

重庆医科大学附属第二医院江南医院放射诊疗建设项目

(直线加速器及 CT 模拟定位机)

竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：重庆医科大学附属第二医院

编制单位：重庆泓天环境监测有限公司

编制时间：二〇一九年六月

建设单位：重庆医科大学附属第二医院

法人代表：任红

编制单位：重庆泓天环境监测有限公司

法人代表：黄小波

项目负责人：程春梅

建设单位	重庆医科大学附属第二医院	编制单位	重庆泓天环境监测有限公司
电话	15922521662	电话	67574385
传真	/	传真	/
邮编	400010	邮编	400000
地址	重庆市渝中区临江路 74 号	地址	重庆市北碚区水土复兴镇两江健康科技城 A8 栋 6 楼

验收项目概况

表 1

建设项目名称	重庆医科大学附属第二医院江南医院放射诊疗建设项目（直线加速器及 CT 模拟定位机）				
建设单位	重庆医科大学附属第二医院				
建设地点	南岸区茶园新城区 B18/01、B22/02 地块重庆医科大学附属第二医院江南院区内				
联系人	曾焕芬		联系电话	15922521662	
环评报告表审批部门	重庆市环境保护局	文号	渝（辐）环准 [2018]015 号	环评报告表审批时间	2018 年 4 月 27 日
环评报告表编制单位	重庆宏伟环保工程有限公司		环境监理单位	/	
开工建设时间	2018 年 4 月		投入试生产时间	2019 年 5 月	
设计单位	中国建筑西南研究设计院有限公司、重庆广建装饰股份有限公司		施工单位	重庆教育建设(集团)有限公司	
环评批准建设规模	<p>医疗综合楼-1F 放疗中心新建机房及配套用房，配置后装机（使用 III 类密封放射源 ^{192}Ir，总活度 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$）、10MV 直线加速器（II 类射线装置）、CT 定位机（III 类射线装置）各 1 台；在医疗综合楼 1F 急诊手术室、体检中心、2F 放射科、泌尿科、3F 介入中心、口腔科、4F（ERCP 室）、5F 手术室及肝病楼 1F 感染科建设机房和配套用房，共配置 9 台 DSA（II 类射线装置）和 25 台 CT、DR、碎石机、胃肠机、乳腺机、骨密度仪、口腔全景机、C 臂等放射诊断用 III 类射线装置。</p>				
渝（辐）环准 [2018]015 号已验收内容	<p>感染与肝病中心 1F 心血管介入室（即环评阶段的肝病楼 1F 感染科）配置的 1 台 DSA，医疗综合楼 5F 手术室配置的 1 台 DSA，医疗综合楼 2F 放射科配置的 1 台 CT 机、2 台 DR 机。</p>				
本次验收内容	<p>医疗综合楼-1F 放疗中心配置的 1 台直线加速器和 1 台 CT 模拟定位机。</p>				

项目基本情况：**一、验收项目背景**

2018年1月,重庆医科大学附属第二医院委托重庆宏伟环保工程有限公司编制了《重庆医科大学附属第二医院江南医院放射诊疗建设项目环境影响报告表》,2018年4月,重庆市环境保护局以渝(辐)环准[2018]015号批复了该项目。项目主要建设内容和规模包括:医疗综合楼-1F放疗中心新建机房及配套用房,配置后装机(使用III类密封放射源 ^{192}Ir ,总活度 $3.7\times 10^{11}\text{Bq}$)、10MV直线加速器(II类射线装置)、CT定位机(III类射线装置)各1台;在医疗综合楼1F急诊手术室、体检中心、2F放射科、泌尿科、3F介入中心、口腔科、4F(ERCP室)、5F手术室及肝病楼1F感染科建设机房和配套用房,共配置9台DSA(II类射线装置)和25台CT、DR、碎石机、胃肠机、乳腺机、骨密度仪、口腔全景机、C臂等放射诊断用III类射线装置。其中感染与肝病中心1F心血管介入室配置的1台DSA,医疗综合楼5F手术室配置的1台DSA,医疗综合楼2F放射科CT1室配置的1台CT机和DR1室、DR2室配置的2台DR机已于2018年10月完成了竣工环境保护验收调查工作。

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4号)的要求,重庆医科大学附属第二医院委托我公司对医疗综合楼已建成的-1F放疗中心内的1台直线加速器和1台CT模拟定位机开展竣工环境保护验收调查工作。

《重庆医科大学附属第二医院江南医院放射诊疗建设项目》中未建成的部分项目需在建成投用前按照规定另行组织开展环境保护竣工验收。

二、项目位置及平面布局**1、项目位置**

本次验收的1台直线加速器和1台CT模拟定位机位于医院医疗综合楼-1F放疗中心,医疗综合楼位于医院用地的中部,医疗综合楼东北面为科教大楼,西南面为肝病楼,东侧和西侧通过院内通道及道路连接市政道路,西侧有门诊及急诊入口,南侧布置有大面积的绿化。综合楼-1F放疗中心主要包括1间直线加速器机房、1间预留直线加速器机房、1间后装治疗机房、1间CT模拟定位机房和预留的核医学科用房。

验收项目概况

表 1

对比项目环评，项目选址未发生变化。

2、平面布局

(1) 直线加速器

项目直线加速器布置在综合楼-1F 放疗中心直线加速器（一）治疗室内。整个用房包含机房、控制室、准备间、配件房。机房设置有 1 个防护门，进入机房，控制室设置有监控系统观察机房内情况。直线加速器（一）治疗室北侧为储藏室和走道，东侧为堡坎（即土层，不可进入，且永久不得开挖），南侧为预留直线加速器治疗室，西侧为控制室和水冷机房，正上方为空置房间（不使用，长期锁闭），正下方为土层。直线加速器（一）治疗室主屏蔽区位于南墙、北墙以及顶棚，迷道为直迷路型。

与环评阶段相比，直线加速器机房布局及周围环境情况未发生变化。

(2) CT模拟定位机

项目 CT 模拟定位机布置在综合楼-1F 放疗中心模拟定位室内。整个用房包含机房、控制室、准备间。机房设置有 2 个防护门，分别进入机房、控制室，控制室设置有观察窗观察机房内情况。CT 模拟定位机用房东面为后装机控制室和配件房、西面为过道，北面为准备间，南面为控制室，楼上为车库，楼下无建筑。

与环评阶段相比，CT模拟定位机机房布局及周围环境情况未发生变化。

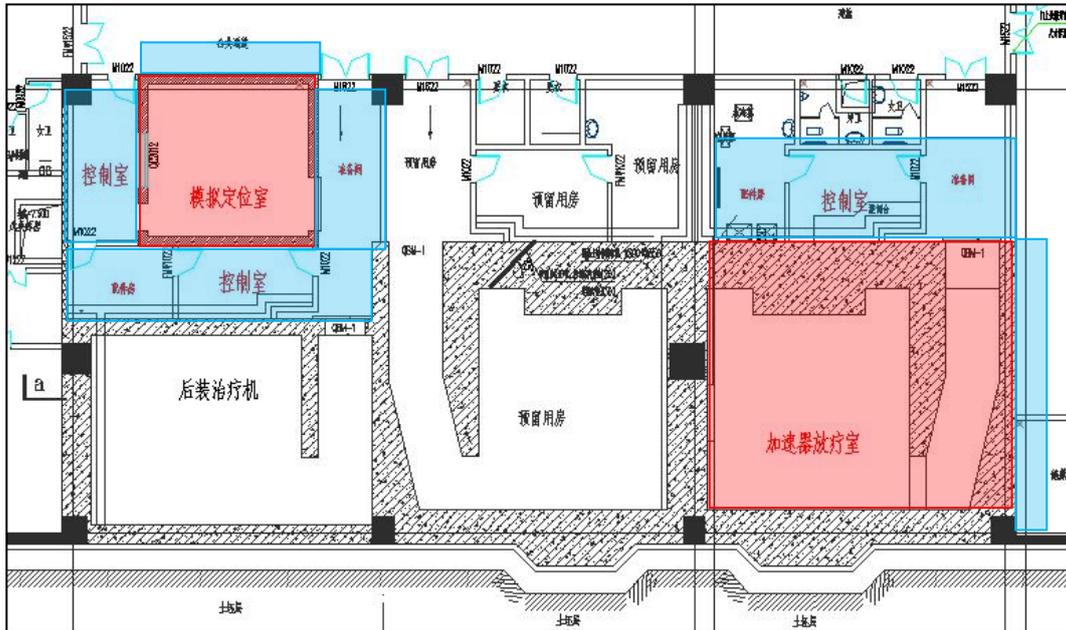
3、分区管理

医院对项目用房进行了分区管理，具体分区情况见表1-1和图1-1。

表1-1 项目分区情况表

设备	控制区	监督区	备注
直线加速器	直线加速器机房	配件房、控制室、准备间、储藏室和走道、楼上空置房间（不使用，长期锁闭）	储藏室、走道和楼上空置房间（不使用，长期锁闭）区域为：与机房墙体相邻30cm范围内
CT 模拟定位机	CT模拟定位机机房	控制室、后装机控制室、配件房、准备间、过道、楼上停车场	过道和楼上停车场区域为：与机房墙体相邻30cm范围内

各机房的分区管理与环评阶段相比未发生变化，分区符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871 -2002）要求。



■ : 控制区 ■ : 监督区

图 1-1 机房分区布置示意图

三、射线装置使用情况

主要设备性能参数对比见表1-2。

表1-2 本次验收射线装置参数一览表

验收装置		直线加速器	CT模拟定位机
型号		VITALBEAM	SOMATOM Definition As
设备来源		新购	新购
数量(台)		1	1
类别		II	III
主要设备参数	环评	X射线 10MV, 常用最高输出剂量: 600cGy/min	电压: 140kV; 电流: 666mA
	实际	X射线 10MV, 常用最高输出剂量: 600cGy/min	电压: 140kV; 电流: 666mA
用途		肿瘤治疗	模拟定位
总结		装置功能、类别、数量、场所均与环评阶段一致, 环评阶段设备型号未定, 设备额定参数与环评阶段一致	装置功能、类别、数量、场所均与环评阶段一致, 环评阶段设备型号未定, 设备额定参数与环评阶段一致

验收项目概况

表1

从表1-2可知，设备验收阶段工程建设内容及规模与环评阶段评价内容一致，不造成重大变动。

四、机房建设情况

1、直线加速器机房建设情况

(1) 机房四周墙体、顶棚

机房建设情况见表1-3。

表1-3 直线加速器室建设情况一览表

建成情况	环评阶段设计情况	对比情况
机房尺寸：7.4m×7.2m×3.9m	机房尺寸：7.4m×7.2m×3.9m	一致
东侧：主屏蔽墙厚 2.1m 砼（宽 4.1m），次屏蔽区厚 1.25m 砼； 西侧：主屏蔽墙厚 2.7m 砼（宽 3.3m），次屏蔽区厚 1.7m 砼； 顶棚：主屏蔽墙厚 2.7m 砼（宽 4.4m），次屏蔽区厚 1.7m 砼； 南侧：1.5m 砼； 北侧：迷路内墙厚 1.3m 砼，迷路外墙厚 0.6m 砼； 铅门：11mmPb+80mm 含硼 5%的聚乙烯； 门洞：高 2.4m，宽 2.0m	东侧：主屏蔽墙厚 2.1m 砼（宽 4.1m），次屏蔽区厚 1.25m 砼； 西侧：主屏蔽墙厚 2.7m 砼（宽 3.3m），次屏蔽区厚 1.7m 砼； 顶棚：主屏蔽墙厚 2.7m 砼（宽 4.4m），次屏蔽区厚 1.7m 砼； 南侧：1.5m 砼； 北侧：迷路内墙厚 1.3m 砼，迷路外墙厚 0.6m 砼； 铅门：设计 11mmPb+80mm 含硼 5%的聚乙烯； 门洞：高 2.4m，宽 2.0m	一致

从表1-3可知，机房的面积和尺寸能满足《医用电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126—2011）的要求。与环评阶段相比，机房的建设厚度均与环评阶段一致。

(2) 穿墙管线的防护

该项目直线加速器机房和其控制室的各种电缆管线，室内部分以地沟形式在地坪以下部位布设，并在非主射线投照部位以“U”形从地坪下方穿越墙体，机房在电缆敷设后，在加速器机房内穿墙处管口和穿墙电缆洞口位置增加标准混凝土实体墩（尺寸为50cm×100m×40cm）进行射线屏蔽，以减少散射辐射的泄通。

(3) 通风

建设单位为直线加速器室的通风分别设置新风管道和排风管道，进风管道口位于治疗室东侧墙体（即迷路）顶部，距地面 3.3m，新风管道采用“s 型”穿墙方式进入机房迷路内通过迷路到直线加速器室南墙主防护区顶部，此处设置 2 个新风口为加速器

验收项目概况

表 1

治疗室提供新风；排风管道位于机房西北角，距离地面高度约为 20cm，2 个排风口尺寸均为 40×20cm，排风管道布设经过治疗室顶部沿迷路内墙经过迷道后“S”型穿墙方式穿过防护门上方进入控制室通过单独通风管道通往楼顶排放。新风口和排风口的布设方式，满足“上送、下排”，且形成对角线设置，可以实现有效通风，且管道穿墙部分均采用铅板进行包裹，以防止射线漏出。排风次数可达 6.4 次/h，可以确保机房内有良好的通风，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）及环评要求。

2、CT模拟定位机机房建设情况

(1) 机房四周墙体、顶棚

该CT模拟定位机房已经建成，机房建设方案见表1-4。

表1-4 模拟定位机机房建设情况

序号	墙体名称		建成情况	环评阶段设计情况	对比情况
1	房间内空尺寸		5.61m×5.86m×3.9m	5.61m×5.86m×3.9m	一致
2	四周墙体	散、漏射	370mm 页岩砖	370mm 页岩砖	一致
3	顶棚	散、漏射	250mm 厚度砼	250mm 厚度砼	一致
4	防护门	散、漏射	3mmPb	3mmPb	一致
5	观察窗	散、漏射	3mmPb	3mmPb	一致

从表1-4可知，机房的面积和尺寸能满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的要求。与环评阶段相比，机房的建设厚度均与环评阶段一致。

(2) 穿墙管线的防护

根据设计单位提供的CT模拟定位机机房设计资料可知，穿迷路外墙的管线采用“U”形，减轻穿墙管线对墙体效果的影响。

(3) 通风

项目CT定位机为机械排风。

五、放射工作人员情况及工作负荷

(1) 放射工作人员情况

根据建设单位提供资料，本项目的放射工作人员名单见表 1-5。

验收项目概况

表 1

序号	姓名	性别	职称	岗位	个人剂量号	辐射防护与安全培训时间
1	谢文跃	女	医师	放射肿瘤医师	03049187	2017.10
2	曾川	男	医师	放射肿瘤医师	03049188	2018.07
3	黄顺平	男	主管技师	医学物理人员	03049192	2016.03
4	秦虹	女	医师	放射肿瘤医师	03049193	2017.09
5	曾维威	男	主治医师	放射肿瘤医师	03049194	2017.09
6	何明凤	女	医师	放射肿瘤医师	03049196	2017.09
7	杨镇洲	男	主任医师	放射肿瘤医师	03049219	2018.04
8	余娴	女	副主任医师	放射肿瘤医师	03049222	2018.07
9	蒋萱	女	医师	放射肿瘤医师	03049223	2018.07
10	黄玉胜	男	医师	放射肿瘤医师	03049224	2018.07
11	吴艳	女	主管护师	放射治疗技师	03049240	2018.11
12	夏蕾	女	副主任医师	放射肿瘤医师	03049241	2018.11
13	张雅倩	女	技师	放射影像技师	03049242	2018.11

从目前调试运行情况来看，现配置人员数量、能力、岗位可以满足医疗要求，现上岗人员均取得初级辐射防护与安全培训合格证，均佩戴了个人剂量计，进行了健康体检，取得相应从业资格。

(2) 工作负荷

根据医院提供资料，该项目加速器预计全年接待病人约 15000 人次，平均每个患者 2 个野，每个野 2Gy，每人需要时间为 1min，有效开机时间按 250h 计。

根据医院提供的资料，直线加速器病人基本全部需要 CT 定位机定位，即约 15000 人次，每次 18s 计，年总照射时间 75h。

对比环评阶段，项目工作负荷比环评阶段计划工作量大。

六、防护设施和监测仪器配置情况

医院配置的防护设施和监测仪器见表1-6。根据调试运行情况来看，配置的个人防护用品及监测仪器可以满足使用需要。

表1-6 防护设施和监测仪器一览表				
序号	监测设备名称	规格型号	数量	使用位置
1	个人剂量报警仪	/	2 个	直线加速器机房、模拟定位机机房使用
直线加速器				
2	固定式剂量率报警仪	/	1 个	探头安装在直线加速器机房，显示器安装在控制室，用于监控设备正常运行
3	X、 γ 射线检测仪	/	1 个	用于机房周围辐射环境监测
4	摄像头	/	7 个	监控直线加速器机房各个角落
5	急停按钮	/	8 个	设备自带 4 个，机房内 3 个，控制室 1 个
CT 模拟定位机				
6	铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅围裙	0.5mmPb	1 套	用于 CT 模拟定位机病人防护
7	急停按钮	/	3 个	设备自带 2 个，控制室 1 个

验收项目概况

表1

七、项目变更情况

根据现场调查并对比环评报告《重庆医科大学附属第二医院江南医院放射诊疗建设项目环境影响报告表》中评价内容，直线加速器与环评阶段相比，发生了较小变化，其平面布局和屏蔽方案主要变化情况详见表1-7。

表1-7 项目实际建设情况与环评阶段变化情况统计表

类别	环评阶段	实际建设	变更情况及说明
项目名称	重庆医科大学附属第二医院江南医院放射诊疗建设项目	重庆医科大学附属第二医院江南医院放射诊疗建设项目（直线加速器及CT模拟定位机）	本次仅验收1台直线加速器、1台CT模拟定位机
建设地点	医疗综合楼-1F放疗中心	医疗综合楼-1F放疗中心	无变化
建设性质	新建	新建	无变化
建设规模及内容	医疗综合楼-1F放疗中心新建机房及配套用房，配置后装机（使用III类密封放射源 ^{192}Ir ，总活度 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ）、10MV直线加速器（II类射线装置）、CT定位机（III类射线装置）各1台；在医疗综合楼1F急诊手术室、体检中心、2F放射科、泌尿科、3F介入中心、口腔科、4F（ERCP室）、5F手术室及肝病楼1F感染科建设机房和配套用房，共配置9台DSA（II类射线装置）和25台CT、DR、碎石机、胃肠机、乳腺机、骨密度仪、口腔全景机、C臂等放射诊断用III类射线装置。	配置1台直线加速器、1台CT模拟定位机	本次仅验收1台直线加速器、1台CT模拟定位机
功能定位	直线加速器用于放射诊疗，CT模拟定位机用于诊断	直线加速器用于放射诊疗，CT模拟定位机用于诊断	无变化
周边关系	直线加速器（一）治疗室北侧为储藏室和走道，东侧为堡坎（即土层，不可进入，且永久不得开挖），南侧为预留直线加速器治疗室，西侧为控制室和水冷机房，正上方为空置房间（长期锁闭），正下方为土层。CT模拟定位机用房东面为后装机控制室和配件房、西面为过道，北面为准备间，南面为控制室，楼上为车库，楼下无建筑。	直线加速器（一）治疗室北侧为储藏室和走道，东侧为堡坎（即土层，不可进入，且永久不得开挖），南侧为预留直线加速器治疗室，西侧为控制室和水冷机房，正上方为空置房间（长期锁闭），正下方为土层。CT模拟定位机用房东面为后装机控制室和配件房、西面为过道，北面为准备间，南面为控制室，楼上为车库，楼下无建筑。	无变化

机房面积	直线加速器机房面积为 53.28m ² ，模拟定位机机房面积为 32.87m ²	直线加速器机房面积为 53.28m ² ，模拟定位机机房面积为 32.87m ²	无变化
设备参数	直线加速器型号未明确，X射线10MV，常用最高输出剂量：600cGy/min；模拟定位机型号未明确，要求电压：140kV；电流：666mA	直线加速器为VITALBEAM，X射线10MV，常用最高输出剂量：600cGy/min；模拟定位机为SOMATOM Definition As，要求电压：140kV；电流：666mA	环评阶段设备型号未定，设备额定参数与环评阶段一致
工作负荷	预计直线加速器机房全年接待病人约 10000 人次，平均每个患者 2 个野，每个野 2Gy，每人需要时间为 1min，有效开机时间按 166.7h 计。直线加速器病人基本全部需要 CT 定位机定位，即约 10000 人次，每次 1min 计，有效开机时间按 166.7h 计	该项目预计直线加速器机房全年接待病人约 15000 人次，平均每个患者 2 个野，每个野 2Gy，每人需要时间为 1min，有效开机时间按 250h 计。直线加速器病人基本全部需要 CT 定位机定位，即约 15000 人次，每次 18s 计，年总照射时间 75h。	直线加速器增大，CT 定位机减少
辐射防护设施	直线加速器主屏蔽墙为西墙、东墙和顶棚，西墙设计厚度为 2.7m 砼，东墙设计厚度为 2.1m 砼，顶棚设计厚度为 2.7m 砼，次屏蔽墙南墙设计厚度为 1.5m 砼，防护门为 11mmPb+80mm 含硼 5%的聚乙烯；模拟定位机屏蔽墙设计厚度为 370mm 页岩砖，防护门和观察窗不小于 3mmpb 当量	直线加速器主屏蔽墙为西墙、东墙和顶棚，西墙建设厚度为 2.7m 砼，东墙建设厚度为 2.1m 砼，顶棚建设厚度为 2.7m 砼，次屏蔽墙南墙建设厚度为 1.5m 砼，防护门为 11mmPb+80mm 含硼 5%的聚乙烯；模拟定位机屏蔽墙建设厚度为 370mm 页岩砖，防护门和观察窗建设厚度为 3mmpb 当量	无变化
	配置巡检仪、个人剂量计、个人报警仪、固定式剂量率报警仪铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅围裙	配置巡检仪、个人剂量计、个人报警仪、固定式剂量率报警仪铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜、铅围裙	无变化
	直线加速器和模拟定位机上设置急停按钮	直线加速器上设置有 8 个急停按钮，加速器立柱、治疗床、迷道内入口各设置 2 个急停按钮，主控制台、西墙各设置 1 个急停按钮；CT 模拟定位机设备上设置有 1 个急停按钮，控制室设置有 1 个急停按钮	无变化
	工作人员应培训合格上岗，并佩戴个人剂量计	工作人员均取得培训合格证，佩戴个人剂量计	无变化
三废处理	(1) 废水 本项目医生、操作人员洗手用水依托医院的洗手间，洗手废水进入医院废水处理设施进行处理。医院污水处理能正常运行，并一直接受监督监测。因此，因项目产生的少量的废水依托医院现有废水处理站处理是可行的。	(1) 废水 本项目医生、操作人员洗手用水依托医院的洗手间，洗手废水进入医院废水处理设施进行处理。医院污水处理能正常运行，并一直接受监督监测。因此，因项目产生的少量的废水依托医院现有废水处理站处理是可行的。	无变化

	<p>(2) 固废 项目人员生活垃圾依托医院生活垃圾收集桶收集后由交由环卫部门处理。医疗垃圾依托医院医疗垃圾暂存间暂存，交由资质单位收集处理。</p> <p>(3) 废气 射线装置产生的 X 射线可使气体分子或原子电离，从而产生有害气体对周围环境造成影响，主要为臭氧和氮氧化物。本项目各射线装置机房内均拟设置进风口和中央空调，能有效保证机房内的通风换气，将室内空气中的有害气体臭氧和氮氧化物浓度降低到国家规定的浓度限值以下。</p>	<p>(2) 固废 项目人员生活垃圾依托医院生活垃圾收集桶收集后由交由环卫部门处理。医疗垃圾依托医院医疗垃圾暂存间暂存，交由资质单位收集处理。</p> <p>(3) 废气 射线装置产生的 X 射线可使气体分子或原子电离，从而产生有害气体对周围环境造成影响，主要为臭氧和氮氧化物。本项目各射线装置机房内均拟设置进风口和中央空调，能有效保证机房内的通风换气，将室内空气中的有害气体臭氧和氮氧化物浓度降低到国家规定的浓度限值以下。</p>	
--	--	--	--

根据上表可知，验收项目建设情况、环境保护措施等内容建设与环评阶段一致，本项目不存在重大变动。

验收依据及标准

表 2

一、验收依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日起施行（修订版）；
- (2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行；
- (3) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行；
- (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院 709 号令修订，2019 年 3 月 2 日起施行修订版；
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环保部令第 3 号，2017 年 12 月 20 日起施行修订版；
- (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部第 18 号令，2011 年 5 月 1 日施行；
- (7) 《射线装置分类》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；
- (8) 《关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告》，国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日起施行；
- (9) 《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》，2012 年；
- (10) 《重庆市环境保护条例》，2017 年 6 月 1 日施行修订版；
- (11) 《重庆市放射性同位素与射线装置辐射安全许可管理规定》，渝环〔2017〕242 号；
- (12) 《重庆医科大学附属第二医院江南医院放射诊疗建设项目环境影响报告表》，重庆宏伟环保工程有限公司；
- (13) 《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》，渝（辐）环准[2018]015 号，2018 年 4 月 27 日。

二、验收标准

本次验收项目执行评价标准有：《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2—2011）、《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126—2011）、《医疗 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013），结合医院制定的

验收依据及标准

表 2

年有效剂量管理目标，具体标准值详见表 2-1。

表2-1 项目剂量限值及污染物排放指标表

剂量要求			
执行对象	年有效剂量管理目标 (mSv/a)		标准名称
放射工作人员	5		GB18871-2002 及 医院制定年有效剂 量管理目标
公众成员	0.1		
机房墙体表面控制值			标准名称
各射线装置机房屏蔽 体外 30cm 处的辐射剂 量率	≤2.5μSv/h		GBZ126-2011 GBZ130-2013
机房面积控制			
设备名称	机房内最小有效使 用面积(m ²)	机房内最小单边长度(m)	标准名称
直线加速器	45	/	GBZ126-2011
CT 模拟定位机	30	4.5	GBZ130-2013
设备要求			
直线加速器 (电子标称能量大于 10MeV)	最后一次照射终止 10s 后、3min 内：距设备表面 5cm 处由感生放射性所造成的吸收剂量率 ≤200μSv/h, 距设备表面 1m 处由感生放射性所造 成的吸收剂量率≤20μSv/h		GBZ126-2011

一、环境影响报告表主要结论和要求**(1) 项目概况**

重庆医科大学附属第二医院拟在南岸区茶园新城区 B18/01、B22/02 地块重庆医科大学附属第二医院江南医院内建设重庆医科大学附属第二医院江南医院放射诊疗建设项目，项目主要包括：1 台 10MV 医用直线加速器及其配套设备、1 台 CT 定位机、1 台后装治疗机（使用 III 类密封放射源 ^{192}Ir ）及其配套设备；拟在医疗综合楼 1F 急诊手术室设置 1 台 DSA 及配套设备、体检中心设置 1 台骨密度和 1 台 DR；医疗综合楼 2F 放射科设置 3 台 CT 机、6 台 DR 机、1 台胃肠机、1 台乳腺机，泌尿科设置 1 台碎石机；医疗综合楼 3F 介入中心设置 6 台 DSA 及配套设备、口腔科设置口腔全景机；医疗综合楼 4F 设置 1 台中 C 臂（无血管造影功能）；医疗综合楼 5F 手术室设置 1 台 DSA、1 台 CT 手术室和 8 台手术室移动 C 臂；感染与肝病中心 1F 感染科设置 1 台 DSA。

(2) 实践正当性

医院射线装置对受电离辐射照射的个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”的原则与要求。

(3) 产业政策符合性分析

项目投入使用为疾病诊断、寻找病灶部位、制订治疗方案及治疗疾病提供了科学依据和手段。项目在加强管理后均满足相关国家法律、法规和标准的要求，不会给所在区域带来环境压力。同时，本项目《产业结构调整指导目录》（2013 年修订）鼓励类中第一类——鼓励类中新型医用诊断医疗仪器设备、微创外科和介入治疗装备及器械、医疗急救及移动式医疗装备、康复工程技术装置、家用医疗器械、新型计划生育器具（第三代宫内节育器）、新型医用材料、人工器官及关键元器件的开发和生产，数字化医学影像产品及医疗信息技术的开发与应用。第六小类——核能中的同位素、加速器及辐照应用技术开发项目，符合国家产业政策。

(4) 选址可行性及布局合理性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）关于“源的选址与定位”规定，国家只对“具有大量放射性物质和可能造成这些放射性物质大量释放的

源”应考虑场址特征的规定，对其它源的选址未作明文规定。本项目在正常运行和事故工况下，均不会造成大量放射性物质释放。因此，国家有关标准和文件对拟建项目的择址未加明确限制。从辐射环境影响分析来看，本项目直线加速器治疗设备设置于医疗综合楼负一楼南面，放射科设置于二楼南面区域与其他功能科室相对独立，其它机房均位于人员活动较少区域，有利于辐射防护。总体来看，本项目选址合理。

(5) 环境影响分析结论

①本项目各设备机房使用面积及最小边长满足相关规定。项目各机房分区满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。本项目直线加速器机房、后装治疗室、定位机室、DSA 手术室及其它 III 类射线装置机房设计墙体厚度满足《医用 X 射线诊断防护标准》（GBZ130-2013）辐射屏蔽的要求。

②剂量估算

本项目直线加速器机房、后装机、DSA 及其它 X 射线装置机房面积和单边尺寸满足标准要求。建设单位按照本评价提出的建议厚度进行机房建设后可满足墙体防护厚度要求，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）规定的各机房墙体外的瞬时剂量不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

通过核算，本项目放射工作人员、非放射工作人员和公众人员的年附加有效剂量均满足本环评的剂量管理目标的要求（放射工作人员 5mSv/a ，非放射工作人员和公众人员 0.1mSv/a ），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及相关标准的要求。此外，单台 DR 机放射工作人员和公众人员年受照剂量也满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv 的要求。

(6) 辐射安全与环境保护管理

项目投运前，应保证放射工作人员持证上岗，工作时必须佩戴个人剂量计，定期检查并安排健康体检。制定相关就医流程、操作、管理及辐射防护制度、人员培训、工作场所监测等制度。制定详实、可操作性强的应急预案，配备相关应急物资并定期开展应急演练。医院还应在今后的工作中，不断完善相关管理制度，加强管理，杜绝辐射事故的发生。

(7) 综合结论

综上所述，重庆医科大学附属第二医院拟开展的“重庆医科大学附属第二医院江南医院放射诊疗建设项目”在严格按照环评要求进行建设后，射线装置运行时对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求；该项目对环境的辐射影响是可接受的。重庆医科大学附属第二医院在落实了本环评提出的各项环境保护及污染防治措施的前提下，从环境保护的角度来看，本环评认为该建设项目是可行的。

环评建议

(1) 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。

(2) 医院应合理分配医生的手术量，尽量做到平均分配，以防因手术量过多造成个人剂量超过管理限值要求。

二、环评批复要求

渝（辐）环准[2018]015号环评批复内容：

你单位报送的江南医院放射诊疗建设项目环境影响评价文件审批申请表及相关材料收悉。经研究，现审批如下：

一、该项目的环评文件经重庆市环境工程评估中心技术评审认为，项目环评结论可信。根据《中华人民共和国环境影响评价法》等法律、法规的有关规定，我局原则同意重庆宏伟环保工程有限公司编制的该项目环境影响报告表结论及其提出的辐射防护安全、污染防治等环境保护措施，该项目在重庆市南岸区茶园新城区B18/01、B22/02地块内建设可行。

二、该项目为在江南医院新建的医疗综合楼-1F放疗中心新建机房及配套用房，配置后装机（内含一枚III类放射源 ^{192}Ir ，总活度 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ）、10MV直线加速器（II类射线装置）、CT定位机（III类射线装置）各1台；在医疗综合楼1F急诊手术室、体检中心、2F放射科、泌尿科、3F介入中心、口腔科、4F（ERCP室）、5F手术室及感染与肝病中心1F感染科建设机房和配套用房，共配置9台DSA（II类射线装置）和25台CT、DR、碎石机、胃肠机、乳腺机、骨密度仪、口腔全景机、C臂等放射诊断用III类射线装置。项目总投资10000万元，其中环保投资500万元。

三、你单位应严格遵守国家有关法规标准要求，严格执行对应的排放标准及辐射控制指标限值，有效控制项目对环境的电离辐射影响，其中，附加给工作人员、公众的年有效剂量分别控制在 5mSv 、 0.1mSv 内，所有辐射工作场所控制区及放射诊疗设

备机房外 30cm 处的辐射剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，加速器设备表面 5cm 及 100cm 处感生放射性分别在 $200 \mu\text{Sv/h}$ 、 $20 \mu\text{Sv/h}$ 内，后装机设备表面 5cm 及 100cm 处因泄漏辐射所致周围剂量当量率分别在 $50 \mu\text{Sv/h}$ 、 $5 \mu\text{Sv/h}$ 内。

四、该项目在设计、建设和运行过程中，应认真落实环境影响评价文件提出的辐射防护安全、放射性污染防治等环境保护措施，重点做好以下工作，确保辐射环境安全。

（一）进一步合理优化放射诊疗机房的设置、布局，辐射屏蔽设计应按照辐射防护最优化原则进行，并满足辐射防护安全要求；合理设置通风系统，且所有进出风口、穿墙管线道处均应采取相应的放射性泄漏措施。

（二）按有关规定对放射诊疗进行管理与控制，严格分区管理，各辐射工作场所应设置明显的电离辐射标志和中文警示说明，落实防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射的安全措施，采取有效措施，防止设施设备运行故障，强化风险防范管理。

（三）健全辐射安全责任制，落实辐射相关人员岗位职责，强化放射源的安全监管，完善辐射安全操作规程、设备维护保养制度和放射源使用台账管理制度等辐射安全防护管理制度及辐射事故应急方案，使其具备针对性、可操作性。

（四）加强建筑施工管理，保证放射诊疗场所辐射防护安全、污染防治设施施工质量；采取有效措施控制扬尘污染和施工噪声影响。

（五）项目建设、运营中产生的废水、固体废物按有关规定处理并达标排放；医疗废物等应交由有资质的单位处理。

五、建设项目应严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环境保护“三同时”制度，项目竣工后，你单位应重新办理辐射安全许可证，并按照规定程序自行组织开展环境保护竣工验收，经验收合格后方可正式投入运行。

六、该项目的性质、规模、地点、设计使用功能、辐射防护安全与污染防治措施发生重大变化时，你单位应当重新报批建设项目的环评文件。

七、你单位应在收到本批准书后20个工作日内，将批准后的环境影响报告表报送南岸区环境保护局，并按规定接受各级环境保护行政主管部门的监督检查。

辐射防护与安全措施及辐射环境管理检查

表4

一、项目环保三同时执行情况、环评及环评批复要求落实情况

本次验收的 1 台直线加速器和 1 台 CT 模拟定位机已开展了环境影响评价并取得了环评批复，履行了建设项目环境影响审批手续。验收监测时项目已建成，通过现场检查，本项目的环保工程与主体工程同时设计，同时施工，同时投入运营，满足“三同时”要求。

根据现场调查、监测本项目完成情况与环境影响评价中的环保设施竣工验收内容及管理要求比较情况见表 4-1，根据表 4-1 可知，项目落实了环评验收一览表的要求。

表4-1 环评验收内容要求对比表

序号	验收内容	验收要求	完成情况
1	环保资料	项目建设的环评评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告	齐全，见附件
2	环境管理制度	有专人负责，制度上墙；通道悬挂走向指示牌等。	已具备
3	环保措施	个人剂量计、铅衣、铅屏风、上下防护屏、铅眼镜、铅手套等；辐射工作场所警示标识张贴正确。	齐全
4	人员要求	配备放射治疗医生、物理师、护理人员	满足要求
5	放射工作人员及管理人员	持证上岗，4 年 1 次复训	满足要求
5	机房面积	直线加速器机房：≥45 m ² ；CT 模拟定位机机房：≥30m ² 且单边长度≥4.5m（按照最不利原则 CT 机房要求设置）	机房面积约 53.28m ² ，模拟定位机机房约 32.87m ² ，可以满足。
6	电离辐射	剂量控制	工作人员年有效剂量≤5mSv 公众成员年有效剂量≤0.1mSv 根据医院提供的放射工作人员个人剂量监测结果，满足医院剂量管理目标 5mSv/a
		墙体剂量率控制	直线加速器迷道门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率 ≤2.5μSv/h。CT 模拟定位机机房顶棚、墙外、防护门外周围剂量当量率 <2.5μSv/h 根据监测结果满足要求
		设备剂量率控制	直线加速器最大能量≤10MV；直线加速器（最后一次照射终止 10s 后、3min 内：距设备表面 5cm 处由感生放射性所造成的吸收剂量率≤200μSv/h 距设备表面 1m 处由感生放射性所造成的吸收剂量率≤20μSv/h 配置的直线加速器最大能量为 10MVA，且监测结果满足要求

二、辐射防护与安全措施检查

1、采取的辐射防护安全措施

直线加速器机房和模拟定位机机房辐射防护与安全措施检查情况见表4-2。现场落

实情况照片见附图。根据表4-2可知，通过检查建设单位提供的竣工验收资料、验收监测数据、现场验证等方式表明医院采取的各项辐射防护与安全措施可以正常运行，符合环评及批复的要求。

2、“三废”处置情况

本项目不产生放射性三废。非放射性三废产生情况如下：

(1) 废水

本项目医生、操作人员洗手用水依托医院的洗手间，洗手废水进入医院废水处理设施进行处理。医院污水处理能正常运行，并直接接受监督监测。因此，因项目产生的少量的废水依托医院现有废水处理站处理是可行的。

(2) 固废

项目人员生活垃圾依托医院生活垃圾收集桶收集后由交由环卫部门处理。医疗垃圾依托医院医疗垃圾暂存间暂存，交由资质单位收集处理。

(3) 废气

射线装置产生的X射线可使气体分子或原子电离，从而产生有害气体对周围环境造成影响，主要为臭氧和氮氧化物。本项目各射线装置机房内均设置进风口和中央空调，能有效保证机房内的通风换气，将室内空气中的有害气体臭氧和氮氧化物浓度降低到国家规定的浓度限值以下。

辐射防护与安全措施及辐射环境管理检查

表4

表4-2 辐射防护与安全措施现场检查记录表				
分类	环评批复的要求	验收现场记录	检查结果	是否符合
工作场所分区	按有关规定对放射诊疗进行管理与控制，严格分区管理，	建设单位将直线加速器机房及机房防护大门外 30cm 区域划分为监督区，并在机房防护大门外 30cm 处地面张贴红线；将配件房、控制室、准备间划分为监督区，并在控制室门口地面张贴红线。 建设单位模拟定位机机房及机房防护大门外30cm区域划分为监督区，并在机房防护大门外30cm处地面张贴红线；将控制室划分为监督区，并在控制室门口地面张贴红线。	建设单位按照 GB18871-2002 要求自行落实	符合
辐射防护与安全措施	各辐射工作场所应设置明显的电离辐射标志和中文警示说明，落实防止误操作、避免工作人员和公众受到意外照射的安全措施，采取有效措施，防止设施设备运行故障，强化风险防范管理。	各机房设置有电离辐射标志、警示说明，各机房设置了门灯联锁系统，即在防护门关闭时，门上方设置的“正在照射”指示灯亮，警示无关人员远离机房区域，根据现场检测，其运行状态为正常。 直线加速器上设置有 8 个急停按钮，加速器立柱、治疗床、迷道内入口各设置 2 个急停按钮，主控制台、西墙各设置 1 个急停按钮；CT 模拟定位机设备上设置有 1 个急停按钮，控制室设置有 1 个急停按钮；根据现场检测，急停按钮均能正常使用 各机房安装了对讲系统。	通过检查竣工资料	符合
	进一步合理优化放射诊疗机房的设置、布局，辐射屏蔽设计应按照辐射防护最优化原则进行，并满足辐射防护安全要求；合理设置通风系统，且所有进出风口、穿墙管线道处均应采取相应的放射性泄漏措施。	各机房平面布局与环评阶段一致，已按照设计要求建设，根据监测结果，机房的屏蔽能力能满足要求。 各机房主射线方向距离墙体较远，避开了防护门、观察窗等区域。 机房各防护门和观察窗与墙体的重叠长度将不小于其缝隙的10倍。防护门和观察窗由有资质的单位生产和安装。 根据现场踏勘，机房内的穿越防护墙的导线、导管等均采用“U”型，在机房角落穿墙，不影响墙体的屏蔽防护效果。 加速器机房采用“上进下出”的通风方式，新风口吊顶内安装，排风次数大于4次/h，可以确保机房内有良好的通风，根据现场测试，进风口和出风口运行状态良好。	满足 GBZ126—2011 要求	符合

辐射防护与安全措施及辐射环境管理检查

表4

	健全辐射安全责任制，落实辐射相关人员岗位职责，强化放射源的安全监管，完善辐射安全操作规程、设备维护保养制度和放射源使用台账管理制度等辐射安全防护管理制度及辐射事故应急预案，使其具备针对性、可操作性。	医院制定有健全的操作规程、岗位职责、设备检修维护制度、人员培训计划、辐射监测方案、辐射事故应急预案等，并已张贴上墙。	现场踏勘	符合
三废处理	废水、固体废物按有关规定处理并达标排放；医疗废物交有资质的单位处理。	项目废水、固废均依托医院进行处理，医疗废物依托医院危险废物暂存间存放后交由有资质的单位处置。	通过检查，按要求处理	符合
分类	环评报告的要求	验收现场记录	检查结果	是否符合
环保资料	项目建设的环评评价文件、环评批复、有资质单位出具的验收监测报告应齐全	重庆医科大学附属第二医院江南医院放射诊疗建设项目已编制了环境影响评价报告表，并取得了环评批复，本次验收对直线加速器和 CT 模拟定位机设备进行了验收监测并出具了验收监测报告	资料齐全	符合
环境管理制度	有专人负责，制度上墙；通道悬挂走向指示牌等。	直线加速器和 CT 模拟定位机机房内张贴了各项管理及维护制度，通道悬挂了走向指示牌	按照环评设计	符合
人员要求	配备放射治疗医生、物理师、护理人员	配备有放射治疗医生、物理师和护理人员	按照环评设计	符合
放射工作人员及管理人员	持证上岗，4 年进行 1 次复训	参与辐射工作的工作人员均进行了培训，并在有效期内	持证上岗	符合
机房面积	直线加速器：≥45 m ² ；CT 模拟定位机 ≥30m ² 且最小单边长度≥3.5m	直线加速器机房面积为 53.28m ² ，模拟定位机机房面积为 32.87m ²	满足要求	符合
辐射防护与安全措施	各机房各墙体厚度按照环评的要求进行建设，墙体应为一次性现浇混凝土（2.35g/cm ³ ），保证施工质量	现场勘察，各机房墙体均为一次性现浇混凝土，根据现场验收监测，各机房外得周围剂量当量率均能满足要求	满足要求	符合
	设置相应的联锁装置、紧急停机、视频监控装置、工作状态指示灯、电离	直线加速器和 CT 模拟定位机均设置有联锁装置、急停按钮、以及直线加速器设置视频监控系统，且均设置工作状态指示灯、电离辐射警示标志灯，根据现	满足要求	符合

辐射防护与安全措施及辐射环境管理检查

表4

辐射警示标志灯等。	场运行检测，其运行状态良好		
各机房的过墙电缆线、管线孔、通风管道均采用 U 型走向，并保证机房内良好的通风。	均采用 U 型走向	满足要求	符合
根据需要为医生、病人配置铅围裙、铅眼镜等防护用品。	配置有足够的防护用品，配置了铅衣、铅屏风等	满足要求	符合
所有放射工作人员均佩戴个人剂量计，并定期进行测读，建立个人剂量档案。	放射工作人员均佩戴有个人剂量计	满足要求	符合

三、辐射环境安全管理落实情况

(1) 辐射安全管理机构

医院成立了放射安全与防护领导小组，小组人员基本情况见表 4-3。

表4-3 辐放射防护管理小组成员名单

姓名	性别	委员会职责	职务或职称	工作部门	专/兼职
任红	男	负责人	院长/教授	机关	兼职
王大刚	男	负责人	院党委书记	机关	兼职
梅浙川	男	负责人	副院长/教授	机关	兼职
邓忠良	男	负责人	副院长/教授	机关	兼职
刘继智	男	负责人	副院长	机关	兼职
张荣贵	男	成员	处长	医务处	兼职
张桂蓉	女	成员	处长	医务处	兼职
甘秀妮	女	成员	护理部主任	护理部	兼职
陈歆	男	成员	处长	设备处	兼职
黎雁	男	成员	处长	后勤处	兼职
简华刚	男	成员	科主任/教授	急救部	兼职
何七元	男	成员	科长	保卫科	兼职
苏琼	女	辐射防护负责人	科长	保健科	兼职
曾焕芬	女	辐射防护负责人	管理员	保健科	专职
李正欢	女	辐射防护负责人	管理员	保健科	专职
郭大静	男	成员	科主任/教授	放射科	兼职
袁耿彪	男	成员	科主任/教授	核医学科	兼职
殷跃辉	男	成员	科主任/教授	心内科	兼职
李兴升	男	成员	科主任/教授	老年科	兼职
姜庆	男	成员	科主任/教授	泌尿外科	兼职
高志	男	成员	科主任/教授	口腔科	兼职
马颖	男	成员	科主任/教授	神经外科	兼职
孙建明	男	成员	科主任/教授	血管外科	兼职
陈阳美	男	成员	科主任/教授	神经内科	兼职
刘作金	男	成员	科主任/教授	肝胆外科	兼职
尹良军	男	成员	科主任/教授	骨科	兼职
杨镇洲	男	成员	科主任/教授	肿瘤中心	兼职
罗银灯	男	成员	放射技师	放射科	兼职
李智	女	成员	护士长	放射科	兼职
王进军	男	成员	工程师	核医学科	兼职

放射安全与防护领导小组成员均具有本科以上学历。放射安全与防护领导小组有 2 名为专职人员，并均取得辐射防护与安全培训合格证，人员能力满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2017 年修订）的要求。

(2) 管理制度落实情况

医院制定有健全的操作规程、岗位职责、设备检修维护制度、人员培训计划、辐射监测方案、辐射事故应急预案等，并已张贴上墙，具体制度名录如下：《放射诊疗安全与防护管理制度》、《辐射安全和防护监测方案》、《放射工作人员辐射安全与放射防护培训计划》、《放射工作人员个人剂量监测制度》、《放射工作人员职业健康管理制



图4-1 项目制度上墙现场照片

四、放射工作人员及公众受照剂量

1、放射工作人员

经现场调查，本项目放射工作人员在从事放射工作中均按要求佩戴了个人剂量计。

医院放疗科工作人员为轮班制，轮流学习操作目前已有的直线加速器和CT模拟定位机，医院提供的人员个人剂量监测结果见表4-4。

表4-4 个人剂量计监测档案

表序号	姓名	年龄	性别	职称	个人剂量号	2018年第二季度	2018年第三季度	2018年第四季度	2019年第一季度	科室
1	谢文跃	36	女	医师	03049187	0.05	0.05	0.05	0.05	肿瘤中心
2	曾川	31	男	医师	03049188	0.05	0.05	0.05	0.16	肿瘤中心
3	黄顺平	35	男	主管技师	03049192	0.05	0.05	0.05	0.05	肿瘤中心
4	秦虹	31	女	医师	03049193	0.05	0.05	0.05	0.05	肿瘤中心

辐射防护与安全措施及辐射环境管理检查

表4

5	曾维威	35	男	主治医师	03049194	0.05	0.05	0.05	0.05	肿瘤中心
6	何明凤	32	女	医师	03049196	0.05	0.05	0.05	0.05	肿瘤中心
7	杨镇洲	49	男	主任医师	03049219	0.05	0.05	0.05	0.05	肿瘤中心
8	余娴	48	女	副主任医师	03049222	/	0.05	0.05	0.05	肿瘤中心
9	蒋萱	33	女	医师	03049223	/	0.05	0.05	0.05	肿瘤中心
10	黄玉胜	36	男	医师	03049224	/	0.05	0.05	0.05	肿瘤中心
11	吴艳	33	女	主管护师	03049240	/	/	0.05	0.09	肿瘤中心
12	夏蕾	36	女	副主任医师	03049241	/	/	0.05	0.05	肿瘤中心
13	张雅倩	28	女	技师	03049242	/	/	0.05	0.05	肿瘤中心

备注：余娴、蒋萱、黄玉胜为 2018 年第三季度入职人员；吴艳、夏蕾、张雅倩为 2018 年第四季度入职人员。

根据表 4-4 个人剂量监测结果可知，放疗科放射工作人员的年有效剂量小于医院年有效剂量管理目标 5mSv/a，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的剂量限值要求。医院应继续做好放射工作人员个人剂量监测及档案管理工作，如发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时向上级部门报告。

2、公众成员

根据验收监测结果，结合项目实际情况，公众人员所受剂量主要为辐射工作场所周围停留所致，本次按照监测结果进行核算。

X-γ射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下列公式计算：

$$H_{Er} = H_{(10)} \times T \times t \times 10^{-3}$$

其中：H_{Er}：X 或γ射线外照射人均年有效剂量，mSv；

H*(10)：X 或γ射线周围剂量当量率，μSv/h；

T：居留因子；

t：X 或γ射线照射时间，小时。

根据上述公式，核算结果见表4-5。

表4-5 射线装置公众成员年有效剂量估算结果

序号	设备名称	监测结果最大值 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效开机时间 (h)	年有效剂量 (mSv/a)
1	直线加速器	0.90	250	0.056
2	CT 模拟定位机	1.03	75	0.02

备注：居留因子取1/4。

根据估算结果可知，公众成员受到的附加有效剂量小于医院年有效剂量管理目标0.1mSv/a，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的剂量限值要求。

验收监测

表5

2019年5月6日，重庆泓天环境监测有限公司对重庆医科大学附属第二医院的1台VITALBEAM型加速器和1台SOMA70M Definition型X射线计算机断层摄影装置（CT）的电离辐射工作环境进行了验收监测。

一、验收监测依据

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）

《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）

《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）

《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）

《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》（渝（辐）环准[2018]015号）

二、监测因子

监测因子：周围剂量当量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）。

三、监测仪器

验收监测使用监测仪器见表 5-1 所示。

表 5-1 验收监测所使用的仪器情况表

仪器名称	仪器型号	仪器编号	计量检定证书编号	有效日期	校准因子
智能化 γ 辐射仪	FD-3013B	01598	2019022701664	2020.3.7	0.93
中子剂量当量率仪	BH3105	38	DYjs2019-0037	2020.1.20	0.913
辐射防护用 X、 γ 辐射剂量当量率仪	451P	0000006490	2018H21-20-160136 4001	2019.10.15	1.04

四、验收监测质量控制和质量保证

本次测量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检定的合格证书，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部门培训，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。因此，本次验收监测有良好的质量保证，监测结果真实可信。

五、监测工况及监测布点

1、监测工况

验收监测期间，本次验收的直线加速器和模拟定位机处于调试运行阶段，各防护设施正常运行，监测条件选择通过咨询现场操作技师，选择实际操作中可能用到的较大输出剂量，因此，在此条件下的监测结果可以反映项目正式投运后的辐射环境影响。

2、监测布点**(1) 监测布点**

根据诊疗流程，按照 GBZ126-2011、环评及环评批复要求，在机房屏蔽体四周、顶棚及底板人员可以到达处进行了布点，监测因子考虑了周围剂量当量率、感生放射性所致的周围剂量当量率以及中子剂量率。总体来看直线加速器共布置 19 个周围剂量当量率监测点位，2 个感生放射性所致周围剂量当量率监测点位，19 个中子剂量率点位。

(2) 监测布点合理性分析

本次监测点位布置符合环评及验收批复要求，监测布点对本次验收射线装置正常使用所致所致周围辐射环境影响进行全面了解，本次验收监测布点全面，满足环境保护竣工验收要求，布点合理。

六、监测结果**1、直线加速器验收监测****(1) 医用电子加速器基本情况：**

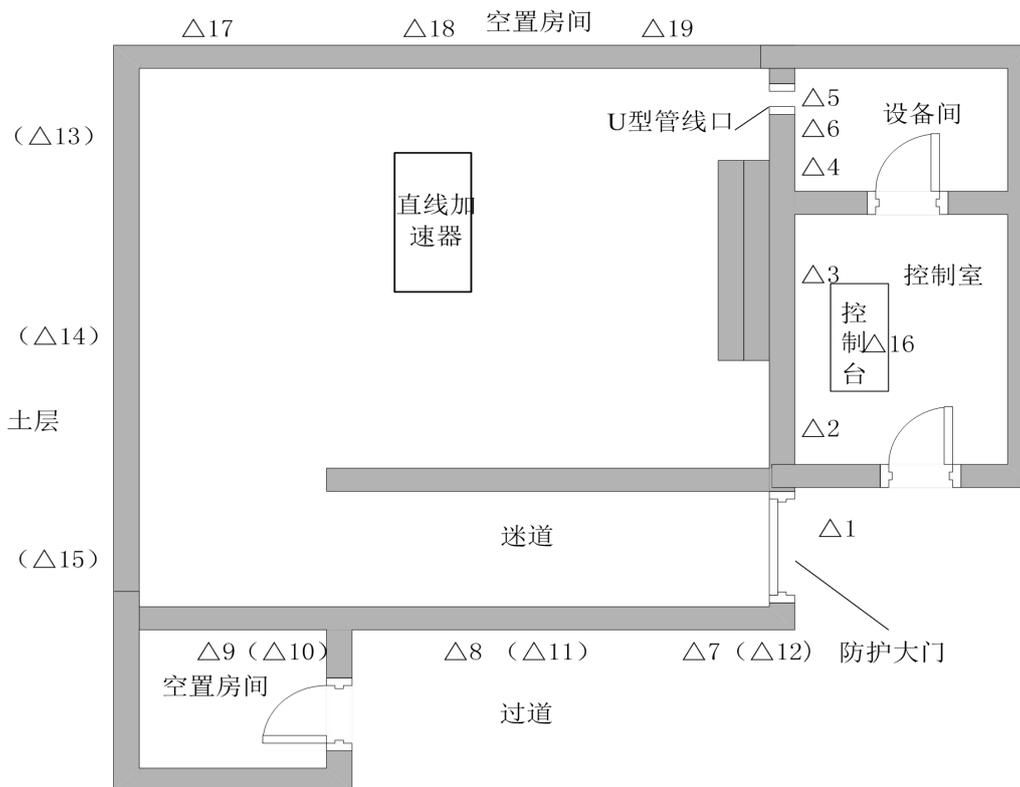
表5-2 直线加速器参数一览表

型号	出厂编号	生产厂家	最大X射线能量	最大剂量率指数	出厂时间	启用时间
VITALBEAM	3833	瓦里安	10MV	600cGy/min	2018.8	2019.4

(2) 监测条件：

X射线能量：10MV，剂量率指数：600cGy/min，照射野：40cm×40cm。

(3) 监测布点示意图：



备注：△为监测点位置，该设备位于医院门诊楼-1楼直线加速器（一）治疗室，楼下无建筑，楼上为空置房间，锁门，人员无法入内，△10、△11、△12为1楼车库监测点，△13、△14、△15为2楼空地监测点。

(4) 监测结果

周围剂量当量率监测监测见表5-3，感生放射性所造成的周围剂量当量率见表5-4，中子剂量当量率见表5-5。

表5-3 周围剂量当量率

序号	测量位置	周围剂量当量率(μSv/h)							
		监测值	修正值	监测值	修正值	监测值	修正值	监测值	修正值
		0° (垂直向下)		90° (朝向土层)		180° (垂直向上)		270° (朝向控制室)	
△1-1	防护门右门缝30cm	0.34	0.35	0.30	0.31	0.25	0.26	0.23	0.24
△1-2	防护门下门缝30cm	0.32	0.33	0.29	0.30	0.31	0.32	0.35	0.36
△1-3	防护门左门缝30cm	0.31	0.32	0.28	0.29	0.23	0.24	0.18	0.19
△1-4	防护门中间表面30cm	0.30	0.31	0.25	0.26	0.29	0.30	0.35	0.36

验收监测

表5

△2	墙表面30cm	0.12	0.12	0.10	0.10	0.11	0.11	0.10	0.10
△3	墙表面30cm	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.87	0.90
△4	墙表面30cm	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.36	0.37
△5	管线口表面30cm	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
△6	墙表面30cm	0.17	0.18	0.15	0.16	0.16	0.17	0.13	0.14
△7	墙表面30cm	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
△8	墙表面30cm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.10	0.10
△9	墙表面30cm	0.17	0.18	0.14	0.15	0.14	0.15	0.13	0.14
△10	楼上车库	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10
△11	楼上车库	0.11	0.11	0.10	0.10	0.11	0.11	0.10	0.10
△12	楼上车库	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11
△13	楼上空坝	0.20	0.21	0.23	0.24	0.33	0.34	0.11	0.11
△14	楼上空坝	0.17	0.18	0.22	0.23	0.30	0.31	0.11	0.11
△15	楼上空坝	0.22	0.23	0.21	0.22	0.32	0.33	0.10	0.10
△16	工作人员操作位	0.12	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12	0.40	0.42
△17	墙表面30cm	0.12	0.12	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11
△18	墙表面30cm	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10
△19	墙表面30cm	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.11	0.11

备注：修正值=测量值×校准因子，以上监测数据均未扣除本底0.10μSv/h。

表5-4 感生放射性所造成的周围剂量当量率

周围剂量当量率(μSv/h)			
距设备表面5cm		距设备表面1m	
测量值	修正值	测量值	修正值
1.07	1.00	0.52	0.48

备注：修正值=测量值×校准因子，以上监测数据均未扣除本底0.10μSv/h。

表5-5 中子剂量当量率

序号	测量位置	中子剂量当量率(μSv/h)							
		监测值	修正值	监测值	修正值	监测值	修正值	监测值	修正值

验收监测

表5

		0° (垂直向下)		90° (朝向土层)		180° (垂直向上)		270° (朝向控制室)	
△1-1	防护门右门缝30cm	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4	0.4
△1-2	防护门下门缝30cm	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
△1-3	防护门左门缝30cm	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
△1-4	防护门中间表面30cm	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.4
△2	墙表面30cm	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△3	墙表面30cm	0.0	L	0.0	L	0.0	L	1.5	1.4
△4	墙表面30cm	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.8	0.7
△5	管线口表面30cm	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△6	墙表面30cm	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△7	墙表面30cm	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△8	墙表面30cm	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△9	墙表面30cm	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△10	楼上车库	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△11	楼上车库	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△12	楼上车库	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△13	楼上空坝	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△14	楼上空坝	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△15	楼上空坝	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△16	工作人员操作位	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△17	墙表面30cm	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△18	墙表面30cm	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L
△19	墙表面30cm	0.0	L	0.0	L	0.0	L	0.0	L

备注：修正值=测量值×校准因子，以上监测数据均未扣除本底0.10μSv/h。

2、CT模拟定位机验收监测

(1) 基本情况：

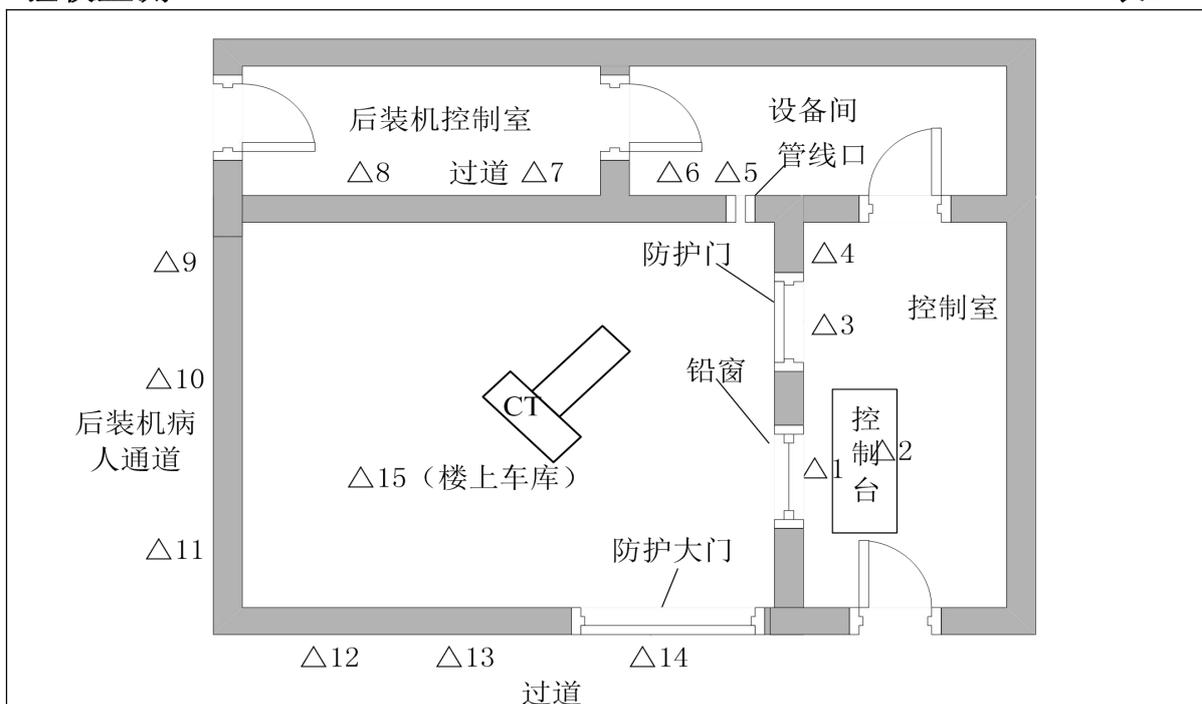
表5-6 CT模拟定位机参数一览表

型号	编号	生产厂家	额定电压	额定电流	出厂时间	启用时间
SOMA70M Definition As	不详	SIEMENS	140kV	不详	2018.11	2019.4

(2) 监测条件：

头颅螺旋扫描（常用最大工况）：120kV，380mAs。

(3) 监测布点示意图：



备注：△为监测点位，该设备位于医院门诊楼-1楼CT模拟定位机房，楼下无建筑。

(4) 监测结果

周围剂量当量率见表5-7。

表5-7 周围剂量当量率

点位编号	监测点描述	周围剂量当量率 (Sv/h)	
		测量值	修正值
△1-1	铅窗左侧表面 30cm	0.29	0.30
△1-2	铅窗中间表面 30cm	0.22	0.23
△1-3	铅窗右侧表面 30cm	0.21	0.22
△2	工作人员操作位	0.11	0.11
△3-1	防护门上门缝 30cm	0.99	1.03
△3-2	防护门中间表面 30cm	0.23	0.24
△3-3	防护门下门缝 30cm	0.15	0.16
△4	墙表面 30cm	0.13	0.14
△5	管线口表面 30cm	0.13	0.14
△6	墙表面 30cm	0.12	0.12
△7	墙表面 30cm	0.13	0.14
△8	墙表面 30cm	0.12	0.12
△9	墙表面 30cm	0.13	0.14
△10	墙表面 30cm	0.14	0.15
△11	墙表面 30cm	0.12	0.12
△12	墙表面 30cm	0.13	0.14
△13	墙表面 30cm	0.14	0.15
△14-1	防护大门下门缝 30cm	0.12	0.12
△14-2	防护大门左门缝 30cm	0.12	0.12

验收监测

表5

△14-3	防护大门上门缝 30cm	0.10	0.10
△14-4	防护大门右门缝 30cm	0.11	0.11
△14-5	防护大门中间表面 30cm	0.11	0.11
△15	楼上车库	0.10	0.10

备注：修正值=测量值×校准因子，以上监测数据均未扣除本底0.10μSv/h。

根据以上监测结果可知，重庆医科大学附属第二医院直线加速器机房周围剂量当量率测量值为0.10-0.90μSv/h，距离设备5cm感生放射性测量值为1.0μSv/h，100cm感生放射性测量值为0.48μSv/h，其中子剂量率最大为0.4μSv/h，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）和《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》（渝（辐）环准[2018]015号的要求；重庆医科大学附属第二医院模拟定位机周围剂量当量率测量值为0.10-1.03μSv/h，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）、《X射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ165-2012）和《重庆市建设项目环境影响评价文件批准书》（渝（辐）环准[2018]015号的要求。

通过对重庆医科大学附属第二医院直线加速器机房和模拟定位机机房采取的辐射防护与安全措施调查和监测，得出以下结论：

(1) 本次验收范围

重庆医科大学附属第二医院江南医院直线加速器位于医院合楼-1F 放疗中心直线加速器（一）治疗室内，该机房内配置 1 台 10MV 直线加速器，属于 II 类射线装置；模拟定位机位于医院综合楼-1F 放疗中心模拟定位室内，该机房内配置 1 台 140kV 的 CT 模拟定位机，属于 III 类射线装置。

根据调查，设备验收阶段工程建设内容及规模与环评阶段评价内容一致，本项目不存在重大变动。

(2) 环保手续及“三同时”履行情况

本次验收的直线加速器机房和 CT 模拟定位机机房已开展了环境影响评价并取得了环评批复，履行了建设项目环境影响审批手续。验收监测时项目已建成，通过现场检查，本项目的环保工程与主体工程同时设计，同时施工，同时投入运营，满足“三同时”要求。

(3) 辐射防护与安全措施现场检查结论

通过检查建设单位提供的竣工验收资料、验收监测数据、现场验证等方式表明医院采取的各项辐射防护与安全措施可以正常运行，符合环评及批复的要求。

(4) 辐射环境管理

重庆医科大学附属第二医院建立了放射防护管理委员会，专门负责医院的辐射环境管理。制订了一系列辐射管理制度和工作制度，制定了放射事件应急处理预案和辐射环境监测方案，现有与本项目相关的放射工作人员均参加了辐射安全与防护培训并取得合格证书，医院的辐射环境管理及制度体系完备，具备从事该项核技术利用项目的辐射环境管理能力。

(5) 验收监测结果

根据验收监测结果可知，重庆医科大学附属第二医院直线加速机房和 CT 模拟定位机机房室周围剂量当量率、加速器表面感生放射性及中子剂量率监测结果均满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）和环评及其批复的要求。

(6) 职业照射和公众照射

医院为各放射工作人员建立了个人剂量以及健康体检档案，根据医院提供的放

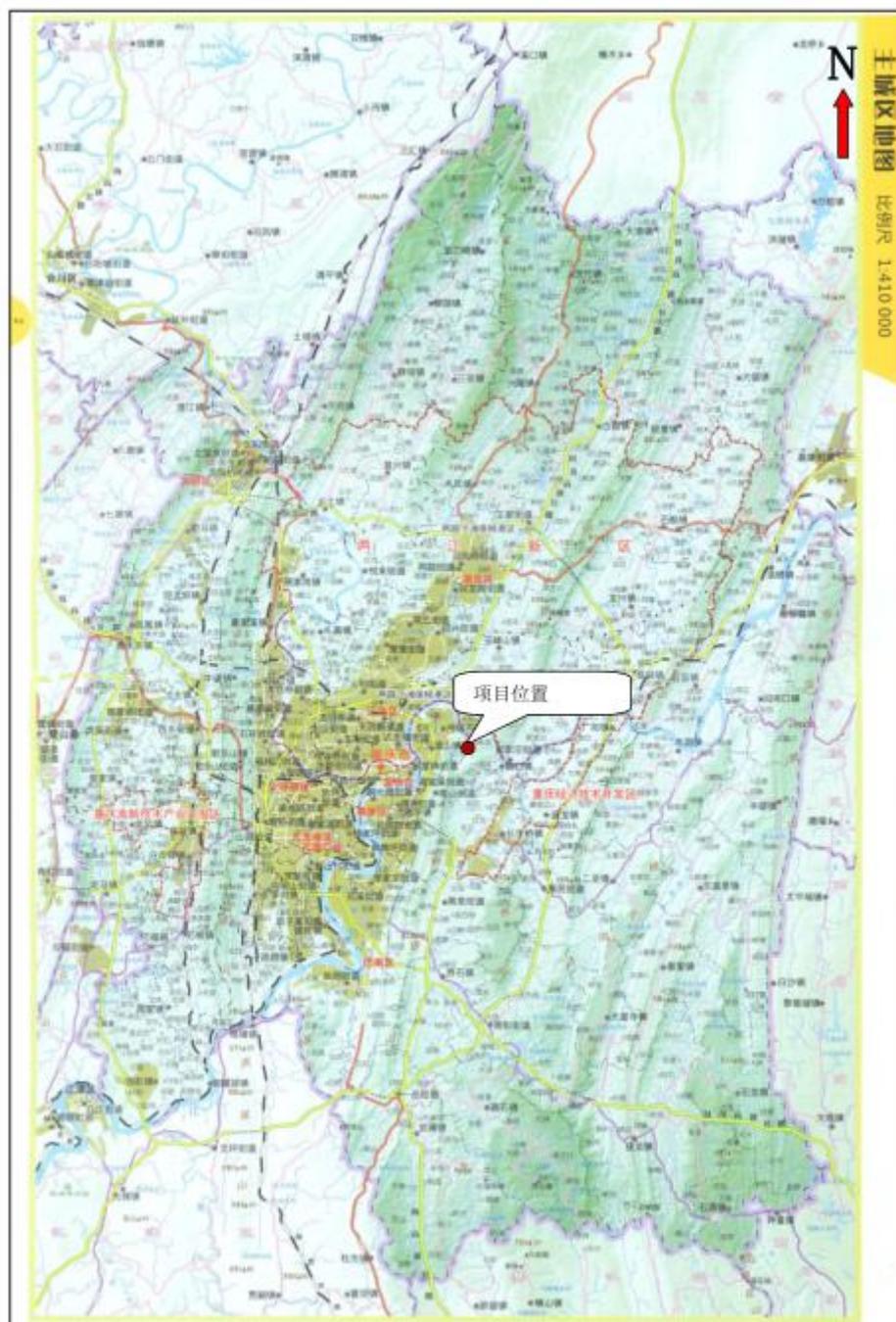
结论及建议

表6

疗科放射工作人员个人剂量档案可知，各放射工作人员年有效剂量均小于医院年有效剂量管理目标 5mSv/a，也满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的剂量限值要求。医院应继续做好放射工作人员个人剂量监测及档案管理工作，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告。

（7）综合结论

综上所述，重庆医科大学附属第二医院认真落实了环境影响评价报告及其批复文件的各项辐射防护与安全管理措施和管理措施，直线加速器机房和 CT 模拟定位机机房对放射工作人员、公众人员及周围环境产生的影响很小，满足国家辐射安全相关标准。因此，从辐射环境保护角度分析，本项目的直线加速器和 CT 模拟定位机具备建设项目竣工环境保护验收条件，建议通过竣工环境保护验收。



附图1 项目地理位置图