

一、概述

建设项目	项目名称	青岛市市立医院核医学工作场所、后装机、DSA 及III类射线装置项目		
	项目性质	扩建	建设地点	青岛市市立医院西院区、 青岛市市立医院东院区
建设单位	单位名称	青岛市市立医院		
	通信地址	青岛市市北区胶州路 1 号	邮政编码	266011
	法人代表	宣世英	电话	0532-82827191
	联系人及电话	傅强 18605324175		
环评报告表	编制单位	济南博瑞达环保科技有限公司	完成时间	2013 年 10 月 15 日
	审批部门	山东省环境保护厅	批复时间	2013 年 11 月 29 日
验收监测	监测时间	2015 年 5 月 12 日 2016 年 4 月 26 日	监测单位	山东省核与辐射安全监测中心
项目投资	总投资	2170 万元	环保投资	680 万元
应用类型	射线装置	DSA	II 类	2 台
		医用 X 射线装置	III 类	11 台
	核医学场所	非密封放射性物质工作场所	乙级	^{99m} Tc、 ¹³¹ I、 ³² P、 ⁸⁹ Sr、 ¹²⁵ I
	密封源	¹⁹² Ir		1 枚

引言

青岛市市立医院位于青岛市市北区胶州路 1 号，是集医疗、教学、科研、保健疗养于一体的大型三级甲等医院，拥有深厚的历史积淀和良好的社会信誉。目前，青岛市市立医院使用 V 类密封源 (⁹⁰Sr) 3 枚，有乙级非密封源工作场所核医学应用项目一处，位于东院区，主要使用核素 ^{99m}Tc、¹³¹I、³²P、⁸⁹Sr 及 ¹⁹²Ir、¹²⁵I 粒子源植入治疗项目；医用射线装置包括 1 台 DSA，CT、数字胃肠机、拍片机、模拟定位机等 III 类射线装置 14 台。青岛市市立医院东院区位于东海中路 5 号，目前 DSA 1 台，CT、DR、数字胃肠机等 III 类射线装置 13 台。以上项目均已完成环评手续。

2013 年 10 月，济南博瑞达环保科技有限公司编制了《青岛市市立医院核医学工作场所、后装机、DSA 及 III 类射线装置项目辐射环境影响报告表》。2013 年 11 月 29 日，山东省环境保护厅对该项目的辐射环境影响报告表作了批复，鲁环辐表审[2013]191 号。

2008 年 5 月 26 日，青岛市市立医院首次取得山东省环保局颁发的辐射安全许可证，鲁环辐证[02061]，种类和范围：使用 V 类放射源和 II 类、III 类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所。有效期至 2013 年 5 月 25 日。

2013年5月23日,山东省环境保护厅为其延续了辐射安全许可证,鲁环辐证[02061],种类和范围不变。有效期至2018年5月22日。

根据相关法律法规的要求,受青岛市市立医院的委托,山东省核与辐射安全监测中心承担该建设项目竣工环境保护验收监测表的编制工作,于2015年5月12日对其进行验收监测,由于后装机无放射源,故当时未对后装机进行监测,后医院买入¹⁹²Ir放射源,于2016年4月26日对后装机进行补测,在此基础上编制完成了《青岛市市立医院核医学工作场所、后装机、DSA及III类射线装置项目竣工环境保护验收监测表》。

验收监测目的

(1)通过现场调查和监测,对该建设项目环境保护设施建设、运行及其效果、辐射的产生和防护措施、安全和防护、环境管理等情况进行全面的检查与测试,判断其是否符合国家相关标准和环境影响报告表及其审批文件的要求;

(2)根据现场监测、检查结果的分析 and 评价,指出该项目存在的问题,提出需要改进的措施,以满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理和安全防护规定的要求;

(3)依据环境影响评价文件及其批复提出的具体要求,进行分析、评价并得出结论、为建设项目竣工环境保护验收提供技术依据。

验收监测依据

- (1)《中华人民共和国环境保护法》,1989年;
- (2)《中华人民共和国放射性污染防治法》,2003年;
- (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,2005年;
- (4)《放射性同位素与射线装置安全许可管理方法》,环境保护部第3号令,2008年;
- (5)《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》,环境保护部第18号令,2011年;
- (6)《建设项目环境保护管理条例》,国务院令第253号,1998年;
- (7)《建设项目竣工环境保护验收管理办法》,国家环保总局令第13号,2002年;
- (8)《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》,环发[2000]38号;
- (9)《山东省辐射污染防治条例》,山东省人民代表大会常务委员会第37号,2014年;
- (10)《青岛市市立医院核医学工作场所、后装机、DSA及III类射线装置项目辐射环境影响报告表》,济南博瑞达环保科技有限公司,2013年10月;
- (11)《青岛市市立医院核医学工作场所、后装机、DSA及III类射线装置项目辐射环境影响报告表》的审批意见,鲁环辐表审[2013]191号,2013年11月;
- (12)青岛市市立医院核医学工作场所、后装机、DSA及III类射线装置项目竣工环境保护验收监测委托书。

二、项目与工程概况

项目基本情况

1. 项目名称

青岛市市立医院核医学工作场所、后装机、DSA 及III类射线装置项目。

2. 项目性质

扩建。

3. 项目位置

该项目位于青岛市市立医院西院区和东院区。西院区位于青岛市市北区胶州路1号，长青路以东、上海路以西、胶州路以北；东院区位于市南区东海中路5号，珠海路以南、东海中路以北、珠海支路以西。两院区地理位置别见图2-1。两医院平面布局示意图分别见图2-2和图2-3。

4. 项目规模

该院环评规模为：1处乙级非密封放射性物质工作场所、II类射线装置 DSA 装置2台，III类医用 X 射线装置11台，后装机1台（内含初装活度 $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}^{192}\text{Ir}$ 源1枚）。因此本次验收规模为：1处乙级非密封放射性物质工作场所、II类射线装置 DSA 装置2台，III类医用 X 射线装置11台、后装机1台。本次验收规模详见表2-1、表2-2和表2-3。

表2-1 本次验收放射性同位素一览表

序号	核素名称	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	操作方式	贮存方式与地点
1	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	$2.96 \times 10^8 \text{Bq}$	$6.512 \times 10^{12} \text{Bq}$	简单操作	核医学高活室通风橱
2	^{131}I	$2.405 \times 10^9 \text{Bq}$	$1.2506 \times 10^{12} \text{Bq}$	简单操作	
3	^{89}Sr	$4.44 \times 10^7 \text{Bq}$	$3.848 \times 10^{10} \text{Bq}$	简单操作	
4	^{32}P	$7.4 \times 10^7 \text{Bq}$	$2.664 \times 10^{10} \text{Bq}$	简单操作	
5	^{125}I	$7.4 \times 10^7 \text{Bq}$	$1.628 \times 10^{12} \text{Bq}$	简单操作	

表2-2 本次验收射线装置一览表

序号	设备名称	设备型号	厂家	技术指标 kV/mA	装置类别	备注
1	DSA	Artis zee eilling	西门子	125/1000	II	东院
2	数字胃肠	FLEXAVISTA	日本岛津	125/1000	III	东院
3	透视机	EXAVISTA	日立	125/1000	III	东院
4	射线机	Mobilett XP ditigal	西门子	125/100	III	东院
5	乳腺机	SELENIA	Hologic	/	III	东院
6	移动 X 射线影像系统	Siremobil Compct L	西门子	110/20	III	东院
7	口腔机	KODAK 2100	Kodak rophy	60/7	III	东院
8	SPECT-CT	Precedence 16	飞利浦	140/500	III	东院
9	DSA	Allura Xper FD20	飞利浦	10/100	II	西院

续表 2-2

序号	设备名称	设备型号	产地	技术指标 kV/mA	装置类别	备注
10	64 排 CT	GANTRY BRILIANCE	飞利浦	500/40	III	西院
11	体外碎石机	MZESWL-V	东芝	50~100/0.1~5	III	西院
12	C 型臂	Brio OEC850	GE	110/20	III	西院
13	口腔全景机	XGPLUS	西徕德	84/15	III	西院

表 2-3 本次验收放射源一览表

序号	核素名称	出厂日期	出厂活度	状态	编码
1	¹⁹² Ir	2015.12.23	3.7×10^{11} Bq	固体密封源	01151R003493

5. 各射线装置机房防护情况

根据环评描述，核医学楼 ECT 室建筑墙体采用 240mm 实心砖+50mm 厚硫酸钡砂，室顶 300mm 混凝土，防护门和防护窗防护当量均为 4mmPb。

医院在东院门诊楼一楼西侧一独立院内建设放射性污水处理系统，该系统由 2 个衰变池构成，均为混凝土结构，并做了防渗处理。两个衰变池的容积为 59.7m³ 和 58.1m³。

东院区 DSA 机房墙体为 220mm 加气混凝土砖混+120mm 实心砖+40mm 防护材料（2.5mmPb）；室顶和地板均为 200mm 重混凝土（2.75g/cm³）；观察窗为 3.5mmPb 当量；大小防护门均为 3.5mmPb 当量的铅钢复合门。

西院区 DSA 机房墙体为 240mm 实心砖墙+1.5mmPb 当量铅板；室顶为 300mm 混凝土楼板+防护当量为 1.5mmPb 当量的铅板，地板为 140mm 混凝土+20mm 硫酸钡砂；观察窗为 3.5mmPb 当量；大小防护门均为 3.5mmPb 当量。

东院区 III 类射线装置防护门和观察窗均为 3.0mmPb 当量。数字胃肠的屏蔽材料和墙体厚度为 240mm 砖结构+60mm 防护钡砂，X 射线影像系统的屏蔽材料和墙体厚度为 220mm 砖加气混凝土砖+120mm 实心红砖+40mm 防护层，乳腺机屏蔽材料和墙体厚度为 240mm 砖结构+30mm 防护钡砂，口腔机屏蔽材料和墙体厚度为 3.0mmPb 当量铅防护隔断墙

西院区 CT 机房和碎石机机房墙体均为 240mm 砖结构+1.0mmPb 当量，防护门和观察窗均为 4.0mmPb 当量；口腔数字全景 X 光机北墙、西墙、南墙为 240mm 砖结构，东墙为 2.0mmPb 当量防护隔断防护门和观察窗均为 2.0mmPb 当量。

西院区后装机治疗室主题内径尺寸 4.0*7.0*4.4m，面积 28m²，迷路混凝土厚 700mm，北墙混凝土厚 500mm，南墙混凝土厚 500mm+240mm 实心砖，西墙混凝土厚 500mm，室顶混凝土厚 400mm，防护门 5mmPb。

主要放射性污染物和污染途径

1. γ 射线

核医学科工作人员在淋洗、标记、分装等操作会对周围环境和公众产生 γ 外照射，以及 ^{192}Ir 衰变产生的 γ 外照射。

2. X 射线

DSA 及 III 类医用 X 射线装置产生的 X 射线会随着射线装置的开、关而产生和消失。因此，在开机时间内所产生的 X 射线为主要辐射环境污染因素。

3. β 辐射

核医学科在淋洗、标记、分装等操作时，放射性药物散落在周围，造成 β 表面沾污。这些药物放出 β 射线，造成 β 辐射。

5. 放射性废气、废液、固体废物

^{125}I 、 ^{131}I 易挥发，在淋洗、分装过程中容易对大气造成污染。

放射性废水主要来源于该院核医学科工作人员洗涤用水、服药患者的排泄物（包括呕吐物）以及冲洗水等。该院核医学科建有一个衰变池。病人专用洗手间及洗手池等产生的放射性废液通过专用管道流入衰变池，让其自然衰变。

放射性废物主要来源于注射器、棉棒、手套、擦污染地面的物品等。

本次验收监测项目主要为 X- γ 辐射剂量率， β 表面污染，水中总 α 放射性、水中总 β 放射性。



图 2-1 青岛市市立医院地理位置示意图

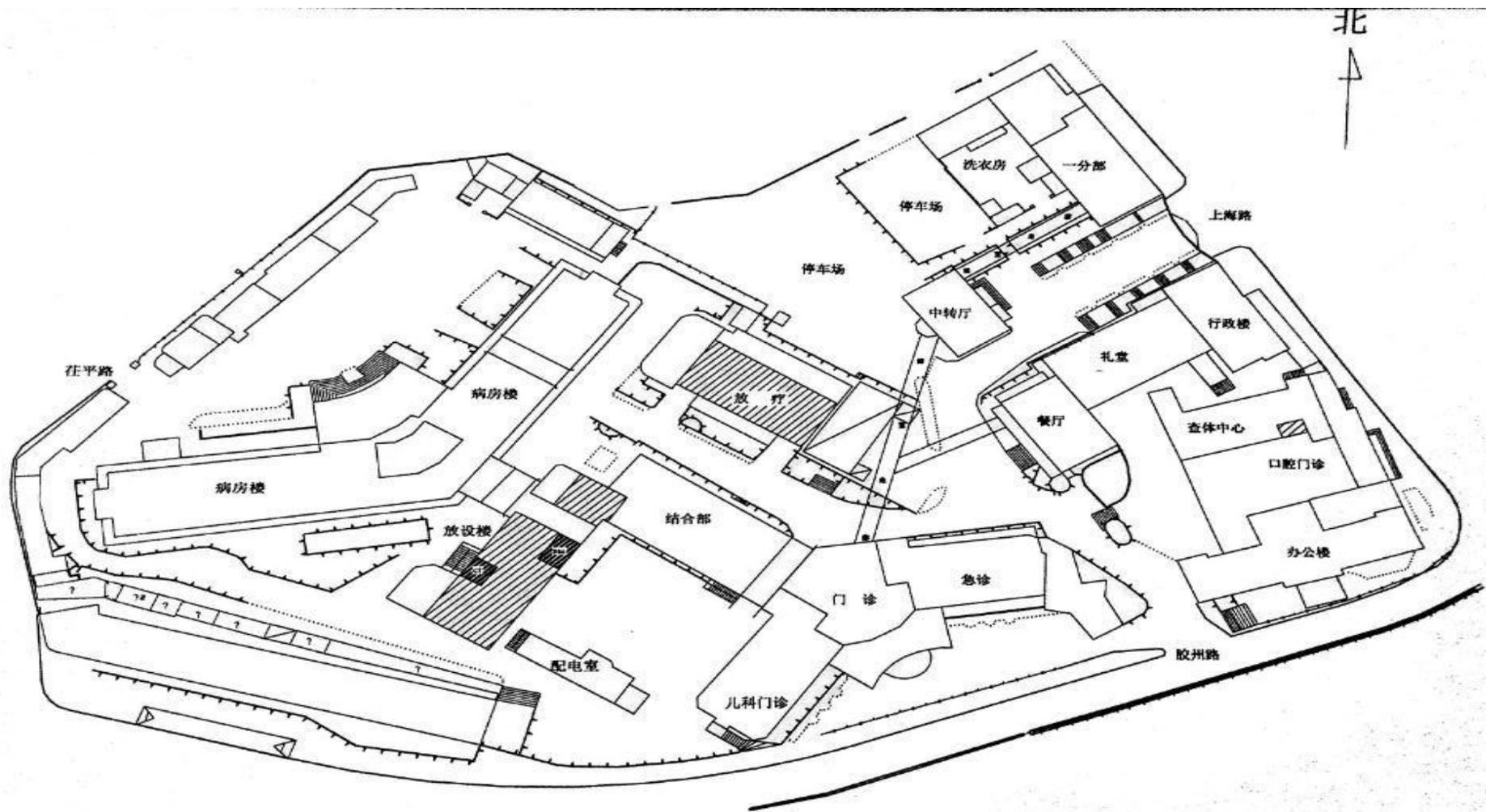


图 2-2 青岛市市立医院西院区平面布置示意图

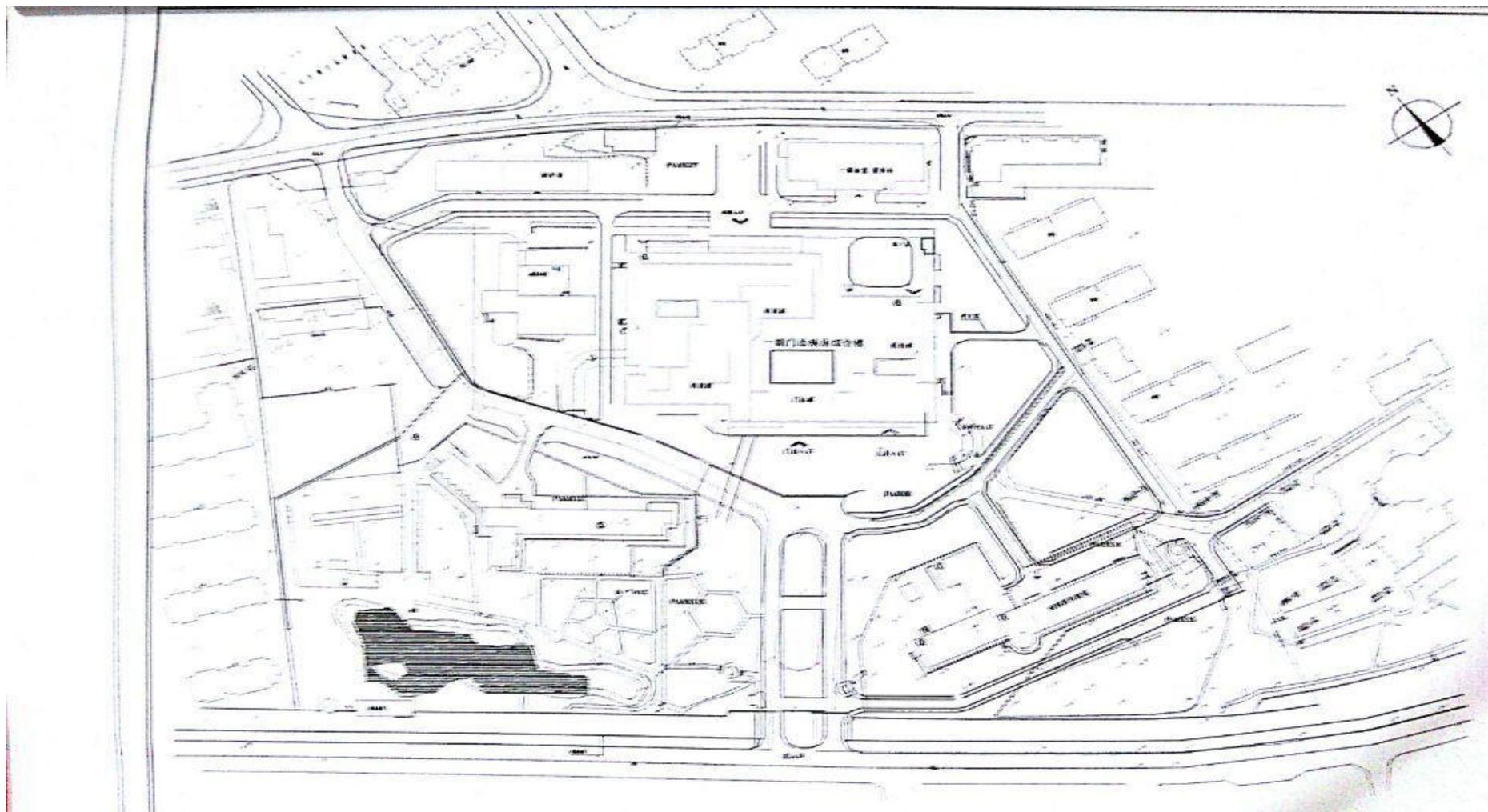


图 2-3 青岛市市立医院东院区平面布置示意图

三、环评批复要求落实情况

环境影响报告表及批复与验收情况的对比

青岛市市立医院核医学工作场所、后装机、DSA 及III类射线装置项目环境影响报告表及批复与验收情况的对比见表 3-1。

表 3-1 环境影响报告表及批复与验收情况的对比

环境影响报告表及批复意见（综述）	验收时落实情况
<p>一、青岛市市立医院位于青岛市市北区胶州路 1 号, 现使用 ν 类放射源和 II 类、III 类射线装置, 乙级非密封放射性物质工作场所。以上项目已编制环评文件并经环保部门批复, 取得辐射安全许可证。</p> <p>拟在位于青岛市东海中路 5 号东院区核医学科新增 1 台 III 类射线装置 SPECT/CT(140kV/500mA), 并使用放射性核素(^{99m}Tc, 日等效操作量 $2.96 \times 10^8\text{Bq}$、年最大用量 $6.512 \times 10^{12}\text{Bq}$; ^{131}I, 日等效操作量 $2.405 \times 10^9\text{Bq}$、年最大用量 $1.2506 \times 10^{12}\text{Bq}$; ^{89}Sr, 日等效操作量 $4.44 \times 10^7\text{Bq}$、年最大用量 $3.848 \times 10^{10}\text{Bq}$; ^{32}P, 日等效操作量 $7.4 \times 10^7\text{Bq}$、年最大用量 $2.664 \times 10^{10}\text{Bq}$; ^{125}I 粒子源, 日等效操作量 $7.4 \times 10^8\text{Bq}$、年最大用量 $1.628 \times 10^{12}\text{Bq}$), 属乙级非密封放射性物质工作场所; 使用 1 台 DSA (125kV/1000mA), 属 II 类射线装置; 1 台数字胃肠机 (125kV/1000mA)、1 台平板数字化多功能 X 射线透视摄影系统 (150kV/1000mA)、1 台移动式床边 X 射线机 (125kV/100mA)、1 台数字化平板乳腺机 (39kV/400mA)、1 台移动式 X 射线摄影系统 (110kV/20mA)、1 台口腔 X 射线机 (60kV/7mA), 属 III 类射线装置。</p> <p>拟在位于青岛市北区胶州路 1 号西院区新建 1 座后装机房, 使用 1 枚 ^{192}Ir 放射源(活度为 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$), 属 III 类放射源; 使用 1 台 DSA (125kV/800mA), 属 II 类射线装置; 1 台 64 排 CT (140kV/400mA)、1 台体外碎石机 (100kV/5mA)、1 台移动 C 型臂 X 射线机 (110kV/20mA)、1 台口腔数字全景 X 射线机 (84kV/15mA), 属 III 类射线装置。</p>	<p>据现场验收检查, 青岛市市立医院西院区和东院区地址未发生变化。</p> <p>验收规模与环境影响报告表及批复意见中所描述规模一致。</p>

续表 3-1

<p>二、该项目应严格落实环境影响报告表提出的辐射安全与防护措施、要求和本批复的要求。</p>	<p>1. 落实辐射安全管理责任制。医院法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人，指定具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。</p>	<p>该院已签订《辐射工作安全责任书》，明确法人代表李扬为第一责任人，并设置辐射安全防护领导小组，明确李杨为该小组组长。有专门科室负责辐射安全管理工作。</p>
	<p>2. 根据辐射工作特点，建立操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备维护维修制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。</p>	<p>该院制定了《安全操作规程》、《核医学放射防护制度》、《安全防护管理制度》、《安全装置定期检查维修制度》、《辐射工作人员培训与再培训制度》、《定期监测制度》等规章制度。建立了辐射安全管理档案。</p>
	<p>3. 加强辐射工作人员的辐射安全培训和再培训。制定培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训和考核；考核不合格的，不得上岗。</p>	<p>该院制定了《辐射工作人员培训与再培训制度》，医院 182 人参加了由青岛市环保局组织的辐射工作人员培训班，并取得证书。其中 60 人参加了由山东省环境保护厅组织的辐射工作人员培训班，并取得了初级辐射防护培训合格证书。</p>
	<p>4. 工作时，工作人员须按照操作过程进行操作，并穿戴铅衣等防护用品，确保辐射工作人员所受照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的标准限值。</p>	<p>该院制定了《放射安全操作规程》。工作时，工作人员均穿戴铅衣。根据医院提供的个人剂量检测报告，辐射工作人员所受照射剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定的标准限值。</p>
	<p>5. 辐射工作人员应佩戴个人剂量计，并进行个人剂量监测。安排专人负责个人剂量监测管理。发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查。建立辐射工作人员个人剂量档案，做到 1 人 1 档。</p>	<p>该院辐射工作人员均佩戴个人剂量计，并每季度送山东省医学科学院放射医学研究所检测。有专人负责个人剂量监测管理，已建立辐射工作人员个人剂量档案，做到了 1 人 1 档。</p>

续表 3-1

二、该项目应严格落实环境影响报告表提出的辐射安全与防护措施、要求和本批复的要求。	6. 屏蔽墙体及防护门外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5 μ Gy/h。	根据现场监测结果，屏蔽墙体及防护门外 30cm 处 X- γ 辐射剂量率不大于 2.5 μ Gy/h。
	7. 实行分区管理，划分控制区和监督区，在工作场所醒目位置设置电离辐射警告标志，标志应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。	实行分区管理，已划分控制区和监督区。在工作场所醒目位置设置电离辐射警告标志，标志符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。
	8. 建立放射性药品使用登记制度，建立使用台账，做好安全保卫工作，设置专用贮存室，并配备保险箱，明确保管负责人，确保放射性药品安全。	该医院已建立《放射性核素登记制度》、《安全防护管理制度》，建立了使用台账，设置了专用贮存室，并配备了保险箱，明确了保管负责人，确保放射性药品安全。
	9. 落实防护门、工作状态指示灯等辐射安全与防护措施。做好放射性同位素和射线装置及辐射安全与防护设施的维护、维修，并建立维修、维护档案，确保各项辐射安全与防护设施安全有效。	该医院制定了《安全装置定期检查维修制度》，但个别工作指示灯故障。
	10. 建立放射源使用登记制度，建立使用台账，做好放射源安全保卫工作，确保放射源不丢失、不被盗。	该医院已建立《放射性核素登记制度》、《安全防护管理制度》，建立了使用台账，确保了放射源安全。
	11. 配备至少 3 台辐射巡测仪和 1 台表面沾污仪，制定并严格执行辐射环境监测计划，开展辐射环境监测，并向环保部门上报监测数据。	该院配备了 2 台 PM1208M 型个人剂量报警仪，1 台 9DP 型和 2 台 451P 型 X- γ 剂量率仪。已编制《定期监测制度》，定期向环保部门上报监测数据。
	12. 废弃或退役放射源应交放射源生产厂家或送山东省城市放射性废物库处置，不得擅自处理。	该院已签署《供应药物和回收空容器协议书》和《放射性同位素（非密封源）转让协议书》，妥善保管废弃或退役放射源。
	13. 医疗过程中产生的放射性废水排入废水衰变池后，须达到《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的排放限值后方可按医疗废水处理。	该院建有 2 个衰变池，放射性医疗废水流入衰变池，10 个半衰期后排放。

续表 3-1

<p>二、 应严格 落实环 境影响 报告表 提出的 辐射防 护措施 和本批 复的要 求</p>	<p>14. 制定并定期修订本单位的辐射事故应急预案。组织开展应急演练。若发生辐射事故应及时向环保、公安、卫生等部门报告。</p>	<p>该院制定了《青岛市立医院放射事件应急处理预案》，2012年9月进行了演练，已做好演练记录。</p>
	<p>15. 对本单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况进行年度评估，于每年的1月31日前向省、市、县（市、区）环保部门提交年度安全和防护状况评估报告。</p>	<p>该医院已按要求编制《青岛市立医院2014年放射性同位素与射线装置安全和防护状况评估报告》，并上报环保部门。</p>

四、验收监测标准与参考依据

验收监测标准

1. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的规定,工作人员的^{职业照射}和^{公众照射}的有效剂量限值列入表 4-1。

表 4-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

职业工作人员		公众	
身体器官	年有效剂量 或年当量剂量	身体器官	年有效剂量 或年当量剂量
全身均匀照射	≤20mSv	全身均匀照射	≤1mSv

注:表中剂量限值不包括医疗照射和天然本底照射。

①剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 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 年的平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均),
20mSv;

b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;

B1.2 公众照射

B1.2.1 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;

b) 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

②年管理剂量约束值

评价报告表取年有效剂量限值的 1/10 作为年管理剂量约束值, 即对工作人员年管理剂量约束值不超过 2mSv; 对于公众年管理剂量约束值不超过 0.1mSv。

③工作场所的放射性表面污染控制水平

工作场所的表面污染控制水平如表 4-2 所列。

表 4-2 工作场所的放射性表面污染控制水平单位: Bq/cm²

表面类型		β 放射性物质
工作台、设备、墙壁、地面	控制区	4×10
	监督区	4

注: 表中剂量限值不包括医疗照射和天然本底照射。

④工作场所分级

非密封源工作场所的分级应按附录 C (标准的附录) 的规定进行。

第 C1 款, 应按表 4-3 将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 4-3 非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	>4×10 ⁹
乙	2×10 ⁷ ~4×10 ⁹
丙	豁免活度值以上~2×10 ⁷

⑤放射性废水向环境排放的控制

第 8.6.2 款规定, 不得将放射性废液排入普通下水道, 除非经审管部门确认是满足下列条件的低放废液, 方可直接排入流量大于 10 倍排放流量的普通下水道, 并应对每次排放作好记录:

a) 每月排放的总活度不超过 10ALI_{min} (ALI_{min} 是相应于职业照射的食入和吸入 ALI 值中的较小者, 其具体数值可按 B1.3.4 和 B1.3.5 条的规定获得);

b) 每一次排放的活度不超过 1ALI_{min}, 并且每次排放后用不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

2. 《临床核医学卫生防护标准》(GBZ120-2006)

第 4.6 款规定: 凡 I 类工作场所和开展放射性药物治疗的单位应设有放射性污水池, 以存放放射性污水直至符合排放要求时方可排放。废原液和高污染的放射性废液应专门收集存放。

第 4.7 款规定: 临床核医学工作场所应备有收集放射性废物的容器, 容器上应有放射性标志

第 5.6 款规定: 工作人员操作后离开放射性工作室前应洗手和进行表面污染监测, 如其污染水平超过 GB18871 规定值, 应采取相应去污措施。

第 5.7 款规定: 从控制区取出任何物品都应进行表面污染水平检测, 以杜绝超过

GB18871 规定的表面污染控制水平的物品被带出控制区。

第 5.10 款规定：放射性物质的贮存室应定期进行放射防护监测，无关人员不得入内。

第 6.1 款规定：使用治疗量发射 γ 射线放射性药物的区域应划为控制区。用药后患者床边 1.5m 处或单人病房应划为临时控制区。控制区入口处应有 GB18871 规定的电离辐射警告标志；除医务人员外，其他无关人员不得入内，患者也不应随便离开该区。

第 6.2 款规定：配药室应靠近病房，尽量减少放射性药物和已给药治疗的患者通过非放射性区域。

第 6.4 款规定：接受放射性药物治疗的患者应使用专用便器或者设有专用卫生间和浴室。

3. 《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）

第 4.1.2 款规定：县级及县级以上或 20 张床位及以上的综合医疗机构和其他医疗机构污水排放执行表 2 的规定。直接或间接排入地表水体和海域的污水执行排放标准，排入终端已建有正常运行城镇二级污水处理厂的下水道的污水，执行预处理标准。

表 4-4 综合医疗机构和其他医疗机构水污染物排放限值（日均值）（单位：Bq/L）

控制项目	排放标准	预处理标准
总 α	1	1
总 β	10	10

注：摘自《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 2。

4. 《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）

第 4.4 款规定：如果经审管部门确认或批准，凡放射性核素活度小于或等于附录 B 所示清洁解控水平推荐值的放射性废物，按免管废物处理。

表 4-5 以核素活度浓度表示的清洁解控水平推荐值

解控水平（Bq/g）	核素
1×10^3	^{32}P 、 ^{151}Cr 、 ^{89}Sr 、 ^{90}Y 、 ^{113}Sn 、 ^{125}I 、 ^{133}Xe
1×10^2	^{15}O 、 ^{90}Sr 、 ^{99}Mo 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 、 ^{113}In 、 ^{131}I 、 ^{198}Au 、 ^{203}Hg 、 ^{201}Tl

注：摘自《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ133-2009）中表 B.1。

第 5.1.1 款规定：使用放射性核素其日等效最大操作量等于或大于 $2 \times 10^7 \text{Bq}$ 的临床核医学单位和医学科研机构，应设置有放射性污水池以存放放射性废水直至符合排放要求时方可排放。放射性污水池应合理选址，池底和池壁应坚固、耐酸碱腐蚀和无渗透性，应有防泄漏措施。

第 5.1.2 款规定：产生放射性废液而可不设置污水池的单位，应将仅含短半衰期

核素的废液注入专用容器中通常存放 10 个半衰期后，经审管部门审核准许，可作普通废液处理。对含长半衰期核素的废液，应专门收集存放。

第 6.1.2 款规定：供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。污物桶放置点应避开工作人员工作和经常走动的区域。

第 6.1.3 款规定：污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封、不破漏，并及时转送贮存室，并放入专用容器贮存。

第 6.1.5 款规定：每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，重量不超过 20kg。

第 6.2.1 款规定：产生少量放射性废物的非密封型放射性核素应用单位，经审管部门批准可以将其废物临时贮存在许可的场所和专门容器中。贮存时间和总活度不得超过审管部门批准的限制要求。

第 6.2.2 款规定：贮存室建造结构应符合放射卫生防护要求，且具有自然通风或安装通风设备，出入处设电离辐射警示标志。

第 6.2.3 款规定：废物袋、废物桶及其他存放废物的容器必须安全可靠，并应在显著位置标有废物类型、核素种类，比活度水平和存放日期等说明。

第 6.2.5 款规定：应在临时贮存期满前及时把废物送往城市废物贮存库或废物处置单位。

第 6.3.3 款规定：未知核素的废物在其活度浓度小于或者等于 $2 \times 10^4 \text{Bq/kg}$ 时，或废物中的核素已知且其活度浓度符合 4.4 或者 4.5 时，可作免管固体废物处理。

5. 《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）

第 5.4 款规定：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（其检测方法及其检测条件按 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 $2.5 \mu \text{Sv/h}$ ，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

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度仪机房外的周围剂量当量率控制目标值应不大于 $2.5 \mu \text{Sv/h}$ ；其余各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。

第 5.5 款规定：机房应设置观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态。

第 5.6 款规定：机房内布局要合理，应避免有用线束直接照射门、窗、和管线口位置；不得堆放与该设备诊断无关的杂物；机房应设置动力排风装置，并保持良好的通风。

第 5.7 款规定：机房外应有电离辐射警告标志、放射防护注意事项、醒目的工作状态指示灯，灯箱处应设警示语句；机房门应有闭门装置，且工作状态指示灯和机房相通的门能有效联动。

6. 《低能 γ 光子粒子源植入治疗的放射防护与质量控制监测规范》(GBZ178-2006)

5.1 ^{125}I 粒子源的贮存应该在铅屏蔽厚度的铅罐，铅罐应放置在保险柜里，并由专人保管。 ^{125}I 粒子源应设有专用贮存室，设定期进行剂量监测，无关人员不得入内。

5.2 ^{125}I 粒子源运输包包装表面的辐射剂量必须小于国家允许辐射剂量水平（ $5 \mu\text{Sv/h}$ ）。

5.3 贮存的粒子应及时登记，包括生产单位，到货日期，核素种类，活度和贮存的容器。应定期清点，记录，并应与记载相符。

7.1 植入粒子源的病人床边 1.5m 处或单人病房应划为临时控制区。控制区入口应有电离辐射警告标志，除医护人员外，其他无关人员不得入内。

7.2 植入粒子源的病人应使用专用便器或设有专用浴室和厕所。

7. 《后装 γ 源近距离治疗卫生防护标准》（GBZ121-2002）

4.2.2 运输贮源器(或工作贮源器)内装载最大容许活度时，距离贮源器表面 5cm 处的球面上，任何一点的泄露辐射的空气比释动能率不得大于 $100 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ ；距离贮源器表面 100cm 处的球面上，任何一点的泄露辐射的空气比释动能率不得大于 $10 \mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

5.1 放射治疗室必须经专业人员设计，治疗室必须与准备室和控制室分开设置。治疗室使用面积应不小于 20m^2 。

5.2 治疗室入口必须采用迷路设计，设置门机连锁，并在治疗室门上要有声、光报警。治疗室内应设置使放射源迅速返回贮源器的应急开关与放射源检测器。

5.4 在控制室与治疗室之间应设观察窗（或监视器）与对讲机。

参考依据

青岛市环境天然放射性水平

青岛市环境天然 γ 空气吸收剂量率，摘自《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》1989 年，见表 4-6。

表 4-6 青岛市环境天然 γ 辐射剂量率 (nGy/h)

监测内容	范 围	平均值	标准差
原 野	42.4~130.0	66.2	14.5
道 路	11.5~124.0	69.0	23.8
室 内	31.2~161.6	110.9	23.3

五、验收监测

为掌握该医院的 DSA、医用 III 类 X 射线装置、后装机和乙级非密封放射性工作场所工作状态下周围辐射环境水平的安全管理情况,对该院 DSA、医用 III 类 X 射线装置、后装机和乙级非密封放射性工作场所在工作状态和非工作状态下,进行现场监测和检查。根据现场条件和相关监测标准、规范的要求合理布点监测。

1. 监测项目

X- γ 辐射剂量率, β 表面污染, 水中总 α 放射性、水中总 β 放射性。

2. 监测时间与环境条件

(1) 现场监测

监测时间: 2015 年 5 月 12 日, 天气: 晴, 温度: 25 $^{\circ}$ C, 相对湿度 53.0%;

2016 年 4 月 25 日, 天气: 晴, 温度: 21 $^{\circ}$ C, 相对湿度 58.0%。

(2) 实验室测量

监测时间: 2015 年 7 月 8 日, 温度: 24 $^{\circ}$ C, 相对湿度 43.0%。

3. 监测方式

现场监测, X- γ 辐射剂量率每个监测点读取 10 个测量值为一组, 取其平均值, 经过仪器效率校准并扣除宇宙射线响应值后作为最终测量结果。

β 表面污染每个监测点读取 10 个测量值为一组, 取其平均值作为最终测量结果。

水样在实验室进行前处理、制样后进行总放分析。

4. 监测仪器

监测仪器主要技术参数见表 5-1~表 5-3。

表 5-1 便携式 X- γ 剂量率仪

仪器名称	便携式 X- γ 剂量率仪
仪器型号	FH40G (JC08-08-2008)
能量响应	60keV~3MeV
量程	1nGy/h~100 μ Gy/h
生产厂家	美国热电代理商进口仪器
检定单位	国防科技工业电离辐射一级计量站
检定有效期	2015 年 10 月 27 日/2016 年 9 月 23 日

表 5-2 α β 表面污染测量仪

仪器名称	α β 表面污染测量仪
仪器型号	XH-3206 (JC10-06-2010)
探测效率	(1) α ≥30% (2π, ²³⁹ Pu 面源) 本底 ≤3cpm 活度响应 > 7.5S ⁻¹ .Bq ⁻¹ .cm ² ; (2) β ≥30% (2π, ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y 面源) 本底 ≤120cpm 活度响应 >7S ⁻¹ .Bq ⁻¹ .cm ² 。
本底计数率	α : 0~999999CPS, β : 0~999999CPS
生产厂家	西安西核彩桥实业科技有限公司
检定单位	中国计量科学研究院
检定有效期	2015 年 10 月 27 日

表 5-3 低本底 α、β 计数器

仪器名称	低本底 α、β 计数器
仪器型号	MPC-9604 (JC03-001-2011)
探测效率	对 ²⁴¹ Am ≥42%, ²¹⁰ Po ≥ 42%, ²³⁰ Th ≥42%; 对 ⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y ≥55%
本底计数率	α <0.06cpm; β <0.6cpm
生产厂家	美国 ORTEC 公司
检定单位	上海计量测试技术研究院华东国家计量测试中心
检定有效期	2016 年 5 月 3 日

5. 监测技术规范

《环境地表 γ 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) ;

《表面污染测定 第一部分: β 发射体 (E_{β max} > 0.15MeV) 和 α 发射体》(GB/T14056.1-2008) ;

《水中总 α 放射性浓度的测定 厚样法》EJ/T1075-1998;

《水中总 β 放射性测定 蒸发法》EJ/T900-94。

监测结果

青岛市市立医院核医学工作场所、后装机、DSA 及III类射线装置项目竣工环境保护验收监测结果见表 5-4~表 5-13，监测布点示意图见图 5-1~图 5-7。表中 X- γ 辐射剂量率数据已扣除宇宙射线响应值。

表 5-4 西院区数字胃肠及 CT 机房周围 X- γ 辐射剂量率监测结果 (nGy/h)

监测 点位	点位描述	非工作状态		工作状态	
		监测值	标准差	监测值	标准差
A1	数字胃肠小防护门缝 30cm 处	66.1	2.2	69.4	1.4
A2	数字胃肠操作室	69.6	2.1	65.0	1.3
A3	数字胃肠大防护门缝 30cm 处	68.3	1.5	73.9	3.8
A4	CT 室操作台	105.4	2.8	159.1	4.4
A5	CT 室小防护门缝 30cm 处	99.3	6.6	434.2	4.7
A6	CT 室大防护门缝 30cm 处	99.6	2.7	76.4	2.9
监测值范围		66.1 ~105.4		65.0~434.2	

由表 5-4 可见，非工作状态，西院区III类射线装置机房周围实测 X- γ 辐射剂量率范围为 (66.1~105.4) nGy/h，处于青岛市天然放射性本底水平范围内；工作状态，机房周围实测 X- γ 辐射剂量率范围为 (65.0~434.2) nGy/h，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中规定的 2.5 μ Gy/h 的标准限值。

表 5-5 西院区 DSA 机房周围 X- γ 辐射剂量率监测结果 (nGy/h)

监测 点位	点位描述	非工作状态		工作状态	
		监测值	标准差	监测值	标准差
B1	DSA 操作台	82.5	1.6	81.5	1.6
B2	DSA 小防护门缝 30cm 处	83.4	2.0	80.0	3.1
B3	DSA 大防护门左缝 30cm 处	68.3	1.3	88.5	2.4
B4	DSA 大防护中间 30cm 处	69.1	1.3	83.9	2.0
B5	DSA 大防护门右缝 30cm 处	69.5	6.5	99.5	5.8
B6	北墙中间 30cm 处	94.2	1.7	91.4	3.1
B7	洗手间防护门	71.3	2.4	97.8	2.5

续表 5-5

B8	西墙中间 30cm 处	118.3	1.4	112.9	3.9
B9	DSA 楼上烧伤科病房离地 1m	90.1	3.2	93.2	3.3
B10	DSA 楼下 CT 候诊室离地 1m	82.9	1.6	82.8	2.6
监测值范围		68.3 ~118.3		80.0~112.9	

由表 5-5 可见，非工作状态，西院区 DSA 机房周围实测 X- γ 辐射剂量率范围为 (68.3 ~118.3) nGy/h，处于青岛市天然放射性本底水平范围内；工作状态，机房周围实测 X- γ 辐射剂量率范围 (80.0~112.9) nGy/h，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中规定的 2.5 μ Gy/h 的标准限值。

表 5-6 东院区数字胃肠机房周围 X- γ 辐射剂量率监测结果 (nGy/h)

监测 点位	点位描述	非工作状态		工作状态	
		监测值	标准差	监测值	标准差
E1	数字胃肠操作室	80.5	1.4	91.7	1.9
E2	数字胃肠小防护门缝 30cm 处	83.5	4.1	75.8	1.4
E3	数字胃肠大防护门缝 30cm 处	88.9	2.0	81.3	1.5
监测值范围		80.5 ~88.9		75.8 ~91.7	

由表 5-6 可见，非工作状态，东院区数字胃肠机房周围实测 X- γ 辐射剂量率范围为 (80.5~88.9) nGy/h，处于青岛市天然放射性本底水平范围内；工作状态，机房周围实测 X- γ 辐射剂量率范围为 (75.8 ~91.7) nGy/h，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中规定的 2.5 μ Gy/h 的标准限值。

表 5-7 东院区 DSA 机房周围 X- γ 辐射剂量率监测结果 (nGy/h)

监测 点位	点位描述	非工作状态		工作状态	
		监测值	标准差	监测值	标准差
E4	DSA 操作室	95.1	2.1	100.4	5.0
E5	DSA 小防护门缝 30cm 处	92.0	2.3	89.2	2.8
E6	DSA 大防护门左门缝 30cm 处	100.3	4.3	91.7	2.6
E7	DSA 大防护门中间 30cm 处	86.6	6.1	92.2	2.6
E8	DSA 大防护门右门缝 30cm 处	94.9	2.7	104.2	2.9

续表 5-7

E9	DSA 东墙中间 30cm 处	109.6	3.0	103.5	2.0
E10	DSA 值班室	113.8	2.0	106.2	3.1
E11	DSA 更衣室	100.7	5.8	107.2	2.1
监测值范围		86.6~113.8		89.2~107.2	

由表 5-7 可见, 非工作状态, 东院区 DSA 机房周围实测 X- γ 辐射剂量率范围为 (86.6~113.8)nGy/h, 处于青岛市天然放射性本底水平范围内; 工作状态, 机房周围实测 X- γ 辐射剂量率范围分别为 (89.2~107.2)nGy/h, 满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》(GBZ130-2013) 中规定的 2.5 μ Gy/h 的标准限值。

表 5-8 ECT 机房周围 X- γ 辐射剂量率监测结果 (nGy/h)

监测点位	点位描述	非工作状态		工作状态	
		监测值	标准差	监测值	标准差
C1	ECT 小防护门缝 30cm 处	77.9	1.3	83.1	4.6
C2	ECT 操作室	83.0	3.4	89.6	5.1
C3	ECT 室东墙中间 30cm 处	96.6	1.9	96.0	5.4
C4	ECT 大防护门缝 30cm 处	80.6	1.5	81.6	1.5
监测值范围		77.9 ~96.6		81.6~96.0	

表 5-9 粒子植入时, ECT 机房周围 X- γ 辐射剂量率监测结果 (nGy/h)

监测点位	点位描述	监测值	标准差
C1	ECT 小防护门缝 30cm 处	85.5	3.7
C2	ECT 操作室	90.6	4.3
C3	ECT 室东墙中间 30cm 处	94.2	4.1
C4	ECT 大防护门缝 30cm 处	84.6	3.1
监测值范围		84.6~94.2	

表 5-10 工作状态核医学科工作场所 X- γ 辐射剂量率监测结果 (nGy/h)

监测点位	点位描述	监测值	标准差
C5	病人洗手间	289.8	4.3
C6	5 号病房门口	83.1	1.6
C7	3 号病房门口	120.8	1.8
C8	2 号病房门口	97.3	4.8

续表 5-10

C9	候诊室	101.1	1.4
C10	注射室	2.0 μ Gy/h	0.1 μ Gy/h
C11	高活室	641.6	9.5
C12	候诊室门口	114.8	6.7
C13	源库门口	98.4	5.1
C14	碘-131 分装室	114.7	5.8
监测值范围		83.1nGy/h ~2.0 μ Gy/h	

表 5-11 I-131 贮源箱周围 X- γ 辐射剂量率监测结果(nGy/h)

监测点位	点位描述	监测值	标准差
D1	碘-131 贮存柜表面	222.7	7.1
D2	碘-131 贮存柜表面 1m	104.6	1.5
D3	贮源保险柜表面	100.8	1.7
D4	贮源保险箱表面 1 米	105.5	6.0
D5	废物桶表面	107.3	3.6
D6	废物桶表面 1 米	100.8	3.5
监测值范围		100.8 ~222.7	

由表 5-8 至表 5-11 可知，工作状态，核医学科工作场所 X- γ 辐射剂量率监测结果为 81.6nGy/h~2.0 μ Gy/h，除了注射室、高活室、病人洗专用手间、碘-131 贮存柜表面外，其余各点均处于青岛市天然放射性本底水平范围内。

表 5-12 西院区后装机机房周围 γ 辐射剂量率监测结果(nGy/h)

监测 点位	点位描述	非工作状态		工作状态	
		监测值	标准差	监测值	标准差
F3	防护门左门缝 30cm 处	94.6	3.5	107.8	2.7
F4	防护门中间 30cm 处	96.4	2.7	91.4	1.8
F5	防护门右门缝 30cm 处	97.8	2.1	107.0	5.7
F6	左墙外离墙 30cm 处	107.2	3.7	121.4	3.2

续表 5-12

监测 点位	点位描述	非工作状态		工作状态	
		监测值	标准差	监测值	标准差
F7	操作室离墙 30cm 处	108.1	3.4	120.2	3.1
F8	治疗室上方停车场离地 1m 处	58.0	1.8	61.3	6.6
F9	机房离墙 30cm 处	97.6	2.6	104.9	4.5
监测值范围		58.0 ~ 108.1		61.3 ~ 121.4	

注：后装机内含 1 枚 ^{192}Ir 放射源，监测时活度约为 $1.148 \times 10^{11}\text{Bq}$ 。下同表 5-13。

由表 5-12 可见，非工作状态和工作状态，西院区后装机机房周围实测 X- γ 辐射剂量率范围分别为 (58.0 ~ 108.1) nGy/h 和 (61.3 ~ 121.4) nGy/h，处于青岛市天然放射性本底水平范围内。

表 5-13 后装机机头附近 γ 辐射剂量率监测结果 (nGy/h)

监测 点位	点位描述	监测值	标准差	备注
F1	离机头表面 5cm 处	3.34	0.3	$\mu\text{Gy/h}$
F2	离机头表面 1m 处	214.4	3.2	/

由表 5-13 可见，距后装机机头表面 5cm 处和 1m 处实测 X- γ 辐射剂量率分别为 3.34 $\mu\text{Gy/h}$ 和 214.4 nGy/h，低于《后装 γ 源近距离治疗卫生防护标准》(GBZ121-2002) 中规定的 100 $\mu\text{Gy/h}$ 和 10 $\mu\text{Gy/h}$ 的标准限值。

表 5-14 核医学科 β 表面污染监测结果 (Bq/cm^2)

序号	点位描述	β 表面污染	标准偏差
C5	病人洗手间	10.99	0.67
C6	5 号病房门口	0.70	0.23
C7	3 号病房门口	4.80	0.54
C8	2 号病房门口	2.72	0.40
C9	候诊室	0.14	0.05
C10	注射室	18.79	2.74
C11	高活室	0.88	0.17

续表 5-14

序号	点位描述	β 表面污染	标准偏差
C12	候诊室门口	1.04	0.38
C13	源库门口	0.27	0.32
监测值范围		0.14~ 18.79	

由表 5-14 可知，核医学科 β 表面污染监测结果最大值为 18.79Bq/cm²，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 的要求。

表 5-15 水样中的总 α 、总 β 放射性分析结果

样品名称	样品编号	分析结果 (Bq/L)	
		总 α	总 β
衰变池水	2015-SH-054	0.084	4.703

由表 5-13 可知，衰变池水总 α 放射性为 0.084Bq/L，低于《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 中规定的 1Bq/L 的标准限值；总 β 放射性为 4.703Bq/L，低于《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005) 中规定的 10Bq/L 的标准限值。

监测布点图如下：

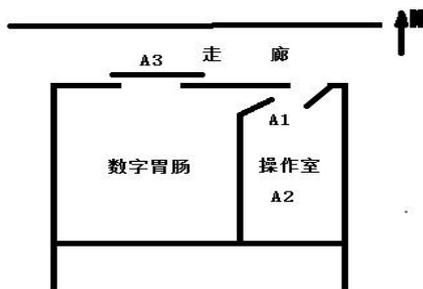


图 5-1 西院区数字胃肠机房监测点位示意图

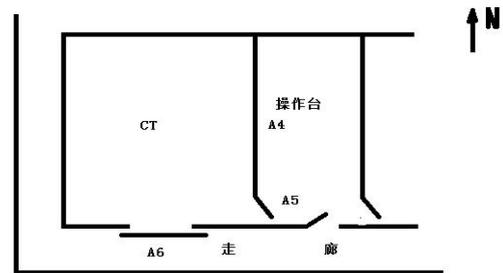


图 5-2 西院区 CT 机房监测点位示意图

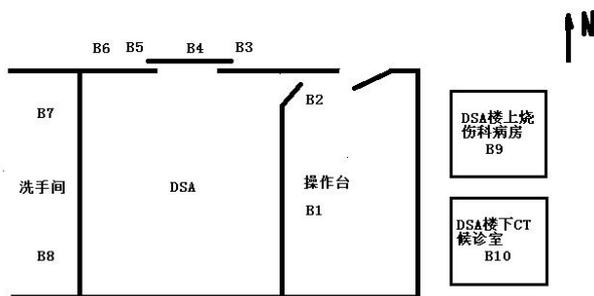


图 5-3 西院区 DSA 机房监测点位示意图

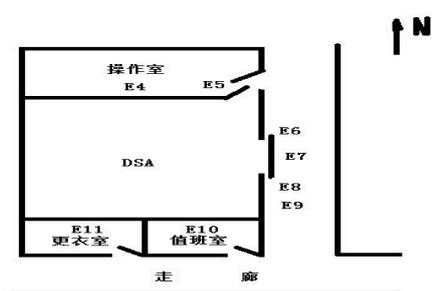


图 5-4 东院区 DSA 机房监测点位示意图

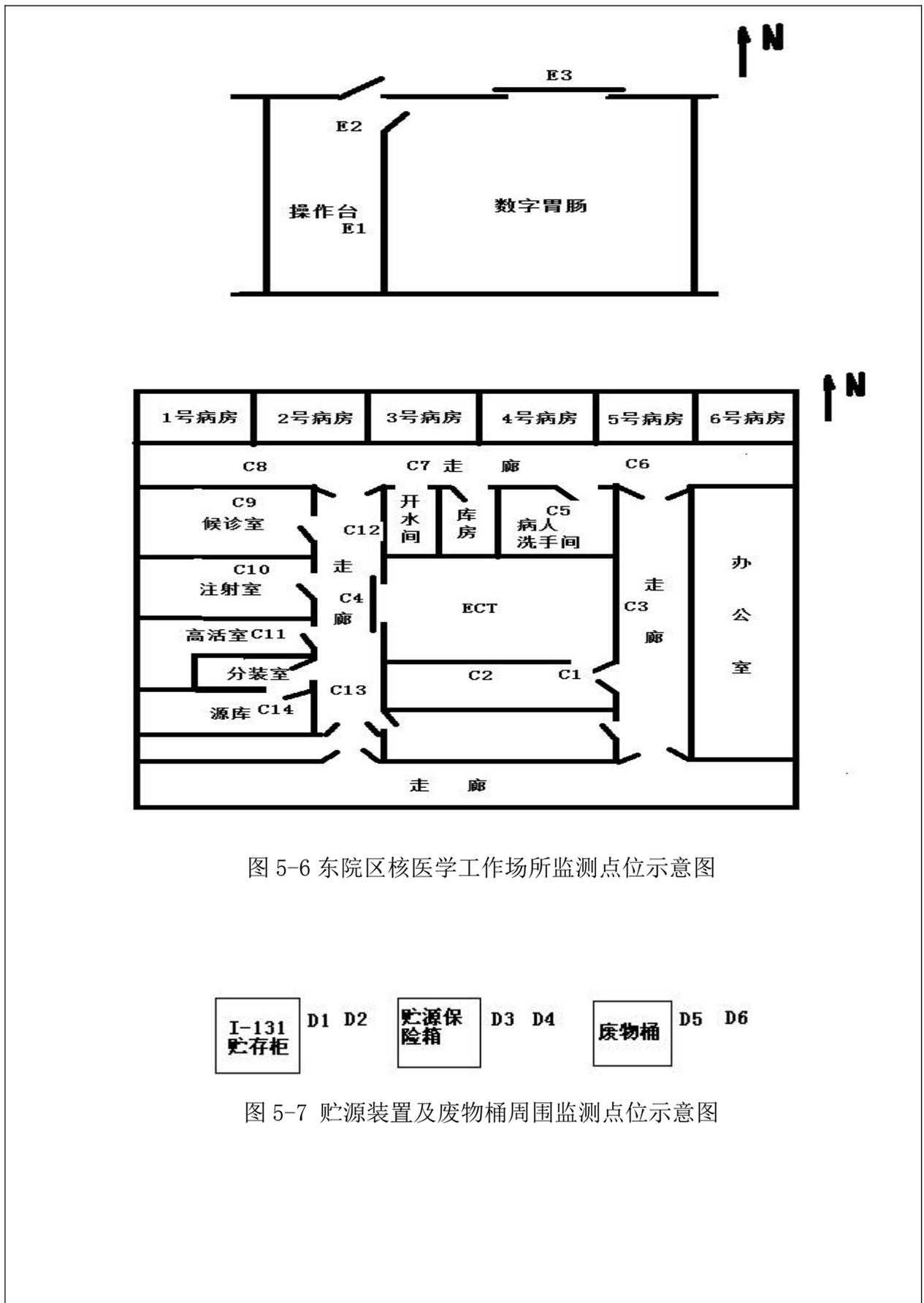


图 5-6 东院区核医学工作场所监测点位示意图

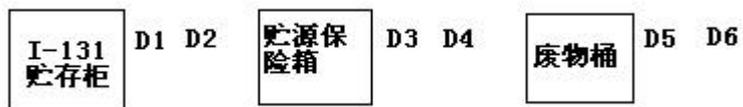


图 5-7 贮源装置及废物桶周围监测点位示意图

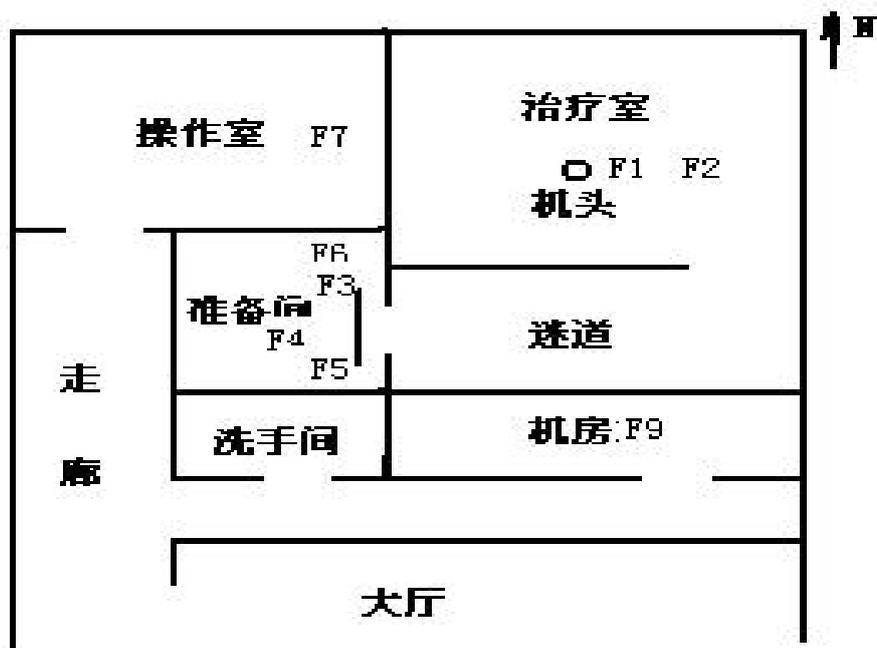


图 5-8 后装机机房周围监测点位示意图



图 5-9 后装机机房顶停车场监测点位示意图

六、职业与公众受照剂量

1. 职业人员个人累积剂量检测结果

根据该医院提供的2014年1月至2015年1月四个季度的个人累积剂量检测报告，由山东省医学科学院放射医学研究所检测，该医院共296名辐射工作人员，均配备了个人剂量计并且进行了检测，有效累积剂量情况见表6-1。

表6-1 辐射工作人员个人剂量计检测情况一览表

个人剂量计累积剂量范围	个人剂量计人数
管理约束值（2mSv/a）以内	292人
管理约束值（2mSv/a）～标准限值（20mSv/a）	4人
大于标准限值（20mSv/a）	0人

辐射工作人员年有效累积剂量检测均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定职业人员的剂量限值20mSv/a，其中有4人高于环评报告表提出的2mSv/a的管理约束限值。

2. 公众受到的附加剂量

根据现场监测结果，取GANTRY BRILIANCE型CT机工作状态下周围环境剂量当量率最大值434.2nSv/h计算，根据该医院提供的每年平均开机约300小时，公众人员居留因子取1/4，可以估算：

$$H=0.7 \times (434.2-110.9) \text{ nGy/h} \times 300\text{h} \times 1/4 \approx 0.016\text{mSv}$$

该年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定公众人员的剂量限值1mSv/a，也低于环评报告表提出0.1mSv/a的约束限值。

七、辐射安全管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部第 3 号令）及环境保护主管部门的要求，放射性同位素及射线装置使用单位应落实环评文件及环评批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。为此对该医院的辐射环境管理和安全防护措施进行了检查。

（一）组织机构

该院已签订《辐射工作安全责任书》，明确法人代表李扬为第一责任人，并设置辐射安全防护领导小组，明确李杨为该小组组长。

（二）辐射安全管理制度及其落实情况

该医院制定了安全防护管理制度。

1. 工作制度。制定了《青岛市立医院放射防护三级防护责任制》、《安全操作规程》、《核医学放射防护制度》、《安全防护管理制度》、《安全装置定期检查维修制度》、《核医学科辐射监测制度》、《放射性废弃物处理制度》、《介入放射科 X 射线防护制度》、《放射工作人员健康体检制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训与再培训制度》、《定期监测制度》等规章制度

2. 操作规程。制定了《安全操作规程》等操作规程。

3. 应急预案。制定了《青岛市立医院放射事件应急处理预案》，定期演练，已做好演练记录。

4. 年度评估报告。已编制《青岛市立医院 2014 年放射性同位素与射线装置安全和防护状况评估报告》。

5. 人员培训。该院有 296 名辐射工作人员，有 182 人参加了由青岛市环保局组织的辐射工作人员培训班，并取得证书。其中 60 人参加了由山东省环境保护厅组织的辐射工作人员培训班，并取得证书。已编制《辐射工作人员培训与再培训制度》。

6. 个人剂量和健康检查管理。

该医已配置 296 支个人剂量计，并每季度送山东省青岛市疾病预防控制中心监测。已编制《放射工作人员健康体检制度》和《辐射工作人员个人剂量管理制度》，做到了 1 人 1 档。

（三）辐射安全防护情况

1. 根据医院提供与现场核实，核医学楼 ECT 室建筑墙体采用 240mm 实心砖+50mm 厚硫酸钡砂，室顶 300mm 混凝土，防护门和防护窗防护当量均为 4mmPb。

医院在东院门诊楼一楼西侧一独立院内建设放射性污水处理系统，该系统由 2 个衰变池构成，均为混凝土结构，并做了防渗处理。两个衰变池的容积为 59.7m³ 和 58.1m³。

东院区 DSA 机房墙体为 220mm 加气混凝土砖混+120mm 实心砖+40mm 防护材料 (2.5mmPb)；室顶和地板均为 200mm 重混凝土 (2.75g/cm³)；观察窗为 3.5mmPb 当量；大小防护门均为 3.5mmPb 当量的铅钢复合门。

西院区 DSA 机房墙体为 240mm 实心砖墙+1.5mmPb 当量铅板；室顶为 300mm 混凝土楼板+防护当量为 1.5mmPb 当量的铅板，地板为 140mm 混凝土+20mm 硫酸钡砂；观察窗为 3.5mmPb 当量；大小防护门均为 3.5mmPb 当量。

东院区 III 类射线装置防护门和观察窗均为 3.0mmPb 当量。数字胃肠的屏蔽材料和墙体厚度为 240mm 砖结构+60mm 防护钡砂，X 射线影像系统的屏蔽材料和墙体厚度为 220mm 砖加气混凝土砖+120mm 实心红砖+40mm 防护层，乳腺机屏蔽材料和墙体厚度为 240mm 砖结构+30mm 防护钡砂，口腔机屏蔽材料和墙体厚度为 3.0mmPb 当量铅防护隔断墙

西院区 CT 机房和碎石机机房墙体均为 240mm 砖结构+1.0mmPb 当量，防护门和观察窗均为 4.0mmPb 当量；口腔数字全景 X 光机北墙、西墙、南墙为 240mm 砖结构，东墙为 2.0mmPb 当量防护隔断防护门和观察窗均为 2.0mmPb 当量。

西院区后装机治疗室主题内径尺寸 4.0*7.0*4.4m，面积 28m²，迷路混凝土厚 700mm，北墙凝土厚 500mm，南墙凝土厚 500mm+240mm 实心砖，西墙凝土厚 500mm，室顶凝土厚 400mm，防护门 5mmPb。

2. 核医学科、DSA 及 III 类射线装置的防护门上均设置有电离辐射警示标志，个别工作指示灯坏。

3. 辐射防护用品、监测设备及报警仪器

该院为辐射工作人员配备了 296 个人剂量计，长铅衣 39 件、铅帽 42 个、铅围裙 22 个、铅围脖 56 个，2 台 PM1208M 型个人剂量报警仪，已配备 1 台 9DP 型和 2 台 451P 型 X-γ 剂量率仪。

八、验收监测结论与建议

结 论

(一) 项目概况

青岛市立医院位于青岛市市北区胶州路1号,该验收项目包括1处乙级非密封放射性物质工作场所、2台DSA、1台后装机和11台III类射线装置。2013年5月23日,该院取得山东省环境保护厅颁发的辐射安全许可证,鲁环辐证[02061],种类和范围:使用V类放射源和II类、III类射线装置,乙级非密封放射性物质工作场所。有效期至2018年5月22日。

按照国家有关环境保护的法律法规,该项目进行了环境影响评价,履行了建设项目环境影响审批手续。本次验收项目结论如下:

(二) 现场检查结果

1. 该院已编制《辐射工作安全责任书》,明确法人代表李扬为第一责任人,并设置辐射安全防护领导小组,明确李杨为该小组组长。

2. 该院已制定《青岛市立医院放射防护三级防护责任制》、《安全操作规程》、《核医学放射防护制度》、《安全防护管理制度》、《安全装置定期检查维修制度》、《核医学科辐射监测制度》、《放射性废弃物处理制度》、《介入放射科X射线防护制度》、《放射工作人员健康体检制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员培训与再培训制度》、《定期监测制度》等规章制度。

3. 该院已制定《辐射防护安全操作规程》等操作规程。

4. 该院已制定《青岛市立医院放射事件应急处理预案》,2012年9月进行了演练,已做好演练记录。

5. 该医院已建立了辐射安全管理档案。

6. 该院有296名辐射工作人员,有182人参加了由青岛市环保局组织的辐射工作人员培训班,并取得证书。其中60人参加了由山东省环境保护厅组织的辐射工作人员培训班,并取得证书。已编制《辐射工作人员培训与再培训制度》。

7. 该医已配置296个人剂量计,并每季度送山东省医学科学院放射医学研究所监测。根据该医的2014年1月至2015年1月4个季度的个人累积剂量检测结果可知,该院其它辐射工作年个人累积剂量均低于环评报告中提到的2mSv/a约束限值。已编制《放射工作人员健康体检制度》和《辐射工作人员个人剂量管理制度》,个人剂量管理档案1人1档。

8. 该院为辐射工作人员配备了296个人剂量计、14套铅防护服、2台PM1208M

型个人剂量报警仪。该院已配备 1 台 9DP 型和 2 台 451P 型 X- γ 剂量率仪。

9. 安全防护情况

核医学楼 ECT 室建筑墙体采用 240mm 实心砖+50mm 厚硫酸钡砂，室顶 300mm 混凝土，防护门和防护窗防护当量均为 4mmPb。

医院在东院门诊楼一楼西侧一独立院内建设放射性污水处理系统，该系统由 2 个衰变池构成，均为混凝土结构，并做了防渗处理。两个衰变池的容积为 59.7m³ 和 58.1m³。

东院区 DSA 机房墙体为 220mm 加气混凝土砖混+120mm 实心砖+40mm 防护材料 (2.5mmPb)；室顶和地板均为 200mm 重混凝土 (2.75g/cm³)；观察窗为 3.5mmPb 当量；大小防护门均为 3.5mmPb 当量的铅钢复合门。

西院区 DSA 机房墙体为 240mm 实心砖墙+1.5mmPb 当量铅板；室顶为 300mm 混凝土楼板+防护当量为 1.5mmPb 当量的铅板，地板为 140mm 混凝土+20mm 硫酸钡砂；观察窗为 3.5mmPb 当量；大小防护门均为 3.5mmPb 当量。

东院区 III 类射线装置防护门和观察窗均为 3.0mmPb 当量。数字胃肠的屏蔽材料和墙体厚度为 240mm 砖结构+60mm 防护钡砂，X 射线影像系统的屏蔽材料和墙体厚度为 220mm 砖加气混凝土砖+120mm 实心红砖+40mm 防护层，乳腺机屏蔽材料和墙体厚度为 240mm 砖结构+30mm 防护钡砂，口腔机屏蔽材料和墙体厚度为 3.0mmPb 当量铅防护隔断墙。

西院区 CT 机房和碎石机机房墙体均为 240mm 砖结构+1.0mmPb 当量，防护门和观察窗均为 4.0mmPb 当量；口腔数字全景 X 光机北墙、西墙、南墙为 240mm 砖结构，东墙为 2.0mmPb 当量防护隔断防护门和观察窗均为 2.0mmPb 当量。

西院区后装机治疗室主题内径尺寸 4.0*7.0*4.4m，面积 28m²，迷路混凝土厚 700mm，北墙凝土厚 500mm，南墙凝土厚 500mm+240mm 实心砖，西墙凝土厚 500mm，室顶凝土厚 400mm，防护门 5mmPb。

10. 该医院已基本落实环评文件及环评批复中的要求，各项管理制度及环保措施已基本落实。

(三) 现场监测结果

非工作状态，西院区 III 类射线装置和 DSA 机房周围实测 X- γ 辐射剂量率范围分别为 (66.1~105.4) nGy/h 和 (68.3 ~118.3) nGy/h, 处于青岛市天然放射性本底水平范围内；工作状态，西院区 III 类射线装置和 DSA 机房周围实测 X- γ 辐射剂量率范围分别为 (65.0~434.2) nGy/h 和 (80.0~112.9) nGy/h, 满足《医用 X 射线诊断放射防护

要求》（GBZ130-2013）中规定的 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 的标准限值。

非工作状态，东院区数字胃肠和 DSA 机房周围实测 X- γ 辐射剂量率范围分别为 $(80.5 \sim 88.9) \text{ nGy/h}$ 和 $(86.6 \sim 113.8) \text{ nGy/h}$ ，处于青岛市天然放射性本底水平范围内；工作状态，东院区数字胃肠和 DSA 机房周围实测 X- γ 辐射剂量率范围分别为 $(75.8 \sim 91.7) \text{ nGy/h}$ 和 $(89.2 \sim 107.2) \text{ nGy/h}$ ，满足《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ130-2013）中规定的 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ 的标准限值。

工作状态，核医学科工作场所 X- γ 辐射剂量率监测结果为 $81.6 \text{ nGy/h} \sim 2.0 \mu\text{Gy/h}$ ，除了注射室、高活室、病人洗专用手间、碘-131 贮存柜表面外，其余各点均处于青岛市天然放射性本底水平范围内。

非工作状态和工作状态，西院区后装机机房周围实测 X- γ 辐射剂量率范围分别为 $(58.0 \sim 108.1) \text{ nGy/h}$ 和 $(61.3 \sim 121.4) \text{ nGy/h}$ ，处于青岛市天然放射性本底水平范围内。距后装机机头表面 5cm 处和 1m 处实测 X- γ 辐射剂量率分别为 $3.34 \mu\text{Gy/h}$ 和 214.4 nGy/h ，低于《后装 γ 源近距离治疗卫生防护标准》（GBZ121-2002）中规定的 $100 \mu\text{Gy/h}$ 和 $10 \mu\text{Gy/h}$ 的标准限值。

核医学科 β 表面污染监测结果最大值为 18.79 Bq/cm^2 ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

衰变池水总 α 放射性为 0.084 Bq/L ，低于《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中规定的 1 Bq/L 的标准限值；总 β 放射性为 4.703 Bq/L ，低于《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中规定的 10 Bq/L 的标准限值。

（三）职业人员与公众受照剂量结果

根据个人剂量检测报告可知辐射工作人员年有效累积剂量检测均低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定职业人员的剂量限值 20 mSv/a ，其中有 4 人高于环评报告表提出的 2 mSv/a 的管理约束限值。

根据估算结果，公众人员接受照射的年有效剂量为 0.004 mSv ，该年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定公众人员的剂量限值 1 mSv/a ，也低于环评报告表提出 0.1 mSv/a 的约束限值。

综上所述，青岛市市立医院核医学工作场所、后装机、DSA 及 III 类射线装置项目基本落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，建议进行建设项目竣工环境保护验收。

建 议

1. 进一步规范整理各种规章制度，完善辐射安全管理档案。
2. 继续加强对工作人员的培训教育、再培训。
3. 部分工作人员年度个人剂量超过管理限值，应对其做异常分析。
4. 继续完善应急预案，定期进行演练。