

核技术利用建设项目

德成筑波（太仓）科技发展有限公司
新建生产、调试、销售
X 射线车辆快检系统项目
环境影响报告表
（公示版）

德成筑波（太仓）科技发展有限公司

2025 年 9 月

生态环境部监制

表 1 项目基本情况

建设项目名称		德成筑波（太仓）科技发展有限公司 新建生产、调试、销售 X 射线车辆快检系统			
建设单位		德成筑波（太仓）科技发展有限公司			
法人代表	胡春华	联系人			
注册地址		江苏省苏州市太仓市娄东街道朝阳东路 21 号 4 幢 7 层 720-62 室			
项目建设地点		太仓市通港东路 133 号苏州工翔电器产业园南区，原广发纺织南侧厂房			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		2000	项目环保投资 (万元)	62	投资比例（环保 投资/总投资） 3.1%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其他			占地面积 (m ²) 约 1100 m ²
应用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装置	☒ 生产	☒ II 类 ☐ III 类		
		☒ 销售	☒ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			
	项目概述 1.1 建设单位基本情况、项目建设规模及由来 1.1.1 建设单位基本情况 德成筑波（太仓）科技发展有限公司（以下简称“德成筑波太仓公司”）成立于 2025 年 9 月，是上海德成筑波科技发展有限公司的子公司，注册于太仓市娄东街道朝阳东路 21 号 4 幢 7 层 720-62 室，公司营业执照见附件 3。公司拟租赁太仓市通港东路 133 号苏州工翔电器产业园南区、原广发纺织的南侧厂房，用于生产、调试、销售 X 射线车辆快检系统。该 X 射线车辆快检系统由上海德成筑波科技发展有限公司研发，是上海德成筑波科技发展有限公司拥有全部知识产权的核心技术产品。				

公司所租赁的厂房占地面积约 1100 m²，总建筑面积约 1200 m²，主要由一座单层生产厂房及其北侧走廊、一座两层建筑（一楼仓库+二楼饭堂）构成。公司地理位置示意图见附图一，公司厂区平面布局图见附图二。

公司生产的 X 射线车辆快检系统具有“安全性高、绿色环保、运行稳定、成像清晰、安装便捷”五大优势，实现不停车快速检测，做到成像清晰，同时对不同类型车辆实现车头精确避让，防止车辆驾驶人员受到辐射影响。本公司生产的 X 射线车辆快检系统属于《国家高新技术产品目录》中“X 光大型车辆、集装箱检查系统”，属国内创新型解决方案。

1.1.2 项目建设规模及由来

德成筑波太仓公司所生产、调试及销售的 X 射线车辆快检系统，系外购筑波科技株式会社生产的冷阴极 X 射线管，结合公司其他外购部件和自研自产软件，组装成一套 X 射线车辆快检系统，在生产厂区位于走廊上的调试机房内进行调试，确认各项指标合格后，销售给有辐射许可使用资质的用户，并安装在交通枢纽、保税区、机场、海关、港口安检等领域，实现不停车快速检测。每套 X 射线车辆快检系统配套的两个冷阴极 X 射线管，均为最大管电压 160kV、最大管电流 3mA，在通道两侧定向交叉照射。以上为本次环评内容。

公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，其中 1 人为专职辐射防护负责人。当开展调试工作时，每次仅调试一套 X 射线车辆快检系统。公司预计年生产、调试及销售 100 套 X 射线车辆快检系统，平均每套 X 射线车辆快检系统调试曝光 4 次，每次曝光持续出束平均 7s，则年出束时间：100 套/年×4 次/套×7s/次=0.78h。

本项目射线装置基本情况见表 1-1。

表 1-1 本项目射线装置基本情况一览表

射线装置										
序号	名称型号	数量 (套)	类别	最大管 电压 kV	最大管 电流 mA	调试工作场所 名称	使用 情况	活动 种类	环评及 许可情况	备注
1	X 射线车辆快检系统， TXR-DX-C01	预计 100 套/ 年	II	160	3	生产车间 北侧走廊上的 调试机房	新建	生产、 使用、 销售	本次环评	每套 2 个冷 阴极 X 射线 管，通道两 侧定向交叉 照射
				160	3					

德成筑波（太仓）科技发展有限公司新建生产、调试、销售 X 射线车辆快检系统为该单位首次开展的核技术利用建设项目。

本项目拟新建生产、调试、销售 X 射线车辆快检系统，属《射线装置分类》（生态环境部 2017 年第 66 号公告）非医用射线装置栏“车辆检查用 X 射线装置”，按照 II 类射线装置管

理。本项目为生产、使用、销售 II 类射线装置项目。为保护环境和公众利益，防止辐射污染，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，德成筑波（太仓）科技发展有限公司应办理核技术利用项目环境影响评价手续。依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）的分类，生产、使用 II 类射线装置属于“172 核技术利用建设项目”中的“生产、使用 II 类射线装置的”范畴，应编制环境影响报告表；而销售 II 类射线装置属于“172 核技术利用建设项目”中的“销售 II 类射线装置的”范畴，应填报环境影响登记表。建设内容涉及《建设项目环境影响评价分类管理名录》中两个及以上项目类别的建设项目，其环境影响评价类别按照其中单项等级最高的确定，因此，本项目综合考虑，应编制环境影响报告表。

受德成筑波（太仓）科技发展有限公司委托，江苏辐环环境科技有限公司承担该项目的环评工作。我公司通过资料调研、项目工程分析，并在结合现场勘察等工作的基础上，编制了该核技术利用项目环境影响报告表。

1.2 项目周边保护目标及项目选址情况

德成筑波（太仓）科技发展有限公司拟新建生产、调试、销售 X 射线车辆快检系统的厂区，位于太仓市通港东路 133 号苏州工翔电器产业园南区，原广发纺织的最南侧厂房，平面布局见附图二。

德成筑波（太仓）科技发展有限公司开展调试 X 射线车辆快检系统的调试机房，拟建筑于生产厂房北侧 5.6m 宽走廊靠近东侧尽头的位置，该调试机房拟依托南侧、北侧生产厂房的现有墙体，并在西侧、东侧新建与南、北墙同等高度的 24cm 厚实心砖墙，原有和新建墙体还将在 24cm 厚实心砖墙上粉刷硫酸钡水泥，以进一步降低对周围公众的辐射影响；机房顶板铺设铅板；测试货车出入门拟建设于西墙，安装对开扇铅门；西墙上还将安装一扇铅观察窗，供调试操作人员观察调试机房内情况。调试机房周边 50m 范围内，其北侧均为广发纺织厂房；东侧外 5m 为走廊的东围墙，围墙外是河沟及农田；南侧至 19m 为生产车间，再南侧为河沟及农田，以及一间看护房；西侧至 28m 均为走廊，供车间人员出入，以及测试货车开入及退出调试机房，走廊出入口外再西侧 5m 是广发纺织宿舍楼（3F）。

公司仅在 X 射线车辆快检系统调试作业时会产生辐射影响。每次开展调试作业时，将对厂区内所有工人进行告知，避免出入走廊影响测试货车行车安全。当测试货车驶入调试机房内，再关闭西墙的对开扇铅门，防止无关人员入内。X 射线车辆快检系统调试作业的操作人员在西墙的铅观察窗外观察测试情况。因此，调试时可能受到辐射影响的保护目标为

公司调试的辐射工作人员（包括控制人员和测试货车的驾驶员）、调试机房周边车间的一般工作人员、调试机房东侧和南侧厂区围墙外的河沟及农田内的公众，调试区西侧厂区范围外的广发纺织宿舍楼（3F）居民等。

本项目评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线区域和江苏省生态空间管控区域。并根据现场监测与环评预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题，本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

考虑本项目采用的冷阴极 X 射线管具有能量损耗小、发射效率高、可短小时内脉冲发射单一能量的 X 射线，且射束焦点极小等特点，根据在用同类型产品的开机实测值（见附件 4），即使没有机房的全方位实体屏蔽，其辐射影响范围也仅为辐射源周边数米范围。为避免调试可能造成的射线泄漏对相邻厂房及周边公众的影响，公司特建设实体屏蔽机房，将调试时产生的辐射尽可能完全屏蔽在调试机房内。因此，可认为本项目周围无环境制约因素，项目选址基本合理。

1.3 实践正当性和产业政策相符性分析

德成筑波（太仓）科技发展有限公司新建生产、调试、销售 X 射线车辆快检系统，正是由于其精准且较低的辐射水平，方能为交通枢纽、保税区、机场、海关、港口安检等领域实现不停车快速检测提供相应的产品和技术支持。

在厂区调试机房内开展调试过程中，对射线装置的使用将严格按照国家相关的辐射防护要求采取相应的防护措施，对射线装置的安全管理将建立相应的规章制度。在正确使用和管理射线装置的情况下，可以将该项目辐射产生的影响降至尽可能小。本项目产生的社会效益足以弥补辐射给职业人员、公众引起的辐射危害，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”的原则。

本项目不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“鼓励类”、“淘汰类”、“限制类”项目，项目符合国家产业政策。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线管，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 (台)	型号	最大管 电压 (kV)	最大管 电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线车辆 快检系统	II类 射线装置	预计 100 套/年	TXR-DX- C01	160	3	组 装、 调 试、 销 售	在厂房内生产、调试机房内调试。 外销后用于交通枢纽、保税区、机 场、海关、港口安检等领域，对货 车进行高速、高效检测，及时发现 危险物品和藏匿人员，实现不停车 快速检测	每个冷阴极 X 射线管 功率 480W。 每套 2 个冷阴极 X 射 线管，通道两侧定向 交叉照射
					160	3			

(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	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度	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、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	/	最终排入大气，臭氧常温下至多数小时自动分解为氧气
退役 X 射线车辆快检系统	固态	/	/	/	/	/	暂存在 X 射线车辆快检系统上	当需要退役时，使用单位将冷阴极 X 射线管处置至无法使用，或交由德成筑波太仓公司回收处理。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订版），2015 年 1 月 1 日起施行； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年修正版），第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修正，2018 年 12 月 29 日起施行； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日起施行； (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订版），十三届全国人大常委会第十七次会议修订，2020 年 9 月 1 日起施行； (5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 修改版），国务院令 第 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和防护条例》（2019 年修改版），国务院令 第 709 号，2019 年 3 月 2 日起施行； (7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部 部令 第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），生态环境部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行； (9) 《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 日起施行； (10) 《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》，国家环境保护总局文件，环发[2006] 145 号文； (11) 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 2017 年第 66 号公告，2017 年 12 月 5 日起施行； (12) 关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》的通知，环办[2013]103 号，2014 年 1 月 1 日起施行； (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》，生态环境部公告 2019 年第 57 号，2020 年 1 月 1 日起施行； (14) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部令 第 9 号，2019 年 11 月 1 日起施行； (15) 《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 11 月 1 日起施行； （16）《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 2019 年 第 38 号公告，2019 年 11 月 1 日起施行； （17）《江苏省辐射污染防治条例》，（2018 年修改版），江苏省第十三届人民代表大会常委会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行； （18）《江苏省辐射事故应急预案》，苏政办函〔2020〕26 号，2020 年 2 月 19 日起施行； （19）《省生态环境厅关于进一步做好建设项目环境影响报告书（表）编制单位监管工作的通知》，苏环办〔2021〕187 号，2021 年 5 月 31 日起施行； （20）《江苏省国家级生态保护红线规划》，苏政发〔2018〕74 号，2018 年 6 月 9 日起施行； （21）《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 日起施行； （22）《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 日起施行； （23）《江苏省生态空间管控区域监督管理办法》，苏政办发〔2021〕20 号，2021 年 5 月 1 日起施行。 （24）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行。
技术标准	

其他

1.参考资料：

(1)《辐射防护导论》，方杰主编。

(2)《辐射防护手册-第三分册》，李德平、潘自强主编。

(3)《锅炉及压力容器规范 第五卷：无损检测》（ASME BPVC.V-2019）

(4)江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究。刘明，王承保。辐射防护，1993年第 13 卷第 2 期。

江苏省原野、道路、建筑物室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）^①

	原野	道路	室内
范围 ^②	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

①测量值已扣除宇宙射线响应值。

②现状评价时，以“范围”作为现状评价时参考的数值。

2.相关附表：

三同时”措施一览表

3.报告附件：

① 项目委托书（附件 1）

② 射线装置使用情况承诺书（附件 2）

③ 德成筑波（太仓）科技发展有限公司营业执照（附件 3）

④ 德成筑波（太仓）科技发展有限公司提供的同类型 160kV/3mA 冷阴极 X 射线车辆快检系统辐射水平实测值（附件 4）

⑤ 德成筑波（太仓）科技发展有限公司环境现状检测报告（附件 5）

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

本项目为新建生产、调试、销售 X 射线车辆快检系统项目，属于生产、使用及销售 II 类射线装置（冷阴极 X 射线管）。当调试时主要靠屏蔽，结合距离衰减，来降低 X 射线的辐射影响。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》（HJ 10.1-2016）中“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。本项目评价范围为 X 射线车辆快检系统调试机房边界外延 50m 的区域。本项目评价范围示意图 7-1。



（说明：紫红色框线为 X 射线车辆快检系统调试机房拟建址，红色框线为拟建址周围 50m 范围示意，黄色框线为公司厂区厂界示意）
图 7-1 德成筑波（太仓）科技发展有限公司新建生产、调试、销售 X 射线车辆快检系统项目评价范围示意图

7.2 保护目标

德成筑波（太仓）科技发展有限公司仅在厂区调试机房内开展 X 射线车辆快检系统调试出束，调试机房拟建设于生产车间北侧走廊内、靠近东侧走廊尽头的位置。调试机房周边 50m 范围内，其北侧是广发纺织厂房；东侧外 5m 为走廊的东围墙，围墙外是河沟及农田；南侧至 19m 为生产车间，再南侧为河沟及农田，以及一间看护房；西侧至 28m 均为走廊，供车间人员出入，以及测试货车开入及退出调试机房，走廊出入口外再西侧 5m 是广发纺织宿舍楼（3F）。

公司每次开展调试作业前，将对厂区内所有工人进行告知，避免出入走廊影响测试货车行车安全。当测试货车驶入调试机房内，关闭测试机房的对开扇铅门，防止无关人员入内。X 射线车辆快检系统调试作业的操作人员在西墙外铅观察窗外观察测试机房。因此，调试时可能受到辐射影响的保护目标为公司调试操作的工作人员、测试货车驾驶员，调试机房周边车间的一般工作人员、调试机房东侧和南侧厂区外的河沟及农田内的公众、西侧厂区范围外的广发纺织宿舍楼（3F）居民等。

本项目调试机房的环境保护目标情况见表 7-1。

表 7-1 本项目调试机房辐射环境保护目标一览表

主要环境保护目标		方位	最近距离（m）	规模	年剂量约束值
辐射工作人员	调试的辐射工作人员	调试机房西侧	0.3	2 人	职业人员 5mSv/a
	测试货车驾驶员	调试机房内	/	1 人	
公众	厂区内生产车间工人	南侧、西侧	0.3	约 25 人	公众 0.1mSv/a
	厂区外广发纺织车间工人	北侧	0.3	约 50 人	
	厂区外广发纺织宿舍工人	西侧	33	约 50 人	
	河沟及田间劳作农民	东侧	3	不定	
		南侧	19	不定	

对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发[2018]74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发[2020]1 号），本项目建设地点评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、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），经查询江苏省生态环境分区管控综合服务系统，本项目建设地点评价范围内不涉及江苏省内优先保护单元和重点管控单元、一般管控单元。本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图见附图三。

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）

工作人员职业照射和公众照射剂量限值：

	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①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； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
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： ①年有效剂量，1mSv； ②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 5mSv。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“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。”的规定，遵循辐射防护最优化原则，制定的本项目剂量约束值管理目标：

适用范围	剂量约束值
职业照射有效剂量	5mSv/a
公众有效剂量	0.1mSv/a

(2) 《货物-车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）（参考）

本项目 X 射线车辆快检系统所采用的冷阴极 X 射线管，不属于 GBZ143-2015 的适用范围，但该标准的辐射水平控制、安全设施、操作、监测与检查等放射防护要求仍对本项目有评价的借鉴意义，故参考该标准相关要求评价本项目。

5.1 辐射工作场所的分区

b) 对有司机驾驶的货运车辆的检查系统，应将辐射源室及有用线束区两侧距中心轴不小于 1m 的区域划定为控制区。控制区以外的周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的区域划

定为监督区。

6.3 场所辐射水平

6.3.1 边界周围剂量当量率

检查系统监督区边界处的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

6.3.2 驾驶员位置一次通过周围剂量当量

对于有司机驾驶的货运车辆或列车的检查系统，驾驶员位置一次通过的周围剂量当量应不大于 $0.1\mu\text{Sv}$ 。

6.3.3 控制室周围剂量当量率

检查系统控制室内的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于 $1.0\mu\text{Sv/h}$ 。

7 辐射安全设施要求

7.1 安全联锁装置

7.1.1 出束控制开关

在检查系统操作台上应装有出束控制开关。只有当出束控制开关处于工作位置时，射线才能产生或出束。

7.1.2 门联锁

所有辐射源室门、进入控制区的门及辐射源箱体外防护盖板等应设置联锁装置，与辐射源安装在同一辆车上的系统控制室的门也应设置联锁装置。上述任一门或盖板打开时，射线不能产生或出束。

7.1.3 紧急停束装置

在检查系统操作台、辐射源箱体等处应设置标识清晰的紧急停束装置，例如急停按钮、急停拉线开关等，可在紧急情况下立即中断辐射源的工作。当任一紧急停束装置被触发时，检查系统应立即停止出束，并只有通过就地复位才可重新启动辐射源。

7.1.4 ~~加速器~~输出剂量联锁

X射线检查系统的~~加速器~~输出剂量超出预定值时，~~加速器~~应能自动停止出束。

7.2 其他安全装置

7.2.1 声光报警安全装置

检查系统工作场所应设有声光报警安全装置以指示检查系统所处的状态，至少应包括出束及待机状态。当检查系统出束时，红色警灯闪烁，警铃示警。

7.2.2 监视装置

检查系统辐射工作场所应设置监视用摄像装置，以观察辐射工作场所内人员驻留情况和设备运行状态。

7.2.3 语音广播设备

在检查系统操作台上应设置语音广播设备，在辐射工作场所内设置扬声器，用于提醒现场人员注意和撤离辐射工作场所。

7.2.4 辐射监测仪表

根据检查系统特点，配备以下合适的辐射监测仪表：

- a) 个人剂量报警仪和剂量率巡检仪；
- b) 在 X 射线检查系统的~~加速器~~出束口处应配置辐射剂量监测仪表实时监测输出剂量，并在检查系统操作台上显示输出剂量率；

7.3 有司机驾驶的货运车辆的检查系统的附加要求

7.3.1 自动避让及保护措施

检查系统应设置避让及保护措施，避免司机受到有用线束照射。这些措施至少应包括：

- a) 判断进入检查通道是否为车辆的设施：只有当允许类型的被检车辆驶入检查通道时，检查系统才能出束；行人通过检查通道时，检查系统不能出束；
- b) 车辆位置自动探测设施：控制检查流程并确保司机驾驶位置已经驶离控制区后系统才能出束；
- c) 车速自动探测、停车、倒车保护设施：在车速低于允许的最低速度，以及停车、倒车情况下，检查系统均不能出束或立即停止出束；
- d) 出束时间保护措施：检查系统连续出束时间达到预定值时，应自动停止出束。

7.3.2 警示标识

辐射工作场所应醒目设置以下警示标识：

- a) 可检车型或禁检车型的警示：提醒和正确引导司机，可检车辆正常通行，其他车辆禁止通行；
- b) 限速标识：明确车辆通行速度的上限和下限；
- c) 保持车距警示：提醒待检车辆司机与前车保持一定距离，避免意外情况发生；
- d) “禁止停车、禁止倒车”、“禁止箱内有人”等警示：警示司机防止货厢内人员被误照射；
- e) 禁止穿行警示：禁止无关人员穿行或随车进入检查通道。

7.6 其他要求

辐射源室内应有良好的通风，以保证臭氧的浓度低于 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 。根据可能产生的臭氧浓度和工作需要确定通风系统的排风速率。

8 操作要求

8.1 一般要求

8.1.1 除非工作需要，工作人员应停留在监督区之外。

8.1.2 每天检查系统运行前，操作人员应按照表 A.1 的相关要求进行检查，确认其处于正常状态。

8.1.3 每次检查系统出束前，操作人员确认控制区内无人后，方可开启辐射源出束。

8.1.4 进入辐射工作场所时，操作人员应确认辐射源处于未出束状态，并携带个人剂量报警仪。

8.1.5 检查系统运行过程中，操作人员应通过监视器观察辐射工作场所内的情况，发现异常情况立即停止出束，防止事故发生。

8.1.6 检查系统发生故障或使用紧急停束装置紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，禁止重新启动辐射源。

8.1.7 检查系统结束一天工作后，操作人员应取下出束控制开关钥匙交安全管理人员妥善保管，并做好安全记录。

8.2 安装调试和维修时的要求

8.2.1 检查系统的安装调试和维修人员，除应接受放射防护培训且考核合格外，还应经过设备厂家的专业技术培训合格后，方可进行相关的安装、调试和维修工作。

8.2.2 在设备调试和维修过程中，如果需要解除安全联锁，应先获得安全管理人员批准，并设置醒目的警示牌。工作结束后，操作人员应先恢复安全联锁并确认检查系统正常后才能使用。

表 A.1 辐射防护监测和检查的内容与周期一览表

序号	类别	监测和检查内容	对应的本文件条款	监测与检查周期	监测与检查主体
1	出厂验收监测和检查	辐射源箱的泄漏辐射水平	6.2	设备出厂前	生产单位
2	验收监测和检查	场所辐射水平	6.3	设备运营前的监测和检查	运营单位委托有资质的机构
		辐射安全设施	7		
		换源监测	9.2.3	适时	
3	常规监测和检查	出束控制开关	7.1	每天	运营单位
		门连锁	7.1	每天	
		紧急停束装置	7.1	每天	
		监视、声光报警安全装置	7.2	每天	
		辐射监测仪表	7.2	每天	
		其他安全设施	7.3	适时	
			7.4		
			7.5		
			7.6		
边界周围剂量当量率	6.3.1	1a	运营单位委托有资质的机构		
控制室周围剂量当量率	6.3.3	1a			

(3) 《辐射型货物和(或)车辆检查系统》(GB/T19211-2015) (参考)

5.2.3 急停设备的工作方式应为故障安全型。如果一个急停设备发生故障,束流应被关断,故障状态应显示在控制面板上。

5.3.1 应安装安全连锁装置防止有人意外接受辐射。辐射束流只能在所有安全连锁都在规定状态下启动。如果运行期间连锁状态发生改变,辐射束流应终止或关闭。安全连锁装置应设计为故障安全型。

5.4.2 电离辐射警示符号或标志牌应放置在辐射工作场所边界处。

(4) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及其修改单 (参考)

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,不需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,当它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)。

3.3 其他要求

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用的材料为混凝土、铅和钢板等。

(5) 《工业探伤放射防护标准》(GBZ117-2022)(参考)

4 使用单位放射防护要求

4.1 开展工业探伤工作的使用单位对放射防护安全应负主体责任。

4.2 应建立放射防护管理组织，明确放射防护管理人员及其职责，建立和实施放射防护管理制度和措施。

4.3 应对从事探伤工作的人员按 GBZ 128 的要求进行个人剂量监测，按 GBZ 98 的要求进行职业健康监护。

4.4 探伤工作人员正式工作前应取得符合 GB/T 9445 要求的无损探伤人员资格。

4.5 应配备辐射剂量率仪和个人剂量报警仪。

4.6 应制定辐射事故应急预案。

6 固定式探伤的放射防护要求

6.1 探伤室放射防护要求

6.1.1 探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开。探伤室的屏蔽墙厚度应充分考虑源项大小、直射、散射、屏蔽物材料和结构等各种因素。无迷路探伤室门的防护性能应不小于同侧墙的防护性能。X 射线探伤室的屏蔽计算方法参见 GBZ/T 250。

6.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理，分区管理应符合 GB 18871 的要求。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众场所，其值应不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

b) 屏蔽体外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

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。探伤室内有多台探伤装置时，每台装置均应与防护门连锁。

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，并与探伤机连锁。“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。

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。

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。

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。

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。

6.2 探伤室探伤操作的放射防护要求

6.2.1 对正常使用的探伤室应检查探伤室防护门-机连锁装置、照射信号指示灯等防护安全措施。

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。

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。

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。

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。

6.2.6 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。

(6) 项目管理目标

综合考虑 GB 18871-2002、GBZ 143-2015、GBZ117-2022 确定本项目的管理目标为：



表 8 环境质量和辐射现状

8.1 环境质量和辐射现状

8.1.1 项目地理位置、周边环境和选址合理性分析

德成筑波（太仓）科技发展有限公司生产厂区位于太仓市通港东路 133 号苏州工翔电器产业园南区，原广发纺织南侧厂房。

本项目拟建位置及周围环境见附图二。开展调试 X 射线车辆快检系统的调试机房，拟建设于生产车间北侧 5.6m 宽走廊靠近东侧走廊尽头的位置。施工时还将走廊北墙上的两个门洞（非本公司租赁车间）、走廊东墙上一个门洞均采用 24cm 厚实心砖封闭砌墙，确保该走廊仅为本公司单独使用。

该调试机房拟依托南侧、北侧生产厂房的现有墙体，并在西侧、东侧新建与南、北墙同等高度的 24cm 厚实心砖墙，原有和新建墙体还将在 24cm 厚实心砖墙上粉刷硫酸钡水泥，以进一步降低对周围公众的辐射影响；机房顶板铺设铅板；测试货车出入门拟建设于西墙，安装对开扇铅门；西墙上还将安装一扇铅观察窗，供调试操作人员观察调试机房内情况。调试机房周边 50m 范围内：

北侧是广发纺织厂房；

东侧调试区外 5m 为车间走道的东围墙，围墙外是河沟及农田；

南侧至 19m 为生产车间，再南侧为河沟及农田，以及一间看护房；

西侧至 28m 均为走廊，供车间人员出入，以及测试货车开入及退出调试机房，走廊出入口外再西侧 5m 是广发纺织宿舍楼（3F）。

调试机房周边紧邻区域及主射线方向均为生产车间，能够通过实体屏蔽及辐射防护措施确保周围的辐射安全；50m 评价范围内虽然有西侧的广发纺织宿舍楼（3F）属本项目辐射环境敏感点，但不在主射线方向且远离调试机房；东侧及南侧为人员居留因子较少的河沟及农田。

考虑本项目采用的冷阴极 X 射线管具有能量损耗小、发射效率高、可短小时内脉冲发射单一能量的 X 射线，且射束焦点极小等特点，根据在用同类型产品的开机实测值（见附件 4），即使没有机房的全方位实体屏蔽，其辐射影响范围也仅为辐射源周边数米范围。为避免调试可能造成的射线泄漏对相邻厂房及周边公众的影响，公司特建设实体屏蔽机房，将调试时产生的辐射尽可能完全屏蔽在调试机房内。因此，可认为本项目周围无环境制约因素，项目选址基本合理。

德成筑波（太仓）科技发展有限公司租赁的生产厂区及调试机房拟建址现状和周围环境见图 8-1。



从西侧走廊入口看走廊及生产厂区现状



从东侧走廊尽头（拟建调试区）看走廊及生产厂区现状



北侧广发纺织车间内现状



南侧拟租赁车间内现状



走廊外东侧的河沟及农田



走廊入口处西侧的广发纺织宿舍楼



厂区南侧的河沟及农田

图 8-1 德成筑波（太仓）科技发展有限公司厂区及周边环境现状

8.2 环境现状检测

本项目为生产、调试、销售 X 射线车辆快检系统项目，其活动种类和范围为生产、使用及销售 II 类射线装置。根据项目工作原理及特点，项目运行期间主要的环境污染物为 X 射线电离辐射污染，项目在进行现状调查时，主要调查本项目拟建址及周围环境的 X、 γ 辐射剂量率。

8.2.1 环境现状评价对象、检测因子、检测点位

环境现状评价对象：本项目拟建址及周围辐射环境；

检测因子：X、 γ 辐射剂量率；

检测点位：按照《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，在本项目拟建址及周围环境共计布设 7 个 X、 γ 辐射剂量率检测点位，具体点位见图 8-2。

8.2.2 检测方案

（1）检测单位：江苏辐环环境科技有限公司（CMA 证书编号：231012341512）

（2）检测时间：2025 年 8 月 25 日 检测天气：晴

（3）检测仪器：

仪器名称：多功能射线检测仪

仪器型号：BG9512+PG03

仪器编号：1TR5GSKW

能量响应范围：25keV~3MeV

量程范围：10nGy/h~200 μ Gy/h

检定单位：江苏省计量科学研究院

检测证书编号：Y2025-0048715

检定有效期：2025.5.27~2026.5.26

（4）检测方法 & 数据处理：按照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中的要求进行，每组读 10 个数据，取算术平均值计算结果。

8.2.3 质量保证措施

①委托的检测机构已通过资质认定，具备有相应的检测资质和检测能力，其资质认定证书及附表见附件 5；

②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定，并在检定有效期内；

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核；

⑤检测仪器在使用前、后进行性能检查，确保工作状态正常；

⑥检测报告实行三级审核，经过校对、校核，最后由授权签字人签发。

8.2.4 检测结果及评价

本项目拟建址及周围辐射环境检测结果见表 8-1，检测点位见图 8-2，详细检测结果见附件 5。

表 8-1 本项目拟建址及周围辐射环境现状检测结果

序号	检测点位描述		位置属性	检测结果 (nGy/h)	标准差	备注
1	厂区内	调试机房拟建址	平房	79	3.2	环境本底检测
2		北侧（广发纺织车间内）	平房	57	1.8	
3		南侧（公司拟租赁车间内）	平房	60	1.3	
4		西侧 （拟租赁车间的出入走廊上）	平房	81	1.2	
5		仓库上二楼饭堂	楼房	85	1.2	
6	厂外	东侧河沟岸沿（走廊东门外）	原野	59	1.7	
7		西侧 （走廊出入口外、广发纺织宿舍楼东北角）	道路	76	2.3	

注：①表中数据已扣除检测仪器宇宙射线响应值。

②根据建筑物对宇宙射线的屏蔽，分为楼房、平房、原野、道路。建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子，楼房取 0.8，平房取 0.9，原野、道路取 1。

根据表 8-1 可知，本项目拟建址及周围环境的 γ 辐射空气吸收剂量率，室内为（57~85）nGy/h，处于江苏省环境天然 γ 辐射空气吸收剂量率测值（室内（50.7~129.4）nGy/h）范围；室外道路为 76nGy/h，处于江苏省环境天然 γ 辐射空气吸收剂量率测值（室外道路（18.1~102.3）nGy/h）范围；原野为 59nGy/h，处于江苏省环境天然 γ 辐射空气吸收剂量率测值（原野（33.1~72.6）nGy/h）范围。

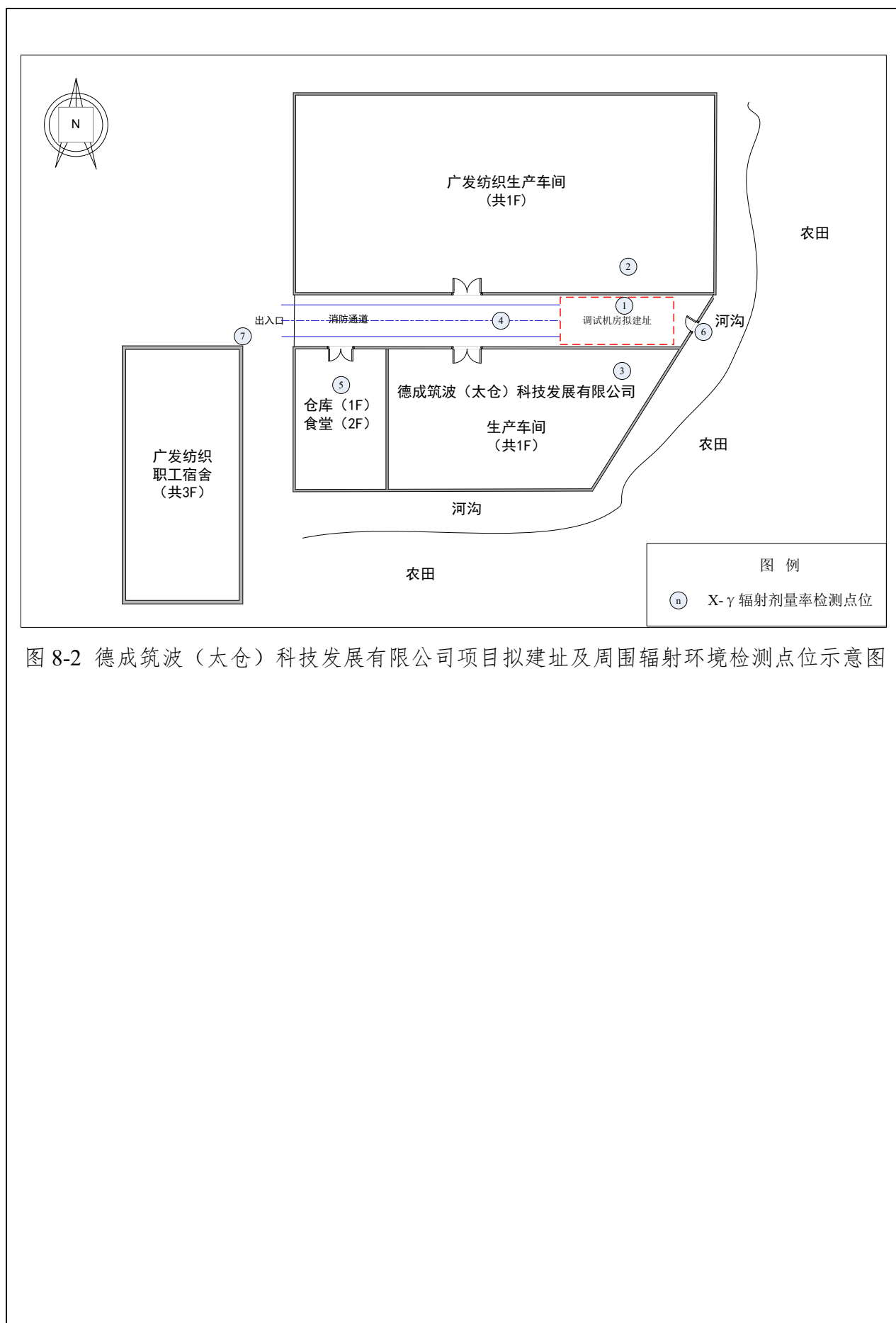


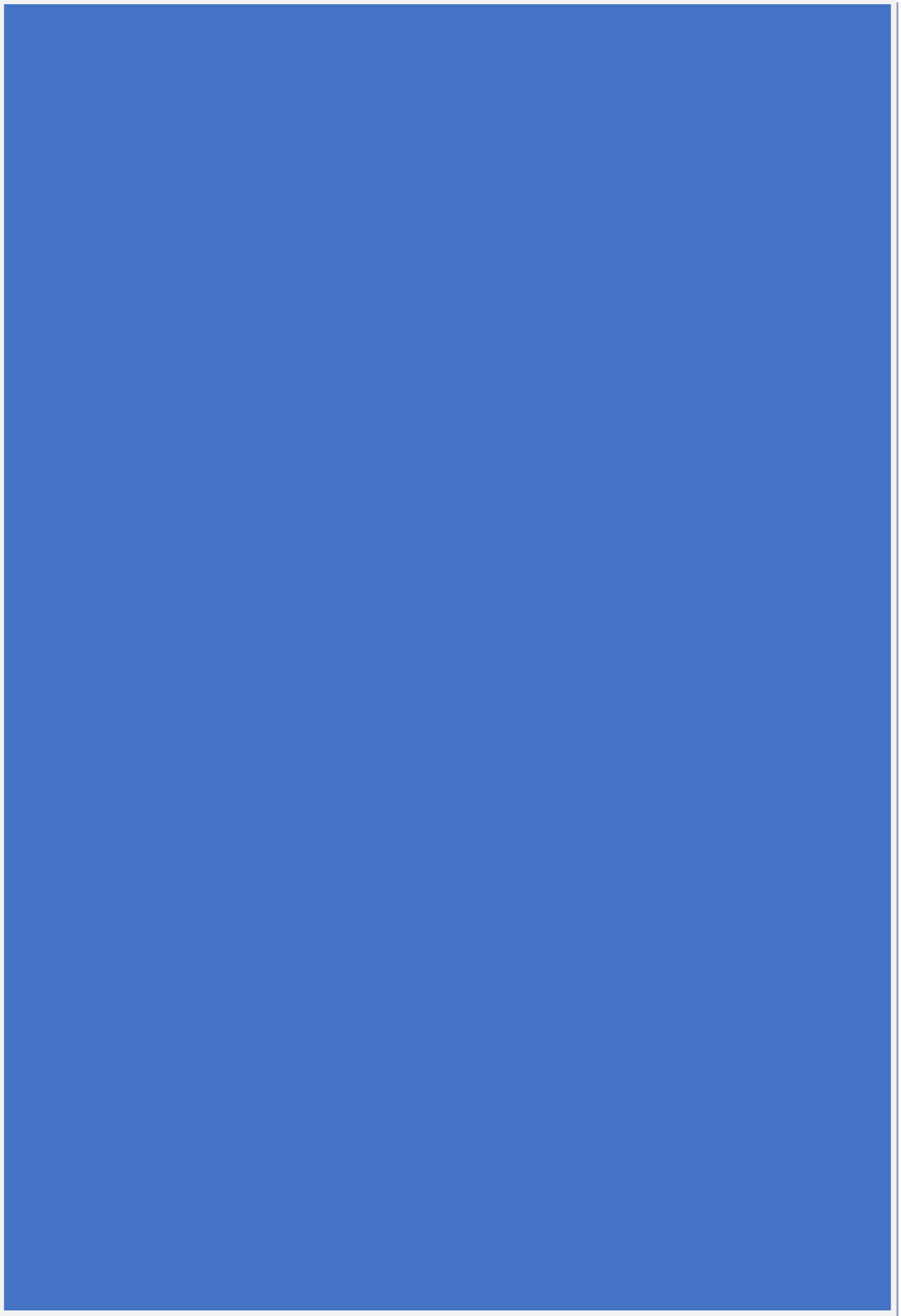
表 9 项目工程分析与源项

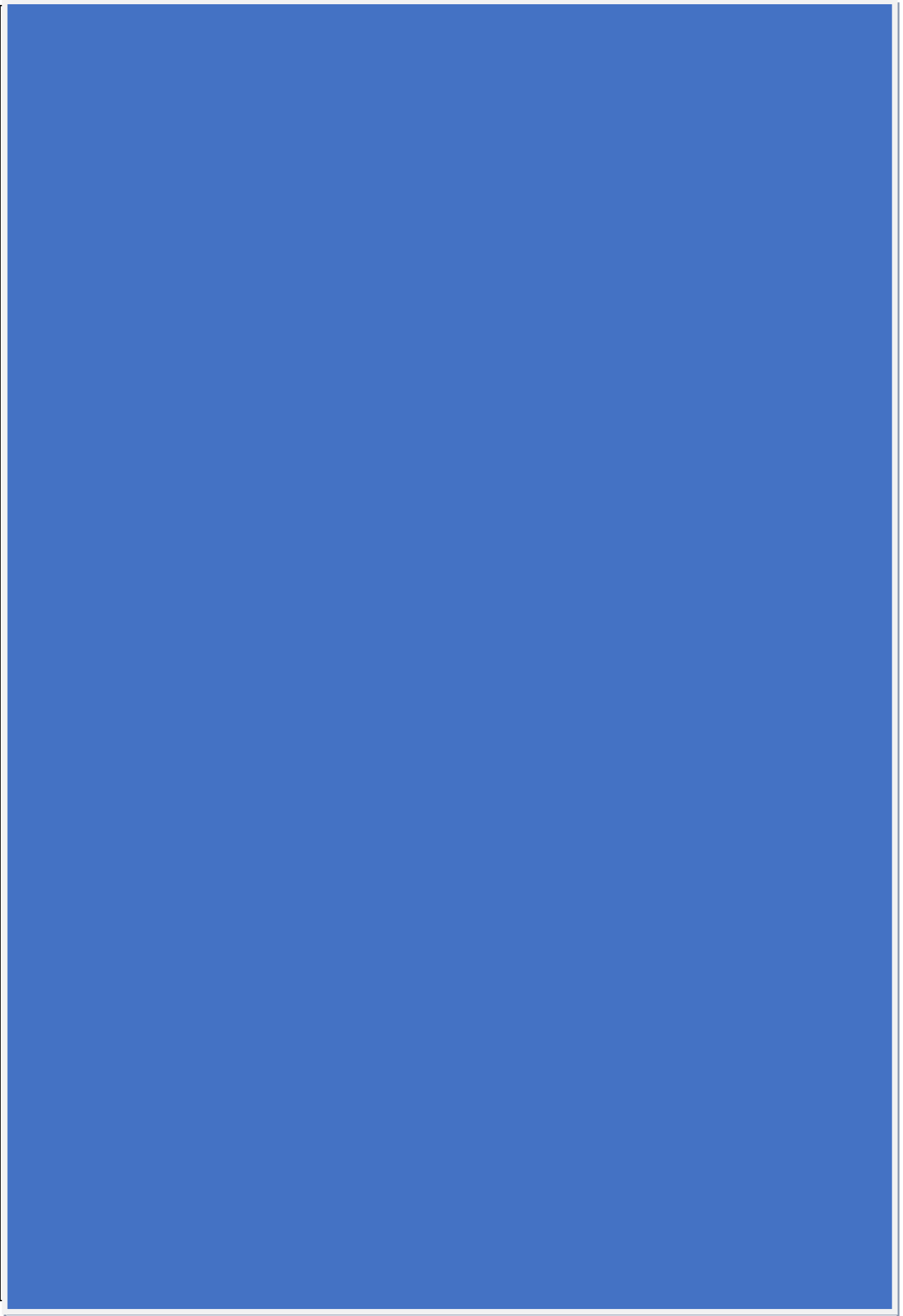
9.1 工程设备和工艺分析

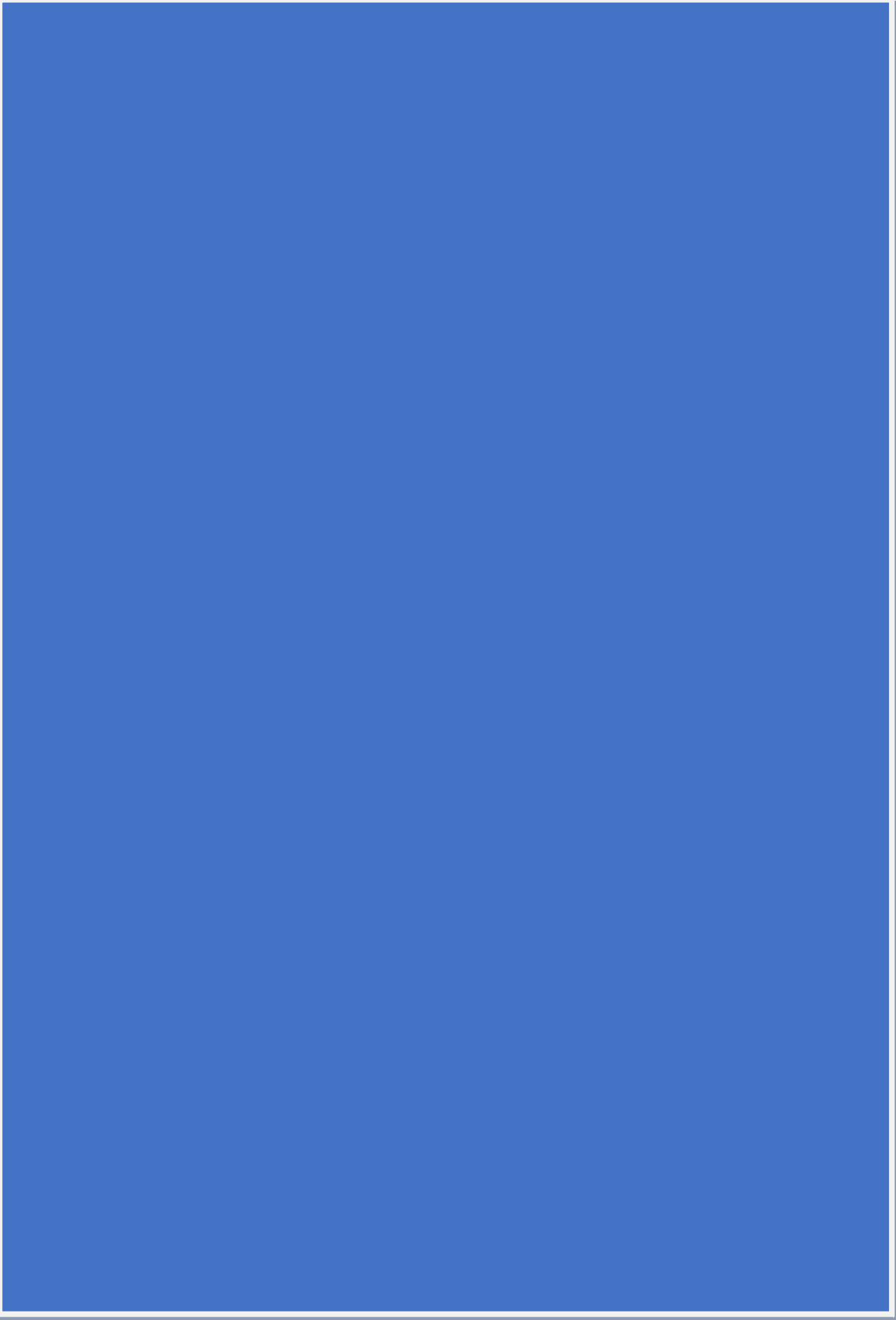
9.1.1 工程设备

德成筑波（太仓）科技发展有限公司生产的车辆快检系统，其技术来源于上海德成筑波科技发展有限公司。公司外购筑波科技株式会社生产的冷阴极 X 光射线管，结合公司其他外购部件和自研自产软件，组装成一套车辆快检系统，在生产厂区的调试机房进行调试，确认各项指标合格后，销售给有辐射许可使用资质的用户，并安装在交通枢纽、保税区、机场、海关、港口安检等领域。

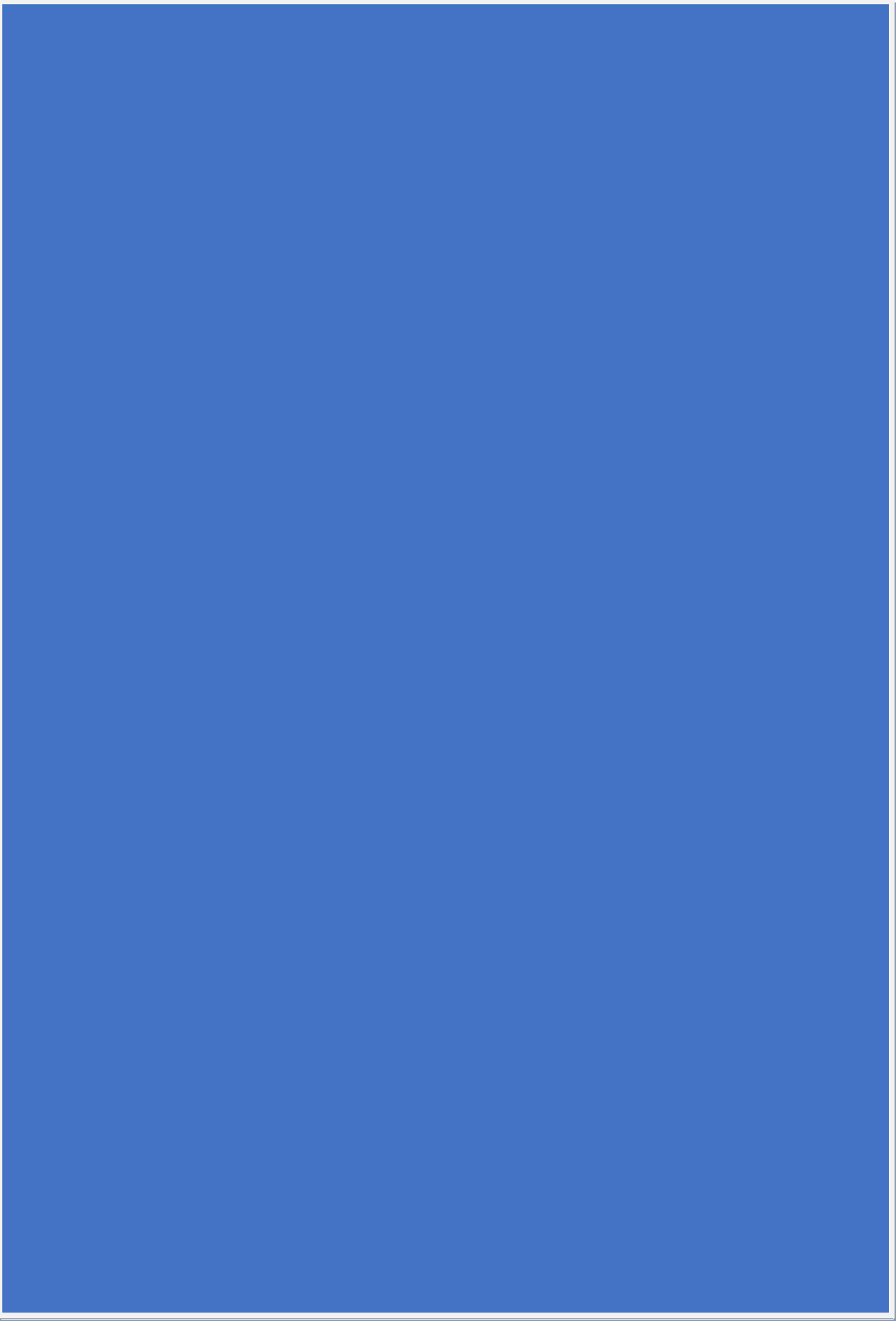


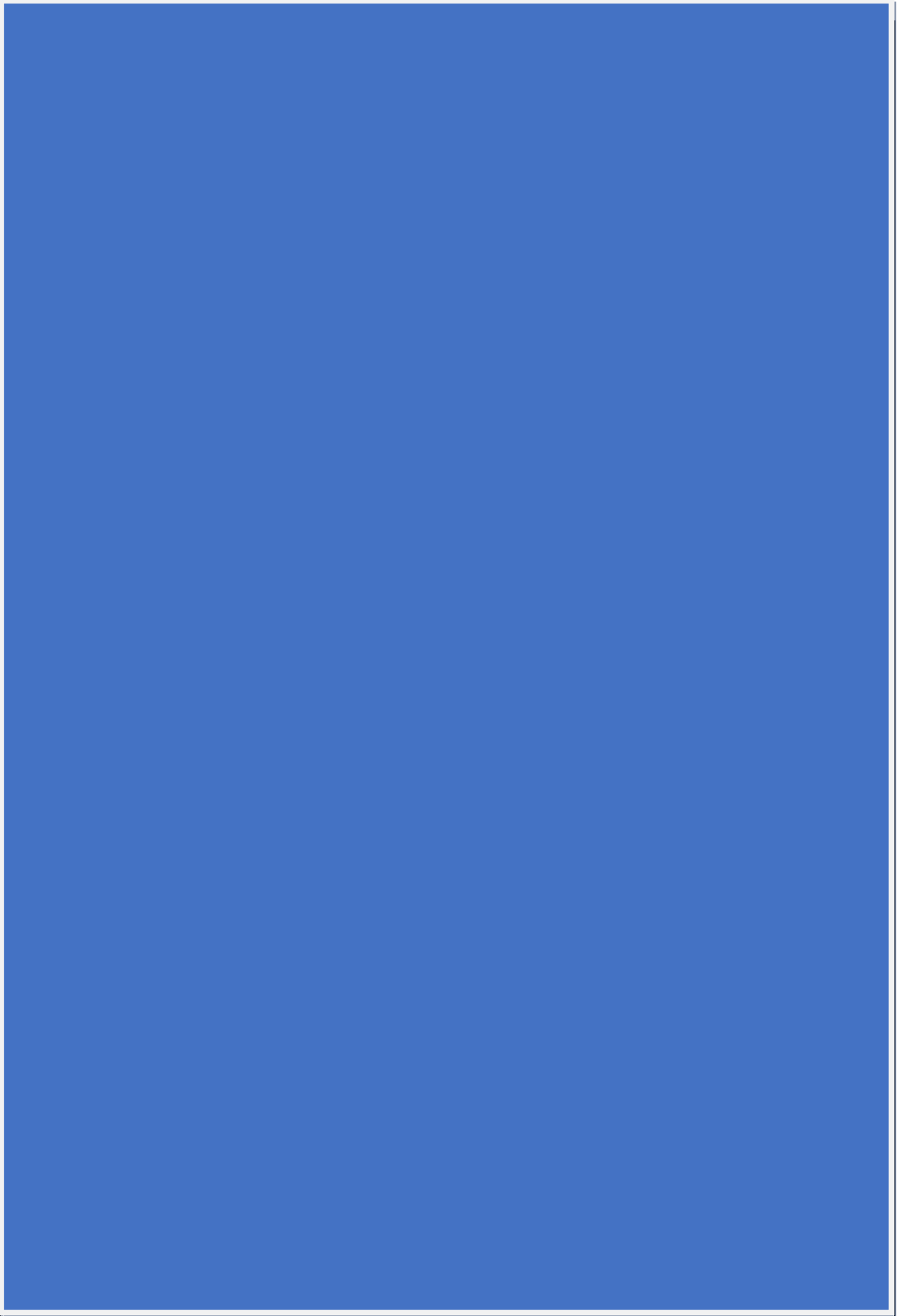


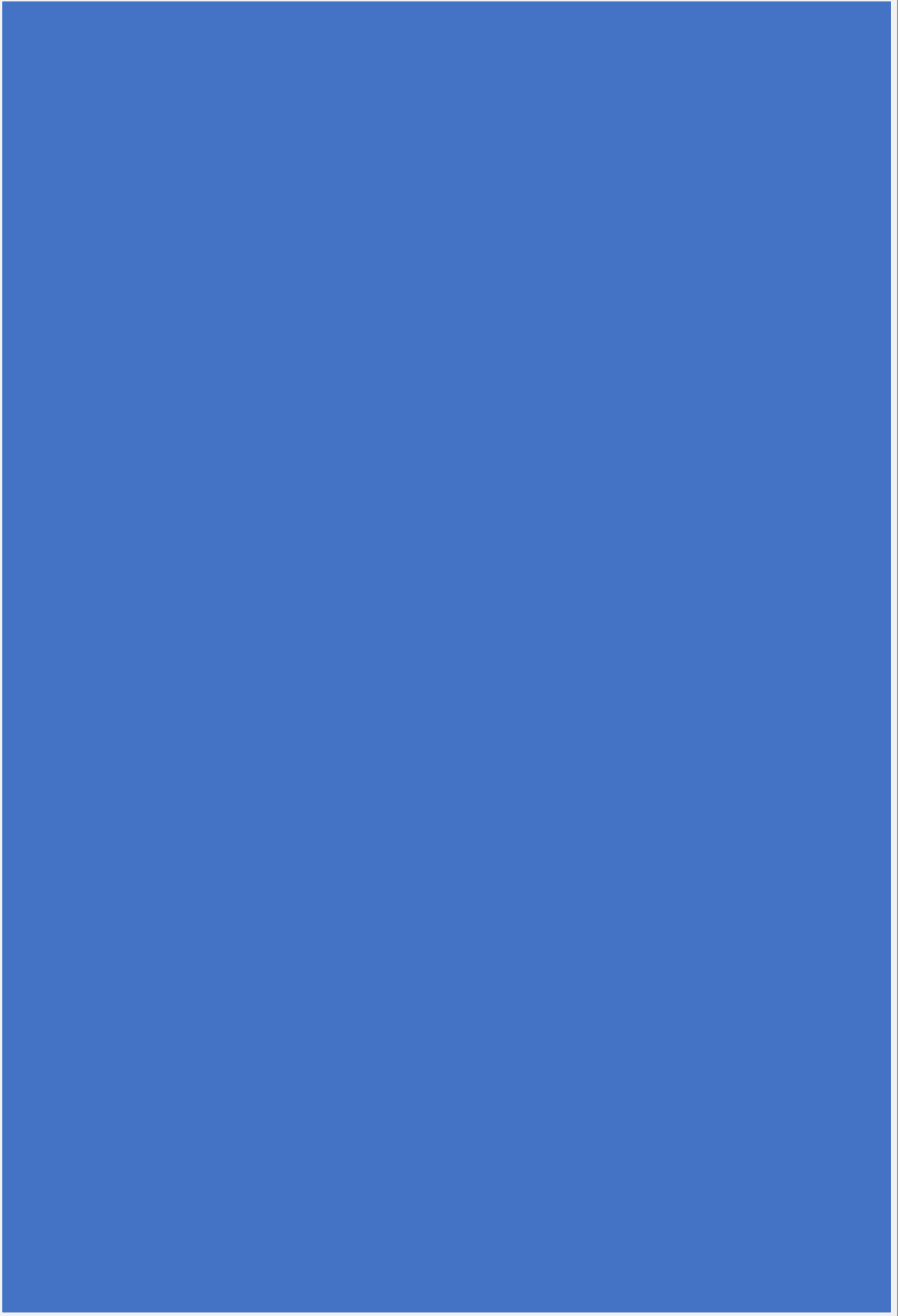


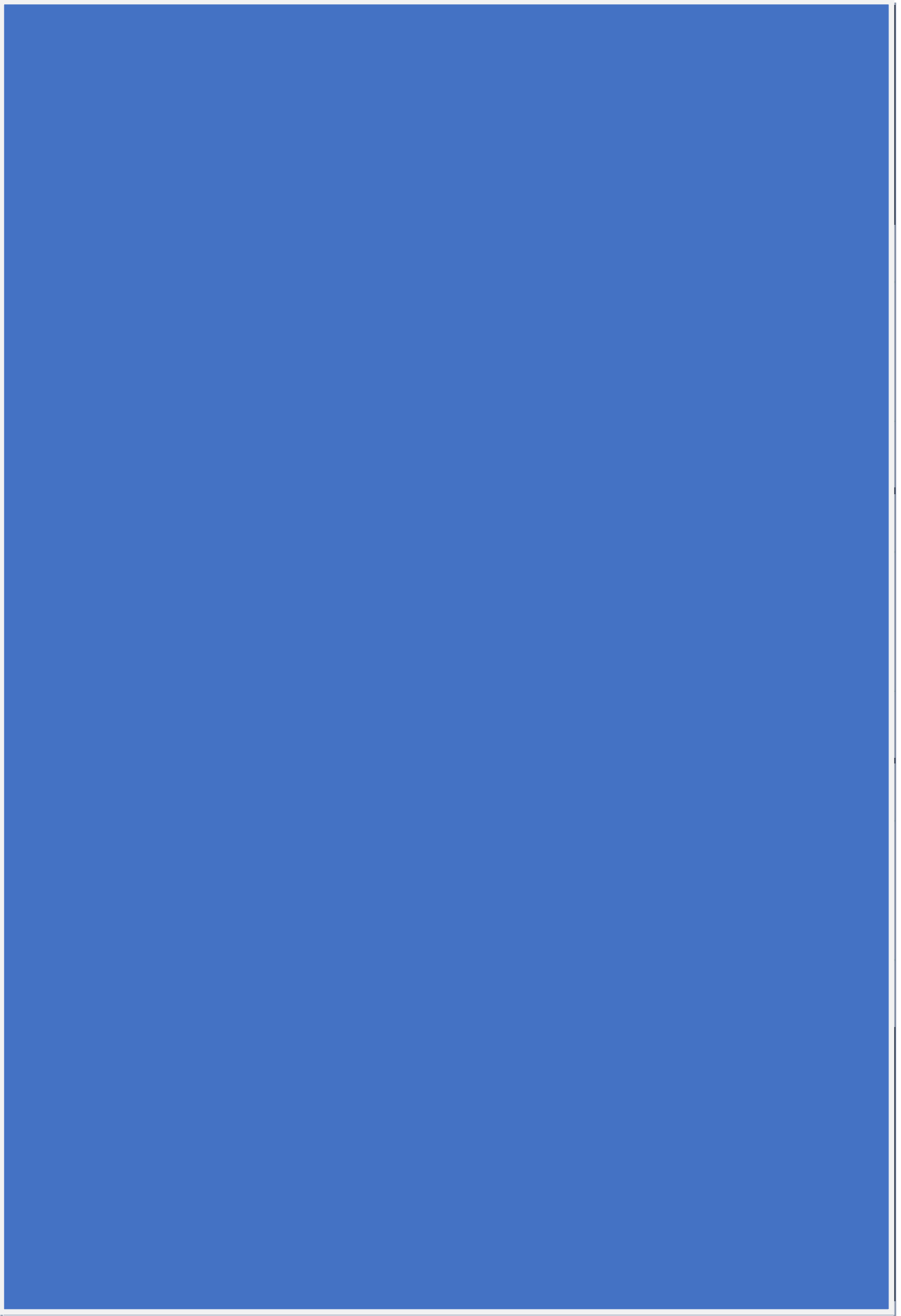


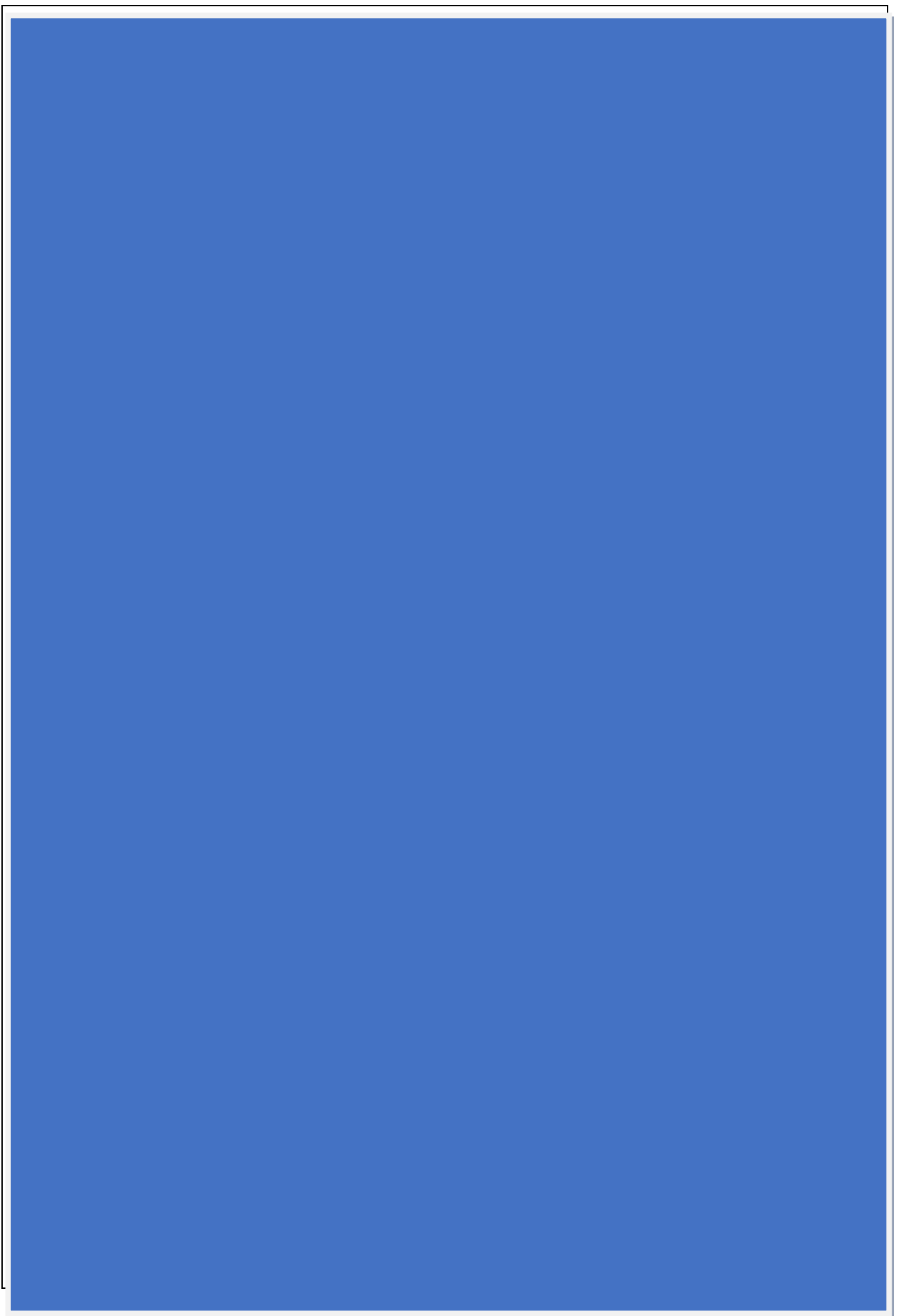












X 射线车辆快检系统的生产及销售环节不涉及辐射工作，其调试工作流程及产污环节如图 9-11 所示：

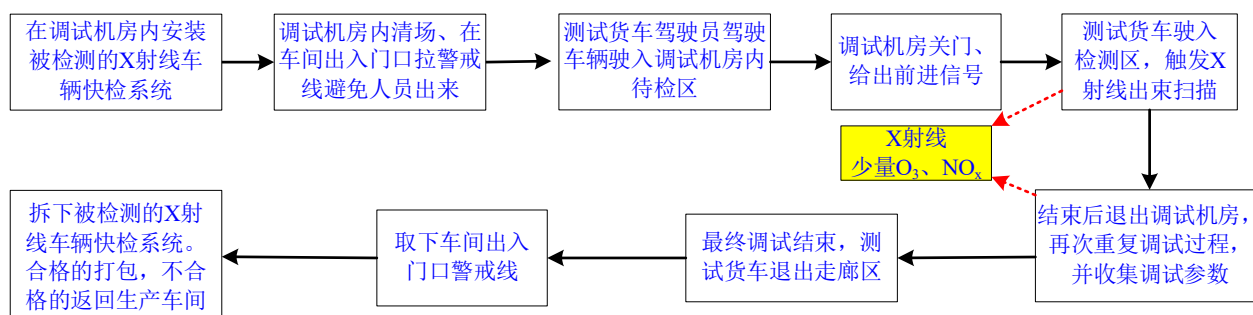


图9-11 X射线车辆快检系统调试工作流程及产污环节示意图

9.2 污染源项描述

由上述工程分析和产污环节可知，本项目主要产生以下污染：

（1）电离辐射污染

本项目使用的冷阴极 X 射线管最大管电压均为 160kV，最大管电流均为 3mA。由 X 射线管工作原理可知，X 射线车辆快检系统只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，若未完全屏蔽，可能对调试机房外辐射工作人员和公众产生一定外照射。因此 X 射线车辆快检系统在曝光出束期间，X 射线是本项目主要污染因素。

本项目调试时，每次仅调试一套 X 射线车辆快检系统，每套 2 个冷阴极 X 射线管在通道两侧定向交叉照射，主射线束照射野限定在线阵接收单元立柱的探测器范围内，不会照射至其他方向。开机出束时产生的射线包括以下三类：

有用线束：冷阴极 X 射线管出束窗口发射的用于货厢检测的辐射束，又称为主射线束。根据厂家实测，在 160kV 工况下离靶 1m 处 X 射线发射率为 11.1mGy/（min·mA）。主射线束照射野限定在线阵接收单元立柱的探测器范围内，且探测器背面还有 3mm 铅板，能够基本屏蔽全部有用线束。

漏射线：常规 X 射线机，其热阴极 X 射线管外自带铅套，由于各组件缝隙的存在，仍无法完全避免 X 射线从铅屏蔽套中泄漏出来，这些从 X 射线管中泄漏出来的射线被称为漏射线。本项目使用的冷阴极 X 射线管，由于场致电子的产生方向与加速电场方向一致，先天决定了漏射线产生的概率较小。且本项目冷阴极 X 射线管模块自带完全封闭（射束出口除外）的铅盒，根据厂家实测，开机时基本没有漏射线。保守在计算时，按距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率 1E+3μSv/h 考虑。

散射线：当主射线照射到被检测物品时，除部分光子被物品吸收，在康普顿散射作用下，还会产生各个方向的散射辐射。根据 GBZ/T250-2014 表 2，对应原始 X 射线能量 $150 < kV \leq 200kV$ ，X 射线 90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值为 150kV。

考虑本项目冷阴极 X 射线管恒定朝向线阵接收单元立柱的探测器照射，有用线束照射野限定在线阵接收单元立柱的探测器范围内，不会照射至其他方向。而探测器背后的 3mm 铅板可认为能够完全屏蔽有用线束，因此，对调试机房周边工作人员和公众造成辐射影响的，是来自于冷阴极 X 射线管的漏射线和被检测物品上的散射线。理论估算调试机房的屏蔽计算时，也是以漏射线和散射线作为辐射源项。

（2）非电离辐射污染

由于本项目 X 射线车辆快检系统采用数字成像、数字存储 X 光片，因此，不会产生洗片废水、废胶片等传统无损检测行业的危险废物。

冷阴极 X 射线管在调试机房内出束时，高能光子会电离室内空气产生少量臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。

本项目辐射工作人员会产生少量生活污水，生活用水量按 100L/人·天计，以及少量生活垃圾，生活垃圾按 1kg/人天计。上述生活污水和生活垃圾将依托所租赁的苏州工翔电器设备有限公司厂区生活污水和生活垃圾一并处理。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

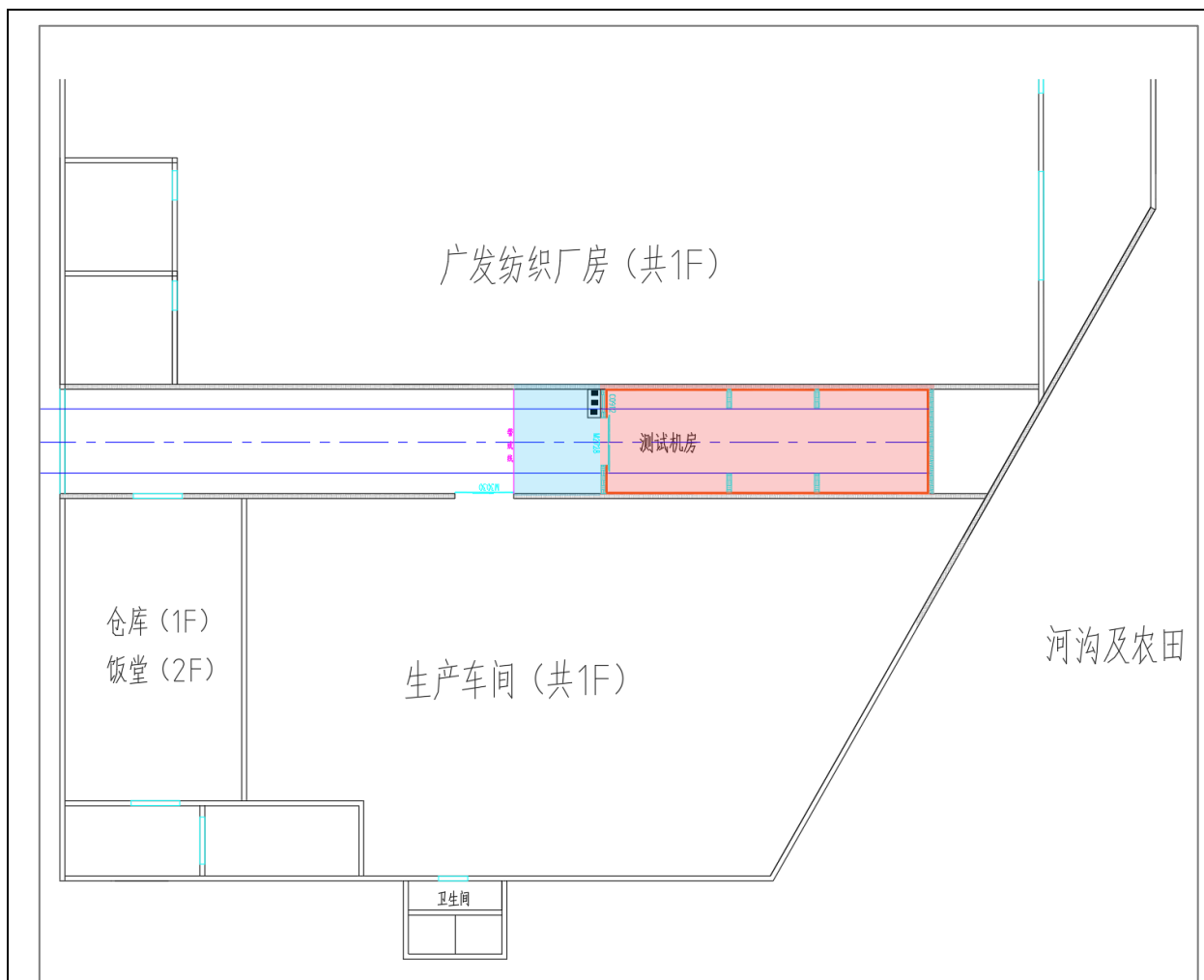
10.1.1 工作场所布局合理性及两区划分合理性分析

德成筑波（太仓）科技发展有限公司开展调试 X 射线车辆快检系统的调试机房，拟建筑于生产厂房北侧 5.6m 宽走廊靠近东侧尽头的位置，该调试机房拟依托南侧、北侧生产厂房的现有墙体，并在西侧、东侧新建与南、北墙同等高度的 24cm 厚实心砖墙，原有和新建墙体还将在 24cm 厚实心砖墙上粉刷硫酸钡水泥，以进一步降低对周围公众的辐射影响；机房顶板铺设铅板；测试货车出入门拟建设于西墙，安装对开扇铅门；西墙上还将安装一扇铅观察窗，供调试操作人员观察调试机房内情况。

供调试的 X 射线车辆快检系统，每套 2 个冷阴极 X 射线管在通道两侧定向交叉照射，主射线束照射野限定在线阵接收单元立柱的探测器范围内，不会照射至其他方向。调试时仅测试货车司机驾驶货车进入有辐射场的调试机房，而调试操作人员在机房外铅观察窗处观察调试情况。调试机房的布局，要严格于所参考的《货物-车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）布局要求，满足所参考的《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于“探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开”的要求，布局合理。

公司拟对本项目调试机进行分区管理，将调试机房划分为控制区，X 射线出束工作期间，除测试货车驾驶员外，禁止其他任何人员进入；将警戒线东侧、调试机房西侧的车间走廊，包括铅观察窗前的调试控制台区域，划分为监督区，调试期间禁止非辐射工作人员进入。

本项目辐射防护分区划分见图 10-1，辐射工作场所两区划分情况介绍见表 10-1。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管理要求。



(注：红色阴影区为控制区、蓝色阴影区为监督区)

图 10-1 德成筑波（太仓）科技发展有限公司 X 射线车辆快检系统调试机房
辐射防护分区划分示意图

表 10-1 本项目辐射工作场所两区划分情况

	控制区	监督区
涉及场所	调试机房	警戒线东侧、调试机房西侧的车间走廊，包括铅观察窗前的调试控制台区域
辐射防护措施	对控制区进行严格控制，在曝光过程中，除测试货车驾驶员外，严禁任何人进入。铅防护门设置有门机联锁，门上还张贴电离辐射警告标识。	监督区为辐射工作人员调试 X 射线车辆快检系统的工作场所，调试期间禁止非辐射工作人员进入。在警戒线上挂“禁止非辐射工作人员进入”标牌。

10.1.2 辐射防护屏蔽设计

德成筑波（太仓）科技发展有限公司 X 射线车辆快检系统调试机房屏蔽防护设计参数见表 10-2，尺寸见附图二。

表 10-2 TXR-DX-C01 型号 X 射线车辆快检系统调试机房屏蔽参数一览表
(使用工况：160kV/3mA 的冷阴极 X 射线管)

外部尺寸	17m（车辆行驶方向）×5.6m（南北方向）×4.3m（高度方向）
测试车辆尺寸	小型厢式货车，长 4.2m、宽 2m、高 2.6m
四周墙体	24cm 实心砖墙（1.65g/cm ³ ）+6cm 硫酸钡（2.7g/cm ³ ）
屋顶	钢结构+2mmPb
西墙上铅观察窗	3mm 铅当量
车辆出入防护门	钢结构+3mmPb (电动对开扇移门)
电缆孔 补偿屏蔽	斜穿墙+2mmPb

注：铅密度为 11.3 g/cm³。

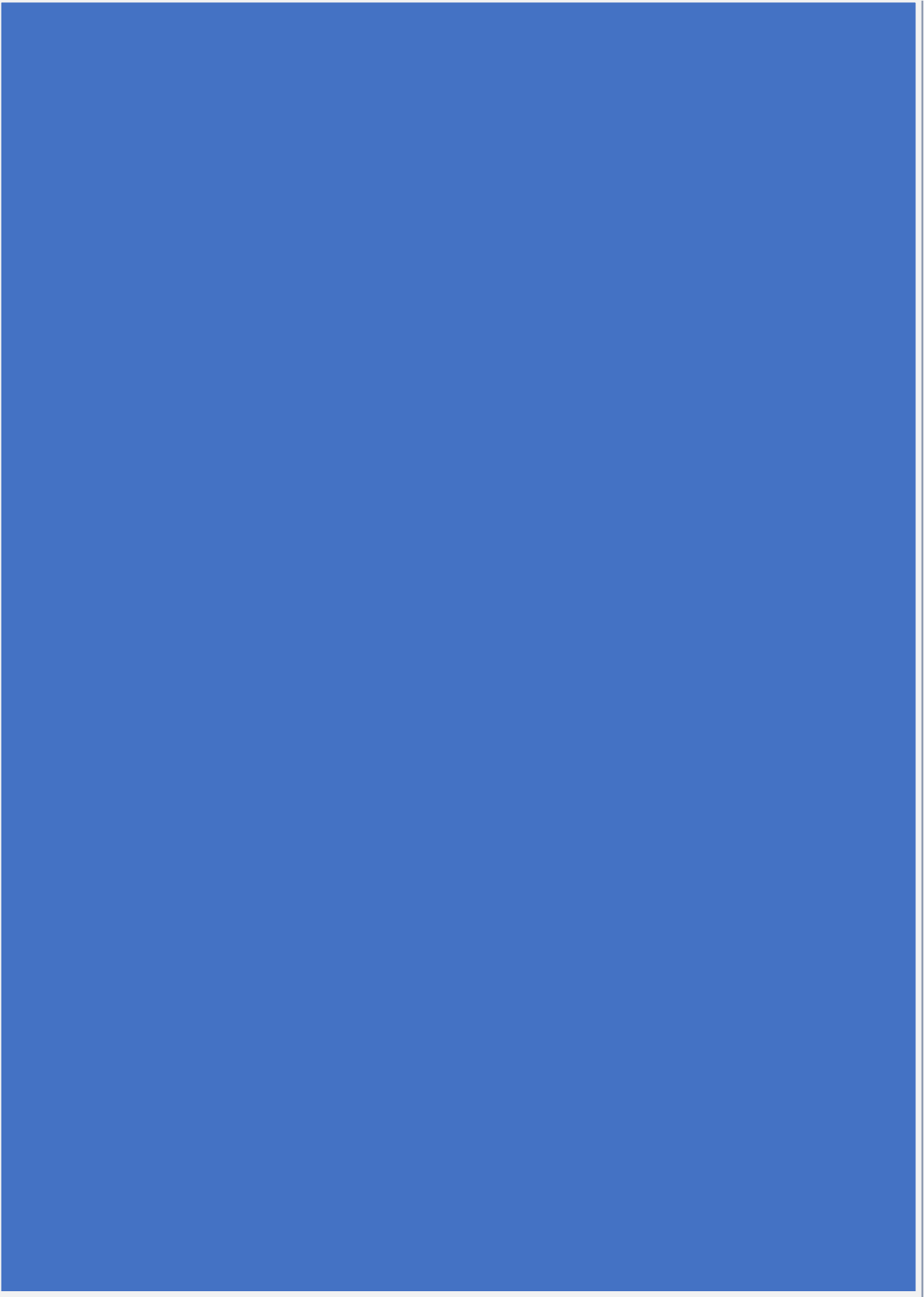
本项目调试机房的后建设墙体，系地面起建，故无法设置埋地电缆孔，拟采用斜穿墙并在管槽内设置 2mm 铅板补偿屏蔽的措施，避免射线从电缆孔处泄漏。

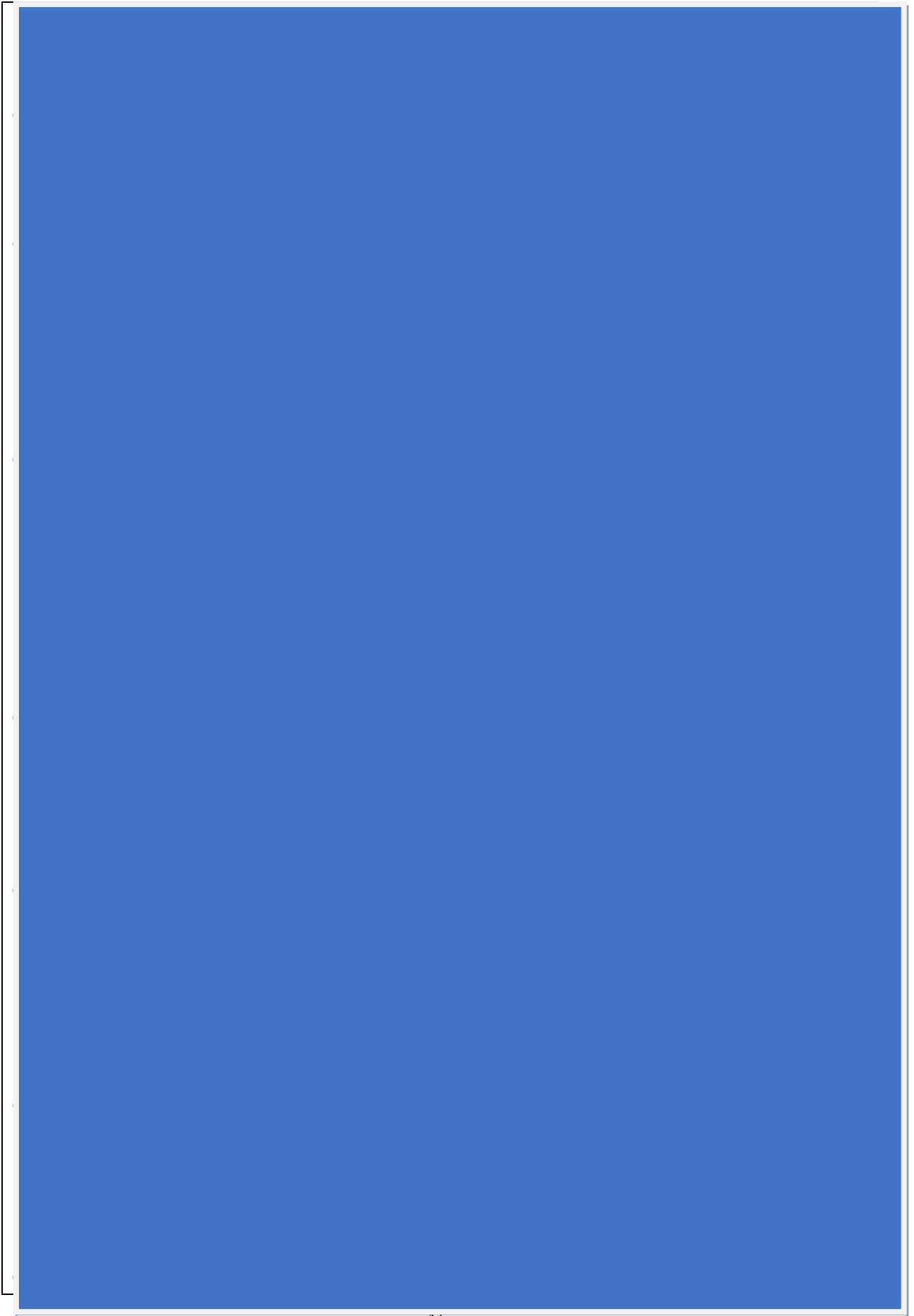
车辆出入的防护门，受限于两侧空间不足，故设计为电机驱动的对开扇推拉移门。防护门门体拟设置与四周门洞的搭接不小于 10cm，确保防护门与门洞重叠尺寸大于 10 倍的门缝间隙，可有效避免射线在门缝处的泄漏。两扇对开门门缝搭接处也设置各 5cm 的重叠，能够有效避免射线泄漏。门扇搭接见图 10-2 所示

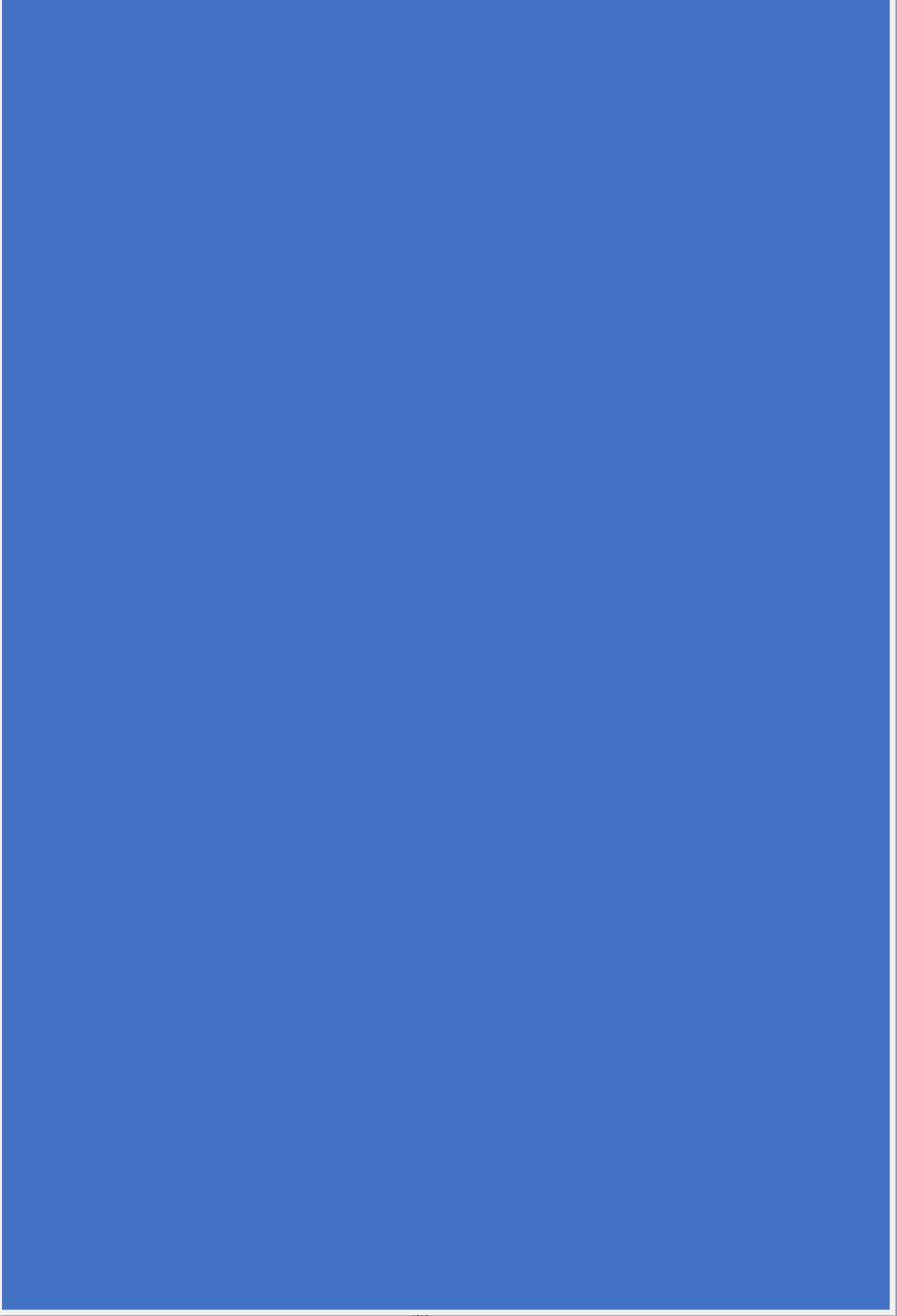


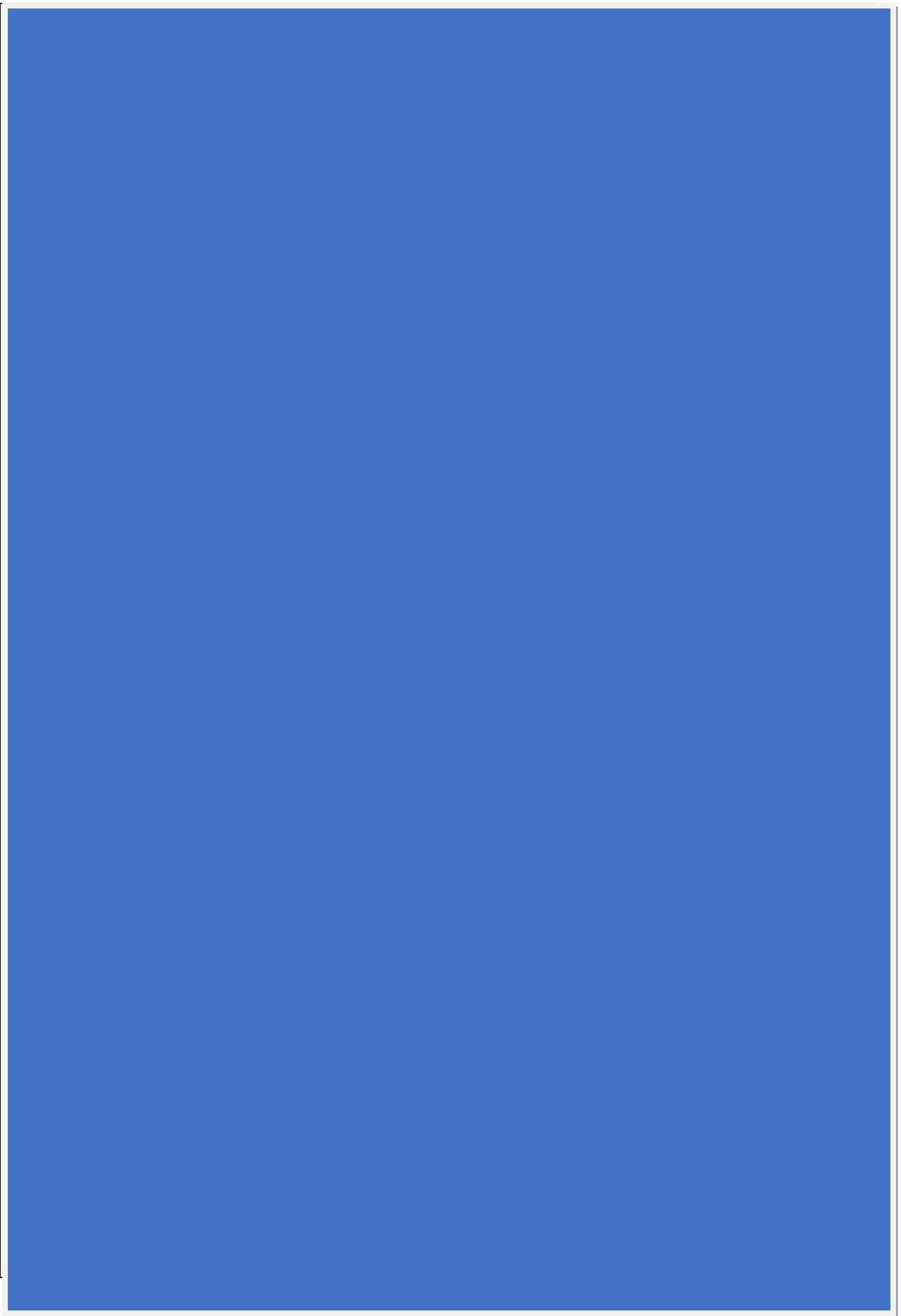
图 10-2 调试机房铅门门体与门洞搭接、门扇搭接结构示意图

10.1.3 工作场所辐射安全和防护措施分析









10.2 三废的治理

10.2.1 臭氧和氮氧化物治理措施

X 射线会电离空气产生少量臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x), 电离能力与射线能量、电离时间正相关。本项目调试的 X 射线车辆快检系统, 射线能量最高为 160kV, 出束时间为秒级, 每套调试时累积出束时间也仅为 28s, 故与每日出束时间以小时计的探伤、工业辐照加速器等相比, 本项目辐射产生臭氧和氮氧化物的量非常少, 通过每次车辆驶入驶出时, 敞开调试机房大门通风, 即可实现臭氧及氮氧化物在空气中的扩散及排放。故本项目调试机房不再建设排风系统。

臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气, 对周围环境空气质量影响较小。

10.2.2 退役冷阴极 X 射线管的处置措施

冷阴极 X 射线管属于 II 类射线装置, 当不再满足使用要求而废弃时, 仍存在通电后 X 射线管出束的可能性。因此, 当 X 射线车辆快检系统需要退役时, 应将冷阴极 X 射线管处置至无法使用。

公司作为 X 射线车辆快检系统生产销售厂家, 应为客户提供废旧 X 射线车辆快检系统的回收工作, 例如通过以旧换新, 实现报废冷阴极 X 射线管的安全处置。公司应提示客户, 需重视 X 射线车辆快检系统的退役、以及冷阴极 X 射线管的处置要求。

后期公司若不在此场地开展生产、调试、销售 X 射线车辆快检系统的工作, 还需及时完成辐射安全许可证的注销。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

德成筑波（太仓）科技发展有限公司开展调试 X 射线车辆快检系统的调试机房，拟建筑于生产厂房北侧 5.6m 宽走廊靠近东侧尽头的位置，该调试机房拟依托南侧、北侧生产厂房的现有墙体，并在西侧、东侧新建与南、北墙同等高度的 24cm 厚实心砖墙，原有和新建墙体还将在 24cm 厚实心砖墙上粉刷硫酸钡水泥，以进一步降低对周围公众的辐射影响；机房顶板铺设铅板；测试货车出入门拟建设于西墙，安装对开扇铅门；西墙上还将安装一扇铅观察窗，供调试操作人员观察调试机房内情况。

上述土建施工，包括实心砖墙体的砌墙、硫酸钡的粉刷、屋顶铺设铅板、安装对开扇铅防护门和铅观察窗，安装配套辐射安全措施等辐射防护施工。该土建施工和辐射防护安装施工是在生产车间北侧走廊现有框架内进行的施工，基本控制在走廊范围内，但会产生一定量的扬尘、施工噪声、施工废水、固体垃圾等污染物，将对周围环境产生一定的影响。本项目建设施工时对环境的影响及应采取的污染防治措施如下：

（1）大气：本项目在砌墙及粉刷硫酸钡时，由于砌墙、搅拌、粉刷等工序将产生扬尘，另外机械和运输车辆作业时也排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：a，及时清扫施工场地，并及时洒水，保持施工场地一定的湿度；b，车辆在运输建筑材料时采取密闭措施，以减少沿途抛洒；c，施工区域保持清洁、湿润，减少地面扬尘。

（2）噪声：本项目在建筑材料运输车运行时，砌墙及粉刷、铺设铅板施工时，防护门窗安装、配套辐射安全措施安装时，由于搬运、组装、钻孔钻墙等，都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准，尽量使用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

（3）固体废物：本项目施工期间产生的固体废物主要有施工过程中产生的建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾，建筑垃圾应堆放在指定地点并委托有资质的单位清运，并做好清运工作中的装载工作，防止建筑垃圾在运输途中散落；装修垃圾和生活垃圾由园区环卫部门统一及时清运处理，做到日产日清，并保持工区环境的洁净卫生。

（4）废水：项目施工期间，产生的污水主要为各种施工机械设备清洗用水和施工

现场清洗、建材清洗、硫酸钡养护产生的废水，清洗用水用于场地洒水抑尘、场地浇灌等，含有泥浆的建筑废水进行回收利用。

综上所述，项目施工期间对环境存在一定的影响，但是这些影响具有时效性，随着施工期的结束，对环境的影响也消除。单位只要在施工阶段采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在走廊区域内，对周围环境影响较小。

昼夜连续施工需办理有关环保手续。

本项目调试的 X 射线车辆快检系统未通电开机之前，不会对周围环境产生辐射污染。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 正常运行工况下辐射环境影响分析

本项目的辐射环境影响采取理论计算的方法来分析评价。

根据表 9 工程分析内容，冷阴极 X 射线管主射线恒定朝向线阵接收单元立柱的探测器照射，有用线束照射野限定在线阵接收单元立柱的探测器范围内，不会照射至其他方向。而探测器背后的 3mm 铅板可认为能够完全屏蔽有用线束，因此，无需再关注主射线方向的屏蔽防护；调试机房的四周墙体和铅防护门窗、屋顶仅需考虑 X 射线出束时产生的漏射线及散射线。

本项目 X 射线车辆快检系统调试机房屏蔽体外关注点需屏蔽的射线类型见表 11-1。

表 11-1 X 射线车辆快检系统调试机房外关注点需屏蔽的射线类型一览表

射线类型	漏射线及散射线
屏蔽体	四周墙体、铅防护门窗、屋顶

11.2.1.1 非有用射束方向辐射影响

(1) 估算模式选取

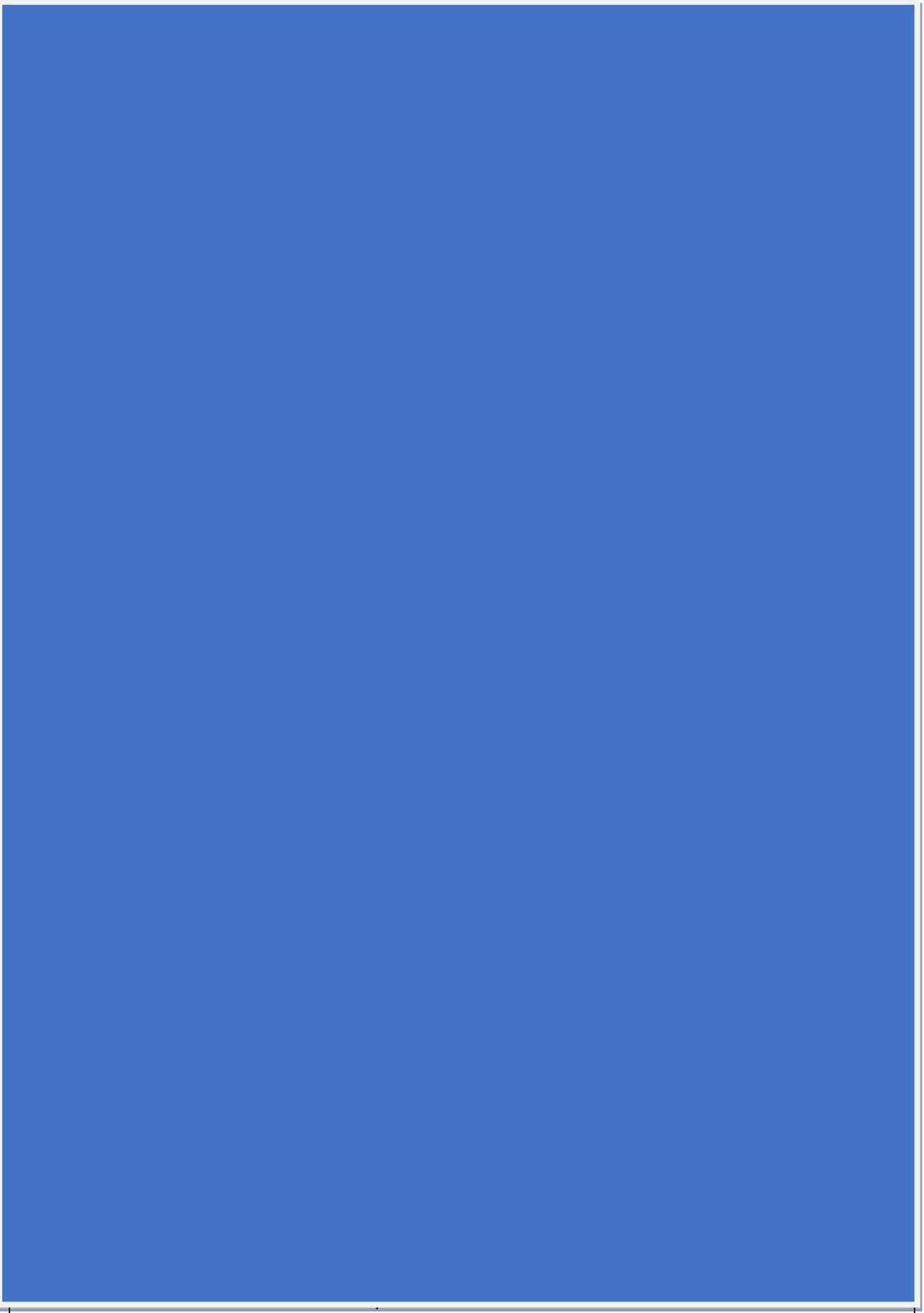
非主射线方向，调试机房四周人员可达墙体、铅防护门窗、屋顶外表面 30cm 处的关注点预测计算模式采用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中非有用线束屏蔽估算的计算公式：

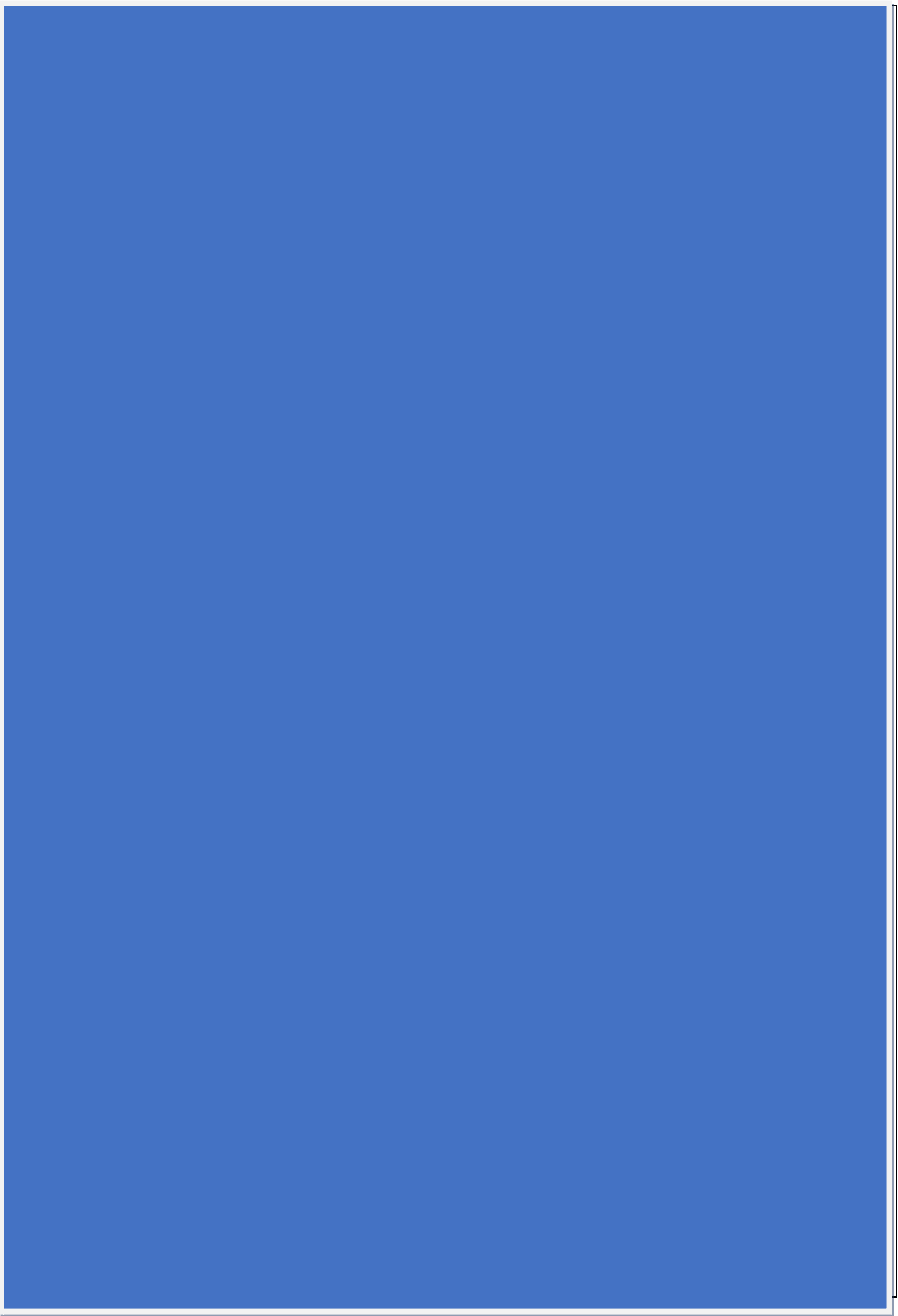
① 漏射线：

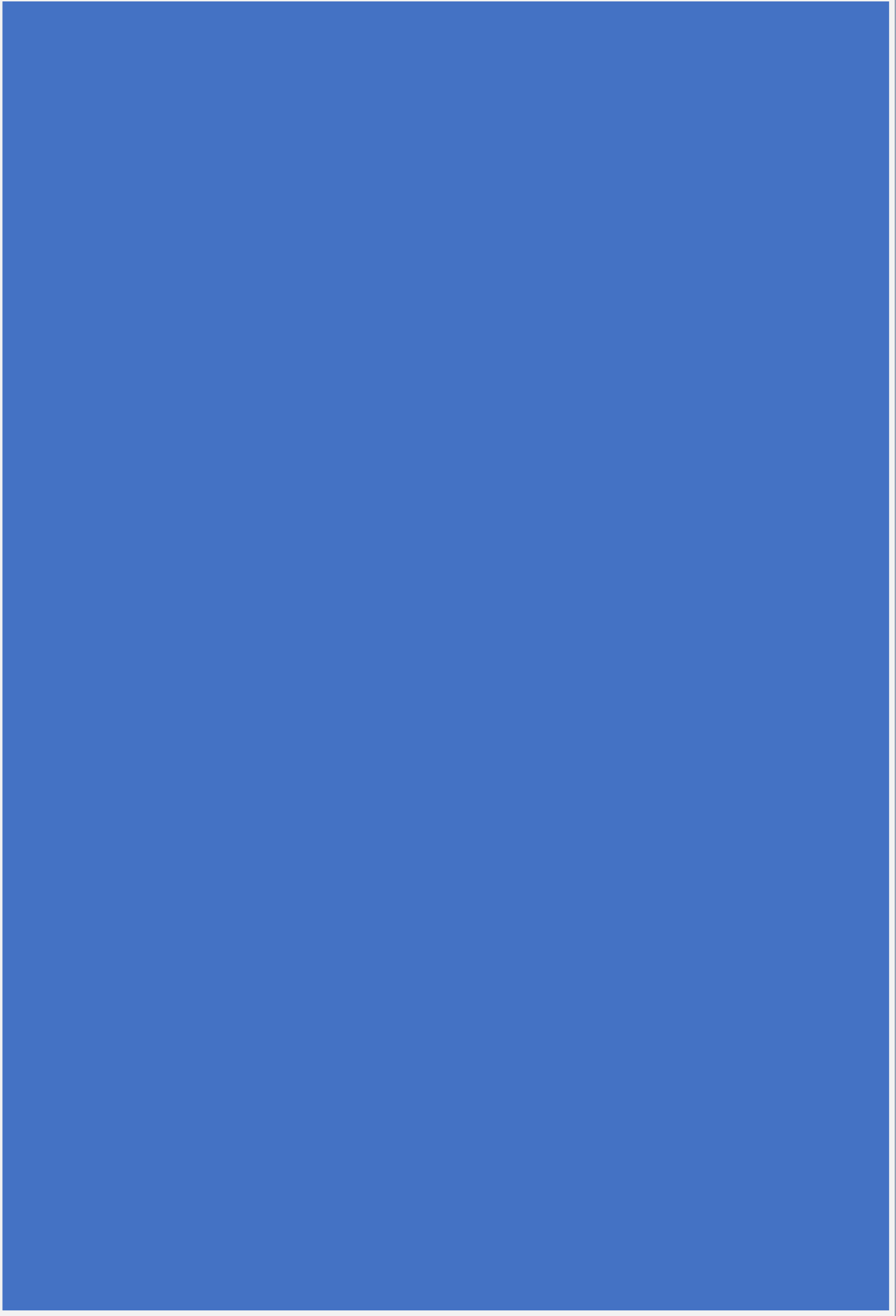
$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_L \times B}{R^2}$$

..... 公式 11-1

式中： $\dot{H}$ ：关注点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

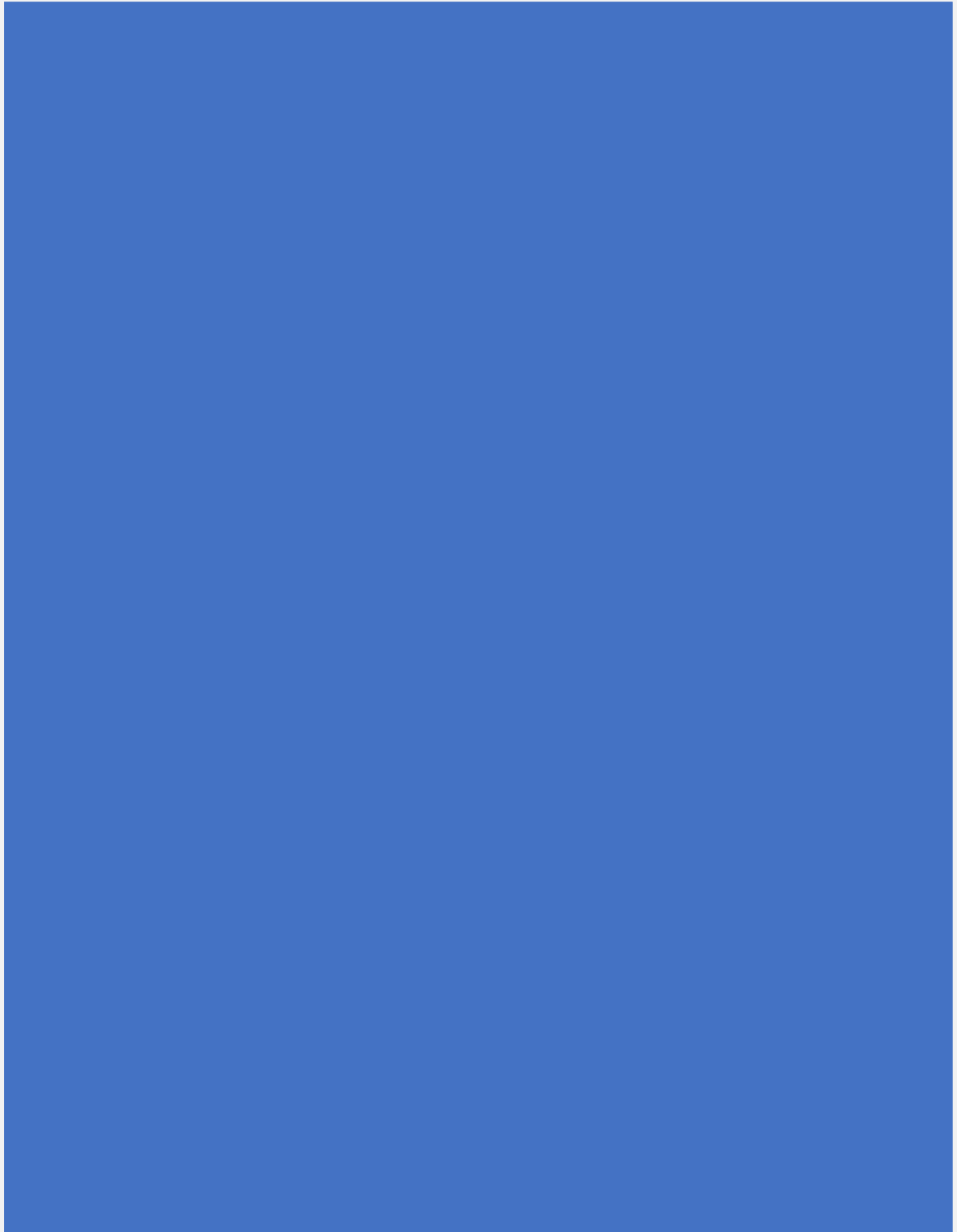






注点处辐射剂量率不大于 **2.5 μ Sv/h**，没有人的屋顶外 30cm 关注点处辐射剂量率不大于 **100 μ Sv/h**，操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于 **1.0 μ Sv/h**。”的要求。

11.2.2 辐射工作人员和公众剂量估算及评价



$=0.097\mu\text{Sv}/\text{次}\times 4\text{ 次}/\text{套}\times 100\text{ 套}/\text{年}=38.8\mu\text{Sv}/\text{年}$ 。能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值管理目标的要求：职业人员年有效剂量不超过 **5mSv/a**。

● 公众剂量估算

本项目距离最近的南北墙外公众，关注点辐射剂量率为 $2.12\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，以年出束 0.78h （2800s）计，则公众年有效剂量为 $1.7\mu\text{Sv}$ ，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目剂量约束值管理目标的要求：公众年有效剂量不超过 **0.1mSv/a**。

11.2.3 三废治理措施评价

本项目运行过程中无放射性废水、放射性固废、放射性废气产生。

（1）臭氧和氮氧化物治理措施评价

本项目辐射产生臭氧和氮氧化物的量非常少，通过每次车辆驶入驶出时，敞开调试机房大门通风，即可实现臭氧及氮氧化物在空气中的扩散及排放。该方案能够满足本项目调试机房通风的要求。

（2）退役 X 射线探伤机的处置措施评价

公司作为 X 射线车辆快检系统生产销售厂家，应为客户提供废旧 X 射线车辆快检系统的回收工作，例如通过以旧换新，实现报废冷阴极 X 射线管的安全处置。公司应提示客户，需重视 X 射线车辆快检系统的退役、以及冷阴极 X 射线管的处置要求。

上述措施满足参考 GBZ117-2022 中关于 X 射线管的退役要求。

后期公司若不在此场地开展生产、调试、销售 X 射线车辆快检系统的工作，还需及时完成辐射安全许可证的注销。

11.2.4 防护门门缝、穿墙电缆洞口的辐射防护措施评价

根据表 10 辐射安全与防护中“图 10-2 调试机房铅门门体与门洞搭接、门扇搭接结构示意图”和对应说明可知，本项目防护门有足够的重叠可避免射线从门缝处泄漏。而斜穿墙电缆洞口采用补偿屏蔽避免射线从贯穿处泄漏。根据运行经验，上述防护门门缝、斜穿墙电缆洞口在运行过程中能够有效避免射线泄漏，满足参考 GBZ117-2022 的相关要求。

11.3 事故影响分析

11.3.1 潜在辐射事故（事件）分析

本项目使用的冷阴极 X 射线管为 II 类射线装置，事故时可以使受到照射的人员产生较严重放射损伤，其安全与防护要求较高。结合与本项目类似的货物-车辆辐射检查系统的实际运行情况，项目开展后主要存在以下几种事故风险：

- (1) 安装调试时，调试机房防护门未关闭到位，门机联锁失效，车辆驶入触发 X 射线出束，导致防护门外辐射剂量率较高，调试操作人员和路过的公众受到不必要的照射。
- (2) 调试的 X 射线车辆快检系统，线阵接收单元的立柱未安装到位，导致主射线未完全投照至线阵接收立柱的探测器上，通道两侧墙体接受主射线照射。
- (3) 不停车快检时，司机避让系统失效，导致货车驾驶员受到超剂量照射。
- (4) 通过检查通道时，检查系统出束导致行人的误照射。
- (5) 车辆位置自动探测失效，或系统出束时间保护失效，导致车辆离开后，系统仍然持续出束。

参考《江苏省辐射事故应急预案》（苏政办函〔2020〕26 号），根据事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，把辐射事故分为特别重大、重大、较大和一般 4 个等级。考虑本项目为生产、使用及销售 II 类射线装置，根据前述可能发生的辐射事故风险分析，本项目可能发生的辐射事故多为人员超剂量受照的一般辐射事故（四级）。

11.3.2 辐射事故（事件）预防措施及处置方法

为预防辐射事故的发生，德成筑波（太仓）科技发展有限公司应加强管理，明确并牢记辐射安全主体责任，及时履行环保手续，加强公司自身的辐射安全管理，强化辐射工作人员的辐射安全和防护培训；严格按照操作规程进行操作，每次开展工作前，确认各项辐射安全装置和安全措施有效，携带辐射巡测仪，佩戴个人剂量报警仪，避免辐射安全装置和设施设备失灵或带病操作；对设备定期进行检查、维护和保养。

德成筑波（太仓）科技发展有限公司还需制定《辐射事故应急预案》，并给出上述辐射事故风险的处置方法。供参考的具体处置措施如下：

(1) 人员误照射事故（事件），操作当事人应立即关闭 X 射线电源，停止辐射作业，封闭并保护现场。同时通知辐射工作场所所有工作人员，并立刻向辐射安全防护负责人报告。

(2) 对于误照射事故（事件）和超剂量照射事故（事件），辐射安全防护负责人召

集有关人员了解当事人受照强度及时间，以初步确定受照剂量。职业人员误照射事故，如佩戴个人剂量计，可送检个人剂量计确认受照剂量。根据受照剂量情况，未超过职业人员年剂量限值（20mSv/a）或公众年剂量限值（1mSv/a）的，未达到辐射事故标准，可给予一定休假和营养补贴；超过职业人员或公众年剂量限值的，按辐射事故处置，在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。

（3）辐射事故（事件）处理后，辐射防护负责人组织有关人员进行讨论，分析事故（事件）原因，吸取经验教训，制订纠正预防整改措施，防止类似事故（事件）发生。

公司在制定了《辐射事故应急预案》并明确辐射事故（事件）处置措施后，方满足《江苏省辐射事故应急预案》和《江苏省辐射污染防治条例》相关要求。

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

本项目X射线车辆快检系统属II类射线装置，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》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法律法规要求，生产、使用及销售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；对直接从事使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核，考核合格才能上岗。

参考江苏省生态环境厅发布的《核技术利用单位辐射安全标准化建设指南（工业射线探伤类）》要求，辐射安全与环境保护管理机构（或领导小组）的负责人应为本单位管理层人员；管理机构（或领导小组）人员组成，应至少包括承担调试作业、辐射安全管理、职业健康、质量控制和安全保卫等职能的关键部门负责人（部门可以合并设置），并明确1名具有本科以上学历的技术人员（辐射防护负责人）专职负责辐射安全与环境保护工作；公司应以正式文件形式明确上述机构、部门、人员的组成及职责，如有变化，应及时调整。

德成筑波（太仓）科技发展有限公司还需成立辐射安全与环境保护管理机构，参考标准化指南要求，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员管理职责。

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》的要求，辐射工作人员应当在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核，考核合格者可取得核技术利用辐射安全与防护考核合格成绩单，全国有效，有效期 5 年，到期需重考。

德成筑波（太仓）科技发展有限公司应安排3名辐射工作人员参加“X射线探伤”或“科研、生产及其他”专业类别的辐射安全与防护考核，方具备从事调试X射线车辆快检系统工作的上岗资格。公司专职辐射防护负责人也应参加“辐射安全管理”专业类别的辐射安全与防护考核，方具备辐射安全管理的上岗资格。

12.2 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许可管理办法》要求，生产、销售和使用Ⅱ类射线装置的单位，应建立健全的操作规程、岗位职责、辐射防护制度、安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置使用登记制度、人员培训制度、台帐管理制度和监测方案。

根据《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）的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素和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 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统（<http://rr.mee.gov.cn/>）提交备案。

参考《核技术利用单位辐射安全标准化建设指南（工业射线探伤类）》的内容，环评对本项目各项辐射安全管理制度提出如下建议和要求：

- **辐射安全与防护管理制度（组织机构与岗位职责）：**该制度为单位的总领性制度，明确本单位应设立辐射安全与环境保护管理机构、辐射安全关键岗位（辐射管理人员、辐射工作人员、仓库保管员等）、相关机构、岗位职责等内容，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，即使人员更替，继任者也能很好的了解其应承担的责任，并层层落实。
- **辐射防护和安全保卫制度：**根据公司的具体情况建立本项目辐射防护和保卫制度，重点是调试机房和冷阴极 X 射线管库房的管理、监控的管理、重要时间段值班、重点区域巡查等。应确保作为零部件的冷阴极 X 射线管和成品 X 射线车辆快检系统的管理落实到人。
- **设备检修维护制度：**明确调试机房的门机联锁、急停按钮、工作状态指示灯、监控摄像头、辐射监测仪器等定期维护保养内容，维修计划、维修的记录，以及发生故障时采取的措施；明确故障时，除非有替代措施，否则应在故障解决后方能进行射线探伤。
- **台账管理制度：**应制定与本单位辐射安全管理要求及配套规章制度相对应的台账，台账中应涵盖各类必要的日常工作记录，应明确各类台账的记录负责部门和岗位。应明确提出各类台账的规范记录要求，并妥善保存备查，以及对不记录、伪造记录行为的惩罚措施。台账应至少包括作为零部件的冷阴极 X 射线管和成品 X 射线车辆快检系统的台账、辐射工作人员台账、辐射剂量当量率监测仪台帐、个人剂量报警仪台帐、调试 X 射线车辆快检系统使用记

录表、调试机房定期检查维护保养记录表、辐射事故应急物资管理台账等，并在制度中给出台账格式。重点是冷阴极 X 射线管的采购、领用、报废情况等由专人负责登记、专人形成台帐、定期核对，确保正确无误，帐物相符。对各类台账规定保存期限，不低于 5 年，并做好归档。明确当公司销售的 X 射线车辆快检系统/冷阴极 X 射线管需要退役时，可交由公司回收，并将 X 射线装置处置至无法使用（如敲碎陶瓷外壳或破坏真空）。

- **射线装置使用登记制度：**对调试的 X 射线车辆快检系统调试情况进行登记，用于核对调试的 X 射线车辆快检系统各项信息。
- **调试操作规程：**明确调试 X 射线车辆快检系统和测试货车驾驶员等辐射工作人员的资质条件要求、调试 X 射线车辆快检系统操作流程及调试过程中应采取的具体防护措施，重点是明确各调试活动的操作步骤以及调试过程中必须采取的辐射安全措施。
- **X 射线车辆快检系统销售管理制度：**销售部与客户签订车辆快检系统的销售合同，同时提醒用户办理该Ⅱ类射线装置的使用类别的辐射环评手续，并及时申领辐射安全许可证。发货前，再次确认用户辐射环评报告表已审批，方可发货和安装；再次确认用户已取得辐射安全许可证后，方可正式交付用户使用。禁止将 X 射线车辆快检系统销售给不具备使用资质的单位。公司做好销售台账及用户单位辐射安全许可证相关信息的留档。
- **人员培训计划：**明确本项目培训对象、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。辐射工作人员需在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台报名“X 射线探伤”或“科研、生产及其他”专业类别的辐射安全与防护考核项目并参加考核，取得合格成绩单后方可上岗；辐射管理人员需报名“辐射安全管理”项目并参加考核，取得合格成绩单后方可上岗；负有辐射安全管理责任的其他人员（辐射防护管理领导小组成员）应学习辐射安全和防护知识，以具备与其辐射安全职责相适应的安全知识和管理能力。
- **个人剂量及职业健康管理制度：**应明确佩戴个人剂量计的人员范围、佩戴时间、专人收集和管理要求等。个人剂量监测应符合以下要求，并在具体工作实践中落实：①工作人员在开展探伤工作时应当正确佩戴个人剂量计，个人剂量计通常佩戴于左胸前，不同人员的个人剂量计不得混用；②个人剂量计应

由专人负责，统一保管，工作人员完成工作离开岗位时应及时交回个人剂量计；③由有资质的单位进行个人剂量监测，监测周期不超过 3 个月；④发现个人剂量监测结果异常的，立即核实和调查并及时报告发证机关；⑤建立辐射工作人员个人剂量档案，个人剂量档案终生保存；⑥对年度个人剂量结果进行汇总登记并录入全国核技术利用辐射安全申报系统（<http://rr.mee.gov.cn>）。对辐射工作（职业）人员做好健康监护，确保本项目所有辐射工作人员，上岗前均应进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症；开展辐射工作后，应定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），确认可继续从事辐射工作，并建立个人职业健康档案；离岗时也应进行职业性健康体检，以确定在停止接触辐射时的健康状况。

- **监测方案：**①给出辐射环境监测主要内容及要求，如辐射监测项目（内容）、频次、监测范围、监测布点等，做好相应监测记录，监测应该关注重点部位，监测结果存档。②委托有资质单位定期开展辐射环境年度检测（对应监测项目取得检验检测机构资质认定（CMA）或 CNAS 认证的探伤单位可以自行监测）。③明确对本单位仪器进行有效管理，以满足监测需要，配备合格匹配的监测仪器仪表（如辐射剂量率量程应达到至少 mSv/h ，确保即使在事故工况下也能够读取数值，了解辐射水平的高低；如仪器能量响应范围应覆盖探伤装置的射线能量范围），并保证其有效性（使用前应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等）。④便携式辐射监测仪数量满足不少于 1 台，定期送有资质的单位检定或校准（确保相对固有误差满足校准规程要求，确保辐射剂量率读数准确可靠）。⑤配备能够读取数值，且能在现场环境条件下可听见、看见或产生震动信号的个人剂量报警仪，数量满足不少于 2 台，定期与校准合格的便携式辐射监测仪进行比对，确保辐射剂量率读数可靠；合理设置个人剂量报警仪的报警阈值，通常略高于正常工作水平，如设为 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。⑥明确对所有辐射工作人员开展个人剂量监测。⑦明确监测方案的落实，按规定周期和检测要求开展场所的自我监测（至少每季度一次）、委外年度检测（至少每年一次）、个人剂量监测（至少每季度一次）、便携式辐射监测仪定期检定或校准（至少每年一次）、个人剂量报警仪内部比对（至少每年一次）。⑧明确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，应终止无损检测工作并向

辐射防护负责人报告。

- **事故应急预案：**建立辐射事故（事件）应急方案，包括但不限于以下内容：
(a) 本单位的应急响应组织机构和职责分工；(b) 可能发生的辐射事故及危害程度分析；(c) 不同事故/事件情景下的应对和处理流程；(d) 事故/事件报告流程、报告时限和处理程序；（发现事故后 1 小时内口头报告，2 小时内填报辐射事故初始报表，报事发地生态环境部门；涉及人员受照的，同时报卫生行政主管部门）(e) 应急能力保持（应急物资、应急培训、应急演练及评估、应急预案修订等）；(f) 所在地同级生态环境、公安、卫生健康部门联系方式；(g) 相关档案记录管理。定期（一般不超过 3 年）对辐射事故应急方案进行评估，并修订完善，发生以下情况时，应及时进行评估或修订：(a) 相关法律法规标准发生变化；(b) 应急响应组织机构发生重大调整；(c) 事故/事件处理处置和应急演练中发现问题需要进行修订；(d) 生产工艺、技术发生变化导致应对措施需进行重大调整；(e) 相关通信联络信息发生变化；(f) 监管部门要求修订。应急预案应报发证机关及所在地生态环境部门（上传至全国核技术利用辐射安全申报系统并在修订后及时更新）。应急预案的评估和修订应有记录并归档，修订涉及应急指挥机构、应急处置流程、主要应对措施时应按文件管理制度要求的编制审批程序进行。建立本单位辐射工作特点相适应的专兼职应急救援队伍或指定专兼职应急救援人员。定期组织专\兼职应急救援队伍和人员进行专业培训和训练，并做好记录备查。应急能力保持：单位应每年开展一次应急演练（专项或综合演练均可，通常一个持证周期内应有一次综合演练），并制定演练计划，确定演练的时间、内容、参与人员等。应急演练应确保应急救援队伍和辐射工作人员全员参与；应急演练结束后，应进行总结和分析；有问题的，应提出整改意见并落实；需修订应急预案的，应及时修订。应急设施、装备、物资的功能和数量应满足现场使用要求。明确专人定期对应急设施、装备和物资进行检查、功能确认、维护、保养，确保其始终处良好的备用状态。
- **监测异常报告制度：**根据《江苏省辐射污染防治条例》，公司还需建立监测异常报告制度。使用射线装置的单位，应当按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测；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）或者设区的市环境

保护行政主管部门报告。公司无论在自测或委托监测过程中，当发现辐射工作场所及周围环境监测出现辐射水平过高，如超过检测铅房墙/门外瞬时辐射剂量率限值 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求时，超过操作位辐射剂量率限值 $1\mu\text{Sv/h}$ 时，测试货车驾驶员单次受照剂量超过 $0.1\mu\text{Sv}$ 时，应当立即调查辐射水平过高的原因，及时整改并复测，确保达标。当发现个人剂量监测结果异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到个人剂量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。

本项目辐射工作人员应在公司辐射安全与防护领导小组的领导下，明确各人员的岗位职责，严格落实辐射安全管理规章制度，定期对设备的安全措施进行检查。此外，对于操作规程、岗位职责和辐射事故应急预案响应程序等制度应张贴于调试机房的醒目处，在实际工作中确保辐射安全管理制度能有效分发至各层级，并使得制度执行人员熟悉制度内容，杜绝将规章制度流于形式。

12.3 辐射监测

12.3.1 监测仪器

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，生产、销售和使用Ⅱ类射线装置的单位，应“配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、固定式和便携式辐射监测、表面污染监测、流出物监测等设备。”，“对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。”

根据管理要求，本项目 X 射线车辆快检系统调试机房应配备至少 1 台环境辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪（其中 1 台应交由测试货车驾驶员使用），用于调试机房的日常辐射监测，方能够满足本项目的辐射监测仪器配备要求。

公司还需定期（不少于 1 次/年）请有资质的单位对辐射工作场所周围环境的辐射水平进行监测；在开展调试作业时，公司辐射防护负责人还需对调试机房周围环境的辐射水平定期（不少于 1 次/季度）进行监测，并做好相关记录；本项目辐射工作人员将开展个人剂量监测，定期（三个月/次）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案，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。同时公司还将安排辐射工作人员定期（2 年/次）进行职业健康体检，并建立职业健

康档案。

落实以上措施后，公司辐射监测设备、工作场所辐射环境监测、辐射工作人员个人剂量及职业健康检查能够满足环保管理要求。

12.3.2 监测方案

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，使用射线装置的单位，应制定完善的监测计划和监测方案，对本单位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 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统网络（<http://rr.mee.gov.cn/login.jsp>）提交上一年度的评估报告。德成筑波（太仓）科技发展有限公司根据辐射管理要求，还应制定辐射监测方案。

辐射监测主要包括环境监测、场所监测以及个人剂量监测等及相关记录档案等内容，可参考 GBZ143-2015 的要求：

表 A.1 辐射防护监测和检查的内容与周期一览表

序号	类别	监测和检查内容	对应的本文件条款	监测与检查周期	监测与检查主体
1	出厂验收监测和检查	辐射源箱的泄漏辐射水平	6.2	设备出厂前	生产单位
2	验收监测和检查	场所辐射水平	6.3	设备运营前的监测和检查	运营单位委托有资质的机构
		辐射安全设施	7		
		换源监测	9.2.3	适时	
3	常规监测和检查	出束控制开关	7.1	每天	运营单位
		门连锁	7.1	每天	
		紧急停束装置	7.1	每天	
		监视、声光报警安全装置	7.2	每天	
		辐射监测仪表	7.2	每天	
		其他安全设施	7.3	适时	
			7.4		
			7.5		
			7.6		
		边界周围剂量当量率	6.3.1	1a	运营单位委托有资质的机构
控制室周围剂量当量率	6.3.3	1a			

此外公司应委托有资质的单位开展个人剂量检测，确保本项目所有辐射工作人员在从事辐射工作时均应佩戴个人剂量计，定期（不少于 1 次/季度）送有资质部门进行个人剂量检测，并建立个人剂量档案。

公司还应开展职业健康监护：本项目所有辐射工作人员，上岗前均应进行职业性健康体检，以排除职业禁忌症。开展辐射工作后，应定期开展职业健康体检（不少于 1 次/2 年），确认可继续从事辐射工作，并建立个人职业健康档案。离岗时，也应开展职业健康体检，确认辐射工作人员在停止接触辐射的健康状况。

公司还应开展竣工环保验收，辐射工作场所正式投入运行前，建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。可参考《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》及《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范-核技术利用》（HJ 1326-2023）。

本项目运行后，公司应认真落实以上监测方案，妥善保管监测档案，方满足辐射监测管理要求。

12.4 辐射事故应急

为加强辐射工作过程中的辐射安全和管理，预防和控制放射性突发事件的发生而造成的危害，保障辐射工作人员和周围公众的健康与安全，德成筑波（太仓）科技发展有限公司还需制定《辐射事故应急预案》。该《辐射事故应急预案》中，应明确辐射事故的确认、处置步骤，环保、公安、卫生相关部门的联系方式，使之具有较强的可操作性。自

应急预案内容应包括：

- （1）应急机构和职责分工；
- （2）辐射事故分级与应急响应措施；
- （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）应急演习计划；
- （5）辐射事故调查、报告和处理程序。

当发生辐射事故，该公司作为辐射事故责任单位，应当立即启动事故应急方案，采取必要的先期应急处置措施，并在事故发生后 1 小时内向所在地生态环境和公安部门报告，2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，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部门报告。

表 13 结论与建议

13.1 结论

一、项目概况介绍

德成筑波太仓公司所生产、调试及销售的 X 射线车辆快检系统，系外购筑波科技株式会社生产的冷阴极 X 射线管，结合公司其他外购部件和自研自产软件，组装成一套 X 射线车辆快检系统，在生产厂区位于走廊上的调试机房内进行调试，确认各项指标合格后，销售给有辐射许可使用资质的用户，并安装在交通枢纽、保税区、机场、海关、港口安检等领域，实现不停车快速检测。

每套 X 射线车辆快检系统配套的两个冷阴极 X 射线管，均为最大管电压 160kV、最大管电流 3mA，在通道两侧定向交叉照射。

公司拟为本项目配备 4 名辐射工作人员，其中 1 人为专职辐射防护负责人。当开展调试工作时，每次仅调试一套 X 射线车辆快检系统。

公司预计年生产、调试及销售 100 套 X 射线车辆快检系统，平均每套 X 射线车辆快检系统调试曝光 4 次，每次曝光持续出束平均 7s，则年出束时间： $100 \text{ 套/年} \times 4 \text{ 次/套} \times 7 \text{ s/次} = 0.78 \text{ h}$ 。

二、实践正当性评价

本项目的建设和运行能够满足企业的生产和发展需求，实现交通枢纽、保税区、机场、海关、港口安检等领域的不停车快速检测，能够及时发现危险物品和藏匿人员，在守护国门、维护国家安全和保障经济发展等方面发挥重要作用。其建设和运行对受照个人或社会所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，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”的原则。

三、选址、布局合理性评价

德成筑波（太仓）科技发展有限公司拟租赁太仓市通港东路 133 号苏州工翔电器产业园南区、原广发纺织的南侧厂房。开展调试 X 射线车辆快检系统的调试机房，拟建设于生产车间北侧 5.6m 宽走廊靠近东侧走廊尽头的位置。该调试机房拟依托南侧、北侧生产厂房的现有墙体，并在西侧、东侧新建与南、北墙同等高度的 24cm 厚实心砖墙，原有和新建墙体还将在 24cm 厚实心砖墙上粉刷硫酸钡水泥，以进一步降低对周围公众的辐射影响；机房顶板铺设铅板；测试货车出入门拟建设于西墙，安装对开扇铅门；西墙上还将安装一扇铅观察窗，供调试操作人员观察调试机房内情况。公司特建设

实体屏蔽机房，将调试时产生的辐射尽可能完全屏蔽在调试机房内。因此，可认为本项目周围无环境制约因素，项目选址基本合理。

调试时仅测试货车司机驾驶货车进入有辐射场的调试机房，而调试操作人员在机房外铅观察窗处观察调试情况。调试机房的布局，要严格于所参考的《货物-车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）布局要求，满足所参考的《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）中关于“探伤室的设置应充分注意周围的辐射安全，操作室应避开有用线束照射的方向并应与探伤室分开”的要求，布局合理。

四、辐射防护措施评价

根据理论计算结果，当调试的X射线车辆快检系统以最大管电压160kV、最大管电流3mA的工况在调试机房内作业时，该调试机房的四周墙体、防护门和屋顶等非主射线方向屏蔽防护设计能够满足《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）和本项目管理目标辐射剂量率控制水平“调试机房四周墙体、防护门外30cm关注点处辐射剂量率不大于2.5μSv/h，没有人的屋顶外30cm关注点处辐射剂量率不大于100μSv/h，操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于1.0μSv/h。”的要求。

五、辐射安全措施评价

公司 X 射线车辆快检系统调试机房拟采取束控制开关、门机联锁、紧急停束装置、电离辐射警告标志、声光报警安全装置、监视装置和语音广播设备、司机自动避让及保护措施等辐射安全措施确保调试作业时的辐射安全，本项目的辐射安全措施能够满足辐射安全要求。

六、辐射安全管理评价

德成筑波（太仓）科技发展有限公司将尽快成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，并以公司文件形式明确各成员的管理职责。同时在项目运行前，根据环评提出的制度要点，制定适合本单位的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案。本项目辐射工作人员还需在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“X 射线探伤”或“科研、生产及其他”栏目的考核，辐射防护负责人也需通过“辐射安全管理”栏目的考核，方具备上岗资格；辐射工作人员还需开展职业健康监护和个人剂量监测，建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

在落实本报告辐射安全管理后能够满足辐射安全管理要求。

七、辐射防护监测仪器

公司拟为本项目配备 1 台环境辐射巡测仪和 2 台个人剂量报警仪。公司需确保采购的辐射巡测仪的能量响应范围和测量范围应与本项目的辐射类型和辐射水平相适应，定期开展检定/校准工作，方满足本项目的辐射监测仪器配备要求。

八、保护目标剂量评价

根据理论估算结果可知，公司在做好安全防护措施的情况下，本项目投入运行后辐射工作人员和公众的年受照剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）年有效剂量限制和本项目剂量约束值（职业人员年剂量约束值不超过 5mSv，公众年剂量约束值不超过 0.1mSv）的要求。

对于有司机驾驶的货运车辆或列车的检查系统，驾驶员位置一次通过的周围剂量当量也满足“不大于 0.1 μ Sv”的要求。

九、臭氧和氮氧化物处理措施评价

本项目调试作业时产生的 X 射线可使空气电离从而产生的少量臭氧和氮氧化物，通过敞开调试机房防护门通风，臭氧在空气中短时间内可自动分解为氧气，对周围环境空气质量影响较小。

十、退役 X 射线车辆快检系统/冷阴极 X 射线管的处置措施评价

公司作为 X 射线车辆快检系统生产销售厂家，为客户提供废旧 X 射线车辆快检系统的回收工作，例如通过以旧换新，实现报废冷阴极 X 射线管的安全处置。公司在签订销售合同时提示客户，需重视 X 射线车辆快检系统的退役、以及冷阴极 X 射线管的处置要求。此举符合退役射线装置的管理要求。

总结论：

综上所述，德成筑波（太仓）科技发展有限公司新建生产、调试、销售 X 射线车辆快检系统在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，将具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响较小，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

建议与承诺

本项目竣工后，建设单位应当按照国务院生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告。验收期限一般不超过3个月；需要对环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过12个月。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入使用。

建设单位应公开相关验收信息，向发放辐射安全许可证的生态环境主管部门报送相关信息，并接受监督检查，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使用。

验收报告公示期满后 5 个工作日内，建设单位应当登录全国建设项目竣工环境保护验收信息平台，填报建设项目基本信息、环境保护设施验收情况等相关信息。

本项目建设竣工后，德成筑波（太仓）科技发展有限公司应按照上述要求尽快开展竣工环保验收工作，本项目竣工环保验收“三同时”检查内容见附表。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见	
经办人	公 章 年 月 日
审批意见	
经办人	公 章 年 月 日

附表

“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)
辐射安全管理机构	公司应成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，以文件形式明确各成员的管理职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中使用射线装置、使用放射性同位素的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构的管理要求。	/
辐射安全和防护措施	屏蔽措施： 调试机房拟依托南侧、北侧生产厂房的现有实心砖墙体，并在西侧、东侧新建与南、北墙同等高度的 24cm 厚实心砖墙，原有和新建墙体还将在 24cm 厚实心砖墙上粉刷硫酸钡水泥，以进一步降低对周围公众的辐射影响；机房顶板铺设铅板；测试货车出入门拟建设于西墙，安装对开扇铅门；西墙上还将安装一扇铅观察窗，供调试操作人员观察调试机房内情况。 具体屏蔽参数详见表 10-2。	调试机房辐射工作人员和周围公众年受照剂量满足考虑 GB 18871-2002、GBZ 143-2015、GBZ117-2022 确定本项目的管理目标： 调试机房辐射剂量率控制水平：调试机房的四周墙体、防护门外 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$，没有人员到达的屋顶 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平应不大于 $100 \mu\text{Sv/h}$。 有司机驾驶的货运车辆驾驶员位置一次通过周围剂量当量参考控制水平：对于有司机驾驶的货运车辆或列车的检查系统，驾驶员位置一次通过的周围剂量当量应不大于 $0.1 \mu\text{Sv}$。 操作人员操作位置周围剂量当量率参考控制水平：操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于 $1.0 \mu\text{Sv/h}$。 剂量约束值：职业人员年剂量约束值不超过 5mSv/a，公众年剂量约束值不超过 0.1mSv/a。	60
	辐射安全和防护措施：公司 X 射线车辆快检系统调试机房拟采取出束控制开关、门机联锁、紧急停束装置、电离辐射警告标志、声光报警安全装置、监视装置和语音广播设备、司机自动避让及保护措施等辐射安全措施确保调试作业时的辐射安全	满足所参考的《货物-车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中相关辐射安全要求。	
人员配备	公司 3 名辐射工作人员和 1 名专职辐射安全管理人员还需参加并通过辐射安全和防护专业知识的培训和考核，其中辐射工作人员选择“X 射	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、开展	1

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
	线探伤”或“科研、生产及其他”专业，专职辐射安全管理人员选择“辐射安全管理”专业，方具备上岗资格。 公司 4 名辐射工作人员均需配备个人剂量计，定期送检（1 次/3 个月），并建立辐射工作人员个人剂量档案。 公司 4 名辐射工作人员均需定期进行职业健康体检，并建立职业健康监护档案。	个人剂量监测以及开展职业健康体检的管理要求。	
监测仪器和防护用品	配备 1 台环境辐射巡测仪。 配备 2 台个人剂量报警仪（其中 1 台需交由测试货车驾驶员专用）。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《工业探伤放射防护标准》（GBZ117-2022）中辐射监测仪器的配置要求。	1
辐射安全管理制度	根据环评要求，按照项目的实际情况，建立健全的辐射安全规章制度，在实际工作中不断完善。包括操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、探伤装置使用登记制度、台帐管理制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急预案等内容。	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的单位需具备有健全的辐射安全管理制度的管理要求。	/

注：“三同时”措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。