编号：ZFHK-FB19220132

核技术利用建设项目

韶关市第一人民医院核技术利用建设项目

环境影响报告表

（送审稿）

韶关市第一人民医院

2020年1月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

韶关市第一人民医院核技术利用建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：韶关市第一人民医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：广东省韶关市浈江区东堤南路3号

邮政编码：512000　　联系人：王串联

电子邮箱：[redacted]　　联系电话：[redacted]

打印编号：1583401177000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	vfu07i
建设项目名称	韶关市第一人民医院核技术利用建设项目
建设项目类别	50_191核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	韶关市第一人民医院
统一社会信用代码	12440200708090849J
法定代表人（签章）	全红
主要负责人（签字）	王串联
直接负责的主管人员（签字）	王串联
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	中辐环境科技有限公司
统一社会信用代码	91330000MA27U0414T
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
任卫	2013035230350000003510230392	BH006708	任卫

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
陆泽森	项目基本情况、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH007841	陆泽森

编制主持人职业资格证书（复印件）

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.

approved & authorized by
Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China

approved & authorized by
Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号：
No. HP00014142

持证人签名：
Signature of the Bearer

管理号：20130352303500000003510230392
File No.

姓名：
Full Name 任卫

性别：
Sex 男

出生年月：
Date of Birth 1982年10月

专业类别：
Professional Type

批准日期：
Approval Date 2013年5月26日

签发单位盖章：
Issued by

签发日期：2013 年 10 月 15 日
Issued on

目　录

表 1 项目基本情况 1

1.1 项目建设背景介绍 1

1.2 建设内容及规模 2

1.3 目的和任务由来 3

1.4 区域环境及保护目标 3

1.5 原有核技术利用项目情况 4

表 2 放射源 11

表 3 非密封放射性物质 11

表 4 射线装置 12

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物） 13

表 6 评价依据 14

表 7 保护目标与评价标准 16

7.1 评价范围 16

7.2 保护目标 16

7.3 评价标准 17

表 8 环境质量和辐射现状 22

8.1 项目地理位置和场所位置 22

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位 22

8.3 监测方案、质量保证措施和监测结果 23

8.4 环境现状调查结果评价 27

表 9 项目工程分析与源项 28

9.1 放疗科设备和工艺分析 28

9.2 DSA 介入诊疗项目设备和工艺分析 32

9.3 放疗科污染源项分析 35

9.4 DSA 介入诊疗项目污染源项分析 36

9.5 污染源项分析小结 37

表 10 辐射安全与防护 38

10.1 放疗科项目设施安全与防护分析 38

10.2 DSA 介入诊疗项目设施安全与防护分析 51

10.3 放疗科项目放射性三废分析 56

10.4 DSA 介入诊疗项目放射性三废分析 56

表 11 放疗科环境影响分析 58

11.1 建设阶段环境影响分析 58

11.2 运行阶段对环境的影响 58

11.3 事故影响分析 81

表 12 DSA 介入诊疗项目环境影响分析 83

12.1 建设阶段对环境影响 83

12.2 运行阶段对环境的影响 83

12.3 事故影响分析 90

表 13 辐射安全管理 92

13.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置 92

13.2 辐射安全管理规章制度 92

13.3 辐射监测 93

13.4 辐射事故应急 95

表 14 结论与建议 97

14.1 结论 97

14.2 建议和承诺 99

表 15 审批 100

附件

附件 1　项目备案证

附件 2　医院搬迁大环评批复

附件 3　现有辐射安全许可证

附件 4　现有核技术利用项目环评批复

附件 5　现有核技术利用项目验收批复

附件 6　辐射工作人员培训情况

附件 7　辐射工作人员个人剂量监测统计情况

附件 8　项目环境现状监测报告

附件 9　医院原有 DSA 机房验收检测报告

附件 10　辐射安全管理相关规章制度

附图

附图1　项目地理位置图

附图2　医院总平面布置图

附图3　医院建成后效果图

附图4　医院四周环境概况照片

附图5　辐射工作场所周边环境关系图

附图6　放疗科（2#医技楼地下一层）平面布置图

附图7　DSA介入诊疗项目（内科住院楼地上一层）平面布置图

附图8　放疗科通风管线走向图

附表

建设项目环评审批基础信息表

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="6">韶关市第一人民医院核技术利用建设项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="6">韶关市第一人民医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>全红</td><td>联系人</td><td>王串联</td><td>联系电话</td><td colspan="2">[redacted]</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="6">韶关市浈江区东堤南路 3 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="6">韶关市芙蓉新城百旺路以南、韶关市公安局以西</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">/</td><td>批准文号</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>5000</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>375</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">7.5%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☐新建 ☐改建 ☑扩建 ☑迁建</td><td>建筑面积(m^2)</td><td colspan="2">/</td></tr>
<tr><td rowspan="10">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>☐销售</td><td colspan="5">☐I类 ☐II类 ☐III类 ☐IV类 ☐V类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☐I 类（医疗使用）☐II 类 ☑III 类 ☐IV 类 ☐V 类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>☐生产</td><td colspan="5">☐制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="5">/</td></tr>
<tr><td>☐使用</td><td colspan="5">☐乙☐丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>☐生产</td><td colspan="5">☐II 类☐III 类</td></tr>
<tr><td>☐销售</td><td colspan="5">☐II 类☐III 类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="5">☑II 类☐III 类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="6">/</td></tr>
</table>

1.1 项目建设背景介绍

韶关市第一人民医院现位于韶关市浈江区东堤南路 3 号，始建于 1939 年，是一所集医疗、教学、科研和预防保健、指导基层等任务于一体的大型综合性三级甲等医院。医院学科齐全，综合实力精强，设有 42 个临床科室，13 个医技科室，3 个市立研究所。现有专业技术人员 989 名，其中高级职称 180 人，中级职称 278 人，韶关市拔尖人才 6 人，享受国务院特殊津贴专家 1 人。医院经过多年的建设发展已成为韶关市两所三级甲等综合医院之一，年门诊量 80 万人次，整体医疗技术水平有了重大提升。

多年来由于韶关市第一人民医院饱受用房紧张及建筑老旧等的困扰，但是受项目建设用地不足影响，现院区已无发展用地，无法解决上述问题。在此背景下，韶关市第一人民医院急需通过医院迁建系统性地解决上述问题和隐患以满足群众的就医需求和安全保障。为此，韶关市人民政府同意无偿划拨新地块用于韶关市第一人民医院整体搬迁项目建设，

项目备案见附件 1。

拟建韶关市第一人民医院新址位于韶关市芙蓉新城百旺路以南、韶关市公安局以西，医院地理位置详见附图 1。医院规划总用地面积 126593 m^2，总建筑面积 132240 m^2，规划病床数 980 床，年均住院预测为 50000 人次，年均门诊量预测为 80 万人次。项目建设内容主要包括门诊楼、医技楼、住院楼、专家综合楼、行政教学楼、报告厅，以及道路广场、绿化、公用工程、医疗专用设备等。医院总平面布局情况详见附图 2。

医院非放环评《韶关市第一人民医院整体搬迁项目环境影响报告书》已于 2019 年 5 月 13 日取得韶关市生态环境局的批复，批复文件号为：韶环审[2019]54 号，批复文件详见附件 2。本报告根据相关法律法规要求，对医院搬迁至新址后所开展的核技术利用项目进行环境影响评价。

1.2 建设内容及规模

1.2.1 放疗科

本项目拟在 2#医技楼地下一层建设放疗科开展放射诊疗项目，建设 1 间直线加速器机房，并在直加机房中安装使用 1 台电子直线加速器（属II类射线装置）用于放射治疗；建设 1 间后装放疗机房，在机房中安装 1 台后装治疗机，后装治疗机内含 1 枚放射源铱-192（属III类放射源）用于放射治疗。

放疗科使用的铱-192 放射源活度、使用场所及贮存方式与地点等详细内容详见***表 2 放射源***；放疗科使用的加速器最大能量、剂量率及工作场所等详细内容详见***表 4 射线装置（一）加速器***。

本项目放疗科建设内容及规模一览表见表 1.2-1。

表 1.2-1　放疗科建设内容及规模一览表

所在建筑	工作场所名称	机房名称	辐射源项（射线装置/放射源/非密封放射性物质）	数量	位置示意图
2#医技楼地下一层	放疗科	直加机房	电子直线加速器（属II类射线装置），最大 X 射线能量 15MV	1 台	附图 6
		后装治疗机房	使用 1 台后装治疗机，后装治疗机内含 1 枚放射源 ^{192}Ir（属III类放射源）	1 台	

1.2.2 数字减影血管造影装置（DSA）介入诊疗项目

本项目拟在内科住院楼一层建设 2 间 DSA 机房，各安装使用 1 台数字减影血管造影装置（DSA）用于介入手术中放射诊疗，属II类射线装置。

DSA 射线装置的最大管电压和最大管电流参数详见***表 4 射线装置（二）X 射线机***。

本项目 DSA 射线装置建设内容及规模一览表见表 1.2-2。

表 1.2-2　DSA 射线装置建设内容及规模一览表

所在建筑	辐射源项（射线装置）	类别	数量	主要参数	机房名称	位置示意图
内科住院楼一层	DSA	II	2	最大管电压 125kV，最大管电流 1250mA	DSA 机房 1、DSA 机房 2	附图 7

1.2.3 建设内容特殊说明

本次医院整体搬迁工程中所有核技术利用项目使用的放射源和射线装置均为新购，医院现有射线装置去向暂时不能确定，待政府主管部门根据规划需要届时决定。

1.3 目的和任务由来

1.3.1 评价目的

（1）对辐射活动场所周边进行辐射环境现状水平监测，以掌握辐射活动场所的辐射环境现状水平；

（2）分析项目运行过程中产生的辐射影响，预测辐射工作人员和公众所受的年有效剂量；

（3）对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；

（4）分析本项目是否满足国家和地方生态环境主管部门对核技术利用建设项目环境管理规定的要求，为本项目的辐射环境管理提供科学依据。

1.3.2 任务由来

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，项目建设前，应组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报生态环境主管部门审批。

由 ***1.2 建设内容及规模*** 可知，本项目环评内容包括使用 II 类射线装置及使用III类放射源。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）及《关于修改〈建设项目环境影响评价分类管理名录〉部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号），本项目属于“五十、核与辐射”中“191、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置的；使用III类放射源的”，环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。

建设单位委托中辐环境科技有限公司承担环境影响评价工作，评价单位组织相关技术人员进行了资料收集和现场勘察等工作，并结合项目特点，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中环境影响报告表的内容和格式，编制了本项目的环境影响报告表。

1.4 区域环境及保护目标

1.4.1 项目选址

医院位于韶关市芙蓉新城百旺路以南、韶关市公安局以西，地理位置图见附图 1。

医院东邻西京路，隔路为韶关市公安局和交警支队车管所，南邻东景路，隔路为待开发居住用地，西邻珠玑路，隔路为农田，北邻百旺路，隔路为待开发居住用地。医院周边环境关系图见附图 2 和附图 4。

1.4.2 周边环境关系及保护目标

医院主要建筑有：门诊楼（地上 4 层）、1#医技楼和 2 号医技楼（地上均 4 层）、外科住院楼和内科住院楼（地上均 13 层）、报告厅（地上一层）、行政教学楼（地上 5 层）、专家综合楼（地上 12 层），医院总平面布置图见附图 2。医院内共 1 层地下室，地下室范围线详见附图 2，医院建成后的效果图见附图 3。

本次项目建设的放疗科位于 2#医技楼地下一层，放疗科边界与东侧韶关市公安局和交警支队车管所最近距离为 290m，与东南侧车头新村最近距离为 320m；DSA 介入诊疗项目位于内科住院楼地上一层，DSA 介入诊疗项目边界与东侧韶关市公安局和交警支队车管所最近距离为 160m，与东南侧车头新村最近距离为 230m。本项目辐射工作场所周边环境关系详见附图 5。

本项目各核技术利用项目的辐射工作场所周围情况详见***表 10 中的工作场所布局分析***。

本项目的核技术利用项目 50 米评价范围内主要为医院内部建筑、道路及绿化，因此，本项目环境保护目标为评价范围内的辐射工作人员及的公众人员，具体情况见表 7.2-1。

1.5 原有核技术利用项目情况

1.5.1原有核技术利用项目许可情况

韶关市第一人民医院现持有辐射安全许可证见附件 3，证书编号：粤环辐证[01060]，许可种类和范围：使用II、III类射线装置；发证日期：2019 年 07 月 04 日；有效期至：2024 年 07 月 03 日。许可使用的II类射线装置 2 台，III类射线装置 16 台。

1.5.2原有项目环保手续履行情况

（1）环境影响评价开展情况

医院自 2007 年以来，共开展了 3 次核技术利用项目，并均获得相应批复，具体如下：

2007 年开展过 1 次，项目内容为使用 7 台 X 射线机、1 台 CT 机和 1 台直线加速器，

并已取得原广东省环境保护厅的《建设项目环境影响审查批复》意见，意见为同意该项目的建设。

2017年开展过1次，医院新增14台III类射线装置，并退役原有的3台III类射线装置。退役的III类射线装置分别为1台ORALIX AC型牙片机、1台ORTHORA LIX9200型全景机、1台GE R500型X射线拍片机。新增的14台III类射线装置，分别放置在医院的6个科室：其中医学影像科6台，为DR3500型X射线数字拍片机（DR）、FLEXAVISION型医用X射线（胃肠机）、VX3733-SYS型数字化医院X射线摄影系统、PX-2000型移动式X射线诊断机、Affinity型乳腺X射线系统、螺旋CT；口腔科2台，为Planmeca ProMax 3Ds型口腔全景X射线机、口腔X射线牙片机；麻醉科2台，为ARCADIS Orbic型移动式X射线诊断设备（三维C臂）、Eurabil Digiarc100型骨科C臂；预防保健科2台，为GX100型透视机、HM200型DR；看守所分院1台，为SONTU100—Po1aris50型DR；强戒所1台，为S0NTU100-Po1aris50型 DR。以上射线装置均已取得原韶关市环境保护局的《韶关市环境保护局关于韶关市第一人民医院使用III类医用射线装置核技术应用项目环境影响登记表审批意见的函》批复文件，编号为韶环审[2017]108号。

2018 年开展过 1 次，医院在住院大楼西侧建设 1 间介入手术室，新增使用 1 台数字减影血管造影装置（属于II类射线装置）用于介入手术中的放射诊疗，并已取得原广东省环境保护厅的《关于韶关市第一人民医院核技术利用项目扩建项目环境影响报告表的批复》批复文件，编号为粤环审[2018]219 号。

（2）原有项目竣工环境保护验收工作开展情况

医院自 2014 年以来，共开展了 2 次核技术利用项目竣工环境保护验收，并均获得相应批复和验收意见，具体如下：

2014 年，取得原广东省环境保护厅的《广东省环境保护厅关于韶关市第一人民医院核技术应用项目竣工环境保护验收意见的函》（粤环审[2014]75 号），验收内容为：1 台数字减影血管造影装置（DSA）、1 台直线加速器，属于II类射线装置；使用 CT 等 X 射线装置 9 台，属于III类射线装置。

2019 年，医院开展了自主验收，验收内容为：使用 1 台数字减影血管造影装置（DSA）（属于II类射线装置）和 13 台III类射线装置，并于 2019 年 7 月 4 日取得了《韶关市第一人民医院核技术利用扩建项目竣工环境保护验收意见》，验收结论为同意通过竣工环境保护验收。

医院现有的核技术应用项目环保手续履行情况具体见表 1.5-1，各批复见附件 4 和

附件 5。

表 1-5.1　现有核技术利用项目许可情况

序号	装置名称、型号	类别	数量	活动种类	环评情况	验收情况	辐射安全许可情况
1	西门子 PRIMUS HI 直线加速器	II	1 台	使用	2007 年环评批复	已验收；粤环审[2014]75 号	粤环辐证[01060]
2	核通 SIMULIX 模拟定位机	III	1 台	使用			
3	桂林集琦俊龙 GGF3X 射线拍片机	III	1 台	使用			
4	GE AMX-4+移动式床边机	III	1 台	使用			
5	西门子 Somatom Emotion 6 CT 机	III	1 台	使用			
6	柯达 VX3733SYS DR 机	III	1 台	使用	韶环审[2017]108 号	自主验收	
7	柯达 DR3500 DR 机	III	1 台	使用			
8	岛津 FLEXAVISION 胃肠机	III	1 台	使用			
9	华润医疗 PX-2000 移动式床边机	III	1 台	使用			
10	罗爱德 Affinity 乳腺机	III	1 台	使用			
11	Planmeca ProMax 3Ds 口腔 CT 机	III	1 台	使用			
12	西诺德 Vario DG 牙片机	III	1 台	使用			
13	西门子 ARCADIS Orbic C 臂机	III	1 台	使用			
14	Swissray Eurabil Digiarc100 C 臂机	III	1 台	使用			
15	北京万东 HM200 DR 机	III	1 台	使用			
16	深圳深图 SONTU100-Polaris50 DR 机	III	2 台	使用			
17	西门子 SOMATOM Defintion AS CT 机	III	1 台	使用			
18	西门子 AXIOM Artis FA DSA 机	II	1 台	使用	粤环审[2018]219 号		

1.5.3原有核技术利用辐射管理回顾性分析

医院遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全

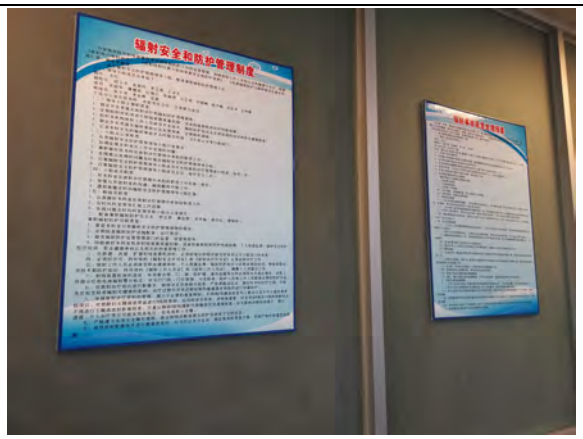
和防护条例》等相关放射性法律、法规，配合各级环保部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好，医院至今未发生辐射事故。

（1）辐射安全与环境保护管理机构

医院成立了辐射安全防护管理领导小组，明确辐射防护责任，并加强了对射线装置的监督和管理。

（2）辐射安全管理相关规章制度

医院根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相应要求，已建立了《射线装置操作规程》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射安全和防护管理制度》、《放射设备检修维护制度》、《辐射工作人员防护培训制度》、《辐射环境监测制度》、《个人剂量管理制度》、《放射诊疗质量控制管理制度》、《放射诊疗质量控制检测制度》、《放射工作人员职业健康管理制度》、《放射卫生档案管理制度》、《受检者的防护管理制度》、《放射工作场所及设备性能检测制度》和《辐射事故应急处理预案》等规章制度，经核实，现有辐射管理制度已较完备，满足现有从事辐射工作管理要求，医院现行辐射防护相关制度均已建立档案保存，并将部分制度上墙，现行制度管理情况见图 1.5-1。



1.5-1　现行制度管理情况现场图

（3）辐射工作人员培训情况

医院开展放射诊疗多年，拥有较稳定的放射诊疗技术队伍。医院现有辐射工作人员取得了辐射安全培训合格证书，医院应根据人员变动及培训合格证颁发日期情况及时安排人员参加培训和再培训（培训合格证书有效期为四年），现有人员培训情况见附件 6，现有辐射工作人员培训合格证书管理情况见图 1.5-2。

1.5-2　现有辐射工作人员培训合格证书管理情况现场图

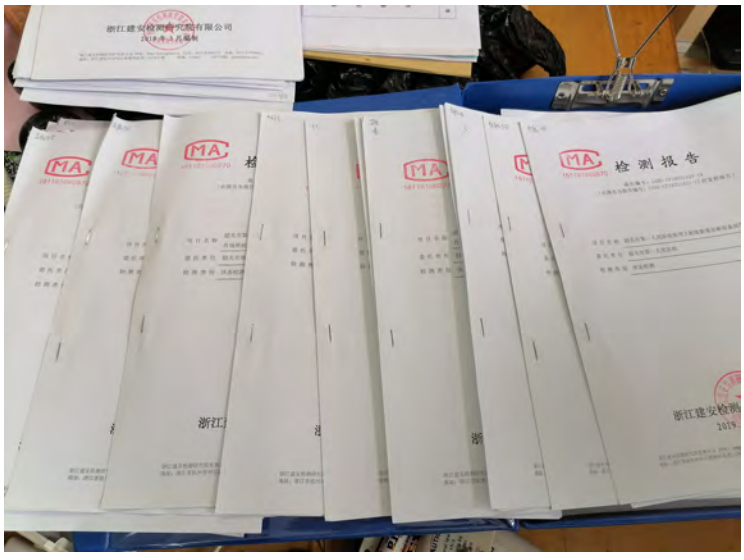
（4）开展辐射监测工作的情况

①个人剂量监测：医院原有核技术利用项目辐射工作人员已配置有个人剂量计，并

按时进行个人剂量检测，建档保存。根据医院提供的辐射工作人员监测报告情况（2018年度统计结果，附件 7），医院现有辐射工作人员年累积受照剂量均不超过辐射工作人员年有效剂量约束值 5mSv。现有辐射工作人员个人剂量检测报告管理情况见图 1.5-3。

1.5-3　现有辐射工作人员个人剂量检测报告管理情况现场图

②工作场所和环境辐射水平监测：根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，医院每年委托有资质单位对在用的射线装置工作场所和周围环境进行 1 次辐射水平监测，监测报告存档。现有工作场所检测报告管理情况见图 1.5-4



1.5-4　现有工作场所检测报告管理情况现场图

（5）主要的辐射防护措施

医院目前开展的核技术利用项目主要为使用II类和III类射线装置，对于射线装置的辐射防护措施主要有门灯联锁以及使用个人防护用品。医院现有的主要辐射防护措施见图 1.5-5。

门灯联锁指示灯	个人防护用品

1.5-5　医院现有主要辐射防护措施现场图

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/ 活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	^{192}Ir	3.70×10^{11}/ $3.70\times10^{11}\times1$ 枚	III类	使用	放射治疗	2#医技楼地下一层后装机房	装载在后装机中	新建机房，新增使用设备

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量的计算方法和核素操作方式依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《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）的相关要求。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	装置名称	类别	数量	型号	加速粒籽	最大射线能量	活动种类	最大输出剂量率（cGy/min）	用途	工作场所	备注
1	医用电子直线加速器	II	1	待定	电子	X 射线：15MV 电子线：22MeV	使用	10MV：2400 cGy/min 15MV：600cGy/min	放射治疗	2#医技楼地下一层直加机房	新购

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	装置名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	2	待定	125	1250	放射诊疗	内科住院楼地上一层 DSA 机房 1~2	新购

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序 号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大靶电流（μA）	中子强度(n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
旧放射源	固态	^{192}Ir	/	/	/	/	/	由放射源供应单位负责回收
废靶件	固态	/	/	/	/	/	/	由加速器供应商回收
感生放射性废气	气体	^{13}N、^{15}O、^{11}C 和 ^{41}Ar	/	/	/	7500Bq/L	/	专用排风管道送至屋顶于排放口排放
臭氧、氮氧化物	气体	/	/	/	/	0.002~0.006 mg/m^3	/	专用排风管道送至屋顶于排放口排放

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m^3；年排放总量 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m^3）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号），2015 年 1 月 1 日施行； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2002 年 10 月 28 日通过，自 2003 年 9 月 1 日起施行；2016 年 7 月 2 日第一次修正；2018 年 12 月 29 日第二次修正）； （3）《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六号），2003 年 10 月 1 日施行； （4）《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 29 日中华人民共和国国务院令第 253 号发布施行；2017 年 7 月 16 日中华人民共和国国务院第 682 号令修订，自 2017 年 10 月 1 日起施行）； （5）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日经国务院令第 449 号公布，2014 年 7 月 29 日经国务院令第 653 号修改，2019 年 3 月 2 日经国务院令第 709 号修改）； （6）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2006 年 1 月 18 日经国家环境保护总局令第 31 号公布，2008 年 12 月 6 日经环境保护部令第 3 号修改，2017 年 12 月 20 日经环境保护部令第 47 号修改，2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 第 7 号修改）； （7）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令第 18 号），自 2011 年 5 月 1 日起施行； （8）《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 公告 2017 年第 66 号），自 2017 年 12 月 6 日起施行； （9）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年 第 57 号）； （10）《建设项目环境影响评价分类管理名录》（中华人民共和国环境保护部令第 44 号），自 2017 年 9 月 1 日起施行； （11）《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》（生态环境部令 第 1 号），自 2018 年 4 月 28 日起施行；

	（12）《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，中华人民共和国环境保护部办公厅，环办辐射函[2016]430 号，2016 年 3 月 7 日发布； （13）《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）； （14）《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》（生态环境部令 第 7 号），自 2019 年 8 月 22 日起施行； （15）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号），自 2019 年 11 月 1 日施行。
技术标准	（1）《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）； （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （3）《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）； （4）《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）； （5）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）； （6）《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）； （7）《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）； （8）《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）； （9）《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）； （10）《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）； （11）《后装γ源近距离治疗卫生防护标准》（GBZ 121-2017）。
其他	（1）《辐射防护手册》，李德平、潘自强； （2）《广东省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，谈根洪等； （3）医院提供的其它相关技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

参考《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中对于报告书项目的评价范围规定“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”，本项目根据上述要求并结合所涉及的工作场所布局和边界，给出了相应辐射工作场所周围 50m 范围（不同工作场所重合区域时取最大范围），具体范围见附图 5。

7.2 保护目标

由附图 5 可知，本项目核技术利用项目 50 米评价范围内主要为医院内部建筑、道路及绿化，综上所述，本项目环境保护目标为评价范围内的辐射工作人员及公众人员，具体情况见表 7.2-1。

表7.2-1 本项目环境保护目标一览表

项目	敏感点描述	环境保护目标	方位	最近距离	受照类型	人员类别	年剂量管理约束值
2#医技楼地下一层放疗科（直加）	**外环境**						
	直加机房 50m 米范围内无居民、学校						
	内环境						
	2#医技楼地下一层加速器工作场所	加速器辐射工作人员约 3 名	直加控制室		X 射线	职业	5mSv
	2#医技楼地下一层加速器工作场所四周	非辐射工作人员、流动病患及家属、停车场流动人员约 6 名	邻近走廊、卫生间、候诊区及停车场		X 射线	公众	0.25mSv
	室外绿化（直加机房上方）	流动路人约 4 名	上方，6m		X 射线	公众	0.25mSv
	岩土层（直加机房下方）	无	/		/	/	/
2#医技楼地下一层放疗科（后装）	**外环境**						
	后装机房 50m 米范围内无居民、学校						
	内环境						
	2#医技楼地下一层后装工作场所	后装机辐射工作人员约 2 人	后装控制室		X 射线	职业	5mSv

	2#医技楼地下一层后装机工作场所四周	非辐射工作人员、流动病患及家属、停车场流动人员约4人	邻近走廊、候诊区、停车场及治疗室	X射线	公众	0.25mSv
	2#医技楼地上一层（后装机房上方）	非辐射工作人员约3人	上方，6m	X射线	公众	0.25mSv
	岩土层（后装机房下方）	无	/	/	/	/
内科住院楼DSA介入诊疗项目	**外环境**					
	DSA介入诊疗项目50m米范围内无居民、学校					
	内环境					
	内科住院楼一层DSA介入诊疗项目	辐射工作人员约6人	控制室	X射线	职业	5mSv
	内科住院楼一层DSA介入诊疗项目四周	非辐射工作人员、流动病患及家属约10人	邻近走廊及医院内部商业街	X射线	公众	0.25mSv
	内科住院楼二层（DSA介入诊疗项目上方）	非辐射工作人员、流动病患及家属约6人	上方，4.5m	X射线	公众	0.25mSv
	内科住院楼地下一层（DSA介入诊疗项目下方）	非辐射工作人员约2人	下方，6m	X射线	公众	0.25mSv

7.3 评价标准

7.3.1《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐照的防护和实践中源的安全。

第4.3.2.1款　应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准6.2.2规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录B（标准的附录B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

附录B

B1.1 职业照射

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

a）由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）20mSv。

按照防护与安全的最优化要求，结合本项目的实际情况，本项目取工作人员的职业

照射年剂量限值不超过 20mSv 的 1/4，即不超过 5mSv/a 作为工作人员的年剂量约束值。

B1.2 公众照射

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

a）年有效剂量，1mSv。

按照防护与安全的最优化要求，结合本项目的实际情况，本项目取公众的公众照射年剂量限值不超过 1mSv 的 1/4，即不超过 0.25mSv/a 作为公众的年剂量约束值。

6.4 辐射工作场所的分区

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。

7.3.2《医用 X 射线诊断放射防护标准》（GBZ130-2013）

本标准适用于医用诊断 X 射线机的生产和使用。

5 X 射线设备机房防护设施的技术要求

5.1 X 射线设备机房（照射室）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。

5.2 每台 X 射线机（不含移动式和携带式床旁摄影机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 2 要求。

5.3 X 射线设备机房屏蔽防护应满足如下要求：

a）不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表 3 要求。

b）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 D。

c）应合理设置机房的门、窗和管线口位置，机房的门和窗应有其所在墙壁相同的防护厚度。设于多层建筑中的机房（不含顶层）顶棚、地板（不含下方无建筑物的）应满足相应照射方向的屏蔽厚度要求。

d）带有自屏蔽防护或距 X 射线设备表面 1m 处辐射剂量水平不大于 2.5μGy/h 时，可不使用带有屏蔽防护的机房。

表 2　X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 m^2	机房内最小单边长度 m
CT 机	30	4.5
双管头或多管头 X 射线机	30	4.5
单管头 X 射线机 [b]	20	3.5
透视专用机、碎石定位机口腔 CT 卧位扫描	15	3
[b] 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个球馆各安装在 1 个房间内。		

表 3　不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
标称 125kV 以上的摄影机房	3	2
标称 125kV 以下的摄影机房、口腔 CT、牙科全景机房（有头颅摄影）	2	1
透视机房、全身骨密度仪机房、口内牙片机房、牙科全景机房（无头颅摄影）、乳腺机房	1	1
介入 X 射线设备机房	2	2
CT 机房	2（一般工作量）[a] 2.5（较大工作量）[a]	
[a] 按 GBZ/T 180 的要求		

5.4 在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求（其检测方法及检测条件按 7.2 和附录 B 中 B.6 的要求）：

a）具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h 测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

b）CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h，其余各种类型摄影机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv。测量时，测量仪器读出值应经仪器响应时间和剂量检定因子修正后得出实际剂量率。

7.3.3《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）

本标准适用于标称能量在 50MeV 以下的医用直线加速器的生产和使用。

6.1.1 治疗室选址、场所布局和防护设计应符合 GB18871 的要求，保障职业场所和周围环境安全。

6.1.2 有用线束直接投照的防护墙（包括天棚）按初级辐射屏蔽要求设计，其余墙壁按次级辐射屏蔽要求设计，辐射屏蔽设计应符合 GBZ/T201.1 的要求。

6.1.3 在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h。

6.1.4 穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果。

6.1.5 X 射线能量超过 10MV 的加速器，屏蔽设计应考虑中子辐射防护。

6.1.6 治疗室和控制室之间应安装监视和对讲设备。

6.1.7 治疗室应有足够的使用面积，新建治疗室不应小于 45m^2。

6.1.8 治疗室入口处必须设置防护门和迷路，防护门应与加速器联锁。

6.1.9 相关位置（例如治疗室入口处上方等）应安装醒目的辐射指示灯及辐射标志。

6.1.10 治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h。

7.3.4《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2--2011）

4.2 剂量控制要求

4.2.1 治疗机房墙外和入口门外关注点的剂量率参考控制水平

a）使用放射治疗年工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，依照附录 A，由周剂量参考控制水平（Hc）求得关注点的导出剂量率参考控制水平 Hc,d（μSv/h）：

1）放射治疗机房外控制区的工作人员：Hc≤100μSv/周；

2）放射治疗机房外非控制区的工作人员：Hc≤5μSv/周。

b）按照关注点人员居留因子的下列不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 Hc,max（μSv/h）：

1）人员居留因子 T≥1/2 的场所：Hc,max≤2.5μSv/h；

2）人员居留因子 T<1/2 的场所：Hc,max≤10μSv/h。

c）由上述 a)中的导出剂量率参考控制水平 Hc,d 和 b)中的最高剂量率参考控制水平 Hc,max，选择其中较小者作为关注点的剂量率参考控制水平 Hc（μSv/h）。

4.2.2 治疗机房顶的剂量控制要求

治疗机房顶的剂量应按下述 a)、b)两种情况控制：

a)在治疗机房正上方已建、拟建建筑物或治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点到机房顶内表面边缘所张立角区域时，距治疗机房顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角区域内的高层建筑物中人员驻留处，可以根据机房外周围剂量参考控制水平 Hc≤5μSv/周和最高剂量率 Hc,max≤2.5μSv/h，按照 4.2.1 求得关注点的剂量率参考控制水平 Hc 加以控制。

b）除 4.2.2 中 a)的条件外，应考虑下列情况：

1）天空散射和侧散射辐射对治疗机房外的地面附近和楼层中公众的照射。该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的剂量（率）的总和，应按 4.2.2 中的 a)确定关注点的剂量率参考控制水平 Hc 加以控制；

2）穿出治疗机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以相当于机房外非控制区人员周剂量率控制指标的年剂量 250μSv 加以控制；

3）对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，考虑上述 1）和 2）之后，机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 100μSv/h 加以控制。

加速器机房周边导出剂量控制参考控制水平、辐射剂量率水平按此标准计算。

7.3.5《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-85）

E.2.1 加速器设施内应有良好的通风，以保证臭氧的浓度低于 0.3mg/m^3。

结合《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》（GBZ2.1-2007）规定工作场所空气中臭氧容许浓度为 0.3mg/m^3，确定本项目加速器停机后，工作人员进入加速器机房时，机房内的臭氧浓度不应大于 0.3mg/m^3。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

本项目位于韶关市芙蓉新城百旺路以南、韶关市公安局以西，项目地理位置图见附图 1。

根据前文 ***1.2 建设内容及规模*** 可知，本次核技术利用项目的辐射工作场所主要位于 2#医技楼地下一层和内科住院楼地上一层。各辐射工作场所具体位置详见附图 6~附图 7。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 环境现状评价的对象

拟建场址及评价范围内环境辐射现状水平。

8.2.2 监测因子

辐射剂量率。

8.2.3 监测点位

由于本项目拟建的所有辐射工作场所尚未建设，现状监测时，拟建场地现均为空地，本次监测布点主要分布在本项目工作场所所在建筑的边界及边界内部，并在环境敏感保护目标处进行布点。

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）有关布点原则，本次共布点 59 个，分别布设在拟建专家综合楼、拟建外科住院楼、拟建内科住院楼、拟建 1#医技楼、拟建 2#医技楼、拟建门诊楼、拟建行政教学楼、拟建报告厅、远期发展规划用楼及远期规划住院楼的内部和周围，拟建医院边界外以及医院东北侧中华人民警察武装部队、东侧韶关市公安局和交警支队车管所、东南侧车头新村边界外。具体监测点位详见图8.2-1。

图 8.2-1　项目监测点位图

8.3 监测方案、质量保证措施和监测结果

8.3.1 监测方案

（1）监测单位：广东合诚建安检测有限公司

（2）监测日期：2019 年 11 月 6 日

（3）监测方式：现场检测

（4）监测依据

GB/T 14583-93《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》

HJ/T 61-2001《辐射环境监测技术规范》

（5）监测频次：依据 GB/T14583-93 标准予以确定

（6）监测仪器：X、γ 射线巡测仪。

表 8.3-1　监测仪器相关信息

仪器名称	X、γ 射线巡测仪
仪器型号	AT1123
生产厂家	白俄罗斯 ATOMTEX
仪器编号	05034022
探头/主机能量响应	0.025MeV~3MeV
响应时间	不小于 30ms
量程	50nSv/h~10Sv/h
检定单位	深圳市计量质量检测研究院
证书编号	194704994
检定日期	2019 年 10 月 24 日至 2020 年 10 月 23 日

8.3.2 质量保证措施

①结合现场实际情况及监测点的可到达性，在项目拟建场址内和评价范围内工作人员活动区域、公众人员相对集中的区域布设监测点位，充分考虑监测点位的代表性和可重复性，以保证监测结果的科学性和可比性。

②根据《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）采用即时测量方法进行测量。

③监测仪器每年定期经有资质的计量部门检定、校准，检定合格后方可使用。

④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

⑤本次监测委托广东合诚建安检测有限公司开展，监测实行全过程的质量控制，严格按照公司《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗。

⑥监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由技术总负责人批准。

8.3.3 监测结果

本项目辐射环境现状监测结果详见表 8.3-2。

表 8.3-2　本项目辐射环境现状监测结果一览表

监测点编号	监测点位置	监测结果		辐射剂量率（nGy/h）
		平均值（nSv/h）	标准差（nSv/h）	
1#	拟建专家综合楼中部	149	2	123
2#	拟建专家综合楼南部边界外（中部）	149	1	124

监测点编号	监测点位置	监测结果		辐射剂量率（nGy/h）
		平均值（nSv/h）	标准差（nSv/h）	
3#	拟建远期规划发展用楼 1 中部	148	1	124
4#	拟建远期规划发展用楼 1 南部边界外（中部）	149	2	124
5#	拟建远期规划发展用楼 2 中部	149	1	124
6#	拟建远期规划发展用楼 2 南部边界外（中部）	149	2	124
7#	拟建远期规划住院楼 3 中部	148	2	124
8#	拟建远期规划住院楼 2 中部	149	1	125
9#	拟建远期规划住院楼 2 南部边界外（中部）	147	1	123
10#	拟建远期规划住院楼 1 中部	149	1	124
11#	拟建远期规划住院楼 1 南部边界外（中部）	149	2	124
12#	拟建外科住院楼中部	148	2	124
13#	拟建外科住院楼西部边界外（中部）	131	4	109
14#	拟建外科住院楼北部边界外（中部）	131	4	109
15#	拟建外科住院楼东部边界外（中部）	132	1	110
16#	拟建 2#医技楼中部	137	1	114
17#	拟建 2#医技楼内直加机房处	137	1	114
18#	拟建 2#医技楼内后装机房处	137	1	114
19#	拟建 2#医技楼西部边界外（中部）	137	1	114
20#	拟建 2#医技楼东部边界外（中部）	137	1	115
21#	拟建行政教学楼中部	138	1	115
22#	拟建行政教学楼西部边界外（中部）	136	1	114
23#	拟建行政教学楼东部边界外（中部）	137	2	114
24#	拟建报告厅中部	137	1	114
25#	拟建报告厅南部边界外（中部）	138	2	115
26#	拟建报告厅东部边界外（中部）	138	2	115
27#	拟建内科住院楼中部	137	1	114
28#	拟建内科住院楼 DSA 机房处	138	2	115
29#	拟建内科住院楼西部边界外（中部）	127	1	106
30#	拟建内科住院楼北部边界外（中部）	128	2	107
31#	拟建内科住院楼东部边界外（中部）	129	2	107
32#	拟建 1#医技楼中部	127	1	106

监测点编号	监测点位置	监测结果		辐射剂量率（nGy/h）
		平均值（nSv/h）	标准差（nSv/h）	
33#	拟建 1#医技楼西部边界外（中部）	127	2	106
34#	拟建 1#医技楼东部边界外（中部）	129	2	107
35#	拟建门诊楼中部	113	2	94
36#	拟建门诊楼西部边界外（中部）	113	1	95
37#	拟建门诊楼北部边界外（靠东侧）	113	1	95
38#	拟建门诊楼东部边界外（中部）	112	1	94
39#	拟建门诊楼南部边界外（中部）	113	1	94
40#	拟建医院北部边界外（靠西侧）	135	4	112
41#	拟建医院北部边界外（中部）	137	3	114
42#	拟建医院北部边界外（靠南侧）	133	1	110
43#	拟建医院东部边界外（靠北侧）	134	2	112
44#	拟建医院东部边界外（中部）	134	2	112
45#	拟建医院东部边界外（靠南侧）	98	2	82
46#	拟建医院南部边界外（靠东侧）	98	1	81
47#	拟建医院南部边界外（中部）	97	1	81
48#	拟建医院南部边界外（靠西侧）	154	2	128
49#	拟建医院西部边界外（靠南侧）	154	2	128
50#	拟建医院西部边界外（中部）	154	2	128
51#	拟建医院西部边界外（靠北侧）	154	1	128
52#	拟建医院东北侧中华人民警察武装部队西部边界外（靠南侧）	154	1	128
53#	拟建医院东北侧中华人民警察武装部队南部边界外（靠西侧）	123	2	103
54#	拟建医院东侧韶关市公安局和交警支队车管所西部边界外（靠北侧）	123	2	103
55#	拟建医院东侧韶关市公安局和交警支队车管所西部边界外（中部）	124	2	103
56#	拟建医院东侧韶关市公安局和交警支队车管所西部边界外（靠南侧）	123	2	103
57#	拟建医院东南侧车头新村西北部边界外（靠北侧）	127	2	106
58#	拟建医院东南侧车头新村西北部边界外（中部）	128	1	106
59#	拟建医院东南侧车头新村西北部边界外（靠南侧）	127	1	106

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、所有测量值均未扣除宇宙射线，每个监测点测量 5 个数据取平均；

3、测量值经校准因子修正；

4、数据换算公式：

$\dot{D}_{\text{空}} = \dot{H}(10)_{\text{示}} \times \frac{C_{f\text{校}}}{\dot{h}_{\text{空}}(10)_{\text{校}}} \times (1-\text{g})$（忽略 1-g）

式中：

$\dot{D}_{\text{空}}$—辐射剂量率；

$\dot{H}(10)_{\text{示}}$—周围剂量当量率；

$C_{f\text{校}}$—校准因子；

$\dot{h}_{\text{空}}(10)_{\text{校}}$=1.20Sv • Gy^{-1}，标准 JJG393-2003 表 A3 中 S-Cs 的$\dot{h}_{\text{空}}(10)$推荐值。

8.4 环境现状调查结果评价

由表 8.3-2 的监测结果可知，本项目拟建辐射工作场所及工作场所外 50m 范围内的室外辐射剂量率为 81nGy/h~128nGy/h。据《广东省环境天然贯穿辐射水平调查研究》可知，韶关市室外天然贯穿辐射剂量率在 76.2nGy/h ~215.9nGy/h 之间，可见，本项目拟建场址和邻近区域的室外辐射剂量率处于当地天然辐射正常水平范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工艺设备和工艺分析

9.1 放疗科设备和工艺分析

9.1.1 医用电子直线加速器

（1）设备组成及工作原理

医用电子直线加速器通常是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，属于 II 类射线装置，它的结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。电子枪产生的电子由微波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 射线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。典型电子直线加速器的结构示意图见图 9.1-1、9.1-2、9.1-3。

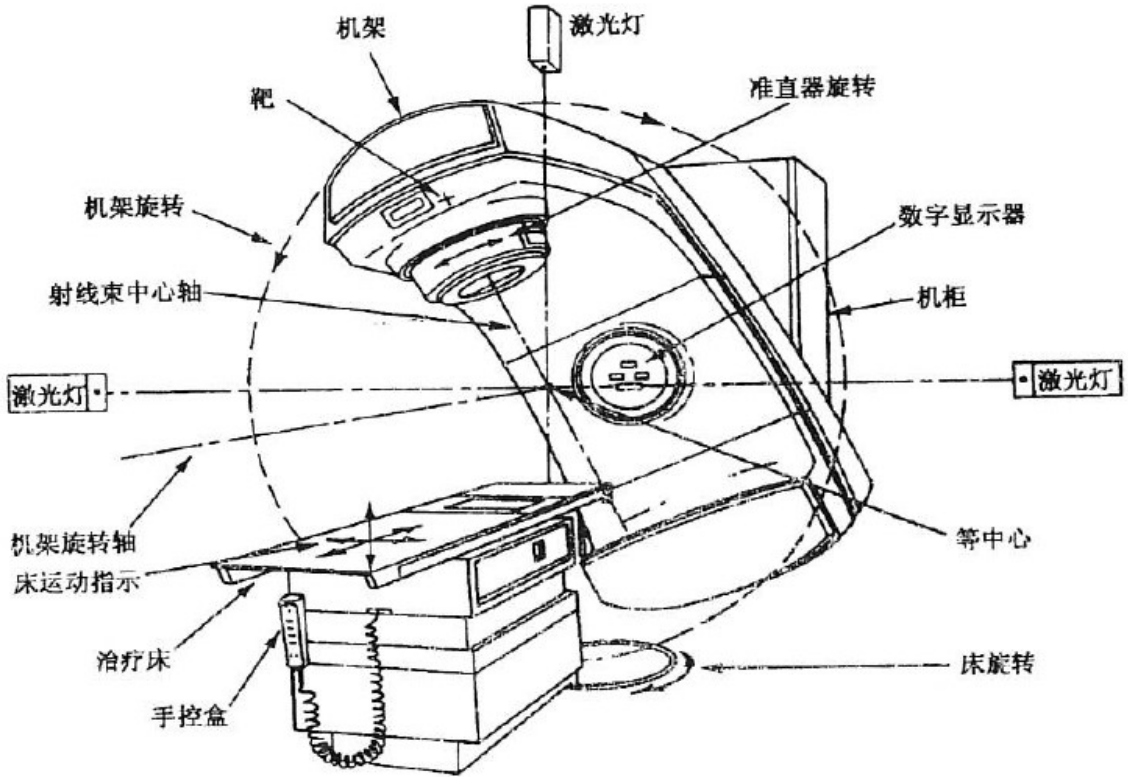


图 9.1-1　典型医用直线加速器机外部结构示意图

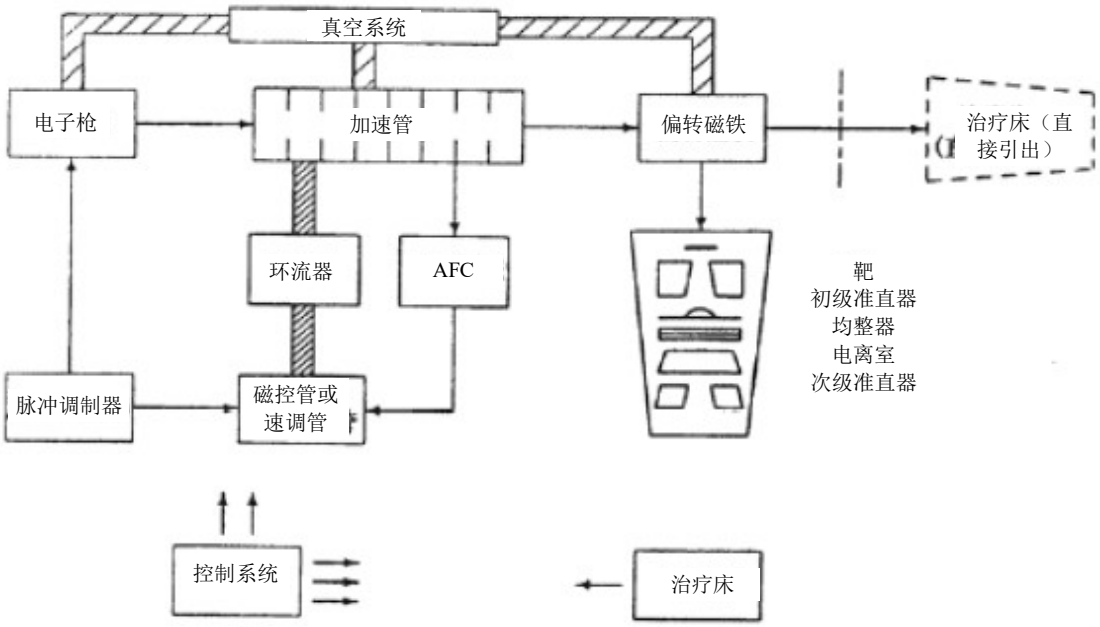


图 9.1-2　典型医用直线加速器机内部结构示意图

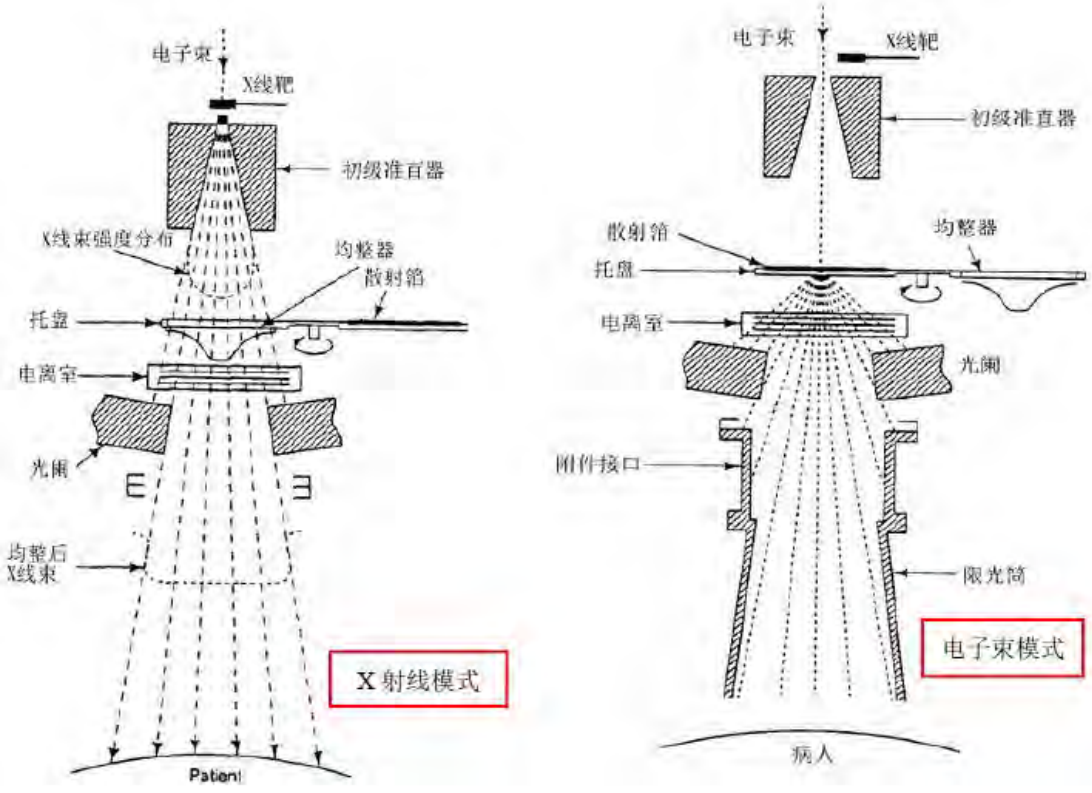


图 9.1-3　X 射线和电子束治疗模式结构示意图

（2）工作流程及产污环节

医用电子直线加速器在进行放射治疗时，患者在射线机房内，医务操作人员位于射线机房外隔室操作。治疗时，射线机房可为医务人员以及墙外停留或通过的人员提供足够的屏蔽防护，并可防止在开机过程中，无关人员误入射线机房。

加速器治疗项目的操作流程如下，其工作流程及产污环节见图 9.1-4：

①检测相关记录，确认机器无故障记录后，开启设备，将控制钥匙旋转到 ON 位置。

②医务人员带领患者进入射线装置机房，指导患者躺在正确位置，同时调整射线装置的相关参数。

③医务人员退出机房，关闭好防护门并确认无异常情况后，开机治疗。

④治疗结束，医务人员关闭加速器，并进入机房指导协助患者离开

⑤当天工作结束后，将控制钥匙转到 OFF 位置，取出控制钥匙，同时记录机器使用情况。

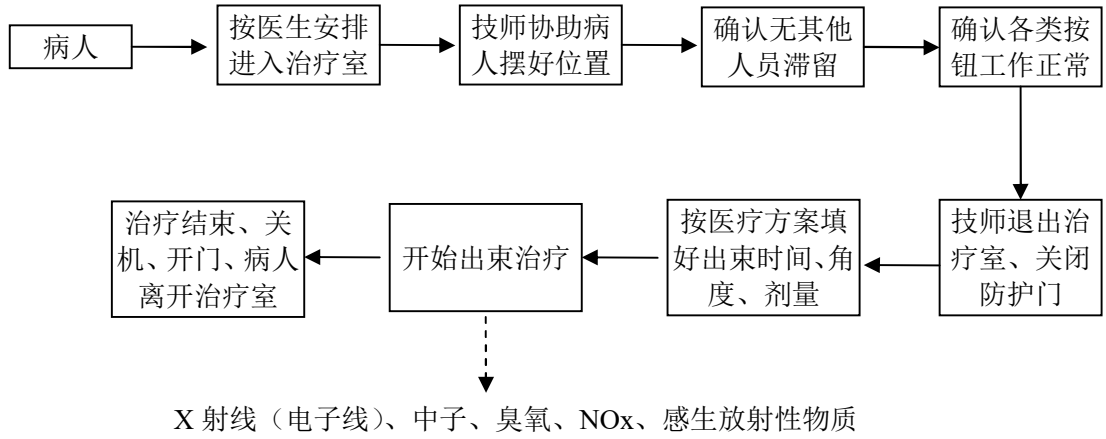


图 9.1-4　加速器放疗流程及产污环节示意图

（3）工作负荷

本项目拟新建 1 间直加机房，将安装 1 台医用电子直线加速器，投入使用后，预计每天放射治疗工作量最多为 60 人次，每周工作 5 天。

9.1.2 后装机

（1）设备组成及工作原理

后装治疗是放射治疗的一种方法，所谓后装就是预先在病人需要治疗的部位正确地放置施源器，然后采用自动或手动控制，将贮源器内放射源输入施源器内实施治疗的技术。本项目后装治疗属近距离放疗，治疗时依照临床要求，使 γ 放射源在人体自然腔、管道或组织间驻留而达到预定的剂量及其分布的治疗手段，后装治疗具有放射源强度小、治疗距离短、局部剂量高、周边剂量迅速跌落的特点，主要治疗不同部位的肿瘤以及手术难以切净而周围又有重要脏器限制外照射剂量的患者，如胰腺、胆管、膀胱癌、直肠癌及头颈部恶性肿瘤等。

后装治疗机包括施源器、贮源器和源传输系统以及控制系统。施源器是一个直径为

毫米级的管状物，由不锈钢制成，管内可装球形的放射源，并有气动通道。贮源器和源传输系统包括源分类机、主贮源室、源分配器、中间贮源室、阀门和传输管道。控制系统由计算机、电视监视系统和打印系统组成。

本项目使用的后装机采用 ^{192}Ir 放射源，初装源活度为 $3.7\times10^{11}Bq$（10Ci），主要用于腔内、组织间等放射治疗。常见后装机外观见图 9.1−5。

图 9.1-5 常见后装机外观

根据医院提供的资料，本项目后装机放射源的核素属性见表 9.1-1。

表 9.1-1 后装机放射源核素的相关属性

核素名称	状态	半衰期	衰变方式
^{192}Ir（铱）	固态	74.0d	β^-、轨道电子俘获

（2）工作流程及产污环节

后装机治疗一般工作流程见图 9.1-6。

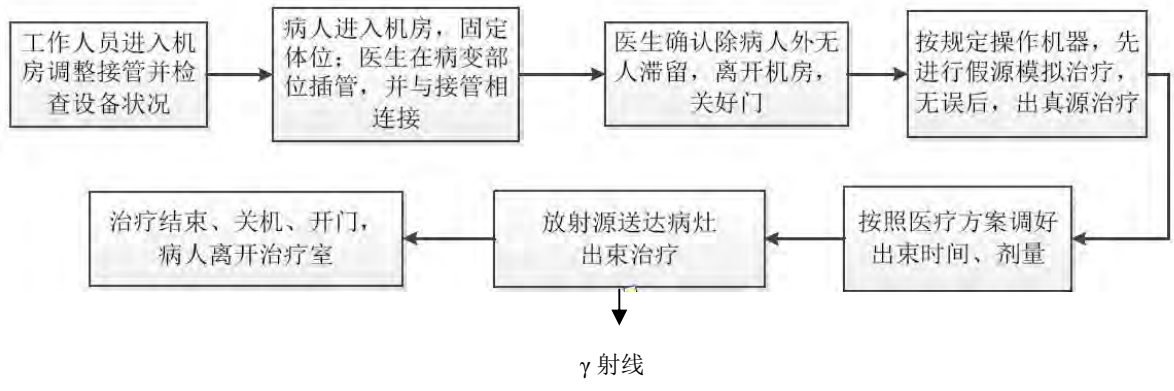


图 9.1-6 后装机近距离治疗工作流程及产污环节示意图

（3）工作负荷

本项目拟安装 1 台后装机，使用一枚 ^{192}Ir 放射源，投入使用后预计平均每天放射治疗工作量最多为 15 人次，每周工作 5 天，平均每位患者的治疗照射时间（工作负荷）最大为 10 分钟。

9.2 DSA 介入诊疗项目设备和工艺分析

（1）设备简介

DSA 是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。DSA 射线装置主要由图像显示器、导管床、防护铅帘、防护屏、接收器、X 射线发生系统、C 型支架等组成。X 线管头位于 X 射线发生系统内；操作台集合控制系统和设备状态显示等功能，位于控制室内；机房内控制装置一般为脚闸控制，通过设备电缆引出、位于地面。其整体外观示意图如图 9.2-1 所示。

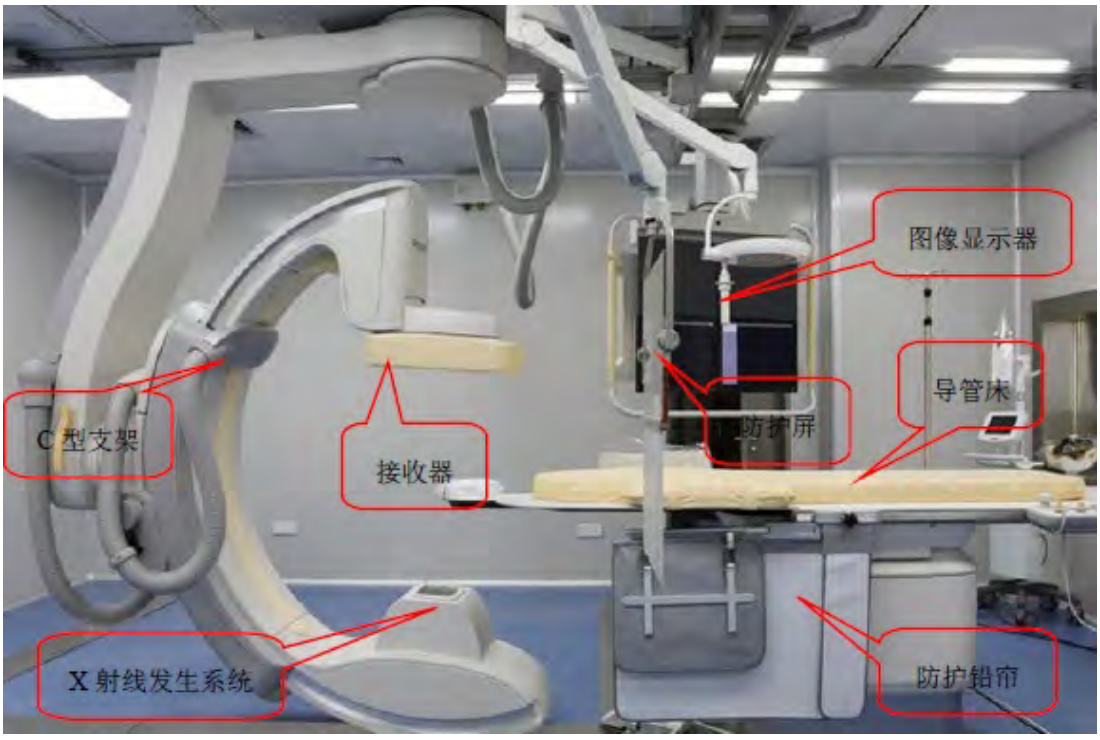


图 9.2-1　典型 DSA 射线装置整体外观示意图

（2）工作原理

产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子

在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。典型 X 射线管结构详见图 9.2-2。

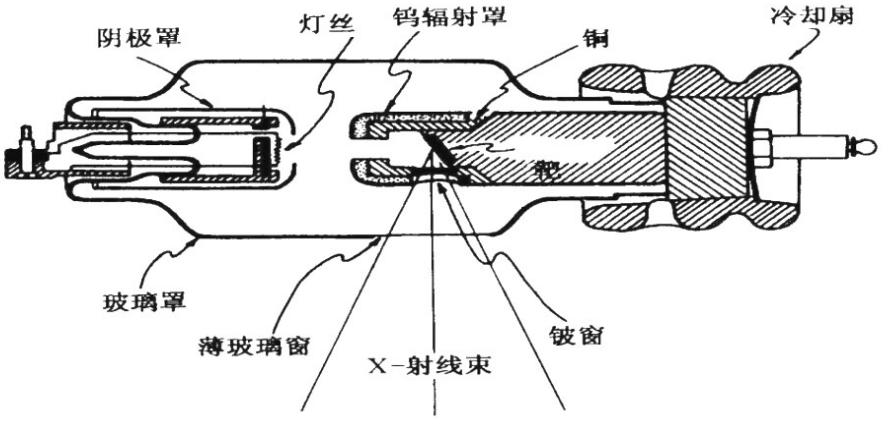


图 9.2-2　典型 X 射线管结构图

虽然不同用途的 X 射线机因诊疗目的不同有较大的差别，但其基本结构都是由产生 X 射线的 X 射线管、供给 X 射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置组成。

DSA 成像的基本原理是将受检部位注入造影剂之前和注入造影剂后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别储存起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换为普通的模拟信号，获得去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。

表 9.2-1　DSA 主要技术参数一览表

序号	设备名称	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	距靶 1m 处辐射剂量率（μGy/h）	泄漏率
1	DSA	125	1250	3.6×10^{8}	0.1%

（3）工作流程及产污环节

①操作流程

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 在进行曝光时分为两种情况：

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

第二种情况，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身着铅服在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

②产污环节分析

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，主要污染因子为 X 射线。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA 操作流程及产污环节如图 9.2-3 所示。

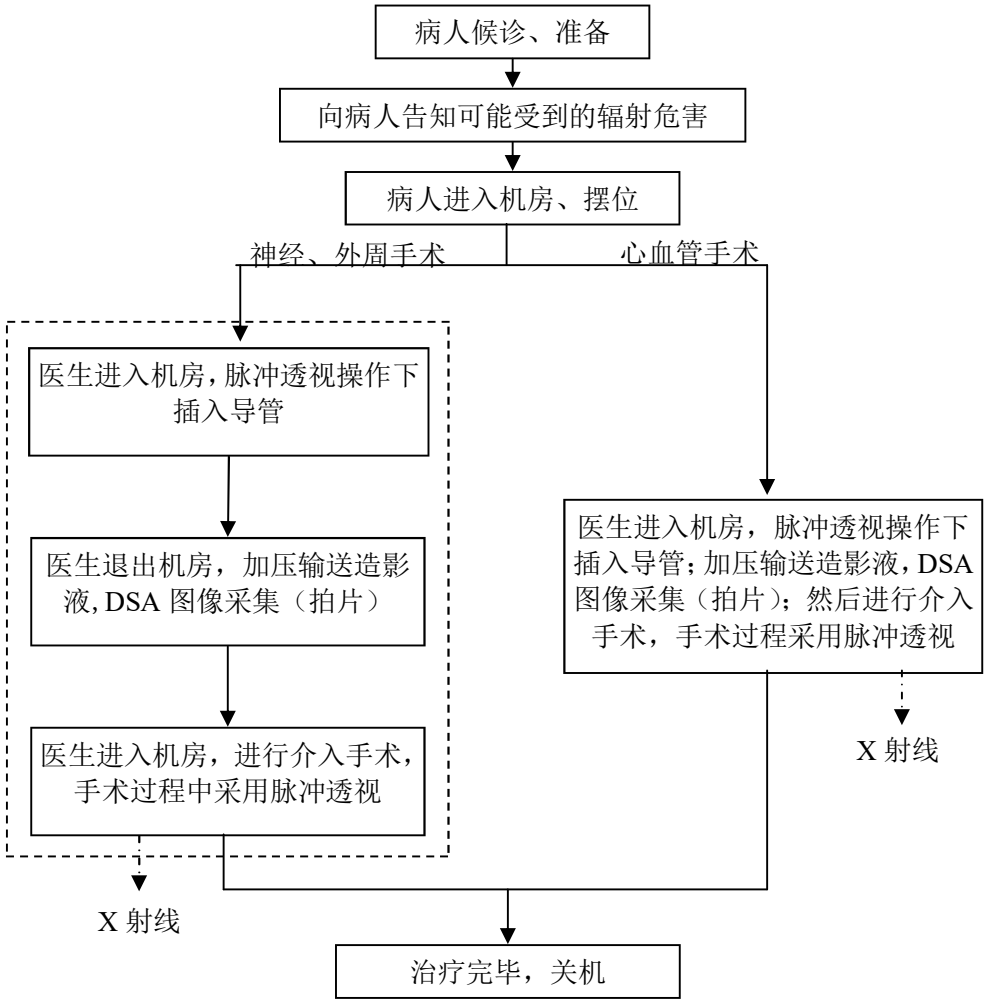


图9.2-3　DSA操作流程及产污环节示意图

（4）工作负荷

本项目建成后，DSA 介入诊疗项目每间 DSA 机房每年最大诊疗量约为 1200 台，预计参与介入手术的医生每年最大手术量约为 500 台、参与介入手术的技师年最大手术量约为 600 台、参与介入手术的护士年最大手术量约为 500 台。

（5）源项分析

DSA 射线装置运行时主要污染因子为透视、图像采集时产生的 X 射线。

污染源项描述

9.3 放疗科污染源项分析

9.3.1 医用电子直线加速器

（1）正常工况

①放射性污染

由上述产污环节可知，直线加速器运行期间高能电子束与靶物质相互作用时将产生高能X射线，其中直线加速器X射线能量最高分别为10MV、15MV，X射线随机器的开、关而产生和消失。

②电子线

加速器产生高能电子线随机器的开关而产生和消失。

③中子

医用电子直线加速器在运行过程中产生的高能 X 射线与周围物质相互作用时，均会产生中子。加速器治疗机头外的杂散中子成为直接光中子，来源于 X 射线中能量大于 10MeV 的光子与加速器的靶、准直器、均整器及电子束和光子束通道上的其他物质互相作用发生光核反应所产生的中子。

④感生放射性物质

当直线加速器工作在10MV档位 以上时，无论是X 射线状态还是电子束状态，都会产生光核反应，从而产生感生放射性。主要包括两方面：①加速器机头结构材料的固态感生放射性核素。加速器运行期间，由于设备有足够的结构屏蔽，由部件产生的感生放射性核素不会危害到屏蔽体外的人员。②气态感生放射性核素。15MeV 加速器运行时产生中子，中子可与空气作用产生放射性核素。电子能量超过反应阈能时，与空气中的 C、O、N、Ar 等相互作用，可诱发感生放射性核素^{11}C、^{15}O、^{13}N、^{41}Ar。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。

⑤臭氧和氮氧化物

加速器在运行过程中，X 射线作用于空气以及次级辐射等因素，可产生少量臭氧及微量氮氧化物，通过排风系统排入大气。

⑥废靶件

直线加速器的金属靶件更换时会有废靶件产生。

综上，开机期间，医用电子直线加速器主要污染因子为X射线、其次电子、中子、感生放射性物质，另有废靶件、少量臭氧、微量氮氧化物。

（2）事故工况

①安全联锁失效，人员可能在防护门未关闭时误入机房，如果这时运行加速器，则可能造成误照射事故。

②除受治疗患者以外，机房中仍有其他人员未撤离时，操作人员未严格按照操作规程确认机房中环境便运行加速器，则会造成机房中人员误照射。

9.3.2 后装治疗项目

本评价项目的后装机拟使用的辐射源为微型单颗 ^{192}Ir 放射源，主要辐射危害因素是放射源的初始辐射及其杂散辐射。该项目在正常工况和事故工况下的污染源项分别如下：

（1）正常工况

使用放射源后装治疗机时主要的环境影响来自放射源，由于放射源是密封源，正常情况下源活性物质不会泄露，因此在正常情况下，主要的影响因子是放射源发射的γ射线，对周围环境影响途径为外照射，无放射性“三废”排放。

由于放射性衰变，随着放射性活度的降低，密封源在一定时间以后将无法继续满足放射治疗要求，需要更换新的放射源。而旧的放射源依然具有一定的放射性强度，依然存在对环境保护和人类健康的不利影响的可能性，因此对于废旧放射源需要妥善处理。

（2）事故工况

①使用过程中发生卡源事故，处理过程中对人员造成意外照射。

②外力撞击导致放射源跌落裸露时，使工作人员或公众受到外照射。

③放射源丢失或被盗，屏蔽罐被打开，对局部环境产生污染，并可能使部分公众受到照射。

9.4 DSA 介入诊疗项目污染源项分析

（1）正常工况

正常工作状况下，X 线管产生 X 射线。X 射线在开机时产生，关机时消失。X 射线防护所要考虑的是 X 射线的直射、散射和泄漏辐射。介入手术中除机房外的医生隔室操作外，机房内可能有手术医生、护理人员与患者同室，受到 X 射线的外照射。放射影像项目无放射性“三废”产生，需做好外照射防护。

（2）事故工况

①在给病人做检查治疗时，设备控制键失效，无法停止出束，导致病人受到意外照射。

②门灯联锁装置和闭门装置出现故障，在屏蔽门没有关紧的情况下出束，对门外人员造成的误照射。

③X 射线装置安全联锁装置发生故障状况的情况下，人员误入正在运行的 X 射线装置机房收到外照射。

9.5 污染源项分析小结

综上所述，本项目主要的环境影响因子及其相应的影响详见表 9.5-1

表 9.5-1　评价项目环境影响因子

项目	工作场所	影响（污染）因子	影响阶段
放疗科项目	直加机房	X、γ、中子外照射	加速器运行时间
		感生放射性、臭氧、氮氧化物	加速器运行期间及停机后
	后装治疗机房	γ 射线外照射	装源后到放射源转移之前的全过程
		废放射源	放射源报废后
DSA 介入诊疗项目	DSA 机房 1 和 2	X 外照射	X 射线装置出束期间

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

10.1 放疗科项目设施安全与防护分析

10.1.1 加速器

（1）工作场所布局分析及分区情况

①工作场所布局分析

本项目加速器机房位于 2#医技楼地下一层北侧位置，共 1 间加速器机房。

加速器用房主要由加速器机房、控制室组成。加速器机房由治疗室、迷路和防护门组成。本项目加速器机房（治疗室）与控制室分离；机房（治疗室）设置 L 型迷路，迷路口设有防护门，加速器机房布局符合《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）中“治疗装置控制室应与治疗机房分离”的规定。本项目加速器机房的面积（不含迷路）约 62m^2，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）中 6.1.7 要求的“新建治疗室的使用面积不小于 45 m^2”的规定。

综上所述，本项目加速器机房工作场所布局基本合理。

本项目拟建的加速器机房相邻环境状况见表 10.1-1。

表 10.1-1　加速器机房相邻环境状况

机房名称	拟用设备	东面	南面	西面	北面	顶棚	下层
加速器机房	电子直线加速器	控制室、辅助机房、水冷机房	污梯、楼梯	岩土层	卫生间、补风机房	路面室外绿化	岩土层

②工作场所分区情况

医院拟对加速器的工作场所进行分区管理，将工作场所分为控制区和监督区：以加速器机房屏蔽墙和防护门等屏蔽体为界，加速器机房（包含迷路）划定为控制区，加速器机房门外 0.5m 的区域以及控制室、辅助机房、水冷机房、补风机房、停车场及卫生间划定为监督区，分区情况详见图 10.1-1。

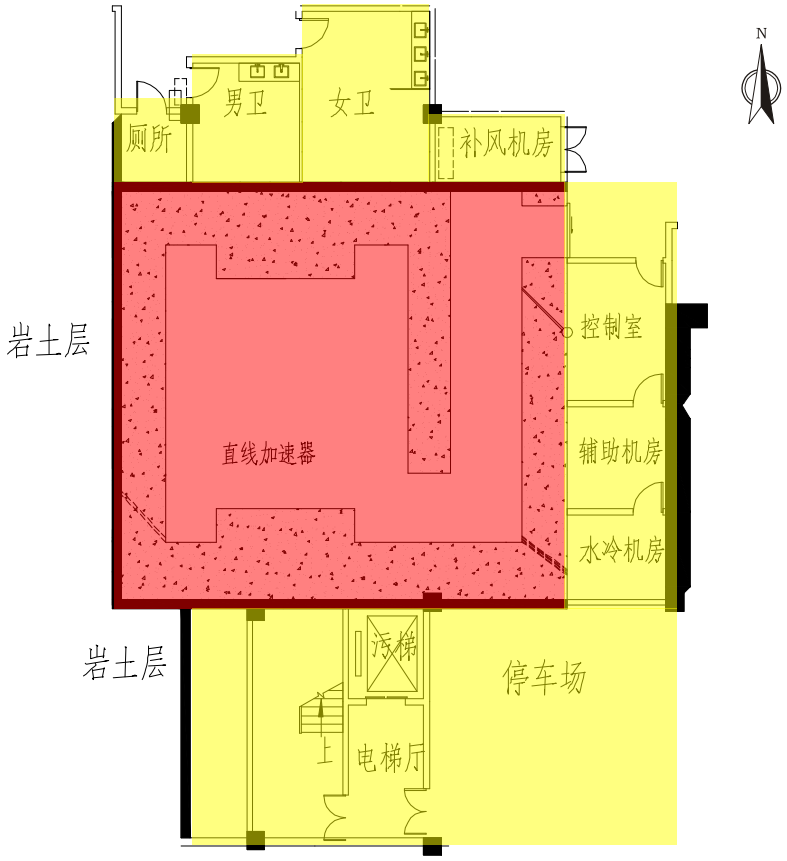


图 10.1-1　加速器放疗项目辐射工作场所分区管理图

（2）辐射防护屏蔽设计

本项目加速器机房辐射防护屏蔽设计参数表见表 10.1-2。

表 10.1-2　加速器机房辐射屏蔽设计技术参数

机房名称	方位	区域	照射线束	材料及厚度
加速器机房	西墙	侧墙	非有用线束	1800mm 混凝土（密度≥2.35t/m³）
	东墙	迷路内墙	非有用线束	1400mm 混凝土（密度≥2.35t/m³）
		迷路外墙	非有用线束	1500mm 混凝土（密度≥2.35t/m³）
	南墙	主屏蔽区	有用线束	3300mm 混凝土（密度≥2.35t/m³）
		次屏蔽区	非有用线束	2100mm 混凝土（密度≥2.35t/m³）
	北墙	主屏蔽区	有用线束	3200mm 混凝土（密度≥2.35t/m³）
		次屏蔽区	非有用线束	2100mm 混凝土（密度≥2.35t/m³）
	顶棚	主屏蔽区	有用线束	2900mm 混凝土（密度≥2.35t/m³）
		次屏蔽区	非有用线束	1650mm 混凝土（密度≥2.35t/m³）
	防护门		非有用线束	20mm 铅+80mm 含硼 5%的聚乙烯板

本项目加速器机房辐射屏蔽设计示意详见图 10.1-2。

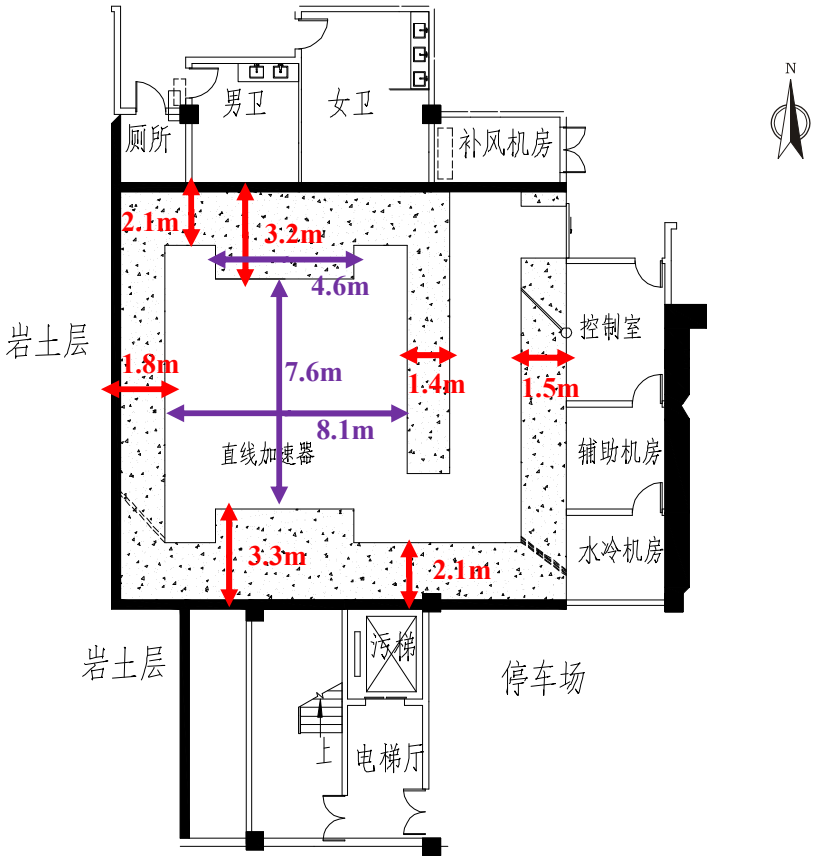


图 10.1-2　加速器机房辐射屏蔽平面设计图

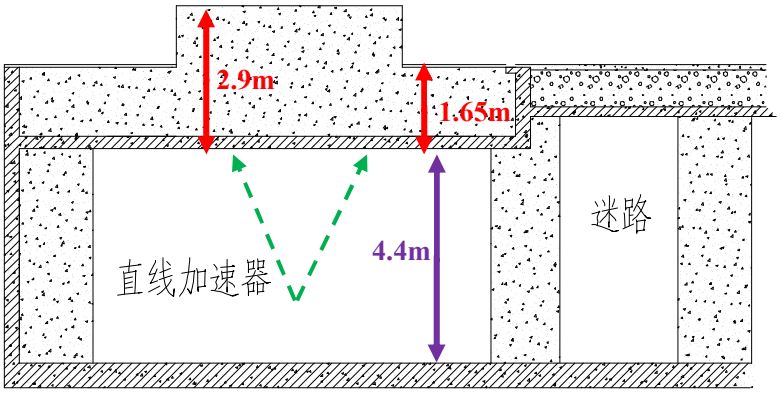


图 10.1-3 加速器机房辐射屏蔽剖面设计图（绿色虚线表示有用线束范围）

（3）电缆穿墙设计

本项目加速器机房的全部电缆均通过地下电缆沟走线，从安装加速器的地坑出线后沿着屏蔽墙内侧走线，在出口处采用“⌒”型路径设计，下沉后穿越屏蔽墙到达机房外。电缆沟穿过屏蔽墙的设计方案见图 10.1-4。

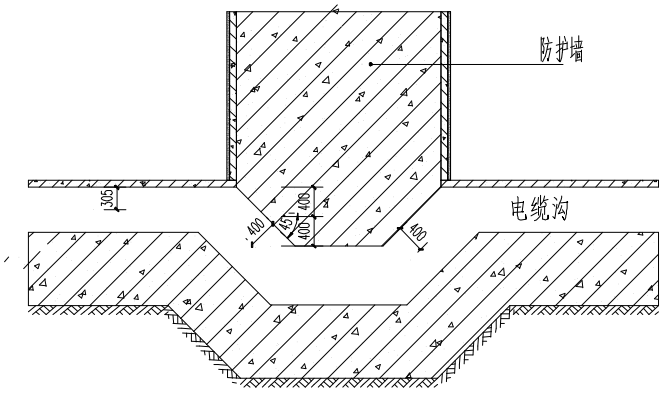


图 10.1-4　电缆沟穿过屏蔽墙的设计图

通过多次折返的电缆沟设计和下沉地面穿越屏蔽墙的设计，增加泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。

（4）通风设计

为减小少量臭氧和微量氮氧化物的危害，加速器机房内设计有通风系统，机房拟安装排风能力不小于 1600m³/h 的动力排风装置，保证能及时将感生放射性气体和臭氧等有害气体排出室外。根据排风能力计算，每间加速器机房每小时的通风换气次数为 5~6 次，通风能力保证满足《医用电子加速器卫生防护标准》（GBZ126-2011）要求治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h 的规定。

本项目加速器机房的新风口拟建在房间天花板处，排风口设在房间内新风口的对角线，距离地面约 30cm 处。新风口和排风口的设计位置合理，通风系统可以有效的对流房内空气进行换气。新风口和排风口位置图见图 10.1-5，通风管线走向图见附图 8。

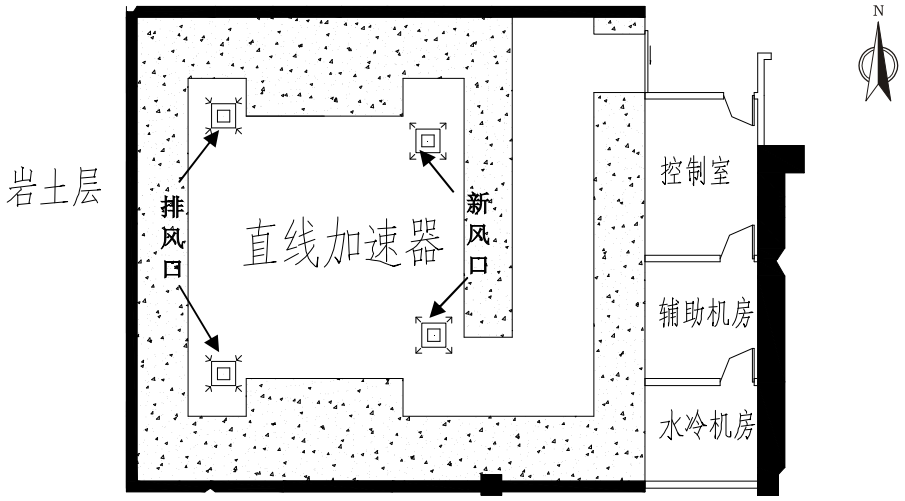


图 10.1-5　新风口和排风口位置图

加速器机房中分别设置进风管道和排风管道，在迷路区域进入机房，后沿着迷路走向到达机房内治疗区；通风管道采用“Z”型设计穿过防护门上方屏蔽墙，废气经排风管最终汇入放疗科东侧的排风井，排风井通至屋顶，排风口高出所在建筑屋脊，并且排放口风管端口进行了防雨、防鸟、防虫设计，废气最终排至大气环境。通过多次折返的设计，增加通风管道中泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。通风管道穿过屏蔽墙的设计方案见图 10.1-6。

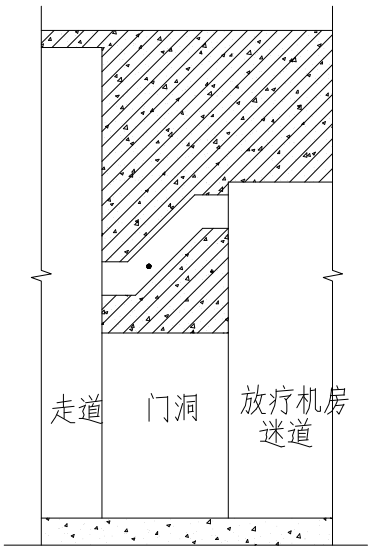


图 10.1-6　通风管道穿过屏蔽墙的设计图

（5）放疗装置钥匙开关

加速器放疗装置本身均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。

（6）电动防护门机连锁和手动开门装置

加速器机房的电动防护门与加速器放疗装置连锁，而且均具有两道独立的门机联锁，一旦防护门被打开，联锁装置即切断该加速器机房内加速器治疗机的出束开关，使加速器立即停止出束。

加速器机房在防护门内侧设计有手动开门装置，在紧急情况下使用。

（7）紧急停止开关

加速器机房内关键部位墙面、迷路内墙面和控制室内均设置了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。紧急停止开关位置见图 10.1-7，紧急停止开关的设计位置基本合理。

（8）实时摄像监视和通讯系统

在加速器机房内均设有摄像监视系统，使控制室的工作人员可清楚地观察到治疗室内加速器的工作情况，如发生意外情况可及时处理。摄像头的位置见图 10.1-7，摄像头的设计位置基本合理。

（9）实时辐射水平监测系统

在加速器机房内设有固定式在线辐射剂量率监测探头 ，实时监测到辐射剂量率水平显示在控制室中，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，监测探头的位置见图 10.1-7。

（10）辐射安全警示设施

加速器机房大门设置醒目的电离辐射警示牌和工作状态警示灯，加速器放疗系统运行工作时有醒目的灯光警示，门头警示灯的位置见图 10.1-7。

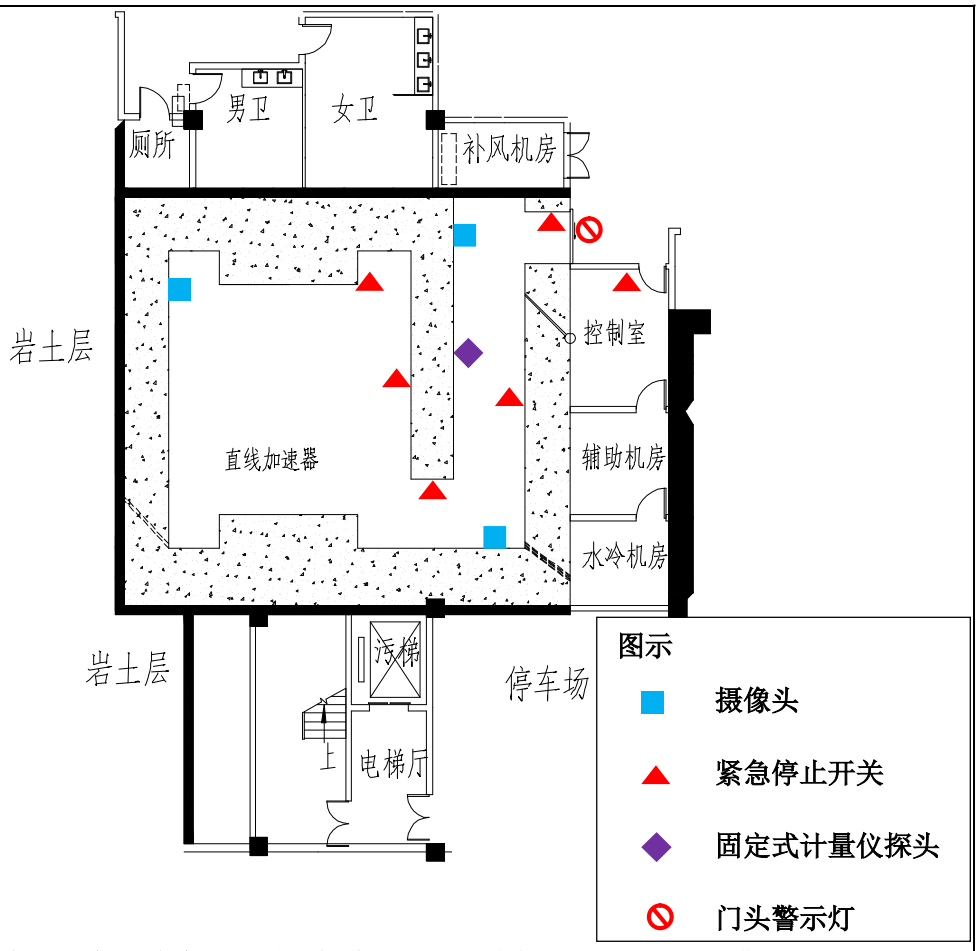


图 10.1-7　直线加速器机房内急停开关、摄像头、固定式剂量仪探头和门头警示灯位置图

（11）加速器机房设置与标准对照分析

表 10.1-3 加速器机房设置与标准对照分析表

机房名称	《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）的要求	本项目设计情况	符合性
加速器	治疗室选址、场所布局和防护设计应符合 GB18871 的要求，保障职业场所和周围环境安全	本项目加速器机房位于 2#医技楼地下一层，采取相应的屏蔽及安全防护措施，选址、场所布局和防护设计均符合 GB18871 的要求	符合
	有用线束直接投照的防护墙（包括天棚）按初级辐射屏蔽要求设计，其余墙壁按次级防护屏蔽要求设计，辐射屏蔽设计应符合 GBZ/T201.1 要求	本项目加速器机房设置符合 GBZ/T201.1 要求	符合
	在加速器迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率不应大于 2.5μSv/h。	经预测，迷宫门处、控制室和加速器机房墙外 30cm 处的周围剂量当量率均小于 2.5μSv/h	符合
	治疗室应有足够的使用面积，新建治疗室不应小于 45m^2。	治疗室使用面积 62m^2	符合
	治疗室入口处必须设置防护门和迷路，防护门应与加速器连锁。	拟设置治疗室入口防护门和迷路，防护门与加速器连锁	符合

	X 射线能量超过 10MV 的加速器，屏蔽设计应考虑中子辐射防护。	本项目加速器最大射线能量为 15MV，设计时已考虑中子的防护，经预测，可以达到标准要求	符合
	穿越防护墙的导线、导管等不得影响其屏蔽防护效果	穿越防护墙的导线、导管设计使其不影响所在屏蔽体防护效果，施工过程严格按照要求施工	符合
	治疗室和控制室之间应安装监视和对讲设备	拟按要求设置监视和对讲装置	符合
	相关位置（例如治疗室入口上方等）应安装醒目的指示灯和辐射标志	拟在治疗室入口上方等位置安装醒目的指示灯和辐射标志，工作状态指示灯与防护门实现门灯连锁	符合
	治疗室通风换气次数应不小于 4 次/小时	机房内采用机械通风，设计通风换气次数为 5~6 次/小时。	符合

10.1.2 后装机

（1）工作场所布局分析及分区情况

①工作场所布局分析

本项目后装机位于 2#医技楼地下一层北侧位置，后装机用房主要由后装机治疗机房、控制室和缓冲准备室组成。后装机治疗机房由治疗室、迷路和防护门组成。

本项目后装机治疗机房治疗室与缓冲准备室和控制室分开设置，控制室位于治疗室北侧、缓冲准备室位于治疗室北侧，治疗室面积为 39.8m^2，治疗室入口设置的迷路为 L 型迷路。后装治疗机房布局符合《后装 γ 源近距离治疗卫生防护标准》（GBZ121-2017）中“治疗室必须与准备室和控制室分开设置”、“治疗室使用面积不应小于 20m^2”、“治疗室入口必须采用迷路设计”的规定。综上所述，本项目后装治疗机房布局基本合理。

后装机辐射工作场所四周情况见表 10.1-4。

表 10.1-4 后装机房相邻环境状况

位置	拟用放射源	东面	南面	西面	北面	上一层	下一层
后装机房	^{192}Ir	MR 定位机房、配电间、停车场	停车场	直加控制室、水冷机房、辅助机房	缓冲准备室、后装控制室	DR 机房	岩土层

②工作场所分区情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求，医院拟对后装机的工作场所进行分区管理，将工作场所分为控制区和监督区：后装机房为控制区；后装控制室、缓冲准备区域、直加控制室、MR 定位机房、辅助机房、水冷机房及停车场为监督区。机房门外有醒目的电离辐射警示牌和工作指示灯，避免人员误闯入或误照射。拟建后装机的工作场所分区详见图 10.1-8。

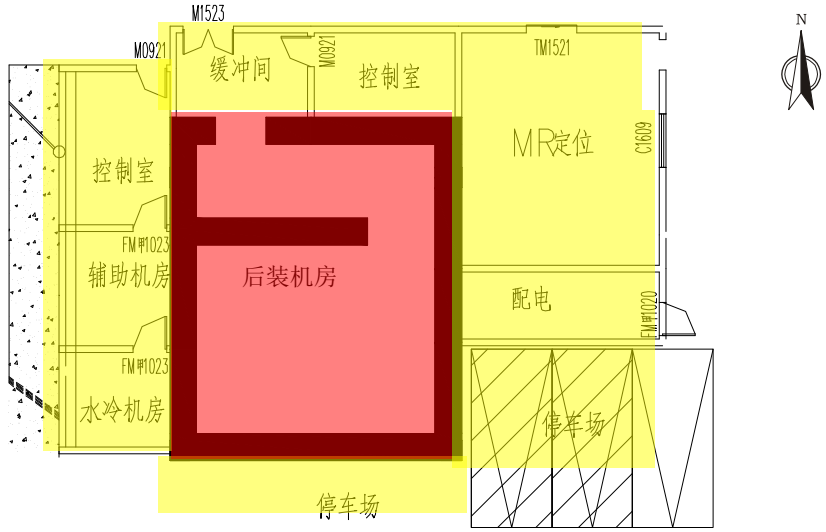


图 10.1-8　后装机工作场所分区管理图

（2）辐射防护屏蔽设计

本项目后装机房辐射防护屏蔽设计参数表见表 10.1-5。

表 10.1-5　后装机房辐射屏蔽设计技术参数

屏蔽体	设计屏蔽厚度
东面	800mm 钢筋混凝土（密度≥2.35/m³）
南面	800mm 钢筋混凝土（密度≥2.35/m³）
西面	800mm 钢筋混凝土（密度≥2.35/m³）
北面	800mm 钢筋混凝土（密度≥2.35/m³）
顶棚	800mm 钢筋混凝土（密度≥2.35/m³）
地板	500mm 钢筋混凝土（密度≥2.35/m³）
屏蔽门	8mm 铅

本项目后装机房辐射屏蔽设计示意详见图 10.1-9 和图 10.1-10。

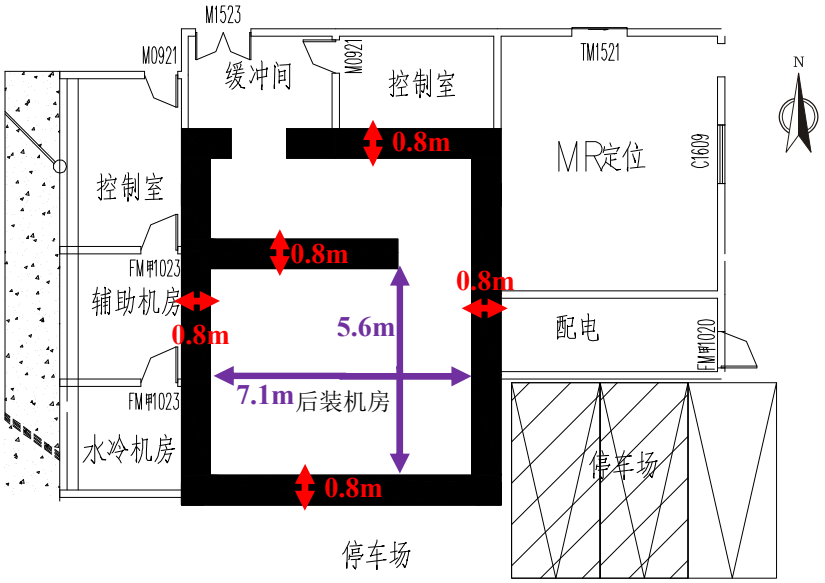


图 10.1-9　后装机房辐射屏蔽平面设计图

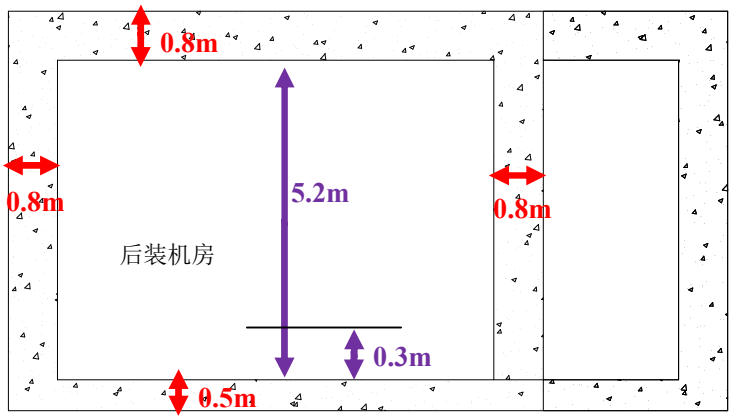


图 10.1-10　后装机房辐射屏蔽剖面设计图

（3）电缆穿墙设计

本项目后装机房的电缆均通过地下电缆沟走线，并采用“⌐”型方式从地坪下穿越屏蔽墙体到达机房外。电缆沟穿过屏蔽墙的设计方案见图 10.1-11。

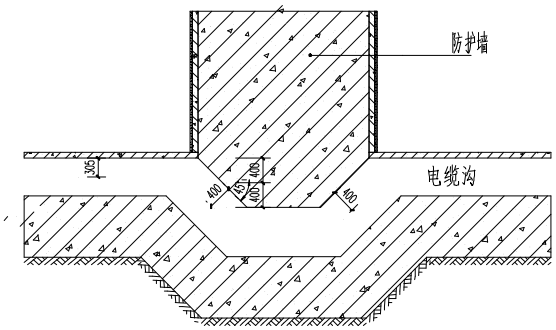


图 10.1-11　电缆沟穿过屏蔽墙的设计图

通过多次折返的电缆沟设计和下沉地面穿越屏蔽墙的设计，增加泄漏射线的散射次

数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。

（4）通风设计

为减小气载放射性物质和有害气体的危害，后装机房内设计有通风系统，根据通风设计方案，后装机房排风采用的风机风量为 1400m³/h 根据排风能力计算，机房每小时的通风换气次数为 6~7 次，能保证及时将臭氧等有害气体排出室外。

本项目后装机房的新风口拟建在房间天花板处，排风口设在房间内新风口的对角线，距离地面约 30cm 处。新风口和排风口的设计位置合理，通风系统可以有效的对机房内空气进行换气。新风口和排风口位置图见图 10.1-12，通风管线走向图见附图 8。

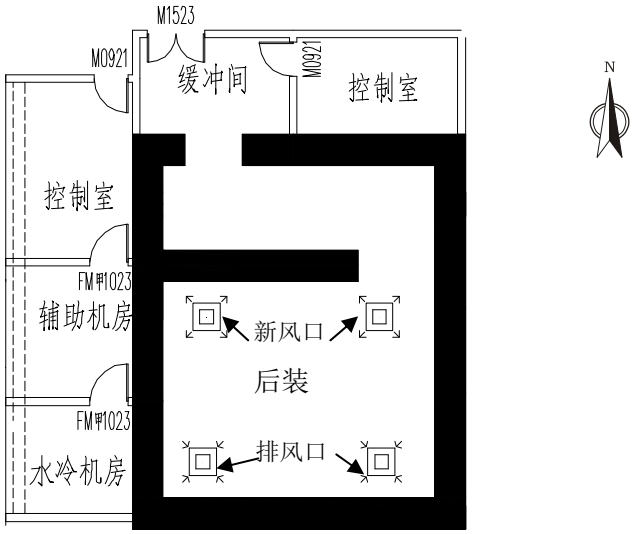


图 10.1-12　新风口和排风口位置图

后装机房设置进风管道和排风管道，在迷路区域进入机房，后沿着迷路走向到达机房内治疗区；通风管道采用“Z”型设计穿过防护门上方屏蔽墙，废气经排风管最终汇入放疗科东侧的排风井，排风井通至屋顶，排风口高出所在建筑屋脊，并且排放口风管端口进行了防雨、防鸟、防虫设计，废气最终排至大气环境。通过多次折返的设计，增加通风管道中泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。通风管道穿过屏蔽墙的设计方案见图 10.1-13。

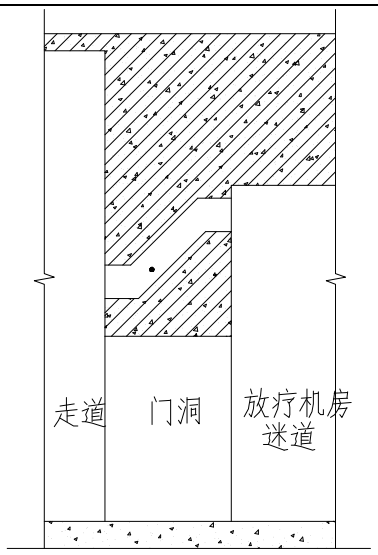


图 10.1-13　通风管道穿过屏蔽墙的设计图

（5）应急开关

后装机房内关键部位墙面、迷路内墙面和控制室内设置了应急开关并有明显的标志，应急开关能够使放射源迅速返回贮源器，供应急停止使用。事故处理完毕后，再于本地复位，后装机才能重新启动。应急开关位置见图 10.1-14，应急开关位置基本合理。

（6）电动防护门机联锁

机房的电动防护门与后装治疗机联锁，只有关门才能导出放射源进行治疗，治疗过程中，意外开门时，系统将自动收回放射源至贮源器，终止出束。

（7）手动开门装置

建设单位拟在后装机房防护门内侧安装手动开门装置，在停电或设备故障等情况下，防护门可以手动打开。

（8）实时摄像监视和通讯系统

后装机房内设有摄像监视系统和对讲机，使控制室的工作人员可清楚地观察到治疗室内后装机的工作情况并能与机房内沟通，如发生意外情况可及时处理。摄像头位置见图 10.1-14，摄像头位置基本合理。

（9）辐射监测设施

后装机房内将设置辐射剂量率监测设施，并将监测水平实时显示在控制台上，操作人员可以在控制台上通过辐射剂量率的监测显示判断放射源由工作贮源器内输出和返回贮存位置的状态。辐射监测探头的设置位置见图 10.1-14。

（10）辐射安全警示设施

后装机房大门上将设置醒目的符合 GB18871 规定的电离辐射警示牌、工作状态警示灯，保证后装放疗系统运行工作时，机房外有声、光报警提示，门头警示灯的位置见图 10.1-14。

（11）防护应急装备

医院拟在治疗室内配备储源容器一个，长柄镊子一个。

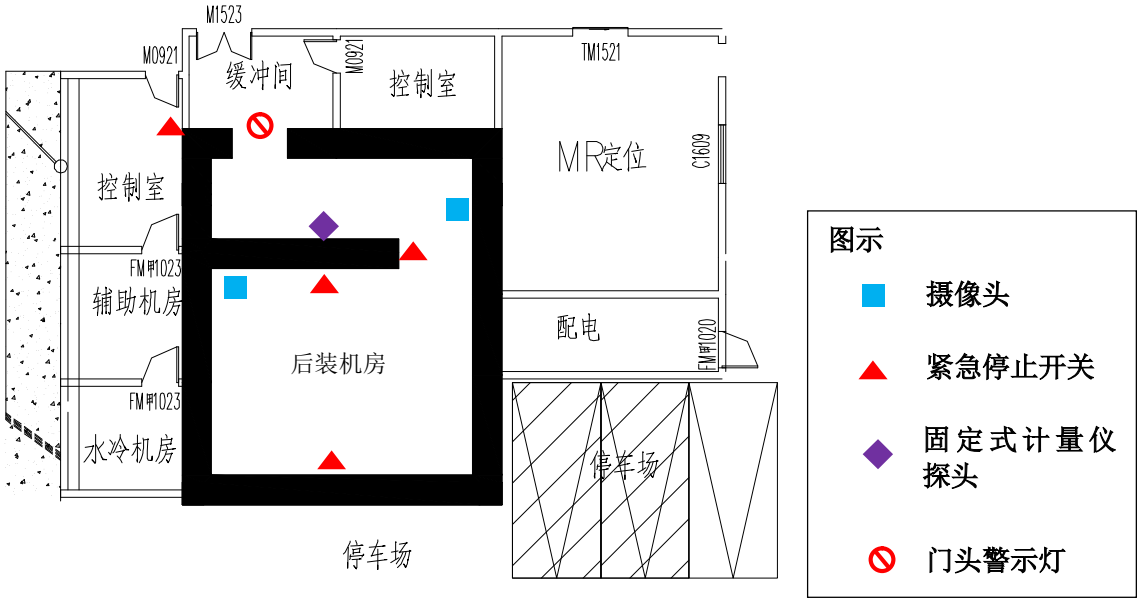


图 10.1-14　摄像、急停开关等安全装置位置图

（12）后装机房设置与标准对照分析

表 10.1-6　加速器机房设置与标准对照分析表

机房名称	《后装γ源近距离治疗放射防护要求》（GBZ121-2017）的要求	本项目设计情况	符合性
后装机	治疗室与准备室、控制室分开设置。治疗室内有效使用面积应不小于 20m^2，应将治疗室设置为控制区，在控制区进出口设立醒目的辐射警告标志，严格控制非相关工作人员进入控制区；将控制区周围的区域和场所设置为监督区，应定期对这些区域进行监督和评价	本项目治疗室与缓冲间、控制室分开设置。治疗室有效面积 39.8m^2。拟将治疗室设置为控制区，在控制区进出口设立醒目的辐射警告标志，严格控制非相关工作人员进入控制区；将控制区周围的区域和场所设置为监督区	符合
	治疗室应设置机械通风装置，其通风换气能力应达到治疗期间使室内空气，每小时交换不小于 4 次	本项目治疗室设置机械通风装置，其通风换气能力应达到治疗期间使室内空气，每小时交换约 6~7 次	符合
	治疗室入口应采用迷路形式，安装防护门并设置门-机联锁，开门状态下不能出源照射，出源照射状态下若开门放射源自动回到后装治疗设备的安全位置。治疗室外防护门上方要有工作状态显示。	本项目治疗室入口应采用迷路形式，安装防护门并设置门-机联锁，开门状态下不能出源照射。治疗室外防护门上方有工作状态显示。治疗室内拟位置应设置急停开关，按下急停开关应	符合

	治疗室内适当位置应设置急停开关，按下急停开关应能使放射源自动回到后装治疗设备的安全位置	能使放射源自动回到后装治疗设备的安全位置	
	治疗室防护门应设置手动开门装置	本项目治疗室拟在防护门设置手动开门装置	符合
	在控制室与治疗室之间应设置监视与对讲设施，如设置观察窗，其屏蔽效果应与同侧的屏蔽墙相同	本项目控制室与治疗室之间应设置监视与对讲设施	符合
	设备控制台的设置应能使操作者在任何时候都能全面观察到通向治疗室的通道情况	本项目在迷道设置监视，能全面观察到迷道情况	符合
	应配备辐射监测设备或便携式测量设备，并具备报警功能	本项目拟配备的辐射剂量率仪具备报警功能	符合
	治疗室墙壁及防护门的屏蔽厚度应符合防护最优化的原则，治疗室屏蔽体外30cm处因透射辐射导致的周围剂量当量率应不超过2.5μSv/h	经预测，治疗室屏蔽体外30cm处因透射辐射导致的周围剂量当量率应不超过2.5μSv/h	符合
	在治疗室迷道出、入口处设置固定式辐射剂量监测仪并应有报警功能，其显示单元应设置在控制室内或机房门附近	本项目治疗室迷道出、入口处设置固定式辐射剂量监测仪并应有报警功能，其显示单元应设置在控制室内	符合
	治疗室内应配有核实的储源容器、长柄镊子等应急设备	治疗室内拟配有核实的储源容器、长柄镊子等应急设备	符合
	治疗室内合适的地方应张贴应急指示	本项目拟在治疗室内张贴应急指示	符合

10.2 DSA 介入诊疗项目设施安全与防护分析

（1）工作场所布局分析及分区情况

①工作场所布局分析

本项目拟建 DSA 机房 1 和 DSA 机房 2 在内科住院楼一层。各机房相邻区域布局情况见表 10.2-1，工作场所布局见图 10.2-1。

表 10.2-1　DSA 机房周边场所布局一览表

辐射场所	东侧	南侧	西侧	北侧	上一层	下一层
DSA 机房 1	排风井、洁净走廊	控制室、设备间	排风井、风机房、污物走廊	室外	吞咽、言语治疗室	发电机房、排风机房
DSA 机房 2	设备间、洁净走廊	商业街	污物走廊	控制室、设备间	理疗中心	制冷机房

DSA 机房设置与《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）对照分析见表 10.2-2。

表 10.2-2　DSA 机房设置与标准对照分析

项目	《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）要求	设置情况	是否满足要求
机房面积	最小有效使用面积不小于 20m^2，最小单边长不小于 3.5m	DSA 机房 1　6.8m×7.3m=49.6 m^2	满足
		DSA 机房 2　6.8m×7.3m=49.6 m^2	满足
机房位置	X 射线设备机房（照射室）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	拟设置于内科住院楼一层DSA 介入诊疗项目，采取了相应的屏蔽防护措施，考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全	满足
机房布局	要合理，不得堆放与诊断工作无关的杂物；机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态	拟在 DSA 机房 1 的南侧，DSA 机房 2 的北侧设观察窗，能够观察到患者和受检者状态	满足
受检者候诊区	要选择恰当，并有相应的防护措施	候诊区设在机房外东面，有机房墙体防护	满足

经对照分析可知，DSA 机房的设置满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）平面布局的要求，采取了防辐射的屏蔽措施，能够满足放射诊疗需求，并且保证相邻场所的防护安全，因此，本项目工作场所布局合理。

②工作场所分区情况

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等相关标准对控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护情况，将 DSA 机房内部区域划为控制区，将设备间、污物走廊、洁净走廊、商业街、风机房及控制室划为监督区。本项目辐射工作场所分区情况见图 10.2-1。

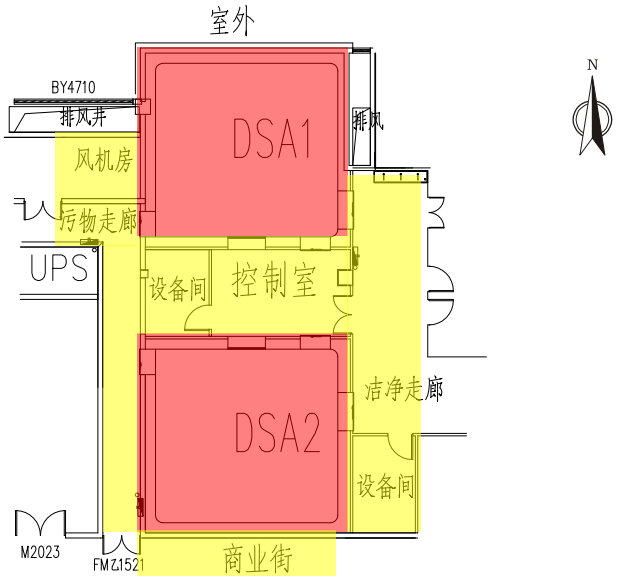


图 10.2-1　本项目内科住院楼一层辐射工作场所分区管理图

控制区通过实体屏蔽措施、警示标志等进行控制管理，在射线装置使用时，除介入

治疗的医护人员和患者外，禁止其他人员进入；监督区通过辐射危险警示标志提醒人员尽量避开该区域，并委托有资质的单位定期对监督区进行监测、检查，如果发现异常应立即查找原因、进行整改，整改完成后方可继续使用射线装置。

（2）机房剖面图

为了更直观的了解本项目辐射工作场所结构及上下层关系，本评价给出了以辐射工作场所短边（南北方向）为轴线的剖面图，见图 10.2-2。

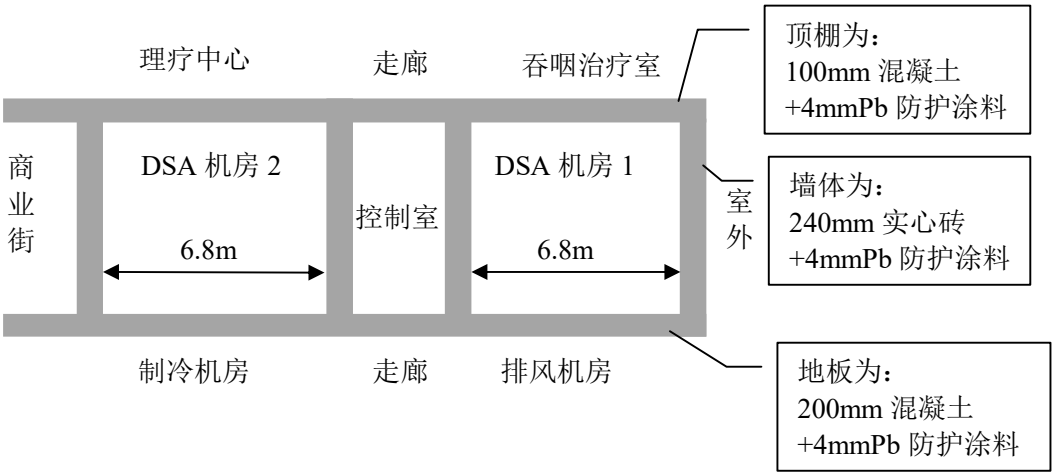


图 10.2-2　本项目拟建 DSA 机房 1 和 DSA 机房 2 剖面示意图

（3）辐射防护屏蔽设计

依据医院提供的 DSA 机房防护设计方案，将机房各屏蔽体的主要技术参数列表分析，并根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中对 X 射线机房防护设计的技术要求、最小有效使用面积及最小单边长度要求，对本评价项目屏蔽措施进行对照分析，结果见表 10.2-3、表 10.2-4。

表 10.2-3　本项目辐射工作场所拟采取屏蔽防护措施分析

机房名称	屏蔽体	屏蔽防护设计厚度	总铅当量	标准要求	是否符合要求
内科住院楼一层 DSA 机房 1 号~2 号	四周墙体	240mm 实心砖（2mmPb） +4mmPb 的防护涂料	6mmPb	2mmPb	符合（偏保守）
	地板	200mm 混凝土（2.5mmPb） +4mmPb 防护涂料	6.5mmPb	2mmPb	符合（偏保守）
	顶棚	100mm 混凝土（1.25mmPb） +4mmPb 的防护涂料	5.25mmPb	2mmPb	符合（偏保守）
	防护门	内衬 4mmPb 防护门	4mmPb	2mmPb	符合
	观察窗	4mmPb 铅玻璃	4mmPb	2mmPb	符合
注：混凝土密度不小于 2.35g/cm^3、实心砖密度不小于 1.65g/cm^3、防护涂料使用的硫酸钡水泥保证硫酸钡与水泥的比例不小于 4:1。					

表 10.2-4　本项目机房规格与标准对照表

	最小规格	有效使用面积/最小单边长	标准要求		是否符合要求
			最小有效使用面积	最小单边长	
DSA 机房 1	6.8m×7.3m	49.6m^2/6.8m	20m^2	3.5m	符合
DSA 机房 2	6.8m×7.3m	49.6m^2/6.8m	20m^2	3.5m	符合

通过表 10.2-3、表 10.2-4 可知，本项目的 DSA 机房有效使用面积、最小单边长度均满足标准要求，其四面墙体、顶棚、防护门以及观察窗均采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上下）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度符合标准要求，从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本评价项目 DSA 机房的防护设施设计满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中的相关防护设施的技术要求。

射线装置防护存在过度，经与建设单位沟通，医院出于考虑到工作人员的心理因素影响，在做防护设计时尽可能使机房外的工作或公众人员的受照剂量远低于国家标准，因此设计偏保守，建设单位对防护设计方案不作修改。

（4）管线设计及穿墙位置屏蔽补偿

该项目 DSA 机房电缆管线尚未细化设计，针对本项目新建机房的实际情况，将合理布置管线穿墙位置，将电缆管线在地面下布设，避免主射线直接照射管线口，穿墙洞口位置采用与所在墙体相同铅当量的铅盖板进行覆盖，确保管线穿墙口位置与所在墙体具有相同的屏蔽厚度，满足整个机房屏蔽防护要求，详见图 10.2-3。

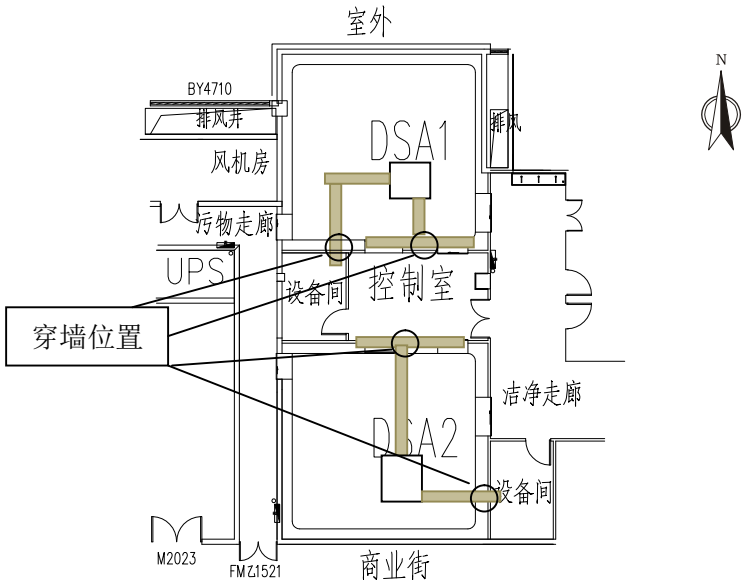


图 10.2-3　本项目拟建 DSA 机房 1 和 DSA 机房 2 电缆穿墙图

（5）个人防护用品

本项目 DSA 运行过程中拟配备满足标准和使用要求的个人防护用品，供 DSA 工作人员、受检者、患者和陪检者使用，具体个人防护用品配备情况如表 10.2-5 所示。

表 10.2-5　本项目 DSA 机房防护用品配备情况

机房名称	人员类型	《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）要求		本项目原配置情况		是否符合要求
		个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 机房 1 和 DSA 机房 2	工作人员	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜； 选配：铅橡胶手套	铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏； 选配：移动铅防护屏风	每间机房各配置 4 件铅橡胶围裙、4 件铅橡胶颈套、4 个铅橡胶帽子、4 副铅防护眼镜	每间机房各配置铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护屏、床侧铅帘、移动式铅屏风各 1 个	符合
	患者和受检者	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	——		——	符合
注：个人防护用品和辅助防护设施的铅当量均为 0.5mmPb。						

（6）其他防护措施

本项目防护措施设计方案与标准对照分析见表 10.2-6 所示。

表 10.2-6　本项目防护措施设计方案与标准对照表

项目	标准要求	本项目设计方案	是否符合
机房通风	机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。	机房设有动力排风系统，进风口和排风口在机房内天花设置，设计换风次数不小于 4 次/h，保证机房内有良好的通风。	符合
警示系统	机房门外应有电离辐射标志、辐射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句。	医院拟在机房外墙上张贴辐射防护注意事项，机房门外设置电离辐射标志，在机房门上方设置工作状态指示灯、灯箱或灯箱下方设置警示语句。	符合
安全联锁装置	机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和与机房相通的门能有效联动。	DSA 机房受检者通道门设闭门装置和门灯联锁装置，保证工作状态指示灯与防护门实现联锁功能。	符合

医院拟采取的安全联锁装置与警示系统符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的要求。

三废的治理

10.3 放疗科项目放射性三废分析

10.3.1 医用电子加速器项目

（1）放射性废气处理方案

直线加速器等设备运行过程中产生的废气主要是微量臭氧和氮氧化物，医院已设置通、排风系统，排风次数为 5~6 次/小时，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）要求换气次数不低于 4 次/h 的规定。

（2）放射性废液处理方案

本项目直线加速器运行期间冷却水循环利用，不外排，因此无废水排放；医院设置专用收储容器，用于加速器维修时放空冷却水的短时收储，待维修完成后重新使用。

（3）放射性固体废物处理方案

直线加速器更换金属靶件时，会产生废靶件。废靶件由加速器供应商回收，不会在医院存储。

10.3.2 后装治疗项目

（1）放射性废气处理方案

后装机治疗机运行过程中无放射性废气产生，运行过程中产生的废气主要是微量臭氧和氮氧化物，医院已设置通、排风系统，使机房内通风换气每小时不少于 4 次，将有害气体能及时排出室外。

（2）放射性废液处理方案

后装机治疗机运行过程中无放射性废液产生。

（3）放射性固体废物处理方案

本项目后装机使用的 ^{192}Ir 属于 III 类放射源，根据环境保护部令第 18 号令《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第二十八条，转让 I 类、II 类、III 类放射源的，转让双方应当签订废旧放射源返回协议。因此在确定采购放射源后，医院将与供源单位签订废旧放射源返回协议，废旧放射源由供源单位负责回收。

放疗科放射性三废的详细治理方案及治理后对环境的影响详见***表 11 放疗科环境影响分析***。

10.4 DSA 介入诊疗项目放射性三废分析

本项目 DSA 射线装置在使用过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物

产生，产生的废气主要是微量臭氧和氮氧化物，根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）要求，拟在所有机房内设置动力排风装置，可保证机房内良好的通风效果。

表 11 放疗科环境影响分析

11.1 建设阶段环境影响分析

本项目医院非放环评《韶关市第一人民医院整体搬迁项目环境影响报告书》已于2019年5月13日取得韶关市生态环境局的批复，批复文件号为：韶环审[2019]54号，本次评价内容为医院整体搬迁至新址开展的所有核技术利用项目运行期对环境的辐射影响，本项目涉及的放射源及射线装置使用的辐射工作场所建设施工过程主要为非辐射类影响，上述辐射工作场所施工期影响已在《韶关市第一人民医院整体搬迁项目环境影响报告书》进行了充分分析，项目建设阶段主要的污染因子有：噪声、废水、固体废弃物和扬尘，无辐射影响，亦无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

因此，本次医院核技术利用项目在建设期间对周围环境无辐射影响，亦无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 医用直线加速器环境影响分析

（1）医用直线加速器技术参数

医院拟在放疗科新增使用1台医用电子直线加速器，型号待定。根据医院计划，拟购加速器X射线能量最大为15MV，由于加速器X射线能量通常有多个档位，其中10MV和15MV两个档位对墙体屏蔽的要求较高，因此本评价仅考虑10MV和15MV两个档位分别运行时对工作场所辐射水平的影响，拟购加速器技术参数如表11.2-1所示。

表11.2-1 加速器的技术参数

设备名称	X射线最大能量	电子线最大能量	X射线最大剂量率	源轴距(SAD)	等中心距地面高度	线束张角	最大照射野	射线泄漏率	每天治疗人次
直线加速器	10MV	22MeV	2400 cGy/min	1.0m	1.3m	28°	40×40cm	≤0.1%	60人次
	15MV	22MeV	600 cGy/min	1.0m	1.3m	28°	40×40cm	≤0.1%	60人次

（2）有用线束主屏蔽区宽度核算

根据《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）4.3.3中有关公式计算有用线束主屏蔽区的宽度，机房主屏蔽墙体宽度核算结果见表11.2-2。

$$Y_P=2[(a+SAD)\times\tan\theta+0.3] \quad （式11.2-1）$$

式中：

Y_P ——机房有用射线束主屏蔽区的宽度，m；

θ ——治疗束的最大张角（相对束中的轴线），θ 取 14°；

SAD——源轴距，m；（对于医用电子直线加速器 *SAD*=1m）；

a ——等中心至墙的距离，m；

表 11.2-2 主屏蔽墙体的宽度核算

机房名称	主屏蔽墙位置	主屏蔽墙形式	等中心至墙的距离（m）	计算值（m）	设计值（m）	评价结果
直加机房	北墙主屏蔽墙宽度	内凸	5.7	3.9	4.6	满足
	南墙主屏蔽墙宽度	内凸	5.7	3.9	4.6	满足
	顶盖主屏蔽墙宽度	外凸	5.9	4.0	4.6	满足

由核算结果可知，直线加速器机房南、北及顶盖主屏蔽墙宽度能够满足有用射线束的屏蔽区宽度要求。

（3）加速器治疗室外关注点的导出剂量率参考控制水平

根据《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）的要求，在加速器治疗室外设定关注点。本项目加速器治疗室外的关注点如图 11.2-1、11.2-2 所示。由于加速器机房所在区域无地下层、机房西侧和西南侧为岩土层，人员无法停留，故上述位置不设关注点。

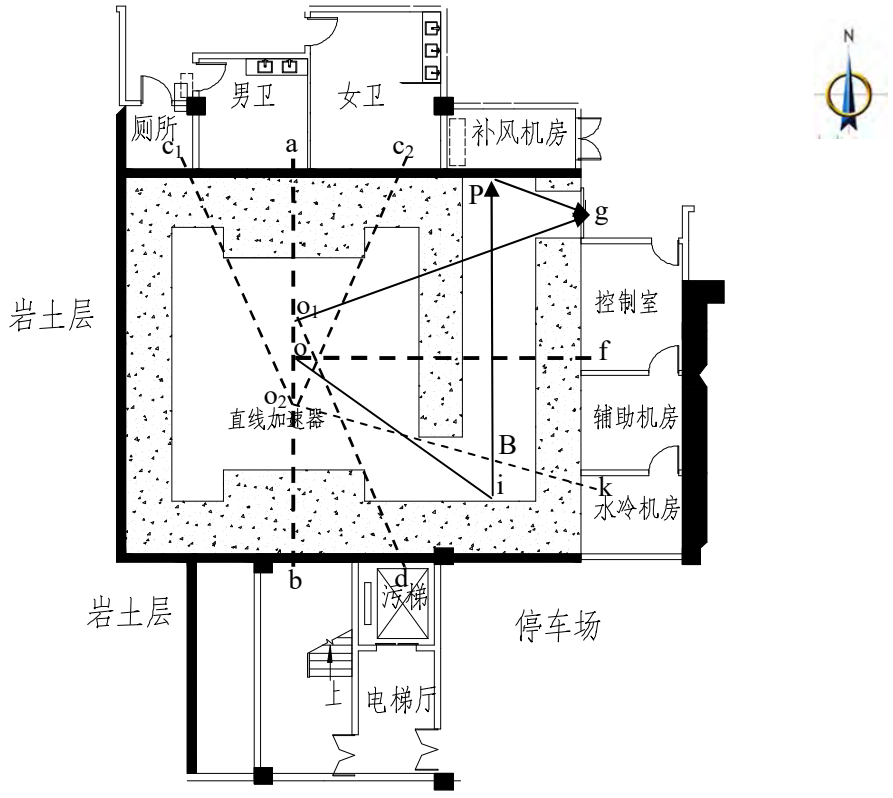


图 11.2-1 直加机房外关注点分布图（平面）

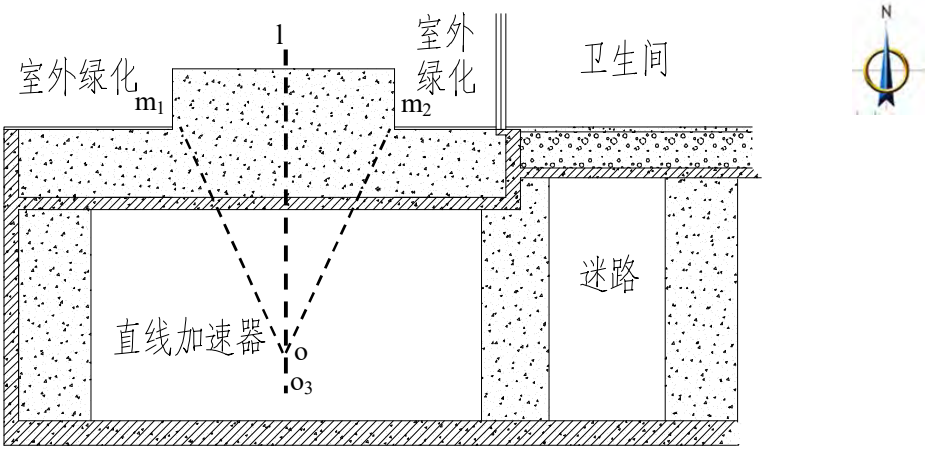


图 11.2-2　直加机房外关注点分布图（剖面）

由 GBZ/T201.2-2011 附录 A.2，单一有用线束在关注点的导出剂量率控制水平为：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c/(t \cdot U \cdot T) \qquad （式 11.2-2）$$

式中：

H_c——周参考剂量控制水平，μSv/周；

t　——治疗装置周治疗照射时间，h；

U——有用线束向关注位置的方向照射的使用因子；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子。

单一泄漏辐射在关注点的导出剂量率控制水平为：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c/(t \cdot N \cdot T) \qquad （式 11.2-3）$$

式中：

N——调强治疗时用于泄漏辐射的调强因子，通常 N=5；其余同式 11.2-2。

上述导出的剂量率参考控制水平 H_c 与按人员居留因子确定的关注点剂量率参考控制水平，取其较小者为关注点剂量率参考控制水平。

表 11.2-3　10MV 档位各关注点辐射剂量率参考控制水平

机房名称	关注点	点位描述	辐射类型	使用因子（U）	调强因子（N）	居留因子（T）	$\dot{H}_{c,max}$（μSv/h）	H_c（μSv/周）	$\dot{H}_{c,d}$（μSv/h）	
									计算值	最终取值
直加机房	a	北墙主屏蔽区外30cm（男厕）	有用线束	1/4	-	1/20	2.5	5	426.7	2.5
	c_1/c_2	北墙次屏蔽区外30cm（厕所、女卫）	散射、泄漏	-	5	1/20	2.5	2.5	10.7	2.5
	b	南墙主屏蔽区外30cm（楼梯）	有用线束	1/4	-	1/40	2.5	5	853.3	2.5

	d	南墙次屏蔽区外30cm（污梯）	散射、泄漏	-	5	1/20	2.5	2.5	10.7	2.5
	g	防护门外30cm（过道）	散射、泄漏	-	5	1/8	2.5	5	8.5	2.5
	f	迷路外墙外30cm（控制室）	泄漏	-	5	1	2.5	100	21.3	2.5
	k	迷路外墙外30cm（水冷机房）	泄漏	-	5	1/16	2.5	5	17.1	2.5
	l	顶棚主屏蔽区上30cm处（室外绿化）	有用线束	1/4	-	1/16	2.5	5	341.3	2.5
	m_1/m_2	顶棚次屏蔽区上30cm处（室外绿化）	散射、泄漏	-	5	1/16	2.5	2.5	8.5	2.5
注：$\dot{H}_{c,max}$参考《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）第6.1 款：加速器迷路门处、控制室和加速器机房墙外30cm处的周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h，取较小值。										

表 11.2-4　15MV 档位各关注点辐射剂量率参考控制水平

机房名称	关注点	点位描述	辐射类型	使用因子（U）	调强因子（N）	居留因子（T）	$\dot{H}_{c,max}$（μSv/h）	H_c（μSv/周）	$\dot{H}_{c,d}$（μSv/h）	
									计算值	最终取值
直加机房	a	北墙主屏蔽区外30cm（男厕）	有用线束	1/4	-	1/20	2.5	5	106.7	2.5
	c_1/c_2	北墙次屏蔽区外30cm（厕所、女卫）	散射、泄漏	-	5	1/20	2.5	2.5	2.7	2.5
	b	南墙主屏蔽区外30cm（楼梯）	有用线束	1/4	-	1/40	2.5	5	213.3	2.5
	d	南墙次屏蔽区外30cm（污梯）	散射、泄漏	-	5	1/20	2.5	2.5	2.7	2.5
	g	防护门外30cm（过道）	散射、泄漏	-	5	1/8	2.5	5	2.1	2.1
	f	迷路外墙外30cm（控制室）	泄漏	-	5	1	2.5	100	5.3	2.5
	k	迷路外墙外30cm（水冷机房）	泄漏	-	5	1/16	2.5	5	4.3	2.5
	l	顶棚主屏蔽区上30cm处（室外绿化）	有用线束	1/4	-	1/16	2.5	5	85.3	2.5
	m_1/m_2	顶棚次屏蔽区上30cm处（室外绿化）	散射、泄漏	-	5	1/16	2.5	2.5	2.1	2.1
注：$\dot{H}_{c,max}$参考《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）第6.1 款：加速器迷路门处、控制室和加速器机房墙外30cm处的周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h，取较小值。										

（4）有用线束和泄漏辐射影响剂量率估算

根据拟建加速器的技术参数和治疗室的设计方案，参考《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）中的计算方法，预测加速器以最高电子能量运行时，有用线束、泄漏辐射对治疗室外各目标点的辐射剂量率水平。

首先按式11.2-4计算有效厚度 X_e(cm)：

$$X_e=X \cdot sec\theta \qquad （式 11.2-4）$$

式中：

X_e——射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度，cm；

X——屏蔽墙体厚度，cm；

θ——入射角夹角。

接着，按式 11.2-4 估算屏蔽物质的屏蔽透射因子 B。

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL} \qquad （式 11.2-5）$$

式中：TVL_1(cm)和 TVL(cm)为辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度和平衡什值层厚度。当未指明 TVL_1 时，TVL_1=TVL。

再按式 11.2-6 计算相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率 $\dot{H}$ (μSv/h)

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \bullet f}{R^2} \bullet B \qquad （式 11.2-6）$$

式中：

$\dot{H}_0$——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的最高剂量率，μSv·m^2/h，

本项目 X 射线最高输出率：10MV 加速器为 1.44×10^{9}μSv·m^2/h，

15MV 加速器为 3.6×10^{8}μSv·m^2/h；

f——对有用线束为 1；对泄漏辐射为泄漏辐射比率，取 0.001；

R——辐射源点(靶点)至关注点的距离，m；

B——屏蔽物质的屏蔽透射因子。

根据本项目治疗室的设计方案，使用公式 11.2-4 至式 11.2-6 计算出各关注点的有用线束和泄露辐射剂量率水平，计算参数和结果见表 11.2-5 和表 11.2-6。

表 11.2-5　10MV 档位各关注点有用线束和泄漏辐射剂量率的预测结果

机房名称	关注点	点位描述	辐射类型	有效厚度（m）	入射角θ(°)	距离 R (m)	f	TVL1 (cm)	TVL (cm)	预测值 $\dot{H}$（μSv/h）
直加机房	a	北墙主屏蔽区外 30cm（男厕）	有用线束	3.2	0	8.32	1	41	37	5.99×10^{-2}
	b	南墙主屏蔽区外 30cm（楼梯）	有用线束	3.3	0	8.16	1	41	37	3.34×10^{-2}
	c_1/c_2	北墙次屏蔽区外 30cm（厕所、女卫）	泄漏	2.5	31	8.92	0.001	35	31	2.10×10^{-4}
	d	南墙次屏蔽区外 30cm（污梯）	泄漏	2.5	31	8.92	0.001	35	31	2.10×10^{-4}
	g	防护门外 30cm（过道）	泄漏	1.5	24	10.3	0.001	35	31	2.65×10^{-1}
	f	迷路外墙外 30cm（控制室）	泄漏	2.9	0	9.40	0.001	35	31	9.69×10^{-6}

	k	迷路外墙外 30cm（水冷机房）	泄漏	1.5	0	10.2	0.001	35	31	2.70×10^{-1}
	l	顶棚主屏蔽区上 30cm 处（室外绿化）	有用线束	2.9	0	6.98	1	41	37	5.51×10^{-1}
	m_1/m_2	顶棚次屏蔽区上 30cm 处（室外绿化）	泄漏	1.8	22	6.20	0.001	35	31	7.87×10^{-2}

表 11.2-6　15MV 档位各关注点有用线束和泄漏辐射剂量率的预测结果

机房名称	关注点	点位描述	辐射类型	有效厚度（m）	入射角θ(º)	距离 R (m)	f	TVL1 (cm)	TVL (cm)	预测值 $\dot{H}$（μSv/h）
直加机房	a	北墙主屏蔽区外 30cm（男厕）	有用线束	3.2	0	8.32	1	44	41	9.65×10^{-2}
	b	南墙主屏蔽区外 30cm（楼梯）	有用线束	3.3	0	8.16	1	44	41	5.72×10^{-2}
	c_1/c_2	北墙次屏蔽区外 30cm（厕所、女卫）	泄漏	2.5	31	8.92	0.001	36	33	1.48×10^{-4}
	d	南墙次屏蔽区外 30cm（污梯）	泄漏	2.5	31	8.92	0.001	36	33	1.48×10^{-4}
	g	防护门外 30cm（过道）	泄漏	1.5	24	10.3	0.001	36	33	1.19×10^{-1}
	f	迷路外墙外 30cm（控制室）	泄漏	2.9	0	9.40	0.001	36	33	8.19×10^{-6}
	k	迷路外墙外 30cm（水冷机房）	泄漏	1.5	0	10.2	0.001	36	33	1.21×10^{-1}
	l	顶棚主屏蔽区上 30cm 处（室外绿化）	有用线束	2.9	0	6.98	1	44	41	7.39×10^{-1}
	m_1/m_2	顶棚次屏蔽区上 30cm 处（室外绿化）	泄漏	1.8	22	6.20	0.001	36	33	4.05×10^{-2}

（5）散射辐射影响剂量率估算

对于与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区（如关注点 c_1/c_2、d、m_1/m_2），除了考虑有用线束的泄漏辐射外，还需考虑有用线束水平或向顶部照射时，人体散射辐射穿过次屏蔽区后的剂量影响。散射辐射主要考虑患者一次散射辐射的剂量率影响。根据《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），患者一次散射辐射的剂量率可按公式 11.2-7 进行估算。

$$\dot{H}=\frac{\dot{H}_0\bullet a_{ph}\bullet(F/400)}{R_S{}^2}\bullet B \qquad （式 11.2-7）$$

式中：

$\dot{H}_0$——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率，μSv·m^2/h；

a_{ph}——患者 400cm^2 面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m（关注点方向）处的剂量比例，又称 400cm^2 面积上的散射因子；根据 GBZ/T201.2-2011 附录表 B.2 可查，10MV

加速器 a_{ph}=3.18×10^{-3}；15MV 加速器用 18MV 的数值加以保守估计，则 15MV 加速器 a_{ph} =2.53×10^{-3}。

F——治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积，cm^2；

R_S——患者（位于等中心点）至关注点的距离，m；

B——屏蔽物质的屏蔽透射因子。

根据上述公式和参数，可计算关注点的患者一次散射剂量率如表 11.2-7 和表 11.2-8 所示。

表 11.2-7　10MV 档位关注点散射辐射剂量率预测结果

名称	关注点	点位描述	有效厚度（m）	入射角 $\theta_{(°)}$	距离 R_s（m）	F（cm^2）	a_{ph}	TVL_1（cm）	TVL（cm）	预测值 $\dot{H}$（μSv/h）
直加机房	c_1/c_2	北墙次屏蔽区外30cm（厕所、女卫）	2.5	31	8.92	40×40	3.18×10^{-3}	28	28	2.71×10^{-4}
	d	南墙次屏蔽区外30cm（污梯）	2.5	31	8.92	40×40	3.18×10^{-3}	28	28	2.71×10^{-4}
	m_1/m_2	顶棚次屏蔽区上30cm处（室外绿化）	1.8	22	6.20	40×40	3.18×10^{-3}	28	28	1.78×10^{-1}

表 11.2-8　15MV 档位关注点散射辐射剂量率预测结果

名称	关注点	点位描述	有效厚度（m）	入射角 $\theta_{(°)}$	距离 R_s（m）	F（cm^2）	a_{ph}	TVL_1（cm）	TVL（cm）	预测值 $\dot{H}$（μSv/h）
直加机房	c_1/c_2	北墙次屏蔽区外30cm（厕所、女卫）	2.5	31	8.92	40×40	2.53×10^{-3}	31	31	3.95×10^{-4}
	d	南墙次屏蔽区外30cm（污梯）	2.5	31	8.92	40×40	2.53×10^{-3}	31	31	3.95×10^{-4}
	m_1/m_2	顶棚次屏蔽区上30cm处（室外绿化）	1.8	22	6.20	40×40	2.53×10^{-3}	31	31	1.48×10^{-1}

（6）迷路入口散射辐射剂量估算

①10MV 档位计算参数和结果

本项目直线加速器有用线束不向迷路内墙照射，根据 GBZ/T201.2-2011 中 4.3.2.5，迷路入口的辐射剂量率考虑如下：

a)①人体受有用线束照射时，散射至 i 点的辐射并再次受墙的二次散射至 g 点，到达 g 处的辐射。②至 i 点的泄漏辐射受墙体散射至 g 处的辐射。③有用线束穿出人体到达位置 h，受主屏蔽墙的散射至 n 处迷路外墙再次散射，到达 g 处的辐射墙的辐射散射至 g 处的辐射。在估算 g 处的辐射剂量率时，以加速器向 b 水平照射时①项人体的散射辐射作为以上三项之和的近似估计，通常可忽略②、③二项。

b) 核算加速器的泄漏辐射（以偏离 o 的位置 o_2 为中心）经迷路内墙屏蔽后在迷路入口 g 的辐射剂量，泄漏路径为“o_2→g”。当加速器主屏蔽区加厚屏蔽部分凸向屏蔽墙外表面或凸向屏蔽墙内表面时，o_2 至 g 的泄漏辐射射入迷路内墙的斜射角有所不同，通常以 30°斜射角保守保计。

（a）散射辐射（o_1→o→i→g）

入口 g 处的散射辐射剂量率$\dot{H}_g$按公式如下公式

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \times (F/400)}{R_1^2} \times \frac{\alpha_2 \times A}{R_2^2} \times \dot{H}_0 \qquad (11.2\text{-}8)$$

式中：

$\dot{H}_g$——g 处的散射辐射剂量率，μSv/h；

α_{ph}——患者 400cm^2 面积上的散射因子，见附录 B.2，通常取 45°散射角的值；

F ——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm^2；

α_2 ——砼墙入射的患者散射辐射（能量见附录 B 表 B.3）的散射因子，通常取 i 处的入射角为 45°，散射角为 0°，α_2 值见附录 B 表 B.6，通常使用其 0.5MeV 栏内的值；

A ——i 处的散射面积，m^2；

R_1——“o→i”之间的距离，m；

R_2——“i→g”之间的距离，m；

$\dot{H}_0$——加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率，μSv•m^2/h。

各参数选取及计算结果见表 11.2-9。

表 11.2-9　机房入口处（g 点）处无防护门时散射辐射剂量率

参数名称	参数数值
射线路径	o_1→o→i→g
射线类型	散射辐射
患者 400cm^2 面积上的散射因子 α_{ph}	1.35×10^{-3}
有用束在等中心处的最大治疗野面积 F（cm^2）	1600
砼墙入射的患者散射辐射的散射因子 α_2	22×10^{-3}
i 处的散射面积 A(m^2)	17.7
“o→i”之间的距离 R_1(m)	8.23
“i→g”之间的距离 R_2(m)	12.5
泄漏辐射比 f	0.001
距靶 1m 处的泄漏辐射剂量率 H_0（μGy·m^2/h）	1.44×10^{9}
关注点剂量率$\dot{H}_g$（μSv/h）	286

（b）泄漏辐射（o_1→g）

见表 11.2-5。

（c）防护门外辐射剂量率计算

在给定防护门的铅屏蔽厚度 X（cm）时，防护门外的辐射剂量率$\dot{H}$按下式计算：

$$\dot{H} = \dot{H}_g \times 10^{-(X/TVL)} + \dot{H}_{og} \qquad (11.2\text{-}9)$$

式中：

$\dot{H}$——g 处的散射辐射剂量率，μSv/h；

X——铅屏蔽厚度 X，cm；

$\dot{H}_{og}$——漏射 X 射线穿透迷路内墙后的最大剂量当量率；

式中 TVL=0.5cm（铅）；

各参数选取及估算结果见表 11.2-10。

表 11.2-10　防护门外的总辐射剂量率

参数名称		参数数值
g 处的散射辐射剂量率 $\dot{H}_g$(μSv/h)		286
铅屏蔽厚度 X(mm)		20
TVL(mm)		5
漏射射线穿透迷路内墙后的最大剂量当量率 $\dot{H}_{og}$(μSv/h)		2.65×10^{-1}
关注点剂量率 $\dot{H}$（μSv/h）	计算结果	2.93×10^{-1}

②15MV 档位计算参数和结果

由于本项目直线加速器有用线束不向迷路内墙照射，迷路为“L”型迷路，加速器 X 射线最大能量为 15MV，分析计算过程中考虑中子辐射影响。因此，根据 GBZ/T201.2-2011，考虑中子辐射影响时，迷路散射辐射应考虑总中子注量、机房入口的中子俘获 γ 射线的剂量率$\dot{H}_r$、机房入口的中子剂量率$\dot{H}_n$。

（a）总中子注量（ϕ_B）

$$\phi_B = \frac{Q_n}{4\pi d_1^2} + \frac{5.4Q_n}{2\pi S} + \frac{1.26Q_n}{2\pi S} \qquad (11.2\text{-}10)$$

式中：

ϕ_B——等中心处 1Gy 治疗照射时 i 处的总中子注量，（中子数/m^2）/Gy；

Q_n——在等中心处每 1Gy 治疗照射时射出加速器机头的总中子数，中子数/Gy；根

据 NCRP No151 的表 B.9 可知， 15MV 加速器 Q_n 值取为 0.76×10^{12} 个/Gy。

d_1——等中心 O 至 B 点的距离，m；

S——治疗机房的总内表面积（m^2），包括四壁墙、顶面和底面，不包括迷路内各面积。

机房的中子注量计算结果见表 11.2-11。

表 11.2-11 中子注量计算结果

机房名称	直加机房
Q_n（中子数/Gy）	0.76×10^{12}
d_1(m)	7.64
S(m^2)	280
$\varnothing_B$（（中子数/m^2）/Gy）	3.91×10^{9}

（b）迷路入口的中子俘获 γ 射线的剂量率

机房内及迷路中的中子在与屏蔽物质作用时产生中子俘获 γ 射线，迷路入口无防护门时的中子俘获 γ 射线的剂量率$\dot{H}_\gamma$（μSv/h）按公式 11.2-11 计算。

$$\dot{H}_\gamma = 6.9\times10^{-16}\times\Phi_B\times10^{-d_2/TVD}\times\dot{H}_0 \qquad (11.2\text{-}11)$$

式中：

6.9×10^{-16}——经验因子，Sv/（中子数/m^2）；

ϕ_B——等中心处 1Gy 治疗照射时 i 处的总中子注量，（中子数/m^2）/Gy；

d_2——B 点至机房入口 g 的距离，m；

TVD——什值距离，对于 15MV 加速器为 3.9m；

$\dot{H}_0$——等中心治疗 X 射线剂量率，μGy/h。

对于二阶迷路，以二级迷路 d_{2a} 和 d_{2b} 之和代替 d_2，并且 $\dot{H}_r$ 为式 11.2-11 的 1/3。

根据上述公式计算机房迷路入口的中子俘获 γ 射线的剂量率$\dot{H}_\gamma$如表 11.2-12 所示。

表 11.2-12 迷路入口的中子俘获 γ 射线的剂量率计算结果

机房名称	直线加速器机房
$\varnothing_B$（（中子数/m^2）/Gy））	3.91×10^{9}
d_2(m)	12.5
TVD(m)	3.9

$\dot{H}_0$（μSv/h）	3.6×10^8
$\dot{H}_\gamma$（μSv/h）	0.20

（c）迷路入口的中子剂量率

机房内的中子经迷路散射后在机房入口门外 30cm 处 g 处无防护门时的剂量率$\dot{H}_n$（μSv/h）见公式 11.2-12：

$$\dot{H}_n = 2.4\times10^{-15}\times\Phi_B\times\sqrt{S_0/S_1}\times(1.64\times10^{-d_2/1.9}+10^{-d_2/T_n})\times\dot{H}_0$$

……..（11.2-12）

式中：

2.4×10^{-15}——经验因子，Sv/（中子数/m^2）；

S_0——迷路内口的面积，m^2；

S_1——迷路横截面积，m^2；

d_2——B 点到迷路入口 g 的距离，m；

T_n——什值距离。T_n 为一个经验值，与迷路横截面积有关，可按以下计算：

$$T_n = 2.06\sqrt{S_1} \qquad (11.2\text{-}13)$$

根据上述参数和公式可计算机房入口的中子剂量率$\dot{H}_n$如表 11.2-13 所示。

表 11.2-13　迷路入口的中子剂量率$\dot{H}_n$计算结果

机房名称	直加机房
S_0（m^2）	11.5
S_1（m^2）	12.0
d_2（m）	12.5
T_n（m）	7.14
$\dot{H}_n$（μSv/h）	58.6

（d）迷路入口 30cm 处的泄漏辐射剂量率

见表 11.2-6。

（e）迷路入口处的中子辐射剂量率

当给定防护门屏蔽厚度 X_r 和 X_n 时，防护门 30cm 处的辐射剂量率$\dot{H}$（μSv/h）按公式 11.2-14 计算：

$$\dot{H} = \dot{H}_\gamma\times10^{-X_\gamma/TVL_\gamma}+\dot{H}_n\times10^{-X_n/TVL_n}+\dot{H}_{og}\times B_{og} \qquad (11.2\text{-}14)$$

式中：

B_{og}——防护门对$\dot{H}_{og}$的屏蔽透射因子，在$\dot{H}_{og}$相对 g 处的总剂量率较小时，可以忽略$\dot{H}_{og} \times B_{og}$项；

X_γ和 X_n 分别为铅和含硼 5%的聚乙烯板的厚度，cm。

TVL_γ和 TVL_n 分别为中子俘获 γ 射线和中子在上述两种屏蔽材料中的什值层，cm；分别为 3.1cm 和 4.5cm。

经屏蔽后防护门外 30cm 处的中子辐射与泄露辐射剂量率$\dot{H}$如表 11.2-14 所示。

表 11.2-14　经屏蔽后防护门外的中子辐射与泄露辐射剂量率计算结果

机房名称	直线加速器机房
X_r（cm）	2.0
TVL_r（cm）	3.1
X_n（cm）	8
TVL_n（cm）	4.5
$\dot{H}$（μSv/h）	1.02

（7）预测结果及评价

①辐射剂量率

加速器机房外的辐射剂量率预测结果与剂量率参考控制水平比较见表 11.2-15 和表 11.2-16。

表 11.2-15　10MV 档位辐射剂量率预测结果与剂量率参考控制水平比较

机房名称	关注点	点位描述	辐射剂量率预测结果（μSv/h）			剂量率参考控制水平值（μSv/h）	是否符合要求
			有用线束/泄漏	散射辐射	合计		
直加机房	a	北墙主屏蔽区外 30cm（男厕）	5.99×10^{-2}	-	5.99×10^{-2}	2.5	符合
	c_1/c_2	北墙次屏蔽区外 30cm（厕所、女卫）	3.34×10^{-2}	2.71×10^{-4}	3.37×10^{-2}	2.5	符合
	b	南墙主屏蔽区外 30cm（楼梯）	2.10×10^{-4}	-	2.10×10^{-4}	2.5	符合
	d	南墙次屏蔽区外 30cm（污梯）	2.10×10^{-4}	2.71×10^{-4}	4.81×10^{-4}	2.5	符合
	g	防护门外 30cm（过道）	2.93×10^{-1}		2.93×10^{-1}	2.5	符合
	f	迷路外墙外 30cm（控制室）	9.69×10^{-6}	-	9.69×10^{-6}	2.5	符合
	k	迷路外墙外 30cm（水冷机房）	2.70×10^{-1}	-	2.70×10^{-1}	2.5	符合
	l	顶棚主屏蔽区上 30cm 处（室外绿化）	5.51×10^{-1}	-	5.51×10^{-1}	2.5	符合
	m_1/m_2	顶棚次屏蔽区上 30cm 处（室外绿化）	7.87×10^{-2}	1.78×10^{-1}	2.57×10^{-1}	2.5	符合

表 11.2-16　15MV 档位辐射剂量率预测结果与剂量率参考控制水平比较

机房名称	关注点	点位描述	辐射剂量率预测结果（μSv/h）			剂量率参考控制水平值（μSv/h）	是否符合要求
			有用线束/泄漏	散射辐射	合计		
直加机房	a	北墙主屏蔽区外 30cm（男厕）	9.65×10^{-2}	-	9.65×10^{-2}	2.5	符合
	c_1/c_2	北墙次屏蔽区外 30cm（厕所、女卫）	5.72×10^{-2}	3.95×10^{-4}	5.76×10^{-2}	2.5	符合
	b	南墙主屏蔽区外 30cm（楼梯）	1.48×10^{-4}	-	1.48×10^{-4}	2.5	符合
	d	南墙次屏蔽区外 30cm（污梯）	1.48×10^{-4}	3.95×10^{-4}	5.43×10^{-4}	2.5	符合
	g	防护门外 30cm（过道）	1.19×10^{-1}	1.02	1.14	2.1	符合
	f	迷路外墙外 30cm（控制室）	8.19×10^{-6}	-	8.19×10^{-6}	2.5	符合
	k	迷路外墙外 30cm（水冷机房）	1.21×10^{-1}	-	1.21×10^{-1}	2.5	符合
	l	顶棚主屏蔽区上 30cm 处（室外绿化）	7.39×10^{-1}	-	7.39×10^{-1}	2.5	符合
	m_1/m_2	顶棚次屏蔽区上 30cm 处（室外绿化）	4.05×10^{-2}	1.48×10^{-1}	1.88×10^{-1}	2.1	符合

通过上表可以看出，本项目加速器机房的辐射屏蔽措施能够使机房外的辐射剂量率满足相应的剂量率参考控制水平的要求。

②工作人员及公众个人剂量估算

照射剂量采用《辐射防护手册》（第一分册）中计算公式：

$$D_r = D_1 \times U \times T \times t \times 10^{-3} \qquad （式 11.2-15）$$

式中：

D_r——关注点辐射剂量率，mSv/a；

D_1——关注点处的辐射剂量率，μSv/h；

t——年出束时间，h；

U——使用因子，保守考虑使用因子均取 1；

T——居留因子。

根据（式 11.2-15）计算各预测点位人员所受的辐射影响（年有效剂量）见表 11.2-17 和表 11.2-18。

表 11.2-17　10MV 档位时人员所受年有效剂量预测结果

机房名称	编号	位置描述	预测剂量率（μSv/h）	使用因子 U	工作时间（h/a）	居留因子	年有效剂量（mSv/a）	剂量约束值（mSv/a）
直加机房	a	北墙主屏蔽区外 30cm（男厕）	5.99×10^{-2}	1	49.01	1/20	1.47×10^{-4}	0.25
	c_1/c_2	北墙次屏蔽区外 30cm（厕所、女卫）	3.37×10^{-2}	1	49.01	1/20	8.26×10^{-5}	0.25

	b	南墙主屏蔽区外 30cm（楼梯）	2.10×10^{-4}	1	49.01	1/40	2.57×10^{-7}	0.25
	d	南墙次屏蔽区外 30cm（污梯）	4.81×10^{-4}	1	49.01	1/20	1.18×10^{-6}	0.25
	g	防护门外 30cm（过道）	2.93×10^{-1}	1	49.01	1/8	1.79×10^{-3}	0.25
	f	迷路外墙外 30cm（控制室）	9.69×10^{-6}	1	49.01	1	4.75×10^{-7}	5
	k	迷路外墙外 30cm（水冷机房）	2.70×10^{-1}	1	49.01	1/16	8.27×10^{-4}	0.25
	l	顶棚主屏蔽区上 30cm 处（室外绿化）	5.51×10^{-1}	1	49.01	1/16	1.69×10^{3}	0.25
	m_1/m_2	顶棚次屏蔽区上 30cm 处（室外绿化）	2.57×10^{-1}	1	49.01	1/16	7.87×10^{-4}	0.25

表 11.2-18　15MV 档位时人员所受年有效剂量预测结果

机房名称	编号	位置描述	预测剂量率（μSv/h）	使用因子 U	工作时间（h/a）	居留因子	年有效剂量（mSv/a）	剂量约束值（mSv/a）
直加机房	a	北墙主屏蔽区外 30cm（男厕）	9.65×10^{-2}	1	196.07	1/20	9.46×10^{-4}	0.25
	c_1/c_2	北墙次屏蔽区外 30cm（厕所、女卫）	5.76×10^{-2}	1	196.07	1/20	5.65×10^{-4}	0.25
	b	南墙主屏蔽区外 30cm（楼梯）	1.48×10^{-4}	1	196.07	1/40	7.25×10^{-7}	0.25
	d	南墙次屏蔽区外 30cm（污梯）	5.43×10^{-4}	1	196.07	1/20	5.32×10^{-6}	0.25
	g	防护门外 30cm（过道）	1.14	1	196.07	1/8	2.79×10^{-2}	0.25
	f	迷路外墙外 30cm（控制室）	8.19×10^{-6}	1	196.07	1	1.61×10^{-6}	5
	k	迷路外墙外 30cm（水冷机房）	1.21×10^{-1}	1	196.07	1/16	1.48×10^{-3}	0.25
	l	顶棚主屏蔽区上 30cm 处（室外绿化）	7.39×10^{-1}	1	196.07	1/16	9.06×10^{-3}	0.25
	m_1/m_2	顶棚次屏蔽区上 30cm 处（室外绿化）	1.88×10^{-1}	1	196.07	1/16	2.30×10^{-3}	0.25

从表 11.2-17 可以看出，10MV 档位加速器保守估算正常运行所致工作人员年有效剂量最大值为 4.75×10^{-7}mSv/a，满足工作人员的剂量约束值不大于 5mSv/a 的要求；所致公众人员年有效剂量最大值为 1.79×10^{-3}mSv/a，满足公众剂量约束值不大于 0.25mSv/a 的要求。

从表 11.2-18 可以看出，15MV 档位加速器保守估算正常运行所致工作人员年有效剂量最大值为 1.61×10^{-6}mSv/a，满足工作人员的剂量约束值不大于 5mSv/a 的要求；所致公众人员年有效剂量最大值为 2.79×10^{-2}mSv/a，满足公众剂量约束值不大于 0.25mSv/a 的要求。

根据预测结果可知，直线加速器运行期间，对工作人员和周围公众的辐射影响能够满足评价标准要求。

（8）废气影响分析

直线加速器在运行过程中在电子束模式下会产生一定的臭氧。参照《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-85）附录 E 的计算公式，直线加速器运行时臭氧的浓度按下式计算：

$$C_{O_3} = 2.79 \times \frac{Id}{V} \times \left(1 - e^{-\frac{v}{V}t}\right)$$

（式 11.2-16）

式中：

C_{03}——机房中臭氧浓度，mg/m^3；

I——电子束流强度，mA；

d——电子束在空气中的径迹长度，cm；

V——靶室体积，m^3；

v——排气速率，m^3/s；

t——辐照时间，s；

使用直线加速器进行放射治疗时，根据治疗计划，治疗 1 名患者 10MV 加速器出束时间约为 12 秒，治疗 1 名患者 15MV 加速器出束时间约为 45 秒；直线加速器机房排气速率为 0.44m^3/s（1600 m^3/h）。由上式计本项目直线加速器运行时臭氧的浓度为见表 11.2-19。

表 11.2-19　机房内臭氧浓度预测

参数	直线加速器 10MV 档位时	直线加速器 15MV 档位时
机房容积，m^3	304	304
电子束流强度，mA	0.1	0.1
电子束在空气中的径迹长度，cm	100	100
排气速率，m^3/s	0.44	0.44
治疗结束后机房内的臭氧浓度，mg/m^3	0.002	0.006

治疗结束后机房内的臭氧浓度为 0.002~0.006mg/m^3，机房内的臭氧浓度满足《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-85）和《工作场所有害因素职业接触限值 化学有害因素》（GBZ2.1-2007）规定机房内的臭氧浓度不大于 0.30 mg/m^3 的要求。

除此之外，直线加速器机房设置了通风系统，每小时的通风换气次数为 5~6 次，通风能力满足《医用电子加速器卫生防护标准》（GBZ126-2011）要求治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h 的规定。

（9）感生放射性分析

光-核反应产生的中子与加速器结构材料和空气产生的（n，γ）反应产生的感生放射性，空气中会产生少量感生放射性气体；加速器在开机运行过程中因射线强辐射作用，在空气中会产生臭氧和微量氮氧化物等有害气体。这些气体浓度过高会影响人体健康。在加速器运行期间，由于加速器机房有足够的结构屏蔽，其部件产生的感生放射性不会危害在屏蔽体外的工作人员，但停机后工作人员进入治疗室内可能会受到感生放射性辐射。它的强度与入射粒子的能量和注量有关，但停机后感生放射性衰变很快。它的半衰期一般仅为几分钟，所以感生放射性的有效防护措施一般是等关机后等待一段时间之后再进入机房。

本项目直加机房的 1 台直线加速器的最高 X 线能量为 15MV，因此需要考虑直线加速器运行过程中的感生放射性问题。

在加速器运行期间，由于有足够的结构屏蔽，其结构材料产生的固态感生放射性不会危害屏蔽体外的工作人员。对于气态感生反射性核素的活度，本评价报告参考《辐射防护手册》（第一分册）P228 表 3.6， ^{15}O、^{13}N 的产生率如表 11.2-20 所示。

表 11.2-20　钨靶 X 射线在空气中感生的放射性气体 ^{15}O、^{13}N 产生率

电子束能量（MeV）	^{13}N 生成速率	^{15}O（μCi/s·mA·MeV）
12	81	-
14	460	-
16	920	-
18	1280	450
20	2440	1850
22	4100	5160

每次加速器出束时间约为 45 秒。电子加速器采用电子线能量最大为 22MeV，产生的 X 射线是韧致辐射，X 射线最大能量为 15MV。一般情况下，最大能量的份额会低于 5%，保守估算，该值采用 10%。根据表 12.2-19 的数据，计算每次加速器开机产生的 ^{13}N 和 ^{15}O 的活度。

加速器电子束流为 0.1mA，考虑到空气中氮气的含量为 78%，氧气的含量为 21%，可以估算出，经 1 次出束治疗后，^{13}N 和 ^{15}O 的产量：

^{13}N=4100(μCi/s·mA·MeV)×45s×0.1mA×22MeV×10%×78%

=31660μCi=31.7mCi=1.2×10^{9}Bq

^{15}O =5160(μCi/s·mA·MeV)×45s×0.1mA×22MeV×10%×21%

=10727.6μCi=10.7mCi=4.0×10^{8}Bq

在加速器日常工作中，使用 22MeV 电子线能量进行辐照治疗的情况极少，而且上述估算采用的是保守估算，即加速器每次出束结束后，总共产生 1.2×10^{9}Bq 的 ^{13}N 和 4.0×10^{8}Bq 的 ^{15}O。根据医院预计的最大工作负荷，该 15MV 加速器每天最多治疗 60 人次，则该加速器每天总共产生 7.2×10^{10}Bq 的 ^{13}N 和 2.4×10^{10}Bq 的 ^{15}O。

加速器单次治疗时长约 15min（含摆位、出束等流程），其中出束的时间约为 45 秒，感生的放射性气体以及排放的浓度并不均匀，这里用评价计算的方式粗略估算排放口的活度浓度。根据设计方案，加速器机房拟安装的排风系统排风量达到 1600m³/h，该加速器机房总共排出 12800m^3 的空气，则可计算得出排放的 ^{13}N 和 ^{15}O 活度浓度分别约为 5625Bq/L 和 1875Bq/L，总活度浓度约为 7500Bq/L。

由于感生放射性气体 ^{11}C 和 ^{41}Ar 的含量很低，不进行浓度估算。由于排放气体中主要考虑的放射性核素包括 ^{13}N、^{15}O、^{11}C 和 ^{41}Ar，这些核素的半衰期分别为 10min、2.1min、20.5min、1.8h，半衰期都较短，排至室外后很快便可衰变到忽略的水平。

设计方案中放疗室内设计的排风设施，能将感生放射性气体和臭氧等有害气体及时排出室外，满足《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011）要求治疗室通风换气次数不小于 4 次/h 的规定。

（10）放射性固废环境影响分析

本项目更换的废靶件由加速器供应商回收，不会在医院存储，因此不会对周围环境产生污染。

11.2.2 ^{192}Ir 后装机环境影响分析

本项目治疗时假设放射源全部被传送至施源器，则辐射环境影响预测时保守将其视为点源来预测计算，本评价主要考虑放射源发射的 γ 射线（即初级辐射）对墙和治疗室顶的直接照射及其散射辐射在机房入口处的照射，评价采用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分：γ 射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）中推荐的公式进行辐射屏蔽估算。

（1）后装机基本参数

本项目拟建设 ^{192}Ir 后装机 1 台，根据医院提供的资料，该后装机的技术参数如表 11.2-21 所示。

表 11.2-21　后装机的技术参数

核素	活度（Bq）	γ 射线能量均值	空气比释动能率常数 K_r	源距地面高度	最大照射野	每天治疗人次	每人次照射时间
^{192}Ir	3.7×10^{11}	0.37MeV	0.111 μSv/(h.MBq)	1.0m	20×20cm	15 人次	10min

（2）关注点的选取

由于医院尚未确定后装机在机房中的具体摆放位置，本评价按后装机在机房内对外环境影响最大的位置进行预测估算，因此将治疗室内侧墙体 1.0m 处为治疗源可能的使用区域，即图 11.2-3 中矩形框线区域，该区域边界线位置即为对外环境影响最大的位置。根据本项目后装机机房周围环境状况分析，在机房外设置 10 个关注点，分布图见图 11.2-3 及图 11.2-4，关注点描述如下：

a：防护门外 30cm 处，缓冲间；

b：北墙外 30cm 处，后装机控制室；

c：东墙外 30cm 处，MR 定位机房；

d：东墙外 30cm 处，配电间；

e：东墙外 30cm 处，停车场；

f：南墙外 30cm 处，停车场；

g：西墙外 30cm 处，水冷机房；

h：西墙外 30cm 处，辅助机房；

i：西墙外 30cm 处，直加控制室；

j：顶盖上方 30cm 处；DR 机房。

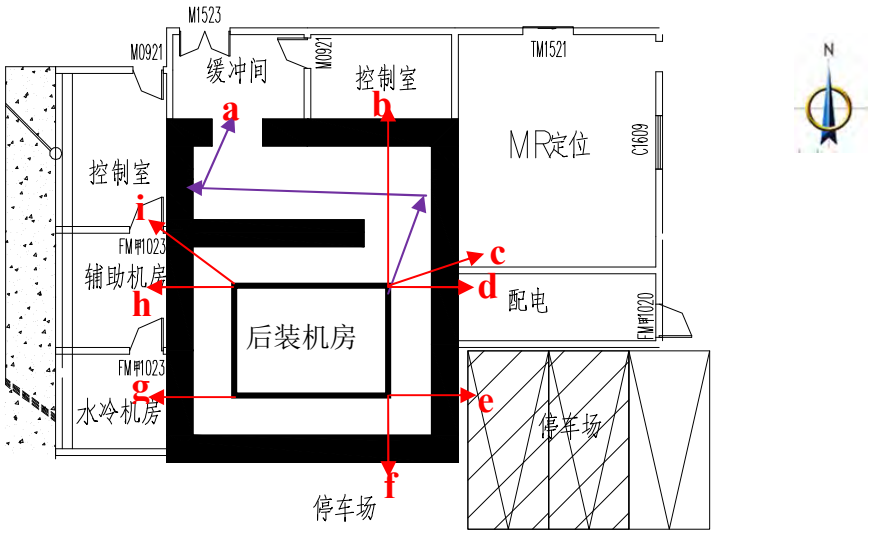


图 11.2-3　后装机机房外预测关注点布置图（平面）

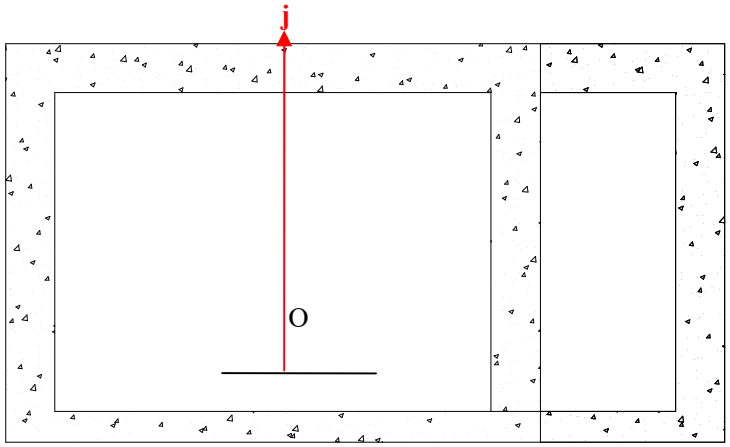


图 11.2-4　后装机机房外预测关注点布置图（剖面）

（3）初级辐射的影响预测

在给定屏蔽物质厚度 X（mm）时，按（式 11.2-18）计算有效厚度 X_e（mm），按（式 11.2-19）计算屏蔽物质的屏蔽透射因子 B，再按（式 11.2-20）计算相应辐射在屏蔽体外关注点的剂量率$\dot{H}$（μSv/h）。

$$X_e = X \cdot \sec\theta \qquad （式 11.2-18）$$

式中：

Xe——有效屏蔽厚度，cm；

X——屏蔽厚度，cm；

Θ——斜射角，即入射线与屏蔽物质平面的法线的夹角。

$$B = 10^{-(X_e + TVL - TVL_1)/TVL} \qquad （式 11.2-19）$$

式中：

B ——辐射屏蔽透射因子；

X_e ——有效屏蔽厚度，mm；

TVL——辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚，mm；

TVL_1——辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度，mm，当未指明 TVL_1 时，TVL_1=TVL。

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \bullet f}{R^2} \bullet B \qquad （式 11.2-20）$$

式中：

$\dot{H}$——关注点剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_0$——活度为 A 的放射源在距其 1m 处的剂量率，μSv/h；

R——辐射源至关注点的距离，m；

f——对有用线束为 1。

$$\dot{H}_0 = A \cdot K_\gamma \quad （式 11.2-21）$$

式中：

A——放射源的活度，MBq；

K_γ——放射源的空气比释动能率常数；

由式 11.2-21 可计算$\dot{H}_0=3.7\times10^5\times0.111=4.11\times10^4$μSv/h。

根据后装机机房的平面布置图，得出放射源到各关注点的距离 R。再使用公式 11.2-20 计算出治疗机房外各关注点的辐射剂量率水平，计算参数和结果见表 11.2-22。

表 11.2-22　后装机关注点初级辐射剂量率的预测结果

关注点	点位描述	辐射类型	混凝土厚度（m）	θ(°)	R（m）	f	TVL_1（cm）	TVL（cm）	预测值 $\dot{H}$（μSv/h）
a	防护门外 30cm 处，缓冲间	初级	0.8	0	5.0	1	15.2	15.2	0.01
b	北墙外 30cm 处，后装机控制室	初级	0.8	0	5.1	1	15.2	15.2	0.01
c	东墙外 30cm 处，MR 定位机房	初级	0.8	13	2.1	1	15.2	15.2	0.04
d	东墙外 30cm 处，配电间	初级	0.8	0	2.1	1	15.2	15.2	0.05
e	东墙外 30cm 处，停车场	初级	0.8	0	2.1	1	15.2	15.2	0.05
f	南墙外 30cm 处，停车场	初级	0.8	0	2.1	1	15.2	15.2	0.05
g	西墙外 30cm 处，水冷机房	初级	0.8	0	2.1	1	15.2	15.2	0.05
h	西墙外 30cm 处，辅助机房	初级	0.8	0	2.1	1	15.2	15.2	0.05
i	西墙外 30cm 处，直加控制室	初级	0.8	45	2.8	1	15.2	15.2	1.90×10^{-4}
j	顶盖上方 30cm 处，DR 机房	初级	0.8	0	5.3	1	15.2	15.2	7.98×10^{-3}

（4）迷路口散射辐射的影响预测

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分：γ 射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）中对后装治疗机房迷路口散射辐射屏蔽计算方法，迷路入口处的散射辐射剂量率采用公示 12.2-23 计算，计算参数和结果见表 11.2-22。

$$\dot{H}=\frac{A\bullet K_{\gamma}\bullet S_{W}\bullet \alpha_{W}}{R_1^2\bullet R_2^2}$$ （式 11.2-22）

式中：

A——放射源的活度；

K_{γ}——放射源的空气比释动能率常数；

S_w——迷路内口墙的散射面积，m^2；

α_w——散射体的散射因子；^{192}Ir 45°入射辐射和 0°反散射的散射因子，保守取 0.25MeV 的散射因子，查 GBZ/T201.3-2014 中表 C.4 可知 $\alpha_w=3.39\times10^{-2}$；

R_1——辐射源至散射体中心点的距离，m；

R_2——散射体中心点至计算点的距离，m。

表 11.2-22　迷路口（a 点）γ 射线散射辐射计算参数及结果

参数	A（MBq）	K_r μSv/（h.MBq）	S_w（m^2）	α_w	R_1(m)	R_2(m)	$\dot{H}$(μSv/h)
数值	3.7×10^5	0.111	15.6	3.39×10^{-2}	3.2	9.3	24.5

（5）防护门外辐射剂量率

经防护门屏蔽后，防护门外的辐射剂量率利用公式 11.2-23 计算。

$$\dot{H}_c=H_e\times10^{-(X/TVL)}+H_{0a}$$ （式 11.2-23）

X ——防护门铅板厚度，mm；本项目为 8mm；

TVL——辐射线屏蔽物质中的平衡什值层厚度，mm；铅取 5.0mm；

H_a ——防护门前 a 点的辐射剂量率，μSv/h；

H_{0a}——关注点 a 泄漏辐射剂量率，μSv/h。

经计算，防护门外的辐射剂量率为 $24.5\times10^{-(8/5)}+0.01=0.63$μSv/h。

（6）预测结果及评价

后装机治疗机房外的剂量率预测结果与剂量率参考控制水平比较如表 11.2-23 所示。

表 11.2-23　剂量率预测结果与剂量率参考控制水平比较

关注点	点位描述	辐射剂量率（μSv/h）	剂量率参考控制水平值（μSv/h）	是否满足控制要求
a	防护门外 30cm 处，缓冲间	0.63	2.5	满足
b	北墙外 30cm 处，后装机控制室	0.01	2.5	满足

c	东墙外 30cm 处，MR 定位机房	0.04	2.5	满足
d	东墙外 30cm 处，配电间	0.05	2.5	满足
e	东墙外 30cm 处，停车场	0.05	2.5	满足
f	南墙外 30cm 处，停车场	0.05	2.5	满足
g	西墙外 30cm 处，水冷机房	0.05	2.5	满足
h	西墙外 30cm 处，辅助机房	0.05	2.5	满足
i	西墙外 30cm 处，直加控制室	1.90×10^{-4}	2.5	满足
j	顶盖上方 30cm 处，DR 机房	7.98×10^{-3}	2.5	满足

（7）工作人员及公众个人剂量估算

①机房外人员受照剂量

$$H=\dot{H}\cdot t\cdot U\cdot T\cdot 10^{-3} \qquad （11.2\text{-}24）$$

H ——外照射人员年有效剂量，mSv/a；

$\dot{H}$ ——关注点处剂量率，μSv/h；

U ——使用因子；

T ——居留因子；

t ——年照射时间，h/a。

本项目后装机治疗室外关注点处人员年有效剂量按（式 11.2-24）计算，计算参数和计算结果见表 11.2-24。

表 11.2-24 人员年有效剂量计算结果

关注点	点位描述	关注人员类型	关注点处剂量率 $\dot{H}$（μSv/h）	U	T	t①	年有效剂量（mSv/a）
a	防护门外 30cm 处，缓冲间	公众	0.63	1	1/8	625h	2.03×10^{-2}
b	北墙外 30cm 处，后装机控制室	职业	0.01	1	1		6.25×10^{-3}
c	东墙外 30cm 处，MR 定位机房	公众	0.04	1	1/2		1.25×10^{-2}
d	东墙外 30cm 处，配电间	公众	0.05	1	1/16		1.95×10^{-3}
e	东墙外 30cm 处，停车场	公众	0.05	1	1/16		1.95×10^{-3}
f	南墙外 30cm 处，停车场	公众	0.05	1	1/16		1.95×10^{-3}
g	西墙外 30cm 处，水冷机房	公众	0.05	1	1/16		1.95×10^{-3}
h	西墙外 30cm 处，辅	公众	0.05	1	1/16		1.95×10^{-3}

	助机房						
i	西墙外 30cm 处，直加控制室	职业	1.90E-04	1	1		1.19×10^{-4}
j	顶盖上方 30cm 处，DR 机房	公众	7.98E-03	1	1/2		2.50×10^{-3}
注：①后装机设计治疗 15 人次/d，10min/人次，年工作 250d，则年工作时间为 625h。							

从上表可以看出，保守估算正常运行所致工作人员年有效剂量最大值为 6.25×10^{-3}mSv，满足工作人员剂量约束值不大于 5mSv/a 的要求；所致公众年有效剂量最大值为 2.03×10^{-2}mSv，满足公众剂量约束值不大于 0.25mSv/a 的要求。从预测计算结果可知，后装机运行期间，对周围工作人员和公众的辐射影响较小，满足评价标准的要求。

②进入放射治疗室内的辐射工作人员受照剂量

由于辐射工作人员需要进入后装机治疗室内协助患者进行摆位，在摆位过程中会受到放射源的照射。

辐射工作人员进入治疗室之前，必须确保放射源处于后装机的贮源器中，并穿戴防护用品、佩戴个人剂量报警仪进入机房。辐射工作人员协助患者摆位时在治疗室内的停留时间按 2min 计，与工作贮源器的平均距离按 1m 考虑。根据《后装 γ 源近距离治疗卫生防护要求》（GBZ121-2017）中“4.2.2 工作贮源器内装载最大容许活度时，距离贮源器表面 100cm 处的球面上，任何一点的泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于 5μGy/h”的要求，以该泄漏辐射的剂量率限值作为辐射工作人员工作位的最大辐射剂量率进行计算，则辐射工作人员全年摆位过程所受的个人剂量：

$E=D\times t=5\mu Gy/h\times10^{-3}\times2min\times1/60\times15$ 人/天×250d/a=0.62mSv/a

由表 11.2-24 可知，辐射工作人员在控制位所受照射剂量为 6.25×10^{-3}mSv/a，考虑到摆位和控制室工作人员可能的重复性，则本项目后装机治疗辐射工作人员所受照射的年有效剂量为 6.25×10^{-3}+0.62=0.63mSv，满足工作人员剂量约束值不大于 5mSv/a 的要求。

综上，该后装机正常运行期间，对周边环境中的辐射工作人员和公众的辐射影响均能满足评价标准的要求。

（8）更换放射源过程中的环境影响分析

本项目后装机使用 1 枚放射源 ^{192}Ir，其半衰期为 74 天。根据医院诊疗计划，本项目放射源使用达到 1.5 个半衰期时需更换，即 111 天更换一次，每年更换 3 次，产生 3 枚

废放射源。更换放射源之前院方将先到当地生态环境部门进行备案，待备案完成后再联系厂家进行放射源的更换，由厂家安排换源及换源后的整机调试。贮源容器供运输和使用时贮存放射源，更换放射源时，厂家使用新的贮源容器运输放射源至医院后装机治疗室内，连同贮源容器一起置换，即换源的过程就是贮源容器的置换过程，退役的放射源连同原贮源容器一起运输至设备厂家进行回收处置。更换放射源全程由厂家专业人员按国家相关规定负责操作完成，医院工作人员不直接参与放射源的更换操作，仅监督辅助厂家专业人员按国家相关规定进行更换操作，因此，更换放射源时对控制室内人员及机房周围的辐射环境影响较小，可满足本项目评价标准的要求。

（9）放射性废物环境影响分析

本项目更换的废 ^{192}Ir 放射源由供应单位回收，不在本项目工作场所内存放，不存在废放射源对周边环境的影响。

11.3 事故影响分析

本项目是使用射线装置和密封源开展医疗诊断和治疗，本项目发生辐射事故的主要原因是管理上出问题，所以辐射工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求做好各种相应的辐射防护措施，并定期检查机房的辐射屏蔽和各项辐射安全措施的性能，及有关的安全警示标志是否正常工作，避免人员误入正在工作中的机房和其它安全事故。

（1）事故类型

①安全联锁失效，人员可能在防护门未关闭时误入机房，如果这时运行加速器，则可能造成误照射事故；

②除受治疗患者以外，机房中仍有其他人员未撤离时，操作人员未严格按照操作规程确认机房中环境便运行加速器，则会造成机房中人员误照射；

③外力撞击导致放射源跌落裸露时，使工作人员或公众受到外照射；

④后装机设备故障，在使用过程中卡源；

⑤放射源丢失或被盗，屏蔽罐被打开，对局部环境产生污染，并可能使部分公众受到照射。

（2）加速器事故处理方案

①事故发生后，应立即切断电源并通知同工作场所的工作人员离开，通知医院放射事件应急处理领导机构：

②应急处理领导小组启动应急处理预案，小组讨论及确定隔离区，疏散人群，保护好现场。同时，检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查；

③报告上级有关部门；

④配合上级有关部门对现场进行勘查以及环保安全技术处理，检测等工作，查找事故发生原因，进行调查处理和责任追究；

⑤当发生故障的射线装置修复后，必须经有资质的放射卫生技术服务机构进行检测合格并报环保、卫生等行政主管部门批准后方可解除应急状态；

⑥恢复正常的工作秩序，召集相关人员总结事故的经验教训，及时修订相关的管理体系和文件，杜绝同类事故的再次发生。

（3）后装机治疗期间的卡源事故处理方案

①后装机本身设计具有应急自动返回工作贮源器的功能。从而保证在实施治疗期间，当发生停电、卡源或意外中断照射时，放射源能自动返回工作贮源器。

②当自动回源装置功能失效时，辐射工作人员将第一时间通过手动回源措施进行应急处理，从而减少患者的误照射。

③在处理卡源的过程中，工作人员需携带个人剂量报警仪，需穿戴辐射防护用品。卡源事故处理期间，安全系统同时显示和记录已照射的时间和剂量，直到下一次照射开始，同时应发出声光报警信号。辐射工作人员进入机房内操作手动回源措施进行应急处理时，必须通过监测设施记录当时的辐射剂量率水平，记录处理时间和受照累积剂量。事故处理后及时总结并记录，包括事故发生的时间和地点、对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果、采取的纠正措施、事故的可能原因、为防止类似事件再次发生所采取的措施。

（4）放射源偷盗、丢失事件的处理方案

①确认放射源被偷盗、丢失事件的发生。

②查证密封源的核素名称、数量、活度，被偷盗、丢失的可能事件、地点和嫌疑人等。

③及时向环保、卫生部门报告，积极配合公安部门的调查。

④写出事件处理结果报告，查找事件发生的原因及可能的环节，及时修订相关的管理体系和文件，杜绝同类事故的再次发生。

表 12 DSA 介入诊疗项目环境影响分析

12.1 建设阶段对环境影响

同 11.1 建设阶段对环境的影响。

12.2 运行阶段对环境的影响

12.2.1 工作场所辐射水平分析

根据第 10 章节对机房的防护设施分析，机房四面墙体、顶棚、地板、观察窗、防护门等防护参数均满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中对 DSA 介入手术室的防护设施技术要求，具体对照数据见表 10.2-3。

由于本项目机房的辐射防护参数均高于《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中对 DSA 介入手术室的防护设施技术要求，所以该机房可以满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中要求的在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，机房的辐射剂量率不大于 2.5μSv/h。

12.2.2 工作人员及公众个人剂量估算

根据医院提供的数据，本项目 DSA 拟配备参与手术的辐射工作人员共 10 人，每年手术总台数预计约 1200 台，拟开展手术类型包括外周血管介入手术、非血管介入手术、心血管介入手术和神经介入手术，主要手术类型是心血管介入手术，医生单人每年完成手术最大量为 500 台，护士单人每年完成手术最大量为 500 台，技师单人每年完成手术最大量为 600 台。

（1）手术医生的个人年有效剂量

① 类比可行性分析

经调查，茂名市人民医院的 DSA 介入治疗管理较完善，人员剂量监测资料齐全，开展介入手术多年，主要手术类型为心血管介入手术。2018 年年度开展 DSA 介入手术 700 台，其中个人年工作量最大的介入手术医生参与手术 350 台。为评估本项目投入使用后对医务人员的辐射影响，本报告利用茂名市人民医院有完整周期（2018 年第 1 季度~2018 年第 4 季度）的共 16 名主要参与 DSA 介入手术的医生个人剂量监测报告的相关数据，采用类比的方法对本项目辐射工作人员受照剂量进行分析评价。

由于机房配备的医生资质和开展的手术类型不同，则每个医生平均承担的手术台数不同，因此为了评价单个介入手术医生年最大受照剂量，还需调查医院介入手术医生年

度单人最大手术量。

为了全面考虑类比可行性，除需要对比手术类型和诊疗量外，还要考虑类比项目的设备参数及采用的防护用品是否具有可比性。

表 12.2-1　本项目 DSA 与类比项目基本情况对比表

对比项	类比项目 （茂名市人民医院 DSA 项目）	本项目 （韶关市第一人民医院拟建 DSA 项目）
最大管电压和管电流	125kV，1250mA	125kV，1250mA
机房有效使用面积	47m^2	49.6m^2
机房最小单边长度	6.3m	6.8m
机房四周墙体防护	37cm 实心砖墙（3mmPb） +10mm 防护涂料（1mmPb）	24cm 实心砖墙（2mmPb） +40mm 防护涂料（4mmPb）
机房地板、顶棚防护	顶棚：15cm 混凝土（2mmPb） +10mm 防护涂料（1mmPb） 地板：15cm 混凝土（2mmPb） +10mm 防护涂料（1mmPb）	顶棚：10cm 混凝土（1.25mmPb） +40mm 防护涂料（4mmPb） 地板：20cm 混凝土（2.50mmPb） +40mm 防护涂料（4mmPb）
年最大手术台数	700 台	1200 台
主要手术类型	心血管介入	心血管介入
年心血管手术台数	500 台	800 台
单人年完成心血管手术最大台数	350 台	500 台
个人防护用品	防护用品铅当量均为 0.5mmPb	防护用品铅当量均为 0.5mmPb

根据表 12.2-1 对比结果可以看出，本项目的机房防护优于类比项目；机房面积与类比项目相近；DSA 设备参数、主要开展的手术类型和拟采用的个人防护用品防护铅当量与类比项目相同。

综合以上对比信息，本评价认为，类比项目的 DSA 工作人员剂量监测资料，对本项目 DSA 工作人员辐射影响分析具有较强的参考意义。

②个人剂量类比分析与评价

类比项目介入手术医生佩戴 2 枚个人剂量计，通常 1 枚佩戴在围裙里面躯干上，1 枚佩戴在围裙外面衣领上，通过定期对个人受照剂量进行检测，从而使个人受照剂量资料能较准确的反映出人员真实受照剂量情况。类比项目中有完整周期的共 16 名主要参与 DSA 介入手术的医生连续 4 个季度的个人剂量统计结果见表 12-2.2。

表 12.2-2　类比项目主要心血管介入手术医生个人剂量统计

姓名	监测周期有效剂量（mSv）								1 年累积总有效剂量（mSv）	
	2018 年第 1 季度		2018 年第 2 季度		2018 年第 3 季度		2018 年第 4 季度			
	内	外	内	外	内	外	内	外	内	外
杨永聪	0.14	0.20	0.06	0.11	0.02	0.02	0.08	0.10	0.30	0.43
李成林	0.16	0.20	0.05	0.22	0.10	0.25	0.02	0.10	0.33	0.77
赖延海	0.02	0.02	0.02	0.07	0.08	0.08	0.08	0.20	0.20	0.37
何志江	0.20	0.23	0.02	0.02	0.02	0.02	0.14	0.17	0.38	0.44
刘云军	0.20	0.24	0.08	0.24	0.05	0.11	0.04	0.08	0.37	0.67
陈海	0.13	0.19	0.02	0.02	0.02	0.07	0.08	0.15	0.25	0.43
杜伟杰	0.04	0.15	0.02	0.05	0.02	0.06	0.11	0.14	0.19	0.40
赖掌朝	0.09	0.16	0.12	0.12	0.02	0.02	0.02	0.05	0.25	0.35
温坚	0.19	1.91	0.20	1.26	0.02	0.76	0.18	0.40	0.59	4.33
黎国德	0.11	0.17	0.06	0.12	0.02	0.45	0.23	0.94	0.42	1.68
张凌宇	0.11	0.13	0.02	0.06	0.02	0.02	0.08	0.20	0.23	0.41
吴平	0.02	0.17	0.02	0.06	0.06	0.11	0.15	0.22	0.25	0.56
叶原森	0.13	0.21	0.04	0.13	0.02	0.07	0.18	0.24	0.37	0.65
麦大海	0.12	0.20	0.05	0.10	0.02	0.02	0.11	0.15	0.30	0.47
吴冠霖	0.15	0.21	0.05	0.08	0.02	0.06	0.15	0.17	0.37	0.52
张广智	0.04	0.14	0.09	0.09	0.02	0.05	0.23	0.26	0.38	0.54

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2016）对于工作人员穿戴铅围裙的情况，按照以下公式进行估算有效剂量：

$$E_{外}=0.5H_W+0.025H_N \qquad （12.2\text{-}1）$$

$E_{外}$--有效剂量 E 中的外照射分量，单位为 mSv

H_W--铅围裙内腰部附近佩戴的个人剂量计测得的 H_P（10），单位为 mSv

H_N--铅围裙外颈部附近佩戴的个人剂量计测得的 H_P（10），单位为 mSv

根据式 12-2.1，对类比项目主要介入血管外科手术医生年有效剂量进行估算，结果见表 12.2-3。

表 12.2-3　类比项目主要介入血管外科手术医生年个人受照剂量统计

姓名	年有效剂量（mSv）
杨永聪	0.16
李成林	0.18
赖延海	0.11
何志江	0.20
刘云军	0.20
陈海	0.14
杜伟杰	0.11
赖掌朝	0.13
温坚	0.40
黎国德	0.25
张凌宇	0.13
吴平	0.14
叶原森	0.20
麦大海	0.16
吴冠霖	0.20
张广智	0.20

根据表 12.2-3 可见，类比项目介入手术工作人员年有效剂量最大值为 0.40mSv，低于本评价提出的工作人员年剂量约束值（5mSv/a）。本项目投入使用时个人最大年手术量略大于类比项目。按照比例推测：本项目运行期间，介入手术工作人员只要在严格按照 DSA 操作规程操作设备，正确穿戴防护用品的情况下，介入手术工作人员的年受照剂量不大于 0.57mSv，能够满足本项目提出的工作人员剂量约束值（不大于 5mSv/a）的要求。

护士配合医生进行介入手术，设备出束过程中，不必要的情况下可处于机房外，因此，护士在机房内且设备处于出束状态的时间按医生的 1/2 考虑，则护士的年受照剂量估算为 0.29mSv。

技师在手术期间一直在控制室内操作位处，根据医院原有 DSA 机房的验收检测报告（附件 9）中工作人员操作位处的检测结果（按运行与未运行的差值）进行估算，保

守考虑，DSA 出束时间按 22min/台手术，手术量按 600 台/a 计算，则技师的年受照剂量为：（174-155）×22÷60×600×10^{-6}=4.18×10^{-3}mSv，均能够满足本项目提出的工作人员剂量约束值（不大于 5mSv/a）的要求。

（2）公众年有效剂量

①类比可行性分析

经调查，韶关市第一人民医院原有的 DSA 机房的面积和屏蔽防护措施与本项目拟建 DSA 机房相当，如表 12.2-4 所示，因此可参考医院原有的 DSA 机房验收检测报告对本项目 DSA 机房屏蔽外的个人剂量进行估算，原有 DSA 机房验收检测结果如表 12.2-5 所示。

表 12.2-4　医院原有 DSA 机房与本项目基本情况对比表

对比项	医院原有 DSA 机房	本项目拟建 DSA 机房
设备型号	FD20 型 DSA	未定
最大管电压和管电流	125kV，1250mA	125kV，1250mA
机房面积	39.83m^2	49.6m^2
机房四周墙体防护	210mm 实心砖+40mm 硫酸钡涂层（6mmPb）	24cm 实心砖（2mmPb）+40mm 防护涂料（4mmPb）
机房顶棚防护	100mm 钢筋混凝土+40mm 硫酸钡涂层（5mmPb）	10cm 混凝土（1.25mmPb）+40mm 防护涂料（4mmPb）
机房地秤防护	/	20cm 混凝土（2.5mmPb）+40mm 防护涂料（4mmPb）
机房防护门、观察窗	门：内衬 2mm 厚铅板 窗：4mmPb 铅玻璃	门：内衬 4mm 厚铅板 窗：4mmPb 铅玻璃

表 12.2-5　医院原有 DSA 机房验收检测结果

受检设备名称	DSA		
监测点编号	监测点位置	监测结果（nSv/h）	
		装置未运行时	装置运行时（102.7kV，239.3mA，10.6s）
1	工作人员操作位	155	174
2	线孔外表面	155	176
3	铅玻璃观察窗外表面 30cm（中部）	153	172
4	铅玻璃观察窗外表面 30cm（上端）	156	170
5	铅玻璃观察窗外表面 30cm（下端）	154	170
6	铅玻璃观察窗外表面 30cm（左侧）	154	171
7	铅玻璃观察窗外表面 30cm（右侧）	154	170
8	防护门 M1 外表面 30cm（中部）	154	171
9	防护门 M1 外表面 30cm（上端）	154	172

10	防护门 M1 外表面 30cm（下端）	155	171
11	防护门 M1 外表面 30cm（左侧）	156	128
12	防护门 M1 外表面 30cm（右侧）	154	172
13	防护门 M2 外表面 30cm（中部）	154	215
14	防护门 M2 外表面 30cm（上端）	157	178
15	防护门 M2 外表面 30cm（下端）	155	178
16	防护门 M2 外表面 30cm（左侧）	158	0.51（μSv/h）
17	防护门 M2 外表面 30cm（右侧）	156	213
18	东墙外表面 30cm（左侧）	156	173
19	东墙外表面 30cm（中部）	156	173
20	东墙外表面 30cm（右侧）	156	168
21	南墙外表面 30cm（左侧）	157	169
22	南墙外表面 30cm（中部）	154	177
23	南墙外表面 30cm（右侧）	155	173
24	西墙外表面 30cm（左侧）	155	176
25	西墙外表面 30cm（中部）	153	172
26	西墙外表面 30cm（右侧）	156	172
27	北墙外表面 30cm（左侧）	156	177
28	北墙外表面 30cm（中部）	155	175
29	北墙外表面 30cm（右侧）	156	177
30	机房正上方距地面 30cm	154	173
31	介入操作位	156	35（μSv/h）
32	南墙外居民楼	156	172
33	防护门 M3 外表面 30cm（中部）	156	237
34	防护门 M3 外表面 30cm（上端）	156	227
35	防护门 M3 外表面 30cm（下端）	155	235
36	防护门 M3 外表面 30cm（左侧）	157	232
37	防护门 M3 外表面 30cm（右侧）	157	229

根据医院原有 DSA 机房的验收检测报告（附件 9），装置运行时顶棚上方距地面 30cm（监测点 30）处的检测结果为 173nSv/h，装置未运行时监测点的本底值 154nSv/h，取两者差值即 19nSv/h 作为 DSA 机房正上方的估算依据，由于正上方属于“与屏蔽室相邻的病人检查室”，停留因子取 1/2，DSA 出束时间按 22min/台手术，手术量按 1200 台/a 计算，估算本项目 DSA 机房正上方人员年受照剂量最大为：$19\times22\div60\times1200\times10^{-6}\times1/2=4.18\times10^{-3}$mSv。可见在本项目运行过程中，机房正上方人员的受照剂量能够满足公众剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。

根据医院原有 DSA 机房的验收检测报告（附件 9），取装置运行时屏蔽体外监测点

的监测结果 510nSv/h 与装置未运行时的监测结果 158nSv/h 两者之间的差值（16 号监测点），即 352nSv/h 作为人员受照剂量的估算依据。公众停留因子取 1/16，保守考虑，DSA 出束时间按 22min/台手术，手术量按 1200 台/a 计算，估算本项目 DSA 机房外公众年受照剂量最大为：$352\times22\div60\times1200\times10^{-6}\times1/16=9.7\times10^{-3}$mSv。可见在项目运行过程中，机房外公众的受照剂量能够满足公众剂量约束值不超过 0.25mSv/a 的要求。

评价项目 50 米范围内主要为医院内部建筑和道路，公众主要是医院内部的非辐射工作人员、就诊人员和患者家属等。通过对本项目 DSA 机房的辐射防护设计分析，机房建设的屏蔽防护设计方案满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的要求，根据剂量率与距离平方成反比的关系，距离机房越远，辐射剂量率越低，因此在项目机房周围 50 米范围内，离机房距离越远，受照剂量就会更低，因此可预测项目周围 50 米范围内公众的受照剂量能够满足本项目提出的公众年剂量约束值不超过 0.25mSv 的要求。

12.2.3 介入治疗过程的防护要求

介入手术需要工作人员近距离同室操作，其受照剂量大小与设备曝光时间、患者病情状况等均密切相关，同时也与手术操作人员的工作习惯、技术水平有关。因此，医院在 DSA 介入工作开展过程中还应严格落实以下要求：

（1）手术医生的要求

①提高辐射防护和诊疗技术水平，全面掌握辐射防护法规与技术知识；

②结合诊疗项目实际情况，治疗前应制定和优化治疗方案，综合运用时间、距离与屏蔽防护措施，以减少受照剂量；

③必须佩带 2 枚个人剂量计，通常 1 枚佩戴在围裙里面躯干上，1 枚佩戴在围裙外面衣领上。并且将内、外剂量计做明显标记（如以对比鲜明的颜色进行区分等），防止内、外剂量计反戴的情况发生；

④严格开展介入手术医生的个人剂量监测，发现问题及时调查、整改。

（2）介入治疗时的防护要求

①时间防护：熟悉机器性能和介入操作技术，尽量减少照射和采集时间。根据需要，间隔性踩动脚闸进行出束成像，特别避免长时间连续踩脚闸；

② 缩小照射野：在满足影像采集质量和诊疗需要的前提下，尽量缩小照射野、调节透视脉冲频率至最低状态；

③ 缩短物片距：尽量让影像增强器或平板靠近患者，减少散射线；

④充分利用各种防护器材：操作者穿戴铅衣、铅颈套、铅帽、铅眼镜或铅面罩；处于生育年龄者还可加穿铅三角裤；使用床下铅帘及悬吊铅帘；重大手术需要护师或其他人员在机房内时，除佩戴上述物品，最好配有铅屏风，让上述人员在屏风后待命，并做好其他个人防护。

12.3 事故影响分析

12.3.1 辐射事故类型

DSA 装置可能发生的辐射事故情况如下：

①在给病人做检查治疗时，设备控制键失效，无法停止出束，导致病人受到意外照射。

②门灯联锁装置和闭门装置出现故障，在屏蔽门没有关紧的情况下出束，对门外人员造成的误照射。

③X 射线装置安全联锁装置发生故障状况的情况下，人员误入正在运行的 X 射线装置机房受到外照射。

12.3.2 辐射事故应急处理

X 射线诊疗项目可能发生的辐射事故主要是在管理上出问题，辐射工作人员平时必须严格执行各项管理制度，严格遵守设备的操作规程，进行辐射工作前检查是否已按要求穿戴好各种辐射防护用品，并定期检查机房的性能，及有关的安全警示标志是否正常工作，避免无关人员误入正在使用 X 射线装置的机房。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，并向当地生态环境部门报告，若造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。

一旦发生辐射事故，应按以下基本原则进行处理：

①立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

②及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

③及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理，可缩小事故影响，减少事故损失。

④事故处理后应整理资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录：包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

12.3.3 辐射事故预防措施

①认真组织辐射工作人员参加辐射防护培训及专业技术的知识学习，使用射线装置的工作人员必须经过辐射安全防护培训并取得合格证书才可上岗；

②配备符合标准要求的个人防护用品，并正确指导受检者穿戴；

③定期组织对放射诊疗工作场所及设备的辐射防护检测和检查，如有异常，及时整改；

④在辐射工作场所醒目位置设置电离辐射警示标志，防护门设置门灯联锁；

⑤定期组织辐射工作人员进行职业健康检查，工作人员职业照射个人剂量监测档案应终生保存；

⑥放射防护安全管理小组应对辐射工作人员的辐射安全管理制度执行情况进行监督、检查。

表 13 辐射安全管理

13.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款：使用I类、II类、III类放射源，使用I类、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

本项目使用III类放射源，使用 II 类射线装置，根据要求应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构。医院已设有辐射安全防护管理机构（辐射安全防护管理领导小组），见附件 10。目前管理小组具体成员如下：

组　长：全　红

副组长：邱卫东　张莉玲　李文虎　王永东

成　员：余前华　谭建民　江海云　朱丽萍　文正青　许晓峰　池宇峰　肖庆华　张振军　王串联

联络员：朱小军　李业辉　　沈　斌

下设办公室在医务科，余前华任主任，王串联为成员。

辐射安全与环境保护管理机构明确了人员组成及相关职责，故项目单位辐射安全与环境保护管理机构的配备能够满足环保管理工作的要求。

13.2 辐射安全管理规章制度

（1）辐射安全管理制度

医院根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相应要求，已建立了《辐射安全和防护管理制度》、《辐射工作岗位职责》、《放射设备检修维护制度》、《放射诊疗部门安全保卫管理制度》、《辐射工作人员防护培训制度》、《辐射环境监测制度》、《射线装置使用和台账管理制度》、《个人剂量管理制度》、《后装放射源治疗过程中卡源应急处理预案》和《辐射事故应急处理预案》等规章制度（见附件 10），现有辐射管理制度已较完备，满足现有从事辐射工作管理要求。

（2）规章制度的执行与落实情况

该院规章制度基本符合有关部门的规定，各规章制度执行较好，并具有较好的合理性和可操作性。医院在建成后的实际运营过程中应根据《放射性同位素与射线装置安

全和防护条例》、《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》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规的要求进行细化调整，使之更加合理、完善，具有更强的可操作性和针对性。

由于医院已经开展多年核技术利用项目，辐射安全管理制度已经通过环保管理部门的评审后有效运行多年，并且医院辐射设备至今未发生辐射事故。因此，对于本核技术利用建设项目，医院的辐射安全管理制度是有效的、合理的、可操作的。

（3）人员培训制度

医院辐射工作人员接受了广东省辐射协会组织的射线装置安全知识的培训，并取得了上岗证；取得上岗证的工作人员每四年参加复训一次，每个操作人员都要进行培训，加强操作人员的辐射安全教育，增强操作人员在辐射工作岗位的可调节性，做到人员轮流上岗，尽可能达到“防护与安全的最优化”原则。所有从事辐射工作的人员每年接受法律法规和辐射安全与防护知识的培训教育。

医院现有辐射工作人员已按照要求参加辐射安全培训，取得辐射安全培训合格证书，持证上岗，现有人员培训情况见附件 6，医院应根据人员变动及培训证的有效日期安排辐射工作人员在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗，并按时接受再培训。

（4）年度评估制度

医院应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）的相关要求，对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，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。年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

13.3 辐射监测

13.3.1 现有核技术利用项目辐射监测的开展情况

该院对工作场所每年都进行一次监测，每季度进行个人剂量监测，2018 年度工作人员个人剂量统计结果见附件 7。此外，医院还配备了监测仪器，定期对工作场所及周边环境进行日常巡测并存档。

13.3.2 监测方案

根据《放射性污染防治法》及《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求，

医院须对使用射线装置、辐射工作场所及辐射从业人员开展辐射监测工作，以确保辐射从业人员的职业健康，控制放射性物质的照射，保障环境安全，规范辐射工作防护管理。

（1）日常监测

设施正常运行后，医院委托有资质单位或自行定期对核技术利用区域及其周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案，以确保辐射工作人员和公众的辐射安全。

① 测频度：每季度常规监测一次。

②监测范围：射线装置周围环境。

③监测项目：周围剂量当量率。

④监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

（2）年度常规监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部第 18 号令）的相关规定，使用射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。

医院将严格执行辐射监测计划，定期委托有相关资质的监测机构对医院的辐射工作场所进行监测。年度监测数据经作为本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况年度评估报告的一部分，定期上报生态环境部门。

（3）个人剂量监测

①医院辐射环境监测工作由管理委员会组织，各科室辐射工作人员配合实施，医院负责联系有剂量监测资质的机构对全院参与辐射工作的人员进行个人剂量监测。

②个人剂量监测期内，个人剂量计每季度检测一次。各有关部门放射防护管理人员收齐本部门辐射工作人员的个人剂量计后交至医院更换佩戴个人剂量计，医院统一将个人剂量计送至有资质机构检测并领取新的个人剂量计。剂量监测结果一般每季度由医院向各有关部门通报一次，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并采取措施防止事件再次发生。

③医务科负责建立医院辐射工作人员的个人剂量档案，个人剂量监测档案包括辐射工作人员个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等内容。个人剂量监测档案终生保存。

（4）医院配备监测仪器

建设单位已有的辐射工作场所监测仪器见表 13.3-1，为满足搬迁项目的监测要求，医院利用原有辐射监测仪器并拟配备中子剂量率仪，届时能够满足辐射工作场所的常规

辐射水平检测的需求。

表 13.3-1　医院现有检测仪器一览表

仪器名称	型号	数量	量程
X-γ 辐射报警仪	Model SD 660N	1 台	0.1~10^5μGy/h
个人剂量报警仪	FJ2000	2 台	累积剂量当量：Hp（10）0.0 μSv-99.99 mSv 剂量当量率：Hp（10）0.1 μSv/h-99.99 mSv/h

具体监测计划见下表：

表 13.3-2　辐射监测计划表

监测类别	工作场所	监测因子	监测频度	监测设备	监测范围	监测类型
年度监测	辐射工作场所	周围剂量当量率	1次/年	按照国家规定进行计量检定	防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽墙外30cm处、楼上、楼下对应房间内及周围需要关注的监督区。	委托有资质单位监测
日常监测			1次/季度			自行监测/委托有资质单位监测
验收监测			/			委托有资质单位监测

13.4 辐射事故应急

13.4.1 事故应急响应机构

（1）辐射事故应急处理工作领导小组

为了在发生辐射事故后能作出快速反应、减少危害程度、保护医技人员和公众人员的身心健康，院方现已制定了《辐射事故应急处理预案》，详见附件 10。

本单位成立放射事件应急处理领导小组，组织、开展放射事件的应急处理救援工作。应急处理领导小组名单：

组　长：全　红

副组长：邱卫东　张莉玲　李文虎　王永东

办公室主任：王永东（兼）

成　员：陈红冰　余前华　唐　瑶　谭建民　江海云　朱丽萍　邱翰忠　马君武　文正青　许晓峰　池宇峰　肖庆华　张振军　王串联

（2）主要职责

①负责建立医院辐射事故应急响应网络，组织编制辐射事故应急处理预案及相关工作规范；

②决定医院辐射事故应急预案的启动和终止；

③负责指挥和协调辐射事故应急组织体系中各部门的应急准备和响应行动；

④负责向生态环境、卫生健康和公安等行政管理部门报告辐射事故的发生、危害与处置情况；

⑤负责对事故进行调查与善后处理，制定整改方案；

⑥负责组织辐射事故应急演练。

13.4.2 事故应急预案

为有效处理辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，最大限度地控制事故危害，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条、《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定，结合单位的实际情况，医院已制定《辐射事故应急处理预案》，该院已建立的辐射事故应急预案包括下列内容（见附件 10）：

（1）应急机构和职责分工；

（2）应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

（3）辐射事故分级与应急响应措施；

（4）辐射事故调查、报告和处理程序。

13.4.3 应急预案执行情况

该院辐射事故应急预案基本符合有关部门的应急管理规定，并具有较好的针对性和可操作性。严格执行该辐射事故应急预案，保证在发生辐射事故后，医院能够及时、合理的采取应急措施，最大限度的降低事故对环境的影响和对周围人群的危害。

表 14 结论与建议

14.1 结论

14.1.1 项目概况

韶关市第一人民医院搬迁新址位于韶关市芙蓉新城百旺路以南、韶关市公安局以西，本项目建设内容为：

（1）放疗科

本项目拟在 2#医技楼地下一层建设放疗科开展放射诊疗项目，建设 1 间加速器机房，并在加速器机房中安装使用 1 台电子直线加速器（属II类射线装置）用于放射治疗；建设 1 间后装放疗机房，并在机房中安装 1 台后装治疗机，后装治疗机内含 1 枚放射源铱-192（属III类放射源）用于放射治疗。

（2）DSA 介入诊疗项目

本项目拟在内科住院楼一层建设 2 间 DSA 机房，每间机房各安装使用 1 台数字减影血管造影装置（DSA）用于介入手术中放射诊疗，属II类射线装置。

14.1.2 辐射安全与防护分析结论

（1）辐射防护结论

本项目放疗科和 DSA 射线装置放射诊断机房的屏蔽防护设计方案均能达到《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）等标准的要求；放疗科的放射治疗设备机房的屏蔽防护设计方案均能达到《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ126-2011)、《后装 γ 源近距离治疗卫生防护标准》（GBZ121-2017）等标准的要求。本项目各辐射工作场所拟采取的屏蔽措施均能够满足辐射防护的要求，并符合机房的辐射屏蔽规范。

（2）放射性三废的治理和控制

①放射性固体废物：本项目产生的废弃 ^{192}Ir 放射源由放射源供应单位负责回收、废靶件由加速器供应商回收，不会在医院存储，因此不会对周围环境产生污染。

②放射性废气：拟建机房废气仅为空气电离可能产生的少量臭氧、氮氧化物等，医院在每个机房均安装排气系统，保证机房换气需求。

14.1.3 辐射环境影响结论

根据本报告对本次核技术利用项目的周边环境及人员的辐射影响分析可知，在正常情况下，项目对周围环境中的工作人员和公众的辐射影响均能满足本报告提出的剂量约

束值。

14.1.4 辐射安全管理分析结论

管理机构：医院成立了辐射安全与环境防护管理机构（辐射防护与辐射安全管理委员会）、辐射事故应急处理领导小组，明确各成员的职责，并将加强监督管理。

规章制度：《辐射安全和防护管理制度》、《辐射工作岗位职责》、《放射设备检修维护制度》、《放射诊疗部门安全保卫管理制度》、《辐射工作人员防护培训制度》、《辐射环境监测制度》、《射线装置使用和台账管理制度》、《个人剂量管理制度》、《后装放射源治疗过程中卡源应急处理预案》和《辐射事故应急处理预案》等。

综上所述，医院辐射安全管理符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求，具有一定的辐射安全管理能力。

14.1.5 可行性分析结论

（1）选址可行性

本次拟开展的核技术利用项目在选址时充分考虑了周边环境情况及人口分布等因素，各场所建设及运行时在采取本环评提出的各项辐射安全防护措施后，可使辐射工作人员和周围公众所受的照射不超过相应的限值，因此，本项目的选址是合理可行的。

（2）产业政策符合性

该院核技术利用项目均旨在提高诊断治疗水平，更好的解除病人痛苦、挽救病人生命，提高医疗质量、改善患者就医环境，符合国家卫生事业发展的产业政策。另外，本项目的建设不在《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中淘汰类和限制类范围内，因此，本项目符合国家产业政策。

（3）实践正当性

经理论计算，由本项目引起的对工作人员和公众外照射剂量可控制在根据最优化原则设置的项目剂量管理约束值以下。因此本项目的开展，在给患者带来利益的同时，对工作人员和公众的外照射引起的年有效剂量低于根据最优化原则设置的项目管理约束值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

综上所述，韶关市第一人民医院核技术利用项目在落实本报告提出的各项污染防治、辐射安全防护措施和辐射安全管理制度后，运营期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的

要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，该项目的建设是可行的。

14.2 建议和承诺

14.2.1 建议

认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，加强核与辐射安全知识宣传，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。

14.2.2 承诺

（1）医院新增辐射管理人员和辐射操作人员将尽快参加辐射安全培训和考核，持证上岗，检查和评估工作人员的个人剂量，建立个人剂量档案；

（2）医院安排专职人员进行辐射安全管理制度的管理，进一步完善和落实各项辐射防护管理制度及环保审批手续；

（3）严格落实辐射工作场所各项辐射防护措施，并严格执行已制定的各项辐射安全管理制度；

（4）定期组织辐射事故应急处理相关培训及演练；

（5）定期检查辐射安全连锁装置和报警系统等，发现问题及时解决，杜绝在没有启动安全防护装置的情况下强制运行辐射诊疗设备，以防止辐射照射事故发生；

（6）医院承诺委托专业单位进行本项目的辐射防护设计及施工，保证使用合格的防护材料，防护厚度及施工质量达到屏蔽设计的要求；

（7）按要求每年向发证机关提交年度评估报告。

表 15 审批

下一级环保部门预审意见：   经办人：　　公章 年　　月　　日
审批意见：   经办人：　　公章 年　　月　　日

保利大都会
保利中诚花园
生加鲜生活超市
盆景山公园
韶关市自然资源局
本项目所在位置
Y104
韶关市公安局
韶关市交警支队车管所
滨江商务中心
车头村
下胡屋
安徽中兴北江航道工程孟州坝枢纽监理部
车头学校
市公安局车头新村
500米
N

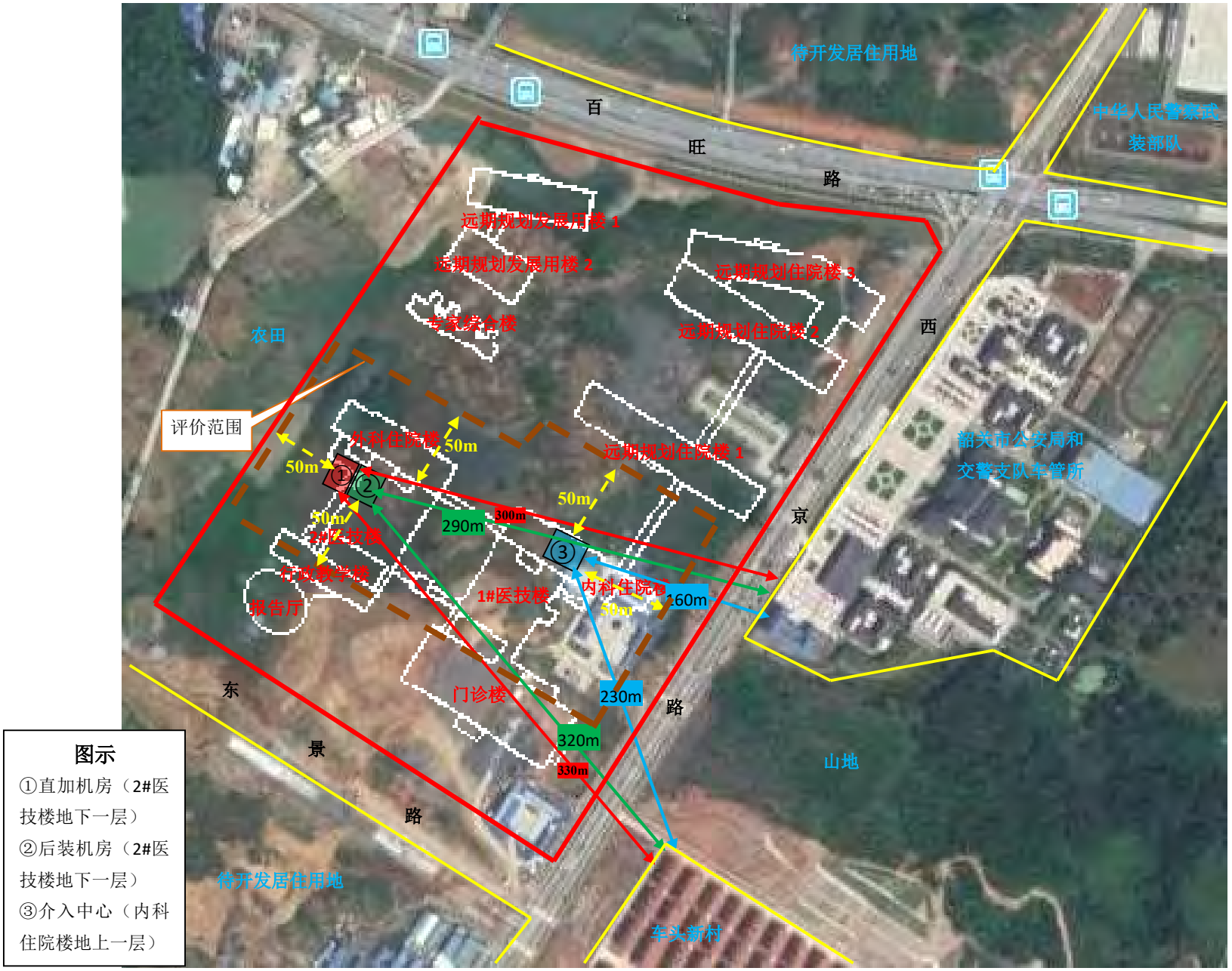
附图 1　项目地理位置图

附图 2　医院总平面布置及周边环境关系图

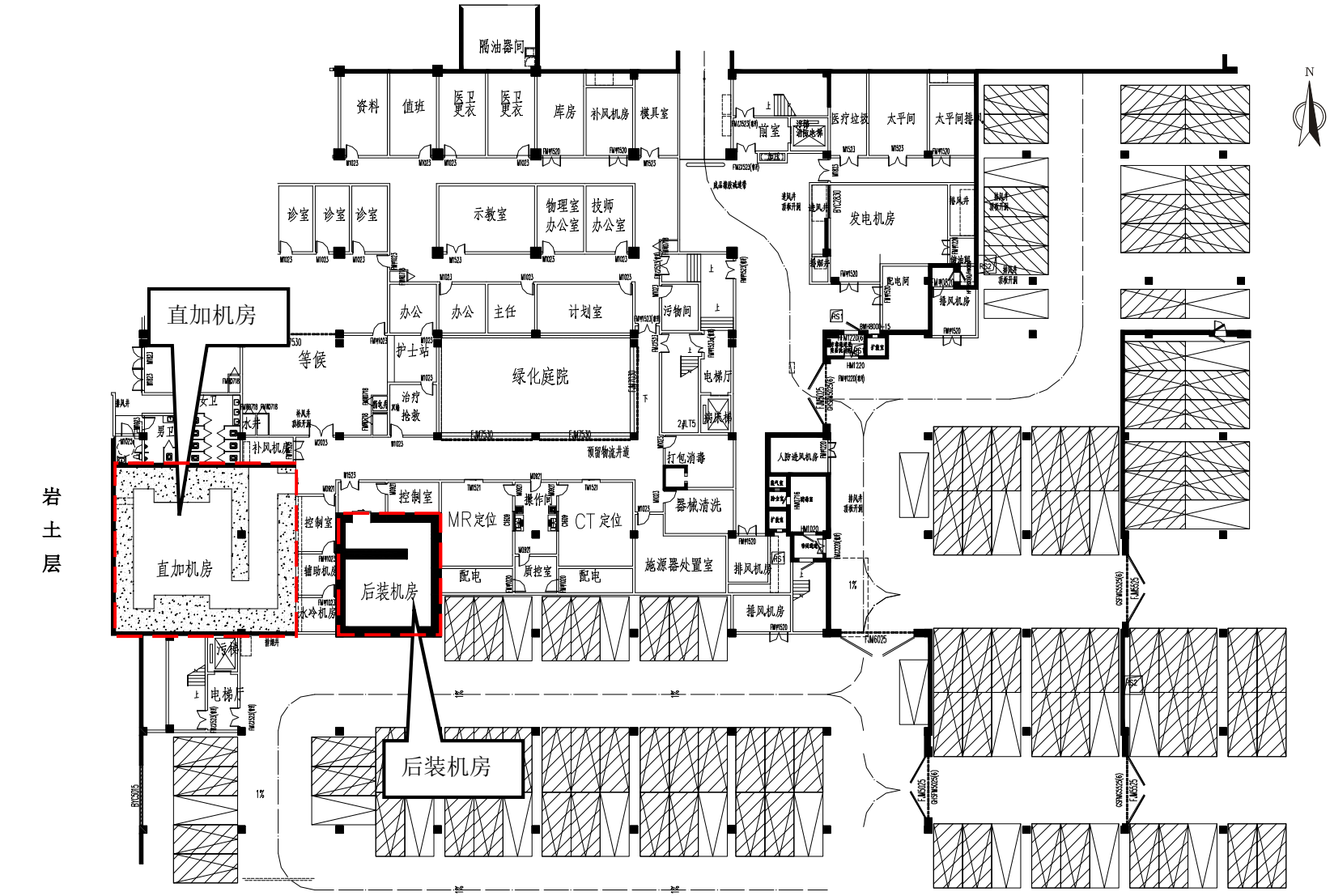
附图 3　医院建成后效果图

北侧待开发居住用地	北侧待开发居住用地	东侧韶关市公安局	东侧韶关市交警支队车管所
南侧待开居住发用地	东南侧车头新村	东南侧车头新村	东北侧中华人民警察武装部队

附图 4　医院四周环境概况照片

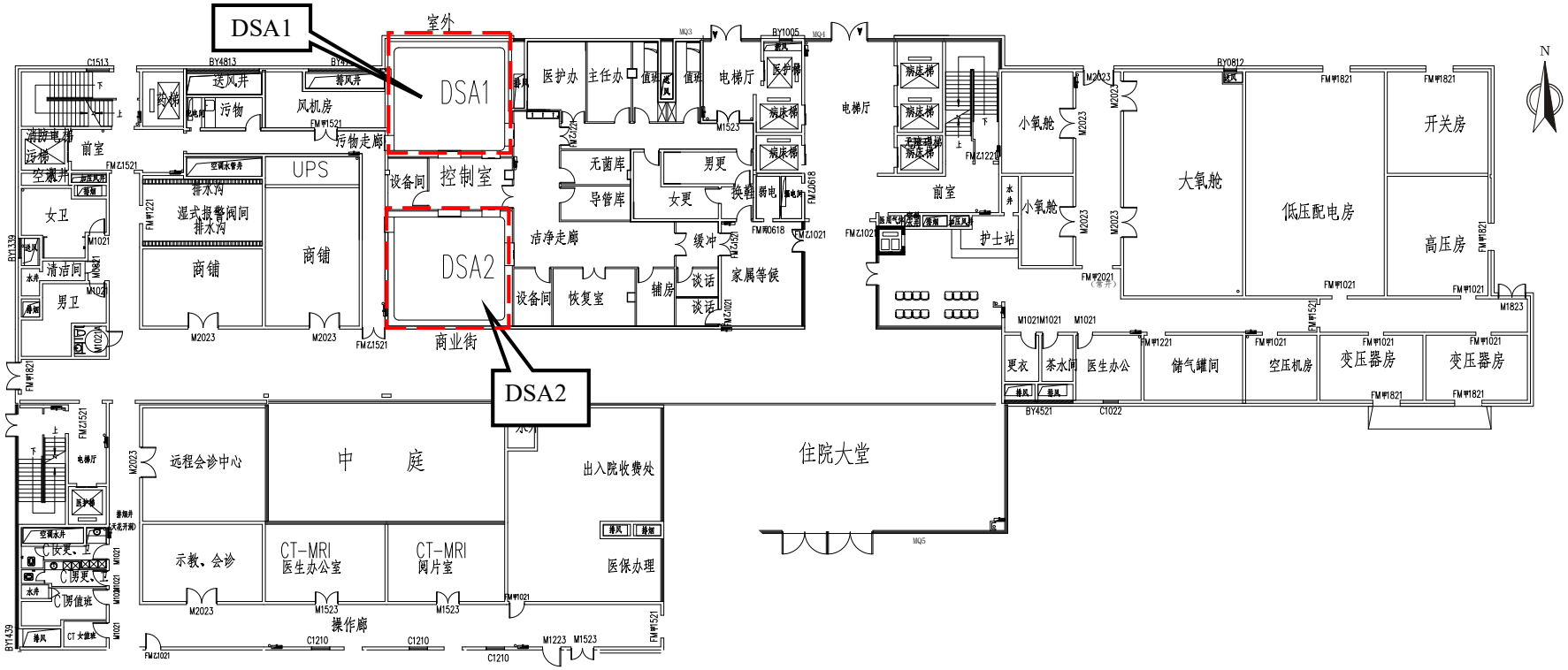


附图 5　辐射工作场所周边环境关系图



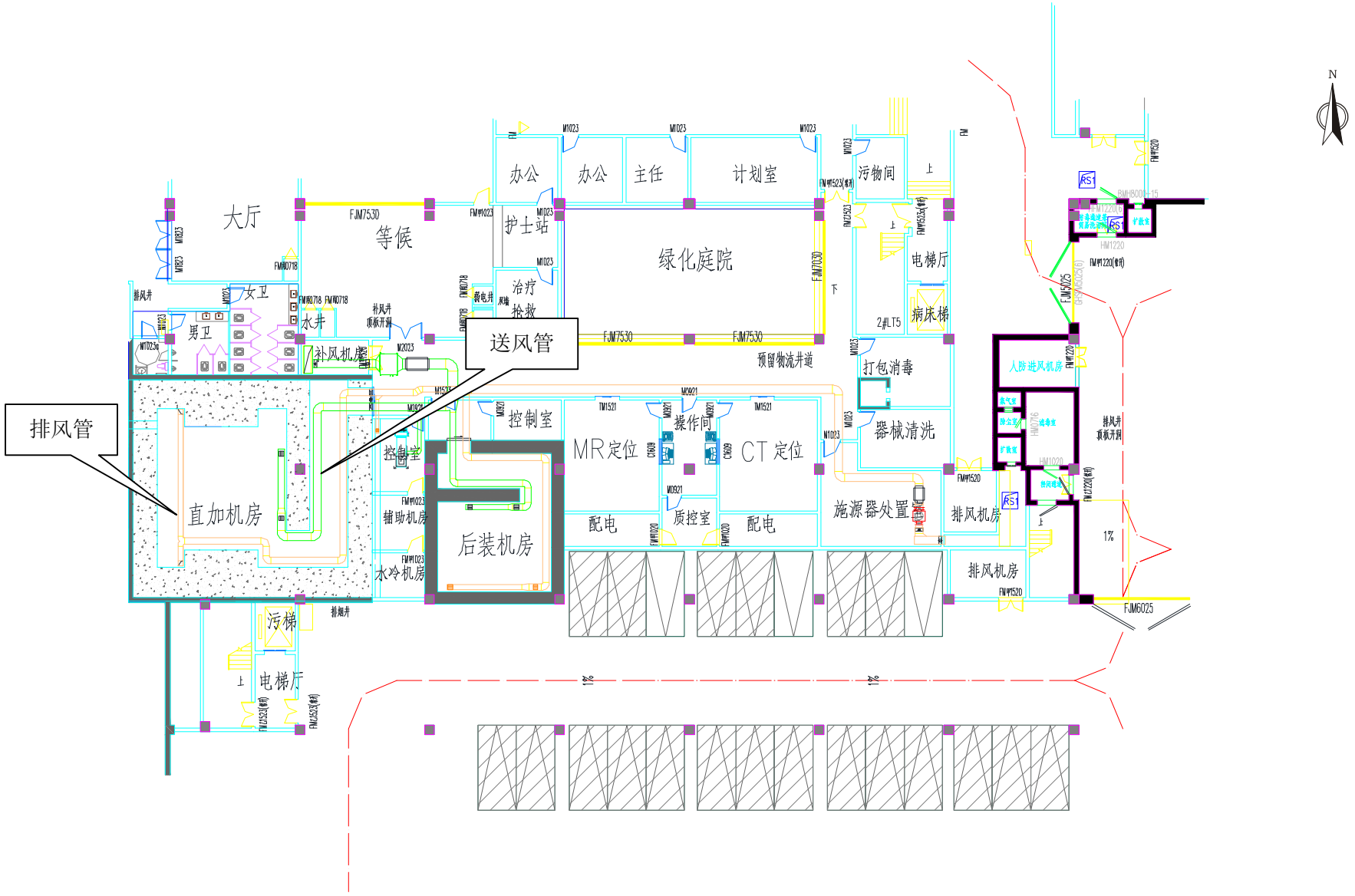
本层辐射工作场所：直加机房、后装机房（Ir-192）

附图 6　放疗科（2#医技楼地下一层）平面布置图



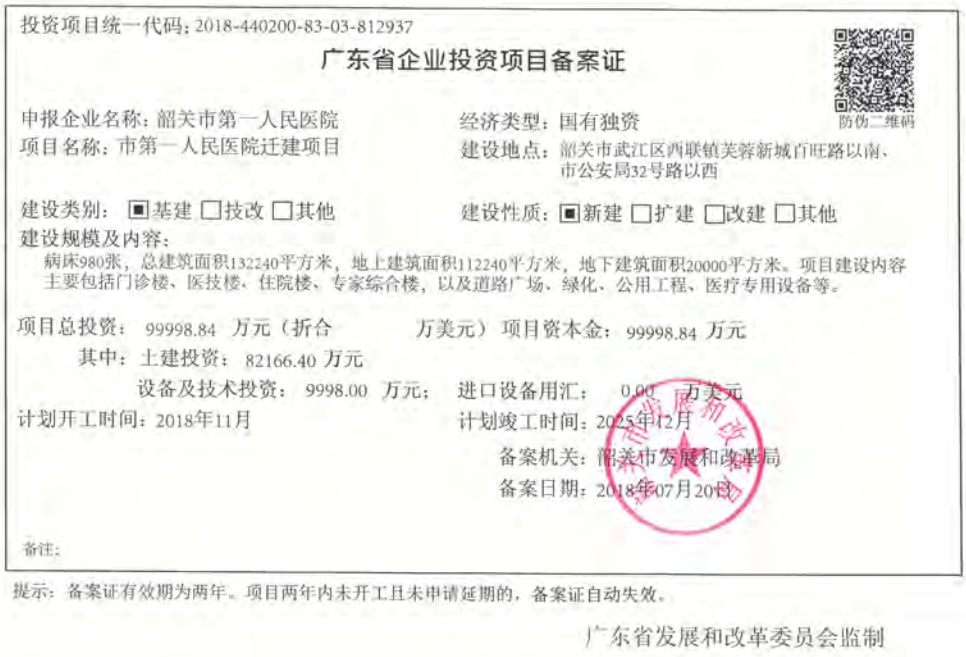
本层辐射工作场所：DSA1、DSA2

附图 7　DSA 介入诊疗项目（内科住院楼地上一层）平面布置图



附图 8　放疗科通风管线走向图

附件 1：项目备案证



投资项目统一代码：2018-440200-83-03-812937

广东省企业投资项目备案证

防伪二维码

申报企业名称：韶关市第一人民医院　　经济类型：国有独资

项目名称：市第一人民医院迁建项目　　建设地点：韶关市武江区西联镇芙蓉新城百旺路以南、市公安局32号路以西

建设类别：■基建 □技改 □其他　　建设性质：■新建 □扩建 □改建 □其他

建设规模及内容：

病床980张，总建筑面积132240平方米，地上建筑面积112240平方米，地下建筑面积20000平方米。项目建设内容主要包括门诊楼、医技楼、住院楼、专家综合楼，以及道路广场、绿化、公用工程、医疗专用设备等。

项目总投资：99998.84 万元（折合　　万美元）项目资本金：99998.84 万元

其中：土建投资：82166.40 万元

设备及技术投资：9998.00 万元；　进口设备用汇：0.00 万美元

计划开工时间：2018年11月　　计划竣工时间：2025年12月

备案机关：韶关市发展和改革局

备案日期：2018年07月20日

备注：

提示：备案证有效期为两年。项目两年内未开工且未申请延期的，备案证自动失效。

广东省发展和改革委员会监制

附件 2：医院搬迁大环评批复

韶关市生态环境局

韶环审[2019]54号

韶关市生态环境局关于韶关市第一人民医院整体搬迁项目环境影响报告书的批复

韶关市第一人民医院:

你单位报批的《韶关市第一人民医院整体搬迁项目环境影响报告书》(以下简称《报告书》)及相关申请材料收悉。经研究，批复如下:

一、韶关市第一人民医院拟投资 99998.84 万元（其中环保投资 5164 万元）在韶关市芙蓉新城百旺路以南、韶关市公安局 32 号路以西地块建设韶关市第一人民医院整体搬迁项目。项目中心地理坐标为 E 113.5414°, N 24.7442°), 总占地面积为 126593 平方米，总建筑面积 132240 平方米。项目设床位 980 张，建设内容主要包括门诊楼、医技楼、住院楼、专家综合楼、行政教学楼、报告厅，以及道路广场、绿化、公用工程、医疗专用设备等。项目劳动定员 1568 人，全年工作 365 天。

二、韶关市环保技术装备发展公司于 2019 年 4 月 16 日组织专家对《报告书》进行了评审，出具的《关于〈韶关市第一人民医院整体搬迁项目环境影响报告书〉的技术评估意见》(韶环公

司[2019]16 号）认为：在落实“报告书”提出的各项污染防治措施的前提下，拟搬迁工程对环境的影响是可接受的，项目建设是可行的。

三、我局原则通过对《报告书》的审查，你单位须认真研读《报告书》及技术评估意见，按《报告书》所列的性质、规模、地点、生产工艺及环保措施进行建设。在项目建设和营运期间做好环境管理工作，并应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。

四、建设项目完成后，你公司须按照相关法规政策，自行对配套建设的环保设施进行验收，编制验收报告，并依法做好相应的信息公开工作。另外，项目在投入生产或使用并产生实际排污行为之前，应按照《排污许可管理办法（试行）》的有关要求及《固定污染源排污许可分类管理名录（2017 年版）》规定的范围，向具有核发权限的生态环境主管部门申请排污许可证，依法持证按证排污。

五、建设项目环境保护“三同时”监督管理工作由韶关市生态环境局环境监察分局负责。

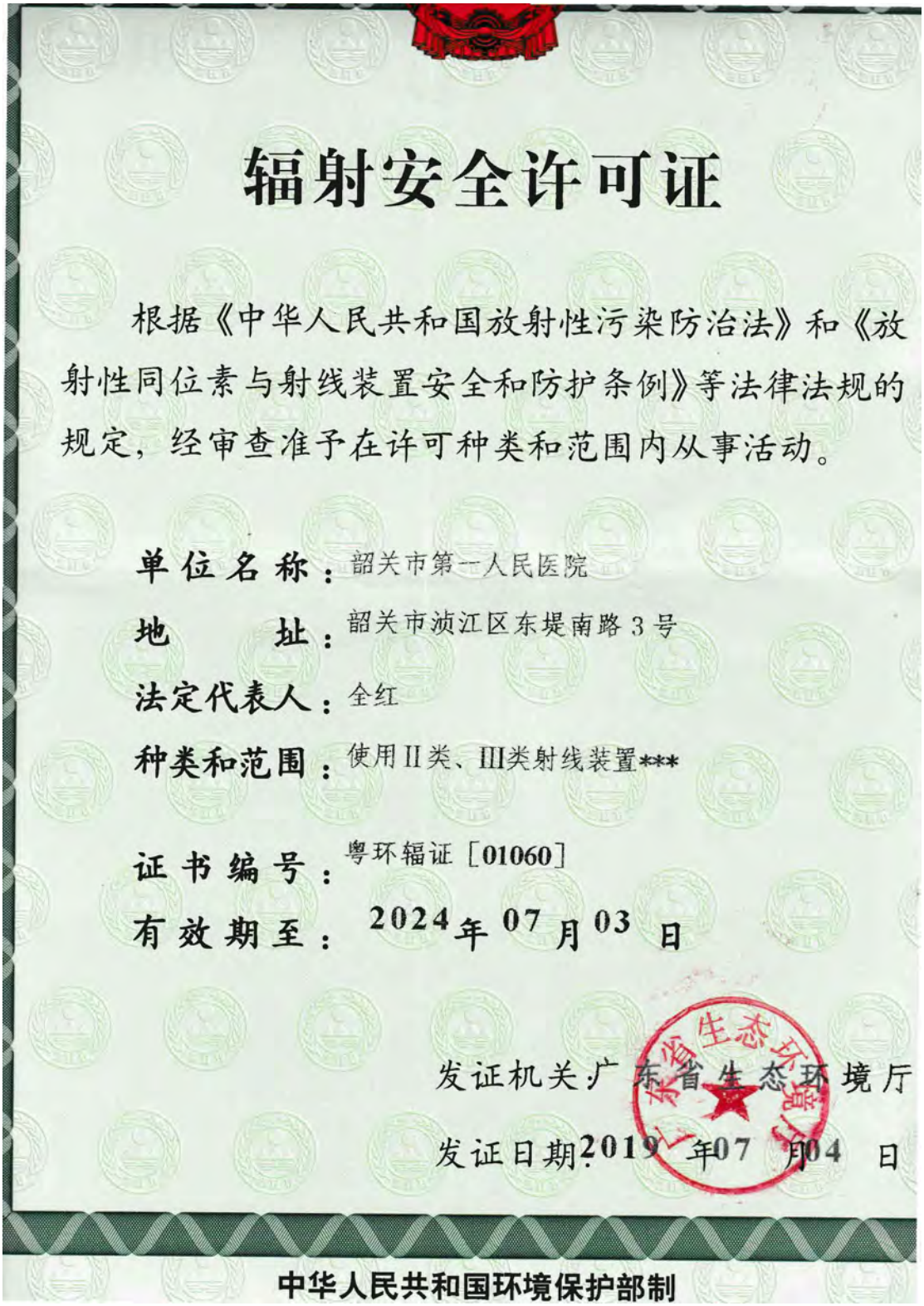
韶关市生态环境局

2019 年 5 月 13 日

公开方式：依申请公开

抄送：市发改局、市统计局、市生态环境局环境监察分局、韶关市环保技术装备发展公司、广州市环境保护工程设计院有限公司

附件 3：现有辐射安全许可证



辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：韶关市第一人民医院

地　　址：韶关市浈江区东堤南路 3 号

法定代表人：全红

种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置***

证书编号：粤环辐证［01060］

有效期至：2024 年 07 月 03 日

发证机关：广东省生态环境厅

发证日期：2019 年 07 月 04 日

中华人民共和国环境保护部制

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	韶关市第一人民医院		
地　　址	韶关市浈江区东堤南路3号		
法定代表人	全红	电话	[redacted]
证件类型	身份证	号码	
涉源部门	名　称	地　址	负责人
	肿瘤科	1号楼负一楼、2号楼一楼	许晓峰
	医学影像科	2号楼一楼、3号楼一楼	文正青
	口腔科	5号楼一楼	池宇峰
	麻醉科	1号楼十楼	肖庆华
	预防保健科	宿舍区新6栋1楼	谭建民
	看守所分院	韶关市武江区芙蓉北路27号	文正青
	强戒所分院	韶关市浈江区黄岗戒毒所内	文正青
种类和范围	使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置***		
许可证条件			
证书编号	粤环辐证[01060]		
有效期至	2024 年 07 月 03 日		
发证日期	2019 年 07 月 04 日（发证机关章）		

活动种类和范围

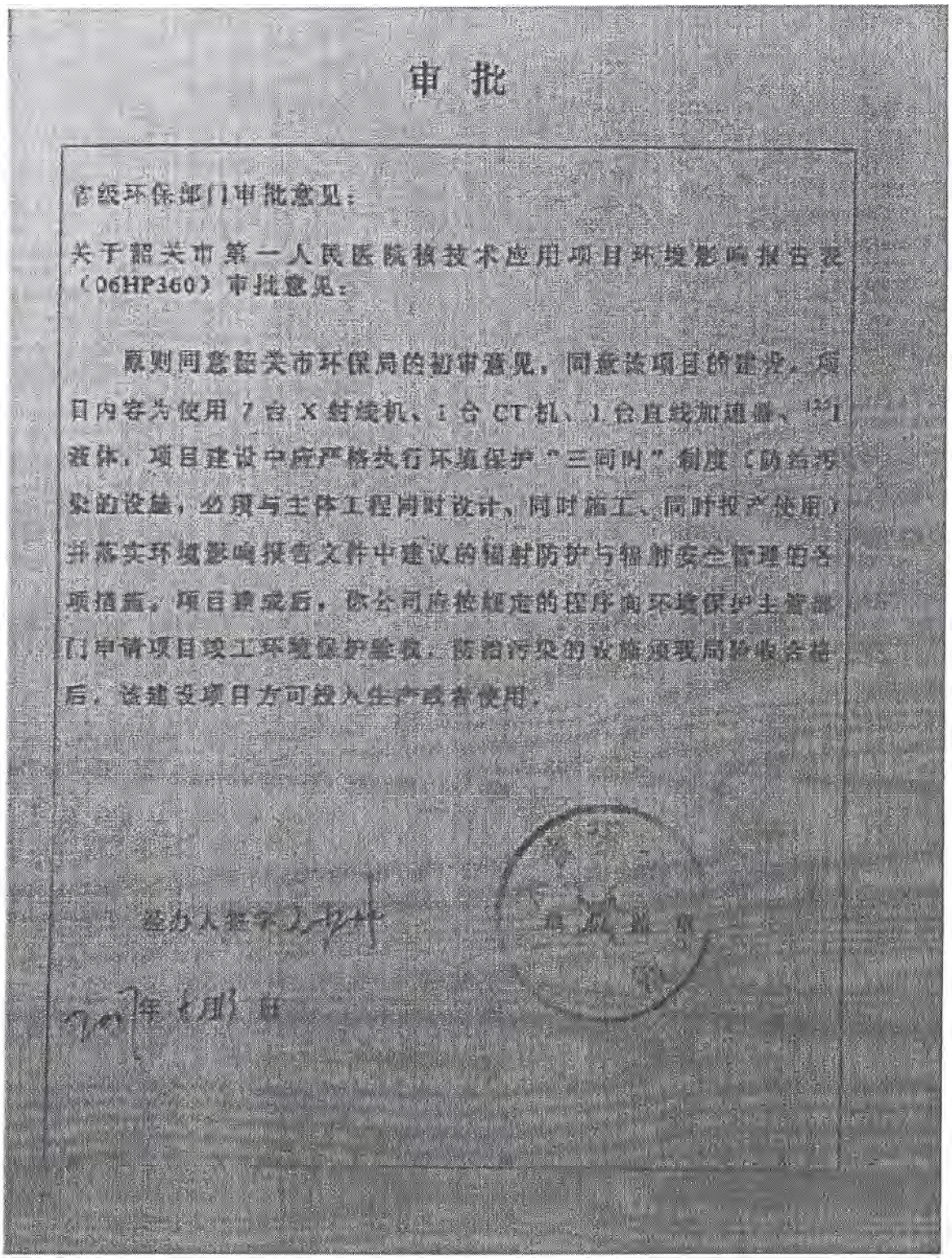
（三）射线装置

证书编号：　粤环辐证[01060]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	西门子 PRIMUS HI 直线加速器	II	1台	使用
2	核通 SIMULIX 模拟定位机	III	1台	使用
3	桂林集琦俊龙 GGF3X 射线拍片机	III	1台	使用
4	GE AMX-4+移动式床边机	III	1台	使用
5	西门子 Somatom Emotion 6 CT 机	III	1台	使用
6	柯达 VX3733SYS DR 机	III	1台	使用
7	柯达 DR3500 DR 机	III	1台	使用
8	岛津 FLEXAVISION 胃肠机	III	1台	使用
9	华润医疗 PX-2000 移动式床边机	III	1台	使用
10	罗爱德 Affinity 乳腺机	III	1台	使用
11	Planmeca ProMax3Ds 口腔 CT 机	III	1台	使用
12	西诺德 Vario DG 牙片机	III	1台	使用
13	西门子 ARCADIS Orbic C 臂机	III	1台	使用
14	Swissray Eurabil Digiarc100 C 臂机	III	1台	使用
15	北京万东 HM200 DR 机	III	1台	使用
16	深圳深图 SONTU100-Polaris50 DR 机	III	2台	使用
17	西门子 AXIOM Artis FA DSA 机	II	1台	使用
18	西门子 SOMATOM Definition AS CT 机	III	1台	使用

***

附件 4：现有核技术利用项目环评批复



审 批

省级环保部门审批意见：

关于韶关市第一人民医院核技术应用项目环境影响报告表（06HP360）审批意见：

原则同意韶关市环保局的初审意见，同意该项目的建设。项目内容为使用 7 台 X 射线机、1 台 CT 机、1 台直线加速器、^{131}I 液体，项目建设中应严格执行环境保护"三同时"制度（防治污染的设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用），并落实环境影响报告文件中建议的辐射防护与辐射安全管理的各项措施。项目建成后，你公司应按规定的程序向环境保护主管部门申请项目竣工环境保护验收，防治污染的设施须经同级验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。

经办人签字：

年（月）日

韶关市环境保护局

韶环审[2017]108号

韶关市环保局关于韶关市第一人民医院使用Ⅲ类医用射线装置核技术应用项目环境影响登记表审批意见的函

韶关市第一人民医院：

你单位报来《韶关市第一人民医院使用Ⅲ类医用射线装置核技术应用项目环境影响登记表》（以下简称登记表）及申请报告收悉。经研究，提出审批意见如下：

一、项目概况

韶关市第一人民医院位于广东省韶关市浈江区东堤南路3号，是一所集医、教、研为一体的大型现代化三级甲等综合医院。医院于2015年3月31日向省环保厅申领了辐射安全许可证，证书编号为粤环辐证[01060]，种类和范围为使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，有效期至2019年7月10日。现医院拟新增14台Ⅲ类射线装置，并退役原有的3台Ⅲ类射线装置。退役的Ⅲ类射线装置分别为1台ORALIX AC型牙片机、1台ORTHORA LIX9200型全景机、1台GE R500型X射线拍片机。拟新增的14台Ⅲ类射线装置，分别放置在医院的6个科室：其中医学影像科6台，为DR3500型X射线数字拍片机（DR）、FLEXAVISION型医用X射线诊断机（数字胃

肠机）、VX3733-SYS 型数字化医院 X 射线摄影系统、PX-2000 型移动式 X 射线诊断机、Affinity 型乳腺 X 射线系统、螺旋 CT；口腔科 2 台，为 Planmeca ProMax 3Ds 型口腔全景 X 射线机、口腔 X 射线牙片机；麻醉科 2 台，为 ARCADIS Orbic 型移动式 X 射线诊断设备（三维 C 臂）、Eurabil Digiarc100 型骨科 C 臂；预防保健科 2 台，为 GX100 型透视机、HM200 型 DR；看守所分院 1 台，为 SONTU100-Polaris50 型 DR；强戒所 1 台，为 SONTU100-Polaris50 型 DR。

二、你单位应切实落实项目环境影响登记表中提出的各项辐射防治措施，建立健全管理制度、工作规程以及应急预案，落实岗位职责，确保射线装置的安全使用，并接受环保部门的日常监督。

三、从事放射工作的人员必须取得上岗证，具备相应的防护知识和健康条件，岗位人员还须建立个人健康档案，定期参加职业病防治机构组织的放射性专项体检。

四、你单位应按程序办理《辐射安全许可证》增项手续，并落实环保“三同时”制度。

五、项目的日常环境监管工作由韶关市环保局监察分局负责。

韶关市环境保护局

2012 年 6 月 23 日

公开方式:依申请公开

抄送：市发改局、市统计局、市环保局环境监察分局

广东省环境保护厅

粤环审〔2018〕219号

广东省环境保护厅关于韶关市第一人民医院核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复

韶关市第一人民医院:

你单位报批的《核技术利用建设项目环境影响报告表》(以下简称报告表，编号GZHP-201707)等材料收悉。经研究，批复如下:

一、你单位核技术利用扩建项目位于韶关市浈江区东堤南路3号。本项目内容为:在医院住院大楼西侧建设1间介入手术室，新增使用1台数字减影血管造影装置(属II类射线装置)用于介入手术中的放射诊疗。

二、广东省环境辐射监测中心组织专家对报告表进行了技术评审，出具的评估意见认为，报告表有关该项目建设可能造成的环境影响分析、预测和评价内容，以及提出的辐射安全防护措施合理可行，环境影响评价结论总体可信。你单位应按照报告表内容组织实施。

三、本项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全和防护措施，确保辐射工作人员年有效剂量约束值低于5毫希沃特/年，公众年有效剂量约束值低于0.25毫希沃特/年。

四、本项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定程序重新申领辐射安全许可证。

五、项目的环境保护日常监督管理工作由韶关市环境保护局负责。

广东省环境保护厅

2018年8月3日

抄送：韶关市环境保护局，省环境辐射监测中心，四川省中栎环保科技有限公司。

广东省环境保护厅办公室　　2018年8月3日印发

附件 5：现有核技术利用项目验收批复

广东省环境保护厅文件

粤环审〔2014〕75 号

广东省环境保护厅关于韶关市第一人民医院核技术应用项目竣工环境保护验收意见的函

韶关市第一人民医院：

你院核技术应用项目竣工环境保护验收申请及有关材料收悉。我厅对该项目进行了竣工环境保护验收现场检查，并将该项目环境保护执行情况在广东省环境保护厅公众网(http://www.gdep.gov.cn)进行了公示。公示期间未收到群众的投诉和反对意见。经研究，现提出验收意见如下：

一、韶关市第一人民医院核技术应用项目地址位于韶关市东堤南路 33 号，该院本次验收的项目为使用数字减影血管造影系统（DSA）1 台，6MeV 直线加速器（15MeV 已做封闭处理）1 台，

属II类射线装置；使用CT机等X射线装置9台，属III类射线装置。

二、广东省环境辐射监测中心编制的《韶关市第一人民医院建设项目竣工环境保护验收监测报告表》(粤环辐验监字〔2013〕第B027号)表明：

韶关市第一人民医院直线加速器机房周围空气比释动能率监测结果满足《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）的要求；透视拍片机、DSA、牙科机、移动X射线机等射线装置机房周围的空气比释动能率监测结果满足《医用X射线诊断卫生防护标准》（GBZ130-2002）的要求；CT机机房周围空气比释动能率监测结果满足《医用X射线CT机房的辐射屏蔽规范》（GBZ/T180-2006）的要求；辐射工作人员的受照剂量和公众的年估算受照剂量监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求。

三、该项目执行了环境影响评价制度和环境保护"三同时"制度，申领了辐射安全许可证，设置了辐射安全管理机构，制定了辐射防护和环境保护规章制度，建立了辐射事故应急预案，配备了个人防护用品，基本落实了各项防护措施和辐射安全措施，竣工环境保护验收合格。

四、项目投入运行后应做好以下工作：

（一）进一步完善辐射安全管理机构，强化安全意识；及时组织辐射工作人员参加辐射安全工作人员培训，做到持证上岗；进一步加强工作人员个人剂量管理，每3个月监测1次并建立剂量档案。

（二）完善并严格执行辐射安全管理制度和辐射应急预案，每年对环境辐射水平进行监测，对核技术应用项目的使用安全和防护状况进行年度评估，每年1月31日前向我厅报送上一年度的安全与防护年度评估报告。

五、该项目日常的环境保护监管工作由韶关市环保局负责。

广东省环境保护厅

2014年4月9日

韶关市第一人民医院核技术利用扩建项目

竣工环境保护验收意见

2019年7月4日，韶关市第一人民医院根据《韶关市第一人民医院核技术利用扩建项目竣工环境保护验收监测报告表》并对照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》成立验收组（名单附后），严格依照国家有关法律法规、建设项目竣工环境保护验收技术规范/指南、本项目环境影响评价报告表和审批部门审批决定等要求对本项目进行验收，提出意见如下：

一、工程建设基本情况

韶关市第一人民医院位于韶关市浈江区东堤南路3号，医院在住院大楼(2号楼)西侧建设1间介入手术室，新增使用1台数字减影血管造影装置（属II类射线装置）用于介入手术中的放射诊疗；医院使用的13台III类射线装置，分别放置在医院的6个科室：其中医学影像科6台，为DR3500型X射线数字拍片机(DR)、FLEXAVISION型医用X射线诊断机（数字胃肠机）、VX3733-SYS型数字化医院X射线摄影系统、PX-2000型移动式X射线诊断机、Affinity型乳腺X射线系统、SOMATOM Defintion AS型螺旋CT；口腔科2台，为PlanmecaProMax 3Ds型口腔全景X射线机、Vario DG型口腔X射线牙片机；麻醉科2台，为ARCADISOrbic型移动式X射线诊断设备（三维C臂）、EurabilDigiarc100型骨科C臂；预防保健科1台，为车载HM200型DR；韶关市看守所分院1台，为SONTU100-Polaris50型DR；韶关市公安局强制戒毒所分院1台，为SONTU100-Polaris50型DR。

医院新增使用1台数字减影血管造影装置（属II类射线装置），2017年11月委托四川省中栋环保科技有限公司编写《韶关市第一人

民医院使用II类射线装置扩建项目环境影响报告表》。2018年8月3日本项目获得《广东省环境保护厅关于韶关市第一人民医院核技术利用扩建项目环境影响报告表的批复》（粤环审[2018]219号）。在项目建设期间无环境投诉、违法或处罚记录等。医院使用的13台III类射线装置，2017年5月医院编写了《使用III类医用射线装置环境影响登记表》。2017年6月23日本项目获得《韶关市环保局关于韶关市第一人民医院使用III类医用射线装置核技术应用项目环境影响登记表审批意见的函》（韶环审[2017]108号）。在项目建设期间无环境投诉、违法或处罚记录等。

项目实际总投资5077万元，其中环保投资555万元。

韶关市第一人民医院委托浙江建安检测研究院有限公司对该医院新增使用1台数字减影血管造影装置和13台III类射线装置进行验收监测。

二、环境保护设施建设情况

1、该医院各医用X射线装置机房设置了屏蔽措施；

2、该医院各医用X射线装置机房周围设有醒目的电离辐射标志，安装了灯光警示灯；

3、射线装置工作场所有少量臭氧，氮氧化物等气体产生，产生少量的臭氧和氮氧化物随机房排风系统排出；

4、该医院配备了铅衣、铅帽、铅屏风、个人剂量计、铅眼镜、铅围脖、铅围裙；

5、该医院对辐射场所进行分区管理，设立了监督区和控制区。

三、辐射环境监测结果

韶关市第一人民医院1台DSA（属II类射线装置）周围剂量当量率结果满足《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）；

CT机房周围剂量当量率符合《X射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ165-2012）；车载HM200型DR周围剂量当量率符合《车载式医用X射线诊断系统的放射防护要求》（GBZ264-2015）；其他机房周围剂量当量率符合《医用X射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的相关规定。

该项目辐射工作人员累积受照剂量和公众年估算受照剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也满足核技术利用项目环境影响报告表及审批意见提出的剂量约束值的要求。

四、验收结论

该项目落实了环境影响报告表及其批复要求，符合环境保护验收条件，验收组同意通过竣工环境保护验收。

五、验收人员信息

验收负责人（建设单位）：

参加验收的单位：韶关市第一人民医院

浙江建安检测研究院有限公司

韶关市第一人民医院核技术利用扩建项目竣工环境保护验收组

2019年7月4日 · 韶关

	姓名	单位	职务/职称	电话
验收组组长	王[illegible]	韶关市第一人民医院	副院长	[redacted]
专家	董备捷	核工业二九〇研究所	副主任/高工	
建设单位	江海[illegible]	韶关市第一人民医院	副科长/副[illegible]	
	文亚青	韶关市一人民医院	主任/主任医师	
	王[illegible]	韶关市第一人民医院	科员	
验收监测单位	王林	浙江建安检测研究院有限公司	助工	

附件 6：辐射工作人员培训情况

韶关市第一人民医院辐射工作人员培训情况

序号	姓名	培训/再培训日期（合格证书发证日期）	合格证书编号
1	刘桂斌	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180180号
2	胡开闯	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180171号
3	白奕斌	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180172号
4	唐小华	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180173号
5	陈利云	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180174号
6	段莉霞	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180181号
7	彭红	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180175号
8	陈珏通	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190074号
9	黄永华	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190084号
10	兰伟平	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190086号
11	李冠昉	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190087号
12	梁路妃	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190095号
13	林松斌	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190096号
14	潘汝群	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190101号
15	邱志超	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190103号
16	文彩虹	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190105号
17	徐宁	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190107号
18	许少鸿	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190108号
19	叶峰	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190111号
20	赵忠清	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190115号
21	钟志雄	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190118号
22	朱光建	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190120号
23	朱赞东	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190121号
24	王华锋	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180140号
25	朱莉珍	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180141号
26	扶步松	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180142号
27	孔伟	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180143 号
28	黄庆红	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180144 号
29	陈武双	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180145 号
30	赵义	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180146号
31	廖义飞	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180147号
32	谢小清	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180148 号
33	欧田昆	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180149号
34	熊伟坚	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180150号
35	陈荣萍	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180151号
36	易树明	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180152 号
37	文正青	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180153 号
38	郭强	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180154 号
39	陈文坚	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180155 号

40	李建凤	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180156 号
41	叶薇	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180157 号
42	胡运祥	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180158 号
43	何宁波	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180159 号
44	吴济宇	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180160 号
45	黄庆波	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180161 号
46	候雪玲	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180162 号
47	刘玲	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180163 号
48	余裕珍	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180164 号
49	王康	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180165 号
50	邵勇军	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180166 号
51	颜琳力	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180167 号
52	蓝文兴	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180168 号
53	张恒	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180169 号
54	王晶	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180170 号
55	林泉	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180176 号
56	杨帆	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180177 号
57	沈银凤	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180178 号
58	罗文萍	2018.08.30-09.02	粤辐防协第 F180179 号
59	鲍玲丽	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190072号
60	陈龙	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190075号
61	陈怡	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190076号
62	方晔	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190077号
63	高丽珍	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190079号
64	何国雄	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190080号
65	何轩	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190081号
66	何正言	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190082号
67	胡争波	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190083号
68	赖勇斌	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190085号
69	李慧君	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190088号
70	李嘉	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190089号
71	李淑娟	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190091号
72	李文虎	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190092号
73	李义强	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190093号
74	梁锦铭	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190094号
75	林文聪	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190097号
76	罗方	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190098号
77	梅浩	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190099号
78	欧光信	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190100号
79	潘希昶	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190102号
80	宋惠茜	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190104号
81	吴华丽	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190106号
82	许晓峰	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190109号

83	严德星	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190110号
84	袁艾东	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190112号
85	张浩波	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190113号
86	张丽娟	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190114号
87	钟小兵	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190116号
88	钟志年	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190117号
89	周志娟	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190119号
90	邹方伟	2019.06.24-06.27	粤辐防协第 F190122号

附件 7：辐射工作人员个人剂量监测统计情况

韶关市第一人民医院辐射工作人员个人剂量统计

序号	姓名	剂量计佩戴	个人剂量监测周期（mSv）				累积剂量（mSv）
			2018.1-3	2018.4-6	2018.7-9	2018.10-12	
1	刘桂斌	铅衣内	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
		铅衣外	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
2	胡开阔	铅衣内	0.11	0.02	1.14	0.09	1.36
		铅衣外	11.53	1.9	4.78	2.92	23.13
3	白奕斌	铅衣内	0.02	0.02	0.23	0.02	0.29
		铅衣外	——	——	0.02	0.05	0.07
4	唐小华	铅衣内	0.02	0.02	0.04	0.08	0.16
		铅衣外	——	——	0.07	0.36	0.43
5	陈利云	铅衣内	0.02	0.12	0.02	0.02	0.18
		铅衣外	——	——	0.07	0.02	0.09
6	段莉霞	铅衣内	0.02	0.02	0.02	0.13	0.19
		铅衣外	——	——	0.02	0.15	0.17
7	彭红	铅衣内	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
		铅衣外	——	——	0.02	0.05	0.07
8	陈珏通	铅衣内	0.02	0.02	0.02	0.11	0.17
		铅衣外	0.02	1.80	0.31	5.43	7.47
9	黄永华	铅衣内	0.02	0.02	0.04	0.02	0.10
		铅衣外	——	——	0.02	0.02	0.04
10	兰伟平	铅衣内	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
		铅衣外	——	——	0.02	0.02	0.04
11	李冠昉	铅衣内	——	0.02	0.02	0.06	0.10
		铅衣外	——	——	0.02	0.06	0.08
12	梁路妃	铅衣内	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
		铅衣外	——	——	0.02	0.08	0.10
13	林松斌	铅衣内	——	——	——	0.18	0.18
		铅衣外	——	——	——	0.08	0.08
14	潘汝群	铅衣内	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
		铅衣外	——	——	0.02	0.04	0.06
15	邱志超	铅衣内	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
		铅衣外	——	——	0.02	0.06	0.08
16	文彩虹	铅衣内	0.02	0.02	0.02	0.05	0.11
		铅衣外	——	——	0.02	0.02	0.04
17	徐宁	铅衣内	——	0.02	0.22	0.09	0.33
		铅衣外	——	——	0.02	0.16	0.18
18	许少鸿	铅衣内	0.02	0.53	0.02	0.07	0.64
		铅衣外	——	——	0.40	1.28	1.68
19	叶峰	铅衣内	——	0.02	0.02	0.14	0.18
		铅衣外	——	——	0.02	0.06	0.08

20	赵忠清	铅衣内	0.34	0.02	0.02	0.09	0.47
		铅衣外	2.77	0.02	0.02	0.04	2.85
21	钟志雄	铅衣内	——	——	——	0.02	0.02
		铅衣外	——	——	——	0.02	0.02
22	朱光建	铅衣内	0.08	0.02	0.02	0.02	0.14
		铅衣外	——	——	0.02	0.05	0.07
23	朱赞东	铅衣内	0.02	0.02	0.02	0.07	0.13
		铅衣外	——	——	0.02	0.05	0.07
24	王华锋	/	0.02	0.02	0.02	0.19	0.25
25	朱莉珍	/	0.04	0.02	0.02	0.18	0.26
26	扶步松	/	0.02	0.02	0.02	0.11	0.17
27	孔伟	/	0.05	0.02	0.21	0.12	0.40
28	黄庆红	/	0.02	0.02	0.02	0.07	0.13
29	陈武双	/	0.02	0.02	0.02	0.10	0.16
30	赵义	/	0.02	0.02	0.02	0.25	0.31
31	廖义飞	/	0.02	0.02	0.02	0.09	0.15
32	谢小清	/	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
33	欧田昆	/	0.02	0.02	0.02	0.12	0.18
34	熊伟坚	/	0.02	0.02	0.02	0.14	0.20
35	陈荣萍	/	0.02	0.02	0.02	0.10	0.16
36	易树明	/	0.02	0.02	0.13	0.12	0.29
37	文正青	/	0.02	0.02	0.02	0.09	0.15
38	郭强	/	0.02	0.02	0.12	0.16	0.32
39	陈文坚	/	0.02	0.02	0.02	0.09	0.15
40	李建凤	/	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
41	叶薇	/	0.02	0.02	0.02	0.12	0.18
42	胡运祥	/	0.02	0.02	0.02	0.06	0.12
43	何宁波	/	0.02	0.02	0.08	0.16	0.28
44	吴济宇	/	0.02	0.02	0.02	0.15	0.21
45	黄庆波	/	0.02	0.02	0.05	0.20	0.29
46	侯雪玲	/	0.02	0.02	0.02	0.06	0.12
47	刘玲	/	0.02	0.02	0.08	0.08	0.20
48	余裕珍	/	——	——	0.02	0.16	0.18
49	王康	/	——	——	——	0.18	0.18
50	邵勇军	/	——	——	——	0.02	0.02
51	颜琳力	/	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
52	蓝文兴	/	——	0.02	0.02	0.02	0.06
53	张恒	/	——	0.02	0.02	0.02	0.06
54	王晶	/	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
55	林泉	/	——	——	——	0.10	0.10
56	杨帆	/	0.02	0.02	0.02	0.04	0.10
57	沈银凤	/	0.04	0.02	0.02	0.02	0.10
58	罗文萍	/	0.02	0.02	0.02	0.04	0.10

59	鲍玲丽	/	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
60	陈龙	/	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
61	陈怡	/	0.02	0.02	0.09	0.04	0.17
62	方晔	/	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
63	高丽珍	/	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
64	何国雄	/	0.02	0.02	0.02	0.11	0.17
65	何轩	/	——	0.02	0.02	0.02	0.06
66	何正言	/	0.02	0.02	0.02	——	0.06
67	胡争波	/	——	0.02	0.02	0.02	0.06
68	赖勇斌	/	——	0.02	0.02	0.02	0.06
69	李慧君	/	0.02	0.02	0.11	0.02	0.17
70	李嘉	/	0.02	0.02	0.02	0.10	0.16
71	李淑娟	/	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
72	李文虎	/	——	0.02	——	——	0.02
73	李义强	/	——	0.02	0.11	0.02	0.15
74	梁锦铭	/	0.02	0.02	0.02	0.04	0.10
75	林文聪	/	——	——	——	0.10	0.10
76	罗方	/	0.02	0.02	0.02	0.05	0.11
77	梅浩	/	——	——	——	0.02	0.02
78	欧光信	/	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
79	潘希昶	/	0.02	0.02	0.02	0.05	0.11
80	宋惠茜	/	0.02	0.02	0.12	0.02	0.18
81	吴华丽	/	0.02	0.02	0.02	0.08	0.14
82	许晓峰	/	0.02	0.02	0.02	0.09	0.15
83	严德星	/	0.02	0.02	0.21	0.13	0.38
84	袁艾东	/	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
85	张浩波	/	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
86	张丽娟	/	0.02	0.02	0.02	0.07	0.13
87	钟小兵	/	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
88	钟志年	/	0.02	0.02	0.02	0.02	0.08
89	周志娟	/	0.02	0.02	0.04	0.10	0.18
90	邹方伟	/	0.02	0.02	0.02	0.17	0.23

附件 8：项目环境现状监测报告

CMA
201719031481

检 测 报 告

报告编号：GGBGJ-HCHJ1961002-N28

项 目 名 称	韶关第一人民医院核技术利用建设项目辐射环境现状监测
受 检 单 位	韶关市第一人民医院
委 托 单 位	中辐环境科技有限公司
委托单位地址	杭州市江干区水墩新路 8 号
检 测 类 型	委托检测

广东合诚建安检测有限公司

2019 年 11 月

声　　明

1. 本机构保证检测工作的公正性、独立性和诚实性，对检测的数据负责，对受检单位和委托方的检测样品、技术资料及检测报告等严格保密和保护所有权。如有违反公正性、保密性的行为，给客户造成损失的，本机构愿意承担相应法律责任。
2. 本报告无检测人（或编制人）、审核人、批准人签名无效；涂改或未盖红色广东合诚建安检测有限公司检验检测专用章无效。
3. 送样委托检测，仅对来样负责。
4. 受检单位和委托方若对本报告有异议，应于收到报告之日起 15 日内向本机构提出。
5. 未经本机构书面批准，不得部分复制本报告。本报告各页均为报告不可分割之部分，使用者单独抽出某页而导致误解或用于其它用途及由此造成的后果，本机构不负相应的法律责任。
6. 本报告未经广东合诚建安检测有限公司同意，不得以任何方式作广告宣传。
7. 报告封面加盖 CMA 标志的检测报告具有对社会的证明作用；报告封面没有加盖 CMA 标志的检测报告不具有对社会的证明作用，仅供内部参考。

注：未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任。

一、项目基本情况

项 目 名 称：韶关第一人民医院核技术利用建设项目辐射环境现状监测

检 测 地 址：广东省韶关市韶关市浈江区东堤南路 3 号

检 测 项 目：X、γ辐射剂量率

检 测 方 式：现场检测

检 测 条 件：温度 27.8℃，相对湿度 38.2%

受检场所个数：1 个

检 测 依 据：GB/T 14583-93《环境地表γ辐射剂量率测定规范》
HJ/T 61-2001《辐射环境监测技术规范》

主要检测仪器：AT1123 X、γ射线巡测仪

检 测 时 间：2019 年 11 月 6 日

二、检测仪器

仪器名称	X、γ射线巡测仪
仪器型号	AT1123
生产厂家	白俄罗斯 ATOMTEX
仪器编号	05034022
探头/主机能量响应	0.025MeV~3MeV
响应时间	不小于 30ms
量程	50nSv/h~10Sv/h
检定单位	深圳市计量质量检测研究院
证书编号	194704994
检定日期	2019 年 10 月 24 日至 2020 年 10 月 23 日

注：未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任。

三、检测结果

受检编号： 01

场所名称： 拟建医院区域及周边

1、监测点示意图：

图 1 医院监测点位平面布置图

2、监测点位及结果：

监测点编号	监测点位置	监测结果		辐射剂量率（nGy/h）	备注
		平均值（nSv/h）	标准差（nSv/h）		
1#	拟建专家综合楼中部	149	2	123	室外
2#	拟建专家综合楼南部边界外（中部）	149	1	124	室外
3#	拟建远期规划发展用楼 1 中部	148	1	124	室外
4#	拟建远期规划发展用楼 1 南部边界外（中部）	149	2	124	室外

注：未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任。

监测点编号	监测点位置	监测结果		辐射剂量率（nGy/h）	备注
		平均值（nSv/h）	标准差（nSv/h）		
5#	拟建远期规划发展用楼 2 中部	149	1	124	室外
6#	拟建远期规划发展用楼 2 南部边界外（中部）	149	2	124	室外
7#	拟建远期规划住院楼 3 中部	148	2	124	室外
8#	拟建远期规划住院楼 2 中部	149	1	125	室外
9#	拟建远期规划住院楼 2 南部边界外（中部）	147	1	123	室外
10#	拟建远期规划住院楼 1 中部	149	1	124	室外
11#	拟建远期规划住院楼 1 南部边界外（中部）	149	2	124	室外
12#	拟建住院楼（外科）中部	148	2	124	室外
13#	拟建住院楼（外科）西部边界外（中部）	131	4	109	室外
14#	拟建住院楼（外科）北部边界外（中部）	131	4	109	室外
15#	拟建住院楼（外科）东部边界外（中部）	132	1	110	室外
16#	拟建 2#医技楼中部	137	1	114	室外
17#	拟建 2#医技楼内直加机房处	137	1	114	室外
18#	拟建 2#医技楼内后装机房处	137	1	114	室外
19#	拟建 2#医技楼西部边界外（中部）	137	1	114	室外
20#	拟建 2#医技楼东部边界外（中部）	137	1	115	室外
21#	拟建行政教学楼中部	138	1	115	室外
22#	拟建行政教学楼西部边界外（中部）	136	1	114	室外
23#	拟建行政教学楼东部边界外（中部）	137	2	114	室外
24#	拟建报告厅中部	137	1	114	室外
25#	拟建报告厅南部边界外（中部）	138	2	115	室外
26#	拟建报告厅东部边界外（中部）	138	2	115	室外
27#	拟建住院楼（内科）中部	137	1	114	室外
28#	拟建住院楼（内科）DSA 机房处	138	2	115	室外
29#	拟建住院楼（内科）西部边界外（中部）	127	1	106	室外
30#	拟建住院楼（内科）北部边界外（中部）	128	2	107	室外
31#	拟建住院楼（内科）东部边界外（中部）	129	2	107	室外
32#	拟建 1#医技楼中部	127	1	106	室外
33#	拟建 1#医技楼西部边界外（中部）	127	2	106	室外

注：未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任。

监测点编号	监测点位置	监测结果		辐射剂量率（nGy/h）	备注
		平均值（nSv/h）	标准差（nSv/h）		
34#	拟建 1#医技楼东部边界外（中部）	129	2	107	室外
35#	拟建门诊楼中部	113	2	94	室外
36#	拟建门诊楼西部边界外（中部）	113	1	95	室外
37#	拟建门诊楼北部边界外（靠东侧）	113	1	95	室外
38#	拟建门诊楼东部边界外（中部）	112	1	94	室外
39#	拟建门诊楼南部边界外（中部）	113	1	94	室外
40#	拟建医院北部边界外（靠西侧）	135	4	112	室外
41#	拟建医院北部边界外（中部）	137	3	114	室外
42#	拟建医院北部边界外（靠南侧）	133	1	110	室外
43#	拟建医院东部边界外（靠北侧）	134	2	112	室外
44#	拟建医院东部边界外（中部）	134	2	112	室外
45#	拟建医院东部边界外（靠南侧）	98	2	82	室外
46#	拟建医院南部边界外（靠东侧）	98	1	81	室外
47#	拟建医院南部边界外（中部）	97	1	81	室外
48#	拟建医院南部边界外（靠西侧）	154	2	128	室外
49#	拟建医院西部边界外（靠南侧）	154	2	128	室外
50#	拟建医院西部边界外（中部）	154	2	128	室外
51#	拟建医院西部边界外（靠北侧）	154	1	128	室外
52#	拟建医院东北侧中华人民警察武装部队西部边界外（靠南侧）	154	1	128	室外
53#	拟建医院东北侧中华人民警察武装部队南部边界外（靠西侧）	123	2	103	室外
54#	拟建医院东侧韶关市公安局和交警支队车管所西部边界外（靠北侧）	123	2	103	室外
55#	拟建医院东侧韶关市公安局和交警支队车管所西部边界外（中部）	124	2	103	室外
56#	拟建医院东侧韶关市公安局和交警支队车管所西部边界外（靠南侧）	123	2	103	室外
57#	拟建医院东南侧车头新村西北部边界外（靠北侧）	127	2	106	室外
58#	拟建医院东南侧车头新村西北部边界外（中部）	128	1	106	室外
59#	拟建医院东南侧车头新村西北部边界外（靠南侧）	127	1	106	室外

注：未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任。

注：1、测量时探头距离地面约 1m；
2、所有测量值均未扣除宇宙射线，每个监测点测量 5 个数据取平均；
3、测量值经校准因子修正；
4、数据换算公式：$\dot{D}_a = \dot{H}(10)_{示} \times \frac{C_{f校}}{\dot{h}_k(10)_{校}} \times (1-g)$ （忽略 1-g）

式中：
$\dot{D}_a$ —辐射剂量率；
$\dot{H}(10)_{示}$ —周围剂量当量率；
$C_{f校}$ —校准因子；
$\dot{h}_k(10)_{校}$=1.20Sv·Gy^{-1}，标准 JJG 393-2018 表 A3 中 S-Cs 的$\dot{h}_k(10)$推荐值。

（编制人：游嘉琦）

检 测 人			
审 核 人			
批 准 人 及 职 务	邓滔—授权签字人	批 准 人 签 字	
检 测 单 位 （印章）		批准日期	2019.11.14

——报告结束——

附件 9：医院原有 DSA 机房验收检测报告

161101060970

监 测 报 告

报告编号：GABG-YB19700012-1

项 目 名 称　韶关市第一人民医院核技术利用建设项目竣工环境验收监测

委 托 单 位　韶关市第一人民医院

监 测 类 型　委托监测

浙江建安检测研究院有限公司

2019 年 5 月编制

浙江建安检测研究院有限公司 网址：http://www.giian.cn 电话：0571-87985777 传真：0571-87979992
地址：浙江省杭州市江干区水墩新路 8 号 邮编：310021 用户信箱：giian@giian.com

声　明

1. 本机构保证监测工作的公正性、独立性和诚实性，对监测的数据负责，对受检单位和委托方的监测样品、技术资料及监测报告等严格保密和保护所有权。如有违反公正性、保密性的行为,给客户造成损失的，本机构愿意承担相应法律责任。
2. 本报告无监测人（或编制人）、审核人、批准人签名无效；涂改或未盖浙江建安检测研究院有限公司检验检测专用章无效。
3. 送样委托监测，仅对来样负责。
4. 受检单位和委托方若对本报告有异议，应于收到报告之日起 15 日内向本机构提出。
5. 未经本机构书面批准，不得部分复制本报告。本报告各页均为报告不可分割之部分，使用者单独抽出某页而导致误解或用于其它用途及由此造成的后果，本机构不负相应的法律责任。
6. 本报告未经浙江建安检测研究院有限公司同意，不得以任何方式作广告宣传。

注：未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任

一、项目基本情况

项 目 名 称 ： 韶关市第一人民医院核技术利用建设项目竣工环境验收监测

委托单位名称： 韶关市第一人民医院

委托单位地址： 韶关市浈江区东提南路 3 号

委 托 批 号 ： 19700012

监 测 项 目 ： X 射线

监 测 方 式 ： 现场监测

监 测 日 期 ： 2019.05.16

监 测 依 据 ： GBZ 130-2013《医用 X 射线诊断放射防护要求》

主要监测仪器： AT1123 型 X、γ 射线巡测仪/05035530

监 测 地 点 ： 韶关市浈江区东提南路 3 号

注：未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任

二、监测结果

（1）受检编号：001201

受检设备名称：	DSA	受检设备型号：	AXIOM Artis
生 产 厂 家 ：	SIEMENS	出 厂 编 号 ：	276
额 定 容 量 ：	125kV,800mA	曝光室面积：	39.83m^2
工 作 指 示 灯 ：	有效	警 示 标 志 ：	有
场 所 名 称 ：	DSA 机房		

监测点位置及结果（装置未运行时）：

监测点编号	监测点位置	监测结果（nSv/h）	
		报出值	标准差
1	工作人员操作位	155	1
2	线孔外表面 30cm	155	3
3	铅玻璃观察窗外表面 30cm（中部）	153	2
4	铅玻璃观察窗外表面 30cm（上端）	156	1
5	铅玻璃观察窗外表面 30cm（下端）	154	2
6	铅玻璃观察窗外表面 30cm（左侧）	154	1
7	铅玻璃观察窗外表面 30cm（右侧）	154	2
8	防护门 M1 外表面 30cm（中部）	154	2
9	防护门 M1 外表面 30cm（上端）	154	1
10	防护门 M1 外表面 30cm（下端）	155	1
11	防护门 M1 外表面 30cm（左侧）	156	2
12	防护门 M1 外表面 30cm（右侧）	154	1
13	防护门 M2 外表面 30cm（中部）	154	2
14	防护门 M2 外表面 30cm（上端）	157	1
15	防护门 M2 外表面 30cm（下端）	155	2
16	防护门 M2 外表面 30cm（左侧）	158	1
17	防护门 M2 外表面 30cm（右侧）	156	3
18	东墙外表面 30cm（左侧）	156	1
19	东墙外表面 30cm（中部）	156	3
20	东墙外表面 30cm（右侧）	156	1
21	南墙外表面 30cm（左侧）	157	2
22	南墙外表面 30cm（中部）	154	3
23	南墙外表面 30cm（右侧）	155	2
24	西墙外表面 30cm（左侧）	155	2
25	西墙外表面 30cm（中部）	153	2

注：未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任

监测点编号	监测点位置	监测结果（nSv/h）	
		报出值	标准差
26	西墙外表面 30cm（右侧）	156	1
27	北墙外表面 30cm（左侧）	156	1
28	北墙外表面 30cm（中部）	155	2
29	北墙外表面 30cm（右侧）	156	2
30	机房正上方距地面 30cm	154	2
31	介入操作位	156	2
32	南墙外居民楼	156	3
33	防护门 M3 外表面 30cm（中部）	156	2
34	防护门 M3 外表面 30cm（上端）	156	2
35	防护门 M3 外表面 30cm（下端）	155	2
36	防护门 M3 外表面 30cm（左侧）	157	1
37	防护门 M3 外表面 30cm（右侧）	157	2

监测点位置及结果（装置运行时）：

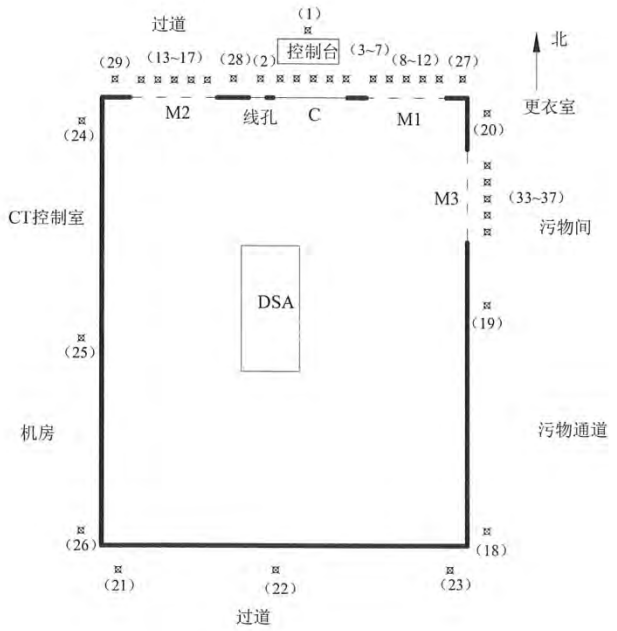
监测条件：102.7kV,239.3mA,10.6s（散射模体：30cm×30cm×20cm 水模+1.5mm 铜板）			
监测点编号	监测点位置	监测结果（nSv/h）	
		报出值	标准差
1	工作人员操作位	174	2
2	线孔外表面 30cm	176	3
3	铅玻璃观察窗外表面 30cm（中部）	172	2
4	铅玻璃观察窗外表面 30cm（上端）	170	2
5	铅玻璃观察窗外表面 30cm（下端）	170	3
6	铅玻璃观察窗外表面 30cm（左侧）	171	2
7	铅玻璃观察窗外表面 30cm（右侧）	170	3
8	防护门 M1 外表面 30cm（中部）	171	3
9	防护门 M1 外表面 30cm（上端）	172	2
10	防护门 M1 外表面 30cm（下端）	171	3
11	防护门 M1 外表面 30cm（左侧）	128	2
12	防护门 M1 外表面 30cm（右侧）	172	3
13	防护门 M2 外表面 30cm（中部）	215	5
14	防护门 M2 外表面 30cm（上端）	178	3
15	防护门 M2 外表面 30cm（下端）	178	2
16	防护门 M2 外表面 30cm（左侧）	0.51（μSv/h）	0.01（μSv/h）
17	防护门 M2 外表面 30cm（右侧）	213	2
18	东墙外表面 30cm（左侧）	173	2

注：未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任

监测点编号	监测点位置	监测结果（nSv/h）	
		报出值	标准差
19	东墙外表面 30cm（中部）	173	3
20	东墙外表面 30cm（右侧）	168	2
21	南墙外表面 30cm（左侧）	169	2
22	南墙外表面 30cm（中部）	177	1
23	南墙外表面 30cm（右侧）	173	2
24	西墙外表面 30cm（左侧）	176	4
25	西墙外表面 30cm（中部）	172	3
26	西墙外表面 30cm（右侧）	172	3
27	北墙外表面 30cm（左侧）	177	1
28	北墙外表面 30cm（中部）	175	4
29	北墙外表面 30cm（右侧）	177	3
30	机房正上方距地面 30cm	173	3
31	介入操作位	35（μSv/h）	1（μSv/h）
32	南墙外居民楼	172	4
33	防护门 M3 外表面 30cm（中部）	237	2
34	防护门 M3 外表面 30cm（上端）	227	4
35	防护门 M3 外表面 30cm（下端）	235	2
36	防护门 M3 外表面 30cm（左侧）	232	4
37	防护门 M3 外表面 30cm（右侧）	229	5

注：监测值未扣除宇宙射线的响应值。

注：未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任



编 制 人 _____ 审 核 人 _____

批 准 人 _____ 批准日期 2019 年 5 月 30 日

检测单位（检验检测专用章）

————以下空白————

附件 10：辐射安全管理相关规章制度

辐射安全和防护管理制度

为加强我院对射线装置的安全使用和防护工作的监督管理，保障放射工作人员和公众的健康与安全，根据《放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》等，制定本制度。

一、成立辐射安全防护管理领导小组，配备兼职辐射防护管理人员。

（一）领导小组成员名单如下：

组　长：全　红

副组长：邱卫东　张莉玲　李文虎　王永东

成　员：余前华　谭建民　江海云　朱丽萍　文正青

许晓峰　池宇峰　肖庆华　张振军　王串联

联络员：朱小军　李业辉　沈　斌

下设办公室在医务科，余前华任主任，王串联为成员。

（二）领导小组主要职责是：

1、制定并负责落实放射诊疗和辐射防护管理制度。

2、定期组织对机房进行射线装置质量控制、设备性能和机房防护性能检测。

3、组织本机构放射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及法律法规的培训和职业健康检查。

4、制定并负责落实辐射事故应急处理预案，定期组织演练。

5、记录本院发生的辐射事故并及时报告生态环境、卫生健康和公安等行政管理部门。

（三）小组办公室职责

1、负责辐射安全防护管理领导小组日常事务。

2、协调处理各科室在工作中发现的问题。

3、兼职做好医务科在放射诊疗管理中承担的职责工作。

4、发现难以处理的问题及时报告辐射安全防护管理领导小组。

5、召集辐射安全防护管理领导小组成员对全院放射诊疗管理进行检查，每

月一次。

6、召集辐射安全防护管理领导小组成员会议，每年至少二次。

（四）小组成员职责

1、对本科室在放射诊疗管理中承担的职责工作负第一责任。

2、加强与其他科室的沟通，确保顺利开展工作。

3、遇到难题及时向辐射安全防护管理领导小组汇报。

（五）联络员职责

1、认真做好本科室在放射诊疗管理中承担的职责工作。

2、及时向科室领导汇报工作进展。

3、发现问题及时向科室领导和小组办公室报告。

二、配备兼职辐射防护员五名：罗文萍、潘汝群、吴华丽、黄庆红、谭锡涛。

兼职辐射防护员职责是:

1、督促本科室日常辐射安全防护管理制度的落实。

2、定期检查辐射防护设施配备、运行情况。

3、接受辐射防护监督管理部门的监督、检查和指导。

4、协助做好本科室机房射线装置质量控制、设备性能和机房防护性能检测，个人剂量监测，辐射安全防护知识培训，职业健康体检以及相关的档案管理工作。

三、在新建、改建、扩建射线装置机房时，必须按规定的程序接受生态环境和卫生健康行政管理部门的审查。

四、必须经许可，持有效的《辐射安全许可证》和《放射诊疗许可证》从事放射诊疗工作。

五、放射工作人员必须接受职业健康体检、个人剂量监测、辐射防护知识与法律法规的培训，熟练掌握业务技术和防护知识，持有效的《辐射工作人员证》和《放射工作人员证》，佩戴个人剂量计上岗。

六、射线装置机房的选址、布局要合理，门、窗、防护墙、通风设施等应符合国家有关规定要求，设置工作指示灯和电离辐射警示标志，并实行门机、门灯联锁。为受检者、陪检人员和工作人员配备必要的防护用品。

七、在放射治疗前应进行影像学、病理学及其他相关检查，严格掌握适应证，制定科学的治疗计划，并事先告知受检者辐射对健康的影响。治疗过程中对邻近

照射野的敏感器官和组织进行屏蔽防护。

八、加强放射诊疗资料的管理，减少不必要的重复照射；不将X射线胸部检查列入婴幼儿及少年儿童常规体检项目；对育龄妇女腹部或骨盆进行X线检查前，应问明是否怀孕；非特殊需要，对受孕后8周至15周的育龄妇女，不得进行下腹部放射影像检查；尽量以胸部X射线摄影代替胸部荧光透视检查；在不影响诊断的前提下，摄片、透视、介入治疗等尽可能采用高电压、低电流和小光圈。

九、严格遵守各项安全操作规程，保证射线诊断装置及防护设备处于完好状态。

十、使用放射影像技术进行健康普查时，应当经过充分论证，制定周密的普查方案，采取严格的质量控制措施。

辐射工作岗位职责

一、 放疗科

医师职责

1、严格遵守医院及科室的各项规章制度，遵守医务人员道德规范。

2、在上级医师指导下，熟练掌握放疗流程，根据工作能力、年限，具体负责一定数量患者的医疗工作。

3、对患者进行全面检查、做出初步诊断、按病历书写规范及医院相关规定书写病历、按照上级医师的医嘱进行治疗，密切观察病情变化，并做好记录，发现问题及时处理并向上级医师报告。

4、上级医师查房时应详细汇报患者的病情和诊疗措施，认真记录上 级医师意见并执行。

5、协助上级医师完成临床科研工作。

6、加强基本知识和基础理论学习，完成医院规定的住院医师规范化 培训。

技师职责

1、严格遵守各项规章制度和医德规范，刻苦钻研业务，不断提高专业修养。

2、操作技师必须掌握加速器操作规程，达到独立操机水平后，方可独立上机操作。每个班次均由两个操作技师共同担任。

3、每天开始治疗前，须认真执行设备晨检，记录加速器外部供水压力，内循环水流量、机器温度、SF6 压力、压缩空气压力等数据。如发现异常情况，及时告知有关人员。

4、做好治疗前对查，认真书写放疗病历，详细记录治疗记录单。

5、在每次治疗出束前，应由另一名操作者对已输入计算机的治疗计划各项数据再次核对后方可出束，治疗期间操作技师必须进入治疗机房完成臂架和治疗床的运动操作，坚决杜绝医疗事故的发生。

6、机器出束后，应密切观察操作显示屏的数据和病人情况，发现异常，立即中断射线，以确保病人安全。

7、随时观察机器运行情况，发现机器任何部件起火、冒烟或循环水泄漏，应立即按下紧急开关切断机器供电，并告知科室领导和维修工程师。

8、每天治疗工作结束后，应及时将机器置于“STAND BY”状态、臂架置于90°或270°、关闭压缩空气泵、开启调制柜门，检查机器水、电、气、各部分确无异常后方可离开。

9、经常检查空调机、除湿机的运行状态，使机房内温度保持在25℃相对湿度在65％以下。下班前把机器部件放回指定位置。

物理师职责

1、通晓加速器原理，能协助放疗医生针对临床情况制定放疗方案。

2、掌握辐射测量手段，测量各种必要的数据。

3、与医生一起建立并不断完善临床计量学步骤，做好放疗前的准备工作，放疗过程中配合默契。

4、应熟悉治疗计划系统的操作，协助和指导各类技术人员工作，并建立、完善诸如淋巴瘤、CNS，TDI，TSEI，乳腺癌等特殊照射技术和计量学方法。

5、应不断关注放疗设备和技术的发展，不断更新知识层次和知识面，开展新照射技术，为本单位设备更新换代提供论证意见，并在购置新设备后着手开展临床和剂量方面的科研工作。

6、负责对临床医生和技术员的放射物理学的教学工作。

7、负责放疗机房及工作人员的辐射防护事宜。

8、建立严谨、实用的放疗质量控制和质量保证规程。

9、有较好的外语和计算机基础，对解剖学、放射生物学、核医学及影像诊断亦有一定的了解。

二、放射科

医师职责

1、在科主任领导和主任医师指导下进行工作。参加常规治疗等各项工作，定期轮训。

2、负责诊治工作，按时完成诊断报告，遇有疑难问题及时请示上级医师。

3、掌握射线装置的一般原理、性能、使用及投照技术，遵守操作规程， 做好防护工作，严防差错事故。

4、加强与全院各临床科室联系，不断提高诊断符合率。

5、认真执行各项规章制度和技术操作规程。

6、认真学习和积极开展新技术、新项目，及时总结经验。

7、协助做好进修实习人员的带教工作。

技师职责

1、在科室主任领导下、主治医师和主管技师指导下进行工作。

2、负责 DSA 等放射技术工作，并帮助和指导技士、进修实习人员开展工作。

3、负责本科机器的检查、维护和管理。

4、认真执行各项规章制度和技术操作规程，严防差错事故。

5、做好进修实习人员的带教工作。

6、开展技术革新和科学研究，担任一定的教学工作。

7、主持及参加集体阅片讲评投照质量。

护士职责

1、在科主任领导和技术组长指导下工作。负责日常导管室内管理。

2、认真执行各项护理制度和技术操作规程，正确执行医嘱。准确及时完成各项护理工作。严格执行“三查七对”制度，严防差错、事故的发生。

3、接诊介入治疗病人，校对病人姓名、性别、年龄、床号、手术名称、各种药物试验结果、皮肤准备情况。重危病人和特殊治疗经测心率、呼吸、血压和心电监护。

4、术前引导病人卧于检查床，术后协助搬送病人。

5、严格执行无菌操作，遵守“导管室消毒隔离制度”，督促无菌操作，并作好记录。

6、做好病人心理护理，术中巡视观察病人血压，有异常及时报告医师，积极配合作好抢救工作。

7、每日清点各种药品、抢救器械，发现缺少、故障及时通知有关人员。

8、介入治疗前铺好床单、枕头，准备好手术包、手术器械，术后及时清理房间，物归原处，做好房间消毒。

9、指导工人搞好卫生，垃圾分类处理。

放射设备检修维护制度

1、放射设备检修维护由设备科技术人员负责，实行专机专人管理。

2、机房的各种标志醒目，各台机器有规范的操作规程和运行记录。

3、每周进行一次安全检查和常规小保养，及时掌握机器的运行情况，减少机器故障的发生。

4、每月进行一次机器的全面检查和调整，确保机器设备安全、正常运行。

5、机器设备发生故障时应及时报告设备科，由设备科安排技术人员维修，并做好维修记录。

6、设备修复后应进行严格的验收检测，经试运行正常后方可正式使用。

放射诊疗部门安全保卫管理制度

为了加强医院射线装置管理工作，确保射线装置的安全运行，维护正常的工作和生活秩序，特制订以下制度：

一、人员出入保卫

（一）积极维护医院正常工作和生活秩序，遵纪守法，树立自我安全防范意识，增强责任感。

1、不得携带各种违禁品、危险品和进入办公场所；

2、不得私带防护用品等公物出单位变为己有；

3、主动接受门卫保安人员的安全监督和检查；

（二）值勤保安对待进出工作人员，应做好登记工作,工作结束后记录好离开时间,并存档备查。

二、操作安全保卫

1、从事放射检测工作，必须向相应主管部门申请许可，取得《辐射安全许可证》后方可开展相关检测工作，并按规定时限申请校验；

2、每年对辐射工作场所、设备性能进行放射防护检测及状态检测，保证放射检测设备和放射工作场所辐射水平符合国家有关标准要求；

3、凡操作使用射线装置人员，必须熟悉设备使用手册，取得广东省辐射防护协会颁发的上岗证书后方可持证上岗；

4、辐射装置所在机房大门周围必须设置醒目的电离辐射警告标志和工作指示灯；进行操作时必须带好相关防护用品，并禁止除所需拍片病人以外的人员进入；

5、放射工作人员应当按规定接受职业健康检查，接受个人剂量监测，定期进行放射防护知识培训；

6、严格执行检查资料的登记、保存、提取和借阅制度，不得因资料管理使非先关工作人员接受不必要的照射。

辐射工作人员防护培训制度

1、专业技术培训

（1）科主任负责本科室辐射工作人员专业技术培训规划，有计划地安排好各级人员的专业培养和提高。

（2）有计划地安排低年资医师对不同专业进行轮转培训，力求全面熟悉各种诊疗方法、手段，以便发挥综合诊疗的优势。

（3）高年资医师定专业方向进行培训，深入钻研，培养专业特长。

（4）射线装置操作技术人员相对固定，必要时定期轮转，掌握多种射线装置的操作、使用，实现一专多能。

2、辐射防护培训

（1）医务科负责辐射工作人员辐射防护培训安排。

（2）上岗前，经生态环境和卫生健康行政管理部门组织的辐射/放射防护知识培训，考核合格，取得《辐射工作人员培训证》和《放射工作人员证》，方可从事辐射工作。

（3）辐射工作人员在岗期间，每二年参加卫生健康行政管理部门组织的放射防护知识复训，每四年参加生态环境部辐射安全与防护培训平台组织的辐射防护知识复训。

（4）对新参加工作的人员进行系统培训，了解辐射设备的结构与工作原理，掌握操作规程，提高操作水平，加强防护意识。

（5）新设备投入使用前应请设备厂商工程师对技术人员进行系统培训，内容应包括设备结构、工作原理、操作规程、注意事项和保养要求等。

辐射环境监测制度

为了加强辐射污染防治工作，预防和减少辐射污染事故危害，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，结合本院实际，特制定辐射环境监测制度。

依照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，我院按照《辐射环境监测技术规定》（HJ/T61-2001）的规定会配备便携式辐射剂量巡测仪，并对射线装置每周进行一次日常检测，并将检测结果归档，除此之外每年还会委托有相关资质和能力的监测单位定期进行辐射监测。

一、 日常监测

1、监测项目：周围剂量当量率；

2、监测点：防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下及周围需要关注的监督区；

3、监测频率：自行监测 1 次/1 季度；

4、监测机构：医院自行监测。

二、年度监测

1、监测项目：周围剂量当量率；

2、监测点：防护门外、门缝、控制室、各侧屏蔽墙外 30cm 处、楼上楼下及周围需要关注的监督区；

3、监测频率：委托检测 1 次/1 年；

4、监测机构：有主管单位认可的相关资质单位。

三、个人剂量监测

为保护身体健康，放射工作人员进入放射工作场所应正确佩戴个人剂量计，个人剂量计不得擅自拆开、破坏、转借他人使用，不工作时不能将带有个人剂量计的衣服擅自挂在有 X 射线的地方，每季度集中送检测部门进行个人剂量检测。

按照国家有关标准、规范的要求，安排本院的放射工作人员接受个人剂量监测，并遵守下列规定：

1、外照射个人剂量监测周期三个月；内照射个人剂量监测周期按照有关标准执行；

2、建立并终生保存个人剂量监测档案，个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料；

3、允许放射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

射线装置使用和台账管理制度

为了加强对射线装置的管理工作，随时了解射线装置的运行状态，维护正常的工作和生活秩序，特制订以下规章管理制度：

1、放射诊疗部门必须建立射线装置设备台帐记录表和技术档案；

2、当日操作人员早晨开机前必须检查相关的防护联锁装置，确保设备处在安全操作控制，保证人员的人生安全；

3、正常使用前检查好设备的完整性、观察温湿度、稳压电源工作状态后统一并记录好相关参数和自己的姓名，一旦出现参数异常及时向放射防护小组反应；

4、交接班时工作人员必须清理、擦拭设备，保持所用设备的清洁、干净，对设备运行情况进行交接并做好相关记录；

5、辐射工作人员使用医用射线装置必须登记详细使用情况，包括使用人、使用时间、开机工况、诊断记录等；

6、辐射防护必须定期检查台账使用记录，检查设备使用期间是否出现异常，随时掌握设备运行动态，以便及时维修排除设备安全隐患；

7、辐射防护管理小组必须制订年度大、中、小三级维修保养计划，并且按照年度维修计划对在用设备实施检修、保养，并做好维修和保养的各项记录。

附：射线装置台账（建议）

射线装置登记台账

射线装置名称、型号	管电压	管电流	购买时间	报废时间	管理部门	责任人	状况	转让单位名称及许可证号，有效期

射线装置使用台账

射线装置名称、型号	使用日期	使用人	使用开始时间	使用结束时间	使用过程设备情况	报修情况

注：使用过程设备情况：正常、异常，异常时应及时报修。

个人剂量管理制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》相关规定，参考《放射工作人员职业健康管理办法》的要求，制定本制度。

1、辐射工作单位应当按照本方法和国家有关标准、规范的要求，安排本单位的辐射工作人员接受个人剂量监测，并遵守下列规定：

（1）外照射个人剂量检测周期一般为一个月，最长不应超过三个月；内照射个人剂量监测周期按照有关标准执行。

（2）建立并终生保存个人剂量监测档案。

（3）允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

（4）当个人剂量监测结果超过调查水平时应进行异常情况调查，行程调查报告，并根据调查结果进行相应处理。

2、个人剂量监测档案应当包括：

（1）常规监测的方法和结果等相关资料；

（2）应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。

3、辐射工作人员进入辐射工作场所，应当遵守下列规定：

（1）正确佩戴个人剂量计，从事介入放射诊疗工作的人员应配备 2 枚个人剂量计，其中 1 枚佩戴在铅围裙内躯干上，1 枚佩戴在铅围裙外面衣领上。

（2）操作结束离开非密封辐射性物质工作场所时，按要求进行个人体表、衣物及防护用品的辐射性表面污染监测，发现污染要及时处理，做好记录并存档。

（3）进入辐照装置、放射治疗等强辐射工作场所时，除佩戴常规个人剂量计外，还应当携带报警式剂量计。

（4）工作人员工作时，应将个人剂量计随身佩戴，禁止将个人剂量计遗弃在机房内，由此造成个人剂量计监测结果超标，造成影响和后果的，本人负全责。必要时，调离工作岗位。

4、个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担，并按照规定，将报告送达辐射工作单位。

后装放射源治疗过程中卡源应急处理预案

后装放射源自动退回主机铅罐的过程中，常卡于施源器与施源导管连接处，其次是施源导管与主机连接处，后装治疗中卡源的出现：治疗计划结束后，计划系统主显示器上显示放射源仍持续停留在主机铅罐外、射线报警仪“源出”灯扔持续亮起、机房门上方指示灯仍显示“治疗中”。

处理预案：

1、按下“强制回源”按钮以强制回源。

2、强制回源三次失效则采用“断-通”主机电源方法回源。

3、“断-通”主机电源方法回源三次失效必须进行手动回源，断开主机电源，由后装室当班护士打开机房铅门，患者主管医生穿上铅衣进入治疗室、打开主机盖，将真源齿轮反时针旋转到放射源进入铅罐（铅门上方指示灯显示“治疗结束”，射线报警仪上“源出”灯灭）

4、手动回源的过程（从主管医生进入治疗室到出治疗室）不得超过30秒，由后装室当班护士计时并在第15 秒时第一次向入室医生通报时间，在第25秒时须再向治疗室内医生通报时间并进入治疗室过道接近铅门，治疗室内医生收到25秒通报时仍未能手动回源成功，必须立刻停止手动回源，并迅速拔出患者身上施源器，与当班护士一道将患者迅速推出治疗室，并关闭治疗室铅门。

5、通知设备科维修工程师进行下一步处理并详细记录卡源处理过程、总结经验和教训，上报医务管理中心。

辐射事故应急处理预案

为迅速、有效、规范地开展辐射事故应急处理工作，最大程度地减少事故造成的人员伤亡和社会影响，保障公众身体健康，维护社会稳定，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全的防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的要求，制定本预案。

一、成立辐射事故应急处理领导小组

（一）领导小组成员名单

职位	姓名	联系电话
组长	全红	[redacted]
副组长	邱卫东	
副组长	张莉玲	
副组长	李文虎	
副组长	王永东	
成员	余前华	
成员	谭建民	
成员	江海云	
成员	朱丽萍	
成员	文正青	
成员	许晓峰	
成员	池宇峰	
成员	肖庆华	
成员	张振军	

（二） 领导小组主要职责

1、负责建立医院辐射事故应急响应网络，组织编制辐射事故应急处理预案及相关工作规范；

2、决定医院辐射事故应急预案的启动和终止；

3、负责指挥和协调辐射事故应急组织体系中各部门的应急准备和响应行动；

4、负责向生态环境、卫生和公安等行政部门报告辐射事故的发生、危害与处置情况；

5、负责对事故进行调查与善后处理，制定整改方案；

6、负责组织辐射事故应急演练。

二、应急和救助装备、物资准备

（一）医院后勤保障部门负责后勤保障工作；医务科协调调配应急所需物资。

（二）医院后勤保障部门做好应急物资、器材及防护用品准备工作，保管好所需救援设施及器材。

三、辐射事故分级

根据《放射性同位素与射线装置安全的防护条例》，并结合我单位核技术利用的实际情况，按照辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，可能发生辐射事故为较大辐射事故和一般辐射事故。

较大辐射事故，是指III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

一般辐射事故，是指IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

四、辐射事故应急救援应遵循的原则

（一）迅速报告原则；

（二）主动抢救原则；

（三）生命第一的原则；

（四）科学施救，控制辐射源，防止事故扩大的原则；

（五）保护现场、收集证据的原则。

五、应急处置措施

（一）控制措施

1、一旦发生人员受超剂量照射的应急事故时，工作人员应首先关闭射线装置总电源，立即向医院辐射事故应急处理领导小组报告。

2、领导小组在接到报告后，立即启动应急指挥系统，将情况及时报告生态环境、卫生和公安等行政管理部门。

3、疏散事故现场周边人员，在射线控制区进出口及其他适当位置，设立电离辐射警告标志和警示灯，封闭现场。

4、迅速安置受照人员进行医学处理或治疗。

5、配合生态环境、卫生和公安等行政管理部门进行现场勘查、检测及安全技术处理等各项工作。

（二）保障措施

1、由急诊科、重症医学科及相关临床科室的专家或技术骨干组成医疗保障小组，组织或协助做好医疗救治工作。

2、由医疗设备科、放疗介入科和医学影像科的专家或技术骨干组成设备安全保障小组，组织或协助做好射线装置的安全保障工作。

3、总务科、医务科负责做好人员防护装备和后勤保障工作。

4、医院提供充足保障经费，事件处理完后再定责任。

5、领导小组成员保持通讯联络畅通。

6、建立、健全定期自查和监测制度，并进行应急演练，提高预防突发事件发生的意识。

六、辐射事故的调查和报告

（一）事故报告

1、工作中发现或遇到问题时，应立即报告科室负责人，及时做好处理，防止事故的发生。发现不及时报告、处理的，将对责任科室和责任人追究相应责任。

2、一旦出现人体受到超剂量照射的辐射事故，应立即由报告科室负责人上报辐射事故应急处理领导小组。

3、领导小组应主动核实事故情况，对初步确定为辐射事故，及时报告当地生态环境主管部门和卫生部门，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。

4、辐射事故报告应急电话：医院办公室 8875080；医务科 8896254；医疗设备科 8899537；市卫计局应急办 8621964；市生态环境局 12369；市公安局 110。

（二）事故调查

1、应急工作终止后，应立即成立由事故发生科室及其他相关职能部门组成事故调查组，开展事故调查工作。

2、调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，认真做好调查记录与总结分析，并及时向领导小组汇报。

3、调查组同时应积极主动配合各卫生、生态环境、公安部门有关行政主管部门开展事故调查、处理等各方面的相关事宜。

4、调查工作结束后，领导小组应总结经验教训，制定或修改相关措施，加强日常安全管理，杜绝类似事故发生。

七、人员培训和演习计划

每年至少组织 1 次辐射事故应急预案的培训，培训的主要内容：法律法规、辐射防护、应急处理和应急响应程序等。针对检查系统的特点，还应包括熟悉各个急停按钮/电源总开关所在位置，提高急停操作熟练度。

每年至少组织 1 次辐射事故应急演练，做好应急演练的前期宣传、演练记录等工作。演练结束后，及时进行总结，以评估和验证辐射事故应急预案的可行性和有效性，提高辐射事故应急处理能力，并通过演练逐步完善应急预案，及时修订应急管理办法和响应程序。

八、应急预案管理

本预案自发布之日起实施，将根据本单位项目开展情况进行修订。

附 1、辐射事故初始报告表

附 1、辐射事故初始报告表

_____辐射事故初始报告表

<table>
<tr><td>事故单位名　称</td><td colspan="8">（公章）</td></tr>
<tr><td>法定代表人</td><td></td><td>地 址</td><td colspan="3"></td><td>邮 编</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>电　话</td><td colspan="2"></td><td>传　真</td><td colspan="2"></td><td>联系人</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>许可证号</td><td colspan="2"></td><td>许可证审批机关</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>事　故发生时间</td><td colspan="2"></td><td>事故发生地点</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">事　故类　型</td><td colspan="3">人员受照　　人员污染</td><td colspan="5">受照人数　　受污染人数</td></tr>
<tr><td colspan="3">丢失　　被盗　　失控</td><td colspan="5">事故源数量</td></tr>
<tr><td colspan="3">放射性污染</td><td colspan="5">污染面积(㎡)</td></tr>
<tr><td>序号</td><td>事故源核素名称</td><td>出厂活度（Bq）</td><td>出厂日期</td><td colspan="3">放射源编码</td><td>事故时活度（Bq）</td><td>非密封放射性物质状态（固/液态）</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>序号</td><td>射线装置名称</td><td>型　号</td><td>生产厂家</td><td colspan="3">设备编号</td><td>所在场所</td><td>主要参数</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>事故经过情况</td><td colspan="8"></td></tr>
<tr><td>报告人签字</td><td></td><td>报告时间</td><td colspan="6">年　月　日　时　分</td></tr>
</table>

注：射线装置的“主要参数”是指 X 射线机的电流（mA）和电压（kV）、加速器线束能量等主要性能参数。

建设项目环评审批基础信息表

建设单位（盖章）：	韶关市第一人民医院	填表人（签字）：	[illegible]	建设单位联系人（签字）：	[illegible]

建设项目	项目名称	韶关市第一人民医院核技术利用建设项目	建设内容、规模	使用1台医用电子直线加速器，最大X射线能量为15MV，属II类射线装置；使用1台后装治疗机，后装机内含1枚放射源192Ir，属III类放射源；2台DSA，最大管电压125kV，最大管电流1250mA，属II类射线装置。
	项目代码[1]	无		
	建设地点	韶关市芙蓉新城百旺路以南、韶关市公安局以西		
	项目建设周期（月）	36.0	计划开工时间	2020年6月
	环境影响评价行业类别	191 核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）	预计投产时间	2023年6月
	建设性质	新建（迁建）	国民经济行业类型[2]	Q8411医院
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）	无	项目申请类别	新申项目
	规划环评开展情况	不需开展	规划环评文件名	
	规划环评审查机关	无	规划环评审查意见文号	

建设地点中心坐标[3]（非线性工程）	经度	113.542070	纬度	23.747905	环境影响评价文件类别：环境影响报告表
建设地点坐标（线性工程）	起点经度		起点纬度		终点经度： ；终点纬度： ；工程长度（千米）：
总投资（万元）	5000.00	环保投资（万元）	375.00	环保投资比例	7.5%

建设单位	单位名称	韶关市第一人民医院	法人代表	全忠	评价单位	单位名称	中辐环境科技有限公司
	统一社会信用代码（组织机构代码）	12440200708096849J	技术负责人	王甫强		证书编号	国环评证乙字第2056号
	通讯地址	韶关市浈江区东堤南路3号	联系电话	[redacted]		环评文件项目负责人	任卫
						联系电话	[redacted]
						通讯地址	浙江省杭州市西湖区教工路335号3A

污染物排放量	污染物	现有工程（已建+在建）①实际排放量（吨/年）	现有工程（已建+在建）②许可排放量（吨/年）	本工程（拟建或调整变更）③预测排放量（吨/年）	总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）④"以新带老"削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量[4]（吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年）[5]	⑦排放增减量（吨/年）[5]	排放方式
废水	废水量(万吨/年)						0.000	0.000	◉不排放 ○间接排放：□市政管网 □集中式工业污水处理厂 ○直接排放：受纳水体
	COD						0.000	0.000	
	氨氮						0.000	0.000	
	总磷						0.000	0.000	
	总氮						0.000	0.000	
废气	废气量（万标立方米/年）						0.000	0.000	
	二氧化硫						0.000	0.000	/
	氮氧化物						0.000	0.000	/
	颗粒物						0.000	0.000	/
	挥发性有机物						0.000	0.000	/

项目涉及保护区与风景名胜区的情况	影响及主要措施 / 生态保护目标	名称	级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施
	自然保护区							□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）
	饮用水水源保护区（地表）			/				□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）
	饮用水水源保护区（地下）			/				□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）
	风景名胜区			/				□避让 □减缓 □补偿 □重建（多选）

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码
2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2017)
3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标
4、指该项目所在区域通过"区域平衡"专为本工程替代削减的量
5、⑦=③-④-⑤；⑥=②-④+③，当②=0时，⑥=①-④+③