

核技术利用建设项目

湖南航天天麓新材料检测有限责任公司
智能检测装备分公司
X 射线机检测系统应用项目
环境影响报告表

湖南航天天麓新材料检测有限责任公司
智能检测装备分公司

2020 年 9 月

环境保护部制

核技术利用建设项目

湖南航天天麓新材料检测有限责任公司 智能检测装备分公司 X 射线机检测系统应用项目 环境影响报告表

建设单位名称：湖南航天天麓新材料检测有限责任公司

智能检测装备分公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：湖南省长沙市岳麓区望城坡街道枫林三路 217 号

邮政编码：410205

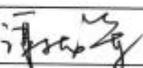
联系人：蔡永景

电子邮箱：—

联系电话：18390857681

打印编号: 1600328064000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	okvhf4		
建设项目名称	湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司X射线机检测系统应用项目		
建设项目类别	50_191核技术利用建设项目 (不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置)		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司		
统一社会信用代码	91430104MA4R1T0N1K		
法定代表人 (签章)	李志娟		
主要负责人 (签字)	蔡永景		
直接负责的主管人员 (签字)	蔡永景		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	核工业二七〇研究所		
统一社会信用代码	12100000491204824K		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
谢龙军	2015035360352014360728000244	BH003800	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
谢龙军	全部章节	BH003800	

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.



Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China



Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: HP 00018093
No.

****此资质证书仅限于“湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司”使用****

X射线机检测系统应用项目“使用”**



持证人签名:
Signature of the Bearer

管理号: 2015035360352014360728
File No. 000244

Full Name 谢龙军
性别: 男
Sex 男
出生年月: 1988年7月31日
Date of Birth 1988年7月31日
专业类别: /
Professional Type /
批准日期: 2015年5月
Approval Date 2015年5月

签发单位盖章:
Issued by
签发日期: 2016年2月1日
Issued on 2016年2月1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	13
表 9 项目工程分析与源项	16
表 10 辐射安全与防护	20
表 11 环境影响分析	24
表 12 辐射安全管理	33
13 结论与建议	38
表 14 审批	40

附图：

附图一 湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司地理位置图；

附图二 湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司周边企业图；

附图三 湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司一楼、车间位置图；

附图四 湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司二楼平面图；

附图五 湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司 X 射线机检测系统工艺布置图、剖面图。

附件：

附件一 长沙市环境保护局开发区分局建设项目环境影响登记表审批意见（长沙市环保局开发分局 2005-登-1）；

附件二 辐射环境影响评价委托书；

附件三 关于成立辐射安全管理小组的决定；

附件四 辐射安全与防护管理制度；

附件五 监测报告；

附件六 材料真实性承诺书。

附表：

建设项目环评审批基础信

表 1 项目基本情况

建设项目名称		湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司 X 射线机检测系统应用项目			
建设单位		湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司			
法人代表		李志娟	联系人	蔡永景	联系电话 18390857681
注册地址		湖南省长沙市岳麓区望城坡街道枫林三路 217 号			
项目建设地点		航天集团科研楼一楼 101			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资 (万元)		70	项目环保投资 (万元)	6	投资比例 (环保投资/总投资) 8.6%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积 (m ²) 300
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		
	<h3>1.1 建设单位概况</h3> <p>湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司,是中国航天科工旗下的独立第三方检测机构,公司按照“制造与服务相结合,线上与线下相结合,创新与创业相结合”的理念,布局了第三方检测技术服务、检测云平台和智能检测装备三个产业板块,致力于为用户提供“技术服务+云平台+智能装备”一站式检测解决方案。公司围绕智能检测装备产业化 1 条“主线”,深耕智能检测技术与装备、材料研发与应用材料测试评价技术研究等 3 个产业化方向,成功将人工智能技术引入检测领域,发展掌握了工业视觉在线检测、底层图像算法、智能诊断专家系统等核心技术,主要开展智能检测装备、技术研发与应用,通过自身产业孵化、收并购、引进技术团队、技术合作等方式整合社会优质资源,推动智能检测装备产业化。</p>				

1.2 项目由来

为了保障产品质量,湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司拟使用 1 台 225kV 的 X 射线工业 CT,主要用于 3D 打印技术、抵制研究、电子器件、汽车器件、树脂、模型加工等领域的材料及其制作的材质的密度、结构、尺寸、内部缺陷等进行无损检测,进行定性分析及定量测量。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等相关规定,对照《关于发布<射线装置分类>的公告》(环境保护部国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号),X 射线机检测系统(工业 CT)属 II 类射线装置。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》(环境保护部令第 44 号)及《关于修改<建设项目环境影响评价分类管理名录>部分内容的决定》(生态环境部部令第 1 号),本项目属于“五十、核与辐射”中“191、核技术利用建设项目-使用 II 类射线装置”,环境影响评价文件形式应为编制环境影响报告表。2020 年 8 月公司委托核工业二七〇研究所对该核技术利用项目进行环境影响评价(见附件 1),我单位人员在现场踏勘、收集有关资料的基础上,按照国家对辐射项目环境影响评价技术规范的要求,编制了本项目的辐射环境影响评价报告表。

1.3 项目建设规模

(1) 项目名称:湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司核技术利用新建项目

(2) 建设单位:湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司

(3) 建设性质:新建

(4) 建设地点:航天集团科研楼 101 一楼

(5) 设备参数:X 射线机检测系统(工业 CT)属于 II 类射线装置,最大管电压 225kV,最大管电流 8mA。

(6) 建设内容:在科研楼一楼东北角划分一个区域作为工业 CT 室,拟在新增 1 套型 X 射线机检测系统(工业 CT)用于对生产的零部件进行无损检测。本次环评射线装置一览表见表 1-1。

表 1-1 射线装置一览表

设备名称	型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	类别	数量 (台)	射线 方向
工业CT	MXR-225HP/11	225	8	II类	1	定向 主束朝西

(6) 人员配置：本项目拟设置 2 名放射工作人员。

(7) 工作量及工作方式：年最大工作时间为 250 天，每天最大曝光次数 75 次（工业 CT 工作时间），每次平均照射时间约为 4min，则每年曝光时间约 1250h。

1.4 建设单位环境概况

湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司位于长沙市岳麓区望城坡街道枫林三路 217 号，公司所北侧为枫林三路，东侧为航天一路，西侧为临水路，南侧为映日路。

本项目新增 1 台 II 类射线装置位于公司科研楼一楼内，科研楼西侧为航天旭炎汽车服务中心，东侧临航天一路，北侧临枫林三路，南侧为湖南航天远望科技有限公司。

本项目工业 CT 室位于科研楼东北角，为独立工作场所，南侧为操作室，西侧与大厅相邻，大厅相邻区域内为待测物件放置区及其他测试区，北侧为室外空地，楼上为办公室，楼下为地下车库。本项目地理位置见附图 1，公司平面布局图见附图 2。

1.5 选址可行性分析

X 射线铅房拟建于湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司科研楼一楼东北侧，铅房距北侧厂界 20m；西侧厂界 100m；南侧厂界 20m；东侧厂界 20m；铅房周围 50m 范围内无敏感点，项目选址可行。铅房外侧划出专业技术人员操作区域，并设置围挡，禁止无关人员入内，布局合理。

1.6 产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本），本项目使用的射线装置属于鼓励类“十四、机械中的 6、科学研究用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白									

(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	工业 CT 机	II类	1	MXR-225HP/11	225kV	8mA	工业探伤	科研楼一楼 工业 CT 室	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白								

(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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	以下空白												

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》2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日执行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修订施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日施行；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令），2017 年 7 月 16 日修订，2017 年 10 月 1 日执行；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 第 449 号，2005 年 12 月 21 日施行，国务院令 第 653 号修改，2019 年 3 月 2 日修订实施；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令 第 1 号）2018 年 4 月 28 日；</p> <p>(7) 《产业结构调整指导目录》（2019 年本）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令 第 18 号），2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(10) 《放射性同位素和射线装置安全许可管理办法（2017 年修订）》（环保部令 第 47 号），2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 第 7 号修改；</p> <p>(11) 《放射工作人员职业健康管理办法》（中华人民共和国卫生部令 第 55 号），2007 年 11 月 1 日施行；</p> <p>(12) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环保总局公告[2006]第 145 号，2006 年 9 月 26 日施行）；</p>
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则-核技术利用项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）。</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(4) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</p> <p>(6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）；</p> <p>(7) 《放射工作人员健康要求》（GBZ98-2017）；</p>

技术标准	<p>(8) 《工作场所有害因素职业接触限值第一步部分化学因素》(GBZ2.1-2019)；</p> <p>(9) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)；</p> <p>(10) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001)；</p>
其他	<p>(1) 《环境影响评价委托书》(见附件二)</p> <p>(2) 《辐射防护》(第 11 卷, 第二期, 湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究, 湖南省环境监测中心站, 1991 年 3 月)</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本辐射项目内容为拟新增使用 1 台工业 CT 机，带自屏蔽系统，运行过程中为电离辐射对周围环境的影响，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）中的相关规定，“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于 I 类放射源或 I 类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。本项目属于 II 类射线装置的项目，具有实体边界，考虑到该项目的实际情况，本项目评价范围为工业 CT 铅房边界 50m 范围。项目评价范围见图 7-1。

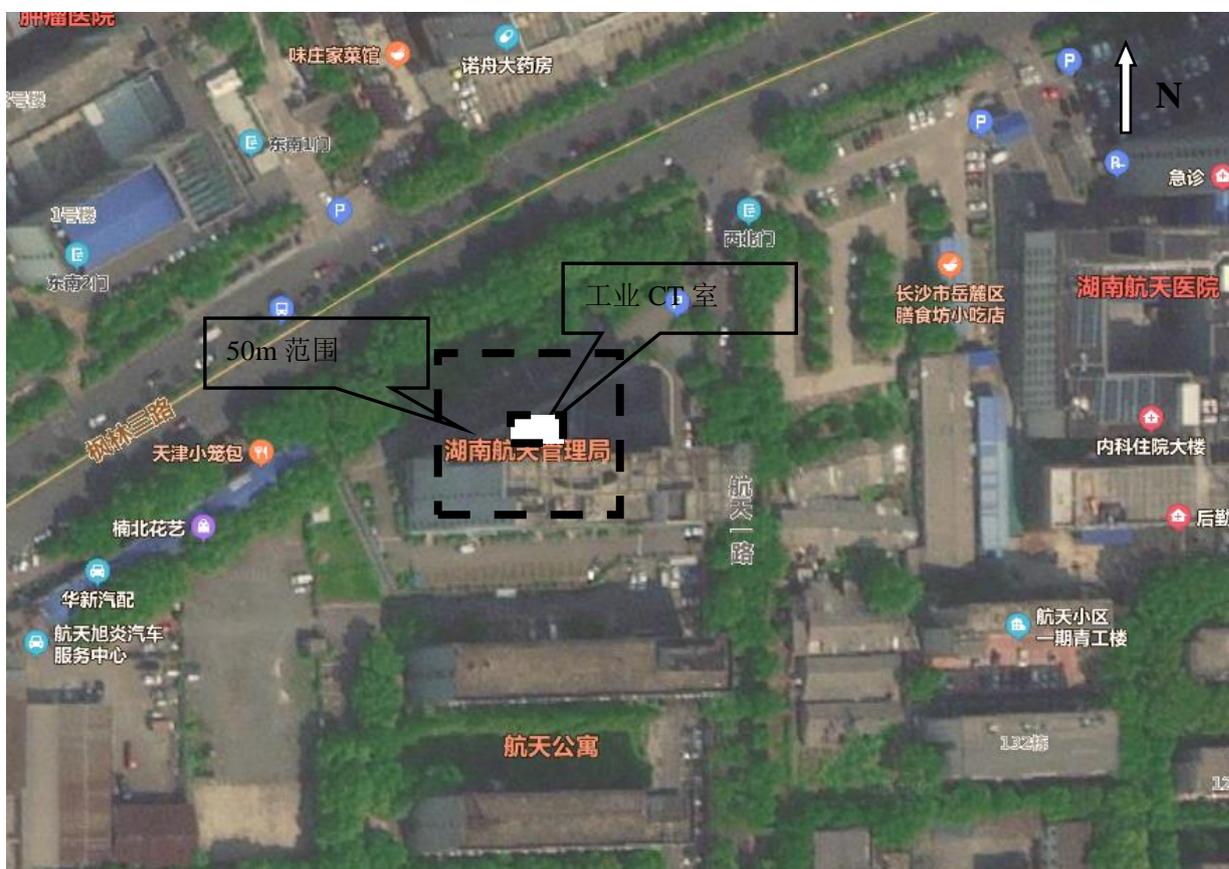


图 7-1 项目评价范围示意图

7.2 保护目标

本项目环境保护目标为工业 CT 室周围 50m 评价范围内的人员。根据现场勘探，本项目位于科研楼东北侧，为独立工作场所，东侧为储物间，南侧和西侧与大厅相邻，为展示区，北侧为室外空地。周边 50m 范围内没有居民点，主要是本公司车间工作人员、办公楼工作人

员。因此，本项目环境保护目标为射线装置操作人员和车间人员。项目环境保护目标详见表 7-1。

表 7-1 建设项目保护目标一览表

序号	环境保护对象		相对方位	距离	人数	年剂量约束值	
1	职业工作人员	工业 CT 操作人员	操作位	屏蔽体外 30cm	2 人	5mSv	
2	公众成员	工业 CT 室周围	科研楼进出人员	东侧	≤50m	流动	0.1mSv
			其他分析工作人员	南侧	≤50m	流动	
			公众	西侧	≤50m	流动	
			公众、科研楼进出人员	北侧	≤50m	流动	
			公众、科研楼进出人员	楼上	≤50m	流动	
			公众、科研楼进出人员	楼下	≤50m	流动	

7.3 评价标准

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录B规定：

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，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；

本项目取其 5.0mSv 作为职业工作人员的剂量管理值。

B1.2 公众照射

B1.2.1 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”；

本项目取其十分之一即 0.1mSv 作为公众成员的剂量管理值。

(2) 参考《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

4.1 防护安全要求

4.1.1 工业CT室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与工业CT室分开并尽量避免有用线束照射的方向。

4.1.2 应对X射线工作场所实行分区管理。一般将工业CT室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X射线工业CT室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.4 工业CT室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 工业CT室上方已建、拟建建筑物或工业CT室旁邻近建筑物在自辐射源点到工业CT室顶内表面边缘所张立体角区域内时，工业CT室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3；

b) 对不需要人员到达的工业CT室顶，工业CT室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

4.1.5 工业CT室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后X射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止X射线照射，关上门不能自动开始X射线照射。门-机联锁装置的设置应方便工业CT室内部的人员在紧急情况下离开工业CT室。

4.1.6 工业CT室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保工业CT室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

4.1.7 照射状态指示装置应与X射线装置联锁。

4.1.8 工业CT室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 工业CT室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

4.1.10 工业CT室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在工业CT室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

4.1.11 工业CT室应设置机械通风装置，排风管道外口避免朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

(3) 《工业 X 射线工业 CT 室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)

第 3 条 工业 CT 室屏蔽要求

第 3.1 条 工业 CT 室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

第 3.2 条 需要屏蔽的辐射

第 3.3 条 其他要求

(4) 《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)

工作场所空气中化学物质容许浓度：臭氧 $\leq 0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ；二氧化氮 $\leq 5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

根据上述标准，结合本项目各方面因素及实际的可操作性，本次环评按该公司要求的目标管理值见表 7-2。

表 7-2 本项目引用标准和控制值一览表

序号	项目	控制值	引用标准
1	年剂量管理目标值	工作人员 $\leq 5\text{mSv}/\text{a}$ 公众成员 $\leq 0.1\text{mSv}/\text{a}$	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)
2	工作场所周围剂量当量率	工业 CT 室外表面 30cm 处 周围剂量当量率参考控制 水平不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$	《工业 X 射线探伤放射防护要求》 (GBZ117-2015) 《工业 X 射线工业 CT 室辐射屏蔽 规范》(GBZ/T250-2014)
3	工作场所气体浓度	臭氧 $\leq 0.3\text{mg}/\text{m}^3$ ； 二氧化氮 $\leq 5\text{mg}/\text{m}^3$	《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)

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目辐射环境现状监测

本项目湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司所在科研楼一楼，为了解项目建设所在地及周围辐射环境现状背景水平，委托湖南华中宏泰检测评价有限公司工作人员于 2020 年 8 月 19 日对建设项目所在地周围环境的 γ 辐射剂量率进行检测，检测结果详见附件 6。

8.2 监测方案及质量保证

(1) 监测目的

该项目辐射环境现状监测的目的主要是为了解项目地点天然辐射水平。

(2) 监测因子：环境地表 γ 辐射剂量率

(3) 监测依据

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 GB18871-2002；

《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》 GB/T14583-93；

《辐射环境监测技术规范》 HJ61-2001。

(4) 监测布点及仪器

监测点位主要考虑工业 CT 室及周边的环境地表 γ 辐射剂量率，共设置 7 个监测点位，监测点位布置示意图见图 8-1。

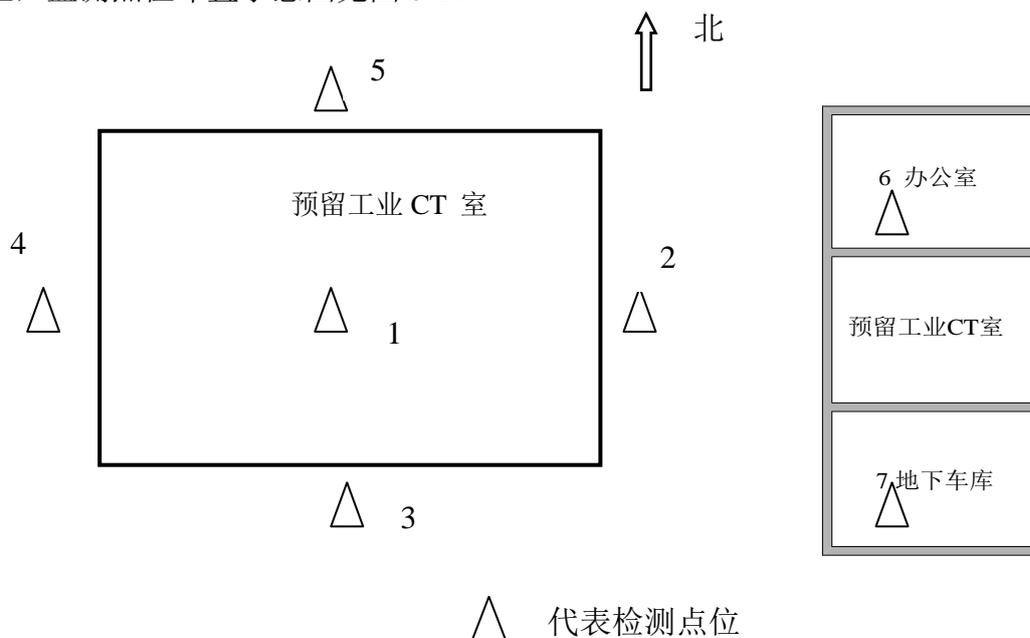


图 8-1 辐射环境监测布点示意图

本次监测用辐射环境监测仪器为 AT1123 X/γ 辐射剂量检测仪，仪器参数见表 8-1。

表 8-1 测量仪器主要技术参数一览表

仪器名称	X/γ辐射剂量检测仪
仪器型号	AT1123
生产厂家	白俄罗斯ATOMTEX
探测器	高敏感度闪烁体+塑料闪烁体
能量响应、测量范围	15keV 到 3MeV; 50nSv/h 到10Sv/h
设备编号	HTJC02152
仪器检定时间、检定证号及有效期限	X/γ辐射剂量测量仪，2019年11月26日于中国计量院检定，检定证书编号为DLjl2019-00957；γ射线校准因子：5.5uSv/h-0.97；51.5uSv/h -0.99，201uSv/h-1.01；有效期至：2020年11月25日

(5) 质量保证措施

- ①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。
- ②监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- ③监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用；
- ④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，并用检验源对仪器进行校验；
- ⑤由专业人员按照操作规程操作监测仪器，并认真做好记录。
- ⑥监测报告严格实行校对、校核、审定三级审核制度，专人负责质量保证及核查、检查工作。

8.3 辐射环境本底调查结果

项目所在场址辐射环境背景检测结果，见表 8-2。

表 8-2 项目所在场址本底监测结果一览表

点号	位置	监测结果(μGy/h)
1	拟建工业 CT 室中间	0.09
2	拟建工业 CT 室东侧 (储物间)	0.07
3	拟建工业 CT 室南侧 (大厅内)	0.08
4	拟建工业 CT 室西侧 (大厅内)	0.08
5	拟建工业 CT 室北侧 (室外空地)	0.07
6	拟建工业 CT 室楼上 (办公室)	0.07
7	拟建工业 CT 室楼下 (地下车库)	0.09

根据《辐射防护》（第 11 卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调 查研究，湖南省环境监测中心站，1991 年 3 月）中辐射环境结果可知，长沙市 X- γ 辐射空气吸收剂量率数据见表 8-3。

表 8-3 长沙市 γ 辐射空气吸收剂量率（单位：nGy/h）

监测项目	原野	道路	室内
辐射平均值	70.2 \pm 16.1	65.9 \pm 18.3	100.2 \pm 20.7
范围	32.9-117.3	34.6-103.6	60.4-154.1

根据 8-2 中的测量结果，并对比表 8-3 可知，项目所在场址的 X- γ 辐射空气吸收剂量率处于湖南省天然本底辐射范围内，无异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

(1) 工程设备

本项目内容为配置 1 台工业 CT 机，型号为 MXR-225HP/11 型，其基本结构外形如图 9-1 所示。

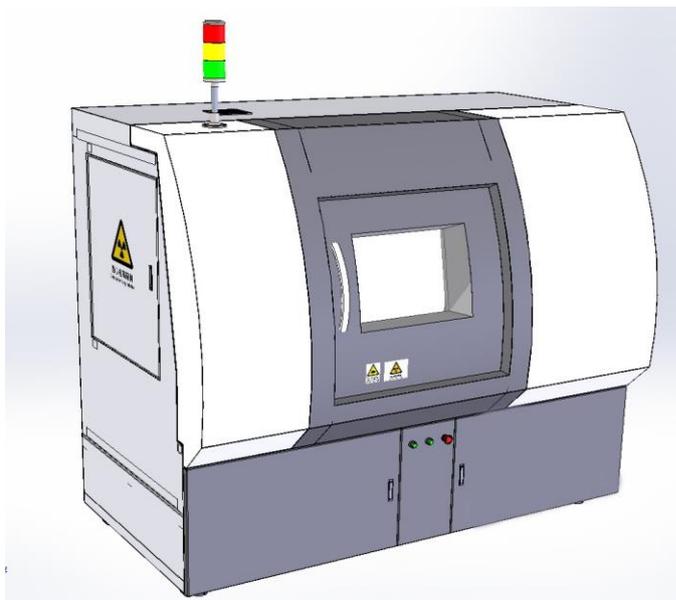


图 9-1 拟配置工业 CT 外观图

本项目使用的工业 CT 装置为自带防护铅房的该工业 CT 机主要包括射线源，辐射探测器，样品扫描系统，计算机系统（硬件和软件）、图像采集系统及机械电气控制系统等组成。系统组成结构示意图（不含辐射安全防护分系统）如图 9-2 所示。

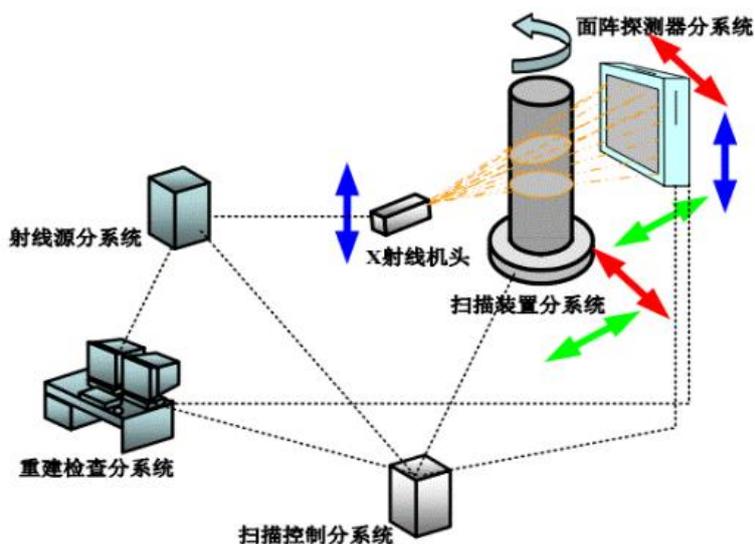


图 9-2 系统组成结构示意图（不含辐射安全防护分系统）

(2) 工艺分析

1) 工作原理

工业 CT 是新一代的无损检测设备，以数字实时成像的技术，取代传统的拍片方式。X 射线无损检测过程中，由于被检工件内部结构密度不同，其对射线的阻挡能力也不一样，物质的密度越大，射线强度减弱越大。当工件内部存在气孔、裂缝、夹渣或未焊透等缺陷时，射线穿过有缺陷的路径比没有缺陷的路径所透过的物质密度要小很多，其强度减弱较小，经过图像处理，可以图片的差异判断焊接的质量、缺陷位置和被检样品内部的细微结构等。

实时成像系统的核心部件是 X 射线管。X 射线管主要有阴极、阳极和金属陶瓷外壳组长。它是一个内真空的玻璃管，阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝，阳极靶则根据应用需要，由不同的材料制成不同的个相撞，一般用高原子序数的难熔金属制成。阴极灯丝通电加热会“蒸发”出电子，利用聚焦杯将电子聚集成束，利用两极间的高电压将电子束加速，被加速的高速电子径直射向嵌在金属阳极中的靶体，受靶面突然阻挡而产生 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

X 射线通过钢管焊缝得到一幅人眼不可见的 X 射线辐射图像，通过图像增强器输入屏接受收，经转换后，在图像增强器的输入屏上得到图像信号，经计算机系统处理后最后成为监视上的可见图像。

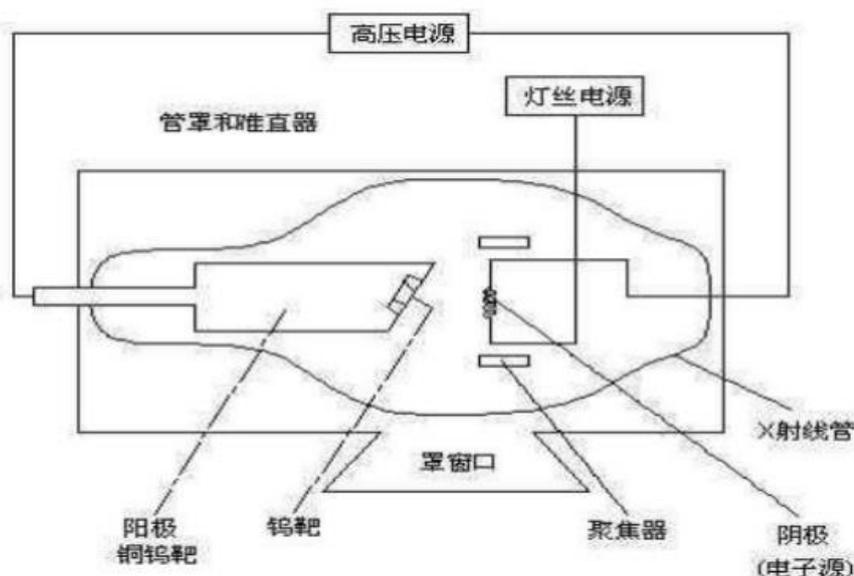


图 9-3 X 射线管结构示意图

2) 工作流程及产物环节分析

系统使用四自由度的精密机械扫描系统，使用双立柱式立式机械扫描机构，由平移机构、高精密转台、射线源立柱、探测器立柱、调节机构等组成。整个系统固定在一个光学基座上，微焦点安装在射线源支架上；四自由度扫描台位于射线源与探测器之间，用于承载样品在 X/Y/Z 方向上的平移，并绕 Z 轴旋转，进行 ICT 检测时，用户可以根据扫描要求选择不同的扫描模式，控制扫描台运动，实现对不同尺寸物体的 3D-ICT 层析；面阵列探测器安装在探测器支架上，用于采集被检测产品在不同旋转位置下的 DR 图像。

9.2 工业 CT 检测工艺流程

该工业 CT 装置具体的检测工艺流程如图 9-4 所示：

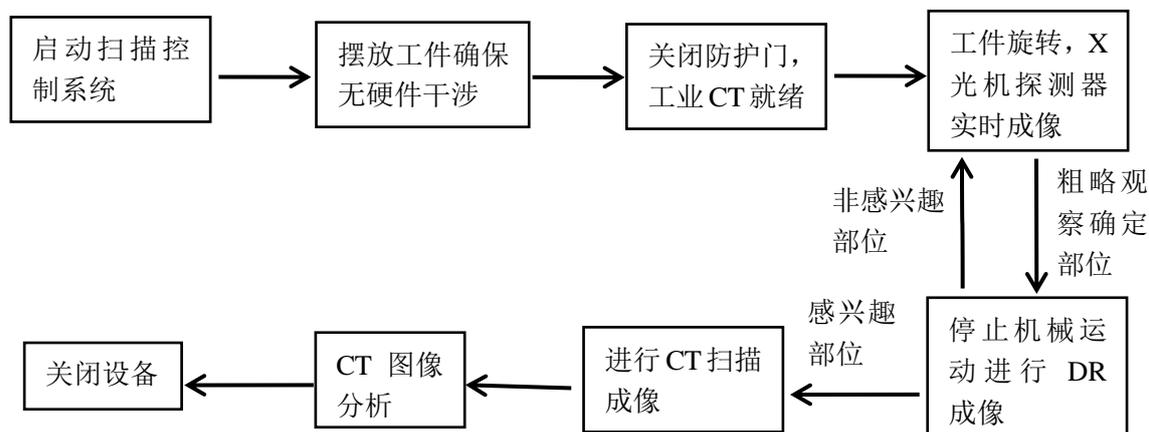


图 9-4 系统检测流程图

工业 CT 装置操作步骤如下：

- 1、各分系统上电：将各系统控制开关闭合；
- 2、启动软件分系统软件：X 光机开机，启动扫描控制系统；
- 3、将待检工件摆放在转台上；
- 4、关闭防护门，闭合安全连锁钥匙；
- 5、设置定位运行速度和位置，点击定或增按钮即可以设定的速度到达设定的位置；利用探测器进行数字照相检测，从透视图像初步查看所关注信息；
- 6、确定需要做 CT 的物体部位后，进行 CT 扫描；
- 7、扫描完成后，图像重建；
- 8、检测完当前工件后，需要打开防护门，进行下一个工件吊装固定。当检测完所有工件后，等待射线源散热后，关闭 X 光机；
- 9、断开各分系统电源、系统总电源。

9.4 污染源项描述

放射性污染

由 X 射线工作原理可知，X 射线机只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对工业 CT 室外工作人员和周围公众产生一定外照射。本项目通过工业 CT 室对直射 X 射线和漏射、散射 X 射线进行屏蔽，工业 CT 室外的 X 射线来源主要有：

- (1) X 射线工业 CT 无损检测工作过程中发射出的有用 X 射线。
- (2) 有用 X 射线束照射到被检测物件或其他物体上产生的散射 X 射线。
- (3) X 射线工业 CT X 射线管头的泄漏 X 射线。

其他污染

X 射线机在工作状态时，会使工业 CT 室内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物。少量臭氧和氮氧化物可通过防护门排出工业 CT 室外。正常工况下，工业 CT 室通过机械通风，室内有害气体的量可以被降到最低，几乎不会对人体造成危害。

工业 CT 作业完成后，对拍摄的图片采用打印模式，无其他污染废物产生。

污染途径分析

X 射线工业 CT 只有在给工业 CT 的 X 光管加高压才会产生 X 射线，断电后 X 射线即消失，所以 X 射线工业 CT 对环境的主要放射性污染物为 X 射线。

X 射线是一种波长很短的光子流，与物质作用时，主要通过光电效应、康普顿效应、电子对效应等过程产生次级带电粒子，进而使物质产生电离和激发，使物质发生物理、化学和生物等效应。

正常工况：

工件进入铅房，关闭带有门机联锁装置的防护门后，才能加上高压对工件进行透照。正常工况下不会对放射工作人员及公众造成 X 射线外照射影响。

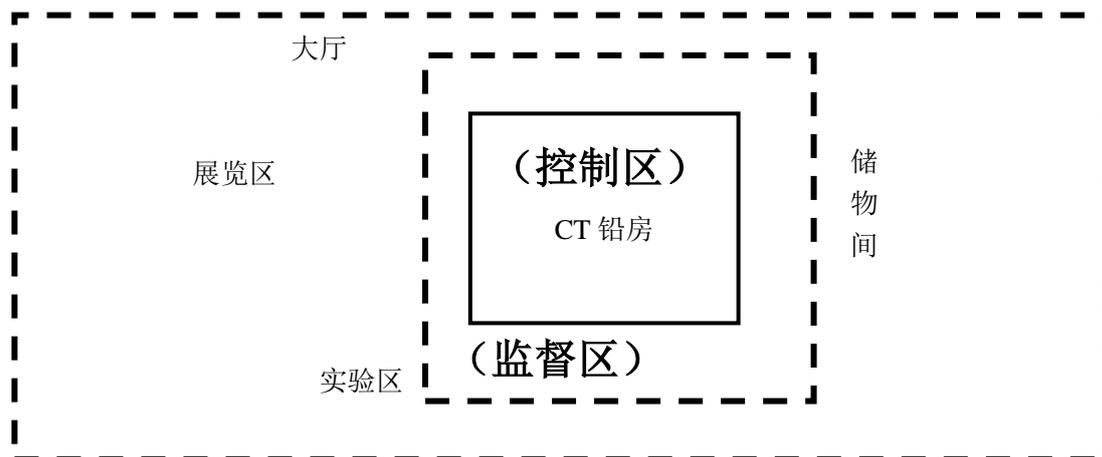
事故工况：

由于违规操作、或操作失误、门机联锁装置失灵等原因，工业 CT 出束期间人员误留而受到超剂量照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 辐射工作场所分区

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)和《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)的规定,将 X 射线工业 CT 室工作场所分为控制区和监督区,便于辐射防护管理和职业照射控制。该场所分区如下:



(1) 控制区: 在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散,以及在一定程度上预防或限制潜在照射,要求或可能要求专门防护手段和安全措施的限定区域。在控制区的进出口及其他适当位置处设醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽(包括门锁和连锁装置)限制进出控制区,放射性操作区应与非放射性工作区隔开。本项目 X 射线工业 CT 为自屏蔽系统,正常工作时人员不能进入,其内部区域设为控制区。

(2) 监督区: 工业 CT 室周围区域及操作台为监督区,监督区正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施,但要不断检查其职业照射状况的制定区域。在监督区入口处合适位置张贴辐射危险警示标识;并定期检查工作状况,确认是否需要防护措施和安全条件,或是否需要更改监督区边界

本项目控制区为工业 CT 设备内部区域,工作时严禁任何人员入内。监督区为工业 CT 操作台以及工业 CT 室所在区域,仅允许操作人员及工件搬运人员在该区域内活动,限制与作业无关人员进入。

10.2 铅房设计情况

屏蔽设计

铅房按照定向 225kV 工业 CT 进行设计，设计参数见表 10-1；设计图见附图五铅房平面图、剖面图。

表 10-1 铅房设计参数表

项目	内容
长×宽×高	2135mm×1200mm×1900mm
各屏蔽墙厚度	主射束墙（西墙）：14mm 铅板 其他五面：12mm 铅板
铅门尺寸及铅门屏蔽厚度 （长×高，厚）	铅门尺寸：1020mm×1240mm 铅门屏蔽：12mm 铅板

通风设计

本项目工业 CT 室拟采用机械排风方式通风，通风口在顶部，开口尺寸 120mm×120mm，开口处设有铅防护罩，防护厚度 12mmPb 钢板，风机排风，排风量为 200CFM，通风管道经工业 CT 室顶板排至室外。通风装置运行方式为工业 CT 跟抽风机同时启动，工业 CT 停止工作后，抽风机延时 3 分钟以上关机。机房通风设计符合《工作 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的要求。

10.3 辐射安全和防护措施分析

为了保证辐射安全，项目建设单位应加强管理，为工作人员配备必要的防护器具；应建立污染防治管理制度，对人员进行上岗和辐射安全培训等；应按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中的安全与防护要求，结合本单位实际工作情况加强各方面的防护措施，以避免辐射事故发生。本项目辐射安全和防护措施有：

制度管理

制度管理：为加强 X 射线铅房的监督管理，保障工作人员和公众的健康与安全，保护辐射环境，建立辐射防护管理领导小组，制定各项规章制度，以保证 X 射线铅房工作时的辐射防护安全。制定各项安全规章制度和操作规程，X 射线铅房由专业技术人员进行维护。制定放射性事故应急预案，发生放射事故或事件时，及时向各级环

保部门报告。

安全连锁装置

(1) 门机连锁：工业 CT 房防护门设计为电动防护门，采用门与射线装置连锁系统，保证在门关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时，工业 CT 停止工作。

(2) 急停开关：建设单位在工业 CT 室内墙上装设急停开关，当有人误关在工业 CT 室时，按下急停按钮，工业 CT 停止作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。

(3) 控制台设置高压接通时的外部报警或指示装置。设备台上安装急停开关。发生紧急状况时，按下急停开关，立即终止 X 射线出束。急停开关使用后，需复位后方可进行下一次检测，工作控制台应设钥匙开关，只有在打开控制台钥匙开关后，X 射线管才能出束；钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

(4) 工业 CT 室门口和内部同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长时间，以确保工业 CT 室内人员离开。照射状态指示装置应与 X 射线装置连锁。

(5) 铅房防护门上贴电离辐射警告标识和中文警示说明。

(6) 放射工作人员应上岗前参加辐射安全与防护培训，并考核合格持证上岗。在放射工作人员上岗前，组织其进行上岗前职业健康体检，有职业禁忌的严禁上岗，并建立个人健康档案。

(7) 射线装置指定专人操作使用其系统，其他人员不能擅自操作。

根据《工作 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），本项目辐射安全和防护措施还应满足以下要求：

(1) 日常检查

每次工作开始前应进行检查的项目包括：设备外观是否存在可见的破坏；电缆是否有断裂、扭曲以及配件破损；安全连锁是否正常工作；报警设备和警示灯是否正常运行，螺栓等连接件是否连接良好。

(2) 定期检查

定期检查的项目应包括：电气安全（包括接地和电缆绝缘检查）、所有的连锁和紧急开关检查、机房内安装的固定辐射监测仪的检查、制造商推荐的其他常规检查项目。

(3) 设备维护

公司应对 X 射线工业 CT 的设备维护负责，每年至少维护一次。设备维护应由受过专业培训的工作人员或设备制造商进行。设备维护包括工业 CT 的彻底检查和所有零部件的详细检测。当设备有故障或损坏，需更换零部件时，应保证所更换的零部件都来自设备制造商，应做好设备维护记录。

(4) 个体防护

放射工作人员进入工业 CT 室时除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，工作人员应立即离开工业 CT 室。

其他防护安全要求

(1) 交接班或当班使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作。如在检查过程中发现剂量仪不能正常工作，则不应开始 X 射线照射工作。

(2) 在每一次照射前，操作人员都应该确认工业 CT 室内部没有人员驻留，并关闭防护门。只有在防护门关闭、所有防护与安全装置系统都启动并正常运行的情况下，才能开始探伤。

防护用品

本项目需配备防护用品见下表

表 10-2 公司需配备防护用品清单一览表

防护用品名称	单位	数量
个人剂量报警仪	台	1
便携式 X-γ 剂量监测仪	台	1
个人剂量	个	2
电离辐射警告标志	个	3

10.5 三废治理

本项目运行过程中没有放射性废气、废水和固体废物产生，工作过程中空气电离产生的少量臭氧和氮氧化物通过通风系统排出厂外。少量的臭氧和氮氧化物的排放对环境影响较小。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目利用现有的试验间，施工期主要是对机房顶部浇筑。施工期主要的污染因子有：噪声、混凝土浇筑时的废水及设备安装及调试过程中可能产生的放射性污染。

废水及防护措施：顶板养护采用洒水的方式，由于工业 CT 房位于车间内，在养护时注意控制水量，扫落到地板上的水及时拖净。

噪声及防治措施：通过选取噪音低、振动小的设备操作等，并合理安排施工时间等措施能减轻对外界的影响。

放射性污染：设备调试时，机房已具备一定的屏蔽能力，正常情况下，对环境的影响有限。

本项目工程量小，施工期短，对外界的影响是暂时的，随着施工期的结束，影响也将消失。通过采取相应的污染防治措施后，本项目对外界的影响小。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 评价原则

基本原则：对于符合正当化的放射工作实践，以防护最优化为原则，使各类人员的受照当量剂量不仅低于规定的限值，而且控制到可以合理做到的尽可能低的辐射水平。这一考虑包括：正常运行、维修、退役以及应急状态，也包括了具有一定概率的导致重大照射的潜在照射情况。

剂量管理目标值：放射工作人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a；

工业 CT 屏蔽体外表面 30cm 处剂量当量率控制目标值不大于 2.5 μ Sv/h。

11.2.2 关注点

本项目关注点为各屏蔽体 30cm 处，具体见表 11-1、图 11-1、图 11-2：

表 11-1 关注点屏蔽参数一览表

序号	关注点	屏蔽材料及厚度	备注
1	工业 CT 南侧外 30cm ①	14mm 铅板	主照射面
2	工业 CT 东侧外 30cm②	12mm 铅板	—
3	工业 CT 西侧外 30cm③	12mm 铅板	—
4	工业 CT 北侧外 30cm④	12mm 铅板	—
5	防护门外 30cm	12mm 铅板	—
6	工业 CT 顶部外 30cm	12mm 铅板	—
7	工业 CT 底部外 30cm	12mm 铅板	—

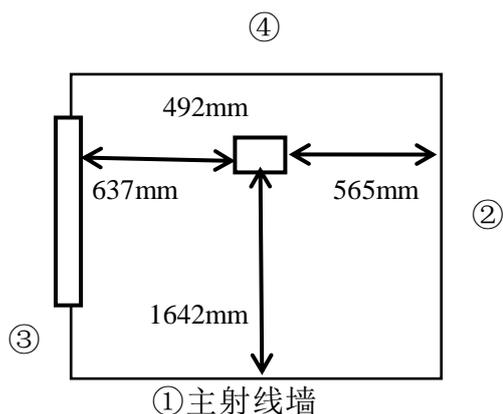


图 11-1 铅房平面尺寸图

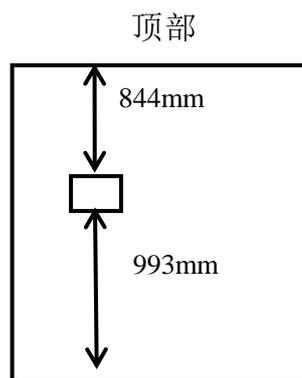


图 11-1 铅房立位尺寸图

11.2.3 X 射线工业 CT 使用过程中对周围环境的辐射影响分析

剂量率参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中公式进行估算。

11.2.4 有用线束

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）计算，工业 CT 房放射工作人员导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}=100/(6.25 \times 1 \times 1)=16\mu\text{Sv/h}$ ，车间内公众导出剂量率参考控制水平 $H_{c,d}=5/(6.25 \times 1 \times 1/4)=3.2\mu\text{Sv/h}$ 。关注点最高剂量率参考控制水平 $H_{c,max}=2.5\mu\text{Sv/h}$ 。关注点剂量率参考控制水平 H_c 为 $H_{c,d}$ 和 $H_{c,max}$ 二者的较小值，因此 $H_c=2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

有用线束方向关注点达到剂量参考水平时，屏蔽设计所需的屏蔽透视因子 B 按式 11-1 计算。

$$B = \frac{H_c \cdot R^2}{I \cdot H_0} \quad (\text{式 11-1})$$

屏蔽物质厚度与屏蔽透射因子的相互计算

对于给定的屏蔽物质厚度 X ，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按式 11-2 计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (\text{式 11-2})$$

对于估算出的屏蔽透射因子 B ，所需的屏蔽物质厚度 X 按式 11-3 计算：

$$X = -TVL \cdot \lg B \quad (\text{式 11-3})$$

在给定屏蔽物质厚度 X 时，按式 11-4 计算有用线束在关注点的剂量率

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-4})$$

式中：

H——关注点的剂量率 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

I——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流；

H_0 ——距辐射源（靶点）1m 处输出量 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B——屏蔽投射因子；

R——辐射源（靶点）至关注点的距离，m；

参数选取

H_0 ：参照 GBZ/T 250-2014 表 B.1，250kV X 射线输出量为 $16.5(\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min})$ ，换算后 H_0 取值 $9.9\text{E}+05(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B：已知关注点剂量参考水平、辐射源（靶点）至关注点的距离、常用最大管电流、距辐射源（靶点）1m 处输出量，按式 11-1 计算，B 为 $2.1\text{E}-07$ ；

TVL：参照 GBZ/T 250-2:014 表 B.2，用内插法计算 225kV，X 射线在铅中的半值层厚度为 2.15mm；

I：根据厂家提供，常用最大管电流为 4mA。

主射线方向屏蔽厚度依据 11-3 公式计算，具体相关参数及结果见表 11-2：

表 11-2 主射方向相关参数及计算结果一览表

关注点	H_c ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	I (mA)	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2$ /mA.h)	B	TVL (mm)	计算屏蔽 厚度(mm)
工业 CT 主射束 面墙 30cm①	2.5	1.956	4.0	9.9E+05	2.4E-06	2.15	12

依据公式计算出的工业 CT 室主射束面墙屏蔽厚度为 12mm，本项目主射束面墙屏蔽厚度设计值为 14mmPb，符合要求。

根据公式 11-4 计算，主射方向墙体采取 14mm 铅屏蔽厚度后，关注点的剂量估算结果见表 11-3。

表 11-3 主射方向相关参数及计算结果一览表

关注点	R (m)	I(mA)	$H_0(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2$ /mA.h)	B	剂量估算 H ($\mu\text{Sv/h}$)
工业 CT 墙主射束面 30cm①	1.956	4.0	9.9E+05	3.1E-07	0.319

11.2.5 泄漏辐射

关注点达到剂量率参考水平 H_c 时所需的屏蔽透射因子按式 11-5 计算，然后按 11-3 计算出所需的屏蔽物质厚度 X

$$B = \frac{H_c \cdot R^2}{H_L} \quad (\text{式 11-5})$$

在给定屏蔽物质厚度 X 时，按式 11-6 计算泄漏辐射在关注点的剂量率：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \quad (\text{式 11-6})$$

式中：

H_L ——距靶点 1mX 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

B——屏蔽投射因子；

R_0 ——辐射源（靶点）至关注点的距离，m。

参数选取

H_c ：关注点剂量率参考控制水平 H_c 为 $H_{c,d}$ 和 $H_{c,max}$ 二者的较小值，因此 $H_c=2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

H_L ：参照 GBZ/T 250-2014 表 1，本项目最高管电压 225kV，距靶点 1mX 射线管组装体的泄漏辐射剂量率选取 $5 \times 10^4 \mu\text{Sv/h}$ ；

B：已知 H_c ，R， H_L 按式 11-5 计算。

泄漏辐射所需屏蔽厚度依据 11-3 公式计算，具体相关参数及结果见表 11-4：

表 11-4 泄漏辐射剂量率相关参数及计算结果一览表

关注点	H_c ($\mu\text{Sv/h}$)	R (m)	H_L ($\mu\text{Sv/h}$)	B	TVL (mm)	计算屏蔽厚度 (mm)
工业 CT 东墙 外 30cm②	2.5	0.877	5.0E+04	3.8E-05	2.15	9.5
工业 CT 西墙 外 30cm③	2.5	0.949	5.0E+04	4.5E-05	2.15	9.3
工业 CT 北墙 外 30cm④	2.5	0.804	5.0E+04	3.2E-05	2.15	9.7
防护门外 30cm	2.5	0.949	5.0E+04	4.5E-05	2.15	9.3
工业 CT 顶部 外 30cm	2.5	1.156	5.0E+04	6.7E-05	2.15	9.0
工业 CT 底部 外 30cm	2.5	1.305	5.0E+04	8.5E-05	2.15	8.8

11.2.6 散射辐射

在给定屏蔽物质厚度 X 时，按式 11-7 计算散射辐射在关注点的剂量率：

$$H_s = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (\text{式 11-7})$$

式中：

H_s ——散射线所致关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流， mA ；

H_0 ——距辐射源（靶点）1m 处输出量 $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

B ——屏蔽投射因子；

F —— R_0 处的辐射野面积， m^2 ；

α ——散射因子；

R_0 ——辐射源（靶点）至关注点的距离， m ；

R_s ——散射体至关注点的距离， m ；

$F\alpha/R_0^2$ ——根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

B4.2：当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥界面边界夹角为 20° 时，其取值 1/50（200kV-400kV）。

参数选取

H_c ：关注点剂量率参考控制水平 H_c 为 $H_{c,d}$ 和 $H_{c,max}$ 二者的较小值，因此， $H_c=2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

I ：根据厂家提供，常用最大管电流为 4mA ；

H_0 ：参照 GBZ/T 250-2014 表 B.1，250kV X 射线输出量为 $16.5(\text{mGy}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{min})$ ，换算后 H_0 取值 $9.9\text{E}+05(\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/\text{mA}\cdot\text{h})$ ；

R_0/FS ：根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）B4.2，取值 1/50

散射辐射所需屏蔽厚度，依据 11-3 公式计算，具体相关参数及结果见表 11-5：

表 11-5 散射辐射剂量率相关参数及计算结果一览表

关注点	H_c ($\mu\text{Sv/h}$)	R_s (m)	I (mA)	$H_0(\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{mA} \cdot \text{h})$	R_0/FS	B	TVL (mm)	计算屏蔽 厚度 (mm)
工业 CT 东 墙外 30cm②	2.5	0.877	4	9.9E+05	50	5.4E-05	2.15	9.2
工业 CT 西 墙外 30cm③	2.5	0.949	4	9.9E+05	50	6.3E-05	2.15	9.0
工业 CT 北 墙外 30cm④	2.5	0.804	4	9.9E+05	50	4.5E-05	2.15	9.3
防护门外 30cm	2.5	0.949	4	9.9E+05	50	6.3E-05	2.15	9.0
工业 CT 顶 部外 30cm	2.5	1.156	4	9.9E+05	50	9.4E-05	2.15	8.7
工业 CT 底 部外 30cm	2.5	1.305	4	9.9E+05	50	1.2E-04	2.15	8.4

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中“3.3 当可能存在泄漏辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄漏辐射和各项散射辐射，当他们屏蔽厚度相差一个什值层（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）”，因此本工业 CT 房四面墙体及防护门屏蔽厚度如表 11-6 所示。

表 11-6 工业 CT 房四面墙体及防护门屏蔽厚度一览表

屏蔽体	计算屏蔽厚度	设计屏蔽厚度	是否满足要求
工业 CT 南侧主射束面 30cm①	12mm 铅板	14mm 铅板	是
工业 CT 东墙外 30cm②	9.5mm 铅板	12mm 铅板	是
工业 CT 西墙外 30cm③	9.3mm 铅板	12mm 铅板	是
工业 CT 北墙外 30cm④	9.7mm 铅板	12mm 铅板	是
防护门外 30cm	9.3mm 铅板	12mm 铅板	是
工业 CT 顶部外 30cm	9.0mm 铅板	12mm 铅板	是
工业 CT 底部外 30cm	8.8mm 铅板	12mm 铅板	是

采用设计屏蔽后，工业 CT 房外各关注点剂量率估算结果如表 11-7 所示。

表 11-7 各关注点剂量率（附加值）估算结果一览表

关注点	泄漏辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	设计屏蔽厚度下的 瞬时剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)
工业 CT 东墙外 30cm②	0.170	0.270	0.440
工业 CT 西墙外 30cm③	0.145	0.230	0.376
工业 CT 北墙外 30cm④	0.203	0.321	0.524
防护门外 30cm	0.145	0.230	0.376
工业 CT 顶部外 30cm	0.098	0.155	0.253
工业 CT 底部外 30cm	0.077	0.122	0.199

参照《工作 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的屏蔽估算方法，表 11-7 表面，建设单位提供的射线装置机房设计方案，其墙体、顶棚及防护门的设计屏蔽厚度大于估算厚度，说明该项目工业 CT 室设计合理。在实际操作过程中，X 射线机工业 CT 工况通常小于最大工况，实际在关注点的剂量率会小于理论估算结果。

11.2.11 建设项目所致剂量估算

按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A，X- γ 射线产生的外照射人均年有效当量剂量按下列公式计算：

$$H_{E,r} = D_r \times t \times 0.7 \times 10^{-3} \quad (\text{mSv})$$

式中： $H_{E,r}$ ——X、 γ 射线外照射人均年有效当量剂量，mSv/a；

D_r ——X、 γ 射线空气吸收剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

t ——X、 γ 射线照射时间，h/a。

工业 CT 所致辐射剂量只有在开机透照时产生。关闭电源 X 射线立即消失，放射性工作人员为铅房工作人员；公众为厂区其他工作人员。根据建设单位提供资料，X 射线铅房进行探伤的工作时间以每年工作 250 天，每天最大曝光 75 次（X 射线机工作时间），每次平均照射时间 4min，故每年最多出束时间 1250 小时。

本项目设备开机时，放射工作人员在工业 CT 室东侧的操作间内，因此，本评价在计算时，放射工作人员剂量取工业 CT 室东墙外关注点剂量率，公众剂量取机房四周最高的瞬时剂量率，即工业 CT 墙外 30cm④外 30cm（距球管 0.637m 墙体）处的

剂量率，根据表 11-1 估算结果，各关注点剂量率单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ，因此，此处可不再考虑剂量换算系数本项目人员的有效剂量估算结果，计算结果表 11-8.:

表 11-8 X 射线所致辐射剂量结果表

受照射人群	工作时间 (h)	居留因子	瞬时剂量 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量(mSv)	年有效剂量限值(mSv)	剂量管理目标值(mSv)
专业放射人员	1250	1	0.524	0.84	20	5
厂区 50m 内其他工作人员		1/4	0.524	0.21	1	0.1

估算结果可知，本环评定向工业 CT 室 X 射线经过有效屏蔽后所致放射工作人员和公众人员个人附加年有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中对放射工作人员 20mSv/a 和公众人员 1mSv/a 的剂量限制要求，也满足本环评执行的对放射工作人员 5mSv/a 和对公众 0.1mSv/a 的管理限制要求。

11.2.12 营运期间臭氧和氮氧化物环境影响分析

本项目工业 CT 室拟采用机械排风方式通风，通风量为 200CFM，风量 340m³/h，由于工业 CT 机工作时臭氧和氮氧化物等有害气体的产额极小，在机械通风情况下，人员受到的影响可以忽略不计。

11.3 事故影响分析

11.3.1 可能发生的辐射事故

本项目可能发生的辐射事故主要有：

(1) 因工业 CT 室门-机连锁装置失灵，导致在防护门未能完全关闭的状态下 X 射线工业 CT 机能够开机检测，X 射线泄漏到工业 CT 室外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

(2) 检查过程中，因工业 CT 室门-机连锁安全装置失灵，导致在防护门意外打开的状态下 X 射线工业 CT 未及时停机，其他人员误入工业 CT 室内造成误照射。

11.3.2 事故预防措施

分析事故发生的原因，此类事故大都是人为因素造成的，即由于忽视辐射安全管理，违规操作造成的辐射事故。为有效预防各类辐射事故发生，企业应采取以下预防措施：

(1) 企业内部加强辐射安全管理。

(2) 从事检测作业的放射工作人员须经过环保部门认可的培训机构组织的辐射安全培训，具备上岗资格，业务熟练。

(3) 制定严格的操作规程，禁止违章操作，并做好日常维护保养、定期检查，保证系统始终处于正常状态，每天设备开机运行钱，检查确认安全连锁、急停开关、工作指示灯等各项安全措施的有效性。

(4) 在设备操作过程中，设备发生任何故障都要停机，并及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备故障运行。

(5) 开机状态下人员不得脱岗。

(6) 发生辐射事故时，应立即启动本单位的辐射事故应急预案，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故后应对事故影响人员进行医学检查，确定其受到的剂量水平，并在第一时间将事故通报生态环境、卫生等主管部门。

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

湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司制定了成立了辐射防护领导小组，小组包括组长、副组长各 1 名，组员 5 名，负责对辐射防护相关工作进行控制和管理，辐射防护和安全管理小组具体组成见下表：

表 12-1 辐射防护领导小组成员一览表

职务	人员
组长	李志娟
副组长	刘明楠
组员	蔡永景、李侣、朱丽莹、刘宇哲、颜睿、谢卫

根据《放射性同位素和射线装置安全许可管理办法（2017 年修订）》（环保部令第 47 号），2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改，要求“使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应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保管理工作”。从湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司目前配置的辐射领导小组人员信息看，小组成员有一定的管理能力，本项目开展后，可以满足人员配置要求。

辐射防护领导小组主要职责包括：

- （1）组织制定安全操作规程，由辐射防护员负责落实、检查工作；
- （2）定期检查安全装置、报警系统和防护仪表，发现问题及时解决，不得在没有启动防护装置的情况下强制运行射线装置，以杜绝辐射照射事故的发生；
- （3）制定事故状态下的应急处理预案；
- （4）定期对射线装置机房及周围环境进行放射性环境监测，建立数据档案，监测数据定期上报相关辐射环境监督管理机构。

根据《放射性同位素和射线装置安全许可管理办法（2017 年修订）》（环保部令第 47 号），2019 年 8 月 22 日经生态环境部令第 7 号修改，要求“辐射安全管理机构成员和放射工作人员均需参加辐射安全与防护培训并取得培训合格证”。建设单位工业 CT 在投入使用前，公司应组织该设备操作人员参加环保部门认可的辐射防护知识培训，并取得合格证。取得培训合格证的人员，公司应每五年组织一次复训。

12.2 辐射安全管理制度

建立、健全和严格执行辐射安全管理的规章制度是防止潜在照射发生的中药措施。为保障射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和潜在照射，建设单位制定了相关辐射安全管理规章制度，为保证放射工作人员和周围公众人员的健康，建设单位必须严格按照国家法律法规执行，并加强对核技术利用项目的日常管理。

(1) 根据公司具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是对核技术利用装置的安全防护和维修要落实到个人：明确管理人员、操作人员、维修人员的岗位职责，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。公司已制定了《辐射安全防护管理制度》、《设备操作规程》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《X 射线装置突发辐射泄露事件应急预案》等规章制度。

(2) 在本项目运行前，各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙；辐射工作场所均必须有电离辐射警告标志，屏蔽门上方必须有工作指示灯，同时警告标志的张贴必须规范。

(3) 明确操作人员的资质条件要求，操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作前的安全检查工作，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。

(4) 加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应立即停止辐射作业，安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

(5) 为确保放射防护可靠性，维护放射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，避免事故发生，建设单位应保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，建设单位应对本项目的辐射装置的安全和防护进行年度评估。

(6) 建设单位应在今后工作中，不断总结经验，根据单位实际情况，对各项制度加以完善补充，并确保各项制度的落实。

12.3 监测计划

为了及时掌握周围的辐射水平，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）的要求，应建立必要的监测计划，要建立监测资料档案。

（1）工作场所和周围环境监测

监测项目：X- γ 辐射剂量率

（1）验收监测

项目运行后，应委托有相应资质单位进行验收监测。若发现问题，及时整改，直到合格为止。

（2）日常监测

制定日常监测制度，配备 1 台 X- γ 剂量率测量仪，对铅房周围环境进行辐射监测，并建立监测数据档案。

监测频率：每月日常检测不少于 2 次，委托有辐射环境监测资质机构每年进行不少于 1 次监测，并建立监测数据档案。

监测范围：对铅房四屏蔽面、防护门及门缝、电缆及排风的出口等处。

（3）个人监测

建设单位需对放射工作人员开展个人剂量监测，监测工作应委托具有相应资质的放射防护技术服务机构承担，常规个人剂量监测周期应综合考虑工作人员的工作性质、所受剂量大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素，常规监测周期一般为 30 天，最长不超过 90 天，公司需配合被委托单位及时收发个人剂量卡。个人剂量监测档案包括放射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量等内容。

（4）防护性能监测

在设备初次投入使用或大修及更换关键组件时，需要委托有资质的单位进行设备防护性能检测，以保证符合有关标准的要求。建设单位自行的日常监测要求如下表 12-2 所示。

12-2 建设单位常规监测内容一览表

监测项目	监测因子	监测频次	限值要求
射线装置	门机联锁、工作指示灯、警示标识、急停开关、便携式剂量报警仪、通风装置	每月自检	有效
防护性能	设备性能的自主稳定性和状态检测	设备初次投入使用、大修及更换关键组件时	根据标注你要求
个人剂量	外照射剂量	90 天为一个周期，一年监测四次	根据评价要求
工业 CT 室屏蔽体外 30cm	剂量率	至少一年一次	周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h

12.4 放射工作人员管理

(1) 放射工作人员上岗前应当进行岗前职业健康体检，符合要求的，方可参加相应放射岗位工作。且项目运行后，建设单位应当定期组织放射工作人员进行职业健康体检，时间间隔不应超过 2 年，对体检结果不宜继续从事放射工作的人员，应当及时调离岗位，并妥善安置；对需要复查和医学随访观察的放射工作人员，应当及时予以安排。放射工作人员脱离岗位时，应对其进行离岗时放射工作人员体检。

(2) 放射工作人员上岗前应接受辐射安全与防护培训，考核合格后方可参加相应工作。项目运行后，公司应按规定定期组织放射工作人员进行培训，建立并按规定期限妥善保存培训档案。

(3) 建设单位应为放射工作人员配备个人剂量计，进入放射工作场所时应正确佩戴个人剂量计，并携带报警式剂量仪。

(4) 放射工作人员上岗前，建设单位应为其申请办理放射工作人员证。

(5) 建设单位应加强对放射工作人员个人健康档案管理，要求终身保存。

12.5 辐射事故应急

为建立健全辐射事故应急机制，及时处置突发辐射事故，提高应急处置能力，最大程度减少辐射事故及其可能造成的人员伤害和财产损失，公司已制定了《辐射事故应急预案》：

(1) 公司根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《关于建立放射

性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》等法规的有关规定，开展辐射事故预防与应急处理。

(2) 公司对其辐射活动中辐射事故的应急准备与响应负首要责任，必须遵照国家和地方政府有关规定，依据所操作的射线装置以及潜在事故的特性和可能后果，考虑制定辐射应急计划或应急程序，并按规定报当地政府有关部门审查批准或备案。

(3) 发生辐射事故时，建设单位立即启动本单位的辐射应急方案，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行政部门报告。

(4) 公司将切实执行并落实辐射安全管理规章制度，加强实体保卫，切实有效地防止辐射事故（件）发生。

(5) 辐射防护领导小组主要职责：

- ①负责制定突发辐射泄露事件应急预案；
- ②负责工业 CT 室 X 射线剂量率的监测和个人剂量检测仪的校验；
- ③建立射线装置台账、个人剂量监测及身体健康检查记录档案；
- ④根据实际泄露情况启动应急预案；
- ⑤负责适时调整各部门人员组成，保证抢救组织正常工作；
- ⑥负责了解、检查各抢救部门的工作，及时提出指导意见；
- ⑦负责向上级部门报告事故情况。
- ⑧收集整理涉及应急事件相关资料，并总结归档；
- ⑨ 协助领导小组定期开展应急演练；

(6) 各类事故报警联系方式

一般报告程序为：发现者报告给辐射事故应急工作小组成员，由其向市公安局、市生态环境局，并同时向省生态环境厅报告，设备被损应向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告，各部门联系方式如下：

湖南省生态环境厅：12369,0731-85698110

长沙市生态环境局：12369

长沙市公安局：110

表 13 结论与建议

13.1 结论

本次对湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司 X 射线铅房周围环境进行了本底调查；估算建设项目人群人均年有效剂量并结合铅房的辐射防护和可能存在的风险分析，得出以下结论：

(1) 辐射安全与防护分析结论

项目所在地为行政科研楼，铅房周围 50m 评价范围内无环境敏感目标，选址可行。

铅房拟建于科研楼一楼东北侧，科研楼为高层建筑，铅房东侧为操作室，禁止无关人员入内，布局合理。

公司制定的各项污染防治措施合理，能够保证辐射安全。

(2) 环境影响分析结论

X 射线铅房所使用工业 CT 最大管电压为 225kV，铅房按照定向进行设计，铅房使用铅板进行辐射屏蔽，经过理论计算，铅房屏蔽设计满足要求。

通过对建设项目所致各类人群组年有效剂量估算，其职业照射均低于年有效剂量约束值，对公众不会产生附加剂量。

(3) 可行性分析结论

工业 X 射线探伤为产业政策中科技服务业中的质量检测服务，为鼓励类。

该 X 射线铅房的建设能够确保建设单位所生产的产品满足国家标准要求，对单位的产品质量起到保障作用，符合实践正当性。

综上所述，湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司核技术应用项目正常工况下对周围环境的影响符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度，该项目可行。

13.2 建议

(1) 项目竣工后，建设单位申请辐射安全许可证；正式投产前应进行验收监测。

(2) 在项目运行中，根据单位实际情况，不断细化、修改、落实辐射安全各项规章制度。

(3) 项目运行过程中，定期检查各项污染防治措施；进行作业前，检查各项污染防治措施，确保无人员停留铅房内方可出束；管理人员定期对铅房周围进行管理性检测并作好记录。

(4) 放射性工作人员进行放射性工作时要佩戴个人剂量笔、个人剂量报警仪；并且每个季度将个人剂量笔送有资质部门进行检定，并建立个人剂量档案，一旦发现异常，立即调离放射性岗位。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公 章

经办人

年 月 日

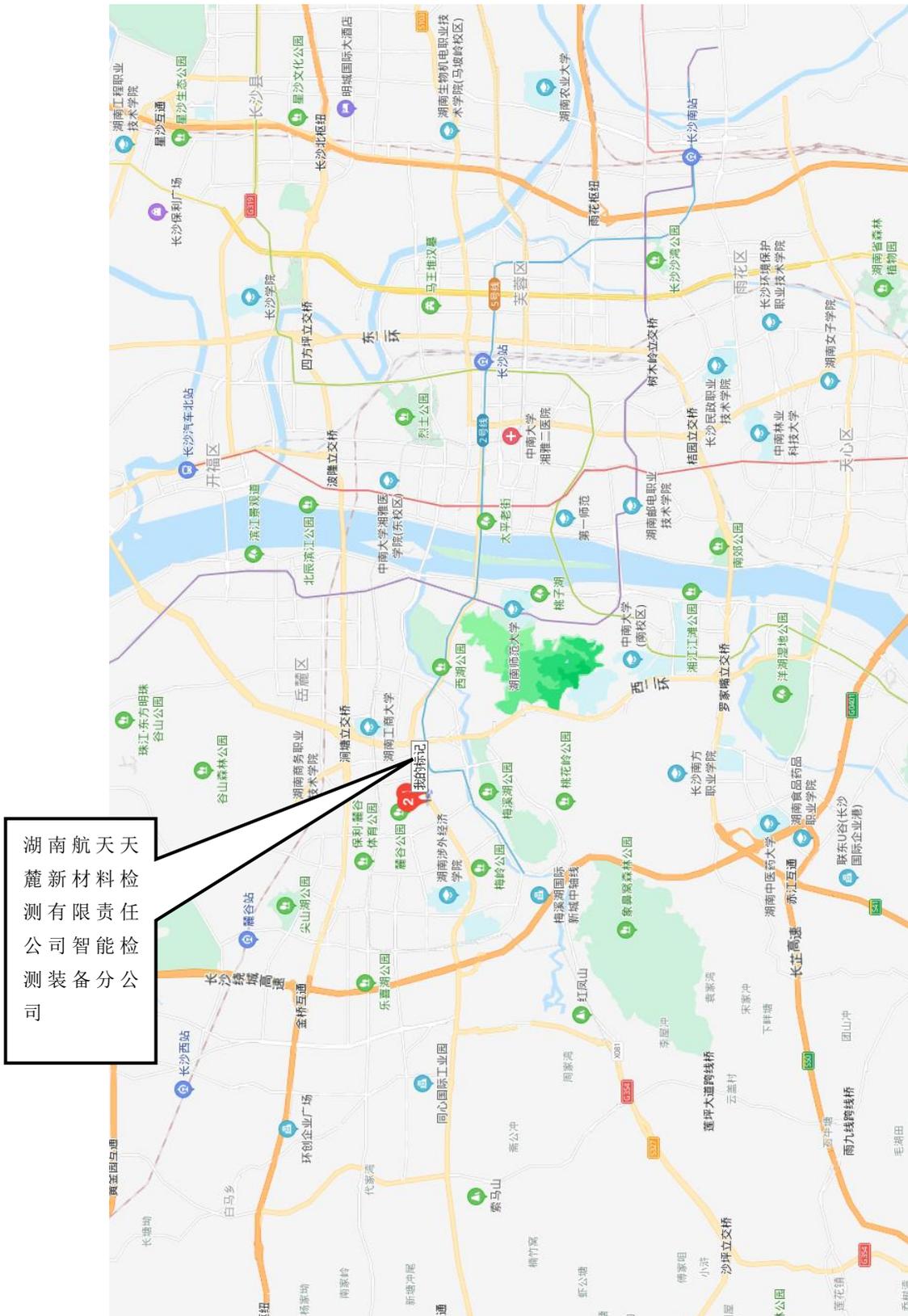
审批意见：

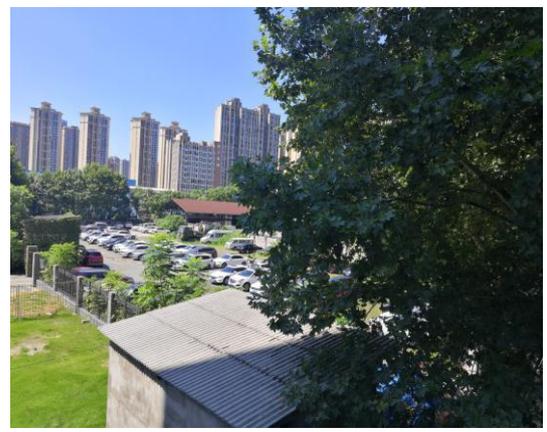
公 章

经办人

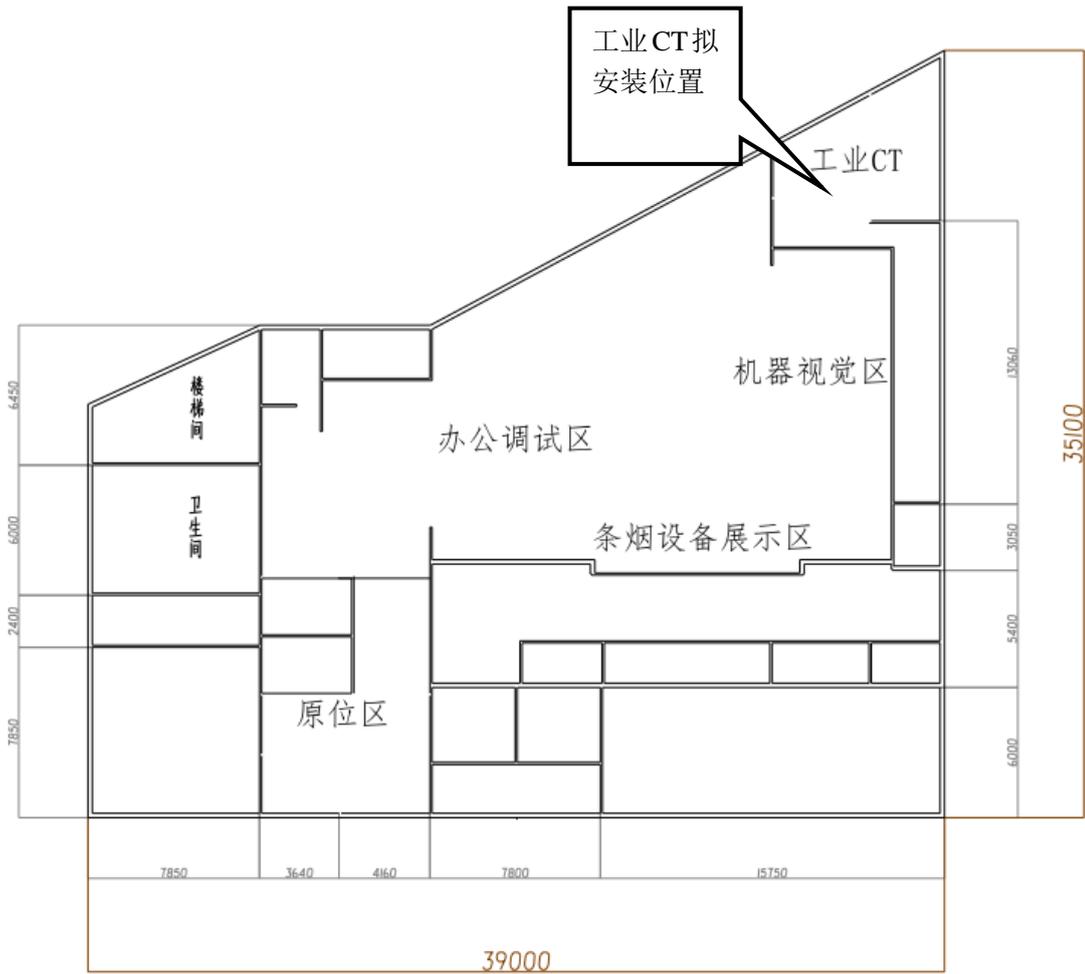
年 月 日

附图一 湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司地理位置图

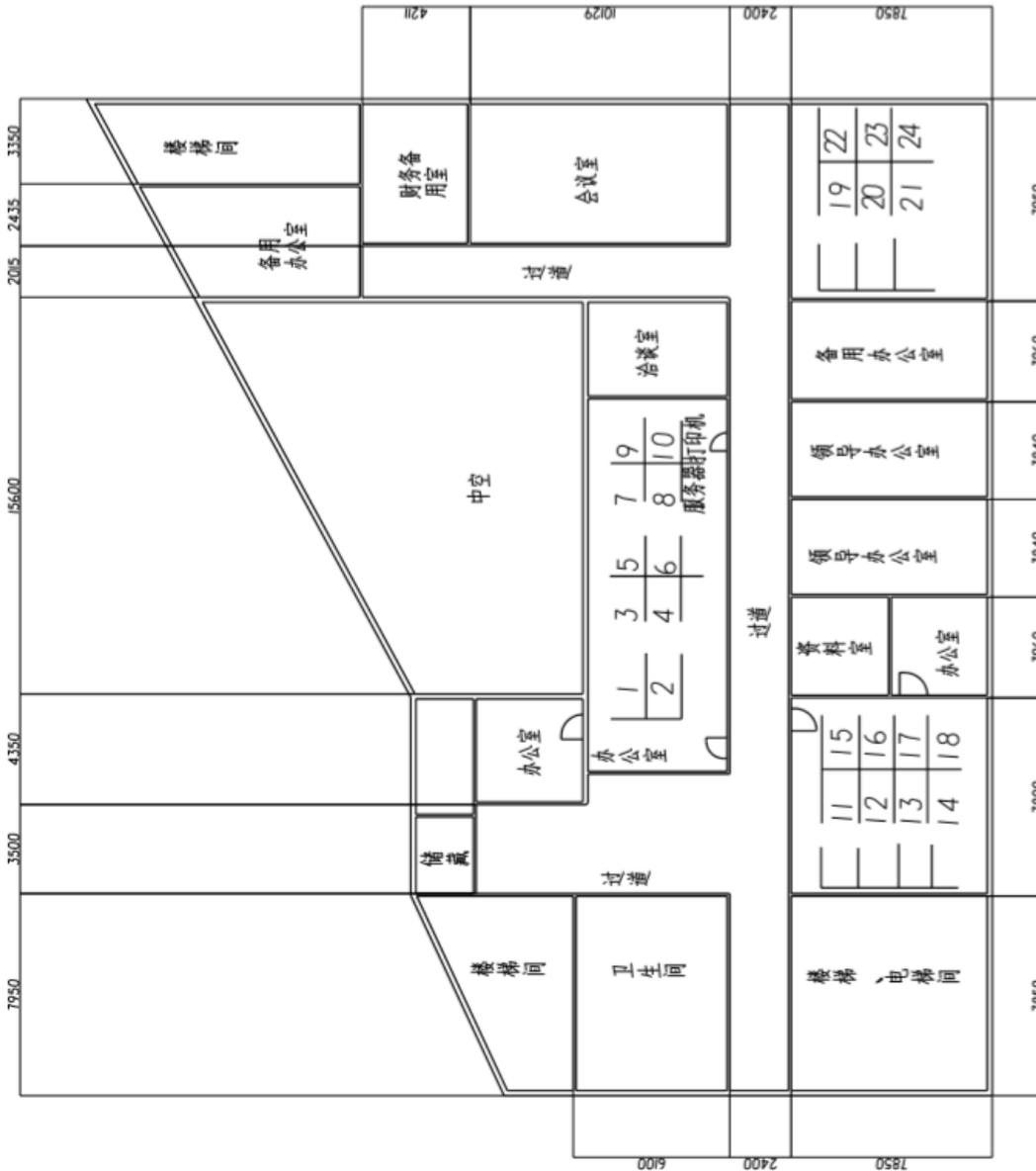


	
<p>公司大门</p>	<p>CT 机房楼上</p>
	
<p>公司西侧企业</p>	<p>公司南侧企业</p>
	
<p>公司北侧马路对面</p>	<p>公司东侧马路</p>

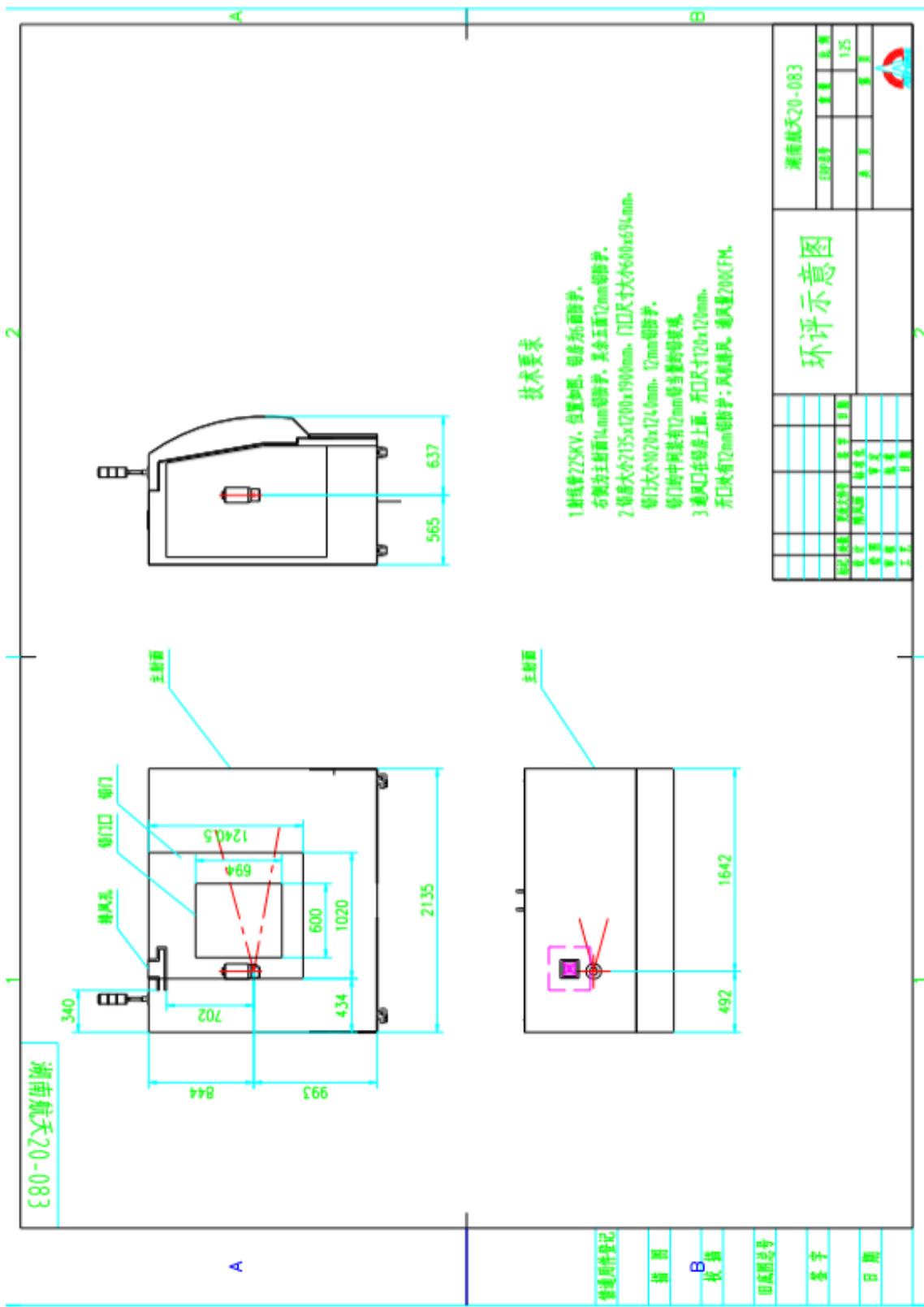
附图三 湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司一楼、车间位置图



附图四 湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司二楼平面图



附图五 湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司 X 射线检测系统工艺布置图、剖面图



附件一 长沙市环境保护局开发区分局建设项目环境影响登记表审批意见（长沙市环保局开发分局 2005-登-1）

G
六
八
基
地
档号
0904.7818.44.W-28

长沙市环境保护局开发区分局

建设项目环境影响登记表审批意见

建设单位	长沙航天金刚石工业公司	联系人	雷兰兰	电话	8149971
项目名称	航天科研楼	项目性质	新建		
送审单位地址	河西航天大院	工程地点	岳麓区麓谷基地		
审批机关及文号：长沙市环保局开发区分局 2005-登-1					
工程总投资	/ 万元	其中环保投资	/ 万元		

审查意见：

- 1、同意在申报位置建设航天科研楼。
- 2、大楼应实行雨污分流。污水排至 0 六八基地排水系统进入污水站，经处理达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准后方可对外排放。
- 3、对于大楼内动力设施所产生的噪声，必须经合理布局、处理，确保达到 GB12348-90《工业企业厂界噪声标准》中的 II 类标准。
- 4、在基建过程中应做好水土保持工作和防止渣土运输过程中的扬尘污染。基建完工后应尽快做好地面硬化和绿化。
- 5、项目建成后，应按《建设项目环境保护管理条例》的规定进行环境保护设施的竣工验收，验收合格后方可正式投入生产。



(盖章)

2005 年 2 月 25 日

附件二 辐射环境影响评价委托书

委托书

依据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等法律法规，我公司特委托核工业二七〇研究所对 X 射线数字成像检测系统（工业 CT）应用项目进行辐射环境影响评价工作。

请你单位接受委托后按国家及湖南省环境影响评价的相关工作程序，正式开展工作。我公司负责提供项目基础资料，并对资料的真实性负责。

委托单位（盖章）：湖南航天天麓新材料检测有限责任公司

智能检测装备分公司

2020 年 8 月



附件三 关于成立辐射安全管理小组的决定

湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司文件

公司文[2020] 18 号



关于成立辐射领导小组的通知

公司各职能部门：

为加强 X 射线辐射管理，保护人体健康，经总经理办公会研究决定成立公司辐射防护与安全领导小组，组成人员如下：

组 长：李志娟

副组长：刘明楠

成 员：李侣、朱丽莹、刘宇哲、颜睿、谢卫

领导小组职责：

- 1、组织制定安全操作规程，由辐射防护员负责落实、检查工作；
- 2、定期检查安全装置、报警系统和防护仪表，发现问题及时解决，不得在没有启动防护装置的情况下强制运行射线装置，以杜绝辐射照射事故的发生；
- 3、制定事故状态下的应急处理预案；
- 4、定期对射线装置机房及周围环境进行放射性环境监测，建立数据档案，监测数据定期上报相关辐射环境监督管理机构。

总经理： 李志娟

2020.05.04

主题词：成立 辐射领导小组 通知

批准人： 总经理

附件四 辐射安全与防护管理制度

X射线装置突发辐射泄露事件应急预案

为建立健全突发环境事件应急工作机制，提高公司应对突发环境事件的能力，保障职工健康安全，保护生态环境，为应对可能发生的射线装置放射事故，根据《放射性同位数与射线装置安全和防护条例》，结合本单位实际，特制定本预案。

1 适用范围

1.1 本预案适用于公司探伤室工业 X 射线泄露造成人员受到意外照射的突发辐射事件。

1.2 本预案适用于 X 射线操作人员、各级管理人员。

2 应急组织机构及职责

成立 X 射线装置突发泄露事件应急领导小组（以下简称“应急领导小组”），下设 X 射线装置突发泄露事件应急领导小组办公室（以下简称“应急办”）。

2.1 应急领导小组

组 长：李志娟

副组长：尹 达

成 员：刘明楠、李 侣、朱丽莹、刘宇哲、颜 睿、谢 卫

2.2 应急领导小组职责

2.2.1 根据实际泄露情况启动应急预案。

2.2.2 负责适时调整各部门人员组成，保证抢救组织正常工作。

2.2.3 负责了解、检查各抢救部门的工作，及时提出指导意见。

2.2.4 负责向上级部门报告事故情况。

2.3 应急办职责

- 2.3.1 负责制定突发辐射泄露事件应急预案；
- 2.3.2 负责探伤室X射线剂量率的监测和个人剂量检测仪的校验；
- 2.3.3 建立射线装置台账、个人剂量监测及身体健康检查记录档案；
- 2.3.4 收集整理涉及应急事件相关资料，并总结归档；
- 2.3.5 协助领导小组定期开展应急演练；

2.4 其他应急人员职责

2.4.1 安全员：负责制定突发辐射事件应急处置预案，负责探伤室X射线剂量率的监测和个人剂量检测仪的校验，建立各类台账和档案，负责探伤室外安全警示标志的张贴与辐射监测结果的公示，对屏蔽防护铅门的密闭性进行经常性检查，发现问题及时整改，待修复正常后使用。

2.4.2 操作人员：参加安全防护知识教育培训，经考核合格后上岗。严格执行岗位操作规程，遵守辐射防护制度、个人剂量监测制度，防止短时间受到高剂量的照射、长时间受到低剂量的照射，按要求佩戴个人剂量监测仪。

3 应急响应与处置

3.1 泄露事件发生后，设备操作人员立即停机并切断工作电源，并保护好现场。

3.2 通知人员离开工作场所，并电话报告公司领导，说明事故发生时间、原因、地点等情况。

3.3 迅速安排受辐射人员送医检查。

3.4 组织事故调查，核实事故原因，确定受照剂量，了解人员伤害情况，判定事故级别。

3.5 制定预防措施，防止此类事件再次发生。

3.6 泄露事件得到控制后，现场应急结束。

4 后期工作

4.1 认真做好受辐照人员的思想工作。

4.2 事故处理坚持“四不放过”的原则，防止类似事故再次发生。

4.3 组织开展应急能力评估和应急预案的修订工作。

辐射安全与防护管理制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令 第 31 号）和《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的规定，结合我公司辐射工作实际，制定本制度。

- 1、 使用 X 射线装置工作人员必须经过岗前放射工作人员职业健康体检，并经过辐射安全防护培训，持证上岗。
- 2、 从事辐射工作人员应该配备个人剂量计、个人剂量报警仪，建立个人剂量档案，并定期进行身体检查。
- 3、 现场探伤的每台探伤机至少配备一台便携式计量仪。开始探伤工作之前，对计量仪进行检查，确认计量仪能正常工作。在探伤工作期间，应一直处于开机状态，防止 X 射线曝光异常或不能正常工作。
- 4、 射线装置应设有专门工作室，工作室设立专人管理，非相关人员不得入内。
- 5、 作好辐射安全防护工作，设立辐射标志、红光报警等，防止无关人员意外照射。

X 光探伤仪设备操作规程

1 操作步骤

1.1 开机步骤

1. 打开总电源；
2. 打开铅房电源开关，确认旁边的电源紧急开关是否打开，旁边电源指示灯处于常亮状态；
3. 用遥控器打开监控显示屏。
4. 打开高压发生器电源开关，确认旁边的高压电源紧急开关是否打开，旁边的液晶显示器已经打开进入操作界面，这时显示器上有 6 个指示灯分别对应其状态，绿灯常亮时为正常，指示灯变为闪烁红灯则表示出现故障，其水冷却机已经启动。
5. 打开电脑，打开软件，进入操作界面。

2 试品 X 光探伤步骤

- 2.1 在操作台上扭转铅门按钮，打开铅门。
- 2.2 将铅房内轨道上小车向外移出，可根据需要实际情况，调整小车进出铅房速度。
- 2.3 把需要探伤的试品的摆放到小车工装上，再将小车移入铅房内，关闭铅门，铅门关好后，控制柜面板上关门指示应处于常亮状态。
- 2.4 在液晶显示屏，按住开高压模块约 3 秒钟，高压已启动，铅房上的警示灯已开始工作，根据试品实际探伤和显示图像情况，调整电压值大小和电流值大小，也可选择焦点转换（焦点转换在高压开启后不可用），直到透视图像清晰完整。
备注：1. 本设备高压电压最高设置不能超过 225kv。
2. 关于电流的设置的大小与焦点选择有关系，
当选择大焦点时，电流最大设置不可超过 7mA。
当选择小焦点时，电流最大设置不可超过 2.8mA。
3. 注意高压电压与电流的设置不可瞬间调到最大，需缓慢加上去。
- 2.5 点击电脑操作界面的采集，根据需要旋转试品，仔细查看试品内部及导体周围有无缺陷。
- 2.6 探伤完后有缺陷产品要及时保存好图像及在试品有缺陷区域标识，并贴上不合格标签隔离。探伤合格的产品按要求流入下道工序。
- 2.7 试品探伤完后，按下关高压关闭高压电压，按下高压紧急开关按钮，铅房上警示灯已

经停止工作。

2.8 打开铅房门，移动小车，将试品从工装上取下来摆放好，准备下一试品的探伤。

3 关机步骤

3.1 关闭高压电压，按下高压紧急开关按钮。

3.2 关闭电脑主机。

3.3 旋转钥匙，关闭铅房电源，按下电源紧急开关按钮。

3.4 关闭监控显示屏。

3.5 关闭总电源。

4 注意事项

4.1 每天开机作业前，检查以下项目：

1. 检查传动链轮、滑轨、轴承部件润滑情况，有无杂物。
2. 检查各机构相应的驱动及传动装置运转情况，是否有不正常的响声或漏油现象，检查各限位开关动作是否可靠。
3. 检查各电线电缆及供电系统是否安全可靠，整套设备及射线管接地是否安全可靠。
4. 接通电源，检查各控制器、接触器、仪表、照明等设备是否正常。

4.2 在设备运行过程中，要随时注意各机构运转情况，有无异常噪声或异味。

4.3 更换试品时或打开铅门时，要确认高压电压已经关闭，高压紧急按钮已经按下。

4.4 高压电压打开前，要确认铅房内无人。

4.5 摆放被检试品时，要轻拿轻放，要确认试品平稳的摆放在工装上，避免试品失去重心，砸坏设备上的重要配件（成像平板及射线管，因为这两件东西非常昂贵），操作检测平台的动作时，要随时从监控显示屏上观察，被检的试品不能碰到设备上。

4.6 严禁对铅房进行钻孔，更改等任意操作，对设备的所有防护设施不能进行更改或变动，防止因破坏防护设施而出现的 X 射线泄露事故。

5 维护保养

5.1 电气设备在检查和维修

5.1.1 每 2 个月对电气设备进行一次彻底检查，使设备总是处于正常状态。

- 5.1.2 每个月对电气设备进行一次小修，每年进行一次大修。
- 5.2 高压电缆的维护
 - 5.2.1 每 3 个月进行一次维护，按照高压电缆安装流程要求进行所有步骤的操作：清洁、间隙调整、涂抹硅脂和固定法兰螺丝，完成整个维护流程。详细流程参照《X 射线探伤机说明书》。
- 5.3 冷却器的维护
 - 5.3.1 每 7 天检查冷却器的冷却液（纯净水）是否高于散热片，不够则需要补充冷却液（纯净水），必须随时保持水位高于散热片，否则冷却装置的散热容量将降低。
 - 5.3.2 每三个月及时清理清洁散热器，保持散热器的清洁。
 - 5.3.3 每 6 个月检查水泵的过滤器并清理干净。
 - 5.3.4 详细操作流程参照冷却器说明书
- 5.4 铅房内机械部分的维护
 - 5.4.1 线型滑轨：每 2 月用油压枪要入锂基润滑脂。
 - 5.4.2 轴承：每 3 个月加注锂基润滑脂。
 - 5.4.3 电机减速器和电动机：每年保养一次。
 - 5.4.4 传动链轮及传动滚子链：每半月加注齿轮润滑脂，每 6 个月清洗一次。
 - 5.4.5 每 6 个月检查所有紧固螺母并用相应扳手拧紧。

辐射工作人员个人剂量管理制度

一、按照《放射工作人员职业健康管理办法》和国家有关标准、规范的要求，安排本单位的放射工作人员接受个人剂量监测，并遵守以下规定：

- (1) 外照射个人剂量监测周期不应超过 90 天。
- (2) 建立并保存个人剂量监测档案。
- (3) 允许放射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

二、个人剂量监测档案主要内容

- 1、常规监测方法和结果等相关资料。
- 2、应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。放射工作人员应当将个人剂量监测结果及时做好记录。

三、放射工作人员进入放射工作场所，应当遵守以下规定：

- 1、正确佩戴个人剂量计。
- 2、进入辐照装置强辐射工作场所时，注意剂量计报警情况。
- 3、工作人员工作时，应将个人剂量计随身佩戴，禁止将个人剂量计遗弃在机房内，由此造成个人剂量计监测结果超标，造成影响和后果的，本人负全责。必要时，调离工作岗位。

四、个人剂量监测工作应当由具备资质的个人剂量监测技术服务机构承担，并按照规定，将报告送达放射工作单位。

附件五 监测报告



报告编号	HTE2020FWJC017
总页数	共 2 页

湖南航天天麓新材料检测有限责任公司
智能检测装备分公司
检测报告



湖南华中宏泰检测评价有限公司

2020年08月27日



检测报告编号: HTE2020FWJC017

第 1 页 共 2 页

湖南华中宏泰检测评价有限公司 检测报告

委托单位	湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司		联系人	蔡永景
单位地址	湖南省长沙市岳麓区望城坡街道枫林三路 217 号		联系电话	18390857681
检测内容	环境 X/γ 辐射剂量率		检测日期	2020.08.16
检测依据	《环境地表辐射剂量率测定规范》GB/T 14583-93 《辐射环境监测技术规范》HJ/T 61-2001			
检测仪器 (编号, 名称, 型号及 检定信息)	仪器编号	名称	型号	有效期
	HTJC02152	X/γ辐射剂量测量仪	AT1123	2020.11.25

检测结论

湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司拟计划在公司所在科研楼一楼设置一间工业 CT 室。湖南华中宏泰检测评价有限公司受该公司委托, 对预留场所环境本底 X/γ 辐射剂量率进行了检测, 检测结果如下:

该公司预留放置工业 CT 场所(科研楼一楼)环境本底 X/γ 辐射剂量率检测结果在 0.09~0.12μGy/h 之间, 为环境正常本底水平。

以下空白。

编制人:	廖梓珊	审核人:	邱亚男	签发人:	蔡永景
(签名)		(签名)		(签名)	
日期:	2020.9.1	日期:	2020.9.1	日期:	2020.9.1

(检测专用章)



检测结果

1、设备信息

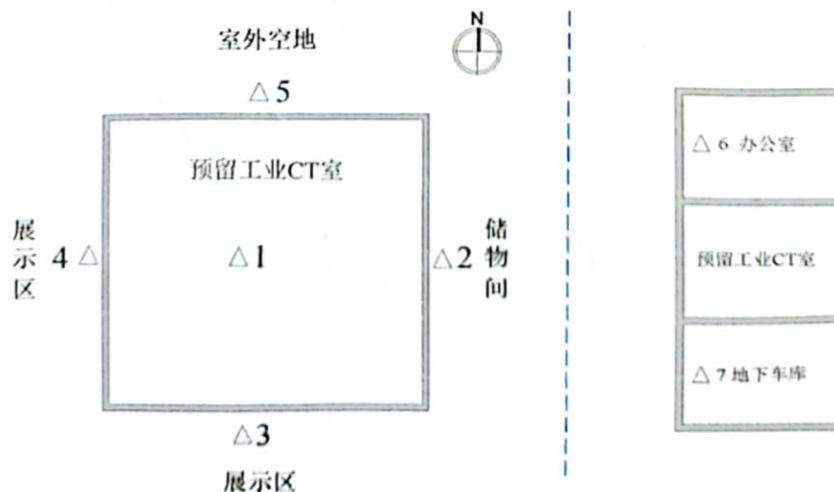
设备名称	/	所在场所	科研楼一楼
设备型号	/	生产厂家	/
设备编号	/	生产日期	/
最大管电压	/	最大管电流	/

2、环境 X/γ辐射剂量率

检测条件	/		检测结果(μGy/h)
检测点	检测点位置描述		检测结果(μGy/h)
1	预留工业 CT 室中间		0.12
2	预留工业 CT 室东墙外	储物间	0.09
3	预留工业 CT 室南墙外	展示区	0.12
4	预留工业 CT 室西墙外	展示区	0.11
5	预留工业 CT 室北墙外	室外空地	0.10
6	预留工业 CT 室上方	办公室	0.09
7	预留工业 CT 室下方	地下车库	0.09

注：以上检测结果均未扣除本底值，本底值为（0.09-0.12）μGy/h；

3、检测布点示意图



附件六 材料真实性承诺书

报送材料真实性承诺书

本单位湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司郑重承诺：我单位委托核工业二七〇研究所对 X 射线数字成像检测系统应用项目进行辐射环境影响评价工作。我单位在编制本报告过程中提供的材料坚持实事求是的原则，保证材料的真实性，特此承诺。

湖南航天天麓新材料检测有限责任公司

智能检测装备分公司

2020 年 9 月 17 日



401040157927

建设项目环评审批基础信息表

填表单位(盖章):		湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司				填表人(签字):		谢工		项目负责人(签字):		李志强	
建设 项目	项目名称	X射线机检测系统(工业CT)				建设内容、规模		拟使用1台X射线机检测系统(工业CT),属于II类射线装置,最大管电压220kV,最大电流20mA。					
	项目代码 ¹	/											
	建设地点	湖南省长沙市岳麓区望城坡街道枫林三路217号											
	项目建设周期(月)	30				计划开工时间	2022年10月						
	环境影响评价行业类别	W191 核技术利用建设项目				预计投产时间	2020年12月						
	建设性质	新建(迁建)				国民经济行业类型 ²	M7452 检测服务						
	现有工程环评许可证编号(改、扩建项目)	无				项目申请类别	新申项目						
	规划环评开展情况	不需开展				规划环评文件名	无						
	规划环评审查机关	无				规划环评审查意见文号	无						
	建设地点中心坐标 ³ (非线性工程)	经度	112.9013	纬度	28.20676	环境影响评价文件类别		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(千米)				
总投资(万元)	70.00				环保投资(万元)	6.00		所占比例(%)	8.6%				
建设 单位	单位名称	湖南航天天麓新材料检测有限责任公司智能检测装备分公司	法人代表	李志娟	评价 单位	单位名称	核工业二七〇研究所	证书编号	国环评证字第2316号				
	统一社会信用代码(组织机构代码)	91430104MA4R170N1K	技术负责人	蔡永泉		环评文件项目负责人	唐龙军	联系电话	17714599638				
	通讯地址	湖南省长沙市岳麓区望城坡街道枫林三路217号	联系电话	18390857681		通讯地址	江西省南昌市莲西西路508号						
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预测排放量 (吨/年)	⑦排放增减量 (吨/年)				
	废水	总水量(万吨/年)						0	0	● 不排放			
		COD						0	0	○ 间接排放: <input type="checkbox"/> 市政管网 <input type="checkbox"/> 集中式工业污水处理厂			
		氨氮						0	0	○ 直接排放: 受纳水体 _____			
		总磷						0	0				
	废气	总氮						0	0				
		废气量(万标立方米/年)						0	0	/			
		二氧化硫						0	0	/			
		氮氧化物						0	0	/			
	颗粒物						0	0	/				
	挥发性有机物						0	0	/				
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 (公顷)	生态保护措施				
	生态保护目标								<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 减缓 <input type="checkbox"/> 补偿 <input type="checkbox"/> 重建(不选)				
	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(不选)				
	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(不选)				
	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(不选)				
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(不选)					

注: 1. 环评报告书附具批复的环评项目代码
 2. 分类依据: 国民经济行业分类(GB/T 4754-2011)
 3. 对多项目仅提供主体工程的中心坐标
 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=⑥-①-②, ⑧=②-③+⑤