

核技术利用建设项目

(送审稿)

使用丙级非密封放射性物质工作场所项目 环境影响报告表

北京联影影和医学影像诊断中心有限公司

二〇一九年八月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

使用丙级非密封放射性物质工作场所项目 环境影响报告表

建设单位：北京联影影和医学影像诊断中心有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：北京市朝阳区京顺东街6号院19号楼

邮政编码：100015

联系人：于海英

电子邮箱：haiying.yu@united-imaging.com 联系电话：13910721756

编制单位和编制人员情况表

| | | | |
|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|----|
| 建设项目名称 | 使用丙级非密封放射性物质工作场所项目 | | |
| 环境影响评价文件类型 | 环境影响报告表 | | |
| 一、建设单位情况 | | | |
| 建设单位（签章） | 北京联影影和医学影像诊断中心有限公司 | | |
| 法定代表人或主要负责人（签字） | | | |
| 主管人员及联系电话 | 于海英 13910721756 | | |
| 二、编制单位情况 | | | |
| 主持编制单位名称（签章） | 武汉网绿环境技术咨询有限公司 | | |
| 社会信用代码 | 91420103679107188D | | |
| 法定代表人（签字） | | | |
| 三、编制人员情况 | | | |
| 编制主持人及联系电话 | 王一平 027-59807846 | | |
| 1.编制主持人 | | | |
| 姓名 | 职业资格证书编号 | 签字 | |
| 王一平 | 00019858 | | |
| 2.主要编制人员 | | | |
| 姓名 | 职业资格证书编号 | 主要编写内容 | 签字 |
| 王一平 | 00019858 | 表 1、表 6、表 7、表 10、 表 12、表 13 | |
| 赵彬 | 201703541035201641180 1000059 | 表 2、表 3、表 4、表 5、 表 8、表 9、表 11 | |
| 四、参与编制单位和人员情况 | | | |

目 录

| | | |
|------|-------------------------------|----|
| 表 1 | 项目基本情况..... | 1 |
| 表 2 | 放射源..... | 7 |
| 表 3 | 非密封放射性物质..... | 7 |
| 表 4 | 射线装置..... | 8 |
| 表 5 | 废弃物（重点是放射性废弃物）..... | 9 |
| 表 6 | 评价依据..... | 10 |
| 表 7 | 保护目标与评价标准..... | 12 |
| 表 8 | 环境质量和辐射现状..... | 17 |
| 表 9 | 项目工程分析与源项..... | 21 |
| 表 10 | 辐射安全与防护..... | 27 |
| 表 11 | 环境影响分析..... | 43 |
| 表 12 | 辐射安全管理..... | 54 |
| 表 13 | 结论与建议..... | 60 |
| 表 14 | 审批..... | 63 |
| 附图 1 | 项目地理位置图..... | 64 |
| 附图 2 | 项目所在位置周边环境状况示意图..... | 65 |
| 附图 3 | 北京联影公司核医学科平面布局示意图..... | 66 |
| 附图 4 | 北京联影公司二层平面布局示意图..... | 67 |
| 附图 5 | 北京联影公司三层平面布局示意图..... | 68 |
| 附图 6 | 北京联影公司立面层高及楼板厚度示意图..... | 69 |
| 附件 1 | 项目委托书..... | 70 |
| 附件 2 | 营业执照..... | 71 |
| 附件 3 | 设置医疗机构批准书..... | 72 |
| 附件 4 | UMI 780 型 PET-CT 医疗器械注册证..... | 73 |
| 附件 5 | 本项目场所租赁合同..... | 74 |
| 附件 6 | 本项目辐射环境检测报告..... | 85 |
| 附件 7 | 建设单位承诺..... | 94 |
| 附件 8 | 项目公示情况说明..... | 95 |
| | 建设项目环评审批基础信息表..... | 98 |

表 1 项目基本情况

| | | | | | |
|-------------|--|--|--|-----------------------|-------------|
| 建设项目名称 | | 使用丙级非密封放射性物质工作场所项目 | | | |
| 建设单位 | | 北京联影影和医学影像诊断中心有限公司 | | | |
| 法人代表 | 汤晓兵 | 联系人 | 于海英 | 联系电话 | 13910721756 |
| 注册地址 | 北京市朝阳区京顺东街 6 号院 19 号楼 1 层 101、2 层 201、3 层 301、4 层 401、5 层 501 | | | | |
| 项目建设地点 | 北京朝阳区京顺东街 6 号院 19 号楼 1 层 | | | | |
| 立项审批部门 | / | | 批准文号 | / | |
| 建设项目总投资（万元） | 488 | 项目环保投资（万元） | 200 | 投资比例（环保投资/总投资） | 41.0% |
| 项目性质 | <input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它 | | | 占地面积（m ² ） | 224 |
| 应用类型 | 放射源 | <input type="checkbox"/> 销售 | <input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 使用 | <input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类 | | |
| | 非密封放射性物质 | <input type="checkbox"/> 生产 | <input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 销售 | / | | |
| | | <input checked="" type="checkbox"/> 使用 | <input type="checkbox"/> 乙 <input checked="" type="checkbox"/> 丙 | | |
| | 射线装置 | <input type="checkbox"/> 生产 | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 销售 | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 | | |
| | | <input type="checkbox"/> 使用 | <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 | | |
| | 其它 | / | | | |

项目概况

1.1 项目建设概况

北京联影影和医学影像诊断中心有限公司（以下简称“北京联影公司”）是由上海联影智慧医疗投资管理有限公司投资，于2017年11月27日经北京市工商行政管理局朝阳分局批准成立的有限责任公司，该公司注册资金为4000万元，主要从事医学影像诊断医疗服务。

北京作为全国的医疗中心，常驻人口高达两千多万，且还要面临着来自全国各地的就诊患者。患者量大，病情复杂，且选择来京就诊往往都属疑难杂症。这意味着临床医生想要细致地了解患者病情，找到正确治疗手段，就需要更加详细、准确、及时的各种影像检查作为参考。“老百姓看病难”，其中一项重要原因就是各种影像检查预约时间长，目前北京各大医院影像科的现状是人满为患，设备资源不足，普遍存在患者长时间排队检查。各家大医院的影像检查平均预约时间要一周左右，个别的医院甚至10余天，而二级以下医院和基层医疗机构由于设备和诊断能力不足，日常诊疗工作中无法向患者提供足够的影像检查支持，患者需要做检查往往只能选择大医院排队预约，看病难问题就显得异常突出。大医院门庭若市、小医院门可罗雀，使得一些大医院始终处于战时状态，医疗资源分布不均匀的问题越来越受到重视。而推动分级诊疗成为解决这一重大问题的突破口。作为现阶段医改的战略性大方向，在地方政府财政收支缺口剪刀差变大的背景下，必须大力发展第三方服务业，如独立影像业务。《国务院办公厅关于推进分级诊疗制度建设的指导意见》明确提出，大力发展第三方独立医学影像机构，推进独立检验机构和医疗机构之间的结果互认。

国家对大型公立医院新增设备施行配置证政策，以控制大型公立医院的设备投入和盲目扩张，降低政府财政压力。对于社会办医，政府加大政策支持力度，鼓励社会资本投资医疗服务领域，尤其是第三方医疗服务领域。建立第三方独立医学影像机构，可以成为各级公立/民营医院的合作伙伴，为医院分担业务，也可以作为一个独立的诊断机构为患者提供服务，实现医疗优质资源的最佳整合分配，助力医学诊断大数据的标准化改革和原始数据累积。

为响应党的十八大提出的合理配置医疗资源、构建分级诊疗服务体系的要求，和《国务院关于促进健康服务业发展的若干意见》中提出“大力发展第三方服务、引导发展专业的医学检验中心和影像中心”等意见，上海联影智慧医疗投资管理有限公司以医学影

像为根基，以精准诊断为创新点，向 2020 年实现全球百家医学影像诊断中心的目标努力，并形成行业第一的精准诊断服务网络，覆盖中国及海外高端就诊及健康管理人群，为中国百姓提供全生命周期的高端、精准医学诊断和健康管理服务，为中国的分级诊疗体系建设和医疗服务模式创新提供支持。目前，上海联影智慧医疗投资管理有限公司已先后在上海、成都、西安、长春、衡水、佛山、黑龙江、银川等地设立了医学影像诊断中心。



图 1-1 长春、衡水、银川影像诊断中心辐射安全许可证

北京联影公司选址位于朝阳区京顺东街 6 号院（领科时代园区），京顺东街 6 号院东侧为新锦路，北侧为来广营东路，西侧为京顺东街，南侧为被绿植覆盖的道路，具体地理位置及周边环境状况见附图 1 及附图 2。北京联影公司选址周边分布着众多医疗机构，如西侧约 300m 处为首都医科大学附属北京地坛医院，周边 5 公里内还有 5 家医院及其他 7 家社区医疗机构。

北京联影公司具体位于京顺东街 6 号院东南角的 19 号楼。19 号楼地块属商业用地，北京联影公司与 19 号楼业主签订了整栋租赁协议。19 号楼共 5 层，无地下建筑，总建筑面积为 2177.77 平方米，实际使用面积约为 1808.34 平方米。

2018 年 4 月 13 日，北京联影公司经原北京市朝阳区卫生和计划生育委员会批准，设立了医学影像诊断中心，批准的医学影像诊疗科目包括：X 线诊断专业、CT 诊断专业、核医学专业、磁共振成像诊断专业、超声诊断专业、心电诊断专业。

“医学影像诊断中心”是原国家卫生和计划生育委员会在 2017 年修订《医疗机构管理条例实施细则》（卫计委第 12 号令）时提出的新分类，对应国家及北京用地管理

标准《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB50137-2011）、《城乡规划用地分类标准》（DB11/996-2013）属“商业服务业设施用地”。北京联影公司所在 19 号楼用地性质符合要求。

北京联影公司影像中心建成后，预计总检查人数可以达到 5000 人次/年。北京联影公司所在 19 号楼共 5 层，其中，一层主要工作场所为核医学科，配备 1 台 PET-CT；二层主要工作场所为 2 间 CT 扫描间及 1 间 MR 扫描间；三层主要工作场所为 2 间 DR 扫描间、3 间超声室及 1 间心电图室；四层及五层主要作为办公室、会议室、库房等。北京联影公司共配备 15 名辐射工作人员，其中，核医学科 7 名，2 间 CT 扫描间共配备 4 名，2 间 DR 扫描间共配备 4 名。

北京联影公司拟在建立优质服务团队、配备高端检查设备、保证影像检查结果精准性的基础上，响应国家分级诊疗号召，向清华大学玉泉医院、北京地坛医院、周边社区医疗机构等提供核医学、放射影像学诊断服务，建立医疗联盟体，促进医疗机构间影像检查结果互认，解决周边区域医疗机构的设备短缺问题。

1.2 核技术利用现状

2018 年 11 月 27 日，北京联影公司已通过北京市建设项目环境影响登记表备案系统，完成了新增 2 台 CT、2 台 DR 及 1 台 PET-CT 项目的登记表备案，备案文号为 201811010500003925，辐射活动的种类和范围为使用 III 类射线装置。

目前，北京联影公司 CT 扫描间、DR 扫描间的建设及装修已基本完成，防护门尚未安装、CT 及 DR 设备尚未安装到位；PET-CT 扫描间尚未动工。北京联影公司已备案的 III 类射线装置明细见表 1-1，尚未针对 III 类射线装置申请辐射安全许可证。

表 1-1 已备案的 III 类射线装置相关参数一览表

| 序号 | 设备名称 | 型号 | 类别 | 参数 | 使用场所 | 用途 |
|----|--------|-------------|-------|--------------|-------------|------|
| 1 | PET-CT | 联影 uMI 780 | III 类 | 140kV, 833mA | 一层 PET-CT 室 | 显像诊断 |
| 2 | CT | 联影 uCT 780 | III 类 | 140kV, 833mA | 二层 CT1 室 | 显像诊断 |
| 3 | CT | 联影 uCT 510 | III 类 | 140kV, 420mA | 二层 CT2 室 | 显像诊断 |
| 4 | DR | 联影 uDR 588i | III 类 | 150kV, 630mA | 三层 DR1 室 | 显像诊断 |
| 5 | DR | 联影 uDR 550i | III 类 | 150kV, 800mA | 三层 DR2 室 | 显像诊断 |

1.3 本项目情况

北京联影公司拟在 19 号楼一层建设核医学科，配备 7 名辐射工作人员（3 名技师、2 名医师、2 名护士），使用放射性同位素 ^{18}F ，开展核医学影像诊断工作。

核医学科拟建于一层西南侧，占地面积约 224m^2 ，设计有分装室、废物间、给药室、患者注射室、注射后等候室、VIP 注射后等候室、PET-CT 扫描间、留观室、患者专用卫生间、患者通道、污水间、控制室、缓冲间、更衣室、问诊室、检前候诊室等。

本项目拟使用的放射性同位素见表 1-2。

表 1-2 拟使用的放射性核素相关参数一览表

| 序号 | 核素 | 场所等级 | 理化状态 | 最大日操作量 (Bq) | 日等效最大操作量 (Bq) | 年最大用量 (Bq) |
|----|-----------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | ^{18}F | 丙级 | 液态 半衰期: 110min | $7.40\text{E}+09$ | $7.40\text{E}+06$ | $1.85\text{E}+12$ |

1.3.1 放射性核素用量及工作场所分级核算

放射性核素 ^{18}F ，规划使用人数为 20 人/天，每人使用的核素最大活度为 10mCi ($3.70\text{E}+08\text{Bq}$)，核医学科每周工作 5 天，每月工作约 22 天，每年工作 250 天，则最大日使用量为 $7.40\text{E}+09\text{Bq}$ ，年最大使用量为 $1.85\text{E}+12\text{Bq}$ 。 ^{18}F 的毒性分组为低毒，状态为液体，根据《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函[2016]430 号）， ^{18}F 的操作方式为很简单的操作，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），其毒性组别修正因子为 0.01，操作方式与放射源状态修正因子为 10，则日等效最大操作量为 $7.40\text{E}+06\text{Bq}$ 。

根据上述放射性核素的日等效最大操作量计算结果可知，本项目核医学科属丙级非密封放射性物质工作场所。拟建核医学科所在楼层平面布局示意图见图 1-2。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》以及《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》等法律法规，北京联影公司委托武汉网绿环境技术咨询有限公司承担本项目的环境影响评价工作。

武汉网绿环境技术咨询有限公司接受委托后组织有关技术人员对北京联影影和医学影像诊断中心有限公司使用丙级非密封放射性物质工作场所项目进行了实地勘查和相关资料的收集、核实与分析工作，在此基础上，依照《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》编制完成本环境影响评价报告表，交由建设单位呈报环境保护行政主管部门审批。

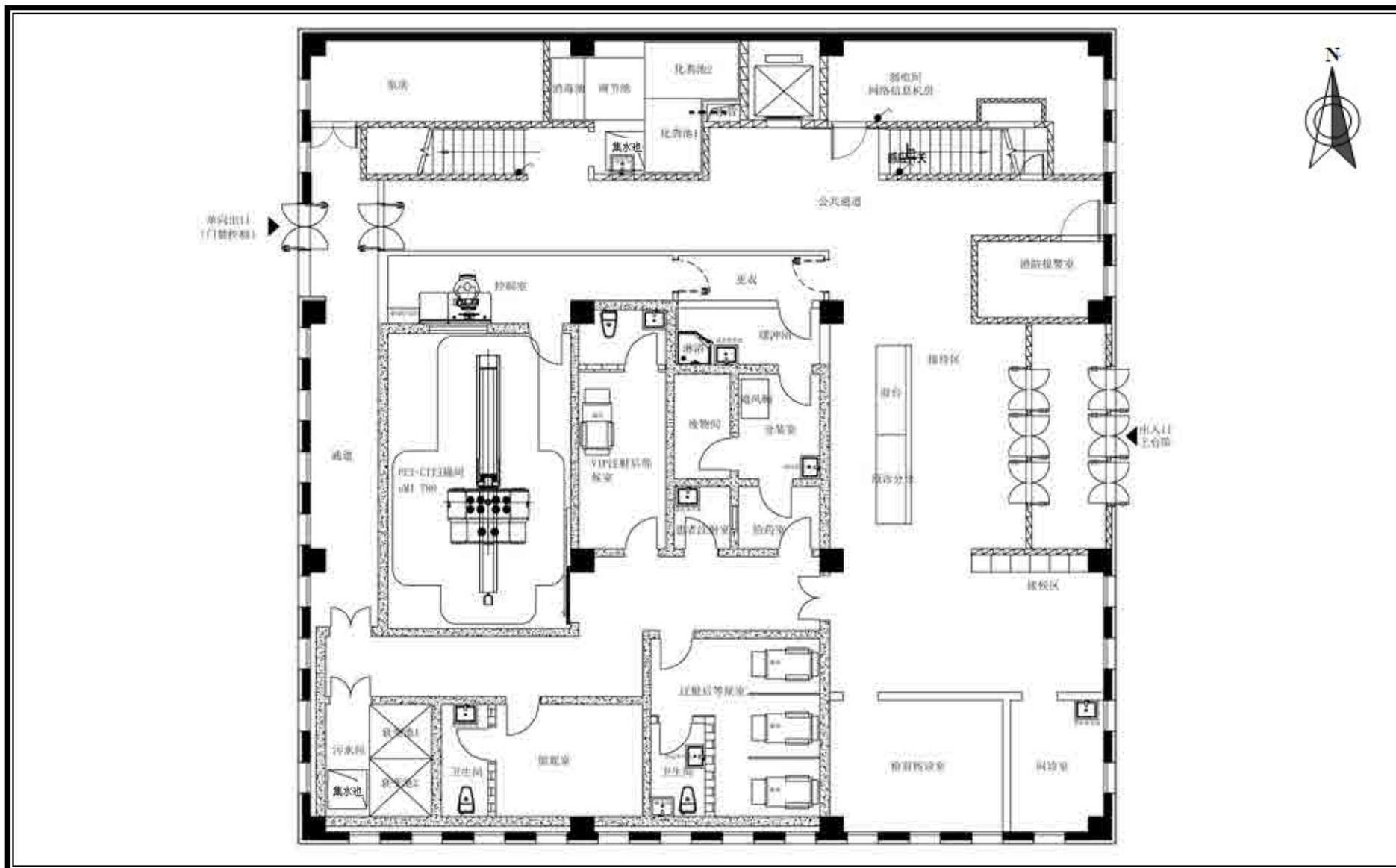


图 1-2 拟建核医学科所在楼层平面布局示意图

表 2 放射源

| 序号 | 核素名称 | 总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数 | 类别 | 活动种类 | 用途 | 使用场所 | 贮存方式与地点 | 备注 |
|----|------|---------------------------|----|------|----|------|---------|----|
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

表 3 非密封放射性物质

| 序号 | 核素名称 | 理化性质 | 活动种类 | 实际日最大操作量 (Bq) | 日等效最大操作量 (Bq) | 年最大用量 (Bq) | 用途 | 操作方式 | 使用场所 | 贮存方式与地点 |
|----|-----------------|-----------|------|---------------|---------------|------------|------|--------|------|-----------|
| 1 | ¹⁸ F | 液态 低毒组 | 使用 | 7.40E+09 | 7.40E+06 | 1.85E+12 | 放射显像 | 很简单的操作 | 核医学科 | 分装室通风橱内暂存 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 加速粒子 | 最大能量 (MeV) | 额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|----|----|----|----|------|------------|------------------------|----|------|----|
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压(kV) | 最大管电流 (mA) | 用途 | 工作场所 | 备注 |
|----|----|----|----|----|-----------|------------|----|------|----|
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

| 序号 | 名称 | 类别 | 数量 | 型号 | 最大管电压 (kV) | 最大靶电流 (μA) | 中子强度 (n/s) | 用途 | 工作场所 | 氚靶情况 | | | 备注 |
|----|----|----|----|----|------------|------------|------------|----|------|---------|------|----|----|
| | | | | | | | | | | 活度 (Bq) | 贮存方式 | 数量 | |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

表5 废弃物（重点是放射性废弃物）

| 名称 | 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 |
|-------------------------------|----|-----------------|----|---------------------|-------------------|-------------------------|-------|--|
| 使用后的注射器、棉签、手套、口罩、空药瓶、埋管、擦拭棉球等 | 固体 | ^{18}F | / | 约22kg | 约250kg | $<10^4\text{Bq/kg}$ | 铅桶内暂存 | 在废物间铅桶内储存衰变30天，经自行检测合格后作为普通医疗废物处理 |
| 通风橱活性炭滤材 | 固体 | ^{18}F | / | / | 约10kg | $<10^4\text{Bq/kg}$ | 不暂存 | 在废物间铅桶内储存衰变30天，经自行检测合格后作为危险废物处理 |
| 患者排泄、洗涤废液 | 液体 | ^{18}F | / | 约5.28m ³ | 约60m ³ | 总 $\beta<10\text{Bq/L}$ | 不暂存 | 排入单个有效体积约5.4m ³ 的槽式衰变池衰变满30天后，依次排入化粪池、调节池、消毒池进行处理，再排入城市污水管网 |
| 通风橱废气 | 气体 | ^{18}F | / | 少量 | 少量 | / | 不暂存 | 经活性炭过滤装置过滤后，与19号楼其他场所废气排放管道汇集，由高出屋脊1m的排放口排出 |
| | | | | | | | | |

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/m³；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/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

| | |
|------|--|
| 法规文件 | <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 9 号发布，2015 年 1 月 1 日施行。</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第 77 号发布，2003 年 9 月 1 日施行；2016 年中华人民共和国主席令第 48 号第一次修正，2016 年 9 月 1 日施行；2018 年第二次修正，2018 年 12 月 29 日施行。</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 6 号发布，2003 年 10 月 1 日实施。</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 682 号发布，2017 年 10 月 1 日施行。</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，中华人民共和国国务院令第 449 号发布，2005 年 12 月 1 日施行；2014 年 7 月 29 日第一次修订施行；2019 年中华人民共和国国务院令第 709 号修订，2019 年 3 月 2 日施行。</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，原环境保护部令第 44 号发布，2017 年 9 月 1 日施行；2018 年生态环境部令第 1 号修改，2018 年 4 月 28 日施行。</p> <p>(7) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号公告发布，2017 年 12 月 5 日施行。</p> <p>(8) 《国家危险废物名录》，原环境保护部令第 39 号发布，2016 年 8 月 1 日施行。</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原国家环境保护总局令第 31 号发布，2006 年 3 月 1 日施行；2008 年原国家环境保护部令第 3 号修改，2008 年 12 月 6 日施行；2017 年经原环境保护部第五次部务会议修正，2017 年 12 月 12 日施行；2019 年生态环境部令第 7 号修改，2019 年 8 月 22 日施行。</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令第 18 号发布，2011 年 5 月 1 日施行。</p> <p>(11) 《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法（试行）》，原北京市环境保护局京环发〔2011〕347 号发布，2011 年 11 月 29 日施行。</p> |
|------|--|

| | |
|------|--|
| 法规文件 | <p>(12) 《北京市禁止违法建设若干规定》，北京市政府令第 228 号发布，2011 年 4 月 1 日施行。</p> <p>(13) 《北京市生态环境局办公室关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》，北京市生态环境局京环办〔2018〕13 号发布，2018 年 12 月 6 日施行。</p> <p>(14) 《辐射安全与防护监督检查技术程序（第三版）》。</p> |
| 技术标准 | <p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。</p> <p>(2) 《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)。</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)。</p> <p>(4) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)。</p> <p>(5) 《临床核医学放射卫生防护标准》(GBZ120-2006)。</p> <p>(6) 《操作非密封源的辐射防护规定》(GB11930-2010)。</p> <p>(7) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2016)。</p> <p>(8) 《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009)。</p> <p>(9) 《医疗机构水污染物排放标准》(GB18466-2005)。</p> <p>(10) 《水污染物综合排放标准》(DB11/307-2013)。</p> <p>(11) 《北京市环境保护局办公室关于做好辐射类 建设项目竣工环境保护验收工作的通知》(京环办〔2018〕24 号)。</p> |
| 其他 | <p>(1) 《AAPM Task Group 108:PET and PET/CT Shielding Requirements》，2006 年 1 月。</p> <p>(2) 项目环境影响评价委托书。</p> <p>(3) 建设单位提供的其他技术资料。</p> |

表7 保护目标与评价标准

7.1 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)的规定,结合本项目的现状及周边环境状况,本项目评价范围取核医学科四侧屏蔽体外周边50m的范围。

7.2 环境保护目标

本项目核医学科位于京顺东街6号院东南角19号楼内。京顺东街6号院东侧为新锦路,北侧为来广营东路,西侧为京顺东街,南侧为被绿植覆盖的道路。京顺东街6号院19号楼周边环境状况示意图见附图2。

19号楼为正方形结构,占地面积约为432m²。19号楼一层布局包括核医学科、公司大厅、前台、预诊分诊、消防报警室、弱电间、网络信息机房、泵房、污水处理池、电梯及消防楼梯等,一层平面布局图见附图3。其中,核医学科位于一层西南侧,占地面积约为224m²,配备使用1台PET-CT,并使用放射性同位素¹⁸F,属于丙级非密封放射性物质工作场所,拟配备7名辐射工作人员。

据现场调查,核医学科给药室东侧约6m处为北京联影公司东侧外墙,外墙外为院内道路,东侧约16m处为绿化带,约30m处为新锦路,约45m处为新锦路东侧绿化及人行道;南侧约7m处为18号楼,约27m处为院内南侧道路,约37m处为院区停车位,约45m处为被绿植覆盖的道路;核医学科西南侧约35m处为17号楼;核医学科西侧50m范围内均为院区内部庭院;核医学科北侧约5m处为公司北侧外墙,外墙外位宽约7m的道路,北侧约12m处为20号楼,约32m处为20号楼北侧道路,约39m处为21号楼;核医学科上方为CT扫描间、CT扫描控制室及等候区。

本项目评价范围内的17号楼、18号楼、20号楼、21号楼均为其他公司商务办公场所,无人员长期逗留。项目50m评价范围内无学校、医院、居民楼等环境敏感目标。

根据辐射工作场所周边情况,本项目环境保护目标主要为核医学科辐射工作人员及周边区域评价范围内活动的医护人员、患者及家属、周边楼层工作人员、其他流动人员等。本项目具体环境保护目标分布见表7-1。

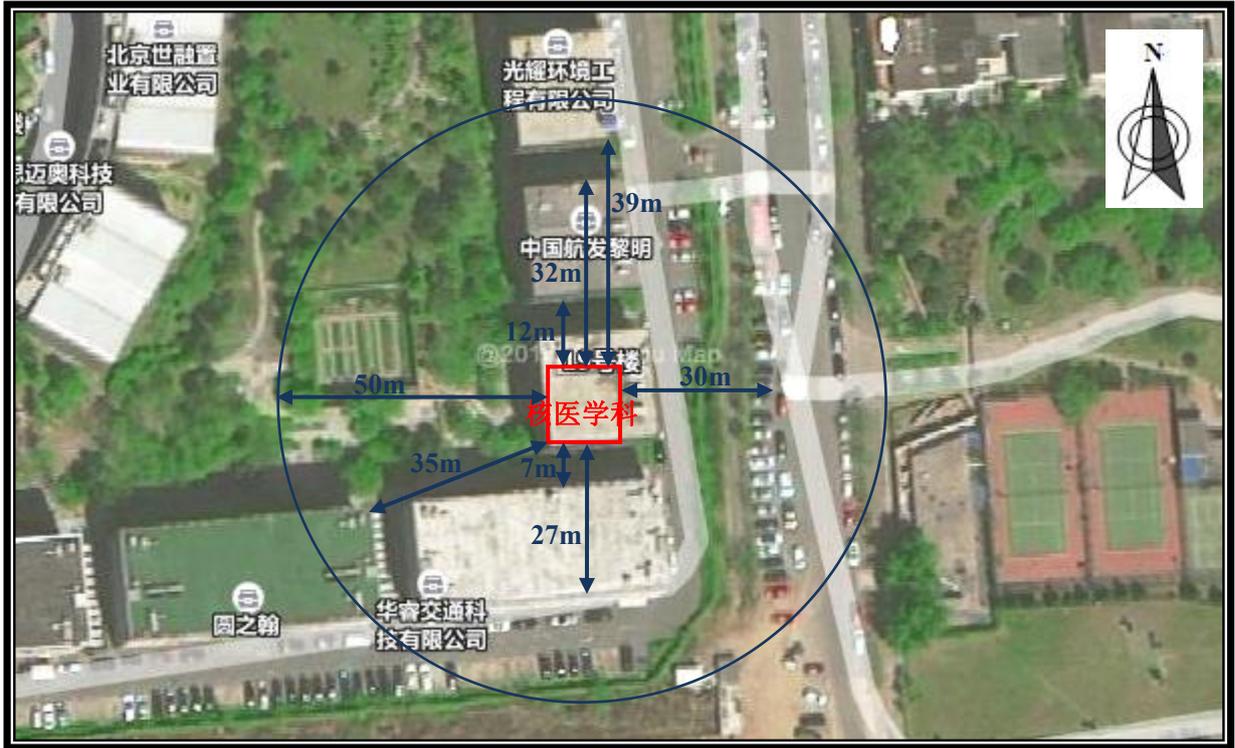


图 7-1 本项目 50m 范围内环境保护目标分布示意图

表 7-1 本项目评价范围内环境保护目标一览表

| 辐射工作场所 | 方位 | 距离 | 周围场所 | 人数 | 保护目标 |
|--------|-----|--------|-----------------------|--------|--------|
| 核医学科 | / | / | 分装室、给药室、控制室、问诊室等 | 7 人 | 辐射工作人员 |
| | 东侧 | 0~6m | 大厅、前台、预诊分诊、消防报警室 | 约 10 人 | 公众成员 |
| | | 6~50m | 院区内道路、新锦路 | 约 15 人 | |
| | 南侧 | 7~27m | 18 号楼工作人员、院内道路、停车位 | 约 40 人 | |
| | 西南侧 | 35~50m | 17 号楼工作人员 | 约 20 人 | |
| | 西侧 | 0~50m | 院区内部庭院 | 约 10 人 | |
| | | 0~5m | 楼梯、电梯、强弱电机房 | 约 10 人 | |
| | 北侧 | 5~50m | 20 号楼及 21 号楼工作人员、院内道路 | 约 70 人 | |
| 楼板上 | | / | CT 及 MR 扫描等候区 | 约 20 人 | |

7.3 评价标准

7.3.1 年有效剂量限值

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

- (1) 辐射工作人员职业照射

应对任何辐射工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

- a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；
- d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

（2）公众成员剂量限值

实践使公众中有关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：

- a) 年有效剂量，1mSv；
- b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；
- d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。

7.3.2 年有效剂量约束值

根据辐射防护最优化原则，综合考虑北京联影公司核技术利用现状，并为将来的辐射工作留有余地，对于辐射工作人员和公众成员均取年有效剂量限值的 1/10 作为年有效剂量约束值，即辐射工作人员年有效剂量约束值为 2mSv，公众成员年有效剂量约束值为 0.1mSv。

7.3.3 表面污染控制水平及场所分级

执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定，表面污染控制水平及非密封源工作场所的分级如下：

（1）表面污染控制水平

工作场所的表面污染控制水平见表 7-2。

表 7-2 工作场所的放射性表面污染控制水平

单位: Bq/cm²

| 表面类型 | | β放射性物质 |
|----------------|-------------------|--------------------|
| 工作台、设备、墙壁、地面 | 控制区 ¹⁾ | 4×10 |
| | 监督区 | 4 |
| 工作服、手套、工作鞋 | 控制区 监督区 | 4 |
| 手、皮肤、内衣、工作袜 | | 4×10 ⁻¹ |
| 1) 该区内的高污染子区除外 | | |

(2) 非密封源工作场所的分级

非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小进行分级, 具体见表 7-3。

表 7-3 非密封源工作场所的分级

| 级别 | 日等效最大操作量/Bq |
|----|--------------------------------------|
| 甲 | >4×10 ⁹ |
| 乙 | 2×10 ⁷ ~4×10 ⁹ |
| 丙 | 豁免活度值以上~2×10 ⁷ |

7.3.4 辐射工作场所边界周围剂量率控制水平

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中相关规定, 为保障辐射工作人员和公众成员的辐射防护安全, 结合本项目的特点, 将核医学科外边界 0.3m 处的辐射剂量率按 2.5μSv/h 进行控制。

7.3.5 放射性固体废物桶

执行《医用放射性废物的卫生防护管理》(GBZ133-2009)中相关规定。

(1) 供收集废物的污物桶应具有外防护层和电离辐射警示标志。污物桶放置点应避开工作人员工作和经常走动的区域。

(2) 污物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物, 装满后的废物袋应密封, 不破漏, 并及时转送贮存室, 并放入专用容器中贮存。

(3) 对注射器和破碎器皿等含尖刺及棱角的放射性废物, 应先装入硬纸盒或其他包装材料中, 然后再装入专用塑料袋内。

(4) 每袋废物的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h, 重量不超过 20kg。

7.3.6 放射性固体废物及放射性废液管理

本项目使用的放射性核素 ^{18}F 半衰期为 110min，小于 24 小时，执行《北京市生态环境局办公室关于加强医疗机构核医学放射性废物管理的通知》（京环办〔2018〕13 号）中关于 A 类放射性固体废物、废水的规定。具体管理要求如下：

（1）放射性固体废物管理

核医学放射性固体废物须设置独立的暂存室。药物操作场所、废物暂存室应分别设置有屏蔽能力并有电离辐射警示标志的废物桶、废物箱，并按照 A 类废物进行标识。药物操作场所废物桶内应使用不易破损的塑料袋对固体废物进行收集，密封袋口后转移至暂存室废物箱中，并在塑料袋外表面注明废物类别、重量（或体积）、所含核素名称、暂存起始日期等信息。

A 类固体废物暂存时间超过 30 天后，使用监测仪器对废物逐袋进行表面巡测，辐射剂量率低于 200nSv/h 且 α 、 β 表面污染水平分别小于 0.08 Bq/cm² 和 0.8Bq/cm²，可对废物解控作为医疗废物处置。

（2）放射性废液管理

衰变池（罐）显著位置应设置电离辐射警示标志，池（罐）底、壁应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性和具有防泄漏措施。不同存储池（罐）应进行编号标记，且具有液位显示、超限溢流、入口切换等装置。

对于槽式衰变池（罐）暂存方式，A 类放射性废水注满后，暂存时间超过 30 天后可直接解控排放。

应分别在放射性固体废物暂存、处置管理台账、放射性废水暂存、处置管理台账上记录放射性废物、废水暂存、检测、解控、排放等信息，并对自行监测数据、解控与排放记录的真实性负责，承担数据不实或记录虚假导致的后果和法律责任。

7.3.7 放射性废气管理

执行《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ120-2006）规定，通风橱工作时应有足够风速（一般不小于 1m/s），排气口应高于本建筑屋脊，并酌情设置活性炭过滤或其他专用过滤装置，排出空气浓度不应超过有关法规标准规定的限制。

表 8 环境质量和辐射现状

为掌握本项目工作场所的辐射水平，武汉网绿环境技术咨询有限公司对北京联影公司拟建核医学科所在位置及周边环境保护目标处进行了辐射环境现状检测，检测报告详见附件 3。

8.1 检测内容

γ辐射剂量率

8.2 检测时间及环境条件

检测时间：2018 年 6 月 29 日

环境条件：温度 35.0℃，相对湿度 53.4%，晴。

8.3 检测方法

主要依据《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-93）和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）中提供的方法。

8.4 质量保证措施

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中有关辐射环境监测质量保证一般程序和武汉网绿环境技术咨询有限公司的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证检测结果科学、有效。

检测质量保证主要内容有：

①本项目根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）在拟建核医学科所在位置及周边环境保护目标处布置检测点，保证各检测点位布设的科学性；

②检测方法采用国家有关部门颁布的标准；

③检测仪器已经计量部门检定合格，在本项目检测阶段的检定有效期至 2018 年 10 月 11 日，现已重新检定合格，检定证书有效期至 2019 年 10 月 9 日；

④每次测量前后均检查仪器的工作状态是否良好；

⑤由检测人员按操作规程操作仪器，并做好记录；

⑥检测报告严格实行三级审核制，经过校对、审核，最后由授权签字人签发。

8.5 检测仪器

本项目检测采用 6150AD-b 高灵敏度环境级 γ 剂量率仪,《环境地表 γ 辐射剂量率测量规范》(GB/T14583-93)与本次检测仪器参数对比一览表见表 8-1。

表 8-1 《环境地表 γ 辐射剂量率测量规范》中对检测仪器要求和本次检测仪器性能参数对比一览表

| | 检测规范 (GB/T14583-93) 中要求 | 本次检测仪器性能 |
|--------|--|---|
| 仪器名称 | / | 高灵敏度环境级 γ 剂量率仪 |
| 仪器型号 | / | 6150AD-b |
| 仪器编号 | / | 161020+161653 |
| 生产厂家 | / | 德国 AUTOMESS |
| 能量响应 | 在 50keV~3MeV 相对响应之差 $\leq\pm 30\%$ (相对 ^{137}Cs 参考 γ 辐射源) | 在 38keV~7MeV |
| 相对基本误差 | 相对固有误差: $\leq\pm 15\%$ | -10%~10% |
| 量程 | 低量程: $1\times 10^{-8}\text{Gy/h}\sim 1\times 10^{-5}\text{Gy/h}$ 高量程: $1\times 10^{-5}\text{Gy/h}\sim 1\times 10^{-2}\text{Gy/h}$ | 1nSv/h~99.9 $\mu\text{Sv/h}$ (探头接主机) 0.0 $\mu\text{Sv/h}\sim 999\text{mSv/h}$ (主机) |
| 读数显示 | / | nSv/h、 $\mu\text{Sv/h}$ (探头) $\mu\text{Sv/h}$ 、mSv/h (主机) |
| 温度 | -10 $^{\circ}\text{C}\sim +40^{\circ}\text{C}$ (即时测量仪表), -25 $^{\circ}\text{C}\sim +50^{\circ}\text{C}$ (连续测量仪表); | -30 $^{\circ}\text{C}\sim +50^{\circ}\text{C}$ |
| 相对湿度 | 95% (+35 $^{\circ}\text{C}$) | 0~95% |

8.6 检测布点及检测结果

按《辐射环境监测技术规范》(HJ/61-2001)和《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,结合本次检测的实际情况,选取拟建核医学科所在位置及周边环境保护目标处进行布点检测。详细检测点位布置图见图 8-1,检测结果见表 8-2。



图 8-1 拟建核医学科所在位置及周边环境辐射检测点位示意图 (▲检测点位)

表 8-2 拟建核医学科所在位置及周边环境辐射检测结果

| 检测点位号 | 检测点位 | 检测平均值 (nSv/h) |
|-------|-------------------|---------------|
| 1 | 19 号楼一层拟建核医学科所在位置 | 73 |
| 2 | 19 号楼东侧入口处 | 79 |
| 3 | 19 号楼北侧走道 | 86 |
| 4 | 19 号楼西侧走道 | 75 |
| 5 | 19 号楼南侧走道 | 88 |
| 6 | 19 号楼东侧马路边人行道 | 93 |
| 7 | 19 号楼东侧停车区 | 89 |
| 8 | 20 号楼北侧走道 | 88 |
| 9 | 20 号楼东侧园区入口 | 91 |
| 10 | 19 号楼西侧庭院 | 71 |
| 11 | 18 号楼西侧走道 | 80 |
| 12 | 18 号楼南侧停车区 | 94 |

由表 8-2 检测结果表明,在拟建核医学科所在位置及周边环境保护目标处 γ 辐射剂量率检测平均值范围为(71~94) nSv/h,属当地天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备及工艺分析

9.1.1 工程概况

本项目主要评价内容为北京联影公司在—层核医学科内使用放射性同位素 ^{18}F ，开展放射显像诊断工作，涉及的辐射活动种类和范围为使用丙级非密封放射性物质工作场所。

9.1.2 工程设备分析

核医学科内拟设置 1 间 PET-CT 扫描间，配备使用 1 台 64 排联影 uMI 780 型 PET-CT。该 PET-CT 属 III 类射线装置，北京联影公司已于 2018 年 11 月 27 日对其实施了登记表备案。



图 9-1 联影 uMI 780 型 PET-CT 实景图

9.1.3 核医学科运行工艺分析

9.1.3.1 PET-CT 显像的工作原理

放射性核素 ^{18}F 作为短半衰期的核素，用作标记某些特殊的化合物或代谢底物如葡萄糖、脂肪酸、氨基酸、受体的配体及水等并经静脉注入人体。这些化合物或代谢底物经

人体新陈代谢后，放射性核素¹⁸F在人体的靶器官与非靶器官、正常组织与病变组织中呈现不同的分布情况，放射性核素在衰变过程中不同器官或组织可以释放出不同能量的 γ 射线。这些 γ 射线能量经PET-CT扫描后采集，转换成三维图像在PET-CT系统显示屏上显现出来。

9.1.3.2 PET-CT显像的工作流程

北京联影公司核医学科 PET-CT 显像工作的流程为：

(1) 接诊：根据北京联影公司对接纳就诊患者的管理要求，大多数的患者是从其他医疗机构转诊而来，会带有医生开具的核医学科检查申请单。对于此类患者，将由护士引领患者进入问诊室，由医师再次问诊，确认患者的检查需求，防止出现漏诊或者不必要的检查项目，确认无误后方可按照检查申请单安排接诊。对于其他慕名而来的患者，接待护士将根据就诊程序要求，告知其需先到周围医疗机构询诊，开具检查申请单再前来就诊。

(2) 与患者预约检查时间：根据前来就诊患者的紧急情况、核医学科实际工作运转情况及患者时间等，与患者确定核医学科放射显像检查时间及项目。对前来核医学科检查的患者，要求空腹 6h 以上。

(3) 药物订购：根据预约的检查人数及检查项目，由技师提前一天向厂家订购 ¹⁸F 放射性药物。厂家负责把药物运送至核医学科分装室，技师核对放射性药物名称、规格和数量，检查包装和外观质量，在摄像头监控下，“点对点”办理交接手续，将药物暂存于通风橱内，并开展药物活度检测，交接完成后签字确认。

项目运行初期患者数量较少时，预计药物早上 7:30 前配送到；后期患者数量增加时，预计药物分两次配送到位，分别为早上 7:30 前、中午 13:00 前。

(4) 建立静脉通道：患者按约到达后，根据广播提示，由护士在检前候诊室依次为即将接受注射的患者测量血糖，并建立静脉通道，预先埋针，用装生理盐水的套头针扎好静脉，做好注射及检查前的准备工作。每天首位患者的埋针时间预计 8:00 开始。

(5) 药物分装：护士根据每位患者的需求量及药物衰变特性，确定患者的用药时间及用药量，在通风橱内将药物按患者用药量进行手动分装，将药物暂存于套有钨合金注射器防护套的一次性注射器中，注射器暂存于通风橱内保存。每支药物分装时间约为 30s。

每天的分装工作时间预计 8:00 开始。

(6) 药物注射：待患者就位并做好注射前的准备工作后，护士在注射窗口通过埋针对患者注射药物，注射完后再用生理盐水把埋针内残留的放射性药物推入静脉内，注射完成后取出埋针。每支药物的注射时间约为 30s。

拟将患者按预约顺序进行注射，每天首位患者的注射时间约为 8:05，每两位患者注射时间相差约为 20min。

(7) 患者休息：药物注射完成后，患者经专用患者通道到达注射后等候室静卧约 45min，待放射性药物在机体内有一定程度的代谢，在不同器官及组织形成分布。根据北京联影公司的管理，注射后等候室最多同时接纳 3 名患者等候，VIP 注射后等候室最多同时接纳 1 名患者等候。

每天首位患者的休息起始时间约为 8:05，每两位患者休息起始时间相差约为 20min。

(8) PET-CT 扫描准备：患者根据提示，沿患者专用通道进入 PET-CT 扫描间，在技师的指导下进行摆位，做好扫描前的各项准备。技师一般通过 PET-CT 扫描间与控制室连接的对讲设备邻室指导患者摆位，特殊情况下需进入扫描间内现场指导摆位，现场指导摆位时技师需穿戴铅衣防护。每位患者摆位的时间平均约为 30s。

(9) PET-CT 扫描：技师进入 PET-CT 扫描控制室，关闭 PET-CT 扫描间的各侧防护门，在邻室操控设备，进行扫描，得到扫描结果。由医师对扫描图像进行分析，作出诊断报告并签字。完成 1 名患者的全身扫描时间约 15~20min。

每天首位患者接受 PET-CT 扫描的起始时间约为 8:50，每两位患者检查时间平均相差约为 20min。

(10) 留观离开：扫描结束后，患者根据提示进入留观室留观约 20min，在此时间内，医师对患者的扫描结果进行评估，如需要做延迟显像的患者需在初次扫描结束后 1~1.5h 再次局部延迟扫描，采集时间约 5~10 min。医生认为图像符合要求后，通过广播通知患者离开。

每天首位患者的留观起始时间约为 9:10，每两位患者留观起始时间平均相差约为 20min。

9.1.3.3 PET-CT校准的工作流程

根据核医学科工作计划，一般选择周五下午实施设备校准工作。校准时使用液态放射性 ^{18}F 药物及校准模体，每次校准所需药物活度为 1mCi ，校准周期为 1 次/周。

校准模体外观为细长的圆柱，圆柱体两端粗中间细，其中一端配置有 1 个可旋开的软塞。校准模体为亚克力玻璃材料，模体整体长度约为 40cm ，两端圆柱体直径约为 3cm ，中间圆柱体直径约为 2cm 。



图 9-2 联影 uMI 780 型 PET-CT 校准模体

第一次使用模体时，拧开模体一端的橡胶软塞，使用一次性注射器注入 1mCi 的放射性药物，再将模体灌满自来水，拧紧橡胶软塞，使自来水与放射性 ^{18}F 药物混合，将充满液体的模体放于专用置物盒中，置物盒放在 PET-CT 扫描床床头位置，技师调整床位并关闭各侧防护门后，在邻室操控设备完成扫描工作，得到扫描图像，利用设备内置软件进行校准。校准工作完成后，技师将模体装好放于废物间专用储物柜内储存，储物柜锁的钥匙由技师负责保管。

下次需要校准时，从储物柜中取出模体，使用注射器吸取约 $5\sim 10\text{mL}$ 的放射性液体，排至分装室洗手池中，再重新注入 1mCi 的 ^{18}F 药物并灌满自来水使用。排出的放射性液体通过核医学科专用管道进入衰变池内进行储存衰变，吸取及注射放射性液体时使用的注射器均收集于铅桶中，作为放射性固体废物处理。

9.2 本项目污染源项描述

9.2.1 γ 射线

^{18}F 核素发生 β^+ 衰变时伴随发射 511keV 的 γ 射线。由于 γ 射线穿透性较 β^+ 射线的韧致辐射强得多，因此只考虑 γ 射线。

9.2.2 放射性固体废物

核医学科影像检查需使用放射性核素 ^{18}F ，并对人体进行注射，因此，使用后的注射器、棉签、手套、口罩、空药瓶、埋管、擦拭棉球等均需作为放射性固体废物进行管理。注射一人次产生放射性固体废物约 0.05kg，核医学科日最大接诊按 20 人次计算，年最大接诊 5000 人次，则每天产生的放射性固体废物约 1kg，每月产生约 22kg，每年产生约 250kg。另外，通风橱中气体过滤使用的活性炭滤材需每年更换一次，每年更换下来的活性炭滤材预计质量为 10kg。因此，核医学科每年产生的放射性固体废物约为 260kg。

9.2.3 放射性废液

核医学科患者在等候检查及留观等过程中可能需要入厕，产生放射性废液。按每位患者每天入厕 2 次，平均每次用水约 5L，则每位患者每天产生放射性废液为 10L。核医学科日最大接诊按 20 人次计算，每天患者产生的放射性废液为 0.2m³。考虑核医学科辐射工作人员洗手、工作场所每天的卫生清洁等，乘以 1.2 倍的系数，则核医学科每天排放的废液量约为 0.24m³，每月产生的放射性废液约为 5.28m³，每年产生放射性废液最多为 60m³。

9.2.4 放射性废气

放射性核素 ^{18}F 在分装过程中，会在通风橱内因挥发产生少量的放射性废气。

9.3 污染途径

9.3.1 正常工况下的污染途径

(1) 放射性核素在储存、使用过程中因衰变，释放出 γ 射线、 β 射线。射线经通风橱、防护墙或防护门等屏蔽，产生一定的透射、漏射和散射，对周边环境产生辐射影响。

(2) 核医学科在运行过程中，会产生少量含放射性的固体废物，如棉签、一次性手套、空药瓶、使用后的注射器等。放射性固体废物经铅桶屏蔽后，基本不会对周边环境产生影响。

(3) 核医学科在运行过程中，会产生洗手废水、卫生间排泄废液、清洁废水等含放射性的废液。这些废液集中收集于衰变池内，基本不会对周边环境产生影响。

(4) 核医学科在运行过程中，放射性药物在分装、患者注射后呼吸过程中会因挥发产生少量的放射性气体。分装工作在分装橱内进行，产生的放射性气体先经活性炭过滤装置过滤，再由延伸至19号楼楼顶的专用排气管道排出；其他药物挥发、患者呼吸产生的少量放射性气体则通过自然扩散排出，基本不会对周边环境产生影响。

9.3.2 非正常工况下的污染途径

(1) 因容器破碎，药物洒漏等，可能会对工作台面、地面、墙面等位置，甚至是对人体皮肤造成放射性物质污染。在处理这些污染意外时，还会产生少量的放射性固体废物、废液、废气，对周边环境产生影响。

(2) 因保管不善，放射性同位素被盗或丢失，导致获取药物者受到意外照射。

(3) 核医学科放射性废物处置或管理不当，对周边环境产生影响。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局与分区

该项目涉及的工作场所位于 19 号楼一层西南侧核医学科，核医学科上层为 CT 扫描间，无地下结构。拟建核医学科设计有分装室、给药室、患者注射室、废物间、注射后等候室、VIP 注射后等候室、PET-CT 扫描间、留观室、患者专用卫生间、患者通道、污水间、控制室、缓冲间、更衣室、问诊室、检前候诊室等。

北京联影公司拟将核医学科按照控制区、监督区进行管理，将分装室、给药室、患者注射室、废物间、注射后等候室、VIP 注射后等候室、PET-CT 扫描间、留观室、患者专用卫生间等划分为控制区，将患者通道、污水间、控制室、缓冲间、更衣室等划分为监督区。具体分区示意图见图 10-1。

10.1.2 核医学科实体屏蔽

核医学科各场所四周墙体拟采用混凝土（密度为 2.36g/cm³）及实心砖（密度为 1.8g/cm³）进行屏蔽，顶部采用原有混凝土楼板（密度为 2.36g/cm³）加铺铅板（密度为 11.3g/cm³）进行屏蔽，并拟设置铅防护门及铅玻璃观察窗等。因核医学科处于 19 号楼一层，无地下结构，因此不考虑地面的辐射屏蔽防护。

核医学科各场所具体防护参数见表 10-1。

表 10-1 核医学科各场所具体防护参数一览表

| 房间/场所名称 | 辐射屏蔽设计 | | 备注 |
|---------|------------|------------------|---------------------------------|
| 分装室 | 东侧、北侧墙体 | 250mm 混凝土 | 混凝土密度为 2.36g/cm ³ |
| | 南侧、西侧墙体 | 200mm 混凝土 | |
| | 北侧铅防护门 | 8mmPb | |
| | 顶棚 | 135mm 混凝土+4mm 铅板 | |
| 废物间 | 东侧、南侧、西侧墙体 | 200mm 混凝土 | 混凝土密度为 2.36g/cm ³ |
| | 北侧墙体 | 250mm 混凝土 | |
| | 东侧铅防护门 | 8mmPb | |
| | 顶棚 | 135mm 混凝土+4mm 铅板 | |
| 给药室 | 东侧墙体 | 250mm 混凝土 | 混凝土密度为 2.36g/cm ³ |
| | 南侧、西侧、北侧墙体 | 200mm 混凝土 | |
| | 西侧注射窗 | 50mmPb | |
| | 北侧、南侧铅防护门 | 8mmPb | |
| | 顶棚 | 135mm 混凝土+4mm 铅板 | |

续表 10-1 本项目辐射工作场所各屏蔽体参数一览表

| 房间/场所名称 | 辐射屏蔽设计 | | 备注 |
|----------------|-------------------------|-------------------|--|
| 患者注射室 | 东侧、南侧、西侧、北侧墙体 | 200mm 混凝土 | 混凝土密度为 2.36g/cm ³ |
| | 南侧铅防护门 | 8mmPb | |
| | 顶棚 | 135mm 混凝土+4mm 铅板 | |
| 注射后等候室 | 东侧、南侧墙体 | 250mm 混凝土 | 室内西南侧设计有 1 间卫生间。混凝土密 度为 2.36g/cm ³ ，实心 砖密度为 1.8g/cm ³ |
| | 西侧、北侧墙体 | 200mm 混凝土 | |
| | 北侧防护门 | 8mmPb | |
| | 卫生间东侧、北侧墙体 | 240mm 实心砖 | |
| | 卫生间防护门 | 8mmPb | |
| | 顶棚 | 135mm 混凝土+14mm 铅板 | |
| VIP 注射后等 候室 | 东侧墙体（与缓冲间共墙部分）、 北侧墙体 | 250mm 混凝土 | 室内北侧设计有 1 间 卫生间。混凝土密度 为 2.36g/cm ³ ，实心砖 密度为 1.8g/cm ³ |
| | 东侧墙体（其他部分） | 200mm 混凝土 | |
| | 南侧、西侧墙体 | 200mm 混凝土 | |
| | 南侧防护门 | 8mmPb | |
| | 卫生间南侧墙体 | 240mm 实心砖 | |
| | 卫生间防护门 | 8mmPb | |
| | 顶棚 | 135mm 混凝土+4mm 铅板 | |
| PET-CT 扫描 间 | 东侧、南侧墙体 | 200mm 混凝土 | 混凝土密度为 2.36g/cm ³ |
| | 西侧、北侧墙体 | 250mm 混凝土 | |
| | 东侧、北侧防护门 | 8mmPb | |
| | 北侧铅观察窗 | 8mmPb | |
| | 顶棚 | 135mm 混凝土+4mm 铅板 | |
| 留观室 | 东侧、北侧防护墙 | 200mm 混凝土 | 室内西侧设计有 1 间 卫生间。混凝土密度 为 2.36g/cm ³ ，实心砖 密度为 1.8g/cm ³ |
| | 南侧、西侧墙体 | 250mm 混凝土 | |
| | 北侧防护门 | 8mmPb | |
| | 卫生间东侧墙体 | 240mm 实心砖 | |
| | 卫生间防护门 | 8mmPb | |
| | 顶棚 | 135mm 混凝土+14mm 铅板 | |
| 污水间 | 东侧、南侧、西侧墙体 | 250mm 混凝土 | 混凝土密度为 2.36g/cm ³ |
| | 北侧墙体 | 200mm 混凝土 | |
| | 北侧铅防护门 | 8mmPb | |
| | 顶棚 | 135mm 混凝土+4mm 铅板 | |
| 患者专用通道 | 通道入口东侧墙体 | 250mm 混凝土 | 混凝土密度为 2.36g/cm ³ |
| | 通道入口东侧防护门 | 8mmPb | |
| | 通道出口西侧、北侧墙体 | 250mm 混凝土 | |
| | 通道出口北侧防护门 | 8mmPb | |
| | 顶棚 | 135mm 混凝土+4mm 铅板 | |

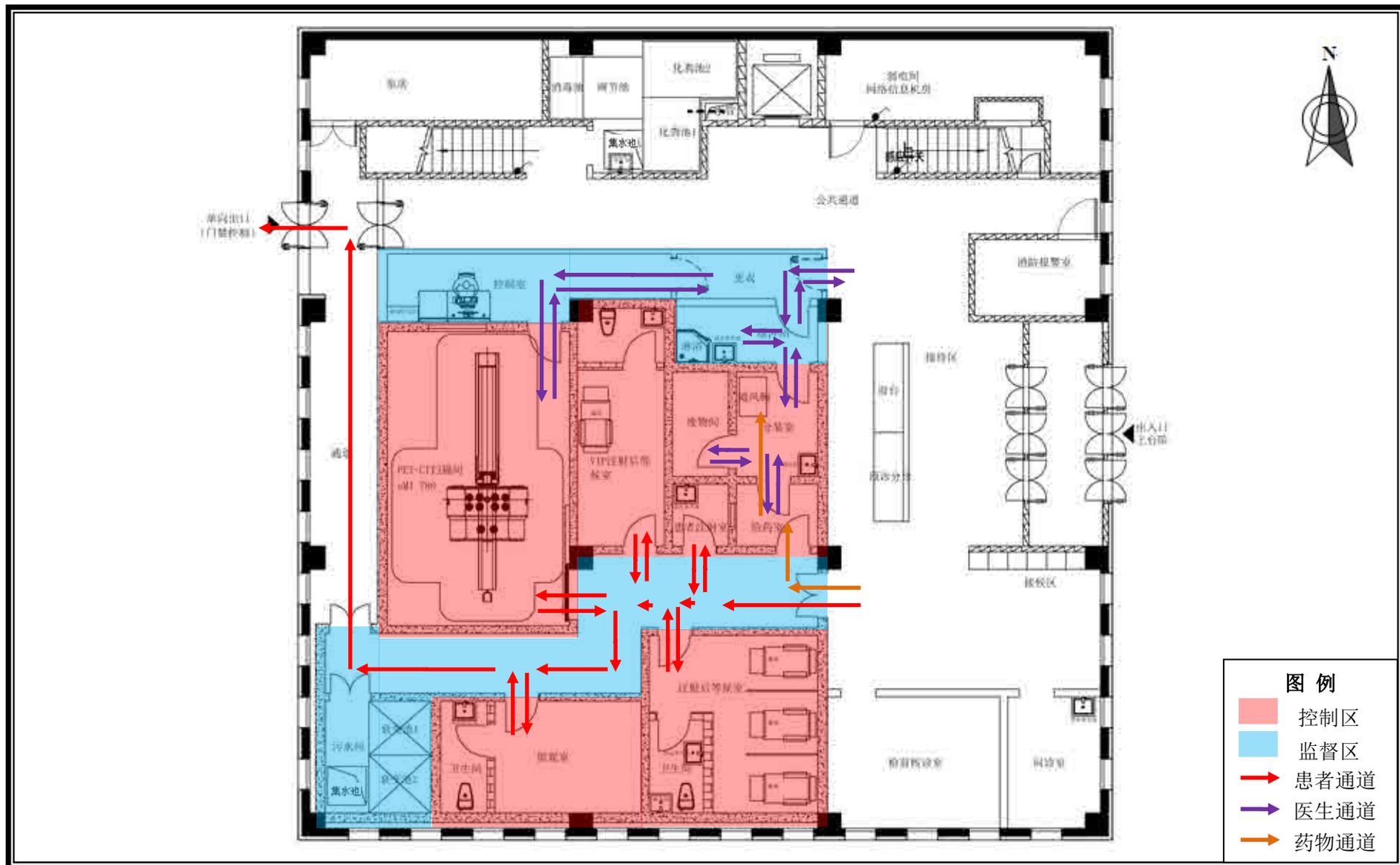


图 10-1 拟建核医学科分区管理及相关路线规划示意图

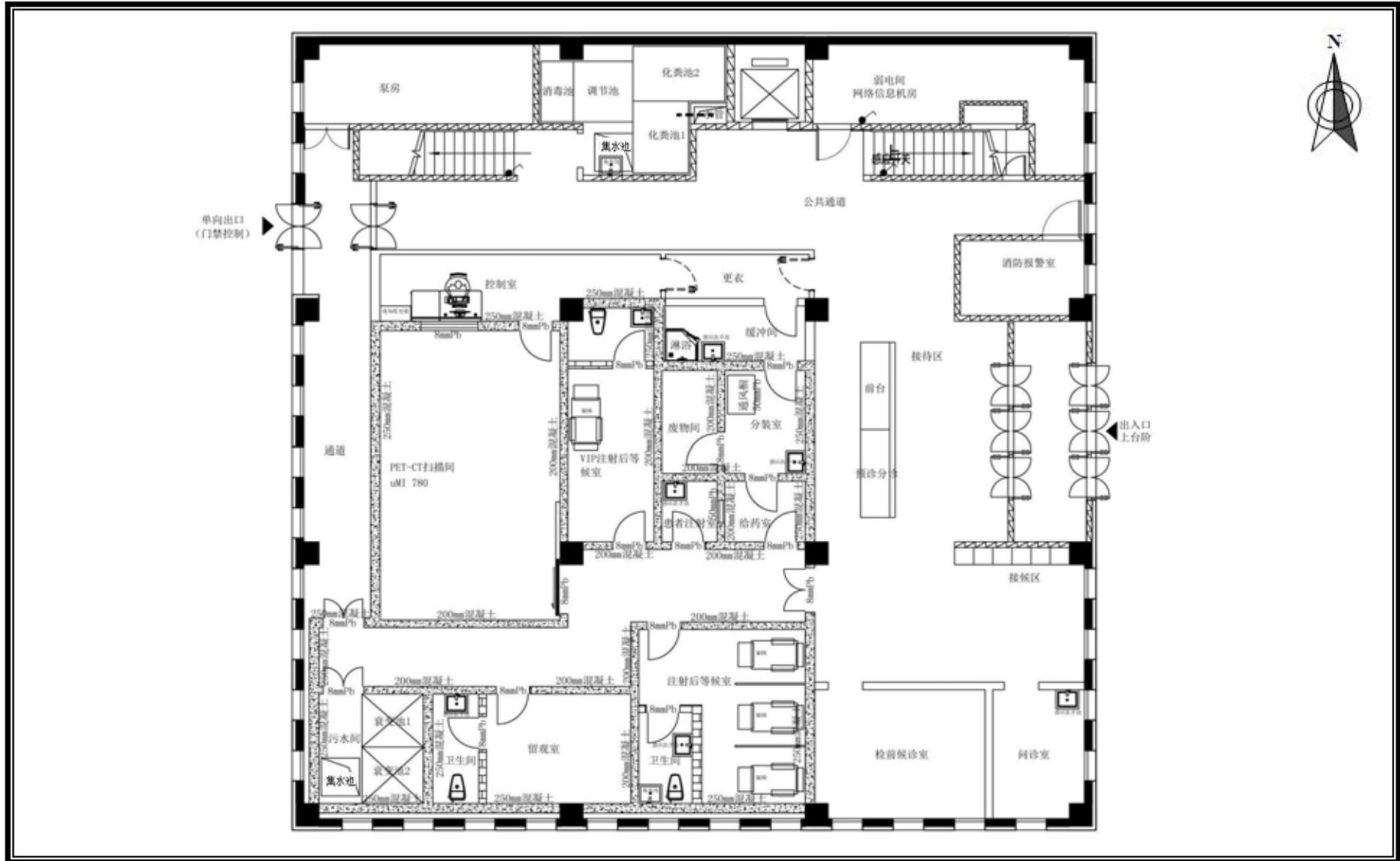


图 10-2 拟建核医学科各场所墙体辐射屏蔽参数示意图

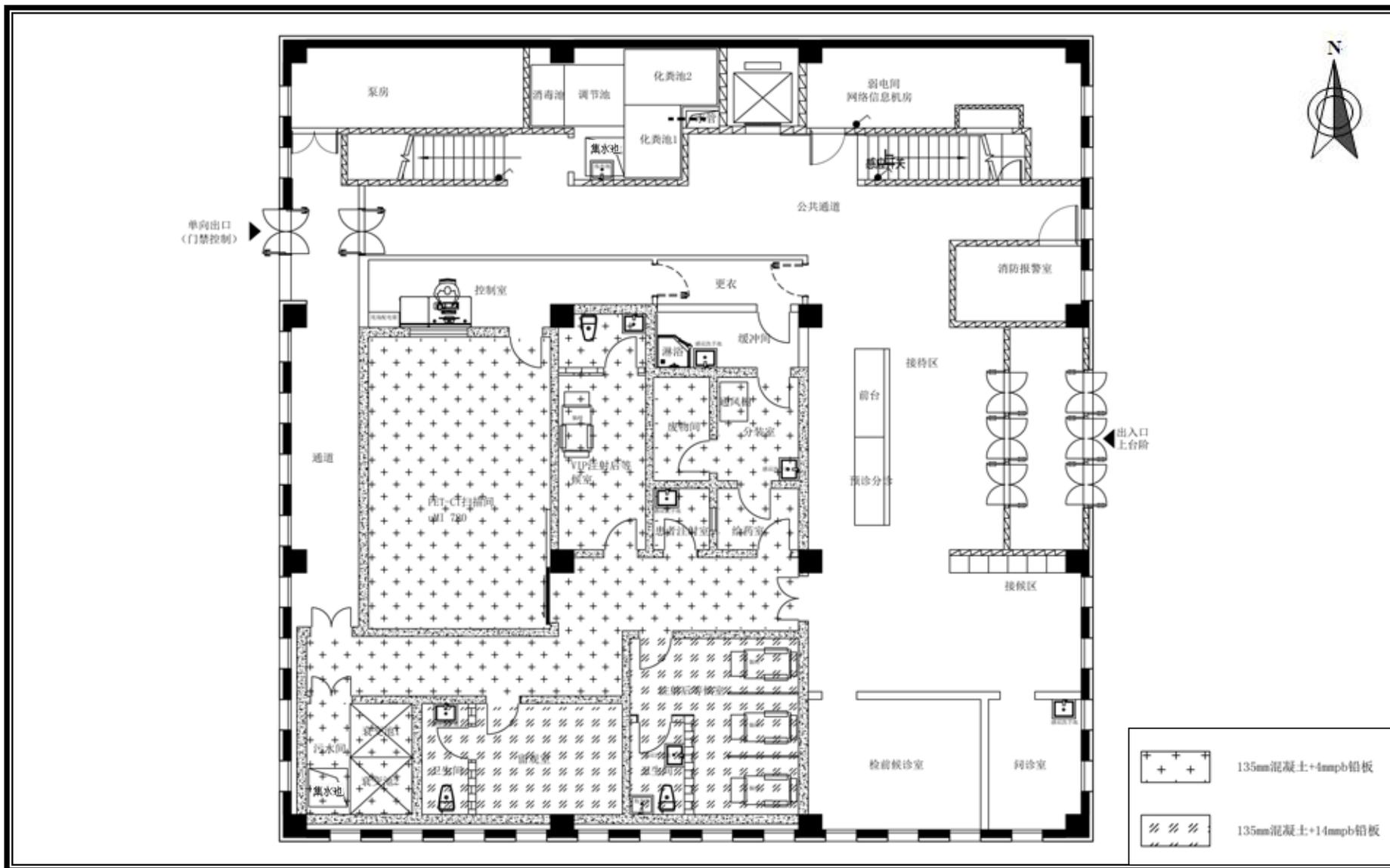


图 10-3 拟建核医学科控制区及患者走道顶棚辐射屏蔽参数示意图

10.1.3 人员工作流程及路线

1.患者就诊流程

患者携带检查申请单在核医学科东侧问诊室接受问诊，确定有检查需要→在检前候诊室等候，建立静脉通道→自核医学科东侧防护门进入监督区工作场所→在患者注射室注射窗口接受 ^{18}F 药物注射→在注射后等候室（或 VIP 注射后等候室）休息约 45min→按广播提示进入 PET-CT 扫描间扫描→进入留观室留观→按广播提示由核医学科西侧患者通道出口离开核医学科工作场所。

2.工作人员流程

药物分装和注射人员：从核医学科东北侧隔离门进入工作场所→在更衣室更衣→在分装室通风橱内分装药物→在给药室注射窗口给患者注射药物→工作完毕，有需要时在缓冲间洗手或淋洗→在更衣室更衣，离开核医学科。

PET-CT 操作人员和摆位人员：进入更衣室更衣→进入 PET-CT 扫描控制室准备→通过广播，或进入 PET-CT 扫描间内近距离指导患者进行摆位→在操作台处操作设备进行扫描检查→工作完毕，返回更衣室更衣，离开核医学科。

3.放射性药物流转路线

药物生产厂家将放射性药物运送至北京联影公司大厅（避开患者就诊高峰期），自患者通道、经给药室进入分装室，在此处办理药物交接手续，核对放射性药物规格和数量，办理签收。药品交接完毕后，辐射工作人员将药物转移至分装室通风橱内保存、备用。

10.2 辐射安全与防护措施

10.2.1 核医学科防护措施

1.核医学科各地面、台面均拟采用 PVC 等易去污材料无缝铺设。在核医学科设计阶段已对核医学科患者通道、医护通道进行了明确划分，在建成后拟按照控制区、监督区进行管理，并在地面设置标识，可有效防止医护人员通道和患者通道的交叉，避免交叉污染。

2.拟在患者通道、医护通道及分装室、废物间、给药室、患者注射室、PET-CT 扫描间、注射后等候室、VIP 注射后等候室、留观室、患者专用卫生间等处均设置铅防护门，在 PET-CT 扫描间设置铅观察窗，确保各区域之间有墙体、防护门、观察窗作为实体边界，

并在核医学科控制区、监督区出入口处设置门禁系统。

3.拟在核医学科各通道出入口、各防护门、通风橱等处设置规范的电离辐射警告标志及中文说明；拟在分装室、患者通道、注射后等候室、VIP 注射后等候室、留观室等处设置视频监控摄像头，并适当设置患者引导标语。

4.拟在分装室西北角设置 1 台通风橱，用于 ^{18}F 药物的手动分装。通风橱整体屏蔽铅当量为 40mmPb，橱面正面拟设置两个操作手孔，用于辐射工作人员的手动分装操作。通风橱内拟设置机械通风装置及专用通风管道，使通风橱内的气体沿着管道排出，并确保在使用时通风橱内的风速不小于 1m/s。另外，在通风橱内配置 2 个铅当量为 50mmPb 的药物屏蔽盒。

5.拟在给药室西侧墙体设置 1 个注射窗口，用于 ^{18}F 药物的注射，注射窗口台面拟采用 PVC 等易去污材料无缝铺设，注射窗铅当量为 50mmPb。拟为 ^{18}F 药物的注射配备 3 个钨合金注射防护套，防护套铅当量为 15mmPb。

6.拟在分装室通风橱旁设置 1 个铅当量为 10mmPb 的铅桶，用于产生的放射性固体废物的暂存，容积约为 10L。

7.拟在废物间设置 2 个铅当量为 20mmPb 的铅桶，用于放射性固体废物的储存衰变。2 个铅桶交替使用，每个铅桶容积约为 25L。

8.拟在核医学科污水间内地面上方建设 2 座槽式衰变池，在地面下方建设 1 座集水池，用于核医学科放射性废液的收集及储存衰变。2 座槽式衰变池交替使用。集水池的有效容积约为 1.2m³，每座衰变池的有效容积约为 5.4m³。

9.拟在核医学科配备 1 台便携式 X- γ 射线检测仪及 1 台便携式表面污染检测仪，用于核医学科日常检测，有需要时 X- γ 射线检测仪也可用于 CT、DR 机房的辐射防护检测。拟在核医学科配备 2 台个人剂量报警仪、4 套铅当量为 0.5mmPb 的铅衣、铅帽、铅围裙等防护用品，用于辐射工作人员的安全防护。拟为每位辐射工作人员配备 1 个人剂量计。

表 10-2 核医学科防护设施一览表

| 序号 | 防护措施 | 防护参数 | 数量 |
|----|----------------|--------------------------|--------------------------------|
| 1 | 通风厨 | 40mmPb | 1 台 |
| 2 | 药物屏蔽盒 | 50mmPb | 2 个 |
| 3 | 注射防护窗 | 50 mmPb | 1 个 |
| 4 | 钨合金注射器防护套 | 15mmPb | 3 个 |
| 5 | 铅桶 | 10mmPb | 1 个 |
| 6 | 铅桶 | 20mmPb | 2 个 |
| 7 | 活度计 | - | 1 个 |
| 8 | 集水池 | 有效容积约为 1.2m ³ | 1 座 |
| 9 | 衰变池 | 有效容积约为 5.4m ³ | 2 座 |
| 10 | 辐射监测仪 | - | 1 台便携式 X-γ射线检测仪及 1 台便携式表面污染检测仪 |
| 11 | 个人剂量报警仪 | - | 2 台 |
| 12 | 铅衣、铅帽、铅围裙等防护用品 | 0.5mmPb | 4 套 |
| 13 | 个人剂量计 | - | 7 个 |
| 14 | 视频监控、语音对讲系统 | - | 1 套 |
| 15 | 门禁系统 | - | 3 套 |

10.2.2 放射性“三废”治理措施

1.放射性固废治理措施

核医学科产生的放射性固体废物主要包括使用后的注射器、棉签、手套、口罩、空药瓶、埋管、擦拭棉球等。对于该类放射性固体废物，收集于内称 1~2 个不易破损塑料袋的铅桶中暂存。待铅桶内放射性固体废物收集满后，辐射工作人员取出塑料袋，将袋口密封，在塑料袋外表面注明废物所含核素名称、重量、暂存起始日期等信息并签名，再将打包的放射性固体废物转移至废物间铅桶内储存衰变。废物间拟设置 2 个铅桶，交替使用。待衰变 30 天后，由辐射工作人员取出，并使用购置的便携式 X-γ射线检测仪及表面污染检测仪对塑料袋表面的辐射剂量率水平和表面污染水平进行巡测，若辐射剂量率水平低于 200nSv/h 且β表面污染水平小于 0.8Bq/cm²，可对废物解控作为一般医疗废物处置。

2.放射性废液治理措施

核医学科产生的放射性废液主要为患者专用卫生间产生的冲厕废水、药物分装及注射时产生的极少量的放射性废液及冲洗废水、洗手废水以及污染区工作场所清洗废水等。北京联影公司计划在 19 号楼一层建设 1 套污水处理系统。污水处理系统主要包含槽式衰变池、化粪池、调节池、消毒池等四个处理单元。核医学区污水和非核医学区污水分别由两

根排水管由建筑内部排出，核医学科污水收集至集水池，再经污水泵提升至衰变池，非核医学科污水流入另一集水池内，由污水泵直接提升至化粪池。衰变池内污水经衰变解控后直接进入化粪池，与非核医学区污水一并进行后续的消毒处理。

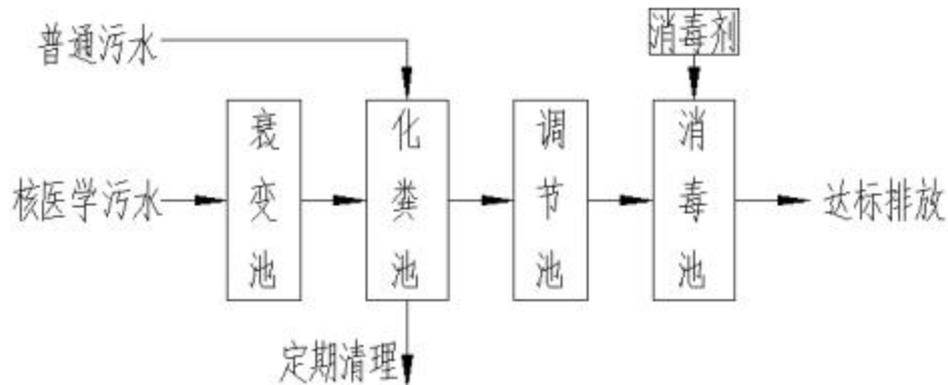


图 10-4 北京联影公司污水处理流程图

本项目核医学科设计有 1 间污水间，污水间内包含 1 座地下集水池及 2 座地上衰变池。集水池拟采用混凝土浇筑，并采取防渗措施，集水池内空尺寸为 $1\text{m}\times 1\text{m}\times 1.4\text{m}$ ，有效使用容积约为 1.2m^3 ；衰变池拟采用 8mm 钢板焊接，池体上方均设置检修口，检修口盖板为钢制材料，每座衰变池的内空尺寸为 $1.6\text{m}\times 1.4\text{m}\times 2.5\text{m}$ ，有效使用容积约为 5.4m^3 。

从集水池提升至衰变池的进水管处均拟设手动控制阀门，衰变池内拟设置浮球液位计并设高液位报警、低液位保护功能。按照前述计算，核医学科 30 天内废液收集量约为 5.28m^3 ，衰变池单个池体满足单独收集 30 天放射性废液的要求。

核医学科计划每 30 天安排工作人员对已衰变的放射性废液实施一次解控处理。当第 1 个池体内的放射性废液提升至化粪池后，开启该池体的进水阀，同时关闭另一个池体的进水阀，并在放射性废液暂存及处置台账上记录废液储存、解控排放等信息。

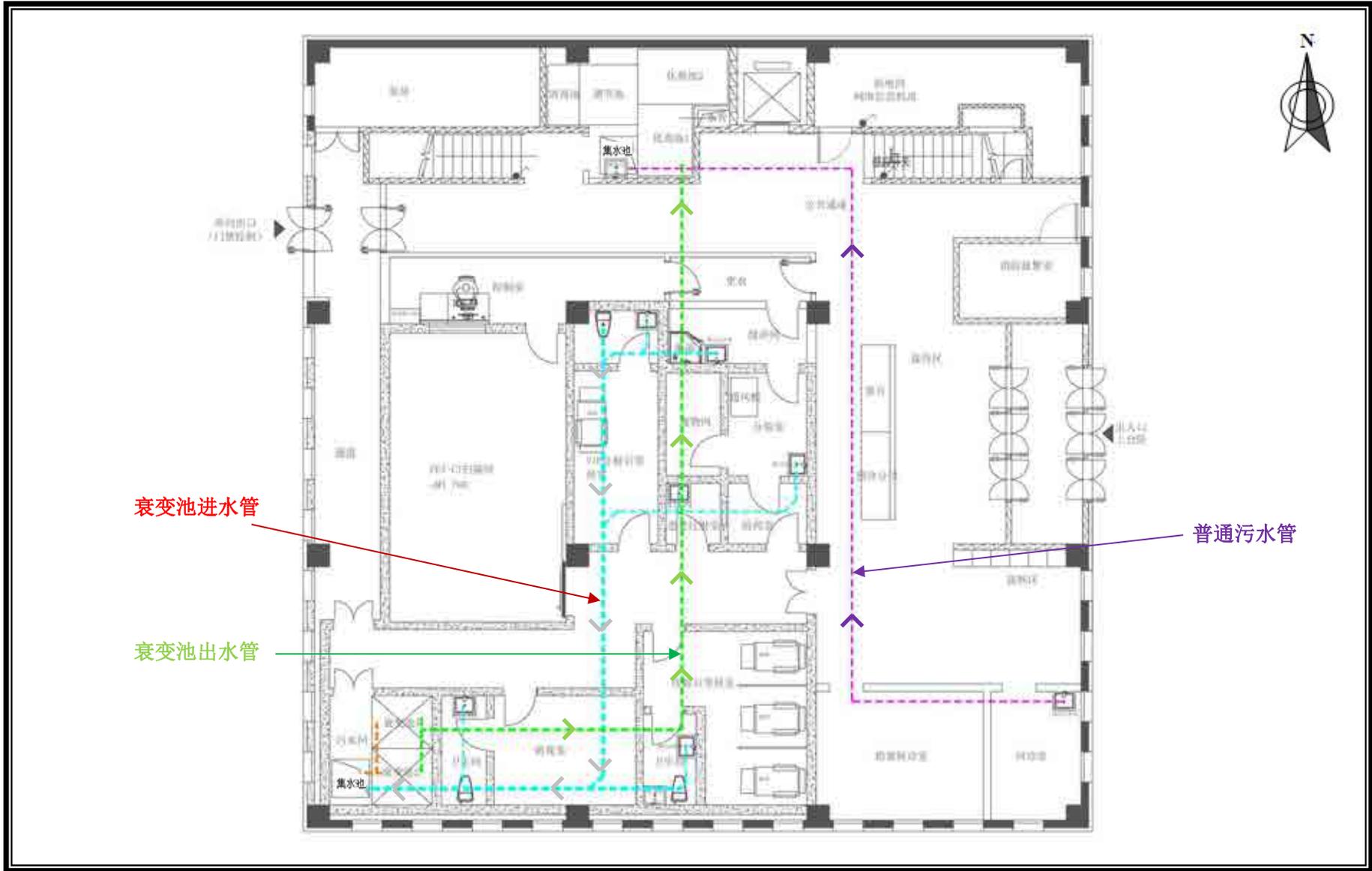


图 10-5 拟建核医学科污水管线及衰变池位置示意图

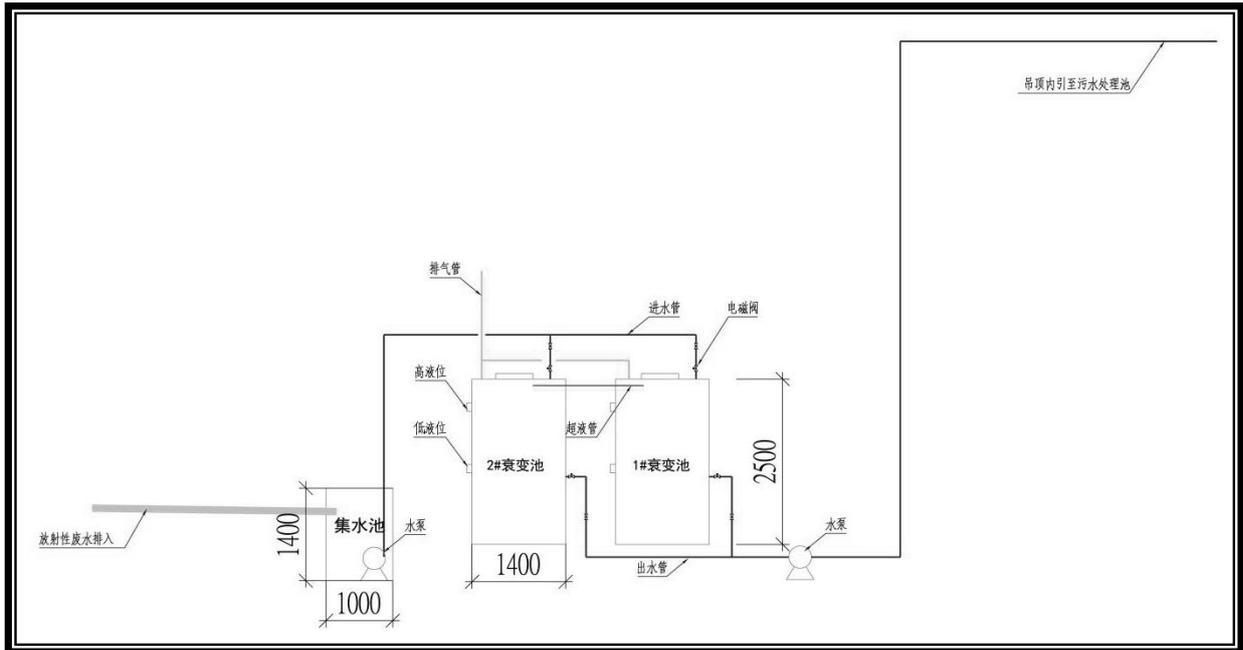


图 10-6 拟建衰变池管线污水管线示意图

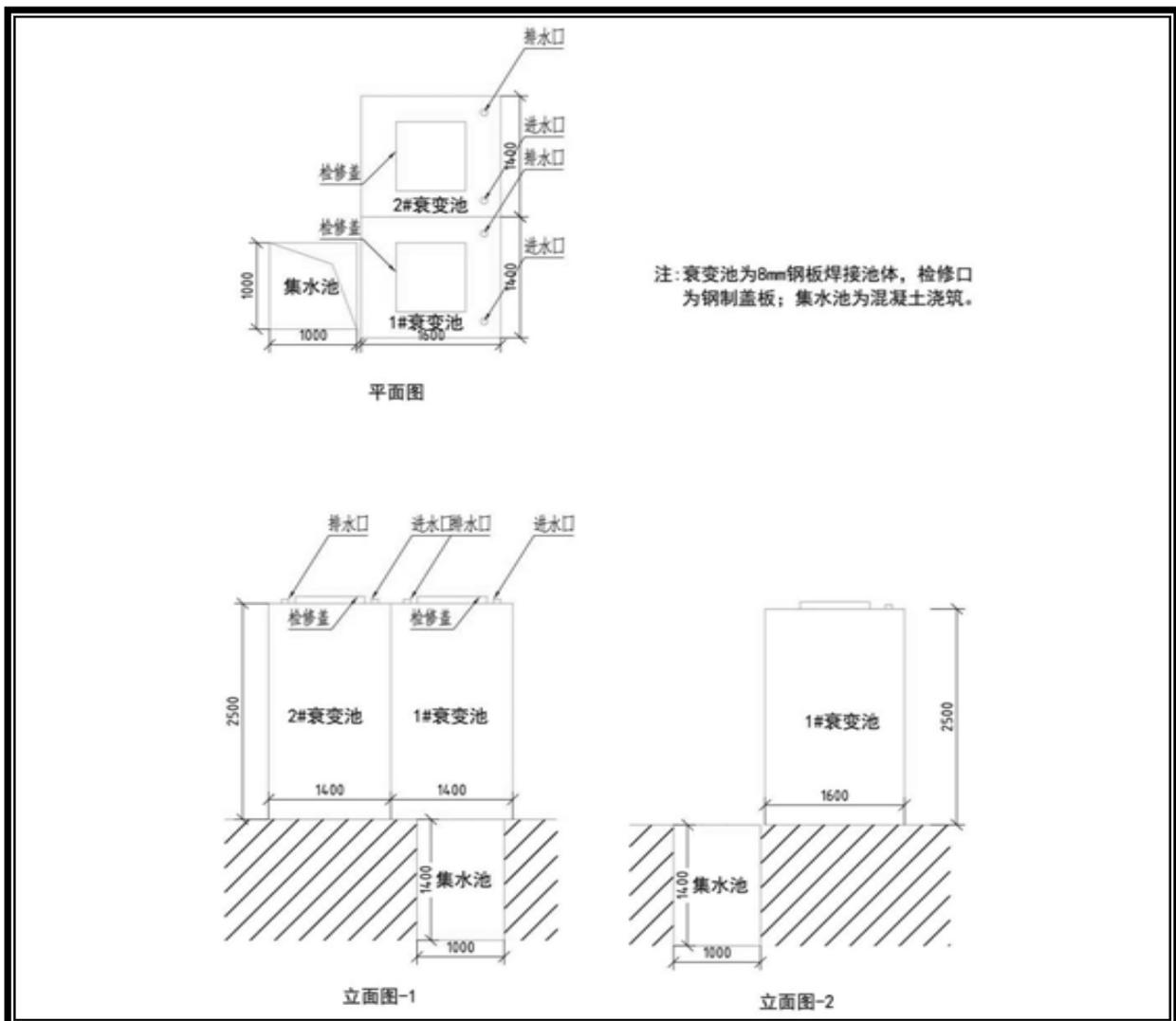


图 10-7 拟建衰变池平面及立面示意图

3.放射性废气治理措施

核医学科放射性药物在使用过程中存在一定程度的挥发，用药后的患者呼吸也会产生少许放射性废气。根据本项目特点，核医学科接收 ^{18}F 药物后即暂存于通风橱内，并在通风橱内完成分装，分装完成后立即安排给患者注射。

北京联影公司拟在核医学科各房间、通道及 19 号楼 1~5 层各工作场所顶部位置设置通风换气口，通风换气管道分别与 19 号楼内的送风系统、排风系统相连，排风系统管道贯穿 1~5 层顶部楼板，最终汇集至高出 19 号楼屋脊 1m 的排风口处排放。另外，拟在核医学科通风橱位置设置一段专用排风管道（内设过滤装置），与一层排风系统管道相连，通风橱内产生的放射性废气与其他场所废气混合一并至顶层排放。通风橱内拟设置机械排风装置，确保通风橱在工作时内部始终形成负压，通风橱内气体流动速率不小于 1m/s，并拟在通风橱上方专用排风管道内约 0.5m 处排风管道位置安装活性炭过滤装置（内含活性炭粉末，过滤效率不小于 75%）并留过滤装置更换口，过滤装置的更换频度为 1 次/年。

对于更换下来的活性炭滤材，应按照放射性固体废物进行管理，使用塑料袋密封，收集于废物间铅桶内进行储存衰变，衰变完成并经检测合格后，再将其按照危险废物进行相应处理。

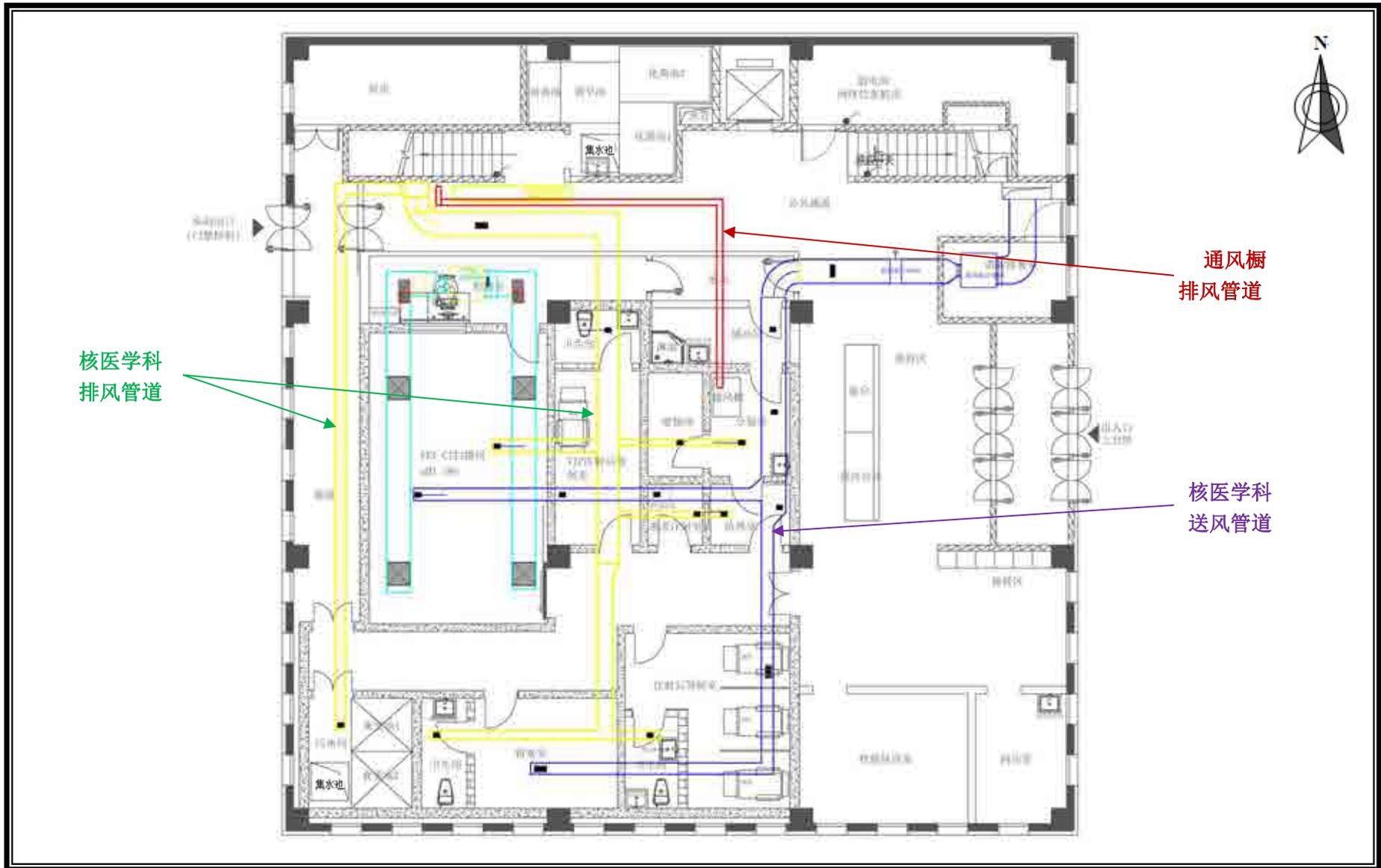


图 10-8 拟建核医学科机械通风系统布局示意图

10.2.3 辐射安全防护设施设计核查表

表 10-3 丙级放射性物质工作场所辐射安全防护设施设计核查表

| 项目 | 内容 | 是否拟设置 | 备注 |
|----------|---------------------|-------|---|
| 场所设施 | 场所分区标识 | √ | 地面标注控制区和监督区 |
| | 场所电离辐射警示标志 | √ | 各通道出入口、各防护门、通风橱等处设置电离辐射警告标志及中文说明 |
| | 出入口有相应的标识和说明 | √ | 受检人员出、入口有明显标志和说明 |
| | 场所内文字说明、灯光、声响等警示 | √ | 采用文字说明、地面设置引导标语、设置广播及影像监控设施 |
| | 安全保卫设施(贮存场所必须) | √ | 分装室安装防盗门、视频监控 |
| | 通风设施 | √ | 分装室配备通风橱, 设置机械通风装置及专用通风管道 |
| | 注射屏蔽 | √ | 配备注射窗口 |
| | 专用卫浴、淋浴设施及下水 | √ | 设置淋浴、洗手池及专用卫生间等 |
| | 放射性下水系统标识 | √ | 洗手池处设置明显标识 |
| | 放射性同位素暂存库或设施 | √ | 同位素在通风橱暂存, 设视频监控 |
| | 放射性下水系统或暂存设施 | √ | 设置专用废液集水池、衰变池 |
| 监测设备 | 便携式监测仪器仪表(污染、辐射水平等) | √ | 配备 1 台便携式 X-γ射线检测仪及 1 台便携式表面污染检测仪 |
| | 个人剂量计 | √ | 所有工作人员配备 TLD 个人剂量计 |
| | 个人剂量报警仪 | √ | 配备 2 台个人剂量报警仪 |
| | 放射性活度计 | √ | 配备 1 台活度计 |
| 个人防护 | 防护手套、口罩等 | √ | 配备一次性医用口罩, 和铅衣、铅帽、铅围裙等 |
| | 放射性表面去污用品和试剂 | √ | 洗涤灵、酒精和棉球 |
| 放射性废物和废液 | 放射性固体废物和废液贮存设施 | √ | 配置 1 个 10L 的铅桶, 铅当量为 10 mmPb, 2 个 25L 的铅桶, 铅当量为 20mmPb 建设 1 座废液集水池, 有效容积约为 1.2m ³ , 2 座废液衰变池, 有效容积均约为 5.4m ³ |
| | 放射性固体废物间 | √ | 设置 1 间废物间 |
| | 废物桶屏蔽措施 | √ | 铅屏蔽 |
| | 通风系统 | √ | 工作场所设置设置送风、排风管道 |
| 应急物品 | 辐射监测仪器 | √ | 配备 1 台便携式 X-γ射线检测仪及 1 台便携式表面污染检测仪 |
| | 去污用品和试剂 | √ | 洗涤灵、酒精和棉球 |
| | 合适的灭火器材 | √ | 1 个干粉灭火器 |

10.3 与相关法规文件的符合情况

依据《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》的规定，现对北京联影影和医学影像诊断中心有限公司从事本项目辐射活动的的能力进行符合性分析。

10.3.1 对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求的符合性分析情况

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与第十六条中要求的符合性分析如表 10-4 所示。

表 10-4 本项目与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的符合性分析一览表

| 应具备条件 | 本项目情况 | 符合情况 |
|--|---|------|
| 16.1 使用放射性同位素、射线装置的单位，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 名技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。 | 已成立以汤晓兵总经理为第一责任人的辐射安全与防护管理领导小组。 | 符合 |
| 16.2 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。 | 计划安排本项目全部 7 名辐射工作人员参加辐射防护与安全知识培训，并取得培训证书，做到持证上岗。 | 符合 |
| 16.3 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。 | 放射性同位素由厂家根据预约的患者用量当天配送，不储存。北京联影公司接收的放射性同位素拟暂存于通风橱内，核医学科及通风橱均设计有足够的辐射防护屏蔽参数。 | 符合 |
| 16.4 放射性同位素和射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。 | 核医学科辐射工作场所各出入口处均拟设置电离辐射警告标志和中文警示说明，拟在核医学科内设置视频监控摄像头，并在患者通道相应区域设置引导标语。 | 符合 |
| 16.5 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。 | 计划配备 1 台便携式 X-γ 射线检测仪及 1 台便携式表面污染检测仪，2 台个人剂量报警仪，4 套铅衣、铅帽、铅围裙等防护用品。 | 符合 |
| 16.6 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、射线装置使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。 | 已制定就诊患者管理制度、辐射防护和安全保卫制度、安全操作规程、核医学科药品交接流程与路线、PET-CT 校准流程、放射性废物管理制度、射线装置检修维护制度、辐射安全培训制度、职业健康监护制度、放射场所辐射监测方案等一系列规章制度。 | 符合 |
| 16.7 有完善的辐射事故应急措施。 | 已制定《辐射事故（件）应急预案》，列出了可能发生的辐射事故（件），并对事故（件）发生后的处理流程及应急保障等提出了明确规定。 | 符合 |
| 16.8 产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。 | 拟对辐射工作场所及通风橱设置机械通风系统，通风橱排风管道内增设活性炭过滤装置。拟建设废液衰变池，用于放射性废液的暂存及衰变；拟设置 3 个铅桶，用于放射性固体废物的暂存及衰变。 | 符合 |

10.3.2 对《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求的符合性分析情况

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中对拟使用射线装置和放射性同位素的单位提出了具体条件，本项目具备的条件与相关要求的符合性分析如表 10-5 所示。

表 10-5 本项目与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的符合性分析一览表

| 安全和防护管理办法要求 | 本项目情况 | 符合情况 |
|--|--|------|
| 第五条： 生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，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。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。 | 核医学科辐射工作场所各出入口处均拟设置电离辐射警告标志和中文警示说明，拟在核医学科内设置视频监控系统，并在患者通道相应区域设置引导标语。 | 符合 |
| 第九条： 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。 | 已建立相关制度文件，要求每天工作后对工作场所表面污染水平进行一次自行监测，每季度对工作场所 γ 辐射剂量率水平进行一次自行监测，并做好自行监测记录；每年委托有资质单位开展委托监测，建立监测记录档案。 | 符合 |
| 第十三条： 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。 | 项目竣工后将在每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。 | 符合 |
| 第十七条： 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。 | 计划安排本项目全部 7 名辐射工作人员参加辐射防护与安全知识培训，并取得培训证书，做到持证上岗。 | 符合 |
| 第二十三条： 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。 | 项目竣工后将为所有辐射工作人员配备个人剂量计，每季度进行一次检测。发现检测结果异常时立即开展调查及处理。相关情况及时上报。 | 符合 |

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目是对已有大楼进行内部施工改造，属于半封闭式室内作业。建设阶段主要有声环境、空气环境、水环境和固体废物的影响。

11.1.1 声环境影响

本项目建设阶段的噪声来自核医学科墙体建设、相关设施的安装调试等阶段中，但该评价项目的建设期较短，对周围环境影响较小，且噪声会随施工结束而消失。因此，只要合理安排施工时间，对周围环境影响不大。

11.1.2 环境空气影响分析

在整个建设阶段，扬尘来自材料运输和装卸等施工活动，由于扬尘多且分散，属无组织排放。受施工方式、设备、气候等因素制约，产生的随机性和波动性大，但土建工程结束后即可恢复。

11.1.3 水环境影响分析

本项目建设阶段污水来自施工人员的生活污水和少量施工废水，对此，施工单位应对施工废水进行妥善处理。

11.1.4 固体废物的影响分析

建设阶段固体废物主要为施工人员的生活垃圾和建筑垃圾。生活垃圾和建筑垃圾应分别堆放，并委托环卫部门妥善处置，及时清运或定期运至环卫部门指定的地点安全处理，可以使建设阶段的固体废物处于可控状态。

综上所述，本项目在建设阶段的环境影响具有暂时性、可逆性的特点。且因本项目工程量较小，施工期基本在室内进行，对室外环境和周边人群的影响较小，故不进行详细评价。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目在运行阶段的环境影响主要为：同位素使用过程中产生的 γ 射线、 β 射线，及放射性“三废”。

11.2.1 计算公式

本项目使用放射性核素 ^{18}F ，其在衰变过程中会产生能量为 511keV (γ : 193%) 的 γ 射线。核医学科放射性核素对屏蔽体外环境的辐射剂量率计算公式如下：

$$H = K \cdot \frac{A \cdot \tau}{R^2} \quad \dots\dots\dots \text{(公式 11-1)}$$

$$K = 10^{-\left(\frac{h}{TVL}\right)} \quad \dots\dots\dots \text{(公式 11-2)}$$

式中：

H ——屏蔽体外剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

A——源项活度，MBq；

τ ——空气吸收剂量率常数， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ；

R ——参考点与源项的距离，m；

K——屏蔽衰减系数，无量纲；

h——屏蔽层的厚度，mm；

TVL——射线在防护材料中的十分之一值层厚度，mm。

11.2.2 相关参数选取

1.根据《PET-CT 诊断学》（潘中允）建议的剂量率常数，对于 ^{18}F 的剂量率常数，注射前为 $0.143\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ，注射后为 $0.092\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 。

本项目对放射性核素 ^{18}F 所选取的相关参数见表 11-1。

表 11-1 放射性核素相关取值一览表

| 核素 | 最大单次给药量 (MBq) | 衰变能量 (KeV) | 剂量率常数 ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) | 混凝土 TVL (mm) | 铅 TVL (mm) |
|-----------------|------------------|---------------|--|-----------------|---------------|
| ^{18}F | 370 | 511 | 注射前 0.143, 注射后 0.092 | 176 | 16.6 |

2.根据患者检查程序时间安排，患者体内药物自注射至接受 PET-CT 检查约经过 45min

衰变及代谢，自注射至留观约经过 65min 衰变及代谢。根据《辐射防护技术与管理 电离辐射防护技术与管理》(张丹枫、赵兰才)、AAPM Task Group 108:PET and PET/CT Shielding Requirements 中相关内容计算，患者注射 370MBq 的药物经过 45min 衰变后剩余活度约为 236MBq，经过 65min 衰变后剩余活度约为 209MBq。

3.核医学科每次最大分装量按 300mCi (15 人次总用药量，并考虑 2 倍的衰减裕量) 计算，分装工作在 40mmPb 的通风橱内完成。

4.每天产生的放射性固体废物活度按日最大操作量的十分之一估算，即 740MBq。放射性固体废物经过一夜(当天 16:00 至第二天 8:00)的衰变后，第二天早上转移至废物间的 20mmPb 的铅桶内，其剩余活度约为 1.7 MBq。

5.注射后等候室考虑 3 名患者同时等候的情况，计算时考虑 3 名患者叠加的辐射剂量。

11.2.3 屏蔽体外剂量率

根据上述公式及相关参数，计算所得屏蔽体外剂量率结果见表 11-2。

表 11-2 核医学科各屏蔽场所外剂量率核算一览表

| 序号 | 工作场所及源项活度 | 参考点 | 屏蔽材料 | 剂量率常数 τ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) | 衰减系数 | 距离 (m) | 屏蔽体外剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 备注 |
|----|----------------------|---------------------|-----------------------|---|----------|-----------|---------------------------------|-------|
| 1 | 分装室, 11100M Bq | 东侧墙外0.3m处 | 250mm 混凝土 +40mmPb | 0.143 | 1.48E-04 | 2.3 | 4.44E-02 | 核医学边界 |
| 2 | | 东侧前台 | 250mm 混凝土 +40mmPb | 0.143 | 1.48E-04 | 3.0 | 2.61E-02 | 周边关注点 |
| 3 | | 东侧大厅 | 250mm 混凝土 +40mmPb | 0.143 | 1.48E-04 | 6.0 | 6.53E-03 | 周边关注点 |
| 4 | | 东侧消防报警室 | 250mm 混凝土 +40mmPb | 0.143 | 1.48E-04 | 8.0 | 3.67E-03 | 周边关注点 |
| 5 | | 东侧 19 号楼外道路 | 250mm 混凝土 +40mmPb | 0.143 | 1.48E-04 | 12.2 | 1.58E-03 | 周边关注点 |
| 6 | | 北侧墙外0.3m处 | 250mm 混凝土 +40mmPb | 0.143 | 1.48E-04 | 1.2 | 1.63E-01 | 监督区 |
| 7 | | 北侧防护门外 0.3m 处 | 48mmPb | 0.143 | 1.28E-03 | 1.2 | 1.41E+00 | 监督区 |
| 8 | | 北侧核医学边界 外 0.3m 处 | 250mm 混凝土 +40mmPb | 0.143 | 1.48E-04 | 4.1 | 1.40E-02 | 核医学边界 |
| 9 | | 北侧走道 | 250mm 混凝土 +40mmPb | 0.143 | 1.48E-04 | 4.8 | 1.02E-02 | 周边关注点 |
| 10 | | 北侧强弱电机房 | 250mm 混凝土 +40mmPb | 0.143 | 1.48E-04 | 9.8 | 2.45E-03 | 周边关注点 |
| 11 | | 北侧电梯口 | 250mm 混凝土 +40mmPb | 0.143 | 1.48E-04 | 6.5 | 5.56E-03 | 周边关注点 |
| 12 | | 北侧楼梯口 | 250mm 混凝土 +40mmPb | 0.143 | 1.48E-04 | 7.2 | 4.53E-03 | 周边关注点 |
| 13 | | 北侧 19 号楼外道路 | 250mm 混凝土 +40mmPb | 0.143 | 1.48E-04 | 12.5 | 1.50E-03 | 周边关注点 |
| 14 | | 顶棚上方 | 135mm 混凝土 +44mm 铅板 | 0.143 | 3.82E-04 | 3.9 | 3.99E-02 | 周边关注点 |

续表 11-2 核医学科各屏蔽场所外剂量率核算一览表

| 序号 | 工作场所及源项活度 | 参考点 | 屏蔽材料 | 剂量率常数 τ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) | 衰减系数 | 距离 (m) | 屏蔽体外剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 备注 |
|----|-------------------------------|-------------------|-----------------------|---|----------|-----------|---------------------------------|-------|
| 15 | 废物间, 1.7MBq | 北侧墙外0.3m处 | 250mm 混凝土 +20mmPb | 0.143 | 2.37E-03 | 1.9 | 1.60E-04 | 监督区 |
| 16 | | 北侧核医学边界 外0.3m处 | 250mm 混凝土 +20mmPb | 0.143 | 2.37E-03 | 4.8 | 2.50E-05 | 核医学边界 |
| 17 | | 顶棚上方 | 135mm 混凝土 +24mm 铅板 | 0.143 | 6.13E-03 | 3.9 | 9.80E-05 | 周边关注点 |
| 18 | 给药室, 370MBq | 东侧墙外0.3m处 | 250mm 混凝土 +15mmPb | 0.143 | 4.74E-03 | 2.7 | 3.44E-02 | 核医学边界 |
| 19 | | 东侧预诊分诊 | 250mm 混凝土 +15mmPb | 0.143 | 4.74E-03 | 3.4 | 2.17E-02 | 周边关注点 |
| 20 | | 顶棚上方 | 135mm 混凝土 +19mm 铅板 | 0.143 | 1.23E-02 | 3.9 | 4.28E-02 | 周边关注点 |
| 21 | 患者注射室, 370MBq | 顶棚上方 | 135mm 混凝土 +4mm 铅板 | 0.092 | 9.82E-02 | 3.9 | 2.20E-01 | 周边关注点 |
| 22 | 注射后 等候室, 370MBq ×3 | 东侧墙外0.3m处 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 1.5 | 1.72E+00 | 核医学边界 |
| 23 | | 东侧接候区 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 7.6 | 6.72E-02 | 周边关注点 |
| 24 | | 东侧19号楼外道路 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 11.5 | 2.93E-02 | 周边关注点 |
| 25 | | 南侧19号楼墙外 0.3m处 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 3.3 | 3.56E-01 | 核医学边界 |
| 26 | | 南侧19号楼外道路 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 6.0 | 1.08E-01 | 周边关注点 |
| 27 | | 顶棚上方 | 135mm 混凝土 +14mm 铅板 | 0.092 | 2.45E-02 | 3.9 | 1.64E-01 | 周边关注点 |
| 28 | VIP 注射 后等候 室, 370MBq | 北侧墙外0.3m处 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 3.4 | 1.12E-01 | 监督区 |
| 29 | | 北侧核医学边界 外0.3m处 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 4.7 | 5.86E-02 | 核医学边界 |
| 30 | | 卫生间东侧墙外 0.3m处 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 1.7 | 4.48E-01 | 监督区 |
| 31 | | 东侧核医学边界 外0.3m处 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 5.7 | 3.98E-02 | 核医学边界 |
| 32 | | 顶棚上方 | 135mm 混凝土 +4mm 铅板 | 0.092 | 9.82E-02 | 3.9 | 2.20E-01 | 周边关注点 |
| 33 | PET-CT 扫描间, 236MBq | 西侧墙外0.3m处 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 3.2 | 8.06E-02 | 核医学边界 |
| 34 | | 西侧19号楼外庭院 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 12.0 | 5.73E-03 | 周边关注点 |
| 35 | | 北侧墙外0.3m处 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 4.9 | 3.44E-02 | 监督区 |
| 36 | | 北侧观察窗外 0.3m处 | 8mmPb | 0.092 | 3.30E-01 | 4.9 | 2.98E-01 | 监督区 |
| 37 | | 北侧防护门外 0.3m处 | 8mmPb | 0.092 | 3.30E-01 | 4.9 | 2.98E-01 | 监督区 |
| 38 | | 北侧操作位 | 8mmPb | 0.092 | 3.30E-01 | 5.6 | 2.28E-01 | 监督区 |
| 39 | | 北侧核医学边界 外0.3m处 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 6.8 | 1.78E-02 | 核医学边界 |
| 40 | | 北侧走道 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 7.4 | 1.51E-02 | 周边关注点 |
| 41 | | 北侧楼梯口 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 9.1 | 9.96E-03 | 周边关注点 |
| 42 | | 北侧19号楼外道路 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 15.2 | 3.57E-03 | 周边关注点 |

续表 11-2 核医学科各屏蔽场所外剂量率核算一览表

| 序号 | 工作场所及源项活度 | 参考点 | 屏蔽材料 | 剂量率常数 τ ($\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2\cdot\text{MBq}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) | 衰减系数 | 距离 (m) | 屏蔽体外剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 备注 |
|----|--------------------|-------------------|--------------------|---|----------|-----------|---------------------------------|-------|
| 43 | PET-CT 扫描间, 236MBq | 顶棚上方 | 135mm 混凝土 +4mm 铅板 | 0.092 | 9.82E-02 | 3.9 | 1.40E-01 | 周边关注点 |
| 44 | 留观室, 209MBq | 南侧 19 号楼墙外 0.3m 处 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 2.4 | 1.27E-01 | 核医学边界 |
| 45 | | 南侧 19 号楼外道路 | 250mm 混凝土 | 0.092 | 3.80E-02 | 4.8 | 3.17E-02 | 周边关注点 |
| 46 | | 顶棚上方 | 135mm 混凝土 +14mm 铅板 | 0.092 | 2.45E-02 | 3.9 | 3.10E-02 | 周边关注点 |
| 47 | 患者通道, 370MBq | 顶棚上方 | 135mm 混凝土 +4mm 铅板 | 0.092 | 9.82E-02 | 3.9 | 2.20E-01 | 周边关注点 |

由表 11-2 可知, 核医学科正常运行时: 核医学科边界外 0.3m 处的附加剂量率满足剂量率控制水平为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

11.3 年附加有效剂量分析

11.3.1 公众成员的年附加有效剂量分析

本项目的公众成员主要为 19 号楼内的不参与辐射工作的内部工作人员, 如前台、预诊分诊、消防报警室及强弱电室的工作人员等, 19 号楼内的就诊患者及家属, 19 号楼外的流动人员等。

对核医学科东侧前台及预诊分诊等内部工作人员常驻的位置, 根据其工作性质取居留因子为 1; 对于 19 号楼内的消防报警室、强弱电室等工作人员不常居留的地方, 大厅、走道、电梯、楼梯等位置的人员, 以及位于候诊区域的患者及家属, 取居留因子为 1/4; 对于 19 号楼外的道路、庭院等位置, 取居留因子为 1/16。

按核医学科每天接纳 20 位患者, 每年接纳 5000 名患者计算, 分装室通风橱内药物分装时间为 30s/支, 每年分装时间约为 41.7h; 药物注射时间为 30s/支, 每年注射时间约为 41.7h, 每年给药室注射时间及患者注射室患者停留时间均为 41.7h; 根据患者注射后休息时间推算, 注射后等候室每天患者停留时间约为 425min/天, 每年停留时间约为 1770.8h; VIP 患者数量较少, VIP 注射后等候室患者停留时间取注射后等候室的 1/2, 即每年停留时间约为 885.4h; 每位患者的平均接受 PET-CT 扫描的时间按 20min 计, 每年的 PET-CT 扫描时间约为 1666.7h; 留观室患者停留时间为 20min/人, 每年留观室患者停留时间约为

1666.7h；每位患者在专用通道内的停留时间按 20s 计，则核医学科患者每年停留时间为 27.8h；废物间放射性固体废物不间断衰变，周边公众受照时间取 8h/天计，则每年照射时间为 2000h。

对核医学科周边公众的年有效剂量，依据照表 11-2 中周边关注点处的附加剂量率进行计算，具体计算结果见表 11-3。

表 11-3 公众成员所受年附加有效剂量计算结果

| 序号 | 关注点位置 | | 关注点公众 | 附加剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 接受照射 时间(h/a) | 居留 因子 | 年附加有效 剂量 (mSv/a) |
|----|----------------|-------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------|----------|---------------------|
| 1 | 分装室 | 东侧前台、预诊分诊 | 内部工作人员 | 2.61E-02 | 41.7 | 1 | 1.09E-03 |
| 2 | | 东侧大厅 | 内部工作人员、 患者及家属 | 6.53E-03 | 41.7 | 1/4 | 6.80E-05 |
| 3 | | 东侧消防报警室 | 内部工作人员 | 3.67E-03 | 41.7 | 1/4 | 3.83E-05 |
| 4 | | 东侧 19 号楼外道路 | 流动人员 | 1.58E-03 | 41.7 | 1/16 | 4.11E-06 |
| 5 | | 北侧走道 | 内部工作人员、 患者及家属 | 1.02E-02 | 41.7 | 1/4 | 1.06E-04 |
| 6 | | 北侧强弱电机房 | 内部工作人员 | 2.45E-03 | 41.7 | 1/4 | 2.55E-05 |
| 7 | | 北侧电梯口 | 内部工作人员、 患者及家属 | 5.56E-03 | 41.7 | 1/4 | 5.80E-05 |
| 8 | | 北侧楼梯口 | | 4.53E-03 | 41.7 | 1/4 | 4.72E-05 |
| 9 | | 北侧 19 号楼外道路 | 流动人员 | 1.50E-03 | 41.7 | 1/16 | 3.92E-06 |
| 10 | | | 顶棚上方 | 等候 CT 或 MR 扫 描的患者及家属 | 3.99E-02 | 41.7 | 1/4 |
| 11 | 废物间 | 顶棚上方 | 9.80E-05 | | 2000.0 | 1/4 | 4.90E-05 |
| 12 | 给药室 | 东侧预诊分诊 | 内部工作人员 | 2.17E-02 | 41.7 | 1 | 9.05E-04 |
| 13 | | 顶棚上方 | 等候 CT 或 MR 扫 描的患者及家属 | 4.28E-02 | 41.7 | 1/4 | 4.46E-04 |
| 14 | 患者注射 室 | 顶棚上方 | | 2.20E-01 | 41.7 | 1/4 | 2.29E-03 |
| 15 | 注射后等 候室 | 东侧接候区 | 患者及家属 | 6.72E-02 | 1770.8 | 1/4 | 2.97E-02 |
| 16 | | 东侧 19 号楼外道路 | 流动人员 | 2.93E-02 | 1770.8 | 1/16 | 3.25E-03 |
| 17 | | 南侧 19 号楼外道路 | 流动人员 | 1.08E-01 | 1770.8 | 1/16 | 1.19E-02 |
| 18 | | 顶棚上方 | 等候 CT 或 MR 扫 描的患者及家属 | 1.64E-01 | 1770.8 | 1/4 | 7.28E-02 |
| 19 | VIP 注射 后等候室 | 顶棚上方 | | 2.20E-01 | 885.4 | 1/4 | 4.86E-02 |
| 20 | PET-CT 扫描间 | 西侧 19 号楼外庭院 | 流动人员 | 5.73E-03 | 1666.7 | 1/16 | 5.97E-04 |
| 21 | | 北侧走道 | 内部工作人员、 患者及家属 | 1.51E-02 | 1666.7 | 1/4 | 6.28E-03 |
| 22 | | 北侧楼梯口 | | 9.96E-03 | 1666.7 | 1/4 | 4.15E-03 |
| 23 | | 北侧 19 号楼外道路 | 流动人员 | 3.57E-03 | 1666.7 | 1/16 | 3.72E-04 |
| 24 | 留观室 | 南侧 19 号楼外道路 | 流动人员 | 3.17E-02 | 1666.7 | 1/16 | 3.30E-03 |
| 25 | | 顶棚上方 | 等候 CT 或 MR 扫 描的患者及家属 | 3.10E-02 | 1666.7 | 1/4 | 1.29E-02 |
| 26 | 患者通道 | 顶棚上方 | | 2.20E-01 | 27.8 | 1/4 | 1.53E-03 |

由表 11-3 可知，周边关注点处公众成员最大年附加有效剂量为 $7.28 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，满足本项目对公众成员所取年有效剂量约束值为 0.1mSv 的要求。

有些受检者由于某些原因，检查过程可能需要家属陪护，家属陪护过程中受到的辐射主要来自于与患者近距离接触时的射线外照射。 ^{18}F 药物注射后的剂量率常数为 $0.092 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{MBq}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ，每位患者最多注射 10mCi (370MBq) 的药物，计算得距离患者 1m 处的剂量率约为 $34 \mu\text{Gy/h}$ 。保守假设陪护家属在距患者 1m 处陪同 2h 计，则单次接受的最大附加有效剂量为 $6.80 \times 10^{-2} \text{mSv}$ 。保守估计，每 100 人中有 1 人需安排家属陪护，每年接收的患者中需安排家属陪护的情况约 50 例。对于陪护的家属，辐射工作人员需告知其陪护的风险及注意事项等，确保在充分自愿的情况下方可安排其进入 PET-CT 扫描间陪护。

本项目核医学科上层拟建 2 间 CT 机房，根据对 2 台 CT 及机房相关参数的调查及计算，在 2 台 CT 同时运行的情况下，对周边辐射工作人员的最大年附加有效剂量约为 $1.94 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，对周边公众成员的最大年附加有效剂量约为 $5.70 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ 。由此可见，二层 2 台 CT 运行时基本不会对本项目周边环境产生附加影响。本项目运行时，考虑 CT 扫描控制室（PET-CT 扫描间正上方）内的辐射工作人员工作性质，取居留因子为 1，按照表 11-2 中的计算，PET-CT 扫描间顶棚上方的剂量率为 $0.14 \mu\text{Sv/h}$ ，PET-CT 扫描间患者停留时间为 1666.77h/a ，计算得核医学科正常运行时，对 CT 扫描控制室内的辐射工作人员的附加年有效剂量约为 0.23mSv/a ，低于其年有效剂量约束值 2mSv/a 的要求。

11.3.2 辐射工作人员的年附加有效剂量分析

核医学科辐射工作人员所受剂量为放射性药物分装、药物注射、指导患者摆位等过程中近距离接触放射性药物（或服药后的患者）产生的受照剂量，与在控制室开展扫描检查时所受的照射剂量之和。

根据北京联影公司规划，拟为本项目配备 7 名辐射工作人员，其中包含 3 名技师、2 名医师、2 名护士。辐射工作人员的预定工作任务及人员安排情况见表 11-4。

表 11-4 辐射工作人员的预定工作任务及人员安排情况一览表

| 职业人员 | 预定工作任务 | 人员安排情况 |
|------|-------------------|---|
| 技师 | 指导患者摆位、PET-CT 检查等 | 共 3 名技师。每天安排 2 人在岗，每天在岗人员和预定工作任务交替轮转。 |
| 医师 | 询问病史、写报告、制定检查计划等 | 共 2 名医生，每天安排 2 人在岗 |
| 护士 | 药物分装及注射、登记预约、接待等 | 共 2 名护士，1 人负责药物分装及注射，1 人负责登记预约及接待、埋针，每天安排 2 人在岗，预定工作任务每天交替轮转。 |

辐射工作人员各工作阶段的年附加有效剂量计算如下：

(1) 放射性药物分装时所受年附加有效剂量

根据规划，核医学科每天接待 20 位患者，每年最多工作 250 天。¹⁸F 药物需在通风橱完成分装。每天早上放射性药物分装前，放射性药物总活度约为 300mCi (11100Mbcq)，源罐暂存通风橱内。通风橱的屏蔽铅当量为 40mmPb，对 ¹⁸F 的衰减系数为 3.89×10^{-3} ，分装时护士距离药物的距离约为 0.5m，计算得在分装 300mCi 的 ¹⁸F 时护士所在位置屏蔽体外的辐射剂量率约为 $2.47 \times 10^1 \mu\text{Sv/h}$ 。每支药物分装时间按 30s 计，全年分装累计约 41.7h。因此，放射性药物分装时护士所受年附加有效剂量为 1.03mSv/a。

(2) 放射性药物注射时所受外照射剂量

药物注射均在注射窗口完成，注射时放射性药物经注射器注射套 (15mmPb) 和注射窗 (50mmPb) 双重屏蔽，衰减系数为 1.21×10^{-3} ，药物注射时护士距离药物的距离约为 0.3m，计算得在注射 370MBq 的 ¹⁸F 时护士所受的辐射剂量率约为 $7.14 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/h}$ 。每支药物的注射时间为 30s/人，全年药物注射 5000 次，全年累积注射时间约 41.7h。因此，放射性药物注射时护士所受年附加有效剂量为 $2.98 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ 。

(3) 指导患者摆位时所受外照射剂量

技师一般通过对讲设备邻室指导患者摆位，特殊情况下需进入扫描间内现场指导摆位，现场指导摆位时技师需穿戴铅衣等防护用品，每位患者摆位的时间平均约为 30s。保守估计，每 100 人中约有 5 人需开展现场指导摆位，每年接收的患者中需开展现场指导摆位的情况约 250 例，总摆位时间约为 2.1h；邻室指导摆位的情况约为 4750 例，总摆位时间约为 39.6h。在邻室指导摆位时，技师在控制室操作位处进行指导，根据表 11-2 所示，操作位处的辐射剂量率为 $2.86 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ ，则邻室指导摆位时技师所受的年附加有效剂量

为 $1.13 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ 。现场指导摆位时，技师穿戴有 0.5mmPb 的铅防护用品，衰减系数为 9.33×10^{-1} ，技师距离患者约 0.5m ，计算得在协助体内含有 236MBq （经约 45min 衰变）的 ^{18}F 药物的患者时技师所受的辐射剂量率约为 $81 \mu\text{Sv/h}$ ，则现场指导摆位时技师所受的年附加有效剂量为 $1.70 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ 。因此，指导患者摆位时技师所受累计年附加有效剂量为 $1.81 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ 。

（4）在控制室开展扫描检查时所受外照射剂量

技师在开展 PET-CT 检查时均在邻室操作，根据表 11-2 所示，操作位处的辐射剂量率为 $2.86 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/h}$ 。每位患者平均接受 PET-CT 检查的时间按 20min 计，每年检查 5000 人，则全开展扫描检查的时间为 1666.7h 。因此，开展扫描检查时技师所受年附加有效剂量为 $4.77 \times 10^{-1} \text{mSv/a}$ 。

辐射工作人员各工作阶段的年附加有效剂量计算结果见表 11-5。

表 11-5 辐射工作人员所受年附加有效剂量计算结果

| 序号 | 职业人员 | 辐射工作类型 | 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$) | 受照时间 (h) | 年附加有效剂量 (mSv/a) | 累计年附加有效剂量 (mSv/a) |
|----|------|--------|--------------------------|----------|----------------------------|------------------------------|
| 1 | 技师 | 邻室指导摆位 | $2.86\text{E-}01$ | 39.6 | $1.13\text{E-}02$ | 0.66 |
| 2 | | 现场指导摆位 | $8.10\text{E+}01$ | 2.1 | $1.70\text{E-}01$ | |
| 3 | | 扫描检查 | $2.86\text{E-}01$ | 1666.7 | $4.77\text{E-}01$ | |
| 4 | 护士 | 药物分装 | $2.47\text{E+}01$ | 41.7 | $1.03\text{E+}00$ | 1.03 |
| 5 | | 药物注射 | $7.14\text{E-}02$ | 41.7 | $2.98\text{E-}03$ | |

综上所述，核医学科技师所受累计年附加有效剂量为 0.66mSv/a ，护士所受累计年附加有效剂量为 1.03mSv/a 。

由表 11-4 所属的职业人员工作情况，结合上述辐射工作人员的年附加有效剂量可知，技师所受的累计年附加有效剂量由 3 名技师共同承担，护士所受的累计年附加有效剂量由 2 名技师共同承担，因此，本项目每名技师所受的年附加有效剂量约为 0.22mSv/a ，每名护士所受的年附加有效剂量约为 0.52mSv/a ，满足辐射工作人员年有效剂量约束值为 2mSv/a 的要求。

11.4 事故（件）影响分析

11.4.1 辐射事故（件）风险分析

本项目使用放射性药物 ^{18}F 作为显像药物，在正常营运情况下对于公众和周围环境是安全的。但是，如果操作管理不善或发生异常情况时，可能对公众和环境造成辐射危害，可能出现的情况有：

（1）放射性药物撒漏或放射性药品丢失

由于工作人员操作不熟练或者其他原因造成工作时放射性药物撒漏，以及放射性药物保管不善丢失，可能对公众和周围环境造成辐射污染。

（2）屏蔽措施不当

如果对放射性核素工作场所屏蔽不当，可能对环境造成污染和对人员造成不必要的照射。

（3）放射性废物管理不善

放射性废液未经足够长时间的暂存衰变，使排放超出规定的限值，可能对环境或人体造成一定危害。放射性固体废物未经足够长时间的暂存衰变，擅自处置，可能对环境造成污染和对公众造成危害。

11.4.2 风险防范与事故（件）应急处理措施

针对在核医学科工作场所放射性核素使用过程中可能出现的辐射事故（件），应采取一系列的预防措施，尽可能减小或控制事故（件）的危害和影响：

（1）安保措施：核医学科辐射工作场所各出入口处均设置防护门，室内设置视频监控系统，防止无关人员进入；辐射工作人员上岗前需接受上岗技能培训及其他培训，合格后方可上岗，在岗时严格遵守各项操作规程，发生药物撒漏时及时按照规程处理处置，并对药物实行严格登记制度，可有效防止辐射事故（件）的发生。

（2）表面污染控制措施：在通风橱内分装放射性药物、在注射窗口完成药物注射。工作人员离开核医学科控制区后更换工作鞋和工作服，可有效防止放射性污染扩散。每天放射性同位素操作结束后使用多功能辐射检测仪检测相应区域的表面污染水平，发现表面

污染时立即采用擦拭方法去污，去污后再次检测，直至表面污染水平满足标准要求。污染去除后及时分析原因，并召开科室内部讨论及学习，必要时开展辐射事故（件）应急演练。

（3）屏蔽防护：核医学科辐射工作场所各处墙体均采用红砖、硫酸钡砂浆、混凝土进行屏蔽，防护门、观察窗及注射窗口均采用铅屏蔽，铅当量满足防护要求，并定期开展自行监测及年度委托监测，可有效防止工作场所屏蔽措施老化而引起的辐射事故（件）。

（4）放射性废物管理：设立专门的废物间，配置专用的铅桶。核医学科产生的放射性固体废物集中收集暂存、衰变，并在处理过程中做好记录，衰变期满 30 天经自行检测合格后作为普通医疗废物解控处理。产生的放射性废液排放至衰变池内进行储存衰变，衰变满 30 天后排放至化粪池内进行下一级处理，同时做好相关记录。

表 12 辐射安全管理

12.1辐射安全管理措施

12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

北京联影公司为切实做好影像诊断中心辐射防护安全管理工作，经总经理办公会决定，成立了以汤晓兵总经理为第一责任人的辐射安全与防护管理领导小组，并在医务部设置辐射安全管理办公室。辐射安全与防护管理领导小组人员名单见表12-1。

表12-1 辐射安全与防护管理领导小组人员名单

| 序号 | 岗位 | 姓名 | 性别 | 职务 |
|----|-----|-----|----|-----------|
| 1 | 组长 | 汤晓兵 | 男 | 总经理 |
| 2 | 副组长 | 袁志斌 | 男 | 总部质控负责人 |
| 3 | 副组长 | 刘春勇 | 男 | 设备维护管理负责人 |
| 4 | 组员 | 赵晓东 | 男 | 场地管理负责人 |
| 5 | 组员 | 于海英 | 男 | 经理 |

辐射安全与防护管理领导小组职责如下：

(1) 严格执行《中华人民共和国职业病防治法》（修正案）、《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》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射诊疗管理规定》、《放射工作人员职业健康管理办法》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》、《医用X射线诊断放射防护要求》、《医用X射线诊断受检者放射卫生防护标准》、《医疗照射防护基本要求》等放射安全防护和环境保护方面的法律、法规、标准。对本中心的放射安全工作实行统一管理，并接受卫生行政主管部门及其他相关部门的监管。

(2) 依法办理环境影响评价、竣工环保验收、辐射安全许可证等环境保护相关手续。严格按照辐射安全许可证规定的许可种类、范围和许可证条件从事放射工作。

(3) 按照相关法律法规要求，建立放射安全和防护工作管理体系及相应管理制度，落实安全责任，单位法人对本单位放射工作的安全和防护负总责，并依法对造成的放射性危害承担责任。

(4) 建立、健全本单位放射安全管理体系、岗位职责、操作规程、放射防护措施（含防护用品和监测仪器）、培训计划、监测方案、个人剂量监测和健康管理制、放射应急

预案，并做好落实工作。放射工作场所和个人剂量监测结果履行告知义务。

(5) 定期开展放射应急培训，组织应急演练，有效应对放射事故（件）。

(6) 依法对本单位放射性同位素与射线装置工作的安全和防护状况进行年度评估，编写年度评估报告，于每年1月31日前报原发证机关。年度报告包含环境保护部《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》规定的相应内容。

(7) 根据有关规定、主管部门的要求和经验反馈及时修订本单位的规章制度及应急预案。

12.1.2 辐射安全管理规章制度

北京联影公司已制定一整套辐射安全管理规章制度，制度包括《就诊患者管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《安全操作规程》、《核医学科药品交接流程与路线》、《PET-CT 校准流程》、《放射性废物管理制度》、《射线装置检修维护制度》、《辐射安全培训制度》、《职业健康监护制度》、《放射场所辐射监测方案》、《辐射事故（件）应急预案》等，并将严格执行。

12.1.3 辐射安全与防护培训

北京联影公司已规定所有辐射工作人员（包括放射防护负责人和直接从事放射工作的人员）在上岗前必须参加辐射防护与安全知识培训，经考试合格取得培训合格证书后方可上岗，并每4年接受一次复训。

据调查，北京公司拟为核医学科配备7名辐射工作人员（3名技师、2名医生、2名护士），并将安排全部人员在上岗前参加辐射防护知识培训，做到持证上岗。

12.1.4 个人剂量监测及职业健康体检

北京联影公司已要求所有辐射工作人员按照国家有关规定开展个人剂量监测和职业健康体检，建立个人剂量档案盒职业健康监护档案。其中，个人剂量监测频度为1次/季度，职业健康体检频度为1次/2年。

12.1.5 工作场所辐射环境监测

北京联影公司拟配备1台便携式X- γ 射线检测仪及1台便携式表面污染检测仪，用于放射工作场所自行监测。在项目投入运行后，北京联影公司将按照《北京市放射工作场所

辐射环境自行监测办法(试行)》及相关法律法规的规定开展自行监测，并委托有资质单位每年开展一次委托监测，建立相关监测记录档案，监测记录随辐射安全评估报告一并报环境保护主管部门备案。

自行监测方案：

(1) 监测项目： γ 辐射剂量率水平、 β 表面污染水平。

(2) 检测设备：便携式多功能辐射监测仪。

(3) 监测频次： γ 辐射剂量率水平每季度监测一次， β 表面污染水平每天工作后监测一次。

(4) γ 辐射剂量率水平监测点位：在核医学科分装室、给药室、注射后等候室、VIP注射后等候室、留观室、污水间外及患者通道出入口等处布置监测点。具体监测点位及检测记录表如下：

表12-2 γ 辐射剂量率水平自行监测记录表

| 监测点编号 | 监测点位置描述 | | 监测结果 ($\mu\text{Sv/h}$) | 备注 |
|-------|-----------|-------------|---------------------------|----|
| 1 | 分装室 | 东侧防护墙外通道 | | |
| 2 | | 北侧缓冲间 | | |
| 3 | | 北侧更衣室 | | |
| 4 | 给药室 | 东侧防护墙外通道 | | |
| 5 | 注射后等候室 | 东侧防护墙外通道 | | |
| 6 | | 东侧防护墙外检前候诊室 | | |
| 7 | | 南侧防护墙外过道 | | |
| 8 | VIP注射后等候室 | 北侧防护墙外通道 | | |
| 9 | PET-CT扫描间 | 铅观察窗外 | | |
| 10 | | 北侧防护门外 | | |
| 11 | | 西侧防护墙外通道 | | |
| 12 | 留观室 | 南侧防护墙外过道 | | |
| 13 | 污水间 | 南侧防护墙外过道 | | |
| 14 | | 西侧防护墙外过道 | | |
| 15 | 患者通道 | 患者通道入口 | | |
| 16 | | 患者通道出口 | | |

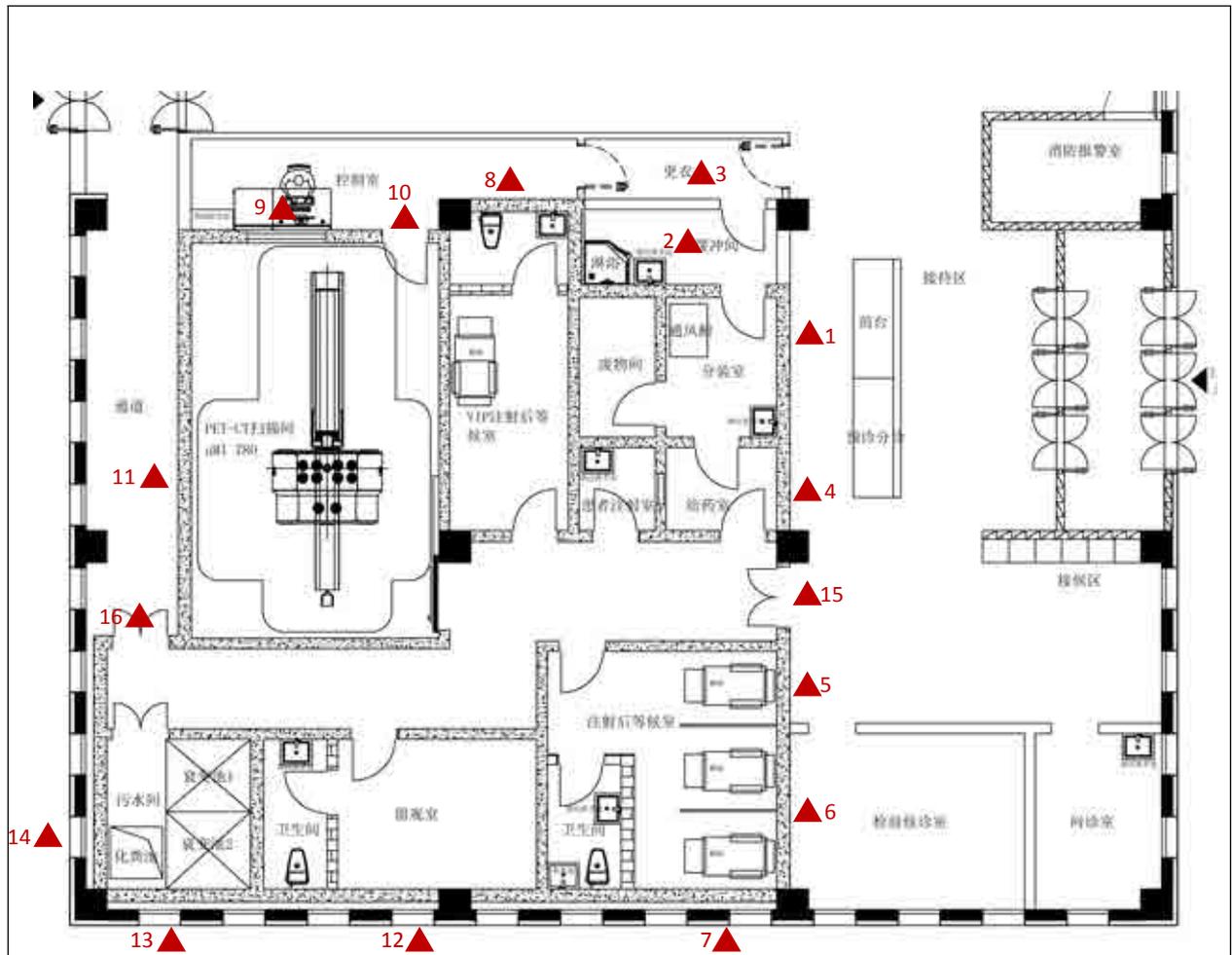


图 12-1 γ 辐射剂量率水平自行监测布点图 (▲监测点位)

(5) β 表面污染水平监测点位：每天放射显像工作结束后，在分装室通风橱外、给药室注射台面、患者注射室注射台面，各场所地面等处布置监测点。具体监测点位及检测记录表如下：

表12-3 β表面污染水平自行监测记录表

| 监测点编号 | 监测点位置描述 | | 监测结果 (Bq/cm ²) | 备注 |
|-------|-----------|--------|----------------------------|----|
| 1 | 分装室 | 室内地面 | | |
| 2 | | 分装橱外表面 | | |
| 3 | 给药室 | 室内地面 | | |
| 4 | | 注射台面 | | |
| 5 | 患者注射室 | 室内地面 | | |
| 6 | 注射后等候室 | 室内地面 | | |
| 7 | | 卫生间地面 | | |
| 8 | VIP注射后等候室 | 室内地面 | | |
| 9 | | 卫生间地面 | | |
| 10 | PET-CT扫描间 | 室内地面 | | |
| 11 | 留观室 | 室内地面 | | |
| 12 | | 卫生间地面 | | |
| 13 | 患者通道 | 患者通道入口 | | |
| 14 | | 患者通道出口 | | |

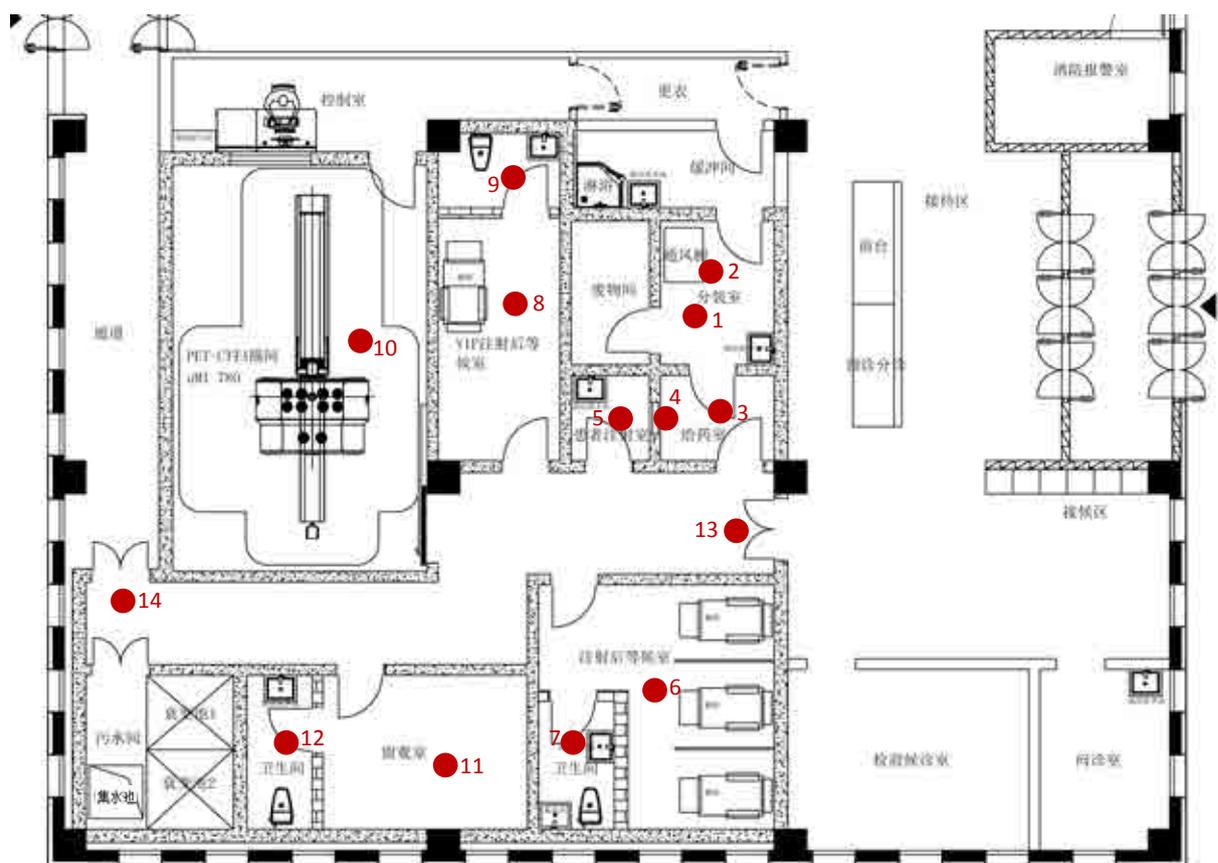


图 12-2 β表面污染水平自行监测布点图 (●监测点位)

12.2 “三同时”竣工验收

建设项目需要配套建设的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。建设项目“三同时”验收内容和要求见表 12-4。

表 12-4 本项目验收内容及要求

| 验收项目 | 验收内容及要求 |
|-------------|---|
| 附加有效剂量 | 辐射工作人员、公众成员的年有效剂量约束值分别执行 2mSv/a、0.1mSv/a 的要求。 |
| 布局和屏蔽设计 | 工作场所分区、布局及屏蔽参数均与环境影响评价报告表保持一致。屏蔽墙、观察窗、防护门、顶棚等处的辐射防护屏蔽能力满足辐射防护法规和标准要求，在控制区及监督区出入口设置门禁系统。通风橱正常运行，通风能力满足设计要求。 |
| 检测控制值 | 核医学科外边界屏蔽体外 0.3m 处的辐射剂量率控制水平执行 2.5 μ Sv/h 的要求，场所表面污染控制水平需满足 GB18871-2002 中的要求。 |
| 电离辐射标志和中文警示 | 工作场所各防护门处设置电离辐射警告标志和中文警示说明。 |
| 视频监控及语音对讲 | 配备 1 套完善的视频监控及语音对讲系统。 |
| 规章制度 | 制定完整、有效可行的规章制度，并正常执行。制度包括就诊患者管理制度、辐射防护和安全保卫制度、安全操作规程、核医学科药品交接流程与路线、PET-CT 校准流程、放射性废物管理制度、射线装置检修维护制度、辐射安全培训制度、职业健康监护制度、放射场所辐射监测方案。 |
| 应急预案 | 制定有相应的事故（件）应急预案，落实必要的应急装备，并每年开展辐射事故（件）应急演练。 |
| 人员培训和考核 | 从事辐射管理及操作的全部人员必须在上岗前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，每四年参加一次复训，取得合格证书。 |
| 个人剂量档案 | 每季度开展个人剂量检测，建立个人剂量档案。 |
| 职业健康体检 | 每两年组织开展职业健康体检，建立职业健康体检档案。 |
| 监测仪器及防护用品 | 配备 1 台便携式 X- γ 射线检测仪及 1 台便携式表面污染检测仪、2 台个人剂量报警仪、4 套铅衣、铅帽、铅围裙等防护用品。检测、报警设备能正常运行，铅衣具备相应铅当量防护。 |
| “三废”处理设施 | 通风橱旁配备 1 个铅当量为 10mmPb、容积为 10L 的铅桶，废物间配备 2 个铅当量为 20mmPb、容积为 25L 的铅桶。污水间建设 1 座有效容积约为 1.2m ³ 的集水池、2 座有效容积约为 5.4m ³ 的衰变池。通风橱内建设有机械通风装置，通风管道上方设置有过滤效率不小于 75% 的活性炭过滤装置，核医学科建设有机械通风系统。 |
| 场所监测 | 每季度开展一次自行监测，每年开展一次委托监测，并建立监测记录。 |
| 年度评估 | 每年 1 月 31 日前向发证机关上报上一年度的辐射安全与防护年度评估报告。 |

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 实践正当性

本项目旨在解决项目所在地周边区域医疗机构的设备短缺问题，优化医疗资源配置及服务体系布局，具有良好的社会效益和经济效益，其获得的利益远大于辐射效应可能造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

13.1.2 选址及设计合理性

本项目拟选用京顺东街 6 号院 19 号楼一层建设核医学科，项目用地为商业用地，符合规划需求。核医学科在项目设计阶段充分考虑辐射工作场所的防护与安全，工作场所按照控制区、监督区进行规划，并设计有医生患者双通道，药物分装与注射在不同场所进行，配置有专用分装橱。控制区、监督区与周边其他区域均有实体边界分隔，并确保周边辐射剂量率满足防护要求，对周边环境及公众的影响较小。核医学科周边评价范围内环境保护目标主要为北京联影公司内部医务人员、患者及陪护家属，以及周边 17、18、20、21 号楼的工作人员等，无学校、医院、居民楼等环境敏感目标。因此，该项目选址及设计合理。

13.1.3 辐射屏蔽能力分析

根据项目辐射工作场所屏蔽分析可知，核医学科边界外 0.3m 处辐射剂量率满足 2.5 μ Sv/h 的控制要求，表明屏蔽防护能力能满足辐射安全防护的要求。

13.1.4 剂量估算分析

根据对项目工作场所屏蔽分析及剂量估算可知，项目运行后辐射工作人员及公众成员的附加年有效剂量均满足《电离辐射与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员、公众成员年有效剂量限值分别为 20mSv、1mSv 的要求，同时也满足本项目对辐射工作人员、公众成员所取年有效剂量约束值分别 2mSv、0.1mSv 的要求。

13.1.5 放射性“三废”处理分析

本项目在运行过程中，还会产生放射性“三废”。放射性固体废物储存于废物间铅桶内进行衰变，衰变完毕并经自行检测合格后，作为普通医疗废物处理；放射性废液储存于核医学科西南侧地面下方的槽式衰变池内进行衰变，衰变完成后再经过多级处理排放

至城市污水管网；通风橱内放射性废气经活性炭过滤后，与 19 号楼其他场所废气排放管道汇集，由高出屋脊 1m 的排放口排出。则产生的放射性“三废”基本不会对周边环境产生影响。

13.1.6 污染防治措施

北京联影公司核医学科拟采取的污染防治措施主要为：

(1) 核医学科各污染区地面、台面均拟采用 PVC 等易去污材料无缝铺设，在各通道出入口、各防护门、通风橱等处设置规范的电离辐射警告标志及中文说明，拟在分装室、患者通道、注射后等候室、VIP 注射后等候室、留观室等处设置视频监控摄像头。

(2) 拟将核医学科划分为控制区、监督区进行管理。控制区、管理区之间拟设置墙体、防护门、观察窗等实体边界。

(3) 拟在分装室设置通风橱，用于放射性药物分装；拟在给药室及患者注射室之间设置专用注射窗，用于药物注射，并拟配备钨合金注射防护套。

(4) 拟在核医学科配备 1 台便携式 X-γ 射线检测仪及 1 台便携式表面污染检测仪，为辐射工作人员配备 7 个人剂量计、2 台个人剂量报警仪、4 套铅衣等防护用品。

13.1.7 辐射安全防护管理制度建设

北京联影公司已按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的规定，成立了辐射安全与防护管理机构，制定了各项安全管理规章制度、安全操作管理程序和应急预案，并将严格实施。

13.1.8 辐射工作人员安全管理

北京联影公司拟安排全部辐射工作人员在上岗前参加辐射防护知识培训，做到持证上岗，拟每季度开展一次个人剂量检测、每 2 年开展一次职业健康体检，并建立相关档案。

综上所述，北京联影影和医学影像诊断中心有限公司具备从事辐射活动的技术能力，在严格落实各项辐射防护措施后，该项目运行时对周围环境产生的影响符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的运行是可行的。

13.2 建议及承诺

为了更好地保护项目周边环境、保障医护人员及周围公众人员身体健康，预防辐射事故（件）发生，建议北京联影公司在项目建设阶段重视建设品质，落实各项辐射安全

与防护管理设施；项目竣工后及时组织开展验收工作；在运行阶段加强辐射安全管理，保障放射性同位素的使用及储存安全，及时安排辐射工作人员参加辐射安全与防护培训/复训，确保辐射工作人员持证上岗，及时组织辐射工作人员开展个人剂量检测、职业健康体检工作，做好辐射工作场所的自行检测及委托检测。

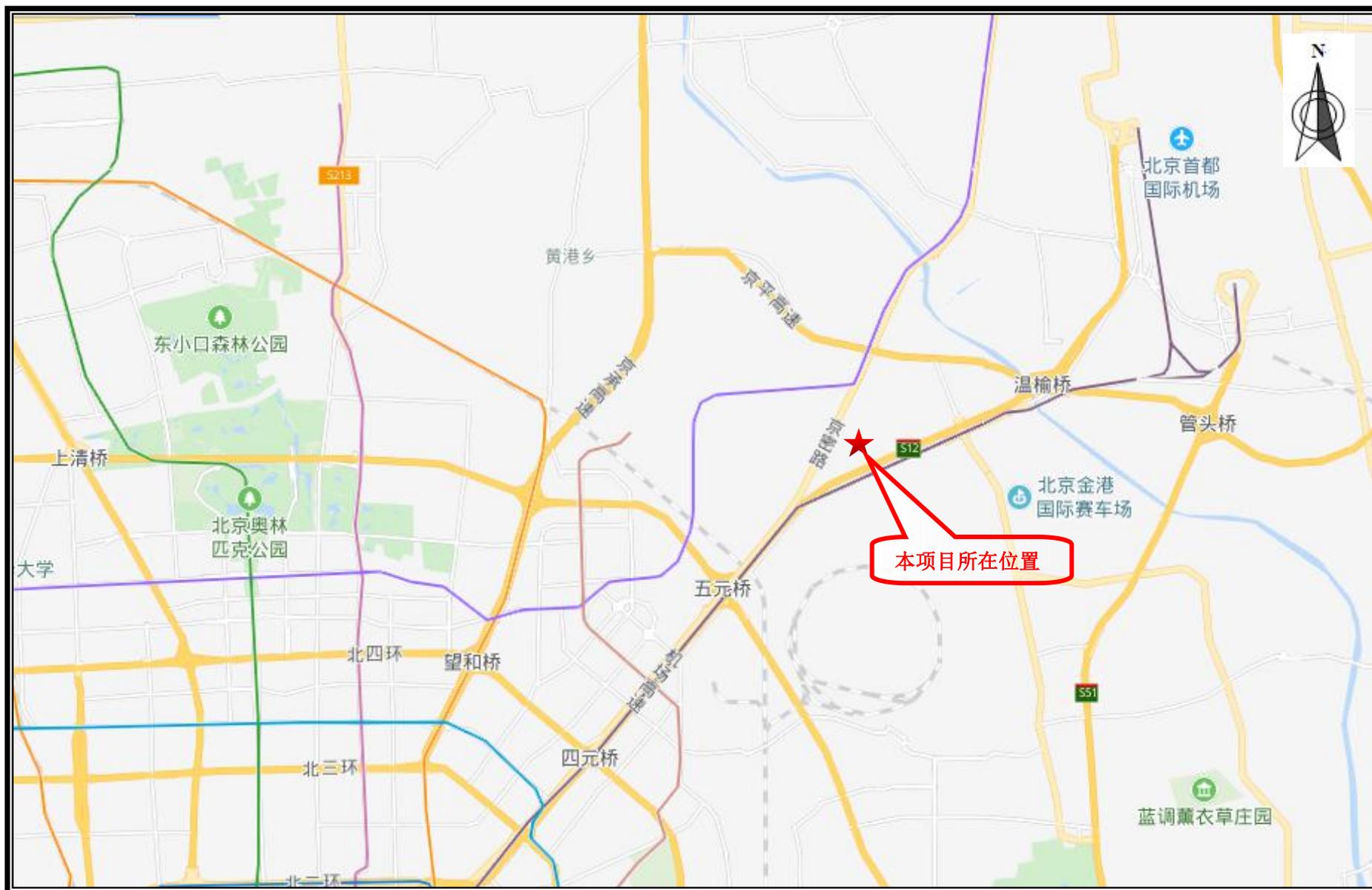
为此，北京联影影和医学影像诊断中心有限公司承诺：

- 1.严格按照项目设计图纸和施工技术规范组织施工，加强施工质量管理；
- 2.项目竣工完成后三个月内自行组织开展竣工环境保护验收相关工作，并接受生态环境主管部门的监督；
- 3.严格按照有关要求组织开展辐射安全与防护培训、个人剂量监测、职业健康体检等工作；
- 4.重视辐射工作场所的辐射安全与防护工作，定期安排对工作场所进行自行检测，并每年委托有资质单位开展年度监测，发现问题及时整改；
- 5.切实做好放射性同位素的使用保管工作，并每次做好使用登记，严防被盗、丢失等事故（件）发生；
- 6.项目许可使用后每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告；
- 7.将在项目建设及运行等各阶段主动做好宣传、舆情应对。如医护人员及周边公众对本项目存在疑问时，将在评价单位提供的必要技术支持下积极、主动做好沟通及解释工作，寻求医护人员及公众的理解与支持，避免激化情绪。

表 14 审批

| | |
|---------------------|--------------|
| <p>下一级环保部门预审意见:</p> | <p>公 章</p> |
| <p>经办人</p> | <p>年 月 日</p> |
| <p>审批意见:</p> | <p>公 章</p> |
| <p>经办人</p> | <p>年 月 日</p> |

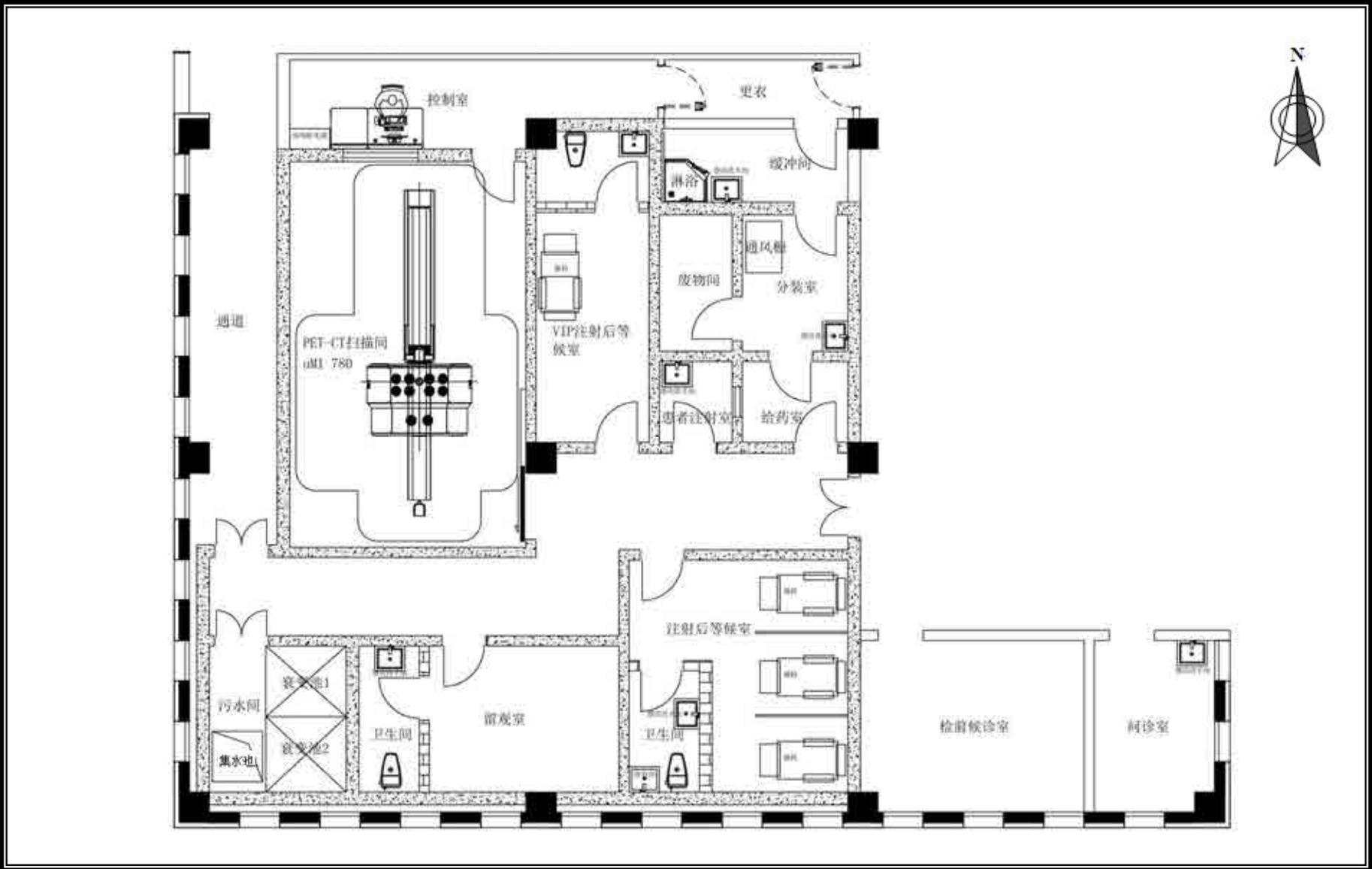
附图1 项目地理位置图



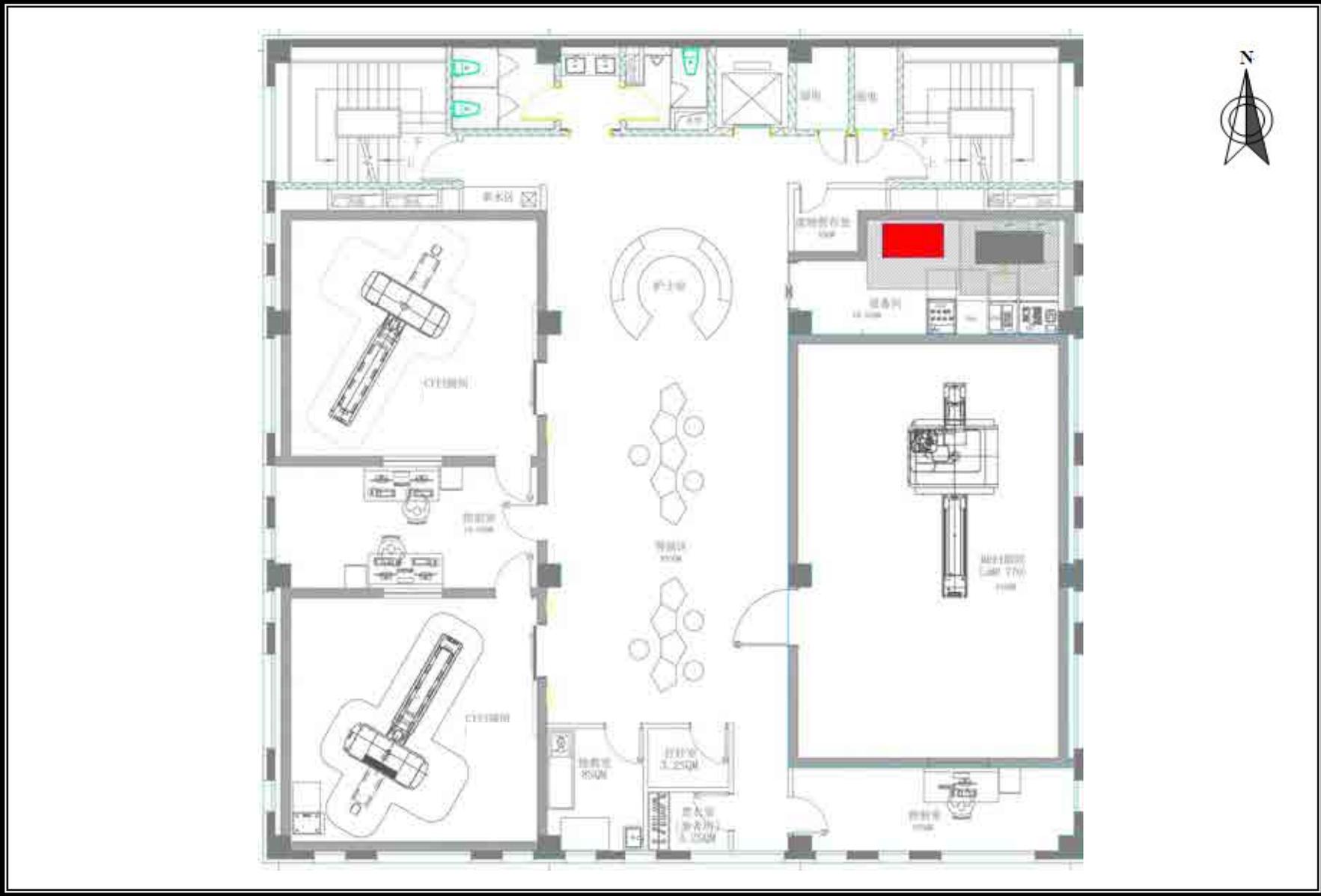
附图2 项目所在位置周边环境状况示意图



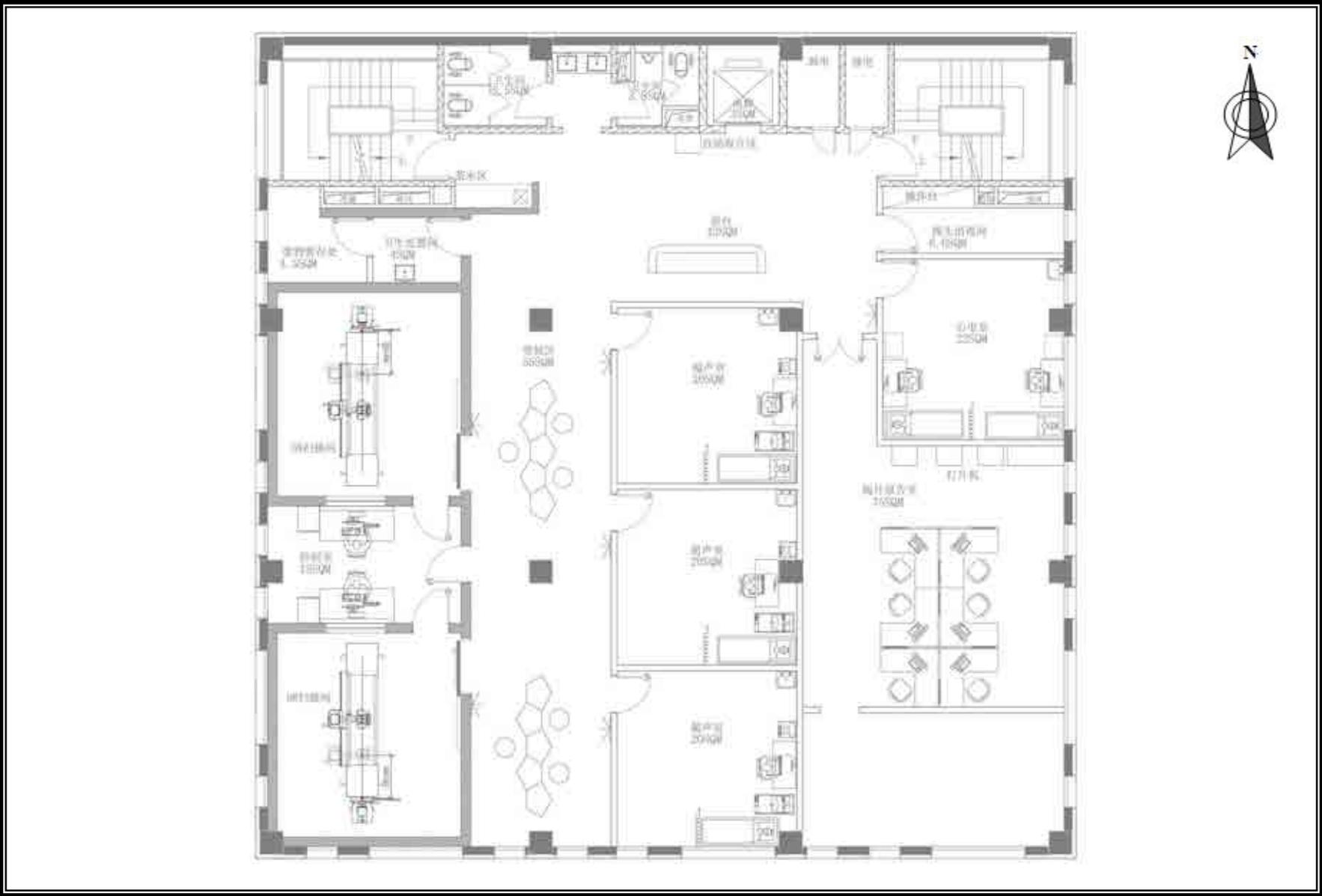
附图3 北京联影公司核医学科平面布局示意图



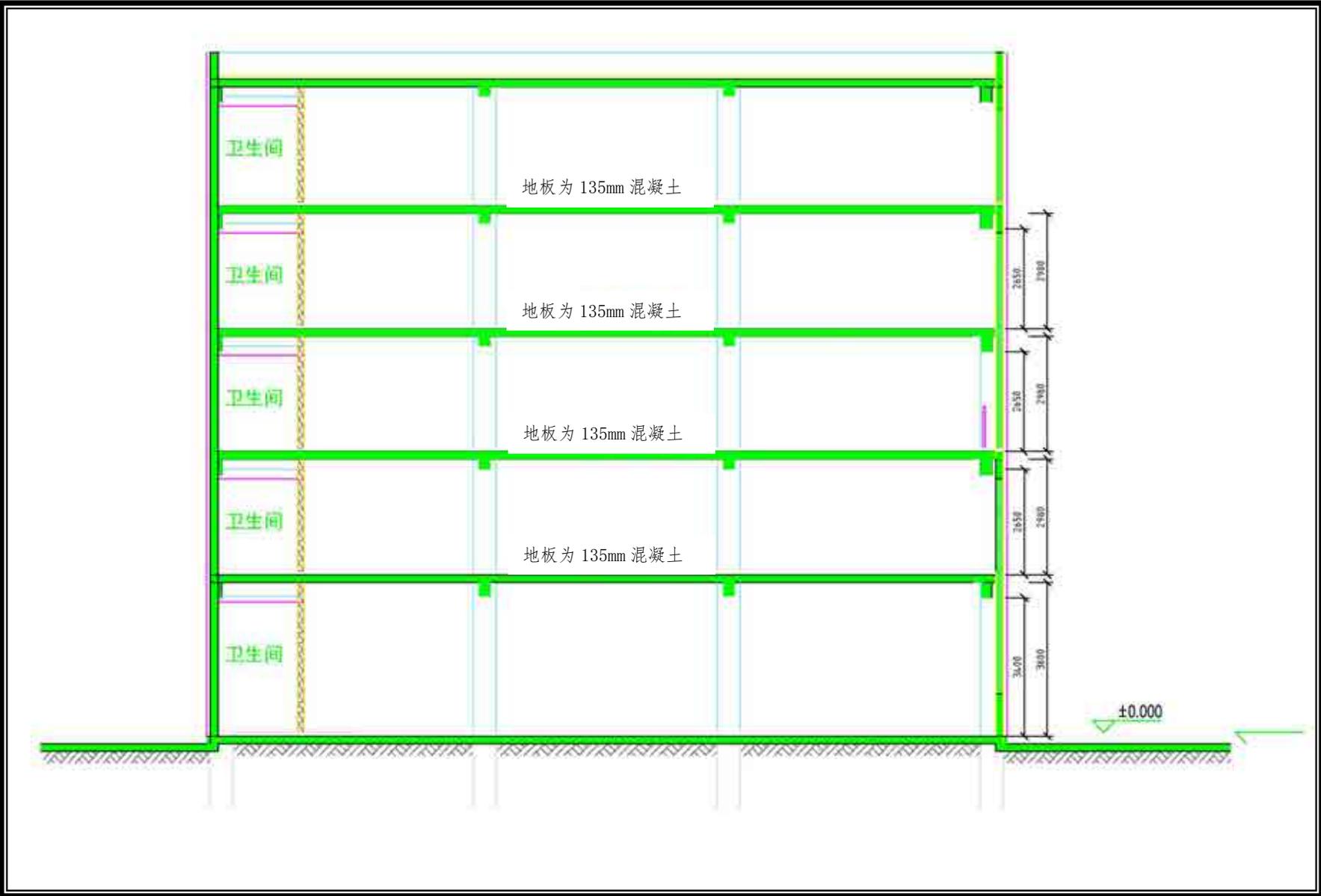
附图 4 北京联影公司二层平面布局示意图



附图 5 北京联影公司三层平面布局示意图



附图 6 北京联影公司立面层高及楼板厚度示意图



建设项目环评审批基础信息表

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------------------------------|--|-------------|--------------|---------------------|----------------------------------|---|---|---|---|---|
| 填表单位（盖章） | | 北京联影影和医学影像诊断中心有限公司 | | | | 填表人（签字） | | 项目经办人（签字） | | | |
| 建设项目 | 项目名称 | 使用丙级非密封放射性物质工作场所项目 | | | | 建设内容、规模 | | 建设内容：拟在 19 号楼一层建设核医学科，使用放射性核素 ¹⁸ F，开展核医学影像诊断 规模：占地面积约 224m ² 计量单位： / | | | |
| | 项目代码 ¹ | / | | | | | | | | | |
| | 建设地点 | 北京市朝阳区京顺东街 6 号院 19 号楼 1 层西南侧 | | | | | | | | | |
| | 项目建设周期（月） | 4 | | | | 计划开工时间 | 2019 年 10 月 | | | | |
| | 环境影响评价行业类别 | 核技术利用建设项目 | | | | 预计投产时间 | 2019 年 10 月 | | | | |
| | 建设性质 | <input checked="" type="checkbox"/> 新建（迁建） <input type="checkbox"/> 改、扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造 | | | | 国民经济行业类型 ² | Q8425 门诊部（所） | | | | |
| | 现有工程排污许可证编号（改、扩建项目） | / | | | | 项目申请类别 | <input checked="" type="checkbox"/> 新报项目 <input type="checkbox"/> 不予批准后再次申报项目 <input type="checkbox"/> 超 5 年重新申报项目 <input type="checkbox"/> 变动项目 | | | | |
| | 规划环评开展情况 | <input checked="" type="checkbox"/> 不需开展 <input type="checkbox"/> 已开展并通过审查 | | | | 规划环评文件名 | / | | | | |
| | 规划环评审查机关 | / | | | | 规划环评审查意见文号 | / | | | | |
| | 建设地点中心坐标 ³ （非线性工程） | 经度 | 116.53 | 纬度 | 40.02 | 环境影响评价文件类别 | <input type="checkbox"/> 环境影响报告书 <input checked="" type="checkbox"/> 环境影响报告表 | | | | |
| | 建设地点坐标（线性工程） | 起点经度 | / | 起点纬度 | / | 终点经度 | / | 终点纬度 | / | 工程长度 | / |
| | 总投资（万元） | 488 | | | | 环保投资（万元） | 200 | 所占比例（%） | 41.0 | | |
| 建设单位 | 单位名称 | 北京联影影和医学影像诊断中心有限公司 | 法人代表 | 汤晓兵 | 评价单位 | 单位名称 | 武汉网绿环境技术咨询有限公司 | 证书编号 | 国环评乙字第 2642 号 | | |
| | 统一社会信用代码（组织机构代码） | 91110105MA01920J81 | 技术负责人 | 于海英 | | 环评文件项目负责人 | 王一平 | 联系电话 | 027-59807846 | | |
| | 通讯地址 | 北京市朝阳区京顺东街 6 号院 19 号楼 | 联系电话 | 13910721756 | | 通讯地址 | 湖北省武汉市武昌区友谊大道 303 号水岸国际 K6-1 号楼晶座 2607-2616 | | | | |
| 污染物排放量 | 污染物 | 现有工程（已建+在建） | | 本工程（拟建或调整变更） | 总体工程（已建+在建+拟建或调整变更） | | | 排放方式 | | | |
| | | ①实际排放量（吨/年） | ②许可排放量（吨/年） | ③预测排放量（吨/年） | ④“以新带老”削减量（吨/年） | ⑤区域平衡替代本工程削减量 ⁴ （吨/年） | ⑥预测排放总量（吨/年） | | | ⑦排放增减量（吨/年） | |
| | 废水 | 废水量（万吨/年） | | | | | | | | ○不排放 ○间接排放： <input type="checkbox"/> 市政管网 <input type="checkbox"/> 集中式工业污水处理厂 ○直接排放：受纳水体 | |
| | | COD | | | | | | | | | |
| | | 氨氮 | | | | | | | | | |
| | | 总磷 | | | | | | | | | |
| | 废气 | 废气量（万标立方米/年） | | | | | | | / | | |
| | | 二氧化硫 | | | | | | | / | | |
| | | 氮氧化物 | | | | | | | / | | |
| | | 颗粒物 | | | | | | | / | | |
| | 挥发性有机物 | | | | | | | / | | | |
| 项目涉及保护区与风景名胜区的情况 | 影响及主要措施 | | 名称 | 级别 | 主要保护对象（目标） | 工程影响情况 | 是否占用 | 占用面积（hm ² ） | 生态防护措施 | | |
| | 生态保护目标 | | | | | | | | | | |
| | 自然保护区 | | | | / | | | | <input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） | | |
| | 饮用水水源保护区（地表） | | | | / | | | | <input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） | | |
| | 饮用水水源保护区（地下） | | | | / | | | | <input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） | | |
| 风景名胜保护区 | | | | / | | | | <input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建（多选） | | | |

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码
 2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2011)
 3、对多点项目仅提供主体工程的中心座标
 4、指该项目所在区域通过“区域平衡”专为本工程替代削减的量
 5、⑦=③-④-⑤，⑧=②-④+③