

# 核技术应用项目竣工环境保护 验收监测报告

陕辐环验字〔2015〕第 068 号

项目名称：医用 X 射线装置核技术应用项目

委托单位：兵器工业五二一医院

陕西省辐射环境监督管理站

2015 年 12 月

**项目名称:** 医用 X 射线装置核技术应用项目

**承担单位:** 陕西省辐射环境监督管理站

**法人代表:** 龚国明

**项目负责人:** 赵全忠

**参加人员:** 王剑鸣

**报告编写:** 赵全忠

**一 审:**

**二 审:**

**签 发:**

陕西省辐射环境监督管理站

电 话: 029-85429336

传 真: 029-85429336

邮 编: 710054

地 址: 西安市雁塔区西影路 106 号陕西环保综合办公大楼 6 层

E-mail: [fsz313@vip.163.com](mailto:fsz313@vip.163.com)

# 目 录

<b>1 核技术应用项目工程概况</b> .....	1
1.1 概述.....	1
1.2 项目建设情况.....	2
1.3 工艺过程及产生的主要污染物.....	2
<b>2 验收依据</b> .....	4
2.1 相关法律、法规和环评文件.....	4
2.2 验收标准.....	4
<b>3 辐射防护和安全管理措施</b> .....	5
3.1 辐射防护措施.....	5
3.2 辐射安全管理措施.....	6
<b>4 验收监测与评价</b> .....	6
4.1 质量保证措施.....	6
4.2 验收监测方法和仪器.....	7
4.3 验收监测内容和日期.....	7
4.4 验收监测期间工况.....	7
4.5 验收监测结果与评价.....	7
<b>5 辐射工作人员与公众剂量</b> .....	9
5.1 职业照射.....	9
5.2 公众照射.....	9
<b>6 核与辐射安全管理及环境影响评价要求落实情况</b> .....	9
<b>7 结论与建议</b> .....	10
7.1 结论.....	10
7.2 建议.....	11

## 附件

- 1、《陕西省环境保护厅关于兵器工业五二一医院医用射线装置项目环境影响报告表的批复》
- 2、《兵器工业五二一医院医用射线装置项目竣工验收委托书》
- 3、兵器工业五二一医院辐射安全管理制度及辐射事故应急预案
- 4、兵器工业五二一医院操作人员个人剂量检测报告

# 1 核技术应用项目工程概况

## 1.1 概述

兵器工业五二一医院始建于1978年，是一所集医疗、急救、科研、教学、预防保健为一体的综合性二级甲等医院。医院是陕西中医学院非直属附属医院，是西安市城镇职工医保、居民医保，陕西省、西安市及其各区县新型农村合作医疗保险定点医疗机构，同时还是多家商业医疗保险的定点医院。

医院占地面积80亩，编制床位650张，实际开放800张，拥有从业人数1093人。全院共设有医疗科室40个，其中创伤显微外科为西安市医学优势专科，手外科为陕西手显微外科研究所。2014年门急诊41万人次，收治病人3.6万人次，开展手术1.2万例。

医院拥有MRI、螺旋CT、色B超、DR、C型臂X线成像系统、各种内窥镜、腹腔镜、胆道镜、宫腔镜、等离子前列腺汽化仪、全自动生化分析仪、血气分析仪、呼吸机、麻醉机、铂靶、骨密度仪、肌肉功能分析仪等大中型医疗设备百余件。

该医院于2014年向西安市雁塔区环保局申请使用医用III类射线装置，并编制了环评登记表，西安市雁塔区环保局于2014年12月以雁环批复〔2014〕号文进行了批复，兵器工业五二一医院同年办理了《辐射安全许可证》，证书编号为陕环辐证〔00168〕，辐射安全许可证许可的种类和范围为使用III类射线装置。

兵器工业五二一医院为了适应患者医疗的需求，新增1台GE牌INNOVA3100-IQ数字减影血管造影系统(DSA)，属II类射线装置。

2015年5月，兵器工业五二一医院委托陕西科荣环保工程有限责任公司对该医院引进数字减影血管造影系统(DSA)辐射影响编制了《兵器工业五二一医院医用射线装置项目环境影响报告表》。

2015年8月7日陕西省环保厅对该项目进行了审批(编号：陕环批复〔2015〕402号)，批复意见见附件1。

兵器工业五二一医院已根据环评要求和陕西省环境保护厅环评批复意见对该项目进行了整改，目前各项环境保护措施和安全措施运行正常。

## 1.2 项目建设情况

### 1.2.1 项目名称、地点

项目名称：医用射线装置核技术应用项目

项目地点：西安市丈八东路 12 号

### 1.2.2 项目环评、审批及建设情况

核技术应用项目环评审批及建设情况见表1-1。

表1-1 核技术应用项目环评审批及建设情况一览表

应用类型	项目环评内容	环评审批情况	实际建设情况
医用射线装置	一台 INNOVA3100-IQ 数字减影血管造影系统 (DSA)	详见附件1：陕环批复〔2015〕402号《兵器工业五二一医院医用射线装置项目环境影响报告表的批复》。	经现场检查核实，与环评内容一致。

### 1.2.3 项目基本情况

兵器工业五二一医院新增一台 INNOVA3100-IQ 数字减影血管造影系统 (DSA) 核技术应用项目参数见表 1-2。

表1-2 射线装置参数表

射线装置名称、型号	分类	技术参数		环评数量 (台/套)	实际配置数量 (台/套)	曝光类型	环评情况 (批复时间)	备注
		管电压 (kV)	管电流 (mA)					
一台 INNOVA3100-IQ 数字减影血管造影系统 (DSA)	II	40-125 (一级连接模式) 60-12 (栅格模式)	10-1000 (一级连接模式) 1-400 (栅格模式)	1	1	定向	2015.5	

## 1.3 工艺过程及产生的主要污染物

### 1.3.1 数字化血管造影机工作原理及污染途径

数字减影血管造影 X 线机是用于透视引导介入操作的 X 射线设备，是一种新型的 X 线成像技术，是电子计算机图像处理技术与常规 X 线血管造影相结合的一种新的诊断、介入治疗方法。其成像的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 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，

形成的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。经过处理的图像,使血管的影像更为清晰。血管造影它不但能提供病变的确切部位,而且对病变的范围及严重程度可作清晰的判断,为手术提供较可靠的客观依据。数字减影血管造影 X 线机不仅适用于对疾病的诊断,而且可以对人体病变进行介入治疗。

操作流程 (如图 1):

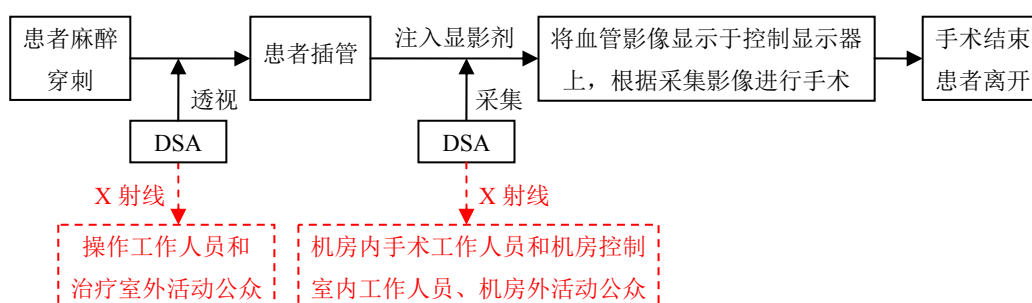


图 1 数字化血管造影机操作流程及产生辐射影响示意图

污染途径: 数字减影血管造影 X 线机属于 II 类射线装置。它是在 X 射线导视下进行插管, 放射诊疗过程中 X 射线的曝光量较大, 在进行介入等手术时, 操作者位于曝光机前, 在造影剂到达欲查血管之前, 血管内的造影剂浓度处于高峰和造影剂被廓清这段时间内, 要对检查部位利用 X 线机连续曝光成像或透视。在此过程中, 操作者身体的各部位都要受到较大的 X 线漏射和散射剂量影响, 影响的程度与曝光和透视时间和操作人员所用防护用具有直接关系, 所以必须穿戴防护服并使用防护用具以减少辐射强度。

数字减影血管造影 X 线机在正常运行时, 如果机房墙体及门的屏蔽不好也会对外环境和公众造成辐射影响, 故要求设备间各墙体、屋顶和防护门要对 X 射线有很好的屏蔽作用。做好墙体与防护门之间的搭接, 减小缝隙以降低射线泄漏量。

### 1.3.2 污染因素分析

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，出束方向朝下。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。

## 2 验收依据

### 2.1 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》，全国人民代表大会常务委员会；
- (2) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》国家环保总局第 18 号令；
- (3) 《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；
- (4) 《建设项目竣工环境保护验收管理办法》，国家环保总局第 13 号令；
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环保总局第 31 号令；
- (6) 《关于建设项目环境保护设施竣工验收监测管理有关问题的通知》，国家环保总局环发〔2000〕38 号文；
- (7) 《兵器工业五二一医院医用射线装置项目环境影响报告表》（陕西科荣环保工程有限责任公司，2015 年 5 月）及其批复意见；
- (8) 兵器工业五二一医院新增一台 INNOVA3100-IQ 数字减影血管造影系统（DSA）核技术应用项目竣工验收委托书。

### 2.2 验收标准

(1) 执行环评文件中采用的评价标准，即《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），并按照标准的评价原则，职业人员与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	环评管理目标
职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 20 mSv	5 mSv/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 1 mSv	0.25mSv/a

- (2) 《医用 X 射线诊断卫生防护要求》（GBZ130-2013）

“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（其检测方法及检测条件按 7.2 和附录 B 中 B.6 的要求）： 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值应不大于 2.5 $\mu$ Gy/h；测量时，X 射线机连续出束时间大于仪器响应时间。 b）CT 机、乳腺摄影、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影和全身骨密仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 $\mu$ Gy/h；其余各种类型摄影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；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。”

(3) 《陕西省环境伽玛辐射剂量水平现状研究》（1988 年 11 月）陕西省延安市  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率天然辐射水平

表 2-2 西安市环境天然放射性  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率调查结果（nGy/h）

	原 野	道 路	室 内
范围	50 ~ 117	52 ~ 121	79 ~ 130
均值	71	76	111
标准差	17	20	17

### 3 辐射防护和安全管理措施

#### 3.1 辐射防护措施

数字减影血管造影机位于该医院医技楼二层，有独立的工作场所。血管造影室中有专用的控制室、候诊室和缓冲间等。配备有悬吊铅玻璃防护屏，机房防护能力见表 3-1，个人防护措施见表 3-2。

医院对介入治疗室射线装置的辐射防护措施见表 3-1

表 3-1 射线装置机房辐射防护措施



机房类别	项目	屏蔽设计	铅当量	
介入手术室 (数字减影血管造影 DSA)	四周墙体	240mm 砖墙+SFT 涂层 (2mmPb)	4mmPb	
	观察窗	20mm 铅玻璃	4mmPb	
	防护门	4mm 铅板	4mmPb	
	房顶和地板	150mm 混凝土+SFT 涂层 (2mmPb)	4mmPb	
	机房尺寸	$S=45.5\text{m}^2$ , $L_{\min}=6.6\text{m}$	/	
	防护门设置“电离辐射”标志			
	通风	机械通风, 每小时换气次数 3~4 次		

表 3-2 个人防护用品配置

检查类型	工作人员	患者和受检者
介入放射治疗操作	铅橡胶围裙、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套、铅防护眼镜。选配：铅橡胶手套	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套

### 3.2 辐射安全管理措施

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：《辐射工作人员健康管理制度》、《辐射个人剂量管理制度》、《辐射防护和安全管理制制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射设备操作规程》、《设备维护、维修制度》、《辐射防护安全保卫制度》、《辐射人员岗位职责》、《辐射工作场所监测制度》、《重大辐射事故应急处理预案》、《辐射事故应急措施》，成立了辐射事故应急处理领导小组。

## 4 验收监测内容与结果评价

### 4.1 质量保证措施

本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)和陕西省辐射环境监督管理站编制的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，保证验收期间工况负荷符合核技术应用项目竣工环境保护验收要求；

(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鉴定，并在有效期内；  
 (5) 监测数据严格实行三级审核制度。

## 4.2 验收监测内容和日期

### 4.2.1 监测内容

- (1) 医用射线装置机房屏蔽墙体外表面 30cm 处空气吸收剂量率；  
 (2) 医用射线装置操作位置空气吸收剂量率；  
 (3) 医用射线装置机房内、周围空气吸收剂量率。

### 4.2.2 监测日期

2015 年 12 月 16 日现场监测。

## 4.3 验收监测方法和仪器

表 4-1 监测方法、仪器及检出限

监测项目	监测方法	监测仪器名称、型号及编号	检出限	检定单位及证书编号	检定有效期
空气吸收剂量率	《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-1993) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)	FH40G 型便携式 X、 $\gamma$ 剂量率测量仪 FSZ-YQ-B100	10nSv/h-1Sv/h	中国计量科学研究院	2015.3.23 ~ 2016.3.22

## 4.4 验收监测期间工况

本次验收项目为 1 台医用 X 射线装置（数字减影血管造影机）在工作中使用最大工况下诊断时进行监测。

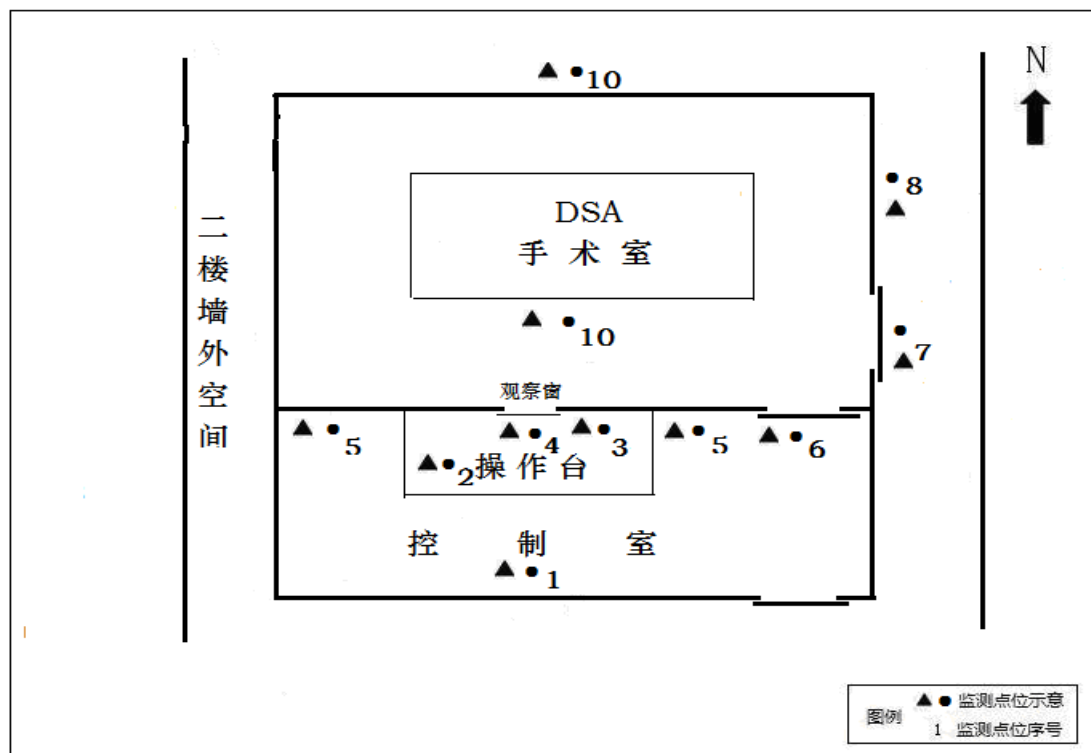
## 4.5 验收监测结果与评价

DSA 医用射线装置使用场所周围环境辐射水平监测结果见表 4-2

表 4-2 数字减影血管造影机周围辐射环境监测结果

序号	监测点位描述	空气吸收剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )		备注
		开机		
		减影 (电压 84 KV, 电流 112mA)	透视 (电压 68KV, 电流 279mA)	
1	操作室巡测	109-114	111-113	/
2	操作台	96.7-103	96.9-104	/
3	操作室电缆沟	108-115	114-124	/
4	观察窗表面及四周接缝	100-120	106-117	表面 30 cm
5	机房南墙巡测	120-124	118-123	
6	工作人员进出防护门表面及四周	91.6-119	85.6-116	
7	病人进出防护门表面及四周	98.4-121	92.7-119	
8	机房东墙巡测	108-129	104-112	
9	机房北墙巡测	107-113	106-119	
10	医生操作位	/	2720-2800	
11	楼上 (三楼 B 超七室)	102-112	104-111	/
12	楼下 (放射科、胃肠室)	107-118	107-118	
13	医院室内环境本底	138-146		

备注：监测结果未扣除仪器对宇宙射线响应值。



注：图中▲代表减影模式下空气吸收剂量率监测点位置

图中●代表透视模式下空气吸收剂量率监测点位置

图 4-1 数字减影血管造影机周围空气吸收剂量率监测点位图

(1)根据监测结果可以看出，兵器工业五二一医院室内环境本底辐射水平测值范围：138-146nGy/h，与1988年西安市环境天然放射性 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率调查结果在同一水平。

(2)数字减影血管造影机监测结果分析，从表4-2可以看出：在开机状态下，机房周围的空气吸收剂量率为92.7-123 nGy/h，符合《医用X射线诊断卫生防护要求》(GBZ130-2013)限值要求。

## 5 辐射工作人员与公众剂量

剂量估算结果见表5-1。

表5-1 兵器工业五二一医院医用射线装置应用项目职业人员及公众剂量核算结果

序号	受照位置	受照人员	计算参数			有效剂量 (mSv/a)	剂量限值 (mSv/a)	备注
			受照时间 (h/a)	受照剂量 ( $\mu$ Gy/h)	环境本底 ( $\mu$ Gy/h)			
1	手术室	操作人员(医生)	143	2.8	0.138	0.38	5	
2	操作间	工作人员	同室内环境本底处于同一水平				0.25	

「注：均按最不利条件核算，参照《兵器工业五二一医院医用射线装置项目环境影响报告表》中工作时间参数：该医院每年的手术台数约为430台，每台手术总曝光时间按20min计，则年手术曝光的工作时间为143小时。」

### 5.1 职业照射

根据表5-1 兵器工业五二一医院医用射线装置项目职业人员剂量核算结果可以看出，CT科工作人员个人剂量均低于环评中要求剂量限值5mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录B1.1.1.1规定，即“应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：a)由审管部门决定的连续5年平均有效剂量20mSv。”及环评中职业工作人员的剂量管理目标限值5mSv/a的要求。

### 5.2 公众照射

该项目所涉及公众均为随机人员，在正常运行期间工作场所仅为临时性停留或通过，因此，从工作场所分区布局、污染因素分析及表4-2监测结果可推算出公众人员个人剂量可满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002附录B1.2.1规定，即“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。”及环评中公众人员的剂量管理目标限值0.20mSv/a。

综上，该医院医用射线装置应用项目正常运行状态下，涉及的职业与公众照射剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定相应的剂量限值要求。

## 6 核与辐射安全管理及环境影响评价要求落实情况

本次验收根据陕西省环境保护厅对《兵器工业五二一医院医用射线装置项目环境影响报告表》的批复意见以及环评报告中提出的环境管理要求，对该单位具体落实情况进行了现场检查，检查结果见表 6-1。

表 6-1 环评报告结论、建议、批复要求与检查落实情况

检查内容	环评报告结论、建议及批复要求	落实情况
管理体系、制度、机构设置情况	辐射安全与环境管理领导小组进一步落实各成员的职责，做到分工明确、职责明确，应加强监督管理，切实保证本项目辐射安全防护各项规章制度的实施，进一步完善各项规章制度。	满足要求
辐射防护与安全措施	检查维护设备的安全连锁系统、操作系统的通风过滤设施以及工作场所的消防及安全防范设施。	满足要求
人员培训情况	应将所有的放射性工作人员纳入医院放射性管理工作中，并加强管理。切实加强放射性工作人员核与辐射安全知识培训，增强医护人员个人防护意识。	满足要求
辐射环境监测	单位定期对放射性工作场所及周围环境进行检测并记录。	满足要求
人员健康档案与个人剂量档案	每位放射性工作人员应配备个人剂量计，按期监测，并建立个人剂量档案，组织放射性工作人员每两年进行一次职业健康体检，对工作人员进行体检并建立健康档案。	满足要求

## 7 结论与建议

### 7.1 结论

1、兵器工业五二一医院已按国家有关建设项目环境管理法规的要求，对其医用 X 射线装置应用项目进行了环境影响评价并取得批复，相应的环保设施已建成，并投入使用，目前运行正常。

2、经现场监测，兵器工业五二一医院医用 X 射线装置应用项目在正常工况下运行时，防护门、四周屏蔽墙表面 30cm 处空气吸收剂量率符合《医用 X 射线诊断卫生防护要求》（GBZ130-2013）标准要求。

3、该医院医用 X 射线装置应用项目正常运行状态下，涉及的职业与公众照射剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定相应的剂量限值要求。

4、现场检查表明，兵器工业五二一医院医用 X 射线装置应用项目的防护措施基本满足相关标准的要求；门（灯）机联锁装置、工作状态指示灯等辐射安全措施整体工作基本正常，防护门外设有“当心电离辐射”警示标志，目前该医院内部辐射安全管理体制已建立，并制定了一系列辐射安全管理规章制度，配备了辐射监测设备，并制定了监测计划；辐射工作人员配备了个人剂量计，建立了个人剂量监测档案和职业人员健康监护档案；相关放射性工作人员参加了辐射防护安全知识培训并取得了合格证书。

综上所述，兵器工业五二一医院医用 X 射线装置应用项目放射防护设施符合竣工环境保护验收条件。

## 7.2 建议

1、认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规，不断提高企业安全文化素养和安全意识，积极配合环保部门的日常监督检查，确保医用射线装置的使用安全。

2、严格执行各项辐射相关管理制度、操作规程，不断完善辐射相关规章制度、操作规程和应急措施，确保射线装置使用中的辐射安全。

3、加强对个人剂量的管理，确保辐射工作人员个人剂量不超环评的管理限值要求，对健康检查报告疑似职业病人员，应进行复查，一经确诊调离放射性工作岗位。

4、定期对各机房门机联锁装置和机房外工作指示灯进行检查，发现问题及时整改，确保其能正常工作。

5、对放射性工作人员进行辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，做到持证上岗，建立健全个人剂量档案和职业健康档案。

6、每年委托有资质的单位进行一次操作场所周围及邻近区域的辐射水平测量，根据测量结果提出评价或改进意见；并编制辐射项目安全和防护状况年度评估报告，于次年1月31日前报陕西省环境保护厅。