

核技术利用建设项目

石门县中医医院
2 台数字减影血管造影机建设项目
环境影响报告表

(报批稿)

石门县中医医院

2026 年 6 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

石门县中医医院

2 台数字减影血管造影机建设项目

环境影响报告表

建设单位名称：石门县中医医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：常德市石门县楚江镇澧阳中路 35 号

（此处为建设单位盖章或签字处）

（此处为建设单位盖章或签字处）

核技术利用建设项目

石门县中医医院

2 台数字减影血管造影机建设项目

环境影响报告表



建设单位名称：石门县中医医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：常德市石门县楚江镇澧阳中路 35 号

建设单位（公章）
环评单位（公章）

编制单位和编制人员情况表

项目编号	9ke825		
建设项目名称	石门县中医医院2台数字减影血管造影机建设项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
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）	石门县中医医院		
统一社会信用代码	[REDACTED]		
法定代表人（签章）	占代红		
主要负责人（签字）	孔健		
直接负责的主管人员（签字）	舒小慧		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	长沙宏伟环保科技有限公司		
统一社会信用代码	[REDACTED]		
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
伍志强	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
伍志强	文本全本	BH066280	[REDACTED]

石门县中医医院 2 台数字减影血管造影机建设项目

环境影响报告表修改说明

序号	评审意见	修改内容	修改位置
1	核实项目建设性质。细化医院现有辐射装置使用情况,针对存在问题提出整改要求。明确介入工作负荷,说明辐射工作人员配备情况。	已重新核定项目建设性质,并细化医院现有辐射装置使用情况,对现有问题已按照要求整改,重新明确介入工作负荷,明确已配备辐射工作人员清单。	P2-P6
2	核实环保目标,完善辐射环境质量现状评价。	已重新核实环保目标,已完善辐射环境质量现状评价。	P22-P23、 P27-P30
3	细化辐射屏蔽措施设计,核实防护材料铅当量值。核实环保投资。	已重新核定屏蔽防护材料,并重新核实环保投资。	P37-P38、 P43
4	核实辐射防护计算参数及结果。核实辐射计算关注点位置,据此核实距关注点距离	已重新核实辐射防护计算各参数,并核实相关计算结果。	P45-P59
5	完善应急预案等附件	已经完善事故影响分析、同时修订辐射监测计划、辐射应急事故等管理制度。	附图、附件
6	与会人员提出的其它意见。	按要求修改了专家提出的其他意见(见报告中下划线处)。	/
专家意见: 已修改. 同意上报 张敏 钟志贤 2026年7月1日			

目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	12
表 3 非密封放射性物质	12
表 4 射线装置	18
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	19
表 6 评价依据	20
表 7 保护目标与评价标准	22
表 8 环境质量和辐射现状	22
表 9 项目工程分析与源项	31
表 10 辐射安全与防护	29
表 11 环境影响分析	36
表 12 辐射安全管理	50
表 13 结论与建议	56
表 14 审批	59

附图

附图 1：项目地理位置示意图

附图 2：医院平面示意图

附图 3：住院大楼一层平面布置图（1:400）

附图 4：住院大楼一层平面布置图（1:150）

附图 5：住院大楼二层平面布置图（1:150）

附图 6：住院大楼一层介入中心平面布置图

附件

附件 1 环评委托书

附件 2 事业单位法人证书

附件 3 辐射安全许可证

附件 4 医院提供项目相关说明材料

附件 5：本项目辐射工作人员培训证书

附件 6：医院辐射安全管理领导小组

附件 7：医院辐射事故应急处理预案

附件 8：医院辐射安全管理制度

附件 9：全院辐射工作人员情况一览表

附件 10：辐射本底检测报告

附件 11：医院现有 DSA 环评批复文件

附件 12：专家评审意见

表 1 项目基本情况

建设项目名称		石门县中医医院 2 台数字减影血管造影机建设项目			
建设单位		石门县中医医院			
法人代表					
注册地址		常德市石门县楚江镇澧阳中路 35 号			
项目建设地点		石门县中医医院新院区住院大楼一层			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 （万元）		1500	项目环保投资 （万元）	68.7	投资比例（环保 投资/总投资） 4.58%
项目性质		☐ 新建 ☒ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ） /
应用 类型	放射源	☐ 销售	☐ I类 ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
		☐ 使用	☐ I类（医疗使用） ☐ II类 ☐ III类 ☐ IV类 ☐ V类		
	非密封放 射 性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☐ 生产	☐ II类 ☐ III类		
		☐ 销售	☐ II类 ☐ III类		
		☒ 使用	☒ II类 ☐ III类		
	其他	/			

1、项目概述

1.1 建设单位概况

石门县中医医院坐落于湖南省常德市石门县楚江街道澧阳中路 35 号，始建于 1954 年，为公立非营利性三级甲等中医医院，隶属当地卫生健康行政部门管理，是县域综合性中医诊疗核心机构。医院总建筑面积 6.2 万平方米，编制床位 900 张，现有在岗职工 900 余人，专业技术人员占比高，医护医技队伍配置完善。院内科室门类齐全，开设多类临床、医技科室，放射科为辐射诊疗重点科室。医院配置 CT、DSA、DR、口腔 CT 等医用 X 射线诊疗设备，满足临床影像诊断与介入治疗需求。该院为医保定点医疗机构，承担辖区内医疗救治、健康保障等公共卫生服务。

1.2 项目由来

根据省发改文件“湖南省发展和改革委员会关于转发下达医疗卫生服务体系专项 2026 年第二批中央预算内投资计划的通知”相关工作安排，以石门县中医医院为负

责任单位统筹推进中医医院医疗集团提质改建工程与医疗设施设备工程等配套建设。拟建设工程以医学影像诊断中心、心电诊断中心、医学体检中心、消毒供应中心、中心药房五大资源共享中心建设为核心，总改造面积 15125m²；其中涉及改造心电诊断中心 3990m²。

依据项目建设方案，石门县中医医院拟将住院楼一层原急诊住院区改造为心电诊断中心，并同步配套建设介入诊疗中心。本次改造拟拆除南侧原有病房，布设 2 间 DSA 机房；配套建设介入中心辅助配套用房。项目改造完成后，医院将现有手术室在用的飞利浦 DSA 设备搬迁至新建机房，另一间机房拟新增购置 1 台联影 DSA 设备，两台设备均用于开展临床介入诊疗工作。

目前住院楼一层原有全部功能用房已完成现场清空，场地处于空置状态，现阶段已全面暂停使用，部分原墙体已按照紧密型医联体心电诊断中心建设规划进行拆除。住院楼外扩区域外墙红砖墙体砌筑工程已施工完成，外部用施工挡板进行阻隔，后续施工工作等待环评批复手续完成后再进行。

根据《射线装置分类》（环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），DSA 属于Ⅱ类医用射线装置，其运行时会对周围环境产生一定的电离辐射影响。根据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》以及《建设项目环境保护管理条例》等相关规定，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），本项目属于 172 核技术利用建设项目类别中的使用Ⅱ类医用射线装置项目，应编制环境影响报告表。

为保护环境，保障公众健康，严格执行《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规，石门县中医医院委托长沙宏伟环保科技有限公司对“石门县中医医院 2 台数字减影血管造影机项目”进行环境影响评价（委托书见附件 1）。评价单位在进行现场踏勘及收集有关资料的基础上，并按照《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）的要求，编制完成了《石门县中医医院 2 台数字减影血管造影机项目环境影响报告表》，现报请审查。

1.3 项目概况

- （1）项目名称：石门县中医医院 2 台数字减影血管造影机项目
- （2）建设单位：石门县中医医院
- （3）建设地点：石门县中医医院住院楼一层

(4) 建设内容：拟将医院住院楼一层改建为医共体心电诊断中心，并同步配套建设介入诊疗中心，改建 2 间 DSA 机房及其相关辅助用房，项目改造完成后，医院将现有手术室在用的飞利浦 DSA 设备搬迁至新建 2 号机房，另一间机房拟安装新增购置 1 台联影 DSA 设备，两台设备均用于开展临床介入诊疗工作。本项目工程建设内容及规模见表 1-1。

(5) 项目性质：改扩建

(6)拟安装 DSA 最大管电压均为 125kV，现有飞利浦 DSA 最大管电流为 1250mA，新增联影 DSA 最大管电流为 1000mA。本次环评的设备装置参数详见表 1-2。

表 1-1 项目建设内容一览表

分类		工程组成	备注
主体工程	1 号机房	机房净空长宽分别为：8.05m×6.24m，有效使用面积为 50.23m ² ； 机房四周墙体为 240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥； 顶部为 100mm 现浇混凝土+3.0mmPb 铅板； 地面为 200mm 现浇混凝土+40mm 硫酸钡水泥； 机房防护门、窗铅当量为 4.0mmPb。	改建
	2 号机房	机房净空长宽分别为：8.46m×6.24m，有效使用面积为 52.79m ² ； 机房四周墙体为 240mm 实心砖墙+40mm 硫酸钡水泥； 顶部为 100mm 现浇混凝土+3.0mmPb 铅板； 地面为 200mm 现浇混凝土+40mm 硫酸钡水泥； 机房防护门、窗铅当量为 4.0mmPb。	改建
辅助工程	辅助用房	控制室、设备间、污洗间、缓冲区、谈话间、更衣室、值班室、医生办公室、耗材库、无菌库等房间。	改建
公用工程	给水	依托医院统一建设的供水管网	依托
	排水系统	依托医院统一建设排水管网，污水及医疗废水经管网进入医院污水处理站处理达标后排放	依托
	供配电	由市政电网供电，依托医院统一建设的供配电系统。	依托
环保工程	废水	工作人员产生的废水依托医院的污水收集管网和污水处理系统。	依托
	固废	手术过程中产生的医疗废物进行收集后，运至医院医疗废物暂存间收集暂存，最后交由资质单位处置。	依托
	废气	<u>1 号机房的顶部正东角设置有排风口、2 号机房的正北角设置有排风口，采取机械动力排风的方式，管道经机房西南墙以直通的方式穿墙，管道经洁净走廊至住院大楼外扩区域二层室外平台直接排放，排风风机置于二层平屋面。</u>	新建
	电离辐射	DSA 机房采用实体屏蔽、安全防护设施、铅门和铅窗等作为防护体。	新建

表 1-2 本项目拟使用 II 类医用射线装置参数表

名称	类别	数量	型号	最大管电压	最大管电流	用途	拟安装位置	备注
----	----	----	----	-------	-------	----	-------	----

DSA	II类	1 台	待定	125kV	1000mA	介入放射学	住院大楼一层介入中心 1 号机房	新增
DSA	II类	1 台	Allura XPer FD20	125kV	1250mA	介入放射学	住院大楼一层介入中心 2 号机房	搬迁

(7) 改建方案

项目拆除方案：

①将住院楼一层南侧急诊输液室、仓库、病房隔墙全部拆除，套间内厕所墙壁、门套及附属设施全部拆除；

②住院大楼南侧外墙干挂大理石拆除至 4m 高；保留墙体凿除原有墙面砖 1.2m，上部铲除原有抹灰层；

③室内厕所地面凿除原有地面砖，凿除原有 300mm 煤渣层，碎砖回填、夯实，粗砂找平，最后新建 100mm 混凝土地面；

④室内地面凿除原有地面砖；

⑤室外 100mm 沥青地面凿除，碎砖回填、夯实，粗砂找平，最后新建 60mm 混凝土地面，原有雨水管道和消防管道改道。

项目新墙体建设方案：

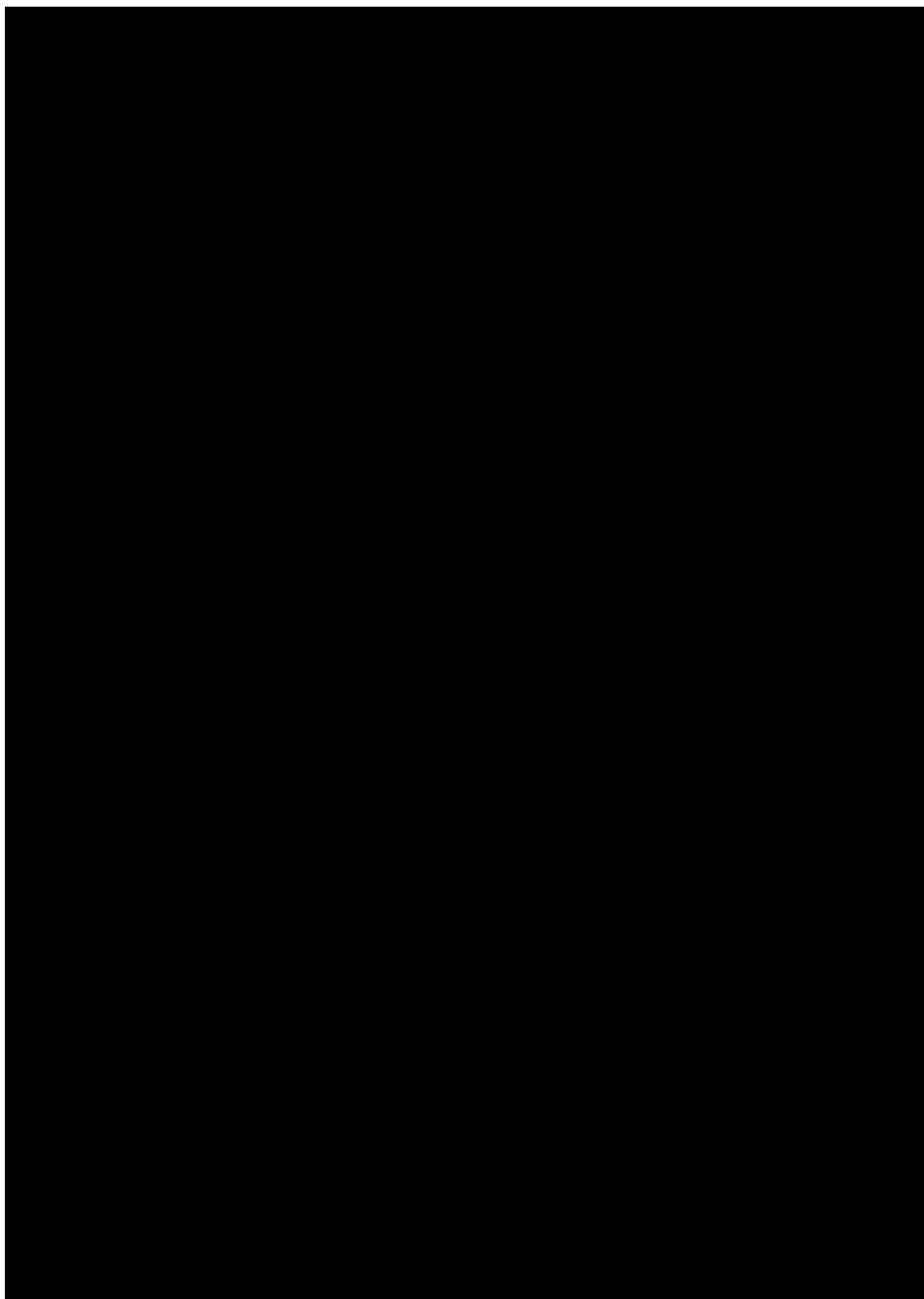
①DSA 机房墙体采用 240mm 实心红砖墙砌至顶，住院大楼外扩区域外墙采用 240mm 实心砖墙封砌；

②卫生间、男女更衣室、值班室墙体采用 120mm 实心红砖墙砌至顶；

③主任办公室、医生办公室、耗材库和无菌库房采用轻钢龙骨隔墙；

1.4 劳动定员

本项目计划配备 32 名辐射工作人员，均为现有介入辐射工作人员，不新增人员。
现有介入科辐射工作人员，具体情况见下表 1-3：



根据医院提供的资料，本项目设备主要用于心血管介入术、神经内科和神经外科相关手术。目前医院介入中心投入使用后，2 台设备年计划最大手术量共计为 1200 台，平均每台手术射线装置透视出束时间约为 20min，摄影出束时间约为 3min，透视模式下年出束时间为 400h，摄影模式下年出束时间为 60h，年总出束时间为 460h。本项目 32 名辐射工作人员拟根据手术类型分成 8 组，年有效剂量计算时，保守估计每位辐射工作人员参与 15%的手术，即透视模式下，辐射工作人员年照射时间为 60h，摄影模式下，辐射工作人员年照射时间为 9.0h。

1.6 选址及布局合理性分析

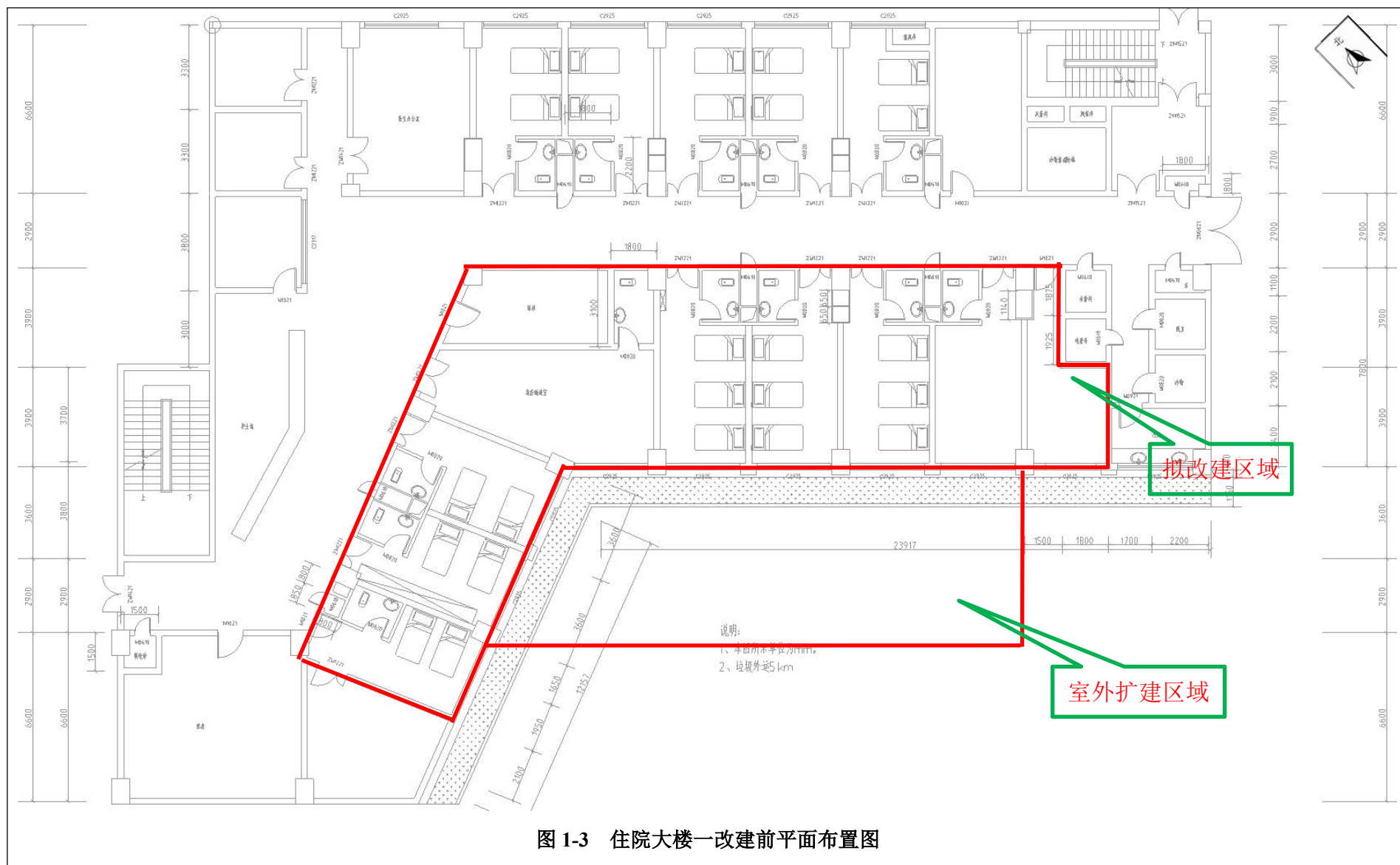
石门县中医医院位于常德市石门县楚江镇澧阳中路 35 号，医院西北侧是澧阳路，西南侧为东门路，东北侧为石门县第三中学操场，东南侧为九澧路。医院地理位置图见附图 1，医院平面布置图见附图 2。

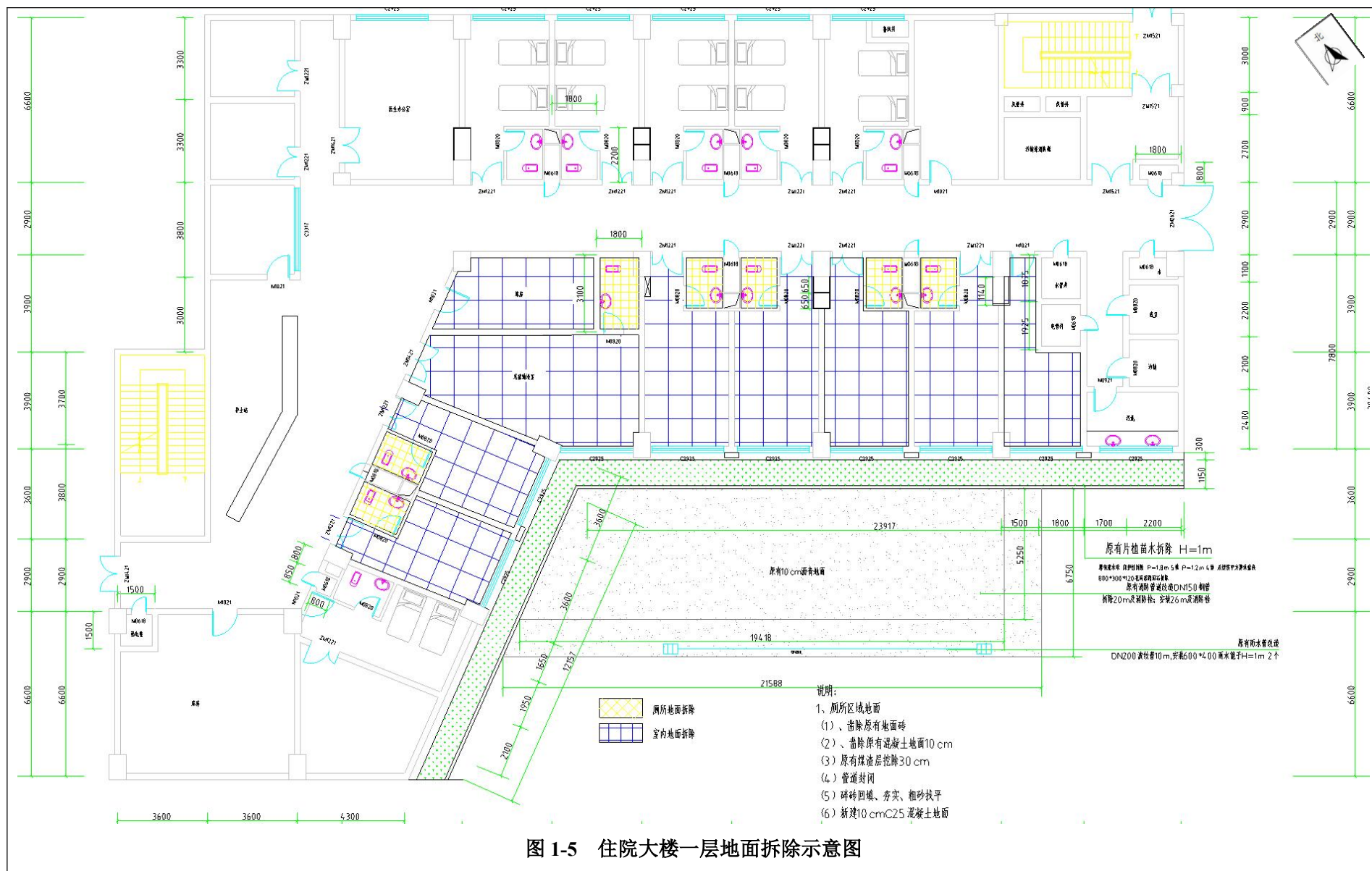
本项目位于住院大楼一层，住院楼位于院区中间位置，为地下 1 层和地上 16 层建筑，拟建 2 间 DSA 机房位于住院大楼一层中部位置。住院大楼西北侧紧邻医院门诊大楼，西南侧为院内停车场，东北侧为院内道路，东南侧为医院新建住院大楼。本项目楼上为体检中心，楼下为停车场水泵房，远离妇产科及儿科，因此本项目选址合理。

根据满足“诊治工作要求、有利于辐射防护和环境保护以及各组成部分功能分区明确，既能有机联系，又不相互干扰”的原则，本项目介入中心西北侧是门诊输液处，东南侧为公共卫生间，西南侧为室外停车场，东北侧为通道，楼上为体检中心，楼下为水泵房。本项目医护人员和患者单独设置通道，医护人员从西南侧医生入口，通过更衣室进入医生办公室，通过走廊进入控制室，再进入 1 号机房和 2 号机房；患者从西北侧病人入口进入缓冲区，再进入走廊，最后进入 1 号机房和 2 号机房；工作场所设置了污物间和设备间，控制室设置在 2 间机房中间。本项目各组成部分功能分区明确，通道设置独立，人员进出操作顺畅，不交叉重叠，从辐射安全和环境保护的角度考虑，本项目平面布局合理。



图 1-1 医院平面布置图





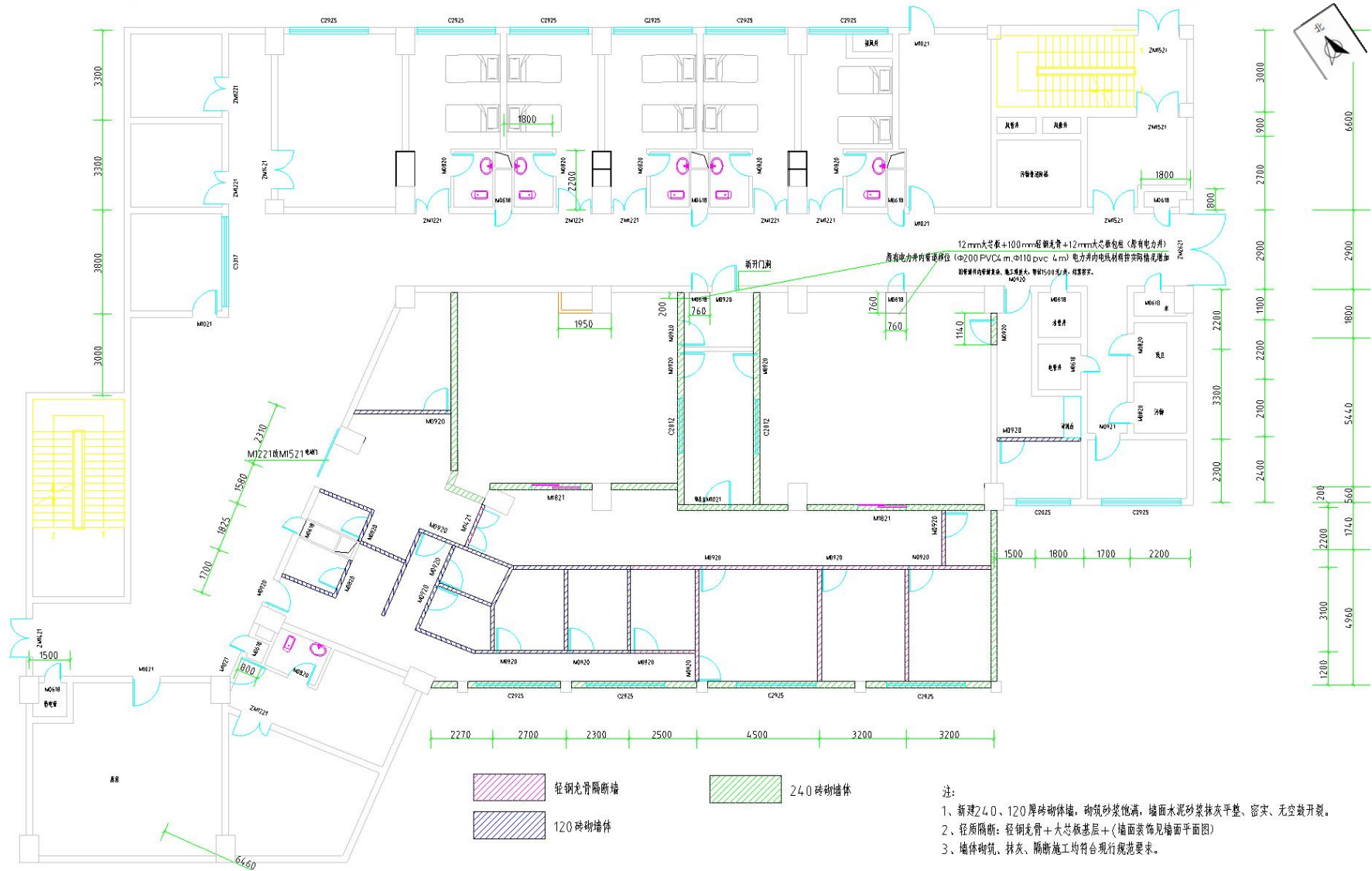


图 1-6 住院大楼一层新建墙体示意图



图 1-7 住院大楼一层改建后平面示意图

1.7 项目周围保护目标

本项目 DSA 机房周边 50m 范围内主要建构筑物为新住院大楼、门诊大楼等。项目环境保护目标为从事本项目介入手术的辐射工作人员、周围 50m 范围内的其它常驻非辐射工作人员和公众。50m 范围内保护目标分布情况见表 7-1。

1.8 医院核技术利用现状

1.8.1 核技术利用规模及环保手续履行情况



表 1-4 医院现有医用射线装置台账

A large black rectangular redaction box covering the entire content area of the table.

1.8.2 辐射安全与环境保护管理机构

石门县中医医院成立了医院辐射安全防护管理小组，由法人代表占代红任组长，副院长崔海波任副组长，王继辉、潘金平、李霞、陈佑梅、吴辉建、刘宏波、李淼、贺宝东、李晓平、吕长生、黄政华、李静、黄伟、贾淋、邱萍、刘鹏、李超群、岳俊、李燕、韩蕾等科室正副主任为组员，配备 1 名具备本科以上学历人员为专职辐射防护管理员，明确辐射防护领导组职责，全面负责医院辐射安全管理相关工作。

1.8.3 规章制度建设

石门县中医医院制定了医院各项辐射防护管理制度，主要包括：《辐射防护和安全保卫制度》《射线装置操作规程》《安全防护设施的维护与维修制度》《辐射监测方案》《射线装置台账》《辐射事故应急预案》等管理制度。医院现有各项辐射安全规章制度较为完善。

1.8.4 人员个人剂量、培训及体检

医院现有辐射工作人员 85 名。医院已委托湖南西雅德辐射防护科技有限公司对所有辐射工作人员进行个人剂量监测工作，2025 年度个人剂量监测结果符合医院管理目标值要求；2025 年 4 月-2026 年 4 月 30 日期间，已安排全院 85 人至常德市职业病防治院进行放射工作人员上岗前及在岗期间的职业健康体检，职业健康体检结果显示辐射工作人员可继续从事对应岗位工作；全院严格遵照辐射安全管理相关规范要求，统筹组织各相关科室放射工作人员报名参加生态环境部统一组织的辐射安全与防护线上培训及考核。

表 1-6 医院现有辐射工作人员情况总结表

放射工作人员	85 人
个人剂量监测情况	均按要求配发个人剂量计，并且每季度进行检测，监测结果均未超出管理目标值。
职业健康检查	2025 年 4 月-2026 年 4 月 30 日期间，医院统一组织辐射工作人员前往常德市职业病防治院开展放射专项职业健康体检。本次体检人数共计 85 人，职业健康体检结果显示辐射工作人员可继续从事对应岗位工作。
辐射安全与防护培训	全院严格遵照辐射安全管理相关规范要求，统筹组织各相关科室放射工作人员报名参加生态环境部统一组织的辐射安全与防护线上培训及考核。目前医院日常接触、操作Ⅲ类射线装置的辐射工作人员，均按规定完成单位内部合规培训及自主考核并考核合格，该类人员合计 53 人。从事接触、操作Ⅱ类射线装置的辐射工作人员中，32 人均取得了培训考核合格证书。

1.8.5 医院近一年辐射安全事故调查及事故演练情况

1) 根据本次环评资料收集情况结合医院反馈，石门县中医医院近一年内未发生辐

射安全事故，未收到生态环境行政主管部门、卫生行政主管部门、公安部门等关于辐射（放射）相关的行政处罚，未收到辐射（放射）环保投诉等。

2) 根据《石门县中医医院 2025 年度辐射安全与防护状况评估报告》，2025 年医院根据辐射事故应急预案开展了辐射事故演练，并对演练暴露出的问题进行了改进。

1.8.6 最近一期监督检查存在的问题及整改落实情况

2025 年 9 月 5 日，湖南省辐射监督站、常德市生态环境局对医院开展了日常监督检查，检查发现医院在核技术利用辐射安全防护管理方面存在部分问题，医院已对相关监督检查意见进行了整改，并在规定时间内提交了整改报告，具体如下：

1. 个人剂量计佩戴不规范：2023 年第四季度胡志高医生个人剂量监测值达 17.22mSv，报告中指出原因是个人剂量计长期放置于放射工作场所中。

整改情况：医院已要求各科室组织辐射工作人员学习如何规范佩戴剂量卡，并强调规范佩戴剂量卡的重要性，如不按规范佩戴导致剂量数值异常，按照医院放射工作人员考核细则进行考核。

2. 共 14 人未按要求完成职业健康体检。

整改情况：2025 年 9 月医院组织未体检人员前往常德市职业病防治院进行职业健康体检，体检结论均为合格。

3. 上墙辐射应急预案中省生态环境厅和市生态环境局联系方式错误。

整改情况：医院已经重新修订辐射应急预案，并将对应的联系方式修正，制度已上墙。

1.8.7 年度辐射安全评估报告落实情况

2025 年，石门县中医医院完成了各项辐射安全防护工作，依据相关法律法规对单位核技术应用设施的安全和防护状况进行了年度评估，编写了年度评估报告并将报告电子版上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

1.8.8 小结

综上所述，医院已成立了辐射安全领导小组，制定了辐射事故应急预案等相关制度，各项管理规章制度较为齐备完善，现有辐射工作人员均持证上岗，无辐射事故发生，2025 年度评估报告已提交，相关法规执行良好。

1.9 实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中关于辐射防护“实

实践的正当性”要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

本项目的建设(DSA 机房)对保障健康、拯救生命有着十分重要的作用。项目运营以后，将为病人提供一个优越的诊疗环境，具有明显的社会效益，同时将提高医院档次及服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，项目符合《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”的原则与要求。

1.10 产业政策符合性

项目投入使用为疾病诊断、寻找病灶部位、制订治疗方案及治疗疾病提供了科学依据和手段。同时，本项目属于《产业结构调整指导目录(2024 年本)》第一类——鼓励类中“十三、医药 4、高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，项目符合国家相关法律法规和政策的规定。

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
	本项目不涉及							

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	操作场所	贮存方式与地点
	本项目不涉及									

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

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	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
	本项目不涉及									

(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	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	1	拟选参数	125	1000	介入放射学	住院大楼一层介入中心 1 号机房	本次评价
2	DSA	II	1	Allura XPer FD20	125	<u>1250</u>	介入放射学	住院大楼一层介入中心 2 号机房	本次评价

(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	
	本项目不涉及												

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

[illegible]

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/m³。年排放总量用 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/m³)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》，2015 年 1 月 1 日； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日； (4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日； (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年修订），2019 年 3 月 2 日； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第 20 号修改），2021 年 1 月 8 日起施行； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，国家环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日； (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，2017 年 12 月 5 日； (9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理报告制度的通知》，原国家环保总局，环发〔2006〕145 号； (10) 《辐射工作人员职业健康管理办法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行； (11) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起实施。 (12) 《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》(2019 年，生态环境部第 59 号)； (13) 《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训与考核工作有关事项的通知》（环办辐射函(2019)853 号）； (14) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(国家发展改革委令第号公布，2024 年 2 月 1 日起施行)。
------	---

技术标准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则——总纲》(HJ2.1-2016); (2) 《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); (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002); (4) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019); (5) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021); (6) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021); (7) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB8999-2021); (8) 《辐射事故应急监测技术规范》(HJ1155-2020); (9) 《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》(WS 76-2020); (10) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020); (11) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ98-2020); (12) 《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003)
其他	(1) 环境影响评价委托书; (2) 石门县中医医院事业单位法人证书; (3) <u>《中国环境天然放射性水平》(中国原子能出版社, 2015 年);</u> (4) 《石门县中医医院 2 台数字减影血管造影机项目环境影响评价现状监测报告》; (5) 《辐射防护手册第一分册》(李德平、潘自强主编, 原子能出版社, 1987); (6) 《辐射防护手册第三分册》(李德平、潘自强主编, 原子能出版社, 1987); (7) 建设单位提供的其他资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目是在固定的有实体边界的射线机房内使用射线装置工作场所，参照《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)对核技术利用建设项目环境影响报告表的评价范围和保护目标的相关规定，以实体屏蔽物的边界外 50m 的范围作为本项目的评价范围，具体评价范围详见图 7-1 中的黄色实线范围。

图 7-1 本项目评价范围及周边毗邻关系图

7.2 保护目标

本项目保护目标：从事本项目介入手术的辐射工作人员、DSA 机房周围 50m 范围内的其它公众人员和环境。见下表 7-1。

表 7-1 DSA 机房周围保护目标统计表

机房位置	方位	距离		环境敏感点名称	环境保护人群	影响人数
		水平	垂直			
住院大楼一层介入中心	机房	0	0m	1 号机房内	职业人员	32 人
	东北	邻至 2.9m	0m	走廊	公众成员	若干
		2.9m~9.5m	0m	病房	公众成员	10 人
		9.5m~14m	0m	院内道路	公众成员	若干
		14m~50m	0m	第三中学操场	公众成员	若干

DSA1号机房	东南	邻至 2.5m	0m	控制室	职业人员	32 人
		2.5m~11.2m	0m	介入中心 2 号机房	职业人员	32 人
		11.2m~14.2m	0m	污物清洗间、设备间	公众成员	2 人
		14.2m~18.2m	0m	残卫间, 公共污洗间	公众成员	2 人
		18.2~50m	0m	中医特色诊疗综合大楼	公众成员	500 人
	西北	邻至 3.8m	0m	设备间、走廊	公众成员	1 人
		3.8m~12m	0m	走廊、门诊输液处、护士站、留观室	公众成员	10 人
		12m~50m	0m	门诊大楼	公众成员	150 人
	西南	邻至 2.5m	0m	患者走廊	职业人员	32 人
		2.5m~7m	0m	值班室、医护走廊	公众成员	10 人
		7.0m~50m	0m	室外停车场	公众成员	若干
	楼上	0m	3.6m	体检中心	公众成员	30 人
	楼下	0m	-5.4m	水泵房	公众成员	若干
住院大楼一层介入中心 DSA 2 号机房	机房	0	0m	机房内	职业人员	32 人
	东北	邻至 2.9m	0m	走廊	公众成员	1 人
		2.9m~9.5m	0m	病房		
		9.5m~14m	0m	院内道路		
		14m~50m	0m	第三中学操场、居民	公众成员	20 人
	东南	邻至 3m	0m	污物清洗间、设备间	公众成员	2 人
		3m~7m	0m	残卫间, 公共污洗间	公众成员	2 人
		7m~50m	0m	中医特色诊疗综合大楼	公众成员	500 人
	西北	邻至 2.5m	0m	控制室	职业人员	32 人
		2.5m~10.5m	0m	介入中心 1 号机房	职业人员	32 人
		10.5m~14.3m	0m	设备间、走廊	公众成员	1 人
		14.3m~22.5m	0m	走廊、门诊输液处、护士站、留观室	公众成员	10 人
		22.5m~50m	0m	门诊大楼	公众成员	150 人
	西南	邻至 2.5m	0m	患者走廊	职业人员	32 人
		2.5m~7m	0m	医生办公室、耗材库、无菌库房	公众成员	10 人
		7.0m~50m	0m	室外停车场	公众成员	若干
	楼上	0m	3.6m	体检中心	公众成员	30 人
	楼下	0m	-5.4m	水泵房	公众成员	若干

注：本项目住院楼一层层高 3.6m（含楼板厚度），负一层层高 5.4m（含地下室楼板及地面填充）

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射照射的防护和实践中源的安全。

（1）附录 B 剂量限值 and 标明污染控制水平

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的照射水平进行控制，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, 20mSv;

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;

c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv;

d) 四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv。

根据医院实际情况, 本项目同室操作辐射工作人员有效剂量管理目标值为 **5.0mSv/a**, 隔室操作辐射工作人员有效剂量管理目标值为 **2.0mSv/a**。

B1.2 公众照射

B1.2.1 剂量限值

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;

b) 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv;

c) 眼晶体的年当量剂量, 15mSv;

d) 皮肤的年当量剂量, 50mSv。

结合医院实际情况, 本项目建设单位设定放射工作场所周围公众人员接受的有效剂量管理目标值为 **0.1mSv/a**。

(2) 工作场所分区

根据 GB18871-2002 中 6.4 规定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

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防止污染扩散, 并预防潜在照射或限制潜在照射范围。

2) 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合规定的电离辐射警告标志, 并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。

3) 制定职业防护与安全措施, 包括适用于控制区的规则与程序。

4) 运用行政管理程序和实体屏蔽限制进出控制区。

5) 按需要在控制区的出口处提供皮肤和工作服的污染监测仪、被携出物品的污染

监测设备、冲洗或淋浴设施以及被污染防护衣具的储存柜。

6) 定期审查控制区的实际状况, 以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施或该区的边界。

6.4.2 监督区

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, 但需要经常对照职业照射条件进行监督和评价。

2) 在监督区入口处的适当地点设立标明监督区的标牌。

3) 定期审查该区的条件, 以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定, 或是否需要更改监督区的边界。

7.3.2 《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)

6. X 射线设备机房防护设施的技术要求

6.1 X 射线设备机房布局

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

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

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房, 机房应满足使用设备的布局要求; 每台牙椅独立设置诊室的, 诊室内可设置固定的口内牙片机, 供该设备使用, 诊室的屏蔽和布局应满足口内牙片机房的防护要求。

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

表 7-2 X 射线设备机房(照射室)使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线设备 ^b	20	3.5

6.2 X 射线设备机房屏蔽

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

表 7-3 X 射线设备机房的屏蔽防护的要求

设备类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
------	--------------	---------------

C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0
---------------	-----	-----

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足上表的要求。

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

6.4 X 射线设备工作场所防护

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警示标识；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.4.10 机房出入口宜处于散射辐射相对低的位置。

7.4 管理目标值

表 7-4 本项目的控制目标值

场所	项目名称				控制目标值
DSA 机房	对象			标准要求	
	剂量管理目标值	职业人员	同室操作	5.0mSv/a	≤5.0mSv/a
			隔室操作	2.0mSv/a	≤2.0mSv/a
		公众		0.1mSv/a	≤0.1mSv/a
	屏蔽体外周围剂量当量率	四周屏蔽墙、顶、门、窗、孔外 30cm 处、机房楼下距地面 170cm 处等			≤2.5μSv/h
	机房尺寸	最小有效使用面积		20m²	≥20m²
		最小单边长度		3.5m	≥3.5m
	机房屏蔽防护要求	有用线束方向铅当量		2.0mmPb	≥2.0mmPb
		非有用线束方向铅当量		2.0mmPb	≥2.0mmPb

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 评价区辐射环境质量现状监测

为评价本项目评价区的辐射环境质量，委托湖南佳蓝检测技术有限公司于 2026 年 5 月 8 日对本次环评项目工作场所的辐射环境 γ 辐射剂量率进行了监测。

8.1.1 监测内容

监测对象：本项目拟建场址及周围区域辐射环境现状水平

监测时间：2026 年 5 月 8 日；

监测因子：环境 γ 辐射剂量率；

监测频次：1 次；

监测环境气象情况：环境温度：22℃，环境湿度：62%，天气状况：多云；

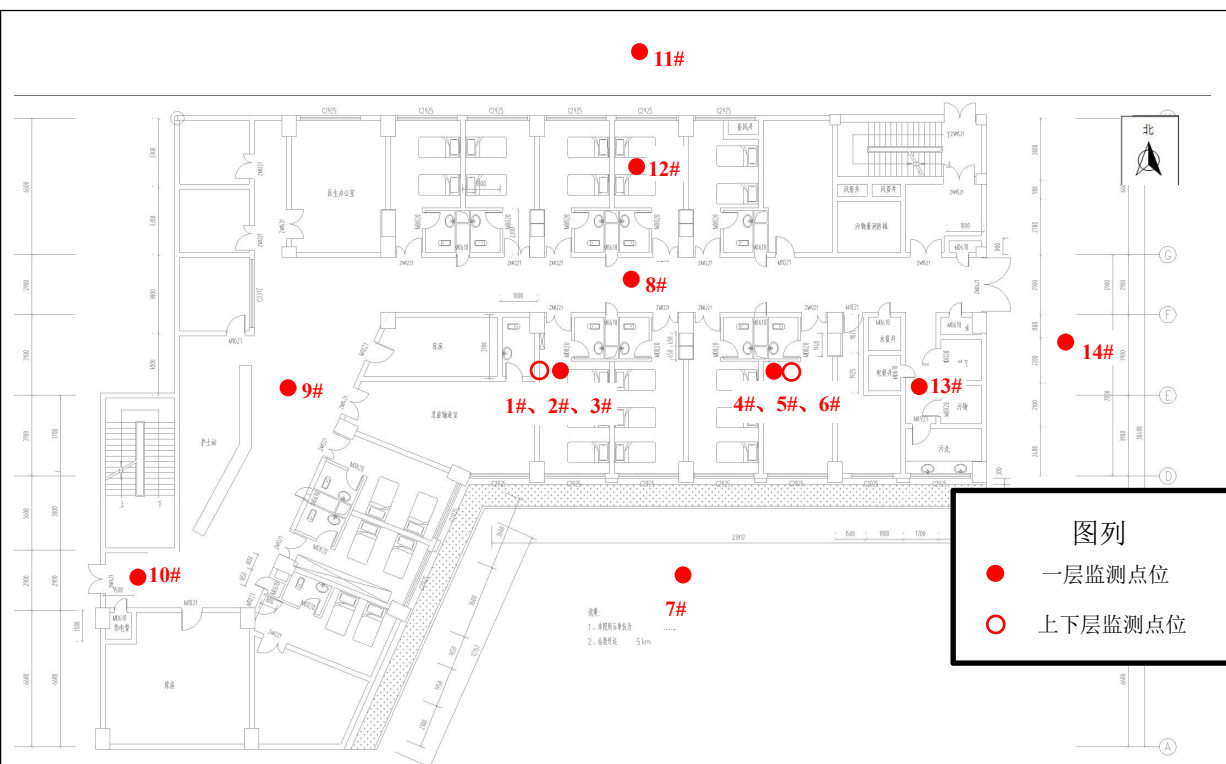
8.1.2 监测仪器

表 8-1 监测仪器有效期

检测仪器	仪器名称	X、 γ 剂量率仪
	仪器型号	RJ32-3602
	出厂编号	191212E1
	量程	探头：1nSv/h~50 μ Sv/h 主机：10nSv/h~10000 μ Sv/h
	能量响应	20keV~3MeV
	检定证书编号	2025H21-10-6248044001
	检定有效期	2026.12.4
	校准因子	0.87

8.1.3 监测布点

以介入中心 DSA 机房中心，机房相邻场所（包括机房四周、楼上和楼下）以及机房屏蔽体外 50m 范围内环境敏感目标分别进行布点，监测点位覆盖了所有环境保护目标，监测结果能够反映项目所在地辐射水平。具体点位布置情况见图 8-1 和 8-2。



注：1、2 号机房楼上体检中心布点 2#和 5#；1、2 号机房楼下水泵房布点 3#和 6#。

图 8-2 本项目辐射环境现状监测点位示意图



图 8-3 本项目辐射环境现状监测点位示意图

8.1.4 石门县中医医院地理信息

东经 E: $111^{\circ} 22' 58''$ ，北纬 N: $29^{\circ} 35' 15''$ ，海拔 67m。

8.1.5 监测方法

按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求，每个点位记录 10 次数据，修正仪器校正因子，作为该测点剂量监测值。

8.1.6 质量保证措施

- （1）被委托的检测机构应当具备与所从事检测业务相适应的能力和条件；
- （2）使用的仪器经法定部门检定，并在有效期内使用；
- （3）监测点位在现场标志性特征物拍照备案，保证点位的可重现性；
- （4）监测数据处理按《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）要求进行；
- （5）现场检测需 2 名检测人员，经培训合格持证上岗。

8.3 辐射环境质量现状

DSA 机房及周围 50m 区域辐射剂量率监测结果见表 8-2。

注：（1）本底测量时，仪器探头垂直向下，距地面的参考高度为 1m，仪器读数稳定后，以 10s 为间隔读取 10 个数据，计算平均值，经刻度因子修正后为报告值或给定范围值。

（2）仪器对宇宙射线的响应通过以下方法获得：在湖南省岳阳市东洞庭湖(北纬 29° 25' 13"，东经 113° 7' 19"，海拔高度为 32.3m，水深大于 3m，距岸边大于 1km)使用辐射检测仪进行宇宙射线响应检测，水面上仪器 50 次读数的平均值经校准后为 12.4nGy/h。本项目拟建介入中心(北纬 29° 35' 15"，东经 111° 22' 58"，海拔为 67m)，根据 HJ61-2021 附录 D 修正公式(D.1)得出仪器在本项目所在地宇宙射线响应值为 12.4nGy/h。

（3）根据 HJ1157-2021：测量值=读数值均值×校准因子 k1×仪器检验源效率因子 k2÷转换系数-仪器宇宙射线响应值×屏蔽修正因子 k3。本次环境监测取值：校准因子 k1 为 0.87，效率因子 k2 取 1，宇宙射线的屏蔽修正因子 k3：楼房取 0.8，室外取 1.0。仪器使用 ¹³⁷Cs 进行校准，转换系数为 1.2Sv/Gy。

（4）以上数据扣除宇宙射线响应值。

由表 8-2 可知，本项目 DSA 机房周围环境 γ 辐射剂量率监测值室内为 71~76nGy/h，拟建区域道路为 56~57nGy/h。根据《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年）中辐射环境结果可知，常德市 γ 辐射剂量率数据见表 8-3。

表 8-3 湖南省常德市γ辐射剂量率（单位：nGy/h）

监测项目	原野	道路	室内
γ辐射剂量率平均值	64.1±17.4	62.4±21.4	90.3±24.3
γ辐射剂量率范围	34.2~121.2	32.4~113.9	32.3~143.4

根据以上对比可知，项目拟建场址的环境 X-γ 辐射剂量率处于常德市本底辐射范围内。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 施工期污染工序及污染物产生情况

本项目位于住院大楼一层介入中心，不新增用地。本项目施工期主要为 DSA 机房及配套辅助用房的建设，辐射防护工程施工及设备安装调试时的辐射影响等。其工艺流程及产污环节见图 9-1。

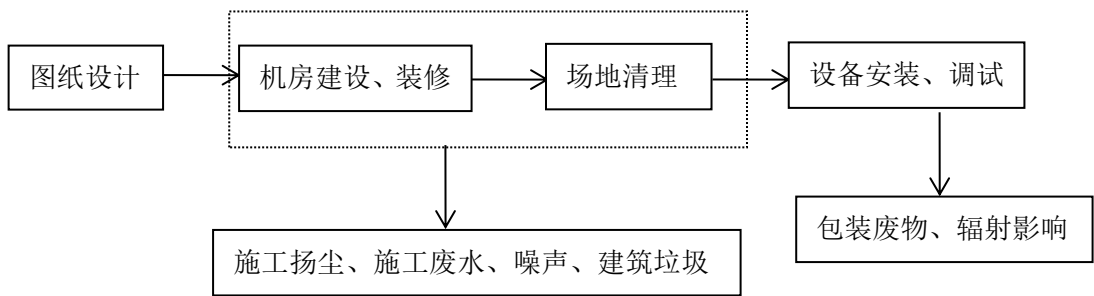


图 9-1 施工期工艺流程及产污环节

9.2 运行期污染工序及污染物产生情况

(1) 工作原理

X 射线球管的工作原理。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极主要是钨制灯丝，它安装在聚焦杯中，当灯丝通电加热后，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，这些高速电子达到靶面，为靶所突然阻挡，从而产生 X 射线。

DSA 的基本原理是先后将没有注入造影剂和注入造影剂后通过人体 X 线信号进行成像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换成普通的模拟信号，获得了去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。通过 DSA 处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

(2) 系统组成

系统主要由 Gantry、专业手术床及 Atlas 机柜组成。

①Gantry，俗称“机架”或“C”型臂”，由“L”臂、PIVOT、“C”臂组成，

同时还包括数字平板探测器、球管、束光器等部件。Gantry 的机械运动由床旁控制器控制，如机架各方向旋转、探测器的上下运动。

②专业手术床，通过床旁控制器控制床的上下升降、以及前后、左右的水平移动。在手术床的下方，安装有 Detector Power Supply，它为数字平板探测器提供 5 组直流电压，从而使数字平板能够正常工作。

以上两个大部件都是由 Position 机柜总体控制，控制运动的电路板、交/直流电源、继电器等电路元器件都在该机柜中。

③Atlas 机柜，该机柜由 DL(Digital Leader，它从 RTAC 接收“干净”的图像，存储并显示在监视器上，DL 用算法对图像进行处理，允许用户浏览病人信息、回放图像，通过 DICOM 传输协议传到网络上，如支持 DICOM 的打印机、PACS 系统、图像后处理工作站等设备)、RTAC (Real Time Acquisition Controller，获取并预处理图像，然后发送给 DL；通过控制病人接收剂量优化图像质量)、JEDI (发生器，控制球管的曝光) 构成。

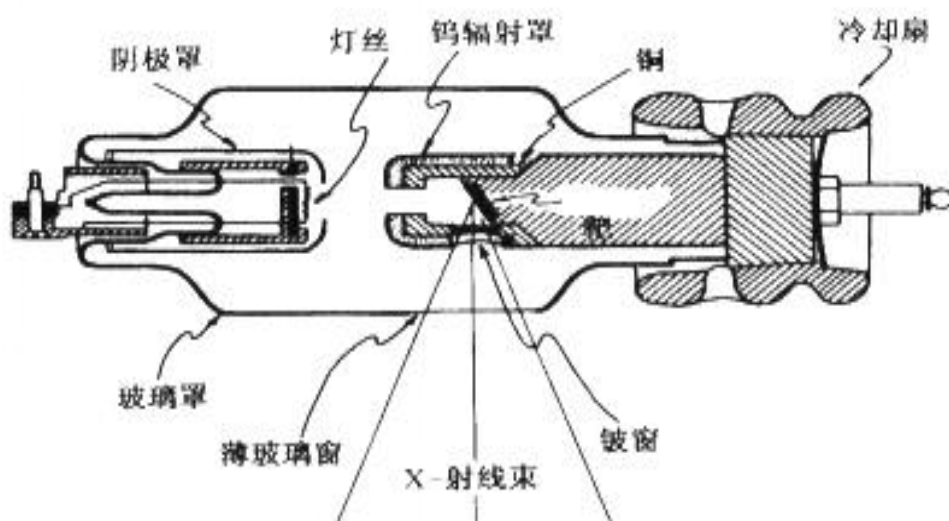


图 9-2 典型 X 射线管结构图

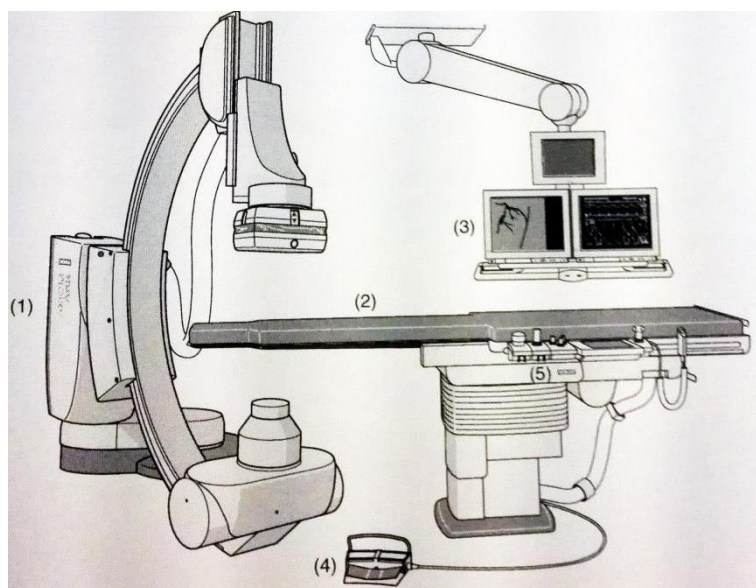


图 9-3 DSA 组成示意图

说明：①带有 C 臂、X 线球管装置以及 FD 的支架；②检查床；③带有 LCD 显示器和数据显示器的显示器天花板悬吊系统；④用于射线触发的脚闸；⑤用于控制支架、检查床以及成像系统的控制台。

(3) 工作流程及工作方式

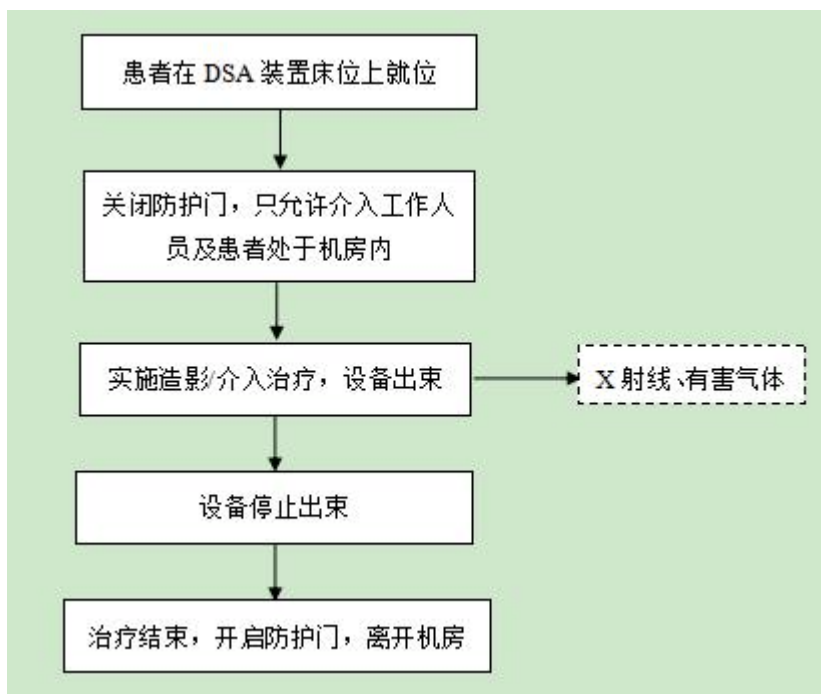


图 9-4 工作流程及产污节点图

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上腔静脉，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 的工作方式分为摄影和透视两种情况：

①摄影（拍片）：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中病人情况，并通过对讲系统与病人交流。

②透视：病人需要进行介入治疗时，为更清楚地了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时介入机房内工作人员位于铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏等辅助防护设施后，身着铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等个人防护用品，在介入手术室内对病人进行直接的介入手术操作。

隔室操作时间较短，所占比例较小，而同室操作时间占整台手术 DSA 出束时间的比例较大，并且同室操作对医生等职业人员的影响更大，是本次评价关注的重点。

9.3 污染源项描述

9.3.1 施工期污染工序及产污情况

本项目施工活动主要为 DSA 机房及配套辅助用房的改造施工、辐射防护工程施工、安全设施和设备安装调试，故本报告表对施工期的环境影响进行简要分析。

（1）废气

本项目施工活动对环境空气的主要影响表现为粉尘。对原有建筑改建施工、DSA 机房防护工程及设施安装等施工过程中，材料的搬运、打磨及场地清理过程中将会产生一定的粉尘污染。

（2）噪声

本项目施工期施工内容主要在室内进行，施工噪声主要为 DSA 机房防护工程等建设、设施安装等过程产生的设备噪声，这些噪声源噪声值在 75~80dB(A)之间。

（3）废水

本项目施工废水主要为施工人员产生的少量生活污水。

（4）固体废物

施工期固体废物主要为 DSA 机房改造施工等过程中产生的建筑垃圾，以及施工人员产生的少量生活垃圾。施工人员生活垃圾由环卫部门统一处置，建筑垃圾送合法的建筑垃圾填埋场处置。

(5) 设备安装调试

X 射线通过机房足够的墙体屏蔽防护设施进行屏蔽,不会危害到屏蔽体外的人员;X 射线与空气作用,产生少量的臭氧和氮氧化物等有害气体,通过机房内的排风装置排出,直接与大气接触、不累积,自然逸散,对环境影响很小。

本项目施工期结束后,对环境的影响也随之结束。

9.3.2 营运期污染工序及产污情况

(1) 放射性污染

DSA 的主要污染因子是 X 射线。

X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此,本项目使用的 X 射线装置在非诊断状态下不产生射线,只有在开机并处于出线状态时才会放射 X 射线。在开机出束时,有用束和漏射、散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染。在 X 射线装置使用过程中,X 射线贯穿机房的屏蔽设施进入外环境中,将对操作人员及机房周围人员造成辐射影响。

(2) 非放射性污染

①废水

本项目 DSA 采用数字成像,不使用显影液、定影液,不产生废显影液、废定影液。医护人员在工作中产生少量生活污水。

②废气

本项目 DSA 在曝光过程中,X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体,但由于该项目医用 X 射线机工作时的管电压、管电流较小,因此产生的臭氧和氮氧化物也较少。

③固废

本项目 DSA 采用数字成像,成像结果刻入光盘贮存,胶片由病人自行带走。介入手术时会产生医用器具和药棉、纱布、手套等医疗废物;医护人员在工作中产生少量生活垃圾和办公垃圾。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所分区情况

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，应把放射性工作场所分为控制区、监督区以便于辐射防护管理和职业照射控制，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，对控制区运用行政管理程序（如工作许可证制度）和联锁装置限制进入。监督区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。本项目将 DSA 机房列为控制区（ ），与机房相邻场所及控制室列为监督区（ ）。见图 10-1、图 10-2。

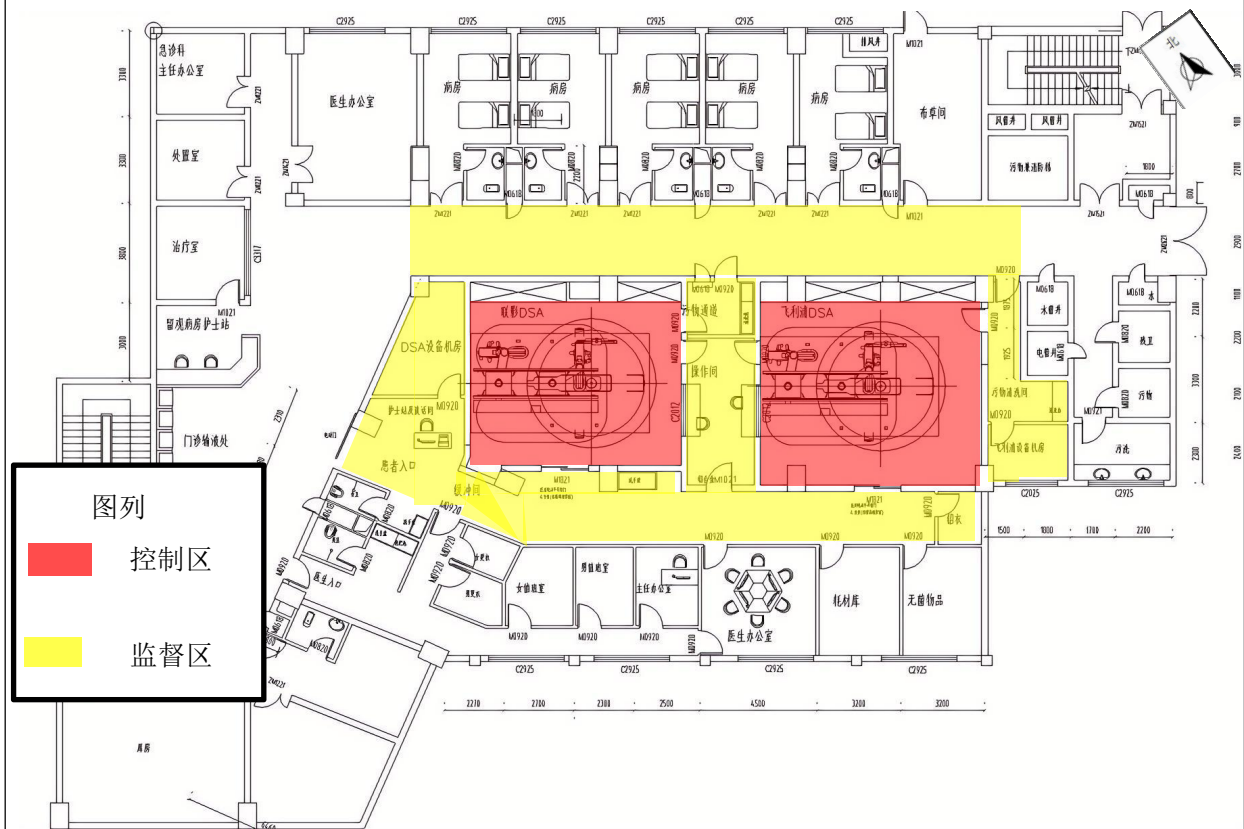


图 10-1 本项目辐射防护分区示意图

表 10-1 本项目辐射工作场所分区

工作场所	控制区	监督区
介入中心 DSA 机房	1 号机房、2 号机房	控制室、飞利浦设备机房、DSA 设备机房、设备间、医护/患者走廊、缓冲间、北侧走廊、污物通道、污物清洗间、楼上体检中心、楼下水泵房

10.1.2 人流、物流情况说明

本项目医护人员和患者单独设置通道，医护人员由南侧医生入口进入更衣室，在更衣室更换衣物，再通过更衣室进入缓冲间、洁净走廊，最后进入控制室，通过控制室进入 1 号/2 号机房；患者由患者入口、缓冲间进入洁净走廊，最后进入 1 号/2 号机房。项目人流、物流示意图见下图 10-2。

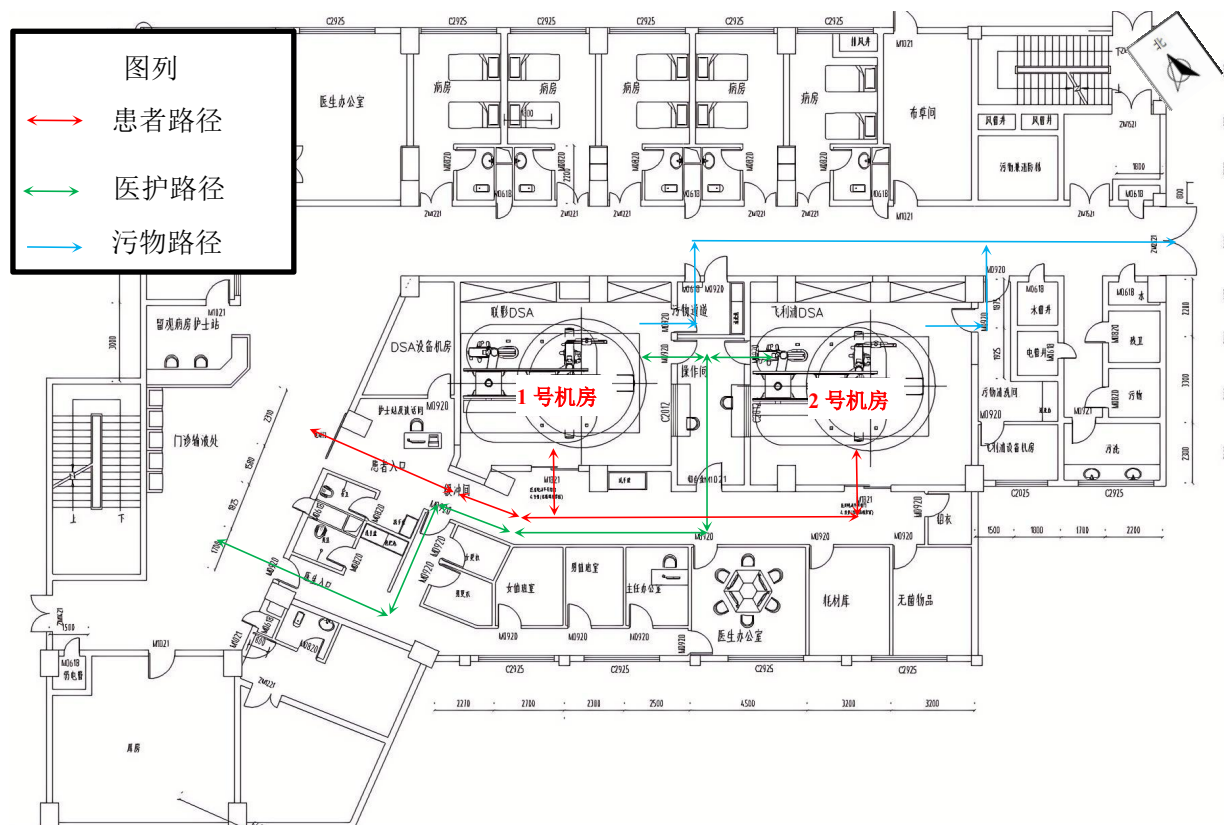


图 10-2 本项目人流、物流示意图

10.1.3 辐射屏蔽措施设计

依据建设单位提供设计图纸及屏蔽施工方案，本项目介入中心 2 间 DSA 机房主体屏蔽设计方案一致，具体如下：

1. 天花板是 100mm 的现浇混凝土楼板，在顶部吊顶高度为 3.0m 处，采用轻钢龙骨铺设 3.0mmPb 铅板，在高度 2.8m 处采用铝扣板吊顶；

2. 地面是 200mm 的现浇混凝土楼板，在地面铺设 40mm 硫酸钡水泥，地面做 5mm 的自流平，最后铺设 PVC 塑胶卷材地板；

3. 四面墙体砌 240mm 实心砖墙，砌至顶，墙面粉刷 40mm 硫酸钡水泥，粉刷至顶处，墙面硫酸钡粉刷后采用洁净板进行墙面装饰，机房线槽及开关插座均采用内嵌方式，

嵌于洁净板与墙面之间；

4.机房防护门采用电动平移门，铅当量为 4.0mmPb；污物防护门和医护防护门采用不锈钢单开门，铅当量为 4.0mmPb；观察窗采用 4.0mmPb 铅玻璃；

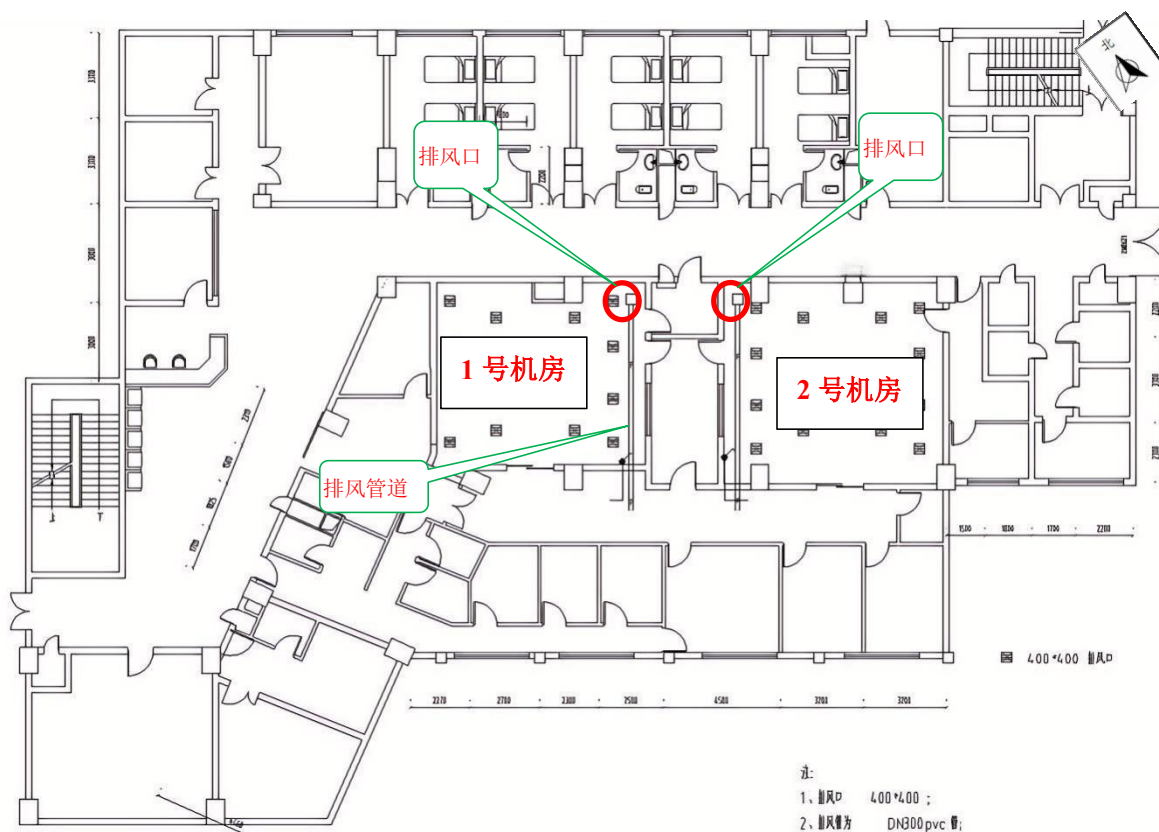
5.本项目机房使用的铅板密度不小于 11.3g/cm³、实心砖密度不小于 1.65g/cm³、硫酸钡水泥砂浆密度不小于 3.2g/cm³，混凝土密度不小于 2.35g/cm³。

石门县中医医院 DSA 机房屏蔽防护情况见表 10-2。

3. 硫酸钡砂浆铅当量核算密度为 $3.2\text{g}/\text{cm}^3$ ，40mm 硫酸钡砂浆约等于 2.0mmPb 当量。

10.1.4 通风设施设计

本项目通风设施在 1 号机房的顶部正东角设置有排风口、2 号机房的正北角设置有排风口，采取机械动力排风的方式，管道经机房西南墙以直通的方式穿墙，管道经洁净走廊至住院大楼外扩区域二层室外平台直接排放，排风风机置于二层平屋面，每个机房采用独立风机，排风功率为 $300\text{m}^3/\text{h}$ 。为保证机房屏蔽效果，建设单位设计的排风口位置布局应避免有用线束的照射，机房风管采用直穿方式穿墙，穿墙位置采用风管四周包对应 4.0mmPb 铅皮进行屏蔽补偿。



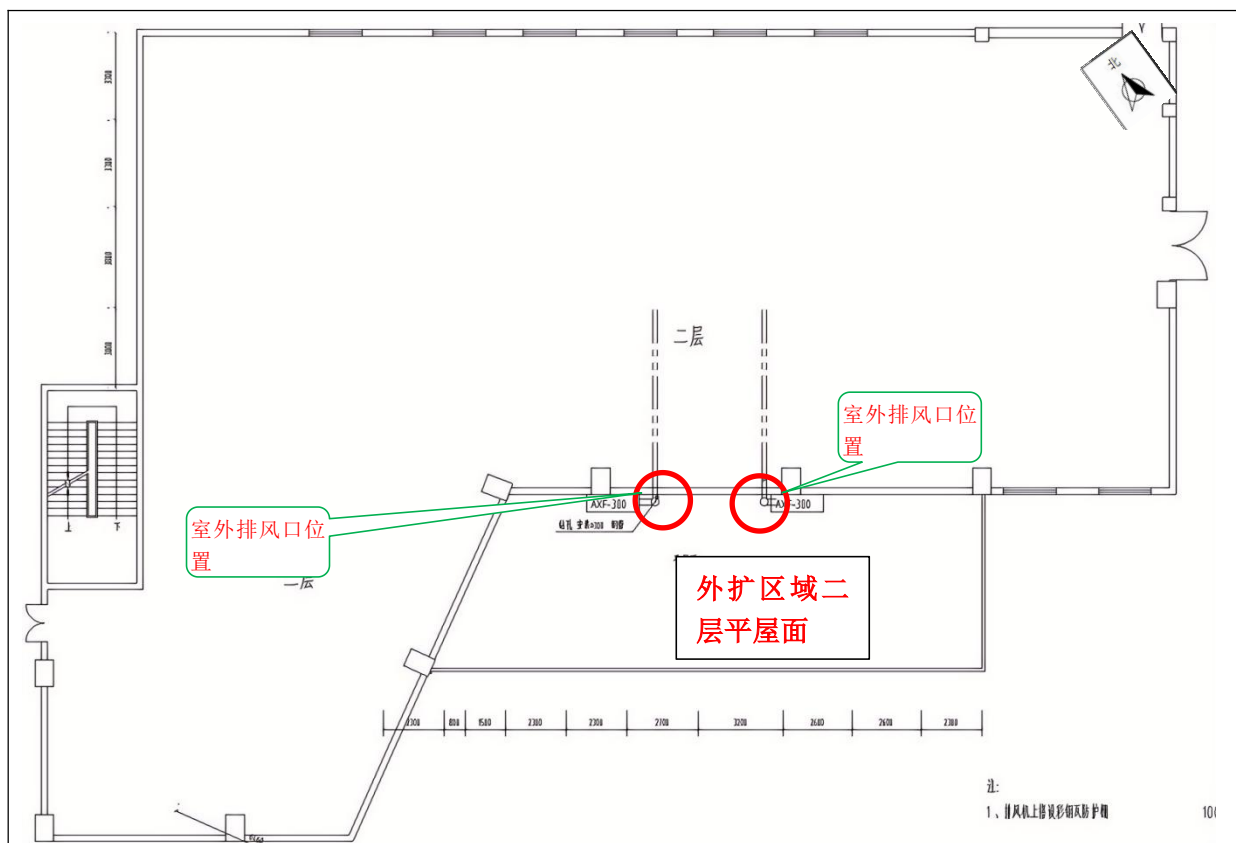


图 10-4 本项目室外风口位置示意图

10.1.5 机房屏蔽补偿措施

新风管网、空调管网直接穿越机房墙体，破坏了原有墙体屏蔽防护结构。本次在机房外侧对穿墙管网采用 4.0mmPb 铅板进行全包屏蔽补偿，铅板包裹长度按管道外径 2 倍设置；对电缆穿墙孔洞、机房防护门缝等屏蔽薄弱部位，均采用同当量铅材进行封堵搭接处理，补齐屏蔽缺口，保障机房整体屏蔽防护效果满足相关放射防护标准要求。

10.1.6 安全防护设施

(1) 设备固有安全设施

本项目 DSA 设备本身带有多种固有安全防护措施：

- ①装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减小泄漏辐射；
- ②采用栅控技术：在每次脉冲曝光间隔向旋转阳极加一负电压，抵消曝光脉冲的启辉与余辉，起到消除软 X 射线、提高有用射线品质并减小脉冲宽度的作用。
- ③采用光谱过滤技术：在 X 射线管头或影响增强器的窗口处放置合适过滤板，以消除软 X 射线以及减少二次散射，优化有用 X 射线谱。设备提供适应设备不同应用时选

用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板。影像增强器前面可酌情配置各种规格的滤线栅，以减少散射影响。

④采用脉冲透视技术：在透视图像数字化基础上实现脉冲透视，改善图像清晰度；并能明显地减少透视剂量。

⑤采用图像冻结技术：每次透视的最后一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称为图像冻结。充分利用此方法可以明显缩短总透视时间，减少不必要的照射。

⑥急停设施：

DSA 设备配置用于射线触发的脚闸。

DSA 设备用于控制支架、检查床以及成像系统的控制台上配备紧急关闭按钮，使用紧急关闭按钮，系统可以在紧急情况下断电。

设备间安装电源总开关，总开关可以切断整个系统的电源。

(2)工程拟采取的安全与防护措施

石门县中医医院 2 台 DSA 设备辐射安全防护设施包括安全联锁装置、警示设备、急停设施、对讲系统装置及其它安全辅助设备。

①场所设施

a.警示标志：2 间 DSA 机房门外拟设置电离辐射警告标志，机房门上方拟设置工作状态指示灯，灯箱上设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句。

b.门灯有效关联：2 间 DSA 机房防护门采取电动推拉门，当设备工作时，机房门外工作状态指示灯亮，实现门灯关联，平开机房门设置有自动闭门装置，推拉式机房门设有红外防夹装置。

c.监视对讲系统：2 间 DSA 控制室设置观察窗和语音对讲系统，同时在机房内设置视频监控系统，便于控制室实时监控机房内机房防护门关闭情况。

d.通风设施：在 1 号机房的顶部东北角设置有排风口、2 号机房的顶部西北角设置有排风口，采取机械动力排风的方式，管道经机房南墙以直通的方式穿墙，管道经洁净走廊至住院大楼外扩区域二层室外平台直接排放，排风风机置于二层平屋面。

e.机房内不得堆放与介入手术无关的杂物。

②防护用品及监测设备

a.对辐射工作人员配置个人剂量计,对同室操作的工作人员应配备 2 个人剂量计,1 个佩戴在铅衣内,1 个佩戴在铅衣外。对其余辐射工作人员配备 1 个人剂量计;

b.医院已配置 1 台便携式辐射监测仪器、12 台便携式报警仪。

③其它防护设施

本项目针对介入手术医护人员、就诊患者配套配置电离辐射防护用品,两间 DSA 机房防护用品共用。经现场核查,医院现有铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、铅橡胶帽、铅防护眼镜各 15 件(副),铅介入防护手套 8 副。结合医院诊疗规划,新增 DSA 设备作为日常手术主力机型,搬迁原有 DSA 设备仅作备用,现有防护用品总量可满足本项目诊疗工作使用需求;现有防护用品中约 5 套存在老化破损情况,拟新购防护用品予以替换。配置要求见表 10-3。

表 10-3 介入机房个人防护用品和辅助防护设施配置情况

说明	场所	使用对象	防护用品和辅助防护设施名称	铅当量	单位	数量	备注
拟配备的防护用品和辅助防护设施	介入中心	工作人员	铅橡胶颈套	0.5mmPb	件	15	利旧 10 套+新增 5 套
			铅橡胶围裙	0.5mmPb	件	15	
			铅橡胶帽子	0.5mmPb	件	15	
			铅防护眼镜	0.35mmPb	副	15	
			介入防护手套	0.025mmPb	副	8	利旧
			铅悬挂防护屏	0.5mmPb	件	2	利旧 1 套+新增套
			床侧防护帘	0.5mmPb	件	2	
		受检者	铅橡胶性腺方巾	0.5mmPb	件	2	利旧
			铅橡胶帽子	0.5mmPb	件	2	
			铅橡胶颈套	0.5mmPb	件	2	
		儿童受检者	铅橡胶性腺方巾	0.5mmPb	件	1	利旧
			铅橡胶颈套	0.5mmPb	件	1	
			铅橡胶帽子	0.5mmPb	件	1	
		工作人员	个人剂量卡	/	个	隔室操作: 1 个/人 同室操作: 2 个/人	利旧
			个人剂量报警仪	/	个	12 个	利旧
			便携式辐射监测仪	/	个	1 个	利旧

10.2 三废的治理

(1)废气治理措施: DSA 在曝光过程中臭氧产生量很小,经机房顶部的排风装置排出,避免在机房内累积,产生量较小,排出后不会对环境造成明显影响。

(2)废水治理措施：本项目 DSA 采用数字成像，不使用显影液、定影液。医护人员产生的生活污水依托医院整体污水处理设施处置。

(3)固体废物治理措施

①本项目 DSA 采用数字成像，会根据病人的需要打印胶片，胶片打印出来后由病人带走并自行处理。

②手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，采用专门的收集容器集中回收后，转移至医疗废物暂存间，由当地有资质的医疗废物处理机构定期统一回收处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

综上所述，本项目 DSA 产生的电离辐射和各项污染物在落实采取各项辐射防护和污染防治措施后，可满足环境管理要求。

10.3 环保投资估算

本项目计划总投资1500万元，其中环保投资约68.7万元， 占总投资的4.58%。

表 10-4 辐射防护措施及环保投资一览表

项目	“三同时”措施	内容或要求	投资 (万元)
辐射安全管理机构	辐射防护管理	建立以法定代表人占代红为第一负责人的安全管理机构	/
辐射安全防护措施	屏蔽设施	墙体、防护门、观察窗等主体屏蔽建设装修	62.2
辐射安全防护措施	安全措施	机房机械通风、门灯联锁、警示标志、对讲系统、急停装置、视频监控系统等	4
人员配备防护用品	人员培训	辐射工作人员应在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全与防护相关内容，考核合格后上岗	/
	防护用品	铅橡胶围裙、颈套、帽子、手套，铅眼镜、铅防护屏、帘等	2
	个人剂量监测	对介入手术医师每人配置 2 个个人剂量计，其他辐射工作人员每人配置 1 个个人剂量计	0.5
监测仪器	监测仪器	1 台便携式 α 、 γ 剂量仪	/
	报警设备	12 台个人剂量报警仪	/
辐射安全管理制度		修订和完善《辐射工作人员剂量管理制度》《监测方案》《辐射工作人员培训/再培训管理制度》《辐射安全防护设施维护维修制度》《监测仪表使用与校验管理制度》《辐射事故应急预案》等制度	/
合计			68.7

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目的施工活动主要为 DSA 机房及辅助用房的改造施工、辐射防护工程施工、相应设施和设备安装等。项目施工期主要环境影响有废气、废水、固废、噪声和调试时的辐射影响等。

11.1.1 废气

本项目施工期仅按照设计方案和环评要求建设机房及辅助用房、室内简单装修和设备安装，在墙体及地面等装修施工过程中，材料的搬运、改形以及场地清理过程中将会产生少量的粉尘污染。本项目施工过程中要注意洒水抑尘，将粉尘对周围环境产生的影响降低在可接受的范围内。

11.1.2 废水

本项目施工期间产生的废水主要为施工人员产生的少量生活污水，施工人员生活污水依托医院现有的污水处理设施进行处理。

11.1.3 固体废物

本项目施工期产生的固废主要为 DSA 机房及辅助用房建设施工、辐射防护工程施工、设施设备安装等过程中产生的建筑垃圾和包装废弃物，以及施工人员产生的少量生活垃圾。为了减少施工期固体废物对周围环境的影响，本报告提出以下防治措施：

（1）建筑垃圾主要为机房及辅助用房建设、辐射防护工程施工、装修、设备安装等过程中产生的边角料、设备包装废弃物和完工清场的固体废物，首先考虑边角料回收利用，对其他固废进行分类回收处理；不能回收利用的运至环卫部门指定的建筑垃圾填埋场倾倒，定时清运，以免造成环境污染和影响环境卫生。

（2）施工人员的生活垃圾集中收集后，由环卫部门统一清运，不得任意处置。

通过采取以上防治措施以后，施工期产生的固废对周围环境产生影响较小。

11.1.4 设备安装调试期间 X 射线及防治措施

X 射线通过机房足够的墙体屏蔽防护设施进行屏蔽，不会危害到屏蔽体外的人员；X 射线与空气作用，产生少量的臭氧和氮氧化物等有害气体通过机房内的排风装置排出，直接与大气接触、不累积，自然逸散，对环境影响可忽略不计。

本项目工程量小，施工期短，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施。本项目对外界的影响小。

11.1.5 噪声

本项目施工期的噪声主要为施工期机房、辅助用房建设及辐射防护工程施工、设施安装调试等产生的一些零星的敲打声、打孔机声、吆喝声等，多为瞬间噪声，这些噪声源噪声值在 75~80dB(A)之间，由于主要在室内进行施工，施工噪声对项目周围环境的影响较小。

为减少施工噪声对周围环境的影响，本报告要求建设单位采取如下防治措施：

- (1) 合理安排施工流程、顺序，减少人为噪声；
- (2) 合理安排施工时间，施工时间应安排在日间非休息时段。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 血管造影机房屏蔽效能核实

本项目 DSA 机房平面布置及屏蔽情况与标准进行比对分析，符合性分析如下：

表 11-1 机房平面布置符合性分析

	最小单边长度	有效面积	符合性
标准	3.5m	20m ²	/
1 号机房	6.24m	50.23m ²	符合
2 号机房	6.24m	52.79m ²	符合

表 11-2 机房屏蔽情况符合性分析

	标准要求	DSA 机房屏蔽体	近似铅当量 (mmPb)	符合性
1 号 机房	有用线束：2mmPb 非有用线束：2mmPb	四面墙体	4.0	符合
		顶棚	4.2	符合
		地面	4.4	符合
		机房防护门	4.0	符合
		医护防护门	4.0	符合
		污物防护门	4.0	符合
		观察窗	4.0	符合
2 号 机房	有用线束：2mmPb 非有用线束：2mmPb	四面墙体	4.0	符合
		顶棚	4.2	符合
		地面	4.4	符合
		机房防护门	4.0	符合
		医护防护门	4.0	符合
		污物防护门	4.0	符合
		观察窗	4.0	符合

综上所述，本项目 DSA 机房的屏蔽防护、有效使用面积、最小单边长度等均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的规定要求。

11.2.2 辐射环境影响分析

本项目运营期的主要环境问题是 DSA 运行时产生的 X 射线污染，可能会对工作人员和公众的身体健康造成影响。

根据 NCRP147 报告，考虑 DSA 图像增强器对 X 射线主束有屏蔽作用，DSA 屏蔽估算时不需要考虑主束照射，只需考虑次级辐射的屏蔽设计，因此，本次评价主要对 DSA 运行时泄漏辐射与散射辐射对周围环境的影响进行分析。

1、估算模式

(1) 泄漏辐射

关注点处的泄漏辐射剂量率参考《辐射防护手册第一分册》（李德平、潘自强 主编，原子能出版社，1987）中给出的公式推导得出：

$$D_{\text{泄露}} = \frac{f \times k_0 \times B}{R^2} \quad (1)$$

式中： $D_{\text{泄露}}$ —关注点处的漏辐射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f —泄漏射线比率，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/T 201.2-2011）》中 5.2.4 泄漏辐射比率取值，取 0.1%；

K_0 —距源点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

R —源点至关注点的距离，m；

按照《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录 C 中给出的公式计算屏蔽透射因子 B

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad (2)$$

式中： B —屏蔽透射因子；

X —屏蔽材料铅当量厚度，mmPb；

α 、 β 、 γ —铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的三个拟合参数。

(2) 散射辐射

关注点处的散射辐射剂量率参考《辐射防护手册第一分册》（李德平、潘自强 主编，原子能出版社，1987）中给出的公式推导得出：

$$D_{\text{散射}} = \frac{K_0 \times \alpha \times B \times \left(\frac{S}{400}\right)}{(d_0 \times d_s)^2} \quad (3)$$

式中： $D_{\text{散射}}$ —关注点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

K_0 —距源点 1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

α —患者对 X 射线的散射比，取自《辐射防护手册第一分册》P437 表 10.1，取 0.0015（90°散射，相对于 400cm² 散射面积）；

S —散射面积，取典型值 400cm²；

d_0 —源与患者的距离，取 0.3m；

d_s —患者与关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子，按式（2）计算。

（3）根据联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)-2000 年报告附录 A 中的计算，X- γ 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

$$H = D \times t \times T \quad (4)$$

式中：

H ：年有效剂量，Sv/a；

D ：关注点周围剂量当量率，Gy/h；

T ：居留因子，无量纲；

t ：照射时间，h/a；

（4）机房内介入工作人员

考虑到铅衣内、铅衣外两部分的剂量贡献，参考 GBZ128-2019 第 6.2.4 式(4)粗略估算介入手术辐射工作人员受到的有效剂量：

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \dots \dots \dots (5)$$

式中：

E ：有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特(mSv)

α ：系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79，无屏蔽时，取 0.84；

H_u ：铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 Hp(10)，单位为毫希沃特(mSv)

β : 系数, 有甲状腺屏蔽时, 取 0.051, 无屏蔽时, 取 0.100;

H_o : 铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $Hp(10)$ 、单位为毫希沃特(mSv)。

2、参数选取

(1) 距靶点 1m 处的最大剂量率

由于本项目 DSA 设备型号未定, 本项目 DSA 设备核算过程中相关参数, 参考 DSA 典型设备工作特点选取, 正常透视模式下管电压在 60~90kV、管电流在 5~15mA, 摄影模式下管电压在 80~100kV、管电流在 50~500mA。因此, 在参数选取时, 保守估计, 本项目取各条件下的最大参数, 即透视模式下电压为 90kV、电流为 15mA, 摄影模式下电压为 100kV、电流为 500mA。

根据《辐射防护手册第三分册-辐射安全》P58 图 3.1 “距 X 线源 1m 处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况”(见图 11-1), 查图可知在 90kV 管电压时(本项目设备过滤条件保守取 2.5mmAl 的条件), 离靶 1m 处空气中的空气比释动能为 0.07mGy/mAs, 在 100kV 管电压时, 离靶 1m 处空气中的空气比释动能为 0.09mGy/mAs, 则透视时(90kV/15mA)离靶 1m 处的剂量率为 $3.78 \times 10^6 \mu\text{Sv/h}$, 摄影时(100kV/500mA)离靶 1m 处的剂量率为 $1.62 \times 10^8 \mu\text{Sv/h}$ 。

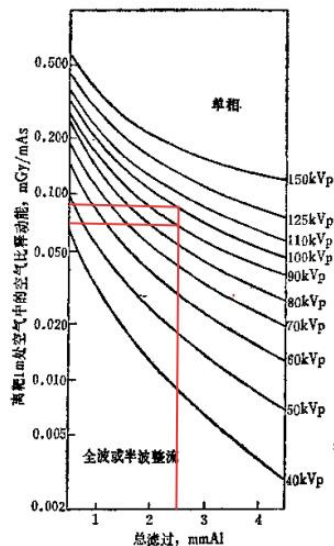


图3.1 距X线源1m处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化的情况

图 11-1 距 X 线源 1m 处的照射试率随管它压及总滤过厚度变化的情况

(2) 屏蔽透射因子

根据 GBZ 130-2020 附录 C 表 C.2 中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰的 α 、 β 、 γ 拟合值，在透视及摄影两种工况下散射线和漏射线计算的拟合参数取值如下。

表 11-3 铅对不同管电压 X 射线的辐射衰减拟合参数

管电压（kV）	屏蔽材料（铅）		
	α	β	γ
90	3.067	18.83	0.7726
100（主射）	2.500	15.28	0.7557
100（散射）	2.507	15.33	0.9124

注：拟合参数均取自《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)表 C.2

3、周围剂量率估算

(1) 关注点选取

结合场所布局，选取 DSA 机房屏蔽体外 30cm 处、楼上离地 100cm 处，楼下距地面 170cm 处等作为关注点位。2 间 DSA 机房楼上、楼下及手术位关注点情况一致，其分布示意图见图 11-2 和图 11-3。

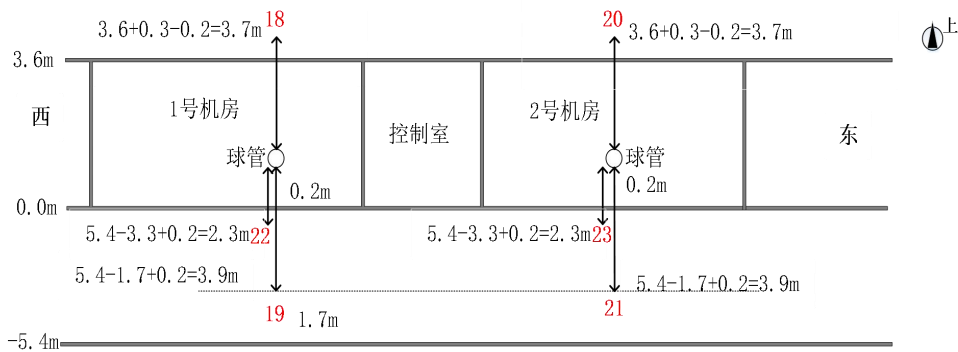


图 11-2 本项目介入中心机房垂直方向关注点示意图

表 11-4 本项目介入中心 DSA 机房各关注点距离取值一览表

关注点	关注点位置	R 的取值（m）	d _s 的取值（m）
1	1 号机房东南侧墙体外表面 30cm 处（控制室）	3.078+0.3=3.378	3.378
2	1 号机房西南侧墙体外表面 30cm 处（洁净走廊）	2.893+0.3=3.193	3.193
3	1 号机房西北侧墙体外表面 30cm 处（设备间）	3.872+0.3=4.172	4.172
4	1 号机房东北侧墙体外表面 30cm 处（走廊）	3.633+0.3=3.933	3.933
5	1 号机房污物防护门外表面 30cm 处（污物通道）	3.496+0.3=3.796	3.796
6	1 号机房医护防护门外表面 30cm 处（控制室）	3.089+0.3=3.389	3.389
7	1 号机房观察窗外表面 30cm 处（控制室）	3.078+0.3=3.378	3.378
8	1 号机房防护门外表面 30cm 处（洁净走廊）	2.813+0.3=3.113	3.113
9	2 号机房西北侧墙体外表面 30cm 处（控制室）	3.843+0.3=4.143	4.143
10	2 号机房西南侧墙体外表面 30cm 处（洁净走廊）	3.571+0.3=3.871	3.871

11	2号机房东南侧侧墙体外表面 30cm 处(污物清洗)	$3.510+0.3=3.81$	3.810
12	2号机房东北侧墙体外表面 30cm 处(走廊)	$3.765+0.3=4.065$	4.065
13	2号机房西北侧墙体外表面 30cm 处(1号机房污物通道)	$4.518+0.3=4.818$	4.818
14	2号机房医护防护门外表面 30cm 处(控制室)	$3.862+0.3=4.162$	4.162
15	2号机房观察窗外表面 30cm 处(控制室)	$3.843+0.3=4.143$	4.143
16	2号机房防护门外表面 30cm 处(洁净走廊)	$3.425+0.3=3.725$	3.725
17	2号机房污物防护门外表面 30cm 处(污物清洗)	$3.901+0.3=4.201$	4.201
18	1号机房楼上距地面 30cm 处(体检中心)	3.7	3.4
19	1号机房楼下距地面 170cm 处(停车场)	3.9	4.2
20	2号机房楼上距地面 30cm 处(体检中心)	3.7	3.4
21	2号机房楼下距地面 170cm 处(停车场)	3.9	4.2
22	1号机房楼下距楼板 30cm 处(停车场)	2.3	2.6
23	2号机房楼下距楼板 30cm 处(停车场)	2.3	2.6
24	第一术者位	1.0	1.0
25	第二术者位	1.2	1.2
注：1、为方便计算，机房水平方向关注点的 d_s 保守取值和 R 一致；			
2.为方便计算，机房垂直方向关注点的距离取值时，球管位于床下方。			

（2）关注点居留因子取值

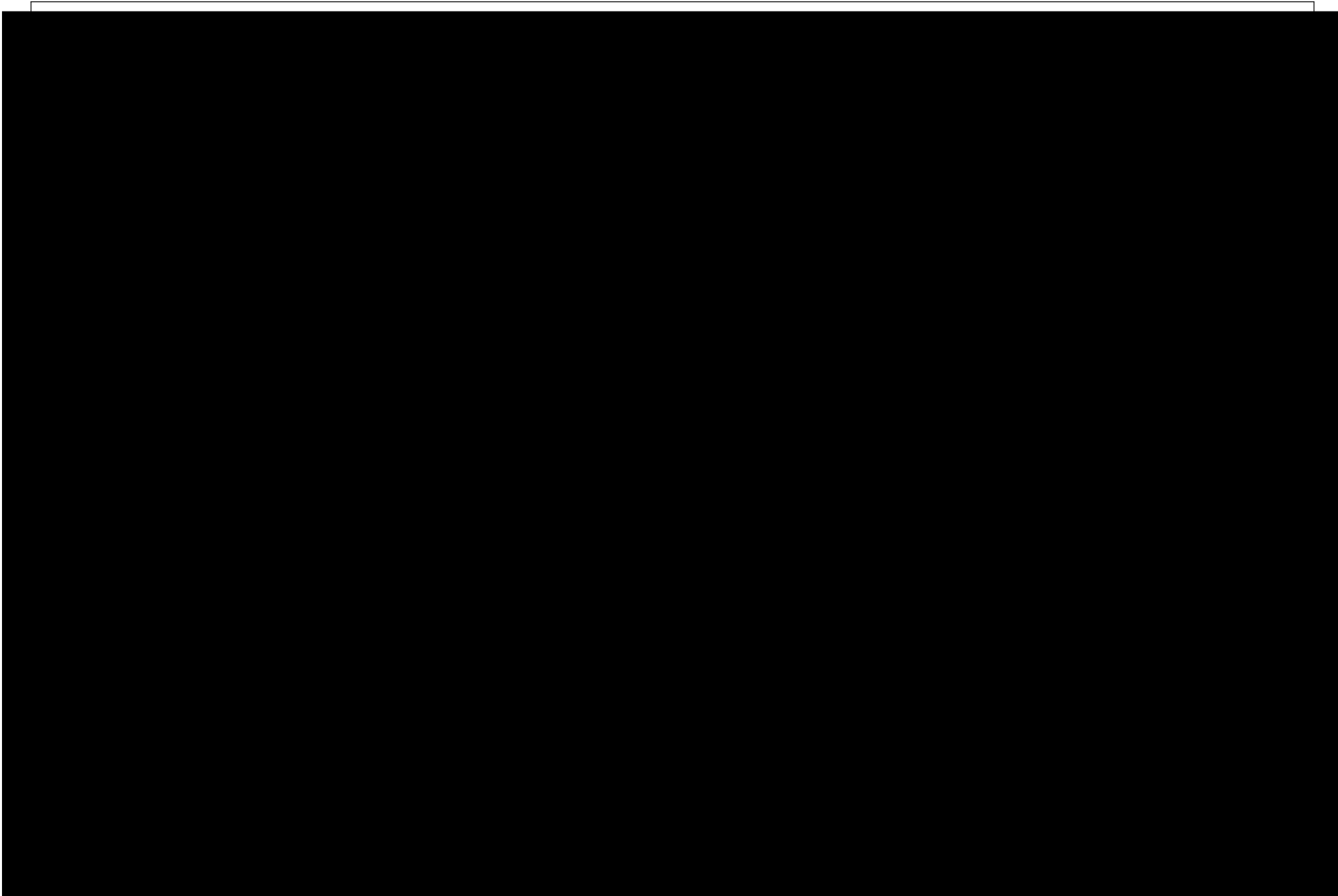
参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的规范性附录 A，结合本项目各 DSA 机房周围实际情况选取居留因子，具体取值见表 11-5。

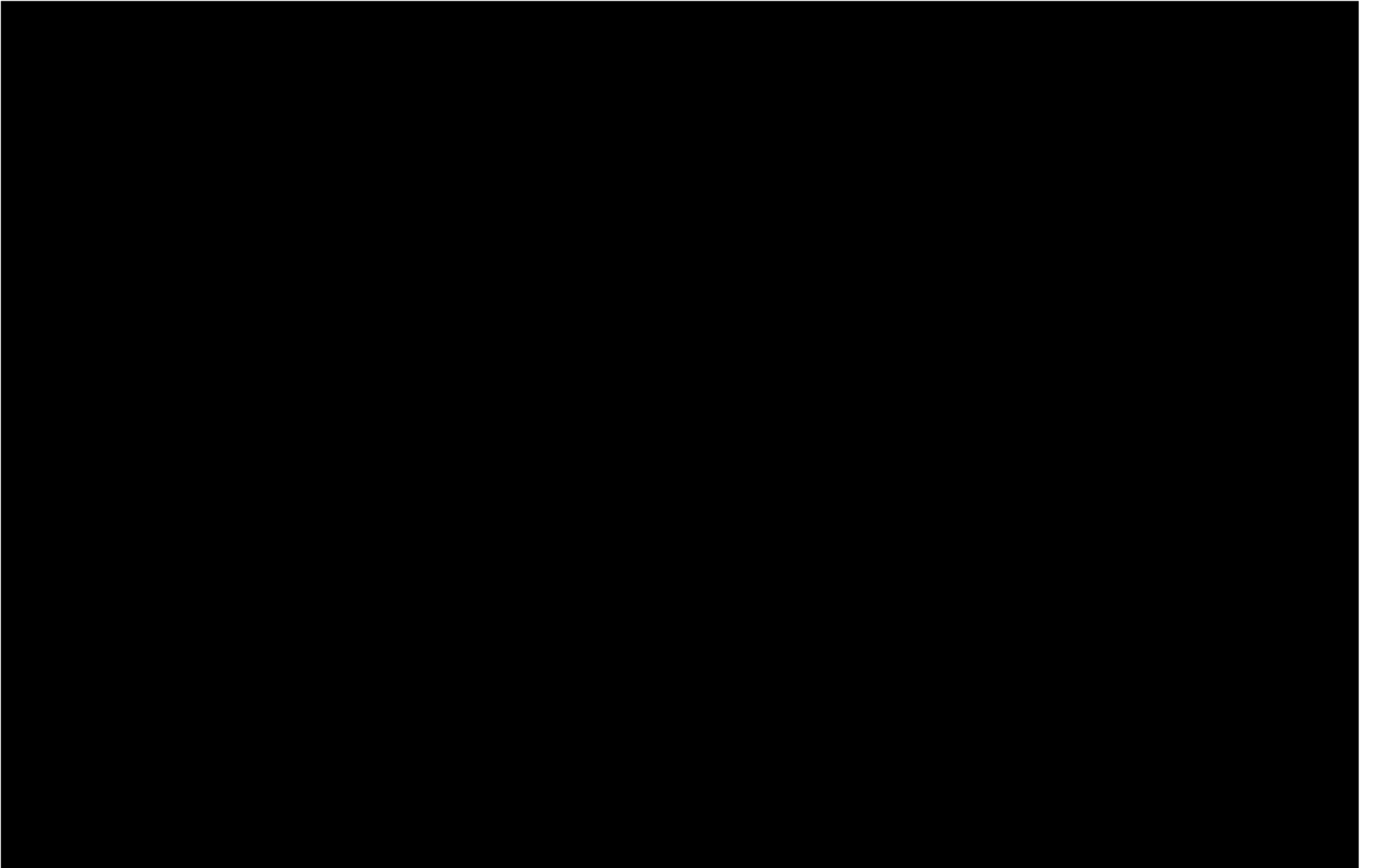
表 11-5 本项目关注点居留因子取值一览表

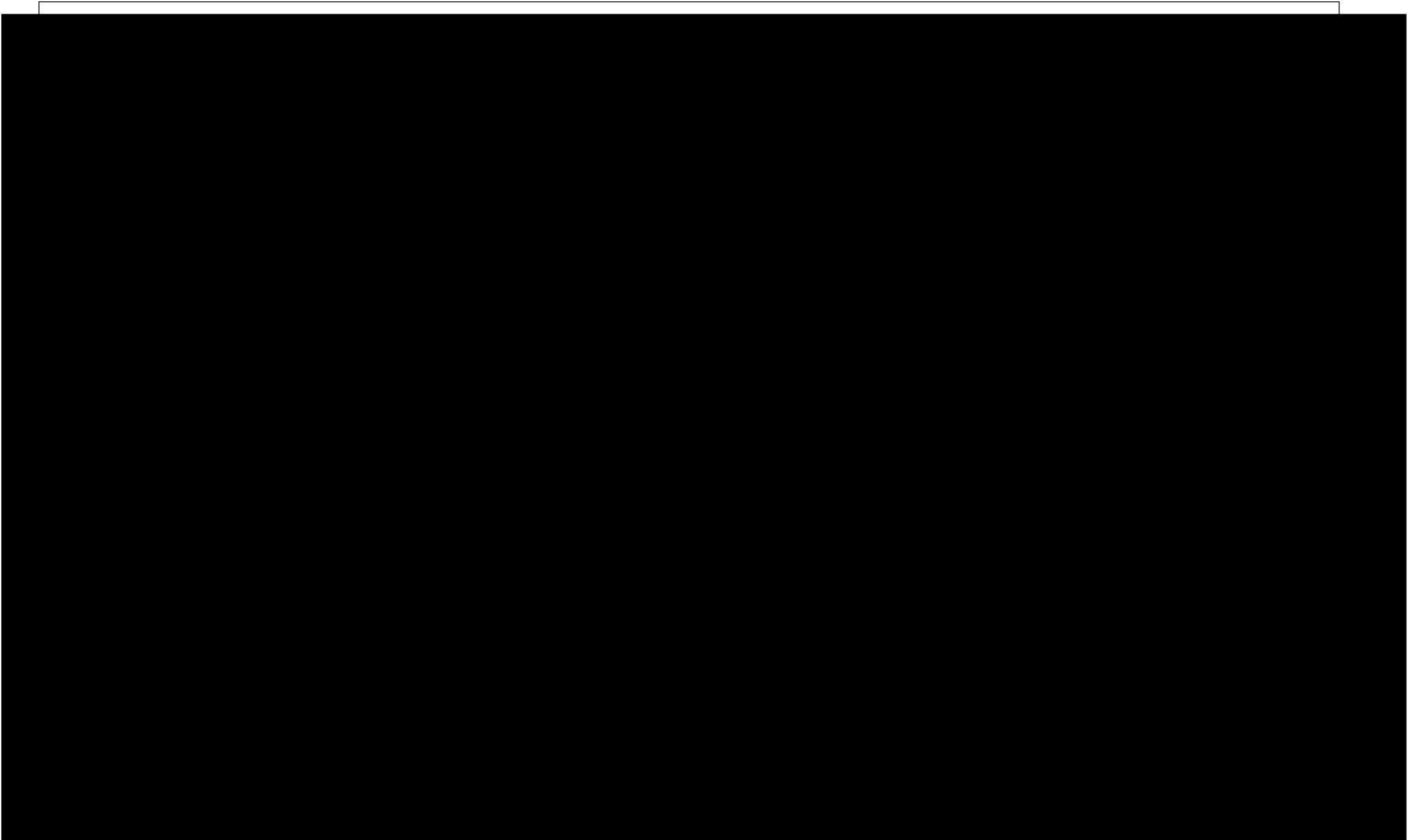
关注点	关注点位置	关注点人员 驻留情况	取值
1	1 号机房东南侧墙体外表面 30cm 处（控制室）	全居留	1
2	1 号机房西南侧墙体外表面 30cm 处（洁净走廊）	部分居留	1/5
3	1 号机房西北侧墙体外表面 30cm 处（设备间）	偶然居留	1/16
4	1 号机房东北侧墙体外表面 30cm 处（走廊）	部分居留	1/5
5	1 号机房污物防护门外表面 30cm 处（污物通道）	部分居留	1/5
6	1 号机房医护防护门外表面 30cm 处（控制室）	全居留	1
7	1 号机房观察窗外表面 30cm 处（控制室）	全居留	1
8	1 号机房防护门外表面 30cm 处（洁净走廊）	部分居留	1/5
9	2 号机房西北侧墙体外表面 30cm 处（控制室）	全居留	1
10	2 号机房西南侧墙体外表面 30cm 处（洁净走廊）	部分居留	1/5
11	2 号机房东南侧侧墙体外表面 30cm 处（污物清洗）	偶然居留	1/16
12	2 号机房东北侧墙体外表面 30cm 处（走廊）	部分居留	1/5
13	2 号机房西北侧墙体外表面 30cm 处（1 号机房污物通道）	部分居留	1/5
14	2 号机房医护防护门外表面 30cm 处（控制室）	全居留	1
15	2 号机房观察窗外表面 30cm 处（控制室）	全居留	1
16	2 号机房防护门外表面 30cm 处（洁净走廊）	部分居留	1/5
17	2 号机房污物防护门外表面 30cm 处（污物清洗）	偶然居留	1/16
18	1 号机房楼上距地面 30cm 处（体检中心）	全居留	1
19	1 号机房楼下距地面 170cm 处（停车场）	偶然居留	1/16
20	2 号机房楼上距地面 30cm 处（体检中心）	全居留	1
21	2 号机房楼下距地面 170cm 处（停车场）	偶然居留	1/16
22	1 号机房楼下距楼板 30cm 处（停车场）	偶然居留	1/16
23	2 号机房楼下距楼板 30cm 处（停车场）	偶然居留	1/16

（3）关注点处辐射剂量率

依据以上公式和参数计算得机房周围关注点处的辐射剂量率结果见表 11-6、表 11-7。







(4) 辐射叠加影响计算

在辐射环境影响分析中,需考虑两台 DSA 设备同时满负荷运行的最不利工况。共用控制室、楼上体检中心、楼下水泵房、1 号机房的污物通道、南侧洁净走廊及北侧走廊均属于辐射关注敏感点位,上述区域需叠加两台 DSA 设备的辐射贡献进行从严核算,综合评价多源叠加后的辐射剂量水平,确保各功能区域辐射环境质量及人员年有效受照剂量均符合放射防护相关标准限值要求。叠加后关注点辐射剂量率见下表:

[REDACTED]

4、年有效剂量估算

（1）工作负荷

根据医院提供的资料，本项目设备主要用于心血管介入术、神经内科和神经外科相关手术。目前医院介入中心投入使用后，年计划最大手术量为 1200 台，平均每台手术射线装置透视出束时间约为 20min，摄影出束时间约为 3min，透视模式下年出束时间为 400h，摄影模式下年出束时间为 60h，年总出束时间为 460h。本项目 32 名辐射工作人员拟根据手术类型分成 8 组，年有效剂量计算时，保守估计每位辐射工作人员参

根据医院提供的资料，本项目设备主要用于心血管介入术、神经内科和神经外科相关手术。目前医院介入中心投入使用后，年计划最大手术量为 1200 台，平均每台手术射线装置透视出束时间约为 20min，摄影出束时间约为 3min，透视模式下年出束时间为 400h，摄影模式下年出束时间为 60h，年总出束时间为 460h。本项目 32 名辐射工作人员拟根据手术类型分成 8 组，年有效剂量计算时，保守估计每位辐射工作人员参

与 15%的手术，即透视模式下，辐射工作人员年照射时间为 60h，摄影模式下，辐射工作人员年照射时间为 9.0h。

(2) 机房内辐射工作人员年有效剂量

2 间机房内辐射工作人员年有效剂量计算结果见表 11-9。

表 11-9 机房内辐射工作人员年有效剂量估算表

关注点	关注点位置	部位	透视辐射剂量率($\mu\text{Gy/h}$)	α	β	年照射时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
k	第一术者位	铅衣内	2.91E+01	0.79	0.051	60	1	1.93
		铅衣外	1.79E+02					
l	第二术者位	铅衣内	2.10E+01	0.79	0.051	60	1	1.39
		铅衣外	1.29E+02					

(3) 机房外关注点人员年有效剂量

机房外关注点人员年有效剂量计算结果见表 11-10。

表 11-10 机房外关注点人员年有效剂量估算表

关注点	剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)		居留因子 (T)	受照时间 (h/a)		年有效剂量 (mSv/a)			备注
	透视	摄影		透视	摄影	透视	摄影	合计	
1	2.77E-04	1.51E-01	1	60	9	1.66E-05	1.36E-03	1.38E-03	职业
2	3.08E-04	1.68E-01	1/5	400	60	2.47E-05	2.02E-03	2.04E-03	公众
3	1.85E-04	1.01E-01	1/16	400	60	4.62E-06	3.79E-04	3.83E-04	公众
4	2.07E-04	1.13E-01	1/5	400	60	1.66E-05	1.36E-03	1.37E-03	公众
5	2.22E-04	1.21E-01	1/5	400	60	1.77E-05	1.45E-03	1.47E-03	公众
6	2.75E-04	1.50E-01	1	60	9	1.65E-05	1.35E-03	1.37E-03	职业
7	2.77E-04	1.51E-01	1	60	9	1.66E-05	1.36E-03	1.38E-03	职业
8	3.24E-04	1.76E-01	1/5	400	60	2.59E-05	2.12E-03	2.14E-03	公众
9	1.87E-04	1.02E-01	1	60	9	1.12E-05	9.21E-04	9.32E-04	职业
10	2.13E-04	1.17E-01	1/5	400	60	1.71E-05	1.40E-03	1.42E-03	公众
11	2.20E-04	1.20E-01	1/16	400	60	5.50E-06	4.51E-04	4.56E-04	公众
12	1.94E-04	1.06E-01	1/5	400	60	1.55E-05	1.27E-03	1.29E-03	公众

13	1.40E-04	7.66E-02	1/5	400	60	1.12E-05	9.19E-04	9.30E-04	公众
14	1.86E-04	1.01E-01	1	60	9	1.11E-05	9.13E-04	9.24E-04	职业
15	1.87E-04	1.02E-01	1	60	9	1.12E-05	9.21E-04	9.32E-04	职业
16	2.30E-04	1.25E-01	1/5	400	60	1.84E-05	1.51E-03	1.52E-03	公众
17	1.82E-04	9.97E-02	1/16	400	60	4.56E-06	3.74E-04	3.78E-04	公众
<u>18</u>	<u>1.38E-04</u>	<u>8.50E-02</u>	<u>1</u>	400	60	5.52E-05	5.10E-03	5.15E-03	<u>公众</u>
<u>19</u>	<u>5.72E-05</u>	<u>3.88E-02</u>	<u>1/16</u>	400	60	1.43E-06	1.46E-04	1.47E-04	<u>公众</u>
<u>20</u>	<u>1.38E-04</u>	<u>8.50E-02</u>	<u>1</u>	400	60	5.52E-05	5.10E-03	5.15E-03	<u>公众</u>
<u>21</u>	<u>5.72E-05</u>	<u>3.88E-02</u>	<u>1/16</u>	400	60	1.43E-06	1.46E-04	1.47E-04	<u>公众</u>

对于考虑叠加影响区域的年有效剂量计算为：

表 11-11 2 台 DSA 设备同时运行时部分关注点的年有效剂量率计算

根据剂量估算结果可知，DSA 运行时 2 间机房内工作人员(正副操作人员)可能受到的年有效剂量为 1.93mSv/a，低于医院设定的 5.0mSv/a 的剂量管理目标值，考虑人员工作分担，实际工作人员的年有效剂量更低；机房外工作人员(技师)可能受到的年有效剂量最大为 1.38E-03mSv/a（2 台设备同时运行时），低于医院设定的 2.0mSv/a 的剂量管理目标值；本项目机房外公众人员可能受到的年有效

剂量最大为 $1.02\text{E-}02\text{mSv/a}$ （2 台设备同时运行时），低于医院设定的 0.1mSv/a 的剂量管理目标值。

11.2.3 非辐射环境影响分析

1、大气环境影响分析

本项目通风设施在 1 号机房的顶部正东角设置有排风口、2 号机房的正北角设置有排风口，采取机械动力排风的方式，管道经机房西南墙以直通的方式穿墙，管道经洁净走廊至住院大楼外扩区域二层室外平台直接排放，排风风机置于二层平屋面。机房风管采用直穿方式穿墙，穿墙位置采用风管孔洞专用铅防护异形防护板，风管四周包对应 4.0mmPb 铅皮进行屏蔽补偿。DSA 设备运行时机房内产生的少量臭氧和氮氧化物，通过动力排气装置排出，避免在机房内累积。经机械排风后，本项目产生的臭氧和氮氧化物对工作人员和周围环境影响较小。

2、水环境影响分析

本项目 DSA 采用数字成像，无废显、定影液产生。医护人员产生的生活污水依托医院污水处理设施处置，依托石门县中医医院主体工程建设污水处理设施，处理后排入市政污水管网，不会对周围环境造成明显影响。

3、固体废物治理措施

①本项目 DSA 采用数字成像，会根据病人的需要打印胶片，胶片打印出来后由病人带走并自行处理。

②手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，采用专门的收集容积分集中回收后，转移至医疗废物暂存室，定期统一处理。

③工作人员产生的生活垃圾和办公垃圾不属于医疗废物，医院进行统一集中回收并交由环卫部门统一处理。

在采取上述污染防治措施后，固体废物均可得到合理处置，不会对周围环境造成明显影响。

11.3 事故影响分析

1、事故分析

本项目为Ⅱ类射线装置 DSA 的使用，只有当设备开机时才会产生 X 射线，设

备关机时不会产生 X 射线，营运中存在风险和潜在危害及事故隐患，可能出现概率较大的事故分析如下。

（1）辐射工作人员违反放射操作规程或误操作，造成意外照射。

（2）关联装置发生故障情况下，人员误入正在运行的射线装置机房。

（3）其它医护人员还未全部撤离机房，即进行曝光，人员受到不必要的照射。

所受到的照射剂量与其所在位置有关，距离射线装置越近，受照剂量越大。

（4）在防护门未关闭的情况下即进行曝光操作，可能给工作人员和周围活动的人员造成不必要的照射。

（5）医护人员开展治疗时，未正确穿戴或者个人防护用品不能有效进行防护，受到射线照射。

2、事故防范措施

对本项目 DSA 可能发生的辐射事故情况，项目拟采取多种防范措施：

（1）对医用射线装置制定明确的操作规程，在放射诊断操作时，至少有 2 名辐射工作人员同时在场，按照操作规程进行操作。

（2）控制出束时间，在不影响手术的情况下降低设备管电压和管电流参数。

（3）设备具有安全指示设备，当设备出现错误或故障时，能中断照射，并有相应故障显示。

（4）急停措施：在控制室内、DSA 操作控制面板上、设备间电源开关分别设置急停按钮，当发生紧急情况，按下任何一个急停开关按钮，立即停止 X 射线出束。

（5）介入手术时，操作医生需要确认机房内无其它闲杂人等、铅防护门正常关闭之后才能开启曝光。

（6）辐射工作人员在进行放射诊疗工作时必须穿戴好防护用品，并佩戴个人剂量计，严禁在无任何防护措施情况下进行曝光，并定期对防护用品有效性进行检测。

（7）警示标志：机房防护门外设置醒目的电离辐射危险标志及工作状态指示灯。

（8）机房防护门应有内部闭锁装置，防止其它人员误入。

（9）定期对医院射线装置的安全和防护设施进行有效性检查，落实监督各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故发生。

（10）加强人员培训，制定规范的操作规程并落实。制定完善的操作规程，对操作人员定期培训，使之熟练操作，机房内辐射工作人员穿戴防护用品。

（11）发生辐射事故时，应立即启动本单位的辐射事故应急预案。

本项目在落实了以上各种安全防护措施后，能满足 GB18871-2002 和 GBZ130-2020 中相关规定要求。实际运行期间工作人员应认真执行操作规程和各种安全规章制度，可有效减少或避免辐射事故发生。

表 12 辐射安全管理

12.1 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》第十六条要求：“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 名具有本科学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作”。石门县中医医院目前设立有辐射安全管理领导小组，负责人（组长）为法人，成员由相关职能部门和相关科室负责人组成。医院现有辐射安全管理小组成员具体见表 12-1。		
表 12-1 辐射安全与防护管理领导小组成员一览表		
岗位		人员
辐射安全与防护管理领导小组	组长	占代红（法人）
	副组长	崔海波
	成员	王继辉、潘金平、李霞、陈佑梅、吴辉建、刘宏波、李淼、贺宝东、李晓平、吕长生、黄政华、李静、黄伟、贾淋、邱萍、刘鹏、李超群、岳俊、李燕、韩蕾
辐射安全与防护管理领导小组的职责： （1）制订、修订辐射安全与管理相关制度。 （2）编制《辐射安全年度评估报告》，并上报生态环境主管部门。 （3）委托相关评估机构进行建设项目（新、改、扩建）环境辐射影响评价，办理和变更《辐射安全许可证》并负责保管工作，组织建设项目（新、改、扩建）竣工环保验收。 （4）组织辐射工作人员职业健康检查和个人剂量监测，建立辐射工作人员职业健康监护档案。 （5）开展辐射工作人员内部培训，组织辐射工作人员参加辐射安全与防护考核。 （6）定期组织放射工作场所和辐射设备的安全检查，监督辐射设备日常使用和维护维修管理，发现隐患及时消除，并完成检查和整改记录。 （7）委托有资质的检测机构对放射工作场所进行辐射防护检测，委托相关计量检定机构对放射防护检测仪器进行计量检定或校准。 （8）制定辐射事故应急预案，辐射事故期间依据应急预案开展应急处置。 （9）开展与相关行政主管部门沟通，及时掌握相关信息。接待相关行政主管部门		

对放射防护管理工作的监督检查，落实相关行政主管部门提出的监督检查和整改要求。

12.2 辐射安全管理制度

为保障射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关管理要求，石门县中医医院已制定了各项管理规章制度，主要包括《辐射防护和安全保卫制度》《DSA 操作规程》《安全防护设施的维护与维修制度》《辐射监测方案》《辐射事故应急预案》等制度。

建设单位在日常工作中应认真执行相关操作规程和制度，在开展射线装置工作时，应从以下几个方面加强管理：

（1）建设单位应加强对射线装置安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应当立即整改；当安全隐患可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染时，应立即停止辐射作业并报生态环境保护部门，经生态环境保护部门检查核实安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

（2）为确保放射防护的可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益、履行放射防护职责，避免事故的发生。建设单位应培养和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，编制安全和防护状况评估报告，并于每年 1 月 31 日前上传至“全国核技术利用辐射安全申报系统”中。

（3）建设单位在今后工作中，应不断总结经验，根据实际情况，加以完善和补充，并确保各项制度的落实，并根据生态环境保护部门对辐射环境管理的要求对相关内容进行补充和修改，确保各项制度的落实。

12.3 辐射监测

根据《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》及相关管理要求，医院拟配备一台 X- γ 辐射监测仪，用于日常对放射诊疗设备工作场所与周围环境的自主监测，每名辐射工作人员均须配备个人剂量计，每季度送检一次，监测结果存档备案，终身保存。

12.3.1 监测目的

通过对核技术利用项目 DSA 机房外剂量当量率监测，了解该项目运行期间对周围环境的影响；通过辐射工作人员个人剂量监测，确定工作人员受照剂量情况。

12.3.2 监测方法及项目

监测方法：按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）和《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）执行。

监测项目：X- γ 辐射周围剂量当量率、职业性外照射个人剂量。

12.3.3 监测方案

（1）工作场所辐射剂量率监测

配备一台便携式辐射剂量监测仪，可对X、 γ 剂量率进行监测；

石门县中医医院需针对本项目辐射工作场所编制《监测方案》，规定利用便携式监测仪开展至少每季度一次的辐射工作场所辐射监测，同时每年度应委托有资质的单位进行年度辐射工作场所辐射监测。具体监测点位如下：

- ①通过巡测，发现辐射水平异常位置。
- ②距墙体、门、窗表面30cm、机房楼上距地面30cm和机房楼下距地面170cm处。
- ③墙体穿孔处、各个封堵门窗洞搭接表面 30cm 处。

辐射防护监测报告连同年度辐射环境评估报告一并在次年 1 月 30 日前送交生态环境部门。

本项目经上级主管部门批准后，及时申请办理《辐射安全许可证》事宜，并委托有资质单位进行竣工验收监测，组织竣工验收工作。

（2）个人剂量监测

石门县中医医院为所有医院辐射工作人员配备个人剂量计，其中介入手术医师需配备2个热释光个人剂量计，保证所有工作人员在进行辐射工作时佩戴。

机房内辐射工作人员个人剂量计的佩戴应符合GBZ128-2019《职业性外照射个人监测规范》的相关规定，在铅围裙外锁骨对应的领口位置和铅围裙内躯干上各佩戴1个热释光个人剂量计。

辐射工作人员个人剂量计每3个月送检1次，并定期进行职业健康体检。建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

表 12-2 项目监测方案

项目	监测项目	监测频度	监测范围	监测设备
自主监测	X- γ 辐射周围剂量当量率	定期监测 (至少每季度一次)	距墙体、门、窗外 30cm 处；机房上方距地面 30cm；机房楼下距地面 170cm 处；周围主要环境敏感目标。	医院现有便携式 X、 γ 辐射监测仪、按照国家规定进行计量检定
委托监测	职业性外照射个人剂量	每个季度送有资质的单位监测	辐射工作人员个人剂量计	/
	X- γ 辐射周围剂量当量率	定期监测 (至少每年一次)	距墙体、门、窗外 30cm 处；机房上方距楼上地面 30cm、机房楼下距地面 170cm 处；周围主要环境敏感目标。	/

12.4 辐射事故应急

石门县中医医院已设置辐射事故应急机构，成立了以医院院长占代红为组长，分管副院长崔海波为副组长，王继辉、潘金平、李霞、陈佑梅、吴辉建、刘宏波、李淼、贺宝东、李晓平、吕长生、黄政华、李静、黄伟、贾淋、邱萍、刘鹏、李超群、岳俊、李燕、韩蕾等科室主任为成员的辐射事故应急组，明确了辐射事故应急机构的职责。医院已编制《辐射事故预防措施及应急预案》，规定了辐射事故应急预案的启动与终止程序、辐射事故报告程序以及应急预案的管理办法等。

(1) 建设单位根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《突发环境事件应急预案管理暂行办法》等法规的有关规定，开展辐射事故预防与应急处置。

(2) 建设单位对其辐射活动中辐射事故的应急准备与响应负首要责任，必须遵照国家和地方政府有关规定，依据所操作的射线装置以及潜在事故的特性和可能后果，考虑制定辐射事故应急计划或应急程序，并按规定报当地政府有关部门审查批准或备案。

(3) 发生辐射事故时，建设单位将立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地环境保护部门和公安部门报告，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。

(4) 建设单位将切实执行并落实辐射安全管理规章制度，加强实体保卫，切实有效地防止辐射事故（件）的发生。主要履行以下职责：

- ①组织制定单位辐射事故应急处理预案；
- ②负责组织协调辐射事故应急处理工作；

③组织辐射事故应急人员的培训；

④负责与上级主管部门和当地生态环境部门的联络、报告及应急处理工作配合做好事故调查和审定；

⑤负责辐射事故应急处理期间的后勤保障工作；

⑥采取各种快速有效措施，做好善后处理，最大限度消除对单位的负面影响。

（5）各类事故报警和联系方式

发生辐射事故，应立即向辐射事故应急处理领导小组报告，并及时收集整理相关处理情况向当地生态环境部门、卫生部门、公安局报告，并在两小时内填写《辐射事故初始报告表》。各部门联系方式如下：

湖南省生态环境厅：0731-85698110

常德市生态环境局：12345

石门县卫生健康局：0736-5324339

石门县公安局：110

医院报告电话：崔海波(15973692394)

12.5 年度报告

石门县中医医院应当对本单位使用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日前向生态环境部门提交上一年度的评估报告。

安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；

②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；

③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训（简称“辐射安全培训”）情况；

④射线装置变化台账；

⑤个人剂量监测情况及监测数据；

⑥辐射事故及应急响应情况；

⑦核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；

⑧存在的安全隐患及其整改情况；

⑨其他有关法律法规规定的落实情况。

医院在年度评估过程中发现安全隐患的，应当立即整改。

12.6 竣工验收

12.6.1 环保竣工验收

根据《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令第682号，2017年10月1日起实施），该项目竣工后，建设单位应按照环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告；建设单位在环境保护设施验收过程中，应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，不得弄虚作假；除按照国家规定需要保密的情形外，建设单位应当依法向社会公开验收报告；该项目配套建设的环境保护设施经验收合格，方可投入生产，未经验收或者验收不合格的，不得投入生产。验收内容详见下表：

表 12-3 项目竣工环保验收内容建议表

序号	验收内容	验收要求	依据
1	环保文件	建设项目的环境影响评价文件及环评批复。	《中华人民共和国环境影响评价法》
2	环境管理制度及应急措施	成立专门的辐射领导机构，制定相应的规章制度和事故应急预案，具有可操作性，有相应的操作规程及制度上墙。	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修订）
3	放射工作人员管理	①每季度安排辐射工作人员进行个人剂量监测； ②应有辐射工作人员上岗前体检报告，且体检合格后方可上岗； ③从事本项目辐射工作人员需在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习考核，成绩合格后方可上岗； ④辐射工作人员需在全国核技术利用网站进行备案，建立个人档案并终身保存	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修订）、《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》（生态环境部公告2019年第57号）、《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告（2021年第9号）
4	辐射防护用品及监测仪器	射防护用品和监测仪器按报告表中要求落实。	《电离辐射防护与辐射源安全 基本标准》（GB18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）
5	辐射监测	①每年委托有资质的单位对辐射工作场所周围环境进行常规监测，并提交年度评估报告； ②配备相应的自检设备 X-γ剂量率测量仪，定时进行自检。	《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修订）

7	辐射屏蔽设计及安全防护措施	①机房屏蔽体厚度、机房最小有效使用面积和最小单边尺寸满足设计要求，确保机房四周屏蔽体 30cm 处、楼上距地面 30cm 处及楼下距地面 170cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h; ②机房内不得堆放无关杂物，保持良好的通风; ③防护门上设置工作状态指示灯、电离辐射警告标志及中文说明，并且指示灯正常工作; ④机房门与工作状态指示灯能有效关联。 ⑤平开门设有自动闭门装置，推拉门设有防夹装置。	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)
8	年有效剂量管理	①同室操作辐射工作人员剂量管理目标值为 5.0mSv/a; ②隔操作辐射工作人员剂量管理目标值为 2.0mSv/a; ③公众剂量管理目标值为 0.1mSv/a。	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 (GB18871-2002)、医院要求
9	通风	机房内设置有动力排风装置，保持机房内良好通风。	《放射诊断放射防护要求》 (GBZ130-2020)

以上分析可知，在采取环评规定措施情况下，该单位从事本项目辐射活动的技术能力符合相应法律法规的要求。

表 13 结论与建议

13.1 结论 1、项目概况 石门县中医医院拟在住院大楼一层介入中心，建设 2 间 DSA 机房及其相关辅助用房，使用 2 台数字减影血管造影机（以下简称“DSA”），用于开展介入治疗工作。DSA 主要参数为：最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA。项目总投资为 1500 万元，其中环保投资 75.7 万元，约占 5.05%。 2、产业政策符合性及实践正当性 项目属于《产业结构调整指导目录(2024 年本)》第一类——鼓励类中“十三、医药 4、高端医疗器械创新发展：新型基因、蛋白和细胞诊断设备，新型医用诊断设备和试剂，高性能医学影像设备，高端放射治疗设备，急危重症生命支持设备，人工智能辅助医疗设备，移动与远程诊疗设备，高端康复辅助器具，高端植入介入产品，手术机器人等高端外科设备及耗材，生物医用材料、增材制造技术开发与应用”，项目符合国家相关法律法规和政策的规定。 医院开展诊疗工作目的是为了救治病人，保障公众健康，社会和个人从中取得的利益远大于辐射所产生的危害。因此，本项目的建设和运行符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。 3、选址及平面布局的合理性 石门县中医医院位于常德市石门县楚江镇澧阳中路 35 号，医院西侧是澧阳路，南侧为东门路，北侧为石门县第三中学操场，东侧为九澧路。本项目选址合理。 本项目介入中心位于住院大楼一层，本项目介入中心西侧是门诊输液处，东侧为公共卫生间，南侧为室外停车场，北侧为通道，楼上为体检中心，楼下为水泵房。DSA 机房设置有控制室和设备间，进行隔室操作，机房平面布局功能区域分区明确，通道设置独立，人员进出操作流程顺畅，从辐射安全和环境保护的角度考虑，本项目平面布局合理可行。 4、辐射安全与防护能力分析 （1）辐射工作场所功能分区合理性 本项目将 2 间 DSA 机房划分为控制区，与其相邻场所划分为监督区，分区明确、合理，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。 （2）机房面积和单边长度 本项目 1 号机房有效面积为 50.23m²，最小单边长度为 6.24m；本项目 2 号机
--

房有效面积为 52.79m²，最小单边长度为 6.24m，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的规定要求。

（3）辐射屏蔽措施

本项目 2 间机房屏蔽设计一致。DSA 机房四面墙体屏蔽近似铅当量为 6.0mmPb，楼顶屏蔽近似铅当量为 5.2mmPb，地面屏蔽近似铅当量为 4.4mmPb，各防护门和观察窗的铅当量均为 4.0mmPb，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中有用线束和非有用线束不小于 2mmPb 的要求。

（4）安全防护设施

本项目 2 间机房辐射防护安全措施设计一致。DSA 机房防护门拟设置门灯联锁装置，门上安装状态指示灯，门内安装闭锁装置，门外粘贴电离辐射警告标志，控制室、设备操作台拟设置急停开关，满足辐射安全与防护的要求。

（5）建设单位从事辐射技术的能力

石门县中医医院计划为本项目配备 32 名辐射工作人员。医院为本项目的辐射工作人员及患者配备完善的个人防护用品及辅助防护设施，医院已有 1 台便携式 X- γ 辐射监测仪，定期监测，监测结果存档备案，为每名辐射工作人员配备个人剂量计，每季度送检 1 次，建立个人剂量监测档案等，因此，医院具备从事相关辐射技术利用项目的能力。

综上，本项目辐射工作场所采取的屏蔽措施及其防护能力均能满足相关要求。

5、环境影响分析

（1）现状剂量率评价

本项目拟建址的环境地表 γ 辐射剂量率室内为 71~76nGy/h 之间，室外为 55~56nGy/h 之间，与湖南省常德市天然贯穿辐射剂量率：道路 γ 辐射剂量率水平为 39.6~119.4nGy/h，室内 γ 辐射剂量率水平为 45.3~143.5nGy/h 相比，项目所在地的辐射环境质量现状在正常浮动范围内。

（2）辐射环境影响预测评价

根据关注点周围剂量当量率估算结果可知，在 2 台设备同时运行的情况下，透视工况下，关注点叠加后的最大预测周围剂量当量率为 5.10E-04 μ Sv/h；在摄影工况下，关注点叠加后的最大预测周围剂量当量率为 3.01E-01 μ Sv/h，均满足本次环评要求的 DSA 机房四周屏蔽体外 0.3m 处、机房楼上距地面 30cm 处和机房楼下距

地面 170cm 处周围剂量当量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

根据剂量估算结果可知，DSA 运行时 2 间机房内工作人员(正确佩戴防护用品时)可能受到的年有效剂量为 1.93mSv/a ，低于医院设定的 5.0mSv/a 的剂量管理目标值，考虑人员工作分担，实际工作人员的年有效剂量更低；机房外工作人员(技师)可能受到的年有效剂量最大为 $1.38\text{E-}03\text{mSv/a}$ （2 台设备同时运行时），低于医院设定的 2.0mSv/a 的剂量管理目标值；本项目机房外公众人员可能受到的年有效剂量最大为 $1.53\text{E-}03\text{mSv/a}$ （2 台设备同时运行时），低于医院设定的 0.1mSv/a 的剂量管理目标值。

（3）非辐射环境影响分析

本项目运行不产生放射性废水、放射性废气及放射性固体废弃物。医护人员产生的少量生活污水及生活垃圾以及手术治疗过程中产生的医疗废物，依托医院主体工程已设置、已运行设施处理，不会对周围环境造成明显影响。

6、辐射安全管理

医院设置了放射安全与环境保护管理机构，全面负责辐射安全管理相关工作，设置 1 名辐射专职人员；已制定了各项辐射防护管理制度及辐射事故应急预案，需进行补充和完善，并对执行情况进行监督检查。在严格落实以上措施后，可以满足辐射安全管理要求。

7、总结论

综上所述，石门县中医医院2台数字减影血管造影机项目在全面落实本报告提出的污染防治措施和管理措施后，将具备从事相应辐射工作的技术能力和安全防护措施，其运行期间对周围环境的辐射影响能符合环境保护的要求，故从辐射环保角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

13.2 建议

- （1）及时办理重新申领《辐射安全许可证》等事宜；
- （2）认真落实各项规章制度的制定和本报告所述的各项环保措施；
- （3）合理安排手术医师手术时间，避免手术医师超剂量工作；
- （4）按照要求配备个人防护用品、监测仪器设备等；

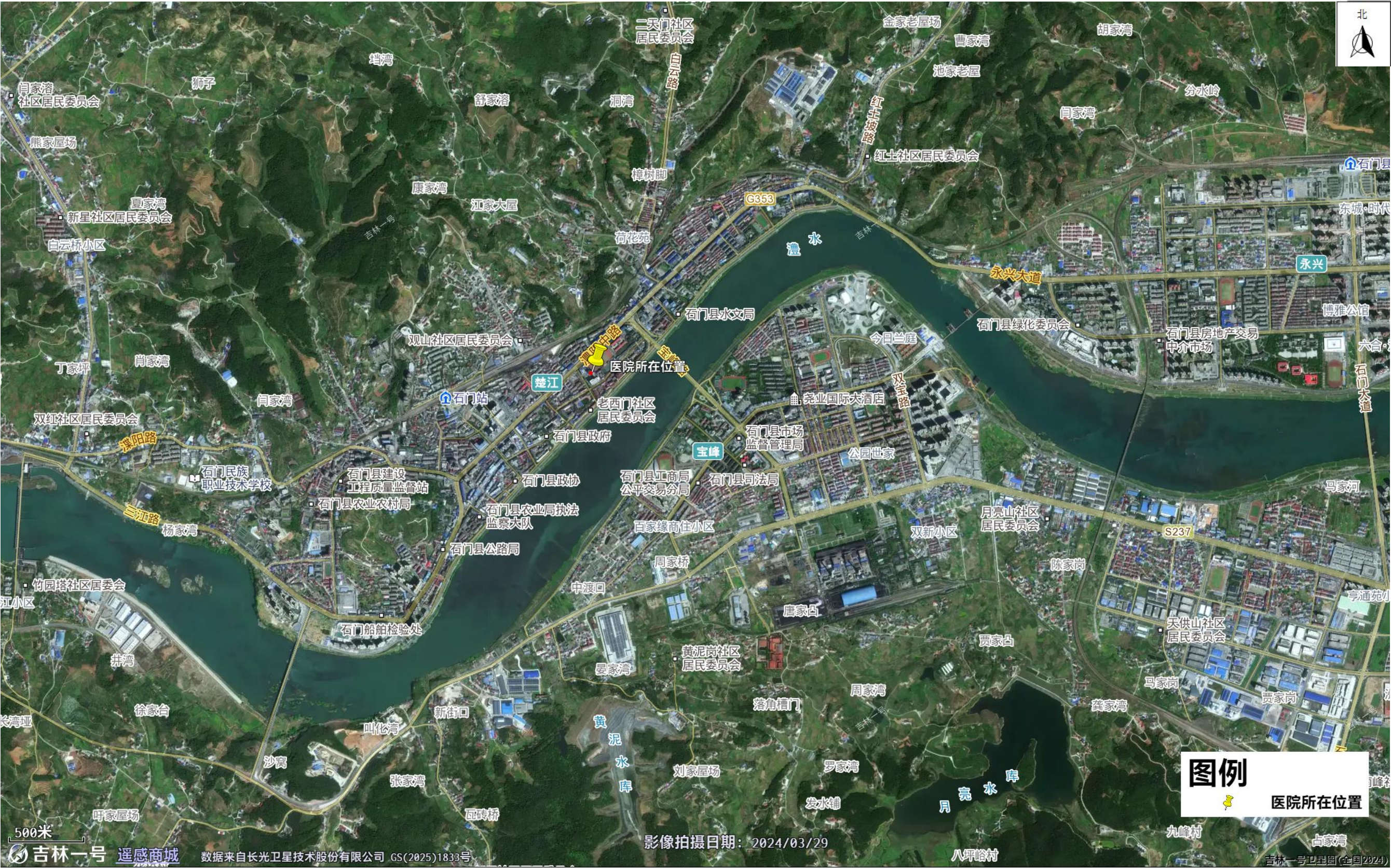
（5）本项目设备安装调试完成后，应确保设备能满足国家医疗设备性能要求，并及时进行验收，验收合格后方可投入运行。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：	
公 章	
年 月 日	
经办人	

审批意见：	
公 章	
年 月 日	
经办人	

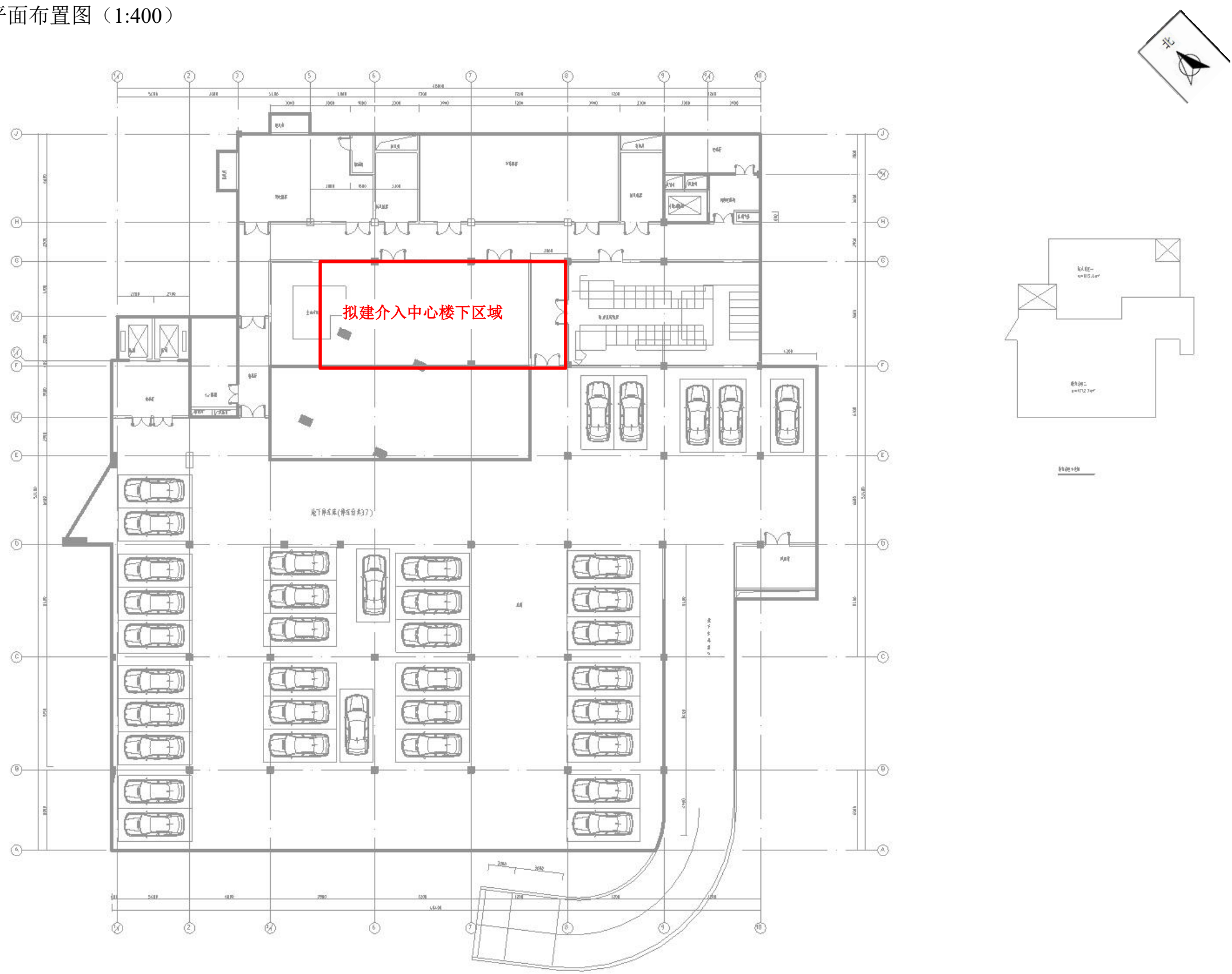
附图 1：项目地理位置示意图



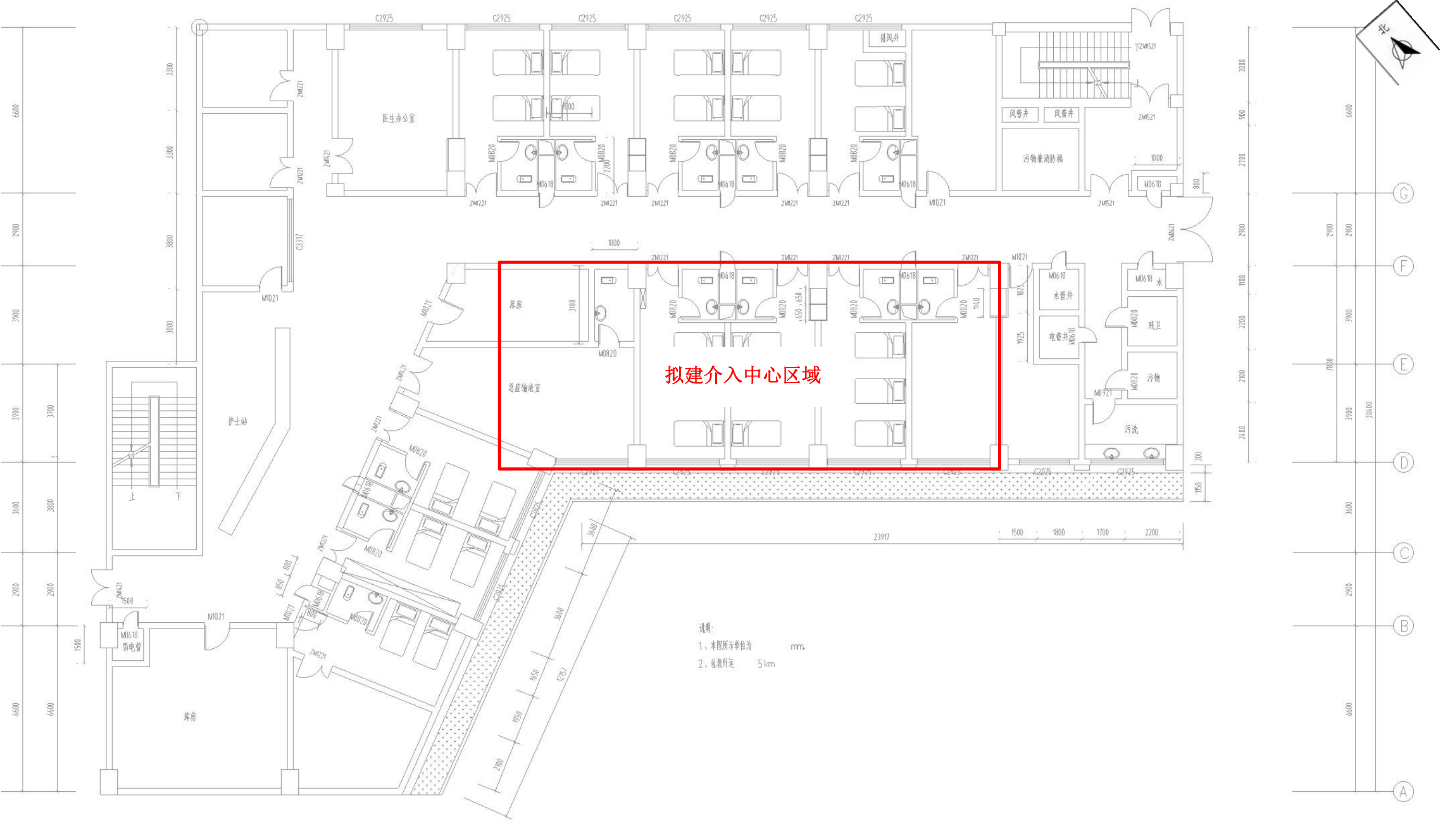
附图 2：医院平面示意图



附图 3：住院大楼负一层平面布置图（1:400）



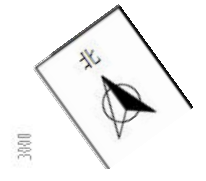
附图 4：住院大楼一层原始平面布置图



附图 5：住院大楼二层平面布置图



附图 6: 住院大楼一层介入中心平面布置图



附件 1 环评委托书

委 托 书

长沙宏伟环保科技有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护分类管理名录》等相关法律法规的规定，我单位研究决定委托贵单位承担“石门县中医医院2台数字减影血管造影机建设项目”环境影响评价工作。

根据该项目环境影响评价的需要，我单位将提供项目的有关文件、技术资料 and 协助现场踏勘。

有关该项目环境评价的其他事宜，由双方共同协商解决。

委托方：石门县中医医院
2026 年 4 月 30 日