

鄂州二医院有限公司新增立体放射治疗
系统（陀螺刀）项目竣工环境保护

验收监测报告表

建设单位：鄂州二医院有限公司

编制单位：湖北君邦环境技术有限责任公司

二〇一八年十一月

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：方振锋

填 表 人：张杨

建设单位：鄂州二医院有限公司 (盖章)

电话：0711-32244007

传真：0711-32244007

邮编：436000

地址：鄂州市武昌大道 357 号

编制单位：湖北润邦环境技术有限责任公司 (盖章)

电话：027-65681136

传真：027-65681326

邮编：430022

地址：武汉市江汉区发展大道 176 号兴城大厦 A501 室

目录

表一 项目基本情况.....	- 1 -
表二 工程建设内容.....	- 4 -
表三 主要污染源、污染物处理和排放.....	- 10 -
表四 建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定.....	- 11 -
表五 环境管理现状与辐射防护措施调查.....	- 13 -
表六 验收监测质量保证及质量控制.....	- 20 -
表七 验收监测内容.....	- 22 -
表八 验收监测结果.....	- 24 -
表九 验收监测结论.....	- 26 -
附件及附图.....	- 28 -

表一

建设项目名称	鄂州二医院有限公司新增立体放射治疗系统（陀螺刀）项目				
建设单位名称	鄂州二医院有限公司				
建设项目性质	新建■ 改扩建□ 技改□ 迁建□				
建设地点	鄂州市武昌大道 357 号鄂州二医院有限公司放疗中心（放疗室一楼）				
主要产品名称	/				
设计生产能力	使用 1 台转式 ^{60}Co 立体放射治疗系统（以下简称“陀螺刀”）用于肿瘤的放射诊疗工作，陀螺刀中含有一枚 ^{60}Co 放射源，活度为 $2.59\text{E}+14\text{Bq}$ ，属于 I 类放射源。				
实际生产能力	使用 1 台转式 ^{60}Co 立体放射治疗系统（以下简称“陀螺刀”）用于肿瘤的放射诊疗工作，陀螺刀中含有一枚 ^{60}Co 放射源，活度为 $2.59\text{E}+14\text{Bq}$ ，属于 I 类放射源。				
建设项目环评时间	2013 年 5 月	开工建设时间	2013 年 6 月		
调试时间	2015 年 1 月	验收现场监测时间	2018 年 4 月 12 日		
环评报告表 审批部门	湖北省环境保护厅	环评报告表 编制单位	湖北省辐射环境管理站		
环保设施设计单位	鄂州二医院有限公司	环保设施施工单位	鄂州二医院有限公司		
投资总概算（万元）	1043	环保投资总概算（万元）	158	比例	15%
实际总概算（万元）	1043	环保投资（万元）	160.3		15%
验收监测依据	<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九号，2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>② 《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年 7 月修订），中华人民共和国主席令第七十七号，2016 年 9 月 1 日起施行；</p> <p>③ 《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六号，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>④ 《建设项目环境保护管理条例》，中华人民共和国国务院令 第 253 号（根据 2017 年 7 月 16 日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订），2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>⑤ 《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，2017 年 11 月 20 日施行；</p> <p>⑥ 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2017 年 6 月 29 日环境保护部令第 44 号公布（根据 2018 年 4 月 28 日公布的《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》修正），2018 年 4 月 28 日起施行；</p> <p>⑦ 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2005 年 12 月 1 日施行；</p> <p>⑧ 《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》，中华人民共</p>				

	<p>和国环境保护部令 第 3 号，2008 年 12 月 6 日起施行；</p> <p>⑨《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，中华人民共和国环境保护部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日起施行。</p>
--	--

<p>验收监测评价标准、标号、级别、限值</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>①职业照射剂量限值:由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量限值为20mSv,本项目职业照射剂量限值取连续5年年平均有效剂量限值的1/10即5mSv作为管理限值。</p> <p>②公众照射剂量限值:实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的年有效剂量限值为1mSv,本项目公众照射剂量限值取年有效剂量限值的1/4即0.25mSv作为管理限值。</p> <p>(2) 《医用γ射束远距治疗防护与安全标准》(GBZ161-2004)</p> <p>①放射源置于贮存位置时,放射源防护屏蔽周围杂散辐射空气比释动能率的限值为距放射源防护屏蔽表面5cm的任何可接近位置辐射空气比释动能率不大于0.2mGy/h。</p> <p>②放射源置于贮存位置时,放射源防护屏蔽周围杂散辐射空气比释动能率的限值为距放射源1m的任何位置上不大于0.02mGy/h。</p> <p>③治疗室的墙壁及顶棚必须有足够的屏蔽厚度,使距墙体外表面30cm的可达界面处,由穿透辐射所产生的平均剂量当量小于2.5μSv/h。</p>
--------------------------	---

表二

工程建设内容

1.项目基本情况

(1) 地理位置

鄂州二医院有限公司位于鄂州市武昌大道 357 号。

(2) 工程内容及规模

鄂州二医院有限公司新增立体放射治疗系统（陀螺刀）项目于 2013 年 5 月取得湖北省环保厅批复，文号为鄂环审【2013】271 号，项目于 2013 年 6 月开工建设，第一次调试时间为 2015 年 1 月，设备于 2016 年 10 月需更换机架，该医院暂停了陀螺刀机房放射治疗项目。项目于 2017 年 4 月相关设备安装还原完毕，并启动第二次调试，医院于 2018 年 8 月安排项目辐射工作人员参加了国家级辐射安全与防护中级综合班，截止 2018 年 8 月该项目才全部符合验收要求。

根据现场调查，本次验收调查内容包括：使用 1 台转式 ^{60}Co 立体放射治疗系统（以下简称“陀螺刀”）用于肿瘤的放射诊疗工作，陀螺刀中含有一枚 ^{60}Co 放射源，活度为 $2.59\text{E}+14\text{Bq}$ ，属于 I 类放射源。

2.工程建设变化情况

经现场调查及收集有关资料文件可知，鄂州二医院有限公司新增立体放射治疗系统（陀螺刀）项目验收阶段与环评阶段的建设地点、规模、性质及环境保护措施保持一致，具体情况见表 2-1。

表 2-1 项目规模对比情况一览表

工程建设	环评阶段	验收阶段	对比情况
性质	新建	新建	一致
地点	鄂州市武昌大道 357 号鄂州二医院有限公司放疗中心（放疗室一楼）	鄂州市武昌大道 357 号鄂州二医院有限公司放疗中心（放疗室一楼）	一致
规模	使用 1 台转式 ^{60}Co 立体放射治疗系统（以下简称“陀螺刀”）用于肿瘤的放射诊疗工作，陀螺刀中含有一枚 ^{60}Co 放射源，活度为 $2.59\text{E}+14\text{Bq}$ ，属于 I 类放射源。	使用 1 台转式 ^{60}Co 立体放射治疗系统（以下简称“陀螺刀”）用于肿瘤的放射诊疗工作，陀螺刀中含有一枚 ^{60}Co 放射源，活度为 $2.59\text{E}+14\text{Bq}$ ，属于 I 类放射源。	一致
辐射活动种类和范围	使用 I 类放射源	使用 I 类放射源	一致

主要环境保护目标

本次验收参照环境影响报告表中提出的环境保护目标作为验收的监测点位，并在原环评报告的基础上通过现场踏勘进一步对项目周围环境保护目标进行了识别，确定了本次验收的环境保护目标。项目涉及的环境保护目标情况见表 2-2，详见图 2-1。

表 2-2 验收调查范围内主要环境保护目标

保护目标位置	保护对象	方位及距离	人数	年有效剂量限值
陀螺刀机房	辐射工作人员	东侧 1m	3 人	2mSv
手术室	医护人员及病患	楼上紧邻	约 20 人/d	0.25mSv
综合楼	医护人员、病患及流动人群	东侧 5m	约 50 人/d	
防疫站宿舍楼	防疫站工作人员	东北侧 30m	约 20 人/d	
医院后院停车场	流动人员	北侧 3m	约 10 人/d	
医院后勤楼	医护人员、流动人员	西侧 2m	约 5 人/d	
简易平房	流动人员	南侧 3m	约 10 人	
简易平房	流动人员	西侧 20m	约 10 人	
普通楼房	流动人员	西南侧 20m	约 20 人	
门诊楼	医护人员、病患及流动人群	东南侧 20m	约 50 人/d	
临街商铺	流动人员	南侧 25m	约 10 人	
武昌大道	流动人员	南侧 35m	约 20 人	
手术室	医护人员	楼上紧邻	约 20 人	

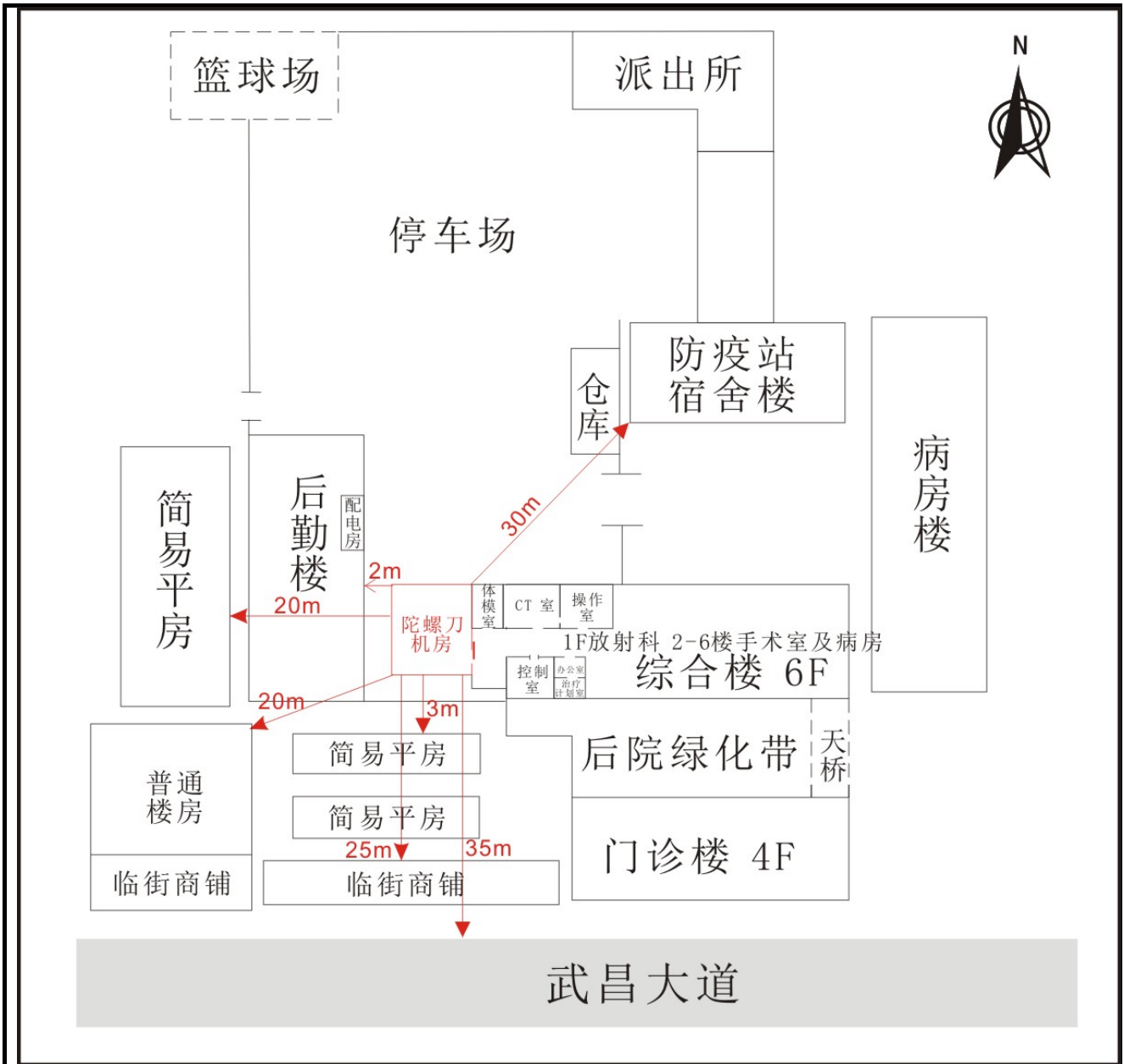


图 2-1 鄂州二医院有限公司陀螺刀机房四周平面布置示意图



图 2-2 鄂州二医院有限公司陀螺刀机房楼上平面布置示意图

主要工艺流程及产物环节

^{60}Co 立体放射治疗系统（陀螺刀）工艺流程：

①头架固定：局部麻醉下，将立体定位框架固定于患者颅骨外板上；

②定位扫描：将核磁/CT图框安装于立体定位框架上，并将其与核磁适配器链接，按要求完成核磁定位扫描（在其他科室完成）；

③数据传输：将核磁/CT等影像资料的 DICOM格式输入治疗计划系统（TPS）；

④制定治疗计划；

⑤治疗计划审核：两名以上专科医生审核并确认；

⑥上机治疗：设备自检，确认对讲监控系统运行正常后，两名以上技术人员，核对治疗计划，将头部立体定位框架与治疗适配器固定，启动治疗；

⑦治疗结束，解除治疗适配器，拆除立体定位框架，返回病房，创口包扎。

^{60}Co 发射的 β 粒子能量为0.318MeV，此能量的 β 粒子在钢中的射程为0.1mm，项目治疗机中放射源属密封放射源，采用不锈钢包壳进行密封，该包壳已将 β 射线屏蔽，所以不考虑 β 射线的影响。在使用 ^{60}Co 放射源进行治疗时，产生的 γ 射线是本项目主要污染因子。

^{60}Co 立体放射治疗系统系采用密封源在体外进行治疗，治疗时才开启放射源准直通道对患者进行治疗，治疗完毕后就关闭准直通道。项目使用的 ^{60}Co 放射源安装于放疗设备的源体内，准直通道屏蔽采用钨合金屏蔽棒进行屏蔽，其作用是使治疗室空气泄漏剂量达到规定要求。经放疗设备自身的防护措施屏蔽后，关闭设备时对环境基本不产生影响；在开启设备治疗过程中主要污染因子为 γ 射线及治疗过程中产生的少量臭氧和退役后的废放射源。放射源退役后，医院应将其送交源的生产厂家处理。 ^{60}Co 放疗设备治疗过程及其产污环节简要图示见图2-1。

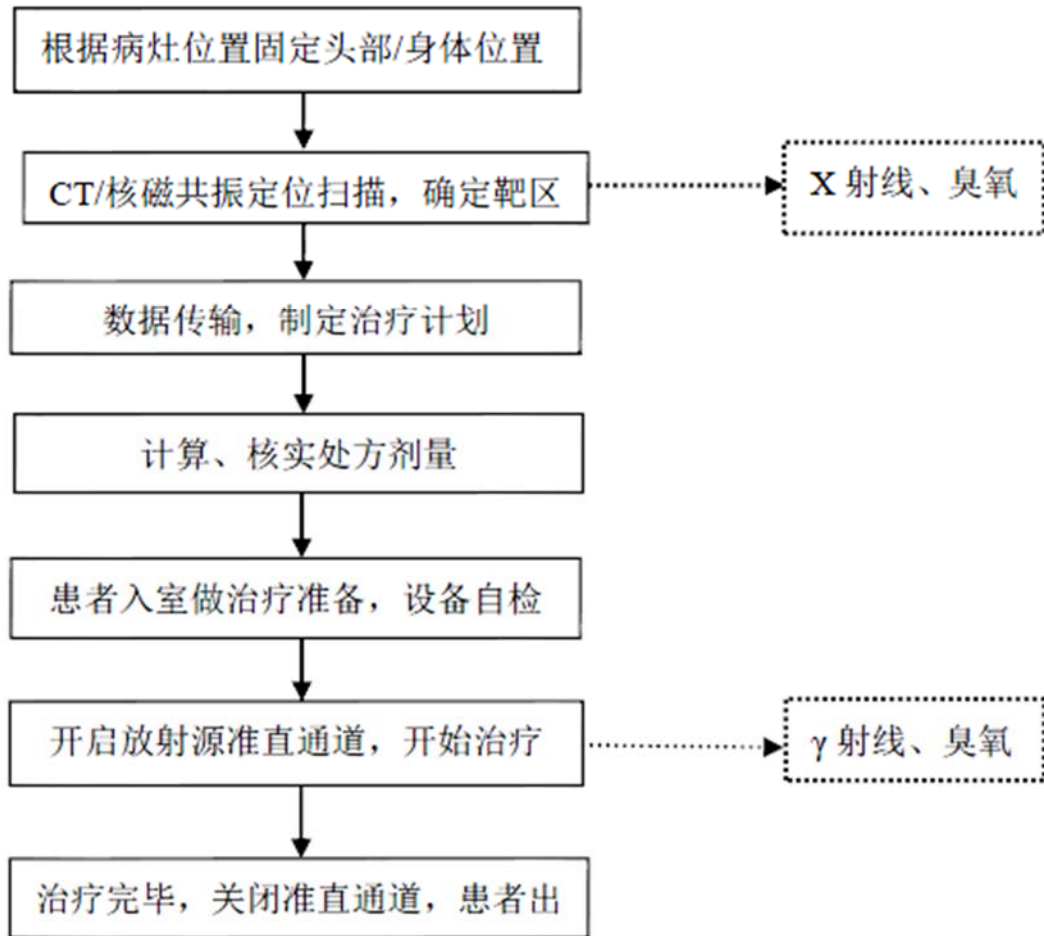


图2-1 ^{60}Co 立体放射治疗系统的治疗过程及产污环节简图

表三

主要污染源、污染物处理和排放（附处理流程示意图，标出废水、废气、厂界噪声监测点位）

根据本项目的污染特性，确定本项目的污染因子为 γ 射线及治疗过程中产生的少量臭氧和退役后的废放射源。

（1）电离辐射

当陀螺刀开机时，源体发出的射线经准直体引导射向焦点。由于 γ 射线的直射和散射，其穿透作用可能影响到机房周围的辐射水平。

（2）废气

本项目陀螺刀室运行时空气与 γ 射线照射下将产生极少量的臭氧和氮氧化物，机房内安装了独立的机械通风装置，每小时有效通风换气次数约4次。

（3）废放射源

本项目 ^{60}Co 治疗机使用 ^{60}Co 放射源， ^{60}Co 的半衰期为5.27a，当放射源的活度不能满足放疗治疗工作或因医院不再进行放射治疗时放射源将进行更换或报废。放射源的更换由专业技术人员进行，更换或报废的放射源建设方承诺将其送交源的生产厂家或取得相应资质得销售单位进行处理。

表四

建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

1. 环境影响报告表主要结论

(1) 实践正当性

鄂州二医院有限公司使用拟增的陀螺刀，目的在于开展肿瘤的放射诊疗工作，符合辐射防护“正当性”原则，能够满足辐射环境保护的要求。因此，该项目使用陀螺刀的目的是正当可行的。

(2) 污染因子分析

本项目的污染因子是 γ 射线， γ 射线主要通过 ^{60}Co 机房各侧防护墙、迷道屏蔽。

(3) 辐射环境影响评价

陀螺刀机房周围背景的辐射剂量率在 $0.12\sim 0.16\mu\text{Gy/h}$ 之间，根据预测分析，该医院陀螺刀在正常工作状态，职业人员和公众可能受到附加年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 规定附加年有效剂量率 20mSv 和 1mSv 的要求，同时满足本项目的管理限值 2mSv 和 0.25mSv 的要求。

(4) 辐射环境管理

管理机构：医院成立了辐射应急领导小组，明确各成员的职责，并将加强监督管理。

规章制度：医院已制定了符合相关法律法规要求的《个人剂量监测管理规定》、《辐射人员培训管理制度》、《放射防护安全规章制度》、《辐射安全保卫制度》、《陀螺刀操作规程》、《放射技术岗位职责》、《辐射事故应急预案》。

(5) 辐射安全防护可行性结论

医院成立了辐射应急领导小组、制订了《个人剂量监测管理规定》、《放射人员培训制度》、《放射防护安全管理制度》、《辐射事故应急预案》等制度。设备拟安装安全联锁装置、应急按钮、迷道、通风换气系统、视频监控系统，配有监测仪器设备，辐射安全防护措施基本满足要求，从预测的结果分析，陀螺刀工作时，对周边的环境影响轻微，满足屏蔽防护要求。

医院在满足上述要求的前提下，从辐射环境保护角度论证，该项目的运行是可行的。

(6) 建议

①在实施诊治之前，应事先告知患者或被检查者辐射对健康的潜在影响；应注意对陪护者的防护，使其在陪护患者的全程诊治中，所受的辐射剂量做到最小化。

②定期开展场所和环境的辐射监测，据此对陀螺刀的安全和防护状况进行年度评估，发现问题及时整改以消除隐患，并将评估结果于每年元月三十一日前书面报告省环保厅。

③院方应按照《放射工作人员职业健康管理办法》（中华人民共和国卫生部令第55号）中规定落实放射人员的休假、疗养与保健等。

④一旦发生放射性事故，及时报告上级主管单位和湖北省环保厅。

2.审批部门审批决定

（1）同意报告表编制内容及专家技术评审意见。你院应认真落实报告表提出的辐射安全防护措施，并按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，重新申请领取辐射安全许可证。

（2）你院应重点做好以下工作：

①进一步明确辐射管理机构和职责，完善各项辐射安全管理规章制度、操作规程和辐射事故应急方案，并严格实施。

②必须严格执行环境保护“三同时”制度。项目竣工后，建设单位必须按规定程序申请环境保护验收。验收合格后，项目方可投入正式使用。

③加强辐射安全和防护知识培训，从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护知识及相关法律法规的培训和考核。应配备相应的防护用品和监测仪器，并定期进行辐射环境监测。操作人员必须持证上岗，佩戴个人剂量计，建立个人剂量和健康档案。

④加强放射源及射线装置的安全监管，严格执行各项管理制度、操作规程和监测计划，定期检查各种安全防护设施设备，确保其正常运行。

⑤应于每年1月31日前编写辐射安全和防护状况年度评估报告，送环境保护行政主管部门备案。

（3）建设项目的性质、规模、地点、采用的辐射安全防护措施发生重大变化，应当重新报批环境影响评价文件。

表五

环境管理现状与辐射防护措施调查

2018年4月12日，我公司对鄂州二医院有限公司立体放射治疗系统项目辐射环境管理和辐射安全防护措施进行了现场调查，情况如下：

1.辐射安全与防护制度文件落实情况

(1) 辐射安全与管理机构

为了有效处理辐射事故，强化辐射事故应急处理责任，医院成立了电离辐射防护安全领导小组，由汪永录担任组长，袁建启、陈来顺担任副组长，医教科科长、设备科科长、保卫科科长、放射科主任、放疗科主任担任组员，医院电离辐射防护安全领导小组办公室设在医教科，领导小组负责辐射事故应急演练、应急处理，并组织开展应急救援工作，以确保放射源及射线装置的安全使用。

(2) 辐射管理规章制度

鄂州二医院有限公司已制定了全面的辐射管理规章制度，主要包括《辐射事故应急处理预案》、《岗位职责》、《辐射安全管理制度》、《陀螺刀操作规程》、《职业健康监护制度》等，部分相关规章制度已上墙明示，并已严格执行。与环评中提出制度的符合情况见表 5-1。

表 5-1 鄂州二医院有限公司辐射管理制度落实情况

序号	环评中提出制度	建设单位已制定制度	落实情况
1	操作规程	《陀螺刀操作规程》	已落实，辐射工作场所严格按照操作规程要求进行现场操作。
2	岗位职责	《岗位职责》	已落实，并按制度执行。
3	辐射防护和安全保卫制度	《辐射安全管理制度》	已落实，并按制度执行。
4	设备检修维护制度	《设备科关于“放射性同位素与射线装置设备”维护保养制度》	已落实，并建立了辐射防护日常检查登记台账。
5	放射性同位素使用登记记录	《放射性同位素使用登记制度》	已落实，并建立了放射性同位素使用台账。
6	人员培训计划	《培训制度》	已落实，本次验收陀螺刀项目辐射工作人员共 3 名，均取得了辐射安全培训证书。医院将严格按照法规要求组织取得辐射安全与防护培训合格证书的辐射工作人员每四年接受一次再培训。

7	监测方案	《放射工作环境监测方案》	已落实，并严格按照制度要求每年委托有资质单位对全院辐射工作场所进行一次监测，所有的监测结果应存档备案，并向鄂州市环保局提交了2017年度评估报告，见附件7。
8	职业健康监护制度	《职业健康监护制度》	已落实，医院已组织陀螺刀项目3名辐射工作人员到有资质单位进行了职业健康体检，体检结果表明，参加职业健康体检的辐射工作人员均可继续从事原放射工作。并建立了个人健康档案，满足相关法规的要求。陀螺刀项目辐射工作人员3名均配备了个人剂量计。
9	辐射事故应急措施	《辐射事故应急处理预案》	已落实，制度已装裱上墙。

2.辐射工作场所安全防护措施落实情况

本项目陀螺刀机房于2013年履行了环评手续，辐射安全防护设施落实情况详见表5-2。工作场所现场防护措施图片见图5-1。截止本次验收现场踏勘（2018年4月12日）时，各防护设施、措施均正常运行。

表5-2 陀螺刀机房辐射安全防护设施落实情况

序号	辐射安全防护设施	环评时要求	验收落实情况	对比结果
1	墙体屏蔽防护	陀螺刀机房东侧、南侧和北侧墙体采用800mm厚混凝土，西侧墙体采用500-600mm厚混凝土，迷道内墙采用700mm厚混凝土，顶板采用800mm厚混凝土，机房防护门采用10mmPb的联锁铅门	陀螺刀机房东侧、南侧和北侧墙体采用800mm厚混凝土，西侧墙体采用500-600mm厚混凝土，迷道内墙采用700mm厚混凝土，顶板采用800mm厚混凝土，机房防护门采用10mmPb的联锁铅门	一致
2	机房防护门			
3	警告标志	拟安装警示红灯、电离辐射警示标识	机房防护门上设置可工作状态指示灯和电离辐射警示标识及中文说明	一致
4	治疗室内固定式辐射剂量仪	在治疗室内配置有辐射剂量报警器	在治疗室内安装了1套HY131Ax γ 辐射场报警装置	一致
5	紧急停止照射装置	在操作台和治疗室内均装有紧急停止按钮	在控制室和治疗室内均设置了紧急停止按钮	一致
6	门与源联锁	/	设置了门-机-灯联锁装置，在机房防护门没有关闭的情况下，治疗不能进行	/
7	视频监控	拟设置对讲和耳麦	设置了一套视频监控系统和对讲系统	一致
8	个人防护及预警装置	为辐射工作人员配备了个人剂量计、个人剂量报警仪和固定式X- γ 剂量报警仪。	医院为陀螺刀机房3名辐射工作人员配备了3枚个人剂量监测计、1台个人剂量报警仪和1台RADOS型便携式X- γ 辐射监测仪，并为患者配备了铅衣、铅围脖和铅帽各1件。	一致



工作状态指示灯



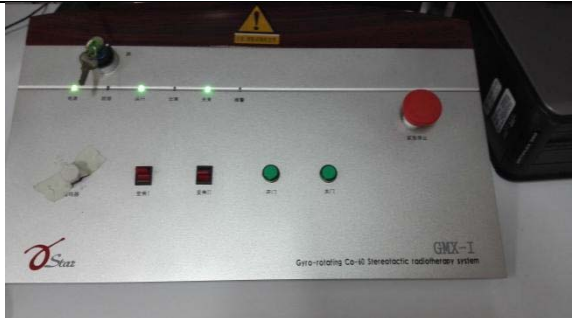
电离辐射警示标识



辐射剂量报警器



视频监控系统



紧急停止按钮



紧急停止按钮



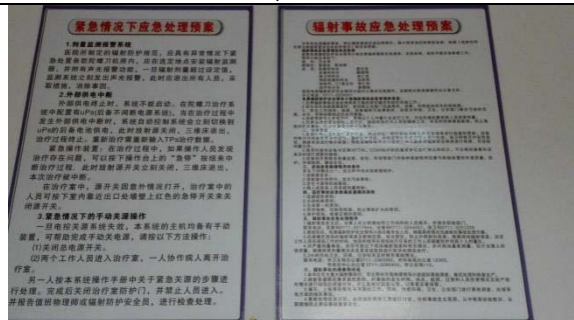
个人剂量报警器



便携式 X-γ 辐射监测仪



个人剂量监测计



管理制度上墙



图 5-1 现场防护措施图片

3. 辐射工作人员管理情况

(1) 辐射工作人员培训：本次验收陀螺刀项目辐射工作人员共 3 名，均取得了辐射安全培训证书。

(2) 个人剂量监测：本项目现有辐射工作人员共计 3 名，均按要求佩戴了个人剂量计，2017 年 3 月到 2018 年 3 月检测结果详见表 5-3。

表 5-3 辐射工作人员个人剂量一览表

序号	姓名	2017 年第二季度个人剂量检测结果	2017 年第三季度个人剂量检测结果	2017 年第四季度个人剂量检测结果	2018 年第一季度个人剂量检测结果	年度剂量监测结果	管理限值
1	李仁和	0.01mSv	0.14mSv	0.07mSv	0.17mSv	0.39	2mSv/a
2	吴亚文	0.01mSv	0.01mSv	0.03mSv	0.30mSv	0.35	
3	张娟	/	0.09mSv	0.04mSv	0.14mSv	/	

根据表 5-3 的估算结果可知，鄂州二医院有限公司陀螺刀项目在正常工况时，辐射工作人员年有效剂量最大值为 0.39mSv。辐射工作人员的年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的辐射工作人员的连续五年有效剂量平均限值 20mSv 的要求，同时满足本项目辐射工作人员的管理限值 2mSv/a 的要求。

(3) 体检情况：医院已于 2017 年 6 月组织陀螺刀项目 3 名辐射工作人员到有资质单位进行了职业健康体检，体检结果表明，参加职业健康体检的辐射工作人员均可继续从事原放射工作。

4. 环评建议及批复要求落实情况

截止本次验收调查，建设单位对本项目环评报告中建议及环评批复环保措施落实情况见表 5-3。

表 5-3 环保措施落实情况

措施来源	环保措施	本项目情况	落实情况
环评报告	医院辐射工作人员拟配备个人剂量计、铅服等防护设备和监测仪器。拟在陀螺刀机房内安装固定式 X-γ 剂量报警仪，一旦辐射剂量超过设定值，采取应急措施，查明原因，消除事故	在治疗室内设置了辐射剂量报警器；医院为陀螺刀机房 3 名辐射工作人员配备了 3 枚个人剂量监测计、1 台个人剂量报警仪和 1 台 RADOS 型便携式 X-γ 辐射监测仪，并为患者配备了铅衣、铅围脖和铅帽各 1 件	已落实
	该院辐射工作人员应尽快分批次接受环保部门组织的培训，通过考核后持证上岗	本项目辐射工作人员 3 人，均取得了辐射安全培训证书	已落实
	健全相关的规章制度	医院已建立了完善的规章制度	已落实
环评批复	进一步明确辐射管理机构和职责，完善各项辐射安全管理规章制度、操作规程和辐射事故应急预案，并严格实施。	已成立辐射安全领导小组，制定了较为完善的操作规程、岗位职责、辐射事故应急预案和各项辐射安全管理制度，并严格执行	已落实
	加强辐射防护和安全知识培训，从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护知识及相关法律法规的培训和考核。应配备相应的防护用品和监测仪器，并定期进行辐射环境监测。操作人员必须持证上岗，佩戴个人剂量计，建立个人剂量和健康档案。	本项目辐射工作人员 3 人，均取得了辐射安全培训证书。医院为陀螺刀机房 3 名辐射工作人员配备了 3 枚个人剂量监测计、1 台个人剂量报警仪和 1 台 RADOS 型便携式 X-γ 辐射监测仪，并为患者配备了铅衣、铅围脖和铅帽各 1 件。每年组织辐射工作人员参加一次职业健康体检，建立个人剂量和健康档案。	已落实
	加强放射源及射线装置的安全监管，严格执行各项管理制度、操作规程和监测计划，定期检查各种安全防护设施设备，确保其正常运行。	医院已对辐射安全与防护措施进行巡查，发现问题及时整改；每年委托有资质的单位对全院辐射工作场所进行监测，并建立监测记录档案	已落实
	应于每年 1 月 31 日前编写辐射安全和防护状况年度评估报告，送环境保护行政主管部门备案。	医院已向鄂州市环保局提交了 2017 年度评估报告。	已落实

5.相关法规文件执行情况

辐射防护制度根据原环评提出相关要求进行调查外，同时按照新修订和颁布的《关于修改〈放射性同位素与射线装置安全许可管理办法〉的决定》（环境保护部令第 3 号）和《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）进行调查，调查结果见表 5-4。

表 5-4 辐射防护制度对照环保部 3 号令及 18 号令等法规要求的对照表

3 号令及 18 号令等法规条文规定	项目实际情况	符合情况
使用 I 类放射源,应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构,或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作	医院已成立了放射防护管理领导小组	符合
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。取得辐射安全培训合格证书的人员,应当每四年接受一次再培训	本项目辐射工作人员 3 人,均取得了辐射安全培训证书	符合
使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备	⁶⁰ Co 放射源贮存在转式 ⁶⁰ Co 立体放射治疗系统内	符合
放射性同位素与射线装置使用场所应当设置明显的放射性标志和中文警示说明,入口处应设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号,有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	机房设置了电离辐射警示标识、工作状态指示灯、门机联锁装置,控制室和治疗室内均设置了紧急停止按钮,可防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射	符合
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	已为为陀螺刀机房 3 名辐射工作人员配备了 3 枚个人剂量监测计、1 台个人剂量报警仪和 1 台 RADOS 型便携式 X-γ 辐射监测仪,并为患者配备了铅衣、铅围脖和铅帽各 1 件	符合
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等	制定了一套完善的辐射管理规章制度文件,并严格实施,并将部分文件张贴上墙	符合
有完善的辐射事故应急措施	已制定较完善的辐射事故应急处理预案	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估,并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告	医院已向鄂州市环保局提交了 2017 年度评估报告	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准,对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测;发现个人剂量监测结果异常的,应当立即核实和调查,并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关	医院已为辐射工作人员配备了个人剂量计,并按要求每季度交湖省浙安检测技术有限公司进行检测,并为辐射工作人员简历个人剂量档案	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,应当按照国家环境监测规范,对相关场所进行辐射监测,并对监测数据的真实性、可靠性负责;不具备自行监测能力的,可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测	医院已每年委托有资质单位对全院辐射工作场所进行监测,并出具监测报告	符合

6.环境风险防范措施落实情况

鄂州二医院有限公司新增立体放射治疗系统（陀螺刀）项目环评中提出的环境风险防范措施落实情况见表 5-5。

表 5-5 环境风险防范措施落实情况

序号	环评中提出防范措施	验收中落实的情况
1	联锁系统、监视系统、声光报警系统全部失灵，正在治疗过程中人员误入，可能造成超剂量的辐射事故发生	定期检查门-机-灯联锁装置、警示灯装置、声光报警系统，若有失灵，及时修复，并填写检修记录。
2	断电事故	治疗前，如外部断电，控制系统无法自检，则治疗程序不能启动，不能进行治疗；治疗过程中断电，设备配有供电 30min 的不间断电源，可保证治疗的正常运行和治疗完整性。
3	电气系统失控：当正在治疗室电气系统失控，不能关机。	若电气有故障，在开机自检时就不能通过，无法进行治疗。
4	卡源事故：由于控制系统失控或同轴旋转的源体和准直体之间出现故障，治疗结束后源始终处于照射状态。	设备从未出现卡源事故，为了防止环境风险医院做了相关的应急演练。

7.工程环境保护投资

本项目投资 1043 万元，其中环保投资 160.3 万元，环保投资占总投资的 15%，具体环保投资见表 5-6。

表 5-6 环保投资一览表

序号	类别	环保措施	投资金额(万元)
1	墙体屏蔽措施	机房墙体防护及铅门	150
2	防止人员误照	机房设置了电离辐射警示标识、工作状态指示灯、门机联锁装置，控制室和治疗室内均设置了紧急停止按钮	1.3
3	废气处理	机械通风装置	3
4	人员安全与防护	为陀螺刀机房 3 名辐射工作人员配备了 3 枚个人剂量监测计、1 台个人剂量报警仪和 1 台便携式 X-γ 辐射监测仪，并为患者配备了铅衣、铅围脖和铅帽各 1 件	4
5	人员培训	本次验收陀螺刀项目辐射工作人员共 3 名，其中 1 人取得了中级辐射安全培训证书，另外 2 名辐射工作人员参加初级辐射安全培训，同时为辐射工作人员进行了职业健康体检	0.5
6	日常监测	医院已每年委托有资质单位对全院辐射工作场所进行监测，并出具监测报告	1
7	辐射防护安全制度	制定了一套完善的辐射管理规章制度文件，并严格实施，并将部分文件张贴上墙	0.5
合计			160.3

表六

验收监测质量保证及质量控制：

湖北君邦环境技术有限责任公司武汉环境检测分公司于 2018 年 4 月 12 日对鄂州二医院有限公司陀螺刀及周边进行了监测。验收监测按《辐射环境监测技术规范》(HJ/61-2001) 及《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93) 中的有关布点原则和方法, 结合本次监测的实际情况进行布点监测。

1. 监测方法

本次现状监测方法依据《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93) 提供的方法。有关内容见表 6-1。

表 6-1 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》相关内容

5 测量仪器与方法	
5.1 测量环境地表 γ 辐射剂量率的仪表应具备以下主要性能和条件：	a. 量程范围： 低量程： $1 \times 10^{-8} \text{Gy/h} - 1 \times 10^{-5} \text{Gy/h}$ 高量程： $1 \times 10^{-5} \text{Gy/h} - 1 \times 10^{-2} \text{Gy/h}$ b. 相对固有误差： $< \pm 15\%$ ； c. 能量响应： $50 \text{KeV} \sim 3 \text{MeV}$ 相对响应之差 $< \pm 30\%$ (相对 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源)； d. 角响应： $0^\circ \sim 180^\circ$ $\bar{R} / R \geq 0.8$ (^{137}Cs γ 辐射源)； \bar{R} ：角响应平均值； R ：刻度方向上的响应值； e. 温度： $-10 \sim +40^\circ\text{C}$ (即时测量仪表)， $-25 \sim +50^\circ\text{C}$ (连续测量仪表)； f. 相对湿度： $95\% (+35^\circ\text{C})$ 。

2. 监测仪器

本次现状监测使用的仪器参数见表 6-2, 该仪器由上海市计量测试技术研究院华东国家计量测试中心检定 (检定证书见附件 3)。

表 6-2 环境现状监测仪器及参数

仪器名称	辐射防护用 X、 γ 辐射剂量当量率仪
仪器型号	451P
生产厂家	美国 fluke
能量响应	$> 25 \text{keV}$, 范围内误差 $-10\% \sim 10\%$
量程	$0.01 \mu\text{Sv/h} \sim 50.00 \text{mSv/h}$ (剂量率)
相对基本误差	$-10\% \sim 10\%$
仪器检定有效期限	2018 年 1 月 10 日-2019 年 1 月 9 日
仪器检定编号	2018H21-20-1342444001

3. 质量保证措施

- ①合理布设监测点位, 保证各监测点位布设的科学性;
- ②监测方法采用国家有关部门颁布的标准, 监测人员经考核并持有合格证书上岗;
- ③监测仪器每年定期经计量部门检定, 检定合格后方可使用;

- ④每次测量前后均检查仪器的工作状态是否良好；
- ⑤由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录；
- ⑥监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

表七

验收监测内容

1. 监测内容

根据本项目的工艺流程和污染特征，本次验收监测项目为 X-γ 辐射空气吸收剂量率。本次验收监测重点为鄂州二医院有限公司新增立体放射治疗系统（陀螺刀）项目应用工作场所。

2. 监测时间及环境参数

监测时间及环境参数见表 7-1：

表 7-1 监测时间及环境参数

监测时间	2018 年 4 月 12 日
天气情况	多云
温度	20℃-28℃
相对湿度	65%

3. 验收监测布点

鄂州二医院有限公司新增立体放射治疗系统（陀螺刀）项目辐射工作场所四周监测点位示意图，见图 7-1~ 7-3。

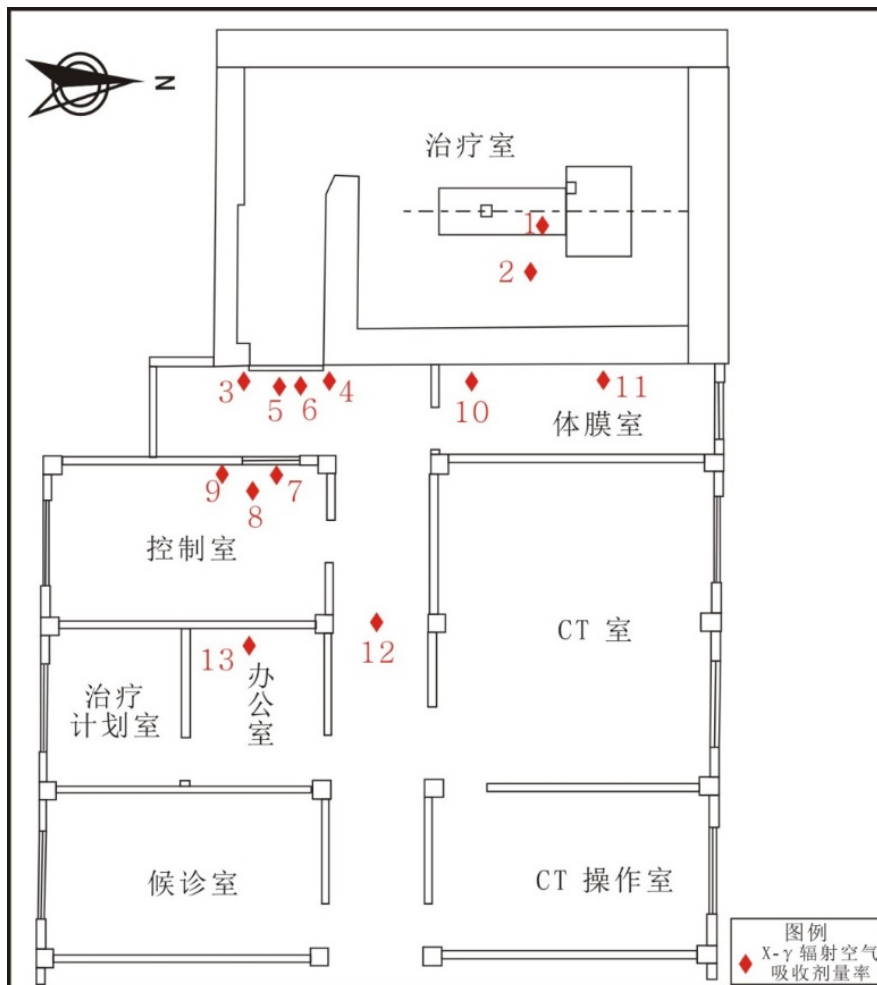


图 7-1 陀螺刀机房现状辐射水平监测点位示意图

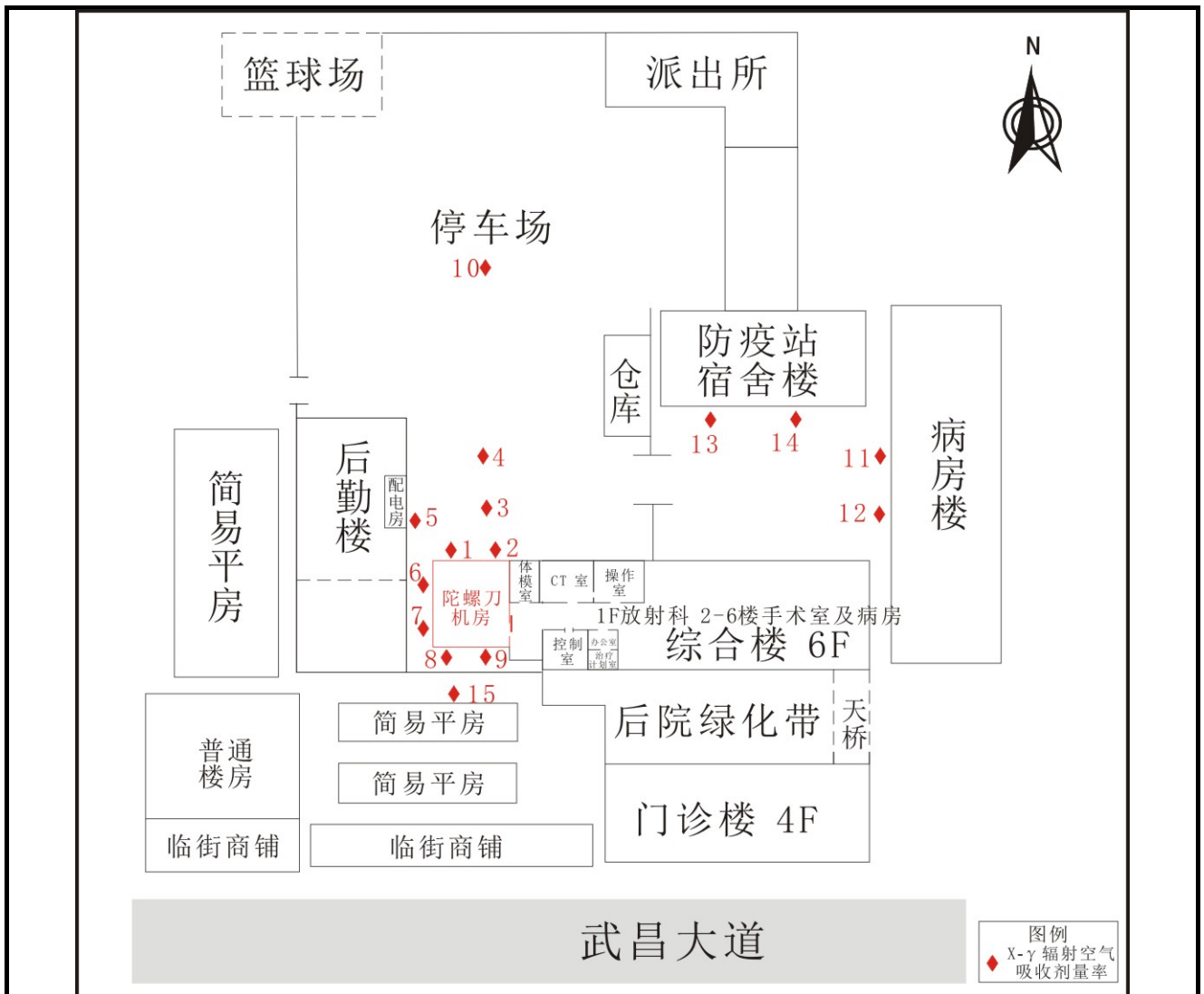


图 7-2 陀螺刀机房四周现状辐射水平监测点位示意图



图 7-3 陀螺刀机房楼上手术室现状辐射水平监测点位示意图

表八

验收监测期间生产工况记录

验收监测期间，各辐射防护设施、设备均正常运行。

验收监测结果

鄂州二医院有限公司新增立体放射治疗系统（陀螺刀）项目辐射工作场所周边监测结果见表 8-1~表 8-3。

表 8-1 陀螺刀机房辐射工作场所四周辐射环境监测结果一览表

监测点位	监测地点	辐射水平 (μSv/h)	监测工况
1	距放射源防护屏蔽表面 5cm 处	5.11	使用 1 台陀螺刀，陀螺刀中含有一枚 ⁶⁰ Co 放射源，活度为 2.59E+14Bq
2	距放射源 1m 处	0.75	
3	机房防护门左门缝 30cm 处	0.17	
4	机房防护门右门缝 30cm 处	0.16	
5	机房防护门中间 30cm 处	0.10	
6	机房防护门下门缝 30cm 处	0.15	
7	控制室窗户中间 30cm 处	0.11	
8	控制室操作位	0.17	
9	控制室电缆洞 30cm 处	0.13	
10	治疗室东侧墙外 30cm 处	0.19	
11	治疗室东侧墙外 30cm 处	0.18	
12	走廊	0.12	
13	控制室东侧办公室	0.10	

表 8-2 陀螺刀机房辐射工作场所四周辐射环境监测结果一览表

监测点位	监测地点	辐射水平 (μSv/h)	监测工况
1	陀螺刀机房北侧墙外 30cm 处	0.12	使用 1 台陀螺刀，陀螺刀中含有一枚 ⁶⁰ Co 放射源，活度为 2.59E+14Bq
2	陀螺刀机房北侧墙外 30cm 处	0.15	
3	陀螺刀机房北侧墙外 1m 处	0.15	
4	陀螺刀机房北侧墙外 2m 处	0.18	
5	陀螺刀机房西北侧配电房门口	0.15	
6	陀螺刀机房西侧墙外 30cm 处	0.15	
7	陀螺刀机房西侧墙外 30cm 处	0.16	
8	陀螺刀机房南侧墙外 30cm 处	0.17	
9	陀螺刀机房南侧墙外 30cm 处	0.16	
10	停车场中间	0.12	
11	病房楼入口处	0.12	
12	病房楼入口处	0.11	
13	防疫站宿舍楼一楼入口处	0.10	
14	防疫站宿舍楼一楼入口处	0.12	
15	陀螺刀机房南侧简易平房处	0.10	

表 8-3 陀螺刀机房辐射工作场所楼上手术室辐射环境监测结果一览表

监测点位	监测地点	辐射水平 (μSv/h)	监测工况
1	楼上手术室门口	0.16	使用 1 台陀螺刀，陀螺刀中含有一枚 ⁶⁰ Co 放射源，活度为 2.59E+14Bq
2	楼上手术室洗手间	0.16	
3	楼上 1 号手术室	0.14	
4	楼上手术室限制区走廊	0.15	
5	楼上手术室无菌物品间	0.14	

6	楼上手术室污物间	0.16	
7	楼上手术室一次性用品间	0.16	

从监测结果可以看出，鄂州二医院有限公司新增立体放射治疗系统（陀螺刀）项目辐射工作场所四周及楼上手术室 X- γ 辐射空气吸收剂量率监测值在 0.10~0.19 μ Sv/h 之间，满足《医用 γ 射束远距治疗防护与安全标准》（GBZ161-2004）中规定的“治疗室的墙壁及顶棚必须有足够的屏蔽厚度，使距墙体外表面 30cm 的可达界面处，由穿透辐射所产生的平均剂量当量小于 2.5 μ Sv/h”的要求。

放射源置于贮存位置时，距放射源防护屏蔽表面 5cm 处 X- γ 辐射空气吸收剂量率监测值为 5.11 μ Sv/h，距放射源 1m 处 X- γ 辐射空气吸收剂量率监测值为 0.75 μ Sv/h，满足《医用 γ 射束远距治疗防护与安全标准》（GBZ161-2004）中规定的“放射源置于贮存位置时，放射源防护屏蔽周围杂散辐射空气比释动能率的限值为：距放射源防护屏蔽表面 5cm 的任何可接近位置辐射空气比释动能率不大于 0.2mGy/h”和“放射源置于贮存位置时，放射源防护屏蔽周围杂散辐射空气比释动能率的限值为：距放射源 1m 的任何位置上辐射空气比释动能率不大于 0.02mGy/h”的要求。

2.年附加剂量估算

对公众成员的年附加剂量估算采用照射剂量率乘以受照射时间进行全年剂量估算。

根据鄂州二医院有限公司提供的资料，该院陀螺刀机房年最大工作时间为 1920h，公众成员受照射时间按射线装置年最大出射线时间的 1/4 计算，即 480 小时。照射剂量率取治疗室东侧墙外 30cm 处监测值 0.19 μ Sv/h，计算出公众成员年有效剂量见表 6-2。

由公式 $D=TH/1000$ 进行计算；

式中：D—年所受外照射的附加剂量，mSv；

H—照射剂量率， μ Sv/h；

T—工作时间，h。

计算结果见表 8-4。

表 8-4 年附加剂量估算结果

保护目标	照射剂量率 (μ Sv/h)	年受照时间 (h)	年附加剂量估算 (mSv/a)
公众成员	0.19	480	0.09

通过估算结果可以看出，年附加剂量估算结果为 0.09mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的公众成员的年有效剂量限值 2mSv 的要求，同时也满足本报告提出的公众成员管理限值 0.25mSv/a 的要求。

表九

验收监测结论

1.调查的基本情况

对调查结果作进一步总结和分析，得出以下主要结论：

(1) 工程概况调查结果

鄂州二医院有限公司使用 1 台转式 ^{60}Co 立体放射治疗系统（以下简称“陀螺刀”）用于肿瘤的放射诊疗工作，陀螺刀中含有一枚 ^{60}Co 放射源，活度为 $2.59\text{E}+14\text{Bq}$ ，属于 I 类放射源。

项目现已投入运营，核技术项目投资为 1043 万元，实际环保投资为 160.3 万元，环保投资占项目总投资的比例为 15%。

经现场调查及收集有关资料文件可知，鄂州二医院有限公司新增立体放射治疗系统（陀螺刀）项目验收阶段与环评阶段的建设地点、规模、性质及环境保护措施保持一致。

(2) 环境保护措施执行情况调查结果

本项目执行了建设项目环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度，落实了环评批复和环评报告表规定的各项污染防治措施。采取的主要环境保护措施如下：

①本次验收陀螺刀项目辐射工作人员共 3 名，均取得了辐射安全培训证书。

②建设了满足防护要求的核技术应用场所，建立了完善的管理制度，相关规章制度均已上墙。

③为辐射工作人员和患者配备了符合要求的个人防护用品和辐射防护设施。

本项目采取的环保措施能达到环保要求。

(3) 辐射工作场所验收监测结论

从监测结果可以看出，鄂州二医院有限公司新增立体放射治疗系统（陀螺刀）项目辐射工作场所四周及楼上手术室 X- γ 辐射空气吸收剂量率监测值在 $0.10\text{-}0.19\mu\text{Sv/h}$ 之间，满足《医用 γ 射束远距治疗防护与安全标准》（GBZ161-2004）中规定的“治疗室的墙壁及顶棚必须有足够的屏蔽厚度，使距墙体外表面 30cm 的可达界面处，由穿透辐射所产生的平均剂量当量小于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

放射源置于贮存位置时，距放射源防护屏蔽表面 5cm 处 X- γ 辐射空气吸收剂量率监测值为 $5.11\mu\text{Sv/h}$ ，距放射源 1m 处 X- γ 辐射空气吸收剂量率监测值为 $0.75\mu\text{Sv/h}$ ，满足《医用 γ 射束远距治疗防护与安全标准》（GBZ161-2004）中规定的“放射源置于贮存位置时，放射源防护屏蔽周围杂散辐射空气比释动能率的限值为：距放射源防护屏蔽表面 5cm 的任何可接近位置辐射空气比释动能率不大于 0.2mGy/h ”和“放射源置于贮存位置时，放射源防护屏蔽周围杂

散辐射空气比释动能率的限值为：距放射源 1m 的任何位置上辐射空气比释动能率不大于 0.02mGy/h”的要求。

(4) 人员防护及管理制度调查结论

①辐射工作人员年个人剂量计监测结果

通过对医院 2017 年 3 月~2018 年 3 月的个人剂量监测结果分析可知：本次竣工验收陀螺刀项目 3 名辐射工作人员连续 4 个季度年有效剂量最大值为 0.39mSv。医院陀螺刀项目辐射工作人员的个人剂量监测结果均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

(GB18871-2002)中规定的辐射工作人员的连续 5 年有效剂量平均限值 20mSv 的要求，同时也满足本报告提出的辐射工作人员管理限值 2mSv/a 的要求。

②公众成员年附加剂量估算结论

通过估算结果可以看出，年附加剂量估算结果为 0.09mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的公众成员的年有效剂量限值 2mSv 的要求，同时也满足本报告提出的公众成员管理限值 0.25mSv/a 的要求。

③辐射工作人员监护情况调查结论

为螺刀机房 3 名辐射工作人员配备了 3 枚个人剂量监测计、1 台个人剂量报警仪、1 台 RADOS 型便携式 X-γ 辐射监测仪和 1 套 HY131Ax γ 辐射场报警装置，并为患者配备了铅衣、铅围脖和铅帽各 1 件。

④管理制度落实情况调查结论

建设单位落实了环评中提出的要求，成立了辐射安全领导小组，制定了完善的辐射安全管理制度。

⑤辐射防护制度对照环保部 3 号令和 18 号令落实情况调查结论

建设单位落实了环保部 3 号令及 18 号令提出的相关措施要求。

(5) 环境风险及防范措施调查结论

鄂州二医院有限公司新增立体放射治疗系统（陀螺刀）项目辐射工作场所落实了的环境风险防范措施，并制定了《辐射事故应急处理预案》，确保有序地组织开展事故救援工作，能最大限度地减少或消除事故和紧急情况造成的影响，避免事故蔓延和扩大，保护人群健康。

综合上述，鄂州二医院有限公司新增立体放射治疗系统（陀螺刀）项目满足辐射防护的要求，严格执行了各项规章制度，各种辐射安全防护措施达到了环评报告及批复文件提出的要求，辐射环境监测结果能满足相关标准的要求。因此，该项目符合环境保护竣工验收条件。