

南京明基医院二期新建工程（肿瘤中心）建设项目

环境影响报告书

（第二次信息公开文本）

南京明基医院有限公司

二零二六年六月

说明

中国原子能科学研究院受南京明基医院有限公司委托开展“南京明基医院二期新建工程（肿瘤中心）建设项目”的环境影响评价。现根据国家、江苏省及南京市法规及规定，并经南京明基医院有限公司同意向公众进行第二次信息发布，公开环评内容。本文本内容为现阶段环评成果。下一阶段，将在听取公众、专家等各方面意见的基础上，进一步修改完善。

目录

| | | |
|-------|-------------------------|----|
| 1 | 建设项目概况..... | 1 |
| 1.1 | 项目背景 | 1 |
| 1.2 | 建设地点 | 2 |
| 1.3 | 建设内容 | 3 |
| 1.4 | 产业政策和规划符合性 | 3 |
| 1.4.1 | 产业政策符合性 | 3 |
| 1.4.2 | 规划符合性分析 | 4 |
| 1.5 | 编制依据 | 4 |
| 1.5.1 | 法律法规..... | 4 |
| 1.5.2 | 技术导则、标准..... | 6 |
| 1.5.3 | 其它文件、资料..... | 7 |
| 1.6 | 评价标准 | 7 |
| 1.6.1 | 剂量限值和剂量约束值 | 7 |
| 1.6.2 | 辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制水平 | 8 |
| 1.7 | 放射性废物排放标准 | 9 |
| 1.7.1 | 放射性废液..... | 9 |
| 1.7.2 | 放射性固体废物管理..... | 10 |
| 1.8 | 评价范围和保护目标 | 12 |
| 1.8.1 | 评价范围 | 12 |
| 1.8.2 | 环境保护目标 | 13 |

| | | |
|-------|-----------------------------|----|
| 2 | 建设项目环境影响预测及拟采取的主要措施和效果..... | 14 |
| 2.1 | 辐射污染源 | 14 |
| 2.2 | 主要环境影响及其预测评价结果 | 14 |
| 2.3 | 辐射防护与环境保护措施 | 14 |
| 2.3.1 | 辐射工作场所分区 | 14 |
| 2.3.2 | 辐射屏蔽 | 15 |
| 2.3.3 | 辐射安全联锁系统 | 15 |
| 2.3.4 | 工作场所辐射监测 | 16 |
| 2.3.5 | 放射性三废处理 | 17 |
| 2.4 | 事故和风险防范措施 | 18 |
| 2.4.1 | 事故分析..... | 18 |
| 2.4.2 | 风险防范措施..... | 18 |
| 2.5 | 建设单位拟采取的辐射监测计划和安全 管理 | 19 |
| 2.5.1 | 辐射监测计划 | 19 |
| 2.5.2 | 辐射安全管理 | 19 |
| 3 | 环境影响评价结论..... | 20 |
| 4 | 联系方式..... | 20 |

1 建设项目概况

1.1 项目背景

根据世界卫生组织国际癌症研究机构（IARC）发布的 2022 年全球最新癌症数据，中国已经成为了名副其实的“癌症大国”。2022 年全球新发癌症病例 1996 万例，死亡 974 万例。其中中国新发癌症病例 482 万例（24.15%），死亡病例 321 万例（32.96%）。同期美国新发癌症病例 237 万例（11.87%），而死亡仅 64 万例（6.57%）。同期死亡人数与新发肿瘤患者人数比为中国 66.60%，美国为 27.00%。上述数据显示，在肿瘤的新发病例数、死亡数癌症中国已经是居于世界的第一位，其年度死亡与新发病例之比明显高于美国。研究表明，中国与美国的肿瘤新发原因及疾病构成比、死亡原因及疾病构成比有一定的差异，其中的预防与治疗的主要手段上的差异占据了比较高的比例。尤其是肿瘤放射治疗的设备普及率、设备种类的差异是主要原因。对于中国而言，将癌症预防和治疗干预纳入卫生计划，将有助于降低未来的癌症负担，同时推动抗癌创新药物的发展，“预防+治疗”双管齐下，才能更好的降低癌症负担，护卫人民健康。

放射治疗作为肿瘤治疗的主要方法，在恶性肿瘤的治疗中发挥越来越重要的作用。在发达国家，55%的恶性肿瘤可得到治愈，27%是通过手术而获得治愈，而放射治疗可使 22%的恶性肿瘤患者获得长期生存，在美国、日本等国家，接受放疗者约占当年新发病例的 50~60%。在我国这个比例还仅为不足 30%。预计未来 20 年，中国接受放射治疗的癌症患者将逐步增加。

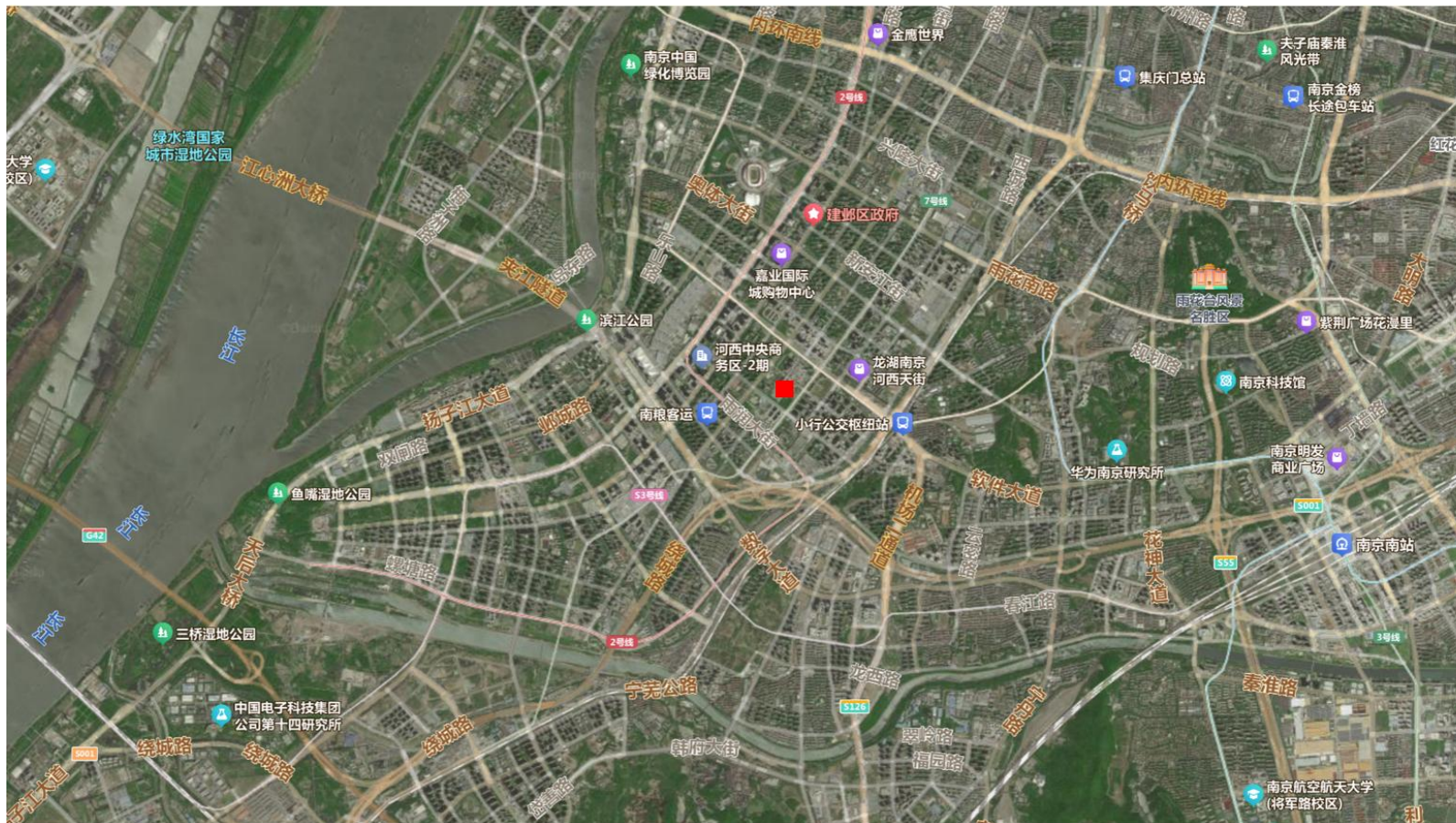
目前，江苏省乃至长三角地区，同时拥有质子与硼中子两类尖端放疗设备的综合性医疗中心尚属空白。为提升区域肿瘤综合诊治能力的迫切需要，优化重大医疗资源布局，缓解群众跨区域就医负担的迫切需要，在南京建邺区建设该中心，能够优化全省高端医疗资源布局，使江苏省及周边区域患者就近即可获得国际最前沿的放疗技术服务，极大缓解群众“看病难、看病贵”的问题，是实实在在的民生工程、健康福祉工程。同时，高端精准放疗中心的建立，将极大增强南京明基医院乃至南京市、江苏省在国内外医疗卫生领域的影响力与吸引力。它不仅能为在苏工作生活的外籍人士、海外华侨提供与国际接轨的顶尖医疗服务，也能吸引国内其他地区的患者前来就医，带动医疗旅游、专业培

训、国际学术交流等相关产业发展，对于提升南京的城市国际化水平、优化营商环境、建设吸引和集聚人才的平台具有显著推动作用，受到省、市、区各级领导的大力支持。

南京明基医院作为大型三级甲等综合医院，具备较强的多学科协作诊疗基础和丰富的肿瘤综合治疗经验。同时配置质子与硼中子设备，能够构建起覆盖更广谱肿瘤类型、适应更复杂病情需求的国际领先精准放疗体系，为患者提供“一站式”最佳治疗方案选择，显著提升区域对疑难复杂肿瘤的救治能力。

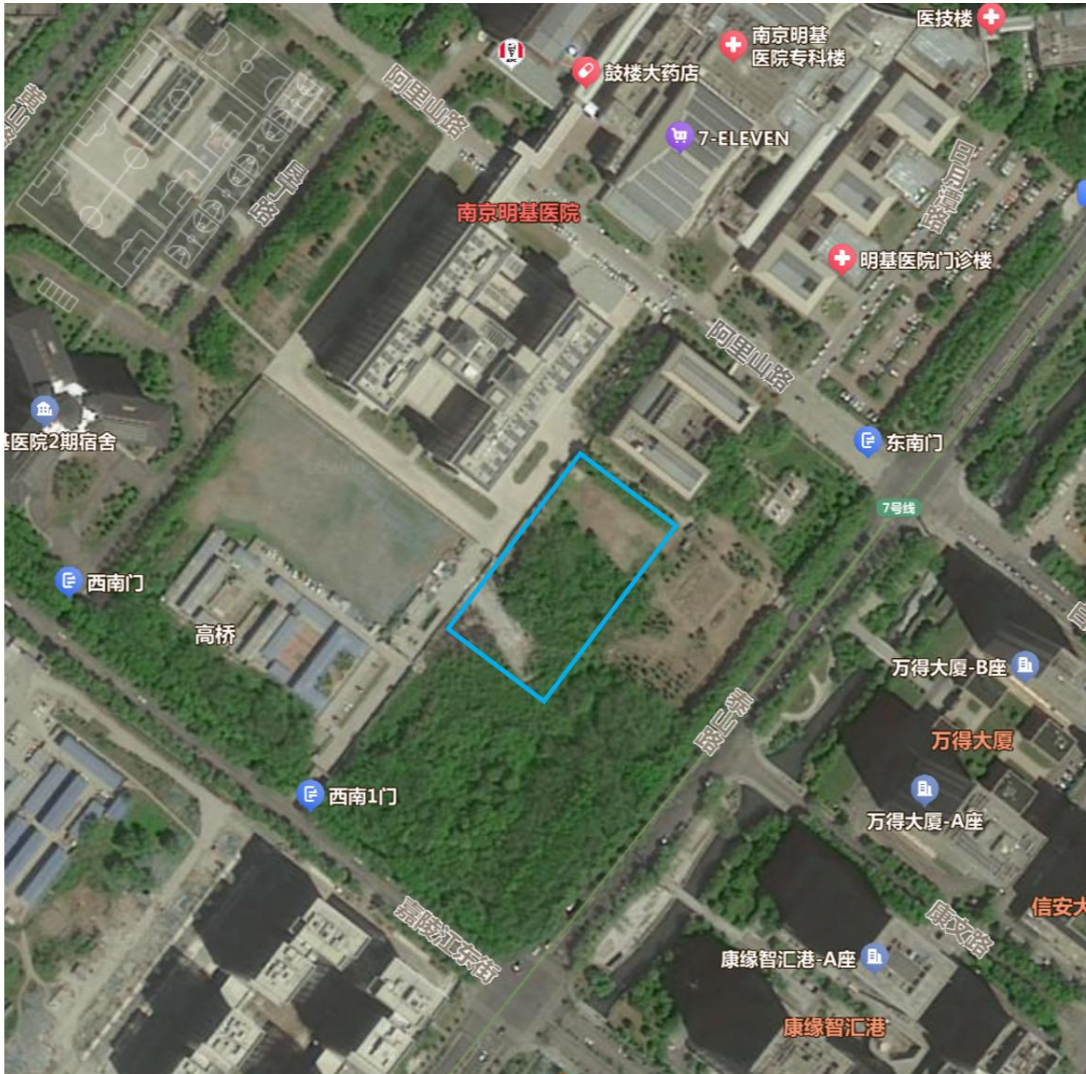
1.2 建设地点

本项目位于南京市建邺区河西大街 71 号。地理位置图见图 1-1，项目周边关系图如图 1-2 所示。



↑北
图例：
■ 本项目所在位置

图 1-1 本项目地理位置图



↑北
图例：
□ 本项目所在区域

图 1-2 项目周边关系图

1.3 建设内容

南京明基医院二期新建工程（肿瘤中心）建设项目占地面积 3500 m²，建筑面积 30500 m²，地下 2 层，地上 8 层，总建筑高度 39.0m。

本次环评主要及核技术利用部分的建设内容，包括：

（1）新增使用 1 套质子治疗装置，质子最大能量 230MeV/u，属于 I 类射线装置；

（2）新增使用 1 套硼中子俘获治疗系统（以下简称“BNCT”），质子最高能量为 30MeV，属于 II 类射线装置；

（3）新增使用 1 台最大 X 射线能量 10MV 的医用电子直线加速器（II 类射线装置）；

（4）新增使用 1 台最大管电压 150kV，最大管电流 1300mA 的模拟定位 CT 机。

根据《射线装置分类》的规定，质子治疗装置属于 I 类射线装置、硼中子俘获治疗系统及医用电子直线加速器属于 II 类射线装置，模拟定位 CT 机属于 III 类射线装置。根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》中的相关规定，本项目应进行环境影响评价，编制环境影响报告书。

1.4 产业政策和规划符合性

1.4.1 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录》（2024 年本），本项目属于其中**鼓励类**第六项“**核能**”第 4 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”项目，本项目建设符合国家产业政策。根据《市场准入负面清单（2022 年版）》和《与市场准入相关的禁止性

规定》的禁止措施，本项目不属于禁止准入类和许可准入类，为允许准入类项目，符合规定要求。

1.4.2 规划符合性分析

根据《南京市总体规划》（2007-2030），中心城区由主城和东山、仙林、江北三个副城构成，是南京都市区的核心区，总面积约846 平方千米，其中规划建设用地约652 平方千米，约占中心城区总面积的77.1%，绿色生态用地约占中心城区总面积的22.9%。

在医疗卫生中提到规划目标为：优先保障和发展基本医疗，加强农村卫生与社区卫生服务设施配套，加强急救医疗网络建设，完善大型医院布局，将南京建成全国一流的医疗中心，实现人人享有基本医疗卫生服务目标。医疗卫生设施布局：加快推进中心城区内新建地区三级医院的建设。主城区内的现有三级医院原则上不再扩大规模，河西明基医院、南京市中西医结合医院逐步完善为三级医院。适当调整专科医院的发展布局。加强南京市第二医院（传染病医院）的建设，现有的南医大眼科医院、东南眼科医院按三级专科医院规划升级；推进河西儿童专科医院建设。副城结合综合医院加强儿科、妇产科病房建设，新建两所精神病院。鼓励新建老年病、老年护理、康复、临终关怀以及有技术特色的专科医疗机构。

相符性分析：本项目建设于南京明基医院预留二期用地内，在南京明基医院一期已有的三级综合性医院基础上，重点开设心脏、肾脏、神经、肿瘤等专科医疗和尊荣门诊、高端产科、医疗美容中心、健康检查中心、月子中心及产后护理中心、老年病专科等特需医疗，完善“三级”医疗服务，建设“高水平”医疗园区。综上，本项目的建设符合《南京市总体规划》（2007-2030）。

1.5 编制依据

1.5.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第 9 号, 2015 年 1 月 1 日起施行);
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(全国人民代表大会常务委员会, 2018 年 12 月 29 日起施行);
- (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 6 号, 2003 年 10 月 1 日起施行);
- (4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 709 号, 2019 年 3 月 2 日修订版);
- (5) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017 年 10 月 1 日起施行);
- (6) 《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录(2024 年本)>的决定》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号, 2024 年 2 月 1 日起施行);
- (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(生态环境部令第 20 号, 2021 年 1 月 4 日修订版);
- (8) 《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);
- (9) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》(生态环境部令第 9 号, 2019 年 11 月 1 日起施行);
- (10) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》(生态环境部令第 16 号, 2021 年 1 月 1 日起施行);
- (11) 《核技术利用辐射安全考核专业分类参考目录》(2021 年版);
- (12) 《关于发布<放射性废物分类>的公告》(公告 2017 年第 65 号, 环境保护部办公厅 2017 年 12 月 1 日印发, 自 2018 年 1 月 1 日起施行);
- (13) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(公告 2019 年第 57 号, 2019 年 12 月 24 日印发);
- (14) 《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22日印发）；

(15) 《关于印发《核技术利用建设项目重大变动清单（试行）》的通知》（环办辐射函[2025]313号，2025年8月29日印发）。

1.5.2 技术导则、标准

(1) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）；

(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；

(3) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）；

(4) 《粒子加速器辐射防护规定》（GB 5172-2025）；

(4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；

(5) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；

(6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；

(7) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第5部分：质子加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.5-2015）；

(8) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第一部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）；

(9) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）；

(10) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）；

(11) 《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；

(12) 《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）；

(13) 《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ2.1-

2019)；

(14) 建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用(HJ 1326-2023)。

1.5.3 其它文件、资料

(1) NCRP. Report NO.144. Radiation Protection for Particle Accelerator Facilities. NCRP,2005；

(2) NCRP. Report NO.151. Structural shielding Design and Evaluation for Megavoltage X-and Gamma- Ray Radiotherapy facilities. NCRP,2005；

(3) IAEA. Safety Reports Series NO.19. Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment. IAEA,2001；

(4) 建设单位提供的与本项目相关的初步设计资料等其他技术资料。

1.6 评价标准

1.6.1 剂量限值 and 剂量约束值

1.6.1.1 剂量限值

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定，工作人员的职业照射和公众照射的剂量限值如下：

(1) 职业照射

应对任何工作人员职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

审管部门决定连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv。

(2) 公众照射

实践使公众中关键人群组的成员所受到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。

1.6.1.2 剂量约束值

参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中的相关要求：

本次评价以职业照射剂量限值的 1/4 即 5mSv/a 作为本项目职业人员的年剂量约束值，以公众照射剂量限值的 1/10 即 0.1mSv/a 作为本项目公众人员的年剂量约束值。

1.6.2 辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制水平

质子治疗装置、BNCT、医用电子直线加速器和模拟定位 CT 机辐射工作场所屏蔽体外关注点处剂量率控制水平按照下述规定确定，具体见表 1-1：

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： $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv/h}$ 。

表 1-1 本项目辐射工作场所屏蔽体外剂量率控制水平

| 工作场所 | 位置 | 剂量率控制水平 |
|---|----------------------------|--------------------------|
| 质子治疗装置、BNCT | 居留因子 $T > 1/2$ | $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ |
| | 居留因子 $T \leq 1/2$ | $\leq 10\mu\text{Sv/h}$ |
| | 屏蔽体外土壤 1m 处 ^{a)} | $\leq 5\text{mSv/h}$ |
| 医用电子直线加速器机房的四周屏蔽墙、机房顶和防护门外 | 医用电子直线加速器机房的四周屏蔽墙、机房顶和防护门外 | $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ |
| 模拟定位 CT 机房的四周屏蔽墙、机房顶和防护门外 | 模拟定位 CT 机房的四周屏蔽墙、机房顶和防护门外 | $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ |
| 备注：a) 参考日本 J-PARC 以及中国散裂中子源的辐射防护设计，当混凝土与土壤边界处瞬发辐射剂量率低于 5.5mSv/h 时，可忽略土壤和地下水的感生放射性。因此，本次评价以“ 5mSv/h ”作为各辐射工作场所底板与土壤交界处的剂量率控制水平。数据结果来自于 GB18871-2002 的豁免浓度推算。 | | |

1.7 放射性废物排放标准

1.7.1 放射性废液

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中相关规定，满足下列条件的低放废液方可直接排入流量大于 10 倍排放量的普通下水道：

(1) 每月排放的总活度不超过 $10\text{ALI}_{\text{min}}$ ；

(2) 每次排放的活度不超过 1ALI_{min} ，并且每次排放后不少于 3 倍排放量的水进行冲洗。

根据 GB18871-2002 中的方法，计算了冷却水中 ^3H 和 ^7Be 的单次排放限值 1ALI_{min} 和单月排放限值 $10\text{ALI}_{\text{min}}$ ，列于表 1-2。

表 1-2 冷却水感生放射性核素排放限值

| 核素 | 单次排放限值 $1ALI_{min}$ (Bq) | 单月排放限值 $10ALI_{min}$ (Bq) |
|--------|--------------------------|---------------------------|
| 3H | 1.11E+09 | 1.11E+10 |
| 7Be | 4.65E+08 | 4.65E+09 |

解控参考《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 A 中给出的相关核素的豁免活度和豁免浓度执行, 如表 1-3 所示。

表 1-3 冷却水中相关核素的豁免活度和豁免浓度

| 核素 | 豁免活度, Bq | 豁免浓度, Bq/g |
|--------|----------|------------|
| 3H | 1E+09 | 1E+06 |
| 7Be | 1E+07 | 1E+03 |

1.7.2 放射性固体废物管理

清洁解控参照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 A 中 A2.1 的规定“任何时间段内在进行实践的场所存在的给定核素的总活度或在实践中使用的给定核素的活度浓度不超过表 A1 所给出的或审管部门所规定的豁免水平”执行。GB18871-2002 附录 A 表 A1 中给出的与本项目相关的放射性核素的豁免活度浓度和活度如表 1-4 所示。对于存在一种以上放射性核素的情况, 仅当各放射性核素的活度或活度浓度与其相应的豁免活度或豁免活度浓度之比的和小于 1 时, 方可给予豁免。放射性固体废物经监测后低于豁免水平的方可作为一般固体废物处理。

表 1-4 放射性核素的豁免活度浓度与豁免活度

| 核素 | 活度浓度, Bq/g | 活度, Bq | 核素 | 活度浓度, Bq/g | 活度, Bq |
|----|------------|--------|----|------------|--------|
|----|------------|--------|----|------------|--------|

| | | | | | |
|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
| ³ H | 1E+06 | 1E+09 | ⁵⁶ Mn | 1E+01 | 1E+05 |
| ⁷ Be | 1E+03 | 1E+07 | ⁵² Fe | 1E+01 | 1E+06 |
| ³⁵ S | 1E+05 | 1E+08 | ⁵⁵ Fe | 1E+04 | 1E+06 |
| ³⁷ Ar | 1E+06 | 1E+08 | ⁵⁹ Fe | 1E+01 | 1E+06 |
| ⁴² K | 1E+02 | 1E+06 | ⁵⁵ Co | 1E+01 | 1E+06 |
| ⁴³ K | 1E+01 | 1E+06 | ⁵⁶ Co | 1E+01 | 1E+05 |
| ⁴⁵ Ca | 1E+04 | 1E+07 | ⁵⁷ Co | 1E+02 | 1E+06 |
| ⁴⁷ Ca | 1E+01 | 1E+06 | ⁵⁸ Co | 1E+01 | 1E+06 |
| ⁴⁶ Sc | 1E+01 | 1E+06 | ⁶⁰ Co | 1E+01 | 1E+05 |
| ⁴⁷ Sc | 1E+02 | 1E+06 | ⁶¹ Co | 1E+02 | 1E+06 |
| ⁴⁸ Sc | 1E+01 | 1E+05 | ⁵⁹ Ni | 1E+04 | 1E+08 |
| ⁴⁸ V | 1E+01 | 1E+05 | ⁶³ Ni | 1E+05 | 1E+08 |
| ⁵¹ Cr | 1E+03 | 1E+07 | ⁶⁵ Ni | 1E+01 | 1E+06 |
| ⁵² Mn | 1E+01 | 1E+05 | ⁶⁴ Cu | 1E+02 | 1E+06 |
| ⁵⁴ Mn | 1E+01 | 1E+06 | ⁶⁵ Zn | 1E+01 | 1E+06 |

1.8 评价范围和保护目标

1.8.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)“1.5 节评价范围和保护目标”中的相关规定“放射源和射线装置应用项目的评价范围,通常取装置所在场所实体屏蔽边界外 50m 的范围(无实体边界项目视具体情况而定,应不低于 100m 的范围),对于I类放射源或I类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大。本项目具体评价范围如下:

(1) 质子治疗装置。属于I类射线装置,其主要的辐射环境影响途径为瞬发辐射外照射以及运行期间排入环境感生放射性气体对人员造成的照射。其辐射工作场所严格按照我国相关法规标准的要求进行辐射屏蔽设计,采用混凝土作为主屏蔽材料,确保工作场所屏蔽体外剂量率满足要求。在考虑距离衰减后,机房屏蔽边界外 100m 处的剂量率可降低近 4 个量级。且感生放射性气体排放量较低,根据环境影响评价结论,感生放射性气体的排放对场所周围公众所致剂量均低于其剂量约束值。因此,质子治疗装置电离辐射环境影响评价范围取其辐射工作场所四周实体屏蔽墙向外 100m 的范围。

(2) BNCT 及医用电子直线加速器属于II类射线装置,模拟定位 CT 机属于 III 类射线装置,环境影响评价范围取各机房辐射工作场所四周实体屏蔽墙向外 50m 的范围。具体见图 1-3。



图 1-3 本项目评价范围示意图

1.8.2 环境保护目标

本项目保护目标为评价范围内活动的职业人员和公众成员。其中，职业人员指利用本项目质子治疗装置、BNCT、医用电子直线加速器及模拟定位 CT 机开展放射诊疗工作的辐射工作人员，公众成员为评价范围内的非本项目医护人员、其他就诊患者、慰问者以及偶然经过的其他公众成员。

2 建设项目环境影响预测及拟采取的主要措施和效果

2.1 辐射污染源

质子治疗装置及硼中子俘获治疗系统运行过程中产生的辐射场，主要为装置运行时产生的“瞬发辐射场”和装置停机后依然存在的“残余辐射场”。瞬发辐射是装置运行时损失的粒子束流与结构部件等发生核反应产生，随着装置的停机而完全消失；残余放射性主要来自与装置结构部件、冷却水、场所内空气等被粒子束流或次级粒子轰击产生的活化产物，在装置停机后依然存在。

医用电子直线加速器及模拟定位 CT 机运行过程中，出束会产生电子和 X 射线等瞬发辐射，随着装置的停机而完全消失。

2.2 主要环境影响及其预测评价结果

(1) 屏蔽体外剂量率

根据屏蔽计算结果，本项目辐射工作场所屏蔽墙体外、迷道口的剂量率水平均低于其剂量率控制水平。

(2) 工作人员

经分析计算，本项目各类辐射工作人员的年最大受照剂量均低于其剂量约束值 5mSv/a。

(3) 公众

经分析计算，本项目运行所致周围公众的年最大受照剂量低于其剂量约束值 0.1mSv/a。

2.3 辐射防护与环境保护措施

2.3.1 辐射工作场所分区

为便于辐射防护管理和职业照射控制，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的规定，应将辐射工作场所分为控制区和监督区。

本项目辐射工作场所分区如下：

（1）控制区：

1) 质子治疗装置：加速器大厅、各治疗室、束流输运线隧道和放射性固体废物暂存间及废水暂存间；

2) BNCT：加速器机房、各治疗室、恢复室、冷却水机房及放射性固体废物暂存间；

3) 医用电子直线加速器：医用电子直线加速器机房；

4) 模拟定位 CT 机：模拟定位 CT 机房。

（2）监督区：上述各控制区屏蔽墙体外四周紧邻的场所，如治疗室控制室、加速器控制室、设备机房及走廊等。

控制区管理要求：控制区入口处明显位置粘贴电离辐射警告标志，门禁列入安全连锁系统。装置运行期间禁止进入，仅经授权并解除连锁后才能进入控制区内，进入控制区的辐射工作人员必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

监督区管理要求：监督区入口处设标牌表明监督区，需经授权方可进入，进入监督区的辐射工作人员必须佩戴个人剂量计。

2.3.2 辐射屏蔽

质子治疗装置、BNCT、医用电子直线加速器机房及模拟定位 CT 机房辐射工作场所四周墙体、顶板、地板采用普通混凝土作为主体屏蔽体。经计算各场所屏蔽体外剂量率满足剂量率控制水平要求。

2.3.3 辐射安全连锁系统

为保证控制区内部的人员免受辐射危害，本项目针对质子治疗装置、BNCT

和医用电子直线加速器设计了完备的辐射安全联锁系统，严格按“最优切断”、“失效保护”及“冗余设计”等设计原则，通过门-机联锁、紧急停机、声光报警、清场搜索、视频监控等安全设施，确保当某一区域有束流时，该区域的门无法打开，工作人员不能进入该区域；当设备某一区域有人时，束流也不能被传输到该区域。防止人员误操作，保障工作人员和公众的人身安全。

人身安全联锁系统采用可编程控制技术、门禁控制技术及自动门技术、集散式控制技术、计算机网络与通讯技术、探测与数据处理技术、设备自诊断与自恢复技术等，对各安全联锁部件进行实时监测，并将信号输入安全联锁系统，只有在联锁条件全部满足的情况下，才允许束流的产生和加速。任一联锁条件被破坏都将导致安全联锁系统被破坏，从而导致束流的切断，确保人员安全。

2.3.4 工作场所辐射监测

(1) 区域在线监测系统

1) 质子治疗装置及 BNCT：质子治疗装置、BNCT 辐射工作场所内部及屏蔽体外设置有若干监测点位安装固定式辐射监测仪表，覆盖质子加速器大厅内及迷道口外、BNCT 加速器机房内及入口门外以及各治疗室内等位置。每个监测点由一台中子探测器和 γ 探测器组成，监测数据实时显示，以验证屏蔽措施的可靠性，防止辐射泄漏，保证工作人员和公众的安全。

2) 医用电子直线加速器：医用电子直线加速器机房内部设置有 1 个固定式辐射监测仪表（仅监测 X- γ ），用于监测机房内的辐射水平并在控制室内显示监测数据。

(2) 便携式监测仪表巡测

利用便携式监测仪表定期对本项目辐射工作场所四周和屋顶屏蔽墙体外、防护门外、监督区边界、控制室、办公室等人员长居留场所进行巡测，监测数据记录存档。

(3) 委托监测

每年委托第三方有资质的监测单位对本项目辐射工作场所进行监测，监测点位与便携式监测仪表巡测点位一致，最终由监测单位出具监测报告并存档。

2.3.5 放射性三废处理

(1) 放射性废气

质子治疗装置和 BNCT 运行产生的放射性废气主要为感生放射性气体，均为短半衰期核素，经过一段时间后可自行衰变至较低水平。各场所内均按相关标准要求设计通风系统，感生放射性气体经通风系统排入环境。

考虑到其放射性气体排入大气后的扩散和稀释，其对环境的影响很小。

(2) 放射性废液

质子治疗装置和 BNCT 运行可能产生的放射性废液主要是活化的冷却水。冷却水为去离子水，去离子水在使用过程中，由于 ^{16}O 散裂反应可能形成的放射性核素除 ^7Be 、 ^3H 外，其余核素的半衰期都很短，放置一段时间就基本可以衰变。根据对冷却水感生放射性核素活度浓度的初步计算结果，活化冷却水的活度浓度远低于所列的排放限值。

正常运行情况下，设备冷却水闭路循环不排放，只是在设备检修或发生冷却水泄漏事故时才需要排放。本项目设置暂存水池（有效容积大于本项目冷却水总量），活化冷却水统一收集排入水池内暂存。暂存水池上设有取样口，活化的冷却水在排放前由用户单位负责委托有资质单位进行取样测量，满足放射性废水排放标准，方可排放。

(3) 放射性固体废物

质子治疗装置和 BNCT 的常规操作期间不会产生放射性固体废物。参其产生的主要放射性固体废物为维护维修环节更换下来的一些易损易活化的结构部件。这些放射性固体废物的主要材料是钢、碳和镍。停机后对活化结构部件剂量率贡献较大的主要是 ^{54}Mn 、 ^{51}Cr 、 ^{52}Mn 、 ^{57}Co 和 ^{58}Co 等半衰期较长的核素。

上述放射性固体废物统一收集后暂存在放射性固体废物暂存间内，根据贮存

情况进行集中处理，处理前需对其活度或活度浓度进行监测分析：

①对于满足解控要求的：

a.可回收利用的部件，回收后复用。

b.能回收利用的部件，经审管部门认可后，豁免后按一般废物处理；

②对于不满足解控标准的，委托有资质单位处理。

2.4 事故和风险防范措施

2.4.1 事故分析

本项目可能发生的事故主要有：

各机房内安全连锁系统失效、人员误入治疗机房内部或工作人员在机房内工作期间设备出束造成的误照射事故。

2.4.2 风险防范措施

针对上述可能发生的辐射事故采取的日常防范措施如下：

(1) 辐射管理规章制度的完善和落实

①定期完善和落实各项操作规程、辐射事故应急预案以及辐射安全与防护等相关辐射管理规章制度。其中，定期对辐射事故应急预案中的应急组织机构及职责、信息传递、处理程序及应急方案等方面进行修改和完善。

②对实施上述辐射管理规章制度期间发现的问题应及时纠正，放射防护管理领导小组和放射防护管理工作小组对规章制度的落实情况开展定期检查工作。

(2) 防护设施、设备的配备和使用

①定期检查和维护辐射安全与防护设施、设备，发现问题及时处理，确保其处于可正常使用状态。

②正常运行期间使用的个人防护用品、辐射监测仪器等以及辐射事故应急

处理所需器材、设备等配备齐全并留有备用，存放场所能快速到达，便于物品取放。

(3) 日常辐射安全培训及演练

①在日常时段安排放射工作人员进行模拟操作，增加作业熟练度；正式作业时严格按照规范操作。

②定期针对不同类型的辐射事故进行应急和处置演练，提高对辐射事故的应急响应能力。

2.5 建设单位拟采取的辐射监测计划和安全管理

2.5.1 辐射监测计划

本项目辐射监测总体包括工作场所监测、环境监测和个人剂量监测。工作场所监测与环境监测采用自行监测与委托监测相结合的方式。个人剂量监测采取累积式个人剂量监测计监测为主，个人剂量报警仪为辅的方式进行。

2.5.2 辐射安全管理

(1) 辐射安全管理机构

建设单位已设置专门的辐射安全管理机构，全面负责辐射安全与防护管理工作，各部门主管领导及各部门第一负责人，具体承担辐射安全与防护管理的日常工作。

(2) 辐射工作人员管理

本项目的辐射工作人员主要为科室医生、治疗技师、物理师及护士。

建设单位制定了辐射工作人员培训计划，新从事辐射活动人员以及原持有的辐射安全考核合格到期的人员，必须通过生态环境部培训平台报名参加辐射安全与防护考核，考核合格后，方可上岗。

(3) 辐射安全管理制度

为加强辐射安全管理，按照《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》等法规的要求，建设单位正在建立一系列辐射安全管理制度，主要内容涵盖《操作规程》《辐射工作人员个人剂量监测和职业健康管理制度》《辐射工作人员培训和考核管理制度》《辐射（放射）防护监测制度》《射线装置安全使用管理制度》《射线装置使用登记管理制度》《辐射事故应急预案》等，可满足辐射安全管理要求。

3 环境影响评价结论

本项目的建设符合国家相关的法律规定和国家产业政策。建设项目目的明确、理由正当，同时具备了技术、人员和经费等条件。

环境影响预测结果表明，本项目运行时对周围环境的影响满足我国法规标准的要求。本项目在认真落实本报告书中的各项污染防治措施和管理措施后，将具备从事本次申请的核技术利用活动的技术能力和辐射安全防护能力，项目建成投入运行后对环境的影响符合环境保护的要求，故从环境保护角度考虑，本项目的建设是可行的。

4 联系方式

（1）建设单位概要

建设单位名称：南京明基医院有限公司

建设地址：南京市建邺区河西大街 71 号

建设单位联系人：徐工

建设单位联系邮箱：2752852754@qq.com

（2）环评机构概要

环评机构名称：中国原子能科学研究院

环评机构地址：北京市房山区新镇

环评机构联系人：王工

环评机构联系邮箱：15810800470@163.com