核技术应用项目竣工环境保护

验收监测报告

陕辐环验字〔2016〕第 022 号

项目名称: 西安市儿童医院核技术应用项目

委托单位: 陕西省环境保护厅辐射安全管理处

陕西省辐射环境监督管理站

2016 年 4 月

项 目 名 称：西安市儿童医院核技术应用项目

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：张 倩

参 加 人 员：杨 斌

报 告 编 写：

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**

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.....- 3 -

2 验收依据.....- 5 -

2.1 相关法律、法规和环评文件.....- 5 -
2.2 验收标准.....- 6 -

3 辐射防护和安全管理措施运行情况.....- 8 -

3.1 辐射防护措施.....- 8 -
3.2 辐射安全管理措施.....- 8 -
3.3 其他污染防治措施.....- 9 -

4 验收监测内容与结果评价.....- 9 -

4.1 质量保证措施.....- 9 -
4.2 验收监测内容和日期.....- 9 -
4.3 验收监测方法和仪器.....- 10 -
4.4 验收监测期间工况.....- 10 -
4.5 验收监测结果与评价.....- 10 -

5 职业人员与公众剂量.....- 19 -

5.1 职业照射.....- 20 -
5.2 公众照射.....- 21 -

6 核与辐射安全管理及环境影响评价要求落实情况.....- 21 -

7 结论与建议.....- 23 -

7.1 结论.....- 23 -
7.2 建议.....- 23 -

1 核技术应用项目工程概况

1.1 概述

西安市儿童医院是陕西省、西安市唯一的一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复于一体的三级甲等儿童医院，也是陕西省儿童医疗中心、西安交通大学医学院附属儿童医院,第四军医大学教学医院。医院前身系 1939 年创建于革命圣地延安的中央医院，以后几经改制，1959 年 9 月 1 日经西安市人民政府批准，更名为西安市儿童医院。医院位于古城西安西门内（西安城墙安定门内），东邻儿童公园，南接安定门北广场和西大街，西靠著名的明城墙，北倚玉祥门。

西安市儿童医院医院核技术应用项目包括：1 台 PHILIPS Brillance CT64 channel、1 台 PHILIPS Eleva 型 DR、1 台 Siemens Aristone VX 型 DR、1 台 Canada IDC xplorer 1600 型 DR、1 台东芝 Plessart 型数字胃肠机、1 台 GE Medical systems 型小 C 型臂、1 台口腔全景数字 X 片机、1 台 PHILIPS Integris CV-12 型 DSA 等 8 台医用射线装置和放射性同位素 ^{32}P（乙级非密封场所）使用工作场所。

西安市儿童医院分别于 2009 年 3 月和 2014 年 9 月，委托陕西椿源辐射咨询服务有限公司、陕西中圣环境科技发展有限公司对其核技术应用项目进行了环境影响评价，分别于 2009 年 6 月 23 日、2015 年 5 月 21 日陕西省环保厅对该项目进行了审批（编号：陕环批复〔2009〕374 号、陕环批复〔2015〕244 号）。现该项目中 1 台口腔全景数字 X 片机因未设置单独专用机房，不符合《医用 X 射线诊断卫生防护标准》（GBZ130-2013）中要求，故不参加本次验收，其余项目环境保护措施和安全防护措施运行正常，已具备了项目竣工环境保护验收监测条件。

1.2 项目建设情况

1.2.1 项目名称、地址

项目名称：西安市儿童医院核技术应用项目

项目地点：陕西省西安市莲湖区西举院巷 69 号

1.2.2 项目环评、审批及建设情况

西安市儿童医院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
放射性诊断、治疗	西安市儿童医院核技术应用项目包括 8 台医用射线装置（64 排 CT 1 台、数字胃肠机 1 台、DR 3 台、口腔数字全景机 1 台、移动拍片机 1 台、DSA 1 台，其中口腔数字全景机未设单独专用机房）， 核医学科使用放射性同位素 ^{32}P（乙级非密封场所）。	详见陕环批复〔2009〕374 号《陕西省环境保护厅关于西安市儿童医院核技术应用项目环境影响报告表的批复》及陕环批复〔2015〕244号《陕西省环境保护厅关于西安市儿童医院新增医用射线装置及放射性核素增量核技术应用项目环境影响报告表的批复》。	经现场检查核实，西安市儿童医院核技术应用项目与环评一致，其中口腔数字全景机未设单独专用机房。

1.2.3 项目基本情况

西安市儿童医院核技术应用项目参数见表 1-2、1-3。

表 1-2　医用射线装置参数表

序号	射线装置名称	分类	技术参数		环评数量(台)	实际配置数量(台)	环评批复时间	使用科室	备注
			管电压（kV）	管电流（mA）					
1	PHILIPS Integris CV-12 型 DSA	Ⅱ	150	800	1 台	1 台	2009.6.23	放射科	本次验收
2	PHILIPS Brillance CT64 channel	Ⅲ	140	500	1 台	1 台	2015.5.21		
3	PHILIPS Eleva 型 DR	Ⅲ	150	800	1 台	1 台			
4	Siemens Aristone VX 型 DR	Ⅲ	150	800	1 台	1 台			
5	Canada IDC xplorer 1600 型 DR	Ⅲ	150	630	1 台	1 台			
6	东芝 Plessart 型数字胃肠机	Ⅲ	150	500	1 台	1 台			
7	GE Medical systems 型小 C 型臂	Ⅲ	110	20	1 台	1 台		手术室	
8	口腔全景数字 X 片机	Ⅲ	84	16	1 台	1 台		放射科	不参加本次验收

表 1-3　非密封放射性物质

放射性核素名称	日等效最大操作量	等效年用量	工作场所分级	环评情况(批复时间)	使用科室	备注
^{32}P	2.22×10^{7} Bq	3.7×10^{10} Bq	乙级	2015.5.21	核医学科	本次验收

1.3 工艺过程及产生的主要污染物

1.3.1 开放性同位素

^{32}P

^{32}P 是一种纯 β-射线源，其半衰期为 14.26d，它衰变时放出的 β-射线最大能量为 1.709MeV，平均能量为 0.695MeV，其组织内射程最大为 8mm(平均为 3.2mm)。放射性同位素敷贴治疗是利用核素发身 β 射线，使局部病灶产生辐射生物效应而达到治疗目的，对周围正常组织及全身无影响，治愈后一般无疤痕。通常是将 ^{32}P 溶液配制成一定的放射性浓度，以优质滤纸作为支持物再根据病变的各种形状制成相应大小的敷贴器，直接敷贴在病变部位，按照年龄和病情决定一次敷贴时间。

^{32}P 操作流程及产生辐射影响示意图如下:

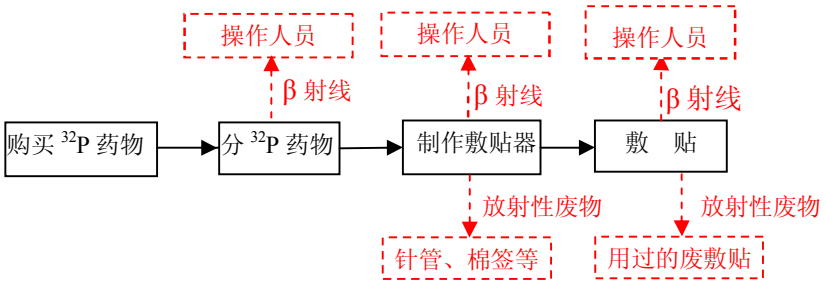

图 1　^{32}P 操作流程及产生辐射影响示意图

1.3.2 射线装置

(1) 数字减影血管造影（DSA）

数字减影是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:

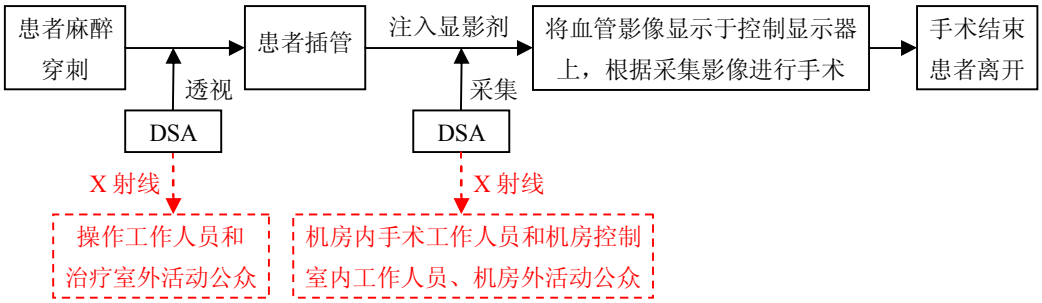

图 2　DSA 操作流程及产生辐射影响示意图

⑵ 胃肠机、CT、拍片机等

胃肠机是供医生做消化道 X 线透视检查过程中适时拍摄，记录有诊断价值的被检部位或病变影像的摄影装置，该装置可进行单片摄影和单片分割摄影（即在同一张胶片上摄取几幅影像）。由于胃肠消化道器官均由软组织组成，缺乏自然对比度，因而用普通造影方法取得的 X 线照片很难将其区分出来，为此临床上利用造影剂检查，其方法有钡餐常规造影。钡餐常规造影是把钡类造影剂由病人自行饮入后，根据造影剂在消化道内运行情况，在透视状态下进行观察，当发现有价值而需要记录的病灶时，利用胃肠 X 线机将病灶拍摄下来，为医疗诊断提供依据。

胃肠机操作流程及产生辐射影响示意图如下:

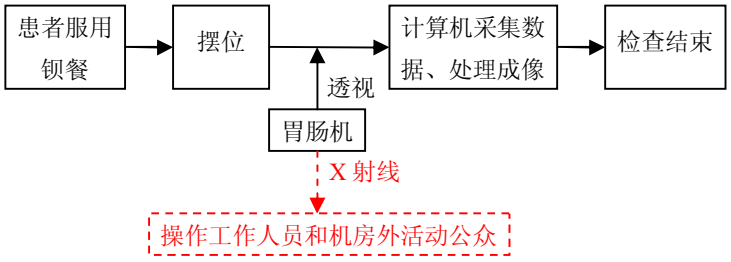

图 3　胃肠机操作流程及产生辐射影响示意图

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。

拍片机等普通 X 光机是利用 X 射线对人体不同组织穿透力不同的原理，寻找病灶部位、形状及体积大小并予以定位、摄影，它用 X 线胶片代替荧光屏，永久记录被检部位影像的一种设备，这种方法比透视能发现更多有诊断价值的信息。

CT、拍片机操作流程及产生辐射影响示意图如下:

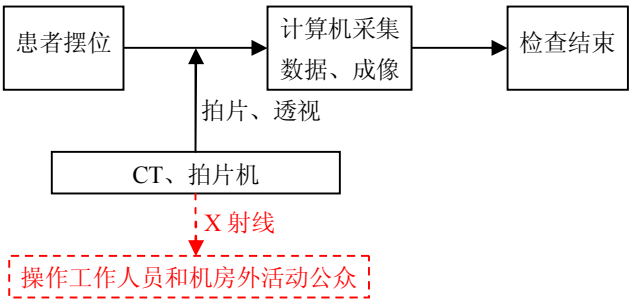

图 4　CT、拍片机等操作流程及产生辐射影响示意图

1.3.3 污染因素分析

(1) 放射性同位素

^{32}P 放射性同位素药物为液态,使用过程的主要污染因素是放射性核素衰变产生的 β 射线以及表面沾污，主要放射性污染物有：不能再给患者使用的 ^{32}P 敷贴滤纸以及配药分源后的空针管、棉签、医护人员使用过的口罩和手套等放射性废物；核医学科医护人员洗手、台面和地面擦洗等少量放射性废水。

(2) 射线装置

由射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失，射线装置在非诊断状态下不产生射线，因此其主要污染因素为开机诊断时产生的 X 射线，以及 X 射线与机房空气相互作用形成的少量臭氧和氮氧化物。

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;

⑶《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 253 号令;

⑷《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;

⑸《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;

⑹《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;

⑺《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;

⑻《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环境保护部部务会议修订通过;

⑼《陕西省放射性污染防治条例》，陕西省第十二届人民代表大会常务委员会第十一次会议通过;

⑽《西安市儿童医院核技术应用项目环境影响报告表》（陕西椿源辐射咨询服务有限公司，2009 年 3 月）、《西安市儿童医院新增医用射线装置核技术应用项目环境影响报告表》（陕西中圣环境科技发展有限公司，2014 年 12 月）及其批复意见;

⑾陕西省环境保护厅辐射安全管理处核技术应用项目竣工环境保护验收监测委托单（陕环电离〔2015〕第 21 号）。

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），该项目工作人员和周围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	0.2 mSv/a 0.25mSv/a

表 2-2 工作场所的放射性表面污染控制水平　　单位：Bq/cm^2

表面类型		α放射性物质		β放射性物质
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4	4×10	4×10
	监督区	4×10^{-1}	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区 监督区	4×10^{-1}	4×10^{-1}	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}	4×10^{-2}	4×10^{-1}

2、《医用 X 射线诊断卫生防护标准》（GBZ130-2013）

“5.4 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：

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 2.5μGy/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 2.5μGy/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、《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ165-2012）

“5.3 CT 机房的墙壁应有足够的防护厚度，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 5μSv)，距机房外表面 0.3m 处空气比释动能率应＜2.5μSv/h。”

4、《放射性核素敷贴治疗卫生防护标准》（GBZ134-2002）

5、《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）

6、《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）

7、《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γ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γ辐射空气吸收剂量率调查结果（nSv/h）

	原　野	道　路	室　内
范围	50～117	52～121	79～130
均值	71	76	111
标准差	1.7	2.0	1.7

3 辐射防护和安全管理措施运行情况

3.1 辐射防护措施

DSA 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，降低工作人员所受辐射剂量。胃肠机、CT、拍片机等普通医用射线机均在专用机房内工作，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。

机房安装有门灯联动装置，防护门外张贴电离辐射警示标志，防护门上方有工作指示灯，设置有通风设施。

核医学科位于门诊楼二层北侧，敷贴治疗室、分源室与诊断室、候诊区分开单独设置，设置有病人专用出入通道，有专门放置放射性同位素的储源室，储源室内设有储源保险箱，双人双锁，专人管理，设有放置放射性废物的放射性废物存储室，设置有独立通风设施，墙面及地面都有易于去污的保护涂层，工作场所均设有电离辐射警示标志。

3.2 辐射安全管理措施

西安市儿童医院成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，负责医院使用中的放射性同位素及射线装置的安全和防护工作。制定了《放射防护制度》、《放射事故应急预案》、《放射工作人员培训、体检及保健制度》《辐射监测计划》等一系列管理和使用制度，对放射性同位素及射线装置进行全面的监督管理。

3.3 其他污染防治措施

西安市儿童医院放射诊断医用射线装置均采用数字成像，干式热敏打印，放射诊断使用医用射线装置过程中不产生洗片废液。

^{32}P使用过程中产生的废液通过专用管道排入衰变池，配药分源产生的空针管、棉签和医护人员使用过的手套、口罩等放射性废物分类存放于放射性废物存储室内，存放10个半衰期后作为一般医疗废物处理。

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。

⑴ 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;

⑵ 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;

⑶ 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;

⑷ 所用监测仪器全部经过计量部门鉴定，并在有效期内;

⑸ 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

⑴ 医用射线装置操作位置、机房屏蔽墙体及防护门外表面 30cm 处空气吸收剂量率;

⑵ DSA 工作状态下机房内、机房周围空气吸收剂量率;

⑶ 放射性同位素使用工作场所空气吸收剂量率、β 表面污染。

4.2.2 监测日期

2016 年 3 月 18 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	检定单位及证书编号	检定有效期
空气吸收剂量率	《环境地表γ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）	FH40G 型便携式环境 X·γ 剂量率测量仪 FSZ-YQ-B015	10nSv/h ~ 1Sv/h	中国原子能科学研究院 主机+探头: GFJGJL1005150003428	2015.10.12 ~ 2016.10.11
		FH40G 型便携式环境 X·γ 剂量率测量仪 FSZ-YQ-B100		中国原子能科学研究院 GFJGJL1005150000450	2015/03/23 ~ 2016/03/22
β表面污染	《表面污染测定 第一部分 β 发射体（最大 β 能量大于 0.15MeV）和 α 发射体》（BG/T14056.1-2008）	QX-200 型 α、β 表面污染测量仪 FSZ-YQ-B019	α: 0 ~ 999999cps β: 0 ~ 999999cps	中国原子能科学研究院 GFJGJL1005150003413	2015/10/21 ~ 2016/10/20

4.4 验收监测期间工况

本次验收项目 7 台医用 X 射线装置及核医学科放射性同位素 ^{32}P 使用工作场所均在工作中可能使用最大条件下进行诊断治疗时监测。

4.5 验收监测结果与评价

DSA、CT 等医用射线装置及核医学科放射性同位素 ^{32}P 使用工作场所周围环境辐射水平、核医学科 β 表面污染水平监测结果见表 4-2、4-3、4-4。

表4-2　医用射线装置使用工作场所周围环境辐射水平监测结果

监测点位序号	监测点位描述			空气吸收剂量率（nSv/h）		备注
				关机	开机	
1	PHILIPS Integris CV-12型 DSA（125kV，121mA）	操作台		105.0 ~ 118.8	120.9 ~ 127.4	表面30cm
2		电缆孔		110.1 ~ 122.0	110.1 ~ 117.7	
3		观察窗		102.8 ~ 113.4	118.8 ~ 126.3	
4		操作间巡测		109.0 ~ 114.4	113.4 ~ 120.9	高度1m
5		工作人员进出防护门	上缝	93.6 ~ 111.2	118.8 ~ 127.4	表面30cm
6			下缝		126.3 ~ 135.0	
7			左缝		106.5 ~ 119.8	

8	PHILIPS Integris CV-12型 DSA（125kV，121mA）		右缝		97.0 ~ 105.3	表面30cm
9			表面		110.1 ~ 119.8	
10		病人进出防护门	上缝	99.7 ~ 113.4	98.6 ~ 99.4	
11			下缝		99.9 ~ 103.3	
12			左缝		98.2 ~ 99.6	
13			中缝		99.2 ~ 103.8	
14			右缝		113.4 ~ 120.9	
15			表面		105.5 ~ 117.7	
16		西墙		118.8 ~ 131.7	127.4 ~ 138.2	
17		南墙		129.6 ~ 146.8	119.8 ~ 131.7	
18		北墙		80.0 ~ 102.7	135.0 ~ 147.9	
19		东墙		107.5 ~ 117.7	124.2 ~ 138.2	
20		东墙窗户		/	198.7 ~ 224.6	表面30cm
21		机房内手术医生操作位（曝光模式125kV，121mA）		89.9 ~ 97.9	5540.4 ~ 6706.8	铅服内
22		机房内手术医生操作位（透视模式110kV，9.2mA）			2916.0 ~ 3369.6	铅服内
23		草坪（环境本底）		114.4 ~ 125.2	/	高度 1m
24	PHILIPS Brillance CT64 channel（100kV，50mA）	操作台		113.4 ~ 119.8	105.1 ~ 113.4	表面 30cm
25		电缆孔		127.4 ~ 142.5	131.7 ~ 145.8	
26		观察窗		97.2 ~ 103.4	99.9 ~ 108.0	
27		工作人员进出防护门	上缝	93.0 ~ 100.5	86.5 ~ 91.1	
28			下缝		112.3 ~ 115.5	
29			左缝		106.4 ~ 108.0	
30			右缝		108.0 ~ 113.4	
31			表面		87.8 ~ 90.3	
32		病人进出防护门	上缝	102.4 ~ 108.0	111.2 ~ 116.6	
33			下缝		112.3 ~ 120.9	
34			左缝		130.6 ~ 145.8	
35			右缝		125.2 ~ 139.3	
36			表面		100.9 ~ 104.5	

监测点位序号	监测点位描述			空气吸收剂量率（nSv/h）		备注
				关机	开机	
37	PHILIPS Brillance CT64 channel（100kV，50mA）	北墙		112.3 ~ 135.0	122.0 ~ 130.6	表面30cm
38		东墙		128.5 ~ 142.5	137.1 ~ 144.7	
39		南墙		124.2 ~ 145.8	144.7 ~ 158.7	
40		西墙		91.2 ~ 101.9	103.3 ~ 106.8	
41		南墙外走廊巡测		131.7 ~ 137.1	127.4 ~ 138.2	高度1m
42	PHILIPS Eleva 型DR（125kV，520mA）	操作台		112.3 ~ 124.2	122.0 ~ 128.5	表面30cm
43		观察窗		92.3 ~ 112.3	105.8 ~ 106.3	
44		电缆孔		127.4 ~ 136.0	133.9 ~ 143.6	
45		北墙		123.1 ~ 135.0	125.2 ~ 132.8	
46		工作人员进出防护门	上缝	84.2 ~ 90.8	92.1 ~ 96.7	
47			下缝		104.7 ~ 106.1	
48			左缝		97.3 ~ 100.9	
49			右缝		100.6 ~ 104.8	
50			表面		98.0 ~ 104.3	
51		病人进出防护门	上缝	108.0 ~ 124.2	93.2 ~ 94.8	
52			下缝		127.4 ~ 138.2	
53			左缝		138.2 ~ 146.8	
54			右缝		124.2 ~ 139.3	
55			表面		123.1 ~ 136.0	
56		东墙		86.6 ~ 95.4	127.4 ~ 132.8	
57		西墙		92.8 ~ 106.4	103.3 ~ 105.3	
58		南墙		129.6 ~ 141.4	152.2 ~ 160.9	
59		南墙外走廊巡测		127.4 ~ 141.4	140.4 ~ 149.0	高度 1m

监测点位序号	监测点位描述			空气吸收剂量率（nSv/h）		备注
				关机	开机	
60	Siemens Aristone VX型DR（121kV，40mAs）	操作台		110.1 ~ 122.0	122.0 ~ 128.5	
61		电缆孔		126.3 ~ 135.0	129.6 ~ 139.3	
62		观察窗		100.3 ~ 122.0	103.1 ~ 106.3	
63		工作人员进出防护门	上缝	104.1 ~ 122.0	98.1 ~ 100.1	
64			下缝		109.0 ~ 112.3	
65			左缝		93.4 ~ 95.2	
66			右缝		97.5 ~ 99.2	
67			表面		94.6 ~ 97.4	
68		病人进出防护门	上缝	108.0 ~ 116.6	102.0 ~ 106.7	表面30cm
69			下缝		117.7 ~ 120.9	
70			左缝		142.5 ~ 150.1	
71			右缝		135.0 ~ 143.6	
72			表面		104.4 ~ 106.5	
73		北墙		123.1 ~ 132.8	129.6 ~ 137.1	
74		东墙		93.6 ~ 97.8	103.3 ~ 106.0	
75		南墙		119.8 ~ 132.8	147.9 ~ 155.5	
76		西墙		98.4 ~ 109.0	92.6 ~ 96.7	
77		南墙外走廊巡测		125.2 ~ 133.9	135.0 ~ 141.4	高度1m
78	Canada IDC xplorer 1600 型DR（120kV，360mA）	操作台		108.0 ~ 116.6	119.8 ~ 137.1	
79		电缆孔		141.4 ~ 154.4	162.0 ~ 167.4	
80		观察窗		102.8 ~ 115.5	97.9 ~ 100.4	
81		工作人员进出防护门	上缝	96.7 ~ 106.4	95.0 ~ 104.7	
82			下缝		107.6 ~ 109.0	表面30cm
83			左缝		104.8 ~ 107.2	
84			右缝		99.0 ~ 105.4	
85			表面		111.2 ~ 126.3	
86		北墙		133.9 ~ 142.5	135.0 ~ 147.9	

监测点位序号	监测点位描述			空气吸收剂量率（nSv/h）		备注
				关机	开机	
87	Canada IDC xplorer 1600 型DR（120kV，360mA）	病人进出防护门	上缝	108.0 ~ 122.0	96.2 ~ 104.8	表面30cm
88			下缝		162.0 ~ 167.4	
89			左缝		151.2 ~ 164.1	
90			右缝		144.7 ~ 154.4	
91			表面		109.0 ~ 113.4	
92		东墙		105.4 ~ 108.0	117.7 ~ 124.2	
93		南墙		123.1 ~ 138.2	137.1 ~ 144.7	
94		西墙		98.2 ~ 115.5	116.6 ~ 124.2	
95		南墙外走廊巡测		122.0 ~ 131.7	137.1 ~ 145.8	高度1m
96	东芝 Plessart 型数字胃肠机（120kV，360mA）	操作台		118.8 ~ 140.4	133.9 ~ 143.6	表面 30cm
97		电缆孔		138.2 ~ 144.7	136.0 ~ 149.0	
98		观察窗		96.0 ~ 98.4	108.0 ~ 117.7	
99		工作人员进出防护门	上缝	101.8 ~ 106.5	105.4 ~ 108.0	
100			下缝		108.0 ~ 115.5	
101			左缝		102.0 ~ 107.5	
102			右缝		110.1 ~ 118.8	
103			表面		103.3 ~ 110.1	
104		病人进出防护门	上缝	103.3 ~ 117.7	102.9 ~ 106.7	
105			下缝		130.6 ~ 147.9	
106			左缝		140.4 ~ 151.2	
107			右缝		124.2 ~ 141.4	
108			表面		129.6 ~ 139.3	
108		北倾		124.2 ~ 135.0	135.0 ~ 143.6	
109		东墙		97.5 ~ 101.7	101.7 ~ 105.7	
110		南墙		131.7 ~ 147.9	145.8 ~ 158.7	
111		西墙		94.9 ~ 99.7	99.4 ~ 103.7	高度 1m

监测点位序号	监测点位描述			空气吸收剂量率（nSv/h）		备注
				关机	开机	
112		南墙外走廊巡测		132.8～144.7	145.8～152.2	高度1m
113		二层B超登记室巡测		140.4～156.6	138.2～146.8	
114	GE Medical systems 型小 C 型臂（98kV，3mA）	手术室门外医生操作位		75.5～79.9	165.4～189.8	
115		2号手术室东防护门	上缝	66.9～85.3	207.7～245.3	表面 30cm
116			下缝		219.9～416.4	
117			左缝		341.2～457.7	
118			右缝		348.7～571.5	
119			表面（观察窗）		209.6～505.7	
120	住院二部四楼大厅（环境本底）			62.6～65.8	/	高度 1m

注：本报告中空气吸收剂量率监测结果仅对本次所监测结果负责，上表中结果未扣除宇宙辐射响应值，Gy/h 与 Sv/h 换算系数为 1。

西安市儿童医院室内环境本底辐射水平测值范围为 62.6～65.8nSv/h，与 1988 年西安市环境天然放射性γ辐射空气吸收剂量率调查结果为同一水平。

根据表 4-2 监测结果可以看出，在医用射线装置独立运行状态下，PHILIPS Integris CV-12 型 DSA 机房防护门、四周墙体表面 30cm 处空气吸收剂量率为 97.0～147.9nSv/h；PHILIPS Brillance CT64 channel 机房防护门、四周墙体表面 30cm 处空气吸收剂量率为 86.5～158.7nSv/h；PHILIPS Eleva 型 DR 机房防护门、四周墙体表面 30cm 处空气吸收剂量率为 92.1～160.9nSv/h；Siemens Aristone VX 型 DR 机房防护门、四周墙体表面 30cm 处空气吸收剂量率为 92.6～155.5nSv/h；Canada IDC xplorer 1600 型 DR 机房防护门、四周墙体表面 30cm 处空气吸收剂量率为 95.0～167.4nSv/h；东芝 Plessart 型数字胃肠机机房周围空气吸收剂量率为 99.4～158.7nSv/h；GE Medical systems 型小 C 型臂所在 2 号手术室东防护门表面 30cm 处空气吸收剂量率为 207.7～571.5nSv/h，建议小 C 型臂运行时，手术室外禁止无关人员靠近、逗留。

西安市儿童医院除口腔全景数字X片机外，各医用射线装置机房防护门、四周屏蔽墙体表面30cm空气吸收剂量率测值均满足《医用X射线诊断卫生防护标准》（GBZ130-2013）中“5.4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：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2.5μGy/h; 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2.5μGy/h”和《X射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ165-2012） 中“5.3 CT机房的墙壁应有足够的防护厚度，距机房外表面0.3m处空气比释动能率应＜2.5μSv/h” 规定的限值要求。

其余监测点位在开机与关机状态下，空气吸收剂量率测值范围处于同一波动范围。

表4-3　核医学科放射性同位素^{32}P使用工作场所周围环境辐射水平监测结果

监测点位序号	监测点位描述	空气吸收剂量率（nSv/h）	备注
1	候诊区巡测	94.0 ~ 104.3	高度 1m
2	诊断室1巡测	102.4 ~ 133.4	
3	诊断室2巡测	89.9 ~ 97.7	
4	分诊台	94.9 ~ 109.0	
5	休息室1巡测	98.7 ~ 104.3	
6	休息室2巡测	115.6 ~ 130.6	
7	更衣室巡测	103.4 ~ 123.1	
8	主任办公室巡测	93.0 ~ 128.7	
9	库房巡测	90.8 ~ 98.7	
10	储源室巡测	114.6 ~ 198.3	
11	^{32}P源罐表面5cm	1156.2 ~ 1240.8	
12	^{32}P源罐表面1m	198.3 ~ 206.8	

监测点位序号	监测点位描述	空气吸收剂量率（nSv/h）	备注
13	储源保险箱5cm	123.1 ~ 229.3	高度 1m
14	储源保险箱1m	109.9 ~ 197.4	
15	等待室巡测	112.8 ~ 125.0	
16	放射性废物存储室巡测	118.4 ~ 129.7	
17	治疗室1巡测	78.0 ~ 83.9	
18	分源室巡测	78.6 ~ 84.9	
19	分装箱外医生操作位	119.3 ~ 175.7	
20	分源室放射性废物储存箱	79.0 ~ 93.4	
21	治疗室2巡测	76.0 ~ 92.5	
22	^{32}P敷贴治疗医生操作位	76.6 ~ 78.6	
23	走廊巡测	91.4 ~ 128.7	

注：本报告中空气吸收剂量率监测结果仅对本次所监测结果负责，上表中结果未扣除宇宙辐射响应值，Gy/h与Sv/h换算系数为1。

表4-4　核医学科β表面污染水平监测结果

监测点位序号	监测点位描述		β表面污染（Bq/cm^2）	备注
1	候诊区地面		未检出	监督区
2	诊断室1	地面	未检出 ~ 0.1	
3		工作台	未检出	
4	诊断室2	地面	未检出	
5		工作台	未检出	
6	分诊台		未检出	
7	休息室1地面		未检出	
8	休息室2地面		未检出 ~ 0.3	
9	主任办公室	地面	未检出	
10		工作台	未检出	

监测点位序号	监测点位描述		β表面污染（Bq/cm^2）	备注
11	更衣室地面		未检出～0.3	监督区
12	库房地面		未检出	
13	储源室	地面	未检出～0.1	控制区
14		墙面	未检出～0.1	
15	空源罐储存柜		未检出～0.1	
16	储源保险箱		未检出～0.2	
17	等待室	地面	未检出	
18		座椅	未检出～0.1	
19		墙面	未检出～0.2	
20	放射性废物存储室	地面	未检出	
21		存储箱	未检出	
22	治疗室1	地面	未检出	
23		墙面	未检出	
24		工作台	未检出～0.4	
25	分源室	地面	未检出～0.2	
26		墙面	未检出～0.2	
27	分装箱		0.1～0.2	
28	放射性废物储存箱		未检出～0.2	
29	治疗室2	地面	0.2～0.7	
30		墙面	未检出～0.3	
31		工作台	2.0～4.0	
32	走廊地面		未检出～0.2	监督区
33	工作人员	手套	未检出～0.3	/
34		工作服	0.2～1.1	
35		工作鞋	未检出～0.1	
36		手	未检出	

根据核医学科β表面污染监测结果可以看出，控制区β表面污染为未检出~4.0Bq/cm^2，监督区β表面污染为未检出~0.3 Bq/cm^2，工作人员手套表面β表面污染为未检出~0.3 Bq/cm^2、工作服表面为0.2~1.1 Bq/cm^2、工作鞋表面为未检出~0.1 Bq/cm^2、手表面为未检出，均可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中要求“β表面污染控制区低于40Bq/cm^2，监督区低于4Bq/cm^2，手套、工作服、工作鞋表面低于4Bq/cm^2，手表面低于0.4Bq/cm^2”。

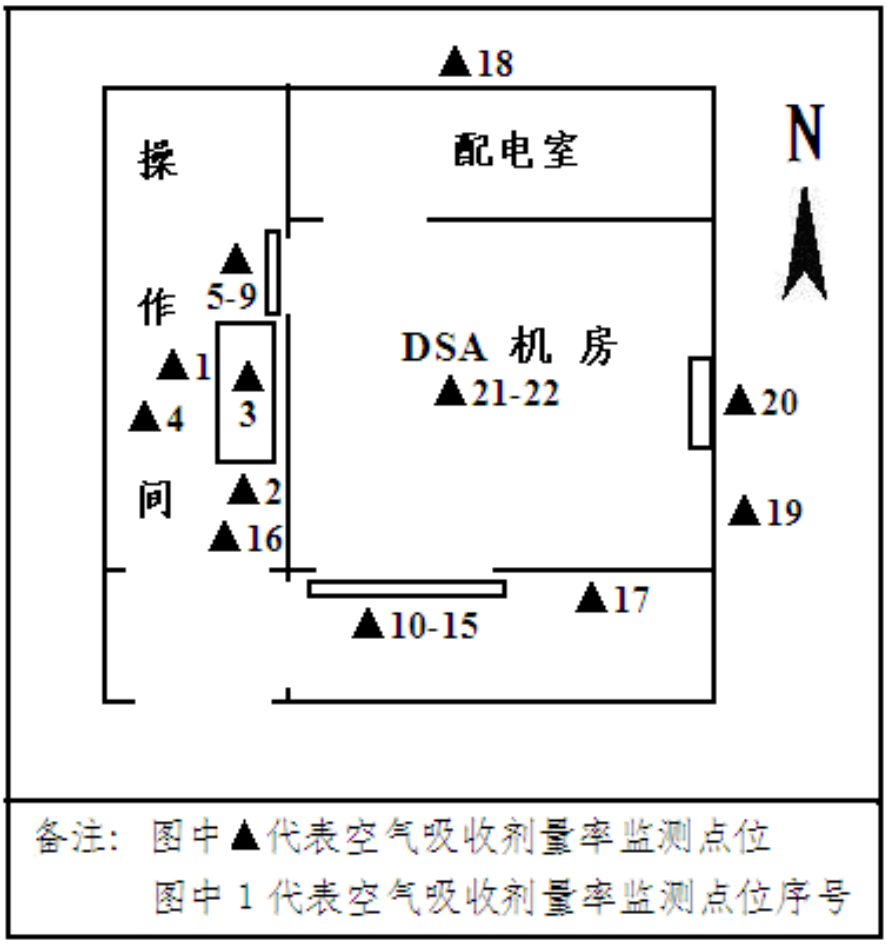

图5　PHILIPS　Integris CV-12型DSA监测点位平面示意图

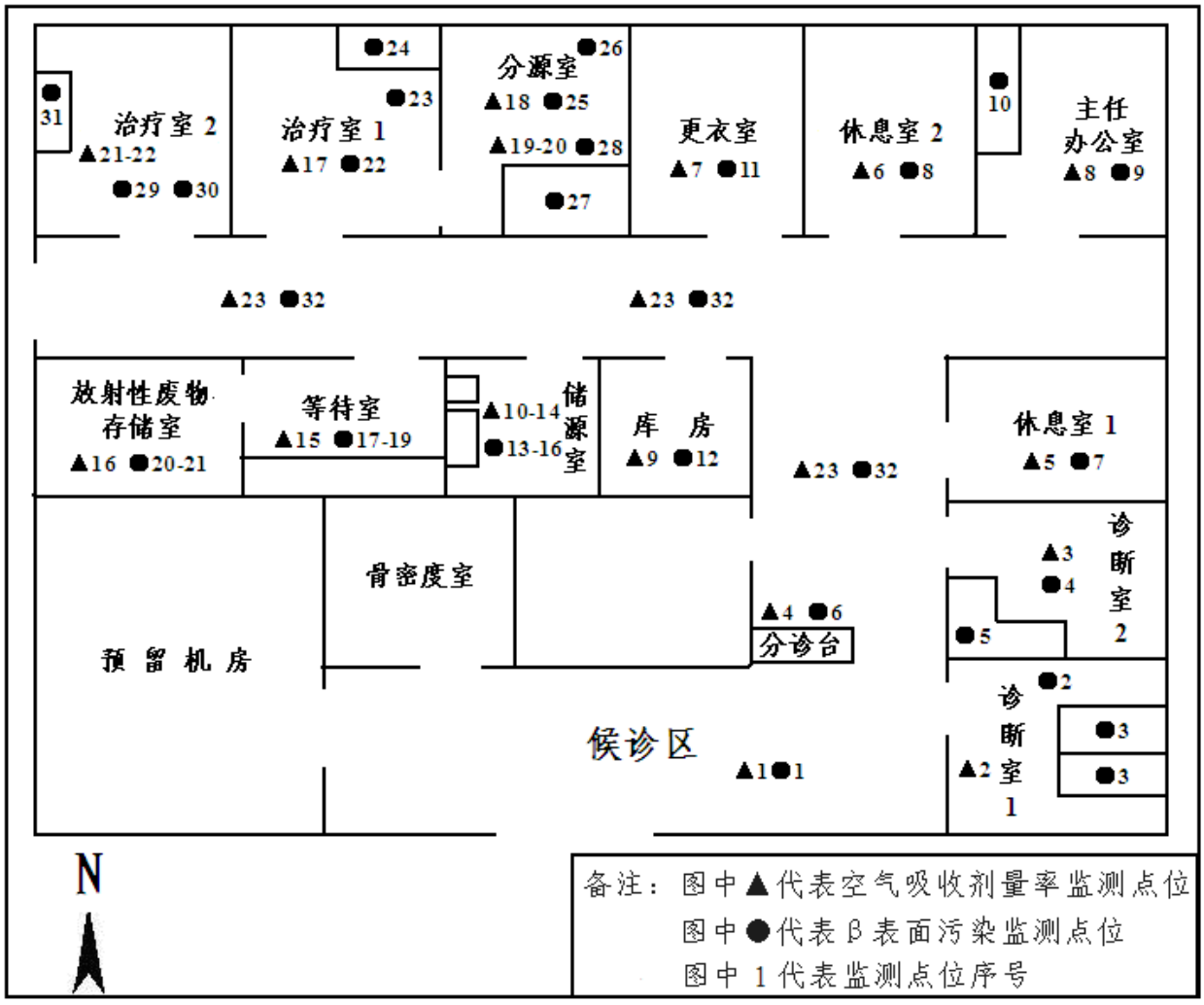

图6　核医学科监测点位平面示意图

5 职业人员与公众剂量

5.1 职业照射

根据该医院提供 2014 年 12 月 16 日～2015 年 12 月 15 日四个季度个人剂量检测报告，核医学工作人员年剂量最大为 3.84mSv、放射科工作人员年剂量最大为 1.46mSv、DSA 工作人员年剂量最大为 1.08mSv，根据统计结果可以看出，放射性工作人员每年所受累积剂量均满足《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职业照射水平进行控制，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 20 mSv。”及《西安市儿童医院核技术应用项目环境影响报告表》、《西安市儿童医院新增医用射线装置核技术应用项目环境影响报告表》中职业工作人员的剂量管理目标限值 5mSv/a。

5.2 公众照射

该项目所涉及公众均为随机人员，其在各项目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：b)年有效剂量：1mSv” 及《西安市儿童医院核技术应用项目环境影响报告表》、《西安市儿童医院新增医用射线装置核技术应用项目环境影响报告表》中公众人员的剂量管理目标限值 0.20 mSv/a 、0.25mSv/a。

综上，该医院核技术应用项目在正常运行状态下，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）和环评中规定的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《西安市儿童医院核技术应用项目环境影响报告表》、《西安市儿童医院新增医用射线装置核技术应用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、机构设立情况	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。不断完善辐射事故应急预案，加强日常演练，做到有备无患，加强放射性工作人员的核与辐射安全知识培训，增强医护人员个人防护意识。	西安市儿童医院成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，负责医院使用中的射线装置及放射性同位素的安全和防护工作。制定了《放射防护制度》、《放射事故应急预案》、《辐射监测计划》、《放射工作人员培训、体检及保健制度》等一系列管理和使用制度，对医用射线装置及放射性同位素进行全面的监督管理。

检查内容	环评报告结论、建议及批复要求	落实情况
辐射防护与安全措施	放射科口腔全景数字 X 光机与 Xplorer1600 DR 共用机房，按照相关标准要求，本项目口腔全景数字 X 光机和 Xplorer1600 DR 布局不合理，应单独设置符合要求的口腔全景数字 X 光机的机房；放射科通风管道均为自然通风，应对其进行改造设置动力排放装置；核医学科敷贴治疗室必须与诊断室、登记值班室和候诊室分开设置，本项目未设置专用敷贴候诊室，应在医院设置专用的候诊室；敷贴治疗室内高 1.5m 以下的墙面应由易于去污的保护涂层；本项目 ^{32}P 敷贴操作场所为乙级，应设置推流衰变池，设置推流衰变池的容积应不小于 $4m^3$；分装采用自然通风的方式无送排风措施。	医用射线装置除口腔全景数字 X 光机均在单独专用机房工作，机房防护门安装了门灯联动装置，防护门外设置工作状态指示灯且工作正常，防护门外设置了电离辐射警示标志，机房均设有通风设施。 核医学科敷贴治疗室、分源室与诊断室、候诊区分开单独设置，设置有病人专用出入通道，有专门放置放射性同位素的储源室，储源室内设有储源保险箱，双人双锁，专人管理，设有放置放射性废物的放射性废物存储室，均设置有通风设施，墙面及地面都有易于去污的保护涂层，工作场所均设有电离辐射警示标志。 ^{32}P 使用过程中产生的废液通过专用管道排入衰变池，配药分源、治疗产生的空针管、棉签和医护人员使用过的手套、口罩等放射性废物分类存放于放射性废物存储室内，存放 10 个半衰期后作为一般医疗废物处理。
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，认真组织放射性工作人员学习相关规章制度，把各项规章制度落到实处。	西安市儿童医院放射性工作人员 36 人，其中 36 人参加了辐射安全与防护培训班学习，并取得了培训合格证书。
辐射环境监测	及时对放射性工作场所辐射环境进行自检，保存检测记录。	西安市儿童医院配备了 1 台 α、β 表面污染仪和 1 台 JB4000 型 X、γ 辐射空气比释动能率仪，定期自行监测。
人员健康档案与个人剂量档案	所有放射性工作人员应建立个人剂量档案并至少应保存至本人满 75 周岁或离开辐射工作岗位 30 年，身体健康状况不适合辐射工作岗位的必须调离。放射性工作人员上岗前和离开辐射工作岗位时要进行健康体检。	西安市儿童医院放射性工作人员均配备个人累积剂量片，建立了个人剂量检测档案和职业健康监护档案。

7 结论与建议

7.1 结论

1、西安市儿童医院已按国家有关建设项目环境管理法规的要求，对其核技术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，西安市儿童医院核技术应用项目在正常工况下运行时，防护门、四周屏蔽墙表面 30cm 处空气吸收剂量率均满足《医用 X 射线诊断卫生防护标准》（GBZ130-2013）和《X 射线计算机断层摄影放射防护要求》（GBZ165-2012） 中相关要求。

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）及环评中的限值要求。

3、现场检查表明，西安市儿童医院核技术应用项目的防护措施基本满足相关标准的要求；门灯联动装置、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”警示标志基本符合要求；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，西安市儿童医院核技术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，确保医用射线装置和放射性同位素的使用安全;

2、严格执行各项辐射管理制度，坚持对操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，不断完善应急措施，确保辐射安全;

3、建议 GE Medical systems 型小 C 型臂运行时，手术室外禁止无关人员靠近、逗留；

4、核医学科医护人员不得在监督区和控制区饮水用餐，防止非预期食入放射性污染物，治疗室内应配备专用清洁设施及工具，不得与非治疗室混用；

5、定期对各机房门灯联动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；

6、每年委托有资质的单位对辐射工作场所辐射环境进行监测并出具监测报告，同时编制辐射项目安全和防护状况年度评估报告，并于次年 1 月 31 日前报辐射安全许可证发证机关。年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。