

## 一、项目基本情况

建设项目名称		新增 DSA 装置项目			
建设单位		西安宝石花长庆医院			
法人代表		席建堂	联系人	季芳	
注册地址		西安市高陵区西安泾河开发区长庆西路 20 号			
项目建设地点		西安市高陵区西安泾河开发区长庆西路 20 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		720	项目环保投资（万元）	30	环保投资占总投资比例 4.17%
项目性质		√新建 □改建 □扩建 □其他			占地面积（m <sup>2</sup> ） 420m <sup>2</sup>
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	/				
<b>项目概述</b>					
<b>1.项目背景</b>					
<p>长庆油田职工医院位于西安市高陵区西安泾河开发区长庆西路 20 号，法人席建堂，2017 年 8 月，国资委等六部门联合印发《关于国有企业办教育医疗机构深化改革的指导意见》，2018 年 12 月，长庆油田职工医院按照国家政策完成了社会化改革。2019 年 8 月 27 日，经西安市卫生健康委员会批准名称为“西安宝石花长庆医院”，同时保留“长庆油田职工医院”（项目医疗机构执业许可证见附件）。</p> <p>随着高陵区经济社会的快速发展和人民群众物质文化水平的不断提高，人们对医疗保健、就医环境的要求越来越高，西安宝石花长庆医院作为一所综合医院，现有放射诊疗设备已经</p>					

无法满足当地群众的医疗卫生需求，在此背景下，该院拟在长庆职工医院防疫站及社区医疗中心综合楼一层东侧建设 DSA 机房，并购置两台单 C 臂数字平板血管造影系统 GEIGS530。以满足人民群众的医疗服务和医院发展的需要。

## **2.工作过程概述**

西安宝石花长庆医院已开展核技术应用项目多年，并已领取了《辐射安全许可证》（陕环辐证[00166]），现有辐射安全许可证的种类和范围包括：使用Ⅲ类医学射线装置。射线科室有影像科、口腔科、健康科、骨科。

本次新增两台 DSA 设备，根据国家环保部、国家卫生和计划生育委员会总局 2017 年第 66 号《关于发布<射线装置分类>的公告》，DSA（数字减影血管造影机）属于Ⅱ类射线装置。根据《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号）和《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号），本项目属于“五十、核与辐射 191.核技术利用建设项目”，需进行环境影响报告表编制。受西安宝石花长庆医院委托，我单位承担本项目环境影响评价报告编制工作，接受委托后，我公司组织专业技术人员对项目建设地进行了现场踏勘。在污染因素分析、环境现状调查、环境影响预测等主要工作的基础上，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》（H01-2016）的基本要求，编制完成了《西安宝石花长庆医院新增 DSA 装置项目环境影响报告表》，报相关部门进行审批。

## **3.实践正当性评价**

西安宝石花长庆医院新增使用 2 台 DSA 机，其目的在于提高诊疗水平，开展放射诊断工作，满足辖区居民等医疗需求，所带来的社会效益远大于其辐射带来的危害，按本报告提出的各项环保措施和要求后其风险较低，故该项目的应用符合“实践正当性”的要求。

## **4.单位简介**

西安宝石花长庆医院总占地面积约 29304m<sup>2</sup>，总建筑面积 27155.97m<sup>2</sup>，设计总床位数 700 张，实际床位数 565 张，职工总数 340 人。院内现设有骨科、脑外科、心血管内科、神经内科、糖尿科、内科、妇产科、老年病科等科室，年收住各类病人 8000 余人次，年门急诊量近 4 万余人次。



图 1-1 西安宝石花长庆医院所在地

## 5.相关情况判定

### (1) 产业政策相符性分析

经检索，本项目不属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中鼓励类、限制类、淘汰类，可视为允许类；另外，项目不属于《市场准入负面清单》（发改经体[2019]1685 号）中禁止准入类和许可准入类。符合国家现行的有关产业政策。

### (2) 选址合理性分析

本项目位于西安市高陵区西安泾河开发区长庆西路 20 号西安宝石花长庆医院院内，医院北临长庆西路，西临泾渭三路，南临龙江秀水园二期，东临临街商铺，项目四邻关系图见附图 2。

项目周边 200m 范围内无自然保护区、范围内无饮用水源保护区、自然保护区和重要渔业水域等环境，故本项目的建设不存在制约因素。

本次评价范围仅涉及 DSA 诊疗场所，诊疗场所位于长庆职工医院防疫站及社区医疗中心综合楼一层东侧，该区域东侧临路，西侧为办公资料区，南侧临路，路南为内科住院楼，北侧临路，路北为门诊楼，本次 DSA 项目楼上为神经内科病区。项目所在区域相对独立，且人

流较少，降低了公众照射的可能性。

本项目位于长庆职工医院防疫站及社区医疗中心综合楼内，无新增用地，医院用地为医疗用地，项目周边无制约因素，综上所述，项目选址基本合理。



图 1-2 本项目在西安宝石花长庆医院位置图

### (3) 项目平面布置合理性分析

本项目检查区域由走廊与其他区域分割为独立区域，项目共设置两个 DSA 房，1#DSA 房位于北侧，2#DSA 房位于南侧，项目设置单独的操作区以及控制区，各区域功能明确，互不干扰，又互相联系。各功能区间采用墙体分隔，墙体、防护门的防护厚度充分考虑了电离辐射影响，能够有效降低电离辐射对工作人员和周围公众的辐射影响。综上，本项目布局合理，既有便于医疗工作，又便于对射线装置的集中管理，有利于辐射防护和环境保护，本项目平面布局基本合理，项目平面布置图见附图 3。

## 6.核技术利用及辐射安全安全管理现状

### (1) 核技术利用现状

#### ①辐射安全许可证登记情况

西安宝石花长庆医院已领取了《辐射安全许可证》（陕环辐证[00166]），现有辐射安全许可证的种类和范围包括：使用Ⅲ类医学射线装置。射线科室有影像科、口腔科、健康科、骨科。

根据现有辐射安全许可证，西安宝石花长庆医院现有辐射设备使用情况见表 1-1：

表 1-1 西安宝石花长庆医院现有射线装置一览表

序号	装置名称	射线装置类别	设备型号	工作场所	部门	环评验收情况
1	数字化 X 射线摄影系统	Ⅲ类	CALYPSO	1 号机房	影像科	已办理环评手续，正常投产，详见附件
2	数字化 X 射线摄影系统	Ⅲ类	CHORUS	2 号机房		
3	数字胃肠机	Ⅲ类	BSX-150B	数字胃肠机检查室		
4	全身 X 射线计算机体层螺旋扫描装置	Ⅲ类	SOMATOM Emotin 6-slice configuration	CT（一）室		
5	X 射线计算机体层摄影设备	Ⅲ类	SOMATOM Definition AS	CT（二）室		
6	乳腺 X 射线机	Ⅲ类	Planmed NuanceExcel	乳腺检查室		
7	移动式数字医用 X 射线摄影系统	Ⅲ类	Mobile sparkler	ICU		
8	口腔 X 射线机	Ⅲ类	ORTHOPHOS XG 3D Ceph	口腔科影像室	口腔科	
9	牙科 X 射线机	Ⅲ类	HELIODENT PLUS	牙片室		
10	X 射线骨密度检测仪	Ⅲ类	PRODIGY Primo	骨密度检测 1 室	健康科	
11	X 射线骨密度测定仪	Ⅲ类	OSTEOCORE2	骨密度检测 2 室		
12	移动式 C 形臂 X 射机	Ⅲ类	TCA 6S	手术室	骨科	

根据现场调研，西安宝石花长庆医院现有 12 台射线装置，已取得环评批复，正常使用。环评批复具体见附件。

### (2) 辐射安全管理情况

#### ①辐射管理机构基本情况

为了加强对辐射安全和防护管理工作，促进射线装置的合法使用，西安宝石花长庆医院

专门成立了辐射防护领导小组，由主管科室科长担任组长，相关科室人员担任组员。

#### ②制定规章制度及落实情况

西安宝石花长庆医院制定了多项辐射安全管理制度，包括辐射防护和安全保卫制度、操作制度、设备维修维护制度、辐射工作人员培训制度、辐射工作人员个人体检制度、工作场所环境辐射水平监测、放射工作岗位职责、辐射事故应急制度等，并严格按照规章制度执行。

#### ③工作人员培训情况

西安宝石花长庆医院制定有辐射工作人员培训计划，目前医院从事辐射相关工作人员约有 38 人均参加了辐射安全和防护培训，并通过了考核，取得了培训证书。

#### ④个人剂量监测情况

西安宝石花长庆医院所有辐射工作人员的个人剂量监测工作已委托有资质的单位承担，监测频次为每季度一次。根据医院个人剂量监测结果表明，医院所有辐射工作人员个人年剂量最高 0.09mSv，均低于年受照剂量约束值 5mSv，说明医院辐射防护和安全管理措施是可行的。

#### ⑤工作场所及辐射环境监测情况

西安宝石花长庆医院已制定工作场所监测计划，医院按期进行监测并建立了辐射环境监测档案。根据陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司于 2019 年 6 月 13 日出具的长庆石油勘探局有限公司矿区服务事业部职工医院（现更名为西安宝石花长庆医院）使用射线装置核技术利用项目辐射环境监测报告（QNJC-201905-E003），根据监测数据可知，监测结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）标准要求。

#### ⑥应急管理情况

西安宝石花长庆医院依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与装置安全和防护条例》等法律法规的要求，制定了辐射环境应急预案，以保证本单位一旦发生核技术利用项目辐射意外事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处置放射事故，保护工作人员、公众的健康与环境安全，同时在预案中进一步明确规定本单位有关意外放射事件处理的组织机构及其职责、事故报告、信息发布和应急处理程序等内容。

### 7.项目建设内容

本项目建设内容主要是在长庆职工医院防疫站及社区医疗中心综合楼一层东侧安装两台 DSA 设备，并进行辐射防护施工及设备安装，具体建设内容及规模见表 1-2:

**表 1-2 项目建设内容一览表**

工程名称	建设内容及规模	备注
主体工程	DSA 机房防护施工及设备安装。项目共建设两个机房，1#DSA 机房建筑面积 72.7m <sup>2</sup> 、2#DSA 机房建筑面积 69.6m <sup>2</sup>	利用已建成建筑安装设备

本次新购 DSA 设备具体参数见表 1-3:

**表 1-3 拟购买 DSA 技术参数**

装置名称	型号	技术参数	数量
单 C 臂数字平板血管造影系统 GEIGS530	IGS530	125kV 1000mV	2 台

### 8.工作人员及工作制度

劳动定员：西安宝石花长庆医院现有辐射工作人员 38 人。本次新增 DSA 诊疗从现有人员中调配 8 人（每台设备配备 4 人，其中介入手术医生 2 人，DSA 操作医生 2 人，2 人一组，轮流工作），不新增辐射工作人员。原有项目辐射工作人员共 38 人，均已进行培训，且原项目仅有 12 台三类射线装置，本次项目预计每年诊断病人共 600 人，诊断量较少，根据医院工作安排，从原有项目调配人员可行。

工作制度：实行 8 小时单班工作制度，年工作日 260 天。根据建设单位提供的资料，本项目正常运行后，预计每年最大工作量为诊断病人 300 人（单台）。

### 9.本次评价内容

本次评价内容包 2 台 DSA 及其工作场所，工作场所位于西安宝石花长庆医院长庆职工医院防疫站及社区医疗中心综合楼一层东侧建设 DSA 机房。重点评价内容为项目工作人员和周边公众所受年有效剂量预测及辐射工作场所功能分区、布局合理性分析等。

## 二、放射源

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

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

## 三、非密封放射性物质

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

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

## 四、射线装置

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	单 C 臂数字平板血管造影系统 GEIGS530	II	2 台	IGS530	125	1000	诊断	综合楼介入科	/



## 六、评价依据

<p>评价委托书</p>	<p>西安宝石花长庆医院《环境影响评价委托书》，2019.11.20。</p>
<p>法规文件</p>	<p>1.国家法律</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法(修订)》，2015.1.1；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法(修改)》，2018.12.29；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003.10.1；</p> <p>(4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2016.11.7；</p> <p>2.国务院行政法规及规范性文件</p> <p>(1) 国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，(国务院令第449号)，2005.12.1(2019年修改，国务院令709号)；</p> <p>(2) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》环境保护部令第44号，2017年9月1日；</p> <p>(3) 关于修改《建设项目环境影响评价分类管理目录》部分内容的决定，生态环境部令第1号，2018年4月28日；</p> <p>(4) 国务院《修改(建设项目环境保护管理条例)的决定》(国令第682号)，2017.7.16；</p> <p>3.部门规章及规范性文件</p> <p>(1) 国家环保总局《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》《环发(2006)145号文》2006.9.26；</p> <p>(2) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》国务院709号令，2019年3月2日修订；</p> <p>(3) 《关于修改&lt;放射性同位素与射线装置安全许可管理办法&gt;的决定》，环保部令第47号，2017年12月20号；</p> <p>(4) 关于发布《射线装置分类》的公告，国家环保部、国家卫生和计划生育委员会总局2017年第66号公告，2017年12月5日；</p> <p>(5) 关于发布《放射性废物分类》的公告，环境保护部、工业和信息化部、国防科工局2017年第65号公告，2018年1月1日。</p> <p>4.地方政府及其职能部门的法规政策及规范性文件</p> <p>(1) 陕西省人大《陕西省放射性污染防治条例》2014.10.1；</p> <p>(2) 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项目表》的通知（陕环办发[2018]29号）2018.6.6。</p>

<p><b>技 术 标 准</b></p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ 2.1-2016）；</p> <p>(2) 《辐射防护管理导则核技术应用项目环境影响报告书(表)的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(4) 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）；</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）。</p>
<p><b>其 他</b></p>	<p>建设单位提供的项目工程设计图纸及其他相关技术参数资料。</p>

## 七、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。

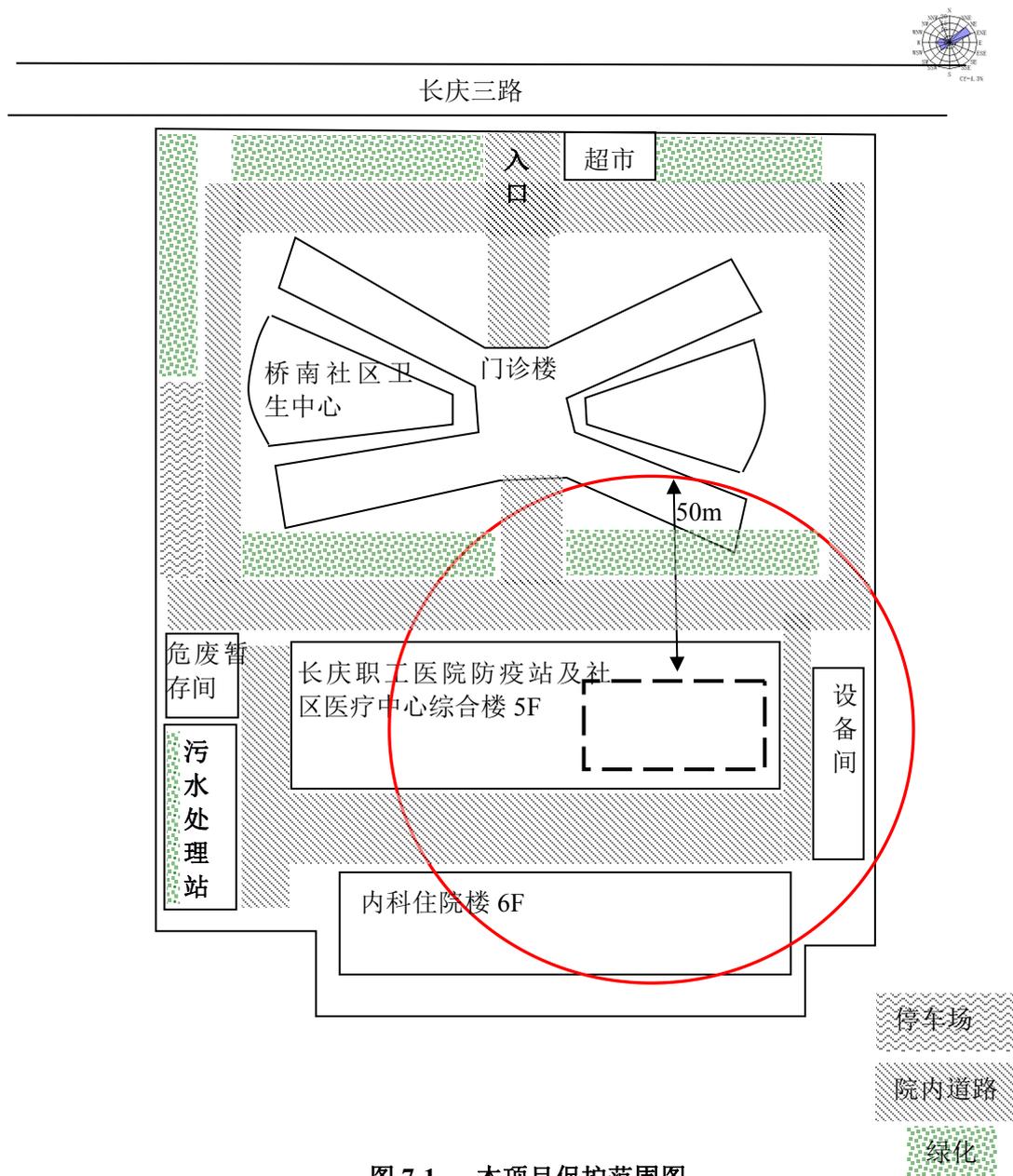


图 7-1 本项目保护范围图

### 保护目标

此次评价的辐射工作场所位于长庆职工医院防疫站及社区医疗中心综合楼一层东侧。该区域是相对独立的区域，项目建设两间 DSA 房，1#DSA 房位于北侧，2#DSA 房位于南侧，1#DSA 房西侧为控制室及缓冲区（楼道），东侧为院内道路，路东为设备间，南侧为 2#DSA 房，北侧为道路，路北为门诊楼；2#DSA 房西侧为控制室及缓冲区（楼道），东侧为院内道路，路东为设备间，南侧为道路，路南为内科楼，北侧为 1#DSA 房。

该项目的保护目标主要为医院从事本项目辐射工作的人员、辐射工作场所评价范围内活动的公众成员。四周 50m 范围内均无居民聚集区等敏感目标。

**表 7-1 主要环境保护目标**

分类因素	环境敏感点	保护目标	人数（人）	方位	距源距离（m）		年有效剂量控制水平
					垂直	水平	
职业人员	DSA 机房	介入手术医生	2 人/台 共 4 人	场所内	0	0.3	≤5mSv
	控制室	DSA 操作人员	2 人/台 共 4 人	西侧	0	3.5	≤5mSv
公众	楼上	患者	流动人群	楼上	1.5	0	≤0.25mSv
	道路	公众	流动人群	北侧	0	7.2	≤0.25mSv
	道路	公众	流动人群	南侧	0	3	≤0.25mSv
	道路	公众	流动人群	东侧	0	10	≤0.25mSv

## 评价标准

### 一.《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

#### （1）适用范围

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。剂量约束值通常应在照射剂量限值 10%~30%的范围之内。

#### （2）剂量限值和表面污染控制水平

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

	剂量限值
职业照射剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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；（本项目取其四分之一即5mSv作为工作人员的年有效剂量约束值）； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。
公众照射剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv；（本项目取其四分之一即0.25mSv作为公众人员年剂量约束管理限值）； ②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。

### 二.《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）

#### （1）适用范围

本标准适用于医用诊断放射学、牙科放射学和介入放射学实践。

#### （2）X 射线设备机房防护要求

①X 射线设备机房（照射室）应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

②每台 X 射线机（不含移动式和便携式床旁采集机与车载 X 射线机）应设有单独的机房，机房应满足使用设备的空间要求。对新建、改建和扩建的 X 射线机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应不小于表 7-3 要求。

表 7-3 X射线机房（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 <sup>2</sup>	机房内最小单边长度 m
双管头或多管头 X 射线机 <sup>a</sup>	30	4.5
单管头 X 射线机 <sup>b</sup>	20	3.5

a 双管头或多管头 X 射线机的所有管球安装在同一间机房内。

b 单管头、双管头或多管头 X 射线机的每个管球各安装在 1 个房间内。

#### ③X 射线设备机房屏蔽防护应满足下列要求：

a) 不同类型X 射线设备机房的屏蔽防护应不小于表7-4要求。

表7-4 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
介入X射线设备机房	2	3

b) 医用诊断X 射线防护中不同铅当量屏蔽物质厚度的典型值参见附录D。

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

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

④在距机房屏蔽体外面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 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标应不大于2.5μSv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

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

⑤机房应设有观察窗或采集监控装置，其设置的位置应便于观察患者和受检者状态。

⑥机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗和管线口位置；不得堆放与该设备诊断工作无关的杂物；机房应设置空调系统，并保持良好的通风。

⑦机房门外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设有警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和机房相通的门能有效联动。

⑧患者和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。

⑨根据工作内容现场应配备不少于表7-4基本种类要求的工作人员、患者和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；防护用品和辅助防护设施的铅当量应不少于0.25mmPb；应为不同年龄儿童的不同检查，

配备有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少于0.5mmPb。

**表 7-5 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	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜、选配：铅橡胶手套	铅悬挂防护屏、铅防护帘、床侧防护帘、床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护铅裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具	-

注：“—”表示不要求。

⑩模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

### 三.《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128—2016）

5.3.2 对于工作中穿戴铅围裙的场合（如医院放射科），通常应根据佩带在围裙里面躯干上的剂量计估算工作人员的实际有效剂量。当受照剂量可能超过调查水平时（如介入放射学操作），则还需要在围裙外面衣领上另外佩带一个剂量计，以估算人体未被屏蔽部分的剂量。

#### 四.本项目管理目标：

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）评价标准，确定本项目的管理目标：

辐射剂量率控制水平： DSA 机房表面外 30cm 处剂量率不超过 2.5μSv/h

辐射剂量控制水平： 职业人员年有效剂量不超过 5mSv

公众年有效剂量不超过 0.25mSv

## 八、环境质量和辐射现状

### 1.项目地理位置和场所位置

西安宝石花长庆医院位于西安市高陵区西安泾河开发区长庆西路 20 号，地理坐标为北纬 34°26'45.44"，东经 108°59'43.8"，项目北侧为长庆西路，西侧为泾渭三路，交通便利。

本项目位于长庆职工医院防疫站及社区医疗中心综合楼一层东侧，长庆职工医院防疫站及社区医疗中心综合楼位于该院总平面布置中间位置，为一栋独立建筑，共 5F，北侧为医院门诊楼，南侧为内科住院楼，西侧为医院污水站，东侧为医院配电室。四周 50m 范围内无居民聚集区等敏感点。

本次评价的辐射工作场所位于长庆职工医院防疫站及社区医疗中心综合楼一层东侧，该区域是相对独立的区域，DSA 操作室西侧为控制室及缓冲区（楼道），东、北、南侧均为室外临空，北侧、南侧为院内道路。

医院地理位置图见附图 1，医院平面布置图见附图 2，DSA 四邻关系图见附图 3。

### 2.项目所在地环境现状评价

本次辐射环境本底值引自陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司于 2019 年 6 月 13 日出具的长庆石油勘探局有限公司矿区服务事业部职工医院（现更名为西安宝石花长庆医院）使用射线装置核技术利用项目辐射环境监测报告（QNJC-201905-E003，由报告可知西安宝石花长庆医院辐射环境本底值为 0.08 $\mu$ Gy/h~0.09 $\mu$ Gy/h。

根据《陕西省环境伽玛辐射剂量水平现状研究》（1988 年 11 月）中数据，陕西省室外环境辐射剂量率为 66~188nGy/h，室内为 87~203nGy/h，所以西安宝石花长庆医院的 $\gamma$ 辐射剂量水平处于陕西省背景值范围内。

## 九、项目工程分析与源项

### 工程设备及工艺分析

#### (1) 工作原理

本项目所涉及的医用 DSA 机采用 X 射线进行成像的技术设备。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，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小较安全，节省胶片，使造影价格低于常规造影。通过 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。

其典型 X 射线管的结构详见图 9-1。

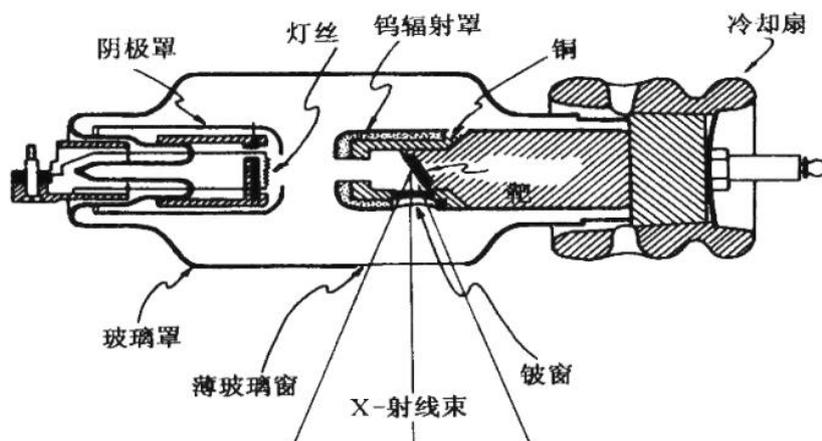


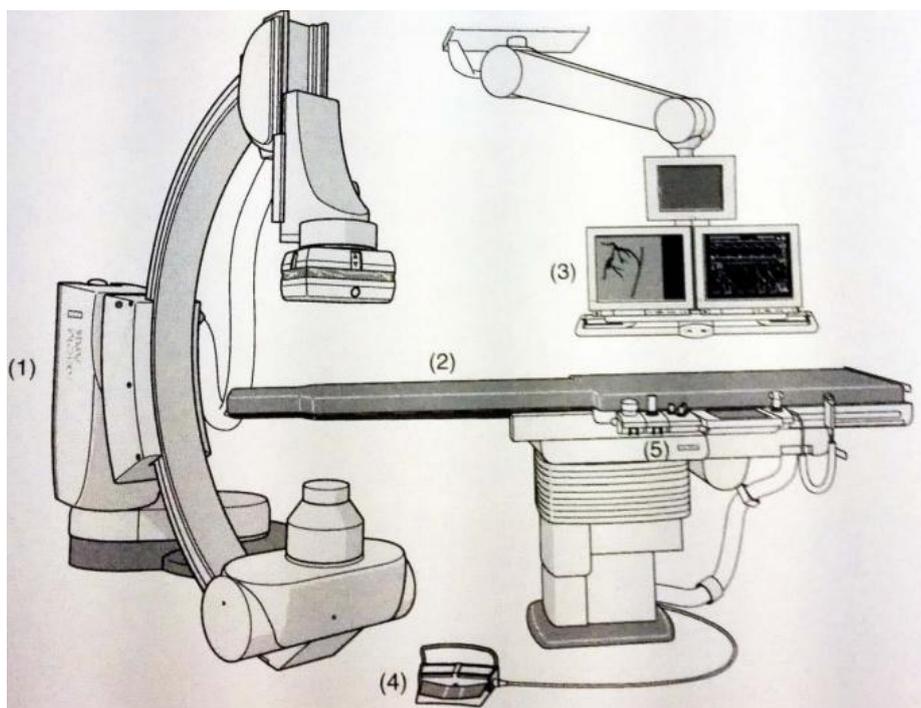
图 9-1 典型 X 射线管结构图

#### (2) 设备结构

数字减影血管造影（DSA）技术是计算机与常规 X 线血管造影相结合的一种新的检查方法。DSA 的成像基本原理是将受检部位没有注入造影剂和注入造影剂后的血管造影 X 线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别存储起来，然后输入电

子计算机处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的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 处理后的图像，血管影像更为清晰，在进行介入手术时更为安全。

DSA 基本设备包括 X 线发生器、影像增强器、电视透视、高分辨力摄像管、模 / 数转换器、电子计算机和图像储存器等，DSA 常应用于介入治疗，其能指导介入手术医生快速、精确地操作，DSA 基本结构见图 9-2。



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 基本结构图

### (3)工作方式和操作流程

介入治疗是利用现代高科技手段进行的一种微创性治疗，医生在 DSA 医学影像学设备的引导下，利用特殊的穿刺针、导管、导丝、支架和栓塞剂等器械代替传统的手术刀，对疾病进行诊断和局部治疗。

介入治疗应用数字技术，扩大了医生的视野，借助导管、导丝延长了医生的双手，它的切口（穿刺点）仅有米粒大小，不用切开人体组织，就可治疗许多过去无法治疗、必须手术治疗或内科治疗疗效欠佳的疾病，如肿瘤、血管瘤、各种出血等。介入治疗具

有不开刀、创伤小、恢复快、效果好的特点。

DSA 装置诊断时，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 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。

本项目 DSA 在进行曝光时分为两种情况：

第一种情况：检查减影。操作人员采取格室操作的方式（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；本项目 DSA 开展放射性诊断的工作流程及产污环节见图 9-3：

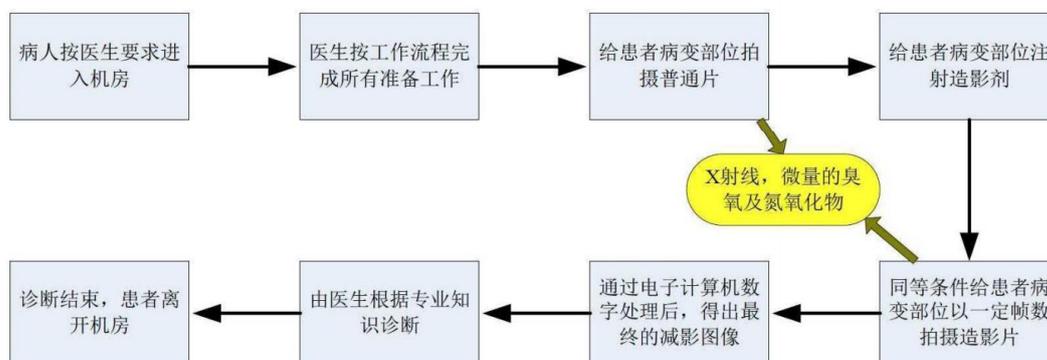


图 9-3 DSA 开展放射诊断的工作流程及产污环节图

第二种情况：治疗透视。病人需要进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医生位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在病房内对病人进行直接的介入手术操作。开展介入手术治疗的工作流程及产污环节见图 9-4。

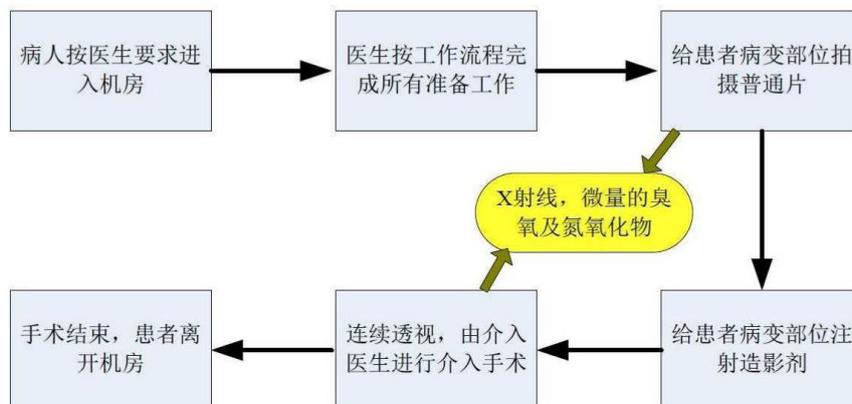


图 9-4 DSA 开展介入手术治疗的工作流程及产污环节图

## 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 O<sub>3</sub> 及 NO<sub>x</sub> 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，通过采取空调通风、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。项目新不增医护人员，因此，无新增废水产生。

#### 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。

#### 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。

## 十、辐射安全与防护

### 项目安全措施

#### 1.工作场所的布局 and 评价

此次评价的辐射工作场所位于长庆职工医院防疫站及社区医疗中心综合楼一层东侧。该区域是相对独立的区域，DSA 房西侧为控制室及缓冲区（楼道），东、北、南侧均为室外临空，北侧、南侧为院内道路。DSA 机房工作场所平面布置示意图见附图 3。机房周围情况见表 10-1。

表 10-1 机房周围四邻情况

机房名称	东	西	南	北	顶部
1#DSA 机房	室外临空	控制室	2#DSA 机房	室外临空	神经内科病房
2#DSA 机房	室外临空	控制室	室外临空	1#DSA 机房	神经内科病房

DSA 机房工作场所相对独立，能够避免无关人员进入，工作场所布局合理。

#### 2.工作场所分区与评价

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求将放射治疗工作场所划分为控制区和监督区，实行分区管理。

控制区：以防护门为界的放射治疗室内部，此区域通过防护门、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外不会有任何人员滞留。

监督区：治疗室防护门外的控制室、辅助机房以及治疗室毗连区，在此区域内应限制非工作人员和一般公众的停留时间。

本项目工作场所分区情况见图 10-1。

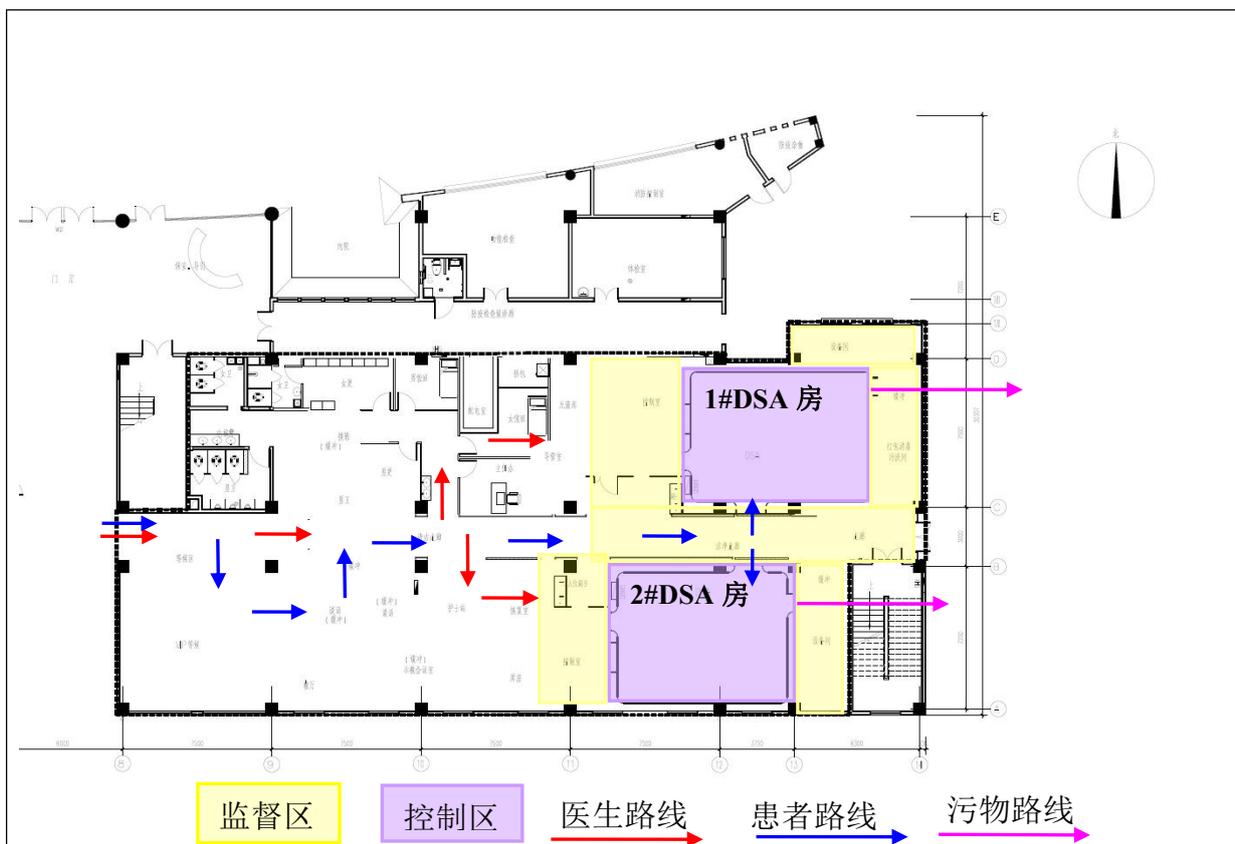


图 10-1 血管造影工作场所分区示意图

本项目 DSA 机房通过隔离门与其他诊疗区隔离，严禁无关人员进入；介入治疗室设置有电离辐射警示标识及工作状态指示灯；患者设有专门的出入口，减少了对周围人员的干扰。评价分析认为 DSA 辐射工作场所分区合理。

### 3.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手术室的中央，项目共建设两个 DSA 房，DSA 机房一面积为 72.7m<sup>2</sup>，DSA 机房二面积为 69.6m<sup>2</sup>，DSA 机房一最小单边长度 7.5m，DSA 机房二最小单边长度 7.2m。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 <sup>2</sup>	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“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。

#### b. 机房屏蔽设计

本项目共建设两个 DSA 房，防护能力相同，介入 X 射线设备机房屏蔽防护铅当量要求见表 10-3，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**

项目	工程措施	GBZ130-2013 要求	评价
DSA 机房一	东、西墙	4mmPb 铅板	2mmPb 符合
	南墙	24cm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料	2mmPb 符合
	北墙	东段 4mmPb 铅板，西段 24cm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料	2mmPb 符合
	工作人员防护门（设置于西墙，手动平开门）	内衬 4mm 铅板	2mmPb 符合
	工作人员防护门（设置于南墙，感应式电动平开门，带防夹功能）	内衬 4mm 铅板	2mmPb 符合
	污物通道防护门（设置于东墙，手动平开门）	内衬 4mm 铅板	2mmPb 符合
	铅玻璃观察窗	20mm 厚铅玻璃	2mmPb 符合
	顶棚	12cm 混凝土+4mm 铅板	2mmPb 符合
DSA 机房二	东、西、北墙	4mmPb 铅板	2mmPb 符合
	南墙	24cm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料	2mmPb 符合
	工作人员防护门（设置于西墙，手动平开门）	内衬 4mm 铅板	2mmPb 符合
	工作人员防护门（设置于北墙，感应式电动平开门，带防夹功能）	内衬 4mm 铅板	2mmPb 符合
	污物通道防护门（设置于东墙，手动平开门）	内衬 4mm 铅板	2mmPb 符合
	铅玻璃观察窗	20mm 厚铅玻璃	2mmPb 符合
	顶棚	12cm 混凝土+4mm 铅板	2mmPb 符合

由上表可知，项目 DSA 机房的屏蔽措施均可满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）相关标准要求。

#### 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.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，具体要求见表 10-5。

表 10-5 医院拟配备的防护用品清单

序号	防护用品	数量	规格	
1	工作人员个人防护用品	分体式铅衣	4 套	0.5mmPb
2		连体式铅衣	4 套	0.5mmPb
3		铅橡胶颈套	4 套	0.5mmPb
4		铅橡胶帽子	4 套	0.5mmPb
5		铅防护眼镜	4 套	0.5mmPb
6	工作场所辅助防护设施	铅悬挂防护屏	4 个	0.5mmPb
7		铅防护吊帘	4 个	0.5mmPb
8		床侧防护帘	4 个	0.5mmPb
9		床侧防护屏选配：移动铅屏风	4 个	0.5mmPb
10	患者个人防护用品	铅橡胶性腺防护围裙	4 套	0.25mmPb
11		铅橡胶颈套	4 套	0.25mmPb
12		铅橡胶帽子	4 套	0.25mmPb
13		阴影屏蔽器具	4 套	0.25mmPb

### 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。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。

### 5.设备固有的安全性

本项目为 DSA 设备，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。

(6)其它的辐射安全措施

①对讲装置：机房安装有观察窗，设置对讲系统，便于观察患者和受检者状态。

②紧急止动装置：在介入手术窗体旁、控制室操作台上均设有“紧急止动”按钮，在 DSA 系统出束过程中，一旦发现异常情况，按任一个紧急止动按钮，均可停止 DSA 系统出束。

③通排风系统：DSA 机房采用空调系统通风，项目机房进风口均位于东南角，排风口均位于东北角，采用机房通风，可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 1350m<sup>3</sup>/h，排风次数 6 次，大于 4 次/h。

④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。

⑤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，警示

非工作人员不得入内。

⑥配备便携式 X、 $\gamma$ 辐射监测仪。

⑦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。

⑧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。

⑨项目机房一西墙、东墙、机房二西墙、东墙均安装手动平开门，机房一南墙、机房二北墙安装感应式电动平开门，自带防夹功能。

### 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 1350m<sup>3</sup>/h，排放次数为 6 次/h，满足通风换气大于 4 次/h 的要求。

#### 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，西安宝石花长庆医院对本项目 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。

## 十一、环境影响分析

### 施工期环境影响分析

本项目工作场所位于长庆职工医院防疫站及社区医疗中心综合楼一层东侧。该住院大楼为现有建筑，本项目在该大楼控制房间内进行安装，本次施工内容主要为设备安装，工程量小，施工期短。

施工过程中主要环境影响包括：设备安装过程中产生的包装垃圾及设备噪音。对设备安装过程中产生的安装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

#### 1.与标准对照预测

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）附录 D.1.2 条：不同屏蔽物质的铅当量按以下方法给出：

(1) 对给定的铅厚度，依据 NCRP147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 拟合值按式（11-1）计算辐射透射因子 B：

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

式中：B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

X——铅厚度；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数。

(2) 依据 NCRP147 号报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在其他屏蔽物质中衰减的 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 拟合值和 a) 中的 B 值，使用下式（11-2）计算出屏蔽物质的铅当量厚度 X：

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \quad (11-2)$$

式中：X——不同屏蔽物质的铅当量厚度；

B——给定铅厚度的屏蔽透射因子；

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ——铅对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数。

根据西安宝石花长庆医院提供的 DSA 机房辐射防护设计方案，其防护屏蔽材料主要为砖墙、混凝土、硫酸钡防护涂料、铅防护涂料，硫酸钡防护涂料屏蔽参数按照混凝土进行计算，DSA 在最大管电压 125kV 下运行时，砖、混凝土的三个拟合参数 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 如下：

表 11-1 砖、混凝土在 125kV 下的三个拟合参数

125kV	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
砖	0.0287	0.06700	1.346
混凝土	0.03502	0.07113	0.6974
铅	2.219	7.923	0.5386

结合公式 11-1 和 11-2，计算得 24mm 红砖相当于 2mm 铅当量屏蔽效果；40mm 硫酸钡防护涂料相当于 2.5mm 铅当量屏蔽效果，12mm 硫酸钡防护涂料相当于 0.75mm 铅当量屏蔽效果。因此本项目 DSA 手术室辐射防护屏蔽措施与标准对比见表 11-2：

表 11-2 屏蔽设计参数

拟采取屏蔽措施		等效铅当量	标准要求	评价
1#DSA 机房	东、西墙	4mmPb 铅板	4mmPb	≥2mmPb 符合
	南墙	24cm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料	4.5mmPb	≥2mmPb 符合
	北墙	东段 4mmPb 铅板，西段 24cm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料	东段 4mmPb 西段 4.5mmPb	≥2mmPb 符合
	工作人员防护门 (设置于西墙，手动平开门)	内衬 4mm 铅板	4mmPb	≥2mmPb 符合
	工作人员防护门 (设置于南墙，感应式电动平开门，带防夹功能)	内衬 4mm 铅板	4mmPb	≥2mmPb 符合
	污物通道防护门 (设置于东墙，手动平开门)	内衬 4mm 铅板	4mmPb	≥2mmPb 符合
	铅玻璃观察窗	20mm 厚铅玻璃	4mmPb	≥2mmPb 符合
	顶棚	12cm 混凝土+4mm 铅板	4.75mmPb	≥2mmPb 符合
2#DSA 机房	东、西、北墙	4mmPb 铅板	4mmPb	≥2mmPb 符合
	南墙	24cm 实心砖+40mm 硫酸钡防护涂料	4.5mmPb	≥2mmPb 符合
	工作人员防护门 (设置于西墙，手动平开门)	内衬 4mm 铅板	4mmPb	≥2mmPb 符合
	工作人员防护门 (设置于北墙，感应式电动平开门，带防夹功能)	内衬 4mm 铅板	4mmPb	≥2mmPb 符合
	污物通道防护门 (设置于东墙，手动平开门)	内衬 4mm 铅板	4mmPb	≥2mmPb 符合
	铅玻璃观察窗	20mm 厚铅玻璃	4mmPb	≥2mmPb 符合
	顶棚	12cm 混凝土+4mm 铅板	4.75mmPb	≥2mmPb 符合

注：实心砖密度 1.65g/cm<sup>3</sup>，混凝土密度 2.35g/cm<sup>3</sup>，硫酸钡防护涂料密度 2.79g/cm<sup>3</sup>，铅板密度 11.3g/cm<sup>3</sup>，铅玻璃密度 4.2g/cm<sup>3</sup>。

根据表 11-2 可知，本项目 DSA 机房一面积为 72.7m<sup>2</sup>，DSA 机房二面积为 69.6m<sup>2</sup>，DSA 机房一最小单边长度 7.5m，DSA 机房二最小单边长度 7.2m，手术室屏蔽设计铅当量均不小于 2mmPb，机房的有效使用面积、最小单边长度及屏蔽防护均能够满足《医

用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中介入 X 射线机房的相关要求。因此可推断其机房周围环境辐射水平能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中“具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5μSv/h”和“采集机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv”的要求。

## 2.理论预算

本项目 DSA 最大管电压为 125kV，最大管电流为 1000mA。DSA 包括透视和采集两种工作模式，实际使用时，为防止球管烧毁并延长其使用寿命，管电压和功率通常预留 30%的余量，即管电压控制在 90kV 以下。根据《医用外照射源的辐射防护》，当管电压为 90kV 时，离靶 1m 处的剂量率约为 6.75mGy/mA·min，参考同类型装置运行情况，透视时最大管电流保守取 10mA，采集取 500mA，则本项目透视状态下距靶点 1m 处的最大剂量率取 4.05×10<sup>6</sup>μSv/h，采集状态下距靶点 1m 处的最大剂量率取 2.02×10<sup>8</sup>μSv/h。

### （1）泄漏辐射剂量率估算公式

#### ①计算公式

泄漏辐射剂量率计算公式参考《辐射防护手册第一分册——辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）中给出的公式计算。

$$H = \frac{f \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (11-2)$$

式中：H—关注点处的泄漏辐射剂量率，μGy/h；

f—泄漏射线比率，取 0.1%；

H<sub>0</sub>—距靶点 1m 处的最大剂量率，μGy/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。

不同屏蔽物质 90kV 下辐射衰减的有关三个拟合参数见表 11-3。

**表 11-3 不同屏蔽物质 90kV 下辐射衰减的有关三个拟合参数**

90kV	α	β	γ
铅	3.067	18.83	0.7726

## ②计算结果

本评价对正常工况下周围的贯穿辐射水平进行了预测，各关注点位示意图见图 11-1，本项目共建设两间 DSA 房，房间布设一致，本项目防护门、观察窗、四周墙壁、房顶、地板等各关注点的泄漏辐射剂量率估算见表 11-4。

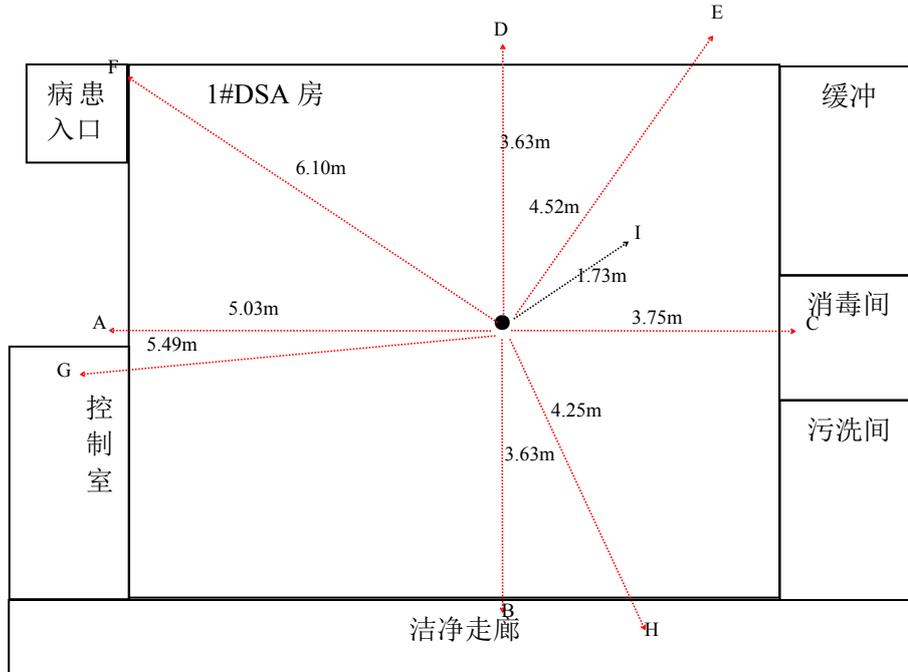


图11-1 各关注点示意图

表 11-4 不同模式下各关注点处泄漏辐射剂量率计算结果一览表

工作状态	关注点位置	R (m)	f	H <sub>0</sub> (μGy/h)	B	H (μGy/h)
透视	西侧墙外 30cm 处	5.03	0.001	4.05E+6	3.69E-7	5.91E-04
	南侧墙外 30cm 处	3.63	0.001	4.05E+6	3.69E-7	1.13E-04
	东侧墙外 30cm 处	3.75	0.001	4.05E+6	3.69E-7	1.06E-04
	北侧墙外 30cm 处	3.63	0.001	4.05E+6	3.69E-7	1.13E-04
	缓冲间防护门外 30cm 处	4.52	0.001	4.05E+6	3.69E-7	7.31E-05
	受检者防护门外 30cm 处	6.10	0.001	4.05E+6	3.69E-7	4.01E-05
	医生防护门外 30cm 处	5.49	0.001	4.05E+6	3.69E-7	4.95E-05
	观察窗外 30cm 处	4.25	0.001	4.05E+6	3.69E-7	8.27E-05
	二楼 30cm 处	1.73	0.001	4.05E+6	3.69E-8	4.99E-05
采集	西侧墙外 30cm 处	5.03	0.001	2.02E+8	3.69E-7	2.95E-03
	南侧墙外 30cm 处	3.63	0.001	2.02E+8	3.69E-7	5.66E-03
	东侧墙外 30cm 处	3.75	0.001	2.02E+8	3.69E-7	5.30E-03
	北侧墙外 30cm 处	3.63	0.001	2.02E+8	3.69E-7	5.66E-03
	缓冲间防护门外 30cm 处	4.52	0.001	2.02E+8	3.69E-7	3.65E-03
	受检者防护门外 30cm 处	6.10	0.001	2.02E+8	3.69E-7	2.00E-03
	医生防护门外 30cm 处	5.49	0.001	2.02E+8	3.69E-7	2.47E-03

观察窗外 30cm 处	4.25	0.001	2.02E+8	3.69E-7	4.13E-03
二楼 30cm 处	1.73	0.001	2.02E+8	3.69E-8	2.49E-03

### ③ 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）中给出的公示计算。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot S}{(d_0 \cdot d_s)^2} \quad (11-4)$$

式中：H—关注点处的散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

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

$\alpha$ —患者对 X 射线的散射比，取自《辐射防护手册第一分册》P437 表 10.1，100kV 射线取 0.0013（90° 散射，相对于 400cm<sup>2</sup> 散射面积）；

S—散射面积，取典型值 100cm<sup>2</sup>；

$d_0$ —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（11-3）计算。

各关注点处散射辐射剂量率计算结果见表 11-5。

表 11-5 不同模式下各关注点处散射辐射剂量率计算结果一览表

工作状态	关注点位置	$H_0$ ( $\mu\text{Gy/h}$ )	$\alpha$	S	$d_0$	$d_s$	B	H ( $\mu\text{Gy/h}$ )
透视	西侧墙外 30cm 处	4.05E+6	0.0013	100	0.3	5.03	3.69E-7	8.53E-06
	南侧墙外 30cm 处	4.05E+6	0.0013	100	0.3	3.63	3.69E-7	1.64E-05
	东侧墙外 30cm 处	4.05E+6	0.0013	100	0.3	3.75	3.69E-7	1.54E-05
	北侧墙外 30cm 处	4.05E+6	0.0013	100	0.3	3.63	3.69E-7	1.64E-05
	缓冲间防护门外 30cm 处	4.05E+6	0.0013	100	0.3	4.52	3.69E-7	1.06E-05
	受检者防护门外 30cm 处	4.05E+6	0.0013	100	0.3	6.10	3.69E-7	5.81E-06
	医生防护门外 30cm 处	4.05E+6	0.0013	100	0.3	5.49	3.69E-7	7.16E-06
	观察窗外 30cm 处	4.05E+6	0.0013	100	0.3	4.25	3.69E-7	1.19E-05
	二楼 30cm 处	4.05E+6	0.0013	100	0.3	1.73	3.69E-8	7.21E-06
采集	西侧墙外 30cm 处	2.02E+8	0.0013	100	0.3	5.03	3.69E-7	4.26E-04
	南侧墙外 30cm 处	2.02E+8	0.0013	100	0.3	3.63	3.69E-7	8.17E-04
	东侧墙外 30cm 处	2.02E+8	0.0013	100	0.3	3.75	3.69E-7	7.66E-04
	北侧墙外 30cm 处	2.02E+8	0.0013	100	0.3	3.63	3.69E-7	8.17E-04
	缓冲间防护门外 30cm 处	2.02E+8	0.0013	100	0.3	4.52	3.69E-7	5.27E-03
	受检者防护门外 30cm 处	2.02E+8	0.0013	100	0.3	6.10	3.69E-7	2.89E-03

	医生防护门外 30cm 处	2.02E+8	0.0013	100	0.3	5.49	3.69E-7	3.57E-03
	观察窗外 30cm 处	2.02E+8	0.0013	100	0.3	4.25	3.69E-7	5.96E-03
	二楼 30cm 处	2.02E+8	0.0013	100	0.3	1.73	3.69E-8	3.59E-03

④总的辐射剂量率

根据表 11-4、11-5 的计算结果，计算出不同模式下各关注点处总的剂量率，见表 11-6。

表 11-6 不同工作模式下各关注点处总的剂量率计算结果一览表

工作状态	关注点位置	泄露辐射剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	散射露辐射剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	总辐射剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )
透视	西侧墙外 30cm 处	5.91E-04	8.53E-06	5.99E-04
	南侧墙外 30cm 处	1.13E-04	1.64E-05	1.29E-04
	东侧墙外 30cm 处	1.06E-04	1.54E-05	1.21E-04
	北侧墙外 30cm 处	1.13E-04	1.64E-05	1.29E-04
	缓冲间防护门外 30cm 处	7.31E-05	1.06E-05	8.37E-05
	受检者防护门外 30cm 处	4.01E-05	5.81E-06	4.59E-05
	医生防护门外 30cm 处	4.95E-05	7.16E-06	5.67E-05
	观察窗外 30cm 处	8.27E-05	1.19E-05	9.46E-05
	二楼 30cm 处	4.99E-05	7.21E-06	5.71E-03
采集	西侧墙外 30cm 处	2.95E-03	4.26E-04	3.38E-03
	南侧墙外 30cm 处	5.66E-03	8.17E-04	6.48E-03
	东侧墙外 30cm 处	5.30E-03	7.66E-04	6.07E-03
	北侧墙外 30cm 处	5.66E-03	8.17E-04	6.48E-03
	缓冲间防护门外 30cm 处	3.65E-03	5.27E-03	8.92E-03
	受检者防护门外 30cm 处	2.00E-03	2.89E-03	4.89E-03
	医生防护门外 30cm 处	2.47E-03	3.57E-03	6.04E-03
	观察窗外 30cm 处	4.13E-03	5.96E-03	1.01E-02
	二楼 30cm 处	2.49E-03	3.59E-03	6.09E-03

由计算结果可知：本项目血管造影机在正常运行情况下，透视模式下机房周围各关注点处的附加剂量率在  $(4.59 \times 10^{-5} \sim 5.71 \times 10^{-3}) \mu\text{Sv/h}$  之间，采集模式下机房周围各关注点处的附加剂量率在  $(3.38 \times 10^{-3} \sim 1.01 \times 10^{-2}) \mu\text{Sv/h}$  之间，本项目血管造影机在两种模式下机房周围各关注点处的辐射剂量率均能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中规定的屏蔽体外表面 30cm 处剂量率不大于  $2.5 \mu\text{Gy/h}$  的标准限值。

上述计算是偏保守的，忽略了设备材料的衰减作用和人体的吸收作用，实际预计本项目血管造影机在正常运行情况下，机房内操作位的辐射剂量率将比预测值小，机房周围的辐射剂量率将维持在当地的正常背景水平。

### 3. 职业人员和公众有效剂量估算

#### (1) 职业人员有效剂量估算

①职业人员所受到的年有效剂量计算公式：

$$H_w = H_R \times K \times T \times t \quad (11-5)$$

式中：H<sub>w</sub>——年受照剂量；

H<sub>R</sub>——计算点附加剂量率，μGy/h；

K ——有效剂量与吸收剂量换算系数，取 1Sv/Gy；

T ——人员居留因子，参考《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）附录 A 中的表 A.1，如表 11-7 所示，职业人员全居留取 1，公众人员部分居留取 1/4、偶然居留取 1/8；

t ——年曝光时间，h/a。

### ②出束时间

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 300 台手术（单台），本次新增 DSA 诊疗从现有人员中调配 8 人（每台设备配备 4 人，其中介入手术医生 2 人，DSA 操作医生 2 人，2 人一组，轮流工作），不新增辐射工作人员，每位医生手术台数不超过 150 台。手术中 DSA 的平均出束时间为透视 10 分钟、采集 2 分钟，全年工作天数按最多 260 天（每周工作 5 天）考虑，本项目血管造影机的预计年开机时间如下 11-7。

表 11-7 不同工作模式下的预计开机时间一览表

工作模式	每次开机时间	年最大工作量	年开机时间	年工作天数
透视	10 分钟	300 台手术（单台）	50 小时	260 天
采集	2 分钟		10 小时	260 天

### ③计算结果

辐射工作人员主要为操作间工作人员和 DSA 介入操作人员，本次评价分别对其进行计算。

#### （1）操作间工作人员

在设备正常运行情况下，计算介入室外各点位 DSA 职业工作人员所受年有效剂量，计算结果见表 11-8。

表 11-8 操作间辐射工作人员所受年有效剂量

点位	点位描述	q	运行方式	H <sub>R</sub> (μGy/h)	H <sub>w</sub> (mGy/a)	总剂量 (mSv/a)
1	观察窗外 30cm 处	1	透视	9.46E-05	4.73E-06	1.06E-04
		1	采集	1.01E-02	1.01E-04	

2	医生防护门外 30cm 处	1	透视	5.67E-05	2.84E-06	6.32E-05
		1	采集	6.04E-03	6.04E-05	
3	机房西侧墙外 30cm 处 (操作室)	1	透视	5.99E-04	2.99E-05	6.37E-05
		1	采集	3.38E-03	3.38E-05	

由表 11-6 可知,在透视和采集状态下,DSA 室西侧操作室内,观察窗和工作人员门外 0.3m 处的年附加剂量最大值为 1.06E-04mSv/a,不超过本项目设置的职业工作人员辐射剂量不超过 5mSv/a 的约束值。

根据浙江建安监测研究院有限公司 2019 年 6 月出具的《长庆油田职工医院(现更名为西安宝石花长庆医院)放射工作人员个人剂量监测报告》(编号:GABG-GF18250531-7),西安宝石花长庆医院 2019 年 1 月日至 2019 年 4 月 30 日,原有员工中个人剂量当量检测值最大值为 0.08mSv(宋世钰)。综上,职业工作人员年辐射总剂量为 0.0801mSv/a。

### (2) DSA 介入操作人员

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013)中 4.7.5: X 射线设备在确保铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下,按附录 B 中 B.1.2 的要求,在透视防护区测试平面上的空气比释动能率应不大于 400 $\mu$ Gy/h,因此本次评价保守按照 X 射线设备在确保铅屏风和床侧铅挂帘等防护设施正常使用的情况下,在透视防护区测试平面上的空气比释动能率为 400 $\mu$ Gy/h 进行计算。

根据《医用 X 射线诊断放射防护要求(GBZ130-2013)附录 D.1.2:对于给定的铅厚度,依据 NCRP No.147 报告中给出的不同管电压 X 射线辐射在铅中衰减的 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  拟合值,计算可知 0.5mm 厚的铅衣的辐射透射因子 B 为  $2.52 \times 10^{-2}$ (辐射透射因子),本项目 DSA 设备年最大出束时间约为 50h,工作人员的年受照最大剂量为:  $400\mu\text{Gy/h} \times 50\text{h} \times 2.52 \times 10^{-2} = 504\mu\text{Sv/a} = 0.504\text{mSv/a}$ ,小于本项目设置的职业工作人员 5mSv/a 的剂量约束值。

项目每台介入手术配备 2 组工作人员,每组 2 人,因此介入室 1 位操作人员年受照剂量为  $0.504/2\text{mSv/a} = 0.252\text{mSv/a}$ ,远小于本项目设置的职业工作人员 5mSv/a 的剂量约束值。

### (3) 公众有效剂量估算

在设备正常运行情况下,计算各点位公众人员所受的年有效剂量,计算结果见表 11-9。

**表 11-9 机房周围公众人员所受年有效剂量**

点位	点位描述	q	运行方式	H <sub>R</sub> (μGy/h)	H <sub>w</sub> (mGy/a)	总剂量 (mSv/a)
1	受检者防护门外 30cm 处	1/4	透视	4.59E-05	5.73E-07	1.28E-05
			采集	4.89E-03	1.22E-05	
2	二楼 30cm 处	1/4	透视	5.71E-03	7.15E-04	7.3E-04
			采集	6.09E-03	1.52E-05	
3	南侧墙外 30cm 处	1/8	透视	1.29E-04	1.61E-07	1.78E-05
			采集	6.48E-03	1.62E-05	

由表 11-8 可知，DSA 运行期间，公众人员能到达位置及周边保护目标所受年有效剂量不超过本项目设置的公众人员辐射剂量 0.25mSv/a 的约束值。

### 2. 有害气体的环境影响

DSA 在曝光过程中臭氧和氮氧化物产生量很小，本工程机房空调系统，通风量为 1350m<sup>3</sup>/h，排放次数为 6 次/h，满足通风换气大于 4 次/h 的要求。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，对工作人员和周围环境影响较小。

### 3. 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。

### 4. 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。

### 5. 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，医院针对本项目 DSA 产生的各项污染物均采取了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

事故是指引起异常的辐射危害的任何情况，风险评价的目的是分析存在的潜在的危<sub>险</sub>，提出合理可行的防范、应急与减缓措施。射线装置仅在运行时产生 X 射线，停机后射线就会消失，故只有在开机状态下，射线装置产生的 X 射线才会贯穿屏蔽设施进入外环境，从而带来一定的辐射影响。

### (1)事故识别

- 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操作时其他无关人员滞留介入机房内，受到照射；
- ③维修调试过程中，因维修人员误操作导致设备出束，可能发生误照射；
- ④维修调试过程中，虽关闭了设备高压，但未切断电源，由于暗电流而造成的误照射。
- ⑤警示标志不合理、安全联锁失效或射线报警器发生故障而使无关人员进入治疗室造成误照射。

### (2)误照事故防范措施

要避免误照事故的发生及发生后能采取立即采取有效防范措施，建设单位需做好以下防范措施：

①定期认真地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，避免事故的发生。

②凡涉及对医用射线装置进行操作，必须有明确的操作规程，并做到“制度上墙”（即将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置）。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，并做好个人的防护。

③定期检查门机联锁装置和门灯连锁装置，确保安全联锁装置正常运行；每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件需及时更换。

④加强放射工作人员的管理，医用射线装置开机前，必须确保无关人员全部撤离后才可开启；加强放射工作人员的业务培训，防止误操作，以避免工作人员和公众受到意外辐射。

⑤加强控制区和监督区管理，在射线装置运行期间，加强对监督区公众的管理，限制公众在监督区长期滞留。

⑥检修人员准备进入 DSA 机房时，必须携带个人剂量计或个人剂量报警仪。

⑦检查系统发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动辐射源。

⑧调试和维修时，应保证切断辐射源出束状态。

⑨调试和维修必须解除安全连锁时，需经负责人同意并通告有关人员。工作结束后，先恢复安全连锁并经确认系统正常后再行使用。

⑩机房门外明显处应设置电离辐射警示标志，并安装醒目的工作状态指示灯。

### (3)辐射事故防范措施

辐射安全必须依靠必要的体制和管理，良好的设施和完整的工作制度等。引起意外(或事故)的不安全因素有两大类：一类是物的不安全因素，另一类是人的不安全行为。从我国多年内所发生的放射事故来看，人为因素造成的责任事故占事故总数的80%以上。责任事故主要由管理不善、领导失职、安全观念淡漠引起。建设单位应从加强管理和提高安全意识两方面促进辐射防护工作，通过宣传培训等手段，提高安全文化素质，增强辐射防护意识，使辐射工作人员自觉服从管理，主动采取防护措施，控制不安全行为，预防辐射意外（或事故）的发生。建设单位需完善以下辐射事故防范措施：

①各级领导需把辐射防护工作放到重要议事日程，制定严格的管理制度，安排操作人员接受安全防护教育和培训。定期组织相关辐射防护知识培训学习告知相关人员辐射危害。

②辐射安全工作领导小组应对本单位的应急组织人员、救护计划和方法、救护器材和设备以及联络方式进行明确布置和安排，并在统一部署下定期组织演练，一旦事故发生时可立即执行。

③操作人员需持证上岗，确保岗位责任制度的落实，严肃查处违规作业。

④必须严格按照操作规程，正确操作仪器，对违规和粗疏管理的行为必须及时纠正。

⑤全体工作人员必须时刻保持高度警惕，平时练为战的思想，认真学习、掌握各

项技能，做好随时应对重大事故的思想准备。

⑥每日做好设备运行记录，认真填写设备维护记录表。任何人对设备部件进行更换、升级等操作时，都必须上报主管领导，得到回复后，方可进行，操作后详细填写故障处理联络单。

## 十二、辐射安全管理

### 1.辐射安全与环境保护管理机构的设置

西安宝石花长庆医院已建设辐射安全防护管理机构，并且根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》管理要求开展工作。

医院已成立了以主管院长为组长，相关科室负责人等组员的辐射防护与安全管理机构小组，主要职责如下：

(1) 组织制定并落实放射诊疗和放射防护管理制度。

(2) 定期组织对放射诊疗设备和工作场所进行性能、防护的检测，督促落实相关部门做好放射诊疗工作人员、患者的辐射防护设施。

(3) 组织本院放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识相关规定的培训和健康检查。

(4) 制定放射时间应急预案并组织演练。

本环境影响报告表获得批复后，西安宝石花长庆医院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。

西安宝石花长庆医院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 38 人，目前均已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。将来如增加辐射工作人员，新增的辐射工作人员应接受初级辐射安全防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，并取得辐射安全培训合格证书，做到持证上岗。取得上岗证的人员应每四年接受一次再培训。本次 DSA 人员调配员工共 8 人，从原有员工调配，员工证书及培训时间如下：

表 12-1 已取得证书人员名单

序号	姓名	性别	学历	辐射安全与防护培训时间	培训证号
1	王长青	男	本科	2018-11.30	陕 31826001G
2	宋世钰	男	本科	2018-11.30	陕 31826002G
3	朱登云	男	本科	2018-11.30	陕 31826004G
4	冯根义	男	本科	2018-11.30	陕 31826006G
5	李娟	女	本科	2018-11.30	陕 31826026G
6	白俊芳	女	本科	2018-11.30	陕 31826018G
7	王义伟	女	大专	2018-11.30	陕 31826016G
8	严明	女	中专	2018-11.30	陕 31826019G

## 2.辐射安全管理规章制度

### (1) 辐射安全管理制度

西安宝石花长庆医院目前已制定相关辐射安全管理制度。医院现有核技术利用均通过环保验收，验收过程中已对医院现有辐射安全管理制度进行核查检查，这些制度包括操作规程岗位职责、辐射方式制度、安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训制度、台账管理制度、监测方案以及应急预案和应急人员的培训演习制度，具体制度见附件。

本次增加的 DSA 属于射线装置，环评建议建设单位应结合本次项目新增的内容，对原有辐射安全管理制度进行补充完善，使之切实可行又符合相关管理规定，并付诸严格执行。

后期需完善补充内容如下：

- ①制定 DSA 操作规程；
- ②制定 DSA 机房内辐射工作人员岗位职责；
- ③新增工作场所的监测方案纳入原有监测制度；
- ④完善 DSA 场所分区管理规定（含人流物流流线图）；
- ⑤完善原有应急预案和应急人员的培训演习制度。

医院应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布新的相关法规的内容，结合医院实际情况，对各项规章制度修改完善，使之符合相应环保要求。

### 2.核技术利用单位辐射安全管理标准化建设

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成了要求。详见表 12-2、表 12-3。建设单位应按照文件要求进行标准化建设。

**表 12-2 辐射安全管理标准化建设项目表（辐射安全管理部分）**

管理内容		管理要求
人员管理	决策层	就确保辐射安全目标作出明确的文字承诺，并指派有决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
		建立健全辐射安全管理制度，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，并有完善的巡查及整改记录
	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安全与环境保护管理机构和负责人
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
		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
		建立辐射工作人员个人剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门，保证个人剂量监测档案的连续有效性
		建立辐射工作人员职业健康体检管理制度，定期对辐射工作人员进行职业健康体检，对体检异常人员及时复查，保证职业人员健康监护档案的连续有效性
		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），并建立维护与维修工作记录档案（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
应急管理		结合本单位实际，制定具有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 12-3 辐射安全管理标准化建设项目表（辐射安全防护措施部分-医用 X 射线诊断）**

项目	具体要求
布局	每台 X 射线机（不含移动式和携带式床旁采集机与车载 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
辐射安全与联锁	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- $\gamma$ 剂量率监测仪、个人剂量计、铅屏风、铅手套、铅围裙、铅眼镜、铅衣、铅帽等。

### 3.辐射监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判定和估计电离辐射水平，防止人员收到过量的照射，根据实际情况，项目单位已建立辐射剂量监测制度，包括工作场所监测和个人剂量监测。

#### (1) 已有项目的辐射监测开展情况

①常规监测：医院每年委托有资质的单位对辐射工作场所进行辐射环境的监测，包括射线机房各面屏蔽墙、观察窗和防护门等，并与每年向发证机关提交上一年度的评估报告。

②辐射工作人员佩戴个人剂量上岗，并每季度进行检测。

#### (2) 此次项目辐射监测计划

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目 DSA 房内至少配置便携式个人剂量报警器 2 个，每个辐射工作人员均应配备个人剂量计。

#### ①个人剂量监测和职业健康检查

个人监测主要是利用个人剂量计进行外照射个人累积剂量监测，每名辐射工作人员需佩戴个人剂量计，监测周期为 1 次/季度（每季度将个人剂量片送往有资质的检测机构进行检测）。辐射工作人员职业健康检查至少应每 2 年进行 1 次，并建立职业健康监护档案且长期保存。

#### ②辐射工作场所及周围环境监测

##### 1) 年度监测

委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；年度检测报告应作为《年度评估报告》的重要组成部分一并提交给发证机关。

##### 2) 日常自行监测

定期自行开展辐射监测（也可委托有资质的单位进行自行监测），指定各工作场所

的定期监测制度，监测数据应存档备案，监测周期至少 1 次/月。

### 3) 监测内容和要求

A、监测内容：X- $\gamma$ 空气吸收剂量率。

B、监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-1）布点方案，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立号监测数据台账一边备查。

表 12-4 辐射工作场所监测计划建议

场所	监测点位	监测频次
X- $\gamma$ 空气吸收剂量率	机房屏蔽墙体外表面 30cm 处、防护门窗及缝隙外表面 30cm 处、二楼 30cm 处、工作人员操作位、屏蔽墙体外表面 30cm 处、防护门及缝隙 30cm 处、	1 次/季度

## 4.辐射事故应急

### (1) 辐射事故应急预案规定内容

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保护部令第 18 号）第六章第四十三条规定：“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当根据可能发生的辐射事故的风险，指定本单位的应急方案，做好应急准备。”辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- 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置、资金、物资准备；
- ③辐射事故分级与应急响应措施；
- ④辐射事故的调查、报告和处理程序；
- ⑤辐射事故信息公开、公众宣传方案。

### (2) 现有情况

医院已成立辐射事件应急处理委员会，明确了其职责，制定了辐射事故应急预案，应急预案包括辐射事故处理程序，辐射事故应急处理原则、应急事故报告制度、人员救助和现场控制等有关内容。应将本次涉及 DSA 及时纳入已有应急预案中，完善上述制定各项内容措施。

一旦发生辐射事故，医院应立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故报告表》，由医院辐射事故应急小组上报当地生态环境主管部门及省级生态环境主管部门，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，并及时组织专业技术人员排出事故，配合相关部门做好辐射事故调查工作。

#### 5.环保投资和“三同时”措施一览表

##### (1) 环境保护投资

本项目总投资 720 万元，计划环保工程投资 30 万元，占项目总投资的 4.17%，环保投资费用主要为环境监测费用、个人剂量计的购置及检测费用、职业病健康检查费用、相关安全设施等的防护费用等。

##### (2) “三同时”措施一览表

该项目“三同时”措施一览表如表 12-5。

**表 12-5 “三同时”措施一览表**

序号	项目	验收方法	预期效果
1	辐射安全管理机构	建立《辐射安全与防护管理制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射防护与安全保卫制度》、《放射医学影像设备定期检测制度》、《个人剂量管理制度》《放射工作人员培训制度》等	保证各项设备正常运行
2	屏蔽措施情况	诊疗工作场所建设和布局与环评报告表描述一致。经屏蔽墙和防护门的屏蔽能力满足辐射防护的要求	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），公众、职业照射剂量约束值执行 0.25mSv/a 和 5mSv/a
3	安全防护设施	机房安全连锁、门灯连锁、急停装置、报警等装置	避免事故发生
4	监测仪器和防护用品	为放射性工作人员配备铅衣、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜等防护用品，为患者配备铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、阴影屏蔽器具等防护用品个 7 套	操作人员工作佩戴，减少所受辐射剂量
5	个人剂量档案及健康监护档案	辐射工作人员应进行个人剂量监测，定期组织工作人员进行职业健康体检，并按相关法规要求建立工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案	确保辐射工作人员安全
6	警示标识	防护门外醒目位置张贴电离辐射警示标识和中文警示说明	使公众避免不必要的辐射
7	监测计划	建立职业健康检查和个人剂量检测档案，落实日常环境监测，并详细记录；个人剂量按照要求佩戴并在规定时间内及时送检	避免对环境造成辐射污染
8	管理机构	成立辐射安全领导小组	负责项目辐射与安全管理 工作

## 十三、结论与建议

### 结论

#### 1.项目概况

西安宝石花长庆医院位于西安市高陵区西安泾河开发区长庆西路 20 号，现有 12 台射线装置，已办理环保手续，并正常运行。

本项目建设内容主要是在长庆职工医院防疫站及社区医疗中心综合楼一层东侧建设 DSA 机房，并购置两台单 C 臂数字平板血管造影系统 GEIGS530。以满足人民群众的医疗服务和医院发展的需要。由于本项目所在大楼已建成，本项目在已建机房内进行设备安装。

#### 2.实践正当性分析

西安宝石花长庆医院新增使用 2 台 DSA 机，其目的在于提高诊疗水平，开展放射诊断工作，满足辖区居民等医疗需求，所带来的社会效益远大于其辐射带来的危害，按本报告提出的各项环保措施和要求后其风险较低，故该项目的应用符合“实践正当性”的要求。

#### 3.相关情况判定

##### (1) 产业政策相符性分析

经检索，本项目不属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中鼓励类、限制类、淘汰类，可视为允许类；另外，项目不属于《市场准入负面清单》（发改经体[2019]1685 号）中禁止准入类和许可准入类。符合国家现行的有关产业政策。

##### (2) 选址合理性分析

本项目位于西安市高陵区西安泾河开发区长庆西路 20 号西安宝石花长庆医院院内，医院北临长庆西路，西临泾渭三路，南临龙江秀水园二期，东临临街商铺，四邻关系见附图 2。

项目周边 200m 范围内无自然保护区、范围内无饮用水源保护区、自然保护区和重要渔业水域等环境，故本项目的建设不存在制约因素。

本次评价范围仅涉及 DSA 诊疗场所，诊疗场所位于长庆职工医院防疫站及社区医疗中心综合楼一层东侧，该区域东侧临路，西侧为办公资料区，南侧临路，路南为内科住院楼，北侧临路，路北为门诊楼，楼上为神经内科病区。项目所在区域相对独立，且

人流较少，降低了公众照射的可能性。

### (3) 项目平面布置合理性分析

根据本项目平面布局可知，本次项目检查区域由走廊与其他区域分割为独立区域，项目共设置两个 DSA 房，1#DSA 房位于北侧，2#DSA 房位于南侧，项目设置单独的操作区以及控制区，各区域功能明确，互不干扰，又互相联系。各功能区间采用墙体分隔，墙体、防护门的防护厚度充分考虑了电离辐射影响，能够有效降低电离辐射对工作人员和周围公众的辐射影响。综上，本项目布局合理，既有便于医疗工作，又便于对射线装置的集中管理，有利于辐射防护和环境保护，本项目平面布局基本合理。

### 4. 环境质量现状

本次辐射环境本底值引自陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司于 2019 年 6 月 13 日出具的长庆石油勘探局有限公司矿区服务事业部职工医院（现更名为西安宝石花长庆医院）使用射线装置核技术利用项目辐射环境监测报告（QNJJC-201905-E003，由报告可知西安宝石花长庆医院辐射环境本底值为  $0.08\mu\text{Gy/h}\sim 0.09\mu\text{Gy/h}$ 。

根据《陕西省环境伽玛辐射剂量水平现状研究》（1988 年 11 月）中数据，陕西省室外环境辐射剂量率为  $66\sim 188\text{nGy/h}$ ，室内为  $87\sim 203\text{nGy/h}$ ，所以西安宝石花长庆医院的  $\gamma$  辐射剂量水平处于陕西省背景值范围内。

### 5. 辐射防护屏蔽能力分析

#### (1) 标准对照预测

本项目 DSA 机房一面积为  $72.7\text{m}^2$ ，DSA 机房二面积为  $69.6\text{m}^2$ ，DSA 机房一最小单边长度  $7.5\text{m}$ ，DSA 机房二最小单边长度  $7.2\text{m}$ ，手术室屏蔽设计铅当量均  $\geq 4\text{mmPb}$ ，机房的有效使用面积、最小单边长度及屏蔽防护均能够满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中介入 X 射线机房的相关要求。

#### (2) 辐射剂量率预测评价

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，能够使得屏蔽墙外  $30\text{cm}$  处的周围剂量当量率均小于  $2.5\mu\text{Sv/h}$  的限值要求。

#### (3) 环境敏感目标剂量估算结果

通过理论预测可知：项目职业工作人员年辐射总剂量为  $0.0801\text{mSv/a}$ ，血管造影机所致介入医师最大个人年有效剂量值为  $0.504\text{mSv/a}$ ，低于本次评价执行标准  $5\text{mSv/a}$  的

剂量约束值；公众人员受到的附加年有效剂量最大为  $7.3E-04mSv/a$ ，低于本次评价执行标准  $0.25mSv/a$  的剂量约束值。

#### 6.污染防治措施合理性

建成后的 DSA 机房的屏蔽墙体、防护门等的设计厚度均满足标准所需的厚度，门框与门的衔接处应采取必要可行的措施，保证设计方案可满足机房屏蔽墙外、防护门口  $30cm$  贯穿辐射剂量率不大于  $2.5\mu Gy/h$  的要求。在充分落实本环评对机房提出的相应污染防治措施（如：机房设置门灯连锁装置、工作状态指示灯、机房门外张贴电离辐射警告标志及其中文警示说明等，配备相应的防护用品等）后，能够满足开展本项目的环保要求。

#### 7.环境管理制度

西安宝石花长庆医院拟成立以主管院长为组长的辐射安全监督领导管理机构，本报告针对场所设施、监测、应急、人员等方面提出了相应的制度，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，医院应严格按照所提要求制定落实后，环境管理措施能够满足开展本项目的环保要求。

#### 8.建设单位从事辐射技术的能力

医院应积极组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，培训合格后方可上岗；公司将为辐射工作人员配发个人剂量仪，委托相关资质单位每 3 个月检测一次，建立个人剂量档案；并定期组织辐射工作人员到有资质单位进行职业健康检查，建立个人健康档案。项目建设单位在充分落实本报告提出的各项措施后，该公司从事辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

#### 9.总结论

综上所述，西安宝石花长庆医院新增 DSA 装置项目只要严格采取本评价所述的环境管理、环境监测、安全防护措施，认真采纳本报告提出的环境保护要求，该医院的辐射防护设施完全可以达到环保和辐射安全的要求，对于环境和公众安全的，该项目是可行的。

#### 10.建议

(1) 严格执行操作规程，辐射工作人员应提高熟练程度，辐射工作人员（含以后新增辐射工作人员）和直接负责辐射管理人员，应进行辐射防护培训，必须参加由有资

质单位举办的辐射安全和防护知识培训，经考核合格并取得相应资格方能上岗，加强对医务人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降到最低。

(2) 严格落实监测计划，落实各项污染防治措施。

(3) 强化管理，严格落实各项管理制度、辐射污染防治措施，严格执行本项目显像剂送入、存储和使用过程的管理措施，控制人流、物流通道，落实分区管理措施。

(4) 接受各级环保行政主管部门的监督检查。

(5) 辐射事故应急预案在随着本项目的实施发生变化后，完善相关内容修订使用。

(6) 本项目在取得环评批复后应重新申请辐射安全许可证，申请辐射安全许可证之前，确保完善相应的的辐射安全管理制度。

(7) 按照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项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29号），规范管理与操作，建立健全核技术利用项目各项档案管理，认真开展自查自评工作，发现问题及时整改。