

医用电子加速器应用项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：济南西城医院

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

2026年3月

建设单位法人代表： (签字)

编制单位法人代表： (签字)

项目负责人： (签字)

填表人： (签字)

建设单位： 济南西城医院 (盖章)

电话： 15688870701

传真：

邮编： 250117

地址： 济南市槐荫区菏泽路 1299 号

编制单位： 山东丹波尔环境科技有限
公司 (盖章)

电话： 18654528037

传真：

邮编： 250004

地址： 济南市市中区祥泰广场 1-1303

目 录

表 1 项目基本信息	1
表 2 项目建设情况	6
表 3 辐射安全与防护设施/措施	14
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批决定	18
表 5 验收监测质量保证及质量控制	21
表 6 验收监测内容	25
表 7 验收监测	28
表 8 验收监测结论	32
附图 1 项目地理位置示意图	34
附图 2 项目周边环境关系影像图	35
附图 3 医院总平面布置图	36
附图 4 门诊楼负一层平面布置图（核医学工作场所区域为负二层）	37
附件一 委托书	38
附件二 环评批复	39
附件三 辐射安全许可证	42
附件四 检测报告	46

表 1 项目基本信息

建设项目名称	医用电子加速器应用项目				
建设单位名称	济南西城医院				
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建				
建设地点	山东省济南市槐荫区菏泽路 1299 号，医院门诊楼西侧地面地下一层				
源项	放射源	/			
	非密封放射性物质	/			
	射线装置	1 台医用电子加速器（II类）			
建设项目环评批复时间	2023 年 11 月 6 日	开工建设时间	2023 年 12 月		
取得辐射安全许可证时间	2025 年 8 月 4 日	项目投入运行时间	2026 年 3 月		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2026 年 3 月	验收现场监测时间	2026 年 3 月 20 日		
环评报告表审批部门	济南市生态环境局槐荫分局	环评报告表编制单位	山东丹波尔环境科技有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	北京国科天创建筑设计院有限责任公司	辐射安全与防护设施施工单位	济南市长清区金盾辐射防护器材厂		
投资总概算	1500 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	117 万元	比例	7.8%
实际总概算	1500 万元	辐射安全与防护设施实际总概算	117 万元	比例	7.8%
验收依据	<p>一、法律、法规和规章制度</p> <p>1. 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号公布，2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日施行；</p> <p>2. 《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 号公布，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>3. 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号公布，2017 年 6 月 21 日修订，2017 年 10 月 1 日施行；</p>				

4. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 第 449 号，2005 年 12 月 1 日施行，2014 年 7 月 9 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修订；

5. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令 第 31 号，2006 年 3 月 1 日施行，2008 年 11 月 21 日第一次修订，2017 年 12 月 12 日第二次修订，2019 年 8 月 22 日第三次修订，2021 年 1 月 4 日第四次修订；

6. 《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 年 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日施行；

7. 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；

8. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 20 日施行；

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公告 第 37 号，2014 年 5 月 1 日施行；

10. 《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人大常委会第七次会议，2018 年 11 月 30 日修订，2019 年 1 月 1 日施行。

二、技术规范

1. 关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南_污染影响类》的公告，生态环境部公告 2018 年第 9 号，2018 年 5 月 16 日；

2. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；

3. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；

4. 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）；

5. 《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）；

6. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；

7. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

8. 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ1326-2023）。

三、环境影响报告表及其审批部门审批决定

	<p>1. 《济南西城医院医用电子加速器应用项目环境影响报告表》，山东丹波尔环境科技有限公司，2023年10月；</p> <p>2. 《济南西城医院医用电子加速器应用项目环境影响报告表》审批意见，济南市生态环境局槐荫分局，济槐环辐表审〔2023〕6号，2023年11月6日。</p> <p>四、其他相关文件</p> <p>1. 医院辐射安全许可证；</p> <p>2. 医院辐射安全管理规章制度等支持性资料。</p>
<p>验收执行 标准</p>	<p>一、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 附录 B 内剂量限值要求。</p> <p>(1) 职业照射</p> <p>①职业照射剂量限值</p> <p>a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；</p> <p>b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；</p> <p>(2) 公众照射</p> <p>①公众照射剂量限值</p> <p>a) 年有效剂量，1mSv；</p> <p>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。</p> <p>二、《放射诊断放射防护要求》(GBZ130-2020)</p> <p>4.8 辐射工作人员和公众成员的辐射照射应符合 GB18871-2002 中剂量限值相关规定。</p> <p>4.9 从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合以下要求：</p> <p>a) 一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为 5mSv/a。</p> <p>b) 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。</p>

6.1.4 剂量控制应符合以下要求:

a) 治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时, 距治疗室顶外表面 30cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1) 和 2) 所确定的剂量率参考控制水平 \dot{H}_c :

1) 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(可依照附录 A 选取), 由以下周剂量参考控制水平(\dot{H}_c)求得关注点的导出剂量率参考控制水平 \dot{H}_c, d ($\mu\text{Sv/h}$):

机房外辐射工作人员: $\dot{H}_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$;

机房外非辐射工作人员: $\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

2) 按照关注点人员居留因子的不同, 分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 \dot{H}_c, \max ($\mu\text{Sv/h}$):

人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所: $\dot{H}_c, \max \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$;

人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所: $\dot{H}_c, \max \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ 。

b) 穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射, 以年剂量 $250 \mu\text{Sv}$ 加以控制。

c) 对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶, 机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 $100 \mu\text{Sv/h}$ 加以控制(可在相应位置处设置辐射告示牌)。

8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统, 采取全排全送的通风方式, 换气次数不少于 4 次/h, 排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

根据环境影响报告表及上述相关规范, 取职业照射剂量限值的 1/4 (5.0mSv/a) 作为职业人员的年管理剂量约束值, 取公众照射剂量限值的 1/10 (0.1mSv/a) 作为公众成员的年管理剂量约束值。同时以 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为加速器治疗室屏蔽体外 30cm 处的剂量率目标控制值。

三、环境天然放射性水平

根据《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), 济南市环境天然辐射水平见表1-1。

表1-1 济南市环境天然辐射水平 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)

监测内容	范围	平均值	标准差
原野	4.43~8.08	6.26	0.77
道路	1.84~6.88	4.12	1.40
室内	6.54~12.94	8.94	1.91

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

一、建设单位情况

济南西城医院于 2004 年 2 月经济南市卫生局批准设立，是由第十届全国人大代表、第十一届济南市政协常委、留美肿瘤专家于保法教授创办的非营利性股份制二级专科肿瘤医院，是济南市职工医保和居民医保定点医院。

医院开放床位 100 张，开设肿瘤科、内科、妇科、急诊医学科、临终关怀科、病理科、麻醉科、医学影像科、医学检验科等。拥有全自动生化分析仪、全自动化学发光仪、离子分析仪、血球计数仪、尿液分析仪、显微镜、布氏镜等临床检验设备，并拥有大型医疗设备螺旋 CT、彩超、高频热疗机、内窥镜、三氧治疗仪等。

济南西城医院积极采取“优势聚集，协作俱进，资源共享，整体提升”的创新战略，以“打造中国肿瘤治疗的‘缓释库’世界品牌，创建精准医疗国际化一流肿瘤医院”为奋斗目标。

二、项目建设内容和规模

2023 年 10 月，医院委托山东丹波尔环境科技有限公司编制了《济南西城医院医用电子加速器应用项目环境影响报告表》，项目涉及一处医用电子加速器工作场所，位于门诊楼西侧地面地下一层，主要包括加速器治疗室、控制室及水冷机房等，并购置 1 台山东新华医疗器械股份有限公司生产的 XHA600E 型医用电子加速器。该项目环境影响报告表于 2023 年 11 月 6 日由济南市生态环境局槐荫分局以济槐环辐表审（2023）6 号文件审批通过。

医院于 2025 年 8 月 4 日重新申领了辐射安全许可证（鲁环辐证[A0719]），许可种类和范围为使用 II 类、III 类射线装置，有效期至 2030 年 8 月 3 日。本项目所涉及医用电子加速器已登记在辐射安全许可证中。

本次验收规模详见表 2-1。

表 2-1 本次验收所涉及的射线装置情况

装置名称	数量	型号	数量	生产厂家	类别	场所
医用电子加速器	1 台	XHA600E	1 台	山东新华医疗器械股份有限公司	II 类	门诊楼西侧地面地下一层

本次验收规模与环评规模一致。

三、项目总平面图布置、建设地点和周围环境敏感目标

济南西城医院位于山东省济南市槐荫区菏泽路 1299 号，本项目位于医院门诊楼西侧地面地下一层，加速器治疗室北侧为水冷机房、预留核医学工作场所（核医学工作场所为地下二层，核医学工作场所楼上为仓库），西侧为土层，南侧为预留加速器治疗室、土层，东侧为候诊大厅、控制室，楼上为室外地坪，楼下为土层。加速器治疗室四周环境详见表 2-2。

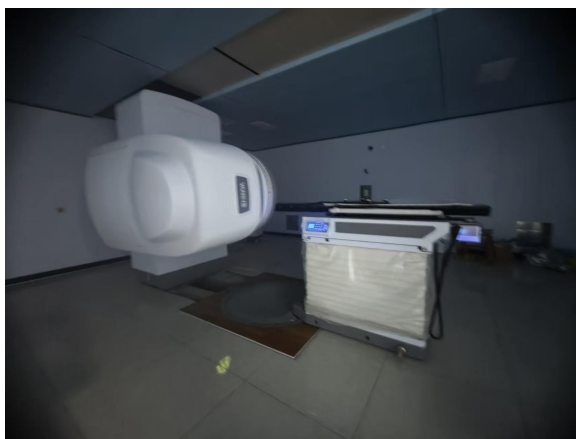
医用电子加速器工作场所包括加速器治疗室、控制室、水冷机房，控制室位于加速器治疗室东侧，水冷机房位于加速器治疗室西北侧。

医院地理位置示意图见附图 1，周边环境关系影像图见附图 2，医院总平面布置示意图见附图 3，门诊楼负一层（加速器部分为主体外地面负一层，核医学部分为负二层）平面布置图见附图 4。现场拍摄照片见图 2-1，医用电子加速器工作场所平面布置图见图 2-2。

表2-2 本项目加速器治疗室周围环境一览表（50m范围内）

名称	方 向	场所名称
加速器治疗室	北侧	水冷机房、预留核医学工作场所、土层
	东侧	候诊大厅、控制室、土层
	南侧	预留加速器治疗室、土层
	西侧	土层
	楼上	室外地坪、地面仓库
	楼下	土层

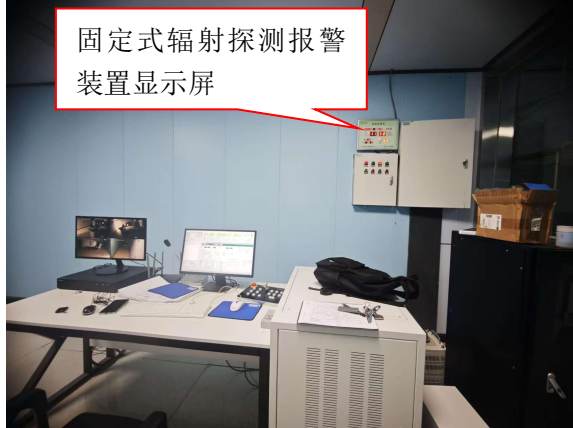



现场照片



加速器治疗室内部



防护门

 <p>固定式辐射探测报警装置显示屏</p>	 <p>急停按钮</p> <p>监控探头</p>
<p>操作位</p>	<p>治疗室内急停按钮、监控探头</p>
 <p>急停按钮</p> <p>监控探头</p>	 <p>固定式辐射探测报警装置剂量探头</p>
<p>迷道内急停按钮、监控探头</p>	<p>固定式辐射探测报警装置剂量探头</p>
 <p>监控探头</p>	 <p>进风口</p>
<p>监控探头</p>	<p>进风口</p>

	
出风口	室顶上方排风口
	/
水冷机房	/
	
门诊楼	地面仓库
辐射防护用品	

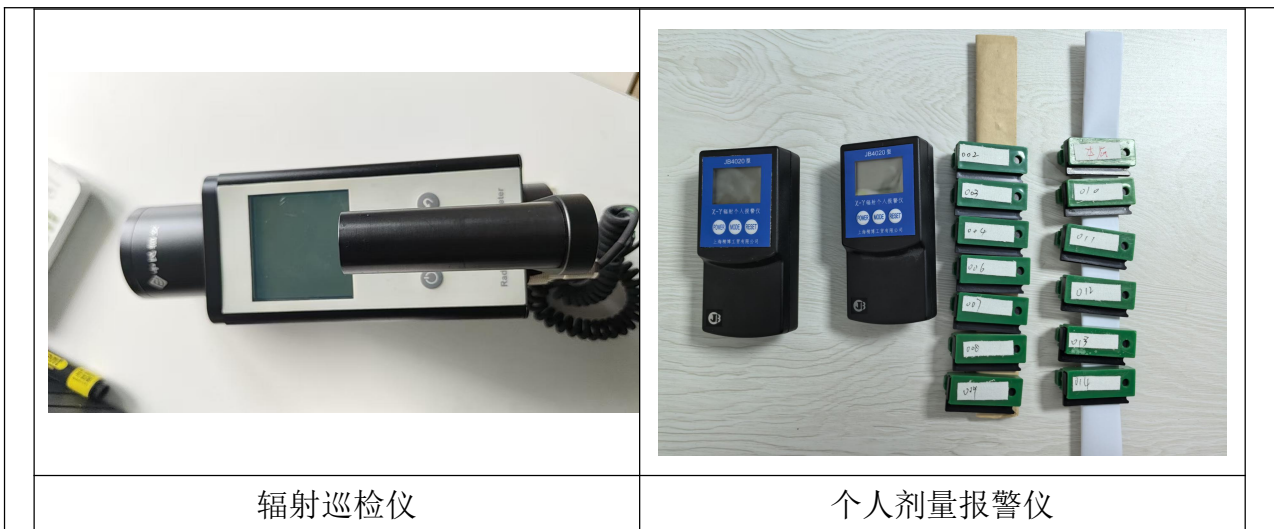


图 2-1 医用电子加速器工作场所现场图片

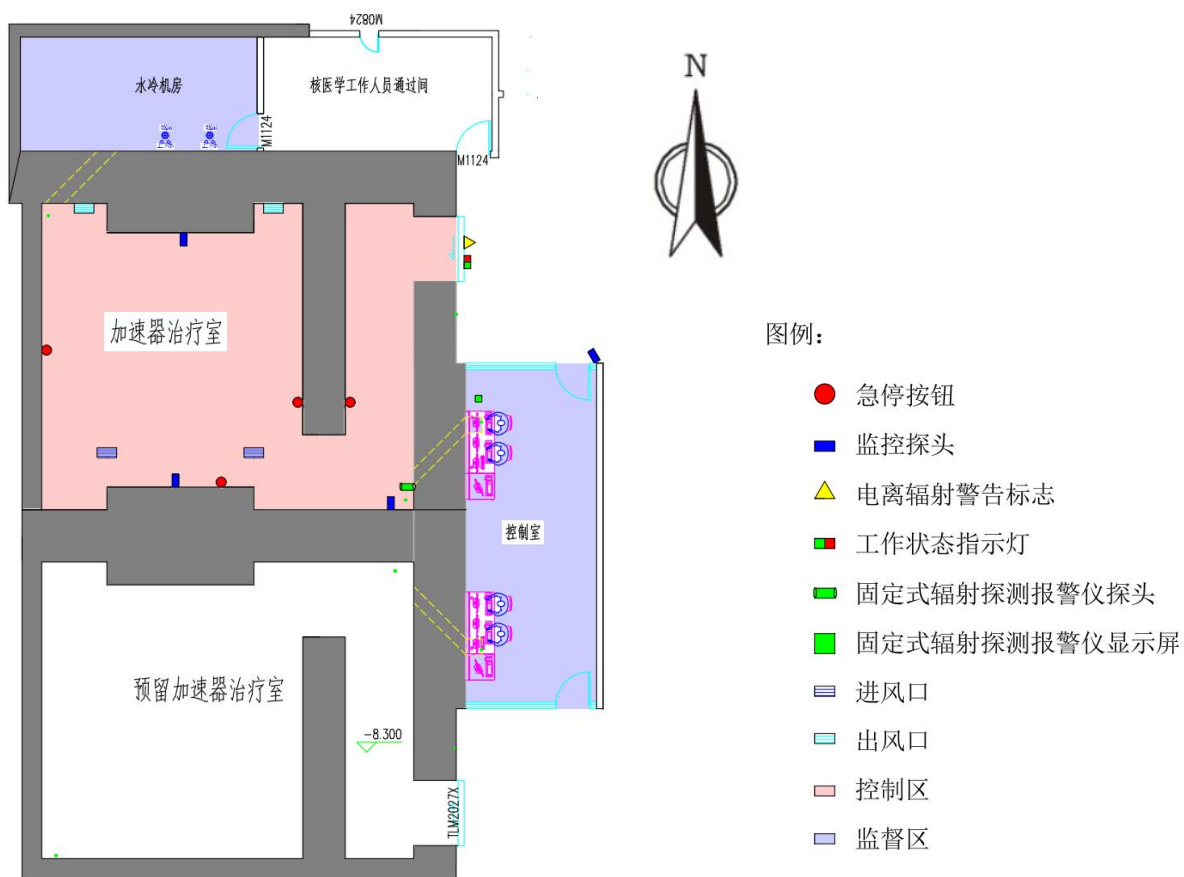


图 2-2 医用电子加速器平面布置图

四、环境影响报告表及其审批部门审批决定建设内容与实际建设内容一览表

本项目环境影响报告表建设内容与现场验收情况对比见表 2-3，环境影响报告表批复建设内容与现场验收情况对比见表 2-4。

表 2-3 本项目环境影响报告表建设内容与验收情况对比表

名称	环评内容			现场状况			备注
医用电子加速器治疗室	1 座			1 座			与环评一致
医用电子加速器数量	1 台			1 台			与环评一致
加速器主要参数及型号	型号	最大 X 射线能量	最大 X 射线剂量率	型号	最大 X 射线能量	最大 X 射线剂量率	与环评一致
	XHA600E	6MV	6.0Gy/min	XHA600E	6MV	6.0Gy/min	

表 2-4 本项目环境影响报告表批复建设内容与验收情况对比表

环境影响报告表批复意见	验收时落实情况	备注
济南西城医院医用电子加速器应用项目位于济南市槐荫区菏泽路与小康路路口西，医院门诊楼地下一层西侧。本项目总投资 1500 万元。活动类型和范围属使用 II 类射线装置。	济南西城医院医用电子加速器应用项目位于济南市槐荫区菏泽路 1299 号，医院门诊楼地下一层西侧。本项目总投资 1500 万元。活动类型和范围属使用 II 类射线装置。	与批复意见一致

2.2 源项情况

本项目位于医院门诊楼负一层西侧，使用 1 台医用电子加速器，属 II 类射线装置，主要技术参数见表 2-5。

表 2-5 本项目 DSA 装置主要参数

装置名称	型号	最大 X 射线能量	最大 X 射线剂量率	数量	类别	生产厂家	工作场所
医用电子加速器	XHA600E	6MV	6.0Gy/min	1 台	II 类	山东新华医疗器械股份有限公司	门诊楼负一层西侧加速器治疗室

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 设备组成

医用电子直线加速器通常是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，它的结构单元为：加速管、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。电子枪产生的电子由行波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。

2.3.2 工作原理

医用电子加速器是将电子枪产生的电子经加速管加速后形成高能电子束的装置。利用高能电子束与靶物质相互作用时的韧致辐射产生 X 射线束。作为一种体外照射的治疗设备，医用电子加速器利用其特定装置产生的高能电子束或 X 射线，应用计算机立体定位系统进行图像三剂量分步重建，对人体有恶性肿瘤的部位进行照射，使肿瘤组织受到不可逆损毁。可根据所诊断癌症类型及其在体中的位置、患者的身体状况和各次给予剂量之间的时间间隔，以最佳输出能量对人体肿瘤进行照射治疗，同时肿瘤周围正常结构得到最大限度保护，达到治疗肿瘤疾病目的。

2.3.3 工作流程

医用电子加速器放射治疗流程如下：

- 1、登记候诊：对肿瘤放疗患者进行登记、候诊；
- 2、模拟定位：使用医院现有 CT 对患者的肿瘤进行定位检查；
- 3、制定治疗计划：根据患者瘤体的类型、部位和大小等初步确定照射剂量和照射时间并进一步制定相应的常规放疗、适形放疗及调强放疗的治疗计划；
- 4、治疗计划验证：对放疗患者进行放疗计划验证；
- 5、摆位准备：摆位前认真查对病人信息、照射条件及摆位要求，调整治疗床高度，严格按照摆位要求实施摆位；摆位结束，摆位人员等非患者均离开治疗室，关闭防护门；
- 6、实施照射：根据放疗计划，运用医用电子加速器技术实施精确照射；
- 7、照射结束：病人离开治疗室，摆位人员 2min 后进行下一个患者摆位准备。

医用电子加速器放射治疗流程下图 2-3。

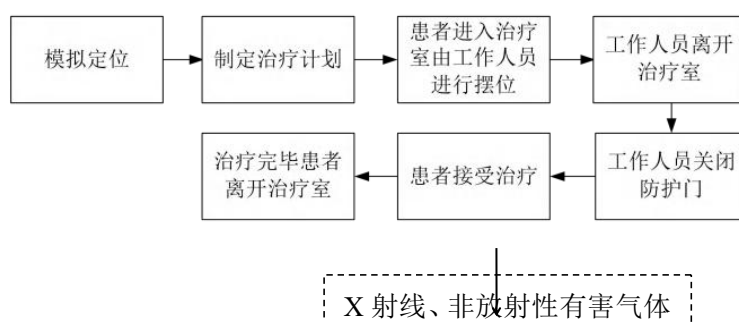


图 2-3 医用电子加速器放射治疗流程示意图

二、污染源分析及评价因子

本项目 XHA600E 型医用电子加速器 X 射线最高能量为 6MV。其产生的主要放射性污染物包括 X 射线及非放射性有害气体，其中 X 射线随着加速器的开关而产生和消失。

(1) X 射线

工作时，将产生 X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、散射辐射和天空散射辐射，对治疗室周围环境造成一定辐射污染。由于 X 射线的贯穿能力极强，对周围环境造成辐射污染，但运行时产生的 X 射线随加速器的开、关而产生和消失。因此，在加速器开机时间内，产生的 X 射线为主要辐射环境污染因素。

(2) 固体废物

活化后的准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射性固体废物处理，不予医院内暂存，拆卸后直接交由具有放射性废物处置资质的单位处置。

本项目循环冷却水使用蒸馏水，无需使用离子交换树脂，因此本项目无废弃的离子交换树脂产生。

(3) 废水

本加速器使用的冷却水为蒸馏水，为循环用水，通常情况下只是补充冷却水。在治疗过程中，不产生含有放射性废液或废水，因而加速器项目不会对水环境造成污染。

(4) 非放射性有害气体

医用电子加速器在开机运行时，产生的 X 射线与空气作用可产生少量臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x , NO_2)。

三、人员配置及工作时间

1. 人员配置

医院现有1名辐射安全管理人员，本项目配置了4名职业工作人员，包括2名技师、1名医师、1名物理师，均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，均处于有效期内。

2. 工作时间

根据医院提供的资料，本项目医用电子加速器每周治疗100人次，一年按照50周计，则年最大接诊量约5000人次，常规治疗占比10%，调强治疗占比90%，调强治疗4500人次/年，常规治疗500人次/年。

平均每人每野次治疗剂量 200cGy (2Gy)，每人治疗 4 野次，每周工作负荷 $W=100 \times 2 \times 4=800\text{Gy}/\text{周}$ ，治疗头输出剂量率为 600cGy/min(即 6Gy/min)，则加速器周照射时间= $800\text{Gy} \div 6\text{Gy}/\text{min} \div 60\text{min}/\text{h}=2.22\text{h}$ ，年工作 50 周，年照射时间为 111h。

摆位人员进入加速器治疗室进行摆位工作，每次摆位约需 3min，则年摆位时间为 $5000 \times 3/60=250\text{h}$ 。

表 3 辐射安全与防护设施/措施

3.1 辐射防护设施/措施落实情况

本项目医用电子加速器工作场所采取实体屏蔽，对医用电子加速器工作场所进行分区管理，将加速器治疗室四周墙壁围成的区域划为控制区，与墙壁外部相邻的控制室、水冷机房划为监督区，并在控制区边界张贴电离辐射警告标志；加速器治疗室内设置有紧急停机按钮、对讲装置、监控探头、固定式辐射探测报警装置，防护门外安装有工作状态指示灯。分区管理见图 2-2。

本项目环境影响报告表防护设施/措施与现场验收情况对比见表 3-1，环境报告表批复与现场验收情况对比表见表 3-2。

表 3-1 本项目环境影响报告表防护设施/措施与验收情况对比表

名称	环评内容	现场状况	
尺寸、面积	宽（主束墙间距）7.8m、长 8m、高 4.4m，总面积约 68m ² （不含迷道），迷路横宽 2.1m，迷路内口宽度 2.3m。	与环评一致	
屏蔽情况	防护门	15mmPb	与环评一致
	北墙（内凸）	主屏蔽区宽度 4.5m，主屏蔽区 2400mm 混凝土，次屏蔽区 1500mm 混凝土	
	西墙	600mm 混凝土	
	南墙（内凸）	主屏蔽区宽度 4.5m，主屏蔽区 2900mm 混凝土，次屏蔽区 1500mm 混凝土	
	东墙	北侧 1300mm 混凝土，南侧 1600mm 混凝土	
	室顶（外凸）	主屏蔽区宽度 4.5m，主屏蔽区 3000mm 混凝土，次屏蔽区 1600mm 混凝土	
	迷道内墙	1300mm 混凝土	
分区管理	将加速器治疗室四周墙壁围成的区域划为控制区，与墙壁外部相邻的控制室、水冷机房划为监督区，并在控制区边界设置电离辐射警告标志	与环评一致	
辐射安全与防护设施	<p>①防护门设置门-机联锁装置、电离辐射警告标志和红外线防挤压装置，防护门内侧和外侧均设置手动开门装置。门关上时方可出束，出束期间开门则自动停止出束，必须重新设置才可继续出束。医院拟定期对安全联锁系统等安全设施进行检查。</p> <p>②防护门上方设置工作状态指示灯。</p> <p>③治疗室与控制室之间设计有电视监视及双向对讲装置，方便操作室内辐射工作人员及时观察到迷路内部和防护门处情况，避免无关人员进入或逗留，同时方便观察患者情况及与患者沟通。</p> <p>④治疗室内以及控制台上设置紧急停机按钮，分别位于控制台 1 个，迷道内口 1 个，东、西、南墙各 1 个，距地 1.2m，另有设备自带急停按</p>	与环评一致	

	<p>钮位于设备机架和治疗床两侧。急停开关位置能够使人员从各个方向均能观察到且便于触发，在紧急情况下及时按下急停开关，防止发生辐射安全事故。</p> <p>⑤机房迷路内口处设置固定式辐射剂量监仪，并具有异常情况下报警功能，显示单元设置在控制室内。</p> <p>⑥电缆管线口位于东屏蔽墙，采用地下“U”型穿墙，可避免主射束直接照射。</p> <p>⑦操作规程、辐射事故应急预案等工作制度在合适位置张贴上墙。</p>	
通风设施	<p>加速器治疗室内设置有通风系统，进风口两个，尺寸为40cm×40cm，位于治疗室室顶南部东西侧各一个，送风管道在室顶东南角“Z”型穿过室顶次屏蔽区后经过土层至室外地坪；出风口位于加速器治疗室北墙下方东西侧各一个（距地高度约0.4m），尺寸为50cm×32cm，由管道引上至治疗室东南角上方“Z”型穿过室顶次屏蔽墙后经过土层至室外地坪。管道穿过室顶次屏蔽墙处设置30mm铅板补偿。送风、排风口设置满足GBZ121-2020“放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置”要求。风机有效通风量为2600m³/h，加速器治疗室净容积约299m³，通风次数大于4次/h，满足HJ1198-2021“换气次数不少于4次/h”要求。</p>	与环评一致
其他	<p>医院拟配备1台X-γ辐射监测仪、5部个人剂量报警仪，辐射工作人员人手配备一支个人剂量计，待配备相关设备后，可满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第五款的辐射防护要求。</p>	<p>本项目职业工作人员均佩戴有个人剂量计，医院配备了1台BG9511型辐射巡检仪，本项目配备了2部个人剂量报警仪</p>

表 3-2 本项目环境影响报告表批复要求与验收情况的对比

环境影响报告表批复意见（简述）		验收时落实情况
二、该项目应重点做好以下工作	<p>（一）做好辐射工作场所的环境安全防护工作。</p> <p>（1）落实放射性治疗机房实体屏蔽措施与通风系统，满足全排全送的通风方式，确保机房四周的辐射水平及通排风满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关要求。</p> <p>（2）放射性治疗机房与控制室之间安装监视和对讲设备；门机连锁，紧急停机开关、开门按钮；防护门外醒目处安装指示灯，并注明工作时严禁人员入内。工作人员按要求配备防护用品，确保工作人员和公众年有效剂量符合</p>	<p>1. 本项目加速器治疗室采用了实体屏蔽，根据本次验收监测结果，加速器治疗室周围的辐射水平满足2.5μSv/h的剂量率目标控制值；治疗室内设置了通风装置，满足全排全送的通风方式，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关要求。</p> <p>2. 加速器治疗室与控制室之间安装有监视和对讲设备，防护门安装有门机连锁、开门按钮、工作状态指示灯、治疗室内安装有急停按钮、固定式辐射探测报警仪。根据本次验收检测结果估算，工作人员和公众年有效剂量符合《电离辐射</p>

	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的相关要求。	防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的相关要求。
	(二)按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求,建立并完善监测、评估、应急、培训等各项管理制度并组织实施。	医院制定了《辐射防护和安全保卫制度》《加速器安全操作规程》《射线装置设备检修维护制度》《辐射岗位工作人员培训制度》《工作人员岗位职责》《环境辐射监测制度》《辐射安全防护自行检查和评估制度》等规章制度,建立了辐射安全管理档案。
	(三)你单位要在项目投用前依法申领辐射安全许可证。	医院于2025年8月4日申领了辐射安全许可证,证书编号鲁环辐证[A0719],许可种类和范围为使用II类射线装置、III类射线装置,有效期至2030年8月3日。
	(四)项目运行过程中产生的非放射性废水、废气、固体废物(包括医疗废物)要按照《济南西城医院及医学研究院建设项目环境影响报告书》及批复意见(济环报告书(2018)13号)要求进行管理。	本项目运行中无废水产生、治疗室内产生的废气通过通风系统排出治疗室外,更换的准直器或废靶件等作为放射性固体废物处理,拆卸后直接交由具有放射性废物处置资质的单位处置。 以上处理方式满足《济南西城医院及医学研究院建设项目环境影响报告书》及批复意见(济环报告书(2018)13号)的要求。

3.3 辐射安全管理情况

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及生态环境主管部门的要求,核技术利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。为此本次对医院的辐射环境管理和安全防护措施等进行了检查。

1. 组织机构

医院签订了辐射工作安全责任书,明确了公司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。成立了放射防护安全管理委员会,指定该机构专职和专人负责射线装置的安全和防护工作,落实了岗位职责。

2. 辐射安全管理制度及落实情况

(1) 工作制度

医院制定了《辐射防护和安全保卫制度》《射线装置设备检修维护制度》《工作人员岗位职责》《辐射安全防护自行检查和评估制度》等规章制度,建立了辐射安全管理档案。

(2) 操作规程

医院制定了《加速器安全操作规程》，辐射工作人员严格按照操作规程进行操作。

（3）应急演练

医院编制了《辐射安全事故应急预案》，将按规定定期开展辐射事故应急演练。

（4）人员培训

医院制定了《辐射岗位工作人员培训制度》，医院有 1 名辐射安全管理人员，本项目配备了 4 名职业工作人员，均通过了核技术利用辐射安全与防护考核，且在有效期内。

（5）监测方案

医院制定了《环境辐射监测制度》。医院配备了 1 台 BG9511 型便携式辐射巡检仪进行辐射巡检；为本项目 4 名职业工作人员配备了个人剂量计，委托有资质的单位进行个人剂量检测，建立了个人剂量档案，1 人 1 档。

（6）年度评估

医院每年开展自行检查及年度评估，2025 年对现有核技术应用项目编写了辐射安全与防护状况年度评估报告，并提报全国核技术利用辐射安全申报系统。

3. 辐射安全防护设备

医院配备有 1 台 BG9511 型便携式辐射巡检仪，本项目配备了 2 部 JB4020 型个人剂量报警仪，本项目 4 名职业工作人员均配备了个人剂量计。

表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批决定

4.1 环境影响报告表结论

1. 为更好满足患者就诊需求，医院拟在门诊楼地下一层西侧建设一处医用电子加速器机房，同时拟购置1台山东新华医疗器械股份有限公司生产的XHA600E型医用电子加速器(属于II类射线装置)，安装于医用电子加速器治疗室内，用于放射治疗工作。

本项目的开展有利于提高医院的放射治疗水平，具有良好的社会效益和经济效益，符合“实践正当性”原则。

2. 由现状检测结果表明：本项目建设区域周围环境 γ 辐射剂量率现状值处于济南市环境天然放射性水平范围内。

3. 医院将医用电子加速器工作场所划分为“控制区”和“监督区”，各区严格按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求进行管理。

本项目医用电子加速器机房北墙主屏蔽为290cm混凝土、宽4.5m，次屏蔽为150cm混凝土；南墙主屏蔽为290cm混凝土、宽4.5m，次屏蔽为150cm混凝土；西墙、东墙、迷路内墙分别为60cm、130/160cm、130cm混凝土；室顶主屏蔽为300cm混凝土、宽4.5m，次屏蔽为160cm混凝土；防护门为铅钢复合材料结构，防护能力为15mmPb。

医用电子加速器机房拟设置门-机联锁装置，防护门设计有防挤压红外线碰撞装置，防护门外设置工作警示灯和电离辐射警告标志；加速器机房与控制室之间设计有监视和对讲装置；机房内拟设置4处紧急停机按钮、控制室内拟设置1处紧急停机按钮；机房内拟设置通风系统，设计通风量为2600m³/h；电缆穿墙管线采取地下U型穿墙设计；拟配备1台X- γ 辐射监测仪、5部个人剂量报警仪，辐射工作人员人手配备一支个人剂量计。

4. 经估算，医用电子加速器将来投入使用后，加速器机房四周墙体、室顶和防护门外30cm处的辐射剂量率能满足本次评价提出的2.5 μ Sv/h目标控制值。辐射工作人员所受年有效剂量为0.095mSv/a，低于本评价采用的辐射工作人员5.0mSv/a的管理剂量约束值；驻留在医用加速器机房周围的公众成员所受年有效剂量最大为0.073mSv/a，低于本评价采用的公众成员0.1mSv/a的管理剂量约束值。

在落实报告中提出的治理措施后，非放射性有害气体对周围环境和人员影响较小。

5. 医院拟成立辐射安全领导机构，拟制定各类辐射安全管理规章制度。在运行过程中，须将各项安全防护措施落实到位，在此条件下，可以确保工作人员、公众的安全，并有效应对可能的突发事件（事件）。

医院拟配备5名辐射工作人员从事本项目放射诊疗工作，尚未参加辐射安全与防护考核，医院拟尽快安排相关辐射工作人员参加核技术利用辐射安全与防护考核，并取得考核合格成绩单，考核合格后上岗。

辐射环境风险评价表明，本项目在实际工作中存在一定的辐射环境风险，医院严格执行拟制定的风险防范措施和《辐射事故应急预案》，定期演练辐射事故应急方案，对发现的问题及时进行整改，可使项目环境风险影响降至最低。

综上所述，济南西城医院医用电子加速器应用项目，在切实落实报告中提出的辐射管理、辐射防护等各项措施，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、防护措施的前提下，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，对周围环境产生的辐射影响较小，不会引起周围辐射水平的明显变化。因此，从环境保护角度分析，项目建设是可行的。

4.2 审批部门审批决定（节选）

一、济南西城医院医用电子加速器应用项目位于济南市槐荫区菏泽路与小康路路口西医院门诊楼地下一层西侧。本项目总投资1500万元。活动类型和范围属使用Ⅱ类射线装置从环境保护角度分析，同意报告表提出的污染防治措施和结论。

二、该项目应重点做好以下工作。

（一）做好辐射工作场所的环境安全防护工作。

（1）落实放射性治疗机房实体屏蔽措施与通风系统，满足全排全送的通风方式，确保机四周的辐射水平及通排风满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关要求。

（2）放射性治疗机房与控制室之间安装监视和对讲设备；门机联锁，紧急停机开关、开按钮；防护门外醒目处安装指示灯，并注明工作时严禁人员入内。工作人员按要求配备防护用品，确保工作人员和公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的相关要求。

（二）按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求，建立并完善监测评估、应急、培训等各项管理制度并组织实施。

(三) 你单位要在项目投用前依法申领辐射安全许可证。

(四) 项目运行过程中产生的非放射性废水、废气、固体废物(包括医疗废物)要按照《南西城医院及医学研究院建设项目环境影响报告书》及批复意见(济环报告书〔2018〕13号)要求进行管理。

三、你单位要严格落实环评报告表提出的各项环保措施及我局的审批意见。按照《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》(国环规环评〔2017〕4号)规定的程序标准进行验收，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责。

四、你单位在污染防治技术选用时充分考虑安全因素，对环保设施和项目开展安全风险辨识管理，健全内部管理责任制度，严格依据标准规范建设环保设施和项目。

表 5 验收监测质量保证及质量控制

5.1 质量保证目的

质量保证分为内部质量保证和外部质量保证。内部质量保证主要向管理者提供信任；外部质量保证主要向客户或公众提供信任，使其确信结果是准确可靠的。对于辐射环境监测来说，质量保证的目的是把监测的误差降低到可接受的程度，保证监测结果真实反映采样和监测时的环境放射性水平。

5.2 质量保证内容

质量保证的基本内容包括严密的组织、文件化管理、规范化操作、有效的控制四个方面。

5.2.1 严密的组织

本次验收监测由山东丹波尔环境科技有限公司进行，山东丹波尔环境科技有限公司具有 CMA 监测资质，开展监测时，监测资质在有效期内。山东丹波尔环境科技有限公司组织机构分工明确，管理层、技术负责人、质量负责人、授权签字人、监测人员、质量监督人员、样品管理员、设备管理员等各层次人员配备齐全，公司已对各层次人员赋予相应的权力和资源。公司受市场监督主管部门的监督检查和管理，在历次检查中，均未出现重大问题。

5.2.2 文件化管理

山东丹波尔环境科技有限公司制定有质量要求文件和质量证明文件。

质量要求文件主要由管理体系文件组成，包括质量手册、程序文件、作业指导书、记录表格，以及外来文件等。它是辐射环境监测的质量立法，是将行之有效的质量管理手段和方法规范化，使各项质量活动有法可依，有章可循。

质量证明文件是依据质量要求文件内容完成的活动及其结果提供客观证据的文件，是辐射环境监测获得的质量水平和质量体系中各项活动结果的客观反映，分为质量记录和技术记录，包括人员培训考核记录、仪器设备检定/校准证书、监测过程质量控制记录、样品分析测量结果报告及原始记录等。

5.2.3 规范化操作

山东丹波尔环境科技有限公司全部监测活动都有程序文件加以规定，并严格遵照执行。所有用于辐射环境监测的方法均参照现行有效的相关标准，包括分析测量、数据处理与报

告等，相关人员均熟练掌握，严格遵照执行。

5.2.4 有效的控制

有效的控制是使监测过程处于受控状态，以达到质量要求所采取的作业技术活动。在辐射环境监测中，其作用是识别从采样、制样，到分析测量、数据处理、结果报告的全过程中造成缺陷的一些操作，以便采取有效措施。在控制技术中，统计技术是识别、分析和控制异常变化的重要手段。山东丹波尔环境科技有限公司建立了质量控制项目登记表，对质量控制项目、质控技术（方法）、执行标准、执行人员、监督人员、判定方法、判定结果、实施日期等进行详细的记录。公司制定有质量监督计划，定期开展质量监督，填写质量监督检查记录、质量控制结果评定表、质量控制项目实施结果分析报告并存档。可有效进行质量控制。

5.3 质量保证计划

公司在制定辐射环境监测方案的同时，制定了相应的质量保证计划，并覆盖监测的全过程。一般来说，质量保证计划可满足以下要求：

a) 明确单位的组织架构、职责、权力层次和对应管理接口，以及工作内容和能力；解决所有的管理措施，包括规划、调度和资源。

b) 建立并宣贯工作流程和程序。

c) 满足辐射环境监测的监管要求。

d) 使用合适的采样和测量方法，选择合适的设备及其文件记录，包括对设备和仪器进行恰当的维护、测试和校准，保证其能正常运行。

e) 选择合适的环境介质采样和测量的地点及采样频度。

f) 使用的校准标准可追溯至国家标准或国际标准。

g) 有审查和评估监测方案整体效能的质量控制机制和程序（任何偏离正常程序的行为均应记录），必要时进行不确定度分析。

h) 参加能力验证或实验室间比对。

i) 满足记录及存档的规定要求。

j) 培训从事特定设备操作的人员，使其拥有相应的资格（根据管理需要）。

公司质量保证计划可满足监管部门为辐射环境监测质量保证所规定的作为最低限度的基本通用要求。

5.4 监测方案的质量保证

5.4.1 监测方案内容

本项目验收监测前，对监测任务制定有详细的监测方案，内容包括：监测目的和要求、监测点位、监测项目和频次、监测分析方法和依据、质量保证要求、监测结果评价标准、监测计划安排、提交报告时间等。

5.4.2 质量保证要求

对监测方案实施质量保证的目的是为保证监测结果反映环境真实水平的可靠性提供客观依据。由于监测结果被各种条件和因素影响，使得某一地区、某一时间采集的样品获得的监测结果未必反映当地当时的环境真实水平。

本项目在制订辐射环境监测方案时，同时制订有质量保证计划（方案），具有涉及监测活动全过程的质量保证措施。

5.5 监测人员素质要求

a) 山东丹波尔环境科技有限公司各监测人员数量及其专业技术背景、工作经历、监测能力等均与所开展的监测活动相匹配，中级及以上专业技术职称或同等能力的人员数量不少于监测人员总数的 15%。

b) 公司监测人员均具备良好的敬业精神和职业操守，认真执行国家生态环境和其他有关法规标准。坚持实事求是、探索求真的科学态度和踏实诚信的工作作风。

c) 公司从事辐射环境监测人员均已接受相应的教育和培训，具备与其承担工作相适应的能力，掌握辐射防护基本知识，掌握辐射环境监测操作技术和质量控制程序，掌握数理统计方法。

d) 公司从事辐射环境监测人员均具备一定的专业技术水平，持证上岗。

5.6 监测设备的检定/校准和核查

5.6.1 监测设备的检定/校准

本项目所有监测仪器均在国家计量部门或其授权的校准机构检定/校准，开展验收监测时，均在有效期内。

5.6.2 监测设备的核查

为保证监测数据的准确可靠，山东丹波尔环境科技有限公司定期核查监测设备，通过实验室比对等方法，选取个别关键指标进行核查，核查结果可确定仪器是否适用，核查误差均在误差要求范围内。

5.7 监测数据的质量控制

5.7.1 数据记录

本项目分析测量到结果计算的全过程，均按规定的格式和内容，清楚、详细、准确地记录，未随意涂改。

5.7.2 数据校核

公司进行分析数据之前，由专门的校核人员对原始数据进行必要的整理和校核。由校核人员逐一校核原始记录是否符合相关规范的要求，若有计算或记录错误，反复核算后予以订正。

5.7.3 数据审核

公司审核人员对数据的准确性、逻辑性、可比性和合理性进行审核。审核由二人独立进行或由未参与分析测量的人员进行核算。

5.7.4 数据保存

本项目监测任务合同（委托书/任务单）、原始记录、报告审核记录、监测报告、质量保证计划及其核查等资料均已归档保存。电子介质存储的报告和记录与纸质文档长期保存。

表 6 验收监测内容

为掌握本项目正常运行情况下周围的辐射环境水平，山东丹波尔环境科技有限公司对本次验收的相关场所及周围环境进行了现场监测。

一、监测项目

X-γ 辐射剂量率。

二、监测时间及条件

监测时间：2026 年 3 月 20 日；

监测条件：天气：晴，温度：15.2℃，相对湿度：47.5%。

三、监测仪器

本次验收监测仪器设备参数及技术指标见表 6-1。

表 6-1 本次验收监测使用的监测仪器一览表

项 目	参 数
仪器名称	便携式 X-γ 剂量率仪
仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
系统主机测量范围	10nGy/h~1Gy/h
天然本底扣除探测器测量范围	1nGy/h~100 μ Gy/h
能量范围	33keV~3MeV
检定单位	山东省计量科学研究院
检定证书编号	Y16-20253686
检定有效期至	2026 年 12 月 22 日

四、监测分析方法

由两名检测人员共同进行现场监测，依据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）等相关要求进行现场测量。将仪器接通电源预热 15min 以上，设置好测量程序，仪器自动读取 10 个数据，计算平均值和标准偏差，经校准计算后作为最终的检测结果。

五、监测布点

本次验收监测对加速器治疗室及周围环境进行了现场监测。非工作状态下于加速器治疗室及周围共布设 9 个监测点位，A1~A2、A3-1、A4~A5、A7、A9、A11~A12；工作状态下于加速器治疗室及周围共布设 16 个点位，A1~A12；终止照射后加速器治疗室内布设 2

个监测点位，A13~A14。

具体布点情况见表 6-2~表 6-4，监测布点情况见图 6-1。

表 6-2 非工作状态监测布点情况一览表

点位	点位描述
A1	加速器治疗室北墙外 30cm（水冷机房）
A2	加速器治疗室北墙外 30cm（核医学工作人员通过间）
A3-1	加速器治疗室防护门外 30cm
A4	加速器治疗室东墙外 30cm
A5	加速器治疗室操作位
A7	加速器治疗室南墙外 30cm（预留加速器治疗室）
A9	加速器治疗室室顶上方 30cm
A11	门诊楼西墙外 1m
A12	地面仓库南墙外 1m

表 6-3 工作状态监测布点情况一览表

点位	点位描述
A1	加速器治疗室北墙外主屏蔽区 30cm（水冷机房）
A2	加速器治疗室北墙外次屏蔽区 30cm（核医学工作人员通过间）
A3-1	防护门外中间位置 30cm
A3-2	防护门左侧门缝外 30cm
A3-3	防护门右侧门缝外 30cm
A3-4	防护门上侧门缝外 30cm
A3-5	防护门下侧门缝外 30cm
A4	加速器治疗室东墙外 30cm
A5	加速器治疗室操作位
A6	管线口
A7	加速器治疗室南墙主屏蔽区外 30cm（预留加速器治疗室）
A8	加速器治疗室南墙次屏蔽区外 30cm（预留加速器治疗室）
A9	加速器治疗室室顶主屏蔽区上方 30cm
A10	加速器治疗室室顶次屏蔽区上方 30cm

A11	门诊楼西墙外 1m
A12	地面仓库南墙外 1m

表 6-4 终止照射后加速器治疗室内监测布点情况一览表

点位	点位描述
A13	加速器机头 5cm
A14	加速器机头 1m

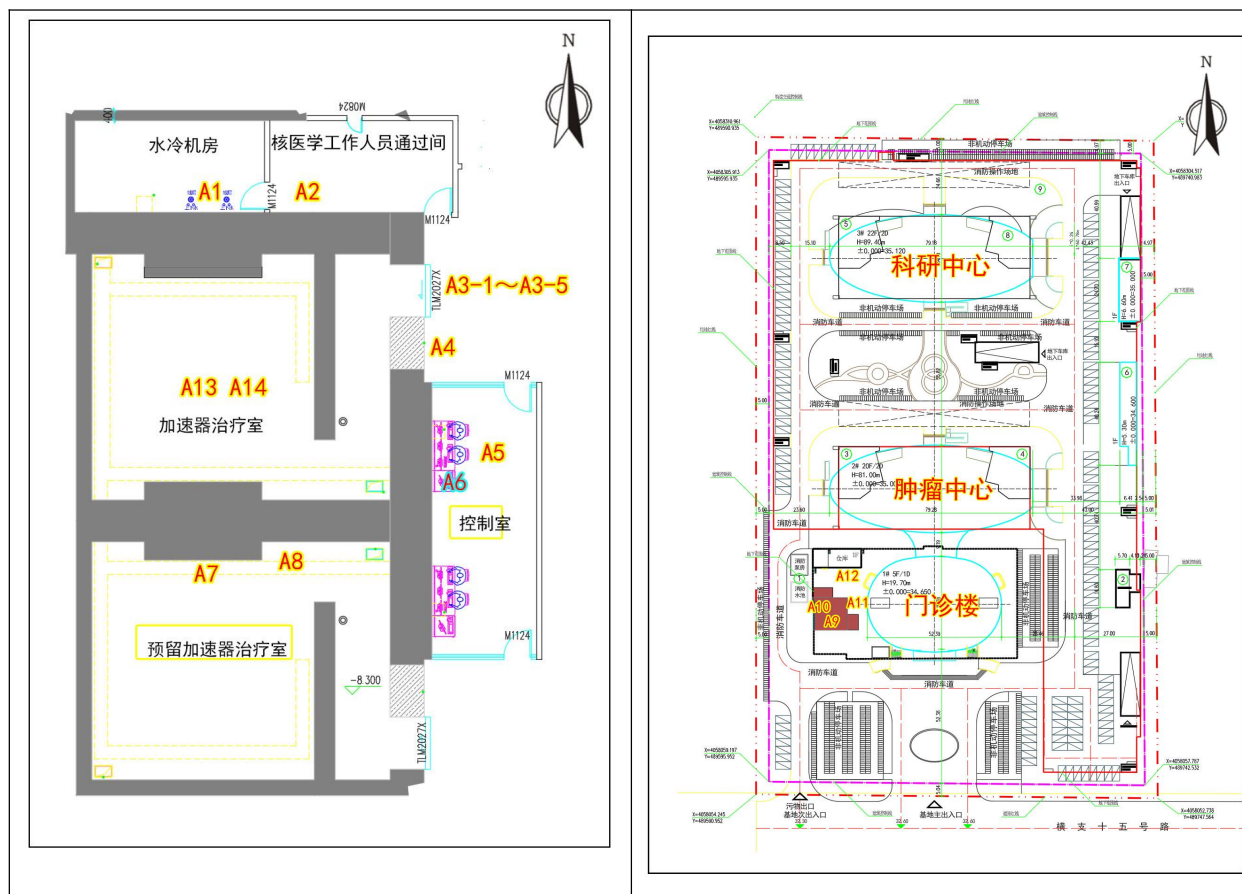


图 6-1 监测布点图

表 7 验收监测

7.1 验收监测期间运行工况

本项目验收监测期间，各辐射安全与防护设施均正常，并能有效运行，验收监测期间，加速器的运行工况：X 射线能量为 6MV，X 射线输出量为 6.0Gy/min。

7.2 验收监测结果

本项目加速器非工作状态及工作状态下，加速器治疗室及周围监测结果见表 7-1~表 7-3。

表 7-1 非工作状态下加速器治疗室及周围环境监测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准差
A1	加速器治疗室北墙外 30cm (水冷机房)	69.0	0.6
A2	加速器治疗室北墙外 30cm (核医学工作人员通过间)	69.0	0.6
A3-1	加速器治疗室防护门外 30cm	48.4	0.5
A4	加速器治疗室东墙外 30cm	64.6	0.3
A5	加速器治疗室操作位	57.2	0.3
A7	加速器治疗室南墙外 30cm (预留加速器机房)	66.5	0.3
A9	加速器治疗室室顶上方 30cm (室外地坪)	64.7	1.0
A11	门诊楼西墙外 1m	64.8	0.9
A12	地面仓库南墙外 1m	64.0	1.0

注：检测结果已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h，宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8。

表 7-2 工作状态下加速器治疗室及周围环境监测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准差	备注
A1	加速器治疗室北墙外主屏蔽区 30cm (水冷机房)	388.4	1.5	有用束朝北，无模体
A2	加速器治疗室北墙外次屏蔽区 30cm (核医学工作人员通过间)	71.9	1.0	有用束朝北，等中心放置模体
A3-1	防护门外中间位置 30cm	374.2	1.8	
A3-2	防护门左侧门缝外 30cm	51.5	1.0	
A3-3	防护门右侧门缝外 30cm	88.9	1.1	
A3-4	防护门上侧门缝外 30cm	418.5	1.4	

A3-5	防护门下侧门缝外 30cm	236.3	1.2	
A4	加速器治疗室东墙外 30cm	67.9	1.0	
A5	加速器治疗室操作位	61.2	1.0	
A6	管线口	85.7	1.1	
A7	加速器治疗室南墙主屏蔽区外 30cm (预留加速器机房)	68.1	1.2	有用束朝南, 无模体
A8	加速器治疗室南墙次屏蔽区外 30cm (预留加速器机房)	67.6	1.2	有用束朝南, 等中心放置模体
A9	加速器治疗室室顶主屏蔽区上方 30cm (室外地坪)	66.0	0.9	有用束朝上, 无模体
A10	加速器治疗室室顶次屏蔽区上方 30cm (室外地坪)	85.4	1.4	有用束朝上, 等中心放置模体
A11	门诊楼西墙外 1m	74.1	1.2	
A12	地面仓库南墙外 1m	72.6	1.1	
注: 检测结果已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h, 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子, 原野及道路取 1, 平房取 0.9, 多层建筑物取 0.8;				

表 7-3 终止照射后加速器治疗室内辐射剂量率监测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准差	备注
B1	加速器机头 5cm	65.6	0.9	终止照射 2min 内
B2	加速器机头 1m	63.5	1.0	
注: 检测结果已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h, 宇宙射线响应值的屏蔽修正因子, 原野及道路取 1, 平房取 0.9, 多层建筑物取 0.8;				

根据表 7-1 可知, 非工作状态下, 加速器治疗室及周围环境 γ 辐射剂量率为 (48.4~69.0) nGy/h, 处于济南市环境天然辐射水平范围内。

根据表 7-2 可知, 工作状态下, 加速器治疗室及周围 X- γ 辐射剂量率范围为 (51.5~418.5) nGy/h, 满足本次验收采用的 2.5 μ Sv/h 剂量率目标控制值。

根据表 7-3 可知, 终止照射 2min 内, 加速器机房 5cm 和 1m 处的剂量率分别为 65.6nGy/h、63.5nGy/h。

7.3 职业人员与公众成员受照剂量

一、年有效剂量估算公式

$$H=Dr \times T \times t \quad (\text{式 7-1})$$

式中: H——年有效剂量, Sv/a;

Dr——剂量当量率, Sv/h;

T——居留因子, 无量纲;

t——年受照时间, h。

二、居留因子

居留因子参照《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)，具体见表 7-4。

表 7-4 居留因子选取

场所	居留因子 (T)		示例	本项目
	典型值	范围		
全居留	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、有人护理的候诊室以及周边建筑物中的驻留区	1: 东侧控制室、门诊楼
部分居留	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	1/2: 南侧预留加速器治疗室 1/5: 核医学工作人员通过间
偶然居留	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	1/8: 治疗室防护门 1/20: 水冷机房、仓库 1/40: 室外地坪

三、照射时间

本项目加速器年照射时间 111h, 摆位时间 250h, 配备了 4 名职业工作人员, 按照工作人员参与全部工作考虑。

三、职业人员受照剂量

加速器职业人员年受照剂量需考虑在控制室内进行设备操作、摆位时的辐射影响, 保守按照职业人员参加全部加速器治疗工作考虑。本项目目前处于调试阶段, 工作人员的个人剂量未到检测周期, 因此本次采用验收监测结果对工作人员的受照剂量进行估算。

根据本次验收检测结果, 职业人员在控制室内进行设备操作时, 操作位处剂量率为 61.2nGy/h (辐射权重因子取 1, 下同), 居留因子取 1, 职业人员操作设备时受照剂量为 $61.2 \times 111 \times 1 \approx 6.79 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

职业人员进入治疗室摆位时，根据本次验收检测结果，距外壳 1m 处固定点的剂量率为 63.5nGy/h，则职业人员摆位时受到的辐射影响为 $63.5 \times 250 \times 1 \approx 0.016\text{mSv/a}$ 。

根据上述计算，加速器职业人员所受年有效剂量为 $6.79 \times 10^{-3} + 0.016 \approx 0.023\text{mSv/a}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告提出的 5.0mSv/a 的管理剂量约束值。

四、公众成员受照剂量分析

根据验收监测结果计算加速器治疗室周围公众成员的年有效剂量，计算结果见表 7-5。

表 7-5 本项目公众成员年有效剂量计算结果

位置	对应场所名称	剂量率最大值 (nGy/h)	受照时间 (h)	居留因子	年有效剂量 (mSv/a)
加速器治疗室北侧	水冷机房	388.4	111	1/20	2.16×10^{-3}
	核医学工作人员通过间	71.9	111	1/5	1.60×10^{-3}
防护门外		418.5	111	1/8	5.81×10^{-3}
加速器治疗室南侧	预留加速器治疗室	68.1	111	1/2	3.78×10^{-3}
加速器治疗室室顶	室外地坪	85.4	111	1/40	2.37×10^{-4}
保护目标	门诊楼	74.1	111	1	8.23×10^{-3}
	地面仓库	72.6	111	1/20	4.03×10^{-4}

以上可知，本项目运行时，公众成员接受照射的年有效剂量最大值约为 $8.23 \times 10^{-3}\text{mSv}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定 1mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告提出的 0.1mSv 的年管理剂量约束值。

表 8 验收监测结论

按照国家有关环境保护的法律法规，济南西城医院医用电子加速器应用项目进行了环境影响评价并履行了环境影响审批手续。项目需配套建设的环境保护设施已与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

一、项目概况

济南西城医院位于山东省济南市槐荫区菏泽路 1299 号，本次验收规模为位于门诊楼负一层的一处医用电子加速器工作场所，包括加速器治疗室、控制室及水冷机房，购置 1 台 XHA600E 型 6MV 医用电子加速器，属于 II 类射线装置。本次验收规模与环评规模一致。

医院已取得《辐射安全许可证》，证书编号：鲁环辐证[A0719]，种类和范围为使用 II 类、III 类射线装置，有效期至 2030 年 8 月 3 日。本次验收的医用电子加速器已登记。

二、监测结果

根据验收监测结果，非工作状态下，加速器治疗室及周围环境 γ 辐射剂量率为 (48.4~69.0) nGy/h，处于济南市环境天然辐射水平范围内。

根据验收监测结果，工作状态下，加速器治疗室周围 X- γ 辐射剂量率范围为 (51.5~418.5) nGy/h，满足本次验收采用的 2.5 μ Sv/h 剂量率目标控制值。

三、职业与公众受照剂量

根据验收结果估算，加速器职业人员所受年有效剂量最大为 0.023mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中规定的 20mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告表提出的年管理约束值 5.0mSv。

根据验收结果估算，本项目周围公众成员接受的最大年有效剂量为 8.23×10^{-3} mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中规定的 1mSv/a 的剂量限值，也低于环评报告表提出的年管理约束值 0.1mSv。

四、现场检查结果

1. 医院签订了辐射工作安全责任书，成立了放射防护安全管理委员会，指定该机构专职和专人负责医院射线装置的安全和防护工作，落实了岗位职责。

2. 制定了《辐射防护和安全保卫制度》《加速器安全操作规程》《工作人员岗位职责》《辐射岗位工作人员培训制度》《环境辐射监测制度》《射线装置设备检修维护制度》《辐射安全防护自行检查和评估制度》等制度，建立了辐射安全管理档案。编制了《辐射安全

事故应急预案》，规定定期开展辐射事故应急演练。医院每年开展自行检查及年度评估，2025 年对现有核技术应用项目编写了辐射安全与防护状况年度评估报告，并提报全国核技术利用辐射安全申报系统。

3. 本项目配备了 4 名职业工作人员，均已通过核技术利用辐射安全与防护考核，且在有效期内。已委托有资质单位对职业工作人员进行个人剂量检测，建立了个人剂量档案。

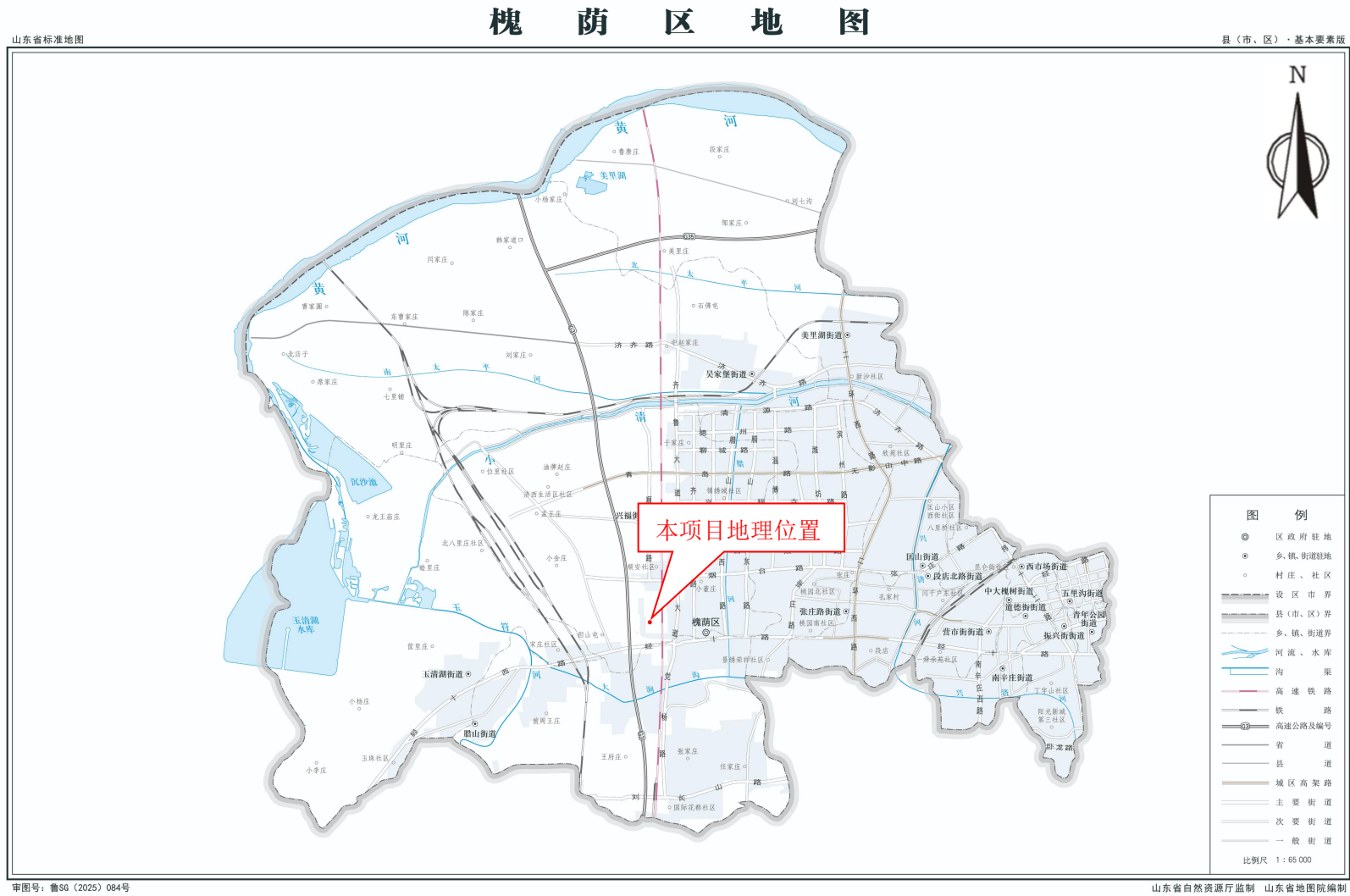
4. 医院配备了 1 台 BG9511 型便携式辐射巡检仪进行辐射巡检，本项目配备了 2 部 JB4020 型个人剂量报警仪。

综上所述，济南西城医院医用电子加速器应用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，监测结果满足环境影响报告表及其审批部门审批决定，项目运行期间对辐射工作人员和公众的辐射影响满足验收执行标准，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，具备建设项目竣工环境保护验收条件。

五、建议

1. 适时修订和完善辐射安全管理制度，规范和完善辐射安全与防护管理档案。
2. 定期组织辐射事故应急演练，做好演练记录与评估。

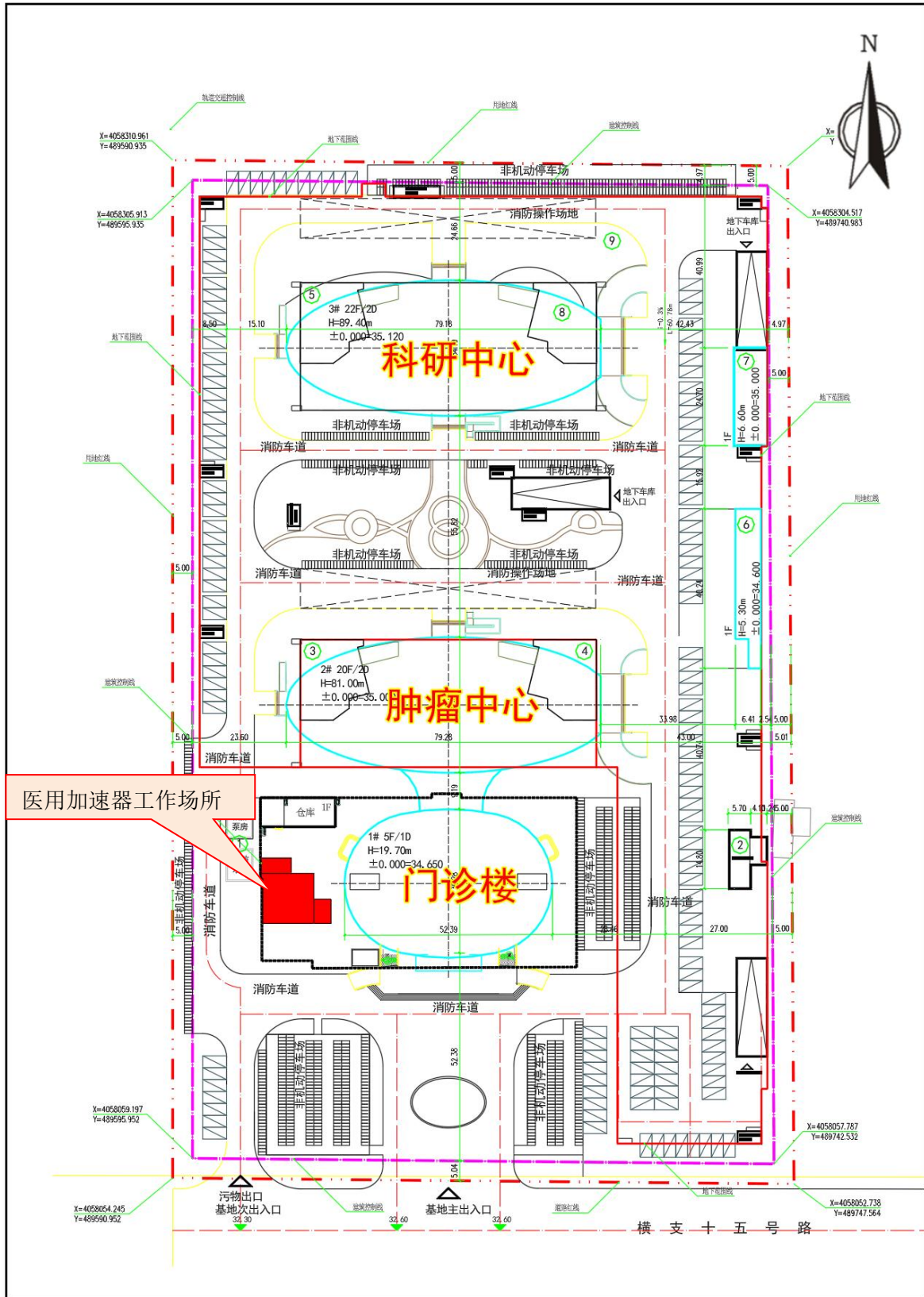
附图 1 项目地理位置示意图



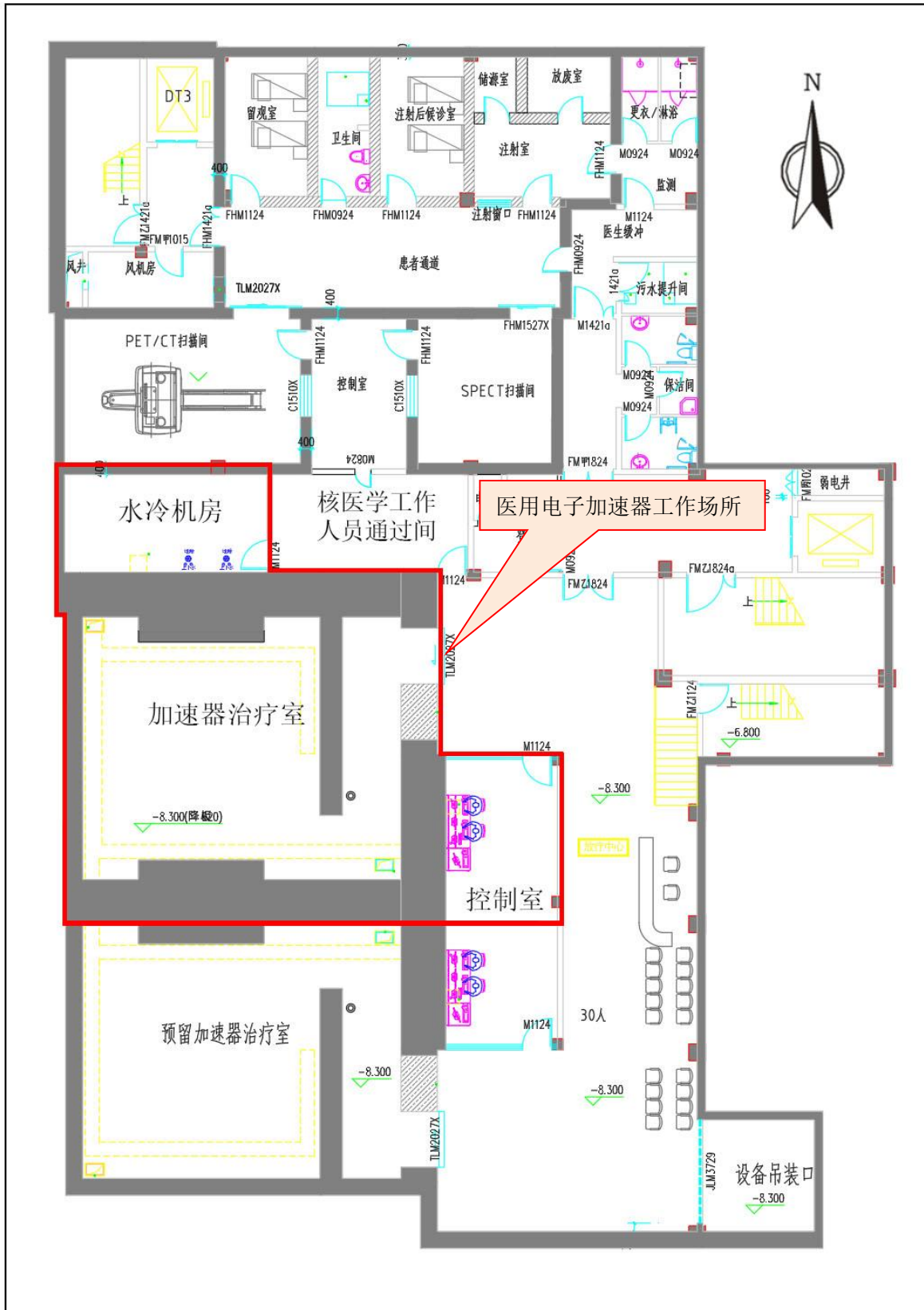
附图 2 项目周边环境关系影像图



附图 3 医院总平面布置图



附图 4 门诊楼负一层平面布置图（核医学工作场所区域为负二层）



附件一 委托书

委 托 书

山东丹波尔环境科技有限公司：

根据《建设项目环境保护管理条例》等相关规定，我单位医用电子加速器
工作场所应用项目需进行竣工环境保护验收，现委托贵单位对该项目进行竣
工环境保护验收监测。

特此委托

济南西城医院（盖章）

2026年3月18日

济南市生态环境局槐荫分局

济槐环辐表审（2023）6号

关于对济南西城医院医用电子加速器应用 项目环境影响报告表的批复

济南西城医院：

你单位《济南西城医院医用电子加速器应用项目环境影响报告表》收悉。经审查，批复如下：

一、我局于2023年10月24日受理该项目并在济南市生态环境局网站进行了公示，公示期间未收到公众反对意见。济南西城医院医用电子加速器应用项目位于济南市槐荫区菏泽路与小康路路口西，医院门诊楼地下一层西侧。本项目总投资1500万元。活动类型和范围属使用II类射线装置。从环境保护角度分析，同意报告表提出的污染防治措施和结论。

二、该项目应重点做好以下工作。

（一）做好辐射工作场所的环境安全防护工作。

（1）落实放射性治疗机房实体屏蔽措施与通风系统，满足全排全送的通风方式，确保机房四周的辐射水平及通排风满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关要求。

(2) 放射性治疗机房与控制室之间安装监视和对讲设备；门机联锁，紧急停机开关、开门按钮；防护门外醒目处安装指示灯，并注明工作时严禁人员入内。工作人员按要求配备防护用品，确保工作人员和公众年有效剂量符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的相关要求。

(二) 按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求，建立并完善监测、评估、应急、培训等各项管理制度并组织实施。

(三) 你单位要在项目投用前依法申领辐射安全许可证。

(四) 项目运行过程中产生的非放射性废水、废气、固体废物(包括医疗废物)要按照《济南西城医院及医学研究院建设项目环境影响报告书》及批复意见(济环报告书〔2018〕13号)要求进行管理。

三、你单位要严格落实环评报告表提出的各项环保措施及我局的审批意见。按照《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》(国环规环评〔2017〕4号)规定的程序和标准进行验收，并对验收内容、结论和所公开信息的真实性、准确性和完整性负责。

四、你单位在污染防治技术选用时充分考虑安全因素，对环保设施和项目开展安全风险辨识管理，健全内部管理责任制度，严格依据标准规范建设环保设施和项目。

五、市生态环境保护综合行政执法支队槐荫大队按照

《建设项目环境保护事中事后监督管理办法（试行）》等规定，强化建设项目环境保护事中事后监督管理。





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：济南西城医院

统一社会信用代码：52370100MJD6938585

地址：山东省济南市槐荫区菏泽路1299号

法定代表人：于保法

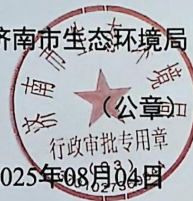
证书编号：鲁环辐证[A0719]

种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置（具体范围详见副本）。

有效期至：2030年08月03日



发证机关：济南市生态环境局



发证日期：2025年08月04日

中华人民共和国生态环境部监制



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	济南西城医院		
统一社会信用代码	S2370100MJD6938585		
地 址	山东省济南市槐荫区菏泽路 1299 号		
法定代表人	姓 名	于保法	联系方式 15864026509
辐射活动场所	名 称	场所地址	负责人
	放疗室	山东省济南市槐荫区菏泽路 1299 号	杨夫龙
	DR 室	山东省济南市槐荫区菏泽路 1299 号	孙成林
	CT 三室	山东省济南市槐荫区菏泽路 1299 号	孙成林
	CT 一室	山东省济南市槐荫区菏泽路 1299 号	孙成林
	CT 二室	山东省济南市槐荫区菏泽路 1299 号	孙成林
证书编号	鲁环辐证[A0719]		
有效期至	2030 年 08 月 03 日		
发证机关	济南市生态环境局		
发证日期	2025 年 08 月 04 日		





(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[A0719]

序号	活动种类和范围				使用台账				备注			
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
1	CT 二室	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	CT	Aquilion start	1AA2062286	管电压 135 kV 管电流 260 mA	佳能医疗系统有限公司		
2	CT 三室	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	CT	Brilliance 6	60350146	管电压 140 kV 管电流 500 mA	飞利浦医疗器械有限公司		
3	CT 一室	医用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	III 类	使用	1	CT	Zeedas CT 16A	21-061	管电压 140 kV 管电流 350 mA	苏州波影医疗技术有限公司		
4	DR 室	医用诊断 X 射线装置	III 类	使用	1	DR	ASR-6805E	4924100015	管电压 150 kV 管电流 700 mA	深圳安科高技术股份有限公司		
5	放疗室	粒子能量小	II 类	使用	1	医用直线加速	XHA600E	2021005	粒子能量 6	新华医疗器		

4 / 12

5



(三) 射线装置

证书编号: 鲁环辐证[A0719]

序号	活动种类和范围				使用台账				备注			
	辐射活动场所名称	装置分类名称	类别	活动种类	数量/台(套)	装置名称	规格型号	产品序列号	技术参数(最大)	生产厂家	申请单位	监管部门
		于 100 兆电子伏的医用加速器				器			MeV	械有限公司		

5 / 12

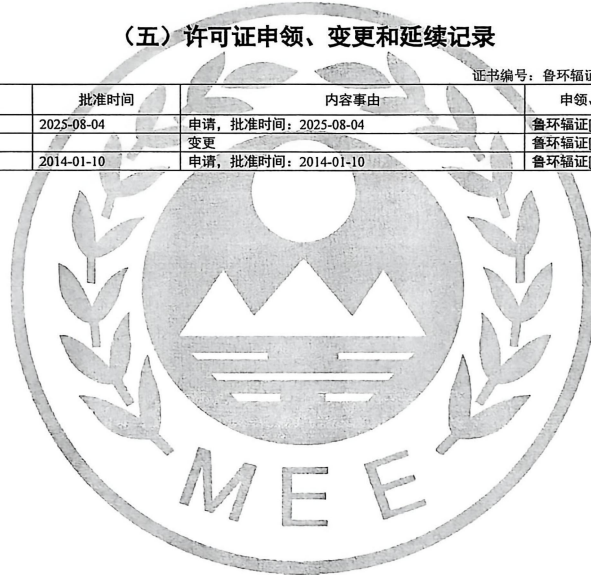
7



(五) 许可证申领、变更和延续记录

证书编号: 鲁环辐证[A0719]

序号	业务类型	批准时间	内容事由	申领、变更和延续前许可证号
1	申请	2025-08-04	申请, 批准时间: 2025-08-04	鲁环辐证[A0719]
2	变更		变更	鲁环辐证[01551]
3	申请	2014-01-10	申请, 批准时间: 2014-01-10	鲁环辐证[01551]



7/12

附件四 检测报告



检 测 报 告

丹波尔辐检[2026]第 051 号

项目名称: 医用电子加速器应用项目


委托单位: 济南西城医院

检测单位: 山东丹波尔环境科技有限公司

报告日期: 2026年3月30日



说 明

1. 报告无本单位检测业务专用章、骑缝章及  章无效。
2. 未经本【检测机构】书面批准,不得复制(全文复制除外)检测报告。
3. 自送样品的委托检测,其检测结果仅对来样负责。对不可复现的检测项目,结果仅对采样(或检测)所代表的时间和空间负责。
4. 对检测报告如有异议,请于收到报告之日起两个月内以书面形式向本公司提出,逾期不予受理。

山东丹波尔环境科技有限公司

地址: 山东省济南市市中区六里山街道英雄山路 129 号祥泰广场
项目 1 号商务办公楼 1303

邮编: 250004

电话: 0531-61364346

传真: 0531-61364346

J

检测 报 告

检测项目	X- γ 辐射剂量率		
委托单位、联系人及联系方式	济南西城医院 孙成林 15688870701		
检测类别	委托检测	检测地点	加速器治疗室及周围
委托日期	2026 年 3 月 18 日	检测日期	2026 年 3 月 20 日
检测依据	1. HJ61-2021 《辐射环境监测技术规范》 2. HJ1157-2021 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》		
检测设备	检测仪器名称：便携式 X- γ 剂量率仪； 仪器型号：FH40G+FHZ672E-10； 内部编号：JC01-09-2013； 系统主机测量范围：10nGy/h ~ 1Gy/h； 天然本底扣除探测器测量范围：1nGy/h ~ 100 μ Gy/h； 能量范围：33keV ~ 3MeV； 检定单位：山东省计量科学研究院； 检定证书编号：Y16-20253686； 检定有效期至：2026 年 12 月 22 日；校准因子：1.17。		
环境条件	天气：晴	温度：15.2 $^{\circ}$ C	湿度：47.5%RH
解释与说明	济南西城医院建设一处医用电子加速器工作场所，购置 1 台 XHA600E 型医用电子加速器，开展放射诊疗业务，属于使用 II 类射线装置，加速器的使用会对周围环境产生影响，依据相关标准在加速器治疗室及周围进行布点检测。 检测结果见第 2-4 页； 表中检测数据均已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h；宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8； 检测布点示意图及现场检测照片见附图。		

10 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

检 测 报 告

表 1 非工作状态下加速器治疗室及周围 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准差
A1	加速器治疗室北墙外 30cm (水冷机房)	69.0	0.6
A2	加速器治疗室北墙外 30cm (核医学工作人员通过间)	69.0	0.6
A3-1	加速器治疗室防护门外 30cm	48.4	0.5
A4	加速器治疗室东墙外 30cm	64.6	0.3
A5	加速器治疗室操作位	57.2	0.3
A7	加速器治疗室南墙外 30cm (预留加速器治疗室)	66.5	0.3
A9	加速器治疗室室顶上方 30cm	64.7	1.0
A11	门诊楼西墙外 1m	64.8	0.9
A12	仓库南墙外 1m	64.0	1.0
范 围		48.4~69.0	

检 测 报 告

表 2 工作状态下加速器治疗室及周围 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准差	备注
A1	加速器治疗室北墙外主屏蔽区 30cm (水冷机房)	388.4	1.5	有用束朝北, 无模体
A2	加速器治疗室北墙外次屏蔽区 30cm (核医学工作人员通过间)	71.9	1.0	有用束朝北, 等中心放置模体
A3-1	防护门外中间位置 30cm	374.2	1.8	
A3-2	防护门左侧门缝外 30cm	51.5	1.0	
A3-3	防护门右侧门缝外 30cm	88.9	1.1	
A3-4	防护门上侧门缝外 30cm	418.5	1.4	
A3-5	防护门下侧门缝外 30cm	236.3	1.2	
A4	加速器治疗室东墙外 30cm	67.9	1.0	
A5	加速器治疗室操作位	61.2	1.0	
A6	管线口	85.7	1.1	
A7	加速器治疗室南墙主屏蔽区外 30cm (预留加速器治疗室)	68.1	1.2	有用束朝南, 无模体
A8	加速器治疗室南墙次屏蔽区外 30cm (预留加速器治疗室)	67.6	1.2	有用束朝南, 等中心放置模体
A9	加速器治疗室室顶主屏蔽区上方 30cm	66.0	0.9	有用束朝上, 无模体
A10	加速器治疗室室顶次屏蔽区上方 30cm	85.4	1.4	有用束朝上, 等中心放置模体
A11	门诊楼西墙外 1m	74.1	1.2	
A12	地面仓库南墙外 1m	72.6	1.1	
范 围		51.5~418.5		--

注: 检测时, 加速器 X 射线能量为 6MV, X 射线输出量为 6.0Gy/min。

检 测 报 告

表 3 终止照射后加速器治疗室内 γ 辐射剂量率检测结果 (nGy/h)

点位	点位描述	剂量率	标准差	备注
A13	加速器机头 5cm	65.6	0.9	终止照射 2min 内
A14	加速器机头 1m	63.5	1.0	
范 围		63.5~65.6		--

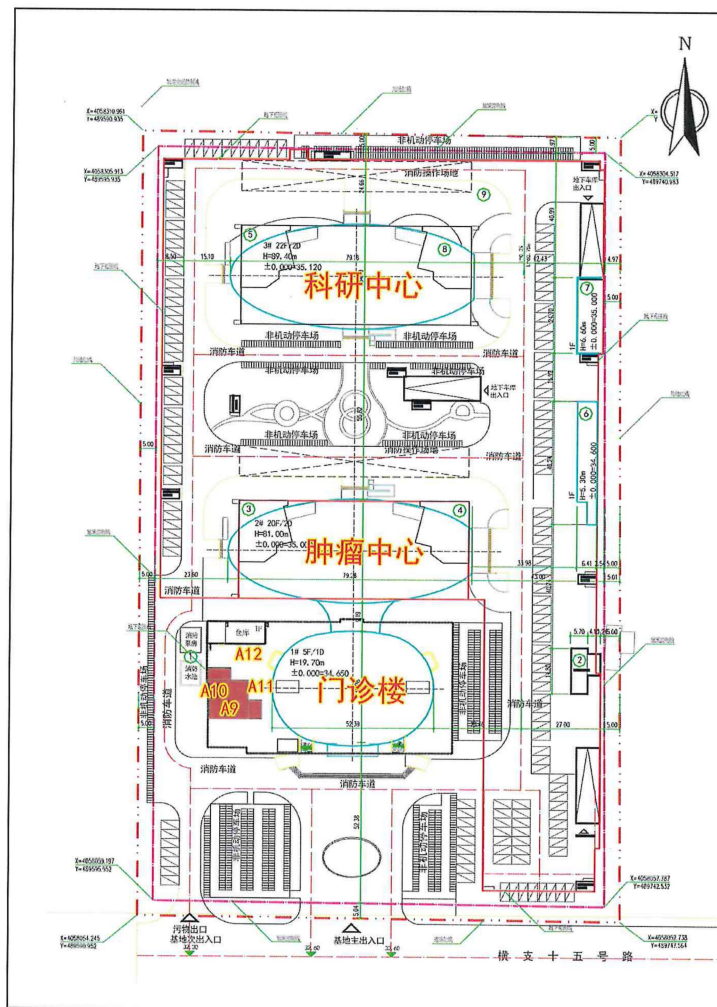
检测报告

附图 1：检测布点示意图



检测报告

附图 2：检测布点示意图



检测布点示意图

检测报告

附图 3: 现场检测照片



以 下 空 白



检测人员 耿金磊 核验人员 韩明作 批准人 李

编制日期 2026.3.30 核验日期 2026.3.30 批准日期 2026.3.30

建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表

填表单位（盖章）： 山东丹波尔环境科技有限公司

填表人（签字）：

项目经办人（签字）：

建设项目	项目名称	医用电子加速器应用项目				项目代码	/	建设地点	山东省济南市槐荫区荷泽路 1299 号，医院门诊楼西侧地面负一层				
	行业类别(分类管理名录)	五十五、核与辐射：172 核技术利用建设项目				建设性质	新建		项目厂区中心经度/纬度	g116° 53' 22.0961", 36° 39' 14.8050"			
	设计生产能力	购置并使用 1 台医用电子加速器				实际生产能力	购置并使用 1 台医用电子加速器	环评单位	山东丹波尔环境科技有限公司				
	环评文件审批机关	济南市生态环境局槐荫分局				审批文号	济槐环辐表审(2023)6 号	环评文件类型	报告表				
	开工日期	2023.12				竣工日期	2024.5	排污许可申领时间	/				
	环保设施设计单位	北京国科天创建筑设计院有限责任公司				环保设施施工单位	济南市长清区金盾辐射防护器材厂	本工程排污许可证编号	/				
	验收单位	山东丹波尔环境科技有限公司				环保设施监测单位	山东丹波尔环境科技有限公司	验收监测时工况	X 射线能量为 6MV, X 射线输出量为 6.0Gy/min				
	投资总概算(万元)	1500				环保投资总概算(万元)	117	所占比例(%)	7.8				
	实际总投资(万元)	1500				实际环保投资(万元)	117	所占比例(%)	7.8				
	废水治理(万元)		废气治理(万元)		噪声治理(万元)		固体废物治理(万元)		绿化及生态(万元)		其他(万元)		
	新增废水处理设施能力					新增废气处理设施能力		年平均工作时					
运营单位	济南西城医院				运营单位社会统一信用代码(或组织机构代码)	52370100MD6938585	验收时间	2026 年 3 月					
污染物排放达标与总量控制(工业建设项目详填)	污染物	原有排放量(1)	本期工程实际排放浓度(2)	本期工程允许排放浓度(3)	本期工程产生量(4)	本期工程自身削减量(5)	本期工程实际排放量(6)	本期工程核定排放总量(7)	本期工程“以新带老”削减量(8)	全厂实际排放总量(9)	全厂核定排放总量(10)	区域平衡替代削减量(11)	排放增减量(12)
	废水						0						
	化学需氧量						0						
	氨氮						0						
	石油类						0						
	废气						0						
	二氧化硫						0						
	烟尘						0						
	工业粉尘						0						
	氮氧化物						0						
	工业固体废物						0						
	与项目有关的其它特征污染物												
注：1、排放增减量：（+）表示增加，（-）表示减少 2、(12)=(6)-(8)-(11)，(9)=(4)-(5)-(8)-(11)+(1) 3、计量单位：废水排放量——万吨/年；废气排放量——万标立方米/年；工业固体废物排放量——万吨/年；水污染物排放浓度——毫克/升；大气污染物排放浓度——毫克/立方米；水污染物排放量——吨/年；大气污染物排放量——吨/年													