

核技术利用建设项目

2025 国际陆港海关监管查验设备（货物/车辆检查系统）项目

环境影响报告表

郑州航空港经济综合实验区口岸管理局

2025 年 8 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

2025 国际陆港海关监管查验设备（货物/车辆检查系统）项目

环境影响报告表

建设单位：郑州航空港经济综合实验区口岸管理局

法人代表（签名或签章）：

通信地址：郑州航空港经济综合实验区始祖路电子口岸大楼

邮政编码：450000 联系人：刘子鸣

电子邮箱：/ 联系电话：0371-86***616

目 录

表 1 项目基本情况 - 1 -

表 2 放射源 - 10 -

表 3 非密封性放射性物质 - 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 - 20 -

表 9 项目工程分析与源项 - 24 -

表 10 辐射安全与防护 - 33 -

表 11 环境影响分析 - 45 -

表 12 辐射安全管理 - 56 -

表 13 结论与建议 - 62 -

表 14 审批 - 66 -

附件

- 附件 1 委托书
- 附件 2 相关制度及应急预案
- 附件 3 本次评价辐射环境检测报告

表 1 项目基本情况

建设项目名称		2025 国际陆港海关监管查验设备（货物/车辆检查系统）项目				
建设单位		郑州航空港经济综合实验区口岸管理局				
法人代表		郭利超	联系人	刘子鸣	联系电话	0371-861***16
注册地址		郑州航空港经济综合实验区始祖路电子口岸大楼				
项目建设地点		河南省郑州航空港经济综合实验区陆港东五街和灵润路交叉口东南郑州国际陆港核心功能区海关作业区				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		3500	项目环保投资（万元）	11.2	环保投资比例	0.32%
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积（m ² ）	798
使用类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
		☐ 使用	☐ I 类（医疗使用） ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类			
	非密封放射性物质	☐ 生产	☐ 制备 PET 用放射性药物			
		☐ 销售	/			
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙			
	射线装置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类			
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类			
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类			
	其它	/				
	1.1 项目概况 1.1.1 建设单位情况 郑州航空港经济综合实验区口岸管理局（以下简称“建设单位”）负责各类口岸建设、管理、协调；负责综保区建设、服务、管理等工作；负责国际陆港铁路口岸规划、建设、管理和功能拓展等工作；负责联系民航、海关、边检、税务、外汇等有关管理部门和其他驻区单位开展工作；承担口岸“大通关”协调服务；承担党工委、管委会交办的其他任务。 1.1.2 项目建设背景及由来 为满足中华人民共和国郑州海关在郑州国际陆港核心功能区海关作业区开展					

大型集装箱/车辆检查系统的非侵入式高效查验，同步提升国门安全管控能力与跨境贸易通关效率，服务于国家打击走私、优化营商环境和支撑外贸发展的战略需求。郑州航空港经济综合实验区口岸管理局拟在郑州国际陆港核心功能区海关作业区建设 2025 国际陆港海关监管查验设备（货物/车辆检查系统）项目，项目主要内容为采购 1 台以交替双能电子直线加速器为辐射源的货物/车辆检查系统。

根据原环保部、国家卫生和计划生育委员会公告（2017 年第 66 号《射线装置分类》的公告），本项目拟采购的货物/车辆检查系统（电子加速器）属于Ⅱ类射线装置。依据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》中第 172 项“核技术利用建设项目 生产、使用Ⅱ类射线装置”和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十条（五）规定，生产、销售、使用Ⅱ类射线装置的，本项目应当组织编制环境影响报告表。

受建设单位委托，河南可人科技有限公司承担了本项目的环评评价工作。评价单位在接受委托后，立即组织技术人员对本项目拟建址区域进行了现场踏勘、相关资料收集，委托检测单位开展了区域辐射环境背景水平监测等工作，并按照国家相关技术规范的要求，整理编制完成了本报告表。

1.1.3 产业政策相符性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第一类“鼓励类”第四十三项“公共安全与应急产品”第 2 款“检验检测装备及技术：食品药品安全快速检验技术、仪器设备开发及应用，放射性、毒品等违禁品、核生化恐怖源等危险物品快速探测检测技术与产品，生命探测装备，消防产品质量快速检测设备，农产品及其产地环境的有害元素监测技术开发与应用”中的“放射性、毒品等违禁品、核生化恐怖源等危险物品快速探测检测技术与产品”，符合国家现行政策。

1.1.4 实践正当性

本项目符合国家及地方产业政策要求，本项目用于大型集装箱/车辆不开箱检查，减少人工安检工作量，提升跨境贸易通关效率，有较高的经济效益，在落实各项辐射安全防护措施及管理要求后，可以将该项目产生的辐射影响降至尽可能小，且对周围环境、工作人员、公众的辐射影响能够满足相关标准要求，项目带

来的经济效益、社会效益要远大于其可能引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

1.1.5 项目选址合理性分析

本项目拟使用区域（以下称“查验区”）位于郑州国际陆港核心功能区海关作业区东部地面，查验区 50 米范围内主要为集装箱堆场、作业区道路、专用铁路等，除查验区内 09#H986 配套用房 2 外，无其他建筑物或固定工位，不属于人群集中区。因此，本项目选址合理。

1.1.6 现有核技术利用情况

建设单位现无核技术利用项目应用。

1.1.7 本项目建设内容及规模

建设单位拟在郑州航空港经济综合实验区陆港东五街和灵润路交叉口东南郑州国际陆港核心功能区海关作业区建设 2025 国际陆港海关监管查验设备（货物/车辆检查系统）项目，用于汽车运输的货物集装箱的查验。项目主要内容为采购 1 台以交替双能电子直线加速器为辐射源的货物/车辆检查系统，该设备型号为 MR****，能量 9MeV/6MeV。

整个查验区东西长 42 米，南北宽 19 米，占地 798 平方米。查验区内现状建设有 09#H986 配套用房 2，用于停放货物/车辆检查系统，09#H986 配套用房 2 四周为空地。项目拟安排 4 名辐射工作人员，分别包括操作人员 1 名、图像检查人员 2 名、语音广播引导人员 1 名，4 名辐射工作人员均位于操作室。操作室位于项目北侧集拼仓库西北角，距离项目区约 126m，司机等候区位于查验外监督区处。查验区内未曾开展核技术应用项目。

本次环评的设备参数表见表 1.1。

表 1.1 本次环评的射线装置参数一览表

序号	名称	类别	数量	型号	最大能量 (MeV)	剂量率 (Gy/h)	用途	位置
1	货物/ 车辆检 查系统	II 类	1 台	MR****	9/6	剂量率 5.4Gy/h	货物车 辆检查	郑州国际陆港 核心功能区海 关作业区

1.1.8 评价目的

（1）对本项目拟建区域进行辐射环境质量现状监测，以掌握区域辐射环境质量现状水平。

（2）对本次建设的核技术应用项目产生的辐射影响进行预测评价，以掌握项目运行后项目对周围环境、辐射工作人员、公众人员的辐射水平。

（3）对项目产生的不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

（4）满足国家和地方生态环境部门对辐射项目环境管理规定的要求，为辐射环境保护管理提供科学依据。

1.1.9 评价内容

（1）评价本项目货物/车辆检查系统采取的辐射防护措施是否符合标准或规范要求；

（2）计算各关注点的剂量率、辐射工作人员及公众人员的附加年有效剂量，评价是否满足管理限值要求；

（3）依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关规定，对建设单位从事辐射活动的能力进行评价。

1.1.10 评价原则

（1）以项目实际为基础，环保法律法规为依据，国家方针政策为指导的原则；

（2）突出项目特点，抓住关键问题，坚持实事求是、客观公正的原则；

（3）评价体现来源于项目、服务于项目、指导于项目的原则。

1.2 建设项目周围环境简况

1.2.1 建设单位外环境关系

郑州国际陆港核心功能区海关作业区位于郑州航空港经济综合实验区陆港东五街和灵润路交叉口东南。

郑州国际陆港核心功能区海关作业区东侧、南侧为专用铁路作业线，西侧为分拨仓库、北侧为灵润路。

其地理位置图见图 1.1 和图 1.2。

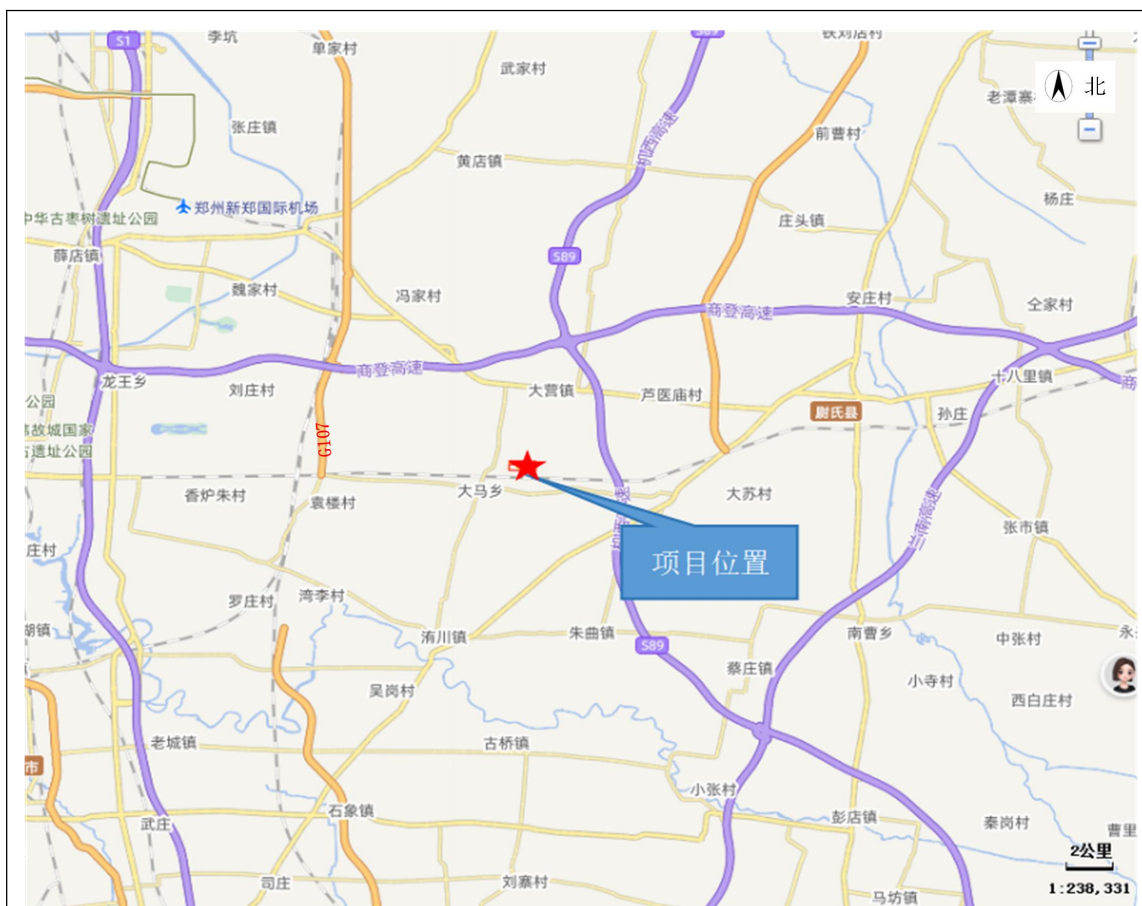


图 1.1 地理位置图

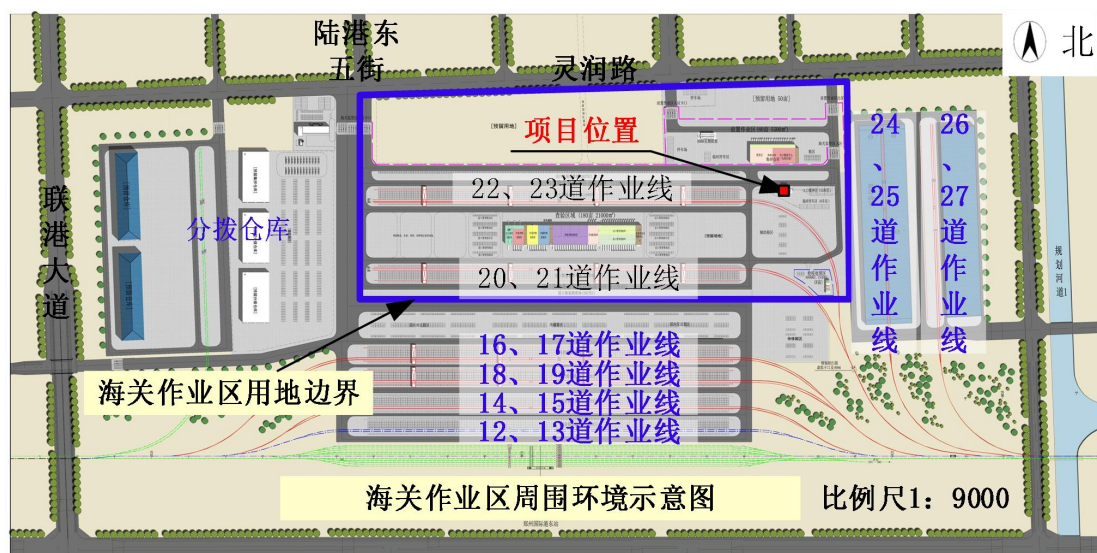


图 1.2 局部地理位置图

1.2.2 项目区域外环境关系

本项目位于郑州国际陆港核心功能区海关作业区东部 09#H986 配套用房 2 区域。09#H986 配套用房 2 主要用于停放货物/车辆检查系统。项目所在海关作业区平面布置图及项目区域平面布置分别见图 1.3 和图 1.4。

郑州国际陆港核心功能区海关作业区平面布置包括前置作业区、综合查验中心、检疫处理区、进口集装箱堆场装卸区、出口集装箱堆场装卸区、进口普货暂扣、放行、待检区和出口普货暂扣、放行、待检区。

本项目拟使用区域（以下称“查验区”）位于郑州国际陆港核心功能区海关作业区东部地面。查验区东西长 42 米，南北宽 19 米，占地 798 平方米。其中，货物/车辆检查系统拟使用区域在查验区北部，东西长 42 米，南北宽 12 米，占地 504 平方米（含长宽均为 12 平方米的 09#H986 配套用房 2，占地 144 平方米）；查验防护区在查验区南部，东西长 42 米，南北宽 7 米，占地 294 平方米。查验区四周设置不低于 1.2 米的围栏。

检查动线

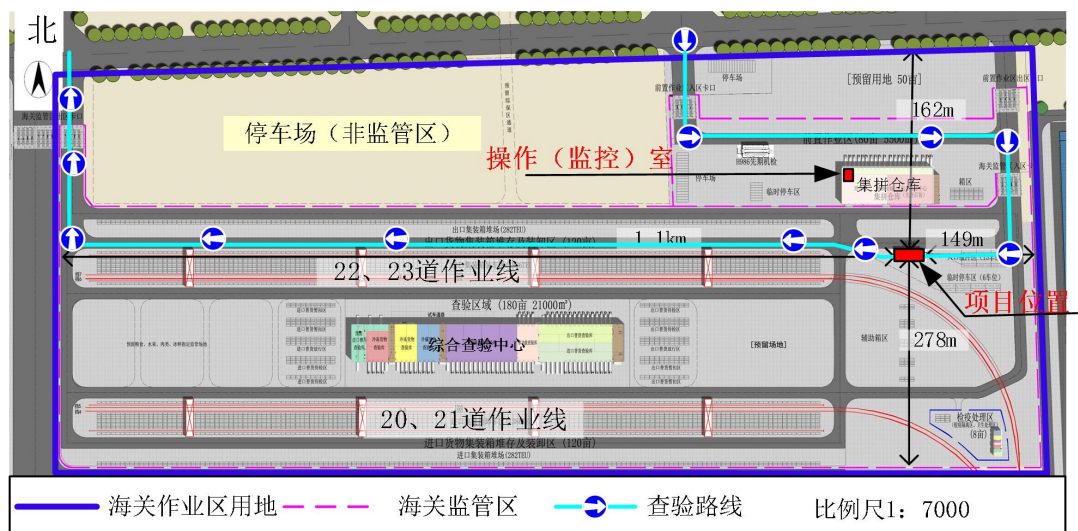


图 1.3 项目所在海关作业区平面布置图

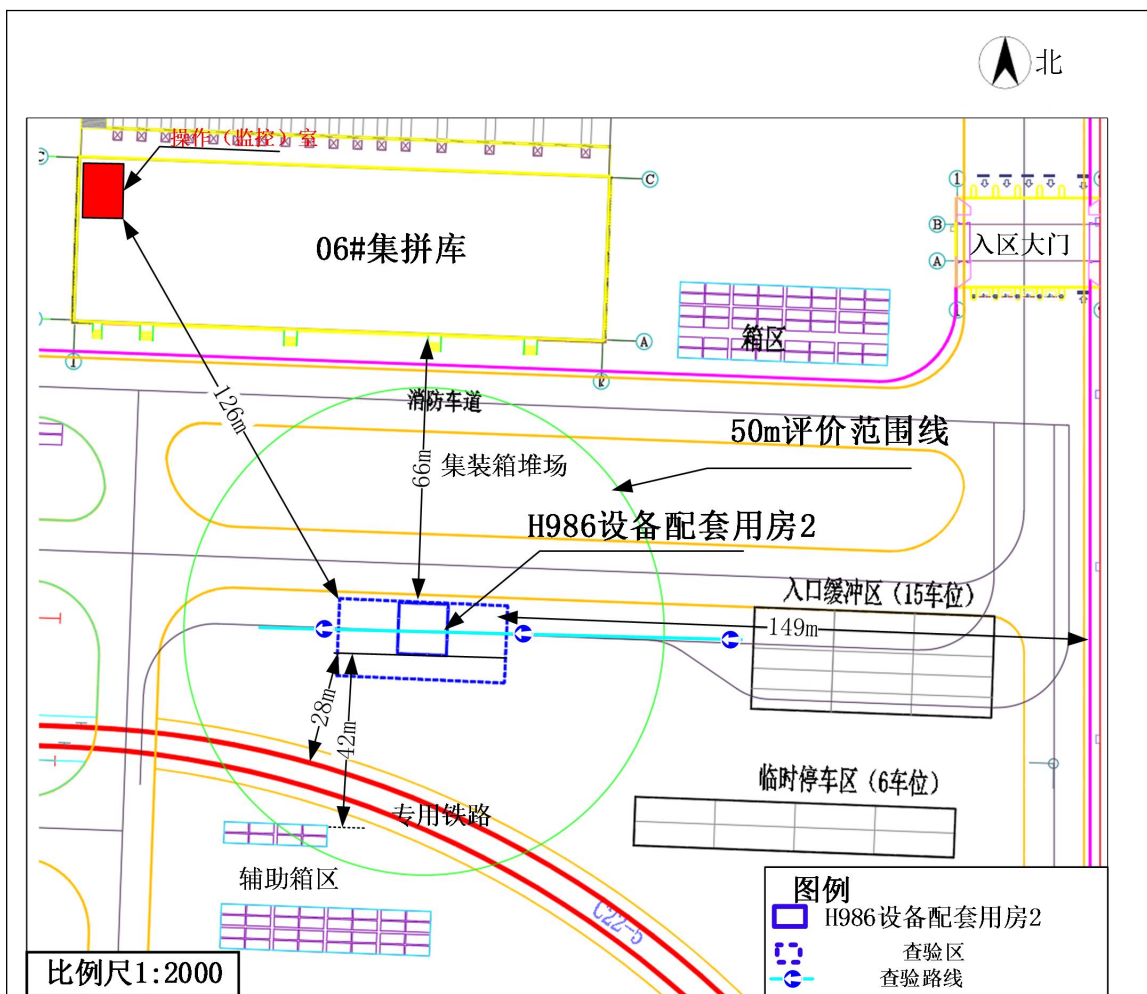


图 1.4 项目区域平面布置图

1.2.3 辐射工作场所外环境关系

本项目查验区 50 米范围内主要为集装箱堆场、作业区道路、专用铁路等，除查验区内 09#H986 配套用房 2 外，无其他建筑物或固定工位，现场照片见图 1.5，查验区平面布置示意图见图 1.6。



	
09#H986 配套用房 2 北侧内部道路	09#H986 配套用房 2 西侧及操作（监控）室所在集拼仓库
	
09#H986 配套用房 2 东侧	09#H986 配套用房 2 南侧和辅助箱区
	
编制主持人现场踏勘照片	
图 1.5 本项目现场照片	

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/
本项目不涉及放射源								

注：放射源放射性中子源，对其说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。

表 3 非密封性放射性物质

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
本项目不涉及非密封性放射性物质										

注：日等效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

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	货物/车辆检 查系统	II类	1	MR*****		9/6	剂量率 5.4Gy/h	货物车辆检 查	郑州国际陆港核心 功能区海关作业区	主束向南

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析仪器等

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

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管 电压 (kV)	最大靶电 流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备 注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧和氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	直接排入大气，臭氧在 30~50 分钟左右可自动分解
废靶、废准直器	固态	/	/	/	少量（约 5-8 年检修更换时产生 1 次）	/	暂存于屏蔽容器内	交有资质的单位进行处置

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

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

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境保护法》2015 年 1 月 1 日； (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018 年 12 月 29 日； (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》2003 年 10 月 1 日； (4) 《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，2019 年 3 月 2 日修订； (5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 682 号令，自 2017 年 10 月 1 日起施行； (6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护总局令第 31 号，2021 年 1 月 4 日修订； (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第 18 号令），2011 年 5 月 1 日起实施； (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）； (9) 《关于发布射线装置分类的公告》（公告 2017 年 第 66 号），原环境保护部 国家卫生和计划生育委员会，2017 年 12 月 5 日发布； (10) 《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》（中华人民共和国生态环境部公告 2019 年第 57 号，2019 年 12 月 24 日印发）； (11) 《河南省辐射污染防治条例》，2016 年 3 月 1 日起实施； (12) 《河南省突发环境事件应急预案》（豫政办〔2022〕10 号），2022 年 1 月 20 日。
技术标准	(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）； (2) 《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）； (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； (4) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； (5) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； (6) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）； (7) 《辐射型货物和（或）车辆检查系统》（GB/T19211-2015）； (8) 《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）。

其它	(1) 本项目环境影响评价委托书; (2) 本项目设备参数说明、技术方案等资料; (3) 建设单位关于本项目辐射工作人员和公众人员年有效剂量管理目标值选取的说明。
----	--

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

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）”的要求，本项目拟使用的设备属于移动式自屏蔽货物/车辆检查系统，因此，本项目评价范围为货物/车辆检查系统拟使用区域周围 50m 区域。

7.2 保护目标

本次评价的货物/车辆检查系统使用的查验区位于郑州国际陆港核心功能区海关作业区东部地面，使用期间查验区内无辐射工作人员和其他公众人员居留。

此外，查验区 50 米范围内主要为集装箱堆场、作业区道路、专用铁路等，除查验区内 09#H986 配套用房 2 外，无其他建筑物或固定工位。

本项目环境保护目标为本项目辐射工作人员，以及评价范围内的公众人员。本项目主要环保目标分布情况见表 7.1。

表 7.1 主要环境保护目标一览表

序号	机房位置	主要保护目标	人数	受影响位置	照射类型
1	郑州国际陆港核心功能区海关作业区东部	辐射工作人员	4	西北约 126 米	职业照射
2		被检车辆司机	30 人/天	监督区外	公众照射
3		集装箱堆场作业人员	流动	北侧约 17 米	公众照射
4		辅助箱区作业人员		南侧约 42 米	
5		50 米范围内的其他作业人员		南侧约 28 米	

备注：受影响位置从扫描区测量。

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）

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

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。

B1 剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

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;

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:

- b) 年有效剂量, 1mSv。

(2) 《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015)

5 辐射工作场所的分区及安全标志

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。

5.2 辐射安全标志

在辐射源箱体上、辐射工作场所边界应设置电离辐射警告标志。电离辐射警告标志应符合 GB18871—2002 中附录 F 相关要求。

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 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} 。

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，还应经过设备厂家的专业技术培训合格后，方可进行相关的安装、调试和维修工作。

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

综上所述本次评价查验区边界及监控室周围剂量率控制水平按照《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）有关规定，本项目设备属于无司机驾驶的货运车辆或货物的检查系统：

（1）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；

（2）检查系统操作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 $1.0\mu\text{Sv/h}$ 。

（3）人员年有效剂量评价采用建设单位制定的年有效剂量管理目标值：职业人员 5.0mSv/a ；公众人员 0.1mSv/a 。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

为了解项目拟建环境的辐射背景值，我公司委托具有监测资质的河南省冶金研究所有限责任公司（证书编号为：221617320027）于 2025 年 7 月 29 日对 2025 国际陆港海关监管查验设备（货物/车辆检查系统）项目区域进行环境本底监测。

8.1 项目地理和场所位置

8.1.1 项目地理位置

郑州国际陆港核心功能区海关作业区位于郑州航空港经济综合实验区陆港东五街和灵润路交叉口东南。

郑州国际陆港核心功能区海关作业区东侧、南侧为专用铁路作业线，西侧为分拨仓库、北侧为灵润路。

其地理位置详见图 1.1。

8.1.2 项目场所位置

本项目位于郑州国际陆港核心功能区海关作业区东部 09#H986 配套用房 2 区域。本项目查验区 50 米范围内主要为集装箱堆场、作业区道路、专用铁路等，除查验区内 09#H986 配套用房 2 外，无其他建筑物或固定工位。详见图 1.3~1.5。

8.2 监测内容

- （1）监测因子： γ 辐射剂量率。
 - （3）监测时间：2025 年 7 月 29 日。
 - （4）监测条件：天气：晴、气温：36.0℃、相对湿度：31%RH。
 - （5）监测仪器
- 监测仪器参数和规范详见表 8.1。

表 8.1 X- γ 辐射剂量率仪相关情况

仪器名称	环境监测用 X、 γ 辐射空气比释动能率仪
生产厂家	上海仁机仪器仪表有限公司
仪器型号	RJ32-2302
探测下限	10nSv/h
量程	10nSv/h~100mSv/h
能量范围	20keV~3MeV

校准单位	河南省计量测试科学研究院
有效日期	至 2026 年 5 月 6 日
证书编号	1025CY0500689

8.3 监测布点

在拟建区域中央、四周、操作（监控）室位置，以及 50 米范围内的主要环境保护目标处各布设一个监测点，具体监测点位示意图见图 8.1 和图 8.2。

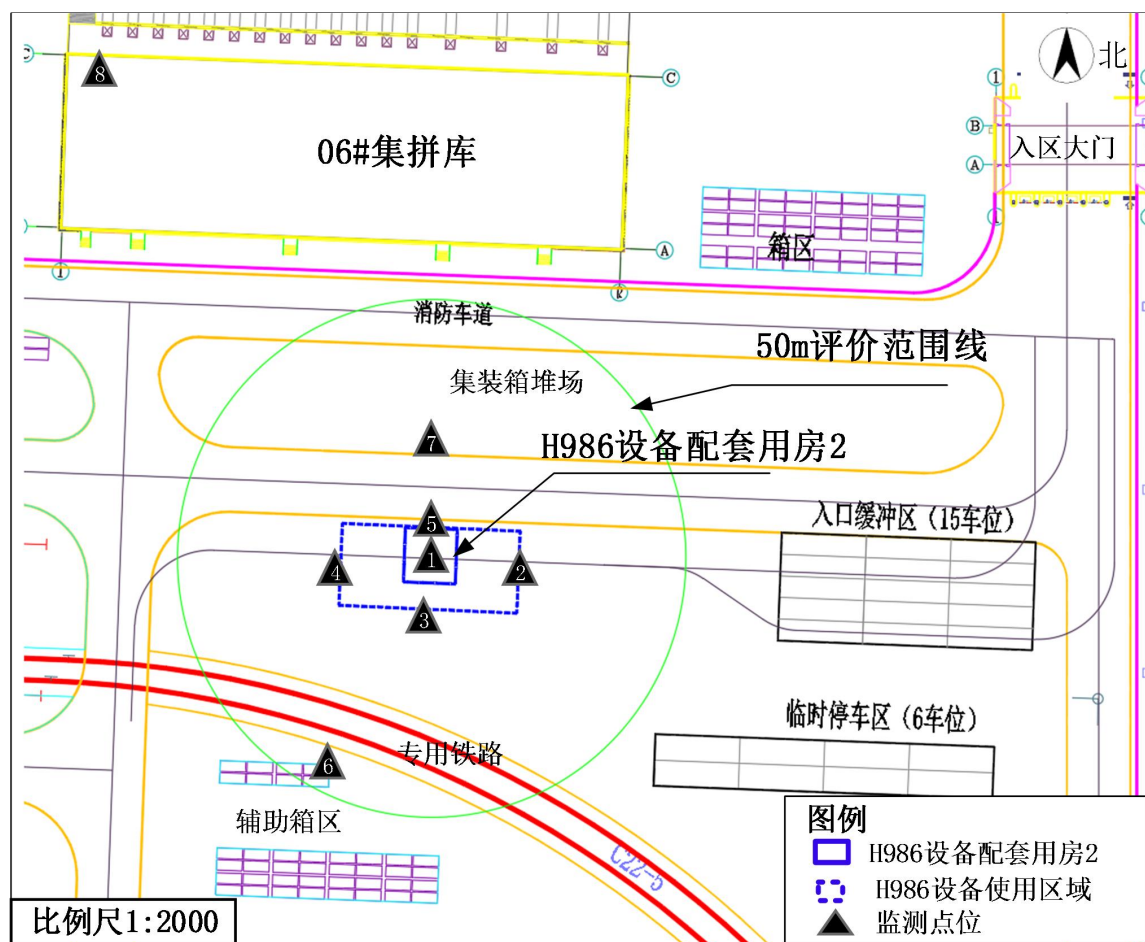


图 8.1 项目区域检测布点示意图

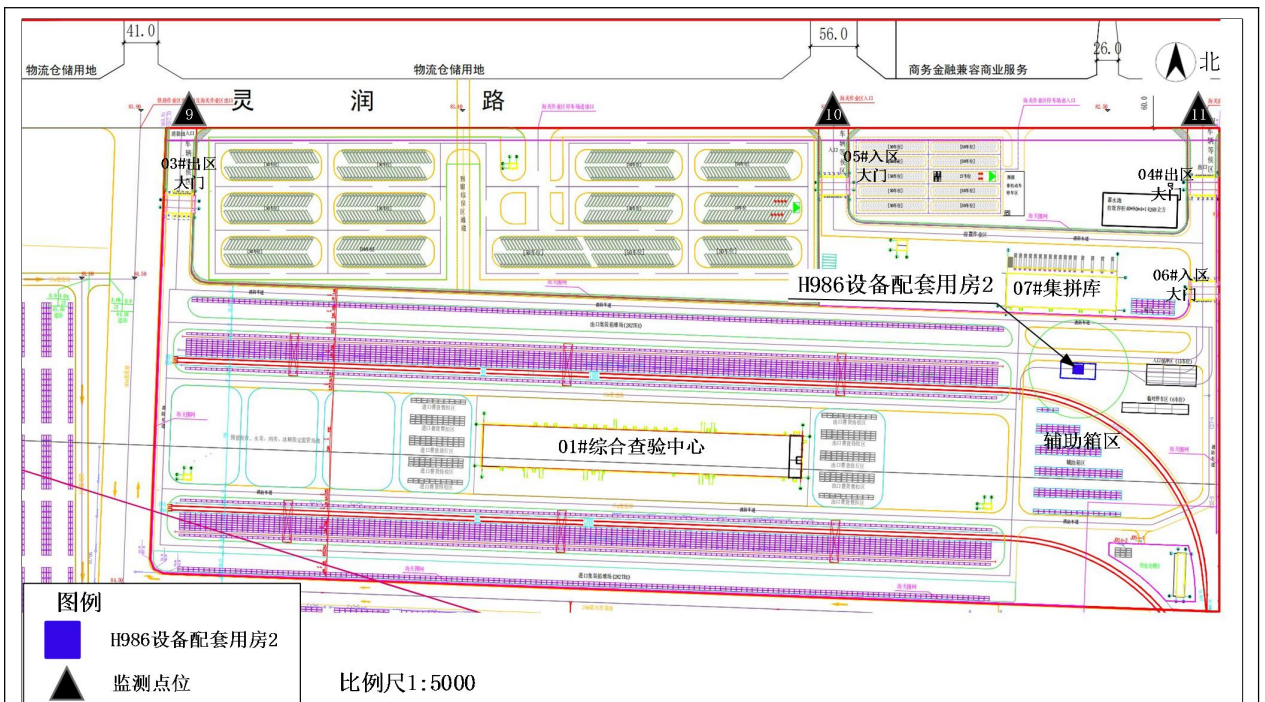


图 8.2 项目区域检测布点示意图

8.4 质量保证措施

- 1.所有监测仪器经过计量部门检定合格并在有效期内；
- 2.所有项目按国家有关规定及质控要求进行质量控制；
- 3.检测人员均经过培训，并持证上岗；
- 4.监测分析方法采用国家颁布的标准（或推荐）分析方法；
- 5.检测仪器已经期间核查，保证检测数据的准确；
- 6.所有记录、分析结果及检测报告均经过三级审核。

8.5 监测结果及分析

拟建电子加速器区域辐射环境监测结果见表 8.2。

表 8.2 辐射环境监测结果

编号	监测点位	X-γ辐射剂量率 ($\mu\text{Gy/h}$)	标准差 ($\mu\text{Gy/h}$)	地面环境
1	设备拟停放区域中央（室外）	0.08	0.007	水泥地面
2	拟使用区域东侧（室外）	0.08	0.008	水泥地面
3	拟使用区域南侧（室外）	0.08	0.007	水泥地面
4	拟使用区域西侧（室外）	0.08	0.007	水泥地面
5	拟使用区域北侧（室外）	0.09	0.007	水泥地面
6	南侧辅助箱区（室外）	0.09	0.006	水泥地面

7	北侧集装箱堆场（室外）	0.09	0.006	水泥地面
8	设备监控室（室内）	0.09	0.005	水泥地面
9	03#出区大门（室外）	0.08	0.006	水泥地面
10	05#入区大门（室外）	0.08	0.006	水泥地面
11	04#出区大门（室外）	0.08	0.006	水泥地面

备注：1.检测结果未除宇宙射线响应值；2.检测点距地高度为 100cm。

根据对拟建 2025 国际陆港海关监管查验设备（货物/车辆检查系统）项目区域的监测结果可知，项目拟建区域辐射环境质量现状监测值为 0.08~0.09 μ Gy/h 之间，项目区域辐射环境背景水平，未发现明显异常的情况。

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

本项目 MR*****货物/车辆检查系统由 1 套 9/6MeV 交替双能的电子加速器系统组成。

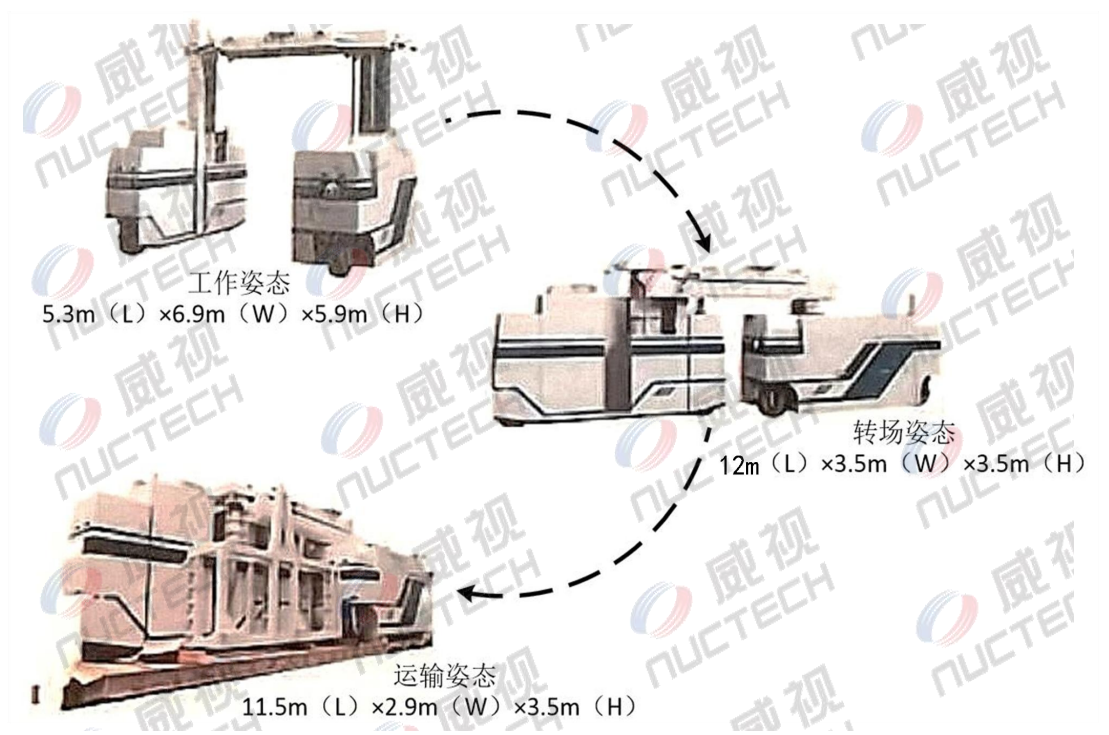


图 9.1 MR*****货物/车辆检查系统不同情况下的姿态外观

本项目 MR*****货物/车辆检查系统通过智能轮式驱动技术和可折叠的结构设计，采用先进的自动纠偏技术实现了扫描时精准的运行轨迹控制，设备能自动收展；彻底取消轨道的铺设，提高通过性和适应性，横移、旋转得以实现。卫星导航，激光定位导航，视觉定位导航技术糅合，使得设备可适应多种应用场景。

本系统可提供双侧扫描功能：由于点源射线类设备的物理投影模型限制，同一辆被检车辆从不同侧进行扫描的图像是有一定区别的。如果能进行双侧扫描，可以极大提高被检货物中的藏匿物或违禁品的查验率。对于有双侧扫描的检查场景，被检车辆按规定范围停在通道内的指定位置后，司机下车离开控制区域。操作员通过 CCTV 装置在确认通道内无人后启动扫描预警装置，系统开始自动进行扫描。在自动扫描运行过程中，被检车辆不动，系统自导航前进，当整个扫描过程结束时，扫描图像会被自动保存到系统中。当一侧扫描过程结束时，系统可

以在原地进行 180° 旋转，然后对原被检车辆再进行一次扫描，实现被检车辆的双侧扫描。整个扫描过程结束时，双侧扫描图像都会被自动保存到系统中，为检查人员提供更多的扫描信息。

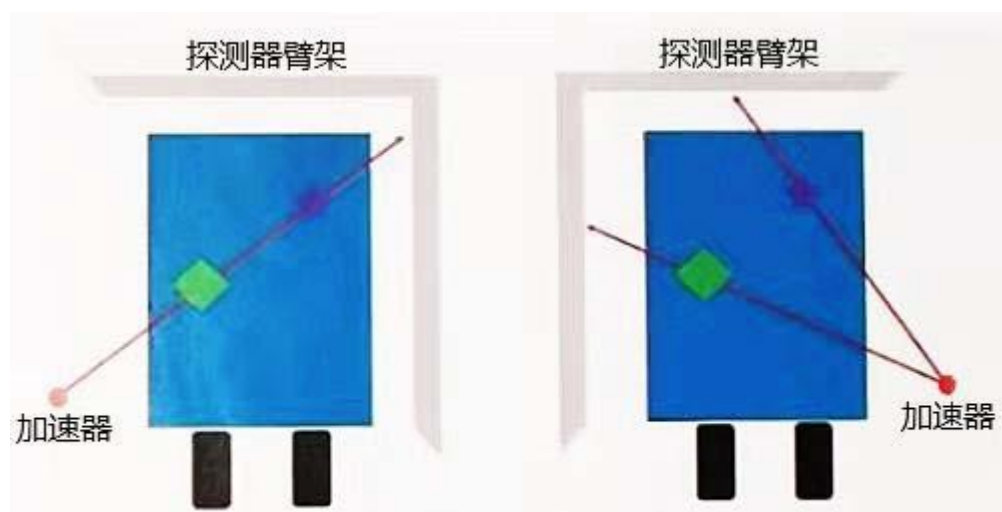


图 9.2 双侧扫描示意图

项目检查过程，被检车辆不动，检查系统移动、出束，对车辆完成扫描检查，根据检查情况，存在车辆需进行双侧扫描，即一侧结束后，系统原地进行 180° 旋转，对原被检车辆另一侧进行再次扫描精细检查模式下，待检车辆司机在引导系统的指引下驾驶车辆进入查验区，在划定的停车线处停稳后，按照引导系统指引离开查验区，在司机等候区（监督区外）等待，经过 MR*****货物/车辆检查系统完成检查后，控制室确认停止出束状态，场所解除控制，引导系统指引司机进入查验区内驾驶车辆离开。

根据项目建设方案，本项目仅使用单侧扫描功能，主束方向向南。

9.1.2 设备组成

本项目涉及使用的 MR*****货物/车辆检查系统主要包括：

- （1）加速器辐射源系统；
- （2）探测器图像获取系统；
- （3）扫描装置及控制系统；
- （4）辐射防护设施（包括辐射屏蔽体以及相关辐射安全联锁装置等）。

MR*****货物/车辆检查系统的外观如图 9.1 所示。



图 9.3 MR*****货物/车辆检查系统工作姿态外观及尺寸示意

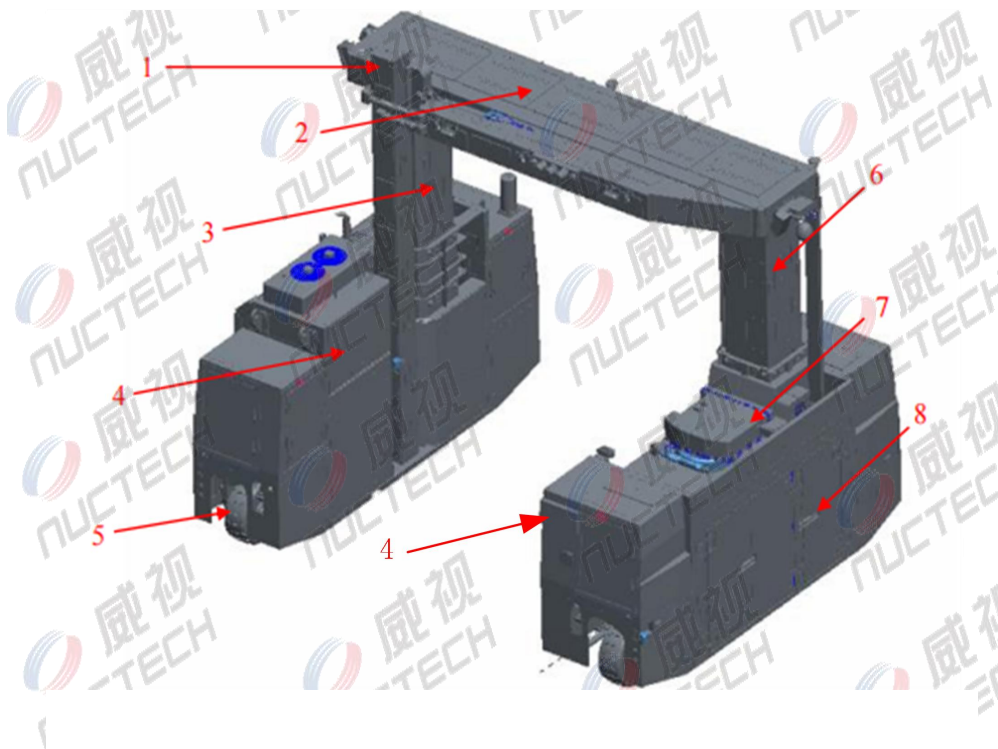


图 9.4 MR*****货物/车辆检查系统结构示意图

本项目涉及使用的 MR*****货物/车辆检查系统基本参数见表 9.1。

表 9.1 本项目电子加速器设备参数一览表

序号	名称	参数	备注
1	射线源	交替双能电子直线加速器	/
2	加速器能量	9/6MeV	2 档交替调节

3	距靶点1米处最大输出剂量率		***	/
4	加速器泄漏率		***	/
5	准直缝宽度		***	/
6	射线张角	***		/
		***		/
7	设备外观尺寸		***	/
8	探测臂尺寸	***		/
		***		/
		***		/
9	探测器侧屏蔽墙尺寸	***		/
		***		/
		***		/
10	加速器侧屏蔽墙	***		/
		***		/
		***		/
11	扫描通道尺寸		***	/
12	扫描方式		***	/
13	扫描速度		***	/
14	被检查车辆最大尺寸		***	/
15	最大通过率		***	以 18m 长车辆计
16	转弯半径		***	/
17	供电模式		***	/
18	可连续运行时间		***	/
19	辐射防护区域		***	/
20	系统边界周围剂量当量率		***	监督区
21	操作人员位置的周围剂量当量率		***	/
22	货物单次通过周围剂量当量		***	/
23	工作人员年有效剂量		***	/

24	公众年有效剂量	***	设备厂家提供数据，根据估算结果，公众年有效剂量 $\leq 0.1\text{mSv}$
25	配套设施	***	/

9.1.2 工作原理及操作流程

拟建项目采用的检查系统是为了适应国内/外海关、港口、航空和公路运输对大批量集装货物实现快速安全查验的需求而设计的。

系统原理：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。

MR*****货物/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应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 9.5。

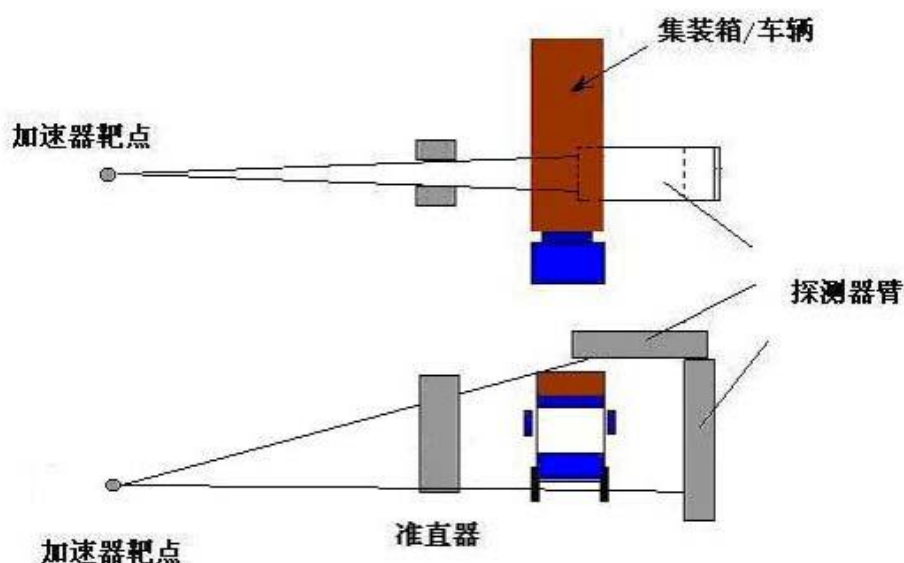


图 9.5 检查系统工作原理示意图

9.1.3 检查系统检测流程

本项目 MR*****货物/车辆检查系统拟对出入境货物/车辆进行安全检查，车辆行车路线见图 1.3，图 1.4，图 1.6。本项目 MR*****货物/车辆检查系统流程介绍如下：

①系统上电，加速器完成预热，系统进入待机状态。

②本项目查验区不设置现场引导人员，引导人员在操作室通过语音广播系统引导。被检车辆司机根据进口查验提示信息驾驶车辆驶入查验区入口区域，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，待检车辆从东侧入口进入查验区，在划定的停车线位置停车。

③待检车辆停稳后，操作（监控）室内引导员通过对讲系统广播引导司机下车，司机步行至查验区外司机等候区（监督区外）等待车辆完成检查；引导员和操作人员确认出束方向。

④控制室操作人员通过视频监控系统再次确认查验区内及周围无人后，落下进出口档杆，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。

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，加速器产生 X 射线，射线穿过被检集装箱/车辆；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集装箱/车辆的扫描图像。

⑥扫描结束后，主控制台操作人员操作停止出束，检查系统上方绿色警灯亮，司机进入查验区，将被检车辆驶出查验区，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集装箱/车辆的检查。

⑦工作人员根据检查结果决定对被检车辆进行开箱检查或放行。

由工作流程描述可知，在检查期间，车辆停稳后司机离开检查场地至监督区外，由检查系统移动对集装箱/车辆实施扫描。因此系统进行扫描工作期间，系统由操作员在控制室内远程控制，由图像检查人员进行图像检查，司机离开检查场地，无人员在检查场地内停留。

检查系统工作流程见图 9.6。

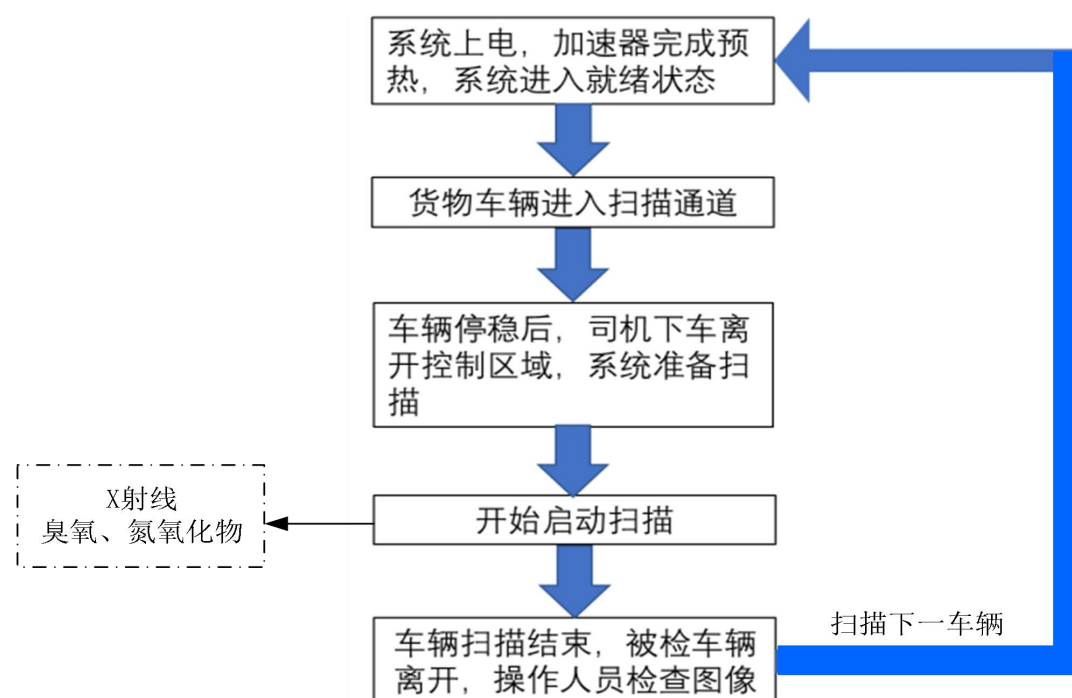


图 9.6 检查系统工作流程示意图

9.1.4 工作负荷

海关部门需对出入郑州国际陆港核心功能区海关作业区的车辆进行抽检。根据建设单位提供的货物/车辆检查系统抽检工作量，预计需使用本项目货物/车辆检查系统查验的车辆最大为 30 辆/天，均进行仅单侧扫描，无需进行双侧扫描。则每年检查的车辆为 $30 \times 365 = 10950$ 辆。

MR*****货物/车辆检查系统在检查时的移动速度为 0.4m/s，检查系统实际

扫描距离最大为 20m，出束时间最大为 50s，则 1 年中加速器出束时间为 $10950 \times 50 / 3600 = 152.1\text{h}$ 。其中司机一年最大被检次数为 365 次（每天被抽检 1 次，仅进行单侧扫描）每次，每次最大出束时间为 50s，则司机 1 年受照时间最多为 $50 \times 365 / 3600 = 5.1\text{h}$ （主束朝南侧）。

9.2 污染源项描述

9.2.1 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 射线准直器范围内的 X 射线；（2）泄漏射线，准直器范围以外的 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。

MR*****货物/车辆检查系统主射束纵向辐射角 75° ，准直器出口缝宽 $\leq 3\text{mm}$ ，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，因此不考虑天空反射。

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 9MeV ，高于钨靶发生（ γ, n ）反应的阈值，所以靶材会产生少量感生放射性。另参考《放射治疗辐射安全与防护要求》，大于 10MeV 的 X 射线设备，需考虑中子屏蔽，本项目 X 射线能量最大为 9MeV ，故不考虑中子屏蔽。

检查系统在运行一定年限后，可能会产生废靶、废准直器等先暂存于屏蔽容器内，最终交有资质的单位进行处置。

9.2.2 非放射性污染源分析

（1）废气

空气在射线照射下产生少量臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。

（2）废水

本项目检查系统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。

项目射线装置加速器系统采用恒温水机组组合空调系统进行恒温控制进行

冷却，定期添加蒸馏水冷却液，不外排。

本项目拟设置辐射工作人员 4 人，辐射工作人员产生的少量生活污水。

（3）固废

本项目检查系统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 4 人，辐射工作人员产生的少量生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 工作场所布局及分区

(1) 工作场所的布局

本项目 MR*****货物/车辆检查系统拟建于郑州国际陆港核心功能区海关作业区查验区内。该查验区为“东-西”走向，东西长 42m，南北宽 19m，占地面积约为 798m²，查验区四周设置高度不小于 1.2m 围栏。查验区内不铺设扫描轨道，系统自带轮胎，行车通道内设黄色停车标志线，查验系统可在查验区内往复运行，行驶距离长约 20m。停车标志线宽度约 3.2m，距离西侧出口约 12m，距离东侧进口约 12m。操作室位于项目北侧集拼仓库西北角，距离项目区约 126m，司机等候区位于查验外监督区处。根据项目建设方案，本项目仅使用单侧扫描功能，MR*****货物/车辆检查系统主束方向为南侧。

本项目 MR*****货物/车辆检查系统有规范的检查流程，系统自带屏蔽防护。项目运行过程中设备采取了自屏蔽、距离防护措施及其它安全措施，所以总平面布置是合理的。

(2) 工作场所分区

为规范 MR*****货物/车辆检查系统查验区的管理，限制无关人员进入从而受到不必要的照射，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）控制区和监督区的定义划定辐射控制区和监督区。根据《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中规定，“对无司机驾驶的货运车辆或货物的检查系统，应将辐射源室及周围剂量当量率大于 40 μ Sv/h 的区域划定为控制区。控制区以外的周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的区域划定为监督区”。

根据项目设计方案和表 11 中“辐射环境影响分析”结论和建议，拟划分控制区及监督区如下：

控制区：拟将项目区域内部划为控制区。对该区域专门采取不低于 1.2m 的围栏，并设置相应的防护和安全措施，加速器出束运行时，任何人不得进入控制区。主要为措施包括：检查系统自屏蔽墙，设置电离辐射警告标志，设置门联锁、加速器剂量联锁、紧急停机按钮、声光报警系统、视频监视系统、语音广播系统

等。

监督区：拟建项目区域外东、西两侧各 2.5m，南侧和北侧外各 1m 的区域划为监督区。监督区内无关人员不得随意进入，同时定期检测其辐射剂量水平。

本项目工作场所布局及分区示意图见图 10.1。

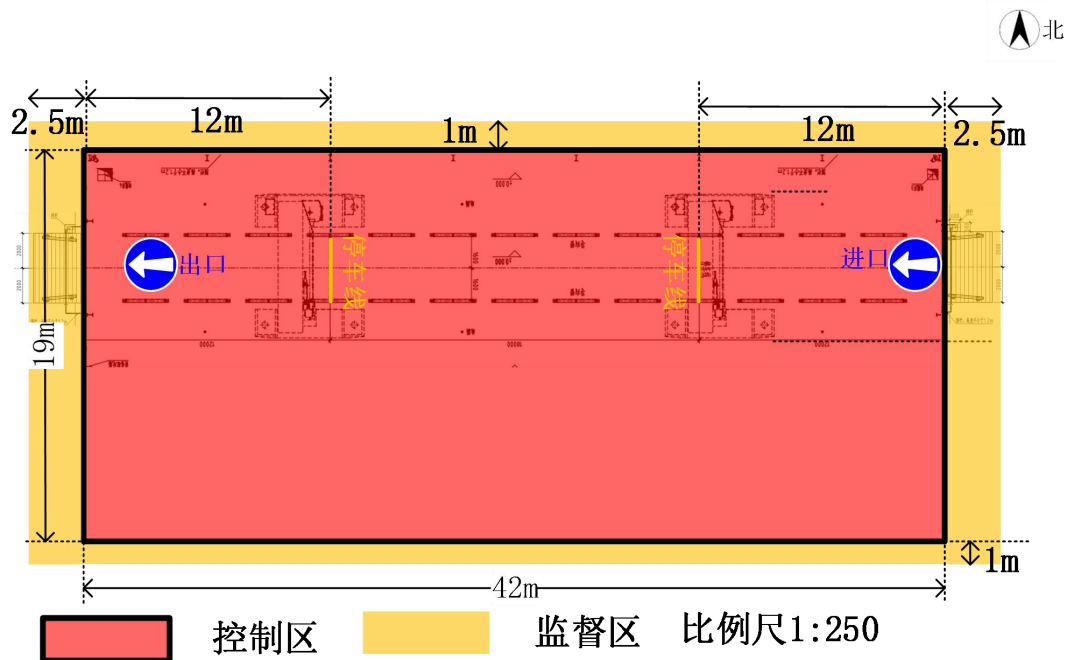


图 10.1 工作场所布局及分区示意图

10.1.2 辐射防护设计

本项目 MR***** 货物/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完成。

根据 MR***** 货物/车辆检查系统设计资料，MR***** 货物/车辆检查系统自屏蔽设施有加速器屏蔽、准直器、探测器屏蔽等。

(1) 加速器屏蔽：加速器四周采用了足够厚度的铅、钢屏蔽，加速器泄漏不大 1×10^{-5} ；

(2) 准直器：采用钢铅结构，主束约束为小于等于 3mm 的窄束流；

(3) 探测器臂：臂后采用*****屏蔽，屏蔽透射及散射线，确保辐射防护区边界周围剂量当量率满足控制目标；

(4) 探测器侧自屏蔽墙：位于加速器主束方向，防护墙结构内部焊接有一定厚度的钢板及铅板，自身具备防护功能；防护墙一侧焊接有方套筒，通过方套筒与立柱形成可滑动升降结构；另一侧的腔体内部安装有液压泵站、电缆卷筒(电

池)、控制系统等;为轮组总成提供安装、承载结构;舱体两端安装有电控柜及相关控制部件。防护墙采用铅、钢屏蔽,整个屏蔽墙长度为*****,屏蔽有效*****屏蔽,屏蔽来自加速器、集装箱、探测器、准直器等的透射及散射线;

(5) 加速器侧自屏蔽墙:结构同探测器侧自屏蔽墙,整个屏蔽墙长度为*****,高*****,屏蔽有效厚度*****屏蔽,屏蔽来自加速器、集装箱、探测器、准直器等的散射线。

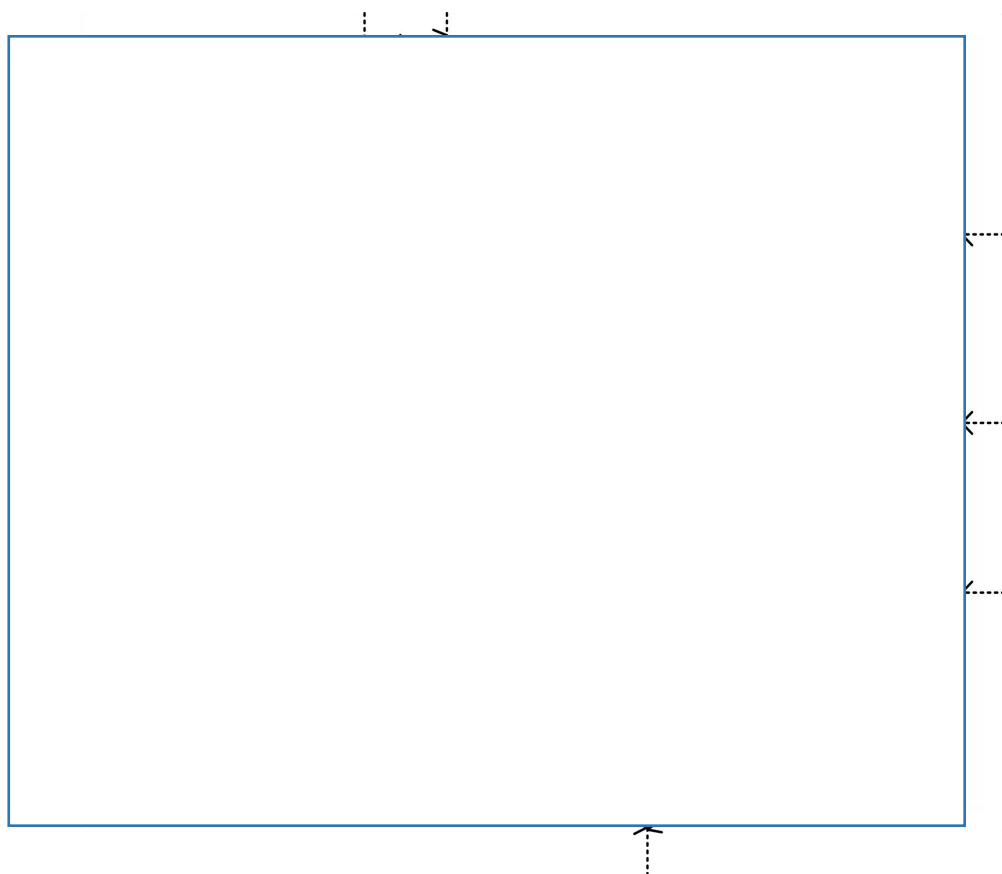


图 10.2 检查系统自身屏蔽示意图

10.1.3 辐射安全防护设施

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联锁与警示设施。安全联锁设施可控制加速器的出束或停束。只有在所有安全联锁设施都处于正常工作状态时射线源才可以出束,任意一个安全联锁设施不正常时,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。

系统安全联锁逻辑图参见图 10.3。

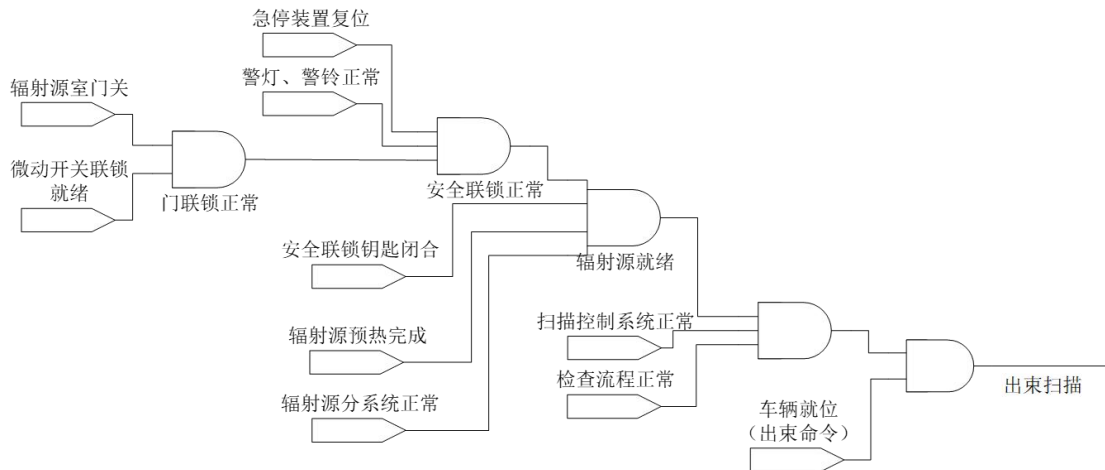


图 10.3 检查系统安全联锁逻辑图

系统的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、监视装置及其它安全辅助设备。系统的主要安全联锁设施布局示意如图 10.4 所示

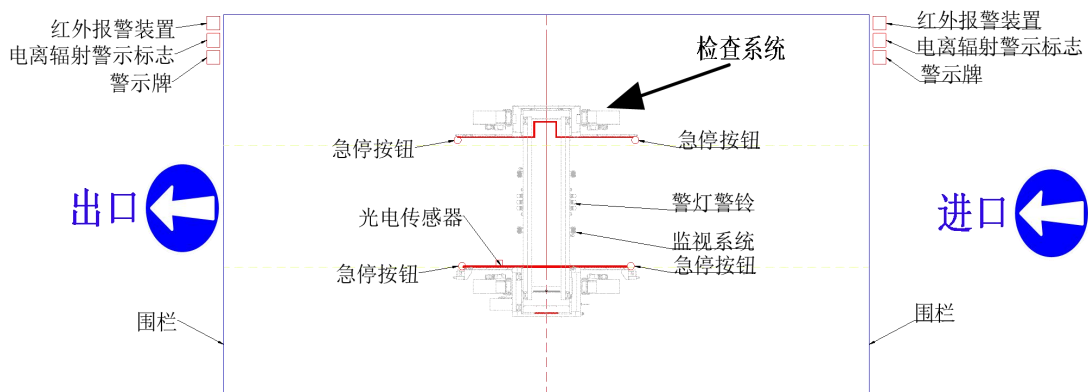


图 10.4 系统安全联锁设施布局示意图

(1) 系统控制台出束控制开关

在控制台安装有钥匙控制的安全联锁开关，如图 10.5 所示。

只有将安全联锁开关钥匙插入并拨至“ON”位置后，加速器才允许出束。安全联锁开关钥匙拨至“OFF”位置或拔出时，加速器不能出束或立即停止出束。



图 10.5 系统控制台上安全联锁开关

(2) 门联锁装置:

在加速器机头部件面板、调制器面板门、加速器舱舱门、电气设备舱舱门等处安装有门联锁装置，如图 10.6 所示。只有当这些门联锁装置闭合时，加速器才允许出束。任一门联锁打开时，加速器不能出束或立即停止出束，且门联锁恢复后加速器不能立即出束。

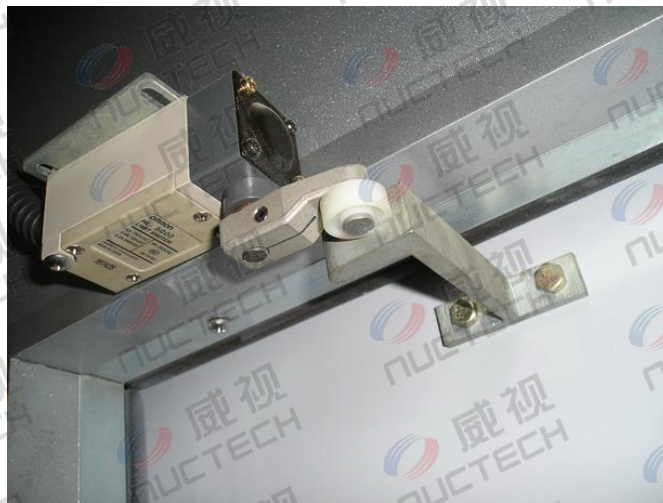


图 10.6 门联锁

(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、操作控制面板处、加速器舱外等处设置 8 个急停按钮。当有人员误入系统正在出束的区域，或检修期间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 10.7 紧急停束装置位置

(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（一般是设计的输出量的 30%）时，加速器立即停止出束。

(5) 声光警报安全装置

在顶部横梁（横向探测器臂）上设有警铃和红、黄、绿三种颜色的警灯和警铃。此外在横梁内侧与外侧、加速器舱内分别安装 3 组警灯警铃；在系统控制

盒上有一个三色灯及蜂鸣器。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。当警灯或警铃不能正常工作时，加速器不能出束。

（6）监视装置

系统配套安装 1 套 CCTV 监控系统，利用 CCTV 监控系统可以监控整个辐射防护区。在查验区出入口和检查系统上设有多组摄像装置，相应的监视器装在系统控制室操作台上，以保证操作人员随时监视整个辐射防护区内的情况。

（7）语音广播装置

系统控制室操作台设有麦克风，在扫描区域安装有扬声器，每次出束扫描前进行广播引导提醒现场人员注意和撤离辐射工作场所。

（8）辐射监测仪表

本项目拟配备 4 台个人剂量报警仪和 1 台便携式 X- γ 辐射检测仪；在 MR***** 货物/车辆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。

（10）警示标识

①拟在加速器机头、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；

②拟在出入口醒目位置设置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；

③拟在出入口醒目位置设置限速标识，明确车辆通行速度的上限和下限；

④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；

⑤拟在出入口醒目位置设置“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；

⑥拟在查验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查验区扫描通道。

（11）红外报警装置及档杆装置

在查验大区出入口处分别安装有红外报警器装置，当有人员闯入辐射防护区时，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防护区的意外受照事件。

在车辆出、入口处分别设有电动挡杆。只有在电动挡杆放下、封闭查验区的条件下，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。

10.1.4 其他防护措施

(1) 安全操作一般要求

①除非工作需要，工作人员应停留在监督区之外。

②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。操作人员确保联锁装置能正常响应后，车辆才能驶入。

③每次检查系统出束前，操作人员确认控制区内无人后，方可开启加速器出束。操作员（位于监控/控制室）应检查控制区，确认场地内没有人员后，才能启动出束扫描的确认信号。在检查系统工作中，应认真管制监督区边界。

④需要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。

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。

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，禁止重新启动检查系统。

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妥善保管，并做好安全记录。

(2) 安装调试和维修时的要求

①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查验区内进行；

②在设备调试和维修过程中，如果需要解除安全联锁，应先获得安全管理人员批准，并设置醒目的警示牌。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。

③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。

④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。

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

(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) 查验区配备完善的防火设施。

(5) 针对本项目新增的 MR*****货物/车辆检查系统，建设单位应在设备运行前配备 1 台 X- γ 辐射剂量率仪（可用于巡测）、4 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。

10.1.5 辐射监测仪器

拟配备辐射监测仪器见表 10.2。

表 10.2 本项目拟配备辐射监测仪器一览表

序号	设备名称	数量	备注
1	便携式 X- γ 辐射剂量率仪	1 台	拟配备
2	个人剂量报警仪	4 个	拟配备 1 个/人，备用 4 个
3	个人剂量计	4 个	1 个/人
4	固定式剂量计	1 个	/

10.1.6 辐射安全设计符合性分析

本项目 MR*****货物/车辆检查系统属于《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中的无司机驾驶移动式 X 射线货物/车辆检查系统，该系统与《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中“7 辐射安全设施要求”的符合性分析见下表。

表 10.3 货物车辆安全检查系统辐射安全措施设计与标准对照符合性分析

序号	GBZ143-2015 标准要求	本项目设计情况	评价
1	辐射工作场所的分区：a) 对无司机驾驶的货物车辆或货物的检查系统，应将辐射源室及周围剂量当量率大于 40 μ Sv/h 的区域划定为控制区。控制区以外的周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h 的区域划定为监督区；	本项目为便于管理，已根据现场实际情况将车辆扫描区域划分为控制区，将控制室、安检通道车辆出口挡杆外 3m 区域、静置通道 1#、2#区域、设备间、厂房墙体两侧边界外延 30cm 的区域划定为监督区。	
2	辐射安全标志：在辐射源箱体上、辐射工作场所边界应设置电离辐射警告标志，电离辐射警告标志应符合 GB18871-2002 中附录 F 相关要求。	在加速器机头、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。	符合
3	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	在系统控制台安装有钥匙控制的安全联锁开关，只有将安全联锁开关钥匙至“ON”位置后，加速器才允许出束。	符合
4	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、电气设备舱舱门等处安装有门联锁装置只有当这些门联锁装置闭合时，加速器才允许出束。任一门联锁打开时，加速器不能出束或立即停止出束，且门联锁恢复后加速器不能立即出束。	符合
5	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、操作控制面板处、加速器舱外等处设置 8 个急停按钮。当有人员误入系统正在出束的区域，或检修期间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
6	加速器输出剂量联锁：X 射线检查系统的加速器输出剂量超出预定值时，加速器应能自动停止出束。	在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时，加速器立即停止出束。	
7	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	在顶部横梁（横向探测器臂）上设有警铃和红、黄、绿三种颜色的警灯和警铃。此外在横梁内侧与外侧、加速器舱内分别安装 3 组警灯警铃；在系统控制盒上有一个三色灯及蜂鸣器。	符合

	烁，警铃示警。	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。当警灯或警铃不能正常工作时，加速器不能出束。	
8	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。	系统配套安装 1 套 CCTV 监控系统，利用 CCTV 监控系统可以监控整个辐射防护区。在查验区出入口和检查系统上设有多组摄像装置，相应的监视器装在系统控制室操作台上，以保证操作人员随时监视整个辐射防护区内的情况。	符合
9	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。	系统控制室操作台设有麦克风，在扫描区域安装有扬声器，每次出束扫描前进行广播引导提醒现场人员注意和撤离辐射工作场所。	符合
10	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；	本项目拟配备 a) 4 台个人剂量报警仪和 1 台便携式 X-γ 辐射检测仪。b) 在 X 射线检查系统的加速器出束口处配置有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可以显示输出剂量率。	符合

三废的治理

1.废气

空气在辐射照射下产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）。该检查系统使用区域位于足够开阔的户外空间，采取自然通风形式（空气的对流和扩散）对 O₃ 及 NO_x 进行稀释。运营期辐射工作场所臭氧浓度可以满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中“臭氧的浓度低于 0.3mg/m³”的限值要求。氮氧化物（主要为二氧化氮）浓度可以满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的限值要求。

2.废水

本项目检查系统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。项目射线装置加速器系统采用恒温水机组组合空调系统进行恒温控制进行冷却，定期添加蒸馏水冷却液，不外排。

本项目拟设置辐射工作人员 4 人，辐射工作人员产生的少量生活污水已在《中欧班列（郑州）集结中心—海关作业区环境影响报告表》评价，根据《中欧班列（郑州）集结中心—海关作业区环境影响报告表》，运营期辐射工作人员生活污水经化粪池预处理后经作业区总排口排入市政污水管网。

3.固废

检查系统在运行一定年限后，可能会产生废靶、废准直器等先暂存于屏蔽容器内，最终交有资质的单位进行处置。

本项目拟设置辐射工作人员 4 人，辐射工作人员产生的少量生活垃圾已在《中欧班列（郑州）集结中心—海关作业区环境影响报告表》评价，根据《中欧班列（郑州）集结中心—海关作业区环境影响报告表》，本项目营运期辐射工作人员产生的少量生活垃圾在站区收集后，由市政环卫统一清运。

表 11 环境影响分析

11.1 建设期环境影响 11.1.1 施工期环境影响 本项目为核技术利用项目，位于郑州国际陆港核心功能区海关作业区东部。本项目施工期的影响已在《中欧班列（郑州）集结中心—海关作业区环境影响报告表》中进行评价，施工期产生的施工噪声、施工扬尘、施工固体废弃物以及施工人员产生的生活污水和生活垃圾均提出了相应的环保措施施工结束后，项目施工期环境影响将随之消失。 11.1.2 设备调试期辐射环境影响 设备安装调试过程中主要污染因子包括设备的包装废物和调试时产生的 X 射线。安装过程中产生的包装废物由环卫工人运走统一处理，设备的安装调试由设备厂家专业人员进行，调试时加强扫描大厅周围的巡视工作，禁止无关人员在大厅内逗留，调试期间相关工作人员佩戴个人剂量报警仪，由于设备的安装和调试均在查验区内进行，经过设备自身的屏蔽措施和距离衰减后对环境的影响是可接受的。
11.2 运行期环境影响 本项目拟在查验区内使用 1 套 MR***** 货物/车辆检查系统。 11.2.1 辐射环境影响分析 根据设备生产商同方威视提供的设计参数，MR*****货物/车辆检查系统正常工况下加速器产生的 X 射线最大能量为 9MeV，射线严格准直，束流宽度为小于 3mm 的窄束，射线束中心轴上距靶 1m 处的空气比释动能率精细模式下为 5.4Gy/h。加速器泄漏率小于 1×10^{-5}，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。 本次评价对查验区周围辐射环境影响采用理论预测进行影响分析。 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：

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

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

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， mGy/min ， $\mu\text{Gy/h}$ 换算至 mGy/min 时的换算系数为 6×10^4 。

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 ；

1.67×10^{-5} ——换算系数，为 $1 \times 10^{-3} \text{Gy/mSv(rad/mrem)} \times 1.67 \times 10^{-2} \text{h/min}$ ，由于本项目距源 1m 处的吸收剂量率为 $5.4 \times 10^6 \mu\text{Gy/h}$ ，不涉及单位转换，因此本项目在进行透射计算时，不进行该单位转换，计算不乘以该单位换算系数。

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：

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

式中：

$H_{I,d_r,x}$ ——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， mGy/min ， $\mu\text{Gy/h}$ 换算至 mGy/min 时的换算系数为 6×10^4 ；

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；

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；

1.67×10^{-5} ——吸收剂量率转换为剂量当量率的换算系数，为 $1 \times 10^{-3} \text{Gy/mSv(rad/mrem)} \times 1.67 \times 10^{-2} \text{h/min}$ ，由于本项目距源 1m 处的吸收剂量率为 $5.4 \times 10^6 \mu \text{Gy/h}$ ，不涉及单位转换，因此本项目在进行透射计算时，不进行该单位转换，计算不乘以该单位换算系数。

③漏射计算公式

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

$$\dot{H} = \frac{H_0 \cdot f}{R^2} \bullet B \quad (11-4)$$

式中：

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

H_0 ——射线束中心轴上距靶 1 米处的空气比释动能率， $\mu \text{Gy/h}$ ，本项目为 $5.4 \times 10^6 \mu \text{Gy/h}$ ；

f ——加速器泄漏率，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 1×10^{-6} ；

R ——计算点到源点的距离，m；

B ——屏蔽物质的屏蔽透射因子，可按式 11-2 计算。

（2）计算参数选取

MR***** 货物/车辆检查系统设备参数见表 9.1。

经验公式计算相关的什值层见下表。

表 11.1 经验公式计算相关的什值层 TVT

材料	9MeV（主） ^[1]	9MeV（次） ^[2]
铅	50.11	46.2
钢	107.3	84.7

[1] 数据为 Geant4 蒙卡模拟结果；

[2] 数据参考 Varian 资料，非主束方向取值；
设备几何参数见下表。

表 11.2 厂家提供设备几何参数

位置	距离靶点的位置	散射系数	射线束宽度	射线束高度	散射面积
探测器（铅和钢）					
集装箱（钢）					

注：1、表中散射系数参考《辐射防护导论》图 6.4，散射系数对于铅取 5×10^{-3} （探测器），对于钢取 2.7×10^{-3} （被检集装箱）进行计算；

2、散射束面积由射线束宽度（由生产商同方威视提供的设计参数：探测器处束宽约 20mm，集装箱处束宽约 9mm）和被散射物体高度（探测器高度 5m，集装箱高度 4.8m）进行计算得到。

（3）预测点选取及计算结果

本项目 MR***** 货物/车辆检查系统拟设置于郑州国际陆港核心功能区海关作业区东部地面，主射方向为南侧。检查过程中，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、距离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，本项目查验区周围 50m 内无建筑物分布，且根据表 9 污染源项分析，MR***** 货物/车辆检查系统主射束纵向辐射角 75° ，准直器出口缝宽 $\leq 3\text{mm}$ ，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，因此不考虑天空反射；因查验过程司机下车后离开查验区至监督区外的等候区后才出束检查，因此不考虑被检车辆司机位的辐射影响。

综上所述，预测点选取距离辐射源点最近人员可达到的代表性位置和监督区边界进行预测。各预测点具体描述如下

1) 主束方向向南，各预测点具体描述如下：

A1 点：主射线方向控制区边界处（查验区南侧围栏处）；

A2 点：主射线方向监督区边界处（查验区南侧围栏外 1m 处）；

B1 点：加速器侧控制区边界处（查验区北侧围栏处）；

B2 点：加速器侧监督区边界处（查验区北侧围栏外 1m 处）；

C1 点：查验区西侧控制区边界处（查验区西侧围栏处）；

C2 点：查验区西侧监督区边界处（查验区西侧围栏外 1m 处）；

D1 点：查验区东侧监督区边界处（查验区东侧围栏处）；

D2 点：查验区东侧监督区边界处（查验区东侧围栏外 1m 处）。

E1 点：操作室（查验区西北约 126m，集拼仓库内西北角）。

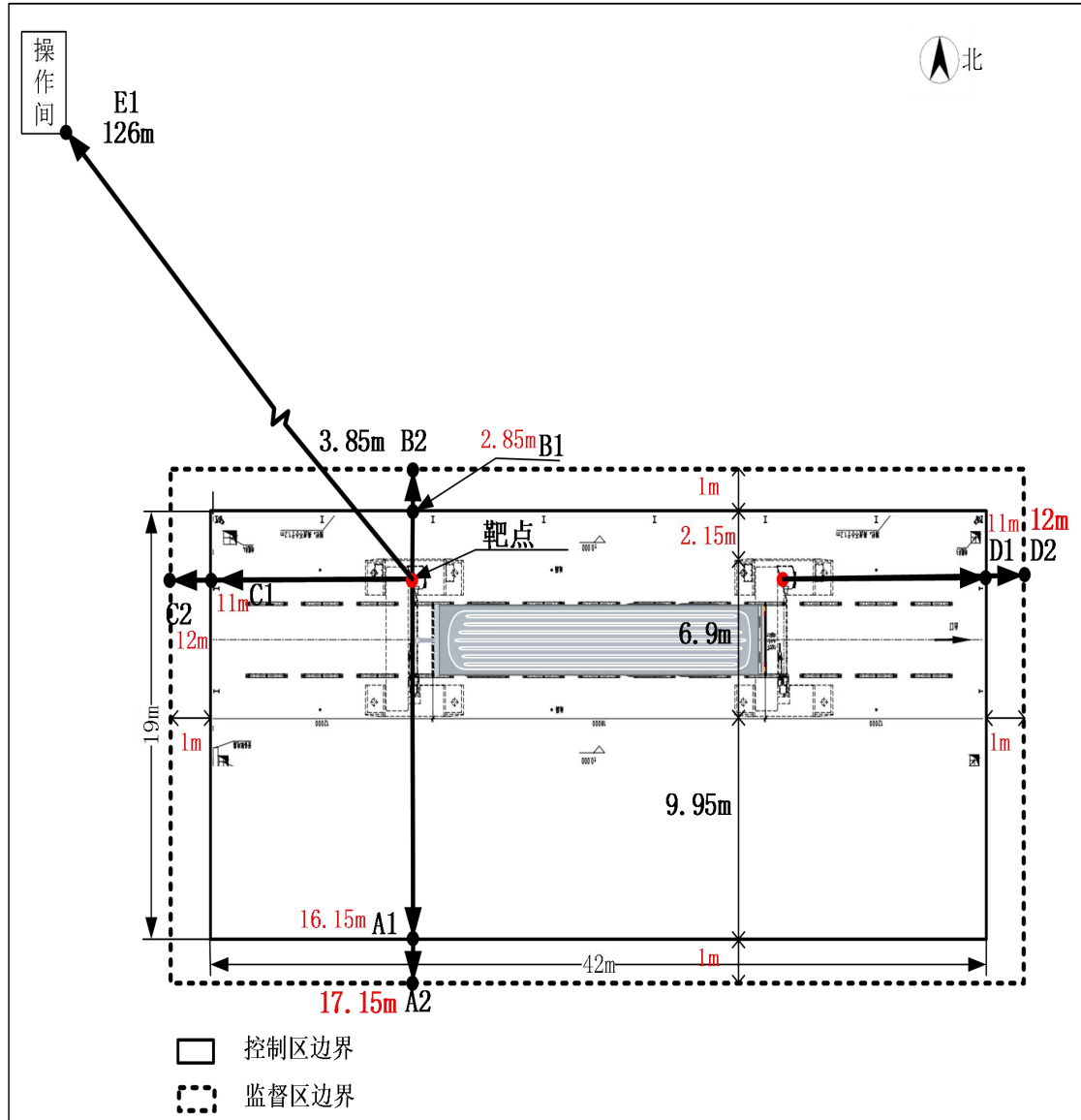


图 11.1 预测点位平面示意图

表 11.3 各预测点剂量率计算结果

计算点	射线类别	靶点与计算点距离(m)	漏射率	靶点到散射点的距离(m)	散射面积(m ²)	散射系数	散射点到计算点距离(m)	屏蔽体厚度(mm)	计算值(μSv/h)		标准(μSv/h)	是否达标
A1	透射	16.15	/	/	/	/	/	*****	1.375		40	达标
A2	透射	17.15	/	/	/	/	/	*****	1.220		2.5	达标
B1	漏射	2.85	1×10 ⁻⁶	/	/	/	/	*****	0.665		40	达标
B2	漏射	3.85	1×10 ⁻⁶	/	/	/	/	*****	0.364		2.5	达标
C1、D1	漏射	11	1×10 ⁻⁵	/	/	/	/	*****	<u>0.279</u>	3.531	40	达标
	探测器散射	/	/	*****	*****	*****	*****	/	<u>0.949</u>			
	集装箱散射	/	/	*****	*****	*****	*****	/	<u>2.303</u>			
C2、D2	漏射	12	1×10 ⁻⁵	/	/	/	/	*****	<u>0.235</u>	2.967	2.5	不达标
	探测器散射	/	/	*****	*****	*****	*****	/	<u>0.797</u>			
	集装箱散射	/	/	*****	*****	*****	*****	/	<u>1.935</u>			
C2'、D2'	漏射	13.5	1×10 ⁻⁵	/	/	/	/	*****	<u>0.185</u>	2.344	2.5	达标
	探测器散射	/	/	*****	*****	*****	*****	/	<u>0.630</u>			
	集装箱散射	/	/	*****	*****	*****	*****	/	<u>1.529</u>			

E1	漏射	126	1×10^{-6}	/	/	/	/	*****	<u>0.0002</u>	<u>0.023</u>	2.5/1	达标
	探测器散射	/	/	*****	*****	*****	*****	/	<u>0.007</u>			
	集装箱散射	/	/	*****	*****	*****	*****	/	<u>0.016</u>			

备注：“E1 点到漏射点距离”保守从控制区边界计算，散射点到 E1 点的距离取“E1 点到漏射点距离”+“靶点到散射点的距离”计算。

由上表预测计算结果可知，本项目货物车辆安全检查系统在主束方向向南正常运行情况下：四周控制区边界周围剂量当量率最大估算结果为 $1.375 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中检查系统控制区边界处的周围剂量当量率应不大于 $40 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。南北方向监督区边界周围剂量当量率最大估算结果为 $1.220 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《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剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求；东西方向监督区边界周围剂量当量率最大估算结果为 $2.967 \mu\text{Sv/h}$ ，不满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中检查系统控制区边界处的周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。操作室外周围剂量当量率估算结果为 $0.023 \mu\text{Sv/h}$ ，满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中检查系统控制室内的周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，操作人员操作位置位于操作室内，且操作室墙体具有一定的屏蔽作用，容易得到操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于 $1.0 \mu\text{Sv/h}$ 。

根据估算，本项目货物车辆安全检查系统在主束方向向南正常运行情况下：查验区东、西侧监督区边界处应设置到检查系统扫描开始/结束位置处检查系统靶点位置的两侧外 13.5m（停车线外两侧 14.5m）处，才可以满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中检查系统控制区边界处的周围剂量当量率应不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。因此，评价建议：本项目控制区可以保持不变，监督区南、北侧侧边界不变，东侧、西侧边界应设置到控制区东侧、西侧边界外 2.5m 处，北侧边界应设置到控制区北侧边界外 3.5m 处。具体分区管理示意图见图 10.1。

(4) 附加年剂量计算

人员附加年有效剂量可以按照以下公式计算。

$$H_{E-r} = D_r \times t \times k \times T \times 10^{-3} \quad (11-10)$$

式中：H_{E-r}—外照射附加年有效剂量，mSv/a；

D_r—外照射附加剂量率，μGy/h，取值见表 11.4；

t—年照射时间，h/a，取值见表 11.4；

T—居留因子，参照《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 A，操作室和司机等候区全居留，居留因子取 1，集装箱堆场、辅助箱堆场和监督区四周道路上的公众人员，偶然居留，居留因子取 1/16。

k—有效剂量与吸收剂量换算系数，保守取 1，即 1Sv=1Gy。

根据前述本项目工作负荷情况，MR*****货物/车辆检查系统在检查时，1 年中加速器出束时间为 $10950 \times 50 / 3600 = 152.1\text{h}$ 。其中司机一年最大被检次数为 365 次（仅单侧扫描），每次最大出束时间为 50s，则司机 1 年受照时间最多为 $50 \times 365 / 3600 = 5.1\text{h}$ （主束朝南）。

人员受到的附加年有效剂量计算结果详见下表。

表 11.4 人员受到的附加年有效剂量计算结果一览表

人员分类	参考位置	附加剂量率 (μSv/h)	时间 (h/a)	居留因子	附加年剂量 (mSv/a)	管理限值 (mSv/a)
辐射工作人员	操作室操作人员 E1	0.023	<u>152.1</u>	1	<u>0.0035</u>	5
公众人员	监督区外被检车辆司机	2.344	<u>5.1</u>	1	<u>0.0120</u>	0.1
	集装箱堆场作业人员	0.014	<u>152.1</u>	1/16	<u>5.32E-05</u>	0.1
	辅助箱区作业人员	0.154	<u>152.1</u>	1/16	<u>5.86E-04</u>	0.1
	监督区四周道路上的流动人员	2.491	<u>167.3</u>	1/16	<u>0.0104</u>	0.1

由计算结果可知：本项目在正常运行时，辐射工作人员受到的附加年有效剂量为 0.0035mSv/a，辐射工作人员受到的附加年有效剂量均分别满足本次评价关于辐射工作人员 5mSv/a 年剂量管理限值要求，公众人员受到的附加年有效剂量最大为 0.0120mSv/a，满足公众人员 0.1mSv/a 的年剂量管理目标要求。综上分析，本项目正常运行后产生的辐射环境影响在国家允许的范围以内。

此外，本项目 50m 评价范围内的其他流动保护目标均位于上述预测关注点外更远的区域，根据辐射剂量率与距离平方成反比的原理，其所受辐射影响不大于靠近机房的预测关注点，同样满足年有效剂量管理限值要求。

11.2.2 有害气体对周围环境的影响

根据工程分析与源项，9.2.2 空气在射线照射下产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），氮氧化物的产额约为臭氧的三分之一，且以臭氧的毒性最高。该检查系统使用区域四周无围挡，且位于足够开阔的户外空间，采取自然通风形式（空气的对流和扩散）对 O₃ 及 NO_x 进行稀释；此外臭氧很不稳定，在常温下不断转化成氧气，或与其他材料和空气中的杂质产生化学反应，因此其浓度降低速度也将大大加快。经过大气的稀释和扩散作用 O₃ 浓度迅速降低，常温下短时间内可自然分解为氧气，对周围大气环境影响可接受。

11.2.3 废水环境影响分析

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。项目射线装置加速器系统采用恒温水机组组合空调系统进行恒温控制进行冷却，定期添加蒸馏水冷却液，不外排。本项目拟设置辐射工作人员 4 人，辐射工作人员产生的少量生活污水已在《中欧班列（郑州）集结中心—海关作业区环境影响报告表》评价，根据《中欧班列（郑州）集结中心—海关作业区环境影响报告表》，运营期辐射工作人员生活污水经化粪池预处理后经作业区总排口排入市政污水管网。

11.2.4 固废环境影响分析

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 4 人，辐射工作人员产生的少量生活垃圾已在《中欧班列（郑州）集结中心—海关作业区环境影响报告表》评价，根据《中欧班列（郑州）集结中心—海关作业区环境影响报告表》，本项目运营期辐射工作人员产生的少量生活垃圾在站区收集后，由市政环卫统一清运。

此外，本项目运行期间被检车辆产生的噪声较低；在被查验车辆进入的醒目位置设置禁止车辆鸣笛标志牌。根据《中欧班列（郑州）集结中心—海关作业区环境影响报告表》作业区各边界噪声贡献值均满足相关排放标准要求。

11.4 事故影响分析

11.4.1 风险事故识别

本项目货物/车辆检查系统（电子加速器）属于类II射线装置，建设单位针对性制定了相关的操作规程，在实际运行中发生大剂量照射事故概率极低，可能发生的辐射安全风险事故主要包括：

（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，有人误入正在检查系统运行的查验区，造成超剂量的照射。

（4）检查系统发生故障，系统联锁装置失效，导致系统无法停止出束，造成人员误照射。

11.4.2 预防措施

上述辐射事故可以通过完善辐射防护安全措施、相关管理规章制度和辐射事故应急措施加以防范，使辐射环境风险控制在可以接受的水平。针对在运行过程中可能发生的事故，本次评价提出以下防范措施，尽可能减小或控制事故的危害和影响，主要包括：

（1）成立辐射防护管理组织机构、建立完善的辐射安全管理制度和辐射事故应急预案；检查系统全体人员必须充分重视并贯彻执行“安全第一”“预防为主”的指导思想。

（2）辐射工作人员必须做到岗前培训、职业体检、持证上岗、剂量监督，并严格遵循机检岗位职责；控制室设立无关人员不得入内的管理要求，防止无关人员误操作；同时监控（控制）室内有设备厂家驻场工程师进行指导。

（3）对辐射工作场所进行分区管理，设备控制台有安全联锁装置、急停开关，查验区内安装联锁装置、警灯警铃，发生意外情况，控制室操作人员可通过控制台急停按钮停止系统出束；在射线源箱箱体外、辐射防护区四周和查验区出入口处设有电离辐射警告标志。

（4）监控（控制）室内设置监控显示屏幕，检查系统工作时辐射工作人员

全程值守，不工作时锁闭控制室，防止无关人员进入。控制室有操作人员、设备厂家驻场工程师等。检查系统出束扫描过程中，查验区内及查验区外的多组多角度监控摄像头，操作人员实时通过控制室内的视频监控观察车辆位置和检查系统运行情况，如发现异常情况，可以通过控制台立即按下急停按钮或关闭主控钥匙，停止设备出束。

（5）本项目查验区内设置实时视频监控和语音广播系统，可以及时判断查验区内是否有人员滞留，一旦发现有人员闯入造成进行误照射，控制室操作人员可通过控制台急停按钮立刻停止系统出束。发生此类事故事件，第一时间报告本单位辐射安全管理机构，启动事故应急预案，规定时限内上报辐射事故，采取事故应急措施，积极配合辐射事故调查和采取防止类似事故发生的措施。

（6）落实常规监测和检查制度，确保检查系统各安全联锁装置、辐射防护设施保持正常工作状态，一切安全联锁处于良好状态才能出束工作。

（7）辐射工作人员正确佩戴个人剂量计和携带个人剂量报警仪；工作人员进入控制区须随身携带个人剂量报警仪，实时监测加速器是否正在出束。当报警仪发出报警声时，人员立即就近按下急停按钮，系统立即停止出束。

（8）系统发生故障或其他情况紧急停机后，紧急停机开关须人工就地复位后并通过控制台方可重新启动设备，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动检查系统。

（9）加强辐射安全宣传教育，加强对系统操作人员和被检车辆司机的安全教育，规范装卸货物规程，严防人员藏匿，避免人员误照射和人员偷渡情况发生，一旦发现人员藏匿立即采取急停措施，停止系统出束。

（10）发生辐射事故后，辐射安全与环境保护管理小组应及时向当地生态环境部门及公安部门报告，并协助有关部门调查事故原因、事故后果，按“辐射事故管理规定”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《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第七条第三款、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款的要求，使用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 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。

建设单位已成立“辐射安全与环境保护管理小组”。同时根据项目建设背景，项目涉及的货物/车辆检查系统使用单位为中华人民共和国郑州海关，评价要求使用单位成立“辐射安全与环境保护管理小组”。辐射安全与环境保护管理小组全面负责项目运营期的辐射安全与环境保护管理工作，包括：取得辐射安全许可证，监督辐射工作人员及辐射活动；按要求开展辐射安全与防护自查及年度评估，积极配合生态环境部门开展的监督检查，并针对自查或监督检查发现的问题落实整改；建立、健全各项辐射管理档案，按要求开展场所辐射检测、人员培训考核、个人剂量检测及职业健康检查工作；制订或修订辐射安全管理制度和辐射事故应急预案，按要求开展辐射安全与防护宣教活动及辐射事故应急演练。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 规章制度

根据《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）第七条第四款规定有健全的安全和防护管理规章制度、辐射事故应急措施的要求，根据《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 7 号）第十六条第六、七、八款，使用射线装置的单位申请领取许可证，应当有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，有完善的辐射事故应急措施的要求。

建设单位已制定健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。同时，评价要求使用单位制定健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。评价要求使用单位应当制定健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，有完善的辐射事故应急措施。

12.2.2 人员培训

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第18号令）第三章第十七条规定，“生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照环境保护部审定的辐射安全培训和考试大纲，对直接从事生产、销售、使用活动的操作人员以及辐射防护负责人进行辐射安全培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。”按照《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》（公告 2019 年第 57 号）的规定，对于新从事辐射活动的人员，以及原有辐射安全与防护培训合格证书有效期届满人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。已安排参加辐射安全与防护培训，取得合格证书后再安排上岗。

根据建设单位介绍，本项目建成投入运行后，使用单位拟配备 4 名辐射工作人员，评价要求：使用单位拟配备的 4 名辐射工作人员应在项目投运前取得辐射安全与防护培训合格成绩单。

12.3 辐射监测

本项目在营运期的辐射监测项目分为辐射环境监测、辐射工作场所监测以及个人剂量监测。

12.3.1 辐射环境和辐射工作场所监测计划

根据《河南省辐射污染防治条例》第三十四条要求，“辐射单位应当建立辐射监测制度，定期对工作场所以及周围辐射环境进行监测或者委托有资质的单位进行监测。发现异常情况的，应当立即采取措施，并向县级以上人民政府环境保护行政主管部门报告”。辐射环境检测计划如下：

1. 常规监测：根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》第十九条要求，使用单位拟配备 1 台便携式 X- γ 辐射监测仪，对射线装置工作场所周围以及代表性的环境保护目标处 X- γ 辐射剂量率进行常规监测，监测记录应清晰、准确、完整。常规监测一般每月进行一次。

2. 定期监测：使用单位定期委托具有监测资质的单位，对射线装置使用区域周围 X- γ 辐射剂量率进行监测，每年应至少进行 1 次。监测结果反映在年度自评报告一并上报发证机关。

3. 监测范围：监测点位设置于查验区四周控制区和监督区边界处，监控（控

制)室内, 以及查验区 50m 范围内代表性的环境保护目标处等。

12.3.2 个人剂量监测计划

根据《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)、《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 7 号)要求, 评价要求使用单位制定辐射工作人员个人剂量管理制度, 本项目正常运行后, 辐射工作人员全部严格按照要求佩戴个人剂量计, 个人剂量计每期佩戴最多不超过三个月, 统一委托有资质单位开展个人剂量监测, 期间若有人员离开辐射工作岗位, 单独对其个人剂量计予以回收并检测。建立个人剂量监测管理档案, 辐射工作人员的个人剂量监测报告全部由专人负责归档妥善保存。

12.4 辐射事故应急

为应对突发性事故, 评价要求使用单位根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等的要求, 制定详细的《辐射事故应急预案》, 成立辐射事故应急处理机构, 明确相应的职责范围, 规定辐射事故处理的原则及应急响应程序, 制定措施具体有效的应急措施。

当发生事故时, 建设单位应当立即启动辐射事故应急方案, 采取有效防范措施, 及时制止事故的恶化, 并在 2 小时内向当地生态环境部门和公安部门报告。造成或可能造成人员超剂量照射的, 还应同时向当地卫生行政部门报告。

此外评价要求, 辐射事故应急小组应根据辐射工作的实际开展情况, 定期组织开展辐射事故应急演练, 不断提高应急响应能力。演练活动结束后, 组织开展总结, 评估和验证辐射事故应急预案的可行性和有效性, 必要时予以修改完善。

12.5 从事辐射活动的能力分析

根据《核技术利用监督检查技术程序(2020 发布版)》中“II类非医用 X 线装置监督检查技术程序”的内容要求, 对建设单位法规执行情况和管理制度进行了检查, 具体检查结果详见表 12.4 和表 12.5。

表 12.4 辐射安全防护设施

序号	检查项目		项目情况
1	A 场所设 施(固定 式)	入口处电离 辐射警告标 志	查验区出入口处设电离辐射警告标志牌;
2		入口处机器 工作状态显	在顶部横梁(横向探测器臂)上设有警铃和红、黄、绿 三种颜色的警灯和警铃。当系统上电时, 绿色警灯亮;

		示	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。
3		隔室操作	操作室位于北侧集拼仓库西北角，距离项目区约 126m。
4		迷道	不适用
5		防护门	不适用
6		控制台有钥匙控制	在控制台安装有钥匙控制的安全联锁开关
7		门机联锁系统	在加速器机头部件面板、调制器面板门、加速器舱舱门、电气设备舱舱门等处安装有门联锁装置只有当这些门联锁装置闭合时，加速器才允许出束。任一门联锁打开时，加速器不能出束或立即停止出束，且门联锁恢复后加速器不能立即出束。
8		照射室内监控设施	系统配套安装 1 套 CCTV 监控系统，利用 CCTV 监控系统可以监控整个辐射防护区。在查验区出入口和检查系统上设有多组摄像装置，相应的监视器装在系统控制室操作台上，以保证操作人员随时监视整个辐射防护区内的情况。
9		通风设施	本项目检查系统所在查验场地为露天场所，采用自然通风
10		照射室内紧急停机按钮	在系统控制室操作台、加速器机头、调制器面板上、操作控制面板处、加速器舱外等处设置 8 个急停按钮。
11		控制台上紧急停机按钮	在系统控制室操作台设置 1 个急停按钮。
12		出口处紧急开门开关	不适用
13		准备出束声光提示	在顶部横梁（横向探测器臂）上设有警铃和红、黄、绿三种颜色的警灯和警铃。此外在横梁内侧与外侧、加速器舱内分别安装 3 组警灯警铃；在系统控制盒上有一个三色灯及蜂鸣器。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。当警灯或警铃不能正常工作时，加速器不能出束。
14-17	B 场所设施（移动式）		不适用
18	C 监测设备	便携式辐射监测仪	拟配备 1 台便携式 X-γ辐射检测仪
19		个人剂量报警仪	拟配备 4 台个人剂量报警仪
20		个人剂量计	每位辐射工作人员拟配备 1 个人剂量计

表 12.4 管理制度制定

序号	检查项目		项目情况
1	A 综合	辐射安全管理规定	已制定《辐射防护和安全保卫制度》
2		操作规程	已制定《操作规程》
3		非固定场所使用的管理规定	不适用
4		辐射安全和防护设施维护维修制度（包括机构人员、维护维修内容与频度、重大问题管理措施、重新运行审批级别等）	已制定《设备检修维护制度》
5	B 监测	监测方案	已制定《辐射环境监测方案》
6		监测仪表使用与校验管理制度	已制定《监测仪表使用与校验管理制度》
7	C 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度	已制定《人员培训计划》
8		辐射工作人员个人剂量管理制度	已制定《辐射工作人员个人剂量和健康监测方案》
9	D 应急	辐射事故应急预案	已制定《设备检修维护制度》

由表 12.4 和表 12.5 分析可以得出，项目按照环评落实各项措施后，建设单位辐射安全防护设施和管理制度制定满足相关要求，建设单位基本具备从事使用 II 类非医用 X 线装置辐射活动的能力。

12.6 环保投资一览表

本项目总投资 3500 万元，其中环保投资共 11.2 万元，占比 0.32%。

表 12.6 本项目环保投资估算一览表

序号	类别	环保措施	投资额 (万元)
1	各类警示标识等	设备外侧、查验区四周张贴电离辐射警示标识，查验区外划定监督区域。	0.2
2	辐射防护用品	4 台个人剂量报警仪、每位辐射工作人员 1 个个人剂量计等。	0.5
3	辐射监测仪器	1 台便携式 X-γ 辐射检测仪	1.5
4	其他	环境评价及检测	9
5	环保投资合计		11.2

12.7 竣工环境保护验收要求

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号）规定，本项目竣工后，建设单位应按照环境保护行政主管部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，本次评价提出的竣工环境保护验收内容如下表所示。

表 12.5 竣工环境保护验收一览表

序号	要求	主要内容及要求
1	项目规模	采购 1 台以交替双能电子直线加速器为辐射源的货物/车辆检查系统，该设备型号为 MR****，能量 9MeV/6MeV，剂量率 5.4Gy/h。查验区位于郑州国际陆港核心功能区海关作业区东部。
2	环保手续完善	取得环评批复及辐射安全许可证，环保资料建档妥善保存。
3	项目建设情况	实际建设的内容及规模与环评文件及批复文件中描述的一致。
4	剂量限值达标	辐射工作人员及公众人员满足辐射工作人员 5mSv/a 公众人员 0.1mSv/a 的年剂量管理限值要求。
5	分区合理性	控制区边界周围剂量当量率不大于 40 μ Sv/h，监督区边界周围剂量当量率大于 2.5 μ Sv/h。
6	安全防护设施	设置控制区和监督区，设置设备门联锁装置、紧急停机装置、加速器输出剂量联锁、声光警报安全装置、监视装置、语音广播装置、红外报警装置及档杆装置等符合《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）相关要求。
7	设置警示标识	查验区进出口张贴电离辐射警示标识和中文说明，警示标识的设置符合《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018）相关要求。同时设置引导、限速、保持车距、禁止停车、禁止倒车、禁止箱内有人、禁止穿行等警示标识或中文说明。
8	管理规章制度	各项管理规章制度和操作规程完善。
9	事故应急预案	制定详细完整、合理可行的辐射事故应急预案。
10	落实监测计划	建立职业健康检查和个人剂量监测档案，落实环境监测计划，妥善保存各项检查报告和检测记录。
11	人员持证情况	辐射工作人员均按要求参加辐射安全与防护培训，并经考试合格。
12	监测仪器	1 固定式辐射监测仪、辐射检测仪 1 台、个人剂量报警仪 4 台；个人剂量计 4 个（1 个/人）。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 建设内容及规模

郑州航空港经济综合实验区口岸管理局拟在郑州航空港经济综合实验区陆港东五街和灵润路交叉口东南郑州国际陆港核心功能区海关作业区建设 2025 国际陆港海关监管查验设备（货物/车辆检查系统）项目，用于汽车运输的货物集装箱的查验。项目主要内容为采购 1 台以交替双能电子直线加速器为辐射源的货物/车辆检查系统，该设备型号为 MR*****, 能量 9MeV/6MeV，剂量率 5.4Gy/h。

查验区东西长 42 米，南北宽 19 米，占地 798 平方米。其中，货物/车辆检查系统拟使用区域在查验区北部，东西长 42 米，南北宽 12 米，占地 504 平方米（含长宽均为 12 平方米的 09#H986 配套用房 2，占地 144 平方米）。查验区四周设置不低于 1.2 米的围栏。

查验区内现状建设有 09#H986 配套用房 2，用于停放货物/车辆检查系统，09#H986 配套用房 2 四周为空地。项目拟安排 4 名辐射工作人员，分别包括操作人员 1 名、图像检查人员 2 名、语音广播引导人员 1 名，4 名辐射工作人员均位于操作室。操作室位于项目北侧集拼仓库西北角，距离项目区约 126m，司机等候区位于查验外监督区处。

本期核技术项目总投资为 3500 万元，其中环保投资为 11.2 万元，环保投资占总投资的比例为 0.32%。

13.1.2 产业政策相符性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于第一类“鼓励类”第四十三项“公共安全与应急产品”第 2 款“检验检测装备及技术”中的“放射性、毒品等违禁品、核生化恐怖源等危险物品快速探测检测技术与产品”，符合国家现行政策。

13.1.3 实践正当性

本项目符合国家及地方产业政策要求，本项目用于大型集装箱/车辆不开箱检查，减少人工安检工作量，提升跨境贸易通关效率，有较高的经济效益，在落实各项辐射安全防护措施及管理要求后，可以将该项目产生的辐射影响降至尽可能小，且对周围环境、工作人员、公众的辐射影响能够满足相关标准要求，项目

带来的经济效益、社会效益要远大于其可能引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

13.1.4 项目选址合理性分析

本项目货物/车辆检查系统使用地点位于郑州国际陆港核心功能区海关作业区内部，未设置在商业楼、写字楼、商住两用楼等人群集中区。

本项目拟使用区域（以下称“查验区”）位于郑州国际陆港核心功能区海关作业区东部地面，查验区 50 米范围内主要为集装箱堆场、作业区道路、专用铁路等，除查验区内 09#H986 配套用房 2 外，无其他建筑物或固定工位。

因此，本项目选址合理。

13.1.5 辐射环境背景水平

根据对拟建 2025 国际陆港海关监管查验设备（货物/车辆检查系统）项目区域的监测结果可知，项目拟建区域辐射环境质量现状监测值为 0.08~0.09 μ Gy/h 之间，项目区域辐射环境背景水平，未发现明显异常的情况。

13.1.6 环境影响分析结论

（1）施工期

本项目为核技术利用项目，位于郑州国际陆港核心功能区海关作业区东部。本项目施工期的影响已在《中欧班列（郑州）集结中心—海关作业区环境影响报告表》中进行评价，施工期产生的施工噪声、施工扬尘、施工固体废弃物以及施工人员产生的生活污水和生活垃圾均提出了相应的环保措施施工结束后，项目施工期环境影响将随之消失。

（2）设备调试期

设备安装调试过程中主要污染因子包括设备的包装废物和调试时产生的 X 射线。安装过程中产生的包装废物由环卫工人运走统一处理，设备的安装调试由设备厂家专业人员进行，调试时加强扫描大厅周围的巡视工作，禁止无关人员在大厅内逗留，调试期间相关工作人员佩戴个人剂量报警仪，由于设备的安装和调试均在查验区内进行，经过设备自身的屏蔽措施和距离衰减后对环境的影响是可接受的。

（3）运营期

本项目货物车辆安全检查系统在正常运行情况下,四周控制区边界周围剂量当量率满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015)中检查系统控制区边界处的周围剂量当量率应不大于 40 μ Sv/h 的要求。监督区边界在按照环评要求设置在拟建项目区域外东、西两侧各 2.5m,南侧 1m,北侧 3.5m 的区域的条件下,可以满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015)中检查系统控制区边界处的周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求

关注点周围剂量当量率满足《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剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求;操作室外周围剂量当量率满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015)中检查系统控制室内的周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h 的要求,操作人员操作位置的周围剂量当量率满足应不大于 1.0 μ Sv/h 的要求。

本项目在正常运行时,本项目在正常运行时,辐射工作人员受到的附加年有效剂量为 0.0035mSv/a,辐射工作人员及公众人员受到的附加年有效剂量均分别满足本次评价关于辐射工作人员 5mSv/a 年剂量管理限值要求,公众人员受到的附加年有效剂量最大为 0.0120mSv/a,满足公众人员 0.1mSv/a 的年剂量管理限值要求。由此说明,本项目正常运行后产生的辐射影响在国家允许的范围以内。

本项目区域四周无围挡,且位于足够开阔的户外空间,采取自然通风形式对 O₃ 及 NO_x 进行稀释和扩散,常温下短时间内可自然分解为氧气,对周围大气环境影响可接受。

13.1.7 辐射安全管理

建设单位制定了相对完整的辐射安全与防护管理制度,建设单位从事辐射活动的的能力基本符合《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求。另外,针对项目后期发现尚不完善的管理措施,要求及时修订完善。

今后,郑州航空港经济综合实验区口岸管理局只要严格按照国家有关辐射防护规定执行,并要求使用单位中华人民共和国郑州海关采取切实措施做好辐射防护管理工作,保障人员安全,该项目的辐射环境影响即可控制在国家允许的标准范围之内。

13.1.8 综合结论

综上所述，2025 国际陆港海关监管查验设备（货物/车辆检查系统）项目，选址合理，符合辐射防护“实践的正当性”的要求。在落实相关污染防治措施和辐射环境管理措施的前提下可以达到防护目的，项目正常运行对周围环境产生的辐射影响满足相关标准的要求。因此，从辐射环境保护的角度认为本项目建设是可行的。

13.2 建议

- （1）建设单位和使用单位做好工作衔接，保证运营期的辐射安全。
- （2）应保证直接从事辐射工作的人员取得辐射安全与防护培训合格成绩单，成绩有效期到期前应及时参加复训；加强对工作人员和公众成员辐射防护知识的宣传教育，增强其自身安全防护意识，防止事故发生。
- （3）本项目建成投运前，应完成辐射安全许可证申请工作，并及时按照相关法律法规进行竣工环境保护验收工作，经验收合格后方可投入正式使用。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

公章

经办人：

年 月 日

审批意见：

公章

经办人：

年 月 日