

常熟市第二人民医院新建1台医
用直线加速器及2台DSA项目
竣工环境保护验收监测表

报告编号：瑞森（验）字（2022）第058号

建设单位：常熟市第二人民医院

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二二年十二月

建设单位：常熟市第二人民医院

法人代表（签字）：薛建中

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）：常熟市第二人民医院

电话：13814977565

传真：/

邮编：215000

地址：常熟市台山路18号

编制单位（盖章）：南京瑞森辐射技术有限公司

电话：025-86633196

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 建设项目基本情况	1
表二 建设项目工程分析	10
表三 辐射安全与防护设施/措施	2121
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	39
表五 验收监测质量保证及质量控制	44
表六 验收监测内容	46
表七 验收监测期间生产工况	48
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	74
附件4：辐射安全许可证	76
附件5：辐射安全管理机构及制度	85
附件6：辐射工作人员培训证书及健康证明	109
附件7：个人剂量监测报告	149
附件8：工作场所屏蔽建设情况说明	178
附件9：竣工环保验收监测报告	180
附件10：验收监测单位CMA资质证书	197

表一 建设项目基本情况

建设项目名称	新建1台医用直线加速器及2台DSA应用项目 竣工环境保护验收监测				
建设单位名称	常熟市第二人民医院				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 退役				
建设地点	常熟市台山路18号				
源项	放射源（类别）	非密封放射性物质 （场所等级）	射线装置 （类别）	退役项目	
	/	/	II类	/	
建设项目 环评批复时间	2021年5月21日	开工建设时间	2021年6月		
取得辐射安全 许可证时间	2022年8月11日	项目投入运行时间	2022年9月		
退役污染治理 完成时间	/	验收现场监测时间	2022年11月15日、11月 26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	4600万元	辐射安全与防护设 施投资总概算	800万元	比例	17.4%
实际总概算	4600万元	辐射安全与防护设 施实际总概算	800万元	比例	17.4%
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；				

<p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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）；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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；</p> <p>(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。</p> <p>建设项目竣工环境保护验收技术规范：</p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(3) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</p> <p>(4) 《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）；</p>
--

	<p>(5) 《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>(6) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）；</p> <p>(7) 《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）（环评时参照标准）；</p> <p>(8) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）；</p> <p>(9) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；</p> <p>(10) 《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）；</p> <p>(11) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(12) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）。</p> <p>建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批文件：</p> <p>(1) 《常熟市第二人民医院新建 1 台医用直线加速器及 2 台 DSA 应用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，2021 年 1 月，见附件 2；</p> <p>(2) 《关于常熟市第二人民医院新建 1 台医用直线加速器及 2 台 DSA 应用项目环境影响报告表的批复》，审批文号：苏环辐表审（2021）15 号，江苏省生态环境厅，2021 年 5 月 21 日，见附件 3。</p>				
验收监测执行标准	<p>人员年受照剂量限值：</p> <p>(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：</p> <p style="text-align: center;">表1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值</p> <table border="1" data-bbox="404 1713 1324 2029"> <thead> <tr> <th data-bbox="404 1713 608 1792"></th> <th data-bbox="608 1713 1324 1792">剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="404 1792 608 2029">职业照射</td> <td data-bbox="608 1792 1324 2029"> 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。 </td> </tr> </tbody> </table>		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。
	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。				

<p>公众照射</p>	<p>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。</p>								
<p>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。</p>									
<p>(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。</p>									
<p style="text-align: center;">表1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量管理目标值</p>									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">项目名称</th> <th style="width: 25%;">适用范围</th> <th style="width: 25%;">管理目标值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">常熟市第二人民医院新建1台医用直线加速器及2台 DSA 应用项目</td> <td style="text-align: center;">职业照射有效剂量</td> <td style="text-align: center;">5mSv/a</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公众有效剂量</td> <td style="text-align: center;">0.1mSv/a</td> </tr> </tbody> </table>		项目名称	适用范围	管理目标值	常熟市第二人民医院新建1台医用直线加速器及2台 DSA 应用项目	职业照射有效剂量	5mSv/a	公众有效剂量	0.1mSv/a
项目名称	适用范围	管理目标值							
常熟市第二人民医院新建1台医用直线加速器及2台 DSA 应用项目	职业照射有效剂量	5mSv/a							
	公众有效剂量	0.1mSv/a							
<p>辐射管理分区：</p>									
<p>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。</p>									
<p>1) 控制区</p> <p>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。</p>									
<p>2) 监督区</p> <p>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。</p>									
<p>工作场所布局要求：</p>									
<p>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：</p>									
<p>5.1 选址与布局</p>									

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）：

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

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
<p>^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。</p>		
<p>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。</p>		
<p style="text-align: center;">表3 DSA机房的屏蔽防护铅当量厚度要求</p>		
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
<p>6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表3的要求。</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2.5μSv/h；测量时，X射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间。</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>		

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 建设项目工程分析

项目建设内容:

常熟市第二人民医院（以下简称医院）暨扬州大学第五临床医学院、徐州医科大学附属常熟医院，建院于 1987 年，是上海交通大学附属第六人民医院、复旦大学附属华东医院合作医院，南京医科大学、江苏大学教学医院，日本绫部市立病院友好医院，复旦大学附属中山医院医疗技术协作中心，苏州大学附属第一医院、苏州大学附属儿童医院医疗联合体成员单位，是一所集医疗、教学、科研、预防、康复为一体的三级乙等综合医院。医院目前拥有两个院区，东区位于常熟市海虞南路 68 号，北区位于常熟市台山路 18 号。北区东侧为新华路，南侧为台山路，西侧为南海路，北侧为深圳路。

为了能够更好地为患者服务，提高医院的医疗质量，医院在北区门急诊医技住院楼北侧负一层地下室新建了 1 座直线加速器机房，并配备 1 台医用直线加速器（型号：瓦里安 VitalBeam 型，X 射线能量：6、10MV，电子线：6、9、12、16、20MeV），用于肿瘤的放射治疗；在门急诊医技住院楼一层急诊区、四层手术室区域各新建了 1 座 DSA 机房，并分别配备了 1 台 UNIQ clarity FD20 型医用血管造影 X 射线系统（最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA）和 1 台 Artis Zee III ceiling 型医用血管造影 X 射线机（最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA），由于环评中设备型号未确定，设备参数保守取 1250mA。

该项目已于 2021 年 3 月完成项目的环境影响评价，于 2021 年 5 月 21 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【2021】15 号）。医院已于 2022 年 8 月 11 日重新申领了辐射安全许可证（证书编号：苏环辐证[00378]），活动种类和范围为：使用 II 类、III 类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级、丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至 2023 年 6 月 2 日。

门急诊医技住院楼东侧为院内道路及停车场，南侧为医院主出入口，西侧为院内道路及停车场，北侧为物流通道及停车场。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 新建 1 台医用直线加速器、2 台 DSA 项目射线装置及核素使用情况

射线装置				
名称	数量	型号	技术参数	工作场所名称

医用血管造影X射线系统	1	UNIQ clarity FD20型	最大管电压125kV 最大管电流1000mA	门急诊医技住院楼 一层急诊 DSA 室
医用血管造影X射线机	1	Artis Zee III Ceiling型	最大管电压125kV 最大管电流1000mA	门急诊医技住院楼 四层2号手术室
医用直线加速器	1	瓦里安 VitalBeam型	X射线：6、10MV 电子线：6、9、 12、16、20MeV	门急诊医技住院楼 负一层加速器机房

截至验收监测时，常熟市第二人民医院已在门急诊医技住院楼负一层加速器机房内配备1台瓦里安 VitalBeam型医用直线加速器，用于肿瘤的放射治疗；在门急诊医技住院楼一层急诊DSA室、四层2号手术室内各配备1台UNIQ clarity FD20型医用血管造影X射线系统、Artis ZeeIII ceiling型医用血管造影X射线机，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800万元，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 新建1台医用直线加速器、1台DSA及搬迁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	常熟市台山路18号			常熟市台山路18号	与环评一致
周围环境	常熟市第二人民医院	东侧	新华路	丁新路（原新华路）	与环评一致
		南侧	台山路	台山路	与环评一致
		西侧	南海路	南海路	与环评一致
		北侧	深圳路	深圳路	与环评一致
	负一层加速器机房	东侧	泥土层	等候区	与环评一致
		南侧	计量师办公室、物理师办公室及库房	计量师办公室、物理师办公室及库房	与环评一致
		西侧	水冷房、控制室及更衣间	水冷房、控制室及更衣间	与环评一致
		北侧	泥土层	泥土层	与环评一致
		下方	泥土层	泥土层	与环评一致
		上方	院内空地	院内空地	与环评一致

	一层急诊DSA室	东侧	操作室及设备机房	操作室及设备机房	与环评一致
		南侧	室内走廊	室内走廊	与环评一致
		西侧	候诊大厅及值班室	候诊大厅及值班室	与环评一致
		北侧	医生走廊	医生走廊	与环评一致
		下方	地下车库	地下车库	与环评一致
		上方	急诊病区	急诊病区	与环评一致
	四层2号手术室	东侧	手术室 1	手术室 1	与环评一致
		南侧	医生走廊	医生走廊	与环评一致
		西侧	控制室及设备间	控制室及设备间	与环评一致
		北侧	医生走廊	医生走廊	与环评一致
		下方	信息中心备用机房	信息中心备用机房	与环评一致
		上方	设备层	设备层	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
医用血管造影X射线系统	UNIQ clarity FD20型	1台	最大管电压125kV 最大管电流1000mA	II类	门急诊医技住院楼一层急诊 DSA 室	UNIQ clarity FD20型	1台	最大管电压125kV 最大管电流1000mA	II类	门急诊医技住院楼一层急诊 DSA 室
医用血管造影X射线机	Artis Zee III Ceiling型	1台	最大管电压125kV 最大管电流1000mA	II类	门急诊医技住院楼四层2号手术室	Artis Zee III Ceiling型	1台	最大管电压125kV 最大管电流1000mA	II类	门急诊医技住院楼四层2号手术室
医用直线加速器	瓦里安 VitalBeam 型	1台	X射线：6、10MV 电子线：6、9、12、16、20MeV	II类	门急诊医技住院楼负一层加速器机房	瓦里安 VitalBeam型	1台	X射线：6、10MV 电子线：6、9、12、16、20MeV	II类	门急诊医技住院楼负一层加速器机房
废弃物										
名称	环评建设规模							暂存情况	最终去向	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				
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:

1、辐射污染源项

由本项目工作原理和 workflow 可知, 本项目新建 1 台医用直线加速器主要产生以下污染:

(1) X 射线: 当医用直线加速器以 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。该院购置的医用直线加速器 X 射线能量为 6、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: 电子束经加速器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伦场的影响, 贯穿深度有限。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, 在加速器电子束治疗时, 电子束对周围环境辐射影响小于 X 射线治疗。

故本项目医用直线加速器运行时产生的辐射源项主要为 X 射线。

本项目新建 1 台 DSA 及搬迁 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, 由于在荧光影像与视频影像之间有影像增强器, 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。而介入放射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。

2、非辐射污染源项

(1) 废气: 医用直线加速器机房、DSA 机房内的空气因电离产生的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) 固体废物: 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，对周围环境影响较小。

DSA手术过程中产生的棉签、纱布、手套、医疗器具等医疗废物。

(3) 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。

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 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。

常熟市第二人民医院于院区内门急诊医技住院楼负一层加速器机房新增的医用直线加速器，型号为瓦里安 VitalBeam 型，其电子线最大能量为 20MeV；X 射线能量为 6、10MV，最大剂量率为 1400cGy/min。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

• 新建 2 台 DSA 项目

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 由 X 线发生装置，包括 X 线球管及其附件、高压发生器、X 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 的成像基本原理为：将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其他软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 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。

常熟市第二人民医院配备的 1 台 UNIQ clarity FD20 型医用血管造影 X 射线系统、Artis Zee III ceiling 型医用血管造影 X 射线机，其最大管电压均为 125kV，最大输出电流均为 1000mA。该型号 DSA 设备外观见图 2-2。



(a) UNIQ clarity FD20 型



(b) Artis Zee III ceiling 型

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

本项目医用直线加速器工作流程及产污环节分析见图 2-3。

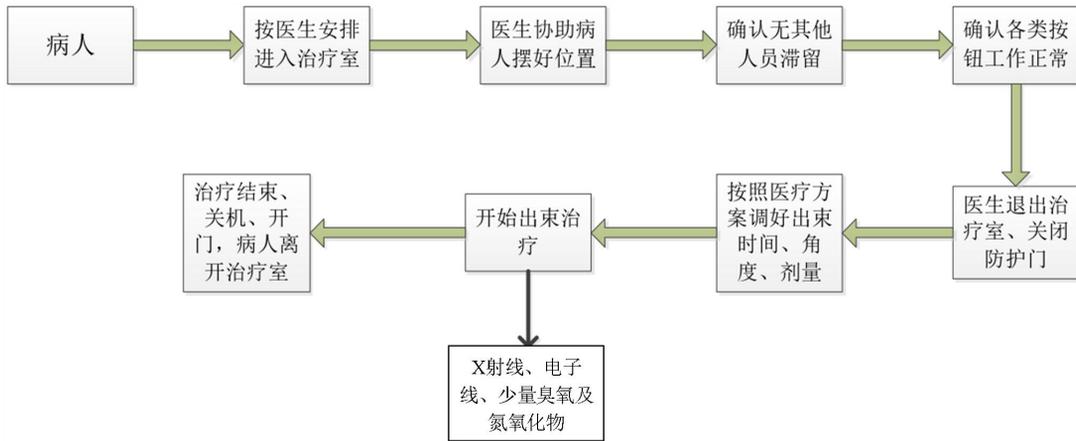


图 2-3 医用直线加速器放疗工作流程及产污环节示意图

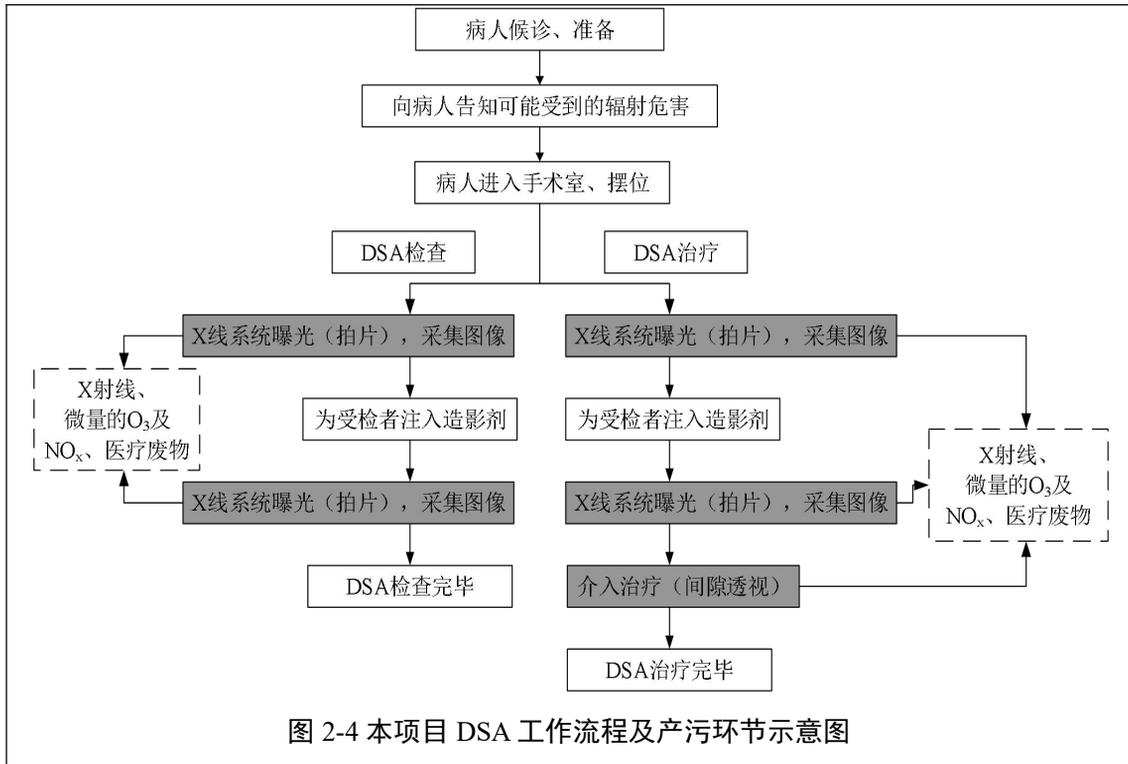
• 新建 2 台 DSA 项目

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 DSA 工作流程及产污环节分析见图 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：本项目加速器机房位于院区内门急诊医技住院楼负一层，机房位于建筑物底部，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：本项目加速器机房东侧、北侧均为泥土层，南侧为计量师办公室、物理师办公室及库房，西侧为水冷房、控制室及更衣间，上方为院内空地，下方为泥土层。负一层加速器机房控制室与治疗室分离，控制室位于治疗室西侧，治疗室面积约67.5m²（不含迷路），加速器机房设置“Z”型迷路，符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）中“治疗装置控制室应与治疗机房分离”的规定及《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中“其他治疗机房均应设置迷路”等规定，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作为辐射防护控制区，将控制室、水冷房、更衣间、计量师办公室、物理师办公室及库房划为辐射监督区，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。本项目负一层加速器机房平面布置及分区示意图见图3-1。

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 和图 3-3。

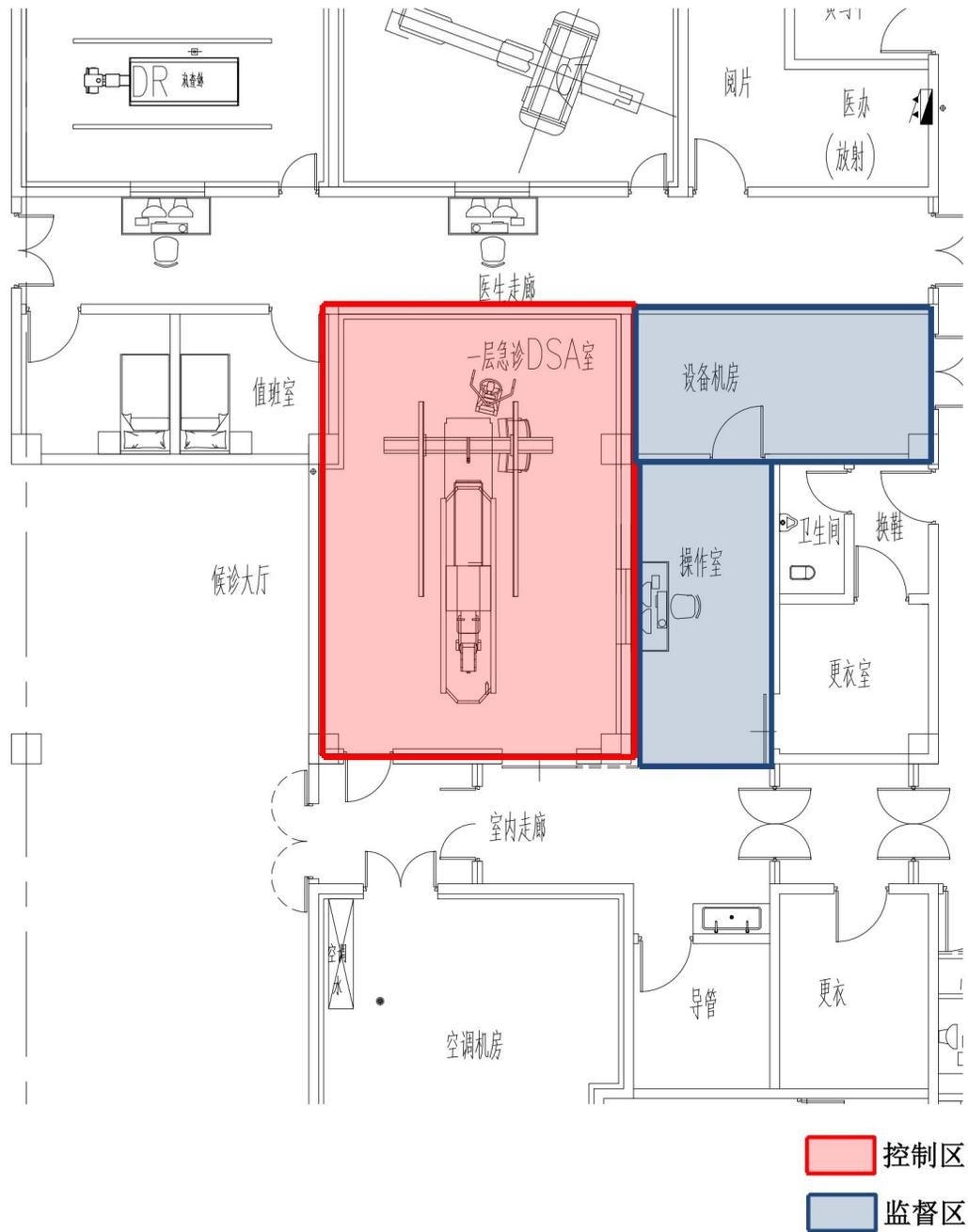


图3-2 常熟市第二人民医院一层急诊DSA室周围平面布置及分区示意图

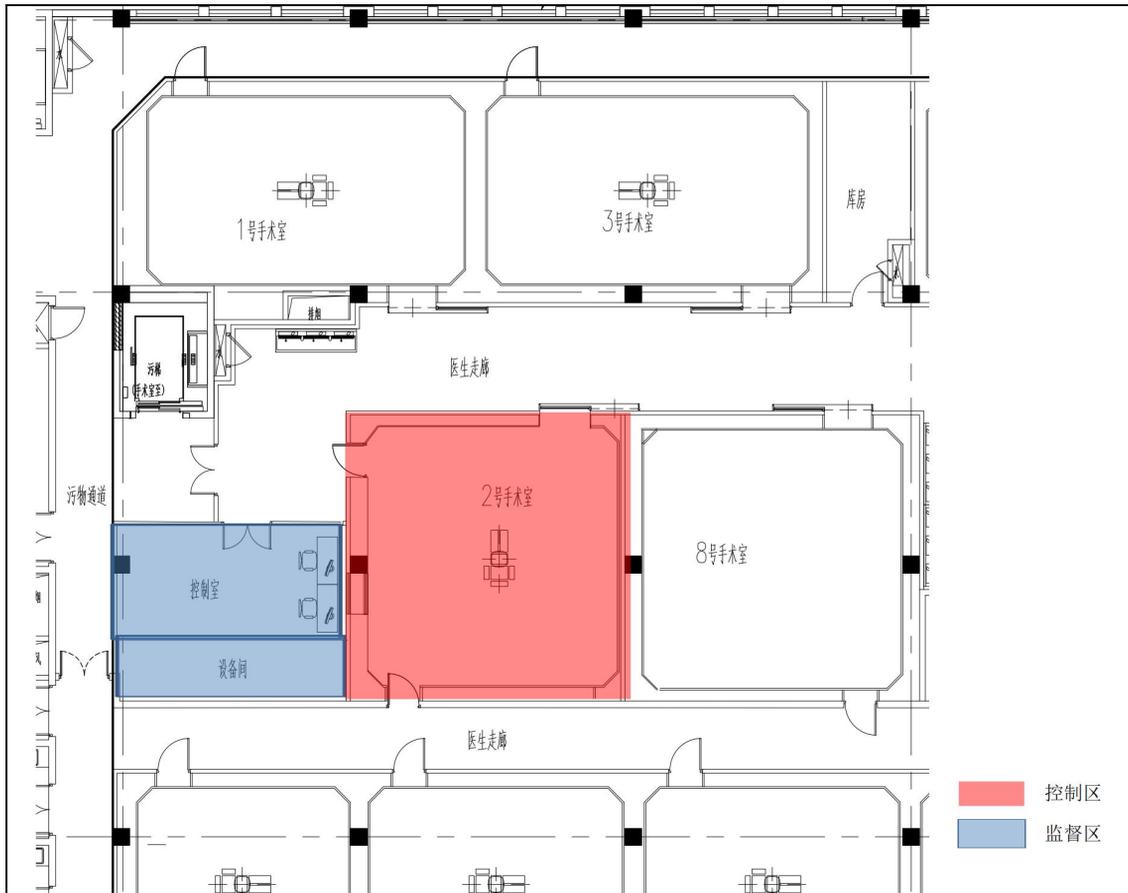


图3-3常熟市第二人民医院四层2号手术室周围平面布置及分区示意图

2、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目医用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	侧屏蔽区	80cm砼	80cm砼	已落实
南墙	主屏蔽区	300cm砼（宽度为405cm）	300cm砼（宽度为405cm）	已落实
	次屏蔽区	145cm砼	145cm砼	已落实
西墙	迷道内墙	130cm砼	130cm砼	已落实
	迷道外墙	130cm砼	130cm砼	已落实
北墙	主屏蔽区	300cm砼（宽度为405cm）	300cm砼（宽度为405cm）	已落实
	次屏蔽区	145cm砼	145cm砼	已落实

屋顶	主屏蔽区	280cm砼（宽度为405cm）	280cm砼（宽度为405cm）	已落实
	次屏蔽区	150cm砼	150cm砼	已落实
库房2、体模室北墙		40 cm 砼	40 cm 砼	已落实
防护门		1.6cm铅板+12cm含硼5%聚乙烯，并设置门机联锁系统	1.6cm铅板+12cm含硼5%聚乙烯，并设置门机联锁系统	已落实

注：混凝土密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅板密度为 $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ 。

本项目两台DSA机房屏蔽设施建设情况见表3-3和表3-4。

表3-3 一层急诊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
墙体	20cm实心砖墙 +3mmPb硫酸钡防护涂料	20cm实心砖墙 +3mmPb硫酸钡防护涂料	5.6	2	符合	已落实
防护大门	4.0mm铅板	4.0mm铅板	4	2	符合	已落实
防护小门	4.0mm铅板	4.0mm铅板	4	2	符合	已落实
观察窗	4.0mm铅当量	4.0mm铅当量	4	2	符合	已落实
屋顶	12cm混凝土 +3mmPb铅板	12cm混凝土 +3mmPb铅板	4.4	2	符合	已落实
地面	12cm混凝土 +3mmPb铅板	12cm混凝土 +3mmPb铅板	4.4	2	符合	已落实

注：实心砖密度为 $1.65\text{g}/\text{cm}^3$ ，混凝土密度为 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，硫酸钡涂料密度为 $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅的密度为 $11.35\text{g}/\text{cm}^3$ 。

表3-4 四层2号手术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
墙体	钢骨架+4.0mm铅板	钢骨架+4.0mm铅板	4.0	2	符合	已落实
防护大门	4.0mm铅板	4.0mm铅板	4.0	2	符合	已落实
防护小门	4.0mm铅板	4.0mm铅板	4.0	2	符合	已落实
观察窗	4.0mm铅当量	4.0mm铅当量	4.0	2	符合	已落实

屋顶	12cm混凝土+2.0mm铅板	12cm混凝土+2.0mm铅板	3.4	2	符合	已落实
地面	12cm混凝土+3mmPb硫酸钡防护涂料	12cm混凝土+3mmPb硫酸钡防护涂料	4.4	2	符合	已落实

注：实心砖密度为 1.65g/cm^3 ，混凝土密度为 2.35g/cm^3 ，硫酸钡涂料密度为 3.2g/cm^3 ，铅的密度为 11.35g/cm^3 。

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

本项目医用直线加速器机房、DSA机房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3-4。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) 一层急诊DSA室防护大门



(b) 四层2号手术室防护门



(c) 负一层加速器机房防护门

图3-4 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

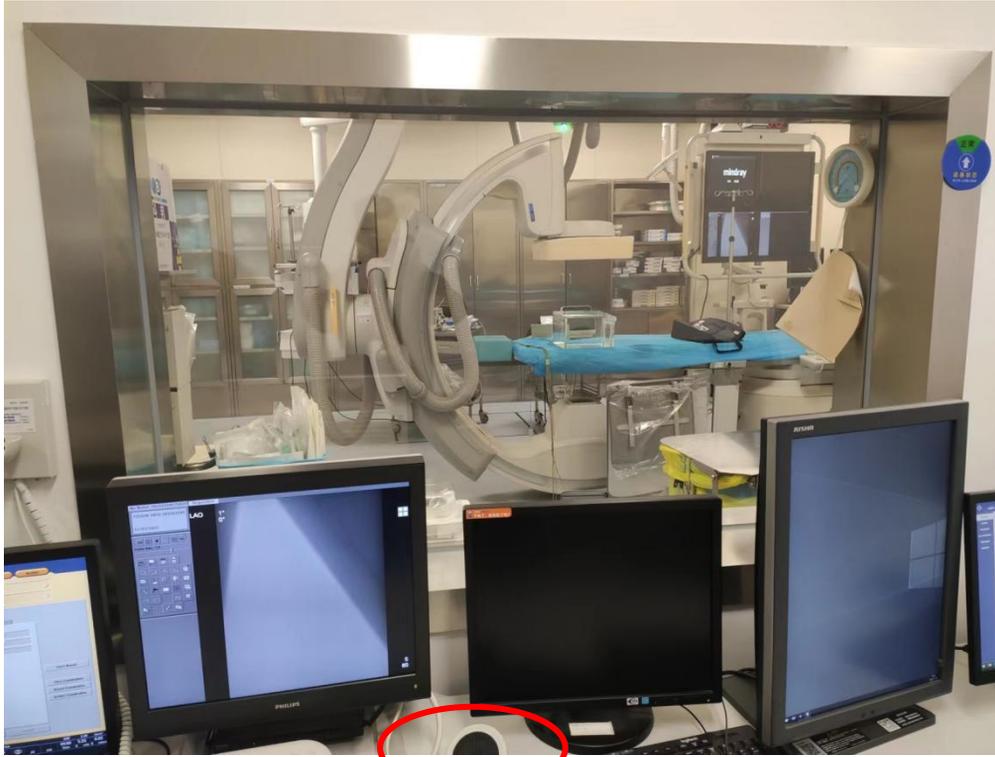
本项目DSA机房的工作状态指示灯能与机房门有效关联，防护大门闭合时工作状态指示灯亮。现场检查门机联锁和门灯联锁装置运行正常。

本项目医用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，医用直线加速器立即停止出束，现场检查门机联锁装置运行正常。

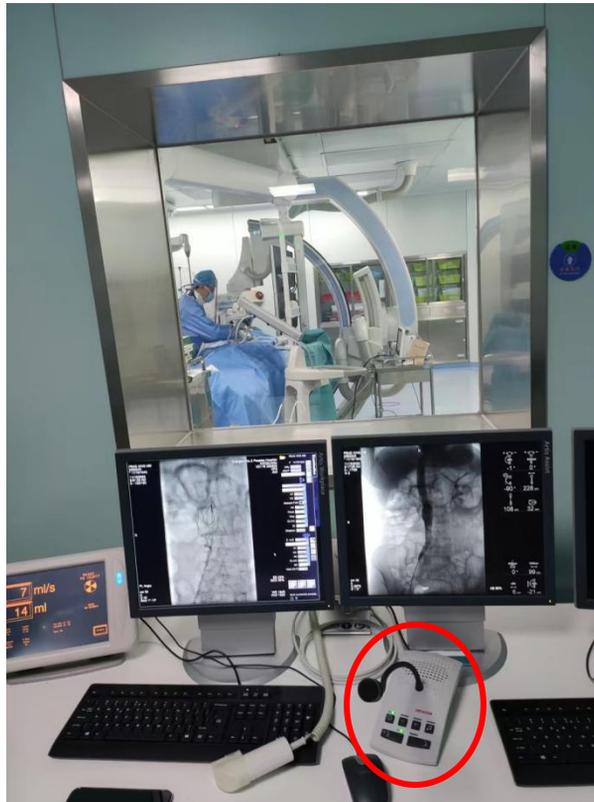
(3) 观察和对讲系统

医院在医用直线加速器机房、DSA机房与其控制室内设置双向语音对讲装

置，且DSA机房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DSA机房观察窗见图3-5。



(a) 一层急诊DSA室观察窗和对讲装置



(b) 四层2号手术室观察窗和对讲装置



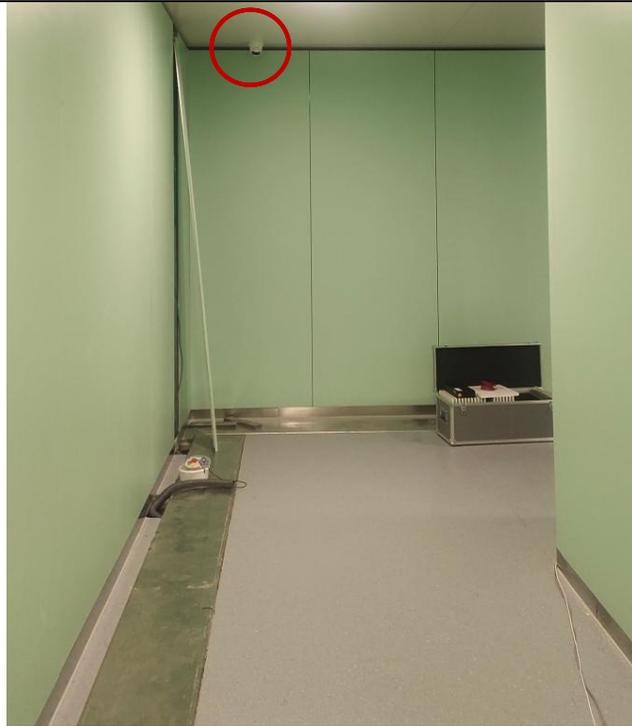
(c) 负一层加速器机房对讲装置

图3-5 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，在医用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。医用直线加速器机房监控装置见图3-6。



(a) 治疗室监控摄像头



(b) 迷路监控摄像头



(b) 操作间内监控显示终端

图3-6 负一层加速器机房监控装置

(4) 急停按钮

一层急诊DSA室机房内设备上均设有急停按钮，当出现紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备。四层2号手术室控制室操作台上及机房内设备上均设有急停按钮，当出现紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备。负一层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。



一层急诊DSA室



四层2号手术室



负一层加速器机房

图3-6 急停按钮

(5) 人员监护

医院为一层急诊DSA室、四层2号手术室和负一层加速器机房各配备5名、5名和5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3-3），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3-3 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
刘苇	女	本科	医师	FS21JS0200157	放射治疗	/
顾思毅	男	本科	物理师	FS21JS0200163	放射治疗	/
张尧	男	本科	技师	FS21JS0200001	放射治疗	/
朱金莲	女	本科	医师	FS21JS0200160	放射治疗	/
陈洁	女	硕士	医师	FS21JS0200162	放射治疗	/
陈乐	男	硕士	医师	苏环辐 1705179	介入治疗	复训时间均为2019年10月26日
陈群英	女	专科	技师	苏环辐 1705164	介入治疗	
朱一帆	男	专科	技师	苏环辐 1705175	介入治疗	
陈志贤	男	本科	医师	苏环辐 1459045	介入治疗	
陆敏	女	硕士	医师	苏环辐 1705177	介入治疗	
宗建国	男	专科	技师	苏环辐 0779017	介入治疗	
王健	男	本科	医师	苏环辐 0779019	介入治疗	
施振华	男	本科	医师	苏环辐 1459060	介入治疗	
程序曲	男	硕士	医师	苏环辐 1459051	介入治疗	
盛晓东	男	硕士	医师	苏环辐 1459041	介入治疗	

医院已为本项目新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6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3-4。

表3-4 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
铅衣	0.5	10	2021.07	/
铅帽	0.5	10	2021.07	/

铅围脖	0.5	10	2021.07	/
铅眼镜	0.5	8	2021.07	/
铅围裙	0.5	8	2021.07	/
铅手套	0.025	8	2021.07	/
铅屏风	2	2	2021.07	/

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。



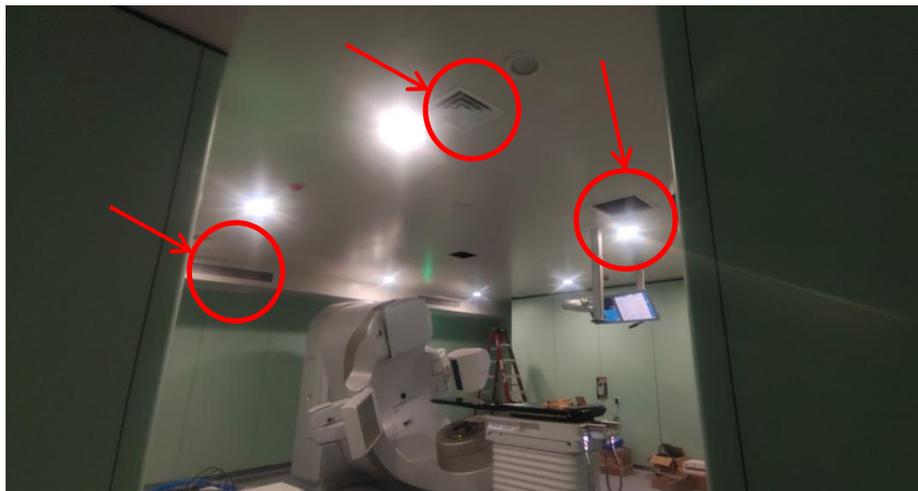


图3-8 个人防护用品

4、“三废”治理情况

①废气

本项目加速器机房通过新风系统、吸顶式中央空调和排风机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西南角的南墙上和东北角的北墙上，排风口下沿距地面约 20cm 处，排风口使用强排风通向医院排烟风管道最后排向室外。2 个排风口尺寸均为 38.7cm×18.6cm，加速器治疗室排风口排风速率分别为 1.97m/s 和 2.08m/s，治疗室容积为 256m³，由此可知治疗室内空气每小时交换次数为 4.10 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。负一层加速器机房通风装置见图 3-9。



(a) 新风口



(b) 排风口

图 3-9 负一层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。

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 新建1台医用直线加速器、1台DSA及搬迁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：《DSA操作规程》《医用直线加速器操作规程》《岗位职责》《设备维护检修制度》《医用射线装置使用登记制度》《台帐管理制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射环境监测、个人剂量监测方案》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四侧墙体及顶部采用混凝土进行辐射防护，防护门采用铅防护门，详见表10-1。本项目2座DSA机房四侧墙体采用实心砖墙或钢骨架+铅板或防护涂料、顶面采用混凝土+铅板、地面采用混凝土+铅板或硫酸钡防护材料进行辐射屏蔽，各防护门均采用铅防护门，观察窗为铅玻璃观察窗，详见表10-2。工作人员和周围公众的年有效剂量符合项目剂量约束值要求。	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。	本项目负一层加速器机房、两间DSA机房，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《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）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机房防护门外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。2座DSA机房入口处均拟设置“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯；DSA机房设有闭门装置，机房内外均设置有急停按钮。		机连锁装置，DSA机房设置门灯连锁装置，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参加辐射安全与防护学习，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。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。	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6台。	已落实
	配备个人剂量报警仪6台。			
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、实践正当性

常熟市第二人民医院拟在位于常熟市台山路18号医院北区门急诊医技住院楼北侧负一层地下室新建1座直线加速器机房，并配备1台医用直线加速器（X射线能量：6、10MV，电子线：6、9、12、16、20MeV），用于肿瘤的放射治疗；在门急诊医技住院楼一层急诊区、四层手术室区域各新建1座DSA机房，并各配备1台DSA（最大管电压均为125kV，最大管电流均为1000mA），用于开展医疗诊断和介入治疗。

本项目用于医院开展放射诊疗工作，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）辐射防护“实践正当性”原则。

二、选址合理性

本项目位于常熟市第二人民医院位于台山路18号医院北区，医院北区东侧为新华路，南侧为台山路，西侧为南海路，北侧为深圳路。本次新建1台医用直线加速器及2台DSA应用项目周围50m评价范围均位于院内，无学校、居民区等环境敏感点（详见附图2）。本项目运行后的环境保护目标主要是从事本项目的辐射工作人员、其他医务人员、院内病患及周围公众等。

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。

本项目医用直线加速器机房及2座DSA机房均划分了控制区及监督区，机房与控制室分开，区域划分明确，布局合理。

三、辐射环境现状评价

常熟市第二人民医院本次新建1台医用直线加速器项目拟建址周围环境辐射

剂量率在76nSv/h~110nSv/h之间，急诊区新建1台DSA项目拟建址周围环境辐射剂量率在80nSv/h~108nSv/h之间，手术室区新建1台DSA项目拟建址周围环境辐射剂量率在78nSv/h~104nSv/h之间，与江苏省环境天然贯穿辐射水平调查结果相比较，均未见异常。

四、环境影响评价

根据理论估算结果，常熟市第二人民医院新建1台医用直线加速器项目屏蔽设计能够满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）“在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外30cm处人员可达位置的周围剂量当量率应不大于2.5 μ Sv/h”的限值要求；新建2台DSA项目拟采取的辐射防护屏蔽措施适当，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关要求。在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《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受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求（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）。

本项目工作人员和部分患者产生的普通生活污水，由院内污水处理站统一处理；机房内的空气在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；工作人员产生的一般生活垃圾，收集后交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

五、辐射安全措施评价

常熟市第二人民医院医用直线加速器机房入口处拟设置“当心电离辐射”警示标识、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，操作室通过监视器与对讲机与治疗室联络，符合《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）的安全管理要求。

本项目2座DSA机房入口处均拟设置“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯；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》（GBZ130-2020）中的要求。

六、辐射安全管理评价

常熟市第二人民医院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。

医院已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》，增补相应内容，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。

常熟市第二人民医院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。常熟市第二人民医院拟为本项目配备辐射巡测仪1台及个人剂量报警仪6台。

综上所述，常熟市第二人民医院新建1台医用直线加速器及2台DSA应用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，该医院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，从辐射环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

1、建议建设单位与规划部门沟通，报备地下加速器机房建设，限制加速器东侧和北侧地下空间的开发利用。

2、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。

3、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。

4、定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

5、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。

2、审批部门审批决定

江苏省生态环境厅

苏环辐(表)审[2021]15号

关于常熟市第二人民医院新建1台医用直线加速器及2台 DSA 应用项目环境影响报告表的批复

常熟市第二人民医院：

你单位报送的《常熟市第二人民医院新建1台医用直线加速器及2台 DSA 应用项目环境影响报告表》(以下简称《报告表》)收悉。经研究，批复如下：

一、根据《报告表》评价结论，项目建设具备环境可行性。从环境保护角度考虑，我厅同意你单位该项目建设。项目地点位于苏州市常熟市台山路18号医院北区门急诊医技住院楼，项目内容：在门急诊医技住院楼负一层新建一座直线加速器机房，配备1台医用直线加速器(X射线最大能量10MV，电子线最大能量20MeV)，用于肿瘤的放射治疗；在门急诊医技住院楼一层急诊区和四层手术室区各新建1座 DSA 机房，并各配备1台 DSA (最大管电压125kV，最大管电流1250mA)，用于开展医疗诊断和介入治疗，详见《报告表》。

二、在工程设计、建设和运行中应认真落实《报告表》所提出的辐射污染防治和安全管理措施，并做好以下工作：

(一)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。

(二) 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。

(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。

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。



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、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 5-1。

表5-1 检测使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	仪器编号	主要技术指标
1	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：Y2022-0040655 检定有效期限：2022.5.25~2023.5.24
2	风速仪	AR886A	NJRS-156	校准证书编号：H2022-0000832 校准有效期限：2022.01.14~2023.01.13

4、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，每个点位读取5个数据，读取间隔不小于10s。

5、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

2022年11月15日和2022年11月26日，南京瑞森辐射技术有限公司对常熟市第二人民医院一层急诊DSA室、四层2号手术室和负一层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（UNIQ Clarity FD20型）	125kV/1000mA	69kV 397mA	一层急诊 DSA室
医用血管造影X射线机（Artis Zee III ceiling型）	125kV/1000mA	67.7kV 87.9mA	四层2号手术室
医用直线加速器（Vital Beam型）	X线：6、10MV 电子线：6、9、12、 16、20MeV	6MV X射线 1400cGy/min 40cm×40cm （FFF模式） 10MV X射线 600cGy/min 40cm×40cm （FFF模式）	负一层 加速器机房

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DSA机房X- γ 辐射周围剂量当量率、负一层加速器机房X- γ 辐射周围剂量当量率和机房内通风口风速。

3、监测点位

对医用直线加速器机房、DSA机房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和医用直线加速器机房内通风口风速，每个点位监测5个数据。

4、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）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）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：常熟市第二人民医院

监测实施单位：南京瑞森辐射技术有限公司

监测日期：2022年11月15日、2022年11月26日

天气：2022年11月15日：晴，16℃，65%RH

2022年11月26日：晴，16℃，57%RH

监测因子：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

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。本项目一层急诊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. 一层急诊 DSA 室周围 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 ($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	环境本底	0.11	关机
2	东墙外30cm处	0.11	开机
3	东墙外30cm处	0.11	开机
4	观察窗外30cm处	0.11	开机
5	观察窗缝外30cm处	0.11	开机
6	操作位	0.11	开机
7	东墙外30cm处	0.11	开机
8	管线口	0.12	开机
9	大门外30cm处（右缝）	0.13	开机
10	大门外30cm处	0.13	开机
11	大门外30cm处（左缝）	0.12	开机

12	大门外30cm处（下缝）	0.13	开机
13	南墙外30cm处	0.12	开机
14	污物门外30cm处（右缝）	0.12	开机
15	污物门外30cm处	0.12	开机
16	污物门外30cm处（左缝）	0.13	开机
17	污物门外30cm处（下缝）	0.12	开机
18	西墙外30cm处	0.15	开机
19	西墙外30cm处	0.15	开机
20	西墙外30cm处	0.12	开机
21	北墙外30cm处	0.13	开机
22	北墙外30cm处	0.13	开机
23	北墙外30cm处	0.13	开机
24	距机房楼上地面100cm处	0.14	开机
25	距机房楼下地面170cm处	0.13	开机

注：测量结果未扣除本底值。

当一层急诊DSA室内UNIQ Clarity FD20型医用血管造影X射线系统工作（工况：69kV、397mA；射线方向向上）时，机房周围的X、 γ 辐射周围剂量当量率为（0.11~0.15） $\mu\text{Sv/h}$ ，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

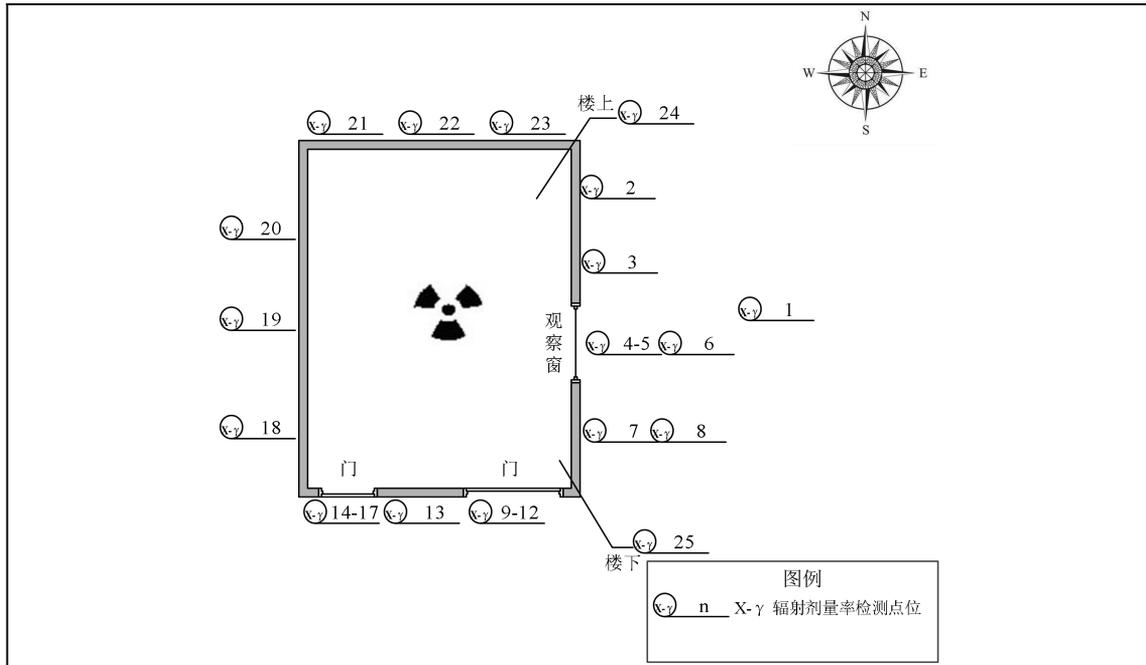


图7-1一层急诊DSA室周围X-γ辐射周围剂量当量率监测布点图

本项目四层2号手术室周围环境X-γ辐射周围剂量当量率监测结果见表7-2，监测点位见图7-2。

表 7-2. 四层 2 号手术室周围 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 ($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	环境本底	0.10	关机
2	西墙外30cm处	0.10	开机
3	观察窗外30cm处	0.11	开机
4	观察窗缝外30cm处	0.10	开机
5	操作位	0.10	开机
6	西墙外30cm处	0.11	开机
7	控制室门外30cm处 (右缝)	0.11	开机
8	控制室门外30cm处	0.11	开机
9	控制室门外30cm处 (左缝)	0.13	开机
10	控制室门外30cm处 (下缝)	0.15	开机

11	北墙外30cm处	0.11	开机
12	大门外30cm处（右缝）	0.11	开机
13	大门外30cm处	0.11	开机
14	大门外30cm处（左缝）	0.11	开机
15	大门外30cm处（下缝）	0.11	开机
16	东墙外30cm处	0.11	开机
17	东墙外30cm处	0.11	开机
18	东墙外30cm处	0.11	开机
19	南墙外30cm处	0.11	开机
20	南墙外30cm处	0.11	开机
21	南门外30cm处（右缝）	0.09	开机
22	南门外30cm处	0.09	开机
23	南门外30cm处（左缝）	0.09	开机
24	南门外30cm处（下缝）	0.13	开机
25	距机房楼上地面100cm处	0.13	开机
26	距机房楼下地面170cm处	0.13	开机

注：测量结果未扣除本底值。

当四层2号手术室内Artis Zee III ceiling型医用血管造影X射线机工作（工况：67.7kV、87.9mA；射线方向向上）时，机房周围的X、 γ 辐射周围剂量当量率为（0.09~0.15） μ Sv/h，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的标准要求。

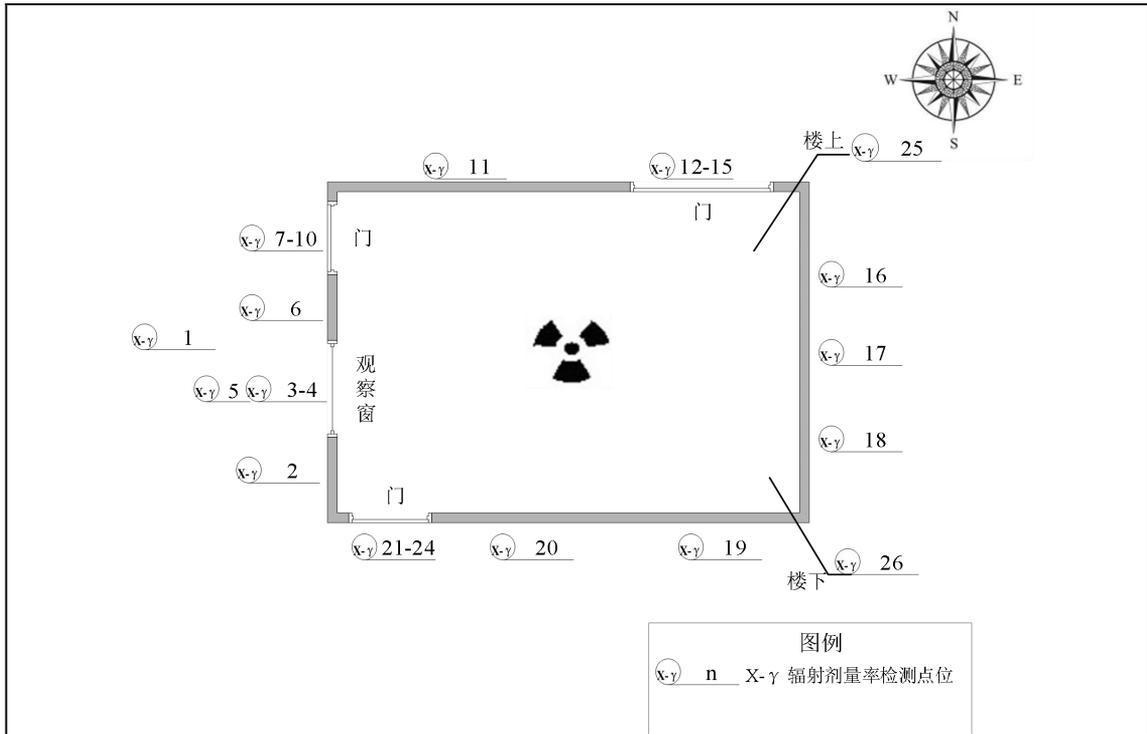


图7-2四层2号手术室周围X-γ辐射周围剂量当量率监测布点图

本项目负一层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7-3及表7-4，监测点位见图7-3。

表 7-3. 负一层加速器机房周围 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 (μSv/h)	设备状态
1	环境本底	0.12	关机
2	防护门外30cm处 (右缝)	0.12	开机 方向向上
		0.13	开机 方向向北
		0.13	开机 方向向下
		0.13	开机 方向向南
3	防护门外30cm处	0.13	开机 方向向上
		0.13	开机 方向向北
		0.13	开机 方向向下

		0.13	开机 方向向南
4	防护门外30cm处（左缝）	0.12	开机 方向向上
		0.13	开机 方向向北
		0.13	开机 方向向下
		0.13	开机 方向向南
5	防护门外30cm处（下缝）	0.12	开机 方向向上
		0.12	开机 方向向北
		0.12	开机 方向向下
		0.12	开机 方向向南
6	西墙外30cm处	0.12	开机 方向向上
		0.13	开机 方向向北
		0.13	开机 方向向下
		0.13	开机 方向向南
7	西墙外30cm处	0.15	开机 方向向上
		0.15	开机 方向向北
		0.13	开机 方向向下
		0.13	开机 方向向南
8	操作位	0.13	开机 方向向上
		0.14	开机 方向向北
		0.14	开机 方向向下
		0.14	开机

			方向向南
9	南墙外30cm处	0.13	开机 方向向南
10	南墙外30cm处	0.13	开机 方向向南
11	南墙外30cm处	0.13	开机 方向向南
12	距机房楼上地面100cm处	0.14	开机 方向向上
13	距机房楼上地面100cm处	0.18	开机 方向向上

注：测量结果未扣除本底值。

由表7-3检测结果可知，当负一层加速器机房内Vital Beam型医用直线加速器工作（工况：6MV X射线、1400cGy/min、40cm×40cm）时，机房周围的X、 γ 辐射周围剂量当量率为（0.12~0.18） $\mu\text{Sv/h}$ ，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）的标准要求。

表 7-4. 负一层加速器机房周围 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 ($\mu\text{Sv/h}$)	设备状态
1	环境本底	0.12	关机
2	防护门外30cm处（右缝）	0.13	开机 方向向上
		0.13	开机 方向向北
		0.14	开机 方向向下
		0.14	开机 方向向南
3	防护门外30cm处	0.13	开机 方向向上
		0.13	开机 方向向北
		0.13	开机 方向向下
		0.14	开机 方向向南

4	防护门外30cm处（左缝）	0.13	开机 方向向上
		0.13	开机 方向向北
		0.13	开机 方向向下
		0.15	开机 方向向南
5	防护门外30cm处（下缝）	0.13	开机 方向向上
		0.14	开机 方向向北
		0.14	开机 方向向下
		0.14	开机 方向向南
6	西墙外30cm处	0.14	开机 方向向上
		0.14	开机 方向向北
		0.14	开机 方向向下
		0.14	开机 方向向南
7	西墙外30cm处	0.14	开机 方向向上
		0.14	开机 方向向北
		0.14	开机 方向向下
		0.14	开机 方向向南
8	操作位	0.14	开机 方向向上
		0.14	开机 方向向北
		0.14	开机 方向向下
		0.16	开机 方向向南
9	南墙外30cm处	0.14	开机

			方向向南
10	南墙外30cm处	0.15	开机 方向向南
11	南墙外30cm处	0.15	开机 方向向南
12	距机房楼上地面100cm处	0.14	开机 方向向上
13	距机房楼上地面100cm处	0.14	开机 方向向上

当负一层加速器机房内 Vital Beam 型医用直线加速器工作（工况：10MV X 射线、600cGy/min）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）的标准要求。

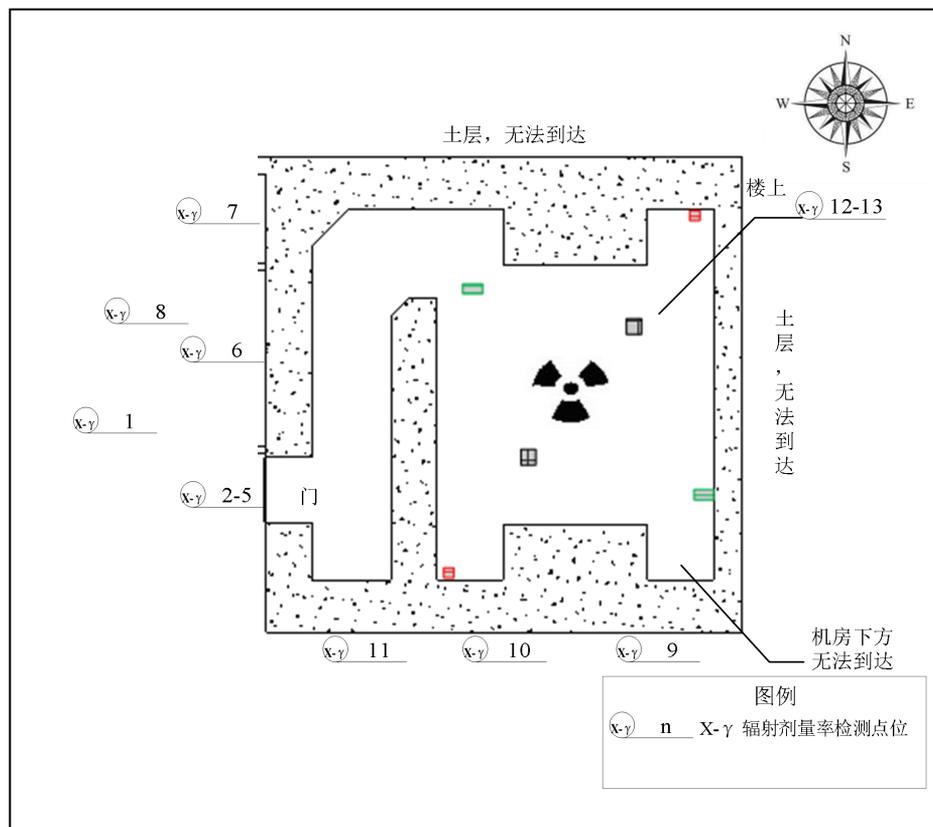


图7-3 负一层加速器机房周围X- γ 辐射周围剂量当量率监测布点图

本项目门诊医技楼负一层肿瘤科医用直线加速器机房内通风口风速监测结果见表 7-5。

表7-5 本项目医用直线加速器机房内通风口风速检测结果

机房容积 (m ³)	通风量 (m ³ /h)	换气次数 (次/小时)	标准限值 (次/小时)
256	1050	4.10	不小于 4

该直线加速器机房容积约为 256m³，经现场检测，按通风管面积计算实际通风量 1050m³/h，计算结果通风换气次数为 4.10 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

目前常熟市第二人民医院为本项目配备 15 名辐射工作人员，均由现有放疗科、介入科辐射工作人员中进行调配，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：（放）检字第 202100047 号、（放）检字第 202100087 号），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	2021年	2022年	截止验收监测 人员年受照剂量 (mSv/a)	管理 目标值 (mSv/a)
		第四季度	第一季度		
刘苇	医师	0.88	<0.06	1.43	5
顾思毅	物理师	0.99	<0.06	1.60	5
张尧	技师	0.39	<0.06	1.17	5
朱金莲	医师	0.30	0.63	0.96	5
陈洁	医师	1.00	<0.06	1.61	5
陈乐	医师	<0.06	<0.06	0.12	5

陈群英	技师	<0.06	<0.06	0.12	5
朱一帆	技师	<0.06	<0.06	0.12	5
陈志贤	医师	<0.06	<0.06	0.12	5
陆敏	医师	<0.06	<0.06	0.12	5
宗建国	技师	<0.06	<0.06	0.12	5
王健	医师	<0.06	<0.06	0.12	5
施振华	医师	<0.06	<0.06	0.12	5
程序曲	医师	<0.06	<0.06	0.12	5
盛晓东	医师	<0.06	<0.06	0.12	5

根据新建 1 台医用直线加速器及 2 台 DSA 应用项目现场监测结果，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 1000h，单台 DSA 年出束时间约 500h，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。

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 ($\mu\text{Sv/h}$)	人员性质	居留 因子	年工作 时间 (h)	人员年有效 剂量 (mSv/a)	管理目标值 (mSv/a)
负一层 加速器 机房	操作位	0.14	职业人员	1	1000	0.14	5
	防护门外	0.13	职业人员	1/8		0.02	5
			公众	1/8		0.02	0.25
	西墙外	0.15	公众	1		0.15	0.25
	南墙外	0.13	公众	1		0.13	0.25
	上方	0.18	公众	1/16		0.01	0.25
急诊	东墙外	0.12	职业人员	1	500	0.06	5

	操作位	0.11	职业人员	1		0.05	5
	南墙外	0.12	职业人员	1/8		0.01	5
	大门外	0.13	职业人员	1/8		0.01	5
	南门外	0.13	职业人员	1/8		0.01	5
	北墙外	0.14	公众	1		0.07	0.25
	上方	0.14	公众	1		0.07	0.25
	下方	0.13	公众	1/16		<0.01	0.25
四 层 号 手 术 室	操作位	0.10	职业人员	1	500	0.05	5
	西门外	0.12	职业人员	1/8		0.01	5
	北墙外	0.11	公众	1		0.06	5
	北门外	0.11	公众	1		0.06	0.25
	东墙外	0.11	公众	1		0.06	0.25
	南墙外	0.11	公众	1		0.06	0.25
	南门外	0.13	公众	1		0.07	0.25
	上方	0.13	公众	1/16		<0.01	0.25
	下方	0.13	公众	1		0.07	0.25

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_{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 7-6 可知，根据常熟市第二人民医院提供的个人累积剂量监测报告，结果显示本项目辐射工作人员原有个人累积剂量最大为 1.61mSv/a。由表 7-7 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分别为 0.13mSv/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管理目标值。

（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。由表可知，公众年有效剂量最大为 0.15mSv/a（未扣除环境本底剂量），低于本项目周围公众个人剂量管理目标值。

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 1.61mSv/a，周围公众年有效剂量最大为 0.15mSv/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），并低于本项目管理目标值（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:

常熟市第二人民医院新建 1 台医用直线加速器及 2 台 DSA 应用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) 常熟市第二人民医院在北区门急诊医技住院楼北侧负一层地下室新建了 1 座直线加速器机房,并配备 1 台瓦里安 VitalBeam 型医用直线加速器,用于肿瘤的放射治疗;在门急诊医技住院楼一层急诊区、四层手术室区域各新建了 1 座 DSA 机房,并分别配备了 1 台 UNIQ clarity FD20 型医用血管造影 X 射线系统和 1 台 Artis ZeeIII ceiling 型医用血管造影 X 射线机,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《新建 1 台医用直线加速器、1 台 DSA 及搬迁 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) 本次新建 1 台医用直线加速器及 2 台 DSA 应用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;

两间 DSA 机房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) 本项目负一层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,医院为肿瘤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；

本项目两间 DSA 机房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；本项目两间 DSA 机房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；两间 DSA 机房内设备上均设有急停按钮；两间 DSA 机房与控制室内设置双向语音对讲装置，且 DSA 机房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：本项目医用直线加速器机房、DSA 机房内的空气在 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) 医院为负一层加速器机房配备了 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；

医院为两间 DSA 机房配备了防护铅衣、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等个人防护用品，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 6 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 15 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，常熟市第二人民医院新建1台医用直线加速器及2台DSA应用项目与环评报告内容及批复要求一致。本次验收新建1台医用直线加速器及2台 DSA 应用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核查，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。