新建II类射线装置及核医学科应用项目（1 台直线加速器和 1 台 DSA）竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：四川泰康医院有限公司

编制单位：四川省核工业辐射测试防护院

（四川省核应急技术支持中心）

2024 年 5 月

目　录

表 1 项目基本情况 1
表 2 项目建设情况 6
表 3 辐射安全与防护设施/措施 18
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定 35
表 5 验收监测质量保证及质量控制 42
表 6 验收监测内容 44
表 7 验收监测 48
表 8 验收监测结论 54

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td>建设项目名称</td><td colspan="5">新建II类射线装置及核医学科应用项目
（1 台直线加速器和 1 台 DSA）</td></tr>
<tr><td>建设单位名称</td><td colspan="5">四川泰康医院有限公司</td></tr>
<tr><td>项目性质</td><td colspan="5">■新建　□改扩建　□技改　□迁建</td></tr>
<tr><td>建设地点</td><td colspan="5">四川省成都市天府新区华阳街道祥鹤一街 881 号</td></tr>
<tr><td rowspan="3">源项</td><td>放射源</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>非密封放射性物质</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>射线装置</td><td colspan="4">1 台 10MV 医用电子直线加速器（II类）、1 台 DSA（II类）</td></tr>
<tr><td>建设项目环评批复时间</td><td>2021 年 1 月</td><td>开工建设时间</td><td colspan="3">2021 年 3 月</td></tr>
<tr><td>取得辐射安全许可证时间</td><td>2023 年 7 月</td><td>项目投入运行时间</td><td colspan="3">2023 年 8 月</td></tr>
<tr><td>辐射安全与防护设施投入运行时间</td><td>2023 年 8 月</td><td>验收现场监测时间</td><td colspan="3">2024 年 4 月</td></tr>
<tr><td>环评报告表审批部门</td><td>四川省生态环境厅</td><td>环评报告表编制单位</td><td colspan="3">四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）</td></tr>
<tr><td>辐射安全与防护设施设计单位</td><td>悉地（北京）国际建筑设计顾问有限公司</td><td>辐射安全与防护设施施工单位</td><td colspan="3">重庆思源建筑技术有限公司</td></tr>
<tr><td>投资总概算(万元)</td><td>4500（1 台直加和 1 台 DSA）</td><td>辐射安全与防护设施投资总概算(万元)</td><td>75.4（1 台直加和 1 台 DSA）</td><td>比例</td><td>1.68%</td></tr>
<tr><td>实际总投资(万元)</td><td>4000（1 台直加和 1 台 DSA）</td><td>辐射安全与防护设施实际总概算(万元)</td><td>73.6（1 台直加和 1 台 DSA）</td><td>比例</td><td>1.84%</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5">1、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度
（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订，2015 年 1 月 1 日实施）；
（2）《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年；
（3）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令第 449 号），2019 年 3 月国务院令第 709 号修订；
（4）《国务院关于<建设项目环境保护管理条例>的决定》</td></tr>
</table>

验收依据	（中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年），自 2017 年 10 月 1 日起施行； （5）《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号）； （6）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国家环境保护部 国环规环评[2017]4 号），2017 年 11 月 22 日； （7）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号，2011 年），自 2011 年 5 月 1 日起施行； （8）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年，国家环境保护总局令第 31 号，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改，2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 第 20 号修改）； （9）；《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》（生态环境部公告 2018 年第 9 号）； （10）《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号文）； （11）《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 第 57 号，2020 年 1 月 1 日施行）； （12）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部 公告 2021 年 第 9 号，2021 年 3 月 15 日实施）。 **2、建设项目竣工环境保护验收技术规范** （1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （2）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （3）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)； （4）生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）；

验收依据	（5）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； （6）《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）； （7）《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）； （8）《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）； （9）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范　核技术利用》　（HJ 1326-2023）； （10）生态环境部（国家核安全局）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 年发布版）； （11）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。 **3、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定** （1）四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）《成都泰康西南医院新建II类射线装置及核医学科应用项目环境影响报告表》。 （2）四川省生态环境厅《关于四川泰康西南医院有限公司成都泰康西南医院新建II类射线装置及核医学科应用项目环境影响报告表的批复》（川环审批[2021]3号）。 **4、其他相关文件** （1）建设单位提供资料； （2）《委托书》。

验收执行标准	根据生态环境部关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》的公告（2018 年第 9 号）中关于验收执行标准的要求：**建设项目竣工环境保护验收污染物排放标准原则上执行环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定所规定的标准。在环境影响报告书（表）审批之后发布或修订的标准对建设项目执行该标准有明确时限要求的，按新发布或修订的标准执行。**特别排放限值的实施地域范围、时间，按国务院生态环境主管部门或省级人民政府规定执行。 本项目环境影响报告表审批之后发布了《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）。 根据《新建II类射线装置及核医学科应用项目环境影响报告表》，结合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），本次验收监测执行的标准为： 1、个人剂量约束值 （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。四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv。项目要求按上述标准中规定的职业照射年有效剂量限值的 1/4 执行，即职业人员全身剂量约束限值为 5mSv/a，DSA 介入职业人员四肢（手和足）或皮肤约束限值为 125mSv/a。 （2）公众照射：第B1.2.1条的规定，实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量 1mSv。项目按上述标准中规定的公众照射年有效剂量约束限值的1/10执行，即0.1mSv/a。 （3）根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为 5mSv/a；公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。
验收执行标准	

综上，本项目以5mSv/a作为职业照射年有效剂量约束值，以125mSv/a作为DSA介入职业人员四肢（手和足）或皮肤年有效剂量约束值，以0.1mSv/a作为公众照射年有效剂量约束值。

2、控制剂量率水平

（1）根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h。

（2）根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），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、拟建二层建筑物或在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 6.1.4 中 1）和 2）所确定的剂量率参考控制水平。

（3）根据环评报告，直线加速器机房周围关注点的剂量率控制水平见下表，关注点最低剂量率控制水平为 0.4μSv/h。

表 1-1 直线加速器机房外各关注点剂量率参考控制水平

关注点位		剂量率参考控制水平（H_e）μSv/h
直线加速器机房	A（应急物资库）	2.5
	B（射波刀机房）	2.5
	C（污水泵房）	1.6
	D（停车场）	0.4
	E（走道）	0.4
	F（控制室）	2
	H（地面绿化带）	2.5
	I（地面绿化带）	0.4
	G（机房防护门）	0.4

表 2 项目建设情况

项目建设内容：

一、建设单位概况及项目由来

1、建设单位概况

四川泰康医院有限公司（统一社会信用代码：91510100MABQU60U6E）原名“四川泰康西南医院有限公司”，于成都市天府新区华阳街道祥鹤一街 881 号建设四川泰康医院（原名“成都泰康西南医院”，于 2023 年 2 月更名为“四川泰康医院”），按照国内三级甲等综合医院设置标准规划，总建筑面积 18.5 万 m^2，规划总床位 1001 张。四川泰康医院是泰康保险集团在西南地区打造的首家“医教研”一体化三级综合医院，秉承“办医为健”的理念，打造以“健康管理和老年医学”为首、“全科医学、心身医学、中医、康复”齐头的战略学科；以“妇产儿、心脑血管、肿瘤、安宁疗护”为重点学科，满足人民群众日益增长的多元化、多层次健康需求。

四川泰康医院有限公司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[01116]），许可种类和范围为：使用II类、III类射线装置，有效期至 2028 年 7 月 9 日。

2、项目由来

四川泰康医院有限公司于2020年3月委托四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）开展了“新建II类射线装置及核医学科应用项目”的环境影响评价工作，其建设内容包括：医用电子直线加速器、射波刀、数字化减影血管造影机（DSA）、胰胆管造影（ERCP）中型 C 型臂 X 射线机等II类射线装置，正电子断层扫描仪（PET/CT）及 SPECT 即单光子发射计算机断层仪（SPECT/CT）等III类射线装置，锗-68（即 ^{68}Ge）V类放射源以及乙级非密封放射性物质工作场所，涉及使用非密封放射性物质氟-18、锝-99m 和钼-99。四川省生态环境厅已于 2021 年 1 月 6 日对“新建II类射线装置及核医学科应用项目环境影响报告表”进行了批复，批复文号为川环审批[2021]3 号。

由于医院内部规划及项目建设进度，目前上述建设内容中仅 1 台直线加速器和 1 台 DSA 建成投入试运行，且已登记至辐射安全许可证上，因此需分批验收。其余建设内容待建成投运后，由医院另行组织验收。本次仅对 1 台直线加速器和

1 台 DSA 进行验收。

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》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》和国务院第 449 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关要求，建设项目必须进行环境保护竣工验收监测。因此，四川泰康医院有限公司委托四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）负责本次竣工环境保护验收工作。四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）接受委托后，经过收集资料、现场监测，于 2024 年 4 月编制完成《新建II类射线装置及核医学科应用项目（1 台直线加速器和 1 台 DSA）竣工环境保护验收监测报告表》。

二、项目建设内容和规模

本项目验收内容包括：1台直线加速器和1台DSA。

1、直线加速器

直线加速器位于 1 号楼负二层直线加速器治疗室 01，净空面积 102m^2，机房净空尺寸长 10.1m×宽 10.1m×高 5.3m，机房整体采用 2.35t/m^3 的钢筋混凝土连续浇筑，主射方向朝北侧、南侧、地面和屋顶。机房北侧墙体（与射波刀机房共用）主屏蔽区厚 3.3m（宽 4.5m），相连次屏蔽区厚 2.5m；南侧主屏蔽区厚 2.9m（宽 4.5m），相连次屏蔽区厚 1.8m；西侧屏蔽体厚 1.7m；东侧设长 10.1m、宽 2.1m 的“Z 型”迷道，迷道内墙厚 1.6m，迷道外墙厚 1.4m；迷道防护门为 15mm 铅当量+77 mm 含硼聚乙烯；屋顶主屏蔽区厚 2.9m（宽 4.5m），相连次屏蔽区厚 1.8m，屋顶上方为夹层（无特殊用途，封闭不可到达），夹层上方为地面绿化带；机房下方无地下层。

机房内使用1台Infinity型10MV医用电子直线加速器，X射线最大能量为10MV，X射线等中心1m处剂量率最大为22Gy/min，最大电子线能量为15MeV，电子线等中心1m处剂量率最大为6Gy/min，属于II类射线装置，年出束时间250h。

2、DSA

DSA 位于 1 号楼裙楼四层 DSA 手术室 1 内，手术室面积为 45.4m^2，净空尺寸长 7.7m×宽 5.9m×高 3.4m。机房四周墙体为 24cm 实心砖+1.3mm 铅当量硫酸钡防护涂料（共约 3.8mm 铅当量），屋顶和地板均为 20cm 厚钢筋混凝土+1.3mm 铅当量硫酸钡防护涂料（共约 3.9mm 铅当量），设置 1 扇 4mm 铅当量铅玻璃观

察窗，设置 3 扇 4mm 铅当量铅防护门。

手术室内使用 1 台 Azurion 7 M20 型 DSA，额定管电压 125kV，管电流 1000mA，属于II类射线装置，年最大出束时间为 375.1h（拍片 8.4h、透视 366.7h）。

表 2-1　本次验收的射线装置明细情况表

序号	名称及型号	型号	数量（台）	类别	额定参数	所在位置
1	医用电子直线加速器	Infinity	1	II类	10MeV	1 号楼负二层直线加速器治疗室 01
2	DSA	Azurion 7M20	1	II类	125kV/1000mA	1 号楼裙楼四层 DSA 手术室 1

根据现场调查核实，本次验收项目的实际建设内容与批复建设内容的对比详见表 2-3，不属于重大变动。

三、项目平面布置

1、直线加速器

本项目直线加速器位于 1 号楼负二层直线加速器治疗室 01，机房北侧为射波刀机房；东侧为过道、控制室和病患更衣间；南侧自西向东依次为应急物资库、强排间、水冷机房；西侧为停车场；机房楼上对应区域为夹层（无特殊用途，封闭不可到达），夹层上方为地面绿化带；楼下对应区域均为土层，无构筑物。

2、DSA

本项目 DSA 位于 1 号楼四层 DSA 手术室 1 内，手术室北侧为洁净走廊；东侧为控制室；南侧为清洁走道；西侧为设备间和缓冲间；机房楼上为裙楼屋顶和空调机房，楼下为消毒供应中心。根据现场调查核实，本次验收内容的平面布置未发生变化。

四、验收监测范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》和项目实际情况，本次验收内容的调查范围与环评一致，即II类射线装置机房屏蔽墙体四周向外延伸50m的区域。

五、建设地点及环境保护目标

1、建设地点及外环境关系

本项目位于成都市天府新区华阳街道祥鹤一街 881 号四川泰康医院内。院区四周地势平坦，院区北侧紧邻 50m 宽规划绿地，规划绿地北侧紧邻牧华路三段，隔牧华路三段距本项目 117m 处为南湖春天（住宅）；东北侧隔牧华路三段距本

项目 168m 处为二江花园（住宅）；东侧紧邻益州大道，隔益州大道距本项目 87m 处为富森美家居（商业）；南侧紧邻祥鹤一街，隔祥鹤一街距本项目 20m 处为待建空地（规划为商业用地）；西侧约 20m 处为待建空地（规划为公用设施用地），约 171m 处为华府 279 项目（住宅）。

本次验收内容均位于 1 号楼，其中直加位于负二层，DSA 位于四层。1 号楼位于医院中部及西侧，1 号楼东侧约 23m 为 2 号楼和 3 号楼，其余三侧隔院内通道、绿化为医院外墙。1 号楼包括有北主楼（17F，约 75.7m）、门诊+医技楼（裙楼 4F，局部 5F，约 27m）、南主楼（13F，约 58.9m）、地下两层。

根据现场调查核实，本项目建设地点和外环境关系未发生变化。

2、主要环境保护目标

本次验收的辐射场所为 1 号楼负二层直线加速器治疗室 01 和 1 号楼裙楼四层 DSA 手术室 1，重点关注机房四周邻居的环境保护目标，与环评一致，具体见下表。

表 2-2　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（m）	
					水平	垂直
直加	职业人员	5 人	机房东侧	控制室	10.5	/
	周围公众	3750 人*	机房北侧	射波刀机房	8.0	/
		流动人群	机房东侧	过道、病患更衣间	10.5	/
		2 人	机房南侧	应急物资库、污水泵房、水冷机房	8.5	/
		流动人群	机房西侧	停车场	7.0	/
		1 人	机房楼上	地面绿化带	/	10.7
DSA	职业人员	3 人	/	机房内	0.3	/
	周围公众	1 人	机房东侧	控制室	3.5	/
		20人	机房北侧	洁净走道	3.3	/
		10人	机房南侧	清洁走道	3.3	/
		1 人	机房西侧	设备间、缓冲间	4.8	/
		1 人	机房楼上	裙楼屋顶、空调机房	/	3.4
		4 人	机房楼下	消毒供应中心	/	3.4

*注：目前射波刀机房封闭未建，根据医院提供资料，预计射波刀投运后每天最多治疗 15 个病人，年工作 250 天，年最多治疗病人共 3750 人。

六、项目实际建设内容与批复建设内容对比

项目实际建设内容与批复建设内容对比见表 2-3。

表2-3　项目实际建设内容与批复建设内容对比一览表

名称		环评建设内容及规模	验收建设内容及规模	备注
主体工程	直线加速器	医用电子直线加速器机房净空面积 102m^2，机房净空尺寸长 10.1m×宽 10.1m×高 5.3m，机房整体采用 2.35t/m^3 的钢筋混凝土连续浇筑，主射方向朝北侧、南侧、地面和屋顶。机房北侧墙体（与射波刀机房共用）主屏蔽区厚 3.3m（宽 4.5m），相连次屏蔽区厚 2.5m；南侧主屏蔽区厚 2.9m（宽 4.5m），相连次屏蔽区厚 1.8m；西侧屏蔽体厚 1.7m；东侧设长 10.1m、宽 2.1m 的“Z 型”迷道，迷道内墙厚 1.6m，迷道外墙厚 1.4m；迷道防护门为 15mm 铅当量+77mm 含硼聚乙烯；屋顶主屏蔽区厚 2.9m（宽 4.5m），相连次屏蔽区厚 1.8m，屋顶上方为夹层（无特殊用途，封闭不可到达），夹层上方为院内绿化带；机房下方无地下层。 机房内配置使用 1 台 10MV 医用电子直线加速器，X 射线最大能量为 10MV，X 射线等中心 1m 处剂量率最大为 22Gy/min，最大电子线能量为 22MeV，电子线等中心 1m 处剂量率最大为 22Gy/min，属于II类射线装置，年出束时间 250h。	医用电子直线加速器机房净空面积 102m^2，机房净空尺寸长 10.1m×宽 10.1m×高 5.3m，机房整体采用 2.35t/m^3 的钢筋混凝土连续浇筑，主射方向朝北侧、南侧、地面和屋顶。机房北侧墙体（与射波刀机房共用）主屏蔽区厚 3.3m（宽 4.5m），相连次屏蔽区厚 2.5m；南侧主屏蔽区厚 2.9m（宽 4.5m），相连次屏蔽区厚 1.8m；西侧屏蔽体厚 1.7m；东侧设长 10.1m、宽 2.1m 的“Z 型”迷道，迷道内墙厚 1.6m，迷道外墙厚 1.4m；迷道防护门为 15mm 铅当量+77mm 含硼聚乙烯；屋顶主屏蔽区厚 2.9m（宽 4.5m），相连次屏蔽区厚 1.8m，屋顶上方为夹层（无特殊用途，封闭不可到达），夹层上方为地面绿化带；机房下方无地下层。 机房内配置使用 1 台 Infinity 型 10MV 医用电子直线加速器，X 射线最大能量为 10MV，X 射线等中心 1m 处剂量率最大为 22Gy/min，最大电子线能量为 15MeV，电子线等中心 1m 处剂量率最大为 6Gy/min，属于II类射线装置，年出束时间 250h。	①直线加速器实际最大电子线能量（15MeV）、电子线等中心 1m 处最大剂量率（6Gy/min）均小于环评时参数（22MeV、22Gy/min）。 ②直加机房实际命名为“直线加速器治疗室 01”。 ③其余建设内容与环评一致。

	DSA	位于1号楼裙楼四层。1#DSA机房面积为45.4m²，净空尺寸长7.7m×宽5.9m×高3.4m；机房四周墙体为37cm实心砖（约4mm铅当量）；屋顶和地板均为25cm厚钢筋混凝土（约3.3mm铅当量）；设置1扇观察窗，为4mm铅当量的铅玻璃；设置3扇铅门，均为4mm铅当量的铅防护门。 机房内安装1台DSA，型号未定，额定管电压125kV，管电流1250mA，属于II类射线装置。DSA年最大出束时间为375.1h。	位于1号楼裙楼四层。DSA手术室1面积为45.4m²，净空尺寸长7.7m×宽5.9m×高3.4m。机房四周墙体为24cm实心砖+1.3mm铅当量硫酸钡防护涂料（共约3.8mm铅当量），屋顶和地板均为20cm厚钢筋混凝土+1.3mm铅当量硫酸钡防护涂料（共约3.9mm铅当量），设置1扇4mm铅当量铅玻璃观察窗，设置3扇4mm铅当量铅防护门。 手术室内使用1台Azurion 7 M20型DSA，额定管电压125kV，管电流1000mA，属于II类射线装置，年最大出束时间为375.1h。	①1#DSA机房实际命名为DSA手术室1，实际位置不发生变化。 ②机房墙体、顶板和地板的实际辐射屏蔽参数与环评时有所差异（墙体屏蔽防护铅当量略低于环评、顶板和地板屏蔽防护铅当量高于环评），仍满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中屏蔽防护铅当量厚度要求，且验收监测结果也满足屏蔽体外0.3m处周围剂量当量率不大于2.5μSv/h的要求。 ③DSA实际额定管电压与环评一致，额定管电流（1000mA）略低于环评参数（1250mA）。 ④其余建设内容与环评一致。
辅助工程	直加	控制室1间，面积约12.2m²； 水冷机房1间，面积约19.3m²。	控制室1间，面积约12.2m²； 水冷机房1间，面积约19.3m²。	与环评一致
	DSA	控制室1间，面积约11.9m²； 设备间1间，面积约11.8m² 缓冲间1间，面积约5.1m²。	控制室1间，面积约11.9m²； 设备间1间，面积约11.8m² 缓冲间1间，面积约5.1m²。	与环评一致
公用工程		依托医院的配电、供电、通讯系统及污水处理系统等。	依托医院的配电、供电、通讯系统及污水处理系统等。	与环评一致

对照环评批复内容，本次变动内容为：①直线加速器实际最大电子线能量（15MeV）、电子线等中心1m处最大剂量率（6Gy/min）均小于环评时参数（22MeV、22Gy/min），因此实际对机房周围辐射环境影响更小。②DSA机房墙体、顶板和地板的实际辐射屏蔽参

数与环评时有所差异（墙体屏蔽防护铅当量略低于环评、顶板和地板屏蔽防护铅当量高于环评），但仍满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中屏蔽防护铅当量厚度要求，且验收监测结果也满足屏蔽体外 0.3m 处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 的要求。③DSA 实际额定管电压与环评一致，额定管电流（1000mA）低于环评参数（1250mA）。由于 DSA 额定功率为定值，设备管电压和管电流无法同时达到额定值，且出于保护职业人员健康、维护设备性能良好以及在确保达到预期诊断目标条件下，使受检者所受照射剂量最低的目的，设备投运后不会采用额定工况运行，因此额定管电流的减小，不会对周围辐射环境造成不利影响。除此之外，本项目建设地点、射线装置类别和数量、工作方式、年曝光时间、工艺流程、污染物产生种类、采取的污染治理和辐射安全防护措施、管理制度的制定情况等均与环评及批复一致，因此，以上变动不属于重大变动。

根据《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》，验收监测应当在确保主体工程工况稳定、环境保护设施运行正常的情况下进行，本项目已稳定运行，环境保护设施和辐射安全防护设施已按“三同时”要求配备且正常运行，本项目不存在重大变动，因此，本项目符合验收条件。

源项情况：

本次验收的射线装置参数见下表。

表 2-4　本次验收射线装置明细表

序号	名称	型号	数量	类别	额定参数/最大能量	工作场所
1	10MV 医用电子直线加速器	Infinity	1 台	II类	最大 X 射线能量 10MV，X 射线等中心 1m 处剂量率最大为 22Gy/min；最大电子线能量 15MeV，电子线等中心 1m 处剂量率最大为 6Gy/min。	1 号楼负二层直线加速器治疗室 01
2	DSA	Azurion 7 M20	1 台	II类	125kV/1000mA	1 号楼裙楼四层 DSA 手术室 1

根据现场调查核实，本项目射线装置变动情况如下：①直线加速器实际最大电子线能量（15MeV）、电子线等中心 1m 处最大剂量率（6Gy/min）均小于环评时参数（22MeV、22Gy/min）；②DSA 额定管电压与环评一致，额定管电流（1000mA）略低于环评（1250mA）。本项目射线装置实际参数比环评略小，且未改变已许可的射线装置类别，不属于重大变动。

工程设备与工艺分析：

一、工艺流程及产污环节

（一）医用电子直线加速器

1、工作原理

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。

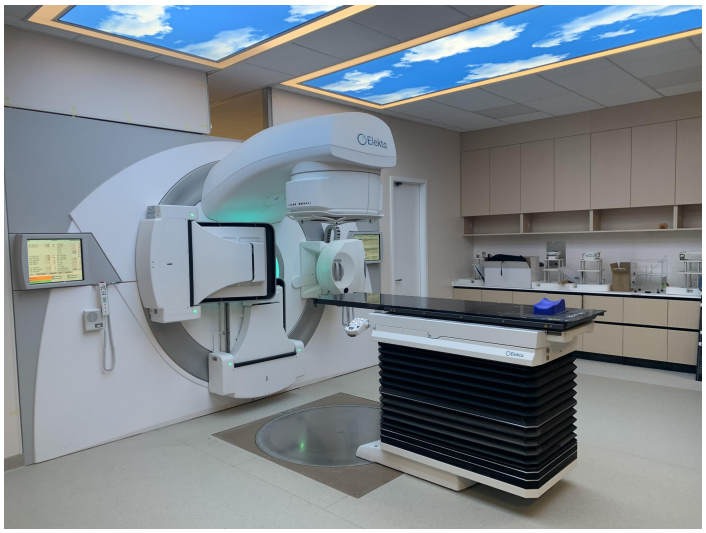


图 2-1　Infinity 型 10MV 医用电子直线加速器现场照片

2、治疗流程

①模拟定位：先通过模拟定位 CT 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病人摆位，医务人员退出机房，关闭好防护门并确认安全装置运行正常后，开机治疗。

治疗过程及其产污环节见图 2-2。

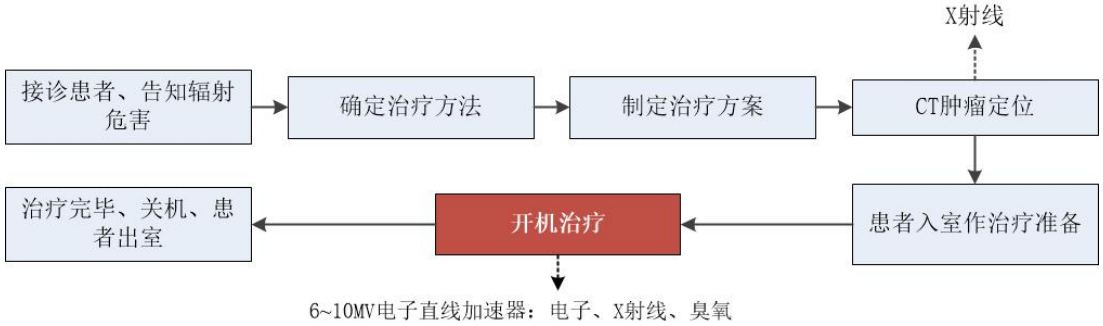


图 2-2　直线加速器治疗过程与产污环节简图

3、人流、物流路径

患者在更衣室更衣后经防护门进入直加机房内，医护人员经过医护更衣区进入控制室。

（二）DSA

1、工作原理

数字减影血管造影装置（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。两次数字相减，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。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。

图 2-3　Azurion 7 M20 型 DSA 现场照片

2、治疗流程

①接诊病人后，向病人告知可能受到的辐射危害；②病人准备完毕进入机房摆位、固定，然后进入机房内对病人进行局部消毒处理和局部防护处理；③医生退出机房，通过控制室操作台对病人进行拍片；④医生穿着防护服进入曝光室，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；⑤配合射线装置透视推送导管，并将导管送入指定位置；⑥完成后进行导管加压，将造影剂注入病人体内；⑦完成造影剂注入后，医生退出机房，通过控制室操作台对病人进行拍片，并进行减影处理后，得到最终病人的高清血管影像资料；⑧完成减影后，医生再次进入机房内并配合射线装置透视对病人病灶部位进行相应介入治疗。

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

①拍片：操作人员一般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。

②透视：病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有间歇或连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时医生位于射线装置配备的铅帘后面，并穿戴铅服、铅眼镜等在机房内进行同室介入手术室操作。

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，出束方向由下向上。注入的造影剂不含放射性，同时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见下图。

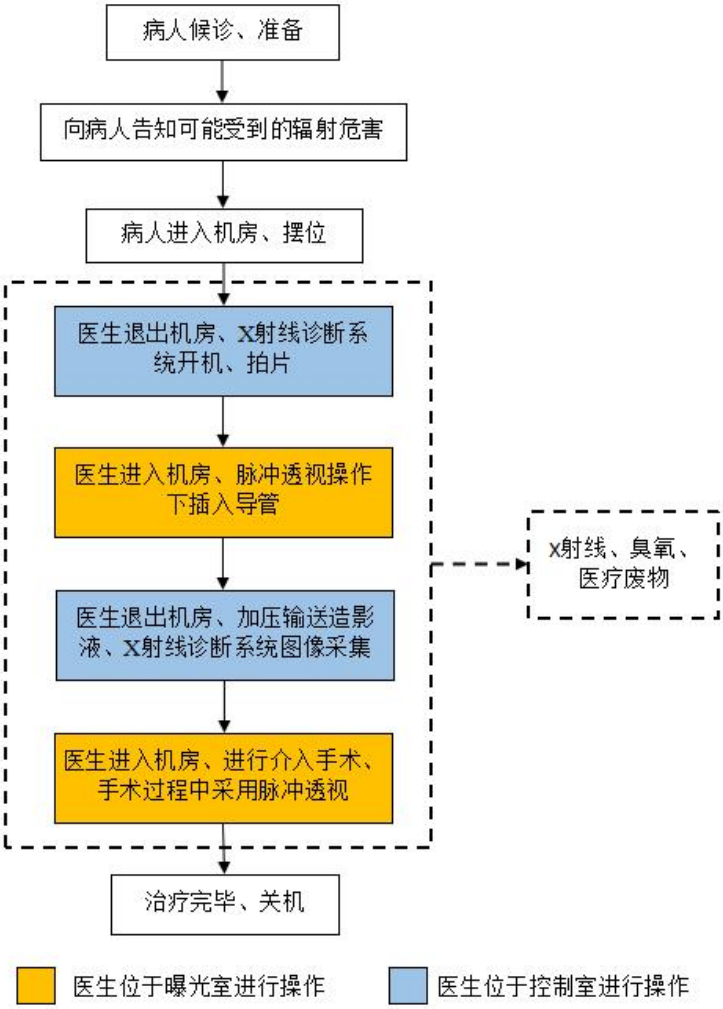


图 2-4 血管造影流程及产污环节示意图

3、人流、物流路径

候诊患者通过洁净走道经患者通道铅门进入 DSA 手术室 1 内，医护人员从控制室进入机房，污物从手术室内经缓冲间，通过清洁走道运走，不与人员通道交叉。

二、工作人员及工作制度

1、人员配置

对照环评，本项目直线加速器拟设置 4 名辐射工作人员，DSA 拟设置 7 名辐射工作人员。根据调查核实，本项目直线加速器实际设置 5 名辐射工作人员，除操作该台直线加速器外，不操作其他射线装置；由于目前业务量较少，本项目 DSA 实际设置 4 名辐射工作人员，除操作该台 DSA 外，还操作 1 号楼 4 楼复合手术室 19 内的 DSA。

本项目共设置 9 名辐射工作人员，均为新增辐射工作人员，均参加了核技术利用辐射安全与防护考核并取得合格证书，持证上岗。

表 2-5　本项目辐射工作人员配置情况表

序号	射线装置	岗位设置	配置人数（人）
1	直线加速器	医用电子直线加速器工作人员	5
2	DSA	心内科：手术医生 2 人、护士 1 人	3
		放射科：技师 1 人	1
合计		/	9

后续要求：如运营后因业务量增加需新增辐射工作人员时，应根据《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）的要求，新增辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识并报名参加考核，考核合格并取得辐射安全培训合格证书后方可从事辐射工作。

2、工作制度

本项目实行 8 小时单班工作制度，年工作日为 250 天。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

一、场所布局和分区管理

1、分区原则

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定控制区和监督区。其定义为“控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域”。

2、控制区与监督区的划分

根据现场踏勘，本项目两区划分与环评一致。具体划分见下表，划分示意图见图 3-1~图 3-2。

表 3-1　控制区和监督区划分

射线装置	控制区	监督区	备注
直线加速器	直线加速器治疗室 01	控制室、水冷机房	控制区内禁止外来人员进入，职业工作人员在进行辐射工作时，应穿戴好防护用品，佩戴好个人剂量计，尽量减小在控制区内居留时间；监督区范围内应尽量限制无关人员进入。
DSA	DSA 手术室 1	控制室、设备间、缓冲间	

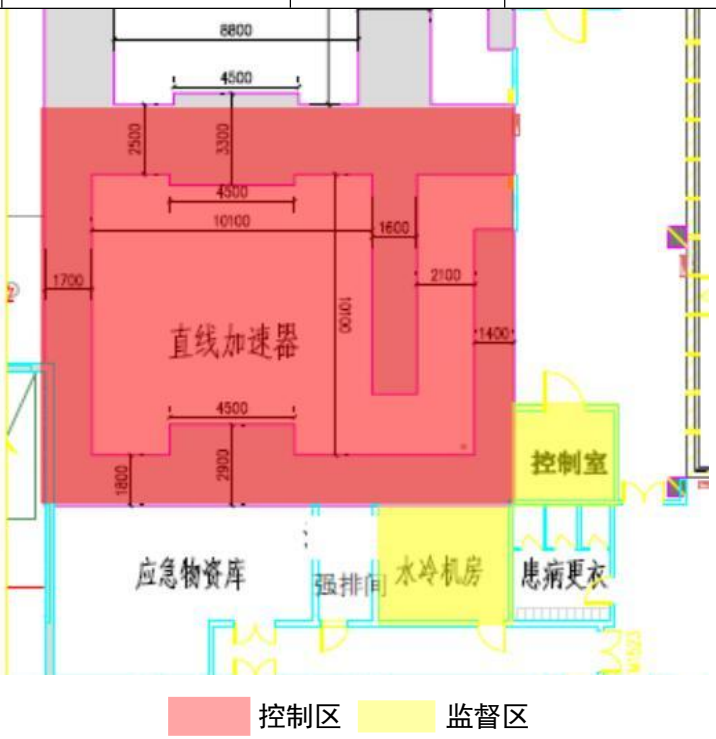


图 3-1　本项目直线加速器两区划分示意图

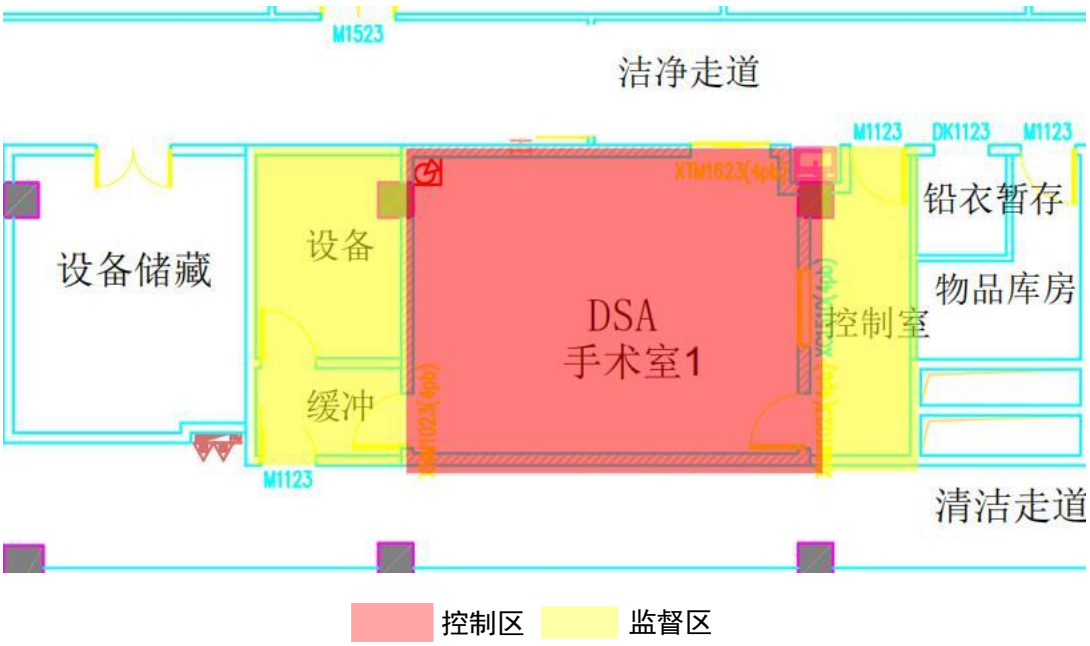


图 3-2　本项目 DSA 两区划分示意图

二、屏蔽设施建设情况和屏蔽效能

1、直线加速器

（1）主体结构屏蔽

本项目直线加速器治疗室 01 采用混凝土（密度 2.35t/m^3）连续整体浇筑。根据现场核实，实际建设方案与环评一致，具体屏蔽情况如下。

表 3-2 直线加速器治疗室 01 实际屏蔽状况

工作场所	有效使用面积	机房净空长×宽×高	墙体	屋顶	迷道	防护门
直线加速器治疗室01	102m^2	长10.1m×宽10.1m×高5.3m	机房北侧墙体(与射波刀机房共用）主屏蔽区厚3.3m（宽4.5m），相连次屏蔽区厚2.5m；南侧主屏蔽区厚2.9m（宽4.5m），相连次屏蔽区厚1.8m；西侧屏蔽体厚1.7m。	主屏蔽区厚2.9m（宽4.5m），相连次屏蔽区厚1.8m	长10.1m、宽2.1m的“Z型”迷道，迷道内墙厚1.6m，迷道外墙厚1.4m	15mm铅当量+77mm含硼聚乙烯

（2）穿墙屏蔽设计

本项目直线加速器机房控制电缆布设于电缆沟内，电缆沟采取 U 型穿墙；进风和排风管均以斜向 45°角穿过机房防护门上方墙体，电缆沟和通排风系统的布设方式不影响屏蔽墙体的屏蔽效果。

2、DSA

根据现场调查核实，本项目 DSA 手术室 1 实际建设方案与环评方案对比见

下表。

表 3-3　DSA 手术室 1 实际屏蔽与环评对照一览表

项目	环评设计方案	实际建设方案	备注
长×宽	长 7.7m×宽 5.9m	长 7.7m×宽 5.9m	与环评一致
有效使用面积	45.4m^2	45.4m^2	与环评一致
墙体	37cm 实心砖 （约 4mm 铅当量）	24cm 实心砖+1.3mm 铅当量硫酸钡防护涂料 （共约 3.8mm 铅当量）	屏蔽防护铅当量略低于环评
屋顶和地板	25cm 厚钢筋混凝土 （约 3.3mm 铅当量）	20cm 厚钢筋混凝土+1.3mm 铅当量硫酸钡防护涂料 （共约 3.9mm 铅当量）	屏蔽防护铅当量高于环评
防护门	4mm 铅当量	4mm 铅当量	与环评一致
观察窗	4mm 铅当量	4mm 铅当量	与环评一致

注：本项目 DSA 额定管电压为 125kV，根据《辐射防护手册》（第三分册）表 3.4，保守考虑取各种材料在 150kV 情况下对应的铅当量厚度，查表得 37cm 实心砖（密度为 1.9g/cm^3）相当于 4mm 铅，24cm 实心砖相当于 2.5mm 铅，25cm 混凝土（密度为 2.2g/cm^3）相当于 3.3mm 铅，20cm 混凝土相当于 2.6mm 铅。

根据上表，DSA 手术室 1 的长宽、面积、防护门、观察窗参数均与环评一致，墙体、顶板和地板的实际辐射屏蔽参数虽与环评时有所差异（墙体屏蔽防护铅当量略低于环评、顶板和地板屏蔽防护铅当量高于环评），但仍满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中屏蔽防护铅当量厚度（2mm 铅当量）要求，且验收监测结果也满足屏蔽体外 0.3m 处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 的要求。

三、辐射安全与防护措施的设置和功能实现情况

1、直线加速器

（1）设备固有安全性

根据现场核实，本项目直线加速器的固有安全性与环评一致。具体如下：

①控制台上有辐射类型、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。

②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。

③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。

④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。

⑤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。

⑥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。

⑦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。

（2）机房安全装置设计与布置

根据现场核实，本项目直线加速器机房安全装置布置与环评一致，且均处于有效运行状态。具体设置见下表。

表 3-4　医用电子直线加速器机房安全装置布置表

安装装置	作用及安装要求	环评要求配置数量	实际配置数量
门-机联锁	在启动高压装置条件下，如果开启防护门，射线装置高压会失电并停止出束，以实现门-机联锁。	1 套	1 套
门-剂量联锁	机房内安装固定式剂量报警仪，并在机房外实时显示机房内辐射剂量水平，当机房内辐射剂量超过安全水平，工作人员不能正常从机房外随意打开防护门，以实现门-剂量连锁，避免人员误入机房造成误照射。	1 套	1 套
紧急止动开关	加速器机房内在工作人员易于接触的地方（距离地面 1.2m 高处）设置紧急停机按钮（安装点包括墙体、迷道、治疗床、控制台），且相互串联，若触动任意开关可紧急关闭加速器停止出束，以避免机房内人员尚未完全撤离的情况下开机，产生误照射。按钮位置应有中文标识。	7 个	7 个（四周墙面、迷道、治疗床、控制室操作台各 1 个）
工作状态指示灯（门-灯联锁）	机房防护门口醒目处均安装工作状态指示灯，并于防护门联锁，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。	1 套	1 套
准备出束语言提示	设备准备出束时，机房内进行语音提示，并告知相关人员撤离。	1 套	1 套
紧急开门按钮	机房迷道入口内侧人员易接触的位置（距离地面 1.2m 高处）装有紧急开门按钮，在事故状态下工作人员逃逸至迷道内可通过该按钮开启防护门，实现紧急逃逸。按钮位置应有中文标识。	1 个	1 个
视频监控	机房内不同位置均安装视频监控装置，实现对机房全覆盖，便于监控曝光前人员误入。	1 套	1 套（共 7 个监控摄像头，可对机房全覆盖）
语音播报及对讲装置	机房内设置语音广播系统，在准备出束时进行语音提示，告知非相关人员及时撤离机房，并可以通过语音	1 套	1 套

	对讲装置告知病人或未撤离人员。		

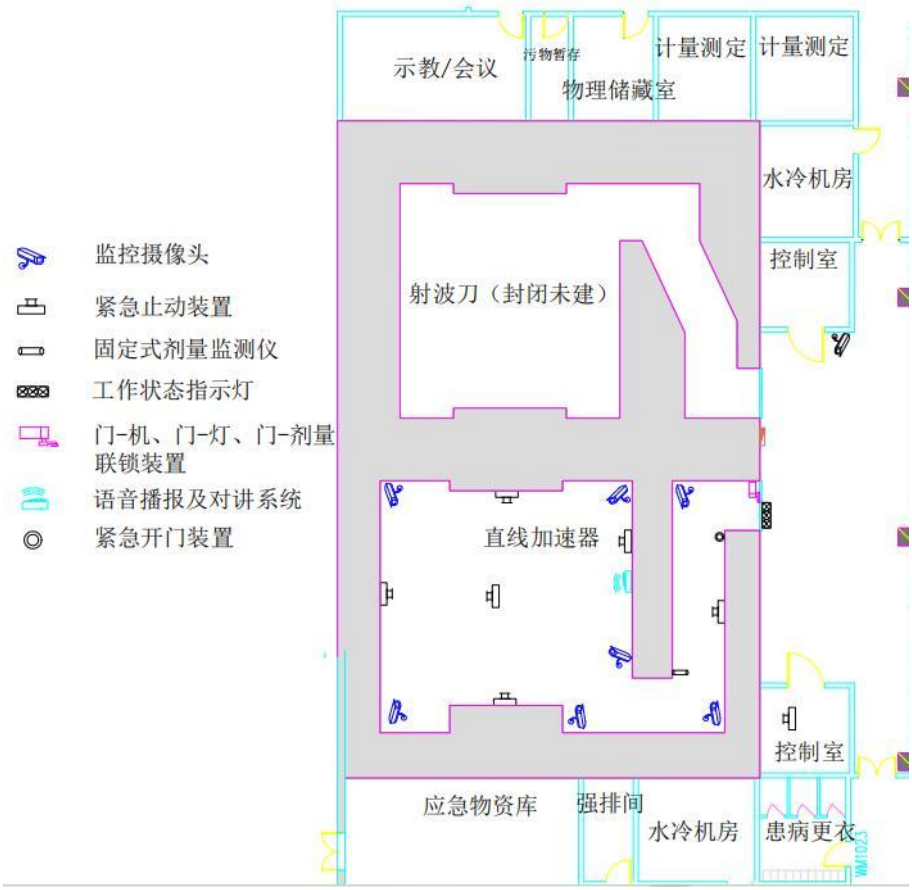
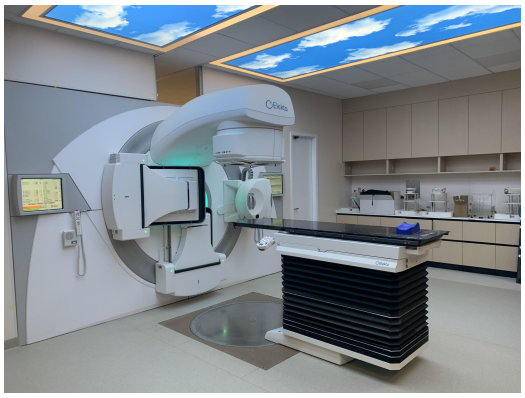
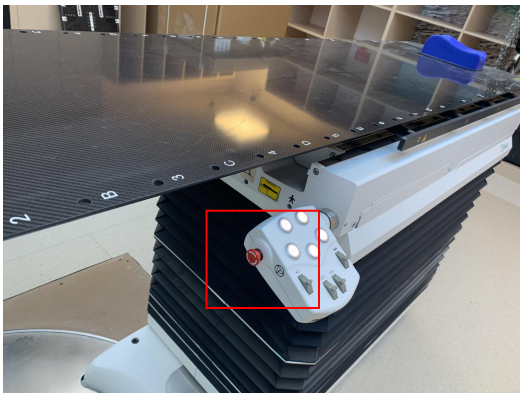
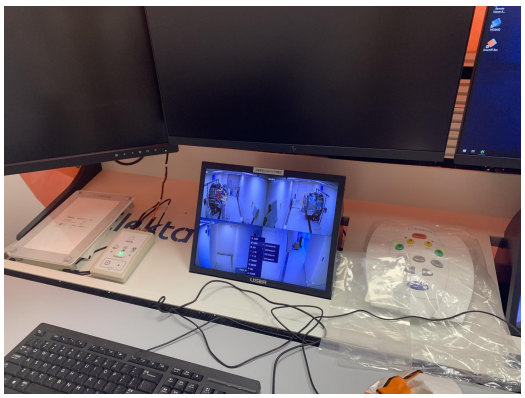
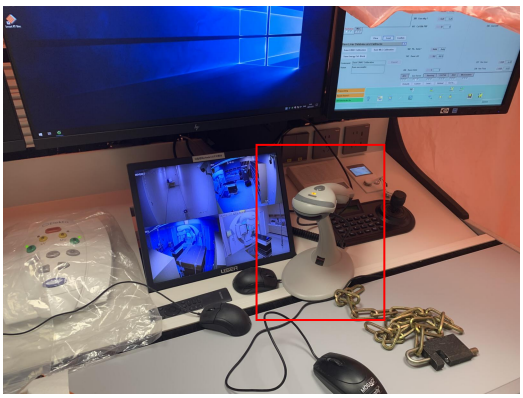
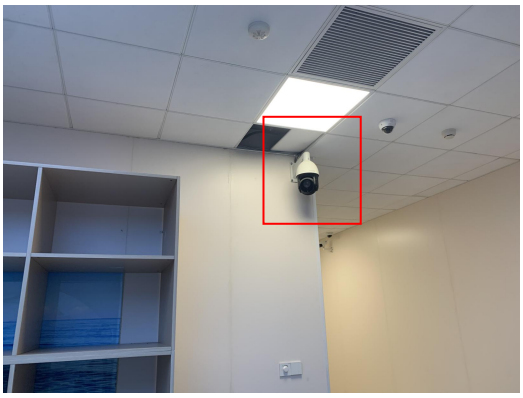


图 3-4　直线加速器机房安全装置布置图

	
Infinity 型直线加速器	紧急止动开关（治疗床旁）

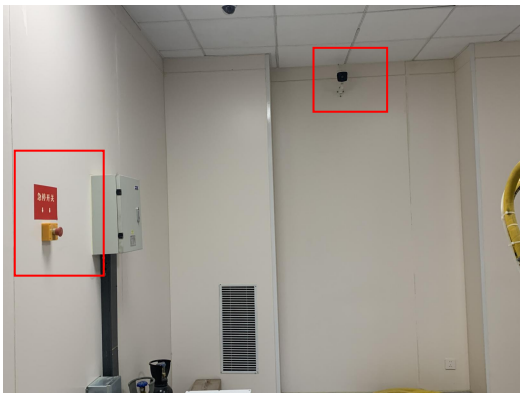
紧急止动开关（墙面）	紧急止动开关（控制室操作台）
紧急开门按钮、紧急止动开关（迷道入口）	固定式剂量报警仪
	
视频监控系统	语音对讲装置

监控摄像头（迷道）



监控摄像头（机房内）

工作状态指示灯（门灯联锁）、电离辐射警告标志



紧急止动开关、监控摄像头（机房内）

图 3-4　直线加速器治疗室 01 安全装置现状照片

2、DSA

（1）设备固有安全性

根据现场核实，本项目 DSA 的固有安全性与环评一致。具体如下：

①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。

②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，以多消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。

③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。

④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，充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，达到减少不必要的照射。

⑤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。

⑥配备辅助防护设施：手术床旁配备屏蔽挂帘和移动式防护帘（铅屏风）（防护厚度均为 0.5mm 铅当量）等辅助防护用品与设施，在设备运行中可用于加强对有关人员采取放射防护与安全措施。

（2）介入过程屏蔽防护措施

根据现场核实，本项目 DSA 介入过程采取的屏蔽防护措施与环评一致。具体如下：

①熟悉机器性能和介入操作技术，尽量减少照射和采集时间。尽量减少人员与设备间的近距离接触时间。

②操作人员采取隔室操作方式，控制室与设备间之间以墙体隔开，通过观察窗观察病人情况，通过对讲机与病人交流。

③在不影响图像质量和诊疗需要的前提下，尽量使用低剂量选择最优化的检查参数，同时在不影响操作的前提下可采取缩小照射野和缩短物片距，尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线。

④介入手术过程职业人员进入机房进行透视时，佩戴了个人防护用具包括：铅衣、铅围裙、铅围脖、铅眼镜等，并配备了个人剂量计和个人剂量报警仪。

⑤第一术者位在进行透视时，使用了床下铅帘及悬吊铅帘进行局部遮挡；对于第二术者位设置了辅助铅屏风进行防护。

⑥对病人进行透视时或拍片过程，采用了适当防护设施（本项目设置了铅衣、铅围脖等病人用防护用品）对病人非病灶部位进行遮挡。

（3）机房安全装置设计与布置

根据现场核实，本项目DSA机房安全装置布置与环评一致，且均处于有效运行状态。具体设置见下表。

表 3-5　DSA 机房安全装置布置表

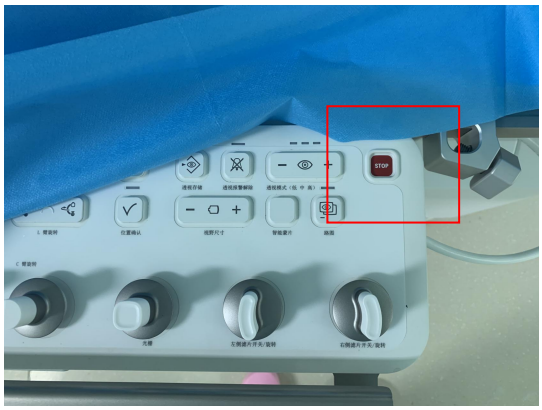
安装装置	作用及安装要求	环评要求配置数量	实际配置数量
紧急止动开关	控制室操作台和床体旁设置紧急止动开关，以避免机房内人员尚未完全撤离的情况下开机，产生误照射。按钮位置应有中文标识。	1 套	1 套
工作状态指示灯（门-灯联锁）	机房防护门口醒目处均安装工作状态指示灯，并于防护门联锁，当防护门关闭时，工作状态指示灯亮起，当防护门开启时工作状态指示灯熄灭。	1 套	1 套

语音对讲装置	在准备出束时，操作台工作人员可通过语音对讲装置告知非相关人员撤离机房。	1 套	1 套

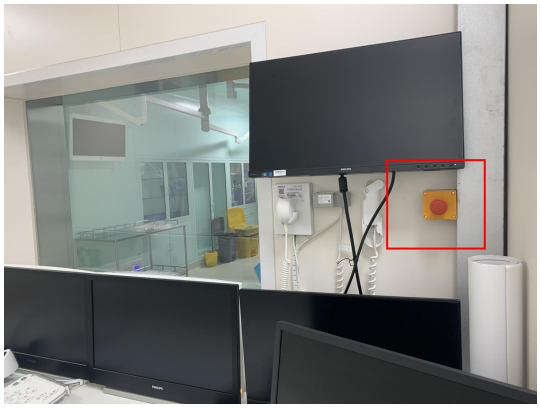
Azurion 7 M20 型 DSA

DSA 床下铅帘（0.5mmPb）

悬吊铅帘（0.5mmPb）



紧急止动开关（床体旁）



紧急止动开关（控制室墙面）

铅防护门、工作状态指示灯（门-灯联锁）及电离辐射警告标志

铅玻璃观察窗

语音对讲装置

铅衣、铅帽、铅围脖等个人防护用品

个人剂量计

图 3-5　DSA 手术室 1 安全装置和个人防护用品

3、辐射安全防护设施对照分析

根据《生态环境部（国家核安全局）核技术利用监督检查技术程序》（2020 发布）、《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环函[2016]1400 号）对直线加速器、DSA 辐射安全防护设施的要求，本项目具体落实情况见下表。

表 3-6　辐射安全装置配置要求汇总对照分析表

序号	项目	规定的措施	环评要求	实际落实情况
医用电子直线加速器				
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	已配置
2		控制台有紧急停机按钮	设备自带	已配置
3		电视监控与对讲系统	拟配置	已配置
4		治疗室门与束流联锁（门-机联锁）	拟配置	已配置
5		治疗室内准备出束音响提示	拟配置	已配置
6	警示装置	入口电离辐射警示标志	拟配置	已配置
7		入口有加速器工作状态显示（门-灯联锁）	拟配置	已配置

8	照射室紧急设备	迷道入口处设置紧急开门按钮并配备中文说明	拟配置	已配置
9		治疗室及迷道有紧急停机按钮并配备中文说明	拟配置	已配置
10		治疗床有紧急停机按钮	设备自带	已配置
11	监测设备	治疗室内固定式剂量报警仪（门-剂量联锁）	拟配置	已配置
12		个人剂量报警仪	拟配置	已配置
13		个人剂量计	拟配置	已配置
14		便携式 X-γ辐射监测仪	拟配置	已配置
DSA				
1	场所设施	单独机房	设计已有	已落实
2		操作部位局部屏蔽防护设施	设备自带	已配置
3		医护人员的个人防护	拟配置	已配置
4		患者防护	拟配置	已配置
5		机房门窗防护	设计已有	已配置，其中3扇防护铅门分别为：患者通道为推拉门、控制室和缓冲间为平开门
6		闭门装置	设计已有	已配置
7		入口处电离辐射警告标志	设计已有	已配置
8		入口处机器工作状态显示	拟配置	已配置
9	监测设备	个人剂量计	拟配置	已配置
10		监测仪器	拟配置	已配置

根据现场调查核实，本项目已按照环评要求落实辐射安全防护设施，满足实际工作需要和辐射防护要求，并加强了辐射安全管理，满足《生态环境部（国家核安全局）核技术利用监督检查技术程序》（2020 发布）和《《关于印发<四川省核技术利用辐射安全监督检查大纲（2016）>的通知》（川环函[2016]1400 号）中对直线加速器和 DSA 辐射防护安全装置的要求，未发生重大变动。

四、三废处理设施的建设和处理能力

本项目不产生放射性三废。

1、废气处理措施

本项目直加和 DSA 产生废气主要为臭氧，射线装置机房均设置有通排风系统，其中直加机房设置 1 套独立排风系统，新风量 3900m^3/h，排风量 4450m^3/h，换气次数为 12 次/h，最终引至 1 号楼北主楼楼顶（排风口高度约 78.7m）排放，高于 1 号楼北主楼屋面（楼高 75.7m）；DSA 机房设置排风系统，新风量 300m^3/h，

排风量 200m³/h，最终引至 1 号楼裙楼屋顶（排风口高度约 23.5m）排放，高于 1 号楼裙楼屋面（楼高 21.5m）。根据现场调查核实，废气处理措施未发生变化。

直加机房排风口

直加机房进风口

DSA 手术室通排风系统

图 3-6　本项目射线装置机房通排风系统

2、废水处理措施

本项目医用直线加速器不产生医疗废水和放射性废水，直线加速器冷却系统采用去离子蒸馏水，内循环使用，不会产生感生放射性废水，加速器设备自带水流量监测开关，当加速器中的大功率负载等的冷却水流量不满足要求时，加速器将自动切断高压电源，由于蒸发耗损，需要补充去离子蒸馏水时由厂家派专人补充。本项目 DSA 采用数字成像，无废显、定影液产生。本项目废水仅为医护人员和病人产生少量生活污水，依托医院污水处理设施处置。

根据现场调查核实，废水处理措施未发生变化。

3、固体废物处理措施

本项目产生包括医用器具、药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医疗废物，依托医院医疗废物暂存、管理系统进行收集处理，严格执行医疗垃圾转移联单制度，由具备医疗垃圾回收处理资质的专业单位回收集中处理；医护人员

和病人产生少量生活垃圾，依托医院生活垃圾收集系统，由环卫部门统一清运处理。根据现场调查核实，固体废物处理措施未发生变化。

五、辐射安全管理情况

1、辐射环境管理机构

目前，四川泰康医院有限公司成立了四川泰康医院辐射安全领导小组（四川泰康医发[2023]006 号），负责医院的辐射安全管理工作，主要职责为：①负责全院辐射安全工作的监督管理，保证辐射防护安全与放射诊疗质量符合有关规定和规范的要求。②宣传、贯彻和执行国家和地方政府有关辐射防护的方针政策和法规，结合本院的特点制定、落实辐射安全规章制度，并根据国家相关部门发布的最新辐射安全法律法规，及时组织相关人员修订完善，实现辐射防护最优化。③定期组织对射线工作场所、设备和人员进行辐射防护检测、监测和检查。④组织放射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和健康检查。⑤制定辐射事故应急预案并定期组织相关人员进行辐射事故应急处理演练，对应急设备和防护用品进行检查。⑥发生辐射事故应及时报告上级部门。并立即采取有效应急救援和控制措施，防止事件的扩大和蔓延，进行调查处理。

2、辐射工作岗位人员配置

本项目共设置 9 名辐射工作人员，均为新增辐射工作人员，均参加了核技术利用辐射安全与防护考核并取得合格证书，持证上岗。

3、辐射环境管理规章制度

四川泰康医院有限公司已对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《四川省核技术利用辐射安全与防护监督检查大纲》（川环函[2016]1400 号）以及环评要求制定了各项规章制度，包括：《辐射安全管理规定》、《射线装置操作规程》、《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置台账管理制度》、《辐射工作场所辐射环境监测方案》、《监测仪表使用与核验管理制度》、《辐射工作人员辐射防护培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射事故应急预案》等相关管理制度，并已将《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置操作规程》和《辐射事故应急响应程序》上墙，挂于直加控制室和 DSA 控制室内。

DSA 控制室

直加机房控制室

图 3-7　四川泰康医院制度上墙情况

4、辐射监测

（1）个人剂量检测

本项目直加设置 5 名辐射工作人员，DSA 设置 4 名辐射工作人员，均为新增辐射工作人员。本项目 DSA 辐射工作人员除操作该台 DSA 外，还操作 1 号楼 4 楼 DSA 复合手术室 19 内的 DSA。本项目于 2023 年 8 月投运，医院为所有辐射工作人员配备了个人剂量计，每三个月送有资质的单位检测一次，并建立了个人剂量档案。本项目辐射工作人员 2023 年 8 月 21 日~2024 年 2 月 22 日两个季度的个人剂量检测结果为 0.01~0.21mSv/a，未出现剂量异常情况。

后续要求：医院应认真执行个人剂量管理制度：①合理分配辐射工作人员工作量；②加强对辐射工作人员的培训，提高员工的自我防护意识和规范化操作能力；③正确佩戴个人剂量计，并在日常工作中做好自我防护，防止出现个人剂量异常情况；④强化制度落实，增加奖惩机制，促进工作人员严格遵守医院管理制度。

（2）场所监测

医院已制定《辐射工作场所辐射环境监测方案》，配备了 1 台便携式 X-γ空气比释动能率仪，本项目正式投运后将按监测方案定期自行监测或委托监测，并将建立辐射监测档案。本项目监测方案具体如下：

①监测内容：X 辐射剂量率。

②监测布点及数据管理：监测布点与验收监测布点一致，监测数据将记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

③监测频度：自行监测：每月 1 次；在投运后每年定期开展年度监测，监测

报告附到年度评估报告中，于每年 1 月 31 日前将评估结果上传至全国核技术利用辐射安全申报系统（网址：http://rr.mee.gov.cn）。

④监测范围：屏蔽墙、防护门、观察窗外以及楼上、楼下区域和穿线空洞外。

⑤质量保证：制定了监测仪表使用、校验管理制度，并利用上级监测部门的监测数据与自行监测的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案。

表 3-9 监测计划一览表

项目	工作场所	监测项目	监测范围	监测频次	监测设备
自主监测	直加/DSA机房	X辐射剂量率	机房四周屏蔽体外、防护门外、观察窗外、穿线孔洞处	每月一次（记录监测数据存档）	便携式X-γ辐射监测仪
委托监测	直加/DSA机房	X辐射剂量率	机房四周屏蔽体外、防护门外、观察窗外、穿线孔洞处	（1）竣工环保验收监测；（2）编制辐射防护年度评估报告（每年）	便携式X-γ辐射监测仪
	其它	个人剂量	所有辐射工作人员	一季度一次（需建立个人剂量档案）	个人剂量计

个人剂量报警仪（FJ2000 型）

便携式 X-γ空气比释动能率仪（BJ5211 型）

图 3-8 监测仪器

5、辐射事故应急

医院已制定《辐射事故应急预案》，其内容应包括：组织机构与职责、应急职责分工、应急响应程序、应急保障、后期处置、培训演练、应急联络电话等，并将《辐射事故应急响应程序》制度上墙，挂于直加控制室和 DSA 控制室内。

后续要求：在运行过程中，医院应根据实际情况不断完善应急预案内容，针对可能发生的辐射事故情形（如人员误入或滞留于机房内、射线装置检修时意外

开机，导致人员受到超剂量照射或误照射），定期开展演练，定期对安防设施、设备进行维护。

六、环保设施投资及“三同时”落实情况

本项目属于新建项目，根据现场检查情况，本次验收内容的环保工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，满足“三同时”的要求，落实了环境影响评价报告提出的各项污染防治措施。

七、环境保护设施建设及运行情况

根据项目环评及批复文件的要求，需投入的环保设施落实情况见表 3-5。环评时，本项目（1 台直加和 1 台 DSA）总投资预计约 4500 万元，环保投资 75.4 万元，占总投资的 1.68%。验收时，本项目（1 台直加和 1 台 DSA）实际总投资约 4000 万元，环保投资 73.6 万元，占总投资的 1.84%。本项目实际环保投资较环评有所变化，是因市场价格与环评预估价格有偏差，但环保设施/措施均已配置到位，满足辐射防护要求。

表 3-10　环保设施落实情况一览表

场所	项目	环评要求环保设施（措施）	环评要求数量	预算金额（万元）	实际投入数量	实际投入金额（万元）	备注
直线加速器	辐射屏蔽措施	直线加速器屏蔽机房	1间	纳入主体工程范围	1间	纳入主体工程范围	已落实
		防护门（15mm铅当量+77 mm含硼聚乙烯）	1扇	5.0	1扇	6.0	已落实
	安全装置	治疗室门与束流联锁(门-机联锁）装置	1 套	5.0	1 套	5.0	已落实
		视频监控系统及对讲装置	1 套	5.0	1 套	4.0	已落实
		准备出束音响装置	1 套	1.0	1 套	1.0	已落实
		工作状态指示灯（门-灯联锁）	1 套	1.0	1 套	1.0	已落实
		紧急开门装置	1 套	0.5	1 套	1.0	已落实
		紧急止动开关	1 套	0.5	1 套	1.0	已落实
		固定式剂量报警装置	1 套	2.0	1 套	2.0	已落实
		入口电离辐射警告标志	1 个	0.5	1 个	0.5	已落实
	个人防护用品	个人剂量计	4 个	0.4	5 个	0.5	已落实
		个人剂量报警仪	1 个	1.0	1 个	1.0	已落实

	废气治理	通排风系统	1 套	纳入主体工程费用	1套	纳入主体工程范围	已落实
	分区管理	场所控制区、监督区划分标识	/	0.1	/	0.1	已落实
DSA	辐射屏蔽措施	DSA 屏蔽机房	1 间	纳入主体工程费用	1 间	纳入主体工程费用	已落实
		防护铅门（4mmPb）	3 扇	3.0	3 扇	3.0	已落实
		铅玻璃观察窗（4mmPb）	1 扇	1.0	1 扇	1.0	已落实
	安全装置	工作状态指示灯	1 个	1.0	1 个	1.0	已落实
		入口电离辐射警告标志	2 个	0.1	2 个	0.2	已落实
		床旁及控制台紧急止动开关	2 个	/	2 个	/	已落实
	个人防护用品	个人剂量计	7 个	0.7	7 个	0.7	已落实
		个人剂量报警仪	2 个	2.0	2 个	2.0	已落实
		辐射工作人员防护铅服、铅帽、铅眼镜、铅围脖、铅围巾（0.5mmPb）等	3 套	1.5	3 套	1.5	已落实
	废气	通排风系统	1 套	纳入主体工程费用	1 套	纳入主体工程费用	已落实
	分区管理	场所控制区、监督区划分标识	/	0.1	/	0.1	已落实
监测设备		X-γ辐射剂量率监测仪	1 台	1.0	1 台	1.0	已落实
辐射工作人员上岗培训			11 人	11.0	9 人	9.0	已落实
规章制度上墙			/	2.0		1.0	已落实
应急和救助的物资准备			/	30		30	已落实
合计			/	75.4	/	73.6	/

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定：

一、环境影响报告表主要结论与要求

该项目环境影响报告表由四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）编制环境影响报告表并已取得批复，环境影响报告表结论如下：

1、项目概况

项目名称：成都泰康西南医院新建II类射线装置及核医学科应用项目

建设单位：四川泰康西南医院有限公司

建设性质：新建

建设地点：四川省成都市天府新区华阳街道二江寺村五、六、十一组——成都泰康西南医院内

本项目建设内容：新增使用 1 台 10MV 医用电子直线加速器、1 台 6MV 射波刀、3 台数字化减影血管造影机（DSA）、1 台胰胆管造影（ERCP）中型 C 型臂 X 射线机等II类射线装置；新增使用 2 台III类射线装置，包括 1 台 PET/CT 和 1 台 SPECT/CT；新增使用乙级非密封放射性物质工作场所，涉及使用的非密封放射性物质包括：氟-18、锝-99m 和钼-99；新增使用 3 枚锗-68（简称 ^{68}Ge）放射源用于 PET/CT 校准，分别为 9.25×10^{7}Bq×1 枚+4.63×10^{7}Bq×2 枚，均属于V类放射源。

本项目总投资 14000 万元，环保投资 322.9 万元，占总投资的 2.31%。

2、本项目产业政策符合性分析

项本项目系核技术用于医学领域，根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属于该指导目录中鼓励类第六项“核能”中第 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。

3、本项目选址及平面布局合理性分析

医院所在区域道路、给排水、电力等城市基础配套设施完善，为项目建设提供了良好条件；医院周围没有项目建设的制约因素，且该辐射工作场所相对独立，为专门的辐射工作场所，本项目产生的辐射通过采取相应的治理措施后对周围环境影响较小，其选址是合理的。本项目辐射工作场所根据工作要求、有利于辐射防护和环境保护来进行布置，功能分区明确，既能有机联系，又不互相干扰，且

最大限度避开了人流量较大的门诊区或其它人流活动区；在设计阶段，所有辐射工作场所均进行了合理的优化布局，同时兼顾了病人就诊的方便性。综上所述，项目总平面布置是合理的。

4、工程所在地区环境质量现状

项目建设地周围 X-γ辐射剂量率范围为 81nSv/h~93nSv/h（折算为γ空气吸收剂量率为 81nGy/h~93nGy/h），对照 2019 年四川省内 29 个电离辐射环境监测自动站测得的γ辐射空气吸收剂量率（小时均值）范围 76.8nGy/h~163nGy/h（引自《2019 年四川省生态环境状况公报》），属于当地天然本底范围。

根据表 8-4，β表面污染为 0.20Bq/cm^2~0.23Bq/cm^2，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）监督区工作场所 4Bq/cm^2 限值要求，且属于正常β表面沾污水平。

5、环境影响评价结论

（1）辐射环境影响分析

经模式预测，在正常工况下，对职业人员造成的年附加有效剂量低于本次评价 5mSv 的职业人员年剂量约束值，对公众造成的年附加有效剂量低于本次评价 0.1mSv 的公众人员年剂量约束值。

（2）大气环境影响分析

本项目射线装置在运行过程中产生的臭氧经排风系统排出后浓度低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中规定的二级标准限值要求；非密封放射性物质工作场所产生的放射性废气经过滤排放后对周围大气环境影响较小。

（3）水环境影响分析

本项目放射性废水先排入衰变池，放射性废水在衰变池停留 19.6 个半衰期后，经监测达标（总β排放标准 10Bq/L）后排入医院污水处理站，达标处理后排入市政污水管网；医护人员产生的生活污水依托医院拟建的污水处理设施处置，对周围环境影响较小。

（4）固体废物环境影响分析

本项目放射性固废采用专门固废收集桶分类收集后，置于放射性固废暂存间进行暂存衰变，经监测达标后，转移至医疗废物暂存库，按照普通医疗废物执行转移联单制度，由有资质单位统一回收处理；更换下的活性炭过滤器经暂存衰变

并经监测达标后作为普通固废处置。

因检修更换下的加速器靶头由生产厂家回收。

PET/CT 校准用的废锗-68/放射源由源的生产厂家进行回收处理，并建立交接单，对周围环境影响较小。

本项目产生非放射性医疗废物包括一些药棉、纱布、手套等医用辅料，进入医疗废物暂存、管理系统。根据国家医疗垃圾管理制度，应严格执行医疗垃圾转移联单制度，由具备医疗垃圾回收处理资质的专业单位回收集中处理。

（5）声环境影响分析

本项目噪声主要来源于通排风系统的风机和空调，均选用低噪设备，再加上建筑物墙体的隔声作用及医院场址内的距离衰减，项目噪声对区域声环境影响较小。

6、事故风险与防范

建设单位需按相关规定或标准提出的要求补充制定相关安全管理规章制度并完善辐射事故应急预案，项目建成投运后，应认真贯彻实施，以减少和避免发生辐射事故与突发事件。

7、环保设施与保护目标

建设单位需配备较全、效能良好的环保设施，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。

8、辐射安全管理的综合能力

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，辐射工作人员配置合理，考试（核）合格，在落实辐射事故应急预案与安全规章制度和环保设施和措施要求下可满足防护实际需要。对现有场所而言，建设单位已具备辐射安全管理的综合能力。

9、项目环保可行性结论

建设单位在采取切实可行的环保措施，落实本报告提出的各项污染防治措施后，本评价认为，本项目在四川省成都市天府新区华阳街道二江寺村五、六、十一组——成都泰康西南医院内进行建设，从环境保护和辐射安全角度看是可行的。

二、项目环评批复要求及落实情况

四川省生态环境厅于2021年1月6日以“川环审批[2021]3号”文对成都泰康西南医院新建Ⅱ类射线装置及核医学科应用项目环境影响报告表进行了批复。批复具体要求及落实情况见表4-1。

表4-1 “川环审批[2021]3号”批复要求及落实情况一览表

环评批复要求		落实情况
一、项目建设中应重点做好以下工作	（一）严格按照报告表中的内容、地点进行建设，未经批准，不得擅自更改项目建设内容及规模。该项目若存在建设内容、地点、产污情况与报告表不符，必须立即向生态环境主管部门报告。	（一）本次为医院部分建设内容（1台直线加速器和1台DSA）验收，其余部分待建成后进行验收。医院已严格按照报告表中的内容、地点进行建设，本次验收建设内容及规模、地点、产污情况与报告表一致。
	（二）项目建设过程中，必须认真落实报告表中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求，落实环保措施及投资，确保环保设施与主体工程同步建设，各辐射工作场所射线屏蔽能力满足防护要求，各项辐射防护与安全措施满足相关规定。	（二）项目环保设施与主体工程同步建设，与报告表中提出的各项辐射环境安全防护及污染防治措施和要求一致，已按要求落实各项辐射防护与安全措施。场所墙体、防护门、顶板和底板屏蔽能力均满足防护要求，各项辐射防护与安全措施满足相关规定要求。
	（三）落实项目施工期各项环境保护措施，做好加速器和射波刀等装置在安装调试阶段的辐射安全与防护。严格按国家关于有效控制城市扬尘污染的要求，控制和减小施工扬尘污染；合理安排施工时间、控制施工噪声，确保噪声不扰民；施工弃渣及时清运到指定场地堆存，严禁随意倾倒。	（三）项目落实了施工期各项环境保护措施，做好了安装调试阶段的辐射安全与防护。严格按照有效控制城市扬尘污染的要求，控制和减小了施工扬尘污染；做到了噪声不扰民；施工弃渣及时清运到指定场地堆存。经现场踏勘，未发现施工期遗留环境问题。
	（四）应建立健全单位核与辐射安全管理各项规章制度，制定有针对性和可操作性的辐射事故应急预案。	（四）建设单位已经制定了各项辐射安全管理规章制度，成立了辐射安全领导小组，明确了该管理组织机构的职责和责任人，制订了有针对性和可操作性的辐射事故应急预案，已将本次验收项目内容纳入本单位辐射环境安全管理中。
	（五）应配备相应的辐射监测设备和辐射防护用品，并制定辐射工作场所的辐射环境监测计划。	（五）建设单位已配备应的辐射监测设备和辐射防护用品，制定了工作场所的监测计划，并将定期开展自我监测，记录备查。
	（六）辐射从业人员应当按照有关要求，登录国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（http://fushe.mee.gov.cn），参加并通过辐射安全与防护考核。	（六）本项目配置有辐射工作人员9人，均为新增辐射工作人员，均已在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习并考核取得合格证书，持证上岗。
二、申请许可	项目辐射工作场所及相应的辐射安全与防护设施（设备）建成且满足辐射安全许可证申报条件后，你单位应在项目正式投	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[01116]），许可种类和范围为：使用II类、III类射线装置，有

证工作	入运行前向我厅申请领取《辐射安全许可证》。办理前还应登陆全国核技术利用辐射安全申报系统（http://fushe.mee.gov.cn）提交相关资料。	效期至2028年7月9日。
三、项目竣工环境保护验收工作	项目建设必须依法严格执行环境保护“三同时”制度。项目竣工后，应严格按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》开展竣工环境保护验收，并向我厅报送相关信息。	本项目竣工环境保护验收工作正在开展中。
四、项目运行中应重点做好以下工作	（一）项目运行必须严格按照国家和省有关标准和规定实施。辐射工作人员的个人剂量约束值应严格控制为5mSv/年。公众个人剂量约束值为0.1mSv/年。	（一）建设单位已严格按照国家和省有关标准和规定实施。辐射工作人员的个人剂量约束值严格控制为5mSv/年。公众个人剂量约束值为0.1mSv/年。
	（二）加强各辐射工作场所和有关环保设施的日常管理和维护，定期检查各项辐射安全和防护以及污染防治措施，确保实时有效、污染物稳定达标排放，防止运行故障发生。	（二）建设单位安排有专人进行管理和维护，定期检查各项辐射安全和防护以及污染防治措施，确保实时有效、污染物稳定达标排放，防止运行故障发生。
	（三）严格按照报告表要求，对各辐射工作场所实行合理的分区管理，杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事故发生。加强放射源和放射性药品的实体保卫工作，落实专人负责，对放射源和放射性药品使用和贮存场所应采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施，不得将放射源和放射性药品与易燃、易爆、腐蚀性物品一同存放。	（三）建设单位已严格按照报告表要求，对辐射工作场所实行合理的分区管理，杜绝射线泄露、公众及操作人员被误照射等事件或事故发生。建设单位安排专人负责，加强了射线装置的实体保卫工作，场所已采取防火、防水、防盗、防丢失、防破坏、防射线泄漏的安全措施，未将射线装置与易燃、易爆、腐蚀性物品一同存放。
	（四）放射源和放射性药品的购买应严格按照国家相关规定办理审批备案手续。	（四）建设单位购买本项目射线装置（1台直线加速器和1台DSA）严格按照国家相关规定办理了审批手续。
	（五）严格按照报告表要求，落实废气治理措施，加强含放射性废水的收集和管理，规范放射性固体废物的暂存，确保各项废物达标排放和安全处置，并做好相关记录。	（五）本次验收内容为1台直线加速器和1台DSA，不产生放射性废气、放射性废水或放射性固废。
	（六）按照制定的辐射环境监测计划，定期开展自我监测，并记录备查。每年应委托有资质单位开展辐射环境年度监测，并将监测结果纳入辐射安全和防护状况年度自查评估报告。	（六）建设单位已经制定了监测计划，将定期开展自我监测和外委年度监测，并将结果纳入辐射安全和防护状况年度评估报告。

	（七）依法对辐射工作人员进行个人剂量监测，特别应加强对从事介入治疗的医护人员的辐射防护和剂量管理，建立辐射工作人员的个人剂量档案。个人剂量监测结果超过 1.25mSv/季的应核实，必要时采取适当措施，确保个人剂量安全；发现个人剂量监测结果异常（＞5mSv/年）应当立即组织调查并采取措施，有关情况及时报告我厅。	（七）建设单位已经制定了《辐射工作人员辐射防护培训制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》，所有辐射工作人员均已配备个人剂量计，建设单位已按照法规规定定期送检并为辐射工作人员建立个人剂量档案和个人健康档案。及时调查个人剂量异常情况，并按要求进行上报。
	（八）应按有关要求编写辐射安全和防护状况年度自查评估报告，并于次年 1 月 31 日前经由"全国核技术利用辐射安全申报系统"上报我厅。	（八）本项目运营后，建设单位将按要求提交《辐射安全和防护状况年度自查评估报告》，并于次年 1 月 31 日前经由"全国核技术利用辐射安全申报系统"上报省生态环境厅。
	（九）做好“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息准确完整。	（九）建设单位已安排专人负责“全国核技术利用辐射安全申报系统”中本单位相关信息的维护管理工作，确保信息准确完整。
	（十）你单位不再使用放射源时，应当依法进行收贮；不再使用有关非密封放射性物质工作场所时，应当依法实施退役；对射线装置实施报废处置时，应当将其拆解和去功能化。	（十）本次验收内容为 1 台直线加速器和 1 台 DSA。建设单位承诺，若对射线装置实施报废处置时，拟将其拆解和去功能化。

三、项目实际建设情况与环评及批复内容的差异

对照环评批复内容，本次变动内容为：①直线加速器实际最大电子线能量（15MeV）、电子线等中心 1m 处最大剂量率（6Gy/min）均小于环评时参数，因此实际对机房周围辐射环境影响更小。②DSA 机房墙体、顶板和地板的实际辐射屏蔽参数与环评时有所差异（墙体屏蔽防护铅当量略低于环评、顶板和地板屏蔽防护铅当量高于环评），但仍满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中屏蔽防护铅当量厚度要求，且验收监测结果也满足屏蔽体外 0.3m 处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 的要求。③DSA 实际额定管电压与环评一致，额定管电流低于环评。由于 DSA 额定功率为定值，设备管电压和管电流无法同时达到额定值，且出于保护职业人员健康、维护设备性能良好以及在确保达到预期诊断目标条件下，使受检者所受照射剂量最低的目的，设备投运后不会采用额定工况运行，因此额定管电流的减小，不会对周围辐射环境造成不利影响。

除此之外，本项目建设地点、射线装置类别和数量、工作方式、年曝光时间、工艺流程、污染物产生种类、采取的污染治理和辐射安全防护措施、管理制度的制定情况等均与环评及批复（川环审批[2021]3 号）一致，因此，以上变动不属

于重大变动。

根据《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》，验收监测应当在确保主体工程工况稳定、环境保护设施运行正常的情况下进行，本项目已稳定运行，环境保护设施和辐射安全防护设施已按“三同时”要求配备且正常运行，本项目不存在重大变动。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

一、质量控制措施

本项目由四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）进行验收监测工作，我院具有中国国家认证认可监督管理委员会颁发的资质认定证书（编号：220020341133），并在允许范围内开展监测工作和出具有效的监测报告，保证了监测工作的合法性和有效性。本项目的实施严格按验收监测单位《质量管理体系》要求进行，实施了全过程的质量控制。整个工作从现场监测、原始记录填写、报告出具等过程严格把控质量，由质量管理人员进行定期与不定期质量检查，发现质量问题及时处理。

1、技术人员

监测技术人员具备扎实的辐射环境监测基础理论和专业知识，能熟练地掌握辐射环境监测中操作技术和质量控制；熟知有关辐射环境监测管理的法规、标准和规定；了解国内外辐射环境监测新技术、新方法；并严格按照《环境监测人员持证上岗考核制度》要求，经岗前技术培训，并通过理论、操作和样品考核合格后持证上岗，本项目均由持有合格证的人员，负责相应的现场监测、样品采集、室内检测工作。

2、仪器设备

监测仪器每年经过计量部门检定后使用，有专门的责任人进行管理，对其进行定期维护、期间核查和稳定性控制，保证测量装置性能的长期稳定性。

监测时，仪器设备均在检定/校准有效期内，由监测人员按照操作规程（使用说明书）进行操作使用，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，保证仪器设备的正常运行。

3、监测方法

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和项目实际情况制定监测方案、实施细则。

监测单位使用的标准在使用前均进行方法验证，经技术负责人审核确认满足监测工作需要后使用，有相应的验证记录，监测方法和规范均现行有效、执行准确，定期对方法和规范进行查新，对变更的监测方法、规范、评价标准进行验证，验证合格后及时更新，并对技术人员进行培训，确保监测方法和规范符合相关技

术规范要求。

4、现场监测过程

监测人员经考核并持有合格证书上岗，严格按照监测单位《质保手册》、《作业指导书》开展现场工作。现场监测时不少于2名监测人员共同开展工作。

二、监测数据处理及报告编制

1、现场监测的原始记录作为监测工作的重要凭证，在记录表格及专用笔记本上按规定格式，对各栏目认真填写。原始记录表有统一编号，个人不得擅自销毁，用毕按期归档保存。

2、监测时获取足够的数据量，以保证监测结果的统计学精度。监测中异常数据以及监测结果的数据处理按照统计学原则处理。

3、每次报出数据前，原始记录上必须有测试人员和校准人员签名。

4、建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查。

5、监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

表 6 验收监测内容

一、监测项目

根据本项目直线加速器和 DSA 运行过程中的污染源项分析，主要污染因子为射线装置产生的 X 射线，由此确定本项目监测因子为 X-γ辐射剂量率。

二、监测分析方法

本次监测项目的监测方法见表 6-1。

表 6-1　监测方法

监测项目	监测方法
X-γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

三、监测仪器

本次验收监测所使用的仪器情况见表 6-2~表 6-3。

表 6-2　监测方法及监测仪器一览表

监测因子	监测方法	监测仪器
X-γ辐射剂量率	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）	仪器名称：便携式 X-γ剂量率仪 仪器型号：BH3103B 仪器编号：015 检出限：1.0×10^{-8}Gy/h 能量响应范围：25keV~3MeV 校准单位：四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心） 证书编号：校准字第 J20240201036 号 校准日期：2024 年 02 月 27 日 有效日期：2025 年 02 月 26 日
		仪器名称：辐射防护用 X-γ辐射剂量当量率仪（平衡帽: 0.06MeV~10MeV) 仪器型号：AT1123 仪器编号：54075 检出限：50nSv/h 能量响应范围：15keV~10MeV 校准单位：中国测试技术研究院 证书编号：校准字第 202310006524 号 校准日期：2023 年 10 月 26 日 有效日期：2024 年 10 月 25 日

表 6-3　其他仪器

环境温度、环境湿度	仪器名称：手持气象站 仪器型号：NK 5500 仪器编号：2204867

	环境温度分辨率：0.1℃ 环境湿度分辨率：0.1% 校准单位：重庆市计量质量检测研究所 证书编号：2024030105594 号 校准日期：2024 年 03 月 13 日 有效日期：2025 年 03 月 12 日

四、监测点位

根据现场实际情况，本项目直线加速器和 DSA 监测布点见表 6-4~表 6-5。

表 6-4　直线加速器治疗室 01 周围 X-γ辐射剂量率监测点位一览表

编号	测量点位置	备注
1	直线加速器治疗室 01 南侧墙外应急物资库（主屏蔽区）	出束方向由北向南
2	直线加速器治疗室 01 南侧墙外强排间（次屏蔽区）	
3	直线加速器治疗室 01 南侧墙外水冷机房（次屏蔽区）	
4	直线加速器治疗室 01 东侧墙外更衣室	
5	直线加速器治疗室 01 东侧墙外控制室	
6	直线加速器治疗室 01 东侧墙外控制室线缆穿墙处	
7	直线加速器治疗室 01 东侧墙外走道	
8	直线加速器治疗室 01 东侧防护门南侧门缝	出束方向由南向北
9	直线加速器治疗室 01 防护门表面	
10	直线加速器治疗室 01 东侧防护门北侧门缝	
11	直线加速器治疗室 01 东侧防护门上方风管穿线孔处	
12	直线加速器治疗室 01 西侧墙外地下停车场	
13	直线加速器治疗室 01 正上方地面绿化带（主屏蔽区）	出束方向由下向上
14	直线加速器治疗室 01 正上方地面绿化带（次屏蔽区）	

注：①未开机时监测 1 次、开机时监测 1 次；②由于机房北侧射波刀机房目前封闭未建，无法到达，故未设置监测点位。

表 6-5　DSA 手术室 1 内及周围 X-γ辐射剂量率监测点位一览表

编号	测量点位置	备注
1	DSA 手术室 1 内第一术者位（距球管 30cm）	透视工况：铅帘后，铅衣遮挡
2	DSA 手术室 1 内第二术者位（距球管 80cm）	透视工况：铅衣遮挡
3	DSA 手术室 1 内第一术者位手部位置（距球管 20cm）	透视工况
4	DSA 手术室 1 内第二术者位手部位置（距球管 70cm）	透视工况
5	DSA 手术室 1 北侧墙外洁净走道	拍片工况
6	DSA 手术室 1 北侧铅门西侧门缝	
7	DSA 手术室 1 北侧铅门表面	
8	DSA 手术室 1 北侧铅门东侧门缝	
9	DSA 手术室 1 东侧墙外 1#控制室	
10	DSA 手术室 1 东侧 1#控制室观察窗表面	
11	DSA 手术室 1 东侧铅门北侧门缝	
12	DSA 手术室 1 东侧铅门表面	

13	DSA 手术室 1 东侧铅门南侧门缝	
14	DSA 手术室 1 南侧墙外污物走道	
15	DSA 手术室 1 西侧铅门北侧门缝	
16	DSA 手术室 1 西侧铅门表面	
17	DSA 手术室 1 西侧铅门南侧门缝	
18	DSA 手术室 1 西侧墙外设备间	
19	DSA 手术室 1 楼上 5F 裙楼屋顶	
20	DSA 手术室 1 楼下 3F 消毒供应中心	
21	DSA 手术室 1 东侧墙外 1#控制室线缆穿墙处	

注：未开机时监测 1 次、在对应工况条件下监测 1 次。

五、监测点位设置的合理性

1、直线加速器

本次直线加速器治疗室 01 周围和机房楼上等均布设了 X-γ辐射剂量率监测点位（由于机房北侧射波刀机房目前封闭未建，无法到达，故未设置监测点位），在未开机和开机（开机时同时考虑照射方向的最不利条件）的两种状态下进行监测，可反映机房各屏蔽体（包括墙体、楼板、防护门）厚度是否满足要求、线缆穿墙处是否存在射线泄漏，并了解机房周围的 X-γ辐射剂量率水平。

2、DSA

①本次在手术室内医生手术位、手部位置布设了 4 个监测点位（1#~4#），可反映医生全身和手部所受辐射水平。

②本次在手术室周围和手术室楼上楼下均布设了 X-γ辐射剂量率监测点位，在未开机和开机的两种状态下进行监测，可反映手术室各屏蔽体（包括墙体、楼板、防护门、观察窗）厚度是否满足要求、线缆穿墙处是否存在射线泄漏，并了解手术室周围的辐射水平。

综上，以上监测点位的布设能够科学反映本项目直加和 DSA 产生的辐射水平及周围环境的影响情况，点位布设符合技术规范要求。监测布点示意图见图 6-1~图 6-2。

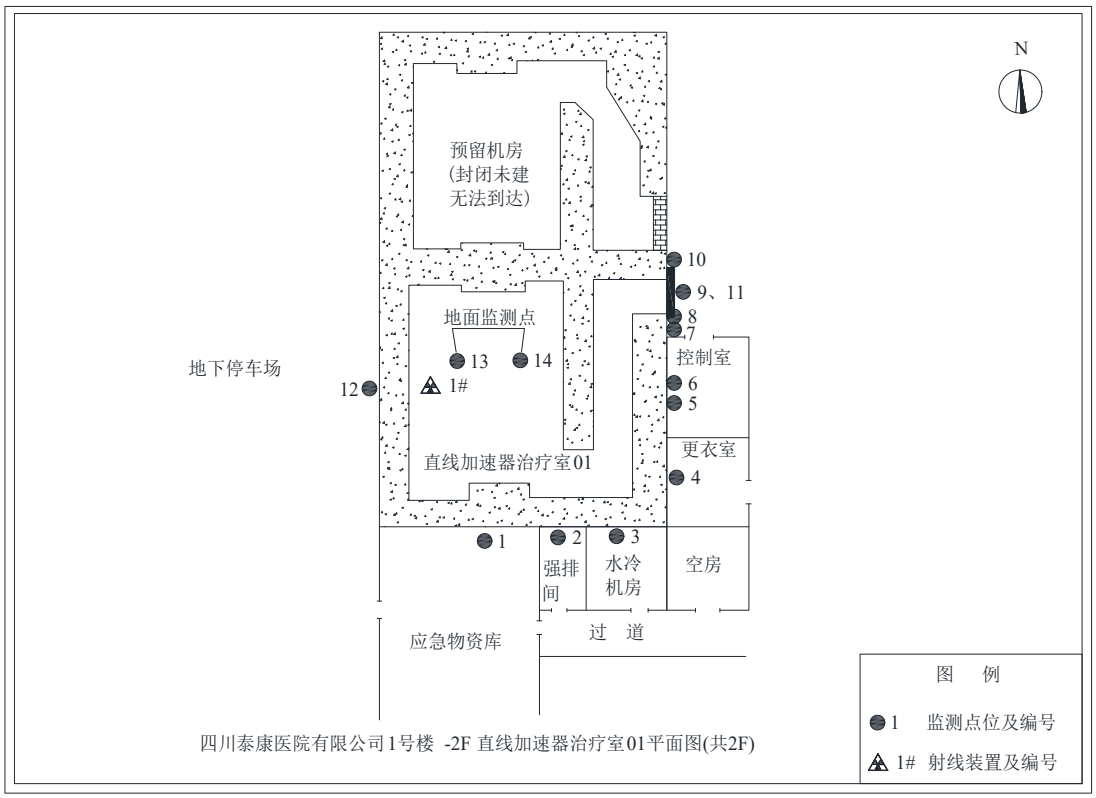


图 6-1 直线加速器治疗室 01 周围辐射环境监测布点示意图

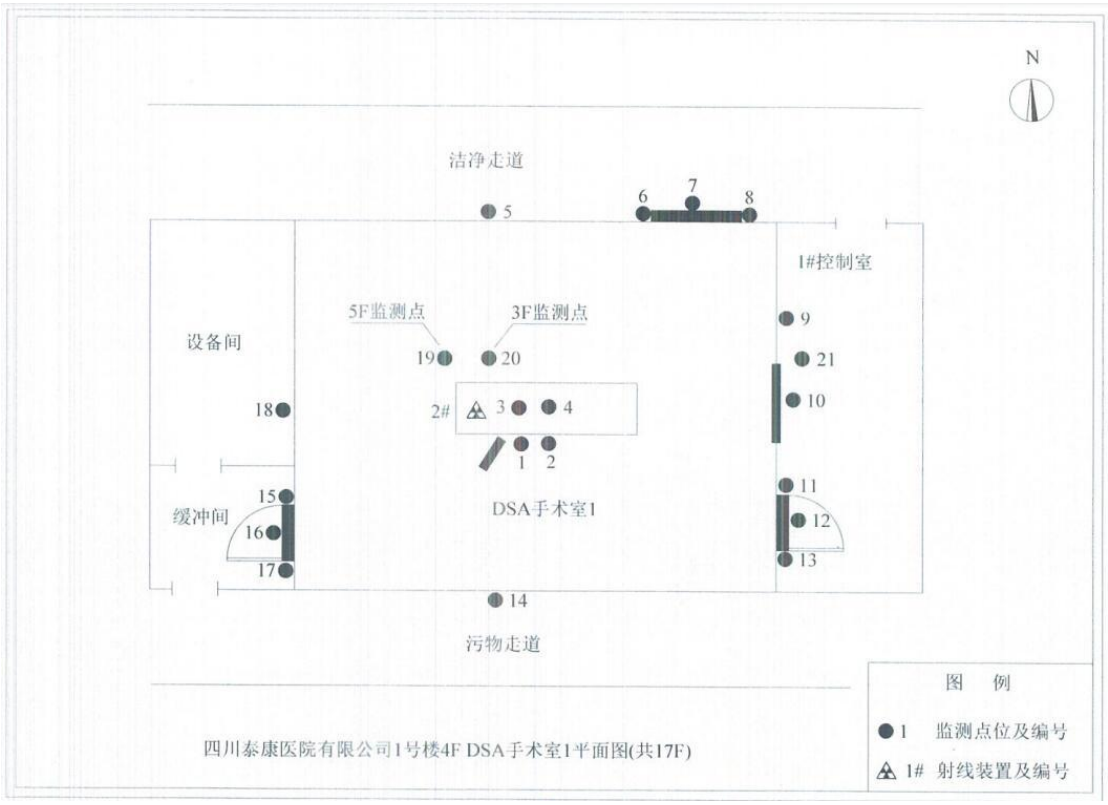


图 6-2 DSA 手术室 1 内及周围辐射环境监测布点示意图

表 7 验收监测

验收监测期间生产工况记录：

2024 年 4 月 2 日，四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）的监测技术人员在建设单位相关负责人的陪同下，对本项目进行了竣工环境保护验收监测。

一、验收监测条件

监测日期：2024 年 4 月 2 日。

环境温度：25.3℃~26.2℃；环境湿度：42.6%~44.1%；天气状况：晴。

二、验收监测工况

1、监测工况

本次验收内容为1台直线加速器和1台DSA。监测时，射线装置取使用的最大工况。具体参数见表7-1。

表 7-1　射线装置参数表

编号	名称及型号	类别	额定工况	监测时工况	曝光方向	所在位置
1#	Infinity 型 10MV 医用电子直线加速器	II	X 射线最大能量：10MV	X 射线能量：10MV 出束时间：连续	由北向南 由南向北 由下向上	1 号楼 -2F 直线加速器治疗室 01
2#	Azurion 7 M20 型 DSA	II	管电压：125kV 管电流：1000mA	透视： 管电压：81kV 管电流：13.3mA 曝光时间：连续 拍片： 管电压：89kV 管电流：593mA 曝光时间：连续	由下向上	1 号楼 4F DSA 手术室 1

2、监测工况代表性

根据《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》，验收监测应当在确保主体工程工况稳定、环境保护设施运行正常的情况下进行。验收时，本项目已稳定运行，监测工况为直线加速器和 DSA 实际常用的最大工况，具有代表性，本项目验收监测的辐射环境状况能够代表现有运行项目的辐射影响，环境保护设施和辐射安全防护设施已按“三同时”要求配备并正常运行，本项目直线加速器和 DSA 出束时间大于监测仪器的响应时间，符合验收条件。因此本次验收监测具有代表性。

验收监测结果：

一、验收监测结果及分析

1、直线加速器

本项目直线加速器验收监测结果见下表。

表 7-2　直线加速器治疗室 01 周围 X-γ辐射剂量率监测结果

编号	测量点位置		X-γ辐射剂量率 ($\times10^{-8}$Gy/h)	标准差 ($\times10^{-8}$Gy/h)	备　注
1	直线加速器治疗室 01 南侧墙外应急物资库（主屏蔽区）	未出束	7.7	0.17	出束方向由北向南
		出束	8.8	0.18	
2	直线加速器治疗室 01 南侧墙外强排间（次屏蔽区）	未出束	7.7	0.19	出束方向由北向南
		出束	8.9	0.19	
3	直线加速器治疗室 01 南侧墙外水冷机房（次屏蔽区）	未出束	7.7	0.23	出束方向由北向南
		出束	8.8	0.18	
4	直线加速器治疗室 01 东侧墙外更衣室	未出束	7.8	0.20	出束方向由北向南
		出束	8.9	0.20	
5	直线加速器治疗室 01 东侧墙外控制室	未出束	7.7	0.23	出束方向由北向南
		出束	9.0	0.19	
6	直线加速器治疗室 01 东侧墙外控制室线缆穿墙处	未出束	7.8	0.18	出束方向由北向南
		出束	8.8	0.18	
7	直线加速器治疗室 01 东侧墙外走道	未出束	7.7	0.22	出束方向由北向南
		出束	8.8	0.18	
8	直线加速器治疗室 01 东侧防护门南侧门缝	未出束	7.5	0.18	出束方向由南向北
		出束	8.5	0.17	
9	直线加速器治疗室 01 东侧防护门表面	未出束	7.4	0.21	出束方向由南向北
		出束	8.4	0.19	
10	直线加速器治疗室 01 东侧防护门北侧门缝	未出束	7.4	0.18	出束方向由南向北
		出束	8.4	0.17	
11	直线加速器治疗室 01 东侧防护门上方风管穿线孔处	未出束	7.7	0.18	出束方向由南向北
		出束	8.8	0.19	
12	直线加速器治疗室 01 西侧墙外地下停车场	未出束	7.4	0.21	出束方向由北向南
		出束	8.5	0.18	
13	直线加速器治疗室 01 正上方地面绿化带（主屏蔽区）	未出束	7.7	0.20	出束方向由下向上
		出束	8.9	0.18	
14	直线加速器治疗室 01 正上方地面绿化带（次屏蔽区）	未出束	7.8	0.19	出束方向由下向上
		出束	9.0	0.18	

注：出束时监测使用仪器为 AT1123 型辐射防护用 X-γ剂量当量率仪，未出束时监测使用仪器为 BH3103B 便携式 X-γ剂量率仪，X-γ辐射剂量率监测结果均未扣除宇宙射线响应值。

根据表 7-2：①本项目直线加速器出束时，机房周围 X-γ辐射剂量率为

8.4×10^{-8}Gy/h~9.0×10^{-8}Gy/h，即 1.01×10^{-1}μSv/h~1.08×10^{-1}μSv/h（根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），使用 ^{137}Cs 作为校准源，换算系数为 1.2Sv/Gy），满足环评报告中直线加速器机房周围各关注点剂量率控制水平的要求（关注点最低剂量率控制水平为 0.4μSv/h，因此满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的屏蔽要求。②出束时机房周围 X-γ辐射剂量率（8.4×10^{-8}Gy/h~9.0×10^{-8}Gy/h）与未出束是机房周围 X-γ辐射剂量率（7.4×10^{-8}Gy/h~7.8×10^{-8}Gy/h）相差不大，说明屏蔽效果良好。

2、DSA

本项目DSA验收监测结果见下表。

表 7-3　DSA 手术室 1 内及周围 X-γ辐射剂量率监测结果

编号	测量点位置		X-γ辐射剂量率 (×10^{-8}Gy/h)	标准差 (×10^{-8}Gy/h)	备注
1	DSA 手术室 1 内第一术者位（距球管 30cm）	未曝光	8.8	0.27	透视，铅帘后，铅衣遮挡
		曝光	491.3	7.82	
2	DSA 手术室 1 内第二术者位（距球管 80cm）	未曝光	8.9	0.21	透视，铅衣遮挡
		曝光	185.0	5.03	
3	DSA 手术室 1 内第一术者位手部位置（距球管 20cm）	未曝光	8.8	0.22	透视
		曝光	3207.2	64.67	
4	DSA 手术室 1 内第二术者位手部位置（距球管 70cm）	未曝光	9.0	0.21	透视
		曝光	1033.2	19.85	
5	DSA 手术室 1 北侧墙外洁净走道	未曝光	9.0	0.26	拍片
		曝光	11.4	0.31	
6	DSA 手术室 1 北侧铅门西侧门缝	未曝光	8.1	0.21	拍片
		曝光	9.2	0.20	
7	DSA 手术室 1 北侧铅门表面	未曝光	7.8	0.20	拍片
		曝光	8.9	0.24	
8	DSA 手术室 1 北侧铅门东侧门缝	未曝光	8.2	0.21	拍片
		曝光	11.1	0.22	
9	DSA 手术室 1 东侧墙外 1#控制室	未曝光	9.0	0.27	拍片
		曝光	9.5	0.30	
10	DSA 手术室 1 东侧 1#控制室观察窗表面	未曝光	8.8	0.24	拍片
		曝光	9.8	0.27	
11	DSA 手术室 1 东侧铅门北侧门缝	未曝光	8.4	0.25	拍片
		曝光	9.1	0.17	
12	DSA 手术室 1 东侧铅门表面	未曝光	8.1	0.20	拍片
		曝光	9.0	0.23	
13	DSA 手术室 1 东侧铅门南侧门缝	未曝光	8.3	0.24	拍片

		曝光	9.0	0.26	
14	DSA 手术室 1 南侧墙外污物走道	未曝光	9.0	0.28	拍片
		曝光	10.4	0.32	
15	DSA 手术室 1 西侧铅门北侧门缝	未曝光	8.5	0.24	拍片
		曝光	11.7	0.31	
16	DSA 手术室 1 西侧铅门表面	未曝光	8.5	0.25	拍片
		曝光	10.5	0.21	
17	DSA 手术室 1 西侧铅门南侧门缝	未曝光	8.7	0.25	拍片
		曝光	10.1	0.27	
18	DSA 手术室 1 西侧墙外设备间	未曝光	9.1	0.20	拍片
		曝光	10.4	0.33	
19	DSA 手术室 1 楼上 5F 裙楼屋顶	未曝光	9.3	0.20	拍片
		曝光	9.5	0.31	
20	DSA 手术室 1 楼下 3F 消毒供应中心	未曝光	8.6	0.23	拍片
		曝光	9.0	0.27	
21	DSA 手术室 1 东侧墙外 1#控制室线缆穿墙处	未曝光	9.0	0.27	拍片
		曝光	9.5	0.28	

注：X-γ辐射剂量率监测结果均未扣除宇宙射线响应值。

根据表 7-3：①DSA 拍片工况正常曝光时，手术室周围 X-γ辐射剂量率为 8.9×10^{-8}Gy/h~11.7×10^{-8}Gy/h，即 1.07×10^{-1}μSv/h~1.40×10^{-1}μSv/h（根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），使用 ^{137}Cs 作为校准源，换算系数为 1.2Sv/Gy），满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的机房屏蔽体外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h 的要求。②曝光时手术室周围 X-γ辐射剂量率（8.9×10^{-8}Gy/h~11.7×10^{-8}Gy/h）与未曝光时手术室周围 X-γ辐射剂量率（7.8×10^{-8}Gy/h~9.3×10^{-8}Gy/h）相差不大，说明屏蔽效果良好。

二、受照剂量

根据《实用辐射安全手册（第二版）》，职业人员和公众的年有效剂量采用下式进行计算。

$$E = D \bullet \mathrm{t} \bullet \sum W_T \bullet \sum W_R \quad \text{……式 7-1}$$

式中：E—人员受到的附加有效剂量，Sv/a；

D— X-γ射线空气吸收剂量率附加值，Gy/h；

t—X-γ年受照时间，h/a；

W_T—组织权重因数，全身为 1；

W_R—辐射权重因数，本项目为 1。

由于本项目直加和 DSA 投运未满一年，因此采用验收监测结果，根据式 7-1 进行计算。

1、直线加速器

根据表 7-2 监测结果，结合表 2-2 主要环境保护目标，直线加速器治疗室 01 周围职业人员和公众受照射剂量计算结果见下表。

表 7-4　直线加速器治疗室 01 周围职业人员和公众年受照剂量情况表

照射类型	关注点	相对机房的位置	监测点位	X-γ 辐射剂量率附加值 ($\times10^{-8}$Gy/h)	年曝光时间（h）	居留因子	年有效剂量（mSv/a）
职业	控制室	东侧	5#	1.3	250	1	3.25E-03
公众	病患更衣室	东侧	4#	1.1	250	1/4	6.88E-04
	走道	东侧	7#	1.1	250	1/4	6.88E-04
	应急物资库	南侧	1#	1.1	250	1/4	6.88E-04
	水冷机房	南侧	3#	1.1	250	1/4	6.88E-04
	地下停车场	西侧	12#	1.1	250	1	2.75E-03
	地面绿化带	楼上	13#	1.2	250	1/4	7.50E-04

从表 7-4 可知，本项目直线加速器正常运行时，治疗室周围职业人员受照剂量为 3.25×10^{-3}mSv/a，满足职业人员年有效剂量 5mSv/a 的约束值要求。公众最大受照有效剂量为 2.75×10^{-3}mSv/a，满足公众 0.1mSv/a 的约束值要求。

2、DSA

本项目年最大出束时间为 375.1h（拍片 8.4h、透视 366.7h），手术室内手术医生累计受照射时间按 366.7h（透视工况）计算辐射影响；手术室外控制室职业人员和周围公众累计受照射时间按 375.1h（拍片工况）计算辐射影响。根据表 7-3 监测结果，结合表 2-2 主要环境保护目标，DSA 手术室 1 内及周围职业人员和公众受照射剂量计算结果见下表。

表 7-5　DSA 手术室 1 内及周围职业人员和公众年受照剂量情况表

照射类型	关注点	相对机房的位置	监测点位	X-γ 辐射剂量率附加值 ($\times10^{-8}$Gy/h)	年曝光时间（h）	居留因子	年有效剂量（mSv/a）
职业	术者位	/	1#	482.5	366.7	1	1.77
	术者位手部位置	/	3#	3198.4	366.7	1	11.73
	控制室	东侧	10#	1.0	375.1	1	3.75E-03
公众	洁净走廊	北侧	8#	2.9	375.1	1/4	2.72E-03
	设备间	西侧	18#	1.3	375.1	1/4	1.22E-03
	缓冲间	西侧	15#	3.2	375.1	1/4	3.00E-03
	污物走廊	南侧	14#	1.4	375.1	1/4	1.31E-03

	裙楼屋顶	楼上	19#	0.2	375.1	1/4	1.88E-04
	消毒供应中心	楼下	20#	0.4	375.1	1	1.50E-03

从表 7-5 可知，本项目 DSA 正常运行时，职业人员受照剂量最大为 1.77mSv/a，满足职业人员年有效剂量 5mSv/a 的约束值要求；职业人员手部受照剂量最大为 11.73mSv/a，满足职业人员四肢（手和足）或皮肤 125mSv/a 的约束值要求；公众最大受照有效剂量为 3.00×10^{-3}mSv/a，满足公众 0.1mSv/a 的约束值要求。

三、大气环境影响分析

经现场调查，本项目直加和 DSA 产生废气主要为臭氧，射线装置机房均设置有通排风系统，其中直加机房设置 1 套独立排风系统，新风量 3900m^3/h，排风量 4450m^3/h，换气次数为 12 次/h，最终引至 1 号楼北主楼楼顶；DSA 机房设置排风系统，新风量 300m^3/h，排风量 200m^3/h，最终引至 1 号楼裙楼屋顶（排风口高度约 23.5m）排放，高于 1 号楼裙楼屋面（楼高 21.5m）。直加和 DSA 产生的臭氧经通排风系统排至室外经自然稀释后对环境影响较小。

四、水环境影响分析

经现场调查，本项目医用直线加速器不产生医疗废水和放射性废水，直线加速器冷却系统采用去离子蒸馏水，内循环使用，不会产生感生放射性废水，加速器设备自带水流量监测开关，当加速器中的大功率负载等的冷却水流量不满足要求时，加速器将自动切断高压电源，由于蒸发耗损，需要补充去离子蒸馏水时由厂家派专人补充。本项目 DSA 采用数字成像，无废显、定影液产生。本项目废水仅为医护人员和病人产生少量生活污水，依托医院污水处理设施处置，对环境影响较小。

五、固体废物环境影响分析

经现场调查，本项目产生包括医用器具、药棉、纱布、手套、废造影剂、废造影剂瓶等医疗废物，依托医院医疗废物暂存、管理系统进行收集处理，严格执行医疗垃圾转移联单制度，由具备医疗垃圾回收处理资质的专业单位回收集中处理；医护人员和病人产生少量生活垃圾，依托医院生活垃圾收集系统，由环卫部门统一清运处理。因此，对周围环境影响较小。

表 8 验收监测结论

验收监测结论：

本次验收内容为 1 台直线加速器和 1 台 DSA：①在 1 号楼负二层直线加速器治疗室 01 内使用 1 台 Infinity 型 10MV 医用电子直线加速器，X 射线最大能量为 10MV，X 射线等中心 1m 处剂量率最大为 22Gy/min，最大电子线能量为 15MeV，电子线等中心 1m 处剂量率最大为 6Gy/min，属于Ⅱ类射线装置，年出束时间 250h；②在 1 号楼裙楼四层 DSA 手术室 1 内使用 1 台 Azurion 7 M20 型 DSA，额定管电压 125kV，管电流 1000mA，属于II类射线装置，年最大出束时间为 375.1h（拍片 8.4h、透视 366.7h）。

通过现场检查，对照环评批复内容，本项目变动内容为：①直线加速器实际最大电子线能量（15MeV）、电子线等中心 1m 处最大剂量率（6Gy/min）均小于环评时参数，因此实际对机房周围辐射环境影响更小。②DSA 机房墙体、顶板和地板的实际辐射屏蔽参数与环评时有所差异（墙体屏蔽防护铅当量略低于环评、顶板和地板屏蔽防护铅当量高于环评），但仍满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中屏蔽防护铅当量厚度要求，且验收监测结果也满足屏蔽体外 0.3m 处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 的要求。③DSA 实际额定管电压与环评一致，额定管电流低于环评。由于 DSA 额定功率为定值，设备管电压和管电流无法同时达到额定值，且出于保护职业人员健康、维护设备性能良好以及在确保达到预期诊断目标条件下，使受检者所受照射剂量最低的目的，设备投运后不会采用额定工况运行，因此额定管电流的减小，不会对周围辐射环境造成不利影响。

除此之外，本项目建设地点、射线装置类别和数量、工作方式、年曝光时间、工艺流程、污染物产生种类、采取的污染治理和辐射安全防护措施、管理制度的制定情况等均与环评及批复一致，因此，本项目不属于重大变动。

根据现场调查和验收监测，可以得出以下结论：

1、本项目直加和 DSA 在正常运行状态下，屏蔽体外辐射剂量率满足相关控制剂量率限值要求，机房屏蔽防护效果良好。

2、本项目直加和 DSA 在正常运行状态下，对职业人员和公众的照射满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）以及环评提出的剂量约束值（职业人员＜5mSv/a、公众＜0.1mSv/a、DSA 介入手术职业人员四肢（手

和足）或皮肤＜125mSv/a）的要求。

3、项目正常运行状态下产生的电离辐射、废气、废水及固体废物已按要求落实了相关辐射安全防护及污染防治措施，没有环境遗留问题及相关整改内容。

4、医院成立了辐射安全领导小组，制定了辐射事故应急预案和辐射安全管理规章制度，具备了处理辐射事故的能力，确保辐射环境安全。项目辐射工作人员均参加了辐射安全与防护培训并经考核合格后上岗，掌握了安全防护知识和技能，具备了安全操作本项目直加和 DSA 的能力。

综上，项目环保手续齐全，实际建设内容与环评及批复内容相符；采取的辐射安全措施及污染防治措施均落实得当、切实有效；管理规章制度、操作规程完善；验收监测结果满足相关标准要求，职业人员及公众年有效剂量满足环评报告及批复中相关约束值要求；建设单位具备使用II类射线装置的能力。因此，从环境保护和辐射安全的角度分析，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。

新建II类射线装置及核医学科应用项目（1 台直线加速器和 1 台 DSA）竣工环境保护验收意见

2024 年 5 月 27 日，四川泰康医院有限公司根据新建II类射线装置及核医学科应用项目（1 台直线加速器和 1 台 DSA）竣工环境保护验收监测报告表，并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，严格依照国家有关法律法规、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）、本项目环境影响报告表和审批部门审批决定等要求对本项目进行验收，提出意见如下：

一、工程建设基本情况

（一）建设地点、规模、主要建设内容

1、建设地点：成都市天府新区华阳街道祥鹤一街 881 号四川泰康医院内

2、建设内容及规模：

本项目验收内容包括：1 台直线加速器和 1 台 DSA。

（1）直线加速器

直线加速器位于 1 号楼负二层直线加速器治疗室 01，净空面积 102m^2，机房净空尺寸长 10.1m×宽 10.1m×高 5.3m，机房整体采用 2.35t/m^3 的钢筋混凝土连续浇筑，主射方向朝北侧、南侧、地面和屋顶。机房内使用 1 台 Infinity 型 10MV 医用电子直线加速器，X 射线最大能量为 10MV，X 射线等中心 1m 处剂量率最大为 22Gy/min，最大电子线能量为 15MeV，电子线等中心 1m 处剂量率最大为 6Gy/min，属于II类射线装置，年出束时间 250h。

（2）DSA

DSA 位于 1 号楼裙楼四层 DSA 手术室 1 内，手术室面积为 45.4m^2，净空尺寸长 7.7m×宽 5.9m×高 3.4m。手术室内使用 1 台 Azurion 7 M20 型 DSA，额定管电压 125kV，管电流 1000mA，属于II类射线装置，年最大出束时间为 375.1h（拍片 8.4h、透视 366.7h）。

（二）建设过程及环保审批情况

四川省生态环境厅于 2021 年 1 月 6 日以《关于四川泰康西南医院有限公司成都泰康西南医院新建II类射线装置及核医学科应用项目环境影响报告表的批复》（川环审批[2021]3 号）对该项目进行了批复，目前本次验收的直加和 DSA 已建成投运，且已登记至辐射安全许可证（川环辐证[01116]）上。

本项目从取得辐射安全许可证至调试过程中无环境投诉、违法或处罚记录等情况。

（三）投资情况

本项目总投资约 4000 万元，环保投资 73.6 万元，占总投资的 1.84%。

二、辐射安全与防护设施建设情况

（一）辐射安全与防护设施建设情况

本项目辐射场所屏蔽体厚度满足辐射防护要求，对电离辐射起到了有效的屏蔽作用，设置了相应的电离辐射警示标志和门禁等措施，划定了控制区、监督区管理，限制了无关人员的进入，保证了工作人员及公众的安全。

本项目建设执行了“三同时”管理制度，本项目的设计文件、环境影响报告表及批复文件提出的辐射安全与防护措施均已建设完成。

（二）辐射安全与防护措施和其他管理要求落实情况

本项目的设计文件、环境影响报告表及批复文件提出的辐射安全与防护措施和其他管理要求，根据验收调查，各项措施和建议已落实。

三、工程变动情况

通过现场检查，对照环评批复内容，本项目变动内容为：①直线加速器实际最大电子线能量（15MeV）、电子线等中心 1m 处最大剂量率（6Gy/min）均小于环评时参数，因此实际对机房周围辐射环境影响更小。②DSA 机房墙体、顶板和地板的实际辐射屏蔽参数与环评时有所差异（墙体屏蔽防护铅当量略低于环评、顶板和地板屏蔽防护铅当量高于环评），但仍满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中屏蔽防护铅当量厚度要求，且验收监测结果也满足屏蔽体外 0.3m 处周围剂量当量率不大于 2.5μSv/h 的要求。③DSA 实际额定管电压与环评一致，额定管电流低于环评。由于 DSA 额定功率为定值，设备管电压和管电流无法同时达到额定值，且出于保护职业人员健康、维护设备性能良好以及在确保

达到预期诊断目标条件下，使受检者所受照射剂量最低的目的，设备投运后不会采用额定工况运行，因此额定管电流的减小，不会对周围辐射环境造成不利影响。

除此之外，本项目建设地点、射线装置类别和数量、工作方式、年曝光时间、工艺流程、污染物产生种类、采取的污染治理和辐射安全防护措施、管理制度的制定情况等均与环评及批复一致，因此，本项目不属于重大变动。

四、工程建设对环境的影响

（一）本项目直加和 DSA 在正常运行状态下，屏蔽体外辐射剂量率满足相关控制剂量率限值要求，机房屏蔽防护效果良好。

（二）本项目直加和 DSA 在正常运行状态下，对职业人员和公众的照射满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）以及环评提出的剂量约束值（职业人员＜5mSv/a、公众＜0.1mSv/a、DSA 介入手术职业人员四肢（手和足）或皮肤＜125mSv/a）的要求。

（三）项目正常运行状态下产生的电离辐射、废气、废水及固体废物已按要求落实了相关辐射安全防护及污染防治措施，没有环境遗留问题及相关整改内容。

五、验收结论

四川泰康医院有限公司认真履行了本项目的环境保护审批和许可手续，落实了环评文件及其批复的要求，严格执行了环境保护“三同时”制度，相关的验收文档资料齐全，辐射安全与防护设施及措施运行有效，对环境的影响符合相关标准要求。

综上所述，验收组一致同意新建II类射线装置及核医学科应用项目（1 台直线加速器和 1 台 DSA）竣工环境保护验收监测报告表项目通过竣工环境保护验收。

六、后续要求

应进一步完善辐射安全管理制度，加强辐射安全管理，运营过程中认真落实污染控制措施。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。

七、验收人员信息

参加验收的单位及人员名单、验收负责人（建设单位），验收人员信息见附表。

四川泰康医院有限公司

2024 年 5 月 27 日

新建II类射线装置及核医学科应用项目（1 台直线加速器和 1 台 DSA）

竣工环境保护验收工作组成员签字表

姓名		工作单位	职务/职称	身份证号码	电话	签字	备注
组长	赵永恒	四川泰康医院	副院长				建设单位
副组长	祁坤	四川泰康医院	医务部主任				建设单位
成员	曾铭	四川泰康医院	肿瘤科主任				建设单位
	张敏	四川泰康医院	肿瘤科放射技师				建设单位
	辛超	四川省辐射环境管理监测中心站	高工				特邀专家
	帅震清	四川省核与辐射污染防治分会	教高				
	刘育辰	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	高工				环评单位
	赵弘	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	工程师				验收监测表编制单位
	肖荣科	四川省核工业辐射测试防护院（四川省核应急技术支持中心）	高工				验收监测单位