

建设项目环境影响报告表

(公示本)

项 目 名 称： 城北新院二期综合楼
新增Ⅱ、Ⅲ类射线装置应用项目

建设单位（盖章）： 四川医科大学附属中医医院

编制日期：2015 年 8 月

国 家 环 境 保 护 部 制

《建设项目环境影响报告表》编制说明

《建设项目环境影响报告表》由具有从事环境影响评价工作资质的单位编制。

1. 项目名称——指项目立项批复时的名称，应不超过 30 个字（两个英文字段作一个汉字）。

2. 建设地点——指项目所在详细地址，公路、铁路应填写起止地点。

3. 行业类别——按国标填写。

4. 总投资——指项目投资总额。

5. 主要环境保护目标——指项目区周围一定范围内集中居民住宅区、学校、医院、保护文物、风景名胜区、水源地和生态敏感点等，应尽可能给出保护目标、性质、规模和距厂界距离等。

6. 结论与建议——给出本项目清洁生产、达标排放和总量控制的分析结论，确定污染防治措施的有效性，说明本项目对环境造成的影响，给出建设项目环境可行性的明确结论。同时提出减少环境影响的其他建议。

7. 预审意见——由行业主管部门填写答复意见，无主管部门项目，可不填。

8. 审批意见——由负责审批该项目的环境保护行政主管部门批复。

目 录

建设项目基本情况	- 19 -
建设项目所在地自然环境社会环境简况	- 19 -
环境质量状况	- 19 -
评价适用标准	- 23 -
建设项目工程分析	- 25 -
项目主要污染物产生及预计排放情况	- 42 -
环境影响分析	- 43 -
环境风险分析	- 66 -
从事辐射活动能力评价	- 75 -
建设项目拟采取的防治措施及预期治理效果	- 78 -
环境影响评价信息公开	- 79 -
结论与建议	- 80 -

附图

附图 1：项目地理位置图；

附图 2：医院外环境关系图；

附图 3：医院总平面布置图；

附图4-1 二期综合楼附楼-2F平面布置及监测布点图（2台直线加速器）；

附图4-2 二期综合楼附楼-1F平面布置及监测布点图（1台定位CT）；

附图4-3 二期综合楼附楼3F平面布置及监测布点图（4台DR）；

附图4-4 二期综合楼附楼4F平面布置及监测布点图（2台CT）；

附图4-5 二期综合楼附楼5F平面布置及监测布点图（3台DSA）；

附图4-6 二期综合楼主楼1F平面布置及监测布点图（2台DR）；

附图5 直线加速器机房结构图；

附图 6 直线加速器机房通风结构图

现场照片

附件

附件 1：环境影响评价委托书；

附件 2：《辐射安全许可证》川环辐证[00232]；

附件 3：泸州市环境保护局《关于四川医科大学附属中医医院城北新院二期综合楼新增 II、III 类射线装置应用项目环境影响评价应执行环境保护标准的函》（泸市环建函[2015] 63 号）；

附件 4：未发生辐射安全事故的说明；

附件 5：关于调整医院放射防护管理委员会成员的通知（泸医中医院[2011]100 号）；

附件 6：关于放射从业人员上岗培训情况说明；

附件 7：关于辐射工作人员数量的情况说明；

附件 8：个人剂量计检测报告及剂量明显偏大的调查记录表；

附件 9：放射性同位素与射线装置安全和防护状况 2014 年度评估报告；

附件 10：四川省环境保护厅《关于对四川医科大学附属中医医院城北新院二期综合楼工程建设项目环境影响报告书的批复》（川环审批[2011]559 号）；

附件 11：本项目各射线装置参数确认表；

附件 12：本项目辐射环境监测报告。

建设项目基本情况

项目名称	城北新院二期综合楼新增Ⅱ、Ⅲ类射线装置应用项目				
建设单位	四川医科大学附属中医医院				
法人代表	杨思进		联系人		骆丽平
通讯地址	泸州市龙马潭区春晖路 16 号				
联系电话	13795747577	传真	/		邮政编码646000
建设地点	四川医科大学附属中医医院城北新院二期综合楼内				
立项审批 部 门	/		批准文号		/
建设性质	新建		行业类别 及 代 码		Q85 卫生、社会医疗、 社会福利业
占地面积	1125m ²		绿化面积		/
总 投 资（万元）	2600	环保投资	139.02		环保投资占 总投资比例5.35%
评价经费	/	预计投产 日 期	2016 年		
应用类型	放射性同位 素应用	密封源	射线装置		其它
	/	/	2 台 6MV 电子直线加速 器，属于Ⅱ类射线装置；3 台 DSA，属于Ⅱ类射线装 置；3 台 CT、6 台 DR， 均为Ⅲ类射线装置。		/

工程内容及规模

一、医院简介

“四川医科大学附属中医医院”于 2015 年 5 月由“泸州医学院附属中医医院”更名而来。

四川医科大学附属中医医院是一所集医疗、教学、科研、预防保健于一体的具有中西医结合特色的三级甲等综合性教学医院。医院建筑面积 14 万余平方米，现拥有城北新院、水井沟门诊部、忠山住院部及驾驶员体检中心。医院现有编制床位 2000 张，设有 40 余个临床和辅检科

室，拥有四川省中医药管理局二级实验室、四川省中医药重大疾病防治协作中心、四川省中医药“治未病”中心、全国师承名老中医传承教育工作室及四川省名中医工作室等。附属中医医院 2009 年通过了 ISO9001 质量认证，先后获得了“全国重点建设中医医院”、“中国百强品牌医院”、“全国卫生系统先进集体”、“全国中医药系统创先争优活动先进集体”、“全国冬病夏治先进单位”、“全国省级综合性医院文化建设先进单位”等荣誉。

目前，四川医科大学附属中医医院已取得四川省环境保护厅核发的《辐射安全许可证》(川环辐证[00232])，许可种类和范围为：使用 I 类放射源和使用 II、III 类射线装置。

二、项目由来

城北新区是泸州大城市建设规划的重点发展的高新区和高科技园区，具有居住、商贸、教育、文化、体育等五大城市功能，规划人口达到 15 万人。为承担城北新区的医疗任务，修建了城北新院，目前城北新院一期工程已全部运营，作为配套设施的城北新院二期综合楼工程土建已基本完成。为提高对疾病的诊断能力及治疗效果，医院拟在城北新院二期综合楼内新增使用 2 台 6MV 电子直线加速器、3 台数字减影血管造影机（以下简称 DSA）、3 台 CT 和 6 台 DR。

为加强各射线装置的辐射环境管理，防止放射性污染和意外事故的发生，确保各射线装置的使用不对周围环境和工作人员及公众产生不良影响，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射

线装置防护条例》等相关法律法规要求，建设方须对该项目进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部第33号令）的规定，本项目应编制环境影响报告表，同时申请对辐射安全许可证更名并进行增项。为此，四川医科大学附属中医医院委托四川省核工业辐射测试防护院对该项目开展环境影响评价工作（见附件1）。我院接受委托后，通过现场勘察、收集资料等工作，结合本项目的特点，按照国家有关技术规范要求，编制完成《四川医科大学附属中医医院城北新院二期综合楼新增II、III类射线装置应用项目环境影响报告表》。

三、编制依据

1、法律法规

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2015年01月01日（修订）实施）；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2003年9月实施）；

（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）《建设项目环境保护管理条例》（国务院253号令）；

（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）；

（6）《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）；

（7）《建设项目环境影响评价分类管理目录》（环境保护部第33号令）；

（8）《放射环境管理办法》（原国家环保局令第3号）；

(9)《射线装置分类办法》(原国家环保总局第 26 号令);

(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);

(11)《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);

(12)《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》(环境保护部环发[2008]13 号);

(13)《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查指南(试行)》(川环发[2010]164 号)。

2、技术导则

(1)《辐射环境保护管理导则 核技术应用项目环境影响报告书(表)的内容和格式》(HJ/T 10.1-1995)。

3、相关标准

(1)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002);

(2)《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分:电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011);

(3)《医用 X 射线治疗卫生防护标准》(GBZ131-2002);

(4)《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)。

4、其他资料

环境影响评价委托书。

四、建设项目概况

1、项目名称、性质、建设地点

项目名称：城北新院二期综合楼新增 II、III类射线装置应用项目

建设单位：四川医科大学附属中医医院

建设性质：新建

建设地点：四川医科大学附属中医医院城北新院二期综合楼内，医院的地理位置见附图 1，机房具体位置见附图 2、附图 3。

2、建设规模

本项目拟在城北新院二期综合楼附楼-2层建设2间电子直线加速器机房、-1层建设1间定位CT机房、3层建设4间DR机房、4层建设2间CT机房、5层建设3间DSA机房，在二期综合楼主楼1层建设2间DR机房。各机房的平面布置见附图4-1~4-6。

（1）电子直线加速器机房

拟在城北新院二期综合楼附楼-2层建设2间电子直线加速器机房。1#加速器机房占地面积 160m^2 ，净空尺寸为长 8.0m ×宽 7.0m ×高 3.3m ；2#加速器机房占地面积 164m^2 ，净空尺寸为长 8.0m ×宽 7.3m ×高 3.3m ；在1#和2#加速器机房之间设置有控制室、空调机房和水冷机房，占地面积分别为 27m^2 、 12m^2 和 23m^2 ；拟在每个加速器机房各安装一台6MV电子直线加速器，属于II类射线装置。

（2）DSA 机房

拟在城北新院二期综合楼附楼5层建设3间DSA机房。3间机房占地面积均为 46m^2 ，净空尺寸均为长 6.2m ×宽 6.0m ×高 3.5m ；在1#、2#DSA机房之间和3#DSA机房旁共设有2间操作室，每间操作室占地面积为 19m^2 ；拟在每个机房内各安装一台DSA，属于II类射线装置。

(3) CT 机房

拟在城北新院二期综合楼附楼-1 层建设 1 间定位 CT 机房。机房占地面积 79m^2 ，净空尺寸为长 $8.5\text{m}\times\text{宽 }7.8\text{m}\times\text{高 }3.5\text{m}$ ；在机房旁设有控制室，控制室占地面积为 30m^2 ；拟在机房内安装一台定位 CT 机，属于Ⅲ类射线装置。

拟在城北新院二期综合楼附楼 4 层建设 2 间 CT 机房。2 间机房占地面积均为 65m^2 ，净空尺寸均为长 $8.5\text{m}\times\text{宽 }6.2\text{m}\times\text{高 }3.5\text{m}$ ；在 2 间机房之间设有控制室，控制室占地面积为 32m^2 ；拟在每个机房内各安装一台 CT 机，属于Ⅲ类射线装置。

(4) DR 机房

拟在城北新院二期综合楼附楼 3 层建设 4 间 DR 机房。4 间机房占地面积均为 34m^2 ，净空尺寸均为长 $5.8\text{m}\times\text{宽 }4.5\text{m}\times\text{高 }3.5\text{m}$ ；在 1#、2#DR 机房之间和 3#、4#DR 机房之间共设有 2 间操作室，每间操作室占地面积为 20m^2 ；拟在每个机房内各安装一台 DR 机，属于Ⅲ类射线装置。

拟在城北新院二期综合楼主楼 1 层建设 2 间 DR 机房。1#DR 机房占地面积 45m^2 ，净空尺寸为长 $8.5\text{m}\times\text{宽 }4.7\text{m}\times\text{高 }3.5\text{m}$ ；2#DR 机房占地面积 37m^2 ，净空尺寸为长 $8.5\text{m}\times\text{宽 }3.8\text{m}\times\text{高 }3.5\text{m}$ ；在 2 间机房之间设有控制室，控制室占地面积为 34m^2 ；拟在每个机房内各安装一台 DR 机，属于Ⅲ类射线装置。

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	射线装置类别	射线装置数量 (台)	工作场所名称	活动种类	备注
6MV 电子直线加速器	II 类	2 台	城北新院二期综合楼附楼-2 层	使用	尚未购买
DSA	II 类	3 台	城北新院二期综合楼附楼 5 层	使用	尚未购买
CT	III 类	1 台	城北新院二期综合楼附楼-1 层	使用	尚未购买
		2 台	城北新院二期综合楼附楼 4 层	使用	尚未购买
DR	III 类	4 台	城北新院二期综合楼附楼 3 层	使用	尚未购买
		2 台	城北新院二期综合楼主楼 1 层	使用	尚未购买

五、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	运营期
主体工程	电子直线加速器	拟在城北新院二期综合楼附楼-2 层建设 2 间电子直线加速器机房。1#加速器机房占地面积 160m ² ，净空尺寸为长 8.0m×宽 7.0m×高 3.3m；2#加速器机房占地面积 164m ² ，净空尺寸为长 8.0m×宽 7.3m×高 3.3m；拟在每个加速器机房各安装一台 6MV 电子直线加速器，属于 II 类射线装置。	本项目各机房土建施工的非放射性环境影响纳入“城北新院二期综合楼工程建设项目环境影	X 射线、臭氧、噪声
	DSA	拟在城北新院二期综合楼附楼 5 层建设 3 间 DSA 机房。3 间机房占地面积均为 46m ² ，净空尺寸均为长 6.2m×宽 6.0m×高 3.5m；拟在每个机房内各安装一台 DSA，属于 II 类射线装置。	响	X 射线、臭氧、噪声

	DR	<p>拟在城北新院二期综合楼附楼 3 层建设 4 间 DR 机房。4 间机房占地面积均为 34m²，净空尺寸均为长 5.8m×宽 4.5m×高 3.5m；拟在每个机房内各安装一台 DR，属于Ⅲ类射线装置。</p> <p>拟在城北新院二期综合楼主楼 1 层建设 2 间 DR 机房。1#DR 机房占地面积 45m²，净空尺寸为长 8.5m×宽 4.7m×高 3.5m；2#DR 机房占地面积 37m²，净空尺寸为长 8.5m×宽 3.8m×高 3.5m；拟在每个机房内各安装一台 DR，属于Ⅲ类射线装置。</p>		X 射线、臭氧、噪声
辅助工程	加速器控制室、水冷机房等；DSA、CT 和 DR 操作室等。			/
公用工程	排水、配电、供电和通讯系统等			/
办公及生活设施	医生办公室等			生活废水、生活垃圾

六、主要原辅材料

本项目主要原辅材料及能耗情况见表 1-3。

表 1-3 主要原辅材料及能耗情况表

类别	名 称	数 量	来源	用途	备注
能源	电	4×10 ⁴ kW·h/a	城市电网	机房用电	/
水	生活用水	1800m ³ /a	城市生活用水管网	生活用水	/

七、主要设备配置及主要技术参数

本项目各射线装置配置及主要技术参数见表 1-4。

表 1-4 主要设备配置及主要技术参数

设备名称	型号	数量	设备主要技术参数		单次最长照射时间	最多治疗（诊断）病人数	使用场所
			最高管电压	最高管电流			
6MV 电子直线加速器	未定	2 台	最大 X 射线能量 6MV、最大 X 射线剂量率 6Gy/min；无电子线治疗。		5min	50 人/天	二期综合楼附楼-2 层
DSA	未定	3 台	150kV	1250mA	10min	6 人/天	二期综合楼附楼 5 层
定位 CT	未定	1 台	150kV	1000mA	30s	100 人.次/天	二期综合楼附楼-1 层
CT	未定	2 台	150kV	1000mA	30s	100 人.次/天	二期综合楼附楼 4 层
DR	西门子 Ysio	1 台	100kV	650mA	1s	150 人.次/天	二期综合楼附楼 3 层
	西门子 Multix select	1 台	135kV	550mA	1s	150 人.次/天	二期综合楼附楼 3 层
	未定	2 台	150kV	1000mA	1s	150 人.次/天	二期综合楼附楼 3 层
	上海联影 uDR 550i	1 台	150kV	800mA	1s	150 人.次/天	二期综合楼主楼 1 层
	未定	1 台	150kV	1000mA	1s	150 人.次/天	二期综合楼主楼 1 层

八、工作人员及工作制度

工作制度：本项目辐射工作人员每年工作 50 周，每周工作 5 天，每天工作 8 小时，实行白班单班制。

人员安排：本项目各科室和辐射工作岗位工作人员独立设置，不存在人员交叉使用情况，各机房辐射工作人员设置情况见表 1-5。

表 1-5 各机房辐射工作人员设置情况一览表

机房名称	机房所在位置	辐射工作人员人数	辐射工作人员来源
加速器机房	二期综合楼附楼-2 层	共 8 人（每间机房 4 人）	新增
DSA 机房	二期综合楼附楼 5 层	共 15 人（每间机房各设置 5 人：1 名技师、2 名护士、2 名医师）	新增
定位 CT	二期综合楼附楼-1 层	2 人	新增
CT	二期综合楼附楼 4 层	共 4 人（每间机房 2 人）	由现有辐射工作人员中调配
DR	二期综合楼附楼 3 层	共 8 人（每间机房 2 人）	新增
DR	二期综合楼主楼 1 层	共 4 人（每间机房 2 人）	由现有辐射工作人员中调配

九、产业政策符合性

本项目属于国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（修正）中第一类鼓励类（第六项核能中第六条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”）项目，符合国家现行产业政策。

十、项目选址、布局合理性及实践正当性分析

1、项目选址合理性分析

城北新院二期综合楼位于泸州市城北新区医院范围内，为规划预留的医疗卫生用地，建设地址符合泸州市城市建设总体规划。医院周围为居民文教医疗商业区，交通便捷，能为周围居民提供方便的就医设施。

“城北新院二期综合楼工程建设项目环境影响报告书”已取得四川省环境保护厅的批复（川环审批[2011]559 号），综合楼的选址已得到相关审批部门的认可。本项目各射线装置主要位于二期综合楼的附楼内，附楼相对独立，为专门的放射性工作场所，并将能量较大的加速器设置在地下二层。因此本项目各射线装置通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围的环境影响较小，其选址是合理的。医院外环境关系见附图 2，医

院平面布置图见附图 3。

2、布局合理性分析

本项目各射线装置主要位于二期综合楼的附楼内，附楼相对独立，为专门的放射性工作场所。各射线装置场所设有专用的候诊区域，就诊通道、医生用房独立成区，病人、医生流线尽量互不交叉。医院总图布置时已考虑了项目特点和周围环境对本项目可能存在的影响，使各科室病人能够就近诊疗，这样既方便了诊疗，又使放射性工作场所相对集中，便于医院对射线装置的集中统一管理。由本项目各射线装置所在楼层的平面布置（见附图 4）可以看出，尽量将同类型的射线装置布设于同一楼层，既方便病人诊疗又方便管理，并将各射线装置机房相对集中独立布设，周围均为其相关工作室，将对辐射环境影响较大的加速器机房布设于地下负二层，以减轻对周围环境的影响。因此，本项目各射线装置机房的布局是合理的。

3、与周边环境的相容性分析

项目利用医院内现有完善的水资源供给系统，生活废水经医院内配套建设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。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。

4、实践正当性分析

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，可

达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，所以符合辐射防护“实践的正当性”原则。

与本项目有关的原有污染情况及主要环境问题

1、“泸州医学院附属中医医院城北新院二期综合楼工程建设项目环境影响报告书”已取得了四川省环境保护厅的批复(川环审批[2011]559号，见附件10)，本项目施工期的非放射性环境影响和运行期工作人员产生的生活污水、生活垃圾的处理已在该环评报告书中进行了考虑，本次环评不予涉及。

2、目前，四川医科大学附属中医医院已取得四川省环境保护厅核发的《辐射安全许可证》(川环辐证[00232])，许可种类和范围为：使用Ⅰ类放射源和使用Ⅱ、Ⅲ类射线装置。

3、四川医科大学附属中医医院现拥有忠山住院部、城北新院、水井沟门诊部和驾驶员体检中心，其中忠山住院部被许可使用1枚钴-60Ⅰ类放射源和1台Ⅲ类射线装置、城北新院住院部被许可使用1台Ⅱ类射线装置和3台Ⅲ类射线装置、水井沟门诊部被许可使用3台Ⅲ类射线装置。根据竣工环境保护验收意见，该医院环保设施均运行正常，辐射安全防护措施及相关污染物均排放达标，满足评价标准要求，经现场踏勘，未发现有环境遗留问题。同时，经建设单位证实，四川医科大学附属中医医院开展放射性诊疗多年，目前未发生过辐射安全事故(见附件4)。医院原有放射性工作场所情况见表1-6。

表 1-6 四川医科大学附属中医医院被许可使用放射性工作场所一览表

序号	装置名称	管理类别	活动种类	工作场所名称	环评审批情况	环保验收情况
1	1 台 Fcc-8000c 型远距离治疗机	I 类放射源(活度 1.85×10 ¹⁴ Bq)	使用	忠山住院部肿瘤科放疗中心	川环建函[2008]915 号	JC08RM0077
2	1 台 X 光机	Ⅲ类射线装置	使用	忠山住院部放射影像科	川环审批[2012]114 号	川辐环验字(2012)第 RM0126 号
3	1 台 DSA	Ⅱ类射线装置	使用	城北新院住院部放射影像科		
4	1 台 CT 机	Ⅲ类射线装置	使用			
5	1 台 DR 机	Ⅲ类射线装置	使用			
6	1 台数字胃肠机	Ⅲ类射线装置	使用			
7	1 台 CT 机	Ⅲ类射线装置	使用	水井沟门诊部放射影像科		
8	1 台数字胃肠机	Ⅲ类射线装置	使用			
9	1 台 X 光机	Ⅲ类射线装置	使用			

4、四川医科大学附属中医医院 2014 年 1 月~2014 年 3 月共有辐射工作人员 44 人，其中进修学习 2 人，个人剂量计未上交 5 人（余飞、杨雪、江云东、赵立志、潘虹），实际个人剂量检测 37 人；2014 年 4 月~2014 年 6 月共有辐射工作人员 58 人（新纳入辐射工作人员 14 人），实际个人剂量检测 58 人；2014 年 7 月~2014 年 9 月共有辐射工作人员 66 人（新纳入辐射工作人员 8 人），实际个人剂量检测 66 人；2014 年 10 月~2014 年 12 月共有辐射工作人员 73 人（新纳入辐射工作人员 7 人），进修学习 1 人，实际个人剂量检测 72 人，医院关于辐射工作人员数量的情况说明见附件 7。各辐射工作人员的剂量检测结果见表 1-7，具体检测报告见附件 8。

表 1-7 医院现有辐射工作人员 2014 年个人剂量监测结果

姓名	性别	职业类别	2014 年个人剂量计检测结果 (mSv)				年有效剂量
			第一季度	第二季度	第三季度	第四季度	
张燕	女	诊断放射学	/	0.07	0.01	1.63	1.71
陈刚	男	X 射线诊断	0.08	0.01	0.09	0.11	0.29
刘清文	女	诊断放射学	0.14	0.13	0.10	0.15	0.52
伍谨林	男	诊断放射学	0.01	0.01	0.10	0.07	0.19

温婷	女	诊断放射学	0.07	0.13	0.55	0.16	0.91
代平	女	诊断放射学	/	1.01	0.12	0.11	1.24
徐燕能	男	诊断放射学	0.14	0.19	0.12	0.20	0.65
郑波	男	诊断放射学	/	3.27	0.11	0.11	3.49
张艳艳	女	诊断放射学	0.09	0.08	0.11	/	0.28
宋震宇	男	诊断放射学	0.06	0.04	0.05	/	0.15
郭锐	男	诊断放射学	0.10	0.15	0.12	0.13	0.50
潘霞	女	诊断放射学	0.01	0.05	0.01	0.05	0.12
杨怀	男	诊断放射学	0.10	0.09	0.12	0.12	0.43
斯光晏	男	放射治疗	0.01	0.18	0.14	0.17	0.50
罗传斌	男	放射治疗	/	0.87	0.01	0.08	0.96
张向琼	女	放射治疗	0.12	0.25	0.12	0.13	0.62
闵大军	男	放射治疗	/	0.51	0.12	0.17	0.80
夏泽民	男	诊断放射学	0.09	0.15	0.01	0.16	0.41
欧光乾	男	诊断放射学	/	0.94	0.14	0.07	1.15
黄涛	女	诊断放射学	/	/	0.10	0.09	0.19
胡华	女	诊断放射学	0.06	0.09	0.05	0.11	0.31
李睿	男	诊断放射学	0.05	0.10	0.10	0.10	0.35
杨琴	女	诊断放射学	0.11	0.01	0.13	0.11	0.36
梁卡丽	女	诊断放射学	0.01	0.12	0.10	0.09	0.32
许东	男	诊断放射学	0.04	0.11	0.02	0.10	0.27
揭平平	男	诊断放射学	0.05	0.09	0.09	/	0.23
杨彬	男	诊断放射学	0.08	0.12	0.13	0.12	0.45
刘志敏	男	诊断放射学	/	0.99	0.05	0.12	1.16
先蓉	女	放射治疗	0.12	0.14	0.13	0.13	0.52
张艳丽	女	诊断放射学	0.01	0.16	0.11	0.14	0.42
刘姝兰	女	诊断放射学	/	0.12	0.08	/	0.20
殷际平	男	放射治疗	0.12	0.14	0.12	0.21	0.59
朱新华	男	诊断放射学	0.15	0.18	0.12	0.13	0.58
刘勇	女	诊断放射学	0.08	0.06	0.05	/	0.19
袁兴群	女	诊断放射学	0.07	0.13	0.09	0.09	0.38
黄冰峰	男	诊断放射学	0.07	0.06	0.07	/	0.20
余飞	男	诊断放射学	1.44		0.10	0.18	1.72
黄英	女	放射治疗	/	0.95	0.01	0.16	1.12
杨雪	女	放射治疗	2.61		0.45	0.25	3.31
江云东	男	放射治疗	2.85		/	0.13	2.98
赵立志		放射治疗	2.31		0.44	/	2.75
潘虹	男	放射治疗	1.99		0.44	0.47	2.90
何其舟	男	诊断放射学	0.01	0.12	0.09	0.12	0.34
霍然	女	诊断放射学	0.06	0.13	0.12	0.15	0.46
陈秋虹	女	诊断放射学	0.06	0.07	0.06	/	0.19
李刚	男	介入放射学	0.07	0.11	0.12	0.15	0.45
王莉	女	介入放射学	0.11	0.29	0.16	0.16	0.72
王雪	女	诊断放射学	/	0.97	0.10	/	1.07
张杰	女	诊断放射学	/	0.94	0.09	0.16	1.19
王洋	男	诊断放射学	0.09	0.11	0.10	0.14	0.44
敬婷	女	诊断放射学	0.08	0.17	0.30	0.19	0.74
王思凯	男	放射治疗	0.35	0.15	0.08	0.12	0.70
任藺	女	放射治疗	0.06	0.15	0.05	0.15	0.41
张雪	女	放射治疗	0.06	0.12	0.06	0.15	0.39
刘栩婷	女	诊断放射学	/	0.12	0.12	0.12	0.36

詹宇可	女	诊断放射学	/	0.15	0.08	0.14	0.37
付亚军	男	诊断放射学	/	0.15	0.11	0.16	0.42
谢春玲	女	诊断放射学	/	0.18	0.12	0.01	0.31
宋杨	女	诊断放射学	/	1.13	0.09	0.12	1.34
王华	女	诊断放射学	/	/	1.30	0.11	1.41
唐兴星	女	诊断放射学	/	/	0.08	0.17	0.25
王欧成	男	诊断放射学	/	/	0.09	0.15	0.24
游磊	男	诊断放射学	/	/	0.07	0.16	0.23
左小波	男	放射治疗	/	/	/	0.10	0.10
罗钢	男	放射治疗	/	/	/	0.34	0.34
何明阳	男	放射治疗	/	/	/	0.15	0.15
何清位	男	放射治疗	/	/	/	0.09	0.09
胡滨	男	放射治疗	/	/	/	0.12	0.12
韩聪	男	放射治疗	/	/	/	0.13	0.13
胡昕	男	放射治疗	/	/	/	0.12	0.12
郑华斌	男	放射治疗	/	/	/	0.10	0.10
谢明忠	男	放射治疗	/	/	/	0.03	0.03
姜铎财	男	放射治疗	/	/	/	0.11	0.11
李东东	男	放射治疗	/	/	/	0.14	0.14
龙海波	男	放射治疗	/	/	/	0.06	0.06
欧阳永亮	男	放射治疗	/	/	/	0.12	0.12
罗建明	男	放射治疗	/	/	/	0.08	0.08
马意	男	放射治疗	/	/	/	0.09	0.09
廖大忠	男	诊断放射学	/	/	/	0.77	0.77
黄进	男	诊断放射学	/	/	/	0.11	0.11
鲁光洪	男	诊断放射学	/	/	/	0.11	0.11
何蛟	男	诊断放射学	/	/	0.11	0.18	0.29

注：表中“/”表示期间未从事放射性工作。

由表 1-7 可知，四川医科大学附属中医医院原有辐射工作人员 2014 年度个人剂量计监测结果在 0.03~3.49mSv 之间，没有个人剂量超标情况，满足职业人员年剂量 6mSv 的约束限值，符合国家规定的要求。

5、四川医科大学附属中医医院 2015 年共有辐射工作人员 71 人，均参加了四川省环境保护厅辐射安全与防护培训班学习和考核，培训合格，见附件 6。

环评要求：建设单位如新增辐射工作人员，建设单位需积极与地方环保局或环保厅进行沟通，积极组织人员参加各项辐射安全培训，并严格落实《辐射工作人员培训制度》。

6、本项目各射线装置机房均为新建，机房位置处未从事过放射性

及其他污染性活动，不存在原有污染和环境遗留问题。

7、四川医科大学附属中医医院编制了《放射性同位素与射线装置安全和防护状况 2014 年度评估报告》（附件 9），该年度评估报告包括：辐射安全许可证复印件，事业单位法人证书复印件，法定代表人（主要负责人）身份证复印件，联系方式，放射性同位素和射线装置、辐射工作人员情况汇总，基本情况（放射性同位素与射线装置台帐），辐射安全和防护设施的运行与维护情况，辐射安全和防护制度及措施的建立和落实情况，辐射工作人员培训情况，辐射工作人员个人剂量监测情况，辐射工作人员职业健康检查情况，辐射安全检查情况，辐射安全和防护状况年度评估报告编写小组成员。该评估报告基本可以满足要求，但还存在以下问题：

①医院委托有监测资质单位进行了年度例行监测，应将监测报告附录在年度评估报告中；

②缺少辐射事故及应急响应情况；

③应加强辐射工作人员个人剂量计定期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定期送检，没有送检要说明原因，检测结果明显偏高要说明偏高原因；保证每名辐射工作人员定期进行职业健康检查，没有检查要说明原因。

8、根据医院 2014 年度例行监测报告（四川省创晖德盛环境检测有限公司 14JC-0063），各辐射工作场所的职业工作人员和周围的公众所受到的附加有效剂量均低于评价标准职业人员 6mSv/a 和公众 0.3mSv/a 的剂量约束限值。

建设项目所在地自然环境社会环境简况

自然环境简况（地形、地貌、地质、气候、气象、水文、植被、生物多样性等）：

1、地理位置

泸州市为四川省省辖市，位于四川省东南川滇黔渝结合部。地理坐标北纬 27°39′~29°20′、东经 105°08′41″~106°28′，东西宽 121.64km，南北长 181.84km，面积 12236.2km²。距省会成都市 267km。东邻重庆市、贵州省，南界贵州省、云南省，西连宜宾市、自贡市，北接重庆市、内江市。

四川医科大学附属中医医院城北新院位于泸州市龙马潭区春晖路 16 号，本项目位于医院城北新院二期综合楼内，具体地理位置见附图 1。

2、地形地貌

泸州地处四川盆地南缘与云贵高原的过渡地带，地势北低南高。北部为河谷、低中丘陵，平坝连片，为鱼米之乡。南部连接云贵高原、属大娄山北麓，为低山，河流深切，河谷陡峭，森林矿产资源丰富。海拔高度 240m~520m。

3、气候气象

泸州气候温和，四季分明。北部为准亚热带季风湿润气候；南部山区气候有中亚热带、北亚热带、南温带和北温带气候之分，具有山区立体气候的特点。年平均气温 17.1℃~18.5℃，年平均降雨量 748.4mm~1184.2mm，日照 1200 小时~1400 小时，无霜期 300 天~358 天。

4、自然资源

泸州土地肥饶，物产富庶。具有春荣、夏艳、秋实、冬秀的江南特色。长江自西向东横贯泸州境内，沱江、永宁河、赤水河、濑溪河、龙溪河等交汇。境内长江航道 136km，入境水量 2420.8 亿 m³，出境水量 2691 亿 m³。

本项目评价范围内没有珍稀濒危及需要重点保护的野生动植物。

社会环境简况(社会经济结构、教育、文化、文物保护等):

1、人口及行政区划

泸州市辖江阳区、纳溪区、龙马潭区、泸县、合江县、叙永县、古蔺县，36 个乡、92 个镇、14 个街道办事处。2013 年年末公安户籍登记总人口 508.42 万人，年末常住人口 424.58 万人（在市居住半年以上），其中城镇常住人口 183.8 万人，乡村常住人口 240.78 万人。

2、经济概况

2014 年全市实现地区生产总值（GDP）1259.7 亿元，按可比价格计算，比上年增长 11.0%，增速比全省平均水平高 2.5 个百分点。其中，第一产业增加值 162.3 亿元，比上年增长 4.2%；第二产业增加值 759.2 亿元，增长 12.2%；第三产业增加值 338.2 亿元，增长 10.9%。三次产业结构由上年同期的 13.6：60.0：26.4 调整为 12.9：60.3：26.8，其中服务业占 GDP 的比重同比提高 0.4 个百分点。

本项目评价范围内没有需要特殊保护的文物古迹及自然保护区、风景名胜區、饮用水源保护区等生态敏感区。

环境质量状况

建设项目所在区域环境质量现状及主要环境问题(环境空气、地面水、地下水、声环境、生态环境等):

本项目涉及使用 II、III 类射线装置,在运营期对环境空气、水环境质量基本无影响。因此,本次评价没有对区域环境空气质量、水环境质量现状进行监测评价,重点对评价区域开展了电离辐射现状监测评价。

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机房所在位置的辐射环境进行了监测,监测布点见附图 4,监测结果见表 3-2。

1、监测方法与标准

- (1)《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001);
- (2)《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993);
- (3)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)

2、监测时间

2015 年 7 月 2 日

3、监测外环境条件

天气状况为阴,气温 24~26℃,湿度 78~79%。

4、监测仪器

表 3-1 监测仪器一览表

仪器名称	编号	检定单位	有效日期 (年/月/日)	检出限
便携式 X- γ 辐射仪 (BH3103B)	97	四川省核工业辐射测试防护设备计量检定 站	2015/3/11~ 2016/3/10	1×10^{-8} Gy/h

5、监测结果

监测结果见表 3-2。

表 3-2 本项目 X- γ 空气吸收剂量率监测结果

测量点号	测量点位置	X- γ 吸收剂量率 ($\times 10^{-8}$ Gy/h)	标准差	备注
1	二期综合楼附楼-2F 直线加速器控制室	11.7	0.26	/
2	二期综合楼附楼-1F 定位 CT 控制廊	12.6	0.23	/
3	二期综合楼附楼 3F 候诊厅	9.6	0.20	/
4	二期综合楼附楼 4F CT 控制室	10.5	0.16	/
5	二期综合楼附楼 5F DSA 机房外走廊	10.7	0.18	/
6	二期综合楼主楼 1F DR 控制室	9.9	0.21	/
7	医院户外本底	10.6~11.3	0.27	/

注：本底平均值为 11.1×10^{-8} Gy/h。

由表 3-2 可以看出，本项目各机房所在地室内本底空气吸收剂量率为 $9.6 \times 10^{-8} \sim 12.6 \times 10^{-8}$ Gy/h，属于四川省建筑物内天然放射性水平（四川省建筑物内天然放射性水平为 $50.7 \sim 129.4$ nGy/h）；医院城北新院户外本底空气吸收剂量率为 $10.6 \times 10^{-8} \sim 11.3 \times 10^{-8}$ Gy/h，属于四川省户外天然放射性水平。

主要环境保护目标（列出名单及保护级别）

1、评价范围

根据《辐射环境保护管理导则》（HJ/T10.0-1995）中有关规定，结合本项目特点，将各射线装置的评价范围定为：

电子直线加速器：以加速器机房为中心，取 50m 的半径范围为评价区域；

其他射线装置：以各射线装置机房为中心，取 20m 的半径范围为评价区域。

2、二期综合楼周围环境现状

医院城北新院呈不规则多边形分布，二期综合楼建于城北新院的西北部。二期综合楼北侧紧邻枫林路，枫林路对面35m为泸州大剧院和北城天娇小区；西北侧75m为锦绣山水小区、西侧30m为锦华十年城小区；南侧为春晖路，路对面180m为香林轩小区；东侧90m为万宝园小区和枫林小区。在医院内部二期综合楼的东南侧依次为住院医技大楼、门诊大楼；东侧为预留建筑空地。二期综合楼的外环境关系见附图2。

3、各射线装置周围环境概况

加速器机房位于二期综合楼附楼-2层，机房的北侧和西侧为预留放射性机房，机房的东侧接规划的三期地下室，机房的南侧无建筑；DSA机房位于二期综合楼附楼5层，3间DSA机房集中布设在整个楼层的东侧，西侧为医生办公室和患者准备室；二期综合楼附楼4层的2间CT机房布设在整个楼层的北侧，南侧为候诊厅、准备室、值班室等；二期综合楼附楼-1层的定位CT机房位于西北侧，周围为办公室、准备室和候诊区等；二期综合楼附楼3层整层布设有4间DR机房和操作室；二期综合楼主楼1层的2间DR机房布设于整个楼层的西南角，机房东侧为肺功能检查室，北侧为候诊区。

4、主要环境保护目标

根据二期综合楼周围的外环境关系、各射线装置机房的平面布局及外环境关系，确定本项目主要环境保护目标为各机房辐射工作人员以及机房附近的其他工作人员、候诊区公众等。

表 3-3 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	加速器机房 工作人员	8 人	1#和 2#加速器 机房之间	二期综合楼附楼-2 层加速器机房控制 室	7m
		DSA 机房工 作人员	8 人	DSA 机房内	二期综合楼附楼 5 层 DSA 机房内	0.3m
			2 人	1#和 2#机房之 间、3#机房东侧	二期综合楼附楼 5 层 DSA 操作室内	3.5m
		CT 机房工作 人员	2 人	机房东侧	二期综合楼附楼-1 层定位 CT 机房控 制室	4.2m
			4 人	1#和 2#机房之 间	二期综合楼附楼 4 层 CT 机房控制室	3.2m
		DR 机房工 作人员	8 人	1#和 2#机房之 间、3#和 4#机 房之间	二期综合楼附楼 3 层 DR 机房操作间	2.5m
			4 人	1#和 2#机房之 间	二期综合楼主楼 1 层 DR 控制室内	2.1m
	公 众	加速器机房 附近公众	流动人群	加速器机房西 侧	候诊厅	13m
		DSA 机房附 近公众	流动人群	DSA 机房西侧	患者准备室	5.5m
			约 10 人	DSA 机房楼上	其他办公室	4.0m
		CT 机房附近 公众	流动人群	附楼 4 层机房 南侧、附楼 -1 层机房东南侧	候诊厅	6.0m
			约 5 人	机房周围	其他办公室	4.0m
		DR 机房附 近公众	流动人群	附楼 3 层 1#、 2#机房南侧、主 楼 1 层机房北 侧	候诊厅	3.5m
			约 20 人	机房周围	其他办公室	4.0m

评价适用标准

<p>根据泸州市环境保护局《关于四川医科大学附属中医医院城北新院二期综合楼新增 II、III 类射线装置应用项目环境影响评价应执行环境保护标准的函》(泸市环建函[2015] 63 号), 本项目应执行的环境保护标准如下。</p>	
环境 质 量 标 准	<p>1、环境空气质量</p> <p>执行国家《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准。</p> <p>2、地表水环境质量</p> <p>执行国家《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中 III 类标准。</p> <p>3、声环境质量</p> <p>执行国家《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 2 类标准。</p>
污 染 物 排 放 标 准	<p>1、废气</p> <p>执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297 - 1996) 二级标准。</p> <p>2、废水</p> <p>执行《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 中预处理标准。</p> <p>3、噪声</p> <p>施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 标准; 营运期噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中的 2 类标准。</p>

剂量约束	<p>(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3/10执行，即6mSv/a。</p> <p>(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3/10执行，即0.3mSv/a。</p>
总量控制指标	<p>根据本项目的具体情况，本项目不涉及总量控制指标。</p>

建设项目工程分析

一、工艺流程简述（图示）：

（一）建设施工期

1、土建、装修施工的污染分析

本项目各射线装置机房施工期的非放射性环境影响已在“四川医科大学附属中医医院城北新院二期综合楼工程建设项目环境影响报告书”中进行了考虑，本次环评不予涉及。

2、设备安装调试期间的污染分析

本项目各射线装置的安装调试阶段，会产生 X 射线，造成一定的辐射影响。设备安装完成后，会有少量的废包装材料产生。

（二）营运期工艺流程及污染分析

1、医用电子直线加速器

（1）工作原理

加速器是产生高能电子束的装置，为远距离放射性治疗机。当高能电子束与靶物质相互作用时产生韧致辐射，即 X 射线，因此，医用电子直线加速器可利用 X 线束对患者病灶进行照射，杀伤肿瘤细胞。医用电子直线加速器可根据所诊疗癌症类型及其在体中的位置、患者的身体状况和各次给予剂量之间的时间间隔，以最佳输出能量对人体肿瘤进行照射诊疗。

（2）设备组成

医用电子直线加速器通常是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，它的结构单元为：加速管、微波系统、调制器、束流传输系统及

准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。电子枪产生的电子由行波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。典型的电子直线加速器的结构见图 5-1。

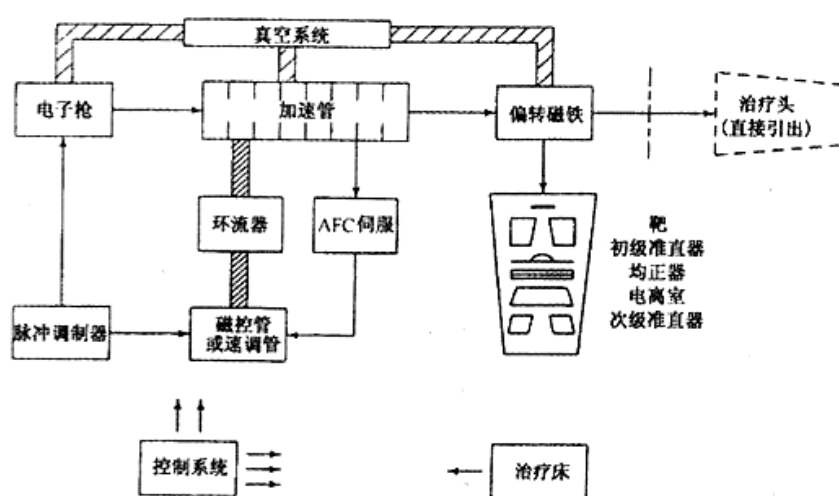


图 5-1 典型电子直线加速器内部结构图

（3）操作流程

①进行定位。先对病变部位进行详细检查，然后确定照射的方向、角度和视野大小，拍片定位。

②制订治疗计划。根据患者所患疾病的性质、部位和大小确定照射剂量和照射时间。

③固定患者体位。在利用加速器进行治疗时需对患者进行定位、标记、调整照射角度及射野。

④开机治疗。

（4）污染因子

本项目加速器治疗时主要污染因子为 X 射线，X 射线是随机器的开关而产生和消失的；此外，X 射线与空气中的氧气发生作用会产生少量臭氧。由于本项目加速器使用的 X 射线能量最大为 6MV，所以不会产生光中子和感生放射性。

使用加速器的治疗过程及其产污环节见图 5-2。

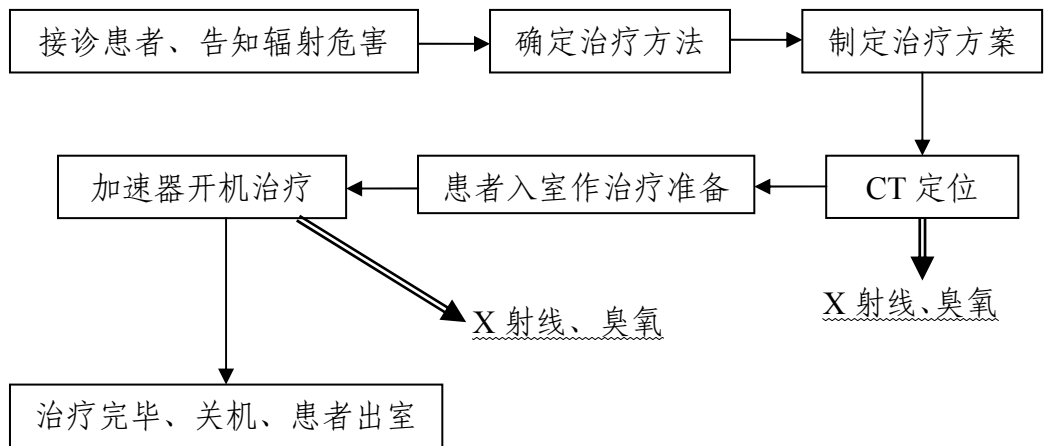


图 5-2 加速器治疗过程与产污环节简图

2、DSA

(1) 工作原理

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数值相减，消除相同的信号，得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；节省胶片使造影价格低

于常规造影。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

（2）设备组成

DSA 主要组成部分：带有影像增强器电视系统的 X 射线诊断机、高压注射器、电子计算机图象处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机、多幅照相机。

（3）操作流程

诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在 X 线透视下将导管送达静脉，顺序取血测定静、动脉，并留 X 线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

①操作方式

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

A、第一种情况，操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在控制室内对病人进行曝光），医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

B、第二种情况，医生需进行手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅屏风后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

②本项目 DSA 服务范围

根据院方提供资料，本项目 DSA 进行介入治疗所涉及科室主要为心

内科和介入科，主要用于手术期间提供患者的透视和点片图像。

(4) 污染因子

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，出束方向朝下。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 诊治流程及产污环节如图 5-3 所示：

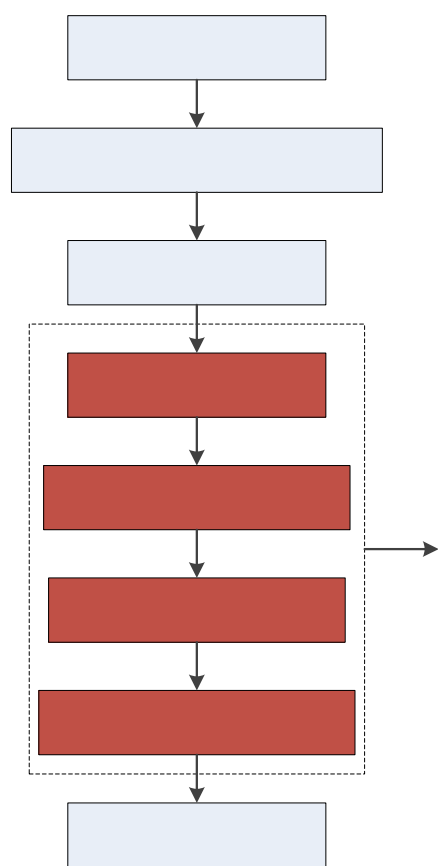


图 5-3 DSA 治疗流程及产污环节示意图

3、CT 和 DRⅢ类射线装置

(1) 工作原理

X 射线装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由灯丝、空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中。当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。高电压加在 X 射线管的两极之间，病人进入机房、摆位

使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高速电子轰击靶体产生 X 射线。

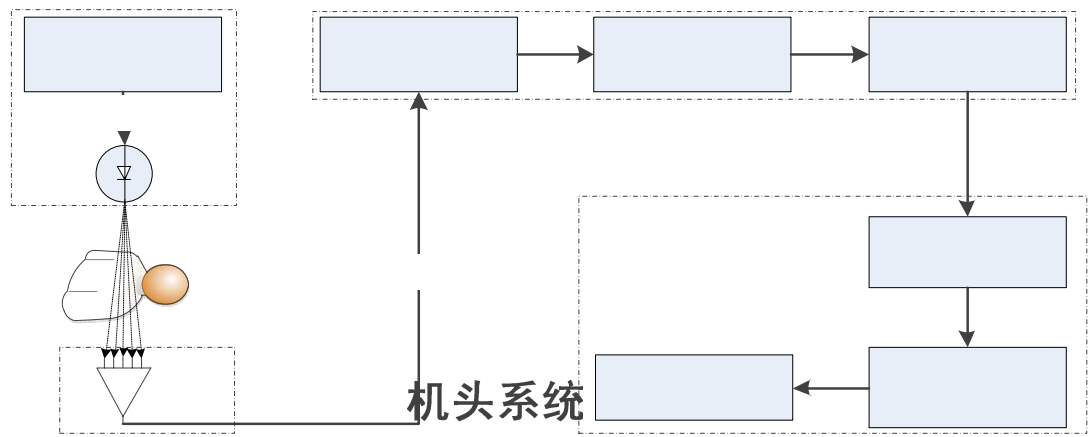


图 5-1 高压发生装置基本原理图

数/模转换器

(2) 设备组成

X球管

X 射线装置的主要设备组成为：X 射线球管、高频逆变高压发生器、影像增强器、数据图像处理器、床体系统等。

(3) 操作流程

CT 机主要操作流程为：确定患者体层摄影的体位，扫描定位，投照摆位，屏气曝光。扫描过程中，X 线球管连续地发射 X 线，扫描床持续同步前移，实现无间断容积数据采集。

探测器

DR 主要操作流程为：依据 X 线检查单，核对摄影部位，确定投照条件，患者摆位屏气，曝光。

床体系统

(4) 污染因子

本项目使用的 X 射线装置在非工作状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。由于射线能量较低，故不必考虑感生放射性问题。因此，在开机期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

其诊断过程及其产污环节，见图 5-5。

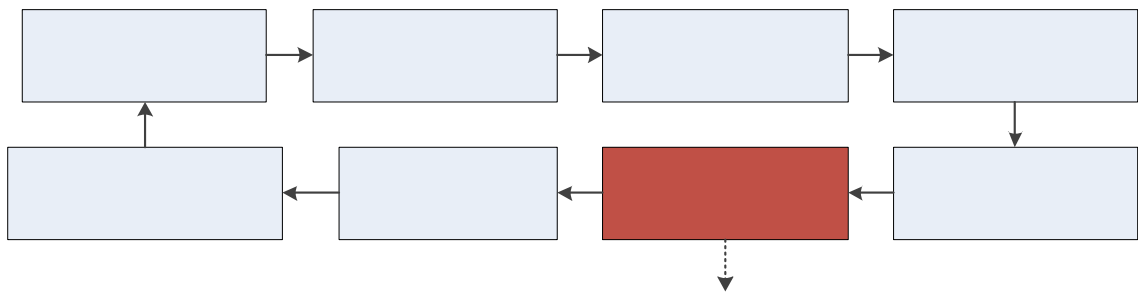


图 5-5 医用 X 射线装置诊断过程与产污环节简图

二、污染防治措施

（一）辐射安全及防护措施

本项目射线装置主要辐射为 X 射线，对 X 射线的基本防护原则是减少照射时间、远离射线源以及必要的屏蔽。本项目对 X 射线外照射的防护措施主要有以下几方面。

1、设备固有安全性

（1）电子直线加速器

A、加速器只有在通电开机时才有电子线、X 射线等产生，断电停机即停止出束；通过多叶准直器定向出束，其他方向的射线被自带屏蔽材料所屏蔽。

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

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

D、控制台上设有蜂鸣器，在加速器工作时发出声音以警示人员防止

误入。

E、剂量控制联锁：安装有两套独立的剂量监测系统，每套皆可单独终止照射，当任意一道吸收剂量达到预选值时，照射才能进行。

F、控制台上配置有独立于其它任何控制辐照终止系统的辐照控制计时器，当辐照终止后能保留计时器读数，计时器复零，才能启动下次辐照。

G、有控制超剂量的联锁装置，当剂量超过预选值时，可自动终止照射。

H、有剂量分布监测装置与辐照终止系统联锁，当剂量分布偏差超过预选值时，可自动终止辐照。

I、有全部安全联锁设施的检查装置，能保证所有安全联锁系统保持良好的运行状态。

J、有时间控制联锁，当预选照射时间已定时，定时器能独立地使照射停止。

K、治疗床旁、加速器主机上安装紧急止动按钮。

除此之外，环评要求还需落实如下措施：

A、门机安全联锁装置：加速器与屏蔽门之间设置连锁装置，屏蔽门关闭后设备才能正常开机，门被打开时设备会自动关机。

B、紧急止动装置：除了治疗床旁和加速器主机上安装紧急止动按钮外，机房内墙合适位置上应安装紧急停机开关（请勿将紧急开关安装在主射束区域内），以使机房内的人员按动紧急停机开关就能令加速器停机。

C、电视监控、对讲装置：治疗室和控制室之间安装有电视监控、对讲装置，控制室能通过电视监视治疗室内患者治疗的情况，并通过对讲机与室内人员联系，以便医师在操作时观测患者在治疗室的状况，及时处理意外情况。

D、工作状态显示：加速器机房防护门外顶部设置工作状态指示灯。加速器处于出束状态时，指示等为红色，以警示人员注意安全；当加速器处于非出束状态，指示灯为绿色。

E、警告标志和警示装置：加速器机房屏蔽门上设置明显的电离辐射警告标志。在加速器机房墙上安装固定式剂量报警装置（带剂量显示功能），探头安装在机房迷道内墙上（靠近防护门），只要迷道内的剂量超过预设的剂量阈值，就会报警提示人员不能进入机房，以防人员误入。

从加速器固有安全性可以看出，加速器在防止事故发生方面，设有相应措施。只要操作人员按照加速器说明书要求严格执行，可减少或避免辐射事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

（2）DSA

本项目 DSA 拟购买于正规厂家，设备各项安全措施齐备，仪器本身采取了多种安全防护措施：

A、采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

B、采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置

合适铝过滤板,以消除软 X 射线以及减少二次散射,优化有用 X 射线谱。设备提供适应 DSA 不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。

C、采用脉冲透视技术:在透视图像数字化基础上实现脉冲透视(如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择),改善图像清晰度;并能明显地减少透视剂量。

D、采用图像冻结技术:每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示(即称之为图像冻结),利用此方法可以明显缩短总透视时间,以减少不必要的照射。

E、配备有相应的表征剂量的指示装置,当曝光室内出现超剂量照射时会出现报警。

F、正常情况下,必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时,才能由"启动"键启动照射;同时在操作台和床体上均设置有“紧急止动”按钮一旦发现异常情况,工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

G、机房门应有闭门装置,且工作状态指示灯与机房门联锁。

(3) CT 和 DR

本项目 CT 和 DR 均拟购买于正规厂家,设备各项安全措施齐备,仪器本身采取了多种安全防护措施:

A、具有安全设备,当设备出现错误或故障时,能中断照射,并有相应故障显示。

B、正常情况下,必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时,才能由"启动"键启动照射。

C、在操作台上设置有“紧急止动”按钮一旦发现异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

D、机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯与机房门联锁。

综上所述，本项目加速器、DSA、CT 和 DR 各射线装置固有安全性良好。

2、屏蔽防护

本项目各射线装置机房由有相应资质单位进行设计和施工，各机房屏蔽结构叙述如下。

（1）电子直线加速器机房

本项目拟在二期综合楼附楼-2 层建设 2 间直线加速器机房，2 间加速器机房的结构相似，屏蔽体厚度设计一致，机房墙体、迷道和屋顶均采用混凝土浇筑。其中北面和南面主射墙体：主屏蔽体厚 2.5m、次屏蔽体厚 1.3m；东面次射墙体：次屏蔽体厚 1.3m；西面为 9.7m 长 L 型迷道，迷道内屏蔽体厚 1.2m，迷道外屏蔽体厚 0.8m；屋顶：主屏蔽体厚 2.5m、次屏蔽体厚 1.3m；加速器机房下方无楼层，地面不考虑防护；机房门采用电动平移式门，采用 10mm 厚铅当量的铅板。

加速器机房电缆沟采用地下 U 型穿越墙体，通排风管道采用 S 型穿越墙体。另外，为防止辐射泄漏，环评要求防护门与墙的重叠宽度至少为空隙的 10 倍，门的底部与地面之间的重叠宽度至少为空隙的 10 倍。

（2）其他射线装置机房

位于二期综合楼附楼内的 3 间 DSA 机房、3 间 CT 机房、4 间 DR 机房的屏蔽体厚度设计一致。四面墙体均为 37cm 厚的实心砖墙，并加

2cm 厚的硫酸钡砂浆；屋顶和地面均为 12cm 厚的混凝土，并加 2cm 厚的硫酸钡砂浆；观察窗的铅当量厚度为 3mm；防护门的铅当量厚度为 3mm。

位于二期综合楼主楼内的 2 间 DR 机房的屏蔽体厚度设计一致。四面墙体均为 20cm 厚的实心砖墙，并加 2mm 厚的铅板；屋顶和地面均为 10cm 厚的混凝土，并加 2mm 厚的铅板；观察窗的铅当量厚度为 3mm；防护门的铅当量厚度为 3mm。

另外，环评要求本项目 DSA 机房内应配置铅衣、铅面罩、铅围脖、铅眼镜等并在 DSA 床体旁配置铅防护吊屏和床下铅围裙各一套。这些屏蔽体应至少具有 1mm 厚的铅当量。

本项目各机房的屏蔽状况见表 5-1。

表 5-1 各机房屏蔽状况

序号	机房	墙体	屋顶（地面）	迷道	防护门	观察窗
1	6MV 加速器机房（2 间）（附楼）	主射墙体： 2.5m 厚混凝土 次射墙体： 1.3m 厚混凝土	主射部分： 2.5m 厚混凝土 次射部分： 1.3m 厚混凝土	为 9.7m 长 L 型迷道，迷道内墙体混凝土厚 1.2m，迷道外墙体混凝土厚 1.1m	10mm 厚铅当量	无
2	DSA 机房（3 间）（附楼）	四面墙体均为 37cm 厚的实心砖墙，并加 2cm 厚的硫酸钡砂浆	屋顶和地面均为 12cm 厚的混凝土，并加 2cm 厚的硫酸钡砂浆	无	3mm 厚铅当量	3mm 厚铅当量
环评要求 DSA 机房内应配置铅衣、铅面罩、铅围脖、铅眼镜并在 DSA 床体旁配置铅防护吊屏和床下铅围裙各一套。这些屏蔽体应至少具有 1mm 厚的铅当量。						
3	CT 机房（3 间）（附楼）	四面墙体均为 37cm 厚的实心砖墙，并加 2cm 厚的硫酸钡砂浆	屋顶和地面均为 12cm 厚的混凝土，并加 2cm 厚的硫酸钡砂浆	无	3mm 厚铅当量	3mm 厚铅当量
4	DR 机房（4 间）（附楼）	四面墙体均为 37cm 厚的实心砖墙，并加 2cm	屋顶和地面均为 12cm 厚的混凝土，并加 2cm	无	3mm 厚铅当量	3mm 厚铅当量

		厚的硫酸钡砂浆	厚的硫酸钡砂浆			
5	DR 机房 (2 间) (主楼)	四面墙体均为 20cm 厚的实心砖墙, 并加 2mm 厚的铅板	屋顶和地面均为 10cm 厚的混凝土, 并加 2mm 厚的铅板	无	3mm 厚铅当量	3mm 厚铅当量

3、源项控制

本项目使用的直线加速器有用线束内杂散辐射和泄漏辐射不会超过《医用电子加速器卫生防护标准》(GBZ126-2002)规定的限值, DSA、CT 机、DR 机等射线装置泄漏辐射不会超过《医用 X 射线治疗卫生防护标准》(GBZ131-2002)规定的限值。且每台 X 射线装置均装有可调限束装置, 使装置发射的线束宽度尽量减小, 以减少泄漏辐射。

4、距离防护

各射线装置机房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。

5、时间防护

在满足诊断要求的前提下, 在每次使用射线装置进行诊断之前, 根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案, 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。

(二) 废气治理措施

1、电子直线加速器机房

本项目每间加速器机房在主体工程修建时已预留风管洞, 风管洞尺寸为 600mm×300mm, 洞顶标高机房内为 4.0m, 风管洞穿墙部分采用 S

型穿越，机房的通风结构图见附图 6。各加速器机房设有排风系统，采用机械排风、进风。为了减少废气对人员产生的影响，环评要求每个加速器机房的通风量不低于 3000m³/h，排风口应朝向无人区并要求是在楼顶以上排放。

2、DSA 机房、CT 机房和 DR 机房

本项目 DSA 机房、CT 机房和 DR 机房采用中央空调系统进行通风换气，进出风口位于屋顶上方，排风口应朝向无人区并要求是在楼顶以上排放。

（三）固体废物处理措施

本项目加速器冷却系统采用蒸馏水，内循环使用不外排，不会产生废水。本项目所有射线装置均采用先进的数字显影技术，诊疗和诊断过程中不使用显影液、定影液和胶片，不会产生废显影液、废定影液、废胶片。

（四）噪声

本项目噪声主要来源于通排风系统的风机，各机房所使用的通排风系统均为低噪声节能排风机和低噪声节能空气处理机，其噪声值一般低于 60dB(A)，噪声较小，无需采用专门的降噪措施。

三、各放射性工作场所安防措施

为确保本项目所使用的 II 类、III 类射线装置的安全，本项采取的安全保卫措施见表 5-2。

表 5-2 射线装置工作场所“六防”措施一览表

工作场所	措施类别	对应措施
II、III类射线装置工作场所	防火	本项目各射线装置机房所在建筑内均设有灭火器、消防栓。
	防水	射线装置工作场所大楼均作了较好的防渗处理,大楼外设置了排水系统、大楼入口处设置了截水、防水和排水系统。环评要求:各机房不得存放其他与项目无关的物品。
	防盗、防抢和防破坏	① II、III类射线装置机房及附属设施纳入医院日常安保巡逻工作范围,并划为重点区域,加强巡视管理,以防遭到破坏; ② 工作场所应设置监控摄像头实行 24h 实时监控; ③ 安排有专人进行管理和维护,并进行台账记录,一旦发生盗抢事件,立即关闭设备和防护门,并立即向公安机关报案; ④ 机房和邻近房间不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品等物品。
	防泄漏	① 本项目所使用的各射线装置购置于正规厂家,出厂时加速器的杂散辐射和泄漏辐射不会超过《医用电子加速器卫生防护标准》(GBZ126-2002)规定的限值,DSA、CT 机、DR 机等射线装置泄漏辐射不会超过《医用 X 射线治疗卫生防护标准》(GBZ131-2002)规定的限值; ② 本项目各机房均已按照有关规范要求进行了辐射防护设计,只要按照设计和环评要求进行落实,各机房是不存在辐射泄漏的情况,各机房具体屏蔽情况见表 5-1; ③ 直线加速器机房内还应安装固定式剂量报警装置。

四、环保投资估算

本项目环保投资估算见表 5-3。

表 5-3 辐射防护设施(措施)及投资估算一览表

项目	设施(措施)	金额(万元)
6MV 加速器机房(2 间)(附楼)	辐射屏蔽措施	2 间加速器机房:包括四周墙体、迷道和屋顶
	防护门 2 套	已计入主体工程投资
	安全装置	4.0 万×2 套
	门机联锁 2 套	0.5 万×2 套
	门灯联锁 2 套	0.5 万×2 套
	机房内紧急止动装置 2 套	0.8 万×2 套
	治疗床旁和加速器主机上紧急止动按钮 2 套	0.3 万×2 套
	电视监控和对讲装置 2 套	0.7 万×2 套
	监测仪器及警示装置	0.05 万×2 套
	警示标牌和工作警灯 2 套	0.5 万×2 套
	固定式剂量报警装置(带剂量显示功能)2 台	0.2 万×8 个
	个人剂量计 8 个	0.5 万×2 台
个人防护用品	个人剂量报警仪 2 台	0.8 万×2 套
	铅衣、铅围裙、三角巾等 2 套	0.8 万×2 套
通排风系统	机械通排风系统 2 套	1.5 万×2 套

DSA 机房 (3 间) (附楼)	辐射屏蔽措施	3 间 DSA 机房：包括四周墙体和屋顶	已计入主体工程投资
		铅防护门 9 套（每间机房 3 套）	1.2 万×9 套
		铅玻璃观察窗 3 套	0.3 万×3 套
		硫酸钡砂浆涂层	0.1 万×3 间
	安全装置	操作台和床体上“紧急止动”装置 3 套	0.3 万×3 套
		对讲装置 3 套	0.01 万×3 套
		门灯联锁装置	0.05 万×3 套
	监测仪器及警示装置	个人剂量报警仪 3 台	0.5 万×3 台
		个人剂量计 15 个	0.2 万×15 个
		警示标牌和工作警灯 3 套	0.05 万×3 套
	个人防护用品	铅衣、铅面罩、铅围脖、铅眼镜等 3 套	0.5 万×3 套
		铅防护吊屏和床下铅围裙等 3 套	0.3 万×3 套
	通排风系统	通排风系统 3 套	0.6 万×3 套
CT 机房 (3 间) (附楼)	辐射屏蔽措施	3 间 CT 机房：包括四周墙体和屋顶	已计入主体工程投资
		铅防护门 8 套（4 楼 CT 机房每间 3 套、-1 楼 CT 机房 2 套）	1.2 万×8 套
		铅玻璃观察窗 3 套	0.3 万×3 套
		硫酸钡砂浆涂层	0.1 万×3 间
	安全装置	操作台上“紧急止动”装置 3 套	0.1 万×3 套
		对讲装置 3 套	0.01 万×3 套
		门灯联锁装置	0.05 万×3 套
	监测仪器及警示装置	个人剂量报警仪 3 台	0.5 万×3 台
		个人剂量计 6 个	0.2 万×6 个
		警示标牌和工作警灯 3 套	0.05 万×3 套
	个人防护用品	铅衣、铅帽、铅手套等 3 套	0.4 万×3 套
	通排风系统	通排风系统 3 套	0.6 万×3 套
DR 机房 (4 间) (附楼)	辐射屏蔽措施	4 间 DR 机房：包括四周墙体和屋顶	已计入主体工程投资
		铅防护门 8 套（每间机房 2 套）	1.2 万×8 套
		铅玻璃观察窗 4 套	0.3 万×4 套
		硫酸钡砂浆涂层	0.1 万×4 间
	安全装置	操作台上“紧急止动”装置 4 套	0.1 万×4 套
		对讲装置 4 套	0.01 万×4 套
		门灯联锁装置	0.05 万×4 套
	监测仪器及警示装置	个人剂量报警仪 4 台	0.5 万×4 台
		个人剂量计 8 个	0.2 万×8 个
		警示标牌和工作警灯 4 套	0.05 万×4 套
	个人防护用品	铅衣、铅帽、铅手套等 4 套	0.4 万×4 套
	通排风系统	通排风系统 4 套	0.6 万×4 套
DR 机房 (2 间) (主楼)	辐射屏蔽措施	2 间 DR 机房：包括四周墙体和屋顶	已计入主体工程投资
		铅防护门 4 套（每间机房 2 套）	1.2 万×4 套

		铅玻璃观察窗 2 套	0.3 万×2 套
		防护铅板 2 间	1.5 万×2 间
	安全装置	操作台上“紧急止动”装置 2 套	0.1 万×2 套
		对讲装置 2 套	0.01 万×2 套
		门灯联锁装置	0.05 万×2 套
	监测仪器及警示装置	个人剂量报警仪 2 台	0.5 万×2 台
		个人剂量计 4 个	0.2 万×4 个
		警示标牌和工作警灯 2 套	0.05 万×2 套
	个人防护用品	铅衣、铅帽、铅手套等 2 套	0.4 万×2 套
	通排风系统	通排风系统 2 套	0.6 万×2 套
监测		便携式 X-γ 监测仪 1 台	0.8 万
		射线装置工作场所监测费用	15.0 万
		应急和救助的物资准备	10.0 万
其他		辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训	20.0 万
合计			139.02 万

本项目总投资 2600 万元,环保投资 139.02 万元,占总投资的 5.35%。

项目主要污染物产生及预计排放情况

内容 类型	排放源 (编号)	污染物名 称	处理前产生浓度 及产生量(单位)	排 放 浓 度 及 排放量(单位)
大气污 染物	加速器机房	O ₃	/	通过排风系统达标排放
	DSA、CT 和 DR 机房	O ₃	/	通过排风系统达标排放
水污染 物	医生及陪护 人员	生活废水	少量	依托医院污水处理系统 处理
固体 废弃物	医生及陪护 人员	生活垃圾	少量	依托医院生活垃圾处理 系统处理
噪 声	各射线装置机房内通排风系统工作时产生的噪声值较小，经墙体隔 声后，周围边界噪声可以达到标准限值要求。			
电 离 辐 射	本项目各机房周围设计了满足防护要求的屏蔽体厚度，对 X 射线起 到了有效的屏蔽，射线排放量符合国家相关规定标准。在正常运行情况 下，对机房职业工作人员和其他公众不会构成放射性危害，对环境的辐 射影响是完全可以接受的。			
主要生态影响： 本项目在医院已有建筑内进行建设，不新增土地，放射性排污符合国家有关标 准，射线屏蔽设施有效，在正常运行情况下，不会对周围生态环境产生影响。				

环境影响分析

一、施工期环境影响简要分析

1、土建、装饰施工的环境影响分析

本项目各射线装置机房施工期的非放射性环境影响已在“四川医科大学附属中医医院城北新院二期综合楼工程建设项目环境影响报告书”中进行了考虑，本次环评不予涉及。

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，医院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，在各个机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近。人员离开时各机房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机房所在区域，防止辐射事故发生。由于各设备的安装和调试均在机房内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响是可接受的。设备安装完成后，医院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。

二、机房各屏蔽体厚度合理性分析

（一）加速器机房屏蔽体厚度合理性分析

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第二部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）的要求，在本项目加速器机房外设定关注点。根据 GBZ/T201.2-2011，机房屏蔽评价时应估算的辐射束为治疗装置在 X 射线治疗时可达到的最高 MV 条件下的有用线束、泄漏辐

射和其产生的散射辐射。

根据 GBZ/T201.2-2011，本项目加速器机房的关注点设定见图 7-1。

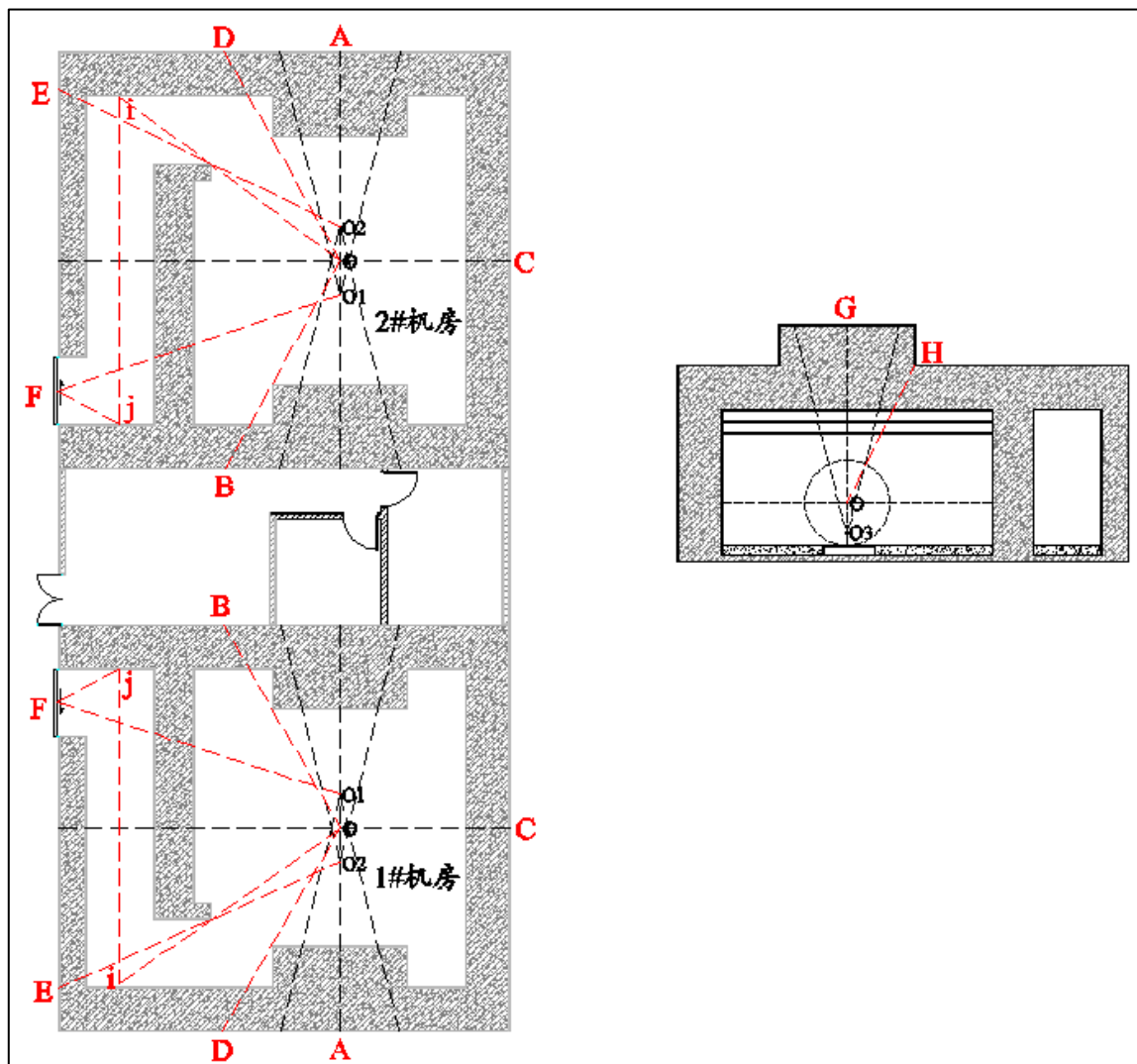


图 7-1 加速器机房关注点示意图

1、周工作负荷和周治疗照射时间

本项目加速器用于常规放射治疗，放射治疗工作量最多为 50 人/d，每周工作 5d，平均每人每野次治疗剂量 1.5Gy，平均每人治疗照射 3 野次，周工作负荷为 $50 \times 5 \times 1.5 \times 3 = 1125 \text{Gy/周}$ ，本次偏保守取 1500Gy/周。本项目加速器常用最高吸收剂量率为 4Gy/min，则周治疗时间为 $1500/4 = 375 \text{min}$ ，即 6.3h。

2、剂量率参考控制水平（ H_e ）

根据 GBZ/T201.2-2011，机房外各关注点的剂量率参考控制水平 H_e 由以下方法确定：

a) 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，由本项目管理限值职业工作人员 6mSv/a 和公众 0.3mSv/a 求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $H_{e,d}$ ；

b) 关注点的最高剂量率参考控制水平 $H_{e,max}$ ：

人员居留因子 $T \geq 1/2$ 的场所， $H_{e,max} \leq 2.5\mu\text{Sv/h}$

人员居留因子 $T < 1/2$ 的场所， $H_{e,max} \leq 10\mu\text{Sv/h}$

为了确保辐射安全，本次环评各关注点的最高剂量率参考控制水平 $H_{e,max}$ 均取 $1.0\mu\text{Sv/h}$ 。

c) 取 a)、b) 中较小者作为关注的剂量率参考控制水平（ H_e ）。

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表 7-1。

表 7-1 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

关注点位	剂量率参考控制水平（ H_e ） $\mu\text{Sv/h}$			主要考虑的辐射束	射线路径
	$H_{e,d}$	$H_{e,max}$	H_e		
A	3.8	1.0	1.0	主射线束	$O_1 \rightarrow O \rightarrow A$
B	9.5	1.0	1.0	泄漏辐射	$O \rightarrow B$
				人体的一次散射辐射	$O_2 \rightarrow O \rightarrow B$
C	3.8	1.0	1.0	泄漏辐射	$O \rightarrow C$
D	0.95	1.0	0.95	泄漏辐射	$O \rightarrow D$
				人体的一次散射辐射	$O_1 \rightarrow O \rightarrow D$
E	3.8	1.0	1.0	泄漏辐射	$O_2 \rightarrow E$
F	3.8	1.0	1.0	泄漏辐射	$O_1 \rightarrow F$
				散射辐射	$O \rightarrow i \rightarrow j \rightarrow F$
G	9.5	1.0	1.0	主射线束	$O_3 \rightarrow O \rightarrow G$
H	3.8	1.0	1.0	泄漏辐射	$O \rightarrow G$
				人体的一次散射辐射	$O_3 \rightarrow O \rightarrow H$

注：

①对于主射线束： $H_{e,d}=H/(t*U*T)$ ，式中H—职业工作人员为6mSv/a，公众为0.3mSv/a；t—周治疗照射时间，为6.3h；U—主射线束向关注位置的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%，每面墙体各占25%，屋顶占10%；T—人员居留因子，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。

②对于泄漏辐射： $H_{e,d}=H/(t*T)$ 。

③对于B点，考虑到2间机房共用一间控制室，所以屏蔽核算时将 $H_{e,d}$ 降低一半。

3、主射线束主屏蔽区宽度计算

本项目设计的 6MV 直线加速器机房，主屏蔽区包括屋顶及墙体的部分位置，加速器主射线的最大出束角度为 28° 。主射线束主屏蔽区示意图见图 7-2，主屏蔽宽度计算结果见表 7-2。

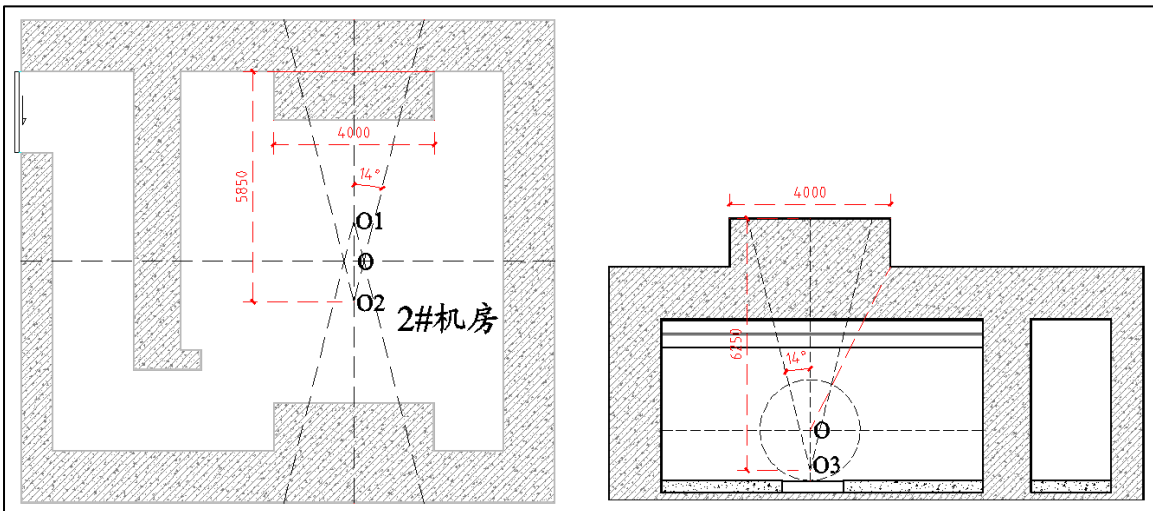


图 7-2 主射屏蔽范围计算示意图

表 7-2 加速器机房主屏蔽范围计算表

机房	焦点距屏蔽体距离(m)	主屏蔽范围计算值(m)	主屏蔽范围设计值(m)	结论
屏蔽墙体	5.7	$2 \times (5.85 \operatorname{tg} 14^{\circ} + 0.3) = 3.5$	4.0	满足要求
屋顶	6.25	$2 \times (6.25 \operatorname{tg} 14^{\circ} + 0.3) = 3.7$	4.0	满足要求

注：此处按尺寸稍大的2#机房进行校核。

由于本项目加速器机房均建在地下负2楼，下方没有其他楼层，所以地面的防护不予考虑。环评要求：设备厂家和建设单位在进行直线加速器安装时，必须严格按照既定的摆位方式进行安装，杜绝安装后主射

方向超出主屏蔽范围的情况出现。

4、主屏蔽区、侧屏蔽墙、迷道内墙和外墙厚度核算

利用GBZ/201.2-2011的相关公式对主屏蔽区（关注点A、G）、侧屏蔽墙（关注点C）、迷道外墙（关注点E）、迷道内墙（关注点F）进行厚度核算。屏蔽所需要的屏蔽透射因子 B 按公式(7-1)计算,再按公式(7-2)估算所需要的有效屏蔽厚度 $X_e(\text{cm})$,再按照公式(7-3)获得屏蔽厚度 $X(\text{cm})$,计算结果与设计厚度进行比较,分析是否满足屏蔽厚度要求。

$$B = \frac{H_e}{H_0} \times \frac{R^2}{f} \dots\dots\dots (7-1)$$

$$X_e = TVL \times \log B^{-1} + (TVL_1 - TVL) \dots\dots\dots (7-2)$$

$$X = X_e \cdot \cos \theta \dots\dots\dots (7-3)$$

式中:

B —屏蔽透射因子;

H_e —剂量率参考控制水平, $\mu\text{Sv/h}$;

H_0 —加速器有用线束中心轴上距产生治疗X射线束的靶1m处的常用最高剂量率, $\mu\text{Sv.m}^2/\text{h}$; 本项目为 $3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv.m}^2/\text{h}$ (最高剂量率为 6Gy/min), 后续计算均取此值;

R —辐射源点(靶点)至关注点的距离, m ;

f —有用束为1; 对泄漏辐射为泄漏辐射比率(0.1%);

θ —斜射角, 即入射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角;

$TVL_1(\text{cm})$ 和 $TVL(\text{cm})$ —辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度;

X_e —有效屏蔽厚度;

X —墙体屏蔽厚度。

表 7-3 加速器机房主屏蔽区和侧屏蔽墙屏蔽厚度核算

参数	主屏蔽区 (墙体 A 点)	主屏蔽区 (屋顶 G 点)	侧屏蔽墙 (C 点)	迷道外墙 (E 点)	迷道内墙 (F 点)	与主屏蔽区相连的次屏蔽区		
						B 点	D 点	H 点
剂量率参考控制水平 He ($\mu\text{Sv/h}$)	1.0	1.0	1.0	1.0	$1.0/4=0.25$	$1.0/2=0.5$	$0.95/2=0.475$	$1.0/2=0.5$
$R(\text{m})$	7.30	6.55	5.30	9.40	8.90	7.2	7.2	4.8
$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{h})$	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8
f	1	1	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}
透射因子 B	1.48×10^{-7}	1.19×10^{-7}	7.80×10^{-5}	2.45×10^{-4}	5.50×10^{-5}	7.20×10^{-5}	6.84×10^{-5}	3.20×10^{-5}
$TVL_1(\text{cm})$	37	37	34	34	34	34	34	34
$TVL(\text{cm})$	33	33	29	29	29	29	29	29
有效屏蔽厚度 $X_e(\text{cm})$	229	232	124	110	129	125	126	135
斜射角 θ	0	0	0	26	25	29	29	26
屏蔽厚度 X (cm)	229	232	124	99	116	109	110	122
设计厚度 (cm)	250	250	130	110	120	见“5、与主屏蔽区相连的次屏蔽区屏蔽厚度核算”中表 7-4。		
是否满足屏蔽要求	是	是	是	是	是			

注：①此处按尺寸稍小的 1#机房进行校核；② TVL_1 和 TVL 查 GBZ/201.2-2011 中表 B.1；③根据 GBZ/201.2-2011，对于“迷道内墙泄露辐射所需屏蔽厚度”核算时，剂量率参考控制水平应小于 $H_{e,d}$ 的 1/4；④根据 GBZ/201.2-2011，对于“与主屏蔽区相连的次屏蔽区泄露辐射所需屏蔽厚度”核算时，剂量率参考控制水平取 $H_{e,d}$ 的一半。

5、与主屏蔽区相连的次屏蔽区屏蔽厚度核算

根据 GBZ/201.2-2011，对于与主屏蔽区相连的次屏蔽区（B、D、H 点）应考虑泄漏辐射和患者的一次散射辐射的复合作用，分别计算其所需屏蔽厚度，取较厚者。泄漏辐射所需厚度见表 7-3，散射辐射的透射因子按式（7-4）进行计算，散射所需屏蔽厚度按式（7-2）和式（7-3）进行计算。

$$B = \frac{He \times R^2}{H_o \times \alpha_{ph} \times (F / 400)} \dots\dots\dots (\text{式 7-4})$$

式中：

α_{ph} —患者400cm²面积上垂直入射X射线散射至距其1m（关注点方向）处的剂量比例，又称400cm²面积上的散射因子；

F —治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm²；

其他符合同式（7-1）。

表 7-4 与主屏蔽区相连的次屏蔽区屏蔽厚度核算

参数	与主屏蔽区相连的次屏蔽区		
	墙体 B 点	墙体 D 点	屋顶 H 点
剂量率参考控制水平 H_e (μSv/h)	1.0/2=0.5	0.95/2=0.475	1.0/2=0.5
R (m)	7.2	7.2	4.8
H_0 (μSv.m ² /h)	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8
α_{ph}	2.77×10^{-3}	2.77×10^{-3}	2.77×10^{-3}
F	40×40	40×40	40×40
透射因子 B	6.50×10^{-6}	6.17×10^{-6}	2.89×10^{-6}
TVL (cm)	26	26	26
有效屏蔽厚度 X_e (cm)	135	135	144
斜射角 θ	30	30	30
散射所需屏蔽厚度 (cm)	117	117	125
泄漏辐射所需屏蔽厚度 (cm)	109	110	122
散射和泄漏辐射所需屏蔽厚度较大值 (cm)	117	117	125
设计厚度 (cm)	130	130	130
是否满足屏蔽要求	是	是	是

注：①此处按尺寸稍小的 1#机房进行校核；② α_{ph} 查表 B.2、TVL 查表 B.4；③根据 GBZ/201.2-2011，对于“与主屏蔽区相连的次屏蔽区患者一次散射辐射所需屏蔽厚度”核算时，剂量率参考控制水平取 $H_{e,max}$ 的一半。

6、机房防护门屏蔽厚度核算

根据（GBZ/T201.2-2011），对于加速器（≤10MV）机房迷道入口（关注点 F）的散射辐射剂量率 H_F 计算公式如下：

$$H_F = \frac{\alpha_{ph} \bullet (F/400)}{R_1^2} \times \frac{\alpha_2 \times A}{R_2^2} H_o \dots\dots\dots (式 7-5)$$

式中：

H_F —关注点 F 处的散射辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

α_{ph} —患者 400cm^2 面积上的散射因子, 通常取 45° 散射角的值; 查附录 B 表 B.2, 本项目取 45° 散射角的 6MV 的散射因子, 即 α_{ph} 为 1.39×10^{-3} ;

F—治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积, cm^2 ; 本项目等中心处最大治疗野为 $40\text{cm} \times 40\text{cm}$;

α_2 —墙入射的患者散射辐射的散射因子, 通常取入射角为 45° , 散射角为 0° , 0.5MeV 栏内的值; 查附录 B 表 B.6, 本项目 α_2 为 22×10^{-3} ;

A—散射面积 m^2 ; 内口高度 3.3m, 散射面积为 $3.2\text{m} \times 3.3\text{m} = 10.6\text{m}^2$;

R_1 —第一次散射路径 O_i ; $R_1 = 7.96\text{m}$;

R_2 —第二次散射路径 ijF ; $R_2 = 9.3 + 2.4 = 11.7\text{m}$;

H_0 —加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率, $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$; 本项目为 $3.6 \times 10^8 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$;

经计算, 入口关注点处的散射辐射剂量率 H_F 为 $53.8 \mu\text{Sv/h}$ 。

$$B = (H_e - H_{oF}) / H_F \dots\dots\dots (\text{式 7-6})$$

H_e —辐射剂量率管理限值, 为 $1.0 \mu\text{Sv/h}$ (见表 7-1);

H_{oF} — O_1 位置穿过迷道内墙的泄漏辐射在 F 处的控制剂量率, 应小于参考控制水平的 1/4, 即 $1.0/4 = 0.25 \mu\text{Sv/h}$;

H_F —机房入口关注点处的散射辐射剂量率, 即 $53.8 \mu\text{Sv/h}$;

经计算, $B = (1.0 - 0.25) / 53.8 = 0.0139$

根据 (GBZ/T201.2-2011) 中 5.2.6.1 c) 可知, 入口处散射辐射能量约为 0.2MeV, 铅的 TVL 为 5mm, 相应 $B = 0.0139$ 的铅厚度(X)为:

$$X = \text{TVL} \cdot \log B^{-1} = 9.28 \text{mm}.$$

由理论计算可知，机房入口铅防护门屏蔽厚度为 9.28mm，环评要求：实际设计铅门铅当量应不小于 10mm。

本项目加速器机房各屏蔽体厚度理论计算值与设计值综合汇总见表 7-5。

表 7-5 加速器机房各屏蔽体理论计算值与设计值综合汇总表

屏蔽区	理论计算值		实际设计值	是否满足要求
主射线束主屏蔽区	屏蔽宽度	北侧和南侧墙体：3.5m	北侧和南侧墙体：4.0m	满足
		屋顶：3.7m	屋顶：4.0m	满足
	屏蔽体厚度（混凝土）	北侧和南侧墙体：2.29m	北侧和南侧墙体：2.5m	满足
		屋顶：2.32m	屋顶：2.5m	满足
与主屏蔽区相连的次屏蔽区	屏蔽体厚度（混凝土）	北侧和南侧墙体：1.17m	北侧和南侧墙体：1.3m	满足
		屋顶：1.25m	屋顶：1.3m	满足
侧屏蔽墙	屏蔽体厚度（混凝土）	东侧墙体：1.24m	东侧墙体：1.3m	满足
迷道	屏蔽体厚度（混凝土）	迷道内墙：1.16m	迷道内墙：1.2m	满足
		迷道外墙：0.99m	迷道外墙：1.1m	满足
防护门	屏蔽体厚度（铅）	9.28mm 铅当量	10mm 铅当量	满足

综上所述，本项目各直线加速器机房的设计参数能满足屏蔽防护要求。

（二）DSA、CT 和 DR 机房屏蔽体厚度合理性分析

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013），X 射线设备机房屏蔽防护应满足 7-6 所列要求。

表 7-6 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向 铅当量 (mm)	非有用线束方向铅当量 (mm)
标称 125kV 以上的摄影机房	3	2
介入 X 射线设备机房	2	2
CT 机房	2 (一般工作量) 2.5 (较大工作量)	2 (一般工作量) 2.5 (较大工作量)

本项目 DSA、CT 和 DR 机房的设计屏蔽状况见表 7-7。

表 7-7 DSA、CT 和 DR 机房设计屏蔽状况

序号	机房	墙体	屋顶 (地面)	防护门	观察窗
1	DSA 机房 (3 间) (附楼)	37cm 厚实心砖墙+2cm 厚的硫酸钡砂浆, 相当 于 4mm 铅当量	12cm 厚的混凝土+2cm 厚的硫酸钡砂浆, 相当 于 3mm 铅当量	3mm 厚 铅当量	3mm 厚 铅当量
2	CT 机房 (3 间) (附楼)	37cm 厚实心砖墙+2cm 厚的硫酸钡砂浆, 相当 于 4mm 铅当量	12cm 厚的混凝土+2cm 厚的硫酸钡砂浆, 相当 于 3mm 铅当量	3mm 厚 铅当量	3mm 厚 铅当量
3	DR 机房 (4 间) (附楼)	37cm 厚实心砖墙+2cm 厚的硫酸钡砂浆, 相当 于 4mm 铅当量	12cm 厚的混凝土+2cm 厚的硫酸钡砂浆, 相当 于 3mm 铅当量	3mm 厚 铅当量	3mm 厚 铅当量
4	DR 机房 (2 间) (主楼)	20cm 厚的实心砖墙 +2mm 厚的铅板, 相当 于 4mm 铅当量	10cm 厚的混凝土+2mm 厚的铅板, 相当于 3mm 铅当量	3mm 厚 铅当量	3mm 厚 铅当量

由表 7-7 对比表 7-6 可知, 本项目各 DSA、CT 和 DR 机房的屏蔽防护均满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 的要求, 机房屏蔽设计合理。

三、运行期环境影响分析

(一) 辐射环境影响分析

1、电子直线加速器辐射环境影响分析

本项目加速器只用 X 射线进行治疗, 没有电子线治疗。根据 GBZ/T201.2-2011, X 射线治疗时, 各预测点 (见图 7-1) 人员可能受到的最大剂量可根据以下公式进行计算:

$$X_e = X / \cos \theta \dots\dots\dots (式 7-7)$$

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_0) / TVL} \dots\dots\dots (式 7-8)$$

$$\text{主射线束和泄露辐射剂量估算 } H = \frac{H_0 \times f}{R^2} \times B \dots\dots\dots (\text{式 7-9})$$

$$\text{患者一次散射辐射剂量估算 } H = \frac{H_0 \bullet \alpha_{ph} \bullet (F/400)}{R_s^2} \bullet B \dots\dots\dots (\text{式 7-10})$$

$$\text{机房迷道入口处散射辐射剂量估算 } H = \frac{\alpha_{ph} \bullet (F/400)}{R_1^2} \times \frac{\alpha_2 \times A}{R_2^2} H_o \dots (\text{式 7-11})$$

式中各符号含义同前。

由此估算的主射线束和泄露辐射对各关注点产生的剂量见表 7-8，由患者一次散射对各关注点产生的剂量见表 7-9，机房迷道入口处由散射辐射产生的剂量见表 7-10。

表 7-8 主射线束和泄露辐射对关注点的剂量估算表

计算参数	主屏蔽区 (墙体 A 点)	主屏蔽区 (屋顶 G 点)	侧屏蔽墙 (C 点)	迷道外墙 (E 点)	迷道内墙 (F 点)	与主屏蔽区相连的次屏蔽区		
						B 点	D 点	H 点
屏蔽厚度 X (cm)	250	250	130	110	120	130	130	130
斜射角 θ	0	0	0	26	25	29	29	26
有效屏蔽厚度 Xe (cm)	250.0	250.0	130.0	122.4	132.4	148.6	148.6	144.6
TVL_1 (cm)	37	37	34	34	34	34	34	34
TVL (cm)	33	33	29	29	29	29	29	29
透射因子 B	3.51×10^{-8}	3.51×10^{-8}	4.89×10^{-5}	8.96×10^{-5}	4.04×10^{-5}	1.11×10^{-5}	1.11×10^{-5}	1.53×10^{-5}
$H_0(\mu\text{Sv/h})$	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8
f	1	1	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}	10^{-3}
$R(\text{m})$	7.30	6.55	5.30	9.40	8.90	7.2	7.2	4.8
剂量当量 $H(\mu\text{Sv/h})$	0.237	0.295	0.627	0.365	0.184	0.077	0.077	0.239

表 7-9 患者一次散射对关注点的剂量估算表

计算参数	与主屏蔽区相连的次屏蔽区		
	墙体 B 点	墙体 D 点	屋顶 H 点
屏蔽厚度 X (cm)	130	130	130
斜射角 θ	30	30	30
有效屏蔽厚度 X _e (cm)	150.1	150.1	150.1
TVL (cm)	26	26	26
透射因子 B	1.68×10^{-6}	1.68×10^{-6}	1.68×10^{-6}
$H_0(\mu\text{Sv/h})$	3.6×10^8	3.6×10^8	3.6×10^8
α_{ph}	2.77×10^{-3}	2.77×10^{-3}	2.77×10^{-3}
F	40×40	40×40	40×40
R(m)	7.2	7.2	4.8
剂量当量 H($\mu\text{Sv/h}$)	0.130	0.130	0.292

表 7-10 机房迷道入口处由散射辐射产生的剂量估算表

计算参数	机房迷道入口处 (防护门外、关注点 F)
机房入口关注点处的散射辐射剂量率 H _F ($\mu\text{Sv/h}$)	53.8
屏蔽厚度 X (mm)	10mm 铅
TVL (mm)	5mm 铅
剂量当量 H($\mu\text{Sv/h}$)	0.538

由式 7-12 估算各关注点的年附加有效剂量:

$$E = H \times 10^{-3} \times q \times h \times W_T \dots\dots\dots (\text{式 7-12})$$

式中:

H —关注点的剂量当量 ($\mu\text{Sv/h}$);

E —关注点的附加有效剂量 (mSv/a);

h —工作负荷 (h/a);

q —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;

W_T —组织权重因数,全身为 1。

由此估算的加速器机房周围各关注点的年附加有效剂量见表 7-11。

表 7-11 加速器机房周围各关注点的年附加有效剂量估算表

关注点	主要考虑的辐射束	射线路径	剂量当量 H 预测结果 (μSv/h)	工作负荷 (h/a)	居留因子	附加有效剂量 预测结果 mSv/a		受照者 类型
A	主射线束	O ₁ →O→A	0.237	315×25%	1	0.019		公众
B	泄漏辐射	O→B	0.077	315×2	1	0.049	0.131	职业
	患者一次 散射辐射	O ₂ →O→B	0.130	315×2	1	0.082		
C	泄漏辐射	O→C	0.627	315	1/4	0.049		公众
D	泄漏辐射	O→D	0.077	315	1	0.024	0.065	公众
	患者一次 散射辐射	O ₁ →O→D	0.130	315	1	0.041		
E	泄漏辐射	O ₂ →E	0.365	315	1/4	0.029		公众
F	泄漏辐射	O ₁ →F	0.184	315	1/4	0.014	0.056	公众
	散射辐射	O→i→j→F	0.538	315	1/4	0.042		
G	主射线束	O ₃ →O→G	0.295	315×10%	1/4	0.002		公众
H	泄漏辐射	O→G	0.239	315	1/4	0.019	0.042	公众
	患者一次 散射辐射	O ₃ →O→H	0.292	315	1/4	0.023		

注：①年工作负荷为 6.3 小时/周×50 周/年=315 小时/年；②对于主射线束照射区域（A 点、G 点），根据医院实际治疗情况，射线投向地面的比例约占 40%，每面墙体各占 25%，屋顶占 10%，照射时间据此取值；③对于 B 点，考虑到 2 间机房共用一间控制室，所以受照剂量为单间机房的 2 倍。

根据表 7-11，本项目电子直线加速器机房运行后，职业人员受到的附加有效剂量最大为 0.131mSv/a，满足职业人员有效剂量不超过 6mSv/a 的管理限值要求；公众受到的附加有效剂量最大为 0.065mSv/a，满足公众有效剂量不超过 0.3mSv/a 的管理限值要求。

2、DSA 辐射环境影响分析

本项目 DSA 额定参数为 150kV、1250mA，主射方向朝向下方。DSA 在进行曝光时分为两种情况：

（1）造影拍片过程辐射影响分析

操作人员采取隔室操作的方式，医生通过控制室铅玻璃观察窗观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流。在拍片过程中，医生位

于控制室内，经机房各屏蔽体屏蔽后，对机房外（包括机房楼上区域）的公众和工作人员基本没有影响。

（2）脉冲透视过程辐射影响分析

为更清楚的了解病人情况，医生需进入 DSA 机房进行治疗时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅屏风后身着铅服、戴铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。第二种情况是本次评价的重点。

根据《电离辐射剂量学》（李士骏编著）DSA 脉冲透视过程操作对机房内的医师所造成的辐射剂量可按下式估算：

$$\dot{X} = I \cdot t \cdot v_{ro} \cdot \left(\frac{r_o}{r}\right)^2 \cdot f \dots\dots\dots \text{（式 7-13）}$$

$$D = 8.73 \times 10^{-3} \dot{X} \dots\dots\dots \text{（式 7-14）}$$

$$E = D \cdot W_R \cdot W_T \dots\dots\dots \text{（式 7-15）}$$

式中：

\dot{X} ：离射线装置 $r\text{m}$ 处产生的照射量， R ；

D ：离射线装置 $r\text{m}$ 处产生的空气吸收剂量， Gy ；

I ：管电流（ mA ）或平均电子束流（ μA ）；

v_{ro} ：在给定的管电压和射线过滤情况下，距射线装置 $r_o\text{m}$ （ $r_o = 1\text{m}$ ）处，由单位管电流（ 1mA ）造成的照射量率， $R \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ；

r ：距离主射束距离， m ；

f ：防护材料对 X 射线的减弱因子，无量纲；

t ：DSA 血管造影的累计出束时间， min ；

E ：参考点的有效剂量， Sv ；

W_R : 辐射权重因数, X 射线为 1;

W_T : 组织权重因数, 全身为 1。

预测参数选取:

根据医院提供资料, 综合考虑各种工况下 DSA 的管电流、管电压, 本次保守预测: 取常用的最大管电压: $U=70\text{kV}$, 常用的最大管电流: $I=15\text{mA}$ 。医生操作位置位于距离主射束 r 约为 0.3m 。本项目 DSA 过滤板采用 3mmAl 。据此查得 $V_{ro}=0.23\text{R}\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。医生在手术室内操作时须穿铅衣、戴铅头套、铅眼镜、铅围脖等, 设定这些防护用品的有效铅当量厚度为 1mmPb , 查《辐射防护手册》(第一分册)图 10.5e, 1mmPb 对 70kVX 射线的减弱因子 $f=0.001$ 。由于医生不处于射线主射束方向, 仅位于 X 射线漏射束方向, 因此照射量率取主射束方向的 1‰进行计算。

根据院方提供资料, 建设单位拟进行介入治疗所涉及科室主要为心内科、肿瘤科、外周血管外科, 具体人员分配及出束时间见表 7-12。

表 7-12 各科室工作人员在介入室的工作情况一览表

科室	年接诊病人	年出束最长时间(h)
心内科	200	80
介入科	600	180
合计	800	260

一般情况下每个科室进行手术时会有各个科室的医生及护士在室内陪同进行, 护士同时承担心电监护的责任, 操作医生为放射科工作人员, 位于控制室内。陪护人员不能进入手术室, 只能在距介入室的较远等候区, 通过距离防护以及机房屏蔽防护, 射线装置对机房外职业人员和公众影响很小。

根据表 7-12 可以看出, 介入科进行手术的年出束时间最长为 180h ,

评价保守考虑，按照介入科手术 DSA 的年出束时间进行计算，假设手术室内操作人员一年中为同一组医生、护士，则介入治疗时对该组医生、护士每人造成的 X 射线附加有效剂量最大为 3.61mSv/a，低于本项目要求的按《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业照射年有效剂量限值的 3/10 执行，即 6mSv/a 的管理限值。

环评要求：所有手术过程中机房内的医护人员均应按辐射工作人员进行管理，手术时佩戴个人剂量计，个人剂量计定期送检并建立个人剂量档案，相关人员应参加辐射防护培训和考核，且在手术室内操作时须穿铅衣、戴铅手套、铅眼镜、铅围脖等。

对病人病灶进行照射时，应将病人病灶以外的部位用铅橡胶布进行遮盖或穿着铅服，以避免病人受到不必要的照射。

3、CT 和 DR 辐射环境影响分析

本项目所使用的 CT 和 DR 管电压最大值为 150kV，根据《医用 X 射线治疗卫生防护标准》（GBZ131-2002），在治疗状态下，当 X 射线管额定电压≤150kV 时，距 X 射线管焦点 1m 处的 X 射线源组件泄露辐射不超过 1mGy/h。经过墙体、防护铅门和铅玻璃窗户的屏蔽作用，对周围的辐射环境影响不大。

（二）大气环境影响分析

1、直线加速器大气环境影响分析

根据《辐射防护手册》（第三分册），直线加速器运行期间产生的臭氧浓度可由下式进行估算。

$$C = 3.25 \left[SITD / V \right] \times 10^{-3} \dots\dots\dots \text{（式 7-16）}$$

式中：

C—臭氧浓度（重量比），ppm；

S—电子在空气中的线碰撞阻止本领，keV/cm，其数值与电子能量有关，本项目取 2.5keV/cm；

D—器外电子束在空气中所通过的距离，cm，本项目为 100cm；

I—器外电子束流强度，mA，本项目为 0.3mA；

T—辐照时间，s，本项目单次最长照射时间为 5min；

V—加速器机房的容积，m³，本项目为 V=216m³。

表 7-13 臭氧的浓度计算参数及结果

参数	I (mA)	D (cm)	V (m ³)	T (s)	S (keV/cm)	C (重量比)	臭氧浓度 (mg/m ³)
本项目加速器机房	0.3	100	216	300	2.5	0.34	0.44

由表 7-13，本项目机房运行期间，机房内臭氧浓度为 0.44mg/m³，加速器停止工作后，臭氧不再产生，使治疗室内臭氧浓度降至国家规定限值时（《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）中臭氧 1 小时均值 ≤0.16mg/m³），工作人员才能进入辐照室，所需通风时间为：

$$T_d = \frac{I_n \frac{C_p}{C_s}}{N} \dots\dots\dots \text{（式 7-17）}$$

T_d—在原换气条件下将 O₃ 浓度降低至允许限值的通风时间（h）；

C_p—产生的臭氧浓度（mg/m³），0.44mg/m³；

C_s—臭氧浓度限值（mg/m³），0.16mg/m³；

N—机房内 1h 内的通风换气次数，N=3000/216=13.9 次。

由此可以计算得到，对本项目加速器机房，将 O₃ 浓度降低至允许限值（0.16mg/m³）的通风时间为 4.4min。本环评要求每台加速器停机

后，继续排风 5min 以后工作人员才能进入治疗室，此时加速器机房内臭氧浓度能够满足《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）中臭氧 1 小时均值 $\leq 0.16\text{mg/m}^3$ 的标准限值，机房内臭氧对人体危害不大；臭氧通过通风管道引至屋顶排放，对机房周围的环境影响可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准中 1 小时均值 $\leq 0.2\text{mg/m}^3$ 的标准限值，对机房周围的大气环境影响较小。

2、DSA、CT 和 DR 大气环境影响分析

本项目使用的 DSA、CT 和 DR，曝光时产生臭氧量很少，在采取通风换气后机房内的臭氧浓度远低于《室内空气质量标准》（GB/T18883-2002）中臭氧 1 小时均值 $\leq 0.16\text{mg/m}^3$ 的标准限值，机房内臭氧对人体危害不大；臭氧通过通风管道引至屋顶排放，对机房周围的环境影响远低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准中 1 小时均值 $\leq 0.2\text{mg/m}^3$ 的标准限值，对机房周围的大气环境影响很小。

（三）固体废物影响分析

本项目加速器冷却系统采用蒸馏水，内循环使用不外排，不会对周围环境产生影响；本项目所有射线装置均采用先进的数字显影技术，诊疗和诊断过程中不使用显影液、定影液和胶片，不会产生废显影液、废定影液、废胶片，对周围环境无影响。

（四）声环境影响分析

本项目各射线装置工作场所使用的设备均为低噪设备，运行时基本无噪声产生或噪声很小；各射线装置工作场所的通排风系统设备运行时产生噪声，但噪声值较小，对厂界噪声的贡献较小，因此对项目所在

区域声学环境影响较小。

四、辐射防护与安全管理要求

1、工作区域管理

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防范工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求在放射性工作场所内划出控制区和监督区。本次环评中根据国际放射防护委员会第 103 号出版社对控制区和监督区的定义，结合各项目诊治、辐射防护和环境情况特点，将各射线装置所在机房划为控制区，而各射线装置的控制室及与控制区相邻的相关工作室、走廊、过道等均划为监督区。本项目控制区和监督区划分情况见表 7-14 和附图 4。

表 7-14 本项目“两区”划分一览表

工作场所	控制区	监督区	备注
二期综合楼附楼-2F 直线加速器	1#和 2#加速器机房	控制室、机房北侧规划核医学科、机房西侧走廊和等候厅、机房南侧和东侧外 1m、机房楼上	控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行日常工作时候尽量不要在控制区内停留，以减少不必要的照射。监督区范围内应限制无关人员进入。
二期综合楼附楼-1F 定位 CT	CT 机房	机房北侧办公室、机房西侧米油库房、机房南侧准备室、机房东侧控制廊、机房楼上和楼下	
二期综合楼附楼 3FDR	1#、2#、3#、4#DR 检查室	机房西侧读片室、机房东侧值班室、2 间操作间、候诊厅、机房楼上和楼下	
二期综合楼附楼 4F CT	1#、2#CT 扫描室	机房西侧和东侧设备室、机房南侧走廊、控制室、机房楼上和楼下	
二期综合楼附楼 5F DSA	1#、2#、3#DSA 检查室	机房西侧 2 间导管室、机房南侧和北侧污物通道、走廊、2 间操作室、机房楼上办公室	
二期综合楼主楼 1F DR	1#、2#DR 检查室	机房北侧等候厅、机房东侧肺功能检查室、控制室、机房楼上办公室	

控制区：在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散，以及在一定程度上预防或限制潜在照射，要求或可能要求专门防护手段和安全

措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和连锁装置）限制进出控制区，放射性操作区应与非放射性工作区隔开。

监督区：未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处的合适位置张贴辐射危险警示标记；并定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

2、辐射剂量监测

（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，在辐射水平较高或者可能突然升高的地方工作时，工作人员应使用个人剂量报警仪。

（2）个人剂量监测

本项目拟配置 41 名辐射工作人员，共需个人剂量计 41 个，医院需将个人剂量计定期（每季度一次）送疾控中心进行检定，并根据四川省环境保护厅“关于进一步加强辐射工作人员个人剂量管理的通知”（川环办发[2010]49 号）做好个人剂量管理的工作，目前建设单位所有辐射工作人员均配备了个人剂量计，并建立了个人剂量档案。

（3）射线装置工作场所监测要求

①监测项目：X- γ 射线空气吸收剂量率；

②监测频度：委托有监测资质单位至少每年监测 1 次，医院每季度自行监测一次，监测报告附录到年度评估报告中，监测数据应存档备案；

③监测范围：射线装置机房防护门及缝隙处，候诊区、控制室、观察窗等以及机房四周屏蔽墙外（包括楼上和楼下区域）；

④监测设备： X- γ 辐射监测仪

项目正式投运前，应立即向四川省环境保护厅申请项目验收，由有资质单位验收监测合格后才能投入使用。

3、医疗照射防护的最优化制度

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“医疗防护最优化”的要求，环评要求医院制定医疗照射防护最优化制度，从医用放射设备要求、操作要求和医疗照射的治疗保证三个方面加强防护最优化。医用放射性设备严格落实医用放射设备的 7 项通用要求和 6 项进一步要求；操作方面，做到使用合格设备，合理控制剂量，加强应急准备，严格执行放射诊断、放射治疗的操作要求。医疗照射的质量保证，严格落实医疗照射质量保证大纲的要求，加强临床剂量学工作，校准和给准辐射剂量。

（1）设备要求：应将医疗照射所使用的系统设计成可及时发现系统内单个部件的故障，以使对患者的任何非计划医疗照射减至最小，并有利于尽可能避免或减小人为失误。

（2）操作要求：应辨明各种可能引起非计划医疗照射的设备故障和人为失误；考虑相应专业机构所制定的可接受图像质量标准及有关医疗照射指导水平后，确保患者所受到的照射是否达到预期诊断目标所需

的最小照射，并注意查阅以往的检查资料以避免不必要的额外检查；应制定对特殊人群（如孕妇或可能怀孕妇女）的放射治疗计划；将放射治疗可能产生的危险通知患者。

（3）医疗照射的质量保证：根据标准所规定的质量保证要求和其他有关医疗照射质量保证的标准制定一个全面的医疗照射质量保证大纲，制定这种大纲时应邀请诸如放射物理、放射药理学等有关领域的合格专家参加；放射性治疗临床剂量测定应形成文件制度，记录患者每次治疗的剂量。

五、清洁生产分析

本项目的建设可以更好地满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊治能力，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，从清洁的能源和清洁的生产过程两个方面体现清洁生产原则。

①能源利用：项目建设属于国家发展和改革委员会制订的《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》中第一类鼓励类（第六项核能中第六条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”）项目，属于国家鼓励类产业。

②生产过程：医院对各射线装置机房设计了足够厚度的屏蔽墙体，并将在机房外安装辐射警示标志、门灯联锁、门机联锁等，项目本身采取了多重防护和安全措施，在医疗过程中除产生电离辐射外，不产生其它污染物质。项目按环评要求执行比《电离辐射防护与辐射源安全基本

标准》（GB18871-2002）更为严格的年有效剂量标准限值。

综上所述，项目符合清洁生产的原则。

环境风险分析

编制本章的目的在于：通过对本项目存在的潜在危险、有害因素以及运行期间可能发生的突发性事件或事故的分析，提出合理可行的辐射事故应急措施，以使本项目事故率、损失和环境影响达到可接受水平，确保工作人员和公众的身体健康和生命安全。

一、射线装置基本情况

本项目拟使用 II、III 射线装置，其基本情况见表 8-1。

表 8-1 本项目射线装置基本情况一览表

设备名称	数量	设备主要技术参数		单次最长照射时间	使用场所
		最高管电压	最高管电流		
6MV 电子直线加速器	2 台	最大 X 射线能量 6MV、最大 X 射线剂量率 6Gy/min；无电子线治疗。		5min	二期综合楼附楼-2 层
DSA	3 台	150kV	1250mA	10min	二期综合楼附楼 5 层
定位 CT	1 台	150kV	1000mA	30s	二期综合楼附楼-1 层
CT	2 台	150kV	1000mA	30s	二期综合楼附楼 4 层
DR	1 台	100kV	650mA	1s	二期综合楼附楼 3 层
	1 台	135kV	550mA	1s	二期综合楼附楼 3 层
	2 台	150kV	1000mA	1s	二期综合楼附楼 3 层
	1 台	150kV	800mA	1s	二期综合楼主楼 1 层
	1 台	150kV	1000mA	1s	二期综合楼主楼 1 层

二、风险识别

对于 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素，最大可能的事故主要有：

a、安全联锁装置或报警系统发生故障状况下，人员误入正在运行的射线装置机房；

b、工作人员或病人家属还未全部撤离射线装置机房，外面人员启

动设备，造成有关人员被误照。

三、源项分析

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（449 号令）放射性事故分级和《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，见表 8-2。

本项目发生辐射事故情况下，可能发生的辐射事故等级如表 8-3 所示。

表 8-2 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	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

表 8-3 项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级

项目名称	环境风险因子	可能发生辐射事故的意外条件	危害结果	事故等级
直线加速器—II 类射线装置	X 射线	当有人误入正在运行的射线装置机房，或有人未撤离机房外面人员启动设备。	事故状况下单次受到的辐射有效剂量最大为 6mSv，导致公众受到超过年剂量照射限值	一般辐射事故
DSA—II 类射线装置	X 射线	当有人误入正在运行的射线装置机房，或有人未撤离机房外面人员启动设备。	导致人员受照射剂量超过年有效剂量限值	一般辐射事故
DR、CT—III 类射线装置	X 射线	当有人误入正在运行的射线装置机房，或有人未撤离机房外面人员启动设备。	导致人员受照射剂量超过年有效剂量限值	一般辐射事故

四、事故情况下后果计算及评价

1、加速器辐射事故后果计算及影响评价

本项目加速器属于Ⅱ类 X 射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素。本次评价事故工况环境影响考虑可能发生的最大辐射事故，即加速器运行时，人员误入，造成有关人员被误照。

本项目加速器在对病人开机治疗时，距焦点 1m 处 X 射线的最大吸收剂量率为 6Gy/min，假设考虑加速器运行时人员误入机房，人员在无其他屏蔽的情况下处于加速器照射头外 1m 远处的漏射方向，X 射线泄漏辐射取主射线束的 0.1%。由于机房内设置有“紧急止动”按钮，只要误入人员按下此按钮就可以停机，所以受照时间取 1min，则事故情况下误入人员距加速器机头 1m 处受到的辐射剂量为 6mSv，超过 GB18871-2002 中特殊情况下公众 5 个连续年的年平均剂量限值（1mSv），所以本项目加速器一旦发生辐射事故，会导致误入人员受到超过年剂量限值的照射，为一般辐射事故。

2、DSA、CT 和 DR 辐射事故后果计算及影响评价

对于本项目使用的 DSA、CT 和 DR，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素。本项目使用的 DSA、CT 和 DR，其 X 射线能量不大，曝光时间都比较短，事故情况下，人员误入或误照射情况下，可能导致人员受到超过年剂量限值的照射，为一般辐射事故。

五、事故防范措施及事故情况下的应急措施

（一）事故防范措施

本项目拟制定一系列管理制度，以规范操作，防患于未然。医院拟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、辐射安全管理

（1）医院成立了放射防护管理委员会，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）医院制定了辐射事故预防措施及应急处理预案，包括了应急机构的设置与职责、应急响应程序、紧急响应措施、条件保障等。环评要求将本项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，增加医院内部应急领导小组成员电话。

（3）医院制定了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、操作规程等。环评要求将本项目所涉及的射线装置纳入辐射防护管理，并制定相关的操作规程等，各辐射工作场所日常工作中严格按照各种制度执行，防止辐射事故的发生。

2、设备自身采取的风险防范措施

（1）电子直线加速器

A、加速器只有在通电开机时才有电子线、X射线等产生，断电停

机即停止出束；通过多叶准直器定向出束，其他方向的射线被自带屏蔽材料所屏蔽。

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

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

D、控制台上有关蜂鸣器，在加速器工作时发出声音以警示人员防止误入。

E、剂量控制联锁：安装有两套独立的剂量监测系统，每套皆可单独终止照射，当任意一道吸收剂量达到预选值时，照射才能进行。

F、控制台上配置有独立于其它任何控制辐照终止系统的辐照控制计时器，当辐照终止后能保留计时器读数，计时器复零，才能启动下次辐照。

G、有控制超剂量的联锁装置，当剂量超过预选值时，可自动终止照射。

H、有剂量分布监测装置与辐照终止系统联锁，当剂量分布偏差超过预选值时，可自动终止辐照。

I、有全部安全联锁设施的检查装置，能保证所有安全联锁系统保持良好的运行状态。

J、有时间控制联锁，当预选照射时间已定时，定时器能独立地使照射停止。

K、治疗床旁、加速器主机上安装紧急止动按钮。

除此之外，环评要求还需落实如下措施：

A、门机安全联锁装置：加速器与屏蔽门之间设置连锁装置，屏蔽门关闭后设备才能正常开机，门被打开时设备会自动关机。

B、紧急止动装置：机房内墙合适位置上应安装紧急停机开关（请勿将紧急开关安装在主射束区域内），以使机房内的人员按动紧急停机开关就能令加速器停机。

C、电视监控、对讲装置：治疗室和控制室之间安装有电视监控、对讲装置，控制室能通过电视监视治疗室内患者治疗的情况，并通过对讲机与室内人员联系，以便医师在操作时观测患者在治疗室的状况，及时处理意外情况。

D、工作状态显示：加速器机房防护门外顶部设置工作状态指示灯。加速器处于出束状态时，指示等为红色，以警示人员注意安全；当加速器处于非出束状态，指示灯为绿色。

E、警告标志和警示装置：加速器机房屏蔽门上设置明显的电离辐射警告标志。在加速器机房墙上安装固定式剂量报警装置（带剂量显示功能），探头安装在机房迷道内墙上（靠近防护门），只要迷道内的剂量超过预设的剂量阈值，就会报警提示人员不能进入机房，以防人员误入。

从加速器固有安全性可以看出，加速器在防止事故发生方面，设有相应措施。只要操作人员按照加速器说明书要求严格执行，可减少或避免辐射事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

(2) DSA

本项目 DSA 拟购买于正规厂家，设备各项安全措施齐备，仪器本身采取了多种安全防护措施：

A、采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度作用。

B、采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影像增强器的窗口处放置合适铝过滤板，以消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应 DSA 不同应用时所可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和铝过滤板。

C、采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视（如每秒 25 帧、12.5 帧、6 帧等可供选择），改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

D、采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示（即称之为图像冻结），利用此方法可以明显缩短总透视时间，以减少不必要的照射。

E、配备有相应的表征剂量的指示装置，当曝光室内出现超剂量照射时会出现报警。

F、正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由“启动”键启动照射；同时在操作台和床体上均设置有“紧急止动”按钮一旦发现异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

G、机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯与机房门联锁。

(3) CT 和 DR

本项目 CT 和 DR 均拟购买于正规厂家，设备各项安全措施齐备，仪器本身采取了多种安全防护措施：

A、具有安全设备，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示。

B、正常情况下，必须按规定程序并经控制台确认验证设置无误时，才能由"启动"键启动照射。

C、在操作台上设置有“紧急止动”按钮一旦发现异常情况，工作人员可立即按下此按钮来停止照射。

D、机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯与机房门联锁。

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率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

(二) 事故应急措施

为了加强对各辐射工作场所的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院制定了较为完善的辐射事故预防措施及应急处理预案。该应急预案包括：应急机构的设置与职责、应急响应程序、紧急响应措施、条件保障等，其内容较全、措施具体，针对性较强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时基本可行，环评要求将本项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，增加医院内部应急领导小组成员电话，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。

一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急处理领导小

组上报当地环境保护主管部门及省级环境保护主管部门（电话：0830-2708756（龙马潭区环保局）、0830-3195587（泸州市环保局）、028-80589003（四川省环保厅）、12369），同时上报公安部门，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。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。

从事辐射活动能力评价

按照《中华人民共和国环境影响评价法》，《中华人民共和国放射性污染防治法》，《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院 449 号令)有关规定，开展该医院辐射安全管理的综合能力分析，指出不足，进一步完善，做好医院的辐射安全管理工作。

一、医院需具备的辐射安全管理能力分析

按照国务院第 449 号令中关于应用射线装置单位使用条件的规定，结合国家环保部第 18 号令、31 号令和环保部辐射安全与防护监督检查技术程序的相关要求，将其与医院防护工作现状列于表 9-1 中进行对照分析。

表 9-1 医院辐射安全防护设施对照分析表

直线加速器机房				
序号	项目	规定的措施	落实情况	应增加的措施
1	控制台及安全联锁	防止非工作人员操作的锁定开关	设备自带	/
2		控制台有紧急停机按钮	设备自带	/
3		电视监控与对讲系统	/	需配置
4		治疗室门与束流联锁	厂家提供	/
5		治疗室内准备出束音响提示	设备自带	/
6	警示装置	入口电离辐射警示标志	/	需配置
7		入口有加速器工作状态显示	/	需配置
8	辐照室紧急设备	紧急开门按钮	/	需配置
9		紧急照明或独立通道照明系统	/	需配置
10		治疗室内有紧急停机按钮	/	需配置
11		治疗床有紧急停机按钮	设备配置	/
12	监测设备	治疗室内固定式剂量报警仪	/	需配置
13		便携式辐射监测仪器仪表	/	需配置
14		个人剂量报警仪	/	需配置
15		个人剂量计	/	需配置
16	其它	治疗室门防夹人装置	/	需配置
17		通风系统	设计具备	/
18		火灾报警仪	/	需配置
19		灭火器材	/	需配置

DSA 机房				
序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
1	场所设施	操作位局部屏蔽防护设施	/	需配置
2		医护人员的个人防护	/	需配置
3		患者防护	/	需配置
4		观察窗屏蔽	设计已有	/
5		机房防护门窗	设计已有	/
6		通风设施	设计已有	/
7		入口处电离辐射警示标志	/	需配置
8	监测设备	辐射水平监测仪表	/	需配置
9		个人剂量计	/	需配置
CT 和 DR 机房—Ⅲ类射线装置				
序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	应增加的措施
1	场所设施	隔室操作或防护屏	设计已有	/
2		观察窗防护	设计已有	/
3		门窗防护	设计已有	/
4		通风设施	设计已有	/
5		入口处电离辐射警示标志	/	需配置
6		入口处机器工作状态显示	/	需配置
7	其他	个人剂量计	/	需配置
8		灭火器材	/	需配置

表 9-2 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	已有	/
2		射线装置操作规程	/	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）	已有	/
4		场所分区管理规定（含人流、物流路线图）	/	需制定
5		X 射线诊断中受检者防护规定	/	需制定
6		患者管理规定	已有	/
7		保安管理制度	/	需制定
8	监测	监测方案	已有	/
9		监测仪表使用与校验管理制度	/	需制定
10	人员	辐射工人员培训/再培训管理制度	已有	/
11		辐射工作人员个人剂量管理制度	已有	/
12		辐射相关人员岗位职责	已有	/
13	应急	辐射事故应急预案	已有	/
14	其他	质量保证大纲和质量控制检测计划	已有	/

二、结论

四川医科大学附属中医医院目前具备的能力分析如下：

1、医院成立了放射防护管理委员会，有领导分管、安全机构健全。放射防护管理委员会的职责是：①负责全院辐射防护工作的监督、监测、检查、指导和管理；②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；③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、辐射工作人员配备齐全，专业结构合理，有一定的安全文化素养。

3、辐射工作场所的防护设施效能符合辐射防护要求。

4、辐射安全规章制度较全，基本适应现行辐射诊疗工作需要。

5、医院已制定事故应急预案，该应急预案包括：应急机构的设置与职责、应急响应程序、紧急响应措施、条件保障等，其内容较全、措施具体，针对性较强、便于操作，在应对放射性事故和突发性事件时基本可行，环评要求将本项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，增加医院内部应急领导小组成员电话，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。

通过以上分析，本报告认为四川医科大学附属中医医院已具备城北新院二期综合楼使用 II、III 类射线装置的综合管理能力。

建设项目拟采取的防治措施及预期治理效果

内容 类型	排放源	污染物名称	防治措施	预期治理效果
大气污 染物	各射线装置 机房	O ₃	机房通风	达标排放
水污染 物	医生及陪护 人员	生活废水	依托医院污水处理系统处理	达标排放
固体 废弃物	医生及陪 护人员	生活垃圾	依托医院生活垃圾处理系统 处理	安全、清洁 处置
噪声	各射线装置机房内通排风系统工作时产生的噪声值较小，经墙体隔声后，周围边界噪声可以达到标准限值要求。			
电离辐 射	项目运营中产生的 X 射线，经具有足够防护功能的机房屏蔽体屏蔽后，在各机房周围有人员活动的区域内，工作人员和公众所受的照射剂量均低于《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）中规定的限值。			
生态保护措施及预期效果： 本项目在医院已有建筑内进行建设，不新增土地，放射性排污符合国家有关标准，射线屏蔽设施有效，在正常运行情况下，不会对周围生态环境产生影响。				

环境影响评价信息公开

为进一步保障公众对环境保护的参与权、知情权和监督权，加强环境影响评价工作的公开、透明，方便公民、法人和其他组织获取环境保护主管部门环境影响评价信息，加大环境影响评价公开力度。依据《国家环境保护部颁布的《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》（试行）的规定：建设单位在向环境主管部门提交建设项目环境影响评价报告书、表以前，应依法、主动公开建设项目环境影响评价报告书、表的全本信息；各级环境保护主管部门在受理建设项目环境影响报告表后应将主动公开的环境影响评价政府信息，通过本部门政府网站向社会公开受理情况，征求公众意见。根据以上要求，建设单位四川医科大学附属中医医院现将《城北新院二期综合楼新增Ⅱ、Ⅲ类射线装置应用项目环境影响报告表》全本信息进行公示。

结论与建议

一、结论

（一）项目概况

项目名称：城北新院二期综合楼新增 II、III 类射线装置应用项目

建设单位：四川医科大学附属中医医院

建设性质：新建

建设地点：四川医科大学附属中医医院城北新院二期综合楼内

本次评价内容及规模为：新增 2 台 6MV 电子直线加速器，属于 II 类射线装置；新增 3 台 DSA，属于 II 类射线装置；新增 3 台 CT 和 6 台 DR，属于 III 类射线装置。

（二）本项目产业政策符合性分析

根据国家发改委《产业结构调整指导目录（2011 年本）（修正）》，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）本项目选址及平面布置合理性分析

本项目位于医院内，项目运营期对环境影响较小。本评价认为其选址和平面布置是合理的。

（四）工程所在地区环境质量现状

根据现场监测，本项目各机房拟建地本底空气吸收剂量率为 $9.6 \times 10^{-8} \sim 12.6 \times 10^{-8} \text{Gy/h}$ ，属于四川省建筑物内天然放射性水平（四川省建筑物内天然放射性水平为 $50.7 \sim 129.4 \text{nGy/h}$ ）。

（五）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 6mSv/a 的职业人员剂量管理限值；对公众造成的附加有效剂量低于 0.3mSv/a 的公众人员剂量管理限值。

2、大气的环境影响分析

各个机房工作时产生的臭氧经排风系统通风后，满足评价标准要求，不会对周围大气环境产生影响。

3、固体废物影响分析

本项目加速器冷却系统采用蒸馏水，内循环使用不外排，不会对周围环境产生影响；本项目不会产生废显影液、废定影液、废胶片，对周围环境无影响。

4、声环境影响分析

本项目各射线装置工作场所产生的噪声较小，不会对周围的声学环境产生影响。

（六）事故风险与防范

医院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。医院制定的应急预案需按环评提出的要求进行完善。

（七）环保设施与保护目标

医院现有环保设施配置较全，总体效能良好，可使本次环评中确定的绝大多数保护目标，所受的辐射剂量，保持在合理的、可达到的尽可能低的水平。

（八）医院辐射安全管理的综合能力

医院安全管理机构健全，有领导分管，人员落实，责任明确，医技人员配置合理，考试（核）合格，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。对拟建医用辐射设备和场所而言，医院也已具备辐射安全管理的综合能力。

二、项目环保可行性结论

在坚持“三同时”的原则，采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目在医院城北新院二期综合楼内进行建设，从环境保护和辐射防护角度看是可行的。

三、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、在实施诊治之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响；应注意对陪护者的防护，使其在陪护患者的全程诊治中，所受的辐射剂量做到最小化。

3、定期开展场所和环境的辐射监测，据此对所用的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于每年1月31日前上报省环保厅，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。

4、一旦发生辐射安全事故，立即启动应急预案并及时报告上级主管单位和四川省环保厅。

5、泸州医学院附属中医医院更名为四川医科大学附属中医医院，医院应将辐射安全许可证和各种规章制度同时更新。

6、医院在更换辐射安全许可证之前，注册并登录全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：<http://rr.mep.gov.cn>），对医院所用射线装置的相关信息填写。

四、项目竣工验收检查内容

根据《建设项目环境保护管理条例》，工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。建设项目正式投产运行前，建设单位应向负责审批的环保部门申请项目竣工环保验收。本工程竣工环境保护验收一览表见表 12-1。

表 12-1 环境保护设施验收一览表

项目		环保设施（措施）
6MV 加速器 机房（2 间） （附楼）	辐射屏蔽措施	2 间加速器机房：包括四周墙体、迷道和屋顶
		防护门 2 套
	安全装置	门机连锁 2 套
		门灯连锁 2 套
		机房内紧急止动装置 2 套
		治疗床旁和加速器主机上紧急止动按钮 2 套
		电视监控和对讲装置 2 套
	监测仪器及警示装置	警示标牌和工作警灯 2 套
		固定式剂量报警装置（带剂量显示功能）2 台
		个人剂量计 8 个
	个人防护用品	个人剂量报警仪 2 台
	通排风系统	铅衣、铅围裙、三角巾等 2 套
DSA 机房 （3 间） （附楼）	辐射屏蔽措施	机械通排风系统 2 套
		3 间 DSA 机房：包括四周墙体和屋顶
		铅防护门 9 套（每间机房 3 套）
		铅玻璃观察窗 3 套

			硫酸钡砂浆涂层
		安全装置	操作台和床体上“紧急止动”装置 3 套
			对讲装置 3 套
			门灯联锁装置
		监测仪器及警示装置	个人剂量报警仪 3 台
			个人剂量计 15 个
			警示标牌和工作警灯 3 套
		个人防护用品	铅衣、铅面罩、铅围脖、铅眼镜等 3 套
			铅防护吊屏和床下铅围裙等 3 套
		通排风系统	通排风系统 3 套
CT 机房 (3 间) (附楼)	辐射屏蔽措施		3 间 CT 机房：包括四周墙体和屋顶
			铅防护门 8 套（4 楼 CT 机房每间 3 套、-1 楼 CT 机房 2 套）
			铅玻璃观察窗 3 套
			硫酸钡砂浆涂层
	安全装置		操作台上“紧急止动”装置 3 套
			对讲装置 3 套
			门灯联锁装置
	监测仪器及警示装置		个人剂量报警仪 3 台
			个人剂量计 6 个
			警示标牌和工作警灯 3 套
	个人防护用品		铅衣、铅帽、铅手套等 3 套
	通排风系统		通排风系统 3 套
DR 机房 (4 间) (附楼)	辐射屏蔽措施		4 间 DR 机房：包括四周墙体和屋顶
			铅防护门 8 套（每间机房 2 套）
			铅玻璃观察窗 4 套
			硫酸钡砂浆涂层
	安全装置		操作台上“紧急止动”装置 4 套
			对讲装置 4 套
			门灯联锁装置
	监测仪器及警示装置		个人剂量报警仪 4 台
			个人剂量计 8 个
			警示标牌和工作警灯 4 套
	个人防护用品		铅衣、铅帽、铅手套等 4 套
	通排风系统		通排风系统 4 套
DR 机房 (2 间) (主楼)	辐射屏蔽措施		2 间 DR 机房：包括四周墙体和屋顶
			铅防护门 4 套（每间机房 2 套）
			铅玻璃观察窗 2 套
			防护铅板 2 间
	安全装置		操作台上“紧急止动”装置 2 套
			对讲装置 2 套
			门灯联锁装置
	监测仪器及警示装置		个人剂量报警仪 2 台

	置	个人剂量计 4 个
		警示标牌和工作警灯 2 套
	个人防护用品	铅衣、铅帽、铅手套等 2 套
	通排风系统	通排风系统 2 套
监测设备		便携式 X- γ 监测仪 1 台