

苏州永鼎医院有限公司

新增1台医用直线加速器、1台DSA项目

竣工环境保护验收监测表

报告编号：瑞森（验）字（2024）第004号

建设单位：苏州永鼎医院有限公司

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二四年一月

建设单位：苏州永鼎医院有限公司

法人代表（签字）：任爱

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

法人代表（签字）：王爱强

项目负责人：

填表人：

建设单位（盖章）：苏州永鼎医院有限公司

电话：

传真：/

邮编：215000

地址：江苏省苏州市吴江区松陵镇高
新路1388号

编制单位（盖章）：南京瑞森辐射技
术有限公司

电话：

传真：/

邮编：210000

地址：南京市鼓楼区建宁路61号中央
金地广场1幢1317室

目 录

表一 项目基本情况 1

表二 项目建设情况 10

表三 辐射安全与防护设施/措施 24

表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定 42

表五 验收监测质量保证及质量控制 48

表六 验收监测内容 49

表七 验收监测期间生产工况 51

表八 验收监测结论 61

附件1：项目委托书 64

附件2：项目环境影响报告表主要内容 65

附件3：项目环境影响报告表批复文件 75

附件4：辐射安全许可证 77

附件5：辐射安全管理机构及制度 83

附件6：辐射工作人员培训证书及健康证明 108

附件7：个人剂量监测报告 131

附件8：本项目相关情况承诺书 141

附件9：竣工环保验收监测报告 144

附件10：验收监测单位CMA资质证书 168

表一 项目基本情况

建设项目名称	苏州永鼎医院有限公司新增1台医用直线加速器、1台DSA项目竣工环境保护验收监测				
建设单位名称	苏州永鼎医院有限公司 (统一社会信用代码: 913205093021022649)				
建设项目性质	☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建				
建设地点	江苏省苏州市吴江区松陵镇高新路1388号				
源项	放射源		/		
	非密封放射性物质		/		
	射线装置		II类		
建设项目环评批复时间	2023年5月26日	开工建设时间	2023年5月		
取得辐射安全许可证时间	2023年7月27日	项目投入运行时间	2023年7月		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2023年6月	验收现场监测时间	2023年6月28日、8月4日、11月2日		
环评报告表审批部门	江苏省生态环境厅	环评报告表编制单位	南京瑞森辐射技术有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	/	辐射安全与防护设施施工单位	/		
投资总概算	2000万元	辐射安全与防护设施投资总概算	400万元	比例	20%
实际总概算	2000万元	辐射安全与防护设施实际总概算	400万元	比例	20%
验收依据	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》(修订版), 2015年1月1日起实施; (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年修正版), 2018年12月29日发布施行; (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003年10月1日起施行; (4) 《建设项目环境保护管理条例》(修订版), 国务院令第682				

	号，2017年10月1日发布施行； （5）《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，2005年12月1日起施行；2019年修改，国务院令 709号，2019年3月2日施行； （6）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2019年修正本），生态环境部部令 第7号，2019年8月22日起施行； （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5月1日起施行； （8）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），生态环境部令 第16号，2021年1月1日起施行； （9）《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局（环发〔2006〕145号文）； （10）《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，公告 2017年第66号，2017年12月5日起施行； （11）《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），2018年5月1日起实施； （12）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4号，2017年11月20日起施行； （13）《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令 第55号，2007年11月1日起施行； （14）《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]第9号，2018年5月15日印发。 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》（GB 18871-2002）； （2）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （3）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）；
--	--

	(4) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）； (5) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）； (6) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）； (7) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）； (8) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）； (9) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）； (10) 《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）； (11) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； (12) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）。 建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批文件： (1) 《苏州永鼎医院有限公司新增 1 台医用直线加速器、1 台 DSA 项目环境影响报告表环境影响报告表》，南京瑞森辐射技术有限公司，2023 年 4 月，见附件 2； (2) 《关于苏州永鼎医院有限公司新增 1 台医用直线加速器 1 台 DSA 项目环境影响报告表的批复》，审批文号：苏环辐(表)审〔2023〕23 号，江苏省生态环境厅，2023 年 5 月 26 日，见附件 3。		
验收 执行标准	人员年受照剂量限值： (1) 人员年有限剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中所规定的职业照射和公众照射剂量限值： 表1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值 <table><tr><td></td><td>剂量限值</td></tr></table>		剂量限值
	剂量限值		

职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼睛体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。
公众照射	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个连续年的年平均剂量不超过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。
剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即0.1mSv/a~0.3mSv/a）的范围之内。	

（2）根据本项目环评及批复文件确定本项目个人剂量管理目标值，本项目管理目标值见表1-2。

表1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值

项目名称	适用范围	管理目标值
苏州永鼎医院有限公司新增 1 台医用直线加速器、1 台 DSA 项目	职业照射有效剂量	5mSv/a
	公众有效剂量	0.1mSv/a

（3）工作场所辐射剂量率控制水平：

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的要求，6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

按照关注点人员居留因子的不同，分别确定本项目直线加速器机房关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ($\mu\text{Sv/h}$)：

人员居留因子 $T>1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max}\leq2.5\ \mu\text{Sv/h}$ ；

人员居留因子 $T\leq1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max}\leq10\ \mu\text{Sv/h}$ 。

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ:130-2020) 的要求

6.3.1-机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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2.5uSv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于

	仪器响应时间。 本项目DSA机房辐射工作场所周围剂量率当量率控制水平距墙体、门、窗表面30cm的周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h。 辐射管理分区： 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。 1) 控制区 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限值潜在照射的范围。 2) 监督区 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。 工作场所布局要求： 根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的要求，本项目医用直线加速器机房布局应遵循下述要求： 5.1 选址与布局 5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在居民、写字楼和商住两用的建筑物内。 5.1.2 放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。 根据《放射治疗放射防护要求》（GB 121-2020）的要求，本项目医用直线加速器机房布局应遵循下述要求： 6.1 布局要求 6.1.1 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放
--	--

	射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。 6.1.2 放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区。 6.1.3 治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求，其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。 6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。 6.1.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。 6.1.6 X射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路；γ刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。 根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本项目DSA工作场所布局应遵循下述要求：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；机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。 工作场所放射防护安全要求： 根据《放射治疗放射防护要求》（GB 121-2020）的要求，本项目医用直线加速器机房放射防护应遵循下述要求： 6.3 屏蔽要求 6.3.1 治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平 6.3.1.1 治疗机房（不包括移动式电子加速器治疗机房）墙和入
--	--

口门外 30cm 处（关注点）的周围剂量当量率应不大于下述 a）、b）和 c）所确定的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ：

a）使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，由周剂量参考控制水平 $\dot{H}_c$ ，见式（1）：

$$\dot{H}_c \leq H_e / (t \times U \times T) \cdots \cdots \cdots (1)$$

b）按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ：

- 1）人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；
- 2）人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ 。

c）由上述 a）中的导出周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 和 b）中的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ，选择其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ 。

本项目 DSA 机房防护设施应满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求：

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 2 的规定。

表 2 DSA 机房使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d m ²	机房内最小单边长度 ^e m
单管头 X 射线设备 ^b （含 C 形臂，乳腺 CBCT）	20	3.5

^a双管头或多管头 X 射线设备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 射线设备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 射线设备。

^d机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。

^e机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

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小于表 3 的规定。

表 3 DSA 机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

设备类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
标称125kV以上的摄影机房	3.0	2.0

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表3的要求。

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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2.5μSv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。

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。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

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。

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。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

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。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

防护用品及防护设施配置要求：

按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，本
项目 DSA 机房防护用品及防护设施的配置应满足下述要求：

6.5 X射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

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。

表4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	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/铅防护吊帘、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 1：“—”表示不做要求。 注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。				
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 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。 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 0.5mmPb。 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。 安全管理要求及环评要求： 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及环评报告、环评批复中的相关要求。				

表二 项目建设情况

项目建设内容: 苏州永鼎医院有限公司（以下简称医院）位于苏州市吴江区高新路1388号，坐落于东太湖之滨，是一座集医疗、教学、科研、预防、保健、康复等为一体，提供高质量医疗服务、培养高层次医学人才、进行高水平医学研究的三级规模大型综合医院，是苏州市城镇职工医疗保险，新农合（居民）医疗保险医疗保险定点机构和指定转诊医院，苏州市血透惠民政策定点医院、苏州市120急救定点医院、24小时承担突发事件的应急抢救工作。目前，医院开设床位1000余张，医院学科齐全，涵盖内科、外科、妇产科、儿科、中医科、康复科系等十五个临床一级学科，二十五个临床二级学科。医院现有医用射线装置包括陀螺刀、DSA、CT、DR、数字胃肠机、乳腺钼靶机、移动DR、移动C臂机、牙片机、口腔CBCT等。 为了能够更好地为患者服务，提高医院的医疗质量，医院在门急诊医技综合楼北侧新建1座直线加速器机房并配置1台医用直线加速器（型号为：医科达Infinity，X射线能量6、10MV，电子线能量6、8、10、12、15MeV），利用原有的CT定位机（已履行环保手续）配合开展放射治疗；在门急诊医技综合楼裙楼一楼改建1座急诊DSA室并配备1台医用血管造影X射线系统（以下简称DSA，型号为Azurion 7M20，最大管电压125kV，最大管电流1000mA），用于开展医疗诊断和介入治疗。 该项目已于2023年3月完成项目的环境影响评价，于2023年5月26日取得了江苏省生态环境厅关于该项目的环评批复文件（苏环辐(表)审〔2023〕23号）。医院已于2023年7月27日重新申领了辐射安全许可证（证书编号：苏环辐证[01401]），活动种类和范围为：使用I类放射源；使用II类、III类射线装置，有效期至2026年3月16日。 门急诊医技综合楼加速器机房东侧为控制室和水冷机房，南侧为过道，西侧为空地，北侧为停车场，上方无建筑，下方为土层。急诊DSA室东侧为控制室、苏醒室，南侧为污物间、设备间，西侧为室外过道，北侧为室外过道，上方无建筑，下方为土层。 本项目环评报告表详见附件2，环评批复文件详见附件3。

表2-1 新增1台医用直线加速器、1台DSA项目射线装置使用情况

射线装置				
名称	数量	型号	技术参数	工作场所名称
医用直线加速器	1	Infinity型	X射线：6、10MV 电子线：6、8、 10、12、15MeV	门急诊医技综合楼 直线加速器机房
医用血管造影X 射线系统	1	Azurion 7 M20型	最大管电压125kV 最大管电流1000mA	门急诊医技综合楼 急诊DSA室

截至验收监测时，苏州永鼎医院有限公司已在门急诊医技综合楼直线 加速器机房内配备1台Infinity型医用直线加速器，用于肿瘤的放射治疗；在门急诊医技综合楼裙楼急诊DSA室内配备了1台Azurion 7 M20型DSA，用于介入诊断及治疗。

本次验收项目辐射安全与防护设施总投资为200万元，项目环评审批及实际建设情况见表2-2，由表可知，本项目建设情况及周围环境与环评及其审批意见一致。

表2-2 新增1台医用直线加速器、1台DSA项目环评审批及实际建设情况一览表

项目建设地点及其周围环境					
项目内容	环评规划情况			实际建设情况	备注
建设地点	江苏省苏州市吴江区松陵镇高新路1388号			江苏省苏州市吴江区松陵镇高新路1388号	与环评一致
周围环境	苏州永鼎医院有限公司	东侧	祁连路及太湖新城定销公寓房	祁连路及太湖新城定销公寓房	与环评一致
		南侧	高新路	高新路	与环评一致
		西侧	吴模路	吴模路	与环评一致
		北侧	体育路、知青河、在建老年医院及新城国际社区	体育路、知青河、在建老年医院及新城国际社区	与环评一致
	直线加速器机房	东侧	水冷机房和控制室	水冷机房和控制室	与环评一致
		南侧	过道和门急诊医技综合楼	过道和门急诊医技综合楼	与环评一致
		西侧	过道	过道	与环评一致
		北侧	停车场	停车场	与环评一致
		下方	泥土层	泥土层	与环评一致
		上方	/	/	与环评一致

	急诊DSA室	东侧	控制室、苏醒室			控制室、苏醒室			与环评一致	
		南侧	污物间、设备间			污物间、设备间			与环评一致	
		西侧	室外过道			室外过道			与环评一致	
		北侧	室外过道			室外过道			与环评一致	
		下方	泥土层			泥土层			与环评一致	
		上方	/			/			与环评一致	
射线装置										
射线装置 名称	环评建设规模					实际建设规模				
	型号	数量	技术参数	类别	使用场所	型号	数量	技术参数	类别	使用场所
医用直线 加速器	Infinity型	1 台	X射线：6、10MV 电子线：6、8、10、 12、15MeV	Ⅱ类	门急诊医技综合 楼 加速器机房	Infinity型	1 台	X射线：6、10MV 电子线：6、8、10、 12、15MeV	Ⅱ类	门急诊医技综合楼 加速器机房
医用血管 造影X射 线系统	Azurion 7 M20型	1台	最大管电压125kV 最大管电流1000mA	Ⅱ类	门急诊医技综合 楼1楼急诊DSA 室	Azurion 7 M20 型	1台	最大管电压125kV 最大管电流1000mA	Ⅱ类	门急诊医技综合楼 1楼急诊DSA室

废弃物									
名称	环评建设规模								实际建设规模
	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向	
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接进入大气，臭氧常温下50min可自行分解为氧气，对环境影响较小。	与环评一致

源项情况:

一、医用直线加速器

1、辐射污染源项

(1) X 射线: 外照射医用直线加速器以 X 射线模式运行时, 从加速器电子枪里发出来的电子束, 在加速管内经加速电压加速, 轰击到钨金靶上, 产生 X 射线。发射出来的 X 射线主要用于治疗, 治疗剂量与剂量率的大小、加速器电子能量、受照射的靶体材料、电子束流强度、电子入射方向、考察点到源的距离等因素有关。

该院新增的医用直线加速器 X 射线最大能量为 10MV, 由于 X 射线的贯穿能力极强, 将对工作人员、公众及周围环境辐射造成辐射污染。

(2) 电子束: 当医用直线加速器按电子束模式运行时, 从电子枪里发出来的电子束经加速管加速后直接从加速管引出用于治疗病人。产生的电子属初级辐射, 贯穿物质时受物质库仑场的影响, 贯穿深度有限。

医用直线加速器在运行时产生的高能电子束, 因其贯穿能力远弱于 X 射线, 在 X 射线得到充分屏蔽的条件下, 电子束亦能得到足够的屏蔽。因此, 在医用直线加速器电子束治疗时间时, 电子线对周围环境辐射影响小于 X 射线治疗, 可忽略对外环境的影响。

(3) 中子: 当医用直线加速器的 X 射线能量高于 10MV 时, 高能光子会与 X 射线靶、一级准直器、X 射线均整器和治疗准直器多种高原子序数的材料如铅、钨等发生 (γ 、 n) 光核反应, 产生中子辐射。由治疗机头中产生的中子分为两部分: 一部分是混在 X 射线野内的原射快中子和经治疗机头衰减漏射出来的漏射中子组成的直射中子, 另一部分是由治疗室墙壁、天花板、地板多次散射后的散射中子, 散射中子其能量较低。上述中子是放射治疗工作中不需要的, 所以又统称为污染中子。中子的辐射生物效应远高于 X、 γ 射线, 按中子能量高低其辐射权重因子 (WR) 为 5~20, 因此在高能医用电子加速器的防护设计中需要考虑中子的防护。一般情况下, 治疗室墙体、天花板的屏蔽厚度满足了对 X 射线的防护要求时也能够满足对污染中子的防护要求, 但要特别注意散射中子的防护, 散射中子的影响主要考虑其对防护门的影响。

(4) 放射性固废: 医用直线加速器靶物质 (件) 以及机头等金属部件由于

受电子的轰击会产生较强的感生放射性，机器退役（约使用 10 年）后更换下来的废靶件等应作为放射性废物处理。

因此，本项目医用直线加速器开机期间，产生的 X 射线为主要辐射环境污染因素。

2、非辐射污染源项

（1）废气：医用直线加速器在工作状态时，会使治疗室内的空气产生电离，产生臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物可通过通风系统排出治疗室，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

（2）废水：主要是工作人员产生的生活污水，将进入医院污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。

（3）固体废物：主要是工作人员产生的生活垃圾，经分类收集后，交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

二、DSA

1、辐射污染源项

由本项目工作原理和 workflows 可知，本项目新增 1 台 DSA 主要产生以下污染：

电离辐射：DSA 在工作状态下会发出 X 射线，本项目配置的 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA，其主要用作血管造影检查及配合介入治疗，DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，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。从而降低了造影所需的 X 射线能量，再加上一次血管造影检查需要时间很短，因此血管造影检查的辐射影响较小。而介入治疗需要长时间的透视和大量的摄片，对病人和医务人员有一定的附加辐射剂量。

DSA 产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目的 DSA 只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。因此，在开机出束期间，X 射线是主要污染因子。

（1）有用线束

本项目 DSA 的有用线束透射方向为由下至上。有用线束的射线能量、强度与 X 射线管靶物质、管电压、管电流有关。DSA 具有自动照射量控制调节功能（AEC），摄影时，如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，照射量率减小；如果受检者体型较胖，功率自动增强，照射量率增大。为了防止球管烧毁并延长其使用寿命，实际使用时，管电压和管电流通常留有一定的裕量。根据医院提供资料，DSA 正常运行时，透视模式的工况为（60～80）kV/（5～20）mA，拍片模式的工况为（60～80）kV/（100～500）mA。

DSA 运行时离靶 1 米处的 X 射线发射率根据运行时管电压和 DSA 的 X 射线管的过滤条件从《辐射防护导论》（方杰著）附图 3 中查取。本项目 DSA 过滤板为 2.5mmAl，查《辐射防护导论》附图 3，额定电压为 125kV 时，离靶 1 米处的发射率约为 10mGy · m²/mA · min；本项目正常运行时最大电压为 80kV，离靶 1 米处的发射率约为 5mGy · m²/mA · min。

（2）泄漏射线

根据国际放射防护委员会第 33 号出版物《医用外照射源的辐射防护》“（77）用于诊断目的的每一个 X 射线管必须封闭在管套内，以使得位于该套管内的 X 射线管在制造厂规定的每个额定值时，离焦点 1m 处所测得的泄漏辐射在空气中的比释动能不超过 1 mGy/h”（在距离源 1m 处不超过 100cm²的面积上或者在离管或源壳 5cm 处的 10cm²面积上进行平均测量），《医用电气设备 第 1 部分：基本安全和基本性能的通用要求》（GB 9706.1-2020）中的相应要求，取本项目 DSA 离焦点 1m 处的泄漏辐射空气比释动能率为 1.0mGy/h。

（3）散射线

本项目 DSA 的散射线主要考虑有用线束照射到受检者人体产生的侧向散射线，其强度与有用线束的 X 射线能量、X 射线机的输出量、散射面积和距离等有关。

工作负荷：根据医院提供的资料，每 1 台 DSA 的工作负荷情况见表 2-3。

表2-3 DSA工作负荷

（1）透视			
手术类别	年开展工作量	每台手术 透视曝光时间	年透视曝光时间
心脏介入	100台	约15min	约25h

神经介入	40台	约20min	约13.3h		
综合介入	150台	约20min	约50h		
小计	/	/	约88.3h		
(2) 拍片					
手术类别	年开展工作量	单次采集时	单台手术采集次数	单台手术最大采集时间	年采集时间
心脏介入	100台	0.5~1s	6~10次	约0.2min	约0.3h
神经介入	40台	0.5~1s	4~10次	约0.2min	约0.1h
综合介入	220台	0.5~1s	7~15次	约0.3min	约1.1h
小计	/	/	/	/	约1.5h
总 计					约89.8h
本项目新增 1 台 DSA，配备 4 名辐射工作人员，辐射工作人员年工作 250 天。					
2、非放射性污染					
1、废气：DSA 在工作状态时，会使机房内的空气电离产生少量臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物可通过通风系统排至室外，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。					
2、废水：主要是工作人员产生的生活污水，将进入医院污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网，对周围环境影响较小。					
3、固体废物：DSA 手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在机房内的废物桶，手术结束后集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置；工作人员产生的生活垃圾进行分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。					
工程设备与工艺分析：					
1、工作原理					
• 新建 1 台医用直线加速器项目					
放疗是癌症三大治疗手段之一。是用各种不同能量的射线照射肿瘤，以抑制和杀灭癌细胞的一种治疗方法。放疗可单独使用，也可与手术、化疗等配					

合，作为综合治疗的一部分，以提高癌症的治愈率。放疗的基本目的是努力提高放疗的治疗增益比，即最大限度地将放射线的剂量集中到病变（靶区）内，而使周围的正常组织和器官少受或免受不必要的照射。

医用直线加速器是实现放疗的最常见设备之一，医用直线加速器是利用具有一定能量的高能电子与大功率微波的微波电场相互作用，从而获得更高的能量。这时电子的速度增加不大，主要是质量不断变大。电子直接引出，可作电子线治疗，电子打击重金属靶，产生韧致辐射发射 X 射线，作 X 射线治疗。

医用直线加速器至少要包括，一个加速场所（加速管），一个大功率微波源和波导系统，控制系统，射线均整和防护系统。医用直线加速器按照微波传输的特点分为行波和驻波两类，其基本结构和系统包括电子枪、微波功率源（磁控管或者速调管）、波导管（隔离器、RF（射频微波源）监测器、移相器、RF 吸收负载、RF 窗等）、DC 直流电源（射频发生器、脉冲调制器、电子枪发射延时电路等）、真空系统（真空泵）、伺服系统（聚焦线圈、对中线圈）、偏转系统（偏转室、偏转磁铁）、剂量监测系统、均整系统、射野形成系统等，分别安装于治疗头、固定机架、旋转机架、治疗床、控制台等处。

苏州永鼎医院有限公司于院区内门急诊医技综合楼北侧加速器机房新增的医用直线加速器，型号为 Elekta Infinity 型，其电子线最大能量为 15MeV；X 射线能量为 6、10MV，最大剂量率为 1400cGy/min（6MV，FFF 模式）。该型号医用直线加速器设备外观见图 2-1。



图 2-1 本项目医用直线加速器设备外观图

• 改建 1 台 DSA 项目

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 形臂 X 光机，DSA 由 X 射线发生装置，包括 X 射线球管及其附件、高压发生器、X 射线控制器等，和图像检测系统，包括光栅、影像增强管、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。

数字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 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，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；节省胶片使造影价格低常规造影。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

介入治疗是在医学影像设备的引导下，通过置入体内的各种导管（约 1.5-2

毫米粗)的体外操作和独特的处理方法,对体内病变进行治疗。介入治疗具有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点,目前,基于数字血管造影系统指导的介入治疗医生已能把导管或其他器械,介入到人体几乎所有的血管分支和其他管腔结构(消化道、胆道、气管、鼻管、心脏等),以及某些特定部位,对许多疾病实施局限性治疗。

苏州永鼎医院有限公司配备的 1 台 Azurion 7M20 型医用血管造影 X 射线系统,其最大管电压为 125kV,最大输出电流为 1000mA。该型号 DSA 设备外观见图 2-2。



图 2-2 本项目 DSA 设备外观图

2、工作流程及产污环节

- 新建 1 台医用直线加速器项目
- 1) 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;
- 2) 固定患者体位: 在利用医用直线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;
- 3) 技师离开治疗室, 进入控制室, 根据TPS计划进行出束治疗;

4) 治疗结束后，关机，打开治疗室防护门，患者离开治疗室。

医用直线加速器放疗流程及产污环节如图2-3所示。

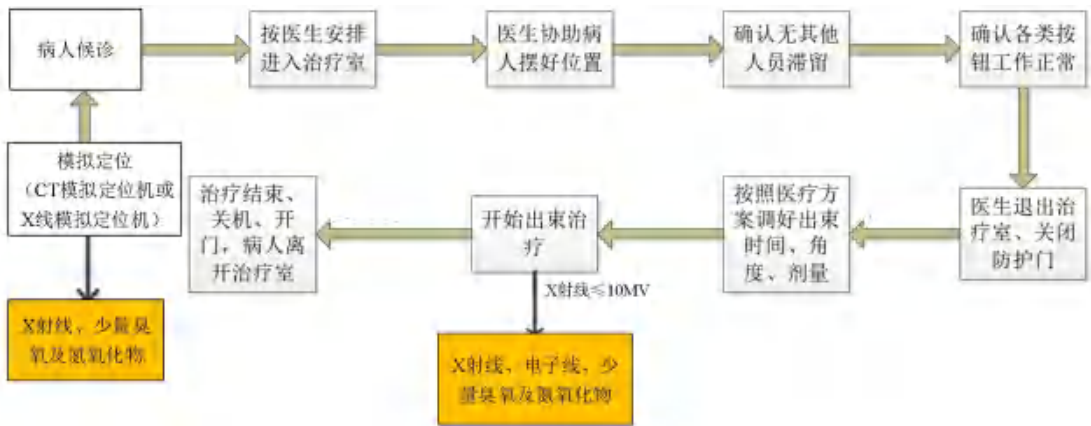


图2-3医用直线加速器放疗工作流程及产污环节示意图

• 改建 1 台 DSA 项目

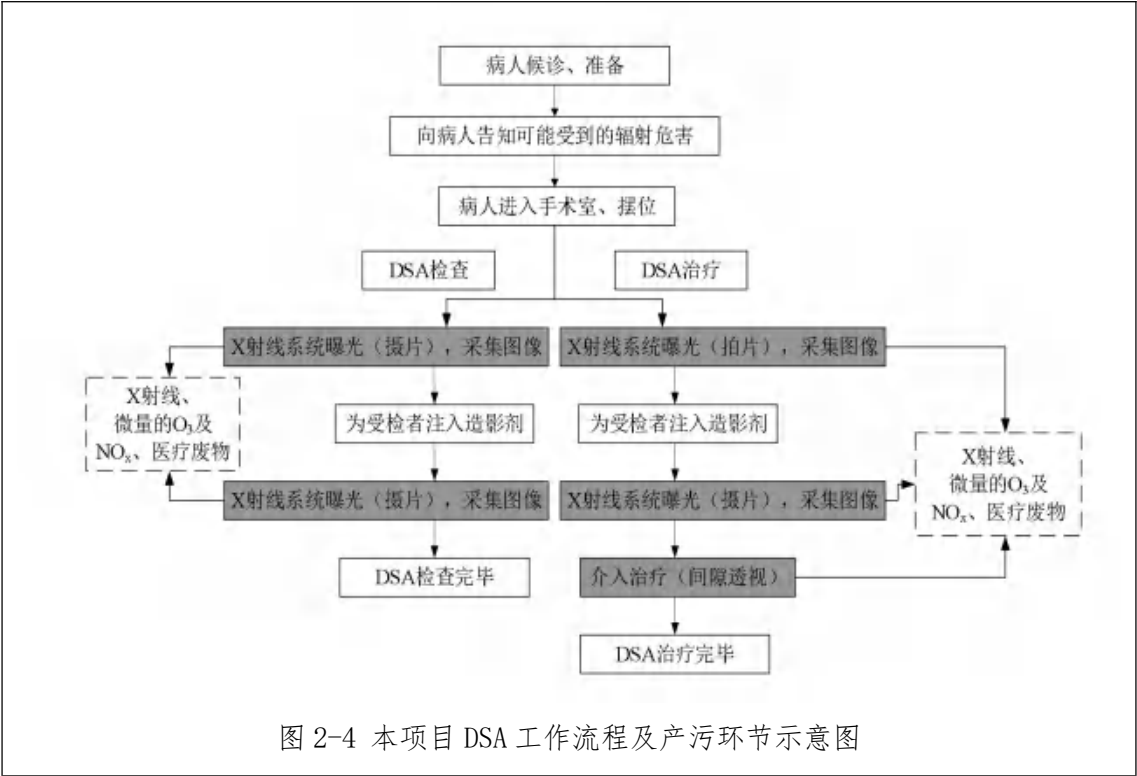
患者在进行DSA诊断和在DSA引导下进行介入治疗时，先仰卧进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺动脉，送入引导钢丝及扩张血管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在X射线透视下将导管送达静脉，顺序取血测定静、动脉，并留摄片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。本项目DSA在进行曝光时分为两种情况：

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

第二种情况：引导介入治疗。病人需要进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在机房内对病人进行直接的介入手术操作。

本项目采用先进的数字显影技术，电脑成像，不使用显（定）影液，不产生废显影液、废定影液和废胶片。注入的造影剂不含放射性。设备运行过程中产生的污染物主要为X射线、少量臭氧和氮氧化物以及手术过程中产生的医疗废物。

本项目DSA工作流程及产污环节如下图2-4：



表三 辐射安全与防护设施/措施

辐射安全与防护设施/措施

1、工作场所布局

- 新建 1 台医用直线加速器项目

选址：本项目直线加速器机房位于院区内门急诊医技综合楼北侧，机房该建筑为 1 层独立结构，周围无儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中关于选址的规定。

布局：本项目直线加速器机房东侧为水冷机房和控制室、南侧为室内过道和候诊区，西侧为室外过道，北侧为停车场，上方无建筑，下方为泥土层。直线加速器机房控制室位于机房东侧，与治疗室分离，治疗室面积（不含迷道及设备隔间）约为41.46m²，加速器机房设置直形迷路，迷路口设置有防护门，本项目加速器机房布局符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的标准要求，布局合理。

辐射防护分区：本项目将负一层加速器机房治疗室、迷道及设备隔间作为辐射防护控制区，将控制室、水冷机房、候诊区划为辐射监督区，本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目加速器机房平面布置及分区示意图见图3-1。

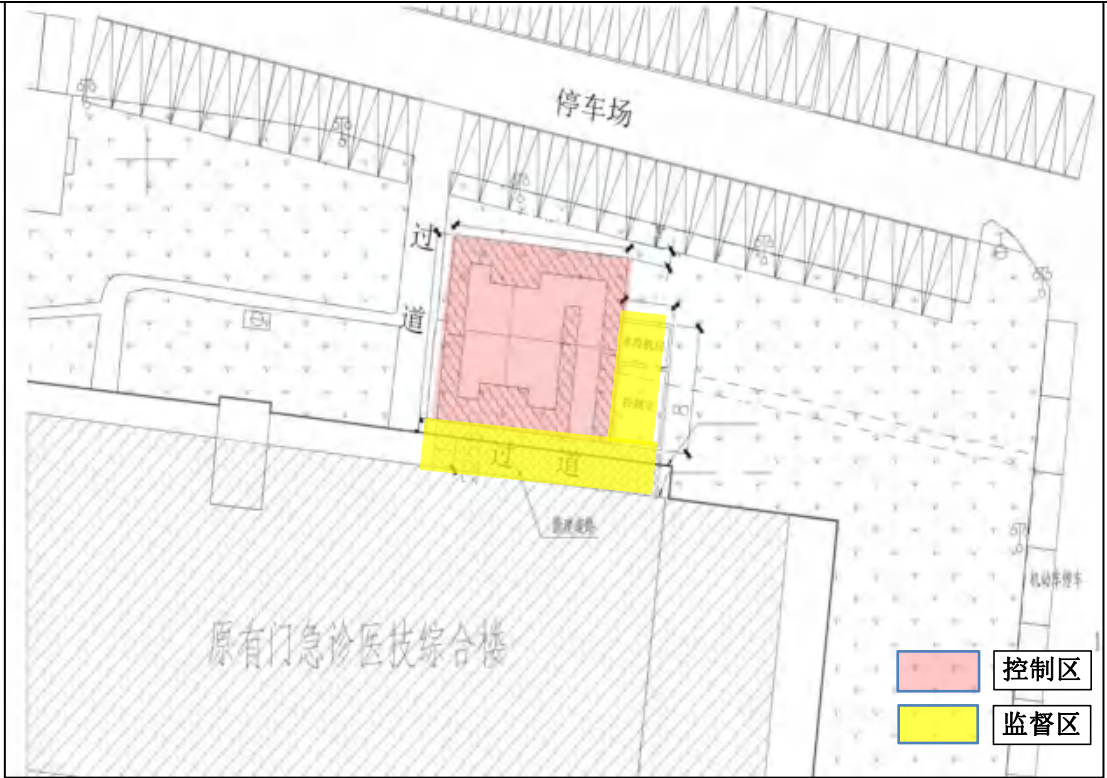


图 3-1 苏州永鼎医院有限公司加速器机房平面布置及分区示意图

• 改建 1 台 DSA 项目

布局：本项目在门急诊医技综合楼裙楼改建1座急诊DSA室，配备1台 DSA，用于介入诊断及治疗。急诊DSA室东侧为控制室及苏醒室，南侧为污物间、设备间及过道，西侧、北侧均为室外过道，机房为单层建筑无上方，楼下为土层。急诊DSA室南北长7.36m，东西长5.62m（最小单边长度），面积约为41.36m²（有效使用面积）。急诊DSA室控制室与机房分开布置，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求，布局合理。

表3-1 本项目射线机房最小面积及单边长度一览表

设备机房	机房实际面积 (m ²)	最小有效面积要求 (m ²)	最小单边长度要求 (m)	评价
急诊 DSA 室	7.36×5.62=41.36	20	3.5	满足

辐射防护分区：本项目将 DSA 所在机房作为辐射防护控制区，与机房相邻的控制室划为监督区，辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目 DSA 机房平面布置及分区示意图见图 3-2。



图3-2 苏州永鼎医院有限公司急诊DSA室周围平面布置及分区示意图

2、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目直线加速器机房屏蔽设施建设情况见表3-2。

表3-2 医用直线加速器机房屏蔽防护落实情况一览表

参数		环评要求防护设计	落实情况	备注
东墙	迷道内墙	120cm混凝土	120cm混凝土	已落实
	迷道外墙	150cm混凝土	150cm混凝土	已落实
南墙	主屏蔽区	180cm+120cm=300cm混凝土（宽度为400cm）	300cm混凝土（宽度为400cm）	已落实
	次屏蔽区	180cm混凝土	180cm混凝土	已落实
西墙	侧屏蔽墙	150cm混凝土	侧屏蔽墙	已落实
北墙	主屏蔽区	180cm+120cm=300cm混凝土（宽度为400cm）	300cm混凝土（宽度为400cm）	已落实
	次屏蔽区	180cm混凝土	180cm混凝土	已落实

屋顶	主屏蔽区	180cm+120cm=300cm混凝土（宽度为400cm）	300cm混凝土（宽度为400cm）	已落实
	次屏蔽区	180cm混凝土	180cm混凝土	已落实
防护门		20mmPb	15mmPb+10cm含硼5%聚乙烯	已落实

注：铅密度为11.3g/cm³，混凝土密度为2.35g/cm³。

本项目1楼急诊DSA室屏蔽设施建设情况见表3-3。

表3-3 1楼急诊DSA室屏蔽防护设计及落实情况一览表

参数	环评要求防护设计	落实情况	换算铅当量（mmPb）	标准（mmPb）	符合性	备注
四侧墙体	24cm实心砖墙+3mm铅板	24cm实心砖墙+3mm铅板	5.3	2	符合	已落实
防护门	3.0mm铅板	3.0mm铅板	3	2	符合	已落实
观察窗	3.0mmPb铅玻璃	3.0mmPb铅玻璃	3	2	符合	已落实
顶面	15cm混凝土+3mm铅板	15cm混凝土+3mm铅板	4.9	2	符合	已落实
地面	15cm混凝土+3mm硫酸钡水泥	15cm混凝土+3mm硫酸钡水泥	5.0	2	符合	已落实

注：实心砖密度为1.65g/cm³，混凝土密度为2.35g/cm³，硫酸钡涂料密度为3.2g/cm³，铅的密度为11.35g/cm³。

3、辐射安全与防护措施

（1）工作状态指示灯和电离辐射警告标志

本项目直线加速器机房、急诊DSA室防护门防护大门上方设置工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；防护门处均粘贴电离辐射警告标志和中文警示说明，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规范的电离辐射警告标志的要求。电离辐射警告标志见图3-3。患者防护门设有防夹装置，控制室防护门设有自动闭门装置。



(a) 急诊DSA室防护大门



(b) 直线加速器机房防护门

图3-3 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

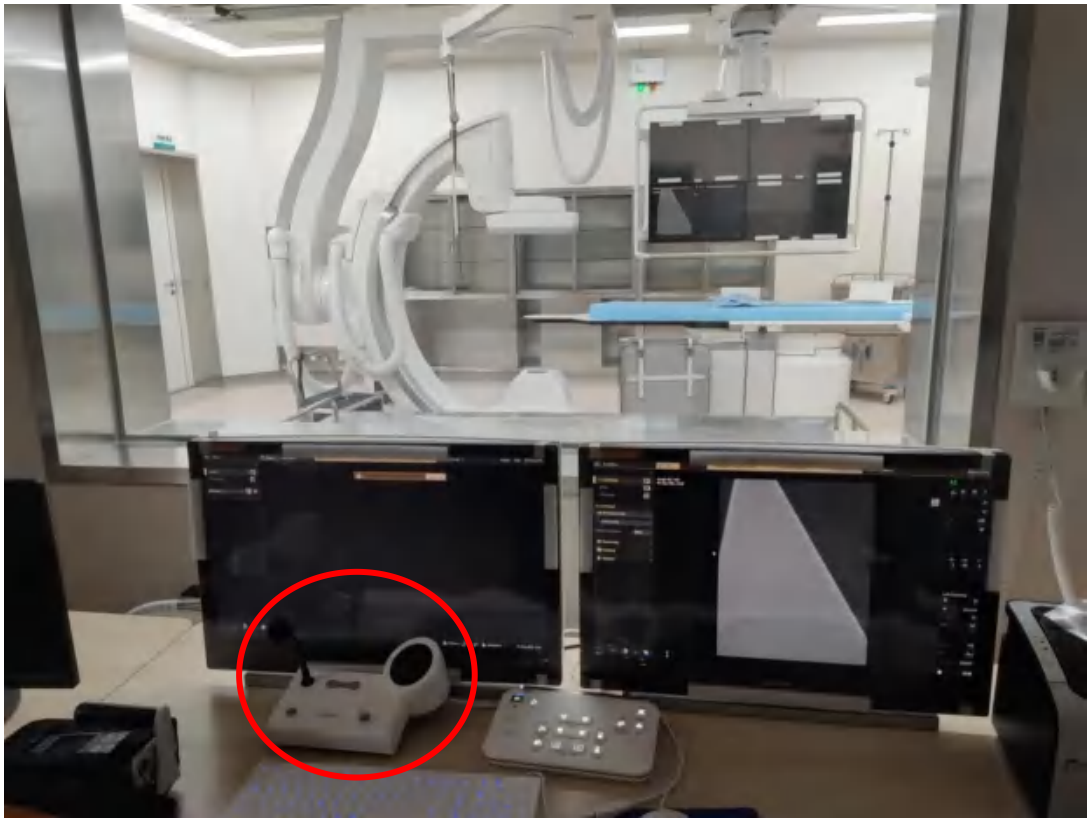
(2) 门机联锁或门灯联锁

本项目急诊DSA室的工作状态指示灯能与机房门有效关联，防护大门闭合时工作状态指示灯亮。现场检查门机联锁和门灯联锁装置运行正常。

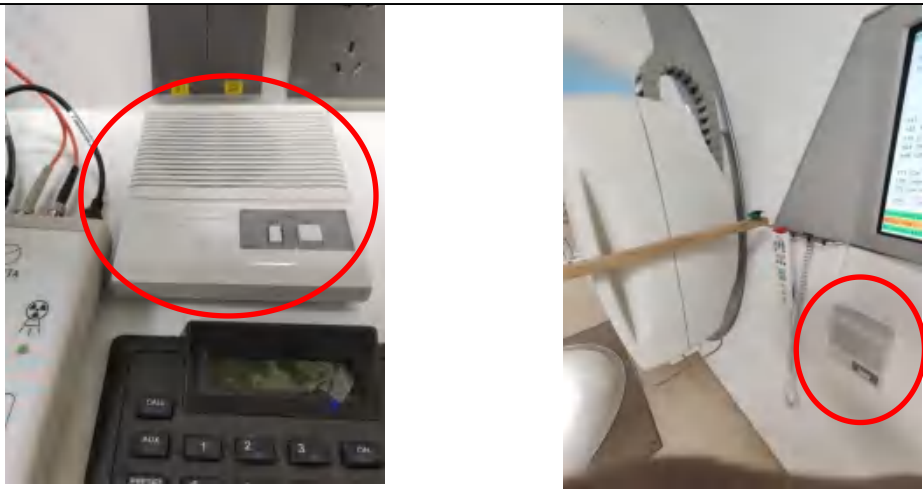
本项目直线加速器机房防护门设置有门机联锁装置，只有防护门关闭到位时才能启动设备工作。正常开机状态下，意外打开防护门，医用直线加速器即便停止出束，现场检查门机联锁装置运行正常。

(3) 观察和对讲系统

医院在直线加速器机房、急诊DSA室与其控制室内设置双向语音对讲装置，且急诊DSA室控制台处安装有观察窗，在诊断过程中医务人员可以及时观察病人情况和与病人交流，保证诊断质量和防止意外情况的发生。经现场核查，该对讲系统运行正常。机房对讲系统和急诊DSA室观察窗见图3-4。



(a) 急诊DSA室观察窗和对讲装置

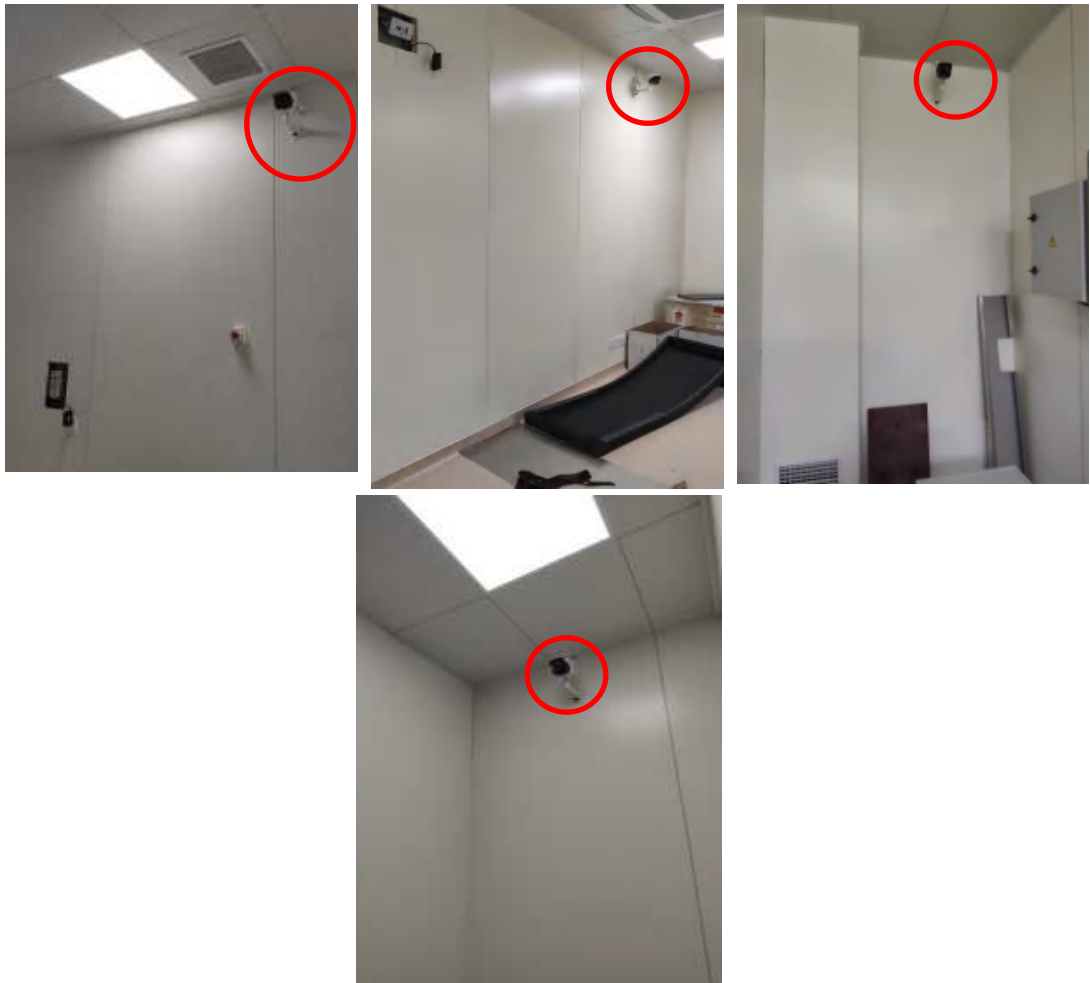


(b) 加速器机房对讲装置

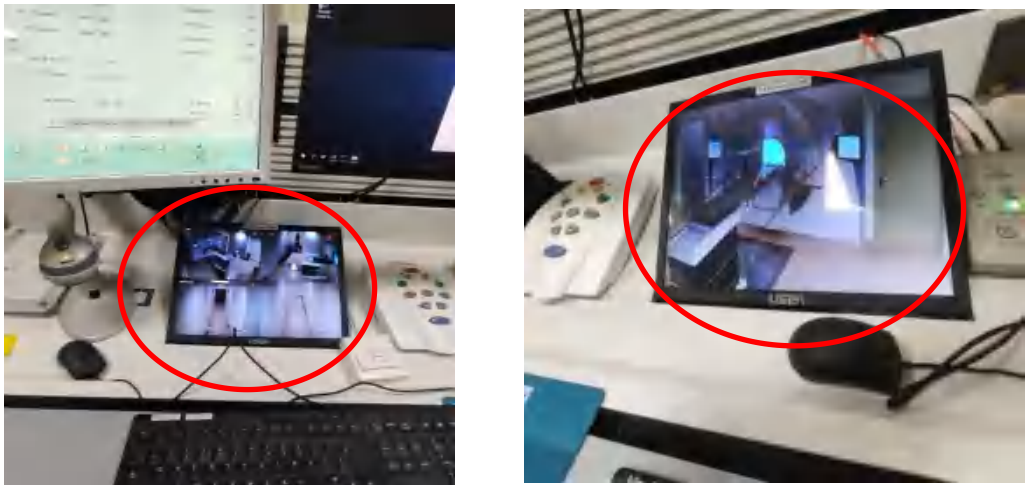
图3-4 观察窗和对讲系统

医院为防止诊疗过程中的误操作、防止工作人员和公众受到意外照射，在直线加速器机房治疗室内和迷路均设置了监控装置（共2个），除迷路处得监控外，其余监控装置均位于加速器治疗室西墙上侧，监控装置做到了全方位无死角，监控装置显示终端设置在控制室内，便于观察到患者状态，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中的相关要求。直线加速器机房监控装置见图3-5。





(a) 监控摄像头



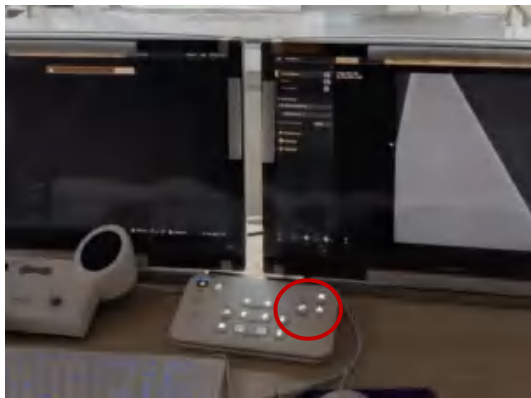
(b) 操作间内监控显示终端

图3-5 直线加速器机房监控装置

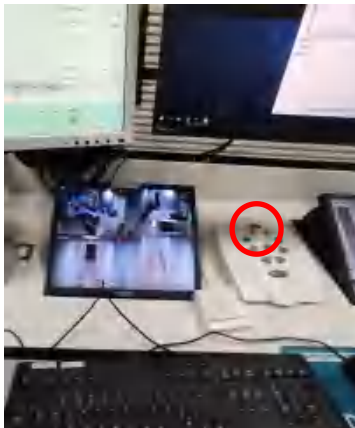
(4) 急停按钮

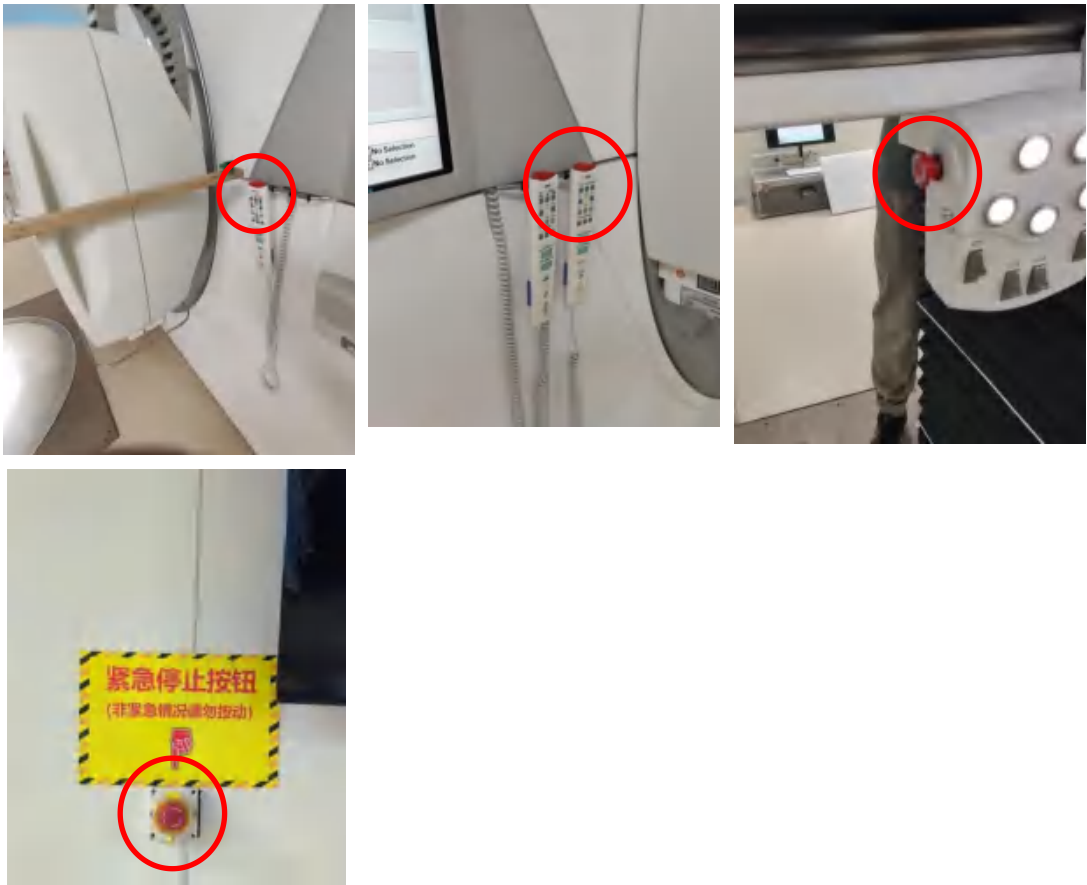
急诊DSA室内设备上及控制台上均设有急停按钮，当出现紧急情况时，按

下急停按钮即可关闭设备。加速器机房入口处迷路内、控制室及机房内设备上均设有急停按钮，经验证检查，按下DSA设备上的急停开关，DSA即可停止出束；按下医用直线加速器机房控制室操作键盘的急停开关，医用直线加速器即可停止工作。急停装置见图3-6。



急诊DSA室





直线加速器机房
图3-6 急停按钮

(5) 人员监护

医院为急诊DSA室和直线加速器机房分别配备4名和4名辐射工作人员（均已参加辐射安全与防护培训并且考核合格，名单见表3-4），并对其进行健康体检及个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

表3-4 本项目配备的职业人员名单

姓 名	性别	学历	工种	培训合格证书编号	工作场所	备注
王永才	男	硕士	医师	FS23JS0200013	放射治疗	/
付帅	男	本科	技师	FS22HI0200033	放射治疗	/
王金水	男	本科	物理师	FS23JS0200292	放射治疗	/
刘香平	女	本科	物理师	FS21HE0200002	放射治疗	/
杨永海	男	本科	医师	FS23JS0100999	介入治疗	/

王路	男	本科	医师	FS23JS0101000	介入治疗	/
戴亮	男	专科	技师	FS24JS0100091	介入治疗	/
胡万英	女	专科	护师	FS23JS0100960	介入治疗	/

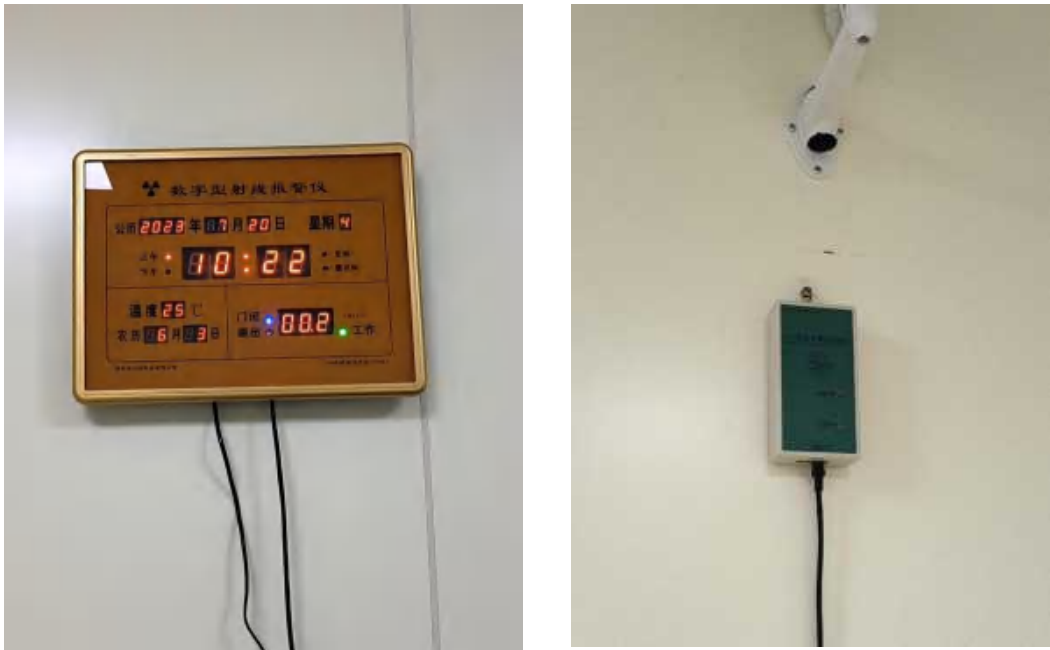
医院已为本项目配备了固定式剂量报警仪1套、辐射巡测仪1台及个人剂量报警仪4台，见图3-7。工作人员均配备了个人剂量计，均参加了职业健康检查及辐射安全与防护知识培训后上岗操作。



(a) 辐射巡测仪



(b) 个人剂量报警仪



(c) 固定式剂量报警仪

图3-7 辐射监测仪器

(6) 防护用品

医院已为介入科配备防护铅衣、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等防护用品，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关要求。本项目配备的个人防护用品见图3-8，清单见表3-5。

表3-5 本项目配备的个人防护用品清单

防护用品	防护参数（mmPb）	数量	购买日期	备注
铅橡胶围裙	0.5	3	2023.07	工作人员使用
铅橡胶帽子	0.5	3	2023.07	
铅橡胶颈套	0.5	3	2023.07	
介入防护手套	0.025	3	2023.07	
铅防护眼镜	0.5	3	2023.07	
铅悬挂防护屏	0.5	1	2023.07	
铅防护吊帘	0.5	1	2023.07	
床侧防护帘	0.5	1	2023.07	
铅屏风	2.0	1	2023.07	

铅橡胶围裙	0.5	1	2023.07	受检者 使用
铅橡胶帽子	0.5	1	2023.07	
铅橡胶颈套	0.5	1	2023.07	

医院应使工作人员了解所使用的防护用品的性能和使用方法，对工作人员正确使用防护用品进行指导，对所有防护用品均应妥善保管，不要折叠存放，以防止断裂，使用的个人防护用品每年至少自行检查1次，防止因老化、断裂或损伤而降低防护质量，若发现老化、断裂或损伤自行及时更换。



图3-8 个人防护用品

4、“三废”治理情况

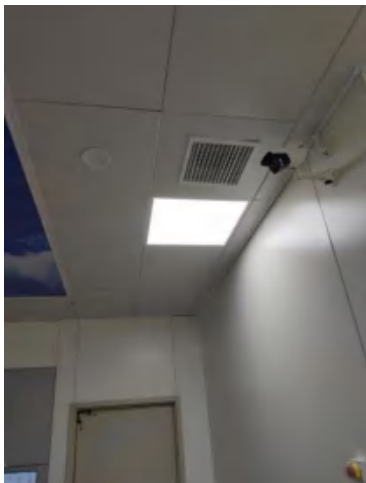
①废气

本项目加速器机房通过新风系统、中央空调和排风系统进行通风换气和温度调节，新风口和中央空调均设置于机房天花板上，排风口设置于治疗室东北角南墙下方，排风口下沿距地面约 30cm 处，排风口使用强排风通向医院排烟风管道最后排向室外。排风口尺寸为 30cm×30cm，加速器治疗室排风口排风速率为 1.88m/s，治疗室容积为 143.1m³，由此可知治疗室内空气每小时交换次数为 4.25 次，符合相关标准的要求。医院在日常工作中，应加强机房内的通风管理，确保机房

通风效果满足相关要求。加速器机房通风装置见图 3-9。



(a) 排风口



(b) 新风口

图 3-9 加速器机房内通风装置

本项目 DSA 机房内空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过新风系统排风功能排至室外，排风口设置于机房吊顶上，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。排风口照片见图 3-10。

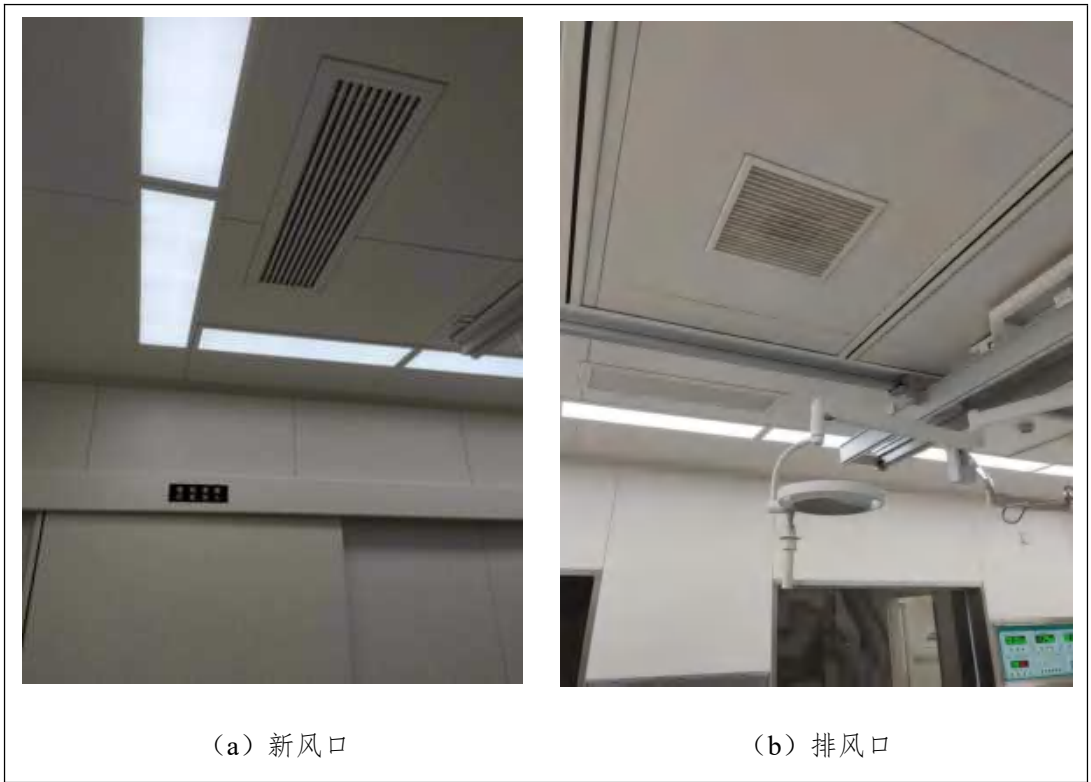


图 3-10 急诊DSA室新、排风口现场照片

②固废

本项目工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理。

③废水

本项目工作人员产生的生活废水，进入医院污水处理系统，处理达标后排入城市污水管网。

本项目非放射性三废的产生及治理情况属于环评及其批复的建设范围内，无变动情况。

表3-5 新增1台医用直线加速器、1台DSA项目项目环评及批复落实情况一览表

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全管理	管理机构：建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于1名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。医院已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。	已建立辐射安全与环境管理机构，以制度形式明确了管理人员职责。	已落实
	管理制度：制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。	已制定以下管理制度：《辐射安全防护管理制度》、《辐射场所防护监测方案》、《辐射防护和安全保卫管理规定》、《辐射工作人员安全培训和工作制度》、《辐射安全防护制度》、《放射工作人员、工作场所剂量监测方案》、《射线装置使用登记、台账管理制度》等	已落实
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：医用直线加速器机房采用混凝土一体浇筑，DSA机房四侧墙体采用实心砖+铅板、顶部采用混凝土+铅板、地面采用混凝土+硫酸钡水泥进行辐射防护，各防护门均采用铅防护门，观察窗均为铅玻璃观察窗进行辐射防护。	严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度，确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中相应的剂量限值要求。	本项目直线加速器机房、急诊DSA室，在正常工作条件下运行时，工作场所周围所有监测点位的X-γ辐射周围剂量当量率均能满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求。	已落实
	安全措施（联锁装置、警示标志、工作指示灯等）：医用直线加速器机房设置门机联锁装置，并设置急停按钮、视频监控系统及对讲装置，防护门外设置电离辐射警告标志和工作状态指示	定期检查辐射工作场所工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。	医用直线加速器机房防护门、DSA机房防护门处设置电离辐射警告标志，同时在负一层加速器机房、DSA机房门口设置工作状态指示灯，医用直线加速器机房设置门	已落实

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	灯，医用直线加速器机房拟设置从室内开启治疗机房门的装置，防护门拟设有防挤压功能，治疗室迷道口拟设固定式剂量报警仪。加速器机房内拟设置强制排风系统，进风口拟设在放疗机房上部，排风口拟设在放疗机房下部，进风口与排风口位置拟对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数拟不小于4次/h。 DSA机房入口处均拟设置“当心电离辐射”警告标志，防护大门上方设置工作状态指示灯；DSA机房设有闭门装置，机房内外均设置有急停按钮；DSA机房内设置动力通风装置。		机联锁装置，DSA机房设置门灯联锁装置，并设置急停按钮及对讲装置。	
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，考核合格后上岗。	对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗，建立个人剂量档案和职业健康档案，配备必要的个人防护用品。	辐射工作人员均已取得辐射安全与防护知识考核合格证书，详见附件6。	已落实
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过3个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		医院已委托苏州市疾病预防控制中心对辐射工作人员进行个人剂量监测，详见附件7。	
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于1次/2年），并建立放射工作人员职业健康档案。		医院已组织辐射工作人员定期进行职业健康体检，体检合格后上岗操作。已建立职业健康档案。体检详见附件6。	
监测仪器和防护用品	配备辐射巡测仪1台。	配备环境辐射剂量巡测仪，定期对项目周围辐射水平进行检测，及时解决发现的问题。	医院配备有固定式剂量报警仪1套、辐射巡测仪1台及个人剂量报警仪4台。	已落实

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	配备个人剂量报警仪4台。	辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。		
辐射监测	/	每年委托有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1~2 次。	每年请有资质单位对辐射工作场所进行监测。	已落实

表四 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： 1、环境影响报告书（表）主要结论与建议 表13 结论与建议 结论 一、项目概况 项目名称：苏州永鼎医院有限公司新增1台医用直线加速器、1台DSA项目 建设单位：苏州永鼎医院有限公司 建设地点：江苏省苏州市吴江区松陵镇高新路1388号 建设内容与规模： 医院拟在门急诊医技综合楼北侧新建1座加速器机房并配置1台医用直线加速器（型号为：医科达Infinity，X射线能量6、10MV，电子线能量6、8、10、12、15MeV），利用原有的CT定位机配合开展放射治疗；拟在门急诊医技综合楼裙楼一楼改建1座DSA检查室并配备1台DSA（型号为Azurion 7M20，最大管电压125kV，最大管电流1000mA），用于开展医疗诊断和介入治疗。医用直线加速器和DSA均为Ⅱ类射线装置。 二、产业政策相符性 本项目新增1台医用直线加速器、1台DSA，对照《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修改），不属于其中“禁止类”、“淘汰类”项目，符合当前国家的产业政策。 三、实践正当性 本项目的运行，具有良好的社会效益和经济效益，经落实辐射防护屏蔽设计和安全管理措施后，本项目的建设和运行对受照个人和社会公众所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。 四、选址合理性 苏州永鼎医院有限公司位于江苏省苏州市吴江区松陵镇高新路1388号，医院东侧为祁连路及太湖新城定销公寓房，南侧为高新路，西侧为吴模路，北侧为体育路、知青河、在建老年医院及新城国际社区。
--

医院本次新增1台医用直线加速器、1台DSA项目主要包括：

1、于门急诊医技综合楼北侧新建1座医用直线加速器机房及配套设施用房并配置1台医用直线加速器。加速器拟建址东侧为空地，南侧为过道及门急诊医技综合楼，西侧为过道，北侧为停车场。机房上方无建筑，下方为土层。

2、于门急诊医技综合楼裙楼一楼改建1座DSA检查室及配套设施用房并配备1台DSA。DSA检查室拟建址东侧为控制室，南侧由东向西依次为苏醒室、设备间、污物间，西侧、北侧均为门急诊医技综合楼裙楼楼外过道。DSA拟建址楼上无建筑，下方为土层。

本项目医用直线加速器机房、DSA检查室周围50m评价范围东侧、南侧均位于医院范围内，西侧至院外吴模路，北侧至知青河北岸。项目运行后的环境保护目标主要是本项目医用直线加速器、DSA辐射工作人员、评价范围内其他医务人员、病患和其他公众等；新增1台医用直线加速器、1台DSA项目周围50m评价范围内均无学校、居民区等环境敏感点。

五、辐射环境现状评价

苏州永鼎医院有限公司新增1台医用直线加速器拟建址及其周围环境 γ 辐射剂量率为51nGy/h~73nGy/h，新增1台DSA拟建址及其周围环境 γ 辐射剂量率为58nGy/h~75nGy/h，均处于江苏省环境天然 γ 辐射剂量本底水平涨落范围内，属于江苏省环境天然 γ 辐射剂量本底水平。

六、环境影响评价

根据预测估算结果，苏州永鼎医院有限公司新增1台医用直线加速器、1台DSA项目在落实本报告提出的各项辐射安全与防护措施的情况下，项目投入运行后对辐射工作人员和公众所受辐射剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众年有效剂量限值要求以及本项目管理目标限值要求（职业人员年有效剂量不超过5mSv，公众年有效剂量不超过0.1mSv）。

七、“三废”的处理处置

医用直线加速器机房、DSA检查室内的空气在X射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气，臭氧常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小；工作人员和部分患者产生的生活污水，

由院内污水处理站统一处理；工作人员和病人产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小；本项目DSA手术过程中产生的棉签、纱布、手套、器具等医疗废物暂存在机房内的废物桶，手术结束后集中收集，作为医疗废物由医院统一委托有资质单位进行处置。

八、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

苏州永鼎医院有限公司拟配备的1台医用直线加速器的X射线最大能量为10MV，电子线最大能量为15MeV，医用直线加速器开机期间，产生的X射线为主要辐射环境污染因素。本项目医用直线加速器机房入口处拟设置“当心电离辐射”警告标志、工作状态灯和门机联锁装置，机房内外均设置有急停按钮及监控装置，控制室通过监视器与对讲机与治疗室联络，医用直线加速器机房拟设置从室内开启治疗机房门的装置，防护门拟设有防挤压功能，治疗室迷道口拟设置固定式剂量报警仪，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的安全管理要求。

医院拟配备的DSA最大管电压125kV、最大管电流1000mA，DSA开机期间，产生的X射线为主要辐射环境污染因素。本项目DSA机房入口处拟设置“当心电离辐射”警告标志和工作状态灯，DSA机房设有闭门装置，射线装置机房内外均设置有急停按钮，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的安全管理要求。

九、辐射安全管理评价

苏州永鼎医院有限公司已设立辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以医院内部文件形式明确其管理职责。医院拟制定辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，建立符合本院实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

苏州永鼎医院有限公司需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。苏州永鼎医院有限公司已配备辐射巡测仪1台、并拟为本项

目配备个人剂量报警仪共4台。此外，公司应根据相关标准要求，为医用直线加速器、DSA项目工作人员和受检者配备足够数量的个人防护用品和辅助防护设施。

综上所述，苏州永鼎医院有限公司新增1台医用直线加速器、1台DSA项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护角度论证，本项目的建设 and 运行是可行的。

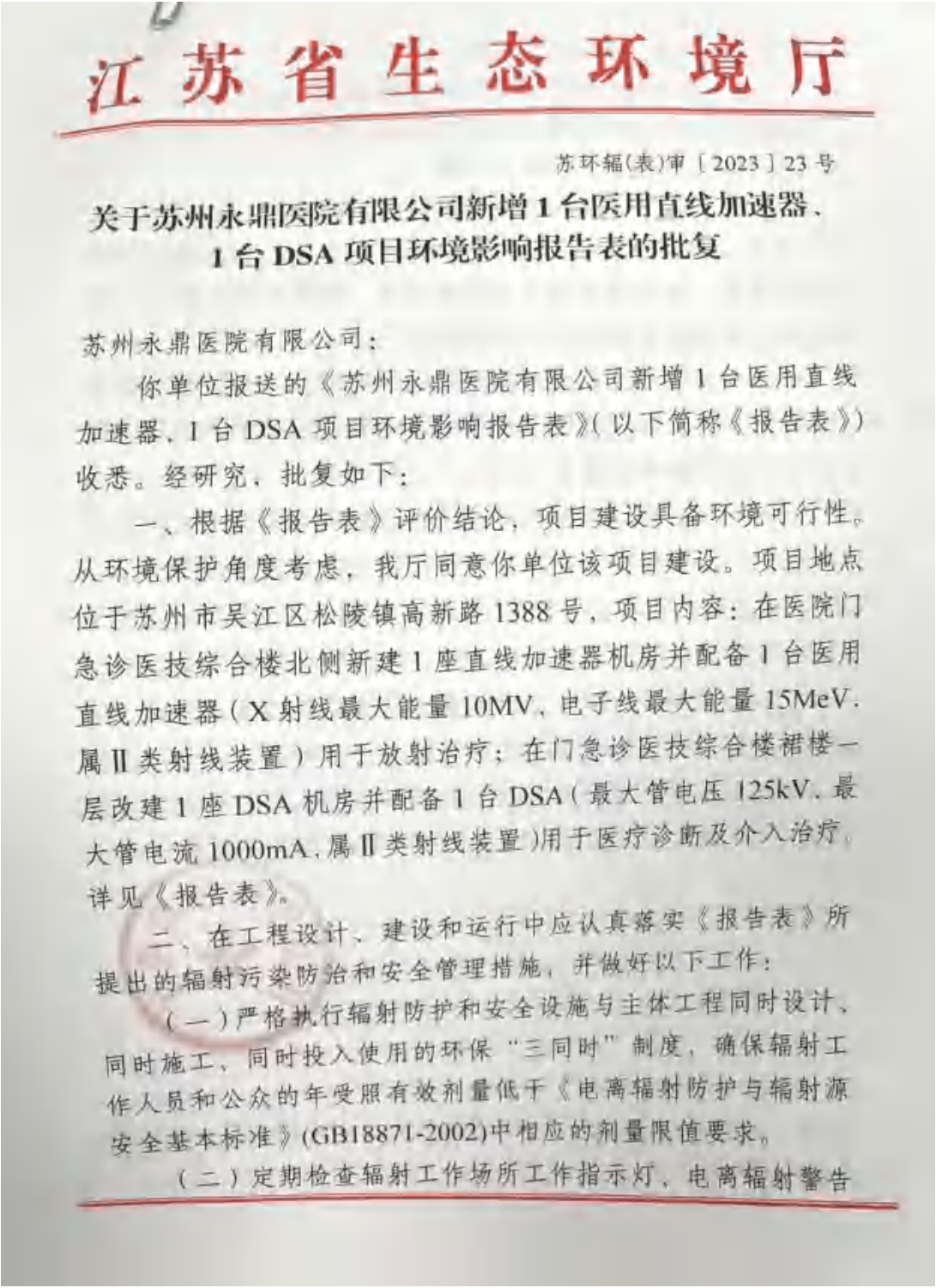
建议和承诺

1.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，使对环境的影响降低到最低。

2、各项安全措施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3、医院取得本项目环评批复后，应及时申请辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过3个月，最长不超过12个月。

2、审批部门审批决定



标志等安全设施，确保正常工作。

（三）建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。

（四）对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗，建立个人剂量档案和职业健康档案，配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。

（五）配备环境辐射剂量巡测仪，定期对项目周围辐射水平进行检测，及时解决发现的问题。每年委托有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1~2 次。

（六）项目建成后建设单位应及时向我厅申办环保相关手续，依法取得辐射安全许可证并经验收合格后，方可投入正式运行。你单位应在收到本批复后 20 个工作日内，将批准后的环境影响报告表送苏州市生态环境局，并接受其监督检查。

三、本批复只适用于以上核技术应用项目，其它如涉及非放射性污染项目须按有关规定另行报批。本批复自下达之日起五年内建设有效。项目的性质、规模、地点、拟采取的环保措施发生重大变动的，应重新报批项目的环境影响评价文件。

江苏省生态环境厅
2023 年 5 月 26 日

抄送：省核管中心、苏州市生态环境局，南京瑞森辐射技术有限公司。

表五 验收监测质量保证及质量控制

验收监测质量保证及质量控制：

1、监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（221020340350），见附件 10。

2、监测人员能力

参与本次验收监测人员均符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求：验收监测人员已通过上岗培训。

3、质量控制

本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件10），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为1m。仪器读数稳定后，读取数据，读取间隔不小于10s。

4、监测报告

监测报告的编制、审核、出具严格执行南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，出具报告前进行三级审核。

表六 验收监测内容

验收监测内容：

1、监测期间项目工况

2023年6月28日、8月4日和11月21日，南京瑞森辐射技术有限公司对苏州永鼎医院有限公司急诊DSA室和直线加速器机房进行了现场核查和验收监测，监测期间工作场所的运行工况见表6-1。

表6-1 验收监测工况

设备名称型号	技术参数	验收监测工况	使用场所
医用血管造影X射线系统（Azurion 7 M20型）	125kV/1000mA	82kV、14.3mA	急诊DSA室
医用直线加速器（Infinity型）	X射线：6、10MV 电子线：6、8、10、12、15MeV	6MV X 射线 1400cGy/min （FFF 模式）	直线加速器机房
		10MV X 射线 600cGy/min	

注：根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)附录B中“表B.1检测条件件、散射模体和仪器读出值的使用注1:介入放射学设备按透视条件进行检测”故本次验收监测工况为自动曝光条件下工况，散射模体使用标准水模+1.5mm 铜板。

2、验收监测因子

根据项目污染源特征，本次竣工验收监测因子为急诊DSA室X-γ辐射周围剂量当量率、直线加速器机房X-γ辐射周围剂量当量率、中子周围剂量当量率和机房内通风口风速。

3、监测点位

对加速器机房、急诊DSA室工作场所周围环境布设监测点，特别关注防护门及屏蔽墙外30cm处，监测医用直线加速器、DSA运行状态、非运行状态下的X-γ辐射周围剂量当量率、直线加速器机房门口的中子周围剂量当量率和直线加速器机房内通风口风速。

4、监测仪器

本次监测使用仪器符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，监测所用设备通过检定并在有效期内，满足监测要求。

监测仪器见表 6-2。

表6-2 监测使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	仪器编号	主要技术指标	使用日期
1	X-γ剂量率仪	AT1123	NJRS-107	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2022-0126249 检定有效期限：2023.01.05~2024.01.04	2023.6.28
2	中子周围剂量当量率仪	FH40G+FHT762	NJRS-022	能量响应：0.025eV~5GeV 测量范围：1nSv/h~100mSv/h 检定证书编号：DLjs2023-00990 检定有效期限：2023.03.31~2024.03.30	2023.6.28
3	固体水模	/	NJRS-084	/	2023.6.28
4	风速仪	F30J	NJRS-065	检定证书编号：H2022-0115345 检定有效期限：2022.11.30~2023.11.29	2023.11.21
5	X-γ剂量率仪	AT1123	NJRS-562	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2023-0065636 检定有效期限：2023.5.30~2024.5.29	2023.9.4

5、监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求进行监测、分析。

表七 验收监测期间生产工况

验收监测期间生产工况记录： 被检单位：苏州永鼎医院有限公司 监测实施单位：南京瑞森辐射技术有限公司 监测日期：2023年6月28日、2023年11月21日 天气：2023年6月28日：多云，33℃，57%RH 2023年8月4日：晴，31℃，52%RH 2023年11月21日：多云，17℃，49%RH 监测因子：X-γ辐射周围剂量当量率、中子周围剂量当量率、直线加速器机房内通风口风速 验收监测期间生产工况见表6-1。																																											
验收监测结果： 1、辐射防护监测结果 本次监测结果详见附件9。本项目急诊DSA室周围环境X-γ辐射周围剂量当量率监测结果见表7-1，监测点位见图7-1。 表 7-1.急诊 DSA 室周围 X-γ 辐射周围剂量当量率检测结果 <table><tr><th>测点编号</th><th>检测点位描述</th><th>测量结果 (μSv/h)</th><th>设备状态</th></tr><tr><td>1</td><td>环境本底</td><td>0.11</td><td>关机</td></tr><tr><td>2</td><td>东墙南门外30cm处（左缝）</td><td>0.13</td><td>开机</td></tr><tr><td>3</td><td>东墙南门外30cm处</td><td>0.14</td><td>开机</td></tr><tr><td>4</td><td>东墙南门外30cm处（右缝）</td><td>0.13</td><td>开机</td></tr><tr><td>5</td><td>东墙南门外30cm处（下缝）</td><td>0.14</td><td>开机</td></tr><tr><td>6</td><td>东墙外30cm处</td><td>0.15</td><td>开机</td></tr><tr><td>7</td><td>观察窗外30cm处</td><td>0.15</td><td>开机</td></tr><tr><td>8</td><td>观察窗缝外30cm处</td><td>0.15</td><td>开机</td></tr><tr><td>9</td><td>操作位</td><td>0.15</td><td>开机</td></tr></table>				测点编号	检测点位描述	测量结果 (μSv/h)	设备状态	1	环境本底	0.11	关机	2	东墙南门外30cm处（左缝）	0.13	开机	3	东墙南门外30cm处	0.14	开机	4	东墙南门外30cm处（右缝）	0.13	开机	5	东墙南门外30cm处（下缝）	0.14	开机	6	东墙外30cm处	0.15	开机	7	观察窗外30cm处	0.15	开机	8	观察窗缝外30cm处	0.15	开机	9	操作位	0.15	开机
测点编号	检测点位描述	测量结果 (μSv/h)	设备状态																																								
1	环境本底	0.11	关机																																								
2	东墙南门外30cm处（左缝）	0.13	开机																																								
3	东墙南门外30cm处	0.14	开机																																								
4	东墙南门外30cm处（右缝）	0.13	开机																																								
5	东墙南门外30cm处（下缝）	0.14	开机																																								
6	东墙外30cm处	0.15	开机																																								
7	观察窗外30cm处	0.15	开机																																								
8	观察窗缝外30cm处	0.15	开机																																								
9	操作位	0.15	开机																																								

10	管线口	0.15	开机
11	东墙外30cm处	0.15	开机
12	控制室门外30cm处（左缝）	0.15	开机
13	控制室门外30cm处	0.15	开机
14	控制室门外30cm处（右缝）	0.16	开机
15	控制室门外30cm处（下缝）	0.15	开机
16	北墙外30cm处	0.15	开机
17	北墙外30cm处	0.15	开机
18	北墙外30cm处	0.15	开机
19	西墙外30cm处	0.15	开机
20	西墙外30cm处	0.15	开机
21	西墙外30cm处	0.15	开机
22	污物通道门外30cm处（左缝）	0.14	开机
23	污物通道门外30cm处	0.14	开机
24	污物通道门外30cm处（右缝）	0.14	开机
25	污物通道门外30cm处（下缝）	0.14	开机
26	南墙外30cm处	0.14	开机
27	大门外30cm处（左缝）	0.14	开机
28	大门外30cm处	0.14	开机
29	大门外30cm处（右缝）	0.15	开机
30	大门外30cm处（下缝）	0.15	开机

注：测量结果未扣除本底值。

当急诊DSA室内Azurion 7 M20型医用血管造影X射线系统工作（工况：82kV、14.3mA；射线方向向上）时，机房周围的X-γ辐射周围剂量当量率为

(0.13~0.16) $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 的标准要求。

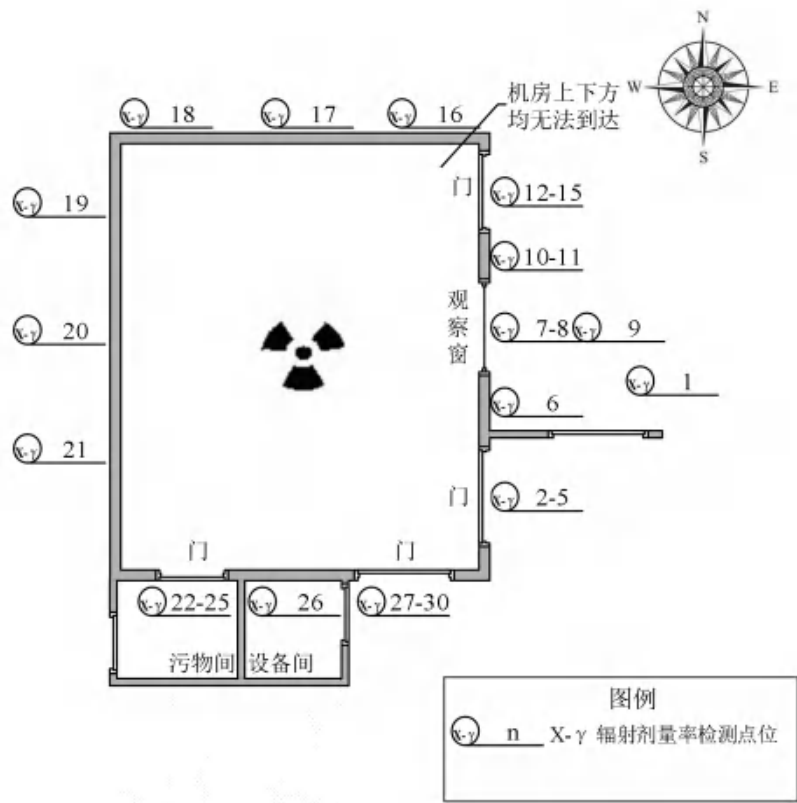


图7-1急诊DSA室周围X-γ辐射周围剂量当量率监测布点图

本项目加速器机房周围环境X- γ 辐射周围剂量当量率监测结果见表7-2及表7-4，监测点位见图7-2~图7-3。

表 7-2. 直线加速器机房周围 X- γ 辐射周围剂量当量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 (nSv/h)	设备状态
1	防护门外 30cm 处（左缝）	20	射线朝东，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
		23	射线朝西， 照射野：0.5cm×0.5cm
2	防护门外 30cm 处（中间）	23	射线朝东，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
		15	射线朝西， 照射野：0.5cm×0.5cm
3	防护门外 30cm 处（右缝）	24	射线朝东，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
		24	射线朝西， 照射野：0.5cm×0.5cm

4	防护门外 30cm 处（下缝）	14	射线朝东，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
		28	射线朝西， 照射野：0.5cm×0.5cm
5	西墙外 30cm 处	103	射线朝西，准直器45°， 无模体，照射野：40cm×40cm
6	西墙外 30cm 处	77	射线朝西，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
7	西墙外 30cm 处	53	
8	南墙外 30cm 处	<MDL	
9	东墙外 30cm 处	77	射线朝东，准直器45°， 无模体，照射野：40cm×40cm
10	东墙外 30cm 处	31	射线朝东，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
11	东墙外 30cm 处	19	
12	北墙外 30cm 处	<MDL	射线朝下，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
13	北墙外 30cm 处	<MDL	
14	北墙外 30cm 处	<MDL	
15	南墙外 30cm 处	<MDL	
16	南墙外 30cm 处	<MDL	
17	管线洞口外 30cm 处	16	
18	操作位	<MDL	
19	东墙外约 7m	17	射线朝上，准直器 45°，无模 体，照射野：40cm×40cm
		<MDL	射线朝上，等中心处放置模 体，照射野：40cm×40cm

注：1. 测量结果已扣除本底值，本底值为 100nSv/h，最低探测水平（MDL）为 13nSv/h；
2. 机房下方人员无法到达。

表 7-3. 直线加速器机房防护门外的中子周围剂量当量率检测结果

测点 编号	检测点位描述	测量结果 (nSv/h)	设备状态
1	防护门外 30cm 处（左缝）	<LLD	射线朝西， 照射野：0.5cm×0.5cm
2	防护门外 30cm 处（中间）	<LLD	
3	防护门外 30cm 处（右缝）	<LLD	
4	防护门外 30cm 处（下缝）	<LLD	

注：仪器探测下限（LLD）为 1nSv/h；

由表7-3检测结果可知，当此医用直线加速器（型号：Elekta Infinity）检测工况为10MV X射线，输出剂量率：600cGy/min时，机房外的周围剂量当量率为（<MDL~103）nSv/h，均符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）标准要求。

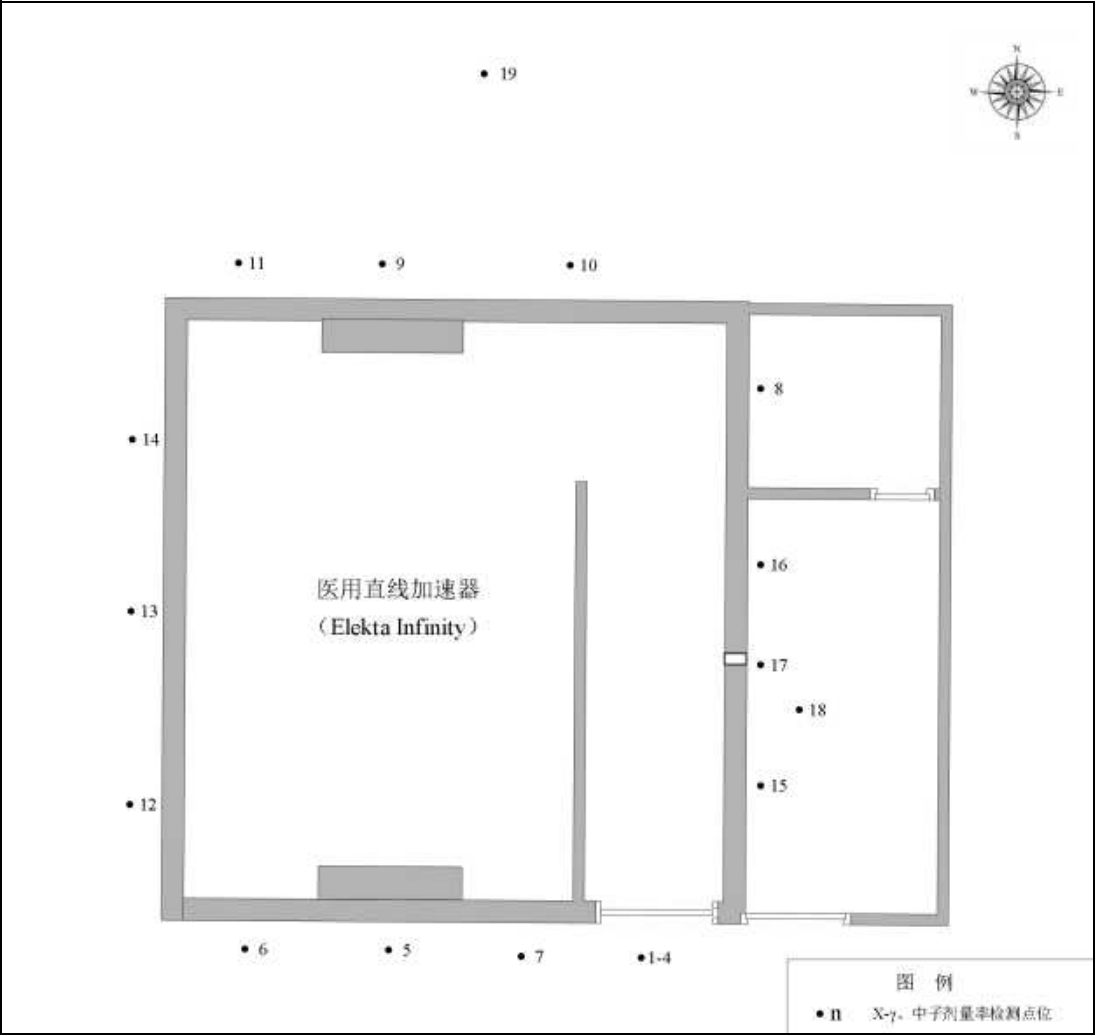


图7-2 直线加速器机房周围X-γ辐射周围剂量当量率监测布点图

表 7-4. 直线加速器机房周围 X- γ 辐射周围剂量当量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果 (nSv/h)	设备状态
1	防护门外 30cm 处（左缝）	<MDL	射线朝北，等中心处放置模体，照射野：40cm×40cm
		<MDL	射线朝南，照射野：3cm×3cm
2	防护门外 30cm 处（中间）	<MDL	射线朝北，等中心处放置模体，照射野：40cm×40cm

		<MDL	射线朝南， 照射野：3cm×3cm
3	防护门外 30cm 处（右缝）	<MDL	射线朝北，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
		<MDL	射线朝南， 照射野：3cm×3cm
4	防护门外 30cm 处（下缝）	<MDL	射线朝北，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
		<MDL	射线朝南， 照射野：3cm×3cm
5	西墙外 30cm 处	<MDL	射线朝南，准直器45°， 无模体，照射野：40cm×40cm
6	西墙外 30cm 处	<MDL	射线朝南，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
7	西墙外 30cm 处	<MDL	
8	南墙外 30cm 处	8	
9	东墙外 30cm 处	9	射线朝北，准直器45°， 无模体，照射野：40cm×40cm
10	东墙外 30cm 处	10	射线朝北，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
11	东墙外 30cm 处	<MDL	
12	北墙外 30cm 处	<MDL	射线朝下，等中心处放置模体， 照射野：40cm×40cm
13	北墙外 30cm 处	<MDL	
14	北墙外 30cm 处	<MDL	
15	南墙外 30cm 处	<MDL	
16	南墙外 30cm 处	<MDL	
17	管线洞口外 30cm 处	<MDL	
18	操作位	10	
19	二楼检验科北侧	11	射线朝上，准直器 45°，无模 体，照射野：40cm×40cm
		<MDL	射线朝上，等中心处放置模 体，照射野：40cm×40cm

注：1.测量结果已扣除本底值，本底值为 153nSv/h，最低探测水平（MDL）为 7nSv/h；

2.机房下方人员无法到达。

当此医用直线加速器（型号：Elekta Infinity）检测工况为 6MV X 射线，输出剂量率：1400cGy/min 时，机房外的周围剂量当量率为（<MDL~11）nSv/h，均符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）标准要求。

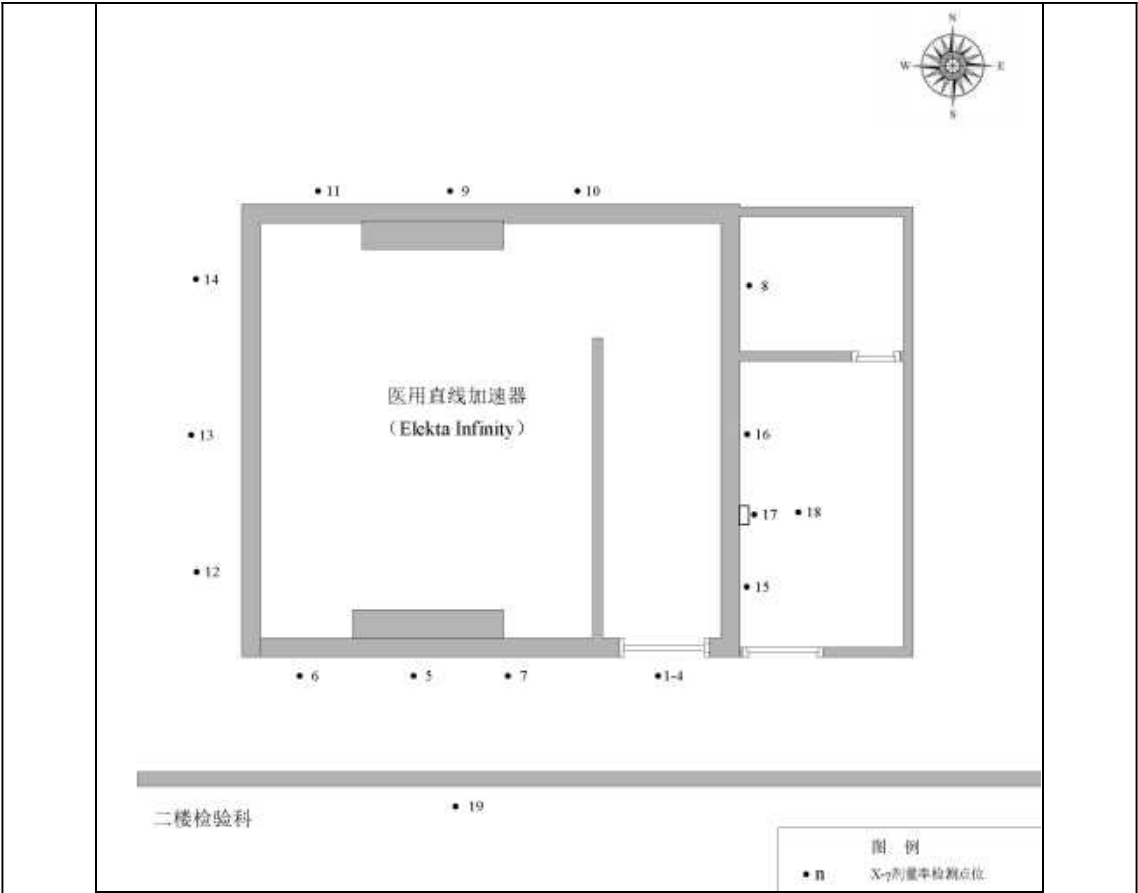


图7-3 直线加速器机房周围X-γ辐射周围剂量当量率监测布点图

本项目直线加速器机房内通风口风速监测结果见表 7-5。

表7-5 本项目直线加速器机房内通风口风速检测结果

治疗室容积（m ³ ）	通风量（m ³ /h）	换气次数（次/小时）	标准限值（次/小时）
143.1	609.1	4.25	不小于 4

该直线加速器机房容积（含迷道）约为 143.1m³，经现场检测，按通风管面积计算实际通风量 609.1m³/h，排风口尺寸为 30cm×30cm，加速器治疗室排风口排风速率为 1.88m/s，计算结果通风换气次数为 4.25 次/小时，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中通风/换气次数不小于 4 次/h 的要求。

2、辐射工作人员和公众年有效剂量分析

根据本项目现场监测结果，对项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行计算分析，计算未扣除环境本底周围剂量当量率。

（1）辐射工作人员

目前苏州永鼎医院有限公司为本项目配备 8 名辐射工作人员，8 名均为现有放疗科、介入科辐射工作人员，满足本项目目前的配置要求。本项目辐射工作人员采用个人累计剂量监测结果计算其年有效剂量。根据建设单位提供的项目试运行后的个人累计剂量监测报告（报告编号为：HES-D202310003），结果未见异常，其辐射工作人员个人累积剂量监测及预算结果见表 7-6。

表 7-6 辐射工作人员个人累积剂量监测结果

姓 名	岗 位	2023年		本项目三、四季度 受照剂量 (mSv)	剂量约束 值 (mSv/a)
		第三季度 (mSv)	第四季度 (mSv)		
王永才	放射治疗医师	<0.067	<0.035	0.051	2.5
付帅	放射治疗技师	<0.067	<0.035	0.051	2.5
王金水	放射治疗物理师	<0.067	<0.035	0.051	2.5
刘香平	放射治疗技师	<0.067	<0.035	0.051	2.5
杨永海	主任医师	<0.067	<0.035	0.051	2.5
王路	医师	<0.067	<0.035	0.051	2.5
戴亮	技师	<0.067	<0.035	0.051	2.5
胡万英	护师	<0.067	<0.035	0.051	2.5

注：1.第三季度的 MDL 为 0.067mSv；
2.第四季度的 MDL 为 0.067mSv；
3.剂量约束值由 5mSv/a 的年剂量约束值根据个人累积剂量监测天数（2 个季度）折算求得。

根据表 7-3，辐射工作人员 2023 年第三、四季度个人累积剂量监测结果满足本项目职业人员剂量约束值要求，可满足本项目目前的配置要求。

根据本项目现场监测结果，对项目试运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行估算。本项目医用直线加速器年出束时间约 333h，DSA 年出束时间约 89.8h，估算本项目辐射工作人员和周围公众的年有效剂量，结果见表 7-7 及表 7-8。

表 7-7 本项目周围公众及辐射工作人员年有效剂量分析

关注点位		最大监测值 (nSv/h)	人员性质	居留 因子	年工作 时间 (h)	人员年有效 剂量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)
直线 加速器 机房	操作位	<13	职业人员	1	333	0.004	5
	防护门外	28	职业人员	1/5		0.002	5
			公众	1/5		0.002	0.1
	东墙外	<13	职业人员	1		0.004	5
	南墙外	103	公众	1/5		0.004	0.1
	西墙外	<13	公众	1/5		0.004	0.1
	北墙外	77	公众	1/40		0.001	0.1

注：1、计算时已扣除环境本底剂量；

2、工作人员的年有效剂量由公式 $E_{\text{eff}} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算，式中： E_{eff} 为年有效剂量， D 为关注点处周围剂量当量率， t 为年工作时间， T 为居留因子， U 为使用因子（取值参照环评文件）。

表 7-8 本项目周围公众及辐射工作人员年有效剂量分析

关注点位		最大监测值 (μSv/h)	人员性质	居留 因子	年工作 时间 (h)	人员年有效 剂量 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)
一层急 诊DSA 室	东墙外	0.15	职业人员	1	89.8	0.013	5
	操作位	0.15	职业人员	1		0.013	5
	东门外	0.16	职业人员	1/8		0.002	5
	污物通道 门外	0.14	职业人员	1/4		0.003	5
	大门外	0.15	公众	1/4		0.003	0.1
	南墙外	0.14	公众	1/8		0.002	0.1
	西墙外	0.13	公众	1/16		<0.001	0.1

	北墙外	0.13	公众	1/16		<0.001	0.1
注：1、计算时未扣除环境本底剂量； 2、工作人员的年有效剂量由公式$E_{\text{eff}} = D \cdot t \cdot T \cdot U$进行估算，式中：$E_{\text{eff}}$为年有效剂量，$D$为关注点处周围剂量当量率，$t$为年工作时间，$T$为居留因子，$U$为使用因子（取值参照环评文件）。 由表 7-7 和表 7-8 可知，根据现场实际监测结果显示，本项目致辐射工作人员有效剂量最大为 0.013mSv/a（未扣除环境本底剂量），低于本项目辐射工作人员个人剂量约束值。 （2）公众 本项目评价的公众为辐射工作场所周围的非辐射工作人员，计算方法同辐射工作人员。计算结果见表 7-7 和表 7-8。由表可知，公众年有效剂量最大为 0.004mSv/a（未扣除环境本底剂量），低于本项目周围公众个人剂量约束值。 综上所述，本项目周围辐射工作人员和公众年最大有效剂量根据实际监测及个人剂量监测受照剂量预算结果计算为：辐射工作人员有效剂量最大为 0.051mSv/a，周围公众年有效剂量最大为 0.004mSv/a（未扣除环境本底剂量）。辐射工作人员和公众年有效剂量能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（职业人员20mSv/a，公众1mSv/a），并低于本项目剂量约束值（职业人员5mSv/a，公众0.1mSv/a），与环评文件一致。							

表八 验收监测结论

验收监测结论:

苏州永鼎医院有限公司新增 1 台医用直线加速器、1 台 DSA 项目已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施，经现场监测和核查表明：

1) 苏州永鼎医院有限公司在门急诊医技综合楼北侧新建 1 座医用直线加速器机房，并配备 1 台 Infinity 型医用直线加速器，用于肿瘤的放射治疗；在门急诊医技综合楼裙楼一楼改建了 1 座 DSA 机房，并配备了 1 台 Azurion 7M20 型医用血管造影 X 射线系统，用于介入诊断及治疗。

本项目实际建设规模及主要技术参数均在《新增 1 台医用直线加速器、1 台 DSA 项目环境影响报告表》及其环评批复建设范围内，无变动情况；

2) 本次新增 1 台医用直线加速器、1 台 DSA 项目工作场所屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实。在正常工作条件下运行时，医用直线加速器机房周围所有监测点位的 X- γ 辐射周围剂量当量率、医用直线加速器机房内通风口风速均能满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求；急诊 DSA 室周围所有监测点位的 X- γ 辐射周围剂量当量率均能够《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求；

3) 辐射工作人员和公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中人员剂量限值要求及本项目剂量管理目标值的要求；

4) 本项目直线加速器机房防护门处设置当心电离辐射警告标志及工作状态指示灯，设有门机联锁装置，控制室、治疗室内均设有急停按钮，操作台上设有影像监控对讲装置，医院为放疗科医用直线加速器机房配备有 1 套固定式剂量报警仪，显示终端安装在控制室内；满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）及《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的要求；满足环评和环评批复的要求；

本项目急诊 DSA 室防护门处等显著位置均设置电离辐射警告标志和中文警示说明；本项目急诊 DSA 室工作状态指示灯与机房门有效关联，防护大门闭合时工作状态指示灯亮；防护大门设置有防夹装置、自动闭门装置；急诊 DSA 室

内设备上设有急停按钮；急诊 DSA 室与控制室内设置双向语音对讲装置，且急诊 DSA 室操作台处安装有观察窗，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求；

5）非放射性三废处置情况：本项目直线加速器机房、急诊 DSA 室内的空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气；工作人员产生的生活垃圾，分类收集后交由城市环卫部门处理；工作人员和部分患者产生的生活污水，由院内污水处理站统一处理；

6）医院为直线加速器机房配备了 1 套固定式剂量报警仪，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的要求；

医院为急诊 DSA 室配备了防护铅衣、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅手套等个人防护用品，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的要求；

医院为本项目配备了 1 台辐射巡测仪及 4 台个人剂量报警仪等辐射监测仪器，满足环评和环评批复的要求；

8）本项目 8 名辐射工作人员均已通过辐射防护安全与防护知识培训考核，并获得培训合格证书；本项目辐射工作人员已开展个人剂量监测和个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案；医院已设立辐射安全管理机构，并建立辐射安全管理规章制度；医院制定了辐射事故应急处理制度并定期组织工作人员进行演练。满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求。

综上所述，苏州永鼎医院有限公司新增1台医用直线加速器、1台DSA项目与环评报告内容及批复要求一致。本次验收新增1台医用直线加速器、1台DSA项目环境保护设施满足辐射防护与安全的要求，监测结果符合国家标准，满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求，建议通过竣工环境保护验收。

建议：

1) 认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规，不断提高核安全文化素养和安全意识；

2) 积极配合环保部门的日常监督检查，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，每年1月31日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。每年请有资质单位对项目周围辐射环境水平监测1~2次，监测结果上报生态环境保护主管部门。