

核技术利用建设项目  
使用一台工业CT机项目  
环境影响报告表

北京轩宇信息技术有限公司

2023年9月

环境保护部监制

核技术利用建设项目  
使用一台工业CT机项目  
环境影响报告表

建设单位名称：北京轩宇信息技术有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）

通讯地址：北京海淀区友谊路104号空间技术研究院

邮政编码：100094

联系人：曹玉玲

电子邮箱：m13621005260@163.com 联系电话：13621005260

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	2u4x4d		
建设项目名称	使用一台工业CT机项目		
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称（盖章）	北京轩宇信息技术有限公司		
统一社会信用代码	91110113071669887D		
法定代表人（签章）	吴一帆	[Redacted]	
主要负责人（签字）	董燕	[Redacted]	
直接负责的主管人员（签字）	李向水	[Redacted]	
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称（盖章）	中国电子工程设计院有限公司		
统一社会信用代码	91110000400007412C		
<b>三、编制人员情况</b>			
<b>1. 编制主持人</b>			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
丁淮剑	2014035110350000003512110092	BH015564	[Redacted]
<b>2. 主要编制人员</b>			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
李雪梅	审定	BH015659	[Redacted]
李卓	校对	BH018254	[Redacted]
丁淮剑	编制报告表	BH015564	[Redacted]

## 建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位中国电子工程设计院有限公司（统一社会信用代码91110000400007412C）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的使用一台工业CT机项目项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为丁淮剑（环境影响评价工程师职业资格证书管理号2014035110350000003512110092，信用编号BH015564），主要编制人员包括丁淮剑（信用编号BH015564）、李卓（信用编号BH018254）、李雪梅（信用编号BH015659）（依次全部列出）等3人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章)：中国电子工程设计院有限公司



2023 年 09 月 08 日

## 目录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源	4
表 3	非密封放射性物质	4
表 4	射线装置	5
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	6
表 6	评价依据	7
表 7	保护目标与评价标准	9
表 8	环境质量和辐射现状	12
表 9	项目工程分析与源项	14
表 10	辐射安全与防护	19
表 11	环境影响分析	24
表 12	辐射安全管理	33
	辐射安全管理小组名单	33
表 13	结论与建议	36
表 14	审批	38
附图 1	地理位置图	39
附图 2	单位平面布局示意图	40
附图 3	一层平面布局图	41
附图 4	二层平面图	42
附件 1	公司营业执照	43
附件 2	场所本底检测报告	44
附件 3	产权证明	49
附件 4	评价委托书	50
附件 5	公示删除说明	51
附件 6	公示截图	52

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		使用一台工业 CT 机项目			
建设单位		北京轩宇信息技术有限公司			
法人代表	吴一帆	联系人	曹玉玲	联系电话	13621005260
注册地址		北京市顺义区高丽营镇文化营村北（临空二路 1 号）			
项目建设地点		北京海淀区友谊路 104 号空间技术研究院 38 号楼 A 段 1 层 CT 检测实验室			
立项审批部门		无	批准文号	无	
建设项目总投资（万元）	600	项目环保投资（万元）	50	投资比例（环保投资/总投资）	8.4%
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> ）	20
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					

**1.1 单位概况**

北京轩宇信息技术有限公司成立于 2013 年 7 月 1 日，是中国航天科技集团第 502 所全资子公司。公司以“服务军民，共创未来”为理念，发扬航天“严、慎、细、实”的工作作风，为客户提供高品质产品和技术服务。公司拥有一支高素质的技术团队，在嵌入式软件测试、FPGA 验证、软件工具研发及相关咨询服务领域具有多年的从业经验，承担了多项国家重点宇航型号任务，具有丰富的实践经验。

公司提供软件测试技术及咨询服务，包括静态测试技术、动态测试技术、测试培训、测试质量管理体系建设、咨询等；FPGA 技术及咨询服务，包括 FPGA 开发及验证服务、FPGA 管理咨询、基础平台搭建等。公司注重研发和创新，基于自身雄厚的技术力量和客户的紧迫需求，自研了多款实用软件工具，包括

系统级虚拟平台、目标码白盒测试工具、静态代码检查工具、自动单元测试工具、配置管理工具等；同时公司将不断引进先进的工具软件，为客户提供全面的解决方案和技术支持。公司来源于航天嵌入式领域，对行业的发展和客户的需求有着深刻的理解。按时、优质、高效，为客户提供满意的产品是公司的一贯追求。

## 1.2 项目情况、目的和任务的由来

### 1.2.1 项目情况

微焦点工业 CT 检测系统来源于“电推进器项目”，电推进是利用电能将推进剂工质电离，加速产生高速射流进而产生推力的技术。为此，我公司拟新增使用一台微焦点工业 CT，用于对各种金属材质样品进行结构和尺寸的三维精确分析。

本项目的建设可以带动电推进系统上下游产品供应商、测试设备提供商等的技术发展，推动电推进产业在国内走向成熟。通过本项目的实施来满足电推进系统的需求。微焦点工业 CT 检测系统用于电推进系统中的压力传感器、压力机流量控制模块等多种零部件电子束焊缝内部质量的监测，并对内部质量进行级别评定。本项目射线装置情况见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置情况表

序号	工作场所	设备名称	型号	管电压(kV)	输出电流(mA)	类别	备注
1	CT检测实验室	微焦点工业CT	FF35 CT	225kV/190kV	3mA/1mA	II类	新增

### 1.2.2 目的和任务的由来

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》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，因此，受北京轩宇信息技术有限公司的委托，对该单位拟使用的II类射线装置整个使用过程的环境影响进行评价。接到委托后，环评编制单位组织相关人员对现场进行了调查和资料收集工作，并最终编制完成本项目的辐射环境影响报告表。

### 1.2.3 开展新项目的技术能力

**(1) 人员配备:** 公司为本项目拟配备 4 名介入工作人员, 本项目工作人员详情见表 1-2。

**表 1-2 本项目相关辐射工作人员基本情况一览表**

序号	姓名	工作岗位	培训时间	培训证号
1	徐晓宇	CT 检测	2023 年	FS23BJ1200502
2	赵立伟		2020 年	FS20BJ1200069
3	李新光		2020 年	FS20BJ1200067
4	甄利鹏		2020 年	FS22BJ1200724

**(2) 检测仪器配备:** 本项目实施后, 将配备 1 台辐射防护监测仪, 用于开展自行监测。



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

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

(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	微焦点工业CT	II类	1	FF35 CT	225kV/190kV	3mA/1mA	产品检测	CT检测实验室	

(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 (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

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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日。</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日。</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日。</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 10 月 1 日。</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2019 年 3 月 2 日。</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021 年 1 月 1 日。</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，2021 年 1 月 4 日。</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，2011 年 4 月 18 日。</p> <p>(9) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》，环境保护部、国家卫生计生委公告第 66 号，2017 年 12 月 5 日。</p> <p>(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。</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，2019 年 11 月 1 日。</p> <p>(12) 《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；</p> <p>(13) 《辐射安全与防护监督检查技术程序》，生态环境部，2020 年 2 月。</p> <p>(14) 《北京市生态环境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通知》，京环办[2018]24 号，2018 年 1 月 25 日。</p>
<p>技术标准</p>	<p>(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。</p> <p>(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）</p> <p>(3) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ157-2021）</p> <p>(5) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）</p>

	(6) 《工业 X 射线工业 CT 室辐射屏蔽规范》 (GBZ/T250-2014) (7) 《工业探伤放射防护标准》 (GBZ117-2022)
其他	(1) 北京轩宇信息技术有限公司提供的建筑结构设计图以及与建设项目相关的其他技术资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

7.1.1 评价内容

本项目为在北京海淀区友谊路 104 号空间技术研究院 38 楼 A 段 1 层 CT 检测实验室使用 1 台微焦点工业 CT。

7.1.2 关注问题

- (1) 屏蔽防护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，并结合该项目辐射为能量流污染的特征，根据能量流的传播与距离相关的特性，确定本项目评价范围为工业 CT 屏蔽体外周围 50m 区域。

7.2 环境保护目标

本项目位于北京海淀区友谊路 104 号空间技术研究院 38 号楼，楼的东侧为 508 所，南侧为车库入口和 529 厂，西侧为五院总体部，北侧为二代导航 AIT 中心。CT 检测实验室位于 38 号楼 A 段 1 层西南侧，实验室东侧为室外绿化带，南侧为操作间，西侧和北侧均为研发中心实验室，机房上方为办公室，下方为土层。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，周围 50m 范围内主要建筑物见图 7-1，介入室周围毗邻关系见图 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	最短距离 (m)	常居留人数	方位	周围 50m 范围内主要场所
38 号楼外	公众	20	3-10	西侧	绿化带、道路
	公众	20	3-10	南侧	绿化带、道路
38 号	公众	3	2-5	西侧	研发中心实验室

楼内	公众	3	2-5	北侧	研发中心实验室
	工作人员	2.7	2-3	南侧	操作间
	公众	6	5-10	上层	办公室

图 7-1 微焦点工业 CT 屏蔽体外周围 50m 范围内主要建筑物图

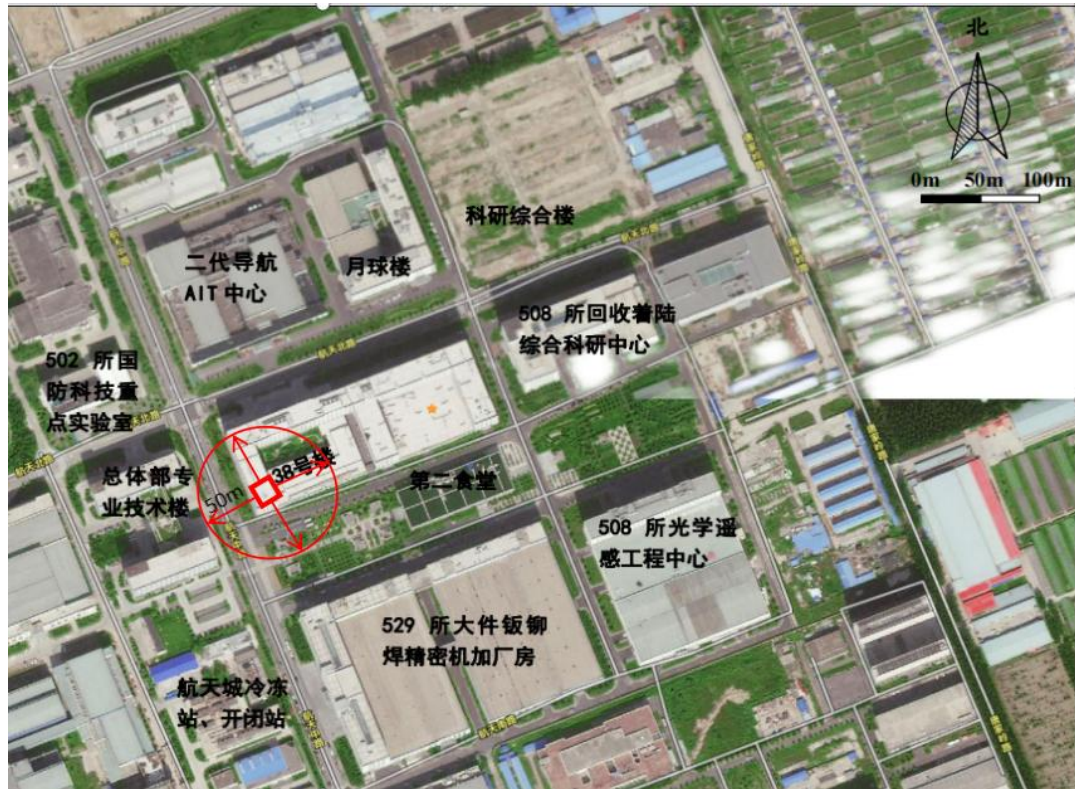
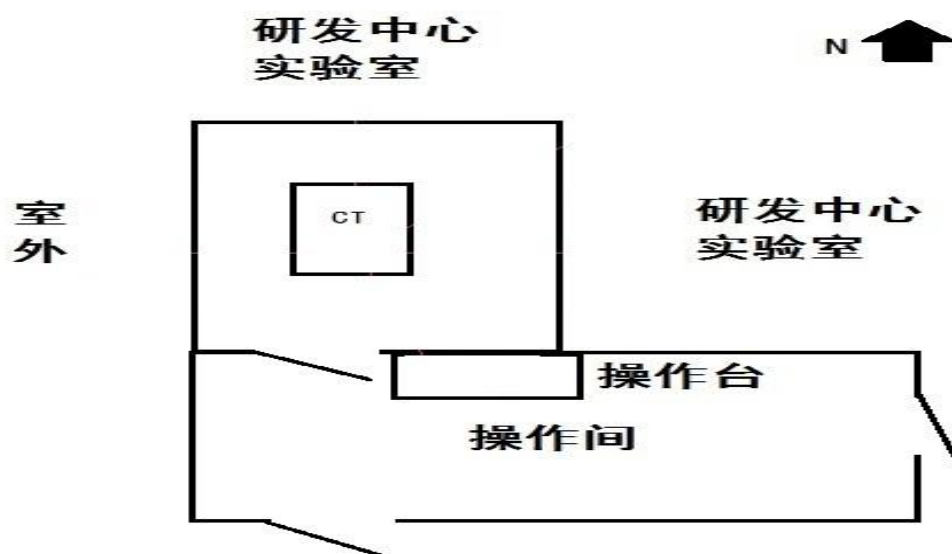


图 7-2 微焦点工业 CT 检测实验室四周毗邻关系图



### 7.3 评价标准

### 7.3.1 剂量限值及剂量约束值

#### 7.3.1.1 基本剂量限值

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。

#### 7.3.1.2 剂量约束值

该项目公众和职业照射剂量约束值分别执行 0.1mSv/a 和 2mSv/a。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。

#### 7.3.1.3 剂量率控制水平

根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022），工业 CT 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。。



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

本项目位于北京海淀区友谊路 104 号空间技术研究院 38 号楼，楼的东侧为 508 所，南侧为车库入口和 529 厂，西侧为五院总体部，北侧为导航卫星中心。地理位置见附图 1 所示。

#### 8.1.2 场所位置

CT 检测实验室位于 38 号楼 A 段 1 层西南侧，实验室东侧为室外绿化带，南侧为操作间，西侧和北侧均为研发中心实验室，机房上方为办公室，下方为土层。单位平面布局见附图 2 所示，一层布局见附图 3。楼上毗邻关系见附图 4 所示。

### 8.2 辐射环境现状监测

#### 8.2.1 监测内容

环境地表  $\gamma$  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地表  $\gamma$  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

名称	规格型号	测量范围	出厂编号	证书编号	校准日期	校准单位
$\gamma$ 剂量率仪	AT1123	50 nSv/h - 10 Sv/h	55081	GFJGJL100 5220004330	2022 年 9 月 6 日	中国计量科学研究院

##### (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，取最大值。

#### 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 CT 检测实验室场所及周围辐射环境水平监测结果

编号	监测点位置	监测数据 nGy/h
▲1	操作间	107.8
▲2	CT 检测实验室	95.6
▲3	研发中心实验室	95.5
▲4	研发中心实验室	97.5
▲5	室外绿地	117

注：检测结果含宇宙射线响应值，取检测值平均值。

根据《北京市环境天然贯穿辐射水平调查研究》（北京市环境保护科学研究所）2015 版资料，室内为 42.3~151.6nGy/h。由表 8-2 中检测结果可知，拟建辐射工作场所及周围的 X- $\gamma$ 辐射剂量率为 95.5~117nGy/h，为北京市的天然本底范围之内，未发现异常高值。

图 8.1 CT 检测实验室现状调查检测点位图

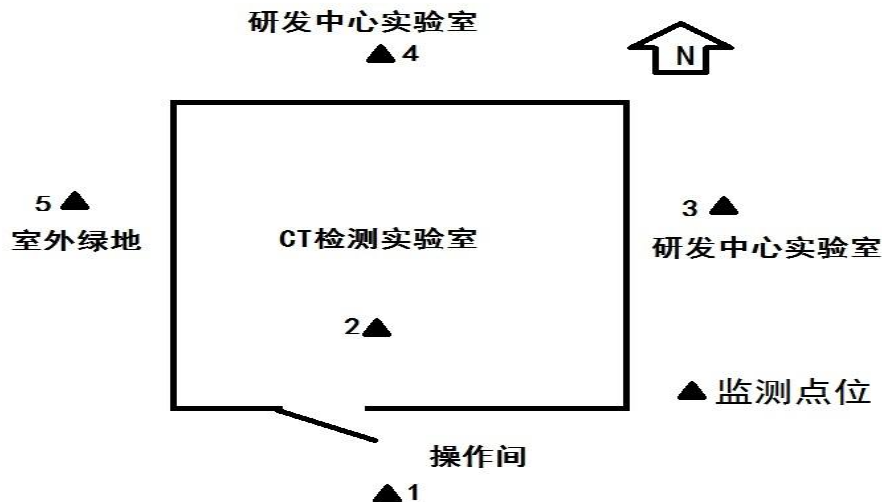


表 9 项目工程分析与源项

## 9.1 工程设备和工艺分析

### 9.1.1 工作原理

X 射线管由密封在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，X 射线管示意图如图 9.1 所示。X 射线管阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，灯丝上产生大量活跃电子，聚焦杯使这些电子聚集成束，向嵌在阳极中的金属靶体射击，灯丝电流愈大，产生的电子数量越多。在阴阳两极高压作用下，电子流向阳极高速运动撞击金属靶，撞击过程中，电子突然减速，其损失的动能会以光子（X 射线）形式释放，形成 X 光光谱的连续部分，称之为轫致辐射，产生的 X 射线最大能量等于电子的动能。

从 X 射线管阴极上产生射向金属靶上的电子形成的电流叫做管电流，加在 X 射线管两极上的高压即为管电压。X 射线机产生的 X 射线强度正比于靶物质的原子序数、电子流强度和管电压的平方。所以，X 射线机的管电压、管电流和阳极靶物质是影响 X 射线强度的直接因素。虽然电子轰击靶体时所有方向都发射 X 射线，但当加速电压低于 400kV 时，有用的锥形 X 射线束都是在电子射束大致垂直的方向上通过 X 射线管保护罩上的薄窗口引出来，其他方向发射的 X 射线则被保护罩的铅屏蔽层屏蔽掉。

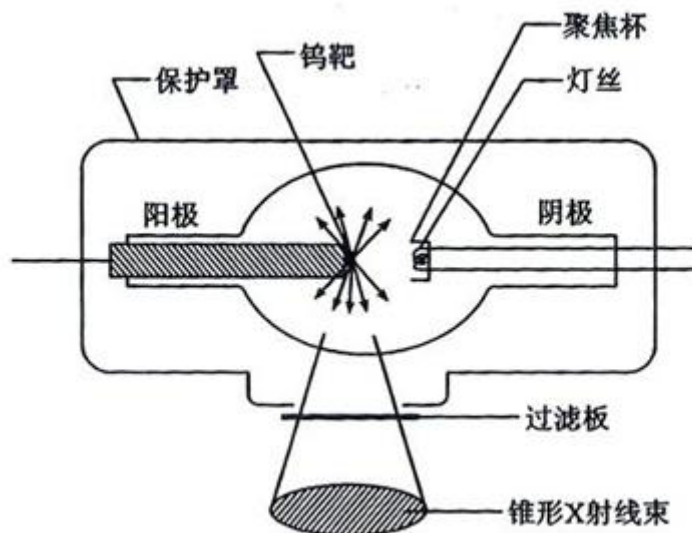


图 9.1 X 射线管示意图

### 9.1.2 工业 CT 原理

电子计算机断层摄影(Computed tomography, 简称 CT)是近十年来发展迅

速的电子计算机和 X 射线相结合的一项新颖的诊断新技术。其原理是基于从多个投影数据应用计算机重建图像的一种方法，现代断层成像过程中仅仅采集通过特定剖面（被检测对象的薄层，或称为切片）的投影数据，用来重建该剖面的图像，因此也就从根本上消除了传统断层成像的“焦平面”以外其他结构对感兴趣剖面的干扰，“焦平面”内结构的对比度得到了明显的增强；同时断层图像中图像强度（灰度）数值能真正与被检对象材料的辐射密度产生对应的关系，发现被检对象内部辐射密度的微小变化。

工业 CT 机一般由 X 射线发生器、探测器系统、精密样品台、高精度机械转台、CT 扫描岩心加载系统、图像采集及重构系统、射线防护箱体、数据采集计算机、旋片真空泵等部分组成。X 射线发生器提供 CT 扫描成像的能量线束用以穿透试件，根据射线在试件内的衰减情况实现以各点的衰减系数表征的 CT 图象重建。与 X 射线发生器紧密相关的准直器用以将 X 射线发生器发出的锥形射线束处理成扇形射束。机械扫描系统实现 CT 扫描时试件的旋转或平移，以及机械转盘、试件、探测器空间位置的调整。探测器系统用来接收穿过试件的射线信号，经放大和模数转换后送进计算机进行图象重建。计算机系统用于扫描过程控制、参数调整，完成图象重建、显示及处理等。屏蔽设施用于射线安全防护，一般小型设备自带屏蔽设施。



图 9.2 “探测器”运动示意图

### 9.1.3 本项目设备组成及参数

FF35 CT 型工业 CT 检测系统采用铅屏蔽，整个系统主要由 X 射线管、操作台、转台、操纵器、警示灯、ESD 连接、控制柜、防护罩组成，系统组成图见图 9.3。

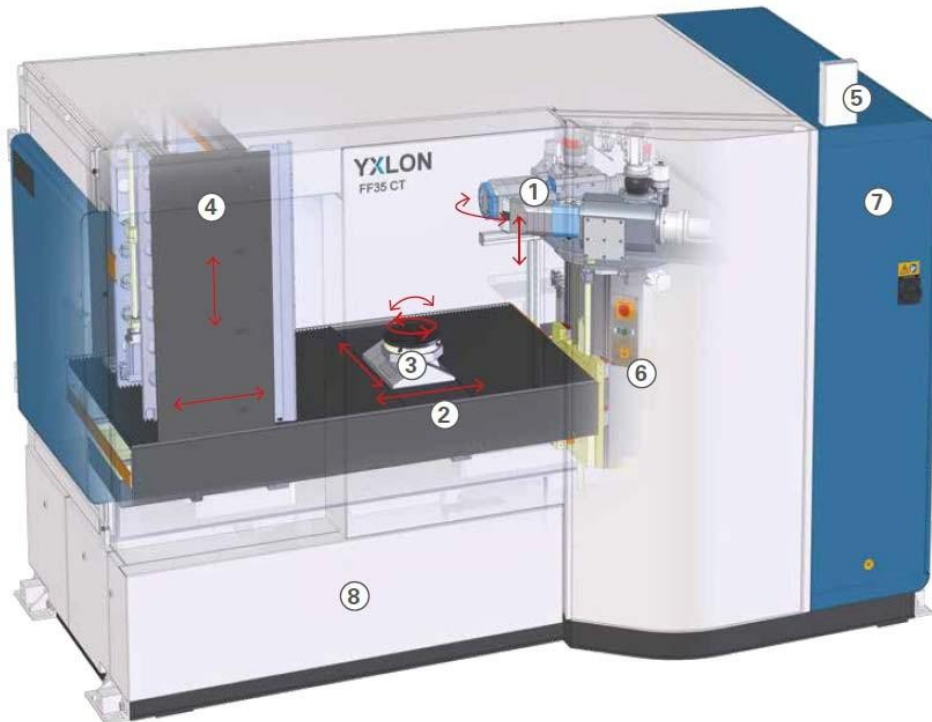


图 9-3 建设项目 FF35 型工业 CT 检测系统组成图

图9-3 中各部分主要功能如下：

- ① X 射线管—225kV 折射管（可选 190kV 穿透管），实现高精密度检测；
- ② 花岗岩操作台—放置工件，同时确保温度稳定；
- ③ 高精密度转台—承重高，含高精密度角编码器，实现多角度旋转；
- ④ 可选择性操纵器—超宽焦点检测器（FDD）范围，超大体积视场区域，保证系统广泛适用性；
- ⑤ X 射线指示灯—反映检测系统的工作状态的信号；
- ⑥ ESD 连接—保证半导体元件工作时的安全静电排放；
- ⑦ 控制柜—内置风机，发电机，具有通风发电作用；
- ⑧ 封闭防护罩—隔离，防震功能。

另外，检测系统配备有 Geminy 软件和两个触摸屏监视器。Geminy 软件定期更新，通过协同功能和高强度测试确保工作流程的快速平稳。智能触摸屏操作监视器可选择操作检测项目，实现快速检查；系统健康监视器提供各参数信息，合并结果并显示在“信号灯”中。还可以通过远程监控软件远程访问系统的健康状况和 CT（和重构）进度。

### 9.1.4 操作流程

- (1) 开机准备：逐个启动设备电源，同时打开个人剂量报警仪和辐射检测仪；
- (2) 开机：对设备进行训机及校正；
- (3) 放置产品：将待检产品放入设备中；
- (4) 检测：输入检测参数，开启射线机对待检产品进行扫描；
- (5) 数据处理：图像重建及后处理、图像评定、结果记录；
- (6) 关机：依次关闭设备开关、检测软件、电脑、电源。

工作量预计：本项目实施后，预计每年最多检测 1750 次。

在开机扫描检测过程中，会产生 X 射线及少量的 O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>。检测结果在控制台电子显示屏幕显示，故不涉及照片洗印和相关废物产生，不会产生放射性三废。

本工程工业 CT 的检测工艺流程及产污环节见图 9.4。



图 9.4 检测工艺流程及产物环节图

## 9.2 污染源描述

### 9.2.1 主要放射性污染物

(1) 由 X 射线装置的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。因此，本项目使用的 X 射线装置在非开机状态下不产生射线，只有在开机并处于出线状态时才会放射 X 射线。因此，在开机期间，X 射线成为污染环境的主要因子。射线装置在运行时无其它放射性废气、废水和固体废弃物

产生。

(2) 主要放射性污染因子：X 射线贯穿辐射。

### 9.2.2 污染途径

(1) 正常工况时的污染途径

X 射线装置主要的放射性污染是 X 射线，污染途径是 X 射线外照射。X 射线装置只有在开机并处于出束状态时才会发出 X 射线。在开机出束时，有用束和漏射、散射的 X 射线对周围环境造成辐射污染。在 X 射线装置使用过程中，X 射线贯穿机房的屏蔽设施进入外环境中，将对操作人员及机房周围人员造成辐射影响。此外，X 射线与空气作用产生极少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，但由于该项目微焦点工业 CT 工作时的管电压、管电流较小，因此产生的臭氧和氮氧化物也较少。

(2) 事故工况的污染途径

①射线装置发生控制系统或电器系统故障或人员疏忽，造成管电流、管电压设置错误，使得受检者或工作人员受到超剂量照射。

②人员误入机房受到辐射照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

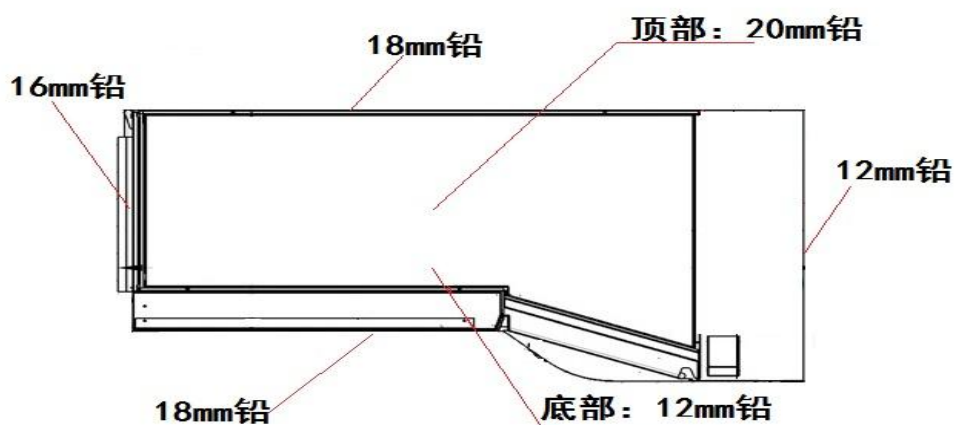
10.1.1 项目建设内容

北京轩宇信息技术有限公司因业务需要，在中国空间技术研究院内 38 号楼内使用一台工业 CT。该设备为自屏蔽设备，整个出束过程人员将采用隔室操作。房间采用中央空调通风，设有采光窗。设备屏蔽防护方案如表 10-1 所示。

表 10-1 设备屏蔽材料及厚度情况一览表

序号	设备名称	设备尺寸	屏蔽体方向	屏蔽材料及厚度
1	微焦点工业 CT	2990 mm x 1550 mm x 2220 mm	东侧	18mm 铅板
			西侧	18mm 铅板
			南侧	12mm 铅板
			北侧	16mm 铅板
			顶部	20mm 铅板
			机房门	18mm 铅板

备注：铅密度为 11.34g/cm<sup>3</sup>。



微焦点工业CT屏蔽措施

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 CT 检测实验室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*	A	单独机房	√	单独机房
2*		实体屏蔽	√	设备自带屏蔽



3*	场所 设施	视频监控	√	设备内带有视频监控系统
4*		急停按钮	√	设备体上和操作台均设有急停按钮
5*		通风设施	√	通风换气不低于 3 次/h
6*		隔室操作	√	通过设备体内监控在操作间内进行监控操作
7*		门机连锁	√	设备防护门与设备进行连锁
8*		入口处电离辐射警告标志	√	机房门上粘贴电离辐射警示标志
9*	B	监测仪器	√	拟配备 1 台辐射巡测仪
10*	监测设备	个人剂量计	√	所有工作人员配备 TLD 个人剂量计
注：加*的项目是重点项，有“设计建造”的划√，没有的划×，不适用的划/。				

### 10.1.3 辐射防护措施

#### 1、安全连锁

设备设置安全门锁开关，用于样品门的开启与关闭，在样品门关闭后 X 射线系统才能进行作业，样品门打开时能立即停止 X 射线照射，关上样品门不能自动开始 X 射线照射。工业 CT 在照射的过程中，样品门无法开启，人员也不能进入其中。

#### 2、工作指示灯和电离辐射警示标志

设备体上方设有工作状态指示灯，并与设备连锁。同时拟在设备醒目位置以及 CT 检测实验室门上设置电离辐射警告标识和中文警示说明。

#### 3、设备防护门设计

设备防护门用于运送检测样品的进出，在防护门开启时，照射电源无法开启。防护门的门缝采用搭接的工艺方式，搭接部分大于 10mm，从而更好进行防护。

#### 4、紧急停机按钮

设备防护门外侧和操作台均有紧急停机按钮，确保在出现紧急情况时，能立即停止照射。

#### 5、声光报警及警示灯提示

设备体自带指示灯指示各种工作状态，当指示灯指示处于危险状态时，不可开启射线源。

#### 6、钥匙开关

设备体设置有工作控制台设置有钥匙开关，只有将安全联锁开关钥匙拨至闭合位置后，射线才允许打开，钥匙由专人负责保管。

#### 7、排风设计

设备体内自带排风装置，采用迷道式排风管道设计，用于机器散热，迷道式的管道设计有效吸收 X 射线，防止辐射随排风管道外泄。同时 CT 检测实验室设有中央空调，工作时间保持持续开启，可以保证本项目工业 CT 室良好通风，减少氮氧化物聚积。

#### 8、其他防护措施

公司会将各项辐射环境管理规章制度及操作规程张贴于工业 CT 室和数据处理间内墙面醒目位置。

#### 10.1.4 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，现对北京轩宇信息技术有限公司从事本项目辐射活动能力评价列于表 10-5 和表 10-6。

##### 10.1.4.1 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 10-5 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 10-5 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，并在该机构设有专职管理人员。	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。	本项目共有 4 名工作人员，均已通过辐射安全与防护知识考核，现有人员能够满足将来的工作需要。	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。	已制定相应的操作规程，人员出入口处拟设置电离辐射警告标志。	近期符合

5	配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用和监测仪器,包括个人剂量监测报警、辐射监测等仪器。	辐射工作人员均配备个人剂量计,拟配备1台辐射监测仪器开展自行监测。	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。	已制定健全的规章制度、操作规程、岗位职责及辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训考核计划、监测方案等。	符合
7	有完善的辐射事故应急措施。	已制定辐射事故应急措施。	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。	符合

#### 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 10-6 所示。

表 10-6 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	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。	机房拟设置醒目的电离辐射警告标志及配有“当心电离辐射”的中文警示说明。设备拟设置门-灯连锁安全装置及工作状态指示灯。	近期符合
2	第七条 放射性同位素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	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。	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。	近期符合
4	第十二条 生产、销售、使用放射性同位素与射线装置	承诺每年1月31日前向生态环境部门提交年度	近期符合

	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。	评估报告。	
5	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。	本项目共有4名工作人员,均已通过辐射安全与防护知识考核,现有人员能够满足将来的工作需要。	符合
6	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。	拟为所有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)。	符合
7	第二十四条 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辐射工作人员进行个人剂量监测。	符合

以上分析可知,该单位从事本项目辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

### 10.2 三废的治理

本项目中主要开展使用射线装置,项目运行过程中不产生放射性废物。

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机房施工改造中产生的噪声、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安装设备，工程量小，且施工基本上都在楼内进行，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。

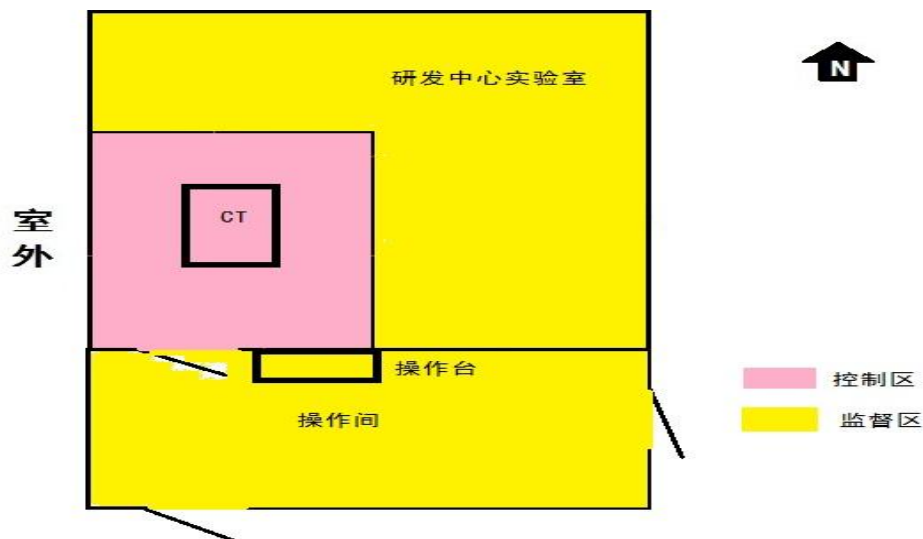
### 11.2 工业 CT 运行（使用）后对环境的影响

#### 11.2.1 机房所在位置及平面布局合理性分析

CT 检测实验室位于空间技术研究院 38 楼 A 段 1 层西南侧，实验室东侧为室外绿化带，南侧为操作间，西侧和北侧均为研发中心实验室，机房上方为办公室，下方为土层。

CT 检测实验室将划分为控制区和监督区进行管理。控制区为 CT 检测实验室，监督区为操作间和研发中心实验室。两区分区合理，符合辐射防护要求。见图 11.1。

图 11.1 本项目分区图



综合分析，本项目两区划分明确，平面布局既满足工作要求，又有利于辐射防护，评价认为本项目平面布局合理。

### 11.2.2 设备参数和使用规划

本项目拟使用的微焦点工业 CT 自带屏蔽体，使用过程中所有涉及 X 射线出束的操作，均在 CT 设备体内中完成。本项目不需要进行洗片等工序，因此无放射性废水产生，不会对环境造成污染。项目运行噪声小，对项目所在地声环境无影响。

根据业主提供信息 CT 设备拟运行工况见表 11-1。

表 11-1 本项目运行工况

设备型号	FF35 CT
最大管电压 (kV)	225/190
最大管电流 (mA)	3/1
开机训机时间	50min
计划每日检测样品数量 (个)	10
计划每个样品检测时长 (h)	30min
每日最大出束时长 (h)	5.84h
每周工作天数 (d)	5
每年工作周数	50
拟配备工作人员数	4
年曝光时长 (h)	1460
最大照射野	432 mm x 432mm

### 11.2.1 理论计算公式

本项目工业 CT 屏蔽体的辐射防护屏蔽措施的防护性能采用《工业 X 射线工业 CT 室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及其他相关计算公式进行分析评价。设备有 2 套 X 射线球管，考虑到照射方向及照射高度均一致，且 2 套 X 射线球管不可能同时开启，所以本项目保守用最大球管 (225kV/3mA) 进行估算。相关计算公式如下：

#### (1) 有用线束的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (11-1)$$

$\dot{H}$ ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$ ——距辐射源点 1m 处的输出量， $\text{mGy} \times \text{m}^2 / (\text{mA} \times \text{min})$  为单位的值乘

以  $6 \times 10^4$ 。本项目工业 CT 机过滤材料为  $0.5\text{mmCu}+0.5\text{mmAl}$ ，查《工业 X 射线工业 CT 室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.1 可知，250kV 下使用  $0.5\text{mmCu}$  过滤的最大输出量为  $16.5\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$ 。本项目 225kV 的输出量率保守取  $16.5\text{mGy} \cdot \text{m}^2/(\text{mA} \cdot \text{min})$  作为评价依据，

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA，本项目 X 射线探伤机为 3mA；

B——屏蔽透射因子，对于有用射线的屏蔽透射因子根据《工业 X 射线工业 CT 室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的图 B.1，250kV 宽束 X 射线透过铅层的透射因子为  $1\text{E}-06$  时，铅的厚度为  $13\text{mmPb}$ 。本项目装置的最大管电压为 225kV，主束方向防护铅板当量为  $16\text{mmPb}$ ，因此本项目有用线束的透射因子 B 可保守取值  $1\text{E}-06$ 。

## （2）漏射辐射的屏蔽

对于漏射辐射屏蔽采用以下公式计算关注点处的辐射剂量率

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (11-2)$$

$\dot{H}$ ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_L$ ——距辐射源点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；由《工业 X 射线工业 CT 室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1 可知，大于 200kV 的 X 射线管组装体 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率  $5000\mu\text{Sv/h}$ ；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B——屏蔽透射因子；根据《工业 X 射线工业 CT 室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）。对于泄漏辐射和散射辐射情况下屏蔽透射的估算，给定屏蔽物质厚度时采用下列关系计算：

$$B = 10^{-X/\text{TVL}} \quad (11-3)$$

X——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL——相关屏蔽物质半值层或什值层厚度见《工业 X 射线工业 CT 室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的表 B.2，本项目工业 CT 机最大管电压为

225kV，采用内插法计算则什值层厚度铅分别取 2.2mm；

### (3) 散射辐射的屏蔽

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (11-4)$$

$\dot{H}$ ——屏蔽体外关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_0$ ——距辐射源点 1m 处的输出量， $\text{mGy} \times \text{m}^2 / (\text{mA} \times \text{min})$ ；

$R_0$ ——辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，m，本项目检测样品距离辐射源点最远距离为 0.813m；

$R_s$ ——散射体至关注点的距离，m；

$I$ ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，mA；

$B$ ——屏蔽透射因子；根据《工业 X 射线工业 CT 室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）。对于泄漏辐射和散射辐射情况下屏蔽透射的估算，给定屏蔽物质厚度时采用下列关系计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (11-3)$$

$F$ —— $R_0$  处的辐射野面积， $\text{m}^2$ ，根据厂家提供的设备参数，保守取最大照射野面积，432 mm x 432mm；

$\alpha$ ——散射因子，入射辐射被单位面积（ $1\text{m}^2$ ）散射体到其 1m 处的散射辐射剂量率的比。根据《工业 X 射线工业 CT 室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 表 B.3 保守取值  $1.9\text{E}-03 \times 10000/40 = 0.0475$ 。

#### 11.2.2 工业 CT 屏蔽体外关注点剂量率计算

根据公司提供资料，本项目工业 CT 的 X 射线管为固定照射设置。该工业 CT 进行检测作业时，主射线方向朝北，X 射线管距待测样品最远距离为 0.813m。北侧为主射线方向进行估算。进行检测作业时，样品门均关闭的情况下才能开机检测。本项目工业 CT 射线出束口距离各防护板的距离示意图见图 11.2，各关注点位置及距离见图 11.3。



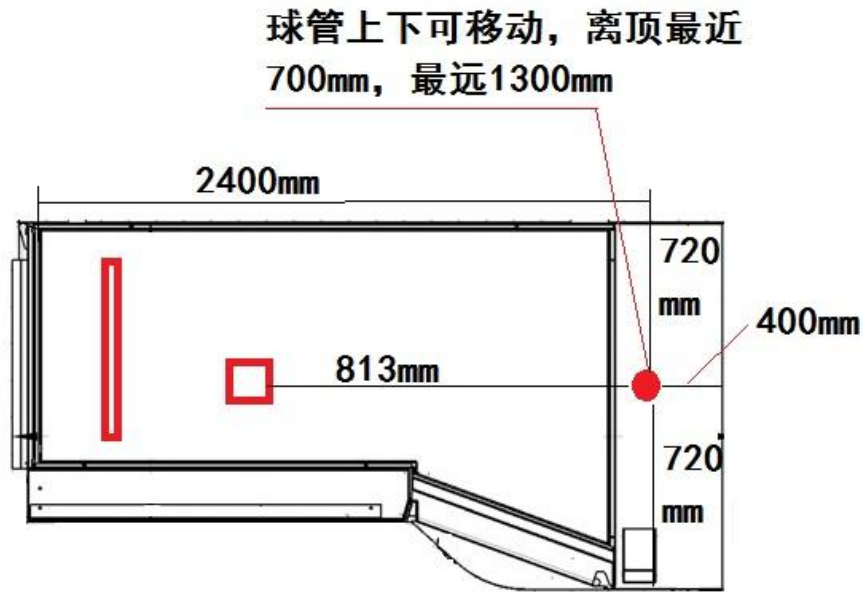


图 11.2 本项目工业 CT 射线出口距离各防护板的距离示意图

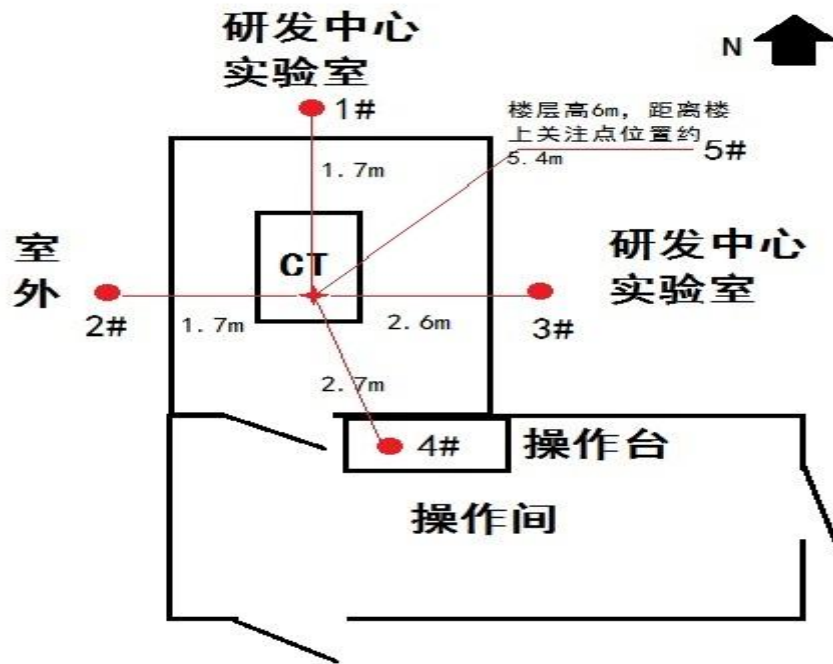


图 11.3 关注点分布示意图

表 11-2 射线逸出口距离各方向防护板距离

关注点位	关注点距离 m	屏蔽铅当量
1# (主束方向)	1.7	16mmPb
2#	1.7	18mmPb
3#	2.6	18mmPb
4#	2.7	12mmPb

5#	5.4	20mmPb
----	-----	--------

### 1、有用线束方向

本项目工业 CT 主射线方向屏蔽体外关注点剂量率计算结果见表 11-3。

**表 11-3 本项目工业 CT 屏蔽体主束方向关注点外剂量率计算结果**

位置	B	$H_0$ mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	I (mA)	R (m)	$\dot{H}$ (μSv/h)
1#	1E-06	16.5	3	1.7	1.03E-01

### 2、泄露辐射

本项目工业 CT 屏蔽体周边泄露辐射关注点剂量率计算结果见表 11-4。

**表 11-4 本项目工业 CT 屏蔽体泄露辐射关注点剂量率计算结果**

关注点	$\dot{H}_L$ (μSv/h)	B	R (m)	TVL	$\dot{H}$ (μSv/h)
2#	5E+3 μSv/h	6.58E-09	1.7	2.2mm	1.14E-05
3#		6.58E-09	2.6		4.87E-06
4#		3.51E-06	2.7		2.41E-03
5#		8.11E-10	5.4		1.39E-07

### 3、散射辐射

本项目工业 CT 屏蔽体周围散射辐射关注点剂量率计算结果见表 11-5。

**表 11-5 本项目工业 CT 屏蔽体散射辐射关注点剂量率计算结果**

关注点	$H_0$	B	$R_0$ (m)	TVL	$\dot{H}$ (μSv/h)
2#	16.5mGy×m <sup>2</sup> / (mA×min)	6.58E-09	0.813	2.2mm	5.47E-04
3#		6.58E-09			1.21E-06
4#		3.51E-06			3.92E-04
5#		8.11E-10			3.74E-08

### 4、关注点总剂量率

**表 11-6 关注点总剂量率**

关注点	剂量率 (μSv/h)	剂量率参考水平 (μSv/h)	是否满足
主束	1# 1.03E-01	2.5μSv/h	是
泄漏辐射 + 散射辐射	2# 5.58E-04		是
	3# 6.08E-06		是
	4# 2.80E-03		是
	5# 1.76E-07		是

从表 11-6 中估算结果可知,本项目使用的工业 CT 在最大工况检测条件下, CT 检测实验室外表面外 30cm 处的辐射剂量率最大为 0.103μSv/h, 满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5μSv/h”的相关要求。上述计算仅考虑了设备本身自由的屏蔽措施,实际运行过程中,辐射工作人员工作过程中全程处于 CT 检查实验室外,房间的墙体也能屏蔽一部分射线,因此在实际运行过程中各关注点的辐射剂量

率将低于 0.64 $\mu$ Sv/h。

### 11.2.3 年有效剂量分析

本项目拟配置辐射工作人员 4 名，实际工作中一人即可完成全部工作，故本次评价按照单人全年操作进行估算。每日近开机训机和样品检测时设备出束，根据表 11-1 可知，设备每日出束时长为 5.84h，出束全程人员均处于操作间内，每周工作 5 天，每年工作 50 周。

根据表 11-6 的各点辐射剂量率水平估算结果，结合表 11-1 的工作负荷介绍，根据公式（11-5）可进一步估算出各保护目标的受照剂量，估算结果见表 11-7。

$$E=D \times t \times T \times K \quad (11-5)$$

式中：E—有效剂量， $\mu$  Sv；

D—计算点附加剂量率， $\mu$  Gy/h；

t—出束时间，h；

K—有效剂量与吸收剂量换算系数，Sv/Gy，本项目取 1.0；

T—居留因子，参考《辐射防护手册第三分册辐射安全》（李德平编）P80，居留因子 T 按三种情况取值：（1）全居留因子 T=1，（2）部分居留 T=1/4，（3）偶然居留 T=1/16。

表 11-7 人员受照剂量估算结果一览表

估算对象		剂量率 D ( $\mu$ Gy/h)	工作时间 t (h)		居留 因子 T	E ( $\mu$ Sv)	
人员类别	对应关注点		每周	每年		每周	每年
职业人员	4#	2.80E-03	29.2h	1460h	1	8.18E-02	4.09E+00
公众	1#	1.03E-01			1/4	7.52E-01	3.76E+01
	2#	5.58E-04			1/16	1.02E-03	5.09E-02
	3#	6.08E-06			1/4	4.44E-05	2.22E-03
	5#	1.76E-07			1/4	1.28E-06	6.42E-05

注：按照全年单人操作进行保守估算

根据表 11-7 的估算可知，本项目评价范围内辐射工作人员的周最大受照剂量为 8.18E-02  $\mu$  Sv/周，公众的周最大受照剂量为 7.52E-01  $\mu$  Sv/周，满足“辐射工作人员不大于 100 $\mu$ Sv/周，公众不大于 5 $\mu$ Sv/周”的周剂量限值控制要求；辐射工作人员年有效剂量为：4.09E+00  $\mu$  Sv/a，公众的年有效剂量剂量为 3.76E+01  $\mu$  Sv/a，满足“辐射工作人员不大于 2mSv/a，公众不大于 0.1mSv/a”的年剂量限值控制要求。估算结果采用全年单人操作进行估算，实际工作过程

中，4名辐射工作人员将进行分担，受照剂量将远低于估算结果。

#### 11.2.4 有害气体分析

在工程分析的基础上可知，本项目在生产过程中产生的职业病危害因素主要为X射线CT检测装置产生的X射线。X射线电离空气产生极少量氮氧化物和臭氧，臭氧极度不稳定，在常温常压下即会自行分解，50min左右即可基本消失。无论是臭氧还是氮氧化物，因其产额较低，自带屏蔽体CT装置设置机械通风装置，通风效果良好，故不作为本次评价的重点。

#### 11.3 异常事件分析与防范建议

##### (1) 事件（故）分析

射线装置发生大剂量照射事故的几率极小。射线装置在运行中，可能发生以下事件：在进行曝光的工况下，若其门机连锁装置失效，并且操作人员在未意识到防护门未关闭，未采取辐射防护措施的情况下，操作人员可能受到超限值的X射线外照射。

##### (2) 事件（故）防范措施

① 严格按照使用规程合理使用检测系统，并定期进行维护保养，保持设备与防护装置的良好性能；

② 安装连锁装置，并定期对门机连锁装置进行检查，防止由于机械故障导致防护门无法紧闭，从而造成照射事故；

③ X射线检测系统由职业人员操作，管理要严格，禁止非工作人员操作；

④ 检测系统应当设有信号指示灯和报警装置，并保证期处于正常运行状态；

⑤ 检测系统设有紧急停机开关，把事故降低到最低。

为杜绝各类辐射事件发生，建设单位必须要求所有工业CT检测系统的工作人员严格按照操作规程进行作业，定期对检测系统的门机连锁装置进行检查。发生辐射事故时，操作人员必须马上停机，切断电源开关，立即启动辐射事故应急方案，采取必要的防范措施。对于发生的误照射事故，应及时向生态环境部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生部门报告。

#### 11.4 项目环保验收内容建议

根据项目建设和运行情况，评价单位建议本项目竣工环境保护验收的内容见表11-5。

表 11-5 项目环保验收内容建议表

验收内容	验收要求
剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环评报告预测，公众、职业照射剂量约束值执行 0.1mSv/a 和 2mSv/a 要求。
剂量当量率	机房外 30cm 处周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。
电离辐射标志和中文警示	在设备上设有出束工作状态指示灯，并在防护门外贴有电离辐射警告标志。
布局和屏蔽设计	辐射工作场所建设和布局与环评报告表描述内容一致。辐射工作场所墙和防护门的屏蔽能力满足辐射防护的要求。
辐射安全设施	设备为自屏蔽设备，设备防护门与设备实施门机连锁，此外，机房门外张贴电离辐射警示标识。
监测仪器	配备检测仪器：配备 1 台辐射巡测仪，辐射工作人员进行个人剂量监测，建立健康档案。
规章制度	已经制定有各项安全管理制度、操作规程、工作人员考核计划等。辐射安全管理制度和操作规程得到宣贯和落实。
人员培训	辐射工作人员通过辐射安全与防护考核。
应急预案	辐射事故应急预案符合工作实际，应急预案明确了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。针对使用射线装置过程中可能存在的风险，建立应急预案，落实必要的应急装备。进行过辐射事故（件）应急演练。

**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**

公司拟设置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下表所示。辐射安全管理小组的职责包括：

**辐射安全管理小组名单**

小组成员	姓名	职务
组长	吴一帆	法人
成员	董 燕	行政主管
	李向水	行政人员
	曹玉玲	专职人员

1. 在辐射安全防护小组组长的领导下，负责本公司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。负责对本公司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、修订本公司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，在辐射安全防护小组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. 对公司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

本项目共增加 4 名辐射工作人员，名单见表 1-2，均已通过辐射安全与防护考核，并取得考核合格证。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

公司辐射安全管理严格遵循国家的各项相关规定，针对本项目，将制定辐射监测方案、辐射事故（件）应急预案等辐射安全管理制度，严格执行后能确保本项目的顺利实施。

### 12.3 辐射监测

#### 12.3.1 个人剂量监测

北京轩宇信息技术有限公司制订了辐射工作人员个人剂量监测的管理要求，并已将辐射工作人员个人剂量监测工作纳入公司辐射监测计划体系，要求全部辐射工作人员按要求接受个人剂量监测，并建立相应的个人剂量监测档案。

全体辐射工作人员的个人剂量监测工作目前拟委托具有 CMA 相应资质的单位承担，监测频度为每 3 个月检测一次。公司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，公司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。

#### 12.3.2 工作场所和辐射环境监测

本项目实施后，将使用配备的 1 台辐射防护监测仪用于开展自行监测，以满足公司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

公司针对本次项目，拟建立辐射环境自行监测方案，本项目工作人员使用辐射监测仪，对辐射工作场所进行监测，监测计划见表 12-1，检测点位示意图见图 12-1。

表 12-1 本项目辐射工作场所监测计划

场所	测点编号	测点位置	剂量率（ $\mu$ Sv/h）	检测频次
介入室	1	操作间门口		1 次/年
	2	操作台处		1 次/年

	3	北墙外		1次/年
	4	西墙外		1次/年
	5	东墙外		1次/年
	6	楼上		1次/年

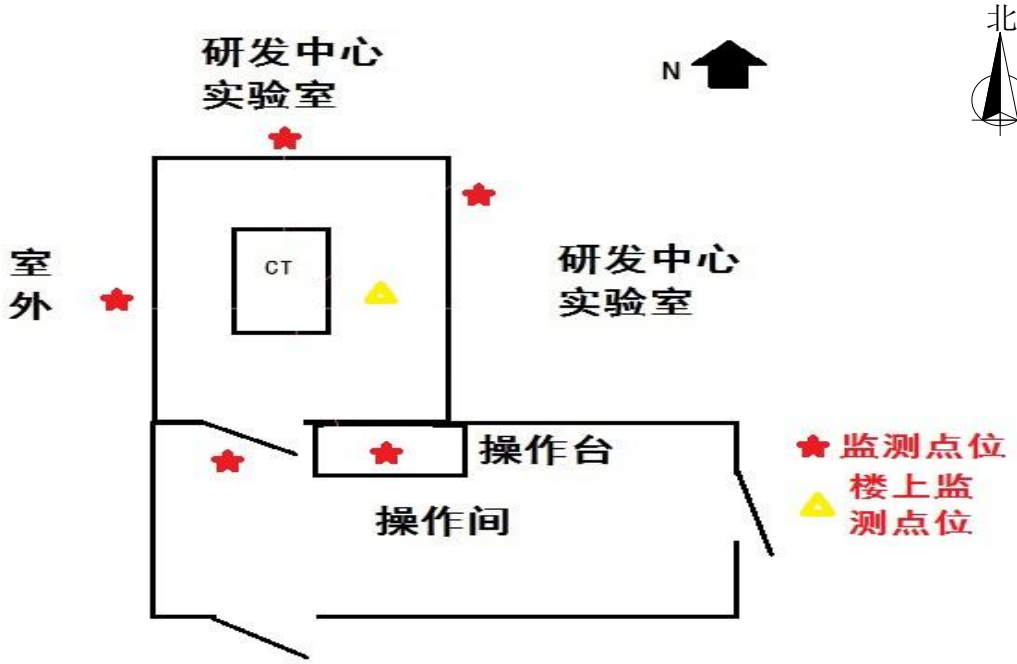


图 12-1 CT 检测实验室周围自行检测点位图

### 12.4 辐射事故应急管理

北京轩宇信息技术有限公司将制定《辐射事故（件）应急预案》，包含对本项目的辐射事故应急管理相关内容，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，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，同时在应急预案中进一步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，能够满足公司实际辐射工作的需要。

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行政部门报告。公司将每年至少组织一次应急演练。



表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### 13.1.1 实践正当性分析

北京轩宇信息技术有限公司因业务需要，新增使用一台微焦点工业 CT，该工业 CT 为自屏蔽设备。目前自屏蔽工业 CT 为很成熟的 X 射线设备，尽管 X 射线对人体有少许危害，但是借助 X 射线设备可以进行科研及实践工作，所获利益远大于其危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“实践正当性”的要求。

#### 13.1.2 选址合理性分析

本项目 CT 检测实验室位于中国空间技术研究院 38 楼 A 段 1 层西南侧，为新建机房，充分考虑了检测工作的便利性以及周围场所的防护与安全，对公众影响较小。因而从辐射环境保护方面论证，该项目选址是可行的。

#### 13.1.3 辐射防护屏蔽能力分析

通过对该工业 CT 设备屏蔽体的辐射屏蔽分析可知，机房外周围剂量当量率不超过  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，设备设置有门-灯联锁、工作状态指示及电离辐射警示等措施，符合辐射安全防护的要求。

#### 13.1.4 辐射环境评价

（1）根据现场监测和估算结果可知，本项目设备运行后，预计工作人员和公众的年受照剂量均低于相应剂量约束限值（ $2\text{mSv/a}$ 、 $0.1\text{mSv/a}$ ），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。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。

（2）本项目设备正常运行（使用）情况下，不产生放射性废气、放射性废水和放射性固废。

（3）辐射安全防护管理：公司设有辐射安全与环境保护管理机构，负责公司的辐射安全管理和监督工作。公司拟制定操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、人员培训考核计划、健康体检制度、辐射事故应急预案和设备检修维护制度等。

（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。

### **13.1.5 结论**

综上所述，北京轩宇信息技术有限公司新增使用一台工业 CT 机项目，相应的辐射安全和防护措施基本可行，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，完善管理制度，落实管理责任。

（2）严格按照工程设计施工，保证工程建设质量。

（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。

