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：山东第一医科大学第二附属医院

编制单位：山东丹波尔环境科技有限公司

2026 年 8 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：山东第一医科大学第二附属医院（盖章）

电话：18553830767

传真：

邮编：271000

地址：山东省泰安市泰山区泰山大街366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 5
表 3 辐射安全与防护设施/措施 15
表 4 建设项目环境影响报告表主要结论及审批决定 21
表 5 验收监测质量保证及质量控制 25
表 6 验收监测内容 29
表 7 验收监测 35
表 8 验收监测结论 39
附图 1 项目地理位置示意图 41
附图 2 项目周边环境关系影像图 42
附图 3 医院总平面布置图 43
附图 4　放疗中心平面布置示意图 44
附件一 委托书 45
附件二 环评批复 46
附件三 辐射安全许可证 48
附件四 个人剂量检测报告 54
附件五 检测报告 56

表 1 项目基本信息

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="4">医用电子加速器应用项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位名称</td><td colspan="4">山东第一医科大学第二附属医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="4">☐新建 ☑改建 ☐扩建</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设地点</td><td colspan="4">山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号，医院放疗中心东北角医用电子加速器机房一</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">源项</td><td>放射源</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td>非密封放射性物质</td><td colspan="3">/</td></tr>
<tr><td>射线装置</td><td colspan="3">1 台医用电子加速器（Ⅱ类）</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目环评批复时间</td><td>2026 年 3 月 27 日</td><td>开工建设时间</td><td colspan="2">2026 年 6 月</td></tr>
<tr><td colspan="2">取得辐射安全许可证时间</td><td>2026 年 7 月 15 日</td><td>项目投入运行时间</td><td colspan="2">2026 年 8 月</td></tr>
<tr><td colspan="2">辐射安全与防护设施投入运行时间</td><td>2026 年 8 月</td><td>验收现场监测时间</td><td colspan="2">2026 年 8 月 4 日</td></tr>
<tr><td colspan="2">环评报告表审批部门</td><td>泰安市生态环境局</td><td>环评报告表编制单位</td><td colspan="2">山东丹波尔环境科技有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">辐射安全与防护设施设计单位</td><td>济南恒运金属材料设备有限公司</td><td>辐射安全与防护设施施工单位</td><td colspan="2">泰安仁和屏蔽防护工程有限公司</td></tr>
<tr><td>投资总概算</td><td>4000 万元</td><td>辐射安全与防护设施投资总概算</td><td>50 万元</td><td>比例</td><td>1.25%</td></tr>
<tr><td>实际总概算</td><td>2674.3 万元</td><td>辐射安全与防护设施实际总概算</td><td>69.4 万元</td><td>比例</td><td>2.60%</td></tr>
<tr><td>验收依据</td><td colspan="5">一、法律、法规和规章制度
1.《中华人民共和国生态环境法典》，中华人民共和国主席令第 70 号公布，2026 年 8 月 15 日施行；
2.《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；
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 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；</td></tr>
</table>

	4.《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； 5.《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第 18 号，2011 年 4 月 18 日公布，2011 年 5 月 1 日施行； 6.《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； 7.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； 8.关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单(试行)》的通知，生态环境部办公厅，环办辐射函〔2025〕313 号，2025 年 8 月 29 日印发。 **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** 1.《山东第一医科大学第二附属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； 2.《山东第一医科大学第二附属医院医用电子加速器应用项目环境影响报告表》审批意见，泰安市生态环境局，泰环境审报告表〔2026〕10 号，2026 年 3 月 27 日。

	四、其他相关文件 1.医院辐射安全许可证； 2.医院辐射安全管理规章制度等支持性资料。
验收执行标准	**一、《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) 附录 B 内剂量限值要求。 （1）职业照射 ①职业照射剂量限值 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； b）任何一年中的有效剂量，50mSv； （2）公众照射 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。 **二、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）** 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。 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： 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。 b)公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。 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、拟建二层建筑物或在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$\dot{H}c,d$(μSv/h)：

机房外辐射工作人员：$\dot{H}c$≤100μSv/周；

机房外非辐射工作人员：$\dot{H}c$≤5μSv/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$\dot{H}c,max$(μSv/h)：

人员居留因子T＞1/2的场所：$\dot{H}c,max$≤2.5μSv/h；

人员居留因子T≤1/2的场所：$\dot{H}c,max$≤10μSv/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250μSv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100μSv/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2.5μSv/h作为加速器机房一屏蔽体外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),泰安市环境天然辐射水平见表1-1。

表1-1　泰安市环境天然辐射水平（×10^{-8}Gy/h）

监测内容	范　围	平均值	标准差
原　野	2.99～14.23	6.55	1.93
道　路	1.84～16.74	5.30	2.67
室　内	4.63～21.84	10.36	2.62

表 2 项目建设情况

2.1 项目建设内容

一、建设单位情况

山东第一医科大学第二附属医院创建于 1974 年新泰市楼德镇，始称山东医学院楼德分院附属医院，1981 年更名为泰山医学院附属医院，1987 年搬迁至泰安，2019 年更为现名。医院是一所专业设置齐全、技术力量雄厚、医疗设备先进、服务质量优良，集医疗、教学、科研、急诊急救、预防保健和康复于一体的三级甲等综合性医院。

医院建筑面积 11.5 万平方米，开放床位 1600 张，在职职工 2000 余人，其中副高级以上职称人员 276 人，享受国务院政府特殊津贴 4 人，泰山学者 1 人，泰山医学院二级教授 4 人，省级中青年学术骨干、重点科技人才 3 人，硕士研究生导师 114 人，硕士、博士研究生 667 人，在读博士、硕士学位人员 120 余人；医院设有 43 个临床科室、8 个医技科室。

多年来，医院始终坚持公益性质，不断深化改革，细化管理，狠抓内涵建设，努力为群众提供优质、高效、方便、价廉的医疗服务，开创了一条“质量立院、人才强院、科教兴院、文化荣院”的发展之路，受到社会广泛赞誉。医院先后荣获全国百家优秀爱婴医院、全省卫生系统文明单位、全国抗震救灾重建家园工人先锋号、山东省职业道德建设先进单位、山东省抗击“非典”先进集体、泰安市文明单位、泰安市最佳服务单位等荣誉称号 300 余项。

医院大力推进人才强院战略，全面加强人才引进与培养工作；先后与美国、新加坡等二十余个国家和地区建立友好合作关系，每年互派学者访问、交流；设立人才专项基金，选派大批优秀医护人员到国内外研修学习，推动了医疗、教学、科研整体水平和综合实力的提高。

二、项目建设内容和规模

2026 年 3 月，医院委托山东丹波尔环境科技有限公司编制了《山东第一医科大学第二附属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，位于放疗中心东北角，工作场所包括医用电子加速器机房一、操作间，并依托使用已有的设备间，并购置 1 台上海联影医疗科技股份有限公司生产的 uLinac HalosTx 型医用电子加速器。

该项目环境影响报告表于 2026 年 3 月 27 日由泰安市生态环境局以泰环境审报告表

〔2026〕10 号文件审批通过。

医院于 2026 年 7 月 15 日重新申领了辐射安全许可证（鲁环辐证[09090]号），许可种类和范围为使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。有效期至 2030 年 6 月 15 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

名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量	额定电流/剂量率	用途	工作场所
医用电子加速器	Ⅱ类	1 台	uLinac HalosTx	电子	X 射线：6MV	常规模式：600cGy/min（3.6×10^{8}μGy/h）FFF 模式：1200cGy/min（7.2×10^{8}μGy/h）	放射治疗	放疗中心医用电子加速器机房一
注：①CT 功能：最大管电压 140kV，最大管电流 667mA；②CBCT 功能：CBCT 系统与加速器同源双束，X 射线能量为 1.5MV，最大输出剂量率为 108cGy/min。								

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

山东第一医科大学第二附属医院位于山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号，本项目医用电子加速器工作场所位于放疗中心东北角，医用电子加速器机房一（实体屏蔽边界外 50m 的区域）东侧隔院内道路为在建门诊楼等（放疗中心外部区域）；南侧为操作间、候诊大厅、办公室、模拟定位机房等（放疗中心内部区域），院内停车场等（放疗中心外部区域）；西侧为医用电子加速器机房二和控制室、设备间（放疗中心内部区域），隔院区围墙为绿化带（放疗中心外部区域）；北侧医院内空地、供氧室、中建八局项目部等（放疗中心外部区域）。放疗中心为地上一层建筑、地下无建筑，医用电子加速器机房一位于放疗中心东北角，通过房间实体屏蔽、防护门等防护设施和措施，将本项目机房与周围相对独立起来。本项目医用电子加速器机房一实体屏蔽边界外 50m 范围内存在 3 处保护目标，分别为 2 处医院内建筑物（供氧室、在建门诊楼）和 1 处中建八局项目部。

加速器机房一四周环境详见表 2-2，50m 范围内保护目标情况见表 2-3。

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，放疗中心平面布置示意图见附图 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。

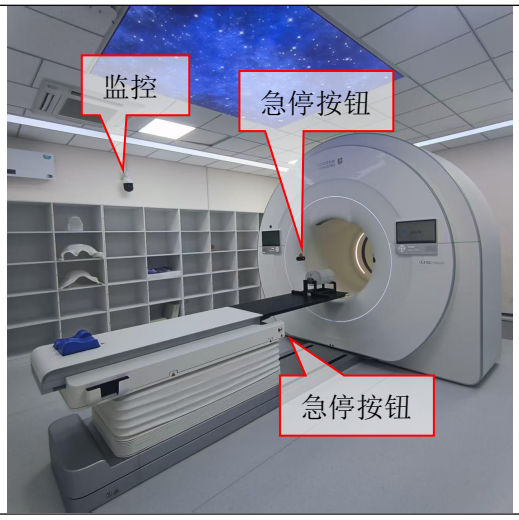
表2-2　本项目加速器机房一周围环境一览表（50m范围内）

名称	方　向	场所名称
加速器机房一	北侧	医院内空地、供氧室、中建八局项目部等（放疗中心外部区域）
	东侧	隔院内道路为在建门诊楼等（放疗中心外部区域）
	南侧	操作间、候诊大厅、办公室、模拟定位机房等（放疗中心内部区域），院内停车场等（放疗中心外部区域）
	西侧	医用电子加速器机房二和控制室、设备间（放疗中心内部区域），隔院区围墙为绿化带（放疗中心外部区域）

表2-3　50m范围内保护目标情况一览表

保护目标	人数	区　域	方位、距离	环境特征
辐射工作人员	9	医用电子加速器机房一、操作间	——	——
公众成员	＜200	医院在建门诊楼	医用电子加速器机房一东侧、约 8m	建成后为地上 22 层地下 2 层建筑，钢混结构
	＜20	中建八局项目部	医用电子加速器机房一北侧、约 26m	地上 2 层建筑，砖混结构
	＜10	供氧室	医用电子加速器机房一北侧、最近距离约 20m	地上 1 层建筑，砖混结构
	/	机房周围经过的非本项目辐射工作人员、其他就诊患者及偶然经过的其他公众成员	机房周围 0～50m 范围内	——

现场照片

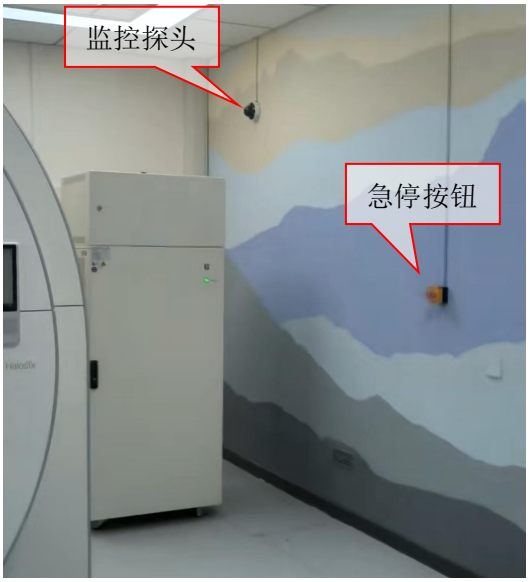


加速器机房一内部

防护门

机房一内西墙、北墙

机房一内南墙



机房一内东墙

机房一内北墙

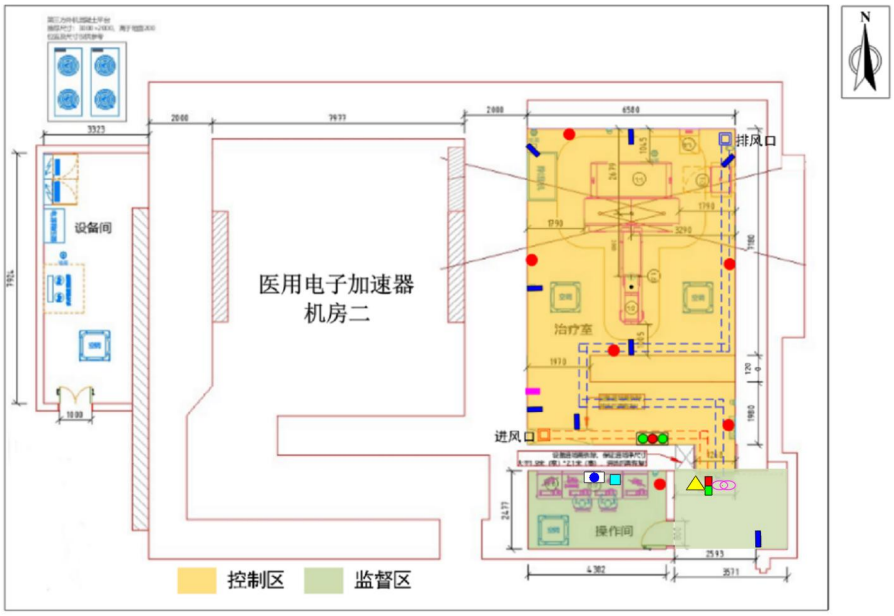
迷道内固定式辐射探测报警装置剂量探头、监控探头	迷道内急停按钮、门控开关
操作位	操作位处急停按钮
机房一内北墙东侧下方排风口	机房一北墙外排风口
小防护门外监控	供氧室

中建八局项目部	门诊楼

辐射防护用品

辐射巡检仪	个人剂量报警仪

图 2-1　医用电子加速器工作场所现场图片（拍摄于 2026 年 8 月）



注：门-机联锁　工作状态指示灯　电离辐射警告标志

紧急开门装置　监控装置　急停开关　对讲装置

固定式辐射探测报警装置显示屏　固定式辐射探测报警装置剂量探头

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 2-4，环境影响报告表批复建设内容与现场验收情况对比见表 2-5。

表 2-4　本项目环境影响报告表建设内容与验收情况对比表

<table>
<tr><th>名称</th><th colspan="3">环评内容</th><th colspan="3">现场状况</th><th>备注</th></tr>
<tr><td>医用电子加速器机房一</td><td colspan="3">1 间</td><td colspan="3">1 间</td><td>与环评一致</td></tr>
<tr><td>医用电子加速器数量</td><td colspan="3">1 台</td><td colspan="3">1 台</td><td>与环评一致</td></tr>
<tr><td rowspan="2">加速器主要参数及型号</td><td>型号</td><td>最大 X 射线能量</td><td>最大 X 射线剂量率</td><td>型号</td><td>最大 X 射线能量</td><td>最大 X 射线剂量率</td><td rowspan="2">与环评一致</td></tr>
<tr><td>uLinac HalosTx</td><td>6MV</td><td>常规模式：600cGy/min（3.6×10^8μGy/h）
FFF 模式：1200cGy/min（7.2×10^8μGy/h）</td><td>uLinac HalosTx</td><td>6MV</td><td>常规模式：600cGy/min（3.6×10^8μGy/h）
FFF 模式：1200cGy/min（7.2×10^8μGy/h）</td></tr>
</table>

表 2-5　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
山东第一医科大学第二附属医院位于山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号。医院拟对放疗中心东北角现有放疗一室(原有 XHA600D 型医用电子加速器损坏，已拆除)和操作间进行改造，改造后命名为医用电子加速器机房一和操作间；同时拟购置 1 台上海联影医疗科技股份有限公司生产的 uLinac HalosTx 型医用电子加速器(最大电子能量 6MV)，安装于改造后的医用电子加速器机房一内，用于放射治疗工作，属使用Ⅱ类射线装置。	山东第一医科大学第二附属医院位于山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号。医院对放疗中心东北角现有放疗一室和操作间进行了改造，改造后命名为医用电子加速器机房一，包括操作间，并依托使用已有的设备间；购置了 1 台上海联影医疗科技股份有限公司生产的 uLinac HalosTx 型医用电子加速器(最大电子能量 6MV)，安装于改造后的医用电子加速器机房一内，用于放射治疗工作，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 uLinac HalosTx 型医用电子直线加速器，主要用于肿瘤放射治疗，属Ⅱ类射线装置，主要技术参数见表 2-6。

表 2-6　本项目医用电子加速器主要参数

技术参数名称	指标内容
生产厂家	上海联影医疗科技股份有限公司
型　号	uLinac HalosTx
加速粒子	电　子
射线类型	X 射线
能量分档	6MV（有 FFF 模式）
最大照射野尺寸	40cm×40cm
最大输出剂量率	常规模式：600cGy/min（3.6×10^{8}μGy/h） FFF 模式：1200cGy/min（7.2×10^{8}μGy/h）
等中心到治疗头端的距离	1000mm
等中心到地面的距离	1200mm
X 射线泄漏率	≤0.1%
中子泄漏率	无
有用线束最大张角	28°
治疗头转动范围	360°
有用线束方向	上、下、东、西
CT 功能	最大管电压 140kV，最大管电流 667mA
CBCT 功能	CBCT 系统与加速器同源双束，X 射线能量为 1.5MV，最大输出剂量率为 108cGy/min
加速器自屏蔽尺寸及屏蔽材质	930mm×815mm， 155mm 铅+40mm 钢板（等效铅厚度 182mm）
安装位置	放疗中心医用电子加速器机房一
注：加速器在屏蔽探测器下方设计有自屏蔽结构，完全覆盖全射野射束。	

2.3 工程设备与工艺分析

2.3.1 设备组成

本项目医用电子直线加速器由放射治疗主机系统、CBCT 图像引导系统、治疗床系统、控制系统、多叶光栅系统及辅助配套系统组成，具体如下：

（1）放射治疗主机系统

主要包括环形机架、电子枪、驻波加速管、调制器、磁控管、微波传输系统、剂量监

测电离室及屏蔽机头，用于产生 6MV X 射线治疗束，实现放射治疗功能。

（2）多叶光栅系统（MLC）

配备 60 对（120 片）高密度钨合金叶片及驱动控制系统，可根据治疗计划形成与靶区匹配的照射野，实现精准适形与调强治疗，减少正常组织受照剂量与散射辐射。

（3）CBCT 图像引导系统

设备机载锥形束 CT 成像系统，由 X 射线球管、探测器阵列、高压发生器及图像重建单元组成，用于治疗前患者摆位验证与图像引导定位。

本项目加速器包含 1 台锥形束计算机断层扫描系统（CBCT）和 1 台计算机体层摄影设备（CT）用于图像引导定位。该医用电子加速器与 CT 采用相对独立的两个环，CT 位于加速器后方，CT 与加速器同轴旋转，共用治疗床，CT 与加速器不可同时使用；CBCT 成像与加速器使用相同加速管产生 X 射线（能量不同），使用 EPID 接收成像束进行成像，CBCT 成像和加速器治疗不可同时使用。

（4）治疗床系统

采用五维高精度治疗床，具备升降、前后、左右、旋转及倾斜调节功能，配有定位锁紧与紧急停止装置，保证治疗体位精准、安全。

（5）控制系统

包括治疗控制台、安全联锁系统、运动控制系统、数据处理单元，实现治疗参数设置、剂量控制、设备运行监控及多重安全联锁保护。

（6）辅助配套系统

包含专用电源柜、稳压装置、水冷机组、设备基座、操作终端及紧急停机装置，为设备稳定运行提供保障，同时满足辐射安全与防护要求。

2.3.2 工作原理

（1）医用电子加速器

医用电子加速器为远距离放射性治疗机。工作原理为电子枪产生的电子由微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射出打到靶上，发生韧致辐射，产生的X射线经过限束系统形成需要的辐射野，辐射到受试者的靶区，对受试者身体内部的肿瘤病灶进行照射，从而达到杀死肿瘤细胞，对受试者实施放射治疗的目的。

（2）CBCT

本项目加速器为同源双束，加速器加速管也为CBCT的放射源。上述形成的X射线，经扫描体（受试者）的衰减，到达平板探测器，平板探测器利用闪烁体材料将入射的X射线转化成可见光，其照射到薄膜晶体管（TFT）会产生电子空穴对。在外加偏压电场的作用下，将会形成电荷储存在TFT中；然后通过控制TFT上的开关和后端的读出电路将电信号读出，转换为数字信号，经过处理，得到投影图像，可用于二维成像。也可通过机架旋转采集不同方向的投影图像，并对这些图像进行重建进而生成断层图像。

（3）CT

在高压发生器的控制下，阴极灯丝产生的电子加速轰击靶材生成X射线束，此X射线束经滤过器、准直器后，经过被扫描体（受试者）的衰减后到达探测器，数据获取子系统将经过人体衰减后的X射线转换为光电信号，并将光电信号转换为可供计算机数据采集系统存储的数字图像信号；通过机架旋转采集不同方向的投影图像信号，并对这些图像进行重建进而生成CT图像。

2.3.3 工作流程

1.放疗前准备

（1）患者登记

医院对患者进行登记，向患者解释工作原理、工作流程等，并主动告知全过程可能受到的辐射影响及风险；患者了解上述信息并阅读签署患者知情同意书。

（2）制定治疗方案

放疗前医师根据每位患者的详细病史和体征、病理诊断、影像检查资料、全身情况等，制定最适合的个体治疗方案，确定初步的放疗原则。

（3）体位固定及模拟定位

确定放疗原则和治疗方案后，由医师、物理师和技师根据患者具体情况选择和制作固定模具，进行模拟定位（模拟定位依托放疗中心现有模拟定位机进行）。

（4）放疗靶区的确定

由物理师将图像导入计划系统，进行初步的影像数据处理，保证图像高质量，医师准确勾画靶区。影像数据经过初步的处理后，由医师勾画放疗病灶靶区和需保护的重要器官组织轮廓图，精确放疗靶区。

（5）放疗计划和评估优化

放疗靶区和重要器官组织轮廓勾画完成后，由物理师根据医师要求设计精确复杂的放疗计划，进行评估并反复优化。

2.医用电子加速器开机准备

（1）开机

检查相关系统是否处于正常状态，打开监控系统，打开加速器工作站电源开关，打开显示器开关，登录控制平台。

（2）晨检

加速器每天使用前需进行晨检（机器处于预热状态进行晨检）。

机械检查：包括机架、机头旋转运动是否正常；准直器角度；标尺灯；等中心精度是否准确；治疗床的各个运动是否正常。

激光定位检查：必须保证其水平及垂直方向完全重合，并于等中心处交汇，如有漂移应立即调整。

设备状态检查：主要有水温、水压、气压等，水压、气压低于标准时应及时补充到标准范围内。

安全检查：包括急停开关，门机联锁，防碰环是否灵敏，同时要保证监视系统、监听系统正常，以便监视机房内受试者和设备的运行情况。预热 15min后进行各种线质能量训机，一切正常后准备治疗患者。

3.治疗前准备

（1）患者第一次治疗必须由医师、技师、物理师共同进行位置及剂量验证，无误后共同开展首次治疗。

（2）放射治疗一般由 2 位技师共同完成，先在操作间核对治疗参数，然后在治疗室内进行摆位，利用激光定位系统确定床上患者初始位置，按照标记线摆好患者，加入挡块，楔形板等需要的辅助器材，在摆位过程中，要注意患者安全，严禁砸伤碰伤患者、机器互撞现象发生。

（3）技师撤出加速器机房，关闭机房大门。

（4）技师撤出机房后并确认机房内除了患者无其他人员后，使用锥形束计算机断层

扫描系统（CBCT）或计算机体层摄影设备（CT）进行图像引导系统拍摄放疗体位下的照射部位数字影像，与放疗计划系统进行对比，在激光定位系统辅助下校正放疗体位。

4.实施照射治疗

（1）根据制定的放疗计划对靶区进行照射。治疗中开启患者监视系统，密切监视患者体位是否移动，如果发现患者体位移动或发出求助信息，应立即停止治疗并做相应处理，纠正后再行照射。

（2）治疗结束，切断加速器高压电源，加速器停止出束，患者离开。

整个治疗过程中，除患者外其他人员均不在治疗室内，辐射工作人员通过监控系统观察患者情况。

（医用电子加速器的维修、调试、更换部件等均委托设备生产厂家或专业机构，本项目辐射工作人员不参与上述工作）

医用电子加速器进行放射治疗流程及产污环节详见下图 2-3。

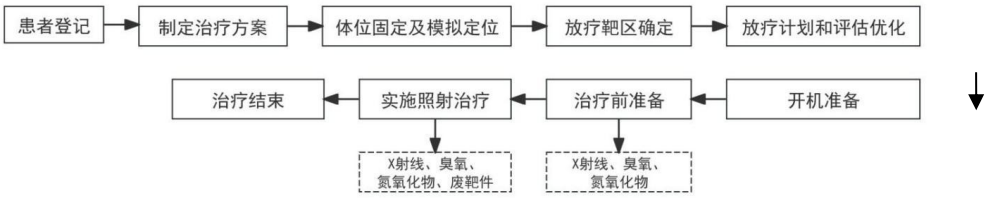


图 2-3　医用电子加速器进行放射治疗流程及产物环节示意图

2.3.4 污染源分析及评价因子

本项目电子加速器X射线最大能量为6MV，不考虑中子屏蔽和感生放射性影响。

1.X射线

本项目拟购置的医用电子加速器电子枪产生的电子经加速后，受到金属靶件的阻止产生轫致辐射-X 射线，加速器利用 X 射线对患者病灶进行照射治疗，CT 或 CBCT 利用 X 射线进行图像引导定位；由于 X 射线的贯穿能力极强，可对周围环境造成一定的辐射影响，但运行时产生的 X 射线随加速器的开、关而产生和消失。

2.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）。加速器治疗室设有强制排风系统，通风次数大于 4 次/h，可明显降低其浓度，满足 HJ1198-2021 和 GBZ121-2020 的要求。

3.放射性固体废物

加速器靶、准直器及束流阻止器等部件经长期照射后，可积累一定数量的感生放射性核素，根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）第 8.2.2.1 要求，上述部件退役后应作为放射性固体废物处置，交由有资质的单位处置。

4.废水

医用电子加速器设备中设计有恒温水冷系统，在加速器运行期间，冷却水被靶活化而含有放射性核素主要为 ^{15}O、^{16}N，它们的半衰期分别为 2.1min 和 7.3s，半衰期很短，在放置 30 天以上就可以衰减到较低的水平；一般情况下，恒温水冷系统需补充少量去离子水，不外排废水；废水确需排放时，放置 30 天以上后，可按一般废水进行管理，排入医院污水处理站进行处理后外排。

综上所述，医用电子加速器的主要污染因素是 X 射线、非放射性有害气体、放射性固体废物、废水。其中 X 射线为评价重点。

三、人员配置及工作时间

1. 人员配置

根据医院提供的资料，放疗中心现有 9 名工作人员兼职从事本项目放射治疗工作（兼职操作 600D 型直线加速器，位于医用电子加速器机房二本项目工作场所西侧）；其中医师 5 名（主要负责患者诊断、靶区划定、模拟定位、制定治疗方案等）、技师 2 名（主要负责加速器操作、日常维护等）、物理师 2 名（主要配合医师完成靶区划定、模拟定位，验证治疗计划、摆位等）。9 名人员轮班制工作，按需调配，每班至少医师、技师、物理师各 1 名在岗，严格交接班记录。

2. 工作时间

根据医院提供的资料，项目投运后，预计每周最多治疗人数为150人次，一年按照50周计，则年最大接诊量约7500人次，常规治疗占比10%，调强治疗占比90%，调强治疗6750人次/年，常规治疗750人次/年。

平均每人每野次治疗剂量200cGy（2Gy），每人治疗3野次，每周工作负荷W=150×2×3=900Gy/周，日常常规模式使用较多，FFF模式使用较少，常规模式治疗头输出剂量率为600cGy/min（即6Gy/min），则加速器周照射时间=900Gy÷6Gy/min÷60min/h=2.5h，年工作50周，年照射时间为125h。

摆位人员进入加速器机房一进行摆位工作，每次摆位约需 3min，则年摆位时间为 7500×3/60=375h。

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，将医用电子加速器机房一划为控制区；操作间、医用电子加速器机房一防护门外区域等划为监督区，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，控制区边界张贴电离辐警告标志，能满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中第 5.2 款中关于分区原则的要求。

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

<table>
<tr><th>名称</th><th colspan="2">环评内容</th><th>现场状况</th></tr>
<tr><td>治疗室尺寸</td><td colspan="2">长（东、西墙主屏蔽区间距）×宽（北墙到迷路内墙间距）×净高（室顶主屏蔽区至地面间距）：6.58m×7.18m×4.15m</td><td rowspan="10">与环评一致</td></tr>
<tr><td>迷路尺寸</td><td colspan="2">长×宽×高：6.58m×1.98m×4.14m</td></tr>
<tr><td>面积</td><td colspan="2">机房面积（含迷路）/容积（含迷路）：64.16m^2/263.14m^3</td></tr>
<tr><td>机房入口处门洞尺寸</td><td colspan="2">宽×高：1.268m×2.10m</td></tr>
<tr><td>防护门尺寸</td><td colspan="2">宽×高：1.9m×2.50m</td></tr>
<tr><td rowspan="8">屏蔽情况</td><td>防护门</td><td>13.5mmPb（铅钢复合结构）</td></tr>
<tr><td>北墙</td><td>148.5cm 混凝土</td></tr>
<tr><td>西墙（外凸）</td><td>（与医用电子加速器机房二东墙共用）
主屏蔽区：宽度 5.5m、250cm 混凝土；次屏蔽区 200cm 混凝土</td></tr>
<tr><td>南墙</td><td>（迷路外墙）
120cm 混凝土</td></tr>
<tr><td>东墙（外凸）</td><td>主屏蔽区：宽度 5.9m，材质及厚度 248.7cm 混凝土；次屏蔽区 148.7cm 混凝土</td></tr>
<tr><td>室顶（外凸）</td><td>主屏蔽区：宽度 5.6m、材质及厚度 217cm 混凝土；次屏蔽区 172cm 混凝土</td></tr>
<tr><td>迷道内墙</td><td>120cm 混凝土</td></tr>
<tr><td>地面</td><td>40cm 混凝土</td></tr>
<tr><td>分区管理</td><td colspan="2">将医用电子加速器机房一划为控制区；操作间，医用电子加速器机房一防护门外区域等划为监督区，控制区边界张贴电离辐警告标志</td><td>与环评一致</td></tr>
</table>

辐射安全与防护设施	1.医用电子加速器机房一拟设置门-机联锁装置，防护门关闭时方可出束，出束期间防护门打开则自动停止出束，必须重新设置才能重新出束；防护门设计有防挤压红外线碰撞装置，防护门外拟设置工作状态指示灯和电离辐射警告标志，且工作状态指示灯与加速器联锁；医用电子加速器机房一拟在迷路靠近防护门处设置 1 处紧急开门装置，可保证从机房内紧急打开防护门。 医用电子加速器机房一与操作间之间设计有监视和对讲装置，方便观察患者情况、与患者沟通；在拟在迷路东侧和西侧各设置 1 个监控探头，治疗室一内设置 2 个监控探头（东北角和西北角各 1 个），能够使医护人员及时观察到治疗室、迷道内部和防护门处的情况，确保加速器机房内无无关人员逗留，显示器在操作间内。 操作间控制台拟设置 1 处紧急停机按钮，机房防护门内侧、北墙、迷路内墙、东墙、西墙均拟设置 1 处紧急停机按钮，医用电子加速器治疗床和机架各自带 1 处紧急停机按钮，各紧急停机按钮处拟张贴醒目标识及文字显示牌；紧急停机按钮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。上述安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动。安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准和见证，工作结束后及时进行联锁恢复及功能测试。 拟在医用电子加速器机房一迷路内口处设置 1 套固定式辐射剂量监测仪，具备异常情况下报警功能，其显示单元拟设置在操作间内； 2.连接医用电子加速器机房一与操作间的电缆、管线等穿墙采取地下 U 型穿墙设计，并避开有用线束照射区域。电缆、管线沟坑道两侧均采用混凝土填充，并在穿墙管线入口及出口处进行屏蔽补充。	1.在迷路西侧、南侧和小防护门外各设置 1 处监控探头；治疗室一内共设置 5 处监控探头，其中迷路内墙、北墙、东墙各 1 处，西墙上 2 处； 2.固定式辐射剂量监测仪的检测探头位于迷路西墙上，显示屏位于操作位处； 其余与环评一致
通风设施	医用电子加速器机房一设置强制排风系统，采取“上进风、下排风”的方式，设计有效通风量为 1755m^3/h。医用电子加速器机房一内设有 1 个进风口，位于治疗室一西南角、吊顶安装，尺寸为 50cm×50cm；设计有 1 个排风口，位于治疗室一东墙北侧次屏蔽区、距地面为 10cm、尺寸为 50cm×50cm；进风管道和排风管道穿防护门上方墙体方式均为“Z”型，并采取相应的屏蔽补偿措施，可保证屏蔽墙体的防护能力，进风管道与排风管道分别与放疗中心进风系统和排风系统相连；进风管道由防护门上方墙体进入迷路、沿迷路顶向西走线至迷路内口，在迷路西侧设 1 个进风口；连接排风口的排风管道沿东墙向上走线至治疗室一室顶、向南走线至接近迷路内墙后，向西走线至迷路内口后，向南走线至迷路中心后，向东走线至防护门处，向南走线穿防护门上方墙体，接入放疗中心通风系统，由放疗中心室顶排放口排入外环境。每小时有效通风换气次数可达	最终排风口位于机房一北墙外，其余与环评一致

	6 次以上，能满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中关于“放射治疗机房通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求。	
其他	已购置 1 台 AT1123 型辐射巡检仪，已为辐射工作人员配备 9 支个人剂量计（每人 1 支，由检测单位配发）、7 部个人剂量报警仪	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 AT1123 型辐射巡检仪，本项目配备了 9 部 IDA-1 型个人剂量报警仪

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、该项目应严格按照报告表和以下要求落实和完善辐射安全与防护措施，从事辐射工作。	（一）严格执行辐射安全管理制度全管理档案。 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。医院应设立辐射安全与环境保护管理机构，统一负责全院的辐射安全管理工作或指定1名本科以上学历的技术人员，专职负责全院的辐射安全管理，落实岗位职责。 2.落实电子加速器使用登记制度、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。	1.医院落实了辐射安全管理责任制，指定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。成立了放射防护管理委员会并指定了 1 名本科以上学历的技术人员，专职负责全院的辐射安全管理，落实岗位职责。 2.医院制定了《射线装置使用登记与台账管理制度》《医用电子加速器操作规程》《辐射防护与安全保卫制度》《设备检修维护制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射监测方案》《岗位职责》等规章制度，签订了辐射工作安全责任书。
	（二）加强辐射工作人员及患者的安全和防护工作 1.认真落实培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训学习和报名考核，考核不合格的，不得上岗。 2.按照环境保护部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（部令18号）的要	1.医院制定了《辐射工作人员培训计划》，现有辐射工作人员已考取相关成绩单并在有效期内。 2.医院现有辐射工作人员均配有个人剂量计，并每三个月委托有资质单位进行个人剂量检测，建立了个人剂量档案，做到了 1 人 1 档且安排专人管理。满足环境保护部《放射性同位素与

	求，建立辐射工作人员个人剂量档案，做到1人1档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每3个月进行1次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量档案和个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。	射线装置安全和防护管理办法》(部令 18 号)的要求。
	(三)做好辐射工作场所的安全和防护工作 1.医用电子加速器机房应采取有效屏蔽措施，确保机房屏蔽层外30cm处剂量当量率不大于2.5μSv/h。 2.在医用电子加速器机房醒目位置上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。 3.落实医用电子加速器机房门机联锁装置、工作状态指示灯、急停按钮、视频监控等辐射安全与防护措施，设置通风系统。做好辐射安全与防护设施的维护、维修，建立维护、维修档案，确保辐射安全与防护措施安全有效。建立医用电子加速器使用台账，做好安全保卫工作。 4.完善辐射环境监测方案，配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器，定期开展监测，做好监测数据的记录工作。	1.本项目加速器机房一采用了实体屏蔽，根据本次验收监测结果，加速器机房一周围的辐射水平满足 2.5μSv/h 的剂量率目标控制值。 2.机房一防护门上张贴有电离辐射警告标志，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。 3.本项目加速器机房一防护门设置了门-机联锁、工作状态指示灯、机房内共设置5处急停按钮，操作位、治疗床、机架各自带1处；机房内共设置了7处监控探头，显示器位于操作位处，机房内安装了1套固定式辐射剂量监测仪。治疗室内设置了通风装置，满足全排全送的通风方式，《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)中的要求。医院制定了《设备检修维护制度》、《射线装置使用登记与台账管理制度》确保辐射安全与防护措施安全有效、做好了安全保卫工作。 4.医院制定了《辐射监测方案》，配备了 1 部 AT1123 型辐射巡检仪，本项目配有 9 部 IDA-1 型个人剂量报警仪，为每位辐射工作人员配备了个人剂量计，规定定期开展监测，并做好监测数据的记录工作。
	(四)要严格落实报告表提出的各项环境风险事故防范措施，须建立三级防控体系，定期修订辐射事故应急预案，有计划开展辐射事故应急演练。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫健等部门报告。	本项目已落实报告表提出的各项环境风险事故防范措施，建立三级防控体系，医院指定有《辐射事故应急预案》，于2026年3月13日进行了辐射事故应急演练。项目至今未发生过辐射事故。
	(五)严格落实各项生态环境安全责任，要落实企业生态环境安全主体责任，将环保设施和项目作为企业安全管理的重要组成部分，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	本项目严格落实各项生态环境安全责任，落实企业生态环境安全主体责任，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，把环保设施和项目安全落实到生产经营工作全过

	保设施和项目，把环保设施和项目安全落实到生产经营工作全过程、各方面。	程、各方面。

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

山东第一医科大学第二附属医院已成立放射防护管理委员会，签订了辐射工作安全责任书，明确了职责分工；制定了各项辐射安全管理规章制度，可以满足现有设备及场所的管理要求；医院现有辐射工作人员均配有个人剂量计，并定期委托有资质单位进行检测，建立了个人剂量档案；医院已委托有资质单位每年对各核技术应用场所周围环境辐射水平进行检测，已配备 1 台 AT1123 型辐射巡检仪，定期对各核技术应用场所周围进行自主监测，存档记录。医院已按期提交了 2025 年度辐射安全与防护状况年度评估报告。

2.辐射安全管理制度及落实情况

（1）工作制度

医院制定了《射线装置使用登记与台账管理制度》《医用电子加速器操作规程》《辐射防护与安全保卫制度》《设备检修维护制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射监测方案》《岗位职责》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《放疗中心设备操作规程》，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》，于 2026 年 3 月 13 日进行了辐射事故应急演练。。

（4）人员培训

医院制定了《放射人员培训制度》，本项目配备了 9 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《辐射检测计划》。医院配备了 1 台 AT1123 型便携式辐射巡检仪进行辐

射巡检；为本项目 9 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 AT1123 型便携式辐射巡检仪，本项目配备了 9 部 IDA-1 型个人剂量报警仪，本项目 9 名职业工作人员均配备了个人剂量计。

3.4 项目变动情况及原因

（1）监控探头数量及位置变动。原定在迷路东侧和西侧各设置 1 个监控探头，治疗室一内设置 2 个监控探头（东北角和西北角各 1 个），实际在迷路西侧、南侧和小防护门外各设置 1 处监控探头；治疗室一内共设置 5 处监控探头，其中迷路内墙、北墙、东墙各 1 处，西墙上 2 处。

（2）个人剂量报警仪数量变动。原定 7 部个人剂量报警仪，实际配备了 9 部 IDA-1 型个人剂量报警仪。

以上变动均未降低系统的安全标准，是基于实际使用需求、提高安全性与便利性做出的的合理化调整。

依据《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》（生态环境部办公厅，环办辐射函〔2025〕313 号，2025.8.29 施行），本项目不涉及重大变动。

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

一、项目概述

山东第一医科大学第二附属医院现持有辐射安全许可证（鲁环辐证[09090]号），有效期至2030年6月15日，许可种类和范围：使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

为进一步提高医院放射治疗水平，更好满足患者就诊需求，根据医院整体发展规划，医院拟对放疗中心东北角现有放疗一室（原有XHA600D型医用电子加速器损坏，不能使用，已履行完报废程序，现已拆除）和操作间进行改造调整实体屏蔽厚度和辐射安全防护设施等），改造后命名为医用电子加速器机房一和操作间；同时拟购置1台上海联影医疗科技股份有限公司生产的uLinac HalosTx型医用电子加速器（属于II类射线装置），安装于改造后的医用电子加速器机房一内，用于放射治疗工作。

本项目符合实践的正当性原则、国家产业政策。

二、选择合理性

本项目建设地点位于放疗中心内部，不涉及新增用地，因此符合国土空间用途管制要求。

放疗中心为地上一层建筑、地下无建筑，医用电子加速器机房一位于放疗中心东北角，通过房间实体屏蔽、防护门等防护设施和措施，将本项目机房与周围相对独立起来，机房周围无儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区，无关人员驻留较少。经现场勘查，医用电子加速器机房一实体屏蔽边界外50m范围内存在2处医院内建筑物（供氧室、在建门诊楼）和1处中建八局项目部。本项目选址合理可行。

三、辐射环境现状

现状检测结果表明，拟改造医用电子加速器机房一及周围γ辐射剂量率处于泰安市环境天然放射性水平范围内。

四、医用电子加速器环境影响分析结论

1.医院拟将医用电子加速器工作场所一划分为“控制区”和“监督区”两区进行分区管理。

医用电子加速器机房一拟设置门-机联锁装置，防挤压红外线碰撞装置及紧急开门装

置，防护门外拟设置工作状态指示灯和电离辐射警告标志，且工作状态指示灯与加速器联锁；医用电子加速器机房一与操作间之间设计有监视和对讲装置；操作间控制台和机房内拟设置紧急停机按钮，各紧急停机按钮处拟张贴醒目标识及文字显示牌；拟在医用电子加速器机房迷路内口处设置 1 套固定式辐射剂量监测仪；拟为医用电子加速器机房一设置强制排风系统，设计有效通风量为 1755m^3/h；连接医用电子加速器机房一与操作间的电缆、管线等穿墙采取地下 U 型穿墙设计。

2.经预测分析，医用电子加速器在医用电子加速器机房一内进行放射治疗时，机房四周墙体、室顶、防护门外等预测点处辐射剂量率能满足相应剂量率目标控制值要求。

3.本项目投入使用后，辐射工作人员所受年有效剂量为0.111mSv/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；叠加医院现有加速器对工作人员的辐射影响，工作人员的受照剂量为1.321mSv/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。公众成员年有效剂量不超过0.017mSv，低于本评价采用的公众成员0.1mSv/a的管理剂量约束值。

4.放射性废水放置30天以上按照一般废水排至医院污水处理站，预处理后经市政污水管网排入城市污水处理厂处理；机房内设计有强制排风系统，通风次数大于3次/h，产生的少量非放射性有害气体通过排风系统排至放疗中心外环境，对周围环境和人员影响较小；加速器靶、准直器等部件更换或退役时属放射性废物，由具有放射性废物处置资质的单位进行妥善处置后不会对周围环境产生影响。

五、辐射安全管理

1.医院已成立放射防护管理委员会，签订了辐射安全工作责任书，法人代表为辐射安全工作第一责任人，放射防护管理委员会负责医院辐射安全与防护各项工作。

2.医院拟为本项目配备9名辐射工作人员兼职从事放射治疗工作，为医院现有工作人员，均已通过国家核技术利用辐射安全与防护考核，持证上岗。

3.医院已制定一系列辐射安全管理规章制度，包括《放疗中心设备操作规程》、《放射诊疗设备的保养维修制度》、《核医学科工作人员岗位职责》、《核医学科辐射安全和防护制度》、《核医学科放射性核素操作规程》、《放射性核素的订购、领取、保管、使用制度》、《放射性废物处置方案》、《DSA操作规程》、《辐射防护与安全保卫制度》、《放射工作人员个人剂量测量制度》、《放射人员培训制度》、《放射防护用品

管理制度》、《放射设备与设施监测制度》、《辐射检测计划》、《辐射事故应急预案》等。

4.医院已安排专人负责个人剂量监测管理，将为本项目辐射工作人员建立个人剂量档案，拟为本项目辐射工作人员人手配备1支个人剂量计，并委托有资质的检测机构每三个月检测一次；还将配备辐射监测仪、个人剂量报警仪等监测设备，可满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求和工作需求。

5.医院已定期开展辐射事故应急演练，同时对演练材料进行归档保存，落实情况较好，医院未发生过辐射安全事故。

综上所述，山东第一医科大学第二附属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人员是安全的，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、山东第一医科大学第二附属医院位于山东省泰安市泰山区泰山大街366号。医院拟对放疗中心东北角现有放疗一室(原有XHA600D型医用电子加速器损坏，已拆除)和操作间进行改造，改造后命名为医用电子加速器机房一和操作间；同时拟购置1台上海联影医疗科技股份有限公司生产的uLinac HalosTx型医用电子加速器(最大电子能量6MV)，安装于改造后的医用电子加速器机房一内，用于放射治疗工作，属使用Ⅱ类射线装置。该项目在落实报告表提出的辐射安全和防护措施及本审批意见的要求后，对环境的影响符合国家有关规定和标准，我局同意按照报告表中所列的项目性质、规模、地点和采取的辐射安全与防护措施建设该项目。

二、该项目应严格按照报告表和以下要求落实和完善辐射安全与防护措施，从事辐射工作。

(一)严格执行辐射安全管理制度全管理档案。

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。医院应设立辐射安全与环境保护管理机构，统一负责全院的辐射安全管理工作或指定1名本科以上学历的技术人员，专职负责全院的辐射安全管理，落实岗位职责。

2.落实电子加速器使用登记制度、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。

(二)加强辐射工作人员及患者的安全和防护工作

1.认真落实培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训学习和报名考核，考核不合格的，不得上岗。

2.按照环境保护部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(部令18号)的要求，建立辐射工作人员个人剂量档案，做到1人1档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每3个月进行1次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量档案和个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。(三)做好辐射工作场所的安全和防护工作

1.医用电子加速器机房应采取有效屏蔽措施，确保机房屏蔽层外30cm处剂量当量率不大于2.5μSv/h。

2.在医用电子加速器机房醒目位置上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。

3.落实医用电子加速器机房门机联锁装置、工作状态指示灯、急停按钮、视频监控等辐射安全与防护措施，设置通风系统。做好辐射安全与防护设施的维护、维修，建立维护、维修档案，确保辐射安全与防护措施安全有效。建立医用电子加速器使用台账，做好安全保卫

工作。

4.完善辐射环境监测方案，配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器，定期开展监测，做好监测数据的记录工作。

(四)要严格落实报告表提出的各项环境风险事故防范措施，须建立三级防控体系，定期修订辐射事故应急预案，有计划开展辐射事故应急演练。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫健等部门报告。

(五)严格落实各项生态环境安全责任，要落实企业生态环境安全主体责任，将环保设施和项目作为企业安全管理的重要组成部分，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，把环保设施和项目安全落实到生产经营工作全过程、各方面。

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 8 月 4 日；

监测条件：天气：晴，温度：32.7℃，相对湿度：60.2%RH。

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	X、γ剂量率仪
仪器型号	XH-3512E
系统主机测量范围	0.01μGy/h～30mGy/h
探测器测量范围	1nGy/h～100mGy/h
系统主机能量范围	48keV～1.5MeV
探测器能量范围	20keV～7MeV
检定单位	山东省计量科学研究院
检定证书编号	Y16-202602049
检定有效期至	2027 年 07 月 06 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机房一及周围环境进行了现场监测。非工作状态下于医用电子加速器机房一及周围共布设 10 个监测点位，1#～10#；工作状态下于医用电子加速器机房

一及周围共布设 17 个点位，A1～A13；终止照射后于医用电子加速器机房一内布设 2 个监测点位，B1～B2。

具体布点情况见表 6-2～表 6-4，监测布点情况见图 6-1 和图 6-2。

表 6-2　非工作状态监测布点情况一览表

点位	点位描述
1#	机房一东墙外 30cm 处
2#	机房一西墙外 30cm 处（机房二内）
3#	机房一南墙外 30cm 处（操作间）
4#	防护门外 30cm 处
5#	机房一北墙外 30cm 处
6#	机房一室顶上方 30cm 处
7#	管线口
8#	机房一北侧中心供氧室东墙外 1m 处
9#	机房一北侧中建八局项目部东墙外 1m 处
10#	机房一东侧在建门诊楼西墙外 1m 处

表 6-3　工作状态监测布点情况一览表

点位	点位描述
A1	机房一东墙主屏蔽处外 30cm 处
A2	机房一东墙次屏蔽处外 30cm 处
A3	机房一西墙主屏蔽处外 30cm 处（机房二内）
A4	机房一西墙次屏蔽处外 30cm 处（机房二内）
A5	机房一南墙外 30cm 处（操作位）
A6-1	大防护门东侧门缝外 30cm 处
A6-2	大防护门西侧门缝外 30cm 处
A6-3	大防护门上侧门缝外 30cm 处
A6-4	大防护门下侧门缝外 30cm 处
A6-5	大防护门中间位置外 30cm 处
A7	机房一北墙外 30cm 处
A8	机房一室顶上方主屏蔽处 30cm 处

A9	机房一室顶上方次屏蔽处 30cm 处
A10	管线口
A11	机房一北侧中心供氧室东墙外 1m 处
A12	机房一北侧中建八局项目部东墙外 1m 处
A13	机房一东侧在建门诊楼西墙外 1m 处

表 6-4　终止照射后医用电子加速器机房一内监测布点情况一览表

点位	点位描述
B1	加速器机头 5cm
B2	加速器机头 1m

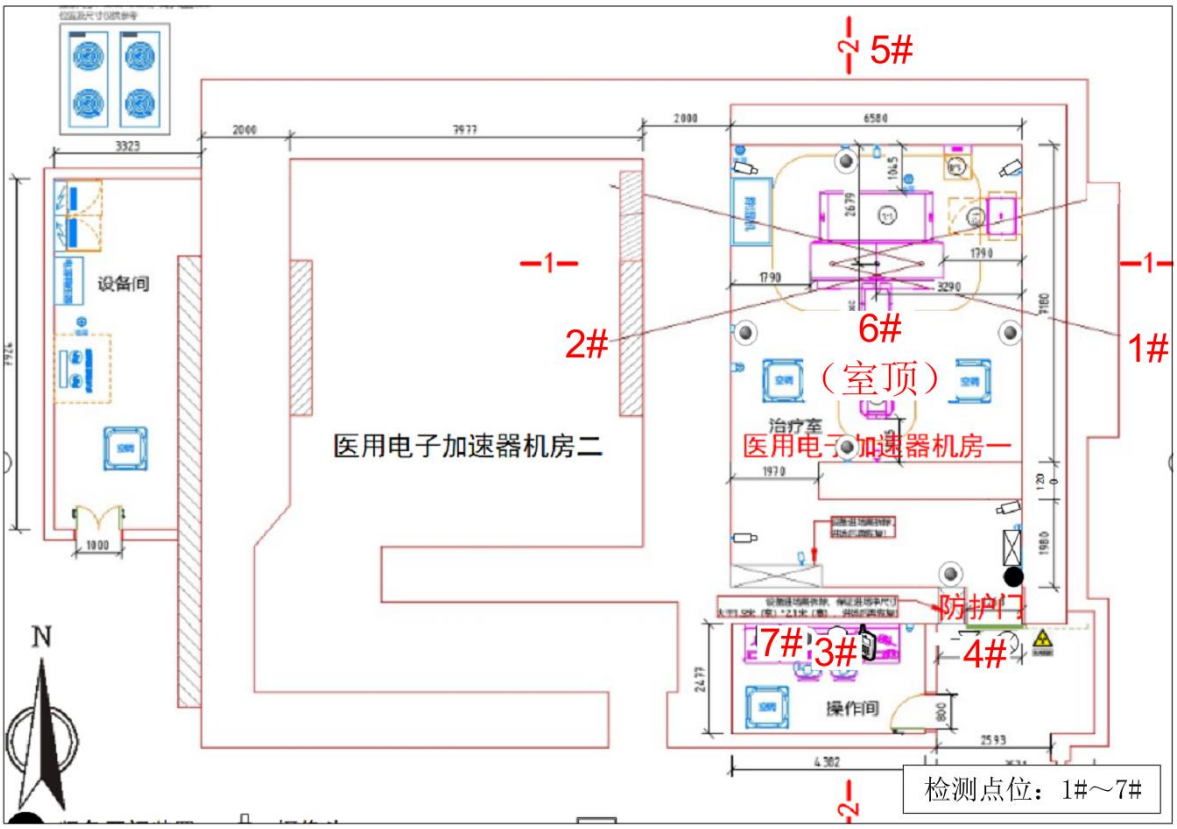


图 6-1(a) 非工作状态下监测布点图

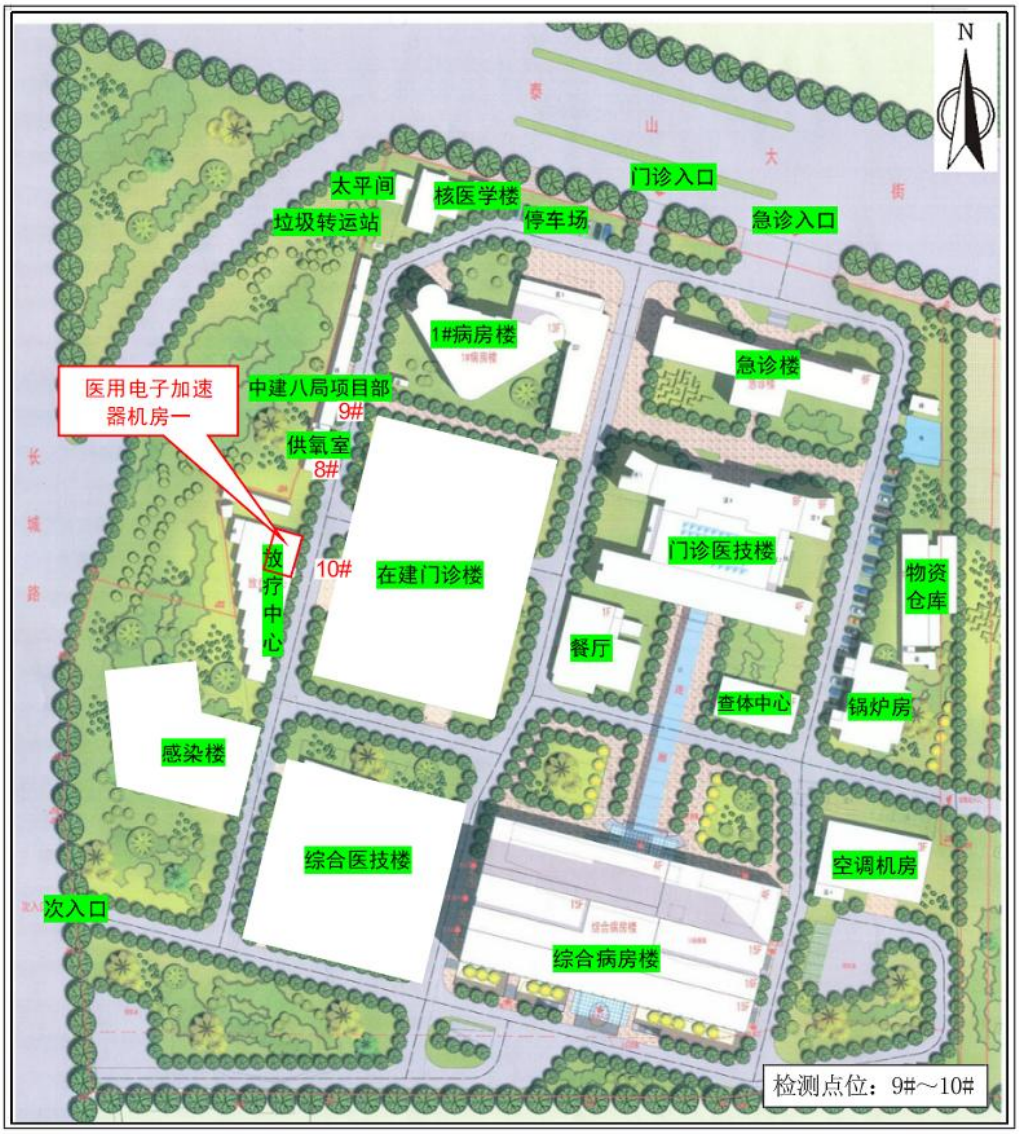


图 6-1(b) 非工作状态下监测布点图

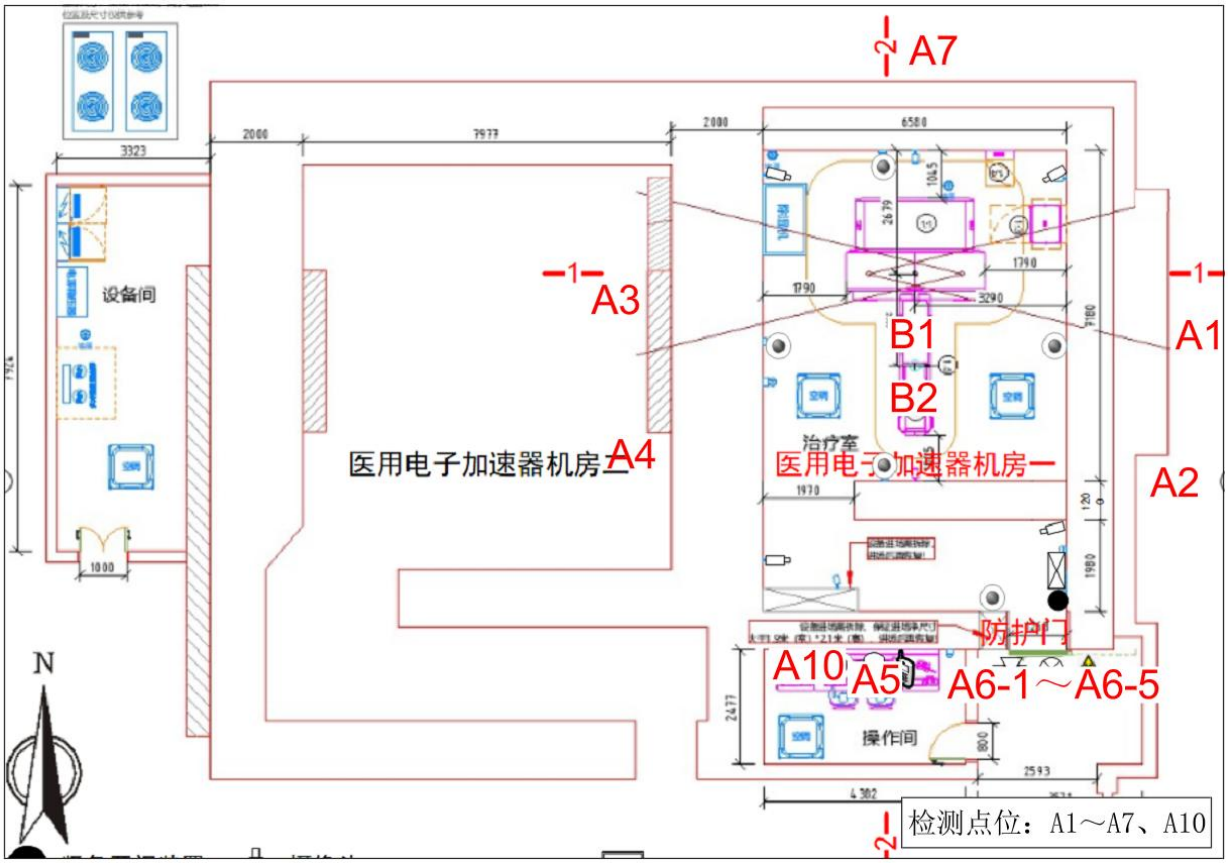


图 6-1(a) 工作状态下监测布点图

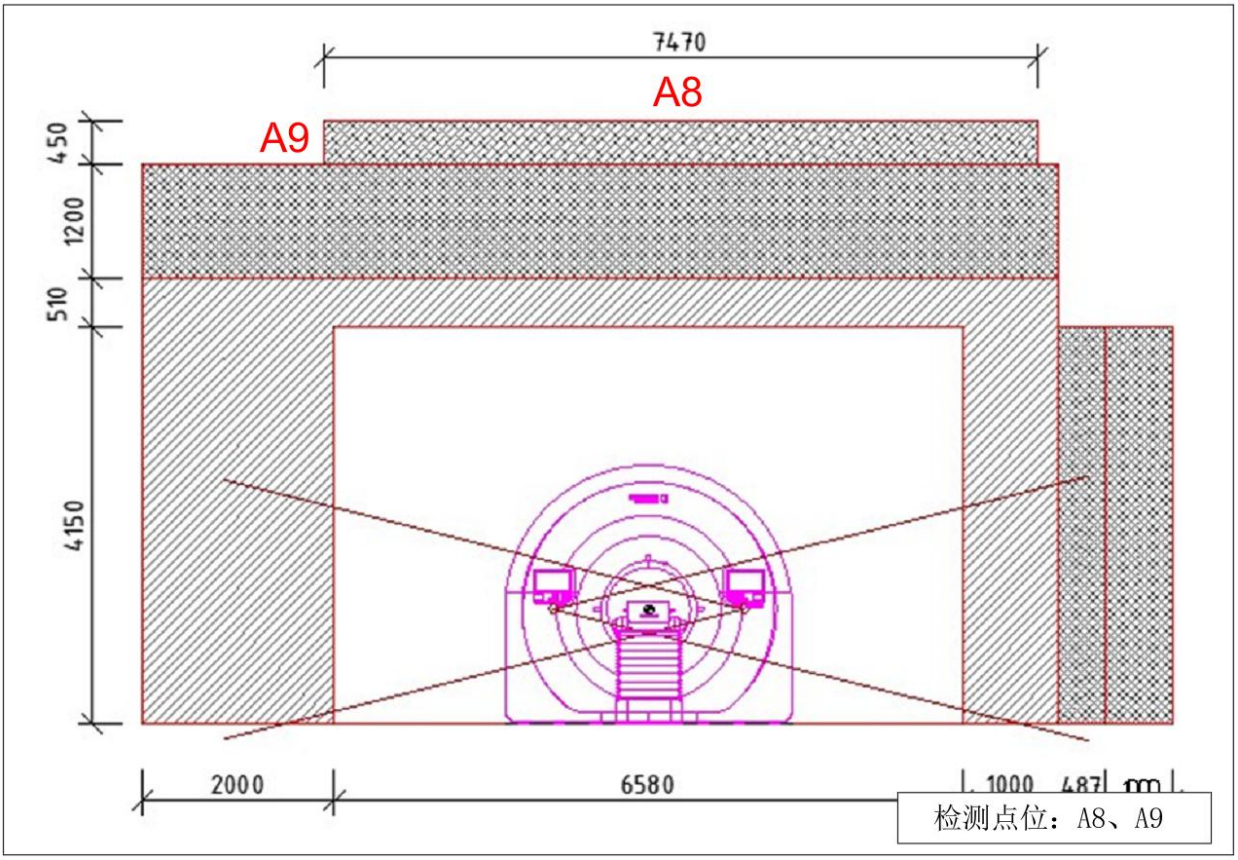


图 6-1(b) 工作状态下监测布点图

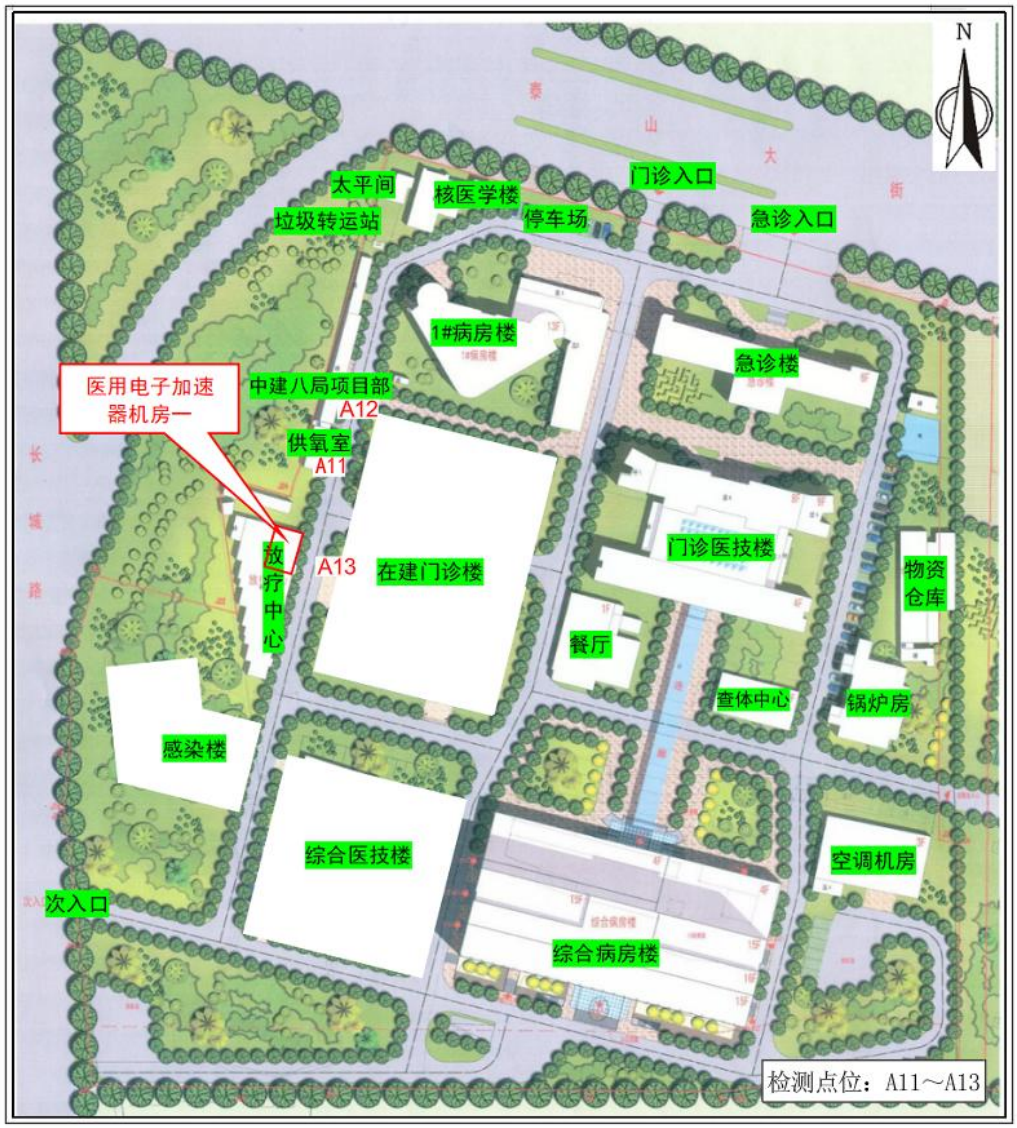


图 6-1(c) 工作状态下监测布点图

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，医用电子加速器的运行工况：X 射线能量为 6MV，采用输出量更大的 3F 模式进行检测，输出量为 7.2×10^{8} μGy/h。

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，医用电子加速器机房一及周围监测结果见表 7-1～表 7-3。

表 7-1　非工作状态下医用电子加速器机房一及周围环境监测结果（nGy/h）

点位	点位描述	剂量率	标准差
1#	机房一东墙外 30cm 处	62.5	1.3
2#	机房一西墙外 30cm 处（机房二内）	75.2	1.4
3#	机房一南墙外 30cm 处（操作间）	104.8	1.1
4#	防护门外 30cm 处	111.5	1.4
5#	机房一北墙外 30cm 处	77.7	1.5
6#	机房一室顶上方 30cm 处	63.0	1.3
7#	管线口	84.0	1.2
8#	机房一北侧中心供氧室东墙外 1m 处	51.9	1.3
9#	机房一北侧中建八局项目部东墙外 1m 处	53.9	1.3
10#	机房一东侧在建门诊楼西墙外 1m 处	38.4	1.3

注：1.检测结果已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h；
2.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　工作状态下医用电子加速器机房一及周围环境监测结果（nGy/h）

点位	点位描述	剂量率	标准差
A1	机房一东墙主屏蔽处外 30cm 处	72.2	1.3
A2	机房一东墙次屏蔽处外 30cm 处	84.6	1.5
A3	机房一西墙主屏蔽处外 30cm 处（机房二内）	71.9	1.1
A4	机房一西墙次屏蔽处外 30cm 处（机房二内）	79.6	1.5
A5	机房一南墙外 30cm 处（操作位）	140.0	1.4

A6-1	大防护门东侧门缝外 30cm 处	165.2	1.7
A6-2	大防护门西侧门缝外 30cm 处	114.7	1.4
A6-3	大防护门上侧门缝外 30cm 处	284.4	1.5
A6-4	大防护门下侧门缝外 30cm 处	194.9	1.5
A6-5	大防护门中间位置外 30cm 处	225.7	1.5
A7	机房一北墙外 30cm 处	94.1	1.5
A8	机房一室顶上方主屏蔽处 30cm 处	71.8	1.3
A9	机房一室顶上方次屏蔽处 30cm 处	78.3	1.4
A10	管线口	87.3	1.5
A11	机房一北侧中心供氧室东墙外 1m 处	67.0	1.8
A12	机房一北侧中建八局项目部东墙外 1m 处	73.7	1.4
A13	机房一东侧在建门诊楼西墙外 1m 处	41.4	1.1

表 7-3　终止照射后医用电子加速器机房一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	99.6	1.3	终止照射 2min 内
B2	加速器机头 1m	98.1	1.4	
注：1.检测结果已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h； 2.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，医用电子加速器机房一周围及保护目标处环境γ辐射剂量率为（38.4～111.5）nGy/h，处于泰安市环境天然辐射水平范围内。

根据表 7-2 可知，工作状态下，医用电子加速器机房一周围及保护目标处 X-γ辐射剂量率范围为（41.4～284.4）nGy/h，转换系数取 1（下同），满足本次验收采用的 2.5μSv/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 99.6 nGy/h、98.1nGy/h。

鉴于西侧加速器机房二内的加速器对本项目操作间等处的影响很小，不再考虑叠加剂量率的问题。

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

$$H=Dr\times T\times t \qquad （式 7-1）$$

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：医院在建门诊楼、中建八局项目部、供氧室
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：医用电子加速器机房二
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：防护门外 1/40：院内空地、院内道路

三、照射时间

根据医院提供的资料，本项目投运后，加速器年照射时间 125h。摆位人员进入加速器机房一进行摆位工作，年摆位时间为 375h。

三、职业人员受照剂量

上述已知放疗中心现有 9 名职业工作人员兼职从事本项目放射治疗工作，9 名职业工作人员采取轮班制工作，按需接受调配。加速器职业工作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，由于轮班调配制度下各人员实际参与本项目放射治疗的时间存在差异性且难以准确估算，本次保守按照所有职业工作人员参加全部加速器治疗工作考虑。

根据本次验收检测结果，职业工作人员在控制室内进行设备操作时，操作位处剂量率

为 140.0nGy/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 140.0×125×1≈0.018mSv/a。+

职业人员进入治疗室摆位时，根据本次验收检测结果，距机头表面 1m 处固定点的剂量率为 98.1nGy/h，则职业人员摆位时受到的辐射影响为 98.1×375×1≈0.037mSv/a。则本项目运行过程中职业工作人员所受年有效剂量为 0.018+0.037=0.055mSv/a。

参考本项目职业工作人员最近的个人剂量检测结果(详见附件四)，职业工作人员单季度的最高受照剂量为 0.28mSv，以此估算职业工作人员从事本项目的年受照剂量为 0.28×4=1.12mSv。叠加工作人员同时从事本项目放射治疗的受照剂量为:0.055+1.12=1.175mSV/a。

根据上述计算，加速器职业工作人员在本项目运行过程中所受年有效剂量最大为 0.055mSv/a，每年所受年有效剂量总量为 1.175mSV/a，均低于《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机房一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）
医用电子加速器机房一西侧	医用电子加速器机房二	79.6	125	1/2	4.98×10^{-3}
医用电子加速器机房一南侧	防护门外	284.4	125	1/8	4.44×10^{-3}
医用电子加速器机房一东侧	医院在建门诊楼	41.4	125	1	5.18×10^{-3}
医用电子加速器机房一北侧	中建八局项目部	73.7	125	1	9.21×10^{-3}
医用电子加速器机房一北侧	供氧室	67.0	125	1	8.38×10^{-3}

注：①医用电子加速器机房一与医用电子加速器机房二与共用其西墙，本次保守取医用电子加速器机房一北西墙次屏蔽处外 30cm 处辐射剂量率 79.6nGy/h 估算医用电子加速器机房二处公众人员年有效剂量；
②防护门外剂量率取其检测中辐射剂量率最大处（防护门上侧门缝外 30cm 处）284.4nGy/h。

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 9.21×10^{-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 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，山东第一医科大学第二附属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

山东第一医科大学第二附属医院位于山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号，本次验收规模为位于放疗中心东北角的医用电子加速器机房一和操作间，购置并使用 1 台 uLinac HalosTx 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[09090]号，种类和范围为使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置，有效期至 2030 年 6 月 15 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，加速器机房一及周围环境γ辐射剂量率为（52.0～142.1）nGy/h，处于泰安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，加速器机房一周围 X-γ辐射剂量率范围为（55.6～356.4）nGy/h，满足本次验收采用的 2.5μSv/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，加速器职业工作人员所受年有效剂量最大为 1.175mSv/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 9.21×10^{-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《射线装置使用登记与台账管理制度》《医用电子加速器操作规程》《辐射防护与安全保卫制度》《设备检修维护制度》《辐射工作人员培训计划》《辐射监测方案》《岗位职责》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，2026 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 9 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 AT1123 型便携式辐射巡检仪进行辐射巡检，本项目配备了 9 部 IDA-1 型个人剂量报警仪。

综上所述，山东第一医科大学第二附属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。

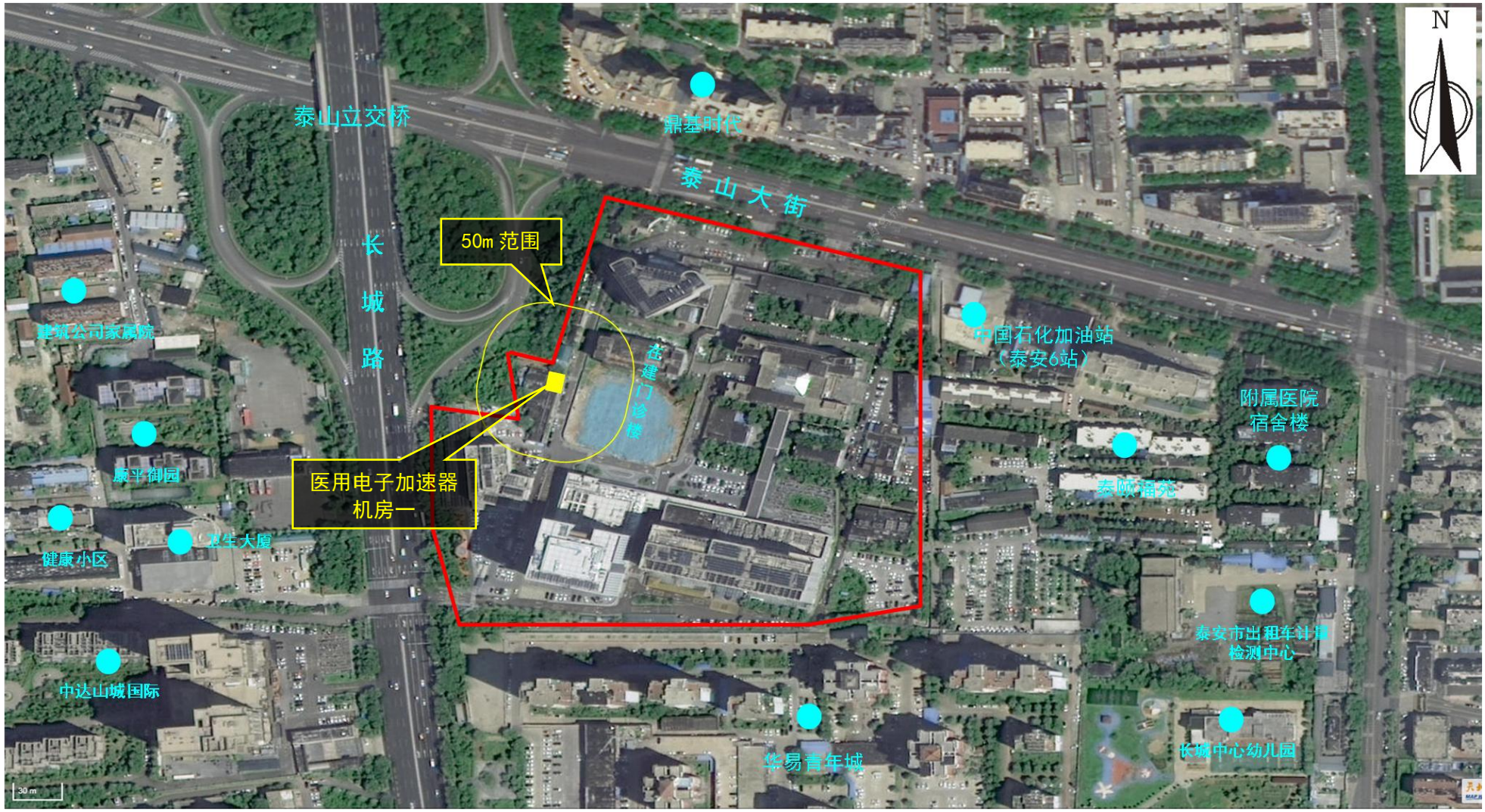
五、建议

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。

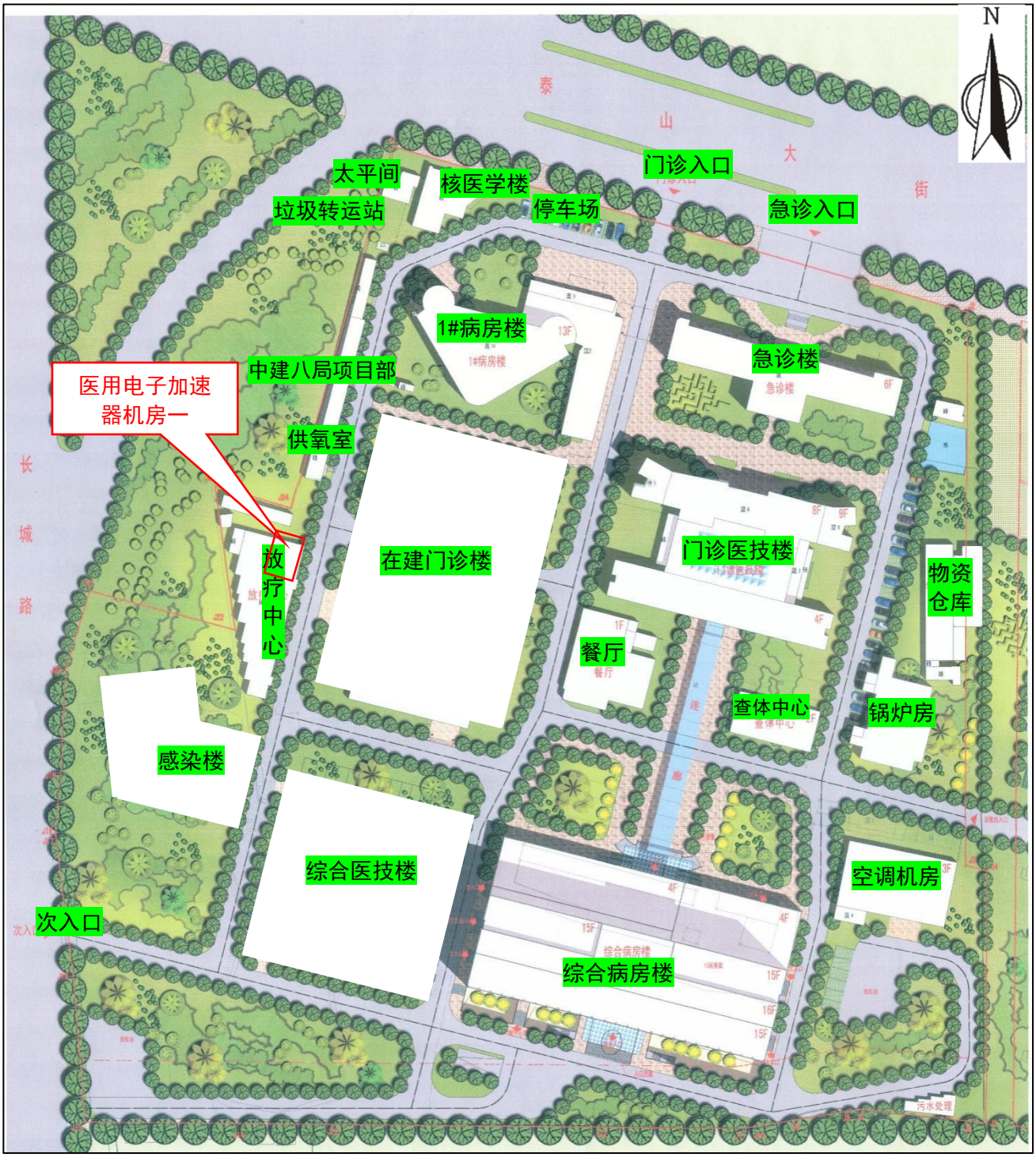
2.定期组织辐射事故应急演练，做好演练记录与评估。

附图 1 项目地理位置示意图

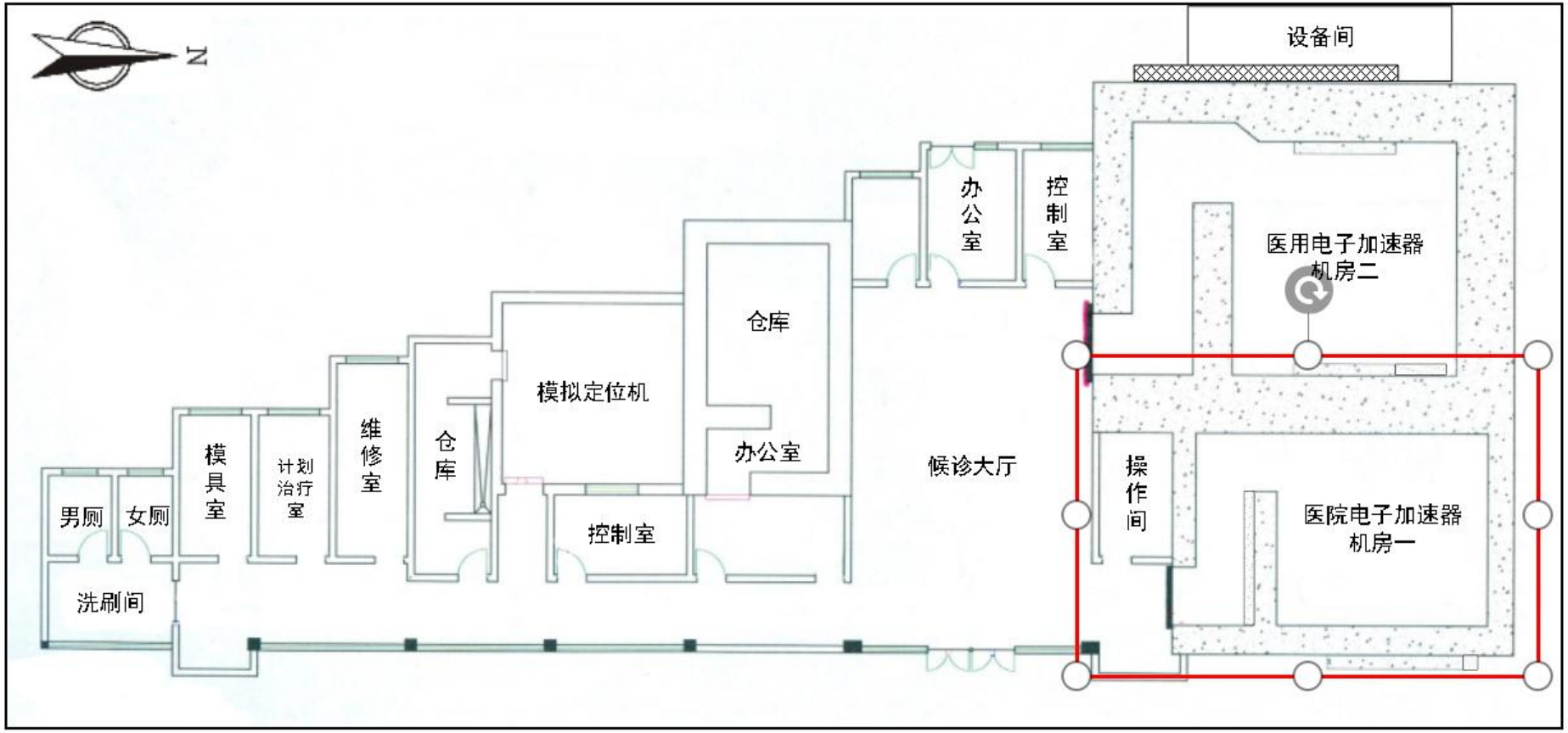
附图 2 项目周边环境关系影像图



附图 3 医院总平面布置图



附图 4 放疗中心平面布置示意图



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

山东第一医科大学第二附属医院（盖章）

2026 年 8 月 1 日

附件二 环评批复

审批意见

泰环境审报告表〔2026〕10号

经研究，对《山东第一医科大学第二附属医院医用电子加速器应用项目环境影响报告表》（以下简称报告表）提出审批意见如下：

一、山东第一医科大学第二附属医院位于山东省泰安市泰山区泰山大街366号。医院拟对放疗中心东北角现有放疗一室（原有XHA600D型医用电子加速器损坏，已拆除）和操作间进行改造，改造后命名为医用电子加速器机房一和操作间；同时拟购置1台上海联影医疗科技股份有限公司生产的uLinac HalosTx型医用电子加速器（最大电子能量6MV），安装于改造后的医用电子加速器机房一内，用于放射治疗工作，属使用II类射线装置。该项目在落实报告表提出的辐射安全和防护措施及本审批意见的要求后，对环境的影响符合国家有关规定和标准，我局同意按照报告表中所列的项目性质、规模、地点和采取的辐射安全与防护措施建设该项目。

二、该项目应严格按照报告表和以下要求落实和完善辐射安全与防护措施，从事辐射工作。

（一）严格执行辐射安全管理制度

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。医院应设立辐射安全与环境保护管理机构，统一负责全院的辐射安全管理工作或指定1名本科以上学历的技术人员，专职负责全院的辐射安全管理，落实岗位职责。

2.落实电子加速器使用登记制度、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。

（二）加强辐射工作人员及患者的安全和防护工作

1.认真落实培训计划，组织辐射工作人员参加辐射安全培训学习和报名考核，考核不合格的，不得上岗。

2.按照环境保护部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（部令18号）的要求，建立辐射工作人员个人剂量档案，做到1人1档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每3个月进行1次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量档案和个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。

（三）做好辐射工作场所的安全和防护工作

1.医用电子加速器机房应采取有效屏蔽措施，确保机房屏蔽层外

30cm 处剂量当量率不大于 2.5μSv/h。

2.在医用电子加速器机房醒目位置上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。

3.落实医用电子加速器机房门机联锁装置、工作状态指示灯、急停按钮、视频监控等辐射安全与防护措施，设置通风系统。做好辐射安全与防护设施的维护、维修，建立维护、维修档案，确保辐射安全与防护措施安全有效。建立医用电子加速器使用台账，做好安全保卫工作。

4.完善辐射环境监测方案，配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器，定期开展监测，做好监测数据的记录工作。

（四）要严格落实报告表提出的各项环境风险事故防范措施，须建立三级防控体系，定期修订辐射事故应急预案，有计划开展辐射事故应急演练。若发生辐射事故，应及时向生态环境、公安和卫健等部门报告。

（五）严格落实各项生态环境安全责任，要落实企业生态环境安全主体责任，将环保设施和项目作为企业安全管理的重要组成部分，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，把环保设施和项目安全落实到生产经营工作全过程、各方面。

三、项目建设必须严格执行环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投用的“三同时制度”。项目建成后要按规定的程序进行竣工环境保护验收，经验收合格后方可正式投入使用。

四、本审批意见有效期为五年，若该项目的性质、规模、地点、采用的辐射安全与防护措施等发生重大变动，须重新向我局报批环境影响评价文件。

2026 年 3 月 27 日

附件三 辐射安全许可证

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：山东第一医科大学第二附属医院

统一社会信用代码：12370000495570987W

地　　址：山东省泰安市泰山大街366号

法定代表人：肖强

证书编号：鲁环辐证[09090]

种类和范围：使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所（具体范围详见副本）。

有效期至：2030年06月15日

发证机关：山东省生态环境厅

（公章）

发证日期：2026年07月15日

中华人民共和国生态环境部监制

辐射安全许可证

（副本）

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	山东第一医科大学第二附属医院			
统一社会信用代码	12370000495570987W			
地　　址	山东省泰安市泰山大街 366 号			
法定代表人	姓　名	肖强	联系方式	0538-6236001
辐射活动场所	名　称	场所地址		负责人
	门诊楼四楼口腔科门诊拍片区	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		雷印涛
	肿瘤科放疗中心工作区	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		刘海燕
	查体中心医学影像检查区	山东省泰安市泰山区迎胜东路 2 号		冉张申
	急诊楼二楼导管室工作区	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		秦健
	综合病房楼一楼导管室工作区	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		秦健
	急诊楼一楼拍片区	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		秦健
	综合病房楼一楼拍片区	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		秦健
	综合病房楼 1 楼东侧的 CT 室	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		秦健
证书编号	鲁环辐证[09090]			
有效期至	2030 年 06 月 15 日			
发证机关	山东省生态环境厅			（盖章）
发证日期	2026 年 07 月 15 日			

山东省生态环境厅 行政审批专用章

1 / 16

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	山东第一医科大学第二附属医院			
统一社会信用代码	12370000495570987W			
地　　址	山东省泰安市泰山大街 366 号			
法定代表人	姓　名	肖强	联系方式	0538-6236001
辐射活动场所	名　称	场所地址		负责人
	门诊楼一楼拍片区	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		秦健
	综合病房楼三楼 305 手术间	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		张文生
	综合病房楼二楼复合手术室	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		张文生
	综合病房楼三楼 307 手术间	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		张文生
	综合病房楼三楼 304 手术间	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		张文生
	综合医技楼地下一层北侧核医学工作场所	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号		刘树永
证书编号	鲁环辐证[09090]			
有效期至	2030 年 06 月 15 日			
发证机关	山东省生态环境厅			（盖章）
发证日期	2026 年 07 月 15 日			

山东省生态环境厅 行政审批专用章

（三）射线装置

证书编号：鲁环辐证[09090]

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
		置							kV 管电流 1500 mA			
						CT	VCT	VCCL0047	管电压 150 kV 管电流 800 mA	美国 GE 公司		
12	肿瘤科放疗中心工作区	粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	2	直线加速器	XHA1400	A196	粒子能量 10 MeV	新华医疗器械厂		
13		放射治疗模拟定位装置	III类	使用	1	模拟定位机	SL-IE	S389	管电压 150 kV 管电流 500 mA	新华医疗器械厂		
14		粒子能量小于 100 兆电子伏的医用加速器	II类	使用	2	医用电子加速器	uLinac HalosTx	43RTA50019	粒子能量 6 MeV	上海联影医疗科技股份有限公司		
						医用电子加速器	Infinity	156392	粒子能量 10 MeV	医科达		
15	综合病房楼二楼复合手术室	医用 X 射线计算机断层扫描（CT）装	III类	使用	1	滑轨 CT（新增）	SOMATOM Confidence	暂无	管电压 140 kV 管电流 667 mA	西门子公司		

（五）许可证申领、变更和延续记录

证书编号：鲁环辐证[09090]

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	重新申请	2026-07-15	许可证重新申领。	鲁环辐证[09090]
2	重新申请	2025-11-28	1、注销已退役的原位于医院西北角的核医学工作场所，并将该场所的SPECT/CT移机至新核医学工作场所继续使用。2、新增位于本院区综合病房楼二楼西南角的复合手术室，含DSA和滑轨CT各一台。3、新增位于天外村院区查体中心楼一层西北角的影像检查区，含CT一台。	鲁环辐证[09090]
3	延续	2025-06-16	许可证到期延续	鲁环辐证[09090]
4	重新申请	2023-12-29	为提高医院放射诊疗水平，更好地为患者服务，医院拟于新建综合医技楼（地上22层、 地下3层建筑）地下一层北侧建设1处核医学工作场所，应用核素 99mTc、 18F、 131I、 123I、 67Ga、 201Tl、 89Sr、 32P、 90Sr-90Y敷贴开展以下诊疗工作：（1）利用核素 99mTc、 18F、 123I、 67Ga、 201Tl 进行临床显像诊断；（2）利用 131I开展甲功测定、甲亢及甲癌治疗；（3）利用核素 89Sr开 展骨转移癌的疼痛治疗；（4）在敷贴室利用 90Sr-90Y、 32P开展敷贴治疗。 医院拟将现有1台Discovery NM/CT 670 Pro型SPECT/CT搬迁至本项目工作场所SPECT/CT机房内，最大管电压140kV，最大管电流440mA；拟购置1台uMI Vista型PET/CT安装于本项目工作场所PET-CT机房内。该项目为乙级非密封放射性物质工作场所，SPECT/CT和PET-CT均属III类射线装置。	鲁环辐证[09090]
5	变更	2021-12-29	变更，批准时间：2021-12-29	鲁环辐证[09090]
6	重新申请	2021-02-01	重新申请，批准时间：2021-02-01	鲁环辐证[09090]

（五）许可证申领、变更和延续记录

证书编号：鲁环辐证[09090]

7	变更	2020-07-30	变更，批准时间：2020-07-30	鲁环辐证[09090]
8	重新申请	2020-06-28	重新申请，批准时间：2020-06-28	鲁环辐证[09090]
9	变更	2019-07-30	变更，批准时间：2019-07-30	鲁环辐证[09090]
10	重新申请	2019-05-10	重新申请，批准时间：2019-05-10	鲁环辐证[09090]
11	申请	2014-05-12	申请，批准时间：2014-05-12	鲁环辐证[09090]

附件四 个人剂量检测报告

泰安市疾病预防控制中心

检 验 检 测 报 告

样品受理编号：2026FS0329

检测结果：

编号	姓名	性别	职业类型	剂量卡佩戴起始日期	佩戴天数d	个人剂量当量/mSv Hp(10)
GJFS020	李瑞阳	女	2D	2026年01月20日	89	0.17
GJFS021	刘文健	男	2D	2026年01月20日	89	0.13
GJFS022	苏岳新	女	2D	2026年01月20日	89	0.11
GJFS023	王树超	男	2D	2026年01月20日	89	0.09
GJFS024	徐杰	女	2D	2026年01月20日	89	0.16
GJFS025	衣启君	男	2D	2026年01月20日	89	0.12
GJFS026	尹贻波	男	2D	2026年01月20日	89	0.22
GJFS027	张恒	女	2D	2026年01月20日	89	0.19
GJFS028	赵敏	女	2D	2026年01月20日	89	0.29
GJFS029	常金	男	2D	2026年01月20日	89	0.12
GJFS030	陈晓婷	女	2D	2026年01月20日	89	0.16
GJFS031	李贞	女	2D	2026年01月20日	89	0.18
GJFS032	刘宝军	男	2D	2026年01月20日	89	0.11
GJFS033	罗光彩	女	2D	2026年01月20日	89	0.15
GJFS034	汪超	男	2D	2026年01月20日	89	0.12
GJFS037	张国庆	男	2D	2026年01月20日	89	0.21
GJFS038	张明珠	女	2D	2026年01月20日	89	0.24
GJFS039	张娴	女	2D	2026年01月20日	89	0.19
GJFS040	范新光	男	2D	2026年01月20日	89	0.14
GJFS041	巩雪	女	2D	2026年01月20日	89	0.22
GJFS042	胡北	男	2D	2026年01月20日	89	0.20
GJFS043	李爱菊	女	2D	2026年01月20日	89	0.18
GJFS044	李艳丽	女	2D	2026年01月20日	89	0.12
GJFS045	潘波	男	2D	2026年01月20日	89	0.28
GJFS046	宋志国	男	2D	2026年01月20日	89	0.18
GJFS047	田楠楠	女	2D	2026年01月20日	89	0.06
GJFS048	于秋实	女	2D	2026年01月20日	89	0.10

检测结果：

编号	姓名	性别	职业类型	剂量卡佩戴起始日期	佩戴天数d	个人剂量当量/mSv Hp(10)
GJFS050	陈男	男	2A	2026年01月20日	89	0.14
GJFS051	陈印忠	男	2A	2026年01月20日	89	0.19
GJFS052	刘冠杰	男	2A	2026年01月20日	89	0.24
GJFS053	徐栋	男	2A	2026年01月20日	89	0.10
GJFS054	陈逸如（内）	女	2C	2026年01月20日	89	0.08
GJFS054	陈逸如（外）	女	2C	2026年01月20日	89	0.14
GJFS055	崔化英（内）	女	2C	2026年01月20日	89	0.21
GJFS055	崔化英（外）	女	2C	2026年01月20日	89	0.24
GJFS056	贾明胜（内）	男	2C	2026年01月20日	89	0.22
GJFS056	贾明胜（外）	男	2C	2026年01月20日	89	0.14
GJFS057	刘芳菲（内）	女	2C	2026年01月20日	89	0.16
GJFS057	刘芳菲（外）	女	2C	2026年01月20日	89	0.14
GJFS058	刘佳（内）	女	2C	2026年01月20日	89	0.24
GJFS058	刘佳（外）	女	2C	2026年01月20日	89	0.22
GJFS059	刘树永（内）	男	2C	2026年01月20日	89	0.31
GJFS059	刘树永（外）	男	2C	2026年01月20日	89	0.19
GJFS061	张迪（内）	女	2C	2026年01月20日	89	0.21
GJFS061	张迪（外）	女	2C	2026年01月20日	89	0.25
GJFS062	赵玲（内）	女	2C	2026年01月20日	89	0.17
GJFS062	赵玲（外）	女	2C	2026年01月20日	89	0.19
GJFS063	靳鹏	男	2D	2026年01月20日	89	0.14
GJFS064	孔颖	女	2D	2026年01月20日	89	0.11
GJFS065	李琨	女	2D	2026年01月20日	89	0.24
GJFS066	刘海燕	女	2D	2026年01月20日	89	0.20
GJFS068	胡维密（内）	男	2E	2026年01月20日	89	0.22
GJFS068	胡维密（外）	男	2E	2026年01月20日	89	0.26
GJFS070	徐新兵（内）	男	2E	2026年01月20日	89	0.12

附件五 检测报告

221512052438

丹波尔环境科技

检 测 报 告

丹波尔辐检[2026]第153号

项目名称：医用电子加速器应用项目

委托单位：山东第一医科大学第二附属医院

检测单位：山东丹波尔环境科技有限公司

报告日期：2026年8月20日

说　　明

1. 报告无本单位检测专用章、骑缝章及MA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: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

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	山东第一医科大学第二附属医院 徐宝俊 18553830767		
检测类别	委托检测	检测地点	医用电子加速器机房一周围及保护目标处
委托日期	2026年8月2日	检测日期	2026年8月4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～100μGy/h； 探测器能量范围：33keV～3MeV； 相对固有误差：-7.9%(相对于^{137}Cs参考γ辐射源)； 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：32.7℃　　相对湿度：60.2%RH		
解释与说明	山东第一医科大学第二附属医院医院在放疗中心东北角医用电子加速器机房一内使用1台医用电子加速器用于放射治疗工作，属使用Ⅱ类射线装置。Ⅱ类射线装置的使用会对周围环境产生影响，依据相关标准对医用电子加速器机房一周围及保护目标处进行辐射环境现状检测。 检测结果见第2～4页； 检测点位示意图及现场检测照片见附图。		

检 测 报 告

表 1 关机状态下医用电子加速器机房一周围及保护目标处 γ 辐射剂量率检测结果（nGy/h）

序号	点位描述	检测结果	
		剂量率	标准差
1#	机房一东墙外 30cm 处	62.5	1.3
2#	机房一西墙外 30cm 处	75.2	1.4
3#	机房一南墙外 30cm 处（操作间）	104.8	1.1
4#	防护门外 30cm 处	111.5	1.4
5#	机房一北墙外 30cm 处	77.7	1.5
6#	机房一室顶上方 30cm 处	63.0	1.3
7#	管线口	84.0	1.2
8#	机房一北侧中心供氧室东墙外 1m 处	51.9	1.3
9#	机房一北侧中建八局项目部东墙外 1m 处	53.9	1.3
10#	机房一东侧在建门诊楼西墙外 1m 处	38.4	1.3
范　　围		（38.4～111.5）nGy/h	

注：1. 表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h；
2. 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 报 告

表2 开机状态下医用电子加速器机房一周围及保护目标处X-γ辐射剂量率检测结果(nGy/h)

序号	点位描述	检测结果	
		剂量率	标准差
A1	机房一东墙主屏蔽处外 30cm 处	72.2	1.3
A2	机房一东墙次屏蔽处外 30cm 处	84.6	1.5
A3	机房一西墙主屏蔽处外 30cm 处（机房二内）	71.9	1.1
A4	机房一西墙次屏蔽处外 30cm 处（机房二内）	79.6	1.5
A5	机房一南墙外 30cm 处（操作位）	140.0	1.4
A6-1	防护门东侧门缝外 30cm 处	165.2	1.7
A6-2	防护门西侧门缝外 30cm 处	114.7	1.4
A6-3	防护门上侧门缝外 30cm 处	284.4	1.5
A6-4	防护门下侧门缝外 30cm 处	194.9	1.5
A6-5	防护门中间位置外 30cm 处	225.7	1.5
A7	机房一北墙外 30cm 处	94.1	1.5

检 测 报 告

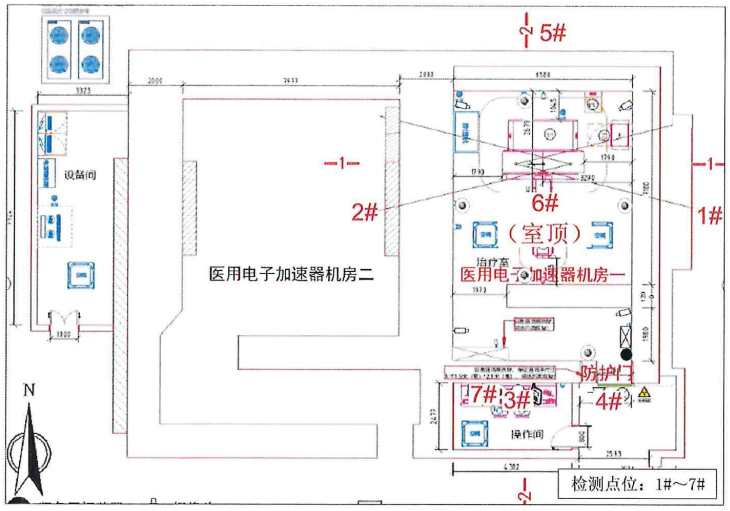
表3 开机状态下医用电子加速器机房一周围及保护目标处X-γ辐射剂量率检测结果(nGy/h)

序号	点位描述	检测结果	
		剂量率	标准差
A8	机房一室顶上方主屏蔽处 30cm 处	71.8	1.3
A9	机房一室顶上方次屏蔽处 30cm 处	78.3	1.4
A10	管线口	87.3	1.5
A11	机房一北侧中心供氧室东墙外 1m 处	67.0	1.8
A12	机房一北侧中建八局项目部东墙外 1m 处	73.7	1.4
A13	机房一东侧在建门诊楼西墙外 1m 处	41.4	1.1
B1	距机头表面 5cm 处	99.6	1.3
B2	距机头表面 1m 处	98.1	1.4
范　　围		（41.4～284.4）nGy/h	

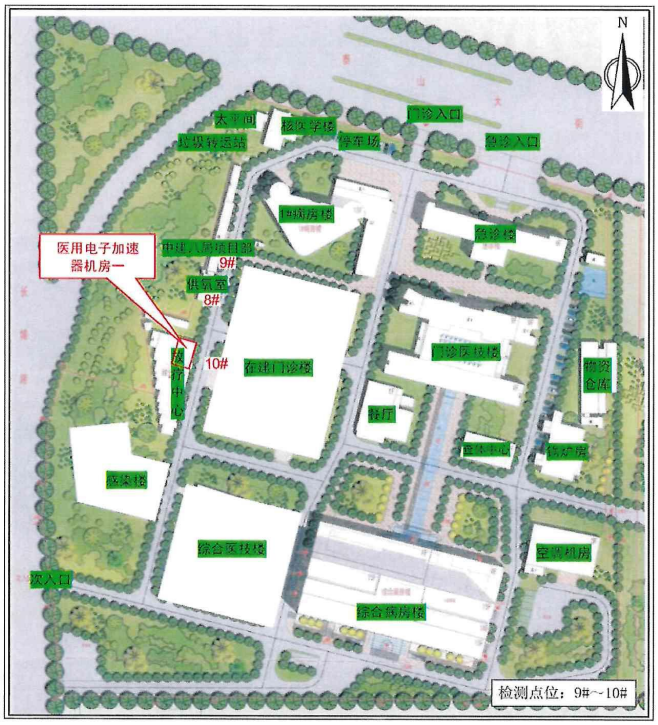
注：1.表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 13.5nGy/h；
2.宇宙射线响应值的屏蔽修正因子，原野及道路取 1，平房取 0.9，多层建筑物取 0.8；
3.监测时，X 射线能量为 6MV，输出量为 7.2×10^{8} μGy/h；
4.点位 A11～A13 位于室外，其余点位均位于室内。

检 测 报 告

附图 1：关机状态下检测点位示意图

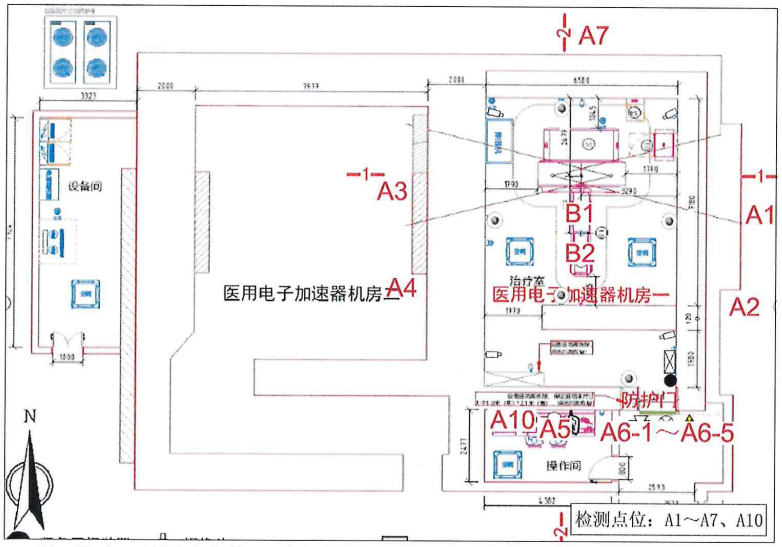


附图 2：关机状态下检测点位示意图

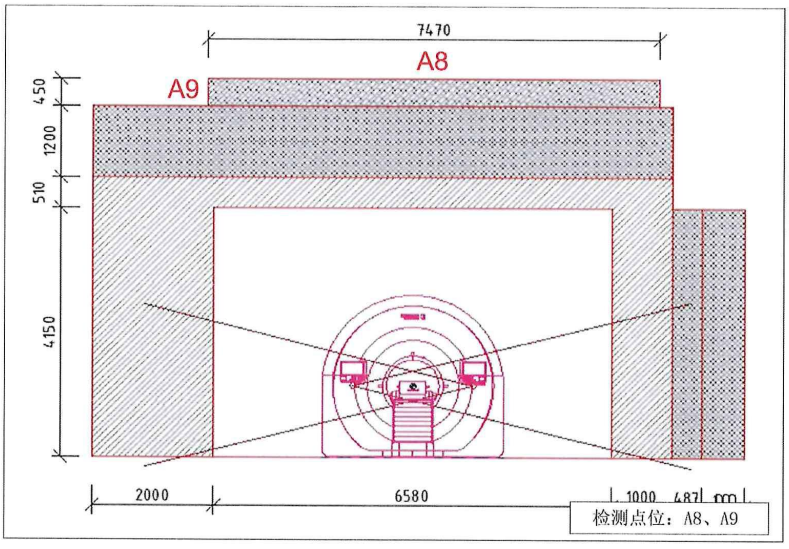


检 测 报 告

附图 3：开机状态下检测点位示意图

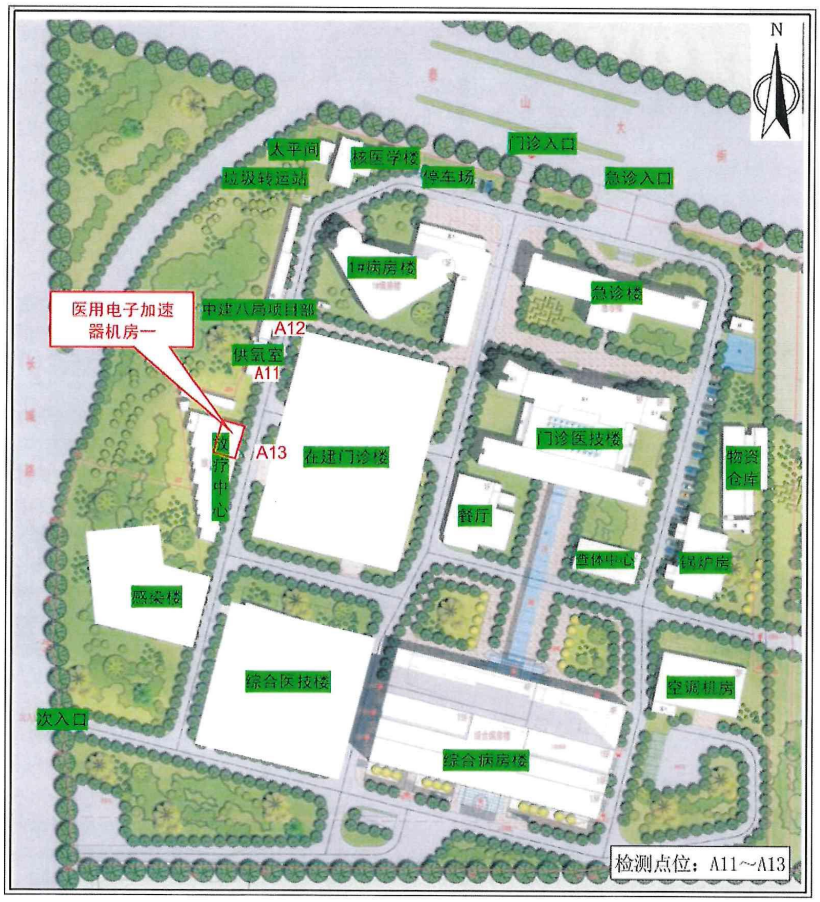


附图 4：开机状态下检测点位示意图



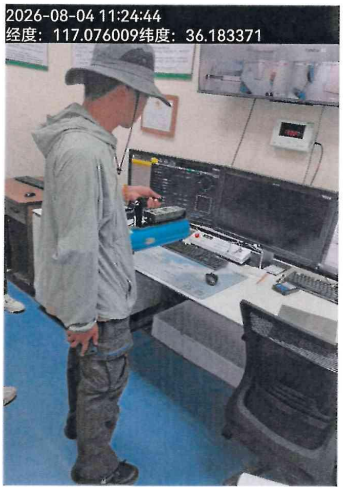
检 测 报 告

附图 5：开机状态下检测点位示意图



检 测 报 告

附图 6：现场检测照片



以　　下　　空　　白

检测人员 杨本震　核验人员 刘杰　批 准 人 [illegible]

编制日期 2026.8.20　核验日期 2026.8.20　批准日期 2026.8.20

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	山东省泰安市泰山区泰山大街 366 号，医院放疗中心东北角医用电子加速器机房一			
	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		改建			项目厂区中心经度/纬度	经度：117.076009 纬度：36.183371		
	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	泰安市生态环境局			审批文号		泰环境审报告表〔2026〕10 号		环评文件类型	报告表			
	开工日期	2026 年 6 月			竣工日期		2026 年 7 月		排污许可申领时间	/			
	环保设施设计单位	济南恒运金属材料设备有限公司			环保设施施工单位		泰安仁和屏蔽防护工程有限公司		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 6MeV			
	投资总概算（万元）	4000			环保投资总概算（万元）		50		所占比例（%）	1.25			
	实际总投资（万元）	2674.3			实际环保投资（万元）		69.4		所占比例（%）	2.60			
	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	125h/a			
运营单位		山东第一医科大学第二附属医院			运营单位社会统一信用代码（或组织机构代码）		12370000495570987W		验收时间	2026 年 8 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	X 射线												

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