

核技术利用建设项目
青岛大学附属医院后装治疗机项目
环境影响报告表

青岛大学附属医院

二〇一九年六月

环境保护部监制

核技术利用建设项目
青岛大学附属医院后装治疗机项目
环境影响报告表

建设单位名称：青岛大学附属医院

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：青岛市市南区江苏路16号

邮政编码：266100 联系人：楚宏硕

电子邮箱：chuhs@qduhospital.cn 联系电话：18661806680



营业执照

统一社会信用代码
91370100MA3CKBFWXW



扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息

名称 山东蓝域分析测试有限公司

类型 其他有限责任公司

法定代表人 谷建潮

经营范围 质检技术服务；环境与生态监测；环境保护与治理咨询服务；地质谱测试服务；农产品、食品检验及技术咨询；建设项目环境影响评价；（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

注册资本 壹亿元整

成立日期 2016年10月26日

营业期限 2016年10月26日至2066年10月25日

住所 山东省济南市高新区经十路以南济南出口加工区海关卡口办公楼西楼一层3-105室



登记机关

2019年04月11日

仅限用于青岛大学附属医院后装治疗机项目

表1 项目基本情况

建设项目名称	后装治疗机项目				
建设单位	青岛大学附属医院				
法人代表	王新生	联系人	楚宏硕	联系电话	18661806680
注册地址	青岛市市南区江苏路16号				
项目建设地点	青岛大学附属医院（崂山院区）3号楼（门诊病房综合楼）一层放疗科的西北侧				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	341.2	项目环保投资（万元）	34	投资比例（环保投资/总投资）	9.96%
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input checked="" type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
	其他	/			

项目概述

1、医院简介

青岛大学附属医院始建于1898年，是一所集医疗、教学、科研、预防、保健、康复等功能为一体的省属综合性三级甲等医院。医院拥有国家级临床重点学科（专科）2个，省级临床重点专科31个，临床医学一级学科入选山东省一流学科，获批临床医学一级学科科学学位博士点及博士后科研流动站，临床医学一级学科专业学位博士点。医院共设立市南、崂山、西海岸和市北四个院区，分别位于青岛市市南区、崂山区、黄岛区及市北区。

本次后装治疗机项目位于青岛大学附属医院崂山院区，该院区位于青岛市崂山区海尔路59号，地理位置见图1-1。院区东侧为海尔路、南侧为仙霞岭路、西侧为浮山军苑居住区、北侧为银川西路，周边社会关系见图1-2，院区总平面布置见图1-3。

2、现有核技术利用回顾



图 1-1 青岛大学附属医院（崂山院区）地理位置图



图 1-2 青岛大学附属医院（崂山院区）周边社会关系图（卫星图片）



注：0001~0005 分别代表 W190537-0001~0005 监测点位，其中 0004 监测点位于 3 号楼（门诊病房综合楼）一层放疗科本项目拟建位置，0005 监测点位于本项目拟建位置东侧走廊。

图 1-3 医院平面布置及辐射现状监测布点图

青岛大学附属医院现持有《辐射安全许可证》（鲁环辐证〔02048〕，有效期至2023年8月16日），涉源部门为市南院区、崂山院区 and 市北院区，许可种类和范围为“使用III类、V类放射源，使用II类、III类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所”（详见附件2）。本次后装治疗机项目位于崂山院区，辐射安全许可证中已许可该院区使用种类和范围为“使用V类⁶⁸Ge放射源1枚（PET/CT校准源），乙级非密封放射性物质工作场所（PET中心、使用¹⁸F放射性核素）1处，II类射线装置3台（1台医用电子直线加速器、1台DSA、1台回旋加速器）及III类射线装置20台”。

青岛大学附属医院崂山院区核技术利用项目环评及验收汇总情况见表1-1。

表 1-1 青岛大学附属医院（崂山院区）核技术利用项目环评及验收汇总情况

所在院区	项目名称	主要建设内容	实际建设情况	环评批复文号/批复时间	验收情况
崂山院区 （崂山区 海尔路59号）	ECT、医用电子加速器及 DSA 辐射项目（报告表）	ECT：乙级非密封放射性物质工作场所； II类射线装置：2台医用电子直线加速器、1台 DSA 装置	建设1台 DSA 装置，现已移机报废	鲁辐环表审（2008）046号/ 2008年5月5日	拟开展
	新建 PET/CT 项目（报告表）	PET/CT 中心：建设1台回旋加速器，生产放射性核素，属乙级非密封放射性物质工作场所；使用1枚 ⁶⁸ Ge校正源（V类放射源）	在用	鲁辐环表审（2010）26号/ 2010年3月26日	拟开展
	医用电子直线加速器及 III 类射线装置项目（报告表）	II类射线装置：建设1台10MV医用电子直线加速器； II类射线装置：9台 III类射线装置	在用	鲁环辐表审〔2015〕51号/ 2015年3月3日	拟开展
	射线装置项目（登记表）	3台 III 类射线装置	在用	青环辐审〔2016〕23号/ 2016年4月12日	拟开展
	射线装置项目（登记表）	4台 III 类射线装置	在用	青环辐审〔2016〕69号/ 2016年10月27日	拟开展
	医用射线装置应用项目（登记表）	3台 III 类射线装置	在用	备案号 201737021200000006 2017年1月12日	拟开展
	医用射线装置应用项目（登记表）	2台 III 类射线装置	未安装	备案号 201737021200000059 2017年9月1日	拟开展
	医用射线装置应用项目（登记表）	1台 III 类射线装置	安装（辐射安全许可证手续正在	备案号 201837021200000110	拟开展

	表)		办理中)	2017年9月11日	
	医用射线装置应用项目(登记表)	1台III类射线装置	安装(辐射安全许可证手续正在办理中)	备案号 20173702120000070 2017年9月11日	拟开展
	新建医用电子直线加速器、 γ 后装治疗机及 DSA 装置项目(报告表)	II类射线装置: 4台15MV医用电子直线加速器及5台 DSA 装置; III类放射源: 1台 γ 后装治疗机, 内装 ^{192}Ir 放射源1枚(III类放射源)	安装2台 DSA 装置, 其他设备未安装(辐射安全许可证手续正在办理中)	鲁环辐表审[2018]12号/ 2018年8月17日	拟开展
	新建 DSA 装置项目(报告表)	II类射线装置: 1台飞利浦 UNIQ FD20 型 DSA 装置	1台 DSA 已安装(辐射安全许可证手续正在办理中)	青环辐审[2018]37号/ 2018年12月17日	拟开展

青岛大学附属医院崂山院区已建成运行的放射源、射线装置及核医学工作场所, 拟开展竣工环保验收工作。

3、项目建设内容

崂山院区为满足治疗需求, 拟购置后装治疗机1台, 安装于3号楼(门诊病房综合楼)一层放疗科的西北侧现有闲置加速器机房内, 用于放射治疗。本项目模拟定位依托医院放射科现有美国 GE 大孔径 CT 模拟机设备进行, 该设备已办理环评手续(青环辐审(2016)23号), 并在辐射安全许可证许可范围内。项目拟对医院现有空置直线加速器机房改造建设, 主要施工内容为机房室内装修改造及设备安装, 不对墙体材料及厚度进行改动。拟配的后装治疗机内装 ^{192}Ir 放射源1枚, 初装活度为 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$, 根据《关于发布放射源分类办法的公告》(原国家环保总局公告 2005 年 第 62 号)的分类办法, 属 III 类放射源。放射源基本参数见表 1-2。

表 1-2 放射源基本参数一览表

序号	放射源名称	初装活度	数量	类别	所属设备名称及型号	设备生产厂家
1	^{192}Ir	$3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$	1 枚	III类放射源	GAMMA MEDPLUS IX	瓦里安

4、产业政策及实践正当性

(1) 产业政策

根据《产业结构调整目录(2011年本)(修正)》, 本项目属于允许建设项目, 项目

建设符合国家产业政策要求。

(2) 实践正当性

γ 后装治疗机利用计算机遥控，将放射源导入施源管中相应的驻留位置上进行放疗，具有近源处靶区局部剂量高，射程短，周边剂量迅速跌落的特点，可有效提高肿瘤局部照射剂量，保护周围正常组织和重要器官。项目拟配的后装治疗机利用 ^{192}Ir 进行放射治疗，有利于提高医院的医学治疗水平，具有良好的社会效益和经济效益，经下文分析，在其运行过程中产生的辐射影响可以满足国家有关要求，带来的社会、经济效益足以弥补其可能引起的辐射危害，因此符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

5、目的与任务由来

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第1号）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原环境保护部令第47号）以及原山东省环境保护厅的有关规定，本项目应编制环境影响报告表，受青岛大学附属医院的委托，山东蓝城分析测试有限公司承担了该核技术利用项目的环境影响评价工作。公司技术人员在收集项目相关资料、现场调查、辐射环境现状监测及理论预测的基础上，依据《辐射环境保护管理导则 核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）等文件的要求，编制完成了《青岛大学附属医院后装治疗机项目环境影响报告表》。

表2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	¹⁹² Ir	$3.7 \times 10^{11} \text{Bq} / 3.7 \times 10^{11} \text{Bq} \times 1 \text{枚}$	III类 放射源	使用	放射治疗	3号楼（门诊病房综合楼）一层放疗科 西北侧后装机机房内	贮存于后装治疗机头源罐内 /位于后装治疗机机房内	新购

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）

表3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

表4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA)/ 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称		状态	核素名称	活度 (Bq)	月排放量 (Bq)	年排放总量 (Bq)	排放口浓度	暂存情况	最终去向
后装治疗机	退役或报废的 废 ^{192}Ir 源	固态	^{192}Ir	/	/	/	/	换源后直接 由供源单位 运走，不在 院区内暂存	供源厂家回收
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³；年排放总量用kg

2. 含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m³）和活度（Bq）

表6 评价依据

法规文件	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第9号，2015.1.1） ➢ 《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令第24号，2018.12.29） ➢ 《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，2013.10.1） ➢ 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号，2017.7.16） ➢ 《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，2005.12.1实施；国务院令第653号修订，2014.7.29） ➢ 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第44号，2017.6.29）及《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》（生态环境部令第1号，2018.4.28） ➢ 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第3号，2008.12.6）及《环境保护部关于修改部分规章的决定》（环境保护部令第47号，2017.12） ➢ 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号，2011.5.1） ➢ 《关于发布放射源分类办法的公告》（原国家环境保护总局公告2005年第62号，2005.12.23） ➢ 《关于发布<放射性废物分类>的公告》（环保部 国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017.12） ➢ 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（国家环境保护总局、公安部、卫生部环发〔2006〕145号，2006.9.26） ➢ 《放射工作人员职业健康管理办法》（卫生部令第55号，2007.6.3） ➢ 《山东省辐射污染防治条例》（山东省人大常委会公告第37号，2014.5.1）
------	--

<p style="text-align: center;">技 术 标 准</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 《辐射环境保护管理导则核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016) ➤ 《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) ➤ 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2016) ➤ 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) ➤ 《医疗照射放射防护基本要求》(GBZ179-2006) ➤ 《医学放射工作人员放射防护培训规范》(GBZ/T149-2015) ➤ 《放射工作人员健康要求》(GBZ 98-2017) ➤ 《后装γ源近距离治疗放射防护要求》(GBZ121-2017) ➤ 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》(GBZT 201.1-2007) ➤ 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第3部分：γ射线源放射治疗机房》(GBZ/T 201.3-2014) ➤ 《放射性物品安全运输规程》(GB11806-2019)
<p style="text-align: center;">其 他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 项目环境影响评价委托书 ➤ 《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》(山东省环境监测中心站, 1989年) ➤ 《辐射防护手册》第一分册《辐射源与屏蔽》(李德平主编) ➤ 《辐射防护手册》第三分册《辐射安全》(李德平主编) ➤ 《辐射防护技术与管理》第一卷(张丹枫、赵兰才主编)

表7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的规定要求：“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m的范围。”

本项目评价范围为：后装治疗机治疗室屏蔽墙体外 50m的范围内。

7.2 保护目标

本项目环境保护目标主要为评价范围内从事本项目放射诊疗的辐射工作人员和公众人员，其中辐射工作人员指从事本项目放射诊疗的辐射工作人员，公众成员为项目工作场所外非本项目的活动人员。

表 7-1 本项目主要保护目标一览表

保护目标	相对距离	保护目标的情况	人数
辐射工作人员	相邻	工作场所内工作人员	5
公众人员	0~50m	治疗室外非本项目活动人员	<50人

7.3 评价标准

7.3.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

(1)职业照射剂量限值

- a、连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv；
- b、任何一年中的有效剂量，50mSv；
- c、眼晶体的年当量剂量，150mSv；
- d、四肢（手和脚）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

(2)公众照射剂量限值

①公众照射剂量限值

- 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；

c、眼晶体的年当量剂量，15mSv；

d、皮肤的年当量剂量，50mSv。

对辐射工作人员、公众人员的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，而应依据辐射防护最优化原则，按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。本次评价取 1/10 作为辐射工作人员、公众人员的年管理剂量约束值。

7.3.2 《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》（GBZ121-2017）防护要求

GBZ121-2017 中对后装治疗涉及的“4 治疗设备的防护要求”、“5 治疗室的防护要求”如下：

第 4 款：治疗设备的防护要求

第 4.1 款：放射源

第 4.1.1 款：后装治疗用 γ 放射源，必须符合GB4075 的规定。尽可能选择高比活度、能量合适的 γ 放射源。

第 4.1.2 款：放射源应有生产厂家提供的说明书及检验证书。说明书应载明放射源编号、核素名称、化学符号、等效活度与标定日期、表面污染与泄漏检测结果和生产单位名称等。

第 4.1.3 款：放射源的更换应由专业技术人员进行，在换源过程中应加强操作人员的放射防护措施和辐射剂量监测。

第 4.1.4 款：放射源运输必须符合GB11806 的规定。

第 4.1.5 款：退役放射源应按国家有关规定进行处理。

第 4.2 款：贮源器

第 4.2.1 款：放射源运输贮源器表面应标有放射性核素名称，最大容许装载活度和牢固、醒目的、符合GB18871 要求的电离辐射警告标志。

第 4.2.2 款：工作贮源器内装载最大容许活度的放射源时，距离贮源器表面 5cm 处的任何位置，因泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于 $50\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ ；距离贮源器表面 100cm 处的球面上，任何一点因泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于 $5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

第 4.2.3 款：装载放射源的运输贮源器或工作贮源器，应存放在限制一般人员进入的放射治疗室或专用贮源库内。

第 4.4 款：放射源控制与传输

第 4.4.2 款：后装治疗设备控制系统应有安全锁等多重保护和联锁装置。应能防止由于计时器控制、放射源传输系统失败，源通道或控制程序错误以及放射源连接脱落等电气、机械发生故障或发生误操作的条件下造成对患者的误照射。

第 4.4.3 款：实施治疗期间，当发生停电、卡源或意外中断照射时，放射源应能自动返回工作贮源器，并显示和记录已照射的时间和剂量，直到下一次照射开始，同时应发出声光报警信号。当自动回源装置功能失效时，应有手动回源措施进行应急处理。

第 4.4.4 款：在控制台上，应能通过 γ 射线监测显示放射源由工作贮源器内输出和返回贮存位置的状态。控制台上应有紧急停机开关。

第 5 款：治疗室的防护要求

第 5.1 款：治疗室应与准备室、控制室分开设置。治疗室内有效使用面积应不小于 20m^2 ，应将治疗室设置为控制区，在控制区进出口设立醒目的符合 GB18871 规定的辐射警告标志，严格控制非相关人员进入控制区；将控制区周围的区域和场所设置为监督区，应定期对这些区域进行监督与评价。

第 5.2 款：治疗室应设置机械通风装置，其通风换气能力应达到治疗期间使室内空气每小时交换不小于 4 次。

第 5.3 款：治疗室入口应采用迷路形式，安装防护门并设置门-机联锁，开门状态不能出源照射，出源照射状态下若开门放射源自动回到后装治疗设备的安全位置。治疗室外防护门上方要有工作状态显示。治疗室内适当位置应设置急停开关，按下急停开关应能使放射源自动回到后装治疗设备的安全位置。

第 5.4 款：治疗室防护门应设置手动开门装置。

第 5.5 款：在控制室与治疗室之间应设置监视与对讲设施，如设置观察窗，其屏蔽效果应与同侧的屏蔽墙相同。

第 5.6 款：设备控制台的设置应能操作者在任何时候都能全面观察到通向治疗室的通道情况。

第 5.7 款：应配备辐射监测设备或便携式测量设备，并具有报警功能。

第 5.8 款：治疗室墙壁及防护门的屏蔽厚度应符合防护最优化的原则，治疗室屏蔽体外 30cm 处因透射辐射所致的周围剂量当量率应不超过 $2.5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

第 5.9 款：在治疗室迷道出、入口处设置固定式辐射剂量监测仪并应有报警功能，其显示单元应设置在控制室内或机房门附近。

第 5.10 款：治疗室内应配有合适的储源容器、长柄镊子等应急设备。

第 5.11 款：治疗室内合适的地方应张贴应急指示。

第 6 款：实施后装治疗时的防护要求

第 6.8 款：实施治疗时，除病人外，治疗室内不得停留任何人员。

第 6.9 款：施源器、治疗床等表面因放射性物质所造成的 β 污染水平应低于 $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ ，若高于此污染水平应采取相应去污和放射源处理措施。

第 6.10 款：治疗单位应按 GBZ128 的要求对放射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案；放射工作人员进入治疗室应携带个人剂量报警设备。

7.3.3 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分： γ 射线源放射治疗机房》（GBZ/T 201.3-2014）

使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，可以依照附录 A，由以下周剂量参考控制水平 H_c ($\mu\text{Sv}/\text{周}$) 求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)：

- 1) 放射治疗机房外控制区的工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；
- 2) 放射治疗机房外非控制区的人员： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

GBZ/T 201.3-2014 中对后装放射治疗机房的防护要求如下：

(1) 后装治疗按 4π 发展的点源考虑机房屏蔽，应在治疗机房的地面标示出相应机房外可能受照剂量最高的使用位置。

(2) 后装治疗机房应设置迷路。

参考以上标准，本次评价以 $2.0\text{mSv}/\text{a}$ 作为辐射工作人员的管理剂量约束值，以 $0.1\text{mSv}/\text{a}$ 作为公众成员的管理剂量约束值；本次评价采用 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 作为后装机治疗室治疗室屏蔽体外 30cm 处剂量当量率目标控制值。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目选址

青岛大学附属医院崂山院区位于青岛市崂山区海尔路59号，地理位置见图1-1。院区东侧为海尔路、南侧为仙霞岭路、西侧为浮山军苑居住区、北侧为银川西路，周边社会关系见图1-2。

项目后装治疗机房位于3号楼一层放疗科的西北侧，机房的南侧为闲置加速器机房，北侧隔外部通道为山体土层，东侧为控制室，西侧为土层，上方为PET/CT机房，下方为土层。项目拟建位置处于整栋建筑最底层，处于所在建筑楼体的一端，项目选址充分考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全，选址合理。

后装治疗机拟建位置现状照片见图8-1。



图 8-1 后装治疗机拟建位置现状照片（拍摄于 2019 年 4 月 29 日）

8.2 辐射环境现状调查监测

- 1、监测因子：环境地表 γ 辐射空气吸收剂量率
- 2、监测点位：根据项目平面布置和周围环境情况，共设 5 个辐射环境现状调查监测点位，点位代号 0001~0005，监测点位描述见表 8-2，点位布点图见图 1-3。
- 3、监测机构：山东蓝城分析测试有限公司，资质认定证书编号：171520345345。
- 4、质量保证措施
 - (1) 监测仪器：环境级检测仪器使用 XH-2010 型 X- γ 剂量率仪，经山东省计量科

学研究院检定合格，检定证书编号：Y16-20180880，有效期至2019年9月5日。主要技术性能见表8-1。

表8-1 XH-2010型X-γ剂量率仪主要参数

序号	项目	主要参数
1	测量范围	0.001μGy/h~200μGy/h
2	刻度精度	在温度为+20℃时，沿刻度场内的刻度方向， ¹³⁷ Cs的读数<±10%
3	能量范围	在0.05μGy/h~100μGy/h范围内，为40keV~3MeV
4	能量响应	在0.05μGy/h~100μGy/h范围内，-20% ~ +30%
5	温度范围	-10 ~ +55℃工作状态

(2) 监测人员：本次由两名监测人员共同进行现场监测，两人均持证上岗。

(3) 监测依据：《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-1993）和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中相关规定进行监测和布点。

5、监测时间、环境温度：2019年4月29日，晴，16℃

6、监测结果：监测结果见表8-2。

表8-2 辐射环境现状调查监测结果（μGy/h）

序号	点位代号	监测点位描述	γ辐射空气吸收剂量率	标准偏差
1	0001	3号楼（门诊病房综合楼）北侧停车场	0.06	0.005
2	0002	3号楼（门诊病房综合楼）西侧停车场	0.07	0.004
3	0003	3号楼（门诊病房综合楼）南侧空地	0.07	0.004
4	0004	3号楼（门诊病房综合楼）一层本项目拟建位置	0.08	0.004
5	0005	3号楼（门诊病房综合楼）一层本项目拟建位置东侧走廊	0.08	0.005

8.3 辐射环境现状评价

《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》（山东省环境监测中心站，1989年）提供的青岛地区γ辐射空气吸收剂量率数据见表8-3。

表8-3 青岛市环境天然辐射水平（×10⁻⁸Gy/h）

监测内容	范围	平均值	标准差
原野	4.24~13.00	6.62	1.45
道路	1.15~12.40	6.90	2.38

室内	3.12~16.16	10.09	2.33
----	------------	-------	------

本次监测点位医院 3 号楼（门诊病房综合楼）北侧、西侧停车场及 3 号楼（门诊病房综合楼）南侧空地位置环境 γ 辐射空气吸收剂量率为（0.06~0.07） $\mu\text{Gy/h}$ ，即（6.0~7.0） $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ，处于青岛市原野（4.24~13.00） $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 环境天然辐射水平范围内，3 号楼（门诊病房综合楼）一层本项目拟建位置及项目拟建位置东侧走廊监测点位环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 0.08 $\mu\text{Gy/h}$ （8.0 $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ ），处于青岛市室内（3.12~16.16） $\times 10^{-8}\text{Gy/h}$ 环境天然辐射水平范围内。综上，项目建设位置环境 γ 空气吸收剂量率现状与该地区天然放射性本底处于同一水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 项目工程分析与源项

9.1.1 工程设备和工艺分析

本项目后装治疗机机房内拟配置 1 台瓦里安 GAMMA MEDPLUS IX 型后装治疗机，内装 ^{192}Ir 放射源 1 枚，装源活度为 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ (10Ci)，属 III 类放射源。

1、后装治疗机简介

(1) 用途

后装治疗机是放射治疗癌症的设备，结合了放射影像处理技术、放射物理、剂量学及计算机技术，将 ^{192}Ir 放射源准确安全输送至患者病灶位置进行放射治疗，主要适用于治疗妇科、鼻咽、食道、支气管、直肠等肿瘤。

(2) 主要技术参数

拟配的后装治疗机主要设备参数见表 9-1。

表 9-1 后装治疗机主要设备参数

序号	项目	辐射源项
1	生产厂家及型号	美国瓦里安 GAMMA MEDPLUS IX
2	内装放射源	^{192}Ir
3	初装源活度	$3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ 枚数：1 枚
4	γ 射线能量均值	0.37MeV
5	放射源从源容器至施源器的最大传输时间	<3s
6	贮源器部件辐射防护性能	距离贮源器表面 5cm 处的任何位置，因泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于 $50\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 距离贮源器表面 100cm 处的球面上，任何一点因泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于 $5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$

(3) 辐射源项

后装治疗机主要利用放射源 ^{192}Ir 发射的 γ 射线对病灶进行治疗。

^{192}Ir 半衰期为 74 天。主要有 3 种能量的 β 射线，分别为 258.65keV (5.605%)、538.78 keV (41.76%)、675.12keV (48.03%)；X- γ 射线： ^{192}Ir 发射的 X 射线份额较少， γ 射线有 4 中分支比较大，能量分别为 316.51keV (83.0%)、468.07keV (47.7%)、308.46keV (29.3%)、295.96keV (28.3%)。 ^{192}Ir 衰变纲简图见图 9-1。

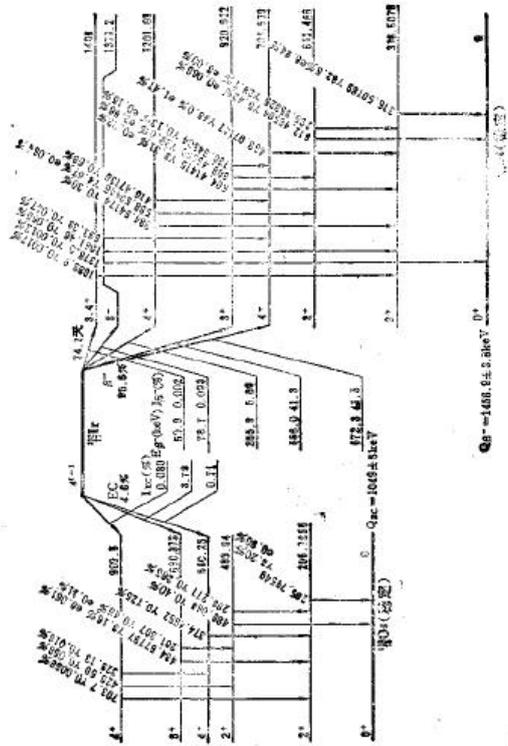


图 9-1 ^{192}Ir 衰变纲图

(4) 仪器结构

后装治疗机由治疗计划系统、控制系统和后装机三部分组成。

后装治疗机具有良好的自屏蔽措施， ^{192}Ir 放射源装于机头源罐内，源罐由外而内分别为不锈钢外壳、铅防护、钨合金防护，防护性能良好。 ^{192}Ir 放射源源罐结构见图 9-2。

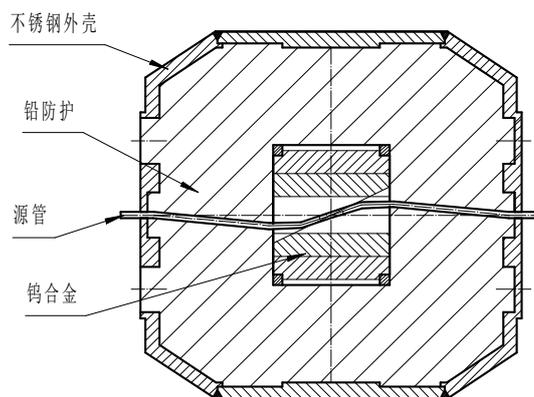


图 9-2 ^{192}Ir 放射源源罐结构示意图

(5) 工作原理

后装治疗机采用近距离后装治疗方式，利用 ^{192}Ir 放射源发出的 γ 射线束形成一高剂

量的靶区。对人体由恶性肿瘤的部位进行照射，使肿瘤组织受到不可逆损毁。可通过腔内、管内、鼻咽、支气管、前列腺、胸部等体内肿瘤和皮肤浅表肿瘤进行近距离放射治疗。整机由后装治疗机及控制操作软件和放疗计划软件构成，可由治疗计划给出治疗方案，也可由医生对病变部位和体内器官的剂量要求，通过人机对话的方式输入各通道的驻留点位置及各点的驻留时间，从而精确的控制照射剂量，把对相邻正常组织的影响限制到最低水平，得到最佳的治疗效果。

(6) 治疗流程

后装治疗机放射治疗流程如下：

①登记候诊：对肿瘤放疗患者进行登记、候诊。

②模拟定位：使用放疗中心内大孔径 CT 模拟定位机对患者的肿瘤进行定位检查（模拟定位过程会产生 X 射线，项目所使用的 CT 设备已办理环评手续（青环辐审〔2016〕23 号），并在辐射安全许可证许可范围内，本次报告不再进行评价。）。

③制定治疗计划：根据定位图像和病灶位置、大小制定治疗计划，并反复优化最佳方案。

④摆位准备：将施源器与后装机连接，放入腔内，核对计划。

⑤实施照射：控制台输出治疗剂量和时间，实施照射。

⑥照射结束：确认放射源回位后，按无菌要求取出施源器，将患者移出机房。

γ 后装治疗机治疗流程见图 9-3。

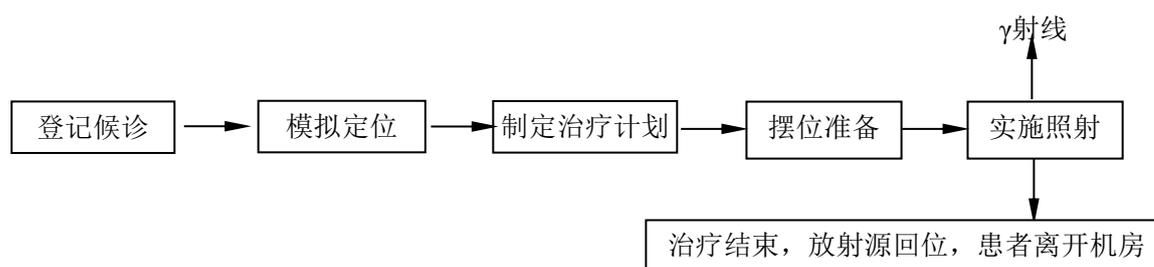


图 9-3 后装治疗机治疗流程简图

9.2 污染源项描述

后装治疗机在正常工况下主要产生 γ 射线，无放射性废水和放射性废气产生。

9.2.1 γ 射线

后装治疗机内的 ^{192}Ir 放射源发射的 β 射线穿透能力较弱，设备的自屏蔽可完全屏蔽，而发射的 γ 射线穿透能力较强，对机房周围环境可造成一定的辐射污染。污染途径为：后装治疗机在贮源状态下 ^{192}Ir 放射源发射出的 γ 射线穿过源罐逃逸产生的泄漏辐射；在治疗状态下，将 ^{192}Ir 放射源导入施源管中相应的驻留位置上进行放疗，将产生有用线束、散射辐射等。

9.2.2 放射性固废

后装治疗机配置的 ^{192}Ir 放射源一定期限后需换源，退役时产生退役废旧放射源，换源事宜由供源厂家专业技术人员负责，更换下的退役放射源随即由供源厂家进行回收运出，不在医院暂存。在换源前提前提出送贮申请并签订收贮合同，并根据《山东省辐射环境管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关规定办理废旧放射源转让事宜。

9.2.3 非放射性气体

后装治疗室内可能产生非放射性有害气体氮氧化物（ NO_x ）和臭氧（ O_3 ）等非放射性气体。氮氧化物产额较低，主要以臭氧为主，具有刺激性作用的非放射性有害气体，通过排风系统可最大限度降低有害气体的浓度。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全措施与防护措施

10.1.1 项目安全措施

1、工作场所布局

后装机治疗工作场所由治疗室（含直迷路）及控制室组成，医院拟对后装机治疗工作场所进行分区管理，将后装治疗机所在治疗室四周墙壁围成的区域划为控制区，在控制区进出口设立醒目的符合 GB18871 规定的辐射警告标志，严格控制非相关人员进入控制区；将控制区周围的闲置直线加速器机房、控制室、走廊等区域划为监督区。后装机治疗工作场所布局及分区示意图见图 10-1。

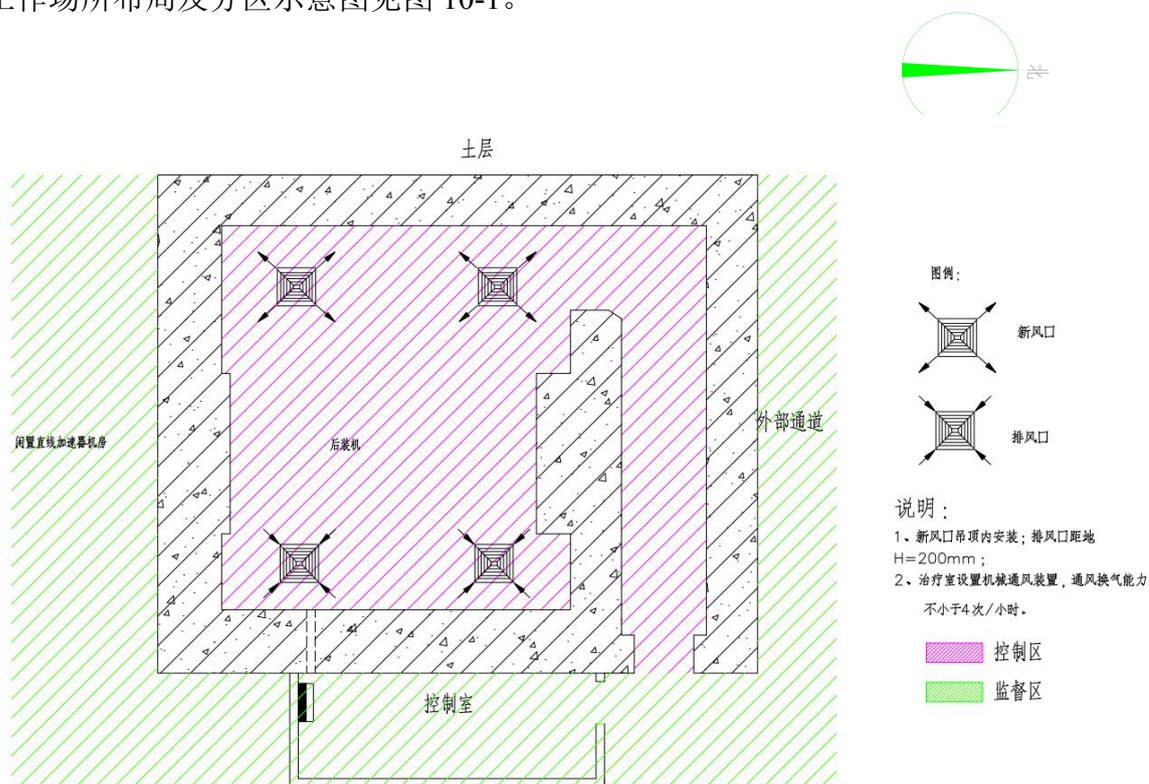


图 10-1 项目平面布置、分区管理及通风设计图

2、设计参数

根据医院提供资料，本项目后装机机房主要设计参数如下：

治疗室：南北净宽 7.2m（治疗室北墙至迷道内墙的最小距离），东西净长 9.1m，净面积 70.82m²（不含迷道及迷道内墙面积），满足《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》（GBZ121-2017）第 5.1 款“治疗室内有效使用面积不小于 20 m²”的规定。治疗室内净高为 3.1m（不含吊顶高度，含吊顶高度为 4.3m），治疗室净容积为 219.54m³。

后装治疗机房由原设计的加速器机房进行改造，其墙体材料及厚度不变。机房四周墙体及室顶采用混凝土（密度 $\geq 2.35\text{g/cm}^3$ ）实体屏蔽，其中原加速器机房南墙、北侧迷路内墙及室顶设置主屏蔽，本次评价保守按照各墙体次屏蔽厚度进行介绍及评价计算。西墙为 1200mm 混凝土；东墙为 1500mm 混凝土；南墙为 1500mm 混凝土；室顶为 1500mm 混凝土；迷路内墙为 1200mm 混凝土；迷路外墙为 1200mm 混凝土；防护门为铅钢结构，总厚度 10cm，防护能力 6mmPb 当量。

直迷道：东西长 10.6m，南北宽 2.0m。

后装机治疗室内设置机械通风系统，进风口（2 处），分别设置在后装机治疗室吊顶内的西北、西南角，出风口（2 处）设置在后装机治疗室的东北、东南角，距离地面约 0.2m 处，通风风量为 $2100\text{m}^3/\text{h}$ ，通风换气能力为 9.57 次/h，通风换气能力大于 4 次/h，且满足“上进下出、对角设置”原则。治疗室进、排风管道呈 Z 型通道穿过治疗室的屏蔽墙。连接后装机与控制室的电缆沟穿墙均按 U 型设计。

根据医院提供资料，本项目后装治疗机治疗室（原空置加速器机房）屏蔽参数见表 10-1。

表 10-1 后装治疗机治疗室墙体及防护门屏蔽参数

墙体、防护门		屏蔽材料及厚度
北墙	迷路外墙	1200mm 混凝土
	迷路内墙	1200mm 混凝土
南墙		1500mm 混凝土
西 墙		1200mm 混凝土
东 墙		1500mm 混凝土
室 顶		1500mm 混凝土
防护门（西墙处）		铅钢结构，总厚度 10cm，防护能力 6mmPb

3、安全防护措施

1、监控与安全装置

①后装机机房与控制室之间拟安装监控设备、对讲装置，在治疗过程中可通过监视器观察病人，可通过对讲装置与机房内人员进行对话。控制台上设置紧急回源装置，在紧急情况下可使源退回贮源罐内。

②机房入口防护门拟设计安全联锁装置，防护门打开或没有关严时，不能出源，开门则源收入贮源罐。

③防护门上方拟设计工作状态指示灯；入口处拟悬挂电离辐射警告标志。

④机房迷路出、入口处拟设计有 1 套固定式辐射剂量监测系统并具有报警功能，其显示单元设置在控制室内。

⑤在主机程序中设计有自检系统，包括机器自检、复位自检和通道自检。进行治疗前，先进行自检和模拟治疗，确保放射源通道通畅，再进行治疗。治疗过程中，若出现故障或意外情况，利用设备自带安全系统，放射源能够自动回到贮存位。

⑥治疗室防护门拟设置手动开门装置。

⑦治疗室内拟配备合适的储源容器、长柄镊子等应急设备。

2、防护用品配备

医院拟于后装机机房内配置 5 名辐射职业工作人员，工作人员均为院内调配，已配备个人剂量计。

项目拟配置 1 台辐射监测仪、2 台个人剂量报警仪及 1 台表面污染监测仪。

项目辐射安全设施布局情况见图 10-2。

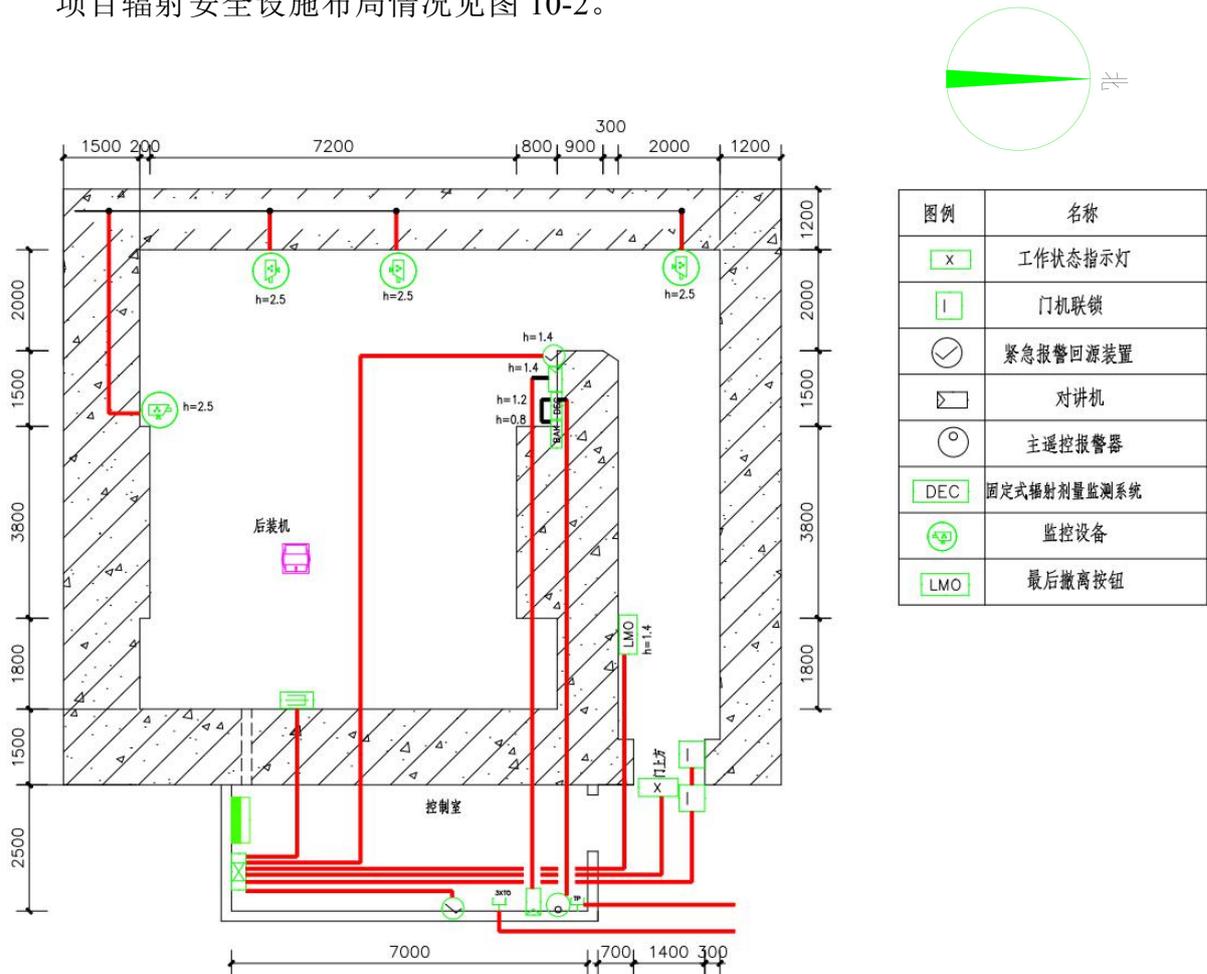


图 10-2 辐射安全设施布局图

10.2 三废的治理

本项目后装治疗机运行中不产生也不排放放射性废气、放射性废水。 ^{192}Ir 产生的 γ 射线与空气作用可能产生臭氧(O_3)和氮氧化物(NO_x)等非放射性气体,治疗室内设置机械通风系统,设计2个进风口,2个排风口,通风换气能力不小于4次/h,可以有效降低有害气体的浓度。满足《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》(GBZ121-2017)中“5.2 治疗室应设置机械通风装置,其通风换气能力应达到治疗期间使室内空气每小时交换不少于4次”的要求。

医院拟与供源厂家签订回收协议,报废或退役的源由供源厂家直接负责换源并回收,供源厂家负责运输,不在医院内暂存。因此,报废或退役的 ^{192}Ir 源可得到妥善处置。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目利用医院现有空置直线加速器机房改造建设，主要施工内容为室内装修改造及设备安装，不对墙体材料及厚度进行改动。污染因素主要为施工期噪声及粉尘，施工期间加强环境保护管理，采取有效防尘抑尘措施，通过合理布局、选取低噪设备等措施减少噪声污染。经采取相应的防治措施后，施工期环境影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射屏蔽校核

11.2.1.1 核算参数

(1)主要辐射特征参数

后装治疗机主要辐射特征参数见表 11-1。

表 11-1 后装治疗机主要辐射特征参数

序号	项 目	指标内容
1	放射源	¹⁹² Ir
2	拟装源活度	3.7×10 ¹¹ Bq (10Ci) (1 枚)
3	¹⁹² Ir 半衰期	74d
4	γ射线能量均值	0.37MeV
5	空气比释动能率常数 K _y	0.111μSv/ (h·MBq)

(2)TVL (什值层)

参照 GBZ/T201.3-2014 中附录 C，¹⁹²Ir 在混凝土中的 TVL (什值层) 为 152mm、在铅的 TVL (什值层) 为 16mm。

11.2.1.2 屏蔽墙体、室顶及防护门厚度核算

1、计算公式

采用 GBZ/T201.3-2014 中推荐公式：

①屏蔽厚度与屏蔽透射因子的相应关系计算公式

$$B=10^{-(Xe+TVL-TVLP)/TVL} \dots \dots \dots (式 11-1)$$

式中：

X_e	有效屏蔽厚度 mm
TVL_1	第一什值层厚度, mm
TVL	平衡什值层厚度, mm
B	辐射屏蔽透射因子

②屏蔽体外关注点剂量率计算公式

$$H = B \cdot (H_0 \cdot f) / R^2 \dots\dots\dots \text{(式 11-2)}$$

式中：

H	关心点剂量率
H_0	放射源在距其 1m 处的剂量率, 单位: $\mu\text{Sv/h}$, 计算公式见 11-8
R	放射源至关注点的距离, 单位: m
f	辐射比率, 对有用线束为 1

其中 H_0 计算公式如下：

$$H_0 = A \cdot K_y \dots\dots\dots \text{(式 11-3)}$$

式中：

H_0	放射源在距其 1m 处的剂量率, 单位: $\mu\text{Sv/h}$
A	放射源活度, 单位 MBq
K_y	放射源的空气比释动能率常数, 单位 $\mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$

③防护门入口处的散射辐射剂量计算公式：

$$H_g = A \cdot K_y \cdot S_w \cdot \alpha_w / (R_1^2 \cdot R_2^2) \dots\dots\dots \text{(式 11-4)}$$

式中：

A	放射源活度, 单位 MBq
K_y	放射源的空气比释动能率常数, 单位 $\mu\text{Sv}/(\text{h} \cdot \text{MBq})$
S_w	迷路内口墙的散射面积, 其为放射源和机房入口共同可见的墙区面积, 单位 m^2
α_w	散射体的散射因子
R_1	放射源至散射体中心点的距离, 单位 m
R_2	散射体中心点至计算点的距离, 单位 m

④防护门外的辐射剂量率计算公式：

$$H = H_g \cdot 10^{-(x/TVL)} \dots\dots\dots \text{(式 11-5)}$$

式中：

H_g	防护门入口处的散射辐射剂量, 单位 $\mu\text{Sv/h}$
TVL	铅的什值层厚度

2、关注点选取

后装治疗机 ^{192}Ir 放射源活动范围距东墙、西墙的距离均为 1m，距南墙原加速器机房主屏蔽的距离为 1m，距北侧迷道内墙主屏蔽距离为 1m，距离地面最大高度为 1.3m。由于西墙外为土层并且在土层 50m 内不再规划其他建筑，因此选取南、东、北侧屏蔽墙、室顶及防护门外 30cm 处的 A、B、C、D、E 关注点进行核算，各关注点位置见图 11-1。

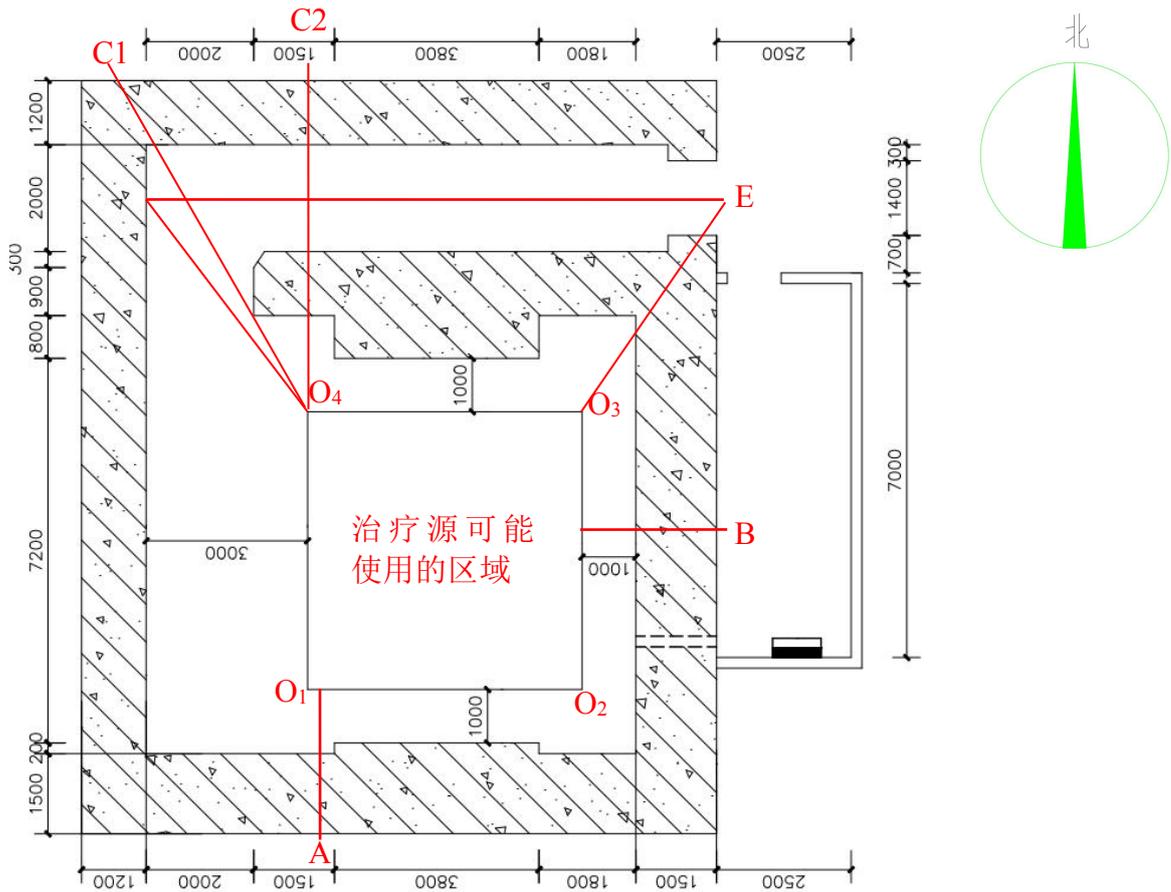


图 11-1a 后装机房平面剂量率关注点及辐射路径示意图

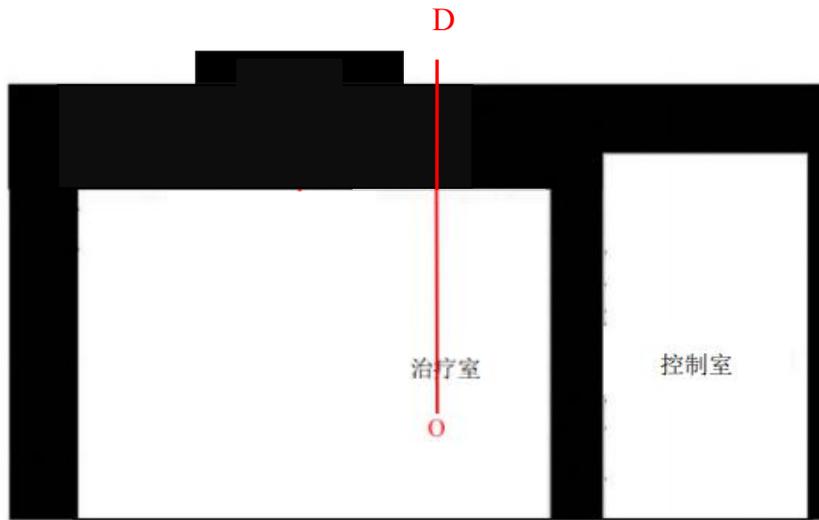


图 11-1b 后装机房剖面剂量率关注点及辐射路径示意图

3、计算结果

为考察屏蔽墙的屏蔽效果，本评价仅考虑在治疗状态下， ^{192}Ir 处于裸源状态时，由式 11-3 计算出 1m 处剂量率为 $4.107 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ 。

(1)屏蔽墙外辐射剂量率

各屏蔽墙体及室顶外关注点辐射剂量率计算结果见表 11-2。

表 11-2 墙体及室顶外关注点辐射剂量率计算结果

关注点	关注点描述	1m 处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽厚度 (mm)	辐射源至关注点的距离 (m)	关注点处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	是否合格
A	南墙外 30cm 处	4.107×10^4	1500mm 混凝土 (保守取原机房次屏蔽厚度)	3.0	6.18×10^{-7}	2.5	是
B	东墙外 30cm 处	4.107×10^4	1500mm 混凝土	2.8	7.09×10^{-7}	2.5	是
C1	北墙外 30cm 处	4.107×10^4	1200mm 混凝土 (屏蔽厚度保守取北墙屏蔽厚度)	7.4	9.56×10^{-6}	2.5	是
C2	北墙外 30cm 处	4.107×10^4	1200mm 混凝土 (保守取原机房次屏蔽厚度) +1200mm 混凝土	6.5	1.58×10^{-13}	2.5	是
D	室顶外 30cm 处	4.107×10^4	1500mm 混凝土 (保守取原机房次屏蔽厚度)	4.8	2.41×10^{-7}	2.5	是

(2)防护门外辐射剂量率

防护门外侧 E 点处辐射剂量率包括射线穿过迷路内墙的辐射路径和射线一次散射散射路径的叠加。

①E 点处射线穿过迷路内墙的辐射剂量率

E 点处射线穿过迷路内墙的辐射剂量率计算结果见表 11-3。

表 11-3 E 点处射线穿过迷路内墙的辐射剂量率计算结果

关注点	关注点描述	1m 处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	屏蔽厚度 (mm)	辐射源至关注点的距离 (m)	关注点处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
E	东墙防护门外 30cm 处	4.107×10^4	1200mm 混凝土	5.7	1.61×10^{-5}

②E 点处射线一次散射辐射剂量率

E 点处射线一次散射辐射剂量率计算结果见表 11-4。

表 11-4 E 点处射线一次散射辐射剂量率计算结果

关注点	计算参数				计算结果 H_g ($\mu\text{Sv/h}$)
	S_W (m^2)	α_w	R_1 (m)	R_2 (m)	
E (东墙防护门)	12.62	3.39×10^{-2}	4.36	10.1	9.06

③防护门屏蔽后辐射剂量率

防护门屏蔽后辐射剂量率计算结果见表 11-5。

表 11-5 防护门屏蔽后辐射剂量率计算结果

关注点	关注点描述	射线穿过迷路内墙的 辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	射线一次散射 辐射剂量率 $\mu\text{Sv/h}$	屏蔽厚度 mm	关注点处剂量 率 ($\mu\text{Sv/h}$)
E	东墙防护门外 30cm 处	1.61×10^{-5}	9.06	6	0.57

由表 11-2、11-5 两表可知，后装治疗机治疗室各侧墙体、室顶及防护门外关注点辐射剂量率为 $0.57 \mu\text{Sv/h}$ ，小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的剂量率要求限值。

11.2.1.3 人员所受辐射剂量估算与评价

(1)估算公式

人员所受辐射剂量估算公式：

$$H=0.7 \times H_p \times t \div 1000 \dots\dots\dots (\text{式 } 11-6)$$

(2)工作负荷

后装机房拟设置 5 名辐射工作人员，其中医生 1 名、物理师 2 名、技师 1 名、维修人员 1 名，专职从事后装治疗机治疗工作。医院提供的工作负荷见表 11-6。

表 11-6 后装治疗机放射治疗工作负荷

最大治疗人数 (例/天)	平均每例患者 照射时间	年工作时间 (天/年)	年照射时间 (h/年)
10	10min/人	5 天/周×50 周/年=250 天	416.7h
每天摆位次数次/ 天)	每次摆位时间	年工作时间	年摆位时间 (h/年)
10	5min/人	5 天/周×50 周/年=250 天	208.3h

(3)停留因子

停留因子参照《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》(GBZ/T201.1-2007)选取，具体数值见上表 11-7。

表 11-7 停留因子的选取

场所	居留因子 (T)		停留位置
	典型值	范围	
全停留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室及周边建筑物中的驻留区
部分停留	1/4	1/2-1/5	1/2: 相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的病人检查室 1/5: 走廊、雇员休息室、职员休息室
偶然停留	1/16	1/8-1/40	1/8: 各治疗室房门 1/20: 公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室 1/40: 仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场, 车辆自动卸货/卸客区域、楼梯、无人看管的电梯

(4)估算结果及评价

①职业人员辐射年有效剂量估算

摆位：在后装治疗机照射前，辐射工作人员需进入治疗室进行摆位，会受到后装机放射源泄漏辐射照射。根据《后装γ源近距离治疗放射防护要求》(GBZ121-2017)中的要求，距离贮源器表面 100cm 处的球面上，任何一点因泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于 5μSv·h⁻¹，本次环评采用该值近似估算泄漏辐射对辐射工作人员造成的年剂量。

医院提供的摆位工作负荷：每天摆位次数为 10 次、平均每次摆位时间约 5min、年摆位时间为 208.3h，则摆位人员可能接受的最大辐射年有效剂量为 $0.7 \times 5 \times 208.3 \div 1000 = 0.73 \text{mSv/a}$ 。

照射：根据表 11-2 可知，实施照射时，控制室位置（即迷道外墙外）辐射剂量率为 $7.09 \times 10^{-7} \mu\text{Sv/h}$ ，该区域方向使用因子、居留因子均取 1，则辐射工作人员可能接受的年有效剂量为 $0.7 \times 7.09 \times 10^{-7} \times 416.7 \div 1000 = 2.07 \times 10^{-7} \text{mSv/a}$ 。则辐射职业工作人员最大年有效剂量为 $0.73 \text{mSv/a} + 2.07 \times 10^{-7} \text{mSv/a} = 0.73 \text{mSv/a}$ ，低于本报告提出的 2mSv/a 的管理剂量约束值。

②公众成员辐射年有效剂量估算

公众成员年有效剂量主要考虑后装机机房周围公共场所影响。公众活动区域为防护门、东墙、南墙、北墙和室顶外，根据理论计算结果，公众活动区域内剂量率大值为 $0.57 \mu\text{Sv/h}$ ，出现于防护门外，该区域方向使用因子保守取 1，居留因子取 1/4，则公众成员的年有效剂量为 $0.7 \times 0.57 \times 416.7 \div 1000 \div 4 = 0.04 \text{mSv/a}$ ，低于本评价采用的公众成员 0.1mSv/a 的管理剂量约束值。

③评价结果

根据上述估算结果，有关人员辐射年有效剂量评价结果见表 11-9。

表 11-9 后装机工作场所有关人员辐射最大年有效剂量评价

治疗室名称	人员描述	所处位置	最大年有效剂量(mSv/a)	年管理剂量约束值(mSv/a)	是否合格
后装治疗机治疗室	辐射工作人员	控制室、治疗室内摆位	0.73	2	是
	公众人员	东墙防护门外	0.04	0.1	是

由上表可知，后装治疗机工作场所辐射工作人员年辐射剂量最大为 0.73mSv/a 、公众人员年辐射剂量为 0.04mSv/a ，分别满足本评价采用的辐射工作人员及公众年管理剂量约束值分别不超过 2mSv/a 、 0.1mSv/a 的管理要求。

11.2.1.4 发生“卡源”事故人员所受辐射剂量估算

^{192}Ir 后装机工作状态下，“卡源”事故发生，自动回源装置失效，辐射工作人员应穿戴好铅衣、铅手套等辐射防护用品，进入治疗室手动回源，整个过程约需要 1min。距放射源 1m 处的射束辐射剂量率最大为 $4.107 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ 。“卡源”事故时，停留因子 $T=1$ ，

辐射工作人员在 1min 内所受剂量为 0.7mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的规定，一次应急事件全身照射的剂量不超过职业人员最大单一年份剂量限值的 2 倍（ $50\text{mSv}\times 2 = 100\text{mSv}$ ）。

在“卡源”事故下，将会使辐射工作人员增加不必要的照射，因此应严格制定防范措施，经常对设备的性能进行检查，严防以上情况发生。

11.2.2 放射源运输与换源

本项目 ^{192}Ir 密封源运输事宜由供源厂家承担，密封源是由专人、专车运输，保证运输安全，同时装换源也由供源厂家负责。医院负责协助源厂家进行换装源操作，但不参与换源操作，在换装源过程中，严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关规定，做好安全与防护工作；安装放射源后须请有监测资质的单位对剂量进行监测，因此，换装源过程的影响是可控的。换装源完成后，放射源放置在供源厂家专用的铅罐内，由供源厂家即可回收并负责运输。

11.2.3 三废影响分析

1、非放射性废气影响分析

后装治疗机治疗室内产生少量臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）等非放射性气体主要靠通风换气来控制。进风口（2 处），分别设置在后装机治疗室吊顶内的西北、西南角，出风口（2 处）设置在后装机治疗室的东北东南角，距离地面约 0.2m 处，通风换气能力不小于 4 次/h，且满足上进下出，对角设置原则，通风换气次数能满足《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》（GBZ121-2017）中“治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求。

2、放射性固废影响分析

后装治疗机正常治疗过程中，不产生放射性固体废物，但是使用一定期限后，会产生报废或退役 ^{192}Ir 放射源。按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关规定，未经批准不得擅自处理。医院拟与供源厂家签订废源回收协议，报废或退役的 ^{192}Ir 放射源由供源厂家于机房内直接换源回收，并负责运输，不在医院内暂存。废放射源回收参照放射源转让程序办理，在按规范对报废或退役的 ^{192}Ir 放射源进行妥善处置后，废放射源不会对环境造成影响。

医院应在废放射源送贮完成之日起 20 日内，及时向环保主管部门备案，申请办理放射源注销手续。在报废或退役的放射源按照设计方案妥善处置后，放射性固废的环境影响可基

本消失。

11.2.4 机房辐射防护措施评价

本项目后装治疗机治疗室所采取的防护措施与《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》(GBZ121-2017)对比分析情况,见表 11-10。

表 11-10 后装治疗机治疗室辐射防护措施评价表

序号	《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》(GBZ121-2017)的相关要求	拟落实情况
一	放射源	
1	后装放射治疗用 γ 放射源,必须符合GB4075的规定。尽可能选择高比活度、能量合适的 γ 放射源。	拟选取高比活度、能量合适的 γ 放射源,并符合 GB4075 的规定。
2	放射源必须有生产厂家提供的说明书及检验证书。说明书应载明放射源编号、核素名称、化学符号、等效活度、表面污染与泄漏检测日期和生产单位名称等。	拟选取的放射源装源时,供源单位须提供放射源的说明书及检验证书,说明书须载明放射源编号、核素名称、化学符号、等效活度、表面污染与泄漏检测日期和生产单位名称等。
3	放射源的更换应由专业技术人员进行,在换源过程中应加强操作人员的放射防护措施和辐射剂量监测。	放射源更换由供源厂家专业人员操作,本院工作人员不参与操作。
4	放射源运输必须符合GB11806的规定	放射源的运输由供源厂家负责,运输过程须满足 GB11806 的有关规定。
5	退役放射源应按国家有关规定进行处理。	退役放射源拟由供源厂家负责回收。
二	贮源器	
1	放射源贮源器表面应标有放射性核素名称,最大容许装载活度和牢固、醒目的、符合GB18871要求的电离辐射警告标志。	贮源器表面拟按 GB18871 要求设置电离辐射警告标志,并标明放射性核素名称,最大容许装载活度。
2	工作贮源器内装载最大容许活度的放射源时,距离贮源器表面 5cm处的任何位置,因泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于 $50\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$; 距离贮源器表面 100cm处的球面上,任何一点因泄漏辐射所致周围剂量当量率不大于 $5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 。	安装设备时,须对工作贮源器表面 5cm、100cm 处进行漏射剂量当量率进行检测,确保满足标准要求。
3	装载放射源的运输贮源器或工作贮源器,应存放在限制一般人员进入的放射治疗室或专用贮源库内	装载放射源的运输贮源器拟存放在后装治疗机房内,按控制区进行管理,禁止非有关人员进入。
三	放射源控制	
1	后装治疗设备控制系统应有安全锁等多重保护和联锁装置。应能防止由于计时器控制、放射源传输系统失败,源通道或控制程序错误以及放射源连接脱	后装置治疗机拟设置安全锁等多重保护和联锁装置。能防止由于计时器控制、放射源传输系统失败,源通道

	落等电气、机械发生故障或发生误操作的条件下造成对患者的误照射。	或控制程序错误以及放射源连接脱落等电气、机械发生故障或发生误操作的条件下造成对患者的误照射。
2	实施治疗期间，当发生停电、卡源或意外中断照射时，放射源应能自动返回工作贮源器，并显示和记录已照射的时间和剂量，直到下一次照射开始，同时应发出声光报警信号。当自动回源装置功能失效时，应有手动回源措施进行应急处理。	实施治疗期间，当发生停电、卡源或意外中断照射时，放射源能自动返回工作贮源器，并显示和记录已照射的时间和剂量，直到下一次照射开始，同时发出声光报警信号。后装治疗机拟配备带有手动回源措施，当自动回源装置功能失效时，可手动回源措施进行应急处理。
3	在控制台上，应能通过 γ 射线监测显示放射源由工作贮源器内输出和返回贮存位置的状态。控制台上应有紧急停机开关。	在控制台上，能通过 γ 射线监测显示放射源由工作贮源器内输出和返回贮存位置的状态并安装紧急停机开关。
4	连接施源器与放射源传输管道时，应使接头衔接严密、牢固，防止放射源冲出或脱落。	严格按操作规程连接传输管道。
四	治疗室的防护	
1	治疗室应与准备室、控制室分开设置。治疗室内有效使用面积应不小于 20m ² ，应将治疗室设置为控制区，在控制区进出口设立醒目的符合 GB18871 规定的辐射警告标志，严格控制非相关人员进入控制区；将控制区周围的区域和场所设置为监督区，应定期对这些区域进行监督与评价	治疗室与准备室和控制室分开设置，治疗室面积为 70.82m ² ，并进行分区管理。
2	治疗室应设置机械通风装置，其通风换气能力应达到治疗期间使室内空气每小时交换不小于 4 次。	拟设置机械通风装置，满足不小于 4 次/h 的要求。
3	治疗室入口应采用迷路形式，安装防护门并设置门-机联锁，开门状态不能出源照射，出源照射状态下若开门放射源自动回到后装治疗设备的安全位置。治疗室外防护门上方要有工作状态显示。治疗室内适当位置应设置急停开关，按下急停开关应能使放射源自动回到后装治疗设备的安全位置	治疗室设计设置防护门、迷路、门-机联锁装置、工作指示灯及声、光报警装置；设计设置应急开关使放射源迅速返回贮源器及放射源监测器，满足要求。
4	治疗室防护门应设置手动开门装置。	治疗室防护门拟设置手动开门装置。
5	在控制室与治疗室之间应设置监视与对讲设施，如设置观察窗，其屏蔽效果应与同侧的屏蔽墙相同	拟设置监视与对讲设施，不设观察窗。
6	设备控制台的设置应能操作者在任何时候都能全面观察到通向治疗室的通道情况	控制室内控制台可通过监控装置全面观察到通向治疗室的通道情况。

7	应配备辐射监测设备或便携式测量设备，并具有报警功能。	拟配置具有报警功能的辐射监测设备。
8	治疗室墙壁及防护门的屏蔽厚度应符合防护最优化的原则，治疗室屏蔽体外 30cm 处因透射辐射所致的周围剂量当量率应不超过 $2.5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	经预测，治疗室屏蔽体外 30cm 处辐射剂量当量率均低于 $2.5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 。
9	在治疗室迷道出、入口处设置固定式辐射剂量监测仪并应有报警功能，其显示单元应设置在控制室内或机房门附近。	拟在治疗室设置固定式辐射剂量监测仪，并带有报警功能，显示单元安装在控制室内。
10	治疗室内应配有合适的储源容器、长柄镊子等应急设备	治疗室内拟配有合适的储源容器、长柄镊子等应急设备
11	治疗室内合适的地方应张贴应急指示。	拟在治疗室内张贴应急指示。

由上表可知，项目拟建后装置治疗机房所采取的防护措施能够满足《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》（GBZ121-2017）的要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1 风险事故识别

(1) ^{192}Ir 放射源发生“卡源”，自动回源装置失效，人工手动回源造成辐射工作人员超剂量照射。

(2) ^{192}Ir 放射源被盗，导致周围有关人员受照。

(3) 退役放射源处置不当，如退役放射源未被供源厂家回收而擅自处置，可能会导致辐射事故的发生，造成人员受照和环境受到辐射污染，由于放射源活度较高，可产生较严重辐射危害。

(4) 因施工等原因造成机房局部屏蔽厚度不能满足辐射安全需要，可使得机房周围局部环境辐射水平较高，因而造成辐射工作人员和公众受到不必要的照射。

(5) 门-机连锁、监视器、工作状态指示灯、电离辐射警告标志等防护设施不完善或失灵，导致工作人员或公众误入治疗室而受到照射。

(6) 辐射工作人员未按要求携带个人剂量报警设备进入治疗室，可发生使辐射工作人员受到超剂量照射的危险。

11.3.2 风险防范措施

(1) 在发生“卡源”事故时，将会使辐射工作人员增加不必要的照射，因此应严格制定防范措施，经常对设备的性能进行检查，严防卡源事故发生。为最大限度减少“卡源”

事故影响，医院应根据《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》（GBZ121-2017）的要求制定辐射事故应急计划及应急程序。

（2）对放射源的存放专门订立并严格实施管理制度；放射源丢失后应立即报告当地公安、卫生、环保等部门及时寻回放射源。

（3）废放射源处置不当：医院与供源厂家签订 ^{192}Ir 放射源回收协议，确保不发生此类问题。

（4）严格按照辐射监测计划进行辐射水平监测，如果辐射水平监测结果表明防护墙外局部辐射水平偏高，可适当增加局部防护墙厚度。依据本报告表评价结果来看，各辐射工作场所的屏蔽墙厚度能满足防护要求，假如日后由于施工等某些特殊原因导致局部屏蔽墙防护能力下降，应及时增加防护厚度。

（5）制定自检制度且严格进行经常性自检，如发现门-机联锁、监视器、工作状态指示灯、电离辐射警告标志不够完善或失灵，或者防护门出现故障，应立即补充、修复。

（6）辐射工作人员必须携带个人剂量报警设备，否则不允许进入治疗室内。

11.3.3 事故状态下对工作人员的照射影响

按照 GB18871-2002 第 10.5.1 款的规定，除了抢救生命的行动外，必须尽一切合理的努力，将工作人员所受到的剂量保持在最大单一年份剂量限值的两倍以下。 ^{192}Ir 后装治疗机工作状态下，如发生停电、卡源或意外中断照射事故，工作人员可迅速通过在控制室的手动系统完成回源，若手动系统此时也损坏或不能使用，工作人员可迅速进入治疗室，利用治疗机上的手动系统完成手动回源，然后关闭屏蔽防护门。手动关源整个过程约需 1min，本项目距放射源 1m 处的辐射剂量率大为 $41070\mu\text{Sv/h}$ ，停留因子为 1，则工作人员在 1min 内所受剂量约为 0.7mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求（ $50\text{mSv}\times 2\text{倍}=100\text{mSv}$ ）。本次评价要求医院经常对设备性能进行检查，防止该情况发生。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

1、机构的设置

医院成立了以唐立岷为主任委员的放射防护安全管理委员会,管理委员会组织机构如下:

主任委员:唐立岷

副主任委员:宁险峰 张国庆

委员:(以姓氏笔画为序)

王松 王振光 王爱军 牛珉 孔心涓 甘明强 乔光曦 刘斌 孙晖
陆海军 孟冬梅 赵园园 姜政 秦彦文 徐文坚 徐浩 陶昊 楚宏硕
樊宽章 魏丽丽

秘书:刘晶

办公室设在医学设备部放射防护与计量管理办公室,联系电话:0532-82911857

办公室主任:楚宏硕(兼)

工作职责:

- 一、负责医院放射诊疗工作的质量保证和安全防护。
- 二、负责向医院各放射科室传达国家放射防护有关法律法规和政策并督促落实。
- 三、负责制定医院放射诊疗和放射防护管理制度并督促落实。
- 四、负责制定医院内各放射科室放射事件应急预案并组织演练。
- 五、负责定期组织全院内各放射科室放射诊疗场所、设备和人员的放射防护监测和检查,组织放射诊疗工作人员健康查体。
- 六、负责组织医院放射诊疗工作人员接受专业技术、放射防护知识及有关规定的培训。
- 七、负责向政府有关部门定期申请更换个人剂量测试卡,并记录接受剂量。
- 八、负责建立医院放射设备档案、个人剂量档案和职业健康监护档案。
- 九、负责定期巡查、维护各放射科室的联动报警装置和病人、工作人员放射防护用品。
- 十、负责对医院放射性同位素、射线装置的安全和防护状况进行年度评估。如发现安全隐患,及时整改。

工作制度:

- 一、组织全院的放射性同位素与射线装置工作人员岗位培训。
- 二、定期检查放射性同位素与射线装置工作人员是否按规定参加培训。
- 三、定期组织全院的放射性同位素与射线装置工作人员健康体检。
- 四、做好个人剂量监测工作，建立放射性同位素与射线装置工作人员的个人剂量档案和健康档案，并定期检查科室对放射性同位素与射线装置工作人员健康体检的结果处理。
- 五、不定期检查各科室执行放射防护等规章制度情况及工作人员个人防护工作。
- 六、建立健全医院辐射管理档案，配合做好各级卫生、环保部门的检查监督工作。
- 七、每半年召开一次放射防护安全管理委员会会议，放射防护安全管理委员会会议应在 2/3 以上委员出席的情况下召开。
- 八、放射防护安全管理委员会会议的决议应经参加会议的 2/3 以上有投票权的委员同意方可通过，颁布执行。

2、人员配备

后装治疗机工作场所拟配备辐射工作人员 5 人，均为院内现有辐射工作人员，今后专职从事本项目辐射工作岗位，均已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）的有关要求参加了培训，已经取得上岗证（辐射工作人员岗位培训合格证书编号见表 12-1），均持证上岗。目前 5 名工作人员上岗证均在有效期内，并按照要求每四年接受一次再培训。

表 12-1 辐射工作人员岗位培训合格证书编号

序号	姓名	合格证号
1	张永春	鲁环辐培证字第 16B2994 号
2	姜鹏	鲁环辐培证字第 17B3767 号
3	王相	鲁环辐培证字第 18B4237 号
4	李伟	鲁环辐培证字第 18B4608 号
5	王鹏	鲁环辐培证字第 16B2675 号

3、健康管理

医院现有辐射工作人员均人手配备 1 支个人剂量计，并对个人剂量计定期进行了监测。对相关人员进行定期查体，建立了个人剂量档案和健康档案。所有监测资料均详细记录，并妥善保管，存档备案。

12.2 辐射安全管理规章制度

医院已制定《岗位职责》、《安全操作规程》、《放射工作人员放射防护培训制度》、《辐射安全保卫制度》、《青岛大学附属医院放射防护安全管理制度》、《医疗设备维修保养制度》、《医院辐射监测计划》、《台账管理制度》、《放射工作人员健康档案管理制度》、《放射工作人员个人剂量档案管理制度》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》及《放射事故应急预案》等制度，针对后装治疗机项目制定了《后装治疗机卡源应急预案》、《铱-192放射源台账管理制度》、《青医附院放疗部 Ir¹⁹²后装治疗规范》、《青医附院放疗部近距离γ源防护标准》等，以上制度基本合理可行。

12.3 辐射监测

1、辐射监测计划

医院拟针对本项目制定如下《监测计划》：

- a) 距离贮源器表面 5cm 处的任何位置及距离贮源器表面 100cm 处任一点位置的泄漏空气比释动能率测量。
- b) 后装机治疗室门机联锁系统、控制台源位指示、声光报警、剂量监测、监视器、对讲机和计时器运行功能的检验。
- c) 放射源参考点空气比释动能率的测量。
- d) 放射源在传输系统及施源器内的运动状态（驻留、步进与振荡）与返回贮源器的功能检验。
- e) 放射源从贮源器至施源器内预定位置的传输时间测定。
- f) 后装治疗机控制计时器的误差检验。
- g) γ辐射剂量监测仪表的校验。
- h) 放射源的表面污染及泄漏，施源器、治疗床等设备的表面污染检测。
- i) 放射源在施源器内驻留位置的偏差检测。
- j) 治疗室及周围环境中辐射水平的测量，监测点包括控制室内及操作位，防护门外，机房四周墙体（含室顶）外、其他可能受到辐射影响的位置等。

(2)定期监测

使用中的治疗设备须进行定期监测，监测内容及周期如下：

上述 a)、c)、f)、g)、h) 项每年检测一次；a)、d) 每次检查一次。

当其中任一项怀疑有损坏或发生故障及其他问题时，应随时进行检测。

(3)换源监测

后装治疗机每次更换放射源后，应上述的 a)、c)、h)、i)、j) 进行检测一次。

2、个人剂量检测

辐射工作人员均佩戴个人剂量计，委托有资质的检测机构每三个月检测 1 次，检测数据填入了个人剂量档案。个人剂量档案符合《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）的要求，做到了每人一档，由专人负责管理，长期保存。

表 13 结论与建议

13.1 结论

1、青岛大学附属医院现持有《辐射安全许可证》（鲁环辐证〔02048〕，有效期至 2023 年 8 月 16 日），涉源部门为市南院区、崂山院区和市北院区，许可种类和范围为“使用 III 类、V 类放射源，使用 II 类、III 类射线装置，乙级非密封放射性物质工作场所”。本次后装治疗机项目位于崂山院区，辐射安全许可证中已许可该院区使用种类和范围为“使用 V 类 68Ge 放射源 1 枚（PET/CT 校准源），乙级非密封放射性物质工作场所（PET 中心、使用 18F 放射性核素），II 类射线装置 3 台（1 台医用电子直线加速器、1 台 DSA、1 台回旋加速器、）及 III 类射线装置 20 台”。

2、医院为满足治疗需求，在崂山院区拟购置后装治疗机 1 台，安装于 3 号楼（门诊病房综合楼）一层放疗科的西北侧现有空置加速器机房内，用于放射治疗。本项目拟对医院现有空置直线加速器机房改造建设，主要施工内容为室内装修改造及设备安装，不对墙体材料及厚度进行改动。拟配的后装治疗机内装 ^{192}Ir 放射源 1 枚，初装活度为 $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，属 III 类放射源。

本项目后装治疗机应用于放射治疗的实践，对社会带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害，符合实践的正当性。

3、监测表明，拟建项目周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率变化范围为 $(0.06 \sim 0.08) \mu\text{Gy/h}$ ，与当地天然放射性本底水平处于同一水平，属正常辐射环境本底水平。

4、本项目后装治疗机房位于 3 号楼（门诊病房综合楼）一层放疗科的西北侧，项目选址充分考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全，选址合理。

5、环境影响评价结论

(1)后装治疗机房由原设计的加速器机房进行改造，其墙体材料及厚度不变。机房四周墙体及室顶采用混凝土（密度 $\geq 2.35\text{g/cm}^3$ ）实体屏蔽，其中原加速器机房南墙、北侧迷路内墙及室顶设置主屏蔽，本次评价保守按照各墙体次屏蔽厚度进行介绍及评价计算。西墙为 1200mm 混凝土；东墙为 1500mm 混凝土；南墙为 1500mm 混凝土；室顶为 1500mm 混凝土；迷路内墙为 1200mm 混凝土；迷路外墙为 1200mm 混凝土；防护门为铅钢结构，总厚度 10cm，防护能力 6mmPb 当量。

设有直迷路，其工作场所拟设监视和对讲系统、紧急停机按钮、门-机联锁装置、放

射源监测器、自动回源装置、工作状态指示灯和电离辐射警告标志；电缆线穿墙管道及排风管道在穿越墙体时分别按“U”型、“Z”型设计；机房设计通风换气能满足《后装 γ 源近距离治疗放射防护要求》（GBZ121-2017）中“治疗室通风换气次数应不小于4次/h”的要求。

(2)经计算，后装治疗机治疗室各侧墙体、室顶及防护门外关注点辐射剂量率最大值为0.57 μ Sv/h（出现在防护门外），小于2.5 μ Sv/h的剂量率要求限值。

(3)经估算，后装治疗机工作场所辐射工作人员年辐射剂量最大为0.73mSv/a、公众人员年辐射剂量为0.04mSv/a，分别满足本评价采用的辐射工作人员及公众年管理剂量约束值分别不超过2mSv/a、0.1mSv/a的管理要求。

(4) γ 后装治疗机换源产生的废旧放射源由生产厂家负责回收。

6、辐射环境风险评价结论

本项目在实际工作中存在一定的辐射环境风险，如果防护设施、规章制度和辐射事故应急预案不完善，可对辐射工作人员、公众和周围环境造成辐射危害和放射性污染。本项目在操作过程中严格执行操作规程，严格按照GB18871-2002、GBZ121-2017等要求进行管理，定期演习辐射事故应急方案，对发现的问题及时整改，可使项目环境风险影响降至最低。

7、从事辐射活动能力

①医院成立了放射防护安全管理委员会，编制了相关辐射规章制度，对不足部分进行补充完善。

②后装治疗机工作场所拟配备辐射工作人员5人，均为院内现有辐射工作人员，今后专职从事本项目辐射工作岗位，均已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号）的有关要求参加了培训，已经取得上岗证，均持证上岗。目前5名工作人员上岗证均在有效期内，并按照要求每四年接受一次再培训。

③医院现有辐射工作人员均人手配备1支个人剂量计，并对个人剂量计定期进行了监测。对相关人员进行定期查体，建立了个人剂量档案和健康档案。所有监测资料均详细记录，并妥善保管，存档备案。

④医院拟在后装治疗机工作场所配置辐射监测仪1台，个人剂量测量报警仪2台、表面污染监测仪1台。

综上所述，本项目在严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施，并严格按照 GB18871-2002、GBZ121-2017 等相关标准的相关规定进行管理的基础上，正常情况下对辐射工作人员和公众人员是安全的，从环境保护角度分析，项目建设可行。

13.2 辐射防护设施汇总

本项目辐射防护设施汇总见表 13-1。

表 13-1 项目辐射防护设施汇总表

工作场所	辐射防护设施
场所屏蔽	后装治疗机房由原设计的加速器机房进行改造，其墙体材料及厚度不变。机房四周墙体及室顶采用混凝土（密度 $\geq 2.35\text{g/cm}^3$ ）实体屏蔽，其中原加速器机房南墙、北侧迷路内墙及室顶设置主屏蔽，本次评价保守按照各墙体次屏蔽厚度进行介绍及评价计算。西墙为 1200mm 混凝土；东墙为 1500mm 混凝土；南墙为 1500mm 混凝土；室顶为 1500mm 混凝土；迷路内墙为 1200mm 混凝土；迷路外墙为 1200mm 混凝土；防护门为铅钢结构，总厚度 10cm，防护能力 6mmPb 当量。
通排风	治疗室设计 2 个进风口、2 个排风口，换气通风次数满足 GBZ121-2017 的要求。
放射性废气	不涉及放射性废气排放。
放射性废水	不涉及放射性废水排放。
固体废物	运行过程中产生的退役或报废的废旧放射源由供源厂家回收，医院拟与供源厂家签订回收协议，报废或退役的源由供源厂家直接换源回收，并负责运输，不在医院内暂存换源过程中产生废旧放射源，由供源厂家负责换源并回收废源，报废或退役的 ¹⁹² Ir 源可得到妥善处置。
安全与防护用品配置	控制室内安装监控及监视设备、对讲装置，设置紧急回源装置，在紧急情况下可使源退回储源罐内；防护门设有门机联锁装置、工作状态指示灯及电离辐射警告标志；拟在后装机机房内配置 2 台个人剂量报警仪、1 套固定式剂量监测与显示系统和 1 台表面污染监测仪。

13.3 承诺与建议

13.3.1 承诺

- 1、项目建设情况严格落实本评价中提出的辐射管理、辐射防护等各项措施。
- 2、严格执行辐射监测计划，发现问题及时处理，定期检查机房的辐射安全防护装置及措施，确保正常工作。
- 3、医院应根据职业工作人员到岗情况，合理制定职业工作人员培训计划，做到全员

持证上岗，以满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求。

4、按照辐射事故应急预案和制度的要求，定期进行应急演练。

5、建立健全辐射防护工作档案，对辐射工作人员的辐射防护培训、个人剂量检测、健康查体和辐射防护检测等资料分开保管，并按照规定进行保存。

6、后装机更换下的退役放射源随即由供源厂家进行回收，不在医院暂存。

13.3.2 建议

1、建立健全辐射安全管理体系，加强辐射安全教育培训，提高辐射工作人员对辐射防护的理解和执行辐射防护措施的自觉性，杜绝放射性事故的发生。

2、医院应结合工作实际情况对辐射安全管理制度进行不断修改、完善。

3、按照国家有关规定及时组织建设项目竣工环境保护验收。

表 14 审 批

下一级环保部门意见

经办人

公 章
年 月 日

审批意见

经办人

公 章
年 月 日

附件 1

委 托 书

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、国务院《建设项目环境保护管理条例》和环保部《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关规定，我单位“后装治疗机项目”须填报“核技术利用项目环境影响报告表”。现委托山东蓝城分析测试有限公司进行编制工作。望公司接到委托后，抓紧时间完成，以便我单位进行下步工作。

青岛大学附属医院

2019年4月



辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：青岛大学附属医院

地 址：山东省青岛市市南区江苏路 16 号

法定代表人：王新生

种类和范围：使用Ⅲ类、Ⅴ类放射源，使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，
乙级非密封放射性物质工作场所

证书编号：鲁环辐证[02048]

有效期至：2023 年 08 月 16 日

发证机关：山东省环境保护厅

发证日期：2018 年 08 月 17 日



山东省环境保护厅制

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	青岛大学附属医院		
地 址	山东省青岛市市南区江苏路 16 号		
法定代表人	王新生	电话	17853298909
证件类型	身份证	号码	370204196309271819
涉源 部门	名 称	地 址	负责人
	市南院区	市南区江苏路 16 号	徐子森
	崂山院区	崂山区海尔路 59 号	杨青
	市北院区	市北区嘉兴路 7 号	周启鸿
种类和范围	使用Ⅲ类、V类射线源，使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置， 乙级非密封放射性物质工作场所		
许可证条件			
证书编号	鲁环辐证[02048]		
有效期至	2023 年 08 月 6 日		
发证日期	2018 年 08 月 7 日 (发证机关章)		

活动种类和范围

(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[02048]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	回旋加速器	II	1	使用
2	直线加速器	II	3	使用
3	DSA	II	6	使用
4	CT	III	12	使用
5	数字胃肠机	III	4	使用
6	DR	III	8	使用
7	移动 DR	III	4	使用
8	乳腺机	III	3	使用
9	口腔全景 X 射线机	III	2	使用
10	牙科 X 射线机	III	2	使用
11	移动 X 射线机	III	3	使用
12	模拟定位机	III	1	使用
13	SPECT	III	2	使用
14	骨密度仪	III	2	使用
15	C 型臂	III	4	使用
16	PET-CT	III	1	使用
17	CT 模拟机	III	2	使用
18	X 射线模拟机	III	1	使用
19	C 臂 X 线机	III	1	使用
20	G 型臂 X 线机	III	1	使用

台账明细登记

(一) 放射源



序号	核素	出厂日期	出厂活度 (贝可)	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
									来源	去向		
1	Ir-90	1975.07.22	3.7E+7		US75SR576515	V	敷贴器	市南院区核医学科	来源 德国西格德		高峰	2016.08.05
2	Ir-90	1975.07.18	7.4E+8		US75SR576505	V	敷贴器	市南院区核医学科	来源 美国		高峰	2016.08.05
3	Ir-90	1970.01.01	2.22E+9	SR-907016	0470SR576495	V	敷贴器	市南院区核医学科	来源 中国原子能科学研究院		高峰	2016.08.05
4	Ir-90	2002.05.20	1.82E+9	SR-9002402	0402SR576525	V	敷贴器	市南院区核医学科	来源 中国原子能科学研究院		高峰	2016.08.05
5	Ir-90	2002.08.27	7.4E+8	SR-9002402	0402SR576535	V	敷贴器	市南院区核医学科	来源 中国原子能科学研究院		高峰	2016.08.05
6	Ge-68	2012.08	5.5E+7	J7-417	US12GE000715	V	校正源	崂山院区 PET/CT	来源 美国		高峰	2016.08.05
7	Ir-192	2015.10.05	3.7E+11	D36F6733	NL15IR001193	III	后装机	市南院区肿瘤放疗部	来源 荷兰 Nucletron B. V.		于弘路	2016.09.12
8	Ir-192	2016.03.30	3.7E+11	D36F8907	NL16IR000503	III	后装机	市南院区	来源 荷兰 Nucletron B. V.		于弘路	2016.09.12

刘怀志 2017.10.16

台账明细登记

(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[02048]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
						来源	去向		
1	CT	DiscoveryC T750 HD	III	放射诊断	市南院区影像楼1楼 110室	GE	GE	高峰	2016.08.05
2	CT	SOMATOMSen sation64	III	放射诊断	市南院区影像楼1楼 116室	西门子	西门子	高峰	2016.08.05
3	CT	Brightspee d16	III	放射诊断	市南院区影像楼1楼 106室	GE	GE	高峰	2016.08.05
4	CT	Definition Flash	III	放射诊断	市南院区影像楼1楼 103室	西门子	西门子	高峰	2016.08.05
5	CT	Highspeed NX/I	III	放射诊断	市南院区查体中心 一楼	GE	GE	高峰	2016.08.05
6	CT 扫描仪	Highspeed NX/I+S	III	放射诊断	市南院区外科楼地 下2层	GE	GE	高峰	2016.08.05
7	数字胃肠机	EX 8	III	放射诊断	市南院区影像楼2楼 212	日本东芝	日本东芝	高峰	2016.08.05
8	数字胃肠机	FLEXAVISIO N	III	放射诊断	市南院区查体中心 一楼	日本岛津	日本岛津	高峰	2016.08.05



台账明细登记

(三) 射线装置

证书编号鲁环辐证[02048]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源 / 去向	审核人	审核日期
9	数字胃肠机	Sonialvisi onSafire 17	III	放射诊断	江苏路 16 号影像楼 2 楼 206	来源 日本岛津 高峰 去向	2016.08.05	
10	DR	Digital DiagnostDH	III	放射诊断	江苏路 16 号门诊楼 负一层 103 室	来源 荷兰 Piillips 高峰 去向	2016.08.05	
11	DR	Digital Diagnost	III	放射诊断	江苏路查体中心	来源 荷兰 Piillips 高峰 去向	2016.08.05	
12	DR	Axiomarist osFX	III	放射诊断	江苏路 16 号门诊楼 负一层 104	来源 德国 Simens 高峰 去向	2016.08.05	
13	DR	Axiomarist osMX	III	放射诊断	江苏路 16 号门诊楼 负 1 层 109	来源 德国 Simens 高峰 去向	2016.08.05	
14	移动 DR	MOBLL DART	III	放射诊断	江苏路 16 号第一住 院部	来源 日本岛津 高峰 去向	2016.08.05	
15	移动 DR	Mobile DaRt	III	放射诊断	江苏路 16 号第二住 院部	来源 日本岛津 高峰 去向	2016.08.05	
16	数字乳腺机	Senographe Essential	III	放射诊断	江苏路 16 号门诊楼 负 1 层 12 室	来源 美国 GE 高峰 去向	2016.08.05	

台账明细登记

(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[02048]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源 / 去向		审核人	审核日期
						来源	去向		
17	数字口腔全景 X 射线机	ORTHOPO\$X G5	III	放射诊断	江苏路 16 号门诊楼 负 1 层 10 室	来源	日本岛津	高峰	2016.08.05
18	牙科 X 射线机	INTR	III	放射诊断	江苏路 16 号门诊楼 5 楼口腔科牙片室	来源	芬兰	高峰	2016.08.05
19	移动式 X 线机	OEC-9800+	III	放射诊断	江苏路 16 号同位素 2 楼	来源	美国 GE	高峰	2016.08.05
20	移动式 X 线机	OEC-9800	III	放射诊断	江苏路 16 号第二住 院部手术室	来源	美国 GE	高峰	2016.08.05
21	加速器	Clinac23EX	II	放射治疗	江苏路 16 号第二住 院部负 2 层	来源	美国 Varian	高峰	2016.08.05
22	加速器	Clinac23EX	II	放射治疗	江苏路 16 号第二住 院部负 2 层	来源	美国 Varian	高峰	2016.08.05
23	模拟定位机	Acuity	III	放射诊断	江苏路 16 号第二住 院部负 2 层	来源	美国 Varian	高峰	2016.08.05
24	SPECT	Millennium VG	II	放射诊断	江苏路 16 号同位素 1 楼	来源	美国 GE	高峰	2016.08.05

台账明细登记

(三) 射线装置



证书编号: 鲁环辐证[02048]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源去向	审核人	审核日期
25	SPECT	PHILIPS AXIS DET	II	放射诊断	江苏路 16 号同位素 1 楼	来源	荷兰飞利浦	高峰
						去向		
26	骨密度仪	LUNAR DPX	III	放射诊断	江苏路 16 号同位素 1 楼	来源	美国 GE	高峰
						去向		
27	DSA	Infinitix-I -INFX-8000	II	放射治疗	江苏路 16 号急诊导 管室	来源	日本东芝	高峰
						去向		
28	DSA	FD-20	II	放射治疗	江苏路 16 号第一住 院部 1 楼 1 号	来源	荷兰飞利浦	高峰
						去向		
29	DSA	INOVVA 2100	II	放射治疗	江苏路 16 号第一住 院部 1 楼 3 号	来源	美国 GE	高峰
						去向		
30	DSA	ARTIS ZEE FLOOR	II	放射治疗	江苏路 16 号第一住 院部 1 楼 2 号	来源	德国西门子	高峰
						去向		
31	DSA	INNOVA IG\$ 530 型	II	放射治疗	江苏路 16 号第一住 院部 1 楼 4 号	来源	美国 GE	高峰
						去向		
32	CT 扫描仪	东芝 640	III	放射诊断	海尔路 59 号 1 楼放 射科	来源	日本东芝	高峰
						去向		

台账明细登记

(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[02048]



序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
						来源	去向		
33	CT扫描仪	Brilliance 16	III	放射诊断	海尔路59号1楼放射科	荷兰飞利浦		高峰	2016.08.05
34	数字胃肠机	DAR8000F	III	放射诊断	海尔路59号1楼放射科	日本岛津		高峰	2016.08.05
35	DR X线机	Digital Diagnostics	III	放射诊断	海尔路59号1楼放射科	飞利浦公司		高峰	2016.08.05
36	DR	MRAD-D50S	III	放射诊断	海尔路59号1楼放射科	日本东芝		高峰	2016.08.05
37	移动式DR	Mobile DART	III	放射诊断	海尔路59号1楼放射科	日本岛津		高峰	2016.08.05
38	移动数字X线机	DRXR-1	III	放射诊断	海尔路59号1楼放射科	美国锐珂		高峰	2016.08.05
39	数字乳腺X线摄影系统	Multicare Platinum	III	放射诊断	海尔路59号1楼乳腺诊疗中心	美国Hologic		高峰	2016.08.05
40	数字乳腺X线摄影系统	Selenia Dimensions	III	放射诊断	海尔路59号1楼乳腺诊疗中心	美国Hologic		高峰	2016.08.05

台账明细登记

(三) 射线装置

证书编号:鲁环辐证[02048]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源 / 去向		审核人	审核日期
						来源	去向		
41	数字全景X射线机	柯达 9000C	III	放射诊断	海尔路 59 号 1 楼放射科	美国柯达	高峰	2016.08.05	
42	牙科 X 射线机	柯达 2200	III	放射诊断	海尔路 59 号 2 楼口腔科	美国柯达	高峰	2016.08.05	
43	直线加速器	Trilogy	II	放射治疗	海尔路 59 号 1 楼放疗室	美国瓦里安	高峰	2016.08.05	
44	C 臂 X 线机	Brivo OEC785	III	放射诊断	海尔路 59 号 4 楼手术室	美国 GE	高峰	2016.08.05	
45	C 臂 X 线机	Brivo OEC785	III	放射诊断	海尔路 59 号 4 楼手术室	美国 GE	高峰	2016.08.05	
46	C 臂 X 线机	OEC7900	III	放射诊断	海尔路 59 号 4 楼手术室	美国 GE	高峰	2016.08.05	
47	C 臂 X 线机	OEC7900	III	放射诊断	海尔路 59 号 4 楼手术室	美国 GE	高峰	2016.08.05	
48	DSA	Allura FD20	II	放射治疗	青岛海尔路 59 号 1 楼介入放射科	荷兰飞利浦	高峰	2016.08.05	

台账明细登记

(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[02048]



序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
						来源	去向		
49	PET-CT	Discovery VCT	II	放射诊断	青岛海尔路59号2楼PET-CT室	美国GE	高峰	高峰	2016.08.05
50	回旋加速器	HM-10HC	II	放射诊断	青岛海尔路59号2楼PET-CT室	日本住友	高峰	高峰	2016.08.05
51	16层螺旋CT	Optima CT520Pro	III	放射诊断	嘉兴路7号1楼放射科	美国GE	高峰	高峰	2016.08.05
52	DR	IMIX 2000	III	放射诊断	嘉兴路7号1楼放射科	德国	高峰	高峰	2016.08.05
53	CT	Optima660	III	放射诊断	海尔路59号1楼放射科	美国GE	刘怀鑫	刘怀鑫	2017.02.15
54	大孔径CT模拟机	DISCOVERY CT590KT	III	放射诊断	海尔路59号1楼放射科	美国GE	刘怀鑫	刘怀鑫	2017.02.15
55	X线模拟机	ACUITY	III	放射诊断	海尔路59号1楼放射科	美国瓦里安	刘怀鑫	刘怀鑫	2017.02.15
56	口腔CT	CARTSTREAM CS9300C	III	放射诊断	海尔路59号2楼口腔CT室	锐河医疗	刘怀鑫	刘怀鑫	2017.02.15

建设项目环评审批基础信息表

建设单位（盖章）：		青岛附属医院				填表人（签字）：		建设单位联系人（签字）：				
建设项目	项目名称	后装治疗机项目				建设内容、规模		建设内容：__青岛附属医院（崂山院区）3号楼（门诊病房综合楼）一层放疗科的西北侧的现有加速器机房内__				
	项目代码 ¹											
	建设地点	青岛附属医院（崂山院区）3号楼（门诊病房综合楼）一层放疗科										
	项目建设周期（月）	1.0				计划开工时间		2019年7月				
	环境影响评价行业类别	191核技术利用建设项目				预计投产时间		2019年8月				
	建设性质	改、扩建				国民经济行业类型 ²		Q8411综合医院				
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）					项目申请类别		新申项目				
	规划环评开展情况					规划环评文件名						
	规划环评审查机关					规划环评审查意见文号						
	建设地点中心坐标 ³ （非线性工程）	经度	120.449000	纬度	36.102000	环境影响评价文件类别		环境影响报告表				
	建设地点坐标（线性工程）	起点经度		起点纬度		终点经度		终点纬度	工程长度（千米）			
	总投资（万元）	341.20				环保投资（万元）		34.00		环保投资比例	9.96%	
建设单位	单位名称	青岛附属医院		法人代表	王新生		单位名称	山东蓝城分析测试有限公司		证书编号	国环评证乙字第2048号	
	统一社会信用代码（组织机构代码）			技术负责人	楚宏硕		环评文件项目负责人	张培		联系电话	0531-66772990	
	通讯地址	青岛市市南区江苏路16号		联系电话	18661806680		通讯地址	济南市高新区港兴一路齐鲁外包城第四层				
污染物排放量	污染物		现有工程 （已建+在建）		本工程 （拟建或调整变更）		总体工程 （已建+在建+拟建或调整变更）				排放方式	
			①实际排放量 （吨/年）	②许可排放量 （吨/年）	③预测排放量 （吨/年）	④“以新带老”削减量 （吨/年）	⑤区域平衡替代本工程 削减量 ⁴ （吨/年）	⑥预测排放总量 （吨/年） ⁵	⑦排放增减量 （吨/年） ⁵			
	废水	废水量(万吨/年)						0.000	0.000	<input checked="" type="radio"/> 不排放 <input type="radio"/> 间接排放： <input type="checkbox"/> 市政管网 <input type="checkbox"/> 集中式工业污水处理厂 <input type="radio"/> 直接排放： 受纳水体_____		
		COD						0.000	0.000			
		氨氮						0.000	0.000			
		总磷						0.000	0.000			
	废气	总氮						0.000	0.000	/		
		废气量（万标立方米/年）						0.000	0.000			
		二氧化硫						0.000	0.000			
氮氧化物						0.000	0.000					
颗粒物						0.000	0.000					
挥发性有机物						0.000	0.000	/				
项目涉及保护区与风景名胜区的 情况	影响及主要措施		名称		级别	主要保护对象 （目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积 （公顷）	生态防护措施		
	生态保护目标									<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） <input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） <input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） <input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选）		
	自然保护区											
	饮用水水源保护区（地表）					/						
	饮用水水源保护区（地下）					/						
风景名胜区					/							

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码
 2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2017)
 3、对多项目仅提供主体工程的中心坐标
 4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量
 5、⑦=③-④-⑤；⑥=②-④+③，当②=0时，⑥=①-④+③