

核技术应用建设项目竣工环境保护 验收监测表

晋新科验监(2018)第 006 号

项目名称：运城同德医院核医学科乙级场所改造项目

委托单位：运城同德医院

编制单位：山西晋新科源环保科技有限公司

2018年2月27日



前 言

运城同德医院创建于 1998 年 2 月，设有糖尿病科、甲状腺科、风湿免疫科、心血管内科、神经内科、内科、外科、骨科、眼科等临床科室。该院已申请辐射安全许可证，种类和范围为：乙级非密封放射性物质工作场所；使用 III 类射线装置。

该院对已有核医学科乙级场所进行改造，以增加其使用功能，该医院原有 ^{131}I 一种核素，改造完成后新增加 3 种核素， ^{131}I 一种非密封放射源增加用量，即开展粒籽源 ^{125}I 用于植入治疗， ^{125}I 、 ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{153}Sm 非密封源进行医学使用，核医学科使用 SPECT/CT 一台。项目于 2013 年 3 月由山西新科源环保科技有限公司进行了辐射环境影响评价。山西省环境保护厅于 2016 年 7 月 5 日对项目环境影响评价报告表进行了批复，批复号为晋环函[2016]13 号。

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》国环规环评[2017]4 号的要求和规定，该院需进行竣工环境保护验收。受该院委托，我公司组织了技术人员对该项目所在场所及周围环境，进行了现场调查，并在上述基础上编制完成了《运城同德医院核医学科乙级场所改建项目环境保护验收监测表》。

表 1

基本情况、监测依据、监测标准

项目名称	运城同德医院核医学科乙级场所改建项目		
建设单位	运城同德医院		
地 址	运城市新城区盐湖大道红旗东街	邮政编码	048026
法人代表	闫金萍		
联 系 人	牛耀庭	联系电话	13008004290
核技术应用环境影响报告表编制单位	山西省新科源环保科技有限公司	项目性质	改扩建
核技术应用环境影响报告表审批部门	山西省环保厅	审批日期	2016 年 7 月 5 日
应用类型	核医学科乙级场所改建项目		
验收监测依据	(1) 《中华人民共和国放射性污染防治法》中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 号； (2) 《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 年 12 月 1 日； (3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》环境保护部 18 号令 2011 年 5 月 1 日； (4) 《建设项目环境保护管理条例》国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日； (5)《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》国环规环评[2017]4 号； (6) 《运城同德医院核医学科乙级场所改造项目环境影响报告表》，2016 年 3 月 3 日； (7) 《山西省环境保护厅关于运城同德医院核技术应用项目环境影响报告表的批复》2016 年 7 月 5 日，晋环辐射函【2016】13 号。		

续表 1

基本情况、监测依据、监测标准

验收监测标准	1、环评标准： 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB18871-2002、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《临床核医学放射卫生防护标准》GBZ120-2006 并按照辐射防护最优化原则，对该项目进行分析，环评提出本项目的剂量管理目标值和剂量率限值。 (1) 剂量管理目标值 核医学科职业人员：5mSv/a； 公众成员：0.1mSv/a。 (2) 核医学科 β 表面污染执行标准 控制区：40Bq/cm²；监督区 4.0Bq/cm²。 (3) 剂量率约束值 ①使用核素及射线装置房间屏蔽墙外、防护门口 30cm 处贯穿辐射剂量率小于 2.5 μ Gy/h。 ②放射性废物表面剂量率$\leq$100 μ Gy/h。 ③放射性废水排放总 β 浓度低于 10Bq/L。 2、验收监测标准： 本次竣工环境保护验收原则采用《运城同德医院核医学科乙级场所改建项目环境影响报告表》提出的剂量管理目标值和剂量率限值。 (1) 剂量管理目标值 核医学科职业人员：5mSv/a； 公众成员：0.1mSv/a。 (2) 核医学科 β 表面污染执行标准 控制区：40Bq/cm²；监督区 4.0Bq/cm²。 (3) 剂量率约束值 ①使用核素及射线装置房间屏蔽墙外、防护门口 30cm 处贯穿辐射剂量率小于 2.5 μ Gy/h。 ②放射性废物表面剂量率$\leq$100 μ Gy/h。 ③放射性废水排放总 β 浓度低于 10Bq/L
--------	---

表 2

放射性同位素

2.1 放射性同位素使用情况

该医院原仅使用 ^{131}I 进行治疗，改扩建后增加 ^{131}I 的使用量及新增 3 种核素，使用非密封性放射性同位素详情见下表。

表 2.1

放射性同位素

序号	核素名称	物理化学性状	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	半衰期	操作方式	工作场所等级	用途	贮存地点	工作场所位置	备注
1	^{153}Sm	液体	7.4×10^8	2.96×10^{11}	1.95d	很简单	乙级	治疗	源库	核医学科	未开展
2	^{125}I	固体	2.96×10^7	2.96×10^{11}	60.1d	很简单	乙级	治疗	源库		本次验收
3	^{131}I	液体	8.7×10^8	2.96×10^{12}	8.04d	很简单	乙级	治疗	源库		
4	^{125}I	液体	3.7×10^7	7.4×10^{10}	60.1d	很简单	乙级	放免	源库		
5	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	液体	1.85×10^8	3.7×10^{12}	6.02h	很简单	乙级	诊断	源库		

2.2 本次验收放射性同位素

该医院本次验收监测核医学科改建完成后，现使用的 3 种核素。

表 3

X 射线装置

3.1 射线装置使用情况

该医院现有 6 台射线装置。详情见表 3.1。

表 3.1

射线装置明细

序号	装置名称	射线装置类别	数量(台)	设备型号	最大管电压(kV)	最大管电流(mA)	工作场所	用途	备注
1	X 光透视机	III	1	F52-8C	120	500	透视室	诊断	2008 年 9 月环评；2011 年 11 月验收
2	DR 机	III	1	DRX-NOVA	150	630	DR 室	诊断	2015 年 12 月环评 2017 年 9 月验收
3	骨密度仪	III	1	Discovery	160	20	骨密度仪室	诊断	
4	SPECT/CT	III	1	Symbia T2	130	345	核医学科	诊断	2016 年 7 月环评
5	CT 机	III	1	SOMATOM spirit	140	300	CT1 室(搬迁)	诊断	2017 年 3 月备案
6	CT 机	III	1	iCT Elite FHD	140	1000	CT2 室	诊断	

表 4

环境影响报告表及其批复的要求

4.1 环境影响报告表提出的辐射安全管理制度及安全与防护措施

4.1.1 核医学科改造项目已实施的辐射环境管理措施

(1) 该医院已领取山西省环境保护厅颁发的《辐射安全许可证》，辐射安全许可证号：晋环辐证字[00243]，发证日期：2013.10.14。

(2) 该医院设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，由具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

(3) 该医院现有 11 名辐射工作人员，其中 7 名参加了辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，并持证上岗。

(4) 已经制定实施了《辐射安全与防护管理制度》、《射线装置操作规程》、《射线设备检修维护制度》、《辐射安全事故应急处理预案》、《放射性药品管理制度》、《辐射事故报告与处理制度》、《放射性废物管理规定》、《核医学科监测方案》、《监测仪表使用与校验管理制度》、《辐射工作人员健康管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训计划》。

(5) 建立了个人剂量档案和职业健康监护档案。

4.1.2 核医学科改造项目需要完善的辐射环境管理措施

(1) 依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，许可证有效期为 5 年，应当于许可证有效期届满 30 日前，向原发证机关提出延续申请。

(2) 该项目在报告表审批后，核医学科改造完成后试运行三个月内，申请环境保护竣工验收，验收合格后，方可正式投入运行。

(3) 应建立粒籽源 ^{125}I 的使用台帐，对使用情况进行监控。

(4) 应补充完善《射线装置台帐》。

(5) 应制定《放射性药物（体内）治疗病房管理规定》。

(6) 应补充完善《核医学科监测方案》。

(7) 应当根据设计的人流物流路线及分区，制定《场所分区管理规定（含人流、物流路线图）》。

(8) 该院 4 名未参加辐射安全上岗证培训人员应当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，并取得上岗后方可从事辐射工作，做到持证上岗。取得合格证书的人员应当每四年接受一次再培训。

(9) 应当制定《辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与制度）》。

(10) 应制定《去污操作规程》。

(11) 应制定《核医学科患者管理规定》。

(12) 应制定《放射性“三废”管理规定》。

(13) 环评通过审批后申请补充增加《辐射安全许可证》内容。

(14) 应当安排专人负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等材料。个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位或者辐射工作人员本人提供个人剂量档案的复制件。

(15) 应编写辐射项目安全和防护状况年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告，并登录网上系统填写相关内容。安全和防护状况年度评估报告应当包括下列内容：

- ①辐射安全和防护设施的运行与维护情况；
- ②辐射安全和防护制度及措施的制定与落实情况；
- ③辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训（以下简称“辐射安全培训”）情况；
- ④放射性同位素进出口、转让或者送贮情况以及放射性同位素、射线装置台账；
- ⑤场所辐射环境监测和个人剂量监测情况及监测数据；
- ⑥辐射事故及应急响应情况；
- ⑦核技术利用项目新建、改建、扩建和退役情况；
- ⑧存在的安全隐患及其整改情况；
- ⑨其他有关法律、法规规定的落实情况。

(16) 建立核技术利用辐射安全监管系统管理制度，明确科室或专人负责申报系

统信息录入与维护，并将单位人员培训、个人剂量监测结果和安全防护状况年度评估报告录入数据库。

(17) 各科室需将必要的规章制度悬挂在墙上。

(18) 必须根据需要定期对所有的规章制度等文件进行修订，使其适时、完善和便于实施。

4.1.3 核医学科拟用 SPECT/CT 已设计有的污染防治和安全防护

(1) 工作场所已设计明显的电离辐射警示标志牌。

(2) 已设计隔室操作。观察窗和防护门已设计为铅防护，铅门 5mmPb，铅窗 4mmPb。

(3) 机房已设计通风系统，各功能间的换气通风保持 6 次/小时，且排风单独管线引至该楼的房顶上，经高效过滤装置过滤后排放。

(4) 已设计每人配备 1 个热释光剂量计。

4.1.4 核医学科拟用 SPECT/CT 需完善的污染防治和安全防护

(1) 应严格按设计施工。

(2) 工作场所应设置明显的工作状态指示灯。防护门外 1 米处应设置警示线。

(3) 医用 X 射线机照射室的指示灯与防护门应实施门、灯联锁，门内应有内锁装置确保工作时从外面打不开机房门。

(4) 联锁装置应经常维护、检修，保证损坏零件及时更换，确保门、灯正常运行，避免意外照射。

(5) SPECT/CT 室应配备不低于 1 套/人个人防护用品（铅衣、铅帽、铅围裙、铅手套等）。

(6) 对 SPECT/CT 的维护、检修应有原始记录备查，确保工作人员和公众的安全。

(7) SPECT/CT 室作为粒籽源植入手术间，卫生条件应保证满足手术要求。

4.1.5 核医学科场所已设计有的污染防治和安全防护要求

(1) 已设计有专用的卫生间，独立的下水系统，污水排入三级衰变池。七层核医学科是在现有核医学科基础上改造，所以七层楼的放射性废水接入现有 15m³ 的放射性废水衰变池；八层楼的核医学科为新增部分，主要用于诊断，八层楼的放射性废水需要接入新建的 20m³ 的放射性废水衰变池，新建衰变池池壁为混凝土结构，抗渗等级

为 S6 级。

(2) 已设计单独的通风系统，风应从轻污染到重污染方向流动，并汇集到主管道，各个功能操作间的换气量保持 6 次/小时，经高效过滤装置过滤后排放，排风高于附近 50m 范围内建筑屋脊 3m。已设计配备有分装柜（一般风速不小于 1m/s），分装柜铅当量厚度设计为 25mm，在分装柜内进行放射性药物的分装，淋洗等操作。

(3) 核医学科已设置放污间，用于暂时存放放射性废物，放射性废物存放 10 个半衰期后作为医疗危险废物一并处置。

(4) 已设计配备有带屏蔽专用放射性废物存放桶 8 个，铅当量为 5mmPb。

(5) 出口处已设计设置监测设备，对离开核医学科的工作人员实行监测。杜绝超过标准限值的物品带出核医学科。辐射监测仪，包括表面污染监测、环境辐射监测仪、个人剂量报警仪、放射性活度仪、剂量监测仪等，具体设计数量见下表。

表 4.1 仪器配备详情表

序号	仪器	数量	序号	仪器	数量
1	个人剂量报警仪	6 台	4	表面污染测量仪	3 台
2	环境辐射测量仪	2 台	5	剂量监测仪	1 台
3	放射性活度仪	1 台	6	热释光个人剂量计	每人 1 个

(6) 病房及注射候诊室已设计有 10 个移动铅屏风，避免注药后患者互相交叉辐射。

(7) 已设计有相对独立的人流物流路线图，避免了交叉辐射污染。在辐射防护人流物流布置图中，就诊人员(病人)和医生分道进行，就诊的人员分诊断病人和治疗病人。就诊人员经过登记，进入放射性控制区、进行注射药品、注射候诊、诊断、治疗，最后离开核医学科。医生分为诊断医生、治疗医生、SPECT/CT 操作医生，其中操作医生仅通过控制台操作设备，不存在放射性沾污，直接进出控制室。诊断和治疗医生进入放射性工作区域后，须经过卫生通过间、洗澡，到检测室检测，合格后离开。

(8) 核医学已设计分区管理。注射室、源库室、放污间、注射候诊室、洗污间、SPECT/CT 机房、高活区走廊等为控制区，在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。除医务人员及患者外，其他无关人员不得入内，患者也不应该随便离开该区。护理站、低活度走廊、卫生沐浴间等为监督区。监督区限制无关人员进入。

(9) 已设计在存放放射性物品房间的屏蔽门上悬挂放射性工作场所标志牌。

(10) 为了避免交叉污染,放射性药品进入核医学科和放射性废物运出核医学科,已设计通过专用的电梯进行,应在医生上班前或下班后进行。

4.1.6 核医学科场所应完善的污染防治和安全防护要求

(1) 应严格按设计施工。

(2) 注射台面应覆盖有易去污的防污染材料,地板与墙缝接缝无缝隙,地面易清洗。

(3) 工作人员均需规范佩戴有个人剂量计,不混戴,以便积累个人剂量。

(4) 应每人配备1套个人防护用品,包括:铅衣、铅围脖、铅帽等。

(5) 核医学科工作场所收集放射性废物的容器,应有放射性标志。

(6) 在放射性工作场所不得进食、饮水、吸烟,也不得进行无关工作及存放无关物品。

(7) 操作放射性药物应在衬有吸水纸的托盘内进行,工作人员需穿戴个人防护用品。

(8) 接受放射性药物治疗的病人的被褥及个人用品等在出院时应做去污处理,确保表面污染满足标准要求。

(9) 接受放射性核素治疗的患者,应在其体内的放射性活度降至低于400MBq方可出院,以控制患者家属及公众成员可能收到的照射。

(10) 应配备放射性表面去污用品和试剂,对表面污染及时进行处理。

(11) 每次给药后应进行监测,如发现表面污染须进行去污处理。

(12) 放射性下水系统应有辐射警示标识。

(13) 源库应有安全保卫设施,避免放射性药品被盗或丢失。

(14) 废物袋、废物桶及其他存放废物的容器在显著位置标有废物类型、核素种类,存放日期等说明。

(15) 核医学科放射性废水应加强管理,实行监测合格后排放。

(16) 对注射器和碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物,应先装入硬纸盒或其它包装材料中,再装入专用塑料袋内。收集放射性废物时,应按照废物的可燃与不

可燃、可压实与不可压实、有无病原体毒性分开收集。应严格按照《医用放射性废物的卫生防护管理》GBZ133-2009 中对固体废物收集、废物临时贮存、废物处理的规定执行。

4.1.7 核医学科改造项目粒籽源已设计的污染防治措施

- (1) 治疗室与源库已设计分开，本项目粒籽源锁于源库保险柜中。
- (2) 粒籽源源库外已设计悬挂明显的电离辐射标志牌。
- (3) 已设计粒籽源病房为控制区，控制区入口已设计有电离辐射警示标志，除医护人员外，其他无关人员不得入内。
- (4) 已设计植入粒籽源的患者使用的专用卫生间。
- (5) 植入场所为核医学科控制区内的 SPECT/CT 室。

4.1.8 核医学科改造项目粒籽源应有的污染防治措施

- (1) 粒籽源贮存的容器前应使用铅块屏蔽，并在屏蔽铅块前放置防护铅屏风，屏风上方应有适当厚度的铅玻璃，操作人员应站在屏风后实施操作。
- (2) 粒籽源源库的门应有防盗装置，采用双人双锁管理。
- (3) 严格实施粒籽源出、入库登记和监测，避免粒籽源丢失。
- (4) 应配备活度计测量粒籽源的活度，应配备探测光子能量下限低于 20keV 的辐射防护监测仪。
- (5) 废弃或泄漏的粒籽源应放置在铅罐中，退回厂家。
- (6) 操作前要穿戴好防护用品，主要操作人员应穿铅防护衣，戴铅手套、铅玻璃眼睛和铅围脖等。防护衣厚度不应小于 0.25mm 铅当量。
- (7) 在实施治疗前，应制定详细可行的实施计划，并准备好所需治疗设备，如植入枪、分装器具等，尽可能缩短操作时间。
- (8) 拿取粒籽源应使用长柄器具，如镊子，尽可能增加粒籽源与操作人员之间的距离。整个工作期间，所有人员尽可能远离粒籽源，快速完成必要的操作程序。
- (9) 粒籽源使用当天，用活度计测量同批粒籽源活度。
- (10) 植入粒籽源术后的患者，在植入部位应穿戴 0.25mm 铅当量的铅背心、围脖或腹带。
- (11) 治疗期间不清扫房间，除实物盘外，房内任何物品不得带出房间。
- (12) 不允许近距离接触植入粒籽源的患者，在植入 240 天后方能在公众场所活动。

(13) 植入后 12 个月死亡的患者，总活度大于 4000MBq 时应取出体内的植入器官，或取出植入的粒籽源，若总活度小于 4000MBq 时可直接火化。

4.2 环评批复所提要求

山西省环境保护厅关于运城同德医院核技术应用项目环境影响报告表的批复，晋环函【2016】13 号。

批复如下：

一、落实放射性同位素与射线装置使用场所的辐射安全与防护措施，墙体和屋顶的屏蔽厚度应满足防护要求，按规范设置监测、报警、工作指示装置和电离辐射警示标志，划定辐射工作场所控制区与监督区，加强管理，防止工作人员和公众受到照射。做好日常巡检工作，确保安全运行。

二、建立健全辐射安全防护管理制度和事故应急预案，明确岗位责任。工作人员应佩戴必要的防护用品和监测报警仪器，严格按操作规程从事放射性工作。定期开展个人剂量、工作场所、环境辐射水平监测和工作人员健康监护，建立档案。

三、放射性药品的分装、配置应在具备防护屏蔽措施的分装合成装置和专门的橱柜中进行，严防洒落、逸散和丢失，放射性同位素操作场所应按规范独立设置通排风系统，地面和工作台面应采取防沾污和防渗漏措施，经常开展放射性表面污染监测，发现污染及时清污。加强对注射和服用放射性药物人员的管理，建立专门的候诊和滞留场所，告知避开人员密集的区域，厕所和卫生间应单独设立，污水排入衰变池。

四、加强对放射性废水的管理，确保达标排放。

五、加强放射性固态废弃物管理，用专用容器分类收集存放在专门的场所，并按要求妥善处理。

六、认真落实从业人员培训教育制度，按时参加培训和复训，管理及操作人员要做到持证上岗。制定详细的人员培训计划，定期组织培训。

七、严格履行审批程序，建立清晰的台账，每年按时将单位安全和防护状况年度报告报送省、市、县环保部门备案，发现问题及时整改，确保辐射环境安全

八、如放射性同位素与射线装置的活度、种类和作业地址改变，需另行申报

九、严格执行环保设施与主体工程同时设计、同时施工同时投产使用的“三同时”

制度,项目竣工后按规定程序申请竣工环境保护验收。经验收合格后,方可正式投入使用

表 5

项目概况及污染源描述

5.1 项目概况

运城同德医院辐射安全许可证种类和范围为：乙级非密封放射性物质工作场所；使用Ⅲ类射线装置。该院对已有核医学科乙级场所进行改造，以增加其使用功能，即开展粒籽源 ^{125}I 用于植入治疗， ^{131}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{153}Sm 医学使用等，核医学科使用 SPECT/CT 一台。项目于 2013 年 3 月由山西新科源环保科技有限公司进行了辐射环境影响评价。山西省环境保护厅于 2016 年 7 月 5 日对项目环境影响评价报告表进行了批复，批复号为晋环函[2016]13 号。

运城同德医院核医学科乙级场所为本次验收内容。

5.2 主要放射性污染物和污染途径（正常工况和事故工况）

5.2.1 正常工况下污染物及污染途径

（1）用于诊断的 SPECT/CT 机产生的 X 射线是随机器的开、关而产生和消失的，因此在开机时，X 射线是污染环境的主要因子，污染途径为外照射。其配套使用的核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，进行退激发出 γ 射线，因此污染因子为 γ 射线。污染途径为外照射。

（2）用于治疗粒籽源 ^{125}I 衰变时进行核外电子俘获，放出 X、 γ 射线能量较低，污染因子为 X、 γ 射线，污染途径为外照射。

（3）用于治疗的非密封放射性核素 ^{131}I 、 ^{153}Sm ，衰变放出 β 、 γ 射线，污染因子为 β 、 γ 射线，污染途径为外照射。

（4）放射性废弃物由于其中含有放射性核素，会放出 β 、 γ 射线，污染因子为 β 、 γ 射线，污染途径为外照射。

5.2.2 事故工况污染物及污染途径

（1）SPECT/CT 机可能出现的事故：开机时，患者或工作人员误入 X 射线诊断室，造成超剂量照射，而不产生放射性的废气、废水、固体废物污染。污染因子为 X 射线，污染途径为外照射。配套使用的核素 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，由于管理不善，造成失窃，引起放射性污染事故；由于操作不慎，溢漏、撒泼放射性物质，污染工作台面、地面等。污染因子为 γ 射线，污染途径为外照射。

（2）粒籽源 ^{125}I 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{131}I 、 ^{153}Sm 等核素可能出现的事故：由于管理不慎，造成

失窃，引起放射性污染事故。由于操作不慎，溢漏、撒泼放射性物质，沾污工作台面、地面等。污染因子为 β 、 γ 射线，污染途径为外照射。

（3）放射性固体废弃物可能出现的事故：由于管理不慎随意丢弃造成放射性污染，污染因子为 β 、 γ 射线，污染途径为外照射。

（4）放射性废水可能出现的事故：由于管理不慎放射性废水超标排放，造成放射性水体污染，污染因子为 β 、 γ 射线，污染途径主要为外照射。

辐射环境监测及评价

X-γ 贯穿辐射剂量率、β 表面污染、放射性废水排放总 β 浓度、个人有效剂量的监测。运城同德医院委托杭州旭辐检测技术有限公司、中国计量防护研究院核工业太原分析测试中心进行了相关项目的检测并出具报告。

监测使用仪器见表6.1。

杭州旭辐 检测技术有 限公司	仪器设备名称: X、γ 辐射剂量当量 率仪 仪器设备型号: 451P 仪器编号: JC01-112014 检定机构: 上海市计量测试技术研 究院 检定证书号: 2017H21-20-1260484001 有效期: 2017 年 10 月 19 日-2018 年 10 月 18 日	仪器设备名称: 、表面污染仪 型号: XH-3206 型 编号: JC03-12-2015 检定机构: 上海市计量测试技术研究院 检定证书编号: 2017H21-20-1026883001 检定有效期限: 2017 年 1 月 17 日-2018 年 1 月 16 日
中国辐射防 护研究院核 工业太原分 析测试中心	/	

核医学科使用过程中，按照《辐射环境监测技术规范》HJ/ T 61-2001 进行监测。监测数据认真记录，妥善保存，并报环境保护主管部门。个人有效剂量监测按照《职业性外照射个人监测规范》GBZ128-2002 进行。

改造核医学科各功能室周围及中央。监测点位见检测报告。

(1) 监测使用的仪器经有相应资质的计量部门检定、并在有效使用期内；每次测量前、后，均对仪器的工作状态进行检查，确认仪器是否正常。

(2) 严格按照操作规程操作监测仪器，并认真做好记录，专人负责质量保证和核查、检查工作。

(3) 监测人员经过国家环保部的技术培训，持有辐射监测上岗证。

6.6 监测结果

本次验收运城市同德医院核医学科乙级场所改造项目监测结果为：

(1) 根据杭州旭辐检测技术有限公司检测结果可知，核医学科使用 SPECT/CT 机房周围贯穿辐射剂量率为 $0.10 \sim 0.22 \mu\text{Sv/h}$ ；甲癌病房周围贯穿辐射剂量率为 $0.12 \sim 0.36 \mu\text{Sv/h}$ ，满足环评时提出的防护墙体外表面 $0.3\text{m} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的标准限值。

(2) 根据杭州旭辐检测技术有限公司检测结果可知，核医学科相关功能室 β 表面污染最大为 0.08Bq/cm^2 ，满足控制区： 40Bq/cm^2 ；监督区 4.0Bq/cm^2 的执行标准。

(3) 根据中国辐射防护研究院核工业太原分析测试中心对核医学科废水检测结果可知，经三级衰变池衰变后的废水总 β 浓度为 0.32Bq/L ，满足 β 浓度低于 10Bq/L 的废水排放标准要求。

6.7 有效剂量分析

根据该单位 2016 年 12 月～2017 年 9 月个人热释光剂量计的监测结果可知，核医学科职业工作人员个人有效剂量最大值为赵松的 2.61mSv/a ，满足核医学科职业工作人员 5mSv/a 的标准要求。

1、计算模式

$$H = D \times T \times W_R \times W_T$$

式中：H—射线所致有效剂量当量， Sv/a ；

D—有效剂量率， Gy/h ；

T—受照时间，h；

W_T —组织权重因数，偏安全考虑取 1；

W_R —辐射权重因数，取 1；

2、参数选取

(1) 有效剂量率 (D) 的选取：

偏安全考虑，公众人员有效剂量率取 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

(2) 受照时间 (T) 的选取:

公众一年最大停留 (受照) 时间取 1 小时

3、计算结果

$$H_{\text{公众}} = 2.5 \mu\text{Sv/a}$$

6.8 有效剂量评价

职业人员所受最大个人有效剂量值为 2.61mSv/a , 低于职业人员 5mSv/a 的执行标准;

公众人员所受最大个人有效剂量值为 $2.5 \mu\text{Sv/a}$, 低于公众成员 0.1mSv/a 的执行标准。

表 7

调查情况

依据同德医院环境影响评价报告及山西省环保厅的环评批复，我公司于 2017 年 11 月对本次验收的辐射项目进行了调查，现场的情况见 7.1，7.2。

7.1 辐射安全防护措施落实情况

核医学科设置了一系列辐射安全防护措施，各措施的落实情况详细见表 7.1。

表 7.1 核医学科辐射安全防护措施落实情况

序号	调查项目		落实情况	运行状态
1	SPECT/CT 机房	电离辐射警示标志牌	已落实	良好
2		工作状态指示灯，门、灯连锁	已落实	良好
3		个人防护用品	已配备铅衣、铅围脖、铅帽 1 套	良好
4		隔室操作、铅观察窗和防护门	已落实	良好
5		通风系统、排风单独管线引至该楼的房顶，经过滤装置过滤后排放	已落实	良好
6	核医学科场所	专用的卫生间，独立的下水系统，污水排入三级衰变池	已落实	良好
7		单独的通风系统，经高效过滤装置过滤后排放，排风高于建筑屋脊	已落实	良好
8		配备分装柜，在分装柜内进行分装，淋洗操作	配 1 个 ^{99m}Tc 分装柜，1 个 ^{131}I 自动分装柜	良好
9		有带屏蔽专用放射性废物存放桶	已配备铅存放桶	良好
9		病房及注射候诊室有移动铅屏风	已配备铅屏风	良好
10		配备个人防护用品	已配备铅衣、铅围脖、铅帽 4 套	良好
11		放射性下水系统应有辐射警示标识	已落实	良好
12	监测设备	辐射巡测仪	已配备 1 台(BS9511)	良好
13		多功能监测仪	已配备 1 台 (Inspector)	良好
14		表面污染监测仪	已配备 1 台(BS9611)	良好
15		个人剂量报警仪	已配备 9 台 (SPD-100)	
16		热释光个人剂量计	辐射工作人员每人配备了一个个人热释光剂量计	良好

7.2 制定的辐射制度管理情况

公司制定了辐射安全管理规定、设备安全操作规程等管理制度。管理制度的详细内容见该单位验收资料汇编。

表 7.2 辐射制度管理情况

序号	环评所提要求	调查项目	成文制度		执行情况
			有	无	
1	成立辐射安全防护领导组	红头文件	√		已成立辐射安全防护领导组
2	有专职管理人员负责辐射安全管理、辐射防护和安全保卫制度	辐射安全管理规定	√		按照管理规定进行了管理
3	操作规程	操作规程	√		辐射工作人员根据操作规程进行操作
4	设备检修维护制度	辐射安全和防护设施维护维修制度	√		制定了辐射安全和防护设施维护维修制度
5	监测方案	监测方案	√		制定了监测方案。
6	监测仪表使用与校验管理制度	/	√		建立了监测仪表仪器校验制度
7	人员培训计划、人员参加辐射安全和防护知识培训	辐射工作人员培训/再培训管理制度	√		9 名人员已培训，且建立了档案进行管理
8	个人剂量检定、个人剂量档案、职业健康体检、个人健康档案	辐射工作人员个人剂量管理制度	√		已购买了个人热释光剂量仪，并进行了个人剂量监测。
9	辐射事故应急措施	辐射事故应急预案	√		建立辐射事故应急预案，未发生应急事故
10	岗位职责	/	√		建立了岗位职责履行相关责任
11	设备台账管理制度	/	√		已按要求进行管理

备注：公司制定的各项档案、例行检查记录、年度评估报告等的详细内容见《同德医院验收资料汇编》。

7.3 调查发现的问题，并需进一步完善的辐射安全管理制度执行情况

(1) ^{131}I 自动分装病人服药后，未将分装后服药容器投入铅废物存放桶，而是自行带走，易引起放射性污染。

(2) 部分项目未开展，待开展后应进行监测。

8.1 基本情况

运城同德医院核医学科乙级场所改建项目为本次验收内容。

其污染途径为乙级核医学科的污染途径主要为外照射和放射性废弃物对周围环境的影响。

8.2 现场调查情况

根据环境影响评价及环境影响评价的批复提出的要求，现场调查的情况为：

(1) 污染防治措施的落实情况

根据现场调查，该医院污染防治措施已按相应要求基本落实

(2) 环境管理制度的落实情况

根据现场调查，该医院环境管理制度已按相应要求基本落实，尚需完善执行的环境管理制度有： ^{131}I 自动分装病人服药后，应将分装后服药容器投入铅废物存放桶，而不是自行带走。

8.3 监测情况

(1) 根据杭州旭辐检测技术有限公司检测结果可知，核医学科使用 SPECT/CT 机房周围贯穿辐射剂量率为 $0.10\sim 0.22\ \mu\text{Sv/h}$ ；甲癌病房周围贯穿辐射剂量率为 $0.12\sim 0.36\ \mu\text{Sv/h}$ ，满足环评时提出的防护墙体外表面 $0.3\text{m}\leq 2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 的标准限值。

(2) 根据杭州旭辐检测技术有限公司检测结果可知，核医学科相关功能室 β 表面污染最大为 0.08Bq/cm^2 ，满足控制区： 40Bq/cm^2 ；监督区 4.0Bq/cm^2 的执行标准。

(3) 根据中国辐射防护研究院核工业太原分析测试中心对核医学科废水检测结果可知，经三级衰变池衰变后的废水总 β 浓度为 0.32Bq/L ，满足 β 浓度低于 10Bq/L 的废水排放标准要求。

(4) 根据该单位 2016 年 12 月~2017 年 9 月个人热释光剂量计的监测结果可知，核医学科职业工作人员个人有效剂量最大值为赵松的 2.61mSv/a ，满足核医学科职业工作人员 5mSv/a 的标准要求。

(5) 根据计算可知，公众人员所受最大个人有效剂量值为 $2.5\ \mu\text{Sv/a}$ ，低于公众成员 0.1mSv/a 的执行标准。

8.4 验收整改要求

(1) ^{131}I 自动分装病人服药后，未将分装后服药容器投入铅废物存放桶，而是自行带走，易引起放射性污染。

(2) 部分项目未开展，待开展后应进行监测。

8.5 总结论

运城同德医院核医学科乙级场所改建项目为本次验收内容，该公司环境管理制度齐全，安全防护措施到位，辐射工作人员已经过环保培训，证书在有效期内，并持证上岗。运城同德医院在完善本验收监测表提出的整改要求，可满足环境保护竣工验收的要求，可通过竣工环保验收。