

核技术利用建设项目

中创新航科技（江苏）有限公司新增一台
工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装
置项目环境影响报告表

公示稿

中创新航科技（江苏）有限公司

2024 年 8 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

中创新航科技（江苏）有限公司新增一台 工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装 置项目环境影响报告表

建设单位名称：中创新航科技（江苏）有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：常州市金坛区江东大道 1 号

邮政编码：213251

联系人：刘朝阳

电子邮箱：

联系电话：

编制主持人职业资格证书

	姓名: 徐钦华 Full Name: 徐钦华 性别: 男 Sex: 男 出生年月: 1971.12 Date of Birth: 1971.12 专业类别: / Professional Type: / 批准日期: 2011年05月29日 Approval Date: 2011年05月29日	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.	
持证人签名: Signature of the Bearer	签发单位盖章: Issued by		编号: 0010757 No.: 0010757
管理号: 11353743506370312 File No.:	签发日期: 2011年08月29日 Issued on	Approved and authorized by Ministry of Human Resources and Social Security The People's Republic of China	approved and authorized by Ministry of Environmental Protection The People's Republic of China

江苏省社会保险权益记录单 (参保单位)



请使用官方江苏智慧人社APP扫描验证

参保单位全称: 南京泰坤环境检测有限公司

现参保地: 江北新区

统一社会信用代码: 91320111589445415Q

查询时间: 202401-202408

共1页, 第1页

单位参保险种	养老保险	工伤保险	失业保险	
缴费总人数				
序号	姓名	公民身份号码(社会保障号)	缴费起止年月	缴费月数
1	徐钦华	370481 4276	202401 - 202408	8
2	张智	342426 4016	202401 - 202408	8

说明:

- 本权益单涉及单位及参保职工个人信息, 单位应妥善保管。
- 本权益单为打印时参保情况。
- 本权益单已签具电子印章, 不再加盖鲜章。
- 本权益单记录单出具后有效期内(6个月), 如需核对真伪, 请使用江苏智慧人社APP, 扫描右上方二维码进行验证(可多次验证)。



目录

表 1 项目基本情况	- 1 -
表 2 放射源	- 5 -
表 3 非密封放射性物质	- 5 -
表 4 射线装置	- 6 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	- 7 -
表 6 评价依据	- 8 -
表 7 保护目标与评价标准	- 11 -
表 8 环境质量和辐射现状	- 14 -
表 9 项目工程分析与源项	- 18 -
表 10 辐射安全与防护	- 26 -
表 11 环境影响分析.....	- 32 -
表 12 辐射安全管理	- 45 -
表 13 结论与建议	- 49 -
表 14 审批	- 54 -

附图：

- 1、本项目地理位置示意图（见附图 1）；
- 2、公司厂区与本项目周围环境示意图（见附图 2）；
- 3、本项目工作场所（装配车间 1 三层）平面布置图（见附图 3）；
- 4、本项目工作场所楼下（装配车间 1 二层）平面布置图（见附图 4）；
- 5、公司厂区工程用地示意图（见附图 5）。

附件：

- 1、本项目环评委托书（见附件 1）；
- 2、本次环评项目射线装置使用情况承诺书（见附件 2）；
- 3、本次环评项目屏蔽设计情况（见附件 3）
- 4、现有核技术利用项目情况（见附件 4）；
- 5、公司营业执照与辐射安全许可证（见附件 5）；
- 6、不动产权证书（见附件 6）；
- 7、公司产业园三期项目环评批复文件（见附件 7）；
- 8、本底检测报告与资质认定证书（见附件 8）；
- 9、本项目所在产业园备案证（见附件 9）；
- 10、公司现有辐射安全管理制度（见附件 10）；
- 11、本项目射线球管滤过及相关信息（见附件 11）；
- 12、公司更名文件（见附件 12）；
- 13、现有核技术利用项目环评手续证明材料（见附件 13）。

表 1 项目基本情况

建设项目名称		中创新航科技（江苏）有限公司新增一台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置项目			
建设单位		中创新航科技（江苏）有限公司 （统一社会信用代码：91320413MA26CCHR3M）			
法人代表	王小强	联系人	刘朝阳	联系电话	
注册地址		常州市金坛区江东大道 1 号			
项目建设地点		常州市金坛区江东大道 1 号			
立项审批部门		常州市金坛区 发展和改革局	批准文号	坛发改备〔2022〕3 号	
建设项目总投资 （万元）	360	项目环保投资 （万元）	10	投资比例 （环保投资/总投资）	2.78%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积（m ² ）	64
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	/			
	<p>项目概述：</p> <p>一、建设单位情况、项目建设规模、目的和任务的由来</p> <p>1、建设单位基本情况</p> <p>中创新航科技（江苏）有限公司（以下简称公司）位于常州市金坛区江东大道 1 号，公司成立于 2015 年 12 月 8 日，原名凯博能源科技（江苏）有限公司、中航锂电科技有限公司，于 2021 年 12 月 10 日更名为现用名（更名文件见附件 12）。公司经营 经营范围主要包括锂离子动力电池、电池管理系统（BMS）、储能电池及相关集成产品</p>				

和锂电池材料的研制、生产、销售和市场应用开发等。

2016年~2021年，公司先后计划建设厂区一期、二期（2.1期和2.2期）、三期工程建设项目，分别于2019年2月1日、2019年11月5日、2021年3月10日、2021年4月27日取得常州市生态环境局的环评批复文件，批复文号分别为：常金环审（2019）8号、常金环审（2019）216号、常金环审（2021）34号、常金环审（2021）79号。目前上述工程建设项目均已建成，本项目属于三期建设项目（投资项目备案证号：坛发改备（2022）3号）的一部分。公司厂区工程用地示意图见附图5，三期工程建设项目环评批复文件见附件7。三期建设项目投资备案证见附件9。

2、项目建设规模

中创新航科技（江苏）有限公司拟在三期装配厂区车间1（共三层）三层东南侧检测间内配备1台工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置，该装置为实时成像装置，装置外部自带屏蔽铅房。本项目工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置主要应用于电芯半成品的无损检测。

本项目射线装置属于《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（2017年修订版）中的II类射线装置，项目基本情况见表1-1。

表 1-1 本项目情况一览表

射线装置名称及型号	数量（台）	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	额定功率（W）	类别	工作场所名称	使用情况	环评审批情况	备注
工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置（JCCT-150）	1	150	0.5	75	II类	检测间	使用	本次环评	设备包含2个型号相同的射线管

公司拟为本项目新聘2名辐射工作人员，负责装置操作及辐射水平巡测及巡视，本项目采取一班制工作制。

3、目的和任务的由来

公司在使用本项目工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置时，可能对周围人员和环境造成一定影响，为保护环境和公众，减少或避免辐射污染，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》《建设项目环境保护管理条例》《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》等法律法规的规定，中创新航科技（江苏）有限公司委托南京泰坤环境检测有限公司对新增一台工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置项目进行环境影响评价工作。

本项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》“172核技术利用建设项目”中的“使用II类射线装置”项目，应编制环境影响报告表。南京泰坤环境检测有限公司通过现场踏勘和监测、资料调研及项目工程分析等工作，编制了该项目的环境影响评价报告表。

二、项目场址选址及周边保护目标

1、项目场址选址

中创新航科技（江苏）有限公司位于常州市金坛区江东大道1号。公司东侧依次为纪庄河、厂区外空地及复兴南路，南侧为江东大道，西侧为明湖路，北侧为华亚路。本项目地理位置见附图1，本项目及周围环境示意图见附图2。

公司拟在三期装配车间1三层东南侧检测间内配备1台工业用X射线计算机断层扫描（CT）装置，装置外自带屏蔽铅房，铅房正面朝南。

装配车间1东侧依次为厂区内道路、污水处理站、蒸汽锅炉房、导热油泵站、货车回转区及NMP库房，南侧为厂区内道路，西侧依次为厂区内道路、动力站房、结构件库及成品库，北侧为厂区内道路。

检测间东侧为室外临空，南侧为设备搬入口，西侧为室内通道，北侧为空调机房，楼下为空调机房，楼上为屋顶（人员无法到达）。

本项目铅房东、南、北侧均为检测间内部空地，西侧为操作位。本项目工作场所（装配车间1三层）平面布置图见附图3，本项目楼下（装配车间1二层）平面布置及周围环境示意图见附图4。

对照《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74号）、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1号）以及《江苏省自然资源厅关于常州市金坛区2023年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕209号），本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线和江苏省生态空间管控区域。根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发〔2020〕49号），本项目评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元。本项目评价范围内不涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》第三条（一）中的“国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区”等环境敏感区。

2、项目周边保护目标

本项目周围各方向 50m 范围内均为公司厂区内部厂房及道路，无学校、居民区等环境敏感目标（详见附图 2）；本项目评价范围内不涉及国家级生态保护红线与生态空间管控区域及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。运行后环境保护目标主要是从事本项目辐射工作人员、其他工作人员及周围公众等。

三、实践正当性分析

本项目在运行期间会产生电离辐射，可能会增加建设地点周围的辐射水平，在采取各种屏蔽措施和管理措施后可得到有效的控制，其对周围环境的辐射影响能够满足相关标准要求。本项目的投入使用能更好地控制产品质量，在做好辐射防护的基础上，其所带来的效益远大于可能对环境造成的影响，因此，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”原则。

四、原有核技术利用项目许可情况

中创新航科技（江苏）有限公司已取得辐射安全许可证，证书编号为苏环辐证[D0539]，许可种类和范围为：使用V类放射源；使用II类射线装置。有效期至 2026 年 12 月 27 日。公司辐射安全许可证正、副本见附件 5。

公司现有 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，为II类射线装置，于 2024 年 1 月 9 日取得环评批复，批复文号为常环核审（2024）5 号，于 2024 年 3 月 22 日取得辐射安全许可，正在验收（已完成现场验收检测）。公司现有 138 枚V类放射源，均已完成备案并取得许可。

公司现有核技术利用项目情况见附件 4。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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)	额定功率 (W)	最大电压时最大电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置	II类	1	JCCT-150	150	0.5	75	0.5	无损检测	检测间	设备包含 2 个型号相同的射线管
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	微量	微量	/	不暂存	经通风装置排出至检测间，经检测间通风装置排出检测间外，臭氧在常温下约 50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小。
生活污水	液态	/	/	少量	少量	/	不暂存	生活污水由公司统一处理后排放至城市生活污水管网。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

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

表 6 评价依据

法规文件	<ol style="list-style-type: none">1. 《中华人民共和国环境保护法》（修订版），2015年1月1日起实施；2. 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年修正版），2018年12月29日发布施行；3. 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起实施；4. 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令449号，2005年12月1日起施行；2019年修订，国务院令709号，2019年3月2日施行；5. 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修订版），国务院令682号，2017年10月1日发布施行；6. 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），生态环境部部令第20号，2021年1月4日起施行；7. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行；8. 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第18号，2011年5月1日起施行；9. 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议第2号公告，2018年5月1日起实施；10. 《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，2017年12月5日起施行；11. 《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》，国家环保总局，环发[2006]145号，2006年9月26日起施行；12. 《关于进一步做好建设项目环境影响评价报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187号，2021年5月28日发布；13. 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部第57号公告，2020年1月1日起施行；14. 《关于发布<建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法>配套文件的公告》，生态环境部公告2019年 第38号，2019年11月1日起施行；15. 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部部令第9号，2019年11月1日起施行；
------	---

	<p>16. 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告 2019 年 第 39 号，2019 年 10 月 25 日发布；</p> <p>17. 《江苏省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，苏政发〔2020〕49 号，2020 年 6 月 21 日；</p> <p>18. 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74 号，2018 年 6 月 9 日；</p> <p>19. 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发〔2020〕1 号，2020 年 1 月 8 日；</p> <p>20. 《江苏省自然资源厅关于常州市金坛区 2023 年度生态空间管控区域调整方案的复函》（苏自然资函〔2023〕209 号）；</p> <p>21. 《江苏省辐射事故应急预案》（2020 年修订版），苏政办函〔2020〕26 号，2020 年 2 月 19 日发布；</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. 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；</p> <p>3. 《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>4. 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；</p> <p>5. 《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）；</p> <p>6. 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）及第 1 号修改清单；</p> <p>7. 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>8. 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；</p>
<p>其他</p>	<p>设计资料（设计图及设计说明）</p> <p>附图：</p> <p>1、本项目地理位置示意图（见附图 1）；</p> <p>2、公司厂区与本项目周围环境示意图（见附图 2）；</p> <p>3、本项目工作场所（装配车间 1 三层）平面布置图（见附图 3）；</p> <p>4、本项目工作场所楼下（装配车间 1 二层）平面布置图（见附图 4）；</p> <p>5、公司厂区工程用地示意图（见附图 5）。</p>

附件：

- 1、本项目环评委托书（见附件 1）；
- 2、本次环评项目射线装置使用情况承诺书（见附件 2）；
- 3、本次环评项目屏蔽设计情况（见附件 3）
- 4、现有核技术利用项目情况（见附件 4）；
- 5、公司营业执照与辐射安全许可证（见附件 5）；
- 6、不动产权证书（见附件 6）；
- 7、公司产业园三期项目环评批复文件（见附件 7）；
- 8、本底检测报告与资质认定证书（见附件 8）；
- 9、本项目所在产业园备案证（见附件 9）；
- 10、公司现有辐射安全管理制度（见附件 10）；
- 11、本项目射线球管滤过及相关信息（见附件 11）；
- 12、公司更名文件（见附件 12）；
- 13、现有核技术利用项目环评手续证明材料（见附件 13）。

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)“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”的要求,结合本项目的特点,本项目确定以铅房边界周围 50m 范围内的区域作为评价范围,详见附图 2。

保护目标

本项目周围各方向 50m 范围内均为公司厂区内部厂房及道路,无学校、居民区等环境敏感目标(详见附图 2);本项目评价范围内不涉及国家级生态保护红线与生态空间管控区域及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区,不涉及《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)中的“重要物种、生态敏感区以及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等”生态保护目标。运行后环境保护目标主要是从事本项目辐射工作人员、其他工作人员及周围公众等。本项目保护目标详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

序号	保护目标名称	方位及最近距离	性质	规模	剂量约束值 (mSv/a)
1	检测间内工作人员	紧邻铅房	辐射工作人员	2 名	5
2	厂区内道路流动人员	东, 1m	公众	流动人员	0.1
3	NMP 库房工作人员	东, 20m		约 10 人	
4	设备搬入口工作人员	南, 3m		约 2 人	
5	楼梯间流动人员	南, 11m		流动人员	
6	空调机房工作人员	南, 15m		约 2 人	
7	楼梯间	南, 38m		流动人员	
8	空调机房工作人员	南, 47m		约 2 人	
9	室内通道流动人员	西, 3m		流动人员	
10	生产车间工作人员	西, 6m		约 40 人	
11	空调机房工作人员	北, 1m		约 2 人	
12	楼梯间流动人员	北, 26m		流动人员	

13	变电站工作人员	北, 34m		约 2 人
14	二层空调机房、生产车间、室内通道等工作人员	下方, 12m		约 40 人
15	一层车间线边、室内通道, 生产车间等工作人员	下方, 20m		约 40 人

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002):

(1) 辐射工作人员和公众剂量限值

表 7-2 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	剂量限值
职业照射 剂量限值	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: 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量 (但不可做任何追溯平均), 20mSv; 任何一年中的有效剂量, 50mSv; 眼晶体的年当量剂量, 150 mSv; 四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量, 500 mSv。 对于年龄为 16 岁~18 岁接受涉及辐射照射就业培训的徒工和年龄为 16 岁~18 岁在学习过程中需要使用放射源的学生, 应控制其职业照射使之不超过下述限值: 年有效剂量, 6mSv; 眼晶体的年当量剂量, 50mSv; 四肢 (手和足) 或皮肤的年当量剂量, 150mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值: 年有效剂量, 1mSv; 特殊情况下, 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5 mSv; 眼晶体的年当量剂量, 15 mSv; 皮肤的年当量剂量, 50 mSv。
剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30% (即 0.1mSv/a~0.3 mSv/a) 的范围之内。	

(2) 辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区, 以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区:

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区, 以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散, 并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区:

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区: 这种区域未被定为控制区, 在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施, 但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

2、《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022):

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.3 探伤室墙体和门的辐射屏蔽应同时满足: a) 关注点的周围剂量当量参考控制水平, 对放射工作场所, 其值应不大于 100 μ Sv/周, 对公众场所, 其值应不大于 5 μ Sv/周; b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 2.5 μ Sv/h。

6.1.4 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顶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 6.1.3； b) 对没有人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的周围剂量当量率参考控制水平通常可取 100 μ Sv/h。

6.1.10 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。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

3.2 需要屏蔽的辐射

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不须考虑进入有用线束区的散射辐射。

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

3.2.3 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，当他们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度（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）。

4、本项目管理目标

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）及辐射防护最优化原则确定本项目的管理目标为：

（1）剂量约束值：

职业人员年剂量约束值不大于 5mSv，公众年剂量约束值不大于 0.1mSv。

（2）铅房屏蔽体和门的辐射屏蔽同时满足：

1) 关注点的周围剂量当量参考控制水平，对放射工作场所，其值不大于 100 μ Sv/周，对公众场所，其值不大于 5 μ Sv/周；

2) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。

（3）铅房顶部的辐射屏蔽满足：

本项目铅房高度较矮，铅房顶外表面 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平保守取不大于 2.5 μ Sv/h。

5、参考资料：

《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省环境监测站。

表 7-3 江苏省环境天然 γ 辐射水平（单位：nGy/h）

	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2
标准差（s）	7.0	12.3	14.0

注：1.测量值已扣除宇宙射线响应值；

2. 现状评价时，取测值范围为其评价参考范围，即原野天然 γ 辐射水平参考范围取（33.1-72.6）nGy/h，道路天然 γ 辐射水平参考范围取（18.1-102.3）nGy/h，室内天然 γ 辐射水平参考范围取（50.7-129.4）nGy/h。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目地理位置和场所位置

中创新航科技（江苏）有限公司位于常州市金坛区江东大道 1 号。公司东侧依次为纪庄河、厂区外空地及复兴南路，南侧为江东大道，西侧为明湖路，北侧为华亚路。

公司拟在公司厂区内的装配车间 1（共三层）三层东南侧设置 1 间检测间，在检测间内配备 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，操作位位于铅房西侧。

装配车间 1 东侧依次为厂区内道路、污水处理站、蒸汽锅炉房、导热油泵站、货车回转区及 NMP 库房，南侧为厂区内道路，西侧依次为厂区内道路、动力站房、结构件库及成品库，北侧为厂区内道路。

检测间东侧为室外临空，南侧为设备搬入口，西侧为室内通道，北侧为空调机房，楼下为空调机房，楼上为屋顶（人员无法到达）。本项目铅房四侧均为检测间内部空间。

本项目周围各方向 50m 范围内均为公司厂区内部厂房及道路，无学校、居民区等环境敏感目标，且不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地等环境敏感区。运行后环境保护目标主要是从事本项目辐射工作人员、其他工作人员及周围公众等。本项目拟建址周边环境现状见图 8-1~图 8-5。



图 8-1 拟建址东侧（室外临空）



图 8-2 拟建址南侧（设备搬入口）



图 8-3 拟建址西侧（室内通道）



图 8-4 拟建址北侧（空调机房）



图 8-5 拟建址（检测间）



图 8-6 拟建址楼下（空调机房）

二、环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

环境现状评价的对象：本项目拟建址周围辐射环境

监测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

监测点位：在本项目拟建址周围进行布点。

三、监测方案、质量保证措施及监测结果

1、监测方案

监测单位：南京泰坤环境检测有限公司（公司检测资质见附件 8）

监测时间：2024 年 6 月 11 日

监测布点：根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）有关布点原则进行布点。

检测仪器：见表 8-1

表 8-1 监测设备相关数据

监测仪器	X- γ 辐射监测仪
型号	FH40G-L10+FHZ672E-10 型
设备编号	NJTK/YQ041

能量响应范围	40keV~4.4MeV
测量范围	1nSv/h~100μSv/h
校准有效期	2023.8.22~2024.8.21
校准证书编号	Y2023-0099189

监测方法：根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）相关方法和要求，在环境现场调查时，于本项目拟建址周围进行γ辐射空气吸收剂量率的测量，监测结果见表8-2，监测点位示意图见图8-7。

数据记录及处理：每个点位读取10个数据，读取间隔不小于20s，并待计数稳定后读取数值。根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）5.5中公式（1）对数据进行处理。其中，测量仪器校准参考源为¹³⁷Cs，空气比释动能和周围剂量当量的换算系数取1.20Sv/Gy，各监测点所在建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子按楼房0.8进行取值。

2、质量保证措施

本项目监测按照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的要求，实施全过程质量控制。监测单位（南京泰坤环境检测有限公司）具有相应检测资质（见附件8），监测人员均经过培训和能力确认，所有监测仪器均经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过核查，监测报告实行三级审核。

3、监测结果

环境条件：天气：晴，温度：（27.2~28.3）℃，相对湿度：（54~57）%

本项目环境现状监测结果见表8-2，监测报告见附件8。

表8-2 本项目拟建址及周围γ辐射空气吸收剂量率

编号	检测点位	检测结果（nGy/h）		备注
		报告值	标准差	
1	拟建址南侧设备搬入口（室内）	51.0	1.4	楼房内
2	拟建址西侧室内通道（室内）	53.6	0.7	楼房内
3	拟建址北侧空调机房（室内）	51.9	1.4	楼房内
4	拟建址中部（室内）	53.4	0.7	楼房内
5	拟建址楼下空调机房（室内）	51.1	0.8	楼房内

注：1、测量结果已依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）扣除宇宙射线响应值14.4nGy/h；
2、检测点位见图8-7。

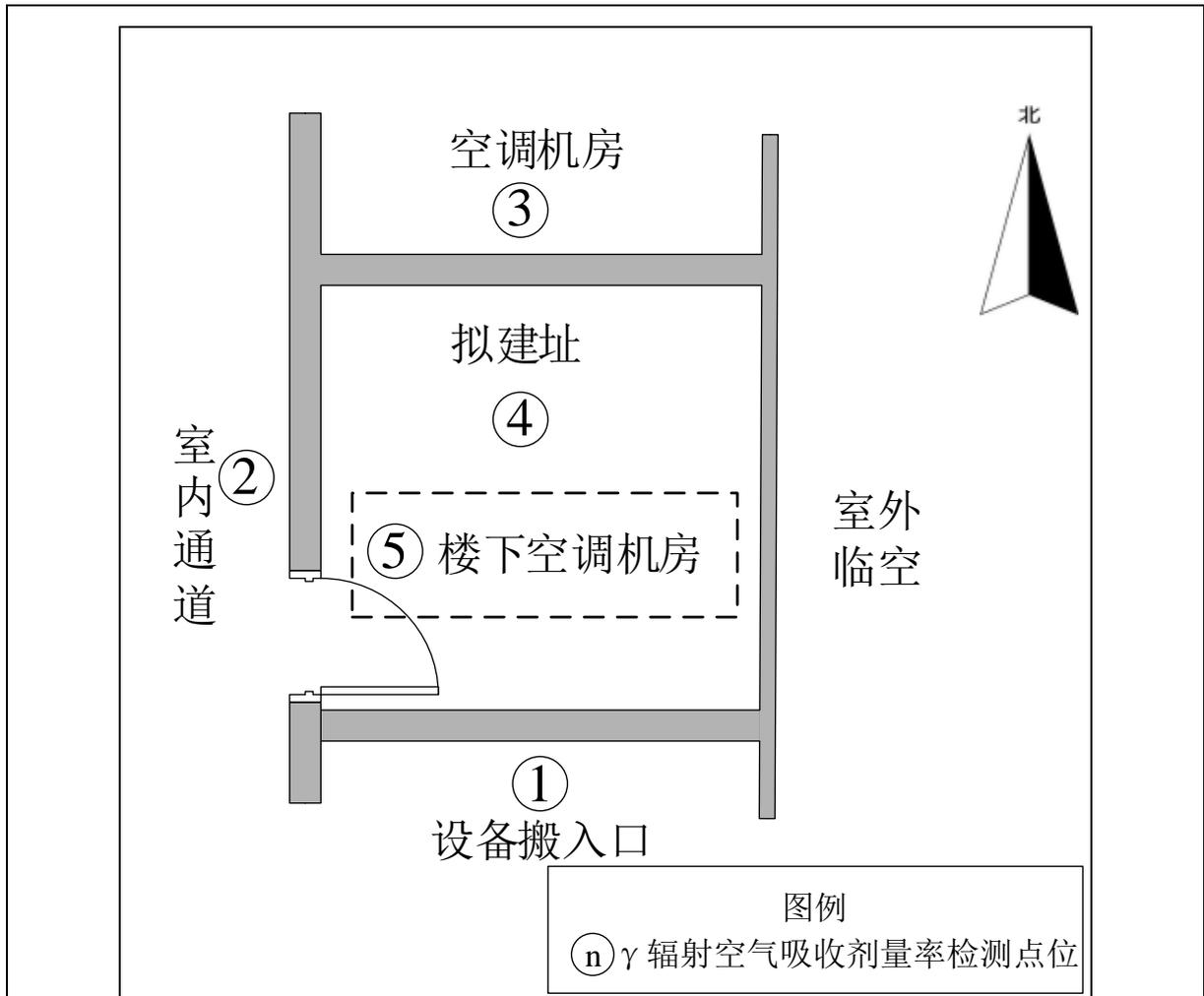


图 8-7 本项目周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位示意图

4、环境现状调查结果评价

评价方法：参照江苏省 γ 辐射空气吸收剂量率水平调查结果，评价项目周围的辐射环境质量。

由表 8-2 监测结果可知，本项目拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 (51~53.6) nGy/h (结果已扣除宇宙射线响应值)。本项目周围室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率位于江苏省室内环境天然 γ 辐射水平参考范围内，属江苏省天然 γ 辐射剂量正常水平。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备和工艺分析

一、设备组成及工作方式

1、设备组成

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置主要由铅房、X 射线管、数字平板探测器、计算机图像处理系统、操作台及其它辅助系统等组成。该装置有 1#和 2# 2 个射线管, 2 个射线管型号和参数均相同, 1#射线管位于铅房西侧, 2#射线管位于铅房东侧, 辐射角均为 44° (x 轴) $\times 67^{\circ}$ (y 轴), 对于 1#射线管, 南北方向为 x 轴, 东西方向为 y 轴, 对于 2#射线管, 东西方向为 x 轴, y 轴位于垂直于 x 轴的平面上; 运行过程中, 2 个射线管同时开机, 各自对 1 个工件分别进行曝光检测。

1#射线管主射线固定朝向下, 射线管可进行南北及上下移动, 射线管移动时距铅房南、北侧屏蔽体内表面最小距离分别为 0.62m 和 1.84m, 距上、下屏蔽体内表面最小距离分别为 1.1m 和 0.9m, 距东、西侧屏蔽体距离不变, 固定为 2.48m 和 1.02m。经计算, 射线管在整个移动过程中, 主射线仅朝向下面。

2#射线管绕固定圆心 (圆心距离东、西、南、北、上、下面距离分别为 0.67m、2.83m、1.35m、1.35m、1.2m、1.05m) 做圆周运动, 旋转平面垂直于 x 轴, 旋转半径为 0.25m。射线管运动过程中主射束朝向圆心, 主射线会朝向上面、下面、南面、北面, 当主射线照向南、北、上、下四面屏蔽体交界处时, 主射束会有部分照射到东面屏蔽体。主射束照向上面、下面、南面、北面时, 球管与各个面的距离分别为 1.45m、1.3m、1.6m、1.6m。经计算, 2 个射线管在运动过程中主射线不会重叠。

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置型号为 JCCT-150, 最大管电压为 150kV, 最大管电流为 0.5mA, 额定功率为 75W; 装置外壳为铅房, 采用钢板+铅进行屏蔽防护, 铅房内部尺寸为 3500mm (长) \times 2700mm (宽) \times 2300mm (高); 电缆口位于铅房西侧, 通风口设置在铅房顶部西北角, 均设有钢铅防护罩; 铅房东、南、北面屏蔽体各设置 1 个检修门 (为平开门), 门洞尺寸均为 1900 (高) \times 1000mm (宽), 用于设备的检修, 工作中不使用; 铅房西侧有 1 个进料通道和 1 个出料通道, 均为内部尺寸 580mm (宽) \times 240mm (高) \times 1625mm (长) 的长方体, 进出料通道距离地面约 60cm, 进出料口位于进出料通道顶部西侧, 开口尺寸为 300mm (宽) \times 500mm (长), 开口边缘距离通道西侧 150mm, 距离通道南北两侧均为

90mm；进出料每个通道内设有 2 道 5mm 铅当量的铅板和 1 个 5mm 铅当量的感应式铅阀门（自动升降），铅板均固定不动，操作人员摆放和取出工件时相应通道内的铅阀门下降封闭通道，当感应到工件通过时阀门自动抬起；铅房与地面有约 15cm 间隙。

设备技术参数一览表见 a。本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置球管结构示意图见图 9-1，装置外观示意图见图 9-2a、图 9-2b 及图 9-2c，进出料通道铅板、铅阀门结构示意图见图 9-2d，主射线在下面照射野示意图见图 9-3。

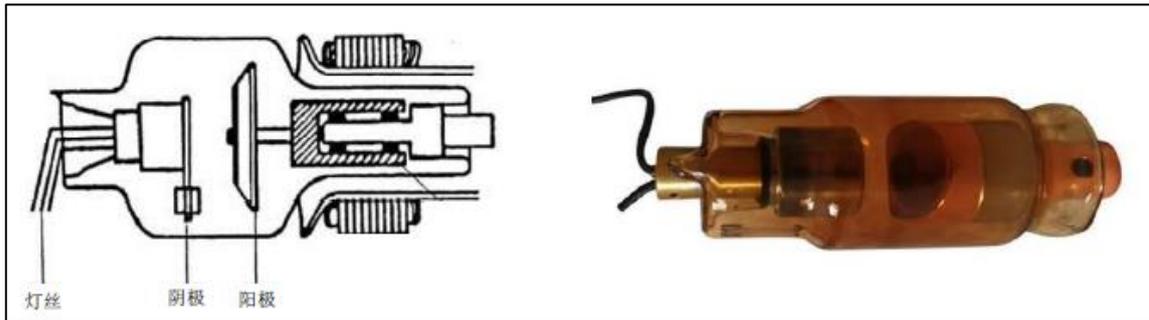


图 9-1 本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置球管结构示意图

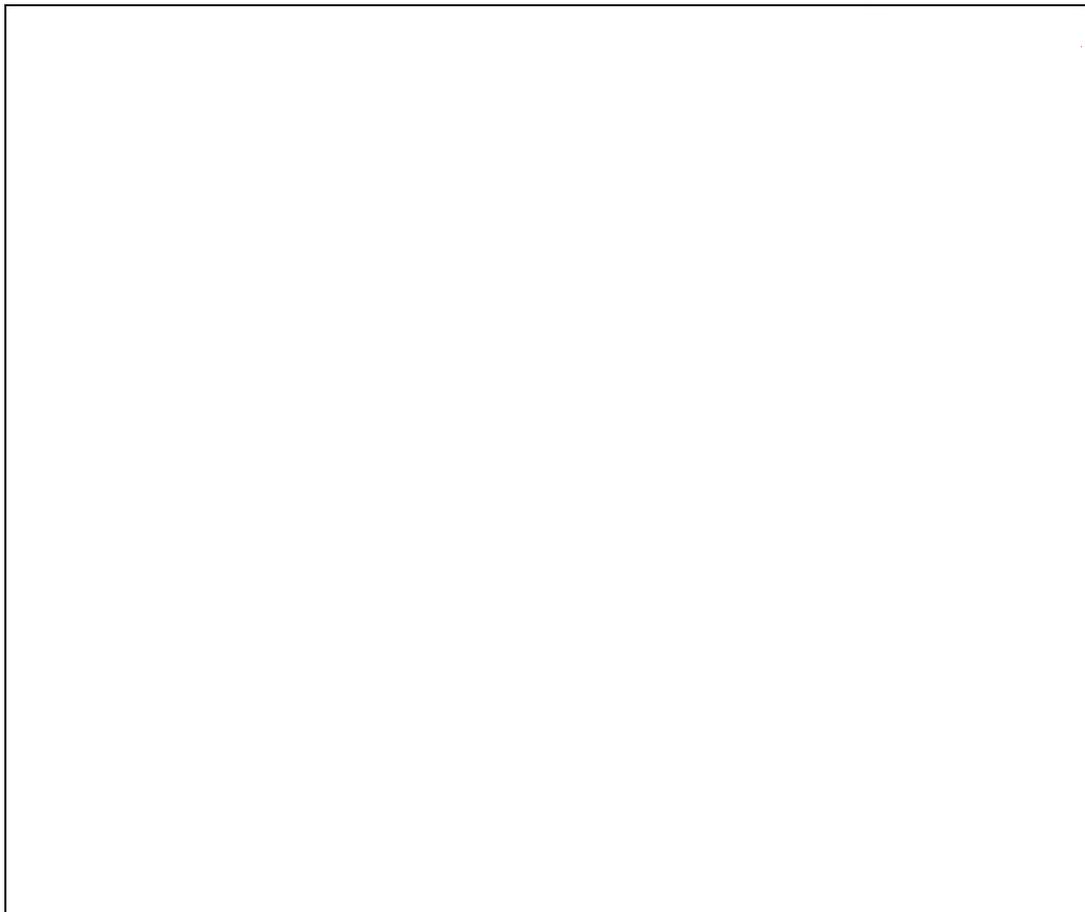


图 9-2a 本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置外观图示意图（西南侧）

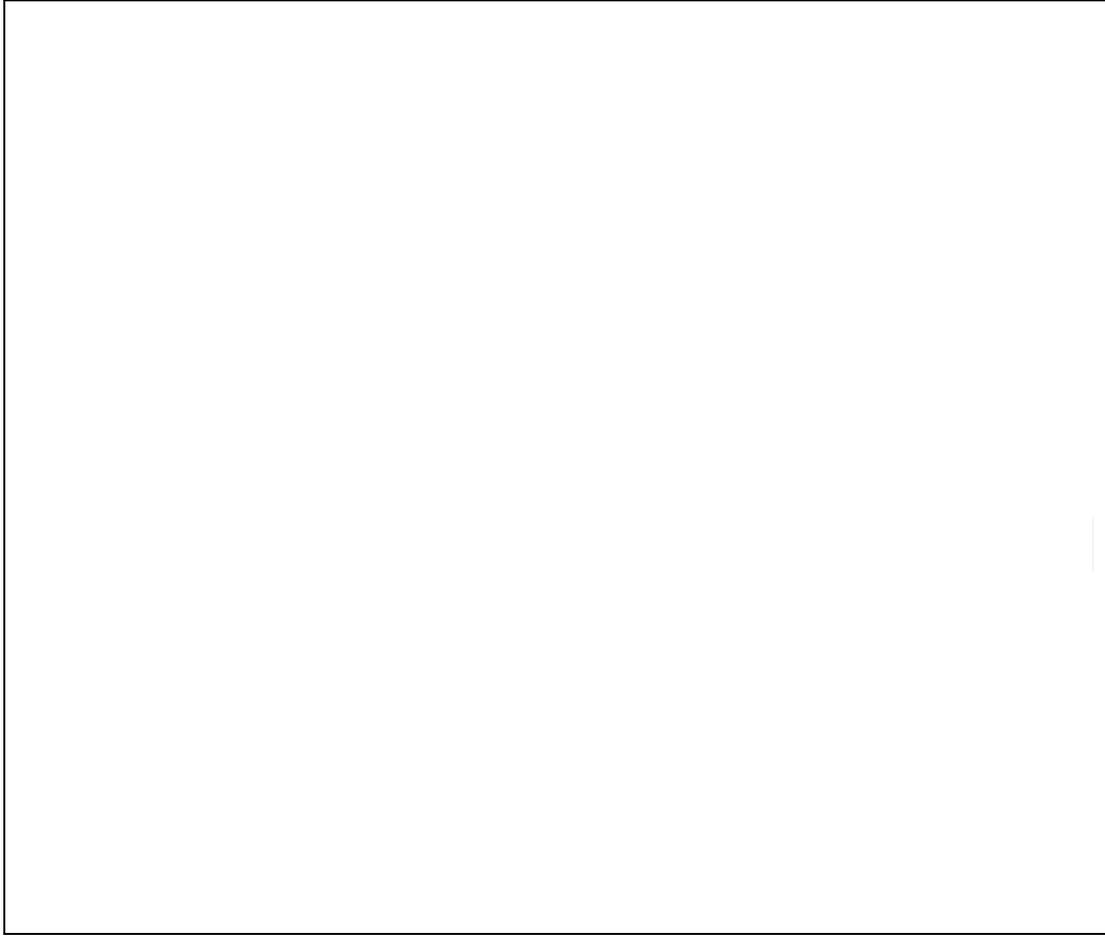


图 9-2b 本项目工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置外观图示意图 (东北侧)



图 9-2c 本项目工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置外观图示意图 (透视图)

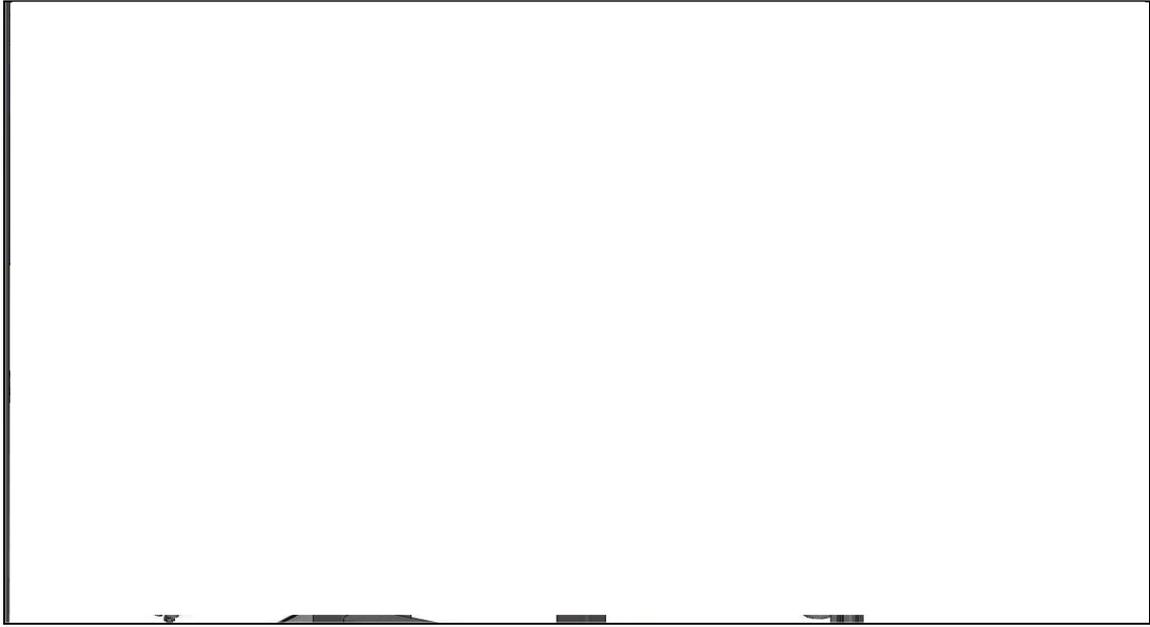


图 9-2d 进出料通道铅板、铅阀门结构示意图



图 9-3 铅房下面主射线照射野范围示意图

表 9-1 本项目工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置技术参数一览表

设备	工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置
型号	JCCT-150
最大管电压	150kV
最大管电流	0.5mA
额定功率	75W
出束角	44°×67°
固有滤过条件	1mmAl

2、工作方式

本项目射线装置主要用于电芯半成品的无损检测，工件材质主要为铝箔、铜箔、石墨、铁锂或三元材料、pp 材质隔膜等，主要检测目的为确认内部缺陷及缺陷分布状况、确认部件性能是否满足要求。

该公司只开展铅房内的探伤，不涉及野外（室外）探伤项目。当需要探伤时，工作人员在铅房南面控制屏打开射线出束开关，1#、2#射线管同时开始出束；然后工作人员在铅房西侧进出料通道之间的操作位将工件放入进料口，通过实时成像装置观察图像来判断工件有无缺陷以及缺陷的种类，以此评定被测工件的质量。探伤工作完成后，在铅房南面控制屏关闭射线出束开关。工作人员摆放和取出工件时无需进入铅房内部，仅在设备检修时通过防护门进入铅房。

二、工作原理及工作流程

1、工作原理

本项目 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置核心部件为 X 射线管，X 射线管是一个内真空的玻璃管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝加热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生大量 X 射线。

本项目 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置工作原理是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，物质密度越大，射线强度减弱越大，X 射线穿透被检工件后被数字平板探测器所接收，数字平板探测器把不可见的 X 射线检测信号转换为光学图像，按照一定的图像重建算法，即可获得被检工件截面薄层无影像重叠的断层扫描 (CT) 图像，重复上述过程又可获得一个新的断层图像，当测

得足够多的二维断层图像就可重建出三维图像。同时，可根据三维图像查看工件内部的缺陷性质、大小、位置等信息，可迅速对工件缺陷进行辨别，从而达到无损检测的目的。

2、运行工况和工作负荷

1) 本项目拟配备 2 名工作人员，其中 1 人负责装置操作，另 1 人负责探伤工件操作、巡视清场等工作，定期轮换，辐射工作人员每年工作 250 天，实行一班制；

2) 本项目每天出束照射时间不超过 2h，每周出束照射时间不超过 10h，每年出束照射时间不超过 500 小时。

3、工作流程及产污环节

本项目为 X 射线实时成像检测装置，非工作状态时不产生 X 射线；进行检测工作时接通设备电压，发射 X 射线。本项目工作流程及产污环节如下，本项目工作流程及产污环节分析如图 9-4 所示。

1) 探伤前的安全检查，包括：X 射线计算机断层扫描（CT）装置外观是否完好；电缆是否有断裂、扭曲以及破损；液体制冷设备是否有渗漏；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；固定辐射检测仪是否正常等。

2) 辐射工作人员在铅房南侧控制屏打开射线出束开关，1#、2#射线管同时出束（显示屏可分屏显示）；操作者在铅房西侧操作位将工件放入进料口的检测盘，此时进料通道内的铅阀门下降关闭通道，以屏蔽对操作者手部的照射；工件摆放完毕确认无误后，操作者操作轨道将载有工件的检测盘向铅房内移动，当检测盘移动到铅阀门处时，铅阀门自动上升，工件进入铅房内部；此过程中射线保持出束；

3) 由机械臂将工件移动至 2#射线管照射位置，射线出束对工件进行第 1 阶段无损检测；

4) 检测完成后，机械臂将工件移动至 1#射线管照射位置，射线出束对工件进行第 2 阶段无损检测；此时，后续工件在 2#射线管照射位置进行第 1 阶段无损检测；

5) 检测完毕，轨道与机械臂将工件移至出料口，出料通道内的铅阀门下降关闭通道，工作人员取出工件；重复上述流程直到所有工件完成无损检测，辐射工作人员前往铅房正面控制屏处，关闭射线出束开关。

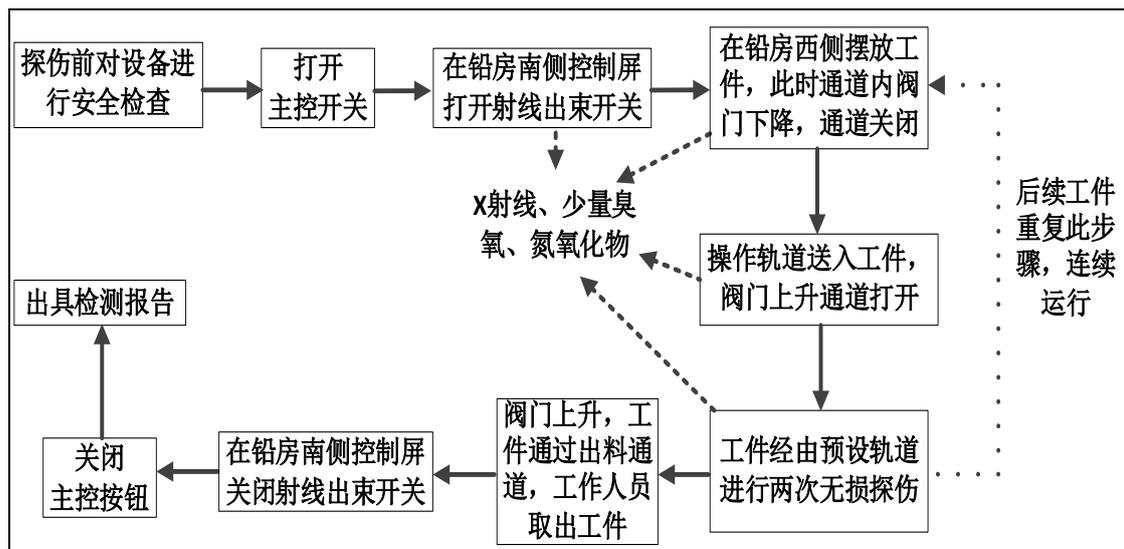


图 9-4 本项目工作流程及产污环节示意图

4、原有工艺不足及改进情况

公司原有 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，装置内部仅设置 1 个 X 射线管，每次仅对 1 个工件进行无损检测，效率较低，无法满足公司产品的探伤需求。为此，公司拟增加本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，其内部含 2 个 X 射线管，每次可同时对 2 个工件进行无损检测，且利用轨道进行连续探伤作业，极大提高了工作效率。

污染源项描述

一、辐射污染源

由工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置工作原理可知，X 射线管只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对装置周围的工作人员和公众产生一定外照射，因此 X 射线管在开机曝光期间，X 射线是本项目主要污染物。

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置正常运行时，可能产生的辐射影响因子包括 X 射线有用线束辐射、泄漏辐射、以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

1、有用线束

又称主射线，根据建设单位提供的资料（见附件 11），本项目 JCCT-150 型工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置最大管电压为 150 kV，最大管电流为 0.5mA。根据射线管生产厂家提供的资料，本项目球管滤过材料为 1mmAl，根据《辐射防护导论》（方杰著）附图 3，选取 150kV、1mmAl 滤过下 1m 处输出量约为 $22\text{mGy}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mA}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

2、漏射线

由辐射源点在各个方向上从屏蔽装置中泄漏出来的射线，根据《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中表 1，本项目 X 射线探伤机距辐射源点（靶点）1m 处的泄漏辐射剂量率为 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

3、散射线

当主射线照射到检测工件时，会产生散布于各个方面上的散射辐射。根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，本项目 X 射线 90° 散射辐射最高能量 kV 取 150 kV。

二、非辐射污染源

1、废水

本项目射线装置为实时成像装置，使用过程中不产生废显影液、废定影液，工作人员在工作中将产生生活污水和工作污水。

2、废气

本项目射线装置在工作状态时，会使空气电离产生微量臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。

3、固体废物

本项目射线装置为实时成像装置，使用过程中不产生废胶片，固体废物主要是工作人员在工作中产生的生活垃圾和工作垃圾。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作场所布局与分区

1.工作场所布局

本项目位于装配车间 1 三层东侧南部检测间内，操作人员位于铅房西侧操作位，操作位与铅房分开，主射线方向朝南、北、上、下，不朝向西侧操作位，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室“操作位应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开”的要求。

检测间东侧为室外临空，南侧为设备搬入口，西侧为室内通道，北侧为空调机房，楼下为空调机房，楼上为屋顶。铅房东、南、北侧均为检测间内，西侧为操作位。本项目工作场所（装配车间 1 三层）平面布置图见附图 3，本项目楼下（装配车间 1 二层）平面布置及周围环境示意图见附图 4。

2.工作场所分区

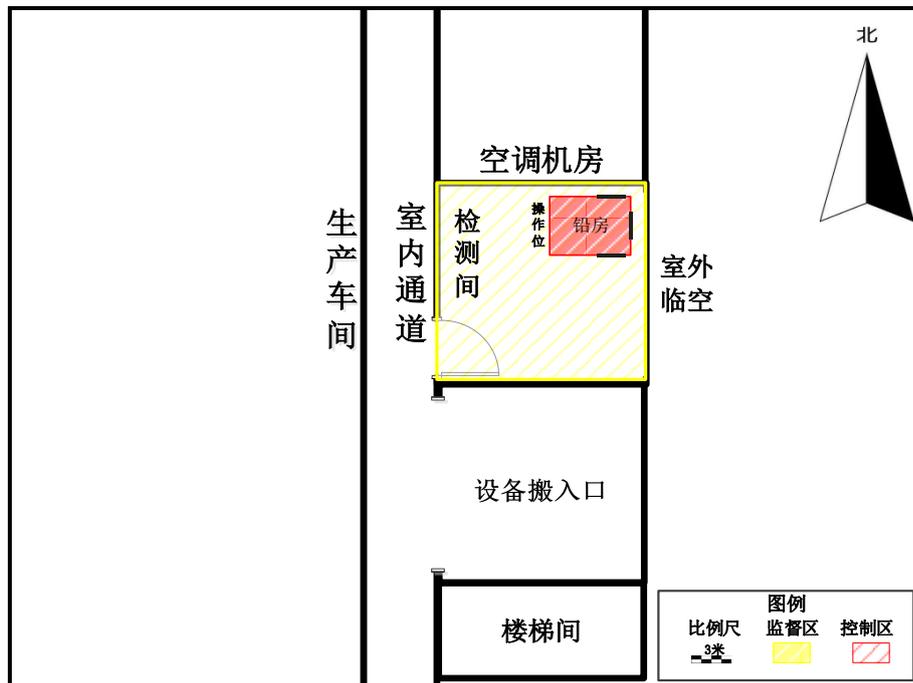


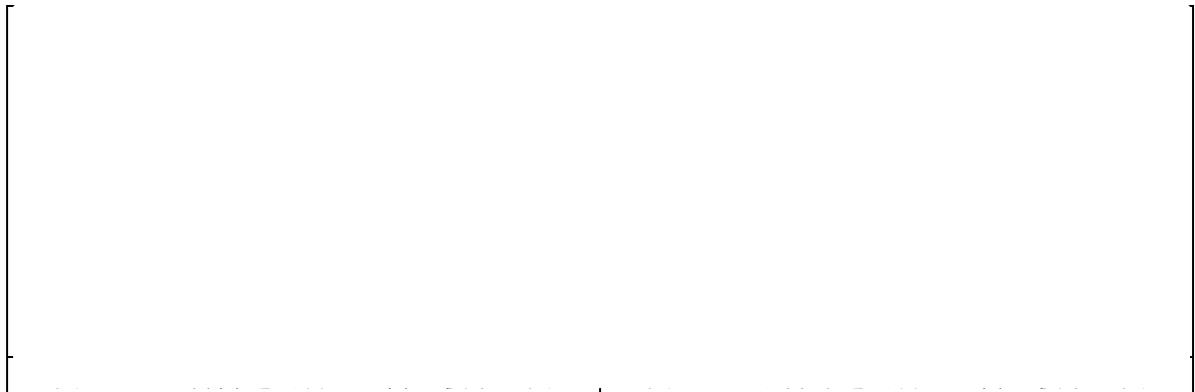
图 10-1 本项目工作场所平面布置及分区

公司拟将铅房（壳体）实体范围内作为控制区，拟在控制区边界张贴电离辐射警告标志，采用联锁、门锁等方式防止非辐射工作人员误入，造成误照射；将检测间内除铅房以外的区域作为监督区，拟在监督区入口张贴电离辐射警告标志和警示

语等提示信息，并设立表明监督区的标牌。本项目辐射防护分区的划分符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射工作场所的分区规定。本项目工作场所平面布置及分区见图 10-1。

二、辐射防护屏蔽设计

根据中创新航科技（江苏）有限公司提供的资料，铅房采用整板基础建设，本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置 2 个 X 射线管分别位于铅房东西两侧，铅房六面屏蔽体均采用 2mm 钢材+7mm 铅当量铅板+3mm 钢材；进出料通道外壁均采用 5mm 铅当量铅板；每个通道内距西侧屏蔽体两侧各 50cm 处分别设有 1 块 5mm 铅当量铅板（见图 10-2a、图 10-2b），每个通道内均设有 1 个 5mm 铅当量的感应式铅阀门（自动升降），铅板均固定不动，操作人员摆放和取出工件时相应通道内的铅阀门下降封闭通道，当感应到工件通过时阀门自动抬起；南、北、东面检修门均采用 7mm 铅当量铅板+钢材；电缆孔和通风口防护罩均采用钢铅防护罩（7mm 铅当量）；铅房底部离地约 15cm；检修门为平开门，门缝拟通过重叠搭接进行防护，门缝约 3mm，重叠搭接宽度拟为 5cm，满足重叠宽度大于缝隙十倍的要求。根据表 9 中“工作方式”一节可知，2 个射线管在移动过程中主射线不会重叠。



本项目辐射防护屏蔽设计情况见表 10-1。

表 10-1 本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置铅房屏蔽设计一览表

射线装置名称及型号	屏蔽体	屏蔽防护
工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置（JCCT-150 型）	东面、南面、西面、北面、上面、下面屏蔽体	2mm 钢板+7mm 铅当量铅板+3mm 钢板
	电缆孔防护罩	7mm 铅当量铅防护罩
	通风口防护罩	7mm 铅当量铅防护罩

	检修门	7mm 铅当量铅板
	进出料通道	每个通道内有 2 块 5mm 铅当量铅板+1 块 5mm 铅当量的感应式铅阀门

三、工作场所辐射安全与防护措施

建设单位厂区拟设置的辐射安全与防护设施见表 10-2~表 10-4 及图 10-3。

1、工作场所辐射安全措施

表 10-2 本项目拟设置的工作场所辐射安全措施一览表

序号	设施	拟建情况	GBZ 117-2022	满足情况
1	门-机联锁装置	本项目 2 个 X 射线管与铅房的检修门之间均拟设置门-机联锁装置，检修门关闭后 X 射线装置才能出束，运行期间强行打开任意一个检修门时 2 个 X 射线管将自动停止出束，关上门不能自动开启 X 射线照射。在探伤过程中，检修门被意外打开时，能立刻停止出束。	6.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，应在门（包括人员进出门和探伤工件进出门）关闭后才能进行探伤作业。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。在探伤过程中，防护门被意外打开时，应能立刻停止出束或回源。	满足
2	工作状态指示灯	拟在铅房顶部设置清晰的显示“预备”“照射”状态的指示灯和声音提示装置，铅房外醒目位置处拟设置清晰的信号意义的说明。“预备”“照射”状态指示灯与 X 射线探伤机联锁，X 射线管工作时，指示灯开启，警告无关人员勿靠近。	6.1.6 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，并与探伤机联锁。“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。在醒目的位置处应有对“照射”和“预备”信号意义的说明。	满足
3	监视装置	公司拟在铅房内部东、检测间的东南角安装监视装置，可监视铅房内探伤设备及铅房出入口情况。	6.1.7 探伤室内和探伤室出入口应安装监视装置，在控制室的操作台应有专用的监视器，可监视探伤室内人员的活动和探伤设备的运行情况。	满足
4	标志标识	检测间外及检修门外表面均拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；控制屏上拟设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识；在监督区边界拟悬挂监督区标牌。	6.1.8 探伤室防护门上应有符合 GB 18871 要求的电离辐射警告标志和中文警示说明。	满足
5	急停装置和钥匙开关	控制屏、操作位拟各设置 1 个紧急停机按钮或开关，2#射线管机架设置 1 个，1#射线管机架上设置 2 个紧急停机按钮，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。控制屏上设置有钥匙开关，只有打开开关后，X 射线管才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出。拟指定专人保管控制屏钥匙，专人使用，并建立保管和使用制度。	6.1.9 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。按钮或拉绳应带有标签，标明使用方法。	满足

6	通风装置	本项目铅房设置有通风装置，铅房内换气次数为每小时 6.67 次；铅房内有害气体经通风装置排出至检测间，经由检测间通风装置最终排放至车间外。	6.1.10 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。	满足
7	辐射探测报警装置	拟在铅房西侧屏蔽体外设置 1 个固定式辐射探测报警装置。	6.1.11 探伤室应配置固定式场所辐射探测报警装置。	满足

2、操作防护措施

表 10-3 本项目拟设置的操作防护措施一览表

序号	拟建情况	GBZ 117-2022	满足情况
1	工作前辐射工作人员对防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施进行检查，确保防护安全措施可以运行。	6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机联锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。	满足
2	本项目辐射工作人员工作时拟配戴个人剂量计、个人剂量报警仪。 工作时 1 名辐射工作人员在操作位进行操作，1 名辐射工作人员使用巡测仪在铅房四周巡检。本项目辐射工作人员只有在检修时才会进入铅房。	6.2.2 探伤工作人员在进入探伤室时，除佩戴常规个人剂量计外，还应携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪。当剂量率达到设定的报警阈值报警时，探伤工作人员应立即退出探伤室，同时防止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。	满足
3	公司拟定期对本项目周围环境 X- γ 辐射剂量率进行监测，当出现测量值高于参考控制水平的情况，拟终止探伤工作并向辐射防护负责人报告。公司拟委托有资质单位每年对项目周围环境 X- γ 辐射剂量率进行 1 次监测。	6.2.3 应定期测量探伤室外周围区域的剂量率水平，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。	满足
4	工作前辐射工作人员将对辐射巡测仪进行检查，确保其能正常工作；如发现辐射巡测仪不能正常工作，公司拟不开展工作。	6.2.4 交接班或当班使用便携式 X- γ 剂量率仪前，应检查是否能正常工作。如发现便携式 X- γ 剂量率仪不能正常工作，则不应开始探伤工作。	满足
5	辐射工作人员拟按照操作规程使用准直器。	6.2.5 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。	满足
6	每次照射前，辐射工作人员都将检查并确保铅房内部没有人员停留。所有防护与安全装置系统均启动并正常运行、防护门关闭时，才开始工作。	6.2.6 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。	满足

3、探伤设备退役措施

表 10-4 本项目探伤设备退役措施一览表

序号	退役措施	GBZ 117-2022	满足情况
1	本项目探伤装置不再使用时，公司拟将设备处置至无法使用，或经监管机构批准后转移给其他已获许可机构。当本项目探伤装置从现场移走后，拟办理注销手续，清除所有电离辐射警告标志和安全告知。	6.3 探伤设施的退役 当工业探伤设施不再使用，应实施退役程序。包括以下内容： c) X 射线发生器应处置至无法使用，或经监管机构批准后，转移给其他已获许可机构。e) 当所有辐射源从现场移走后，使用单位按监管机构要求办理相关手续。f) 清除所有电离辐射警告标志和安全告知。	满足

图 10-3 本项目辐射安全与防护设施分布示意图

三废治理

1、废水

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置运行过程中，采用数字成像，无废显及定影液产生，无需相关治理措施。本项目工作人员在工作中产生的生活、

工作污水由公司统一处理后达标排放至城市生活污水管网。

2、废气

本项目铅房顶部拟设置机械通风装置，排风管道朝上，铅房容积为 21.735m^3 （长 3500mm ×宽 2700mm ×高 2300mm ），其通风量拟设计不小于 $145\text{m}^3/\text{h}$ ，则铅房内每小时通风换气约 6.67 次，满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中探伤室“每小时有效通风换气次数不小于 3 次”的要求。铅房内有害气体经通风装置排出至检测间，经检测间通风装置排出检测间，臭氧在常温下约 50min 可以自行分解为氧气，对环境影响较小。

3、固体废物

本项目采用数字成像，无废胶片产生，工作人员产生的生活、工作垃圾经分类收集后，由公司统一交由城市环卫部门处理。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目 X 射线实时成像检测装置外部自带铅房，铅房为整体搬运至项目现场，现场无需铅房的建设和组装，无建设期环境影响。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中推荐的计算模式及相关参数对工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置的辐射环境影响采取理论计算方法进行分析与评价。

1、参考点剂量率估算

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置工作时，按保守原则，管电压取最大值，管电流取最大管电压时的最大管电流。本项目采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中推荐的计算模式及相关参数进行预测评价。铅房外辐射影响计算点位示意图见图 11-1。

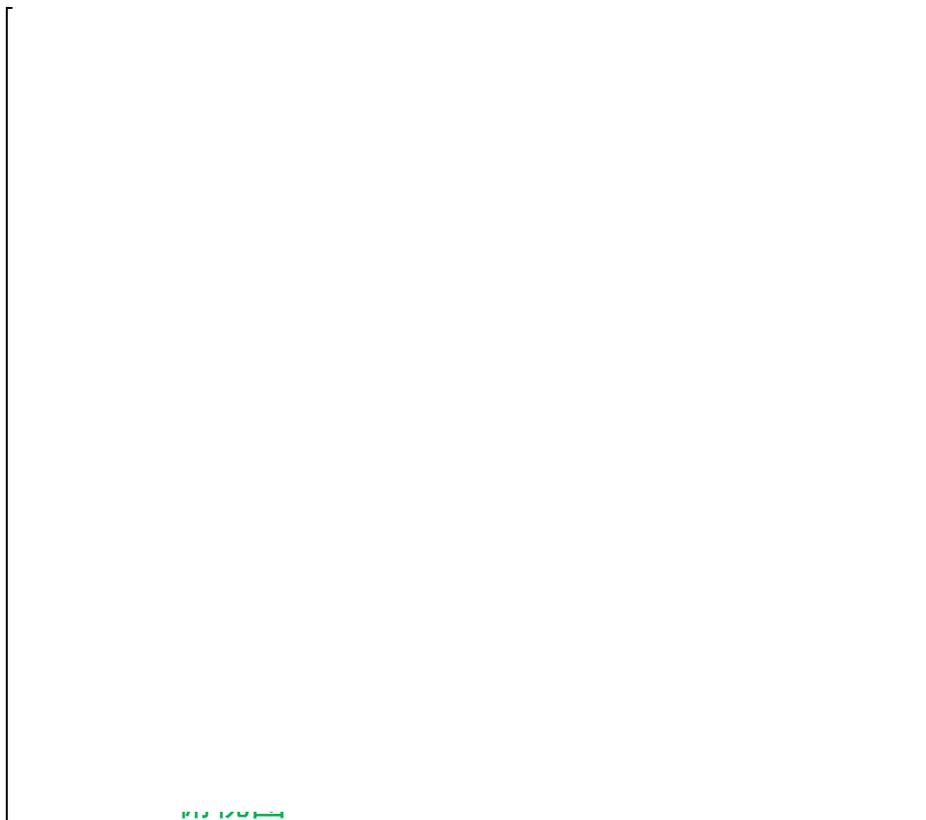


图 11-1 本项目射线装置 X 射线管位置及计算点位示意图

根据建设单位提供的资料以及表 9 项目设备组成与工作方式分析可知，1#射线管主射线在整个移动过程中，主射线仅朝向下面，2#射线管主射线会朝向上面、南面、下面、北面，在主射线照向南北上下四面交界时，主射线会有部分照射到东面屏蔽体。按照最不利影响原则分析，铅房各面屏蔽体射线种类见表 11-1。

表 11-1 铅房各面屏蔽体射线种类一览表

序号	屏蔽体	射线种类	射线管照射情况
1	南面	1#射线管非有用线束+2#射线管主射线	1#射线管朝下照射 2#射线管朝南照射
2	南面 检修门		
3	下面	1#射线管主射线+2#射线管非有用线束	1#射线管朝下照射 2#射线管朝上照射
4		1#射线管非有用线束+2#射线管主射线	1#射线管朝下照射 2#射线管朝下照射
5	北面	1#射线管非有用线束+2#射线管主射线	1#射线管朝下照射 2#射线管朝北照射
6	北面 检修门		
7	上面	1#射线管非有用线束+2#射线管主射线	1#射线管朝下照射 2#射线管朝上照射
8	东面	1#射线管非有用线束+2#射线管主射线	1#射线管朝下照射 2#射线管朝南、北、上、 下四面交界处照射
9		1#射线管非有用线束+2#射线管非有用线束	2#射线管朝南、北、上、下 等任一方向照射
10	东面 检修门		
11	西面	1#射线管非有用线束+2#射线管非有用线束	1#射线管朝下照射 2#射线管朝南、北、上、下 等任一方向照射

(1) 主射线所致铅房外剂量率

对主射线所致铅房外剂量率预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 中的主射线剂量率计算公式：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad \dots\dots\dots \text{公式 11-1}$$

上式中：I—X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置在最大管电压下的最大管电流；

H_0 —距辐射源点 (靶点) 1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ，取值见本报

告表 9；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）。

B—屏蔽透射因子，按公式 11-2 进行计算。

$$B = 10^{-X/TVL} \quad \dots\dots\dots\text{公式 11-2}$$

X—屏蔽物质厚度，mm；

TVL—屏蔽物质的什值层厚度，参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 B.2，可得管电压为 150 kV 时，铅什值层厚度为 0.96mm。

（2）泄露辐射和散射辐射所致铅房外剂量率

① 泄露辐射所致铅房外剂量率利用下列公式计算：

$$H = \frac{B \cdot H_L}{R^2} \quad \dots\dots\dots\text{公式 11-3}$$

式中：B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

H_L —距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率，单位为 $\mu\text{Sv/h}$ ，见《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）表 1 管电压大于或等于 150kV、小于或等于 200 kV 时， $H_L=2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ 。

② 散射辐射所致铅房外剂量率利用下列公式计算：

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \quad \dots\dots\dots\text{公式 11-4}$$

式中：B—为屏蔽透射因子，根据公司提供的资料，本项目装置最大管电压为 150 kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 2，散射辐射取 150kV，由公式 11-2 进行计算，得到相应厚度铅的屏蔽透射因子；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量；

F— R_0 处的辐射野面积，单位为平方米（ m^2 ）；

R_0 —辐射源点（靶点）至探伤工件的距离，单位为米（m）；

a—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；

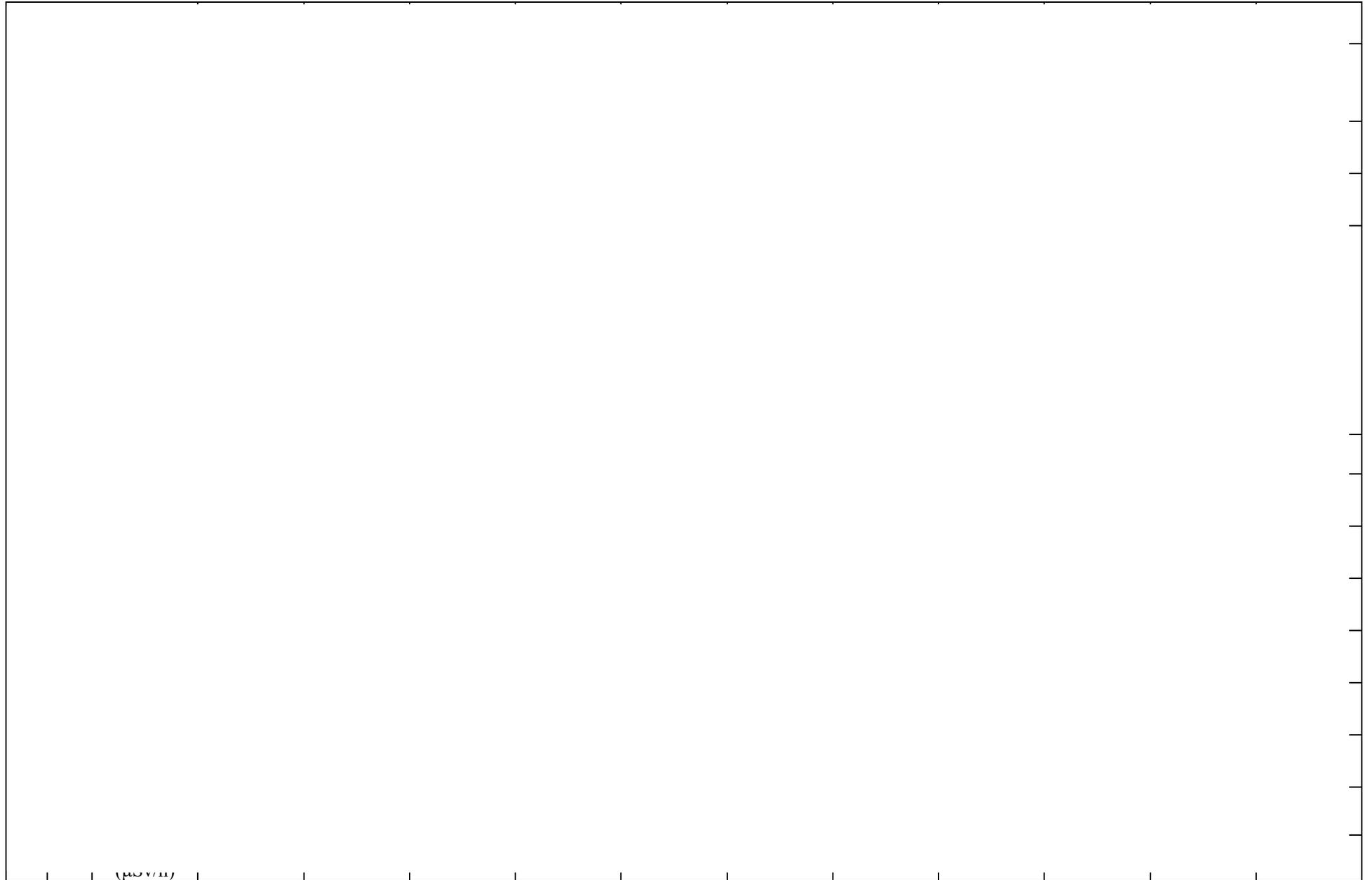
$R_0^2/F \cdot a$ 由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）B.4.2 保守取 60；

R—散射体至关注点的距离，单位为米（m）；

(3) 铅房屏蔽体参考点剂量率计算结果

预测计算结果见表 11-2。由表 11-2 可知，当本项目探伤机在满功率运行时，铅房外关注点的辐射水平均能够满足《工业 X 射线探伤房射防护要求》（GBZ117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的要求。

表 11-2 铅房屏蔽体外关注点处剂量率预测计算结果





(4) 通风口、穿线孔及门缝处辐射防护分析

本项目铅房电缆口及通风口均设有铅防护罩，铅防护罩材料与同侧屏蔽体材料铅当量相同，因此，通风口及电缆口铅防护罩具有与铅房顶部屏蔽体相同的防护效果。根据表 11-2 可知，铅房后面和顶部外表面 30cm 处辐射剂量率最大分别为 $0.009\mu\text{Sv/h}$ 、 $0.011\mu\text{Sv/h}$ ，均能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求，因此，通风口及电缆口铅防护罩外表面 30cm 处辐射剂量率亦能满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）的要求。

根据《辐射防护导论》第 189 页“实例证明，如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”。本项目 X 射线探伤装置电缆口及通风口处铅防护罩均采用迷宫式设计，X 射线至少经过 3 次散射才能到达防护罩外，可确保电缆口及通风口铅防护罩不破坏铅房的整体防护效果。射线在电缆口及通风口铅防护罩中的散射路径示意图如下：



图 11-2 射线在电缆口及通风口铅防护罩中的散射路径示意图

本项目检修门与铅房屏蔽体缝隙为 3mm，重叠搭接宽度为 5cm，墙体搭接与门缝间隙不小于 10 倍，射线经过多次散射后才能出门缝隙，可推断检修门缝隙处的辐射剂量率能够满足标准要求。

(5) 铅房进出料通道辐射防护分析

本项目铅房进出料通道均为内部尺寸 580mm（宽）×240mm（高）×1625mm（通道长）的长方体，距离地面约 60cm；进出料通道上面靠近铅房外侧一端开有放料口，开口尺寸为 300mm（宽）×500mm（长），开口距离通道外端 150mm，距离两侧均 90mm；进出料每个通道内设有 2 道 5mm 铅当量的铅板（见图 10-2a、图 10-2b）和 1 个 5mm 铅当量的感应式铅阀门（自动升降），铅板均固定不动，操作人员摆放和取出工件时相应通道内的铅阀门下降封闭通道，当感应到工件通过时阀门自动抬起。

1) 对于通道口的辐射防护分析

根据建设单位提供的资料可知，本项目 2 个射线管主射线均不直接照射进出料通道，仅有漏射线和散射线会照向通道（射线在进出料通道内散射路径示意图见图 11-3），且由于铅板的存在，射线至少经三次散射才能到达通道口，根据《辐射防护导论》“如果一个能使辐射至少散射三次以上的迷道，是能保证迷道口工作人员的安全”。

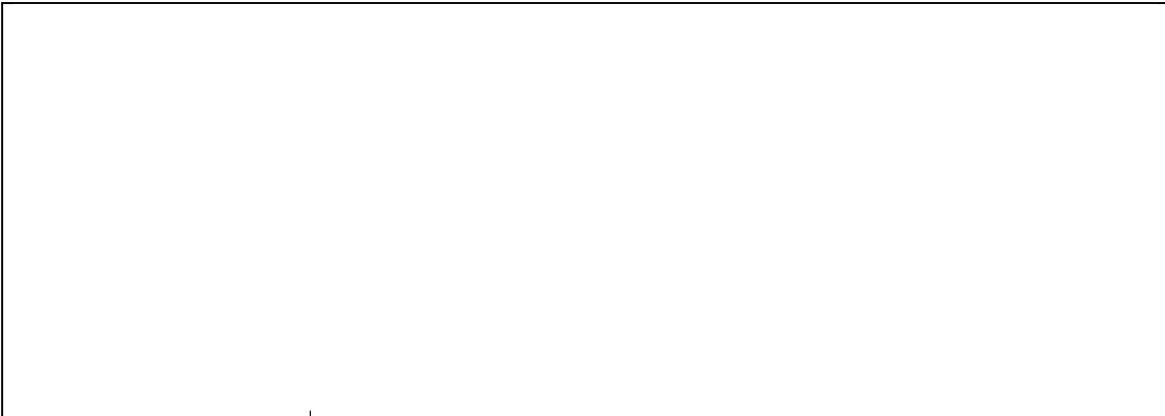


图 11-3 进出料通道内散射路径示意图

2) 操作人员将手伸进通道内的辐射防护分析

对于操作人员将手伸进通道内取放工件时的受照情况，分以下 2 种情况：

①经通道内铅板屏蔽的漏射线和散射线。包括直接透射铅板照射通道壁（5mm 铅当量的铅板）的漏射线和散射线、经一次散射的漏射线和经一次或两次散射的散射线。此种情况下，射线至少透射 3 层 5mm 铅当量的铅板，屏蔽厚度大于铅房屏蔽体（7mm 铅当量铅板）的屏蔽厚度，由表 11-1 理论预测结果可知，此种情况下屏蔽措施满足要求。

②未经通道内铅板屏蔽的漏射线和散射线。散射线至少经三次散射才能到达通道口，根据前文可知，经过三次及以上散射是能保证进出口工作人员的安全；对于漏射线，经过 5mm 铅板屏蔽后至少经两次散射才能到达通道口（操作人员手部位置），以下对两个射线管漏射线经过两次散射到达通道口（操作人员手部位置）的辐射影响进行分析。

散射公式如下（美国辐射防护委员会 NCRP51 号报告）：

$$H = \frac{D_0}{d_s^2} \cdot \left(\frac{\alpha_1 \cdot A_1}{d_{r1}^2} \right) \cdot \left(\frac{\alpha_2 \cdot A_2}{d_{r2}^2} \right) \quad \dots\dots \text{公式 11-5}$$

式中： D_0 —入射源强($\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2/\text{h}$)；本式针对泄露辐射计算，取值 $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；

α_1 —X 射线第一个散射体的散射系数；参考 GBZ/T250-2014 取自附录表 B 表 B.3； $\alpha_1 = 10000/400 \times 1.6 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-2}$ ；

α_2 —X 射线第二个散射体的散射系数，保守与第一次散射系数保持一致；

A_1 —第一次散射的散射面积， m^2 ；

A_2 —第二次散射的散射面积， m^2 ；

d_s —X 射线管到第一散射面的距离，保守选取射线管到通道入口距离 m ；

d_{r1} —通道内第一次的散射距离(近似取通道外侧铅板到通道内侧口的长度)， m ；

d_{r2} —第二散射面到关注点的距离，取通道内手部能到达的离射线管最近位置处， m ；

散射的计算参数及结果如下：

表 11-3 进出料通道散射辐射剂量率计算结果

--

根据表 11-3，人员手部在进出料通道内受到的辐射剂量率为 $<0.001\mu\text{Sv/h}$ ，能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

（6）天空反散射影响分析

由表 11-2 可知，铅房顶部 30cm 处关注点的辐射剂量率为 $0.011\mu\text{Sv/h}$ ，本项目铅房天空反散射辐射剂量率应小于 $0.011\mu\text{Sv/h}$ ，即使叠加铅房四周剂量率（最大为 $0.009\mu\text{Sv/h}$ ），亦能满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的要求。

（7）主射束穿透铅房底板至地面处产生的散射影响分析

由于铅房与地面存在约 15cm 间隙，需考虑主射束穿透铅房底板至地面处产生的散射影响，由表 11-2 可知，本项目铅房底部 15cm 处关注点的辐射剂量率约为 $0.031\mu\text{Sv/h}$ ，经地面散射后辐射剂量率应小于 $0.031\mu\text{Sv/h}$ ，由此可知，主射束穿透铅房底板至地面处产生的散射影响能满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2022）及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）的要求。

3、周有效剂量及年有效剂量计算

铅房外及检测室外各参考点处周有效剂量及年有效剂量可按下式计算，计算结果见表 11-3：

$$P=H \cdot U \cdot T \cdot t \quad \dots\dots\dots\text{公式 11-6}$$

式中： P —周或年有效剂量， mSv/a ；

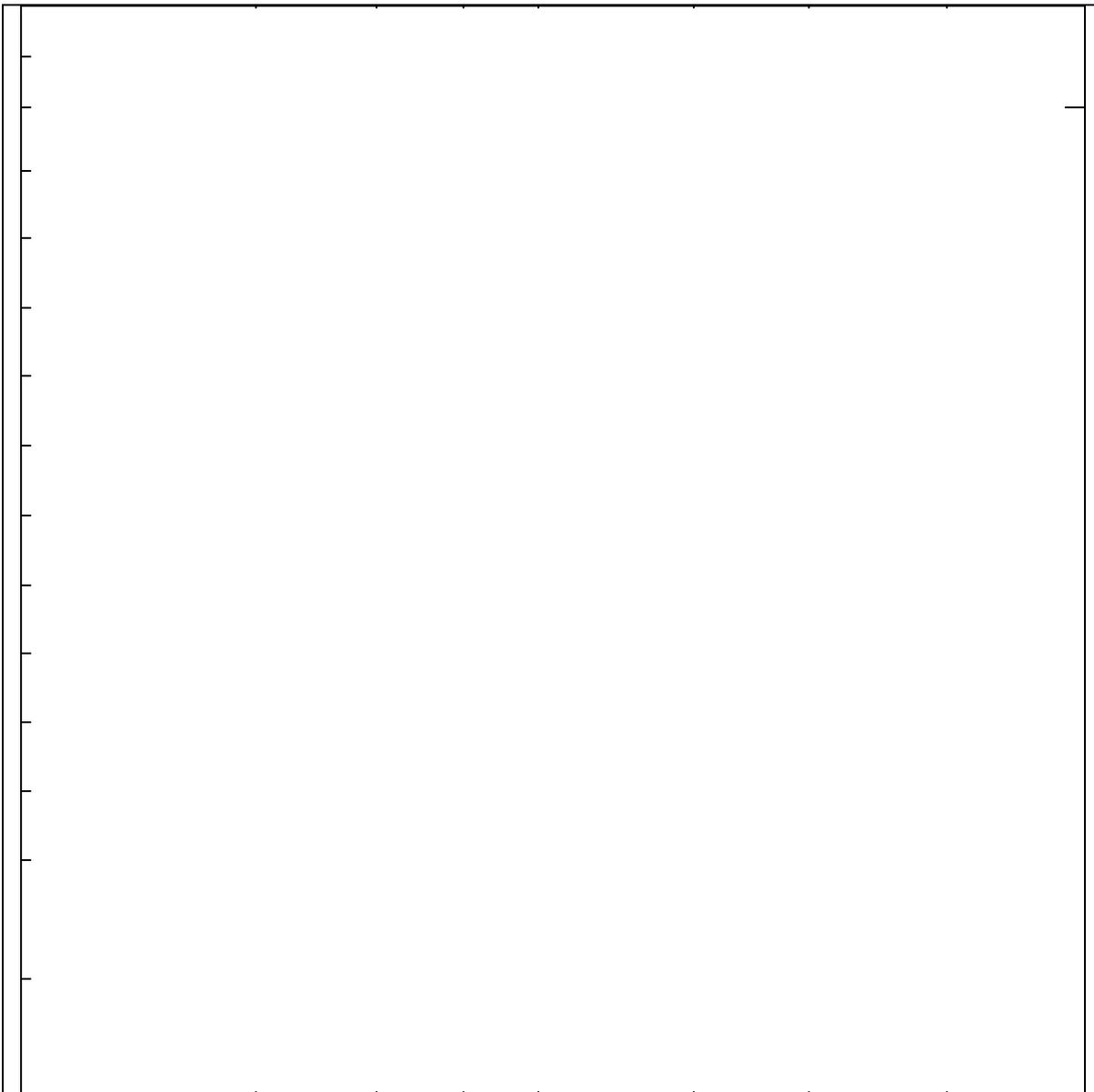
t — 周或年工作时间， h ，根据公司提供的资料，本项目周出束时间约为 10 小时；年曝光时间约为 500 小时；

U — 使用因子；

T — 居留因子。

表 11-4 本项目铅房外关注点周和年有效剂量

--



注：1) 估算本项目铅房周围有效剂量时，剂量率保守取所在方向所有关注点的最大剂量率；
2) 各环境保护目标处的剂量率按距离平方反比进行估算。

根据表 11-4 可知，当本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置按最大管电压和对应的最大管电流运行时，铅房外辐射工作人员及保护目标处公众周有效剂量及年有效剂量均能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

根据公司提供的资料，本项目探伤铅房防护门搭接处、通风口和电缆管线口防护罩与同侧屏蔽体的屏蔽材料及厚度相同，辐射源点（靶点）至关注点的距离与同侧屏蔽体相同，因此，通风口和电缆管线口防护罩外辐射工作人员和周围公众年有

效剂量亦能满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求和本项目管理目标剂量约束值的要求。

综上所述,根据理论估算,本项目工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置在经实体屏蔽后,对辐射工作人员和周围公众的环境影响较小,开展检测工作时,在采取有效的辐射防护措施和公司良好的管理情况下,辐射工作人员的年有效剂量可以满足标准限值要求。

二、三废的治理评价

1、废水

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置运行过程中,采用数字成像,无废显及定影液产生,无需相关治理措施。本项目工作人员在工作中产生的生活、工作污水由公司统一处理后达标排放至城市生活污水管网。

2、废气

本项目铅房顶部拟设置机械通风装置,排风管道朝上,铅房容积为 21.735m^3 ,其通风量拟设计不小于 $145\text{m}^3/\text{h}$,则铅房内每小时通风换气约 6.67 次,满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)中探伤室“每小时有效通风换气次数不小于 3 次”的要求。铅房内有害气体经通风装置排出至检测间,经检测间通风装置排出检测间外,臭氧在常温下约 50min 可以自行分解为氧气,对环境影响较小。

3、固体废物

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描(CT)装置运行过程中,采用数字成像,无废胶片产生。本项目工作人员在工作中产生的生活垃圾经分类收集后,由公司统一交由城市环卫部门处理。

事故影响分析

本项目 X 射线实时成像检测装置为 II 类射线装置,II 类射线装置为中危险射线装置,发生辐射事故时可使受照人员产生较严重的放射损伤。本项目主要事故风险为:

1、门-机联锁失效,探伤机在检修门未关闭情况下仍然出束照射,或者在探伤工作期间,检修门被意外打开时,探伤机不能停止出束,导致门外人员受到不必要的照射。

2、安全联锁装置失灵，检修时检修门未完全关闭，X射线泄漏，造成周围人员不必要的照射。

3、误照情况：检测过程中，工作人员脱岗、未按照操作规程做好个人防护或其他人员误开机使人员受到误照射。

针对本项目可能发生的辐射事故，公司拟采取以下的事故预防措施：

1、定期进行辐射防护设施的检测与维修，杜绝因设施问题造成人员不必要的照射，在进行射线装置出束前，检查各项安全措施的有效性，特别是对检修门的防护效果、机械性能等进行检查，防止因检修门损坏造成射线泄漏；

2、加强辐射安全管理和人员培训，严格按照相应规章制度与操作规范进行作业，尽可能降低因人员操作失误产生事故的可能性；

3、辐射工作人员在工作时，除佩戴常规个人剂量计外，还拟携带个人剂量报警仪和便携式 X- γ 剂量率仪，当个人剂量报警仪发出报警时，辐射工作人员做好个人防护措施；

4、每次出束时对周围环境进行监测，保证铅房周围环境辐射水平处于正常范围之内。

依照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的规定，根据辐射事故的性质、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。本项目 X 射线探伤装置运行期间的最大事故为射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射，属于一般辐射事故。

公司拟根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，并在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康行政主管部门报告；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和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政主管部门报告。

公司拟严格执行射线装置的操作规程及工作场所分区管理要求，定期监测辐射工作场所的辐射环境剂量率等，确保辐射工作场所安全。当发生或发现辐射事故后，当事人应立即向所在单位的辐射安全负责人报告，启动辐射事故应急预案。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置均属 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，使用 II 类射线装置的单位，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境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，应对直接从事生产、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。根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部第 57 号公告）的要求，从事辐射工作的人员及辐射防护负责人均应通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并通过考核。

中创新航科技（江苏）有限公司已成立辐射安全防护管理小组，并指定组长王小强、赵磊为公司整体辐射防护总负责；副组长郑尧为公司辐射防护负责人（辐射安全与防护培训合格证书已过期，已报名参加管理类别的考试）。公司拟明确与本项目相关的辐射安全与环境保护管理人员及其职责，将该项目辐射安全管理纳入公司的安全管理工作之中。现有辐射领导小组文件见附件 10。

公司原有辐射工作人员 55 名，均已取得辐射安全与防护培训合格证书，且均在有效期内；公司拟为本项目新聘 2 名辐射工作人员，辐射工作人员均拟通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护知识及相关法律法规，考核合格后方可上岗；同时如有辐射培训证书到期人员拟及时通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台进行学习并通过考核。

辐射安全管理规章制度

根据《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》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关要求，使用放射源和射线装置的单位要“有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。

公司已建立《辐射安全管理规定》，包含了岗位职责、工业 CT 操作规程、核子

仪操作规程、辐射防护和安全保卫、设备检维修、射线装置使用和登记台账管理、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等内容（见附件 10），公司已制定的辐射安全管理规章制度能够满足公司原有辐射工作场所需求。公司拟根据本项目的特点及以下内容修改完善相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

1) 操作规程：明确本项目辐射工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。

2) 岗位职责：明确管理人员、射线装置操作人员、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。

3) 辐射防护和安全保卫制度：根据本项目的具体情况制定相应的辐射防护和安全保卫制度。定期检查辐射安全装置及检测仪器，确保辐射安全连锁装置、个人剂量报警仪、巡测仪保持良好工作状态及有效性。

4) 设备维修制度：明确本项目辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常使用过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保辐射检测装置、报警装置及急停按钮、联动装置、电离辐射警告标志、工作状态指示灯等安全措施保持良好工作状态。

5) 人员培训计划和健康管理制：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。公司拟对辐射工作人员开展职业健康监护，定期安排其在有相应资质单位进行职业健康体检，并建立职业健康档案。

6) 监测方案：为了确保辐射安全，公司应制定监测方案，内容包括：

①明确监测项目和频次；

②辐射工作人员个人剂量监测数据应建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正），在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生健康部门调查处理；

③对发生辐射事故处理进行全程监测；

④定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的单位进行监测，发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态

环境行政主管部门报告；

⑤委托有资质监测单位对本单位的放射源和射线装置的安全和防护状况进行年度检测，每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至国家核技术利用申报系统，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

辐射监测

1、环境监测方案

公司每 3 个月委托有资质单位对辐射工作人员进行个人剂量监测，并建立了个人剂量档案；委托有资质单位每年对现有 X 射线探伤项目周围环境 X- γ 辐射剂量率进行监测。公司辐射监测计划见表 12-1。

表 12-1 工作场所监测计划表

监测项目		监测频次	监测点位	结果评价
X- γ 辐射剂量率	竣工验收监测	1 次	铅房屏蔽体外、防护门外、门缝隙处、操作位、通风口、电缆线口外及楼下；铅房四周保护目标处。	铅房屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。
	场所年度监测，委托有资质的单位进行	1 次/年		
	定期自行开展辐射监测	每月至少 1 次		
个人剂量监测	委托有资质的单位进行	每 3 个月 1 次	/	年剂量不超过 5mSv

公司拟根据辐射管理要求，针对本项目完善已有监测方案：

1) 每次出束时，使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录。

2) 如出现外照射事故，将立即采取应急措施，并在 1 小时之内向所在地生态环境行政主管部门报告。

公司在之前的工作中能够执行所制定的监测方案，且每年对公司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 日前将年度评估报告上传至全国核技术利用辐射安全申报系统。

2、监测仪器情况

中创新航科技（江苏）有限公司已配备 4 台巡测仪和 16 台个人剂量报警仪，拟为本项目再配备 2 台个人剂量报警仪，用于辐射防护监测和报警，所有辐射工作人员均配备个人剂量计，工作时随身佩戴。

仪器配备情况可以满足原有核技术利用项目和本项目的需要。

已有项目运行情况

公司现有V类放射源共 138 枚，均已完成备案并取得许可。现有 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，为II类射线装置，已取得环评批复和辐射安全许可，正在验收。

现有运行的项目工作状态良好，按照国家标准要求配备了相应的辐射安全设施和个人防护用品，各项辐射安全措施安全有效，日常使用中未发生辐射事故。

本项目辐射工作人员为新聘人员，项目运行后不影响原有项目的正常工作。

辐射事故应急

按照《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）等相关规定，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- ①应急机构和职责分工；
- ②应急的具体人员和联系电话；
- ③应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- ④辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- ⑤辐射事故调查、报告和处理程序。

公司已制定辐射事故应急措施。发生辐射事故后，公司立即向当地公安、生态环境部门报告，同时拟采取以下措施：

- （1）发生辐射事故后立即终止射线装置操作，关闭操作电源，切断继续泄露可能；
- （2）封锁现场，切断一切可能扩大污染范围的环节；
- （3）迅速撤离有关人员，对事故受照射人员进行及时的检查、以及送医检查；
- （4）实行现场警戒，划定紧急隔离区。保护事故现场，保留导致事故的材料，设备和工具等；
- （5）根据放射事故的性质，配合有关部门，积极采取相应的去污染措施；
- （6）及时收集与事故有关的物品和资料，做好调查研究工作，认真分析事故原因，出具事故报告。

公司每年组织1次辐射事故应急演练，现有核技术利用项目开展工作以来，未发生过辐射事故。公司拟在本项目运行过程中不断完善辐射事故应急处理预案，明确人员职责和应急响应措施。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

中创新航科技（江苏）有限公司位于常州市金坛区江东大道 1 号，根据公司发展需要，公司拟在装配车间 1（共三层）三层东南侧检测间内配备 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置，装置为实时成像装置。本项目射线装置主要应用于电芯半成品的无损检测。

二、产业政策符合性评价

本项目为使用 II 类射线装置，对照《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的相关规定，本项目不属于限制类、淘汰类，故本项目符合国家现行产业政策。

三、实践正当性评价

本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置用于电芯装配线关键零部件进行无损检测，主要检测目的为确认内部缺陷及缺陷分布状况、确认部件性能是否满足要求。该项目具有良好的社会效益和经济效益，经辐射防护屏蔽和安全管理后，其获得的利益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践正当性”原则。

四、项目选址及布局合理性评价

中创新航科技（江苏）有限公司位于常州市金坛区江东大道 1 号。公司东侧依次为纪庄河、厂区外空地及复兴南路，南侧为江东大道，西侧为明湖路，北侧为华亚路。

公司拟在公司厂区内的装配车间 1（共三层）三层东南侧设置 1 间检测间，在检测间内配备 1 台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置。

装配车间 1 东侧依次为厂区内道路、污水处理站、蒸汽锅炉房、导热油泵站、货车回转区及 NMP 库房，南侧为厂区内道路，西侧依次为厂区内道路、动力站房、结构件库及成品库，北侧为厂区内道路。

检测间东侧为室外临空，南侧为设备搬入口，西侧为室内通道，北侧为空调机房，楼下为空调机房，楼上为屋顶（人员无法到达）。本项目铅房东、南、北侧均为检测间内部空地，西侧为操作位。

本项目周围各方向 50m 范围内均为公司厂区内厂房及道路，无学校、居民区等

环境敏感目标，运行后环境保护目标主要是从事本项目辐射工作人员、其他工作人员及周围公众等。本项目选址合理。

本项目工作场所划分了控制区及监督区，操作台与铅房分开，区域划分明确，主射线方向已避开操作位方向，布局设计合理。

五、辐射环境现状评价

由表 8-2 监测结果可知，本项目拟建址周围环境 γ 辐射空气吸收剂量率为 (51~53.6) nGy/h (结果已扣除宇宙射线响应值)。本项目周围室内环境 γ 辐射空气吸收剂量率位于江苏省室内环境天然 γ 辐射水平涨落区间内，属江苏省天然 γ 辐射剂量正常水平。

六、辐射环境影响分析评价

根据预测结果和现场监测，在落实本报告提出的各项辐射安全与防护措施的情况下，本项目投入运行后辐射工作人员和公众所受辐射剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中对职业人员和公众年有效剂量限值要求以及本项目管理目标限值要求 (职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv)。

七、“三废”的治理评价

本项目工作人员产生的生活污水，由公司统一处理；工业用 X 射线计算机断层扫描 (CT) 装置使用过程中分解产生的少量臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入室外大气；工作人员产生的生活垃圾，分类收集后交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

八、辐射安全措施评价

本项目检修门外表面拟设置有“当心电离辐射”警告标志；拟设置有门-机联锁安全装置和紧急停机按钮；铅房外拟设置清晰的显示“预备”“照射”状态的指示灯；拟在铅房内外安装监视装置，在铅房表面拟设置专用的显示屏，可监视铅房内探伤设备的运行情况；辐射工作人员均拟佩带有个人剂量计；辐射工作人员在开展检测工作前对检测装置进行安全检查；定期测量固定式 X 射线探伤装置外剂量率水平。

在落实以上辐射安全措施后，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

九、辐射安全管理评价

公司已设置专门的辐射安全与环境保护管理机构，已指定专人负责辐射安全与环

境保护管理工作，并以公司内部文件形式明确其管理职责。公司已制定相应的辐射安全管理制度。本项目辐射工作人员拟参加并通过辐射安全与防护知识的培训后上岗，公司拟对辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并建立职业健康档案和个人剂量档案。

十、辐射防护监测仪器评价

公司已配备 4 台巡测仪和 16 台个人剂量报警仪，拟为本项目再配备 2 台个人剂量报警仪，为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，在工作时随身携带，符合要求。

综上所述，本项目新增一台工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置项目选址及布局合理，采取的辐射安全与防护措施适当，在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该项目的运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，本项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

1、该项目运行中，公司应加强对射线装置工作场所的管理，加强对辐射工作人员的操作技能和辐射防护安全的培训，严格遵守操作规程等辐射安全制度。

2、保证各项安全措施及辐射防护设施正常运行，确保各项安全防护措施和设施正常使用。

3、定期对辐射工作场所进行检查和监测，及时发现并排除事故隐患。

4、取得本项目环境批复后，应及时申领辐射安全许可证，并按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的规定，在 3 个月内完成竣工环境保护验收工作。

5、公司应及时完成原有项目验收。

辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理	管理机构：公司已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用放射性同位素和射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的要求。	/
	管理制度：公司已建立《辐射安全管理规定》，包含了岗位职责、工业CT操作规程、核子仪操作规程、辐射防护和安全保卫、设备检维修、射线装置使用和登记台账管理、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等内容。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	
辐射防护措施	屏蔽措施：本项目工业用 X 射线计算机断层扫描（CT）装置设备壳体拟采用铅、钢等材料进行防护，铅房四周屏蔽以及顶部屏蔽设计参数见报告表 10-1。工作人员和周围公众的年有效剂量符合项目剂量约束值要求。	探伤房周围环境辐射水平应满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）的相关要求。 辐射工作人员和周围公众年受照剂量应满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中剂量限值要求和项目管理目标剂量约束值要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。	2
辐射安全措施	<p>（1）门-机连锁安全装置：本项目 2 个 X 射线管与铅房的检修门之间均拟设置门-机连锁装置，检修门关闭后 X 射线装置才能出束。</p> <p>（2）信号指示装置：拟在铅房顶部设置清晰的显示“预备”“照射”状态的指示灯和声音提示装置，铅房外醒目位置处拟设置清晰的信号意义的说明。</p> <p>（3）监视装置：铅房内外安装有监视装置，内部设有照明和摄像机。</p> <p>（4）标志、标识：检修门外表面拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；控制屏上拟设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识；在检测间门拟张贴监督区标牌及“当心电离辐射”警告标志。</p> <p>（5）紧急停机按钮和钥匙开关：铅房内和控制屏、操作位拟设置有紧急停机按钮，按下按钮设备停止运行。控制屏上设置有钥匙</p>	采取的辐射安全措施满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）相关辐射安全管理的要求。	4

	<p>开关，只有打开开关后，X 射线管才能出束，钥匙只有在停机或待机状态下才能拔出。</p> <p>(6) 辐射探测报警装置：公司拟在铅房内西侧屏蔽体外设置 1 个固定式辐射探测报警装置。</p>		
	<p>监测仪器：公司已配备 4 台巡测仪和 16 台个人剂量报警仪，拟为本项目配备 2 台个人剂量报警仪。</p>	<p>满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》对辐射监测仪器的配备要求。满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)的相关要求。</p>	2
人员配备	<p>辐射工作人员均拟通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护知识及相关法律法规，取得“X 射线探伤”类别考核合格证书后方可上岗</p>	<p>满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中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的管理要求。</p>	1
	<p>辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检(1次/季)，加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。</p>	<p>满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展个人剂量监测的管理要求。</p>	
	<p>辐射工作人员定期(不少于2年1次)进行职业健康体检，并建立放射工作人员职业健康档案。</p>	<p>满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中辐射工作人员必须开展职业健康体检的管理要求。</p>	
废气治理措施	<p>铅房设计有独立排风系统，工作时候开启确保铅房内臭氧和氮氧化物能及时排出。</p>	<p>满足《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)相关通风要求。</p>	1
总计	/	/	10

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。