

表 1 项目概况

单位名称	榆林市第一医院	地址	榆林市高新区榆溪大道 93 号		
法人代表姓名	赵彦峰	电话	0912-3593200	邮编	719000
联系人及电话	陈爽 18992270541				
项目名称	医用射线装置项目		项目地点	榆林市高新区榆溪大道 93 号榆林市第一医院内	
项目用途	医学检查		项目依据		
总投资（万元）	200		核技术项目投资（万元）	180	
核技术项目环保投资（万元）	20		核技术环保投资占总投资的比例（%）	10	
应用类型	放射性同位素应用	密封源	射线装置		其它
	/	/	II类射线装置： 平板探测器全数字血管造影系统 2 台； III类射线装置： 后 64 排螺旋 CT 1 台、DR 数字成像系统 2 台、全数字乳腺 X 射线机 1 台。		/
<p><b>核技术应用的目的是任务：</b></p> <p><b>1 核技术应用的目的是任务：</b></p> <p><b>1.1 射线装置、核医学应用的目的是任务</b></p> <p>数字减影系统主要通过 X 射线提供的图像信息，临床用于开展冠心病的各种介入治疗、永久起搏器植入，心律失常射频消融，心力衰竭的再同步化治疗，冠脉搭桥术，先天性心脏病的介入治疗，复杂先心病的手术治疗，风湿性心瓣膜病球囊扩张，瓣膜置换，周围血管病变的介入治疗及手术治疗。</p> <p>CT 机主要用于患者的全身各部位的断层扫描、提供医学影像资料并进行医学影像诊断。</p> <p>数字化 X 射线装置主要用于患者的常规影像学检查和提供医学影像资料并进行医学影像诊断。</p>					

## 1.2 项目由来

### 1.2.1 医院简介

榆林市第一医院暨延安大学第二附属医院，前身为 1951 年创建于宝鸡的陕西省第二康复医院；1970 年为支援陕北老区建设，整体迁址陕北绥德；1989 年通过国家教委验收，成为延安大学第二附属医院；1995 年通过卫生部验收，成为陕北地区第一所三级甲等综合医院；2010 年通过“三级甲等医院”复审。自迁址陕北以来，我院作为陕北地区医疗技术中心和人才培养基地，一直承担着陕北地区危急重症抢救和技术指导任务，累计接诊患者 400 多万人次，培养基层专业技术人员 1 万多名，为保障陕北人民生命健康和带动区域卫生事业发展做出了杰出的贡献，被誉为“陕北医院的一面旗帜”。该医院目前有设备 14 台（其中 3 台 II 类射线装置、11 台 III 类射线装置），并于 2015 年 3 月 16 日取得陕西省环境保护厅下发的《辐射安全许可证》，证书编号为陕环辐证（60001）。《辐射安全许可证》许可的内容为：使用 III 类、V 类放射源；乙级非密封放射性物质工作场所；使用 II、III 类射线装置。

2015 年，榆林市第一医院拟新增 6 台医用射线装置。根据现场踏勘，目前正在做前期辐射防护工程，设备型号已定，尚未安装使用。

### 1.2.2 医院放射科核技术应用情况

该院放射科医疗射线装置主要位于一期住院综合楼和二期住院综合楼内。目前已经建成了一期住院综合楼，以运行的 14 台射线装置分别位于一期住院综合楼-1F~3F。

新增 2 台平板探测器全数字血管造影系统位于 1 期综合楼，新增后 64 排螺旋 CT 1 台、DR 数字成像系统 2 台、全数字乳腺 X 射线机 1 台，位于二期综合楼内。

该院原有医疗射线装置清单见表 1.2.1。

表 1.2.1 医院原有医疗射线装置清单

序号	装置名称	装置型号	技术参数	装置类别	装置用途	状态	安放或使用位置
1	模拟定位机	SL-IE	125kv500mA	III类	诊断	使用	肿瘤科（榆）-1F
2	直线加速器	PreciseFreatment	15MV	II类	治疗	使用	肿瘤科（榆）-1F

3	大 C 臂	Innova2100-IQ	140kv	II 类	诊断	使用	介入室（榆）3F(移机)
4	小 C 臂	JXC6000	200mA	III 类	诊断	使用	手术室（榆）3F
5	小 C 臂	JXC6000	200mA	III 类	诊断	使用	手术室（榆）3F
6	牙片 X 光机	MSD	10mA	III 类	诊断	使用	口腔科（榆）2F
7	全景曲面断层机	Pro;ine EC	16mA	III 类	诊断	使用	口腔科（榆）2F
8	DR	DigitalDiagost System	125kv1250mA	III 类	诊断	使用	影像科（榆）-1F
9	64 排 CT	LightSpeedVCT	140kv 800mA	III 类	诊断	使用	影像科（榆）-1F
10	16 排 CT	Brilliancestors	140kv 500mA	III 类	诊断	使用	影像科（榆）-1F
11	胃肠数字 X 线机	NSX-RF2900	150kv 800mA	III 类	诊断	使用	影像科（榆）-1F
12	DR	DX-D 300	125kv1250mA	III 类	诊断	使用	体检中心（榆）1F
13	回旋加速器	HM-10HC	10MeV 70/100UA	II 类	制药	使用	核医学科（榆）-1F
14	PET-CT	ELITE	150kv 300mA	III 类	诊断	使用	核医学科（榆）-1F

该院新增医疗射线装置清单（本次评价内容）见表 1.2.2。

表 1.2.2 医院新增医疗射线装置清单

一期住院楼			
设备名称	设备型号	生产厂家	主要技术参数
平板探测器全数字血管造影系统	Innova 3100-IQ	GE(中国) 医疗集团	最大管电流: 800mA 最大管电压: 1250KV
平板探测器全数字血管造影系统	Innova 2100-IQ	GE(中国) 医疗集团	最大管电流: 800mA 最大管电压: 1250KV
二期住院楼			
设备名称	设备型号	生产厂家	主要技术参数
后 64 排螺旋 CT	Brilliance 双星 iCT	飞利浦	最大管电流: 1000mA 最大管电压: 140KV
DR 数字成像系统	DigitalDiagnost 3	飞利浦	最大管电流: 900mA 最大管电压: 150KV
全数字乳腺 X 射线机	Senographe Essential	GE(中国) 医疗集团	最大管电流: 100mA 最大管电压: 30KV
DR 数字成像系统	DX-D300	爱克发	最大管电流: 640mA 最大管电压: 150KV

根据《中华人民共和国环境保护法》、国务院第 449 号令《放射性同位素与射线装置放射防护条例》以及相关的法律法规，该医院射线装置项目应进行环境影响评价工作。榆林市第一医院正式委托陕西科荣环保工程有限责任公司对该院的辐射环境

进行评价。我单位在接受委托后，随即组织有关技术人员进行现场踏勘并收集相关资料，在对基础资料的分析和现状的调研，编制本评价报告表。

### 1.3 评价工作的目的

评价工作的主要任务是该院新增医用射线装置应用所产生的射线对医院周围的辐射环境影响进行评价，评价该医院医用射线装置辐射防护效果是否满足有关辐射防护标准的要求。

### 1.4 编制依据

#### 1.4.1 法律及相关资料

- (1) 《中华人民共和国环境影响评价法》；
- (2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》；
- (3) 国务院第 253 号令《建设项目环境保护管理条例》；
- (4) 国家环境保护总局 2006 年 26 号公告《射线装置分类办法》；
- (5) 国家环境保护总局 2005 年 62 号公告《放射源分类办法》；
- (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》；
- (7) 榆林市第一医院委托进行环境影响评价的委托书（见附件 1）。

#### 1.4.2 评价单位及评价许可证

陕西科荣环保工程有限责任公司是一家民营企业，2008 年获得国家环保总局颁发的《建设项目环境影响评价资格证书》，评价证书编号为：国环评证乙字第 3623 号，目前评价范围为环境影响报告书类别——化工石化医药、建材火电、采掘、社会区域、输变电及广电通讯；环境影响报告表类别——一般项目环境影响报告表、特殊项目环境影响报告表。

### 1.5 评价标准及技术导则

- (1) GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》；
- (2) GBZ/T180-2006《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》；
- (3) GBZ165-2012《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》；
- (4) GBZ130-2013《医用 X 射线诊断放射防护要求》；
- (5) GBZ131-2002《医用 X 射线治疗卫生防护标准》；
- (6) HJ/T61-2001《辐射环境监测技术规范》；

(7)HJ/T10.1-1995《辐射环境保护管理导则—核技术应用项目环境影响报告书(表)的内容和格式》。

## 1.6 控制与保护目标

### 1.6.1 控制目标

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002 附录 B 中的规定,应对任何工作人员的<sup>职业照射</sup>水平进行控制,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)不超过 20mSv,(本项目取其四分之一即 5mSv 作为辐射工作人员的年有效剂量约束值);实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的年平均有效剂量估计值不应超过 1mSv。

另据 GB18871-2002 的 11.4.3.2 款规定:剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%(即 0.1mSv/a~0.3mSv/a)的范围之内。但剂量约束的使用不应取代最优化要求,剂量约束值只能作为最优化值的上限。

本次评价取标准限值的四分之一作为控制目标值,即对公众成员取 0.25mSv/年作为控制目标值。工作人员的<sup>职业照射</sup>取 5mSv/年作为控制目标值。

### 1.6.2 保护目标

主要保护目标为射线装置附近的公众人群和辐射医护人员所接受的剂量应在 GB18871-2002 规定的剂量限值以下。

## 1.7 评价范围

根据本次新增的 6 台医院射线装置,故本次评价范围根据射线装置工作场所的辐射剂量率监测结果,确定其评价范围为射线装置所建筑物外 5m。

## 1.8 核技术应用分布的合理性分析

榆林市第一医院新增射线装置分别位于一期和二期住院综合楼内,其中新增 2 台平板探测器全数字血管造影系统位于 1 期综合楼 3F DSA 中心内,其上下层均为放射科用房,3F 亦为放射科用房,楼层北侧为通道及导医台。

新增后 64 排螺旋 CT 1 台、DR 数字成像系统 2 台、全数字乳腺 X 射线机 1 台,位于二期综合楼内。其中新增后 64 排螺旋 CT、DR 数字成像系统位于 1F,全数字乳腺 X 射线机位于 3F。1F 平面布局为,北部数字肠胃机房、MRI,中部乳腺机房及 CT

机房、南部为 DR 机房，整体层矩形布置。3F 为体检中心，乳腺机房位于南侧。放射科机房之间的走廊为患者通道，在整个区域布局中，患者与工作人员的通道分开；机房有辅房以及患者通道与放射科的工作人员室隔离；从布局上分析，其布局是合理的。

该医院新放射科的核技术分布以及各科室的平面布置见图附图 1。从平面布置分析，该医院医用射线应用布局总体是合理的。

### 1.9 环境敏感点分布情况

该院放射科位于园区中部位置，一期住院综合楼东侧 50m 为上郡小区，二期住院综合楼北侧 75m 为国华小区。由于该医院的医用射线装置均在院区的机房内安装，而且机房均采取了防辐射处理，其机房的屏蔽墙以及辐射防护措施均可以满足标准的要求。所以其主要环境敏感人群主要为患者陪护人员以及辐射工作人员，对外环境不会产生辐射影响。



图 1.9-1 邻近环境状况示意图

表 2 放射性同位素及密封源

核素名称	放射性活度 (Bq/a)	物理、化学性状	日等效操作量 (Bq)	年等效用量 (Bq)	操作方式	贮存方式与地点
无						

- 注：1. 密封源要注明并说明源强 (Bq)；栏 2 中放射性活度是指核素年使用量 (Bq/a)。  
 2. 密封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)。  
 3. 等效操作量和操作方式见国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

表 3 废弃物（重点是放射性废弃物）

废弃物名称	状态	排放口浓度	年排放总量	暂存情况	最终去向
无					

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

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



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

名称型号	生产厂家	加速粒子	能量 (MeV)	流强 (μA)	用途	备注
/	/	/	/	/	/	/
废物类型	数量	总活度 (Bq)		主要感生放射性核素	废物去向	
废靶	/个	/		/	/	
放射性废物年产生量	气态 / m <sup>3</sup>	/				
	液态 / m <sup>3</sup>	/				
	固态 / kg	/				

(二) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

名称型号	生产厂家	电压 (kV)	靶流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	备注
/	/	/	/	/	/	/
氚靶情况 (含废弃的)		含放射性废物年产量 (含感生的和含 <sup>3</sup> H 的废泵油)				
活度 (Bq)	保管方式	备注	数量	总活度	放射性活度	废物去向
/	/	/	气 /m <sup>3</sup>	/	/	/
			液 /m <sup>3</sup>			
			固 /kg			

(三) X 射线机：包括工业探伤、医用诊断和治疗 (含 X 射线 CT 诊断)、分析仪器等

名称型号	管电压 (kV)	输出电流 (mA)	用途	数量	安装位置
平板探测器全数字血管造影系统 Innova 3100-IQ	1250KV	800mA	医学诊断、检查	1台	一期住院综合楼 3F
平板探测器全数字血管造影系统 Innova 2100-IQ	1250KV	800mA		1台	一期住院综合楼 3F
后 64 排螺旋 CT Brilliance 双星 iCT	140KV	1000mA		1台	二期住院综合楼 1F
DR 数字成像系统 DigitalDiagnost 3	150KV	900mA		1台	二期住院综合楼 1F
全数字乳腺 X 射线机 Senographe Essential	30KV	100mA		1台	二期住院综合楼 1F
DR 数字成像系统 DX-D300	150KV	640mA		1台	二期住院综合楼 3F

表 5 污染源分析（包括贯穿辐射污染）

5 主要放射性污染物和污染途径（正常工况和事故工况）：

5.1 主要放射性污染物和污染途径

**数字减影血管造影系统：**

数字减影血管造影(DSA)是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是70年代以来应用于临床的一种崭新的X线检查新技术。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。

**CT机：**

CT机是X射线计算机断层技术的简称，使用了精确准直的X射线对人体的某一特定层面从各个角度进行投射。透过人体的射线由探测器接收后进行光电模/数转化，将模拟信号转换成数字信号后，送到计算机进行数据处理，处理后的数据进行图像重建。重建的图像再经数/模转换器转化成模拟信号，最后显示在监测器上，或传输给多幅照相机摄片或传输给光盘磁盘等进行贮存。

**DR机：**

DR是数字化X线机，由电子暗盒、扫描控制器、系统控制器、影像监视器等组成，可直接将X线通过电子暗盒转换为数字影像信息。与普通X线机相比，DR是用电子传感器来接收X线，产生数字化影像，并用计算机进行图像处理，所摄取的图像质量更好。

**全数字乳腺X射线机：**

全数字乳腺X射线机是多功能的X线机，它实现快速诊断和精细诊断的临床特性，在放射科实际应用中满足多临床范围的诊断功能。

本项目所有放射性医疗设备均连接CR计算机数字化模拟成像系统，采用数值化成像，不涉及洗片过程，不产生洗片废液。

5.2 事故工况的主要放射性污染物和污染途径

①当射线装置处于开机运行状态时，人员误入照射室或辐照控制区所受到的意外照射事故，为防止人员在射线装置处于开机运行状态时进入照射室，在照射室的工件出入口和人员出入口安装灯光报警装置，提醒人员射线装置处于工作状

态，不要靠近照射室和控制区，并经常检查报警装置处于良好的工作状态，防止由于报警装置出现故障，人员误入照射室受到照射的事故；

②当射线装置进入工作状态而探伤室的防护门未关闭，导致大量射线进入周围环境，对周围的人员产生照射事故，为防止此类事故的发生，应保证射线装置的门机连锁装置处于良好的工作状态。

③射线装置意外开机事故，当操作人员处于透照室内时，由于信号误传，导致探伤机启动，进行探伤作业，使透照室内人员受到意外照射事故，故要求当人员进入透照室时，控制台必须有一人操作人员值班，否则，当人员进入透照室时，探伤机应切断电源，防止发生意外事故。

④介入放射学与其他 X 射线影像诊断工作场所应当配备工作人员防护用品和受检者个人防护用品。

### 5.3 监测计划和污染防治措施：

#### 5.3.1 监测计划：

##### (1) 监测仪器配备

①放射治疗及场所：应当按照相应标准设置 x-y 剂量监测仪器；

②X 射线影像诊断工作场所应当配备工作人员防护用品和受检者个人防护用品。

##### (2) 常规监测

##### ① 个人剂量监测

应定期进行工作人员的个人剂量监测（包括内、外照射），并建立个人剂量档案。

##### ② 工作场所监测

对各种 X 射线及影像诊断工作场所应定期进行 X、 $\gamma$  辐射剂量监测。

##### ③ 外环境监测

应定期对医疗综合楼周围进行 X、 $\gamma$  辐射剂量监测。

##### (3) 对下列设备和场所设置醒目的警示标志：

①放射诊疗工作场所的入口处，设有当心电离辐射警告标志；

②放射诊疗工作场所应当按照有关标准的要求分为控制区、监督区，在控制区进出口及其他适当位置，设有当心电离辐射警告标志和工作指示灯。

监测要求：自主监测由建设单位的管理部门不定期进行；复合性监测每年由具有辐射监测资质的单位监测一次。

监测计划一览表见表 5.3-1。

表 5.3-1 辐射监测计划

监测项目	监测地点	监测周期
X-γ 辐射剂量率	控制室	自主监测不定期进行；复合监测每年一次
	II、III类射线装置机房防护门	
	II、III类射线装置候诊区域	
	周围环境	
个人剂量计		每季一次

### 5.3.2 辐射污染防治措施:

根据 GB18871-2002 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》的要求，医院应制定严格的射线设备的操作规程和日常检查制度，对射线装置操作人员应加强业务培训，提高操作人员的操作水平，防止非正常过程的发生，加强管理力度，制定完整的操作规程和严格的规章制度，认真做好操作人员个人防护工作。

#### 1、制度

该医院已制定的射线装置运行的各项管理制度和事故应急预案，已制定的主要制度有：《医用 X 射线装置操作规程》、《放射性工作场所及个人剂量监测制度》、《放射工作人员管理制度》、《放射工作人员培训、体检制度》、《设备安全管理及维修制度》、《放射性装置场所防止人员意外照射的安全措施》、《辐射监测计划》。评价认为，该医院在健全相关的辐射安全管理制度后，可以满足相关法规的要求。

#### 2、墙体防护

该院射线装置机房辐射防护措施如表 5.3-2 所示。

表 5.3-2 射线装置机房辐射防护措施

机房类别	项目	屏蔽设计	设计值（实际） mmPb
DSA 扫描间	四周墙体	4mm 铅板	4.0
	观察窗	铅当量 5.0 防护窗	5.0
	防护门	铅当量 5.0 防护们	5.0
	房顶	20mm 专用防护铅水泥	2.0
	地板	20mm 专用防护铅水泥	2.0
CT 机房	四周墙体	40mm 专用防护铅水泥	4.0
	观察窗	铅当量 5.0 防护窗	5.0
	防护门	铅当量 5.0 防护们	5.0

	房顶	40mm 专用防护铅水泥	4.0
	地板	40mm 专用防护铅水泥	4.0
DR 机房	四周墙体	20mm 专用防护铅水泥	2.0
	观察窗	铅当量 5.0 防护窗	5.0
	防护门	铅当量 5.0 防护们	5.0
	房顶	20mm 专用防护铅水泥	2.0
	地板	20mm 专用防护铅水泥	2.0
乳腺机房	四周墙体	20mm 专用防护铅水泥	2.0
	观察窗	铅当量 5.0 防护窗	5.0
	防护门	铅当量 5.0 防护们	5.0
	房顶	20mm 专用防护铅水泥	2.0
	地板	20mm 专用防护铅水泥	2.0

### 3、医生护士的个人防护设备；

该医院对射线装置的 X 射线污染所采取的防治措施见表 6.8-1:

射线装置机房通风换气:

射线装置机房的通风换气: CT 机、DSA 等射线装置在运行时, X 射线及放射源均可与空气发生电离产生臭氧、氮氧化物等有害气体。故各机房均设置通风系统, 保证换气次数 3~4 次/h。

个人辐射防护用品:

放射性工作人员个人辐射防护用品(包括患者的防护), 应按照 GBZ130-2013 《医用 X 射线诊断放射防护要求》中的条款 5 X 射线设备机房防护设施的技术要求。每台 X 射线设备根据工作内容, 现场应配备不少于表 5.3-3 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低于 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低于 0.5mmPb。

表 5.3-3 个人防护用品配置要求

放射检查类型	工作人员	患者和受检者
放射诊断学用 X 射线设备隔室透视、摄影	-	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套
放射诊断学用 X 射线设备同室透视、摄影	铅橡胶围裙 选配: 铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅橡胶手套、铅防护眼镜	铅橡胶性腺防护围裙(方形)或方巾、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套
CT 体层扫描	-	铅橡胶性腺防护围裙(方形)

		或方巾、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套
注：“-”表示不要求。		

#### 4、辐射工作人员辐射培训、个人剂量监测和职业健康体检等；

榆林市第一医院从事医疗辐射活动以来，培养了一批从事医疗影像诊断的医疗技术人员，通过技术培训，具备相应的辐射活动技术能力，对从事辐射的医疗技术人员已有 45 人参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，取得培训合格证书。医院将对放射工作人员制定培训计划，分批派放射工作人员参加辐射安全培训，不断增强放射工作人员的辐射防护和辐射安全知识。

该院定期组织人员进行个人剂量检测，从监测结果来看，所有人员职业性外照射个人剂量均未超过电离辐射防护与辐射源安全基本准则中放射性人员年有效剂量。

#### 5、年度评估。

该院按照要求进行了 2014 年度核技术利用单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况评估报告，并报榆林市环境保护局。环评要求每年应对医院核技术应用的安全和防护状况进行年度评估，并报环保发证部门和当地环境保护主管部门。

表 6 辐射环境影响分析

6 建设或安装过程和运行（使用）后对环境的影响的分析：

6.1 项目概况：

6.1.1 地理位置

榆林市第一医院位于榆林市高新区榆溪大道 93 号，南邻榆溪大道，西邻北环西路，地理位置见图 6.1-1。



6.1.2 应用规模

榆林市第一医院新放射科医用射线应用规模为：

II 类射线装置：

平板探测器全数字血管造影系统 2 台；

III 类射线装置：

后 64 排螺旋 CT 1 台、DR 数字成像系统 2 台、全数字乳腺 X 射线

机 1 台。

## 6.2 辐射环境质量现状评价

### 6.2.1 辐射环境质量现状监测

本次评价范围内的仪器均尚未安装。评价单位委托监测单位对该院院区进行了本底值监测。监测单位为陕西万衡检测科技有限公司，监测时间 2015 年 9 月 16 日。以万衡（2015）检字第（H0901）号出具了监测报告，本次环评引用该监测报告的监测结果。

### 6.2.2 监测方法及仪器

本次监测由采用的仪器为 6150AD/6H+B 型 X- $\gamma$  剂量率仪/WHJ1402，监测仪器经有国家计量认证资格的部门检验合格，并在有效期内的仪器。监测仪器有关参数与规范见表 6.2-1。

表 6.2-1 监测方法、监测仪器及检出限

项目	监测方法
X- $\gamma$ 辐射剂量率	《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001)

本次辐射环境监测主要监测院区的辐射环境现状。

### 6.2.3 监测结果

榆林市第一医院环境本底 X- $\gamma$  辐射剂量率监测结果为平均值在 106~128nGy/h，工作场所环境 X- $\gamma$  辐射剂量率监测结果见表 6.2-2。监测布点见监测报告。

表 6.2-2 项目及工作场所环境 X- $\gamma$  辐射剂量率监测结果

监测点位 序号	监测点位描述	X- $\gamma$ 辐射剂量率 (nGy/h)		备注
		平局值	测量范围	
1	高压氧治疗中心南侧草坪	107	97~126	
2	门诊部大楼（1期）前草坪	114	101~132	
3	门诊部大楼（1期）门前西侧草坪	114	105~128	
4	门诊部大楼（1期）西侧草坪	106	96~118	
5	新建住院楼（2期）西侧空地	113	105~124	
6	门诊部大楼（1期）门厅	128	115~152	



监测结果与陕西省 2011 年环境  $\gamma$  辐射剂量率 (75.1~134.2nGy/h, 数据来自于《2011 年中国辐射环境质量报告》) 基本在同一水平, 说明当地辐射环境质量现状良好。

### 6.3 辐射影响评价

#### 6.3.1 DSA 运行时的类比分析环境影响分析

类比宝鸡第二人民医院与运行 DSA 机房监测数据, 其类比情况表如下。

表6.3-1 项目与宝鸡第二人民医院DSA机房类比情况

名称	面积	防护情况		
		墙体	观察窗	防护门
宝鸡二院DSA机房	约60m <sup>2</sup>	4.0	4.0	4.0
榆林一院DSA机房	61 m <sup>2</sup>	4.0	5.0	5.0

根据表 6.3-1, 可知该院拟新增 DSA 机房的面积与宝鸡二院 DSA 机房基本相同, 防护能略大于宝鸡二院 DSA 机房, 符合类比条件。本项目拟新增 DSA 管电压为 125kV, 管电流 800mA, 类比监测的 DSA 管电压为 380kV, 管电流 800mA, 但是 DSA 采集和透视工作情况下使用的电流和电压只跟患者身体状况有关与设备的额定电压和电流无关。因此, DSA 的运行情况负荷类比条件。

由类比监测报告可知: 类比 DSA 在开机运行情况下, 机房、防护门及铅玻璃外表面 30cm 处的最大吸收剂量率为 0.26  $\mu$  Gy/h 能满足《医用 X 射线诊断卫生防护标准》(GBZ130-2013) 中相关条款要求 (在距机房屏蔽体外表面 0.3m 处周围剂量当量率控制目标不大于 2.5  $\mu$  Gy/h)。

#### 6.3.2 64 排螺旋 CT 运行时的类比分析环境影响分析

类比宝鸡第二人民医院与运行 64 排螺旋 CT 机房监测数据, 其类比情况表如下。

表6.3-2 项目与宝鸡第二人民医院64排螺旋CT机房类比情况

名称	面积	防护情况		
		墙体	观察窗	防护门
宝鸡二院64排螺旋CT机房	约40m <sup>2</sup>	3.0	3.0	3.0
榆林一院64排螺旋CT机房	43.2m <sup>2</sup>	4.0	5.0	5.0

根据表 6.3-2, 可知该院拟新增 64 排螺旋 CT 机房的面积与宝鸡二院 64 排螺旋 CT 机房基本相同, 防护能略大于宝鸡二院 64 排螺旋 CT 机房, 符合类比条件。本项目拟新增 64 排螺旋 CT 管电压为 140kV, 管电流 1000mA, 类比监测的 DSA 管

电压为 380kV，管电流 800mA，可以看出类比监测的设备管电流及管电压均略大于本项目。因此，64 排螺旋 CT 的运行情况负荷类比条件。

由类比监测报告可知：类比 64 排螺旋 CT 在开机运行情况下，操作位置为 130~280nGy/h；防护门为 170~280nGy/h；观察窗表面为 80~160nGy/h。故 64 排 CT 机机房及周围环境的辐射剂量率均满足 GBZ130-2013《医用 X 射线诊断放射防护 64 排要求》和 GBZ165-2012《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》的要求。

### 6.3.3DR 数字成像系统运行时的类比分析环境影响分析

类比宝鸡第二人民医院与运行 DR 机房监测数据，其类比情况表如下。

表6.3-3 项目与宝鸡第二人民医院DR机房类比情况

名称	面积	防护情况		
		墙体	观察窗	防护门
宝鸡二院DR机房	约35m <sup>2</sup>	2.0	2.0	2.0
榆林一院DR机房	39.2 m <sup>2</sup>	2.0	5.0	5.0

根据表 6.3-3，可知该院拟新增 DR 机房的面积与宝鸡二院 DR 机房基本相同，防护能略大于宝鸡二院 DR 机房，符合类比条件。本项目拟新增 DR 管电压为 150kV，管电流 900mA，类比监测的 DR 管电压为 380kV，管电流 1000mA，可以看出类比监测的设备管电流及管电压均略大于本项目。因此，DR 的运行情况负荷类比条件。

由类比监测报告可知：操作位置为 80~180nGy/h；防护门为 110~180nGy/h；观察窗表面为 110~200nGy/h。故数字化 X 线成像 DR 机房及周围环境的辐射剂量率均满足 GBZ130-2013《医用 X 射线诊断放射防护要求》和 GBZ165-2012《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》的要求。

### 6.3.4 全数字乳腺 X 射线机运行时的类比分析环境影响分析

类比宝鸡第二人民医院与运行 X 射线机机房监测数据，其类比情况表如下。

表6.3-4 项目与宝鸡第二人民医院X射线机房类比情况

名称	面积	防护情况		
		墙体	观察窗	防护门
宝鸡二院X射线机房	约25m <sup>2</sup>	2.0	2.0	2.0
榆林一院X射线机房	23.5m <sup>2</sup>	2.0	5.0	5.0

根据表 6.3-4，可知该院拟新增 X 射线机房的面积与宝鸡二院 X 射线机房基本相同，防护能略大于宝鸡二院 X 射线机房，符合类比条件。本项目拟新增 X 射线机管电压为 30kV，管电流 100mA，类比监测的 X 射线机管电压为 380kV，管电

流 800mA，但是 X 射线机采集和透视工作情况下使用的电流和电压只跟患者身体状况有关与设备的额定电压和电流无关。因此，X 射线机的运行情况负荷类比条件。

由类比监测报告可知：操作位置为 100~230nGy/h；防护门为 130~200nGy/h；观察窗表面为 110~210nGy/h。故高频 X 线肠胃机房及周围环境的辐射剂量率均满足 GBZ130-2013《医用 X 射线诊断放射防护要求》和 GBZ165-2012《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》的要求。

### 6.3.4 剂量估算

#### 6.3.1.1 工作人员剂量估算

##### ① DSA 工作人员剂量估算

根据该医院介入治疗的工作情况以及数字血管减影机的运行情况。介入治疗时医护人员将在治疗室内操作，治疗床医护人员操作位置当血管造影机开机曝光进行观察时，其辐射剂量率最大为 53000nGy/h（类比富平县医院监测数据，其 DSA 参数与本项目类似），工作人员在治疗室开机曝光观察时间根据患者的手术部位以及所采取手术方法的不同，其曝光观察时间差别较大，个人剂量估算采用不利情况（即手术时需观察的时间较长的手术）进行估算，根据介入治疗医生的介绍以及手术开机观察时间的统计，每台手术总曝光时间最大按 20min 计，根据该医院介入治疗工作人员每年操作台数的统计，每年在介入室手术台数最多的为心内科，每年的手术台数为 1500 台，每个科室进入介入手术机房的医生在 6 位。则个人年有效剂量当量采用 UNSCEAR-2002 年报告中提出的模式进行估算。每台手术所接受的个人有效剂量当量计算模式为：

$$H_y = D_y \times T \times 0.7 \times 10^{-6} \text{ (mSv)}$$

式中： $H_y$ —辐射外照射人均年有效剂量当量，mSv；

$D_y$ —辐射剂量率，nGy/h； 53000

T—工作时间，h； 0.33

0.7—剂量转换因子，Sv/Gy。公众照射取 1.0，职业照射取 0.7。

经计算介入治疗工作人员每台手术所接受的年有效剂量为 0.012mSv。每年 1500 台手术，6 位医生所接受的总有效剂量为 18mSv/年，每位医生平均为 3.0mSv/年。可见，每位医生的年照射剂量不超过标准中工作人员的职业照射取 5mSv 控制

目标值要求。

### ② DSA 控制室操作人员剂量估算

数字血管减影治疗室控制室的操作人员所接受的年有效剂量估算，介入治疗总手术台数每年在 1500 台左右，每台手术的出线时间按 10min 计，则年出线时间为 250h，控制室的辐射剂量率按 210nGy/h 计，根据年有效剂量估算模式计算其控制室操作人员所接受的年有效剂量为 0.036mSv/年。可见，DSA 控制室操作人员的年照射剂量不超过标准中工作人员的职业照射取 5mSv 控制目标值要求。

### ③ X 射线机房、CT 室操作人员剂量估算

根据各 CT 室射线装置工作时，射线装置控制室的辐射剂量率在 80~280nGy/h 之间，运行时间为每天出线时间按 1 小时计，年运行时间为 250 天，根据剂量估算模式计算，其操作人员的年有效剂量为 0.05mSv/年。可见，放射科、CT 室操作人员的年照射剂量不超过标准中工作人员的职业照射取 5mSv 控制目标值要求。

#### 6.3.1.2 公众剂量分析

医院射线装置经防护后，当射线装置运行时，周围环境的辐射剂量率均满足相关标准限制的要求，而且在射线装置防护墙外 1.0m 左右其辐射剂量率处于环境本底水平，所以医院的射线装置在运行时所产生的 X 射线对周围公众基本不产生附加有效剂量。对于候诊病人的陪护人员，由于候诊所处的位置距离射线装置防护墙体外至少在 1.0m 外，所以射线装置的运行对陪护人员基本不产生附加有效剂量。

综上所述，该医院射线装置的应用对公众的影响较小，公众所接受的有效剂量可以满足标准限值以及评价提出的剂量约束值的要求。

#### 6.3.1.3 辐射影响评价

根据对该医院放射工作人员的年有效剂量估算以及公众所接受的剂量分析，医院 X 射线装置应用对于医护人员所产生的剂量满足标准限值的要求以及评价提出的职业照射剂量、公众剂量约束值的要求；医院区域的辐射环境剂量率现状监测结果表明，该医院的 X 射线装置应用对院区及周边的辐射环境没有产生不良影响。

## 6.4 事故风险评价及应急预案

### 6.4.1 事故风险评价

根据该医院本次评价的射线装置的类型的具体情况，其事故类别主要为射线装置意外事故。事故的主要类型为 X 射线装置运行中人员进入照射室受到照射；或当射线装置处于出线状态时防护门开启，导致大量射线进入外环境，对周围人群产生辐射剂量。

医疗诊断、治疗 X 射线装置的风险主要为：当射线装置处于工作状态时，人员进入照射室受到超剂量照射。所以 X 射线装置的门-机联锁、机械联锁、灯光报警系统等安全装置的性能要始终处于良好的状态，是防止发生事故的有力保证。主要加强管理，制定严格的工作程序并严格按操作程序操作。同时操作人员应每天在设备开机前检查安全装置的工作性能，保证 X 射线装置的安全装置处于正常工作状态，可以避免其意外事故的发生。

#### 6.4.2 事故影响分析

当射线装置处于工作状态时，人员误入透照室，当人员与射线装置处于不同距离时，根据《辐射防护手册》X 射线机所产生的有用 X 射线束在距 X 射线管焦点 r 米处的照射量率可按下式计算：

$$X = 8.76 \times 10^{-3} I X_0 \left(\frac{r_0}{r}\right)^2$$

式中：X<sub>0</sub>—距 X 射线管固定距离 r<sub>0</sub> 米处的输出量，R/mA·min；

I—管电流，mA。

8.76×10<sup>-3</sup>—照射量率和剂量当量的转换系数（Sv/R）

根据辐射防护手册中图 4.4d 可知对于管电压为 150kV 的 X 射线机距靶 1m 处照射量率为 0.8R/mA·min，代入上式进行估算，其结果见表 6.4-1。

表 6.4-1 X 射线机在工作条件下不同距离、不同接触时间的有效剂量 mSv

距离 时间	1m	1.5m	2m	2.5m	3m	3.5m	4m
1min	327.8	145.7	82.0	52.4	36.5	26.8	20.5
2min	655.5	293.7	163.9	104.9	72.8	53.5	41.0
3min	983.3	437.0	245.8	157.4	109.2	80.2	61.4

根据对人员误入透照室所接受的剂量估算可以看出，当 X 射线装置处于工作状态，人员误入透照室将接受大剂量照射，故在 X 射线透照期间，应加强射线装

置的安全装置的维护，保证门—机联锁处于良好的工作状态，防止人员误入透照室。

### 6.4.3 风险应急预防措施

#### 6.4.3.1 风险防范措施

由于医院的射线装置应用，存在发生事故的风险，所以必须制定相应的风险防范措施：

(1) 医院应制定射线装置应用的管理和操作制度以及事故风险的应急预案，并对从事放射的操作人员进行定期培训，加强对射线装置的运行管理，使射线装置的安全管理制度规范化和制度化。

(2) 应经常检查射线设备的安全装置处于正常工作状态，安全装置发生故障是应及时排除，安全装置的故障未排除前，射线装置不得进行开机操作。

(3) 每天开机前应检查连锁装置、报警装置的工作状态，保证其处于良好的工作状态，防止带故障开机操作。

#### 6.4.3.2 风险应急措施

(1) 一旦发生射线装置意外辐射事故，应及时报告环保、卫生及公安等部门，妥善处理事故。

(2) 对发生事故时射线装置的运行情况及时记录，记录相关的运行参数（如管电压、电流等），以便了解受照射人员的辐射剂量。

(3) 对受到意外照射的人员应及时进行救治。

### 6.5 辐射活动的技术能力、辐射安全评价

榆林市第一医院从事医疗辐射活动以来，培养了一批从事医疗影像诊断的医疗技术人员，通过技术培训，具备相应的辐射活动技术能力，对从事辐射的医疗技术人员已有 45 人参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，取得培训合格证书。医院将对放射工作人员制定培训计划，分批派放射工作人员参加辐射安全培训，不断增强放射工作人员的辐射防护和辐射安全知识。

医院重视射线装置的安全运行，制定严格的射线装置安全运行的操作规程和辐射安全管理制度，保证射线装置的安全运行。

根据对射线装置辐射防护周围的辐射剂量率监测结果表明，该医院射线装置

的辐射防护满足相关标准限值的要求。

从事辐射诊断的医护人员配备个人剂量计，跟踪个人所接受的年有效剂量。对数字减影治疗室的医护人员已配备相应的个人辐射防护用品，如铅衣、铅眼镜等。

该医院已办理了《辐射安全许可证》。评价认为，该医院具备从事放射治疗、诊断的能力。

#### 6.6 辐射防护措施评价

根据对院区射线装置运行时的周围及环境辐射剂量率监测结果表明，其射线装置在正常运行条件下，其射线装置周围环境的辐射剂量率满足医疗射线装置辐射防护相关标准限值的要求，射线装置的辐射防护措施基本满足辐射防护的要求。该医院核辐射防护措施如下。

表 6.6-1 射线装置机房辐射防护措施符合性评价一览表

机房类别	项目	屏蔽设计	设计值(实际) mmPb	屏蔽体所需的 铅当量 mmPb	评价
DSA 扫描间	四周墙体	4mm 铅板	4.0	2.0	满足要求
	观察窗	铅当量 5.0 防护窗	5.0	2.0	满足要求
	防护门	铅当量 5.0 防护们	5.0	2.0	满足要求
	房顶	20mm 专用防护铅水泥	2.0	2.0	满足要求
	地板	20mm 专用防护铅水泥	2.0	2.0	满足要求
CT 机房	四周墙体	40mm 专用防护铅水泥	4.0	2.0	满足要求
	观察窗	铅当量 5.0 防护窗	5.0	2.0	满足要求
	防护门	铅当量 5.0 防护们	5.0	2.0	满足要求
	房顶	40mm 专用防护铅水泥	4.0	2.0	满足要求
	地板	40mm 专用防护铅水泥	4.0	2.0	满足要求
DR 机房	四周墙体	20mm 专用防护铅水泥	2.0	2.0	满足要求
	观察窗	铅当量 5.0 防护窗	5.0	2.0	满足要求
	防护门	铅当量 5.0 防护们	5.0	2.0	满足要求
	房顶	20mm 专用防护铅水泥	2.0	2.0	满足要求
	地板	20mm 专用防护铅水泥	2.0	2.0	满足要求
乳腺机房	四周墙体	20mm 专用防护铅水泥	2.0	2.0	满足要求
	观察窗	铅当量 5.0 防护窗	5.0	2.0	满足要求
	防护门	铅当量 5.0 防护们	5.0	2.0	满足要求



---

	房顶	20mm 专用防护铅水泥	2.0	2.0	满足要求
	地板	20mm 专用防护铅水泥	2.0	2.0	满足要求

陕西科莱环保

## 6.7 辐射管理

该医院已制定的射线装置运行的各项管理制度和事故应急预案，已制定的主要制度有：《医用 X 射线装置操作规程》、《放射性工作场所及个人剂量监测制度》、《放射工作人员管理制度》、《放射工作人员培训、体检制度》、《设备安全管理及维修制度》、《放射性装置场所防止人员意外照射的安全措施》、《辐射监测计划》。评价认为，该医院在健全相关的辐射安全管理制度后，可以满足相关法规的要求。

## 6.8 环保投资和环保验收

### 6.8.1 环保投资

榆林市第一医院核技术应用投资 180 万元，环保投资 20 万元，环保投资主要为医疗射线装置的辐射防护、职业人员的个人剂量计、辐射监测仪器。

### 6.8.2 环保验收

医院的核技术应用项目在试运行期间，应委托有资质的单位进行环保验收监测，保证核技术应用项目的辐射防护效果满足相关标准的要求。

环保验收清单见表 6.8-1。

表 6.8-1 环保验收清单

项目	验收项目	验收指标
射线装置	防护墙	射线装置机房屏蔽墙及防护门的辐射剂量率应满足相关标准限值的要求。II 类射线装置屏蔽墙及防护门外 30cm 处辐射剂量率不大于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 。III 类射线装置屏蔽墙及防护门外 30cm 处辐射剂量率应与本底水平相当。
	防护门	
	II 类射线装置、后装治疗机的门-机连锁装置	门机连锁装置、报警装置处于良好状态
	防护门报警装置以及辐射标志	
个人防护用品	个人剂量计、辐射监测仪	剂量计根据操作人员配备，辐射监测仪 1 台。
辐射防护机构	机构是否完整	人员配备情况
监测计划	监测计划的制定是否完善	监测时间、监测项目与频次应满足相关标准的要求。

环保管理规章及制度	管理制度是否制度完备	各类射线装置的操作规程、应急预案、管理制度。
环境保护档案	是否建立档案管理制度	环境保护各项档案是否完整

## 6.9 结论和建议

### 6.9.1 结论

(1) 榆林市第一医院核技术应用项目的建设对于改善医院的整体医疗环境，减轻患者的经济负担，充分发挥医院医务人员的技术水平，促进医院的整体医疗水平的提高具有极积的意义。该医院核技术应用项目，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002 辐射防护要求的“实践的正当性”要求。

(2) 根据本次医院院区辐射环境的监测，其辐射剂量率平均值为 90nGy/h，处于正常背景水平。

(3) 核技术应用工作区域的辐射剂量率满足医用 X 射线装置的辐射防护相关标准限值的要求。

(4) 根据医院核技术项目放射工作人员所接受的年有效剂量估算结果，满足职业照射管理约束值的要求。

(5) 核技术应用项目的运行对公众基本不产生附加年有效剂量。满足公众照射管理约束值的要求。

该医院的 X 射线装置的辐射防护措施是合理有效的，符合最优化的原则。射线装置的运行对公众所产生的剂量在管理目标限值以下，满足剂量限值的要求，评价认为：榆林市第一医院核技术应用对改善医院的治疗环境，促进医院的整体医疗水平的提高具有极积的意义，其核技术应用是可行的，核技术应用对外辐射环境的影响是可以接受的。

### 6.9.2 建议及要求

(1) 该医院核技术应用项目在试运行后应按照相关法规的要求，及时开展环保竣工验收，并申请办理《辐射安全许可证》的变更。

(2) 加强对射线装置的安全装置的管理，经常检查射线装置的安全装置，保证其安全装置处于良好工作状态，防止发生以外照射事故的发生。

(3) 每年应对医院核技术应用的安全和防护状况进行年度评估，并报环保发

证部门和当地环境保护主管部门。

陕西科技大学环保

表 7 审批

主管部门预审意见:

经办人签字:  
年 月 日

单位盖章:  
年 月 日

市级环保部门审查意见:

经办人签字:  
年 月 日

单位盖章:  
年 月 日

省级环保部门审查意见：

陕西科采环保

经办人签字：

年 月 日

单位盖章：

年 月 日