照室工作人员	7 人	辐照室内	血库大楼 1 楼辐照室	0.5m
				辐照室北侧	辅助用房	2.0m
				辐照室北侧	血库	4.0m
				辐照室北侧	值班室	22.5m
	公众	辐照室附近公众	流动人群	辐照室北侧	鱼儿湾公园	40m
			流动人群	辐照室西侧	电梯、配电室及楼梯间	2.2m
			流动人群	辐照室西侧	内部道路	13.0m
			流动人群	辐照室南侧	内部道路	2.0m
			流动人群	辐照室东侧	内部道路	2.0m
			约 6 人	辐照室东侧、南侧	办公大楼	9.0m
			约 50 人	辐照室东北侧、东侧、东南侧	血站家属楼	14.0m
			流动人群	辐照室楼上	盥洗间	3.3m

评价标准

1、剂量约束

(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。项目要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量约束限值的1/4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。项目要求按上述标准中规定的公众照射年有效剂量约束限值的1/10执行，即0.1mSv/a。

2、辐照仪辐射水平控制要求

(1)《血液辐照仪》(YY/T 0848-2011)

第4.5.1款杂散辐射

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。

(2)《γ射线和电子束辐照装置防护检测规范》(GBZ141-2002)

该标准适用于γ射线和能量小于或等于10MeV的电子加速器辐照装置。本项目血液辐照仪内含1枚¹³⁷Cs密封放射源，产生的γ射线对血液产品进行辐照，因此该标准具有适用性。根据该标准第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。】

(3)《密封放射源及密封γ放射源容器的放射卫生防护标准》(GBZ114-2006)

该标准适用于 $3.7 \times 10^4 \text{Bq} \sim 3.7 \times 10^{16} \text{Bq}$ (1μCi~1MCi)量级密封源。本项目血液辐照仪内含1枚¹³⁷Cs密封放射源，活度为 $5.2 \times 10^{13} \text{Bq}$ ，因此该标准具有适用性。因此根据该标准第5.8款：

【距离装有活度为 $3.7 \times 10^{10} \text{Bq}$ 以上的密封γ放射源容器外表面100cm处任意一点辐射的空气比释动能率不得超过 0.2mGy h^{-1} 。】

(4)《含密封源仪表的放射卫生防护要求》(GBZ125-2009)(参考)

该标准适用于基于粒子注量测量含密封源的检测仪表,本项目血液辐照仪内含1枚¹³⁷Cs密封放射源,该标准作为参考。根据该标准第4.7款可知,不同使用场所对检测仪表外围辐射剂量控制要求,见表7-2。

表 7-2 不同使用场所对检测仪表外围辐射剂量控制要求

检测仪表使用场所	下列不同距离的周围剂量当量率检测仪表使用场所H控制值, μSv/h	
	5cm	1m
对人员的活动范围不限制	H<2.5	H<0.25
在距源容器外表面1m的区域内很少有人停留	2.5≤H<25	0.25≤H<2.5
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设置了监督区	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、监督区分区管理	250≤H<1000	25≤H<100

由于本项目血液辐照仪的使用不限制人员的活动范围,综合以上各标准及规范,因此本项目评价时以5cm处剂量当量率H<2.5μSv/h、1m处剂量当量率H<0.25μSv/h作为评价时的辐射水平控制标准。

3、电离辐射评价标准汇总

综上,本项目辐射工作人员、公众年有效剂量约束值和辐照仪辐射水平控制要求汇总见下表7-3。

表 7-3 剂量约束限值和辐照仪辐射水平控制要求

序号	项目	
1	年有效剂量约束限值	辐射工作人员: ≤5mSv 公众成员: ≤0.1mSv
2	辐照仪辐射水平控制要求	距离辐照仪可触及表5cm处任意位置的剂量当量率: ≤2.5μSv/h 距辐射源1m处剂量当量率: ≤0.25μSv/h

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

本项目位于四川省乐山市市中区海棠路 526 号乐山市中心血站血库大楼 1 楼。

本项目周围为城市道路和住宅区，主要植被为人工种植的花草树木外，无农作物和野生动植物。本项目评价区域范围内尚未发现受保护的文物和古迹。

为掌握项目所在地辐射水平，本次评价委托四川省创晖德盛环境检测有限公司对本项目辐照室所在位置的辐射环境进行了监测，监测结果见表 8-1。

一、工程概况

本次环评的主要内容为新建血液辐照仪核技术利用项目，为 II 类放射源，血站拟在血库大楼 1 楼辐照室安装 1 台 BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪及配套设施，目前辐照室土建施工已完成，尚未装修。

二、监测时间

2020 年 1 月 8 日。

三、监测外环境条件

环境温度：8℃~10℃；环境湿度：65%~67%；天气状况：晴。

四、监测方法及监测仪器

表 8-1 监测方法及监测仪器一览表

项目	监测方法	方法来源	监测仪器
X-γ 空气吸收剂量率	现场监测	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》 (GB/T14583-1993)	仪器名称：辐射防护用 X-γ 辐射剂量当量率仪 仪器型号： AT1123（平衡帽：0.025-3MeV） 仪器编号：54088 检出限：50nSV/h 检定证书编号：校准字第 2019-55 号 检定单位：四川省核工业辐射测试防护设备计量 检定站 检定日期：2019 年 09 月 12 日 有效日期：2020 年 09 月 11 日

五、监测质量保证

本次监测单位为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），该单位具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定计量认证证

书（证书号：160021181133），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。具体质量保证措施如下：

- （1）合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性；
- （2）监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗；
- （3）监测仪器按规定定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- （4）监测仪器经常参加国内各实验室间的比对，确保监测数据的准确性和可比性；
- （5）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好；
- （6）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- （7）监测报告实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

六、监测点位的布设及合理性分析

根据血站平面布置、血库大楼 1 楼平面布置及周围外环境关系确立了具体的监测点位。

表 8-2 X- γ 空气吸收剂量率监测布点

测量点号	测量点位置	备注
1	拟建血液辐照仪机房（盥洗间）	/
2	拟建血液辐照仪机房（盥洗间）北墙外过道	/
3	拟建血液辐照仪机房（盥洗间）东墙外道路	/
4	拟建血液辐照仪机房（盥洗间）南墙外道路	/
5	拟建血液辐照仪机房（盥洗间）西墙外电梯	/
6	拟建血液辐照仪机房（盥洗间）楼上 2F 盥洗间	/

七、监测结果

监测结果见表 8-3。

表 8-3 拟建血液辐照仪机房及周围 X- γ 空气吸收剂量率监测结果

编号	测量点位置	X- γ 辐射剂量率 (nSv/h)	标准差	备 注
1	拟建血液辐照仪机房（盥洗间）	119	2.2	/
2	拟建血液辐照仪机房（盥洗间）北墙外 过道	122	1.9	/
3	拟建血液辐照仪机房（盥洗间）东墙外 道路	119	1.9	/
4	拟建血液辐照仪机房（盥洗间）南墙外	120	2.0	/

	道路			
5	拟建血液辐照仪机房（盥洗间）西墙外 电梯	119	1.9	/
6	拟建血液辐照仪机房（盥洗间）楼上 2F 盥洗间	122	2.1	/

由表 8-3 可以看出，本项目拟建辐照室室内及周围 X- γ 空气吸收剂量率范围在 119nSv/h~122nGy/h 之间，属于当地正常本底辐射水平（注：参照生态环境部《2018 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率范围为 65.5 nGy/h ~214.2nGy/h）。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、施工期工艺分析

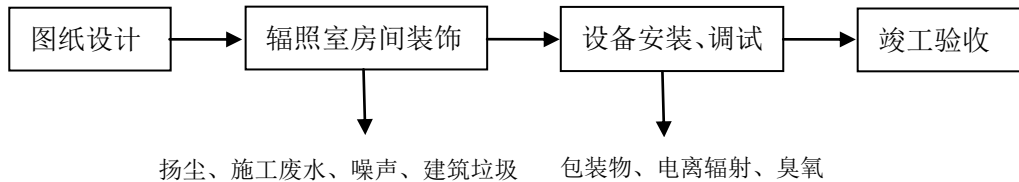


图 9-1 施工期施工工序及产污位置图

1、改造、装修施工

本项目涉及的工作场所为血库大楼 1 楼辐照室和辅助用房，血库大楼为已有建筑。本项目依托于血库大楼主体工程的建设，目前土建工程已完成。本项目拟将原有的盥洗间改造为辐照室，并在其北侧过道建设一道隔墙，将过道改造为辅助用房。因此，本项目施工期主要是对原有建筑进行改造、装饰施工、设备安装，最后进行竣工验收。在施工过程中有施工噪声、施工废渣、施工废水和建筑粉尘产生。本项目施工期工程量小，时间短。

环评要求：施工时应注意施工方式，合理安排好各种噪声施工机具的使用时间，能确保施工场界噪声满足规定要求；在建设施工中采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响；建设施工所产生的少量建筑废渣设备安装产生的包装废物送当地指定的建筑垃圾处置场。

2、设备安装调试期间的工艺分析

本项目拟配置的 BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪由德国 GSM 公司生产，该血液辐照仪为整机进口。血液辐照仪直接从供货商处购买，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，调试完成后移交给血站。本项目血液辐照仪安装调试阶段，会产生 γ 射线，造成一定的电离辐射影响；产生少量的臭氧以及包装废弃物。在搬迁及安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，人员离开时辐照室必须上锁并派人看守。运送车辆应配备监控系统、防盗系统、防护用品。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入辐照室所在区域，防止辐射事

故发生。

根据以上分析，评价认为本项目在建设施工期基本不会对周围环境产生不良影响。

二、营运期工艺分析

1、工程设备

乐山市中心血站拟配置的 BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪由德国 GSM 公司生产，该血液辐照仪为整机进口，内含 1 枚¹³⁷Cs 密封源，活度为 5.2×10^{13} Bq（II 类放射源）。

本项目拟配置的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。血站实行白班单班制，每天工作 8 小时，每周工作 5 天，全年工作时间 250 天。血液样品单次辐照时间约 10min，单次辐照过程打开舱门时工作人员近距离操作时间约 1min（包括放置待辐照血杯、设置及启动辐照系统、取回已照射血杯等工作），本项目辐照仪每年需要辐照的血量约 1.0~1.5 袋（400ml/袋），每次辐照约 10 分钟，年辐照时间不超过 500h，工作人员近距离操作时间不超过 50h。BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪如图 9-2 所示，详细参数见表 1-3。



图 9-2 BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪外观图

本项目血液辐照仪为1台整体设备，主要由主体、屏蔽滚筒、源抽屉、辐照容器、中央控制器组成。主体和屏蔽滚筒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；屏蔽滚筒支撑着辐照腔，辐照腔上带有孔，用于连接辐照烧杯；被辐照样品的放入和取出可通过加载舱口进行；源抽屉的专用固定器上排列着 ^{137}Cs 放射源，放射源被封装在一个紧密焊接的不锈钢壳体内，血液辐照仪在非工作状态时，放射源无法移动；辐照器的加载以及可能需要的放射源更换只能由GSM公司或其委托的授权承包商进行，而且无法在安装地进行。在正常情况下，无法将放射源取出。本项目所使用的辐照仪推荐使用年限为10年，运行期间不需更换放射源，达到使用期限后由设备提供方将血液辐照仪整体回收。

(1) 主体

该部件是血液辐照仪的主要辐射屏蔽层，由铸钢外壳和高密副防护材料构成，在最终使辐照仪器表面泄漏辐射的吸收剂量率小于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。最大限度的保证辐射工作人员的安全，主体内腔安装有屏蔽滚筒（转筒）、源抽屉、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、辐照室舱门以及警示标识。

(2) 屏蔽滚筒

通过两端轴承安装在主体内腔中，由铸钢外壳和高密度材料组成，具有很强的屏蔽功能，带有辐照烧杯旋转驱动、转筒旋转驱动，内设置有侧为 U 型开口内设计有托盘，可托载被辐照物容器。托盘与被辐照物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 $\pm 180^\circ$ 旋转，具有两个工作位，取样位和照射位。

（3）源抽屉

源抽屉是放射源封装部件，由钢制外壳和高密度防护材料组成，放射源固定在源抽屉的中间部位，两端有钨合金挡块。滑道固定在主体内，源抽屉通过法兰与振动机构连接可在滑道内移动，实现放射源的往复运动。

（4）辐照容器

辐照容器采用不锈钢整体加工，带密封盖，本项目辐照杯容量为3.2L，可每次容纳400ml血袋6袋。辐照容器置于辐照舱内，辐照舱外设置有密封舱门，舱门由15mm铅外包不锈钢制成，舱门尺寸略大于舱口尺寸，防止射线泄漏。

（5）控制系统

本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。

血液辐照仪结构示意图见图 9-3。血液辐照仪的铅屏蔽体示意图见图 9-4。

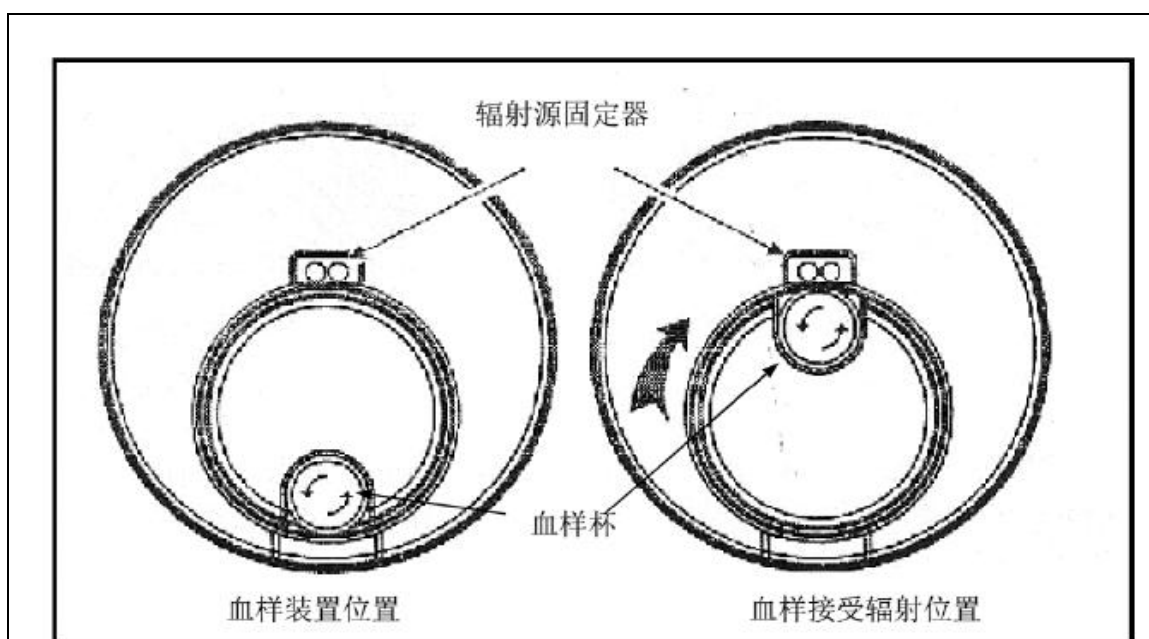


图 9-3A 血液辐照仪的放射源装载位置及辐照位置（俯视）

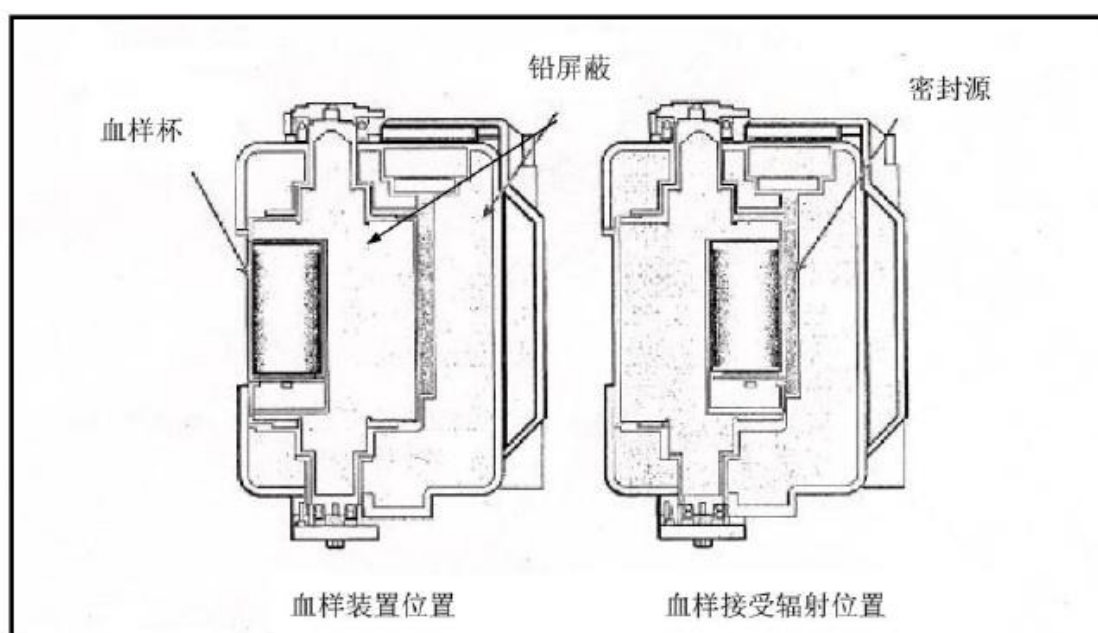


图 9-3B 血液辐照仪的放射源装载位置及辐照位置（横截面）

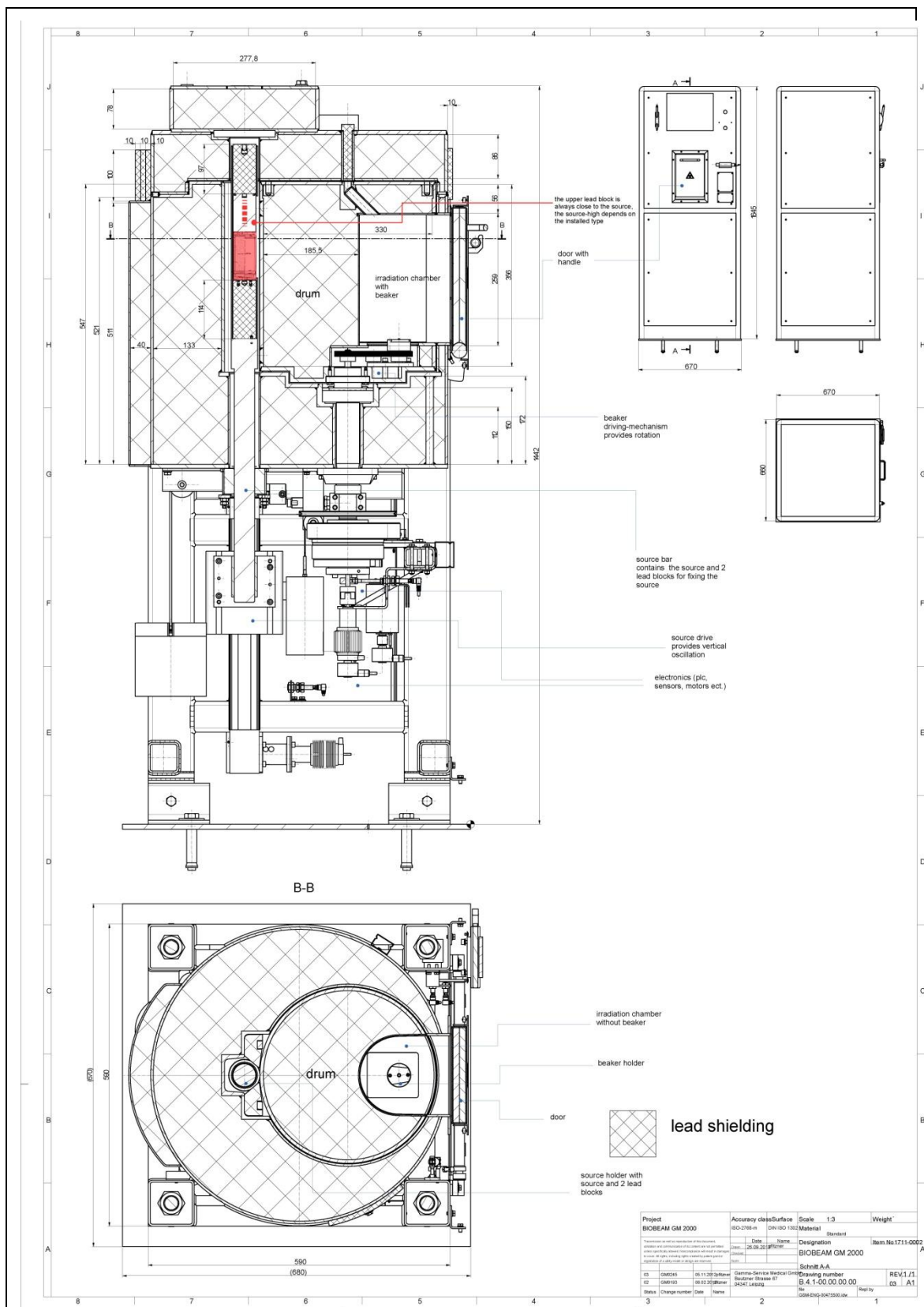


图 9-4 血液辐照仪的铅屏蔽体示意图

2、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 衰变后发射平均能量为 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。

3、工作流程

工艺流程主要如下：

- (1) 进入辐照工作室，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容器中，每次辐照血量最大约 6 袋（400ml/袋），打开舱门放血、取血时间约 1min，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，工作人员于辐照室外辅助用房操作并等待。工作人员只在有辐照任务时才进入辐照室进行辐照，无辐照工作时在血库办公室办公；
- (5) 辐照完成后，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，并放入待辐照血袋，关闭舱门，重复操作至完成辐照工作；
- (6) 辐照工作结束，关闭舱门，关机，取出钥匙，并登记。

4、主要污染物和污染途径

血液辐照仪内含 1 枚 ^{137}Cs 放射源，发生 β 衰变，并发射 β 、 γ 射线，由于 β 粒子在空气中射程短、穿透能力较 γ 射线弱，近距离范围内工作人员的工作服就能较好的进行防护 β 射线。而 γ 射线在空气中射程长、穿透能力强，且本项目血液辐照仪自带铅屏蔽体，能够确保辐照仪辐射水平可满足相关标准要求。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。乐山市中心血站在购置血液辐照仪时应与供源单位签订血液辐照仪整体回收合同，该辐照仪推荐使用年限为 10 年，10 年期满之后，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，退役的¹³⁷Cs 放射源对环境影响很小。

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产生电离产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。少量臭氧和氮氧化物通过防盗窗自然通风，经自然分解和稀释后进入大气环境。

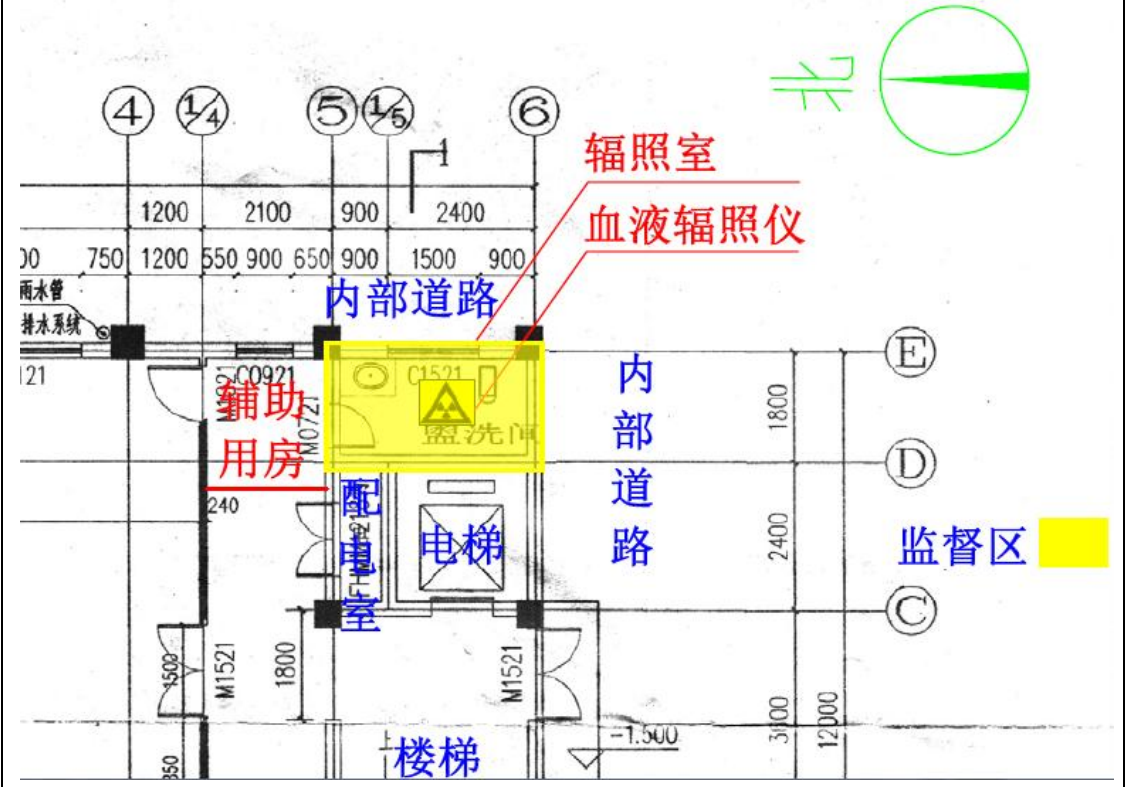
本项目工作人员在工作过程中将产生生活污水和一般生活垃圾，本项目辐射工作人员在现有劳动定员内选聘，不会额外增加生活污水及生活垃圾。辐照室产生的不合格的辐照血袋由专人每天到辐照室收集到暂存间暂存，收集后由乐山市医疗废物集中处置中心进行处置。辐射工作人员产生的生活污水、生活垃圾等均依托乐山市中心血站现有处理设施处理，本次评价均不再单独考虑。

根据以上分析可知，本项目产生的污染因子情况见表 9-1 所示。

表 9-1 项目污染因子一览表

污染物	污染因子	备注
辐射	γ 射线	/
废气	O ₃ 、NO _x	本项目所产生极少量的臭氧及氮氧化物，通过防盗窗自然通风，经自然分解和稀释后进入大气环境。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施		
1、工作场所布局和分区		
<p>本项目拟建辐照室位于血库大楼 1 楼，辐照室外为辅助用房、血库等功能区域。根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，并结合本项目具体情况，乐山市中心血站拟将血液辐照室内区域划为监督区，限制无关人员进入。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。本项目监督区划分情况见表 10-1、图 10-1。</p>		
表 10-1 本项目“两区”划分一览表		
工作场所	监督区	备注
血站血库大楼 1 楼 辐照室	辐照室	监督区范围内应限制无关人员进入。
		
图10-1 本项目“两区”划分示意图		
2、辐射安全及防护措施		
2.1、血液辐照仪固有的辐射安全防护措施		

(1) 本项目主要辐射为 γ 射线，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在设备内，放射源安装牢固，不使用专业工具无法拆卸取下放射源。根据厂家提供资料，辐照仪铅屏蔽体最小厚度为 158mm，能够确保辐照仪辐射水平可满足相关标准要求。

(2) 血液辐照仪自带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紧急停机开关，载有血液辐照杯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装置，辐照过程中，舱门无法打开。

(4) 控制台设置安装安全钥匙，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) 血液辐照仪配置有红（故障状态）、黄（运行状态）、绿（关闭状态）3 色指示灯，指示灯安装可安装在辐照室入口处，通过数据线与辐照仪连接，运行期间显示设备的不同工作状态。

(6) 血液辐照仪外表面醒目位置设置“当心电离辐射”警告标识。

2.2、工作场所拟采取的辐射安全防护措施

(1) 本项目辐照室室内面积约 4.77m^2 ，净空尺寸 3.06m （长） $\times 1.56\text{m}$ （宽） $\times 3.30\text{m}$ （高），辐照室门为防盗门，辐照室四周墙体为 24cm 厚普通实心砖墙，楼板为 120mm 钢筋混凝土+35mm 厚水泥砂浆，地下无楼层。人员入口门为防盗门，房间框架结构不变。辐照室拟安装摄像头，设置监控装置，连入血站监控系统，可实现 24h 实时监控，此外血站还有值班人员，定时巡查。

(2) 辐照室入口处拟设置“当心电离辐射”警告标识。

(3) 距离防护：严格按照监督区进行管理，且在辐照室醒目位置张贴电离辐射警告标志，限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

2.3、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。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

过后执证上岗；乐山市中心血站拟为本项目配备 1 台便携式辐射监测仪和 1 台个人剂量报警仪，辐射工作人员进入血液辐照室时应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪，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，可通过减小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，辐照仪工作期间于工作人员在辐照室外等待等，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离防护两种方式减小照射。

工作过程中乐山市中心血站应加强对监督区的管理，应限制无关人员进入辐照室，减小其接触射线的时间，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，该血液辐照仪拟采用自屏蔽措施和辐射安全措施，能够确保放射源的安全，并有效的降低辐射影响，血站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。

2.4、小结

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》的要求，本次评价根据建设单位采取的辐射安全措施进行了对照分析，具体情况见表 10-2。

表 10-2 辐照室辐射安全措施对照表

序号	检查项目		设计建造	备注
1*	A 辐照器	防止非工作人员操作的锁定开关	已设计	/
2*		放射源编码与辐照器对应清晰明了	已设计	/
3*		断电或故障时源自动回贮存位	/	/
4		手动回源	/	/
5		操作位有安全操作文字说明	已设计	/
6*	B 监测设备	个人剂量计	拟落实	/
7*		个人剂量报警仪	拟落实	/
8		便携式辐射剂量仪	拟落实	/
9*	C 警告标志	辐照室门外电离辐射警告标志	拟落实	/

10*	D 其它	辐照器表面电离辐射警告标志	已设计	/
11*		辐照器工作状态显示	已设计	/
12*		防盗装置	拟落实	/
13		防火设备	拟落实	/

注：表中*为必须项

三废的治理

（1）放射性废物处理措施

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，业主不得私自保管、转让退役后的放射源，而应及时返回原供源单位。乐山市中心血站在购置血液辐照仪时即应与供源单位签订血液辐照仪整体回收合同，本项目血液辐照仪生产厂家已确认：血液辐照仪达到推荐使用年限后，生产厂家会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。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，达到使用期限后由设备提供方将血液辐照仪整体回收。

（2）一般废水、固废、废气及噪声处理措施

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。辐射工作场所使用的设备均为低噪设备，运行时噪声很小，因此对项目所在区域声学环境影响很小。本项目辐照仪工作期间产生极少量的臭氧和氮氧化物，经计算，在无通风条件下，本项目产生的臭氧及氮氧化物即可满足相关标准要求。本项目辐照室设有防盗窗，可自然通风，少量臭氧和氮氧化物可通过防盗窗自然通风，经自然分解和稀释后进入大气环境，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。

（3）环保投资估算

表 10-2 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
辐 照 室	屏蔽 措施	辐照室建筑屏蔽	1 座	/	纳入总投资
		辐照仪铅自屏蔽	1 套	/	设备自带
	安全 装置	紧急停机开关和中断程序	1 套	/	设备自带
		监控系统	1 套	0.5	新增
		工作状态指示灯	1 个	0.5	新增

		电离辐射警告标志	1 个	0.05	新增
其他	监测仪器及警示装置	便携式辐射监测仪	1 台	1	新增
		个人剂量计	7 个	1	新增
		个人剂量报警仪	1 台	0.5	新增
		辐射工作人员上岗培训及应急培训	/	4.0	新增
	人员培训	应急和救助的资金、物资准备	/	3.0	新增
辐射监测		放射源年度监测费	/	1.45	新增
合计				12	/

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

1、改造、装饰施工的环境影响分析

血液辐照仪项目位于乐山市中心血站血库大楼 1 楼内，不新增用地，施工期主要是对原盥洗间和过道进行改造、装修施工，安装相关设备安装，不对房屋的结构进行改建。项目施工期间会有施工噪声、废渣、粉尘、施工废水及建筑垃圾等。

对于装饰施工，环评提出如下要求：

（1）在建设施工过程中应加强施工管理，对施工时间、时段，施工进度，施工原材料购进时间作精心安排、系统规划，对血站周围可能受影响和破坏的对象加以保护；

（2）项目施工设备的选择应考虑选择低噪音设备，并在施工中防止机械噪声的超标，避免在夜间进行施工；

（3）施工中产生的废弃物（如废材料、废纸张、废包装材料、废塑料薄膜等）应妥善保管、及时回收处理；对不可回收的建筑垃圾，应定点堆放，及时送当地市政部门指定的建筑垃圾堆放场；

（4）建设施工中采取湿法作业，尽量降低建筑粉尘对周围环境的影响；

（5）保持施工场地清洁卫生；

（6）装修施工应尽量节约材料，并优先采用环境友好型、资源节约型材料和涂料。

本项目施工期较短，施工量较小，在血站的严格监督下，施工方遵守文明施工、合理施工的原则，做到各项环保措施，就可以使其对环境的影响降至最小程度。施工结束后，项目施工期环境影响将随之消除。

2、设备安装调试期间的环境影响分析

本环评要求设备的安装、调试应请设备厂家专业人员进行，血站方不得自行安装及调试设备。在设备安装调试阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在调试的辐照室门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时辐照室必须上锁并派人看守。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入辐照仪所在区域，防止辐射事故发生。

由于设备的安装和调试均在辐照室内进行，经过仪器的自身屏蔽体和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，血站方需及时回收包装材料及其它固体废物并作为一般固体废物进行处置，不得随意丢弃。

运行阶段对环境的影响

1、辐射环境影响评价

本项目血液辐照仪铅屏蔽体为不小于 158mm 的铅，外包钢壳。本次评价采用本设备出厂表面剂量率实测值进行比较分析，并采用理论校核自屏蔽体的屏蔽能力。估算时采用点源估算模式，计算屏蔽体外瞬时辐射剂量率。

1.1、实测分析

为了解产品在实际运行下对周围环境的影响情况，本次评价采用本设备出厂表面剂量率实测值进行比较分析。

从报告数据可知，本项目设备 BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪含 1 枚 ^{137}Cs 密封放射源，出厂测得环境本底值为 $0.203\mu\text{Sv/h}$ ，测得辐照仪表面四周和顶部能达到的辐射剂量率最高值被记录在图 11-1 中表 1 里，距离辐照仪表面四周和顶部 5cm 处能达到的辐射剂量率最大值为 $0.61\mu\text{Sv/h}$ 。根据辐射强度与距离的平方成反比的关系可对比较分析本项目辐照仪各点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。对于居留因子，经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16。根据建设单位提供资料，本项目辐照仪每年需要辐照的血量约 1.0~1.5 万袋（400ml/袋），每次辐照约 10 分钟，本报告中年开机辐照时间保守取 500h/年。本项目辐照仪对公众及职业人员所致年有效剂量见表 11-1。

表 11-1 本项目辐照仪所致年有效剂量（实测值）

序号	位置	辐照仪表面吸收剂量率附加值($\mu\text{Sv/h}$)	距离辐射源最近距离 (m)	时间 (h)	受照类型	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
1	辐照仪操作台	0.407	0.5	500	工作人员	1	0.81
2	北侧辅助用房	0.407	2.0			1	5.09E-02
3	北侧血库	0.407	4.0			1	1.27E-02

4	北侧值班室	0.407	22.5	公众	1	4.02E-04
3	北侧鱼儿湾公园	0.407	40		1/16	7.95E-06
4	西侧电梯、配电室及楼梯间	0.407	2.2		1/4	1.05E-02
5	西侧内部道路	0.407	13.0		1/16	7.53E-05
6	南侧内部道路	0.407	2.0		1/16	3.18E-03
7	东侧内部道路	0.407	2.0		1/16	3.18E-03
8	东侧、南侧办公大楼	0.407	9.0		1	2.51E-03
9	东北侧、东侧、东南侧血站家属楼	0.407	14.0		1	1.04E-03
10	楼上盥洗间	0.407	3.3		1/16	1.17E-03

注：辐照仪表面吸收剂量率附加值保守均按 0.407μSv/h（实测最大值 0.61μSv/h 减去环境本底值 0.203μSv/h）。

由表 11-1 计算结果可知，本项目血液辐照仪正常工作时，工作人员的所受年附加有效剂量最大值为 0.81mSv/a，公众的年附加有效剂量最大为 1.05×10⁻²mSv/a，均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和本次环评辐射工作人员 5mSv/a 和公众 0.1mSv/a 约束值要求。

1.2、辐射屏蔽效能理论校核

（1）估算方法

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。

$$H = f \frac{A\Gamma}{r^2} \quad \text{..... (1)}$$

式中，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，f 为伦琴和戈瑞的换算系数，空气中对 $f^{137}\text{Cs}$ 约为 $9.1 \times 10^{-3} \text{Gy/R}$ ；Γ 为照射量率常数， $\Gamma^{137}\text{Cs}$ 为 $0.33 \text{R m}^2/\text{h Ci}$ 。

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：

$$N=N_0Be^{-\mu R} \tag{2}$$

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 为累积因子， 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 ），本项目最小屏蔽厚度为 158mm 铅。

累积因子 B 可用伯杰（Berger）公式进行计算：

$$B=1+a\mu Re^{b\mu R} \tag{3}$$

式中， a 、 b 是与射线能量 E 有关的常数， ^{137}Cs 的 γ 射线能量 E_γ 为 0.661MeV ，查累积因子参数表可得在铅介质中 $a=0.2014$ ， $b=-0.0777$ 。当屏蔽厚度 R 取 158mm 时，代入公式（3）可求出累积因子 B 为 1.890 。

用 D 、 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：

$$D=D_0Be^{-\mu R}=f\frac{A\Gamma}{r^2}Be^{-\mu R} \tag{4}$$

（注：公式及相关参数均出处《辐射防护基础》第五章）。

（2）估算结果

血液辐照仪拟放置在辐照室内中部，估算时关注点拟设置在工作人员工作位置及辐照室四周（离墙表面 30cm ），拟配置的血液辐照仪铅屏蔽层最小屏蔽厚度为 158mm ，估算时保守各侧均取 158mm ；估算时忽略辐照仪舱门、辐照室墙体和屋顶的屏蔽作用，将相关参数代入公式（4）可估算出各参考点处的辐射剂量水平，估算结果见表 11-2。

表 11-2-1 血液辐照室周围各关注点辐射水平一览表

关注点位置	辐照仪表面 5cm 处	辐照仪表面 1m 处	辐照室东墙 外表面	辐照室南墙 外表面	辐照室西墙 外表面
$f(\text{Gy/R})$	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}
$A(\text{Bq})$	5.2×10^{13}	5.2×10^{13}	5.2×10^{13}	5.2×10^{13}	5.2×10^{13}
$\Gamma(\text{R m}^2/\text{h Ci})$	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
$r(\text{m})$	0.208 ^①	1.158 ^②	2.0	2.0	2.2

B	1.890	1.890	1.890	1.890	1.890
$\mu(\text{cm})$	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156
R (cm)	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8
D ($\mu\text{Gy/h}$)	2.15	0.07	0.02	0.02	0.02
$D_{\text{标准}}$ ($\mu\text{Gy/h}$)	2.50	0.25	0.25	0.25	0.25

注：① $r=0.208\text{m}$ （保守取屏蔽体最小屏蔽厚度 $0.158\text{m}+$ 关注点至屏蔽体表面 0.05m ，不考虑外包钢壳等厚度）；

② $r=1.158\text{m}$ （保守取屏蔽体最小屏蔽厚度 $0.158\text{m}+$ 关注点至屏蔽体表面 1m ，不考虑外包钢壳等厚度）。

表 11-2-2 血液辐照室周围各关注点辐射水平一览表

关注点位置	辐照室北墙外表面	辐照室上方盥洗间
$f(\text{Gy/R})$	9.1×10^{-3}	9.1×10^{-3}
A (Bq)	5.2×10^{13}	5.2×10^{13}
$\Gamma(\text{R m}^2/\text{h Ci})$	0.33	0.33
r (m)	2.0	3.3
B	1.890	1.890
$\mu(\text{cm})$	1.156	1.156
R (cm)	15.8	15.8
D ($\mu\text{Gy/h}$)	0.02	0.01
$D_{\text{标准}}$ ($\mu\text{Gy/h}$)	0.25	0.25

从上表中估算结果可以看出，距离仪器表面 5cm 处的辐射剂量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，距离仪器表面 1m 处的辐射剂量率不大于 $0.25\mu\text{Sv/h}$ ，对照《含密封源仪表的卫生防护标准》（GBZ125-2009）的规定，操作血液辐照仪的工作人员的活动范围满足不受限制的要求。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。

1.3、剂量估算

（1）估算模式

辐射工作人员及公众年有效剂量可由式（5）进行计算：

$$E = D \cdot t \cdot U \cdot T \quad \dots\dots (5)$$

上式中：E—年有效剂量， mSv/a ；

D—参考点处吸收剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

U—利用因子，本项目为放射源， $U=1$ ；

T—居留因子，经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16；

t—一年工作时间，本项目辐照仪年运行时间不超过 500h，工作人员近距离操作时间约 50h，从最不利因素考虑，本项目按 500h/a 计。

（注：对于 γ 射线辐射，Sv 与 Gy 换算因子近似取 1）

（2）辐射工作人员剂量估算及评价

I 辐射工作人员剂量估算及评价

本项目辐射工作人员受照剂量分为两部分考虑：①在血液辐照仪旁从事的近距离操作所受辐射剂量；②血液辐照过程中，在辅助用房等待所受辐射剂量。本项目辐照仪年运行时间不超过500h，工作人员近距离操作时间约50h，在辅助用房等待约450h。从最不利因素考虑，本项目辐射工作人员按近距离操作血液辐照仪装置外5cm处辐射剂量最大值 $2.15\mu\text{Gy/h}$ 、受照时间500h/a来估算受照剂量，居留因子取1，则辐射工作人员年受照剂量最大约 1.08mSv/a ，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和本次环评 5mSv/a 约束值的要求。

实际运行后，乐山市中心血站辐照室拟增设工作人员约 7 名，轮流上岗，且辐照仪工作期间，工作人员于室外等候，近距离接触仪器时间远小于计算时间，综合分析，本项目拟设血液辐照仪运行后，辐射工作人员年受照剂量能够满足标准要求。

II 公众剂量估算及评价

本项目血液辐照室北侧为本项目辅助用房及血库；东侧和南侧均为血站内部道路，非大楼主要出行通道，通行人员较少；西侧为电梯及配电室；辐照室正上方为盥洗间，无人员长时间驻留；辐照室下方无楼层。公众长时间驻留较少，从最不利因素考虑，居留因子 T 取 1。由表 11-2 可知，辐照室各侧墙体距离血液辐照仪最近，估算时忽略辐照仪舱门、辐照室墙体和屋顶的屏蔽作用，辐射水平均为 $0.02\mu\text{Sv/h}$ 。全年工作时间按 500h 计算，则各侧墙体处公众人员年受照剂量最大约 0.01mSv/a ，本项目其他环境保护目标距离辐照室各侧墙体更

远，因此年受照剂量小于 0.01mSv/a，因此本项目公众人员满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求和本次环评 0.1mSv/a 约束值的要求。

实际工作中，公众人员近距离接触放射源的几率极小，且时间短，计算时未考虑放射源与公众之间的墙体屏蔽，计算结果较为保守。综上分析，本项目拟设血液辐照仪运行后，公众人员年受照剂量能够满足标准要求。

1.4、血液辐照仪其他状态下的辐射影响分析

本项目拟配备的血液辐照仪属含源装置，辐照仪采用铅屏蔽滚筒等屏蔽体对内置的放射源进行屏蔽防护。根据图 9-3 可知，辐照仪未工作时其最小屏蔽厚度仍为 158mmPb，与运行过程中的辐射防护措施一致。且还有辐照仪舱门、辐照室墙体和屋顶进行屏蔽，因此，根据理论估算与实测分析结果，血液辐照仪未工作时其对周围的辐射环境影响较小。

1.5、血液辐照仪辐照容器泄漏辐射影响分析

本项目拟配备的血液辐照仪采用内嵌固定式结构，放射源固定在设备中。由图 9-3 可以看出，辐照室主体与屏蔽滚筒之间存在着间隙，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舱门口。

本项目拟配备的血液辐照仪为精密仪器，辐照室主体与屏蔽滚筒之间的间隙极小，因此进入间隙的 γ 射线量极小。屏蔽滚筒成圆柱形，进入间隙的 γ 射线需经十次以上的散射方可到达舱门口，经多次散射后，此时射线的能量和注量均已极低，结合设备出厂表面剂量率实测值可以看出，其对环境的辐射影响基本可以忽略。

1.6、放射源的运输辐射影响分析

乐山市中心血站拟购买 1 台德国 GSM 公司生产的 BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪，该装置内置 1 枚 ^{137}Cs 密封放射源。血液辐照仪直接从供货商处购买，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，调试完成后移交给血站。

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，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。设备到达血站后拟从血站大楼一层南侧入口运至辐照室内，运输至辐照室内的时间较短，运行

过程中对血站内的工作人员影响较小。

1.7、放射源退役影响分析

乐山市中心血站拟购买 1 台德国 GSM 公司生产的 BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪，该装置内置 1 枚 ^{137}Cs 密封放射源，属于 II 类放射源。该辐照仪推荐使用年限为 10 年，10 年期满之后，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，退役的 ^{137}Cs 放射源对环境影响较小。

本项目终止后血站应尽快拟定辐照室退役计划，编制退役方案，按计划实施退役。放射源未被生产厂家回收前血站应做好放射源的的安全管理工作，防止放射源丢失、被盗或失控。

乐山市中心血站可参考以下的退役方案实施退役：

(1) 乐山市中心血站在购置血液辐照仪时即与供源单位签订血液辐照仪整体回收合同；

(2) 放射源回收后，委托有资质的单位对辐照室辐射污染情况进行监测；

(3) 经监测放射源场所不存在污染的，应在《建设项目环境影响登记表备案系统》中进行备案，并将备案结果及时报生态环境主管部门。

(3) 经监测放射源场所存在污染的，应委托有资质的环评机构编制在退役前编制环境影响评价文件，报辐射安全许可证发证机关审查批准。未经批准的，该场所不得退役或挪作他用。

(4) 工作场所实施退役后应委托有资质的单位进行退役终态验收监测，编制终态验收监测报告表，办理核技术利用项目退役终态验收手续并报生态环境主管部门。

2、大气环境影响分析

^{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：

$$Q_o = 4.27 \times 10^{-3} A G v^{1/3} \dots\dots (6)$$

当无通风时：

$$Q=Q_o \cdot t_d/V \quad \dots\dots (7)$$

式中：Q_o为臭氧的辐射化学产额（mg/h）；

A 为¹³⁷Cs 源的活度（TBq），本次估算取值 52.00TBq；

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 只为 6；

v 为辐照容器的容积（m³），本评价取 0.0032m³（3.2 L）；

V 为辐照室容积（m³），本评价取 4.77m³；

Q 为无通风条件下辐照室臭氧的浓度；

t_d为假设所产生的的臭氧被均匀散布到体积为 4.77m³的辐照室内，臭氧有效分解时间，取 0.83h。

经计算，Q_o为 0.196mg/h，辐照室内臭氧浓度为 0.034mg/m³，臭氧浓度低于 GBZ2.1-2002《工作场所有害因素职业接触限值》规定的 0.3mg/m³，同时也符合 GB/T18883-2002《室内空气质量标准》推荐的办公建筑内臭氧浓度控制限值 0.16mg/m³。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%，GB/T18883-2002《室内空气质量标准》推荐办公室建筑内 NO₂浓度控制限值为 0.24mg/m³，因此氮氧化物浓度低于控制限值。

综上所述，本项目所产生的臭氧及氮氧化物满足相关标准要求，本项目辐照仪工作期间产生极少量的臭氧和氮氧化物，通过防盗窗自然通风，经自然分解和稀释后进入大气环境，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。

3、水环境影响分析

本项目血液辐照仪在运行时无废水产生。本项目辐射工作人员从原有人员中调配，不新增工作人员，工作人员产生的生活污水利用血站原有设施收集后经市政管网进入乐山市城市污水处理厂处理后达标排放，对周围水环境影响较小。

4、固体废物环境影响分析

本项目血液辐照仪在运行时无固废产生。本项目辐射工作人员从原有人员中调配，不新增工作人员，工作人员产生的生活垃圾经血站原有设施收集后，由环卫部门统一清运，对环境影响很小。

5、声环境影响分析

辐射工作场所使用的设备均为低噪设备，运行时噪声很小，因此对项目所在区域声学环境影响很小。

事故影响分析

本项目拟购置的血液辐照仪含放射源在管理上均属于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较小概率的事故有：

（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。

血液辐照仪放置在专用辐照室内，辐照室有防盗门并有监控装置。血站大楼有值班人员，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，非专用工具无法拆卸；血液辐照仪的操作及维修均由专职人员进行；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）产生弥散性污染。

设备磨损过度之后可能出现血杯传动机构发生故障，血杯无法正常转动至辐照窗（以致无法取出血杯）或血杯卡杯事故（血杯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血杯恢复旋转。血杯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。

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，发生辐射事故的可能性极小。

事故风险预防处理措施

(1) 乐山市中心血站应加强管理，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和个人剂量报警仪。

(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；管理人员应强化管理，落实监测频率；每年一次。

(5) 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》，向当地环境保护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

辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、辐射安全与环境保护管理机构

根据国家环境保护部第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定要求：建设单位需设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或至少有 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。

血站成立了辐射安全和环境保护管理领导小组，有领导分管、安全机构健全。

- (1) 全面负责血站内的辐射安全管理工作；
- (2) 组织制定并落实辐射安全防护管理制度，负责对各项制度及规范进行具体实施和监督，负责统筹协调辐射安全防护的日常管理；
- (3) 制定辐射事故应急预案并组织演练，负责在辐射事故中进行统一指挥和应急决策；
- (4) 记录本机构发生的辐射事故并及时报告卫生行政部门、公安部门、环保部门；
- (5) 定期组织对辐射工作场所、设备和工作人员进行辐射防护检测、监测和检查，并建立档案；
- (6) 组织辐射工作人员接受专业技术、辐射安全与防护知识及有关规定的培训和健康体检。

辐射安全和环境保护管理领导小组成员设置见表 12-1。

表 12-1 辐射安全和环境保护管理领导小组成员设置表

职务	人员
组长	杨*
副组长	毛**、王*
成员	严**、王**、赵*、满*

环评要求：将本项目所涉及的放射源纳入应急适用范围，并做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备。

2、辐射工作人员

本项目拟配备 7 名辐射工作人员，由现有工作人员选聘。此外，乐山市中心血站还应做到：

(1) 配备的辐射工作人员及管理人员应参加培训。本环评要求在本项目运营前,所有辐射工作人员均必须参加辐射安全与防护知识培训和考核,取得合格证后方可上岗。

(2) 在辐射工作人员取得辐射安全培训合格证书后,辐射工作人员均应每四年接受一次再培训。

(3) 乐山市中心血站应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。包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。

(4) 乐山市中心血站组织辐射工作人员每年进行一次身体健康检查,建立个人健康档案,辐射工作人员上岗前和离岗后也应进行职业健康检查并建立档案保存制度。

辐射安全管理规章制度

本项目建设单位涉及使用Ⅱ类放射源,根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环保总局第31号令,2017年12月12日第二次修正)“第十六条”和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲》(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	应增加的措施
1	场所设施	辐射安全管理规定	/	需制定
2		运行操作规程	/	需制定
3		辐射安全防护设施的维护与维修制度(包括机构人员、维护维修内容与频度、重大问题管理措施、重新运行审批级别等)	/	需制定
4	监测	监测方案	/	需制定
5		监测仪表使用与校验管理制度	/	需制定
6	人员	辐射工人员培训/再培训管理制度	/	需制定
7		辐射工作人员个人剂量管理制度	/	需制定
8		辐射相关人员岗位职责	/	需制定
9	应急	辐射事故应急预案	/	需制定
10	其他	放射源管理制度(转让、使用、送贮、返回及台帐等)	/	需制定
11		换源管理规定	/	需制定

建设单位应根据上表完善制定一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. 档案分类

辐射安全档案资料可分以下大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“放射源和射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”。

2、需上墙的规章制度

（1）《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》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》“使用放射性同位素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”。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。在工作场所配备个人剂量报警仪，设备开启前确认个人剂量报警仪使用正常。本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下：

1、监测要求

辐射工作人员应按照国家规定配备个人防护用品和个人剂量监测仪器，同时配备必要的监测仪器对工作场所和周围环境进行辐射监测。个人剂量仪应有足够的可靠性、灵敏度和准确度。

2、个人剂量监测

本项目共新增 7 名辐射工作人员，共需个人剂量计 7 个，血站需将个人剂量计定期（每季度一次）送有资质的单位进行检定，并做好个人剂量管理的工作。

环评要求：①项目建成投运后，保证每名辐射工作人员均配备个人剂量计。加强检测管理和辐射工作人员职业健康检查管理，保证每名辐射工作人员的个人

剂量计每个季度送有资质部门检测一次，做到专人专戴，做到定期送检；②建立个人剂量档案，辐射工作人员个人剂量档案要终身保存；③当单个季度个人剂量超过 1.25mSv 时，建设单位要对该辐射工作人员进行干预，要进一步调查明确原因，并由当事人在情况调查报告上签字确认；当全年个人剂量超过 5mSv 时，建设单位需进行原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后，上报发证机关；对于单年剂量超过 50mSv 或连续 5 年年剂量超过 20mSv 标准的，立即暂停该辐射工作人员继续从事放射性作业，同时进行原因调查，若构成辐射事故，血站应当立即启动辐射事故应急预案。其检测报告及有关调查报告应存档备查。

3、监测方案

①项目建成后 3 个月内应委托有验收监测资质的单位进行竣工环境保护验收监测；

②项目运行后应定期对 BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪表面辐射剂量及辐照室周围环境 γ 辐射水平进行监测，监测频率通常为每月监测一次，监测的数据应妥善保存；

③每年应委托有检测资质的单位对血液辐照仪项目进行年度监测，并编制年度监测报告，于每年 1 月 31 日前上报上一年度的年度评估报告；监测项目应包括 γ 辐射水平检测；

④监测点位布设应包括辐照仪表面 5cm 处、1m 处及辐照室周围，包括辐照室屏蔽墙外表面、防盗门外表面等。

项目正式投运前，建设单位应当按照国务院生态环境主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，在验收过程中应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假，编制验收报告，并依法向社会公开验收报告。

辐射事故应急

1、血站成立了辐射安全和环境保护管理领导小组，全面负责血站的辐射事故应急工作。

2、为了加强对辐射工作场所的安全管理，保障公众健康，保护环境，血站应制定辐射事故预防措施及应急处理预案。该应急预案应包括：组织机构的设置与职责、事故等级划分、应急处置程序、血站内部应急联系电话和条件保障等，

内容要全面、措施要具体，针对性要强、且要便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时要能发挥积极作用，环评要求将本项目所涉及的放射源纳入应急适用范围，并应当做好应急人员的组织培训和应急及救助的装备、资金、物资准备。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、一旦发生辐射事故，要立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并应当在 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辐射事故应急预案上报程序逐级上报主管单位；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。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

通过以上分析，本报告认为乐山市中心血站在落实各项措施后，具备在血站血库大楼 1 楼新增使用 1 台 BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪的综合管理能力。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

项目名称：乐山市中心血站新建血液辐照仪核技术利用项目

建设单位：乐山市中心血站

建设性质：新建

建设地点：四川省乐山市市中区海棠路 526 号乐山市中心血站血库大楼 1 楼辐照室

本次评价内容及规模为：新增使用 1 台 BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪，安装 1 枚 ^{137}Cs 密封放射源，活度为 $5.2 \times 10^{13}\text{Bq}$ ，属于 II 类放射源。

2、本项目产业政策符合性分析

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第六项核能中第六条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”的国家产业发展政策，属于国家鼓励类产业。

3、本项目选址及平面布置合理性分析

本项目位于血站内血库大楼 1 楼东南角，该辐照室的选址远离人流集中区，减轻了对周围人员的辐射影响，通过血液辐照仪的自屏蔽措施、辐照室的屏蔽措施和辐射安全措施，能够确保放射源的安全，并有效的降低辐射影响，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

根据现场监测，本项目拟建辐照室室内及周围 X- γ 空气吸收剂量率范围在 $119\text{nSv/h} \sim 122\text{nSv/h}$ 之间，属于当地正常本底辐射水平（注：参照生态环境部《2018 年全国辐射环境质量报告》中四川省自动站空气吸收剂量率范围为 $65.5 \text{ nGy/h} \sim 214.2\text{nGy/h}$ ）。

5、环境影响评价结论

（1）辐射环境影响分析

经模式预测，在正常工况下，对辐射工作人员造成的附加有效剂量低于 5mSv/a 的职业人员剂量约束值；对公众造成的附加有效剂量低于 0.1mSv/a 的公众人员剂量约束值。

（2）大气环境影响分析

血液辐照仪工作过程中会产生少量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），通过防盗窗自然通风，经自然分解和稀释后进入大气环境，不会对周围大气环境产生明显影响。

（3）水环境影响分析

本项目工作人员生活污水依托血站血库大楼已有污水管道和血站污水处理站进行处理后，经市政污水管网排入乐山市城市污水处理厂，对区域水体环境影响很小。

（4）固体废物影响分析

本项目拟安装的 BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪，该装置内置 1 枚 ¹³⁷Cs 密封放射源，属于 II 类放射源。该辐照仪推荐使用年限为 10 年，血液辐照仪达到使用年限后，放射源与设备整体将由生产厂家回收处置。本项目产生的生活垃圾和办公垃圾血站进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理，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）声环境影响分析

辐射工作场所使用的设备均为低噪设备，运行时噪声很小，因此对项目所在区域声学环境影响很小。

6、事故风险与防范

血站制订的安全规章制度内容较全面、措施可行，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。血站应急预案应按环评提出的要求尽快制定。

7、环保设施与保护目标

血站设计的环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的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、血站辐射安全管理的综合能力

血站安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，医技人员配置合理，有辐射事故应急预案与安全规章制度；环保设施总体效能良好，可满足防护实际需要。对本次新增的 1 台 BIOBEAM GM2000 型血液辐照仪设备和场所而言，血站在一一落实设计的环保设施和相关法律法规要求后，血站具备辐射安全管理的综合能力。

9、项目环保可行性结论

在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，本项目在血站血库大楼 1 楼进行建设，从环境保护和辐射防护角度看是可行的。

建议和承诺

1、要求

(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) 项目建成投运后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 日前上报省生态环境厅，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其他有关法律、法规规定的落实情况。(3) 竣工验收监测时，应开启血液辐照仪辐照容器舱门，检测放射源舱门打开情况下舱门处的辐射水平，以评估工作人员取、放血样时所受到的剂量，进一步核实、细化工作人员所受年有效剂量。

(4) 本项目拟使用 II 类放射源，本项目血液辐照仪达到使用年限后，应尽快联系厂家将血液辐照仪整体回收，未由生产厂家安全回收前，血站应做好放射源的安全保卫工作。放射源回收后，该辐射工作场所应依法实施退役。

(5) 建设单位在对辐射安全许可证进行增项之前，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>），对建设单位所用放射源的相关信息填写。

2、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。
 建设项目正式投产运行前,血站应自主组织项目竣工环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见表 13-1。

表 13-1 环境保护设施验收一览表

类别	环保设施/措施	数量	备注
屏蔽措施	辐照室建筑屏蔽	1 座	/
	辐照仪铅自屏蔽	1 套	
安全装置	紧急停机开关和中断程序	1 套	/
	监控系统	1 套	/
	工作状态指示灯	1 个	/
	电离辐射警告标志	1 个	/
监测仪器	便携式辐射监测仪	1 台	/
	个人剂量计	6 个	/
	个人剂量报警仪	1 台	/
台账管理	个人剂量档案	/	单季度无超过 1.25mSv 情况
规章制度	《辐射安全管理规定》、《运行操作规程》、《安全防护设备的维护与维修制度》、《监测方案》、《监测仪表施工与校验管理制度》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射事故/事件应急预案》、《放射源管理制度》、《换源管理规定》	/	其中《辐射工作场所安全管理制度》、《操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《应急响应程序》需张贴上墙
人员培训	辐射工作人员需参加四川省生态环境厅组织的辐射安全培训,并取得相应的合格证书	/	辐射从业人员及管理 人员均需上岗培训

