

核技术利用建设项目
浦寨—新清通道智慧口岸项目—透视检查设备
项目环境影响报告表
(公示本)

建设单位：凭祥市国际贸易开发集团有限公司



环评单位：江西省地质局实验测试大队



二〇二六年二月

表 1 项目基本情况

建设项目名称		浦寨—新清通道智慧口岸项目—透视检查设备项目			
建设单位		凭祥市国际贸易开发集团有限公司			
法人代表		***	联系人	***	联系电话
注册地址		中国（广西）自由贸易试验区（崇左片区） 凭祥市边境贸易货物监管中心申报大楼			
项目建设地点		凭祥市浦寨—新清通道智慧口岸			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		***	项目环保投资（万元）	***	投资比例（环保投资/总投资）
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m ² ）
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类		
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<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 单位概况

凭祥市国际贸易开发集团有限公司是凭祥市人民政府授权成立的国有企业，为自主经营、独立核算的经济实体，公司隶属市政府领导。公司于 2015 年 6 月成立，注册资本金 30 亿元，营业期限 60 年。主要经营物业管理、铺面出租、提供装卸、过磅、停车场、仓储服务； 货物配载、货运代理； 进出口贸易； 对城市基础设施、土地储备、开发及市场开发项目的投资； 提供报关、报检服务； 建材、五金、 交电、汽车及其配件销售； 医疗器械销售； 国内广告代理制作、发布。

1.2 项目建设规模及目的

1998年6月，海关总署根据国家的要求，决定在全国海关边检中货运量大的作业现场配备大型集装箱检查系统，是先进科技业务一体化的产物，不同海关边检可能配备不同厂家生产的不同型号检查系统。

2026年，凭祥市国际贸易开发集团有限公司拟在凭祥市浦寨一新清通道智慧口岸建设两处透视设备查验区，每处透视设备查验区安装1套BGV6000固定式快检货物/车辆检查系统和1套BGBS2010顶视角背散射安全检查设备。BGV6000固定式快检货物/车辆检查系统是以加速器为辐射源，利用X射线进行辐射成像，实现在不开箱的情况下对货物/车辆内货物进行检查的一种非入侵式检查系统，具有一定的自屏蔽辐射防护结构，固定安装。BGBS2010顶视角背散射安全检查设备是一款应用X射线背散射成像技术，用于对货物车辆进行快速背散射表层成像检查的设备，特别适用于对货物车辆表层夹藏、空箱、毒品和有机爆炸物等的高效检查，同时可与高能透射成像搭配，实现对货物车辆的透射成像检查和单视角的背散射表层成像，实现更好的查验效果。

BGV6000固定式快检货物/车辆检查系统和BGBS2010顶视角背散射安全检查设备是中广核贝谷科技有限公司研制的大型安检设备，可满足集装箱车辆的查验需求，适合于港口、陆路口岸、机场等场所的大型车辆检查，能大大提高安检效率，降低劳动强度及人员成本。系统采用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。

本项目建设规模：在凭祥市浦寨一新清通道智慧口岸入境透视设备查验区安装1套BGV6000固定式快检货物/车辆检查系统和1套BGBS2010顶视角背散射安全检查设备，在出境透视设备查验区安装1套BGV6000固定式快检货物/车辆检查系统和1套BGBS2010顶视角背散射安全检查设备，查验区使用场地配套土建工程，主要包括扫描大厅、设备基础（基坑）、预埋件（管）及场地辅助设施，建设有控制室及相关配套用房，其中入境透视设备查验区和出境透视设备查验区共用一间控制室。每个查验区的两套系统使用同一个操作平台，可分别正常工作独立出束，异常情况下则同时

停束。

公司拟配置的每套 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统主要包括 1 台电子直线加速器，X 射线最高能量为 6MeV，每套 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备的管电压 225kV，管电流 13mA，均属于使用 II 类射线装置项目。具体情况见表 1-1。

表1-1 公司拟使用的射线装置情况一览表

序号	名称	类别	数量	型号	检查模式	设备参数	备注
1	BGV6000固定式快检货物/车辆检查系统	II	1	BGV6000	固定模式	最大X射线能量6MeV，距靶点1m处最大剂量率 $1.05 \times 10^7 \mu\text{Sv/h}$	安装于入境透视设备查验区，车辆为无人驾驶
2	BGBS2010顶视角背散射安全检查设备	II	1	BGBS2010	固定模式	管电压225kV，管电流13mA	安装于入境透视设备查验区，车辆为无人驾驶
3	BGV6000固定式快检货物/车辆检查系统	II	1	BGV6000	固定模式	最大X射线能量6MeV，距靶点1m处最大剂量率 $1.05 \times 10^7 \mu\text{Sv/h}$	安装于入境透视设备查验区，车辆为无人驾驶
4	BGBS2010顶视角背散射安全检查设备	II	1	BGBS2010	固定模式	管电压225kV，管电流13mA	安装于入境透视设备查验区，车辆为无人驾驶

注：两套系统正常工作独立出束，异常情况下则同时停束。

1.3 任务由来

由于 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统和 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备在使用过程中产生的高能量 X 射线将对环境产生电离辐射影响，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）及《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）的相关规定，本项目应编制辐射环境影响报告表，并尽快向广西壮族自治区生态环境厅申请《辐射安全许可证》。为保护环境，保障公众健康，凭祥市国际贸易开发集团有限公司委托江西省地质局实验测试大队对浦寨一新清通道智慧口岸项目一透视检查设备项目进行辐射环境影响评价（委托书见附件 1）。评价单位在对该项目拟建场址进

行辐射环境背景监测的基础上，按照国家有关建设项目辐射环境影响报告表的内容和格式，编制该项目的辐射环境影响报告表。

1.4 原有核技术应用项目

本项目为新建项目，凭祥市国际贸易开发集团有限公司为首次使用核技术利用建设项目。

1.5 项目周边保护目标及选址情况

1.5.1 项目场所周边环境状况和选址合理性分析

凭祥市国际贸易开发集团有限公司注册地址位于中国(广西)自由贸易试验区(崇左片区)凭祥市边境贸易货物监管中心申报大楼，浦寨一新清通道智慧口岸项目一透视检查设备项目拟安装于浦寨一新清通道智慧口岸。

入境透视设备查验区扫描大厅车流为西北-东南走向，扫描大厅边界外 50m 范围内，北侧 0-49m 为无人驾驶区域道路，49-50m 为边检杂物房(1F)；东北侧 0-20m 为无人驾驶区域道路，20-34m 为海关业务楼(2F)，34-50m 为查验区空地；东侧 0-19m 为无人驾驶区域道路，19-26m 为洗手间(1F)，26-50m 为查验区空地；东侧 0-16m 为无人驾驶区域道路，16-25m 为查验平台和仓库(1F)，25-50m 为查验区空地；东南侧 0-19m 为无人驾驶区域道路，19-34m 为查验业务用房 2、34-50m 为查验区空地；东南侧 0-36m 为无人驾驶区域道路，36-50m 为查验业务用房 1；南侧 0-50m 为无人驾驶区域道路，西侧 0-50m 为山体。控制室设置于东南侧约 100m 外指挥中心楼内。

出境透视设备查验区扫描大厅车流为东-西走向，扫描大厅边界外 50m 范围内，北侧 0-50m 为有人驾驶区域道路和空地，东侧 0-50m 为无人驾驶区域道路和隧道，南侧 0-50m 为无人驾驶区域道路和空地，西侧 0-50m 为无人驾驶区域道路和有人驾驶区域道路。控制室设置于西侧约 425m 外指挥中心楼内，出境透视设备查验区和入境透视设备查验区共用一间控制室。

项目总平布置见图 1-1，项目拟建场所现状图见图 1-2，入境透视设备查验区扫描大厅 50m 评价范围示意图见图 1-3，入境透视设备查验区扫描大厅平面图见图 1-4，出境透视设备查验区扫描大厅 50m 评价范围示意图见图 1-5，出境透视设备查验区扫描大厅平面图见图 1-6。

出境透视设备查验区和入境透视设备查验区扫描大厅边界外 50m 范围内均无居民房、学校等敏感目标，项目选址合理可行。

1.5.2 周边保护目标

项目周围 50m 评价范围内主要环境保护目标为扫描区域周围工作的工作人员及其他公众。

略

图 1-1 浦寨—新清通道智慧口岸平面布置图



拟建出境透視設備查驗區建設場所和東側道路



拟建出境透視設備查驗區西側道路



拟建入境透視設備查驗區建設場所



拟建入境透視設備查驗區西南側山体



拟建入境透视设备查验区东南侧道路



拟建入境透视设备查验区西北侧道路



拟建入境透视设备查验区东北侧无人驾驶道路和海关业务楼



拟建控制室区域

图 1-2 拟建场所现状

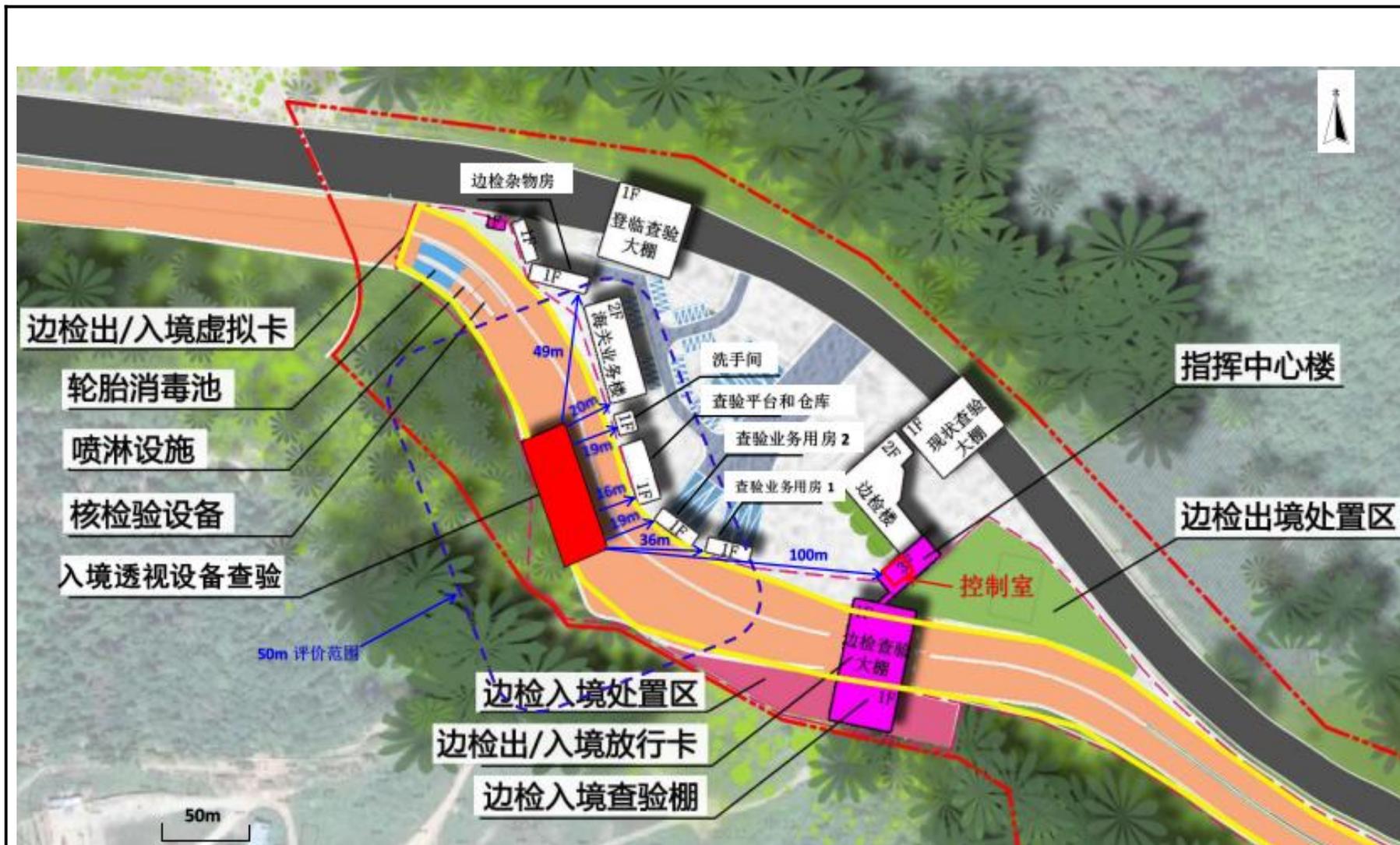


图 1-3 入境透视设备查验区平面图

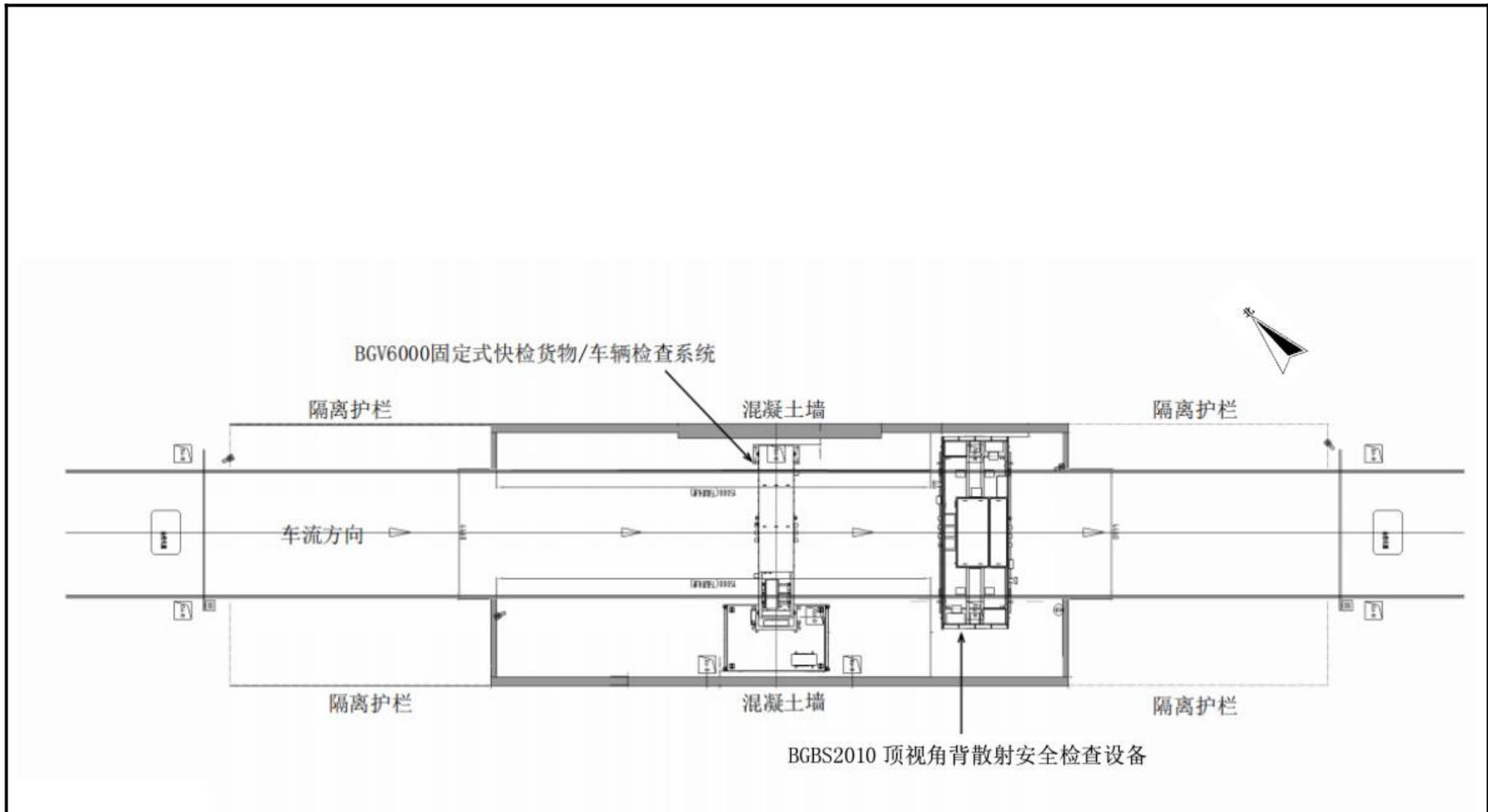


图 1-4 入境透视设备查验区扫描大厅布置图

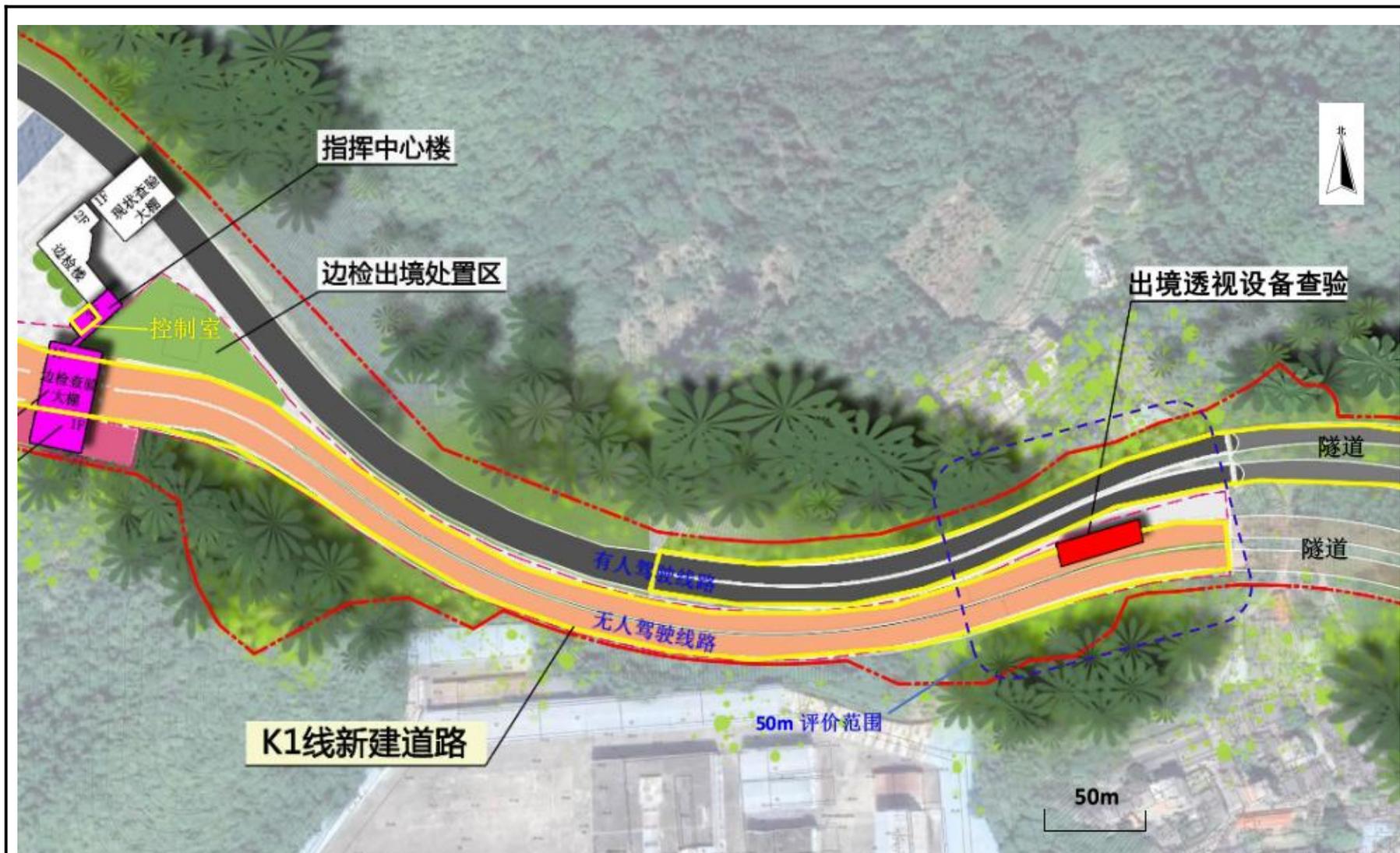


图 1-5 出境透视设备查验区平面图

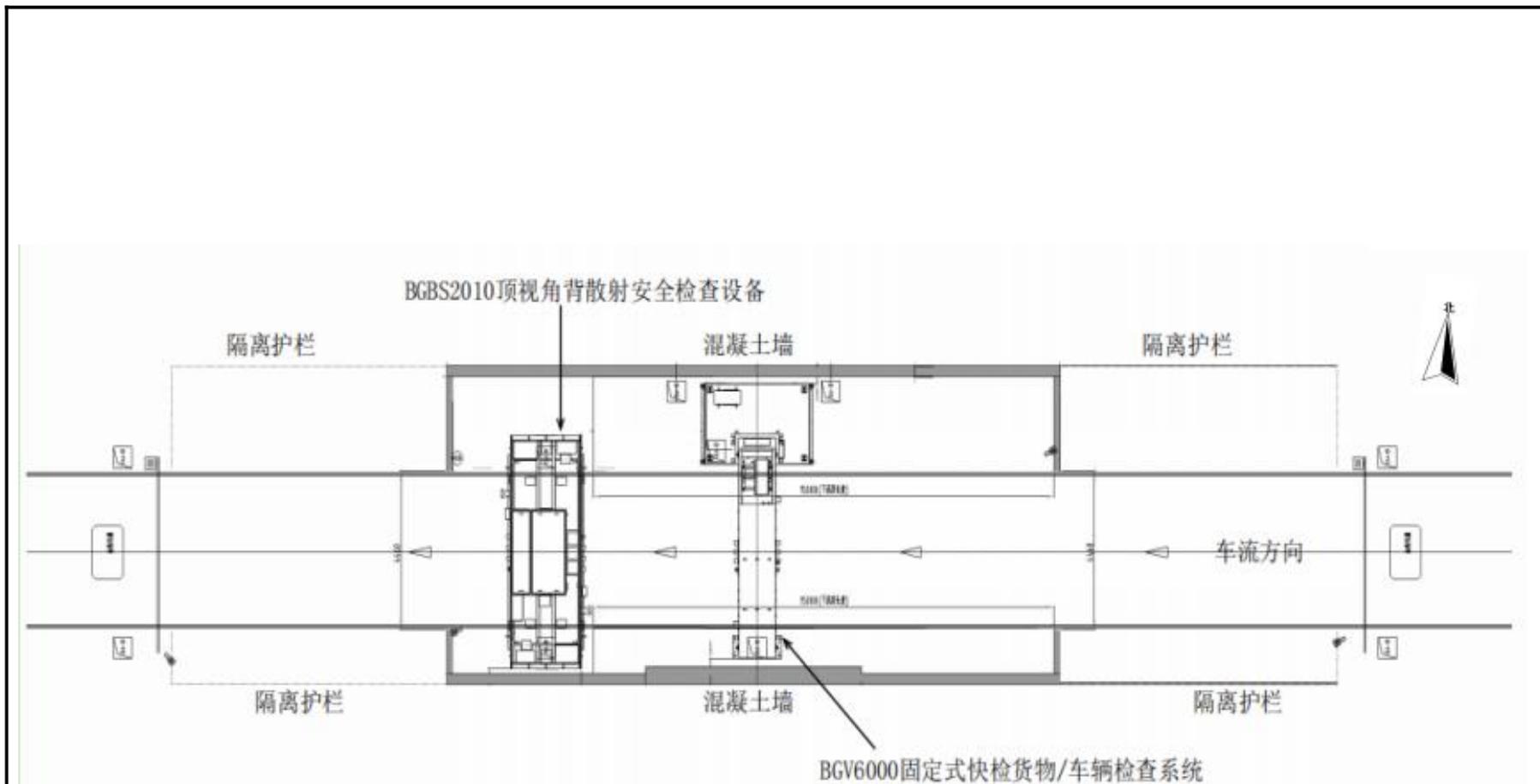


图 1-6 出境透视设备查验区扫描大厅布置图

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
无	/	/	/	/	/	/	/	/

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
无	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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（本项目拟用射线装置）

（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X射线能量	额定电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
1	BGV6000固定式快检货物/车辆检查系统	II	1	BGV6000	电子	6MeV	距靶点1m处最大剂量率**	货物安全检查	入境透视设备查验区	/
2	BGV6000固定式快检货物/车辆检查系统	II	1	BGV6000	电子	6MeV	距靶点1m处最大剂量率**	货物安全检查	出境透视设备查验区	/

（二）X射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗（含X射线CT诊断）、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
1	BGBS2010顶视角背散射安全检查设备	II	1	BGBS2010	225	13	货物安全检查	入境透视设备查验区	/
2	BGBS2010顶视角背散射安全检查设备	II	1	BGBS2010	225	13	货物安全检查	出境透视设备查验区	/

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（O ₃ ）、氮氧化物	气态	/	/	极少量	极少量	/	/	通过检查系统出入口自然流出，弥散在大气环境中分解。
废靶	固态	/	/	/	钨靶的寿命一般为5-7年。	/	/	由生产厂家回收

注：本环评项目使用的为射线装置，不会产生放射性废弃物。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号），于 2014 年 4 月 24 日修订，自 2015 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2002 年 10 月 28 日通过，自 2003 年 9 月 1 日起施行，第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》第二次修正，于 2018 年 12 月 29 日起施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国原子能法》（2025 年 9 月 12 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议通过），2026 年 1 月 15 日起施行。</p> <p>(4) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令第六号），2003 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，1998 年 11 月 29 日中华人民共和国国务院令 253 号发布施行；2017 年 7 月 16 日中华人民共和国国务院第 682 号令修订，于 2017 年 10 月 1 日起施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，2005 年 9 月 14 日经国务院令 449 号公布，2005 年 12 月 1 日起施行，《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国令第 709 号）对本条例部分条款进行了修改，于 2019 年 3 月 2 日起施行；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年 1 月 4 日生态环境部部令第 20 号）第四次修订，于 2021 年 1 月 4 日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部部令第 18 号），2011 年 5 月 1 日起施行；</p> <p>(9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），自 2021 年 1 月 1 日起施行；</p> <p>(10) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展和改革委员会 2023 年第 7 号令），2024 年 2 月 1 日起施行；</p> <p>(11) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（生态环境部令第 9 号），2019 年 11 月 1 日起施行；</p> <p>(12) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号），2020 年 1 月 1 日起施行；</p>
------	---

	<p>(13) 《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），2021 年 3 月 15 日起施行；</p> <p>(14) 《关于射线装置分类办法的公告》（环境保护部、中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），2017 年 12 月 5 日起实施；</p> <p>(15) 《广西壮族自治区环境保护条例》，自 2019 年 7 月 25 日起发布并施行。</p>
<p>技 术 标 准</p>	<p>(1) 《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>(2) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）；</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）（2021 年 5 月 1 日实施）；</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）（2021 年 5 月 1 日实施）；</p> <p>(5) 《辐射事故应急监测技术规范》（HJ1155-2020）；</p> <p>(6) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(7) 《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）；</p> <p>(8) 《辐射型货物和（或）车辆检查系统》（GB/T 19211-2015）；</p> <p>(9) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 1 部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）；</p> <p>(10) 《微剂量 X 射线安全检查设备 第 1 部分：通用技术要求》（GB 15208.1-2018）；</p> <p>(11) 《微剂量 X 射线安全检查设备 第 5 部分：背散射物品安全检查设备》（GB 15208.5-2018）。</p>
<p>其 他</p>	<p>(1) 环评委托书，见附件 1；</p> <p>(2) 现状监测报告等，见附件 2；</p> <p>(3) 辐射防护管理小组，见附件 3；</p> <p>(4) 辐射事故预防措施及应急处理预案，见附件 4；</p> <p>(5) 凭祥市发展和改革局文件，见附件 5；</p> <p>(6) 《辐射防护导论》（方杰主编，原子能出版社出版，1991 年）。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目的特点（使用 II 类射线装置），同时结合《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）的相关规定，确定本项目的评价范围为：出境透视设备查验扫描大厅和入境透视设备查验扫描大厅辐射工作场所外边界为起点周围 50m 区域。出境透视设备查验扫描大厅四周均为道路和空地，入境透视设备查验扫描大厅西南侧为山体，西北侧为道路，北侧为边检杂物房，东北侧为海关业务楼，东侧为洗手间、查验平台和仓库，东南侧为查验业务用房 1 和查验业务用房 2，具体见图 1-3 和图 1-5。

7.2 保护目标

本项目环境保护目标为项目的辐射工作人员和周围其他非辐射工作人员和公众成员。据现场踏勘，本项目扫描大厅边界外 50m 范围内无居民房、学校等敏感目标。

辐射工作人员包括系统控制员、图像检查员；公众人员主要为评价范围内其他工作人员以及场所内可能存在的流动人员。本项目环境保护目标详见表 7-1。

表 7-1 环境保护目标信息

人员类型	保护对象	相对位置	人员数量	保护目标年剂量管理约束值
职业人员	出境透视设备查验系统控制员、图像检查员	西侧控制室，与扫描大厅距离约 425m	2	5mSv/a
	入境透视设备查验系统控制员、图像检查员	东南侧控制室，与扫描大厅距离约 100m	2	
公众人员	边检杂物房	北侧，与入境透视设备查验扫描大厅约 49m	1	0.1mSv/a
	海关业务楼	东北侧，与入境透视设备查验扫描大厅约 20m	15	
	洗手间	东侧，与入境透视设备查验扫描大厅约 19m	2	
	查验平台和仓库	东侧，与入境透视设备查验扫描大厅约 16m	2	
	查验业务用房 2	东南侧，与入境透视设备查验扫描大厅约 19m	2	
	查验业务用房 1	东南侧，与入境透视设备	2	

		查验扫描大厅约 36m		
	扫描大厅周围 50m 范围内流动人员	扫描大厅周围	流动人 群	

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。

第 4.3.2.1 款，应对个人受到的正常照射加以限制，以保证本标准 6.2.2 规定的特殊情况外，由来自各项获准实践的综合照射所致的个人总有效剂量当量和有关器官或组织的总当量剂量不超过附录 B（标准的附录 B）中规定的相应剂量限值。不应将剂量限值应用于获准实践中的医疗照射。

第 B1.1.1.1 款，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；本项目取其四分之一即 5mSv 作为职业人员年剂量管理约束值。

第 B1.2 款 公众照射

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；本项目取 0.1mSv 作为公众成员年剂量管理约束值。

(2) 《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）

本标准规定了货物/车辆辐射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。（本项目为无司机驾驶的货运车辆或货物的检查系统）

第 5 款 辐射工作场所的分区及安全标志

第 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 40μSv/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 2.5μSv/h 的区域划定为监督区；

第 6.3 款 场所辐射水平

第 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 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

第 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。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。

(3)《微剂量 X 射线安全检查设备 第 1 部分：通用技术要求》(GB15208.1-2018)

1 范围

GB15208 的本部分规定了微剂量 X 射线安全检查设备的分类、通用技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志、贮存和运输以及随机技术文件。

本部分适用于各种微剂量 X 射线安全检查设备，是设计、制造、验收和使用此类设备的基本依据，不适用于计算机断层成像（CT）、电子加速器类及 X 射线发生装置能量大于 500keV 的 X 射线安全检查设备。

5 通用技术要求

5.1 概述

对于组合式的设备（例如透射、背散射组合式），应分别符合各自技术类型的所有技术要求。

5.2.1 单次检查剂量

仅有一个 X 射线产生装置的设备单次检查剂量应小于等于 $5\mu\text{Gy}$ ，有多个 X 射线产生装置的设备单次检查剂量应小于等于 $10\mu\text{Gy}$ ，具有多个检查通道的设备，其任意一个通道的单次检查剂量均应符合以上要求。

(4) 《微剂量 X 射线安全检查设备第 5 部分：背散射物品安全检查设备》(GB15208.5-2018)

范围：本部分适用于各种利用 X 射线背散射成像技术对物品实施安全检查的微剂量 X 射线安全检查设备的设计、制造、组装、验收和使用。

本部分不适用于便携式背散射安全检查设备。

5.5 安全性能：应符合 GB15208.1-2018 中 5.4 的规定[5.4.1 中 g) 的规定：

a) 设备应有明显的系统工作和射线发射显示装置（指示灯）；

b) 设备应在方便操作人员触及的位置装有紧急停止开关，一旦紧急情况发生,能立即切断设备 X 射线产生装置和输送装置的供电电源；紧急停止开关应使用黄底红色开关；

c) 设备应配备适当额定值的电源过流保护装置，以防止由于内部元件失效或其他意外引起的过电流可能造成火灾的危险；

d) 设备应设有钥匙开关和二次电源启动开关，钥匙开关应能清楚地识别“通”“断”位置；

e) 在 X 射线发射区的可拆卸射线防护部件上应装有安全防护联锁装置，一旦联锁装置断开，应能立即切断设备 X 射线产生装置的供电电源，X 射线应立即停止发射；

f) 设备应有操作人员身份确认功能。

掌握浦寨—新清通道智慧口岸项目—透视检查设备项目场址的辐射环境质量现状水平，为分析及预测项目运行时对职业人员、公众人员及周围环境的影响提供基础数据。

(2) 监测因子

监测因子为环境 γ 辐射剂量率。

(3) 监测点位布设

参考《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）有关布点原则，结合项目使用场址、评价范围内保护目标，根据现场条件，合理布点16个，监测布点图见图8-2、图8-3。

(4) 监测频次

监测一次。

(5) 监测仪器与监测规范

监测仪器的参数与监测所依据的规范见表8-1。

表8-1 X- γ 辐射剂量率监测仪器参数与规范

监测项目	环境 γ 辐射剂量率
仪器名称	便携式 X、 γ 剂量率仪
仪器型号	FH40G+FHZ672E-10
编 号	F118
生产厂家	Thermo 公司
能量响应	40keV~4.4MeV
量 程	1nSv/h-100 μ Sv/h
相对固有误差	2.3%
检定证书及有效期	检定证书编号：DLjl2025-09378（中国计量科学研究院），检定日期：2025年7月17日，有效期至：2026年7月16日。
监测依据	《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021） 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）

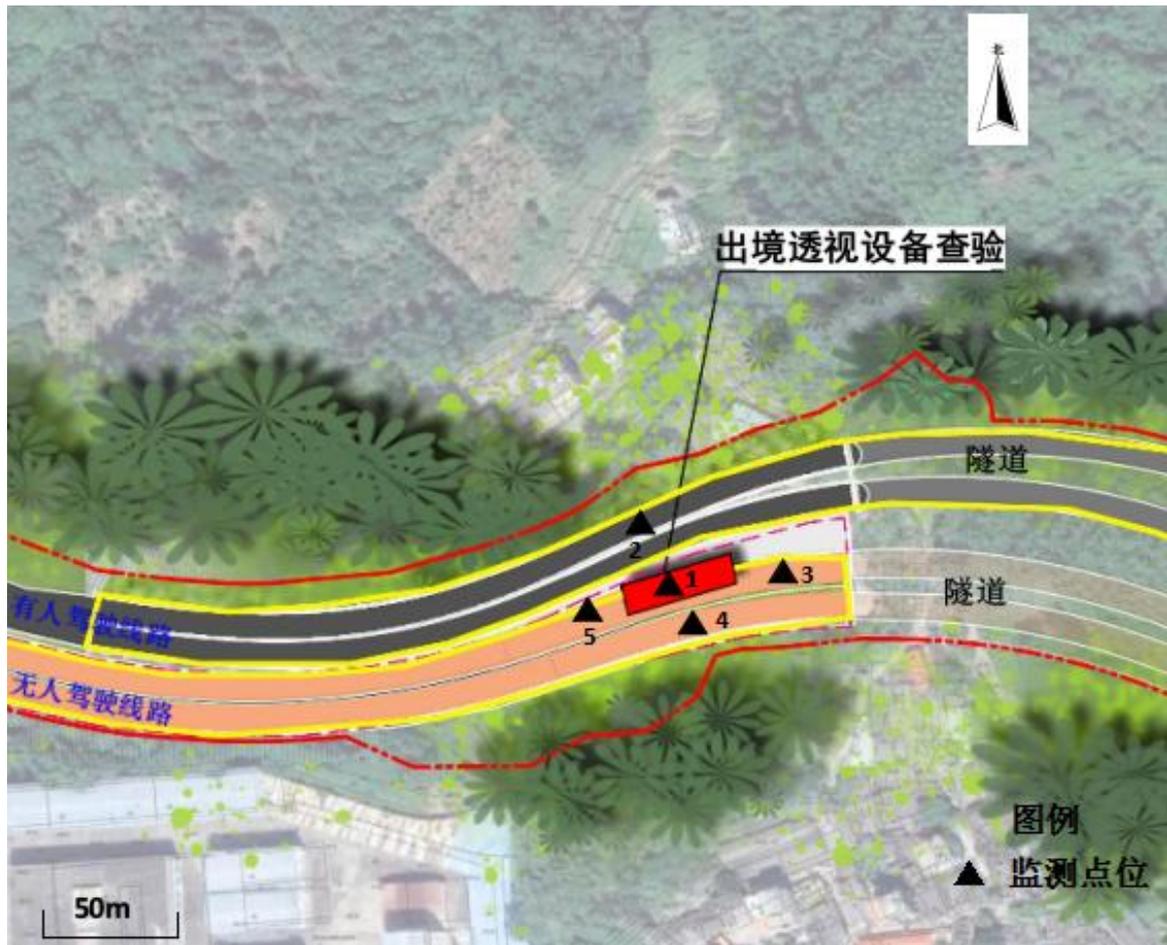


图 8-2 拟建场所及周边环境 γ 辐射剂量率监测布点图



图 8-3 拟建场所及周边环境 γ 辐射剂量率监测布点图

(6) 质量保证措施

①监测人员经考核合格并持有合格证书上岗；

②监测前制定监测方案，合理布设监测点位，选择监测点位时充分考虑使监测结果具有代表性，以保证监测结果的科学性和可比性；

③监测所用仪器经国家法定计量检定部门检定合格，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常；

④经常参加上级技术部门及同类单位组织的仪器比对；通过仪器的期间核查或绘制质量控制图等质控手段保证仪器设备的正常运行；

⑤监测实行全过程的质量控制，严格按照监测单位《质量手册》和《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行；

⑥包括异常数据在内的所有监测结果按统计学要求进行处理；

⑦建立完整的现状监测资料档案，资料内容包括仪器的校准说明书、监测方案、监测布点图、测量原始数据、统计处理程序及结果等，以备复查；

⑧监测报告严格按相关技术规范编制，报告编制人需为持监测上岗合格证人员，监测报告经由授权签字人审核，最后授权签字人签发，报告审核与签发人不能为同一人。

(7) 监测结果

监测单位于2026年1月12日对该项目开展现状监测，监测结果见表8-2。

表 8-2 项目拟建设场所辐射环境现状监测结果※

序号	监测位置	环境 γ 辐射剂量率 (nGy/h)		备注
		测量结果	标准偏差	
1	拟建出境透视设备查验区域	17.3	0.7	室外
2	拟建出境透视设备查验区北侧区域	17.4	1.0	室外
3	拟建出境透视设备查验区东侧区域	17.6	0.9	室外
4	拟建出境透视设备查验区南侧区域	17.6	0.7	室外
5	拟建出境透视设备查验区西侧区域	17.6	1.0	室外
6	拟建入境透视设备查验区域	17.1	0.9	室外

7	拟建入境透视设备查验区西北侧区域	17.6	1.1	室外
8	拟建入境透视设备查验区北侧边检杂物房	41.1	0.6	室外
9	拟建入境透视设备查验区东北侧海关业务楼	41.5	0.6	室外
10	拟建入境透视设备查验区东侧洗手间	22.3	0.6	室外
11	拟建入境透视设备查验区东侧查验平台和仓库	22.6	0.7	室外
12	拟建入境透视设备查验区东侧查验业务用房 2	42.2	0.7	室外
13	拟建入境透视设备查验区东侧查验业务用房 1	41.5	1.0	室外
14	拟建入境透视设备查验区东侧区域	17.1	0.9	室外
15	拟建入境透视设备查验区东南侧区域	17.5	0.9	室外
16	拟建指挥中心楼控制室区域	34.8	0.7	室内
室外测值范围		17.1~42.2	/	/
室内测值范围		34.8	/	/

*注：1、表中监测结果已根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）扣除仪器对宇宙射线的响应值 21.0nGy/h。2、根据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021），空气比释动能和周围剂量当量的换算系数为 1.20Sv/Gy。3、建筑物屏蔽修正因子楼房取 0.8，道路、原野取 1。

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）8.6.1 环境γ辐射空气吸收剂量率监测中宇宙射线响应值的扣除，在实际环境监测中，测点的海拔高度、经纬度与湖（库）水面一般不同，应对湖（库）水面测得的 \dot{X}_c 进行修正，得到测点处仪器对宇宙射线的响应值 \dot{X}'_c 。修正方法见附录 D。

D.1 修正公式

$$\dot{X}'_c = \frac{D'_\text{宇}}{D_\text{宇}} \dot{X}_c \quad (\text{式 8-1})$$

式中： \dot{X}'_c —仪器在测点处对宇宙射线的响应值；

$D'_\text{宇}$ 、 $D_\text{宇}$ —分别为测点处和湖（库）水面处宇宙射线电离成分在低大气层中产生的空气吸收剂量率，nGy/h；

\dot{X}_c —仪器在湖（库）水面上对宇宙射线的响应值。

$D_{\text{宇}}$ 和 $D'_{\text{宇}}$ 可参照 UNSCEAR 2000 报告中的经验公式计算:

$$D_{\text{宇}} = D_{\text{宇}}(0) \left[0.21e^{-1.649h} + 0.79e^{0.4528h} \right] \quad (\text{式 8-2})$$

$$D_{\text{宇}}(0) = \begin{cases} 30, \lambda_m \leq 30^\circ N \\ 32, \lambda_m > 30^\circ N \end{cases} \quad (\text{式 8-3})$$

式中: $D_{\text{宇}}(0)$ —计算点所在海平面处宇宙射线电离成分所致空气吸收剂量率, nGy/h;

h —计算点的海拔高度, km;

λ_m —计算点的地磁纬度, N。

地磁纬度由计算点的地理纬度 λ 和地理经度 φ 按下式计算:

$$\sin \lambda_m = \sin \lambda \cos 11.7^\circ + \cos \lambda \sin 11.7^\circ \cos (\varphi - 291^\circ) \quad (\text{式 8-4})$$

本项目监测仪器的宇宙射线响应值测点位于江西庐山西海中心水面上(北纬 29.243697, 东经 115.484753, 海拔 56.3m), 测量值为 20.2nGy/h, 建设项目测点位于凭祥市浦寨一新清通道智慧口岸(北纬 22.004444, 东经 106.694094, 海拔 342m), 根据式 8-1~式 8-4 公式计算, 建设项目测点处仪器对宇宙射线的响应值为 21.0nGy/h。

c) 在测量环境 γ 辐射空气吸收剂量率时, 监测结果 D 按公式 (8-5) 进行宇宙射线响应的扣除:

$$D = C_f (E_f \bar{X} - \mu_c \bar{X}_c) \quad (\text{式 8-5})$$

式中: D ——环境 γ 辐射空气吸收剂量率监测结果;

C_f ——仪器量程检定/校准因子, 由法定计量部门检定或校准时给出, 本项目监测仪器校准因子为 0.98;

E_f ——仪器检验源效率因子。 $E_f = A_0/A$, 其中 A_0 、 A 分别是检定时和测量当天检验源的净计数, 如仪器无检验源, 则该值取 1; 本项目为 1。

\bar{X} ——现场监测时仪器 n 次读数的平均值, $n \geq 10$;

μ_c ——建筑物对宇宙射线带电粒子和光子的屏蔽因子, 楼房取值为 0.8, 平房取值为 0.9, 原野、道路取值为 1。

\dot{X}_c ——测点处仪器对宇宙射线的响应值。

由表 8-2 的监测结果可知,项目场所及周围区域环境现状监测中室内测点 γ 辐射空气吸收剂量率测值为 34.8nGy/h,室外地面测点 γ 辐射空气吸收剂量率测值范围为 17.1~42.2nGy/h,根据《中国环境天然放射性水平》可知,广西原野 γ 辐射空气吸收剂量率在 10.7~238.7nGy/h 范围,道路 γ 辐射剂量率范围在 7.1~267.0nGy/h,室内 γ 辐射剂量率范围在 11.0~304.3nGy/h 内。可见,本项目建设场址各监测点位 γ 辐射空气吸收剂量率仍然在其范围内,辐射环境质量状况未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统和 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备是中广核贝谷科技有限公司研制的大型安检设备。可满足集装箱车辆的查验需求，适合于港口、陆路口岸、机场等场所的大型车辆检查。

9.1.1 设备组成

9.1.1.1 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统

整个 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统可划分为三大模块：硬件模块，软件模块，机械模块；硬件模块分 7 个子系统：加速器子系统、探测器图像采集子系统、控制子系统、电源配电装置子系统、箱号/车牌识别及地磅子系统；软件模块分 4 个子系统：图像检查软件子系统、控制扫描软件子系统、数据管理软件子系统、视频监控子系统；机械模块分 3 个子系统：门架结构子系统和辐射防护装置子系统等部分。

BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统高 6.455m，宽度为 7.78m，出束时射线张角为*，靶点距离车辆系统最近距离为 2m，系统外观示意图见图 9-1，系统结构示意图见图 9-2，系统位于扫描大厅剖面示意图见图 9-3。



图 9-1 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统外观图

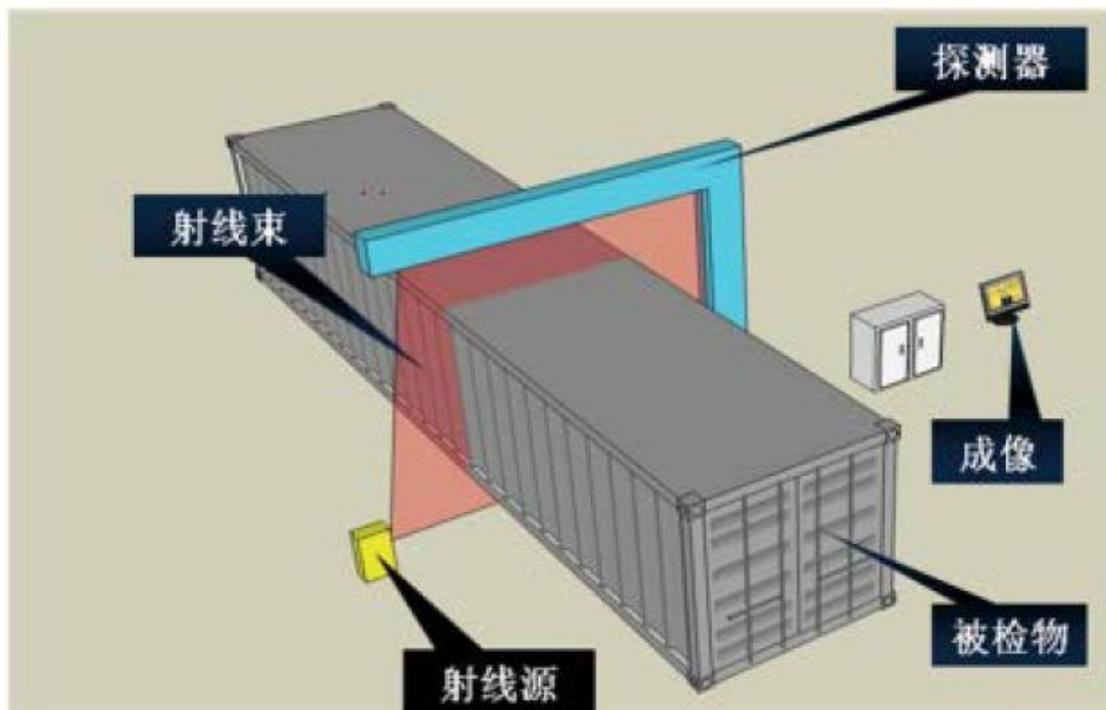


图 9-2 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统结构示意图

略

图 9-3 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统位于扫描大厅剖面示意图

9.1.1.2 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备

BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备主要由：硬件模块、软件模块、机械模块组成；硬件模块分 6 个子系统：X 射线发射系统、背散数据采集系统、辐射安全系统、图像处理系统、电气控制系统和集中审像业务管理系统；软件模块分 3 个子系统：控制监测站软件、检入检出站软件、图像分析站软件；机械模块分 3 个子系统：顶部舱体、维护检修爬梯等部分。

BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备高 6.495m，宽 6.599m，出束时射线张角为*，靶点距离车辆系统最近距离约为 1.4m，设备外观示意图见图 9-4，设备外观尺寸结构示意图见图 9-5，设备位于扫描大厅剖面示意图见图 9-6。



图 9-4 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备外观图

略

图 9-5 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备外观尺寸结构示意图

略

图 9-6 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备位于扫描大厅剖面示意图

9.1.2 工作原理

本项目 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统内加速器为使用沿直线轨道分布的高频电场加速电子，加速电场有行波和驻波两类，为了使沿轴线运行的带电粒子始终处于加速状态，要求电磁波在波导中的速度降低到与被加速粒子运动同步，这可以通过在波导中按一定间隔安置带圆孔的膜片或漂移管来实现。电子的质量很小，几兆

电子伏的能量时，电子的速度已经接近光速。电子直线加速器加速电子（速度达到亚光速）获得高能电子束引出打击重金属靶时，通过轫致辐射产生 X 射线。

本项目 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备分别采用最大管电压为 225kV 的 X 射线机，主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃中的阴极和阳极组成。阴极通常是安装在聚焦杯中的钨丝灯，阳极靶一般用高原子序数的难熔金属(如钨、铂、钽等)制成。当灯丝通电加热，电子就“蒸发”出来，聚焦杯将这些电子聚集成束，X 射线管两极间的高压使这些电子束向阳极靶射击，高速电子束轰击靶体产生 X 射线。

本项目的车辆检查系统由加速器或 X 射线机产生的高能或高速电子束与靶物质相互作用时，产生轫致辐射，即 X 射线；然后 X 射线通过准直器形成 X 射线扇形窄束穿过受检物体，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透射束；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。对经过阵列探测器得到物体内部不同密度物质的分布图像分析，可以直观地区分出车辆和货物中是否掺杂有错报、违禁、危险品等而达到货物查危的目的。

两套系统正常工作独立出束，异常情况下则同时停束，检查系统工作原理图见图 9-7。

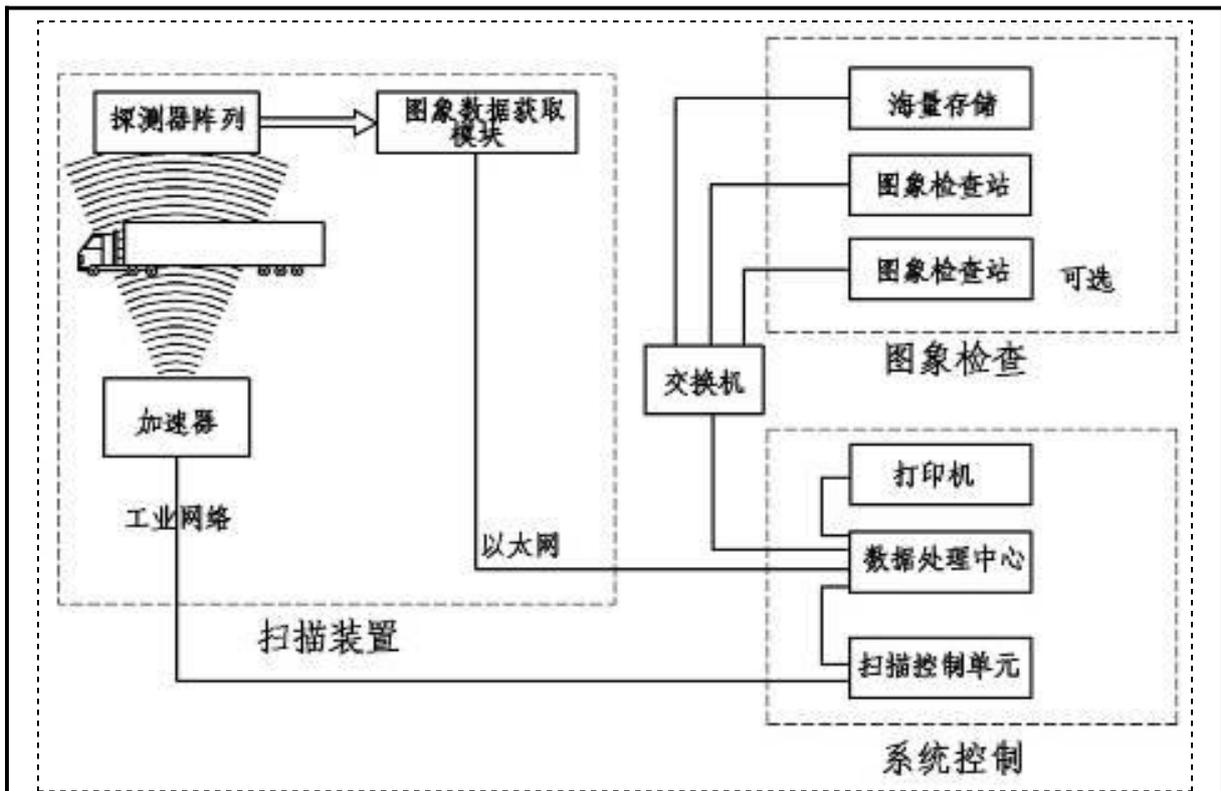


图 9-7 检查系统工作原理图

9.1.3 工作流程及产污环节

本项目使用的 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备与 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统在每个扫描大厅内的摆放位置见下图。两套系统在扫描大厅内固定，被检车辆（无人驾驶）进入扫描大厅，先经过 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统，再经过 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备，每个查验区的两套系统使用同一操作平台，控制室内工作人员根据预先申报通关的材料和货物情况，根据查验需要选择同时开启两套系统或者单独开启单独的检查系统。

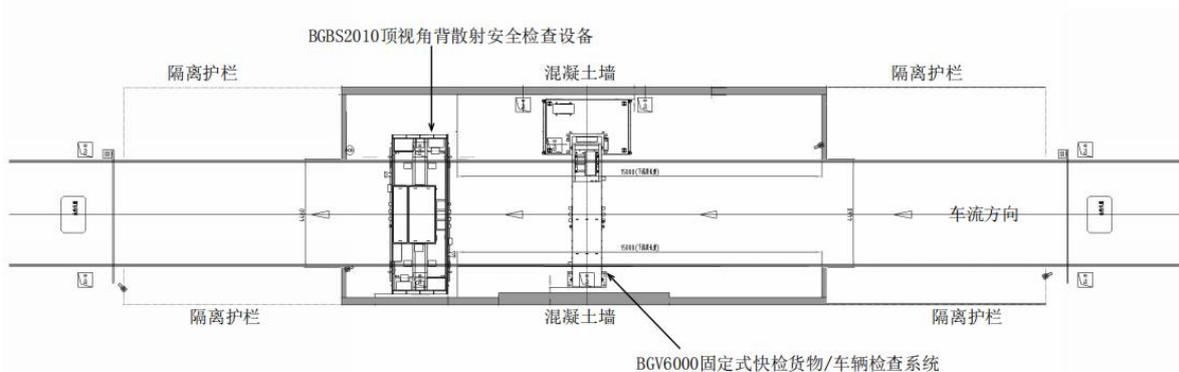


图 9-8 检查系统在扫描大厅内摆放位置图

工作流程具体流程图如下：

1) 按下系统上电按钮，等待系统完成自检，完成自检后系统将自动进入待机状态，绿色指示灯亮，每个查验区的两套系统使用同一操作平台，控制室内工作人员根据预先申报通关的材料和货物情况，根据查验需要同时开启两套检查系统，或选择性开启一套检查系统。

2) 被检车辆（全程无人驾驶）在出境、入境货场装卸货物后，被检车辆要求的5-15km/h 速度通过设备内部检查通道。

3) 设备在检测到车辆驶入后，开始执行检查流程，包括车牌识别、测量车辆速度，控制室内操作人员预开启检测功能的检查系统激光雷达会在车头通过主射线位置后，自动开始对车头后的车体部分进行扫描，车尾部离开激光雷达检测区域后，设备将自动停止出束，整个查验区位于自动无人驾驶车辆区域，现场无人员进出。

4) 扫描完成后，被检车辆（无人驾驶）从检查通道内开出，并停往指定的等候区域，等待审图完成，给出是否允许放行的指令。

产污环节分析：检查系统只有在开机并处于出束扫描时才会发出 X 射线，X 射线成为主要污染因子。由于 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统加速器最大能量为 6MeV，低于钨靶发生（ γ, n ）反应的阈值，所以可以不考虑中子贯穿辐射和感生放射性。X 射线与空气发生作用可能会产生少量臭氧、氮氧化物，但由于本项目射线的能量较低，且曝光时长很短，可通过检查系统出入口自然流出，在大气环境中分解。

检查流程和产污环节见图 9-9。

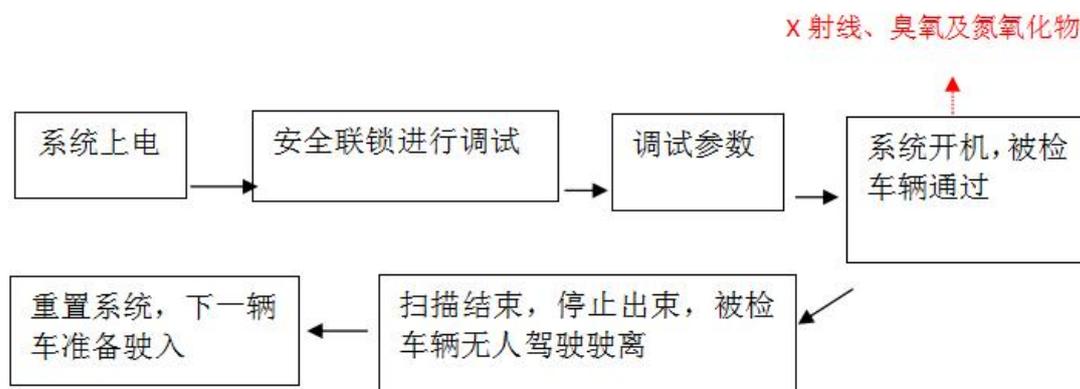


图 9-9 检查流程和产污环节示意图

9.1.4 工作负荷

根据设备生产商提供的数据，两套检查系统设计车辆行驶速度为 5-15km/h，取车辆平均行驶速度约为 10km/h（2.8m/s），每套检查系统扫描 18m 长的集装箱需用时约 6.4s，每套检查系统设计每小时可查验 60 个车辆/集装箱；工作制度按照年工作 250d，每天 8h。每个扫描大厅年最大查验量为 120000 辆，则扫描大厅年出束时间最大为：120000×12.8/3600≈427h（考虑每个扫描大厅内 2 台射线装置的间距，出束时间存在重叠，两套系统同时最大开启时间 12.8s 计）。

9.2 污染源项描述

本项目车辆检查系统设备参数见表 9-1。

表 9-1 本项目车辆检查系统设备参数

序号	射线装置名称	设备参数	距靶点 1m 处最大剂量率	非主束方向泄漏率	检查模式	张角	准直缝宽度 (mm)	射线方向
1	BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统	最大能量 6MeV	*	*	固定模式	*	*	侧照式
2	BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备	最大管电压 225kV，最大管电流 13mA	*	*	固定模式	*	*	顶照式

9.2.1 正常工况

由本项目车辆检查系统工作原理可知，X射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的检查系统只有在开机并处于出束扫描时才会产生X射线，因此，只有检查系统在开机并处于出束扫描时才会发出X射线，X射线成为污染环境的主要污染因子。

本项目的污染源可分为以下：

(1) 在出束对被检货物进行扫描期间，X射线成为污染环境的主要因子。

(2) NCRP 1977 报告书给出的钨 (W) 发生光致反应 (γ, n) 的阈值为 6.0MeV，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 (γ, n) 反应的阈值，所以可以不考虑中子贯穿辐射和感生放射性。

(3) X射线与空气中的氧气发生作用会产生少量臭氧和氮氧化合物。检查系统安装在足够开阔的空间内，处于开放状态，空气的对流和扩散，有助于稀释。再者臭氧的半衰期为22~25分钟，常温下可自行分解为氧，对环境影响较小。

项目运行时无放射性废气、废水产生。

9.2.2 事故工况

(1) 意外照射

由于违规操作、设备失灵等原因，发生系统出束期间有人员长时间停留在辐射控制区内而受到意外照射。安全联锁装置发生故障的情况下，导致人员误入正在出束的辐射控制区而造成 X 射线误照射。

(2) 设备故障

加速器和 X 射线机常见的故障如水冷系统故障、触发器故障、机头故障、射频源老化和枪电源故障报警等，这些故障的结果通常是导致系统不能出束或停止出束；因此，设备故障情况下对环境的影响不会大于运行状态。

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

在凭祥市浦寨一新清通道智慧口岸入境透视设备查验区安装 1 套 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统和 1 套 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备,在出境透视设备查验区安装 1 套 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统和 1 套 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备, 查验区使用场地配套土建工程, 主要包括扫描大厅、设备基础(基坑)、预埋件(管)及场地辅助设施, 建设有控制室及相关配套用房, 其中入境透视设备查验区和出境透视设备查验区共用一间控制室。扫描大厅均为一层建筑, 长约 38m、宽约 9m、高约 8.4m, 其中实心混凝土防护墙长 20m。

项目扫描大厅边界外 50m 范围内无居民房、学校等敏感目标,项目选址合理可行。

10.1.2 工作场所分区管理

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002), 工作场所分为控制区、监督区, 以便于辐射防护管理。

10.1.2.1 控制区划分

1、划分要求

在正常工作情况下控制正常照射或防止污染扩散, 以及在一定程度上预防或限制潜在照射, 要求或可能要求防护手段和安全措施的限定区域。应采用实体边界划定控制区; 采用实体边界不现实时也可以采用其他适当的手段。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。

2、本项目控制区划分情况

将扫描大厅实体防护墙、隔离护栏及出入口电动挡杆围成的区域划为控制区。X 射线出束时, 禁止任何人在该区域内停留, 采用实体屏蔽(包括墙体及挡杆等)限制进出控制区, 在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志, 并给出相应的辐射水平指示。见图 10-1 和图 10-2 中红色区域部分。

10.1.2.2 监督区划分

1、划分依据

未被确定为控制区，正常情况下不需要采取专门防护手段或安全措施，但要不断检查其职业照射状况的区域。控制区以外周围剂量当量率大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的区域划为监督区。

2、本项目监督区划分情况

将扫描大厅实体防护墙外 50cm、隔离护栏外 50cm 和出入口电动挡杆外 50cm 的区域划为监督区。X 射线出束时，无关人员不得随意进入此区域。见图 10-1 和图 10-2 中黄色区域部分。

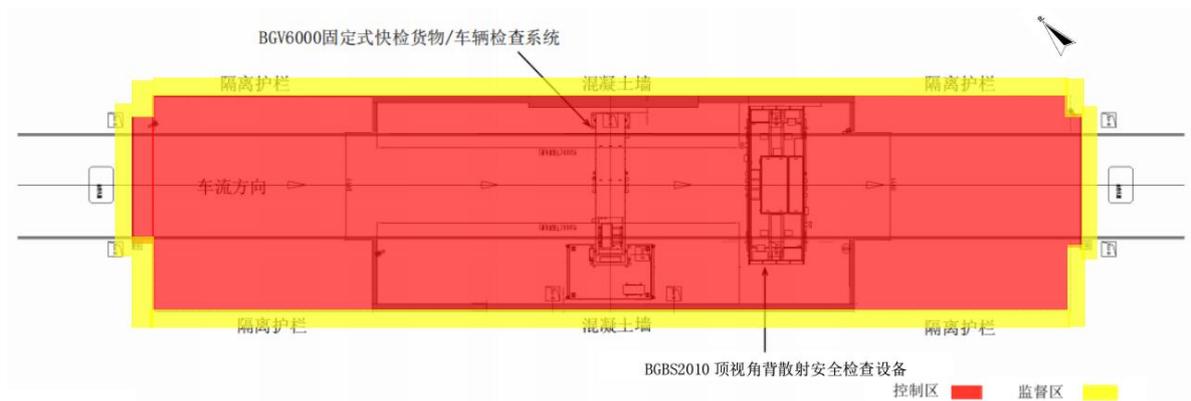


图 10-1 入境透视设备查验扫描大厅分区管理示意图

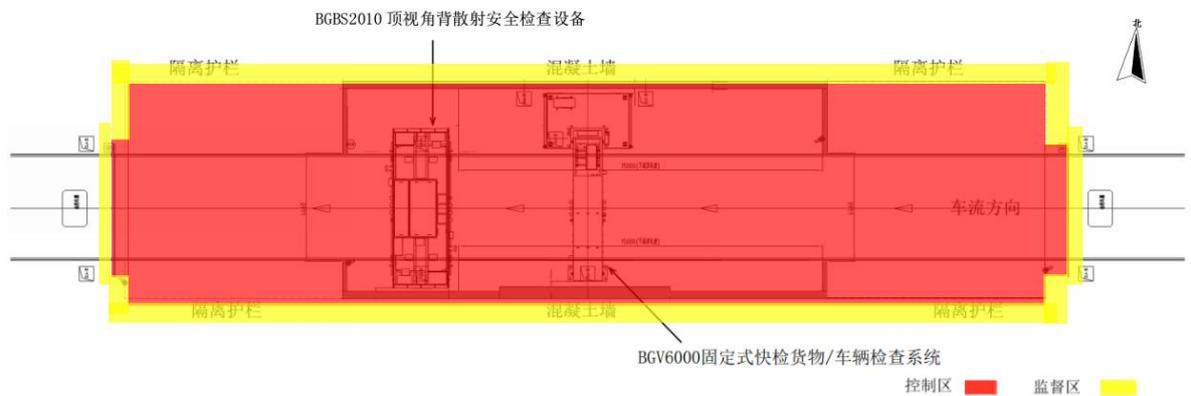


图 10-2 出境透视设备查验扫描大厅分区管理示意图

10.1.3 辐射防护措施

本项目检查系统的设计与安装由生产厂家中广核贝谷科技有限公司完成，中广核贝谷科技有限公司拥有丰富的设计与安装经验，并在国内完成了多套同类型车辆辐射检查系统的设计与安装，能够较好地实现检查系统的辐射防护措施和安全措施，减少对工作人员和公众的辐射影响。

为减少扫描时射线对周边环境的影响，保护工作人员、外围人员和公众，检查系

统屏蔽设计主要采用钢铅和混凝土结构。

1、系统自带屏蔽

(1) BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统

检查系统加速器和探测器系统自带屏蔽措施，屏蔽参数见表 10-1，自屏蔽设计图见图 10-3。

表 10-1 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统屏蔽参数一览表

屏蔽体	屏蔽参数
准直器	*
主射线屏蔽	*
加速器舱	*
探测器箱体	*

注：钢板密度：7.85g/cm³；铅板密度：11.3 g/cm³。

略

图 10-3 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统自屏蔽措施示意图

(2) BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备

检查系统和探测器系统自带屏蔽措施，屏蔽参数见表 10-2，自屏蔽设计图见图 10-4。

表 10-2 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备屏蔽参数一览表

屏蔽体	屏蔽参数
准直器	*
X 射线机	*

探测器箱体	*
-------	---

注：钢板密度：7.85g/cm³；铅板密度：11.3 g/cm³。

略

图 10-3 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备自屏蔽措施示意图

2、扫描大厅屏蔽

出境透视设备查验扫描大厅和入境透视设备查验扫描大厅墙体屏蔽参数一览表见表 10-3。

表 10-3 出境透视设备查验扫描大厅和入境透视设备查验扫描大厅墙体屏蔽参数一览表

出境透视设备查验扫描大厅	
墙体	*
顶棚	*
长宽高 (m)	*
入境透视设备查验扫描大厅	
墙体	*
顶棚	*
长宽高 (m)	*

略

图 10-4 出境透视设备查验扫描大厅屏蔽示意图

略

图 10-5 入境透视设备查验扫描大厅屏蔽示意图

10.1.4 辐射防护安全系统

为了避免工作人员受到意外照射，检查系统在辐射防护区内设置了比较完善的辐射安全连锁与警示设施。安全连锁设施可控制 X 射线的出束或停束。只有在所有安全连锁设施都处于正常工作状态时射线源才可以出束，任意一个安全连锁设施不正常，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，安检系统均能建立起一种安全状态。

系统的安全联锁逻辑、紧急停止按钮、声光报警、视频监控及其他安全辅助设备。

系统安全联锁逻辑图参见图 10-6。

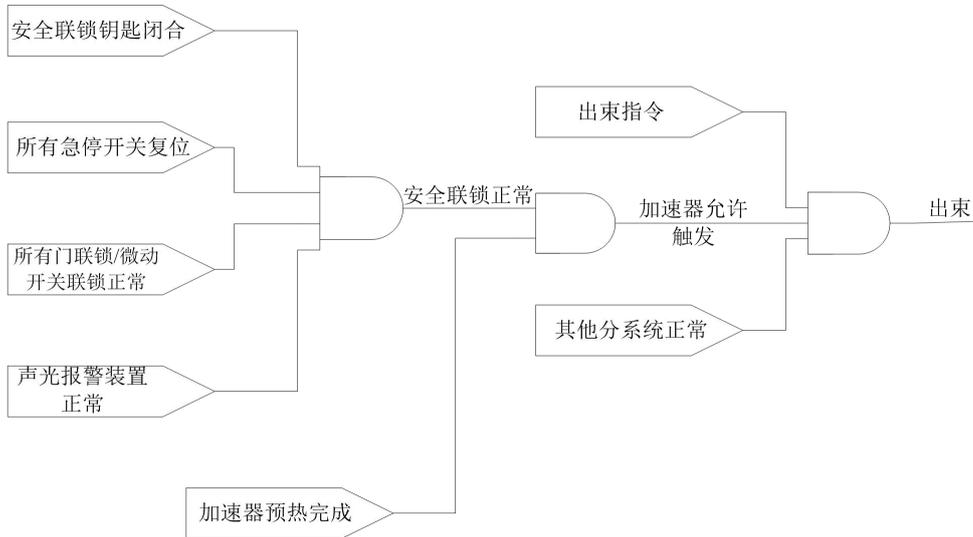


图 10-6 系统安全联锁逻辑图

(1) 安全联锁开关：安全联锁包括钥匙联锁与系统状态联锁，当钥匙开关状态未就绪，或者含门联锁、剂量联锁等状态未达到，系统将不会进入正常工作状态，无法进行成像扫描，无法发射 X 射线。

(2) 声光报警安全装置：BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统安装了声光报警装置用于提示设备工作状态，设备顶部横梁两侧各安装一组绿、红、黄三色的醒目的指示灯和报警铃。BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备的信号灯及报警器安装于顶部舱体的前后两端，分别为红灯、黄灯、绿灯及多音报警器，并在扫描大厅混凝土区域出入口处安装声光报警装置。当系统上电就绪后，绿色警灯亮；当被检车辆进入和检测到故障时，黄色指示灯亮；当设备开始扫描，加速器出束时，红色指示灯闪烁，警铃发出第二种报警声音警告任何人不得进入监督区内。

(3) 急停措施：BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统在设备上、控制室均设置有紧急停止按钮，共计 5 个。BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备共设计有 6 个紧急停止按钮，其分别安装于左侧舱外两侧、右侧舱外两侧和顶部舱外两侧。紧急按钮与设备间采用安全可靠的通信方式，确保可以在紧急情况下可使设备立即停止工作，包括停止 X 射线等。扫描大厅混凝土区域墙壁上，设置有急停拉线开关，急停装

置一旦触发，需就地复位后方能重新启动出束。

(4) 门联锁：加速器机架面板和进入控制区的挡杆上安装微动开关联锁装置，只有当联锁面板和门关闭时，X 射线才允许出束。

(5) 视频监控与语音广播系统：BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统上安装了多个监控摄像头用于对设备运行区域及设备的监控，实时显示在控制室的监控大屏上。BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备顶部舱体两侧分别安装有 2 个摄像头，并在扫描大厅混凝土区域出入口处和隔离护栏区域出入口处设摄像装置，操作员通过监视器可以观察整个通道的情况。同时在扫描大厅混凝土区域出入口处安装有语音广播系统供操作人员用于广播提醒无关人员远离监督区域。

(6) 警示标识：扫描大厅的出、入口、四周墙体和检查系统上分别设有电离辐射警告标志牌。

(7) 辐射剂量仪表：建设单位拟配备 2 台个人剂量报警仪和 1 台环境 X、 γ 剂量率仪。

10.1.5 辐射安全管理

1、检查系统运行前的预防措施

(1) 每天检查上岗人员是否佩戴好个人剂量计和个人剂量报警仪，并负责检查个人剂量报警仪能否正常工作。

(2) 操作员负责调整摄像机，使之能观察到整个辐射防护区的情况。

(3) 操作人员每天检查设备的辐射安全设施状态（主要包括声光报警、广播、摄像监控、门联锁、急停等能否正常工作），任何辐射安全设施不能正常工作时，检查系统不允许出束。

(4) 每次出束前，操作人员必须以适宜的语言进行广播，再次提醒所有人员撤出辐射防护区。

2、检查系统运行时的预防措施

(1) 出束安全联锁钥匙、所有进出辐射防护区的门钥匙、急停恢复钥匙及 1 台个人剂量报警仪须串联在一起，组成钥匙连锁串，任何情况下，不允许解除钥匙连锁串。

(2) 检查系统每天开机运行，操作人员应对扫描大厅周围的环境剂量进行巡测，

确保周边人员安全。

(3) 在检查系统出束前，确保所有人员撤出辐射防护区，操作人员需要通过广播进行语音警示。

(4) 系统扫描工作过程中，控制台操作人员通过摄像装置观察扫描通道内的情况，当发现有人员误入扫描通道时，操作人员应立即停止检查系统出束。

(5) 在检查系统上电期间，禁止无关人员进入辐射防护区。任何人员进入辐射监督区须取得设备操作人员的许可，并拔下控制台上的钥匙连锁串随身携带。在进入辐射防护区时，用环境 X、 γ 剂量率仪实时监测加速器是否正在出束。

(6) 在检查系统上电期间，辐射防护区内无待检车辆和人员时应封闭辐射防护区。即出入口处挡杆应始终处于放下状态，以防止无关人员闯入辐射防护区。

(7) 系统停止工作后，负责人应妥善保管好钥匙连锁串，以防止未经许可的使用。

3、防止人员误入的安全措施

(1) 在检查系统上电、就绪、出束期间，检查通道出入口处挡杆始终处于放下状态，出入口档杆上设有红外报警装置，以防止无关人员闯入辐射防护区。

(2) “红、黄、绿”三色警示灯（带声音警报）分设在扫描大厅混凝土区域入口和出口方向、设备上。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；维护模式下，当加速器准备出束时，黄色警灯亮、警铃响。

(3) 系统扫描工作过程中，控制台操作员通过摄像装置观察扫描通道内的情况，当发现有人员误入辐射防护区时，操作员可以通过广播发出要求人员迅速撤离的命令；如果警告无效，操作员应立即停止加速器出束。

10.1.6 辐射防护措施符合性分析

对照《货物车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143—2015）要求，本项目辐射防护措施符合性分析表见表 10-1。对照《微剂量 X 射线安全检查设备第 5 部分：背散射物品安全检查设备》（GB15208.5-2018）要求，本项目辐射防护措施符合性分析表见表 10-2。

表 10-1 项目辐射防护措施符合性分析表

标准防护要求	项目方案	符合性
--------	------	-----

<p>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。检查系统控制室内的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h, 操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于 1.0μSv/h。</p>	<p>通过理论计算, 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。检查系统控制室内的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h, 操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于 1.0μSv/h。</p>	符合
<p>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。</p>	<p>根据设备方提供资料, 控制台安装安全联锁钥匙开关, 只有在操作员打开控制台钥匙开关后, 加速器才允许出束。</p>	符合
<p>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。上述任一门或盖板打开时, 射线不能产生或出束。</p>	<p>根据设备方提供资料, 本项目所有辐射源室门、进入控制区的挡杆及辐射源箱体外防护盖板等设置联锁装置。上述任一门或盖板打开时, 射线不能产生或出束。</p>	符合
<p>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。</p>	<p>根据设备方提供资料, 在检查系统操作台、辐射源箱体等处设置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。当紧急停束装置被触发时, 检查系统立即停止出束, 并且只有通过就地复位才可重新启动辐射源。</p>	符合
<p>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。</p>	<p>根据设备方提供资料, 当 X 射线检查系统的加速器输出剂量超出预定值时, 加速器能自动停止出束。</p>	符合
<p>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。</p>	<p>根据设备方提供资料, 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; 维护模式下, 黄色警灯亮, 警铃响。</p>	符合
<p>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。</p>	<p>根据设备方提供资料, 本项目在检查通道顶部横梁两侧、通道出入口处设摄像装置, 操作员通过监视器可以观察整个通道的情况。</p>	符合
<p>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。</p>	<p>根据设备方提供资料, 本项目在检查系统操作台上设置了语音广播设备, 在辐射工作场所内和出入口设置扬声器, 提醒现场人员注意</p>	符合

	并撤离辐射工作场所。	
个人剂量报警仪和剂量率巡检仪。	建设单位拟配备 2 台个人剂量报警仪和 1 台环境 X、 γ 剂量率仪。	符合
在 X 射线检查系统的加速器出束口处应配置辐射剂量监测仪表实时监测输出剂量，并在检查系统操作台上显示输出剂量率。	根据设备方提供资料，在 X 射线检查系统的加速器出束口处配置了辐射剂量监测仪表，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。	符合

表 10-2 项目辐射防护措施符合性分析表

标准防护要求	项目方案	符合性
a) 设备应有明显的系统工作和射线发射显示装置（指示灯）；	检查系统工作场所设有声光报警安全装置，有“红、黄、绿”三色警示灯（带声音警报）。	符合
b) 设备应在方便操作人员触及的位置装有紧急停止开关，一旦紧急情况发生，能立即切断设备 X 射线产生装置和输送装置的供电电源；紧急停止开关应使用黄底红色开关；	根据设备方提供资料，在检查系统操作台、辐射源箱体等处设置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。当紧急停束装置被触发时，检查系统立即停止出束，并且只有通过就地复位才可重新启动辐射源。	符合
c) 设备应配备适当额定值的电源过流保护装置，以防止由于内部元件失效或其他意外引起的过电流可能造成火灾的危险；	根据设备方提供资料，控制台上设有射线装置管电压管电流的显示，当射线装置管电压管电流超过预设值时，可自动停止出束。	符合
d) 设备应设有钥匙开关和二次电源启动开关，钥匙开关应能清楚地识别“通”“断”位置；	检查系统控制台安装控制电源开关和采用钥匙控制的安全联锁开关，只有安全联锁正常控制电源开启，安全联锁钥匙开关转到“通”位置，表示系统开启，射线才能出束，转到“关”位置，表示系统断电，系统不能出束或停止出束。	符合
e) 在 X 射线发射区的可拆卸射线防护部件上应装有安全防护联锁装置，一旦联锁装置断开，应能立即切断设备 X 射线产生装置的供电电源，X 射线应立即停止发射；	检查系统的舱门均装有安全防护联锁装置。任一舱门打开，射线机立即停止出束。	符合
f) 设备应有操作人员身份确认功能。	检查系统控制软件内置操作人员身份确认模块，仅授权人员通过专属用户名与密码验证后，才能进入主控界面执行系统操作指令。	符合

综上所述，项目检查系统设置安全联锁装置、出束控制开关、门联锁、紧急停束装置，扫描大厅设置了声光报警安全装置、监视装置、语音广播设备、辐射监测仪表等，符合相关的标准要求。

10.2 三废的治理

本项目的检查系统采用数字化终端成像系统，不涉及使用定影液、显影液。射线装置运行时，X射线和空气发生作用会产生臭氧和氮氧化物。

扫描大厅为半开放的场所，车辆驶入扫描通道接受集装箱/车辆检查时，车辆行驶产生的气流会加速空气流动。同时，开放场地与外界形成的空气对流，使得产生的臭氧和氮氧化物能够迅速扩散到广阔的空间中。在大气环境中臭氧和氮氧化物被自然分解和稀释，其浓度被大幅降低，对环境影响很小。

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

检查系统只有在运行过程中才会产生辐射，其产生的射线是随机器的开、关而产生和消失，因此，在建设期 X 射线对环境无辐射影响，亦无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

设备在安装调试过程中会产生能量较高的 X 射线，此时，车辆检查系统屏蔽措施已建成，具有足够的辐射屏蔽能力，不会对环境产生明显的影响。建设阶段的环境影响主要为土建期间的影响。

11.1.1 空气环境影响分析

粉尘扬尘的主要来源有：建筑装修材料的运输装卸过程、土建施工过程和工地杂物的清理过程等。

为减少施工时产生的扬尘，在施工过程中应采取有效的防尘、降尘措施：在施工场地的出入口，设置一定的围闭措施拦截尘土的飘散；在施工场地内及附近路面洒水、喷淋，尽量减小扬尘的产生。

11.1.2 水环境影响分析

建设期污水主要来自是施工人员的生活污水。施工人员生活污水来自施工人员日常生活排放，主要为洗涤废水和粪便污水，污染物主要为 COD、NH₃-N、BOD₅、SS 等。施工人员在建设场所进行施工期间，所产生的粪便污水进入口岸污水处理系统。

11.1.3 声环境影响分析

施工过程中设备安装、车辆运输、各类施工机械等将对周围环境产生噪声影响。为降低施工期声环境影响，建设单位应采取切实有效的防噪措施，尽可能的降低施工机械设备和运输车辆产生的噪声对周边环境的影响，具体措施如下：

- ①合理安排施工时间；
- ②对施工机械采取消声降噪措施；

通过采取以上措施后，施工噪声可得到较好的控制。

11.1.4 固体废弃物影响

固体废弃物主要为建筑垃圾，为减少工地施工建筑垃圾在堆放和运输过程中对环境的影响，建议车辆运输散体材料和废弃物时，必须密闭、包扎、覆盖，不得沿途漏

撒。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目在凭祥市浦寨—新清通道智慧口岸入境透视设备查验区安装 1 套 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统和 1 套 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备，在出境透视设备查验区安装 1 套 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统和 1 套 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备，其中入境透视设备查验区和出境透视设备查验区共用一间控制室。每个查验区的两套系统正常工作独立出束，异常情况下则同时停束。入境透视设备查验区和出境透视设备查验区均为无人驾驶区域，被检车辆为无人驾驶车辆，因此，检查系统工作期间无驾驶人员在查验区内。

扫描大厅四周墙体采用混凝土墙建设，顶部为彩钢瓦，进出口设置不锈钢围栏，同时设备设计了铅板、钢板等自屏蔽措施（具体详见 10.1.3 章节，相关具体防护数据涉及商业机密，设备方提供计算参数），以确保设备运行过程中工作人员和公众的安全。对设备正常运行过程中的辐射环境影响分析主要通过对关注点辐射剂量水平及人员剂量的估算完成。

11.2.1 估算公式

参见《辐射防护导论》，方杰主编，原子能出版社出版，1991 年。X 射线经过屏蔽体后计算点主射、漏射、散射剂量率分别按公式 11-1 和公式 11-2 进行估算：

1、主射、漏射计算公式

$$\dot{D} = \frac{\dot{D}_0 f}{r^2 \prod_{i=1}^n 10^{d_i/TVT_i}} \quad (11-1)$$

式中： \dot{D} 为计算点剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

\dot{D}_0 为源项剂量率， $\mu\text{Gy/h}$ ；

f 为加速器泄漏率，主射为 1，设备单位提供 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统非主束方向泄漏率 1.0×10^{-6} ，BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备非主束方向泄漏率 4.0×10^{-8} ；

r 为计算点到源点的距离， m ；

d_i 为第 i 种屏蔽体的厚度, cm;

TVL_i 为第 i 种屏蔽体的十分之一值层厚度, cm。

2、散射计算公式

$$\dot{D} = \frac{\dot{D}_0 s \alpha}{r^2 r_R^2} \prod_{i=1}^n 10^{-d_i/TVL_i} \quad (11-2)$$

式中: \dot{D} 为计算点散射剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

\dot{D}_0 为源项剂量率, $\mu\text{Gy/h}$;

s 为散射体面积, m^2 ;

α 为反射系数;

r 、 r_R 分别为源点到散射点、散射点到计算点的距离, m。

11.2.2 估算参数

根据设备方提供资料, 略。

各关注点屏蔽材料 1/10 减弱层厚度见表 11-1。

表 11-1 不同射线能量对应材料 1/10 减弱层厚度 (mm)

材 料	6MeV	250kV
铅	56	2.9
钢	98	19
混凝土	345	94

铁反射系数在不同能量下对应的值见表 11-2。

表 11-2 铁反射系数在不同能量下对应的值

能量	6MeV	250kV
散射因子 α	5.8×10^{-3}	2.0×10^{-2}

11.2.3 关注点及计算结果

本项目检查系统仅在扫描大厅内运行, 检查系统均固定于扫描大厅内, BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备射线方向均为从上至下(顶照式), 入境透视设备查验区 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统射线方向为从西南至东北(侧照式), 出境透视设备查验区 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统射线方向为从北

至南（侧照式）。BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统靶点从地面出束，距离车辆最近 2m，距离入口栏杆处为 19.9m，距离出口栏杆处为 19.4m；BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备靶点距离地面 5.9m，距离车辆约 1.4m，距离顶棚约 2.4m，距离入口栏杆处为 26.7m，距离出口栏杆处为 12.6m。入境透视设备查验区和出境透视设备查验区的检查系统安装示意图见图 1-4 和图 1-6。

入境透视设备查验区和出境透视设备查验区的两套检查系统在扫描大厅安装位置和扫描大厅屏蔽防护是一致的，入境透视设备查验区周边 50m 范围内有查验平台和仓库用房等环境保护目标，距离控制室较近，因此，本项目选取入境透视设备查验区域设置关注点，确定辐射源点与各关注点的距离。

各关注点位置如图 11-1~图 11-6，计算结果见表 11-3。各关注点分别描述如下：

略

图 11-1 检查系统各关注点示意图

略

图 11-2 扫描大厅各关注点示意图

略

图 11-3 扫描大厅各关注点示意图

略

图 11-4 扫描大厅各关注点示意图

略

图 11-5 扫描大厅各关注点示意图

略

图 11-6 扫描大厅各关注点示意图

A 点：扫描大厅 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统主束方向对应墙外 30cm 处（东北侧）；

B 点：扫描大厅 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备主束方向对应墙外 30cm 处（东北侧）；

C 点：扫描大厅 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备主束方向对应墙外 30cm 处（西南侧）；

D 点：扫描大厅 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统非主束方向对应墙外 30cm 处（西南侧）；

E 点：扫描大厅出口西南侧隔离护栏外 30cm；

F 点：扫描大厅出口挡杆#1 处外 30cm；

G 点：扫描大厅出口挡杆#2 处外 30cm；

H 点：扫描大厅出口东南侧隔离护栏外 30cm；

J 点：扫描大厅 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统主束方向顶棚上方；

K 点：扫描大厅 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备顶棚上方；

L 点：控制室；

M 点：查验平台和仓库。

表 11-3 扫描大厅周围各关注点的辐射剂量率估算结果

关注点位置	射线类型		与源最近距离 (m)	屏蔽材料	吸收剂量率 (μGy/h)	
A 点：扫描大厅 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统主束方向对应墙外 30cm 处(东北侧)	BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统	主射	*	*	*	*
	BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备	准直器漏射	*	*	*	*
		车辆散射	*	*	*	*
B 点：扫描大厅 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备主束方向对应墙外 30cm 处（东北侧）	BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统	准直器漏射	*	*	*	*
		车辆散射	*	*	*	*
	BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备	主射	*	*	*	*
C 点：扫描大厅 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备主束方向对应墙	BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统	准直器漏射	*	*	*	*
		车辆散射	*	*	*	*

外 30cm 处（西南侧）	BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备	主射	*	*	*	
D 点：扫描大厅 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统非主束方向对应墙外 30cm 处（西南侧）	BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统	准直器漏射	*	*	*	**
		车辆散射	*	*	*	
	BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备	准直器漏射	*	*	*	
		车辆散射	*	*	*	
E 点：扫描大厅出口西南侧隔离护栏外 30cm	BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统	准直器漏射	*	*	*	**
		车辆散射	*	*	*	
	BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备	准直器漏射	*	*	*	
		车辆散射	*	*	*	
F 点：扫描大厅出口挡杆#1 处外 30cm；	BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统	准直器漏射	*	*	*	**
		车辆散射	*	*	*	
	BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备	准直器漏射	*	*	*	
		车辆散射	*	*	*	
G 点：扫描大厅出口挡杆#2 处外 30cm；	BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统	准直器漏射	*	*	*	**
		车辆散射	*	*	*	
	BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备	准直器漏射	*	*	*	
		车辆散射	*	*	*	
H 点：扫描大厅出口东南侧隔离护栏外 30cm	BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统	准直器漏射	*	*	*	**
		车辆散射	*	*	*	
	BGBS2010 顶视	准直器	*	*	*	

	角背散射安全检查设备	漏射				
		车辆散射	*	*	*	
J 点: 扫描大厅 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统	BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统	主射	*	*	*	*
快检货物/车辆检查系统主束方向 顶棚上方	BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备	准直器漏射	*	*	*	*
		车辆散射	*	*	*	*
K 点: 扫描大厅 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备顶棚上方	BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统	准直器漏射	*	*	*	*
		车辆散射	*	*	*	*
	BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备	准直器漏射	*	*	*	*
		车辆散射	*	*	*	*
L 点: 控制室	BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统	准直器漏射	*	*	*	*
		车辆散射	*	*	*	*
	BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备	准直器漏射	*	*	*	*
		车辆散射	*	*	*	*
M 点: 查验平台和仓库	BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统	主射	*	*	*	*
	BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备	准直器漏射	*	*	*	*
		车辆散射	*	*	*	*

贯穿辐射穿过屋顶，由于大气对辐射的散射作用，使辐射源所在的建筑物周围出现较强的辐射场，这种现象称为“天空反散射”。本项目检查系统有用线束不直接朝向

屋顶。由表11-3可知，扫描大厅BGV6000固定式快检货物/车辆检查系统主束方向顶棚上方最大值为37.3μGy/h，扫描大厅顶棚需借助其他工具方可到达，因此可认为人员不可达。

根据《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》（HJ979-2018），天空反散射计算公式如下：计算公式为：

$$H = \frac{2.5 \times 10^{-2} \left(B_{xs} D_{10} \Omega^{1.3} \right)}{(d_i d_s)^2} \dots\dots\dots \text{式 (11-3)}$$

代入相关公式计算结果见表 11-4。

表 11-4 本项目扫描大厅顶棚天空反散射辐射屏蔽厚度及参考点剂量率计算结果

设备	D10 (μGy/h)	Ω	di	ds	Bxs	H(μSv/h)
J 点扫描大厅 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统主束方向顶棚上方	*	*	2m	20.5m	*	*
K 点扫描大厅 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备顶棚上方	*	*	2m	20.5m	*	*

根据表11-4结果估算出查验平台和仓库的剂量率为0.005μGy/h，叠加后查验平台和仓库的周围剂量当量率为0.226μGy/h。

从以上辐射剂量率估算结果可知，检查系统正常运行时，保守估算检查系统控制室内剂量率为 0.004μGy/h，检查系统四周周围其他关注点的最大剂量率为 2.01μGy/h。满足相关防护标准要求。

11.2.4 剂量估算

建设单位拟按照设备运行要求及业务发展需要配置辐射工作人员，初步计划至少每个扫描大厅配备系统操作员 1 名、图像检查员 1 名。设备的检修/维护由设备提供方外派工程师负责，人员由设备提供方统一管理，本项目不再对其进行剂量估算分析。

1、估算公式

X-γ射线产生的外照射所致人均年有效剂量按下列公式计算：

$$E = \dot{H}_T \times t \times 10^{-6} (mSv) \quad (11-4)$$

其中：E 为辐射外照射人均年有效剂量，mSv；

\dot{H}_T 为周围当量剂量率，nSv/h；

t 为辐射照射时间，小时。

2、曝光时间

项目建成后，根据设备生产商提供的数据和现场实际情况，考虑最不利情况下，检查系统均为同时出束，则年出束时间最多为 427h/年。

3、工作人员受照剂量估算

本项目辐射工作人员为检查系统操作员、图像检查员，操作员和图像检查员工作位置均在控制室处，入境透视设备查验区和出境透视设备查验区控制室设在同一控制室内。

由理论估算结果可见，在控制室内工作的操作员及图像检查员受照剂量按控制室处剂量率计（0.004 μ Sv/h）进行估算，受入境透视设备查验区和出境透视设备查验区的设备叠加影响；曝光时间及以上参数由式（11-4）计算可得，因项目正常运行，每名操作员及图像检查员附加年有效剂量为 0.002mSv。

以上职业人员年有效剂量估算结果满足职业人员年剂量管理约束值（5mSv）要求，同时符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限制的要求。

4、公众人员受照剂量估算

根据该车辆检查系统的特点和平面布置可知，公众人员为边检杂物房、海关业务楼、洗手间、查验平台和仓库、查验业务用房 2、查验业务用房 1 的工作人员及偶尔逗留于人工查验区域的公众，检查系统所在区域为无人驾驶区域，人员不可进入，因此，距离扫描大厅最近的人员可达区域为查验平台和仓库，选取查验平台和仓库工作人员作为公众人员受照剂量估算代表位置。本项目以查验平台和仓库的工作人员为常驻人员，居留因子取 1。

由理论估算结果可见，查验平台和仓库的工作人员受照剂量率为 0.226 μ Sv/h，根据曝光时间及以上参数由式（11-4）计算可得，因本项目正常运行，公众人员附加年有效剂量为 0.097mSv，低于公众成员年剂量管理约束值（0.1mSv），符合《电离辐

射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限制的要求。

11.3 废物对环境的影响

本项目检查系统使用过程中无放射性废气、放射性废水及放射性固体废物产生。

扫描大厅为半开放的场所，车辆驶入扫描通道接受集装箱/车辆检查时，车辆行驶产生的气流会加速空气流动。同时，开放场地与外界形成的空气对流，使得产生的臭氧和氮氧化物能够迅速扩散到广阔的空间中。在大气环境中臭氧和氮氧化物被自然分解和稀释，其浓度被大幅降低，对环境影响很小。

11.4 事故影响分析

本项目车辆检查系统只有在开机时才产生 X 射线，射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。因此，检修方便，断电状态下也较为安全。项目所建检查系统属 II 类射线装置，在意外情况下，可能产生的辐射事故为：

由于管理不善，在系统出束时，现场工作人员或周围公众成员误入辐射防护区，给上述工作人员或公众成员造成不必要的照射。

为防范辐射事故的发生，保证系统安全运行，建设单位拟采取以下防范措施：

（1）严格按照设备操作要求，设置防护、警示措施；

（2）制定《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“预防为主”、“常备不懈”的方针，定期进行事故应急演练、总结和更新；

（3）有关人员必须做到岗前培训、职业体检、持证上岗、剂量监督；严格执行各项操作维修规定；未经辐射防护组书面批准，任何人无权擅自更改操作和维修程序，以杜绝人为因素而导致放射事故的发生；

（4）发生辐射事故时，必须立即采取以下应急措施：

①工作过程中发生意外事故：立即按下急停按钮。在控制台、配电柜面板上、电器柜控制面板和射线源舱体均设有急停按钮；

②发生人员误入监控区时：红外报警装置发出语音警告，并向控制台操作员发出紧急信号；同时控制台监视屏幕也能观察到人员的误入，操作员可以通过广播发出要求人员迅速撤离的命令；协调员前往阻止；如人员继续走近，控制台操作员按动急停按钮停止检查系统出束；在辐射工作场所应设置此按钮的醒目指示和说明，便于在紧

急情况下使用；

（5）发生放射事故后，应立即向辐射安全防护管理小组及主管领导报告；

（6）辐射安全防护管理小组向生态环境行政部门（生态环境部门热线电话：12369）、卫生行政主管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《放射事故管理规定》判定事故性质和等级，填写事故报告表。

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

为了加强单位环境保护工作领导，规范单位射线装置辐射安全及管理，单位成立了辐射防护管理小组，并配备有相应成员，相关文件见附件 3。

环评批复后，应尽快办理《辐射安全许可证》，在取得《辐射安全许可证》后射线装置方可正式投入使用。

辐射防护管理小组设主要负责人 1 人、设备负责人 1 人、成员 3 人。

1、主管负责人职责

(一) 全面负责辐射防护与安全工作，执行国家有关法规、标准。

(二) 负责制定该项目的辐射防护安全操作规程和相关管理规定，并监督各项安全管理制度的执行。

(三) 保障辐射防护与安全工作的条件。

(四) 负责检查系统放射工作人员的综合管理。

2、设备负责人

(一) 具体负责设备的辐射防护与安全工作。

(二) 负责落实生态环境行政部门提出的管理要求。

(三) 负责检查管理规章的执行情况。

(四) 负责组织意外事件处置工作，并按规定向生态环境行政部门报告。

(五) 每年对员工至少进行一次辐射防护安全教育。

(六) 每年向生态环境行政部门书面报告本单位年度辐射安全工作情况。

3、辐射防护工作人员

(一) 负责定期检测监控区外围的辐射剂量，并记录检测结果。

(二) 按照生态环境行政部门的要求组织辐射工作人员按时到指定医院进行健康检查，并建立健康档案。

(三) 组织放射工作人员接受经生态环境行政部门认可的个人剂量检测工作，按期收发剂量计，监督个人剂量计的佩戴情况，建立个人剂量档案。

(四) 负责组织辐射工作人员接受生态环境行政部门的定期放射防护培训。

(五) 现场需要时, 负责实时辐射剂量检测工作。

(六) 负责辐射剂量仪器的检查与校准工作。

本项目拟配备 4 名辐射工作人员负责操作。依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款的要求, 从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条的要求, 生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位, 应当对直接从事生产、销售、使用活动的职业人员进行安全和防护知识教育培训, 并进行考核; 考核不合格的, 不得上岗。本项目辐射工作人员应参加生态环境主管部门组织的关于辐射安全和防护的培训和考核。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院第 449 号令)、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(国家环保部第 18 号令) 等文件规范相关要求, 为了加强对射线装置安全和防护的管理, 促进射线装置的安全应用, 保证生产需要, 保障工作人员和公众的健康, 建设单位应制定一套相对完善的管理制度和操作规程。

为了加强应对检查系统安全和防护的监督管理, 促进检查系统的安全应用, 保障辐射工作人员和公众的健康, 制定《安全操作规程》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射事故预防措施及应急处理预案》、《辐射防护管理组织与管理小组》、《辐射工作场所监测方案》、《辐射工作人员个人剂量监测管理》、《辐射防护与安全保卫制度》、《辐射设备检修维护制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《射线装置使用登记制度》等关于辐射方面的规章制度, 以确保建设单位开展辐射工作的安全。

本项目为新建检查系统使用, 规章制度应符合本项目的相关规定及要求, 以确保单位开展辐射工作的安全, 并按照相关要求, 落实“制度上墙”(即将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置)。

12.3 辐射监测

根据国家相关法律法规要求, 开展辐射工作的单位应当对其设备性能、工作场所防护以及放射工作人员职业受照情况定期开展自主或者委托监测, 以保障辐射工作的

正常开展以及人员的健康和安​​全。建设单位需根据要求制定以下辐射监测计划。

12.3.1 个人剂量监测

单位将对辐射工作人员开展个人剂量监测，监测工作要委托具有相应资质的监测机构承担，常规个人剂量监测的周期应综合考虑工作人员的工作性质、所受剂量的大小、剂量变化程度及剂量计的性能等诸多因素，常规监测周期一般为 1 个月，最长不得超过 3 个月。公司需配合委托单位及时收发个人剂量片。个人剂量监测档案包括放射工作人员姓名、性别、起始工作时间、监测年份、职业类别、每周期受照剂量、年有效剂量、多年累积有效剂量等内容。建设单位加强对放射性工作人员个人剂量档案、个人健康档案的保管，要求终身保存，放射性工作人员调动工作单位时，个人剂量、个人健康档案应随其转给调入单位。单位还应关注工作人员每一次的累积剂量监测结果，对监测结果超过剂量管理限值的原因进行调查和分析，优化实践行为，同时应建立并终身保存个人剂量监测档案，以备辐射工作人员查看和管理部门检查。辐射工作人员上岗前应当进行上岗前的职业健康检查，符合放射工作人员健康标准的，方可参加相应的放射工作；项目运行后单位还应当组织放射工作人员定期进行职业健康检查，两次检查的时间间隔不应超过 2 年，必要时可增加临时性检查。

12.3.2 辐射环境监测

(1) 单位自检

建设单位需利用自备的辐射剂量检测仪对工作场所进行定期巡查监测，并建立档案。

(2) 年度监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部令第 18 号）的相关规定，使用射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有资质的环境监测机构进行监测。建设单位将按照辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对单位的辐射工作场所进行年度监测。年度监测数据将作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年 1 月 31 日前上报生态环境主管部门。

1) 监测范围：通过对检查系统巡测，发现的辐射水平异常高的位置；辐射工作场所周围 50m 范围内、人员活动位置处等。

2) 监测项目：X- γ 辐射剂量率。

3) 监测频率：1 次/年。

4) 监测仪器：由接受委托监测机构负责选取符合相关监测技术规范的监测仪器。

5) 监测要求：监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

(3) 竣工验收监测

单位应根据核技术利用项目的开展情况，按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）、《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》（生态环境部公告2018年第9号）、《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）的相关要求，对配套建设的环境保护设施进行验收，委托有能力的技术机构编制验收报告，并组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。

12.3.3 年度安全评估报告

每年1月31日之前，核技术应用单位应向辐射安全许可证发证机关及当地生态环境部门提交上一年度的本单位辐射安全和防护状况年度评估报告。

12.4 辐射事故应急

为加强对辐射装置安全管理，确保检查系统的安全应用，保障公众健康，保护环境，建设单位制定辐射事故应急救援预案，该预案应具备对射线装置辐射事故的应急处理能力，具有可操作性，以便在发生事故时尽可能缩短工作人员和公众受辐射的时间，使事故危害降到最低。预案内容包括：应急机构和职员分工、辐射事故分级、辐射事故报告、辐射事故应急处理、应急预案适用范围、应急组织机构、应急救援预案的实施程序及终止程序、应急装备、物资准备、应急人员的组织培训等。

在应急组织机构中明确事故时各成员的姓名和联系电话以及生态环境、卫生、公安等管理机构中事故报告部门的联系电话，并了解清楚当地生态环境主管部门的相关要求和联系方式，纳入应急预案。

一旦发生辐射事故，立即启动应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，上报当地生态环境主管部门及自治区生态环境厅，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。

单位制订了《辐射事故预防措施及应急处理预案》，组长 1 人，成员共 4 人，详见附件 4。

《辐射事故预防措施及应急处理预案》包括以下内容：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 事故的报告；
- (3) 事故应急处置程序；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序及人员和联系方式。

建设单位编制的《辐射事故预防措施及应急处理预案》符合《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求。

建议单位加强对应急预案涉及各岗位人员进行专业知识培训，并定期进行辐射事故应急演练，对演练效果进行评估，提交演练报告，重点说明演练过程中发现的问题，列出不符合项，及时整改。不断修订完善应急预案内容，使预案更具可操作性。

表 13 结论与建议

3.1 结论

13.1.1 项目概况

凭祥市国际贸易开发集团有限公司拟在凭祥市浦寨一新清通道智慧口岸入境透视设备查验区安装 1 套 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统和 1 套 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备，在出境透视设备查验区安装 1 套 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统和 1 套 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备，用于边境车辆货物安全检查。项目属于新建性质，属于使用 II 类射线装置，并配套建设扫描大厅。

13.1.2 实践的正当性

拟建的检查系统通过 X 射线成像，可以区分出货物中是否掺杂有谎报、违禁、危险品等，达到货物查危的目的。它采用先进的辐射成像技术，可以实现货物整车不开箱、不卸货、不分解的安全检查，提高检测速度和效率，实现货物安全检查的快速、准确、便捷、安全、可靠和无干扰，非常适合现在港口和边境集装箱快速检查的需求。可见，检查系统所造成的辐射危害远小于社会和个人从中取得的利益。

因此，该浦寨一新清通道智慧口岸项目一透视检查设备项目的目的符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求。

13.1.3 产业政策符合性

本项目为利用 BGV6000 固定式快检货物/车辆检查系统和 BGBS2010 顶视角背散射安全检查设备，为辐射和核技术在工业领域内的运用，属《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中规定的鼓励类第六项“核能”中第 4 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发”项目，本项目属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

13.1.4 选址合理性

本项目检查系统拟安装于凭祥市浦寨一新清通道智慧口岸使用，使用位置属于相对独立区域，距离其他非辐射工作区域较远。检查系统进行扫描检查处理时，在辐射防护区内进行，系统工作时可确保无人员进入辐射防护区。项目扫描大厅边界外 50m 范围内无居民房、学校等敏感目标；检查系统装备了足够的辐射屏蔽设施，项目运行对周围 50m 范围内辐射影响符合国家标准要求。因此，浦寨一新清通道智慧口岸项目一透

视检查设备项目的选址是可行的。

13.1.5 辐射环境影响评价

(1) 辐射环境影响现状评价

现状调查及监测结果表明，拟新建浦寨一新清通道智慧口岸项目一透视检查设备项目场址地表 X- γ 辐射剂量率状况未见异常。

(2) 辐射环境影响分析与预测

①辐射屏蔽防护能力

凭祥市国际贸易开发集团有限公司只要严格按设计要求建造浦寨一新清通道智慧口岸项目一透视检查设备项目各项辐射防护措施，拟建项目的运行不会对周围环境产生显著的辐射影响。凭祥市国际贸易开发集团有限公司按设计要求严格施工，则其辐射防护能满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）要求。

②人员受照剂量预测结果

A、预计项目运行后辐射工作人员因该项目运行而受到的附加年有效剂量能满足职业人员年剂量管理约束值（5mSv）要求，同时符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值的要求。

B、预计公众人员因该项目运行而受到的附加年有效剂量低于公众成员年剂量管理约束值（0.1mSv），符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）剂量限值的要求。

13.1.6 辐射环境管理制度

①建设单位凭祥市国际贸易开发集团有限公司成立辐射防护管理小组，并制定各成员的职责。

②建设单位凭祥市国际贸易开发集团有限公司应制定《辐射防护和安全管理制
度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《操作规程》、《岗位职责》、《设备检修维
护制度》、《人员培训计划》、《监测方案》等辐射相关规章制度，同时做好《辐射
事故预防措施及应急处理预案》。

③建设单位凭祥市国际贸易开发集团有限公司本次使用射线装置项目为 II 类射
线装置，应建立满足相关法律、法规要求的管理机构 and 各项规章制度，并根据相关要

求落实各项管理制度，加强对辐射工作人员的安全防护意识教育。

13.1.7 辐射安全培训及健康管理

(1) 所有从事辐射工作的人员须参加生态环境行政部门组织的辐射安全考核，考核合格取得辐射安全培训合格证后才可从事辐射工作。

(2) 对项目辐射工作人员的个人剂量进行监测，建立个人剂量档案。对辐射工作人员每两年进行健康体检并建立职业健康档案。

综上所述，凭祥市国际贸易开发集团有限公司浦寨—新清通道智慧口岸项目—透视检查设备项目，在落实本评价报告所提出的各项污染防治措施后，其运行时对周围环境的影响能符合辐射环境保护的要求，从辐射环境保护角度论证，该项目的建设是可行的。

13.2 建议与承诺

13.2.1 建议

建议应做好以下工作：

- (1) 建立相关的辐射环境管理制度，按要求设置相关警示标志；
- (2) 建设单位尽快落实辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规培训，并获得考核合格证；
- (3) 做好个人剂量监测、辐射工作场所辐射环境监测、辐射防护与安全年度评估报告等工作。
- (4) 环评批复后，及时向生态环境主管部门变更辐射安全许可证；
- (5) 项目运行后，须按相关法律法规要求，建设单位开展竣工环境保护验收。

13.2.2 承诺

建设单位承诺做好以下工作：

- (1) 建立健全相关的辐射环境管理制度，按要求设置相关警示标志；
- (2) 环评批复后，及时向生态环境主管部门申请辐射安全许可证；
- (3) 项目运行后，按相关法律法规要求开展竣工环境保护验收。

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