

宜兴市中西医结合医院

(宜兴市红塔医院)

新建陀螺刀治疗项目竣工环境保

护验收监测报告表

报告编号：瑞森（验）字（2023）第011号

建设单位： 宜兴市中西医结合医院

(宜兴市红塔医院)

编制单位： 南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二三年五月

建设单位：宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）

法人代表（签字）：郑耀余

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

法人代表（签字）：王爱强

项目负责人：

填表人：

建设单位（盖章）：宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）

电话：13771366128

传真：

邮编：214200

地址：江苏省无锡市宜兴市宜城街道红塔路188号

编制单位（盖章）：南京瑞森辐射技术有限公司

电话：025-86633196

传真：

邮编：210003

地址：南京市鼓楼区建宁路61号中央金地广场1幢1317室

目 录

表一 建设项目基本情况	1
表二 建设项目工程分析	9
表三 辐射安全与防护设施/措施	16
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	33
表五 验收监测质量保证及质量控制	39
表六 验收监测内容	41
表七 验收监测期间生产工况	42
表八 验收监测结论	47
附件1：项目委托书	49
附件2：项目环境影响报告表主要内容	50
附件3：辐射安全许可证正副本复印件	62
附件4：辐射安全管理机构及制度	70
附件5：辐射工作人员培训证书及健康证明	106
附件6：个人剂量检测合同	119
附件7：放射源转让审批表及废旧放射源回收协议	120
附件8：本项目其他相关信息	123
附件9：竣工环保验收监测报告及仪器检定证书	126
附件10：验收监测单位CMA资质证书	141
建设项目竣工环境保护“三同时”验收登记表	145

表一 建设项目基本情况

建设项目名称	宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）新建陀螺刀治疗项目竣工环境保护验收监测报告表				
建设单位名称	宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院） (统一社会信用代码：12320282466458646T)				
建设项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 退役				
建设地点	江苏省宜兴市宜城街道红塔路 188 号医院内				
源项	放射源（类别）	非密封放射性物质（场所等级）	射线装置（类别）	退役项目	
	I类集聚源	/	/	/	
建设项目环评批复时间	2022年8月23日	开工建设时间	2022年9月		
重新申领辐射安全许可证时间	2022年11月09日	项目投入运行时间	2023年2月		
退役污染治理完成时间	/	验收现场监测时间	2023年2月13日		
环评报告表审批部门	江苏省生态环境厅	环评报告表编制单位	南京瑞森辐射技术有限公司		
辐射安全与防护设施设计单位	/	辐射安全与防护设施施工单位	/		
投资总概算	980万元	辐射安全与防护设施投资总概算	190万元	比例	19.4%
实际总概算	980万元	辐射安全与防护设施实际总概算	190万元	比例	19.4%
验收依据	<p>建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度：</p> <p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订），2015 年 1 月 1 日起实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修正版），2018 年 12 月 29 日发布施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，全国人大常委会，2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年修改），国务院令 第 682 号，2017 年 10 月 1 日发布施行；</p>				

	<p>(5) 《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 日起施行；2019 年修改，国务院令 709 号，2019 年 3 月 2 日施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修订版），生态环境部部令 第 20 号，2021 年 01 月 04 日起施行；</p> <p>(7) 《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 5 月 1 日起施行；</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，国家环境保护总局（环发〔2006〕145 号文）；</p> <p>(10) 《江苏省辐射污染防治条例》，2018 年修改，2018 年 5 月 1 日起实施；</p> <p>(11) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4 号，2017 年 11 月 20 日起施行；</p> <p>(12) 《放射工作人员职业健康管理辦法》，中华人民共和国卫生部令 第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(13) 《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》中华人民共和国生态环境部办公厅，环办环评函[2020]688 号。</p> <p>建设项目竣工环境保护验收技术规范：</p> <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(3) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</p> <p>(4) 《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）；</p> <p>(5) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 3 部分：γ 射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）；</p> <p>(6) 《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）；</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p>
--	--

- (8) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）；
- (9) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）；
- (10) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）。

建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批文件：

- (1) 《新建陀螺刀治疗项目环境影响报告表》，南京瑞森辐射技术有限公司，2022年7月。见附件2；
- (2) 《关于宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）新建陀螺刀治疗项目环境影响报告表的批复》，江苏省生态环境厅，审批文号：（苏环辐(表)审〔2022〕35号，2022年8月23日。见表四。

验收监测 执行标准	<p>人员年受照剂量限值：</p> <p>(1) 人员年有限剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中所规定的职业照射和公众照射剂量限值：</p> <p style="text-align: center;">表1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="text-align: center;">剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">职业照射</td> <td> 工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼睛体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公众照射</td> <td> 实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②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； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。 </td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) 根据本项目环评及批复文件确定本项目个人剂量约束值，本项目剂量约束值见表1-2。</p> <p style="text-align: center;">表 1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量约束值</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">项目名称</th> <th style="width: 30%;">适用范围</th> <th style="width: 30%;">剂量约束值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">新建陀螺刀治疗项目</td> <td style="text-align: center;">职业照射有效剂量</td> <td style="text-align: center;">5mSv/a</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">公众有效剂量</td> <td style="text-align: center;">0.1mSv/a</td> </tr> </tbody> </table>			剂量限值	职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼睛体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。	公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②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； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。	项目名称	适用范围	剂量约束值	新建陀螺刀治疗项目	职业照射有效剂量	5mSv/a	公众有效剂量	0.1mSv/a
		剂量限值														
	职业照射	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼睛体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。														
	公众照射	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②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； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。														
	项目名称	适用范围	剂量约束值													
新建陀螺刀治疗项目	职业照射有效剂量	5mSv/a														
	公众有效剂量	0.1mSv/a														
<p>辐射管理分区：</p> <p>根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。</p> <p>(1) 控制区</p> <p>注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限值潜在照射的范围。</p> <p>(2) 监督区</p> <p>注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未</p>																

被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

工作场所布局要求：

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的要求，本项目陀螺刀工作场所布局应遵循下述要求：

5.1 选址与布局

5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。

5.1.2 放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。

5.1.3 术中放射治疗手术室应采取适当的辐射防护措施，并尽量设在医院手术区的最内侧，与相关工作用房（如控制室或专用于术中放射治疗设备调试、维修的房间）形成一个相对独立区域；术中控制台应与治疗设备分离，实行隔室操作，控制台可设在控制室或走廊内。

5.2 分区原则

5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。开展术中放射治疗时，术中放射治疗室应确定为临时控制区。

5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等）。

8.4 气态废物管理要求

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。

	<p>工作场所放射防护安全要求：</p> <p>根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的要求，本项目陀螺刀工作场所放射防护应遵循下述要求：</p> <p>6 放射治疗场所辐射安全与防护要求</p> <p>6.1 屏蔽要求</p> <p>6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算，同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。</p> <p>6.1.2 放射治疗室屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能，符合最优化要求。使用中子源放射治疗设备、质子/重离子加速器或大于10MV的X射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽。</p> <p>6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式，并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接，确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。</p> <p>6.1.4 剂量控制应符合以下要求：</p> <p>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H_c：</p> <p>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$\dot{H}_{c,d}(\mu\text{Sv/h})$：</p> <p>机房外辐射工作人员：$\dot{H}_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$；</p> <p>机房外非辐射工作人员：$\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$。</p> <p>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$\dot{H}_{c,max}(\mu\text{Sv/h})$：</p> <p>人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所：$\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}$；</p>
--	--

	<p>人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所：$\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$。</p> <p>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。</p> <p>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）。</p> <p>6.2 安全防护设施和措施要求</p> <p>6.2.1 放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等：</p> <p>b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；</p> <p>c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。</p> <p>6.2.2 质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。</p> <p>6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施：</p> <p>a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门-机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施；</p> <p>b) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；</p> <p>c) 应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流运输通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；</p>
--	---

f) 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与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。

安全管理要求及环评要求：

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及环评报告、环评批复中的相关要求。

表二 建设项目工程分析

项目建设内容:

为了更好地为患者服务，提高医院的医疗质量，宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）环评规划：在院区内住院A楼北侧新建一座陀螺刀治疗室并配备1台GMX-I型陀螺旋转式钴-60立体定向放射治疗系统（以下简称“陀螺刀”，内22枚⁶⁰Co放射源，属I类集束源，活度为 $3.145 \times 10^{14} \text{Bq}$ ），用于开展肿瘤的放射治疗。该项目已于2022年7月完成项目的环境影响评价，于2022年8月23日取得了江苏省生态环境厅关于该项目的环评批复文件(苏环辐（表）审[2022]35号)。本项目环评报告表详见附件2，环评批复文件详见表四。

实际建设情况：在院区内住院A楼北侧新建一座陀螺刀治疗室并配备1台GMX-I型陀螺刀，内22枚⁶⁰Co放射源，属I类集束源，活度为 $3.108 \times 10^{14} \text{Bq}$ ，用于开展肿瘤的放射治疗。本项目实际建设内容与技术参数再环评及其批复范围内。

宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）本次验收项目环评审批及实际建设情况一览表见表2-1。

表2-1 本次验收项目环评审批及实际建设情况一览表

环评报告表名称	环评审批情况及批复时间	实际建设情况	备注
《新建陀螺刀治疗项目环境影响报告表》	建设地点：江苏省宜兴市宜城街道红塔路188号。 项目内容：医院计划在院区住院A楼北侧新建一座陀螺刀治疗室并配备1台GMX-I型陀螺刀，内22枚 ⁶⁰ Co放射源，属I类集束源，活度为 $3.145 \times 10^{14} \text{Bq}$ ），用于开展肿瘤的放射治疗。 批复时间：2022年8月23日	建设地点：江苏省宜兴市宜城街道红塔路188号。 项目内容：医院在在院区住院A楼北侧新建一座陀螺刀治疗室并配备1台陀螺刀，内22枚 ⁶⁰ Co放射源，属I类集束源，活度为 $3.108 \times 10^{14} \text{Bq}$ ），用于开展肿瘤的放射治疗。	本项目实际建设规模及主要技术参数在其环评及批复范围内。

宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）于2022年11月09日重新申领了辐射安全许可证（证书编号：苏环辐证[01405]），活动种类和范围为：使用I类、V类放射源；使用II类、III类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所，有效期至2023年7月13日。辐射安全许可证见附件4。

本项目环评计划在陀螺刀设备内置22枚⁶⁰Co放射源，属I类集束源，活度为

3.145×10¹⁴Bq，实际装源活度为3.108×10¹⁴Bq，对照《污染影响类建设项目重大变动清单（试行）》（环办环评函[2020]688号），该变动不属于重大变动。

本次验收项目总投资980万元，其中辐射安全与防护设施投资190万元，与环评规划一致。项目环评审批及实际建设情况见表2-2。

表2-2 新建陀螺刀治疗项目环评审批及实际建设情况一览表

项目建设地点及其周围环境										
项目内容	环评规划情况					实际建设情况				备注
建设地点	江苏省宜兴市宜城街道红塔路 188 号					江苏省宜兴市宜城街道红塔路 188 号				与环评一致
周围环境	陀螺刀机房	东侧	控制室			控制室				与环评一致
		南侧	住院 A 楼走廊			住院 A 楼走廊				与环评一致
		西侧	院内道路及行政楼			院内道路及行政楼				与环评一致
		北侧	院内道路			院内道路				与环评一致
		上方	门诊大厅			门诊大厅				与环评一致
		下方	土层			土层				与环评一致
放射源										
核素名称	环评建设规模					实际建设规模				
	数量	总活度 (Bq)	放射源类别	贮存方式与地点	使用场所	数量	总活度 (Bq)	放射源类别	贮存方式与地点	使用场所

^{60}Co	22枚	3.145×10^{14} (共22枚集聚源)	I类 (集聚源)	随机器存放于陀螺刀设备内	陀螺刀治疗室	22枚	3.108×10^{14} (共22枚集聚源)	I类 (集聚源)	随机器存放于陀螺刀设备内	陀螺刀治疗室
射线装置										
射线装置名称	环评建设规模					实际建设规模				
	型号	数量	管电压、管电流	类别	使用场所	型号	数量	管电压、管电流	类别	使用场所
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
废弃物										
名称	环评建设规模								实际建设规模	
	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向		
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接进入大气，臭氧在常温常压下50min左右可自行分解为氧气	与环评一致	
退役废源	固体	^{60}Co	使用约6~8年后退役，退役时总活度约为 1.41×10^{14} Bq (6年后) $\sim 1.09 \times 10^{14}$ Bq (8年后)	/	/	/	暂存在陀螺刀设备内	退役废源送生产厂家回收处理。	与环评一致	

污染源项分析：

1、辐射污染源项

由本项目工程分析和产污环节可知，陀螺刀治疗项目主要产生以下放射性污染：

辐射：陀螺刀在治疗过程中，机房治疗室内来自放射源的直射、散射和漏射 γ 射线会穿透屏蔽墙及防护门，对治疗机房治疗室外的工作人员和公众产生外照射影响。

2、非辐射污染源项

臭氧和氮氧化物：陀螺刀治疗过程中发射的 γ 射线，会使治疗机房治疗室内的空气产生电离，产生臭氧和氮氧化物，少量臭氧和氮氧化物可通过排风管排出治疗室，臭氧在空气中短时间可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

工作人员和部分病人产生的生活污水和生活垃圾，由院内污水处理站和垃圾处理站统一处理。

工程设备与工艺分析：

1、工作原理

放疗是癌症三大治疗手段之一。是用各种不同能量的射线照射肿瘤，以抑制和杀灭癌细胞的一种治疗方法。放疗可单独使用，也可与手术、化疗等配合，作为综合治疗的一部分，以提高癌症的治愈率。放疗的基本目的是努力提高放疗的治疗增益比，即最大限度地将放射线的剂量集中到病变（靶区）内，而使周围的正常组织和器官少受或免受不必要的照射。

本项目陀螺刀主机工作时，放射源被屏蔽在安全的屏蔽体（治疗头）内，治疗头前方设置机械源开关，当源开关被旋转至打开时， γ 射线经过准直孔照射到靶点所在位置，同时，治疗头及筒体形成十字交叉方向旋转， γ 射线绕靶点作陀螺回转式聚焦，对病灶进行聚焦照射治疗。放射源由22枚 ^{60}Co 粒子按聚焦式排列，形成第一次聚焦。

放射源置于屏蔽体内装于旋转盘上，旋转盘由于其旋转中心的稳定性使得放射源在随旋转盘旋转时，恰似陀螺机构，对靶心进行第二次回旋聚焦。

陀螺机在自转的同时又随滚筒做公转，使放射源在自转的同时又沿着人体

不断变换入射角度和回转角度，达到第三次聚焦的作用。

三次聚焦的结果是放射路径在人体表皮上不断变化而焦点处的辐射剂量不断积累而达到放射治疗时医生所要求的剂量；相应的体表处所接受的辐射剂量是分散的，均匀的，从而使正常组织受到的辐射剂量达到最小。

本项目陀螺刀示意图见图2-1。



图 2-1 本项目陀螺刀和铭牌现场图

本项目所用的放射源特性见表 2-3：

表 2-3 本项目使用的 ^{60}Co 放射源信息表

核素名称	半衰期	衰变类型及分支比 (%)	主要 α 、 β 辐射能量 (keV) 与绝对强度 (%)	主要 γ 、X 射线能量 (keV) 与绝对强度 (%)	空气比释动能率常数 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)
^{60}Co	5.27a	β^-	-	β^- : 0.315 (99.74%) γ : 1.173 (99.87%) γ : 1.332 (99.98%)	0.308

2、工作流程及产污环节

陀螺刀放疗工作流程：病人在经诊断确诊需要进行陀螺刀放射治疗后，根据病灶的部位确定定位体位，用真空体膜垫牢固好体位，通过CT扫描采集影像资料，用于确定靶区位置、形状和大小，放疗医师根据医学影像临床诊断资料，提出放射治疗方案和精确治疗计划。

放射治疗计划完成，并经放疗医师确认后，放疗技师领患者进入治疗室，对患者进行摆位，然后进行治疗，治疗结束后解除定位，关闭系统。

本项目陀螺刀治疗工作流程及产污环节分析见图2-2。

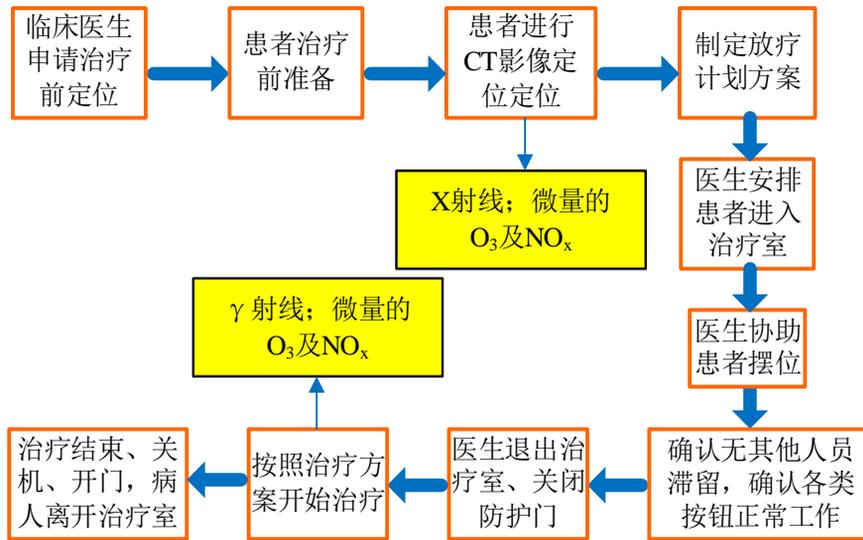


图 2-2 本项目工作流程及产污环节示意图

表三 辐射安全与防护设施/措施

辐射安全与防护设施/措施**1、工作场所布局**

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）第5.1、5.2条款中有关放射治疗场所选址布局与分区规定。

布局：宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）在住院A楼北侧新建一座陀螺刀治疗室并配备1台GMX-I型陀螺刀，内含22枚⁶⁰Co放射源，属I类集束源，活度为 3.108×10^{14} Bq），用于开展放射治疗。陀螺刀机房控制室与治疗室分离，控制室位于治疗室东侧，治疗室面积约 62.4m^2 （含迷道），装修吊顶后层高约为3.63m，治疗室容积约 226.5m^3 ；治疗室入口处设置“L”型迷路，迷路口设有防护门。陀螺刀机房布局符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中“治疗设备控制室应与治疗机房分开设置”的规定，布局合理。

辐射防护分区：为加强辐射防护管理和职业照射控制，本项目将陀螺刀治疗室、迷道作为辐射防护控制区，严格控制人员进出，并在治疗室入口处设置电离辐射警告标志；将控制室作为辐射防护监督区。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）及《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中“放射治疗工作场所应分为控制区和监督区。治疗机房、迷路应设置为控制区；其他相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需经常检查其职业照射条件的区域设为监督区”关于辐射工作场所的分区规定要求。本项目陀螺刀机房平面布置、两区划分见图3-1，本项目陀螺刀治疗场所入口处见图3-2。

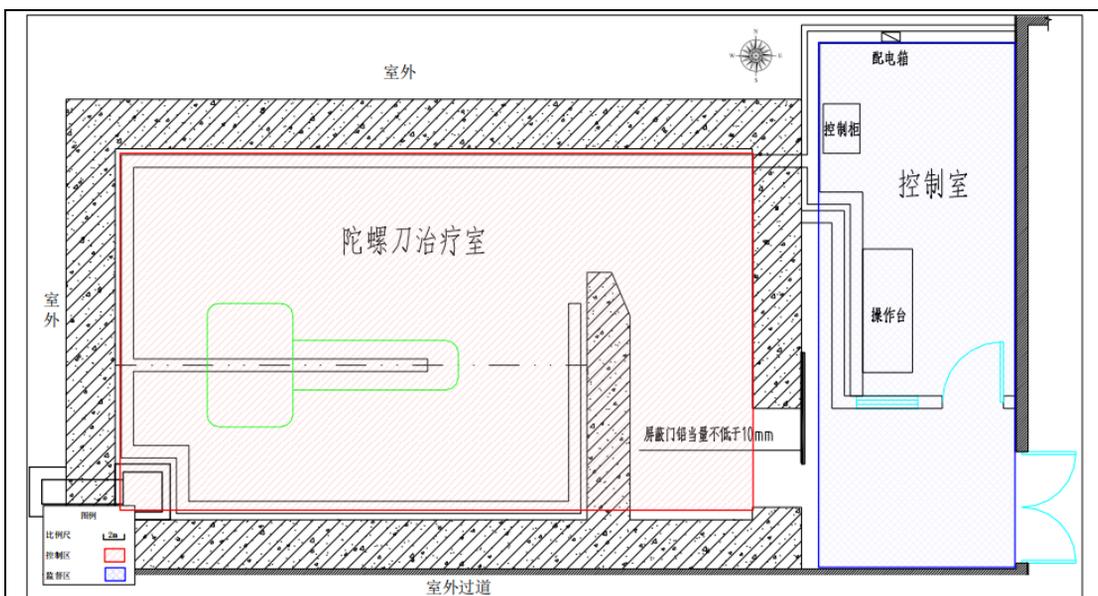


图3-1宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）陀螺刀机房平面布置及分区示意图



图3-2本项目陀螺刀治疗场所入口处设置图

2、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目陀螺刀机房屏蔽设计参数见表3-1。

表 3-1 陀螺刀机房屏蔽防护落实情况一览表

场所名称		环评要求防护设计	实际建设情况	备注
东墙	迷路内墙	700mm 混凝土（北侧最窄处为 400mm 混凝土）	700mm 混凝土（北侧最窄处为 400mm 混凝土）	与环评一致
	迷路外墙	800mm 混凝土	800mm 混凝土	
东墙		800mm 混凝土	800mm 混凝土	
南墙		800mm 混凝土	800mm 混凝土	
北墙		800mm 混凝土	800mm 混凝土	
屋顶		800mm 混凝土	800mm 混凝土	
防护门		不低于 10mm 铅板	内衬 10mm 铅板	
其他情况		机房治疗室面积 62.4m ² （含迷路），装修吊顶后层高约为 3.63m，机房容积约为 226.5m ³ 。		

电线电缆布设：医院在陀螺刀机房已经预留埋地式沟槽，陀螺刀机房的控制电缆均布设于电缆沟内。电缆沟埋设在地下，沟槽深20cm，上覆厚铅板，采用了“U”型穿墙方式从迷路外墙地下穿过墙体，电缆沟不会破坏治疗室墙体的屏蔽效果，能够满足辐射防护要求。电缆沟穿墙剖面见图3-3。

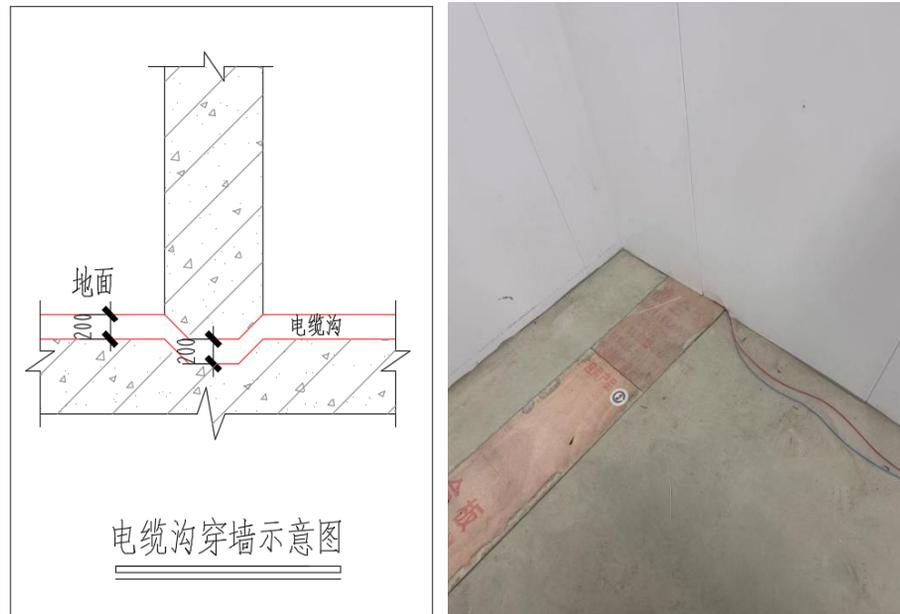


图3-3 电缆沟穿墙剖面示意图及现场照片

本项目陀螺刀机房设计有通风装置，陀螺刀治疗室内采用机械进、出风，通风换气频率为不低于4次/h。进风口与排风口对角设置，上进下出。进

风管道采用从防护门上方45°斜穿墙体的方式进入机房，进风管道设置在吊顶天花板上方，排风管道由治疗室东北角地面采用“U型”穿墙方式穿过东墙后向上排出。陀螺刀治疗室进风口和排风口位置和穿墙结构示意图及现场图见图3-4和图3-5。

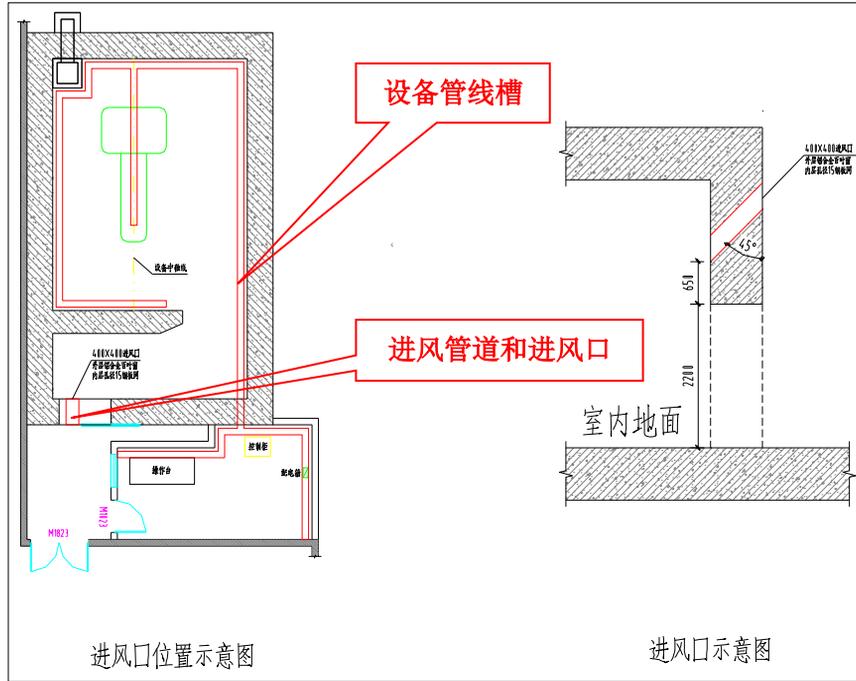


图3-4本项目陀螺刀治疗室进风口位置及剖面示意图及现场图

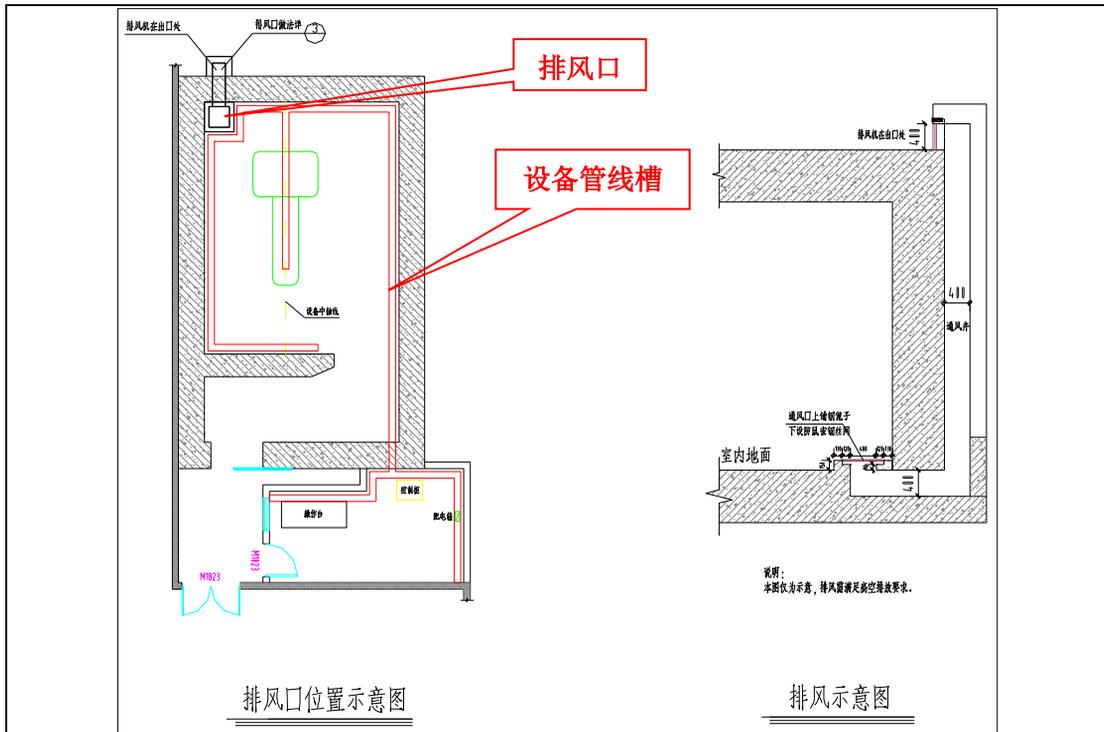


图3-5本项目陀螺刀治疗室排风口位置及剖面示意图及现场图

3、辐射安全与防护措施

(1) 工作状态指示灯和电离辐射警告标志

本项目在放射治疗工作场所入口处门上张贴了电离辐射警告标志，在陀螺刀治疗室的防护门上设置有电离辐射警告标志，并在防护门上方设置有工作状态指示灯，工作状态指示灯、防护门和陀螺刀设备组成联锁；陀螺刀设备机身外表面上设有电离辐射标志。经验证检查，上述电离辐射警告标志和

工作状态指示灯设置符合相关标准要求。本项目工作状态指示灯及电离辐射警告标志见图3-6。



图3-6 本项目陀螺刀机房工作状态指示灯和电离辐射警告标志

(2) 门灯联动及门机联锁

本项目陀螺刀机房防护门（电动防护门）设置防挤压功能、从室内开启治疗机房门的装置，且防护门上方设置有工作状态指示灯，工作状态指示灯、防护门和陀螺刀设备组成联锁。现场检测联锁和防挤压功能有效。本项目陀螺刀机房内开门开关及防挤压装置见图 3-7。



图3-7 本项目陀螺刀机房内开门开关及防挤压装置

(3) 影像监控装置及对讲系统

医院已在陀螺刀治疗室和迷道均设置了监控装置，机房的监控装置的显示终端设置在控制室的墙面上。陀螺刀设备上设置了自带的对讲系统，患者和医护人员可以通过对讲装置进行交流。经验证检查，陀螺刀机房的监控系统及对讲系统运行正常有效，陀螺刀机房的监控摄像头设置位置见图3-8，相关现场照片见图3-9。

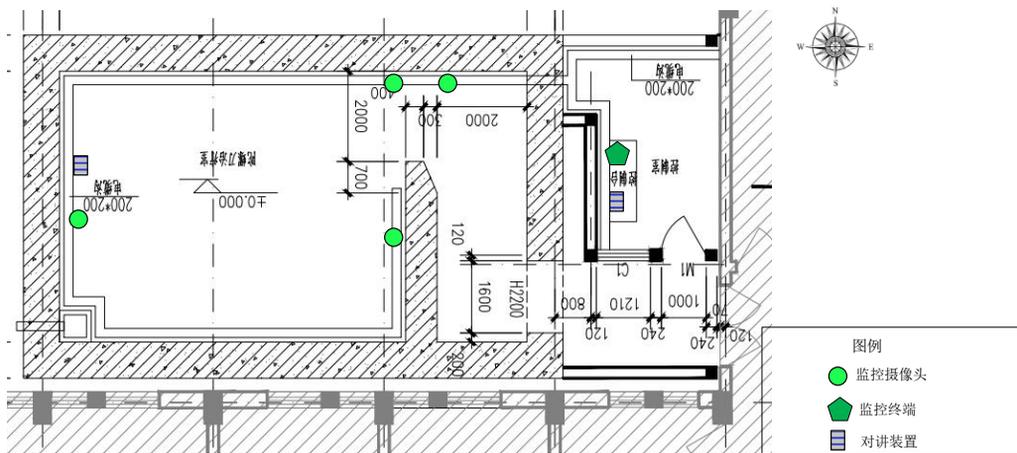


图3-8 本项目陀螺刀机房监控装置设置位置示意图

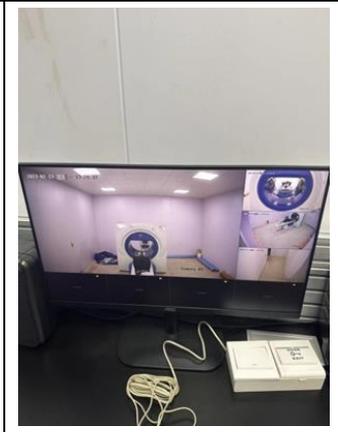
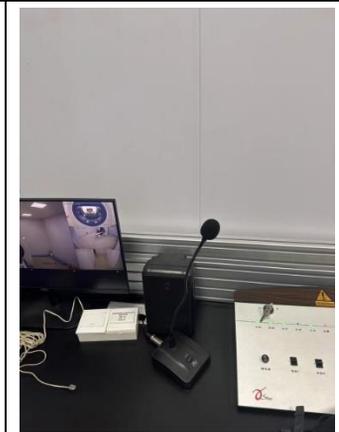
		
<p>监控摄像头</p>	<p>监控摄像头</p>	<p>监控摄像头和对讲装置 (治疗室)</p>
		
<p>患者携带对讲话筒</p>	<p>视频显示终端</p>	<p>对讲装置（控制室）</p>

图 3-9 本项目陀螺刀机房监控装置、监控显示终端和对讲装置现场验证照片

(4) 急停按钮及标识

本项目在陀螺刀机房控制室和治疗室内设置了急停按钮，且急停按钮旁设置有醒目的文字标识，以便于在紧急情况下，按下按钮停止出束。现场验证了陀螺刀控制室内的急停按钮，急停按钮验证有效。本项目设置急停按钮位置见图3-10，急停按钮现场验证照片见图3-11。

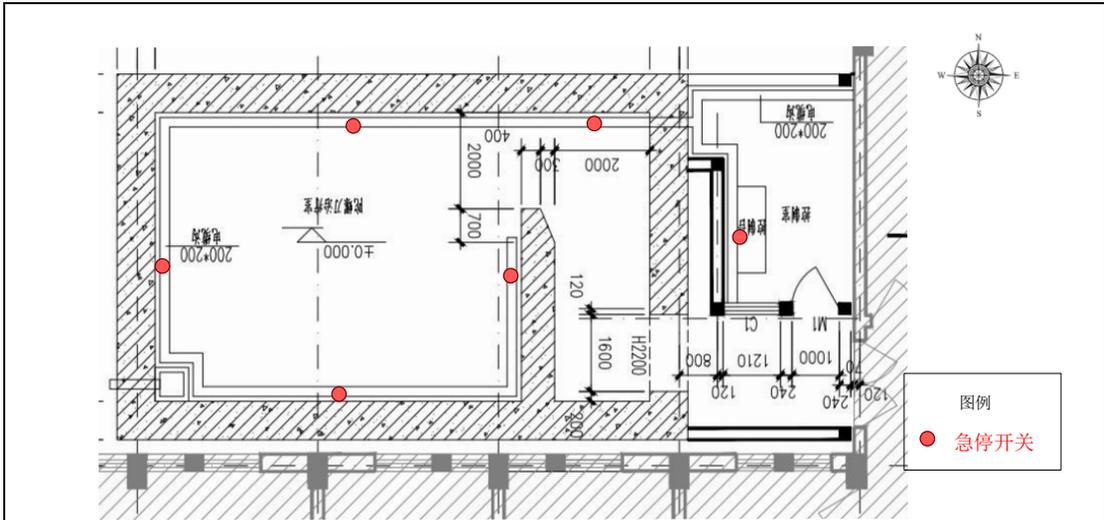


图3-10本项目陀螺刀机房设置的急停按钮位置示意图



图3-11本项目陀螺刀机房急停按钮现场验证照片

(5) 固定式剂量报警仪

医院为本项目陀螺刀机房配备了1台HY131A型固定式报警仪，其中固定式剂量报警仪探头安装在陀螺刀设备后方西墙上，显示终端安装在控制室内。本项目固定式辐射报警仪见图3-12。

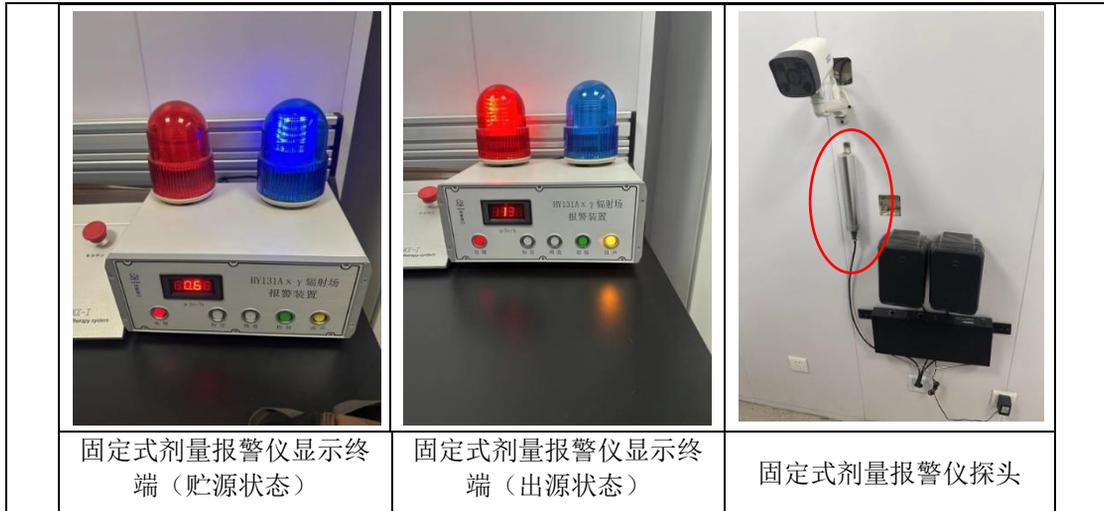


图3-12 本项目固定式辐射报警仪

（6）非放污染防治

医院在本项目陀螺刀治疗机房内设有通风装置，采用送风系统进行进风，采用排风管道内出口处设置1台排风机的方式进行排风。陀螺刀治疗室进风口设置在防护门上方，排风口设置在机房西南角上地面，排风口尺寸为43cm×49cm，机房采用上进风下出风的方式进行空气流通，进风管道采用从防护门上方45°斜穿墙体的方式进入机房，排风管道由治疗室西南角地面采用“U型”穿墙方式穿过西墙后向上排出，经现场验证检测，排风管道口的周围剂量当量率为141nSv/h，排风管道设置能够满足辐射防护要求。本项目陀螺刀治疗室面积约62.4m²（含迷道），装修吊顶后层高约为3.63m，治疗室容积约226.5m³，排风口排风速率为1.70m/s，排风口尺寸为43cm×49cm，由此可知陀螺刀治疗室内空气每小时交换次数为5.69次，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中放射治疗机房通风换气次数应不小于4次/h的要求。本项目陀螺刀机房通风设施平面布局见图3-13，通风设施现场验证照片见图3-14。

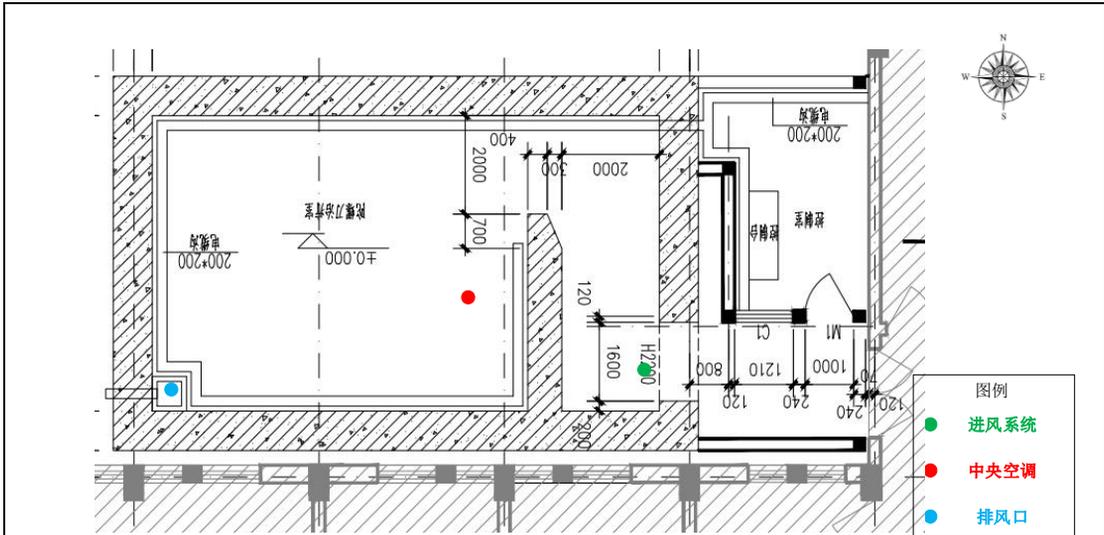


图 3-13 本项目陀螺刀机房的通风设施平面布局示意图



图 3-14 本项目陀螺刀机房进风口和排风口示现场验证照片

(7) 人员监护

医院为本项目配备4名辐射工作人员（名单见表3-2），满足陀螺刀治疗配置要求。本项目辐射工作人员均已参加相关部门组织的辐射安全与防护培训，并且考核均为合格，培训证书及健康证明见附件6。

表3-2 本项目配备的职业人员名单

姓名	性别	学历	职称	岗位	培训合格证书编号	工作场所
周伟良	男	本科	副主任 医师	放射肿瘤医师	苏环辐闽 201905081	陀螺刀机房

郭威	女	大专	工程师	物理师 (兼职设备维修)	FS22SD0200172	陀螺刀机房
吴蕊	女	大专	技师	放射治疗技师	D1906071	陀螺刀机房
刘忆婵	女	大专	技师	放射治疗技师	苏卫放 20223002269	陀螺刀机房

医院已安排工作人员进行健康体检及个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案，详见附件6。医院已为本项目配备1台辐射巡测仪和2台个人剂量报警仪，见图3-15。本项目辐射剂量检测仪器详情见表3-3。

医院为本项目工作人员配备了个人剂量计，辐射工作人员均参加了职业健康检查且通过辐射安全与防护知识考核后上岗操作。

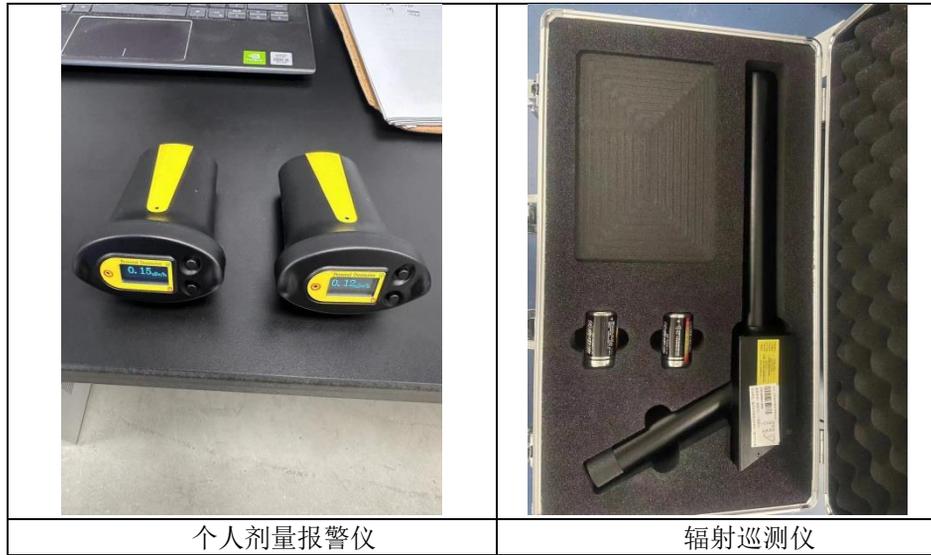


图 3-15 本项目配备辐射剂量检测仪器

表3-3 本项目配备的防护监测仪器一览表

序号	仪器名称	规格型号	数量	生产厂家	配置地点
1	个人剂量报警仪	FG1100	2台	福州智元仪器设备有限公司	人员随身携带
2	辐射巡检仪	RJ38-3602	1台	上海精博工贸有限公司	陀螺刀控制室
3	固定式报警仪	HY131A	1套	成都中核海川核技术有限公司	探头位于陀螺刀机房内，显示终端位于控制室内

(8) 其他防护措施

①报废或退役放射源处理

本项目陀螺刀运行过程中不产生放射性固体废物，但经过一定使用年限后，会产生报废或退役 ^{60}Co 放射源， ^{60}Co 放射源退役后，废源仍具有较强的放射性，医院已与放射源供应商（成都中核高通同位素股份有限公司）签订协议，放射源退役后由放射源供应商回收统一处理，回收协议详见附件7。

②应急处理方法

为确保患者安全，体部治疗系统的治疗床、屏蔽门的传动部分都配备了紧急手动装置，当系统失控或设备电源（包括备用电源）失效，导致治疗过程无法正常进行，且不能自动退出治疗回安全位时，辐射工作人员做好自身防护，使用手动的方法完成患者退出、做好人员疏散，启动应急措施并等待设备厂商过来进行回源操作及设备检修工作。手动关源装置见图3-16。



图 3-16 手动关源装置

4、辐射安全管理制度

医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，针对所开展的放射治疗活动制定了相应的辐射安全与防护管理制度，清单如下：

- 1) 《辐射安全防护领导小组》
- 2) 《辐射安全管理制度》
- 3) 《放射工作人员制度》

- 4) 《放射诊疗医患安全防护管理制度》
- 5) 《放射工作人员职业健康管理制度》
- 6) 《放射装置操作使用规定》
- 7) 《辐射工作人员培训制度》
- 8) 《宜兴市中西医结合医院辐射台账管理制度》
- 9) 《辐射环境监测方案》
- 10) 《辐射事故应急预案》
- 11) 《放射工作监测方案》
- 12) 《职业健康监护档案管理制度》
- 13) 《陀螺刀治疗中心放射防护和安全保卫制度》
- 14) 《陀螺刀治疗操作规程》
- 15) 《陀螺刀物理师职责》
- 16) 《陀螺刀放疗技师（技士）工作职责》
- 17) 《放疗科主任职责》
- 18) 《放疗科事故应急预案》
- 19) 《陀螺刀治疗质控方案及实施方案》
- 20) 《自主检测和稳定性检测方案》
- 21) 《陀螺刀机房辐射事故应急预案》
- 22) 《陀螺刀室应急措施》

以上辐射安全与防护管理制度能够满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的相关要求。辐射安全规章制度管理机构及制度详见附件5。

4.4 辐射安全应急措施

医院根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的规定，已建立相应的放射安全事故应急预案，对医院放射事故应急处理小组的职责、事故应急处理方案、事故调查及信息公开、以及应急保障、人员培训和演练等方面进行了规定，可以满足放射安全事故应急要求。

表3-4 本项目环评及批复落实情况一览表

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于 1 名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。医院已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。	已设有辐射安全工作领导小组，见附件 5。	已落实
辐射安全和防护措施	屏蔽措施：屏蔽措施：陀螺刀机房四侧墙体、顶部采用混凝土结构进行辐射防护，防护门采用铅防护门。	严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度，确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相应的剂量限值要求。	陀螺刀机房屏蔽措施：四周墙体和屋顶均采用800mm混凝土；防护门内衬10mm铅板。	已落实
	安全措施（连锁装置、警示标志、工作指示灯等）： 陀螺刀机房防护门设置门机连锁，开门状态下不能出源照射，出源照射状态若开门放射源自动回到陀螺刀设备的安全位置。治疗室外防护门上方拟设置工作状态显示，机房入口设置电离辐射警告标志，机房内及控制室内安装急停按钮，配备监视器及对讲装置，陀螺刀机房拟设置从室内开启治疗机房门的装置，防护门拟设有防挤压功能，在治疗室内设置固定式剂量监测报警装置。	满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）及《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的相关要求。	已在陀螺刀机房防护门上和陀螺刀设备上设置电离辐射警告标志，同时在机房防护门处设置工作状态指示灯及防夹装置，并设置急停按钮及对讲装置；医院在陀螺刀治疗室安装监控，并在在治疗室内设置固定式剂量监测报警装置。	已落实

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	放射性“三废”处理措施： ⁶⁰ Co 放射源使用到一定年限后产生退役的放射源，医院已承诺将退役 ⁶⁰ Co 放射源交由放射源生产厂家回收处理。		医院已与成都中核高通同位素股份有限公司签订协议，放射源退役后由放射源供应商回收统一处理。	已落实
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核，考核合格后上岗。	对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗，建立个人剂量档案和职业健康档案，配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。	本项目配备的 4 名辐射工作人员均参加辐射安全培训，考核合格后持证上岗；取得辐射安全合格证书的人员，并定期接受一次再培训。	已落实
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过 3 个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		医院已委托常州环宇信科环境检测技术有限公司对 4 名辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案。	已落实
	辐射工作人员定期进行职业健康体检（不少于 1 次/2 年），并建立放射工作人员职业健康档案。		4 名辐射工作人员在上岗前进行职业健康体检，并已建立职业健康档案。	已落实
监测仪器和防护用品	已配备辐射巡测仪 1 台。		已配备 1 台辐射巡检仪，并定期对项目周围辐射水平进行监测。	已落实
	拟配备固定式剂量监测报警装置 1 套。		已配备 1 套固定式剂量监测报警装置。	
	拟配备个人剂量报警仪 2 台。		已配备个人剂量报警仪 2 台	已落实
辐射安全管理制度	制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情	建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。	已制定辐射安全制度：《辐射安全防护领导小组》《辐射安全管理制度》《放射工作人员制度》《放射诊疗医患安全防护管理制度》《放射工作人员职业健康管理制度》	已落实

检查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	<p>况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。</p>		<p>《放射装置操作使用规定》《辐射工作人员培训制度》《宜兴市中西医结合医院辐射台账管理制度》《辐射环境监测方案》《辐射事故应急预案》《放射工作监测方案》《职业健康监护档案管理制度》《陀螺刀治疗中心放射防护和安全保卫制度》《陀螺刀治疗操作规程》《陀螺刀物理是职责》《陀螺刀放疗技师（技士）工作职责》《放疗科主任职责》《放疗科事故应急预案》《陀螺刀治疗质控方案及实施方案》《自主检测和稳定性检测方案》《陀螺刀机房辐射事故应急预案》《陀螺刀室应急措施》。详见附件 5。</p>	

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

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、环境影响报告书（表）主要结论与建议：

表13 结论与建议

结论

1) **项目概况：**宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）位于江苏省宜兴市宜城街道红塔路188号，为了更好地为患者服务，提高医院的医疗质量，根据规划，拟在院区内住院A楼北侧新建1座陀螺刀治疗室并配备1台GMX-I型陀螺旋转式钴-60立体定向放射治疗系统（内含22枚 ^{60}Co 放射源，活度为 $3.145 \times 10^{14}\text{Bq}$ ，属I类集束源），用于开展肿瘤的放射治疗。

2) **项目建设必要性：**本项目的建设，可为医院提供多种诊断、治疗手段，有着重要临床应用价值，可为患者提供放射诊断及治疗服务，并可提高当地医疗卫生水平。

3) **产业政策符合性及实践正当性：**根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修订）和《江苏省工业和信息产业结构调整指导目录（2012年本）》（2013年修订），本项目的运行，可为患者提供放射诊断及治疗服务，并可提高当地医疗卫生水平，具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，本项目的建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

4) **选址合理性：**宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）位于江苏省宜兴市宜城街道红塔路188号，医院东侧为红塔路，南侧为春江花园A区、宜兴市城西小学，西侧为春江花园B区，北侧为康明路。

本次新建陀螺刀治疗项目位于陀螺刀治疗室东侧为住院A楼抢救室、走廊，南侧为住院A楼走廊、输液室、处置室，西侧隔院内道路为行政楼，北侧为院内道路。陀螺刀治疗室建筑结构为地上一层，整栋建筑由陀螺刀机房和控制室组成，陀螺刀机房位于陀螺刀治疗室内部西侧，陀螺刀机房东侧与住院A楼西墙之间的房间作为控制室，陀螺刀治疗室上方无建筑，下方为土层。陀螺刀治疗室平面布置示意图见附图3。

本次新建陀螺刀治疗项目周围50m评价范围除南侧约30m处至春江花园A区，其余方向均位于医院边界内，项目运行后的环境保护目标主要为医院辐射工作人员、医院内的其他医护人员、病患、陪同家属及春江花园A区少部分居民等。

本项目拟建址位于三汊湿地北侧约2公里，对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1号）、《省政府办公厅关于公布江苏省太湖流域三级保护区范围的通知》（苏政办发〔2012〕221号），评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线，处于太湖流域二级保护区内。本项目新增陀螺刀是利用 ^{60}Co 在衰变过程中发射 γ 射线对生物肌体的破坏作用来实现对病变细胞的杀伤功能，不涉及新增用地；项目运行后，不新增工业污水和固体废弃物，满足《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号）中，江苏省重点区域（流域）生态环境分区管控要求。

本项目陀螺刀机房与控制室分开，区域划分明确，选址及布局合理。

5) 辐射环境现状评价：宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）本次新建陀螺刀治疗项目拟建址周围环境辐射剂量率在 $89\text{nGy/h} \sim 108\text{nGy/h}$ 之间，与无锡市 γ 辐射水平调查结果相比较，均未见异常。

6) 环境影响评价：根据理论估算结果，宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）新建陀螺刀治疗项目在做好个人防护措施和安全措施的情况下，项目对辐射工作人员及周围的公众产生的年有效剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众受照剂量限值要求以及本项目的目标管理值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv ，公众年有效剂量不超过 0.1mSv ）。

7) “三废”的处理处置： ^{60}Co 放射源使用到一定年限后产生退役的放射源，医院已承诺将退役 ^{60}Co 放射源交由放射源生产厂家回收处理。

陀螺刀机房内的空气在 γ 射线作用下，分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气，臭氧半衰期50分钟，常温下可自行分解为氧气，对周围环境影响较小；工作人员和部分患者产生的普通生活污水，由院内污水处理站统一处理；工作人员产生的一般生活垃圾，分类收集

后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

8) 主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施：宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）拟配备的陀螺刀内含22枚 ^{60}Co 放射源，总活度为 $3.145\times 10^{14}\text{Bq}$ ，为I类放射源。陀螺刀在治疗及储源过程中，机房治疗室内来自放射源的直射、散射和漏射 γ 射线会穿透屏蔽墙及防护门，对机房外的工作人员和公众产生外照射影响。

陀螺刀机房入口处拟设置“当心电离辐射”警示标识、工作状态灯和门机联锁装置，机房内外均设置有急停按钮及监控装置，控制室通过监视器与对讲机与治疗室联络。在陀螺刀机房内设置固定式剂量监测报警装置，其显示单元拟设置在控制室内，陀螺刀机房拟设置从室内开启治疗机房门的装置，防护门拟设有防挤压功能，开门状态下不能出源照射，出源照射状态下若开门放射源自动回到陀螺刀治疗设备的安全位置。医院 ^{60}Co 放射源由生产厂家负责放射源运输、换装。医院承诺退役 ^{60}Co 放射源委托原厂家回收处理，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）及放射源安全管理要求。

9) 辐射安全管理评价：宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）已设立辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以医院内部文件形式明确其管理职责。医院已制定辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，增补相应内容，建立符合本院实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）拟配备有辐射巡测仪1台，拟为本项目配备固定式剂量监测报警装置1套及个人剂量报警仪2台。

综上所述，宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）新建陀螺刀治疗项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该医院将具有与

其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

1、该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2、各项安全措施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3、定期进行辐射工作场所的检查及监测，及时排除事故隐患。

4、医院取得本项目环评批复后，应及时申请辐射安全许可证，按照法规要求开展竣工环境保护验收工作，环境保护设施的验收期限一般不超过3个月。

2、审批部门审批决定

江苏省生态环境厅

苏环辐(表)审[2022]35号

关于宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）新建陀螺刀治疗项目环境影响报告表的批复

宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）：

你单位报送的《宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）新建陀螺刀治疗项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）收悉。经研究，批复如下：

一、根据《报告表》评价结论，项目建设具备环境可行性。从环境保护角度考虑，我厅同意你单位该项目建设。项目建设地点位于无锡市宜兴市宜城街道红塔路188号，项目内容：在医院住院A楼北侧新建一座陀螺刀治疗室，新增1陀螺旋转式立体定向放射治疗系统（内含22枚 ^{60}Co 放射源，装源总活度为 3.145×10^{14} Bq，属医疗使用I类放射源），用于开展肿瘤的放射治疗，详细见《报告表》。

二、在工程设计、建设和运行中应认真落实《报告表》所提出的辐射污染防治和安全管理措施，并做好以下工作：

（一）严格执行辐射防护和安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的环保“三同时”制度，确保辐射工作人员和公众的年受照有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相应的剂量限值要求。

（二）定期检查辐射工作场所门机联锁、急停按钮、视频监控、工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。

（三）放射源转让须及时到生态环境部门办理审批与备案手续。

（四）建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。建立辐射安全防护与环保管理机构或指定一名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作。

（五）对辐射工作人员进行岗位技能和辐射安全与防护知识的培训，并经考核合格后方可上岗，建立个人剂量档案和职业健康档案，配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时须随身携带辐射报警仪和个人剂量计。

（六）配备环境辐射剂量巡测仪，定期对项目周围辐射水平进行检测，及时解决发现的问题。每年对项目周围辐射水平监测 1~2 次。

（七）项目建成后建设单位应及时向我厅申办环保相关手续，依法取得辐射安全许可证并经验收合格后，方可投入正式运行。你单位应在收到本批复后 20 个工作日内，将批准后的环境影响报告表送无锡市生态环境局，并接受其监督检查。

三、本批复只适用于以上核技术应用项目，其它如涉及非放射性污染项目须按有关规定另行报批。本批复自下达之日起五年内建设有效。项目的性质、规模、地点、拟采取的环保措施发生重大变动的，应重新报批项目的环境影响评价文件。



抄送：省核管中心、无锡市生态环境局，南京瑞森辐射技术有限公司。

表五 验收监测质量保证及质量控制

验收监测质量保证及质量控制：

1、监测单位资质

验收监测单位获得 CMA 资质认证（221020340350），见附件 10。

2、监测人员能力

参与本次验收监测人员均符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求：验收监测人员已通过上岗培训。检测人员资质见表 5-1。

表 5-1 检测人员资质

序号	姓名	证书编号	取证时间
1	刘彧好	SHFSJ0583（电离类）	2019.11.28
2	张晋	SHFSJ0743（电离类）	2020.9.30

3、监测仪器

本次监测使用仪器符合南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，监测所用设备通过检定并在有效期内，满足监测要求。

监测仪器见表 5-2。

表5-2检测使用仪器

序号	仪器名称/型号	仪器编号	主要技术参数
1	X-γ 辐射巡测仪 (AT1123)	NJRS-044	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2022-0115344 检定有效期限：2022.12.01~2023.11.30
2	风速仪 (AR866A)	NJRS-156	检定证书编号：H2022-0126246 检定有效期限：2022.12.28~2023.12.27

4、质量控制

本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件10），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为1m。仪器读数稳定后，每个点位读取5个数据，读取间隔不小于

10s。每组数据计算每个点位的平均值并计算标准差。

5、监测报告

监测报告的编制、审核、出具严格执行南京瑞森辐射技术有限公司质量管理体系要求，出具报告前进行三级审核。

表六 验收监测内容

验收监测内容：

1、监测期间项目工况

2023年2月13日，南京瑞森辐射技术有限公司对宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）新建陀螺刀治疗项目进行了现场核查和验收监测，监测期间工作场所的运行工况见表6-1。

表6-1 验收监测工况

被检设备（场所）信息					
序号	设备名称	设备型号	设备参数	检测工况	使用场所
1	陀螺旋转式钴-60立体定向放射治疗系统	GMX-1	⁶⁰ Co共22枚 出场日期：2022.12.16 总活度：3.108×10 ¹⁴ Bq	检测时活度： 3.043×10 ¹⁴ Bq	住院A楼北侧 陀螺刀治疗中心

2、验收监测因子

根据项目污染源特征，本次竣工验收监测因子为工作场所X-γ辐射剂量率及机房通风风速。

3、监测点位

对本项目工作场所周围环境布设监测点，特别关注控制区、监督区边界，监测陀螺刀设备在运行、非运行状态下的X-γ辐射剂量率及陀螺刀机房通风风速，每个点位监测5个数据。

4、监测分析方法

本次监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《公共场所集中空调通风系统卫生规范》（WS 394-2012）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》和（HJ 1198-2021）的要求进行监测。

表七 验收监测期间生产工况

验收监测期间生产工况记录：

被检单位：宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）

监测实施单位：南京瑞森辐射技术有限公司

监测日期：2023年2月13日

天气：阴，5°C，（92~96）%RH

监测因子：X-γ辐射剂量率

验收监测期间生产工况见表7-1。

表7-1 本项目验收监测期间生产工况

被检设备（场所）信息					
序号	设备名称	设备型号	设备参数	检测工况	使用场所
1	陀螺旋转式钴-60立体定向放射治疗系统	GMX-1	⁶⁰ Co共22枚 出场日期：2022.12.16 总活度：3.108×10 ¹⁴ Bq	检测时活度： 3.043×10 ¹⁴ Bq	住院A楼北侧 陀螺刀治疗中心

验收监测结果：

1、辐射防护监测结果

本次监测结果详见附件 9。本项目陀螺刀机房周围环境 X-γ 辐射剂量率检测结果见表 7-2，监测点位见图 7-1。

表7-2 本项目陀螺刀机房周围X-γ辐射剂量率检测结果

测点编号	检测点位描述	测量结果（nSv/h）	设备状态
1	防护门外30cm处（左缝）	<MDL	出源状态，射线朝北
2	防护门外30cm处（中间）	<MDL	
3	防护门外30cm处（右缝）	<MDL	
4	防护门外30cm处（上缝）	<MDL	
5	防护门外30cm处（下缝）	<MDL	
6	操作位	<MDL	出源状态，射线朝南
7	东墙外30cm处	<MDL	
8	东墙外30cm处	<MDL	

9	东墙外30cm处	<MDL	
10	东墙外30cm处（管线洞口）	<MDL	
11	南墙外30cm处	97	
12	南墙外30cm处	59	
13	南墙外30cm处	41	
14	西墙外30cm处	<MDL	出源状态，射线朝下
15	西墙外30cm处	15	
16	西墙外30cm处	9	
17	西墙外30cm处（排口管道口）	11	
18	北墙外30cm处	<MDL	出源状态，射线朝北
19	北墙外30cm处	<MDL	
20	北墙外30cm处	<MDL	
21	3楼护士站窗外	33	出源状态，射线朝上
22	3楼处置室窗外	37	
23	3楼换药室窗外	32	
24	3楼护士值班室窗外	57	
25	4楼护士站窗外	27	
26	4楼处置室窗外	22	
27	4楼换药室窗外	25	
28	4楼护士值班室窗外	31	
29	距设备前侧表面5cm处	2.02×10^3	贮源状态
30	距设备前侧表面100cm处	0.31×10^3	
31	距设备后侧表面5cm处	0.94×10^3	
32	距设备左侧表面5cm处	6.17×10^3	

33	距设备右侧表面5cm处	3.25×10^3
34	距设备右侧表面100cm处	1.51×10^3
35	工作人员摆位处	0.99×10^3

注：1. 测量结果已扣除本底值，本底值为130nSv/h，最低探测水平（MDL）为9nSv/h；
 2. 检测时使用最大准直器，尺寸为： $\phi 45\text{mm}$ ；
 3. 机房上方人员不可到达，机房下方为泥土层；
 4. 检测点位见附图 7-1。

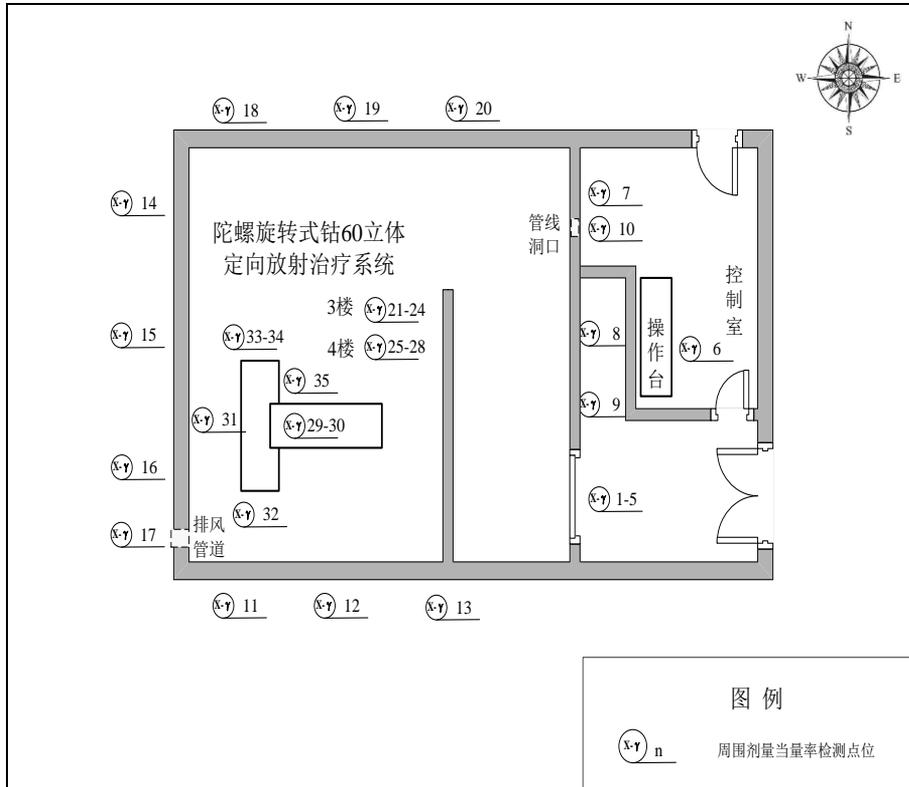


图7-1 本项目陀螺刀机房周围监测布点图

本次检测，当此陀螺旋转式钴60立体定向放射治疗系统（型号：GMX-I）正常工作（出源状态）时，机房周围剂量当量率为（ $<MDL \sim 97$ ）nSv/h，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的标准要求。距设备5cm处剂量当量率为（ $0.94 \times 10^3 \sim 6.17 \times 10^3$ ）nSv/h，距离设备100cm处剂量当量率为（ $0.31 \times 10^3 \sim 1.51 \times 10^3$ ）nSv/h。

本项目陀螺刀治疗室通风风速检测结果见表7-3。

表7-3 陀螺刀治疗室通风风速检测结果

检测点位描述	通风口风速（m/s）
--------	------------

陀螺刀治疗室排风口	1.70
-----------	------

本次检测，本项目陀螺刀治疗室面积约62.4m²（含迷道），装修吊顶后层高约为3.63m，治疗室容积约226.5m³，排风口尺寸为43cm×49cm，排风口排风速率为1.70m/s，由此可知陀螺刀治疗室内空气每小时交换次数为5.69次，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中放射治疗机房通风换气次数应不小于4次/h的要求。

2、辐射工作人员和公众年有效剂量分析

根据本项目现场监测结果，对项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行计算分析，计算已扣除环境本底剂量率。

1) 辐射工作人员

目前宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）为本项目配备4名辐射工作人员，均为医院新招辐射工作人员，并且已进行个人剂量监测。满足陀螺刀治疗日常工作的配置要求。目前医院还未取得本项目4名辐射工作人员个人剂量检测报告，个人剂量检测合同见附件6。

根据本项目现场监测结果，对陀螺刀治疗项目运行期间辐射工作人员和公众的年有效剂量进行估算，根据医院提供资料（见附件8），本项目陀螺刀设备每天最大治疗人数12人，年工作250天，每次治疗时间3~5min，则年出束时间约250h进行计算，每次摆位时间约1min，年摆位时间约50h，计算结果见表7-4。

表 7-4 本项目陀螺刀机房周围关注点位人员年有效剂量分析

序号	关注点位	最大监测值(nSv/h)	人员性质	居留因子	年工作时间(h)	人员年有效剂量(mSv/a)	目标管理值(mSv/a)
1	防护门外 30cm 处	<MDL	职业人员	1	250	<0.01	5
2	操作位	<MDL	职业人员	1	250	<0.01	5
3	东墙外 30cm 处	<MDL	职业人员	1	250	<0.01	5
4	线缆管口	<MDL	职业人员	1	250	<0.01	5
5	南墙外 30cm 处	97	公众	1/8	250	<0.01	0.1
6	西墙外 30cm 处	11	公众	1/8	250	<0.01	0.1
7	北墙外 30cm 处	<MDL	公众	1/8	250	<0.01	0.1

8	摆位处	0.99×10^3	职业人员	1	50	0.5	5
---	-----	--------------------	------	---	----	-----	---

注：1. 监测结果已扣除本底值，最低探测水平（MDL）为9nSv/h，对于最低探测水平（MDL）的，计算时保守取1/2 MDL；

2. 工作人员的年有效剂量由公式 $E_{eff} = \dot{D} \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算，式中： E_{eff} 为年有效剂量， \dot{D} 为关注点处剂量率， t 为年工作时间， T 为居留因子（取值参照环评文件）， U 为使用因子（保守取1）。

由表7-4可知，本项目陀螺刀治疗工作场所周围辐射工作人员年有效剂量 $< 0.01\text{mSv/a}$ ，摆位处工作人员最大年有效剂量为 0.5 mSv/a ，本验收项目辐射工作人员年有效剂量均在职业人员 20mSv/a 和医院制定的个人剂量约束值（ 5.0mSv/a ）范围以内。

2) 公众

本项目评价的公众为辐射工作场所周围的非辐射工作人员，由表7-5可知，陀螺刀治疗项目周围公众的年有效剂量公众年有效剂量 $< 0.01\text{mSv/a}$ ，本验收项目周围公众年有效剂量均在公众要求 1mSv/a 和医院制定的公众剂量约束值（ 0.1mSv/a ）范围以内。

综上所述，陀螺刀治疗项目周围辐射工作人员和公众年最大有效剂量根据实际监测结果，陀螺刀治疗项目辐射工作人员年有效剂量 $< 0.01\text{ mSv/a}$ ；周围公众的年有效剂量公众年有效剂量小于 0.01mSv/a 。辐射工作人员和公众年有效剂量能满足职业人员 20mSv/a ，公众 1mSv/a 的要求，并低于本项目剂量约束值（职业人员 5mSv/a ，公众 0.1mSv/a ）。

表八 验收监测结论

验收监测结论:

宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）新建陀螺刀治疗项目已按照环评及批复要求落实辐射防护和安全管理措施，经现场监测和核查表明：

1) 在院区内住院A楼北侧新建一座陀螺刀治疗室并配备1台GMX-I型陀螺刀，内22枚⁶⁰Co放射源，属I类集束源，检测时活度为 $3.043 \times 10^{14} \text{Bq}$ （出厂活度为 $3.108 \times 10^{14} \text{Bq}$ ），用于开展肿瘤的放射治疗。本项目实际建设内容与技术参数在环评及其批复范围内。

2) 本项目陀螺刀治疗工作场所控制区和监督区划分合理，能有效避免受检者误入或非正常受照。

3) 本项目陀螺刀治疗工作场所屏蔽和防护措施已按照环评及批复要求落实，在正常工作条件下运行时，工作场所周围所有监测点位的X- γ 辐射剂量率和治疗室通风风速等均能满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的要求。

4) 本项目陀螺刀治疗工作场所已按规定设置了工作指示灯、电离辐射警告标志，控制室设置了监视对讲装置及视频监控装置，机房内设有急停按钮，已落实环评及批复中相关要求。

5) 医院为本项目工作场所配备了1台巡检仪、1台固定式剂量报警仪，并为本项目配备了2台个人剂量报警仪等辐射监测仪器，已落实环评及批复中相关要求。

6) 辐射工作人员均已通过辐射防护安全与防护知识培训考核，并获得培训合格证书；辐射工作人员已开展个人剂量监测和个人职业健康体检，并建立个人剂量和职业健康档案；医院具有辐射安全管理机构，并建立内部辐射安全管理规章制度及辐射应急预案，已落实环评及批复中相关要求。

综上所述，宜兴市中西医结合医院（宜兴市红塔医院）新建陀螺刀治疗项目满足环评及批复中有关辐射管理的要求，环境保护设施满足辐射防护与安全的要求，监测结果符合国家标准，满足《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定要求，建议通过验收。

建议：

- 1) 本项目运行后，应按照标准要求定期开展工作场所辐射水平监测。
- 2) 认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规，不断提高核安全文化素养和安全意识；
- 3) 积极配合环保部门的日常监督核查，按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，每年1月31日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。每年请有资质单位对项目周围辐射环境水平监测1~2次，监测结果存档并上报生态环境保护主管部门。