

核技术利用建设项目
卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施
建设项目（一期）H986 车辆检查装置
环境影响报告表
（报批稿）

建设单位：中华人民共和国卡拉苏海关（公章）

二〇二四年八月

核技术利用建设项目
卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施
建设项目（一期）H986 车辆检查装置
环境影响报告表

建设单位名称：中华人民共和国卡拉苏海关

法人代表：杨晓林

通讯地址：塔什库尔干塔吉克自治县中巴友谊路 15 号

邮政编码：845250

联系人：祖力富喀尔

电子邮箱：1468089321@qq.com 联系电话：18299640997

目 录

表 1	项目基本情况	1
表 2	放射源.....	10
表 3	非密封放射性物质	10
表 4	射线装置.....	11
表 5	废弃物（重点是放射性废弃物）	12
表 6	评价依据.....	13
表 7	保护目标与评价标准	15
表 8	环境质量和辐射现状	21
表 9	项目工程分析与源项	23
表 10	辐射安全与防护	31
表 11	环境影响分析	45
表 12	辐射安全管理	53
表 13	结论与建议	65

附图和附件

- 附图 1 地理位置图
- 附图 2 卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）项目建设地点卫星图
- 附图 3 卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）项目平面布置图
- 附图 4 卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）H986 评价范围周边关系示意图
- 附图 5 扫描大厅平面及剖面图

- 附件 1 委托书
- 附件 2 辐射安全许可证
- 附件 3 个人剂量报告
- 附件 4 2023 年海关二线场所监测报告
- 附件 5 关于中华人民共和国卡拉苏海关辐射防护管理领导小组的通知
- 附件 6 辐射事故应急预案
- 附件 7 现状监测报告
- 附件 8 建设项目环境影响报告表批复

表 1 项目基本情况

建设项目名称		卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期） H986 车辆检查装置			
建设单位		中华人民共和国卡拉苏海关			
法人代表	杨晓林	联系人	祖力富喀尔	联系电话	18299640997
注册地址		塔什库尔干塔吉克自治县中巴友谊路 15 号			
项目建设地点		喀什地区塔什库尔干塔吉克自治县卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）出境查验区 H986 查验区			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资(万元)		1470	项目环保投资(万元)	223.5	投资比例(环保投资/总投资) 15.2%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积(m²) 1124.26m ²
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	/		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
		<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		
	其他	<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他 /					
1.1 项目概述					
1.1.1 建设单位概况					
<p>中华人民共和国卡拉苏海关主要承担卡拉苏口岸进出境运输工具、货物、物品及人员的征税、监管、缉私、出入境检验检疫、统计等工作；同时承担卡拉苏海关干部队伍管理、基层党建、准军事化建设、宣传思想文化等工作。完成乌鲁木齐海关交办的其他工作。</p>					
1.1.2 项目应用的目的及由来					
<p>2021 年 9 月 16 日海关总署举行新闻发布会公布《国家“十四五”口岸发展规划》，对“十四五”时期口岸高质量发展作出系统谋划和总体安排。随后自治区与地区陆续发布《新疆沿边口岸经济带发展规划（2021—2035）》与《喀什地区口岸建设“十四五”规划（2021—2025 年）》指定口岸领域发展、布局重大工程项目、合理配置</p>					

公共资源。为提高卡拉苏口岸通关能力，优化出入境流线，促进口岸腹地城市经济发展建设卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）。

卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）位于喀什地区塔县西北处，现卡拉苏口岸西侧，搬迁距离约 150m，搬迁项目环境影响报告表于 2024 年 4 月 19 日通过喀什地区生态环境局审批，批复文号为喀地环评字[2024]140 号。

项目建设完成后，将解决现状货检流线绕行问题，缩短货物通关时间，极大的提升口岸通关能力。合理规划货场布局，建设完善的装卸区、搬运设备，优化检验检疫等各项工作流程，令货物检验、查验、放行的速度得到增加，从而提高口岸通关率，促进贸易快速通关。构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局。结合卡拉苏口岸进出口货物情况，预计 2030 年、2035 年和 2040 年年度需经本项目查验的进口货物货运量分别为 40 万吨、67 万吨、91 万吨；出口货物货运量分别为 65 万吨、103 万吨、143 万吨。

在卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）的建设中，需要建设一个新型的、现代化检查作业项目，以提升进出口货物及运输车辆的总体监管效能，提高通关效率，降低人工安检作业量和劳动强度，有效打击走私犯罪。为此，该项目 H986 查验区使用 1 台由同方威视技术股份有限公司自主研发生产的 MB1215DE（HS）货物/车辆检查系统（以下简称“车辆检查系统”），并为之配备独立的检查室，安装配套设备，电气线路等必要设施，保证检查系统的安全运行。

据《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与放射线装置放射防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关规定，“辐射工作单位在申请辐射安全许可证前，应当组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报环境保护主管部门审批”。

根据原环境保护部和国家卫生和计划生育委员会《关于发布〈射线装置分类〉的公告》的规定，检查系统属于安全检查用加速器，属于Ⅱ类射线装置。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》的现有规定，本项目符合“五十五、核与辐射”大类下“172、核技术利用建设项目”一栏中“生产、使用Ⅱ类射线装置的”的具体内容。因此，该项目应编制环境影响报告表。

新疆环能工程技术有限公司受中华人民共和国卡拉苏海关委托，承担对该项目的环境影响评价工作。接受委托后，公司组织技术人员进行了现场勘察，收集、整理有关资料，对项目的建设情况进行了初步分析，并根据项目的应用类型及项目所在地周围区域的环境特征，在现场勘察、资料调研、预测分析的基础上，按照《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的基本要求，编制了《卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）H986 车辆检查装置环境影响报告表》。

1.1.3 项目建设的正当性评价

项目使用一台车辆检查系统对集装箱货物、集装箱夹层、偷渡藏匿等实现不开箱检查，减少人工安检工作量和劳动强度。建设单位在采取辐射防护措施的情况下，可以确保工作人员和公众产生的附加辐射剂量可以控制在根据最优化原则设置的剂量约束值以下，项目实施获得的利益远远大于所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

1.1.4 产业政策相符性

本项目的应用目的为通关车辆和集装箱安全检查，符合海关安全监管政策的要求。经对照《产业结构调整指导目录（2024 年版）》，本项目不在限制类和淘汰类建设项目范围内，因此本项目的建设符合国家产业政策要求。

1.2 项目建设内容及规模

卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）新建一座扫描大厅，并使用 1 套 MB1215DE（HS）集装箱/车辆检查系统，属于 II 类射线装置。该检查系统最大能量为交替双能 6/3MeV，仅有精细检查模式：即被检车辆不动（车上无司机），检查系统移动、出束，对车辆完成扫描检查，且检查系统仅有一套扫描系统。

本项目检查系统主束方向为西南方向，为方便描述，下文均按主束方向为“正南方向”进行描述。拟建扫描大厅为东西走向的长方形区域，长 80.3m，宽 14.2m，占地面积约为 1124.26m²，净高为 9.5m；扫描大厅南北两侧为出入口，主射线方向由北向南。四周墙体均为 400mm 厚混凝土（密度不小于 2.35g/cm³），高度均为 5.50m；5.50m 以上部分采用 300mm 厚加气混凝土砌块墙体；顶棚采用 140mm 厚钢框架楼

承板。出入口处采用电动钢制卷帘门（检查系统运行过程中，铁门不关闭），出入口前方设有限高钢架，扫描大厅的入口和出口处均设有电动挡杆和光电语音自动报警装置，电动挡杆与不锈钢护栏将出入口封闭，确保挡杆放下后人员不能进出。检查系统同时配套建设辅助用房，控制室位于南侧二业务用房 1F 西北的机房；司机等候区拟设置于扫描大厅西侧挡杆出口外 5m 处。

扫描大厅地面铺设固定扫描轨道，检查系统可在固定轨道上往复运行。扫描轨道上设黄色停车标志线，检查系统在轨道上的移动过程中，靶点距离西侧墙体最近距离为 12.3m，距离东侧墙体最近距离为 18m。

本项目 MB1215DE（HS）型集装箱/车辆检查系统主要性能参数见表 1-1，项目建设内容详见表 1-2。

表 1-1 MB1215DE（HS）型集装箱/车辆检查系统主要性能参数

项目	指标及参数
加速器	
射线源	交替双能电子直线加速器
能量	6/3MeV
X 射线剂量率	在束流的中心轴方向上，距离靶点 1m 远处 X 射线剂量率为 450mGy/min ($2.7 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$)
主射线束宽度	在束流的中心轴方向上，距离靶点 1m 远处主射线束宽度 2mm
射线束角度	54.3°
泄漏剂量率	加速器的辐射泄漏率小于 2×10^{-5}
扫描速度	0.4m/s
检查车辆最大尺寸	25m（长）×2.8m（宽）×4.8m（高）
通过率	每小时 20~25 个 40 英尺集装箱车辆
扫描方式	主动扫描，被检物体不动，扫描装置移动（仅此一种扫描装置）
主射方向	主射方向由北向南

表 1-3 项目建设内容一览表

工程名称	工程内容	工程功能或规模	备注
主体工程	MB1215DE (HS) 型集装箱/车辆检查系统	检查系统为一台 MB1215DE (HS) 型集装箱/车辆检查系统, 系统设置两套射线源系统, 加速器扇形 X 射线束逐层透视被检物体, 对物体内部结构清晰成像。主要包括射线源分系统、探测器分系统、图像获取分系统、扫描控制分系统、扫描装置分系统、运行检查分系统、辐射防护设施。其中辐射防护设施包括加速器和探测器屏蔽体、扫描通道墙及相关屏蔽设施和用以保证人员安全的辐射安全联锁装置。	
配套工程	扫描大厅	建筑面积 1124.26m ²	
公用工程	供配电系统	本项目位于卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目(一期)出境查验区 H986 查验区, 项目供配电系统依托该项目供配电系统、给排水系统和通信系统。	
	给排水系统		
	通讯系统		
环保工程	MB1215DE (HS) 型集装箱/车辆检查系统自屏蔽系统	加速器自屏蔽措施如下: ①加速器舱: 加速器舱采用铅钢相夹的屏蔽结构, 前壁采用 10mm 钢夹 10mm 铅, 左右侧壁、上下壁采用 10mm 钢, 后壁采用 20mm 钢夹 15mm 铅。②准直器: 采用屏蔽铅厚度达 160mm。③竖探测器臂: 采用铅钢相夹屏蔽的屏蔽结构, 探测器臂为凹槽型设计, 凹槽左右两侧均采用宽度为 2000mm 的 20mm 钢夹 10mm 铅, 前壁采用 10mm 钢, 后墙采用 20mm 钢夹 50mm 铅, 凹槽中间的探测器采用 160mm 铅。④横探测器臂: 探测器采用 160mm 铅, 侧面板采用 5mm 厚铅板, 前壁采用 10mm 钢。	
	辐射安全设施	检查系统设置了辐射安全联锁与警示设施, 包括系统出束安全联锁钥匙开关、门联锁、急停按钮或急停拉线、警灯警铃、监视装置及其他安全辅助设备。	
依托工程	控制室	控制室依托卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目(一期), 位于扫描大厅西侧业务用房 1F, 用于扫描系统控制室。	

1.3 项目选址和平面布置合理性分析

(1) 项目选址合理性分析

卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目(一期)在喀什地区喀什库勒干塔吉克自治区县, 距县城 62 公里, 距喀什市 225 公里。项目建设共分为五个功能区: 进境缓冲区、进境查验区、出境缓冲区、出境查验区、集中检疫处理区。建设项目中心位置地理坐标为: 东经、北纬, 地理位置见附图 1。

本项目位于卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目(一期)出境查验区 H986 查验区, 项目扫描大厅为东西走向的长方形区域, 东西两侧为车辆

出入口，待检车辆进入扫描大厅后停在检查区，扫描时检查系统射线由北向南照射。扫描大厅南侧 60m 为业务用房和查验扣留区，北侧为空地。北侧评价范围内为空地，其余三侧评价范围（50m）内均为卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）功能区。项目评价范围内主要保护目标为本项目工作人员、检查站工作人员及待检车辆司机及乘载人员，无村庄小区等公众人员集中分布区，根据本次环评分析结论，扫描系统边界周围剂量当量率均小于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$ ；项目工作人员及周围公众人员年受照辐射剂量可以达到相应的剂量约束值，项目扫描系统不会对周围环境及环境保护目标产生明显影响。因此，本项目选址合理。

（2）项目平面布局合理性分析

①平面布置合理性分析

本项目检查系统安装在扫描大厅内，检查系统与其他非放射性工作场所隔开，且具有单独出入口，符合辐射防护的要求。

项目扫描大厅为东西走向的长方形区域，东西两侧为车辆进出口，待检车辆进入扫描大厅后停在待检区，扫描时检查系统射线由北向南照射。一般情况射线出束方向 X 射线辐射影响最大，本项目南侧屏蔽墙外为卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）功能区道路等，评价范围内无敏感环境保护目标，项目控制室位于西侧 65m 处，根据本次环评预测结果，项目工作人员及周围公众人员年受照辐射剂量可以达到相应的管理限值，项目扫描系统不会对周围环境及环境保护目标产生明显影响。因此，本项目布局合理。

②车流人流通道合理性分析

本项目主要是对过境车辆进行安全检查，扫描大厅“东-西”设置，待检车辆在引导员引导下进入扫描大厅接受车辆安全检查。

司机在引导员引导下将车辆驶入扫描大厅停至指定位置，司机下车，由引导员引导从出口离开，步行至司乘等候区等候扫描结束。车辆若无安全问题可直接由扫描大厅出口驶离，有问题车辆进行详查。

③项目检查车辆行车路线

出境车辆从东侧入场卡口进入，由扫描大厅东侧入口进入扫描大厅，检查完毕后从扫描大厅西侧出口驶出，待检查系统检查完毕，出境车辆继续沿查验区行驶，从西侧出场卡口驶离。

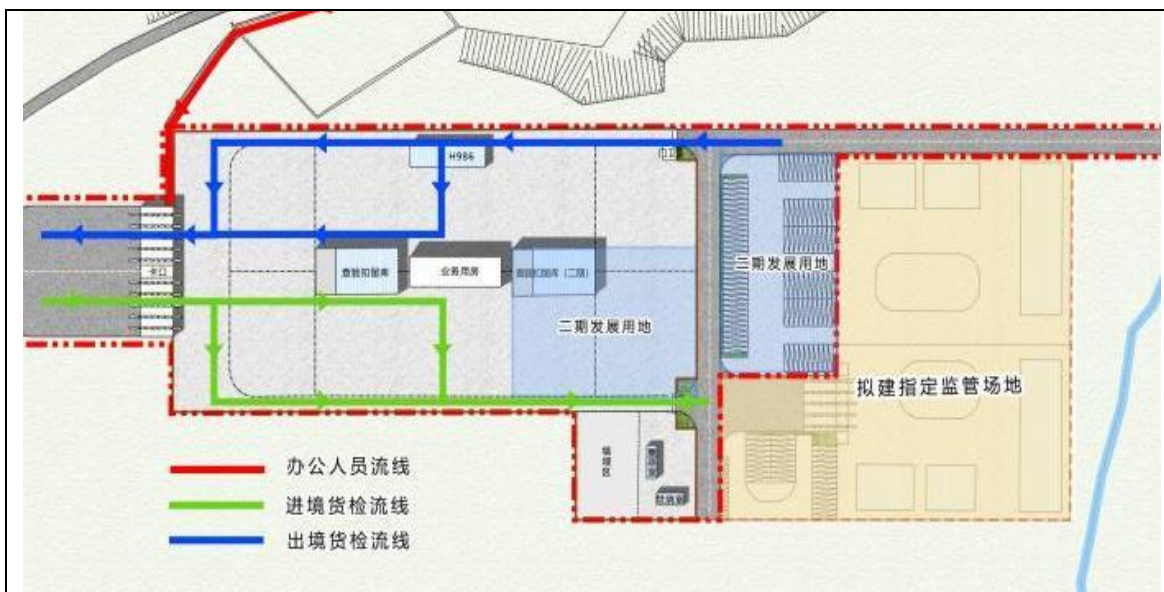


图 1-1 本项目车辆检查行车路线图

1.4 工作人员及工作制度

本项目拟安排 5 名辐射工作人员，工程师、操作员、登记员各 1 名，引导员 2 名。

本项目详细劳动定员及生产制度情况见表 1-3。

表 1-1 MB1215DE (HS) 型集装箱/车辆检查系统主要性能参数

岗位	人员数量 (人)	工作制度	位置
工程师	1	8h/d、5d/week	控制室
操作员	1	8h/d、5d/week	
登记员	1	8h/d、5d/week	
引导员	2	8h/d、5d/week	H986 车辆检查大厅

建设单位应委托具有职业健康检查资质的单位对本项目工作人员进行岗前、在岗期间及离岗职业健康检查，应委托具有个人剂量监测资质的单位对本项目工作人员进行个人剂量监测，并建立个人职业健康和个人剂量档案，并长期保存。根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）和《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》（2019 年，第 57 号）精神，新增辐射工作人员应到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名培训并参加考核，经考核合格后方可上岗。

1.5 原有核技术利用项目的情况

(1) 原有核技术利用项目许可情况

中华人民共和国卡拉苏海关现持有辐射安全许可证，证书编号为：新环辐证[01344]（见附件2），发证日期为：2019年3月26日，有效期至：2024年03月25日（辐射安全许可证延续相关事宜，海关正在办理中）；许可种类和范围为：使用II类、III类射线装置。其中II类射线装置使用2台，分别为卡拉苏口岸二线MB1215DE（HS）组合移动式集装箱/车辆检查系统、卡拉苏国门一线MB1215DE（BX）组合移动式集装箱/车辆检查系统。

（2）原有核技术利用项目回顾性评价

（1）原有辐射安全管理制度执行与落实情况

建设单位已按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规，在原有核技术利用项目运行中成立了辐射安全管理领导小组，并且制定了辐射安全管理机构与职责、辐射工作人员培训制度、辐射工作人员岗位职责、设备安全操作规程、设备检修维护制度、辐射工作人员个人剂量管理办法、监测方案、辐射事故应急预案等制度。建设单位原制定的辐射管理制度内容较为全面完善，制度都得到落实。

（2）辐射工作人员培训情况

建设单位现有10名辐射工作人员负责II类射线装置，卡拉苏口岸二线、国门一线各5人，均已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单，成绩均合格。

（3）开展辐射监测工作的情况

个人剂量检测：根据建设单位最近监测周期（2023年2月至2024年5月）的个人剂量检测数据（见附件3），辐射工作人员3个季度的个人累计剂量均未超0.02mSv，1个季度中1人个人累计剂量0.032mSv，估算个人年累积剂量应小于5mSv/a，满足辐射工作人员剂量约束值不超过5mSv/a的要求。

工作场所和环境辐射水平监测：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，建设单位已每年委托有资质单位对在用的射线装置工作场所和周围环境进行1次辐射水平监测，监测报告存档。根据卡拉苏口岸二线H986型组合移动式车辆检查系统2023年场所监测报告（见附件4），辐射工作场所及周围环境关注点周围剂量率最大值为0.508 μ Sv/h，控制室操作人员操作位的周围剂量当量率为0.225 μ Sv/h，满足检查系统监督区边界处的周围辐射剂量当量率不大于2.5 μ Sv/h，操作人员操作位处周围剂量当量率不大于1.0 μ Sv/h的要求。

(4) 现有辐射工作场所监测仪器配备情况

建设单位已对卡拉苏口岸二线的 MB1215DE (HS) 组合移动式集装箱/车辆检查系统配备 1 台辐射剂量率巡测仪和 3 台个人剂量报警仪,可以满足辐射工作场所的辐射防护要求,本项目搬迁后继续使用原有监测仪器。

(5) 年度评估报告情况

依据《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管理办法》,使用单位已编制射线装置安全和防护状况年度评估报告,并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交年度评估报告。建设单位在原有设备使用过程中未曾发生过辐射事故,使用过程中产生的 X 射线在采取相应的防护措施后不会对环境产生明显影响,运行期间没有收到环保相关投诉,管理状况良好。

1.6 与原有核技术利用项目依托关系

本项目是建设单位卡拉苏口岸二线 MB1215DE (HS) 组合移动式集装箱/车辆检查系统搬迁,搬迁后仍由中华人民共和国卡拉苏海关负责运行,仅为工作场所的变更,新址的扫描大厅重新建设,不存在依托关系,辐射安全设施将根据情况进行利旧或更新。辐射安全管理规章制度、辐射监测仪器、人员均利用原有,不发生变动。

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	贮存方式和地点	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	贮存方式和地点

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》（GB18871-2002）。

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	集装箱/车辆检查系统	II	1	MB1215 DE (HS)	电子	6	距靶 1m 的等中心处的 X 线辐射剂量率 27Gy/h	集装箱/车辆检查	扫描大厅内	

(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
废靶	固态							本项目固废主要为设备废靶，本项目 MB1215DE（HS）集装箱/车辆检查系统报废后产生的废靶收集、送贮根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）相关规定开展 γ 辐射空气吸收剂量率监测，若满足《放射性废物分类》豁免与解控要求，则按一般固体废物处理；若监测异常，则按放射性废物处理，交由具有相应放射性废物处置资质的单位收贮。
臭氧、氮氧化物气体	气态				极少量			通过排风系统排入外环境

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固态为 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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(2014 年 4 月 24 日修订, 2015 年 1 月 1 日实施);</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修订);</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日);</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 709 号, 2019 年 3 月 2 日修订);</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(原国家环境保护总局令第 31 号, 2021 年 1 月 4 日生态环境部令第 20 号修订并实施);</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(原环境保护部令第 18 号, 2011 年 4 月 18 日发布, 2011 年 5 月 1 日实施);</p> <p>(7) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第 682 号, 2017 年 7 月 16 日公布, 2017 年 10 月 1 日实施);</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 版);</p> <p>(9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》(原环境保护部 国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号);</p> <p>(10) 《新疆维吾尔自治区辐射污染防治办法》(新疆维吾尔自治区人民政府令第 192 号, 2015 年 7 月 1 日起施行)</p> <p>(11) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》(生态环境部公告 2021 年第 9 号);</p> <p>(12) 《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 号发布, 2020 年 1 月 1 日施行;</p> <p>(13) 《新疆维吾尔自治区建设项目环境影响评价文件分级审批目录(2023 年本)》(新环环评发〔2023〕91 号)。</p>
-------------	--

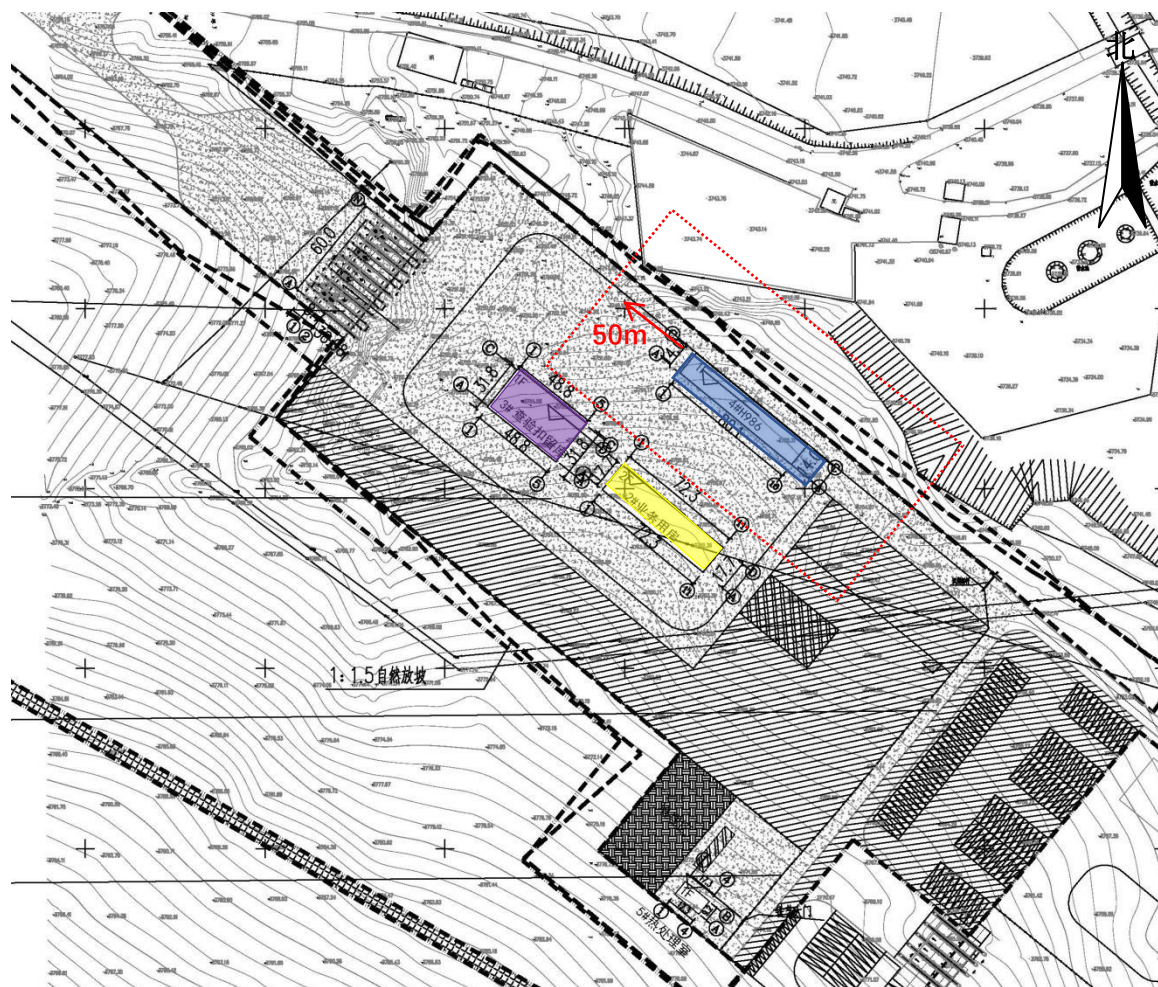
<p>技术标准</p>	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(5) 《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015)；</p> <p>(6) 《辐射型货物和(或)车辆检查系统》(GB/T19211-2015)；</p> <p>(7) 《海关辐射型货物和(或)车辆检查系统第1部分：通用要求》技术(HS/T67.1-2021)；</p> <p>(8) 《海关辐射型货物和(或)车辆检查系统第2部分：组合移动式检查》(HS/T67.2-2021)；</p> <p>(9) 《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；</p> <p>(10) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(11) 《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》(GBZ2.1-2019)；</p> <p>(12) 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)；</p> <p>(13) 《室内空气质量标准》(GB/T18883-2022)。</p>
<p>其他</p>	<p>(1) 《卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目(一期)H986车辆检查装置检测报告》(WT202401116)；</p> <p>(2) 建设单位提供的相关技术资料；</p> <p>(3) 《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查报告》。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

参照《辐射环境保护管理导则-核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）对核技术利用建设项目环境影响报告书的评价范围和保护目标相关规定，射线装置应用项目的评价范围通常取所在场所实体屏蔽边界外 50m 的范围。

本项目为 II 类射线装置应用，本项目评价范围取扫描大厅对应地面投影位置的边界外 50m 范围，主要包括控制室操作员、图像分析人员及扫描厅出入口引导员等职业操作人员，等候司机、检查站工作人员及周围偶尔经过的人员等公众。评价范围见图 7-1。



图例: 扫描大厅 业务用房 查验扣留区 评价范围

图 7-1 本项目评价范围示意图

7.2 保护目标

本项目主要辐射环境影响源为一台 MB1215DE (HS) 型集装箱/车辆检查系统, 主要环境保护目标有: 控制室工程师、操作员、登记员及扫描厅出入口引导员等职业操作人员, 等候司机、检查站工作人员及周围偶尔经过的人员等公众。

本次评价范围为扫描大厅周围 50m 范围, 评价范围内的环境保护目标详见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标分布情况

关注区域	保护对象	人数	方位	与扫描大厅边界距离(m)	人员类别
控制室	工程师、操作员、登记员	3 人	南侧	50	职业
扫描大厅周边	引导员	2 人	四周	紧邻	
司机等候区	司机	约 55 人/天	西侧	5 (与西侧出口挡杆距离)	公众
行车通道	公众	1~10 人	西侧	紧邻	

7.3 评价标准

(1) 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 第 4.3.2.1 条的规定, 任何工作人员的职业照射水平不超过由审管部门决定的连续 5 年平均有效剂量 (但不可作任何追溯性平均), 20mSv; 第 B1.2 条的规定, 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过年有效剂量, 1mSv。

对职业人员、公众成员的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求, 而应依据辐射防护最优化原则, 按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求, 把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。根据《电离辐射防护与放射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中 11.4.3.2 条款规定, 剂量约束值通常应在照射剂量限值 10%~30% 的范围之内。本次评价职业人员的剂量约束值采用年剂量限值的 25%, 公众成员的剂量约束值采用年剂量限值的 10%, 即为:

- a、职业人员剂量采用 5mSv/a 作为年剂量约束值。
- b、公众成员剂量采用 0.1mSv/a 作为年剂量约束值。

(2) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 第 6.4 条规定了辐射工

作场所的分区，其分区划分如下：

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。

6.4.1 控制区

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。

在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的、符合规定的警告标志，并给出相应的辐射水平和污染水平的指示。

6.4.2 监督区

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。

在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌；定期审查监督区的条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。

(3) 《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015)

本标准规定了货物/车辆辐射检查系统(以下简称检查系统)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。

本标准适用于采用下列类型的辐射对货物、运输车辆、货运列车进行扫描成像的检查系统：—加速器（最大电子能量小于 10MeV）产生的 X 射线；

—密封放射源释放的 γ 射线；

—(D,D)和(D,T)反应产生的快中子。

本标准不适用于采用 X 射线机的检查系统、背散射式的检查系统及计算机断层扫描检查系统。

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。

6.1 个人剂量

检查系统工作人员职业照射和公众照射的剂量限值应符合 GB18871 的要求,并制定年剂量管理目标值。

6.2 辐射源箱的泄漏辐射水平

6.2.1 加速器辐射源箱

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} ;其他情况下应不大于 1×10^{-3} 。

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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

6.3.3 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;
- 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。

7.3 有司机驾驶的货运车辆的检查系统的附加要求

7.3.1 司机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。

7.4 有司机驾驶的货运列车的检查系统的附加要求

7.4.1 司机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)货运列车自动识别设施：只有当允许类型的货运列车通过检查通道时，检查系统才能出束检查；客运列车或行人通过检查通道时,检查系统不能出束；

b)列车位置自动探测设施：控制检查流程并确保司机驾驶位置已经驶离控制区后检查系统才能出束；

c)车速自动探测及停车保护设施：当车速低于允许的最低速度或停车情况下检查系统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超出预定值时，应自动停止出束。

7.4.2 警示标识

辐射工作场所应醒目设置以下警示标识：

a)限速标识：明确车辆通行速度的上限和下限；

b)禁止穿行警示：禁止无关人员穿行或随车进入检查通道。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 现状监测

2024年6月25日，新疆锡水金山环境科技有限公司对拟建设场所进行了辐射环境现状监测，监测报告编号为WT202401116，监测报告详见附件。

8.2 监测因子

监测因子：X- γ 辐射空气吸收剂量率

8.3 监测仪器

本项目辐射环境本底监测使用的监测仪器参数见表8-1。

表 8-1 使用的仪表及性能指标

仪器名称	型号	编号	主要技术指标
环境 X、 γ 辐射剂量仪	PN98（探测器：PN-1）	XSJS/YQ-164	测量范围：0.1 μ Sv/h-10mSv/h

8.4 监测方法

- (1) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；
- (2) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）。

8.5 监测布点

本项目拟建辐射工作场所：扫描大厅四周及关注点设置了监测点，对环境现状质量水平进行了监测，监测点位分布情况见图8-1。

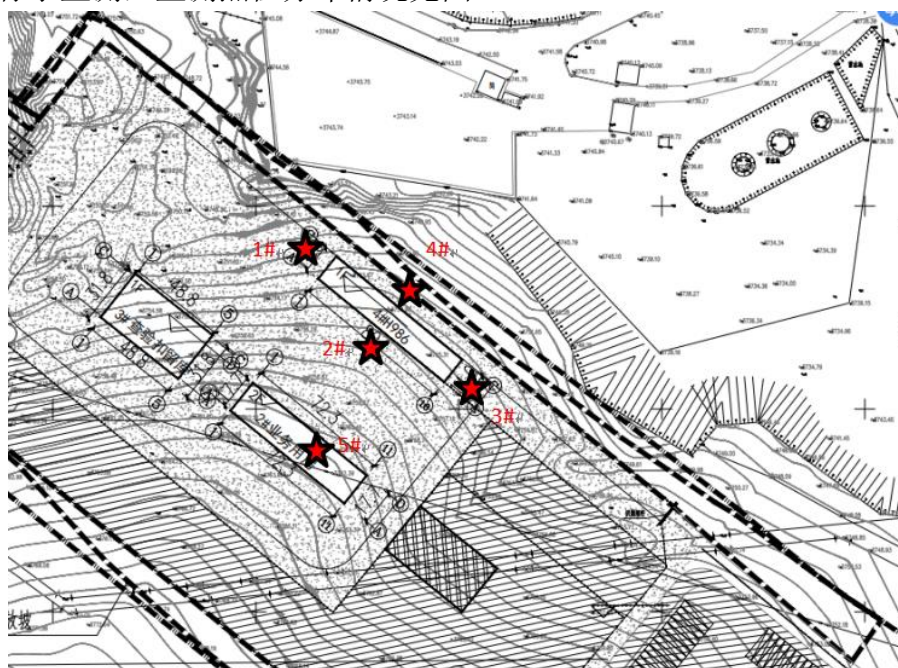


图 8-1 监测布点示意图

8.6 质量保证措施

- (1) 合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可靠性。
- (2) 监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。
- (3) 监测仪器每年定期经计量部门检定，检定合格后方可使用。
- (4) 每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。
- (5) 由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- (6) 监测报告严格实行三级审核制度。

8.7 监测结果

本项目辐射工作场所周围环境 X-γ 辐射空气吸收剂量率监测结果见表 8-2，已扣除宇宙射线响应值。

表 8-2 X-γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

序号	检测位置	X-γ 辐射剂量率 (μ Gy/h)
1	拟建扫描大厅厂界西侧 1#	0.205±0.002
2	拟建扫描大厅厂界南侧 2#	0.215±0.001
3	拟建扫描大厅厂界东侧 3#	0.197±0.002
4	拟建扫描大厅厂界北侧 4#	0.199±0.002
5	拟建操控室 5#	0.222±0.002

由表 8-2 可知，本项目拟建扫描大厅周围环境现状 X-γ 辐射空气吸收剂量率监测值为 0.197 μ Gy/h~0.222 μ Gy/h，根据《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查研究报告》(1989)中的调查数据，喀什地区室内辐射环境本底范围值为 9.63×10^{-8} Gy/h ~ 38.78×10^{-8} Gy/h (即 0.0963 μ Gy/h~0.3878 μ Gy/h)，本项目 X-γ 辐射空气吸收剂量率介于喀什地区天然本底调查水平区间值内，未见异常。

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 设备特点

MB1215DE (HS) 型集装箱/车辆检查系统是为满足用户对高通过率需求而设计的货物/车辆检查设备, 利用 X 射线辐射成像实现不开箱的情况下对集装箱/车辆内货物的检查, 具有通过率高、检查通道大、图像质量高等特点。可广泛应用于海港码头交通枢纽、海关监管区车检场、缉私、公安等部门对空箱、货物、货物夹层、偷渡藏匿等实现不开箱检查。

本项目 MB1215DE (HS) 型集装箱/车辆检查系统由 1 套 6/3MeV 交替双能的电子加速器系统组成。检查模式仅有精细检查模式: 即被检车辆不动 (车上无司机), 检查系统移动、出束, 对车辆完成扫描检查, 且检查系统仅有一套扫描系统。

精细检查模式下, 待检车辆司机在引导员的指引下驾驶车辆进入扫描大厅, 在扫描通道内停稳后, 按照引导员指引离开扫描大厅, 在司机等候区等待, 检查系统完成精细检查后, 经引导员与控制室沟通确认停止出束状态, 场所解除控制后司机进入扫描大厅内驾驶车辆离开。

扫描大厅一次仅允许两辆车辆进入大厅检查。检查系统出束时, 引导员均在扫描大厅外。

9.1.2 设备组成

MB1215DE (HS) 型集装箱/车辆检查系统主要包括加速器分系统、探测器分系统、图像获取分系统、扫描控制分系统、扫描装置分系统、运行检查分系统、辐射防护设施。其中辐射防护设施包括加速器和探测器周围的相关屏蔽设施和用以保证人员安全的隔离设施、报警装置、辐射安全联锁装置等。



图 9-1 MB1215DE (HS) 集装箱/车辆检查系统外观示意图

9.1.3 工作原理

采用 X 射线辐射成像技术，得到物体内部不同密度物质的分布图像，从而可以区分出货物中是否掺杂有错报、违禁、危险品等，达到货物查危的目的。

MB1215DE (HS) 型集装箱/车辆检查系统的射线源电子加速器是产生高能电子束的装置，当高能电子束与靶物质相互作用时，会产生韧致辐射，即产生 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。加速器产生的高能 X 射线经准直器成形后，变成一扇形束，穿过被检测的物体，同时射线也被物体吸收，这样在被检测物体后面就形成了一个反映物体质量厚度变化的具有一定强弱分布的新的射线束；探测器将射线束的强弱变化转换成探测器输出电流脉冲的强弱变化；图像获取分系统将所采集到的模拟信号转换为数字信号，数字信号经过预处理后，传送到运行检查分系统组合成扫描图像。检查系统工作原理示意图 9-2。

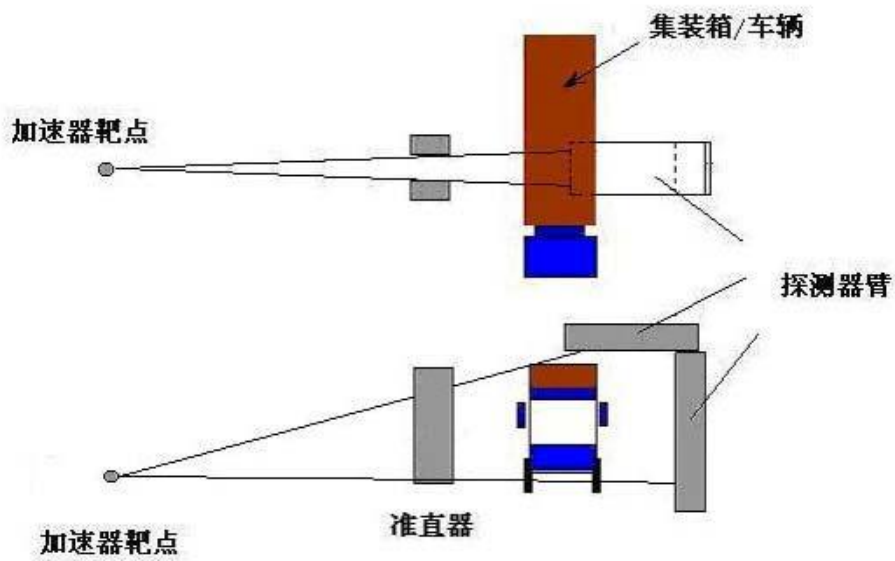


图 9-2 检查系统工作原理图

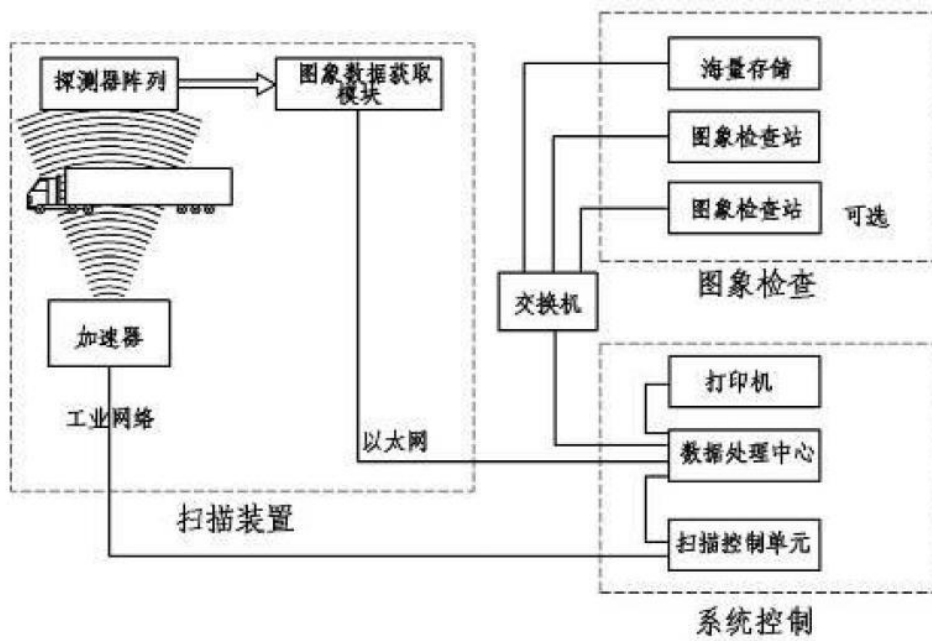


图 9-3 X 射线成像分系统示意图

MB1215DE (HS) 型集装箱/车辆检查系统采用交替双能 (6/3MeV) 驻波电子直线加速器，它可以按照预先设定的频率交替射出高能 (6MeV) 和低能 (3MeV) 的 X 射线，如下图所示。

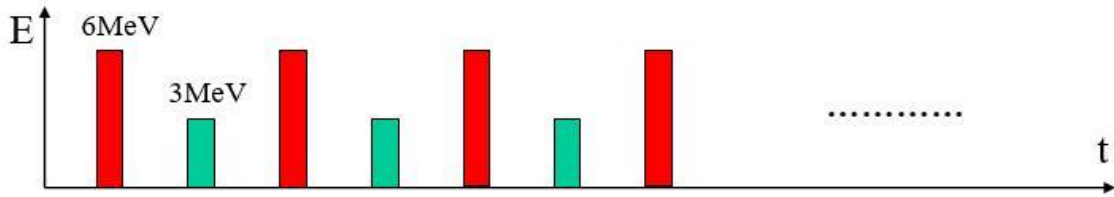


图 9-4 交替双能脉冲示意图

当高能和低能 X 射线穿透相同物质时，因为不同的等效质量衰减率，在扫描图像中得到的灰度值是不一样的。高、低能量 X 射线对应的被检物质图像灰度值之比取决于物质的等效原子序数，等效原子序数越高，该比值越高，所以通过这种相对应的关系和特殊的双能算法对衰减后的高能 X 射线信号和低能 X 射线信号进行处理，可以获得被扫描物质的等效原子序数所在的范围，从而将有机物、无机物等不同材料区分开来物质识别。

由于采用了交替双能成像技术，系统仅需进行一次扫描，就能够同时生成高能、低能灰度图像和物质识别的彩色图像，从而提高了对被检物质的识别能力和检查系统的查验效率。

9.1.4 MB1215DE (HS) 型集装箱/车辆检查系统进行货物安全检查的工作流程设备组成

根据建设单位提供资料，本项目 MB1215DE (HS) 型集装箱/车辆检查系统检查模式仅有精细检查模式：即被检车辆不动（车上无司机），检查系统移动、出束，对车辆完成扫描检查，且检查系统仅有一套扫描系统。

引导员指示司机驾驶被检车辆/集装箱驶入扫描大厅并停止在待检区域，引导员引导司机离开扫描大厅进入司机等候区，检查系统以 0.4m/s 的设计速度移动、出束，对被检车辆/集装箱完成扫描检查，检查过程中扫描大厅内及监督区内无人员停留；检查系统由外接电源供给动力，操作系统在控制室内由辐射工作人员远程操作，图像检查由检查人员查看。具体工作流程如下：

①系统上电，加速器完成预热，系统进入待机状态。

②引导员指示司机驾驶被检车辆/集装箱驶入扫描大厅进口区域，完成信息自动录入登记后，进口挡杆抬起，检查系统上方绿色警灯亮，待检车辆从入口进入扫描大厅，在标识的待检区域内指定位置停车。

③被检车辆/集装箱停稳后，引导员引导司机下车，从扫描大厅出口步行至司机

等候区；引导员确认扫描大厅内无其他人员后，通过对讲系统向控制室发出确认信息。

④控制室操作人员通过视频监控系统再次确认扫描大厅内及周围无人后，落下进口挡杆，并进行语音提示后，打开主控制台钥匙开关，准备出束时黄色警灯亮，警铃响起；系统开始出束时及出束期间红色警灯亮、警铃响。引导员全程在扫描大厅出入口处和周边巡检，视野范围内可观察到是否有人员靠近扫描大厅。

⑤扫描过程中被检车辆/集装箱不动，检查系统以设定的速度移动（整个扫描装置安装在轨道上，由电机同步驱动），检查系统产生 X 射线，射线穿过被检车辆/集装箱；高灵敏度探测器阵列接收 X 射线强弱信号，并生成一系列的数字图像信号；当整个扫描过程结束时，扫描图像会被自动保存到系统中，图像检查站可以获得被检车辆/集装箱的扫描图像。

⑥扫描结束后，控制室操作人员操作停止出束，检查系统上方绿色警灯亮，司机从出口进入扫描大厅，将被检车辆/集装箱驶出扫描大厅，行驶至指定区域等候检查结果。此时按上述流程继续进行下一被检车辆/集装箱的检查。

⑦工作人员根据检查结果决定对被检车辆/集装箱进行开箱检查或放行。本项目检查系统的检查流程图详见下图。



图 9-5 同类型集装箱/车辆检查系统精细检查模式下的工作流程示意图

综上所述，检查系统对被检车辆/集装箱进行扫描的过程中污染因素主要是 X 射线、臭氧、氮氧化物和废靶。当扫描结束后，X 射线也随之消失。

9.1.5 工作负荷

根据建设单位提供资料,本项目该检查系统一年工作 250 天,一天工作 8 个小时,该设备扫描速度为 0.4m/s,一次扫描最长为 25m(取保守值,包括集装箱和货车车头)的集装箱需用时约 62.5s,每小时检查 20 辆左右集装箱车辆,则 1 年中加速器出束时间最多为 $8 \times 20 \times 250d \times 62.5s / 3600 \approx 695h$ 。

通过车辆检查模式为抽检,如被检车辆图像显示有异常,则将被检车辆带至查验区进行人工查验,正常情况下不会对车辆进行二次过机检查。

9.2 污染源项描述

9.2.1 正常工况

(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。本项目使用的加速器只有在开机并处于出束扫描时才会发出 X 射线,因此,在出束对被检车辆进行照射期间,X 射线成为污染环境的主要污染因子。

检查系统在运行状态下产生的 X 射线可以分为三类:①主射线,在 X 射线准直角范围内的 X 射线;②泄漏射线,准直角范围以外的 X 射线;③散射线,由 X 射线的初级辐射照射到物体表面散射产生的射线。

根据《辐射防护手册》第三分册表 4.4,钨(W)发生光致反应(γ, n)的阈值为 8.0MeV,项目采用的电子加速器最大能量为 6MeV,低于钨靶发生(γ, n)反应的阈值,所以可以不考虑中子贯穿辐射和感生放射性。本项目电子加速器系统主束方向 50m 范围均无高层建筑,所以可不考虑天空散射的影响。

根据前文内容,MB1215DE(HS)型车辆/集装箱检查系统的主射束辐散角度为 54.3° ,准直器出口缝宽为 2mm,系统自带屏蔽防护措施,且系统设置的横向、竖向探测器能够覆盖主束射向范围,因此不考虑天空反散射的影响。

(2) 非放射性污染分析

①固体废物:本项目采用数字化终端成像系统,完成扫描后立即显示在显示终端上,不涉及使用胶片等显影材料;本项目辐射工作人员定员 5 人,产生的生活垃圾约为 1kg/人·天,按工作制度每天工作 8 小时,每周工作 5 天,每年工作 50 周来计算,本项目每年产生的生活垃圾为 1.25t。辐射工作人员产生的生活垃圾统一收集,依托“卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目(一期)”的垃圾收集设施,

集中收储，委托当地环卫部门定期清运至县城垃圾填埋场处理。

本项目 MB1215DE (HS) 集装箱/车辆检查系统报废后产生的废靶收集、送贮根据《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021) 相关规定开展 γ 辐射空气吸收剂量率监测，若满足《放射性废物分类》豁免与解控要求，则按一般固体废物处理；若监测异常，则按放射性废物处理，交由具有相应放射性废物处置资质的单位收贮。

②废水：本项目采用数字化终端成像系统，完成扫描后立即显示在显示终端上，不涉及使用定影液、显影液，不产生废水；本项目辐射工作人员定员 5 人，产生的生活污水约为 24L/人·天，按工作制度每天工作 8 小时，每周工作 5 天，每年工作 50 周来计算，本项目产生的每年产生的生活污水为 30t。辐射工作人员产生的生活污水依托“卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）”的化粪池收集，定期拉运处置。

③废气：设备运行中，空气在 X 射线的作用下，会使空气电离产生微量臭氧(O₃)、氮氧化物(NO_x)。该检查系统安装在足够开阔的空间内，通风处于开放状态，空气的对流和扩散，有助于稀释。辐射工作场所室内的 O₃、NO_x 的 1 小时平均浓度应满足《室内空气质量标准》(GB/T18883-2022) 中的要求。

④噪声

本项目检查系统工作时会产生运行噪声，同时会开启警报器进行报警，因此会产生一定的噪声，噪声值约为 70dB (A)。

9.2.2 事故工况

根据本项目检查系统的使用特点，以下几种异常情况下工作人员或其他人员可能接触到高剂量 X 射线照射：

(1) 被检查车辆有人员藏匿，当车辆进行扫描时藏匿人员一直处于射线照射下受到误照射。

(2) 被检查车辆的驾驶员在设备出束前尚未离开，工作人员或其他人员在设备出束前尚未撤离扫描通道，设备的运行可能造成误照射。

(3) 在设备运行过程中，由于安全联锁装置或报警装置发生故障，有人误入正在检查系统运行的扫描大厅，造成超剂量的照射。

上述事故工况当设备断电后无任何辐射产生，主要污染物源和污染途径同正常工况状态。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全措施

10.1.1 工作场所布局

卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）新建一座扫描大厅，并使用 1 套 MB1215DE（HS）集装箱/车辆检查系统。拟建扫描大厅为东西走向的长方形区域，长 80.3m，宽 14.2m，占地面积约为 1124.26m²，净高为 9.5m；扫描大厅东西两侧为出入口，主射线方向由北向南。四周墙体均为 400mm 厚混凝土（密度不小于 2.35g/cm³），高度均为 5.50m；5.50m 以上部分采用 300mm 厚加气混凝土砌块墙体；顶棚采用 140mm 厚钢框架楼承板。出入口处采用电动钢制卷帘门（检查系统运行过程中，铁门不关闭），出入口前方设有限高钢架，扫描大厅的入口和出口处均设有电动挡杆和光电语音自动报警装置，电动挡杆与不锈钢护栏将出入口封闭，确保挡杆放下后人员不能进出。检查系统同时配套建设辅助用房，控制室位于南侧业务用房 1F 西北的机房；司机等候区拟设置于扫描大厅出口外 5m 处。

扫描大厅地面铺设固定扫描轨道，检查系统可在固定轨道上往复运行。扫描轨道上设黄色停车标志线，检查系统在轨道上的移动过程中，靶点距离西侧墙体最近距离为 12.3m，距离东侧墙体最近距离为 18m。

本项目检查系统有完整的检查流程，系统自带屏蔽防护且设计实体屏蔽防护，与办公建筑有一定的距离，最大限度地确保了人员的安全，项目运行过程中设备采取了自屏蔽、实体屏蔽、距离防护措施及其它安全措施，所以总平面布置是合理的。

10.1.2 工作场所分区管理情况

（1）划分依据

为便于辐射防护管理，根据《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015），在地面区域将本项目检查系统辐射工作场所划分为控制区和监督区。

本项目电子加速器系统仅有精细检查模式：即被检车辆不动（车上无司机），检查系统移动、出束，对车辆完成扫描检查，且检查系统仅有一套扫描系统。根据《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015），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 μSv/h 的区域划定为控

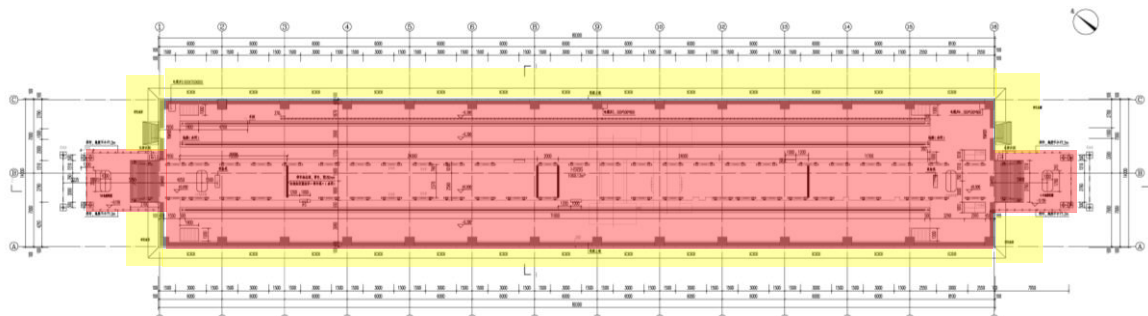
制区；控制区以外的周围剂量当量率大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的区域划定为监督区。

(2) 划分结果

①两区划分

控制区：将 H986 扫描室实体防护墙及防护栏内划为控制区

监督区：控制区以外防护屏蔽两侧外 30cm 和车辆进进出口两侧外 5m 划定为监督区。车辆检查装置控制区和监督区示意图见图 10-1。



图例：■ 控制区 ■ 监督区

图 10-1 工作场所分区示意图

②工作场所分区管理

控制区的管理：在控制区的进出口位置设立醒目的警告标志并给出相应的辐射水平和污染水平的指示；制定职业防护与安全措施；运用行政管理程序如进入控制区的工作许可证和实体屏蔽（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区；制定严格的管理制度保障控制区的辐射安全；定期审查控制区的实际情况，以确定是否有必要改变该区的防护手段或安全措施。检查系统出束时，禁止任何人在该区停留。

监督区的管理：在监督区边界设置围栏或划警戒线，在监督区出入口处设立标明监督区的标牌；定期审查该区的职业照射条件，以确定是否需要采取防护措施和做出安全规定，或是否需要更改监督区的边界。检查系统出束时，除辐射工作人员外，禁止无关人员进入和停留，禁止无关人员进入控制室。

10.1.3 辐射防护措施

本项目 MB1215DE (HS) 型集装箱/车辆检查系统的设计与安装均由设备生产厂家同方威视技术股份有限公司参与完成，能够较好地实现检查系统的辐射防护措施和安全措施，减少对工作人员和公众的辐射影响。

(1) 扫描大厅防护设计

拟建扫描大厅为东西走向的长方形区域，长 80.3m，宽 14.2m，占地面积约为 1124.26m²，净高为 9.5m；扫描大厅东西两侧为出入口，主射线方向由北向南。四周墙体均为 400mm 厚混凝土（密度不小于 2.35g/cm³），高度均为 5.50m；5.50m 以上部分采用 300mm 厚加气混凝土砌块墙体；顶棚采用 140mm 厚钢框架楼承板。出入口处采用电动钢制卷帘门（检查系统运行过程中，铁门不关闭），出入口前方设有限高钢架，扫描大厅的入口和出口处均设有电动挡杆和光电语音自动报警装置，电动挡杆与不锈钢护栏将出入口封闭，确保挡杆放下后人员不能进出。

扫描大厅防护设计方案见图 10-2 和图 10-3。

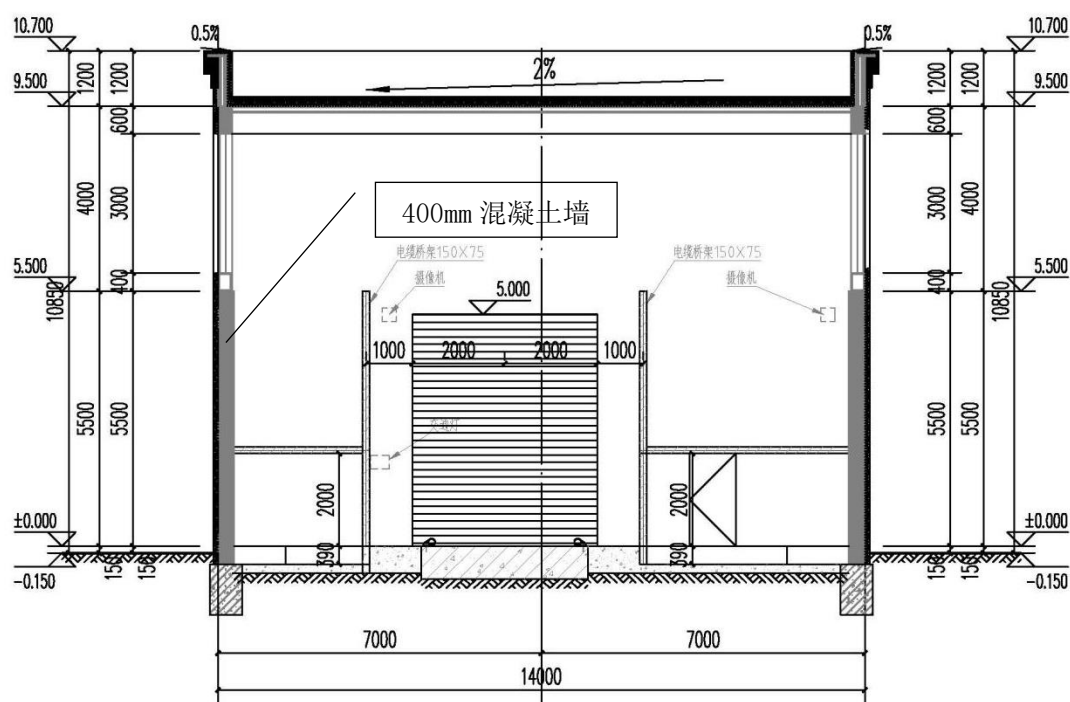


图 10-2 扫描大厅防护设计方案（剖面）

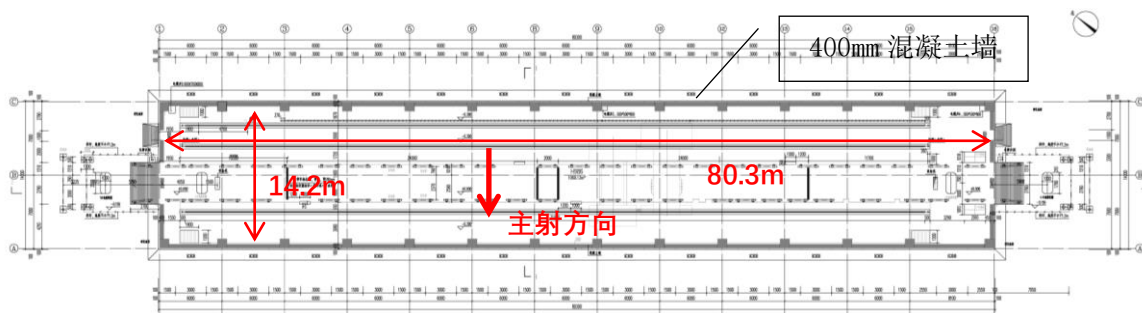


图 10-3 扫描大厅防护设计方案（平面）

（2）自屏蔽设计

MB1215DE（HS）型集装箱/车辆检查系统自带屏蔽防护，以控制设备在使用过

程中其周围的辐射剂量水平，保障周围公众和工作人员的安全和健康，加速器系统自带屏蔽措施示意图见下图。

①加速器舱：加速器舱采用铅钢相夹的屏蔽结构，前壁采用 10mm 钢夹 10mm 铅，左右侧壁、上下壁采用 10mm 钢，后壁采用 20mm 钢夹 15mm 铅。

②准直器：采用屏蔽铅厚度达 160mm。

③竖探测器臂：采用铅钢相夹屏蔽的屏蔽结构，探测器臂为凹槽型设计，凹槽左右两侧均采用宽度为 2000mm 的 20mm 钢夹 10mm 铅，前壁采用 10mm 钢，后墙采用 20mm 钢夹 50mm 铅，凹槽中间的探测器采用 160mm 铅。

④横探测器臂：探测器采用 160mm 铅，侧面板采用 5mm 厚铅板，前壁采用 10mm 钢。

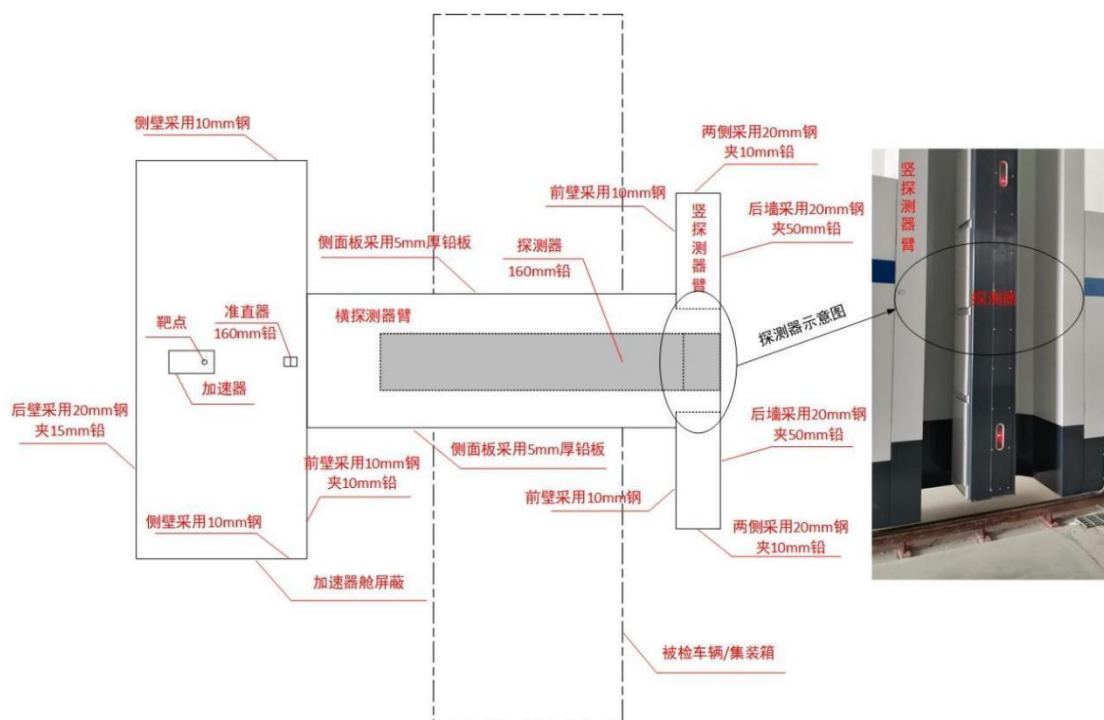


图 10-4 加速器自带防护措施设计平面图

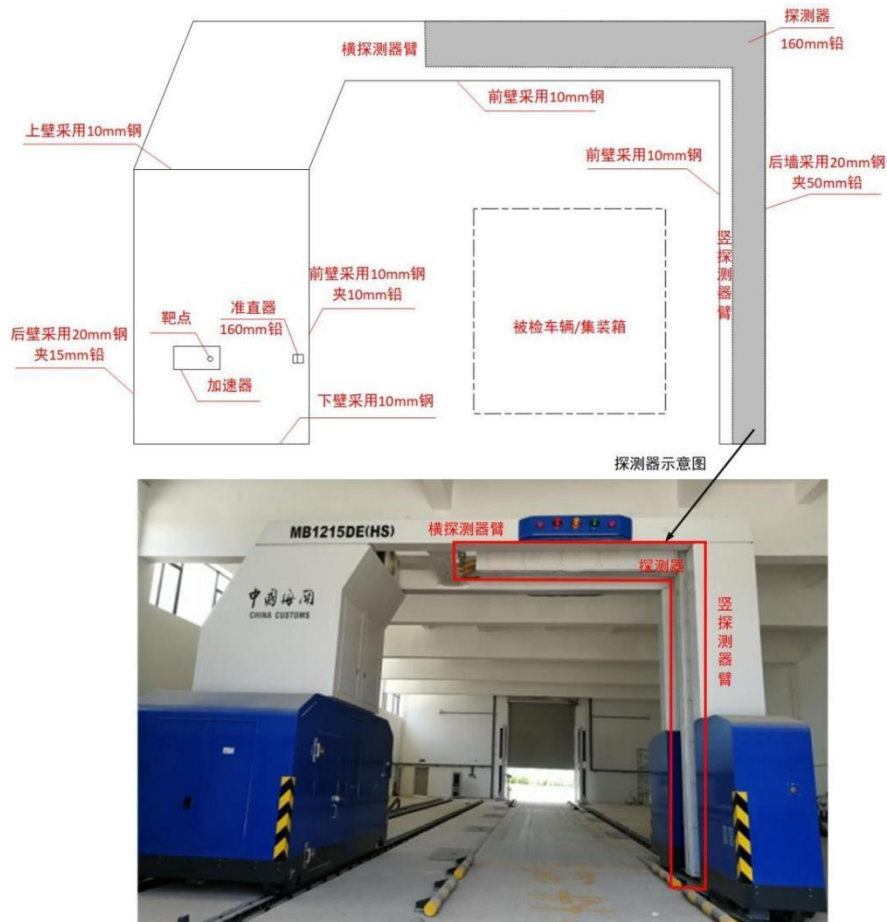


图 10-5 加速器自带防护措施设计剖面图

(3) 防护措施

为了避免工作人员受到意外照射，检查系统设置了比较完善的辐射安全连锁与警示设施。安全连锁设施可控制加速器的出束或停束。只有在所有安全连锁设施都处于正常工作状态时射线源才可以出束，任意一个安全连锁设施不正常时，射线源不能出束或立即停止出束。系统的辐射安全设计遵循故障安全原则，设置冗余、多重安全装置，并注意采用多样性的部件，以保证当某一部件或系统发生故障时，安检系统均能建立起一种安全状态。

系统的安全连锁与警示设施包括系统出束安全连锁钥匙开关、门连锁、急停按钮或急停拉线、警灯警铃、监视装置及其它安全辅助设备。系统安全连锁逻辑图详见图 10-6。

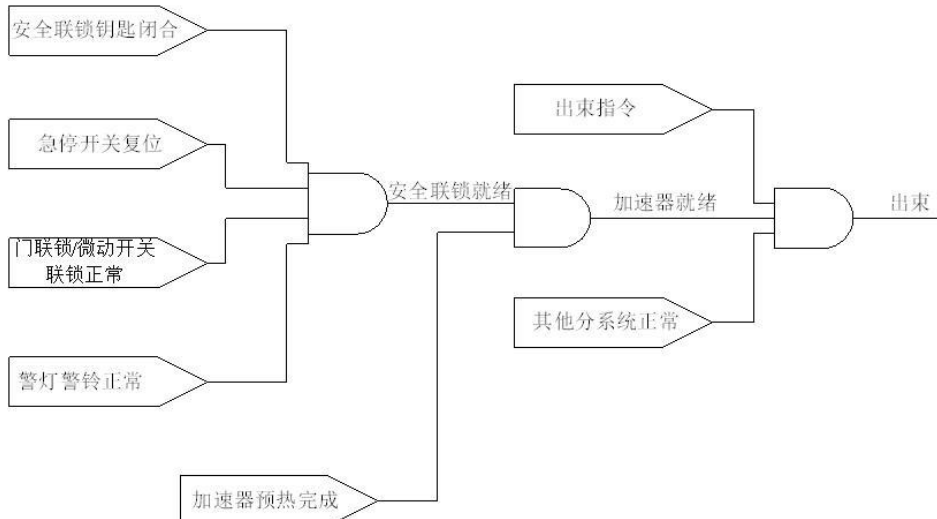


图 10-6 电子加速器系统安全联锁逻辑示意图

①出束控制开关

I、控制台安装采用钥匙控制的出束控制开关。只有将出束控制开关钥匙插入并拨至“ON”位置后，加速器才允许出束。出束控制开关钥匙拨至“OFF”位置或拔出时，加速器不能出束或立即停止出束；

II、系统控制台上的安全钥匙、所有急停按钮恢复钥匙和剂量报警仪串连在一起，组成钥匙连锁串，任何情况下，不允许解除钥匙连锁串。任何一道安全联锁打开，所有检查系统立即中断工作，并只有通过就地复位才能重新启动。



图 10-7 同类型检查系统控制台上安全联锁开关示意图

②门微动开关联锁

在加速器机头部件面板、调制器面板门、加速器舱舱门、消防门及所有进出辐射

工作场所的门上等处安装有门联锁装置（门限位开关），只有当这些门联锁装置闭合时，加速器才允许出束。任一联锁门或面板限位开关动作，加速器不能出束或立即停止出束，且门限位开关恢复后加速器不能恢复出束。

③紧急停束装置

在系统控制室操作台、加速器机头、调制器面板上、加速器舱外等处设置急停按钮，在扫描大厅内的南北两侧分别安装急停拉线开关。当有人员误入系统正在出束的扫描大厅，或检修人员正在扫描大厅内系统误出束等紧急情况发生时，触发任何急停设施，加速器立即停止出束。所有的急停按钮和急停拉线均不能自动复位，需采用手动复位方式。



图 10-8 同类型检查系统急停按钮示意图

④加速器输出剂量联锁

在加速器出口设有穿透电离室，对加速器输出量进行监测，当输出量监测值超过预设值时，加速器立即停止出束。

⑤声光警报安全装置

横向探测器臂和扫描大厅的出入口上设有警铃和红、黄、绿三种颜色的警灯。当系统上电时，绿色警灯亮；当加速器准备出束时，黄色警灯亮、警铃响；当加速器出束时，红色警灯亮、警铃响。警灯、警铃设定有工作电流值，若发生故障或不工作时，其电流值发生变化，控制器发出报警信号，导致系统不就绪，加速器不能出束。



图 10-9 检查系统出束警灯和警铃示意图

⑥监视装置

在扫描大厅内、外均应安装摄像装置，监视器装在系统控制室操作台上，操作人员能监视整个辐射防护区内的情况。

⑦语音广播装置

系统控制室操作台设有麦克风，扫描大厅内外设有多组语音广播装置，随系统配备有对讲设备。

⑧辐射监测仪表

配备 3 台个人剂量报警仪和 1 台 X- γ 辐射剂量率仪；在检查系统的加速器出束口配置辐射剂量监测仪表实时监测输出剂量，并能在检查系统操作台上显示输出剂量率。

⑨警示标识

I、拟在加速器舱体外、辐射防护区四周和车辆出、入口处均设电离辐射警告标志牌；

II、拟在出入口醒目位置设置保持车距警示，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；

III、拟在扫描大厅四周醒目位置设置禁止穿行警示，禁止无关人员穿行或随车进入检查通道。

⑩红外报警装置及挡杆装置

在扫描大厅出入口处分别安装有红外报警器装置，当有人员闯入辐射工作场所时，红外报警装置会就地发出语音报警阻止人员继续进入，同时在控制室内发出语音报警提醒操作人员注意观察并随时停止系统出束；以防止发生人员闯入辐射工作场所的意外受照事件。

在车辆出、入口处分别设有电动挡杆。精细模式时，只有在电动挡杆放下、封闭扫描大厅的条件下，加速器才能出束；挡杆抬起状态下，加速器不能出束或者立即停止出束。



图 10-10 检查系统红外报警装置和挡杆示意图

(4) 防止人员误入的安全措施

①扫描大厅出入口已布置扬声器，系统操作员准备出束前，系统控制室操作台设有麦克风可以进行广播，提醒相关人员撤离辐射控制区。

②在扫描系统出束期间，扫描大厅出入口处挡杆始终处于放下状态，以防止无关人员和车辆闯入扫描大厅。

③扫描大厅出入口处拟设红外报警装置。有人员进入时，红外报警装置会发出声音警告，提醒误入人员退出，同时启动控制室内声音报警装置，提醒系统操作人员有

人进入。

④MB1215DE（HS）型集装箱/车辆检查系统工作过程中，控制台操作员通过摄像装置观察扫描大厅内的情况，当发现有人员误入监督区时，操作员可以通过广播发出要求人员迅速撤离的命令；如果警告无效，人员误入控制区时，操作员应立即停止MB1215DE（HS）型集装箱/车辆检查系统的出束。

（5）其他安全措施

①安全操作一般要求

I、除非工作需要，工作人员应停留在监督区之外。

II、每天检查系统运行前，操作人员应按照相关要求进行检查，确认其处于正常状态。被检车辆/集装箱驶入扫描大厅之前，引导员指挥被检车辆/集装箱就位，操作人员确保联锁装置能正常响应后，车辆才能驶入。

III、每次检查系统出束前，操作人员确认控制区内无人后，方可开启加速器出束。引导员和操作员应检查控制区确认场地内没有人员后，引导员才能向控制室发出可以启动出束扫描的确认信号。在检查系统工作中，引导人员应认真管制监督区边界。

IV、进入辐射工作场所前，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。

V、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。

VI、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，禁止重新启动检查系统。

VII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妥善保管，并做好安全记录。

②安装调试和维修时的要求

I、设备安装调试、检修由相应能力且通过辐射安全考核的专业人员在扫描大厅内进行；

II、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。调试或维修工作结束后，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。

III、检查系统的调试和检修时，应保证先关停各系统，停止出束，必须先将主控

钥匙拔下，并由调试和检修人员带走，在调试检修工作结束后，再将该钥匙交给主控室操作人员。

IV、检修人员在检修加速器、探测器等部件时，除佩戴个人剂量计外，还必须携带剂量报警仪。

V、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。

③控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，同时控制区边界拟拉警戒线。监督区边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

④扫描大厅配备完善的防火设施。

⑤建设单位拟在设备运行前配备 1 台 X- γ 辐射剂量率仪（可用于巡测）、3 台个人剂量报警仪，用于辐射工作场所辐射水平的常规监测。

(6) 引导员工作流程、职能及相应的辐射防护措施

①引导员工作流程

I、通过扩音筒引导司机驾驶被检车辆/集装箱驶入扫描大厅出入口。

II、引导员指挥司机将被检车辆/集装箱通过检查系统的检查，前一辆被检车辆/集装箱未完成检查，后一辆被检车辆/集装箱应与扫描大厅保持 50m 距离。

III、被检车辆/集装箱检查完毕后，进行下一次的引导工作。

IV、每天工作结束后，应对声光报警、广播、摄像监控、急停等设备进行检查，确认装置能够正常运行。

②引导员工作职能

I、服从主控岗指挥，正确引导被检车辆/集装箱准确驶入扫描大厅待检位置。

II、引导员应检查控制区确认场地内没有人员后，引导员才能向控制室发出可以启动辐射源的确认信号。在检查系统工作中，引导人员应认真管制监督区边界。

III、确保相关人员撤离查验现场、扫描大厅内无人、防护挡杆落下、相关安全措施落实到位后，迅速移至司机等候区，然后向控制室发出“可以开始扫描”的信息。

IV、密切留意扫描现场出入口情况，发现无关人员进入禁区或其它异常情况，应立即向主控岗报告。

③引导员工作采取的辐射防护措施

I、引导员应在生态环境部国家核技术利用辐射安全与防护培训平台 (<http://fushe.mee.gov.cn>) 参加培训, 取得考核合格成绩单后方可上岗, 并按时接受再培训。

II、引导员工作期间工作人员应佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

III、系统自身配有声光报警、广播、摄像监控、急停等安全措施, 确认引导员安全离开辐射控制区。

10.2 辐射安全设计符合性分析

本项目 MB1215DE (HS) 型集装箱/车辆检查系统辐射安全设计与《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015) 的符合性分析如表 10-1 所示。

表 10-1 本项目与 GBZ143-2015 要求符合性分析

辐射安全设施	标准要求	安全控制措施设计情况	评价
出束控制开关	在检查系统控制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;	控制台采用钥匙控制的独立出束控制开关, 用于控制电子加速器系统的出束。只有将安全联锁开关钥匙拨至闭合位置后, 电子加速器系统才允许出束。	符合
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;	在加速器机头部件面板、调制器面板门、加速器舱舱门、消防门及所有进出辐射工作场所的门等处安装有门联锁装置(门限位开关), 只有当这些门联锁装置闭合时, 加速器才允许出束。任一联锁门或面板限位开关动作, 加速器不能出束或立即停止出束, 且门限位开关恢复后加速器不能恢复出束。	符合
紧急停束装置	在检查系统控制台、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;	在系统控制室操作台、加速器机头、调制器面板上、加速器舱外等处设置急停按钮, 在扫描大厅内的南北两侧分别安装急停拉线开关。当有人员误入系统正在出束的扫描大厅, 或检修人员正在扫描大厅内系统误出束等紧急情况发生时, 触发任何急停设施, 加速器立即停止出束。所有的急停按钮和急停拉线均不能自动复位, 需采用手动复位方式。	符合
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;	X 射线检查系统的加速器输出剂量超出预定值时, 加速器能自动停止出束。	符合
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	横向探测器臂和扫描大厅的出入口上设有警铃和红、黄、绿三种颜色的警灯。当系统上电时, 绿色警灯亮; 当加速器准备	符合

	状态。当检查系统出束时，红色警灯闪烁，警铃示警；	出束时，黄色警灯亮、警铃响；当加速器出束时，红色警灯亮、警铃响。警灯、警铃设定有工作电流值，若发生故障或不工作时，其电流值发生变化，控制器发出报警信号，导致系统不就绪，加速器不能出束。	
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；	在扫描大厅内、外均应安装摄像装置，监视器装在系统控制室操作台上，操作人员能监视整个辐射防护区内的情况。	符合
语音广播设备	在检查系统控制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；	系统控制室操作台设有麦克风，扫描大厅内外设有多个语音广播装置，随系统配备有对讲设备。	符合
辐射监测仪表	个人剂量报警仪和剂量率巡检仪；	拟为每名辐射工作人员配置个人剂量计，配置 3 台个人剂量报警仪，1 台 X-γ 辐射剂量率仪。	符合
	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，并在检查系统控制台上显示输出剂量率；	电子加速器系统的加速器出束口处配置辐射剂量检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。	

10.3 冷却系统情况

本项目检查系统的冷却系统主要是通过风冷形式，另外检查系统自带一套水冷内循环，也能起到一定冷却作用。冷却水定期添加去离子蒸馏水，不外排。

10.4 三废的治理

本项目设备正常工况运行的过程中不会产生放射性废水、废气。

(1) 废气治理：本项目射线装置运行时，X 射线和空气发生作用会产生臭氧及氮氧化物等废气。经计算检查系统在运行中扫描大厅室内最高饱和臭氧浓度为 $4.52 \times 10^{-5} \text{mg/m}^3$ ，氮氧化物仅臭氧产生额的 1/3，扫描大厅为较开放的场所，产生的废气会迅速扩散，对环境影响很小。

(2) 废水治理：本项目采用数字化终端成像系统，完成扫描后立即显示在显示终端上，不涉及使用定影液、显影液，不产生废水；本项目辐射工作人员定员 5 人，产生的生活污水约为 24L/人·天，按工作制度每天工作 8 小时，每周工作 5 天，每年工作 50 周来计算，本项目产生的每年产生的生活污水为 30t。辐射工作人员产生的生活污水依托“卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）”的化粪池收集，定期拉运处置。

(3) 固体废弃物治理：本项目采用数字化终端成像系统，完成扫描后立即显示在显示终端上，不涉及使用胶片等显影材料；本项目辐射工作人员定员 5 人，产生的生活垃圾约为 1kg/人.天，按工作制度每天工作 8 小时，每周工作 5 天，每年工作 50 周来计算，本项目每年产生的生活垃圾为 1.25t。辐射工作人员产生的生活垃圾统一收集，依托“卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）”的垃圾收集设施，集中收储，委托当地环卫部门定期清运至县城垃圾填埋场处理。

本项目 MB1215DE（HS）集装箱/车辆检查系统报废后产生的废靶收集、送贮根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）相关规定开展 γ 辐射空气吸收剂量率监测，若满足《放射性废物分类》豁免与解控要求，则按一般固体废物处理；若监测异常，则按放射性废物处理，交由具有相应放射性废物处置资质的单位收贮。

(4) 噪声治理：本项目检查系统工作时会产生运行噪声，同时会开启警报器进行报警，因此会产生一定的噪声，噪声值约为 70dB（A）。由于本项目位于卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）场所扫描大厅，扫描大厅较为空旷，且四周墙体均为 400mm 混凝土（密度不小于 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ ），高度均为 5.50m，5.50m 以上部分采用 300mm 厚加气混凝土砌块墙体；顶棚采用 140mm 厚钢框架楼承板。

本项目所在扫描大厅边界外 50m 范围主要为卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）场所内部建筑物、内部区域和内部行车通道，不涉及医院、学校、机关、科研单位、住宅等需要保持安静的建筑物，不涉及声环境保护目标。因此经墙体屏蔽衰减和距离衰减后，对周围声环境影响较小。

综上所述，建设单位针对本项目产生的各项污染物的污染防治措施可行。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目建设内容主要为基础开挖、混凝土墙浇筑、设备安装、内部装修等，按照作业性质具体分为以下几个阶段：

- (1) 清理场地阶段：清理地面杂物，平整场地等；
- (2) 土石方施工阶段：主要是土石方开发等；
- (3) 基础/主体结构施工阶段：打桩、砌筑基础，钢筋、混凝土工程，砌体工程；
- (4) 设备安装、装修阶段：车辆检查装置安装、房屋内部装修等；
- (5) 扫尾阶段：土方回填、清理现场等。

施工期主要环境影响为扬尘、废水、噪声和固体废物，无辐射环境影响，具体如下：

(1) 施工扬尘：主要来源于平整场地、土方开挖与回填产生的扬尘以及建筑材料（灰、沙、水泥、砖块等）的现场搬运及堆放、施工垃圾的堆放与清理、车辆及施工机械往来造成的现场道路扬尘以及运土方车辆可能存在的遗洒造成的扬尘等，采取洒水、保持施工路面清洁及时清扫施工场地等措施降低施工扬尘。

(2) 废水：施工期废水主要包括基础施工时产生的泥浆废水、冲洗路面及车辆废水以及施工人员产生的生活污水。施工泥浆废水、冲洗路面及车辆废水收集后经沉砂、除渣等预处理后，用于洒水降尘。施工人员食宿依托周边村镇租赁房，少量人员生活污水依托租赁房所在村镇污水管网排放，故施工现场没有生活污水产生。

(3) 噪声：施工过程中挖掘机、装载机等施工机械在运行时将产生不同程度的噪声。本项目在施工时需严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 昼间 70dB (A)、夜间 55dB (A) 限值，使用噪声低的先进设备，同时应避免夜间进行强噪声作业，施工期噪声对周围环境影响较少。

(4) 固体废物：施工建筑垃圾采取定点堆放，清运至当地建筑垃圾填埋场；施工期的生活垃圾收集后，委托当地环卫部门定期清运至县城垃圾填埋场处理。

综上所述，本项目在施工期的环境影响是短暂、可逆的，随着施工期的结束而消失。建设单位在施工阶段采取以上污染防治措施，并加强监管，将施工期的影响控制在场地局部区域，对周围环境影响较小。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目拟在扫描大厅内新增设 1 套 MB1215DE (HS) 集装箱/车辆检查系统, 主射线方向朝南。本次评价对扫描大厅周围辐射环境影响采用理论预测进行影响分析。

11.2.1 辐射环境影响预测分析

根据设备生产商同方威视技术股份有限公司提供的设计参数, 本项目检查系统仅有精细检查一种工作模式, 最高能量为 6MeV。系统正常运行情况下, X 射线输出剂量率为 $2.7 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$ (主线束中心轴上距靶 1 米处), 加速器非主束方向泄漏率不大于 1×10^{-5} , 其中后向泄漏率不大于 4×10^{-6} , 满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015) 中“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} ; 其他情况下应不大于 1×10^{-3} ”的要求。

(1) 计算公式的选取

①透射计算公式

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:

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

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

式中:

$H_{I,d,x}$ ——计算点剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

D_{I0} ——射线束中心轴上距靶 1 米处的空气比释动能率, $\text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{min}$, 本项目为 $450\text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{min}$;

B_x ——X 射线屏蔽穿透比, 按式 11-2 计算;

d ——X 射线源与参考点间的距离, m;

T ——参考点的居留因子, 计算中保守取 1;

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;

注: 1.67×10^{-5} 为换算系数。

② 散射计算公式

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：

$$H_{I, d_r, X} = \frac{D_{I0} \alpha_X A B_{Xr} T}{(1.67 \times 10^{-5}) d_i^2 d_r^2} \quad (\text{式11-3})$$

式中：

$H_{I, dr, X}$ ——计算点散射剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

D_{I0} ——射线束中心轴上距靶 1 米处的空气比释动能率， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{min}$ ，本项目为 $450\text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{min}$ ；

α_X ——散射系数；

A ——散射面积， m^2 ；

d_i ——源点到散射点的距离， m ；

d_r ——散射点到计算参考点的距离， m ；

T ——参考点的居留因子，计算中保守取 1；

B_{Xr} ——散射 X 射线屏蔽穿透比，按 11-2 计算；

n ——散射线十分之一值层的数目；

d_{ir} ——第 i 种屏蔽体厚度， cm ；

TVL_{ir} ——第 i 种屏蔽体散射线十分之一值层厚度， cm ；

注： 1.67×10^{-5} 为换算系数。

③ 漏射计算公式

根据《辐射防护导论》（方杰主编，原子能出版社，1991）P72，漏射线剂量率计算公式如下：

$$\dot{D} = \frac{D_0 f}{r^2} \prod_{i=1}^n 10^{-d_i / \text{TVL}_i} \quad (\text{式11-4})$$

式中：

D ——计算点剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

D_0 ——射线束中心轴上距靶 1 米处的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f ——加速器泄漏率；

r ——计算点到源点的距离， m ；

d_i ——第 i 种屏蔽体的厚度, mm;

TVL_i ——第 i 种屏蔽体的十分之一值层厚度, mm。

(2) 计算参数的选取

表 11-1 加速器系统参数

名称	参数
加速器能量	6/3MeV
输出剂量	主线束中心轴上距靶 1 米处 X 射线剂量率为 $2.7 \times 10^7 \mu\text{Gy/h}$
加速器泄漏率	非主束方向泄漏率不大于 1×10^{-5} , 其中后向泄漏率不大于 4×10^{-6}

表 11-2 屏蔽计算 TVL 值 (mm)

材料	6MeV (主射线)	6MeV (次级射线)	0.5MeV 宽束	0.25MeV 宽束
铅	45.3	45	15.4	3.7
钢	96	79.7	63.6	41.5
混凝土	300	279	246	200

注: ①铅的密度为 11.34g/cm^3 , 钢的密度为 7.9g/cm^3 , 混凝土的密度为 2.35g/cm^3 。铅、钢、混凝土半值层主束数据采用 Genat4 蒙卡模拟得到, 次级射线数据引用美国 VARIAN 公司资料;

② θ 为散射线与入射线方向之间的夹角; 注②: 当 $180^\circ \geq \theta \geq 163^\circ$ 时, 本项目保守按 0.25MeV 宽束对应的 TVL 进行计算, 当 $163^\circ > \theta \geq 86^\circ$ 时, 本项目保守按 0.50MeV 宽束对应的 TVL 进行计算, 当 $\theta < 86^\circ$ 时, 本项目保守按 6MV (次) 对应的 TVL 进行计算。

表 11-3 设备的几何参数

位置	相对靶点的距离 (m)	散射面积 (m^2)	散射系数
准直器	1.22	0.0028	0.005
被检车辆/集装箱	4.05	0.0063	0.006
竖向探测器	7.00	0.12	0.005
横向探测器	3.81	0.057	0.005

注: 散射系数参考《辐射防护导论》图 6.4 及相关内容散射系数对于铅取 5×10^{-3} (准直器、竖向探测器、横向探测器), 对于被检车辆/集装箱 (铁) 取钢对应的 6×10^{-3} 。

(3) 预测点选取及计算结果

本项目 MB1215DE (HS) 集装箱/车辆检查系统拟设置于扫描大厅内, 检查系统可移动。开启扫描后, 被检车辆不动, 检查系统在扫描通道内运行。运行过程中的电离辐射防护主要通过系统自带屏蔽措施、实体防护及配套的安全防护措施实现。

根据本项目平面布局、分区情况, 结合辐射工作场所周围人员所处位置等因素, 以检查系统运行至扫描大厅出入口一侧终止线的最不利情况下设置关注点, 确定辐射源点与各预测点的距离。

本项目理论预测点位具体描述如下:

①各关注点预测点位说明：

A 点（加速器主射线方向）：扫描大厅南侧墙体外 30cm 处；

B 点（加速器主射线方向）：探测器臂侧后方墙体外 30cm 处；

C 点：加速器舱正后方墙体外 30cm 处；

D 点：西侧挡杆外 30cm 处；

E 点：东侧挡杆外 30cm 处；

F 点：扫描大厅西侧墙体外 30cm 处；

G 点：司机等候区；

H 点：控制室；

②各预测点位说明：

扫描大厅周边流动人群处取对应侧各关注点位最大值的点位。

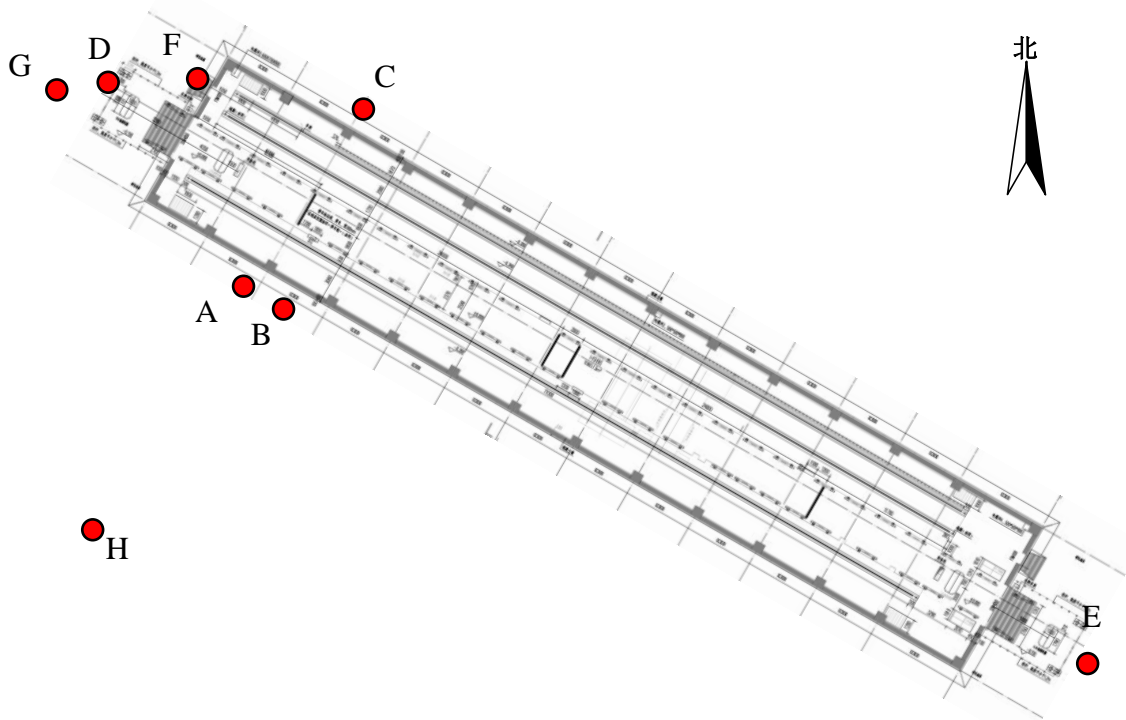


表 11-4 预测点剂量率计算结果

预测点	射线类型	泄漏率	与源点距离 m	散射点至远点距离 m	散射点至预测点距离 m	散射面积 (m ²)	散射系数	屏蔽体	厚度 mm	TVL mm	B	计算值 μGy/h	
A 点	加速器透射	-	11.4	-	-	-	-	铅	210	45.3	6.65E-07	1.38E-01	1.38E-01
								钢	20	96			
								砼	400	300			
B 点	加速器漏射	1E-05	12.1	-	-	-	-	铅	50	45	1.60E-03	2.95E-03	2.95E-03
								钢	20	79.7			
								砼	400	279			
	加速器准直器散射	-	-	1.22	10.9	0.0028	0.005	铅	50	3.7	1.01E-16	2.16E-16	
								钢	20	41.5			
								砼	400	200			
	加速器被检物散射	-	-	4.05	8.4	0.0063	0.006	铅	50	3.7	1.01E-16	8.91E-17	
								钢	20	41.5			
								砼	400	200			
	加速器竖向探测器散射	-	-	7.00	6.0	0.12	0.005	铅	50	3.7	1.01E-16	9.28E-16	
								钢	20	41.5			
								砼	400	200			
加速器水平探测器散射	-	-	3.81	8.6	0.057	0.005	铅	50	3.7	1.01E-16	7.24E-16		
							钢	20	41.5				
							砼	400	200				
C 点	加速器漏射	1E-06	3.4	-	-	-	-	铅	15	45	9.59E-03	2.24E-02	2.24E-02
								钢	20	79.7			
								砼	400	279			
	加速器准直器散射	-	-	1.22	4.7	0.0028	0.005	铅	15	3.7	2.91E-07	3.35E-06	

预测点	射线类型	泄漏率	与源点距离 m	散射点至远点距离 m	散射点至预测点距离 m	散射面积 (m ²)	散射系数	屏蔽体	厚度 mm	TVL mm	B	计算值 μGy/h	
								钢	20	41.5			
								砼	400	200			
D 点	加速器漏射	1E-05	24.5	-	-	-	-	铅	15	45	2.60E-01	1.17E-01	2.95E-01
								钢	20	79.7			
	加速器准直器散射	-	-	1.22	22.4	0.0028	0.005	铅	10	3.7	1.98E-03	1.00E-03	
	加速器被检物散射	-	-	4.05	22.0	0.0063	0.006	-	-			1.29E-01	
	加速器竖向探测器散射	-	-	7.00	22.3	0.12	0.005	铅	10	3.7	6.54E-04	4.35E-04	
							钢	20	41.5				
	加速器水平探测器散射	-	-	3.81	22.1	0.057	0.005	铅	5	3.7	4.45E-02	4.83E-02	
E 点	加速器漏射	1E-05	30.0	-	-	-	-	铅	10	45	5.99E-01	1.80E-01	2.93E-01
	加速器准直器散射	-	-	1.22	27.8	0.0028	0.005	铅	10	3.7	1.98E-03	6.52E-04	
	加速器被检物散射	-	-	4.05	27.6	0.0063	0.006	-	-			8.17E-02	
	加速器竖向探测器散射	-	-	7.00	27.9	0.12	0.005	铅	10	3.7	6.54E-04	2.78E-04	
								钢	20	41.5			
	加速器水平探测器散射	-	-	3.81	27.7	0.057	0.005	铅	5	3.7	4.45E-02	3.08E-02	
F 点	加速器漏射	1E-05	22.1	-	-	-	-	钢	10	79.7	7.07E-01	3.91E-01	5.46E-01
								钢	2	79.7			
	加速器准直器散射	-	-	1.22	22.1	0.0028	0.005	铅	15	3.7	7.90E-05	4.11E-05	
								钢	2	41.5			
	加速器被检物散射	-	-	4.05	22.3	0.0063	0.006	钢	2	41.5	8.95E-01	1.12E-01	
	加速器竖向探测器散射	-	-	7.00	22.9	0.12	0.005	铅	10	3.7	5.85E-04	3.69E-04	
							钢	20	41.5				
	加速器水平探测器散射	-	-	3.81	22.2	0.057	0.005	钢	2	41.5			
								铅	5	3.7	3.99E-02	4.29E-02	

预测点	射线类型	泄漏率	与源点距离 m	散射点至远点距离 m	散射点至预测点距离 m	散射面积 (m ²)	散射系数	屏蔽体	厚度 mm	TVL mm	B	计算值 μGy/h	
								钢	2	41.5			
G 点	加速器漏射	1E-05	29.5	-	-		-	铅	10	45	5.99E-01	1.86E-01	3.04E-01
	加速器准直器散射	-	-	1.22	27.4	0.0028	0.005	铅	15	3.7	8.83E-05	2.99E-05	
	加速器被检物散射	-	-	4.05	27.0	0.0063	0.006	-	-			8.54E-02	
	加速器竖向探测器散射	-	-	7.00	27.3	0.12	0.005	铅	10	3.7	6.54E-04	2.90E-04	
		钢	20	41.5									
加速器水平探测器散射	-	-	3.81	27.1	0.057	0.005	铅	5	3.7	4.45E-02	3.21E-02		
H 点	加速器透射	-	75.4	-	-	-	-	铅	210	45.3	6.65E-07	3.16E-03	3.16E-03
								钢	20	96			
								砼	400	300			

由上表计算结果可知，MB1215DE（HS）组合移动式集装箱/车辆检查系统扫描大厅外关注点周围剂量当量率最大预测值为 0.295 $\mu\text{Sv/h}$ ，位于西侧挡杆外 30cm 处，控制室内操作人员操作位置的剂量当量率为 $3.16 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ ，符合标准《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中，检查系统监督区边界处的周围辐射剂量当量率应不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，操作人员操作位处周围剂量当量率应不大于 1.0 $\mu\text{Sv/h}$ 的要求。

（4）个人剂量分析

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

$$E_{E-r} = D_r \times T \times t \times K \times 10^{-3} \text{ (式11-4)}$$

式中：

H_{E-r} ——X 射线外照射人均年有效剂量，mSv；

D_r ——X 射线空气吸收剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

t ——X 射线照射时间，h；

K ——剂量转换系数，Sv/Gy，取 1；

T ——居留因子。

根据表 9 项目工程分析与源项，MB1215DE（HS）组合移动式集装箱/车辆检查系统年出束时间最多为 695h。本项目引导员在扫描大厅周围巡视，保守取拟建扫描大厅外剂量率最大的关注点进行预测，即出口挡杆外 30cm 处；拟建扫描大厅 50m 评价范围内无其他建筑物，除了司机是在扫描大厅西侧墙外等候以及一些职工流动，其余公众主要是在 50m 外的建筑物内活动。本项目职业人员和公众预计年受照剂量具体估算结果见表 11-6。

表 11-6 本项目职业人员和公众预计年受照剂量估算结果

岗位/工种	位置	类型	居留因子	关注点处最大剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	预计年受照剂量 (mSv/a)
引导员	扫描大厅周围	职业	1	0.295	2.05E-01
操作	控制室		1	3.16E-03	2.20E-03
被检车辆司机	扫描大厅西侧等候区	公众	1/16	0.304	1.32E-02
其他人员	50m 评价范围内流动		1/16	0.295	1.28E-02

根据表 11-6 可知，本项目辐射工作人员（职业）年受照剂量最大值为 0.205mSv/a，满足本项目提出的职业人员剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求；公众人员年受照剂量最大值为 1.32×10^{-2} mSv/a，满足本项目提出的公众人员剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求。

上述人员受照剂量预测结果是按照瞬时最大剂量率进行的保守估算，在实际工作过程中，辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计，并定期送检，将个人剂量计的检测数据进行汇总，与辐射工作人员有效剂量约束值（不大于 5mSv/a）进行比较，若超过 5mSv/a，则应尽快进行调查、整改，以保证辐射工作人员的健康安全。

11.2.2 三废影响分析

（1）废气影响分析

本项目射线装置运行时，X 射线和空气发生作用会产生 O₃、NO_x 等废气，空气在辐射照射下产生（O₃）和氮氧化物（NO_x）等有害气体。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 公式进行计算。

$$P=2 \times 10^{-9} D_{10} S L \quad (\text{式 11-5})$$

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 MB1215DE（HS）集装箱/车辆检查系统距靶 1 米处的周围剂量当量率最大为 $2.7 \times 10^7 \mu\text{Gy/h} = 7.5 \times 10^{-3} \text{Gy} \cdot \text{s}^{-1}$ ，扫描大厅面积为 $80.3\text{m} \times 14.2\text{m} = 1124.26\text{m}^2$ ，体积为 $80.3\text{m} \times 14.2\text{m} \times 9.5\text{m} = 10832.47\text{m}^3$ ，X 射线在空气中路径长度取 4.05m。

经计算得臭氧的产生率： $P = 6.83 \times 10^{-8} \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$ 。臭氧的密度为 2.4g/L，则 P 可以转换成 $5.90 \times 10^{-1} \text{mg/h}$ 。

设臭氧的有效分解时间为 t_d（常取为 0.83h），扫描大厅通风换气周期为平均每次换气需 t_v 小时（h）。

扫描大厅室内最高饱和臭氧浓度（mg/m³）为：

$$Q = \frac{P}{V} \bar{T} \quad (\text{式 11-6})$$

式中：V 为机房体积，m³；

\bar{T} 为 O₃ 的有效清除时间（h）：

$$\bar{T} = \frac{t_v \cdot t_d}{t_v + t_d} \quad (\text{式 11-7})$$

假设没有通风， $\bar{T}=t_d=0.83\text{h}$ ，则：

$$Q=5.90 \times 10^{-1} \times 0.83 \div 10832.47=4.52 \times 10^{-5} \text{mg/m}^3$$

本项目扫描大厅采用自然通风，根据计算结果可知，检查系统在运行中扫描大厅室内最高饱和臭氧浓度为 $4.52 \times 10^{-5} \text{mg/m}^3$ ，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 、《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》（GBZ2.1-2019）中最高容许浓度限值 0.3mg/m^3 、《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准中 1 小时均值 $\leq 0.2 \text{mg/m}^3$ 的标准限值和《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）中 1 小时均值 $\leq 0.16 \text{mg/m}^3$ 的标准限值。氮氧化物仅占臭氧产生量的 1/3，且本项目扫描大厅为较开放的场所，产生的废气对环境的影响可以接受。

（2）废水影响分析

本项目采用数字化终端成像系统，完成扫描后立即显示在显示终端上，不涉及使用定影液、显影液，不产生废水；本项目辐射工作人员定员 5 人，产生的生活污水约为 24L/人·天，按工作制度每天工作 8 小时，每周工作 5 天，每年工作 50 周来计算，本项目产生的每年产生的生活污水为 30t。辐射工作人员产生的生活污水依托“卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）”的化粪池收集，定期清运处置。

“卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）”建设容积 30m³ 地理式化粪池，经化粪池预处理后出水水质可以达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中三级标准要求，定期由吸污车抽运至塔什库尔干县污水处理厂集中治理。污水处理厂位于本项目东南约 66km 处，污水接纳要求为《污水综合排放标

准》（GB8978-1996）表 4 中的三级标准，处理总规模 4000m³/d，处理后尾水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标准要求。因此，本项目工作人员产生的生活污水依托塔什库尔干县污水处理厂处理环境可行。

（3）固体废物

本项目采用数字化终端成像系统，完成扫描后立即显示在显示终端上，不涉及使用胶片等显影材料；本项目辐射工作人员定员 5 人，产生的生活垃圾约为 1kg/人·天，按工作制度每天工作 8 小时，每周工作 5 天，每年工作 50 周来计算，本项目每年产生的生活垃圾为 1.25t。辐射工作人员产生的生活垃圾统一收集，依托“卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）”的垃圾收集设施，集中收储，委托当地环卫部门定期清运至县城垃圾填埋场处理。

本项目 MB1215DE（HS）集装箱/车辆检查系统报废后产生的废靶收集、送贮根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）相关规定开展 γ 辐射空气吸收剂量率监测，若满足《放射性废物分类》豁免与解控要求，则按一般固体废物处理；若监测异常，则按放射性废物处理，交由具有相应放射性废物处置资质的单位收贮。

11.2.3 声环境影响分析

“卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）”厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 2 类标准。

本项目检查系统工作时会产生运行噪声，同时会开启警报器进行报警，因此会产生一定的噪声，噪声值约为 70dB（A）。由于本项目卡拉苏口岸场所内，且四周墙体均为 400mm 厚混凝土（密度不小于 2.35g/cm³），高度均为 5.50m；5.50m 以上部分采用 300mm 厚加气混凝土砌块墙体；顶棚采用 140mm 厚钢框架楼承板。周边不涉及医院、学校、机关、科研单位、住宅等需要保持安静的建筑物，不涉及声环境保护目标。因此经墙体屏蔽衰减和距离衰减后，对周围声环境影响较小。

11.3 事故影响分析

（1）事故误照射

该项目运行中存在潜在危害和事故风险，本次环评对其做分析，说明项目运营中可能发生的事故或突发事件对人身安全和环境的损害和影响，提出行之有效的防范及应急措施，以避免事故发生、减少事故损失，使其对环境的影响达到可以接受的水平。

加速器不运行时不存在放射性事故，也不存在影响辐射环境质量事故，只有当加

速器运行期间才会产生电子束、X射线等危害因素，最大可能的事故主要有两种：

①在设备运行过程中，可能出现有人误入正在运行的扫描大厅，造成超剂量的照射。

②被检查车辆有人员藏匿，当车辆进行扫描时藏匿人员一直处于射线照射下受到误照射。

事故情况下，被检车辆内若有相关人员未离开，会随车辆一起通过加速器的扫描，对该人员产生误照射。误照射时间为人员通过扫描通道的时间，最不利情况下考虑，人员藏匿于车辆中，全身扫描。身高最大取 2.5m，检查系统扫描速度为 0.4m/s，则最大通过时间为 $2.5\text{m} \div 0.4\text{m/s} = 6.25$ 秒。

照射剂量计算公式：

$$D = D_0 t h / (3600 r^2)$$

其中：

D：受照剂量， μSv ；

D_0 ：射线束中心轴上距靶 1m 处的空气比释动能率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

t：受照时间，6.25s；

r：被照人员距靶点距离，取 4m；

h：转换因子，取 1。

通过扫描通道过程会受到的误照射（包括加速器和背散装置）：

$$D = 1.4 \times 10^7 \mu\text{Gy/h} \times 6.25\text{s} \times 1 / [3600 \times (3.57\text{m})^2] + 1.6 \times 10^4 \mu\text{Gy/h} \times 6.25\text{s} \times 1 / [3600 \times (3.57\text{m})^2] = 4.09\text{mSv}$$

根据上述计算结果可知，单次扫描误照射最大剂量为 4.09mSv，误照射一次其所受剂量将会超过公众人员年剂量基本限值，属于一般辐射事故。建设单位在实际使用过程中应严格执行各种防护措施和安全措施，防止误照射事故的发生。

综上所述，本项目 MB1215DE（HS）型集装箱/车辆检查系统在正常开机状态下，系统场所辐射水平满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中规定的限值要求，对周围环境目标公众人员和工作人员的年有效剂量均不超过国家标准基本限值及剂量约束值。

（2）事故防范措施

该项目运行时发生事故的风险主要是管理上引起的，因此平时必须严格执行各项管理制度，定期对工作场所进行辐射水平监测，检查加速器联锁装置、紧急停机开关、报

警灯等安全设置及其它各项辐射防护措施，严格遵守操作规程。为最大可能地避免辐射事故的发生，具体提出以下预防措施：

①辐射工作人员应到生态环境部培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）报名培训并参加考核，经考核合格后方可上岗。

②操作人员须严格按操作规程进行作业，不得擅自改变操作程序，确保安全。

③引导员工作时必须随身携带个人剂量报警仪，以免超剂量事故的发生。

④开机前须仔细检查控制区内有无人员，只有确定控制区内无人的情况下才能开机作业。

⑤每次运行机器前，操作人员要检查安全联锁系统运行是否正常。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。

⑥同方威视公司技术人员定期对安全联锁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。

⑦维修人员需佩戴个人剂量报警仪。

⑧在进行机器维修时，应有两名有维修资格的人员操作，拨下控制台安全联锁钥匙，并在控制台设立维修标牌，维修人员需佩戴个人剂量报警仪。

应急处理：发生误照射时，辐射工作人员、引导人员应第一时间切断加速器电源或切断其它联锁装置、按下急停按钮等，第一时间停止加速器出束，按照应辐射事故应急管理程序的程序进行处理和报告。

3、事故应急措施

(1) 发生工作过程中意外事故：立即按下急停按钮。

(2) 发生人员误入控制区时：控制台操作员按急停按钮停止加速器出束。

(3) 发生辐射事故后，立即向辐射防护组及主管领导报告。

(4) 辐射防护领导小组在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》，并向当地生态环境主管部门及公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。并协助有关部门调查事故原因、事故后果，按“放射事故管理规定”判定事故性质和等级，填写事故报告表。

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

根据《中华人民共和国环境保护法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）等有关法律法规及国家标准的要求，正确应对突发性放射性事故，确保事故发生时能快速有效地进行现场应急处理、处置，维护和保障人员安全，维护正常的生产秩序，中华人民共和国卡拉苏海关应成立辐射安全防护管理机构，制订辐射环境管理规章制度。具体如下：

中华人民共和国卡拉苏海关已经设立主管领导组成辐射防护与安全工作小组，全面负责辐射防护与安全工作，规定各成员相应的职责，做到分工明确、职责分明。领导小组应加强监督管理，切实保证各项规章制度的实施，做到有效管理，责任到人。

职责：

（1）组织贯彻落实国家和地方政府、中华人民共和国卡拉苏海关有关辐射安全与环境保护工作的方针、政策；

（2）定期召开会议，听取辐射安全与环境保护工作情况汇报，讨论决定辐射安全与环境保护工作中的重大问题和采取的措施；

（3）组织开展射线装置安全检查活动，组织处理、通报事故；

（4）组织制定和完善射线装置管理制度和操作规程，监督检查各规章制度的执行，督促整改辐射事故隐患。

12.2 辐射安全管理规章制度

（1）辐射安全与环境保护管理机构：中华人民共和国卡拉苏海关在 2024 年 1 月 29 日发布了《中华人民共和国卡拉苏海关关于辐射防护管理领导小组的通知》。《通知》确定辐射工作安全责任人，设置辐射防护领导机构。辐射安全管理领导小组：组长：杨晓林；副组长：王飞；组员：张建云、祖力富喀尔·克达木。负责射线装置的安全应用和防护工作，以确保射线装置应用过程的安全使用防护。辐射防护领导机构应规定各成员的职责，做到分工明确、职责分明。

（2）人员资质：辐射工作人员应通过核技术中心网上考核，考核通过后，方可上岗，本项目 5 名辐射工作人员均已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩报告单，成绩均合格。人员管理制度应包括：人员培训制度，人员健康及个人剂量管理制度，辐射

工作人员岗位职责。

(3) 中华人民共和国卡拉苏海关制定的辐射相关管理制度，包括：辐射安全管理机构与职责、辐射工作人员培训制度、辐射工作人员岗位职责、设备安全操作规程、设备检修维护制度、辐射工作人员个人剂量管理办法、监测方案、辐射事故应急预案等规章制度。

(4) 中华人民共和国卡拉苏海关应制定工作场所辐射防护措施：

- ①工作区域划分控制区和监督区，并设立或标注明显的标志或标识牌；
- ②配备个人防护用品和监测仪器。

(5) H986 车辆检查装置使用场所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，监测仪器包括个人剂量报警仪、便携式剂量监测仪。

12.3 辐射监测

为了及时掌握显像装置工作场所周围的辐射水平，本项目应建立必要的监测计划，包括设备运行期及个人剂量监测计划，要建立监测资料档案。

(1) 监测方案：应委托有资质的单位定期对工作场所周围环境进行辐射环境监测，并建立监测技术档案。

- ①监测频度：每年常规监测一次。
- ②监测范围：工作场所周围环境。
- ③监测项目：X- γ 辐射剂量率。
- ④监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

(2) 监测仪器：应配置便携式 X、 γ 辐射剂量监测仪。

(3) 工作场所辐射监测：定期对职业人员工作场所辐射水平进行监测。

(4) 个人剂量监测：从事辐射工作人员必须佩戴个人剂量率仪并定期检测，建立个人剂量管理档案。

12.4 辐射事故应急

出现的事故大多为责任事故，单位领导必须对防护管理工作加以重视，加强对辐射工作人员辐射防护安全知识教育，建立健全防护管理制度，严格按照操作规程行事，避免这类事故的发生。

一旦发生事故，必须立即按下紧急停机按钮，并立即对误照射人员进行血液等有关检查，密切观察其临床体征，将事故经过报告主管部门和环保部门，估算误照剂量大小，

若出现超剂量照射，还应报告卫生部门，对受照人员进行医学救治。随后，查找事故原因，分清事故责任。如属于技术事故，需立即落实设施或装置的维护计划，请生产厂家派专业技术人员来维修，并做好维修记录长期保存，在未消除事故隐患之前不得开机。

在项目投产运营后，建设单位应根据项目实际运营情况，按照国家有关法规和管理规定修订完善《辐射事故应急预案》，力求内容较全、措施具体，针对性强、便于操作，在应对辐射性事故和突发性事件时基本可行。此外建设单位制定计划定期安排应急物资储备、辐射应急培训和辐射应急演练。确保一旦发生辐射事故，应立即启动应急预案，采取必要的防范措施，及时向上级机关报告。

12.5 从事放射性活动的技术能力分析

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（原国家环境保护总局令第31号，2021年1月4日生态环境部令第20号修订并实施）第十六条提出了使用射线装置的单位申请领取许可证，应当具备的相关条件，环境保护部2011年发布的《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令第18号，2011年4月18日发布，2011年5月1日实施）也对射线装置的安全与防护管理提出了要求，现对中华人民共和国卡拉苏海关从事本项目辐射活动能力评价列于表12-1。

表 12-1 本项目技术能力建设对照表

法规要求		单位情况	符合情况
《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》	(一)使用 I 类、II 类、III 类放射源，使用 I 类、II 类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名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。	已成立有辐射安全防护管理委员会，全面负责中华人民共和国卡拉苏海关的辐射防护监督和管理的工作，小组下设专职人员具体处理各项事务，各相关部门内部职责明确。	符合
	(二)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。	本项目拟安排 5 名工作人员从事射线装置工作，将制定培训计划确保放射治疗项目开展前全部工作人员取得辐射安全与考核合格证书。	符合
	(三)使用放射性同位素的单位应当有满足辐射防护和实体保卫要求的放射源暂存库或设备。	本项目使用 II 类射线装置，不涉及放射性同位素。	符合

	(四)放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	扫描大厅已设置安全和防护设施以及必要的防护安全连锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，拟设置具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	符合
	(五)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、辐射监测等仪器。	为每位辐射工作人员配置个人剂量2个/人，建立个人剂量档案，并终生保存；X、 γ 便携式辐射监测仪器1台。	符合
	(六)有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	制定了辐射安全管理机构与职责、辐射工作人员培训制度、辐射工作人员岗位职责、设备安全操作规程、设备检修维护制度、辐射工作人员个人剂量管理办法、监测方案等。	符合
	(七)有完善的辐射事故应急措施。	制定了专门的辐射事故应急预案。	符合
	(八)产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	扫描大厅采取符合要求的屏蔽措施，机房内设置通风系统，避免机房空气中有害气体的积累。	/
《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》	射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	扫描大厅拟安装有工作状态指示灯，拟在门口及相关场所明显位置处设电离辐射警告标志及中文警示说明，机房拟配套有紧急按钮和门机连锁装置。	符合
	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	本项目竣工验收后，拟委托有资质的环境监测机构对环境和场所周围的辐射水平进行监测。	/
	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	承诺每年按照法规要求的时间节点及时提交年度评估报告。	/
	生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	本项目辐射工作人员均佩戴个人剂量计并定期进行个人剂量监测，承诺发现个人剂量监测结果异常的，将立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	符合

以上分析可知，该单位从事本项目辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

12.6 项目环境保护验收内容建议

本项目建成试运行后进行“三同时”竣工验收，项目环保措施验收情况见表 12-2。

表 12-2 项目竣工环境保护验收一览表

验收内容	验收要求
剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和环评报告预测，公众、职业照射剂量约束值执行 0.1mSv/a 和 5mSv/a 要求。机房屏蔽体外剂量当量率不大于 2.5μSv/h。
建设内容	一台 MB1215DE（HS）型集装箱/车辆检查系统，系统设置为 6/3MeV 交替双能的电子加速器，属 II 类射线装置，配套建设长 80.3m、宽 13.2m 扫描大厅及配套附属用房。
屏蔽措施	加速器自屏蔽措施如下：①加速器舱：加速器舱采用铅钢相夹的屏蔽结构，前壁采用 10mm 钢夹 10mm 铅，左右侧壁、上下壁采用 10mm 钢，后壁采用 20mm 钢夹 15mm 铅；②准直器：采用屏蔽铅厚度达 160mm；③竖探测器臂：采用铅钢相夹屏蔽的屏蔽结构，探测器臂为凹槽型设计，凹槽左右两侧均采用宽度为 2000mm 的 20mm 钢夹 10mm 铅，前壁采用 10mm 钢，后墙采用 20mm 钢夹 50mm 铅，凹槽中间的探测器采用 160mm 铅；④横探测器臂：探测器采用 160mm 铅，侧面板采用 5mm 厚铅板，前壁采用 10mm 钢。 扫描大厅四周墙体采用 400mm（高 5.5m）。
辐射安全设施	检查系统设置的辐射安全联锁与警示设施，包括系统出束安全联锁钥匙开关、门联锁、监视装置及其他安全辅助设备，急停按钮及急停拉线、警灯警铃。控制区：将 H986 扫描室实体防护墙及防护栏内划为控制区；监督区：控制区以外防护屏蔽两侧外 30cm 和车辆进出口两侧外 5m 划定为监督区。
个人防护设施	辐射工作人员按人配备热释光个人剂量计，系统配备 3 套个人剂量报警仪和 1 台环境 X—γ 剂量率仪。
应急预案	辐射事故应急预案符合工作实际，应急预案明确了应急处理组织机构及职责、处理原则、信息传递、处理程序和处理技术方案等。对使用射线装置过程中可能存在的风险，建立应急预案，落实必要的应急装备。进行过辐射事故（件）应急演练。

12.7 环保投资

本项目总投资 1470 万元，其中环保投资 223.5 万元，占总投资的 15.2%，本项目环保投资一览表见表 12-3。

表 12-3 环保投资一览表

项目	内容	金额(万元)	备注
屏蔽措施	加速器自屏蔽措施如下：①加速器舱：加速器舱采用铅钢相夹的屏蔽结构，前壁采用 10mm 钢夹 10mm 铅，左右侧壁、上下壁采用 10mm 钢，后壁采用 20mm 钢夹 15mm 铅；②准直器：采用屏蔽铅厚度达 160mm；③竖探测器臂：采用铅钢相夹屏蔽的屏蔽结构，探测器臂为凹槽型设计，凹槽左右两侧均采用宽度为 2000mm 的 20mm 钢夹 10mm 铅，前壁采用 10mm 钢，后墙采用 20mm 钢夹 50mm 铅，凹槽中间的探测器采用 160mm 铅；④横探测器臂：探测器采用 160mm 铅，侧面板采用 5mm 厚铅板，前壁采用 10mm 钢。	0	设备自带
扫描大厅屏蔽措施	扫描大厅扫描大厅占地面积 1124.26m ² ，长 80.3m，宽 14.2m，净高为 9.5m，四周墙体采用 400mm 混凝土（高 5.5m）防护。	200	
辐射安全设施	检查系统设置了辐射安全联锁与警示设施，包括系统出束安全联锁钥匙开关、门联锁、监视装置及其他安全辅助设备。	0	设备自带
	急停按钮及急停拉线、警灯警铃	10	
个人防护设施	辐射工作人员拟按人配备热释光个人剂量计，系统拟配备 3 套个人剂量报警仪和 1 台环境 X、γ 剂量率仪。	3.5	
其他	人员培训、辐射应急物资及装备等，制度上墙、控制区和监督区的划分。	10.0	
合计		223.5	

表 13 结论与建议

结论

13.1 建设项目概况

本项目位于喀什地区喀什库尔干塔吉克自治区县卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）的出境查验区 H986 查验区新建一座扫描大厅，并使用 1 套 MB1215DE（HS）集装箱/车辆检查系统，根据《射线装置分类办法》（国家环保总局、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号）对射线装置的分类，本项目集装箱/车辆检查系统属于 II 类射线装置。

13.2 环项目环境质量现状评价结论

根据本次环评委托新疆锡水金山环境科技有限公司于 2024 年 6 月 25 日对该项目拟建场址及其周围环境进行了监测，监测结果表明，本项目建设地 X- γ 辐射剂量率范围为：0.197 μ Gy/h~0.222 μ Gy/h，属于项目所在地正常水平 0.0963 μ Gy/h~0.3878 μ Gy/h。

13.3 产业政策符合性分析结论

本项目的应用目的为通关车辆和集装箱安全检查，符合海关安全监管政策的要求。经对照《产业结构调整指导目录（2024 年版）》，本项目不在限制类和淘汰类建设项目范围内，因此本项目的建设符合国家产业政策要求。

13.4 辐项目选址及布局合理性分析结论

本项目位于卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）的出境查验区 H986 查验区，项目扫描大厅为东西走向的长方形区域，东西两侧为车辆出入口，待检车辆进入扫描大厅后停在检查区，扫描时检查系统射线由北向南照射。扫描大厅南侧 60m 为业务用房和查验扣留区，北侧为空地。北侧评价范围内为空地，其余三侧评价范围（50m）内均为卡拉苏口岸新建海关货检场地及配套附属设施建设项目（一期）功能区。项目评价范围内主要保护目标为本项目工作人员、检查站工作人员及待检车辆司机及乘载人员，无村庄小区等公众人员集中分布区，根据本次环评

分析结论，扫描系统边界周围剂量当量率均小于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ ；项目工作人员及周围公众人员年受照辐射剂量可以达到相应的剂量约束值，项目扫描系统不会对周围环境及环境保护目标产生明显影响。因此，本项目选址合理。

13.5 施工期环境影响分析结论

本项目建设内容主要为基础开挖、混凝土墙浇筑、设备安装、内部装修等，本项目在施工期的环境影响是短暂、可逆的，随着施工期的结束而消失。建设单位在施工阶段采取以上污染防治措施，并加强监管，将施工期的影响控制在场地局部区域，对周围环境影响较小。

13.6 运营期环境影响分析结论

根据预测结果，辐射工作人员的年最大有效剂量当量为 0.205mSv ，公众人员的最大年有效剂量为 0.0132mSv ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和职业照射个人受照射剂量约束值（ 5mSv/a ）和公众照射个人受照射剂量约束值（ 0.1mSv/a ）的要求。臭氧浓度远低于《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中臭氧的浓度低于 0.3mg/m^3 的要求。

综上所述，本项目在正常开机状态下，系统场所辐射水平满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中规定的限值要求，对周围环境目标公众人员和工作人员的年有效剂量均不超过国家标准基本限值及剂量约束值。正常运行下扫描大厅的 O_3 浓度远低于《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）。

13.7 辐射安全管理结论

建设单位成立了安全防护管理机构，制订了较为完善的管理制度，拟购置必要的辐射防护监测及报警仪器，建立安全操作规程、管理制度和应急预案，符合辐射管理要求。

13.8 结论

本项目运营期系统场所辐射水平满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中规定的限值要求，对周围环境目标公众人员和工作人员的年有效

剂量均不超过国家标准基本限值及剂量约束值。项目建设符合《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）及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第 3 号）的相关要求。本项目的辐射工作场所分级及安全标志、项目辐射水平控制和辐射安全完全符合《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）的相关要求。在按本报告完善设施和管理制度后，项目产生的辐射环境影响是可以接受的，项目建设是可行的。

建议

（1）建设单位应及时变更辐射安全许可证，经当地生态环境主管部门批准通过合格后方可开展业务。

（2）配备足够的辐射防护用品，工作人员操作射线装置时必须佩戴防护用品、个人剂量计和剂量报警仪。

（3）所有放射性工作人员必须通过辐射安全知识培训后方可上岗；操作人员还必须经过操作业务培训，熟练掌握操作方法后方可操作射线装置。

（4）建立健全辐射安全与环境管理体系，制定辐射事故应急预案。