

核技术利用建设项目

(送审稿)

武汉航空仪表有限责任公司
新增工业 CT 项目环境影响报告表

武汉航空仪表有限责任公司

二〇二〇年一月

核技术利用建设项目

(送审稿)

武汉航空仪表有限责任公司 新增工业 CT 项目环境影响报告表

建设单位：武汉航空仪表有限责任公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：湖北省武汉市洪山区东湖东路 2 号

邮政编码：430074

联系人：李红强

电子邮箱：812723541@qq.com 联系电话：027-87499022

目 录

表 1	项目基本情况.....	- 1 -
表 2	放射源.....	- 3 -
表 3	非密封放射性物质.....	- 3 -
表 4	射线装置.....	- 4 -
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）.....	- 5 -
表 6	评价依据.....	- 6 -
表 7	环境保护目标与评价标准.....	- 8 -
表 8	环境质量和辐射现状.....	- 15 -
表 9	项目工程分析与源项.....	- 18 -
表 10	辐射安全与防护.....	- 21 -
表 11	环境影响分析.....	- 24 -
表 12	辐射安全管理.....	- 30 -
表 13	结论与建议.....	- 36 -

编制单位和编制人员情况表

建设项目名称	武汉航空仪表有限责任公司新增工业 CT 项目		
环境影响评价文件类型	环境影响报告表		
一、建设单位情况			
建设单位（签章）	武汉航空仪表有限责任公司		
法定代表人或主要负责人（签字）			
主管人员及联系电话	李红强 18971114566		
二、编制单位情况			
主持编制单位名称（签章）	武汉网绿环境技术咨询有限公司		
社会信用代码	91420103679107188D		
法定代表人（签字）			
三、编制人员情况			
编制主持人及联系电话	027-59807846		
1.编制主持人			
姓名	职业资格证书编号	签字	
赵彬	2017035410352016411801000059		
2.主要编制人员			
姓名	职业资格证书编号	主要编写内容	签字
赵彬	2017035410352016411801000059	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物（重点是放射性废弃物）、评价依据、环境保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	
四、参与编制单位和人员情况			

表 1 项目基本情况

建设项目名称		武汉航空仪表有限责任公司新增工业 CT 项目			
建设单位		武汉航空仪表有限责任公司			
法人代表	朱继光	联系人	李红强	联系电话	18971114566
注册地址		湖北省武汉市洪山区东湖东路 2 号			
项目建设地点		湖北省武汉市洪山区东湖东路 2 号			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)	1000	项目环保投资 (万元)	100	投资比例 (环保投资/总投资)	10%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	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	/			

项目概况

武汉航空仪表有限责任公司（以下简称“航空仪表公司”）位于湖北省武汉市洪山区东湖东路2号。武汉航空仪表有限责任公司是中国航空工业集团公司直属生产飞机机载设备及运载火箭机载设备的专业企业，拥有技术人员300多名，设计人员占50%，并成立有专门从事新产品研制、开发的科研机构。公司拥有各类机械加工、检测及数控设备，能保证年生产传感器50000只，公司拥有完整、科学的质量管理体系。

根据实际工作需要，公司计划购置一台Y.CT Precision S型工业CT（自带屏蔽系统型工业CT，属于II类射线装置），配备使用于212厂房东南角检测室（现为1号仓库），对钢件产品进行无损检测。本项目辐射活动种类和范围为使用II类射线装置。

该公司计划配置2名辐射工作人员负责本项目工业CT的具体操作与管理。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》及《建设项目环境保护管理条例》等法律法规，武汉航空仪表有限责任公司委托武汉网绿环境技术咨询有限公司（以下简称“武汉网绿”）承担本次新增使用II类射线装置项目的环境影响评价工作。

武汉网绿接受委托后立即组织有关技术人员对武汉航空仪表有限责任公司进行了实地勘查和相关资料的收集、核实与分析工作，在此基础上，依照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》编制完成本项目环境影响报告表，交由建设单位呈报生态环境行政主管部门审批。

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
	本项目不涉及放射源							

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。

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)	年最大操作量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点	
	本项目不涉及非密封放射性物质										

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

(1) 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
	本项目不涉及加速器									

(2) 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	II 类	1 台	Y.CT Precision S	225	3	对钢件产品进行无损检测	检测室	拟购置
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(3) 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 (mA)	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	
	本项目不涉及中子发生器												

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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物浓度，对于液体单位为 mg/L，固体为 mg/kg,气态为 mg/m³；年排放总量为 kg；

2.含放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第 77 号，2003 年 9 月 1 日实施（2018 年 12 月 29 日修订）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日实施；</p> <p>(4) 《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》，中华人民共和国国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日实施；</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 1 日施行，2014 年 7 月 29 日第一次修订，2019 年 3 月 2 日第二次修正；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，原环境保护部令 第 44 号，2017 年 9 月 1 日实施，2018 年 4 月 28 日修正版施行（生态环境部令 第 1 号）；</p> <p>(7) 《关于发布<射线装置分类>的公告》，原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 5 日施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，原环保总局令 第 31 号，2006 年 3 月 1 日实施，2008 年 11 月 21 日第一次修正，2017 年 12 月 12 日第二次修正，2019 年 8 月 22 日第三次修正；</p> <p>(9) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，原环境保护部令 第 18 号，2011 年 5 月 1 日施行；</p> <p>(10) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》，原环境保护部 国环规环评[2017]4 号，2017 年 11 月 22 日施行；</p> <p>(11) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，原环境保护部令 第 44 号，2017 年 9 月 1 日实施，2018 年 4 月 28 日修正版施行（生态环境部令 第 1 号）。</p>
------	---

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）；</p> <p>(4) 《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）；</p> <p>(5) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）（第 1 号修改单 2017 年 10 月 27 日施行）；</p> <p>(6) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；</p> <p>(7) 《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》（GB22448-2008）；</p> <p>(8) 《工作场所中有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GB2.1-2007）；</p> <p>(9) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）（修改单，2018 年 9 月 1 日起实施）。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 项目环评委托书；</p> <p>(2) 建设单位提供的技术资料。</p>

表 7 环境保护目标与评价标准

7.1 评价范围及评价因子

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“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的规定，结合本项目的现状及周边环境状况，辐射环境评价范围取以工业 CT 为中心，四周 50m 的范围。

评价因子：主要评价因子为射线装置使用过程中产生的透射、漏射及散射 X 射线。

7.2 评价目的

- (1) 通过现场监测，了解项目场所周围环境的辐射背景；
- (2) 对不利影响和存在问题提出防治措施，满足国家相关标准要求；
- (3) 为生态环境行政主管部门对该项目的辐射环境管理提供科学依据；
- (4) 对设备的安全使用、规范操作及辐射防护的管理提供依据，保障辐射工作人员和公众成员的人身安全。

7.3 保护目标

航空仪表公司位于湖北省武汉市东湖东路 2 号，公司东侧为东方巴黎苑住宅区，南侧为紫藤花园住宅区，西侧为湖北省气象局，北侧为湖北省气象局桃园小区。

航空仪表公司拟建工业 CT 计划置于 212 厂房屋东南角检测室内（无地下结构），212 厂房位于公司西南侧，东侧为停车场、15m 处为库房，南侧 43m 处为紫藤花园，西南侧 5m 处为硫化罐设备间，西侧为汽油库房，北侧 38m 为 1 号车间，东北侧 35m 为办公楼。检测室西侧为产品暂存处，北侧依次为控制室、洗手间和杂物间，检测室上层为 2 号仓库。

根据该公司实际情况确定本项目的主要环境保护目标及要求见表 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标一览表

周边点位描述	环境保护目标		方位	距离	人数	年有效剂量约束值
检测室、控制室	职业	辐射工作人员	/	/	2	2mSv
检测室上层 2 号仓库	公众	公众成员	上层	/	1	
212 厂房			/	/	45	
制造车间			西侧	紧邻	5	
停车场			东侧	紧邻	10	
硫化罐设备间			西南侧	13m	1	
库房			东侧	15m	2	
办公楼			东北侧	35m	21	
1 号车间			北侧	38m	36	
紫藤花园 (8F)			南侧	43m	30	

注：表中所述方位、距离均以新增工业 CT 为中心

7.4 评价标准

7.4.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

本项目引用条款节选如下：

“本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

根据附录 B 中规定：

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

B1.1.1.1 应对任何辐射工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值：

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;

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”

根据辐射防护最优化原则，应尽量降低人员受照剂量。本报告对于辐射工作人员取年有效剂量限值的 1/10 作为年有效剂量约束值，即 2mSv；对于公众成员取年有效剂量限值的 1/10 作为年有效剂量约束值，即 0.1mSv。

7.4.2 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）

本项目引用条款节选如下：

“本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置(以下简称 X 射线装置或探伤机) 进行探伤的工作。

3.1 设备技术要求

3.1.2 控制台

3.1.2.1 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示，以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口，当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设有钥匙开关，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。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤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 射线探伤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 探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

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

b) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 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 探伤室应设置门-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探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 探伤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，以确保探伤室内人员安全离开。“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 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、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 探伤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 探伤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，应使人员处在探伤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 探伤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。

4.2 安全操作要求

4.2.1 探伤工作人员进入探伤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，探伤工作人员应立即离开探伤室,同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。

4.2.2 应定期测量探伤室外周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作者工作位置和周围毗邻区域人员居留处。测量值应当与参考控制水平相比较。当测量值高于参考控制水平时，应终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。

4.2.3 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，则不应开始探伤工作。

4.2.4 探伤工作人员应正确使用配备的辐射防护装置，如准直器和附加屏蔽，把潜在的辐射降到最低。

4.2.5 在每一次照射前，操作人员都应该确认探伤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，才能开始探伤工作。”

7.4.3 相关标准限值要求

根据以上标准并结合生态环境行政主管部门对项目的管理要求,本项目采用的相关标准限值及要求如下表 7-2。

表 7-2 项目采用的标准限值要求一览表

分类		标准名称	标准限值及要求
年有效剂量	限值	《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)	辐射工作人员职业照射年有效剂量限值取 20mSv 公众照射年有效剂量限值取 1mSv
	约束值	/	辐射工作人员职业照射年有效剂量约束值取 2.0mSv 公众照射年有效剂量约束值取 0.1mSv
探伤室外剂量率		《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)	关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h

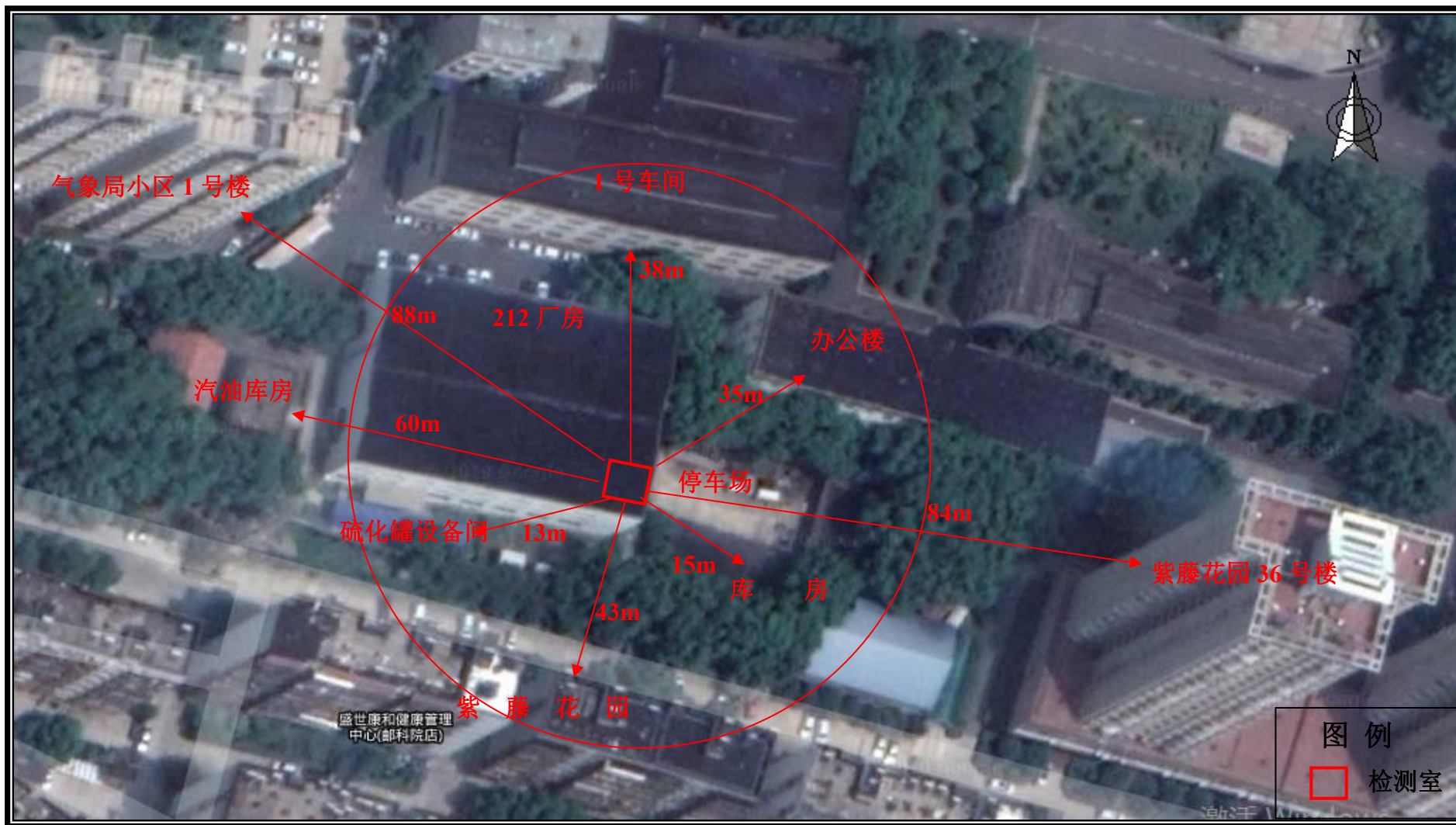


插图 1 拟建工业 CT 所在厂区平面布置图

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 监测内容

环境 γ 辐射剂量率

8.2 监测时间及环境条件

监测时间：2019 年 12 月 4 日 15:16~16:03；

环境条件：气温 16°C~17°C，相对湿度 34%~38%，晴。

8.3 监测方法

本次现状监测方法主要依据《辐射环境监测技术规范》（HJ/61-2001）和《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）中提供的方法。

8.4 质量保证措施

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）中有关辐射环境监测质量保证一般程序和我公司的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次监测结果科学、有效。

监测质量保证主要内容有：

①本项目根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）在工业 CT 所在位置及周边环境保护目标处进行布点，保证各监测点位布设的科学性；

②监测方法采用国家有关部门颁布的标准；

③监测仪器已经计量部门检定合格，检定有效期为 2019 年 10 月 11 日~2020 年 10 月 10 日；

④每次测量前后均检查仪器的工作状态是否良好；

⑤由监测人员按操作规程操作仪器，并做好记录；

⑥监测报告严格实行三级审核制，经过校对、校核，最后由授权签字人签发。

8.5 监测仪器

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

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

	监测规范（GB/T14583-93）中要求	本次检测仪器性能
仪器名称	/	高灵敏度环境级γ剂量率仪
仪器型号	/	6150AD-b
生产厂家	/	德国 AUTOMESS
能量响应	在 50KeV~3MeV 相对响应之差<±30%（相对 ¹³⁷ Cs 参考γ辐射源）	38keV~7MeV
相对基本误差	相对固有误差：<±15%	-10%~10%
量程	低量程：1×10 ⁻⁸ Gy/h~1×10 ⁻⁵ Gy/h 高量程：1×10 ⁻⁵ Gy/h~1×10 ⁻² Gy/h	1nSv/h~99.9μSv/h（探头接主机） 0.0μSv/h~999mSv/h（主机）
读数显示	/	nSv/h、μSv/h（探头接主机） μSv/h、mSv/h（主机）
温度	-10℃~+40℃（即时测量仪表），-25℃~+50℃（连续测量仪表）	-30℃~+50℃
相对湿度	95%（+35℃）	0~95%

8.6 监测布点及监测结果

按《辐射环境监测技术规范》（HJ/61-2001）和《环境地表γ辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）中的有关布点原则和方法，结合本次监测的实际情况，选取该公司拟建工业 CT 所在位置及四周环境保护目标处进行布点监测。监测结果详见表 8-2。

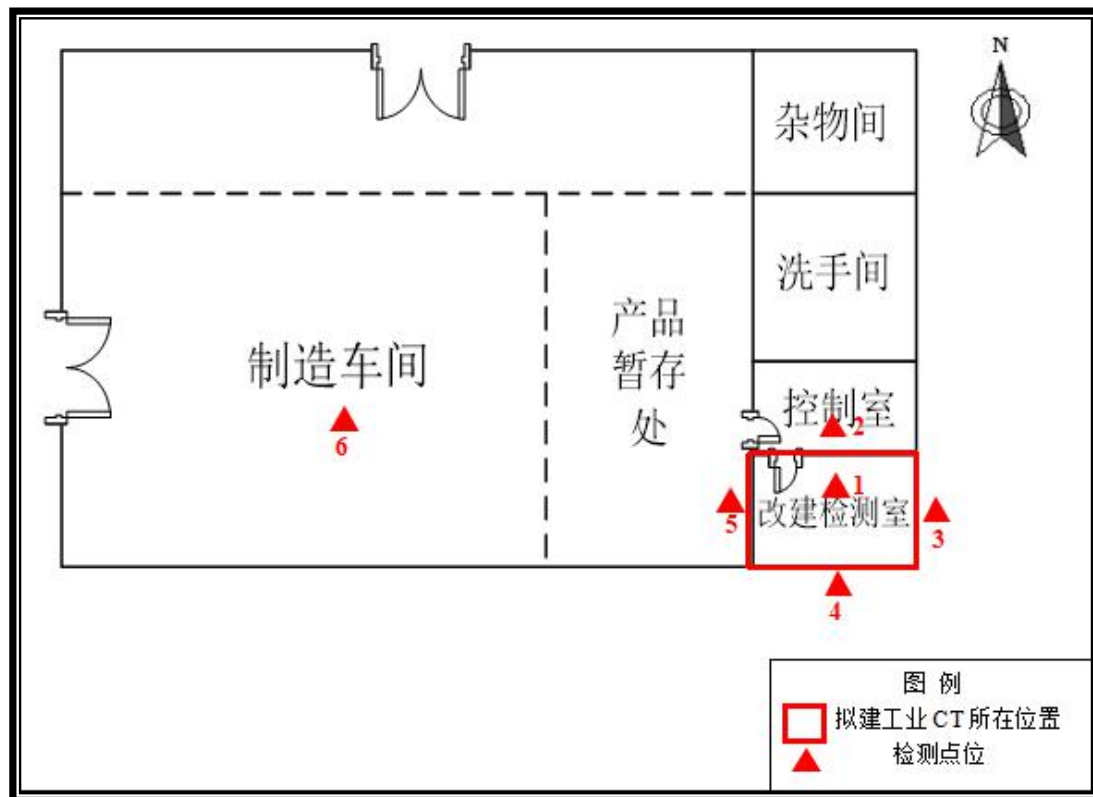


图 8-1 拟建工业 CT 所在位置及周边环境辐射检测点位示意图



图 8-2 拟建工业 CT 周边环境辐射检测点位示意图

表 8-2 拟安装工业 CT 所在位置及周边环境辐射背景监测结果一览表

序号	监测点位	监测平均值 (nSv/h)
1	拟建工业 CT 所在位置	89
2	控制室	94
3	拟建工业 CT 东侧	91
4	拟建工业 CT 南侧	88
5	拟建工业 CT 西侧	92
6	制造车间	88
7	1 号车间	92
8	办公楼	93
9	拟建工业 CT 东侧停车场	108
10	拟建工业 CT 东侧库房	105
11	紫藤花园 10 号楼北侧道路	86
12	硫酸罐设备间	83
13	拟建工业 CT 上层 2 号仓库	101

监测结果表明，工业 CT 所在位置及周边环境的辐射检测平均值范围为（83~108）nSv/h，属于当地天然本底辐射水平。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 工作原理

本项目工业 CT 是利用 X 射线管出束，X 射线管主要由阴极、阳极和金属陶瓷外壳组成，其简单结构和工作原理如图 9-1 所示。阴极通过电流加热至白炽状态时，其阳极周围形成电子云，当在阳极与阴极间施加高压时，电子加速穿过真空空间，高速运动的电子束集中轰击阳极靶子的一个面积，电子被阻挡减速和吸收，其部分动能（约 1%）转换为 X 射线，其余 99%以上的能量变成热能。

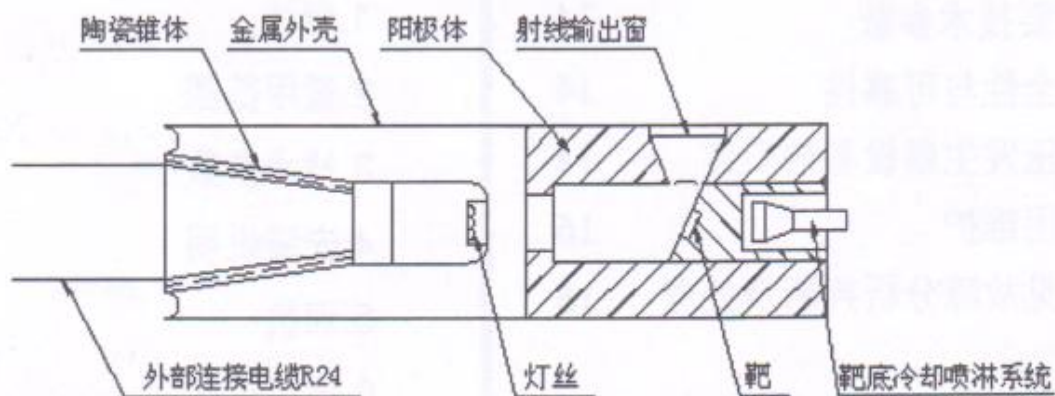


图 9-1 X 射线机内部结构示意图

本项目工业 CT 的工作原理是 X 射线穿透检测工件后被图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线光转换为微弱的可见光，通过光学镜头和 CCD 相机传输到监视器，人在监视器上看到的就是检测图像，这被称为“光电转换”过程，在这个过程中同时输出另一路信号送给计算机，通过图像处理软件将检测图像存档管理。本项目 X 射线进行工件检测时，先根据检测部位调整出束角度，然后在检测过程中，工件进行周向转动，从而在计算机上呈现出工件 360°检测图像。其工作流程见图 9-2。

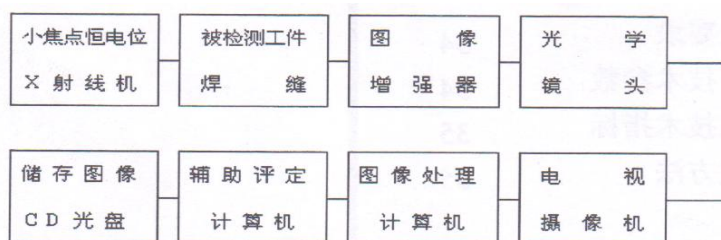


图 9-2 工业 CT 工作流程示意图

9.1.2 样品无损检测安全操作流程

①打开控制总电源的钥匙开关，启动工业 CT，打开计算机电源启动计算机，打开软件；

②工作人员根据钢件产品的型号及客户要求进行检测，操作人员根据具体情况开启出束装置进行出束检测。

③待钢件固定后，防护门关闭，开启 X 射线装置，同时钢件匀速周向转动，在电脑显示器可清晰地观看到钢件内部是否存在缺陷。若检测钢件未准确到达检测位，则装置无法出束。

④检测完毕，X 射线装置停止出束，工作人员根据钢件检测状态确认优劣，确认完毕后开启防护门，把钢件运出。

9.2 污染源项描述

9.2.1 主要污染因子

根据《关于发布<射线装置分类办法>的公告》（原国家环保总局 2017 年第 66 号公告），该公司拟购置的工业 CT 属于 II 类射线装置。

工业 CT 是瞬时辐射，即工业 CT 只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源，便不会再有射线产生。X 射线照射动物和人体会发生生物效应，如果不对 X 射线进行有效的屏蔽，则会对周围的环境造成影响。

因此，主要放射性污染物为工业 CT 运行时产生的 X 射线。

9.2.2 其它污染物

屏蔽体内部的空气在 X 射线电离作用下会产生少量 O_3 和 NO_x 气体，工业 CT 输出的直接致电离粒子束流越强， O_3 和 NO_x 的产生浓度越大。 O_3 和 NO_x 具有强氧化能力，被吸入后会对人体健康造成伤害，还能使橡胶等材料加速老化。因此必须采取相应的防护措施，防止 O_3 和 NO_x 气体的积累效应，对人体产生危害。

综上所述，本项目主要污染物为 X 射线，同时包括少量的 O_3 和 NO_x 气体。

9.2.3 污染途径

(1) 正常工况下的污染途径：

①当 X 射线管发射的电子轰击靶物质时，产生韧致辐射，即 X 射线。X 射线经透射、漏射和散射，对作业场所及其周围环境产生辐射影响。

②空气在 X 射线的作用下，吸收能量并通过电离作用产生少量的 O₃ 和 NO_x 等有害气体。

(2) 事故工况的污染物途径：

工业 CT 安全连锁失效，辐射工作人员未严格按照安全操作规程操作设备，防护门未完全关闭的情况下，辐射工作人员操作设备，致使 X 射线泄露到屏蔽体外，对工作人员及公众成员造成额外的照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工业 CT 相关参数

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，应避免一切不必要的照射，所有的辐射照射应保持在可达到的尽量低的水平，以保证辐射工作人员和公众成员所接受的剂量当量不超过标准。为此对工业 CT 的六面屏蔽体、防护门等处须进行有效的屏蔽防护设计。本项目拟购置的 Y.CT Precision S 型工业 CT 的相关参数如下表所示：

表 10-1 本项目工业 CT 相关参数一览表

类别	相关参数
设备型号	Y.CT Precision S
最大射线管电压	225 kV
最大射线管电流	3mA
射线管类型	定向，射线束方向：从右至左
焦点尺寸	6 μ m
工件方式	射线管和图像接收器位置均固定，测量时工件在旋转台上转动
工件的移动范围	Y 轴行程 \pm 550mm；X 轴行程 \pm 200mm
最大工件参数	重量 50kg；直径 500mm；高度 1500mm
设备尺寸	3250mm \times 2000mm \times 2100mm（长 \times 宽 \times 高）
铅防护门尺寸	800mm \times 1900mm（宽 \times 高）
防护参数	<ol style="list-style-type: none"> 1. 左墙材质及厚度：内侧为 14mm 厚铅板，外侧包裹 2mm 厚度的冷扎钢板。 2. 前墙、后墙、右墙材质及厚度：内侧为 11mm 厚铅板，外侧包裹 2mm 厚度的冷扎钢板。 3. 铅门材质及厚度：中间为 10mm 厚铅板，内外侧分别包裹 2mm 厚度的冷扎钢板。 4. 顶部防护材质及厚度：内侧为 10mm 厚铅板，外侧包裹 2mm 厚度的冷扎钢板。 5. 底板防护材质及厚度：原有地面防护，围 6mm 厚铅板。

注：表中方位以正前方为铅防护门侧。



图 10-1 厂家提供的安装后的效果图

10.1.2 辐射安全防护措施

①分区管理：建设单位拟对辐射工作场所进行分区管理，以工业 CT 的主屏蔽体为控制区边界，以检测室墙为监督区边界。

②警示警告：本项目工业 CT 为一体化设备，设备表面拟设置工作状态指示灯及电离辐射警告标志。

③安全联锁：本项目工业 CT 拟设置门机灯联锁装置，当防护门关闭时，警示灯亮起，当防护门开启或警示灯未亮时，X 射线发生器停止产生 X 射线。

④设备参数设定：本项目工业 CT 连接有电脑显示屏，在设备开始出束前，辐射工作人员需要通过电脑，根据实际需要设定、调整设备工作电压、电流和照射时间等，条件设定完毕后，才可进行正常出束检测。

⑤紧急停机：本项目工业 CT 拟设置紧急停机按钮，分别位于控制室操作台及工业 CT 的室内墙壁上。当出现紧急状态需要立即停止 X 射线工作时，辐射工作人员可通过紧急停机按钮停止 X 射线出束。

⑥钥匙开关：本项目 X 射线装置操作台处设有控制总电源的钥匙开关，只有在打开钥匙开关时，装置才能通电正常运行，且钥匙只有在装置停机时才能拔出，公司拟安排专人保管钥匙。

⑦职业健康：建设单位计划在开展 X 射线检测工作前为每位辐射工作人员配备个

人剂量计，并每季度开展个人剂量监测，且计划每 1~2 年开展一次职业健康体检，同时建立个人剂量及职业健康体检档案。

⑧年度监测：建设单位计划每年委托有资质单位对辐射工作场所进行监测，并对监测结果进行分析，发现问题及时处理。监测报告同时报上级生态环境行政主管部门备案。

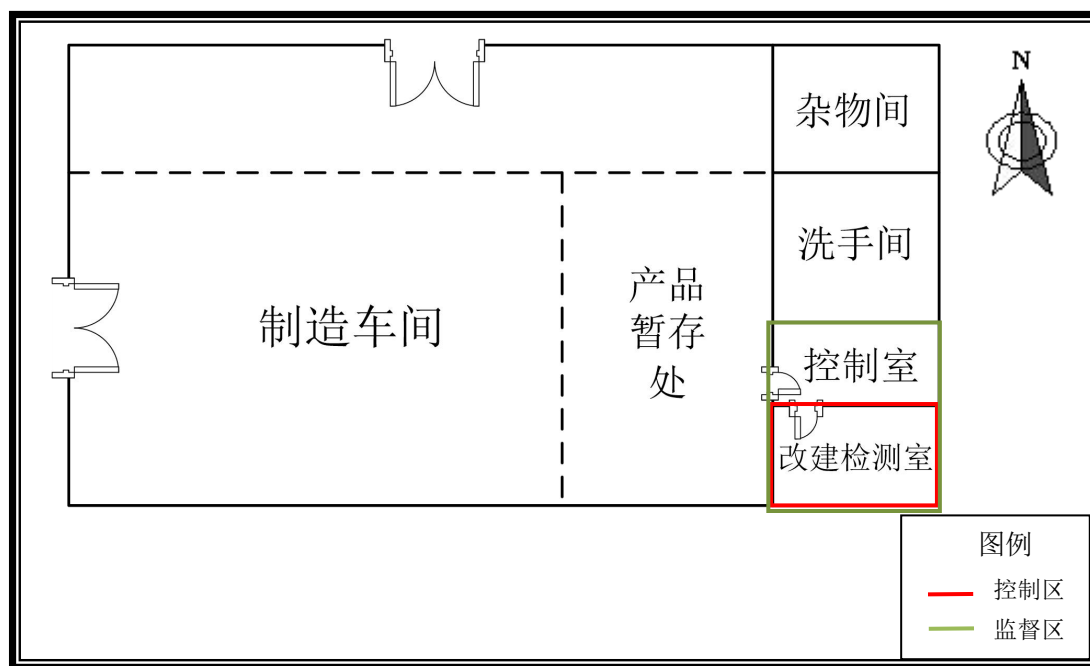


图 10-2 拟建工业 CT 所在位置分区示意图

10.2 三废治理

(1) 废气处理措施：本项目工业 CT 在曝光时，会产生少量的 O_3 和 NO_x 气体。每次检测完毕后，产生的少量 O_3 和 NO_x 气体通过铅房右侧中上部的排气扇排除，排气频率为 6 次/h，排出的 O_3 和 NO_x 气体的浓度相对非常低，很快被空气对流、扩散作用稀释，对大气影响较小。且随时间推移部分 O_3 会自动分解产生的 O_3 和 NO_x 气体对周边环境不会产生影响。

(2) 本项目工业 CT 是采用光电转换原理，辐射工作人员可直接通过电脑显示器观看摄影图片，对受检样品的内部结构进行分析，因此不会产生固废及废液。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目辐射工作场所位于公司检测室内，拟使用的工业 CT 只需进行简单的安装与固定工作。本项目施工期对周边环境的影响很小，因此不作进一步分析。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

本项目拟使用的 Y.CT Precision S 型工业 CT 管电压、管电流分别为 225kV 和 3mA。本次辐射环境影响分析计算选取设备最大工况条件分别进行外照射剂量率和人员受照剂量的理论预测。

(1) 设备出束时间

根据公司提供的资料，该公司计划为本项目配备 2 名辐射工作人员。本项目工业 CT 投入运行后，公司实行一班工作制，每班工作 8h，每天平均出束时间约为 4h，年工作时间为 56 周即 280 天，则年出束时间约为 $4 \times 280 = 1120\text{h/a}$ 。本项目辐射工作人员工作时间及装置出束情况见下表所示。

表 11-1 辐射工作人员工作时间及装置出束情况一览表

场所	工作制 (班)	每班工作人数 (人)	每班工作 时间 (h)	天出束 时间 (h/d)	年工作 时间 (h/a)	年出束时间 (h/a)
检测室	1	3	8	4	280	1120

(2) 辐射环境影响分析方法

①有用线束

$$\text{关注点的剂量率 } \dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{(公式 11-1)}$$

式中：

\dot{H} ——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电流，mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量。

在未获得厂家给出的输出量，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.1，由内插法计算可得 225kV 时在 3mm 铝过滤下输出量为 $6.84 \times 10^5 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B ——屏蔽透射因子，查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）图 B.1，可得 225kV 有用线束穿过 14mm 铅时的透射因子为 4.01×10^{-7} ；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

② 泄露辐射

$$\text{关注点的剂量率 } \dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots \text{（公式 11-2）}$$

式中：

\dot{H} ——关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

\dot{H}_L ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率。根据厂家的数据，距靶点 1m 处的泄露辐射剂量率 H_L 取 $10 \mu\text{Sv/h}$ ；

B ——屏蔽透射因子，根据公式 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 计算。其中，X 为屏蔽层厚度，mm；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 B.2，由内插法计算得管电压为 225kV 时的半值层厚度为 2.15mm；

R ——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

③ 散射辐射

$$\text{关注点的剂量率 } \dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots \text{（公式 11-3）}$$

式中：

\dot{H} ——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电流，mA；

H_0 ——距辐射源点（靶点）1m 处输出量。同公式 11-1 取值；

B ——屏蔽透射因子，根据公式 $B=10^{-X/\text{TVL}}$ 计算。其中，X 为屏蔽层厚度，mm；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 2 散射线能量为 200kV；查表 B.2，200kV 时铅的半值层厚度为 1.4mm；

F —— R_0 处的辐射野面积, m^2 ;

α ——散射因子, 入射辐射被单位面积 ($1m^2$) 散射体散射到距其 $1m$ 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比;

R_0 ——辐射源点 (靶点) 至探伤工件的距离, m ;

$F \cdot \alpha / R_0^2$ ——根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) B4.2 得知, 当 X 射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20° 时, 该值取 $1/50$;

R_s ——散射体至关注点的距离, m 。

(3) 辐射环境影响分析

本项目工业 CT 屏蔽体外照射剂量率计算如下：

表 11-2 辐射屏蔽计算相关参数选取结果一览表

序号	点位	与关注点的距离 (m)	屏蔽参数	折合铅当量	需考虑的屏蔽辐射类型
1	防护门外 30cm 处	1.4+0.3	两侧 2mm 冷扎钢板 夹 10mm 铅板	约 10mmPb	泄露辐射
		1+0.3			散射辐射
2	前墙外 30cm 处	1+0.3	外侧 2mm 冷扎钢板 内侧 11mm 铅板	约 11mmPb	泄露辐射
		1+0.3			散射辐射
3	后墙外 30cm 处	1+0.3	外侧 2mm 冷扎钢板 内侧 11mm 铅板	约 11mmPb	泄露辐射
		1+0.3			散射辐射
4	左墙外 30cm 处	2.4+0.3	外侧 2mm 冷扎钢板 内侧 14mm 铅板	约 14mmPb	有用线束
5	右墙外 30cm 处	0.85+0.3	外侧 2mm 冷扎钢板 夹 11mm 铅板	约 11mmPb	泄露辐射
		0.9+0.85+0.3			散射辐射
6	铅房顶部	1.1+0.3	内侧 2mm 冷扎钢板 夹 10mm 铅板	约 10mmPb	泄露辐射
		1.1+0.3			散射辐射

表 11-3 理论辐射屏蔽计算结果一览表

序号	点位	有用线束 (μSv/h)	泄露辐射 (μSv/h)	散射辐射 (μSv/h)	最大环境本底值 (μSv/h)	总剂量率 (μSv/h)	GBZ117-2015 限值 (μSv/h)
1	防护门外 30cm 处	/	0.001	0.002	0.108	0.111	2.5
2	前墙外 30cm 处	/	0.001	0.001	0.108	0.110	2.5
3	后墙外 30cm 处	/	0.001	0.001	0.108	0.110	2.5
4	左墙外 30cm 处	0.113	/	/	0.108	0.221	2.5
5	右墙外 30cm 处	/	0.001	0.001	0.108	0.110	2.5
6	铅房顶部	/	0.001	0.002	0.108	0.111	100

根据表 11-3 中理论计算结果，工业 CT 在最大工况下运行时，设备周边环境辐射空气吸收剂量率范围为 (0.110~0.221) μSv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 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”要求。

(4) 人员受照剂量估算

以上述最大工况下辐射剂量计算结果，估算本项目辐射工作人员及公众成员的受照剂量。

估算方法： $P=D \times T \times W \times 10^{-3}$ (公式 11-4)

式中：

P ——年受照剂量, mSv/a;

D ——辐射剂量率, $\mu\text{Sv/h}$;

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 $T=1/16$ 。

W ——年受照时间, h/a。

人员受照剂量计算参数及结果见表 11-4。

表 11-4 工业 CT 运行时周边人员受照剂量计算结果一览表

序号	点位	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	保护对象	居留 因子	年受照时间 (h/a)	年受照剂量 (mSv/a)
1	防护门外 30cm 处	0.111	辐射工作人员	1	1120	0.124
2	前墙外 30cm 处	0.110	公众成员	1/4	1120	0.031
3	后墙外 30cm 处	0.110	公众成员	1/4	1120	0.031
4	左墙外 30cm 处	0.221	辐射工作人员	1	1120	0.248
5	右墙外 30cm 处	0.110	公众成员	1/4	1120	0.031
6	铅房顶部	0.111	公众成员	1/16	1120	0.008

故辐射工作人员、公众成员年受照剂量最大值分别为 0.248mSv/a 和 0.031mSv/a, 均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的辐射工作人员、公众成员年有效剂量限值分别为 20mSv/a、1mSv/a 的要求, 同时也满足本项目对辐射工作人员、公众成员所取年有效剂量约束值 2.0mSv/a、0.1mSv/a 的要求。

11.2.2 其他污染物的环境影响分析

本项目工业 CT 采用光电转换的原理, 辐射工作人员可直接通过电脑显示器观看摄影图片, 对受检样品的内部结构进行分析, 因此不会产生固废及废液, 但在运行过程中会产生少量的 O_3 和 NO_x 气体。工业 CT 中的空气在 X 射线电离作用下会产生少量 O_3 和 NO_x 气体, X 射线管输出的直接致电离粒子束流越强, O_3 和 NO_x 的产生浓度越大。 O_3 和 NO_x 具有强氧化能力, 被吸入后会对人体的身体健康造成伤害, 还能使橡胶等材料加速老化。

据了解本项目工业CT拟通过机械通风措施将产生的 O_3 和 NO_x 气体排出铅房, 再通过空调换气装置排出检测室, 排气口位于检测室东侧, 通风频率为6次/h, 满足《工业X射

线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）“探伤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”的要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1 环境风险识别

本项目工业 CT 运行后可能存在的环境风险为：

在工业 CT 各防护门的门机灯连锁系统失效且未完全关闭的情况下，X 线探伤机对样品进行检测，致使射线泄漏到屏蔽体外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

11.3.2 环境风险分级

根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（449 号令）第 40 条，按“辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级”，根据本项目的特点，将本项目的环境风险因子、可能发生辐射事故的意外条件、潜在危害及可能发生的辐射事故等级列于表 11-5。

表 11-5 项目的环境风险因子、潜在危害及事故等级

项目名称	环境风险因子	可能发生辐射事故的意外条件	危害结果	事故等级
工业 CT—II类射线装置	X 射线	在工业 CT 防护门门机灯安全连锁失效且未完全关闭的情况下，工业 CT 对样品进行检测，致使射线泄漏到屏蔽体外，给周围活动的人员造成不必要的照射。	装置失控导致人员受超年有效剂量限值的照射。	一般辐射事故

11.3.3 环境风险防范措施

针对可能发生的辐射事故，该项目采取的风险防范措施如下：

在工业 CT 门机灯连锁失效且未完全关闭的情况下，工业 CT 对样品进行检测，致使射线泄漏到屏蔽体外，给周围活动的人员造成不必要的照射。

主要风险防范措施为：辐射工作人员每次操作前，应认真检查门机灯连锁等各项防护措施，确保正常方可开始操作。检查过程中一旦发现问题，及时上报公司辐射安全领导小组进行处理，待维修完毕，贴上合格标签后，方可继续使用。

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

该公司应成立辐射安全领导小组。领导小组全面负责射线装置的安全和防护领导工作，以确保射线装置的安全运行。

12.2 辐射安全管理规章制度

该公司应制定《安全操作规程》、《岗位职责》、《辐射工作人员培训制度及计划》、《职业健康管理规定》、《辐射环境监测计划》、《辐射设备维护检修制度》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》、《辐射事故应急预案》等各项辐射安全管理制度。

12.2.1 操作规程

该公司应制定《安全操作规程》，对 X 线检查装置运行的检查、准备、启动、运行、关机整个流程的安全操作提出要求，确保 X 射线工作全过程在受控状态下进行。

12.2.2 岗位职责

该公司应制定《辐射防护管理人员岗位职责》，规定相关人员的安全岗位职能，明确相关人员的安全职责，确保该公司的安全责任落实到具体的人并能顺利实施。

12.2.3 人员培训制度

该公司应制定《辐射工作人员培训制度及计划》，要求从事辐射工作的人员须参加有资质单位组织的培训与考核，持证上岗，并规定取证后四年复训一次。

该公司应尽快安排 2 名辐射工作人员及公司辐射管理人员参加辐射安全与防护知识及相关法律法规的培训和考核，并取得合格证书。

12.2.4 职业健康管理制

该公司应制定《职业健康管理规定》，要求所有从事辐射工作的人员，必须每季度接受个人剂量检测，并建立个人剂量档案。检测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存，个人剂量档案应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

该公司应在本项目开展后尽快为 2 名辐射工作人员配备个人剂量计，并每季度送检，建立个人剂量档案；并安排每 1~2 年进行一次职业健康体检，建立职业健康管理档

案。

12.2.5 设备检修维护制度

该公司应制定《辐射设备维护检修制度》，明确规定须定期对射线装置、防护设备进行检查维护，发现问题及时处理，并做好检修记录。

12.2.6 自行检查和评估制度

该公司应制定《辐射安全防护自行检查和评估制度》，要求辐射安全领导小组定期对本该公司辐射防护工作人员执行国家法律法规和条例的情况进行监督检查，定期进行安全和防护知识教育培训和考核、个人剂量监测和职业健康检查，每年由辐射防护安全管理小组对本年度辐射安全防护工作进行年度评估，评估结果存档，发现安全隐患时及时上报，并限期整改，落实到人。

该公司必须于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的辐射安全和防护情况评估报告。

综上所述，该公司辐射管理机构与制度文件应满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，可有效避免辐射事故的发生，确保探伤作业处于受控状态。

12.3 辐射监测

公司需委托有资质的单位开展辐射环境监测，并建立监测档案，监测数据每年年底向上级环境保护主管部门上报备案。

(1) 辐射工作场所的监测

委托监测：每年至少委托有资质单位监测一次。

监测频度：检测室建成后应由有资质的技术服务机构进行验收检测；投入使用后每年至少进行 1 次常规检测。

监测范围：

- ①通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；
- ②设备外 0.3m 离地面高度为 1m 处，测防护门的门缝四周；
- ③设备外 0.3m 离地面高度为 1m 处，屏蔽体每个面至少测 1 个点；

监测内容：X 辐射空气吸收剂量率。

监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

(2) 个人剂量检测

该公司应定期将个人剂量计送有关部门进行检测。

检测频度：每个季度一次。

检测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存，应当保存至辐射工作人员年满七十五周岁，或者停止辐射工作三十年。

12.4 辐射事故应急

发生辐射事故时，事故单位按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十二条和《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》（原国家环境保护总局 环发<2006>145 号）文件的规定，应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》，向当地环境保护部门报告，涉及人为故意破坏的还应向公安部门报告，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。为了杜绝事故发生，该公司必须严格按照操作规程进行作业，确保安全。

结合相关法规文件要求及可能发生的辐射事故，该公司应制定《辐射事故应急预案》，成立辐射事故应急处理领导小组，并针对辐射事故处理原则、处理程序等都应做具体要求。发生辐射事件时，由辐射事故应急处理领导小组组织、开展辐射事件的应急处理救援工作。

12.5 与相关法规文件的符合情况

我公司就武汉航空仪表有限责任公司《放射性同位素与射线装置安全许可办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的符合情况进行了对比，对照结果见表 12-1 及表 12-2。

武汉航空仪表有限责任公司还未办理辐射安全许可证，本次项目为该公司首次申报核技术利用建设项目。

表 12-1 本项目与《放射性同位素与射线装置安全许可办法》的对照结果

《放射性同位素与射线装置安全许可办法》	本项目情况	备注
使用II类射线装置的，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	该公司应成立辐射安全领导小组。领导小组全面负责射线装置的安全和防护领导工作，以确保射线装置的安全运行	建设单位应在竣工环境保护验收前落实各项辐射安全防护措施和管理制度
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	应尽快安排本项目2名辐射工作人员与公司辐射管理人员参加辐射安全与防护知识及相关法律法规的培训和考核，并取得合格证书	
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的安全措施	公司拟购置的工业CT设置有电离辐射警告标志及警示灯，且在操作室的控制台左右侧及装置内部墙壁上分别设置有紧急停机按钮，防护门设置门机灯连锁装置	
配备与辐射类型与辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪	建议该公司购置1台辐射检测仪，拟在本项目开展后尽快为2名辐射工作人员配备个人剂量计和剂量报警仪	
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、人员培训方案、监测方案等	应制定《操作规程》、《岗位职责》、《辐射设备维护检修制度》、《辐射工作人员培训制度及计划》、《辐射环境监测计划》另外，还应针对辐射工作人员健康管理及年度评估检查等制定《职业健康管理规定》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》	
有完善的辐射事故应急措施	应制定《辐射事故应急预案》	

表 12-2 本项目与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的对照结果

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》	本项目情况	备注
<p>第九条</p> <p>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</p>	<p>建议配备辐射检测仪，拟用于日常自行监测，并每年委托有资质单位对辐射工作场所周边环境进行一次监测</p>	<p>建设单位应在竣工环境保护验收前落实各项辐射安全防护措施和管理制度</p>
<p>第十二条</p> <p>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</p>	<p>拟在每年年底编制年度评估报告，并在 1 月 31 日前提交</p>	
<p>第十七条</p> <p>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</p>	<p>拟为本项目设置 2 名辐射工作人员，尽快安排参加辐射安全与防护知识及相关法律法规的培训和考核，并取得合格证书</p>	
<p>第二十三条</p> <p>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</p>	<p>拟为所有辐射工作人员配备个人剂量计，并将按要求每季度进行一次检测，同时每 1~2 年进行 1 次职业健康体检，建立个人职业健康档案，发现问题及时作出处理</p>	

12.6 竣工环保验收要求

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，建设单位应当按照办法规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，确保建设项目需要配套建设的环境保护设施与主体工程同时投产或者使用。建设项目验收内容和要求见表 12-3。

表 12-3 建设项目竣工验收一览表

验收项目	验收内容及要求
剂量约束值	辐射工作人员年有效剂量不超过 2.0mSv/a，公众成员年有效剂量不超过 0.1mSv/a；关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。
辐射防护屏蔽	铅房内空尺寸为：3250mm \times 2000mm \times 2100mm。左墙材质及厚度：内侧为 14mm 厚铅板，外侧包裹 2mm 厚度的冷扎钢板；前墙、后墙、右墙材质及厚度：内侧为 11mm 厚铅板，外侧包裹 2mm 厚度的冷扎钢板；铅门材质及厚度：中间为 10mm 厚铅板，内外侧分别包裹 2mm 厚度的冷扎钢板；顶部防护材质及厚度：内侧为 10mm 厚铅板，外侧包裹 2mm 厚度的冷扎钢板；底板防护材质及厚度：原有地面防护，围铅 6mm 厚铅板。
警示灯、警告标志	工业 CT 自带门机灯联锁，上方设置有工作状态指示灯；拟在装置进出铅防护门上张贴电离辐射警告标志及中文说明。
辐射安全管理机构	公司须成立辐射安全管理机构，负责射线装置的安全和防护领导工作，以确保射线装置的安全运行。
辐射安全管理规章制度	公司须制定《操作规程》、《岗位职责》、《辐射设备维护检修制度》、《辐射工作人员培训制度及计划》、《辐射环境监测计划》另外，还应针对辐射工作人员健康管理及年度评估检查等制定《职业健康管理规定》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》。
应急预案	公司须制定《辐射事故应急预案》，并成立辐射事故应急处理领导小组。
辐射安全培训	全部辐射工作人员均须参加辐射安全与防护培训，取得培训合格证书，持证上岗。
辐射防护用品	建议公司配备 1 台 X- γ 辐射检测仪和个人剂量报警仪，并为全部辐射工作人员配备个人剂量计。
辐射监测	每年委托有资质单位对辐射工作场所进行一次监测，建立监测记录档案。
个人剂量检测及职业健康体检	定期组织进行个人剂量检测、职业健康体检，建立个人剂量档案及职业健康体检档案。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 建设项目概况

项目名称：武汉航空仪表有限责任公司新增工业 CT 项目

建设性质：改建

建设规模：计划购置一台 Y.CT Precision S 型工业 CT（自带屏蔽系统装置属于工业 CT，II 类射线装置），用于对钢件产品进行无损检测。本项目辐射活动种类和范围为使用 II 类射线装置。

13.1.2 实践正当性

本项目工业 CT 用于对钢件产品进行无损检测，提高产品质量，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

13.1.3 选址合理性

航空仪表公司拟建工业 CT 计划设置在改建检测室内，检测室位于航空仪表公司 212 厂房东角原 1 号仓库处，项目所在地环境 γ 辐射监测结果属当地天然本底辐射水平，且在项目建成后辐射工作场所采用专用屏蔽措施进行屏蔽，对周边环境的影响较小。因而从辐射环境保护方面论证，该项目选址是合理的。

13.1.4 辐射环境影响评价

根据监测结果，工业 CT 所在位置及周边环境的辐射检测平均值范围为（83~108）nSv/h，属于当地天然本底辐射水平。

通过理论计算可知，项目运行后，辐射工作人员和公众成员年受照剂量最大值分别为 0.248mSv/a 和 0.031mSv/a，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员、公众成员年有效剂量限值分别为 20mSv/a、1mSv/a 的要求，同时也满足本项目对辐射工作人员、公众成员所取年有效剂量约束值 2.0mSv/a、0.1mSv/a 的要求。

13.1.5 辐射管理与防护措施

该公司应严格按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射

线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》和《突发事件应急预案管理办法》的规定，成立辐射防护安全管理机构，明确各成员的职责；制定各种安全管理规章制度、安全操作管理程序及应急预案等。

该公司拟购置的工业 CT 属自屏蔽系统，设备表面设置有电离辐射警告标志及工作状态指示灯，且防护门配备有门机灯连锁装置，并在控制室人员操作台的左右两侧以及装置的室内墙壁上均设置紧急停机按钮。本项目工业 CT 操作台处设有控制总电源的钥匙开关，只有在打开钥匙开关时，装置才能通电正常运行，且钥匙只有在装置停机时才能拔出，公司拟安排专人保管钥匙。本项目工业 CT 只有在设定好工作电压、电流和照射时间后，才可进行正常出束检测。

13.1.6 项目可行性分析

综上所述，建设单位具备从事辐射活动的技术能力，在严格落实各项辐射防护措施后，该项目运行时对周围环境产生的影响符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护的角度论证，该项目的运行是可行的。

13.2 建议和承诺

1.制定《安全操作规程》、《岗位职责》、《辐射工作人员培训制度及计划》、《职业健康管理规定》、《辐射环境监测计划》、《辐射设备维护检修制度》、《辐射安全防护自行检查和评估制度》、《辐射事故应急预案》等各项辐射安全管理制度；

2.安排本项目辐射工作人员及公司辐射管理人员参加辐射安全与防护知识培训，做到持证上岗；为辐射工作人员配备个人剂量计等辐射防护用品，定期开展个人剂量检测、职业健康体检，建立个人剂量档案及职业健康体检档案；

3.配备一台辐射检测仪，定期对辐射工作场所及周边环境进行自查自检；

4.需严格落实竣工环保验收要求，在项目竣工后，及时组织开展竣工环境保护验收工作；

5.针对本单位射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并在每年 1 月 31 日前提交上一年度的年度评估报告。

附件、附图目录

附件

- 附件 1: 委托书
- 附件 2: 本项目辐射环境现状检测报告
- 附件 3: 营业执照

附图

- 附图 1 地理位置图
- 附图 2 周边环境状况示意图
- 附图 3 检测室平面布置图

附表

- 建设项目环评审批基础信息表