

核技术利用建设项目

典石科技（常州）有限公司
生产、销售和使用移动式集装箱/货物/车
辆检查系统扩建项目
环境影响报告表



生态环境部监制

核技术利用建设项目

典石科技（常州）有限公司

生产、销售和使用移动式集装箱/货物/

车辆检查系统扩建项目

环境影响报告表

建设单位名称：典石科技（常州）有限公司

建设单位法人代表（签字或签章）：

通讯地址：常州市金坛区朱林镇永兴南路 999-146 号

邮政编码：213251

联系人：

电子邮箱：/

联系电话：



持证入签名:
Signature of the Bearer

吴小平

管理号: 08353243507320555
File No.:

姓名: 吴小平
Full Name
性别: 男
Sex
出生年月: 1979年06月
Date of Birth
专业类别:
Professional Type
批准日期: 2008年05月
Approval Date

签发单位盖章:

Issued by

签发日期: 2008年07月29日

Issued on

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.

approved & authorized
by
Ministry of Human Resources and Social Security
The People's Republic of China

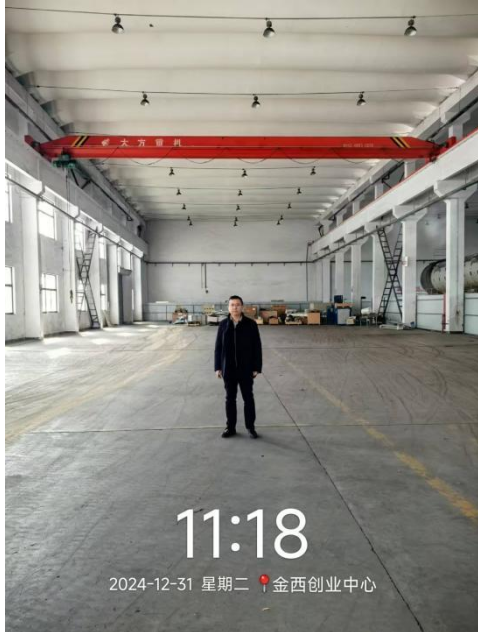
approved & authorized
by
Ministry of Environmental Protection
The People's Republic of China

编号: 0008447
No.:

地址：常州市金坛区朱林镇龙溪大道 99 号金西创业中心
时间：2024 年 12 月 31 日
编制主持人：吴小平
职业资格证书管理号：08353243507320555



本项目建设单位大门处



本项目建址处

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：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司
统一社会信用代码：91320105MA1MQU5T14

现参保地：建邺区
查询时间：202501-202504

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		29		29		29	
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						3	
2						3	

说明：
1. 本权益单涉及单位及参保职工个人信息，单位应妥善保管。
2. 本权益单为打印时参保情况。
3. 本权益单已签具电子印章，不再加盖鲜章。
4. 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 项目基本概况.....	1
表 2 放射源.....	6
表 3 非密封放射性物质.....	6
表 4 射线装置.....	7
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....	8
表 6 评价依据.....	9
表 7 保护目标与评价标准.....	12
表 8 环境质量和辐射现状.....	17
表 9 项目工程分析与源项.....	22
表 10 辐射安全与防护.....	27
表 11 环境影响分析.....	35
表 12 辐射安全管理.....	50
表 13 结论与建议.....	55
表 14 审批.....	63

附图 1 典石科技（常州）有限公司新厂区地理位置图

附图 2 典石科技（常州）有限公司新厂区平面布局及周围环境图

附图 3 典石科技（常州）有限公司新厂区车间平面布局及周围环境图

附图 4 移动式集装箱/货物/车辆检查系统屏蔽设计图

附图 5 辐射安全措施图

附件 1 项目委托书

附件 2 射线装置使用承诺书

附件 3 辐射安全许可证正副本复印件

附件 4 已有核技术利用项目环评批复复印件

附件 5 已有核技术利用项目验收报告部分内容复印件

附件 6 辐射环境现状检测报告复印件

附件 7 已有辐射工作人员考核合格证明复印件

附件 8 个人剂量检测服务合同复印件

附件 9 2024 年年度检测报告复印件

附件 10 厂房租赁协议复印件

附件 11 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统参数说明

附件 12 情况说明复印件

附件 13 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书复印件

表 1 项目基本情况

建设项目名称		典石科技（常州）有限公司生产、销售和使用移动式集装箱/货物/车辆检查系统扩建项目				
建设单位		典石科技（常州）有限公司				
法人代表姓名		武洪岩	联系人	高磊	联系电话	18118005025
注册地址		常州市金坛区朱林镇永兴南路 999-146 号				
项目建设地点		常州市金坛区朱林镇龙溪大道 99 号金西创业中心公司厂房内				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		700	项目环保总投资（万元）	100	投资比例（环保投资/总投资）	14.3%
项目性质		☐ 新建 ☐ 改建 ☒ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m²）	/
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	/				
	1 建设单位基本情况、项目建设规模、任务由来					
1.1 建设单位基本情况						
典石科技（常州）有限公司成立于 2023 年 3 月，注册地址位于常州市金坛区朱林镇永兴南路 999-146 号。公司目前共有两个厂区，老厂区位于常州市金坛区晨风路 1036 号，新厂区位于常州市金坛区朱林镇龙溪大道 99 号金西创业中心。公司主要经营的项目有：II、III类射线装置生产，II、III类射线装置销售，技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广，气体、液体分离及纯净设备制造、销售，站用						

加氢及储氢设施销售，新型催化材料及助剂销售，新材料技术研发，新兴能源技术研发，新能源原动设备制造、销售，环境保护专用设备制造、销售，电子元器件与机电组件设备制造、销售，玻璃仪器销售，机械电气设备制造，泵及真空设备销售，阀门和旋塞销售，配电开关控制设备销售，通用设备制造，电力电子元器件制造，专用设备修理，通用设备修理，机械电气设备销售，电气设备销售，机械设备销售，仪器仪表销售，货物进出口，技术进出口等。公司新厂区生产场所均租赁自江苏珠琳实业投资有限公司，厂房租赁协议见附件 10。

1.2 项目规模及任务由来

为实现海港码头、交通枢纽、公路卡口、保税区等地的海关、缉私、公安等部门对空箱、集装箱货物、集装箱夹层、偷渡藏匿等快速不开箱检查，公司拟于新厂区内开展 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统的生产、销售和使用。公司拟于新厂区内划定 1 个调试区，用于开展 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统的调试工作。DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统共有两种工作模式，分别为固定扫描模式及移动扫描模式，两种模式下的最大 X 射线能量均为 6MeV，固定扫描模式下距靶点 1 米处最大输出剂量率为 7.2Gy/h，移动扫描模式下距靶点 1 米处最大输出剂量率为 6Gy/h，公司仅在固定扫描模式下对移动式集装箱/货物/车辆检查系统进行调试，不在移动扫描模式下调试，公司每次在调试区内仅调试 1 台移动式集装箱/货物/车辆检查系统。DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统年生产、销售和使用总量约为 10 台。

公司拟生产、销售、使用的移动式集装箱/货物/车辆检查系统主要应用于海关、交通枢纽、公路卡口、保税区等地的安检。移动式集装箱/货物/车辆检查系统于厂区内调试完毕后直接送订购方，由公司辐射工作人员在客户场区已许可的使用场所内进行安装和调试，满足要求后交付客户使用。公司还负责设备的售后维修工作。

公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，2 名辐射工作人员均为新增人员，2 名辐射工作人员主要负责移动式集装箱/货物/车辆检查系统部件到货检验、检查系统组装、厂内调试、客户场区安装调试及设备售后维修等工作。本项目单台 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统于厂区内出束调试总时间约为 15h，于客户场区出束调试总时间约为 10h，则于厂区内年出束调试总时间约为 150h，于客户场区年出束调试总时间约为 100h。售后维修按照单台维修出束 10h，年维修 10 台，则年维修出束时间约 100h。

该单位本次核技术应用项目情况一览表见下表 1-1：

表 1-1 本次核技术应用情况一览表

序号	射线装置名称 型号	数量	能量 (MeV)	距靶 1m 处的主束辐 射剂量率 (Gy/h)	射线装 置类别	工作场所名称	备注
1	DW 型移动式 集装箱/货物/ 车辆检查系统	年生产、销售、 使用 10 台	X 射线: 6	固定扫描模式: 7.2 移动扫描模式: 6	II	移动式集装箱/货 物/车辆检查系统 调试区及客户场区	/

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》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》等法律法规的规定，本项目生产、销售、使用 II 类射线装置，应当编制环境影响评价报告表。受典石科技（常州）有限公司委托，江苏玖清玖蓝环保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、现场监测和评价分析，编制该项目环境影响报告表。

2 项目周边保护目标及项目选址情况

典石科技（常州）有限公司新厂区位于常州市金坛区朱林镇龙溪大道 99 号金西创业中心，新厂区地理位置图见附图 1。公司车间东侧依次为金西创业中心园区道路及太一光伏科技（常州）有限公司，南侧依次为金西创业中心园区道路、江苏健裕健康医疗器械有限公司及常州洮湖机械有限公司，西侧依次为江苏利卡维智能科技有限公司、金西创业中心园区道路及练塘，北侧为同核科技（江苏）有限公司，楼上楼下无建筑，公司新厂区平面布局及周围环境图见附图 2。

公司拟于车间内划定 1 个调试区，调试区东侧依次为车间内场所、金西创业中心园区道路及太一光伏科技（常州）有限公司，南侧依次为车间内场所、组装区、零部件存放区、金西创业中心园区道路、江苏健裕健康医疗器械有限公司、常州洮湖机械有限公司、江苏路强交通设施有限公司及常州京洋半导体材料科技有限公司，西侧依次为车间内场所、江苏利卡维智能科技有限公司、金西创业中心园区道路及练塘，北侧依次为车间内场所、同核科技（江苏）有限公司、金西创业中心园区道路及空地，楼上楼下无建筑，公司车间平面布局及周围环境图见附图 2 及附图 3。

本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围 100m 范围内无居民区、学校等敏感点。因此，本项目环境保护目标主要为辐射工作人员及移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围评价范围内的公众人员。

3 原有核技术利用项目许可情况

典石科技（常州）有限公司目前已取得常州市生态环境局发放的辐射安全许可证（见

附件3），证书编号为苏环辐证[D0972]，种类和范围为“生产、销售、使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置”，发证日期为2024年11月11日，有效期至2029年10月7日。公司现有Ⅱ类射线装置项目原由江苏同威信达技术有限公司进行环境影响评价，目前正在履行验收手续。2024年9月3日，同威信达技术（江苏）股份有限公司（原名为江苏同威信达技术有限公司）将生产车间方舱调试区转让于典石科技（常州）有限公司，2024年10月31日，同威信达技术（江苏）股份有限公司（原名为江苏同威信达技术有限公司）将1#加速器调试机房转让于典石科技（常州）有限公司，情况说明见附件12。公司现有辐射项目均位于老厂区内，现有项目均已履行相关环保手续，取得了环评批复（环评批复复印件见附件4），生产车间方舱调试区内IS0302型电子加速器方舱已完成竣工验收（验收报告部分内容复印件见附件5），1#加速器机房内IS1020型加速器尚未完成验收。现有项目尚未完成竣工验收。公司已有核技术利用项目一览表见表1-2。

表 1-2 公司已有核技术利用项目一览表

序号	装置名称	型号	类别	使用场所	环评情况	许可情况	验收情况	备注
1	工业辐照用加速器（10MeV）	IS1020	Ⅱ	1#加速器机房	由江苏同威信达技术有限公司进行环评，批复文号：常环核审[2019] 23 号	已许可	未验收	正在履行验收手续
2	工业辐照加速器	MB9501	Ⅱ			已许可	/	2022 年 1 月
3	工业辐照加速器	MB9502	Ⅱ			已许可	/	进行安全分析评价
4	工业辐照加速器	HEXTRON-6-200	Ⅱ			已许可	/	2023 年 4 月
5	固定式集装箱/货物/车辆检查系统	GW	Ⅱ			已许可	/	进行安全分析评价
6	行李物品检查系统	DS10160	Ⅲ	生产车间方舱调试区	已进行登记备案	已许可	/	/
7	行李物品检查系统	DC	Ⅲ		已进行登记备案	已许可	/	/
8	电子加速器方舱	IS0302	Ⅱ		由江苏同威信达技术有限公司进行环评，批复文号：常环核审[2020] 51 号	已许可	已验收	/
9	射线检查系统	CX150180D	Ⅲ		已进行登记备案	已许可	/	/
10	行李物品检查系统	DS15200	Ⅲ		已进行登记备案	已许可	/	/

4 实践正当性

本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会增加移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围的辐射水平，但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标准要求。本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq)/ 活度 (Bq)×枚数	类别	活度种类	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
1	移动式集装箱/货物/车辆检查系统	II	年生产、销售、使用 10 台	DW 型	电子	X 射线: 6	固定扫描模式: 7.2 移动扫描模式: 6	检查货物/车辆	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区及客户场区	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接排入车间内，通过车间内通风系统排入外环境，排入大气环境中的臭氧常温下 50min 内可自行分解为氧气，对环境影响较小
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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)，中华人民共和国主席令第 9 号公布，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)，中华人民共和国主席令第 24 号公布，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》，国家主席令第 6 号，2003 年 10 月 1 日起施行 (4) 《建设项目环境保护管理条例》(2017 年修正版)，国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行 (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(2019 修订版)，2005 年 9 月 14 日国务院令第 449 号发布，修订版于 2019 年 3 月 2 日国务院令第 709 号发布施行 (6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021 年版)》，中华人民共和国生态环境部令第 16 号公布，自 2021 年 1 月 1 日起施行 (7) 《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 6 日起施行 (8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2021 年修正版)生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 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》，环保部令第 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》国家环保总局，环发[2006]145 号，2006 年 9 月 26 日起施行 (11) 《建设项目环境影响报告书(表)编制监督管理办法》，生态环境部令第 9 号，自 2019 年 11 月 1 日起施行 (12) 《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 (13) 《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 (14) 《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
------	--

	(15) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正版），江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 2 号，2018 年 5 月 1 日起施行 (16) 《江苏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 (17) 《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 (18) 《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 (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 号文 (20) 《江苏省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》，江苏省生态环境厅 2024 年 6 月 13 日发布
技术标准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016） (2) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022） (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） (4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021） (5) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021） (6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） (7) 《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）
其他	与本项目相关附件： (1) 项目委托书（附件 1） (2) 射线装置使用承诺书（附件 2） (3) 辐射安全许可证正副本复印件（附件 3） (4) 已有核技术利用项目环评批复复印件（附件 4） (5) 已有核技术利用项目验收报告部分内容复印件（附件 5） (6) 辐射环境现状检测报告复印件（附件 6） (7) 已有辐射工作人员考核合格证明复印件（附件 7） (8) 个人剂量检测服务合同复印件（附件 8） (9) 2024 年年度检测报告复印件（附件 9） (10) 厂房租赁协议复印件（附件 10）

	(11) DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统参数说明 (附件 11) (12) 情况说明复印件 (附件 12) (13) 江苏省生态环境分区管控综合查询报告书 (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》（HJ 10.1-2016）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（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”的相关规定，确定以本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区周围 100m 区域作为评价范围。					
保护目标 本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（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）、《各市（区）生态空间管控区域调整后范围图》（规划公示 H〔2023〕1 号）、《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）及《江苏省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》（江苏省生态环境厅 2024 年 6 月 13 日发布），本项目评价范围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（江苏省生态环境分区管控综合查询报告书见附件 13），对照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），本项目评价范围内不涉及受影响的重要物种、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。 本项目进行移动式集装箱/货物/车辆检查系统的生产、销售及使用时，占用资源少，不会降低评价范围内水、气、土壤的环境功能类别和环境质量，符合“三线一单”相关要求。本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围 100m 范围内无居民区、学校等环境敏感目标，本项目环境保护目标主要为辐射工作人员及移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围 100m 评价范围内的公众人员。					
表 7-1 本项目评价范围内保护目标情况一览表					
保护目标分类	方位	保护目标名称	最近距离（m）	规模	环境保护要求（mSv/a）
辐射工作人员	西侧	移动式集装箱/货物/车辆检查系统操作人员	6m	2 人	5

公众	东侧	金西创业中心园区道路上行人	约 7m	流动人员	0.1
		太一光伏科技（常州）有限公司内工作人员	约 22m	40~50 人	
	南侧	金西创业中心园区道路上行人	约 16m	流动人员	
		江苏健裕健康医疗器械有限公司内工作人员	约 39m	20~30 人	
		常州洮湖机械有限公司内工作人员	约 32m	25~35 人	
		江苏路强交通设施有限公司内工作人员	约 83m	10~15 人	
		常州京洋半导体材料科技有限公司内工作人员	约 86m	2~5 人	
	西侧	江苏利卡维智能科技有限公司内工作人员	约 6m	15~20 人	
		金西创业中心园区道路上行人	约 26m	流动人员	
	北侧	同核科技（江苏）有限公司内其他公众人员	约 16m	5~6 人	
		金西创业中心园区道路上行人	约 66m	流动人员	
		空地上行人	约 84m	流动人员	

评价标准

1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）

表 7-2 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	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。

2 《货车/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）

4 检查系统分类

4.2 按结构形式分类：

a)固定式检查系统：辐射源和探测器系统固定不动，移动被检物通过有用线束区实现辐射成像的检查系统。检查系统的辐射屏蔽通常采用建筑物屏蔽或围栏等方法；

b)移动式检查系统：被检物固定不动，辐射源和探测器系统围绕被检物移动实现辐射成像的检查系统。检查系统的辐射屏蔽可采用自屏蔽、围栏或建筑物屏蔽等方法，可以在不同检查场地移动使用。

本项目集装箱/货物/车辆检查系统兼顾固定式检查系统及移动式检查系统功能，在

公司车间内进行集装箱/货物/车辆检查系统的生产、调试活动时，集装箱/货物/车辆检查系统属于固定式检查系统。

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；

c)γ射线检查系统的辐射源箱应配备剂量报警装置，当放射源泄漏导致剂量超出报警阈值时能实时报警。

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 mg/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。

3 剂量约束值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中“11.4.3.2剂量约束值通常应在公众照射剂量限值10%~30%（即 $0.1 \text{ mSv} \sim 0.3 \text{ mSv}$ ）的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限”，确定本项目辐射工作人员及公众的剂量约束值如下：

(1) 辐射工作人员年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中职业人员年剂量限值的1/4, 确定本项目职业人员年剂量约束值不大于**5mSv/a**;

(2) 公众年剂量约束值取《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中公众照射剂量限值的 10%, 确定本项目公众年剂量约束值不大于 **0.1mSv/a**。

4 辐射剂量率控制水平

本项目调试时集装箱采用传送带进行运输, 无需司机驾驶车辆, 根据《货车/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ 143-2015) 中“对无司机驾驶的货运车辆或货物的检查系统, 应将辐射源室及周围剂量当量率大于40 μ Sv/h的区域划定为控制区。控制区以外的周围剂量当量率大于2.5 μ Sv/h的区域划定为监督区”的要求, 确定:

(1) 本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区控制区边界的周围剂量率应不大于40 μ Sv/h, 监督区边界的周围剂量率应不大于2.5 μ Sv/h;

(2) 本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统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。

5 加速器辐射源箱

根据《货车/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ 143-2015), 本项目属于无建筑物屏蔽的移动式检查系统中的加速器辐射源箱, 加速器泄漏率应不大于 2×10^{-5} 。

6 参考资料

- (1) 《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)
- (2) 《辐射防护导论》(方杰主编, 原子能出版社, 1991-6)
- (3) 《辐射防护手册》第一册《辐射源与屏蔽》(李德平主编, 原子能出版社, 1990)
- (4) 《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, 以测值范围作为参考值。

表 8 环境质量和辐射现状

1. 项目地理和场所位置

典石科技（常州）有限公司新厂区位于常州市金坛区朱林镇龙溪大道 99 号金西创业中心，新厂区地理位置图见附图 1。公司车间东侧依次为金西创业中心园区道路及太一光伏科技（常州）有限公司，南侧依次为金西创业中心园区道路、江苏健裕健康医疗器械有限公司及常州洮湖机械有限公司，西侧依次为江苏利卡维智能科技有限公司、金西创业中心园区道路及练塘，北侧为同核科技（江苏）有限公司，楼上楼下无建筑，公司新厂区平面布局及周围环境图见附图 2。

公司拟于车间内划定 1 个调试区，调试区东侧依次为车间内场所、金西创业中心园区道路及太一光伏科技（常州）有限公司，南侧依次为车间内场所、组装区、零部件存放区、金西创业中心园区道路、江苏健裕健康医疗器械有限公司、常州洮湖机械有限公司、江苏路强交通设施有限公司及常州京洋半导体材料科技有限公司，西侧依次为车间内场所、江苏利卡维智能科技有限公司、金西创业中心园区道路及练塘，北侧依次为车间内场所、同核科技（江苏）有限公司、金西创业中心园区道路及空地，楼上楼下无建筑，公司车间平面布局及周围环境图见附图 2 及附图 3。

本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围 100m 范围内无居民区、学校等敏感点。因此，本项目环境保护目标主要为辐射工作人员及移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围评价范围内的公众人员。本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区及周围环境现状见图 8-1。





移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区西侧
(江苏利卡维智能科技有限公司)



移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区北侧
(同核科技(江苏)有限公司)



移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址现状

图 8-1 本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址及周围环境现状照片

2. 环境现状评价的对象、检测因子和检测点位

环境现状评价对象：移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址及周围辐射环境

检测因子： γ 辐射空气吸收剂量率

检测点位：在移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围布置监测点位，共计 12 个监测点位

3 检测方案、质量保证措施及检测结果

3.1 检测方案

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司

检测仪器：FH40G 型辐射剂量检测仪（探头型号 FHZ672E-10）（设备编号：J0317，检定有效期：2024.10.23~2025.10.22，能量响应：48keV~4.4MeV，测量范围：1nSv/h~100 μ Sv/h）

检测项目： γ 辐射空气吸收剂量率

检测布点：在移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围进行布点，具体点位见图 8-2

检测时间：2025 年 1 月 7 日

天气：晴

温度：9.3℃

湿度：42.9%RH

检测方法：《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

数据记录及处理：每个点位读取 10 个数据，读取间隔不小于 10s，并待计数稳定后读取数值。每组数据计算每个点位的平均值并计算方差。根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），本项目空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）中 5.5，使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源，换算系数取 1.20Sv/Gy

3.2 质量保证措施

检测单位：江苏玖清玖蓝环保科技有限公司，该公司已通过资质认定，检验检测机构资质认定证书编号为 231020341442

检测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）有关布点原则进行布点

检测过程质量控制质量保证：本项目检测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）的要求，实施全过程质量控制

检测人员、检测仪器及检测结果质量保证：检测人员均经过考核并持有合格证书，检测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，检测仪器使用前经过校准或检验，检测报告实行三级审核。

3.3 检测结果

评价方法：参照江苏省环境天然γ辐射水平调查结果，检测结果见表 8-1，详细检测结果见附件 6。

表 8-1 本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围γ辐射水平测量结果

测点编号	测点位置描述	检测结果（nGy/h）	备注
1	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址处	62.6	平房
2	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址东侧	63.9	平房

3	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址南侧	64.2	平房
4	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址西侧	63.3	平房
5	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址北侧	62.4	平房
6	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址东侧 太一光伏科技（常州）有限公司外	64.3	道路
7	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址南侧 江苏健裕健康医疗器械有限公司外	62.9	道路
8	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址南侧 常州洮湖机械有限公司外	66.1	道路
9	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址西侧 江苏利卡维智能科技有限公司外	62.8	平房
10	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址北侧 同核科技（江苏）有限公司内	63.8	平房
11	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址南侧 江苏路强交通设施有限公司外	61.8	道路
12	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址南侧 常州京洋半导体材料科技有限公司外	65.9	道路

注：测量数据已扣除仪器宇宙响应值，楼房对宇宙射线的屏蔽修正因子取 0.8，平房对宇宙射线的屏蔽修正因子取 0.9，原野、道路对宇宙射线的屏蔽修正因子取 1。

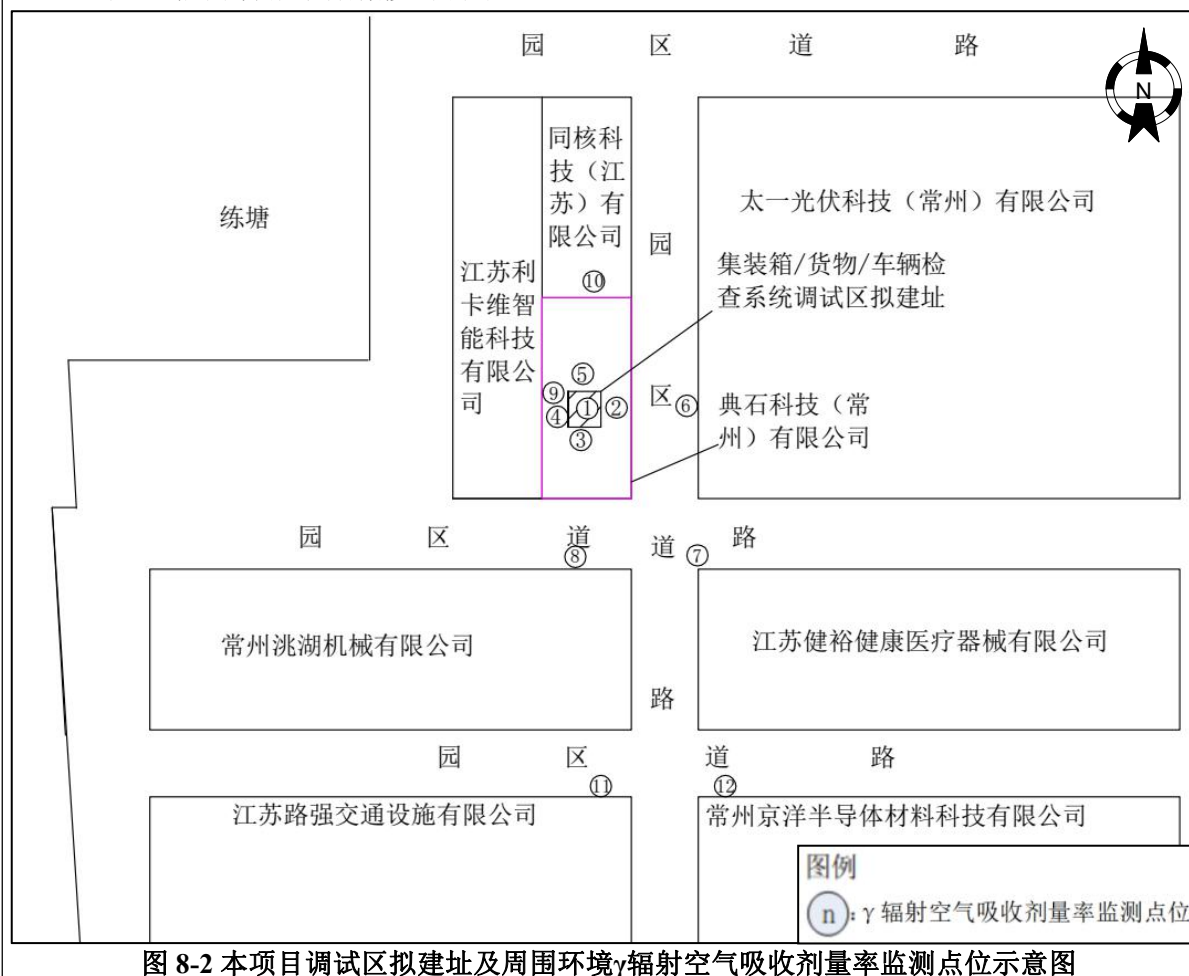


图 8-2 本项目调试区拟建址及周围环境γ辐射空气吸收剂量率监测点位示意图

4 环境现状调查结果评价

从现场监测结果可知，本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围室内环境 γ 辐射水平为(62.4~64.2)nGy/h，拟建址周围道路环境 γ 辐射水平为(61.8~66.1)nGy/h，根据《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),江苏省扣除仪器宇宙射线响应值后的室内天然 γ 辐射水平为(50.7~129.4)nGy/h，室外道路天然 γ 辐射水平为(18.1~102.3)nGy/h，室内及道路 γ 辐射水平处于江苏省室内外环境天然 γ 辐射水平测值范围内。

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

1 工程设备

因公司发展需要，公司拟于新厂区内开展 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统的生产、销售和使用。公司拟于新厂区车间内划定 1 个调试区，用于开展 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统的调试工作。DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统共有两种工作模式，分别为固定扫描模式及移动扫描模式，两种模式下的最大 X 射线能量均为 6MeV，固定扫描模式下距靶点 1 米处最大输出剂量率为 7.2Gy/h，移动扫描模式下距靶点 1 米处最大输出剂量率为 6Gy/h，公司仅在固定扫描模式下对移动式集装箱/货物/车辆检查系统进行调试，不在移动扫描模式下调试，公司每次在调试区内仅调试 1 台移动式集装箱/货物/车辆检查系统。DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统年生产、销售和使用总量约为 10 台。

公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，2 名辐射工作人员均为新增人员。辐射工作人员主要负责移动式集装箱/货物/车辆检查系统部件到货检验、检查系统组装、厂内调试、客户场区安装调试及设备售后维修等工作。本项目单台 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统于厂区内出束调试总时间约为 15h，于客户场区出束调试总时间约为 10h，则于厂区内年出束调试总时间约为 150h，于客户场区年出束调试总时间约为 100h。售后维修按照单台维修出束 10h，年维修 10 台，则年维修出束时间约 100h。



本项目 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试时，拟将检查系统移动至调试区内中间部分固定，此时加速器侧位于西侧，垂直探测器侧位于东侧，检查系统主射线方向朝东。由于本项目准直器准直缝宽度不大于 2.2mm，使得主射线均在探测器范围内，不会打到探测器之外的部分。

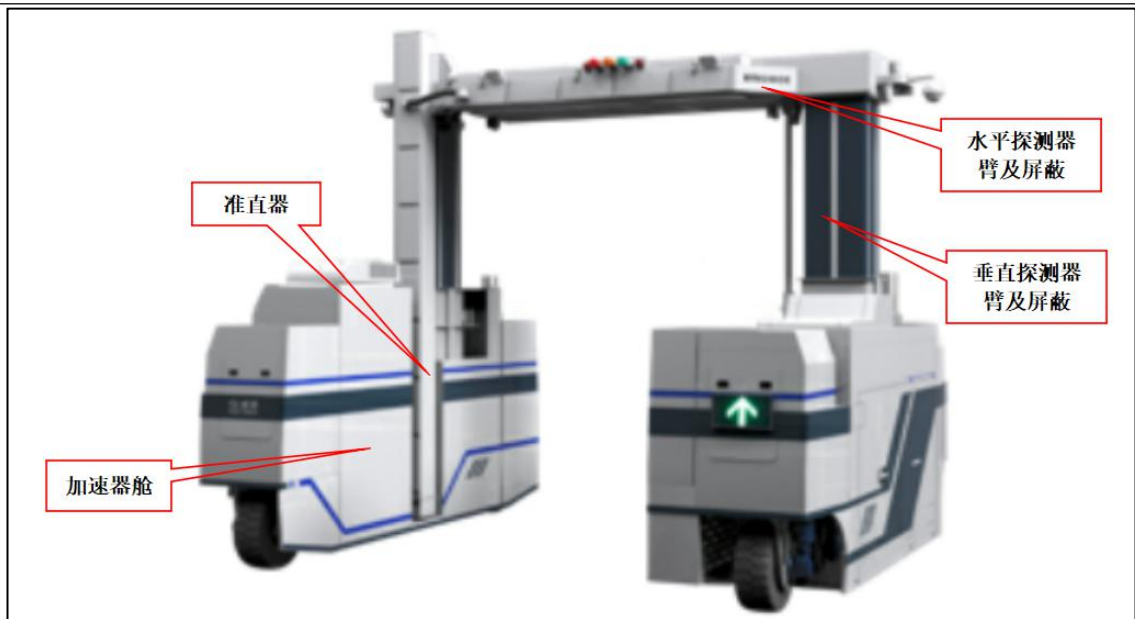


图 9-1 本项目 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统外观图

根据企业提供的参数（详见附件 11），本项目 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统相关技术参数见下表 9-1。

表 9-1 本项目 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统参数

--

2 工作原理

本项目设备的工作原理主要是由加速器产生的高能 X 射线经窄缝准直器准直后，形成一道扇形窄束，穿过被检测的物体，射线在穿过被检测物体后发生不同程度的吸收、散射，所以在穿过被检测物体后，就形成了一个可以反映物体质量厚度变化的，并具有

一定强度分布的新的射线束；布置在另一侧的核辐射探测器将射线束的强弱变化转换成可以反映射线强度变化的电信号，并转换为计数值；随着检查系统与被检物体间发生相对运动后，图像采集子系统不断地获取到阵列探测器系统所传输回来的计数，经过处理后，图像分析系统中，形成一幅完整的被检物体的图像，用于对被检物体的透视检查。DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统工作原理示意图及成像原理示意图见图 9-2。

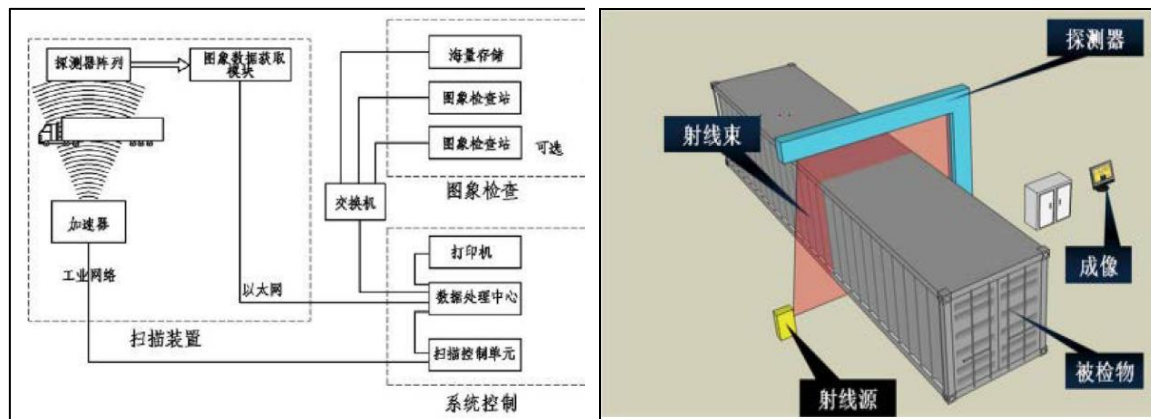


图 9-2 本项目 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统工作原理示意图及成像原理示意图

3 生产、使用、销售工作流程及产污环节

公司生产移动式集装箱/货物/车辆检查系统所用材料、部件均委外加工，公司仅对材料、部件进行组装，不进行材料的生产。移动式集装箱/货物/车辆检查系统生产、使用、销售流程见图 9-3。

移动式集装箱/货物/车辆检查系统生产、使用、销售工作流程如下：

①公司发现潜在客户并了解客户合作意向，建立客户档案进行分析，呈报公司上级领导待批准后与客户进行业务洽谈并签订合同。

②购买移动式集装箱/货物/车辆检查系统生产所需材料、部件（加速器的加速管（含加速器辐射源箱）从清华大学购置），部件回货检验合格后入库。公司于车间组装区内对各部件进行整机组装，组装完成后于移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区内进行整机调试。

③整机调试包括安全联锁测试、辐射防护性能测试、图像性能测试、出厂检验等，调试仅在固定模式下进行，调试时对集装箱进行测试，集装箱通过传送带进行运输，无需司机驾驶车辆。此过程会产生 X 射线、臭氧与氮氧化物。

④调试满足要求后，将移动式集装箱/货物/车辆检查系统进行装箱发往客户，在客户指定场地内进行移动式集装箱/货物/车辆检查系统的安装，满足要求后提交给客户，并完善客户档案和按合同回收移动式集装箱/货物/车辆检查系统生产、调试流程

中各对应款项。

⑤若涉及售后维修，则由公司派遣辐射工作人员前往客户场区进行维修，维修过程中可能涉及出束，此过程可能会产生 X 射线、臭氧与氮氧化物。

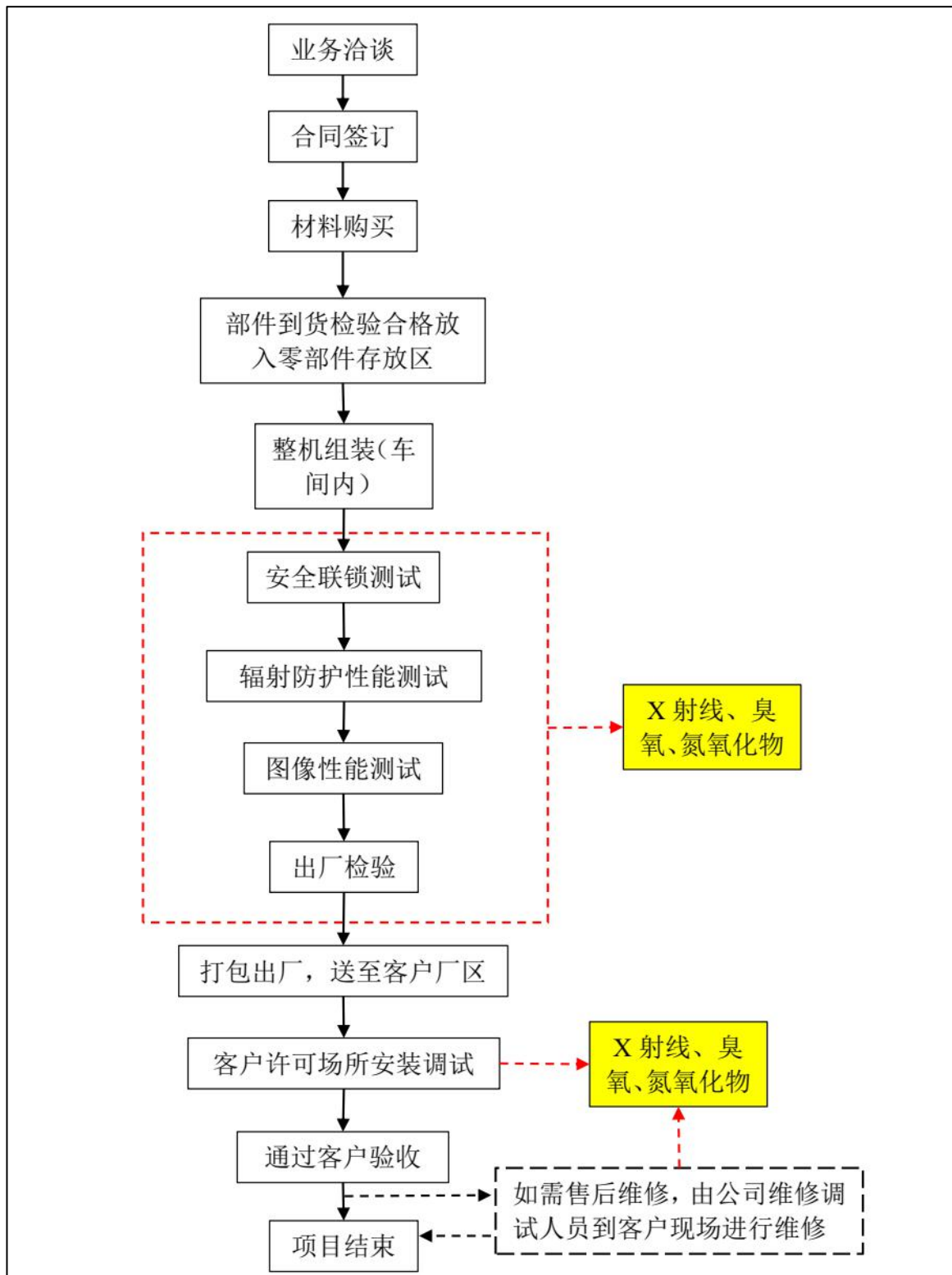


图 9-3 移动式集装箱/货物/车辆检查系统生产、使用及销售流程图

4 原有项目工艺不足和改进情况

公司老厂区内目前在 1#加速器调试机房及生产车间方舱调试区内进行 II 类、III 类射线的生产、使用及销售，已有辐射项目工艺流程合理，在装置生产、调试过程中采取的安全措施符合标准要求，不存在工艺不足情况。

污染源项描述

1 放射性污染源分析

由加速器的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失的。本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统的加速器只有在开机并处于出束扫描时才会发生 X 射线。因此，在出束期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统 X 射线能量最大为 6MeV，移动扫描模式下，主束区中心线上距靶 1m 处最大剂量率为 6Gy/h，固定扫描模式下，主束区中心线上距靶 1m 处最大剂量率为 7.2Gy/h，加速器后向泄漏率不大于 1×10^{-6} ，其余非主束的方向泄漏率不大于 1×10^{-5} 。

2 非放射性污染源分析

本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统在调试过程中没有放射性废水、废气及放射性固体废物产生。

本项目 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统在出束调试过程中，会使空气在强电离辐射的作用下，产生一定量的臭氧和氮氧化物。加速器输出的直接致电离粒子束流越强，臭氧和氮氧化物的产额越高。其中臭氧的毒性最大，产额最高，不仅对人体产生危害，同时能使橡胶等材料加速老化。在良好的通风条件下，产生的臭氧和氮氧化物会很快弥散在大气环境中，臭氧在常温下 50min 可自行分解为氧气，对周围环境影响较小。

本项目辐射工作人员会产生一定量的生活污水和生活垃圾。生活污水经化粪池预处理后，纳入市政污水管网；生活垃圾由环卫部门统一及时清运处理。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

1 项目布局及分区合理性分析

公司拟于新厂区车间内划定 1 个移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区（8.0m×7.4m），在调试区东、西两侧边界各设置 1 堵长 8m，高 8.0m，厚 0.2m 的混凝土墙，用于开展 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统的调试工作。移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试时加速器出束方向朝东照射，操作员所在的操作位位于车间西侧，避开了有用线束照射方向。

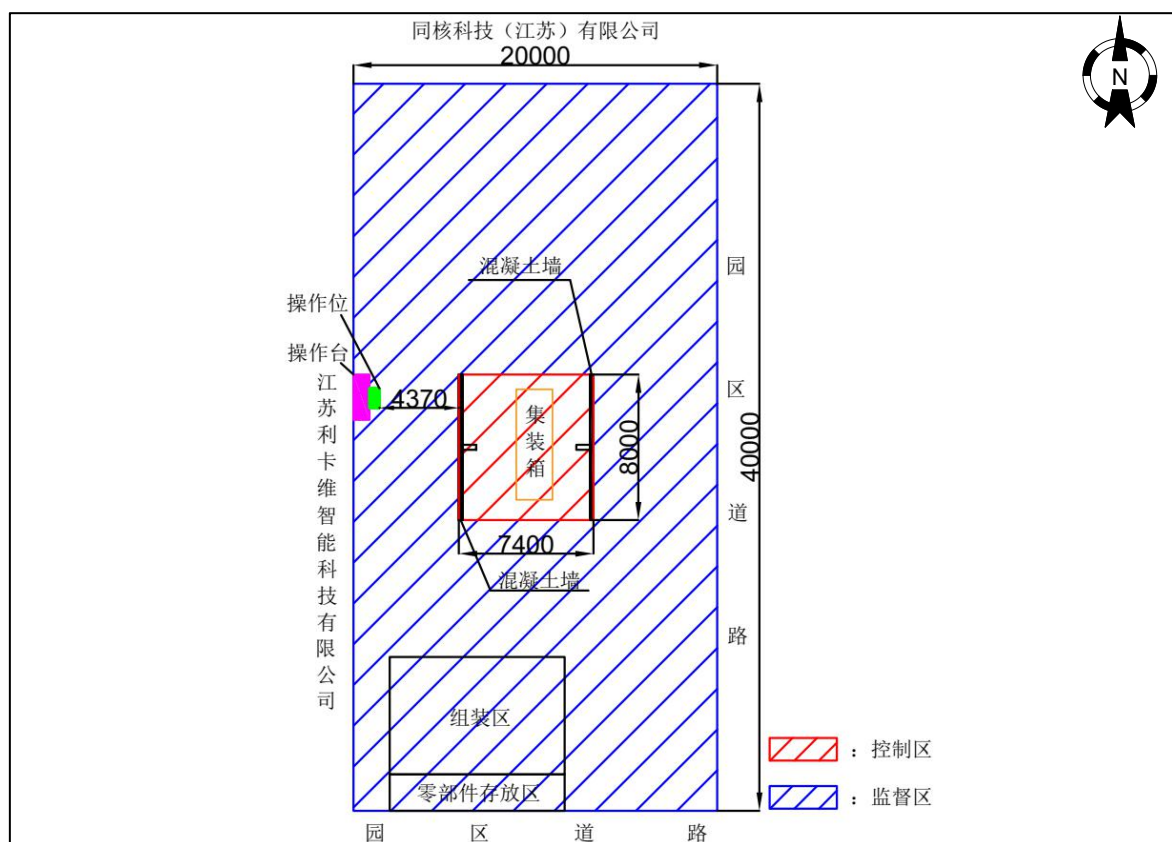


图 10-1 移动式集装箱/货物/车辆检查系统布局及分区图

根据《货车/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）中 5.1 的条款的要求，公司拟对移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区进行分区管理，为方便本项目调试现场管理，公司拟将移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区东、西两侧屏蔽墙围成的区域划为控制区，拟在控制区南侧、北侧边界处设置栏杆，并与检查系统进行联锁，控制区边界外明显位置处拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；将新厂区车间内除移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区外

的其他区域及操作位划为监督区，在监督区边界墙体及屏蔽门上设置“无关人员禁止入内”警告牌及表明监督区的标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入监督区。本项目车间内仅允许本项目相关的辐射工作人员停留，严禁公众人员进入本项目车间。本项目分区布置图见下图 10-1，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）及《货车/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）中关于辐射工作场所的分区规定。

2 辐射屏蔽设计

本项目 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统及调试区辐射防护屏蔽设计见表 10-1。DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统屏蔽设计图见附图 4。

表 10-1 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统及调试区屏蔽设计表

--

3 辐射安全防护措施设计

3.1 辐射安全措施设计

为保障本项目安全运行，本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统以及调试区均设计有相应的辐射安全措施，辐射安全措施图见附图 5。

3.1.1 移动式集装箱/货物/车辆检查系统辐射安全措施设计

根据《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中的相关要求，本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统拟落实下表 10-2 中的辐射安全防护措施要求，安全联锁逻辑关系图见图 10-2。

表 10-2 移动式集装箱/货物/车辆检查系统辐射安全措施表

辐射安全措施	标准要求	本项目设计情况	是否满足
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。	拟在操作台上安装出束控制开关，开关采用钥匙控制。只有在出束控制开关拨至工作位置时，控制系统才允许发射 X 射线。	满足
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	拟在加速器机头部件面板、加速器舱舱门、探测器舱舱门、设备舱舱门、调试	满足

	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。	区南侧及北侧挡杆等处安装门联锁装置,只有当这些门联锁装置闭合时,加速器才允许出束。任一门联锁打开时,加速器不能出束或立即停止出束,且门联锁恢复后加速器不能立即出束。	
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。	拟在系统操作台处设置1个急停按钮,加速器舱内部设置1个急停按钮,加速器舱外部设置2个急停按钮,探测器舱外部设置2个急停按钮,当紧急情况发生时,触发任意急停按钮,加速器立即停止出束。任意急停按钮未复位时,加速器不能出束。	满足
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。	在移动式集装箱/货物/车辆检查系统加速器机头处设置1个辐射剂量监测探头,并在检查系统操作台上显示输出剂量率,当输出量监测值超过设定值时,加速器立即停止出束。	满足
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。	移动式集装箱/货物/车辆检查系统横探测器上两侧及加速器舱内均拟设置警铃及警灯,当系统加电时绿色警灯亮,当系统准备发射X射线时黄色警灯亮,当系统开始扫描,加速器出束时,红色指示灯闪烁,警铃发出急促的报警声音警告任何人不得进入控制区内。公司拟在调试区外醒目位置处设置警示信号意义说明。检查系统出束时有状态自检程序,当检测到警铃、警灯不能正常工作时,加速器不能出束。	满足
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。	拟在移动式集装箱/货物/车辆检查系统横探测器两侧各设置1个监控摄像头,与操作台上的监视器相连。操作员在操作台处可监控调试区内的情况,及时发现人员停留或误入调试区等意外情况。	满足
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。	拟设置语音广播设备,麦克风安装在操作台上,扬声器安装在调试区内西墙上及车间内东墙及西墙上。在每次X射线发射前,操作员可通过广播系统发出警告,防止人员进入调试区发生意外照射。	满足
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。	为本项目检查系统辐射工作人员每人配备1枚个人剂量计,现场配备2台个人剂量报警仪和1台环境X、 γ 剂量率仪。在移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区西墙外及操作台处各设置1个固定式剂量报警装置探头,固定式剂量报警装置的显示装置拟安装于操作台处。	满足
司机自动避让及保护措施	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	拟在移动式集装箱/货物/车辆检查系统横探测处设置雷达检测系统,当被检车辆通过时,通过雷达检测系统判断出车	满足

	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。	头与车厢之间的形变后，此时车头已通过雷达检测系统，加速器方可出束；在此期间避让系统将实时监控通过车辆状态，当车辆运行速度过低、存在停车、倒车行为时将停止出束；当系统的连续出束时间达到预定值时，系统将自动停止出束。	
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，其它车辆禁止通行； 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：警示司机防止货箱内人员被误照射； e)禁止穿行警示：禁止无关人员穿行或随车进入检查通道。	拟在射线源屏蔽外侧张贴符合 GB 18871-2002 要求的电离辐射警示标志。	满足
传感器及进出口挡杆	标准中未做要求	本项目拟在调试区南侧及北侧边界外设置挡杆，挡杆拟和加速器进行联锁；同时探测器舱上拟设置一组传感器，如果出束过程中检测到有人员闯入调试区，则加速器能立即停止出束。	---



图 10-2 安全联锁逻辑关系图

3.1.2 移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区及所在车间辐射安全措施设计

(1) 本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区所在车间四周边界处以实体墙及隔离板进行隔离,进出口处拟采用门禁,防止无关人员进入移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区所在车间。

(2) 电离辐射警告标志:移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区东侧、西侧屏蔽墙上及车间出入口处张贴符合 GB 18871-2002 要求的电离辐射警示标志。

(3) 语音广播设备:拟设置语音广播设备,麦克风安装在操作台上,扬声器安装在调试区内西墙上及车间内东墙及西墙上。在每次 X 射线发射前,操作员可通过广播系统发出警告,防止人员进入调试区发生意外照射。

(4) 声光报警安全装置:移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区东墙及西墙外均拟设置警铃及警灯,当系统加电时绿色警灯亮,当系统准备发射 X 射线时黄色警灯亮,当系统开始扫描,加速器出束时,红色指示灯闪烁,警铃发出急促的报警声音警告任何人不得进入控制区内。公司拟在车间醒目位置处设置警示信号意义说明。当警铃、警灯不能正常工作时,加速器不能出束。

(5) 监视装置:拟在车间内南墙、北墙上设置监控摄像头,与操作台上的监视器相连。操作员在操作台处可监控车间内的情况,及时发现人员停留或误入辐射工作场所等意外情况。

(6) 固定式剂量报警装置:拟在移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区西墙外及操作台处各设置 1 个固定式剂量报警装置探头,固定式剂量报警装置的显示装置拟安装于操作台处。

3.2 安全操作要求

(1) 除非工作需要,工作人员应停留在监督区之外。

(2) 检查系统运行前,操作人员应按照相关要求进行检查,确认其处于正常状态。

(3) 每次检查系统出束前,操作人员确认调试区内无人后,方可开启加速器出束调试。在检查系统调试过程中,应认真管制监督区边界,防止公众人员进入监督区。

(4) 进入调试区时,操作人员应确认检查系统处于未出束状态,并携带个人剂量报警仪。

(5) 检查系统调试过程中,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。

(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。

(7) 检查系统调试完成后，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) 安装调试和维修时的要求

①检查系统的安装调试和维修人员，应接受放射防护培训且考核合格，同时还应经过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。

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。

③加速器的调试和检修时，应保证先关停加速器，停止出束，必须先将加速器的主控钥匙拔下，并由调试和检修人员带走，调试人员和检修人员才能进入调试，在调试检修工作结束后，再将该钥匙交给操作人员。

④检修人员在关停加速器后进入调试区检修时，除佩戴个人剂量计外，还必须携带个人剂量报警仪。

⑤调试和维修结束后，辐射工作人员应对加速器输出剂量进行校正，当超出预定值时，加速器应能自动停止出束，并进行重新调试。

(9) 现场生产调试作业的边界巡查与监测

①开始系统调试之前，调试工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

②控制区的范围应清晰可见，工作期间要有良好的照明，确保没有人员进入控制区。

③在试运行（或第一次调试）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。

④开始调试工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场调试工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止调试时出束异常或不能正常终止。

⑤现场调试期间，工作人员应佩戴热释光个人剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

三废治理

1 臭氧和氮氧化物处理

本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统为电子成像系统，运行过程中无放射性废水、放射性废气及放射性固体废物产生，车辆检查系统在工作状态时，会使空气电离产生少量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，且以臭氧的毒性最高，所以主要是考虑臭氧的产生。

本项目臭氧的产生量参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）附录 B 关于 X 射线产生臭氧的公式进行计算。

$$P=2\times 10^{-9}D_{10}SL \quad (10-1)$$

式中：

P——臭氧的产生率，L·s⁻¹；

D₁₀——X 射线在距靶 1 米处的周围剂量当量率，Gy·s⁻¹；

S——受辐射区域大小，m²。

L——X 射线在空气中路径长度，m。

本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统距靶 1 处的周围剂量当量率最大为 7.2Gy/h=2×10⁻³Gy·s⁻¹，本项目加速器机头所在的加速器舱出束口接触射线的面积约为 0.4m²，加速器舱体积约为 9.5m³，X 射线在空气中路径长度取 0.6m。计算得到 P=9.6×10⁻¹³L·s⁻¹，又臭氧的密度为 2.4g/L，P 可以转换成 8.29×10⁻⁶mg/h。

假设臭氧的有效分解时间为 t_d（常取为 0.83h），加速器舱通风换气周期为平均每次换气需 t_v 小时（h）。

加速器舱室内最高饱和臭氧浓度（mg/m³）Q 为：

$$Q = \frac{P}{V} T_e \quad (10-2)$$

T_e为臭氧的有效清除时间（h）：

$$T_e = \frac{t_v t_d}{t_v + t_d} \quad (10-3)$$

加速器舱未设通风，T_e=t_d=0.83h，则：Q=8.29×10⁻⁶×0.83÷9.5=7.24×10⁻⁷mg/m³。

本项目加速器舱采用自然通风，人员仅在维修保养时方进入加速器舱，根据计算结果可知，检查系统在运行过程中加速器舱内最高饱和臭氧浓度为 7.24×10⁻⁷mg/m³，能够满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中“辐射源室

内应有良好的通风，以保证臭氧的浓度低于 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 的标准限值”要求。此外，本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统在调试区内调试时，其产生的少量臭氧和氮氧化物直接排至调试区内，再通过调试区内的通风装置排至室外，臭氧在常温下 50min 可自行分解为氧气，对环境影响较小。

2 生活污水和垃圾处理

本项目运行期间辐射工作场所内产生的常规污染物主要是办公过程产生少量的生活污水、生活垃圾等。该两种污染物的处理处置拟依托公司生活污水处理系统和保洁措施，统一收集后进入城市污水管网及垃圾处理站集中处理不会对外环境造成不良影响。

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响 本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区利用现有厂房，无需进行场地平整、基础开挖、建设等，但需进行混凝土墙的浇筑，项目的建设过程中，应采取污染防治措施，减轻对周边地区的环境影响。施工过程将产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，建设施工时对环境会产生如下影响： （1）大气：本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区需进行混凝土墙的浇筑、建筑装修等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械和运输车辆作业时排放废气和扬尘，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，并保持施工场地一定的湿度；b.车辆在运输建筑材料时尽量采取遮盖、密闭措施，以减少沿途抛洒；c.施工路面保持清洁、湿润，减少地面扬尘。 （2）噪声：整个建筑施工阶段，建筑设备在运行中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，如因工艺特殊情况要求，需在夜间施工而产生环境噪声污染时，按照《中华人民共和国噪声污染防治法》的规定，需取得当地人民政府或有关主管部门的证明，并公告附近居民。 （3）固体废物：项目施工期间，产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，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。 （4）废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。 综上所述，建设工程在施工期的环境影响是短暂的、可逆的，随着施工期的结束而消失。施工单位应严格按照有关规定采取上述措施进行污染防治，并加强监管，使本项目施工对周围环境的影响降低到最小。
运行阶段对环境的影响 1 辐射环境影响分析 1.1 工作场所剂量率理论计算分析 （1）主射线计算公式

根据《Radiation protection Design Guidelines for 0.1-100MeV Particle Accelerator Facilities》(NCRP Report No.51)，计算公式具体如下：
式中：

$$H_{I,d,x} = \frac{D_{I0} B_x T}{(1.67 \times 10^{-5}) d^2} \quad (11-1)$$

$$B_x = 10^{-n} = 10^{-\sum_{i=1}^m \frac{d_i}{TVL_i}} \quad (11-2)$$

$H_{I,d,x}$ —计算参考点剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

D_{I0} —距源 1m 处的吸收剂量率， mGy/min ；

B_x —X 射线屏蔽穿透比，按公式 11-2 计算；

d —X 射线与参考点间的距离，m；

T —参考点的居留因子，计算中保守取 1；

1.67×10^{-5} —单位换算系数；

n —十分之一值层的数目；

D_i —第 i 种屏蔽体厚度，cm；

TVL_i —第 i 种屏蔽体透射线十分之一值层厚度，cm。

(2) 散射线计算公式

根据《Radiation protection Design Guidelines for 0.1-100MeV Particle Accelerator Facilities》(NCRP Report No.51)，计算公式具体如下：

$$H_{I,dr,x} = \frac{D_{I0} \alpha_x A B_{xr} T}{(1.67 \times 10^{-5}) d_i^2 d_r^2} \quad (11-3)$$

$$B_{xr} = 10^{-n} = 10^{-\sum_{i=1}^m \frac{d_{ir}}{TVL_{ir}}} \quad (11-4)$$

式中：

$H_{I,dr,x}$ —散射计算参考点剂量当量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

D_{I0} —透射方向距源 1m 处的吸收剂量率， mGy/min ；

α_x —反射系数，无量纲；参考《辐射防护导论》中图 6.4，散射系数保守取值，对于铅取 5×10^{-3} （探测器），对于钢取 1×10^{-2} （集装箱）进行计算；

A —散射面积， m^2 ；

d_i —X 射线源点到散射体的距离，m；

d_r —散射体到参考点的距离，m；

T —参考点的居留因子，计算中保守取 1；

1.67—单位换算系数；

B_{xr} —散射 X 射线屏蔽穿透比，按公式 11-4 计算；

n —十分之一值层的数目；

d_{ir} —第 i 种屏蔽体厚度，cm；

TVL_i —第 i 种屏蔽体透射线十分之一值层厚度，cm。

(3) 漏射计算公式

根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201-2011），计算公式具体如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \times f}{R^2} \times B \quad (11-5)$$

式中：

$\dot{H}$ —计算点剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$ —源项剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

f —加速器泄漏率，加速器后向泄漏率不大于 1×10^{-6} ，其余非主束方向泄漏率不大于 1×10^{-5} ；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

B —屏蔽物质的屏蔽透射因子，可按公式 11-2 计算；

(4) 天空反散射计算公式

根据 NCRP-151 号报告，天空反散射计算公式为：

$$H = \frac{2.5 \times 10^{-2} (\dot{H}_0 \Omega^{1.3})}{(d_i d_s)^2} \cdot \eta \quad (11-6)$$

$$\Omega = 4 \lg^{-1} \frac{a \cdot b}{c \cdot d} \quad (11-7)$$

式中：

H —距离辐射源点（靶点） d_s 处地面，天空反散射的 X 射线剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$\dot{H}_0$ —距辐射源 1m 处的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

Ω —X 射线源与屏蔽墙对向的立体角，Sr；

d_i —在屋顶上方 2m 处离靶的垂直距离，m；

d_s —辐射源至关注点位置的距离，m；

η —顶部对辐射剂量率的衰减系数。

公式（11-7）中 a ， b ， c ， d 见图 11-1。

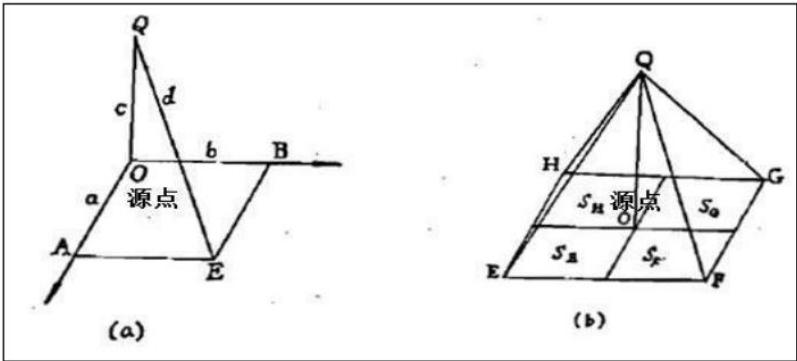


图 11-1 立体角 Ω 的计算示意图

因本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试场所无建筑物屏蔽墙，天空散射计算时，以顶部横探测器屏蔽进行参数的确定。

在计算散射线时，本次环评仅考虑一次散射的影响，对于多次散射后的射线，能量已经很低，可不作考虑。计算时主要针对该屏蔽方向散射或漏射的射线，计算结果是几个散射体散射后对于同一点的影响的叠加。

1.2 计算参数选取

本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统共有固定扫描模式和移动扫描模式两种工作模式，本项目仅在固定扫描模式下对移动式集装箱/货物/车辆检查系统进行调试。在固定扫描模式下，移动式集装箱/货物/车辆检查系统 X 射线最大能量为 6MeV，距靶点 1 米处最大输出剂量率为 7.2Gy/h。

根据企业提供的材料，本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统计算的相关参数见表 11-1~表 11-3。对于表 11-2 中十值层的取值，本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统经准直器准直发射出窄束 X 射线，主射线、散射线及漏射线的十值层取值采用企业提供的蒙卡模拟数据，相关说明见附件 11；对于散射线，根据《辐射防护导论》P188 初级能量为 6MeV 时，散射能量十值层 TVL 按 0.5MeV 取值。

表 11-1 加速器系统参数

--

--

表 11-2 6MeV 窄束 X 射线屏蔽计算十值层 TVL 取值表

屏蔽材料	铅	铁	混凝土

表 11-3 企业提供的关于各散射体的几何参数

--	--	--	--

*探测器包含了水平探测器及垂直探测器，散射面积为照射到水平探测器及垂直探测器上的总面积；探测器相对靶点的距离为距离水平探测器的距离。

1.3 预测结果

根据本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区的平面布局、分区情况及调试流程，结合调试区周围人员可能到达距离辐射源最近距离等因素，选取距离各方向上距离辐射源最近的关注点进行预测，关注点示意图见图 11-2，关注点具体描述及其考虑的射线照射方式见下表 11-4。

表 11-4 关注点描述及其考虑的射线照射方式

点位描述	人员类型	照射方式
A 点（东侧主射束方向控制区边界）	辐射工作人员	主射线/天空反散射
a 点（东侧主射束方向监督区边界）	公众人员	主射线/天空反散射
B 点（东侧非主射束方向控制区边界）	辐射工作人员	漏射线/散射线/天空反散射
b 点（东侧非主射束方向监督区边界）	公众人员	漏射线/散射线/天空反散射
C 点（南侧控制区边界）	辐射工作人员	漏射线/散射线/天空反散射
c 点（南侧监督区边界）	公众人员	漏射线/散射线/天空反散射
D 点（西侧控制区边界）	辐射工作人员	漏射线/散射线/天空反散射
d 点（西侧监督区边界）	公众人员	漏射线/散射线/天空反散射
E 点（北侧控制区边界）	辐射工作人员	漏射线/散射线/天空反散射
e 点（北侧监督区边界）	公众人员	漏射线/散射线/天空反散射
F 点（操作台）	辐射工作人员	漏射线/散射线/天空反散射
f 点（操作台处操作位）	辐射工作人员	漏射线/散射线/天空反散射

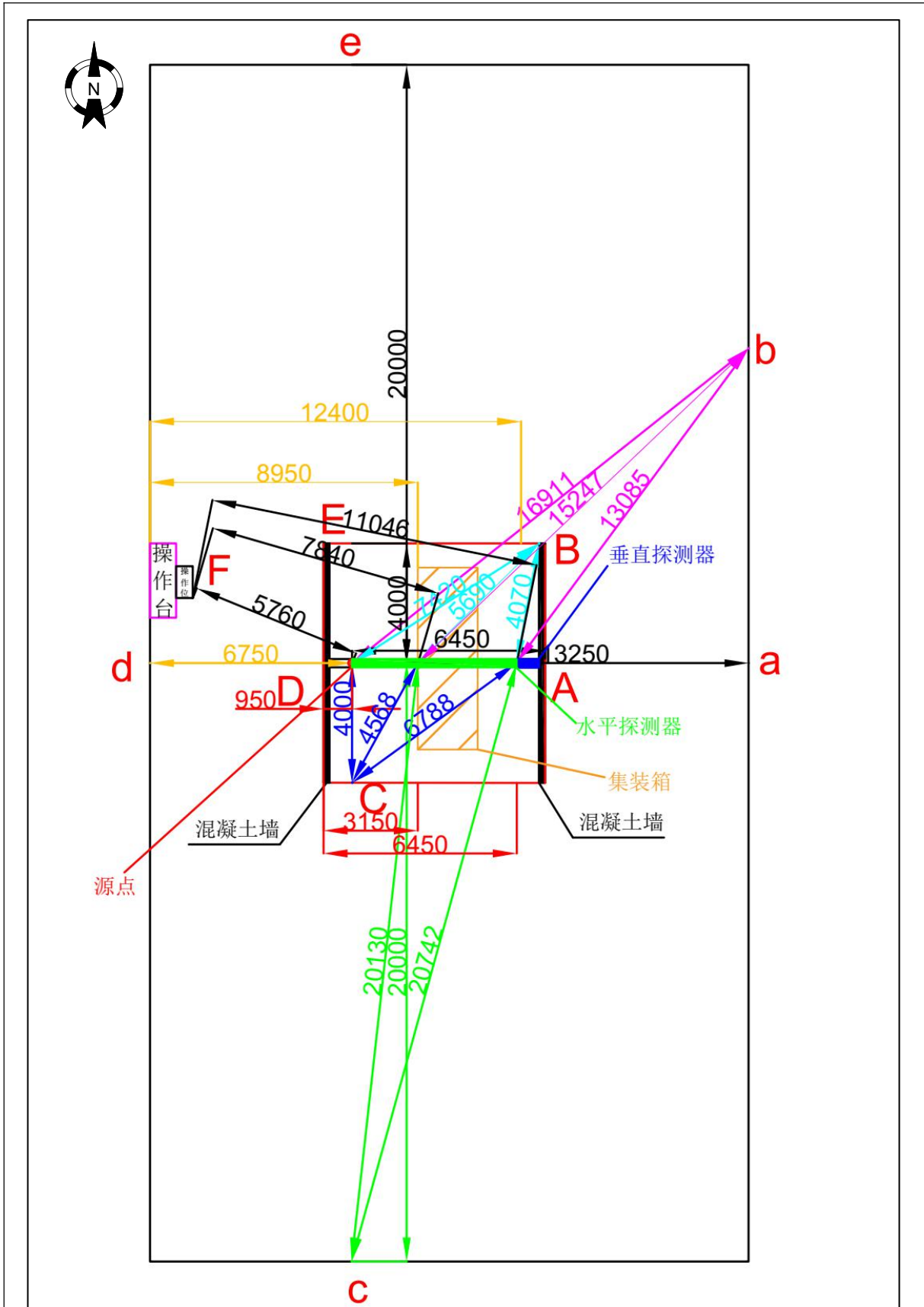


图 11-2 本项目关注点选取示意图

关注点辐射剂量率计算结果见表 11-5。

表 11-5 各关注点辐射剂量率预测结果

关注点	描述	射线类型	源点到关注点的距离 ()	源点到散射点的距离 ()	散射点到关注点的距离 ()	屏蔽体及厚度 (mm)	TVL (mm)	屏蔽透射因子	计算结果 (μSv/h)	汇总 (μSv/h)
A										
a										
B										
b										
C										
c										

D										
d										
E										
e										
F										
Ω 为0. 取 180										

1.4 预测结果评价

根据表 11-5 计算结果可知,本项目 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统在固定扫描模式下:

(1)移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区控制区外关注点辐射剂量率最大为 $10.101\mu\text{Sv/h}$, 能够满足《货车/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ 143-2015)中控制区边界周围剂量当量率应不大于 $40\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

(2)移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区监督区外关注点辐射剂量率最大为 $0.702\mu\text{Sv/h}$, 能够满足《货车/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ 143-2015)中监督区边界周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

(3) 移动式集装箱/货物/车辆检查系统人员操作位辐射剂量率约为 $0.210\mu\text{Sv/h}$, 满足《货车/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ 143-2015)中操作人员操作位置的周围剂量当量率不大于 $1.0\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

2 辐射工作人员和公众剂量估算及评价

本项目拟将整个新厂区车间内除控制区外的其它区域划为监督区 ($40\text{m}\times 20\text{m}$), 工作时无关人等不得进入。本项目辐射工作人员为移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试人员, 调试时辐射工作人员位于操作台的操作位处进行设备操作; 公众主要为移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址外 100m 评价范围内其他人员。辐射工作人员和公众年有效剂量的年有效剂量由公式 (11-8) 进行估算:

$$E_{\text{eff}} = \dot{D} \cdot t \cdot T \cdot U \quad (11-8)$$

式中: E_{eff} —人员年有效剂量, $\mu\text{Sv}/\text{年}$;

$\dot{D}$ —参考点处辐射剂量率, $\mu\text{Sv}/\text{h}$;

t —年工作时间, 单位 h ;

T —居留因子;

U —使用因子, 本项目 U 取 1。

2.1 辐射工作人员有效剂量估算

本项目辐射工作人员主要负责厂区内移动式集装箱/货物/车辆检查系统的调试工作、客户场所安装调试工作及售后维修工作, 厂区内测试时每台装置出束时间约为 15h , 年出束时间约 150h ; 现场安装调试时每套装置出束时间约为 10h , 年出束时间约 100h ;

售后维修按照单台维修出束 10h，年维修 10 台，则年维修出束时间约 100h。由于现场安装及售后维修时操作位的位置不确定，故根据《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中相关要求可知，“操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于 1.0 $\mu\text{Sv/h}$ ”，估算时现场控制室内的剂量率保守取于 1.0 $\mu\text{Sv/h}$ 。将相关数据代入公式（11-8），可计算得到辐射工作人员年有效剂量，结果见表 11-6。

表 11-6 辐射工作人员年有效剂量估算表

-	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 (μSv/h)	年工作时间 (h)	剂量估算值 (mSv/a)		剂量约束值 (mSv/a)	评价
厂内调试	1	1 (操作位)	0.210	150	0.032	0.232	5	满足
客户场区 调试	1	1 (操作位)	1.0	100	0.1			
售后维修	1	1 (操作位)	1.0	100	0.1			

从表 11-6 中的预测结果可以看出，本项目辐射工作人员年有效剂量约为 0.232mSv，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值和本项目管理目标限值的要求：职业人员年有效剂量不超过 5mSv。

2.2 公众有效剂量估算

本项目公众人员主要涉及公司厂区内移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围 100m 评价范围内的其他人员及客户场区内安装调试及维修时周围的公众人员，公司厂区内调试区拟建址周围公众年有效剂量估算结果见表 11-7，客户场区周围公众人员年有效剂量估算结果见表 11-8。

表 11-7 本项目厂内调试区拟建址周围评价范围内公众年有效剂量结果评价

序号	公众类别	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值 ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h)	剂量估算值 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	评价
1	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区东侧监督区边界	1	1/8 (园区道路)	0.702	150	0.013	0.1	满足
2	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区南侧监督区边界	1	1/8 (园区道路)	0.483	150	0.009	0.1	满足

3	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区西侧监督区边界	1	1 (江苏利卡维智能科技有限公司)	0.157	150	0.024	0.1	满足
4	移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区北侧监督区边界	1	1 (同核科技(江苏)有限公司)	0.483	150	0.072	0.1	满足

表 11-8 客户场区周围公众人员年有效剂量估算结果评价

-	关注点位	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值* ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h)	剂量估算值 (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	评价
客户场区安装调试	监督区边界外	1	1	2.5	10	0.025	0.1	满足
客户场区维修	监督区边界外	1	1	2.5	10	0.025	0.1	满足

*客户场区安装调试及维修时，公众人员位于监督区外，公众人员所受辐射剂量率保守按照监督区边界剂量率 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 进行取值。

从表 11-7 及表 11-8 中预测结果可以看出，本项目公司厂内移动式集装箱/货物/车辆检查系统拟建址周围公众年有效剂量最大值约为 0.072mSv ，客户场区周围公众人员所受年有效剂量约为 0.025mSv ，均能够满足《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限值的要求：公众年有效剂量不超过 0.1mSv 。

对于本项目评价范围内的其他人员，在经过距离的进一步衰减，本项目对其的辐射影响很小，可湮没在本底辐射中。

综上所述，本项目辐射工作人员及周围公众年有效剂量能够满足《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 。

2.3 叠加影响分析

本项目在进行现场调查时，得知北侧评价范围内的同核科技（江苏）有限公司拟开展核技术利用项目，因此需考虑叠加影响。同核科技（江苏）有限公司拟开展的辐射项目的设备参数、型号与本项目一致，辐射场所的屏蔽设施、措施及布局与本项目一致，因此本项目东侧监督区边界外的叠加辐射剂量率保守取东侧监督区边界外的辐射剂量率的 2 倍系数，即 $0.702\mu\text{Sv/h} \times 2 = 1.404\mu\text{Sv/h}$ ；西侧监督区边界外的叠加辐射剂

量率保守取西侧监督区边界外的辐射剂量率的2倍系数，即 $0.157\mu\text{Sv/h} \times 2 = 0.314\mu\text{Sv/h}$ ；北侧监督区边界外的叠加辐射剂量率保守取北侧监督区边界外的辐射剂量率与同核科技（江苏）有限公司南侧监督区边界外的辐射剂量率（取本项目南侧监督区边界外的辐射剂量率）相加，即 $0.483\mu\text{Sv/h} + 0.483\mu\text{Sv/h} = 0.966\mu\text{Sv/h}$ 。则监督区周围人员所受叠加年有效剂量见表11-9。

表 11-9 周围人员所受叠加年有效剂量估算结果评价

关注点位置	使用因子 U	居留因子 T	剂量率值* ($\mu\text{Sv/h}$)	年工作时间 (h)	剂量估算值 (mSv/a)	剂量约束值* (mSv/a)	评价
调试区东侧 监督区外	1	1/8	1.404	150	0.026	0.1 (公众)	满足
调试区西侧 监督区外	1	1	0.314	150	0.047	0.1 (公众)	满足
调试区北侧 监督区外	1	1	0.966	150	0.145	5 (辐射工作人员)	满足

*调试区北侧监督区外为同核科技（江苏）有限公司，该公司车间内开展核技术利用建设项目，车间内均为辐射工作人员，不允许公众人员进入，因此剂量约束值按照辐射工作人员剂量约束值取 5mSv/a 。

从表11-9中预测结果可以看出，本项目监督区周围辐射工作人员所受叠加年有效剂量约为 0.145mSv ，公众人员所受叠加年有效剂量约为 0.047mSv ，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限值的要求：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 。

3 销售过程环境影响评价

本项目销售过程中射线装置不会通电，不构成辐射源，销售过程也不会产生废气、废液以及固体废物等，对环境无影响。但是本项目在销售过程中，需严格按照国家有关规定做好以下安全管理工作：对客户的辐射安全许可资质进行审核确认，凭客户单位的辐射安全许可资质文件出售射线装置。认真执行销售台账登记制度，记载销售设备的时间、合同号、名称、型号、类别、销售数量、使用单位名称、记录人等事项。

4 三废治理措施评价

本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统出束调试过程中会使空气电离，产生臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ），加速器舱采用自然通风，人员仅在维修保养时方进入加速器舱，根据计算结果可知检查系统在运行过程中加速器舱内最高饱和臭氧浓度为 $7.24 \times 10^{-7}\text{mg/m}^3$ ，能够满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中“辐射源室内应有良好的通风，以保证臭氧的浓度低于 0.3mg/m^3 的标准限值”要求。

本项目工作过程中产生的微量臭氧和氮氧化物可从加速器舱逸散进入大气中，臭氧在常温下 50min 可自行分解为氧气，微量臭氧排放对环境影响较小。

本项目运行期间辐射工作场所内产生的常规污染物主要是办公过程产生少量的生活污水、生活垃圾等。该两种污染物的处理处置拟依托公司生活污水处理系统和保洁措施，统一收集后进入城市污水管网及垃圾处理站集中处理不会对外环境造成不良影响。

事故影响分析

1 潜在事故分析

本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统只有在开机工作时才产生 X 射线，因此，其潜在事故多为开机误照射事故。在移动式集装箱/货物/车辆检查系统进行出束调试前，对移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区内进行人工清场，正常情况下监督区内不会有其他公众驻留。该项目发生事故的风险主要是在意外情况下，可能出现的辐射事故有：

（1）工作人员误操作，在控制区有人的情况下进行检查系统调试；

（2）加速器在出束调试过程中，有人员闯入，造成误照射。

（3）由于管理不善清场不到位，在加速器出束调试前辐射工作人员未撤离控制区或公众未撤离监督区，导致受到不必要的照射。

2 事故预防措施

该项目运行时发生事故的风险主要可能是管理上引起的，因此典石科技（常州）有限公司应加强管理，严格要求辐射工作人员按照操作规程进行操作和清场，并在实际工作中定期对控制区边界及监督区边界的辐射水平进行监测，定期检查系统安全联锁装置是否能正常使用，不断对辐射安全管理制度进行完善，加强职工辐射防护知识的培训，尽可能避免辐射事故的发生。针对可能发生的辐射事故，拟采取以下预防措施：

（1）辐射工作人员必须参加生态环境部辐射安全与防护培训平台的防护专业知识培训，取得合格证书后方可上岗。

（2）加强辐射工作人员技能培训，在每次开启系统调试前，严格按照操作流程检查各项安全联锁装置的有效性，如发现异常，立即停止后续作业，待确定安全联锁系统运行状况正常后，才能重新运行。同时做好个人的防护，佩戴个人剂量报警仪及

个人剂量计。

(3) 定期监测检查系统调试区周围的辐射水平，对系统的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，核实各项管理制度的执行情况，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。确保工作安全有效运转。

(4) 凡涉及对检查系统进行调试，必须有明确的操作规程，至少有 2 名辐射工作人员同时在场，辐射工作人员按照操作规程进行操作，开机前操作人员须仔细检查调试区内有无人员，只有确定调试区内无人的情况下才能开机作业。

(5) 定期对系统安全联锁装置、报警装置及剂量报警仪进行检查，如果发现问题，应立即完善，恢复正常后方可运行。

(6) 设立故障及异常情况下的安全保障控制程序：

a) 停电情况下，全部安全联锁系统失去作用。这时，加速器不能加高压，不能开机。

b) 计算机控制程序故障，系统能自动停机。

c) 人员开启加速器时，佩戴个人剂量报警仪，一旦报警仪报警，应立即按下急停开关。

通过定期检查确保辐射安全措施正常运行，如有失效必须及时修理，通过日常自行检测及委托年度检测，及时发现辐射异常区域并查明原因进行整改，避免周边人员受到异常照射或超剂量照射。

3 辐射事故处置方法

根据《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》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，辐射事故可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。本项目拟使用的移动式集装箱/货物/车辆检查系统属于Ⅱ类射线装置，该类射线装置可能发生的事故是指射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。在发生事故后：

(1) 立即关停检查系统，停止出束，组织人员保护现场，并做好辐射事故档案记录；

(2) 发生人员受照事故时，迅速安排受照人员接受医学检查和救治，建立并保存相应的医疗档案；

(3) 辐射事故发生后，积极配合生态环境、公安等管理机关做好事故调查和善后处理；

(4) 对发生事故的移动式集装箱/货物/车辆检查系统，分析事故发生的原因，提出改进意见，并保存记录。

当发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的辐射事故应急措施，采取必要防范措施，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，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生健康部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

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》等法律法规要求，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；辐射工作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。

典石科技（常州）有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，确定武洪岩为辐射防护负责人，并以文件形式明确辐射防护负责人及管理人员职责。公司目前共配有 3 名辐射工作人员，公司已有辐射工作人员均已通过生态环境部培训平台上的线上考核（考核合格证明见附件 7）。公司拟为本项目配备 2 名辐射工作人员，2 名辐射工作人员均应通过生态环境部培训平台上的线上考核后方可上岗，辐射工作人员持有的辐射安全培训合格证书到期后应当参加并通过生态环境部培训平台上的线上考核后方可再次上岗。

辐射安全管理规章制度

典石科技（常州）有限公司已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定为已有辐射项目制定一系列辐射安全管理制度，包括操作规程、岗位职责、辐射安全和防护管理制度、设备维修检修制度、人员培训计划、监测方案等，公司应针对本项目对已有管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。现对已有规章制度提出相应的建议和要求：

操作规程：已有操作规程明确了操作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，公司还应针对本项目进行完善，明确重点加强辐射工作人员相关技能培训，明确工作前的安全检查工作，辐射工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。

岗位职责：已有岗位职责明确了管理人员、操作人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的辐射工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。公司还应针对本项目进行完善，明确现场安装及售后维修人员的岗位责任。

辐射防护和安全保卫制度：公司已根据具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，公司还应针对本项目进行完善，将移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试、维修时辐

射安全管理列为重点，对集装箱/货物/车辆检查系统生产、调试、使用过程中的安全防护要落实到个人。

设备检修维护制度：公司已制定装置维护检修制度，明确了各项安全联锁装置、工作状态指示灯、在日常调试过程中检维修以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转，重点是辐射安全联锁装置、剂量报警仪或检测仪器必须保持良好工作状态。公司还应针对本项目进行完善，明确集装箱/货物/车辆检查系统的在日常调试过程中检维修以及发生故障时采取的措施，确保辐射安全装置有效地运转。

人员培训计划：明确培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，内外结合，加强对培训档案的管理，做到有据可查。

监测方案：已制订辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。发现个人剂量异常的，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部门、卫生健康部门调查处理。发现工作场所监测异常的，立即采取措施，在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境部门报告。公司每年对本单位的射线装置的安全和防护状态进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前提交上一年度的评估报告。

台账管理制度：建立健全的台账制度，并在日常工作中落实到位，对公司生产、调试和出售的移动式集装箱/货物/车辆检查系统型号、规格、数量、去向及日期等均需记录在台账上，做到有据可查。

辐射事故应急预案：成立辐射事故应急指挥小组，明确各小组成员的职责与分工，加强应急人员的组织、培训，完善辐射事故分类与应急响应措施，明确应急事故处理相关的联系方式。在演练过程中发现问题能够及时解决，并在日常工作中对职工进行辐射防护知识的培训 and 安全意识教育，不断完善辐射安全管理制度，尽可能避免辐射事故的发生。

公司已制定的辐射安全管理规章制度具有一定的针对性和可操作性，在针对本项目对辐射安全管理制度进行完善后，将满足现有核技术利用项目及本项目对辐射安全管理规章制度的需求，公司能够按照辐射安全管理制度要求对辐射活动进行管理。此外，公司在之后的实际工作中还应不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

辐射检测

本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统属于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》，本项目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，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器，用于对移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区周围的辐射水平进行巡测。

典石科技（常州）有限公司老厂区目前共配有 1 台辐射巡测仪及 2 台个人剂量报警仪。公司还拟为本项目新配置 1 台辐射巡测仪，用于对本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区周围的辐射水平进行监测，同时公司还拟为本项目辐射工作人员配备 2 台个人剂量报警仪。

典石科技（常州）有限公司已针对已有辐射工作场所制定了相应监测方案，方案中明确了监测频次和监测点位，公司定期（1 次/年）请有资质的单位对已有辐射工作场所的辐射水平进行监测，根据 2024 年年度检测报告（由同威信达技术（江苏）股份有限公司委托有资质单位进行，见附件 9）可知，公司已有辐射工作场所周围的辐射水平无异常；在开展作业期间，公司已定期（每 3 个月/次）对已有辐射工作场所及周围的辐射水平进行监测，并做相关记录。

公司已委托常州环宇信科环境检测有限公司对公司已有辐射工作人员进行个人剂量监测（个人剂量检测服务合同复印件见附件 8），定期（每 3 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。同时公司已定期安排已有辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。公司已于每年 1 月 31 日前在全国核技术利用辐射安全申报系统提交上一年度的评估报告，年度评估报告内容包括核技术利用项目新建、改建、扩建和退役，辐射安全和防护设施的运行与维护，辐射安全和防护制度及措施的制定与落实等情况。

公司还应根据辐射管理要求，针对本项目完善已有监测方案：

（1）公司拟委托有资质的单位定期对本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区周围环境辐射水平进行检测，周期为 1 次/年。检测结果连同单位的年度辐射安全评估报告一起，在次年的 1 月 31 日前，在全国核技术利用辐射安全申报系统上提交。

（2）公司每次开展移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试时，均拟对调试区周围环境辐射水平进行监测。

（3）本项目辐射工作人员均应佩戴个人剂量计，并定期（一般为 1 个月，最长

不得超过 3 个月)送有资质部门进行监测,建立个人累积剂量档案。

(4) 公司定期组织本项目新增辐射工作人员进行职业健康体检(体检周期不超过 2 年),并建立职业健康监护档案。

公司工作场所监测计划见表 12-1。公司在落实上述监测方案后,将满足辐射监测要求。

表 12-1 工作场所监测计划表

检测对象	监测项目		监测周期	监测点位
移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区	X- γ 周围剂量当量率	竣工验收监测	1 次	①移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区控制区、监督区边界外; ②移动式集装箱/货物/车辆检查系统操作台处及操作位处; ③移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区四周保护目标处。 ④辐射源箱的泄漏辐射水平。
		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	每次开展移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试时	
辐射工作人员	个人剂量当量	委托有资质的单位进行	每 3 个月/次	/

辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》中关于应急报告与处理的相关要求,典石科技(常州)有限公司应尽快针对本项目可能产生的辐射事故情况制定事故应急预案,应急预案内容应包括:

- (1) 应急机构和职责分工;
- (2) 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;
- (3) 辐射事故分级与应急响应措施;
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序;
- (5) 辐射事故信息公开、公众宣传方案。

典石科技(常州)有限公司已依据《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》及《江苏省辐射污染防治条例》的要求制定辐射事故应急预案,明确建立应急机构和人员职责分工,应急人员的组织、培训以及应急辐射事故分类与应急响应的措施。公司已组织应急人员对应急处理措施进行培训,并组织应急人员进行应急演练。

发生辐射事故时，公司应立即启动本单位的事故应急方案，采取必要防范措施，在 1 小时内向所在地生态环境部门和公安部门报告，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，同时向卫生部门报告。事故发生后公司应积极配合生态环境部门、公安部门及卫生部门调查事故原因，并做好后续工作。

表 13 结论与建议

结论

1 辐射安全与防护分析结论

1.1 项目位置及选址合理性分析

典石科技（常州）有限公司新厂区位于常州市金坛区朱林镇龙溪大道 99 号金西创业中心。公司车间东侧依次为金西创业中心园区道路及太一光伏科技（常州）有限公司，南侧依次为金西创业中心园区道路、江苏健裕健康医疗器械有限公司及常州洮湖机械有限公司，西侧依次为江苏利卡维智能科技有限公司、金西创业中心园区道路及练塘，北侧为同核科技（江苏）有限公司，楼上楼下无建筑。

公司拟于车间内划定 1 个调试区，调试区东侧依次为车间内场所、金西创业中心园区道路及太一光伏科技（常州）有限公司，南侧依次为车间内场所、组装区、零部件存放区、金西创业中心园区道路、江苏健裕健康医疗器械有限公司、常州洮湖机械有限公司、江苏路强交通设施有限公司及常州京洋半导体材料科技有限公司，西侧依次为车间内场所、江苏利卡维智能科技有限公司、金西创业中心园区道路及练塘，北侧依次为车间内场所、同核科技（江苏）有限公司、金西创业中心园区道路及空地，楼上楼下无建筑。

本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围 100m 范围内无居民区、学校等敏感点，项目选址合理。本项目环境保护目标主要为辐射工作人员及移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围评价范围内的公众人员。

1.2 辐射实践正当性评价

本项目在运行期间将会产生电离辐射，有可能会增加移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区拟建址周围的辐射水平，但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标准要求。本项目的建设将满足企业的生产需求和提高产品质量，创造更大的经济效益和社会效益，在落实辐射安全与防护管理措施后，其带来的效益远大于可能对环境造成的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）“实践的正当性”的原则。

1.3 项目分区及布局

公司拟于新厂区车间内划定 1 个移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区（8.0m×7.4m），在调试区东、西两侧边界各设置 1 堵长 8m，高 8.0m，厚 0.2m 的混凝土墙，用于开展 DW 型移动式集装箱/货物/车辆检查系统的调试工作。移动式集装箱

/货物/车辆检查系统调试时加速器出束方向朝东照射，操作员所在的操作位位于车间西侧，避开了有用线束照射方向。

拟将移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区东、西两侧屏蔽墙围成的区域划为控制区，拟在控制区南侧、北侧边界处设置栏杆，并与检查系统进行联锁，控制区边界外明显位置处拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；将新厂区车间内除移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区外的其他区域及操作位划为监督区，在监督区边界墙体及屏蔽门上设置“无关人员禁止入内”警告牌及表明监督区的标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入监督区。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。

1.4 辐射安全措施

1.4.1 移动式集装箱/货物/车辆检查系统辐射安全措施设计

拟在射线源屏蔽外侧张贴符合 GB 18871-2002 要求的电离辐射警示标志；拟在操作台上安装出束控制开关；移动式集装箱/货物/车辆检查系统横探测器上两侧及加速器舱内均拟设置警铃及警灯；拟在调试区外醒目位置处设置警示信号意义说明；拟在加速器机头部件面板、加速器舱舱门、探测器舱舱门、设备舱舱门等处安装门联锁装置；拟在系统操作台处设置 1 个急停按钮，加速器舱内部设置 1 个急停按钮，加速器舱外部设置 2 个急停按钮，探测器舱外部设置 2 个急停按钮，当紧急情况发生时，触发任意急停按钮，加速器立即停止出束；拟在移动式集装箱/货物/车辆检查系统横探测器两侧各设置 1 个监控摄像头，与操作台上的监视器相连；在移动式集装箱/货物/车辆检查系统加速器机头处设置 1 个辐射剂量监测探头，并在检查系统操作台上显示输出剂量率，当输出量监测值超过设定值时，加速器立即停止出束；拟在调试区南侧及北侧边界外设置挡杆，挡杆拟和加速器进行联锁；探测器舱上拟设置一组传感器，如果出束过程中检测到有人员闯入调试区，则加速器能立即停止出束。

1.4.2 移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区及所在车间辐射安全措施设计

本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区所在车间四周边界处以实体墙及隔离板进行隔离，进出口处拟采用门禁，防止无关人员进入移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区所在车间；移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区东侧、西侧屏蔽墙上及车间出入口处张贴符合 GB 18871-2002 要求的电离辐射警示标志；拟设置语音广播设

备，麦克风安装在操作台上，扬声器安装在调试区内西墙上及车间内东墙及西墙上；移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区东墙及西墙外均拟设置警铃及警灯，当系统加电时绿色警灯亮；拟在车间醒目位置处设置警示信号意义说明；拟在车间内南墙、北墙上设置监控摄像头，与操作台上的监视器相连；拟在移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区西墙外及操作台处各设置 1 个固定式剂量报警装置探头，固定式剂量报警装置的显示装置拟安装于操作台处。

1.5 辐射安全管理

公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，确定武洪岩为辐射防护负责人，并以文件形式明确辐射防护负责人及管理人员职责。公司已制定辐射安全管理制度，并拟针对本项目对其进行补充和完善。本项目拟配备的辐射工作人员在上岗前应通过生态环境部培训平台上的线上考核。公司同时还应对本项目辐射工作人员进行职业健康监护和个人剂量监测，并为辐射工作人员建立个人职业健康监护档案和个人剂量档案。

典石科技（常州）有限公司老厂区目前共配有 1 台辐射巡测仪及 2 台个人剂量报警仪。公司还拟为本项目新配置 1 台辐射巡测仪，用于对本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区周围的辐射水平进行监测，同时公司还拟为本项目辐射工作人员配备 2 台个人剂量报警仪，能够满足审管部门关于仪器配备的要求。

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。

2 环境影响分析结论

2.1 辐射防护影响预测



根据理论预测可知，本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统的辐射防护设计能满足防护要求，移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区周围的辐射剂量率能够满足标准要求，辐射屏蔽设计能够满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）中的相应要求。

2.2 保护目标剂量

根据理论预测结果，本项目投入运行后辐射工作人员及移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区周围的公众年有效剂量均能够满足《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。

2.3 三废处理处置

本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统出束调试过程中会使空气电离，产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），加速器舱采用自然通风，人员仅在维修保养时方进入加速器舱，根据计算结果可知检查系统在运行过程中加速器舱内最高饱和臭氧浓度为 $7.24 \times 10^{-7} \text{mg/m}^3$ ，能够满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中“辐射源室内应有良好的通风，以保证臭氧的浓度低于 0.3mg/m³ 的标准限值”要求。本项目工作过程中产生的微量臭氧和氮氧化物可从加速器舱逸散进入大气中，臭氧在常温下可自行分解为氧气，微量臭氧排放对环境影响较小。

本项目运行期间辐射工作场所内产生的常规污染物主要是办公过程产生少量的生活污水、生活垃圾等。该两种污染物的处理处置拟依托公司生活污水处理系统和保洁措施，统一收集后进入城市污水管网及垃圾处理站集中处理不会对外环境造成不良影响。

3 可行性分析结论

综上所述，典石科技（常州）有限公司生产、销售和使用移动式集装箱/货物/车辆检查系统扩建项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施，其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，该项目的建设和运行是可行的。

建议和承诺

- 1) 该项目运行后，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。
- 2) 各项环保设施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。
- 3) 项目建设完成后，企业应及时重新申领辐射安全许可证。

4) 项目建成后企业应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的有关规定及时进行自主环境保护验收。

辐射污染防治措施“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	投资 (万元)
辐射安全管理机构	公司已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，并以文件形式明确其管理职责	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》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的要求。	/
两区划分	拟将移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区东、西两侧屏蔽墙围成的区域划为控制区，拟在控制区南侧、北侧边界处设置栏杆，并与检查系统进行联锁，控制区边界外明显位置处拟设置电离辐射警告标志及中文警示说明，工作时任何人不得进入；将新厂区车间内除移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区外的其他区域及操作位划为监督区，在监督区边界墙体及屏蔽门上设置“无关人员禁止入内”警告牌及表明监督区的标牌，并设置明显的电离辐射警示标志和警告标语，工作时无关人等不得进入监督区	符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《货车/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）中关于辐射工作场所的分区规定。	/
辐射安全和防护措施		本项目运行后能够满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）的辐射剂量及剂量率限值要求。	80
	1 移动式集装箱/货物/车辆检查系统辐射安全措施设计 拟在射线源屏蔽外侧张贴符合 GB 18871-2002 要求的电离辐射警示标志；拟在操作台上安装出束控制开关；移动式集装箱/货物/车辆检查系统横探测器上两侧及加速器舱内均拟设置警铃及警灯；拟在调试区外醒目位置处设置警示信号意义说明；拟在加速器机头部件面板、加速器舱舱门、探测器舱舱门、设备舱舱门等处安装门联锁装置；拟在系统操作台处设置 1 个急停按钮，加速器舱内部设置 1 个急停按钮，加速器舱外部设置 2 个急停按钮，当紧急情况发生时，触发任意急停按钮，加速器立即停止出束；拟在移动式集装箱/货物/车辆检查系统横探测器两侧各设置 1 个监控摄像头，与操作台上的监视器相连；在移动式集装箱/货物/车辆检查系统加速器机头处设置 1 个辐射剂量监测探头，并在检查系统操作台上显示输出剂量率，当输出量监测值超过设定值时，加速	满足《货车/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）中辐射安全设施的要求。	19

	器立即停止出束；拟在调试区南侧及北侧边界外设置挡杆，挡杆拟和加速器进行联锁；探测器舱上拟设置一组传感器，如果出束过程中检测到有人员闯入调试区，则加速器能立即停止出束。 2 移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区及所在车间辐射安全措施设计 本项目移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区所在车间四周边界处以实体墙及隔离板进行隔离，进出口处拟采用门禁，防止无关人员进入移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区所在车间；移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区东侧、西侧屏蔽墙上及车间出入口处张贴符合 GB 18871-2002 要求的电离辐射警示标志；拟设置语音广播设备，麦克风安装在操作台上，扬声器安装在调试区内西墙上及车间内东墙及西墙上；移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区东墙及西墙外均拟设置警铃及警灯，当系统加电时绿色警灯亮；拟在车间醒目位置处设置警示信号意义说明；拟在车间内南墙、北墙上设置监控摄像头，与操作台上的监视器相连；拟在移动式集装箱/货物/车辆检查系统调试区西墙外及操作台处各设置 1 个固定式剂量报警装置探头，固定式剂量报警装置的显示装置拟安装于操作台处。		
人员配备	公司拟为本项目新配备 2 名辐射工作人员，2 名辐射工作人员均应通过辐射安全知识考核后方可上岗 本项目新配备的 2 名辐射工作人员均拟开展个人剂量监测，送检周期为 3 个月，并拟建立辐射工作人员个人剂量监测档案 本项目拟配备的 2 名辐射工作人员均拟进行职业健康体检，职业健康体检包括入职前体检、离职前体检及日常体检，日常体检两次体检的时间间隔不超过 2 年，并拟建立职业健康监护档案	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》中关于人员培训、个人剂量监测及职业健康体检的相关要求。	定期投入
监测仪器和防护用品	公司拟为本项目配备 1 台环境辐射剂量巡测仪及 2 台个人剂量报警仪	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目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，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪等仪器的要求	1
辐射安全管理制度	公司已根据相关标准要求，制定一系列辐射安全管理制度，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、人员培训计划、监测方案、辐照装置使用登记、台账管理制度以及辐射事故应急方案等制度，公司还应根	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管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理	/

	据相关条例、办法以及本报告的要求对制度的内容进行补充，并在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性	办法》中的有关要求，使用射线装置的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、台账登记制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急预案。	
--	--	---	--

以上措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入运行。

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