

核技术利用建设项目  
使用 1 台工业 CT 机项目  
环境影响报告表

北京大学口腔医学院（北京大学口腔医院）

2024 年 09 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目  
使用 1 台工业 CT 机项目  
环境影响报告表

建设单位：北京大学口腔医学院（北京大学口腔医院）

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：北京市海淀区中关村南大街 22 号

邮政编码：100081

联系人：辛子熙

电子邮箱：xinzixi2023@163.com

联系电话：13521695316

## 目 录

表 1	项目基本情况 .....	1
表 2	放射源 .....	10
表 3	非密封放射性物质 .....	11
表 4	射线装置 .....	12
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物） .....	13
表 6	评价依据 .....	14
表 8	环境质量和辐射现状 .....	22
表 9	项目工程分析与源项 .....	25
表 10	辐射安全与防护 .....	29
表 11	环境影响分析 .....	34
表 12	辐射安全管理 .....	41
表 13	结论与建议 .....	45
表 14	审 批 .....	47

### 表 1 项目基本情况

建设项目名称		使用 1 台工业 CT 机项目				
建设单位		北京大学口腔医学院（北京大学口腔医院）				
法人代表	邓旭亮	联系人	辛子熙	联系电话	13521695316	
注册地址		北京市海淀区中关村南大街 22 号				
项目建设地点		北京市海淀区中关村南大街 22 号医院科研楼地下一层 CT 成像实验室				
立项审批部门		无		批准文号	无	
建设项目总投资（万元）		250	项目环保投资（万元）	25	投资比例（环保投资/总投资） 10%	
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 <sup>2</sup> ） 18.7	
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 type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input 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 checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
	其他					
	<h4>1.1 单位概况</h4> <p>北京大学口腔医学院（北京大学口腔医院），简称“北大口腔”或“医院”，始建于 1941 年。前身是国立北京大学医学院附属医院的齿科诊疗室。新中国成立后，在系主任毛燮均教授的大力呼吁下，传统的牙医学教育革新为现代的口腔医学教育，并于 1950 年率先获得卫生部、教育部的批准，北京大学医学院牙医学系也随即更名为口腔医学系，之后其他院校相继效仿，使口腔医学在国内医学界的地位获得了极大提升并不断发展壮大。伴随着八十年的发展历程，如今的北大口腔已发展成为一所集医疗、教学、科研、预防、保健为一体，全面发展的大型口腔医学院、口腔医院、口腔医学研究所。</p> <p>医院作为“国家口腔医学中心”，现有诊疗椅位 678 台，开放病床 173 张，临</p>					

床科室 15 个，医技科室 8 个，下设分支医疗机构 5 个，在岗教职员工 2800 余人。目前，医院年门急诊服务患者超 179 万人次、年收治住院患者近 8000 人，口腔专科医疗服务规模世界领先。医院拥有口腔专科首批全部 8 项“国家临床重点专科”建设项目：牙体牙髓病科、牙周病科、口腔颌面外科、口腔修复科、口腔正畸科、儿童口腔科、口腔黏膜病科、口腔种植科；是国家卫生健康委委托的国家口腔医学专业医疗质量管理和控制中心；是全国唯一入围现代医院管理制度试点的口腔专科医院；是 2008 奥运会及残奥会，2022 冬奥会及冬残奥会定点医院。近年来，医院不断创新诊疗技术和服务质量，致力于推进推广以患者安全为中心、以质量安全为核心的质量管理体系与服务模式，在全国口腔医疗机构中率先通过电子病历五级认证、互联互通四级甲等认证、ISO15189 临床实验室国际认证。在全国三级公立医院绩效考核中名列口腔医院前茅。复旦版“中国医院专科排行榜”自 2010 年发榜以来，一直荣列口腔专科第一名（已连续 14 年）。

目前，北大口腔拥有 10 个口腔医学科学学位博士点、9 个口腔医学专业学位博士点，临床教研室（组）和基地 30 个，在岗博士生导师 81 人、硕士生导师 84 人和一大批学术造诣高、国内著名、国际知名的学术带头人：教育部“长江学者”特聘和讲座教授、国家级“百千万人才工程”人才，国家自然科学基金委创新群体项目负责人、杰出青年科学基金获得者、优秀青年基金获得者；科技部中青年科技创新领军人才、中国科协青年托举人才，以及其他省部级人才三十余名。

北大口腔积极服务国家战略，勇担使命，响应援疆援藏、京津冀协同发展、京蒙对口支援等号召，依托学科优势，与数十家院校签订对口帮扶协议、远程医疗协议，成立北京市口腔专科医联体 40 余家。

北大口腔为已取得《辐射安全许可证》单位。

## **1.2 核技术利用及辐射安全管理现状**

### **1.2.1 核技术利用现状情况**

北大口腔已取得了北京市生态环境局颁发的《辐射安全许可证》（京环辐证[F0025]），有效期至 2024 年 11 月 01 日，许可的种类和范围是：使用Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质，丙级非密封放射性物质工作场所。

医院已许可射线装置使用情况见表 1-1。

表 1-1 北大口腔已许可的射线装置情况

序号	装置名称	类别 (类)	装置数量 (台)	活动种类
1	螺旋 CT 机	III	1	使用;
2	显微 CT	III	1	使用;
3	牙科 CT	III	18	使用;
4	医用 X 线机	III	2	使用;
5	医用曲面断层机	III	13	使用;
6	医用牙片机	III	27	使用;
7	移动式 C 形臂 X 射线机	III	1	使用;
8	荧光光谱检测仪	III	1	使用;
9	锥形束活体 MicroCT 扫描仪	III	1	使用;
10	合计		65	

医院已许可的非密封放射性同位素使用情况见表 1-2。

表 1-2 北大口腔已许可非密封放射性同位素使用情况

工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量 (贝可)	日等效最大操作量 (贝可)	年最大用量 (贝可)	活动种类	用途
总院第二手术室	丙级	I-125	1.2E+10	1.2E+07	1.8E+11	使用	治疗
		Pd-103	5.2E+09	5.2E+06	1.3E+10	使用	治疗
总院第一手术室	丙级	I-125	1.8E+10	1.8E+07	1.8E+11	使用	治疗
总院医学影像科螺旋 CT 机房	丙级	I-125	1.8E+10	1.8E+07	1.8E+11	使用	治疗

### 1.2.2 近几年履行环保审批情况

北大口腔近 5 年未办理过辐射类环境影响报告表 (书) 类环评项目。

### 1.2.3 辐射安全管理情况

#### 1.2.3.1 辐射管理机构基本情况

为了加强辐射安全和防护管理工作, 促进射线装置与同位素合法的使用, 北大口腔专门成立了辐射防护领导小组。辐射安全防护领导小组成员名单见表 1-3。

表 1-3 医院辐射安全防护领导小组成员名单

职位	姓名	性别	专业	职务或职称	工作部门	专/兼职
组长	邓旭亮	男	口腔医学	总院长	院长办公室	兼职
副组长	蔡志刚	男	口腔医学	副院长	医疗院长办公室	兼职
副组长	江泳	男	口腔医学	副院长	后勤院长办公室	兼职
成员	孙志鹏	男	口腔医学	主任	医学影像科	兼职

成员	贺洋	男	口腔医学	主任	口腔颌面外科	兼职
成员	张杰	男	口腔医学	主任	口腔颌面外科	兼职
成员	施祖东	男	口腔医学	处长	医务处	兼职
成员	田延新	男	管理	处长	保卫处	兼职
成员	任彤彤	男	管理	处长	后勤处	兼职
成员	范宝林	女	管理	处长	医学装备处	兼职
成员	杨旭	男	口腔医学	处长	人事处	兼职
成员	郑利光	男	药学	主任	药剂科	兼职
成员	于晟	女	临床医学	主任	院医室	兼职
成员	高春燕	女	护理	护士长	洁净手术部	兼职
成员	刘峰	男	口腔医学	主任	门诊部	兼职
成员	唐志辉	男	口腔医学	主任	第二门诊部	兼职
成员	丁云	女	口腔医学	主任	第三门诊部	兼职
成员	尉华杰	男	口腔医学	主任	第四门诊部	兼职
成员	段成刚	男	口腔医学	主任	第五门诊部	兼职
成员	朱洪平	男	口腔医学	主任	医院感染管理与疾病控制处	兼职
成员	丁建芬	女	口腔医学	管理助理研究员	医院感染管理与疾病控制处	专职
成员	辛子熙	男	医学影像学	无	医院感染管理与疾病控制处	专职

### 1.2.3.2 制定规章制度及落实情况

北大口腔结合实际情况，已制定了一套对完善的辐射安全管理制度和操作规程，包括辐射防护与安全管理小组及其职责、辐射防护和安全保卫制度、射线装置操作规程、射线装置检修维护制度、射线装置台账管理制度、辐射工作人员管理培训制度、辐射工作场所监测制度、辐射事故（件）应急预案等，并将严格按照规章制度执行。

### 1.2.3.3 工作人员考核情况

医院制定有辐射工作人员辐射安全与防护培训考核计划。目前，全院现有 97 名从事辐射相关工作人员均分批参加了辐射安全和防护培训，并通过了考核，取得了相应的考核合格证书。

今后，医院将按照生态环境部 2019 年第 57 号公告、2021 年第 9 号公告要

求，定期（五年一次）组织辐射工作人员进行辐射安全防护考核，考核通过后方可上岗。

#### **1.2.3.4 个人剂量监测**

医院所有从事辐射工作的医护人员均佩戴 TLD 个人剂量计，每季度监测 1 次，按照《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）和《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 18 号）要求建立个人剂量档案，并于每年 5 月 31 日前将上一年度全体辐射工作人员的个人剂量监测数据上报至辐射安全许可证管理系统中。

北大口腔现有辐射工作人员的个人剂量监测工作已委托北京市疾病预防控制中心承担，监测频度为每 3 个月检测一次。医院最近一年度（2023 年）个人年度剂量检测报告表明，医院辐射工作人员该年度个人剂量最大值为 0.338mSv，年度个人剂量最大值未超过医院年剂量管理目标值（2mSv），满足辐射安全管理要求。

医院设置专人负责个人剂量监测管理工作。发现个人剂量监测结果异常的，将及时调查原因，并将有关情况及时报告医院辐射安全防护领导小组。

医院今后将加强个人受照剂量监测工作，如果某位辐射工作人员的单季度个人剂量监测结果高于年剂量约束值的 1/4，将对其受照原因进行调查，结果由本人签字后存档；必要时将采取调离工作岗位或控制从事辐射工作时间等措施，保障辐射工作人员的健康。

#### **1.2.3.5 工作场所及辐射环境监测**

医院已制定辐射工作场所监测制度和自行监测记录档案，监测方案内容含有工作场所辐射水平监测和环境辐射水平监测，监测方案中包括实施部门、监测项目、点位及频次等，并妥善保存，接受生态环境行政主管部门的监督检查。监测记录记载监测数据、测量条件、测量方法和仪器、测量时间和测量人员等信息，监测记录随本单位辐射安全和防护年度评估报告一并提交北京市生态环境局。

（1）工作场所辐射水平监测：医院每年委托有 CMA 或 CNAS 资质的单位对医院已有的辐射场所防护和机器性能检测一次，且北京市卫生健康委员会每年都要对医院的《放射诊疗许可证》校验一次，校验时医院必须提供当年的检测合格报告，通过查验现有辐射工作场所的检测报告，都满足相关标准要求。

（2）表面污染监测：每天工作结束后，对非密封放射性同位素工作场所及

设备等进行表面污染监测，监测数据记录存档。工作人员离开可能受到放射性污染的工作场所时，监测其工作服、体表的表面污染水平。根据《北京市辐射工作场所辐射环境自行监测办法（试行）》要求，该项工作由相关科室工作人员自行完成。医院已配备的辐射监测仪器，详细清单见表 1-4。

**表 1-4 北大口腔现配有辐射监测仪器清单**

序号	仪器名称	型号	仪器状态	数量	备注
1	辐射防护剂量巡测仪	451P	正常	1	
2	$\alpha$ 、 $\beta$ 表面污染仪	TBM-3S	正常	1	
3	电离室巡检仪	451B	正常	1	
4	手持式辐射防护计量仪	R500	正常	1	

医院现有的监测方案基本能够满足现有场所使用要求，待本项目建设完成后，将纳入医院辐射监测计划，一并按照现有的频度开展。

### 1.2.3.6 辐射事故应急管理

医院依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，制定了关于本单位辐射项目的辐射事故（件）应急预案，以保证本单位一旦发生辐射意外事件时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理放射事故，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在预案中进一步明确规定本单位有关意外放射事件处理的组织机构及其职责、事故报告、信息发布和应急处理程序等内容，能够满足医院实际辐射工作的需要。

发生辐射事故时，单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。医院将每年至少组织一次应急演练。

2023 年 9 月医院辐射安全领导小组组织感控处、颌面外科三病区、保卫处、洁净手术部等相关科室人员参加了每年一度的辐射事件应急预案演练。整个过程紧张有序。演练做到放射事故的早发现，及时报告，快速处理，建立快速反应机制。通过此次应急演练，提高了医护人员的应急处理能力和自我防护意识，达到预期效果。

## 1.3 项目建设规模、目的和任务的由来

### 1.3.1 本项目背景

由于口腔医疗器械尺寸都比较小，测量尺寸时需要测量精度较高且非接触的测量设备，口腔医疗器械很多都是要研究器械内部配合间隙、内部尺寸、解剖角度等内容，譬如正畸用托槽产品测量转矩角，种植体、基台和中央螺钉装配后的配合间隙等，都需要破坏样本后测量，原先使用的方法是将产品包埋后使用线切割剖开样本，测量待测位置。但是剖开的过程会引入线切割角度和位置带来的操作误差，以往测量内部尺寸和配合间隙时总会出现很大的误差和组内数据的离散。

另外现今增材制造材料在各行业广泛应用，口腔医疗器械领域也是如此，临床常见的有：激光选区融化金属材料制备修复体和植入体、3D 光固化树脂材料在手术导板上的应用、正畸个性化树脂保持器的使用等等。常规检测手段无法检测到这些增材制造材料内部的打印缺陷，如果使用无损的 3D 断层扫描仪这种类似工业 CT 机就可以将打印后的样本内部缺陷形态、位置和大小都能测量出来，也能反映增材制造打印件后期的使用性能。

为了测量口腔医疗器械内部的尺寸和角度，减少人为引入的误差，提高检验精度，因此，北大口腔申请使用自屏蔽式工业 X 射线 CT 机，用于口腔医疗器械内部的探伤检测分析。

### 1.3.2 本项目基本情况

北大口腔拟在北京市海淀区中关村南大街 22 号医院科研楼地下一层 CT 成像实验室使用 1 台 TomoScope XS 型自屏蔽式工业 X 射线 CT 机，用于口腔医疗器械内部的 CT 检测分析。该设备每次曝光时间不超过 5min，每天出束时间最大 2h，年最大出束时间 500h（每年工作 250 天）。

本项目射线装置情况见表 1-5。

表 1-5 本项目射线装置情况表

序号	型号及名称	生产厂家	管电压 (kV)	管电流 (mA)	功率 (W)	照射方向	使用场所
1	TomoScope XS型自屏蔽式工业X射线CT机	德国威纳公司 WOERNER (Wertheim)	160	1	80	朝南	科研楼地下一层CT成像实验室

### 1.3.3 目的和任务的由来

本项目使用的工业 X 射线 CT 机，属于使用II类射线装置项目，根据《《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《射线装置分类》和《建设项目环境

影响评价分类管理名录》等相关规定，本项目应当进行环境影响评价，编制环境影响报告表，报生态环境主管部门审批。

根据生态环境部《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（2019年生态环境部令第9号）最新要求，北京辐环科技有限公司符合第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于该条第二款所列单位。公司有专职环评工程师，有能力开展环境影响评价工作。受医院的委托，评价机构环评人员在现场踏勘、收集资料的基础上，对该项目建设和运行对环境的辐射影响进行了分析评价，并编制了环境影响报告表。评价主要考虑射线装置在使用过程中，对周围环境的辐射影响，对职业人员和公众的辐射影响。

#### 1.3.4 本项目产业政策符合性及实践正当性

本项目属于使用II类射线装置，依据《产业结构调整指导目录（2024年本）》中“第一类 鼓励类”“十四、机械”中第1条中“工业CT”类别，属于鼓励类产业，符合国家产业政策。

本项目不属于《北京市新增产业的禁止和限制目录（2022年版）》中禁止和限制项目。因此，本项目的建设符合国家及地方产业政策要求。

本项目的建设可以满足无损检测要求，该工业CT设有具有防护功能的铅房，机房采用实体屏蔽措施，具有防护效果，运行产生的辐射影响很小，对职业人员、公众以及环境带来的不利影响，远低于其使用对社会带来的利益，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

#### 1.3.5 开展新项目的技术能力

##### （1）人员配备

本项目拟配备3名辐射工作人员到岗工作，人员相关信息见表1-6。

表 1-6 辐射工作人员相关信息表

序号	姓名	性别	工作岗位	毕业学校	学历	专业	备注
1	李稳	女	口腔材料室	南京理工大学	硕士	应用化学	
2	白伟	男	口腔材料室	北京理工大学	硕士	材料科学与工程	
3	李雅倩	女	口腔材料室	南阳师范学院	本科	制药工程	

##### （2）检测仪器配备

本项目拟新增 3 台个人剂量报警仪，1 台便携式辐射监测仪，1 套固定式剂量报警仪，能够满足本项目监测的相关要求。

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
无								

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
无										

注：日等效最大操作量和操作方式见国家标准《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
无										

(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
1	自屏蔽式工业X 射线CT机	II类	1	TomoScope XS	160	1	无损检测	海淀区中关村南大街 22号医院科研楼地下 一层CT成像实验室	

(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 ( $\mu$ A)	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	
无													

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

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)。

## 表 6 评价依据

法规 文件	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第九号，2015年01月01日起实施。</li> <li>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，2002年10月28日通过，自2003年01月01日起实施；2016年07月02日第一次修正；2018年12月29日第二次修正并实施。</li> <li>3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第六号，2003年10月01日起施行。</li> <li>4. 《建设项目环境保护管理条例》，1998年11月29日国务院令第253号发布施行；2017年07月16日国务院令第682号修订，2017年10月1日起实施。</li> <li>5. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第709号第二次修订，2019年03月02日第二次修订版公布并实施。</li> <li>6. 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》，生态环境部 部令第16号，2020年11月30日公布，2021年01月01日起实施。</li> <li>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 部令第20号修订，2021年01月04日公布并实施。</li> <li>8. 《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 部令第18号，2011年04月18日公布，2011年05月01日起实施。</li> <li>9. 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》，原环境保护部、原国家卫生和计划生育委员会 公告第66号，2017年12月05日。</li> <li>10. 《关于发布&lt;建设项目竣工环境保护验收暂行办法&gt;的公告》，国环规环评[2017]4号，2017年11月20日。</li> <li>11. 《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 部令第9号，2019年09月20日公布，2019年11月01日。</li> <li>12. 《北京市城乡规划条例》，京人常[2021]61号，2021年09月24日。</li> <li>13. 《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文件，京环发〔2011〕347号。</li> <li>14. 《辐射安全与防护监督检查技术程序》，生态环境部，2020年02月。</li> </ol>
----------	--

	<ol style="list-style-type: none"> <li>15. 《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，2018年01月25日。</li> <li>16. 《产业结构调整指导目录（2024年本）》，国家发展改革委令第7号，2024年02月01日施行。</li> <li>17. 《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》生态环境部公告2019年第57号，2019年12月24日。</li> <li>18. 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》生态环境部公告2021年第9号，2021年03月11日。</li> <li>19. 《产业结构调整指导目录（2024年）》，国家发展和改革委员会2023年第7号令，2024年2月1日起施行。</li> <li>20. 《北京市新增产业的禁止和限制目录（2022年版）》，北京市人民政府办公厅，京政发办〔2022〕5号，2022年2月14日起施行。</li> </ol>
<b>技术 标准</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>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》（HJ10.1-2016），环境保护部，2016年04月01日。</li> <li>2. 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016），环境保护部，2016年12月08日发布，2017年01月01日实施。</li> <li>3. 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局，2003年04月01日实施。</li> <li>4. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019），中华人民共和国国家卫生健康委员会，2020年04月01日实施。</li> <li>5. 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），中华人民共和国生态环境部，2021年05月01日实施。</li> <li>6. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021），生态环境部，2021年05月01日实施。</li> <li>7. 《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019），中华人民共和国国家卫生健康委员会，2019-08-27发布，2020-04-01实施。</li> <li>8. 《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）第1号修改单，中华人民共和国国家卫生健康委员会，2022</li> </ol>

	<p>年 11 月 8 日发布并实施</p> <p>9. 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022), 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 2022-10-13 发布, 2023-03-01 实施。</p> <p>10. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014), 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 2014-05-14 发布, 2014-10-01 实施。</p> <p>11. 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008), 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会发布, 2008-10-07 发布, 2009-09-01 实施。</p>
其他	<p>1. 《环境空气质量标准》(GB3095-2012), 中华人民共和国环境保护部、中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2012-02-29 发布, 2016-01-01 实施。</p> <p>2. 《辐射防护手册》&lt;第一分册 辐射源与屏蔽&gt;(李德平 潘自强 主编), 原子能出版社, 1987。</p> <p>3. 《辐射安全手册》, 科学出版社, 2011 年, 潘自强 主编。</p> <p>4. 《中国环境天然放射性水平》, 原国家环境保护局监督管理司, 1995 年 8 月。</p> <p>5. 单位提供的与本项目相关的申请和技术资料, 2024 年 07 月。</p>

**表 7 保护目标与评价标准**

**7.1 评价范围**

**7.1.1 评价内容**

本项目拟在北京市海淀区中关村南大街 22 号医院科研楼地下一层 CT 成像实验室使用 1 台自屏蔽式工业 X 射线 CT 机。

**7.1.2 关注问题**

- (1) 机房屏蔽是否满足国家相关标准的要求。
- (2) 辐射安全管理情况及污染防治措施是否满足使用射线装置的要求。

**7.1.3 评价因子**

主要为 X 射线。

**7.1.4 评价范围**

按照《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》(HJ10.1-2016) 的规定, 确定本项目评价范围为本项目铅房外周围 50m 区域。

**7.2 环境保护目标**

本次拟建的 CT 铅房位于北京市海淀区中关村南大街 22 号医院科研楼地下一层 CT 成像实验室, 科研楼的楼外东侧为教学楼; 南侧隔院内空地为医疗楼; 西侧为急诊; 北侧隔魏公街为北京国际大厦 B、C 座。

拟建 CT 铅房东侧为 CT 成像实验室, 之外为配电间、冰箱库; 南侧为窗井, 之外为土层; 西侧为压缩空气及真空吸引机房, 之外为库房; 北侧为 CT 成像实验室操作台, 之外为过道、库房; 楼上为设备层; 楼下为土层。

根据项目特点及周围毗邻关系, 确定主要环境保护目标为该单位从事本项目射线装置操作的辐射工作人员、机房周围其他公众成员, 详见表 7-1, 本项目周围 50m 范围内主要建筑物见图 7-1, 周围毗邻关系见图 7-2。

**表 7-1 本项目场所周围 50m 范围内主要保护目标**

项目	保护目标	最近距离 (m)	常居留人数 (人)	方位	周围 50m 范围内主要场所
CT 铅房 所在科研楼 楼外	公众	29	>50	科研楼东侧	教学楼
	公众	37	>50	科研楼南侧	医疗楼
	公众	41	>50	科研楼西侧	急诊

	公众	37	>50	科研楼北侧	北京国际大厦 B、C 座
CT 铅房 所在科研楼 楼内	工作人员	紧邻	2	CT 铅房北侧	CT 成像实验室操作台

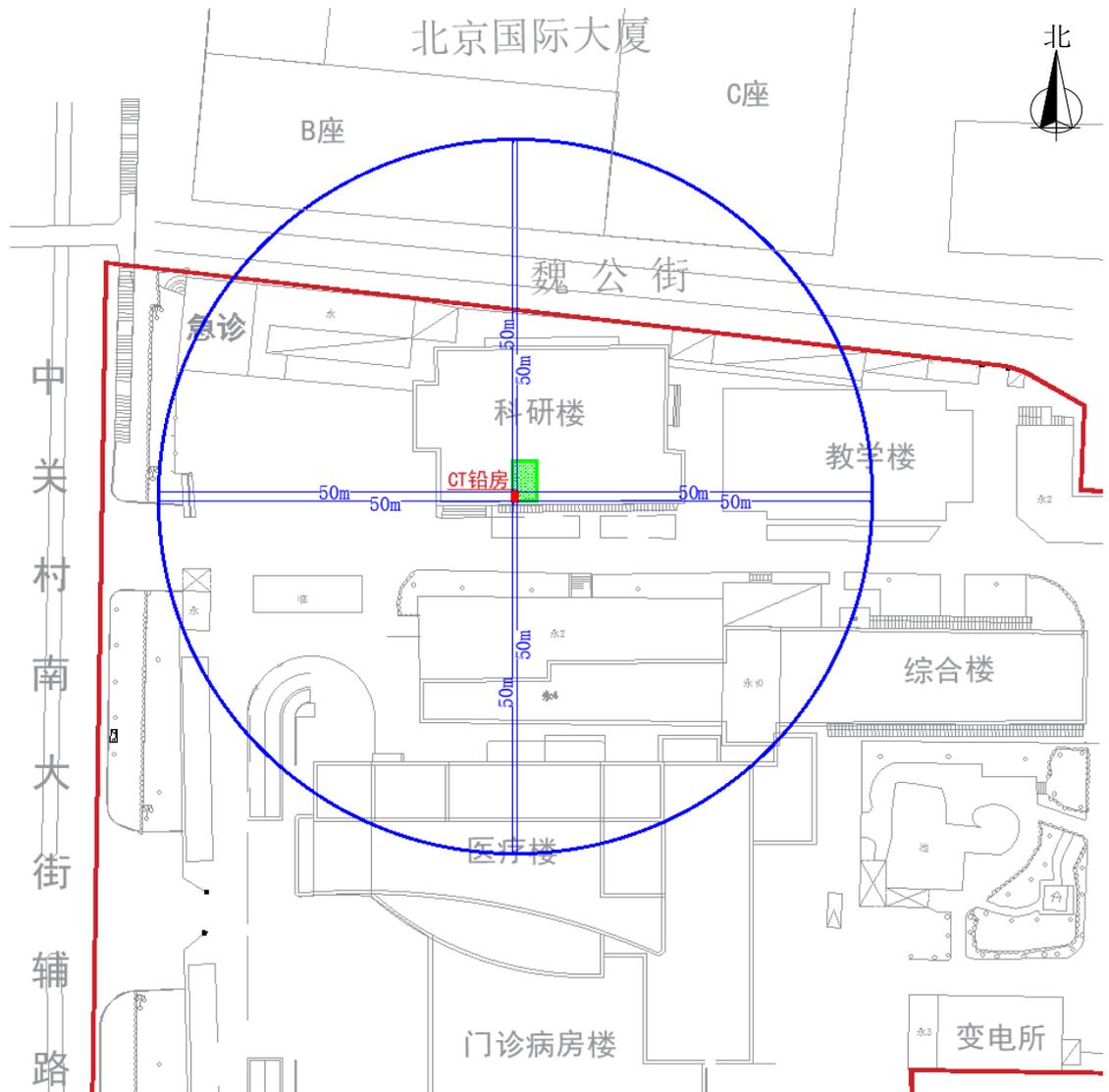


图 7-1 CT 铅房周围 50m 范围内主要建筑物图



图 7-2 CT 铅房四周毗邻关系图

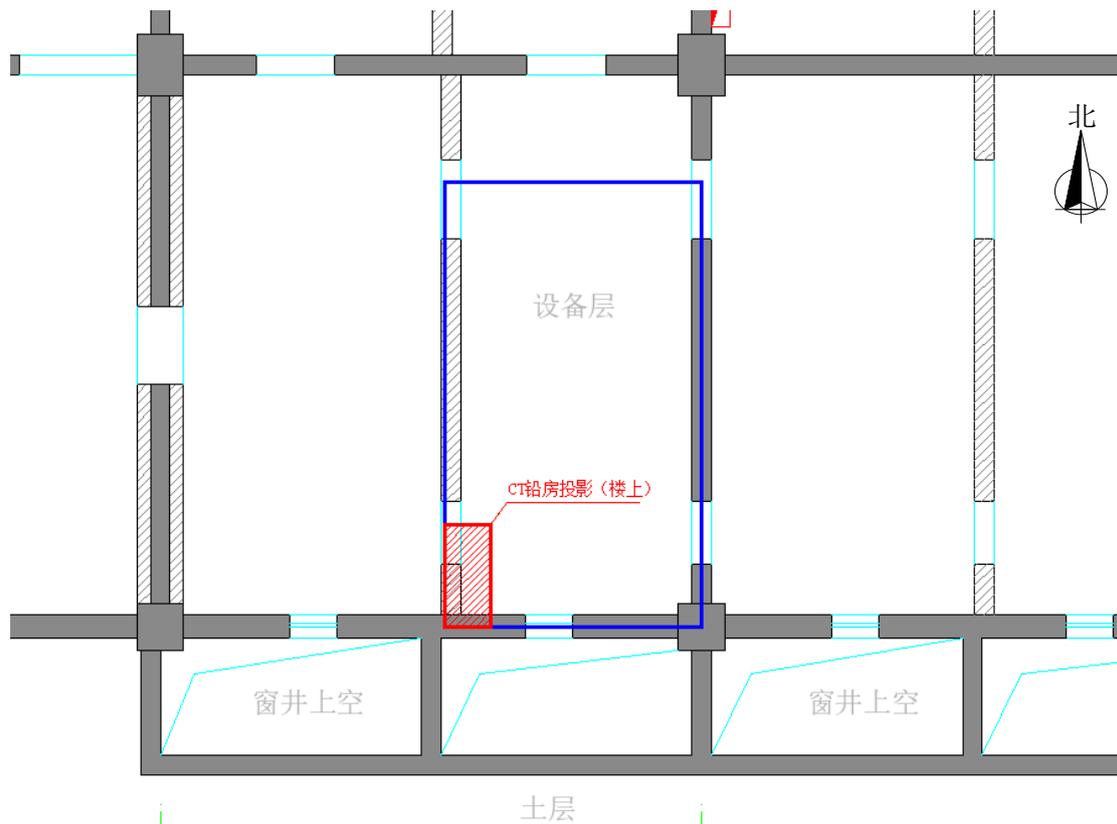


图 7-3 科研楼地下设备层平面布局示意图 (CT 铅房上方)

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 基本剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定的剂量限值列于表 7-2。

**表 7-2 个人剂量限值 (GB18871-2002)**

辐射工作人员	公众关键人群组成员
连续五年平均有效剂量 20mSv, 且任何一年有效剂量 50mSv	年有效剂量 1mSv; 但连续五年平均值不超过 1mSv 时, 某一单一年可为 5mSv
眼晶体的当量剂量 150mSv/a 四肢或皮肤的当量剂量 500mSv/a	眼晶体的当量剂量 15mSv/a 皮肤的当量剂量 50mSv/a

GB18871-2002 还规定了年剂量约束值, 按辐射防护最优化原则设计的年剂量控制值应小于或等于该剂量约束值。剂量约束值是剂量限值的一个分数, 公众剂量约束值通常应在 0.1~0.3mSv/a 范围内。

### 7.3.2 剂量约束值

本项目辐射工作人员的职业照射取 2mSv/a 作为年剂量约束值, 公众取 0.1mSv/a 作为年受照剂量约束值。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况, 单位应该进行调查并报生态环境部门备案。

### 7.3.3 剂量率控制水平

要求在满足上述年剂量约束值的同时, 还需满足屏蔽铅房外 30cm 处周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu$ Sv/h 的要求。

### 7.3.4 工业 X 射线探伤辐射安全与防护要求

参照《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的要求如下:

X 射线装置在额定工作条件下, 距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线所致周围剂量当量率应符合表 7-3 的要求。

**表 7-3 X 射线管头组装体漏射线所致周围剂量当量率控制值**

管电压 kV	漏射线所致周围剂量当量率 mSv/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

### 7.3.5 非放射性控制值

#### (1) 室内空气质量

根据 GBZ2.1-2019, 工作场所空气中 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>2</sub> 的浓度限值分别为 0.3mg/m<sup>3</sup> 和 5mg/m<sup>3</sup>。

#### (2) 环境空气质量

臭氧和氮氧化物的环境空气质量浓度限值执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级浓度限值，臭氧的 1 小时平均浓度  $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ ， $\text{NO}_2$  的 1 小时平均浓度  $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**8.1 地理位置和场所位置**

**8.1.1 地理位置**

医院总部位于北京市海淀区中关村南大街 22 号，医院总部东侧为大慧寺社区 7 号院 4 号楼，南侧为大慧寺路，西侧为中关村南大街辅路，北侧为魏公街。

**8.1.2 场所位置**

本次拟建的 CT 铅房位于北京市海淀区中关村南大街 22 号医院科研楼地下一层 CT 成像实验室，科研楼的楼外东侧为教学楼；南侧隔院内空地为医疗楼；西侧为急诊；北侧隔魏公街为北京国际大厦 B、C 座。

拟建 CT 铅房东侧为 CT 成像实验室，之外为配电间、冰箱库；南侧为窗井，之外为土层；西侧为压缩空气及真空吸引机房，之外为库房；北侧为 CT 成像实验室操作台，之外为过道、库房；楼上为设备层；楼下为土层。

**8.2 辐射环境现状监测**

委托持有计量认证资质证书的深圳市瑞达检测技术有限公司于 2024 年 8 月 5 日对本项目相关场所进行了环境地表  $\gamma$  辐射剂量率本底监测。

**8.2.1 监测项目**

环境  $\gamma$  辐射剂量率。

**8.2.2 监测对象及点位布设**

监测对象：本次监测针对拟建场址所在区域及周边进行环境辐射现状监测。

监测点位：本次监测对拟建场址所在区域及周边进行环境  $\gamma$  辐射监测，监测点位布设见图 8-1。

**8.2.3 监测仪器及方法**

(1) 监测设备

本次监测采用的监测设备见表 8-1。

**表 8-1 监测设备及性能指标**

仪器名称	型号/编号	检定/校准证书/有效日期	主要技术性能指标
环境剂量率仪	GH-102A /20170404	DLj12024-01645 /2025-02-25	测量范围：0.01 $\mu$ Gy/h~100 $\mu$ Gy/h； 能量范围：30keV~8MeV； 相对响应之差：< $\pm$ 15%。

(2) 监测方法

$\gamma$  辐射剂量率：采用便携式监测仪表，以定点的测量方式进行。监测时每点测量 10 次，每次间隔 10 秒钟，取平均值。

### 8.2.4 监测依据

《环境  $\gamma$  辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)。

### 8.2.5 监测结果

$\gamma$  剂量率的监测数据见表 8-2。

表 8-2 拟建辐射工作场所周围  $\gamma$  辐射环境本底水平监测结果

点位编号	检测位置描述	辐射剂量率 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	
		平均值	标准差
1	拟新增自屏蔽 CT 机东侧	0.09	0.01
2	拟新增自屏蔽 CT 机南侧	0.10	0.01
3	拟新增自屏蔽 CT 机西侧	0.10	0.01
4	拟新增自屏蔽 CT 机北侧 (操作位)	0.09	0.01
5	拟新增自屏蔽 CT 机楼上	0.09	0.01

注：检测结果包含仪器在检测点处的宇宙射线响应值 ( $0.03\mu\text{Gy/h}$ )。

根据《中国环境天然放射性水平》(1995)，北京市天然辐射水平范围为  $60\sim 123\text{nGy/h}$  (室外，含宇宙射线) 和  $69.8\sim 182\text{nGy/h}$  (室内，含宇宙射线)。由表 8-2 中检测结果可知，拟建辐射工作场所及周围的辐射剂量率范围为  $0.09\sim 0.10\mu\text{Gy/h}$ ，因此，本项目场所室内辐射剂量率水平处于北京市室内  $\gamma$  辐射剂量率正常本底范围之内，未发现异常高值。



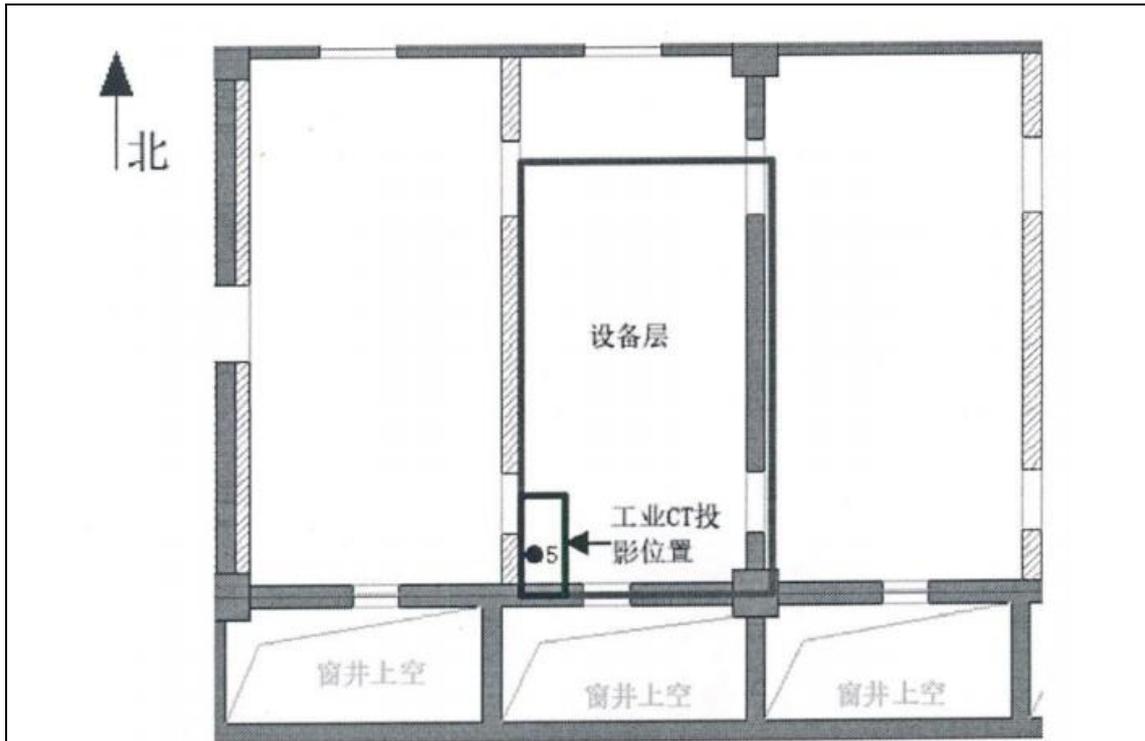


图 8-1 拟建场所周围检测点位图

表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 工程设备和工艺分析

### 9.1.1 工作原理

本项目射线装置主要由 X 射线源、精密样品台、平板探测器、光耦探测器、精密运动平台、电控系统、铅屏蔽箱体、成像及数据分析软件构成，产生 X 射线的装置由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成。阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面被靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

典型的 X 射线管结构图见图 9-1。

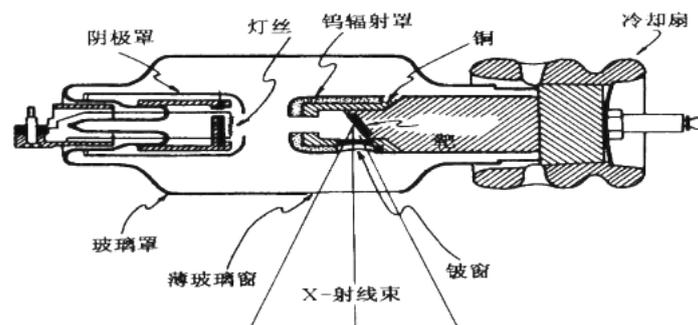


图 9-1 典型的 X 射线管结构图

自屏蔽式工业 X 射线 CT 机工作原理：工作原理为高压电产生电场，电子在电场中高速运动撞击钨靶产生 X 射线。X 射线穿透工件后，在成像板上成像。X 射线产生在密闭的高真空射线管内产生，通过窗口定向辐射出 X 射线。X 射线穿过检测样品后被平板探测器所接收，平板探测器把不可见的 X 射线图像转换为可视图象，再经计算机处理将可视图象转换为数字图像，处理后的图像显示在显示器屏幕上，显示的图像能提供检测样品内部的缺陷性质、大小、位置等信息，从而达到检测的目的。

### 9.1.2 系统功能及设备组成

自屏蔽式工业 X 射线 CT 机由 X 射线管、控制系统、高压、冷却系统和探测器等组成，其中本项目射线装置拟采用德国威纳公司生产，北京丹青瑞华科技

有限公司销售的 TomoScope XS 型射线装置，最大管电压为 160kV，射线辐射角 30°×40°；探测器拟采用德国威纳公司生产的 TD3000 型。本项目拟使用的工业 X 射线 CT 机的基本信息见表 9-1，拟使用的自屏蔽式工业 X 射线 CT 机外形图见图 9-2。

表 9-1 拟使用的工业 CT 机的基本信息

装置型号/名称	TomoScope XS / 自屏蔽式工业 X 射线 CT 机
最大管电压/电流	160kV / 1mA
射线辐射角	28°×28°
主束方向	朝南
距辐射源点（靶点）1m 处最大输出量	3.76E+06 $\mu$ Sv·m <sup>2</sup> /h
铅房内净尺（mm）	1260×543×1330

备注：查 GBZ/T250-2014，并内插可得，在 2mmAl 过滤下距焦点 1m 处的剂量率为 3.78E+06 $\mu$ Sv/h（160kV）。



图 9-2 TomoScope XS 型自屏蔽式工业 X 射线 CT 机外形图

### 9.1.3 工作流程

(1) 检查警告标识、系统安全连锁装置、门-机连锁、应急开关等安全防护措施是否正常。

(2) 打开设备主控开关，并将钥匙开关转到打开位置，启动设备；待设备控制计算机启动完成，启动计算机上相关软件后，逐一启动设备高压电源、电气控制系统，开机预热和初始化。

(3) 打开防护门，将运动平台上的载物台运行至合适的位置，将被测物（模体或样品）放在载物台上，关闭防护门。

(4) 点击设备上的 X 射线启动按钮启动 X 射线，选择合适的电压和电流，待 X 射线稳定后，被测物的图像将出现在显示器上。

(5) 通过控制运动平台的运动轴来移动样品，必要的时候移动探测器或射线管，使得被测物、射线管和探测器三者处于一个合适的位置，使得被测物图像达到最佳的可视范围和大小。

(6) 点击设备上的 X 射线关闭按钮关闭 X 射线。

(7) 为了达到图像清晰度要求，可以调整现有软件算法的内置参数或者使用新的算法，这些算法包括如自适应亮度对比度平衡，数字滤波器、射线对中测量、空气校正、散射校正、几何参数校正等等。调整完成后再次点击设备上的 X 射线启动按钮启动 X 射线，并将样品移回成像范围内，评估被测物图像的清晰度。

(8) 若要进行圆周 CT 扫描，载物台自动旋转移动，在每个特定的旋转角度，采集多张图像；若要进行偏置 CT 扫描，载物台运动到偏置位置后自动旋转移动，在每个特定的旋转角度，采集多张图像；若要进行虚拟大视野 CT 扫描，探测器运行到不同的位置后，载物台自动旋转移动，在每个特定的旋转角度，采集多张图像。完成扫描后 X 射线自动关闭。

(9) 开启防护门，移动运动平台的载物台运行至合适的位置，将被测物搬离，关闭防护门。

(10) 关闭软件和设备。

### 9.1.4 使用规划

(1) 工作量：每天出束时间最大 2h，年最大出束时间 500h（每年工作 250

天)。

(2) 使用因子：主束只往南照射。

## 9.2 污染源描述

### 9.2.1 主要放射性污染物

由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线装置的辐射是随机器的开、关产生和消失。因此，该单位使用的显微 CT 在非使用状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，X 射线成为污染环境的主要因子。

### 9.2.2 污染途径

#### (1) 正常工况时的污染途径

##### 1) 放射性污染

根据射线装置的污染特征，只有在通电情况下，工作人员操作才能产生射线，经透射、漏射和散射，对工作场所及其周围环境产生辐射影响。污染途径是 X 射线外照射。

##### 2) 其它非放射性污染

臭氧和氮氧化物：X 射线机工作时，射线装置发出的 X 射线电离空气分子产生微量的臭氧和氮氧化物，通过机械通风，降低铅房内臭氧和氮氧化物的量，对人体的危害很微小。

#### (2) 事故工况的污染途径

本项目使用的射线装置属工业 CT，发生的事故工况主要有以下两种情况：

1) 安全连锁失效，铅防护门未完全关闭的情况下射线装置出束，对工作人员及公众造成额外的照射；

2) 开机使用时，门机连锁失效，操作人员在铅房门外或公众误入监督区（CT 成像实验门外）造成超本底剂量照射。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 项目建设内容

本项目拟使用的 1 台自屏蔽的工业 CT 机在医院科研楼地下一层，CT 铅房位于 CT 成像实验室内，CT 成像实验室净尺寸为 5700 (L) × 3275 (W) × 2300 (H) mm，铅房内净尺寸约为 1260 (L) × 543 (W) × 1330 (H) mm，整个铅房为六面组合式拼装结构。自屏蔽 CT 铅房的屏蔽厚度情况见表 10-1。

机房拟采取的屏蔽防护设施见下表。

#### 表 10-1 机房屏蔽材料及厚度情况一览表

序号	场所名称	机房有效面积	屏蔽墙体方向	屏蔽材料及厚度
1	CT 铅房	0.68 m <sup>2</sup> (1.26m× 0.54m)	东、南、西、北墙、 顶部、底部	13mm 铅
			观察窗	13mm 铅
			防护门	13mm 铅

注：CT 成像实验室东墙 25cm 混凝土；南墙为 30cm 混凝土；西、北墙为 15cm 轻体砖；楼上为 30cm 混凝土，地板为土层。

#### 10.1.2 工作场所安全防护设施管理

工作场所安全与防护设施设计要求见表 10-2。

#### 表 10-2 非医用II类射线装置辐射安全与防护设施设计表

序号	检查项目	是否拟设置	备注
1*	入口处电离辐射警告标志	√	在自屏蔽工业 CT 机铅门拟贴电离辐射警告标志
2*	入口处机器工作状态显示	√	自屏蔽 CT 机上方设有工作状态指示灯
3	隔室操作	√	铅房外操作
4	迷道	×	不设迷道，本项目为自屏蔽体铅房
5*	防护门	√	拟配铅防护门
6*	控制台有防止非工作人员操作的锁定开关	/	CT 成像实验室入口设门禁，专人才能进入操作
7*	门机连锁系统	√	拟配有门机灯连锁
8	照射室内监控设施	/	不适用，人员无法入内
9*	通风设施	√	通风换气 (3 次/h)
10*	照射室内紧急停机按钮	/	不适用，人员无法入内
11*	控制台上紧急停机按钮	√	控制台拟设 1 个急停按钮
12*	出口处紧急开门开关	/	防护门为手动推拉门

13*		准备出束声光提示	√	铅房正前方安装一个警示灯
14*	C 监测设备	便携式辐射监测仪	√	拟配 1 台
15*		个人剂量报警仪	√	拟新配 3 台
16*		个人剂量计	√	拟配 3 个
17	D 应急物资	灭火器材	√	拟配 1 个干粉灭火器

#### 10.1.4 工业 X 射线 CT 机的辐射防护措施

(1) CT 铅房（包括防护门）利用实体屏蔽措施，能够保证机房周围墙体和防护门外 30cm 处辐射剂量率不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ （铅房出厂指标为 10cm 处不大于  $1.0\mu\text{Sv/h}$ ，实际出厂检测时 10cm 处为  $0.03\mu\text{Sv/h}$ ），辐射工作人员和公众的受照剂量满足剂量约束要求。

(2) 分区管理：辐射工作场所实行分区管理，CT 铅房边界内为控制区，CT 成像实验室内除了 CT 铅房外的区域（包括操作位）为监督区。

(3) 警示标志：CT 铅房铅防护门外拟设立电离辐射警告标志和中文警示说明，在铅房正前方安装一个报警灯，并和设备出束关联。工业 X 射线 CT 机工作时，警示灯亮（声光警示灯），告诫无关人员勿靠近铅房。警示灯为双色，当铅房通电且防护门打开时，状态条颜色显示为绿色；当防护门关闭到位铅房内射线机出束时，状态条颜色显示为红色。

(4) 门机连锁：只有当防护门关闭，设备才能出束；反之，如果照射过程中防护门打开，系统将自动停止出束。

(5) 门灯连锁：在铅房门口位置设计工作状态指示灯（声光警示灯），并与探伤机连锁，设备出束期间，红色工作灯持续显示。

(6) 急停开关：控制台设置 1 个急停按钮，当遇到意外情况，可随时按动急停开关，切断设备高压，停止出束。按下急停后，下次开机前手动方式复位急停按钮，设备才能启动。

(7) 门控按钮设置：铅房防护门为手动推拉门。

(8) 门禁：拟在监督区入口（CT 成像实验室门外）处设置门禁系统，防止无关人员误入。

(9) 通风系统：铅房内拟安装排风系统，换气次数不低于 3 次/h。

(10) 监测仪器：拟新增 3 台个人剂量报警仪，1 台便携式辐射监测仪，1 套固定式剂量报警仪，辐射工作人员进入 CT 铅房将佩戴个人剂量计和个人剂量

报警仪。

(11) 辐射工作人员考核：拟新增的辐射工作人员将按照生态环境部 2019 年第 57 号公告要求，五年一次组织辐射工作人员进行辐射安全与防护考核，考核通过后方可上岗。

CT 铅房联锁和警示系统的设计见图 10-1，联锁和安全措施布置见图 10-2。

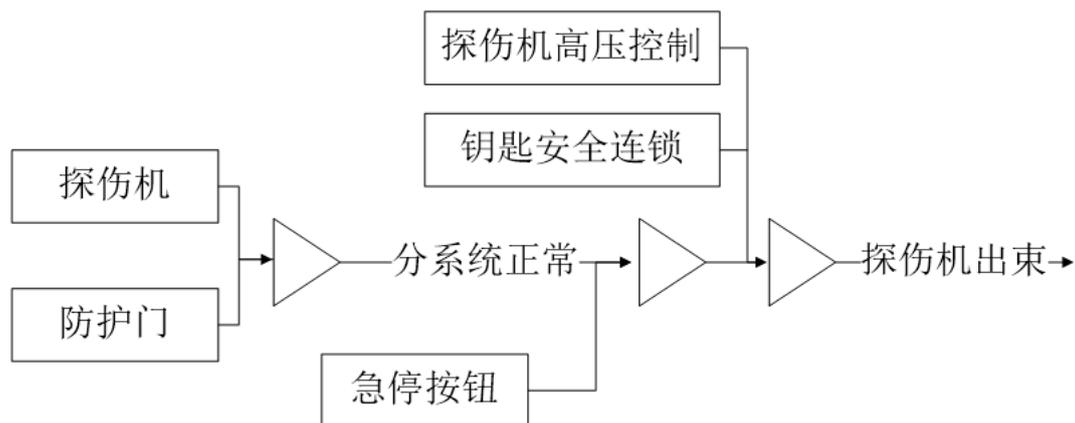


图 10-1 CT 铅房联锁系统逻辑图



图 10-1 CT 铅房联锁和安全措施布置图

## 10.2 法规符合情况

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》规定，现对单位从事本项目辐射活动能力评价列于表 10-3 和表 10-4。

### 10.2.1 对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求的满足情况

表 10-3 汇总列出了本项目对照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对使用放射性同位素和射线装置单位承诺的对应检查情况。

**表 10-3 项目执行《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求对照表**

序号	要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。	已成立辐射防护领导小组，并在该机构设置专职管理人员。	符合
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。	本项目新增 3 名辐射工作人员，拟参加辐射防护与安全知识考核。	落实后符合
3	使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体防卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目不涉及放射性同位素。	不涉及该内容
4	放射性同位素与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要求的安全措施。	拟指定相应的操作规程，铅房拟装门-机-灯联锁、急停按钮、工作警示灯和电离辐射警告标志等。	落实后符合
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，包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	拟新增 1 台便携式辐射监测仪，3 台个人剂量报警仪，1 台固定式剂量报警仪。	落实后符合
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、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	拟修订规章制度，如射线装置操作规程、岗位职责及辐射防护和安全保卫制度、射线装置检修维护制度、人员考核计划、监测方案等。	落实后符合
7	有完善的辐射事故应急措施。	已辐射事故应急预案。	符合
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。	本项目不涉及。	不涉及该内容

### 10.1.4.2 对《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求的满足情况

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》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《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求的对照检查如表 10-4 所示。

表 10-4 项目执行《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》要求对照表

序号	安全和防护管理办法要求	本单位落实情况	是否符合要求
1	<b>第五条</b> 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,其出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连锁、报警装置或者工作信号。	CT铅房拟装门-机-灯连锁、急停按钮、工作警示灯和电离辐射警告标志等。	落实后符合
2	<b>第七条</b> 放射性同位素和被放射性污染的物品应当单独存放,不得与易燃、易爆、腐蚀性物品等一起存放,并指定专人负责保管。	本项目不涉及放射性同位素。	不涉及该内容
3	<b>第九条</b> 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。	拟委托有辐射水平监测资质单位每年对辐射工作场所及其周围环境进行1次监测。	落实后符合
4	<b>第十二条</b> 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。	承诺每年1月31日前向生态环境部门提交年度评估报告。	近期符合
5	<b>第十七条</b> 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。	本项目新增3名辐射工作人员,拟参加辐射防护与安全知识考核。	落实后符合
6	<b>第二十三条</b> 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。	为所从事放射性工作的人员配备个人剂量计,并委托有资质单位进行个人剂量监测(每季度1次)。已安排专人负责个人剂量监测管理。	近期符合
7	<b>第二十四条</b> 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位,不具备个人剂量监测能力的,应当委托具备条件的机构进行个人剂量监测。	拟委托有资质单位对新增的辐射工作人员进行个人剂量监测。	落实后符合

## 10.2 三废的治理

(1) 本项目运行中,不产生放射性“三废”。

(2) 显微 CT 机运行过程中,会产生少量的臭氧和氮氧化物,对环境的影响是十分轻微的,可以忽略。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设期环境影响

该项目施工活动对环境的影响主要是 CT 成像实验室建设（其中铅房是厂家生产好后，到现场组装）建设过程中产生的噪声、粉尘以及振动等，为了不影响周围环境，在施工过程中，将采取一些降噪、防尘措施。如在施工现场设置隔离带、设立声障，这样既可有效的减少扬尘的污染，又可降低噪声；合理安排施工时间，对振动较大的施工，尽量安排在下班或节假日进行。本项目是对已有房间进行改造和安装设备，工程量小，且施工基本上都校内进行，并且项目所在地区的地面已经过硬化，无裸露地面，因此产生的扬尘相对较小，因此基本不影响单位和周围其他单位的正常工作。

### 11.2 运行（使用）后对环境的影响

工业 X 射线 CT 机运行过程中，不产生放射性三废，主要的污染物是 X 射线贯穿辐射，其次是伴随 X 射线产生的少量臭氧和氮氧化物。

当工业 X 射线 CT 机出束时，X 射线（初级 X 射线）透过工件及屏蔽体造成环境辐射影响，同时产生的散射线和漏射线也会对环境造成辐射影响。本项目拟新增的工业 X 射线 CT 机为定向机，160kV 在 90 度方向散射等效管电压不高于 150kV。

#### 11.2.1 设备预计运行情况

本项目中，医院使用的工业 X 射线 CT 机为 II 类射线装置，用于工业 CT 检测技术的研发，工作人员摆好所检样品，设置出束条件并点击开始出束键后，到时间后射线装置自动停止出束，人员在射线装置出束后铅房外操作台进行问题讨论，工作人员都是隔室操作，平常无相关人员进入，且门口设有门禁系统，只有本项目相关工作人员有授权。实际每天出束时间不大于 2h（不超过 500h/a）。

自屏蔽工业 X 射线 CT 机工作时，球管固定，距地面高度 106cm。

#### 11.2.2 使用过程中的贯穿辐射影响分析

##### 11.2.2.1 辐射剂量估算公式

以下估算公式参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）：

（1）主射线束辐射

$$H = \frac{H_0}{R^2} \times K^{-1} \quad (\text{公式 11-1})$$

式中： $H$ —估算点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$ —距X射线机靶1m处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。查GBZ/T250-2014，并内插可得，距焦点1m处的剂量率 $3.76\text{E}+06\mu\text{Sv/h}$ （160kV）。

$R$ —X线管靶点到关注点的距离，m；

$K^{-1}$ —已知屏蔽墙厚度的衰减因子，保守按漏射方法估算所得。

## (2) 泄漏辐射

$$H = \frac{H_{0L}}{R^2} \times K^{-1} \quad (\text{公式 11-2})$$

$$K^{-1} = 10^{-\frac{k}{TVL}} \quad (\text{公式 11-3})$$

式中： $H$ —估算点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_{0L}$ —距X射线机靶1m处的泄漏剂量率，160kV时不大于 $2.5\text{E}+03\mu\text{Sv/h}$ ；

$h$ —屏蔽物质的厚度；

$TVL$ —屏蔽物质什值层厚度，查辐射安全手册表6.7，并内插可得160kV条件下泄漏辐射的铅屏蔽的 $TVL=1.05\text{mm}$ 、砼屏蔽的 $TVL=73.2\text{mm}$ ；

$R$ —X线管靶点到关注点的距离，m；

$K^{-1}$ —已知屏蔽墙厚度的衰减因子，保守按漏射方法估算所得。

## (3) 散射辐射

$$H = \frac{H_0}{R^2} \times K^{-1} \times f \quad (\text{公式 11-4})$$

$$f = F \times \alpha / R_0^2 \quad (\text{公式 11-5})$$

式中： $H_0$ —距X射线机靶1m处的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$R$ —散射面中心点到关注点的距离，m；

$K^{-1}$ —已知屏蔽墙厚度的衰减因子。由于散射后能量衰减，保守按漏射方法估算所得。查辐射安全手册表6.7，可知150kV条件下泄漏辐射的铅屏蔽的 $TVL=0.96\text{mm}$ 、砼屏蔽的 $TVL=70\text{mm}$ ；

$f$ —散射系数，保守取0.02；

$R_0$ —辐射源点（靶点）至散射体的距离，m；

$F$ — $R_0$ 处的辐射野面积， $\text{m}^2$ ；

$\alpha$ —散射因子，保守取 $1.6 \times 10^{-3}$ ；

其它因子含义同上。

## (4) 附加年有效剂量

$$E = H \times t \times T \times 10^{-3} \quad (11-6)$$

式中： $E$ —年有效剂量，mSv；

$H$ —计算点附加剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$T$ —人员的居留因子；

$t$ —年曝光时间，h/a。

### 11.2.2.2 关注点剂量率水平屏蔽计算

根据以上的参数，计算点位见图 11-1 和图 11-2，估算结果见表 11-1。

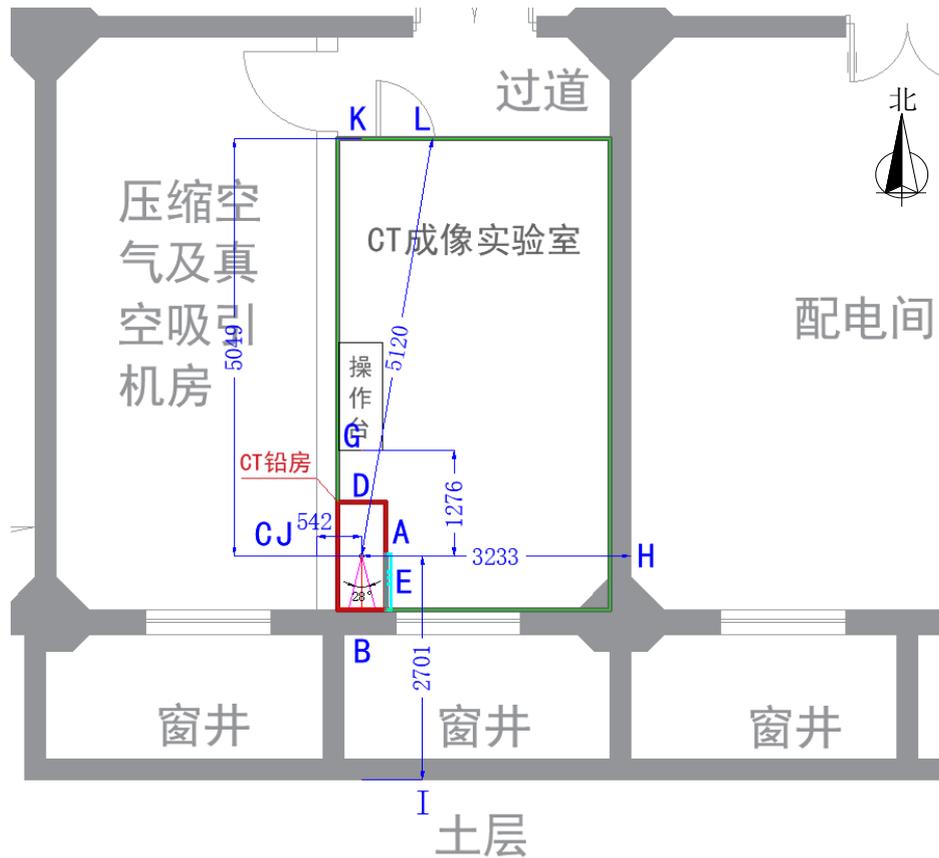


图 11-1 CT 铅房平面估算点位示意图

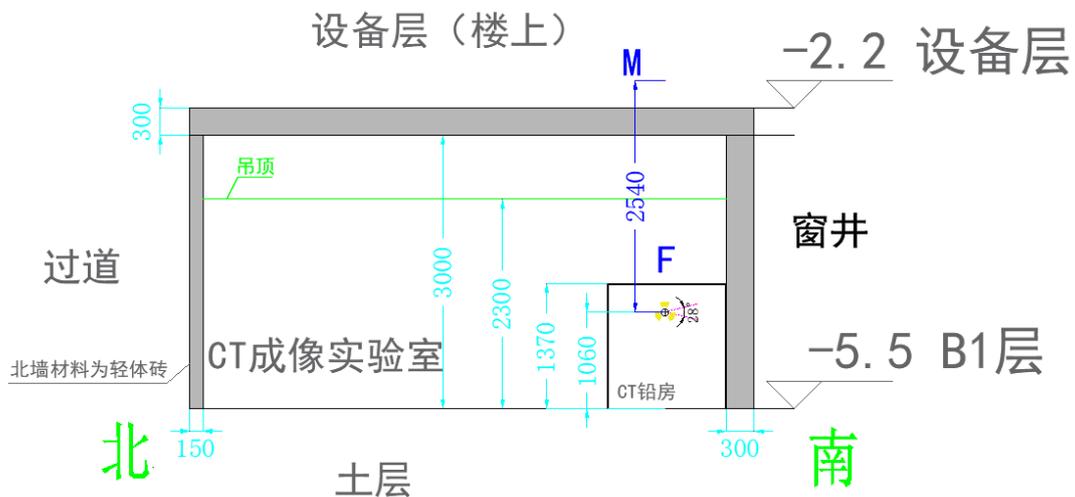


图 11-2 CT 铅房剖面估算点位示意图

表 11-1 场所周围的附加有效剂量率

估算位置	距离 R/m (距屏蔽体外 30cm)	屏蔽厚度 (cm)	射线束	衰减因子 K <sup>-1</sup>	附加剂量率 (μSv/h)	备注
CT 铅房东侧 A	0.6	13mm 铅	漏射	4.16E-13	2.89E-09	CT 成像实验 室
			散射	2.87E-14	6.00E-09	
CT 铅房南侧 B	1	13mm 铅	主束	4.16E-13	1.56E-06	窗井
CT 铅房西侧 C	0.8	13mm 铅	漏射	4.16E-13	1.62E-09	压缩空气及真 空吸引机房
			散射	2.87E-14	3.38E-09	
CT 铅房北侧 D	1	13mm 铅	漏射	4.16E-13	1.04E-09	操作台
			散射	2.87E-14	2.16E-09	
CT 铅房防护 门 E	0.6	13mm 铅	漏射	4.16E-13	2.89E-09	CT 成像实验 室
			散射	2.87E-14	6.00E-09	
CT 铅房顶 F	0.6	13mm 铅	漏射	4.16E-13	2.89E-09	CT 成像实验 室
			散射	2.87E-14	6.00E-09	
操作台 G	1.6	13mm 铅	漏射	4.16E-13	4.06E-10	CT 成像实验 室
			散射	2.87E-14	8.44E-10	
CT 成像实验 室东侧 H	3.5	13mm 铅+25cm 混凝土	漏射	1.60E-16	3.26E-14	配电间
			散射	7.71E-18	4.73E-14	
CT 成像实验 室南侧 I	3.0	13mm 铅+30cm 混凝土	主束	4.76E-16	1.99E-10	土层
CT 成像实验 室西侧 J	0.8	13mm 铅	漏射	4.16E-13	1.62E-09	压缩空气及真 空吸引机房
			散射	2.87E-14	3.38E-09	
CT 成像实验 室北侧 K	5.3	13mm 铅	漏射	4.16E-13	3.70E-11	过道
			散射	2.87E-14	7.69E-11	
CT 成像实验 室门外 L	5.4	13mm 铅	漏射	4.16E-13	3.57E-11	过道
			散射	2.87E-14	7.41E-11	
CT 成像实验 室楼上 M	2.6	13mm 铅+30cm 混凝土	漏射	3.32E-17	1.33E-14	设备层
			散射	1.49E-18	1.79E-14	

备注：砼（混凝土）密度不低于 2.35g/cm<sup>3</sup>，铅的密度不低于 11.3g/cm<sup>3</sup>。主束衰减因子保守按漏射方法估算所得，散射线估算距离保守取漏射时距离。

根据以上估算，CT 铅房周围剂量当量率最大值为 1.56E-06μSv/h（CT 铅房南侧），CT 操作位的附加剂量率为 3.20E-09μSv/h，监督区外的附加剂量水平最大值约为 1.56E-10μSv/h（CT 铅房西侧），均满足低于 2.5μSv/h 的要求。根据剂量率与距离平方成反比以及评价范围内固有建筑物的屏蔽，则在铅房周围 50m 评价范围内的工作人员、楼内工作人员等公众长居留场所的附加剂量率远小于 2.5μSv/h。

### 11.2.2.3 年附加剂量估算

自屏蔽式工业 X 射线 CT 机全年出束时间不超过 500h，根据表 11-1 的剂量估算结果，则本项目主要位置工作人员和公众的年附加剂量估算结果见表 11-2。

表 11-2 本项目主要位置工作人员和公众的年附加剂量估算

估算对象	估算位置（估算点位见图 11-1 和图 11-2）	场所附加剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）	居留因子 T	全居留时间 t（h/a）	年附加剂量（mSv/a）	备注
工作人员	CT 铅房东侧 A	8.89E-09	0.25	500	1.11E-09	CT 成像实验室
工作人员	CT 铅房北侧 D	3.20E-09	1	500	1.60E-09	操作台
工作人员	CT 铅房防护门 E	8.89E-09	0.0625	500	2.78E-10	CT 成像实验室
公众	CT 铅房西侧 C	5.00E-09	0.0625	500	1.56E-10	压缩空气及真空吸引机房
公众	CT 成像实验室北侧 K	1.14E-10	0.25	500	1.42E-11	过道
公众	CT 成像实验室楼上 M	3.12E-14	0.25	500	3.90E-15	设备层

(1) 辐射工作人员

根据表 11-3 估算结果中，本项目自屏蔽式工业 X 射线 CT 机工作人员的年最大受照剂量为 1.60E-09mSv，低于评价设定的剂量约束值 2mSv。

(2) 公众

场所周围公众所受最大照射剂量为 1.56E-10mSv/a，低于本评价设定的受照剂量约束值 0.1mSv/a。

11.2.3 O<sub>3</sub> 和 NO<sub>x</sub> 分析

11.2.3.1 O<sub>3</sub> 的产额

根据以往的环评经验，工业 X 射线 CT 机运行过程中，臭氧的产生量十分有限。公式 11-5~11-10 参考（中华放射医学与防护杂志 VoL14, 2, P101~P103, 1994），依照下式计算扩展射线束所致 O<sub>3</sub> 的产额：

(1) 有用线束的 O<sub>3</sub> 产额

$$P = 2.43 \dot{D}_0 (1 - \cos \theta) RG \quad (11-7)$$

式中：P—O<sub>3</sub> 产额，mg/h；

$\dot{D}_0$ —辐射有用束在距靶 1m 处的输出量，Sv·m<sup>2</sup>/min；

R—靶到屏蔽物（墙）的距离，m；

G—空气吸收 100eV 辐射能量产生的 O<sub>3</sub> 分子数（G=6）；

$\theta$ —有用束的半张角。

(2) 泄漏辐射的 O<sub>3</sub> 产额

将泄漏辐射看为 4 $\pi$  方向均匀分布的点源（包括有用束区限定的空间区），并考虑机房壁的散射线使室内的 O<sub>3</sub> 产额增加 10%，O<sub>3</sub> 的产额 P（mg/h）为：

$$P = 3.32 \times 10^{-3} \dot{D}_o GV^{1/3} \quad (11-8)$$

式中：V—铅房的体积，m<sup>3</sup>；其余符号同（11-7）。

### 11.2.3.2 O<sub>3</sub> 的浓度

设：O<sub>3</sub> 的有效分解时间为  $t_d$ （常取为 0.83h），机房通风换气周期为平均每次换气需通风  $t_v$  小时（h）。

机房最高饱和 O<sub>3</sub> 浓度（mg/h）为：

$$Q = \frac{P}{V} \bar{T} \quad (11-9)$$

式中：V 为机房的体积，m<sup>3</sup>；

$\bar{T}$  为 O<sub>3</sub> 的有效清除时间（h）：

$$\bar{T} = \frac{t_v \cdot t_d}{t_v + t_d} \quad (11-10)$$

### 11.2.3.3 参数与结果

对于 CT 铅房，仅估算其 O<sub>3</sub> 的产额和浓度。

#### （1）O<sub>3</sub> 产额

CT 铅房参数如下：根据 GBZ/T250-2014 附录表 B.1、图 B.1，160kV、3mmAl 滤过情况下的输出量约为 20.9mSv/mA·min，则 =0.0209Sv/min；R=0.65m（最大值）； $\theta=14^\circ$ ； $V=0.54 \times 1.26 \times 1.33=0.91\text{m}^3$ 。

按（11-7）估算有用线束的 O<sub>3</sub> 产额， $P=0.006\text{mg/h}$ 。按（11-8）估算泄漏辐射的 O<sub>3</sub> 产额， $P=0.0004\text{mg/h}$ ，此二项合计， $P=0.0064\text{mg/h}$ 。

#### （2）O<sub>3</sub> 浓度

假设没有通风：

$\bar{T} = t_d = 0.83\text{h}$ ， $V=0.91\text{m}^3$ ， $Q=5.78\text{E}-03\text{mg/m}^3$ ，此值小于工作场所中 O<sub>3</sub> 浓度限值 0.3mg/m<sup>3</sup>。正常排风情况下，臭氧的影响是较轻微的，且探伤总时间较短。这样的 O<sub>3</sub> 浓度直接排放到外部环境，对周围公众的影响可忽略不计。

#### （3）NO<sub>x</sub> 分析

在多种氮氧化物（NO<sub>x</sub>）中，以 NO<sub>2</sub> 为主，其产额约为 O<sub>3</sub> 的一半，工作场所中的限值为 O<sub>3</sub> 浓度的 16.7 倍，《环境空气质量标准》（GB3095-1996）中规

定的外部环境中 NO<sub>2</sub> 的浓度限值与 O<sub>3</sub> 相近。因此，NO<sub>x</sub> 的影响可忽略。

### 11.3 异常事件分析与防范建议

#### 11.3.1 事件（故）分析

本项目中，射线装置使用期间，如安全联锁装置出现故障，防护门未完全关闭就出束，将会对工作人员造成误照射。因而，工作人员在进行操作前，需检查安全联锁装置是否正常。

由于误入铅房周围且系统故障（未关防护门情况下出束）的事故情况下，工作人员佩戴个人剂量报警仪，出束的情况下个人剂量报警仪报警后（报警阈值为 2.5μSv/h），听到报警声音后立即按急停按钮，受照射时间按 5s 计算，则出束状态下，保守假设报警时工作人员位剂量率为 25μSv/h（取阈值的 10 倍），则人员受照射剂量为  $25\mu\text{Sv/h} \times 5 / 3600 = 0.035\mu\text{Sv}$ 。

#### 11.3.2 事件（故）防范措施

据可能发生这种辐射事故的可能性，提出辐射事故防范建议如下：

（1）操作人员须严格按照操作规程操作设备，如出现设备不能正常停止照射时，应立刻切断总电源，强制实行停止照射；

（2）使用期间，场所门口设有警戒绳，并设置当心电离辐射警告标识和警示灯，防止无关人进入。且在使用期间，工作人员全部在铅房外工作，CT 成像实验室内除了 CT 铅房外的区域（包括操作位）为监督区，限制无关人员进入，对在场所门口逗留的公众人员劝其远离辐射工作场所。

（3）检查安全控制系统，发现问题及时停止使用，当设备门机联锁系统出现问题时，停止使用，防止意外发生；

（4）检查辐射安全管理制度落实情况，发现问题及时纠正；如发生辐射事故，应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的应急措施，一旦怀疑人员可能受到较大剂量照射，应及时送往医院进行医学处理。

## 表 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

#### 12.1.1 辐射安全管理小组

医院已经设置了辐射安全与环境保护管理领导小组作为专门管理机构，并指定专人负责辐射安全与环境保护管理工作。人员构成具体情况见表 1-3 所示。辐射安全管理小组的职责包括：

(1) 在医院辐射安全防护领导小组组长、副组长的领导下，负责本单位辐射安全防护的管理工作。

(2) 贯彻执行国家、北京市政府部门有关法律、法规、规章、相关标准及有关规定。负责对本单位相关部门和人员进行法律、法规及相关标准的培训、教育、指导和监督检查等工作。

(3) 制定、修订本医院辐射安全防护管理制度及仪器设备操作规程。

(4) 制定、修订辐射事故应急预案，配备相应的事故处理物资仪器、工具，一旦发生辐射意外事故或情况，在辐射安全管理组长的指挥下负责事故现场的应急处理工作。

(5) 负责办理辐射安全许可证的申请、登记、换证及年审等工作。

(6) 建立射线装置档案，组织单位有关部门和人员对使用的射线装置及剂量监测仪器进行检查和维护保养，保证正常使用。

(7) 对单位从事辐射工作的人员进行条件和岗位能力的考核，组织参加专业体检、培训并取得相应资格证。

(8) 组织实施对从事辐射工作人员的剂量监测，做好个人剂量计定期检测工作，对数据进行汇总、登记、分析等工作。做好单位年度评估报告工作，认真总结、持续改进并上报有关部门。

#### 12.1.2 辐射工作人员

本项目拟新增 3 名辐射工作人员，新增的辐射工作人员、医院辐射防护负责人员、专职人员将在生态环境部培训平台报名参加并通过辐射安全和防护考核，经过考核合格后持证上岗，并参加每五年一次的重新考核，并制定辐射工作人员考核计划。同时按照国家相关规定进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并为工作人员保存职业照射记录。

## 12.2 辐射安全管理规章制度

北大口腔辐射安全管理将严格遵循国家的各项相关规定,拟修定射线装置操作规程、辐射工作人员培训考核计划、辐射工作场所安全和防护管理制度、设备检修维护制度、辐射工作人员个人剂量监测制度、工作场所和环境辐射水平监测方案、台帐管理制度、辐射事故应急制度等辐射安全管理制度,严格执行后能确保项目的顺利实施。

本项目实施后,北大口腔将结合新项目的开展,在重新申领辐射安全许可证前,组织相关人员完善相关制度,如自屏蔽式工业 X 射线 CT 机操作规程、监测方案、辐射突发环境事件应急预案等,确保全部辐射工作有章可循。

## 12.3 辐射监测

### 12.3.1 个人剂量监测

本项目建成启用后,将辐射工作人员个人剂量监测工作纳入全院辐射监测计划体系,并建立相应的个人剂量监测档案。单位个人剂量监测工作委托第三方检测单位承担,监测频度为每 1 个季度检测 1 次。单位严格要求辐射工作人员按照规范佩戴个人剂量计,规定在个人剂量计佩戴时间届满一个监测周期时,由专人负责收集人员佩戴的剂量计送检更换,单位严格按照国家法规和相关标准进行个人剂量监测和相关的防护管理工作。辐射工作人员进行个人剂量监测发现监测结果异常的,立即核实和调查,并将有关情况进行文字记录。

### 12.3.2 监测仪器

北大口腔本次拟新增 1 台便携式辐射剂量巡测仪,3 台个人剂量报警仪和 1 台固定式剂量报警仪,能够满足辐射防护和环境保护的要求。

### 12.3.3 本项目工作场所自行监测方案

针对本项目,医院拟建立辐射环境自行监测方案,本项目实施后,辐射工作人员使用现有或拟新增的便携式辐射剂量巡测仪,对新建辐射工作场所进行监测,本项目自行监测方案如下:

- (1) 监测项目: X 射线剂量率水平
- (2) 检测设备: X- $\gamma$  辐射剂量率仪
- (3) 检测频次: 剂量率水平每年不少于 2 次。
- (4) 工作场所 X 剂量率水平监测: 点位包括 CT 铅房四周,控制区边界外

30cm 处。监测数据记录存档，检测点位见表 12-1，检测点位图见图 12-1。

表 12-1 CT 铅房及探伤机房辐射剂量率检测点位

场所	测点编号	测点位置	剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	检测频次
CT 铅房	1	CT 铅房东侧防护门		2 次/年
	2	CT 铅房南侧窗井		2 次/年
	3	CT 铅房西侧压缩空气及吸引机房		2 次/年
	4	CT 铅房北侧操作台		2 次/年
	5	CT 成像实验室北侧过道		2 次/年
	6	CT 成像实验室东侧配电间		2 次/年
	7	楼上（设备层）		2 次/年



图 12-1 CT 铅房周围自行检测点位图（标注★为检测位置）

## 12.4 辐射事故应急管理

医院依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的要求，将制定《辐射事故（件）应急预案》，一旦发生辐射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，妥善处理，保护工作人员和公众的健康与安全，同时在应急预案中明确规定处理的组织机构及其职责分工、事故分级、应急措施、报告程序、联系方式等内容。

发生辐射事故时，应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。医院将每年至少组织一次应急演练。

## 12.5 项目环保验收内容建议

根据项目建设和运行情况，建议本项目的环保验收内容列于表12-2中。

**表12-2 项目环保验收内容建议表**

验收内容	验收要求
剂量约束值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和环评报告建议，职业、公众照射剂量约束值分别执行 2mSv/a 和 0.1mSv/a。
剂量当量率控制	辐射工作场所周围（控制区边界外）辐射剂量率不大于 2.5μSv/h。
电离辐射标志和中文警示	在防护门上设置放射性警告标识和中文警示说明。
布局和屏蔽设计	本项目工作场所建设和布局与环评报告表描述内容一致。屏蔽墙和防护门的屏蔽能力满足辐射防护的要求。通风换气设施运转正常，通风能力满足设计要求。
辐射安全设施	辐射工作场所实行分区管理，在防护门外安装警示灯，告诫无关人员勿靠近铅房。CT 铅房操作台设有急停按钮等。
辐射监测	有满足管理要求的辐射监测制度，每年委托有资质单位对 CT 铅房进行辐射监测和开展自行监测，监测记录存档；CT 铅房拟新增 3 台个人剂量报警仪，1 台式辐射监测仪，1 台固定式剂量率报警仪。辐射工作人员进行个人剂量监测，建立健康档案。
规章制度	制定有相应的辐射安全防护制度，从业人员辐射安全培训考核、各项操作规程、设备检修维护制度、辐射防护和安全保卫制度、台帐管理制度、环境监测及个人剂量监测制度等，并有效贯彻落实。
人员培训	本项目新增的 3 名辐射工作人员均应通过辐射安全和防护考核。
应急预案	辐射事故应急预案符合工作实际，应急预案明确应急处理组织机构及职责、处理原则、信息传递、处理程序和处理技术方案等。配备必要的应急器材、设备。针对人员误入受照大剂量照射，以及导致环境污染后果等情景，建立有应急预案，并落实必要的应急装备，制定有辐射事故（件）应急演练计划。

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 实践正当性分析

医院拟在北京市海淀区中关村南大街 22 号医院科研楼地下一层 CT 成像实验室新增使用 1 台 TomoScope XS 型自屏蔽式工业 X 射线 CT 机，用于口腔医疗器械内部的探伤检测分析，促进相关领域发展，可产生较大的社会效益。此外，本项目在正常运行过程中，无放射性三废产生，辐射污染小，可以实现社会、经济、环境保护三效益的统一。北大口腔利用 CT 开展探测分析工作的需求是正当的，且设备运行对周边环境辐射影响较小，满足实践正当性。

#### 13.1.2 辐射防护屏蔽能力分析

在设置辐射工作场所时已充分考虑了其性能和特点、周围工作场所的防护与安全，对辐射工作场所选址和布局设计进行了综合考虑，辐射工作场所屏蔽设计原则符合辐射工作场所使用和辐射防护安全的要求。

#### 13.1.3 辐射环境评价

(1) 估算结果表明：本项目运行时，预计工作人员的年受照剂量低于相应剂量约束值（2mSv/a），公众受到的附加辐射剂量低于剂量约束限值 0.1mSv/a。符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于“剂量限值”的要求。

(2) 本项目射线装置正常运行（使用）情况下，不产生放射性废气、放射性废水和放射性固体废物，故不存在放射性“三废”对环境影响的问题。

(3) 辐射安全防护管理：单位设有辐射安全与防护领导小组，负责该单位的辐射安全管理和监督工作。拟制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账管理制度、人员培训考核制度、监测方案和应急预案等，具备了从事使用射线装置的基本条件。

(4) 与《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》的规定对照检查，满足要求。

#### 13.1.4 结论

综上所述，北京大学口腔医学院（北京大学口腔医院）《使用 1 台工业 CT 机项目》在落实项目实施方案和本报告表提出的污染防治措施及建议前提下，其

运行对周围环境产生的辐射影响，符合环境保护的要求。故从辐射环境保护角度论证，本项目的运行是可行的。

### **13.2 承诺**

（1）加强本单位的辐射安全管理，发现问题，及时整治，制度管理制度，落实管理责任。

（2）辐射工作人员全部参加辐射安全与防护考核，持证上岗。定期组织在岗人员参加辐射安全知识继续教育。

（3）项目竣工许可后应按照环保相关法规要求及时自行办理竣工验收，并接受生态环境部门的监督检查。

（4）在辐射项目运行中决不容许违规操作和弄虚作假等现象发生，如若发现相关现象接受相关处理。对于辐射工作人员年受照剂量异常情况，单位进行调查并报生态环境部门备案。

表 14 审 批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公 章

年 月 日

审批意见：

经办人

公 章

年 月 日

