

核技术利用建设项目

德阳市第二人民医院钴-60 远程治疗机搬迁

项目环境影响报告表

(公示本)

德阳市第二人民医院

二〇二二年一月

生态环境部监制

目 录

表 1	项目基本情况.....	3
表 2	放射源.....	13
表 3	非密封放射性物质.....	13
表 4	射线装置.....	14
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	15
表 6	评价依据.....	16
表 7	保护目标与评价标准.....	18
表 8	环境质量和辐射现状.....	21
表 9	项目工程分析与源项.....	25
表 10	辐射安全与防护.....	33
表 11	环境影响分析.....	42
表 12	辐射安全管理.....	58
表 13	结论与建议.....	65

表 1 项目基本情况

建设项目名称		德阳市第二人民医院钴-60 远程治疗机搬迁项目			
建设单位		德阳市第二人民医院			
法人代表		***	联系人	***	联系电话 *****
注册地址		德阳市岷江西路一段 340 号			
项目建设地点		德阳市岷江西路一段 340 号德阳市第二人民医院住院大楼南侧医院空地处			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		***	项目环保投资 (万元)	***	投资比例 **%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积 m ² ***
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☒ 使用	☒ I 类 (医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 使用	☐ II 类 ☐ III 类		
	其他	无			
	项目概述 一、企业概况及项目由来 德阳市第二人民医院 (统一社会信用代码: *****) 始建于 1958 年, 前身为“中国二重”职工医院, 2003 年移交德阳市人民政府。2018 年, 医院被市政府确定为德阳市两个城市医疗集团龙头医院之一, 并正式挂牌成为四川省护理职业学院的附属医院。医院是集医疗、教学、科研、预防保健为一体的国家三级乙等综合医院, 国家爱婴医院, 四川省首批全科医学临床培训基地, 全省首批“数字化医院”, 西南医科大学等多家医学院校教学医院。医院荣获四川省卫生先进单位, 管理创新医院, 最具成长力中				

国医院管理之星，城市医院管理优秀奖，德阳市首家园林式医院，德阳市市级文明窗口，全市首批“健康医院”示范点和践行社会主义核心价值观示范单位等荣誉。

医院占地面积 64 亩，建筑面积 6 万平方米。编制床位 520 张，开放床位 710 张。年门急诊量 40 万人次，住院病人 2 万余人。医院拥有在职员工 879 人，其中党员 269 人，高级职称 141 人，博士硕士研究生 30 余人，有近 30 名学术技术带头人在国内、省内学术委员会任职，专业技术人才数量居同级医院前列。医院设有内科、外科、妇产科、儿科、急诊科、重症医学科和中西医等 21 个临床学科，78 项诊疗科目。

医院配置有 X 射线计算机体层摄影设备（128 层 64 排螺旋 CT）、数字减影血管造影 X 射线机(DSA)、西门子 1.5T 超导磁共振（MRI）、西门子多层螺旋 CT、C 型臂 X 光机、数字化 X 光机（DR）、大型彩超、全自动生化分析仪、 γ 适形放疗系统、电视腹腔镜、电视宫腔镜、利普刀（LEEP）、电视胸腔镜、电子支气管镜、可染色电子胃镜、电子肠镜、十二指肠镜、输尿管软镜、钬激光、关节镜、神经外科内窥镜系统、神经外科手术显微镜、高压氧舱、电外科工作站、电子支气管镜冷凝冷冻设备、电子胆道镜、前列腺等离子电切镜、BK 术中超声、口腔 CBCT、盆底康复生物刺激反馈仪、静脉曲张激光治疗系统、光学相干断层扫描仪（OCT）、眼科超声诊断仪、数字眼底荧光造影检查仪、眼科激光治疗仪、42 导电生理记录仪、心脏射频消融仪、主动脉内球囊反搏泵等一大批高、精、尖诊疗设备。

近年来，随着德阳市第二人民医院各科室技术力量不断增强，业务水平不断提高，业务范围逐步扩大，德阳市第二人民医院为更好的满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，计划扩建门急诊住院综合大楼（医院近期规划），将门诊大楼西南侧原钴-60 治疗室拟迁改至住院大楼南侧医院空地处，新放射治疗场所建成后，从医院门诊大楼西南侧原钴-60 治疗室搬迁一台钴-60 远程治疗机至新建机房内，型号为 GWXJ80（内含 1 枚 ^{60}Co 放射源，装源活度为 * Bq，现存活度约 * Bq，编码 0318C0003721，属于 I 类放射源）；依托医院全科楼一楼放射科 CT 室内 CT 机进行模拟定位。全科楼一楼放射科 CT 室内 CT 机已上证履行环保手续，不在本次评价范围内。因此，医院委托四川省中栎环保科技有限公司对其开展《德阳市第二人民医院钴-60 远程治疗机搬迁项目》环境影响评价报告表的编制（见附件 1）。

二、产业政策符合性

本项目系核和辐射技术用于医学领域，属高新技术。根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2020 年 1 月 1 日施行）的相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业发展政策。本项目的运营可为德阳市及周边病人提供诊疗服务，是提高人民群众生活质量，提高全市医疗卫生水平和建设小康社会的重要内容，本项目具有放射性实践的正当性。

三、建设内容

1、项目名称、性质、地点

项目名称：德阳市第二人民医院钴-60 远程治疗机搬迁项目

建设性质：新建

建设地点：德阳市岷江西路一段 340 号德阳市第二人民医院住院大楼南侧医院空地
地处

2、建设内容与规模

医院拟在住院大楼南侧医院空地新建一间钴-60 机房及配套功能用房（独立建筑，地上 1 层，无地下室，高*m），新放射治疗场所建成后，从医院门诊大楼西南侧原钴-60 治疗室搬迁一台钴-60 远程治疗机至新建机房内，型号为 GWXJ80（内含 1 枚⁶⁰Co 放射源，装源活度为*Bq，现存活度约*Bq，编码 0318C0003721，属于 I 类放射源）；钴-60 远程治疗机年出源治疗时间约*h。模拟定位依托医院全科楼一楼放射科 CT 室内 CT 机进行模拟定位，该 CT 机在用，已上证已履行环保手续。

新建钴-60 机房采用钢筋混凝土浇筑，净空面积（不含迷道）为*m²（净空尺寸：长*m×宽*m×高*m），东侧设控制室（净空面积*m²）、候诊室（净空面积*m²）。钴-60 机房四面墙体、迷道和顶部、底部均为钢筋混凝土（2.35g/cm³）。钴-60 机房顶部、北侧、南侧墙体均厚*mm；西侧墙体厚*mm；东侧“Z”型迷道内墙、外墙墙体均厚*mm；底部为*mm 厚混凝土+*mm 钢筋混凝土；防护门为*mm 铅当量单扇电动推拉门。

建设项目组成及主要的环境问题见表 1-1。

表 1-1 建设项目组成及主要的环境问题表

工程分类	名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题		备注
			施工期	营运期	
主体工程	钴-60 机房	新建机房净空面积为* m ² ，净空尺寸为：长*m×宽*m×高*m，机房四面墙体、迷道和顶部、底部均为钢筋混凝土（2.35g/cm ³ ）。钴-60 机房顶部、北侧、南侧墙体均厚*mm；西侧墙体厚*mm；东侧“Z”型迷道内墙、外墙墙体均厚*mm；底部为*mm 厚混凝土+*mm 钢筋混凝土；防护门为*mm 铅当量单扇电动推拉门。钴-60 远程治疗机年出源治疗时间约*h。	噪声、扬尘、施工废水、生活污水、固体废物	γ射线、臭氧、噪声、废放射源	新建
	钴-60 远程治疗机	新放射治疗场所建成后，从医院门诊大楼西南侧原钴-60 治疗室搬迁一台钴-60 远程治疗机至新建机房内，型号为 GWXJ80（内含 1 枚 ⁶⁰ Co 源，装源活度为*Bq，现存活度约*Bq，编码 0318C0003721，属于I类放射源）。			搬迁
辅助工程	依托全科楼一楼放射科 CT 室内 CT 机进行模拟定位		/	X 射线、臭氧	依托
公用工程	配电、供电和通讯系统等			生活垃圾、生活污水	依托
办公及生活设施	依托医生办公室、公共卫生间、污水处理站、医疗废物暂存间等				依托
环保工程	①.本项目工作人员产生的生活污水依托医院已建的污水处理站采用“A/O”工艺法处理达标后排入市政污水管网，再排入污水处理厂。②办公、生活垃圾依托医院拟建的垃圾分类投放点进行分类收集，由市环卫部门统一清运处理				噪声、扬尘
	本项目运营期产生的臭氧从机房内拟设置的专用通排风系统排出，通风管道采用V型穿墙进入风井，最终引至屋顶上方（高于屋顶1.75m）排放，排风量约*m ³ /h；进风管道沿迷路以“L”型管道穿过迷路门顶部墙体，最终引至屋顶上方（进风量约*m ³ /h）		新建		

3、本项目主要原辅材料及能耗情况

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-2。

表 1-2 主要原辅材料及能耗情况

类别	名称	使用量	来源	主要化学成分
主要原辅材料	⁶⁰ Co 放射源	装源活度为*Bq, 现存活度约*Bq×1 枚 (I类放射源)	搬迁	-
能源	煤 (T)	-	-	-
	电(度)	1560 度	市政电网	-
	气(Nm ³)	-	-	-

水量	地表水	1000m ³	-	-
	地下水	-	-	-

4、本项目放射源及特性

本项目拟使用放射源及其特性见表 1-3；

表 1-3 放射源基本参数情况

设备名称	型号	放射源种类	单枚/单次装源	现存源活度	放射源类别	半衰期	编码	生产厂家	用途
钴-60 远程治疗机	GWX J80	⁶⁰ Co	*Bq×1 枚	*Bq	I类	5.27a	0318C0 003721	成都中核高通同位素股份有限公司	远距离放射治疗源

5、工作人员配置情况

医院人员配备情况如下表所示：

表 1-4 工作人员配置情况

序号	所属科室	装置名称	配备人数	人员构成
1	肿瘤科	钴-60 远程治疗机	*	医师*名、技师*名、物理师*名

本项目配备辐射工作人员*名，均为医院钴-60 远程治疗机搬迁前原辐射工作人员，且均已取得辐射安全与防护培训合格证。今后，医院根据承担诊疗和教学科研任务量等实际情况适当增减。本项目辐射工作人员专岗专责，从事本项目诊疗项目后不承担其他辐射工作，不存在人员交叉使用情况。

工作制度：医院实行 8 小时工作制度，周工作日为 5 天。

6、依托环保设施情况

废水：施工期废水经沉淀后循环使用；运营期间产生的生活污水依托医院拟建的污水处理站，经“A/O”工艺法处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表 2 中预处理标准后，通过污水管网排入污水处理厂处理达标后排放。

固体废物：施工期产生的固体废物主要为生活垃圾和设备包装。生活垃圾依托市政垃圾收运系统收集处理；设备搬运、安装期间产生的包装垃圾经过分类收集，能回收利用部分回收处理，不能回收部分，作为建筑垃圾进行处理。运营期产生的生活垃圾依托医院待建的垃圾分类投放点进行分类收集，由市环卫部门统一清运处理。

模拟定位机：本项目依托的模拟定位机（CT）位于医院全科楼一楼放射科CT室，可用于钴-60远程治疗机模拟定位，目前该CT机在用，已上证，已履行环保手续，依托可行。

7、搬迁前原辐射工作场所年度监测情况

德阳市第二人民医院于2021年9月17日委托四川世阳卫生技术服务有限公司对医院医用射线装置（钴-60远程治疗机）原辐射工作场所及周围辐射环境剂量率进行了年度监测，并出具了年度监测报告[四川世阳（HJ）监（202）1911号]，见附件5。

根据监测报告，监测工作结论如下：

①钴-60 远程治疗机未出源时机房内及周围各监测点 X-γ辐射剂量率范围为 0.05~0.07 μSv/h；钴-60 远程治疗机出源时机房内及周围各监测点 X-γ辐射剂量率范围为 0.07~0.28μSv/h。综上可以得出，该次监测所有的监测结果均小于 2.5μSv/h，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的规定。

②钴-60 远程治疗机年出源治疗时间按照 500h 计算，其设备正常运行时所致职业人员的年有效剂量最大值为 0.14mSv/h，致公众年有效剂量最大值为 3.5×10^{-2} mSv/h。均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的职业人员 20mSv/a 和公众 1mSv/a 的剂量限值，且低于职业人员 5mSv/a 和公众 0.1mSv/a 的剂量管理约束值，周围辐射危害对公众的影响较小。

8、钴-60远程治疗机搬迁情况

根据医院规划情况，考虑到门诊大楼西南侧原钴-60 治疗室所在位置影响医院规划建设，因此拟将原钴-60 治疗室迁改至住院大楼南侧医院空地，在住院大楼南侧医院空地新建一间钴-60 机房及配套功能用房（独立建筑，地上 1 层，无地下室，高*m），新放射治疗场所建成后从原钴-60 治疗室搬迁一台钴-60 远程治疗机，型号为 GWXJ80（内含 1 枚 ^{60}Co 放射源，装源活度为*Bq，现存活度约*Bq，编码 0318C0003721，属于I类放射源），对原辐射工作场所实施退役。

环评要求：本项目含源设备钴-60 远程治疗机的搬迁由建设单位委托有资质的单位负责完成。原辐射工作场所钴-60 治疗室退役，医院需委托有资质的单位进行辐射工作场所退役监测、评估。

四、项目外环境及选址合理性分析

1、项目外环境

本项目选址于德阳市岷江西路一段 340 号德阳市第二人民医院住院大楼南侧医院空地，本项目地理位置图见附图 1。在评价范围内，拟建钴-60 机房东侧紧邻候诊室及控制室，北侧约*m 为污水处理站，约*m 为氧气站，约*m 为住院大楼；南侧约*m

为医疗废物/危险品库暂存间,约*m 为 108 小区;西侧约*m 依次为实习生宿舍(闲置)、康复中心、社区新冠疫苗接种点;东侧约*m 依次为发热门诊、肠道门诊;东北侧约*m 为锅炉房、洗衣房;东南侧约*m 为垃圾分类投放点;。本项目拟建位置外环境关系图见附图 3。

2、选址合理性分析

根据医院提供不动产权证书“川(2021)德阳市不动产权第 0010044 号”可知(附件 8),德阳市第二人民医院用地性质为医疗卫生用地。本项目拟在住院大楼南侧医院空地新建机房及配套用房,为医院配套建设项目,不新增用地,且拟建的钴-60 机房为专门的辐射工作场所,建成后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。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198—2021)第 5.1.1、5.1.2 条选址要求,医院放射治疗场所选址于住院大楼南侧医院空地,充分考虑了其对周边环境以及院区公众的辐射影响。医院放射治疗场所独立建筑,地上 1 层,无地下室,高*m,位于医院范围内最南侧,避开了医院住院大楼及门诊楼等人员密集、流动性大的活动区域。因此,本项目的选址满足(HJ 1198—2021)要求。

本项目拟建的钴-60 机房有良好的实体屏蔽设施和防护措施,根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分:γ射线源放射治疗机房》进行预测,机房屏蔽体厚度能够满足要求,满足放射防护的最优化原则;本项目钴-60 远程治疗机中放射源用于肿瘤治疗,为患者带来的利益大于健康损害的代价,满足辐射实践的正当性;本项目钴-60 远程治疗机在治疗过程中,产生的辐射经屏蔽和防护后,辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的个人剂量限值的要求。因此,本项目的建设,满足辐射防护三原则的要求。

综上,从辐射防护安全和环境保护角度分析,本项目选址是合理的。

五、原有核技术利用情况

1、医院原有核技术利用项目环保手续履行情况

德阳市第二人民医院于 2008 年 11 月 18 日取得了原四川省环境保护局下发的《关于德阳市第二人民医院钴-60 治疗机及射线装置建设项目环境影响报告表的批复》(川环建函[2008]950 号)(见附件 4),并于 2009 年 2 月 19 日组织了自主验收,在建设

项目环境影响评价信息平台（<http://114.251.10.205/#/pub-message>）中进行了备案。本项目中所涉及的一台拟从医院门诊大楼西南侧原钴-60 治疗室搬迁过来的含源设备钴-60 远程治疗机，在该批复中同意使用，并通过验收。新放射治疗场所建成后，医院另委托有资质的单位负责完成含源设备的搬迁工作。

德阳市第二人民医院已取得四川省生态环境厅核发的《辐射安全许可证》（川环辐证[00263]），许可的种类和范围：使用I类放射源；使用 II、III类射线装置，有效期为 2025 年 11 月 04 日，医院所从事的活动与许可的种类和范围一致，在有效期内（附件 3）。医院现有核技术利用项目的许可情况见表 1-5、表 1-6。

表 1-5 许可使用的医用放射源

序号	核素	类别	装源总活度 (Bq)	用途	换源日期	场所	来源	备注
1	^{60}Co	I类	1.11×10^{14}	远距离放射治疗	2018.11.15	门诊大楼西南侧原钴-60 治疗室	成都中核高通同位素股份有限公司	已上证、已验收

表 1-6 医院已获许可使用的医用射线装置

序号	装置名称	型号	类别	数量 (台)	用途	工作场所	备注
1	数字化 X 线摄影系统	X2200	III类	1	放射诊断	全科楼一楼照片室 2	已上证、在用
2	数字化 X 线摄影系统	新东方 100FA	III类	1	放射诊断	全科楼一楼照片室 1	
3	数字化 X 线摄影系统	Xplorer1600	III类	1	放射诊断	门诊楼一楼 DR 室（急诊）	
4	微焦点牙科 X 射线机	TAKE-III	III类	1	放射诊断	门诊楼一楼口腔照片室一	
5	数字化头颅全景 X 线机	KODAK 8000C	III类	1	放射诊断	门诊楼一楼口腔照片室二	
6	口腔颌面锥形束计算机体层摄影设备	SS-X9010 DPro-3DE	III类	1	放射诊断	口腔 CT 室	
7	多功能全数字 X 射线装置 (DSA)	MDX-8000A	II类	1	放射诊断	全科楼一楼 DSA 机房二	
8	数字减影血管造影 X 射线机 (DSA)	Artis zee III ceiling	II类	1	放射诊断	全科楼一楼介入手术室	
9	X 射线计算机体层摄影设备	uCT 510	III类	1	放射诊断	门诊楼一楼 CT 室	
10	X 射线计算机体层摄影设备	Optima CT670	III类	1	放射诊断	全科楼一楼 CT 室	
11	移动式平板 C 形臂 X 射线机	JZ12	III类	1	放射诊断	住院楼 14 楼手术室	

12	移动式 C 形臂高频 X 射线机	JZ06-1	III类	1	放射诊断	住院楼 14 楼手术室
13	X 射线骨密度仪	MetriScan	III类	1	放射诊断	门诊楼二楼体检中心骨密度室
14	X 射线骨密度仪	DPX Bravo	III类	1	放射诊断	全科楼一楼骨密度室
15	房舱 CT	SointCa're 736	III类	1	放射诊断	发热门诊房舱CT

共计 1 枚I类放射源、2 台 II 类、13 台 III 类射线装置，与在用放射源、设备一致。

2、 辐射工作人员培训情况

医院应严格按照国家相关规定执行辐射工作人员持证上岗制度。医院现有辐射工作人员*人，其中*名辐射工作人员参加了环保部组织的辐射安全与防护培训并取得《辐射安全培训合格证》，未取得合格证的辐射工作人员中从事 III 类射线装置使用活动的可由医院自行组织其参加考核，从事II类射线装置使用活动的医院计划在2022年内全部完成环保部组织的网上学习及考试，已取证人员的证书编号详见附件6。

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过国家核技术利用辐射安全与防护学习平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。辐射安全与防护培训成绩合格单有效期为五年。

3、辐射管理规章制度管理情况

根据相关文件的规定，结合医院原有实际情况，医院已调整了辐射安全与环境保护管理领导小组（附件7），并制定有相对完善的管理制度，包括《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》、《辐射工作场所和环境辐射水平监测方案》等。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，在落实辐射事故应急预案与安全规章制度后，可满足防护实际需要。对现有场所而言，建设单位也已具备辐射安全管理的综合能力。医院应根据本次项目建设内容补充完善，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改。

4、医院其他核技术利用情况

(1)医院向四川省生态环境厅提交了“2020 年度四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告”，对医院 2020 年度的辐射场所的安全和防护状况以及辐射管理情况进行了说明。

(2) 据了解，德阳市第二人民医院自取得《辐射安全许可证》以来，未发生过辐射安全事故，具体情况见（附件 2）。

(3) 医院有专人负责个人剂量档案管理工作。德阳市第二人民医院全院共有 85 名辐射工作人员，医院为每一名辐射工作人员配备了个人剂量计，委托了四川世阳卫生技术服务有限公司进行个人剂量检测工作，医院提供了全院连续四个季度个人剂量情况说明（见附件 10），经统计计算，发现 2020 年第四季度*单季度个人剂量当量为 3.84mSv 超过季度限值 1.25mSv 的情况，经医院核查，发现该人员在监测周期内曾将个人剂量计留置于放射工作场所内，因此导致该季度个人计量超季度限值（个人监测剂量核查登记表见附件 10），其余辐射工作人员均未发现单季度个人有效剂量超过季度限值 1.25mSv 的情况，也未发现个人年剂量值超过 5mSv 的情况。

(4)根据原环保部 18 号令和《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》的要求，德阳市第二人民医院委托了四川世阳卫生技术服务有限公司分别对医院在用射线装置辐射工作场所开展了 2020 年年度辐射环境现状监测。医院提供了 2020 年度射线装置辐射工作场所监测报告的说明（见附件 9），未发现屏蔽体外 0.3m 处 X- γ 辐射剂量当量率超过 2.5 μ Sv/h 的情况。

(5)医院具有污水处理站、指定的垃圾分类收集点、医疗废物暂存间等环境设施。医院医疗废水和生活污水经过医院现有污水处理站预处理后，达标排放到市政污水管网，进入污水处理站处理；生活垃圾通过集中收集后，统一由环卫拖运到指定的地方进行集中处理，医疗废物暂存于医院医疗废物暂存间，统一交由有资质单位进行回收处理。

综上所述，本项目所在医院无环境遗留问题。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) /现存活度 (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	⁶⁰ Co	*/*×1	I类	使用	放射治疗	医院住院大楼南侧空地处新建 钴-60 机房内	密封放置 在治疗机内	搬迁
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

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
臭氧	气态	—	—	少量	少量	少量	不暂存	直接排向大气环境

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，年排放总量为 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	(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施； (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 4 月 29 日修订； (5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施； (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部 部令第 16 号），2021 年 1 月 1 日起施行； (7) 《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，根据 2019 年 3 月 2 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订； (8) 《四川省辐射污染防治条例》，四川省第十二届人民代表大会常务委员会公告第 63 号，2016 年 6 月 1 日实施； (9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》；原环境保护部令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订； (10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施； (11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，环发[2006]145 号，原国家环境保护总局、公安部、卫生部文件，2006 年 9 月 26 日； (12) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，环发[2012]77 号，原环境保护部文件，2012 年 7 月 3 日； (13) 《建设项目环境影响评价信息公开机制方案》，环发[2015]162 号； (14) 《放射源分类办法》（原国家环境保护总局公告 2005 年第 62 号）； (15) 《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）。
------	---

技术标准	(1) 《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与格式》(HJ10.1-2016); (2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); (3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021); (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021); (5) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分: 一般原则》(GBZ/T201.1-2007); (6) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分: γ射线源放射治疗机房》(GBZ/T201.3-2014); (7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019); (8) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001) 及 2013 年修改单; 《危险废物污染贮存控制标准》(GB18597-2001) 及 2013 年修改单; (9) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005); (10) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020); (11) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198—2021); (12) 《密封放射源及密封伽马源容器放射卫生防护标准》(GBZ114-2006)。
其他	(1) 环评委托书; (2) 《辐射安全与防护监督检查技术程序》(原环保部, 2012 年 3 月); (3) 《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲(2016)》(川环函[2016]1400 号); (4) 四川省环境保护厅办公室关于印发《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告格式(试行)》的通知, 川环办发[2016]152 号; (5) 《关于印发<四川省生态环境厅(四川省核安全局)辐射事故应急预案(2020 版)>的通知》(川环发[2020]2 号); (6) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号); (7) 建设单位提供的其他资料。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据本项目放射源的特点和应用内容，按照《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）要求，确定辐射环境影响评价的范围：以钴-60 机房实体边界外 50m 范围内作为评价范围。

保护目标

根据本项目确定的评价范围，环境保护目标主要是医院辐射工作人员和周围公众，由于电离辐射水平随着距离的增加而衰减，因此选取离辐射工作场所较近、有代表性的环境保护目标进行分析，具体环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 本项目环境保护目标一览表

位置	方位	与辐射源 距离(m)	保护对象	人流量/ 天	照射类型	剂量约束 值(mSv)
钴-60 机房	钴-60 机房内	-	职业人员	*	职业照射	5.0
	控制室	东侧	职业人员	*	职业照射	5.0
	候诊室	东侧	公众	*	公众照射	0.1
	氧气站	北侧	公众	*	公众照射	0.1
	污水处理站	北侧	公众	*	公众照射	0.1
	住院大楼	北侧	公众	*	公众照射	0.1
	垃圾分类投放点	东南侧	公众	*	公众照射	0.1
	发热门诊	东侧	公众	*	公众照射	0.1
	实习生宿舍（闲置）	西侧	公众	*	公众照射	0.1
	108 小区	南侧	公众	*	公众照射	0.1
	医疗废物/危险品库暂存间	南侧	公众	*	公众照射	0.1
	医院评价范围内的人员	周围	公众	*	公众照射	0.1

评价标准

一、环境质量及污染物排放的执行标准

1、环境质量控制标准

环境空气质量执行国家《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；
地表水环境质量执行国家《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准；
声环境质量执行国家《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类声功能区环境噪声限值。

2、污染物排放标准

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

水污染物：《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）预处理排放标准；

噪声：施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的相关标准；营运期执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准；

固废：《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及原环保部公告【2013】第36号修改单。

二、电离辐射剂量限值 and 剂量约束值

（1）电离辐射执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

（2）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。

（3）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。

（4）根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198—2021）从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合如下要求：①一般情况，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为5mSv/a；②公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a。

三、放射工作场所边界周围剂量率控制水平

1、放射钴-60机房：钴-60远程治疗机工作场所边界周围剂量率控制水平根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198—2021）有关规定，治疗机房墙和入口门外、机房顶部关注点周围剂量当量率参考控制水平不大于6.1.4中a）、b）、c）所确定的周围剂量当量率参考控制水平：

a）治疗室墙和入口门外表面30cm处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或治疗室旁邻近建筑物的

高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面 30cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$:

1) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子(可依照附录 A 选取), 由以下周剂量参考控制水平(H)求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ (uSv/h): 机房外辐射工作人员: $\dot{H}_c < 100 \text{ uSv/周}$; 机房外非辐射工作人员: $\dot{H}_c \leq 5 \text{ uSv/周}$ 。

2) 按照关注点人员居留因子的不同, 分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ (uSv/h): 人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所: $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \text{ uSv/h}$; 人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所: $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \text{ uSv/h}$ 。

b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射, 以年剂量 250uSv 加以控制。

c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶, 机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 100uSv/h 加以控制(可在相应位置处设置辐射告示牌)。

2、根据《密封放射源及密封伽马源容器放射卫生防护标准》(GBZ114-2006), 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超过 0.2mGy/h。

四、臭氧浓度限值

根据《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分: 化学有害因素》(GBZ2.1-2019) 室内臭氧符合最高允许浓度 0.30 mg/m^3 的要求; 根据《环境空气质量标准》(GB3095—2012) 室外臭氧小时平均浓度符合二级标准 (0.20 mg/m^3) 的要求。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理和场所位置

本项目选址于德阳市岷江西路一段 340 号德阳市第二人民医院住院大楼南侧医院空地，本项目地理位置图见附图 1。在评价范围内，拟建钴-60 机房东侧紧邻候诊室及控制室，北侧约*m 为污水处理站，约*m 为氧气站，约*m 为住院大楼；南侧约*m 为医疗废物/危险品库暂存间，约*m 为 108 小区；西侧约*m 依次为实习生宿舍(闲置)、康复中心、社区新冠疫苗接种点；东侧约*m 依次为发热门诊、肠道门诊；东北侧约*m 为锅炉房、洗衣房；东南侧约*m 为垃圾分类投放点；。本项目拟建位置外环境关系图见附图 3。

本项目钴-60机房及辅助用房均未进行动工修建、含源设备钴-60远程治疗机暂未搬迁，新放射治疗场所建成后，医院另委托有资质的单位负责完成含源设备的搬迁工作，本项目拟建场所周围现状见图8-1。

	
钴-60机房拟建位置（绿色围栏内）	未搬迁前原钴-60治疗室所在位置
	
拟建钴-60机房东侧发热门诊	拟建钴-60机房南侧108小区



图8-1 项目拟建区域现状图

二、辐射环境现状监测及评价

1、现状评价对象及监测因子

本项目主要的污染因子为 γ 射线，对环境空气、地表水及地下水影响较小，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 X- γ 辐射剂量率进行了监测评价。为掌握项目所在地的辐射环境现状，2021 年 11 月 30 日，四川省中栎环保科技有限公司委托了四川省永坤环境监测有限公司对项目拟建钴-60 机房所在位置周围进行了现场监测，监测报告见附件 11。

2、监测方法和仪器

表 8-1 监测方法和仪器情况表

监测项目	监测设备			使用环境
	名称及编号	测量范围	检定/校准情况	
环境 X- γ 辐射剂量率	AT1123 型 X- γ 剂量率仪 编号: YKJC/YQ-36	测量范围: 50nSv/h~10Sv/h 15keV~10MeV	检定/校准单位: 中国计量科学研究院 检定/校准有效期: 2021.03.17~2022.03.16 校准因子: 0.99	天气: 晴 温度: 11.4℃ 湿度: 56.7%

3、质量保证措施

该公司通过了计量认证，具备完整、有效的质量控制体系。本次监测所用的仪器性能参数均符合国家标准方法的要求，均有有效的国家计量部门的检定合格证书，并有良好的日常质量控制程序。监测人员均经具有相应资质的单位培训，考核合格持证上岗。数据分析及处理采用国家标准中相关的数据处理方法，按国家标准和监测技术规范有关要求进行处理和填报，并按有关规定和要求进行三级审核。

四川省永坤环境监测有限公司质量管理体系：

（1）资质认证

从事监测的单位，四川省永坤环境监测有限公司于 2018 年 1 月通过了原四川省质量技术监督局颁发的计量认证证书，证书编号为：182312050067，有效期至 2024 年 1 月 28 日。

（2）仪器设备管理

①管理与标准化；②计量器具的标准化；③计量器具、仪器设备的检定。

（3）记录与报告

①数据记录制度；②报告质量控制。监测人员均经具有相应资质的部门培训，考核合格持证上岗。

4、辐射水平现状监测结果与评价

监测所用仪器已由计量部门年检，且在有效期内；测量方法按国家相关标准实施；测量不确定度符合统计学要求；布点合理、人员合格、结果可信，能够反映出辐射工作场所的客观辐射水平，可以作为本次评价的科学依据。

拟建辐射工作场所周围环境 X-γ辐射剂量监测结果见表 8-2。

表 8-2 拟建辐射工作场所周围环境 X-γ辐射剂量率检测结果 单位：μSv/h

编号	测量点位置	X-γ空气吸收剂量率	标准差	备注
1	钴 60 机房拟建位置处	*	*	室外监测点
2	污水处理站旁	*	*	
3	垃圾分类投放点旁	*	*	
4	氧气站旁	*	*	
5	住院大楼旁	*	*	
6	锅炉房旁	*	*	
7	实习生公寓旁	*	*	
8	发热门诊旁旁	*	*	

9	医疗废物、危险品库暂存间旁	*	*	
10	康复中心旁	*	*	
11	院外 108 小区旁	*	*	

由监测报告得知，项目所在区域的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值为*。本项目使用仪器检定标准依据《便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量(率)仪和监测仪》(JJG 393-2018)，由该标准可知，校准参考辐射源的空气比释动能与周围剂量当量的转换系数，在 ^{137}Cs 参考辐射场中，其取值为 1.20。因此本项目 γ 辐射空气吸收剂量率背景值为*，与中华人民共和国生态环境部《2020 年全国辐射环境质量公报》（2021 年 6 月）中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.5~121.3nGy/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

德阳市第二人民医院拟在住院大楼南侧医院空地处新建钴-60 机房及配套用房（独立建筑，地上 1 层，无地下室，高*m），并从医院门诊大楼西南侧原钴-60 治疗室搬迁一台钴-60 远程治疗机至新建机房内，目前，钴-60 机房及辅助用房暂未开工建设，含源设备钴-60 远程治疗机暂未搬迁，新放射治疗场所建成后，医院另委托有资质的单位负责完成含源设备的搬迁工作，故在之后建设施工过程中会产生一定的扬尘、噪声、固体废物、以及施工人员产生的生活垃圾和生活废水。

施工期工艺流程及污染物产生环节见图9-1。

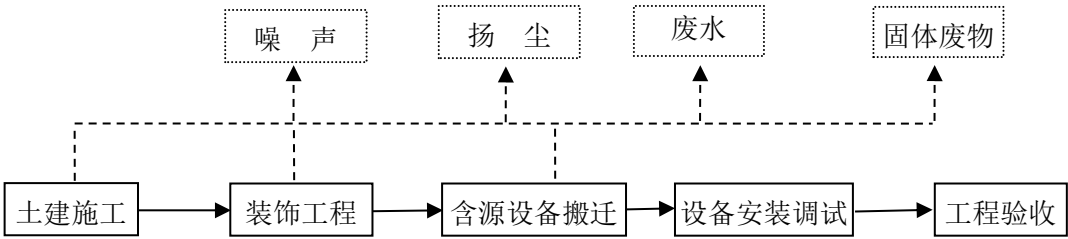


图 9-1 施工期工艺流程及污染物产生环节图

在钴-60 机房装修时，应注意施工方式，采取连续浇筑的方式，可以保证各屏蔽体有效衔接，还可以避免各屏蔽体之间有漏缝产生，保证铅门有足够的超边量。

1、扬尘

（1）施工期现场大气污染源分析

本项目属于新建工程，涉及到土方施工，在土方施工过程中会破坏地表结构，造成地面扬尘，在装修过程中也会产生扬尘，其扬尘量的大小与施工现场条件、管理水平、机械化程度及施工季节等诸多因素有关，是一个复杂、较难定量的问题。施工现场扬尘的主要来源：

- ①土方挖掘及现场堆放扬尘；
- ②建筑材料的现场搬运及堆放扬尘。
- ③施工垃圾的清理及堆放扬尘。
- ④房屋装修过程中产生的扬尘。
- ⑤人、车来往造成的现场道路扬尘。

（2）施工场地扬尘防治措施

①施工前须制定控制工地扬尘方案，施工期间接受城管部门的监督检查，采取有效防尘措施。

②施工工艺要求：施工场地在非雨天时适时洒水，最大程度地减少粉尘污染。

③风速四级以上易产生扬尘时，建议施工单位应暂停土方开挖，采取覆盖堆料、湿润等措施，有效减少扬尘污染。

④及时清运施工废弃物，暂时不能清运的应采取覆盖等措施，工程完毕后及时清理施工场地。

⑤在施工现场周围的彩钢板围墙上方设置喷淋防尘降尘设施。

⑥严格落实大气污染防治措施。施工期，通过加强施工管理，减少施工扬尘对周围环境影响；装修阶段采用绿色环保装修材料，防治装修废气影响。

2、噪声

（1）施工期噪声源强分析

本项目施工噪声源主要有挖掘机、材料加工机械、运输车辆等，噪声级可达80~100dB（A），其中土建施工期间噪声级可达100dB（A）。由于施工期场地在医院内部，噪声源位置固定，施工范围小，施工期相对较短，因此在施工期采用彩钢板围墙进行隔音。

①施工准备期

施工准备期内的施工作业主要是进行场地平整、搭建彩钢板围墙，施工噪声源主要有挖掘机、装载机、运输车辆等，噪声可达80dB（A）。

②土建施工期

土建施工期内的施工作业主要是构筑基础等土建工作，施工噪声源主要有各种材料加工机械、运输车辆等，噪声可达100dB（A）。

（2）施工现场采取的噪声污染防治措施

①选用低噪声的机械设备和工法，按规范操作机械设备，尽量减少碰撞噪声，在施工现场装卸建筑材料的，应当采取减轻噪声的作业方式，对工人进行环保方面的教育。尽量少用哨子、钟、笛等指挥作业。在装卸进程中，禁止野蛮作业。

②施工场界搭建高2m的彩钢板围墙，降低施工噪声影响。

③在施工招投标时，将施工噪声控制列入承包内容，在合同中予以明确，并确保

各项控制措施的落实。

④施工单位按照环境噪声污染防治管理法律、法规的规定防止施工噪声污染，噪声排放不得超过国家、省、市建筑施工场界环境噪声排放标准。

⑤现场加工、绑扎钢筋，场内周转建筑材料，场内切割、加工建筑材料，安装、拆除脚手架、模板等工序应尽量安排在白天，并应采取降噪措施，以免对医院内部公众以及患者造成影响。

⑥严格落实噪声污染防治措施。施工期，通过合理布局，合理安排施工时间，优化运输路线，文明施工及选用低噪声设备等措施，减轻施工噪声对周围环境的影响。

3、废水

本项目建设施工废水经沉淀后循环使用；生活污水依托医院已建的污水处理站，经“A/O”工艺处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB 18466-2005）表2中预处理标准后，通过污水管网排入污水处理厂处理达标后排放。

4、废气

施工期的废气主要产生在装修过程中，在装修时喷涂等工序产生的废气和装修材料中释放的废气，影响装修人员的身体健康，该废气的排放属无组织排放。因此在装修期间，应加强室内的通风换气，装修结束后，也应每天进行通风换气。因施工量小，装修周期较短，施工期对环境的影响较小。

5、固体废物

施工过程中固体废物主要为废弃材料、装修垃圾、施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的建筑材料、建筑垃圾等，按要求进行分类收集，统一处理；施工人员产生的生活垃圾统一收集后送城市环卫部门处理。

6、小结

本项目施工期对环境最主要的影响因素是噪声和扬尘，采取有效的防治措施后，对环境的影响较小。施工期对环境的影响是短期、暂时的，将随施工的结束而消失。

二、设备安装调试阶段工艺分析

项目钴-60 远程治疗机在搬运、安装放射源后会产生 β 、 γ 射线。含源设备钴-60 远程治疗机的搬迁工作将由建设单位另行委托有资质的单位负责完成，在设备搬运、安装过程中，现场会有少量的固体废物产生。

为确保钴-60 机房辐射防护安全，提出以下施工管理要求：①凡涉及含源设备钴-60 远程治疗机的搬运、安装调试、维修的技术服务单位，必须是持有辐射安全许可证的单位；②在设备安装及调试阶段，应加强辐射防护管理，应关闭机房防护门，在门外设置醒目的电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近；③在设备的调试和维修过程中，射线源开关钥匙应安排专人看管，或由维修操作人员随身携带，并在机房入口等关键处设置醒目的警示牌，工作结束后，启动安全联锁并经确认系统正常后才能启用机器设备；人员离开时运输设备的车辆和机房上锁并派人看守。

四、运营期

1、钴-60 远程治疗机工艺流程及产污环节分析

（1）工作原理

钴-60 远程治疗机是利用放射性同位素钴-60 产生的高能 γ 射线照射恶性肿瘤病灶，杀死癌细胞或者抑制癌细胞的生长从而达到对患者的治疗（治疗时要求能控制 γ 射线的方向）。在治疗机头部内， ^{60}Co 源被密封在一个能作直线往复运动的圆柱形不锈钢容器内，并被置于治疗头防护体的孔道内，治疗气动活塞装置带动源抽屉，使放射源可沿防护体内孔道往复移动，从而控制设备在完全屏蔽状态和完全暴露状态之间切换，实现设备的开、关机。

（2）设备组成

钴-60 远程治疗机主要由辐射头、准直器、机架、平衡锤、主传动箱、治疗床及计算机控制台等部件组成。辐射头结构示意图见图 9-2：

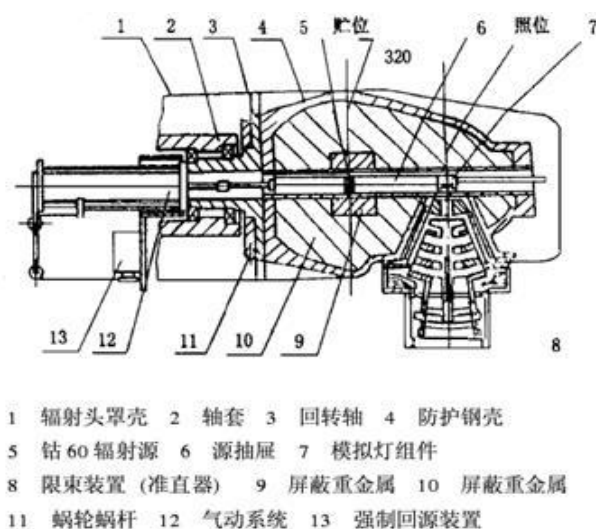


图 9-2 辐射头结构示意图

本项目使用的钴-60 远程治疗机的屏蔽体为多种重金属的组合防护体。本 ^{60}Co 源的直径约 23mm，高约 33mm，封装在不锈钢源抽屉中。在贮源部位周围，设置了两层重金属屏蔽体，里层为金属钨，外层为金属铅，再加上最外面的特制的防护钢壳，所以钴-60 远程治疗机结构设计和制造工艺使其具有优良的防护性能，能有效地屏蔽 γ 辐射束。在机头的治疗部位的屏蔽层上设置了一个锥型开口，开口正对机头的准直器，用于治疗时 γ 射线的控制。

（3）主要技术参数

设备名称：钴-60 远程治疗机

设备数量：1 台

型号：GWXJ80

源轴距：80cm

放射源情况：1 枚 ^{60}Co 源，装源活度为*Bq，现存活度约*Bq，编码 0318C0003721，属于I类放射源，源外形尺寸为圆柱体， $\phi 23 \times 33\text{mm}$

年出束时间：根据医院提供资料，医院全年最大治疗患者*名，每名患者治疗时间 10~15min，钴-60 远程治疗机年出源治疗最长时间为*h

换源频率：5~8 年更换一次

（4）操作流程

项目钴-60 远程治疗机进行操作的主要程序为：①医生为病人摆位，制作头模或体模；②依据模拟定位机（CT）对患者的肿瘤部位的扫描结果制定放疗计划，并告知患者辐射危害；③使用模拟定位机，精确划定靶区位置及范围，由放疗技师提出分次治疗方案；④打印图谱，利用全自动热丝切割机切割泡沫，并在模具室制作铅模；⑤在剂量计算室计算处方剂量；物理师核定治疗照射剂量；⑥患者入室作治疗准备；开启放射源治疗，治疗完毕后收回放射源，患者出室。

本项目钴-60 远程治疗机贮源装置安装在机房内，驱动装置控制系统安装在控制室内，在对病人进行治疗时由辐射工作人员在控制室隔室操作。

钴-60 远程治疗机的治疗过程及其产污环节见图 9-3。

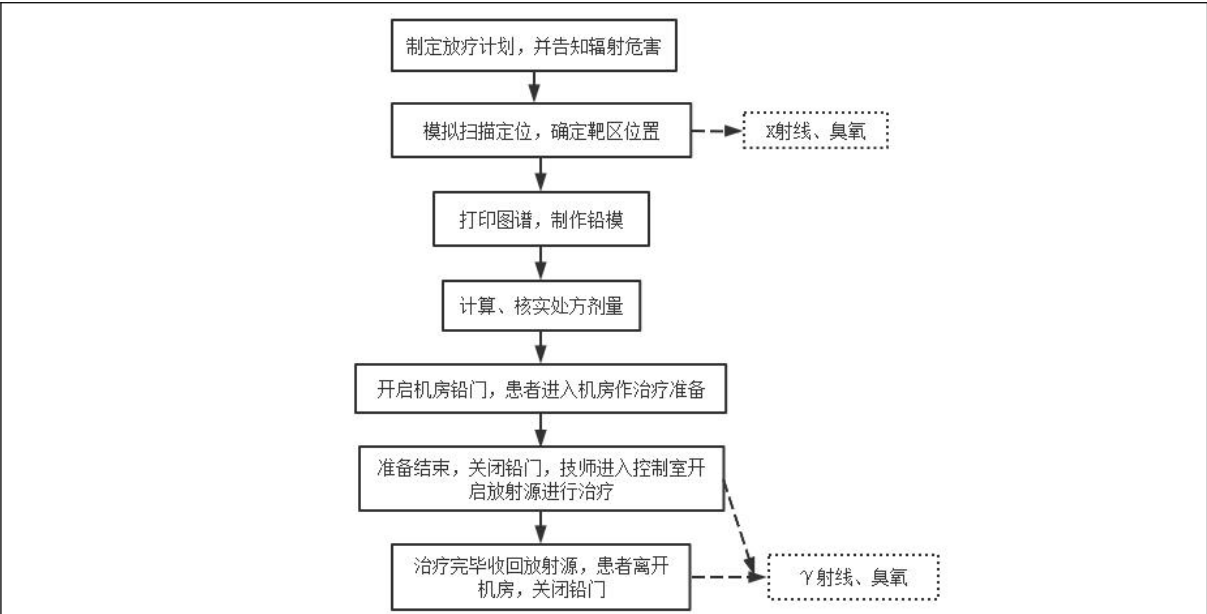


图 9-3 钴-60 远程治疗机治疗工艺流程及产污环节图

(5) 医护人员和病人路径分析

医护人员路径：经候诊室进入控制室，通过钴-60 机房防护门经迷路进入机房，指导病人摆位后沿原路返回控制室。

病人路径：从候诊室通过钴-60 机房防护门经迷路进入机房接受治疗，治疗完成后离开钴-60 机房。

本项目医生、患者路径示意图见图 9-4。

图 9-4 本项目医生、患者路径示意图

(6) 污染因子

主要污染因子为 β射线、γ 射线及治疗过程中产生的少量臭氧，和钴机中退役的废放射源 ^{60}Co 。

污染源项描述

一、施工期及设备调试安装

1、废水

施工期少量废水主要来自以下几个方面：（1）施工场地废水；（2）施工人员生活污水。

2、扬尘

施工期的大气污染物主要是扬尘污染，污染因子为 TSP，为无组织排放。施工产

生的扬尘主要来自装修材料等搬运扬尘、墙面装修过程中产生粉尘；二是来自来往运输车辆引起的二次扬尘。

3、固体废物

施工期产生的固体废弃物主要包括施工人员的生活垃圾及废弃的各种建筑装饰材料等建筑垃圾，由于工程规模小，产生量较少。

4、噪声

主要是使用装修设备产生的噪声。

5、电离辐射

本项目设备在调试过程中会产生少量电离辐射和臭氧，钴-60 远程治疗机在调试过程中主要辐射为 γ 射线。

二、运行期

1、电离辐射

本项目钴-60 远程治疗机使用I类放射源，在开机状态下主要辐射为 γ 射线。关机状态下放射源经过储源箱的屏蔽后，可以满足《密封放射源及密封伽马源容器放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）中，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超过 0.2mGy/h 的要求。

2、废源

放射源 ^{60}Co 的半衰期较短约为 5.27 年，在使用一段时间后，该放射源达不到治疗的剂量条件，因此在使用过程中需定期更换放射源，钴机中退役的废放射源 ^{60}Co 交由源的供货方回收处理，废放射源不在医院内暂存。

3、废气

本项目钴-60 远程治疗机工作过程中会产生少量臭氧。钴-60 机房拟设置有专用通排风系统，产生的臭氧通过排风系统排入大气环境后，经自然分解和稀释，对大气影响较小。

进风系统：钴-60 机房内，距机房南侧、东侧墙体约 0.5m 处的治疗室顶部各设置有 2 个回风风口，经新风管道（400mm×200mm、400mm×250mm）沿迷路以“L”型管道穿过迷路门顶部墙体，最终引至屋顶上方，进风量约 m^3/h ；

通风系统：在钴-60 机房西侧墙体距地高度 0.3m 处设置 1 个通排风口，经通风管道（450mm×450mm）采用 V 型穿墙进入风井，最终引至屋顶上方（高于屋顶 m ）

排放，排风量约*m³/h。

4、废水

本项目工作场所不产生医疗废水。在工作中产生的少量生活污水依托医院已建的污水处理站采用“A/O”工艺法处理达标后排入市政污水管网，最终排入污水厂处理。

5、固体废弃物

本项目钴-60 远程治疗机工作过程中不产生固体废物。工作人员工作中会产生少量的生活垃圾和办公垃圾，依托医院的垃圾收集系统统一交由市政环卫部门清理。

6、噪声

本项目主要为风机和空调产生的噪声，所有设备选用低噪声设备，噪声源强均低于65dB（A），均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后经距离衰减，运行期间厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2类标准要求。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

一、总平布置及两区划分

1、总平面布局合理性分析

本项目选址于德阳市岷江西路一段 340 号德阳市第二人民医院住院大楼南侧医院空地，本项目地理位置图见附图 1。在评价范围内，拟建钴-60 机房东侧紧邻候诊室及控制室，北侧约 10m 为污水处理站，约 10m 为氧气站，约 10m 为住院大楼；南侧约 10m 为医疗废物/危险品库暂存间，约 10m 为 108 小区；西侧约 10m 依次为实习生宿舍(闲置)、康复中心、社区新冠疫苗接种点；东侧约 10m 依次为发热门诊、肠道门诊；东北侧约 10m 为锅炉房、洗衣房；东南侧约 10m 为垃圾分类投放点；。本项目拟建位置外环境关系图见附图 3。

医院拟将本项目钴-60 机房及使用的放射源布置在住院大楼南侧医院空地，放射治疗场所独立建筑，地上 1 层，无地下室，高 10m，位于医院范围内最南侧，避开了医院住院大楼及门诊楼等人员密集、流动性大的活动区域。本项目的修建不影响消防通道，且不占用消防设施等任何公共安全设施。综上，本项目总平面布置是合理的。

2、辐射工作场所两区划分

(1) 分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：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。

监督区：通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

(2) 控制区与监督区的划分

根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。拟将钴-60 机房（含迷道）划分为控制区；将控制室、候诊室划分为监督区。本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，两区划分示意图见图 10-1。

图 10-1 两区划分示意图

表 10-1 本项目控制区和监督区划分情况

科室名称	控制区	监督区
肿瘤科	钴-60 机房（含迷道）	控制室、候诊室

二、钴-60 远程治疗机的安全与防护

1、钴-60 机房实体防护

表 10-2 钴-60 机房实体防护设施表

场所名称	辐射防护建筑情况
钴-60 机房	机房四面墙体、迷道和顶部、底部均为钢筋混凝土（ $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ）。钴-60 机房顶部、北侧、南侧墙体均厚*mm；西侧墙体厚*mm；东侧“Z”型迷道内墙、外墙墙体均厚*mm；底部为*mm 厚混凝土+*mm 钢筋混凝土；防护门为*mm 铅当量单扇电动推拉门。

注：现浇钢筋混凝土密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 。

2、通排风系统及管沟敷设情况

本项目钴-60 远程治疗机工作过程中会产生少量臭氧。钴-60 机房拟设置有专用通排风系统，产生的臭氧通过排风系统排入大气环境后，经自然分解和稀释，对大气影响较小。

进风系统：钴-60 机房内，距机房南侧、东侧墙体约 0.5m 处的治疗室顶部各设置有 2 个回风风口，经新风管道（ $400\text{mm}\times 200\text{mm}$ 、 $400\text{mm}\times 250\text{mm}$ ）沿迷路以“L”型管道穿过迷路门顶部墙体，最终引至屋顶上方，进风量约* m^3/h ；

通风系统：在钴-60 机房西侧墙体距地高度 0.3m 处设置 1 个通排风口，经通风管道（ $450\text{mm}\times 450\text{mm}$ ）采用 V 型穿墙进入风井，最终引至屋顶上方（高于屋顶*m）排放，排风量约* m^3/h 。

本项目不在主屏蔽墙处设穿墙管线，不影响墙体屏蔽效果，电缆沟及通排风管线均以多次弯折形式穿出机房，空调管采用 U 型穿墙，出束期间 γ 射线经管道多重折射、吸收和削减后辐射能量急剧下降，射线通过管道外漏的影响可忽略不计，穿墙剖面示意图如下图 10-2 所示。

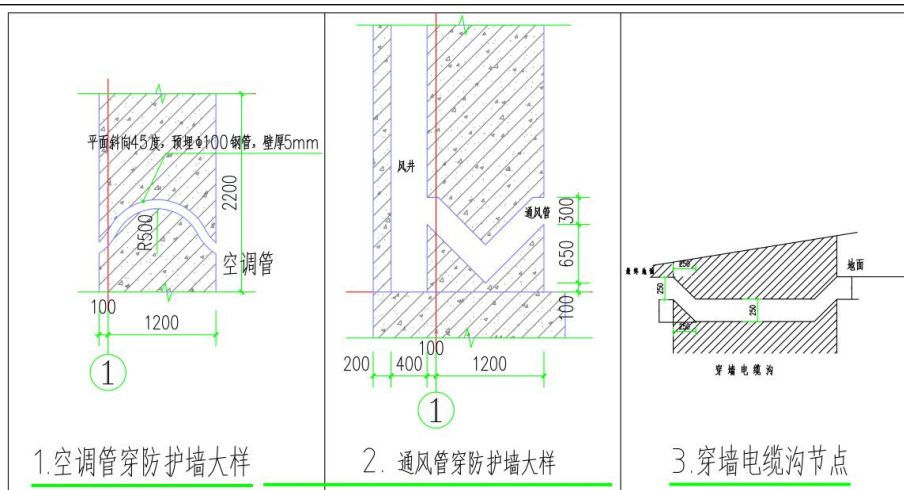


图 10-2 空调管、通风管、电缆沟穿墙防护示意图

3、辐射防护措施

(1) 除墙体和防护门外，具有以下辐射防护措施：

①门-回源联锁装置：在治疗过程中，钴-60 机房门必须关闭，否则无法放射源无法出源。一旦钴-60 机房门不正常打开，放射源将立刻回源；

②门-剂量联锁装置：钴-60 机房内安装有固定式剂量报警仪，并在钴-60 机房外实时显示机房内辐射剂量水平，当钴-60 机房内辐射剂量超过安全水平，工作人员不能正常从钴-60 机房外随意打开防护门，以实现门-剂量联锁，避免人员误入机房造成误照射；

③监视、对讲系统：拟在钴-60 机房内四周墙角及迷道拐角处安装摄像装置（距离地面 2.2m），治疗时需将电视监视系统和对讲系统打开，使钴-60 机房内的一切情况均能在控制室中进行监控，一旦出现异常情况应即时启动急停按钮，使 ^{60}Co 放射源回到贮存位置后通知维修人员进行处理；

④警告标志和警示装置：钴-60 机房屏蔽门上设置明显的电离辐射警告标志，可以提示无关人员不能随意进入机房，以防遭到误射；

⑤紧急止动开关：钴-60 机房内在工作人员易于接触的地方（距地面 1.3m 高处）设置紧急停机按钮（安装点包括墙体交叉口、迷道口、治疗床、控制台），且相互串联，若触动任意开关可紧急关闭治疗机，以避免机房内人员尚未完全撤离的情况下出束，产生误照射。按钮位置应有中文标识；

⑥工作状态指示灯（门-灯联锁）：钴-60 机房防护门外醒目位置处均设置工作状态指示灯，并与防护门联锁，当防护门关闭时，工作状态指示灯亮起，当防护门开启

时，工作状态指示灯熄灭；

⑦个人防护：辐射工作人员每人佩戴个人剂量计和预定剂量率阈值自动报警仪；

⑧钴-60 远程治疗机由生产厂家进行质保维修，医院设备科人员仅对钴-60 远程治疗机进行日常维护；

（2）钴-60 远程治疗机固有安全措施

本项目使用的 GWXJ80 型钴-60 远程治疗机机身屏蔽体为多种重金属的组合防护体。本项目 ^{60}Co 源的直径约 23mm，高约 33mm，封装在不锈钢源抽屉中，放射源经设备本身的外屏蔽体、源体、开关体屏蔽门等的屏蔽后，关闭机器时对环境基本不产生影响。

设备本身设有多重安全保护措施：

a、放射源位置报警指示及驱动系统

辐射头和计算机上均设有源位指示灯。在辐射头上有一个源位指示棒，通过它可以粗略判断放射源的位置。如指示棒未露出辐射头外壳，则放射源处于储位，反之则放射源已离开储位（在中位或照位）。当放射源不在储位时，主机后座架上和控制台中有蜂鸣器报警。当系统掉电，放射源保持在储位，若不在储位，则自动通过气路或强回源装置将放射源收回到储位。如果收源气路及相关部件失效，强制回源装置仍能将放射源收回到储位。若收源气路和强制回源装置均失效，可由专业操作人员人工推动指示棒，将放射源推回储位。

b、治疗联锁系统

①门-回源联锁——在治疗过程中，钴-60 机房门必须关闭，否则放射源无法出源。一旦钴-60 机房门不正常打开，放射源将立刻回源；

②治疗模式——每次治疗都有一种不变的治疗模式：适形治疗，在参数录入之前或参数录入时设定。在参数录入结束后和治疗过程中均不允许改变治疗模式；

③气压联锁——辐射治疗时空压机气压必须大于 0.3MPa，在计算机上，系统参数栏中气压显示当前值，大于 0.3MPa，则系统状态栏中气压指示灯亮（绿色），才能收送源。若气压低于 0.3MPa，空气压缩机自动启动；

④系统掉电——治疗过程中若主机发生掉电，系统则将源收回到储位，并停止一切运动，中止治疗；

⑤机架旋转联锁——在治疗过程中，机架固定不动，若机架产生了运动，则立即

将源收回到储位，停止一切运动，中止治疗；

⑥床零位联锁——在移动束治疗过程中，要求治疗床处于零位。计算机上系统状态栏中床零位指示灯亮（绿色），才能进行送源治疗；

⑦床面电磁铁联锁——在治疗过程中，只有床面电磁铁均在锁定的情况下，才能进行送源治疗；

⑧辐照时间联锁——钴-60 机房设定了辐照时间后，时间一到会自动终止治疗。

c、紧急回源系统

计算机上“异常处理”菜单下“紧急回源”。在治疗过程中用鼠标选择此项或按快捷键<Esc>，将放射源收回至储位，并停止一切运动，中止治疗；副控制台上“紧急回源”按钮；在治疗过程中按下此键，将放射源收回至储位，并停止一切运动，中止治疗。

d、强回源系统

副控制台上“强回源”按钮；在治疗过程中按下此键，启动强回源装置，将放射源强行拉回至储位，并停止一切运动，中止治疗。

e、监视、对讲系统

治疗时需将电视监视系统和对讲系统打开，使钴-60 机房内的一切情况均能在控制室中进行监控，一旦出现异常情况应即时启动急停按钮，使 ^{60}Co 放射源回到贮存位置后通知维修人员进行处理。

（3）放射源的贮存及处理措施

①放射源的贮存：放射源在非使用期间贮存在钴机储源容器内，储源器位于钴-60 机房内。同时在钴-60 机房内配置 1 个备用应急贮源罐，用于非正常状况下放射源的贮存。

②钴机机房不得存放易燃、易爆物品，配备专门的灭火器材。一旦发生火灾，应优先对放射源进行灭火并抢离火灾现场，防止放射源屏蔽体破坏，防止放射源失控。

③放射源的实体保卫：钴-60 机房的防护门应具有防盗功能，并实施“双人双锁”管理。在钴-60 机房防护门外的适当位置安装实时摄像装置，由医院保安人员 24h 视频监控以防放射源被盗。

④换源、倒源：由放射源生产厂家或有相应辐射安全资质单位负责。放射源生产厂家派专车、专业技术员将新的放射源运到现场。在钴-60 机房内将储源器内的废旧

放射源倒出并装入新的放射源。换源应通过专用换源导管，以免误操作造成卡源。换源、倒源过程中应加强放射源的安全保卫工作。

⑤废旧放射源处理：由放射源生产厂家负责。放射源生产厂家的专业技术员在钴-60 机房内将储源器内的废旧放射源倒出之后，装入铅罐并运回，按废旧源处理规定进行相应处理；若放射源生产厂家无法回收废源，则应联系有收贮废旧放射源辐射安全许可证的单位现场收贮。

三、其他辐射安全与防护措施

1、源项控制

该设备在机头设置了多重屏蔽防护措施，在源未开启时，可有效屏蔽 γ 射线，对环境基本没有影响。开启使用时，根据治疗范围的不同，可通过机头自身设置的准直器防护措施，使其 γ 射线泄露辐射满足《密封放射源及密封伽马源容器放射卫生防护标准》（GBZ114-2006）中，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超过 0.2mGy/h 的要求。

2、距离防护

辐射工作场所将严格按照控制区和监督区划分实行“两区”管理，且在机房的人员通道门的醒目位置将张贴固定的电离辐射警告标志并安装工作状态指示灯。限制无关人员进入，以免受到不必要的照射。

3、时间防护

在满足诊疗要求的前提下，在每次使用辐射装置进行诊疗之前，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的治疗方案，选择合理可行尽量低的射线照射参数，以及尽量短的曝光时间，减少工作人员和相关公众的受照射时间，也避免病人受到额外剂量的照射。

4、操作的辐射安全与防护

①项目运行后医院将对辐射工作场所的安全联锁系统定期进行试验自查，保存自查记录，保证安全联锁的正常有效运行。

②治疗期间，安排有两名及以上人员协调操作，认真做好当班记录，严格执行交接班制度；钴-60远程治疗机试用、调试、检修期间，控制室内有工作人员值守。

③任何人员未经授权或允许不得进入控制区。工作人员在确认放射治疗或者治疗室束流已经终止的情况下携带个人剂量计、个人剂量报警仪进入放射治疗室。检修人

员进入放射治疗室前，先进行工作场所辐射监测，在医院辐射安全管理机构批准后方可进入。

④医院委托放射源生产厂家或有相应辐射安全资质单位负责放射源的倒装工作，根据实际情况制定放射源倒装活动方案，对辐射监测与报警仪器的有效性、操作场所分区隔离设置、倒源屏蔽体搭建进行确认：倒装放射源时将对钴-60治疗室周围和含源设备表面进行辐射监测，关注倒源屏蔽体的辐射防护效果和含源设备的表面污染情况，做好安装和更换的放射源清点并记录；倒源结束后对含放射源的放射治疗设备、场所与周围环境进行辐射监测。

四、辐射安全防护设施对照分析

综上所述辐射安全防护分析及措施，医院需对下表所列设施进行配置：

表 10-3 本项目辐射安全防护设施对照分析表

项目	应具备条件	落实情况	是否满足要求
实体防护	四周墙体+迷道+屋顶屏蔽	拟建	满足
装置安全 设施	防止非工作人员操作的锁定开关	设备自带	满足
	主机与治疗床外表电离辐射警示标志	设备自带	满足
	控制台显示放射源位置	设备自带	满足
	控制台紧急停止照射按钮	设备自带	满足
	停电或意外中断照射时自动回源装置	设备自带	满足
	手动回源装置	设备自带	满足
	铅防护门、防盗门	已设计	满足
	通风系统	已设计	满足
应急、连锁	紧急止动按钮	已设计	机房内四周墙体以及迷道内侧墙上拟设紧急止动按钮，高度1.3m
	紧急开门按钮	已设计	迷道出口处的铅门内侧墙上，按钮高度1.3m；控制台上
	机房门与束流联锁（门-机联锁）装置	已设计	满足
	机房门与固定式辐射剂量监测仪联锁（门-剂量联锁）装置	已设计	满足
	工作状态指示灯（门-灯联锁）	已设计	满足
	备用应急贮源罐	利旧	满足
警示装置	停电或意外中断照射时声光报警	已设计	满足
	机房电视监控对讲装置	已设计	保证机房内全覆盖
	电离辐射警示标志和工作状态指示灯	已设计	满足
	机房内准备出束音响提示	设备自带	满足
	控制台上蜂鸣器	设备自带	满足
监测	便携式辐射监测仪	计划配备	满足

设备	钴-60机房内固定式剂量监测仪	计划配备	监测探头位于迷道内，剂量显示器位于钴-60 控制室内
	个人剂量报警仪	利旧 8 台	满足
	个人剂量计	利旧 11 个	满足

五、环保设施及投资分析

本项目总投资*万元，其中环保投资*万元，占总投资约*%。具体环保设施及投资见下表。

表 10-4 环保设施及投资一览表

项目	应具备条件	数量	投资（万元）
实体防护设施	四周墙体+迷道+屋顶屏蔽	拟建 1 间	*
装置安全设施	防止非工作人员操作的锁定开关	设备自带	/
	主机与治疗床外表电离辐射警示标志	设备自带	/
	控制台显示放射源位置	设备自带	/
	控制台紧急停止照射按钮	设备自带	/
	停电或意外中断照射时自动回源装置	设备自带	/
	手动回源装置	设备自带	/
	铅防护门、防盗门	1 套	*
	通风系统	1 套	*
应急、连锁	紧急制动按钮	1 套（5 个）	*
	紧急开门按钮	1 套（2 个）	
	机房门与束流联锁（门-机联锁）装置	1 套	*
	机房门与固定式辐射剂量监测仪联锁（门-剂量联锁）装置	1 套	
	工作状态指示灯（门-灯联锁）	1 套	
	备用应急贮源罐	1 个	*
警示装置	停电或意外中断照射时声光报警	1 套	*
	机房电视监控对讲装置	1 套	*
	电离辐射警示标志和工作状态指示灯	1 套	*
	机房内准备出束音响提示	设备自带	/
	控制台上蜂鸣器	设备自带	/
监测设备	便携式辐射监测仪	1 个	*
	个人剂量计	11 个	
	个人剂量报警仪	8 台	
	钴-60 机房内固定式剂量监测仪	1 台	
合计		/	*

今后在实践中，医院应根据辐射防护和管理要求，结合自身实际情况对环保设施做相应补充完善，使之更能满足实际和相关管理要求。

三废治理

1、废气治理

本项目钴-60 远程治疗机工作过程中会产生少量臭氧。钴-60 机房拟设置有专用通排风系统，产生的臭氧通过排风系统排入大气环境后，经自然分解和稀释，符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准（ $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ ）要求。

进风系统：钴-60 机房内，距机房南侧、东侧墙体约 0.5m 处的治疗室顶部各设置有 2 个回风风口，经新风管道（ $400\text{mm}\times 200\text{mm}$ 、 $400\text{mm}\times 250\text{mm}$ ）沿迷路以“L”型管道穿过迷路门顶部墙体，最终引至屋顶上方，进风量约 m^3/h ；

通风系统：在钴-60 机房西侧墙体距地高度 0.3m 处设置 1 个通排风口，经通风管道（ $450\text{mm}\times 450\text{mm}$ ）采用 V 型穿墙进入风井，最终引至屋顶上方（高于屋顶 m ）排放，排风量约 m^3/h 。

2、废水治理

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水。生活废水依托医院已建的污水处理站采用“A/O”工艺法处理达标后排入市政污水管网，最终排入污水厂处理。

3、固体废物处置

本项目钴-60 远程治疗机在工作过程中不产生固体废物，工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾经医院集中收集后交由环卫部门统一处理。钴机中退役的废放射源 ^{60}Co 交由源的供货方回收。

4、放射源报废处理

根据《四川省辐射污染防治条例》第十八条“对废弃放射源，使用单位应当在终止起三个月内根据回收承诺书返回原生产单位、原出口方或者送交放射性废物集中贮存单位；无法返回的，应当送交有相应许可证的放射性废物贮存单位收贮，并承担相应费用。”以及第二十九条“射线装置在报废处置时，使用单位应当对射线装置去功能化。”报废后需确保射线装置不能正常通电，防止二次使用造成人员误照射；钴-60 远程治疗机进行报废处理时，需将放射源 ^{60}Co 交由生产厂家回收处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

德阳市第二人民医院拟在住院大楼南侧医院空地处新建钴-60 机房及配套用房（独立建筑，地上 1 层，无地下室，高*m），并从医院门诊大楼西南侧原钴-60 治疗室搬迁一台钴-60 远程治疗机至新建机房内，目前，钴-60 机房及辅助用房暂未开工建设，含源设备钴-60 远程治疗机暂未搬迁，新放射治疗场所建成后，医院另委托有资质的单位负责完成含源设备的搬迁工作，故在之后建设施工过程中会产生一定的扬尘、噪声、固体废物、以及施工人员产生的生活垃圾和生活废水。对于施工期将产生扬尘、噪声、生活污水及固体废物，提出了以下施工要求：

1、施工期的大气污染防治对策措施

①施工前须制定控制工地扬尘方案，施工期间接受城管部门的监督检查，采取有效防尘措施。

②施工工艺要求：施工场地在非雨天时适时洒水，最大程度地减少粉尘污染。

③风速四级以上易产生扬尘时，建议施工单位应暂停土方开挖，采取覆盖堆料、湿润等措施，有效减少扬尘污染。

④及时清运施工废弃物，暂时不能清运的应采取覆盖等措施，工程完毕后及时清理施工场地。

⑤在施工现场周围的彩钢板围墙上方设置喷淋防尘降尘设施。

⑥严格落实大气污染防治措施。施工期，通过加强施工管理，减少施工扬尘对周围环境影响；装修阶段采用绿色环保装修材料，防治装修废气影响。

2、施工期的噪声污染防治对策措施

①选用低噪声的机械设备和工法，按规范操作机械设备，尽量减少碰撞噪声，在施工现场装卸建筑材料的，应当采取减轻噪声的作业方式，对工人进行环保方面的教育。尽量少用哨子、钟、笛等指挥作业。在装卸进程中，禁止野蛮作业。

②施工场界搭建高 2m 的彩钢板围墙，降低施工噪声影响。

③在施工招投标时，将施工噪声控制列入承包内容，在合同中予以明确，并确保各项控制措施的落实。

④施工单位按照环境噪声污染防治管理法律、法规的规定防止施工噪声污染，噪

声排放不得超过国家、省、市建筑施工场界环境噪声排放标准。

⑤现场加工、绑扎钢筋，场内周转建筑材料，场内切割、加工建筑材料，安装、拆除脚手架、模板等工序应尽量安排在白天，并应采取降噪措施，以免对医院内部公众以及患者造成影响。

⑥严格落实噪声污染防治措施。施工期，通过合理布局，合理安排施工时间，优化运输路线，文明施工及选用低噪声设备等措施，减轻施工噪声对周围环境的影响。

3、施工期固体废物处置及管理

施工过程中固体废物主要为废弃材料、装修垃圾、施工人员产生的生活垃圾等。施工过程中产生的建筑材料、建筑垃圾等，按要求进行分类收集，统一处理；施工人员产生的生活垃圾统一收集后送城市环卫部门处理。

4、施工期地表水污染防治措施

严格落实水污染防治措施。按照“雨污分流”原则，优化管网系统设置，防止废水进入雨水排放系统。本项目建设施工废水经沉淀后循环使用，不外排；生活污水依托医院已建的污水处理站预处理后，经市政管网排入污水处理厂处理达标后排放。

5、防辐射泄漏施工要求

根据施工单位提供的资料：本项目钴-60机房四面墙体、迷道和顶部、底部均为钢筋混凝土（ 2.35g/cm^3 ）。钴-60机房顶部、北侧、南侧墙体均厚*mm；西侧墙体厚*mm；东侧“Z”型迷道内墙、外墙墙体均厚*mm；底部为*mm厚混凝土+*mm钢筋混凝土；防护门为*mm铅当量单扇电动推拉门。

①结合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第3部分： γ 射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014），本项目治疗室机房在施工期间需做到，治疗室机房墙体应进行整体浇筑，使用满足要求的混凝土，强度等级应不低于C50、S8，混凝土密度 2.35g/cm^3 ；穿过钴-60机房墙体的各种管道、电缆、进、排风口在主屏蔽墙以外的墙体贯穿，贯穿口采用斜穿方式，并进行相应的屏蔽补偿。

②结合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）4.8.8：防护门结构应考虑因自身重量而发生形变，频繁开关门的振动连接松动、屏蔽体老化龟裂等原因，其宽于门洞的部分需大于“门—墙”间隙的10倍。

③穿过治疗室墙体的各种管道、电缆不影响屏蔽墙体的屏蔽防护效果，开孔处需做铅屏蔽补充措施，且不得正对工作人员经常停留的地点。

6、设备安装调试阶段工艺分析

本项目钴-60 远程治疗机在搬运、安装放射源后会产生 β 、 γ 射线。含源设备的搬迁工作将由建设单位另行委托有资质的单位负责完成，在设备搬运、安装过程中，现场会有少量的固体废物产生。设备的安装、调试应由专业辐射工作人员进行。在安装调试阶段，应加强辐射防护管理，严格实行辐射“两区”划分及管理，合理设置电离辐射警告标志与安全信息公示牌，禁止无关人员靠近。设备安装调试阶段，不允许其他无关人员进入监督区，防止辐射事故发生。

医院强化施工期环境管理，严格落实施工期各项环保措施，采取有效措施，尽可能减缓施工期对环境产生的影响。

营运阶段对环境的影响

一、钴-60 远程治疗机的辐射环境影响分析

1、 γ 射线的环境影响分析

根据医院提供信息，新放射治疗场所建成后，将从医院门诊大楼西南侧原钴-60 治疗室搬迁一台钴-60 远程治疗机至新建机房内，型号为 GWXJ80（内含 1 枚 ^{60}Co 放射源，装源活度为 *Bq，现存活度约 *Bq，编码 0318C0003721，属于 I 类放射源），依托医院全科楼一楼放射科 CT 室内 CT 机进行模拟定位，该 CT 机在用，已上证已履行环保手续。

^{60}Co 放射源虽有 β 、 γ 两种辐射，但 β 射线在空气中的射程较短，经放射源的内包鞘和治疗机的相关屏蔽防护设施屏蔽后，在环境辐射方面已无影响，故本次环评重点分析 ^{60}Co 产生的 γ 射线的环境影响问题。根据《密封放射源及密封伽马源容器放射卫生防护标准》（GBZ114-2006），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超过 0.2mGy/h。

当放射源处于贮存状态时，机体的漏射线经过屏蔽墙的屏蔽作用和距离衰减后，对机房外的人员几乎没有影响，因此本次评价不考虑钴-60 远程治疗机非工作状态下对机房外其他人员的影响，治疗室各面墙体和屋顶均为一次性全现浇混凝土，本次环评主要对墙体和屋顶的蔽体厚度进行实际与理论的校核。钴-60 远程治疗机房的地下无房间，不做屏蔽计算。本项目钴-60 远程治疗机房的关注点设定及主要照射路径见图 11-1。

图11-1 钴-60远程治疗机房水平面、垂直照射路径示意图

(1) 周工作负荷和年治疗照射时间

本项目钴-60 远程治疗机用于常规放射治疗，医院全年最大治疗患者 2000 名，每名患者治疗时间*min，钴-60 远程治疗机年出源治疗最长时间约*h，每年工作 250d，周工作 5d，则放射治疗工作量最多为*人/d，出束照射时间 t（周工作负荷）为 *h/d，即每周出束*h。

(2) 剂量率参考控制水平

参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014），机房外各关注点的剂量率参考控制水平 Hc 由以下方法确定：

①使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，求得关注点的导出剂量率参考控制水平 Hc,d:

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots \text{(式 11-1)}$$

式中：Hc,d—导出剂量率参考控制水平，μSv/周；

Hc—周剂量参考控制水平；本报告提出剂量管理约束值为职业人员 5mSv/a、公众 0.1mSv/a，年工作 50 周，则职业人员 Hc=100μSv/周、公众 Hc=5μSv/周；

U—关注位置方向照射的使用因子；根据医院实际治疗情况，射线投向地面的比例约占 40%，两侧墙体各占 25%，屋顶占 10%，对于漏射线使用因子取 1；根据（GBZ/T201.3-2014）5.1.2.3 2），自位置 o 至 k 的泄漏辐射得到迷道内墙的屏蔽时，U=0.25。

T—人员在相应关注点驻留的居留因子；

t—周治疗照射时间，h；根据医院提供的资料，钴-60 远程治疗机预计年有效出束时间最长均为*h，年工作 50 周，则周治疗照射时间 t=*h。

②关注点的最高剂量率参考控制水平 Hc,max：人员居留因子 T≥1/2 的场所，Hc,max≤2.5μSv/h；人员居留因子 T<1/2 的场所，Hc,max≤10μSv/h；为确保辐射安全，本次评价各关注点的最高剂量率参考控制水平 Hc,max 均取 2.5μSv/h。

③取①、②中较小者作为关注的剂量率参考控制水平（Hc）。由此确定的各关注点的剂量率参考控制水平和主要考虑的辐射束见下表。

表 11-1 机房外各关注点剂量率参考控制水平和主要考虑的辐射束

注：根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）

5.1.2.3 侧屏蔽墙关注点 e、f、k 的屏蔽厚度可不考虑对散射辐射的屏蔽，而应按治疗装置的泄露辐射估算。

2、屏蔽体厚度校核

①钴-60 机房周围屏蔽体厚度校核

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014），采用什值层计算屏蔽厚度，计算公式如下：

$$X = X_e \cdot \cos \theta \dots\dots\dots(\text{式 11-2})$$

$$X_e = TVL \cdot \lg B^{-1} + (TVL_1 - TVL) \dots\dots\dots(\text{式 11-3})$$

$$B_1 = \frac{\dot{H}_c}{\dot{H}_0} \times \frac{R^2}{f} \dots\dots\dots(\text{式 11-4})$$

$$H_0 = A \times K_\gamma \dots\dots\dots(\text{式 11-5})$$

式中：X—屏蔽物质的屏蔽厚度，mm；

X_e—射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度，mm；

θ—斜射角，即入射线与物质平面的法线夹角；

TVL₁—辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度，mm，查 GBZ/T201.3-2014 的附录 C 表 C.1，对于 ⁶⁰Co 放射源，在混凝土中的 TVL₁=*mm；

TVL—辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚度，mm，查 GBZ/T201.3-2014 的附录 C 表 C.1，对于 ⁶⁰Co 放射源，在混凝土中的 TVL=*mm；

B₁—屏蔽物质的屏蔽透射因子；

H_c—剂量率参考控制水平，μSv/h；

R—辐射源至关注点的距离，m；

f—对有用线束为 1；对 γ 射线源远距治疗装置的泄漏辐射为泄露辐射比率，为 0.001；

H₀—放射源在距其 1m 处的剂量率，μSv/h；

A—放射源的活度，MBq；本项目 ⁶⁰Co 取初始活度*MBq；

K_γ—放射源的空气比释动能率常数，μSv/（h·MBq）；查 GBZ/T201.3-2014 的附录 C 表 C.1，⁶⁰Co 的空气比释动能率常数取*μSv/（h·MBq）。

根据上述公式，机房墙体屏蔽厚度核算结果如下：

表11-2 钴-60远程治疗机放射源1m处照射剂量率情况表

表11-3 钴-60远程治疗机屏蔽墙体和迷道屏蔽厚度核算表

注：本项目钴-60机房主屏蔽方向墙体厚度均为*mm，无次屏蔽区，因此主屏蔽方向墙体厚度校核均按照有用线束估算。

根据计算结果，本项目钴-60 远程治疗机机房四周墙体、迷道内外墙和顶部的建筑厚度能满足屏蔽防护要求。

②铅防护门厚度校核（机房入口）

根据医院提供的资料，钴-60 远程治疗机有用线束朝向关注点 a、b、i 方向照射，不想迷路内墙照射，根据 GBZ/T201.3-2014 中 5.1.2.5.1，机房入口处关注点 g 的剂量最高，应考虑患者体表的二次散射和泄露辐射的一次散射辐射剂量。机房入口处的辐射剂量率估算如下：

1) 患者体表二次散射辐射剂量 $\dot{H}_{散}$ ：

$$\dot{H}_{散} = \frac{\alpha_{ph} \bullet (F / 400)}{R_1^2} \bullet \frac{\alpha_2 \bullet S}{R_2^2} \bullet \frac{\dot{H}_0}{R_0^2} \dots\dots\dots (式 11-6)$$

式中： $\dot{H}_{散}$ —治疗束通过患者体表散射至机房入口关注点处 g 的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

α_{ph} —400cm² 面积上的散射因子，根据附录 C 中表 C.3，取*散射角的值*；

F—治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积，（35×35）cm²；

α_2 —墙入射的患者散射辐射因子，患者一次散射角取值*，墙入射角取值*，墙反散射角近似按*计算，查附录 C 表 C. 4 知混凝土墙*入射、*反散射、1m² 的散射因子，使用 0.25MeV 的值， $\alpha_2=*$ ；

S—墙的散射面积，m²，图 11-1 中标黄墙面，散射面积为*m²（宽×高：*m×*m）；

$\dot{H}_0$ —活度为 A 的放射源在距其 1m 处的剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ，上文中已计算出 $H_0=*\mu\text{Sv/h}$ ；

R_1 —O-B 之间的距离，m，取*；

R_2 —B-g 之间的距离，m，取*；

R_0 —放射源与等中心位置之间的距离，m，取*；

经计算，机房入口处 g 点的散射辐射剂量率 $\dot{H}_{散}$ 为 14.89uSv/h。

2) 泄露辐射一次散射辐射剂量 $\dot{H}_{漏}$ 。

$$\dot{H}_{漏} = \frac{f \cdot H_0 \cdot S \cdot a_w}{R_L^2 \cdot R^2} \dots\dots\dots (式 11-7)$$

式中：f—治疗装置的泄露辐射比率，通常取 0.001；

$\dot{H}_0$ —活度为 A 的放射源在距其 1m 处的剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ，上文中已计算出
 $H_0 = * \mu\text{Sv/h}$ ；

f—治疗装置的泄漏辐射比率通常取 0.001；

S—墙的散射面积， m^2 ，图 11-1 中标黄墙面，散射面积为 $* \text{m}^2$ （宽 $\times$ 高： $* \text{m} \times * \text{m}$ ）；

a_w —散射体的散射因子；

R_L —泄露辐射始点至散射体中心点的距离（图 11-1 中 O-B 之间的距离，m，取*）；

R—散射体中心点至计算点的距离，（图 11-1 中 B-g 之间的距离，m，取*）；

经计算，机房入口处 g 点的漏射辐射剂量率 $\dot{H}_{漏}$ 为 $0.33 \mu\text{Sv/h}$ ；

防护门需要的屏蔽因子 B_3 ，可以根据公式 11-10，结合公式 11-1 进行计算：

$$B_3 = \frac{H_c - \dot{H}_{漏}}{\dot{H}_{散}} \dots\dots\dots (式 11-8)$$

经计算，铅门需要的屏蔽因子 $B_3 = 0.112$ ，入口处散射辐射能量约为 0.2MeV，铅的 TVL 为 5mm，相应 $B_3 = 0.112$ 的铅厚度(X)为： $X = \text{TVL} \cdot \lg B_3^{-1} = 4.76 \text{mm}$ 。由理论计算可知，机房入口铅防护门屏蔽厚度为 4.76mm，实际设计铅门铅当量为 12mm，故满足屏蔽要求。

根据计算结果，本项目钴-60 远程治疗机防护门的设计厚度能满足屏蔽防护要求。本项目钴机机房各屏蔽体厚度理论计算值与设计值综合汇总见表 11-4。

表 11-4 钴机机房各屏蔽体理论计算值与设计值综合汇总表

小结：经过对机房屏蔽校核，钴-60 机房墙体厚度、迷道厚度、顶部厚度和防护门厚度均满足要求。

3、钴-60 远程治疗机对周围职业人员和公众的影响

①钴-60 远程治疗机未出源状态下给病患摆位时对医务人员的影响

由于钴-60 远程治疗机放置放射源的钴机机头自身所带的防护屏蔽措施，再加上机房的屏蔽防护措施，所以对治疗室外的环境影响很小。对放射源关闭期间的辐射剂

量估算主要是考虑医生对病人摆位过程中所受辐射剂量的影响。

在进行治疗前，钴-60 远程治疗机辐射工作人员将病患推入钴-60 远程治疗机室，并在机房内做治疗前的准备，辐射工作人员每天分别对 8 位病人进行摆位，医生陪伴病人进入机房摆位的时间按每次 2min 进行计算，则医生每年进入机房的时间为 66.67h（年工作时间为 250d）。根据《密封放射源及密封伽马源容器放射卫生防护标准》（GBZ114-2006），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超过 0.2mGy/h。

本次环评摆位计算时间取 66.67h，该治疗室共安排 4 个摆位人员，根据医院实际治疗情况，摆位时医生距机头大约 1m，则该钴机机房平均每个摆位医务工作人员年有效剂量最大为 3.33mSv/a，低于职业人员 5mSv/a 的年剂量约束值。

②钴-60 远程治疗机出源状态下机房屏蔽体外辐射剂量估算

根据 GBZ/T201.3-2014，在给定屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式见式 11-9、式 11-10、式 11-11、式 11-12：

$$X_e = X \cdot \sec\theta \dots\dots\dots(\text{式 11-9})$$

$$B_2 = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL} \dots\dots\dots(\text{式 11-10})$$

$$\dot{H}_{\text{漏}} = \frac{H_0 \cdot f}{R_3^2} \cdot B \dots\dots\dots(\text{式 11-11})$$

$$\dot{H}_{\text{门}} = H_g \cdot 10^{-(X/TVL)} + H_{\text{og}} \dots\dots\dots(\text{式 11-12})$$

式中：R₃—放射源距离关注点的距离，取*m， θ —斜射角，即入射线与物质平面的法线夹角，取*；

H_g—入口 g 处的散射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

H_{og}—泄露辐射在 g 处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

TVL—辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚度（式中 TVL=5.0mm 铅），单位为 mm。

其余同上。

表 11-5 钴-60 机房外关注点处剂量估算表

通过钴-60 机房的实体防护后，照射类型为职业人员的年剂量最大为 $1.22 \times 10^{-2}\text{mSv}$ ，照射类型为公众的年剂量最大为 $4.87 \times 10^{-2}\text{mSv}$ ，分别低于职业人员

5.0mSv/a 和公众 0.1mSv/a 的剂量约束值。

由于职业人员要受到摆位和钴-60 远程治疗机治疗过程中电离辐射影响，因此，存在剂量叠加。职业人员在治疗前的摆位过程中受到的年有效剂量为 3.33mSv，则职业人员最大年剂量叠加值为 3.34mSv/a，低于 5.0mSv 的剂量约束值。

4、换源过程防护措施

本项目钴-60 远程治疗机换源由放射源生产厂家负责，医院不参与具体的换源工作，但在实际实施过程中医院需对钴-60 机房周围进行清场，并确保非相关人员进入换源工作区域，避免误照射。

二、钴-60 远程治疗机运行时臭氧的产生和治理

钴-60 机房内空气中的氧受 γ 射线电离而产生臭氧，假设机房为密闭，根据《辐射防护手册（第三分册）》，则 γ 辐照室空气中臭氧的产额可由下式进行计算：

$$Q_0=6.2 \times 10^{-3} AGV^{1/3} \dots\dots\dots \text{式 (11-13)}$$

式中：

Q—臭氧产生率，mg/h；

A—放射源活度，本项目 ^{60}Co 取初始活度*TBq；

G—空气每吸收 100eV 辐射能量所产生的臭氧分子数， γ 辐照室取 10；

V—机房空间体积，* m^3 ；

室内臭氧饱和浓度由下式计算：

$$C=Q_0 \times T_v/V \dots\dots\dots \text{式 (11-14)}$$

$$T_v = \frac{t_v \cdot t_a}{t_v + t_a} \dots\dots\dots \text{式 (11-15)}$$

式中：

C—室内臭氧浓度，mg/ m^3 ；

Q₀—臭氧产额 mg/h；

T_v—臭气有效清除时间，h；

V—机房空间体积，* m^3 ；

t_v—每次换气时间，根据建设单位提供资料，钴-60 机房排风量为* m^3/h ，则每次换气时间为*min；

t_{α} —臭氧分解时间，取值为 0.83h。

由公式 11-13、11-14、11-15 计算，臭氧产额为 313.131mg/h，最终计算出的钴-60 机房内臭氧平衡浓度为 $9.90 \times 10^{-2} \text{mg/m}^3$ ，远低于《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中臭氧最高允许浓度 0.3mg/m^3 的规定，本项目产生的臭氧采用换气系统排入环境大气后，经自然分解和稀释，符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）的二级标准（ 0.20mg/m^3 ）的要求。

本项目钴-60 远程治疗机工作过程中会产生少量臭氧。钴-60 机房拟设置有专用通排风系统，产生的臭氧通过排风系统排入大气环境后，经自然分解和稀释，对环境影响较小。

进风系统：钴-60 机房内，距机房南侧、东侧墙体约 0.5m 处的治疗室顶部各设置有 2 个回风风口，经新风管道（ $400 \text{mm} \times 200 \text{mm}$ 、 $400 \text{mm} \times 250 \text{mm}$ ）沿迷路以“L”型管道穿过迷路门顶部墙体，最终引至屋顶上方，进风量约 m^3/h ；

通风系统：在钴-60 机房西侧墙体距地高度 0.3m 处设置 1 个通排风口，经通风管道（ $450 \text{mm} \times 450 \text{mm}$ ）采用 V 型穿墙进入风井，最终引至屋顶上方（高于屋顶 1.75m）排放，排风量约 m^3/h 。

三、 ^{60}Co 放射源的管理及废源处置

钴-60 远程治疗机所使用的 ^{60}Co 放射源在不进行治疗时贮存于机房内钴-60 远程治疗机圆柱形铅贮源器中，有良好的外屏蔽设施。

^{60}Co 放射源半衰期为 5.27d，使用一定时间后，其活度不能满足放射治疗需要时，需要更换放射源，退役源应及时交由生产厂家回收处理，不得储存。更换放射源时，须向生态环境主管部门提交《放射性同位素转让审批表》，申请更换放射源。换源时，须委托有相应资质能力的单位进行处理，不得自行操作。

四、其他环境影响

1、声环境影响分析

本项目主要为风机和空调产生的噪声，所有设备选用低噪声设备，噪声源强均低于 65dB（A），均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后经距离衰减，运行期间厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

2、水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水。生活废水依托医院已建的污水处理站采用“A/O”工艺法处理达标后排入市政污水管网，最终排入污水处理厂处理。

3、固体废物影响分析

本项目钴-60 远程治疗机在工作过程中不产生固体废物，辐射工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾经医院集中收集后交由环卫部门统一处理。钴机中退役的废放射源⁶⁰Co 交由源的供货方回收。

环境影响风险分析

一、环境风险评价的目的

环境风险评价的目的是分析和预测建设项目存在的潜在危害和有害因素，以及项目在建设、运营期间可能发生的事故（一般不包括自然灾害与人为破坏），引起有毒、有害（本项目为电离辐射）物质泄漏，所造成的环境影响程度和人身安全损害程度，并提出合理可行的防范、应急与减缓措施，以使项目事故发生率、损失和环境影响达到可以接受的水平。

二、风险识别

1、钴-60 远程治疗机可能发生的事故

本项目拟搬迁的一台钴-60 远程治疗机内含 1 枚 ⁶⁰Co 放射源，装源活度为*Bq，现存活度约*Bq，编码 0318C0003721，属于I类放射源。正常情况下，⁶⁰Co 放射源位于零位，处于安全储存位置，只有当 ⁶⁰Co 放射源处于照射状态时，钴机机房内才会有γ射线照射；故在钴-60 远程治疗机可能发生的风险事故中，其风险因子主要为γ射线。

本项目钴-60 机房可能发生的辐射事故如下：

- ①安全联锁装置或报警系统发生故障状态下，人员误入机房内，造成职业人员误照射；
- ②工作人员未撤离机房，外面人员启动设备，造成职业人员误照射；
- ③在回源的过程中出现卡源，工作人员进入机房内，造成职业人员误照射；
- ④设备故障或外力作用，放射源屏蔽容器破损，造成裸源事故；

⑤暂存放射源因管理不善发生丢失、被盗等事故。

三、源项分析及事故等级分析

根据《放射源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 11-5 中。

表 11-5 项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级

环境风险因子	潜在危害	事故等级
γ射线	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。	特别重大辐射事故
	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。	重大辐射事故
	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。	较大辐射事故
	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。	一般辐射事故

根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系（表 11-6）：

表 11-6 急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量/ Gy	急性放射病发生率/%	辐射剂量/ Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

四、最大可能性事故后果计算

1、放射源丢失、被盗、失控辐射事故影响分析

根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号），I

类放射源丢失、被盗、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、局部器官残疾为重大辐射事故。

2、裸源状态下事故影响分析

设备故障或外力作用，放射源屏蔽容器破损，造成放射源处于裸露状态，γ射线直接照射人体身上，受照射剂量可用式 11-15、式 11-16 和式 11-17 进行计算。

$$X = A\Gamma / l^2 \tag{式 11-15}$$

$$D = 8.73 \times 10^{-3} \times X \tag{式 11-16}$$

$$E = D \bullet W_R \bullet W_T \tag{式 11-17}$$

式中：A—单枚放射源的活度（Ci），⁶⁰Co 为 3000Ci；
Γ—放射性核素的常数（R·m²/h·Ci），⁶⁰Co 取 1.31R·m²/h·Ci；
X—照射量率（R/h）；
l—参考点距离源的距离（m）；
D—吸收剂量率（Gy/h）；
E—有效剂量率（Sv/h）；
W_T—辐射权重，取 1；
W_R—权重因子，取 1。

表 11-7 放射源裸露状态下辐射环境γ有效剂量率不同距离计算结果表

根据表 11-7，放射源因事故状态处于裸源情况下，随着距离的推移人员受放射源误照射最大剂量为 1.37×10²Sv/h，根据医院提供的资料，每名患者治疗时间最大为 15min，假设在该段时间内放射源因事故状态处于裸源情况且患者距放射源 0.5m 处时，人员所受放射源误照射最大剂量最大为 34.25Sv/次，远超 GB18871-2002 中特殊情况下公众年有效剂量限值（1mSv），职业 5 个连续年的年平均剂量约束限值（20mSv）。根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号），I类放射源因事故状态处于裸源情况下造成较大辐射事故。

3、放射源失控辐射事故影响分析

放射源失控状态包括放射源卡源和联锁装置失控人员误入机房导致的辐射事故，根据厂家提供设备参数钴-60 远程治疗机治疗状态下焦点剂量率为 2.5Gy/min（1m 处的剂量率 3.42×10⁷μSv/h），假设考虑钴-60 远程治疗机运行时或卡源时人员误入机房，

人员在无其他屏蔽的情况下处于 0.5m/1m/1.5m 远处的主射束方向。由于机房内和机房外控制台均设置有“紧急止动”按钮，只要误入人员按下此按钮就可以停机，则事故情况下误入人员距机头 0.5m/1m/1.5m 处随着时间推移受到的辐射剂量见表 11-8:

表 11-8 钴-60 远程治疗机事故状态下随时间推移人员受照射剂量表

根据表 11-8，放射源失控事故状态下可导致人员受照射剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中 20mSv/a 剂量限值，整个事故过程中随着时间推移最高受照射剂量可达到 136.8mSv/次。根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号），I类放射源失控为重大辐射事故。

综上所述，本项目一旦发生辐射安全事故，最大造成重大辐射事故。

五、事故情况下的环境影响分析与防范应对措施

1、钴-60 远程治疗机的事故与应对措施

①放射源丢失、被盗，且放射源屏蔽体可能被人为破坏，放射源对人员造成近距离照射。一定时间内，可能导致人员急性重度放射病、局部器官残疾甚至死亡。

应对措施：医院应该采取各种行之有效的措施，防止被盗或者丢失。特别是定期对放射源要进行核实，确保其处于指定位置，对放射源实行 24 小时监控。

②人员受误照射。治疗过程中人员误入或滞留于机房，造成有关人员被误照射，引发辐射事故。

应对措施：工作人员遵守相关操作规程，治疗过程中任何无关人员不得进入机房。每次开机治疗前必须确认所有人员全部撤出机房。一旦发生辐射事故，必须马上停机收源，对受照人员进行身体检查，确定是否有辐射伤害，以便采取相应救护措施。

③卡源。治疗过程中出现卡源情况，源体无法复位至屏蔽状态，造成病人受到过量照射，引发辐射事故。

应对措施：若出现卡堵源情况，首先迅速将病人撤出机房，医院关闭钴-60 机房，专业技术人员到来前不得开启，同时派专人职守，防止无关人员进入事故现场，及时联系生产厂家或指定维修单位进行处理。专业技术人员排除事故时，应穿戴铅衣、铅手套、铅眼镜等防护措施和必要的剂量监测设备，并严格控制与放射源近距离操作的时间。

钴-60 远程治疗机使用的 ^{60}Co 放射源为I类放射源，按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的应急方案，采

取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门，生态环境主管部门接到辐射事故报告后，应当立即派人赶赴现场，进行现场调查，采取有效措施，控制并消除事故影响，同时将辐射事故信息报告本级人民政府和上级人民政府生态环境主管部门。县级以上地方人民政府及其有关部门接到辐射事故报告后，应当按照事故分级报告的规定及时将辐射事故信息报告上级人民政府及其有关部门。

2、辐射事故综合防范措施

德阳市第二人民医院制定了一系列管理制度，以规范操作，防患于未然。医院采取的事故防范措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两方面。

①加强辐射安全管理

医院成立了辐射安全与放射防护管理领导小组，负责全院辐射防护工作的监督、监测、检查、指导和管理；负责收集、整理、分析全院辐射防护的有关资料，掌握辐射防护的发展趋势，及时制定并采取防护措施；督促各有关科室人员采取有效的防护措施，合理使用个人防护用品，遵守个人防护守则，使个人辐射剂量保持在最低水平，并对放射工作人员建立健康档案，负责辐射防护的培训、咨询及技术指导。

②制定了严格的辐射工作场所工作制度

医院制定了严格的辐射工作场所工作制度，包括安全管理制度、工作人员培训制度和放射防护等规章制度，以及辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制度等，这些制度须根据本项目的实际情况修改完善。日常工作中应严格按照工作制度执行，注意检查考核，认真贯彻实施。

③制定安全操作规程并确保工作人员持证上岗

医院持续加强工作人员的岗前培训和日常辐射风险宣讲，工作人员经考试（核）合格后方能持证上岗，同时持续提高、加强工作人员的安全意识。同时医院制定了详细的安全操作规程，并督促工作人员在日常工作中严格按照操作规程进行操作，避免因误操作发生的辐射事故。

④设备固有安全设施

本项目所涉及的钴-60 远程治疗机自身装备了多重安全措施，以防止辐射事故的发生，如设备自身装备的条件显示联锁、剂量控制联锁、门-机安全联锁、紧急制动装置、电视监控和对讲装置、工作状态显示装置等。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生，从而保证项

目正常运营，也保障工作人员、公众的健康与安全。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构

一、辐射安全防护领导小组

德阳市第二人民医院于 2021 年 9 月 23 日调整了医院放射防护管理工作领导小组的通知文件（德市二院行[2021]36 号），明确了管理小组和管理部门职责，医院放射防护管理工作领导小组组长由*（院长、党委副书记）担任，其具体人员配置及职责如下所示：

（1）医院放射防护管理工作领导小组

组 长：*（院长、党委副书记）

副组长：*（分管副院长）

成 员：*（医务部主任兼大内科主任）、*（护理部主任）、*（院感染科主任）、*（财务部主任）、*（后勤保障部主任）、*（院办公室副主任）、*（人力资源部副主任）、*（预防保健科副主任）、*（医务部副主任）、*（医务部副主任）、*（保卫科副科长）、*（医学装备部负责人）、*（放射科主任）、*（肿瘤科主任）、*（口腔科主任）

放射防护专管员：*（医学装备部工作人员）

领导小组下设办公室，办公室设在医务部，由副主任李存佳负责组织协调管理工作。

（2）领导小组职责

①全面负责医院放射防护管理工作，保障放射诊疗各项工作符合法律法规和相关国家标准；

②保障医院放射诊疗工作的人员、工作场所、设备配置符合医院功能任务，满足临床工作需要；

③负责放射诊疗工作的质量保证和安全防护；

④定期召开放射防护管理工作例会，总结评估放射防护工作。

（3）领导小组办公室职责

①组织制定并落实放射诊疗和放射防护管理制度；

②定期组织对放射诊疗工作场所、设备和人员进行放射防护检测、监测和检查；

③组织医院放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训和健康检查；

④制定放射事件应急预案并组织演练；

⑤记录医院发生的放射事件并及时报告卫生健康委员会。

(4) 专管员职责

①具体办理《放射诊疗许可证》、放射性职业病危害预评价和设计审查等相关工作；

②每年收集汇总各部门放射诊疗工作相关资料，并按要求上报。

(5) 各部门相关职责

①医院办公室：负责《放射诊疗许可证》的效验及变更等工作，将医学影像科核准到二级诊疗科目；负责宣传和总协调。

②人力资源部：负责在订立劳动合同时告知劳动者并在合同中写明工作过程中职业病危害及其后果。

③医务部：负责放射诊疗各级各类人员岗位职责与技术能力标准的制定和人员授权；负责督查放射诊疗质量与安全及控制评价；负责放射事件处置报告等；定期通知放射工作人员参加放射防护和有关法律知识的培训，保证《放射工作人员证》在有效期内，建立放射人员培训档案。

④护理部：负责放射诊疗护理人员的配置和执业要求。

⑤医学装备部：建立放射诊疗设备台账，负责放射诊疗技术建设项目的预评价及控制评价工作，委托具备资质机构出具有效报告；放射诊疗技术所需设备符合放射诊疗管理要求，配备并使用相应的安全防护装置、辐射检测仪器和各种防护用品；委托具备资质的机构定期对机房及放射设备性能进行监测。定期对放射诊疗设备进行巡检、维护及保养。

⑥后勤保障部：负责提供办理放射诊疗工作场所需要的基础建设相关资料。

⑦预防保健科：负责建立放射诊疗工作人员职业健康监护档案；按规定组织放射诊疗人员上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康检查；负责为放射诊疗工作人员配备并指导正确佩戴个人剂量计，按规定进行放射工作人员个人剂量监测，建立并终生保持个人剂量监测档案；负责职业性放射性疾病诊断与职业病病人保障相关工作。负责受检人员及公众防护安全。

⑧财务部：负责落实放射工作人员培训，健康体检、建设项目，设备所需经费的落实。

⑨相关科室：放射科、肿瘤科、口腔科及参加介入诊疗相关科室要建立相应放射诊疗工作方案、制度、流程、应急预案及演练，保障放射诊疗质量和安全。

管理文件中，规定了相关成员科室的管理职责和具体分工和具体管理方案。因此，本评价认为，医院管理机构完善，有领导负责，具体责任分工具有可行性。

二、辐射工作岗位人员配置和能力分析

（1）辐射工作岗位人员配置和能力现状分析

①人员配置

本项目辐射工作人员配置情况：本项目拟配备辐射工作人员*名（医师*名、技师*名、物理师*名），均已取得辐射安全与防护培训合格证，项目投运后，根据承担治疗人数实际情况逐步增加。

②操作人员均需取得放射源操作证书，熟悉专业技术。

③医院现有辐射工作人员*人，其中*名辐射工作人员参加了环保部组织的辐射安全与防护培训并取得《辐射安全培训合格证》，未取得合格证的辐射工作人员中从事Ⅲ类射线装置使用活动的可由医院自行组织其参加考核，从事Ⅱ类射线装置使用活动的医院计划在2022年内全部完成环保部组织的网上学习及考试。

④医院应定期委托有资质的单位对辐射工作人员个人剂量进行检测，且应建立辐射工作人员个人剂量档案管理。

（2）辐射工作人员能力培养方面还需从以下几个方面加强

①对放射源、医用射线装置的操作人员，应加强对其安全操作的培训。

②建设单位应严格执行辐射工作人员培训制度，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。

③个人剂量档案管理人员应将每季度的检测结果告知辐射工作人员，如发现结果异常，将在第一时间通知相关人员，查明原因并解决发现的问题。

辐射安全管理规章制度

一、档案管理分类

医院应将相关资料进行分类归档妥善放置，包括以下九大类：“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”、“辐射应急资料”、“废物处置记录”。

二、辐射安全管理规章制度

根据医院实际情况，医院辐射安全管理规章制度落实情况见下表。

表 12-1 本项目辐射管理制度汇总对照分析表

序号	制度名称	备注
1	医院辐射防护安全责任制度	已制定
2	辐射安全操作规程制度	已制定，钴-60 机房建成后悬挂于墙上
3	辐射工作人员管理规章制度	已制定，钴-60 机房建成后悬挂于墙上
4	医院剂量监测规章制度	已制定，但需更新本次辐射工作场所的监测制度
5	放射源管理规定	已制定，需根据本次新增项目完善
6	辐射安全装置定期检查与维护规章制度	已制定
7	场所分区管理规定	已制定，但需新增本项目对应的区域管理
8	辐射事故处理、应急处置规章制度	已制定
9	定期剂量检测和剂量仪的校准制度	已制定
10	辐射工作人员培训计划	已制定
11	辐射工作设备操作规程	已制定
12	辐射工作人员岗位职责	已制定，钴-60 机房建成后悬挂于墙上
13	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	已制定，监测方案需新增本项目辐射监测内容
14	质量保证大纲和质量控制检测计划	已制定

根据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）》要求，《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。医院对于各项制度在日常工作中要加强检查督促，认真组织实施。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。

医院应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

1、工作场所监测

自主验收监测：医院在取得《辐射安全许可证》后三个月内，应委托有资质的单位开展 1 次辐射工作场所验收监测，编制自主验收监测（调查）报告。

日常自我监测：定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

年度监测：医院每年应委托有资质的单位对医院所有辐射工作场所进行监测，监测周期为 1 次/年；年度监测报告应作为《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

据调查，德阳市第二人民医院委托了四川世阳卫生技术服务有限公司开展了2020年度辐射环境现状监测。根据医院提供2020年度监测说明文件（附件9），医院现有辐射工作场所屏蔽体外30cm处，均无超过2.5uSv/h的情况，满足相关法律法规的要求。

2、监测内容和要求

（1）监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

（2）监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考本报告提出的监测计划（表 12-3）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

3、监测内容和要求

（1）监测内容：X- γ 空气吸收剂量率。

（2）监测布点及数据管理：本项目监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-2）或验收监测布点方案。监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立监测数据台账。

表 12-2 本项目监测布点方案表

场所或设备	监测内容	监测周期	监测布点位置
钴-60 远程治疗机	X- γ 空气吸收剂量率	验收监测 1 次；自行开展辐射监测；委托有资质的单位进行监测，频率为 1 次/年	墙体四周外侧、控制室内操作位、防护门外、候诊室区域

（3）监测范围：控制区和监督区域及周围环境

（4）监测质量保证

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与医院监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

②采用国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构

出具的监测报告中的方法；

③制定辐射环境监测管理制度。

此外，医院需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

4、个人监测

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量片，监测周期为1次/季。

（1）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。检测报告及有关调查报告应存档备查。

（2）个人剂量检测报告（连续四个季度）应当连同年度监测报告一起作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

（3）根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），就本项目而言，辐射主要来自前方，个人剂量计应佩戴在人体躯干前方中部位置，一般左胸前。

（4）辐射工作人员个人剂量档案内容应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。医院应当将个人剂量档案保存终身。

5、年度评估报告情况

医院应于每年1月31日前向发证机关提交上年度的《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，近一年（四个季度）个人剂量检测报告和辐射工作场所年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。医院应按照《四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）》（川环函[2016]1400号）规定的格式编写《安全和防护状况年度评估报告》。医院必须在“全国核技术利用辐射安全申报系统”（网址 <http://rr.mee.gov.cn>）中实施申报登记。延续、变更许可证，新增或注销射线装置以及单位信息变更、个人剂量、年度评估报告等信息均应及时在系统中申报。

辐射事故应急

1、事故应急预案内容

为了应对放射诊疗中的事故和突发事件，医院应制订辐射事故应急预案，应包含以下内容。

（1）应急机构和职责分工，应急和救助的装备、资金、物资准备，辐射事故应急处理程序，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故调查、报告和处理程序，辐射事故的调查、预案管理。

（2）应急组织体系和职责、应急处理程序、上报电话。

（3）应急人员的培训；

（4）环境风险因子、潜在危害、事故等级等内容；

（5）辐射事故调查、报告和处理程序中相关负责人员及联系电话；

（6）发生辐射事故时，应当立即启动应急预案，采取应急措施，并按规定向所在地县级地方人民政府及其生态环境、公安、卫健等主管部门报告。

2、应急措施

发生辐射事故时，医院应当立即启动本单位的应急方案，采取应急措施，并立即向当地生态环境主管部门报告，生态环境主管部门接到辐射事故报告后，应当立即派人赶赴现场，进行现场调查，采取有效措施，控制并消除事故影响，同时将辐射事故信息报告本级人民政府和上级人民政府生态环境主管部门。

3、其他要求

（1）辐射事故风险评估和辐射事故应急预案，应报送所在地县级地方人民政府生态环境主管部门备案。

（2）在预案的实施中，应根据国家发布新的相关法规内容，结合医院实际及时对预案作补充修改，使之更能符合实际需要。

（3）医院应完善组织、落实经费、准备物资、加强演练、时刻准备应对可能发生的各种事故和突发事件。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：德阳市第二人民医院钴-60 远程治疗机搬迁项目

建设单位：德阳市第二人民医院

建设性质：新建

建设地点：德阳市岷江西路一段 340 号德阳市第二人民医院住院大楼南侧医院空地

本次具体建设内容及规模为：医院拟在住院大楼南侧医院空地新建一间钴-60 机房及配套功能用房（独立建筑，地上 1 层，无地下室，高*m），新放射治疗场所建成后，从医院门诊大楼西南侧原钴-60 治疗室搬迁一台钴-60 远程治疗机至新建机房内，型号为 GWXJ80（内含 1 枚 ^{60}Co 放射源，装源活度为*Bq，现存活度约*Bq，编码 0318C0003721，属于 I 类放射源）；钴-60 远程治疗机年出源治疗时间约 500h。模拟定位依托医院全科楼一楼放射科 CT 室内 CT 机进行模拟定位，该 CT 机在用，已上证已履行环保手续。

二、本项目产业政策符合性分析

本项目系核和辐射技术用于医学领域，属高新技术。根据中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2020 年 1 月 1 日施行）的相关规定，本项目属鼓励类第六项“核能”第 6 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”，符合国家产业发展政策。

三、本项目选址合理性分析

本项目选址于德阳市岷江西路一段 340 号德阳市第二人民医院住院大楼南侧医院空地，德阳市第二人民医院用地性质为医疗卫生用地。医院将本项目使用的放射源集中布置在住院大楼南侧医院空地，远离医院住院大楼及门诊楼，周围人流量较少，且该辐射工作场所为专门建筑的独栋单层放射工作场所，相对独立，拟建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辐射工作人员和公众的照射剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的剂量限值要求并满足报告表确定的剂量管理

约束值的要求。参照国际惯例，医院选址于城镇规划范围内是合理的。本评价认为其选址是合理的。

四、工程所在地区环境质量现状

根据四川省永坤环境监测有限公司的监测报告，项目所在地的 X- γ 辐射空气吸收剂量率背景值为 *nGy/h，与中华人民共和国生态环境部《2020 年全国辐射环境质量公报》（2021 年 6 月）中四川省自动站空气吸收剂量率监测结果（67.5~121.3nGy/h）基本一致，属于当地正常天然本底辐射水平。

五、环境影响评价分析结论

1、施工期环境影响分析

本项目在德阳市第二人民医院住院大楼南侧医院空地处进行建设。施工周期短，医院强化施工期环境管理，严格落实施工期各项环保措施，采取有效措施，尽可能减缓施工期对环境产生的影响。

2、营运期环境影响分析

（1）辐射环境影响分析

钴-60 远程治疗机工作职业人员最大年剂量为 3.34mSv/a，公众最大年剂量为 4.87×10^{-2} mSv，分别低于职业人员 5.0mSv/a 和公众 0.1mSv/a 的剂量约束值远低于 20mSv 和 1mSv 的剂量限值。钴-60 机房墙体厚度、迷道厚度、顶部厚度和防护门厚度均满足要求。

本项目钴-60机房的臭氧产额为313.131mg/h，钴-60机房内臭氧平衡浓度为 9.90×10^{-2} mg/m³，满足标准要求。

⁶⁰Co 放射源使用一定时间后，其活度不能满足放射治疗需要时，退役源应及时交由生产厂家回收处理，不得储存。

（2）其他环境影响

①声环境影响分析

本项目主要为风机和空调产生的噪声，所有设备选用低噪声设备，噪声源强均低于 65dB（A），均处于室内，通过建筑墙体隔声及距离衰减后经距离衰减，运行期间厂界噪声可满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求。

②水环境影响分析

本项目运行后，废水主要为辐射工作人员和患者产生的生活污水。生活废水依托医院已建的污水处理站采用“A/O”工艺法处理达标后排入市政污水管网，最终排入污水厂处理。

③固体废物影响分析

本项目辐射工作人员会产生少量的生活垃圾及办公垃圾由环卫部门统一定期清运。

六、事故风险与防范

医院制订的辐射事故应急预案和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。

七、环保设施与保护目标

本项目设计和拟配备环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的所有保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

八、医院辐射安全管理的综合能力

医院严格落实本报告提出的相关管理要求和环保设施及措施后，具备辐射安全管理的综合能力。

九、环境影响评价报告信息公开

在本项目环境影响报告表送审前，建设单位德阳市第二人民医院在本院官网上进行了公示，截止报告送审前，未收到单位和个人有关项目情况的反馈意见。

十、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，从环境保护和辐射防护角度分析，本项目在德阳市第二人民医院住院大楼南侧医院空地建设是可行的。

十一、项目竣工验收检查内容

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》、《放射性同位素和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和防护管理办法》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等法律和标准，对照本项目环境影响报告表开展验收。建设项目正式投产运行前，建设单位应组织专家完成自主环保验收。本工程环保验收一览表见表

13-1。

表 13-1 项目环保验收检查一览表

项目	应具备条件	数量
实体防护设施	四周墙体+迷道+屋顶屏蔽	拟建 1 间
装置安全设施	防止非工作人员操作的锁定开关	设备自带
	主机与治疗床外表电离辐射警示标志	设备自带
	控制台显示放射源位置	设备自带
	控制台紧急停止照射按钮	设备自带
	停电或意外中断照射时自动回源装置	设备自带
	手动回源装置	设备自带
	铅防护门、防盗门	1 套
	通风系统	1 套
应急、连锁	紧急制动按钮	1 套（5 个）
	紧急开门按钮	1 套（2 个）
	机房门与束流联锁（门-机联锁）装置	1 套
	机房门与固定式辐射剂量监测仪联锁（门-剂量联锁）装置	1 套
	工作状态指示灯（门-灯联锁）	1 套
	备用应急贮源罐	1 个
警示装置	停电或意外中断照射时声光报警	1 套
	机房电视监控对讲装置	1 套
	电离辐射警示标志和工作状态指示灯	1 套
	机房内准备出束音响提示	设备自带
	控制台上蜂鸣器	设备自带
监测设备	便携式辐射监测仪	1 个
	个人剂量计	11 个
	个人剂量报警仪	8 台
	钴-60 机房内固定式剂量监测仪	1 台

建议和承诺

- 1、落实本报告中的各项辐射防护措施和的安全管理制度，严格落实。
- 2、医院每年应按要求编制《四川省核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》，并通过全国核技术利用辐射安全申报系统（<http://rr.mee.gov.cn>）上传到生态环境主管部门。
- 3、医院在申请辐射安全许可证变更前，需登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mee.gov.cn>），对相关信息进行修改。
- 4、本次环评仅对本项目工作场所进行评价，日后如有变化，应另作环境影响评价。

5、原辐射工作场所钴-60 治疗室退役前，医院需委托有资质的单位进行辐射工作场所的退役监测评估，依据评估情况，当达到清洁解控水平后再进行退役拆除。

6、根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施）文件第十七条规定：

（1）编制环境影响报告表的建设项目竣工后，建设单位应当按照国务院环境保护行政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，编制验收报告。

（2）建设单位在环境保护设施验收过程中，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，不得弄虚作假。

（3）除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告。

7、根据原环保部《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评（2017）4 号）规定：

（1）建设单位可登陆环境保护部网站查询建设项目竣工环境保护验收相关技术规范（<http://kjs.mee.gov.cn/hjbhzbz/bzwb/other>）。

（2）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，编制验收监测（调查）报告。

（3）本项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，方可投入使用，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。

（4）除按照国家需要保密的情形外，建设单位应当通过其网站或其他便于公众知晓的方式，向社会公开下列信息：

①本项目配套建设的环境保护设施竣工后，及时办理《辐射安全许可证》，并在取得《辐射安全许可证》3 个月内完成本项目自主验收；

②对项目配套建设的环境保护设施进行调试前，公开和项目竣工时间和调试的起止日期；

③验收报告编制完成后 5 个工作日内，公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。建设单位公开上述信息的同时，应当在建设项目环境影响评价信息平台（<http://114.251.10.205/#/pub-message>）中备案，且向项目所在地生态环

境主管部门报送相关信息，并接受监督检查。