

# 核技术应用项目竣工环境保护 验收监测报告

陕辐环验字〔2014〕第 040 号

项目名称: 西电集团医院医用X射线装置应用项目

委托单位: 西电集团医院

陕西省辐射环境监督管理站

2014 年 4 月

**项目名称:** 西电集团医院医用 X 射线装置应用项目

**承担单位:** 陕西省辐射环境监督管理站

**法人代表:** 郝军亮

**项目负责人:** 董凡

**参加人员:** 董凡 王亚军

**报告编写:** 王亚军

**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

1 核技术应用项目工程概况.....	1
1.1 概述.....	1
1.2 项目建设情况.....	1
1.3 工艺过程及产生的主要污染物.....	2
2 验收依据.....	3
2.1 相关法律、法规和环评文件.....	3
2.2 验收标准.....	4
3 辐射防护和安全管理措施.....	5
3.1 辐射防护措施.....	5
3.2 辐射安全管理措施.....	5
3.3 其他污染防治措施.....	5
4 验收监测内容与结果评价.....	6
4.1 质量保证措施.....	6
4.2 验收监测内容和日期.....	6
4.3 验收监测方法和仪器.....	6
4.4 验收监测期间工况.....	6
4.5 验收监测结果与评价.....	7
5 辐射工作人员与公众剂量.....	10
5.1 职业照射.....	10
5.2 公众照射.....	10
6 环评、批复意见及其落实情况.....	11
7 结论与建议.....	11
7.1 结论.....	11
7.2 建议.....	12

## 附件

- 1、《陕西省环境保护厅关于西电集团医院医用 X 射线装置应用项目环境影响报告表的批复》
- 2、《西电集团医院辐射安全防护和管理制度》
- 3、《关于西电集团医院成立辐射安全管理委员会的决定》
- 4、《西电集团医院重大辐射事故应急预案》
- 5、《西电集团医院机房结构情况说明》
- 6、《射线装置平均出射线时间》
- 7、《2012 年第四季度至 2013 年第三季度个人剂量检测报告》

# 1 核技术应用项目工程概况

## 1.1 概述

西电集团医院位于西安市莲湖区丰登路 97 号，医院始建于 1959 年，是一所集医疗、教学、科研、预防、康复为一体的三级综合性医院。

该医院于 2013 年 9 月委托核工业二〇三研究所对医院更新改造的 2 台射线装置（Brilliance 64 排 CT 机、飞利浦 FD-20 型数字减影系统）进行了环境影响评价，并编制了《西电集团医院医用 X 射线装置应用项目环境影响报告表》，陕西省环境保护厅于 2013 年 10 月 31 日进行了批复（陕环批复〔2013〕555 号）。

西电集团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，目前医院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。

## 1.2 项目建设情况

### 1.2.1 项目名称、地点

项目名称：西电集团医院医用 X 射线装置应用项目竣工环境保护验收监测

项目地点：西安市莲湖区丰登路 97 号

### 1.2.2 项目环评、审批及建设情况

医用 X 射线装置应用项目环评审批及建设情况见表 1-1。

表 1-1 医用 X 射线装置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
放射诊断	1 台 Brilliance 64 排 CT 机、1 台飞利浦 FD-20 型数字减影系统。	该项目环境影响评价报告表编制规范，内容较全面，项目建设内容叙述基本清楚，主要污染源的确定以及辐射环境影响评价及剂量估算基本准确，辐射防护措施总体可行，评价结论可信。（详见附件 1）。	2 台射线装置均正常使用中。

### 1.2.3 项目基本情况

西电集团医院 2 台射线装置具体参数见表 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)	实际配置数量(台)	环评情况(批复时间)	备注
		管电压(kV)	管电流(mA)				
飞利浦FD-20型介入治疗机	II	150	650	1	1	2013.10.31	在用、本次验收
Brilliance 64排 CT机	III	180	200	1	1		在用、本次验收



图1 Brilliance 64排 CT机



图2 飞利浦FD-20型介入治疗机

### 1.3 工艺过程及产生的主要污染物

#### 1.3.1 DSA 介入治疗机

DSA 介入治疗是利用数字减影把人体同一部位的两帧影像相减，从而得出它们的差值部分，即利用计算机系统将造影部位注射造影剂前的透视影像转换成数字形式贮存于记忆盘中，称作蒙片。然后将注入造影剂后的造影区的透视影像也转换成数字，并减去蒙片的数字，将剩余数字再转换成图像，即成为除去了注射造影剂前透视图像上所见的骨骼和软组织影像，剩下的只是清晰的纯血管造影像。

DSA 操作流程及产生辐射影响示意图如下：

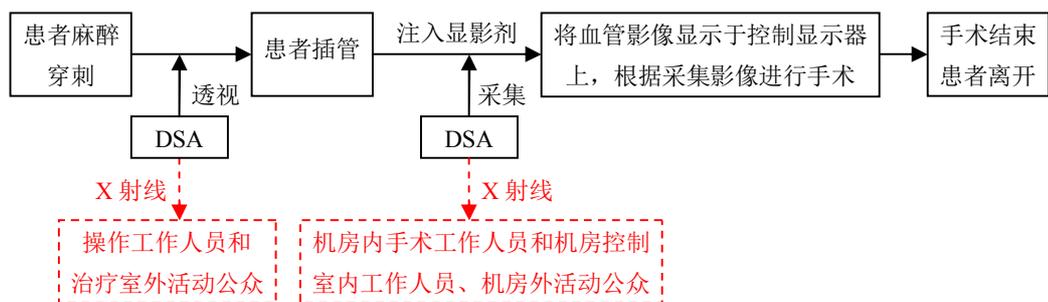


图 1 DSA 操作流程及产生辐射影响示意图

### 1.3.2 CT 机

CT 是计算机断层 X 射线摄影术 (Computed Tomography) 的简称, 它使用了精确准直的 X 射线从各种不同的离散角度扫描所关注的平面, 利用探测器记录透射光束的衰减量, 并经过数学运算, 电子计算机处理相应数据, 从而产生一个以检查层的相对衰减系数为依据的躯体横断面的影像。

CT 机操作流程及产生辐射影响示意图如下:

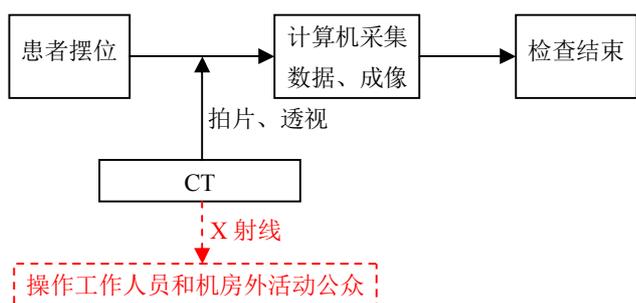


图 3 CT 机操作流程及产生辐射影响示意图

### 1.3.3 污染因素分析

数字减影系统、CT 机为开关源, 开机时产生 X 射线, 关机则消失。在正常运行时, 主要考虑 X 射线的直射、散射和泄漏辐射。

## 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、《建设项目环境保护管理条例》, 国务院第 253 号令;

- 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；
- 5、《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；
- 6、《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；
- 7、《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；
- 8、《西电集团医院医用 X 射线装置应用项目环境影响报告表》（核工业二〇三研究所，2013 年 9 月）及其批复意见。
- 9、西电集团医院竣工验收监测委托书。

## 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，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	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 20mSv	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 1mSv	0.25 mSv/a

- 2、《医用 X 射线诊断卫生防护标准》（GBZ130-2002）。
- 3、《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》（GBZ/T180-2006）：  
在距机房外表面 0.3m 处，空气比释动能率小于 7.5 $\mu$ Gy/h。
- 4、《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ165-2012）  
机房外人员可能受到照射的年有效剂量小于 0.25mSv（相应的周有效剂量小于 5 $\mu$ Sv），距机房外表面 0.3m 处空气比释动能率 < 2.5 $\mu$ Gy/h。
- 5、《陕西省环境伽玛辐射剂量水平现状研究》（1988 年 11 月）陕西省西安市  $\gamma$  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

(1) Brillance 64 排 CT 机治疗室机房四周为 37cm 粘土实心砖墙，墙面用 3cm 硫酸钡粉层；屋顶用 12cm 混凝土现浇楼板上被覆 5cm 硫酸钡防护层。

飞利浦 FD-20 型数字减影系统机房四周为 37cm 粘土实心砖墙，墙面用 3cm 硫酸钡粉层；屋顶用 11cm 混凝土现浇，房顶为空。

(2) 数字减影系统在专用机房内工作，利用机房墙体、铅防护门、观察窗口铅玻璃进行屏蔽防护；对于机房内工作人员则穿戴铅防护帽、铅围脖、铅防护服进行手术，利用铅防护帽、铅围脖、铅防护服屏蔽 X 射线，降低医护人员所受照射剂量。

(3) CT 机在专用机房内工作，工作人员在控制室进行操作，利用机房墙体、铅防护门、观察窗口铅玻璃对工作中产生 X 射线进行屏蔽防护。

(4) 机房防护门外张贴电离辐射警示标志，防护门上方安装有工作指示灯。

(5) 8 名辐射工作人员配备了个人累积剂量剂，对辐射工作人员进行了健康体检。

(6) 医院未配备辐射监测仪器，未定期对射线装置进行监测。

#### 3.2 辐射安全管理措施

医院成立了辐射安全管理委员会，负责 2 台射线装置的安全使用，制定了《西电集团医院辐射安全防护和管理制度》、《西电集团医院重大辐射事故应急预案》等规章制度。

#### 3.3 其他污染防治措施

该院 2 台射线装置采用数字成像，干式打印，不产生洗片废液。

## 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,保证验收期间工况符合监测要求;
- 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、数字减影系统工作状态下机房周围、机房内工作人员、医务人员手术位空气吸收剂量率。
- 2、CT机工作状态下机房周围空气吸收剂量率。

#### 4.2.2 监测日期

2014年3月11日

### 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	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 便携式 X、 $\gamma$ 剂量率仪, FSZ-YQ-B014	10nSv/h ~ 1Sv/h	中国计量科学研究院	2013.5.17 ~ 2014.5.16

### 4.4 验收监测期间工况

本次验收时分别选取 Brilliance 64 排 CT 机( 140kV、200mA )、飞利浦 FD-20 型数字减影系统 ( 120kV、500mA ) 正常诊疗条件下进行监测, 符合验收监测工况要求。

#### 4.5 验收监测结果与评价

监测点位平面示意图见图 3、图 4。

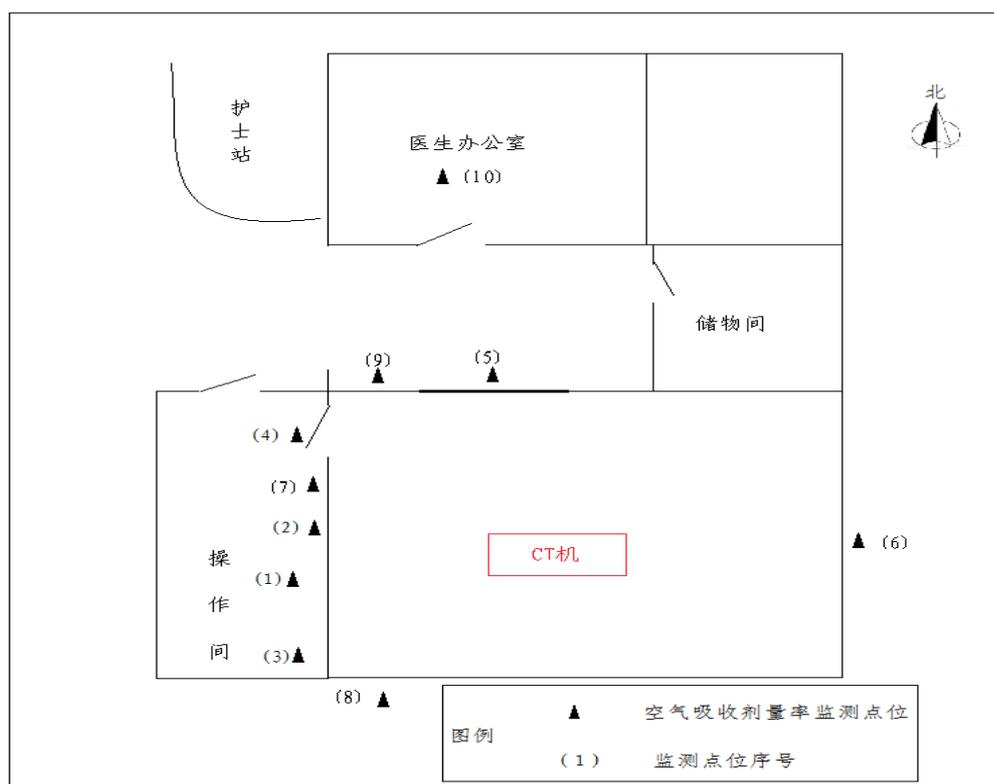


图 3 64 排 CT 机现场监测点位平面示意图

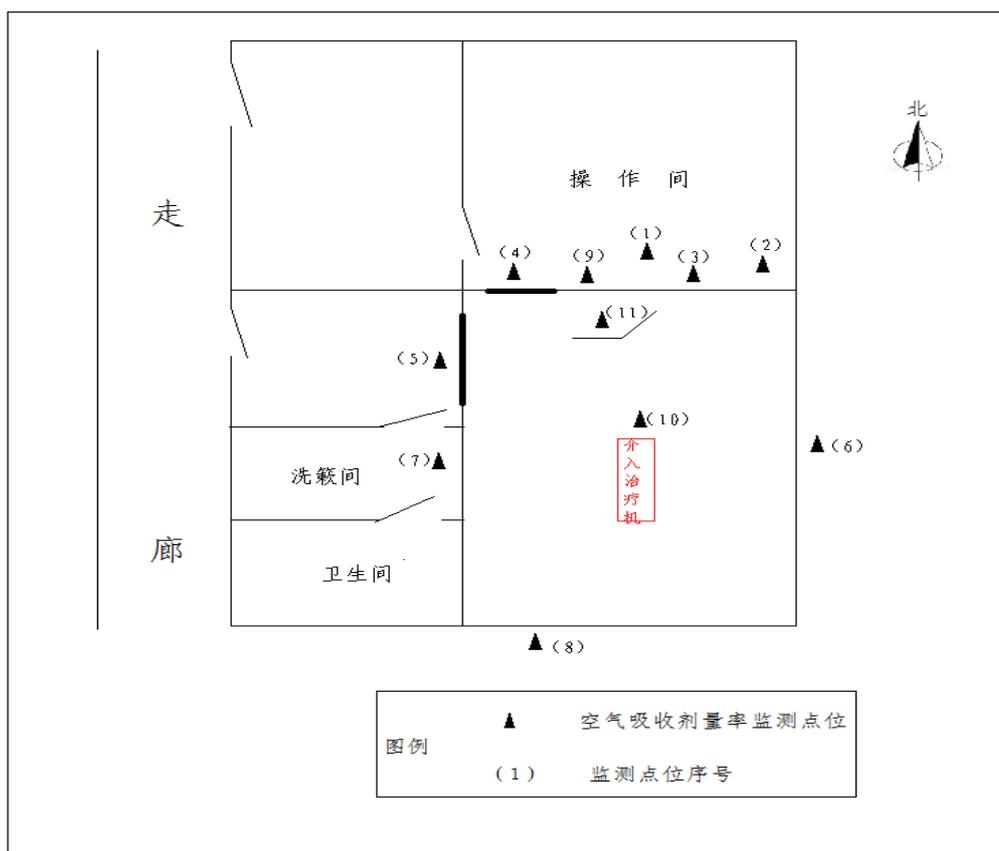


图 4 数字减影系统现场监测点位平面示意图

射线装置周围辐射水平监测结果见表 4-2、4-3

表 4-2 64 排 CT 机机房周围空气吸收剂量率监测结果

序号	监测点位		空气吸收剂量率 (nGy/h)		备注
			关机	开机	
1	操作台		117.0 ~ 129.9	111.6 ~ 122.9	表面 30cm
2	铅窗		110.3 ~ 121.7	113.7 ~ 118.2	表面 30cm
3	电缆沟		141.6 ~ 153.3	139.2 ~ 145.1	表面 30cm
4	医生出入门	上	122.9 ~ 129.9	118.2 ~ 163.8	表面 30cm
		下		117.0 ~ 136.9	
		左		189.5 ~ 470.3	
		右		146.3 ~ 177.8	
		表		114.9 ~ 138.1	
5	病人出入门	上	102.7 ~ 124.0	325.3 ~ 423.5	表面 30cm
		下		468.0 ~ 886.9	
		左		396.6 ~ 545.2	
		右		146.3 ~ 165.0	
		表		140.4 ~ 152.1	
6	东墙		128.7 ~ 135.7	134.6 ~ 149.8	表面 30cm
7	西墙		142.7 ~ 165.0	156.8 ~ 168.5	表面 30cm
8	南墙		110.4 ~ 128.7	124.0 ~ 128.7	表面 30cm

9	北墙	136.9 ~ 145.1	139.2 ~ 146.3	表面 30cm
10	准备间巡测	139.2 ~ 146.3	141.6 ~ 153.3	巡测
11	环境本底	108.8 ~ 112.8		

备注：监测结果未扣除仪器对宇宙射线响应值。

表 4-3 数字减影系统机房周围空气吸收剂量率监测结果

序号	监测点位		空气吸收剂量率 (nGy/h)			备注
			关机	开机		
				减影	透视	
1	操作台		111.0 ~ 119.3	93.1 ~ 100.0	104.9 ~ 125.2	表面 30cm
2	电缆沟		113.7 ~ 121.7	121.7 ~ 131.0	106.6 ~ 113.5	表面 30cm
3	铅窗		113.4 ~ 116.6	103.9 ~ 117.0	106.8 ~ 114.8	表面 30cm
4	医生进出门	上	102.5 ~ 126.4	101.4 ~ 105.4	106.4 ~ 115.4	表面 30cm
		下		109.2 ~ 111.6	102.5 ~ 116.2	
		左		104.8 ~ 111.7	99.8 ~ 108.8	
		右		94.7 ~ 101.4	106.7 ~ 117.0	
		表		100.0 ~ 105.3	109.0 ~ 114.1	
5	病人进出门	上	92.4 ~ 95.0	95.6 ~ 98.5	95.1 ~ 103.0	表面 30cm
		下		88.3 ~ 92.4	89.5 ~ 95.9	
		左		97.9 ~ 101.8	95.1 ~ 105.2	
		右		93.6 ~ 97.3	95.7 ~ 103.4	
		表		100.0 ~ 104.1	95.7 ~ 105.4	
6	东墙		112.3 ~ 125.2	122.9 ~ 129.9	100.6 ~ 106.5	表面 30cm
7	西墙		135.7 ~ 152.1	126.4 ~ 143.9	113.1 ~ 134.6	表面 30cm
8	南墙		124.0 ~ 134.6	141.6 ~ 152.1	139.2 ~ 147.4	表面 30cm
9	北墙		111.3 ~ 114.7	124.0 ~ 134.6	113.7 ~ 118.2	表面 30cm
10	医生手术站位		89.5 ~ 95.9	13923 ~ 21879	2457 ~ 5262	
11	治疗记录处		84.7 ~ 91.3	1146.6 ~ 1544.4	609.6 ~ 937.2	表面 30cm
12	环境本底		108.8 ~ 112.8			

备注：监测结果未扣除仪器对宇宙射线响应值。

根据监测结果可以看出，Brilliance 64 排 CT (140kV、200mA) 开机运行状态下，机房防护门、四面墙体表面 30cm 处空气吸收剂量率测值范围分别为 114.9 ~ 886.9nGy/h、124.0 ~ 168.5nGy/h，符合《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》(GBZ/T180-2006) 规定的限值要求，即：“机房的辐射屏蔽应满足距机房外表面 0.3m 处空气比释动能率小于 7.5μGy/h”；同时符合《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》(GBZ165-2012) 规定的限值要求，即：“距机房外表面 0.3m 处空气比释动能率 < 2.5μGy/h”。

飞利浦 FD-20 型数字减影系统 (120kV、500mA) 在开机运行状态下，医

生手术位、治疗记录处空气吸收剂量率测值范围分别为：减影模式 13923 ~ 21879nGy/h、1146.6 ~ 1544.4nGy/h，透视模式 2457 ~ 5262nGy/h、609.6 ~ 937.2nGy/h；其余监测点位空气吸收剂量率测值均与关机状态下测量值在同一范围波动。

## 5 辐射工作人员与公众剂量

表 5-1 人员受照剂量估算结果

序号	仪器	受照人员	计算参数			有效剂量 (mSv/a)	剂量管理限值 (mSv/a)	备注
			最大受照时间 (h/a)	最大受照剂量率 (nGy/h)	环境本底 (nGy/h)			
1	Brilliance 64 排 CT	职业	34.7	145.1	108.8 ~ 112.8	0.0002	5mSv	CT工况为 (140kV、200mA)
		公众		886.9		0.027	0.25mSv	
2	FD-20 型数字减影系统	手术操作人员	135.8	21879	108.8 ~ 112.8	2.956	5mSv	DSA工况为 (120kV、500mA)
		控制室工作人员	199.2	131.0		0.004		
		公众	199.2	152.1		0.001	0.25mSv	

(注：最大受照时间根据西电医院提供的射线装置平均出射线时间得出；公众居留因子取 1/8 计算。)

### 5.1 职业照射

从估算结果可以看出，CT、数字减影系统工作过程中对工作人员产生的年有效剂量最大值为 2.956 mSv/a，低于工作人员年剂量管理目标值 5mSv。

根据 2012 年第四季度至 2013 年第三季度个人剂量检测报告，医院操作两台仪器的医务人员个人年剂量最大值为 2.33mSv，低于工作人员年剂量管理目标值 5mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中相应年剂量限值要求。

### 5.2 公众照射

根据监测数据可以看出 CT、数字减影系统工作过程对公众产生的年有效剂量在公众居留因子取 1/8 时分别为：0.027mSv/a、0.001mSv/a，均低于公众年剂量管理目标值 0.25mSv，可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中相应年剂量限值要求。

## 6 环评、批复意见及其落实情况

本次验收根据陕西省环境保护厅对《西电集团医院医用 X 射线装置应用项目环境影响报告表》批复意见以及环评报告中提出的问题，对医院具体落实情况进行现场检查，检查结果见表 6-1。

表 6-1 环评、批复意见及其落实情况

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、机构设立情况	制定辐射管理制度，射线装置安全运行制度，辐射环境监测制度。进一步完善辐射管理制度并制定应急预案，依照要求加强日常监管，切实保证各项制度的实施，避免辐射事故发生。进一步完善人员剂量档案和健康档案的管理工作。	医院成立了辐射安全管理委员会，负责医院射线装置的安全使用，制定了《西电集团医院辐射安全防护和管理制度》、《西电集团医院重大辐射事故应急预案》等规章制度；经检查该院工作人员剂量档案完整，医院为工作人员进行了健康体检，但健康档案的内容不够完善。
辐射防护与安全措施	对所有射线装置机房的灯光警示进行维护，确保与主机的联动，可防止人员误入照射室，同时减少 X 射线对周围人员产生辐射影响。从事辐射的工作人员应佩戴个人剂量计，定期送检个人剂量计，并建立个人剂量档案和健康档案。	该院 2 台射线装置的警示灯均正常运行；8 名从事辐射工作的人员均佩戴了个人剂量计，个人剂量计每季度均送至有资质的单位进行了检测，并出具有检测报告。医院对医务人员进行了健康体检，但体检不够连续。
辐射环境监测	医院应配备辐射监测仪器，对射线装置运行对周围环境的辐射剂量率进行定期或不定期监测。	医院未配备辐射监测仪器，未对射线装置周围辐射环境进行定期监测。
人员培训情况	对从事射线装置操作以及管理人员进行上岗前的放射基础知识和辐射防护专业培训。	该院 2 台摄像装置的 8 名操作人员均参加了陕西省辐射工作人员培训，并取得了合格证。

## 7 结论与建议

### 7.1 结论

1、西电集团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，西电集团医院 X 射线装置应用项目在正常工况下运行时，CT 机房周围满足《医用 X 射线 CT 机房的辐射屏蔽规范》（GBZ/T180-2006）

及《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》(GBZ165-2012)要求;介入治疗机房周围空气吸收剂量率测值基本与医院辐射环境本底处同一水平。

该项目所涉及的职业人员及公众产生的个人年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)限值要求。

3、现场检查表明,西电医院射线装置机房外设置有工作指示灯和电离辐射警示标志。放射工作人员配备了个人剂量计,介入科配备了铅防护服、铅围脖、铅帽子、铅眼镜等防护用品。医院未配备 X 射线监测仪器,未制定监测计划及安排人员定期对射线装置周围辐射环境进行监测。

4、该医院成立了放射诊疗防护管理小组,制定了相关规章制度及应急预案。该医院 8 名放射工作人员参加了陕西省辐射工作人员培训,取得培训合格证书。组织辐射工作人员进行了健康体检,但个人健康档案内容不够完善。

该医院还需完善以下措施:(1) 尽快配备 X 射线监测仪器,制定监测计划,并安排人员定期对辐射工作场所进行监测,监测数据存档备查;(2) 对个人剂量监测报告中数值偏大的结果,及时查明原因,加强防范,预防工作人员剂量超标;(3) 每年及时安排辐射工作人员到有资质的单位进行健康体检,确保个人健康档案内容完整。

综上所述,该院在完善上述措施后,西电集团医院医用 X 射线装置应用项目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,确保射线装置的使用安全。

2、严格执行辐射相关管理制度、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、合理安排介入手术人员工作时间,降低工作人员之间所受照射剂量差距,避免部分人员个人剂量偏高情况的发生;

4、定期对各机房外工作指示灯、防护门门锁进行检查，发现问题及时处理，确保其能正常工作。

5、针对各项目可能出现的辐射事故细化各项目的辐射应急措施；

6、委托有资质的单位每年进行一次放射性工作场所周围及邻近区域的辐射水平监测，根据监测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；每年1月31日前将上一年度辐射安全防护状况年度评估报告报送辐射安全许可证发证机关，并抄送地方环保部门。