

扬州大学附属医院新增1台后装  
治疗机项目  
竣工环境保护验收监测报告表

报告编号：瑞森（验）字（2023）第006号

建设单位：扬州大学附属医院

编制单位：南京瑞森辐射技术有限公司

二〇二三年七月

建设单位：扬州大学附属医院

法人代表（签字）：殷旭东

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）：扬州大学附属医  
院

████████████████████

████████

████████████████

██

████████████████

编制单位（盖章）：南京瑞森辐射技  
术有限公司

██

████████

████████████████

██

████████████████████

## 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 .....	14
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.....	23
表五 验收监测质量保证及质量控制.....	29
表六 验收监测内容.....	30
表七 验收监测期间生产工况.....	31
表八 验收监测结论.....	35

表一 建设项目基本情况

建设项目名称	扬州大学附属医院新增1台后装治疗机项目				
建设单位名称	扬州大学附属医院 (统一社会信用代码: 12321000468830552G)				
建设项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 退役				
建设地点	扬州市邗江中路368号				
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	
	III	/	/	/	
建设项目环评批复时间	2022年11月8日	开工建设时间	2022年11月		
重新申领辐射安全许可证时间	2023年4月4日	项目投入运行时间	2023年1月		
退役污染治理完成时间(退役项)	/	验收现场监测时间	2023年2月23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	江苏省华建建设股份有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	核辐康盛(北京)建筑工程有限公司		
投资总概算	600	辐射安全与防护设施投资总概算	80	比例	13.3%
实际总概算	600	辐射安全与防护设施实际总概算	80	比例	13.3%
备注	本项目 <sup>192</sup> Ir辐射安全许可证上证时间在2021年11月11日之前, 2022年医院改建原有后装机房, 2022年11月8日取得江苏省生态环境厅的批复, 由于医院新上设备, 于2023年4月4日重新申领了辐射安全许可证。				
验收依据	<b>建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度:</b> (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; (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(修正版), 2018年12月				

<p>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 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 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年修正本），生态环境部令 第20号，自2021年1月4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暂行办法》，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) 《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》，生态环境部公告[2018]第9号，2018年5月15日印发；</p> <p>(14) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订，2020年9月1日起施行；</p> <p>(15) 《国家危险废物名录》（2021年版），生态环境部令 第15号，2020年11月25日公布，2021年1月1日起施行；</p>
--

	<p>(16) 《关于印发〈污染影响类建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》，生态环境部办公厅，环办环评函[2020]688号，2020年12月13日印发；</p> <p>(17) 《放射源分类办法》，国家环境保护总局公告 2005年 第62号，2005年12月23日起施行。</p> <p><b>建设项目竣工环境保护验收技术规范：</b></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) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(5) 《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ 98-2020）。</p> <p><b>建设项目环境影响报告书（表）及其审批部门审批文件：</b></p> <p>(1) 《扬州大学附属医院新增 1 台后装治疗机项目环境影响报告表》，南京瑞森辐射技术有限公司，2022 年 9 月，见附件 2；</p> <p>(2) 《关于扬州大学附属医院新增 1 台后装治疗机项目环境影响报告表的批复》，审批文号：苏环辐（表）审[2022]48 号，江苏省生态环境厅，2022 年 11 月 8 日，见附件 3。</p>						
<p>验收监测 执行标准</p>	<p><b>人员年受照剂量限值：</b></p> <p>(1) 人员年有效剂量满足《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;"><b>表1-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值：</b></p> <table border="1" data-bbox="406 1491 1323 1899"> <thead> <tr> <th></th> <th>剂量限值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>职业照射限制</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。</td> </tr> <tr> <td>公众照射限制</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。</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管理目标值，本项目管理目标值见表1-2。</p>		剂量限值	职业照射限制	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。	公众照射限制	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。
	剂量限值						
职业照射限制	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。						
公众照射限制	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。						

表 1-2 工作人员职业照射和公众照射剂量约束值

项目名称	适用范围	剂量约束值
扬州大学附属医院新增 1 台后装治疗机项目	职业照射有效剂量	5mSv/a
	公众有效剂量	0.1mSv/a

**辐射管理分区：**

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。

**（1）控制区**

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。

**（2）监督区**

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，本项目后装机工作场所布局应遵循下述要求：

**5 选址、布局与分区要求****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）。

根据《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的要求，本项目后装机工作场所布局应遵循下述要求：

#### 6.1 布局要求

6.1.1 放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端；放射治疗机房及其辅助设施应同时设计和建造，并根据安全、卫生和方便的原则合理布置。

6.1.2 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。

6.1.3 治疗机房有用线束照射方向的防护屏蔽应满足主射线束的屏蔽要求，其余方向的防护屏蔽应满足漏射线及散射线的屏蔽要求。

6.1.4 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。

6.1.5 应合理设置有用线束的朝向，直接与治疗机房相连的治疗设备的控制室和其他居留因子较大的用室，尽可能避开被有用线束直接照射。

6.1.6 X射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路； $\gamma$ 刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。

#### 6.2 空间、通风要求

6.2.1 放射治疗机房应有足够的有效使用空间，以确保放射治疗设备的临床应用需要。

6.2.2 放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于4次/h。

### 工作场所放射防护安全要求：

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的要求，本项目后装机工作场所防护应遵循下述要求：

#### 6 放射治疗场所辐射安全与防护要求

##### 6.1 屏蔽要求

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。

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。

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。

#### 6.1.4 剂量控制应符合以下要求：

a) 治疗室墙和入口门外表面30cm处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面30cm处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围

剂量当量率应同时满足下列1)和2)所确定的剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ：

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 6.2.4 后装治疗室内应配备合适的应急贮源容器和长柄镊子等应急工具。

根据《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的要求，本项目后装机工作场所防护应遵循下述要求：

#### 6.3 屏蔽要求

##### 6.3.1 治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平

6.3.1.1 治疗机房（不包括移动式电子加速器治疗机房）墙和入口门外30cm处（关注点）的周围剂量当量率应不大于下述a)、b)和c)所确定的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ：

a) 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，由周剂量参考控制水平求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ，见式（1）：

$$\dot{H}_c \leq H_c / (t \times U \times T) \quad (1)$$

式中：

$\dot{H}_c$ --周围剂量当量率参考控制水平，单位为微希沃特每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

$H_c$ --周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周（ $\mu\text{Sv/周}$ ），其值按如下方式取值：放射治疗机房外控制区的工作人员： $\leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；放射治疗机房外非控制区的人员： $\leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

t--设备周最大累积照射的小时数，单位为小时每周（h/周）；

U--治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子；

	<p>T--人员在关注点位置的居留因子，取值方法参见附录 A。</p> <p>b) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高周围剂量当量率参考控制水平<math>\dot{H}_{c,max}</math>：</p> <p>人员居留因子 <math>T &gt; 1/2</math> 的场所：<math>\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv/h}</math>；</p> <p>人员居留因子 <math>T \leq 1/2</math> 的场所：<math>\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}</math>。</p> <p>c) 由上述a) 中的导出周围剂量当量率参考控制水平 <math>\dot{H}_c</math> 和 b) 中的最高周围剂量当量率参考控制水平<math>\dot{H}_{c,max}</math>，选择其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平<math>\dot{H}_c</math>。</p> <p>6.3.1.2对移动式电子加速器治疗机房墙和入口门外30 cm处，当居留因子<math>T \geq 1/2</math>时，其周围剂量当量率参考控制水平为 <math>\dot{H}_c \leq 10 \mu\text{Sv/h}</math>，当<math>T &lt; 1/2</math>时，<math>\dot{H}_c \leq 20 \mu\text{Sv/h}</math>。</p> <p>6.3.2 治疗机房顶屏蔽的周围剂量当量率参考控制水平</p> <p>6.3.2.1 在治疗机房上方已建、拟建二层建筑物或在治疗机房旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点至机房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗机房顶外表面30cm处，或在该立体角区域内的高层建筑物中人员 驻留处，周围剂量当量率参考控制水平同6.3.1。</p> <p>6.3.2.2除6.3.2.1的条件外，若存在天空反射和侧散射，并对治疗机房墙外关注点位置照射时，该项辐射和穿出机房墙透射辐射在相应处的周围剂量当量率的总和，按 6.3.1 确定关注点的周围剂量当量率作为 参考控制水平。</p> <p>6.3.3 屏蔽材料</p> <p>屏蔽材料的选择应考虑其结构性能、防护性能和经济因素，符合最优化要求，新建机房一般选用普通 混凝土。</p> <p>6.4 安全装置和警示标志要求</p> <p>6.4.1 监测报警装置</p> <p>含放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置，应确保其报警功能正常。</p> <p>6.4.2 联锁装置</p> <p>放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。</p> <p>6.4.3 标志</p> <p>医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志：</p> <p>a) 放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志；</p> <p>b) 放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。</p> <p>6.4.4 急停开关</p> <p>6.4.4.1 放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关 应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧 和控制台等处设置。</p> <p>6.4.4.2 放射源后装近距离治疗工作场所，应在控制台、后装机设备表面人员易触及位置以及治疗机房内 墙面各设置一个急停开关。</p>
--	---

	<p>6.4.5 应急储存设施</p> <p>6.4.5.1 <math>\gamma</math>源后装治疗设施应配备应急储源器。</p> <p>6.4.5.2 中子源后装治疗设施应配备符合需要的应急储源水池。</p> <p>6.4.6 视频监控、对讲交流系统</p> <p>控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。</p> <p><b>安全管理要求及环评要求：</b></p> <p>《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。</p>
--	---

## 表二 建设项目工程分析

### 项目建设内容:

扬州大学附属医院新增1台后装治疗机项目位于扬州市邗江中路368号，医院在西区医技楼负一楼原后装机预留机房进行防护结构建设、室内装修，并新增1台后装治疗机（型号：HM-HDR，内含1枚 $^{192}\text{Ir}$ 放射源，单枚最大装源活度为 $3.7\times 10^{11}\text{Bq}$ ，为III类放射源），用于腔内、组织间等肿瘤的放射治疗。本项目后装机房面积为 $24.5\text{m}^2$ （不含迷路），满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的机房面积应不小于20平方米的要求。

表2-1 扬州大学附属医院新增1台后装治疗机项目射线装置使用情况

序号	放射源名称	数量	活度 (Bq)	放射源类别	用途	备注
1	$^{192}\text{Ir}$	1	$3.70\times 10^{11}$	III类	腔内、组织间等肿瘤的放射治疗	已环评、已许可，本次验收

扬州大学附属医院新增1台后装治疗机项目实际建设情况与环评及其批复一致，无变动情况。

截止验收时，本项目已建设完成，相关配套设施与防护设施同步建设完成，具备竣工环境保护验收条件。

扬州大学附属医院于2019年11月11日取得关于 $^{192}\text{Ir}$ 的辐射安全许可证，证书编号为苏环辐证〔00613〕，种类和范围为“使用III类放射源；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”，于2023年4月4日重新申领辐射安全许可证，有效期至：2024年03月02日（见附件3）。

本次验收项目总投资为600万元，辐射安全与防护设施总投资为80万元，项目环评审批及实际建设情况见表2-2。

表2-2 扬州大学附属医院新增1台后装治疗机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	扬州市邗江中路368号			扬州市邗江中路368号	与环评一致	
周围环境	扬州大学附属医院新增1台后装治疗机项目	东侧	控制室、更衣室	控制室、更衣室	与环评一致	
		南侧	人员通道	人员通道	与环评一致	
		西侧	人员通道	人员通道	与环评一致	
		北侧	准备室	准备室	与环评一致	
		楼上	急诊室	急诊室	与环评一致	
		楼下	土层	土层	与环评一致	
		50m 范围	四周及上方	医技楼（后装机房所在楼栋）	医技楼（后装机房所在楼栋）	与环评一致
			东侧	病房楼	病房楼	与环评一致
			西侧	门诊楼	门诊楼	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	活度 (Bq)	放射源类别	工作场所名称	数量 (枚)	活度 (Bq)	放射源类别	使用场所	
<sup>192</sup> Ir	1	3.7×10 <sup>11</sup>	III类	西区医技楼负一楼	1	3.7×10 <sup>11</sup>	III类	西区医技楼负一楼	
<b>废弃物</b>									
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	通过动力通风装置排入外环境，臭氧在常温下约50分钟可自行分解为氧气	与环评一致
<sup>192</sup> Ir退役放射源	固体	<sup>192</sup> Ir	6.9×10 <sup>10</sup> Bq	/	/	/	不暂存	约180天更换一次，退役时活度约为6.9×10 <sup>10</sup> Bq，退役废源送生产厂家回收处理。	与环评一致
手术时产生的医用器具和药棉、纱布、手套等医用辅料	固态	/	/	/	/	/	暂存在机房内的废物桶，手术结束后集中收集	委托有资质单位进行处理。	与环评一致
医务人员产生的生活垃圾	固态	/	/	/	/	/	/	分类收集后交市政环卫部门处置	与环评一致

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L或Bq/kg或Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

**源项情况:**

扬州大学附属医院新增1台后装治疗机项目主要产生以下污染:

**1、电离辐射**

由本项目工程分析和产污环节可知,后装治疗项目主要产生以下放射性污染:

1) 后装机未使用时,放射源处于屏蔽位,少量的 $\gamma$ 射线会穿透屏蔽体,对进入治疗机房治疗室的人员及室外公众等产生照射;

2) 后装机在治疗过程中,机房治疗室内来自放射源的直射、散射和漏射 $\gamma$ 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;

3) 施源器、治疗床等表面因放射性物质所造成的 $\beta$ 放射性污染;

4)  $^{192}\text{Ir}$ 放射源使用到一定年限后产生退役的放射源,可能会对周围环境产生一定的危害。

**2、其他污染**

①废气:后装机治疗过程中发射的 $\gamma$ 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,臭氧在常温下约50分钟可自动分解为氧气。

②废水:工作人员产生的生活污水、医疗废水,将进入医院污水处理系统,处理达标后排入城市污水管网。

③固体废物:本项目后装治疗机手术过程中医疗废物委托有资质单位进行处置。生活垃圾分类收集后交市政环卫部门处置。

**工程设备与工艺分析:****1、工作原理**

后装治疗是放射治疗的一种方法,所谓后装就是预先在患者需要治疗的部位正确地放置施源器,然后采用自动或手动控制,将贮源器内放射源输入施源器内实施治疗的技术。后装治疗属近距离放疗,治疗时依照临床要求,使 $\gamma$ 放射源在人体自然腔、管道或组织间驻留而达到预定的剂量及其分布的治疗手段,后装治疗具有治疗距离短、局部剂量高、周边剂量迅速跌落的特点,主要治疗不同部位的肿瘤以及手术难以切净,而周围又有重要脏器限制外照射剂量

的患者，如胰腺、胆管、膀胱癌、直肠癌及头颈部恶性肿瘤等。

## 2、工作流程及产污环节

后装机工作时，主要辐射污染是 $\gamma$ 射线、及少量臭氧(O<sub>3</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)，见图2-1。

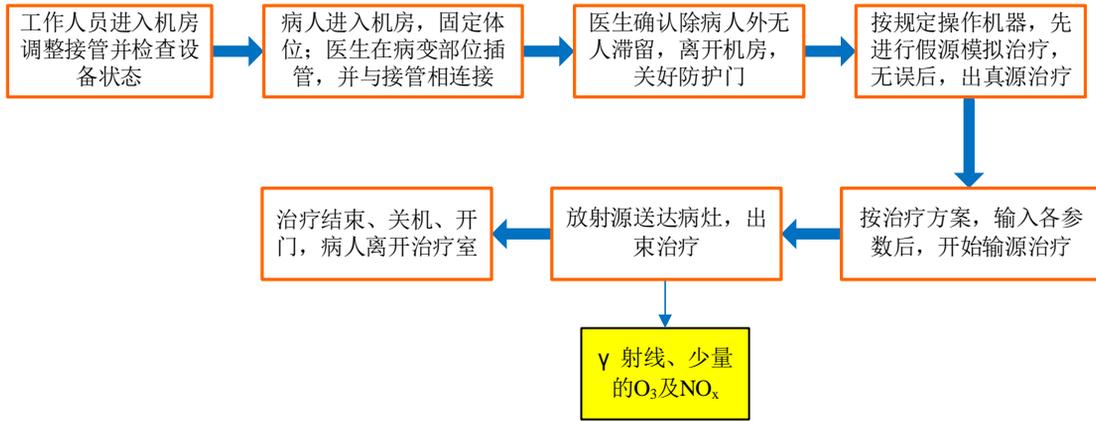


图 2-1 本项目工作流程及产污环节示意图

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

**布局：**扬州大学附属医院位于扬州市邗江中路 368 号，本项目位于医院西区医技楼负一楼，其东侧为控制室、更衣室，南侧、西侧为人员通道，北侧为准备室，机房上方为急诊室，机房下方为土层。

扬州大学附属医院新增 1 台后装治疗机项目房间由后装机房和控制室组成，机房控制室与治疗机房分开单独布置，区域划分明确，项目布局合理，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的相关要求。

**辐射防护分区：**根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。医院将后装机房作为辐射防护控制区，与机房相邻的控制室、更衣室划为监督区，在控制区的进出口处设立醒目的电离警告标志及中文警示说明，监督区不采取专门的防护手段和安全措施，但应定期对该区的外照射辐射剂量水平进行检测与评价。除辐射工作人员外，其他人员严格限制进入。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》（GB 18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。

本项目工作场所平面布置及两区划分示意图见图3-2。



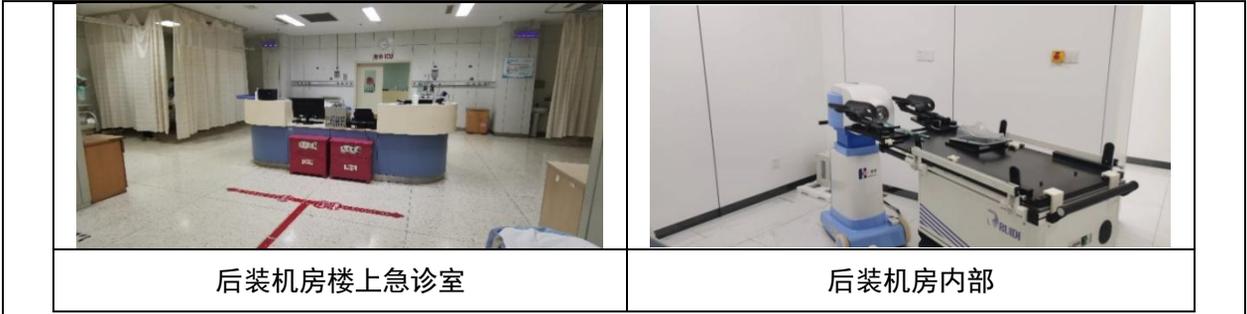


图3-1 本项目后装机房周围环境图

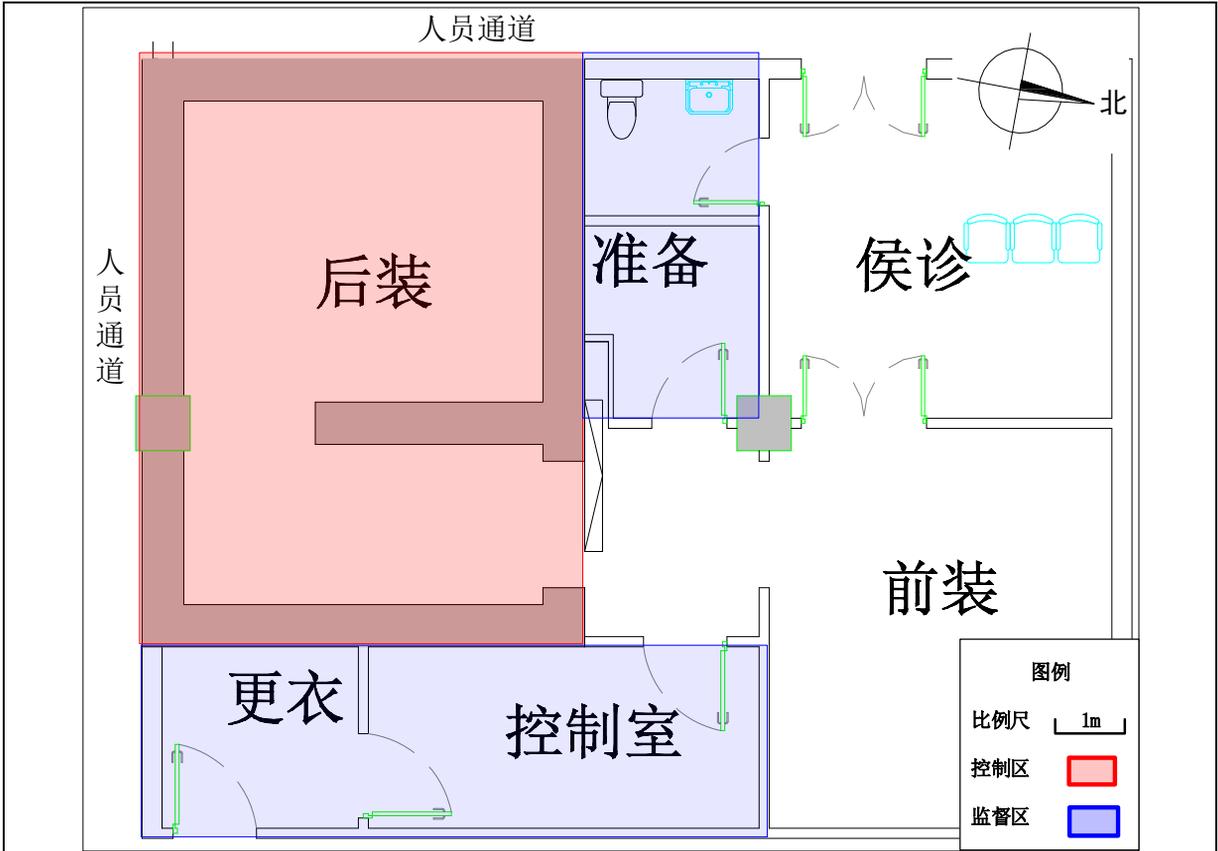


图3-2-1 本项目工作场所平面布置及两区划分示意图



图3-2-2 本项目工作场所控制区、监督区标志

## 2、工作场所屏蔽设施建设情况

本项目后装机房在原有屏蔽防护基础（混凝土）上增加铅板进行防护，其屏蔽设施建设情况见表3-1，改造情况见图3-3。

表 3-1 本项目后装机房屏蔽防护设计及落实情况一览表

位置	屏蔽体	主要屏蔽材料及厚度		落实情况	
		环评时设计	实际建设		
后装机房	北墙	500mm砼+8mm铅	500mm砼+8mm铅	已落实	
	西墙	500mm砼+8mm铅	500mm砼+8mm铅	已落实	
	南墙	500mm砼+8mm铅	500mm砼+8mm铅	已落实	
	东墙	迷路内墙	500mm砼	500mm砼	已落实
		迷路外墙	北段500mm砼	北段500mm砼	已落实
			南段500mm砼+8mm铅	南段500mm砼+8mm铅	已落实
	顶部	120mm砼+30mm铅	120mm砼+30mm铅	已落实	
防护门	8mm铅板	8mm铅板	已落实		

注：1、混凝土密度不低于 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ，铅密度为 $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ 。

- (一) 2、3、4号墙体内侧增加8mm铅板或者相当于8mm铅防护能力混凝土。
- (二) 5号墙体画红线部分增加8mm铅板或者相当于8mm铅防护能力混凝土。
- (三) 屋顶画蓝色区域增加30mm铅板防护或者相当于30mm铅防护能力混凝土。

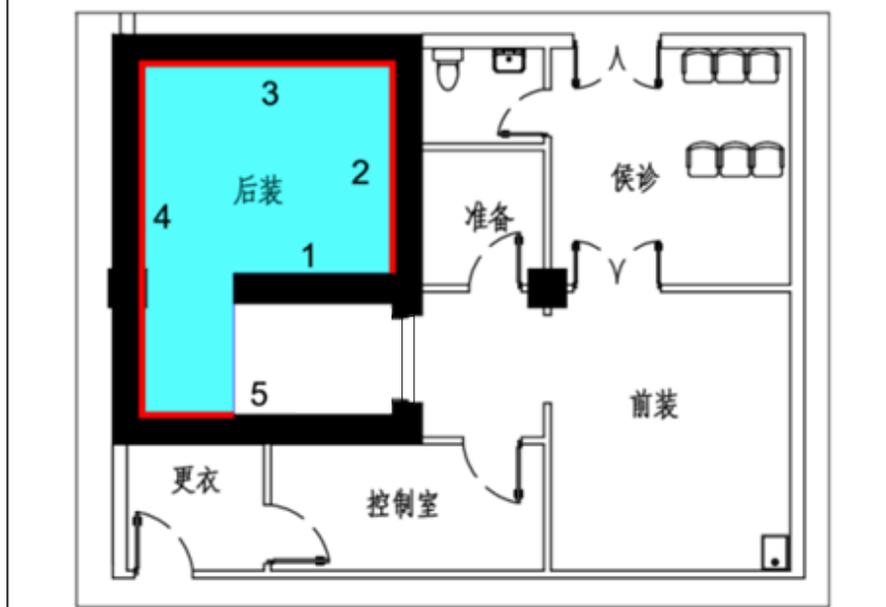


图3-3本项目后装机房改造情况示意图

### 3、辐射安全与防护措施

#### (1) 电离辐射警告标志

本项目后装机房入口处设置粘贴电离辐射警告标志、中文警示说明、工作状态指示灯，灯箱处设置警示标语，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）规范的电离辐射警告标志的要求（见图 3-5）。

#### (2) 门灯联锁及门机联动

本项目后装治疗机房的防护门设置有门机联锁装置，只有患者入口防护门关闭到位时才能启动设备工作。同时，防护门设置了手动开门装置，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后装治疗设备的安全位置。

#### (3) 观察窗或视频监控装置及对讲装置

为防止放射治疗过程中的误操作、防止工作人员和公众受到意外照射，本项目为后装机房配备了对讲装置和影像监视系统，经现场检查，该对讲装置和视频监控装置运行正常（见图3-4）。

#### (4) 急停按钮

本项目后装治疗项目在治疗室内侧墙壁及控制上均设有急停按钮并有中文说明（见图3-6），当出现紧急情况时，按下急停按钮即可关闭设备，后装机会执行紧急收源程序。经现场核查有效。

#### (5) 自主监测仪器

本项目配备有辐射巡测仪1台、个人剂量报警仪2台，固定式剂量辐射监测仪1套（见图3-8），辐射工作人员工作时将佩带个人剂量计，以监测累积受照情况。



语音对讲



监控装置

图3-4 视频监控装置及对讲系统



图3-5 工作状态指示灯与电离辐射标志



图3-6 急停按钮



图 3-8 本项目后装机房内通风



辐射巡测仪

个人剂量报警仪

固定式剂量辐射监测仪

图3-8 本项目配备的自主监测仪器

(6) 人员监护

医院已为本项目配备4名辐射工作人员，满足目前后装机工作负荷需求。4名辐射工作人员均已参加辐射安全与防护培训并通过考核，取得合格证书。辐射工作人员培训证书见附件5，名单见表3-2。

表3-2 本项目配备的职业人员名单

■	■	■	■	■■■■■■■■■■	■
■	■	■	■	■■■■■■■■■■	■■■■■■
■	■	■	■	■■■■■■■■■■	
■■■■	■	■	■	■■■■■■■■■■	
■■■■	■	■	■	■■■■■■■■■■	

医院已安排辐射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5、附件6。

#### 4、其它环境保护设施

后装机房内空气在 $\gamma$ 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，本项目机房采用动力排风装置将臭氧及氮氧化物排入大气，臭氧常温下约50分钟可自行分解为氧气。根据《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）第6.2.2条款的要求：放射治疗机房设置强制排风系统，进风口设在放射治疗机房上部，排风口设在治疗机房下部，进风口与排风口位置对角设置，以确保室内空气充分交换。本项目通风情况见图3-7。

#### 5、放射源的管理

医院已制定《扬州大学附属医院辐射安全事件应急预案》，对放射源的安全管理制定了相应的处理措施。医院定期安排人员核实后装治疗装置中的放射源，核实时有2人在场。治疗结束后，医院用辐射巡测仪和表面沾染仪进行监测，确定放射源回到后装治疗设备的安全位置。本项目新购放射源购置时已办理《放射源进口审批表》（见附件7），并与成都恒众源科技有限公司签订了废旧放射源处理协议，见附件8。

后装治疗室内应配有合适的储源容器、长柄镊子等应急设备。储源容器和长柄镊子见图3-9。



图3-9 后装治疗室储源容器及长柄镊子

表3-4 扬州大学附属医院新增1台后装治疗机项目环评及批复落实情况一览表

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
辐射安全管理	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境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。	已成立辐射安全管理领导小组，以制度形式明确了管理人员职责。	已落实
	管理制度：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。	建立健全辐射安全与防护规章制度并严格执行。	已制定以下管理制度：《扬州大学附属医院辐射安全事件应急预案》《后装机使用操作规程》《放射性从业人员培训准入制度》《扬州大学附属医院辐射防护监测方案》《辐射防护和安全保卫制度》《扬州大学附属医院仪器管理、操作、保养、维修制度》。	已落实
辐射防护措施	四侧墙体：北墙、西墙、南墙为500mm 砼+8mm铅，东墙迷路内墙为500mm 砼，迷路外墙的北段为500mm 砼、南段为500mm 砼+8mm 铅； 顶面：120mm 砼+30mm 铅 防护门：8mm 铅板；	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》（GB 18871-2002）中相应的剂量限值要求。	四侧墙体：北墙、西墙、南墙为500mm 砼+8mm 铅，东墙迷路内墙为500mm 砼，迷路外墙的北段为500mm 砼、南段为500mm 砼+8mm 铅； 顶面：120mm 砼+30mm 铅 防护门：8mm 铅板；	已落实
辐射安全措施	本项目后装机房入口处均拟设置“当心电离辐射”警告标志和工作状态指示灯；后装机房设有闭门装置，机房内外均设置有急停按钮。	定期检查辐射工作场所工作指示灯、电离辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。	机房防护门上设置电离辐射警告标志，防护大门上方设置工作状态指示灯，防护门设有闭门装置机房内外均设置急停按钮。	已落实
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员参加辐射安全与防护学习及培训，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	工作人员均已取得辐射安全与防护知识考核合格证书，且均在有效期内，详见附件5。	已落实
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定		医院已委托扬州市疾病预防控制中心对辐射工	

核查项目	“三同时”措施	环评批复要求	执行情况	结论
	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。	人剂量档案和职业健康档案。	作人员进行个人剂量监测，并建立个人剂量档案，详见附件6。	
	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。		医院已组织辐射工作人员定期进行职业健康体检，详见附件5。	
监测仪器和防护用品	拟配备辐射巡测仪1台。	配备必要的个人防护用品。辐射工作人员工作时需随身携带辐射报警仪和个人剂量计。配备 1 台环境辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪。	医院已配备1台辐射巡测仪、2台个人剂量报警仪、1套固定式辐射剂量监测仪。	已落实
	拟配备个人剂量报警仪2台。			
	拟配备1套固定式辐射剂量监测仪。			
辐射监测	/	定期对项目周围辐射水平进行检测，及时解决发现的问题。每年请有资质的单位对项目周围辐射水平监测 1-2 次，结果报生态环境部门。	每年请有资质单位对辐射工作场所进行监测。	已落实

## 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

## 一、项目概况

扬州大学附属医院拟将西区医技楼负一楼原后装机预留机房进行室内装修、防护结构建设，并新增使用 1 台后装治疗机（型号：HM-HDR 型，内含 1 枚  $^{192}\text{Ir}$  放射源，最大装源活度为  $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ），用于腔内、组织间等肿瘤的放射治疗。

## 二、项目建设的必要性及产业政策符合性

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，可为患者提供放射治疗服务，并可提高当地医疗卫生水平。对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修正）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），不属于“限制类”或“淘汰类”项目，符合国家和江苏省现行的产业政策。

## 三、实践正当性

本项目的运行，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》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

## 四、选址合理性

扬州大学附属医院西院区位于扬州市邗江中路 368 号，西院区东侧为邗江中路，南侧为三盛国际广场、扬州市邗江区妇幼保健所，西侧为引潮河、引潮河公园、新港名仕花园，北侧为山姆月城明珠园小区。

医院拟在医技楼负一楼改建的 1 座后装机房内新增使用 1 台后装治疗机，医技楼位于院内东侧，其东侧为院内道路，南侧为门诊楼，西侧为院内道路、病房楼（住院部），北侧为住院部入口处。

本项目后装机房位于西区医技楼负一楼，为原预留后装机房进行室内装

修、防护结构完善建设。东侧为控制室、更衣室，南侧、西侧为人员通道，北侧为准备室，机房上方为急诊室，机房下方为土层。

本项目后装机房周围 50m 评价范围内均位于医院边界内，50m 评价范围主要为院内建筑，项目运行后的环境保护目标主要为从事本项目的辐射工作人员、院内的其他医务人员、病患和院内公众等。

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。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），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域。根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题，根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。

本项目后装机房与控制室分开，控制区、监督区划分明确，选址及布局合理。

## 五、辐射环境现状

本项目后装机房拟建址周围本底辐射剂量率在 68nGy/h~90nGy/h 之间，与江苏省扬州市环境天然  $\gamma$  辐射水平调查结果相比较，未见异常。

## 六、环境影响评价

根据理论估算结果，扬州大学附属医院新增 1 台后装治疗机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）。

## 七、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

扬州大学附属医院拟配备的后装治疗机内含 1 枚  $^{192}\text{Ir}$  放射源，最大装源活度为  $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$ ，为 III 类放射源。后装治疗机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  $\gamma$  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。后装机治疗室入口处设置有电离辐射警告标志和工作状态指示灯；贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；后装机治疗室拟安装门-机联锁装置；后装机控制台上、治疗室内拟设置紧急停机按钮，并明确标识和使用方法；后装机治疗室设有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能；后装机治疗室内拟安装固定式辐射剂量监测仪并有报警功能；后装机治疗室迷道入口、迷道内及治疗室内安装电视监控，并在控制室和治疗室之间设置对讲系统；设置安全联锁系统，该系统一旦被触发后，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，工作完成后将及时进行联锁恢复及功能测试；后装机治疗室内配备合适的储源容器和长柄镊子等设备；治疗室与控制室之间的设备电缆通道“Z”型布置，穿墙管斜向布置不影响辐射防护性能，管内预留牵引线。医院承诺退役  $^{192}\text{Ir}$  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。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

## 八、辐射安全管理评价

扬州大学附属医院已设定专门的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。医院已制定较为完善的辐射安全管理制度，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。

扬州大学附属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。扬州大学附属医院拟配备辐射巡测仪 1 台、个人剂量报警仪 2 台。

综上所述，扬州大学附属医院新增 1 台后装治疗机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，最长不超过 12 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]48号

### 关于扬州大学附属医院新增1台后装治疗机项目 环境影响报告表的批复

扬州大学附属医院：

你单位报送的《扬州大学附属医院新增1台后装治疗机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。项目地点位于扬州市邗江中路368号医院西院区。项目内容：对医技楼负一楼原后装机预留机房进行改造装修，改造完成后，新增1台后装机(内含1枚 $^{192}\text{Ir}$ 放射源，单枚活度为 $3.7\times 10^{11}\text{Bq}$ ，属Ⅲ类放射源)用于放射治疗，详见《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)放射源转让须及时到生态环境部门办理审批与备案手续。

(三)定期检查辐射工作场所门机连锁、急停按钮、工作指示灯、辐射警告标志等安全设施，确保正常工作。

(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扬州市生态环境局,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、扬州市生态环境局,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 5-1。

表5-1检测使用仪器

序号	仪器名称	仪器型号	仪器编号	主要技术指标
1	X-γ剂量率仪	AT1123	NJRS-125	能量响应：15keV~10MeV 测量范围：50nSv/h~10Sv/h 检定证书编号：Y2022-0109283 检定有效期限：2022.11.14~2023.11.13
2	风速仪	F30J	NJRS-065	校准证书编号：H2022-0115345 校准有效期限：2022.11.30~2023.11.29

#### 3、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。

#### 4、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23日，南京瑞森辐射技术有限公司对扬州大学附属医院新增1台后装治疗机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

设备名称型号	技术参数	验收监测工况	使用场所
后装治疗机 (型号: HM-HDR)	$^{192}\text{Ir}$ 出场活度: $3.7 \times 10^{11}\text{Bq}$	$^{192}\text{Ir}$ 检测时活度: $2.17 \times 10^{11}\text{Bq}$	后装机房

#### 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- $\gamma$ 辐射剂量率。

#### 3、监测点位

对后装机工作场所场所及周围环境布设监测点，特别关注控制区、监督区边界，监测X- $\gamma$ 辐射剂量率，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）及《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）的标准要求进行监测、分析。

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：扬州大学附属医院

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23日

天气：小雨，8℃，63%RH

监测项目：X-γ辐射剂量率

验收监测期间运行工况见表6-1。

## 验收监测结果：

## 1、辐射防护监测结果

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）	19	出源
2	防护门外 30cm 处（中间）	19	出源
3	防护门外 30cm 处（右缝）	28	出源
4	防护门外 30cm 处（上缝）	18	出源
5	防护门外 30cm 处（下缝）	19	出源
6	北墙外 30cm 处	<MDL	出源
7	北墙外 30cm 处	<MDL	出源
8	东墙外 30cm 处	<MDL	出源
9	东墙外 30cm 处	<MDL	出源
10	操作位	<MDL	出源
11	南墙外 30cm 处	49	出源
12	南墙外 30cm 处	$2.21 \times 10^2$	出源
13	西墙外 30cm 处	$3.61 \times 10^2$	出源
14	西墙外 30cm 处	$3.21 \times 10^2$	出源
15	距机房楼上地面 30cm 处	<MDL	出源

16	距机房楼上地面 30cm 处	<MDL	出源
17	贮源器表面 5cm 处	$1.25 \times 10^4$	贮存
18	贮源器表面 100cm 处	$7.11 \times 10^2$	贮存

本次监测结果详见附件 9。本项目后装机房周围 X-γ 辐射剂量率监测结果见表 7-1，监测点位见图 7-1，后装机房通风风速检测结果见表 7-2。

表 7-1 后装机房周围 X-γ 辐射剂量率检测结果

注：1.测量结果已扣除本底值，本底值为 129nSv/h，最低探测水平（MDL）为 15nSv/h；  
2.机房下方为泥土层，人员无法到达。

由表 7-1 检测结果可知，后装治疗机（型号：HM-HDR）正常工作（检测工况：出源状态）时，机房周围的 X-γ 辐射剂量率为（<MDL~ $3.61 \times 10^2$ ）nSv/h，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的标准要求。



图 7-1 后装机房周围 X-γ 辐射剂量率现场检测点位示意图

表 7-2 后装治疗机工作场所通风速率检测结果

机房容积 ( $m^3$ )	平均风速 (m/s)	通风量 ( $m^3/h$ )	换气次数 (次/小时)	标准限制 (次/小时)	单项结论
	排风口				
60	5.5	642	10.7	不小于4	符合

注：排风口面积为 $0.18m \times 0.18m$ 。

本次检测，该院后装治疗机工作场所换气次数为10.7次/小时，符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）的要求。

## 2、辐射工作人员和公众年有效剂量分析

根据建设单位提供的辐射工作人员个人累计剂量监测报告及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，计算未扣除环境本底剂量率。

### （1）辐射工作人员

目前扬州大学附属医院为本项目配备 4 名辐射工作人员，满足本项目目前的配置要求。本项目辐射工作人员采用个人累计剂量监测结果计算其年有效剂量。根据建设单位提供的 2023 年 1 月-2023 年 3 月个人累计剂量监测报告（报告编号：2023 第一季度（0112-0414）60033），其辐射工作人员个人累积剂量监测结果见表 7-3。

表 7-3 辐射工作人员个人累积剂量监测结果

姓名	性别	身份证号
██████	██████	████████████████████
██████	██████	████████████████████
██████	██████	████████████████████
██████	██████	████████████████████
██████	██████	████████████████████

由表 7-3 可知，根据建设单位提供的个人累积剂量监测报告，结果显示截止验收时本项目辐射工作人员个人累积剂量最大不超过 0.18mSv，未见异常。

根据附件9中的验收监测数据计算本项目工作场所的辐射工作人员的年有效剂量，其结果见表7-4。

表 7-4 本项目辐射工作人员年有效剂量分析

姓名	性别	身份证号	年有效剂量 (mSv)	是否超标
██████	██████	████████████████████	██████	否
██████	██████	████████████████████	██████	否
██████	██████	████████████████████	██████	否
██████	██████	████████████████████	██████	否

注：1.计算时已扣除环境本底剂量；

2.工作人员的年有效剂量由公式 $E_{\text{eff}} = D \cdot t \cdot T \cdot U$ 进行估算，式中： $E_{\text{eff}}$ 为年有效剂量， $D$ 为关注点处剂量率， $t$ 为年工作时间（取值参照环评文件）， $T$ 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，本项目周围公众年有效剂量均不超过 0.01mSv，控制室操作位的辐射工作人员的年有效剂量<0.001mSv，贮源器表面的辐射工作人员的年有效剂量为 1.25mSv，低于本项目工作人员个人剂量管理目标限值。

(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。根据本项目现场实际监测结果，结合周围公众居留情况，对公众人员年有效剂量进行计算分析，结果见表 7-5。

表 7-5 本项目周围公众人员年有效剂量分析


注：1.计算时已扣除环境本底剂量；

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

综上所述，本项目周围辐射工作人员和公众年有效剂量根据个人剂量累积监测结果及实际监测预算结果计算为：截止验收时，辐射工作人员累积剂量最大不超过0.18mSv，控制室操作位的辐射工作人员年有效剂量小于0.001mSv，贮源器表面的辐射工作人员的年有效剂量为1.25mSv，周围公众年有效剂量均不超过0.01mSv。辐射工作人员和公众年有效剂量均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）限值的要求（职业人员20mSv/a，公众1mSv/a），并低于本项目剂量约束值（职业人员5mSv/a，公众0.1mSv/a），与环评文件一致。

## 表八 验收监测结论

### 验收监测结论:

扬州大学附属医院新增 1 台后装治疗机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) 在西区医技楼负一楼原后装机预留机房进行室内装修、防护结构建设, 并新增使用 1 台后装治疗机(型号: HM-HDR 型, 内含 1 枚  $^{192}\text{Ir}$  放射源, 最大装源活度为  $3.7 \times 10^{11} \text{Bq}$ ), 用于腔内、组织间等肿瘤的放射治疗。

本项目实际建设规模及主要技术参数均在《扬州大学附属医院新增 1 台后装治疗机项目环境影响报告表》及其环评批复建设范围内, 无变动情况。

2) 扬州大学附属医院新增 1 台后装治疗机项目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- $\gamma$  辐射剂量率均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021) 和《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020) 的要求。

3) 辐射工作人员和公众年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中人员剂量约束值要求。

4) 本项目后装机房防护门均设置电离辐射警告标志和中文警示说明; 防护大门上方设置工作状态指示灯及闭门装置; 后装机房与操作室内安装双向语音对讲装置; 机房内外均设置急停按钮。后装治疗机房的防护门设置有门机联锁装置, 防护门设置了手动开门装置, 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后装治疗设备的安全位置。本项目辐射安全措施满足《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) 的标准要求。

5) 后装机房内均设置动力通风装置, 换气次数为 10.7 次/小时, 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) 的标准要求。

6) 医院配备了 1 台辐射巡测仪、2 台个人剂量报警仪、1 套固定式辐射剂量监测仪, 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) 的标准要求。

7) 本项目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；本项目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；医院已设立辐射安全管理机构，并建立内部辐射安全管理规章制度。满足《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求。

综上所述，扬州大学附属医院新增1台后装治疗机项目与环评报告内容及批复要求一致。本次验收扬州大学附属医院新增1台后装治疗机项目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，建议通过竣工环境保护验收。

**建议：**

1) 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；

2) 积极配合生态环境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，监测结果上报生态环境主管部门。