

核技术利用建设项目

山西华晋骨科医院有限公司

使用 II 类医用 X 射线装置（DSA）项目

环境影响报告表

（公示本）

山西华晋骨科医院有限公司

2020 年 4 月

核技术利用建设项目

山西华晋骨科医院有限公司

使用 II 类医用 X 射线装置（DSA）项目

环境影响报告表

建设单位名称：山西华晋骨科医院有限公司

建设单位法定代表人（签名或签章）：纪斌平

通讯地址：太原市清徐县王答乡北录树村枫林路 3 号

邮政编码：030400

联系人：魏勇

电子邮箱：531202138@qq.com

联系电话：13603515783

打印编号: 1586859157000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	01ey39		
建设项目名称	山西华晋骨科医院有限公司使用II类医用X射线装置(DSA)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)	山西华晋骨科医院有限公司		
统一社会信用代码	91140109091033720H		
法定代表人(盖章)	纪斌平		
主要负责人(签字)	李改英		
直接负责的主管人员(签字)	魏勇		
二、编制单位情况			
单位名称(盖章)	中核新能核工业工程有限责任公司		
统一社会信用代码	91140000405747452W		
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
刘霞	06356143506610202	BH 005660	刘霞
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
李光柱	审定	BH 006420	李光柱
刘毓健	审核	BH 005293	刘毓健
刘霞	全部内容	BH 005660	刘霞

修改清单

序号	专家意见	修改索引	修改说明
1	核实主要环境保护目标；给出敏感目标吸收剂量预测结果。	P5、P13 P34、P36	核对了主要环境保护目标：将院内就诊患者及家属、院内道路来往人员非固定场所居留人员从环境保护目标表中删除。 表 11-2、11-3 中包含了敏感目标处附加剂量预测结果；表 11-5、11-7 敏感目标处公众所受年附加有效剂量与职业人员所受年附加有效剂量分别给出。
2	核实报告表引用的监测数据与监测报告相符性。	P17、 附件 5	核对了报告表中的监测数据，监测单位对监测报告中进行了核实。
3	补充铅玻璃观察窗处剂量率监测。	P43	监测方案中补充了对铅玻璃观察窗处累计剂量的监测要求。
4	管理制度中补充设备安全操作规程，补充环保监督检查程序对照表的符合性分析。	P41 P52	辐射安全管理规章制度中补充了制定“设备安全操作规程”的要求。 补充了环保督查检查程序对照表的符合性分析。

已按专家意见完成修改。 孙泽勇 2020.10.17



机房西、南侧室外



机房北侧室外



机房东侧大厅



更衣室



控制室



机房门

目 录

表 1 项目概况.....	1
表 2 放射源.....	9
表 3 非密封放射性物质.....	9
表 4 射线装置.....	10
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	11
表 6 评价依据.....	12
表 7 保护目标与评价标准.....	14
表 8 环境质量和辐射现状.....	17
表 9 项目工程分析与源项.....	20
表 10 辐射安全与防护.....	24
表 11 环境影响分析.....	30
表 12 辐射安全管理.....	41
表 13 结论与建议.....	54
表 14 审批.....	57

附件：

附件 1 环评委托书；

附件 2 现有辐射安全许可证；

附件 3 《山西华晋骨科医院清徐县王答乡北录树村院区改扩建工程》环境影响报告表批复；

附件 4 现有射线装置环境影响登记表备案；

附件 5 现状监测报告；

附件 6 技术审查专家意见。

附图：

附图 1 项目地理位置图；

附图 2 医院四邻关系及评价范围图；

附图 3 医院平面布置图；

附图 4 DSA 所在一层平面布置图

附图 5 DSA 工作场所平面布置图。

建设项目环评审批基础信息表

表 1 项目概况

建设项目名称		使用 II 类医用 X 射线装置 (DSA) 项目			
建设单位		山西华晋骨科医院有限公司			
法人代表	纪斌平	联系人	魏勇	联系电话	13603515783
注册地址		太原市清徐县王答乡北录树村枫林路 3 号			
项目建设地点		太原市清徐县王答乡北录树村枫林路 3 号 (住院 2 号楼一层)			
立项审批部门		--	批准文号	--	
建设项目总投资 (万元)		600	项目环保投资 (万元)	30	投资比例 (环保投资/总投资) 5%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	51
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类 (医疗使用) <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他				
	<p>项目概述</p> <p>1、项目概况</p> <p>1.1 建设单位概况</p> <p>山西华晋骨科医院有限公司是由著名骨科专家纪斌平博士于 2008 年创建的一所骨科专科医院，目前是我省唯一的一所三级骨科专科医院。</p> <p>医院初建院址位于太原市万柏林区前进路南段 35 号，于 2018 年在清徐县王答乡北录树村枫林路 3 号实施了“山西华晋骨科医院清徐县王答乡北录树村院区改扩建工程”，建筑面积 13415m²，设置床位 100 张，医院已设置诊疗科室包括预防保健科、内科、外科、康复医学科、医学影像科等。该项目环境影响报告经原清徐县</p>				

环境保护局以“清环审批【2018】117号”给予批复（附件3）。清徐院区实施后，山西华晋骨科医院将逐步搬迁至该院区，已于2019年将山西华晋骨科医院有限公司注册地址变更为“清徐县王答乡北录树村枫林路3号”。

1.2 项目概况

1.2.1 项目目的和任务由来

山西华晋骨科医院已有核技术利用设施为8台III类射线装置（MIS--X光机1台、移动床旁X光机1台、X光机（C型臂）2台、DR机3台、医用X射线计算机断层扫描仪（CT）一台），8台III类射线装置均已办理辐射安全许可手续（山西华晋骨科医院辐射安全许可证号为晋环辐证[00761]，具体见附件2）。

山西华晋骨科医院搬迁至清徐县王答乡北录树村院区后，对原许可的其中6台射线装置安装至新院区使用，对另外2台射线装置拟申请报废（MIS--X光机1台、移动床旁X光机1台）。已对清徐院区拟使用的6台射线装置进行了环境影响登记表备案（具体见附件4）。

根据医疗需求，山西华晋骨科医院有限公司拟新增1台II类射线装置（DSA），安装于院内住院2号楼内一层西侧导管室（原房间局部改造为机房），为本次评价内容。

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》、《中华人民共和国放射污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》《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，该项目应进行辐射环境影响评价，编制环境影响报告表。

山西华晋骨科医院有限公司于2019年12月3日委托我公司对使用II类医用X射线装置（DSA）项目进行环境影响评价（委托书见附件1）。接受委托后我单位组织技术人员进行了现场踏勘、资料收集，在对项目进行选址及平面布置合理性分析、辐射环境现状分析、辐射安全与防护分析、辐射环境影响分析、辐射事故影响分析等工作基础上，最终编制了《山西华晋骨科医院有限公司使用II类医用X射线装置（DSA）项目环境影响报告表》（送审版）。

太原市行政审批服务管理局于2020年4月10日在太原市主持召开了对该报告表的技术审查会，根据技术审查专家意见，我环评组对报告表进行了修改完善，现

完成报批版，报请审批。

1.2.2 建设内容及规模

本项目建设内容主要是对山西华晋骨科医院有限公司院内住院2号楼内一层西侧现有房间进行改造，并进行辐射防护施工及设备安装。具体见表1-1。

表 1-1 项目建设内容一览表

工程名称	建设内容及规模	主要环境影响因素		备注
		施工期	运营期	
主体工程	DSA 机房防护施工及设备安装。机房面积 51m ² （南北 5.48m、东西 9.3m）、东、南侧墙体为 240mm 厚实心砖+80mm 硫酸钡水泥砂浆抹灰，西、北墙为 370mm 厚实心砖+80mm 硫酸钡水泥砂浆抹灰，屋顶为 120mm 钢筋混凝土+4mm 铅当量的复合钡板；防护门为 4mm 铅防护门，观察窗为 4mm 铅当量的铅玻璃。	仅为辐射防护及设备安装，产生施工噪声及少量装修建筑垃圾。	X 射线、臭氧	住院 2 号楼内一层西侧导管室
辅助工程	DSA 控制室、设备间等		废水、固废	
公用工程	供配电及通讯		/	
办公及生活设施	均利用医院主体工程设施		废水	不新增

DSA 机房改造情况见表 1-2。

表 1-2 DSA 机房改造情况一览表

屏蔽体	相邻场所	改建前的情况	改造工程施工内容
东墙	操作室	/	新砌 240mm 厚实心砖墙，再在机房内侧增加 80mm 的硫酸钡水泥
南墙	治疗室及电源间	240mm 厚实心砖	在原 240mm 厚实心砖基础上再在机房内侧增加 80mm 的硫酸钡水泥
西墙	室外	370mm 厚实心砖	在原 370mm 厚实心砖基础上再在机房内侧增加 80mm 的硫酸钡水泥
北墙	室外	370mm 厚实心砖	在原 370mm 厚实心砖基础上再在机房内侧增加 80mm 的硫酸钡水泥
工作人员门	操作室	/	新砌 240mm 厚实心砖墙，门为 4mmPb 平开防护门
受检者防护门	医患通道	240mm 厚实心砖	在机房东墙拆门洞，安装 4mmPb 的电动防护门
观察窗	操作室	/	新砌 240mm 厚实心砖墙上安装 4mm 铅当量的铅玻璃
屋顶	办公室	120mm 钢筋混凝土	保留原结构不变，再在机房屋顶增加 4mm 铅当量的铅复合钡板

1.2.3 射线装置及主要技术参数

射线装置情况见表 1-3 所示。

表 1-3 核技术利用设备及技术参数一览表

名称	类别	数量	型号	生产厂家	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
数字减影血管造影机 (DSA)	II 类	1	Allura Xper FD20	飞利浦	125	1000	医疗诊断	住院 2 号楼内一层西侧导管室	

1.2.4 工作人员及工作制度

劳动定员：山西华晋骨科医院有限公司现有辐射工作人员 14 人，均参加了辐射安全和防护知识培训，取得合格证。本次 DSA 诊疗拟从现有人员中调配，不新增辐射工作人员。

根据生态环境部公告 2019 年第 57 号《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》，医院若需新增辐射工作人员，应通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，报名并参加考核，考核合格后方可上岗工作。

工作制度：实行 8 小时单班工作制度，年工作日 260 天。

2、项目位置及保护目标

2.1 建设单位地理位置

山西华晋骨科医院有限公司位于太原市清徐县王答乡北录树村枫林路 3 号，医院南侧紧邻枫林路，北侧、西侧均紧邻农田，东侧为道路，隔道路为北录树村。具体位置见附图 1 地理位置图。

2.2 辐射工作场所位置

本次辐射工作场所为 DSA 机房，位于住院 2 号楼内一层西侧。

山西华晋骨科医院有限公司主要建筑包括住院 1 号楼、门诊楼、住院 2 号楼、综合楼及宿舍、食堂等，建筑主要集中分布在院区西侧，其中综合楼位于西北侧，住院 1 号楼、门诊楼为“工”字形建筑，位于院区西侧中部，住院 2 号楼位于院区中部东侧，食堂、宿舍等其它辅助设施于院区四周。

本项目位于东侧的住院 2 号楼，该楼四周均为院内道路、停车场及绿化带，本项目射线装置位置西侧距离住院 1 号楼 20m，北侧距离餐厅 50m，南侧距离枫林路 50m，东侧 50m 范围内为住院 2 号楼，本项目辐射场所四周 50m 范围内均为医院院区范围，无居民居住场所。住院 2 号楼总体为地上 5 层建筑，一层为放射、检验科，二层以上为病房。

2.3 平面布置及合理性分析

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，对项目辐射工作场所平面布置合理性分析如下：

导管室位于住院 2 号楼一层西侧，整体包括 DSA 机房、控制室、设备间、更衣室；DSA 机房位于西侧，机房外北侧、西侧均为户外空地，南侧为设备机房、治疗苏醒室，东侧紧邻控制室、更衣室；DSA 机房楼上为医护人员办公室，地下为土层。

医护人员由导管室东侧通过更衣室后，由东侧北门进入机房，患者由东侧南门进入机房，手术后由东侧南门至治疗苏醒室；污物在非手术期间由操作室门运出。项目各组成部分功能分区明确，人员进出操作流程顺畅。机房设置病人通道、医护人员通道，通道设置独立，从辐射安全和环境保护的角度考虑，本项目平面布局合理。导管室及所在区域平面布置具体见附图 4 所示。

2.4 项目周围保护目标

本项目机房周围 50m 范围内分布为住院 2 号楼、住院 1 号楼及院内道路、空地。本项目环境保护目标主要为医院从事本项目操作的职业人员及机房邻近场所的其它公众，其中职业人员包括进入 DSA 机房内及在操作室工作的辐射工作人员，公众包括机房附近及楼上其它科室工作人员。

3、核技术利用及辐射安全管理现状

(1)辐射安全许可证登记情况

山西华晋骨科医院有限公司于 2015 年 4 月 18 日申请了辐射安全许可证，许可证号为晋环辐证[00761]，有效期至 2020 年 4 月 17 日；医院已于 2020 年 2 月申请辐射安全许可重新申领。

山西华晋骨科医院有限公司现有辐射安全许可装置情况见表 1-4 所示。

表 1-4 山西华晋骨科医院有限公司现使用射线装置一览表

序号	装置名称	射线装置类别	设备型号	工作场所	用途	备注
1	MIS--X 光机	III	CPI.CMP200	门诊大厅西侧	诊断	
2	移动床旁 X 光机	III	F50-100	门诊大厅西侧	诊断	
3	X 光机 (C 型臂)	III	Veradius Ziehm8000	门诊大厅西侧	诊断	
4	DR 机	III	---	住院二楼	诊断	
5	C 型臂	III	---	门诊大厅西侧	诊断	
6	DR 机	III	---	门诊大厅西侧	诊断	
7	DR 机	III	---	门诊大厅西侧	诊断	
8	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT)	III	---	门诊大厅西侧	诊断	

山西华晋骨科医院已使用的 8 台 III 类射线装置均已取得辐射安全许可。山西华晋骨科医院搬迁至清徐县王答乡北录树村院区后，对原许可的 6 台射线装置安装至新院区使用，对其中 2 台射线装置拟申请报废 (MIS--X 光机 1 台、移动床旁 X 光机 1 台)。

(2)环保手续履行情况

山西华晋骨科医院有限公司核技术应用项目环评手续履行情况具体见表 1-5 所示。

表 1-5 核技术应用环评手续履行情况

序号	项目名称	核技术应用内容	环评续
1	使用 III 类 X 射线装置项目	1 台 DR 机	登记备案, 备案号: 202014012100000002
2	使用 III 类 X 射线装置项目	4 台医用 X 射线机, 包括: 一台 CT 机、一台移动式 C 型臂机、两台 DR 机。	登记备案, 备案号: 202014012100000043
3	使用 III 类 X 射线装置项目	1 台医用 X 射线机, 包括: 一台 C 型臂。	登记备案, 备案号: 202014012100000044

山西华晋骨科医院有限公司现有核技术应用项目环评手续完善。

(3)辐射安全与环境保护管理机构

山西华晋骨科医院有限公司已成立辐射安全防护管理机构，由法人任负责人，相关辐射工作人员为组员。规定了辐射防护领导小组职责，要求全面负责辐射安全管理相关工作，制定单位辐射防护管理制度，并对执行情况进行监督检查。

医院辐射安全防护领导小组中明确指定 2 名辐射专职人员，明确了辐射专职人员职责，具体负责日常辐射安全与环保工作，负责组织实施辐射安全防护措施和落实各项管理制度，辐射专职人员具有本科学历。

(4)规章制度落实情况

为了保障辐射工作人员和公众的身体健康，杜绝环境辐射污染事故的发生，山西华晋骨科医院有限公司已制订了较完善的规章制度，且分解到各个涉核部门具体执行，主要包括《辐射安全管理规定》、《射线装置操作规程》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《监测方案》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《辐射人员个人剂量管理制度》、《X 线受检者放射防护制度》、《辐射事故应急预案》等，并严格按照规章制度执行。

(5)辐射工作人员培训

山西华晋骨科医院有限公司制定有详细的辐射工作人员培训计划。目前，医院现有从事辐射相关工作人员共有 14 人，均参加了辐射安全防护知识和相关法规的培训，并通过了考核，取得了培训证书。

(6)个人剂量监测

山西华晋骨科医院有限公司已委托中国辐射防护研究院对每位辐射工作人员进行个人剂量监测，在岗的辐射工作人员均已按照规范佩戴了个人剂量计，每季度送检，建立了个人剂量监测档案。根据 2018 年度个人剂量监测结果可知，全院辐射工作人员年个人剂量监测值在 0.13~0.25mSv 之间，均满足人员职业照射剂量约束值的要求。

(7)工作场所及辐射环境监测

山西华晋骨科医院有限公司对辐射工作场所例行监测结果表明，辐射工作场所周围辐射水平满足剂量控制值的要求。

(8)辐射事故应急管理

山西华晋骨科医院有限公司制定了《辐射事故应急处理预案》，预案中明确了应急指挥机构、人员组成及分工、应急部门及人员职责，发生辐射事故时的报告、通讯联络方式、应急处置方式等。

山西华晋骨科医院有限公司未发生过辐射安全事故。

(9)年度辐射安全评估报告落实情况

2018年度，山西华晋骨科医院有限公司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。

(10)小结

综上所述，山西华晋骨科医院有限公司现有核技术利用设施环保手续完善、取得辐射安全许可，各项规章制度健全，执行情况良好。

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	本项目不涉及							
2								

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
1	本项目不涉及									
2										

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》（GB 18871-2002）。

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	(MIS)X 射线拍片系统	III	1	CPI.CMP200	150	630	诊断	门诊大厅西侧	已办理环 评及辐射 安全许可
2	移动床旁 X 光机	III	1	F50-100 型	90	50	诊断	门诊大厅西侧	
3	X 光机 (C 型臂)	III	1	Ziehm8000	110	80	诊断	门诊大厅西侧	
4	DR 机	III	1	--	150	500	诊断	住院二楼	
5	C 型臂	III	1	--	110	80	诊断	门诊大厅西侧	
6	DR 机	III	1	--	150	80	诊断	门诊大厅西侧	
7	DR 机	III	1	--	150	100	诊断	门诊大厅西侧	
8	CT 机			--	140	667	诊断	门诊大厅西侧	
9	血管造影机	II	1	Allura Xper FD20	125	1000	诊疗	住院 2 号楼西侧一层导管室	本次环评

(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 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院[2017]第 682 号令，2017.10.1 施行）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例（修正案草案）》，2020 年 2 月 18 日；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日；关于修改《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的决定，环境保护部令第 3 号，2008 年 12 月 6 日；《环境保护部关于修改部分规章的决定》环境保护部令第 47 号，2017 年 12 月 20 日；2019 年 8 月 22 日生态环境部令第 7 号《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》第三次修正；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》，国家环境保护部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日；</p> <p>(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；</p> <p>(9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理报告制度的通知》，原国家环保总局，环发[2006]145 号；</p> <p>(10) 《放射工作人员职业健康管理暂行办法》，中华人民共和国卫生部令第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令【2017】44 号及生态环境部令【2018】1 号）；</p> <p>(12) 《山西省环境保护条例》（2017 年 3 月 1 日起施行）；</p> <p>(13) 《山西省环境保护条例实施办法》（2020 年 3 月 15 日起施行）；</p> <p>(14) 《太原市辐射事故应急预案》（2018 年）。</p>
-------------	---

<p>技术标准</p>	<p>(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》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(2)《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(3)《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(4)《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）；</p> <p>(5)《医疗照射放射防护基本要求》（GBZ179-2006）；</p> <p>(6)《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ165-2012）；</p> <p>(7)《环境地表辐射剂量率测定规范》（GB14583-1993）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书（见附件 1）。</p> <p>(2) 甲方提供的有关资料。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《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，最终确定本项目评价范围为 DSA 机房外 50m 区域。

保护目标

此次评价的辐射工作场所位于山西华晋骨科医院有限公司院内住院 2 号楼一层西侧位置。该区域是相对独立的区域，DSA 手术室西、北侧为室外，东侧为操作室，南侧为治疗室及电源间。

该项目的保护目标主要为医院从事本项目辐射工作的辐射工作人员、辐射工作场所评价范围内活动的公众成员。四周 50m 范围内无居民住宅等敏感目标。

主要环境保护目标见表 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标一览表

环境影响因素	保护目标名称		人数(人)	位置	方位	与射线装置距离(m)	
						垂直	水平
辐射环境	职业人员	机房工作人员	5	DSA 机房	场所内	0	0.3
			2	控制室	机房东	0	2.0
	公众	附近其他科室人员	3	治疗苏醒室	机房南	0	3.5
			3-5	二层办公室	正上方	3.0	0
			2-5	大厅	机房东	0	7.0

备注：由于 DSA 影响范围主要为机房相邻场所，其它场所由于距离衰减及建筑阻隔等不会造成影响，故环境保护目标中公众主要关注 DSA 机房各侧邻近场所活动人员。另外对于机房周围活动的患者及家属，由于停留时间较短，未列入环境保护目标，但对其停留场所剂量率进行评价。

评价标准

1、剂量限值

(1)标准限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

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当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。

第 B1.1.1.1 款，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；

d)四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500 mSv。

第 B1.2.1 款，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；

第 11.4.3.2 款 剂量约束值通常在公众照射剂量限值 10%~30%的范围之内。

(2)剂量约束值

则本项目剂量约束值具体见表 7-2。

表 7-2 本项目剂量约束值

序号	评价项目		评价指标
1	剂量限值	职业人员	≤5mSv/a
			≤200mSv/a（四肢）
		辅助人员（操作室人员）	≤2mSv/a
		公众成员	≤0.1mSv/a

2、机房外剂量率控制限值

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）。

第 5.4 条的规定，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：a) 具有透视功能的 X 射线机载透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

表 8 环境质量和辐射现状

1、地理位置

山西华晋骨科医院有限公司位于太原市清徐县王答乡北录树村枫林路 3 号，医院南侧紧邻枫林路，北侧、西侧均紧邻农田，东侧紧邻道路，隔道路为北录树村。

本次辐射工作场所为 DSA 机房，位于住院 2 号楼内一层西侧，整体包括 DSA 机房、控制室、设备间、更衣室；DSA 机房位于西侧，机房外北侧、西侧均为户外空地，南侧为设备机房、治疗苏醒室，东侧紧邻控制室、更衣室；DSA 机房楼上为医护人员办公室，地下为土层。

2、辐射环境现状

中国辐射防护研究院于 2019 年 12 月 23 日对项目周边环境进行了辐射环境背景监测。

(1)监测项目

γ辐射剂量率。

(2)监测布点

DSA 机房，东侧操作室，北、西侧室外，南侧治疗室等。

监测点位布置详见附件 5 现状监测报告。

(3)监测仪器

本次环境现状监测使用仪器经检定合格并在有效期范围内。具体仪器见表 8-1。

表 8-1 环境质量监测方法和仪器

仪器名称	型号	编号	监测项目	技术指标	检定有效期至	检定单位
环境级 X、γ 辐射测量仪	FJ1200	FW-015	γ 辐射剂量率	0.01 μ Gy/h-200 μ Gy/h	2020 年 3 月 20 日	中辐院放射性计量站

(4)监测方法

《环境地表辐射剂量率测定规范》（GB14583-1993）。

《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）。

(5)质量保证措施

①本项目监测单位为中国辐射防护研究院，具备监测资质。

②监测点位在活动场地四周及中间位置均匀布点，布设具有合理性。

③监测方法采用了国家有关部门颁布的标准进行，依据《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）。

④监测人员均参加过相关的培训，均持证上岗，现场监测人员具备合理判断数据的能力。

⑤监测所用仪器定期经计量部门检定，检定合格后在有效使用期内使用，且与所测对象在频率、量程、响应时间等方面相符合，保证获得真实的测量结果。每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好。

⑥由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

⑦监测时获取足够的数量，以保证监测结果的统计学精度。

⑧建立完整的文件资料。仪器校准（测试）证书、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序等全部保留，以备复查。

⑨监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术负责人审定。

(6)监测结果

现状监测结果见表 8-2。

表 8-2 辐射环境现状监测结果 单位： $\mu\text{Gy/h}$

序号	监测位置	监测结果（单位： $\mu\text{Gy/h}$ ）	备注
1	DSA 机房	0.12-0.13	监测点位 详见附件 5
2	机房东侧控制室	0.12-0.13	
3	机房南侧治疗室	0.11-0.12	
4	机房西侧室外	0.12-0.13	
5	机房北侧室外	0.11-0.12	

(7)辐射环境现状评价

本次评价的 X 射线装置工作场所周围环境本底 γ 辐射剂量率监测结果在 0.11~0.13 $\mu\text{Gy/h}$ 之间。

根据《山西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护，第10卷第6期），太原市天然贯穿辐射剂量率在 $(7.94\sim 13.11)\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 之间，本项目所在场所的环境 γ 辐射剂量率与太原市天然辐射本底无显著差异，属于当地天然辐射本底水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备及工艺分析

1、工程设备

(1)设备工作原理

数字血管造影（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、数字平板探测器、数字电子学、计算机技术、图像处理技术多种科技手段于一体的系统。DSA 主要采用时间减影法，即将造影剂未达到欲检部位前摄取的蒙片与造影剂注入后摄取的造影片在计算机中进行数字相减处理，仅显示有造影剂充盈的结构，具有高精密度和灵敏度。

数字血管造影机（DSA）为采用 X 射线进行成像的技术设备，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，阴极主要是钨制灯丝，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 射线管的两级之间，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。

其典型 X 射线管的结构详见图 9-1。

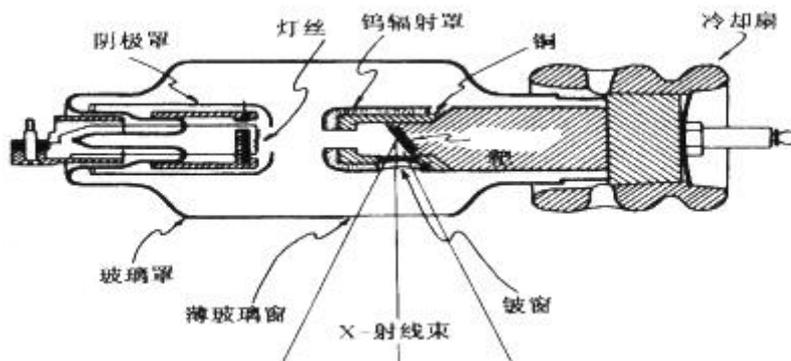
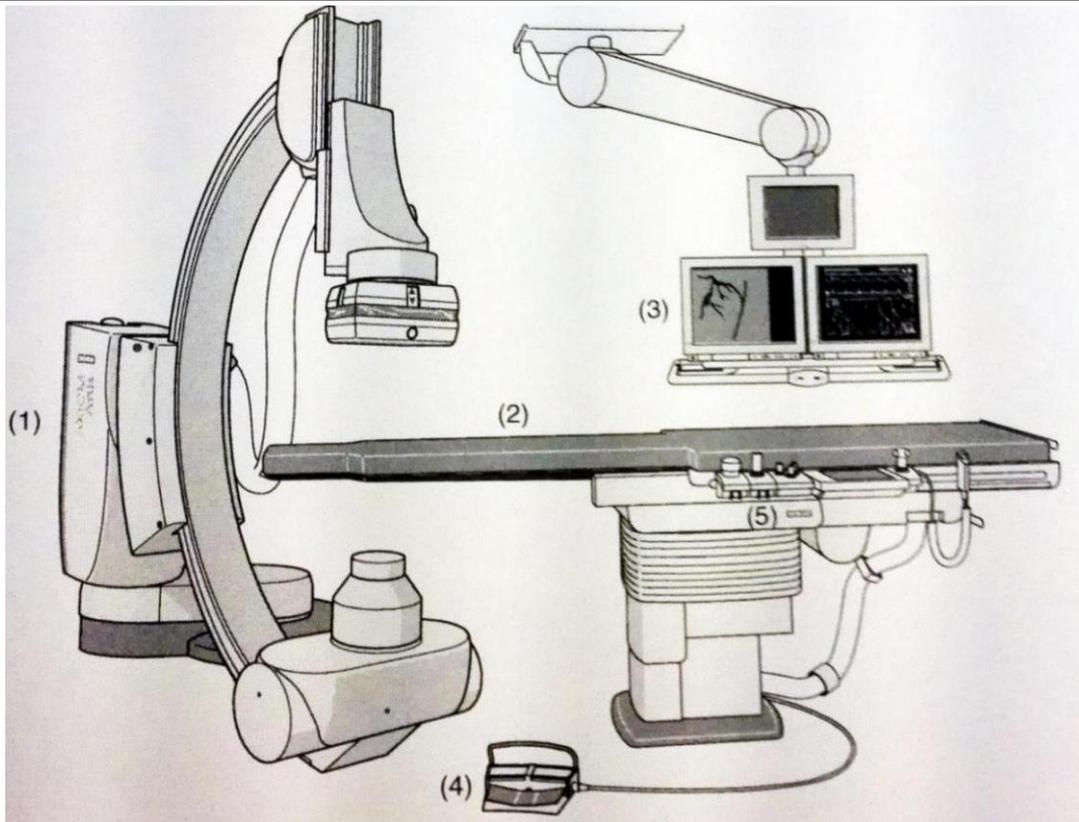


图 9-1 典型 X 射线管结构图

(2)设备结构及技术参数

①设备结构

山西华晋骨科医院有限公司 DSA 设备结构示意图 9-2 所示。



备注：(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。

图 9-2 DSA 设备结构示意图

②技术参数

本工程使用设备最大管电压 125kV、管电流 1000mA。

实际运行中 DSA 设备具有自动调强功能。摄影时如果受检者体型偏瘦，功率自动降低，如果受检者体型较胖，功率自动增强，为防止球管烧毁并延长使用寿命，实际使用中，管电压和功率通常有裕量，管电压控制在 100kV 以下，功率控制在 70kW 以下。

2、工作方式和操作流程

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 在进行曝光时分摄影（拍片）和透视两种情况：

摄影（拍片）：操作人员采取隔室操作的方式（即操作医师在操作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，此种情况实际运行中为个别情况，占比较小。

透视：病人需要进行介入治疗时，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、铅眼镜在治疗室内对病人进行直接的介入手术操作。同室操作也存在拍片的情况。

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。

本工程工艺流程及产污环节见图 9-3 所示。

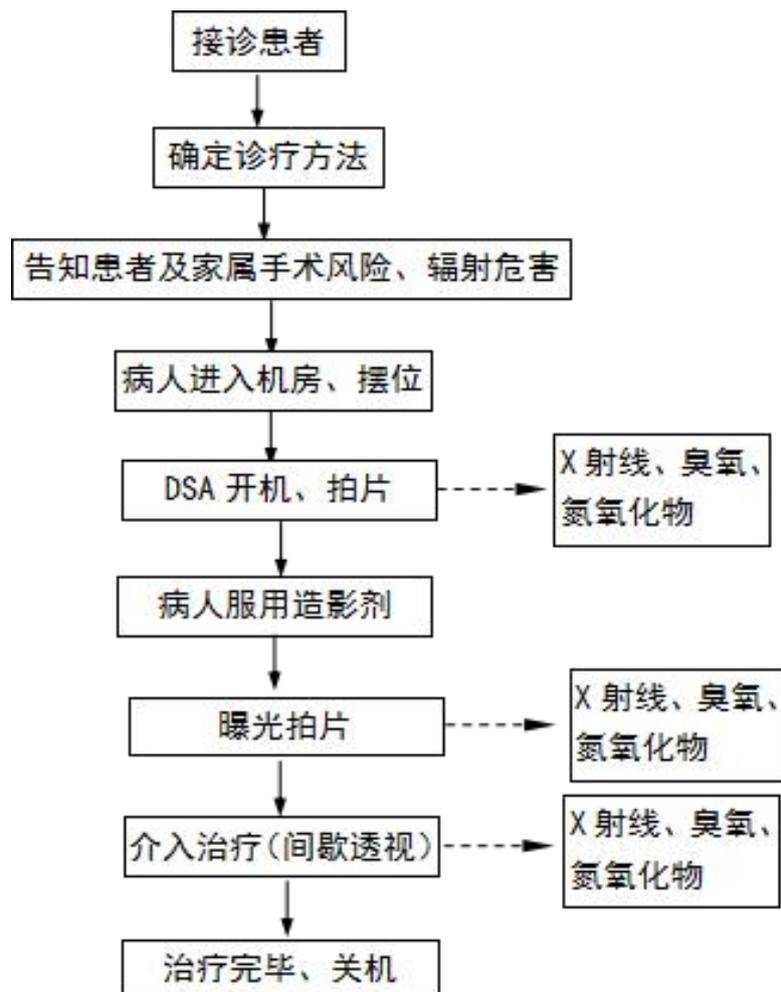


图 9-3 操作流程及产污环节图

污染源描述

1、正常工况下污染途径

污染因子分为放射性污染源和非放射性污染源。放射性污染源主要包括X射线；非放射性污染源主要包括O₃ 及NO_x、生活污水、医疗废物及噪声。

(1)电离辐射

X射线装置开机工作时，能产生具有能量的X 射线，对人员造成外照射，不开机状态不产生辐射。

(2)废气

X 射线装置在出束过程中会电离空气中的氧气产生臭氧和氮氧化物。由于 DSA 机产生的X 线输出功率低，剂量小，光子能量低，每次曝光时间短，因此臭氧和氮氧化物产生量极少，通过采取机械通风、保证换气次数的方式，有害气体对环境和人员的影响不大。

(3)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。

(4)固废

本项目 DSA 采用数字成像，成像结果刻入光盘贮存，或病人自行带走。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。

(5)噪声

机房空调工作时将产生一定的噪声，其噪声值约为 60dB(A)。

2、事故状况下污染途径

(1)操作管理不善，运行期间人员误入或未撤离机房，造成人员意外剂量照射。

(2)控制设备出现故障或操作失误，超剂量照射，造成病人额外的剂量照射。

(3)维修期间，设备意外出束，造成维修人员受到意外剂量照射。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

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）和连锁装置限制进入。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。

本工程将机房列为控制区，与机房相邻场所及操作室列为监督区，辐射场所分区情况见表 10-1 所示。

表 10-1 分区与管理情况一览表

场所及分区	控制区	监督区
“两区”划分范围	治疗室（DSA 机房）	控制室、更衣室及治疗室毗连区
辐射防护措施	通过防护门、联锁装置、相关电离辐射警告标识、工作指示灯和人员管理等措施严格控制人员进入，以保证放射治疗设备工作期间，治疗室内除正在接受治疗的患者及医护人员外不会有任何人员滞留。	在此区域内应限制非工作人员和一般公众的停留时间。经常对职业照射条件进行监督和评价。

辐射工作场所详细分区情况见图 10-1。

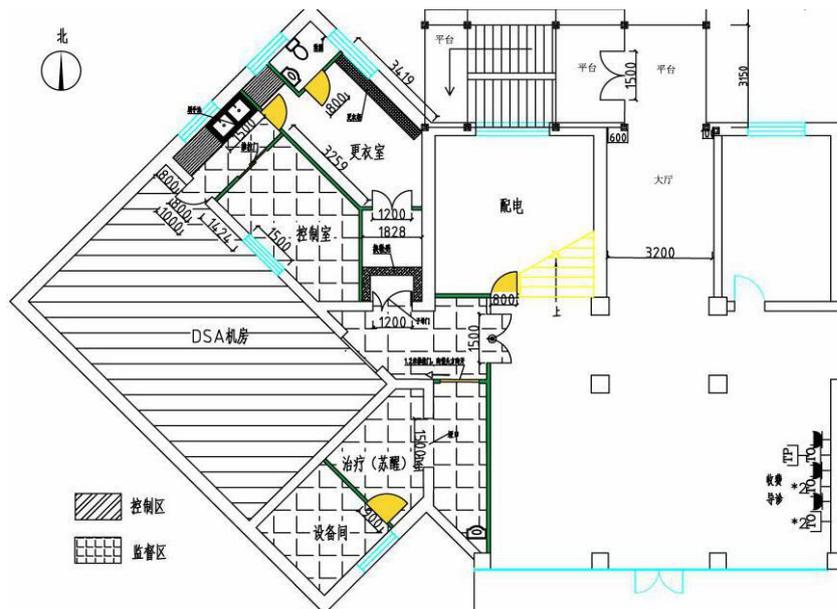


图 10-1 辐射工作场所分区示意图

2、辐射屏蔽措施

①机房屏蔽措施

a.机房面积

本次评价的血管造影机拟安装于机房中央,机房长 9.3m,宽 5.48m,面积 51m²。

X 射线设备机房(照射室)使用面积及单边长度要求见表 10-2。

表 10-2 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
单管头 X 射线机	20	3.5

由上表可知,本项目血管造影机房最小单边长度及机房有效使用面积均符合《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)中的要求。

b.机房屏蔽设计

介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量要求见表 10-3,山西华晋骨科医院有限公司 DSA 机房屏蔽防护情况见表 10-4。

表 10-3 介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量要求

机房类型	有用束方向铅当量 mm	非有用束方向铅当量 mm
介入 X 射线设备机房	2	2

表 10-4 DSA 机房周围环境及屏蔽情况表

屏蔽体	相邻场所	屏蔽层情况		是否满足要求
		屏蔽层材料及厚度	等效铅当量	
北墙	室外	370mm 厚实心砖+80mm 硫酸钡水泥砂	6mmPb	满足
东墙	操作室	240mm 厚实心砖+80mm 硫酸钡水泥砂	6mmPb	满足
南墙	治疗室	240mm 厚实心砖+80mm 硫酸钡水泥砂	6mmPb	满足
西墙	室外	370mm 厚实心砖+80mm 硫酸钡水泥砂	6mmPb	满足
屋顶	医护人员办公室	120mm 钢筋混凝土+4mm 铅当量的铅复合钡板	5mmPb	满足
患者出入门	医患通道	4mmPb 电动平开门	4mmPb	满足
工作人员出入门	操作室	4mmPb 推拉门	4mmPb	满足
观察窗	操作室	4mm 铅当量的铅玻璃	4mmPb	满足

由表 10-3、表 10-4 对比可知,本项目 DSA 机房的屏蔽措施均可满足相关标

准要求。

3、安全防护设施

(1)设备固有的安全性

本项目为DSA设备，购置于正规专业生产厂家，装置泄漏辐射满足国家《医用X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中的相关技术要求，并且装有可调限束装置，使装置发射的线束宽度尽量减小，以减少泄漏辐射。

仪器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，以多消除软 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可以选用的各种形状与规格的准直器隔板和过滤板。影响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：每次透视的最好一帧图像被暂存并保留于监视器上显示，即称之为图像冻结。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设备配备床下铅帘、悬吊铅帘、铅屏风等辅助防护用品与设施，配备紧急止动按钮。

(2)工程采取的措施

工程拟采取的辐射污染防治及安全防护措施如下。

山西华晋骨科医院有限公司 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、监视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：机房门外有电离辐射标志、电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯。电离辐射标志和电离辐射警告标志须符合《电离

辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录F 的相关要求。

b.安全连锁：机房门应设置闭门装置，工作状态指示灯能和与机房防护门能有效联动。X 射线诊断装置启动与工作时，治疗室门外顶部的工作状态指示灯变为红色。

c.急停设施

DSA 设备配置用于射线触发的脚闸；当踩下脚闸时可以控制射线开关。

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（机房）安装电源总开关，总开关可以切断整个系统的电源（电源断电）。在操作室设置急停按钮。

d. 监视对讲系统：DSA 操作室设观察窗和语音对讲系统。便于操作人员实时监控及沟通。

e. 通风换气设施：DSA 机房设机械通风换气系统，防止机房空气中臭氧和氮氧化物等有害气体累积。机房循环风量为 800m³/h，排风次数 5 次/h。

f.治疗机房内安装火灾自动报警装置，配备灭火器材，火灾报警装置与通风连锁。设置必要的应急照明设备和紧急出口标志。

②监测设备

a.对辐射工作人员每人配置个人剂量计，为了确保介入治疗医护人员的安全，介入治疗操作人员在手术操作期间，必须佩戴个人剂量计；主刀医生应配置腕部剂量计。

b.医院应配置 1 台便携式辐射监测仪器对作业过程进行监测。

③防护用品和辅助防护设施

本医院应为医护人员及患者配置相应的防护用品。配置要求见表 10-5。

表 10-5 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者
	个人防护用品	辅助防护设施	
DSA 介入室	配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜选配，铅橡胶手套。	机房顶安装可移动的悬吊式铅防护屏，手术床的床沿悬挂铅围帘。	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。

4、人员辐射安全措施

①辐射工作人员

a.时间防护

在满足诊疗要求的前提下，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择可行尽量低的射线装置参数，以尽量缩短曝光时间，减少辐射工作人员和患者的受照射时间。

b.距离防护

在满足诊疗要求的前提下，人员保持与射线源尽可能大的距离，使距离最大化。

c.屏蔽防护

介入操作人员是近距离接触X射线辐射源的人员，在介入手术中，医院为工作人员配备有个人防护用品（包括0.5mm 铅当量的铅衣、铅帽、铅围脖、铅眼镜等）等。

d.剂量防护

为了确保介入治疗医护人员的安全，介入治疗操作人员在手术操作期间，必须佩戴个人剂量计，穿戴铅衣、铅帽等防护用品；手术医生带腕部剂量计。

医院应安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射职业人员个人剂量档案。

个人剂量仪委托有资质单位定期进行监测，并对监测报告进行存档。

②患者

a.源项控制

在满足诊疗要求的前提下，根据诊断要求和病人实际情况制定最优化的诊断方案，选择能达到诊疗要求最低的射线照射参数，使射线强度最小化。

b.时间防护

在满足诊疗要求的前提下，尽量缩短照射时间，照射时间最小化。

c.距离防护

在满足诊疗要求的前提下，使患者和受检者离射线源尽可能远。

d.屏蔽防护

患者和受检者配有相应防护厚度的铅帽、铅围脖、铅围裙等个人防护用品。

③公众

公众主要依托辐射场所的屏蔽墙体、防护门屏蔽射线，同时，通过对辐射工作场所的两区划分管理，以增加与辐射源的防护距离，减少X射线辐射。

三废的治理

1、废气处理措施

DSA在曝光过程中臭氧和氮氧化物产生量很小，经通排风系统排出，避免在机房内累积，由于产生量较小，排出后不会对环境造成明显影响；本工程机房配备空调系统，通风量为800m³/h，排放次数为5次/h，满足通风要求。

2、废水

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、固体废物处理措施

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室，由当地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。

4、噪声治理措施

机房空调工作时将产生一定的噪声，噪声源等级较低，在经过建筑屏蔽及距离衰减后，不会对周围环境造成明显影响。

综上所述，山西华晋骨科医院有限公司对本项目 DSA 产生的电离辐射和各项污染物均采取了有效的辐射防护和污染防治措施，满足环境管理要求。

表 11 环境影响分析

建设期环境影响分析

本项目工作场所位于山西华晋骨科医院有限公司住院 2 号楼一层，该楼为现有建筑，本项目在该大楼空置房间内改造、安装，本次施工内容主要为机房防护施工、装修及设备安装，工程量小，施工期短。

施工过程中主要环境影响包括：施工防护及装修产生的建筑垃圾、设备噪音及少量的施工粉尘。所有施工均在已有建筑内进行，沙土等易产尘物料施工量很小，施工粉尘产生量很小，对周围环境影响可忽略；对施工过程中产生的建筑垃圾尽可能的回收利用，不能利用部分运至环卫部门指定地点倾倒，避免乱丢弃，不会造成明显不良影响；施工噪声主要包括电锯等，噪声影响范围有限，主要集中在住院楼内，工程施工需合理安排作业时间，尽可能降低对附近科室人员及患者等产生不良影响。

本工程施工程量小、施工期短，施工期影响随施工活动结束将消失，不会对周围环境造成明显不良影响。

运营期环境影响分析

一、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。

根据美国 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）中给出的公式计算。

$$H_{\text{泄露}} = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (11-1)$$

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

f —泄漏射线比率，取0.1%；

H_0 —距靶点1m 处的最大剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

R —靶点至关注点的距离，m；

B —屏蔽透射因子，按照《医用X 射线诊断放射防护要求》

（GBZ130-2013）

附录D 中给出的公式计算。

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \dots\dots\dots (\text{公式}11-2)$$

式中： B —屏蔽透射因子；

X —屏蔽材料铅当量厚度，mm；

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（根据DSA运行工况，本次评价取 α 为3.067、 β 为18.83、 γ 为0.7726）。

(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）中给出的公式计算。

$$H_{\text{散射}} = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot (s/400)}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中：H_{散射}—关注点处的散射剂量率，μ Gy/h；

H₀—距靶点1m 处的最大剂量率，μ 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0.0013（90° 散射，相对于400cm² 散射面积）；

S—散射面积，取典型值100cm²；

d₀—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（11-2）计算。

(3)有效剂量

$$H = \mu \cdot D \cdot t \cdot T \cdot W \dots\dots\dots(\text{公式 } 11-4)$$

$$D = H_{\text{泄露}} + H_{\text{散射}} \dots\dots\dots(\text{公式 } 11-5)$$

式中：

H：年有效剂量，Sv/a；

D：关注点附加剂量率，Gy/h；

μ：转换因子，此处取 1；

T：居留因子，无量纲；

t：照射时间，h/a；

W：组织权重因子。

2、DSA 基本情况

(1)DSA 运行情况

DSA 用于心脏造影、心脏支架、起搏器手术、脑血管造影、脊髓血管造影、脑血管支架、脑动脉瘤栓塞、脑血管畸形栓塞等。上述介入手术需借助X 射线影

像检查系统引导在床旁操作，治疗过程中工作人员将暴露于X 射线机附近，受到漏射和散射X 射线辐射。

本项目血管造影机包括透视和采集（摄影）两种模式，根据建设单位提供的信息，本项目正常运行后预计每年工作量为250台手术，预计拍片及透视时间具体见表11-1所示。

表11-1 不同工作模式下的预计开机时间一览表

科室	单台手术拍片时间(min)	单台手术透视时间(min)	年手术台数(台)	计算年出束时间 (h)		
				拍片	透视	小计
心内科	2	15	70	2.33	17.5	19.83
血管外科	2	10	80	2.67	13.33	16
普外科	2	10	100	3.33	16.67	20
合计			250	8.33	47.5	55.83

由表可知，本项目运营后DSA年出束时间55.83h，其中拍片时间为8.33h，透视时间为47.5h。由于各科室医护人员负责各科室的手术，不混合交叉，术者位照射时间按照单科室最大计，即拍片3.33h，透视16.67小时计。

(2)DSA 剂量率

根据标准《医用血管造影 X 射线机专用技术条件》（YY/T 0740-2009）要求，在管电压和管电流的任意组合下，在距影像接收器表面 30cm 处透视空气比释动能率不能超过 100mGy/min；《诊断 X 射线设备辐射防护通用要求》（GB-9706.12-1997）规定，X 射线设备被指定在手术中透视用，焦点到皮肤距离小于 20cm 时，必须提供阻止使用的装置，则最小焦皮距 SID 为 20cm，一般为 30cm。由以上两个条件，可保守计算出距离靶点 1 米处主束透视最大空气比释动能率 H_0 为 0.54Gy/h。

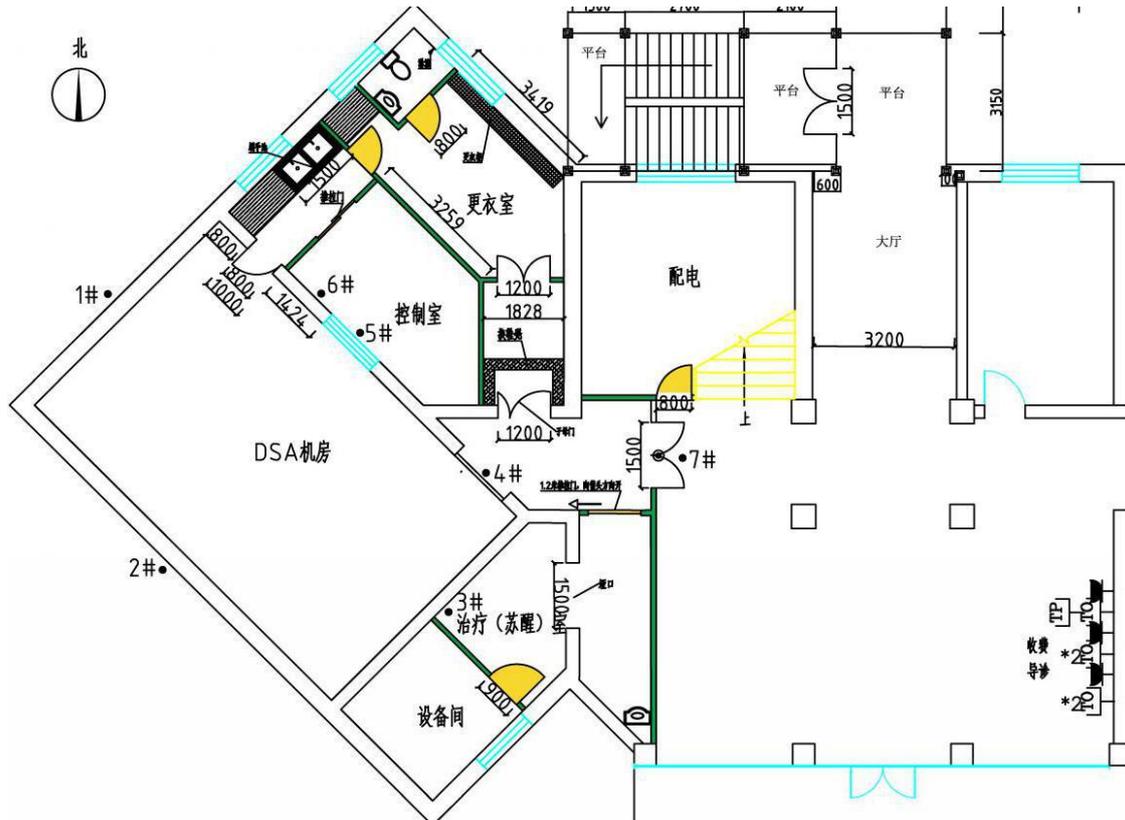
拍片状态下最大空气比释动能率高于透视，根据设备手册可知，设备在介入参考点（距靶点 57cm 处）最高辐射剂量率为 194.7mGy/min（帧频 30fps、正常模式），则折算 1m 处 H_0 为 3.8Gy/h。

选择低模式或其它帧频辐射剂量率较最高均可减少至少 50%，DSA 实际应用过程中尽量选择低辐射模式。

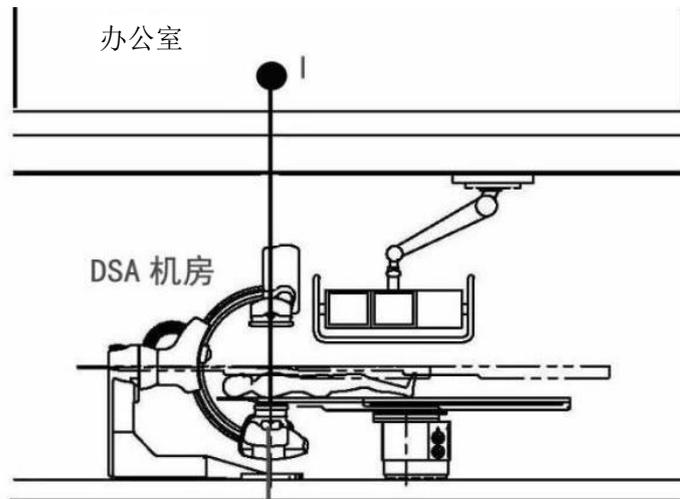
本项目理论预测，保守取 DSA 设备 H_0 在透视状态下为 0.54Gy/h ，拍片状态下为 3.8Gy/h 。

3、机房周围剂量率估算

本评价分别对摄影、透视两种工况下机房周围的贯穿辐射水平进行了预测
DSA 机房周围预测点位见图 11-1 所示。



(a) 平面布置



(b) 竖向布置

图11-1 预测点位图

在摄影及透视工况下 DSA 机房周围及敏感目标处附加剂量计算结果分别见表 11-2、11-3 所示。

表 11-2 DSA 机房周围及关注点附加剂量率估算（摄影工况）

序号	关注点位置(外表面 30cm 处)	屏蔽厚度	透射因子 (B)	场所名称	距离 (m)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
						漏射	散射	
1	北墙	6mm 铅当量	8.00E-10	院外	3.0	3.38E-07	1.22E-06	1.56E-06
2	西墙	6mm 铅当量	8.00E-10	院外	2.0	7.60E-07	2.75E-06	3.51E-06
3	南墙 (治疗室)	6mm 铅当量	8.00E-10	治疗室、设备间	3.5	2.48E-07	8.96E-07	1.14E-06
4	患者防护门	4mm 铅当量	3.69E-07	走廊	2.5	2.24E-04	8.10E-04	1.03E-03
5	观察窗	4mm 铅当量	3.69E-07	操作室	2.5	2.24E-04	8.10E-04	1.03E-03
6	东墙	6mm 铅当量	8.00E-10	操作室	2.5	4.87E-07	1.76E-06	2.24E-06
7	导管室东侧入口外	4mm 铅当量	3.69E-07	候诊大厅	7.0	2.86E-05	1.03E-04	1.32E-04
8	楼上	5mm 铅当量	1.72E-08	办公室	3.0	7.26E-06	2.62E-05	3.35E-05

表 11-3 DSA 机房周围及关注点附加剂量率估算（透视工况）

序号	关注点位置(外表面 30cm 处)	屏蔽厚度	透射因子 (B)	场所名称	距离 (m)	剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
						漏射	散射	
1	北墙	6mm 铅当量	8.00E-10	院外	3.0	4.80E-08	1.73E-07	2.21E-07
2	西墙	6mm 铅当量	8.00E-10	院外	2.0	1.08E-07	3.90E-07	4.98E-07
3	南墙 (治疗室)	6mm 铅当量	8.00E-10	治疗室、设备间	3.5	3.53E-08	1.27E-07	1.63E-07
4	患者防护门	4mm 铅当量	3.69E-07	走廊	2.5	3.19E-05	1.15E-04	1.47E-04
5	观察窗	4mm 铅当量	3.69E-07	操作室	2.5	3.19E-05	1.15E-04	1.47E-04
6	东墙	6mm 铅当量	8.00E-10	操作室	2.5	6.91E-08	2.50E-07	3.19E-07
7	导管室东侧入口外	4mm 铅当量	3.69E-07	候诊大厅	7.0	4.07E-06	1.47E-05	1.88E-05
8	楼上	5mm 铅当量	1.72E-08	办公室	3.0	1.03E-06	3.72E-06	4.75E-06

由表 11-2、11-3 计算结果可知，本项目在采取设计的机房辐射屏蔽防护措施情况下，在距 DSA 机房屏蔽体外表面 0.3m 处，剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

4、术者位剂量当量率估算

第一术者位距离源强距离约为 0.6m；第二术者位约为 1.2m。第一术者位医

生操作时身穿铅衣、戴铅帽、铅围脖等，同时在铅悬挂防护屏和床侧防护帘后操作，受到了两次防护，防护能力为 1mm 铅当量；第二术者位医生仅受铅衣、铅帽、铅围脖等防护，防护能力为 0.5mm 铅当量。术者位剂量估算见表 11-4 所示。

表 11-4 术者位剂量估算

工况	位置	屏蔽厚度	透射因子 (B)	距离 (m)		剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
				距源	距患者	漏射	散射	
透视	第一术者位	1mm 铅	0.00408	0.6	0.3	6.11	88.31	94.42
	第二术者位	0.5mm 铅	0.0252	1.1	0.7	11.22	76.64	87.9
摄影	第一术者位	1mm 铅	0.00408	0.6	0.3	43.02	621.44	664.46
	第二术者位	0.5mm 铅	0.0252	1.1	0.7	78.99	539.32	618.31

5、工作人员年附加有效剂量估算

本工程致工作人员年附加有效剂量计算结果见表 11-5 所示。

表 11-5 DSA 运行所致工作人员年附加有效剂量估算结果

序号	场所位置	工况	居留因子	照射时间 (h)	附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	有效剂量 (mSv/a)		备注
1	操作室	摄影	1	8.33	1.47E-04	1.23E-06	5.04E-05	控制室操作人员
		透视		47.5	1.03E-03	4.92E-05		
2	DSA 机房手术医生第一手术位	摄影	1	3.33	664.46	2.21	3.79	手术室人员
		透视		16.67	94.42	1.57		
3	DSA 机房手术医生第二手术位	摄影	1	3.33	618.31	2.06	3.53	
		透视		16.67	87.9	1.47		

注：各场所附加剂量率值均取邻近机房侧最近处最大值。

由计算结果可知，DSA 在正常工作时所致职业人员的年附加有效剂量最大为 3.79mSv/a，低于剂量管理约束限值 5mSv/a 的要求；辅助人员的年附加有效剂量最大为 5.04×10^{-5} mSv/a，低于剂量管理约束限值 2mSv/a 的要求。

本次评价对辐射工作人员计算较为保守，采取可能的最大辐射量计算，而实际运行过程中医师会根据患者情况，选择不同的操作模式，尽量选择低辐射模式，以减少患者及辐射工作人员所受剂量。

6、工作人员腕部剂量

本次评价对职业人员手部剂量进行计算，主要考虑手术医生在介入治疗期间所受剂量，介入治疗时主要为透视工况，医生在铅悬挂防护屏后操作，防护能力为 0.5mm 铅当量，距离源距离取 0.4m。摄影（拍片）时医生手部距源距离相对较远，取 0.7m。具体计算参数及计算结果见表 11-6 所示。

表 11-6 腕部剂量计算一览表

工况	透射因子 (B)	距离 (m)		剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	照射时间 (h)	腕部当量剂量 (mSv/a)	
		距源	距患者	漏射	散射				
透视	0.0252	0.4	0.1	84.89	4904.97	4989.87	3.33	83.18	91
摄影		0.7	0.4	195.07	2157.28	2352.35	16.67	7.83	

由表可知，本工程 DSA 至职业人员手部剂量最大为 91mSv/a，小于约束值要求。介入医师工作时要佩戴腕部剂量计，每个季度对腕部剂量进行监测，使得每年的当量剂量不超过 200mSv/a。

7、公众年附加有效剂量估算

本工程致公众年附加有效剂量计算结果见表 11-7 所示。

表 11-7 DSA 运行所致公众年附加有效剂量估算结果

序号	场所位置	工况	居留因子	照射时间 (h)	附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	有效剂量 (mSv/a)		备注
1	南侧治疗室	摄影	1	8.33	1.14E-06	9.53E-09	1.73E-08	公众
		透视		47.5	1.63E-07	7.73E-09		
2	楼上办公室	摄影	1	8.33	3.35E-05	2.79E-07	5.05E-07	
		透视		47.5	4.75E-06	2.26E-07		
		透视		47.5	4.98E-07	5.91E-09		
3	候诊大厅	摄影	1/4	8.33	1.32E-04	2.75E-07	4.98E-07	
		透视		47.5	1.88E-05	2.23E-07		

由计算结果可知，DSA 在正常工作时所致公众的年附加有效剂量最大为 $5.05 \times 10^{-7} \text{mSv/a}$ ，远低于剂量管理约束限值 0.1mSv/a 的要求。

综上所述可知，山西华晋骨科医院有限公司使用医用 II 类 X 射线装置项目在采取环评要求的防护措施情况下不会对职业人员及公众造成明显辐射影响。

7、叠加影响分析

本次 DSA 诊疗职业人员拟从现有人员中调配，不新增辐射工作人员，故职业人员受现有射线装置的叠加影响；收集山西华晋骨科医院有限公司外照射个人剂量年度报告（2018 年）可知，原职业人员所受剂量在 0.13-0.25mSv/a 之间。

本项目运行后，叠加现有剂量（按照最大 0.25mSv/a），则职业人员所受剂量最大为 4.04mSv/a，低于剂量管理约束限值 5mSv/a 的要求。

二、非辐射环境影响分析

1、大气环境影响分析

DSA在曝光过程中臭氧和氮氧化物产生量很小，本工程机房通风量为 800m³/h，通风次数为5次/h。

机房室内产生的少量臭氧和氮氧化物通过送排风系统和外界空气对流，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，无需相关治理措施。医护人员产生的生活污水依托医院污水处理设施处置，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集中回收后，转移至医疗废物暂存室，由当地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。

固体废物均得到合理处置，不会对周围环境造成明显影响。

4、声环境影响分析

机房空调噪声值噪声等级很低，小于 60dB（A），在建筑隔声及距离衰减情况下，不会对周围环境造成明显影响。

综上所述，医院针对本项目 DSA 产生的各项污染物均拟采取有效的污染防治措施。正常运行情况下在大气环境、水环境、声环境以及固体废物等方面均能做到合理处置，对环境造成的影响很小。

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，营运中存在着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，均为一般事故。

(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) 门灯联锁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，未穿防护服进行手术操作受到射线照射。

2、事故防范措施

对本项目 X 射线装置可能发生的辐射事故情况，为了防止其发生，项目采取了多种防范措施：

(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 名操作人员同时在场，操作人员按照操作规程进行操作。

(2) 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。

(3) 急停措施：在控制室内、DSA 操作控制面板上、机房（设备间）电源开关

分别设置急停按钮，当紧急情况发生时，按下任一个急停开关按钮，会立即停止X射线出束，保障人员和设备的安全。

(4)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；

(5)放射工作人员在进行放射工作时必须穿戴防护用品，并佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪，严禁在无任何防护措施情况下进行曝光。

(6)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。

(7)患者通道防护门只能由里打开，可防止患者及其它人员误入。

(8)定期对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，核实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。

项目落实了以上的各种安全装置后，能满足（GB18871-2002）中规定要求。有了以上安全防范设施，加上工作人员按规程正确操作，以及认真执行各种安全规章制度，可有效减少或避免辐射事故发生。

3、应急处理措施

在操作室操作台、设备控制台均设置了紧急按钮，机房设置电源总开关，一旦有人员误入等立即使紧急停止按钮，切断电源、终止照射。并根据照射伤害情况启动应急预案。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构

山西华晋骨科医院有限公司现已成立了专职辐射安全管理机构——辐射防护工作领导小组，负责射线装置及核医学工作场所的安全和防护工作。该领导小组由组长、副组长、成员等组成，并对该机构的人员规定相应的职责。领导小组的职责主要是：贯彻执行国家有关辐射工作的职业安全，负责制定医院辐射防护管理规定并监督执行；负责组织辐射工作人员培训；负责办理有关射线装置及放射性工作场所的手续。

医院“辐射防护工作领导小组”组长由医院法定代表人担任，同时设置 2 名具有大学本科学历的专（兼）职管理人员。

本环境影响报告表获得批复后，山西华晋骨科医院有限公司应尽快到有关环境保护行政主管部门申请办理新的《辐射安全许可证》，尽快完善辐射安全管理机构，安排人员专门负责辐射安全管理，同时还应完善辐射安全管理制度，对使用过程进行监督管理。

山西华晋骨科医院有限公司制定有详细的辐射工作人员培训计划。目前，医院现有从事辐射相关工作人员共有 14 人，均参加了辐射安全防护知识和相关法规的培训，并通过了考核，取得了培训证书。将来若需增加辐射工作人员，应尽快通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，报名并参加考核，考核合格后方可上岗工作。取得上岗证的人员应每四年接受一次再培训。

辐射安全管理规章制度

为了保障辐射工作人员和公众的身体健康，杜绝环境辐射污染事故的发生，山西华晋骨科医院有限公司成立了辐射安全防护管理机构，并制订了相关的规章制度，且分解到各个涉核部门具体执行，主要包括《辐射安全管理规定》、《射线装置操作规程》、《辐射安全和防护设施维护维修制度》、《监测方案》、《辐射工作人员培训/再培训管理制度》、《辐射人员个人剂量管理制度》、《X线受检者放射防护制度》、《辐射事故应急预案》等，并严格按照规章制度执行。

山西华晋骨科医院有限公司的辐射管理规章制度具有一定的可行性，但由于本次新增使用 II 类射线装置，该院应按照根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2008 年修改）（环境保护部第 3 号令）和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令）的相关管理要求，重新制定或完善相应的规则制度。

根据《环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序》的相关要求，山西华晋骨科医院有限公司 DSA 项目需制定的辐射安全管理规章制度见表 12-1。

表 12-1 辐射安全管理规章制度一览表

1	辐射安全管理规定
2	操作规程（设备安全操作规程）
3	安全防护设施维护与维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度）
4	监测方案
5	检测仪表使用与校验管理制度
6	辐射工作人员培训/再培训管理制度
7	辐射工作人员个人剂量管理制度
8	辐射事故应急预案

建设单位应参照以下原则进行完善相关制度制定：

(1)辐射安全管理规定：明确本项目射线装置辐射安全管理目的，工作场所、设备及人员管理要求；职业卫生防护要求等。

(2)运行操作规程（设备安全操作规程）：明确本项目 DSA 放射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施、DSA 操作步骤以及注意要点，保

证设备安全操作。

(3)安全防护设施的维护与维修制度：明确本项目安全防护设施日常维护检修范围、内容、频次、责任人等。

(4)监测方案：明确监测项目、监测点位、监测频次、监测方法、仪器要求及监测人员等。

(5)对配备的监测仪表使用与校验制定管理制度，明确使用要求、校验频次等。

(6)辐射工作人员培训/再培训管理制度：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。

(7)辐射工作人员个人剂量管理制度：明确规定个人剂量监测及职业健康体检的周期、监测结果记录、监测档案的组成和保存情况等。

(8)辐射事故应急预案：针对医院的核技术利用项目情况，对可能发生的辐射污染情况制定事故应急方案，该方案要明确事故情况下应采取的防护措施和执行程序，有效控制事故，及时制止事故的恶化，保证上报渠道通畅。

(9)环评审批后应申请领取辐射安全许可证。

(10)设备投入运行后组织进行环保验收。

辐射监测

1、监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部第3号令）和《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）及相关管理要求，医院应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、X- γ 辐射监测仪等。制定放射性诊疗项目的日常辐射监测方案，定期或不定期对设备四周屏蔽措施进行检查；同时接受环保部门开展的辐射环境监督（检测）检查。监测数据编入《放射性同位素与射线装置安全和防护状况年度评估报告》。

山西华晋骨科医院有限公司拟配备X- γ 辐射监测仪一台，可对辐射工作场所放射性水平进行监测，并定期委托有资质的监测单位进行例行监测；对辐射工作人

员配备个人剂量计，专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。另外在控制室观察窗铅玻璃处安装热释光剂量计，监测累计剂量。

2、监测方法及项目

监测方法：按照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）、《环境地表辐射剂量率测定规范》（GB14583-1993）执行。

监测项目：X- γ 射线剂量率、累计剂量、职业性外照射个人剂量。

监测范围：辐射防护控制区、监督区及其周围环境；工作人员个人剂量监测。

3、监测方案

(1)工作场所监测

利用X- γ 辐射监测仪，可对X、 γ 剂量率进行监测；

山西华晋骨科医院有限公司需针对本次辐射工作场所制定《辐射监测计划》，规定利用便携式监测仪开展至少一季度一次的放射性工作场所辐射监测，需委托有资质的单位对放射性工作场所开展周期为一年一次的辐射防护监测。具体监测点位如下：

①通过巡测，发现辐射水平异常位置。

②DSA机房防护门外30cm离地面高度为1m处，测门的左、中、右侧3个点和门缝四周。

③DSA机房墙外表面或邻室墙外表面30cm离地面高度为1m处，每个墙面至少测3个点。

④控制室、操作台及DSA机房四周其它人员经常活动的位置。

⑤DSA机房医生、护士操作位。

对操作室铅玻璃观察窗处配备热释光剂量计，监测累计剂量。另外辐射项目完工后3个月内应委托进行竣工验收监测。企业每季度对工作场所环境进行自检，保存相关记录。

(2)个人剂量监测

山西华晋骨科医院有限公司已为所有辐射工作人员均配备个人剂量计，每个人剂量计配备两个个人剂量片，使个人剂量片达到一用一备的水平，保证所有工

作人员在进行辐射工作时专人佩戴。

辐射工作人员个人剂量片每三个月送检，并定期进行了职业健康体检。建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

本项目监测计划具体见表12-2所示。

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 射线空气吸收剂量率	定期监测(至少一季度一次)	防护门及缝隙处、过道。控制室、操作台及机房屏蔽墙外	新增便携式 X-γ 辐射监测仪、按照国家规定进行计量检定
	累计剂量	定期送检 (1-2 次/年)	控制室操作台观察窗铅玻璃处	热释光剂量计
委托监测	X-γ 射线空气吸收剂量率	竣工环保验收监测	防护门及缝隙处、过道、控制室、操作台及机房屏蔽墙外	使用经过计量检定，并在有效期内仪器
		编制辐射防护年度评估报告(每年)		
	辐射安全许可证延续和更换			
	职业性外照射个人剂量	每个季度送有资质的单位监测	介入室辐射工作人员	

辐射事故应急

1、辐射事故应急响应机构的设置

山西华晋骨科医院有限公司目前设置有辐射事故应急机构，并成立了以医院法定代表人为组长、分管副院长等为副组长，各射线装置使用场所负责人及专职辐射防护与管理相关人员为成员的辐射事故应急组织。

本项目实施需修订现有辐射事故应急预案，将本项目负责人列入应急机构，且另外还应设置应急机构负责人替代人（事故时，如法人出差等，仍有应急总指挥）。应急机构中应设有技术（现场）处理组合后勤保障组等，并附上相关人员的联系电话。

明确辐射事故应急机构的职责包括：应急预案的启动、应急响应处置及解除、应急人员的组织和培训、应急物资准备、应急预案演习等。

2、辐射事故应急预案

根据环发[2006]145号文件的规定，本项目发生的辐射事故属于一般辐射事故。该医院已制定了《辐射事故应急预案》，本项目建成后该院应对事故应急预案进行补充完善。完善后应急预案应包含以下内容：

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：在预案中明确应急培训的内容、机构、频次等，同时根据事故类型配备与本单位最严重事故相适应的应急装备和物资。

③辐射事故分级与应急响应措施：根据本单位拥有的核技术利用项目情况，针对可能发生的每类事故事件，制定相应的响应措施。针对本项目射线装置使用情况，应急响应措施主要包括：

a、避免病人、医务人员和公众不必要的电离辐射剂量的紧急措施。

b、防治人员进入控制区的措施。

c、一旦发生误照，立即切断电源，迅速安排受照人员远离辐射源，并实施医学检查或到指定的医院救治，并对现场进行保护，积极配合有关部门进行调查处理。对受照人员和应急工作人员做好个人剂量监测，要求应急工作人员佩戴热释

光个人剂量计和报警式个人剂量计，并对应急工作人员做好个人防护措施。

④辐射事故的调查、报告和处理程序。根据国务院 449 号令和环保部第 18 号令的要求，事故单位应当将事故情况报告给相关部门，并规定调查和处理程序。

本项目为一般辐射事故，一旦发生辐射事故，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要应急措施，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报告。有可疑故意引起的辐射事故应同时向公安部门报告，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。不得隐瞒事故，不得拖延不报或者谎报。

应急预案中需有应急人员及当地生态环境局、公安、卫生等部门的联系电话，明确上报程序、上报内容。

⑤辐射事故应急响应解除。本项目射线装置意外辐射解除或降至规定限值以内，则辐射事故应急响应解除。

山西华晋骨科医院有限公司需按照以上要求制定本单位辐射应急预案，在发生射线装置事故时，立即启动应急预案，关闭射线装置，切断电源、组织抢救，并上报各管理部门，可以满足应对辐射事故和突发性事件时应急处理要求。

3、应急人员的培训演习计划

制定完应急预案后，应开展应急人员的培训演习计划：

①制定周密的演练方案，明确演练内容、目的、时间、地点、人员等。

②进行合理的人员分工，成立演练领导组、工作组、保障组等机构，进行角色分工，明确人员职责。

③做好充分的演练准备，维护仪器设备，配齐物资器材，找好演练场地。

④认真开展实战演练，按照事先预定的方案和程序进行。

⑤演练完毕后及时进行总结归纳。

年度报告

项目建设单位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 日前向发证机关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。

项目建设单位在年度评估过程中发现安全隐患的，应当立即整改。

辐射防护措施及环保投资

本工程主要辐射防护措施及环保投资见表 12-3。

表12-3 辐射防护措施及环保投资一览表

项目	“三同时”措施		要求	投资 (万元)
辐射安全管理机构	辐射防护管理		建立以法定代表人为第一责任人的安全管理机构	/
辐射安全和防护措施	防治措施	屏蔽措施	DSA 机房东、南侧墙体均为 240mm 厚实心砖+80mm 硫酸钡水泥砂浆抹灰，西、北墙为 370mm 厚实心砖+80mm 硫酸钡水泥砂浆抹灰，屋顶为 120mm 钢筋混凝土+4mm 铅当量铅复合钢板；防护门为 4mmpb 防护门，观察窗为 4mm 铅当量的铅玻璃。	26.0
		通风设施	机房设机械通风	
	安全措施		机房门外有电离辐射标志、电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯；工作状态指示灯能和与机房防护门能有效联动；机房设置对讲系统及视频监控系统；在介入手术床体旁、控制室操作台上设有紧急止动装置。	
人员配备	辐射防护与安全培训和考核		新增辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗	0
	个人防护用品		配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜选配，铅橡胶手套。 机房顶安装可移动的悬吊式铅防护屏，手术床的床沿悬挂铅围帘。	2.0
	个人剂量监测		辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（最长不应超过 90 天），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案	0.5
监测仪器和防护用品	监测仪器		可携式 α 、 γ 剂量仪，观察窗处热释光剂量计	1.0
	个人剂量计		个人剂量率仪、个人剂量报警仪	0.5
辐射安全管理制度	根据核技术利用情况，完善现有辐射安全管理规定、运行操作规程、安全防护设施的维护与维修制度、监测方案、检测仪表使用与校验管理制度、辐射工作人员培训/再培训管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射事故应急预案。			0

由表 12-3 可知，本项目辐射防护措施及环保投资约为 30 万元，占工程总投资 600 万元的 5%。

项目环保验收内容建议

根据环境保护部辐射安全与防护监督检查技术程序内容要求，结合本项目实际情况，项目环保竣工验收建议内容见表 12-4。

表 12-4 项目环保验收内容建议表

验收内容	验收要求
剂量限值	在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处，剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h；所致人员剂量限值满足职业人员 5mSv/a、辅助人员 2mSv/a、公众 0.1mSv/a 的要求。
防护用品与监测仪器	防护用品： 配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜选配，铅橡胶手套。机房顶安装可移动的悬吊式铅防护屏，手术床的床沿悬挂铅围帘。 监测仪器： 对辐射工作人员每人配置 1 个人剂量计，主刀医生应配置腕部剂量计；DSA 机房配备个人剂量报警仪；控制室观察窗处安装热释光剂量计，医院配备一台可携式 x、 γ 剂量仪。
辐射安全和防护措施	屏蔽措施： DSA 机房东、南侧墙体均为 240mm 厚实心砖+80mm 硫酸钡水泥砂浆抹灰，西、北墙为 370mm 厚实心砖+80mm 硫酸钡水泥砂浆抹灰，屋顶为 120mm 钢筋混凝土+4mm 铅当量铅复合钡板；防护门为 4mm 铅防护门，观察窗为 4mm 铅当量铅玻璃。 警示标志： DSA 机房门上应设置工作指示灯，工作场所设置电离辐射标志牌和电离辐射警告标语。 安全连锁： DSA 机房门外工作状态指示灯与设备连锁。 急停设施： 在控制室、设备控制板、设备间总开关均设置标识清晰的急停按钮。 监视对讲系统： DSA 控制室设观察窗和语音对讲系统。便于操作人员实时监控及沟通。 通风换气设施： DSA 机房设机械通风换气系统。
规章制度	有完善的辐射安全管理制度，包括辐射安全管理规定、设备安全操作规程、安全防护设施的维护与维修制度、监测方案、检测仪表使用与校验管理制度、辐射工作人员培训/再培训管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度、辐射事故应急预案。辐射安全管理制度得到宣贯和落实。
个人剂量监测及管理	辐射工作人员个人剂量管理制度必须明确:辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（最长不应超过 90 天），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。
人员培训	辐射工作人员通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，并通过考核。
应急预案	辐射事故应急预案应符合工作实际，明确应急处理组织机构及职责、应急人员的组织、培训，辐射事故分级及应急措施、辐射事故的调查、报告和处理程序等。

从事辐射活动能力评价

依据《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》（环境保护部令第3号）和《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）规定，现对山西华晋骨科医院有限公司从事本项目辐射活动能力评价列于表12-5和表12-6。

表12-5 项目执行“环保部3号令”要求对照表

序号	环保部3号令要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	应当设有专门的辐射安全环境保护管理机构，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兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	成立了辐射安全工作领导小组，法定代表人担任组长，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。	符合
2	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	医院现有从事辐射相关工作人员均参加了辐射安全防护知识和相关法律法规的培训，并取得了培训证书。若有新增从事辐射工作人员拟全部参加环保辐射安全与防护培训和考核，合格后上岗。	符合
3	放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射要求的安全措施。	机房门拟设置门灯连锁装置，门外设置电离辐射警告标志。	符合
4	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	该院拟配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器。	符合
5	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	已制定了健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。本项目实施进一步完善。	符合
6	有完善的辐射事故应急措施。	制定完善的辐射事故应急处理预案。	符合

表 12-6 项目执行“环保部 18 号令”要求对照表

序号	环保部 18 号令要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	第五条 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所,应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志,其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求,设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。	机房门拟设置门灯连锁装置,门外拟设置电离辐射警告标志。	符合
2	第九条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,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。	拟利用环境辐射监测仪进行自测,并定期委托有辐射水平监测资质的单位对辐射工作场所及其周围环境进行监督监测。	符合
3	第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当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。	承诺每年 1 月 31 日前向环保部门提交年度评估报告。	符合
4	第十七条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲,对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训,并进行考核;考核不合格的,不得上岗。	医院现有从事辐射相关工作人员均参加了辐射安全防护知识和相关法规的培训,并取得了培训证书。若有新增从事辐射工作人员拟全部参加环保辐射安全与防护培训和考核,合格后上岗。	符合
5	第二十三条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准,对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测;发现个人剂量监测结果异常的,应当立即核实和调查,并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当安排专人负责个人剂量监测管理,建立辐射工作人员个人剂量档案。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。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁,或者停止辐射工作三十年。	拟对所有从事放射性工作的人员配备个人剂量计,并安排专人负责个人剂量监测管理,同时建立辐射工作人员个人剂量档案。	符合
6	第二十四条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,不具备个人剂量监测能力的,应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。	拟委托有资质单位进行个人剂量监测(每季度 1 次)。	符合

通过以上分析可知,项目建设单位在充分落实本报告提出的各项措施后,该医院从事辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

《辐射安全与防护监督检查技术程序》符合性分析

依据《辐射安全与防护监督检查技术程序》，数字减影血管造影X射线装置监督检查表关于辐射安全防护设施与运行、管理制度的规定及本项目符合性分析见表12-7所示。

表 12-7 数字减影血管造影 X 射线装置辐射安全与防护监督检查对照表

序号	检查项目	项目拟配置情况	符合性
一	辐射安全防护措施		
1*	操作位局部屏蔽防护设施	机房顶安装可移动的悬吊式铅防护屏，手术床的床沿悬挂铅围帘	符合
2*	医护人员的个人防护	配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜选配，铅橡胶手套。	符合
3	患者防护	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
4*	观察窗屏蔽	4mm 铅当量的铅玻璃	符合
5	机房防护门窗	4mm 铅门	符合
6	通风设施	设机械通风设施	符合
7*	入口处电离辐射警告标志	患者入口门外设电离辐射警告标志	符合
8	入口处机器工作状态显示	患者入口门外设机器工作状态显示灯	符合
9*	辐射水平监测仪表	拟配备可携式 x、γ 剂量仪，观察窗处热释光剂量计	符合
10*	个人剂量计	所有辐射工作人员配备个人剂量计	符合
11	腕部剂量计	手术医生配备腕部剂量计	符合
二	管理制度		
1	辐射安全管理规定	拟按要求制定	符合
2	操作规程	拟按要求制定	符合
3	辐射安全和防护设施维护与维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度）	拟按要求制定	符合
4	监测方案	拟按要求制定	符合
5	监测仪表使用与校验管理制度	拟按要求制定	符合
6	辐射工作人员培训/再培训管理制度	拟按要求制定	符合
7	辐射工作人员个人剂量管理制度	拟按要求制定	符合
8	辐射事故应急预案	拟按要求制定	符合

注：加*的项目是重点项。

综上所述可知，本项目在采取环评规定措施情况下，可以符合《辐射安全与防护监督检查表》要求。

表 13 结论与建议

结论

1、项目概况

山西华晋骨科医院有限公司是我省唯一的一所三级骨科专科医院，位于太原市清徐县王答乡北录树村枫林路 3 号。

山西华晋骨科医院有限公司使用 II 类医用 X 射线装置项目为：新增 1 台血管造影机（DSA），拟安装于住院 2 号楼一层西侧，项目总投资为 600 万元。

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（2019 年本）》中鼓励类第十三项“医药”中第 5 款“新型医用诊断设备和试剂、数字化医学影像设备，人工智能辅助医疗设备，高端放射治疗设备，电子内窥镜、手术机器人等高端外科设备，新型支架、假体等高端植入介入设备与材料及增材制造技术开发与应用，危重病用生命支持设备，移动与远程诊疗设备，新型基因、蛋白和细胞诊断设备”，符合国家产业政策。

医院开展诊疗工作目的是为救治病人，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，该医院辐射诊疗装置的建设和运行符合《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、选址合理性分析

本次辐射工作场所为 DSA 机房，位于住院 2 号楼内一层西侧，住院 2 号楼位于该院总平面东侧中段，该楼四周均为院内道路、停车场及绿化带，本项目射线装置位置西侧距离住院 1 号楼 20m，北侧距离餐厅 50m，南侧距离枫林路 50m，东侧 50m 范围内为住院 2 号楼内诊疗场所，本项目辐射场所四周 50m 范围内均为医院院区范围，无居民居住场所。

本次辐射工作场所区域位置是相对独立的区域，DSA 手术室西、北侧为室外，东侧为操作室，南侧为治疗室及电源间。项目环境辐射本底未见异常，设计时充分考虑了周边环境及工作场所的放射防护，机房墙体辐射防护能力满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中机房铅当量的要求。通过对职业人

员和公众成员的剂量估算，在工作期间对周围环境的影响在可接受范围内，从辐射角度考虑，选址可行。

项目平面布置各组成部分功能分区明确，人员进出操作流程顺畅。机房设置病人通道、医护人员通道，通道设置独立，从辐射安全和环境保护的角度考虑，本项目平面布局合理。

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

本工程辐射工作场所划分控制区、监督区，划分明确、独立，设置合理，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。

(2)辐射屏蔽措施

本项目 DSA 机房东、南侧墙体均为 240mm 厚实心砖+80mm 硫酸钡水泥砂浆抹灰，西、北墙为 370mm 厚实心砖+80mm 硫酸钡水泥砂浆抹灰，屋顶为 120mm 钢筋混凝土+4mm 铅当量的铅复合钡板；防护门为 4mm 铅防护门，观察窗为 4mm 铅当量铅玻璃，机房各侧防护均大于等于 3mm 铅当量。本项目机房的屏蔽防护满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）的要求。

(3)安全防护设施

机房设置联锁装置，在设备出束时，门上指示灯亮；操作室、设备操作台设置紧急急停开关；场所设置电离辐射警告标志等；工作人员及患者配备防护服、防护眼罩等个人防护用品及监测设备，满足安全防护需求。

(4)与《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定对照检查，满足要求。综上，本项目各辐射工作场所采取的屏蔽措施及其防护能力均能满足要求。

5、环境影响分析

(1)辐射剂量率现状评价

本项目辐射工作场所及周围环境本底 γ 辐射剂量率监测结果范围为0.11~0.13 μ Gy/h，与太原市室外天然贯穿辐射剂量率（7.94~13.11） $\times 10^{-8}$ Gy/h相比，无显著差异，属于当地天然辐射本底水平。

(2)辐射环境影响预测评价

通过理论预测，本项目 DSA 机房按照设计屏蔽厚度施工建设后，机房屏蔽体外 30cm 处的周围剂量当量率均小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。

由剂量估算结果可知，本工程正常所致职业人员的年附加有效剂量最大为 3.79mSv/a ，叠加现有剂量职业人员所受剂量最大为 4.04mSv/a ，低于剂量管理约束限值 5mSv/a 的要求；致职业人员手部剂量最大为 90mSv/a ，小于约束值 200mSv/a 要求；辅助人员的年附加有效剂量最大为 $5.04 \times 10^{-5}\text{mSv/a}$ ，远低于剂量管理约束限值 2mSv/a 的要求；公众的年附加有效剂量最大为 $5.05 \times 10^{-7}\text{mSv/a}$ ，远低于剂量管理约束限值 0.1mSv/a 的要求。

(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，依托医院主体工程设施处理，不会对周围环境造成明显影响。

6、辐射安全管理

山西华晋骨科医院有限公司已成立了以法定代表人为组长的辐射安全监督领导管理机构，本次评价针对场所设施、监测、应急、人员等方面提出了完善相应的制度，并提出了人员的配置、档案的建立和管理等辐射环境管理制度要求，医院应严格按照所提要求制定制度并落实后，能够满足辐射安全管理要求。

7、总结论

综上所述，山西华晋骨科医院有限公司使用II类医用X射线装置项目在充分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。

建议

- (1) 强化管理，严格落实各项管理制度、辐射污染防治措施。
- (2) 单位的辐射管理制度应根据管理部门的相关要求进行完善和更新。

表 14 审批

环保部门预审意见：

公 章

经办人

年 月 日

审批意见：

公 章

经办人

年 月 日