

合肥市第一人民医院
直线加速器、DSA 等核技术应用项目
竣工(分阶段)环境保护验收监测报告表

建设单位：合肥市第一人民医院

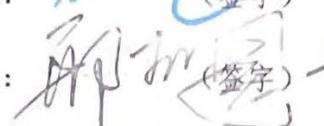
编制单位：核工业北京化工冶金研究院

2022 年 9 月

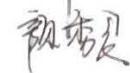
建设单位法人代表:

 (签字)

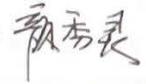
编制单位法人代表:

 (签字)

项目负责人:



填表人:



建设单位 合肥市第一人民医院



(盖章)

电话: 13866168811

邮编: 230031

地址: 安徽省合肥市庐阳区

淮河路 390 号

编制单位 核工业北京化工冶金研



研究院 (盖章)

电话: 010-51674364(院办)

邮编: 101149

地址: 北京市通州区九棵树 145 号

目 录

表一 项目总体情况及验收监测依据、目的、标准	1
表二 工程建设内容、工艺流程及产污环节	10
2.1 工程建设内容	10
2.2 主要工艺流程及产物环节（附处理工艺流程图，标出产污节点）	22
表三 主要环境影响及污染防治措施	29
3.1 主要污染源、污染物处理和排放	29
表四 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定	35
4.1 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
4.2 环评批复要求	36
表五 验收监测质量保证及质量控制	39
5.1 验收监测质量保证及质量控制	39
5.2 验收监测内容	39
5.3 检测方法和仪器	40
5.4 验收监测布点	40
表六 检测结果及结论	43
6.1 验收监测期间生产工况记录	43
6.2 验收监测结果	43
表七 核与辐射安全管理检查结果	50
7.1 辐射安全和防护管理	50
7.2 人员管理	51
7.3 年度评估报告	52
7.4 辐射安全防护设施运行现场调查情况	53
7.5 环评批复落实情况（相关摘录）	59

7.6 “三同时”执行情况和环保投资一览表	61
表八 验收结论及建议	66
8.1 验收监测结论	66
8.2 建议	67

附件 01: 委托书

附件 02: 辐射安全许可证本部

附件 03: 安徽省生态环境厅关于合肥市第一人民医院直线加速器、DSA 等核技术应用项目环境影响报告表审批意见的函

附件 04: 关于调整合肥市第一人民医院放射防护领导小组的通知

附件 05: 辐射事故应急处理预案

附件 06: 放射工作监测方案

附件 07: DSA 机房制度

附件 08: 放疗中心制度

附件 09: 放疗中心机房流程

附件 10: 辐射工作人员明细

附件 11-1: 2021 三季度个人计量检测报告

附件 11-2: 2021 四季度个人计量检测报告

附件 11-3: 2022 一季度个人计量检测报告

附件 11-4: 2022 二季度个人计量检测报告

附件 12: 2022 年体检报告

附件 13: 医疗废弃物合同

附件 14: 市一院 2021 年度评估

附件 15: 检测报告

附件 16: 检测仪器鉴定证书

附件 17: 辐射防护措施说明

附件 18: DSA 机房防护设计变更单

附件 19: 合肥市第一人民医院门急诊住院综合楼项目竣工环境保护自主验收意见

附图 01: 医院总平图

附图 02: 6 层 DSA 机房平面图

附图 03: 负 2 层医用电子直线加速器机房平面图

附图 04: 6 层 DSA 机房楼下 (5 层) 平面图

附图 05: 6 层 DSA 机房楼上 (7 层) 平面图

附图 06: 负 2 层医用电子直线加速器机房楼上 (负 1 层) 平面图

表一 项目总体情况及验收监测依据、目的、标准

建设项目名称	合肥市第一人民医院直线加速器、DSA 等核技术应用项目				
建设单位名称	合肥市第一人民医院				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/> 迁建				
建设地点	安徽省合肥市庐阳区淮河路 390 号				
主要产品名称	1、1 台 DSA（介入科），型号：ARTIS pheno（管电流：1000mA，管电压：125kV）； 2、1 台医用电子直线加速器（放疗中心），型号：Vital Beam（能量：6MV、10MV，电子束最大能量 18MeV，6MV FFF 最大剂量率 1400cGy/min,10MV 最大剂量率 600cGy/min）。				
设计生产能力	1、拟在庐阳区本部院区门急诊住院综合楼负二层安装 2 台电子直线加速器，在 6 层安装 2 台 DSA，在 8 层安装 2 台 DSA。原有医技楼一层、二层用于放射性同位素和射线装置项目，具体建设内容为：新增 1 台 SPECT/CT；新增 1 枚 ⁹⁰ Sr 密封性放射源（皮肤敷贴器，活度 2.96×10 ⁹ Bq，属于 V 类源）；新增乙级非密封源工作场所（医技楼一层），具体使用放射性同位素为： ⁹⁹ Mo- ^{99m} Tc、 ¹³¹ I、 ⁸⁹ Sr 和 ³² P；待本项目改建完成后，拟搬迁现有 ¹²⁵ I 放射性核素使用场所（医技楼二层东侧）至医技楼二层西侧使用； 2、拟在新建老年护理院的门急诊综合楼 1 层和 6 层各配置 1 台 DSA。				
实际生产能力	合肥市第一人民医院庐阳区本部院区门急诊住院综合楼 6 层西北侧介入科配置 1 台 DSA，负 2 层放疗中心配置 1 台医用电子直线加速器。				
建设项目环评时间	2020 年 11 月	开工建设时间	2020 年 12 月		
调试时间	2021 年 12 月	验收现场监测时间	2022 年 8 月		
环评报告表审批部门	安徽省生态环境厅	环评报告表编制单位	核工业北京化工冶金研究院		
环保设施设计单位	合肥工业大学设计院（集团）有限公司	环保设施施工单位	中天建设集团有限公司		
投资总概算	11000 万元（本次验收项目投资总概算 3000 万元）	环保投资总概算	388 万元（本次验收项目环境投资总概算 100 万元）	比例	3.53%（本次验收项目占比 3.3%）
实际总概算	3000 万元	环保投资	110 万元	比例	3.6%
验收监测依据	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修正；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院 第 449 号，2004 年 7 月 29 日修订；2019 年 3 月 2 日，国务院第 709 号令修正；</p> <p>(5) 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订（国务院令 第 253 号），2017 年 7 月 16 日修正；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原中华人民共和国环境保护总局令 第 31 号公布（2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修</p>				

	<p>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)；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环保部第 18 号令)；</p> <p>(8) 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日起施行；</p> <p>(9) 《关于发布<射线装置分类>办法的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》国家环保总局，环发【2006】145 号；</p> <p>(11) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 3 月 23 日经卫生部部务会议讨论通过，自 2007 年 11 月 1 日起施行，《放射工作人员健康要求及监护规范》GBZ 98—2020，2021-05-01 实施；</p> <p>(12) 《安徽省放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(安徽省环境保护厅)；</p> <p>(13) 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，生态环境部 2018 年第 9 号。</p> <p>(14) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(15) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(16) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021)；</p> <p>(17) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)；</p> <p>(18) 《医用 X 射线治疗放射防护要求》(GBZ131-2017)；</p> <p>(19) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(20) 《医用电子直线加速器质量控制检测规范》(WS 674—2020)；</p> <p>(21) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)；</p> <p>(22) 《声环境质量标准》(GB3096-2008)；</p> <p>(23) 《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/T 201.2-2011)；</p> <p>(24) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)；</p> <p>(25) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)；</p> <p>(26) 《合肥市第一人民医院直线加速器、DSA 等核技术应用项目环境影响报告表》(2021 年 4 月)环境影响评价及其批复；</p> <p>(27) 《合肥市第一人民医院 DSA 应用项目环境影响后评价报告》。</p>
--	--

验收监测评价标准、标号、级别、限值	<p>按照国家环境保护部 2017 年 11 月颁布的《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定，应以环境影响评价报告（表）批复时有效的国家或地方排放标准和环境质量标准、工程《初步设计》（环保篇）的设计指标和总量控制指标作为建设项目的环保设施验收监测的评价标准。以新颁布的国家或地方标准中规定的污染因子排放标准值以及环境质量标准值作为参照标准。</p> <p>根据环评文件《合肥市第一人民医院直线加速器、DSA 等核技术应用项目环境影响报告表》（2020 年 10 月），建设项目执行的标准如下：</p> <p>一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>① 剂量限值</p> <p>表 1-1 附录 B1 剂量限值</p>					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="435 929 630 969">对象</th> <th data-bbox="630 929 1382 969">剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="435 969 630 1149">职业照射剂量限值</td> <td data-bbox="630 969 1382 1149"> ① 由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ② 任何一年中的有效剂量，50mSv； ③ 眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④ 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="435 1149 630 1400">公众照射剂量限值</td> <td data-bbox="630 1149 1382 1400"> 实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ① 年有效剂量，1mSv； ② 特殊情况下，如果 5 个连续年的平均有效剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv； ③ 眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④ 皮肤的年当量剂量，50mSv。 </td> </tr> </tbody> </table>	对象	剂量限值	职业照射剂量限值	① 由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ② 任何一年中的有效剂量，50mSv； ③ 眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④ 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。	公众照射剂量限值
对象	剂量限值					
职业照射剂量限值	① 由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ② 任何一年中的有效剂量，50mSv； ③ 眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④ 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。					
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ① 年有效剂量，1mSv； ② 特殊情况下，如果 5 个连续年的平均有效剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv； ③ 眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④ 皮肤的年当量剂量，50mSv。					

为确保公众和放射性职业工作人员的安全，本项目提出公众年有效剂量管理限值 0.25mSv/a，一般辐射工作人员年有效剂量管理限值 5mSv/a，从事介入手术的辐射工作人员年有效剂量管理限值 10mSv/a。

二、《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/T 201.2-2011）

本部分使用于 30MeV 以下的加速器放射治疗机房。

4.2.1 治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率控制水平

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，可以依照附录 A，由以下周剂量参考控制水平（Hc）求得关注

点的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$) :

1) 放射治疗机房外控制区的工作人员: $H_{c,d} \leq 100 \mu\text{Sv/周}$;

2) 放射治疗机房外非控制区的工作人员: $H_{c,d} \leq 5 \mu\text{Sv/周}$;

b) 按照关注点居留因子的下列不同, 分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$) :

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

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

三、《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)

6.2 空间、通风要求

6.2.1 放射治疗机房应有足够的有效使用空间, 以确保放射治疗设备的临床应用需要。

6.2.2 放射治疗机房应设置强制排风系统, 进风口应设在放射治疗机房上部, 排风口应设在治疗机房下部, 进风口与排风口位置应对角设置, 以确保室内空气充分交换; 通风换气次数应不小于 4 次/h。

6.4 安全装置和警示标志要求

6.4.1 监测报警装置

含放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置, 应确保其报警功能正常。

6.4.2 连锁装置

放射治疗设备都应安装门机连锁装置或设施, 治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置, 防护门应有防挤压功能。

6.4.3 标志

医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志:

a) 放射治疗工作场所的入口处, 设有电离辐射警告标志;

b) 放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置, 设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。

6.4.4 急停开关

6.4.4.1 放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。

6.4.4.2 放射源后装近距离治疗工作场所，应在控制台、后装机设备表面人员易触及位置以治疗房内墙面各设置一个急停开关。

6.4.6 视频监控、对讲交流系统

控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。

四、《医用 X 射线诊断卫生防护标准》（GBZ130-2020）

5.8 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求

5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设类型的防护性能专用要求。

5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20 cm 的装置。

5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

6 X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；每台牙椅独立设置诊室的，诊室内可

设置固定的口内牙片机，供该设备使用，诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房防护要求。

6.1.4 移动式 X 射线机（不含床旁摄影机和急救车配备设备）在使用时，机房应满足相应布局要求。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 7-6 的规定。

表 1-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5
双管头或多管头 X 射线机 a	30	4.5
单管头 X 射线机 b	20	3.5
透视专用机 c、碎石定位机、口腔 CT 卧位扫描	15	3
乳腺机、全身骨密度仪	10	2.5
牙科全景机、局部骨密度仪、口腔 CT 坐位扫描 / 站位扫描	5	2.0
口内牙片机	3	1.5

a 双管头或多管头 X 射线机的所有管球安装在同一间机房内。
 b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。
 c 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于 5mA 的 X 射线机。

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-7 的规定。

6.2.2 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C 中表 C.4~表 C.7。

表 1-3 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 125 kV 以上的摄影机房	3	2
标称 125 kV 及以下的摄影机房	2	1
C 形臂 X 射线设备机房	2	
口腔 CBCT、牙科全景机房（有头颅摄影）	2	1
透视机房、骨密度仪机房、口内牙片机房、牙科全景机房（无头颅摄影）、碎石机房、模拟定位机房、乳腺摄影机房、乳腺 CBCT 机房	1	2
CT 机房	2.5	

	<p>6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平</p> <p>6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：</p> <p>a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；</p> <p>b) CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$；</p> <p>6.4 X 射线设备工作场所防护</p> <p>6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。</p> <p>6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。</p> <p>6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。</p> <p>6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。</p> <p>6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。</p> <p>6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。</p> <p>6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。</p> <p>6.4.8 模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。</p> <p>6.4.9 CT 装置的安放应利于操作者观察受检者。</p> <p>6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。</p> <p>6.5 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求</p> <p>6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。</p>
--	--

6.5.2 车载式诊断 X 射线设备机房个人防护用品和辅助防护设施配置要求按照其安装的设备类型参照表 4 执行。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25 mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025 mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5 mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2 mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5 mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 1-4 个人防护用品和和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
CT 体层扫描（隔室）	-	-	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	-
介入放射性操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	-

注：“-”表示不要求。

注：床侧防护帘、铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等防护用品不能超过 5 年。

五、声环境执行标准

①《声环境质量标准》（GB3096-2008）：执行 2 类标准要求：昼间 60dB（A）；夜间 50dB（A）。

②《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）：院区边界执行 2 类标准要求：昼间 60dB（A）；夜间 50dB（A）。

六、校核标准（《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021））

6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

	<p>b) 穿过机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量 $250 \mu\text{Sv}$ 加以控制。</p> <p>c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 $100 \mu\text{Sv/h}$ 加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。</p>
--	--

表二 工程建设内容、工艺流程及产污环节

2.1 工程建设内容

2.1.1 项目概况

本次验收的电子直线加速器、DSA 建设地点位于庐阳区本部院区门急诊住院综合楼。该门急诊住院综合楼项目包括门急诊住院综合楼（地下 3 层至地上 25 层）建设，不包括核技术医疗设备的应用，于 2015 年 5 月 5 日获合肥市发展和改革委员会立项（发改社会【2015】301 号），于 2016 年 3 月 14 日获合肥市生态环境局批复（批复文号：环建审[2016]25 号）；于 2021 年 1 月 18 日组织竣工环保验收会，自主验收意见详见附件 19。

合肥市第一人民医院直线加速器、DSA 等核技术应用项目于 2020 年 11 月 20 日通过安徽省生态环境厅审批（皖环函【2020】633 号，详见附件 3）。环评中项目建设内容包括：在庐阳区本部院区门急诊住院综合楼新增 2 台电子直线加速器（负二层），4 台 DSA（6 层 2 台、8 层 2 台），在蜀山区体保中心院区新建老年护理院 1# 门急诊综合楼新增 2 台 DSA（1 层和 6 层各 1 台）。在庐阳区本部院区改建医技楼一、二层建设核医学科，在一层配置 1 台 SPECT/CT，使用核素 Mo-99、Tc-99m、I-131、P-32、Sr-89、Sr-90；二层使用 I-125 核素。

合肥市第一人民医院分阶段建设《合肥市第一人民医院直线加速器、DSA 等核技术利用项目环境影响报告表》中项目建设内容，目前已建 1 台电子直线加速器和 1 台 DSA。1 台电子直线加速器（最大 X 射线能量为 10MV）安装在合肥市庐阳区淮河路 390 号院区门急诊住院综合楼负二层，其建设地点、设备规格和辐射防护措施与环评一致。1 台 DSA（管电流 1000mA，管电压 125kV）安装合肥市庐阳区淮河路 390 号院区门急诊住院综合楼六层，建设地点和设备规格较环评阶段无变化，但机房施工时辐射防护措施发生变更（详见表 2-4）。六层 DSA 机房辐射防护变更后开展现状评价，并已在安徽省生态环境厅备案。

本次验收范围包括合肥市第一人民医院庐阳区本部院区急诊住院综合楼 1 台 DSA 和 1 台医用电子直线加速器，1 台 DSA，型号为 ARTIS pheno（管电流：1000mA，管电压：125kV），位于 6 层西北侧介入科；1 台医用电子直线加速器，型号为 Vital Beam（能量：6MV、10MV，电子束最大能量 18MeV，6MV FFF 最大剂量率 1400cGy/min，10MV 最大剂量率 600cGy/min），位于负 2 层放疗中心。本次验收项目于 2021 年 12 月开

始调试，由于疫情防控，2022年8月开展检测和调查，2022年9月，建设单位组织自主验收会议。

环评和验收内容详见表2-1。

表2-1 评价时设备/核素一览表

序号	核素/设备名称	主要参数	数量	拟使用场所	是否在本次验收范围	
射线装置						
1	电子直线加速器	X射线：6、10MV 电子束：18MeV	2	庐阳区院本部门急诊住院综合楼-2F	本次验收一台	
2	DSA	最大管电压：≤125kV 最大管电流：≤1000mA	2	庐阳区院本部门急诊住院综合楼6F	本次验收一台	
3	DSA	最大管电压：≤125kV 最大管电流：≤1000mA	2	庐阳区院本部门急诊住院综合楼8F	否	
4	DSA	最大管电压：≤125kV 最大管电流：≤1000mA	2	蜀山区体保中心院区新建老年护理院1#门急诊综合楼1F、6F	否	
5	SPECT/CT	最大管电压：≤150kV 最大管电流：≤1000 mA	1	庐阳区院本部医技楼核医学科	否	
非密封放射性物质						
6	⁹⁹ Mo- ^{99m} Tc	日最大操作量：1.48×10 ¹⁰ Bq 日等效最大操作量：1.48×10 ⁷ Bq 年最大操作量：3.70×10 ¹² Bq	/	庐阳区院本部医技楼核医学科1F	否	
7	¹³¹ I	日最大操作量：3.70×10 ⁸ Bq 日等效最大操作量：3.70×10 ⁷ Bq 年最大操作量：9.25×10 ¹⁰ Bq	/			
8	¹³¹ I	日最大操作量：1.85×10 ⁹ Bq 日等效最大操作量：1.85×10 ⁸ Bq 年最大操作量：4.625×10 ¹¹ Bq	/			
9	⁸⁹ Sr	日最大操作量：1.48×10 ⁸ Bq 日等效最大操作量：1.48×10 ⁶ Bq 年最大操作量：3.70×10 ¹⁰ Bq	/			
10	³² P	日最大操作量：3.70×10 ⁷ Bq 日等效最大操作量：3.70×10 ⁵ Bq 年最大操作量：9.25×10 ⁹ Bq	/			
11	¹²⁵ I	日最大操作量：8.88×10 ⁵ Bq 日等效最大操作量：8.88×10 ⁴ Bq 年最大操作量：2.2×10 ⁷ Bq	/			庐阳区院本部医技楼核医学科2F
12	⁹⁰ Sr	活度：2.96×10 ⁹ Bq	1			庐阳区院本部医技楼核医学科1F

2.1.2 项目选址和周围环境概况

合肥市第一人民医院本部院区位于合肥市庐阳区淮河路390号，本次验收的DSA项目位于门急诊住院综合楼6层西北侧介入科，医用电子直线加速器项目位于门急诊住院综合楼负2层放疗中心。



图 2-1 项目地理位置图

机房平面布局：

本次验收的 1 台 DSA 和 1 台电子直线加速器机房都位于门急诊住院综合楼。

门急诊住院综合楼距院区西约为 18m，紧邻杏花菜市场，距离老干部宿舍约为 38m；距离南侧外科病房楼约 15m，距南侧医技楼约 35m；距东侧医院宿舍约 15m；距院区北约 35m。

(1) DSA 机房位于门急诊住院综合楼 6 层北侧介入科。

1、机房东侧是设备间和病人通道，北侧是室外（人员不可达），机房西侧是污物通道和预留机房，机房南侧控制室和普通库房。

2、机房楼上为会议室和备餐室，楼下是主任办公室和医办示教。

3、患者通道防护门设于东侧，医生通道防护门和观察窗均设于南侧。

(2) 电子直线加速器机房位于门急诊住院综合楼负 2 层西侧放疗中心。

1、机房北侧和西侧为地下土层，人员不可达到，机房东侧为加速器机房，南侧为控制室、缓冲区、机房。

2、机房治疗室顶棚上覆盖土层，土层上方是地面为院内通道，机房迷道顶棚上覆盖 1.3m 混凝土上侧是负一层模拟机房控制室，楼下是土层，人员不可达到。

3、患者通道防护门设于南侧，控制室位于机房南侧。

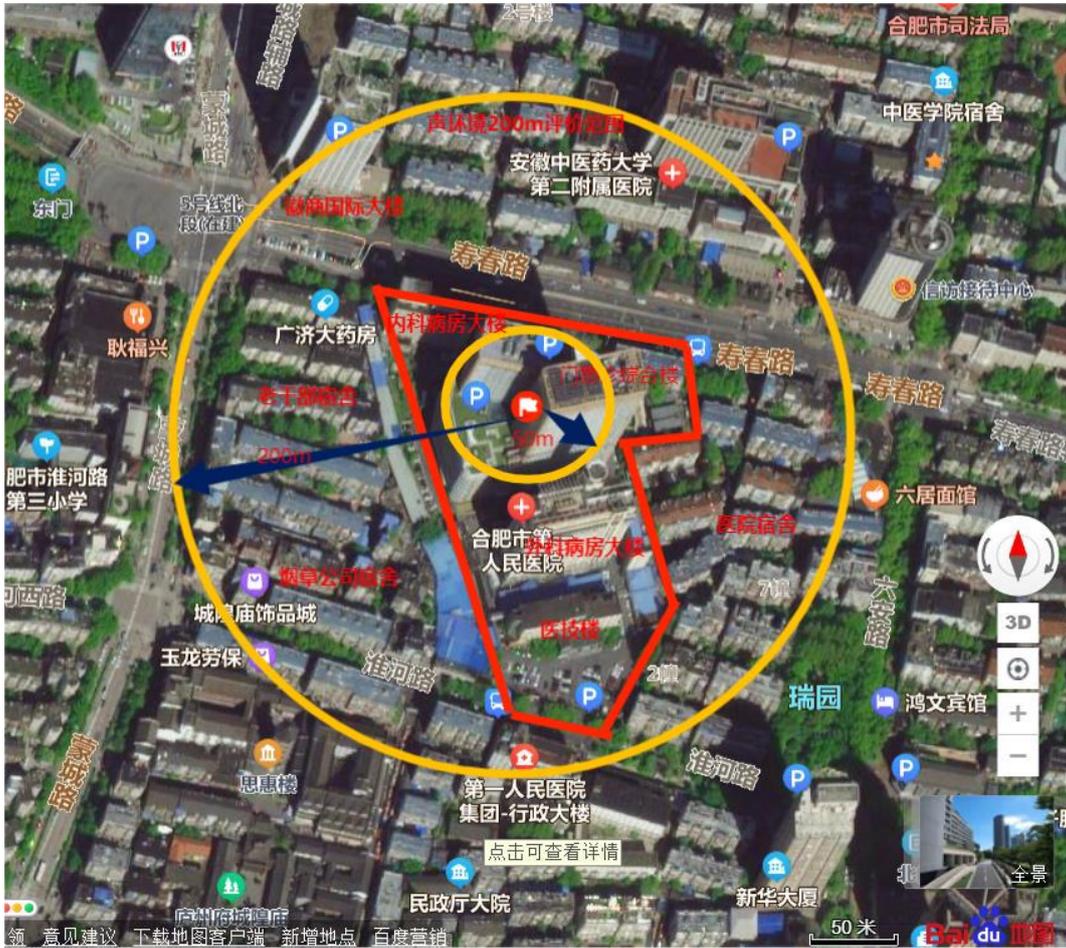


图 2-2 评价范围内周边关系图



图 2-3 6层介入科 DSA 机房平面示意图

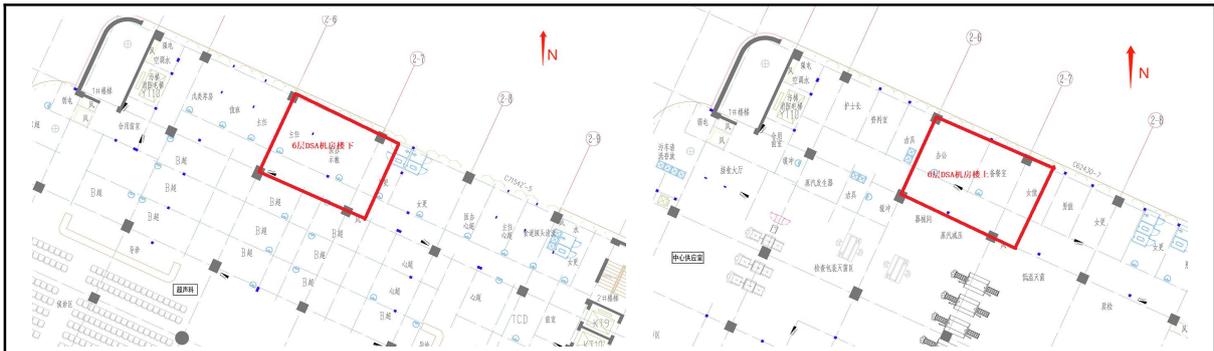


图 2-4 6 层介入科 DSA 机房楼下（5 层）、楼上（7 层）平面示意图



图 2-5 负 2 层医用电子直线加速器机房平面布局图



图 2-6 负 2 层医用电子直线加速器机房楼上（负 1 层）平面示意图

门急诊住院综合楼 6 层 DSA 机房平面布置图详见附件 2，门急诊住院综合楼负 2

层医用电子直线加速器机房平面布置图详见附图 3，门急诊住院综合楼 6 层 DSA 机房（楼下 5 层）平面布置图详见附图 4，门急诊住院综合楼 6 层 DSA 机房（楼上 7 层）平面布置图详见附图 5，门急诊住院综合楼负 2 层医用电子直线加速器机房（楼上负 1 层）平面布置图详见附图 6。

表 2-2 环境保护目标一览表

保护目标				方位	距离	规模
目标分类	项目	位置	人员			
辐射环境	负 2 层医用电子直线加速器	控制室	职业人员	南侧	紧邻	约 5 人
		设备间（机房）	公众	南侧	紧邻	约 1 人
		预留加速器机房	公众	东侧	紧邻	约 5 人
		院内通道	公众	楼上	紧邻	约 500 人
		内科病房大楼	公众	北侧	约 20m	约 600 人
	6 层介入科 DSA 机房	控制室	职业人员	机房南侧	紧邻	约 6 人
		设备间	公众	机房东侧	紧邻	约 2 人
		预留 DSA 机房	职业人员	机房西侧	紧邻	约 6 人
		污物通道	公众	机房西侧	紧邻	约 2 人
		会议室和备餐间	公众	机房楼上	紧邻	约 4 人
		主任办公室和医办示教	公众	机房楼下	紧邻	约 10 人
	声环境	中医学院宿舍			北侧	约 60m
徽商国际大厦			西北侧	约 95m	约 400 人	
安徽省针灸医院			东北侧	约 109m	约 500 人	
老干部宿舍			西侧	约 52m	约 250 户，750 人	
烟草公司宿舍			西侧	约 60m	约 200 户，600 人	
集团行政大楼			南侧	约 42m	约 300 人	
第一人民医院宿舍			东侧	约 5m	约 200 户，600 人	
司法厅宿舍			东南侧	约 30m	约 200 户，600 人	

现场调查情况，本次的 DSA 项目与医用电子直线加速器项目周围的辐射环境和声环境保护目标与环评一致。

2.1.3 核技术利用现状

合肥市第一人民医院已依法取得并及时申请换领了辐射安全许可证，辐射安全许可证证书编号为皖环辐证【00163】，有效至 2023 年 11 月 8 日。许可种类和范围为：使用 II、III 类射线装置，使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所，见附件 2。

2.1.3.1 射线装置应用概况

合肥市第一人民医院经生态环境部门许可使用 II、III 类射线装置，射线装置主要分布在本部院区、庐阳康复分院、西区蜀山分院、健康管理中心、西区体保分院，现有射线装置均已履行环境影响评价和竣工环保验收手续。

本项目验收 1 台 DSA 和 1 台医用电子直线加速器，均为 II 类射线装置，详见表 2-3。

表 2-3 本次验收射线装置应用情况一览表

序号	名称	型号	能量 (MeV)	管理分类	使用地点	环评情况	验收情况	许可情况
加速器								
1	医用直线加速器	Vital Beam	最高 X 射线能量 10MV	II	放疗中心新大楼负二层	皖环函【2020】633号	本次验收	2021 年取证
射线装置								
1	方舱 CT	联影 u528	140kV 350mA	III	发热门诊	备案号：20223401030000008	/	2022 年取证
2	CT	IncisiveC T Puls	140kV 667mA	III	蜀山分院 3 号机房	备案号：20223401040000077	/	2022 年取证
3	牙片机	RAY68 (M)	220kV 4mA	III	蜀山分院口腔科			
4	体外冲击碎石机	HK-1SWL-5	220kV 25mA	III	蜀山分院门诊楼二层西侧	2008 年 4 月环评，已置换	合环辐验【2016】15 号	2008 年取证
5	数字化 X 线诊断机	GE Definium 6000	150kV 500mA	III	放射科医技楼一楼 2 号机房	合环辐审【068】	合环辐验【2016】15 号	2011 年取证
6	数字化胃肠机	GMM OPERA FP	150kV 800mA	III	放射科医技楼一楼 3 号机房			
7	数字化 X 线诊断机	GE Discovery XR650	150kV 800mA	III	放射科医技楼一楼 4 号机房	皖辐射报告表【2008】12 号	合环辐验【2016】15 号	2008 年取证
8	CT	Lightspeed ultra	140kV 380mA	III	CT 室医技楼一楼 1 号机房			
9	CT	Hispeed Nxi	140kV 380mA	III	CT 室医技楼一楼 2 号机房			
10	CT	Discovery CT750 HD	140kV 835mA	III	CT 室医技楼一楼 3 号机房			
11	DSA	UNIQ Clarity FD20	125kV 1250mA	II	介入科医技楼一楼			

12	移动式 C 型臂	Brivo OEC785	220kV 100mA	III	手术室外科楼 18 楼			
13	移动式骨科 C 臂 X 光机	GE OEC Fluorosar Compact D	110kV 20mA	III	手术室外科楼 18 楼			
14	移动式骨科 C 臂 X 光机	GE OEC Fluorosar Compact D	110kV 20mA	III	手术室外科楼 18 楼			
15	数字化移动 X 光机	MOBILETT XP Digital	130kV 450mA	III	外科楼			
16	移动式数字医用 X 射线摄影系统	MobileSparkler E	150kV 400mA	III	新生儿科	备案号: 20213401030 0000075	/	2021 年 取证
17	数字化移动 X 线机	蓝韵酷睿	150kV 250mA	III	ICU	合环辐审 【068】	合环辐验 【2016】 15 号	2011 年 取证
18	数字化移动 X 光机	MOBILETT XP Digital	130kV 450mA	III	内科楼	皖辐射报告 表【2008】12 号	合环辐验 【2016】 15 号	2008 年 取证
19	直接数字化式立柱摄影 XXXXX 线摄影系统	Radspeed M (CH) with FPD UD150L-40 E	150kV 630mA	III	放射科-健康管理中心	合环辐审 【068】	合环辐验 【2016】 15 号	2011 年 取证
20	全景 X 射线机	Planmeca ProMax	84kV 2.5mA	III	口腔科新大楼 3 楼南侧			
21	牙片机	RAY68 (M)	220kV 50mA	III	口腔科新大楼 3 楼南侧			
22	64 排 CT 机	Incisive CT	140kV 660mA	III	CT 新大楼 4 楼东侧 1 号机房			
23	64 排 CT 机	Incisive CT	140kV 660mA	III	CT 新大楼 4 楼东侧 2 号机房			
24	256 排 CT 机	Revolution CT	140kV 740mA	III	CT 新大楼 4 楼东侧 3 号机房	备案号: 20213401030 0000075	/	2021 年 取证
25	数字化 X 射线摄影透视系统	SONIALVISION SMIT	150kV 1000mA	III	放射科新大楼 4 楼南侧 1 号机房			
26	数字化 X 射线摄影透视系统	Luminos dRF Max	150kV 1000mA	III	放射科新大楼 4 楼南侧 2 号机房			

27	数字化摄影X射线机	Optima XR646HD	150kV 800mA	III	放射科新大楼4楼南侧4号机房			
28	数字化医用X射线摄影系统	Ysio Max	150kV 1000mA	III	放射科新大楼4楼南侧5号机房			
29	数字化医用X射线摄影系统	MULTIX Impact	150kV 1000mA	III	放射科新大楼4楼南侧6号机房			
30	X射线骨密度检测仪	Prodiqy Primo	76kV 3mA	III	放射科新大楼4楼南侧7号机房			
31	乳腺X射线机	MAMMOMMAT Inspiration	30kV 630mA	III	放射科新大楼4楼南侧8号机房			
32	口腔颌面锥形束束计算机体层摄影设备	I-CAT 17-19	120kV 7mA	III	放射科新大楼4楼南侧9号机房			
33	移动式数字摄影X线系统	MUX-200D	133kV 400mA	III	放射科新大楼4楼南侧控制廊			
34	移动式摄影X射线机	MOBILETT Elara Max	133kV 300mA	III	放射科新大楼4楼南侧控制廊			
35	ERCP	Cios Fusion	110kV 25mA	III	内镜中心新大楼5楼西侧			
36	DSA	ARTIS pheno	125kV 1000mA	II	介入科新大楼6楼西北侧	皖环函【2020】633号	本次验收	2021年取证
37	移动式C型臂X射线机	OEC One	220kV 20mA	III	手术室新大楼8楼	备案号： 20213401030 0000075	/	2021年取证
38	移动式C型臂X射线机	OEC One	220kV 20mA	III	手术室新大楼8楼			
39	移动式C型臂X射线机	OEC One	220kV 20mA	III	手术室新大楼8楼			
40	DSA	ARTIS pheno	125kV 1000mA	II	杂交手术室新大楼8楼	皖环函【2020】633号	/	2022年取证

41	CT	SOMATOM Confidence	150kV 600mA	III	杂交手术室 新大楼 8 楼	备案号: 20213401030 0000120	/	2021 年 取证
42	体外碎石机 X 线定位系统 (ESWL)	Delta2	110kV 40mA	III	泌尿科新大楼 22 楼西侧	备案号: 20213401030 0000075	/	2021 年 取证
43	CT 模拟定位机	Discovery RT	140kV 800mAV	III	放疗中心新大楼负一层			
44	常规模拟定位机	SL-IE	125kV 630mA	III	放疗中心新大楼负一层			
45	直接数字化式立柱 X 线摄影系统	Radspeed M (CH) tracking with FPD	150kV 630mA	III	体保中心	皖辐射报告表【2008】12 号	合环辐验【2016】15 号	2008 年 取证
46	CT	SOMATOM Spirit	130kV 240mA	III	体保中心	备案号: 20203401040 0000470	/	2020 年 取证
47	移动式 C 型臂	GE OEC Fluorosar Compact D	110kV 20mA	III	蜀山分院住院楼 13 楼 4 号手术室	备案号: 20203401040 0000479	/	2020 年 取证
48	DSA	OptimaIGS 330	125kV 1000mA	II	蜀山分院住院楼一楼西南侧	皖环函【2020】004 号	2020 年验收	2020 年 取证
49	移动式 C 型臂	EverView	110kV 8mA	III	蜀山分院住院楼 13 楼 3 号手术室	合环辐审【068】号	合环辐验【2016】15 号	2011 年 取证
50	DR	7500	150kV 1000mA	III	蜀山分院 4 号机房			
51	16 排螺旋 CT	Brightspeed	140kV 440mA	III	蜀山分院 CT 室			
52	DR	CHORUS	150kV 630mA	III	公安监管分院	备案号: 20183401040 0000445	/	2018 年 取证
53	数字化乳腺机	GE Senographe DS	22kV 30mA	III	乳腺中心	环评: 皖辐射报告表【2008】12 号 验收: 合环辐验【2016】15 号 许可情况: 2008 年取证 目前报废		
54	医用诊断 X 线透视机	XG5-125	100kV 50mA	III	合肥体检站			
55	牙科 X 射线机	MSD-III	65kV 1.5mA	III	庐阳分院口腔科			
56	悬吊式 X 线摄影系统	RAD SPEED M (CH)	150kV 630mA	III	庐阳分院放射科			

57	移动式数字医用X射线机	KD-C5000	120kV 120mA	III	庐阳分院手术室	环评：皖辐射报告表【2008】12号 验收：合环辐验【2016】15号 许可情况：2008年取证 目前停用
58	微焦点牙科X射线机	MSD-III	220kV 1.5mA	III	蜀山分院口腔科	环评：皖辐射报告表【2008】12号 验收：合环辐验【2016】15号 许可情况：2008年取证 目前报废

2.1.3.3 非密封放射性物质应用概况

合肥市第一人民医院目前使用的非密封放射性核素有 I-125（粒子源）（年最大实际使用量(Bq)为 3.35×10^{10} ）、I-125（年最大实际使用量(Bq)为 2.2×10^7 ），使用场所为核医学科和介入导管室，为丙级场所。均已履行环境影响评价和竣工环保验收手续。

2.1.4 项目变更情况介绍

本次验收门急诊住院综合楼负2层1台医用电子直线加速器建设地点、设备参数、机房辐射屏蔽防护与环评一致，无变化。门急诊住院综合楼6层1台DSA项目设备参数、建设地点与环评一致，机房辐射屏蔽防护发生变化，变更内容并已在安徽省生态环境厅备案。变化后的防护措施能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的辐射防护要求。具体情况见表2-4，施工防护措施说明见附件17，DSA机房防护设计修改通知单见附件18。

表 2-4 本次验收工程与环评内容比较

序号	项目	环评内容	验收实际情况	备注
6层介入科 DSA 项目				
1	建设地点	拟在门急诊及住院楼综合楼6层介入科配置1台 DSA	在门急诊住院综合楼6层介入科配置1台 DSA	无变化
2	设备主要参数	最大管电流 $\leq 1000\text{mA}$ 最大管电压 $\leq 125\text{kV}$	型号：ARTIS pheno 管电流：1000mA 管电压：125kV	无变化
3	机房防护措施	四周墙体：36cm 混凝土（4.8mm 铅当量） 顶板：20cm 混凝土（2.6mm 铅当量） 地面：20cm 混凝土（2.6mm 铅当量） 观察窗铅玻璃：4mmPb 铅屏蔽手术室门：3mmPb	根据建设单位提供的资料： 四周墙体：轻钢龙骨+3mm 铅板+24mm 石膏板（相当于 3.1mm 铅当量） 顶板：2mm 硫酸钡水泥+15cm 混凝土+3mm 铅板（混凝土密度 $800\text{kg}/\text{m}^3$ ，15mm 混凝土相当于 0.5mm 铅当量，3mm 铅板相当于 3mm 铅当量，2mm 硫酸钡水泥铅当量未计入，顶板总体的防护措施应大于 3.5mm 铅当量）	有变化，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的辐射防护要求

			地面: 2mm 硫酸钡水泥+15cm 混凝土+3mm 铅板 (混凝土密度 800kg/m ³ , 15mm 混凝土相当于 0.5mm 铅当量, 3mm 铅板相当于 3mm 铅当量, 2mm 硫酸钡水泥铅当量未计入, 地面总体的防护措施应大于 3.5mm 铅当量) 观察窗铅玻璃: 4mmPb 铅屏蔽手术室门: 3mmPb	
4	辐射环境 50m 范围保护目标	无变化, 具体详见表 2-2		
负 2 层医用电子直线加速器项目				
1	建设地点	拟在门急诊及住院楼综合楼负 2 层配置 1 台加速器	在门急诊住院综合楼负 2 层配置 1 台医用电子直线加速器	无变化
2	设备主要参数	X 射线能量: 6、10MV 电子束: 18MeV	型号: Vital Beam 能量: 6MV、10MV, 电子束最大能量 18MeV 6MV FFF 最大剂量率 1400cGy/min, 10MV 最大剂量率 600cGy/min	无变化
3	机房防护措施	东墙: 主屏蔽墙: 屏蔽墙厚为 2.7m 混凝土, 宽度为 4.6m 次屏蔽墙: 次屏蔽厚为 1.4m 混凝土 北墙: 屏蔽墙厚为 0.8m 混凝土 西墙: 屏蔽墙厚为 0.8m 混凝土 迷道内墙: 屏蔽墙厚为 1.2m 混凝土 迷道外墙: 屏蔽墙厚为 1.2m 混凝土 顶: 屏蔽墙厚为 1.3m 混凝土 +5.0m 厚覆土层 防护门: 16mm 铅当量防护门, 并设置门机连锁系统	根据建设单位提供的资料: 东墙: 主屏蔽墙: 屏蔽墙厚为 2.7m 混凝土, 宽度为 4.6m 次屏蔽墙: 次屏蔽厚为 1.4m 混凝土 北墙: 屏蔽墙厚为 0.8m 混凝土 西墙: 屏蔽墙厚为 0.8m 混凝土 迷道内墙: 屏蔽墙厚为 1.2m 混凝土 迷道外墙: 屏蔽墙厚为 1.2m 混凝土 顶: 屏蔽墙厚为 1.3m 混凝土 +5.0m 厚覆土层 防护门: 16mm 铅当量防护门, 并设置门机连锁系统	无变化
4	辐射环境 50m 范围保护目标	无变化, 具体详见表 2-2		

2.2 主要工艺流程及产物环节（附处理工艺流程图，标出产污节点）

2.2.1 工作原理

2.2.1.1 DSA 工作原理

X 射线数字化减影血管造影系统，通称 DSA，是用于放射介入手术的影像设备。属射线装置分类中的 II 类。DSA 结构组件包括：X 线发生和图像显示系统（X 线发生装置、探测器装置、显示器、自动亮度控制、X 线管理等），机械系统（X 线管专用支架、导管床），图像数据采集和存储系统，计算机系统，以及辅助装置：高压注射器、胶片打印机、PACS 等。数字化减影血管造影技术是常规血管造影术和电子计算机图像处理技术相结合的产物。DSA 的成像基本原理为：将受检部位注射对比剂前、后得到的两帧图像相减，从而得出它们的差值部分。在获得的减影像中，骨骼和软组织等背景图像被消除，只留下含有对比剂的血管（或管腔）图像。使血管（管腔）的影像更为清晰。

介入手术具备影像检查与疾病治疗两种可能。是血管性病变诊疗的检查金标准。在影像设备(如 DSA)的引导下，利用穿刺针、导管及其它介入器材，通过人体自然孔道或微小的创口（血管通道），将特定的器械导入病

变部位进行检查与治疗的一种微创手术方式。介入治疗具有创伤小、恢复快、诊疗精确的特点。



图 2-7 DSA 机房图片

DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况：透视（几个到十几个毫安/小剂量曝光）。病人需要进行介入手术检查与治疗时，导管进入病变部位过程中需在 X 线监视下，故有连续透视，其采用连续脉冲透视，操作医师位于铅帘后且身着铅橡胶围裙、铅防护眼镜在机房内对病人进行直接的近台介入手术操作。

第二种情况：连续图像采集（几十个到几百个毫安/大剂量曝光）。A. 隔室曝光采集图像数据，医技人员在控制室内对病人进行曝光，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. 医生近台操作，该种情况一般用于心脏介入手术。

主要工作主要流程如下：

- ① DSA 开机
- ② 病人术前宣教告知，
- ③ 医护人员按手术程序完成所有术前准备工作（包括给患者摆位）；
- ④ 完成手术穿刺，在 X 线引导下，导管进入靶血管或目标区；
- ⑤ 根据不同手术目的，近台手推对比剂造影或医护人员撤离检查室至控制室，利用高压注射器与 X 线曝光手闸联动注射对比剂，隔室曝光采集图像数据，并显示图像（或减影图像），医生根据图像结果决定下一步诊疗操作，如此往复，直至手术完成。
- ⑥ 介入手术结束，患者离开检查室。
- ⑦ 图像归档 PACS 存储。选择能反映疾病状态或治疗结果的图像打印成胶片给患者留存。
- ⑧ 按程序关机。

本项目机房内设备安装机头向下，出束方式方向朝上。在使用期间，机头方向旋转时，禁止开启防辐射门，以避免机房出束方向朝向控制室；避免机头旋转时出束朝向控制室，也可以在医生防护门处增加移动防护屏，以避免工作期间射线照射；在工作期间如需进入机房，应停止射线采集。

根据与医院核实，DSA 设备进行曝光时，透视工况下每次检查需要曝光约 5-30 分钟；连续图像采集工况下，每次手术需要曝光约 5 分钟。本台 DSA 设备在透视情况下较多，保守估计下，每次曝光时间为 15 分钟。

6 楼介入科 DSA 机房按医院计划设备每年最大承接手术 1200 台，平均每台手术

曝光 5-30 分钟，按每台手术平均曝光 15 分钟保守估计。机房配备了 37 名辐射工作人员，由 7 个科室（介入科、神经内科、神经外科、疼痛科、心内科、心血管科、血管外科）共同组成，分别为 31 名医生，2 名技师，4 名护士。

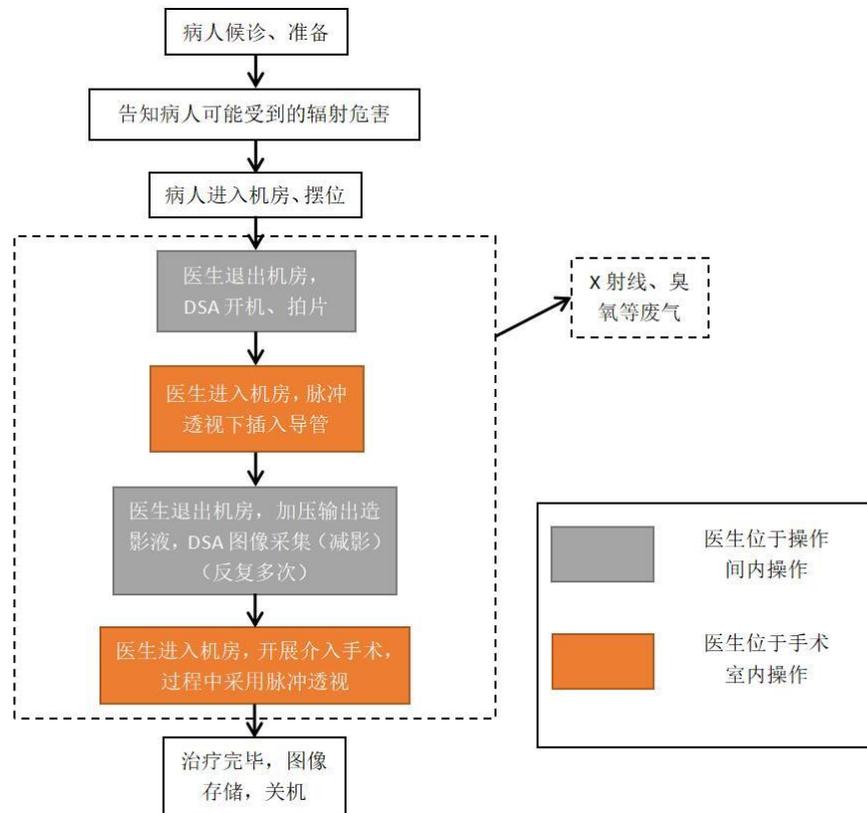


图 2-8 产污环节示意图

2.2.1.2 医用电子直线加速器工作原理

医用电子直线加速器是产生高能电子束的装置，为远距离治疗机。从电子枪发射出的同步电子束注入已建立高梯度的驻波加速场中加速，在加速管末端，电子束被加速到所需能量后经过漂移管进入偏转磁场，电子束由水平入射变为垂直出射，并同时完成聚集和消除能谱色差形成直径 2mm 左右的平行束流，经过引出窗到达移动靶件处。移动靶件是具有四个工位，可根据治疗需要使电子束轰击合金靶产生 X 辐射或直接穿透初级散射箔产生电子辐射。典型医用直线加速器示意图及内部结构图见图 2-9。

医用电子直线加速器主要由机架组件、辐射头、水冷系统、速调管、真空系统、充气系统、高压脉冲调制器、栅控电子枪电源、控制柜及操作盒、运控机箱、整机动力配电及低压电源、整机联锁保护电路等组成。

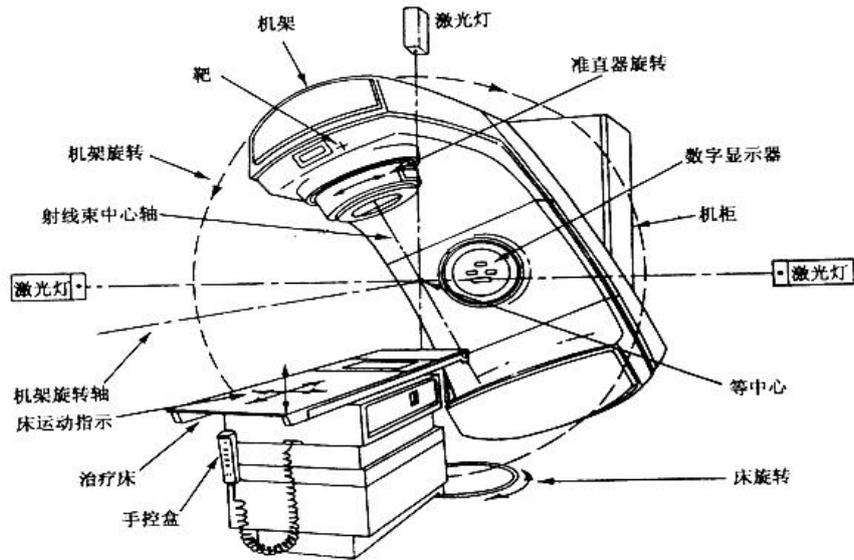


图 2-9 典型医用直线加速器示意图

医用电子直线加速器工艺流程分析：

- (1) 进行定位：先通过模拟定位机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。

目前每台医用电子直线加速器每天最多接诊 20 人次，每人使用电子束 200cGy，剂量 200-1400Gy，按照每人平均使用剂量 800Gy 预测，则年运行 50 周，每周 5 天，即周使用剂量为 80000Gy，年使用剂量为 4000000Gy。

对照环评预测并结合医院现有门诊量和未来发展规划，预计未来 3 年每台医用电子直线加速器每天诊疗 60-100 人次，按照每天接诊 90 人、每人平均使用剂量 800Gy 预测，即周使用剂量为 360000Gy，年使用剂量为 18000000Gy。

加速器机房配备了 7 名放疗科工作人员，分别为 3 名技师，1 名物理师，3 名医生。

医用电子直线加速器治疗流程及产污环节如图 2-10 所示。

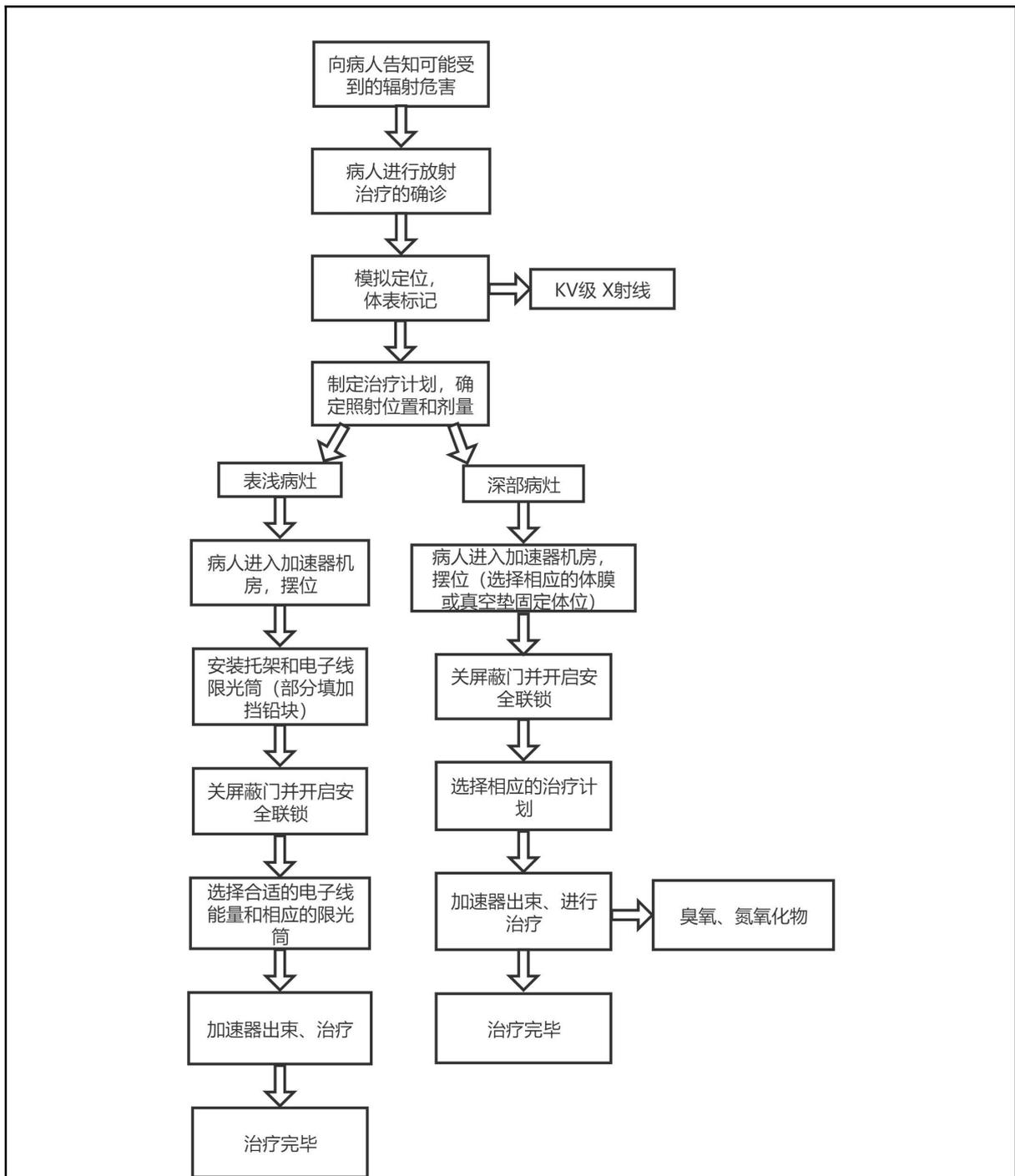


图 2-10 电子直线加速器治疗流程及产污环节图

(4) 污染因子

① 电子束

电子直线加速器在运行时, 电子枪产生大量电子, 电子被加速后聚焦为一股束流。由于电子束的屏蔽要求远低于高能 X 射线, 故在机房屏蔽墙厚度计算时不用考虑, 但由于电子束强度高, 若发生人员以外照射, 会造成伤害。

② X 射线

医用直线加速器由于 X 射线治疗时，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质及其他加速器结构材料相互作用时将产生高能 X 射线，其可能对工作人员和公众造成伤害。这种 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。

③ 臭氧、氮氧化物

加速器开机治疗时，高能 X 射线电离空气会产生少量的臭氧和氮氧化物，通过加速器内的排风系统及时将废气排至室外。

2.2.2 污染物分析

2.2.2.1 非放射性污染源分析

（一）大气环境影响分析

医用电子直线加速器机房治疗室容积约为 360m^3 ，换气次数每小时大于 14 次，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中每小时换气次数不小于 4 次的要求。

DSA 机房容积约为 237m^3 ，安装了独立设计排风系统，排风量 $1600\text{m}^3/\text{h}$ ，排风管道最终引至污物通道北侧外墙处排放。

医用电子直线加速器机房和 DSA 机房在运行过程中产生的少量的氮氧化物、臭氧等废气通过机房内设置的机械通风装置排出，对环境的影响较小。

（二）噪声

医用电子直线加速器机房排风机及送风机到达地面的声功率级均不大于 $58\text{dB}(\text{A})$ 。排风噪声随着距离的增加而减小，且经墙体隔声后，该项目排、送风机噪声对室内人员的影响较小。对医用电子直线加速器、DSA 应用项目敏感点及场址周边噪声环境检测结果可知，医院外周边保护目标声环境能满足《声环境质量标准》

（GB3096-2008）2 类标准要求；厂界噪声能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）》标准。

（三）废水

本次验收 1 台医用电子直线加速器规划年接待病人量为 15000 人次，日均接待病人 60 人次；1 台 DSA 年接待病人为 1200 人，日接待约 5 人次，患者每人每次产生的废水按 10L 计，则产生废水量为 $0.7\text{m}^3/\text{d}$ ，排入本部院区污水处理站处理。本部院区采用雨污分流制，已建一座污水处理站，废水由院区污水处理站预处理后进入王小郢污水处理厂处理达标后排入南淝河。污水处理站设计处理量 $2900\text{t}/\text{d}$ ，目前本部院区污水产生

量为700t/d，不超出设计负荷。

（四）固体废物

医用电子直线加速器机房和 DSA 机房固体废弃物主要为工作人员产生的生活垃圾及医疗过程中产生的医疗垃圾。每人次的医疗固废约为 0.4kg，加速器规划年接待病人量为 15000 人次，日均接待病人 60 人次；1 台 DSA 年接待病人为 1200 人，日接待约 5 人次，则医疗垃圾产生量为 26kg/d。

医疗废物集中处理，暂存于医疗废物暂存间，医疗废物暂存间约 70 m²，明确专人负责医疗废物的收集、转运、暂存的运作，严格按照要求对医疗废物进行处理，具体由使用科室及时收取本科产生的医疗废物，并按照类别分置于有明显警示标识和警示说明的防渗漏、防锐器穿透的专用包装物或密闭的容器内，盛放医疗垃圾容器 3/4 封扎，并标识明确（产生科室、类别、重量、日期等），然后专人佩戴防护用品按规定时间路线将医疗废物收集至医疗暂存点，并过秤登记，运送工具防渗漏防遗撒，使用后及时清洁和消毒。收集时与使用科室进行核对，对医疗废物的来源、类别、重量或者数量、交接时间、最终去向以及经办人签名等项目进行具体登记，登记资料保存三年，科室医疗废物暂时贮存的时间不超过 24 小时，医疗废物暂存点贮存时间不超过 48 小时。最终委托安徽浩悦环境科技有限责任公司按时处理。生活垃圾委托环卫处理。

2.2.2.2 运行期放射性污染源分析

（一）电子直线加速器

由加速器的工作原理可知，医用直线加速器用于 X 线治疗时，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质及其他加速器结构材料相互作用时将产生高能 X 射线，其可能对工作人员和公众造成危害。这种 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。

（二）DSA

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，该院使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线，只有在开机处于出线状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，X 射线为污染环境的主要因子。

表三 主要环境影响及污染防治措施

3.1 主要污染源、污染物处理和排放

3.1.1 主要污染源、污染物

本项目废水、废气、固体废物污染物处理措施见表 3-1。

表 3-1 废水、废气、固体废物污染处理措施

污染物	处理措施
固体废物	<p>医用电子直线加速器机房和 DSA 机房固体废弃物主要为工作人员产生的生活垃圾及医疗过程中产生的医疗垃圾。</p> <p>生活垃圾和办公垃圾交由环卫部门统一处理。本次验收设备项目运行不增员，不额外增加生活垃圾。</p> <p>本项目医疗垃圾产生量为 26kg/d，医疗垃圾主要是医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，采用专门的收集容积集中回收后，转移至 70m²的医疗废物暂存间（见图 3-18），按照医疗废物执行转移联单制度，由当地医疗废物处理机构定期统一回收处理。医疗废弃物处置协议详见附件 13。</p>
废水	<p>本次验收设备运行不增员，不产生放射性废水，主要是病人产生的生活污水，产生量为 0.7m³/d，排入本部院区污水处理站处理，处理后废水进入王小郢污水处理厂处理达标后排入南淝河。污水处理站设计处理量 2900t/d，目前本部院区污水产生量为 700t/d，不超出设计负荷。</p>
废气	<p>DSA 机房独立设计排风系统，型号 FCJ-112，机房内设置 1 个通风口、尺寸为 430×430mm 的方形风口，排风口设置在机房顶部，采用 200×200mm 排风管道，排风量 1600m³/h，高度 3m，排风管道最终引至污物通道北侧外墙处排放。</p> <p>医用电子直线加速器机房安装 1 台排风机、1 台送风机。排风机型号 HL3-2A，功率 2.2kw，排风量设置为 11000m³/h，机房内设置 1 个排风口、尺寸为 700×500mm 的方形风口，位于机房东北角位置，采用 800×500mm 排风管道，换气次数每小时大于 14 次，24 小时不间断换气，风管 45 度穿过防护门上方屏蔽墙，与排风管道相连。加速器机房外排风管道与排风竖井相连，排风口位于楼顶东北侧。送风机型号 HL3-2A，功率 2.2kw，风量 2500m³/h，机房内设 1 个送风口，尺寸为 800×400mm 的单百叶窗口，位于机房西南侧，采用 500×200mm 送风管道。</p> <p>医用电子直线加速器机房和 DSA 机房在运行过程中产生的少量的氮氧化物、臭氧等废气通过机房内设置的机械通风装置排出，对环境的影响较小。</p>
噪声	<p>DSA 机房排风机型号 FCJ-112，功率 2.2kw，噪声源噪声值 42dB(A)；医用电子直线加速器机房排风机型号 HL3-2A，功率 2.2kw，噪声源噪声值 58dB(A)。选取的设备噪声较小，并且设备都置于室内，经隔档降噪后，产生的噪声较小，能够达标排放。</p>

3.1.2 X 射线治理措施

射线污染防治措施见下表 3-2。

表 3-2 射线污染防治措施

项目	污染防治措施
防护措施	<p>根据建设单位提供的资料： 6 层介入科 DSA 机房面积 55 m²，高度为 4.3m； 机房辐射防护如下： 四周墙体：轻钢龙骨+3mm 铅板+24mm 石膏板（相当于 3.1mm 铅当量） 顶板：2mm 硫酸钡水泥+15cm 混凝土+3mm 铅板（混凝土密度 800kg/m³，15mm 混凝土相当于 0.5mm 铅当量，3mm 铅板相当于 3mm 铅当量，2mm 硫酸钡水泥铅当量未计入，顶板总体的防护措施应大于 3.5mm 铅当量） 地面：2mm 硫酸钡水泥+15cm 混凝土+3mm 铅板（混凝土密度 800kg/m³，15mm</p>

		<p>混凝土相当于 0.5mm 铅当量，3mm 铅板相当于 3mm 铅当量，2mm 硫酸钡水泥铅当量未计入，地面总体的防护措施应大于 3.5mm 铅当量）</p> <p>观察窗铅玻璃：4mmPb</p> <p>铅屏蔽手术室门：3mmPb</p> <p>负 2 层医用电子直线加速器机房面积 90 m²，高度为 4m；</p> <p>机房辐射防护如下：</p> <p>东墙：</p> <p>主屏蔽墙：屏蔽墙厚为 2.7m 混凝土，宽度为 4.6m；</p> <p>次屏蔽墙：次屏蔽厚为 1.4m 混凝土；</p> <p>北墙：屏蔽墙厚为 0.8m 混凝土；</p> <p>西墙：屏蔽墙厚为 0.8m 混凝土；</p> <p>迷道内墙：屏蔽墙厚为 1.2m 混凝土；</p> <p>迷道外墙：屏蔽墙厚为 1.2m 混凝土；</p> <p>顶：屏蔽墙厚为 1.3m 混凝土+5.0m 厚覆土层；</p> <p>防护门：16mm 铅当量防护门，并设置门机联锁系统。</p>
安全措施		<p>机房外已张贴电离辐射警告标志、安装工作状态指示灯，工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联锁；设置门机联锁装置。</p> <p>医用电子直线加速器机房安装了紧急停机按钮（急停开关），在加速器控制室内、迷路入口处和机房内屏蔽墙及治疗床两侧，在发生紧急情况时能够及时切断加速器系统电源。加速器治疗室内安装实时监控装置，并配备对讲装置，在治疗过程中医务人员可以及时观察病人情况，与病人交流，防止意外情况的发生。</p>
		<p>岗位职责和操作规程等工作制度均已在合适位置张贴上墙。</p>
		<p>DSA 项目机房面积为 55m²，机房体积为 237m³，风机排风量为 1600m³/h，满足排风需求。在设备运行过程中产生少量的氮氧化物和臭氧，通过机房排风系统排出，排放的氮氧化物和臭氧对环境的影响较小。</p> <p>医用电子直线加速器机房面积为 90m²，机房体积为 360m³，排风机风量为 11000m³/h，换气次数每小时大于 14 次，24 小时不间断换气，送风机风量为 2500m³/h，满足排风需求。在设备运行过程中产生少量的氮氧化物和臭氧，通过机房排风系统排出，排放的氮氧化物和臭氧对环境的影响较小。</p>
个人防护		<p>6 层介入科 DSA 项目工作人员 37 人，均已取得辐射安全与防护培训证书；</p> <p>负 2 层医用电子直线加速器项目工作人员 7 人，均已取得辐射安全与防护培训证书。</p>
		<p>6 层介入科 DSA 项目已配备便携式 X-γ 剂量率测量仪 1 台（型号：AT1121），并配备铅帽 8 个、连体铅衣 8 件、铅围脖 8 个、铅眼镜 8 个、悬挂防护屏 1 个、床侧防护屏 1 个、铅围裙 3 件、铅手套 4 副、铅短裤 4 条。</p> <p>负 2 层医用电子直线加速器项目已配备便携式 X-γ 剂量率测量仪 1 台（型号：FLUKE 451P-DE-SI-RYR）。</p>
		<p>医院已委托安徽达申卫生检测技术有限公司对医院所有辐射工作人员进行个人剂量监测。</p>
管理措施	管理机构	<p>已成立以院方主要分管领导为组长的辐射安全与环境保护管理机构，合肥市第一人民医院辐射安全负责人为宁仁德，行政岗位为副院长。</p>
	管理制度	<p>医院制定了《关于调整合肥市第一人民医院放射防护领导小组的通知》、《放射防护领导小组工作职责》、《放射事故突发事件应急处置预案》；《放射工作人员培训计划》《放射工作监测方案》、《放疗中心工作人员放射防护制度》、《放疗中心机房管理制度》、《放疗中心加速器治疗室工作制度》、《放疗中心直线加速器安全操作规范》、《放射中心治疗计划室工作制度》、《放疗中心患者防护制度》、《放疗中心物理师职责》、《放疗中心技师工作职责》、《放疗中心投照部位核对制度》、《介入诊疗中心岗位职责》、《介入诊疗中心室管理制度》、《设备维修保养及管理制度》、《介入诊疗中心消毒隔离制度》、《Artis Pheno DSA 设备操作规程》、《放射防护制度》等制度。</p>



图 3-1 DSA 机房



图 3-2 DSA 控制机房



图 3-3 污物通道（DSA 机房西侧）



图 3-4 预留机房（DSA 机房西侧）



图 3-5 病房防护门



图 3-6 病人通道（DSA 机房东侧）



图 3-7 DSA 机房观察窗

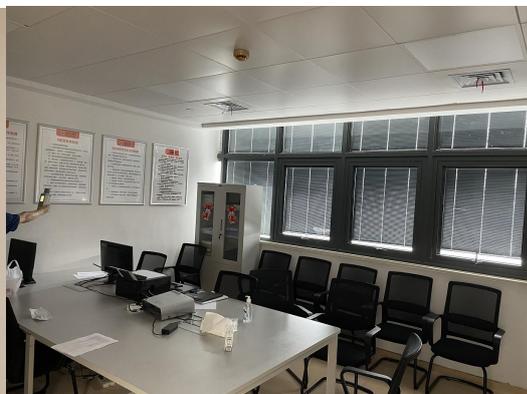


图 3-8 DSA 机房楼下（5层）

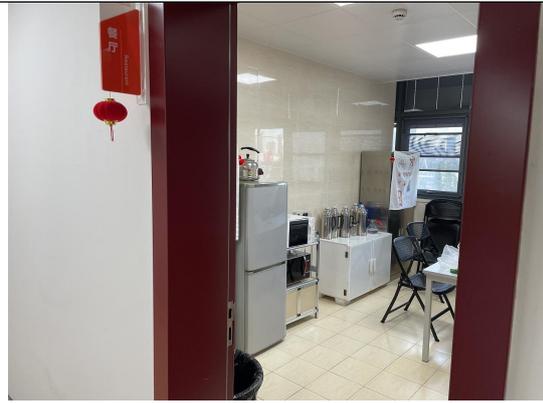
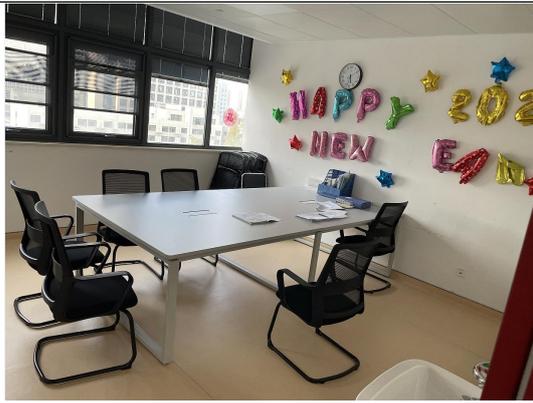


图 3-9 DSA 机房楼上（7 层会议室和备餐室）



图 3-10 DSA 机房排风口和送风口



图 3-11 医用电子直线加速器机房



图 3-12 医用电子直线加速器控制机房

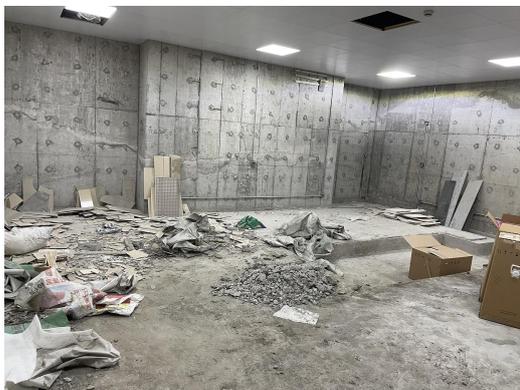


图 3-13 预留加速器机房（加速器机房东侧）



图 3-14 加速器机房防护门（加速器机房南侧）



图 3-15 加速器机房迷道上方负 1 层

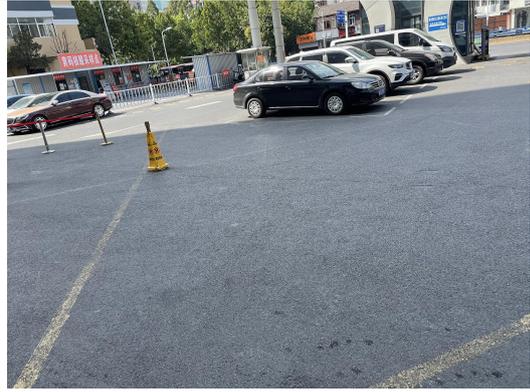


图 3-16 加速器机房土层上方（医院通道）



图 3-17 医用电子直线加速器机房排风及进风口



图 3-18 医疗废弃物暂存点

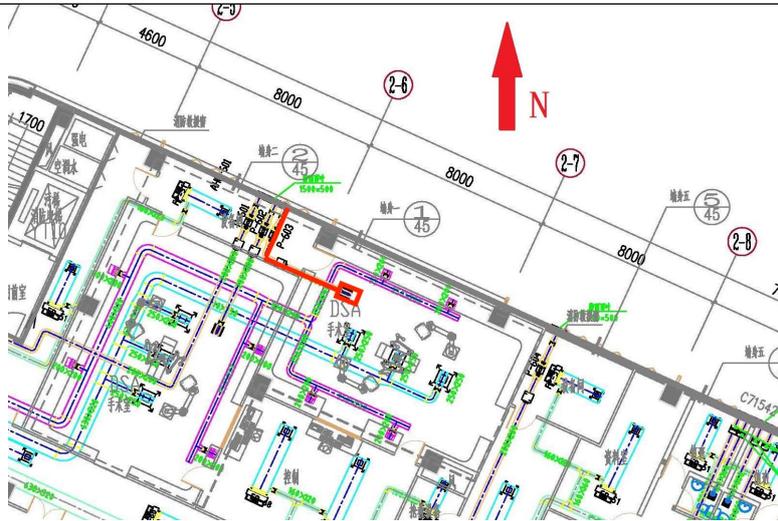


图 3-19 DSA 机房排风系统示意图

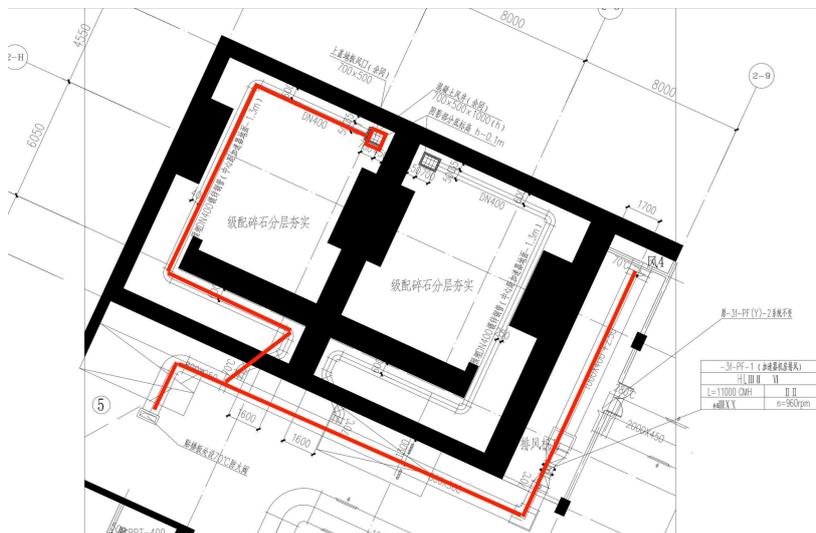


图 3-20 医用电子直线加速器机房排风系统示意图

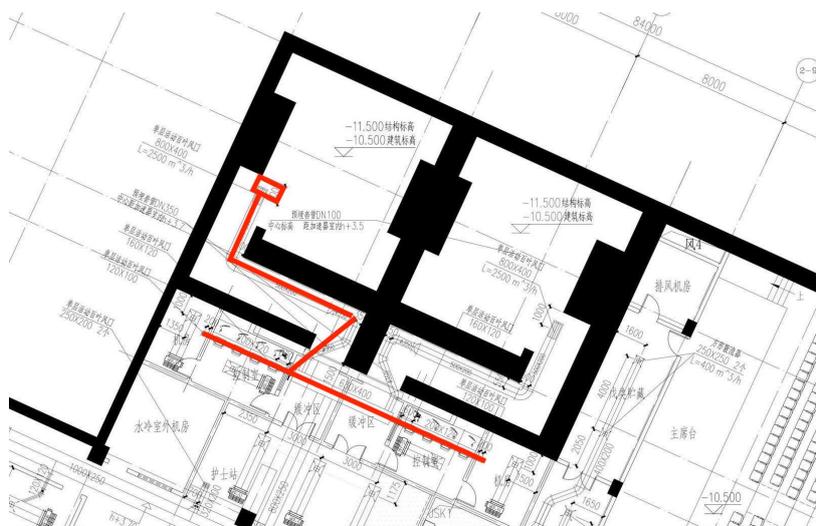


图 3-21 医用电子直线加速器机房送风系统示意图

表四 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

4.1 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

《合肥市第一人民医院加速器、DSA、核医学科环境影响评价报告表》（2020年10月）主要结论：

1 实践正当性

核技术在医学上的应用是一门成熟的技术，它在医学诊断、治疗方面有其他技术无法替代的特点，对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。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。

合肥市第一人民医院在本部院区开展医用电子直线加速器应用、DSA介入检查与治疗等项目，都是核技术利用项目，项目的开展具有明显的社会效益，同时也提高了医院档次和服务水平，满足了更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

因此，合肥市第一人民医院医用电子直线加速器等核技术应用项目建设和运行符合《电离辐射防护和辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

2 从事辐射活动能力评价

合肥市第一人民医院设立了辐射安全和防护领导小组，负责医院放射性同位素和射线装置的放射防护领导工作。设组长1名，副组长1名，成员共15名，组长为宁仁德（学历为博士）、副组长江江。

结合医院管理及实际工作情况，已建立设备使用、操作及管理制度，主要包括：《关于调整合肥市第一人民医院放射防护领导小组的通知》、《放射防护领导小组工作职责》、《放射事故突发事件应急处置预案》；《放射工作人员培训计划》《放射工作监测方案》、《放疗中心工作人员放射防护制度》、《放疗中心机房管理制度》、《放疗中心加速器治疗室工作制度》、《放疗中心直线加速器安全操作规程》、《放疗中心治疗计划室工作制度》、《放疗中心患者防护制度》、《放疗中心物理师职责》、《放疗中心技师工作职责》、《放疗中心投照部位核对制度》、《介入诊疗中心岗位职责》、《介入诊疗中心室管理制度》、《设备维修保养及管理制度》、《介入诊疗中心消毒隔离制度》、《Artis Pheno DSA设备操作规程》、《放射防护

制度》等制度。

3 环境现状评价

合肥市第一人民医院开展 DSA 和医用电子直线加速器项目应用项目后，对职业人员造成的年有效剂量不大于 5mSv，对从事介入手术的工作人员年有效剂量不大于 10mSv，对公众造成的年有效剂量不大于 0.25mSv；运行过程中排放的放射性废物和放射性废水能够得到妥善处理，事故状态下对环境的影响很小。因此，该项目对辐射环境的影响符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的要求。

4 辐射环境影响评价

合肥市第一人民医院开展 DSA 应用项目和医用电子直线加速器应用项目后，对职业人员造成的年有效剂量不大于 5mSv，对从事介入手术的工作人员年有效剂量不大于 10mSv，对公众造成的年有效剂量不大于 0.25mSv；运行过程中排放的放射性废物和放射性废水能够得到妥善处理，事故状态下对环境的影响很小。因此，该项目对辐射环境的影响符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的要求。

5 辐射环境管理

合肥市第一人民医院 DSA 机房配置了 1 台便携式 X- γ 剂量率测量仪（型号：AT1121），医用电子直线加速器机房配置了 1 台便携式 X- γ 剂量率测量仪（型号：FLUKE 451P-DE-SI-RYR），用于对辐射工作场所周围环境进行监测，并建立监测技术档案。监测仪器每年至少由国家剂量认证单位检定一次，并取得使用合格证书。有效期内的监测仪器经可能涉及计量刻度的重大维修后，必须重新进行检定。

6 健康管理

按照国家关于个人健康管理的规定，医院应对所有辐射工作人员进行职业健康体检（体检周期不超过 2 年），建立职业卫生个人健康监护档案，并为工作人员保存职业照射记录。院方同时应按照国家关于个人剂量监测的规定，对辐射工作人员进行个人剂量检测（一般为一个月，最长不超过三个月），建立个人剂量档案。合肥市第一人民医院现有辐射工作人员均定期进行职业健康体检，并建立了职业健康管理档案，基本能符合国家个人健康管理的规定。

4.2 环评批复要求

《合肥市第一人民医院直线加速器、DSA 等核技术应用项目环境影响报告表》环

评批复（皖环函【2020】633号，详见附件3）内容及要求如下：

一、项目建设内容

（一）你院拟在合肥市庐阳区淮河路390号院区门急诊住院综合楼负二层安装2台电子直线加速器（最大X射线能量为10MV，属II类射线装置），在六层安装2台DSA（属II类射线装置），在八层安装2台DSA（属II类射线装置）。

（二）你院拟在合肥市庐阳区淮河路390号院区改建医技楼一、二层建设核医学科，在一层配置1台SPECT/CT（属II类射线装置），配套核素显像Mo-99、Tc-99m核素（日等效最大操作量为 $1.48E+7Bq$ ，年最大使用量为 $3.7E+12Bq$ ）和I-131核素（日等效最大操作量为 $3.7E+7Bq$ ，年最大使用量为 $9.25E+10Bq$ ）；在一层治疗甲亢用I-131核素（日等效最大操作量为 $1.85E+8Bq$ ，年最大使用量为 $4.625E+11Bq$ ）；在一层治疗骨转移癌用Sr-89核素（日等效最大操作量为 $1.48E+6Bq$ ，年最大使用量为 $3.7E+10Bq$ ）；在一层敷贴治疗用P-32核素（日等效最大操作量为 $3.7E+10Bq$ ，年最大使用量为 $9.25E+9Bq$ ）和1枚Sr-90放射源（最大活度为 $2.96E+9Bq$ ，属V类放射源）；在二层放射性免疫分析用I-125核素（日等效最大操作量为 $8.88E+4Bq$ ，年最大使用量为 $2.2E+7Bq$ ）。经核算，核医学科一层为乙级非密封放射性物质工作场所，二层为丙级非密封放射性物质工作场所。

（三）你院拟在合肥市蜀山区环湖东路111号院区门急诊综合楼一层、六层各配置一台DSA（属II类射线装置）。

二、施工期重点关注事项

（一）各辐射工作场所防护措施应严格按照《报告表》及工程设计图要求建设，确保施工安全及机房周围防护满足相关标准要求。

（二）项目施工期间，你院应严格控制施工场地、施工机械和车辆运输扬尘及噪声等对环境的影响，合理安排施工工期，避免在中午和夜间使用高噪声设备施工。严禁各类废弃物进入董铺水库饮用水源区和庐阳董铺国家湿地公园。

三、运营期重点关注事项

（一）加强放射性物质管理。Sr-90放射源存放场所应严格按照《剧毒化学品、放射源存放场所治安防范要求》（GA1002-2012）配备入侵报警系统、视频监控系统，安排人员值守。放射源和放射性药物领取、使用、归还时应进行登记、检查，做到账物相符。Sr-90放射源严禁非法转让、拆借。

含放射性核素的废水应通过独立排水管道，经衰变池后进入污水处理站，严禁

擅自改变排放方式，防止造成放射性污染。放射性废物需暂存 10 个半衰期且达到豁免水平后方能按照医疗废物处置。

（二）及时调整辐射安全管理体系。本项目运营后，你院将使用放射源、非密封放射性物质和射线装置，核技术利用项目数量居我省前列，且新增多个范围，应修订健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度，制定完善、可执行的辐射应急预案。

（三）加强辐射工作人员队伍建设。你院各个工作场所需配备响应数量辐射工作人员才能运行，工作人员上岗前应通过职业健康体检、核技术利用辐射安全与防护考核，同时做好个人剂量监测工作。按照《医用 X 射线诊断放射要求》（GB130-2013）表 4，为医务人员和受检者配备响应的个人防护用品和辅助防护用品。

（四）直线加速器开机前，应检查门机连锁装置、警示灯、语音对讲、视频监控等装置；出现异常或损坏，立即停止工作，经修复后方可继续治疗病人。开机后做好机房周边的辐射环境监测工作，妥善记录监测结果。

（五）核医学科应严格按照环评文件划分控制区、监督区，规定医患流通方向，防止人员误入及放射性交叉沾污。严格按照许可使用量购买放射性药品，并建立接收、领用、使用和放射性废物产生、贮存、处置等台账记录。

四、请在本项目任何一种放射性同位素、射线装置使用前向我厅申请重新核发辐射安全许可证，并及时自行开展环保设施竣工验收。

表五 验收监测质量保证及质量控制

5.1 验收监测质量保证及质量控制

本验收检测委托中国建材检验认证集团安徽有限公司开展。检测单位根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《声环境质量标准》（GB 3096-2008），严格按照辐射环境检测质量保证一般程序实施，检测工作采取了以下质量保证措施：

（1）中国建材检验认证集团安徽有限公司通过了相关项目的检测资质认定，建立了完善的质量管理体系，保证检测数据的准确、可靠。具备国家有关法律，行政法规规定的基本条件和能力，可以向社会出具有证明作用的数据和结果。

（2）所使用的检测仪器均在检定有效期内，现场仪器使用前后均进行校准。

（3）辐射检测人员掌握相关辐射防护知识，正确熟练地掌握检测中的操作技术和质量控制程序，掌握数理统计方法。

（4）严格按照《辐射环境监测技术规范（HJ61-2021）》的要求合理布设检测点位，保证检测点位布设的科学性和合理性。

（5）严格遵循相应的测量规范和仪器操作规程，所有检测项目均有两名以上人员开展。

（6）妥善保存检测的原始记录，确保能够复原再现检测过程。

（7）检测报告实行三级审核。

5.2 验收监测内容

为掌握合肥市第一人民医院6层介入科DSA机房和负2层放疗中心医用电子直线加速器机房位置周围环境辐射水平和周边声环境水平，2022年8月11日、25日中国建材检验认证集团安徽有限公司进行了X- γ 辐射周围剂量当量率和噪声检测。

根据《辐射环境监测技术规范》的要求和《合肥市第一人民医院直线加速器、DSA等核技术应用项目环境影响报告表》的评价意见及批复，结合现场踏勘和本次验收的工艺特点，本次竣工环境保护验收X- γ 辐射周围剂量当量率和噪声外，还调查了以下内容：

（1）调查项目在验收监测期间的运行工况是否符合建设项目竣工环境保护验收监测要求，监测正常运行工况条件下工作场所的辐射剂量率水平。

(2) 调查落实环评报告表和环保部门批复提出的各项辐射污染防治措施情况及其效果。

(3) 查看已制定的各项辐射管理制度是否符合相关法规要求。

(4) 项目建设、运行期间的环境管理情况。

5.3 检测方法和仪器

本次验收监测使用的检测仪器均经过检定合格并在有效期内，参照检测方法均为现行有效，具体信息见表 5-1。

表 5-1 检测方法和仪器

依据/方法	(1) 《辐射环境监测技术规范》 (HJ 61-2021) (2) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》 (HJ 1157-2021) (3) 《放射诊断放射防护要求》 (GBZ 130-2020) (4) 《放射治疗放射防护要求》 (GBZ121-2020) (5) 《声环境质量标准》 (GB 3096-2008)			
检测仪器	仪器名称	型号	仪器编号	设备检定信息和技术指标
	X- γ 剂量率仪	AT1121	ACTC-SB-73-3	不确定度: 6.5% (k=2) 检定单位: 华东国家计量测试中心 证书编号: 2021H21-10-3672919001 有效期限: 2021. 12. 02-2022. 12. 01 能量响应范围: 15keV-10MeV
	辐射巡检仪	451P	ACTC-SB-198	不确定度: 11% (k=2) 检定单位: 中国计量科学研究院 证书编号: DLj12022-02352 有效期限: 2022. 03. 14-2023. 03. 13
	积分声级计	AWA5636	ACTC-SB-201	检定单位: 苏州国方校准测试技术有限公司 证书编号: AL8908116 频率范围: 20Hz~12.5kHz 测量范围: 30dBA~130dBA 有效期日期: 2021. 11. 17-2022. 11. 16
	声校准器	AWA6021A	ACTC-SB-184	检定单位: 华东国家计量测试中心 证书编号: 2022D51-10-3880405001 标准声压级: 94dB 和 114dB 有效期日期: 2022. 06. 07-2023. 06. 06

5.4 验收监测布点

参照《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)和环评报告布设监测点。根据本次验收的 DSA 机房和医用电子直线加速器机房周围环境现状，监测点位的选取覆盖机房周围控制室、防护门以及机房四侧可达界面 30cm 处。根据上述布点原则与方法，本次验收 DSA 机房各监测点位布置如图 5-1 所示，医用电子直线加速器机房各监测点位布置如图 5-2 所示，周围声环境检测点位布置如图 5-3 所示。

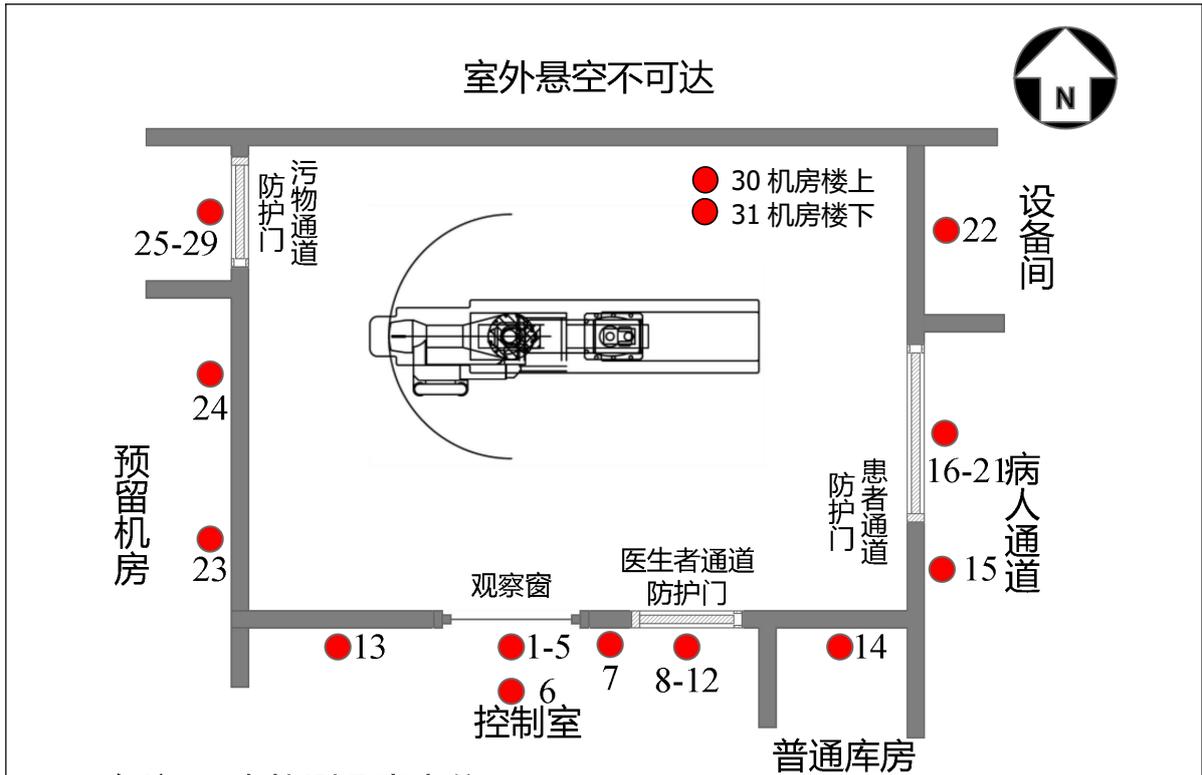


图 5-1 6 层介入科 DSA 机房周围 X- γ 辐射周围剂量当量率检测点位示意图

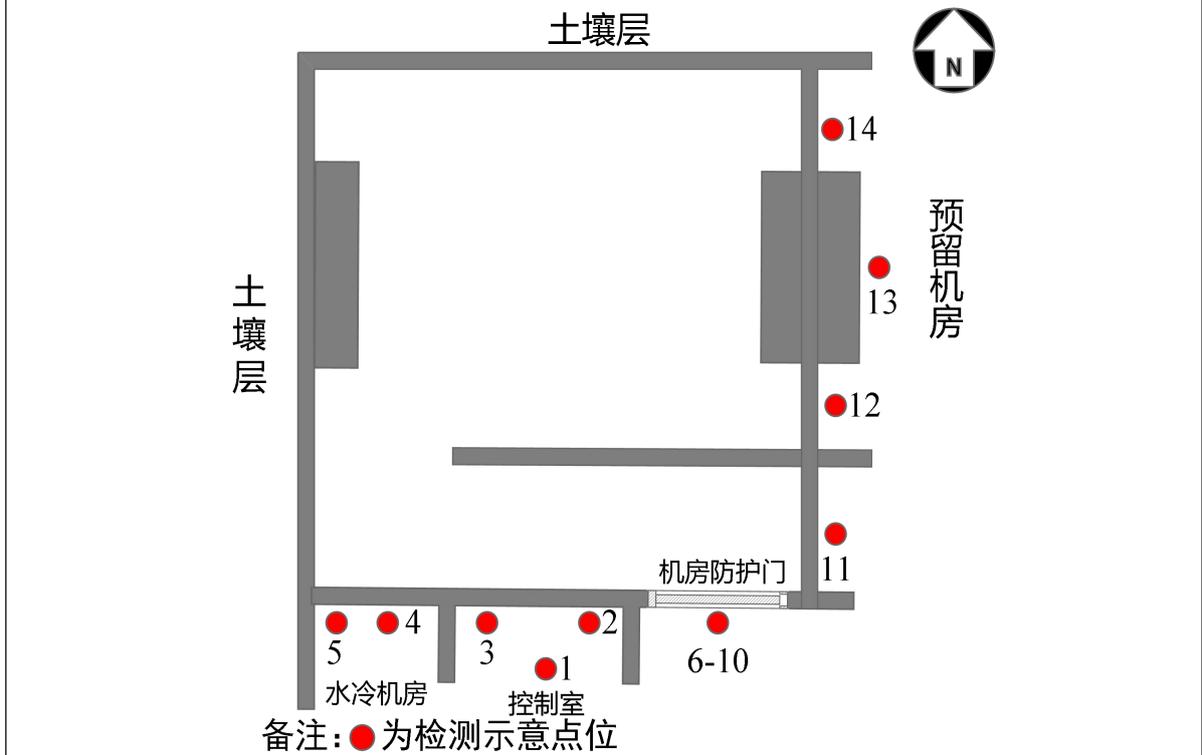


图 5-2 负 2 层放疗中心医用电子直线加速器机房周围 X- γ 辐射周围剂量当量率检测点位示意图



备注：● 检测示意点位

图 5-3 噪声检测点位示意图

表六 检测结果及结论

6.1 验收监测期间生产工况记录

验收监测时，DSA 和医用电子直线加速器均正常工作、运行稳定，符合建设项目竣工环境保护验收的工况要求。

DSA 设备检测工况为：有用线束朝向上侧：89kV/534mA；有用线束朝向北侧：91kV/515mA；有用线束朝南侧：88kV/531mA 的条件下进行验收监测。由于设备本身的性能限制，无法向下出束。

医用电子直线加速器设备检测工况：6MV，照射野：40cm×40cm，剂量率：600MU/min；6MV FFF，照射野：40cm×40cm，剂量率：1400MU/min；10MV，照射野：40cm×40cm，剂量率：600MU/min 的条件下进行验收监测。

6.2 验收监测结果

6.2.1 DSA 机房监测结果

表 6-1 DSA 机房周围 X-γ 辐射周围剂量当量率监测结果 (μSv/h)

设备名称	DSA	设备型号	ARTIS pheno	设备参数	125kV/1000mA
生产厂家	西门子	设备编号	164341	使用场所	门急诊住院综合楼 六层介入科 DSA 机房
序号	测量点位描述	检测结果 (μSv/h)			
		开机状态			关机状态
		有用线束朝向上侧	有用线束朝向北侧	有用线束朝南侧	
1	观察窗中间外	0.14	0.14	0.15	0.14
2	观察窗上侧外	0.16	0.14	0.14	0.14
3	观察窗右侧外	0.54	0.15	0.16	0.14
4	观察窗下侧外	0.13	0.13	0.15	0.14
5	观察窗左侧外	0.23	0.14	0.15	0.14
6	操作台	0.13	0.13	0.14	0.13
7	机房南侧中间墙外	0.15	0.14	0.15	0.13
8	医生通道防护门中间外	0.16	0.15	0.15	0.14
9	医生通道防护门上侧外	0.15	0.15	0.15	0.14
10	医生通道防护门右侧外	0.14	0.13	0.14	0.13
11	医生通道防护门下侧外	0.14	0.14	0.15	0.14

12	医生通道防护门左侧外	0.16	0.15	0.16	0.14
13	机房南侧偏西墙外	0.15	0.15	0.15	0.14
14	机房南侧偏东墙外	0.15	0.14	0.15	0.13
15	机房东侧偏南墙外	0.15	0.14	0.14	0.14
16	患者通道防护门上观察窗外	0.16	0.15	0.15	0.15
17	患者通道防护门中间外	0.15	0.14	0.15	0.15
18	患者通道防护门上侧外	0.15	0.15	0.15	0.13
19	患者通道防护门右侧外	0.29	0.16	0.14	0.14
20	患者通道防护门下侧外	0.26	0.15	0.16	0.14
21	患者通道防护门左侧外	0.23	0.16	0.15	0.14
22	机房东侧偏北墙外	0.14	0.14	0.14	0.14
23	机房西侧偏南墙外	0.16	0.15	0.15	0.13
24	机房西侧中间墙外	0.15	0.15	0.14	0.13
25	污物通道防护门中间外	0.40	0.18	0.16	0.14
26	污物通道防护门上侧外	0.32	0.16	0.15	0.13
27	污物通道防护门右侧外	0.48	0.20	0.15	0.14
28	污物通道防护门下侧外	0.96	0.46	0.34	0.14
29	污物通道防护门左侧外	0.42	0.18	0.16	0.14
30	机房顶棚上方(会议室、备餐室)	0.14	0.14	0.14	0.14
31	机房顶棚上方(主任办公室、医办示教室)	0.14	0.14	0.14	0.13

注：1、检测工况为：有用线束朝向上侧：89kV/534mA；有用线束朝向北侧：91kV/515mA；有用线束朝南侧：88kV/531mA；

2、散射模体：标准水模+1.5mmCu板；

3、检测位置：观察窗、防护门在距外表面30cm的中间、左侧、右侧；四周墙体在距外表面30cm、距地1.3m处；地板下方在距地1.7m处；机房顶棚上在距地1.0m处；

4、测量值未扣除本底值，检测示意点位，见图5-1。

表6-2 透视防护区检测平面上周围X-γ辐射周围剂量当量率检测结果

点位序号	测量点位描述	测量结果 ($\mu\text{Sv/h}$)	标准要求	单项评价
第一术者位	1	头部(距地面155cm处)	$\leq 400 \mu\text{Sv/h}$	符合
	2	胸部(距地面125cm处)		符合
	3	腹部(距地面105cm处)		符合

第二术 者位	4	下肢（距地面 80cm 处）	95	符合
	5	足部（距地面 25cm 处）	62	
	1	头部（距地面 155cm 处）	158	
	2	胸部（距地面 125cm 处）	186	
	3	腹部（距地面 105cm 处）	132	
	4	下肢（距地面 80cm 处）	56	
	5	足部（距地面 25cm 处）	34	

注：1、检测工况：74kV，242mA（透视）；

2、散射模体：标准水模体；

3、测量值未扣除本底。

其中标准要求引用《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS 76-2020）。

6.2.2 医用电子直线加速器机房监测结果

表 6-3 医用电子直线加速器机房外周围 X-γ 辐射周围剂量当量率监测结果

设备名称	医用电子直线加速器	设备型号	Vital Beam		设备参数	10MV
生产厂家	Varian	设备编号	4726		使用场所	门急诊住院综合楼负二层加速器机房
点位序号	测量点位描述	检测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）				备注
		6MV	6MVFF	10MV	关机状态	
1	操作位	0.25	0.26	0.25	0.24	机架：0° 照射，等中心放置模体，准直器角度 0°。
2	机房南侧偏东墙外（控制室内）	0.26	0.28	0.26	0.24	
3	机房南侧中间墙外（控制室内）	0.28	0.27	0.28	0.25	
4	机房南侧偏西墙外（水冷机房内）	0.26	0.28	0.28	0.25	
5	穿线孔	0.50	1.08	0.64	0.26	
6	机房防护门中间外	0.28	0.29	0.30	0.24	机架：90° 照射，等中心放置模体，准直器角度 0°。
7	机房防护门上侧外	0.29	0.27	0.28	0.26	
8	机房防护门右侧外	0.28	0.30	0.28	0.25	
9	机房防护门下侧外	0.27	0.29	0.29	0.25	
10	机房防护门左侧外	0.27	0.26	0.26	0.23	
1	操作位	0.26	0.28	0.26	0.24	机架：270° 照射，等中心放置模体，准直器角度 0°。
2	机房南侧偏东墙外（控制室内）	0.27	0.28	0.28	0.24	
3	机房南侧中间墙外（控制室内）	0.28	0.28	0.28	0.25	

4	机房南侧偏西墙外（水冷机房内）	0.28	0.28	0.30	0.26	
5	穿线孔	0.56	1.68	0.76	0.25	
11	机房东侧次屏蔽区墙外 30cm	0.27	0.29	0.28	0.25	
12	机房东侧次屏蔽区墙外 30cm	0.28	0.28	0.28	0.23	
14	机房东侧次屏蔽区墙外 30cm	0.27	0.28	0.30	0.25	
13	机房东侧主屏蔽区墙外 30cm	0.29	0.30	0.98	0.24	机架：270° 照射，等中心不放置模体，准直器角度 45°。
15	机房顶棚上方次屏蔽区（广场）	0.26	0.26	0.26	0.26	机架：180° 照射，等中心放置模体，准直器角度 0°。
16	机房顶棚上方次屏蔽区（定位机房控制室）	0.27	0.27	0.28	0.25	
17	机房顶棚上方主屏蔽区（广场）	0.26	0.27	0.27	0.26	机架：180° 照射，等中心放置模体，准直器角度 45°。

注：1、检测工况：6MV，照射野：40cm×40cm，剂量率：600MU/min；6MV FFF，照射野：40cm×40cm，剂量率：1400MU/min；10MV，照射野：40cm×40cm，剂量率：600MU/min；

2、检测位置：防护门在距外表面 30cm 的中间、上侧、下侧、左侧、右侧；四周墙体在距外表面 30cm、距地 50cm-150cm 处；机房顶棚上方在距地 1m 处；机房地板下方为土壤层；

3、由于该设备最大能量不超过 10MV，因此无需考虑中子剂量的影响；

4、测量值未扣除本底值，检测示意点位，见图 5-2。

表 6-4 医用电子直线加速器、DSA 周边噪声检测结果

点 位	测点名称	监测值	
		昼间 dB (A)	夜间 (A)
1	北场界外 1 米	59	49
2	东场界外 1 米	50	48
3	第一人民医院宿舍	48	47
4	司法厅宿舍	49	48
5	南场界外 1 米	57	49
6	集团行政大楼	59	48
7	西场界外 1 米	58	47
8	杏花街 37 号 1 单元	55	46
9	烟草公司宿舍	56	49
10	徽商国际大厦	58	48

11	中医学院宿舍	54	48
12	安徽省针灸医院	59	49

注：检测示意点位见，图 5-3。

6.2.3 监测结论

根据检测结果可知：DSA 在正常工作时，机房周围 X-γ 辐射周围剂量当量率检测值为 0.13~0.96μSv/h，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）不大于 2.5μSv/h 标准要求。医用电子直线加速器在正常工作时，机房周围 X-γ 辐射周围剂量当量率检测值为 0.25~1.68μSv/h，满足《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/T 201.2-2011）不大于 2.5μSv/h 标准要求。

6.2.4 年有效剂量估算

在 DSA 发射 X 射线透视下近台为病人做介入治疗手术的医生，因暴露在辐射场下会受到较大剂量照射。按照联合国原子辐射效应委员会（UNSCEAR）2000 年报告附录 A，X-γ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量按下式计算：

$$H=D \times T \times 0.7 \times 10^{-3}$$

式中：H-辐射外照射人均年有效剂量，mSv；

D-辐射剂量率，μSv/h；

T-年工作时间，h；

0.7-剂量率与有效剂量之间的转换系数；

（1）介入辐射工作人员剂量测算

根据验收检测报告（附件 15）中数据，介入手术透视区工作人员位置开机状态下空气吸收比释动能率最大值为 186μSv/h，关机状态下空气吸收比释动能率最大值为 0.13μSv/h，以此值对介入手术医生所受年有效剂量进行保守估算。

根据医院计划每位医生手术量不会超过 200 台/年，按每台手术曝光 15 分钟保守预测，则年出束时间 50h，可计算得到介入辐射工作人员年有效剂量最大为：

$(186-0.13) \times 50 \times 0.7 \times 10^{-3} = 6.5\text{mSv}$ 。能够满足本项目提出的从事介入手术工作人员年有效剂量管理限值 10mSv 的要求。

（2）一般辐射工作人员剂量测算

$$E=D \times t \times T \times K \dots \dots \dots \text{（公式 11-2）}$$

式中：E-年有效剂量，μSv/a；

D-计算点附加剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

t-DSA 年出束时间，h/a；

K-有效剂量与吸收剂量转换系数，Sv/Gy，本项目取 0.7；

关于公众的居留因子的取值，参考《辐射防护手册第三分册辐射安全》（李德平编）P80，居留因子 T 按三种情况取值，如表 6-5 所列。

表 6-5 居留因子 T 的取值

居留因子 T	
全居留 T=1	控制室、办公室、候诊室、居住区等常有人居留的地方
部分居留 T=1/4	公共走廊、人操纵的电梯、无人看管的停车场等有时有人居留的地方
偶然居留 T=1/16	公共浴室、篮球场、厕所、少量行人车辆通过的地方

每台 DSA 年计划承接手术量按 1200 台，则年出束时间 300h，则对于操作室辐射工作人员，居留因子取 1，则操作室辐射工作人员年有效剂量： $(0.54-0.14) \times 300 \times 0.7 = 84 \mu\text{Sv}$ 。能满足项目剂量管理限值 5mSv 的要求。

(3) 公众剂量测算

根据公式 11-2，参考表 6-5，本项目公众人员居留因子取 1/4。

根据上述公式，得出公众剂量估算如下：

估算对象	最大附加瞬时剂量值 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h/a)	居留因子	年有效剂量 (μSv)
公众人员	$0.96-0.14=0.82$	300	1/4	43

经估算机房外周围公众年受照剂量约为 $43 \mu\text{Sv}$ ，能够满足公众受照剂量 0.25mSv 限制要求。可知，50m 保护目标内的公众人员年有效剂量也不超过 0.25mSv。

医用电子直线加速器运行期间，辐射工作人员在控制室进行操作，加速器及治疗室楼顶无人活动，公众可能在加速器所在门急诊住院综合楼周围停留。根据验收检测报告（附件 15）中数据，医用电子直线加速器机房周围 X- γ 辐射周围剂量当量率为 $0.25 \sim 1.68 \mu\text{Sv/h}$ 。

目前每台医用电子直线加速器每天最多接诊 20 人次，根据环评时预测并结合医院现有门诊量和未来发展规划，预测未来 3 年每台医用电子直线加速器每天诊疗 60-100 人次，按照每天接诊 90 人，年运行 50 周，每周 5 天，则每年最多诊疗 27000 人次，由 3 名技师两两分班，每位技师每年诊疗人数不会超过 18000 人次。每次诊疗出束时间约为 2-10 分钟，平均每次 5 分钟，每位辐射工作人员受照时间约为 $5 \times 18000/60 = 1500\text{h}$ ，公众受照时间约为 $5 \times 27000/60 = 2250\text{h}$ 。

关于不同场所的居留因子的取值，参考《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），居留因子 T 按三种情况取值，如表 6-6 所列。

表 6-6 不同场所的居留因子

场所	居留因子 (T)		示例
	典型值	范围 ^a	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制区、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区域
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8: 各治疗室门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有行人车辆来往的户外区域、无人看管的停车场，车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

(1) 辐射工作人员剂量测算

根据验收监测结果，医用电子直线加速器机房控制室周围 X-γ 辐射周围剂量当量率最大值为 0.30 μSv/h，每位辐射工作人员受照时间约为 1500h，居留因子取 1，由此估算工作人员年最大受照剂量不超过 0.3 mSv/a。能够满足职业人员年有效剂量管理限值 5mSv 的要求。

(2) 公众人员

公众人员受照关注点为防护门外、广场、南侧防护墙外。根据验收监测结果，公众人员受照关注点 X-γ 辐射周围剂量当量率为 0.26~0.30 μSv/h，受照时间约为 2250h，居留因子取 1/8，由此估算公众年最大受照剂量不超过 0.06 mSv/a。能够满足公众年有效剂量管理限值 0.25mSv 的要求。

综上所述，合肥市第一人民医院介入科 6 层 DSA 机房介入手术医生、辐射工作人员及周围公众人员最大年受照剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量约束值的要求（介入医生不超过 10mSv，非介入中心辐射工作人员不超过 5mSv，公众不超过 0.25mSv）；满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）不大于 2.5μSv/h 标准要求。负 2 层放疗中心医用电子直线加速器机房职业人员和公众人员最大年受照剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量约束值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv）。满足校核标准《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中，公众的最高剂量率 100 μSv/h 的要求。

表七 核与辐射安全管理检查结果

7.1 辐射安全和防护管理

(1) 管理机构

为了更好的遵守辐射防护法规，加强辐射安全监督管理，防止放射性污染，保障辐射工作人员及公众的健康，医院设立了辐射事故应急处理预案，成立了辐射事故应急处理领导小组，组长宁仁德（博士学历）、副组长江江，辐射安全负责人为宁仁德，行政岗位为副院长，统筹领导全院辐射防护与安全的管理工作，见附件 4。符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中关于“使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全环境保护管理工作”的规定。

(2) 管理制度及落实情况

合肥市第一人民医院一般制定了相关规章制度《关于调整合肥市第一人民医院放射防护领导小组的通知》、《放射防护领导小组工作职责》、《放射事故突发事件应急处置预案》；《放射工作人员培训计划》《放射工作监测方案》、《放疗中心工作人员放射防护制度》、《放疗中心机房管理制度》、《放疗中心加速器治疗室工作制度》、《放疗中心直线加速器安全操作规范》、《放疗中心治疗计划室工作制度》、《放疗中心患者防护制度》、《放疗中心物理师职责》、《放疗中心技师工作职责》、《放疗中心投照部位核对制度》、《介入诊疗中心岗位职责》、《介入诊疗中心室管理制度》、《设备维修保养及管理制度》、《介入诊疗中心消毒隔离制度》、《Artis Pheno DSA 设备操作规程》、《放射防护制度》等制度。（详见附件 4、5、6、7、8、9）

(3) 辐射安全许可证

医院依法取得了辐射安全许可证，证书编号为皖环辐证【00163】，有效至 2023 年 11 月 8 日。许可种类和范围为：使用 II、III 类射线装置，使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所，见附件 2。

(4) 环境影响评价

目前，医院在用的射线装置、非密封放射性核素等均已履行环境影响评价手续，获得许可。本次验收的门急诊住院综合楼 6 层介入科 DSA 和负 2 层放疗中心医用电

子直线加速器也已获得环评批复（皖环函【2020】633号，详见附件3）及许可。

（5）监测

合肥市第一人民医院开展了个人剂量监测，个人剂量档案已归档妥善管理。

医院每年委托具有相应资质能力的单位对辐射工作场所及周边环境开展年度监测。

7.2 人员管理

目前合肥市第一人民医院从事辐射工作人员有125人（见附件10），介入科DSA机房工作人员共37人，放疗中心医用电子直线加速器工作人员共7人。

（1）工作人员的知识培训

根据医院提供资料显示，医院目前从事辐射工作共有125人（见附件10），均已参加辐射安全与防护培训，并取得合格证。

（2）个人剂量监测

根据医院提供个人剂量检测报告显示，合肥市第一人民医院已委托安徽达申卫生监测技术有限公司对本项目辐射工作人员进行个人剂量的监测。该医院建立了个人剂量档案，介入科辐射工作人员必须佩戴双剂量计进行监测管理。医院辐射工作人员均参与个人剂量监测，从近一年（2021年6月-2022年6月）的个人剂量监测报告中看到，医院从事辐射的工作人员个人剂量没有异常，个人剂量监测报告见附件11。

（3）职业健康检查

合肥市第一人民医院每两年组织辐射工作人员定期体检，体检报告显示该医院建立了健康监护方案。2022年7月，医院从事辐射的工作人员进行了体检，从职业健康体检报告中看到，有125人体检正常，体检报告见附件12，本次验收设备涉及的工作人员个人剂量监测和体检情况见表7-1。

表7-1 合肥市第一人民医院本项目辐射工作人员明细表

序号	姓名	性别	培训证书编号	辐射安全与防护培训证书到期时间	工作部门	年个人剂量合计(mSv)	体检情况
DSA项目工作人员							
1	杨会军	男	皖2014051006	2023.11.21	介入	0.13	正常
2	高斌	男	皖2015101034	2023.11.21	介入	0.19	正常
3	贺克武	男	皖2015101035	2023.11.21	介入	0.21	正常
4	李劲松	男	皖2015101036	2023.11.21	介入	0.22	正常

5	彭晓正	男	皖 2015101037	2023. 11. 21	介入	0. 36	正常
6	张宇东	男	皖 2015101038	2023. 11. 21	介入	0. 18	正常
7	罗艳	女	皖 2015101039	2023. 11. 21	介入	0. 19	正常
8	陈昊	男	皖 2019141022	2023. 11. 28	介入	0. 13	正常
9	吴森林	男	皖 2019141023	2023. 11. 28	介入	0. 23	正常
10	王昌林	男	皖 2019141029	2023. 11. 28	神经内科	0. 23	正常
11	胡文富	男	皖 2019141030	2023. 11. 28	神经外科	0. 24	正常
12	郑显东	男	皖 2019141031	2023. 11. 28	神经外科	0. 24	正常
13	张昊驹	男	皖 2019141032	2023. 11. 28	神经外科	0. 27	正常
14	杨成子	男	皖 2019141033	2023. 11. 28	神经外科	0. 17	正常
15	李显雄	男	皖 2019141034	2023. 11. 28	神经外科	0. 24	正常
16	张海燕	女	皖 2019141035	2023. 11. 28	疼痛科	0. 12	正常
17	方有莉	女	皖 2019141036	2023. 11. 28	疼痛科	0. 12	正常
18	龚洁	女	皖 2019141037	2023. 11. 28	疼痛科	0. 12	正常
19	汝磊	男	皖 2019141039	2023. 11. 28	疼痛科	0. 12	正常
20	班向阳	男	皖 2015101082	2023. 11. 21	心内科	0. 37	正常
21	麻雯雯	女	皖 2015101088	2023. 11. 21	心内科	0. 31	正常
22	顾健	男	皖 2019141095	2023. 11. 28	心内科	0. 28	正常
23	夏红英	女	皖 2019141096	2023. 11. 28	心内科	0. 25	正常
24	李彬彬	男	皖 2019141097	2023. 11. 28	心内科	0. 24	正常
25	武毅	男	皖 2019141098	2023. 11. 28	心内科	0. 23	正常
26	程鹏	男	皖 2015101074	2023. 11. 21	心血管科	0. 29	正常
27	时义宝	男	皖 2015101076	2023. 11. 21	心血管科	0. 29	正常
28	汪永生	男	皖 2015101077	2023. 11. 21	心血管科	0. 33	正常
29	张晓红	女	皖 2015101080	2023. 11. 21	心血管科	0. 27	正常
30	周跟东	男	皖 2015101081	2023. 11. 21	心血管科	0. 33	正常
31	陈颖	女	皖 2015101083	2023. 11. 21	心血管科	0. 26	正常
32	梁修宇	男	皖 2019141040	2023. 11. 28	心血管科	0. 2	正常
33	李胜	男	皖 2019141042	2023. 11. 28	心血管科	0. 33	正常
34	杨琼	女	皖 2019141043	2023. 11. 28	心血管科	0. 29	正常
35	丁锐	男	皖 2015101040	2023. 11. 21	血管外科	0. 49	正常
36	吴忠寅	男	皖 2015101042	2023. 11. 21	血管外科	0. 35	正常
37	林万里	男	皖 2019141044	2023. 11. 28	血管外科	0. 52	正常
医用电子直线加速器机房工作人员							
1	张颂圆	男	FS21AH0200189	2026. 07. 05	放疗科	0. 18	正常
2	周敬婷	女	FS21AH0200202	2026. 07. 05	放疗科	0. 12	正常
3	赵晓鹏	男	FS21AH0200204	2026. 07. 05	放疗科	0. 12	正常
4	王磊	男	FS21AH0200321	2026. 08. 04	放疗科	0. 18	正常
5	王宇	女	FS21AH0200458	2026. 10. 29	放疗科	0. 11	正常
6	刘思涵	男	皖 2012112012	2023. 11. 21	放疗科	0. 12	正常
7	孙祥	男	皖 2015101006	2023. 11. 21	放疗科	0. 12	正常

7.3 年度评估报告

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，医院应定期开展辐射安全状况检查，基于实际运行情况，完成辐射安全年度评估报告，并按时向省生态环境厅和当地生态环境局备案。年度评估报告应当包括射线装置台账、辐射安全和防护设施的运行与维护、辐射安全和防护制度及措施的建立和落实、事故和应急以及档案管理等方面的内容。合肥市第一人民医院已按时按规定提交了 2021 年度评估报告（详见附件 14）。

7.4 辐射安全防护设施运行现场调查情况

7.4.1 警示标志、工作状态指示灯和安全联锁

根据现场调查情况，DSA 机房和医用电子直线加速器机房外均已张贴电离辐射警告标志、防护门上方设置了有联动的工作状态指示灯，绿色灯亮表示安全状态，红色灯亮表示正在出束、工作状态指示灯和机房相通的门能有效联锁。医用电子直线加速器治疗机房防护门和 DSA 机房病人通道防护门均设有防挤压功能，避免人员夹伤。DSA 机房的污物通道防护门和医生通道防护门为平开门。



图 7-1 DSA 和医用电子直线加速器机房警示标志、工作状态指示灯

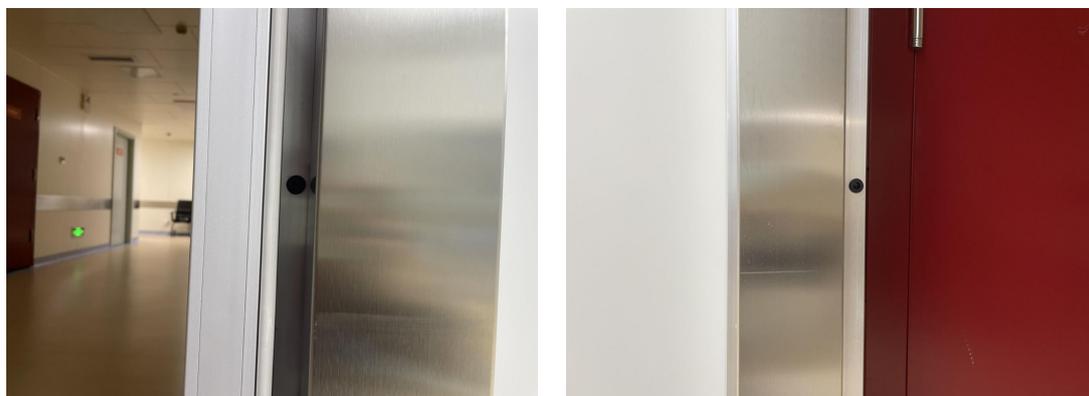


图 7-2 DSA 机房防护门防挤压装置



图 7-3 加速器机房防护门防挤压装置

7.4.2 状态监控

根据现场调查情况，加速器治疗室内安装实时监控装置，安装在加速器治疗室内，用于确保辐射防护工作人员在控制室中掌握现场实际情况，并配备对讲装置，在治疗过程中医务人员可以及时观察病人情况，与病人交流，防止意外情况的发生。



图 7-4 医用电子直线加速器机房监控系统

由于 DSA 机房控制室视野有限，不能完全看到病人通道防护门的情况，在观察窗内侧放置了一扇反光镜，用于观察病人通道防护门。



图 7-5 DSA 机房观察窗内测反光镜

7.4.3 急停按钮

根据现场调查情况，医用电子直线加速器机房安装了紧急停机按钮（急停开关），在加速器控制室内、迷路入口处和机房内屏蔽墙及治疗床两侧，在发生紧急情况时能够及时切断加速器系统电源。



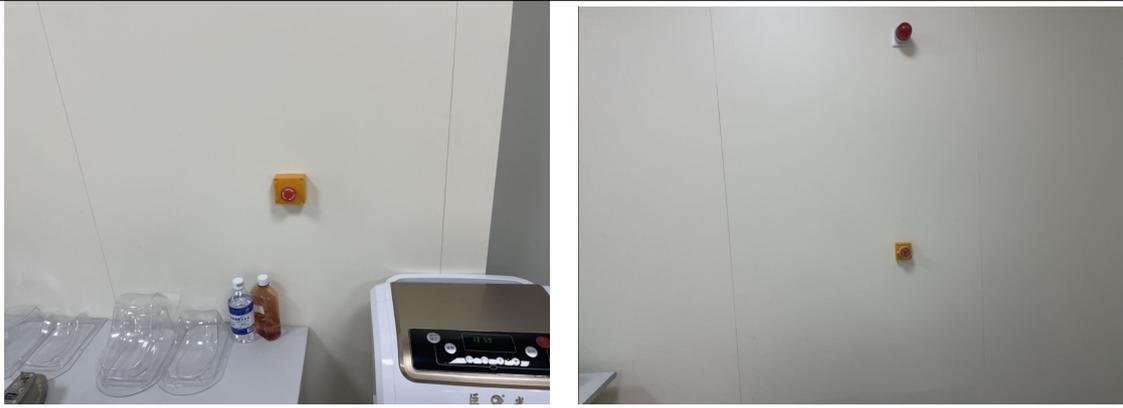


图 7-6 医用电子直线加速器机房紧急停机按钮

7.4.4 制度上墙

根据现场调查情况，DSA 机房和医用电子直线加速器机房均已张贴相关岗位职责和操作规程等相关工作制度。

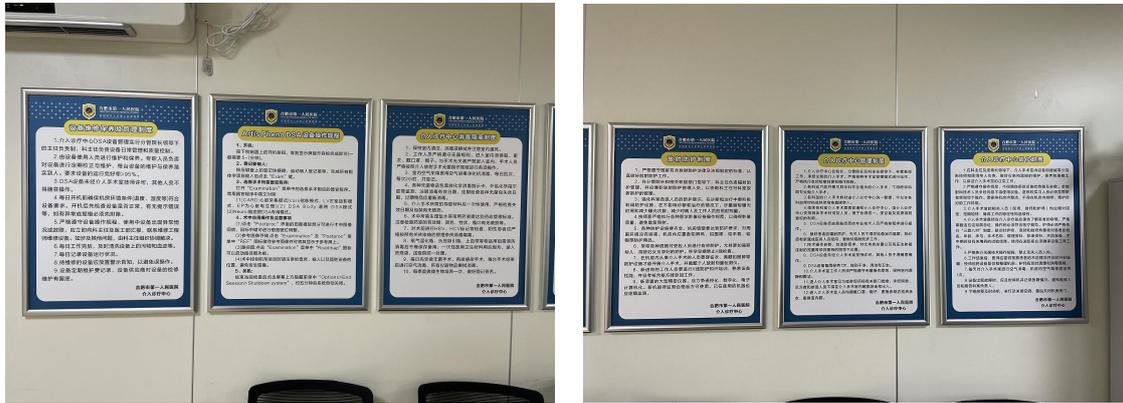


图 7-7 DSA 机房控制室制度上墙



图 7-8 医用电子直线加速器机房控制室制度上墙

7.4.5 辐射监测设备

医用电子直线加速器机房内配置了固定辐射探测器，辐射在线监测控制器安装在控制室。

6层介入科 DSA 项目已配备便携式 X- γ 剂量率测量仪 1 台（型号：AT1121），负 2 层医用电子直线加速器项目已配备便携式 X- γ 剂量率测量仪 1 台（型号：FLUKE 451P-DE-SI-RYR）。



图 7-9 医用电子直线加速器机房辐射探测器

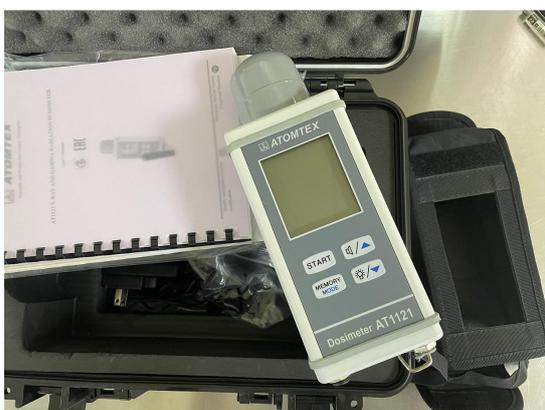


图 7-10 DSA 机房 X- γ 剂量率测量仪
（型号：AT1121）



图 7-11 加速器项目 X- γ 剂量率测量仪
（型号：FLUKE 451P-DE-SI-RYR）

7.4.6 辐射防护措施

DSA 机房和医用电子直线加速器机房的屏蔽措施：机房已建成能有效地屏蔽射线的墙体。四周墙体、顶板、地面观察窗、防护门的材料及厚度应满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

7.4.7 辐射工作人员个人防护用品

6层介入科 DSA 项目已配备铅帽 8 个、连体铅衣 8 件、铅围脖 8 个、铅眼镜 8 个、悬挂防护屏 1 个、床侧防护屏 1 个、铅围裙 3 件、铅手套 4 副、铅短裤 4 条。

加速器机房和 DSA 机房的辐射工作人员均佩戴了个人剂量片，介入科辐射工作人员已佩戴双剂量计进行监测管理。



图 7-12 DSA 机房辐射防护服



图 7-13 医用射线防护围领、防护衣及铅手套吊牌



图 7-14 加速器机房和 DSA 机房辐射工作人员个人剂量片

7.4.7 场所分区

为了便于加强管理，切实做好辐射安全防护工作，按照《电离辐射防护与辐射源安全基标准》（GB18871-2002）中的要求应将辐射工作场所划分控制区和监督区，结合该项目核技术利用的特点，将射线装置机房划为控制区，控制室、排风机房、机房、缓冲区和预留机房外 1m 宽范围划分监督区，提醒无关人员不要靠近。

表 7-2 本项目“两区”划分一览表

序号	辐射工作场所	控制区	监督区
1	医用电子直线加速器	医用电子直线加速器机房	控制室、排风机房、机房和缓冲区、预留加速器机房
2	DSA 机房	DSA 治疗室	控制室、设备间、预留 DSA 机房、污物通道、病人通道

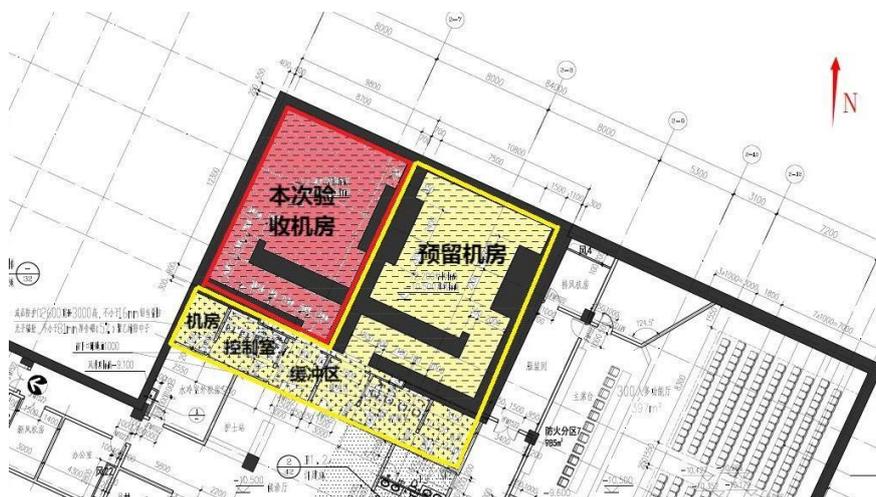


图 7-15 加速器机房控制区和监督区划分



图 7-16 DSA 机房控制区和监督区划分

7.5 环评批复落实情况（相关摘录）

表 7-3 环评批复落实情况

批复要求	落实情况
<p>一、项目建设内容</p> <p>(一) 你院拟在合肥市庐阳区淮河路 390 号院区门急诊住院综合楼负二层安装 2 台电子直线加速器(最大 X 射线能量为 10MV, 属 II 类射线装置), 在六层安装 2 台 DSA (属 II 类射线装置), 在八层安装 2 台 DSA</p>	<p>符合要求</p> <p>根据医院提供资料, 落实情况如下:</p> <p>(一) 在合肥市庐阳区淮河路 390 号合肥第一人民医院本部院区门急诊住院综合楼负 2 层安装 1 台医用电子直线加速器, (属 II 类射线装置), 型号: Vital Beam, 能量: 6MV、</p>

<p>(属 II 类射线装置)。</p>	<p>10MV, 在 6 层安装 1 台 DSA 型号: ARTIS pheno, 管电流: 1000mA, 管电压: 125kV (属 II 类射线装置), 2 台设备性质和建设地点与环评一致, 未发生变动。</p>
<p>二、施工期重点关注事项</p> <p>(一) 各辐射工作场所防护措施应严格按照《报告表》及工程设计图要求建设, 确保施工安全及机房周围防护满足相关标准要求。</p> <p>(二) 项目施工期间, 你院应严格控制施工场地、施工机械和车辆运输扬尘及噪声等对环境的影响, 合理安排施工工期, 避免在中午和夜间使用高噪声设备施工。严禁各类废弃物进入董铺水库饮用水源区和庐阳董铺国家湿地公园。</p>	<p>符合要求</p> <p>根据医院提供资料:</p> <p>(一) 负 2 层放疗中心医用电子直线加速器机房实际建设防护措施 (四周墙体、顶板、地板、观察窗、防护门) 与环评要求一致, 严格按照《报告表》及工程设计图要求建设; 6 层介入科 DSA 机房实际建设防护措施有变化, 满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020) 的辐射防护要求。</p> <p>(二) 符合要求</p> <p>施工过程中施工场地建立隔档, 运输车辆加以苫盖减少扬尘和噪声污染影响, 施工时间安排在白天, 夜里不施工。产生的建筑垃圾运送到指定地点, 生活垃圾分类收集由环卫部门清运, 废弃物不曾进入董铺水库饮用水源区和庐阳董铺国家湿地公园。</p>
<p>三、运营期重点关注事项</p> <p>(二) 及时调整辐射安全管理体系。本项目运营后, 你院将使用放射源、非密封放射性物质和射线装置, 核技术利用项目数量居我省前列, 且新增多个范围, 应修订健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度, 制定完善、可执行的辐射应急预案。</p> <p>(三) 加强辐射工作人员队伍建设。你院各个工作场所需配备响应数量辐射工作人员才能运行, 工作人员上岗前应通过职业健康体检、核技术利用辐射安全与防护考核, 同时做好个人剂量监测工作。按照《医用 X 射线诊断放射要求》(GB130-2013) 表 4, 为医务人员和受检者配备响应的个人防护用品和辅助防护用品。</p> <p>(四) 直线加速器开机前, 应检查门机连锁装置、警示灯、语音对讲、视频监控等装置; 出现异常或损坏, 立即停止工作, 经修复后方可继续治疗病人。开机后做好机房周边的辐射环境监测工作, 妥善记录监测结果。</p>	<p>符合要求</p> <p>根据医院提供资料:</p> <p>(二) 根据现有核技术制定了相关规章制度 (详见附件 4、5、6、7、8、9)。</p> <p>医院完善了辐射安全管理结构, 成立了辐射事故应急处理领导小组, 组长宁仁德为博士学位、副组长江江, 辐射安全负责人为宁仁德, 行政岗位为副院长, 统筹领导全院辐射防护与安全的管理工作, 制定了相关规章制度《关于调整合肥市第一人民医院放射防护领导小组的通知》、《放射防护领导小组工作职责》、《放射事故突发事件应急处置预案》; 《放射工作人员培训计划》《放射工作监测方案》、《放疗中心工作人员放射防护制度》、《放疗中心机房管理制度》、《放疗中心加速器治疗室工作制度》、《放疗中心直线加速器安全操作规范》、《放射中心治疗计划室工作制度》、《放疗中心患者防护制度》、《放疗中心物理师职责》、《放疗中心技师工作职责》、《放疗中心投照部位核对制度》、《介入诊疗中心岗位职责》、《介入诊疗中心室管理制度》、《设备维修保养及管理制度》、《介入诊疗中心消毒隔离制度》、《Artis Pheno DSA 设备操作规程》、《放射防护制度》等制度。</p> <p>(三) 已落实</p> <p>1、目前医院辐射安全负责人为宁仁德 (行政岗位: 副院长), 从事辐射工作人员有 125 人, 均已取得辐射安全与防护培训合格证。其中, 6 层介入科 DSA 机房工作人员 37 人, 负 2 层放疗中心医用电子直线加速器机房工</p>

	<p>作人员 7 人。</p> <p>2、医院现有辐射工作人员均已佩戴个人剂量片，并已委托安徽达申卫生监测技术有限公司对辐射工作人员进行个人剂量监测；医院全体辐射工作人员已于 2022 年 7 月参加了体检，体检两年一次。</p> <p>3、6 层介入科 DSA 项目已配备便携式 X-γ 剂量率测量仪 1 台（型号：AT1121），并配备铅帽 8 个、连体铅衣 8 件、铅围脖 8 个、铅眼镜 8 个、悬挂防护屏 1 个、床侧防护屏 1 个、铅围裙 3 件、铅手套 4 副、铅短裤 4 条。负 2 层医用电子直线加速器项目已配备便携式 X-γ 剂量率测量仪 1 台（型号：FLUKE 451P-DE-SI-RYR）。</p> <p>（四）负 2 层医用电子直线加速器机房配置了门机连锁装置、警示灯、语音对讲、视频监控等装置；出现异常或损坏，立即停止工作，经修复后方可继续治疗病人。开机后做好机房周边的辐射环境监测工作，并记录监测结果。</p>
<p>四、请在本项目任何一种放射性同位素、射线装置使用前向我厅申请重新核发辐射安全许可证，并及时自行开展环保设施竣工验收。</p>	<p>已落实。</p> <p>已重新核发辐射安全许可证（皖环辐证【00163】，有效至 2023 年 11 月 8 日），并按照要求开展分阶段验收工作。</p>

7.6 “三同时”执行情况和环保投资一览表

关于本项目“三同时”验收要求落实情况见下表 7-4。

表 7-4 “三同时”验收一览表落实情况

序号	类别	“三同时”验收内容及要求		验收时落实情况
1	直线加速器防护措施	<p>拟建医用直线加速器机房，西侧加速器机房的屏蔽结构如下：东侧主屏蔽为 2.7m 混凝土，次屏蔽为 1.4m 混凝土；北墙屏蔽为 0.8m 混凝土；西墙屏蔽为 0.8m 混凝土；迷道内墙为 1.2m 混凝土；迷道外墙为 1.2m 混凝土；顶棚为屏蔽为 1.3m 混凝土+5.0m 厚覆土层。防护门屏蔽为 16mm 铅当量，并设置门机连锁系统。</p>	<p>机房屏蔽墙外 30cm 及敏感目标处瞬时剂量率不超过 2.5 μSv/h；辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv</p>	<p>已落实。</p> <p>根据医院提供的资料，负 2 层放疗中心医用电子直线加速器机房面积为 90 m²，高度为 4m；设置门机连锁系统。</p> <p>机房实际建设防护措施（四周墙体、顶板、地板、观察窗、防护门）与环评要求一致。</p> <p>验收监测结果表明，医用电子直线加速器在正常工作时，机房屏蔽墙外 30cm 及敏感目标处瞬时剂量率不超过 2.5 μSv/h；辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.25mSv。符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量约束值的要求。</p>

2		加速器机房通风管道穿过迷道外屏蔽墙, 最终与排风机相连, 排风量约为5000m ³ /h。	每小时通风换气不低于7次	已落实。医用电子直线加速器机房共安装1台排风机、1台送风机。排风机型号HL3-2A, 功率2.2kw, 排风量设置为11000m ³ /h; 送风机型号HL3-2A, 功率2.2kw, 风量2500m ³ /h。排风机设置每小时通风换气不低于14次, 24小时不间断换气。
3			院区北、南、东、西边界及敏感目标处能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2类标准要求	已落实。根据检测报告, 医院外敏感目标点能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 2类标准要求; 院区厂界噪声能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 2类标准。
4	DSA防护措施	本部院区门急诊住院综合楼6层DSA机房: 四周墙体36cm混凝土(4.8mm铅当量); 顶棚20cm混凝土(2.6mm铅当量); 地板20cm混凝土(2.6mm铅当量)。	机房屏蔽墙外30cm及敏感目标处瞬时剂量率不超过2.5μSv/h	基本落实。根据建设单位提供的资料, 6层介入科DSA机房面积为55m ² , 高度为4.3m。 机房实施防护措施: 四周墙体: 轻钢龙骨+3mm铅板+24mm石膏板(相当于3.1mm铅当量) 顶板: 2mm硫酸钡水泥+15cm混凝土+3mm铅板(混凝土密度800kg/m ³ , 15mm混凝土相当于0.5mm铅当量, 3mm铅板相当于3mm铅当量, 2mm硫酸钡水泥铅当量未计入, 顶板总体的防护措施应大于3.5mm铅当量) 地面: 2mm硫酸钡水泥+15cm混凝土+3mm铅板(混凝土密度800kg/m ³ , 15mm混凝土相当于0.5mm铅当量, 3mm铅板相当于3mm铅当量, 2mm硫酸钡水泥铅当量未计入, 地面总体的防护措施应大于3.5mm铅当量) 观察窗铅玻璃: 4mmPb 铅屏蔽手术室门: 3mmPb 机房实际建设防护措施有变化, 但满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)的辐射防护要求; 验收监测结果表明, DSA在正常工作时, 机房屏蔽墙外30cm及敏感目标处瞬时剂量率满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)不大于2.5μSv/h标准要求。
5	安全措施	加速器机房设置门机联锁装置, 所有紧急按钮开	按要求设置	基本落实。加速器机房设置门机联锁装置, 机房在控制室、迷道、

			关和防护门均设双路供电系统，在停电状态下由医院应急电源供电，以确保在停电状态下能正常开启防护门		治疗室等处安装了紧急停机按钮（急停开关）。机房防护门是单路供电，在停电状态下，一个成年人可以手动推开机房防护门。
6			机房外均张贴警告标志、安装工作指示灯	按要求设置	符合要求。在加速器和 DSA 机房外均张贴警告标志、安装工作指示灯。
7			岗位职责和操作规程等工作制度在合适处张贴上墙	按要求张贴	符合要求。在 DSA 机房控制室和加速器机房控制室墙上张贴了岗位职责和规章制度等工作制度。
8	个人防护		本项目运行后从现有辐射工作人员中统一调配	辐射工作人员均取得培训合格证	符合要求。根据医院提供的资料，本项目 6 层介入科 DSA 机房辐射工作人员为 37 人，负 2 层医用电子直线加速器机房工作人员 7 人。均为医院内部调剂，并均已取得辐射防护与安全培训合格证书。
9			拟配置 3 台 X-γ 辐射剂量巡测仪	按要求送检，并确保运行正常	基本落实。医院结合实际建设情况，配置了两台 X-γ 辐射剂量巡测仪。6 层介入科 DSA 项目配备便携式 X-γ 剂量率测量仪 1 台（型号：AT1121），负 2 层医用电子直线加速器项目配备便携式 X-γ 剂量率测量仪 1 台（型号：FLUKE 451P-DE-SI-RYR）。
10			辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人剂量监测。配备铅衣铅帽铅围脖；患者或受检者配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	按要求佩带/送检	符合要求。项目辐射工作人员上岗佩戴个人剂量计，介入科辐射工作人员佩戴双剂量计进行监测管理，个人剂量每三个月送检一次，并委托安徽达申卫生检测技术有限公司进行个人剂量监测。医院已建立个人剂量档案。6 层介入科 DSA 项目已配备铅帽 8 个、连体铅衣 8 件、铅围脖 8 个、铅眼镜 8 个、悬挂防护屏 1 个、床侧防护屏 1 个、铅围裙 3 件、铅手套 4 副、铅短裤 4 条等个人防护用品。
11	管理措施	管理机构	已建立以院领导为第一责任人的辐射安全与环境保护管理小组	根据医院实际情况进行调整	符合要求。目前医院辐射安全负责人为宁仁德（行政岗位：副院长，学历为博士），已取得辐射安全与防护培训合格证。
12		管理制度	修订、完善《辐射事故应急预案》、《人员培训计划、监测方案》、《辐射安全保卫制度》、《辐射工作人员岗位制度》、《设备维护维修制度》、《射	符合管理要求	符合要求。根据现有核技术制定了相关规章制度（详见附件 4、5、6、7、8、9）。医院完善了辐射安全管理结构，成立了辐射事故应急处理领导小组，组长宁仁德为博士学历、

		线装置台帐管理制度》、《辐射环境监测计划》、《放射安全防护管理工作制度》、《职业健康检查与档案管理制度》、《个人剂量监测与档案管理制度》等一系列规章制度		副组长江江，辐射安全负责人为宁仁德，行政岗位为副院长，统筹领导全院辐射防护与安全的管理工作，制定了相关规章制度《关于调整合肥市第一人民医院放射防护领导小组的通知》、《放射防护领导小组工作职责》、《放射事故突发事件应急处置预案》；《放射工作人员培训计划》、《介入诊疗中心岗位职责》、等制度。
12	三废治理	大气	符合管理要求	DSA 机房独立设计排风系统，型号 FCJ-112，排风量安装时设置为 1600m ³ /h。 医用电子直线加速器机房共安装 1 台排风机、1 台送风机。排风机型号 HL3-2A，功率 2.2kw，排风量设置为 11000m ³ /h，24 小时不间断换气。送风机型号 HL3-2A，功率 2.2kw，风量 2500m ³ /h。 医用电子直线加速器机房和 DSA 机房在运行过程中会产生少量的氮氧化物、臭氧等废气。这些气体可通过机房内设置的机械通风装置排出，同时氮氧化物的危害和产生量远比臭氧小，对环境的影响可以忽略。
14		噪声	符合管理要求	1、根据检测报告，项目投入运行后，医院外最近敏感点及厂界声环境能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准要求，能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）》标准。且该项目排风噪声随着距离的增加而减小，且经墙体隔声后，该项目排、送风机噪声对室内人员的影响很小。 2、本项目 DSA 机房排风机型号 FCJ-112，功率 2.2kw，噪声源噪声值 42dB(A)，噪声较小。医用电子直线加速器机房排风机型号 HL3-2A，功率 2.2kw，噪声源噪声值 58dB(A)，噪声较小。
15		固体废物	符合管理要求	医用电子直线加速器机房和 DSA 机房固体废弃物主要为工作人员产生的生活垃圾及医疗过程中产生的医疗垃圾。 生活垃圾和办公垃圾交由环卫

				<p>部门统一处理。本次验收设备项目运行不增员，不额外增加生活垃圾。</p> <p>本项目医疗垃圾产生量为26kg/d，医疗垃圾主要是医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，采用专门的收集容积集中回收后，转移至70m²的医疗废物暂存间（见图3-18），按照医疗废物执行转移联单制度，由当地医疗废物处理机构定期统一回收处理。医疗废弃物处置协议详见附件13。</p>
16		废水	符合管理要求	<p>本项目实施后，不产生放射性废水，只产生少量生活废水，依托本部院区的污水处理站处理。</p>

表八 验收结论及建议

8.1 验收监测结论

本次共验收 1 台 DSA 和 1 台医用电子直线加速器，DSA 位于门急诊住院综合楼 6 层，医用电子直线加速器位于门急诊住院综合楼负 2 层，项目于 2020 年 11 月 20 日通过安徽省生态环境厅审批（皖环函【2020】633 号，详见附件 3），六层 DSA 机房辐射防护变更措施已在安徽省生态环境厅备案。医院依法取得了辐射安全许可证，证书编号为皖环辐证【00163】，有效至 2023 年 11 月 8 日。许可种类和范围为：使用 II、III 类射线装置，使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所，见附件 2。

(1) 合肥市第一人民医院按照环评文件及其批复的要求新建了 DSA 项目和医用电子直线加速器项目，落实了环境影响评价制度、环境保护“三同时”制度辐射安全许可制度。环评文件及环评批复文件要求已落实。

(2) 现场监测结果表明，DSA 设备在正常运行工况下，机房周围各监测点位监测值均小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。根据估算，介入医生年有效剂量约 6.5mSv ；一般辐射工作人员年有效剂量约 $84 \mu\text{Sv}$ ；公众有效剂量约 $43 \mu\text{Sv}$ ，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量约束值即 DSA 辐射工作人员不超过 10mSv ，其他辐射工作人员不超过 5mSv ，公众不超过 0.25mSv 的要求。

医用电子直线加速器设备在正常运行工况下，机房周围各监测点位监测值均不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。根据估算，辐射工作人员年最大受照剂量不超过 0.4mSv/a （未扣除本底剂量），公众年最大受照剂量不超过 0.075mSv/a ，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中年剂量约束值的要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv ，公众年有效剂量不超过 0.25mSv ）。

(3) 医院辐射工作人员均已配备个人剂量计，已建立个人剂量档案。个人剂量监测由安徽达申卫生检测技术有限公司测量。

(4) 现场调查表明，该医院 DSA 和医用电子直线加速器工作场所外均已张贴警示标志、安装工作指示灯，安装了门机连锁装置，防护门均设有防挤压功能。加速器机房安装了紧急停机按钮，并在机房内安装了实时监控装置。

(5) 现场调查结果表明，该医院辐射安全管理机构健全，辐射防护和安全保卫制度完善；制订了辐射事故应急预案；辐射防护和环境保护相关档案资料齐备，该

医院辐射防护管理工作规范。

(6) 医院辐射工作人员参加辐射安全与防护培训均已取得辐射安全与防护培训合格证书。

(7) 2022年7月医院已组织从事辐射的工作人员进行了体检，体检报告见附件12，体检均合格。

(8) 该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，定期进行辐射工作场所的自查及监测，对于监测结果偏高的地点应及时查找原因、排除事故隐患，使对环境的影响降低到最低。

综上所述，合肥市第一人民医院医用电子直线加速器、DSA等核技术应用项目符合《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定，具备竣工验收条件，建议通过竣工环境保护验收。

8.2 建议

建议在今后的工作中医院加强管理，新入职员工及时参加岗前体检、辐射安全与防护培训，合格后再上岗；辐射工作人员佩戴个人剂量计并严格落实定期送检制度和辐射工作场所监测制度。DSA设备在运行期间，避免因机头旋转出束朝向控制室，并加大DSA机房控制室玻璃窗及DSA机房楼上房间的监测频率，有问题及时整改。根据法律法规变化，结合医院实际情况，及时修订辐射安全管理制度。