

# 辐射类建设项目验收监测报告

项目名称： 汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线  
系统（DSA）核技术利用项目

建设单位： 汉中市铁路中心医院

编制单位：西安海蓝环保科技有限公司

编制日期：二〇二〇年十二月

建设单位法人代表： 陈建华

编制单位法人代表： 张荣兴

项 目 负 责 人：高明强

填 表 人 ：高明强

建设单位:汉中市铁路中心医院

编制单位:西安海蓝环保科技有限公司

公司

电话: 13891622163

电话:029-87886946

邮编: 723000

邮编:710018

地址: 汉中市石马路

地址:西安经济技术开发区凤城十

路保利中达广场 1209 室

表 1 项目概况

项目名称	汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统（DSA）核技术利用项目				
建设单位	汉中市铁路中心医院				
法人代表	李家骏	联系人	赵学龙	电话	13891622163
联系地址	汉中市石马路				
项目建设地点	汉中市铁路中心医院 1 号楼三层导管室				
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				
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	/				
项目实际建设内容及规模	在汉中市铁路中心医院在医院 1 号楼三层建有 1 座 DSA 机房，内设 1 台 Philips UNIQ FD20 型医用血管造影 X 射线系统（DSA），用于医疗诊断、介入治疗；Philips UNIQ FD20 型医用血管造影 X 射线系统（DSA）最大管电压为 125kV、最大管电流为 1000mA。机房净尺寸为 5.2m×8.4m，面积 43.6m <sup>2</sup> 。				
环境影响报告表名称	汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统（DSA）核技术利用项目环境影响报告表				
环境影响评价单位	西安海蓝环保科技有限公司				
环境影响评价审批部门	陕西省生态环境厅	文号	陕环批复〔2019〕462 号	时间	2019 年 12 月 16 日

开工时间	2020年3月10日	调试时间	2020年4月15日		
竣工时间	2020年5月20日	现场监测时间	2020年11月5日		
环境保护设施监测单位	西安志诚辐射环境检测有限公司				
项目实际总投资(万元)	1358	实际环保投资(万元)	25.86	环保投资占总投资比例	1.90%

## 一、项目基本情况

### 1、建设单位简介

汉中市铁路中心医院是一所市直属三级医院建制、突出妇女儿童医疗保健特色的现代化综合性二级甲等医院，开放床位 400 张。医院内设临床医技科室 47 个，行政后勤职能科室 22 个，主要设有心血管内科、神经老年内科、肾脏内分泌科、呼吸消化肿瘤内科、普外科、泌尿外科、骨科、创伤外科、手足显微外科、妇科、产科、儿科、新生儿科、重症医学科（ICU）、急诊科、眼耳鼻喉科、口腔科、血液净化中心、疼痛科、皮肤医学美容中心、妇女保健科、儿童保健科、全科医学科、中医康复科、健康管理中心、功能科、影像科、检验科、静配中心等临床医技科室，其中妇产科、骨科、手足显微外科、创伤外科、儿科为市级重点专科；疼痛科、泌尿外科、健康管理中心、血液净化中心、医学美容中心为医院重点专科。

### 2、项目概况

为了更好的满足患者多层次、多方位、高质量和文明便利的就诊需求，汉中市铁路中心医院在医院 1 号楼三层建设 1 座 DSA 机房，内设 1 台 Philips UNIQ FD20 型医用血管造影 X 射线系统（DSA）。

汉中市铁路中心医院于 2019 年 10 月委托西安海蓝环保科技有限公司对“汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统（DSA）核技术利用项目”开展环境影响评价工作，编制了《汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统（DSA）核技术利用项目环境影响报告表》。2019 年 12 月 16 日陕西省生态环境厅对该项目进行了批复，批准文号：陕环批复〔2019〕462 号，批复详见附件 2。

汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统(DSA)核技术利用项目于 2020 年 4 月开工建设，2020 年 5 月中旬设备安装完成开始调试，于 2020 年 5 月下旬竣工完成。建成后由于暂无该方面的治疗需求，因此，该设备一直未启用，直至本次竣工验收监测时方投入运行。

### 3、验收工作由来

汉中市铁路中心医院已根据项目环评报告表要求和陕西省生态环境厅对项目的环评批复意见落实了该项目中医用血管造影 X 射线系统 (DSA) 的环保措施，目前各项环境保护措施和安全措施运行正常，已具备了环保设施“三同时”验收监测条件。

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4 号)的相关要求，该项目需进行竣工环境保护验收，编制竣工环境保护验收监测报告。

为此，汉中市铁路中心医院于 2020 年 3 月 30 日委托我公司对“汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统 (DSA) 核技术利用项目”开展竣工环境保护验收工作。接受委托后，我公司立即组织技术人员进行现场踏勘，收集、整理有关资料，在现场踏勘、资料调研、环境监测的基础上，根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4 号)的有关要求编制了《汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统 (DSA) 核技术利用项目验收监测报告》。

### 4、医院核技术利用项目概况

汉中市铁路中心医院于 2020 年 6 月 19 日取得了汉中市生态环境局核发的辐射安全许可证(证书编号：陕环辐证〔70048〕，见附件)，许可的种类和范围包括：使用 III 类射线装置。本次新增 DSA 为 II 类射线装置，已进行环境影响评价并取得批复(陕环批复〔2019〕462 号)，医院射线装置情况见表 1-1。待本项目验收结束后医院应尽快重新申领辐射安全许可证。

表1-1 汉中市铁路中心医院射线装置概况

序号	装置名称	型号	类别	工作场所	环保手续
1	医用血管造影 X 射线系统 (DSA)	Philips UNIQ FD20	II 类	1 号楼三层导管室	已环评(陕环批复〔2019〕462 号)，本次验收 辐射安全许可证：陕环辐证〔70048〕
2	西门子双排螺旋 CT 机	SIEMENS Somatom spirit	III 类	1 号楼-1 层影像科	
3	飞利浦 128 层螺旋	Philips Ingenuity core	III 类	1 号楼-1 层影像科	

	CT 机	128			
4	西门子新天龙 DR 机	SIEMENS Munitix Fusion	III类	1 号楼-1 层影像科	
5	西门子新天龙 DR 机	SIEMENS Munitix Fusion	III类	1 号楼-1 层影像科	
6	锐珂无线摩卡 DR 机	Carestream NOVA	III类	1 号楼-1 层体检中 心	
7	飞利浦乳腺钼靶 DR 机	Philips micrDOSE SI	III类	1 号楼-1 层影像科	

## 5、项目建设情况

### (1) 项目建设地点

汉中市铁路中心医院位于汉中市石马路，医院中心地理坐标为经度 107.022262°、纬度 33.094833°。本次验收的医用血管造影 X 射线系统（DSA）位于汉中市铁路中心医院 1 号楼三层导管室，坐标为：经度 107.022925°、纬度 33.094643°。

汉中市铁路中心医院地理位置见图 1-1，医院周边环境关系见图 1-2，医用血管造影 X 射线系统（DSA）在医院内的位置见图 1-3。

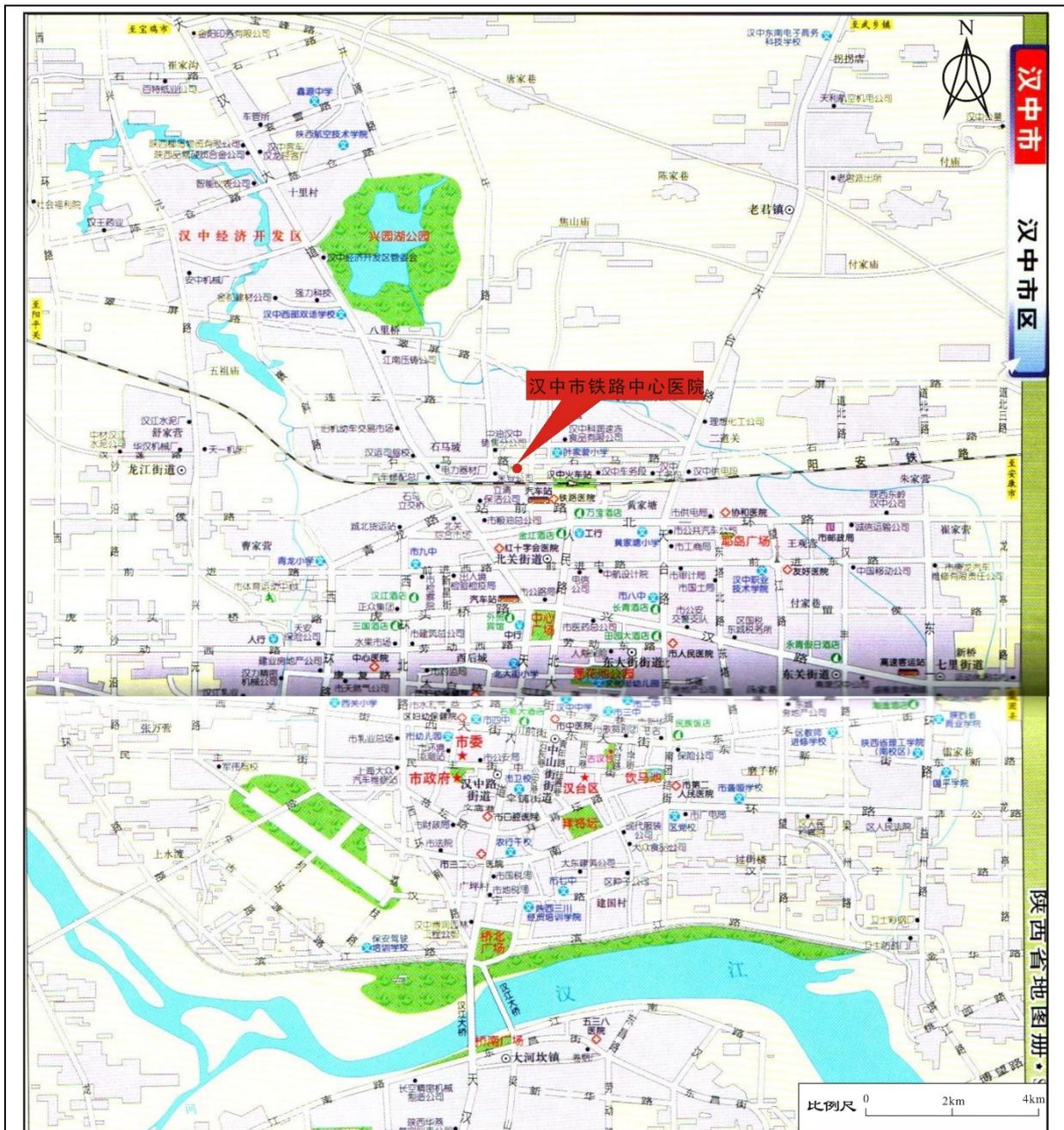


图 1-1 医院地理位置图

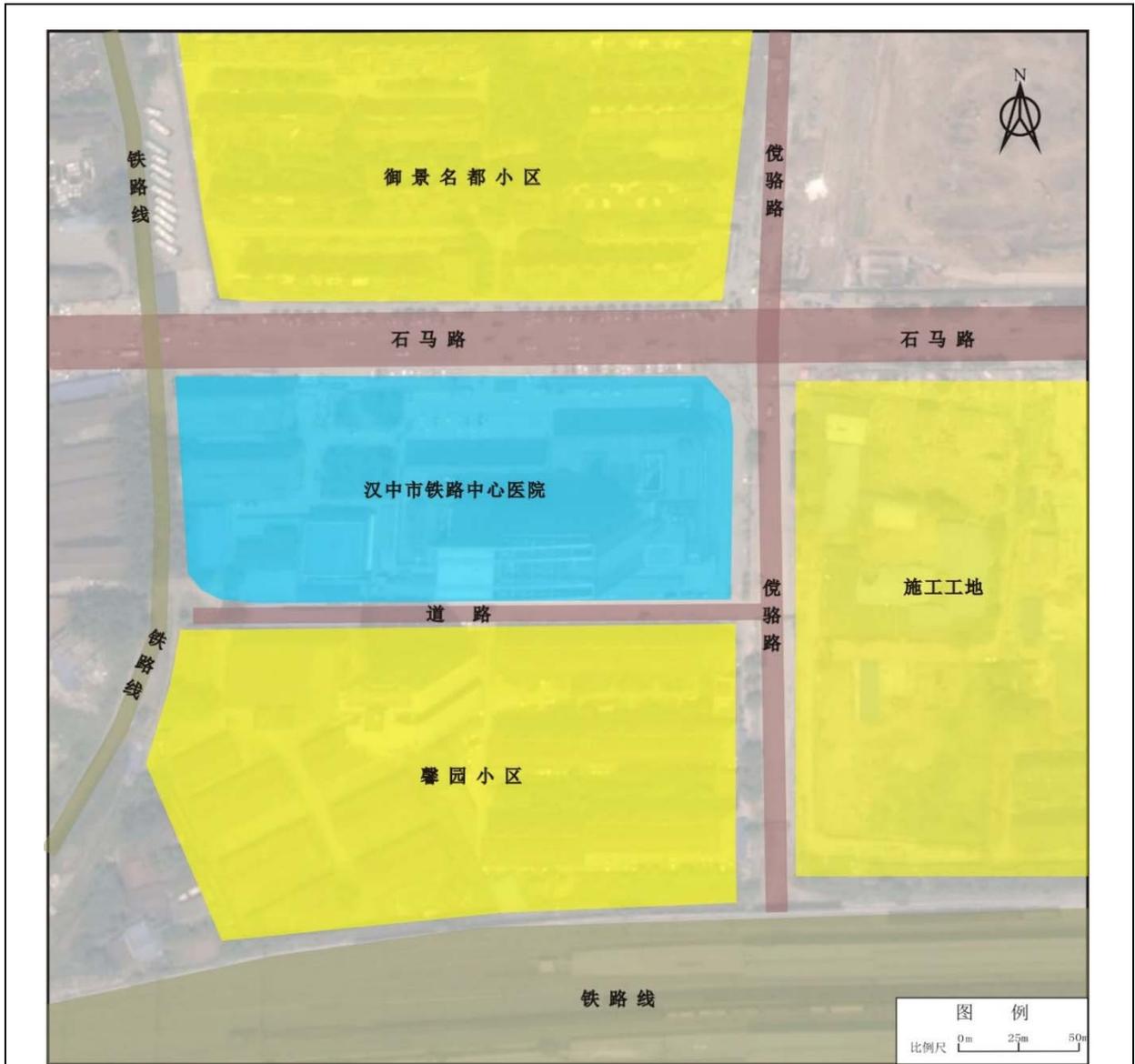


图 1-2 医院周边环境关系图

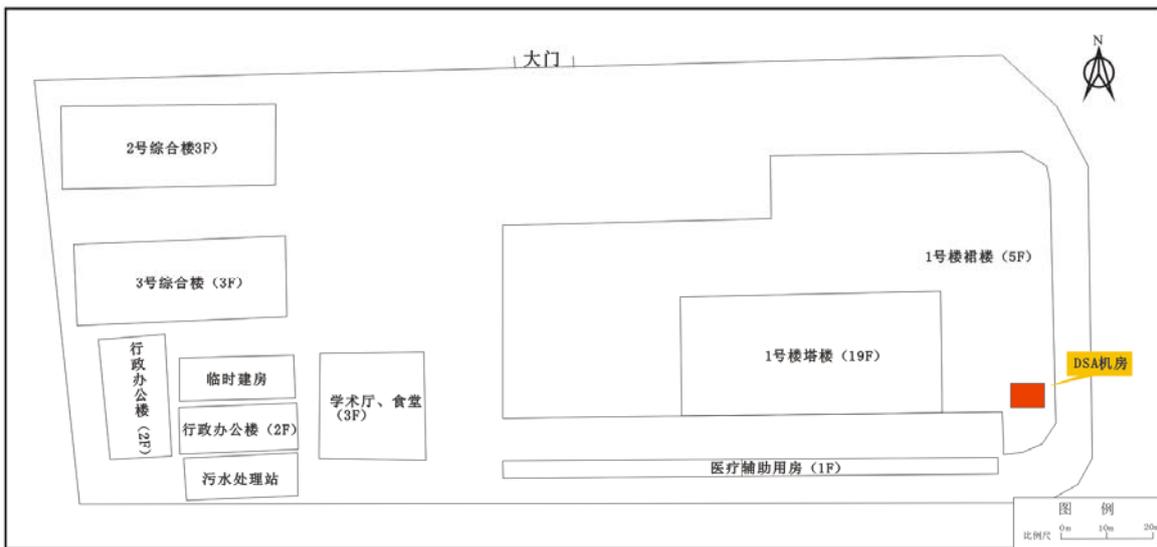


图 1-3 汉中铁路中心医院总平面布置及 DSA 机房相对位置关系示意图

(2) 医用血管造影 X 射线系统 (DSA) 建设情况

该项目在 DSA 机房安装使用 1 台 Philips UNIQ FD20 型医用血管造影 X 射线系统 (DSA)，属于 II 类射线装置。

本次针对汉中市铁路中心医院使用的 1 台 Philips UNIQ FD20 型医用血管造影 X 射线系统 (DSA) 进行验收。与环评阶段及其批复文件相比，建设地点、建设内容、辐射安全防护措施等均未发生变化。汉中市铁路中心医院使用的 1 台 DSA 设备现场照片见图 1-4，技术参数见表 1-2。



图 1-4 Philips UNIQ FD20 型医用血管造影 X 射线系统 (DSA)

表 1-2 医用血管造影 X 射线系统 (DSA) 建设内容及变更情况表

项目组成	环境影响报告表中主要工程内容	实际建设内容	与环评及批复文件的一致性判别
设备名称	医用血管造影 X 射线系统 (DSA)	医用血管造影 X 射线系统 (DSA)	与环评一致
型号	Philips UNIQ FD20	Philips UNIQ FD20	与环评一致
生产厂家	飞利浦 (中国) 投资有限公司	飞利浦 (中国) 投资有限公司	与环评一致
电源连接条件, 输入功率	3-380V, 50Hz, 80A	3-380V, 50Hz, 80A	与环评一致
主要参数	电压: 125kV, 电流:	电压: 125kV, 电流:	与环评一致

	1000mA	1000mA	
射线装置分类	II类	II类	与环评一致
设备数量	1台	1台	与环评一致
使用场所	汉中市铁路中心医院1号楼 三层导管室	汉中市铁路中心医院1号楼三 层导管室	与环评一致
用途	医疗诊断、介入治疗	医疗诊断、介入治疗	与环评一致

### (3) 项目平面布置情况

据现场调查，与环评阶段相比，机房尺寸与平面布置等均未发生变化。机房净尺寸为5.2m×8.4m，面积43.6m<sup>2</sup>。机房东侧为医护通道洁净走廊，南侧为控制室，西侧为设备间、缓冲区，北侧为医护通道、换鞋区；机房上方为药理科更衣室；下方为妇保科孕产科妇幼保健中心。机房位置相对独立且封闭，人流较少，降低了公众受到照射的可能性，且周围无明显环境制约因素，平面布局基本合理。DSA机房具体情况见表1-3和图1-5。

**表 1-3 DSA 机房详情**

DSA 机房及 辅助工程	DAS 机房	建筑面积：43.6m <sup>2</sup> ，5.2m×8.4m
	辅助工程	控制室、设备间、洽谈室、库房、男更衣室、女更衣室、 储物室、无菌物品间各1间
DSA 机房周 边情况	场所位置	位于1号楼3层导管室（三层东南侧）
	东侧	洁净走廊
	南侧	控制室
	西侧	设备室、缓冲区
	北侧	医护通道、换鞋区
	楼上（四层）	药理科更衣室
	楼下（二层）	妇保科孕产科妇幼保健中心

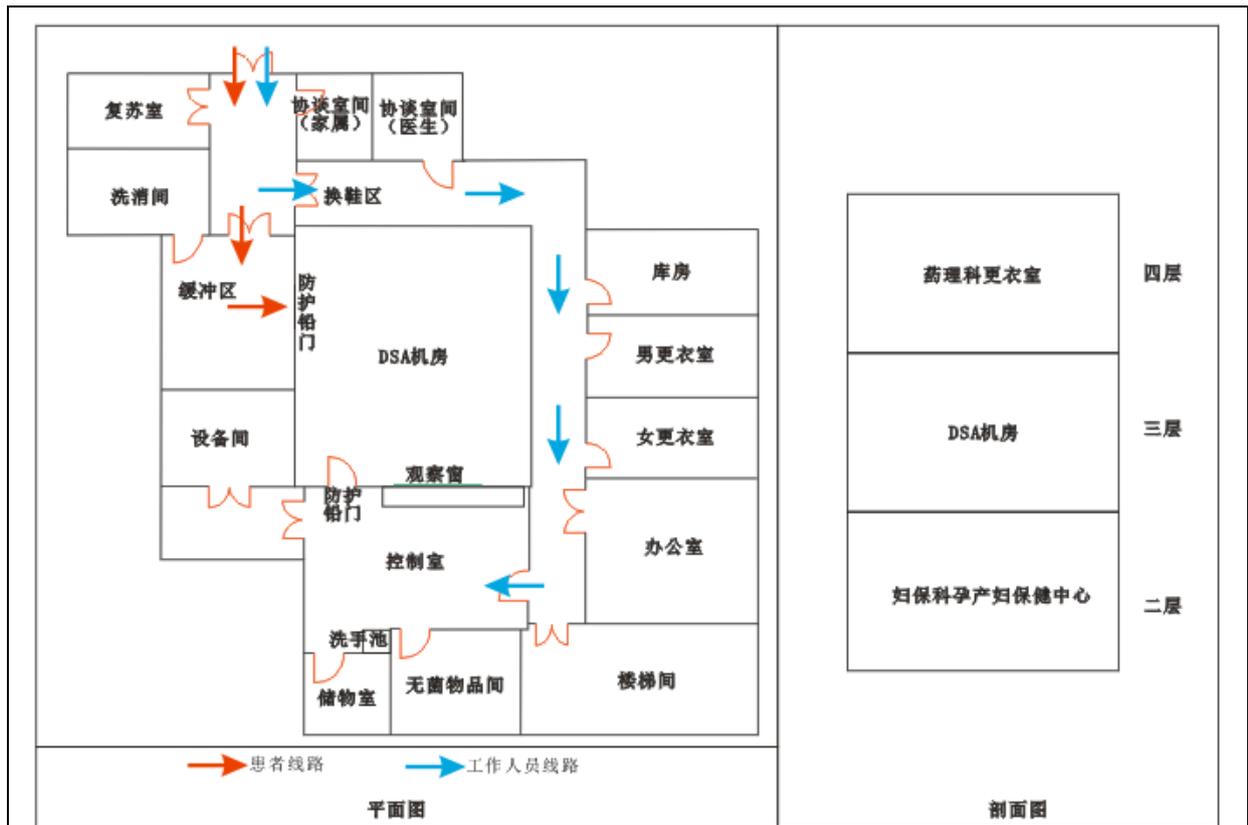


图 1-5 DSA 机房平面布置及剖面示意图

## 6、项目环保投资

本项目实际总投资约1358万元，实际环保投资约25.86万元，环保投资占总投资比例为1.90%。项目的环保投资主要为介入手术室的辐射防护、辐射安全设施、医护人员个人剂量计、辐射工作场所安全警示标识、个人防护用品及辐射环境检测费用等，项目环保投资详见表1-4。

表 1-4 项目环保投资情况一览表

项目		设施（措施）	金额（万元）
DSA 机房	辐射屏蔽措施	DSA机房：包括四周墙体、屋顶和地板	8.0
		铅防护门2套	2.0
		铅玻璃观察窗1套	0.3
	安全装置	操作台和床体上“紧急止动”装置1套	0.6
		对讲装置1套	0.5
		门灯联锁装置1套	0.5
	监测仪器及警示装置	个人剂量报警仪1支	0.24
		X-γ剂量率监测仪1台	1.2
		个人剂量计11个	0.22
		警示标牌和工作警灯1套	0.1

个人防护用品及辅助防护设施	工作人员：铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子等3套；铅悬挂防护屏、床侧防护帘	2.0
	受检者和陪检者：铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具等2套	0.7
通排风系统	通风系统1套	1.5
监测	射线装置工作场所监测费用	1.5
应急设备	应急和救助的物资准备	1.5
其他	辐射工作人员、管理人员及应急人员的组织培训	5
合计		25.86

### 7、项目存在重大变动判定

根据《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办〔2015〕52号）“建设项目的性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施五个因素中的一项或一项以上发生重大变动，且可能导致环境影响显著变化（特别是不利环境影响加重）的，界定为重大变动。属于重大变动的应当重新报批环境影响评价文件，不属于重大变动的纳入竣工环境保护验收管理”，以及本项目环境影响审批文件中的要求，对项目是否按照审批文件及环评文件要求进行建设、是否存在重大变动的情况进行了判定。

根据对现场情况的核查及判别结果，本项目的建设性质、地点、规模及辐射防护措施等环境保护措施未发生变动，因此，本项目不存在重大变动。

表 2 验收监测依据

一、相关法律、法规和环评文件

- 1、《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；
- 2、《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订；
- 3、《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 第 682 号，2017 年修订；
- 4、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 第 449 号，2019 年修订；
- 5、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环保总局令 第 31 号，2019 年修改；
- 6、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4 号；
- 7、《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》，环保部公告 2018 年 第 9 号；
- 8、《陕西省放射性污染防治条例》，2019 年修正；
- 9、关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29 号）；
- 10、《汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统（DSA）核技术利用项目环境影响报告表》（2019 年 12 月）及其批复意见；
- 11、汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统（DSA）核技术利用项目竣工环境保护验收监测委托书。

二、验收标准

根据《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》第 6.2.1 条污染物排放标准，“建设项目竣工环境保护验收污染物排放标准原则上执行环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定所规定的标准。”，竣工环境保护验收应采用项目环评报告表中的评价标准，即《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）。

2020 年 4 月 3 日国家卫生健康委员会发布了《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），该标准于 2020 年 10 月 1 日起实施；根据《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》第 6.2.1 条污染物排放标准，“建设项目竣工环境保护验收污染物排放标准原则上执行环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定所规定的标准。在

环境影响报告书（表）审批之后发布或修订的标准对建设项目执行该标准有明确时限要求的，按新发布或修订的标准执行。特别排放限值的实施地域范围、时间，按国务院生态环境贮罐部门或省级人民政府规定执行。”，因此，本次竣工环境保护验收采用《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）和《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）。

**1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）**

该项目工作人员和公众的年有效剂量须满足表 2-1 中的限值：

**表 2-1 职业照射和公众照射的剂量限值**

照射类别	剂量限值	管理限值
职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 20mSv	5mSv/a
公众照射	关键人群连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 1mSv	0.25mSv/a

**2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）**

本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

**5 X 射线设备防护性能的技术要求**

5.8 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求

5.8.1 介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。

5.8.2 在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视、摄影功能的控制键。

5.8.3 X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

5.8.4 介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

**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、窗和管线口的位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围

场所的人员防护与安全。

6.1.3 每台固定使用的 X 射线设备应设有单独机房，机房应满足使用设备的布局要求。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2-2 规定。

**表 2-2 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 <sup>d</sup> m <sup>2</sup>	机房内最小单边长度 <sup>e</sup> m
CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5
<b>双管头或多管头 X 射线设备 <sup>a</sup>（含 C 形臂）</b>	<b>30</b>	<b>4.5</b>
单管头 X 射线设备 <sup>b</sup> （含 C 形臂、乳腺 CBCT）	20	3.5
.....	.....	.....
<sup>a</sup> 双管头或多管头 X 射线设备的所有管球安装在同一间机房内。 <sup>b</sup> 单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。 <sup>c</sup> 透视专用机指无诊断床、标称管电流小于 5mA 的 X 射线机。 <sup>d</sup> 机房内有效使用面积指机房内可画出的最大矩形的面积。 <sup>e</sup> 机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。		

## 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表 2-3 的规定。

6.2.2 医用诊断 X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录 C 中表 C.4~表 C.7。

**表 2-3 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	3.0	2.0
标称 125kV 及以下的摄影机房	2.0	1.0
<b>C 形臂 X 射线设备机房</b>	<b>2.0</b>	<b>2.0</b>
口腔 CBCT、牙科全景机房（有头颅摄影）	2.0	1.0
透视机房、骨密度仪机房、口内牙片机房、牙科全景机房（无头颅摄影）	1.0	1.0
CT 机房（不含头颅移动 CT）	2.5	

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 2-3 的要求。

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

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

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

b) CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内压片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

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

6.3.2 机房的辐射屏蔽防护检测方法和检测条件按第 8 章和附录 B 的要求。

6.3.3 宜使用能够测量短时间出束和脉冲辐射场的设备进行测量，若测量仪器达不到响应时间要求，则应对其读数进行相应时间修正，修正方法参见附录 D。

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

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。

6.1.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配备要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 2-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅防护衣；

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

表 2-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
放射诊断学用 X 射线设备隔室透视、摄影 <sup>a</sup>	—	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、选配：铅橡胶帽子	可调节防护窗口的立位防护屏；选配：固定特殊受检者体位的各种设备
.....	.....	.....	.....	.....
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	—

注 1：“—”表示不做要求；

注 2：各类个人防护用品和辅助防护设施，指防电离辐射的用品和设施。鼓励使用非铅材料防护用品，特别是非铅介入防护手套。

<sup>a</sup> 工作人员、受检者的个人防护用品和辅助防护设施任选其一即可。

<sup>b</sup> 床旁摄影时的移动铅防护屏风主要用于保护周围病床不易移动的受检者。

表 3 工作原理及产生的环境影响

一、工作原理及操作流程

1、工作原理

DSA (Digital Substraction Angiography, 数字减影血管造影系统), 又称大 C 臂机。DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法, 它是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前, 首先进行第一次成像, 并用计算机将图像转换成数字信号储存起来。注入造影剂后, 再次成像并转换成数字信号。两次数字相减, 消除相同的信号, 得知一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观, 一些精细的血管结构亦能显示出来。数字减影血管造影系统对比度分辨率高, 减去了血管以外的背景, 尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示; 由于造影剂用量少、浓度低、损伤小、较安全, 节省胶片使造影价格低于常规造影。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像, 使血管的影像更为清晰, 在进行介入手术时更为安全。

2、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。

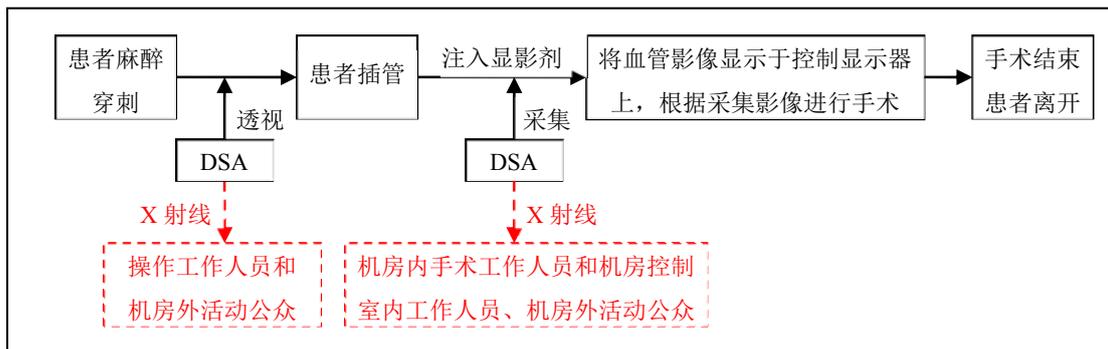


图 3-1 DSA 操作流程及产生辐射影响示意图

DSA 在进行曝光时分为两种情况:

(1) 第一种情况, 采集。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。

(2) 第二种情况，透视。医生需进行手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅吊屏后身着铅服、铅颈套、戴铅帽、铅眼镜等在曝光室内对病人进行直接的手术操作。

### 3、产生的环境影响

#### (1) 主要污染物

根据数字减影血管造影系统的工作原理可知，透视、采集过程中产生 X 射线，这种 X 射线是随设备的开关而产生和消失。因此主要污染物为放射诊断过程中产生的 X 射线，其次为 X 射线与空气作用产生的 O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub> 等有害气体，以及少量医疗废物。

#### (2) 污染途径分析

正常工况：该项目使用的数字减影血管造影系统在非工作状态下不产生 X 射线，不会对机房内工作人员和机房外工作人员、公众产生辐射影响；在工作状态下产生 X 射线，X 射线对机房内工作人员产生一定辐射影响，穿透机房墙体、防护门 X 射线会造成机房周围辐射水平升高，工作人员、公众在此范围内活动时受到一定辐射影响。

事故工况：数字减影血管造影机可能产生的事故如下：

(1) 射线装置发生控制系统或电器系统故障或人员疏忽将照射参数设置错误，使受检者或工作人员受到超剂量照射。

(2) 人员在防护门关闭后未撤离机房，射线装置开始运行，对其造成误照射。

(3) 防护门未关闭或关闭不到位，对防护门外活动人员产生额外照射。

(4) 安全警示装置发生故障，人员误入 X 射线装置正在运行的机房内造成额外照射。

(5) 医生在机房内为患者进行术前准备工作时，控制台处操作人员误开机出束，对机房内医生造成误照射。

(6) 设备维修期间，维修人员在检修设备时，误开机出束，造成误照射。

(7) 医生未穿戴防护用品进入机房，或未配置合格的防护用品，使得医生受到较高剂量的附加照射。

表 4 环评及环评批复要求落实情况

验收内容	环评报告及批复要求	落实情况
“三同时”执行情况	该项目建设必须严格执行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“三同时”制度,严格落实各项环境保护措施。工程建成后,须按规定程序实施竣工环境保护验收。	汉中市铁路中心医院已按国家有关建设项目环境管理法规的要求,进行了环境影响评价,工程建设与环保设施同步建设,并能正常运行。
射线装置机房防护状况	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h。</li> <li>2、在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 400μGy/h。</li> <li>3、工作人员年剂量管理限值 5mSv, 公众年剂量管理限值 0.25mSv。</li> </ol>	满足要求。 <ol style="list-style-type: none"> <li>1、DSA 机房屏蔽体外表面 0.3m 处 X、γ 辐射剂量率为 0.048~0.123μSv/h, 透视防护区测试平面(透视状态下, 术者位铅衣外) X、γ 辐射剂量率为 29~79μSv/h, 均符合《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)中相关要求。</li> <li>2、根据监测数据估算机房内第一术者位工作人员年附加有效剂量为 0.47mSv, 第二术者位工作人员年附加有效剂量为 0.36mSv 控制室内操作人员年附加有效剂量约为 0.001mSv, 公众年附加有效剂量为 0.001mSv, 个人剂量结果均低于相应年剂量管理限值。</li> </ol>
辐射安全防护措施	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、机房有效使用面积大于30m<sup>2</sup>, 机房内最小单边长度大于4.5m。</li> <li>2、机房布局合理, 划分控制区、监督区。</li> <li>3、有用线束避开照射门、窗和管线口位置; 不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物。</li> <li>4、机房设置动力排风装置, 并保持良好通风。</li> <li>5、机房门外设置电离辐射警示标志及醒目的工作状态指示灯。</li> <li>6、机房门设置闭门装置, 且工作状态指示灯与机房门能有效联动。</li> <li>7、机房内配备铅悬挂防护屏、铅防护吊帘、床侧防护帘、床侧防护屏、移动铅防护屏风(选配)等防护用品。</li> <li>8、应为放射性工作人员配备铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、铅橡胶手套(选配)等防护用品。</li> </ol>	已落实。 <ol style="list-style-type: none"> <li>1、机房内面积约43.6m<sup>2</sup>, 最小单边长度为 5.2m。</li> <li>2、机房布局较为合理, 划分了控制区和监督区, 并设置警戒标识。</li> <li>3、该项目中DSA有用线束避开了照射门、窗和管线口位置, 机房内未堆放与工作无关的杂物。</li> <li>4、机房安装有通风系统, 每小时可通风3~4次。</li> <li>5、机房防护门上张贴有电离辐射警示标志, 患者防护门外安装照射状态指示灯。</li> <li>6、患者进出处设置防护门, 患者防护门外安装工作状态指示灯, 工作状态指示灯与机房门可有效联动。</li> <li>7、机房内已配备床侧防护帘、床侧防护屏、铅悬挂防护屏、铅防护吊帘。</li> <li>8、辐射工作人员已配备 3 套铅防护服、铅帽、铅围脖及 5 套铅防护眼镜、个人剂量报警仪等个人防护用品。铅防护裙的铅当量为前 0.5mmPb、后 0.25mmPb, 铅帽 0.35mmPb, 铅围脖 0.5mmPb, 防护裤头 0.75mmPb, 铅防护眼镜 0.5mmPb。</li> </ol>
辐射环境监测仪器及日常监测	配备1台X-γ辐射剂量率仪, 对放射性工作场所及其周围环境进行监测并建立监测数据档案。	已落实。 医院已配备1台QZ42-3602型X-γ剂量率仪, 已制定《辐射工作场所监测计划》。

<p>工作人员培训及个人剂量档案及健康监护档案</p>	<p>1、组织辐射工作人员参加有资质单位组织的辐射安全和防护知识培训,经考核合格后方可上岗; 2、建立辐射工作人员个人剂量档案和健康监护档案。</p>	<p>已落实。 1、DSA机房7名工作人员均已参加陕西省辐射安全与防护培训,并取得培训合格证书;单位已制定工作人员管理规范,新增人员需取得培训合格证书后才能上岗。 2、DSA机房7名工作人员已佩戴个人剂量计,定期送往有资质单位进行监测;已进行了职业健康检查,检查结果均满足职业健康要求,已建立了个人剂量档案和职业健康档案。</p>
<p>管理机构及健全的规章制度</p>	<p>1、建立专门的辐射安全管理机构; 2、制定相关的辐射安全管理制度。</p>	<p>已落实。 1、医院成立了汉中市铁路中心医院放射防护管理委员会,放射防护管理委员会由放射防护管理领导小组和放射防护管理工作小组组成,全面负责并执行医院放射防护管理工作。放射防护安全领导小组由陈建华担任组长,负责领导医院的放射诊疗安全防护和质量保证工作。放射防护管理工作小组由影像科主任赵学龙担任组长,在领导小组领导下全面执行医院的放射诊疗安全防护和质量保证工作。 2、医院已制定了较为完善的管理制度,包括《导管室DSA射线装置操作规程》、《导管室岗位职责》、《汉中市铁路中心医院辐射安全事故应急预案(修订)》、《汉中市铁路中心医院质量保证大纲》、《汉中市铁路中心医院辐射防护与安全管理制度》、《汉中市铁路中心医院放射工作人员个人剂量管理制度》、《汉中市铁路中心医院辐射环境监测制度》、《汉中市铁路中心医院辐射监测仪使用管理制度》、《汉中市铁路中心医院放射工作人员健康管理制度》、《汉中市铁路中心医院放射工作人员培训管理制度》、《汉中市铁路中心医院放射安全防护设施维护与维修制度》(详见附件)、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》。</p>
<p>应急管理</p>	<p>结合本单位实际情况,制订应急预案并进行演练。</p>	<p>已落实。 医院已成立汉中市铁路中心医院放射防护管理委员会,并结合实际情况制定了《汉中市铁路中心医院辐射安全事故应急预案(修订)》。</p>
<p>辐射安全管理标准化</p>	<p>按照《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的&lt;陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表&gt;的通知》(陕环办发〔2018〕29号)相关要求,不断提升辐射安全管理水平。</p>	<p>已落实。 已进行辐射安全标准化管理。</p>



医生进出防护门



患者进出防护门及工作状态指示灯



医务人员进出门自动闭门装置



医务人员进出门自动闭门装置



铅玻璃观察窗



通风换气系统及空调系统



通风换气系统（患者出入门）



分区管理标识



分区管理标识（缓冲区及医务人员通道）



分区管理标识（3楼楼梯间）



分区管理标识（医务人员出入门）



分区管理标识（患者出入门）



床侧防护帘、床侧防护屏



铅悬挂防护屏、铅防护吊帘



床侧防护屏



诊断床侧紧急停止按钮



控制室内对讲系统



规章制度上墙（《导管室岗位职责》、《导管室 DSA 射线装置操作规程》、《辐射安全事故应急预案》）



受检者及陪检者个人防护用品



工作人员个人防护用品



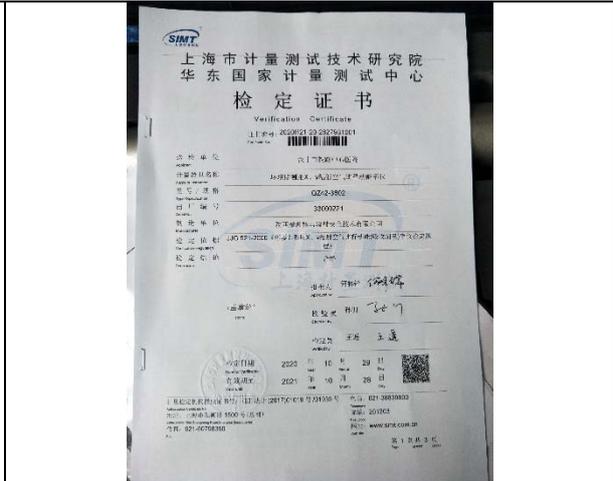
铅防护眼镜



铅防护眼镜



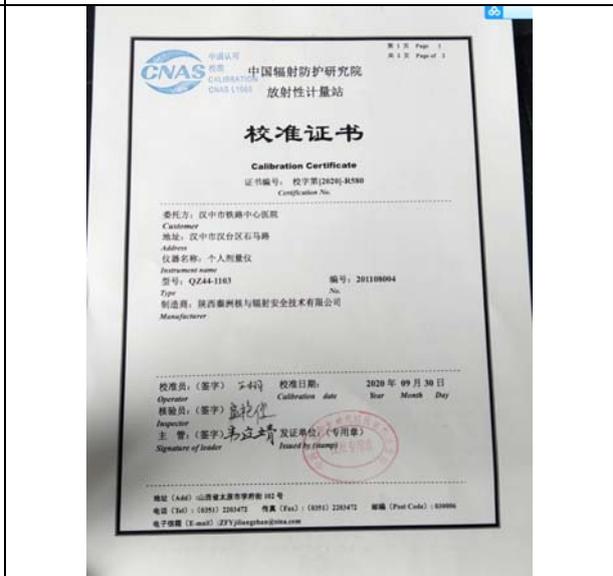
环境监测用 X、γ 辐射监测仪



环境监测用 X、γ 辐射监测仪检定证书



个人剂量报警仪



个人剂量报警仪校准证书



个人剂量计



放射防护管理领导小组红头文件



培训合格证

培训合格证

工作人员职业健康体检通知书

工作人员职业健康体检通知书

图 4-1 汉中市铁路中心医院已落实的辐射防护措施现场照片

表 5 验收监测情况及结果分析

**一、验收监测情况**

**1、监测方法**

- (1) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）；
- (2) 《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-93)；
- (3) 《环境监测用 X、 $\gamma$  辐射测量仪 第一部分 剂量率仪型》（EJ/T 984-95）；
- (4) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）。

**2、质量保证措施**

本次委托西安志诚辐射环境检测有限公司对汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统（DSA）核技术利用项目进行竣工环境保护验收监测，项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）等监测方法，以及《西安志诚辐射环境检测有限公司质量体系文件》的要求，实施全过程质量控制。

- (1) 专人负责查清该项目污染源项及污染物排放途径，保证验收期间工况符合验收条件；
- (2) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性；
- (3) 监测分析方法采用国家有关部门颁布的标准方法，监测人员持证上岗；
- (4) 所用监测仪器全部经过计量部门检定并在有效期内；
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- (6) 监测数据严格实行审核制度。

**3、监测时间及环境条件**

本次验收监测单位为西安志诚辐射环境检测有限公司。监测时间及监测环境条件见表 5-1。

表 5-1 监测时间及环境条件

监测气象条件	天气：晴	温度：19℃	湿度：52%
监测日期	2020 年 11 月 5 日	监测时间	14:30~17:00

**4、监测对象及监测点位布设**

该项目使用 1 台 Philips UNIQ FD20 型医用血管造影 X 射线系统（DSA），运行中不产生放射性废水、废气和固体废物，主要污染因子为放射诊疗过程中产生的 X 射线。本项目监测因子为 X、 $\gamma$  辐射剂量率，监测点位为 DSA 机房屏蔽体（墙体、防护

门等)外表面 30cm 处、操作位、线缆口及机房楼上楼下房间等,监测点位布置情况详见图 5-1。

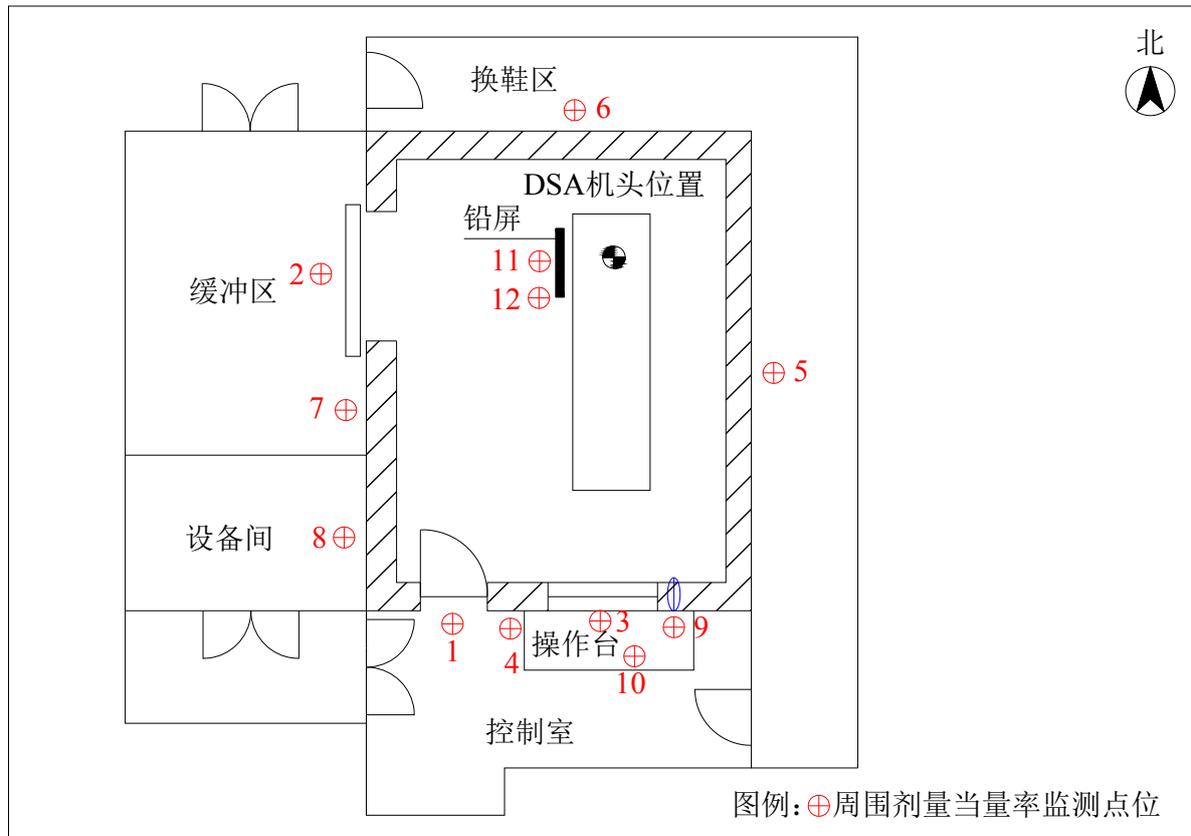


图 5-1 监测点位示意图

### 5、验收监测仪器

本次竣工验收监测所使用的仪器已通过计量部门检定,仪器相关参数及检定情况见表 5-2,监测用模体信息详见表 5-3。

表 5-2 监测仪器参数及检定情况

监测仪器	便携式辐射检测仪		
型号规格	AT1123	仪器编号	XAZC-YQ-010
测量范围	50nSv/h~10Sv/h	检定单位	中国计量科学研究院
校准证书	DLjl2020-04882	校准日期	2020.7.10
检定证书	DLjl2020-04472	检定有效期	2020.6.24~2021.6.23

表 5-3 监测用模体信息一览表

模体名称	模体型号	模体编号
有机水模 (300mm×300mm×200mm 有机水模和 300mm×300mm×1.5mm 铜板)	RX-WB	XAZC-WS-010

### 6、验收监测期间工况

现场验收监测期间，设备正常运行，运行工况见表 5-4。

表 5-4 监测期间运行工况

设备额定参数		最大管电压：125kV；最大管电流：1000mA
监测条件	采集状态	管电压：90kV，管电流：620mA
	透视状态	管电压：90kV，管电流：13mA

### 7、验收监测结果

DSA 机房周围 X、 $\gamma$  辐射剂量率监测结果见表 5-5、5-6。表中监测数据引用自《汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统（DSA）核技术利用项目辐射环境监测报告》（XAZC-JC-2020-262）。

表 5-5 数字减影血管造影机监测结果

监测 点位	监测点位描述		X、 $\gamma$ 辐射剂量率（ $\mu$ Sv/h）			
			透视状态下		采集状态下	
			测值范围	均值	测值范围	均值
1	工作人员进 出防护门外 表面 30cm 处	上缝	0.108~0.110	0.109	0.048~0.055	0.051
		下缝	0.111~0.112	0.112	0.048~0.055	0.051
		左缝	0.108~0.110	0.110	0.048~0.055	0.052
		右缝	0.110~0.112	0.111	0.051~0.058	0.054
		中部	0.109~0.111	0.110	0.051~0.058	0.055
2	患者进出防 护门外表面 30cm 处	上缝	0.104~0.107	0.105	0.082~0.092	0.086
		下缝	0.104~0.106	0.105	0.082~0.089	0.085
		左缝	0.104~0.107	0.105	0.082~0.089	0.085
		右缝	0.105~0.108	0.106	0.082~0.089	0.085
		中部	0.104~0.106	0.104	0.082~0.089	0.085
3	铅玻璃观察 窗外表面 30cm 处	上缝	0.113~0.116	0.115	0.051~0.058	0.054
		下缝	0.114~0.117	0.115	0.051~0.058	0.055
		左缝	0.114~0.116	0.115	0.051~0.058	0.054
		右缝	0.114~0.117	0.115	0.051~0.058	0.055
		中部	0.113~0.116	0.115	0.055~0.062	0.059
4	南墙外表面 30 cm 处		0.114~0.116	0.116	0.058~0.065	0.061

5	东墙外表面 30 cm 处		0.118~0.121	0.120	0.116~0.123	0.119
6	北墙外表面 30 cm 处		0.122~0.125	0.123	0.106~0.116	0.111
7	西墙外表面 30 cm 处（缓冲区）		0.105~0.108	0.106	0.082~0.089	0.086
8	西墙外表面 30 cm 处（设备间）		0.109~0.111	0.110	0.065~0.072	0.069
9	线缆口外 30 cm 处		0.118~0.120	0.119	0.065~0.072	0.068
10	操作位		0.113~0.115	0.114	0.058~0.068	0.063
-	机房楼上距地面 100cm 处（药理科更衣室）		0.108~0.109	0.108	0.041~0.048	0.044
-	机房楼下距地面 170cm 处（妇保科孕产妇保健中心）		0.132~0.134	0.133	0.089~0.099	0.094
11	机房内第一操作位	铅衣内	1.15~1.21	1.19	3.48~3.62	3.55
		铅衣外	75~79	77	239~263	254
12	机房内第二操作位	铅衣内	1.13~1.18	1.15	3.38~3.52	3.45
		铅衣外	42~56	50	126~136	132
<b>监测点位</b>	<b>监测点位描述</b>		<b>测值范围</b>		<b>均值</b>	
-	控制室内（本底值）		0.099~0.101		0.100	
<p>备注：1. 监测时设备正常工作，检测工况：透视状态 90kV、13mA；采集状态 90kV、620mA、6ms；放置 300mm×300mm×200mm 有机水模和 300mm×300mm×1.5mm 铜板；射线方向向上；铅衣铅当量 0.5mmPb；</p> <p>2. 透视状态下，监测结果已校准，未扣除仪器对宇宙射线的响应值和本底值；</p> <p>3. 采集状态下，监测结果已进行校准因子和响应时间修正，已扣除本底值。</p>						

**表 5-6 透视防护区（介入）工作人员位置周围剂量当量率监测结果**

监测点位	监测点位描述	周围剂量当量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		
		测值范围	均值	
11	第一术者位	头部	74~79	76
		胸部	67~75	72
		腹部	67~73	70
		下肢	56~60	57
		足部	43~46	45
12	第二术者位	头部	40~52	45
		胸部	44~48	46
		腹部	38~43	42
		下肢	33~36	35
		足部	29~35	33

备注：1. 监测时设备正常工作，透视状态工况：90kV、13mA；射线方向向上；放置

300mm×300mm×200mm 有机水模和 300mm×300mm×1.5mm 铜板，床侧有 0.5mmPb 的铅挂帘，0.5mmPb 的悬挂式移动铅玻璃防护屏，术者位检测竖直平面与床侧竖直平面距离 10cm；  
2. 监测结果已校准，未扣除仪器对宇宙射线的响应值和本底值。

## 二、监测结果分析

### 1、监测结论

经现场监测，本项目现场辐射环境背景值为 0.100 $\mu$ Sv/h。

汉中市铁路中心医院 DSA 机房数字减影血管造影机在正常采集摄影工作状态下，机房内第一操作位铅衣内 X、 $\gamma$  辐射剂量率为 3.48~3.62 $\mu$ Sv/h；机房内第二操作位铅衣内 X、 $\gamma$  辐射剂量率为 3.38~3.52 $\mu$ Sv/h；DSA 机房墙体、防护门、观察窗外表面 30cm 处周围剂量当量率测值范围为 0.048~0.123 $\mu$ Sv/h，操作位、线缆口、楼上、楼下等监测点位周围剂量当量率测值范围为 0.041~0.099 $\mu$ Sv/h，曝光管电流归一至 100mA 时周围剂量当量率最大测值为 0.020 $\mu$ Sv/h。

在正常透视工作状态下，机房内第一操作位铅衣内 X、 $\gamma$  辐射剂量率为 1.15~1.21 $\mu$ Sv/h；机房内第二操作位铅衣内 X、 $\gamma$  辐射剂量率为 1.13~1.18 $\mu$ Sv/h；DSA 机房墙体、防护门、观察窗外表面 30cm 处周围剂量当量率测值范围为 0.104~0.125 $\mu$ Sv/h，操作位、线缆口、楼上、楼下等监测点位周围剂量当量率测值范围为 0.108~0.134 $\mu$ Sv/h。

机房屏蔽体外 0.3m 处各监测点位 X、 $\gamma$  辐射剂量率监测结果符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中 6.3.1 的要求，即“a）具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h；c）具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25 $\mu$ Sv/h”。

在正常透视工作状态下，透视防护区（介入手术时，透视状态下工作人员铅衣外）第一操作位工作人员位置周围 X、 $\gamma$  辐射剂量率为 43~79 $\mu$ Gy/h；透视防护区（介入手术时，透视状态下工作人员铅衣外）第二操作位工作人员位置周围 X、 $\gamma$  辐射剂量率为 29~52 $\mu$ Gy/h。

### 2、工作人员与公众剂量估算

根据汉中市铁路中心医院提供的资料：影像科 DSA 配备辐射工作人员 7 人（其中医生 2 人，进入 DSA 机房护士 2 人，技师 2 人，DSA 机房外护士 1 人，医生、进入 DSA 机房的护士和技师分两组轮换工作），年预计手术量为 300 例，每次手术开机照射时间为：透视 15min、采集 1min，则 DSA 全年累计透视出束时间为 75h，采集出束时间为 5h。

(1) 职业照射

根据现场调查，医院 DSA 机房配备有铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏，且医护人员在手术时穿戴分体无袖套裙、铅眼镜、铅帽、铅橡胶颈套等，能够有效降低 DSA 透视时漏射散射线对医务人员的照射。

由表 5-5 及项目 DSA 设备年工作时间对 DSA 机房内工作人员第一术者位和第二术者位铅衣内外的年有效剂量进行计算，计算结果见表 5-7。

表 5-7 工作人员年有效剂量计算值

工作状态	第一术者位				第二术者位				
	监测值 max ( $\mu\text{Sv/h}$ )	本底值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	时间 (h/a)	年有效剂量 (mSv)	监测值 max ( $\mu\text{Sv/h}$ )	本底值 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	时间 (h/a)	年有效剂量 (mSv)	
铅衣内	透视状态	1.21	0.100	75	0.083	1.18	0.100	75	0.081
	采集状态	3.62	0.100	5	0.018	3.52	0.100	5	0.017
	合计	/	/	80	0.101	/	/	80	0.098
铅衣外	透视状态	79	0.100	75	5.918	56	0.100	75	4.193
	采集状态	348	0.100	5	1.740	253	0.100	5	1.265
	合计	/	/	80	7.657	/	/	80	5.457

本项目 DSA 机房内介入手术第一术者位和第二术者位工作人员均佩戴双个计，年附加有效剂量估算需按照《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019) 中第 6.2.4 条规定的公式 (见式(1)) 进行计算。

$$E = \alpha H_u + \beta H_o \quad \text{式(1)}$$

式中：

$E$ ——有效剂量中的外照射分量，单位为毫希沃特 (mSv)；

$\alpha$ ——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  $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特 (mSv)；

$\beta$ ——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  $H_p(10)$ ，单位为毫希沃特 (mSv)

本项目系数选取及计算结果见表 5-8。

表 5-8 工作人员年附加有效剂量计算表

工作人员类型	$\alpha$	$H_u$ (mSv)	$\beta$	$H_o$ (mSv)	$E$ (mSv)
第一术者位	0.79	0.101	0.051	7.657	0.47
第二术者位	0.79	0.098	0.051	5.457	0.36

根据式(1)估算得介入手术操作人员第一术者位年附加有效剂量约为 0.47mSv（有甲状腺屏蔽），第二术者位年附加有效剂量约为 0.36mSv（有甲状腺屏蔽），均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员受照剂量限值的要求，并满足本项目管理目标值（职业人员年有效剂量不超过 5mSv）。

对于控制室内的操作人员，以采集、透视状态下监测的 X、 $\gamma$  辐射剂量率最大值 0.068 $\mu$ Sv/h、0.115 $\mu$ Sv/h 进行估算，根据表 5-5 可知，采集状态下，监测结果已进行校准因子和响应时间修正，已扣除本底值，则在透视状态下的 X、 $\gamma$  辐射剂量率测量值扣除现场辐射环境背景值（即表 5-5 中控制室内（本底值）监测结果）0.100 $\mu$ Sv/h，则控制室内操作人员年附加有效剂量约为 0.001mSv，远低于职业照射年剂量管理限值 5mSv。

(2) 公众照射

本项目涉及公众主要为 DSA 机房外病员缓冲区、医护通道、洁净走廊、机房楼上药理科更衣室、楼下妇保科孕产妇保健中心等区域活动的其他工作人员和公众，由表 5-5 可知，其活动区域透视状态下 X、 $\gamma$  辐射剂量率最大值 0.134 $\mu$ Sv/h（妇保科与产妇保健中心），采集状态下 X、 $\gamma$  辐射剂量率最大值 0.123 $\mu$ Sv/h（东墙外表面 30cm 处），居留因子取 1/4；根据表 5-5 可知，采集状态下，监测结果已进行校准因子和响应时间修正，已扣除本底值，则在透视状态下的 X、 $\gamma$  辐射剂量率测量值扣除现场辐射环境背景值（即表 5-5 中控制室内（本底值）监测结果）0.100 $\mu$ Sv/h，则经计算公众年受照有效剂量最大值为 0.001mSv，低于公众照射年剂量管理限值 0.25mSv。

综上所述，经现场监测和剂量估算，汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统（DSA）核技术利用项目涉及工作人员和公众所受照射剂量均低于相应年剂量管理限值，可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 B1 剂量限值规定的相应的剂量限值要求（详见表 2-1），也满足本项目环评提出的工作人员和公众年有效剂量限值（工作人员受照管理限值：5mSv/a；公众受照管理限值 0.25mSv/a）。

**表 6 辐射防护和安全管理措施**

**一、辐射防护措施**

**1、机房布局**

医院 DSA 放置于专用机房内，机房尺寸为 5.2m×8.4m，建筑面积为 43.6m<sup>2</sup>，最小单边长度为 5.2m，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“机房内最小有效使用面积 30m<sup>2</sup>，机房内最小单边长度 4.5m”的要求。

**2、机房防护情况**

DSA 机房各面防护屏蔽情况见表 6-1。

**表6-1 DSA机房屏蔽参数一览表**

项目	实际屏蔽建设情况	铅当量
东墙	180mm 实心砖墙，加涂 50mm 厚射线专用防护涂料	4.5mmPb
南墙	180mm 实心砖墙，加涂 50mm 厚射线专用防护涂料	4.5mmPb
西墙	180mm 实心砖墙，加涂 50mm 厚射线专用防护涂料	4.5mmPb
北墙	180mm 实心砖墙，加涂 50mm 厚射线专用防护涂料	4.5mmPb
屋顶	120mm 混凝土，加涂 50mm 厚射线专用防护涂料	4.5mmPb
地板	120mm 混凝土，加涂 50mm 厚射线专用防护涂料	4.5mmPb
病人出入防护门	4mmPb 不锈钢铅防护内置电动推拉门（1.8m×2.25m）	4mmPb
医务人员出入门	4mmPb 不锈钢铅防护手动平开门（1.0m×2.1m）	4mmPb
观察窗	4mmPb 铅玻璃（1.2m×0.6m）	4mmPb

机房实际屏蔽情况与环评阶段一致，机房屏蔽能力满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中 C 形臂 X 射线设备机房有用线束及非有用线束方向铅当量不低于 2mm 的相关规定。

**二、废气治理措施**

DSA 出束时，空气被电离产生 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub>。机房内已设置通风系统，机房容积为 144.14m<sup>3</sup>，通风量 1000m<sup>3</sup>/h，可保证 DSA 机房内每小时通风 6~7 次，满足运行时的通风要求。

**三、固体废物治理措施**

根据现场踏勘，本项目 DSA 设备在进行介入手术时会产生废医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料，产生量约为 2t/a。每次介入手术后产生的医疗废物经专用医疗废物桶收集后在机房内立即密封打包、经患者进出门转移至洗消间暂存，洗消间内

暂存的医疗废物每日清理一次，送至汉中市铁路中心医院医疗废物暂存间暂存，纳入医院医疗废物管理体系统一管理、处置。

#### 四、其他辐射安全防护措施

(1) 门灯联动装置：患者防护门外安装工作状态指示灯，防护门关闭后即亮灯，指示灯与防护门可有效联动，限制无关人员进入。

(2) 分区：DSA 工作场所划分为控制区、监督区，并设置分区标识。

(3) 警告标识：防护门外醒目位置张贴固定的电离辐射警告标志，导管室周边走廊、病员缓冲区外张贴电离辐射危害告知等提示信息。

(4) 本项目 DSA 设备配备了床侧防护帘、床侧防护屏、铅悬挂防护屏、铅防护帘，诊断床旁设置紧急停止按钮，控制室设置对讲设备。

(5) 控制室内已张贴《导管室 DSA 射线装置操作规程》、《导管室岗位职责》、《辐射安全事故应急预案》等规章制度。

(6) 本项目 DSA 机房共有辐射工作人员 7 人。7 名工作人员分别于 2019 年 10 月、2019 年 11 月 2020 年 8 月参加了辐射安全与防护培训，取得了培训合格证书。7 名工作人员均在陕西健康医疗集团有限公司四〇五医院进行了职业健康体检，并建立了职业健康监护档案。介入手术工作人员铅衣内、外各配备 1 枚个人剂量计，其他工作人员配备 1 枚个人剂量计，定期委托陕西思迈奥健康科技服务有限公司对个人剂量进行检测。

(7) 个人防护用品：医院已为 DSA 机房配备了 3 套铅衣、3 件铅橡胶颈套、3 顶铅橡胶帽、3 件铅裙、5 副铅防护眼镜。根据现场核查，医院配备的铅防护裙的铅当量为前 0.5mmPb、后 0.25mmPb，铅帽的铅当量为 0.35mmPb，铅围脖的铅当量为 0.5mmPb，防护裤头的铅当量为 0.75mmPb，铅防护眼镜的铅当量为 0.5mmPb，均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中 6.5.3 条规定要求。

(8) 医院配备了 1 台 QZ42-3602 型 X-γ 剂量率仪，用于工作场所的定期监测。

#### 四、辐射安全管理措施

(1) 辐射防护安全管理小组

医院成立了汉中市铁路中心医院放射防护管理委员会，放射防护管理委员会由放射防护管理领导小组和放射防护管理工作小组组成，全面负责并执行医院放射防护管理工作。放射防护安全领导小组由陈建华院长担任组长，负责领导医院的放射诊疗安

全防护和质量保证工作。放射防护管理工作小组由影像科主任赵学龙担任组长，在领导小组领导下全面执行医院的放射诊疗安全防护和质量保证工作。

(2) 应急预案

医院已制定《汉中市铁路中心医院关于成立放射防护管理委员会的通知(修订)》，成立了放射防护管理领导小组、放射防护管理工作小组，明确了放射防护管理领导小组、放射防护管理工作小组的职责；医院已制定《汉中市铁路中心医院辐射安全事故应急预案(修订)》，明确了辐射事故应急处理领导小组成员、小组职责及一般性辐射事故应急处理程序。

(3) 规章制度

汉中市铁路中心医院已制定了较为完善的辐射安全管理制度,包括:《导管室 DSA 射线装置操作规程》、《导管室岗位职责》、《汉中市铁路中心医院辐射安全事故应急预案(修订)》、《汉中市铁路中心医院质量保证大纲》、《汉中市铁路中心医院辐射防护与安全管理制度》、《汉中市铁路中心医院放射工作人员个人剂量管理制度》、《汉中市铁路中心医院辐射环境监测制度》、《汉中市铁路中心医院辐射监测仪使用管理制度》、《汉中市铁路中心医院放射工作人员健康管理制度》、《汉中市铁路中心医院放射工作人员培训管理制度》、《汉中市铁路中心医院辐射安全防护设施维护与维修制度》、《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》等。

**五、核技术利用单位辐射安全管理标准化建设情况**

根据《陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的<陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表>的通知》(陕环办发〔2018〕29号),对核技术利用单位辐射安全管理标准化建设提出了要求。

根据汉中市铁路中心医院现状辐射安全防护措施建设情况,汉中市铁路中心医院标准化建设落实情况及符合性分析详见表 6-1、表 6-2。

由表可知,汉中市铁路中心医院各项辐射安全防护措施落实到位,符合《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作项目表》的要求。

**表 6-1 汉中市铁路中心医院关于陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表(二)内容的落实情况分析**

管理内容	管理要求	有		无
		符合	不符合	
人 决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺,并指派有决	√		

员 管 理		策层级的负责人分管辐射安全工作			
		年初工作安排的和年终工作总结时，应包含辐射环境安全管理工作内容	√		
		明确涉辐部门和岗位的辐射安全职责	√		
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障	√		
	辐射防 护负责 人	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗；熟知辐射安全法律法规及相关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识	√		
		负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度评估报告	√		
		建立辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责	√		
		建立辐射环境安全管理档案	√		
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有巡查及整改记录	√		
	直接从事放射 工作的 作业人员	岗前进行职业健康体检，结果无异常	√		
		参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗	√		
		了解本岗位工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责，并对确保岗位辐射安全做出承诺	√		
		熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况后，能有效处理	√		
	机构建设	设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射环境安全管理机构和负责人	√		
	制度建立与 执行	建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整	√		
		建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账	√		
制度建立与 执行	建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案	√			
	建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案	√			
	建立辐射工作人员剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员及时复查，保证职业人员健康档案的连续有效性	√			
	建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等内容），并建立维护、维修工作记录档案（包括检查项	√			

	目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间)			
	建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录或监测报告档案	√		
	建立监测环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案	√		
应急管理	结合本单位实际制定可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练	√		
	辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序	√		

**表 6-2 汉中市铁路中心医院与陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表  
(三) 的符合性分析**

项目	具体要求	有		无	
		符合	不符合		
医用 X 射线诊断	布局	每台 X 射线机（不含移动式 and 便携式床旁摄影机与车载 X 射线机）设置单独的机房，机房满足使用设备的空间要求	√		
		机房内布局合理，有用线束避开照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物	√		
	通风	机房设置动力排风装置，并保持良好的通风	√		
	标志及指示灯	机房门外设置电离辐射警示标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯	√		
	防护性能	机房墙壁符合屏蔽防护标准要求，门、窗合理设置，并与其所在墙壁具有相同的防护性能	√		
	辐射安全与连锁	机房门设置闭门装置，且工作状态指示灯与机房门能有效联动	√		
监测设备及个人防护用品	X-γ 剂量率监测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪、铅围裙、铅眼镜、铅衣、铅帽、铅护颈等。	√			

表 7 结论和建议

## 一、结论

1、汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统（DSA）核技术利用项目（1 台 Philips UNIQ FD20 型数字减影血管造影机，最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA）已按国家有关建设项目环境管理法规的要求，于 2019 年 10 月进行了环境影响评价并于 2019 年 12 月 16 日取得了陕西省生态环境厅出具的批复文件，相应的环保设施现已建成，可正常运行。

2、经现场监测，DSA 正常工作时，机房内透视防护区测试平面和机房屏蔽体外 0.3m 处 X、 $\gamma$  辐射剂量率监测结果满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中的相关要求。该项目所涉及的工作人员及公众产生的个人年有效剂量均低于相应年剂量管理限值，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关要求以及环评提出的管理约束限值。

3、现场核查表明，汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统（DSA）核技术利用项目防护措施满足相关标准的要求；机房布局合理，已划分控制区和监督区，地面设警戒标识，监督区走廊张贴电离辐射警示标志；患者防护门外设工作状态指示灯，指示灯与防护门可有效联动；机房安装有通风设施，配备了床侧防护帘、床侧防护屏、铅悬挂防护屏、铅防护帘、铅防护服等防护用品。

4、汉中市铁路中心医院已成立汉中市铁路中心医院放射防护管理委员会，全面负责并执行医院放射防护管理工作。医院已制定了较为完善的辐射安全管理制度，对射线装置的使用进行全面的监督管理。

5、医院已配备 1 台 QZ42-3602 型 X- $\gamma$  剂量率仪，制定了辐射监测计划。医护人员已取得辐射工作人员培训合格证，已佩戴个人剂量计。工作人员已进行了个人剂量监测和职业健康检查，建立了个人剂量档案和职业健康档案。

综上所述，汉中市铁路中心医院新增医用血管造影 X 射线系统（DSA）核技术利用项目执行了国家和地方环保法规、规章和环评报告及批复文件中提出的各项要求。环保设施运行良好，辐射工作人员及公众的剂量率满足辐射剂量限值约束要求，环境管理制度较健全，符合建设项目环境保护验收的条件，建议通过竣工环境保护验收。

## 二、建议

1、认真学习相关法律法规，不断提高辐射工作人员安全文化素养和安全防护意识，积极配合环保部门的日常监督检查，确保射线装置的使用安全。

2、按照《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29）号文件中相关要求，不断补充完善相关规章制度、应急预案。

3、每年委托有资质的单位进行工作场所辐射环境监测，并编制辐射安全和防护状况年度评估报告，于次年1月31日前报辐射安全许可证发证机关。