

玉溪市中山医院放疗科、介入科  
核技术利用项目（阶段性验收）竣  
工环境保护验收监测报告表

杭卫环(2026年)验字第001号

建设单位：玉溪市中山医院

编制单位：卫康环保科技（浙江）有限公司

二〇二六年一月

建设单位法人代表：\_\_\_\_\_（签字）

编制单位负责人：\_\_\_\_\_（签字）

项目负责人：\_\_\_\_\_（签字）

填表人：

建设单位： 玉溪市中山医院（盖章）

电话：18988408068

传真：/

邮编：314015

地址：云南省玉溪市澄江市竹园北路1号

编制单位： 卫康环保科技（浙江）有限公司（盖章）

电话：0571-86576138

传真：/

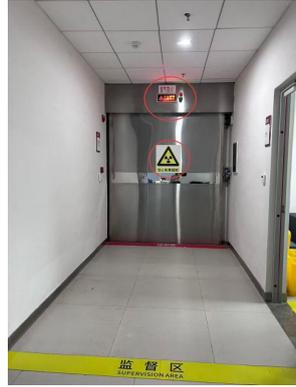
邮编：310000

地址：浙江省杭州市滨江区浦沿街道东冠路611号7幢5层504室

放疗科（1号直线加速器机房）



医用直线加速器外观图



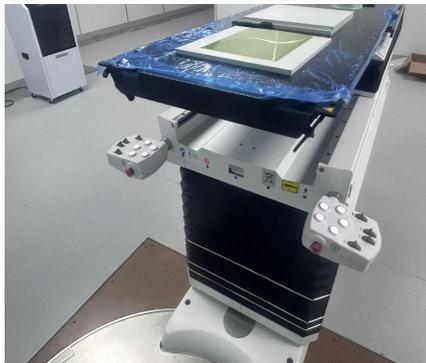
电离辐射警告标志、工作指示灯



机房内急停按钮、监控探头



控制台上急停按钮、监控显示器、对讲装置



治疗床配置的急停按钮



迷道处开门



机房内固定式剂量率仪监测探头



控制室内剂量显示器



机房内送风装置



机房内排风装置



制度上墙



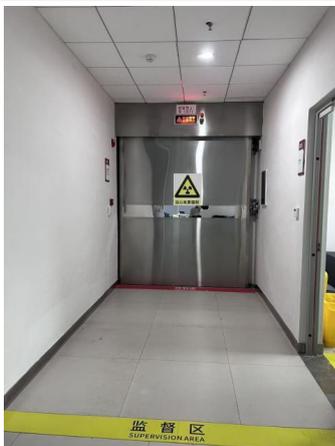
辐射巡测仪



个人剂量计、个人剂量报警仪



控制区分区



监督区分区



施工照片

介入科



Azurion 7 M20 型 DSA



ARTIS pheno 型 DSA



SOMATOM Confidence 型 CT



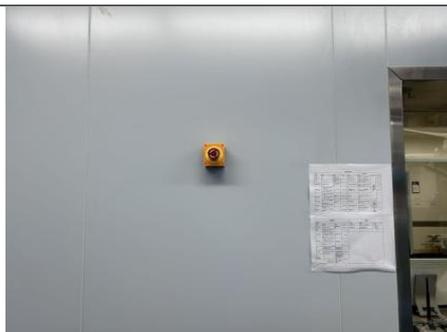
患者/医护防护门警示灯、电离辐射标识



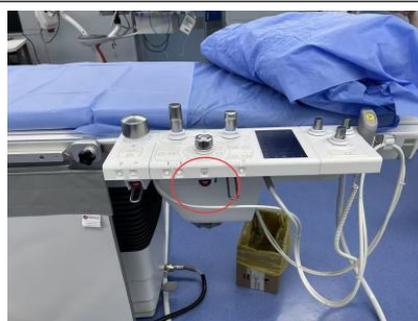
防夹装置



清洁走廊防护门



机房内急停按钮



治疗床配置的急停按钮



机房内监控探头



控制室内对讲装置



机房内送风装置



机房内排风装置



制度上墙



个人剂量计



铅防护服



辐射巡测仪

## 目 录

表一 项目基本情况 .....	1
表二 项目建设情况 .....	12
2.1 工程建设内容 .....	12
2.3 工程设备与工艺分析 .....	23
2.4 污染源 .....	32
表三 辐射安全与防护设施/措施 .....	34
3.1 工作场所布局和分区管理 .....	34
3.2 辐射屏蔽设施 .....	36
3.3 辐射安全与防护措施的设置和功能实现情况 .....	41
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 .....	58
4.1 环境影响报告表主要结论与要求 .....	58
4.2 项目环评批复要求及落实情况 .....	65
表五 验收监测质量保证及质量控制 .....	73
5.1 监测单位 .....	73
5.2 监测项目 .....	73
5.3 监测技术规范 .....	73
5.4 监测方法 .....	73
5.5 监测人员资格 .....	73
5.6 监测分析过程中的质量保证和质量控制 .....	73
表六 验收监测内容 .....	75
6.1 监测因子及频次 .....	75
6.2 监测布点 .....	75
6.3 监测仪器 .....	85
6.4 监测时间 .....	85
表七 验收监测 .....	86
7.1 验收监测期间生产工况 .....	86
7.2 验收监测结果 .....	87
7.3 验收监测结果分析 .....	96

表八 验收监测结论 .....	114
8.1 验收监测结论 .....	114
8.2 建议 .....	115

## 附图

附图 1：医院地理位置图

附图 2：医院总平面布置

附图 3：放疗科（1 号加速器机房）辐射工作场所周边环境及调查范围示意图

附图 4：医院医技楼地下一层放疗科平面布置图

附图 5：医院医技楼一层局部平面布置图（放疗科上方楼层）

附图 6：介入科辐射工作场所周边环境及调查范围示意图

附图 7：医院医技楼一层介入科平面布置图

附图 8：医院医技楼二层局部平面布置图（介入科上方楼层）

附图 9：医院医技楼地下一层局部平面布置图（介入科下方楼层）

附图 10：放疗科（1 号加速器机房）通风布局示意图

附图 11：介入科通风布局示意图

## 附件

附件 1：验收委托书

附件 2：关于中山大学澄江市医院介入科核技术利用项目环境影响报告表的批复，玉环审〔2022〕2-7 号；

附件 3：关于中山大学澄江市医院核技术利用项目环境影响报告表的批复，云环审〔2022〕2-24 号；

附件 4：中共玉溪市委机构编制委员会关于中山大学澄江市医院更名及内设机构调整批复；

附件 5：辐射安全许可证

附件 6：关于印发调整放射防护管理领导小组的通知；

附件 7：各项辐射安全管理制度、《辐射事故应急预案》；

附件 8：辐射安全培训证书

附件 9：职业健康体检报告

附件 10：最近二期个人剂量监测报告

附件 11：环保设施竣工公示、环保设施调试公示

附件 12：监测报告

附件 13：放疗科（1 号加速器机房）、介入科辐射防护工程竣工文件

附件 14：建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表

表一 项目基本情况

建设项目名称	玉溪市中山医院放疗科、介入科核技术利用项目（阶段性验收）						
建设单位名称	玉溪市中山医院						
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建						
建设地点	云南省玉溪市澄江市竹园北路1号医技楼地下1层放疗科、1层介入科						
源项	放射源		/				
	非密封放射性物质		/				
	射线装置		使用II射线装置：1台 Elekta Infinity 型医用电子直线加速器、1台 Azurion 7 M20型 DSA、1台 ARTIS Phone 型 DSA；使用III类射线装置：1台 SOMATOM Confidence 型 CT				
建设项目环评批复时间	玉环审〔2022〕2-7号：2022年8月16日		开工建设时间	介入科：2023年6月20日			
	云环审〔2022〕2-24号：2022年8月30日			放疗科：2023年10月1日			
取得辐射安全许可证时间	介入科：云环辐证[F0135]：2024年9月4日		项目投入运行时间	介入科：2025年7月10日			
	放疗科：云环辐证[F0135]：2025年2月10日			放疗科（1号加速器机房）：2025年7月20日			
辐射安全与防护设施投入运行时间	介入科：2025年7月10日		验收现场监测时间	2025年9月23日			
	放疗科（1号加速器机房）：2025年7月20日						
环评报告表审批部门	玉环审〔2022〕2-7号：玉溪市生态环境局；		环评报告表编制单位	杭州卫康环保科技有限公司			
	云环审〔2022〕2-24号：云南省生态环境厅						
辐射安全与防护设施设计单位	云南人防建筑设计院有限公司		辐射安全与防护设施施工单位	中国建筑一局（集团）有限公司			
投资总概算（万元）	玉环审〔2022〕2-7号（介入科）27500		辐射安全与防护设施投资总概算（万元）	玉环审〔2022〕2-7号（介入科）40		比例	0.14%
	云环审〔2022〕2-24号（核医学科+放疗科）29000			云环审〔2022〕2-24号（核医学科+放疗科）560			
实际总投资（万元）	玉环审〔2022〕2-7号（介入科）		实际环保投资（万元）	玉环审〔2022〕2-7号（介入科）		比例	0.15%

	27500		41.5		
	云环审〔2022〕2-24号（阶段性验收：放疗科：1号加速器机房）：240		云环审〔2022〕2-24号（阶段性验收：放疗科1号加速器机房）67		0.28%
验收依据	<p><b>1、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度：</b></p> <p>（1）《中华人民共和国环境保护法（2014年修订）》，中华人民共和国主席令第9号，自2015年1月1日；</p> <p>（2）《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第6号，2003年10月1日；</p> <p>（3）《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第253号，1998年11月29日；2017年7月16日国务院682号令修改；</p> <p>（4）《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；2019年3月2日经国务院令第709令修改；</p> <p>（5）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021修订）》，生态环境部令第20号，2021年1月4日起施行；</p> <p>（6）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第18号，2011年5月1日；</p> <p>（7）《关于发布&lt;建设项目竣工环境保护验收暂行办法&gt;的公告》，国环规环评[2017]4号，原环境保护部，2017年11月20日；</p> <p>（8）《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公告2017年第66号），2017年12月5日；</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》（国家环保总局，环发〔2006〕145号），2006年9月26日；</p> <p>（10）《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430号），2016年3月7日；</p> <p>（11）《关于发布&lt;建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类&gt;的公告》，生态环境部公告2018年第9号，2018年5月15日；</p> <p>（12）《云南省环境保护厅关于印发&lt;放射性同位素与射线装置辐射安全和</p>				

防护监督检查大纲>和<放射性同位素与射线装置辐射安全和防护监督检查技术程序>的通知》（云环发[2014]1号）；

（13）《云南省环保局关于〈在辐射安全许可工作中确定电离辐射安全管理限值请示〉的复函》（云环函[2006]727号）。

## 2、技术标准

（1）《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

（2）《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）；

（3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

（4）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；

（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/T201.2-2011）；

（7）《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）；

（8）《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）。

（9）《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；

（10）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

## 3、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定

（1）《中山大学澄江市医院介入科核技术利用项目环境影响报告表》，杭州卫康环保科技有限公司，2022年7月；

（2）关于中山大学澄江市医院介入科核技术利用项目环境影响报告表的批复，玉环审〔2022〕2-7号，玉溪市生态环境局，2022年8月16日；

（3）《中山大学澄江市医院核技术利用项目环境影响报告表》，杭州卫康环保科技有限公司，2022年8月；

（4）关于中山大学澄江市医院核技术利用项目环境影响报告表的批复，云环审〔2022〕2-24号，云南省生态环境厅，2022年8月30日。

## 4、其他

（1）验收委托书；

	<ul style="list-style-type: none"><li>(2) 医院更名文件；</li><li>(3) 辐射安全许可证；</li><li>(4) 放射防护管理领导小组文件；</li><li>(5) 各项辐射安全管理制度；</li><li>(6) 辐射防护与安全知识培训证书；</li><li>(7) 职业健康体检报告；</li><li>(8) 个人剂量监测报告；</li><li>(9) 本项目竣工验收监测报告。</li></ul>
--	--

**验收执行标准**

根据《云南省生态环境厅关于<中山大学澄江市医院核技术利用项目环境影响报告表>的批复》、《玉溪市生态环境局关于<中山大学澄江市医院介入科核技术利用项目环境影响报告表>的批复》及相关标准，本次验收监测执行的标准为：

**1.1 人员剂量限制**

本项目为阶段性验收，内容同时涉及玉溪市生态环境局批复的介入科项目（玉环审〔2022〕2-7号）与云南省生态环境厅批复的核技术利用项目（云环审〔2022〕2-24号，本次仅验收放疗科部分）。两个批复文件中关于工作人员的**职业照射**和**公众照射**年有效剂量的剂量约束值要求如下：

玉环审〔2022〕2-7号：职业照射取年有效剂量 5mSv 作为管理限值，公众照射取年有效剂量 0.25mSv 作为管理限值。

云环审〔2022〕2-24号：职业照射取年有效剂量 5mSv 作为管理限值，公众照射取年有效剂量 0.1mSv 作为管理限值。

为保障环境安全，并遵循辐射防护最优化原则，本次竣工环境保护验收采纳两者中更为严格的标准作为统一的执行依据，即职业照射取年有效剂量 5mSv 作为管理限值，公众照射取年有效剂量 0.1mSv 作为管理限值。

本项目辐射工作人员和公众的年剂量限值及剂量约束值详见表 1-1。

**表 1-1 剂量剂量约束值**

场所名称	剂量约束值 (mSv/a)		取值依据
	职业照射	公众照射	
放疗科	5.0	0.1	《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）第4.9条款：“从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合以下要求：a) 一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为5mSv/a。b) 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。”
介入科	5.0	0.1	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）第B1.1.1条款关于剂量限值的规定及第11.4.3.2条款：“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”，本次评价公众保守取相应剂量限值的10%作为本项目剂量约束值管理目标。

**1.2 剂量率参考控制水平**

### 1.2.1 放疗科

(1) 根据《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021) 中对治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率参考控制水平规定:

6.1.4 剂量控制应符合以下要求:

a) 治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时,距治疗室顶外表面 30cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$ :

1) 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(可依照附录 A 选取), 由以下周剂量参考控制水平 ( $H_c$ ) 求得关注点的导出剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,d}$  ( $\mu\text{Sv/h}$ )

机房外辐射工作人员: $H_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$ ;

机房外非辐射工作人员: $H_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$ 。

2) 按照关注点人员居留因子的不同, 分别确定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: $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ ;

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

b) 穿出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。

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)。

### 1.2.2 介入科

根据《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020):

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

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  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

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  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于  $25\mu\text{Sv/h}$ ，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于  $0.25\text{mSv}$ ；

### 1.3 机房防护要求

#### 1.3.1 放疗科

（1）根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的规定，选址与布局原则如下：

##### 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，不得设置在民居、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。

5.1.3 术中放射治疗手术室应采取适当的辐射防护措施，并尽量设在医院手术区的最内侧，与相关工作用房（如控制室或专用于术中放射治疗设备调试、维修的房间）形成一个相对独立区域；术中控制台应与治疗设备分离，实行隔室操作，控制台可设在控制室或走廊内。

（2）根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），控制区和监督区分区原则如下：

##### 5.2 分区原则

5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流运输通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。开展术中放射治疗时，术中放射治疗室应确定为临时控制区。

	<p>5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。</p> <p>（3）根据《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020），放射治疗机房布局要求如下：</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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；<math>\gamma</math>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。</p> <p>（4）根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），放射治疗机房安全设施和措施要求如下：</p> <p>6.2.1 放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等；</p> <p>a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；</p> <p>b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；</p> <p>c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区</p>
--	---

域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。

6.2.2 质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。

6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全连锁措施：

a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门-机/源连锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施；

b) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；

c) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；

f) 安全连锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何连锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行连锁恢复及功能测试。

(5) 根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于4次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

### 1.3.2 介入科

(1) 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）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。

#### 6.4.1 控制区

6.4.1.1 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制潜在照射的范围。

#### 6.4.2 监督区

6.4.2.1 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。

(2) 根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求，X射线设备机房布局、屏蔽和防护要求如下：

#### 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。

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1-2的规定。

#### 6.2 X射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

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1-3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。

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表1-3的要求。

6.2.4 距X射线设备表面100cm处的周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 时且X射线设备表面与机房墙体距离不小于100cm时，机房可不作专门屏蔽防护。

表1-2 X射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 $\text{m}^2$	机房内最小单边长度 $\text{m}$
CT机(不含头颅移动CT)	30	4.5
双管头或多管头X射线设备 a(含C形臂)	30	4.5

单管头 X 射线机 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。		

**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 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
标称 125 kV 及以下的摄影 机房	2.0	1.0
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0
CT 机房（不含头颅移动 CT）	2.5	

**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 1-4 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。

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 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。

**表 1-4 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
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 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	—

表二 项目建设情况

## 2.1 工程建设内容

### 2.1.1 建设单位情况

中山大学澄江市医院是一家集医疗、教学、科研、预防、康复、保健等功能于一体按照省级区域医疗中心，按三级甲等综合性医院标准建设的非营利性综合医院，地点位于云南省玉溪市澄江市竹园北路1号，占地196.2亩，现主要医疗用房包括门诊楼（4F/1D）、医技楼（4F/1D）、3#~5#住院楼（13F/1D）、科研行政办公楼（5F/1D）、学术会议中心（2F/1D）、医疗应急综合楼（3F）、专家楼（13F/1D）及其他附属用房，总建筑面积225400平方米。2022年10月28日，经中共玉溪市委机构编制委员会审批，中山大学澄江市医院更名为玉溪市中山医院，批复见附件4。

### 2.1.2 任务由来

为了更好的满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，使患者的诊治更加精确，医院开展放射性诊断和介入治疗业务，计划在4#住院楼2层建设核医学科，在医技楼地下1层东侧建设4间直线加速器机房、1间后装机房、1间CT模拟定位机房与1间X线模拟定位机房，在医技楼1层北侧介入科建设2间DSA机房和1间DSA-CT复合机房。

2022年7月，医院委托杭州卫康环保科技有限公司编制《中山大学澄江市医院介入科核技术利用项目环境影响报告表》；2022年8月16日，玉溪市生态环境局出具关于中山大学澄江市医院介入科核技术利用项目环境影响报告表的批复（玉环审〔2022〕2-7号，见附件2），审批内容为：**介入科**：医院医技楼1层北侧介入科建设2间DSA机房各配置1台DSA射线装置、1间DSA-CT复合机房配置1台DSA-CT射线装置，设备中DSA球管和CT球管相互有联锁功能，不能同时曝光。项目DSA、CT机属于诊断（手术）用II类射线装置，DSA额定管电压125kV，额定管电流1000mA、CT额定管电压150kV，额定管电流1000mA。

2022年8月，医院委托杭州卫康环保科技有限公司编制《中山大学澄江市医院核技术利用项目环境影响报告表》；2022年8月30日，云南省生态环境厅出具关于关于中山大学澄江市医院核技术利用项目环境影响报告表的批复（云环审〔2022〕2-24号，见附件3），审批内容为：**（1）核医学科**：拟在4号院楼2层建设核医学科，建设SPECT/CT机房、PET/CT机房、PET/MR机房、分装室、注射后候诊室、储源室、污物间、运动负荷兼抢救室、留观室等功能用房及配套用房；外购非密封放射性物质 $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 用于显像诊断；使用1台PET/CT（III类射线装置）和1台PET/MR用于 $^{18}\text{F}$ 显像诊断，并使用3枚 $^{68}\text{Ge}$ 校准放射源（V类放

射源)用于PET/CT和PET/MR设备校准;使用1台SPECT/CT(III类射线装置)用于<sup>99m</sup>Tc显像诊断。(2)**放疗科**:拟在医技楼地下1层东侧建设4间直线加速器机房、1间后装机房、1间CT模拟定位机房与1间X线模拟定位机房。配置4台10MV医用电子直线加速器,最大X射线能量10MV,最大电子线能量22MeV,等中心点1m处最大剂量率为 $1.44 \times 10^9 \mu\text{Gy/h}$ ,属于II类射线装置;1台后装治疗机,安装1枚活度为 $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$ 的<sup>192</sup>Ir放射源(属于III类放射源),用于开展肿瘤治疗;配置1台CT模拟定位机和1台X线模拟定位机(属于III类射线装置),用于模拟定位。

医院于2025年2月10日重新申领了《辐射安全许可证》(见附件5),证书编号:云环辐证[F0135],有效期至2029年6月4日,种类和范围:使用II类、III类射线装置。

目前,医院已完成放疗科和介入科工作场所的土建工程建设。放疗科1号加速器机房和介入科的3间手术室均已完成设备的安装与调试,具备验收条件。放疗科的其他机房尚未购置设备,核医学科的工作场所仍在施工中,不具备验收条件。因此,本次验收为阶段性验收。

医院核技术利用项目竣工验收与环评批复情况对照表见表2-1。

**表2-1 医院核技术利用项目竣工验收与环评批复情况对照表**

类别	环评批复项目与内容	本次竣工验收实际情况
项目总体情况	《中山大学澄江市医院介入科核技术利用项目环境影响报告表》(玉环审(2022)2-7号):介入科2间DSA机房和1间DSA-CT复合机房 《中山大学澄江市医院核技术利用项目环境影响报告表》(云环审(2022)2-24号):核医学科和放疗科	本次为 <b>阶段性验收</b> ,仅针对已完成建设并投入运行的放疗科、介入科部分设施进行验收。
玉环审(2022)2-7号:介入科(医技楼1层)	<b>批复内容</b> :医院医技楼1层北侧介入科建设2间DSA机房各配置1台DSA射线装置、1间DSA-CT复合机房配置1台DSA-CT射线装置,设备中DSA球管和CT球管相互有联锁功能,不能同时曝光。项目DSA、CT机属于诊断(手术)用II类射线装置,DSA额定管电压125kV,额定管电流1000mA、CT额定管电压150kV,额定管电流1000mA。	医院在医技楼1层北侧介入科建设1间DSA机房、1间DSA-滑轨CT机房、1间CT机房。在1号DSA机房内配置1台Azurion 7 M20型DSA(额定管电压125kV,额定管电流1000mA,属于II类射线装置),在DSA-滑轨CT机房内配置1台ARTIS Phone型DSA(额定管电压125kV,额定管电流1000mA,属于II类射线装置),在CT机房内配置1台SOMATOM Confidence型CT(额定管电压150kV,额定管电流666mA,属于III类射线装置)。其中,DSA-滑轨CT机房和CT机房中间设置可移动的防护门,将移动防护门打开后,形成DSA-CT复合机房,设备中的DSA球管和CT球管相互有联锁功能,不能同时曝光。

<p>云环审（2022）2-24号：放疗科（医技楼地下1层）</p>	<p><b>批复内容：</b>拟在医技楼地下1层东侧建设4间直线加速器机房、1间后装机房、1间CT模拟定位机房与1间X线模拟定位机房。配置4台10MV医用电子直线加速器，最大X射线能量10MV，最大电子线能量22MeV，等中心点1m处最大剂量率为<math>1.44 \times 10^9 \mu\text{Gy/h}</math>，属于II类射线装置；1台后装治疗机，安装1枚活度为<math>3.7 \times 10^{11} \text{Bq}</math>的<math>^{192}\text{Ir}</math>放射源（属于III类放射源），用于开展肿瘤治疗；配置1台CT模拟定位机和1台X线模拟定位机（属于III类射线装置），用于模拟定位。</p>	<p><b>本次验收内容：</b> 医院在医技楼地下1层东侧建设4间直线加速器机房、1间后装机房、1间CT模拟定位机房与1间X线模拟定位机房。在1号加速器机房内配置1台Elekta Infinity型医用电子直线加速器（X射线最大能量为10MV、电子线最大能量为15MeV，常规治疗模式距靶1m处最大辐射剂量率为<math>6\text{Gy/min}</math>，FFF模式距靶1m处最大辐射剂量率为<math>22\text{Gy/min}</math>，属于II类射线装置）。</p> <p><b>不在本次验收范围：</b> 2号-4号直线加速器机房、1间后装机房、1间CT模拟定位机房与1间X线模拟定位机房已完成土建工程建设，未购置设备。</p>
<p>云环审（2022）2-24号：核医学科（4号院楼2层）</p>	<p>拟在4号院楼2层建设核医学科，建设SPECT/CT机房、PET/CT机房、PET/MR机房、分装室、注射后候诊室、储源室、污物间、运动负荷兼抢救室、留观室等功能用房及配套用房；外购非密封放射性物质<math>^{18}\text{F}</math>、<math>^{99\text{m}}\text{Tc}</math>用于显像诊断；使用1台PET/CT（III类射线装置）和1台PET/MR用于<math>^{18}\text{F}</math>显像诊断，并使用3枚<math>^{68}\text{Ge}</math>校准放射源（V类放射源）用于PET/CT和PET/MR设备校准；使用1台SPECT/CT（III类射线装置）用于<math>^{99\text{m}}\text{Tc}</math>显像诊断。</p>	<p>核医学科的工作场所仍在施工中，不具备验收条件。</p>

从表 2-1 可以得知，目前医院实际完成建设并投入运行的仅有放疗科的 1 间加速器机房（已配备 1 台直线加速器）以及介入科的 3 间机房（均已配备相应设备）。而环评批复中涉及的放疗科其余机房（2-4 号加速器机房、后装机房、CT 模拟定位机房、X 线模拟定位机房）均未配备设备，核医学科工作场所仍在施工，这些均不纳入本次验收范围。

本次阶段性验收的实际建设内容与环评批复范围存在部分差异。因此，验收报告名称《玉溪市中山医院放疗科、介入科核技术利用项目（阶段性验收）》与批复文件《中山大学澄江市医院介入科核技术利用项目环境影响报告表》及《中山大学澄江市医院核技术利用项目环境影响报告表》的项目名称不完全相符。为保证验收对象表述的准确性，本次验收报告采用了基于当前实际建设与运行状态的阶段性验收名称。并且在报告中已明确说明本次验收为阶段性验收及其具体范围，充分阐述了与环评批复的对应关系，前后内容保持一致。

介入科工作场所于 2024 年 4 月 30 日竣工，于 2025 年 7 月 10 日开始调试；放疗科工作

场所于 2024 年 5 月 1 日竣工，于 2025 年 7 月 20 日开始调试；均已在医院门口进行了竣工和调试公示（见附件 11）。

卫康环保科技（浙江）有限公司于 2025 年 8 月 30 日开展玉溪市中山医院放疗科、介入科核技术利用项目（阶段性）竣工环境保护验收工作（见附件 1）。在现场监测检查和查阅相关资料的基础上，编制项目竣工环境保护验收监测报告表。

### 2.1.3 项目建设内容和规模

本项目建设内容共分为 2 大部分，具体内容如下：

(1) **放疗科**位于医技楼地下 1 层东侧，在 1 号加速器机房内配置 1 台 Elekta Infinity 型医用电子直线加速器（X 射线最大能量为 10MV、电子线最大能量为 15MeV，常规治疗模式距靶 1m 处最大辐射剂量率为 6Gy/min，FFF 模式距靶 1m 处最大辐射剂量率为 22Gy/min，属于 II 类射线装置）。

(2) **介入科**位于医技楼 1 层北侧，在介入科 1 号 DSA 机房内配置 1 台 Azurion 7 M20 型 DSA（额定管电压 125kV，额定管电流 1000mA，属于 II 类射线装置），在 DSA-滑轨 CT 机房内配置 1 台 ARTIS Phone 型 DSA（额定管电压 125kV，额定管电流 1000mA，属于 II 类射线装置）。在 CT 机房内配置 1 台 SOMATOM Confidence 型 CT（额定管电压 150kV，额定管电流 666mA，属于 III 类射线装置）。DSA-滑轨 CT 机房和 CT 机房中间设置可移动的防护门，将移动防护门打开后，形成 DSA-CT 复合机房，设备中的 DSA 球管和 CT 球管相互有联锁功能，不能同时曝光。

本项目建设的主体工程以及建设规模见表 2-1。

表 2-1 建设的主体工程以及建设规模一览表

项目	建设内容及规模	
主体工程	<b>放疗科：</b> 1 号加速器机房位于医技楼地下 1 层，配备 1 台 Elekta Infinity 型医用电子直线加速器，X 射线最大能量为 10MV、电子线最大能量为 15MeV，常规治疗模式距靶 1m 处最大辐射剂量率为 6Gy/min，FFF 模式距靶 1m 处最大辐射剂量率为 22Gy/min，属于 II 类射线装置。加速器机房有效使用面积为 70.35m <sup>2</sup> ，机房内尺寸为长 9.38m×宽 7.5m×高 3.6m。	<b>介入科：</b> 1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房、CT 机房位于医技楼 1 层北侧介入科，1 号 DSA 机房有效使用面积为 38.15m <sup>2</sup> ，机房内尺寸为长 7.38m×宽 5.17m×高 5.3m。DSA-滑轨 CT 机房有效使用面积为 44.47m <sup>2</sup> ，机房内尺寸为长 8.57m×宽 5.19m×高 5.3m。CT 机房有效使用面积为 34.98m <sup>2</sup> ，机房内尺寸为长 6.74m×宽 5.19m×高 5.3m。
辅助工程	加速器控制室、设备间、水冷机房、更衣室、模具室、制模室、医生办公室、护士站等。	控制走廊、设备间、准备间、清洁走廊等辅助工程。

环保工程	废气	1号加速器机房设有3个送风口和2个排风口，送风口位于天花板上，排风口位于北墙底部。废气经排风管在加速器机房北侧排风井排放，排气口高出屋面约0.3m，废气最终排至大气环境。经现场检测，1号直线加速器机房通风换气次数达到4.3次/h以上，符合标准中换气次数不小于4次/h的规定。	1号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房、CT 机房均设有通排风系统。
	废水	放疗科无放射性废水。	介入科无放射性废水。
	固废	加速器靶在更换或退役时，按放射性固体废物处理，拆卸后先放进机房的铅桶衰变暂存，保证铅桶表面剂量率为本底水平，最终由加速器供应商回收。	手术过程中产生的棉签、纱布、手套等医疗废物收集至医疗废物暂存间，定期委托有资质单位处置。
依托工程	本项目非放射性废水依托医院污水处理系统处理；医疗废物分类收集于医疗废物贮存间，定期交由医疗废物质资单位处置；办公、生活垃圾收集后委托环卫部门清运处置。		
公用工程	依托医院已建成的配电、供电和通讯系统等。		

本项目1号加速器机房、DSA-滑轨CT机房、CT机房实际建设的辐射屏蔽防护参数见表2-2。

表 2-2 项目主体工程屏蔽防护一览表

场所	屏蔽体		材料及厚度
1号加速器机房	南墙	主屏蔽区	3000mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料
		次屏蔽区	1800mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料
	北墙	主屏蔽区	3000mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料
		次屏蔽区	1800mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料
	东墙	迷道内墙	1840mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料
		迷道外墙	1530mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料
	西墙	侧墙	1800mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料
	顶棚	主屏蔽区	3100mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料
		次屏蔽区	1800mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料
		防护门	20mm 铅
	地面	400mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料	
1号 DSA 机房、 DSA-滑轨 CT 机房	四面墙体		240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡砂浆
	顶棚		250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆
	地面		250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆
	防护门		4.5mm 铅
	观察窗		20mm 铅玻璃

CT 机房	四面墙体	240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡砂浆
	顶棚	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆
	地面	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆
	防护门	4.5mm 铅
	观察窗	20mm 铅玻璃

## 2.1.4 项目建设地点、总平面布置和周围环境敏感目标

### 2.1.4.1 建设地点

医院位于云南省玉溪市澄江市竹园北路1号，东侧为仙湖路，隔路为空地 and 凤山，南侧为医院二期项目，西侧为竹园北路，隔路为碧湖佳苑小区与天颐幸福里小区，北侧为绿化用地。地理位置见附图1，医院总平面布局图见附图2。

本项目放疗科位于医技楼地下1层东侧，介入科位于医技楼1层。

### 2.1.4.2 总平面布置和周围环境敏感目标

#### (1) 放疗科（1号加速器机房）总平面布局

1号加速器机房位于医技楼地下1层东侧放疗科，机房东侧为排风机房、设备间、控制室，南侧为预留机房（直线加速器治疗室2），西侧为缓冲空间，北侧为预留机房迷道（后装治疗机房）、更衣室，正上方为过道、库房、医生办公室、送风机房，正下方为实土层。

1号加速器机房东侧约37m为绿化庭院，南侧约35m为4号住院楼，西侧约39m为绿化庭院，北侧约15m为高压氧楼，东北侧约50m为专家楼。放疗科（1号加速器机房）辐射工作场所周边环境及调查范围示意图见附图3，放疗科平面布置图见附图4。

#### (2) 介入科总平面布局

1号DSA机房位于医技楼1层介入科，机房东侧为清洁走廊，南侧为DSA-滑轨CT机房，西侧为控制走廊，北侧为设备间1、气瓶间，正上方为二层诊室，正下方为负一层地下车库。

DSA-滑轨CT机房位于医技楼1层介入科，机房东侧为清洁走廊，南侧为CT机房，西侧为控制走廊，北侧为1号DSA机房，正上方为二层诊室，正下方为负一层地下车库。

CT机房位于医技楼1层介入科，机房东侧为清洁走廊，南侧为室内走廊，西侧为控制走廊，北侧为DSA-滑轨CT机房，正上方为二层诊室，正下方为负一层地下车库。

1号DSA机房、DSA-滑轨CT机房和CT机房看作一个整体，东侧约11m为5号住院楼、约30m为绿化庭院，东南侧约33m为4号住院楼，西侧约11m为绿化庭院、约36m为门诊楼，西北侧约46m为学术会议中心，北侧约20m为高压氧楼、约48m为专家楼。介入

科辐射工作场所周边环境及调查范围示意图见附图 6，介入科平面布置图见附图 7。

(3) 周围环境敏感目标

根据本项目周边环境情况调查，放疗科（1 号加速器机房）、介入科辐射工作场所外 50m 调查范围主要为医院内部建筑物、院内道路；无居民点和学校等环境敏感点，亦不涉及生态保护红线。

本项目验收调查范围内主要环境保护目标为从事本项目辐射工作人员、其他医护、患者等其他公众成员。本项目放疗科（1 号加速器机房）、介入科辐射工作场所外 50m 调查范围、环境保护目标与环评一致，不新增环境敏感点。本项目验收调查范围内主要环境保护目标见表 2-3。

表 2-3 项目验收调查范围内主要环境保护目标一览表

场所	环境保护目标	关注区域	方位	人数（人）	与射线装置最近的距离（m）	保护要求
放疗科（1 号加速器机房）辐射工作场所	辐射工作人员	控制室	东侧	5 人	紧邻	5mSv
	公众	排风机房、设备间	东侧	约 2 人/天	紧邻	0.1mSv
		预留机房（直线加速器治疗室 2）	南侧	约 1 人次/天	紧邻	
		缓冲空间等医技楼其他区域	西侧	约 200 人次/天	紧邻	
		预留机房迷道（后装治疗机房）、更衣室	北侧	约 1 人次/天	紧邻	
		库房、走廊等	上层	约 20 人/天	紧邻	
		绿化庭院	东侧	约 100 人次/天	约 37m	
		4 号住院楼	南侧	约 500 人次/天	约 35m	
		绿化庭院	西侧	约 100 人次/天	约 39m	
		高压氧楼	北侧	约 20 人/天	约 15m	
专家楼	东北侧	约 300 人次/天	约 50m			
介入科辐射工作场所	辐射工作人员	1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房、CT 机房	内部	8 人	紧邻	5mSv
		控制走廊	西侧	2 人	紧邻	
	公众	清洁走廊、污物间等医技楼其他房间	东侧	约 20 人/天	紧邻	0.1mSv
		室内走廊、值班室等医技楼其他房间	南侧	约 30 人/天	紧邻	
		备用间等医技楼其他房间	西侧	约 30 人/天	紧邻	
		气瓶间、设备间等医技楼其他房间	北侧	约 10 人/天	紧邻	
医技楼 2 层功能检查科及 3	上方	约 100 人次/天	紧邻			

	层以上			
	地下车库	下方	约 50 人次/天	紧邻
	绿化庭院	东侧	约 100 人/天	约 30m
	5 号住院楼	东侧	约 500 人次/天	约 11m
	4 号住院楼	东南侧	约 500 人次/天	约 33m
	绿化庭院	西侧	约 100 人/天	约 11m
	门诊楼	西侧	约 500 人次/天	约 36m
	学术会议中心	西北侧	约 30 人/天	约 46m
	高压氧楼	北侧	约 20 人/天	约 20m
	专家楼	北侧	约 100 人次/天	约 48m

### 2.1.5 环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容一览表

本项目环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容一览表见表 2-4。

表 2-4 环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容一览表

场所	项目	环评建设内容及规模	验收内容及规模	符合性
放疗科 (1 号 加速器 机房) 辐射工 作场所	主体工程	放疗科位于医技楼地下 1 层东侧：新建 1 间加速器机房，机房有效使用面积为 70.35m <sup>2</sup> ，机房内尺寸为长 9.38m×宽 7.5m×高 3.6m，机房内安装 1 台 10MV 医用电子直线加速器，等中心 1m 处最大输出剂量率为 1.44×10 <sup>9</sup> μGy/h，属于 II 类射线装置，加速器主射束均为南侧、北侧、地面和屋顶。	放疗科位于医技楼地下 1 层东侧：新建 1 间加速器机房，机房有效使用面积为 70.35m <sup>2</sup> ，机房内尺寸为长 9.38m×宽 7.5m×高 3.6m，机房内安装 1 台 Elekta Infinity 型医用电子直线加速器，X 射线最大能量为 10MV、电子线最大能量为 15MeV，常规治疗模式距靶 1m 处最大辐射剂量率为 6Gy/min，FFF 模式距靶 1m 处最大辐射剂量率为 22Gy/min，属于 II 类射线装置，加速器主射束均为南侧、北侧、地面和屋顶。	一致
	辅助工程	加速器控制室、设备间、水冷机房、更衣室、模具室、制模室、医生办公室、护士站等。	加速器控制室、设备间、排风机房、更衣室、模具室、制模室、医生办公室、护士站等。	一致
	环保工程	1 号加速器机房治疗室屏蔽防护： 南墙主屏蔽区：3000mm 混凝土， 次屏蔽区：1800mm 混凝土； 北墙主屏蔽区：3000mm 混凝土， 次屏蔽区：1800mm 混凝土； 东墙迷道内墙：1840mm 混凝土， 迷道外墙：1530mm 混凝土； 西墙侧墙：1800mm 混凝土； 顶棚主屏蔽区：3100mm 混凝土； 次屏蔽区：1800mm 混凝土； 防护门：20mm 铅； 废气：医用直线加速器机房设有 2	1 号加速器机房治疗室屏蔽防护： 南墙主屏蔽区：3000mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料，次屏蔽区：1800mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料； 北墙主屏蔽区：3000mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料，次屏蔽区：1800mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料； 东墙迷道内墙：1840mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料，迷道外墙：1530mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料； 西墙侧墙：1800mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料；	验收阶段加速器治疗室各侧墙体屏蔽防护优于环评阶段

		<p>个送风口和 2 个排风口，送风口位于机房内东侧天花板上，排风口距地面高度为 300mm，位于送风口的西侧对角线。</p> <p>废水：放疗科无放射性废水；生活污水依托医院污水处理系统处理。</p> <p>固废：加速器靶在更换或退役时，按放射性固体废物处理，拆卸后先放进机房的铅桶衰变暂存，保证铅桶表面剂量率为本底水平，最终送交有资质单位收贮。</p>	<p>顶棚主屏蔽区：3100mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料；</p> <p>次屏蔽区：1800mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料；</p> <p>防护门：20mm 铅；</p> <p>废气：1 号加速器机房设有 3 个送风口和 2 个排风口，送风口位于天花板上，排风口位于北墙底部。废气经排风管在加速器机房北侧排风井排放，排气口高出屋面约 0.3m，废气最终排至大气环境。</p> <p>废水：放疗科无放射性废水；生活污水依托医院污水处理系统处理。</p> <p>固废：加速器靶在更换或退役时，按放射性固体废物处理，拆卸后先放进机房的铅桶衰变暂存，保证铅桶表面剂量率为本底水平，最终由加速器供应商回收。</p>	
介入科 辐射工作场所	主体工程	<p>介入科位于医技楼 1 层北侧：建设 2 间 DSA 机房和 1 间 DSA-CT 复合机房，配备 2 台数字减影血管造影 X 射线机，型号未定，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，属于 II 类射线装置）和 1 台 DSA-CT 射线装置（型号未定，属于 II 类射线装置；其中 DSA 部分最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，CT 部分最大管电压 150kV，最大管电流 1000mA），设备中的 DSA 球管和 CT 球管相互有联锁功能，不能同时曝光。</p>	<p>介入科位于医技楼 1 层北侧：在 1 号 DSA 机房内配置 1 台 Azurion 7 M20 型 DSA（额定管电压 125kV，额定管电流 1000mA，属于 II 类射线装置），DSA-滑轨 CT 机房内配置 1 台 ARTIS Phone 型 DSA（额定管电压 125kV，额定管电流 1000mA，属于 II 类射线装置），CT 机房配置 1 台 SOMATOM Confidence 型 CT（额定管电压 150kV，额定管电流 666mA，属于 III 类射线装置），设备中的 DSA 球管和 CT 球管相互有联锁功能，不能同时曝光。</p>	一致
	辅助工程	<p>控制走廊、设备间、准备间、清洁走廊等辅助工程。</p>	<p>控制走廊、设备间、准备间、清洁走廊等辅助工程。</p>	一致
	环保工程	<p>2 间 DSA 机房屏蔽防护： 四面墙体：240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡砂浆； 顶棚：250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆； 地面：250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆； 防护门：4mm 铅； 观察窗：4mmPb 铅玻璃。 DSA-CT 复合室屏蔽防护： 四面墙体：240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡砂浆；</p>	<p>1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房屏蔽防护： 四面墙体：240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡砂浆； 顶棚：250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆； 地面：250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆； 防护门：4.5mm 铅； 观察窗：4mmPb 铅玻璃。 CT 机房屏蔽防护： 四面墙体：240mm 实心砖墙+40mm 硫</p>	优于 环评 阶段

	<p>顶棚：250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆；                  地面：250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆；                  防护门：4mm 铅；                  观察窗：4mmPb 铅玻璃。                  废气：DSA 机房与 DSA-CT 复合机房均设有通排风系统。                  废水：医疗废水与工作人员的生活废水经污水处理站处理后纳入医院西侧的市政管网。                  固废：手术过程产生的棉签、纱布、手套等医疗废物收集至医疗废物暂存间，定期委托有资质单位处置；办公、生活垃圾分类收集委托环卫部门清运处置。</p>	<p>酸钡砂浆；                  顶棚：250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆；                  地面：250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆；                  防护门：4.5mm 铅；                  观察窗：4mmPb 铅玻璃。                  废气：1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房和 CT 机房均设有通排风系统。                  废水：医疗废水与工作人员的生活废水经污水处理站处理后纳入医院西侧的市政管网。                  固废：手术过程产生的棉签、纱布、手套等医疗废物收集至医疗废物暂存间，定期委托有资质单位处置；办公、生活垃圾分类收集委托环卫部门清运处置。</p>	
依托工程	<p>本项目非放射性废水依托医院污水处理系统处理；医疗废物分类收集于医疗废物暂存间，定期交由医疗废物资质单位处置；办公、生活垃圾收集后委托环卫部门清运处置。</p>	<p>本项目非放射性废水依托医院污水处理系统处理；医疗废物分类收集于医疗废物暂存间，定期交由医疗废物资质单位处置；办公、生活垃圾收集后委托环卫部门清运处置。</p>	一致
公用工程	<p>依托医院已建成的配电、供电和通讯系统等。</p>	<p>依托医院已建成的配电、供电和通讯系统等。</p>	一致

环评阶段：放疗科 1 号加速器配置 1 台 10MV 医用电子直线加速器，最大 X 射线能量 10MV，最大电子线能量 22MeV，等中心点 1m 处最大剂量率为  $1.44 \times 10^9 \mu\text{Gy/h}$ ，属于 II 类射线装置；介入科 2 间 DSA 机房配置 2 台 DSA（额定管电压 125kV，额定管电流 1000mA，属于 II 类射线装置），1 间 DSA-CT 复合机房配置 1 台 CT（额定管电压 150kV，额定管电流 1000mA，属于 III 类射线装置）。

验收阶段：在放疗科 1 号加速器配置 1 台 Elekta Infinity 型医用电子直线加速器（X 射线最大能量为 10MV、电子线最大能量为 15MeV，常规治疗模式距靶 1m 处最大辐射剂量率为 6Gy/min，FFF 模式距靶 1m 处最大辐射剂量率为 22Gy/min，属于 II 类射线装置）；在介入科 1 号 DSA 机房内配置 1 台 Azurion 7 M20 型 DSA（额定管电压 125kV，额定管电流 1000mA，属于 II 类射线装置），在 DSA-滑轨 CT 机房内配置 1 台 ARTIS Phone 型 DSA（额定管电压 125kV，额定管电流 1000mA，属于 II 类射线装置），在 CT 机房内配置 1 台 SOMATOM Confidence 型 CT（额定管电压 150kV，额定管电流 666mA，属于 III 类射线装置）。

医院在项目具体建设以及设备采购过程中，依据临床实际需求和技术发展状况，对部分

射线装置的具体型号和性能参数进行了优化选择。实际安装的设备在类别、用途、工作场所和主要技术指标方面，均与环评批复要求相符。

放疗科 1 号加速器机房的直线加速器，其实际最大电子线能量（15MeV）略低于原批复参数（22MeV），不过 X 射线最大能量（10MV）和装置类别（II 类）保持不变，并且其辐射剂量率能够满足治疗要求。

介入科实际配置了 2 台独立 DSA 和 1 台独立 CT，通过机房联通和联锁控制，实现了原批复 DSA - CT 复合机房的功能。CT 额定电流（666mA）虽与原批复（1000mA）存在数值差异，但其管电压（150kV）和装置类别（III 类）未发生变化，而且实际参数均未使工作负荷和潜在辐射影响超出原环评预测范围。

上述设备参数的调整属于医疗设备选型的正常范围，并未改变项目的核技术利用性质、规模和辐射安全框架。经现场检测，设备运行对周围环境的辐射影响仍能满足原环评报告的预测结论以及国家相关标准要求。

本项目 1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房和 CT 机房辐射防护工程在实际施工中对局部屏蔽方案进行了优化与加强。具体变动为：1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房四面墙体在保持 240mm 实心砖墙基础上，其表面所涂覆的硫酸钡防护砂浆厚度由环评设计的 20mm 增加至 40mm；同时，所有防护门的铅当量由原设计的 4mmPb 提升至 4.5mmPb。CT 机房所有防护门的铅当量由原设计的 4mmPb 提升至 4.5mmPb。顶棚、地面及观察窗的屏蔽防护措施均严格按环评批复要求施工，未作变动。上述调整属于在满足并优于原环评屏蔽安全要求基础上的工程优化，进一步提升了机房的整体防护水平，符合辐射防护最优化原则。

本项目实际配备的射线装置型号、主要技术参数、主要曝光方向、年出束时间、使用场所、工作方式、工艺流程、污染物产生种类、采取的污染治理和辐射安全防护措施、管理制度制定情况等均与环评基本一致，因此不属于重大变动。

## 2.2 源项情况

本次验收直线加速器、DSA、DSA-CT 主要参数见表 2-5。

表 2-5 本项目射线装置一览表

场所	参数	内容
放疗科	装置名称	医用电子直线加速器
	生产厂家	医科达（北京）医疗器械有限公司
	型号	Elekta Infinity
	出厂编号	109516
	射线装置类别	II 类

	输出能量	X 射线	6MV、6MVFFF、10MV、10MVFFF
		电子线	6、8、10、12、15MeV
	X 射线最大焦点剂量率		6MV、10MV：6Gy/min 6MVFFF：14Gy/min 10MVFFF：22Gy/min
	电子束最大焦点剂量率		6Gy/min
	所在场所		医技楼地下 1 层东侧放疗科 1 号加速器机房
	源轴距		100cm
	最大照射野		40cm×40cm
	机架旋转角度		±180°
	等中心点高度		1250mm
	最大出束角		28°
	X 射线漏射率		≤0.1%
介入科	装置名称		DSA
	生产厂家		飞利浦
	型号		Azurion 7 M20
	出厂编号		2371
	射线装置类别		II类
	技术参数		125kV、1000mA
	所在场所		医技楼 1 层介入科 1 号 DSA 机房
	装置名称		DSA
	生产厂家		西门子
	型号		ARTIS Phone
	出厂编号		165543
	射线装置类别		II类
	技术参数		125kV、1000mA
	所在场所		医技楼 1 层介入科 DSA-滑轨 CT 机房
	装置名称		DSA-CT（CT 机）
	生产厂家		西门子
	型号		SOMATOM Confidence
	出厂编号		100640
	射线装置类别		III类
	技术参数		150kV、666mA
所在场所		医技楼 1 层介入科 CT 机房	

## 2.3 工程设备与工艺分析

### 2.3.1 放疗科（1 号加速器机房）工程设备与工艺分析

#### 2.3.1.1 医用电子直线加速器设备组成

医用直线加速器是产生高能 X 射线和电子束的装置，为远距离治疗机。设备组成主要包括机架组件、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。

典型医用直线加速器示意图、内部结构图与典型外观图分别见图 2-1，图 2-2，图 2-3。

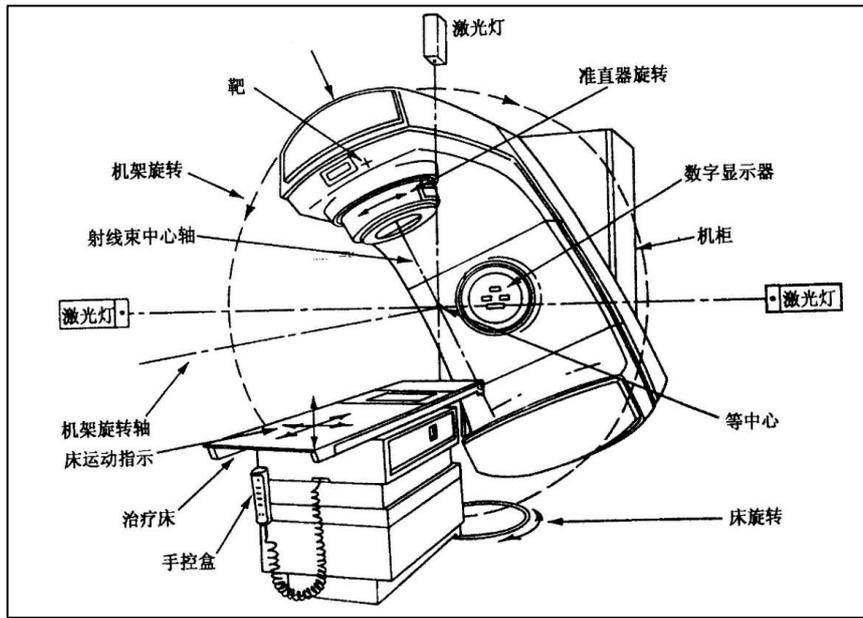


图 2-1 典型医用直线加速器示意图

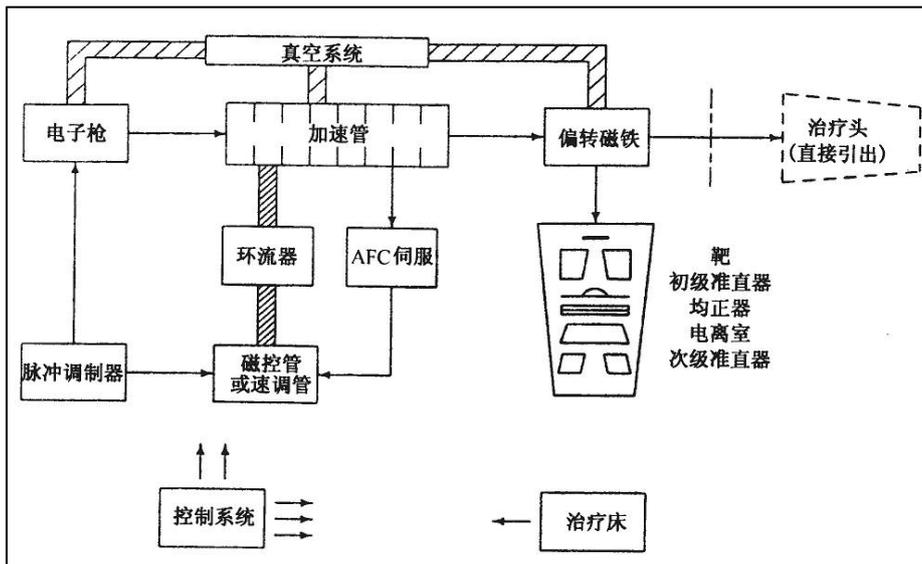


图 2-2 典型医用直线加速器结构图



图 2-3 典型医用直线加速器外观图

### 2.3.1.2 医用电子直线加速器工作原理

医用直线加速器是利用微波电磁场加速电子并且具有直线运动轨迹的加速器装置，按微波传输的特点分为行波和驻波直线加速器两类，它的结构单元为：加速器、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。加速器电子枪阴极表面发射的电子，被阴极与阳极间的电场加速，注入加速器的加速腔，处于合适相位的电子受到微波电磁场的加速，能量不断增加，在加速器末端轰击金属靶，发生韧致辐射，产生 X 射线，最后照射到患者病灶实现治疗目的。医用直线加速器有高能 X 射线及高能电子线两种射线束模式应用于临床的放射治疗。

### 2.3.1.3 操作流程及产污环节

- ①根据医生指导意见，需要接受治疗的患者提前预约登记，以确定治疗时间；
- ②预约患者首先在模拟定位机上进行肿瘤定位，确定肿瘤的具体位置和形状；物理师根据定位的情况进行制模；
- ③物理师通过医生给出的治疗剂量，通过治疗计划系统（TPS）制定治疗计划；
- ④肿瘤患者在技师协助下躺上治疗床，进行摆位，根据 TPS 确定照射位置和面积；
- ⑤确认机房无其他无关人员后，技师离开机房，进入控制室；
- ⑥确认加速器各系统正常工作，根据 TPS 计划设定好出束时间、角度与剂量，进行出束治疗；

⑦治疗结束后，关机，打开机房防护门，技师进入机房卸载患者，病人离开机房。工艺流程及产污环节如图 2-4 所示。

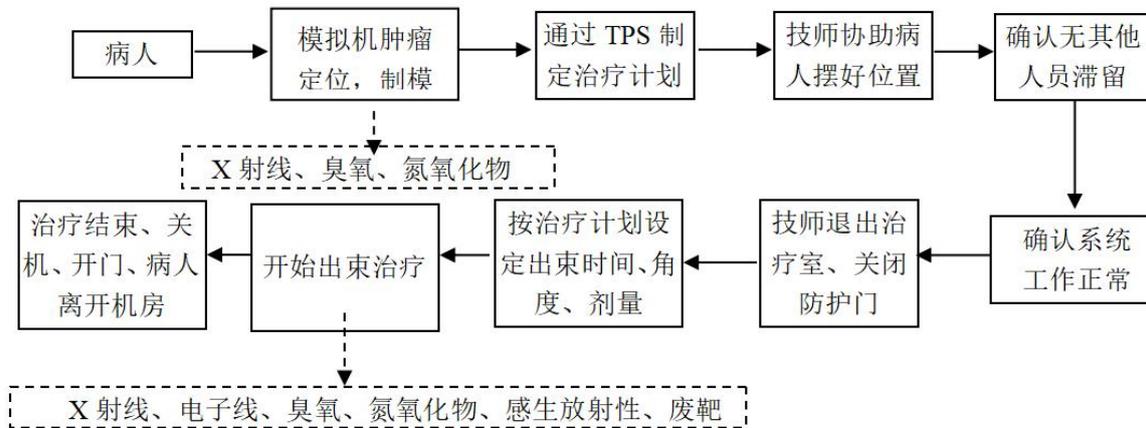


图 2-4 医用电子直线加速器工作流程及产污环节分析图

### 2.3.1.4 工作人员及工作制度

环评阶段：放疗科 4 间加速器机房拟配备 24 人（放射肿瘤医师 8 人、放射肿瘤技师 8 人、物理师 4 人、护士 4 人），均为新增辐射工作人员。本项目辐射工作人员均定岗定职，不存在交叉工作的情况。

验收阶段：1 号加速器机房配备 5 名辐射工作人员，包括 1 名放疗肿瘤医师、1 名影像医师、1 名放疗物理师、2 名放疗技师，每天工作 8 小时，每年工作 250 天，均为新增辐射工作人员。本项目辐射工作人员均定岗定职，不存在交叉工作的情况。

环评阶段预测的人员规模是基于 4 间加速器机房全部建成并满负荷运行的整体规划，而本次验收仅针对已建成的 1 号加速器机房。目前该机房实际配备了 5 名专职辐射工作人员，此配置是根据当前单台设备的实际运行需求、诊疗流程和工作量进行的具体安排，能够满足现阶段的安全运行与操作要求。人员数量的减少与本次验收范围仅限于 1 号加速器机房的实际情况完全对应，符合分阶段建设、分阶段投运的项目实施特点。

由医院提供资料，加速器机房平均每天接待受检者/患者不超过 60 人次，每周工作 5 天，平均每人每野次治疗剂量 1.5Gy，平均每人治疗照射 3 野次，周工作负荷  $W=60 \times 5 \times 1.5 \times 3=1350\text{Gy/周}$ 。考虑到本项目直线加速器等中心处常用最高吸收剂量率为 6Gy/min，加速器周治疗照射时间为  $t=W/D_0=1350 \text{ (Gy/周)} / 6 \text{ (Gy/min)} =225 \text{ (min/周)} =3.75\text{h/周}$ ，则年治疗时间为 187.5h。根据 GBZ/T201.2-2011 的规定，在调强放射治疗中，相应有用线束和有用线束散射辐射，每周与常规放射治疗人数相同时，周工作负荷与常规放射治疗相同；但对泄露辐射，周工作负荷为常规放射治疗工作负荷的 5 倍（5 为调强因子）。

## 2.3.2 介入科工程设备与工艺分析

### 2.3.2.1 DSA 射线装置设备组成

#### (1) 常规DSA手术诊疗

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。两次数值相减，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于常规造影。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。

DSA主要组成部分为带有影像增强器电视系统的X射线诊断机、高压注射器、电子计算机图象处理系统、治疗床、操作台、磁盘或磁带机、多幅照相机。本项目DSA的整体外观示意图如图2-5所示。



图 2-5 DSA 射线装置整体外观示意图

#### (2) DSA-CT 射线装置手术诊疗

DSA-CT 射线装置是在近距离或者在同一环境下（即一室方案）同时包含 DSA 球管和 CT 球管的一套系统。CT 功能将通过滑轨滑向 DSA 的病人床进行 CT 扫描，而不要重新定

位或者转运病人（为了节省时间并减少转运过程的并发症）。CT扫描完成后，可以将CT架从病人床移开，使得病人可以用于DSA的造影。在实际使用当中，这套系统里的DSA功能和CT功能并不能够同时使用。每套系统都有两种操作模式，一种只能使用DSA功能；另一种只能使用CT功能。当需要用到CT功能扫描时，DSA球管需要停在病人床侧位专门的安放位，否则CT球管无法到位扫描；当CT扫描完成后，CT球管需要回到专门的安放位，否则DSA将无法造影。每次只能一个球管运作且两个球管互不干扰。

该系统由DSA、带滑轨的CT、吊装C臂、手术床、悬吊显示器以及设备自带屏蔽设施等组成，其整体外观示意图如图2-6所示，



图 2-6 DSA-CT 射线装置整体外观示意图

### 2.3.2.2 DSA 手术诊疗工作流程及产污环节

#### (1) 常规DSA手术诊疗

诊疗时，患者仰卧并进行无菌消毒，局部麻醉后，经皮穿刺静脉，送入引导钢丝及扩张管与外鞘，退出钢丝及扩张管将外鞘保留于静脉内，经鞘插入导管，推送导管，在X线透视下将导管送达静脉，顺序取血测定静、动脉，并留X线片记录，探查结束，撤出导管，穿刺部位止血包扎。

DSA在进行曝光时分为摄影和透视两种情况：

摄影：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，医生和护士均退出机房在控制室观察），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。

透视：医生需进行手术治疗时，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屏风后并身着铅服、戴铅眼镜等防护用品，在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

常规DSA治疗流程及产污环节见图2-7。

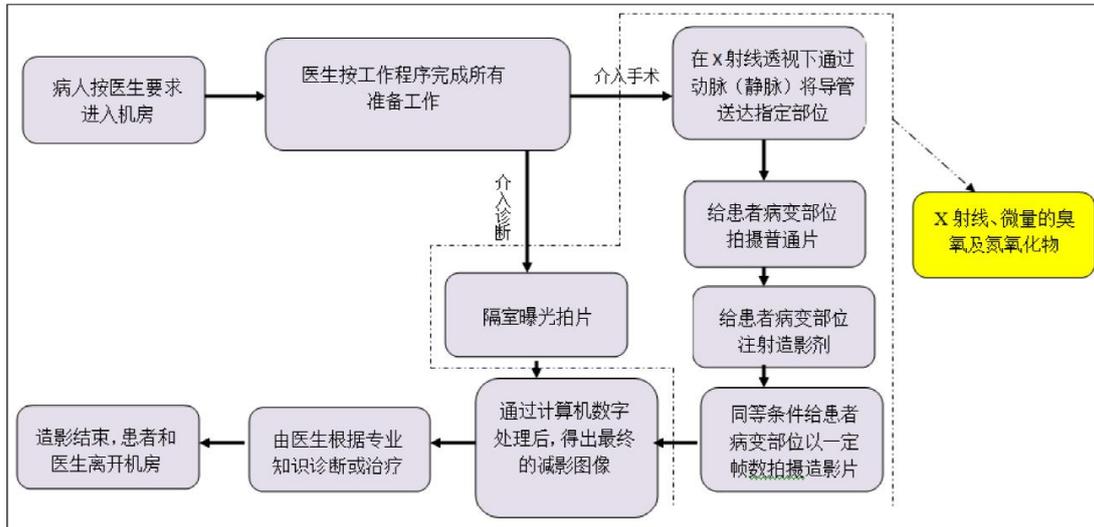


图 2-7 常规 DSA 工作流程及产污环节示意图

## (2) DSA-CT 射线装置手术诊疗

DSA-CT复合机的DSA球管和CT球管功能均可独立使用，DSA模式和CT模式功能不能同时开机使用，不能同时曝光，DSA-CT为一套设备，不设置主副室。

复合手术具体诊疗工作流程如下：

### ①CT模式

当需要CT模式曝光扫描时，DSA设备会移出手术床位置位于手术床一侧，CT球管沿着滑轨向手术床（患者）移动准备出束进行CT扫描。使用CT进行曝光扫描时，医务人员位于机房外采用隔室操作，机房可为医务人员及墙外停留或通过的人员提供足够的屏蔽防护，CT球管不用扫描时通过轨道滑离患者，复位到复合手术室内初始位置。

### ②DSA模式

当需要DSA模式进行摄影或透视时，CT球管位于远端（初始位置）。

A、当需要使用DSA模式进行摄影时，医务人员位于机房外采用隔室操作。机房可为医务人员及墙外停留或通过的人员提供足够的屏蔽防护。

B、当需要使用DSA模式进行透视时，医务人员位于机房外采用同室近台操作。医务人员可通过设备自带铅悬挂吊屏、床侧防护铅帘及穿戴个人防护用品进行屏蔽防护。

复合手术室内DSA模式和CT模式分别进行曝光的示意图2-8和图2-9。DSA-CT治疗流程及产污环节见图2-10。



图 2-8 DSA-CT 复合机房内 CT 曝光示意图（C 臂在手术床一侧）

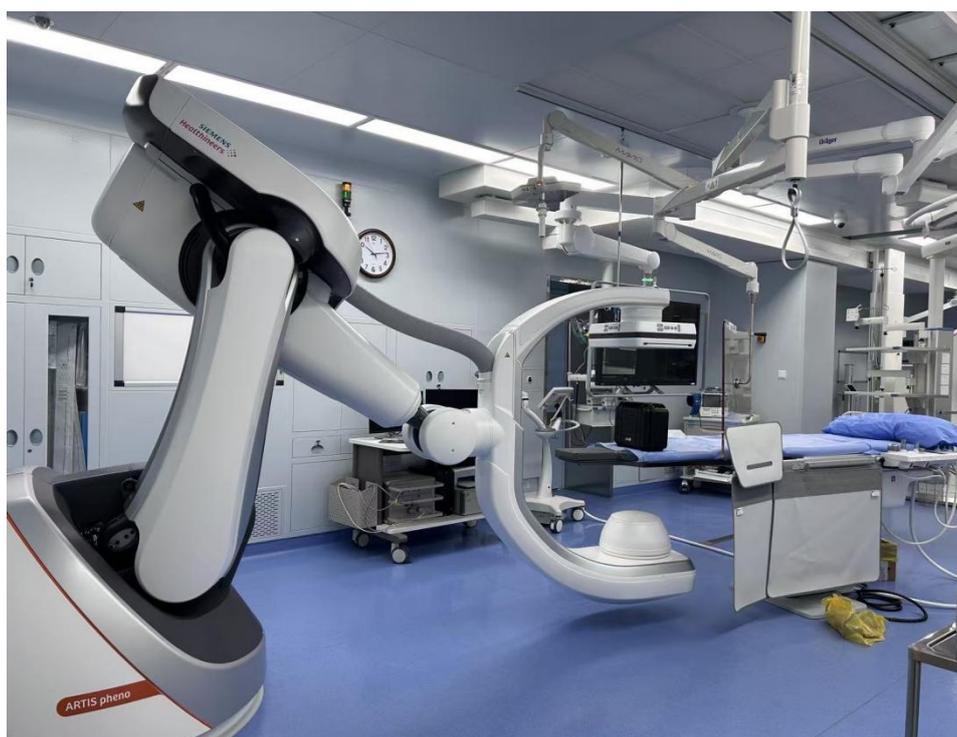


图 2-9 DSA-CT 复合机房内 DSA 曝光示意图（CT 在远端）

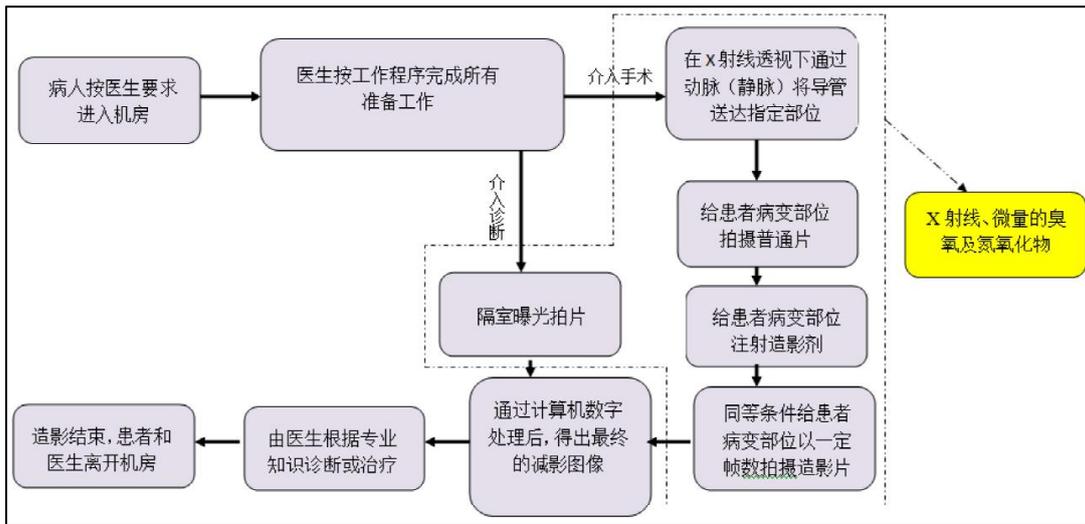


图 2-10 DSA-CT 工作流程及产污环节示意图

### 2.3.2.3 工作人员及工作制度

环评阶段：介入科每个机房均配置 3 名医生、3 名技师和 3 名护士，共配置 27 名辐射工作人员，均为新增辐射工作人员。本项目辐射工作人员均定岗定职，不存在交叉工作的情况。

验收阶段：介入科配备 10 名辐射工作人员，包括医生 6 名、技师 2 名和护士 2 名；均为现有辐射工作人员，分为两组开展手术，每天工作 8 小时，每年工作 250 天。

本项目介入科在实际运行中优化了人员配置与排班模式，实际配备的 10 名辐射工作人员均为院内现有且经验丰富的专业人员，通过科学分组轮换的方式完全能够保障两台已验收 DSA 及一台 CT 设备的日常手术与诊疗需求，相较于环评阶段基于三间机房满员独立配置所预测的 27 人规模，当前人员数量的减少是医院根据实际设备数量、手术流程效率及现有医护人员资质进行合理整合与调度管理的结果，既确保了辐射安全操作规范的有效执行，也符合医疗机构资源高效利用的原则，因此该调整合理且不会对辐射安全管理工作产生负面影响。

由医院提供资料，保守预计 1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房每年最大工作量均为 500 台，DSA 包括透视和摄影两种模式，单台手术需要医生 2 名，护士 1 名，技师 1 名。辐射工作人员轮岗安排，单名医生人员每年最大工作量为 400 台，单名护士人员每年最大工作量为 550 台，单名技师人员每年最大工作量为 550 台。CT 机房每年最大工作量为 300 台，单次最大出束时间为 10s，由技师进行操作。

本项目 DSA、DSA-CT 最大工作负荷统计见 2-6。

**表 2-6 本项目 DSA、DSA-CT 最大工作负荷统计表**

场所	射线装置	工作状态	平均每台手术最长出束时间 (min)	单台设备全年开展手术量 (台)	单台设备年总出束时间 (h)	单个医生年最大受照时间 (h)	单个护士年最大受照时间 (h)	单个技师年最大受照时间 (h)
1 号 DSA 机房	DSA	摄影	2	500	16.67	13.33	18.33	18.33
		透视	20	500	166.67	133.3	183.3	183.3
DSA-滑轨 CT 机房	DSA	摄影	2	500	16.67	13.33	18.33	18.33
		透视	20	500	166.67	133.3	183.3	183.3
	CT	扫描	10s	300	0.83	/	/	0.42
CT 机房	CT	扫描	10s	300	0.83	/	/	0.42

## 2.4 污染源

### 2.4.1 放疗科（1 号加速器机房）辐射工作场所污染源项

#### （1）X 射线（电子线）

本项目医用直线加速器的X射线最高能量为10MV，电子最高能量为15MeV，常规治疗模式距靶1m处最大辐射剂量率为6Gy/min，FFF模式距靶1m处最大辐射剂量率为22Gy/min。由于X射线的贯穿能力极强，对周围环境可能造成辐射污染，但运行时产生的X射线随加速器的开、关而产生和消失。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。在加速器开机的时间内，产生的X射线为主要辐射环境污染因素。

医用直线加速器在运行时，电子枪产生大量的电子，电子被加速后聚焦为一股束流，电子束虽然占据的体积小，但能量非常集中，电子束的贯穿能力比X射线弱，加速器四周的混凝土屏蔽墙和防护门均能将其完全屏蔽。

#### （2）感生放射性

根据《辐射防护手册：辐射源与屏蔽》（第一分册）中P226页，绝大数天然核素的（ $\gamma$ , n）反应阈能在10MeV以上。加速器处于电子束治疗模式且电子线能量大于10MeV，为15eV，电子线与加速器内部构件和空气作用，使构件激发感生放射性和产生感生放射性核素，如感生放射性核素 $^{15}\text{O}$ 、 $^{13}\text{N}$ 。一般在正常通风情况下，感生放射性气体不会对辐射工作人员和病人造成危害。加速器X射线能量最大为10MV，故不考虑中子放射防护。

#### （3）废靶

加速器靶在更换或退役时，按放射性固体废物处理，拆卸后先放进机房的铅桶衰变暂存，保证铅桶表面剂量率为本底水平，最终由加速器供应商回收。

（4）非放射性废气

本项目放疗科非放射性废气为电离辐射产生极少量的O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>等废气，经排风管道排至地面绿化带排放。

（5）非放射性废水

本项目废水为工作人员产生的少量生活污水，托医院污水处理系统处理，达标后排放。

（6）非放射性固废

医疗废物分类收集于医疗废物贮存间，定期交由医疗废物资质单位处置；办公、生活垃圾收集后委托环卫部门清运处置。

**2.4.2 介入科辐射工作场所污染源项**

（1）X射线

根据X射线装置工作原理，X射线随DSA设备的开、关而产生和消失。本项目DSA设备在非诊断状态下不产生射线，只有在开机并处于出束状态时才会发出X射线。因此，在开机期间，主要污染因子为X射线。

（2）非放射性废气

本项目介入科废气为电离辐射产生极少量的O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>等废气，经排风管道引至医技楼西侧室外排放。

（3）非放射性废水

本项目废水为工作人员产生的少量生活污水，托医院污水处理系统处理，达标后排放。

（4）非放射性固废

医疗废物分类收集于医疗废物贮存间，定期交由医疗废物资质单位处置；办公、生活垃圾收集后委托环卫部门清运处置。

表三 辐射安全与防护设施/措施

3.1 工作场所布局和分区管理

3.1.1 放疗科（1号加速器机房）辐射工作场所布局和分区管理

3.1.1.1 辐射工作场所布局

本项目1号加速器机房位于医技楼地下1层东侧放疗科，机房东侧为排风机房、设备间、控制室，南侧为预留机房（直线加速器治疗室2），西侧为缓冲空间，北侧为预留机房迷道（后装治疗机房）、更衣室，正上方为过道、库房、医生办公室、送风机房，正下方为实土层。

本项目加速器机房的面积（不含迷路）约70.35m<sup>2</sup>，机房由治疗室、迷路和防护门组成，加速器机房与控制室分离，1号加速器机房设置L型迷路，迷路口设有防护门，加速器的主射方向为南、北、顶棚与地面方向，不朝向控制室。医生办公室、值班室位于放疗科夹层，相关配套用房齐全，放疗科机房平面布局满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中关于放射治疗设备工作场所布局要求。

3.1.1.2 两区划分

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）与《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）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，本项目1号加速器机房控制区、监督区划分情况见表3-1，分区示意图见图3-1。

表3-1 1号加速器机房控制区和监督区划分一览表

工作场所	控制区	监督区
1号加速器机房	加速器机房（含迷道）	控制室、设备间、缓冲空间、直加排风机房等区域



图 3-1 1号加速器机房分区示意图

### 3.1.2 介入科工作场所布局和分区管理

#### 3.1.2.1 辐射工作场所布局

1号 DSA 机房位于医技楼 1 层介入科，机房东侧为清洁走廊，南侧为 DSA-滑轨 CT 机房，西侧为控制走廊，北侧为设备间 1、气瓶间，正上方为二层诊室，正下方为负一层地下车库。

DSA-滑轨 CT 机房位于医技楼 1 层介入科，机房东侧为清洁走廊，南侧为 CT 机房，西侧为控制走廊，北侧为 1 号 DSA 机房，正上方为二层诊室，正下方为负一层地下车库。

CT 机房位于医技楼 1 层介入科，机房东侧为清洁走廊，南侧为室内走廊，西侧为控制走廊，北侧为 DSA-滑轨 CT 机房，正上方为二层诊室，正下方为负一层地下车库。

本项目 1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房和 CT 机房及配套房间均集中布置，相对独立且人流较少，降低了公众受到照射的可能性，且周围无明显环境制约因素。本项目 DSA 射线装置有用线束不照射门、窗、管线口与工作人员操作位，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。DSA 机房医护/病人通道与污物通道分开，病人通道的宽度满足病人手推车辆的通行，方便治疗。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，既有机联系，又互不干扰，且避开了人流量较大的门诊区或其它人员集中活动区域，并同时兼顾了病员就诊的方便性，所以介入科的平面布置是合理的。

#### 3.1.2.2 介入科工作场所两区划分

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）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，本项目介入科工作场所控制区、监督区划分情况见表 3-2，分区示意图见图 3-2。

表3-2 介入科工作场所控制区和监督区划分一览表

工作场所	控制区	监督区
介入科	1号DSA机房、DSA-滑轨CT机房和CT机房内部	控制走廊、气瓶间、设备间1、清洁走廊、室内走廊等区域

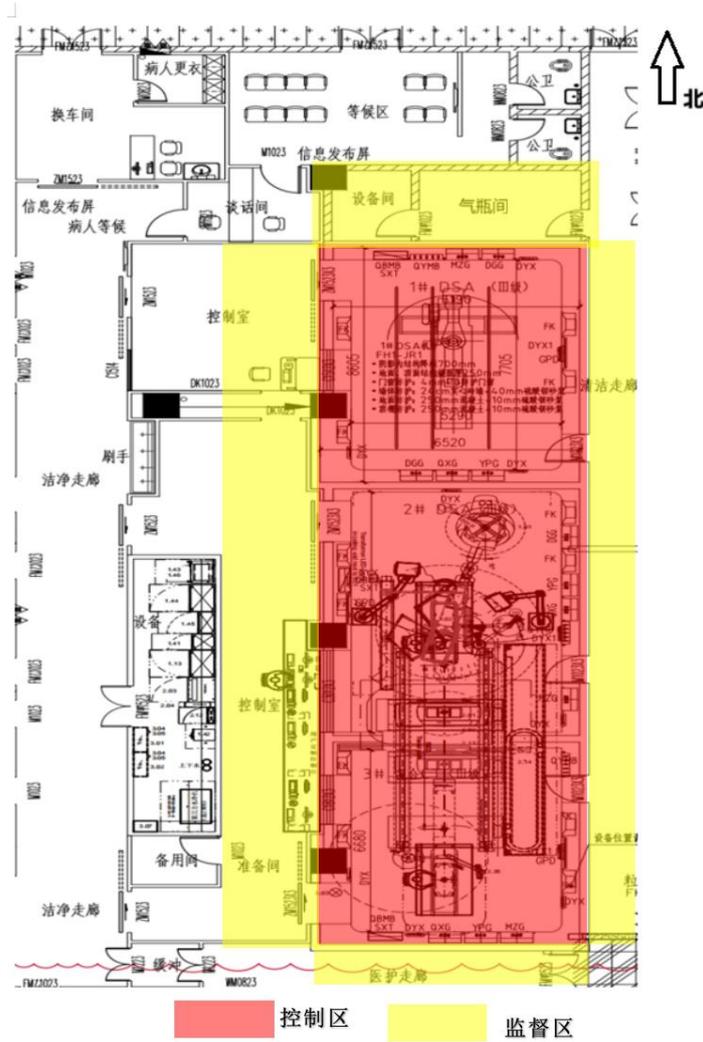


图 3-2 介入科工作场所分区示意图

### 3.2 辐射屏蔽设施

#### 3.2.1 屏蔽措施

本项目 1 号加速器机房、1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房和 CT 机房辐射屏蔽设施实施情况与环境影响报告表及批复要求的对照分析详见表 3-3。

表3-3 本项目辐射工作场所屏蔽设施实施与环评报告、批复对照表

场所	项目	设计屏蔽措施	实际屏蔽措施	是否一致	
放疗科（1号加速器机房）	南墙	主屏蔽区	3000mm 混凝土 硫酸钡防护涂料	3000mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料	优于环评阶段
		次屏蔽区	1800mm 混凝土	1800mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料	优于环评阶段
	北墙	主屏蔽区	3000mm 混凝土	3000mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料	优于环评阶段
		次屏蔽区	1800mm 混凝土	1800mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料	优于环评阶段

	东墙	迷道内墙	1840mm混凝土	1840mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料	优于环评阶段
		迷道外墙	1530mm混凝土	1530mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料	优于环评阶段
	西墙	侧墙	1800mm混凝土	1800mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料	优于环评阶段
	顶棚	主屏蔽区	3100mm混凝土	3100mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料	优于环评阶段
		次屏蔽区	1800mm混凝土	1800mm 混凝土+40mm 硫酸钡防护涂料	优于环评阶段
	地面		厚土层，无地下层	400mm混凝土+40mm硫酸钡防护涂料	优于环评阶段
	防护门		20mm铅	20mm铅	一致
1号DSA机房、DSA-滑轨CT机房	四面墙体		240mm 实心砖墙+20mm 硫酸钡砂浆	240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡砂浆	优于环评阶段
	顶棚		250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆	一致
	地面		250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆	一致
	防护门		4mm 铅	4.5mm 铅	优于环评阶段
	观察窗		4mmPb 铅玻璃	4mmPb 铅玻璃	一致
CT机房	四面墙体		240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡砂浆	240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡砂浆	一致
	顶棚		250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆	一致
	地面		250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆	250mm 混凝土+10mm 硫酸钡砂浆	一致
	防护门		4mm 铅	4.5mm 铅	优于环评阶段
	观察窗		4mmPb 铅玻璃	4mmPb 铅玻璃	一致

由表 3-3 可知，本项目 1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房和 CT 机房辐射防护工程在实际施工中对局部屏蔽方案进行了优化与加强。具体变动为：1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房四面墙体在保持 240mm 实心砖墙基础上，其表面所涂覆的硫酸钡防护砂浆厚度由环评设计的 20mm 增加至 40mm；同时，所有防护门的铅当量由原设计的 4mmPb 提升至 4.5mmPb。CT 机房所有防护门的铅当量由原设计的 4mmPb 提升至 4.5mmPb。顶棚、地面及观察窗的屏蔽防护措施均严格按原环评批复要求施工，未作变动。上述调整属于在满足并优于原环评屏蔽安全要求基础上的工程优化，进一步提升了机房的整体防护水平，符合辐射防护最优化原则。

### 3.2.2 通排风系统

#### (1) 放疗科（1号加速器机房）

1号加速器机房设置独立的送风系统和排风系统，机房内设有3个送风口和2个排风口，送风口位于天花板上（治疗室南侧），排风口位于机房的西北角和东北角（距地板高度为300mm）。1号加速器机房新风管、排风管采用“V”型预埋管道（45度穿墙，20mm铅板四面包封）从迷道防护门上方穿过，机房通风布局示意图见图3-3、机房风管穿墙图见图3-4。

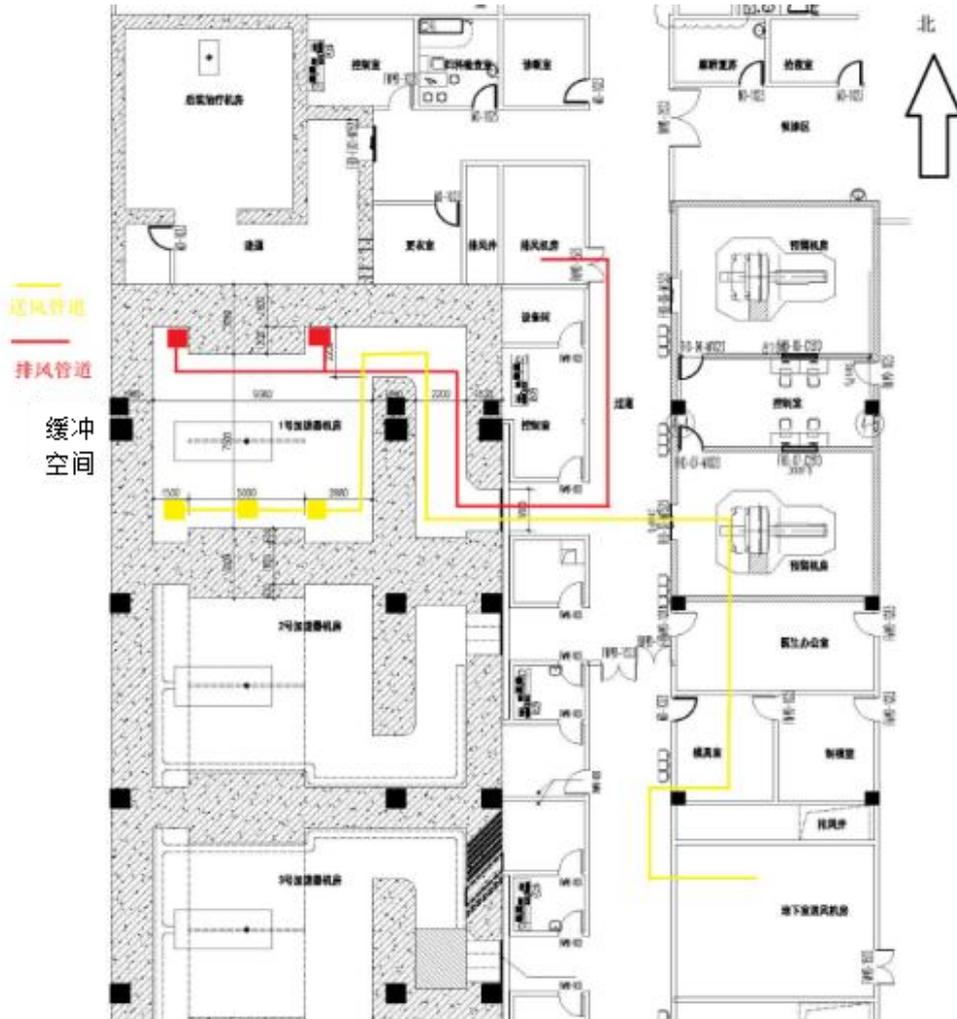


图 3-3 1号加速器机房通风布局示意图

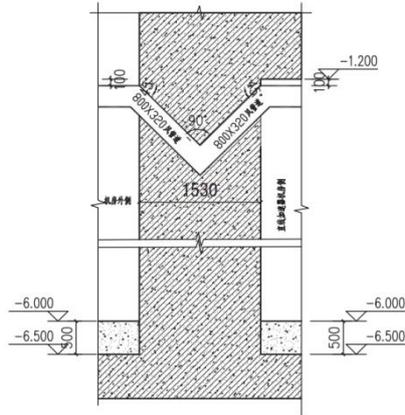


图 3-4 1号加速器机房风管穿墙图

(3) 介入科（3间机房）

介入科共设3间机房，每间机房均配置独立的送风管道和回风管道，均设置4个送风口和4个回风口，送风口和回风口位于机房顶部的东西两侧，送风机位于机房东侧的新风机房，每个机房均设置排风管道，排风口位于机房西南侧离地300mm，排风机位于机房西侧的排风机房，排风量均为500m<sup>3</sup>/h。风管从吊顶内采用45度穿墙，并且采用4mm铅板四面包裹作为屏蔽补偿。机房通风布局示意图见图3-5、机房风管穿墙图见图3-6。



图 3-5 介入科（3间机房）通风布局示意图

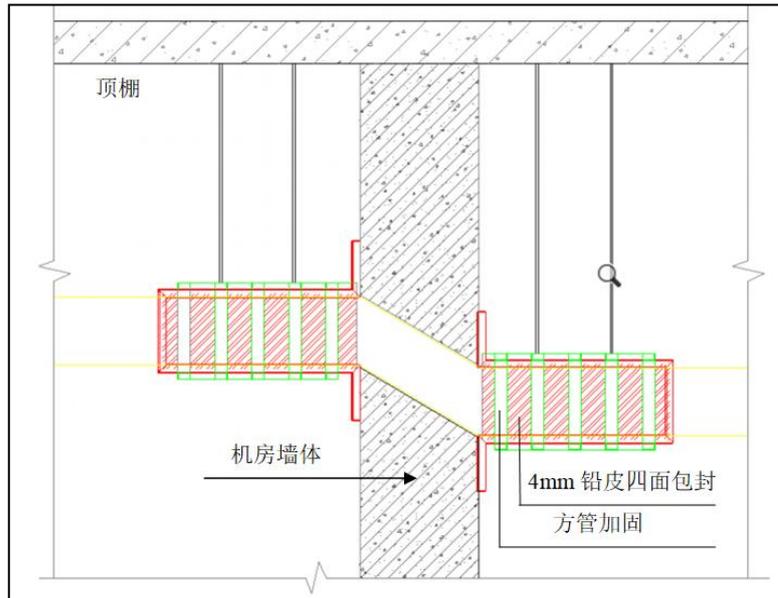


图 3-6 介入科（3 间机房）风管穿墙图

### 3.2.3 电缆穿墙布局

#### (1) 放疗科（1 号加速器机房）

本项目 1 号加速器机房与控制室操作台之间的各种电缆管线均以地沟形式在地坪以下部位布设，并以“U”字形从地坪下方穿越墙体，电缆沟的坑道两侧均用混凝土填充，穿墙管线入口和出口处均用硫酸钡封堵作为屏蔽补偿，保障不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果；其它所有电、水、风、测试用管布设，走向符合辐射屏蔽防护要求，并在非主束投照部位采用迷道形式穿越墙体或顶盖，见图 3-7。此外消防泄压阀采用 180 度穿墙，并且采用 20mm 铅板四面包裹作为屏蔽防护。

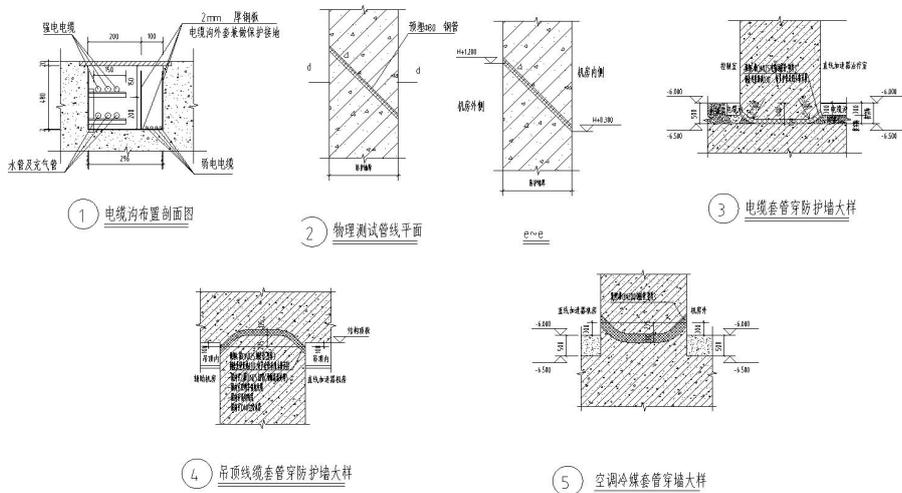


图 3-7 1 号加速器机房穿墙大样图

(2) 介入科（3 间机房）

机房内电缆线在非主射方向以“U”型浅地沟方式从地坪下方穿越墙体与控制室操作台相连，浅地沟表层敷设 4mm 铅板进行屏蔽防护。本项目电缆沟剖面图见图 3-8。

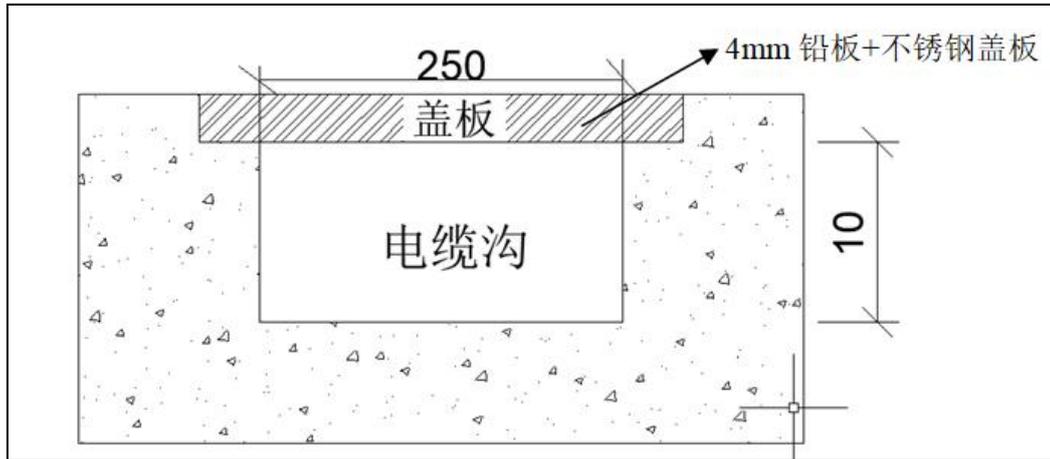


图 3-8 本项目电缆沟剖面图

### 3.3 辐射安全与防护措施的设置和功能实现情况

#### 3.3.1 放疗科（1 号加速器机房）辐射工作场所

##### (1) 医用电子直线加速器固有安全性

医用电子直线加速器购置于医科达（北京）医疗器械有限公司，设备各项安全措施齐备，满足以下要求：

①控制台上显示有辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、治疗方式等参数的显示装置，操作人员可随时了解设备运行情况。

②条件显示联锁：加速器具有联锁装置，只有当射线能量、吸收剂选值、照射方式和过滤器的规格等参数选定，并当机房与控制台等均满足预选条件后，照射才能进行。

③控制台上配置有独立于其它任何控制辐照终止系统的辐照控制计时器，当辐照终止后能保留计时器读数，计时器复零，才能启动下次辐照。

④有控制超剂量的联锁装置，当剂量超过预选值时，可自动终止照射。

⑤有剂量分布监测装置与辐照终止系统联锁，当剂量分布偏差超过预选值时，可自动终止辐照。

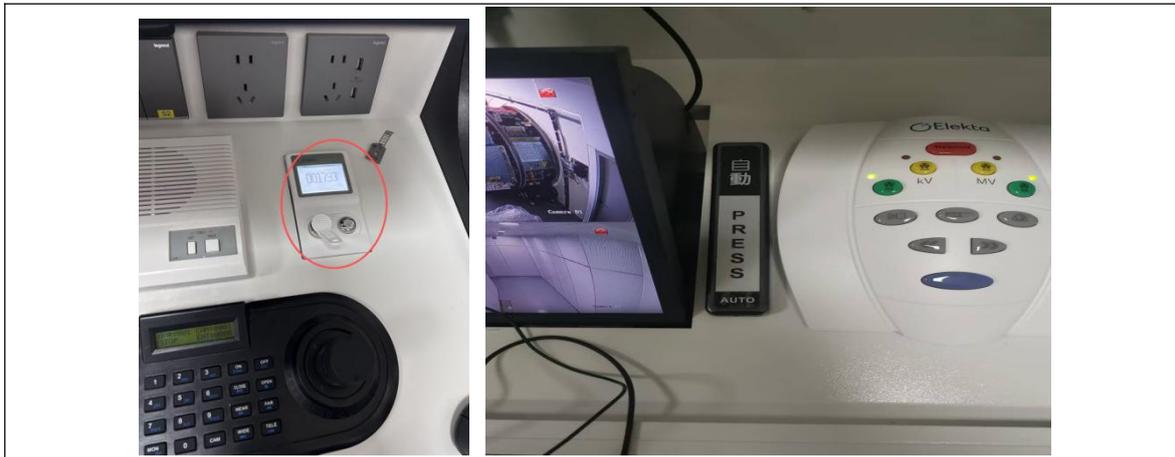
⑥有全部安全联锁设施的检查装置，能保证所有安全联锁系统保持良好的运行状态。

⑦有时间控制联锁，当预选照射时间已定时，定时器能独立地使照射停止。

## (2) 机房实际采取的措施

为了防止出现超剂量照射事故，采取了多种安全防护措施：

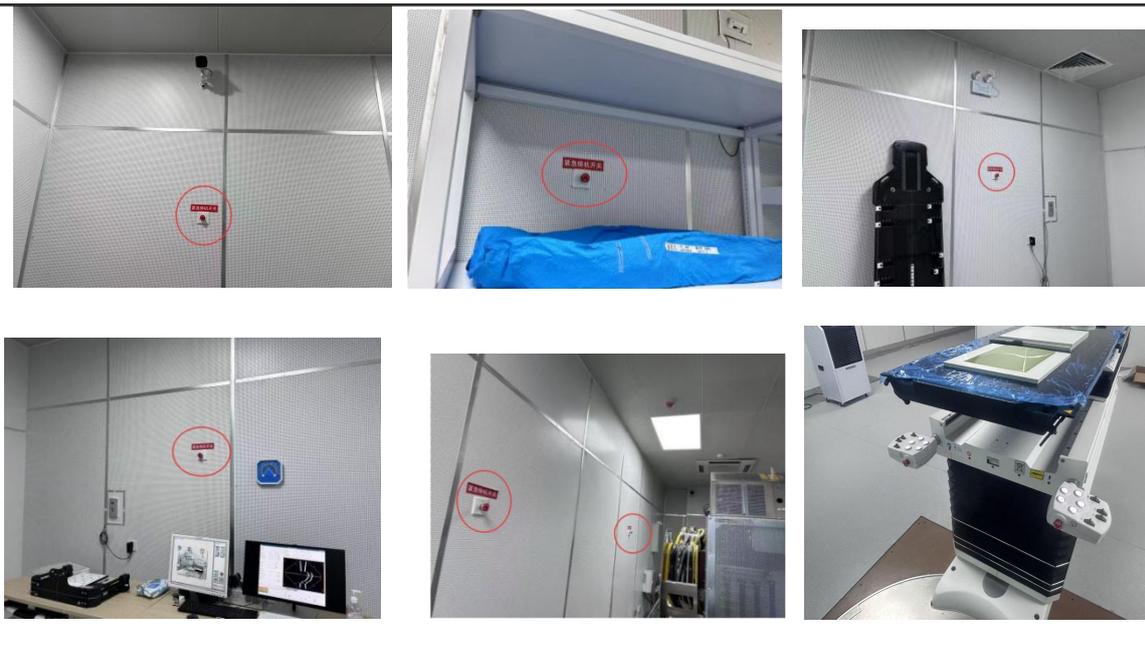
①钥匙开关联锁：加速器放疗装置本身具有电源的钥匙开关，只有该钥匙就位后才能开启电源，启动治疗装置。



②门机联锁和手动开门装置：加速器机房安装门机联锁装置，机房内设有从室内开启防护门的装置，防护门设防挤压功能。加速器机房在防护门旁设手摇式手动开门装置，在紧急情况下使用。



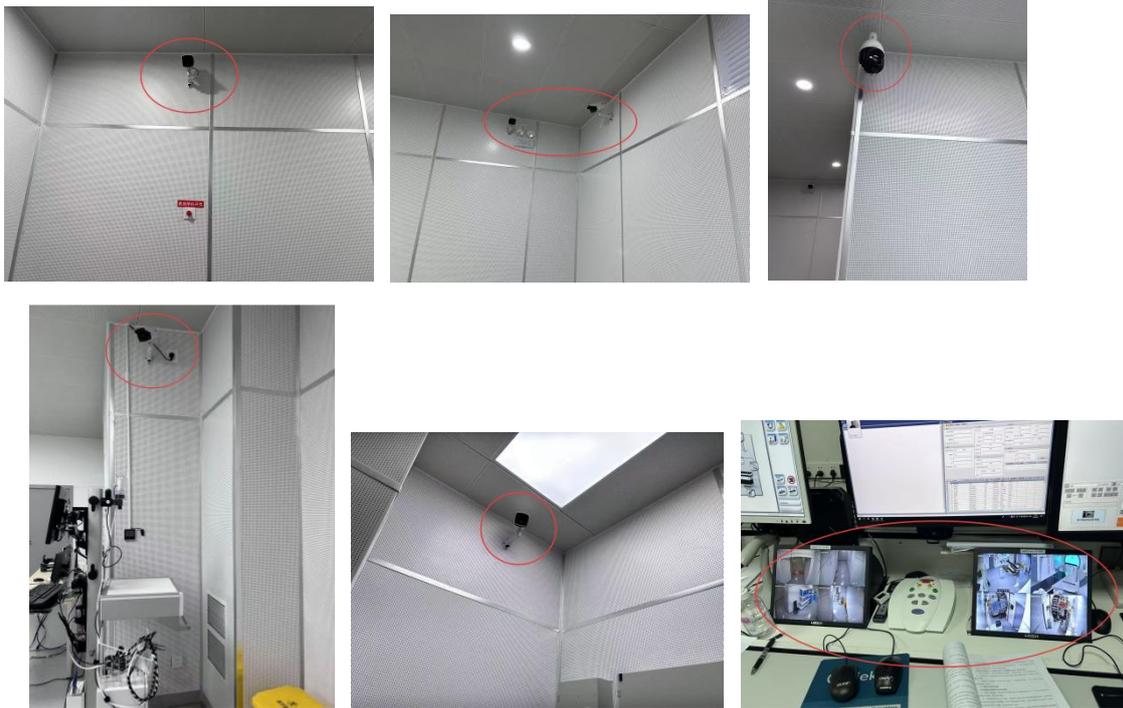
③紧急停机按钮：加速器机房内关四侧墙面、迷路内墙面和控制室内均设置紧急停止开关并有明显标志，供紧急停止使用。事故处理完毕后，再于本地复位，加速器才能重新启动。



④工作状态指示灯、电离辐射警告标志和声音提醒器：在加速器机房防护门外安装工作状态指示灯和电离辐射警告标志，其中工作状态指示灯具备开机、停机指示（三色灯，开机为红色、停机为绿色、准备期间为黄色），并与医用电子直线加速器连锁。



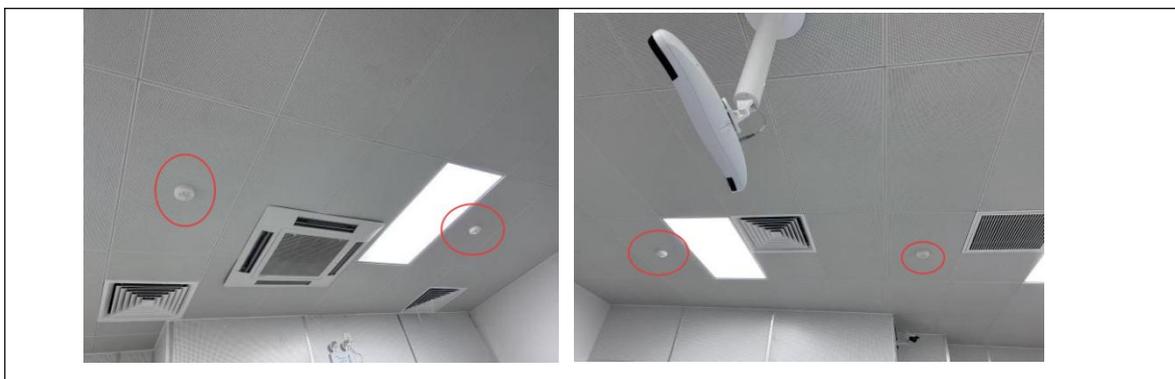
⑤监控系统与双向对讲系统：在加速器机房内设有 360 度无死角摄像监视系统，使控制室的工作人员可清楚地观察到机房内加速器的工作情况，如发生意外情况可及时处理。机房和控制室之间设置双向对讲系统，方便操作人员与患者的双向交流。



⑥实时辐射水平监测系统：在加速器机房内均设有固定式剂量率仪监测探头，实时监测到辐射剂量率水平显示在控制室中，并具有报警功能，工作人员可以及时了解加速器的工作情况以及机房中的辐射水平。



⑦机房内设烟雾报警装置。



⑧机房控制室墙上张贴相应的岗位规章制度、操作规程。



⑨机房出入口门外设置黄色警戒线，在监督区、控制区墙体张贴监督区、控制区警示标识，告诫无关人员勿靠近。



⑩本项目1号加速器机房配备1台辐射巡测仪、5支个人剂量计和3台个人剂量报警仪。



### 3.3.2 介入科工作场所辐射工作场所

#### (1) DSA、DSA-CT防护性能

本项目 DSA、DSA-CT 购置于西门子医疗系统有限公司，仪器本身采取了多种固有安全防护措施：

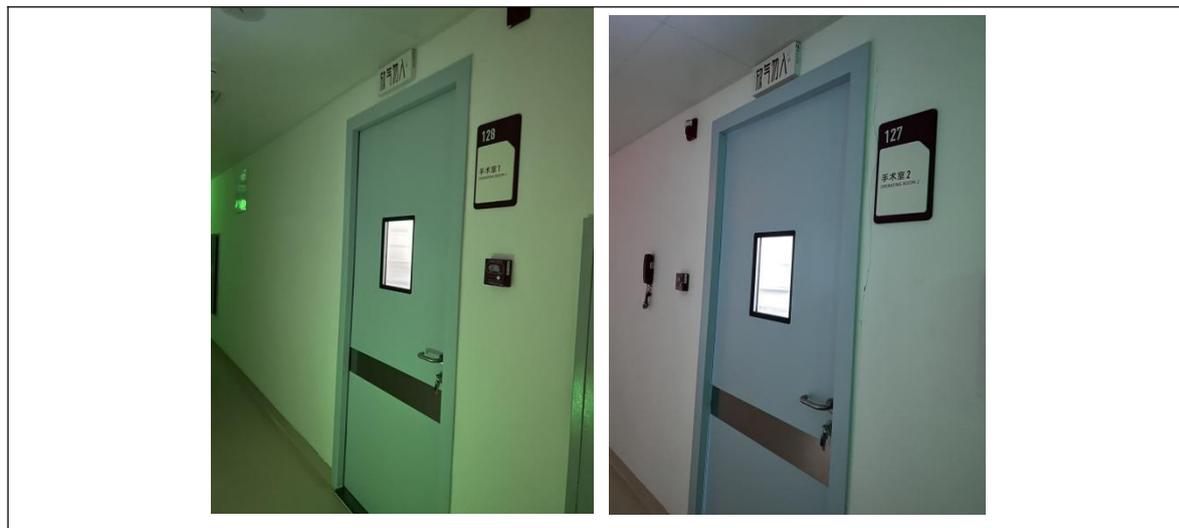
- ①设备出线口上安装限束系统（如限束器、光阑等）。
- ②X 射线管组件上有清晰的焦点位置标示。
- ③X 射线管组件上标明固有滤过，所有附加滤过片均标明其材料和厚度。
- ④设备满足其相应设备类型的防护性能专用要求。
- ⑤设备在机房内具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影功能的控制键。
- ⑥设备配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

(2) DSA、CT 机房实际采取的措施

①患者机房门外设电离辐射警告标志；机房门上方设有醒目的工作状态指示灯，灯箱上设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，且与机房门联锁等安全设施。机房患者防护门外设置黄色警戒线，警告无关人员请勿靠近；

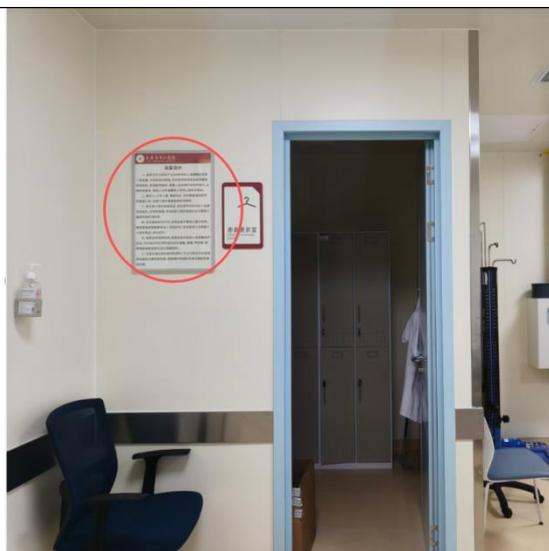


②污物防护门为平开机房门；患者防护门为电动推拉门，设置防夹装置。





③候诊区设置放射防护注意事项告知栏，警告无关人员请勿靠近。



④DSA 机房诊疗床、关键墙面及控制台处各设计有 1 个急停按钮，DSA 出束过程中，一旦出现异常，按动任一个急停按钮，均可停止 X 射线出束。





⑤DSA 机房内已安装 1 套监控和对讲系统，操作间的工作人员通过对讲机与 DSA 机房内的手术人员联系。



⑥控制走廊墙上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责、应急响应程序等。



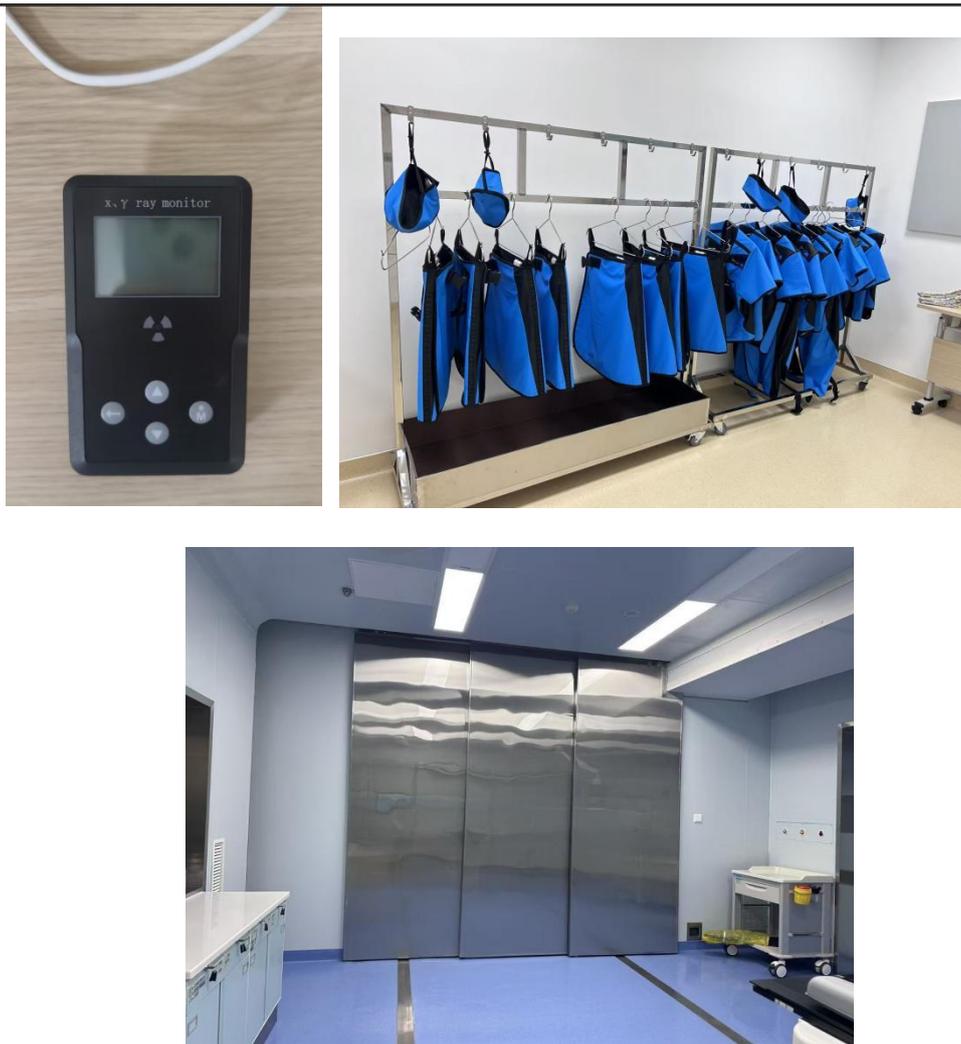
⑦每位手术医生、护士配备 2 枚个人剂量计，技师配备 1 枚个人剂量计。



⑧ DSA 未堆放与设备诊断无关的杂物，物品摆放有序，保持机房内卫生整洁。



⑨ 介入科配置 1 台环境辐射巡测仪。辐射工作人员配备个人防护用品：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子各 15 套；铅防护眼镜、铅手套各 2 套；辅助防护设施：铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘各 2 件；为患者配备个人防护用品：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套成人各 2 套。



### 3.4 放射性三废处理设施的建设和处理能力

#### 3.4.1 放疗科（1号加速器机房）辐射工作场所

##### （1）放射性三废

本项目1号直线加速器运行过程中不产生放射性固体废物、放射性废水和放射性废气。

##### （2）非放射性污染因素分析

本项目1号直线加速器机房设置独立的送风系统和排风系统，设备间北侧直加排风机房，用于本项目1号直线加速器机房的排风，排风量设计值为4000m<sup>3</sup>/h；放疗中心东南侧地下室送风机房，用于本项目1号加速器的新风输送，新风机设计值为3000m<sup>3</sup>/h。

本项目1号直线加速器机房内设有3个送风口和2个排风口，送风口位于天花板上（治疗室南侧），排风口位于机房的西北角和东北角（距地板高度为300mm）。

经现场检测，西北角排风口面积为0.163m<sup>2</sup>，风速为0.85m/s；东北角排风口面积为0.163m<sup>2</sup>，风速为1.45m/s；1号加速器机房有效体积约为315m<sup>3</sup>，经计算可知，机房通风换

气次数达到 4.3 次/h 以上，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中换气次数不小于 4 次/h 的规定。项目运行时废气经排风管在加速器机房北侧排风井排放，排气口高出屋面约 0.3m，废气最终排至大气环境。



### ②废水

本项目放疗科无放射性废水；辐射工作人员产生的医疗废水与生活污水依托医院原有的污水处理设施处置。

### ③固体废物

加速器靶在更换或退役时，按放射性固体废物处理，拆卸后先放进机房的铅桶衰变暂存，保证铅桶表面剂量率为本底水平，最终由加速器供应商回收。医疗废物分类收集于医疗废物贮存间，定期交由医疗废物资质单位处置；办公、生活垃圾收集后委托环卫部门清运处置。

## 3.4.2 介入科辐射工作场所

### (1) 放射性三废

本项目 DSA、DSA-CT 运行过程中不产生放射性固体废物、放射性废水和放射性废气。

## （2）非放射性污染因素分析

### ①废气

介入科共设 3 间机房，每间机房均配置独立的送风与排风系统。送风管道及排风管道布置于吊顶上方，其中顶部设有一组送风装置、一个排风口。曝光过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体经通排风系统最终由建筑西侧外墙排出室外。



### ②废水

本项目辐射工作人员产生的医疗废水与生活污水依托医院原有的污水处理设施处置，纳入医院西侧的市政污水管网。

### ③固体废物

医疗废物分类收集于医疗废物贮存间，定期交由医疗废物资质单位处置；办公、生活垃圾收集后委托环卫部门清运处置。

## 3.5 辐射安全管理情况

### 1、辐射环境管理机构

玉溪市中山医院已于 2025 年 1 月 20 日调整放射防护管理领导小组（见附件 6），领导小组成员如下：

组 长：刘江辉 副院长

副组长：柏魏 医疗业务部副主任

张楠 后勤保障部副主任

成 员：刁先民、郭东权、文凯、白玉容、何英民、文冬英

专职管理人员：董建伟

领导小组全面执行医院的放射诊疗安全防护和质量保证工作。

### 2、辐射环境管理规章制度

医院已针对本项目制定了相关制度，且部分制度已上墙。目前医院已具备和制定的管理制度如下：《玉溪市中山医院辐射诊疗设备安全操作规程（试行）》、《玉溪市中山医院放射诊疗质量保证制度（试行）》、《玉溪市中山医院放射诊疗工作人员健康管理制度（试行）》、《玉溪市中山医院放射防护安全管理制度（试行）》、《玉溪市中山医院大型设备档案管理制度》、《玉溪市中山医院辐射工作人员个人剂量管理制度》、《玉溪市中山医院放射工作人员培训制度》、《玉溪市中山医院放射治疗科直线加速器辐射事故应急预案》、《玉溪市中山医院放射治疗科制度汇编》等，见附件 7。

其中《玉溪市中山医院放射治疗科制度汇编》包括岗位职责、治疗流程、操作规程、职业健康管理等内容，上述各项管理制度和操作规程已基本覆盖本项目的工作领域，涉及放射卫生防护方面的内容较全面。

### 3、辐射事故预案

为了加强对辐射治疗、诊断设备的安全管理，保障公众健康，保护环境，医院已制订了《辐射事故应急预案》（详见附件 7），内容包括：总则、单位概况及辐射事故应急救援组织、预防预警、应急实施程序、后期处置、保障措施、培训与演习。

### 4、人员管理

医院为本项目配备 15 名辐射工作人员（放疗科 5 名辐射工作人员、介入科 10 名辐射工作人员），辐射安全培训、健康管理与剂量监测如下，辐射工作人员一览表见表 3-4。

（1）本项目 15 名辐射工作人员，均已参加生态环境部组织的国家核技术利用辐射安全与防护培训，并考核合格持证上岗，每五年接受一次再培训，详见附件 8；医院建立辐射

安全培训档案，并终生保存。

(2) 本项目 15 名辐射工作人员，均已参加职业健康体检，详见附件 9；医院建立职业健康监护档案，并终生保存。

(3) 医院委托本玉溪市疾病预防控制中心对本项目涉及放射工作人员进行个人剂量监测，近一年度个人剂量报告详见附件 10。医院建立职业健康监护档案，并终生保存。

表 3-4 辐射工作人员一览表

姓名	性别	工作场所	职务	培训时间	个人剂量监测 (2024.11-2025.5) (mSv)	体检时间	体检结论
刁先民	男	放疗科	医生	2023 年 3 月 22 日	0.02	2025 年 2 月 27 日	可从事放射工 作
何英民	男	放疗科	医生	2023 年 2 月 25 日	0.006	2025 年 2 月 27 日	可从事放射工 作
李健雪	女	放疗科	技师	2024 年 6 月 28 日	0.01	2025 年 10 月 31 日	可继续原放射 工作
纪亚萍	女	放疗科	技师	2024 年 6 月 28 日	0.01	2025 年 10 月 31 日	可继续原放射 工作
白玉蓉	女	放疗科	技师	2022 年 8 月 17 日	0.04	2025 年 9 月 9 日	可继续原放射 工作
巴云祥	男	介入科	医生	2025 年 3 月 23 日	0.18	2025 年 10 月 14 日	可继续原放射 工作
张红	男	介入科	医生	2025 年 3 月 23 日	0.106	2025 年 10 月 14 日	可继续原放射 工作
曾文杰	男	介入科	医生	2025 年 6 月 21 日	0.006	2025 年 10 月 28 日	可继续原放射 工作
李国辉	男	介入科	医生	2025 年 3 月 23 日	0.38	2024 年 10 月 22 日	可从事放射工 作
许继昆	男	介入科	医生	2021 年 12 月 16 日	0.03	2024 年 9 月 9 日	可从事放射工 作
普浩	男	介入科	医生	2024 年 4 月 16 日	0.38	2025 年 8 月 22 日	可继续原放射 工作
赵峻贤	男	介入科	护士	2023 年 8 月 18 日	0.12	2025 年 2 月 10 日	可继续原放射 工作
车艳妮	女	介入科	护士	2023 年 7 月 23 日	0.09	2025 年 2 月 10 日	可继续原放射 工作
董文星	男	介入科	技师	2024 年 12 月 21 日	0.012	2025 年 2 月 10 日	可继续原放射 工作

王庭健	男	介入科	技师	2023年10月 20日	2025年9月入职	2024年7 月2日	可继续原放射 工作
注：最低探测水平（MDL）：0.012mSv；统计计算时，取MDL的二分之一进行计算。							

### 5、年度评估制度的落实情况

医院已落实年度评估制度，编制《辐射安全和防护状况年度评估报告》，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

### 6、监测计划

#### （1）验收监测

委托有相关监测资质的监测单位对辐射工作场所的辐射防护设施进行全面的验收监测，做出辐射安全状况的评价。

#### （2）常规监测

每定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），制定各工作场所的定期监测制度，监测数据应存档备案。

#### （3）年度监测

每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境监测，年度监测报告应作为《安全和防护状况年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

①监测频度：每年常规监测1次。

②监测范围：放疗科、介入科各辐射工作场所防护门外及四侧屏蔽墙外30cm处、管孔穿墙处；辐射工作场所上方（楼上）距地100cm处；辐射工作场所地面下方（楼下）距楼下地面170cm处；周围需要关注的监督区。

③监测项目：X、 $\gamma$ 辐射剂量率；

④监测记录清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

### 7、项目投资情况

环评阶段，项目总投资与预估环保投资包括核医学科、放疗科、介入科工作场所配套设施以及环保设施费用。预计介入科总投资为27500万元，预计环保投资40万元，投资比例为0.14%；放疗科总投资为29000万元，预计环保投资560万元，投资比例为1.93%。

本项目采用分期验收的方式，本次验收项目的实际总投资与环保投资包括放疗科（1号加速器机房）、介入科工作场所配套设施以及环保设施费用。经核实，放疗科（1号加速器机房）实际总投资240万元、环保投资67万元，投资比例为0.28%；介入科实际27500万元，环保投资41.5万元，投资比例为0.15%。本项目环保投资情况见表3-5。

表 3-5 环保投资情况一览表

场所	环保安全防护措施名称	内容	投资金额 (万元)	
放疗科 (1号加速器机房)	屏蔽措施	机房各侧墙体及顶棚均采用标准普通混凝土浇筑成型,防护门为内衬铅板防护门。	50	
	安全措施	门灯连锁装置 1 套, 门机连锁装置 1 套, 紧急制动装置 1 套, 监视对讲装置 1 套, 工作指示灯等; 1 台固定式剂量报警仪。	3	
	废气治理	动力排风装置 1 套及配套管网, 进排风管穿墙的屏蔽补充措施。	2	
	监测仪器及 警示装置	个人剂量计、个人剂量报警仪。	1	
		电离辐射警示标志, 控制区、监督区标示牌等。	0.5	
		1 台便携式 X-γ 剂量率监测仪	1	
	其他	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员、辐射安全分管管理领导均应参加环保部平台辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训, 并在通过考核后方可从事相关工作。	2
		个人剂量监测和职业健康监护	辐射工作人员应定期健康检查, 定期进行个人剂量监测, 医院建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案	1
		制度上墙	操作规程, 辐射安全防护与保卫制度, 辐射事故应急制度, 岗位职责等	0.5
		环境监测	委托有资质单位开展各辐射工作场所辐射环境年度监测。	2
		运行维护	监测仪器的维护、校准, 安全设施的维护等	2
	环境风险投资	购买应急物资, 开展辐射事件应急演练等	2	
小计			67	
1号 DSA 机房、 DSA-滑 轨 CT 机 房	屏蔽措施	DSA 屏蔽机房 2 间 (含铅防护门)	10	
	安全措施	工作状态指示灯 (门-灯连锁) 2 套、急停按钮	1.5	
	废气治理	通排风系统	6	
	监测仪器及 警示装置	辐射检测仪	1	
		个人剂量计	1	
		电离辐射警告标志、监督区、控制区标识若干	0.5	
视频监控系统及对讲装置 2 套		2		
CT 机房	屏蔽措施	DSA-CT 复合机房 1 间 (含铅防护门)	6	
	安全措施	工作状态指示灯 (门-灯连锁) 1 套、急停按钮	1.5	
	废气治理	通排风系统	3	
	监测仪器及警示 装置	个人剂量计	0.5	
		电离辐射警告标志、监督区、控制区标识若干	0.5	
视频监控系统及对讲装置 1 套		1		
其他	辐射防护与安全培训和考核	辐射工作人员、辐射安全分管管理领导均应参加环保部平台辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训, 并在通过	1	

		考核后方可从事相关工作。	
	个人剂量监测和职业健康监护	辐射工作人员应定期健康检查，定期进行个人剂量监测，医院建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案	0.5
	制度上墙	操作规程，辐射安全防护与保卫制度，辐射事故应急制度，岗位职责等	0.5
	环境监测	委托有资质单位开展各辐射工作场所辐射环境年度监测。	1
	运行维护	监测仪器的维护、校准，安全设施的维护等	2
	环境风险投资	购买应急物资，开展辐射事件应急演练等	2
小计			41.5
合计			108.5

## 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

### 4.1 环境影响报告表主要结论与要求

#### 4.1.1 放疗科（1号加速器机房）辐射工作场所环境影响报告表主要结论与要求

2022年8月，医院委托杭州卫康环保科技有限公司编制《中山大学澄江市医院核技术利用项目环境影响报告表》，报告表结论如下：

##### 1、辐射安全与防护分析结论

##### （1）项目概况

中山大学澄江市医院在医技楼地下1层东侧建设4间直线加速器机房，新增4台10MV电子直线加速器，属于II类射线装置；建设1间后装机房，拟安装1台后装机，使用1枚铯-137放射源，属于III类放射源；建设1间CT模拟定位机房和1间X线模拟定位机房，分别使用1台CT模拟定位机和1台X线模拟定位机，属于III类射线装置。

##### （2）项目位置

本项目放疗科位于医技楼地下1层东侧，东侧8m为医院内部道路，南侧距放疗科3m处为3#住院楼，35m处为住院大堂；西侧距放疗科70m处为门诊楼；北侧距放疗科41m，北侧距放疗科17m处为高压氧楼。

##### （3）项目所在地区环境质量现状

由监测结果可知，本项目拟建场地及周围各监测点位 $\beta$ 表面污染水平低于检测下限，未见异常。本项目拟建场地及周围 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率属于正常本底水平。

##### （4）辐射安全防护措施结论

①放疗科机房的屏蔽防护设计方案能达到《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的要求；模拟定位机房的屏蔽防护设计方案能达到《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等标准的要求。

②项目拟采取的污染防治措施详见本报告表10章节。

##### （5）辐射安全管理结论

①医院应按要求成立辐射安全和防护管理领导小组，负责辐射安全与环境保护管理工作。医院应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

②医院应组织辐射工作人员进行放射防护知识培训，考核合格后方可上岗；应

对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测。

中山大学澄江市医院在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射管理制度、落实辐射管理措施或设施、完善辐射工作人员管理的前提下，其从事辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

## 2、环境影响分析结论

### （1）主要污染因子

本项目直线加速器产生的主要污染因子是X射线、电子束、感生放射性、臭氧、氮氧化物及废靶等，后装机产生的主要污染因子是 $\gamma$ 射线、臭氧、氮氧化物和废源等，CT模拟定位机、X线模拟定位机产生的主要污染因子是X射线、臭氧、氮氧化物等。

### （2）辐射剂量率预测结论

本项目直线加速器机房与后装机房周围各关注点的总剂量率均满足本项目所推导出的剂量率参考控制水平，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）与《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）等标准的要求；模拟定位机房周围各关注点的总剂量率均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的标准限值。

### （3）有效剂量预测结论

本项目各工作场所所致辐射工作人员受照年有效剂量均满足本项目职业人员剂量约束值不超过  $5\text{mSv/a}$  的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过  $20\text{mSv/a}$  的剂量限值要求；本项目放疗科工作场所所致公众人员受照年有效剂量均满足本项目公众人员剂量约束值不超过  $0.1\text{mSv/a}$  的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的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  $1\text{mSv/a}$  的剂量限值要求。

### （4）“三废”影响分析

加速器靶在更换或退役时，按放射性固体废物处理，拆卸后先放进机房的铅桶衰变暂存，保证铅桶表面剂量率为本底水平，最终送交有资质单位收贮。本项目废 $^{192}\text{Ir}$ 放射源将交回生产单位，并在送交活动结束后 20 日内到云南省生态环境厅备案。废 $^{192}\text{Ir}$ 放射源放置于贮源器暂存于  $25\text{mmPb}$  保险柜中，由源生产厂家回收，回收前须与源生产厂家签订回收协议。如确实无法交回生产单位，应送交有相应资质的放

射性废物集中贮存单位贮存。

本项目运行中加速器机房内最高饱和臭氧浓度为  $0.024\text{mg}/\text{m}^3$ ，后装机房内最高饱和臭氧浓度为  $9.83 \times 10^{-5}\text{mg}/\text{m}^3$ ，机房内臭氧浓度可满足《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中“臭氧最高容许浓度  $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ”的要求。

本项目放疗科工作人员产生的非放射性废水依托医院污水处理系统处理后排入医院西侧市政污水管网；医疗废物分类收集于医疗废物贮存间，定期交由医疗废物资质单位处置；办公、生活垃圾收集后委托环卫部门清运处置；设备运行噪声与排风机工作噪声源强  $\leq 65\text{dB}(\text{A})$ ，通过建筑墙体屏蔽与距离的衰减后，对周围环境的影响很小。

### 3、可行性分析结论

#### （1）产业政策符合性分析结论

根据国家发展和改革委员会第29号令《产业结构调整指导目录（2019年本）》和国家发展和改革委员会第49号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》，本项目放疗科项目不属于其中的限制类和淘汰类，因此符合国家产业政策。

#### （2）实践正当性分析结论

本项目在使用时患者、医生及周围的公众会受到一定的照射剂量，但是本项目的建设更能满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，同时对周围环境、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全标准的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

#### （3）选址合理性分析

医院于2018年6月26日取得了原澄江县环境保护局《关于中山大学澄江教学医院（玉溪市人民医院澄江院区、澄江县人民医院）建设项目环境影响报告书的批复》（澄环审[2018]9号），本项目属于澄江市医疗卫生用地，因此项目符合澄江市土地利用总体规划。本项目不涉及云南省生态保护红线，同时本项目的建设符合

《云南省抚仙湖保护条例（修正版）》相关规定；本项目评价范围内主要为医院内部建筑和内部道路，不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区以及基本农田保护区、基本草原、森林公园、地质公园、重要湿地等敏感点存在。环境影响预测分析表明，在严格执行本评价中提出的辐射管理和辐射防护措施前提下，本项目的开展对周围环境造成的辐射影响在可接受范围内，故本项目选址是合理的。

#### （4）项目可行性

综上所述，中山大学澄江市医院核技术利用项目在落实本报告提出的各项辐射防护措施、污染防治措施和辐射环境管理要求后，具备从事相应辐射活动的技术能力，本项目核素、射线装置、放射源运行时对周围环境的影响均能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

#### 4.1.2 介入科辐射工作场所环境影响报告表主要结论与要求

2022年7月，医院委托杭州卫康环保科技有限公司编制《中山大学澄江市医院介入科核技术利用项目环境影响报告表》，报告表结论如下：

##### 1、辐射安全与防护分析结论

##### （1）项目概况

中山大学澄江市医院拟在医技楼1层北侧介入科建设2间DSA机房和1间DSA-CT复合机房，配备2台数字减影血管造影X射线机（以下简称“DSA”，型号未定，最大管电压125kV，最大管电流1000mA，属于II类射线装置）和1台DSA-CT射线装置（型号未定，属于II类射线装置；其中DSA部分最大管电压125kV，最大管电流1000mA，CT部分最大管电压150kV，最大管电流1000mA）。

##### （2）项目位置

本项目介入科位于医技楼1层（地上4F，部分5F，地下-1F）。介入科机房东侧11m为4#住院楼，东侧30m为绿化庭院；东南侧33m为3#住院楼；西侧21m为绿化庭院，西侧46m为门诊楼；西北侧46m处为学术会议中心，北侧20m为高压氧楼，东北侧48m为宿舍楼。

##### （3）选址合理性分析

医院于2018年6月26日取得了原澄江县环境保护局《关于中山大学澄江教学医院（玉溪市人民医院澄江院区、澄江县人民医院）建设项目环境影响报告书的批

复》（澄环审[2018]9号），本项目属于澄江市已规划用地，因此项目符合澄江市土地利用总体规划。本项目评价范围内主要为医院内部建筑和道路，本项目不在生态保护红线范围内，且项目选址周边均无自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区以及基本农田保护区、基本草原、森林公园、地质公园、重要湿地等敏感点存在。环境影响预测分析表明，在严格执行本评价中提出的辐射管理和辐射防护措施前提下，本项目的开展对周围环境造成的辐射影响在可接受范围内，故本项目的选址是合理的。

#### （4）项目布局合理性分析

介入科两间 DSA 机房和一间 DSA-CT 复合机房东侧为清洁走廊，南侧为医生办公室，西侧为控制走廊、设备间、准备间、清洁走廊等，北侧为气瓶间、谈话间、护士站、候诊室等辅助房间。楼上为功能检查科，楼下为地下停车场。

①本项目 DSA 机房、DSA-CT 复合机房及配套房间均集中布置，相对独立且人流较少，降低了公众受到照射的可能性，且周围无明显环境制约因素。

②本项目 DSA 有用线束不照射门、窗、管线口与工作人员操作位，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

③铅衣放置于铅衣间内，DSA 机房医护/病人通道与污物通道分开，病人通道的宽度满足病人手推车辆的通行，方便治疗。

综上所述，本项目各组成部分功能区明确，既有机联系，又互不干扰，且避开了人流量较大的门诊区或其它人员集中活动区域，并同时兼顾了病员就诊的方便性，所以介入科的平面布置是合理的。

#### （5）项目所在地区环境质量现状

由监测结果可知，本项目拟建场地室外监测点位  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率在 39nGy/h~43nGy/h 之间，室内监测点位  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率在 43nGy/h~66nGy/h 之间。根据《云南省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，云南省玉溪地区道路的天然贯穿辐射水平  $\gamma$  辐射（空气吸收）剂量率为 16.5nGy/h~111.2 nGy/h 之间，室内的天然贯穿辐射水平  $\gamma$  辐射（空气吸收）剂量率为 35.6nGy/h~148.8 nGy/h 之间，因此本项目拟建场地及周围  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率属于正常本底水平。

#### （6）辐射安全防护措施结论

①医院拟建的介入科机房的防护设计已考虑了其周边工作人员和公众的辐射安

全。本项目的 DSA 机房与 DSA-CT 复合机房面积、最小单边长度均大于标准要求，其四面墙体、顶棚、防护门以及观察窗的屏蔽厚度均高于有用线束和非有用线束铅当量防护厚度标准规定值。从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目 DSA 机房与 DSA-CT 复合机房满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关防护设施的技术要求。

②项目拟采取的污染防治措施详见本报告表 10 章节。

### （7）辐射安全管理结论

①建设单位移交使用权后，中山大学澄江市医院应发文成立放射防护管理小组，并明确相关职责。医院应根据实际情况及本报告要求，制定和完善相关辐射安全管理制度，以适应当前环保的管理要求。

②医院应组织辐射工作人员通过生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核，考核合格后方可上岗；应对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测。

中山大学澄江市医院在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射管理制度、落实辐射管理措施或设施、完善辐射工作人员管理的前提下，其从事辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

## 2、环境影响分析结论

### （1）主要污染因子

本项目 DSA 与 DSA-CT 射线装置产生的主要污染因子是 X 射线、臭氧、氮氧化物等。

### （2）辐射剂量率预测结论

本项目 DSA 射线装置与 DSA-CT 射线装置的 DSA 部分在正常运行情况下，机房外控制室、四周防护墙外及防护门外的辐射剂量率均能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的标准限值。DSA-CT 射线装置的 CT 部分所致辐射剂量率满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的标准限值。

### （3）有效剂量预测结论

综上所述，类比计算与理论预测下本项目介入科辐射工作人员身体所受年有效

剂量满足本项目职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过 20mSv/a 的剂量限值要求；医生年手部皮肤当量剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员四肢要求的剂量限值 500mSv/a 和本项目目标管理值 125mSv/a 的要求；医生年眼晶体当量剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）对职业人员眼晶体要求的剂量限值 150mSv/a 和本项目目标管理值 37.5mSv/a 的要求。

机房外公众年受照剂量满足本项目公众人员剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的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 1mSv/a 的剂量限值要求。

#### （4）“三废”影响分析

本项目使用的 DSA 射线装置与 DSA-CT 射线装置曝光时产生的臭氧与氮氧化物量很少。本项目 DSA 与 DSA-CT 复合机房拟采用机械通风系统，曝光过程中产生的极少量的臭氧、氮氧化物等气体经通排风系统在医技楼楼顶排入大气，臭氧在常温下 20-50 分钟后可自行分解为氧气，对环境影响较小。

本项目辐射工作人员产生的医疗废水与生活污水进入医院污水处理站处理纳入医院西侧的市政污水管网；医疗废物收集至医疗废物暂存间，定期委托有资质单位处置；办公、生活垃圾分类收集后委托环卫部门清运处置；介入科设备运行噪声与排风机工作噪声源强 $\leq 65\text{dB(A)}$ ，通过建筑墙体的屏蔽与距离的衰减后，对周围环境的影响较小。

### 3、可行性分析结论。

#### （1）产业政策符合性分析结论

本项目属于核技术在医学领域内的运用，根据国家发展和改革委员会第 29 号令《产业结构调整指导目录（2019 年本）》和国家发展和改革委员会第 49 号令《关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》，本项目介入科建设项目属于第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重

病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

## （2）实践正当性分析结论

本项目在使用时患者、医生及周围的公众会受到一定的照射剂量，但是本项目的建设能够提高对疾病的诊治能力。核技术应用项目的开展，可达到一般非放射性诊治方法所不能及的诊断及治疗效果，对保障人民群众身体健康、拯救生命起了十分重要的作用，本项目开展所带来的利益是大于所付出的代价的，同时对周围环境、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全标准的要求，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

## （3）项目可行性

综上所述，中山大学澄江市医院介入科核技术利用项目在落实本报告提出的各项辐射防护措施、污染防治措施和辐射环境管理要求后，具备从事相应辐射活动的技术能力，本项目介入科射线装置运行时对周围环境的影响均能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

## 4.2 项目环评批复要求及落实情况

### 4.2.1 放疗科（1号加速器机房）辐射工作场所环评批复要求

2022年8月30日，云南省生态环境厅出具关于关于中山大学澄江市医院核技术利用项目环境影响报告表的批复，云环审（2022）2-24号，审批内容为：

一、该项目位于玉溪市澄江市竹园北路东侧中山大学澄江市医院，拟在4号住院楼2层建设核医学科、医技楼负1层东侧建设放疗科。

**核医学科：**拟在4号院楼2层建设核医学科，建设SPECT/CT机房、PET/CT机房、PET/MR机房、分装室、注射后候诊室、储源室、污物间、运动负荷兼抢救室、留观室等功能用房及配套用房；外购非密封放射性物质 $^{18}\text{F}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 用于显像诊断；使用1台PET/CT（III类射线装置）和1台PET/MR用于 $^{18}\text{F}$ 显像诊断，并使用3枚 $^{68}\text{Ge}$ 校准放射源（V类放射源）用于PET/CT和PET/MR设备校准；使用1台SPECT/CT（III类射线装置）用于 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 显像诊断。

**放疗科：**拟在医技楼地下1层东侧建设4间直线加速器机房、1间后装机房、1间CT模拟定位机房与1间X线模拟定位机房。配置4台10MV医用电子直线加速器，最大X射线能量10MV，最大电子线能量22MeV，等中心点1m处最大剂量率

为  $1.44 \times 10^9 \mu\text{Gy/h}$ ，属于 II 类射线装置；1 台后装治疗机，安装 1 枚活度为  $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$  的  $^{192}\text{Ir}$  放射源（属于 III 类放射源），用于开展肿瘤治疗；配置 1 台 CT 模拟定位机和 1 台 X 线模拟定位机（属于 III 类射线装置），用于模拟定位。

二、根据《报告表》评价结论及技术评估意见，该项目符合国家产业政策，在全面落实《报告表》提出的各项辐射安全防护和污染防治措施后，项目实施对周围环境和相关人员的影响能够满足国家电离辐射和放射防护相关要求和标准，从环境保护和辐射安全的角度，项目建设可行。云南省生态环境厅同意该项目按照《报告表》中所述的地点、性质、规模、内容、环境保护对策措施及辐射环境管理要求进行建设。

### 三、项目建设及运营管理应重点做好的工作

（一）进一步做好辐射工作场所屏蔽防护工程的设计，加强施工全过程的管理和监控，建立工程施工档案，对隐蔽工程须将设计图、影像、施工图片等资料存档备查。

（二）严格执行《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198—2021）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）中相关屏蔽要求和电离辐射安全剂量约束值，确保职业人员个人受照剂量连续 5 年的年平均有效剂量控制在  $5 \text{mSv}$  以内，公众照射年有效剂量控制在  $0.1 \text{mSv}$  以内。合理规划核医学科上方区域的使用功能，确保公众受照剂量满足标准要求。

（三）加强非密封放射性物质、放射源及相应场所管理，建立管理台账，存放场所应采取相应的安保措施，严防丢失、被盗。非密封放射性物质使用过程中应规范操作，避免非密封放射性物质泼洒、泄漏。

（四）按照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）规范固体、液态、气态放射性废物的管理，严格落实暂存时间、监测要求和台账记录。

（五）制定和落实各项辐射防护和安全管理制，全面落实辐射安全管理和应急响应主体责任，防范辐射事故发生；完善辐射事故应急预案，做好辐射事故应急准备工作，定期开展辐射事故风险评估和应急演练，提高辐射事故应急处置能力。

（六）按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规要求，项目建成后依法申领辐射安全许可证方可正式投入使用。开展辐射安全和防护年度评估工作，

于每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证发证机关提交上一年度的评估报告，并上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”。

（七）在项目建设和运行过程中，认真贯彻落实《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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关要求。

四、项目地点、性质、规模和污染防治措施发生变动的，应向有审批权限的生态环境部门报告并按要求办理相关手续。本项目环境影响报告表自批准之日起超过 5 年，方决定项目开工建设的，其环境影响评价文件应当报云南省生态环境厅重新审核。

五、严格执行环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环保“三同时”制度。项目竣工后依法开展竣工环境保护自主验收工作。

#### 4.2.2 放疗科（1 号加速器机房）辐射工作场所环评批复要求落实情况

本项目环评批复文件中辐射安全与防护措施落实情况见表 4-1。由表 4-1 可见，项目基本落实了环评批复文件中提出的要求。

表 4-1 环评批复文件要求及落实情况

云环审（2022）2-24 号环评批复文件要求	环评批复文件要求落实情况
<p>该项目位于玉溪市澄江市竹园北路东侧中山大学澄江市医院，拟在 4 号住院楼 2 层建设核医学科、医技楼负 1 层东侧建设放疗科。</p> <p><b>核医学科：</b>拟在 4 号院楼 2 层建设核医学科，建设 SPECT/CT 机房、PET/CT 机房、PET/MR 机房、分装室、注射后候诊室、储源室、污物间、运动负荷兼抢救室、留观室等功能用房及配套用房；外购非密封放射性物质 <math>^{18}\text{F}</math>、<math>^{99\text{m}}\text{Tc}</math> 用于显像诊断；使用 1 台 PET/CT（III 类射线装置）和 1 台 PET/MR 用于 <math>^{18}\text{F}</math> 显像诊断，并使用 3 枚 <math>^{68}\text{Ge}</math> 校准放射源（V 类放射源）用于 PET/CT 和 PET/MR 设备校准；使用 1 台 SPECT/CT（III 类射线装置）用于 <math>^{99\text{m}}\text{Tc}</math> 显像诊断。</p> <p><b>放疗科：</b>拟在医技楼地下 1 层东侧建设 4 间直线加速器机房、1 间后装机房、1 间 CT 模拟定位机房与 1 间 X 线模拟定位机房。配置 4 台 10MV 医用电子直线加速器，最大 X 射线能量 10MV，最大电子线能量 22MeV，等中心点 1m 处最大剂量率为 <math>1.44 \times 10^9 \mu\text{Gy/h}</math>，属于 II 类射线装置；1 台后装治疗机，安装 1 枚活度为 <math>3.7 \times 10^{11} \text{Bq}</math> 的 <math>^{192}\text{Ir}</math> 放射源（属于 III 类放射源），用于开展肿瘤治疗；配置 1 台 CT 模拟定位机和 1 台 X 线模拟定位机（属于 III 类射线装置），用于模拟定位。</p>	<p><b>本项目为阶段性验收，涉及部分已落实。</b></p> <p>本项目位于云南省玉溪市澄江市竹园北路 1 号，在 4 号住院楼 2 层建设核医学科、医技楼负 1 层东侧建设放疗科。</p> <p><b>放疗科：</b>在医技楼地下 1 层东侧 1 号加速器机房内配置 1 台 Elekta Infinity 型医用电子直线加速器（X 射线最大能量为 10MV、电子线最大能量为 15MeV，等中心点 1m 处最大剂量率为 <math>1.32 \times 10^9 \mu\text{Gy/h}</math>，属于 II 类射线装置）。</p> <p>本项目为<b>阶段性验收</b>，仅涉及 1 号加速器机房；核医学科工作场所、放疗科 2-4 号加速器机房、后装机房、CT 模拟定位机房与 X 线模拟定位机房已建设完成，未购置设备，不在本次验收范围内。</p>
<p>根据《报告表》评价结论及技术评估意见，该项</p>	<p><b>已落实。</b></p>

<p>目符合国家产业政策，在全面落实《报告表》提出的各项辐射安全防护和污染防治措施后，项目实施对周围环境和相关人员的影响能够满足国家电离辐射和放射防护相关要求和标准，从环境保护和辐射安全的角度，项目建设可行。云南省生态环境厅同意该项目按照《报告表》中所述的地点、性质、规模、内容、环境保护对策措施及辐射环境管理要求进行建设。</p>	<p>医院已按照《报告表》中所述的地点、性质、规模、内容、环境保护对策措施及辐射环境管理要求进行建设，落实《报告表》提出的各项辐射安全防护和污染防治措施，经现场检测和估算，对周围环境和相关人员的影响满足国家电离辐射和放射防护相关要求和标准。</p>
<p>进一步做好辐射工作场所屏蔽防护工程的设计，加强施工全过程的管理和监控，建立工程施工档案，对隐蔽工程须将设计图、影像、施工图片等资料存档备查。</p>	<p><b>已落实。</b> 医院已完成辐射工作场所屏蔽防护工程专项设计，设计方案符合辐射防护相关规范。施工全过程实施严格管理与监控，明确专人负责施工质量把控，确保施工符合设计标准。建立完善工程施工档案，对隐蔽工程单独归档，已将设计图、施工影像及图片等资料整理留存。</p>
<p>严格执行《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198—2021）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130—2020）中相关屏蔽要求和电离辐射安全剂量约束值，确保职业人员个人受照剂量连续5年的年平均有效剂量控制在5mSv以内，公众照射年有效剂量控制在0.1mSv以内。合理规划核医学科上方区域的使用功能，确保公众受照剂量满足标准要求。</p>	<p><b>本项目为阶段性验收，涉及部分已落实。</b> 医院已严格执行相关标准中屏蔽要求和电离辐射安全剂量约束值，经现场检测和估算，职业人员连续5年年平均有效剂量均控制在5mSv以内，公众照射年有效剂量控制在0.1mSv以内，满足剂量约束要求。核医学科工作场所不在本次验收范围内。</p>
<p>加强非密封放射性物质、放射源及相应场所管理，建立管理台账，存放场所应采取相应的安保措施，严防丢失、被盗。非密封放射性物质使用过程中应规范操作，避免非密封放射性物质泼洒、泄漏。</p>	<p>本项目为阶段性验收，涉及放疗科（1号加速器机房）和介入科辐射工作场所，不涉及非密封放射性物质、放射源相关设施及管理内容。</p>
<p>按照《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188—2021）规范固体、液态、气态放射性废物的管理，严格落实暂存时间、监测要求和台账记录。</p>	<p>本项目为阶段性验收，涉及放疗科（1号加速器机房）和介入科辐射工作场所，不涉及核医学科工作场所。</p>
<p>制定和落实各项辐射防护和安全管理制，全面落实辐射安全管理和应急响应主体责任，防范辐射事故发生；完善辐射事故应急预案，做好辐射事故应急准备工作，定期开展辐射事故风险评估和应急演练，提高辐射事故应急处置能力。</p>	<p><b>已落实。</b> 医院已制定病落实辐射防护和安全管理制，明确辐射安全管理与应急响应主体责任，通过日常监督执行，有效防范辐射事故发生。已制定辐射事故应急预案，配齐应急物资、明确处置流程，做好应急准备；定期开展辐射事故风险评估与应急演练，提升应急处置能力。</p>
<p>按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规要求，项目建成后依法申领辐射安全</p>	<p><b>已落实。</b> 医院于2025年2月10日重新申领了《辐</p>

<p>许可证方可正式投入使用。开展辐射安全和防护年度评估工作，于每年1月31日前向辐射安全许可证发证机关提交上一年度的评估报告，并上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”。</p>	<p>射安全许可证》（见附件5），证书编号：云环辐证[F0135]，有效期至2029年6月4日，种类和范围：使用II类、III类射线装置。医院开展辐射安全和防护年度评估工作，编制辐射安全和防护年度评估报告，并于每年1月31日前提交评估报告，上传“全国核技术利用辐射安全申报系统”。</p>
<p>在项目建设和运行过程中，认真贯彻落实《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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关要求。</p>	<p><b>已落实。</b> 医院在项目建设和运行过程中，已严格贯彻落实相关条例、法规要求，各项工作均按法规规范执行，保障项目合规运行。</p>
<p>项目地点、性质、规模和污染防治措施发生变动的，应向有审批权限的生态环境部门报告并按要求办理相关手续。本项目环境影响报告表自批准之日起超过5年，方决定项目开工建设的，其环境影响评价文件应当报云南省生态环境厅重新审核。</p>	<p>本项目为阶段性验收，涉及放疗科（1号加速器机房）和介入科辐射工作场所，项目相关地点、性质、规模及污染防治措施均未发生变动，无需向生态环境部门办理变动手续；且项目开工建设距环评文件批准之日未超过5年，环评文件无需报云南省生态环境厅重新审核，符合批复要求。</p>
<p>严格执行环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环保“三同时”制度。项目竣工后依法开展竣工环境保护自主验收工作。</p>	<p><b>本项目为阶段性验收，涉及部分已落实。</b> 本项目严格执行环保“三同时”制度，辐射防护、污染防治等环保设施与主体工程同步设计、同步施工、同步投产使用。医院已委托卫康环保科技（浙江）有限公司开展竣工环境保护自主验收工作，符合相关要求。</p>

#### 4.2.3 介入科辐射工作场所环评批复要求及落实情况

2022年8月16日，玉溪市生态环境局出具关于中山大学澄江市医院介入科核技术利用项目环境影响报告表的批复，玉环审〔2022〕2-7号，审批内容为：

一、该项目位于中山大学澄江市医院医技楼1层北侧介入科拟建2间DSA机房各配置1台DSA射线装置、1间DSA-CT复合机房配置1台DSA-CT射线装置，设备中DSA球管和CT球管相互有联锁功能，不能同时曝光。项目DSA、CT机属于诊断（手术）用II类射线装置，DSA额定管电压125kV，额定管电流1000mA、CT额定管电压150kV，额定管电流1000mA。

二、根据《报告表》的评价结论，该项目符合国家产业政策，正常工况下，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）中对职业人员及公众照射的管理限值要求，建设单位具备对II类射线装置DSA、CT的使用和管理能力。在严格落实《报告表》提出的环境保护措施后，本项目的运营从辐射安全和环境保

护的角度是可行的。我局同意该项目按照《报告表》中所述的性质、规模、内容、环境保护对策措施及辐射环境管理要求进行建设。

### 三、项目建设及运营管理应重点做好的工作

（一）认真组织学习《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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关法规和标准，并在项目建设和运行过程中贯彻落实。

（二）严格执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）和《报告表》提出的电离辐射安全管理限值，将职业照射连续 5 年的年平均有效剂量控制在 5mSv 以内，公众照射年有效剂量控制在 0.25mSv 以内。

（三）严格落实《报告表》提出的 DSA、DSA-CT 机房辐射防护设施，机房外醒目的位置应设立电离辐射标识、警示牌、工作警示灯和门灯连锁装置，并定期对设施进行检查，确保其正常运行。辐射工作区域应按照《报告表》要求实行监督区和控制区管理，防止人员误照射。

（四）DSA、DSA-CT 安装调试期间，应加强辐射防护管理，关闭机房防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，对机房周边辐射水平同步开展监测，及时处理异常情况。

（五）配备相应的辐射防护用品，个人剂量报警仪和辐射监测仪，并定期检查和维修，确保其能够正常使用。介入手术人员工作时应佩戴辐射防护用品，并定期对个人剂量及项目周边辐射环境水平进行检测、监测，以确保职业人员健康和辐射环境安全。

（六）完善和落实各项辐射防护和安全管理规章制度，制定完善的辐射事故应急预案。辐射安全管理人员及工作人员应定期参加辐射安全培训。

（七）按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规要求，依法申领辐射安全许可证，开展辐射安全和防护年度评估工作，并于每年 1 月 31 日前向国家核技术利用辐射安全监管系统上传上一年度的评估报告。

四、项目严格执行环保“三同时”制度，项目竣工后依法开展项目竣工环保验收工作，并将验收材料报送我局备案。

#### 4.2.4 介入科辐射工作场所环评批复要求落实情况

本项目环评批复文件中辐射安全与防护措施落实情况见表 4-2。由表 4-2 可见，

项目基本落实了环评批复文件中提出的要求。

表 4-2 环评批复文件要求及落实情况

玉环审（2022）2-7 号环评批复文件要求	环评批复文件要求落实情况
<p>该项目位于中山大学澄江市医院医技楼 1 层北侧介入科拟建 2 间 DSA 机房各配置 1 台 DSA 射线装置、1 间 DSA-CT 复合机房配置 1 台 DSA-CT 射线装置，设备中 DSA 球管和 CT 球管相互有联锁功能，不能同时曝光。项目 DSA、CT 机属于诊断（手术）用 II 类射线装置，DSA 额定管电压 125kV，额定管电流 1000mA、CT 额定管电压 150kV，额定管电流 1000mA。</p>	<p><b>已落实。</b> 介入科位于医技楼 1 层北侧，在介入科 1 号 DSA 机房内配置 1 台 Azurion 7 M20 型 DSA（额定管电压 125kV，额定管电流 1000mA，属于 II 类射线装置），在 DSA-滑轨 CT 机房配置 1 台 ARTIS Phone 型 DSA（额定管电压 125kV，额定管电流 1000mA，属于 II 类射线装置），在 CT 机房配置 1 台 SOMATOM Confidence 型 CT（额定管电压 150kV，额定管电流 666mA，属于 III 类射线装置），设备中的 DSA 球管和 CT 球管相互有联锁功能，不能同时曝光。</p>
<p>根据《报告表》的评价结论，该项目符合国家产业政策，正常工况下，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）中对职业人员及公众照射的管理限值要求，建设单位具备对 II 类射线装置 DSA、CT 的使用和管理能力。在严格落实《报告表》提出的环境保护措施后，本项目的运营从辐射安全和环境保护的角度是可行的。我局同意该项目按照《报告表》中所述的性质、规模、内容、环境保护对策措施及辐射环境管理要求进行建设。</p>	<p><b>已落实。</b> 本次验收涉及的放疗科（1 号加速器机房）、介入科辐射工作场所，其性质、规模、内容均与《报告表》一致，符合国家产业政策。医院已严格落实《报告表》提出的环境保护措施，经现场检测和估算，职业人员连续 5 年年平均有效剂量均控制在 5mSv 以内，公众照射年有效剂量控制在 0.1mSv 以内，满足剂量约束要求。医院已具备对相关射线装置的使用和管理能力，运营符合辐射安全和环境保护要求。</p>
<p>认真组织学习《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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关法规和标准，并在项目建设和运行过程中贯彻落实。</p>	<p><b>已落实。</b> 医院已组织相关人员认真学习《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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法规及标准，确保人员掌握核心要求。项目建设与运行全流程中，严格贯彻落实上述法规标准，各项工作均按规范执行，保障项目合规运营。</p>
<p>严格执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）和《报告表》提出的电离辐射安全管理限值，将职业照射连续 5 年的年平均有效剂量控制在 5mSv 以内，公众照射年有效剂量控制在 0.25mSv 以内。</p>	<p><b>已落实。</b> 医院严格执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871—2002）及《报告表》规定的电离辐射安全管理限值，经现场检测和估算，职业人员连续 5 年年平均有效剂量均控制在 5mSv 以内，公众照射年有效剂量控制在 0.1mSv 以内，满足剂量约束要求。</p>
<p>严格落实《报告表》提出的 DSA、DSA-CT 机房辐射防护设施，机房外醒目的位置应设立电离辐射标识、警示牌、工作警示灯和门灯连锁装置，并定期对设施进行检查，确保</p>	<p><b>已落实。</b> 医院已严格落实《报告表》要求，1 间 DSA 机房、1 间 DSA-滑轨 CT 机房、1 间 CT 机房</p>

<p>其正常运行。辐射工作区域应按照《报告表》要求实行监督区和控制区管理，防止人员误照射。</p>	<p>已配置辐射防护设施，机房外设有电离辐射警示标识、电离辐射危害告知，防护门上已安装工作警示灯且门灯连锁，辐射工作人员定期检查确保设施正常运行。辐射工作区域按《报告表》要求划分监督区与控制区，实施分区管理，有效防范人员误照射，符合防护管理规范。</p>
<p>DSA、DSA-CT 安装调试期间，应加强辐射防护管理，关闭机房防护门，在机房门外设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，对机房周边辐射水平同步开展监测，及时处理异常情况。</p>	<p><b>已落实。</b> DSA、DSA-CT 安装调试期间，医院已严格落实辐射防护管理要求，全程关闭机房防护门，在机房门外醒目处设立电离辐射警告标志，严禁无关人员靠近；同步对机房周边辐射水平开展监测，期间未出现异常情况，确保调试过程安全合规。</p>
<p>配备相应的辐射防护用品，个人剂量报警仪和辐射监测仪，并定期检查和维修，确保其能够正常使用。介入手术人员工作时应佩戴辐射防护用品，并定期对个人剂量及项目周边辐射环境水平进行检测、监测，以确保职业人员健康和辐射环境安全。</p>	<p><b>已落实。</b> 医院已为放疗科（1号加速器机房）、介入科辐射工作场所配备相应辐射防护用品、个人剂量报警仪及辐射监测仪，建立定期检查维护机制，确保各类设备正常使用。 介入手术人员工作时均规范佩戴辐射防护用品；定期开展职业人员个人剂量检测及项目周边辐射环境水平监测，数据均符合安全标准，保障职业人员健康与辐射环境安全。</p>
<p>完善和落实各项辐射防护和安全管理制，制定完善的辐射事故应急预案。辐射安全管理人员及工作人员应定期参加辐射安全培训。</p>	<p><b>已落实。</b> 医院已完善并落实各项辐射防护和安全管理制，制定了内容完整的辐射事故应急预案。辐射安全管理人员及工作人员均按要求定期参加辐射安全培训，具备相应的辐射防护知识与操作能力，符合管理规范。</p>
<p>按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法规要求，依法申领辐射安全许可证，开展辐射安全和防护年度评估工作，并于每年1月31日前向国家核技术利用辐射安全监管系统上传上一年度的评估报告。</p>	<p><b>已落实。</b> 医院于2025年2月10日重新申领了《辐射安全许可证》（见附件5），证书编号：云环辐证[F0135]，有效期至2029年6月4日，种类和范围：使用II类、III类射线装置。医院开展辐射安全和防护年度评估工作，编制辐射安全和防护年度评估报告，并于每年1月31日前提交评估报告，上传“全国核技术利用辐射安全申报系统”。</p>
<p>项目严格执行环保“三同时”制度，项目竣工后依法开展项目竣工环保验收工作。</p>	<p><b>本项目为阶段性验收，涉及部分已落实。</b> 本项目严格执行环保“三同时”制度，辐射防护、污染防治等环保设施与主体工程同步设计、同步施工、同步投产使用。医院已委托卫康环保科技（浙江）有限公司开展竣工环境保护自主验收工作，符合相关要求。</p>

表五 验收监测质量保证及质量控制

### 5.1 监测单位

2025年9月23日,浙江亿达检测技术有限公司对本项目1台 Elekta Infinity 型医用电子直线加速器、1台 Azurion 7 M20 型 DSA、1台 ARTIS Phone 型 DSA、1台 SOMATOM Confidence 型 CT 工作场所进行验收监测,并出具监测报告,检测检验机构资质认定证书编号:211112051235。

### 5.2 监测项目

检测项目: X、 $\gamma$ 射线剂量率。

检测频次: 运行和非运行两种状态下每个测点检测各1次。

### 5.3 监测技术规范

本次验收监测方法依据的规范、标准:

- (1) 《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)
- (2) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021);
- (3) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021);
- (4) 《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020);
- (5) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)。

### 5.4 监测方法

监测布点和测量方法选用目前国家和行业有关规范和标准。在项目建设场所及周围工作人员、公众活动区域布设监测点位,充分考虑监测点位的代表性,以保证监测结果的科学性和可比性。

### 5.5 监测人员资格

参加本次现场监测的人员,均经过监测技术培训,并经考核合格,持证上岗。监测报告审核人员均经授权。

### 5.6 监测分析过程中的质量保证和质量控制

浙江亿达检测技术有限公司建立了质量管理体系,通过了浙江省检验检测机构资质认定(CMA)。验收监测工作严格遵循本公司《质量手册》、《程序文件》、相关实施细则与操作规程执行。公司制定并组织实施了年度监测质量保证与质量控制计划,确保监测数据的准确性、可靠性与可比性。

本次辐射环境验收监测的质量保证与控制措施如下：

（1）机构与资质保证

监测单位已取得CMA资质认定证书，具备开展辐射环境监测的法定资质与能力。

（2）监测方案的科学性

严格按照国家及行业相关标准规范（《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）等）要求，结合项目特征与现场条件，科学合理地布设监测点位，确保监测点位具有代表性，并能满足环境质量评价与竣工验收的要求。

（3）监测方法与人员要求

所有监测项目均采用国家或生态环境部颁布的标准监测方法。监测人员均经过专业培训与考核，持证上岗，熟悉监测方案与仪器操作。

（4）仪器设备管理与校准

所有监测仪器设备均定期送至法定计量检定机构或授权机构进行检定/校准，确保其在有效期内使用。监测所用辐射剂量测量仪检定周期一般为一年。

（5）现场监测过程控制

①监测前详细勘察现场，确认点位符合方案要求，避开人工干扰源。

②由专业人员严格按照仪器操作规程进行测量。环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量时，确保探测器离地1m高度，读取稳定后的平均值。

③实时记录监测时的环境条件（如天气、温度、湿度等）及可能影响监测结果的现场情况。

（6）数据记录与处理

①所有现场监测数据实时记录于规范的原始记录表中，确保信息完整、字迹清晰、修改规范。

②数据复核人员对监测数据的合理性、异常值进行初步筛查。监测结果按标准方法进行数据处理，包括宇宙射线响应修正、本底扣除（如适用）、统计计算等。

（7）报告审核与签发

严格执行监测报告三级审核制度。报告编制完成后，依次经过校对人员、审核人员和技术负责人的分级审核，对监测方案、数据、结果计算、结论表述等进行全面审查，无误后由授权签字人批准签发。

## 表六 验收监测内容

### 6.1 监测因子及频次

监测因子：X、 $\gamma$ 射线剂量率；

监测频次：运行和非运行两种状态下每个测点检测各 1 次。

### 6.2 监测布点

参照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的方法布设监测点。根据现场条件，全面、合理布点；针对工作人员长时间工作的场所、其他公众可能到达的场所及辐射剂量率可能受到辐射影响较大的场所，分别在操作位、放疗科（1号加速器机房）、介入科辐射工作场所周围及周边环境开展了现场监测，具体监测点位见表 6-1~表 6-5，监测布点见图 6-1~图 6-9。

表 6-1 本项目放疗科（1号加速器机房）监测点位一览表

场所	编号	点位	备注
放疗科（1号加速器机房）	1#	东墙外 30cm 处（设备间）	设备间
	2#	东墙外 30cm 处（控制室）	控制室
	3#	设备操作位	
	4#	防护门左表面 30cm	准备区
	5#	防护门中表面 30cm	
	6#	防护门右表面 30cm	
	7#	防护门上表面 30cm	
	8#	防护门下表面 30cm	预留机房（直线加速器治疗室 2）
	9#	南墙有用束区外 30cm（1）	
	10#	南墙次屏蔽区外 30cm（2）	
	11#	南墙次屏蔽区外 30cm（3）	
	12#	南墙次屏蔽区外 30cm（4）	缓冲空间
	13#	西墙外 30cm（1）	
	14#	西墙外 30cm（2）	
	15#	西墙外 30cm（3）	预留机房迷道（后装治疗室）
	16#	北墙有用束区外 30cm（1）	
	17#	北墙次屏蔽区外 30cm（2）	
	18#	北墙次屏蔽区外 30cm（3）	更衣室
	19#	北墙次屏蔽区外 30cm（4）	
	20#	正上方主屏蔽区（一层库房）	库房

21#	正上方次屏蔽区（一层走廊 1）	走廊
22#	正上方次屏蔽区（一层走廊 2）	
23#	电缆线孔	控制室
24#	东侧院内道路	/
25#	东侧绿化庭院	/
26#	4 号住院楼	/
27#	西侧绿化庭院	/
28#	高压氧楼	/
29#	专家楼	/

表 6-2 本项目介入科（1 号 DSA 机房）监测点位一览表

场所	编号	点位	备注
1 号 DSA 机房	• 1	操作位	控制走廊
	• 2	观察窗左表面 30cm	
	• 3	观察窗中表面 30cm	
	• 4	观察窗右表面 30cm	
	• 5	观察窗上表面 30cm	
	• 6	观察窗下表面 30cm	
	• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	
	• 8	患者/医护防护门上观察窗外表面 30cm	
	• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	
	• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	
	• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	
	• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	清洁走廊
	• 13	清洁走廊防护门上观察窗外表面 30cm	
	• 14	清洁走廊防护门右表面 30cm	
	• 15	清洁走廊防护门上表面 30cm	
	• 16	清洁走廊防护门下表面 30cm	
	• 17	东墙左表面 30cm	
	• 18	东墙中表面 30cm	DSA-滑轨 CT 机房
	• 19	东墙右表面 30cm	
	• 20	南墙左表面 30cm	
	• 21	南墙中表面 30cm	控制走廊
	• 22	南墙右表面 30cm	
	• 23	西墙中表面 30cm	气瓶间、设备间 1
	• 24	西墙右表面 30cm	
	• 25	北墙左表面 30cm	
	• 26	北墙中表面 30cm	诊室
	• 27	北墙右表面 30cm	
	• 28	二层地面上方 100cm	地下车库
	• 29	二层地面上方 100cm	
	• 30	负一层地面上方 170cm	清洁走廊
	• 31	负一层地面上方 170cm	
	• 32	配电箱外表面 30cm	

	• 33	泄压阀外表面 30cm	1 号 DSA 机房内部
	• 34	第一术者位（铅防护屏后头部）	
	• 35	第一术者位（铅防护屏后胸部）	
	• 36	第一术者位（铅防护屏后腹部）	
	• 37	第一术者位（铅防护屏后下肢）	
	• 38	第一术者位（铅防护屏后足部）	
	• 39	第二术者位（铅防护屏后头部）	
	• 40	第二术者位（铅防护屏后胸部）	
	• 41	第二术者位（铅防护屏后腹部）	
	• 42	第二术者位（铅防护屏后下肢）	
	• 43	第二术者位（铅防护屏后足部）	

表 6-3 本项目介入科（DSA-滑轨 CT 机房-DSA 部分）监测点位一览表

场所	编号	点位	备注
DSA-滑轨 CT 机房-DSA 部分	• 1	操作位	控制走廊
	• 2	观察窗左表面 30cm	
	• 3	观察窗中表面 30cm	
	• 4	观察窗右表面 30cm	
	• 5	观察窗上表面 30cm	
	• 6	观察窗下表面 30cm	
	• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	
	• 8	患者/医护防护门上观察窗表面 30cm	
	• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	
	• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	
	• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	
	• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	清洁走廊
	• 13	清洁走廊防护门上观察窗外表面 30cm	
	• 14	清洁走廊防护门右表面 30cm	
	• 15	清洁走廊防护门上表面 30cm	
	• 16	清洁走廊防护门下表面 30cm	CT 机房
	• 17	滑轨防护门左表面 30cm	
	• 18	滑轨防护门中表面 30cm	
	• 19	滑轨防护门右表面 30cm	
	• 20	滑轨防护门上表面 30cm	
	• 21	滑轨防护门下表面 30cm	清洁走廊
	• 22	东墙左表面 30cm	
	• 23	东墙中表面 30cm	
	• 24	东墙右表面 30cm	CT 机房
	• 25	南墙左表面 30cm	
	• 26	南墙右表面 30cm	控制走廊
	• 27	西墙中表面 30cm	
	• 28	西墙右表面 30cm	1 号 DSA 机房
	• 29	北墙左表面 30cm	
	• 30	北墙中表面 30cm	

	• 31	北墙右表面 30cm	诊室
	• 32	二层地面上方 100cm	
	• 33	二层地面上方 100cm	
	• 34	负一层地面上方 170cm	地下车库
	• 35	负一层地面上方 170cm	
	• 36	配电箱外表面 30cm	清洁走廊
	• 37	泄压阀外表面 30cm	
	• 38	第一术者位（铅防护屏后头部）	DSA-滑轨 CT 机房内部
	• 39	第一术者位（铅防护屏后胸部）	
	• 40	第一术者位（铅防护屏后腹部）	
	• 41	第一术者位（铅防护屏后下肢）	
	• 42	第一术者位（铅防护屏后足部）	
	• 43	第二术者位（铅防护屏后头部）	
	• 44	第二术者位（铅防护屏后胸部）	
	• 45	第二术者位（铅防护屏后腹部）	
	• 46	第二术者位（铅防护屏后下肢）	
	• 47	第二术者位（铅防护屏后足部）	

表 6-4 本项目介入科（DSA-滑轨 CT 机房-CT 部分）监测点位一览表

场所	编号	点位	备注
DSA-滑轨 CT 机房-CT 部分	• 1	操作位	控制走廊
	• 2	观察窗左表面 30cm	
	• 3	观察窗中表面 30cm	
	• 4	观察窗右表面 30cm	
	• 5	观察窗上表面 30cm	
	• 6	观察窗下表面 30cm	
	• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	
	• 8	患者/医护防护门上观察窗表面 30cm	
	• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	
	• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	
	• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	
	• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	清洁走廊
	• 13	清洁走廊防护门上观察窗外表面 30cm	
	• 14	清洁走廊防护门右表面 30cm	
	• 15	清洁走廊防护门上表面 30cm	
	• 16	清洁走廊防护门下表面 30cm	CT 机房
	• 17	滑轨防护门左表面 30cm	
	• 18	滑轨防护门中表面 30cm	
	• 19	滑轨防护门右表面 30cm	
	• 20	滑轨防护门上表面 30cm	
	• 21	滑轨防护门下表面 30cm	清洁走廊
	• 22	东墙左表面 30cm	
	• 23	东墙中表面 30cm	
	• 24	东墙右表面 30cm	

	• 25	南墙左表面 30cm	CT 机房
	• 26	南墙右表面 30cm	
	• 27	西墙中表面 30cm	控制走廊
	• 28	西墙右表面 30cm	
	• 29	北墙左表面 30cm	1 号 DSA 机房
	• 30	北墙中表面 30cm	
	• 31	北墙右表面 30cm	
	• 32	二层地面上方 100cm	诊室
	• 33	二层地面上方 100cm	
	• 34	负一层地面上方 170cm	地下车库
	• 35	负一层地面上方 170cm	
	• 36	配电箱外表面 30cm	清洁走廊
	• 37	泄压阀外表面 30cm	

表 6-4 本项目介入科（CT 机房）监测点位一览表

场所	编号	点位	备注
CT 机房	• 1	操作位	控制走廊
	• 2	观察窗左表面 30cm	
	• 3	观察窗中表面 30cm	
	• 4	观察窗右表面 30cm	
	• 5	观察窗上表面 30cm	
	• 6	观察窗下表面 30cm	
	• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	
	• 8	患者/医护防护门上观察窗表面 30cm	
	• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	
	• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	
	• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	
	• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	清洁走廊
	• 13	清洁走廊防护门上观察窗外表面 30cm	
	• 14	清洁走廊防护门右表面 30cm	
	• 15	清洁走廊防护门上表面 30cm	
	• 16	清洁走廊防护门下表面 30cm	DSA-滑轨 CT 机房
	• 17	滑轨防护门左表面 30cm	
	• 18	滑轨防护门中表面 30cm	
	• 19	滑轨防护门右表面 30cm	
	• 20	滑轨防护门上表面 30cm	
	• 21	滑轨防护门下表面 30cm	清洁走廊
	• 22	东墙左表面 30cm	
	• 23	东墙中表面 30cm	
	• 24	东墙右表面 30cm	室内走廊
	• 25	南墙左表面 30cm	
	• 26	南墙中表面 30cm	
	• 27	南墙右表面 30cm	控制走廊
	• 28	西墙左表面 30cm	

	• 29	西墙中表面 30cm	DSA-滑轨 CT 机房
	• 30	北墙左表面 30cm	
	• 31	北墙右表面 30cm	
	• 32	二层地面上方 100cm	诊室
	• 33	二层地面上方 100cm	
	• 34	负一层地面上方 170cm	地下车库
	• 35	负一层地面上方 170cm	
	• 36	配电箱外表面 30cm	清洁走廊
• 37	泄压阀外表面 30cm		

表 6-5 本项目介入科（1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房设备同时开机）监测点位一览表

场所	编号	点位	备注
介入科	• 1	1 号 DSA 机房控制室	控制走廊
	• 2	DSA-滑轨 CT 机房控制室	
	• 3	CT 机房控制室	
	• 4	室内走廊	CT 机房南侧
	• 5	清洁走廊左表面 30cm	清洁走廊
	• 6	清洁走廊中表面 30cm	
	• 7	清洁走廊右表面 30cm	
	• 8	气瓶间	1 号 DSA 机房北侧
	• 9	设备间	
	• 10	1 号 DSA 机房二层地面上方 100cm	诊室
	• 11	DSA-滑轨 CT 机房二层地面上方 100cm	
	• 12	CT 机房二层地面上方 100cm	
	• 13	1 号 DSA 机房负一层地面上方 170cm	地下车库
	• 14	DSA-滑轨 CT 机房负一层地面上方 170cm	
	• 15	CT 机房负一层地面上方 170cm	
	• 16	5 号住院楼	/
	• 17	东侧绿化庭院	/
	• 18	4 号住院楼	/
	• 19	西侧绿化庭院	/
	• 20	门诊楼	/
	• 21	学术会议中心	/
	• 22	高压氧楼	/
	• 23	专家楼	/

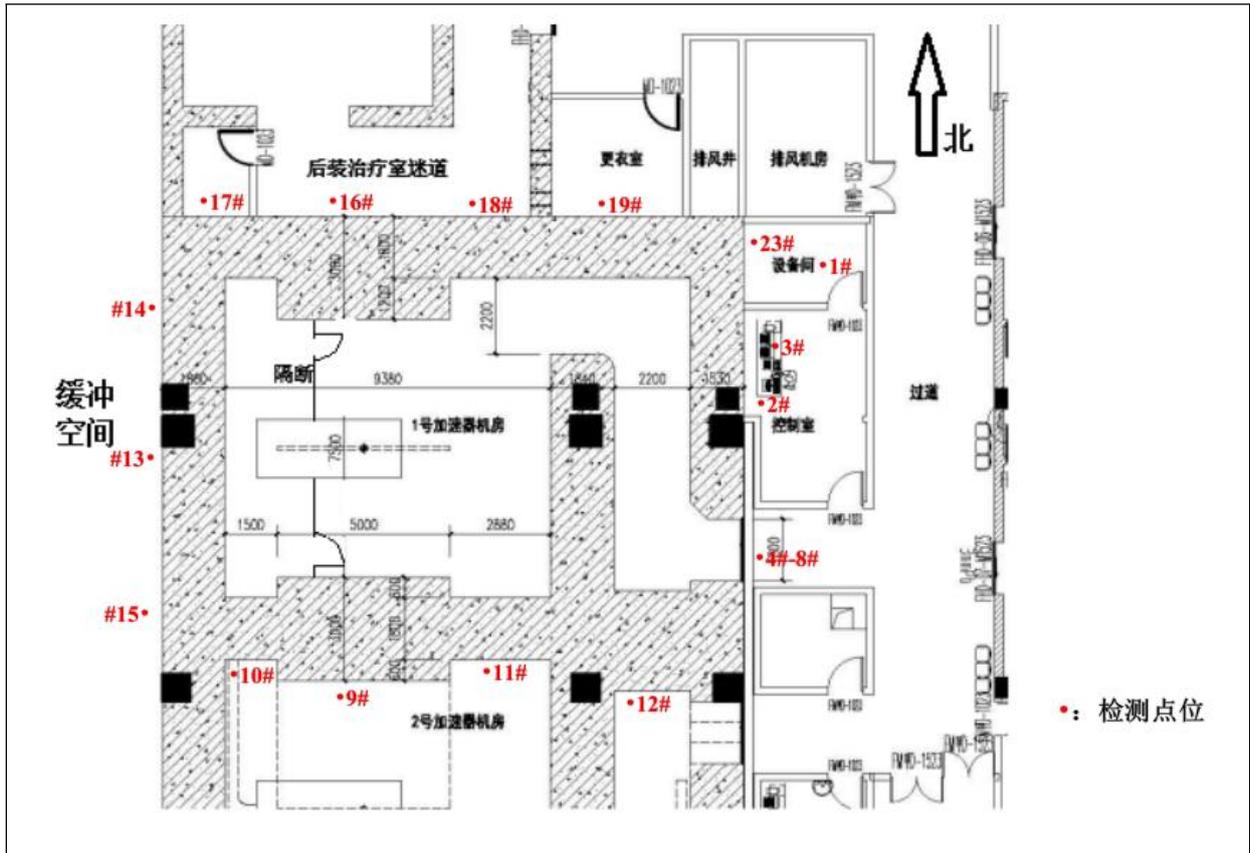


图 6-1 放疗科（1号加速器机房）辐射工作场所周围环境监测布点图（1）

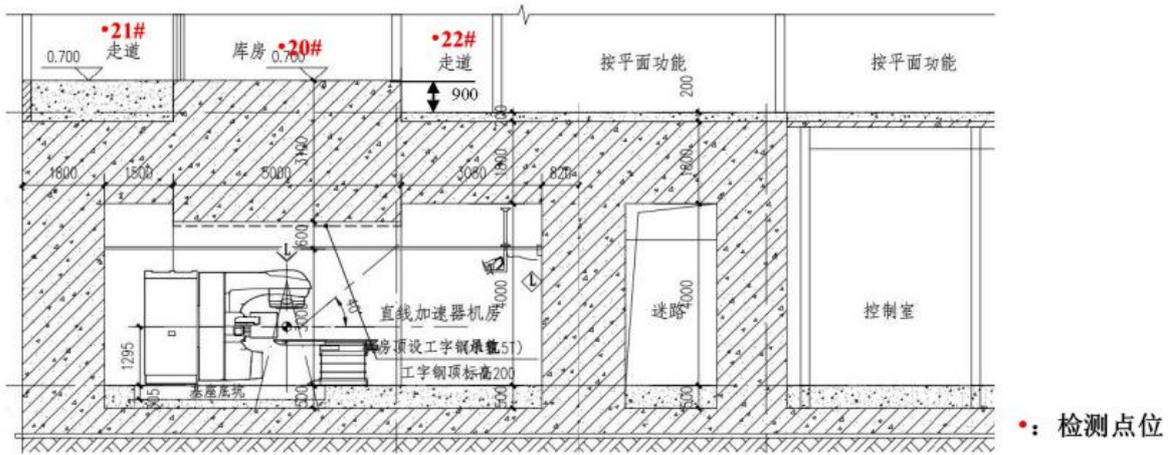


图 6-2 放疗科（1号加速器机房）辐射工作场所顶棚环境监测布点图（2）

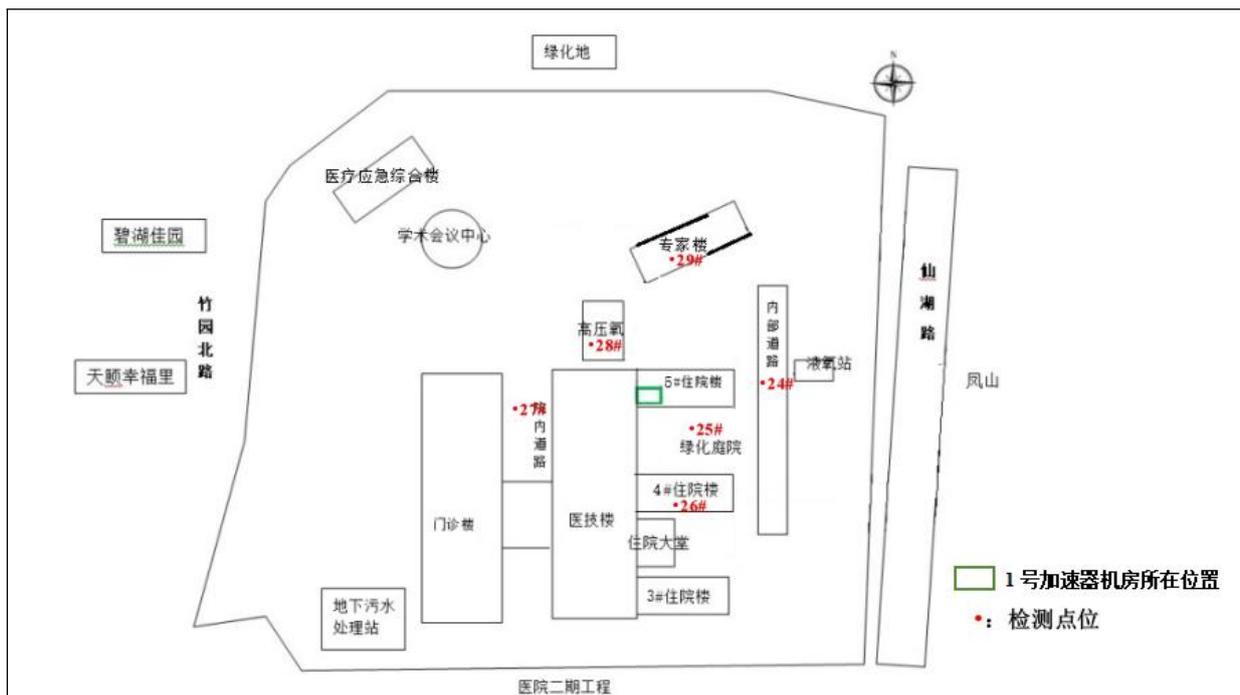


图 6-3 放疗科（1 号加速器机房）调查范围内环境保护目标监测布点图

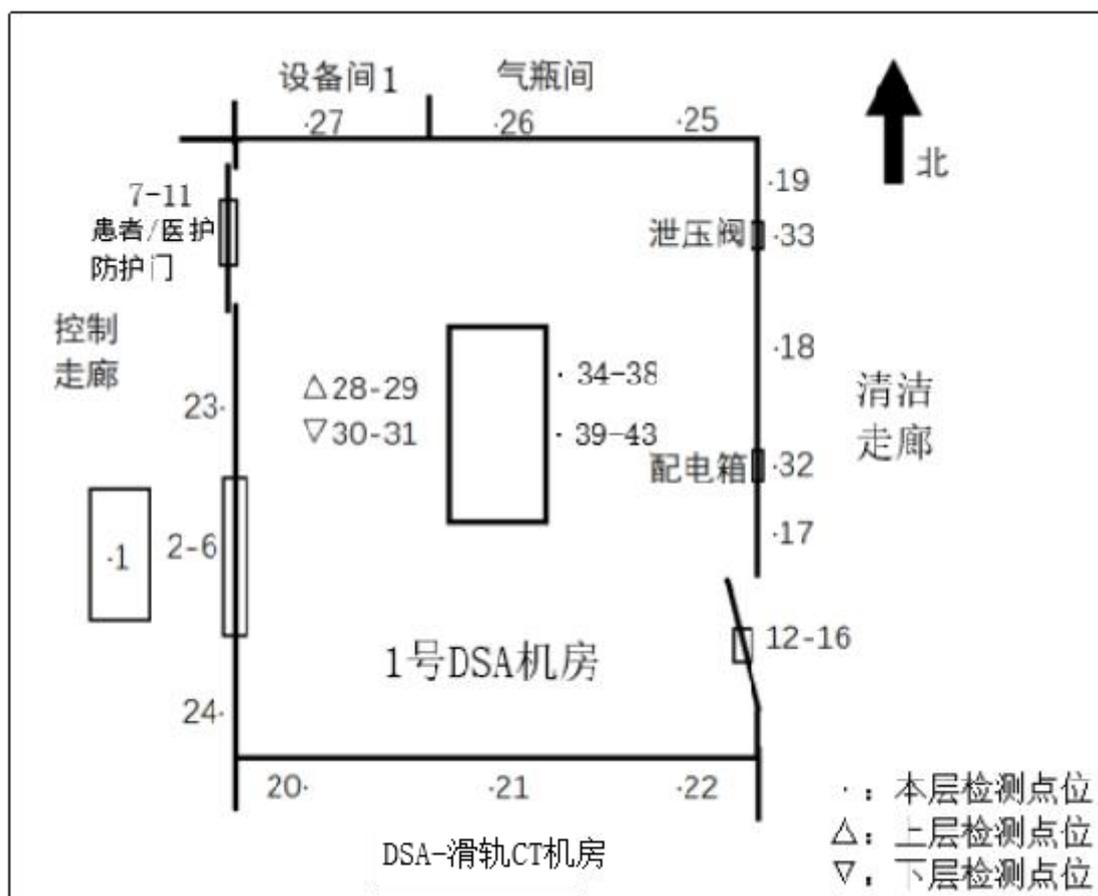


图 6-4 介入科（1 号 DSA 机房）辐射工作场所周围环境监测布点图

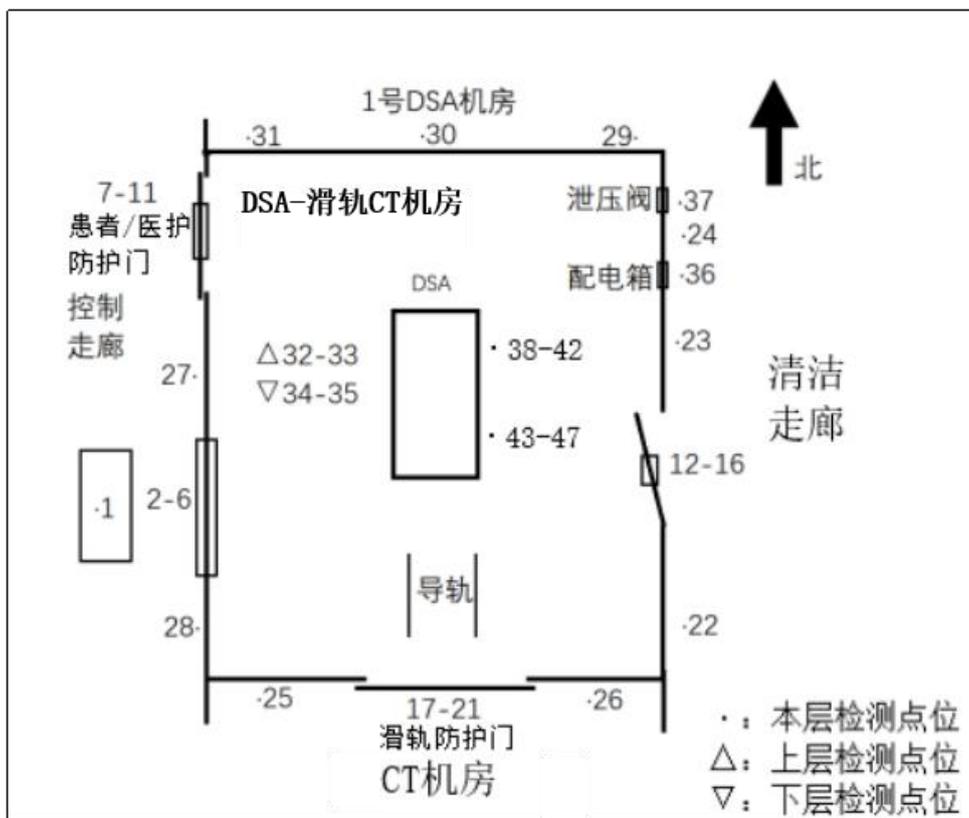


图 6-5 介入科（DSA-滑轨 CT 机房-DSA 开机状态下）辐射工作场所周围环境监测布点图

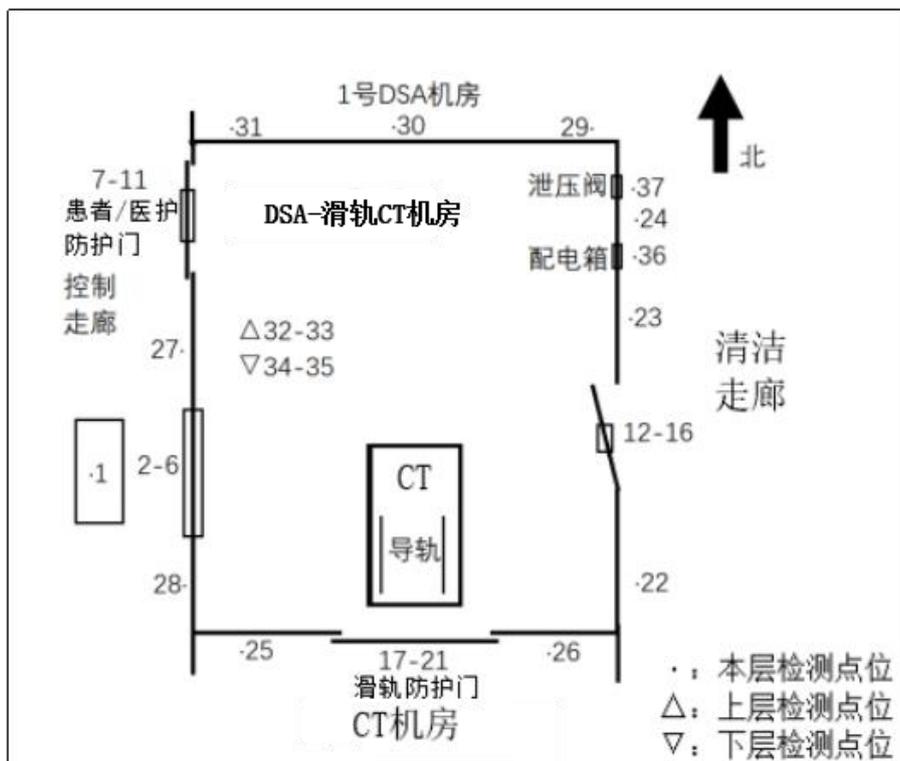


图 6-6 介入科（DSA-滑轨 CT 机房-CT 开机状态下）辐射工作场所周围环境监测布点图

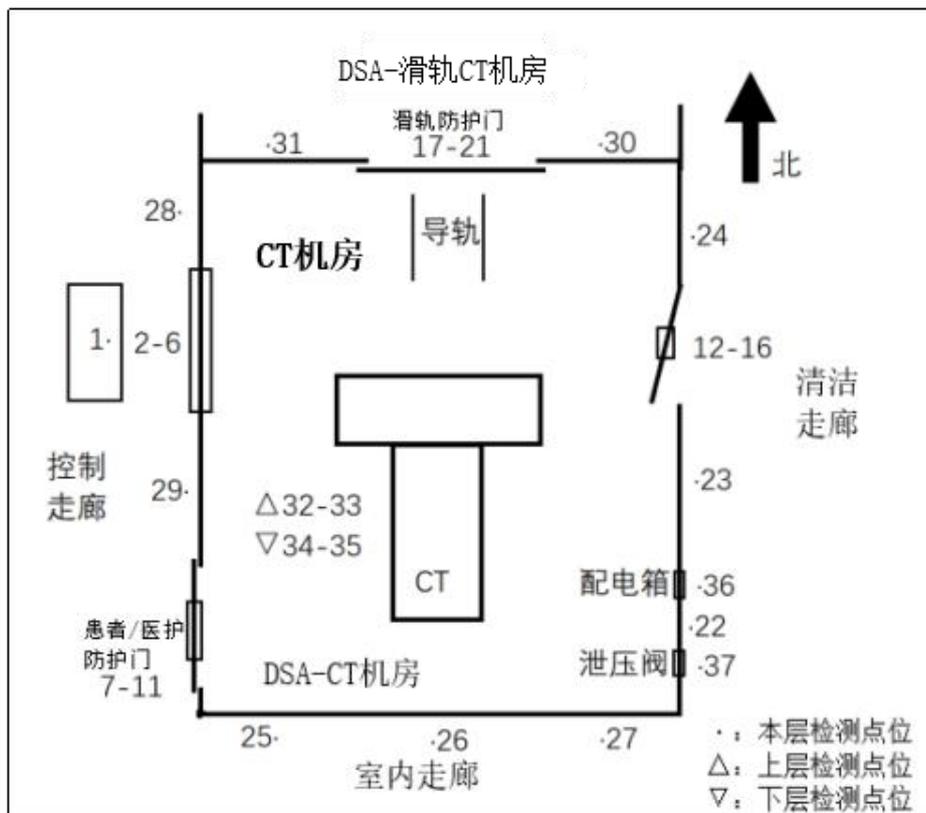


图 6-7 介入科（CT 机房）辐射工作场所周围环境监测布点图



图 6-8 介入科（1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房同时开机状态下）工作场所周围环境监测布点图



图 6-9 介入科（1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房同时开机状态下）调查范围内环境保护目标监测布点图

### 6.3 监测仪器

监测仪器参数及检定情况见表 6-1。

表 6-1 监测仪器参数及检定情况

检测仪器	辐射剂量测量仪	风速仪
仪器型号/编号	AT1121/45538	SW 6086/05072809
生产厂家	ATOMTEX	速为电子科技
量程	9nSv/h-10Sv/h	0.1~30.0m/s
能量范围	15keV~10MeV	/
检定证书编号	2025H21-10-5961631001	ZQ202503240027
检定证书有效期	2025 年 06 月 26 日~2026 年 06 月 25 日	2025 年 03 月 24 日~2026 年 03 月 23 日
检定单位	上海市计量测试技术研究院	浙江中乾计量校准有限公司

### 6.4 监测时间

验收监测时间：2025 年 09 月 23 日。

## 表七 验收监测

### 7.1 验收监测期间生产工况

2025年9月23日，浙江亿达检测技术有限公司监测技术人员在医院相关负责人的陪同下，对本项目进行了环保竣工验收监测。

#### 1、验收监测条件

环境温度：室内 19℃、室外 18℃，湿度：54%，天气状况晴；

#### 2、验收监测工况

表 7-1 设备型号、监测工况

设备	型号	编号	最大设计工况	验收工况	场所
医用电子直线加速器	Elekta Infinity	109516	X 射线能量： 10MV 电子线最大能量： 15MeV	10MVFFF	医技楼地下 1 层 东侧放疗科 1 号 加速器机房
DSA	Azurion 7 M20	2371	125kV、1000mA	透视：68kV、 490mA； 减影：80kV、 470mA	医技楼 1 层介入 科 1 号 DSA 机房
DSA	ARTIS Phone	165543	125kV、1000mA	DSA 部分：透视： 80kV、243mA；减 影：88kV、341mA； CT 部分：140kV、 200mA、6.7s，准 直宽度：20 mm， 模体：CT 体模	医技楼 1 层介入 科 DSA-滑轨 CT 机房
CT	SOMATOM Confidence	100640	150kV、666mA	140kV、200mA、 6.7s，准直宽度： 20 mm，模体：CT 体模	医技楼 1 层介入 科 CT 机房

本次医用电子直线加速器、DSA、CT 机监测工况为运行的最大工况，符合验收监测工况要求。医用电子直线加速器、DSA、CT 机监测时，主体工况稳定，辐射安全与防护设施建成并运行正常，监测出束时间设定为连续出束，出束时间大于仪器响应时间，故本次验收监测具有代表性。

## 7.2 验收监测结果

1、本项目 1 号加速器机房工作场所环境周围剂量当量率监测结果见表 7-2。

表 7-2 本项目 1 号加速器机房工作场所环境周围剂量当量率监测结果

检测点号	检测地点	检测结果 (μSv/h)		备注
		开机状态	关机状态	
1#	东墙外 30cm 处 (设备间)	0.17	0.17	次屏蔽区, 机架角度 0°, 准直器角度 0°, 等中心放置模体, 有用线束方向朝下
2#	东墙外 30cm 处 (控制室)	0.16	0.16	
3#	设备操作位	0.17	0.16	
4#	防护门左表面 30cm	0.17	0.18	
5#	防护门中表面 30cm	0.17	0.17	
6#	防护门右表面 30cm	0.16	0.17	
7#	防护门上表面 30cm	0.17	0.16	
8#	防护门下表面 30cm	0.17	0.17	
9#	南墙有用束区外 30cm (1)	0.34	0.15	有用束区, 机架角度 90°, 准直器角度 45°, 等中心无模体, 有用线束方向朝南
10#	南墙次屏蔽区外 30cm (2)	0.16	0.17	次屏蔽区, 机架角度 90°, 准直器角度 0°, 等中心放置模体, 有用线束方向朝南
11#	南墙次屏蔽区外 30cm (3)	0.16	0.16	
12#	南墙次屏蔽区外 30cm (4)	0.17	0.16	
13#	西墙外 30cm (1)	0.17	0.17	侧墙区, 机架角度 0°, 准直器角度 0°, 等中心放置模体, 有用线束方向朝下
14#	西墙外 30cm (2)	0.15	0.17	
15#	西墙外 30cm (3)	0.16	0.16	
16#	北墙有用束区外 30cm (1)	0.80	0.16	有用束区, 机架角度 270°, 准直器角度 45°, 等中心无模体, 有用线束方向朝北
17#	北墙次屏蔽区外 30cm (2)	0.17	0.17	次屏蔽区, 机架角度 270°, 准直器角度 0°, 等中心放置模体, 有用线束方向朝北
18#	北墙次屏蔽区外 30cm (3)	0.17	0.17	
19#	北墙次屏蔽区外 30cm (4)	0.17	0.17	
20#	正上方主屏蔽区 (一层库房)	0.17	0.16	有用束区, 机架角度 180°, 准直器角度 45°, 等中心无模体, 有用线束方向朝上
21#	正上方次屏蔽区 (一层走廊 1)	0.15	0.15	顶次屏蔽区, 机架角度 180°, 准直器角度 0°, 等中心放置

22#	正上方次屏蔽区（一层走廊2）	0.16	0.17	模体，有用线束方向朝上
23#	电缆线孔	0.16	0.16	次屏蔽区，机架角度 0°，准直器角度 0°，等中心放置模体，有用线束方向朝下
24#	东侧院内道路	0.17	0.17	机架角度 180°，准直器角度 0°，等中心放置模体，有用线束方向朝上
25#	东侧绿化庭院	0.16	0.17	
26#	4号住院楼	0.17	0.16	
27#	西侧绿化庭院	0.17	0.15	
28#	高压氧楼	0.16	0.17	
29#	专家楼	0.17	0.17	
<p>注：1.表内结果均已扣除本底值，当地本底均值为 0.16μSv/h。                  2.该机房位于医技楼地下一层放疗中心，机房正上方为过道、库房、医生办公室、送风机房，机房正下方无建筑。                  3.检测点位示意图见图 6-1~图 6-3。</p>				

2、本项目 1 号 DSA 机房工作场所环境周围剂量当量率监测结果见表 7-3。

表 7-3 1 号 DSA 机房工作场所环境周围剂量当量率监测结果

检测点号	检测地点	检测结果 (μSv/h)		
		开机状态		关机状态
		透视模式	减影模式	
• 1	操作位	0.16	0.17	0.15
• 2	观察窗左表面 30cm	0.17	0.18	0.15
• 3	观察窗中表面 30cm	0.16	0.18	0.18
• 4	观察窗右表面 30cm	0.17	0.17	0.16
• 5	观察窗上表面 30cm	0.17	0.16	0.17
• 6	观察窗下表面 30cm	0.15	0.17	0.17
• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	0.16	0.16	0.17
• 8	患者/医护防护门上观察窗外表面 30cm	0.17	0.17	0.17
• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	0.15	0.18	0.15
• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	0.17	0.17	0.16
• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	0.17	0.17	0.17
• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	0.17	0.17	0.16
• 13	清洁走廊防护门上观察窗外表面 30cm	0.17	0.16	0.17

• 14	清洁走廊防护门右表面 30cm	0.17	0.17	0.17
• 15	清洁走廊防护门上表面 30cm	0.16	0.17	0.17
• 16	清洁走廊防护门下表面 30cm	0.17	0.16	0.16
• 17	东墙左表面 30cm	0.16	0.18	0.17
• 18	东墙中表面 30cm	0.16	0.17	0.16
• 19	东墙右表面 30cm	0.17	0.16	0.17
• 20	南墙左表面 30cm	0.17	0.17	0.16
• 21	南墙中表面 30cm	0.16	0.17	0.17
• 22	南墙右表面 30cm	0.16	0.17	0.17
• 23	西墙中表面 30cm	0.16	0.17	0.16
• 24	西墙右表面 30cm	0.17	0.17	0.17
• 25	北墙左表面 30cm	0.16	0.17	0.16
• 26	北墙中表面 30cm	0.16	0.17	0.17
• 27	北墙右表面 30cm	0.16	0.17	0.16
• 28	二层地面上方 100cm	0.16	0.16	0.16
• 29	二层地面上方 100cm	0.16	0.17	0.17
• 30	负一层地面上方 170cm	0.15	0.18	0.17
• 31	负一层地面上方 170cm	0.16	0.15	0.17
• 32	配电箱外表面 30cm	0.17	0.16	0.16
• 33	泄压阀外表面 30cm	0.17	0.18	0.16
• 34	第一术者位（铅防护屏后头部）	2.78	/	0.16
• 35	第一术者位（铅防护屏后胸部）	5.09	/	0.16
• 36	第一术者位（铅防护屏后腹部）	6.80	/	0.17
• 37	第一术者位（铅防护屏后下肢）	3.60	/	0.16
• 38	第一术者位（铅防护屏后足部）	2.90	/	0.17
• 39	第二术者位（铅防护屏后头部）	5.30	/	0.16
• 40	第二术者位（铅防护屏后胸部）	11.5	/	0.17
• 41	第二术者位（铅防护屏后腹部）	8.90	/	0.17
• 42	第二术者位（铅防护屏后下肢）	3.60	/	0.17

• 43	第二术者位（铅防护屏后足部）	0.90	/	0.16
	本底范围	0.14~0.18		
注：1、以上检测结果均未扣除本底值，检测结果取最大值。 2、该机房位于医技楼 1 层介入科，正上方为二层诊室，正下方为负一层地下车库。 3、点位描述中的“左、中、右”以面向机房的朝向为参考方位。 4、检测点位示意图见图 6-4。				

3、本项目 DSA-滑轨 CT 机房工作场所环境周围剂量当量率监测结果见表 7-4、表 7-5。

表 7-4 DSA-滑轨 CT 机房（DSA 设备出束）工作场所环境周围剂量当量率监测结果

检测点号	检测地点	检测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		
		开机状态		关机状态
		透视模式	减影模式	
• 1	操作位	0.16	0.16	0.16
• 2	观察窗左表面 30cm	0.16	0.17	0.17
• 3	观察窗中表面 30cm	0.15	0.16	0.17
• 4	观察窗右表面 30cm	0.16	0.16	0.17
• 5	观察窗上表面 30cm	0.16	0.16	0.17
• 6	观察窗下表面 30cm	0.18	0.17	0.16
• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	0.16	0.17	0.16
• 8	患者/医护防护门上观察窗表面 30cm	0.16	0.17	0.16
• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	0.16	0.17	0.17
• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	0.15	0.17	0.16
• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	0.17	0.22	0.16
• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	0.18	0.16	0.16
• 13	清洁走廊防护门上观察窗外表面 30cm	0.16	0.17	0.16
• 14	清洁走廊防护门右表面 30cm	0.16	0.16	0.17
• 15	清洁走廊防护门上表面 30cm	0.16	0.16	0.16
• 16	清洁走廊防护门下表面 30cm	0.17	0.16	0.17
• 17	滑轨防护门左表面 30cm	0.16	0.16	0.17
• 18	滑轨防护门中表面 30cm	0.16	0.16	0.16
• 19	滑轨防护门右表面 30cm	0.16	0.17	0.17
• 20	滑轨防护门上表面 30cm	0.16	0.16	0.17

• 21	滑轨防护门下表面 30cm	0.17	0.17	0.16
• 22	东墙左表面 30cm	0.16	0.16	0.16
• 23	东墙中表面 30cm	0.15	0.16	0.15
• 24	东墙右表面 30cm	0.16	0.16	0.17
• 25	南墙左表面 30cm	0.16	0.16	0.15
• 26	南墙右表面 30cm	0.35	0.76	0.15
• 27	西墙中表面 30cm	0.16	0.17	0.17
• 28	西墙右表面 30cm	0.17	0.17	0.17
• 29	北墙左表面 30cm	0.16	0.16	0.17
• 30	北墙中表面 30cm	0.16	0.16	0.15
• 31	北墙右表面 30cm	0.17	0.17	0.15
• 32	二层地面上方 100cm	0.17	0.16	0.16
• 33	二层地面上方 100cm	0.16	0.17	0.17
• 34	负一层地面上方 170cm	0.15	0.16	0.17
• 35	负一层地面上方 170cm	0.17	0.17	0.18
• 36	配电箱外表面 30cm	0.17	0.16	0.16
• 37	泄压阀外表面 30cm	0.17	0.17	0.17
• 38	第一术者位（铅防护屏后头部）	11.9	/	0.17
• 39	第一术者位（铅防护屏后胸部）	11.2	/	0.18
• 40	第一术者位（铅防护屏后腹部）	11.1	/	0.17
• 41	第一术者位（铅防护屏后下肢）	3.70	/	0.16
• 42	第一术者位（铅防护屏后足部）	2.41	/	0.17
• 43	第二术者位（铅防护屏后头部）	3.61	/	0.16
• 44	第二术者位（铅防护屏后胸部）	6.80	/	0.18
• 45	第二术者位（铅防护屏后腹部）	5.90	/	0.17
• 46	第二术者位（铅防护屏后下肢）	3.80	/	0.18
• 47	第二术者位（铅防护屏后足部）	0.92	/	0.16
	本底范围	0.14~0.18		
注:1、以上检测结果均未扣除本底值，检测结果取最大值。				

- 2、该机房位于医技楼 1 层介入科，正上方为二层诊室，正下方为负一层地下车库。
- 3、点位描述中的“左、中、右”以面向机房的朝向为参考方位。
- 4、检测点位示意图见图 6-5。

**表 7-5 DSA-滑轨 CT 机房（CT 设备出束）工作场所环境周围剂量当量率监测结果**

检测点号	检测地点	检测结果（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	
		开机状态	关机状态
• 1	操作位	0.16	0.16
• 2	观察窗左表面 30cm	0.16	0.17
• 3	观察窗中表面 30cm	0.17	0.15
• 4	观察窗右表面 30cm	0.16	0.17
• 5	观察窗上表面 30cm	0.15	0.17
• 6	观察窗下表面 30cm	0.17	0.18
• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	0.18	0.16
• 8	患者/医护防护门上观察窗表面 30cm	0.17	0.15
• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	0.17	0.17
• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	0.16	0.17
• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	0.16	0.16
• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	0.16	0.17
• 13	清洁走廊防护门上观察窗外表面 30cm	0.18	0.16
• 14	清洁走廊防护门右表面 30cm	0.17	0.17
• 15	清洁走廊防护门上表面 30cm	0.17	0.16
• 16	清洁走廊防护门下表面 30cm	0.16	0.16
• 17	滑轨防护门左表面 30cm	0.71	0.16
• 18	滑轨防护门中表面 30cm	0.46	0.16
• 19	滑轨防护门右表面 30cm	0.54	0.17
• 20	滑轨防护门上表面 30cm	0.79	0.15
• 21	滑轨防护门下表面 30cm	1.34	0.16
• 22	东墙左表面 30cm	0.17	0.17
• 23	东墙中表面 30cm	0.16	0.16
• 24	东墙右表面 30cm	0.16	0.16
• 25	南墙左表面 30cm	0.16	0.17

• 26	南墙右表面 30cm	0.45	0.16
• 27	西墙中表面 30cm	0.17	0.16
• 28	西墙右表面 30cm	0.17	0.16
• 29	北墙左表面 30cm	0.16	0.17
• 30	北墙中表面 30cm	0.17	0.16
• 31	北墙右表面 30cm	0.16	0.16
• 32	二层地面上方 100cm	0.16	0.15
• 33	二层地面上方 100cm	0.17	0.16
• 34	负一层地面上方 170cm	0.17	0.17
• 35	负一层地面上方 170cm	0.16	0.15
• 36	配电箱外表面 30cm	0.17	0.16
• 37	泄压阀外表面 30cm	0.18	0.15
	本底范围	0.14~0.18	
注:1、以上检测结果均未扣除本底值，检测结果取最大值。 2、该机房位于医技楼 1 层介入科，正上方为二层诊室，正下方为负一层地下车库。 3、点位描述中的“左、中、右”以面向机房的朝向为参考方位。 4、检测点位示意图见图 6-6。			

4、本项目 CT 机房工作场所环境周围剂量当量率监测结果见表 7-6。

表 7-6 CT 机房工作场所环境周围剂量当量率监测结果

检测点号	检测地点	检测结果 (μSv/h)	
		开机状态	关机状态
• 1	操作位	0.16	0.16
• 2	观察窗左表面 30cm	0.17	0.16
• 3	观察窗中表面 30cm	0.18	0.17
• 4	观察窗右表面 30cm	0.17	0.16
• 5	观察窗上表面 30cm	0.16	0.16
• 6	观察窗下表面 30cm	0.17	0.17
• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	0.16	0.16
• 8	患者/医护防护门上观察窗表面 30cm	0.17	0.16
• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	0.16	0.16

• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	0.16	0.17
• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	0.18	0.17
• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	0.16	0.16
• 13	清洁走廊防护门上观察窗外表面 30cm	0.16	0.16
• 14	清洁走廊防护门右表面 30cm	0.18	0.17
• 15	清洁走廊防护门上表面 30cm	0.16	0.16
• 16	清洁走廊防护门下表面 30cm	0.16	0.16
• 17	滑轨防护门左表面 30cm	0.53	0.16
• 18	滑轨防护门中表面 30cm	0.95	0.16
• 19	滑轨防护门右表面 30cm	0.66	0.16
• 20	滑轨防护门上表面 30cm	0.85	0.16
• 21	滑轨防护门下表面 30cm	0.77	0.16
• 22	东墙左表面 30cm	0.17	0.16
• 23	东墙中表面 30cm	0.17	0.16
• 24	东墙右表面 30cm	0.15	0.15
• 25	南墙左表面 30cm	0.16	0.18
• 26	南墙中表面 30cm	0.17	0.15
• 27	南墙右表面 30cm	0.17	0.17
• 28	西墙左表面 30cm	0.16	0.17
• 29	西墙中表面 30cm	0.17	0.17
• 30	北墙左表面 30cm	0.59	0.17
• 31	北墙右表面 30cm	0.17	0.17
• 32	二层地面上方 100cm	0.16	0.16
• 33	二层地面上方 100cm	0.18	0.16
• 34	负一层地面上方 170cm	0.17	0.15
• 35	负一层地面上方 170cm	0.17	0.17
• 36	配电箱外表面 30cm	0.17	0.16
• 37	泄压阀外表面 30cm	0.16	0.17
	本底范围	0.14~0.18	

注:1、以上检测结果均未扣除本底值，检测结果取最大值。  
 2、该机房位于医技楼 1 层介入科，正上方为二层诊室，正下方为负一层地下车库。  
 3、点位描述中的“左、中、右”以面向机房的朝向为参考方位。  
 4、检测点位示意图见图 6-7。

5、本项目 1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房设备同时开机时工作场所环境周围剂量当量率监测结果见表 7-7。

表 7-7 本项目 1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房设备同时开机时工作场所环境周围剂量当量率监测结果

检测 点号	检测地点	检测结果 (μSv/h)		
		开机状态		关机状态
		透视模式	减影模式	
• 1	1 号 DSA 机房控制室	0.17	0.18	0.17
• 2	DSA-滑轨 CT 机房控制室	0.15	0.17	0.16
• 3	CT 机房控制室	0.15	0.16	0.16
• 4	室内走廊	0.17	0.18	0.16
• 5	清洁走廊左表面 30cm	0.16	0.17	0.16
• 6	清洁走廊中表面 30cm	0.17	0.18	0.18
• 7	清洁走廊右表面 30cm	0.17	0.17	0.16
• 8	气瓶间	0.17	0.17	0.17
• 9	设备间	0.17	0.17	0.16
• 10	1 号 DSA 机房二层地面上方 100cm	0.15	0.16	0.15
• 11	DSA-滑轨 CT 机房二层地面上方 100cm	0.17	0.18	0.16
• 12	CT 机房二层地面上方 100cm	0.17	0.17	0.16
• 13	1 号 DSA 机房负一层地面上方 170cm	0.16	0.17	0.17
• 14	DSA-滑轨 CT 机房负一层地面上方 170cm	0.18	0.18	0.17
• 15	CT 机房负一层地面上方 170cm	0.17	0.17	0.16
• 16	5 号住院楼	0.16	0.16	0.16
• 17	东侧绿化庭院	0.17	0.18	0.17
• 18	4 号住院楼	0.17	0.17	0.17
• 19	西侧绿化庭院	0.16	0.17	0.17
• 20	门诊楼	0.16	0.16	0.15
• 21	学术会议中心	0.17	0.17	0.18

• 22	高压氧楼	0.15	0.15	0.16
• 23	专家楼	0.16	0.18	0.16
	本底范围	0.14~0.18		
注:1、以上检测结果均未扣除本底值, 检测结果取最大值。 2、检测点位示意图见图 6-8、图 6-9。				

### 7.3 验收监测结果分析

#### 1、X、 $\gamma$ 射线剂量率

##### (1) 放疗科（1号加速器机房）

根据表 7-2 监测结果, 本项目 1 台 Elekta Infinity 型医用电子直线加速器未运行时, 1 号加速器机房周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.18\mu\text{Sv/h}$  之间。开机状态下, 1 号加速器机房周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.80\mu\text{Sv/h}$  之间; 验收范围内环境保护目标周围剂量当量率在  $0.16\mu\text{Sv/h}\sim 0.17\mu\text{Sv/h}$  之间。机房屏蔽效果良好, 满足《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)6.1.4 条有关规定, 治疗机房墙和入口门外关注点的剂量率满足《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/T201.2-2011)4.2.1 所确定的周围剂量当量率参考控制水平, 治疗机房顶应满足 4.2.2 的要求: 在距离直线加速器机房屏蔽体外表面 30cm 处, 辐射剂量率不超过  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的要求。

##### (2) 介入科（3间机房）

根据表 7-3 监测结果, 本项目 1 台 Azurion 7 M20 型 DSA 未运行时, 1 号 DSA 机房周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.18\mu\text{Sv/h}$  之间。DSA 开机运行时, 摄影模式下, 1 号 DSA 机房周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.18\mu\text{Sv/h}$  之间。透视模式下, 1 号 DSA 机房周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.17\mu\text{Sv/h}$  之间。

根据表 7-4 监测结果, 本项目 1 台 ARTIS Phone 型 DSA 未运行时, DSA-滑轨 CT 机房周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.18\mu\text{Sv/h}$  之间。DSA 开机运行时, 摄影模式下, DSA-滑轨 CT 机房周围剂量当量率在  $0.16\mu\text{Sv/h}\sim 0.76\mu\text{Sv/h}$  之间。透视模式下, DSA-滑轨 CT 机房周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.35\mu\text{Sv/h}$  之间。

根据表 7-5 监测结果, 本项目 1 台 SOMATOM Confidence 型 CT 未运行时, DSA-滑轨 CT 机房周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.18\mu\text{Sv/h}$  之间。CT 机开机运行时, DSA-滑轨 CT 机房周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 1.34\mu\text{Sv/h}$  之间。

根据表 7-6 监测结果，本项目 1 台 SOMATOM Confidence 型 CT 机未运行时，CT 机房周围剂量当量率在 0.15 $\mu$ Sv/h~0.18 $\mu$ Sv/h 之间。CT 机开机运行时，CT 机房周围剂量当量率在 0.15 $\mu$ Sv/h~0.95 $\mu$ Sv/h 之间。

根据表 7-7 监测结果，本项目介入科（3 间机房）未运行时，3 间机房周围、验收范围内环境保护目标周围剂量当量率在 0.15 $\mu$ Sv/h~0.18 $\mu$ Sv/h 之间。当 1 台 Azurion 7 M20 型 DSA、1 台 ARTIS Phone 型 DSA 开机运行时，摄影模式下，3 间机房周围、验收范围内环境保护目标周围剂量当量率在 0.15 $\mu$ Sv/h~0.18 $\mu$ Sv/h 之间。透视模式下，3 间机房周围、验收范围内环境保护目标周围剂量当量率在 0.15 $\mu$ Sv/h~0.18 $\mu$ Sv/h 之间。

综上所述，1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房、CT 机房屏蔽效果良好，1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房外各检测点的周围剂量当量率均透视模式不大于 2.5 $\mu$ Sv/h，减影模式不大于 25 $\mu$ Sv/h，符合 GBZ 130-2020 标准要求；CT 机房外各检测点的周围剂量当量率均不大于 2.5 $\mu$ Sv/h，符合 GBZ 130-2020 标准要求。

## 2、受照射剂量

根据《实用辐射安全手册（第二版）》的公式，对各关注点位处公众及职业人员的年有效剂量进行计算。

$$E=D \times t \times \sum W_T \times \sum W_R \dots\dots\dots \text{（式 7-1）}$$

式中：

E-本项目人员受到的年有效剂量，Sv/a；

D-X- $\gamma$ 射线空气吸收剂量率附加值，Gy/h。

t-X- $\gamma$ 年受照时间，h/a；

WT-组织权重因数，全身为 1；

WR-辐射权重因数，本项目为 1。

### （1）放疗科（1 号加速器机房）

根据医院提供资料，本项目使用的直线加速器治疗的病人每天约 60 人次，周治疗时间为 3.75h，每周工作 5 天，每年工作 250 天，则年治疗时间为 187.5h。

对于居留因子，经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16。本项目加速器正常工作时，职业人员及公众受照剂量计算结果见表 7-8。

表 7-8 本项目放疗科（1 号加速器机房）年工作状况及职业人员、公众受照剂量估算表

序号	年受照时间 (h)	监测点位描述	居留因子	本项目剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	年有效剂量 ( $\text{mSv}$ )	受照类型
1#	187.5h	东墙外 30cm 处（设备间）	1/4	0.17	$7.97 \times 10^{-3}$	公众
2#		东墙外 30cm 处（控制室）	1	0.16	$3 \times 10^{-2}$	职业
3#		设备操作位	1	0.17	$3.19 \times 10^{-2}$	
4#		防护门左表面 30cm	1/4	0.17	$7.97 \times 10^{-3}$	
5#		防护门中表面 30cm	1/4	0.17	$7.97 \times 10^{-3}$	
6#		防护门右表面 30cm	1/4	0.16	$7.50 \times 10^{-3}$	
7#		防护门上表面 30cm	1/4	0.17	$7.97 \times 10^{-3}$	
8#		防护门下表面 30cm	1/4	0.17	$7.97 \times 10^{-3}$	
9#		南墙有用束区外 30cm（1）	1/16	0.34	$3.98 \times 10^{-3}$	
10#		南墙次屏蔽区外 30cm（2）	1/16	0.16	$1.88 \times 10^{-3}$	
11#		南墙次屏蔽区外 30cm（3）	1/16	0.16	$1.88 \times 10^{-3}$	
12#		南墙次屏蔽区外 30cm（4）	1/16	0.17	$1.99 \times 10^{-3}$	
13#		西墙外 30cm（1）	1/4	0.17	$7.97 \times 10^{-3}$	
14#		西墙外 30cm（2）	1/4	0.15	$7.03 \times 10^{-3}$	
15#		西墙外 30cm（3）	1/4	0.16	$7.50 \times 10^{-3}$	
16#		北墙有用束区外 30cm（1）	1/16	0.80	$9.38 \times 10^{-3}$	
17#		北墙次屏蔽区外 30cm（2）	1/16	0.17	$1.99 \times 10^{-3}$	
18#		北墙次屏蔽区外 30cm（3）	1/16	0.17	$1.99 \times 10^{-3}$	
19#		北墙次屏蔽区外 30cm（4）	1/16	0.17	$1.99 \times 10^{-3}$	
20#		正上方主屏蔽区（一层库房）	1/4	0.17	$7.97 \times 10^{-3}$	
21#		正上方次屏蔽区（一层走廊 1）	1/4	0.15	$7.03 \times 10^{-3}$	
22#		正上方次屏蔽区（一层走廊 2）	1/4	0.16	$7.50 \times 10^{-3}$	
23#		电缆线孔	1/4	0.16	$7.50 \times 10^{-3}$	
24#		东侧院内道路	1/16	0.17	$1.99 \times 10^{-3}$	
25#		东侧绿化庭院	1/16	0.16	$1.88 \times 10^{-3}$	
26#		4 号住院楼	1	0.17	$3.19 \times 10^{-2}$	

27#		西侧绿化庭院	1/16	0.17	$1.99 \times 10^{-3}$
28#		高压氧楼	1/4	0.16	$7.50 \times 10^{-3}$
29#		专家楼	1	0.17	$3.19 \times 10^{-2}$

通过估算，本项目 1 号加速器机房职业人员受照剂量最大为  $3.19 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足职业人员年有效剂量  $5 \text{mSv/a}$  的限值标准；本项目直线加速器机房周围公众年受照剂量最大为  $3.19 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足公众年有效剂量  $0.1 \text{mSv/a}$  的限值标准。

本次验收在机房相邻区域均设置了监测点位，由于随着距离的增加，剂量随即衰减，故本项目 50m 调查范围的环境保护目标小于机房相邻区域的辐射剂量满足相关限值标准要求。

### （2）介入科（3 间机房）

根据医院提供资料，介入科配备医生 6 名、技师 2 名和护士 2 名。1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房每年最大工作量均为 500 台，DSA 包括透视和摄影两种模式，单台手术需要医生 2 名，护士 1 名，技师 1 名。CT 机房每年最大工作量为 300 台。辐射工作人员年受照时间见表 2-6。

对于居留因子，经常有人员停留的地方取 1，有部分时间有人员停留的地方取 1/4，偶然有人员经过的地方取 1/16。本项目 DSA、CT 正常工作时，职业人员及公众受照剂量计算结果见表 7-9~表 7-15。

**表 7-9 本项目介入科（1 号 DSA 机房）年工作状况及职业人员、公众受照剂量估算表**

模式	年受照时间(h)	序号	监测点位描述	居留因子	本项目剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	年有效剂量( $\text{mSv}$ )	受照类型
透视模式	166.67h	• 1	操作位	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$	职业
		• 2	观察窗左表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-2}$	
		• 3	观察窗中表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$	
		• 4	观察窗右表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-2}$	
		• 5	观察窗上表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-2}$	
		• 6	观察窗下表面 30cm	1	0.15	$2.50 \times 10^{-2}$	
		• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$	
		• 8	患者/医护防护门上观察窗外表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-2}$	

		• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	1	0.15	$2.50 \times 10^{-2}$	
		• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-2}$	
		• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-2}$	
		• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-3}$	公众
		• 13	清洁走廊防护门上观察窗外 表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-3}$	
		• 14	清洁走廊防护门右表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-3}$	
		• 15	清洁走廊防护门上表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-3}$	
		• 16	清洁走廊防护门下表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-3}$	
		• 17	东墙左表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-3}$	
		• 18	东墙中表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-3}$	
		• 19	东墙右表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-3}$	
		• 20	南墙左表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-2}$	
		• 21	南墙中表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$	
		• 22	南墙右表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$	
		• 23	西墙中表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$	职业
		• 24	西墙右表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-2}$	
		• 25	北墙左表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-3}$	公众
		• 26	北墙中表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-3}$	
		• 27	北墙右表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-3}$	
		• 28	二层地面上方 100cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-3}$	
		• 29	二层地面上方 100cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-3}$	
		• 30	负一层地面上方 170cm	1/16	0.15	$1.56 \times 10^{-3}$	
		• 31	负一层地面上方 170cm	1/16	0.16	$1.67 \times 10^{-3}$	
		• 32	配电箱外表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-3}$	
		• 33	泄压阀外表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-3}$	
减影模 式	16.67h	• 1	操作位	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$	职业
		• 2	观察窗左表面 30cm	1	0.18	$3 \times 10^{-3}$	

• 3	观察窗中表面 30cm	1	0.18	$3 \times 10^{-3}$		
• 4	观察窗右表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$		
• 5	观察窗上表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-3}$		
• 6	观察窗下表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$		
• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-3}$		
• 8	患者/医护防护门上观察窗外表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$		
• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	1	0.18	$3 \times 10^{-3}$		
• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$		
• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$		
• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-4}$		公众
• 13	清洁走廊防护门上观察窗外表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-4}$		
• 14	清洁走廊防护门右表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-4}$		
• 15	清洁走廊防护门上表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-4}$		
• 16	清洁走廊防护门下表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-4}$		
• 17	东墙左表面 30cm	1/4	0.18	$7.50 \times 10^{-4}$		
• 18	东墙中表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-4}$		
• 19	东墙右表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-4}$		
• 20	南墙左表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$		
• 21	南墙中表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$		
• 22	南墙右表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$		
• 23	西墙中表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$	职业	
• 24	西墙右表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$		
• 25	北墙左表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-4}$	公众	
• 26	北墙中表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-4}$		
• 27	北墙右表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-4}$		
• 28	二层地面上方 100cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-4}$		
• 29	二层地面上方 100cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-4}$		

	•30	负一层地面上方 170cm	1/16	0.18	$1.88 \times 10^{-4}$
	•31	负一层地面上方 170cm	1/16	0.15	$1.56 \times 10^{-4}$
	•32	配电箱外表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-4}$
	•33	泄压阀外表面 30cm	1/4	0.18	$7.50 \times 10^{-4}$

表 7-10 本项目介入科（1 号 DSA 机房）减影和透视模式下职业人员、公众受照剂量估算表

序号	监测点位描述	透视模式年有效剂量 (mSv)	减影模式年有效剂量 (mSv)	总年有效剂量 (mSv)	受照类型
• 1	操作位	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$2.95 \times 10^{-2}$	职业
• 2	观察窗左表面 30cm	$2.83 \times 10^{-2}$	$3 \times 10^{-3}$	$3.13 \times 10^{-2}$	
• 3	观察窗中表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$3 \times 10^{-3}$	$2.97 \times 10^{-2}$	
• 4	观察窗右表面 30cm	$2.83 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$3.12 \times 10^{-2}$	
• 5	观察窗上表面 30cm	$2.83 \times 10^{-2}$	$2.67 \times 10^{-3}$	$3.10 \times 10^{-2}$	
• 6	观察窗下表面 30cm	$2.50 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$2.78 \times 10^{-2}$	
• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.67 \times 10^{-3}$	$2.93 \times 10^{-2}$	
• 8	患者/医护防护门上观察窗外表面 30cm	$2.83 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$3.12 \times 10^{-2}$	
• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	$2.50 \times 10^{-2}$	$3 \times 10^{-3}$	$2.80 \times 10^{-2}$	
• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	$2.83 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$3.12 \times 10^{-2}$	
• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	$2.83 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$3.12 \times 10^{-2}$	
• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	$7.08 \times 10^{-3}$	$7.08 \times 10^{-4}$	$7.79 \times 10^{-3}$	公众
• 13	清洁走廊防护门上观察窗外表面 30cm	$7.08 \times 10^{-3}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$7.75 \times 10^{-3}$	
• 14	清洁走廊防护门右表面 30cm	$7.08 \times 10^{-3}$	$7.08 \times 10^{-4}$	$7.79 \times 10^{-3}$	
• 15	清洁走廊防护门上表面 30cm	$6.67 \times 10^{-3}$	$7.08 \times 10^{-4}$	$7.38 \times 10^{-3}$	
• 16	清洁走廊防护门下表面 30cm	$7.08 \times 10^{-3}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$7.75 \times 10^{-3}$	
• 17	东墙左表面 30cm	$6.67 \times 10^{-3}$	$7.50 \times 10^{-4}$	$7.42 \times 10^{-3}$	
• 18	东墙中表面 30cm	$6.67 \times 10^{-3}$	$7.08 \times 10^{-4}$	$7.38 \times 10^{-3}$	
• 19	东墙右表面 30cm	$7.08 \times 10^{-3}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$7.75 \times 10^{-3}$	
• 20	南墙左表面 30cm	$2.83 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$3.12 \times 10^{-2}$	
• 21	南墙中表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$2.95 \times 10^{-2}$	
• 22	南墙右表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$2.95 \times 10^{-2}$	
• 23	西墙中表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$2.95 \times 10^{-2}$	

• 24	西墙右表面 30cm	$2.83 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$3.12 \times 10^{-2}$	公众
• 25	北墙左表面 30cm	$6.67 \times 10^{-3}$	$7.08 \times 10^{-4}$	$7.38 \times 10^{-3}$	
• 26	北墙中表面 30cm	$6.67 \times 10^{-3}$	$7.08 \times 10^{-4}$	$7.38 \times 10^{-3}$	
• 27	北墙右表面 30cm	$6.67 \times 10^{-3}$	$7.08 \times 10^{-4}$	$7.38 \times 10^{-3}$	
• 28	二层地面上方 100cm	$6.67 \times 10^{-3}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$7.33 \times 10^{-3}$	
• 29	二层地面上方 100cm	$6.67 \times 10^{-3}$	$7.08 \times 10^{-4}$	$7.38 \times 10^{-3}$	
• 30	负一层地面上方 170cm	$1.56 \times 10^{-3}$	$1.88 \times 10^{-4}$	$1.75 \times 10^{-3}$	
• 31	负一层地面上方 170cm	$1.67 \times 10^{-3}$	$1.56 \times 10^{-4}$	$1.82 \times 10^{-3}$	
• 32	配电箱外表面 30cm	$7.08 \times 10^{-3}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$7.75 \times 10^{-3}$	
• 33	泄压阀外表面 30cm	$7.08 \times 10^{-3}$	$7.50 \times 10^{-4}$	$7.83 \times 10^{-3}$	

表 7-11 本项目介入科（DSA-滑轨 CT 机房）年工作状况及职业人员、公众受照剂量估算表

模式	年受照时间(h)	序号	监测点位描述	居留因子	本项目剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	年有效剂量(mSv)	受照类型
DSA: 透视模式	166.67h	• 1	操作位	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$	职业
		• 2	观察窗左表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$	
		• 3	观察窗中表面 30cm	1	0.15	$2.50 \times 10^{-2}$	
		• 4	观察窗右表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$	
		• 5	观察窗上表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$	
		• 6	观察窗下表面 30cm	1	0.18	$3.0 \times 10^{-2}$	
		• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$	
		• 8	患者/医护防护门上观察窗表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$	
		• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$	
		• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	1	0.15	$2.50 \times 10^{-2}$	
		• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-2}$	
		• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	1/4	0.18	$7.50 \times 10^{-3}$	公众
		• 13	清洁走廊防护门上观察窗外表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-3}$	

		•14	清洁走廊防护门右表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-3}$				
		•15	清洁走廊防护门上表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-3}$				
		•16	清洁走廊防护门下表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-3}$				
		•17	滑轨防护门左表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$				
		•18	滑轨防护门中表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$				
		•19	滑轨防护门右表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$				
		•20	滑轨防护门上表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$				
		•21	滑轨防护门下表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-2}$				
		•22	东墙左表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-3}$				
		•23	东墙中表面 30cm	1/4	0.15	$6.25 \times 10^{-3}$				
		•24	东墙右表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-3}$				
		•25	南墙左表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$				
		•26	南墙右表面 30cm	1	0.35	$5.83 \times 10^{-2}$				
		•27	西墙中表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$		职业		
		•28	西墙右表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-2}$				
		•29	北墙左表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$		公众		
		•30	北墙中表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-2}$				
		•31	北墙右表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-2}$				
		•32	二层地面上方 100cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-3}$				
		•33	二层地面上方 100cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-3}$				
		•34	负一层地面上方 170cm	1/16	0.15	$1.56 \times 10^{-3}$				
		•35	负一层地面上方 170cm	1/16	0.17	$1.77 \times 10^{-3}$				
		•36	配电箱外表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-3}$				
		•37	泄压阀外表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-3}$				
		DSA: 减影模 式	16.67h	• 1	操作位	1		0.16	$2.67 \times 10^{-3}$	职业
				• 2	观察窗左表面 30cm	1		0.17	$2.83 \times 10^{-3}$	
				• 3	观察窗中表面 30cm	1		0.16	$2.67 \times 10^{-3}$	
				• 4	观察窗右表面 30cm	1		0.16	$2.67 \times 10^{-3}$	
				• 5	观察窗上表面 30cm	1		0.16	$2.67 \times 10^{-3}$	

• 6	观察窗下表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$	
• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$	
• 8	患者/医护防护门上观察窗表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$	
• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$	
• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$	
• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	1	0.22	$3.67 \times 10^{-3}$	
• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-4}$	公众
• 13	清洁走廊防护门上观察窗外表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-4}$	
• 14	清洁走廊防护门右表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-4}$	
• 15	清洁走廊防护门上表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-4}$	
• 16	清洁走廊防护门下表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-4}$	
• 17	滑轨防护门左表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-3}$	
• 18	滑轨防护门中表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-3}$	
• 19	滑轨防护门右表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$	
• 20	滑轨防护门上表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-3}$	
• 21	滑轨防护门下表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$	
• 22	东墙左表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-4}$	
• 23	东墙中表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-4}$	
• 24	东墙右表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-4}$	
• 25	南墙左表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-3}$	
• 26	南墙右表面 30cm	1	0.76	$1.27 \times 10^{-2}$	
• 27	西墙中表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$	职业
• 28	西墙右表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$	
• 29	北墙左表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-3}$	公众
• 30	北墙中表面 30cm	1	0.16	$2.67 \times 10^{-3}$	
• 31	北墙右表面 30cm	1	0.17	$2.83 \times 10^{-3}$	
• 32	二层地面上方 100cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-4}$	

		•33	二层地面上方 100cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-4}$	
		•34	负一层地面上方 170cm	1/16	0.16	$1.67 \times 10^{-4}$	
		•35	负一层地面上方 170cm	1/16	0.17	$1.77 \times 10^{-4}$	
		•36	配电箱外表面 30cm	1/4	0.16	$6.67 \times 10^{-4}$	
		•37	泄压阀外表面 30cm	1/4	0.17	$7.08 \times 10^{-4}$	
CT 模式	0.83h	• 1	操作位	1	0.16	$1.33 \times 10^{-4}$	职业
		• 2	观察窗左表面 30cm	1	0.16	$1.33 \times 10^{-4}$	
		• 3	观察窗中表面 30cm	1	0.17	$1.41 \times 10^{-4}$	
		• 4	观察窗右表面 30cm	1	0.16	$1.33 \times 10^{-4}$	
		• 5	观察窗上表面 30cm	1	0.15	$1.25 \times 10^{-4}$	
		• 6	观察窗下表面 30cm	1	0.17	$1.41 \times 10^{-4}$	
		• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	1	0.18	$1.49 \times 10^{-4}$	
		• 8	患者/医护防护门上观察窗表面 30cm	1	0.17	$1.41 \times 10^{-4}$	
		• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	1	0.17	$1.41 \times 10^{-4}$	
		• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	1	0.16	$1.33 \times 10^{-4}$	
		• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	1	0.16	$1.33 \times 10^{-4}$	
		• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	1/4	0.16	$3.32 \times 10^{-5}$	公众
		• 13	清洁走廊防护门上观察窗外表面 30cm	1/4	0.18	$3.74 \times 10^{-5}$	
		• 14	清洁走廊防护门右表面 30cm	1/4	0.17	$3.53 \times 10^{-5}$	
		• 15	清洁走廊防护门上表面 30cm	1/4	0.17	$3.53 \times 10^{-5}$	
		• 16	清洁走廊防护门下表面 30cm	1/4	0.16	$3.32 \times 10^{-5}$	
		• 17	滑轨防护门左表面 30cm	1	0.71	$5.89 \times 10^{-4}$	
		• 18	滑轨防护门中表面 30cm	1	0.46	$3.82 \times 10^{-4}$	
		• 19	滑轨防护门右表面 30cm	1	0.54	$4.48 \times 10^{-4}$	
		• 20	滑轨防护门上表面 30cm	1	0.79	$6.56 \times 10^{-4}$	
		• 21	滑轨防护门下表面 30cm	1	1.34	$1.11 \times 10^{-3}$	
		• 22	东墙左表面 30cm	1/4	0.17	$3.53 \times 10^{-5}$	

	•23	东墙中表面 30cm	1/4	0.16	$3.32 \times 10^{-5}$	职业	
	•24	东墙右表面 30cm	1/4	0.16	$3.32 \times 10^{-5}$		
	•25	南墙左表面 30cm	1	0.16	$1.33 \times 10^{-4}$		
	•26	南墙右表面 30cm	1	0.45	$3.74 \times 10^{-4}$		
	•27	西墙中表面 30cm	1	0.17	$1.41 \times 10^{-4}$		
	•28	西墙右表面 30cm	1	0.17	$1.41 \times 10^{-4}$		
		•29	北墙左表面 30cm	1	0.16	$1.33 \times 10^{-4}$	公众
		•30	北墙中表面 30cm	1	0.17	$1.41 \times 10^{-4}$	
		•31	北墙右表面 30cm	1	0.16	$1.33 \times 10^{-4}$	
		•32	二层地面上方 100cm	1/4	0.16	$3.32 \times 10^{-5}$	
		•33	二层地面上方 100cm	1/4	0.17	$3.53 \times 10^{-5}$	
		•34	负一层地面上方 170cm	1/16	0.17	$8.82 \times 10^{-6}$	
		•35	负一层地面上方 170cm	1/16	0.16	$8.30 \times 10^{-6}$	
		•36	配电箱外表面 30cm	1/4	0.17	$3.53 \times 10^{-5}$	
•37		泄压阀外表面 30cm	1/4	0.18	$3.74 \times 10^{-5}$		

表 7-12 本项目介入科（DSA-滑轨 CT 机房）3 种模式下职业人员、公众受照剂量估算表

序号	监测点位描述	透视模式 年有效剂 量 (mSv)	减影模式 年有效剂 量 (mSv)	CT 模式年 有效剂 量 (mSv)	总年有 效剂 量 (mSv)	受照 类型
• 1	操作位	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.67 \times 10^{-3}$	$1.33 \times 10^{-4}$	$2.95 \times 10^{-2}$	职业
• 2	观察窗左表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$1.33 \times 10^{-4}$	$2.96 \times 10^{-2}$	
• 3	观察窗中表面 30cm	$2.50 \times 10^{-2}$	$2.67 \times 10^{-3}$	$1.41 \times 10^{-4}$	$2.78 \times 10^{-2}$	
• 4	观察窗右表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.67 \times 10^{-3}$	$1.33 \times 10^{-4}$	$2.95 \times 10^{-2}$	
• 5	观察窗上表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.67 \times 10^{-3}$	$1.25 \times 10^{-4}$	$2.95 \times 10^{-2}$	
• 6	观察窗下表面 30cm	$3.0 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$1.41 \times 10^{-4}$	$3.30 \times 10^{-2}$	
• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$1.49 \times 10^{-4}$	$2.97 \times 10^{-2}$	
• 8	患者/医护防护门上观察窗表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$1.41 \times 10^{-4}$	$2.96 \times 10^{-2}$	
• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$1.41 \times 10^{-4}$	$2.96 \times 10^{-2}$	
• 10	患者/医护防护门上表面 30cm	$2.50 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$1.33 \times 10^{-4}$	$2.80 \times 10^{-2}$	
• 11	患者/医护防护门下表面 30cm	$2.83 \times 10^{-2}$	$3.67 \times 10^{-3}$	$1.33 \times 10^{-4}$	$3.21 \times 10^{-2}$	
• 12	清洁走廊防护门左表面 30cm	$7.50 \times 10^{-3}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$3.32 \times 10^{-5}$	$8.20 \times 10^{-3}$	
• 13	清洁走廊防护门上观察窗外表面 30cm	$6.67 \times 10^{-3}$	$7.08 \times 10^{-4}$	$3.74 \times 10^{-5}$	$7.41 \times 10^{-3}$	
• 14	清洁走廊防护门右表面 30cm	$6.67 \times 10^{-3}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$3.53 \times 10^{-5}$	$7.37 \times 10^{-3}$	

• 15	清洁走廊防护门上表面 30cm	$6.67 \times 10^{-3}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$3.53 \times 10^{-5}$	$7.37 \times 10^{-3}$		
• 16	清洁走廊防护门下表面 30cm	$7.08 \times 10^{-3}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$3.32 \times 10^{-5}$	$7.78 \times 10^{-3}$		
• 17	滑轨防护门左表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.67 \times 10^{-3}$	$5.89 \times 10^{-4}$	$2.99 \times 10^{-2}$		
• 18	滑轨防护门中表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.67 \times 10^{-3}$	$3.82 \times 10^{-4}$	$2.97 \times 10^{-2}$		
• 19	滑轨防护门右表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$4.48 \times 10^{-4}$	$2.99 \times 10^{-2}$		
• 20	滑轨防护门上表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.67 \times 10^{-3}$	$6.56 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-2}$		
• 21	滑轨防护门下表面 30cm	$2.83 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$1.11 \times 10^{-3}$	$3.23 \times 10^{-2}$		
• 22	东墙左表面 30cm	$6.67 \times 10^{-3}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$3.53 \times 10^{-5}$	$7.37 \times 10^{-3}$		
• 23	东墙中表面 30cm	$6.25 \times 10^{-3}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$3.32 \times 10^{-5}$	$6.95 \times 10^{-3}$		
• 24	东墙右表面 30cm	$6.67 \times 10^{-3}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$3.32 \times 10^{-5}$	$7.37 \times 10^{-3}$		
• 25	南墙左表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.67 \times 10^{-3}$	$1.33 \times 10^{-4}$	$2.95 \times 10^{-2}$		
• 26	南墙右表面 30cm	$5.83 \times 10^{-2}$	$1.27 \times 10^{-2}$	$3.74 \times 10^{-4}$	$7.14 \times 10^{-2}$		
• 27	西墙中表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$1.41 \times 10^{-4}$	$2.96 \times 10^{-2}$		职业
• 28	西墙右表面 30cm	$2.83 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$1.41 \times 10^{-4}$	$3.13 \times 10^{-2}$		
• 29	北墙左表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.67 \times 10^{-3}$	$1.33 \times 10^{-4}$	$2.95 \times 10^{-2}$		
• 30	北墙中表面 30cm	$2.67 \times 10^{-2}$	$2.67 \times 10^{-3}$	$1.41 \times 10^{-4}$	$2.95 \times 10^{-2}$		公众
• 31	北墙右表面 30cm	$2.83 \times 10^{-2}$	$2.83 \times 10^{-3}$	$1.33 \times 10^{-4}$	$3.13 \times 10^{-3}$		
• 32	二层地面上方 100cm	$7.08 \times 10^{-3}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$3.32 \times 10^{-5}$	$7.78 \times 10^{-3}$		
• 33	二层地面上方 100cm	$6.67 \times 10^{-3}$	$7.08 \times 10^{-4}$	$3.53 \times 10^{-5}$	$7.41 \times 10^{-3}$		
• 34	负一层地面上方 170cm	$1.56 \times 10^{-3}$	$1.67 \times 10^{-4}$	$8.82 \times 10^{-6}$	$1.74 \times 10^{-3}$		
• 35	负一层地面上方 170cm	$1.77 \times 10^{-3}$	$1.77 \times 10^{-4}$	$8.30 \times 10^{-6}$	$1.96 \times 10^{-3}$		
• 36	配电箱外表面 30cm	$7.08 \times 10^{-3}$	$6.67 \times 10^{-4}$	$3.53 \times 10^{-5}$	$7.79 \times 10^{-3}$		
• 37	泄压阀外表面 30cm	$7.08 \times 10^{-3}$	$7.08 \times 10^{-4}$	$3.74 \times 10^{-5}$	$7.83 \times 10^{-3}$		

表 7-13 本项目介入科（CT 机房）年工作状况及职业人员、公众受照剂量估算表

模式	年受照时间(h)	序号	监测点位描述	居留因子	本项目剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	年有效剂量(mSv)	受照类型
CT 模式	0.83h	• 1	操作位	1	0.16	$1.33 \times 10^{-4}$	职业
		• 2	观察窗左表面 30cm	1	0.17	$1.41 \times 10^{-4}$	
		• 3	观察窗中表面 30cm	1	0.18	$1.49 \times 10^{-4}$	
		• 4	观察窗右表面 30cm	1	0.17	$1.41 \times 10^{-4}$	
		• 5	观察窗上表面 30cm	1	0.16	$1.33 \times 10^{-4}$	
		• 6	观察窗下表面 30cm	1	0.17	$1.41 \times 10^{-4}$	
		• 7	患者/医护防护门左表面 30cm	1	0.16	$1.33 \times 10^{-4}$	
		• 8	患者/医护防护门上观察窗表面 30cm	1	0.17	$1.41 \times 10^{-4}$	
		• 9	患者/医护防护门右表面 30cm	1	0.16	$1.33 \times 10^{-4}$	

•10	患者/医护防护门上表面 30cm	1	0.16	$1.33 \times 10^{-4}$	
•11	患者/医护防护门下表面 30cm	1	0.18	$1.49 \times 10^{-4}$	
•12	清洁走廊防护门左表面 30cm	1/4	0.16	$3.32 \times 10^{-5}$	公众
•13	清洁走廊防护门上观察窗外 表面 30cm	1/4	0.16	$3.32 \times 10^{-5}$	
•14	清洁走廊防护门右表面 30cm	1/4	0.18	$3.74 \times 10^{-5}$	
•15	清洁走廊防护门上表面 30cm	1/4	0.16	$3.32 \times 10^{-5}$	
•16	清洁走廊防护门下表面 30cm	1/4	0.16	$3.32 \times 10^{-5}$	
•17	滑轨防护门左表面 30cm	1	0.53	$4.40 \times 10^{-4}$	
•18	滑轨防护门中表面 30cm	1	0.95	$7.89 \times 10^{-4}$	
•19	滑轨防护门右表面 30cm	1	0.66	$5.48 \times 10^{-4}$	
•20	滑轨防护门上表面 30cm	1	0.85	$7.06 \times 10^{-4}$	
•21	滑轨防护门下表面 30cm	1	0.77	$6.39 \times 10^{-4}$	
•22	东墙左表面 30cm	1/4	0.17	$3.53 \times 10^{-5}$	
•23	东墙中表面 30cm	1/4	0.17	$3.53 \times 10^{-5}$	
•24	东墙右表面 30cm	1/4	0.15	$3.11 \times 10^{-5}$	
•25	南墙左表面 30cm	1/4	0.16	$3.32 \times 10^{-5}$	
•26	南墙中表面 30cm	1/4	0.17	$3.53 \times 10^{-5}$	
•27	南墙右表面 30cm	1/4	0.17	$3.53 \times 10^{-5}$	
•28	西墙左表面 30cm	1	0.16	$1.33 \times 10^{-4}$	职业
•29	西墙中表面 30cm	1	0.17	$1.41 \times 10^{-4}$	
•30	北墙左表面 30cm	1	0.59	$4.90 \times 10^{-4}$	公众
•31	北墙右表面 30cm	1	0.17	$1.41 \times 10^{-4}$	
•32	二层地面上方 100cm	1/4	0.16	$3.32 \times 10^{-5}$	
•33	二层地面上方 100cm	1/4	0.18	$3.74 \times 10^{-5}$	
•34	负一层地面上方 170cm	1/16	0.17	$8.82 \times 10^{-6}$	
•35	负一层地面上方 170cm	1/16	0.17	$8.82 \times 10^{-6}$	
•36	配电箱外表面 30cm	1/4	0.17	$3.53 \times 10^{-5}$	
•37	泄压阀外表面 30cm	1/4	0.16	$3.32 \times 10^{-5}$	

表 7-14 本项目 1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房设备同时开机时职业人员、公众受照剂量估算表

模式	年受照时间(h)	序号	监测点位描述	居留因子	本项目剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	年有效剂量( $\text{mSv}$ )	受照类型
透视模式	333.34h	·1	1 号 DSA 机房控制室	1	0.17	$5.67 \times 10^{-2}$	职业
		·2	DSA-滑轨 CT 机房控制室	1	0.15	$5 \times 10^{-2}$	
		·3	CT 机房控制室	1	0.15	$5 \times 10^{-2}$	
		·4	室内走廊	1/4	0.17	$1.42 \times 10^{-2}$	公众
		·5	清洁走廊左表面 30cm	1/4	0.16	$1.33 \times 10^{-2}$	
		·6	清洁走廊中表面 30cm	1/4	0.17	$1.42 \times 10^{-2}$	
		·7	清洁走廊右表面 30cm	1/4	0.17	$1.42 \times 10^{-2}$	
		·8	气瓶间	1/16	0.17	$3.54 \times 10^{-3}$	
		·9	设备间	1/4	0.17	$1.42 \times 10^{-2}$	
		·10	1 号 DSA 机房二层地面上方 100cm	1/4	0.15	$1.25 \times 10^{-2}$	
		·11	DSA-滑轨 CT 机房二层地面上方 100cm	1/4	0.17	$1.42 \times 10^{-2}$	
		·12	CT 机房二层地面上方 100cm	1/4	0.17	$1.42 \times 10^{-2}$	
		·13	1 号 DSA 机房负一层地面上方 170cm	1/16	0.16	$3.33 \times 10^{-3}$	
		·14	DSA-滑轨 CT 机房负一层地面上方 170cm	1/16	0.18	$3.75 \times 10^{-3}$	
		·15	CT 机房负一层地面上方 170cm	1/16	0.17	$3.54 \times 10^{-3}$	
		·16	5 号住院楼	1	0.16	$5.33 \times 10^{-2}$	
		·17	东侧绿化庭院	1/16	0.17	$3.54 \times 10^{-3}$	
		·18	4 号住院楼	1	0.17	$5.67 \times 10^{-2}$	
		·19	西侧绿化庭院	1/16	0.16	$3.33 \times 10^{-3}$	
		·20	门诊楼	1	0.16	$5.33 \times 10^{-2}$	
		·21	学术会议中心	1/4	0.17	$1.42 \times 10^{-2}$	
		·22	高压氧楼	1/4	0.15	$1.25 \times 10^{-2}$	
		·23	专家楼	1	0.16	$5.33 \times 10^{-2}$	

减影模式	33.34h	• 1	1号 DSA 机房控制室	1	0.18	$6 \times 10^{-3}$	职业
		• 2	DSA-滑轨 CT 机房控制室	1	0.17	$5.67 \times 10^{-3}$	
		• 3	CT 机房控制室	1	0.16	$5.33 \times 10^{-3}$	
		• 4	室内走廊	1/4	0.18	$1.50 \times 10^{-3}$	公众
		• 5	清洁走廊左表面 30cm	1/4	0.17	$1.42 \times 10^{-3}$	
		• 6	清洁走廊中表面 30cm	1/4	0.18	$1.50 \times 10^{-3}$	
		• 7	清洁走廊右表面 30cm	1/4	0.17	$1.42 \times 10^{-3}$	
		• 8	气瓶间	1/16	0.17	$3.54 \times 10^{-4}$	
		• 9	设备间	1/4	0.17	$1.42 \times 10^{-3}$	
		• 10	1号 DSA 机房二层地面上方 100cm	1/4	0.16	$1.33 \times 10^{-3}$	
		• 11	DSA-滑轨 CT 机房二层地面上方 100cm	1/4	0.18	$1.50 \times 10^{-3}$	
		• 12	CT 机房二层地面上方 100cm	1/4	0.17	$1.42 \times 10^{-3}$	
		• 13	1号 DSA 机房负一层地面上方 170cm	1/16	0.17	$3.54 \times 10^{-4}$	
		• 14	DSA-滑轨 CT 机房负一层地面上方 170cm	1/16	0.18	$3.75 \times 10^{-4}$	
		• 15	CT 机房负一层地面上方 170cm	1/16	0.17	$3.54 \times 10^{-4}$	
		• 16	5号住院楼	1	0.16	$5.33 \times 10^{-3}$	
		• 17	东侧绿化庭院	1/16	0.18	$3.75 \times 10^{-4}$	
		• 18	4号住院楼	1	0.17	$5.67 \times 10^{-3}$	
		• 19	西侧绿化庭院	1/16	0.17	$3.54 \times 10^{-4}$	
		• 20	门诊楼	1	0.16	$5.33 \times 10^{-3}$	
		• 21	学术会议中心	1/4	0.17	$1.42 \times 10^{-3}$	
		• 22	高压氧楼	1/4	0.15	$1.25 \times 10^{-3}$	
		• 23	专家楼	1	0.18	$6 \times 10^{-3}$	

表 7-15 本项目 1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房设备同时开机时 2 种模式下职业人员、公众受照剂量估算表

序号	监测点位描述	透视模式年有效剂量 (mSv)	减影模式年有效剂量 (mSv)	总年有效剂量 (mSv)	受照类型
----	--------	-----------------	-----------------	--------------	------

• 1	1号 DSA 机房控制室	$5.67 \times 10^{-2}$	$6 \times 10^{-3}$	$6.27 \times 10^{-2}$	职业
• 2	DSA-滑轨 CT 机房控制室	$5 \times 10^{-2}$	$5.67 \times 10^{-3}$	$5.57 \times 10^{-2}$	
• 3	CT 机房控制室	$5 \times 10^{-2}$	$5.33 \times 10^{-3}$	$5.53 \times 10^{-2}$	
• 4	室内走廊	$1.42 \times 10^{-2}$	$1.50 \times 10^{-3}$	$1.57 \times 10^{-2}$	公众
• 5	清洁走廊左表面 30cm	$1.33 \times 10^{-2}$	$1.42 \times 10^{-3}$	$1.48 \times 10^{-2}$	
• 6	清洁走廊中表面 30cm	$1.42 \times 10^{-2}$	$1.50 \times 10^{-3}$	$1.57 \times 10^{-2}$	
• 7	清洁走廊右表面 30cm	$1.42 \times 10^{-2}$	$1.42 \times 10^{-3}$	$1.56 \times 10^{-2}$	
• 8	气瓶间	$3.54 \times 10^{-3}$	$3.54 \times 10^{-4}$	$3.90 \times 10^{-3}$	
• 9	设备间	$1.42 \times 10^{-2}$	$1.42 \times 10^{-3}$	$1.56 \times 10^{-2}$	
• 10	1号 DSA 机房二层地面上方 100cm	$1.25 \times 10^{-2}$	$1.33 \times 10^{-3}$	$1.38 \times 10^{-2}$	
• 11	DSA-滑轨 CT 机房二层地面上方 100cm	$1.42 \times 10^{-2}$	$1.50 \times 10^{-3}$	$1.57 \times 10^{-2}$	
• 12	CT 机房二层地面上方 100cm	$1.42 \times 10^{-2}$	$1.42 \times 10^{-3}$	$1.56 \times 10^{-2}$	
• 13	1号 DSA 机房负一层地面上方 170cm	$3.33 \times 10^{-3}$	$3.54 \times 10^{-4}$	$3.69 \times 10^{-3}$	
• 14	DSA-滑轨 CT 机房负一层地面上方 170cm	$3.75 \times 10^{-3}$	$3.75 \times 10^{-4}$	$4.13 \times 10^{-3}$	
• 15	CT 机房负一层地面上方 170cm	$3.54 \times 10^{-3}$	$3.54 \times 10^{-4}$	$3.90 \times 10^{-3}$	
• 16	5号住院楼	$5.33 \times 10^{-2}$	$5.33 \times 10^{-3}$	$5.87 \times 10^{-2}$	
• 17	东侧绿化庭院	$3.54 \times 10^{-3}$	$3.75 \times 10^{-4}$	$3.92 \times 10^{-3}$	
• 18	4号住院楼	$5.67 \times 10^{-2}$	$5.67 \times 10^{-3}$	$6.23 \times 10^{-2}$	
• 19	西侧绿化庭院	$3.33 \times 10^{-3}$	$3.54 \times 10^{-4}$	$3.69 \times 10^{-3}$	
• 20	门诊楼	$5.33 \times 10^{-2}$	$5.33 \times 10^{-3}$	$5.87 \times 10^{-2}$	
• 21	学术会议中心	$1.42 \times 10^{-2}$	$1.42 \times 10^{-3}$	$1.56 \times 10^{-2}$	
• 22	高压氧楼	$1.25 \times 10^{-2}$	$1.25 \times 10^{-3}$	$1.38 \times 10^{-2}$	
• 23	专家楼	$5.33 \times 10^{-2}$	$6 \times 10^{-3}$	$5.93 \times 10^{-2}$	

通过估算，本项目介入科 1 号 DSA 机房职业人员年受照剂量最大为  $3.13 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，DSA-滑轨 CT 机房职业人员年受照剂量最大为  $3.30 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，CT 机房职业人员年受照剂量最大为  $1.49 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ；1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房设备同时开机时，职业人员年受照剂量最大为  $5.67 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足职业人员年有效剂量  $5 \text{mSv/a}$  的限值标准。

本项目介入科 1 号 DSA 机房周围公众年受照剂量最大为  $2.95 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，DSA-滑轨 CT 机房周围公众年受照剂量最大为  $7.14 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，CT 机房周围公众年受照剂量最大为  $7.89 \times 10^{-4} \text{mSv}$ ；1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房设备同时开机时，周围公众年受照剂量最大为  $5.67 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足公众年有效剂量  $0.1 \text{mSv/a}$  的限值标准。

本次验收在机房相邻区域均设置了监测点位，由于随着距离的增加，剂量随即衰减，故本项目 50m 调查范围的环境保护目标小于机房相邻区域的辐射剂量，满足相关限值标

准要求。

### 3、介入手术操作人员剂量估算

$$E = \alpha Hu + \beta Ho \quad (\text{式7-2})$$

式中：

E——有效剂量中的外照射分量，单位：mSv；

$\alpha$ ——系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

$\beta$ ——系数，有甲状腺屏蔽时，取0.051，无屏蔽时，取0.100；

Hu——铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 Hp（10），mSv；

Ho——铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的Hp（10），mSv。

1号DSA机房第二术者位（铅防护屏后胸部）周围剂量当量率最大为11.33 $\mu$ Sv/h（已扣除关机值），DSA-滑轨CT机房第一术者位（铅防护屏后头部）周围剂量当量率最大为11.73 $\mu$ Sv/h（已扣除关机值）。开机状态下手术医生和护士穿0.5mmPb厚铅衣，0.5mmPb铅衣的屏蔽透射因子取值0.025（ $\alpha=3.067$ 、 $\beta=18.83$ 、 $\gamma=0.7726$ ）。

1号DSA机房内辐射工作人员铅围裙内周围剂量当量率为11.33 $\mu$ Sv/h $\times$ 0.025 $\times$ 183.3h $\times$ 10<sup>-3</sup>=0.052mSv，1号DSA机房内辐射工作人员铅围裙外周围剂量当量率为11.33 $\mu$ Sv/h $\times$ 183.3h $\times$ 10<sup>-3</sup>=2.08mSv。根据公示7-2，1号DSA机房内辐射工作人员年有效剂量E=0.84 $\times$ 0.052mSv+0.1 $\times$ 2.08mSv=0.25mSv。

DSA-滑轨CT机房内辐射工作人员铅围裙内周围剂量当量率为11.73 $\mu$ Sv/h $\times$ 0.025 $\times$ 133.3h $\times$ 10<sup>-3</sup>=0.039mSv，DSA-滑轨CT机房内辐射工作人员铅围裙外周围剂量当量率为11.73 $\mu$ Sv/h $\times$ 133.3h $\times$ 10<sup>-3</sup>=1.56mSv。根据公示7-2，DSA-滑轨CT机房内辐射工作人员年有效剂量E=0.84 $\times$ 0.039mSv+0.1 $\times$ 1.56mSv=0.19mSv。

综上所述，本项目1号DSA机房内辐射工作人员年有效剂量最大为0.25mSv，DSA-滑轨CT机房内辐射工作人员年有效剂量最大为0.19mSv，满足本项目职业人员剂量约束值不超过5mSv/a的要求，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求的工作人员所接受的职业照射水平不应超过20mSv/a的剂量限值要求。

## 表八 验收监测结论

### 8.1 验收监测结论

本次验收内容为批复的玉溪市中山医院放疗科、介入科核技术利用项目建设内容，通过现场检查和查阅竣工图纸，本次验收的医用电子直线加速器、DSA、CT 机建设内容、建设地点、建设规模、射线装作主要技术参数、主射方向、年出束时间、使用场所、工作方式、工艺流程、污染物产生种类、辐射安全防护装置、采取的污染治理措施等与环评及批复中基本一致，无重大变动。

通过现场调查、现场监测及计算结果：

1、本项目设置装置机房屏蔽体厚度满足环评要求，对 X 射线起到有效的屏蔽作用，机房设置了安全联锁、警示标志、工作指示灯、监视对讲装置及紧急停机按钮，划定了两区范围，限值无关人员的进入，保证职业人员及工作的安全。

2、由监测结果可知，本项目直线加速器在未出束状态下，工作场所各监测点的周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.18\mu\text{Sv/h}$  之间；开机状态下，1 号加速器机房周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.80\mu\text{Sv/h}$  之间，满足环评报告中确定的剂量率参考控制水平的要求。

3、由监测结果可知，本项目介入科（3 间机房）在未出束状态下，工作场所各监测点的周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.18\mu\text{Sv/h}$  之间。开机状态下，摄影模式下，1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.76\mu\text{Sv/h}$  之间；透视模式下，1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 1.34\mu\text{Sv/h}$  之间；CT 开机状态下，CT 机房周围剂量当量率在  $0.15\mu\text{Sv/h}\sim 0.95\mu\text{Sv/h}$  之间；满足环评报告中确定的剂量率参考控制水平的要求。

4、由监测及估算结果表明，本项目直线加速器职业人员受照剂量最大为  $3.19\times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，满足职业人员年有效剂量  $5\text{mSv/a}$  的限值标准；本项目直线加速器机房周围公众年受照剂量最大为  $3.19\times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，满足公众年有效剂量  $0.1\text{mSv/a}$  的限值标准；经机房实体屏蔽防护厚，对调查范围（50m）内环境保护目标环境影响较小。

5、由监测及估算结果表明，本项目 1 号 DSA 机房职业人员受照剂量最大为  $3.13\times 10^{-2}\text{mSv/a}$ 、DSA-滑轨 CT 机房职业人员受照剂量最大为  $3.30\times 10^{-2}\text{mSv/a}$ 、CT 机房职业人员受照剂量最大为  $1.49\times 10^{-4}\text{mSv/a}$ ；1 号 DSA 机房、DSA-滑轨 CT 机房设备同时开机时，职业人员年受照剂量最大为  $5.67\times 10^{-2}\text{mSv}$ ，满足职业人员年有效剂量  $5\text{mSv/a}$  的限值标准。本项目介入科（3 间机房）周围公众年受照剂量最大为  $5.67\times 10^{-2}\text{mSv/a}$ ，

满足公众年有效剂量 0.1mSv/a 的限值标准；经机房实体屏蔽防护厚，对调查范围（50m）内环境保护目标环境影响较小。

6、机房排风量满足设计要求，运行过程中产生的臭氧和氮氧化物经排风系统引至室外排放，经自然稀释后对环境的影响较小。

7、医院建立了完善的规章制度，能够有效防止辐射事故的发生，医院成立了放射防护管理领导小组，负责全院的辐射安全管理工作，并制定辐射事故应急方案，具备了处理辐射事故的能力。工作人员在上岗前接受了有关辐射防护培训，掌握了安全防护知识和技能，具备了安全操作相应诊疗设备的能力。

本项目的建设符合《中山大学澄江市医院介入科核技术利用项目环境影响报告表》、《中山大学澄江市医院核技术利用项目环境影响报告表》及批复的要求，辐射防护措施得当，管理规章制度、操作规程完备，工作人员及公众年照射有效剂量满足环评报告及批复中的《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分:电子直线加速器放射治疗机房》(GBZ/T201.2-2011)和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)辐射防护要求和云南省行政管理限值要求，建议通过竣工环境保护验收。

## 8.2 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、定期检查各项辐射防护措施、安全连锁装置，确保其有效工作；定期对工作场所进行辐射监测并建立监测档案；定期开展辐射事故应急演练，提高事故应急能力，并根据实际情况记下了应急预案修订和完善，使其具有针对性和可操作性。

3、按时编写辐射环境保护和安全状况年度评估报告，每年 1 月 31 日前上传国家核技术利用辐射安全监管系统。

4、辐射工作人员个人剂量档案和职业健康体检档案应当终身保存。

5、重视辐射工作人员辐射安全与防护培训和考核，不断完善辐射工作人员培训计划；如有新进辐射工作人员及时安排参加辐射安全与防护考核，考核合格后方能上岗。