

核技术利用建设项目

霍尔果斯属地直通集中查验场建设项目（海  
关H986采购）环境影响报告表

新疆维吾尔自治区霍尔果斯经济开发区管理委员会口岸管理局

2025年09月

生态环境部监制

## 核技术利用建设项目

# 霍尔果斯属地直通集中查验场建设项目 (海关H986采购) 环境影响报告表

建设单位名称：新疆维吾尔自治区霍尔果斯经济开发区管理委员会口岸管理局

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州霍尔果斯口岸欧亚路

邮政编码：835000

联系人：哈山鹏

邮件地址：692376650@qq.com 联系电话：13909936212

# 目录

表1 项目基本情况 .....	1
表2 放射源 .....	11
表3 非密封放射性物质 .....	11
表4 射线装置 .....	12
表5 废弃物（重点是放射性废弃物） .....	14
表6 评价依据 .....	15
表7 保护目标与评价标准 .....	17
表8 环境质量和辐射现状 .....	23
表9 项目工程分析与污染源项 .....	28
表10 辐射安全与防护 .....	37
表11 环境影响分析 .....	46
表12 辐射安全管理 .....	62
表13 结论与建议 .....	68
表14 审批 .....	72
附件1 委托书	
附件2 辐射安全许可证	
附件3 检测报告	
附件4 立项批复	
附件5 辐射规章制度	
附图1 现场踏勘图	



**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		霍尔果斯属地直通集中查验场建设项目（海关H986采购）			
建设单位		新疆维吾尔自治区霍尔果斯经济开发区管理委员会口岸管理局			
法人代表	胡来杰	联系人	哈山鹏	联系电话	13909936212
注册地址		新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州霍尔果斯口岸欧亚路			
项目建设地点		霍尔果斯市公路口岸			
立项审批部门		新疆维吾尔自治区霍尔果斯经济开发区管理委员会口岸管理局	批准文号	霍特发改投资（2024）6号	
建设项目总投资（万元）	1980	项目环保投资（万元）	58	投资比例（环保投资/总投资）	2.93%
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（m <sup>2</sup> ）	1054
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"/> 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备PET用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类		
其他	/				

**1.1 项目概况**

**1.1.1 建设单位概况**

中华人民共和国霍尔果斯海关成立于1950年6月5日（时称“伊犁分关”），同年11月3日，遵照海关总署电令，伊犁分关改称霍尔果斯海关，下辖伊宁支关。1986年9月，鉴于中苏贸易的发展，经海关总署批准，霍尔果斯海关调整为隶属乌鲁木齐海关的处级海关。霍尔果斯海关内设办公室、人事政工科、综合业务科、通关科、稽查科、查验一科、查验二科、货运机检科、行财科、技术科等10个职能科室和1个事业单位生活服务中心。霍尔果斯海关办理区域海关内的进出口报关单的接单审核、征税放行、统计、稽查、企管、单证管理等内勤工

作。

### 1.1.2项目应用的目的和任务由来

1998年6月，海关总署根据国家的要求，决定在全国海关中货运量大的作业现场配备大型集装箱检查系统，该项目确定为H986工程。大型集装箱/车辆检查系统（或称“H986系统”），是海关新兴的查验模式，是先进科技业务一体化的产物，不同海关可能配备不同厂家生产的不同型号的检查系统。本项目涉及使用的“H986系统”为MB1215DE组合移动式货物/车辆检查系统。

霍尔果斯口岸中欧班列霍尔果斯集结中心主要建设大宗货物集结地，主要目的是为待出口的大件货物提供暂存、集散的区域，进一步缓解物流运输压力、减少大件货物积压时间，提高口岸大件货物通关能力。

霍尔果斯口岸中欧班列霍尔果斯集结中心有一台H986，本项目统一描述为老H986，由于今年口岸车辆、货物极具增加，为满足霍尔果斯口岸中欧班列霍尔果斯集结中心开通后车辆、货物查验需求，提升霍尔果斯口岸的安全监管能力和查验效率，节省人力成本，霍尔果斯口岸中欧班列霍尔果斯集结中心拟新增一套由同方威视生产的MB1215DE组合移动式货物/车辆检查系统1套，用于货物查验，老H986仍继续使用，本项目属于新建项目。该套设备是世界首创的以加速器为辐射源的组合移动式货物/车辆检查系统MT1213LT的升级产品，具备主动扫描模式功能，辐射源为1台电子加速器，它采用交替双能(6/3MeV)成像技术，可区分出待查物品中的有机物和无机物，并标注出特定的颜色，帮助海关查验人员在不开箱的情况下快速检查出藏匿在集装箱/车辆中的走私物品、危险化学品和其他违禁物品。

根据《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》（公告2017年第66号）的规定，MB1215DE组合移动式货物/车辆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“使用II类射线装置的”的具体内容。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，申请领取许可证的辐射工作单位生产、销售、使用II类射线装置的，应当组织编制环境影响报告表。因此，该项目应编制环境影响报告表。

2025年5月6日新疆绿维环保科技有限公司接受新疆维吾尔自治区霍尔果斯经济开发区管理委员会口岸管理局委托，承担对该项目的环境影响评价工作。接受委托后，公司组织技术人员于2025年5月进行了现场勘查，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《霍尔果斯属地直通集中查验场建设项目（海关H986采购）环境影响报告表》。该项目由新疆维吾尔自治区霍尔果斯经济开发区管理委员会口岸管理局进行建设，由中华人民共和国霍尔果斯海关进行运营使用。本项目主体工程霍尔果斯口岸中欧班列霍尔果斯集结中心大件设备中转区建设项目，已完成环境影响评价，并取得批复，现暂未验收。

## 1.2 项目建设规模

### 项目建设规模

建设内容及规模：本项目新增MB1215DE组合移动式货物/车辆检查系统1套，中华人民共和国霍尔果斯海关拟从其它查验场地抽调辐射工作人员进行辐射工作，本项目预计配备3名工作人员，2名操作人员，1名运维检修人，本项目与老H986共用控制室，但操作人员不共用。该检查系统检查方式为主动模式，主动模式为待检车辆静止不动，检查系统(射线装置)出束、移动，对集装箱/车辆进行扫描检查。

该项目设置专用H986扫描大厅，扫描大厅位于霍尔果斯口岸中欧班列霍尔果斯集结中心大件设备中转区西北侧，占地面积1054m<sup>2</sup>，H986控制室位于扫描大厅北侧，占地约100m<sup>2</sup>，本项目控制室与老H986控制室共用，本次控制室不新增用地。项目新建H986扫描大厅，采用钢筋混凝土框架结构体系。项目建成后检查系统仅在扫描大厅使用，不在扫描大厅场地以外区域运行。检查系统具体参数图如下表。

**表1-1 本项目H986车辆检查系统参数表**

型号	数量	类别	加速粒子	能量	工作场所	用途
MB1215DE 组合移动式货物/车辆 检查系统	1	II类	电子	6/3MeV交替 双能	H986扫描大厅	安全检 查

项目计划2025年10月底开始进行设备安装调试，建设周期为100天，施工期高峰人数约10人。

### 1.3项目选址及周边环境关系

#### 1.3.1 项目选址

本项目位于霍尔果斯市经济开发区霍尔果斯综合保税区，距国门路 0.8 公里。项目中心坐标E:80°24'40.467"、N:44°09'25.501"。

#### 1.3.2 项目周边关系

拟建项目位于霍尔果斯口岸中欧班列霍尔果斯集结中心大件设备中转区内，项目南侧50m范围为海关进口货物停车场，西北侧15m为老H986扫描大厅，北侧70为拟建H986控制室与老H986控制室合并，西侧50米范围为空地，东侧50m范围为空地。本项目扫描大厅50m内范围内无居民区，学校，幼儿园，医院等敏感建筑，本项目扫描大厅高度8.6m评价范围内无高于扫描大厅的敏感建筑。项目周围涉及车辆待检区、H986控制室，老H986扫描大厅3个保护目标。根据本报告预测，通过本项目扫描大厅顶部的漏射、散射线不会对周围其他建筑物造成辐射影响，因此项目选址和布局的合理性。

本项目地理位置见图1-1，周边环境关系具体见图1-2。

# 霍尔果斯市地图标准画法示意图

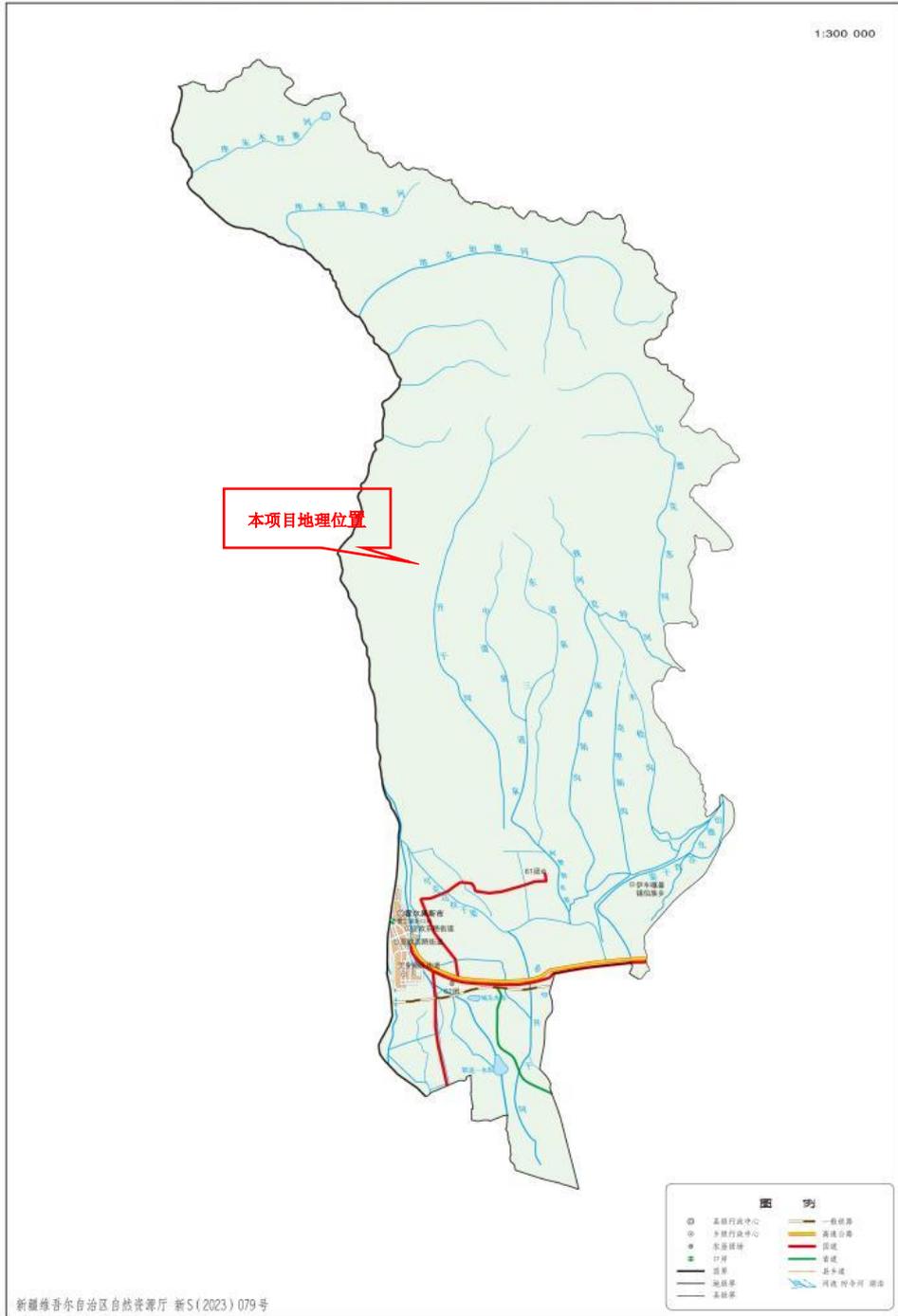


图1-1 本项目地理位置示意图

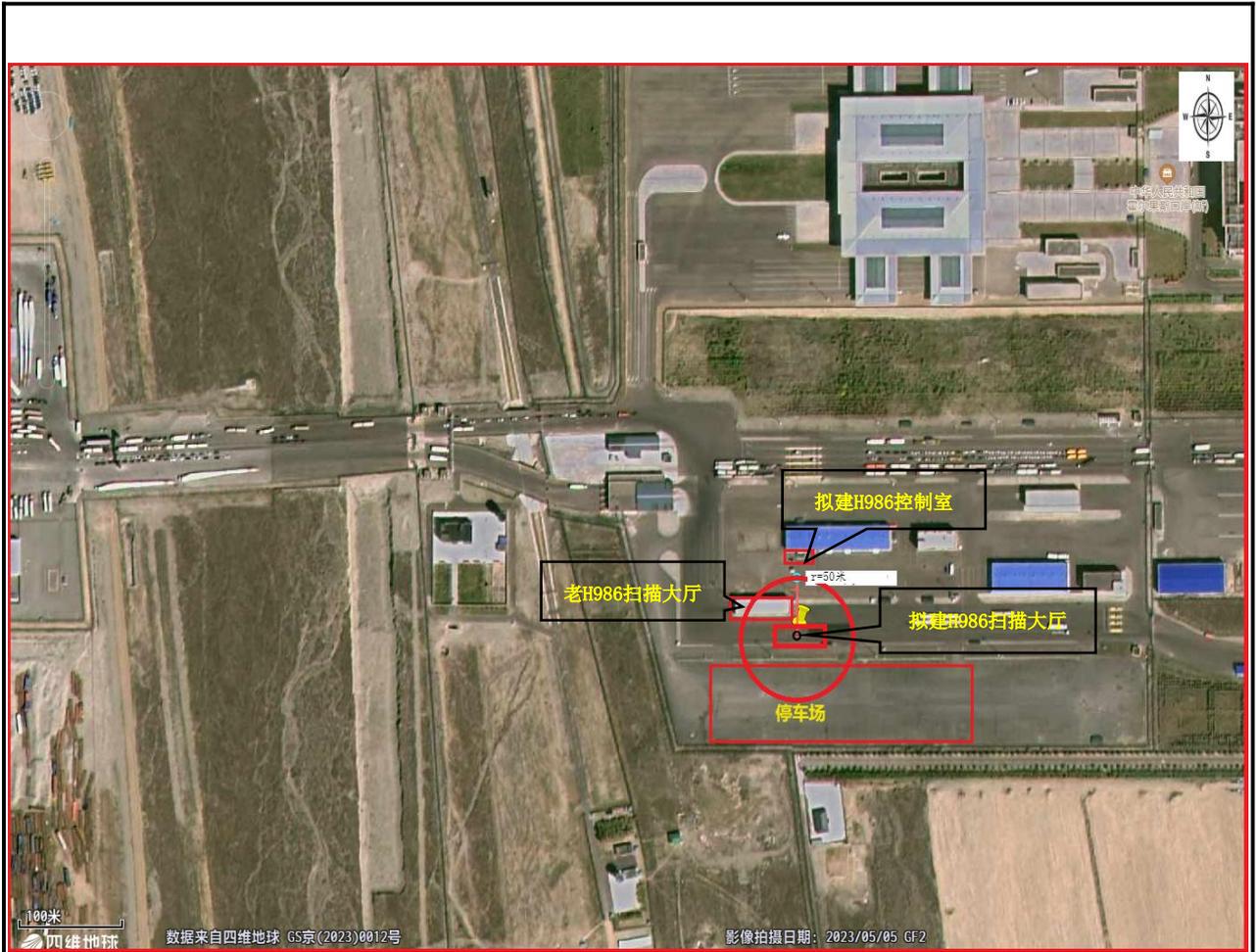


图1-2 本项目评价范围示意图（圆形区域为评价范围）

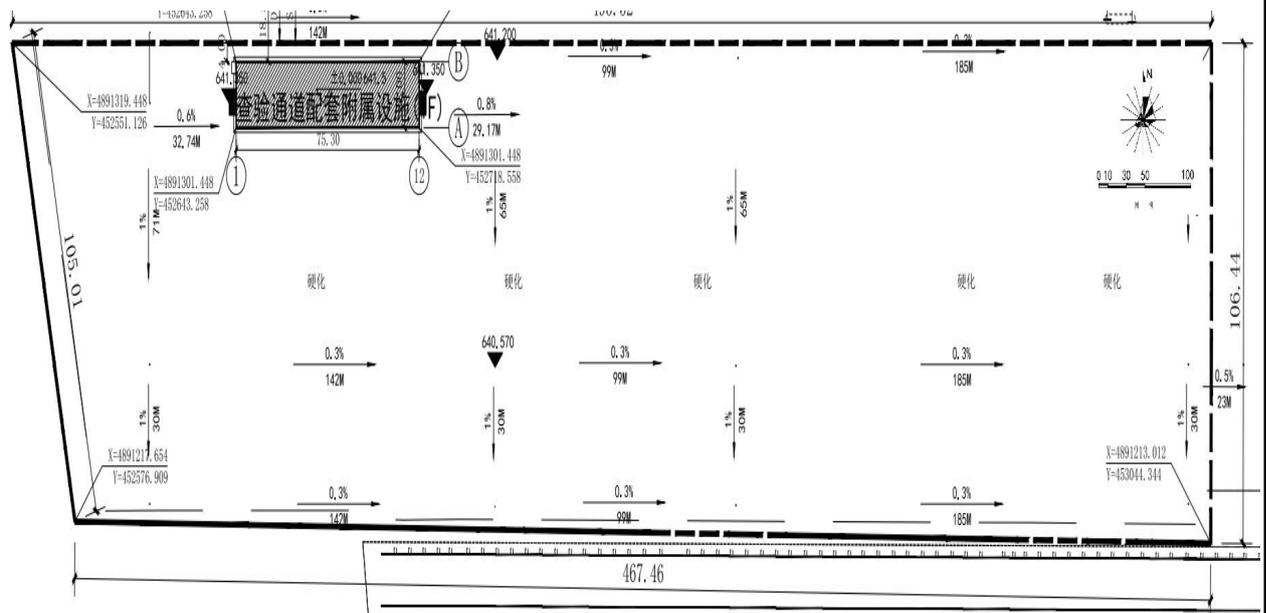


图1-3 本项目平面布局图

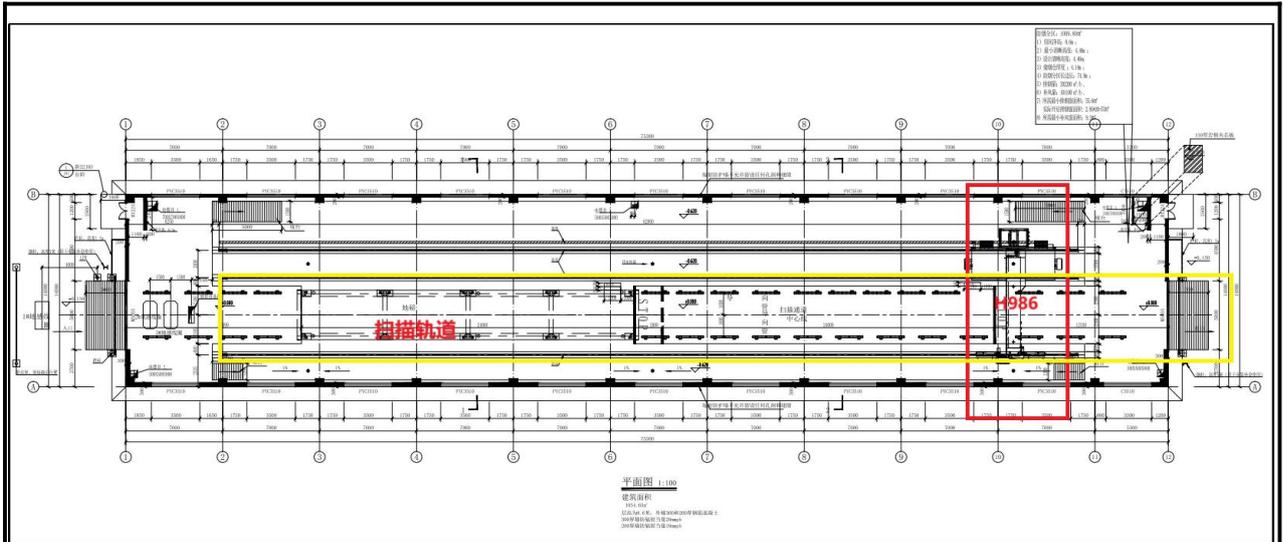


图1-4 MB1215DE组合移动式货物/车辆检查系统扫描大厅平面设计图

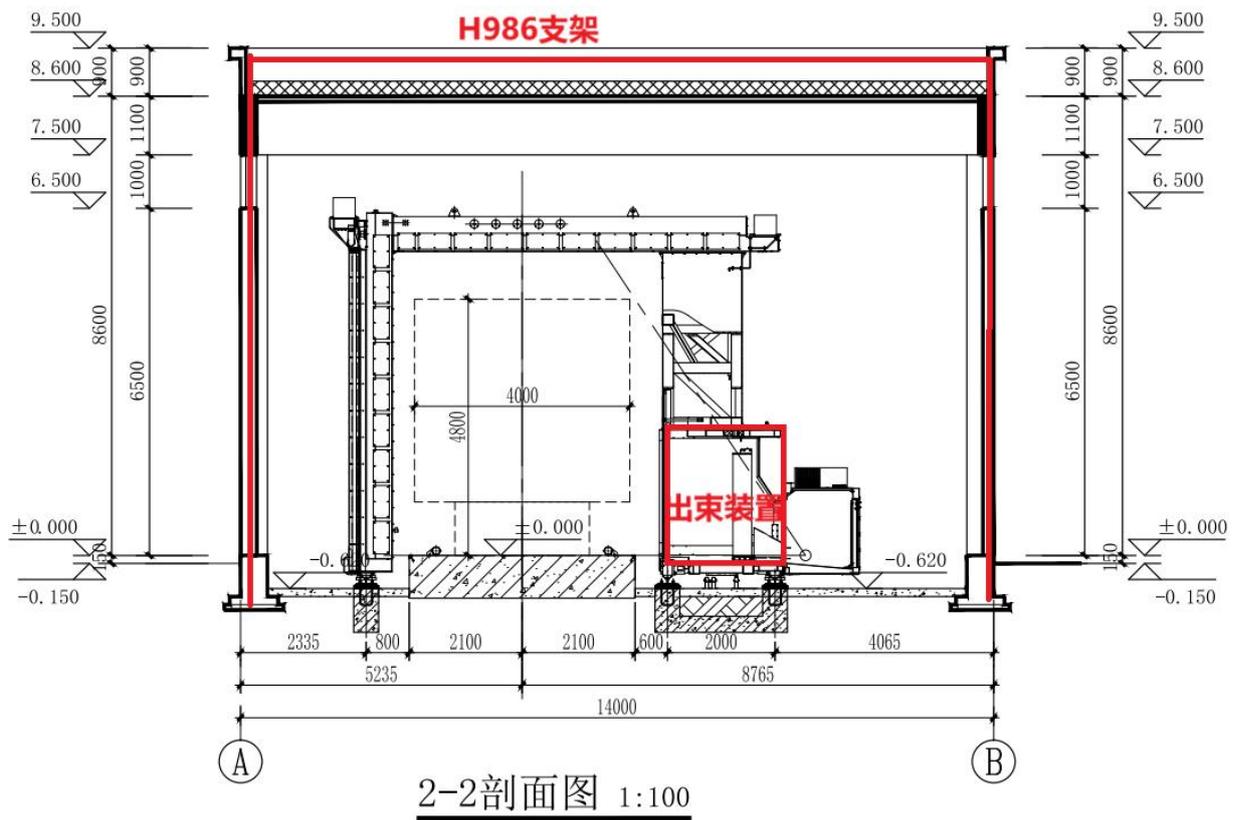


图1-5 MB1215DE组合移动式货物/车辆检查系统立面设计图

## 1.4原有核技术利用项目情况

### 1.4.1 核技术利用现状

中华人民共和国霍尔果斯海关已取得由新疆维吾尔自治区生态环境厅核发的《辐射安全

许可证》，证书编号为新环辐证[01320]，有效期至2029年06月05日，允许种类和范围为：使用II类放射源；使用II类、III类射线装置。

现有核技术利用项目许可及环评履行情况汇总表如下表1-2、表1-3。

**表1-2 现辐射安全许可证上已许可的放射源一览表**

序号	核素	活动种类	类别	总活度×数量	工作场所	环评情况	验收情况
1	Co-60	使用	II类	1.11E+13*1	第四代国门海关查验场	已履行	已验收
2	Co-60	使用	II类	1.11E+13*1	第四代国门海关查验场	已履行	已验收
3	Co-60	使用	II类	1.11E+13*1	铁路出口查验平台准轨距4097#道岔22米处	已履行	已验收
4	Co-60	使用	II类	1.11E+13*1	铁路出口查验平台准轨距4097#道岔22米处	已履行	已验收
5	Co-60	使用	II类	1.11E+13*1	铁路宽轨入境正线距海关检验检疫消毒房西侧63米处	已履行	已验收
6	Co-60	使用	II类	1.11E+13*1	铁路宽轨入境正线距海关检验检疫消毒房西侧63米处	已履行	已验收

**表1-3 现辐射安全许可证上已许可的射线装置一览表**

序号	装置名称	型号	类别	技术参数	工作场所	环评情况	验收情况
1	安全检查用加速器	MT1213DE	II类	粒子能量 6MeV	国际边境合作中心海关查验场	已履行	已验收
2	人体安全检查用x射线装置	BI2002	III类	100kV 2mA	国际边境合作中心联检大厅	已履行	已验收
3	安全检查用加速器	CS1000T	II类	粒子能量 1MeV	国际边境合作中心入境车检通道	已履行	已验收
4	安全检查用加速器	RF9010	II类	粒子能量 9MeV	霍精线K288+667处	已履行	已验收
5	安全检查用加速器	RMG7000	II类	粒子能量 7.5MeV	南部联检区货运出境通道	已履行	已验收

6	安全检查用加速器	RMG7000	II类	粒子能量 7.5MeV	南部联检区货运入境通道	已履行	已验收
7	安全检查用加速器	RMG7000	II类	粒子能量 7.5MeV	南部联检区客运入境通道	已履行	已验收
8	人体安全检查用x射线装置	BI2002	III类	100kV 2mA	南部联检区联检大厅	已履行	已验收
9	人体安全检查用x射线装置	BI2002	III类	100kV 2mA	南部联检区联检大厅	已履行	已验收

### 1.2.2 辐射安全管理现状

#### (1) 辐射环境安全管理机构

为了加强辐射安全和防护管理，做好射线装置和放射源的使用管理工作，保证设备正常使用，避免发生各类事故，保障各类人员的健康，中华人民共和国霍尔果斯海关已成立辐射安全和环境保护管理领导小组，由薛强强担任组长，相关科室成员担任组员。海关后续应根据本项目新增加的射线装置情况，继续完善现有辐射安全与防护管理小组相关职责，将本项目内容纳入现有的辐射防护管理职责中，进一步明确管理小组的相关职责。

#### (2) 已建立的辐射防护规章制度及执行情况

中华人民共和国霍尔果斯海关已制定针对现有射线装置和放射源使用情况已制定了一系列辐射安全管理制度和操作规程，通过不断完善相关的辐射安全管理制度和人员培训，确保放射性同位素和射线装置的安全使用及运行。目前海关已制定制度有：《检查系统安全操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《放射源及射线装置操作使用及检修制度》《放射源及射线装置安全保卫制度》《放射现场管理制度》《设备检修维护制度》《人员培训制度》《放射工作人员健康管理制度》《监测方案》《辐射事件及意外事件管理和应急处置办法》《辐射应急响应计划》以及《辐射事故应急预案》等。海关后续应根据本项目新增射线装置情况，完善修订海关现有辐射安全规章制度内容，将本项目内容增加到现有的辐射规章制度中。

#### (3) 工作人员培训

根据建设单位提供的材料，中华人民共和国霍尔果斯海关目前辐射工作人员共计15人，

均已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格单。本项目3名辐射工作人员拟从现有辐射工作人员内部调配，本项目3名辐射工作人员已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格单。

#### (4) 个人剂量监测和职业健康体检

医院已委托乌鲁木齐海关技术中心对辐射工作人员佩戴的个人剂量计进行监测并出具检测报告，海关辐射工作人员的个人剂量当量能够满足管理限值要求。

海关对于辐射工作人员都已经进行职业健康检查，并已计划每两年对辐射工作人员进行一次职业健康检查，根据职业健康检查表结果显示，参加本次职业健康检查的工作人员均无职业病症状，海关现有辐射工作人员身体健康状况良好，调配的3名工作人员可继续从事辐射工作。

#### (5) 辐射事故应急管理

海关已设立辐射事故应急领导小组作为应急响应机构，明确机构组长、成员相关职责；针对可能发生辐射事故类型，指明环境风险因素，严格按照事故应急处理程序进行事故处理和采取应急处置措施；明确事故状态下信息报告与联系方式；日常工作中，加强对海关辐射事故应急机构成员的培训，提高领导小组成员应对辐射突发公共事件的知识 and 能力。针对辐射工作人员，加强教育，严格按照规程操作，提高核安全文化素养。

根据海关提供资料可知，海关原有核技术项目在运行过程中，未发生相关辐射事故，所有安检设备运行均正常，辐射工作场所未发现辐射剂量异常情况，人员未发生超剂量照射情况，所有辐射安全设施运行正常。海关原有核技术项目在运行过程中未产生放射性三废，未产生废旧放射源。

### 1.5 评价目的

- 1、对项目拟建场址进行辐射环境现状监测，以掌握该场址的辐射环境本底状况；
- 2、对项目运行后产生的辐射环境影响进行预测，对周围环境可能产生的不利影响和存在的问题提出防治措施；
- 3、为项目的辐射环境管理决策提供科学依据。

**表 2 放射源**

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) × 枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

**表 3 非密封放射性物质**

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)。

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大 能量 (MeV)	额定电流 (mA) /剂 量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
1	组合移动式 货物/车辆检 查系统	II类	1	MB1215DE	电子	6/3	距靶1m的等中心处 的X线辐射剂量率为 4.38Gy/h	安全检查	中欧班列霍尔果 斯集结中心大件 设备中转区H986 扫描大厅	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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 ( $\mu\text{A}$ )	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	气态	/	/	极少量	极少量	极低浓度	/	经大气扩散稀释，其影响可不考虑
氮氧化物	气态	/	/	极少量	极少量	极低浓度	/	经大气扩散稀释，其影响可不考虑
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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/m<sup>3</sup>；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/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日起修订实施，2018年修订）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2003年9月1日起施行，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日起实施）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号，2017年）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（中华人民共和国国务院令449号，根据2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订）；</p> <p>(6) 《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日施行）；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021版，2020年11月30日）；</p> <p>(8) 《关于发布射线装置分类的公告》（环境保护部公告2017年第66号，2017年12月5日）；</p> <p>(9) 《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192号，2015年7月1日起施行）；</p> <p>(10) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（生态环境部令第20号，2021年修订）；</p>
技术标准	<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》（HJ 10.1-2016）；</p> <p>(3) 《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）；</p> <p>(4) 《辐射型货物和（或）车辆检查系统》（GB/T19211-2015）；</p> <p>(5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157—2021）；</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ61—2021）；</p> <p>(7) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。</p> <p>(8) 《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）。</p>
其他	<p>(1) 《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查报告》（1989年）；</p>

- (2) 《环境影响评价委托书》（中华人民共和国霍尔果斯海关）；
- (3) 《辐射防护导论》（方杰，1988年8月）；
- (4) 《NCRP 151》（美国国家辐射防护与测量委员会）。

## 表7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

本项目使用II类射线装置，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/T10.1-2016)的规定，“……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）……”，本项目建设长75.3m、宽14m的混凝土实体屏蔽扫描大厅，出/入口设置电动档杆并张贴警示标识，禁止无关人员进入。因此本项目辐射环境评价范围确定为扫描大厅外延50m区域，车辆检查装置周边环境和评价范围见图1-2、图1-3。

### 7.2 保护目标

本项目拟建场所评价范围内无居民住宅，因此本项目保护目标主要为工作场所周围活动的职业人员和周围公众人员，本次评价环境保护目标详见下表7-1。

表7-1 本项目主要环境保护目标一览表

所在场所	方位	与扫描大厅的距离 (m)	人数	保护目标
控制室（老H986控制室）	扫描大厅北侧	70	3	职业人员
扫描大厅周围（引导员）	/	/	1	
老H986扫描大厅	扫描大厅西北侧	15~20	10人/h	公众成员
车辆待检区	扫描大厅西侧	45~50	10人/h	公众成员

### 7.3 评价标准

#### 1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定：

“第4.3.3.1条 对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。”

“第4.3.3.2条 防护与安全最优化的过程，可以从直观的定性分析一直到使用辅助决策技术的定量分析，但均应以某种适当的方法将一切有关因素加以考虑，以实现下列目标：

a) 相对于主导情况确定出最优化的防护与安全措施，确定这些措施时应考虑可供利用的防护与安全选择以及照射的性质、大小和可能性；

b) 根据最优化的结果制定相应的准则，据以采取预防事故和减轻事故后果的措施，从而限制照射的大小及受照的可能性。”

附录B中规定的职业照射和公众照射的年剂量限值：

## 附录B1.1职业照射

### 附录B1.1.1剂量限值

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

- a) 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；
- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；

### 公众照射剂量限值

## B1.2 公众照射

### B1.2.1剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

- a) 年有效剂量，1mSv；
- b) 特殊情况下，如果各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，对辐射工作值的一个合理达到的尽可能低的水平。

根据辐射防护最优化原则，应尽量降低人员受照剂量。本报告表对于辐射工作人员年有效剂量限值的1/4作为年有效剂量约束值，本项目职业工作人员的职业照射年剂量约束值取5mSv/a；公众人员采用年剂量限值的1/10，即0.1mSv/a作为年剂量管理约束值。

## 2、《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中规定：

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 $\gamma$ 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 辐射水平控制要求

### 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GB 18871的要求，并制定年计量管理目标值。

### 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 $2 \times 10^{-5}$ ；其他情况下应不大于 $1 \times 10^{-3}$ 。

### 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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

#### 6.3.2 驾驶员位置一次通过周围剂量当量

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

#### 6.3.3 控制室周围剂量当量率

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

## 7 辐射安全设施要求

### 7.1 安全联锁装置

#### 7.1.1 出束控制开关

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

#### 7.1.2 门联锁

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

### 7.1.3 紧急停束装置

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

### 7.1.4 加速器输出剂量联锁

X射线检查系统的加速器输出剂量超出预定值时，加速器应能自动停止出束。

## 7.2 其他安全装置

### 7.2.1 声光报警安全装置

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

### 7.2.2 监视装置

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

### 7.2.3 语音广播设备

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

### 7.2.4 辐射监测仪表

根据检查系统特点，配备以下合适的辐射监测仪表：

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

## 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，并设备醒目的警示牌。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。

## 9辐射防护监测与检查

### 9.2验收监测和检查

9.2.1检查系统出厂前，生产单位应按本附录A中的验收监测和检查要求，对设备的辐射防护性能进行全面的型式试验，确认与辐射防护和安全有关的设计要求得到满足后方可出厂。

9.2.2检查系统运营单位在产品正式使用前，应按国家有关法规规定委托具有相应资质的机构按附录A中的要求，进行验收监测和检查，并经审管部门验收合格后方可投入正式运行。

### 9.3常规监测和检查

检查系统在正常运行中，运营单位应按附录A中的要求定期进行常规监测和安全检查，及时排除隐患，杜绝事故的发生。

## 3、《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中规定：

### 4 环境噪声排放标准

4.1建筑施工作业中厂界环境噪声不得超过表1规定的排放限值。

表1 建筑施工作业厂界环境噪声排放限制 单位：dB（A）

昼间	夜间
70	55

4.2夜间噪声最大声级超过限制的幅度不得高于15dB（A）。

#### 4、大气环境评价标准

《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）中7.6条款规定了：辐射源室内应有良好的通风，以保证臭氧的浓度低于 $0.30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中二级标准限值要求，臭氧小时平均浓度限值 $0.20\text{mg}/\text{m}^3$ 。

**表8 环境质量和辐射现状**

**8.1 项目地理位置和场所位置**

本项目位于霍尔果斯市经济开发区霍尔果斯综合保税区，距国门路 0.8 公里。项目中心坐标E:80° 24'40.4673"、N:44° 09'25.5018"。

项目地理位置见上图 1-1。

**8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位**

**8.2.1 评价对象**

拟建车辆检查装置周围的辐射环境现状。

**8.2.2 监测因子**

环境γ辐射空气吸收剂量率。

**8.2.3 监测方案**

- 1、监测单位：乌鲁木齐星辰汇峰环保科技有限公司
- 2、监测日期：2025年7月17日
- 3、监测依据：《辐射环境检测技术规范》（HJ61-2021）
- 4、天气环境条件：天气：晴；温度：30℃；相对湿度：38%
- 5、监测仪器：见表8-1
- 6、监测点位：在拟建辐射工作场所四周及监测点，共布设9个环境γ辐射剂量率监测点。

**表8-1 监测仪器参数**

仪器名称	环境级X、γ巡测仪
仪器型号	RJ32-3602
仪器编号	XCJC-YQ-023
能量响应范围	能量响应：20KeV~3MeV；
剂量率测量范围	探测器剂量率范围：1nGy/h~1000.00μGy/h
检定单位	广东六零二计量检测有限公司
检定证书编号	GD602072505204
有效日期	2025.04.04~2026.04.03

**8.2.4 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。
- 2、监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核合格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，并对仪器进行校验。
- 5、由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。
- 6、报告严格实行三级审核制度，经校对、审核，最后签发。

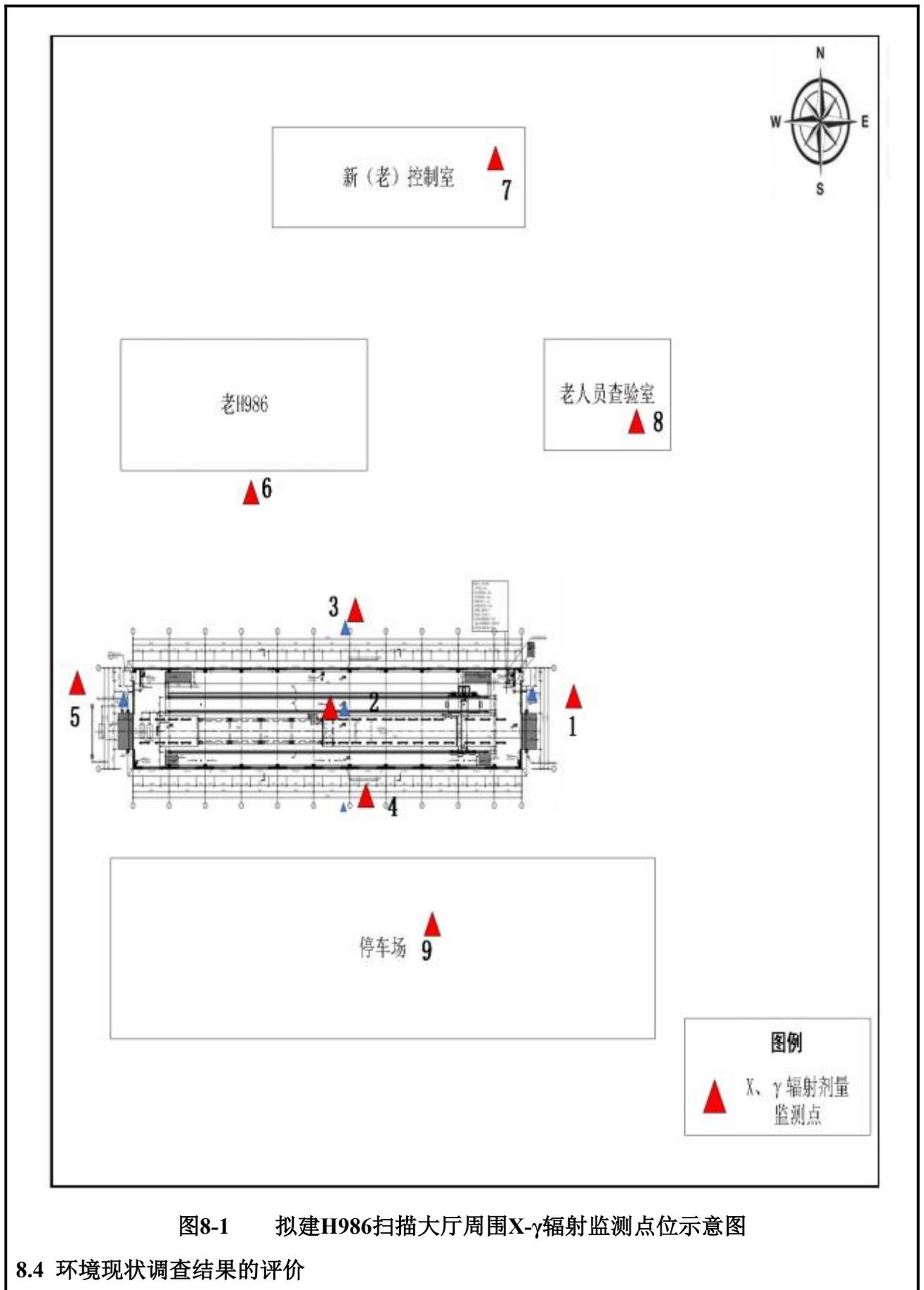
### 8.3监测点位及结果

2025年7月17日，乌鲁木齐星辰汇峰环保科技有限公司对霍尔果斯属地直通集中查验场建设项目（海关H986采购）周围环境进行现状监测，监测布点图见图8-1。检测报告见附件3。本项目监测结果见表8-2。

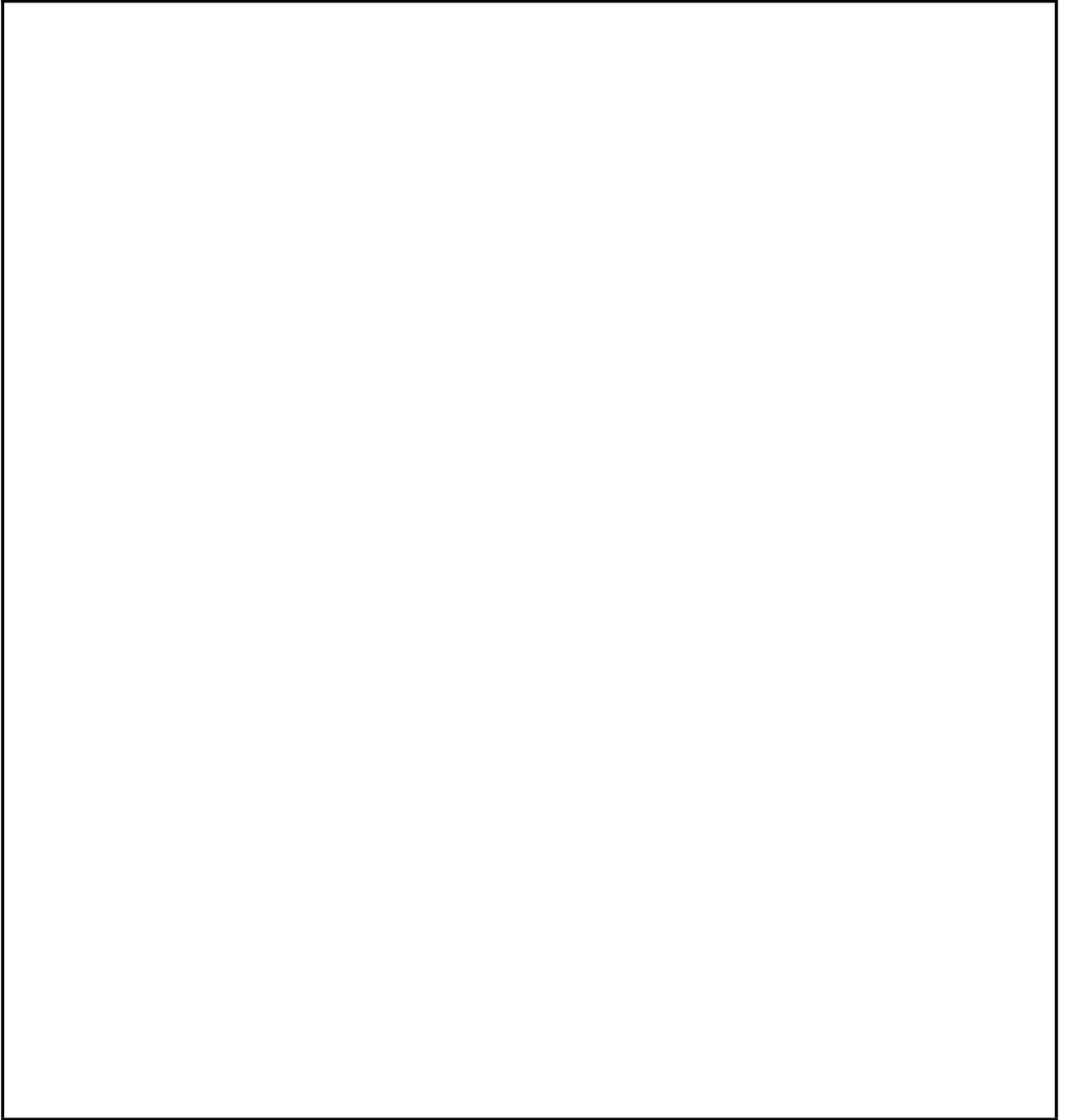
**表8-2 环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测布点及结果一览表**

序号	点位描述	监测结果 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
老 H986 本项目检测时运行工况，能量值：7.5MeV，电流：0.85A，距离新项目点 20m		
1	拟建 H986 扫描大厅东侧（出口）	0.104
2	拟建 H986 扫描大厅中心 （距西侧老检查大厅15m）	0.120
3	拟建 H986 扫描大厅北侧 （距西侧老检查大厅10m）	0.128
4	拟建 H986 扫描大厅南侧	0.119
5	拟建 H986 扫描大厅西侧（进口）	0.120
6	老 H986 扫描大厅南侧防护墙30cm	0.178
7	新（老）控制室（已建）（距拟建中心点70m）	0.098
8	老人员查验室	0.163
9	南侧停车场	0.097
老H986关机状态		
1	拟建H986扫描大厅东侧（出口）	0.091
2	拟建H986扫描大厅中心（距西侧老检查大厅 15m）	0.094
3	拟建H986扫描大厅北侧 （距西侧老检查大厅10m）	0.096
4	拟建H986扫描大厅南侧	0.091
5	拟建H986扫描大厅西侧（进口）	0.092
6	老H986扫描大厅南侧防护墙30cm	0.098
7	新（老）控制室（已建）（距拟建中心点70m）	0.095
8	老人员查验室	0.096
9	南侧停车场	0.094

注：监测结果未扣除宇宙射线响应值。



由表8-2的测量值来看，老H986关机状态拟建H986车辆检查装置周围环境的X- $\gamma$ 辐射致空气吸收剂量率监测结果在0.091~0.098 $\mu$ Sv/h之间；对照《新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查研究报告》中伊犁地区关于“天然贯穿辐射”之“室外剂量率”的范围（0.0774~0.1508 $\mu$ Gy/h），本项目监测结果符合伊犁哈萨克自治州的本底水平范围。



## 表9 项目工程分析与污染源项

### 9.1工程设备与工艺分析

MB1215DE组合移动式货物/车辆检查系统是同方威视技术股份有限公司研制与生产的加速器辐射成像货物检查系统，该型号的检查系统是为适应国内/外海关、港口、航空和公路运输等大批量集装货物实现快速安全检验而设计。



图9-1 MB1215DE系统图

#### 9.1.1MB1215DE安检系统的组成和功能

本项目MB1215DE型组合移动式货物/车辆检查系统包括以下七个部分：

##### (1) 加速器分系统

主要由加速管总成、微波总成、真空装置、恒温水冷却装置、供气装置、调制器等部分组成，其主要功能是受控产生X射线脉冲。

## (2) 探测器分系统

包括阵列探测器、前端电路、探测器电源装置等几部分。其主要功能是将透过集装箱的X射线转换成模拟电信号，并发送到图像获取分系统。

## (3) 图像获取分系统

主要由模数变换与缓冲控制模块、扫描数据获取模块、可编程振荡触发模块等部分组成。

## (4) 扫描控制分系统

扫描控制分系统主要由机械控制模块、多用途互连模块、安全联锁装置、电源控制模块、扫描控制站、扫描控制机柜、手动操作台、辐射剂量监测仪、闭路监视装置、内部对讲装置、声光报警装置等组成，用来保证和控制整个系统的运行。扫描控制分系统可让操作员同时通过多角度摄像监控设备对工作场地进行实时监控，并提供对整个系统安全联锁装置的控制，主要任务包括三方面：一是为各个分系统供电并提供过载短路保护；二是对系统的整个扫描运行过程进行控制；三是在扫描运行过程中保证人员和设备的安全。本项目扫描控制分系统位于扫描大厅西侧控制室内。

## (5) 扫描装置分系统

主要由扫描车、扫描驱动以及厢体间连接机构等组成。其主要功能为承载加速器、探测器及图像获取分系统，并可在扫描控制分系统的控制下对集装箱进行自动扫描。

## (6) 运行检查分系统

控制整个系统运行、检查货物图像，管理与系统运行及图像检查有关的所有数据和信息。

## (7) 辐射防护设施

包括加速器和探测器周围自带屏蔽措施（包括调制器门、加速器X射线机头的面板加速器舱门等）、栏杆、急停按钮、门机联锁等相关屏蔽防护设施，用以保护相关人员免受射线辐照伤害。

## (7) 设备工作方式

(1) 工作人员开启系统，系统开机自检。

(2) 在外场工作人员的指挥下，货物由货主车辆送至货物/车辆辐射检查系统场区内待检停车场。

(3) 根据引导员的指挥，司机驾驶待检货物车辆驶入上坡台，由录入设备采集该货物数据信息，并发送到系统控制室内的计算机内。

(4) 上坡台前的放行杆抬起，待检车辆前轮开上在受检位置，驾驶员下车离开待检车

辆，引导员指引司机步行至出口。确认驾驶员步行至受检车辆司机等候区后，引导员在出口处按下监视装置的确认按钮，将信息反馈回控制室，控制室内工作人员开始扫描工作。

(5) 控制室接收到引导员和司机在出口外的确认信息，控制室工作人员通过检查系统的监视装置再次确认扫描通道内无人员停留后，将扫描通道两端档杆关闭，准备出束时黄色警灯亮，警铃响起；系统开始出束时红色警灯亮、警铃响。检查系统开始运行并产生X射线，开始扫描。

(6) 扫描过程中加速器产生高能X射线脉冲，射线穿过被检车辆；高灵敏度探测器阵列接收X射线，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的扫描图像，通过分析图像形状与外形轮廓，有效辨别、发现错报、违禁、危险品，查明待运品名与货物是否一致。

(7) 扫描过程中，司机撤离至受检车辆司机等候区等待扫描结束；引导员撤离至距离H986运行区域出入口5m外，并在周围巡视，防止人员误入。

(8) 扫描完成后，检查系统停止运行，X射线不再产生，扫描通道挡杆打开，引导员返回，进行下一次的引导工作。

(9) 扫描结束，司机返回扫描通道，将车辆开出。

### **9.1.2 安检系统原理**

MB1215DE组合移动式货物/车辆检查系统是一种加速器成像设备，主要用于对集装箱货物的安全检查。

MB1215DE组合移动式货物/车辆检查系统是利用加速器产生的X射线穿过被探查的运输车辆，被高压充气阵列电离室所接收。由于物品不同部位对X放射线的吸收程度不同，则高压充气阵列电离室输出的信号强弱也不同，将强弱不同的信号经图像处理系统处理后，反映在荧光屏上的就是被探查物品的图像在检测过程中，被准直成窄片状的X射线穿过客体后射入与之相匹配的沿垂直方向排列的阵列电离室探测装置。探测装置由大量相互独立的电离室单元按序排列组成，每个电离室单元的输出信号与其所在位置接收到的X射线强度成正比，而此处X射线又与射线穿行路径上所经客体相应部位的吸收能力相关。把各电离室单元的信号采集并按序排列，显示出来，就获得图像的一条扫描线。随检测门架或被检客体的移动，客体图像的一条条扫描线顺序显示出来，就获得反映运输车辆内部物质分布状况的二维辐射投影图像。

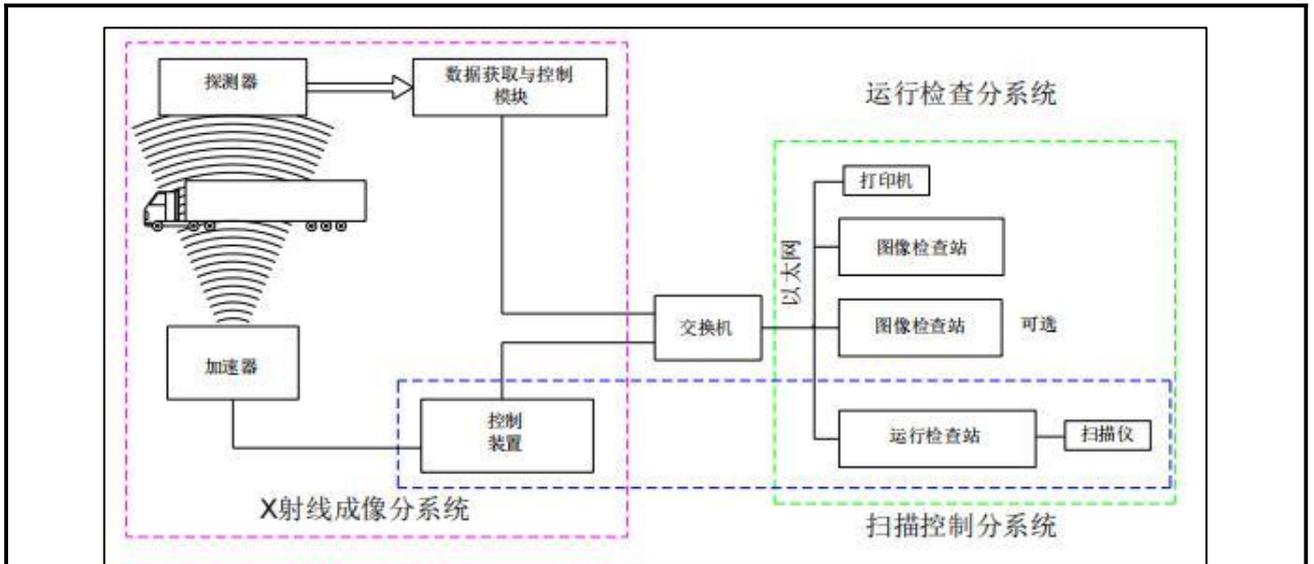


图9-2 检查系统的构成及逻辑机构

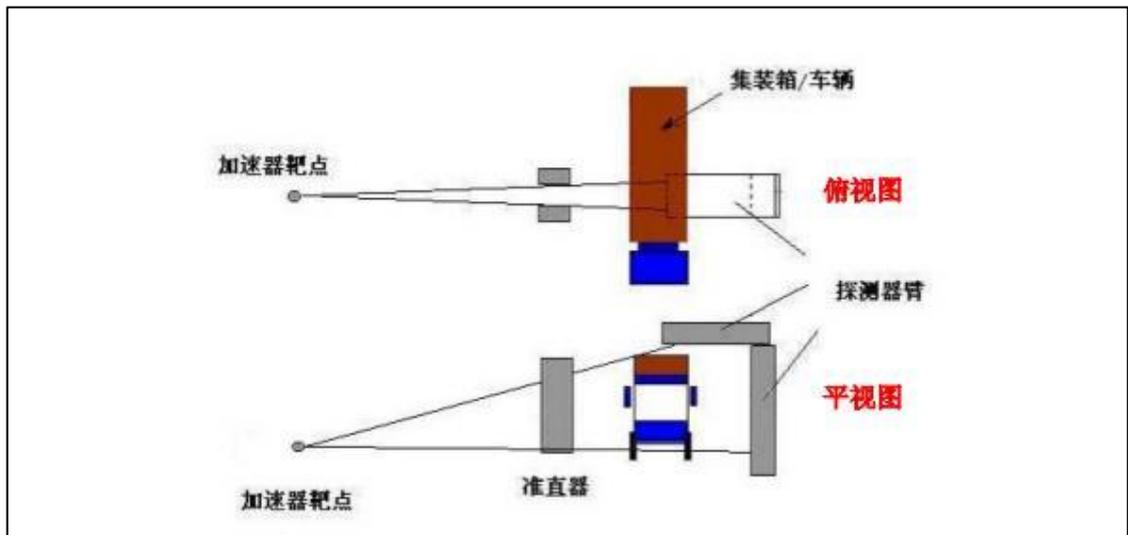


图9-3 MB1215DE检查系统X射线成像分系统示意图

本系统采用交替双能（6/3MeV）驻波电子加速器，它可以按照预先设定的频率交替射出低能（3MeV）和高能（6MeV）的X射线。

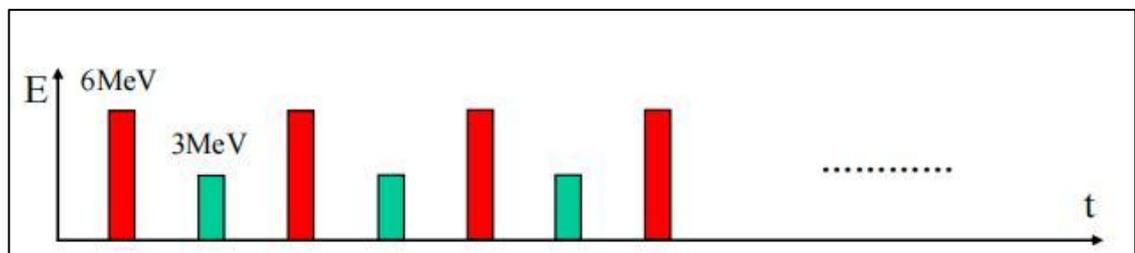


图9-4 6/3MeV交替双能脉冲示意图

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，从而进行物质识别。

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。而不需要来回扫描几次，从而节省了扫描时间、提高了系统的通过率。

### 9.1.3 工作流程及产污环节

MB1215DE型集装箱/车辆检查系统的工作流程及产污环节如下图所示：

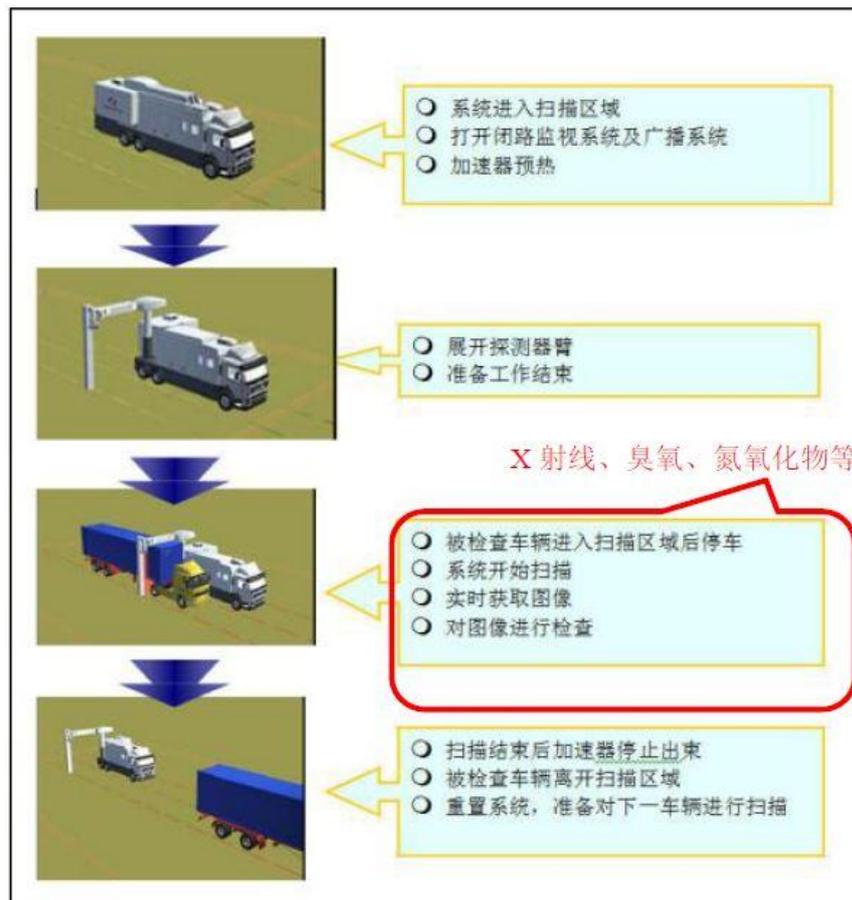


图9-5 MB1215DE安全检查系统的检测流程及产污环节图

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。当扫描结束后，X射线也随之消失。

检查系统出束通过自动触发装置进行，无需引导员引导，引导员主要在监督区之外检查查验大厅内及邻近区域的情况，并及时反馈给控制室。被检车辆行进过程依次触发检查系统设置的区域激光来判定是否为车辆驶入，车型、车速等是否符合出束要求，否则加速器不允许出束。检查系统建有大量的货车/集装箱车辆车型数据库，根据数据库中车型数据，被检

车辆通过时依次触发区域激光系统。若被检车型不能被系统数据库识别，则加速器不能出束。

本项目组合移动式货物/车辆检查系统为移动式查验方式，适用于精细检查，查验时被检车辆静止不动，组合移动式货物/车辆检查系统以0.4m/s的设计速度移动、出束，对被检车辆完成扫描检查，检查过程中辐射工作场所内无人员停留，被检车辆司机将车辆开入检查区域后，离开检查区域至司机候检区进行等候；设备操作人员位于控制室内进行加速器的控制及通过电机控制组合移动式货物/车辆检查系统移动、启停。实际查验工作中多数采用移动模式进行车辆安全检查。

扫描大厅外引导员在系统出束时避开出束方向进行巡检。建设单位应加强对待检车辆司机的提前宣传和告知工作，在查验大厅外合适的位置设置警示标志、检查流程、并进行必要的讲解和指导。具体工作流程如下：

(1) 工作人员开启系统，系统开机自检。

(2) 在外场工作人员的指挥下，货物由货主车辆送至货物/车辆辐射检查系统场区内待检停车场。

(3) 根据引导员的指挥，司机驾驶待检货物车辆驶入上坡台，由录入设备采集该货物数据信息，并发送到系统控制室内的计算机内。

(4) 上坡台前的放行杆抬起，待检车辆前轮开上在受检位置，驾驶员下车离开待检车辆，引导员指引司机步行至出口。确认驾驶员步行至受检车辆司机等候区后，引导员在出口处按下监视装置的确认按钮，将信息反馈回控制室，控制室内工作人员开始扫描工作。

(5) 控制室接收到引导员和司机在出口外的确认信息，控制室工作人员通过检查系统的监视装置再次确认扫描通道内无人员停留后，将扫描通道两端档杆关闭，准备出束时黄色警灯亮，警铃响起；系统开始出束时红色警灯亮、警铃响。检查系统开始运行并产生X射线，开始扫描。

(6) 扫描过程中加速器产生高能X射线脉冲，射线穿过被检车辆；高灵敏度探测器阵列接收X射线，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的扫描图像，通过分析图像形状与外形轮廓，有效辨别、发现错报、违禁、危险品，查明待运品名与货物是否一致。

(7) 扫描过程中，司机撤离至受检车辆司机等候区等待扫描结束；引导员撤离至距离H986运行区域出入口5m外，并在周围巡视，防止人员误入。

(8)扫描完成后，检查系统停止运行，X射线不再产生，扫描通道挡杆打开，引导员返

回，进行下一轮的引导工作。

(9)扫描结束，司机返回扫描通道，将车辆开出。

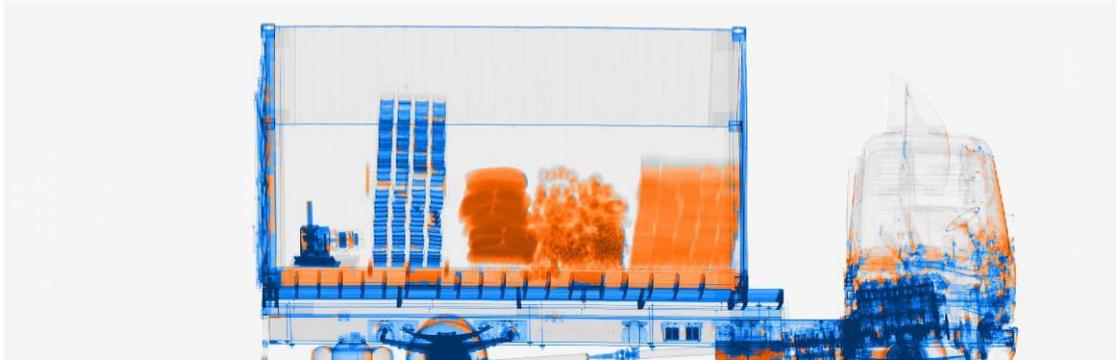


图9-6 MB1215DE系统双能彩色图像（仅供参考）

#### 9.1.4 MB1215DE安检系统工作负荷

根据建设单位提供的资料，本项目预计一年工作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24m长(取最大值，本系统最大检查尺寸，包括集装箱和货车车头)的集装箱需用时约60s，每小时检查20辆左右集装箱车辆，则后续正常运行时，加速器出束时间最多为 $8h \times 20 \times 250d \times 60s / 3600 \approx 667h$ 。辐射工作人员每班3人，5天8小时工作制，一名辐射工作人员为引导员，另外两名辐射工作人员为控制室操作人员，无轮班班。

#### 9.1.5 人流、物流路径规划

本项目运行阶段的人流、物流路径规划。具体见图9-7。

(1) 人流路径规划：本项目辐射工作人员活动区域在控制室及扫描大厅。被检车辆司机的路径为将车辆停放待检区域后，下车走出检查室到受检车辆司机等候区的路径。

(2) 物流路径规划：主要是被探测对象，即被检车辆的移动路径。

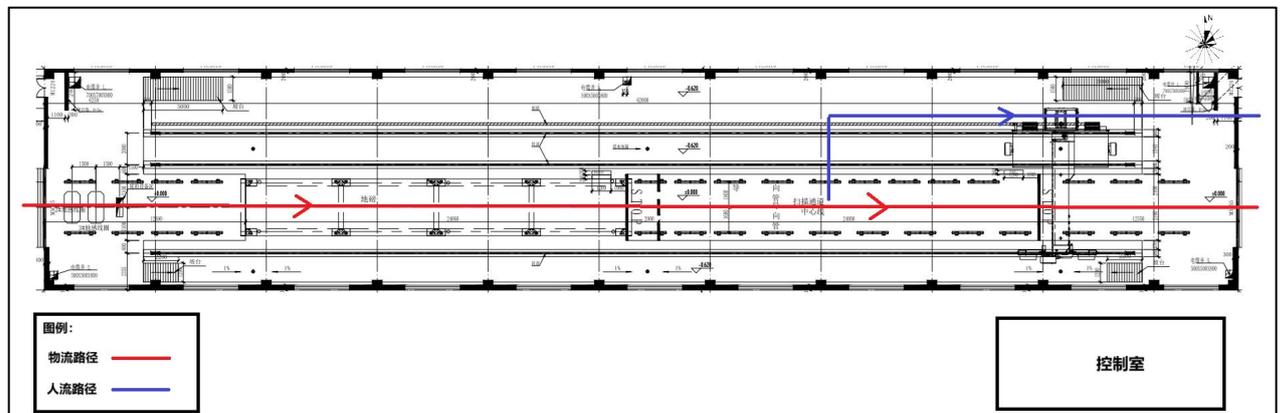


图9-7 MB1215DE安全检查系统的人流、物流路径图

## 9.2 污染源项描述

表9-1 MB1215DE型组合移动式货物/车辆检查系统主要性能参数

项目	指标及参数
射线源	交替双能电子加速器
张角（竖直方向）	47°
型号	MB1215DE
最大能量	最大6MeV（6/3MeV交替双能）
加速粒子	电子
物质识别	区分有机物、无机物，分别用特定的颜色标识
被检查车辆最大尺寸	24m（长）×3.8m（宽）×4.8m（高）
扫描高度	地面上0.4~4.8m
扫描方式	被检物体不动，扫描装置移动
射线束中心轴上距靶1米处的剂量率	4.38Gy/h
加速器泄漏率	不超过2E-05
有用束方向	有用束朝南
扫描速度	0.4m/s

### 9.2.1放射性污染源分析

由加速器的工作原理可知，项目运行期主要污染因子为X射线，来自于系统中的加速器，所产生的X射线是随加速器的开关而产生和消失。根据厂家资料，本项目的MB1215DE型组合移动式货物/车辆检查系统加速器在距靶1m的等中心处的X射线辐射剂量率为4.38Gy/h。加速器产生X射线，扫描货运集装箱后，本项目的辐射源项可分为以下：①透射线，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射线的初级辐射投照到物体表面散射产生的射线。

NCRP报告给出的钨（W）发生光致反应（ $\gamma, n$ ）的阈值为8.0MeV，拟建设项目采用的电子直线加速器最大能量为6MeV，低于钨靶发生（ $\gamma, n$ ）反应的阈值，所以可以不考虑中子贯穿辐射和感生放射性。

### 9.2.2非放射性污染分析

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，不产生固体废物。本项目拟设置辐射工作人员3人，产生的生活垃圾约为1kg/人·天，按照霍尔果斯口岸拟制订工作制度，每天工作8小时，每周工作5天，口

岸常年通关后每年工作50周来计算，本项目每年产生的生活垃圾为0.75t。辐射工作人员产生的生活垃圾统一收集，依托口岸垃圾处理设施，集中收储，由霍尔果斯环卫部门定期清运。

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；本项目拟设置辐射工作人员3人，产生的生活污水约为24L/人·天，按照霍尔果斯口岸拟制订工作制度，每天工作8小时，每周工作5天，口岸常年通关后每年工作50周来计算，本项目产生的每年产生的生活污水为18t。辐射工作人员产生的生活废水依托口岸现有的废水收集系统，集中收储并处理。

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（O<sub>3</sub>）、氮氧化物（NO<sub>x</sub>）。该检查系统安装在足够开阔的空间内，采取自然通风形式（空气的对流和扩散）对O<sub>3</sub>及NO<sub>x</sub>进行稀释。运营期辐射工作场所臭氧浓度满足《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<sup>3</sup>”的限值要求。氮氧化物（主要为二氧化氮）浓度满足《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）中“氮氧化物的浓度低于 0.10 mg/m<sup>3</sup>”。

### 9.3 事故工况下的污染源项

根据本项目设备的使用特点，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）由于管理不善，在加速器出束后工作人员、周围公众成员尚未撤离扫描通道或者在系统出束时现场工作人员、周围公众成员误入辐射控制区，导致上述人群受到不必要的照射。

（2）安全连锁装置或报警系统发生故障的情况下，工作人员无法阻止其进入扫描大厅，导致误入人员受到超剂量照射。

（3）工作人员无法立即终止加速器工作，导致误入人员受到超剂量照射。

（4）维修人员在维修加速器的时候操作不当，加速器误出束，造成的误照射。

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 项目安全设施**

#### **10.1.1 工作场所布局**

本项目共设一台车辆检查装置，H986车辆扫描大厅为单栋单层的钢筋混凝土框架结构建筑，配套建设控制室为单栋单层的钢筋混凝土框架结构建筑，扫描大厅出入口设置电动档杆，档杆与扫描大厅施以围栏防护，出入口安装红外报警装置。整个扫描大厅长75.3m、宽14m，为西南-东北走向的矩形区域。扫描系统主束方向朝南，扫描大厅西侧为入境车辆进口，东侧为车辆出口，北侧为控制室，扫描大厅东北侧约40m处为受检车辆司机等候区。地理位置见图1-1，项目周围环境布局示意图见图1-2。

#### **10.1.2 工作场所分区管理**

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射工作场所的分区原则，“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；将未被定为控制区，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的区域定为监督区”，结合《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）中对于辐射工作场所的分区要求：

##### **“5.1辐射工作场所的分区**

检查系统的辐射工作场所按以下方法进行分区：

a) 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 $40\mu\text{Sv/h}$ 的区域划定为控制区。控制区以外的周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域划定为监督区；

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

c) 对有司机驾驶的货运列车的检查系统，应将辐射源室及有用线束区两侧距中心轴不小于10m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；

d) 与辐射源安装在同一辆车上系统控制室划定为监督区。”

本项目属于无司机驾驶的货运车辆或货物的检查系统，本项目辐射源为电子驻波加速器，位于扫描车上；系统控制室在扫描大厅北侧约70m处。应将辐射源室及周围剂量当量率

大于 $40\mu\text{Sv/h}$ 的区域划定为控制区；控制区以外的周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域划定为监督区，控制室划定为监督区。

#### (1) 控制区

将MB1215DE组合移动式货物/车辆检查系统的扫描大厅实体防护墙及出/入口电动档杆内区域划分为控制区，加速器出束时，禁止任何人在该区域内停留。

#### (2) 监督区

为了保守起见，本项目将扫描大厅墙外、出/入口电动档杆外3m范围设置为监督区，监督区边界可以满足“检查系统监督区边界处的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。”的剂量要求。本项目辐射工作人员操作系统的控制室距离扫描大厅较远，可不设为监督区。

车辆检查装置控制区和监督区示意图见图10-1。

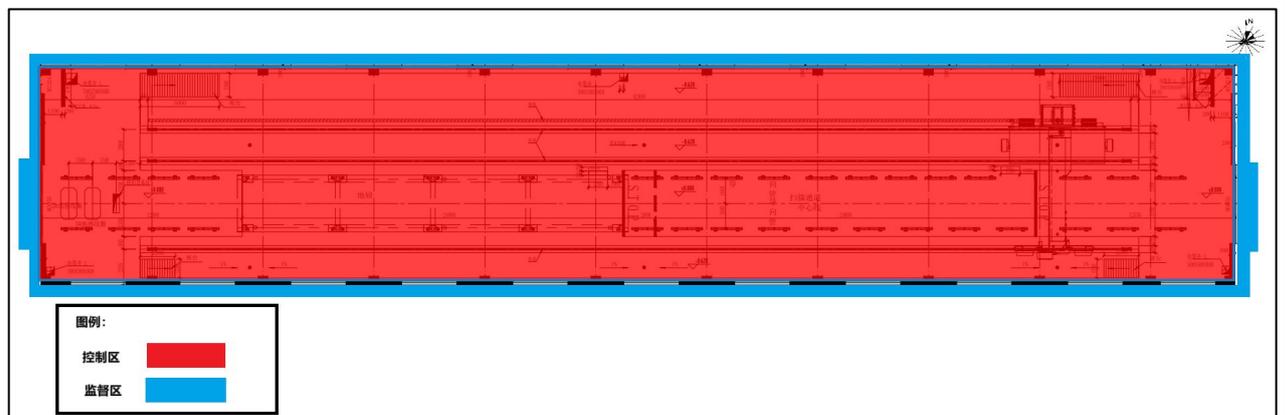


图10-1 车辆检查装置控制区和监督区示意图

### 10.1.3 辐射防护屏蔽设计

本项目屏蔽设计分为组合移动式货物/车辆检查系统屏蔽防护设计和扫描大厅实体屏蔽防护。

MB1215DE型组合移动式货物/车辆检查系统屏蔽防护设计由同方威视技术股份有限公司自主研发制造，因具体屏蔽物厚度涉及商业机密，厂家提供了如下信息：

“MB1215DE设备屏蔽设施等效屏蔽厚度：控制舱等效铅屏蔽厚度为0.1个什值层，准直器等效铅屏蔽厚度为3.5个什值层，横探测器臂架等效铅屏蔽厚度为2个什值层，竖探测器臂架等效铅屏蔽厚度为3.5个什值层。” “加速器舱和控制舱使用了足够的屏蔽，保证加速器舱泄漏率后向不超过 $8\text{E}-06$ ，其余方向不超过 $2\text{E}-05$ ，控制舱及通道口方向不超过 $3\text{E}-06$ ，加速器的泄漏率不超过 $2\text{E}-05$ 。”

MB1215DE型组合移动式货物/车辆检查系统最大能量为 $6\text{MeV}$ ，查NCR 151. P158 附图A.1.a； $6\text{MeV}$ 条件下铅的什值层厚度为 $65\text{mm}$ 。将加速器舱后向、其余方向、控制舱及通道

口方向的泄漏率代入公式11-2,可计算出舱体的等效铅当量厚度。本项目屏蔽设施等效屏蔽厚度见下表10-1, H986扫描大厅屏蔽设计参数见下表10-2。车辆检查装置平面布置示意图见图1-4, 车辆检查装置立面布置示意图见图1-5。

**表10-1 MB1215DE集装箱/车辆检查系统设备屏蔽设计**

屏蔽体	屏蔽设计等效铅当量厚度 mmPb	尺寸 (m)
控制舱舱体	6.5	5*2.5*2.2 (长*宽*高)
准直器	227.5	/
横探测器臂架	130	0.1*0.1*5 (长*宽*高)
竖探测器臂架	227.5	0.1*0.1*6.5 (长*宽*高)
加速器舱舱体 (后向)	332	2.7*2.5*2.2 (长*宽*高)
加速器舱舱体 (其余方向)	306	

注: 因具体屏蔽物厚度涉及商业机密, 屏蔽设计未列出舱体外壳金属的厚度。

扫描大厅屏蔽参数见下表:

**表10-2 H986扫描大厅屏蔽设计参数**

H986扫描大厅墙体	屏蔽物及厚度 (mm)	长度 (m)
北墙 (加速器舱正后方墙体)	混凝土 200	75.3
西墙	混凝土 300	14
南墙 (主束方向屏蔽墙)	混凝土 300	75.3
东墙	混凝土 300	14
顶部	混凝土 200	75.3

#### 10.1.4 辐射安全措施

根据《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015)的相关规定, 本项目拟设置以下辐射安全措施。

##### (1) 辐射源箱的泄漏辐射水平

加速器辐射源箱防护性能较好, 加速器泄漏率不大于  $2E-05$ 。

##### (2) 安全联锁装置

###### 1) 出束控制开关

检查系统操作台上装有出束控制开关。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。

###### 2) 门联锁

辐射源箱体外防护盖板等设置联锁装置，安检系统扫描大厅的门设置联锁装置。任一门或盖板打开时，射线不能产生或出束。

### 3) 紧急停束装置

在检查系统操作台、辐射源箱体等处设有标识清晰的紧急停束装置，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。

### 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。

### 5) 声光报警安全装置

检查系统工作场所设有声光报警安全装置以指示检查系统所处的状态，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。

### 6) 监视装置

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

### 7) 语音广播设备

在检查系统操作台上设有语音广播设备，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。

### 8) 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)X 射线检查系统的加速器出束口处配置辐射剂量监测仪表实时监测输出剂量，可在检查系统操作台上显示输出剂量率。

### 8) 通信线缆铺设

从控制室到扫描大厅加速器的通信线缆铺设方式为地埋式，不会影响到扫描大厅墙体的辐射防护效果。

## 10.1.5 人员防护措施要求

(1)辐射工作人员进入监督区域时应佩戴常规个人剂量计，同时配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时剂量仪报警，辐射工作人员应立即离开工作区域，同时阻止其他人进入工作区域，并立即向辐射防护负责人报告。

(2) 应定期测量周围区域的辐射水平或环境的周围剂量当量率，包括操作人员工作位置和周围毗邻区域人员居留处。

(3) 使用剂量仪前，应检查剂量仪是否正常工作。定期检修设备，有使用寿命的必须按期更换，防止因设备故障而发生辐射事故。

(4) 霍尔果斯口岸拟为职业人员配置相应的防护用品。

根据《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）及《辐射型货物和（或）车辆检查系统》（GB/T 19211-2015）中辐射安全设施要求，本项目对应情况见表10-3。

表10-3 辐射安全设施相关要求

标准名称	标准要求	防护安全要求	本项目防护安全措施	是否满足
《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）	安全连锁装置	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。	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。	建设单位已承诺落实，待落实后符合
		门连锁：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连锁装置，与辐射源安装在同一辆车上的系统控制室的门也应设置连锁装置。上述任一门或盖板打开时，射线不能产生或出束。	在调制器门、加速器机头面板、加速器舱门、电气舱门和扫描通道出入口电动档杆上安装微动开关连锁装置。只有当微动开关连锁装置都关闭时，加速器才允许出束，任一微动开关连锁装置打开时，加速器均不能出束或立即停止	
		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。	在控制台、辐射源室外表面、调制器上、配电柜面板上、探测器舱外、扫描通道出入口电动挡杆等处设置红色急停按钮，在辐射工作场所围栏内和扫描大厅中的内墙体上设置拉线急停开关，当任一紧急停束装置被触发时，加速器应立即停止出束，并只有通过就地复位才可重新启动加速器。	
		加速器输出剂量连锁：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。	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。	
	其他安全装置	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	扫描车探测器臂上装有红、黄、绿三种颜色的警灯和警铃。在移动模式下，当系统上电时，绿色警灯亮；当加速器出束时，红色警灯亮、警铃响。	建设单位已承诺落

		束时，红色警灯闪烁，警铃示警。	在固定模式下，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。	实，待落实后符合
		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。	在扫描车车体外及系统控制舱内各安装一个摄像头，在扫描车行走轨道上安装4个摄像头，相应的监视器装在控制室操作台上，以保证操作人员随时监视整个辐射防护区内的情况。系统配备对讲电话等通讯设备以进行现场指挥与调度，同时保证辐射防护区的人员能与外界保持联络。控制室操作台设有麦克风，在扫描车顶部安装有扬声器。每次出束扫描前或切换为固定扫描模式后首次出束扫描前进行广播提醒现场人员撤离辐射防护区。	
		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。		
		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。	霍尔果斯口岸中欧班列霍尔果斯集结中心大件设备中转区拟设置3名辐射工作人员，均为内部调配。口岸拟为3人配备了个人剂量报警仪，中欧班列霍尔果斯集结中心大件设备中转区拟配备一部X-γ剂量率仪。在加速器出口设有穿透电离室，对加速器输出量进行监测，输出剂量显示屏位于控制室。	
	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0.3mg/m <sup>3</sup> 。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。	本项目检查系统安装在足够开阔的空间内，采取自然通风形式，不涉及辐射源室，不涉及电离废气通风系统，经经验计算，工作时加速器舱内臭氧浓度远低于标准要求。	
《辐射型货物和（或）车辆检查系统》（GB/T 19211-2015）	5.2 紧急停止设备	5.2.1 检查系统应配备有急停按钮等紧急停止设备，使得辐射装置束流能被自动切断或辐射源自动屏蔽，紧急停止设备恢复正常后，系统不应自动启动，需要人工操作才能重新启动。	在控制台、辐射源室外表面、调制器上、配电柜面板上、探测器舱外、扫描通道出入口电动挡杆等处设置红色急停按钮，在辐射工作场所围栏内设置拉线急停开关，当任一紧急停束装置被触发时，加速器应立即停止出束，并只有通过人工操作就地复位才可重新启动加速器。	建设单位已承诺落实，待落实后符合
		5.2.2 急停设备应安装在多个地点，	在控制台、辐射源室外表面、调制器	

	<p>不仅限于操作控制面板、靠近辐射源及探测器的地点。</p> <p>5.2.3 急停设备的工作方式应为故障安全型。如果一个急停设备发生故障，束流应被关断，故障状态应显示在控制面板上。</p> <p>5.2.4 如果断电，射线装置停止出束，辐射源挡板应自动关闭或辐射源自动回到屏蔽装置中。</p>	<p>上、配电柜面板上、探测器舱外、扫描通道出入口电动挡杆等处设置红色急停按钮，在辐射工作场所围栏内均设置急停开关。</p> <p>急停设备的工作方式为故障安全型。任意一个急停开关发生故障时，束流均被关断，且无法启动，此时故障状态显示在控制面板上。</p> <p>一旦发生断电情况，射线装置立即停止出束。</p>				
5.3 安全连锁装置	<p>5.3.1 应安装安全连锁装置防止有人意外接受辐射。辐射束流只能在所有安全连锁都在规定状态下启动。如果运行期间连锁状态发生改变，辐射束流应终止或关闭。安全连锁装置应设计为故障安全型。</p> <p>5.3.2 安全连锁装置应提供连接附加安全设备的接口。</p>	<p>检查系统设置了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并且检查流程正常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、多重的安全装置，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，检查系统均能建立起一种安全状态。</p> <p>本项目安全连锁装置带有连接附加安全设备接口。</p>				
5.4 状态指示灯	<p>5.4.1 应安装状态指示器提供声光报警信号。报警信号至少应在束流发出前5s启动，并在扫描期间一直持续到束流停止。</p> <p>5.4.2 电离辐射警示符号或者标志牌应放置在辐射工作场所边界处。</p>	<p>在扫描车探测器臂上装有红、黄、绿三种颜色的警灯和警铃。报警型号在束流发出前5s启动，在扫描期间一直持续到束流停止。</p> <p>在辐射工作场所围栏四周均设有电离辐射警告标志牌。</p>				
5.5 监视系统	<p>应提供视频监视系统，便于操作人员观察整个辐射工作场所。</p>	<p>在扫描车车体外安装一个摄像头在扫描车行走轨道上安装4个摄像头，相应的监视器装在控制室操作台上，以保证操作人员随时监视整个辐射防护区内的情况。</p>				
7.1 要求	<p>制造商应说明检查系统的扫描速度要求，系统在要求的速度范围内工作时，各部件应运转正常。在正常工作状态下，不同类型的检查系统应分别达到表4中所规定的最低扫描速度要求。</p> <p>表4 扫描速度要求分类</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>类别</th> <th>最低扫</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	类别	最低扫			<p>本项目移动式扫描模式最低扫描速度为：0.4m/s。满足标准中最低扫描速度的要求。</p>
类别	最低扫					

			描速度	
		固定式检查系统	0.4m/s	
		移动式检查系统	0.4m/s	
		通过式快速检查系统	1.5m/s	
		航空托盘类检查系统	0.2m/s	
9.2 周围剂量当量率等剂量曲线	9.2.1 要求	对于仅才用距离防护的检查系统（例如：组合移动式货物/车辆检查系统），作为该产品的型式试验，制造商应测量和提供检查系统辐射工作场所周围剂量当量率2.5μSv/h的等剂量曲线。		制造商通过蒙卡模型计算，提供了对应2.5μSv/h及40μSv/h的等剂量曲线（详见附图1）。

系统辐射安全设施逻辑图见10-2。

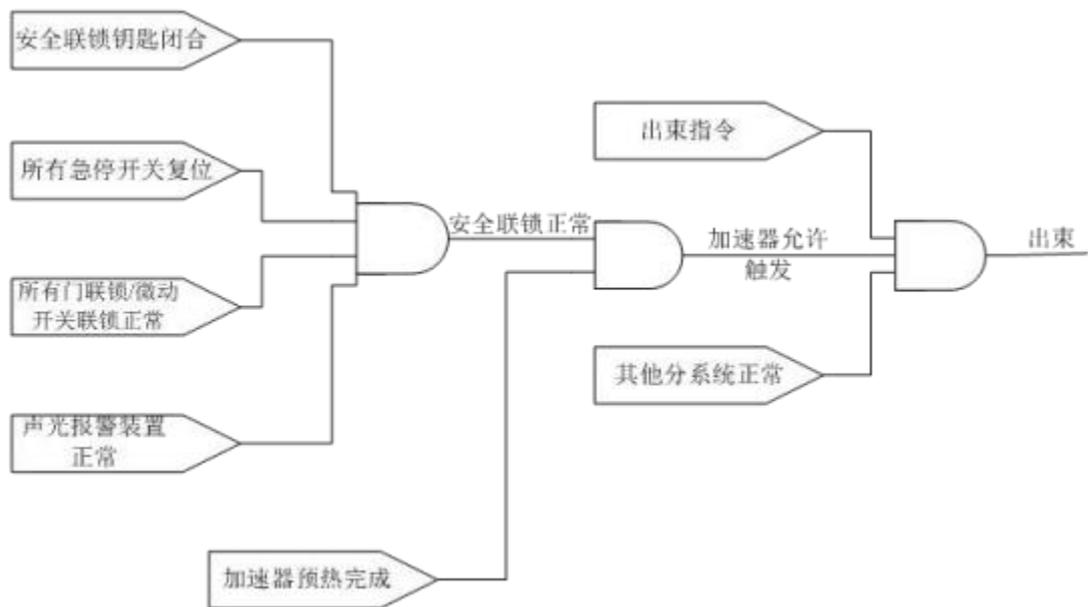


图10-2 MB1215DE 型集装箱/车辆检查系统安全联锁逻辑图

### 10.1.6 职业人员个人防护用具的配备与管理要求

(1) 应根据实际需要为职业人员提供适用、足够和符合有关标准的个人防护用具，并应使他们了解其所使用的防护用具的性能和使用方法。

(2) 职业人员上岗前必须接受有关辐射防护培训，掌握一定的安全防护知识和技能，并经考核合格，在工作中注意做好个人防护，通过时间屏蔽、距离屏蔽，缩短受照时间及受照剂量率，将个人受照剂量合理可行地控制在尽可能低的水平。

(3) 个人防护用具应有适当的备份，以备在应急事件中使用。所有个人防护用具均应妥善保管，并应对其性能进行定期检验。

(4) 霍尔果斯口岸中欧班列霍尔果斯集结中心大件设备中转区拟投入职业人员3名，

工作人员必须佩带个人剂量牌、个人剂量报警器，定期体检，建立个人健康档案。

## **10.2 三废的治理**

加速器最大能量未超过10MeV，不产生含有感生放射性的加速器废靶。不产生放射性废水、废气。

### **10.2.1 固体废物**

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，不产生固体废物。本项目拟设置辐射工作人员3人，产生的生活垃圾约为1kg/人·天，按照霍尔果斯口岸拟制订工作制度，每天工作8小时，每周工作5天，口岸常年通关后每年工作50周来计算，本项目每年产生的生活垃圾为0.75t。辐射工作人员产生的生活垃圾统一收集，依托口岸垃圾处理设施，集中收储，由霍尔果斯专业的环卫清运单位统一清运。

### **10.2.2 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3人，产生的生活污水约为24L/人·天，按照霍尔果斯口岸拟制订工作制度，每天工作8小时，每周工作5天，口岸常年通关后每年工作50周来计算，本项目产生的每年产生的生活污水为18t。辐射工作人员产生的生活废水依托口岸现有的废水收集系统，集中收储并处理。

### **10.2.3 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（O<sub>3</sub>）。本项目检查系统安装在开阔的空间内，处于开放状态，采取自然通风形式（空气的对流和扩散）对O<sub>3</sub>及NO<sub>x</sub>进行稀释。运营期辐射工作场所臭氧浓度满足《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<sup>3</sup>”的限值要求。

表11 环境影响分析

## 11.1建设阶段对环境的影响

本项目施工阶段不会影响老H986, 因此不需要老H986停止运行。

本项目建设内容主要为安检区域基础开挖、地基浇筑、钢筋绑扎、大厅墙体浇筑、混凝土地面浇筑、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: 主要是土石方开挖等;
- (3) 地面施工阶段: 场地混凝土工程;
- (4) 设备安装、装修阶段: 车辆检查装置安装、调试等;
- (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, 但这些方面的影响仅局限于施工现场附近区域, 施工结束后即可消除影响。

(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经沉砂、除渣等预处理后, 会用于道路喷洒降尘等。施工人员生活污水经过统一收集, 由塔克什肯镇市政部门组织设备车辆汇集后排入市政污水管网。

(3) 噪声: 本项目施工过程中各种机械设备产生的噪声, 将对施工现场附近声环境产生一定的影响, 本项目施工地点周围无居民住宅, 因此, 本项目施工产生的噪声对施工现场周围环境影响很小。

施工阶段通过合理安排工期, 将建筑施工环境噪声危害降到最低程度。本项目在施工过程中对施工机械采取减震、隔声等措施, 夜间不施工, 昼间噪声可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)中规定的70dB(A)的标准限值要求。

(4) 固体废物: 项目施工期间, 产生少量以建筑垃圾为主, 生活垃圾为辅的固体废弃物, 生活垃圾以每人每天0.30kg, 按照10人工程队计算, 产生量为3.0kg/d。施工建筑垃圾采取固点堆放, 清运至当地建筑垃圾填埋场; 生活垃圾定点堆放、苫盖, 集中收储, 定期由霍尔果斯专业的环卫清运单位统一清运。

设备安装调试过程均由厂家专业人员进行, 设备调试时应设置醒目的指示牌, 期间加

强巡视工作，禁止无关人员在设备附近逗留。

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 项目运营阶段对环境的影响

### 11.2.1 辐射屏蔽计算参数

本项目 MB1215DE 组合移动式/车辆检查系统电子加速器参数详见下表 11-1，MB1215DE 屏蔽设计参数详见下表 11-2，H986 扫描大厅屏蔽设计参数见下表 11-3，屏蔽计算 TVL 取值情况见表 11-4。

表 11-1 电子加速器参数

项目	指标及参数
射线源	交替双能电子加速器
张角（竖直方向）	47°
型号	MB1215DE
最大能量	最大6MeV（6/3MeV交替双能）
加速粒子	电子
物质识别	区分有机物、无机物，分别用特定的颜色标识
被检查车辆最大尺寸	24m（长）×3.8m（宽）×4.8m（高）
扫描高度	地面以上0.4~4.8m
扫描方式	被检物体不动，扫描装置移动
射线束中心轴上距靶1米处的剂量率	4.38Gy/h
加速器泄漏率	不超过2E-05
有用束方向	有用束朝南
扫描速度	0.4m/s

表 11-2 MB1215DE 组合移动式/车辆检查系统屏蔽设计参数

屏蔽体	屏蔽设计等效铅当量 厚度mmPb	尺寸（m）
控制舱舱体	6.5	5*2.5*2.2 （长*宽*高）
准直器	227.5	/
横探测器臂架	130	0.1*0.1*5 （长*宽*高）
竖探测器臂架	227.5	0.1*0.1*6.5 （长*宽*高）
加速器舱舱体（后向）	332	2.7*2.5*2.2 （长*宽*高）
加速器舱舱体（其余方向）	306	

注：因具体屏蔽物厚度涉及商业机密，屏蔽设计未列出舱体外壳金属的厚度。

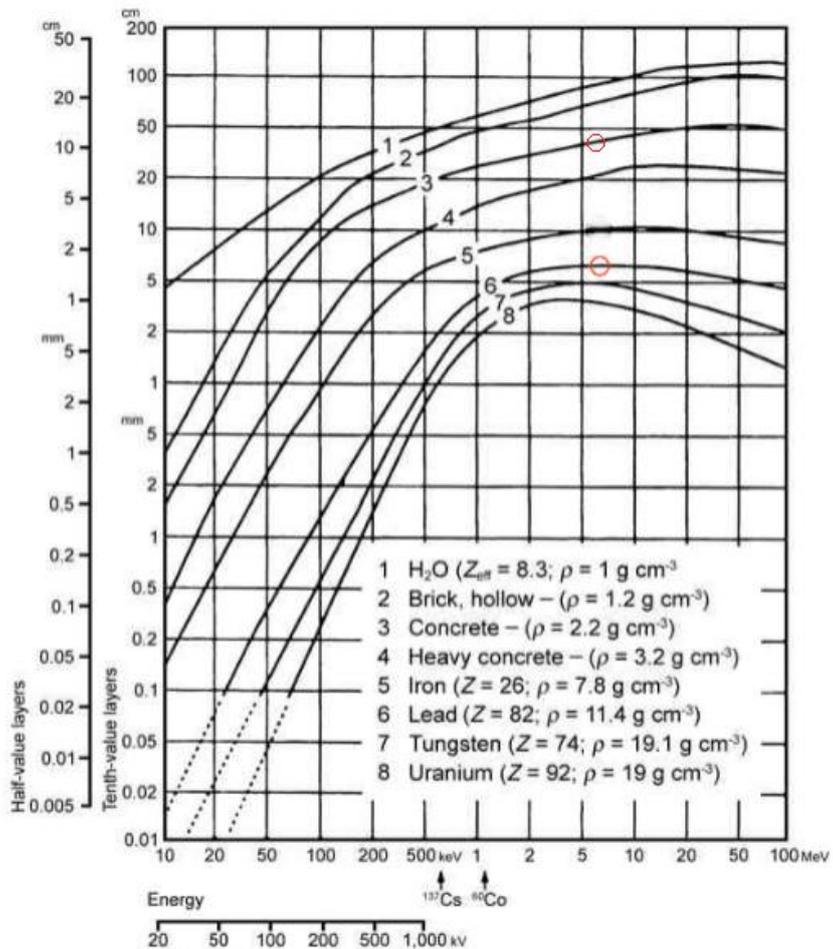
表11-3 H986扫描大厅屏蔽设计参数

H986扫描大厅墙体	屏蔽物及厚度 (mm)	长度 (m)
北墙 (加速器舱正后方墙体)	混凝土 200	75.3
西墙	混凝土 300	14
南墙 (主束方向屏蔽墙)	混凝土 300	75.3
东墙	混凝土 300	14
顶部	混凝土 200	75.3

表 11-4 屏蔽计算 TVL 表 (mm)

材料	6MeV (主射线)	6MeV (次级射线) [1]
铅	65	65
混凝土	360	342

注：6MeV (主射线) 铅、混凝土的TVL的取值参考NCR 151. P158 附图A.1.a；为保守考虑，散射计算时，6MeV次级射线选取 NCR 151. P158 铅、混凝土5MeV条件下对应的TVL，查附图A.1.a可知，5MeV条件下及6MeV条件下，铅的TVL接近，故取相同的参数。



NCR 151. 附图 A.1.a

根据厂家提供的资料、图纸，MB1215DE集装箱/车辆检查系统安检几何参数见表11-5。

表 11-5 MB1215DE 组合移动式/车辆检查系统设备几何参数

参数	相对靶点的距离 (m)	射线束宽度 (cm)	散射面积 (m <sup>2</sup> )
集装箱	3.8	1.2	0.031
探测器	7.6	2.2	0.11

注：散射面积计算：0.012(射线束宽度)×2.591(标准集装箱高度)=0.031m<sup>2</sup>；0.022(射线束宽度)×5(竖探测器臂高度)=0.11m<sup>2</sup>；相对靶点距离和射线束宽度由厂家提供。

### 11.2.2 辐射环境影响计算分析方法

本根据前文辐射源项分析，本项目运营期辐射环境影响主要有①透射线、②散射线、③泄漏射线。

#### (1) 透射计算公式

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

$$H_{I,d,x} = \frac{D_{I_0} B_X T}{(1.67 \times 10^{-5}) d^2} \quad (\text{公式11-1})$$

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

$D_{I_0}$ ——距源1m处的吸收剂量率， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{min}$ ，厂家提供距靶1m处源强为4.38 Gy/h (73mGy/min)；

$B_X$ ——X射线在屏蔽层中的透射比，按式11-2计算；

$d$ ——X射线源与参考点间的距离，m，见图11-1、11-2中标注距离；

$T$ ——参考点的居留因子，计算中保守取1；

$1.67 \times 10^{-5}$ 为单位换算系数。

#### (2) X射线在屏蔽层中的透射比计算公式

根据《Radiation Protection Design Guidelines for 0.1-100MeV Particle Accelerator Facilities》(NCRP Report No.51)，屏蔽穿透比的计算公式具体如下：

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

式中：

$B_x$ ——X射线屏蔽穿透比

$n$ ——十分之一值层的数目；

$d_i$ ——第*i*种屏蔽体厚度，cm；

$TVLi$ ——第*i*种屏蔽体透射线十分之一值层厚度，cm。

### (3) 散射计算公式

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

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

式中：

$H_{I,d_r,X}$ ——关注点的剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

$D_{I0}$ ——距辐射源点（靶点）1m处的输出量， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2/\text{min}$ ；

$\alpha_X$ ——散射因子，参考《辐射防护导论》中图6.4，反射系数保守取值，对于铅取 $5 \times 10^{-3}$ （准直器、探测器），对于铁取 $4 \times 10^{-3}$ （集装箱）（垂直入射，散射角为 $60^\circ$ ）进行计算；

$A$ ——散射面积， $\text{m}^2$ ；

$B_{Xr}$ ——X射线在屏蔽层中的透射比，同 $B_x$ ，按公式11-2计算；

$T$ ——参考点的居留因子，计算中保守取1；

$d_i$ ——辐射源点（靶点）至散射物体的距离，m；见图11-1、图11-2中标注距离；

$d_r$ ——散射体至关注点的距离，m；见图11-1中标注距离；

$1.67 \times 10^{-5}$ 为单位换算系数。

### (4) 漏射计算公式

根据《辐射防护手册第一分册辐射源与屏蔽》，10.4电子加速器屏蔽，漏射辐射可以按下式计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \times f}{R^2} \times B \quad (\text{公式11-4})$$

$\dot{H}$ ——计算点剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

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

$B$ ——屏蔽穿透比，同 $B_x$ ，按式11-2计算；

$f$ ——加速器泄漏率；

$R$ ——源点至关注点的距离， $\text{m}$ 。

### 11.2.3 辐射环境影响分析

本项目设置配套扫描大厅，H986扫描大厅出入口设置电动档杆，出入口张贴电离辐射警示标志，无关人员不得入内，进行安检时，司机下车进入司机等候区，H986扫描大厅内人员停留。各关注点分布情况见图11-1、图11-2。

1点：探测器臂正后方扫描大厅墙体外30cm处；（主射线透射）。

2点：探测器臂侧后方扫描大厅墙体外30cm处；（加速器舱漏射）。

3点：进口电动档杆外30cm处；（探测器散射、集装箱散射、加速器舱漏射）。

4点：加速器舱正后方扫描大厅墙体外30cm处；（加速器舱漏射）。

5点：出口电动档杆外30cm处；（探测器散射、集装箱散射、加速器舱漏射）。

6点：受检车辆司机等候区，扫描大厅东北侧，距扫描大厅约1m；（探测器散射、集装箱散射、加速器舱漏射）。

7点：车辆待检区，扫描大厅西侧，距扫描大厅约40m；（因距离较远未在图中标识；加速器舱漏射）。

8点：控制室系统操作人员操作位处；扫描大厅北侧，距扫描大厅约70m（因距离较远未在图中标识；探测器散射、集装箱散射、加速器舱漏射）。

9点：扫描大厅顶部，高度8.6m（因顶部位置无法在图中标识；探测器散射、集装箱散射、加速器舱漏射）。

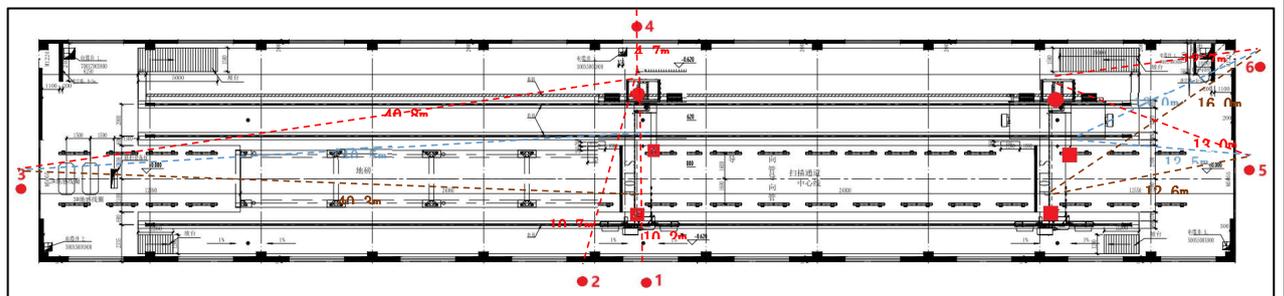


图11-1 关注点示意图1

本项目H986运行区域各关注点处的剂量计算过程如下：

表 11-6 各预测点屏蔽透射比计算结果

序号	关注点描述	射线类型	屏蔽情况	TVL (mm)	屏蔽穿透比 (Bx)
1	探测器臂正后方扫描大厅墙体外30cm处	主射线透射	南侧混凝土墙300mm	360	3.37E-0
			竖探测器臂227.5mmPb	65	5
2	探测器臂侧后方扫描大厅墙体外30cm处	加速器舱漏射	南侧混凝土墙300mm	360	2.09E-0
			加速器舱壁306mmPb	65	6
3	进口电动档杆外30cm处	集装箱散射	西/东侧混凝土墙300mm	342	9.48E-0 2
		探测器散射			9.48E-0 2
		加速器舱漏射	西/东侧混凝土墙300mm	360	2.09E-0
			加速器舱壁306mmPb	65	6
4	加速器舱正后方扫描大厅墙体外30cm处	加速器舱漏射	北侧混凝土墙200mm	360	2.17E-0 6
			加速器舱壁(后向)332mmPb	65	
5	出口电动档杆外30cm处	集装箱散射	西侧混凝土墙300mm	342	9.48E-0 2
		探测器散射			9.48E-0 2
		加速器舱漏射	西侧混凝土墙300mm	360	2.09E-0
			加速器舱壁306mmPb	65	6
6	受检车辆司机等候区, 扫描大厅东北侧, 距扫描大厅约1m	集装箱散射	东侧混凝土墙350mm	342	9.48E-0 2
		探测器散射			9.48E-0 2
		加速器舱漏射	东侧混凝土墙300mm	360	2.09E-0
			加速器舱壁300mmPb	65	6
7	车辆待检区, 扫描大厅西侧, 距扫描大厅约40m	加速器舱漏射	西侧混凝土墙300mm	360	2.09E-0 6
			加速器舱壁306mmPb	65	
8	控制室系统操作人员操作位处, 距扫描大厅约70m	集装箱散射	北侧混凝土墙200mm	342	2.60E-0 1
		探测器散射			2.60E-0 1
		加速器舱漏射	北侧混凝土墙200mm	360	5.45E-0
			加速器舱壁306mmPb	65	6
9	扫描大厅顶部, 高度8.6m	集装箱散射	顶部混凝土墙200mm	342	2.60E-0 1
		探测器散射	顶部混凝土墙200mm		2.60E-0 1

表11-7 关注点辐射剂量率计算结果(透射)

关注点	关注点描述	$D_{10}$ mGy/min	$B_x$	d(m)	$H_{I, d, x}$ $\mu$ Gy/h
-----	-------	------------------	-------	------	--------------------------

1	探测器臂正后方扫描大厅墙体外30cm处	73	3.37E-05	10.2	1.416
---	---------------------	----	----------	------	-------

表11-8 关注点辐射剂量率计算结果（散射）

关注点	关注点描述	射线类型	$D_{10}$ mGy/min	$\alpha_x$	A	$B_{Xr}$	T	di (m)	dr (m)	$H_{I,d,r,X}$ μGy/h	剂量率 (合) μGy/h
3	进口电动档杆外30cm处	集装箱散射	73	4.00E-03	0.031	9.48E-02	1	3.8	40.5	2.17E-03	4.60E-03
		探测器散射	73	5.00E-03	0.11	9.48E-02	1	7.6	40.3	2.43E-03	
5	出口电动档杆外30cm处	集装箱散射	73	4.00E-03	0.031	9.48E-02	1	3.8	12.5	2.28E-02	4.77E-02
		探测器散射	73	5.00E-03	0.11	9.48E-02	1	7.6	12.6	2.49E-02	
6	受检车辆司机等候区，扫描大厅东北侧，距扫描大厅约1m	集装箱散射	73	4.00E-03	0.031	9.48E-02	1	3.8	13.0	2.11E-02	3.65E-02
		探测器散射	73	5.00E-03	0.11	9.48E-02	1	7.6	16.0	1.54E-02	
7	车辆待检区，扫描大厅西侧，距扫描大厅约40m	集装箱散射	73	4.00E-03	0.031	2.60E-01	1	3.8	80.5	1.51E-03	3.19E-03
		探测器散射	73	5.00E-03	0.11	2.60E-01	1	7.6	80.3	1.68E-03	

8	控制室系统操作人员操作位处, 距扫描大厅约70m	集装箱散射	73	4.00E-03	0.031	2.60E-01	1	3.8	77.7	1.62E-03	3.86E-03
		探测器散射	73	5.00E-03	0.11	2.60E-01	1	7.6	74.7	1.94E-03	
9	扫描大厅顶部, 高度8.6m	集装箱散射	73	4.00E-03	0.031	2.60E-01	1	3.8	8.6	1.32E-01	2.78E-01
		探测器散射	73	5.00E-03	0.11	2.60E-01	1	7.6	8.6	1.46E-01	

表11-9 关注点辐射剂量率计算结果（漏射）

关注点	关注点描述	射线类型	$\dot{H}_0$ $\mu\text{Gy/h}$	f	B	R (m)	$\dot{H}$ 剂量率 $\mu\text{Gy/h}$
2	探测器臂侧后方扫描大厅墙体外30cm处	加速器舱漏射	4.38E+06	2.00E-05	2.09E-06	10.7	1.60E-06
3	进口电动档杆外30cm处	加速器舱漏射	4.38E+06	2.00E-05	2.09E-06	40.8	1.10E-07
4	加速器舱正后方扫描大厅墙体外30cm处	加速器舱漏射	4.38E+06	2.00E-05	2.17E-06	4.7	8.61E-06
5	出口电动档杆外30cm处	加速器舱漏射	4.38E+06	2.00E-05	2.09E-06	13.0	1.08E-06
6	受检车辆司机等候区, 扫描大厅东北侧, 距扫描大厅约1m	加速器舱漏射	4.38E+06	2.00E-05	2.09E-06	12.7	1.14E-06
7	车辆待检区, 扫描大厅西侧, 距扫描大厅约40m	加速器舱漏射	4.38E+06	2.00E-05	2.09E-06	80.5	2.83E-08

8	控制室系统操作人员操作位处,距扫描大厅约70m	加速器舱漏射	4.38E+06	2.00E-05	5.45E-06	74.7	8.56E-08
---	-------------------------	--------	----------	----------	----------	------	----------

表11-10 各预测点屏蔽透射因子计算结果(汇总)

序号	关注点描述	射线类型	剂量率 $\mu\text{Gy/h}$	剂量率合 $\mu\text{Gy/h}$
1	探测器臂正后方扫描大厅墙体外30cm处	主射线(透射)	1.416	1.416
2	探测器臂侧后方扫描大厅墙体外30cm处	加速器舱漏射	8.98E-07	8.98E-07
3	进口电动档杆外30cm处	加速器舱漏射	1.10E-07	4.60E-03
		集装箱散射、探测器散射	4.60E-03	
4	加速器舱正后方扫描大厅墙体外30cm处	加速器舱漏射	8.61E-06	9.39E-06
5	出口电动档杆外30cm处	加速器舱漏射	1.08E-06	4.77E-02
		集装箱散射、探测器散射	4.77E-02	
6	受检车辆司机等候区,扫描大厅东北侧,距扫描大厅约1m	加速器舱漏射	1.14E-06	3.65E-02
		集装箱散射、探测器散射	3.65E-02	
7	车辆待检区,扫描大厅西侧,距扫描大厅约40m	加速器舱漏射	2.83E-08	3.19E-03
			3.19E-03	
8	控制室系统操作人员操作位处,距扫描大厅约70m	加速器舱漏射	8.56E-08	3.86E-03
		集装箱散射、探测器散射	3.86E-03	
9	扫描大厅顶部,高度8.6m	集装箱散射、探测器散射	2.78E-01	2.78E-01

由于本项目新建H986扫描大厅和老H986扫描大厅仅相距15米,所以要综合考虑两台H986同时运行的辐射值,根据《表8-2 环境 $\gamma$ 辐射剂量率监测布点及结果一览表》,老H986运行时扫描大厅周围最大辐射剂量为 $0.178\mu\text{Gy/h}$ 。

表11-11 各预测点计算结果叠加老H986影响后综合值

序号	关注点描述	新H986预测值 $\mu\text{Gy/h}$	老H986监测最大值 $\mu\text{Gy/h}$	剂量率合 $\mu\text{Gy/h}$
1	探测器臂正后方扫描大厅墙体外30cm处	1.416	0.178	1.594
2	探测器臂侧后方扫描大厅墙体外30cm处	8.98E-07	0.178	0.178
3	进口电动档杆外30cm处	4.60E-03	0.178	0.183

4	加速器舱正后方扫描大厅墙体外30cm处	9.39E-06	0.178	0.178
5	出口电动档杆外30cm处	4.77E-02	0.178	0.226
6	受检车辆司机等候区,扫描大厅东北侧,距扫描大厅约1m	3.65E-02	0.178	0.215
7	车辆待检区,扫描大厅西侧,距扫描大厅约40m	3.19E-03	0.178	0.181
8	控制室系统操作人员操作位处,距扫描大厅约70m	3.86E-03	0.178	0.182
9	扫描大厅顶部,高度8.6m	2.78E-01	0.178	0.456

由上表计算结果可知：本项目新建H986运行时关注点剂量率最大计算值为1.416μGy/h（探测器臂正后方扫描大厅墙体外30cm处），控制室内系统操作人员操作位处剂量率为3.86E-03μGy/h，满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中场所辐射水平中检查系统监督区边界处的周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h，以及操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于1.0μSv/h的限值要求。本项目新建H986和老H986同时运行时关注点剂量率最大计算值为1.594μGy/h（探测器臂正后方扫描大厅墙体外30cm处），控制室内系统操作人员操作位处剂量率为0.182μGy/h，满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中场所辐射水平中检查系统监督区边界处的周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h，以及操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于1.0μSv/h的限值要求。

#### 11.2.4 年有效剂量估算

本项目各保护目标剂量估算公式如下：

$$H = \dot{H} \times t \times T \times 10^{-3} \quad (\text{公式11-5})$$

式中：

$H$ ：X-γ射线外照射人均年有效剂量当量，mSv；

$\dot{H}$ ：关注点处的剂量率，μSv/h；

$t$ ：X射线照射时间，h；

$T$ ：居留因子。

保护目标剂量率选取依据：

以上述最大工况下的辐射剂量计算结果，估算本项目辐射工作人员及公众成员的受照

剂量。按照最不利的情况，辐射工作人员所在控制室、旅检大楼海关工作人员及进口货物查验平台考虑全居留，居留因子取1；项目周边评价范围内流动人员考虑部分居留，取居留因子为1/16。

根据建设单提供的资料，本项目预计一年工作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24m长(取最大值，本系统最大检查尺寸，包括集装箱和货车车头)的集装箱需用时约60s，每小时检查20辆左右集装箱车辆，则后续正常运行时，加速器出束时间最多为8h×20×250d×60s/3600≈667h。辐射工作人员每班3人，5天8小时工作制，年工作250天。

根据上述参数，本项目辐射工作人员及公众成员最大受照剂量计算结果见表11-11。

表11-11 车辆检查装置运行时各关注点剂量率计算结果一览表

关注点	位置说明	照射类型	照射时间h	剂量率(μSv/h)	居留因子	年有效剂量(mSv/a)	剂量限值(mSv/a)
1	探测器臂正后方扫描大厅墙体外30cm处	职业	667	1.594	1	1.063	5
2	探测器臂侧后方扫描大厅墙体外30cm处	职业	667	0.178	1	0.119	5
3	进口电动档杆外30cm处	公众	667	0.183	1/16	7.63E-03	0.1
	进口电动档杆外30cm处	职业			1	0.122	5
4	加速器舱正后方扫描大厅墙体外30cm处	职业	667	0.178	1	0.119	5
5	出口电动档杆外30cm处	公众	667	0.226	1/16	9.42E-03	0.1
	出口电动档杆外30cm处	职业			1	0.151	5
6	受检车辆司机等候区，扫描大厅东北侧，距扫描大厅约1m	公众	667	0.215	1/16	8.96E-03	0.1
7	车辆待检区，扫描大厅西侧，距扫描大厅约40m	公众	667	0.181	1/16	7.55E-03	0.1
8	控制室系统操作人员操作位处，距扫描大厅约70m	职业	667	0.182	1	0.121	5
9	扫描大厅顶部，高度8.6m	公众	667	0.456	1/16	1.90E-02	0.1

根据表11-11的计算结果可知：

本项目投入运行后，辐射工作人员的最大年有效剂量为1.063mSv/a，公众成员的最大年有效剂量为1.90E-02mSv/a，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定的辐射工作人员、公众成员年有效剂量限值分别为5mSv/a、0.1mSv/a的要求。

### 11.2.5 臭氧、氮氧化物分析

加速器电离空气产生的臭氧、氮氧化物分析，参考《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ 979-2018)附录B有害性气体的产生和排放计算。

空气在辐射照射下产生臭氧(O<sub>3</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)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及其防护。

#### (1) 臭氧的产生

平行电子束所致O<sub>3</sub>的产生率可以用以下公式进行保守的估算：

$$P=45dIG \quad (\text{公式 11-6})$$

式中：

P——单位时间电子束产生O<sub>3</sub>的质量(mg/h)；

I——电子束流强度(mA)；本项目按I=10mA估算；

d——电子在空气中的行程(cm)，本项目取100cm。

G——空气吸收100eV辐射能量产生的O<sub>3</sub>分子数，保守值可取为10。

$$P=45*100*10*10=4.50E+05 \text{ (mg/h)}$$

则臭氧年排放总量=4.50E+05\*693=287.6kg，臭氧月排放总量=287.6/12=23.97kg。本项目扫描大厅设置排风系统，设计通风量不小于1m<sup>3</sup>/s，通风换气次数均可达到2次/h以上，臭氧浓度可以满足《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<sup>3</sup>”的要求，以及《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准中1小时均值≤0.2mg/m<sup>3</sup>的要求。

### 11.2.6 三废影响分析

废气：本项目扫描大厅设置排风系统，设计通风量不小于1m<sup>3</sup>/s，通风换气次数均可达到2次/h以上，臭氧浓度可以满足《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<sup>3</sup>”的要求。

废水：本项目扫描大厅采用先进的实时成像系统，不产生废水，3名工作人员工作期间会产生生活污水，三名工作人员为建设单位内部调配，本项目不新增工作人员，不新增生活污水。

固体废物：本项目扫描大厅采用先进的实时成像系统，不产生固体废物，3名工作人员工作期间会产生生活固体废物，三名工作人员为建设单位内部调配，本项目不新增工作人员，不新增固体废物。

### **11.2.6 声环境相关分析**

运营期在车辆进入的醒目位置配备警示标志牌，禁止安检车辆鸣笛；车辆检查装置对于被检车辆有限速要求，被检车辆均为低速通过，由此，被检车辆产生的噪声较低。

## **11.3 事故影响分析**

### **11.3.1 事故工况**

加速器在意外情况下，可能出现的辐射事故有：

(1) 由于管理不善，在加速器出束后工作人员、周围公众成员尚未撤离扫描通道或者在系统出束时现场工作人员、周围公众成员误入辐射控制区，导致上述人群受到不必要的照射。

(2) 安全联锁装置或报警系统发生故障的情况下，工作人员无法阻止其进入或无法立即终止加速器工作，导致误入人员受到超剂量照射的情况。

(3) 在维修加速器的时候，加速器误出束，造成维修人员的误照射。

### **11.3.2 事故预防措施**

(1) 制定自行检查和年度评估制度，定期检查车辆检查系统的安全装置和防护措施、设施的安全防护效果，落实各项管理制度的执行情况，及时整改事故隐患，预防发生事故；

(2) 建设单位应按相关规定补充完善与本项目有关的安全管理规章制度、安全操作管理程序及应急预案；

(3) 在系统每次开机扫描前，工作人员应检查联锁装置，确保扫描通道内无人员逗留方可开始操作；

(4) 引导员工作时必须随身携带个人剂量报警仪，不允许在没有剂量仪监控的情况下进入扫描大厅，以免超剂量事故的发生；

(5) 系统操作人员应随时通过视频监控系统查看扫描通道内情况；

(6) 严格按照操作规范操作，做好个人防护，杜绝发生意外照射事故；

(7) 中华人民共和国霍尔果斯海关应聘请同方威视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。

(8) 一旦发生辐射事故，应快速启动应急预案，同时向公安部门报警并积极协查；

(9)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》在事故发生后2小时填写《辐射事故初始报告表》向生态环境主管部门和公安部门报告。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。

**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**

为了加强辐射安全和防护管理，做好射线装置和放射源的使用管理工作，保证设备正常使用，避免发生各类事故，保障各类人员的健康，中华人民共和国霍尔果斯海关已成立辐射安全与环境保护管理领导小组，由薛强强担任组长，相关科室成员担任组员。海关后续应根据本项目新增加的射线装置情况，继续完善现有辐射安全与防护管理小组相关职责，将本项目内容纳入现有的辐射防护管理职责中，进一步明确管理小组的相关职责。

根据国家法律、规的要求，从事放射相关工作人员需进行职业健康检查个人剂量监测和辐射安全与防护知识培训。

**12.2 辐射安全管理规章制度**

1、人员资质：根据建设单位提供的材料，中华人民共和国霍尔果斯海关目前辐射工作人员共计15人，均已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格单。本项目3名辐射工作人员拟从现有辐射工作人员内部调配，本项目3名辐射工作人员已取得核技术利用辐射安全与防护考核成绩合格单。人员管理制度应包括：人员培训制度，人员健康及个人计量管理制度，辐射工作人员岗位职责。

2、中华人民共和国霍尔果斯海关已制定针对现有射线装置和放射源使用情况已制定了一系列辐射安全管理制度和操作规程，通过不断完善相关的辐射安全管理制度和人员培训，确保放射性同位素和射线装置的安全使用及运行。目前海关已制定制度有：《检查系统安全操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《射线装置及放射源操作使用及检修制度》《射线装置及放射源安全保卫制度》《放射现场管理制度》《设备检修维护制度》《人员培训制度》《放射工作人员健康管理制度》《监测方案》《辐射事件及意外事件管理和应急处置办法》《辐射应急响应计划》以及《辐射事故应急预案》等。海关后续应根据本项目新增射线装置情况，完善修订海关现有辐射安全规章管理制度内容，将本项目内容增加到现有的辐射规章管理制度中。

3、中华人民共和国霍尔果斯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。

4、霍尔果斯口岸应针对本次新建项目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

为了及时掌握显现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。单位每季度开展一次自行监测，并建立监测技术档案。

①监测频度：委托监测每年常规监测一次，自行监测，每季度一次。

②监测范围：工作场所周围环境。

③监测项目：X- $\gamma$ 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、 $\gamma$ 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。《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143—2015）中相关内容对照情况见下表。

表12-1 辐射防护监测与检查

标准要求	内容	本项目安全操作措施
验收监测和检查	检查系统出厂前，生产单位应按本附录A中的验收监测和检查要求，对设备的辐射防护性能进行全面的型式试验，确认与辐射防护和安全有关的设计要求得到满足后方可出厂。	本项目组合移动式货物/车辆检查系统出厂前需要按照《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）中附录A的验收监测和检查要求出具检测报告。
	检查系统运营单位在产品正式使用前，应按国家有关法规规定委托具有相应资质的机构进行验收监测和检查，并经监管部门验收合格后方可投入正式运行。	本项目正式投入使用前，口岸应按国家有关法规规定，委托具有相应资质的机构进行验收监测和检查，并经监管部门验收合格后方可投入正式运行。
常规监测和检查	检查系统在正常运行中，运营单位应按附录A要求定期进行常规监测和安全检查，及时排除隐患，杜绝事故的发生。	口岸按照《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）附录A要求定期进行常规监测和安检查，及时排除隐患，杜绝事故的发生。

表12-2 本项目监测计划

工作场所	监测项目	监测设备	监测频次	监测范围
H986扫描大厅	X-γ射线空气吸收剂量率	X-γ辐射监测仪	自主监测：每季度至少1次；委托监测：每年1次	控制室、四周屏蔽墙外

#### 12.4 辐射事故应急预案

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条之规定，中华人民共和国霍尔果斯海关应制定辐射事故应急预案。中华人民共和国霍尔果斯海关现已制定《霍尔果斯口岸H986集装箱检查系统辐射事故应急管理办法》，海关已设立辐射事故应急领导小组作为应急响应机构，明确机构组长、成员相关职责；针对可能发生辐射事故类型，指明环境风险因素，严格按照事故应急处理程序进行事故处理，采取的应急处置措施；明确事故状态下信息报告与联系方式；日常工作中，加强对海关辐射事故应急机构成员的培训，提高领导小组成员应对辐射突发公共事件的知识和能力。针对辐射工作人员，加强教育，严格按照规程操作，提高核安全文化素养。

本评价项目发生事故的风险主要是霍尔果斯口岸的管理问题，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等安全设施及其他各项辐射防护措施，严格遵守操作规程。

##### 1、应急处置的基本原则

辐射安全突发事件的处置，遵循以下原则。

(1) 预防为主、常备不懈。坚持预防为主的方针，做好各项日常检查工作，做到常备不懈。宣传普及环境应急知识，不断提高工作人员环境安全意识。建立和加强突发环境事件的预警机制，切实做到及时发现、及时报告、快速反应、及时控制。

(2) 统一领导，分工负责。单位辐射安全实行法人负责下的分级定责管理，不同等级的突发事件，启动相应级别的预警和响应。

(3) 依靠科学、快速反应。不断完善应急反应机制，强化人力、物力、财力贮备，增强应急处理能力；依靠科学，加强指导，规范业务操作，实现应急工作的科学化、规范化。

## 2、应急组织及职责

(1) 第一责任人负责总体指挥和调配；辐射防护安全领导小组负责具体实施应急行动；安全防护部门负责现场监控辐射剂量以及配合生态环境、卫生健康的剂量监控；各部门的安全员负责清点岗位人员，操控装置恢复安全状态，在上级的指令下完成设备的转、停、修复和配合工作；办公室负责对外联络、上报、请示、引导和接待工作，文档的记录、收集、整理和备案。

(2) 应急调配原则：即在发生应急事件时，第一责任人或第一责任人指派的总负责人，可以临时调配霍尔果斯口岸所有员工投入抢险和救治工作。如果有生态环境等上级主管部门的指挥人员在场，应听从其调配。

(3) 事故报告和评估：辐射事故责任单位及人员发现或获知辐射事故时，应在2小时内向所在市、县级以上生态环境行政主管部门报告。辐射事故的报告的主要包括：辐射事故的类型、发生时间、地点、污染源、人员受害情况、受害面积及程度、辐射事故潜在的危害程度、转化方式趋向等初步情况。

(4) 应急程序：发生辐射事故时，则防止公众进入警戒区，及时将事故情况上报使用地生态环境行政主管部门，人员伤亡情况上报卫生健康行政主管部门。通过以上措施来有效防范和处置突发事故，将事故发生的概率和事故危害控制到最低程度。一旦发生辐射事故，将及时处理，采取必要的防范措施，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》（环发〔2016〕145号），在事故发生后2小时内填写《辐射事故初始报告表》，由辐射事故应急小组上报当地生态环境行政主管部门及省级生态环境行政主管部门，同时上报公安部门，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。并及时组织专业技术人员排除事故。配合各相关部门做好辐射事故调查工作。

(5) 监督检查安全培训及健康管理：霍尔果斯口岸从事辐射操作的工作人员应持证上岗，对操作人员的防护及健康等情况进行抽查，以便对从事辐射操作工作人员的辐射剂量进行监督，杜绝超剂量上岗。霍尔果斯口岸应配备便携式监测仪器，对工作场所进行不定期的监测。

(6) 应急培训与演习：辐射安全管理机构负责根据实际情况，组织和实施本单位的辐射事故应急演练，每年至少组织一次辐射应急演练。演习结束后，及

时进行总结，以评估和验证辐射事故应急预案的可行性和有效性，必要时修订应急管理方法和响应程序。

### 12.5 竣工环保验收

根据《建设项目环境保护管理条例》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等相关规定，本项目试运行三个月内，建设单位应当按照生态环境行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行自主验收，并编制验收报告，建设单位不具备编制验收监测报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。建设单位对受委托的技术机构编制的验收监测报告结论负责。环评建议本项目竣工环境保护验收内容如下：

**表12-3 竣工环境保护验收内容**

序号	验收项目	主要内容及要求
1	环保手续完善	环评手续齐备，取得辐射安全许可证。
2	项目建设情况	实际建设内容及规模与环评内容一致。
3	剂量限值达标	满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中“剂量限值”要求
4	管理规章制度	制定各项管理规章制度和操作规程，并张贴于控制室内墙上。
5	事故应急预案	是否制定详细完整、合理可行的《霍尔果斯口岸H986集装箱检查系统辐射事故应急管理办法》。
6	落实监测计划	每两年一次职业健康检查、每季度一次个人剂量监测，落实日常自行环境监测，并有详细记录。在项目竣工验收时，进行一次验收监测。
7	人员持证情况	职业人员均参加辐射安全与防护培训，并取得合格证书。
8	配置防护用品	为辐射工作人员配备个人剂量计及个人剂量报警仪。
9	年度评估	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。

验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收报告结论，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，改完成后方可提出验收意见。

### 12.6 环保投资

本项目总投资2440万元，其中环保投资58万元，占总投资的2.25%，本项目环保投资一览表见表12-4。

**表12-4 环保投资一览表**

序号	项目	环保措施	投资（万元）
1	辐射安全与防护措施及设施	安全联锁开关、急停装置、声光报警安全装置、红外报警装置及档杆装置、门联锁、视频监控装置和语音系统、墙体屏蔽措施警示标识及等其它安全辅助设备	25
2	个人防护措施	拟购置个人剂量报警仪1台、个人剂量计6台	3
3	技术服务	环评及验收技术服务	16
4	环境监测	工作场所以及周边环境监测费用	3
5	辐射监测设备	便携式辐射监测仪器	3
5	其它辐射安全防护措施	职业健康体检费用、个人剂量检测费用、人员培训、辐射应急物资及装备等，制度上墙等措施费用	8
合计			58

**表13 结论与建议**

### **13.1 结论**

#### **13.1.1 辐射安全与防护分析结论**

辐射环境管理措施：中华人民共和国霍尔果斯海关已设立了辐射安全与环境保护管理机构，并建立了完善的规章制度、操作规程，落实安全、保卫、环保等措施，制定了辐射事故应急预案等。

污染防治措施：本项目车辆检查系统采取自屏蔽和场所实体屏蔽措施进行X射线的辐射防护，可满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）的要求。

安全防护措施：辐射工作场所进行分区管理，车辆检查系统配置了出束控制开关、门连锁、紧急停束装置、加速器输出剂量连锁、声光报警安全装置、监视装置、语音广播设备等装置。辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计并建立个人剂量档案；控制台的控制钥匙由专人管理，并做好使用记录。配备了适当的监测仪器和防护用品。

霍尔果斯口岸中欧班列霍尔果斯集结中心大件设备中转区新建H986集装箱车辆检查系统属于新建项目，车辆检查装置在使用过程中会对周围环境产生一定的辐射影响，但只要严格按照国家法律法规要求和本报告提出的要求，做好辐射防护和安全管理的要求，所致环境影响及辐射工作人员和周围公众成员接受的辐射剂量可符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）要求。

#### **13.1.2 环境影响分析结论**

##### **（1）施工期环境影响分析**

本项目建设内容主要为安检区域混凝土地面浇筑、扫描大厅和控制室建设、设备安装、内部装修等，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，在施工阶段采取相关措施，对周围环境影响较小。

##### **（2）运行期环境影响分析**

根据预测结果，关注点剂量率最大计算值为 $1.416\mu\text{Gy/h}$ （探测器臂正后方扫描大厅墙体外30cm处），控制室内系统操作人员操作位处剂量率为 $3.86\text{E-}03\mu\text{Gy/h}$ ，满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中场所辐射水平中检查系统监督区边界处的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，以及操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于 $1.0\mu\text{Sv/h}$ 的限值要求。

根据预测结果，本项目投入运行后，辐射工作人员的最大年有效剂量为1.063mSv/a，公众成员的最大年有效剂量为1.90E-02mSv/a，均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的辐射工作人员、公众成员年有效剂量限值分别为5mSv/a、0.1mSv/a的要求。

本项目不产生放射性三废，产生的废水、废气、固体废物，采取相关措施，对周围环境影响较小。

### **13.1.3 可行性分析结论**

#### **（1）选址合理性**

项目环境辐射本底未见异常、射线装置近距离范围内无人员长久居留，从辐射安全和环境保护的角度考虑，布局可行。

#### **（2）实践正当性**

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。对完善霍尔果斯口岸中欧班列霍尔果斯集结中心大件设备中转区的智能化通关监管系统，提高通关效率、有效打击走私犯罪等具有重要意义。项目实施获得的利益远远大于所造成的损害，并且符合《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。

#### **（3）国家相关政策符合性**

经对照《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于鼓励类中“六、核能/核技术应用：同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，符合国家相关产业政策。

#### **（4）辐射安全管理可行性**

本项目辐射工作人员均配备个人剂量计，按照相关规定，霍尔果斯口岸应委托个人剂量监测资质单位长期对本项目放射工作人员进行个人剂量监测，安排辐射工作人员到具有相应资质的单位定期进行职业健康检查。本项目拟配备的3名辐射工作人员已经按要求取得辐射安全与防护合格成绩单。霍尔果斯口岸应严格执行相关法律法规、标准规范等文件，严格落实各项辐射安全管理、防护措施的前提下，其从事辐射活动的技术能力基本符合相应法律法规的要求。

中华人民共和国霍尔果斯海关严格按照国家有关辐射防护相关规定的要求，制定相关管理规章制度、应急措施，切实落实本报告中提出的污染、辐射防护措施和建议，并应做

到：

(1) 工作人员工作时佩戴个人剂量计，穿戴防护用品，定期对个人剂量进行登记，建立个人剂量档案；发现个人剂量异常时及时查明原因，及时纠正处理。

(2) 中华人民共和国霍尔果斯海关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、便携式剂量监测仪。

(3) 工作人员取得培训合格证书后方可上岗，同时进行辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训。

综上所述，中华人民共和国霍尔果斯海关在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，本项目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，从辐射环境保护的角度论证，该项目的建设和运行是可行的。

### **13.2 建议**

1、建设单位应及时重新申领辐射安全许可证，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、所有职业人员必须通过辐射安全与防护知识培训后方可上岗；职业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，完善辐射事故应急预案。

5、定期做好射线装置周围环境监测，并做好记录。



**表14 审批**

<p>下一级环保部门预审意见</p> <p>经办人：年月日</p> <p>公章</p>
<p>审批意见</p> <p>经办人：年月日</p> <p>公章</p>

