

编号：PPRYHP-20250110

核技术利用建设项目

广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心

使用背散射物品安全检查系统

核技术利用扩建项目

环境影响报告表

(送审稿)

广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心

2025年06月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心

使用背散射物品安全检查系统

核技术利用扩建项目

环境影响报告表

建设单位名称：广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：广州市白云区石井镇大朗车站自编71栋

邮政编码：510440

联系人：高戈

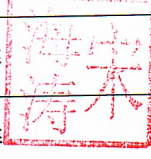
电子邮箱：

联系电话：

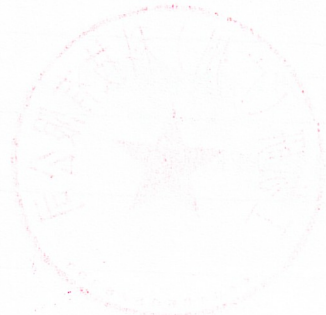
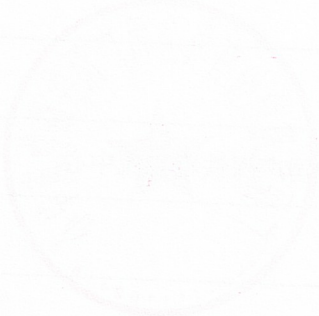


打印编号: 1748421347000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	45j630		
建设项目名称	广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心使用背散射物品安全检查系统核技术利用扩建项目		
建设项目类别	55-172核技术利用建设项目		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心		
统一社会信用代码	91440101071858039B		
法定代表人 (签章)	宋海涛		
主要负责人 (签字)	宋海涛		
直接负责的主管人员 (签字)	高戈		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	工物研 (广州) 科技有限公司		
统一社会信用代码	91440106MA59CFKN6J		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
郭倩	08356143507610264	BH031818	郭倩
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
郭倩	项目基本情况、废弃物(重点是放射性废弃物)、评价依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议、审核校对	BH031818	郭倩
李玲玲	项目基本情况、放射源、非密封放射性物质、射线装置、废弃物(重点是放射性废弃物)、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项	BH059061	李玲玲

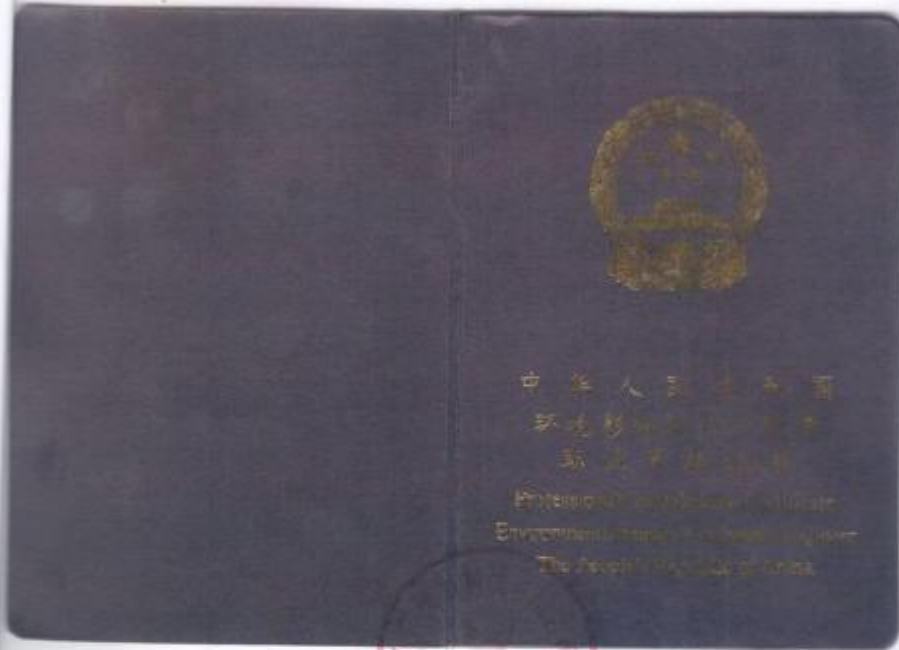
钟志深	项目工程分析与源项、环境影响分析、辐射安全管理、全文校核	BH036667	解明强
-----	------------------------------	----------	-----



钟志深

解明强

解明强



持证人签名:
Signature of the Bearer

08356143507610264
管理号:
File No.:

姓名: 郭倩
Full Name
性别: 女
Sex
出生年月: 1983.09
Date of Birth
专业类别: /
Professional Type
批准日期: 2008.05.11
Approval Date

签发单位盖章:
Issued by

签发日期: 2008年10月31日
Issued on



目 录

表 1 项目基本情况	1
表 2 放射源	13
表 3 非密封放射性物质	13
表 4 射线装置	13
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	15
表 6 评价依据	16
表 7 保护目标与评价标准	18
表 8 环境质量和辐射现状	23
表 9 项目工程分析与源项	28
表 10 辐射安全与防护	38
表 11 环境影响分析	51
表 12 辐射安全管理	83
表 13 结论与建议	88
表 14 审批	91
附件 1 委托书	92
附件 2 营业执照	93
附件 3 委托授权书及负责人身份证	94
附件 4 原有核技术利用项目环评批复	96
附件 5 环境本底检测报告	100
附件 6 辐射安全管理规章制度	107
附件 7 设备厂家提供射线装置技术参数证明材料	126

表 1 项目基本情况

建设项目名称		广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心使用背散射物品安全检查系统核技术利用扩建项目			
建设单位		广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心			
法人代表	宋海涛	联系人	高戈	联系电话	
注册地址		广州市白云区石井镇大朗车站自编 71 栋			
项目建设地点		广州市白云区进发物流园大朗货场南侧安检仪库房内的扫描大厅			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		800	项目环保投资 (万元)	30	投资比例 (环保投资/总投资) 3.75%
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它		占地面积 (m ²)	561.5
应用 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 项目概述				
1.1.1 建设单位简介					
<p>广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心 (下文简称“物流中心”和“建设单位”) 隶属广深铁路股份有限公司, 于 2014 年 01 月 01 日在广东省广州市市辖区注册成立, 注册地址位于广州市白云区石井镇大朗车站自编 71 栋, 主要以完成总公司 (广深铁路股份有限公司) 分配的业务为主, 目前总公司的主营业务为铁路客货运输服务; 主要经营深圳-广州-坪石段铁路客货运输业务, 并与中国香港铁路有限公司合作经营过港直通车、旅客列车运输业务, 同时还受委托为武广铁路、广珠城际、广深港铁路、广珠铁路、厦深铁路、赣韶铁路、南广铁路、贵广铁路、珠三角城际和茂湛铁路等提供铁路运营服务。</p>					
1.1.2 项目建设目的和任务由来					

广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心（建设单位）与广深铁路股份有限公司广州房建公寓段均为广深铁路股份有限公司（总公司）下属子公司。原环评项目为跨广州市和深圳市的核技术利用建设项目。

2023年3月13日，广深铁路股份有限公司广州房建公寓段取得广东省生态环境厅颁发的《广东省生态环境厅关于广深铁路股份有限公司广州房建公寓段搬迁及扩建核技术利用项目环境影响报告表的批复》（批复文号：粤环审[2023]49号，见附件4），批复内容：在广州市白云区进发物流园大朗货场南部新建1间安检仪库房，并在该库房中安装使用1套FS6000DE型集装箱/集卡快速检查系统(内含1台电子加速器，最大能量6兆电子伏，带屏蔽系统，属II类射线装置)用于行包/集装箱安全检查。

取得环评批复后，广深铁路股份有限公司广州房建公寓段已按照环评要求，在2024年6月完成广州市白云区进发物流园大朗货场安检仪库房的建设任务。建设单位在推进加速器项目建设的同时，同步完成了背散射物品安全检查系统的安装工作。目前，项目建设已完工，背散射物品安全检查系统和加速器已经安装，建设单位暂未使用。建设完成后FS6000DE型集装箱/集卡快速检查系统和背散射物品安全检查系统使用权已由广深铁路股份有限公司广州房建公寓段正式给广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心。

全面提升集装箱及车辆快速安全检查能力，有效识别毒品、炸药等低原子序数、高密度危险物品的检测能力。建设单位在已批复的核技术利用项目基础上实施扩建，此次扩建新增1套安装背散射物品安全检查系统，与原辐射工作场所已取得环评批复的FS6000DE集装箱/集卡快速检查系统（内含1台电子加速器，能量6/3兆电子伏，带屏蔽系统，属于II类射线装置）联合进行集装箱/车辆的检测，两套系统正常工作独立出束，异常工况如安全联锁断开，则同时停束。

根据《关于发布〈射线装置分类〉的公告》（环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号）可知，背散射物品安全检查系统为车辆检查用X射线装置，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》（环境保护部第16号令）中的规定，“使用II类射线装置”的应该编制环境影响报告表。受广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心的委托，工物研（广州）科技有限公司承担该核技术利用项目的环境影响评价工作（委托书见附件1）。在接受委托后，我单位组织相关技术人员进行了现场勘查、资料收集等工作，并结合项目特点，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》(HJ 10.1-2016)中环境影响报告表的内容和格式,编制了本项目的的环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容和规模

本项目在原有的核技术利用 FS6000DE 集装箱/集卡快速检查系统项目基础上,新增 1 套背散射物品安全检查系统(出束方向从上至下,设备信息详见表 1-1,设备外形见下图),全面提升集装箱及车辆快速安全检查能力,有效识别毒品、炸药等低原子序数、高密度危险物品的检测能力。



图 1-1 (1) 背散射物品安全检查系统示意图

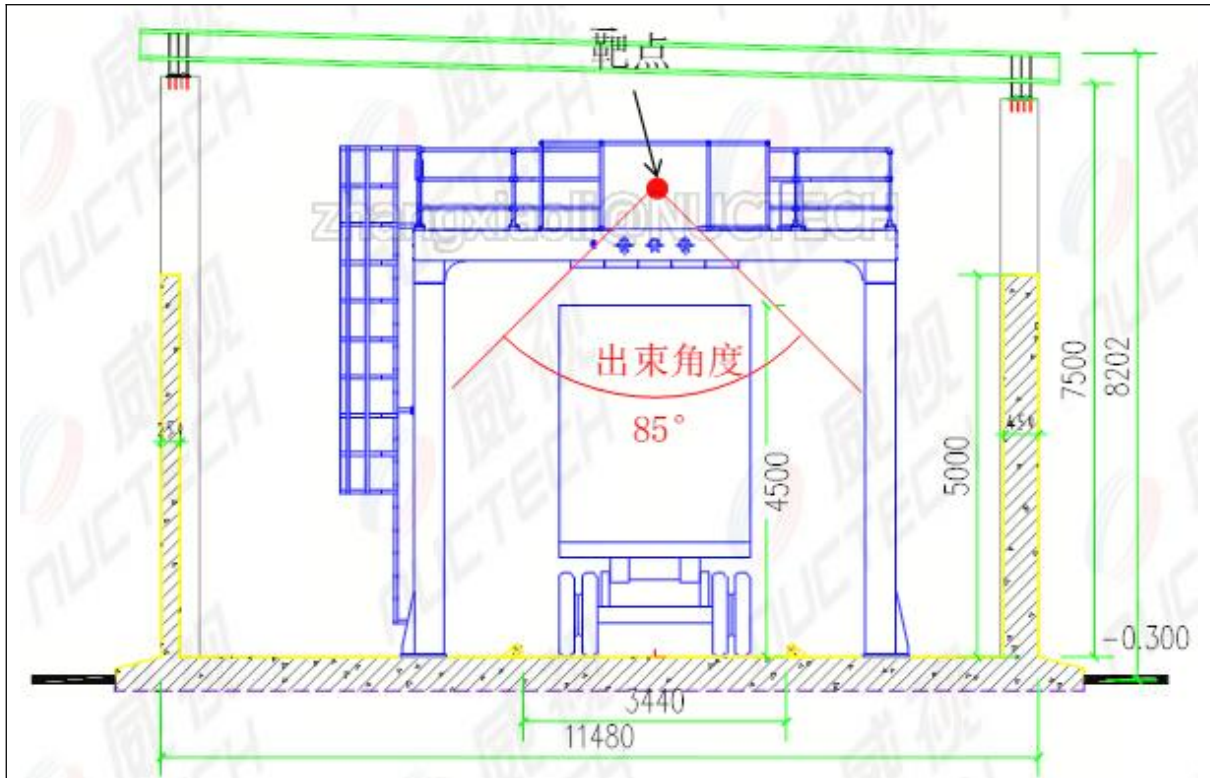


图 1-1 (2) 背散射物品安全检查系统示意图 (立面剖面图)

表 1-1 本项目背散射物品安全检查系统情况

射线装置	生产厂家	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	类别	出束方向	滤过材料	设备位置
背散射物品安全检查系统	同方威视技术股份有限公司	225	13.3	主要检查车辆/集装箱内毒品、炸药等低原子序数、高密度危险物品	II 类	由上至下	1mmCu	安检仪库房内的扫描大厅

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

本项目新增的背散射物品安全检查系统位于广州市白云区进发物流园大朗货场南部安检仪库房的扫描大厅内，本项目地理位置图见图 1-2。



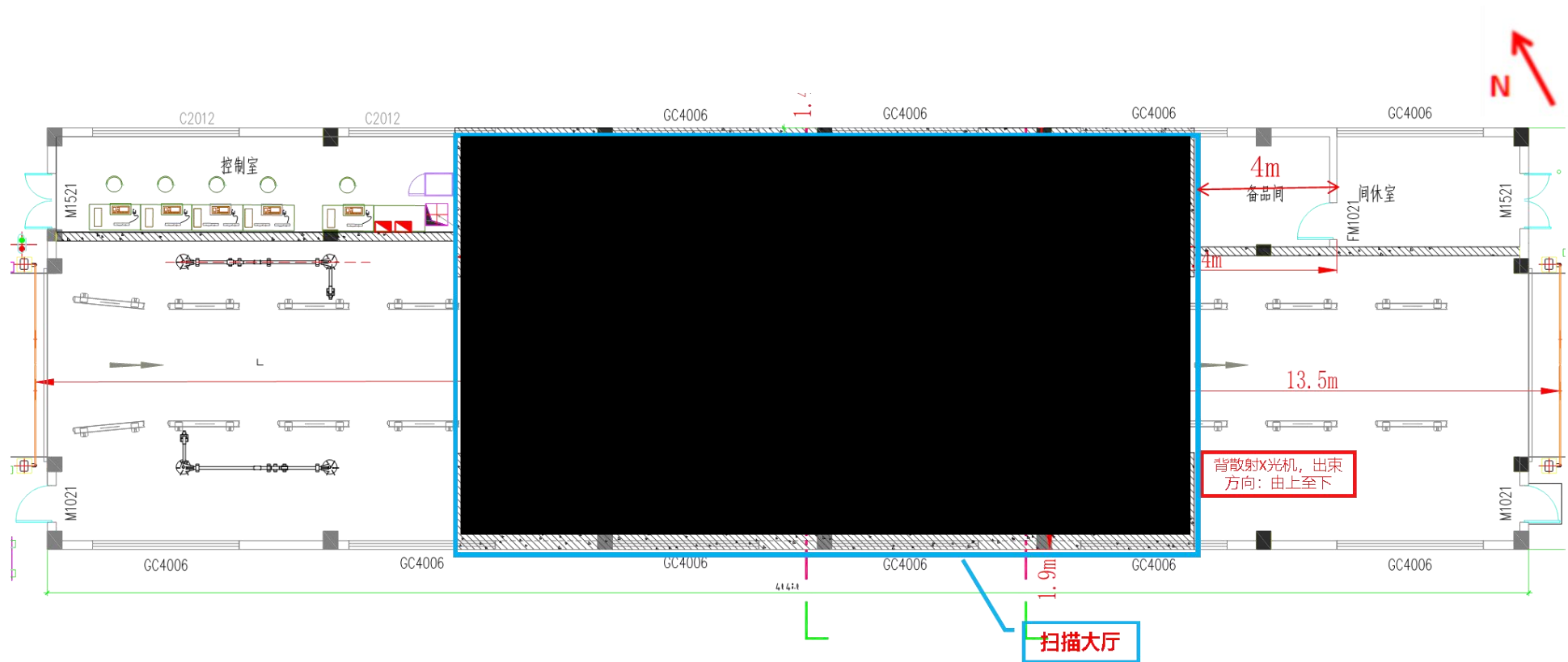
图 1-2 本项目地理位置图

1.2.2 项目周边环境关系和平面布局

本项目位于广州市白云区进发物流园大朗货场南部安检仪库房的扫描大厅。扫描大厅为单层建筑，地下为土层，其北侧距约 20m 为集装箱区；东侧相邻备品间，约 4m 为间休室（为当值辐射工作人员在设备不工作时的临时休息区），约 21m 为办公区；南侧相邻货车道路；西北侧相邻控制室，约 11m 为货车道路。本项目背散射物品安全检查系统的背散射 X 光机位于扫描大厅东南侧，距电子加速器约 2m。

本项目四至图和 50m 评价范围图见图 1-3，扫描大厅平面布局详见图 1-4。





安检仪库房平面布置图 1:100

图 1-4 本项目扫描大厅平面布局图

1.2.3 选址合理性分析

本项目新增的背散射物品安全检查系统内含 1 台背散射 X 光机，为便于查验流程顺畅和边界开展查验工作，其安装于扫描大厅东南侧，距电子加速器约 2m。根据图 1-3，本项目扫描大厅外 50m 范围设有集装箱区、办公区和货车道路，无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区，选址已充分考量周围环境的安全性。

项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护治理措施后满足国家相关标准要求，不会对周围环境与公众造成危害，故本项目的选址是合理的。

1.2.4 实践正当性分析

本项目新增的背散射物品安全检查系统通过发射低能 X 射线照射被检物体，采集物体表面反射的信号。该系统基于康普顿散射效应，可实现对不同物质的特征识别：低原子序数物质（如有机物、爆炸物及毒品等）因具有较高的散射截面，在成像中呈现高亮度特征；而高原子序数物质（如金属、陶瓷等无机物）则表现为低亮度特征。该技术特别适用于检测集装箱夹层、车辆底盘等隐蔽部位，能够有效识别夹藏于结构中的炸药、毒品等低原子序数违禁品，弥补现有安检技术的局限性。

原有核技术利用项目的电子加速器发射高能 X 射线，穿透能力强，主要用于对集装箱货物的整体透视检查，能够清晰呈现集装箱内部货物的分布、形态及密度情况，有效检测出藏匿其中的违禁物品，诸如枪支弹药、易燃易爆品等；

二者协同工作，实现对集装箱货物、夹层及偷渡藏匿物品的全方位不开箱检查，显著提升安检效率并降低人工检查的劳动强度。

建设单位在采取辐射防护措施的情况下，可以确保工作人员和公众的年受照剂量低于在根据最优化原则设置的剂量约束值下，项目实施获得的利益远远大于所造成的损害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

1.3 原有核技术利用项目许可情况

《广深铁路股份有限公司广州房建公寓段搬迁及扩建核技术利用项目环境影响报告表》于 2023 年 3 月 13 日获得广东省生态环境厅批复见附件 4（粤环审[2023]49 号）。FS6000DE 型集装箱/集卡快速检查系统使用权由广深铁路股份有限公司广州房建公寓段变更为广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心。目前，FS6000DE 型集装箱/集卡

快速检查系统尚未投入使用。

1.5 原有核技术利用项目辐射管理现状分析

(1) 辐射防护管理机构

广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心已成立辐射环境保护管理小组并配备兼职辐射环境保护管理人员和一系列辐射安全管理制度和辐射事故应急预案。明确了相关工作内容和职责,能够满足核技术利用项目运行过程中辐射防护管理和监督的需要。

(2) 辐射安全管理制度建立和执行情况

广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心在原有核技术利用项目运行中已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相应要求,制定有一套相对完善的对应II类射线装置管理制度,包括《辐射安全防护管理与安全操作制度》、《辐射事故应急预案》、《辐射安全工作人员培训计划》、《安检仪辐射防护管理组织与岗位职责》、《安检仪辐射防护和安全保卫制度》、《安检员岗位职责》、《安检仪使用维护管理规定》、《安检仪安全操作规程》,还应根据国家相关法律法规,并结合项目内容情况,制定《设备检修维护制度》、《行包串车检查系统管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》等一系列规章制度。电子加速器的使用后将严格按照规章制度执行,防止辐射安全事故发生。

(3) 辐射工作人员持证上岗情况

广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心在原有核技术利用项目(使用电子加速器)的4名辐射工作人员暂未进行辐射安全与防护考核,待通过辐射安全与防护培训并考核合格后持证上岗。

(4) 个人剂量监测和年度评估报告情况

广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心暂未持有辐射安全许可证,现不涉及射线装置出束相关工作,故未进行个人剂量监测与射线装置安全和防护状况进行评估。

1.4 本项目与原有核技术利用项目依托关系

(1) 辐射工作人员依托关系说明

本项目拟新增2名辐射工作人员,与原有核技术利用项目安排的4名辐射工作人员共同负责安检仪库房内FS6000DE集装箱/集卡快速检查系统和新增背散射物品安全检查系统的控制。6名辐射工作人员通过辐射安全与防护培训与考核后持证上岗。

(2) 辐射监测设备依托关系说明

建设单位计划为新增的 2 名辐射工作人员配备个人剂量计，依托原有核技术利用项目的 1 个便携式辐射剂量率仪、4 个人剂量计与 3 台个人剂量报警仪。

(3) 辐射安全管理制度依托关系说明

建设单位已成立辐射环境保护管理小组并制定了一系列辐射安全管理制度和辐射事故应急预案。本项目辐射安全管理工作统一由辐射环境保护管理小组负责，由于新增了使用背散射物品安全检查系统，因此，本项目根据最新的法律法规及标准，进一步完善辐射安全管理制度：《辐射安全防护管理与安全操作制度》、《辐射事故应急预案》、《辐射安全工作人员培训计划》、《安检仪辐射防护管理组织与岗位职责》、《安检仪辐射防护和安全保卫制度》、《安检员岗位职责》、《安检仪使用维护管理规定》、《安检仪安全操作规程》，还应根据国家相关法律法规，并结合项目内容情况，制定《设备检修维护制度》、《行包串车检查系统管理制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》，详见附件 6。



大朗铁路货场南门入口现状



安检仪库房现状



安检仪库房西北侧入口现状



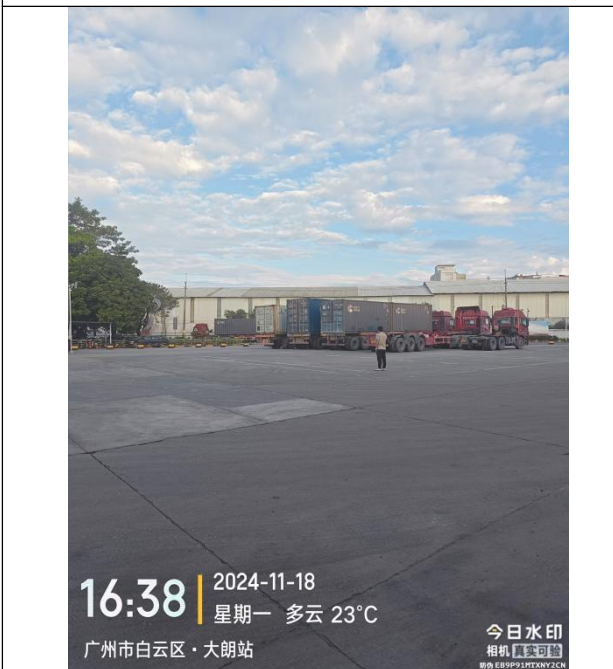
安检仪库房西南侧货车道路现状



安检仪库房东南侧办公区现状



备品间现状



货车道路检测照片



办公区检测照片

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	装置名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	活动种类	1m 处辐射剂量率 (mGy/min)	用途	工作场所	备注
1											

(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	装置名称	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	背散射物品安全检查系统	II	1	BX	225	13.3	车辆/集装箱安全检查	广州市白云区进发物流园大朗货场南侧安检仪库房内的扫描大厅	/

(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)	最大管电流 (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	排放口浓度	月排放量	年排放总量	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	/	少量	现场机械排风，易扩散	大气
/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/

注：1、常见废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/m³，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg；

2、含有放射性的废弃物要标明其排放浓度、年排放总量，单位分别为 Bq/L（kg、m³）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》(中华人民共和国主席令第 9 号, 2014 年), 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》(根据 2018 年 12 月 29 日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》修正);</p> <p>(3) 《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 6 号, 2003 年 10 月 1 日实施);</p> <p>(4) 《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, 2014 年 7 月 29 日经国务院令 653 号修改, 2019 年 3 月 2 日经国务院令 709 号修改);</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令 682 号, 自 2017 年 10 月 1 日起实施);</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》(2006 年 1 月 18 日, 国家环境保护总局令 31 号公布, 2008 年 12 月 6 日经环境保护部令 3 号修改, 2017 年 12 月 20 日经环境保护部令 47 号修改, 2019 年 8 月 22 日经生态环境部令 7 号修改, 2021 年 1 月 4 日经生态环境部令 20 号修改);</p> <p>(7) 《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 18 号, 2011 年 5 月 1 日起实施);</p> <p>(8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版);</p> <p>(9) 《关于发布<射线装置分类>的公告》(环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号), 自 2017 年 12 月 5 日起施行;</p> <p>(10) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》(国家环保总局, 环发[2006]145 号, 自 2006 年 09 月 26 日起施行);</p> <p>(11) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》(生态环境部公告 2019 年第 57 号, 自 2020 年 1 月 1 日起施行);</p> <p>(12) 《产业结构调整指导目录(2024 年本)》(中华人民共和国国家发展和改革委员会令 7 号, 自 2024 年 2 月 1 日起施行);</p> <p>(13) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评[2017]4 号, 自 2017 年 11 月 20 日起实施);</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) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；</p> <p>(3) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157—2021）；</p> <p>(4) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2007）；</p> <p>(5) 《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）；</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；</p> <p>(7) 《海关辐射型货物和（或）车辆检查系统 第 1 部分：通用要求》（HS/T 67.1-2021）；</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；</p> <p>(9) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；</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) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年 7 月第 1 版）；</p> <p>(3) 广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心提供的其他资料；</p> <p>(4) 《核技术利用项目的辐射屏蔽防护与计算》黄嘉麟、廖彤、刘宝华主编；</p> <p>(5) 《辐射防护导论》方杰主编。</p>

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

建设单位在广州市白云区进发物流园大朗货场新增背散射物品安全检查系统将在固定实体边界的扫描大厅进行车辆/集装箱安全检查。

参照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的相关规定，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边界外 50m 的范围，本项目背散射物品安全检查系统为II类射线装置应用，因此取扫描大厅外 50m 的范围作为评价范围。评价范围示意图详见图 7-1。



图 7-1 本项目扫描大厅四至和 50m 评价范围图

7.2 保护目标

广州市白云区进发物流园大朗货场南侧安检仪库房内扫描大厅外 50m 范围无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。本项目实体屏蔽外 50m 范围设有办公区、集装箱区和货车道路。环境保护目标为 50m 范围的辐射

工作人员、司机、货车道路和集装箱区的工作人员和司机、办公区的工作人员，详见表 7-1。

表 7-1 本项目主要环境保护目标

场所	人员类型	居留情况	方位	距本项目扫描大厅边界/背散射 X 光机最近距离	人数预估	年剂量约束值
控制室	辐射工作人员	全居留	西北侧	与扫描大厅相邻	6 人	5mSv
间休室	辐射工作人员	偶然居留	东侧	与扫描大厅相邻	6 人	5mSv
备品间	公众	偶然居留	东侧	与扫描大厅相邻	2~3 人	0.25mSv
办公区	公众	全居留	东侧	距扫描大厅 21m	10~20 人	0.25mSv
扫描大厅	司机	全居留	/	距背散射 X 光机出束面约 1m	1 人/次 720 次/天, 262800 次/年	0.25mSv
货车道路	公众	偶然居留	南侧	与扫描大厅相邻	流动人员	0.25mSv
货车道路	公众	偶然居留	西北侧	距扫描大厅 11m	流动人员	0.25mSv
集装箱区	公众	偶然居留	北侧	距扫描大厅约 20m	10~20 人	0.25mSv

注：间休室作为当值辐射工作人员在无货物安检、设备不运行时的专属休息区域。故辐射工作人员在控制室和间休室不存在时间重叠。

7.3 评价标准

7.3.1 剂量约束值及剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）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。

附录 B

B1.1 职业照射

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。

本项目取该值的四分之一即 5 mSv 作为辐射工作人员的年照射剂量约束值。

B1.2 公众照射

B1.2.1 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，1 mSv。

本项目取该值的四分之一即 **0.25 mSv** 作为公众的年照射剂量约束值。

综上所述，本项目剂量约束值按防护与安全的最优化要求，结合本项目实际情况，本项目对辐射工作人员取 5 mSv/a 作为剂量约束值；对公众取 0.25 mSv/a 作为剂量约束值。

7.3.2 《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）

1 范围

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；

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。

根据《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）的使用范围，本项目背散射物品安全检查系统是以 X 光机作射线源的背散射式的检查系统，不适应该标准，且本项目背散射物品安全检查系统是在原辐射工作场所的扩建项目，与原环评的 FS6000DE 型集装箱/集卡快速检查系统联合进行车辆/集装箱安全检查。故本项目参照《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）部分要求执行。

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，并制定年剂量管理约束值。

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 μ 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 μ 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 μ Sv/h，操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于 1.0 μ Sv/h。

7.6 其他要求

辐射源室内应有良好的通风，以保证臭氧的浓度低于 0.3 mg/m³。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。

7.3.3 《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）

1 范围

GB 15208 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 μ 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 μ 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。

7.3.4 《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》（GB 15208.5-2018）

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。

5.12.5 设备自诊断功能

设备应具备自诊断功能，并生成至少包括 X 射线产生装置、X 射线探测器，控制器等主要功能部件运行状态的诊断报告

结合以上标准的要求，本评价设立的控制目标分别为：

(1) 对辐射工作人员的年剂量约束值不大于 5 mSv/年；

(2) 对设备周边公众的剂量约束值不超过 0.25 mSv/年；

(3) 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；

(4) 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，操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于 1.0 μ Sv/h；

(5) 驾驶员位置一次通过的周围剂量当量应不大于 0.1 μ Sv；

(6) 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 μ Gy。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

本项目位于广州市白云区进发物流园大朗货场南部安检仪库房的扫描大厅。扫描大厅为单层建筑，地下为土层，其北侧约 20m 为集装箱区；东侧相邻备品间，约 4m 为间休息室（为当值辐射工作人员在设备不工作时的临时休息区），约 21m 为办公区；南侧相邻货车道路；西北侧相邻控制室，约 11m 为货车道路。本项目背散射物品安全检查系统的背散射 X 光机位于扫描大厅东南侧，距电子加速器约 2m。

8.2 环境现状评价的对象、监测因子和监测点位

8.2.1 环境现状评价对象

安检仪库房及周边环境辐射水平现状

8.2.2 监测因子

环境 γ 辐射空气吸收剂量率

8.2.3 监测点位

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）中 5.1.1“测量点位应依据测量目的布设，并结合源和照射途径以及人群分布和人为活动情况仔细选择”，本次监测目的主要是了解项目辐射工作场所环境辐射现状水平，并考虑项目投入使用后对关注点的影响情况。本次共布点 15 个，分别布设在安检仪库房、相邻场所、评价范围内人员停留时间较长及周边人员流动较大的室内外区域。监测点位布设见图 8-1。

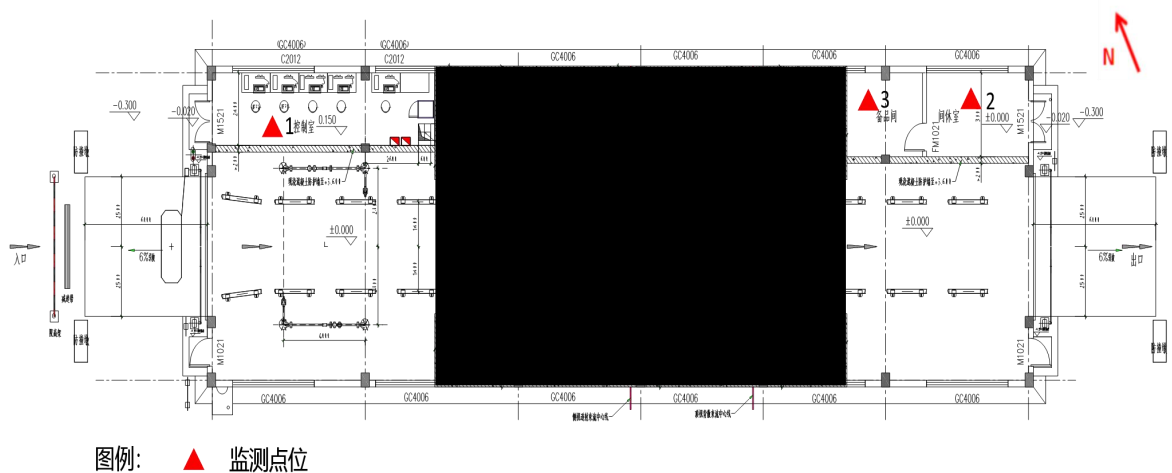


图 8-1 (1) 广州市白云区进发物流园大朗货场监测点位示意图



图例： ▲ 监测点位 安检仪库房 其它区域范围

图 8-1 (2) 广州市白云区进发物流园大朗货场监测点位示意图

8.3 监测方案、质量保证措施及监测结果

8.3.1 监测方案

- (1) 监测单位：深圳市赛辐环保科技有限公司
- (2) 监测日期：2024 年 11 月 18 日
- (3) 监测方式：现场检测
- (4) 监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）
- (5) 天气环境条件：温度：23℃，相对湿度：38%
- (6) 监测报告编号：SF-202412R-13327（附件 5）
- (7) CMA 证书编号：202119115732
- (8) 监测仪器相关信息见表 8-1。

表 8-1 监测仪器信息

仪器型号	NT6101 环境监测用 X-γ辐射空气吸收剂量率仪
仪器编号	0118091
测量范围	0.01-600μGy/h
能量范围	30keV-7MeV
校准单位	深圳市计量质量检测研究院
校准证书编号	JL2403245631
检定有效期	2024 年 03 月 13 日-2025 年 03 月 12 日

8.3.2 质量保证措施

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）中有关辐射环境监测质量保证一般程序和监测机构的质量体系文件（包括质量手册、程序文件、作业指导书）实行全过程质量控制，保证此次结果科学有效。本次辐射环境监测质量保证措施的内容有：

①结合现场实际情况及监测点的可达性，在项目辐射工作场所内和项目周围工作人员活动区域、人流量相对较大的区域布设监测点位，充分考虑监测点位的代表性和可重复性，以保证监测结果的科学性和可比性。

②严密的组织：监测机构分工明确，有管理人员、技术人员，并赋予各人员相应的权利，确保其行使权力时必须的资源，并对监测人员有充分的监督。监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人批准。

③监测仪器每年经有资质的计量部门校准，校准合格后方可使用。

④每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

⑤本次监测实行全过程的质量控制，监测单位对全过程制定了相应的质量保证计划，质量保证计划的内容包括：

a.明确单位的组织架构、职责、权力层次和对应管理接口，以及工作内容和能力；解决所有的管理措施，包括规划、调度和资源。

b.建立并宣贯工作流程和程序。

c.满足辐射环境监测的监管要求。

d.使用合适的采样和测量方法，选择合适的设备及其文件记录，包括对设备和仪器进行恰当的维护、测试和校准，保证其能正常运行。

e.选择合适的环境介质采样和测量的地点及采样频度。

f.使用的校准标准可追溯至国家标准或国际标准。

g.有审查和评估监测方案整体效能的质量控制机制和程序（任何偏离正常程序的行为均应记录），必要时进行不确定度分析。

h.参加能力验证或实验室间比对。

i.满足记录及存档的规定要求。

j.培训从事特定设备操作的人员，使其拥有相应的资格（根据管理需要）。

8.3.3 监测结果

广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心辐射环境现状各监测点位的监测结果见表 8-2。

表 8-2 广州大朗货场辐射环境现状监测布点及结果一览表

测点编号	测量场所	测量点位	测量结果 ($\mu\text{Gy/h}$)		地面介质	场所性质
			检测结果	标准差		
1	物流中心 拟建核技术 利用场所及 周围环境	安检仪库房内控制室	0.10	0.01	水泥	平房
2		安检仪库房内间休室	0.11	0.01	水泥	平房
3		安检仪库房内备品间	0.12	0.01	水泥	平房
4		安检仪库房内扫描大厅	0.10	0.01	水泥	平房
5		办公区（距安检仪库房南侧边界约 32m）	0.14	0.01	地砖	平房
6		户外空地（距安检仪库房东北侧边界约 45m）	0.10	0.01	水泥	原野
7		集装箱区（距安检仪库房北侧边界约 35m）	0.10	0.01	水泥	原野
8		板房（宿舍） （距安检仪库房北侧边界约 4m）	0.11	0.01	水泥	平房
9		货车道路 1（距安检仪库房西北侧边界约 40m）	0.12	0.01	水泥	道路
10		货车道路 2（距安检仪库房南侧边界约 20m）	0.11	0.01	水泥	道路
11		货车道路 3（距安检仪库房东南边界约 46m）	0.10	0.01	水泥	道路

备注：1、测量时仪器探头朝向地面，距离地面高度为 1m；

2、表中计算结果已扣除了仪器对宇宙射线的响应值；

3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=校准因子 $C_f \times$ （仪器检验源效率因子 $E_f \times$ 读数平均值 X -屏蔽因子 $\mu_c \times$ 测点处仪器对宇宙射线的响应值），校准因子为 0.983，仪器检验源效率因子取 1（仪器无检验源），屏蔽因子楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1。

注 1：监测单位在河源万绿湖进行了仪器的宇宙射线响应及其自身本底测量，读取了 60 个数据进行计算，结果为 0.01 μ Gy/h，保留小数点两位。

注 2：a、项目所在位置经纬度：东经 113.22.92 北纬 23.24.11 海拔-3.3m。

b、万绿湖的经纬度：东经 114.35.39 北纬 23.47.22 海拔 99.5m。

依据 HJ61-2021 海拔高度 ≤ 200 m，经度差别 $\leq 5^\circ$ ，纬度 $\leq 2^\circ$ ，可以不进行测量点的仪器对宇宙射线的响应值修正。

8.4 环境现状调查结果的评价

由监测结果可知，本项目广州大朗货场辐射工作场所及周围区域室内环境 γ 辐射剂量率范围为（0.10-0.14） μ Gy/h；道路环境 γ 辐射剂量率范围为（0.10-0.12） μ Gy/h。

参考《中国环境天然放射性水平》（中国原子能出版社，2015 年出版）对广州市环境 γ 辐射剂量率调查结果：广州市的室内 γ 辐射剂量率范围为（104.6-264.1）nGy/h；室外道路 γ 辐射剂量率范围为（52.5-165.7）nGy/h。对比表明，建设项目场所环境 γ 辐射现状未见异常，本项目所在场址和周边区域的辐射剂量率水平相当。

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 设备组成

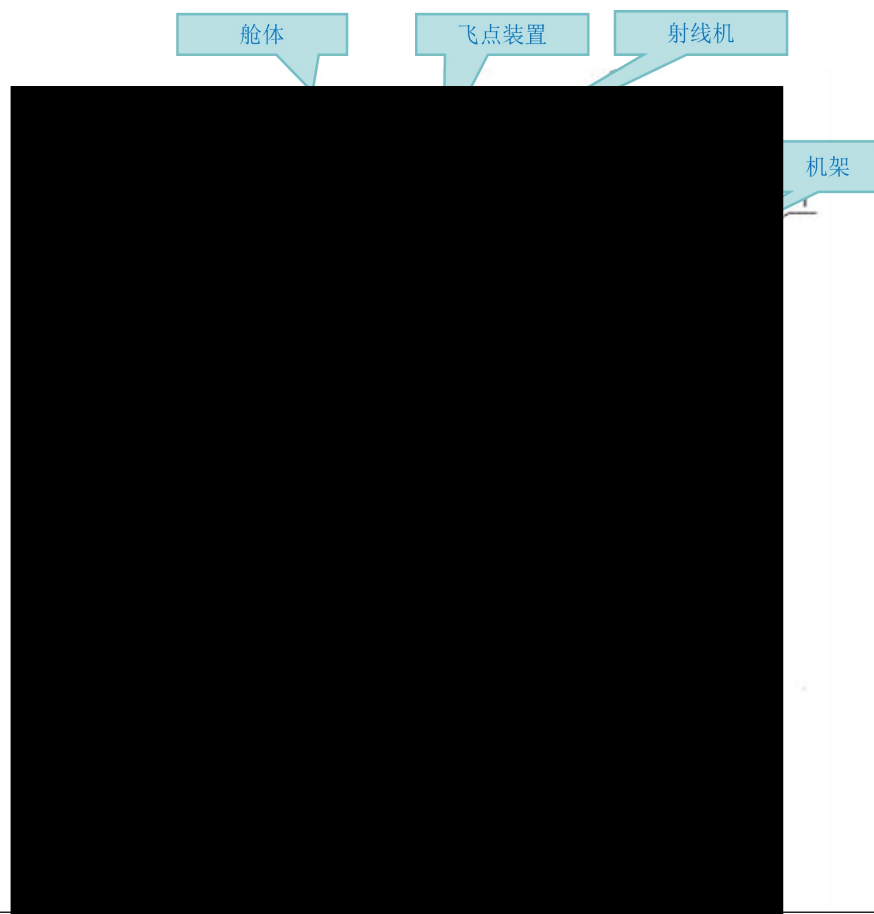
建设单位拟新增使用背散射物品安全检查系统由 X 光机、探测器、扫描装置和扫描控制等组成。

1、X 光机：通电后可发射 X 射线，本项目背散射物品安全检查系统使用 GIT-225-FB 型 X 射线发生器。

2、探测器：将货物散射回来的光信号转为微弱电信号，经电子学放大、成型并采集集成数字信息后，输入图像处理分系统。

3、扫描装置：是一套顶视角背散成像模块，主要包含机架、飞点装置和顶视背散射系统设备舱。机架包括竖梁、横梁、爬梯护栏等部件；舱体采用方钢管焊接的框架式结构，附加其它型钢作支撑，形成一个刚性良好的骨架，外围采用钢板作外蒙皮。前端有 3 扇维修门，后端面有 1 扇维修门上端面有 3 个维修盖板。舱体内装有高压柜、水机组、飞点装置、电气柜等。

扫描控制：负责设备的供电、逻辑控制、扫描装置驱动、安全保障等功能。



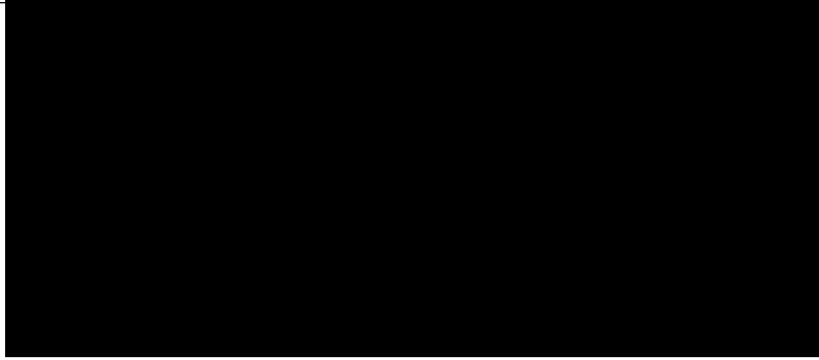
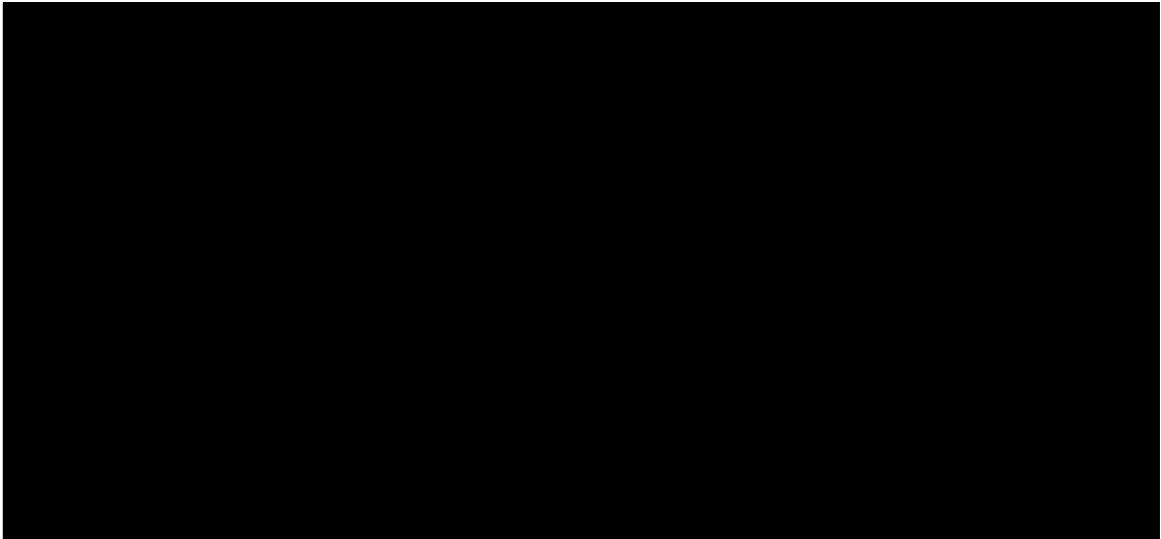


图 9-1 背散射物品安全检查系统外形示图

9.1.2 工作原理

X 射线背散射成像是基于康普顿散射原理，通过探测物质对入射 X 射线的康普顿散射信号来实现对物质的探测。低原子序数、高密度物质（主要成分为 C、H、O、N 的毒品、炸药等）的康普顿散射截面较大，散射信号较强，而金属类物质的散射截面小，散射信号弱。因此，基于物质散射信号强度的差异可以实现对物质类型的判断。背散射系统探测散射角 θ 接近 180° 的散射光子。

飞点扫描 X 射线背散射系统的原理如图 9-2 所示，X 光机和飞轮装置组合形成飞点射线源，结构组成参见图 9-2。X 光机的主束射线被准直为扇形窄束后，经过高速旋转的环形飞轮装置屏蔽上的出束孔二次准直后，才可照射到被检物体上形成射线光斑，光斑随着飞轮装置的旋转进行扫描。



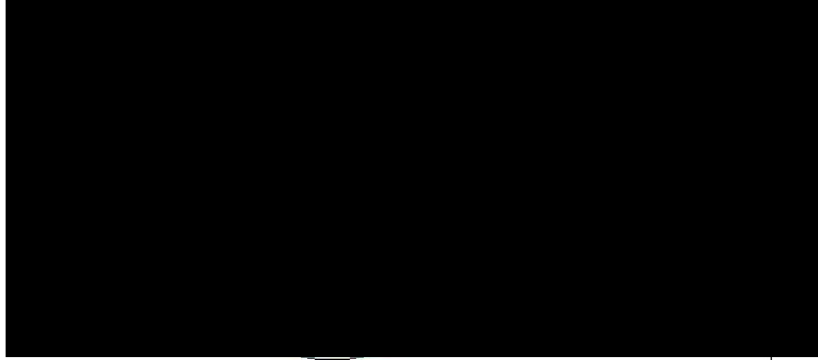


图9-2 背散射成像系统

因飞轮装置的旋转，扇形主射线束中只有经出束孔准直后的射线可射出，可射出射线的比例（定义为占空比）为出束孔直径 D 与射线张角对应弧长 L 的比值，一般不超过 1%。

9.1.4 工作流程及产污环节

（1）操作流程

本项目新增使用的背散射物品安全检查系统与原辐射工作场所已获得许可的 FS6000DE 集装箱/集卡快速检查系统联合进行集装箱/车辆的检测，背散射物品安全检查系统投入使用后整个广州市白云区进发物流园大朗货场安检仪库房内射线装置扫描流程与红外传感器安装位置详见下图。扫描通道内红外传感器的作用详见下表。

表 9-1 扫描通道内传感器使用说明

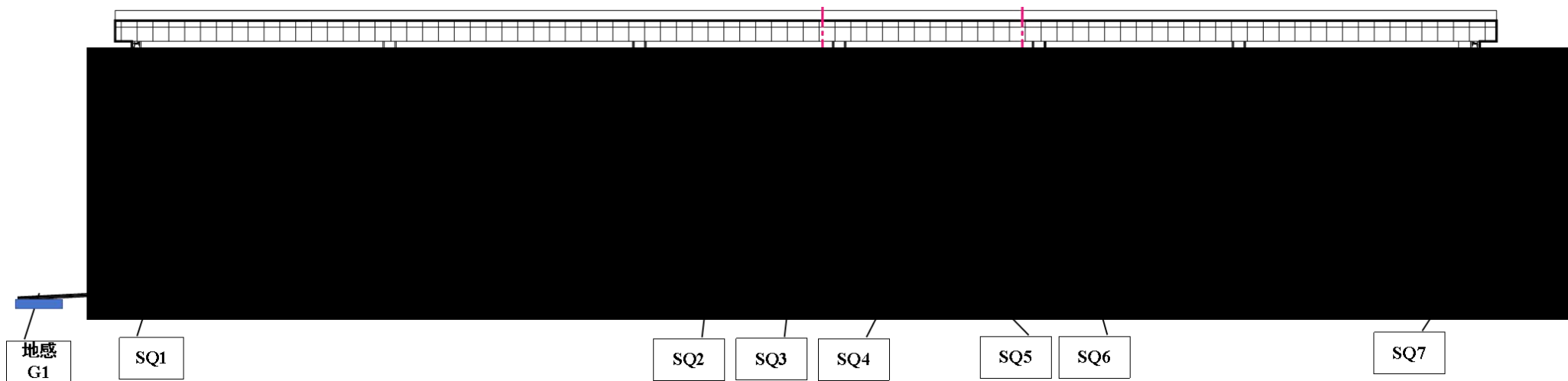


图 9-3 (1) 传感器位置示意图 (立面剖面图)

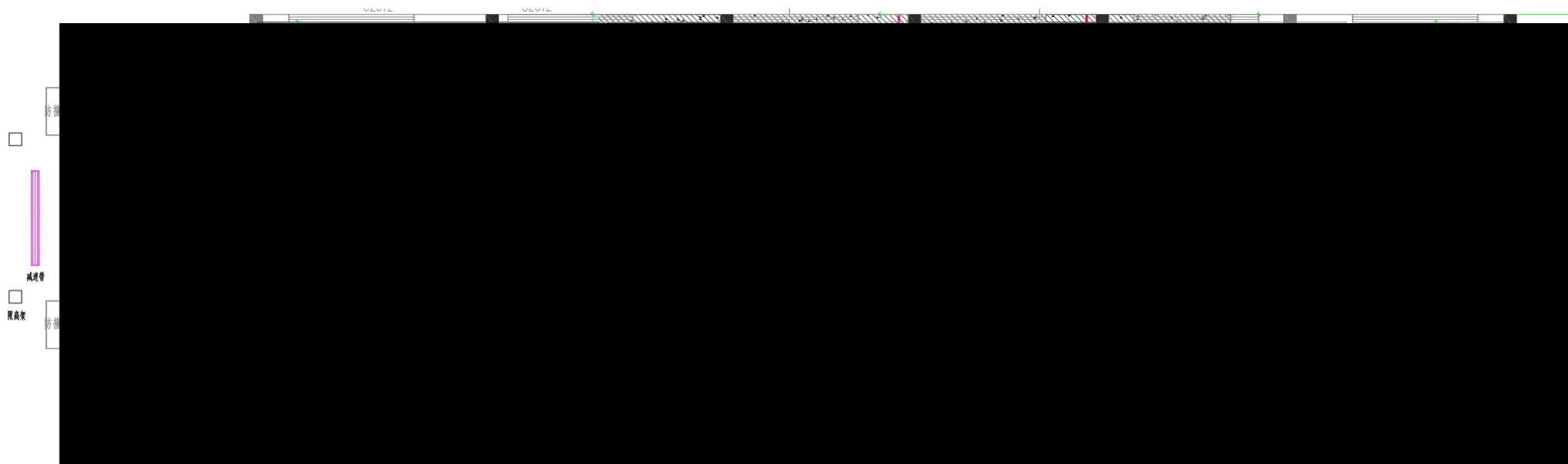
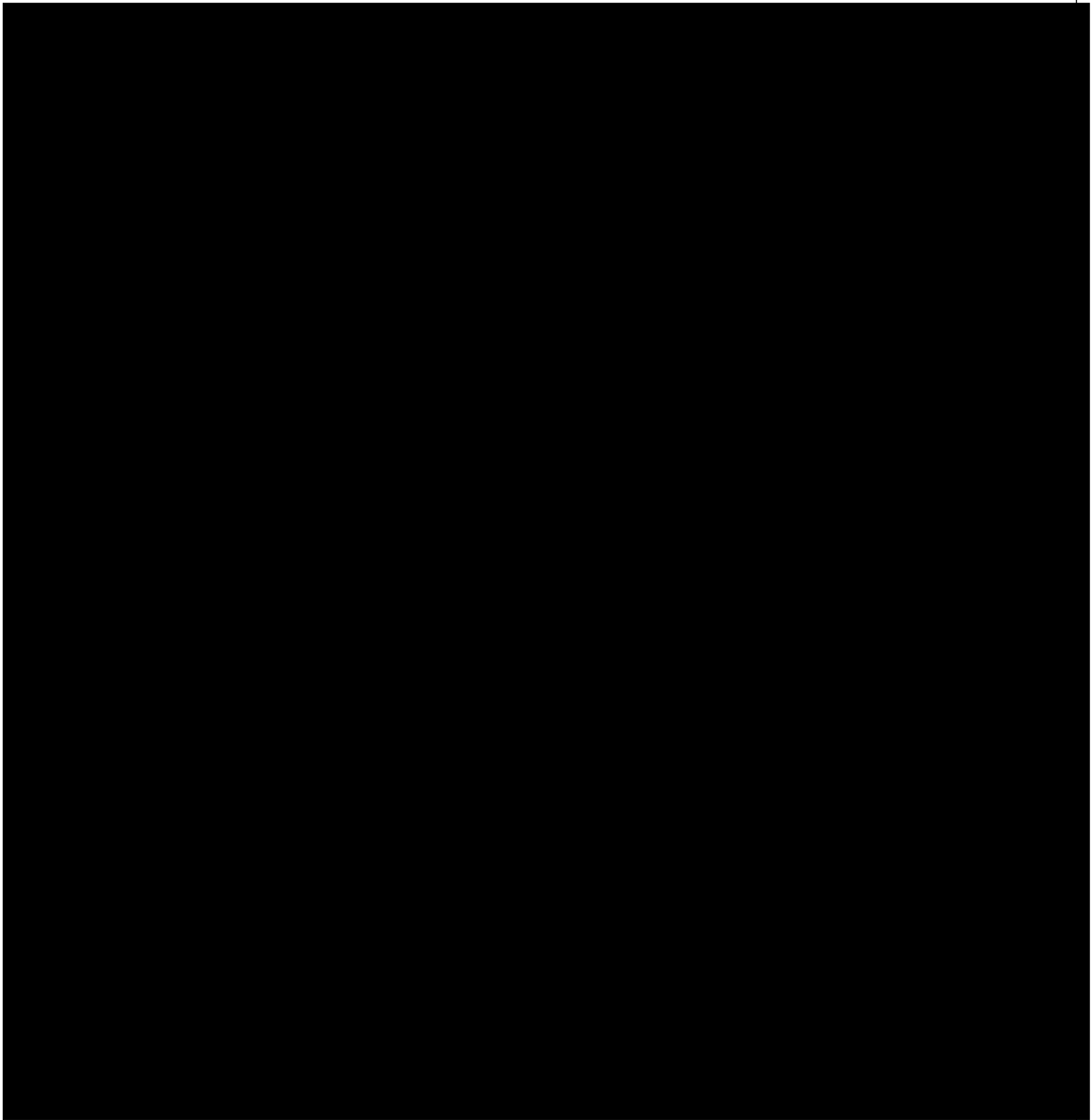


图 9-3 (2) 传感器位置示意图 (平面剖面图)

系统进入就绪状态后，每次检查过程仅检查一辆车，上一个车辆离开扫描通道后才能有下一辆车进入。被检集装箱车辆的司机驾驶车辆以约 5km/h~15km/h 的速度驾驶车辆驶入扫描通道。集装箱检查过程只有司机可进入扫描大厅内，系统将自动触发装置对待检车辆进行检查。

被检车辆行进过程中依次触发系统设置的光电光幕传感器，以判定车辆是否驶入正确位置，并同步检测车型、车速等信息。检查系统根据检测数据计算射线装置出束时间与停束时间。建设单位需提前做好待检车辆司机的宣传告知工作，在扫描通道外合适的位置设置警示标志、检查流程指示牌并提供必要的讲解与指导，具体工作流程如下：



⑧结束，系统进入待机状态，等待检查下一车货物。

此外，检测过程中设有多重安全保护机制，如扫描通道内设置冗余的传感器检测车辆位置与车速，若待检车辆车速小于允许的最低车速 1.5m/s 或出现停车情况时，检测系统将自动立即停止射线装置出束；一旦扫描通道出入口处的传感器检测到有人员进入扫描通道内，检测系统将立即自动中断扫描流程。

当图像检查员经过分析发现扫描图像有嫌疑时，标出嫌疑区域，并做出检查结论。根据客户要求，如果系统与外部网络设备连接，实现多个监管部门的资源共享以及分权放行时，当有嫌疑的集装箱车行驶到下一卡口时，相关监管部门将对该集装箱车进行拦截检查，具体流程见图 9-4。背散射物品安全检查系统检测图像见图 9-5~图 9-6。

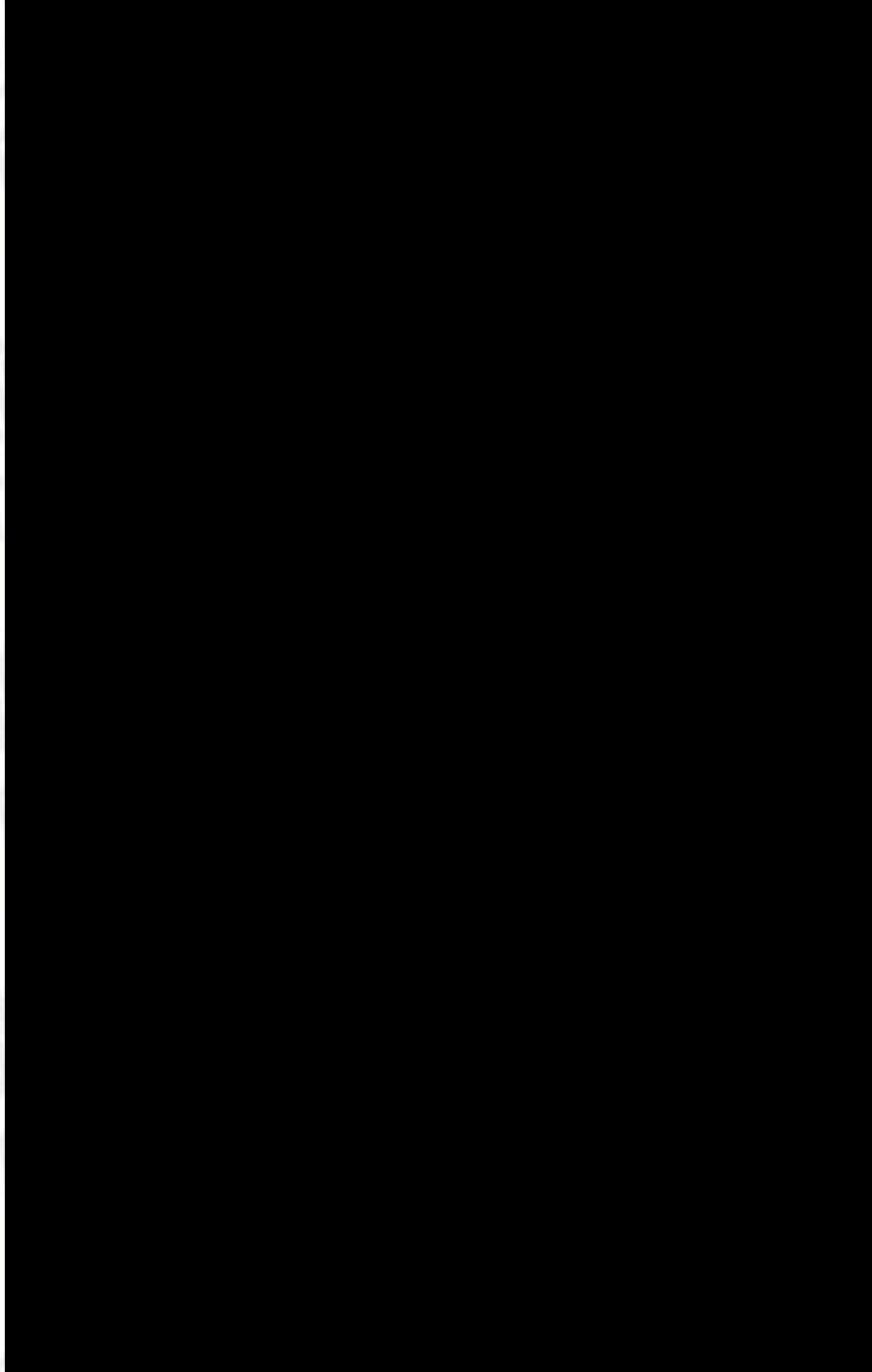


图 9-4 车辆/集装箱安全检查工作流程示意图

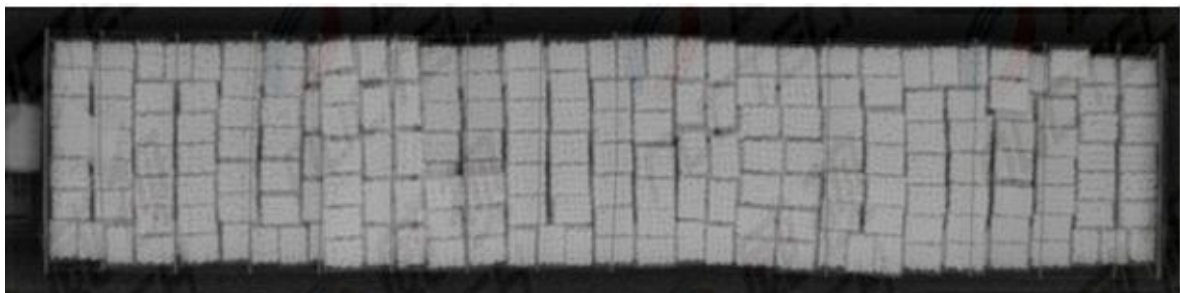


图 9-5 背散射物品安全检查系统背散射图像

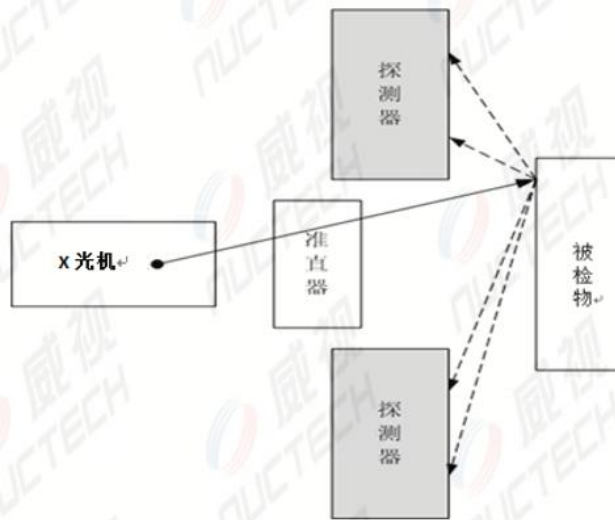


图 9-6 背散射物品安全检查系统成像示意图

9.1.5 工作负荷

本项目配备 6 位辐射工作人员，实行三班倒工作制（早班 08:00-16:00、中班 16:00-24:00、夜班 24:00-次日 08:00），每班 2 人工作 8h；检测车辆最低行驶速度 1.5m/s，背散射 X 光机与电子加速器对最大尺寸检测车辆（车长 18m），背散射 X 光机单次最长扫描时间均为 12s。建设单位计划每小时检 30 辆车，检查系统全年工作 365 天，日工作 24h，则背散射 X 光机年累计出束时间均不超过 876h/a，单名辐射工作人员年受背散射 X 光机照射时间最大为 292h/a。

表 9-2 工作负荷

位置	受照对象	背散射X光机出束时间	单名辐射工作人员年受背散射X光机照射时间
控制室	辐射工作人员 (6人轮岗, 2人一班)	876h/a	292h/a

9.2 污染源项描述

9.2.1 正常工况下

(1) 在背散射物品安全检查系统工作期间，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，产生的臭氧量很小，并且由于臭氧的化学性质活泼，因此产生的臭氧的环境影响可以忽略不计。

(2) 该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，因此，在电子加速器和背散射 X 光机开机期间，X 射线成为背散射物品安全检查系统的污染环境的主要因子，其次为少量臭氧和氮氧化合物的污染问题。

9.2.2 事故工况下

背散射物品安全检查系统在意外情况下，可能出现的辐射事故有：

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、由于违规操作或管理不当等原因，导致系统出束期间有人员意外滞留辐射防护区内而受到意外照射。因系统设置有多重、冗余的安全连锁设施，误入人员一旦发现系统正在运行可立即采取措施（拍下急停）停止辐射源工作。

3、安全连锁装置或报警系统失效，致系统无法停止出束，造成人员误照射。

4、安检仪库房出入口设置的传感器失灵，人员误入射线装置出束的扫描通道，射线装置无法触发停束连锁，持续产生的 X 射线将穿透屏蔽，导致人员误照射。

5、检查系统车头自动避让失效，导致司机受到超剂量的照射。

6、维修维护过程中误操作：厂家维修维护人员在设备维护维修调试过程中错误操作造成误照事故。

9.3 源强参数

本项目新增的背散射物品安全检查系统内含一台背散射 X 光机。系统的主要性能参数均由设备厂家提供，具体详情如下表所示。

表 9-3 背散射物品安全检查系统主要参数表

射线装置名称	背散射物品安全检查系统
射线源	X 光机
最大管电压	225 kV
最大管电流	13.3 mA
辐射角度	85°
准直狭缝	3.5mm
滤过材料	1mmCu
距辐射源点（靶点）1m 处泄漏辐射剂量率	1μSv/h
通用参数	
扫描通道尺寸	3.2 m（宽）×5m（高）
车型	集装箱车辆（严禁客车以及小轿车等入内）
被扫描物体最大尺寸	集装箱车辆 18m（长）×2.6m（宽）×4.5m（高）
扫描方式	司机自驾车通过扫描通道，系统自动控制扫描
货物车辆通过速度	5km/h~15km/h（即 1.5m/s~4.2m/s）
扫描时间	4.3s-12s

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 建设单位使用辐射分区管理

为了便于辐射防护管理和职业照射的控制，根据《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）5.1 中规定：

（1）辐射安全分区

①控制区

本项目背散射物品安全检查系统属于固定式检查系统，且为有司机驾驶的货运车辆的检查系统。本项目将整个扫描大厅划定为控制区。

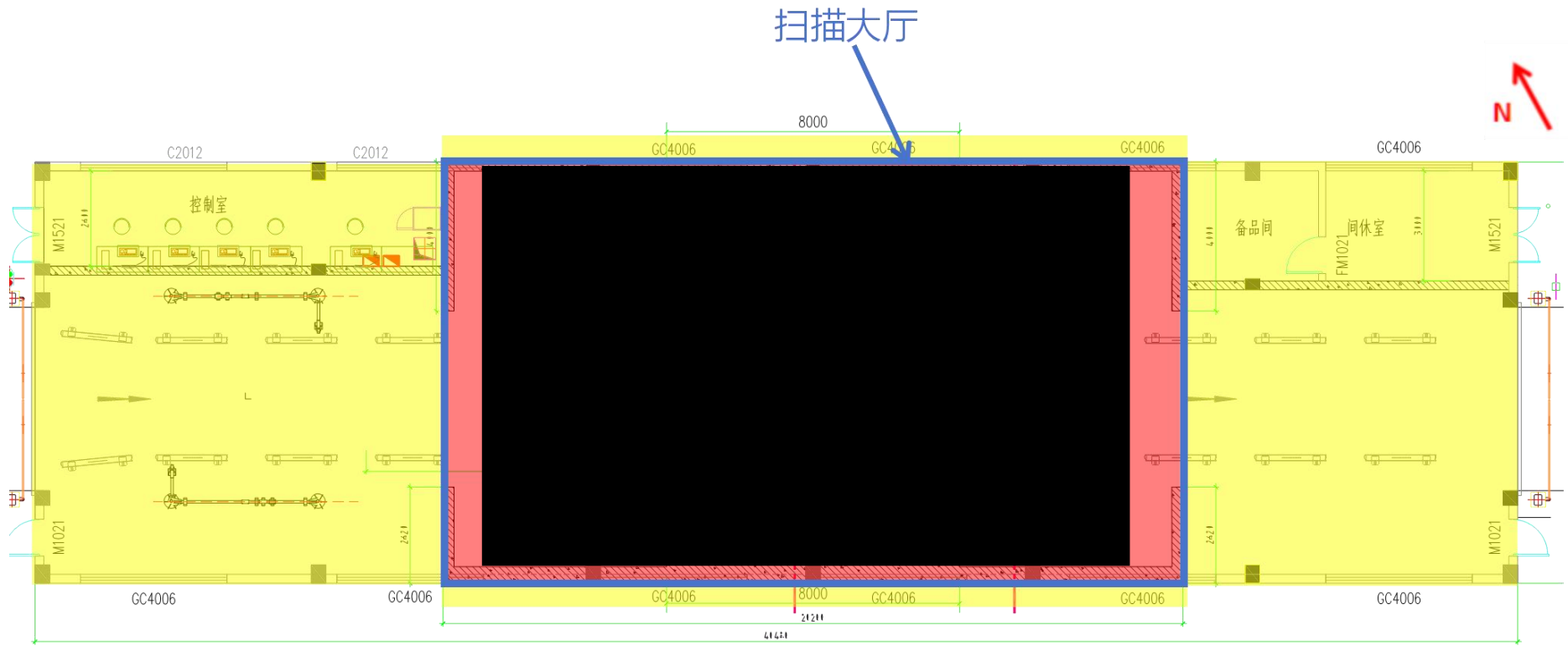
射线装置出束时该区域不得有人员滞留，扫描大厅内设有声光报警装置，用以指示系统所处状态。当系统出束时，红色警灯和蜂鸣器工作，提醒所有人员不得进入控制区域。检查系统工作过程中除驾驶司机外，任何人员不得进入控制区）。

②监督区

本项目以安检仪库房内部除控制区外区域以及扫描大厅南北两侧实体屏蔽墙外30cm划为监督区（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）。

射线装置出束时，无关人员不得随意进入监督区；监督区边界地面设有黄色标记线，扫描通道出入口处设置“当心电离辐射”标志，防止无关人员进入此区域。

本项目辐射工作场所分区示意图见图 10-1。



安检仪库房平面布置图 1:100

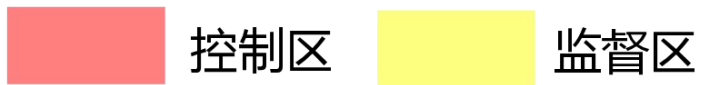


图 10-1 本项目辐射工作场所分区示意图

10.1.2 辐射安全防护及环保设施

(二) 辐射防护屏蔽设施

本项目的屏蔽防护设计详见表 10-2 和图 10-2。

表 10-1 本项目设备屏蔽措施一览表

屏蔽位置		屏蔽材料及厚度
背散射物品安全检查系统	X 光机	X 光机周围附加不少于 15mm 铅板
扫描大厅	四周混凝土墙	北侧（加速器舱体后侧）：主防护墙为 400mm 厚混凝土，次防护墙 250mm 厚混凝土； 东侧、西侧（扫描大厅出、入口）：采用 300mm 厚混凝土； 南侧（竖探测器臂后侧）：主防护墙为 800mm 厚混凝土，次防护墙 450mm 厚混凝土。 扫描大厅所有混凝土墙高 5m。 顶棚：8mm 钢板

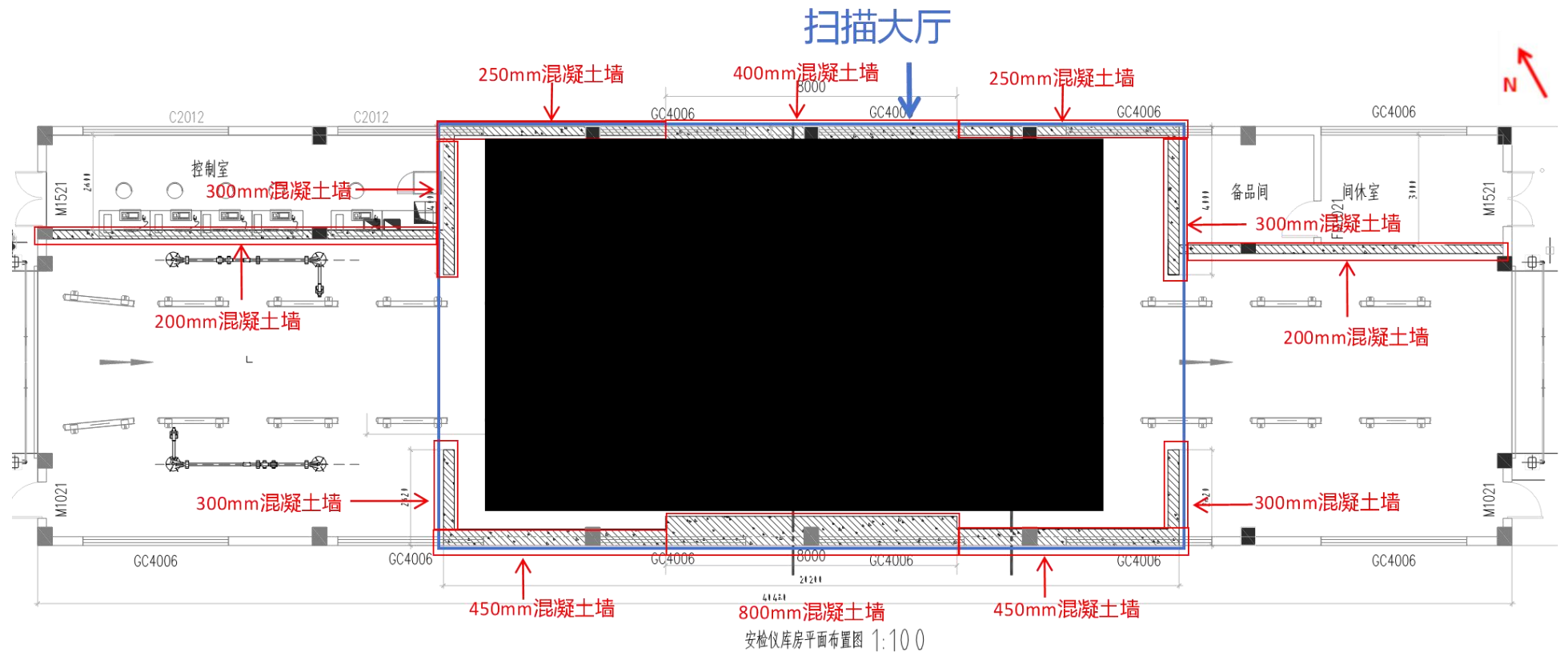


图 10-2 扫描大厅屏蔽防护示意图

(三) 安全防护措施

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完善的辐射安全联锁与警示设施。安全联锁设施可同时控制背散射 X 光机与电子加速器的出束和停束。仅当所有安全联锁设施都处于正常工作状态,背散射 X 光机与电子加速器才可以出束,任意一设施故障,背散射 X 光机与电子加速器均不能出束或立即停止出束。

检查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。检查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、急停设施(急停按钮、急停拉线)、警灯警铃、监视装置及其它安全辅助设备。系统安全联锁逻辑图参见下图 10-3。

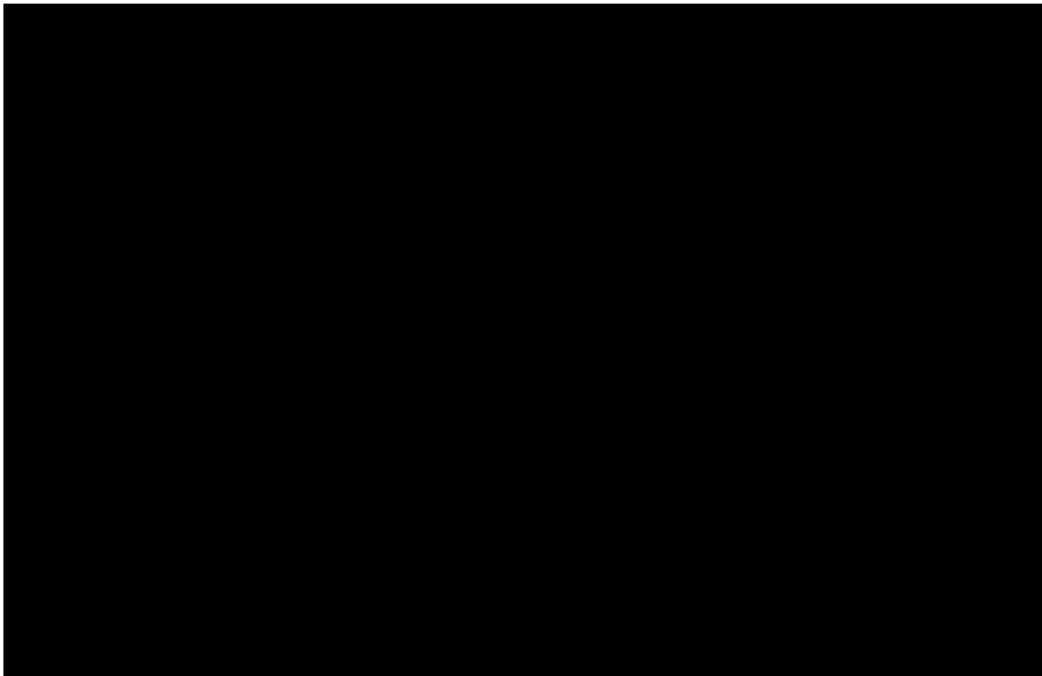


图 10-3 检查系统安全联锁逻辑图

①警示设备/标志

扫描通道入口处设置“禁止停车、禁止倒车”、“除驾驶员外,车内禁止有人”“当心电离辐射”等警示标志,警示司机、防止货厢内有人员被误照射。

扫描通达出口处设置“禁止通行”、“当心电离辐射”、“行人禁止”的警示牌。

②声光报警安全装置:

背散射 X 光机臂架处自带红、绿两色警灯和警铃。当检查系统上电时,绿色警灯亮;当背散射物品安全检查系统出束扫描时,红色警灯亮、警铃响。

③急停设施

在控制室的操作台、扫描大厅内检查系统 X 光机舱外、扫描大厅南北两侧防护墙处设置急停按钮（黄底红色开关）。已在扫描大厅内南北两侧混凝土防护墙内侧墙壁上安装有拉线开关，同时在拉线开关处设置中文使用说明，当紧急情况发生时，触发任何急停按钮/拉线开关，背散射 X 光机和电子加速器立即停止出束。所有的急停按钮和拉线开关均不能自动复位，需采用手动复位方式。

④门机联锁

X 光机的舱门均装有安全防护联锁装置。任一舱门打开，X 射线机立即停止出束。

⑤钥匙开关和二次电源启动开关

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“on”位置，表示系统开启，X 光机才能出束；转到“off”位置，表示系统断电，X 光机不能出束或停止出束。

⑥电压、电流保护装置：控制台上设有 X 光机管电压管电流的显示，当管电压管电流超过预设值时，系统自动停止出束。

⑦身份认证

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。

⑧设备自诊断功能：本项目检查系统配备自诊断功能，射线装置出束前将全面检查传感器系统、探测器、射线装置、控制器等主要功能部件运行状态，并诊断。当任一环节自检过程异常，检查系统将不具备出束条件。背散射 X 光机和电子加速器。

⑨监控设备和扬声器

建设单位已在扫描大厅内设置 8 台摄像头，用于监控整个辐射防护区内、扫描通道出口、入口的状况；监视器装在控制室操作台上，用于显示摄像头图像。控制室操作台设有麦克风，在扫描大厅东西两侧防护墙处均已设置扬声器，操作员每次出束前通过语音广播进行安全提示，确保无关人员撤离至安全区域。

⑩传感器检测与自动防护

建设单位已在扫描通道出入口处与扫描大厅内安装传感器，该传感器可根据速度检测与模式识别算法自动区分驶入车辆与人员。系统出束期间，若传感器检测到人员闯入辐射工作场所，将立即触发自动停束机制，背散射 X 光机与电子加速器立即停止出束，

防止人员意外受到辐射照射。

系统处于出束状态，若传感器故障，背散射 X 光机与电子加速器均立即停止出束，避免因传感器失效导致安全防护缺失，确保辐射工作场所安全。

	
<p>安全联锁钥匙开关和电源开关</p>	<p>背散射物品安全检查系统舱门门联锁示意图</p>
	
<p>监控</p>	<p>传感器（防止人员闯入）</p>
	
<p>拉线开关</p>	<p>警灯、警铃</p>
	
<p>急停按钮、扬声器</p>	<p>出口处：电离辐射警告标志、禁止停车标识</p>

图 10-4 本项目辐射安全防护措施图

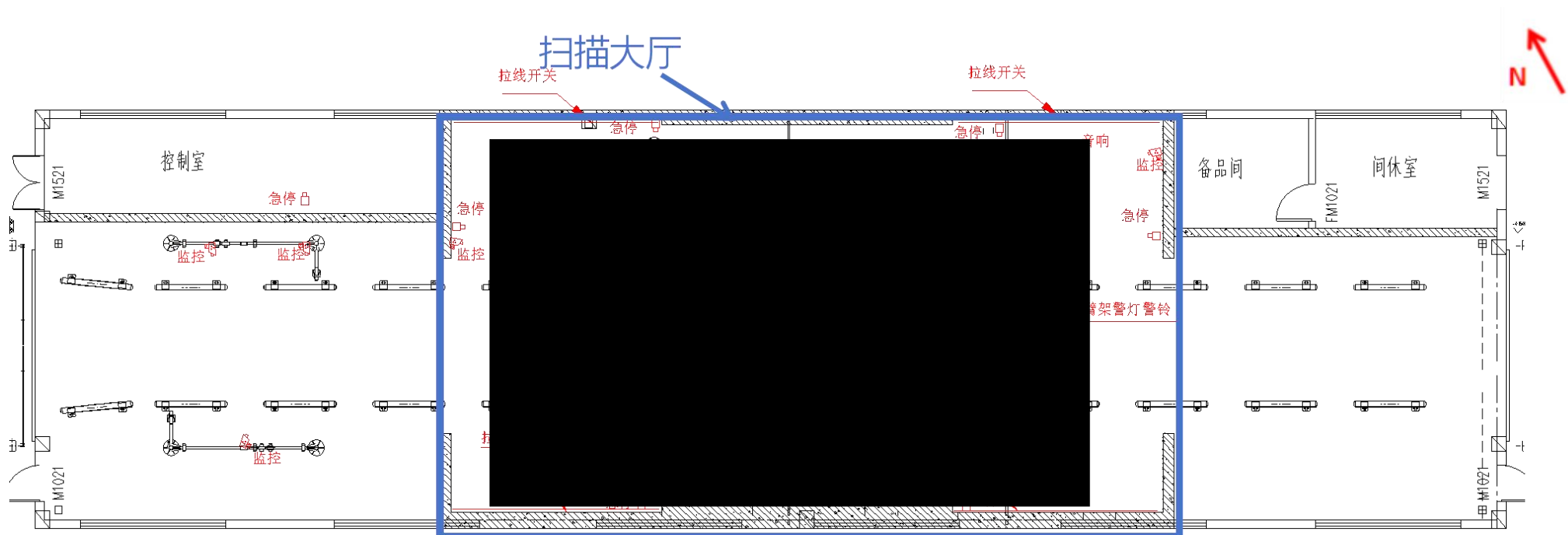


图 10-5 辐射安全设施分布示意图

10.1.3 设备的监测仪器和防护用品

本项目拟新增 2 名辐射工作人员,与原有核技术利用项目安排的 4 名辐射工作人员共同负责扫描大厅内电子加速器和背散射 X 光机的控制。建设单位拟为新增的 2 名辐射工作人员新配备个人剂量计,依托原有核技术利用项目的 1 个便携式辐射剂量率仪、4 个人剂量计与 3 台个人剂量报警仪。便携式辐射剂量率仪用于巡检及辐射工作场所日常检测。根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》,使用射线装置的单位应配备必要的防护用品和监测仪器。建设单位配备监测仪器清单见表 10-2,已配备的监测仪器见下图 10-6,满足使用的需求。



图 10-6 本项目已配备的监测仪器

表 10-2 本项目配备检测仪器清单

序号	名称	数量	单位	来源	备注	参数
1	个人剂量计	2	个	新增	拟购	/
		4	个	依托原有	拟购	
2	个人剂量报警仪	3	台	依托原有	已配备 3 台, 型号: GAMMA-RAY(QUARTEX-II);	能量响应: 0.05MeV-10MeV 测量范围: 0.01μSv/h -9.99μSv/h
3	便携式剂量率仪	1	台	依托原有	已购, 型号为 GH-1021	能量响应: 0.05MeV-7MeV 测量范围: 0.01μSv/h -10μSv/h

10.1.4 检查系统防止人员误入的安全措施

(1) 系统运行前的准备与巡查: 系统扫描工作开始前, 辐射工作人员位于扫描通

道入口指挥司机驾驶受检车辆进入扫描通道。同时检查期间辐射工作人员需对扫描通道周围区域进行巡检，巡检期间一旦发现有无关人员进入扫描通道或其它异常情况，工作人员必须立即通过对讲装置向控制室操作人员报告。

(2) 运行中的实时监控与应急响应：系统扫描工作过程中，控制室操作员通过摄像装置观察扫描大厅内及扫描大厅周围情况。操作员发现有人员靠近或试图进入辐射防护区时，可立即通过广播系统发出清晰、明确的指令，要求人员迅速撤离，手动停止背散射 X 光机与电子加速器出束。

(3) 自动感应防护机制：在扫描通道出入口设计有传感器，当人员进入扫描通道并触发光幕传感器时，检查系统将自动判断人员进入，背散射 X 光机与电子加速器自动停止出束。

(4) 出入口隔离：在背散射 X 光机上电、就绪、出束期间，检查通道出入口处挡杆始终处于落下状态，以防止无关人员闯入辐射防护区。

(5) 声光警示：背散射 X 光机臂架处自带红、绿两色警灯和警铃，可有效警示人员误入。当系统上电时，绿色警灯亮；当背散射 X 光机出束时，红色警灯亮、警铃响。

(四) 相关要求满足情况

(1) 对《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》要求的满足情况

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修订）》环境保护部令第 20 号，对使用射线装置单位提出了具体要求，本项目具备相关条件相符性见下表。

表 10-3 与《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修订）》符合性分析

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修订）》	本项目措施情况	是否符合
应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构	建设单位已成立辐射安全领导小组，全面负责安全辐射管理工作。	符合
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核	本项目配备 6 名辐射工作人员通过辐射安全与防护的培训与考核后持证上岗。	符合
放射性同位素与射线装置使用场所所有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施	在辐射工作场所设置“当心电离辐射”等警示标识	符合
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。使用非密封放射性物质的单位还应当有表面污染监测仪。	建设单位计划配备建设单位计划为新增的 2 名辐射工作人员各新配备 1 个人剂量计，并依托原有核技术利用项目的 1 个便携式辐射剂量率仪、4 个人剂量计与 3 台个人剂量报警仪。	符合
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安	建设单位已制定相关操作规程、岗位职	符合

全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度等。	
有完善的辐射事故应急措施	建设单位已制定了辐射事故应急措施。	符合
(2) 对《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的满足情况		
<p>依据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（中华人民共和国环境保护部令 第 18 号），对使用射线装置单位提出了具体要求，本项目具备相关条件相符性见表 10-4。</p>		
表 10-4 与《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》相符性分析		
《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》	本项目措施情况	是否符合
生产、销售、使用、贮存放射性同位素与射线装置的场所，应当按照国家有关规定设置明显的放射性标志，其入口处应当按照国家有关安全和防护标准的要求，设置安全和防护设施以及必要的防护安全联锁、报警装置或者工作信号。射线装置的生产调试和使用场所，应当具有防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	控制室操作台设有急停按钮；扫描大厅内设有急停按钮和拉线开关、监控设备和扬声器、检查系统设置安全联锁系统、声光报警安全装置等设置可防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射。	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托经省级人民政府环境保护主管部门认定的环境监测机构进行监测。	建设单位每年委托有资质或有能力单位进行 1 次进行环境监测和工作场所监测。	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	建设单位已设置规章制度明确定期每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照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。	本项目配备 6 名辐射工作人员和辐射防护负责人通过辐射安全与防护的培训与考核后持证上岗。	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当按照法律、行政法规以及国家环境保护和职业卫生标准，对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测；发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	本项目配备的 6 人辐射工作人员通过辐射安全与防护考核后持证上岗。 建设单位对本单位的辐射工作人员进行个人剂量监测，如发现个人剂量检测结果异常，立即核实并调查原因，将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。	符合
生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，不具备个人剂量监测能力的，应当委托具备下列条件的机构进行个人剂量监测	建设单位安排有专职辐射管理人员，负责个人剂量监测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案，保证个人剂量档案内容完整，并按照规定留存。 辐射工作人员可查阅和复制本人的个人剂量档案。	符合

(3) 《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) 的满足情况

参照《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》(GB 15208.5-2018)，对使用射线装置单位现场提出了具体要求，本项目具备相关条件相符性见表 10-5 所示。

表 10-5 背散射物品安全检查系统与《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) 相符性分析

《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)		本项目措施情况	是否符合
5.5 安全性能	a) 设备应有明显的系统工作和射线发射显示装置(指示灯);	背散射物品安全检查系统臂架处自带红、绿两色警灯和警铃。当检查系统上电时，绿色警灯亮；当背散射物品安全检查系统出束时，红色警灯亮、警铃响。	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;	建设单位已在控制室的操作台、扫描大厅内背散系统扫描装置机壳外、扫描大厅南北两侧防护墙处设置急停按钮(黄底红色开关)。已在扫描大厅内南北两侧混凝土防护墙内侧墙壁上安装有拉线开关,同时在拉线开关处设置中英文使用说明,当紧急情况发生时,触发任何急停按钮/拉线开关,检查系统立即停止出束。所有的急停按钮和拉线开关均不能自动复位,需采用手动复位方式。	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;	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,能自动停止出束。	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“on”位置,表示系统开启,X 光机才能出束;转到“off”位置,表示系统断电,X 光机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;	背散射物品安全检查系统内含一台背散射 X 光机,射线装置的舱门均装有安全防护联锁装置。任一舱门打开,X 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。	背散射物品安全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
5.12.5 设备自诊断功能 设备应具备自诊断功能,并生成至少包括 X 射线产生装置、X 射线探测器,控制器等主要功能部件运行状态的诊断报告	本项目检查系统配备自诊断功能,射线装置出束前将全面检查传感器系统、探测器、射线装置、控制器等主要功能部件运行状态,并诊断。	符合	

10.2 三废的治理

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

本项目车辆安检场地为半开放的场所，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

本项目主要为设备扩建，非放射性影响主要为噪声。公司拟使用的背散射物品安全检查系统只有在通电的状态下才会对环境产生影响，建设期不涉及该系统的使用，因此建设过程中对环境的影响非常小。集装箱/集卡快速检查系统、行包串车检查系统在安装调试过程中，一定要严格按照相关使用说明，相关管理制度执行。

建设阶段加强管理、采取相应的扬尘、废水、噪声和固体废物防治措施，并且施工期的影响随施工期的结束而消失，施工期的环境影响是暂时的，可以接受的。

本项目射线装置合辐射防护设施已安装完成，无施工期的环境影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 工作场所周围环境辐射水平估算

本项目拟使用的背散射物品安全检查系统内含 1 台背散射 X 光机，出束方向射向地下土层，故不进行主射束方向辐射剂量分析计算。

每次检查过程仅检查一辆车，上一个车辆离开扫描通道后才能有下一辆车进入。当检查车辆车长超过 6m 时，扫描大厅内存在电子加速器和背散射 X 光机同时出束情况，因此关注点处辐射剂量率需考虑电子加速器和背散射 X 光机同时出束时的剂量叠加。

有用辐射：来自电子加速器/背散射 X 光机，并通过窗、光栏或准直器射出的待用辐射。主要集中在射线装置的主射束方向。

泄漏辐射：来自加电子速器/背散射 X 光机，并经屏蔽介质而逸出的全部无用辐射。在设备四周、顶部及底部等其他方向均存在泄漏辐射。

散射辐射：在通过物质的过程中发生方向偏离或(和)能量降低的辐射。在检查系统工作场所内，除主射束方向外，其他各个方向均会产生散射辐射。

天空反散射：电子加速器产生的辐射源通过屋顶泄漏,再经过天空中大气的反散射返回至加速器周围的地面附近，形成附加的辐射场，这种现象称为天空反散射。

关注点的选取：选取扫描大厅外侧边界外 30cm、操作位处安检仪库房出入口外 30cm、集装箱区与办公区交界区域作为预测目标关注点；考虑公众最大身高约 2m，将关注点距地面垂直高度统一设为 2m；辐射源点与关注点的距离选取可能达到的最近距离进行保守估算。

(1) 背散射 X 光机运行阶段对周围环境辐射水平的影响

1) 泄漏辐射

根据《辐射防护导论》的计算公式，泄漏辐射在关注点处的剂量率 $\dot{H}_{漏}$ ($\mu\text{Sv/h}$) 按下式计算。

$$\dot{H}_{漏} = \frac{\dot{H}_L * B}{R^2} \dots\dots\dots (11-1)$$

式中：

\dot{H}_L ——距辐射源点（靶点）1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；
根据设备厂家提供资料距辐射源点（靶点）1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率为 $1\mu\text{Sv/h}$ 。

B——屏蔽透射因子；

对于给定屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下式计算：

$$B = 10^{-\frac{X}{T_{VL_i}}} \dots\dots\dots (11-2)$$

式中：

X——屏蔽物质厚度，单位为 mm；

TVL——屏蔽物质的什值层，单位为 mm，根据 NCRP REPORT No.151 fig.A.1a（即图 11-1），在 225kV 电压下，混凝土的什值层为 90mm，钢的什值层为 12mm。

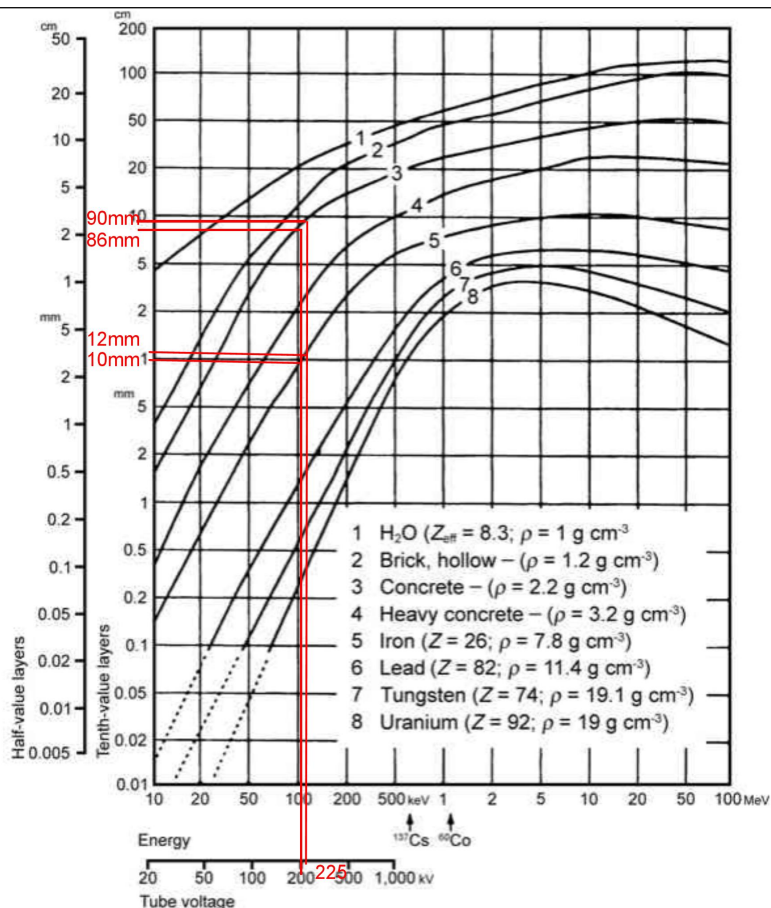


图 11-1 混凝土和钢板对应的半值层厚度

根据式 (11-1) ~ 式 (11-2) 及表 11-1 中参数计算, 可计算本项目扫描大厅外、安检仪库房外和操作位处的泄漏辐射剂量率水平计算结果见表 11-2。

2) 散射辐射:

以下公式根据李德平、潘自强主编《辐射防护手册——辐射源与屏蔽》中公式 (10.8)、(10.9)、(10.10) 等公式演化而来。

$$H_s = \frac{H_0 \cdot a \cdot B \cdot s}{(d_0 \cdot d_s)^2} \dots\dots\dots (11-3)$$

式中:

H_s——预测点处的散射剂量率, μSv/h;

H₀——距靶 1m 处的剂量率, μSv/h; 本项目背散射 X 光机的最大管电压为 225kV, 最大电流为 13.3mA, 滤过条件为 1mmCu, 参考《辐射防护导论》中附图 4(即图 11-3), 正常运行情况下 X 射线发射率常数最大为 13mGy·m²/(mA·min)。依据《辐射防护导论》第 70 页, 在 X 射线辐射场中, 同一点处以 Gy 为单位的比释动能与以 Sv 为单位的剂量当量, 数值上几乎相等, 因此, 报告在屏蔽计算章节, 将 Gy 等同于 Sv。换算

后距离靶点 1m 处的剂量率为 $1.04 \times 10^7 \mu\text{Sv/h}$ 。

B——屏蔽透射因子；根据公式 (11-2) 计算，背散射 X 光机产生 X 射线保守考虑其经散射后的能量为 200kV。根据图 11-1，混凝土的什值层取 86mm，钢的什值层取 10mm；

S—— d_0 处的辐射野面积，单位为平方米 (m^2)；根据设备厂家提供资料取值为 0.0337m^2 ；

a——X 射线的散射比，散射角为 90° 时为 0.002；

d_0 ——辐射源点(靶点)至散射体的距离，m，根据设备厂家提供资料取值为 1.6m；

d_s ——散射体至关注点的距离，m，详见图 11-4。

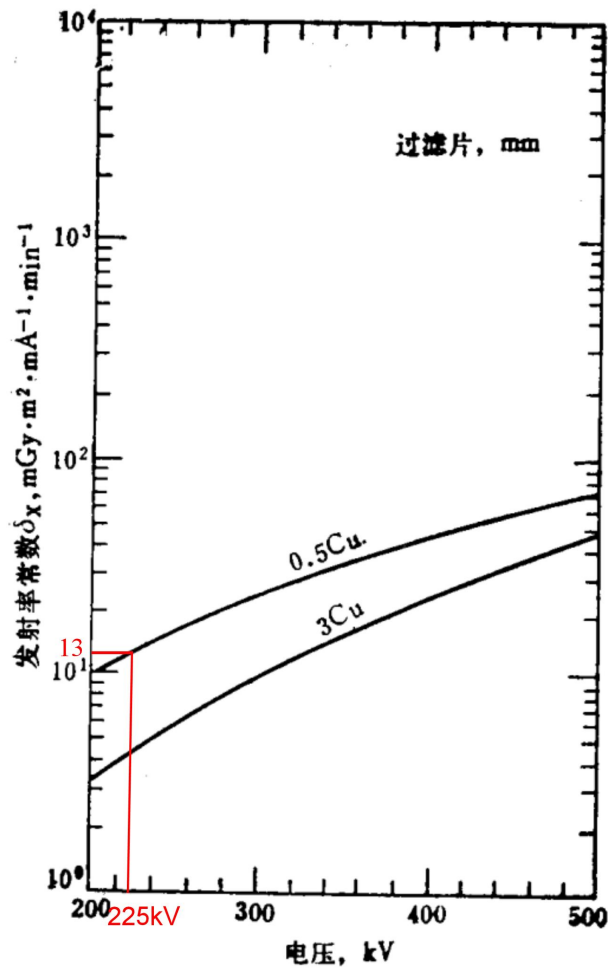


图 11-3 恒定电压为 200~500kV 时 X 射线机的发射率常数

表11-1 本项目背散射光机计算距离参数

关注点	辐射源点至关注点的距离 R (m)	辐射源至散射体的距离 d ₀ (m)	散射体至关注点的距离 d _s (m)
A1 (北侧墙外 30cm)	7.1	1.6	5.5
A2 (北侧墙外 30cm)	6.7	1.6	5.2
B (备品间)	5.9	1.6	5
C (间休室)	9.4	1.6	8.7
D (出口挡杆外 30cm)	15	1.6	15
E1 (南侧墙外 30cm)	5.5	1.6	7.2
E2 (南侧墙外 30cm)	5.3	1.6	3.8
F (入口挡杆外 30cm)	27.3	1.6	27.3
S (背散射 X 光机和电子加速器同时出束时的司机位置)	1	1.6	1
H1 (控制室内 30cm)	16.5	1.6	15.6
H2 (操作位)	19	1.6	19
办公区	23	1.6	22
集装箱区	26.7	1.6	25.2

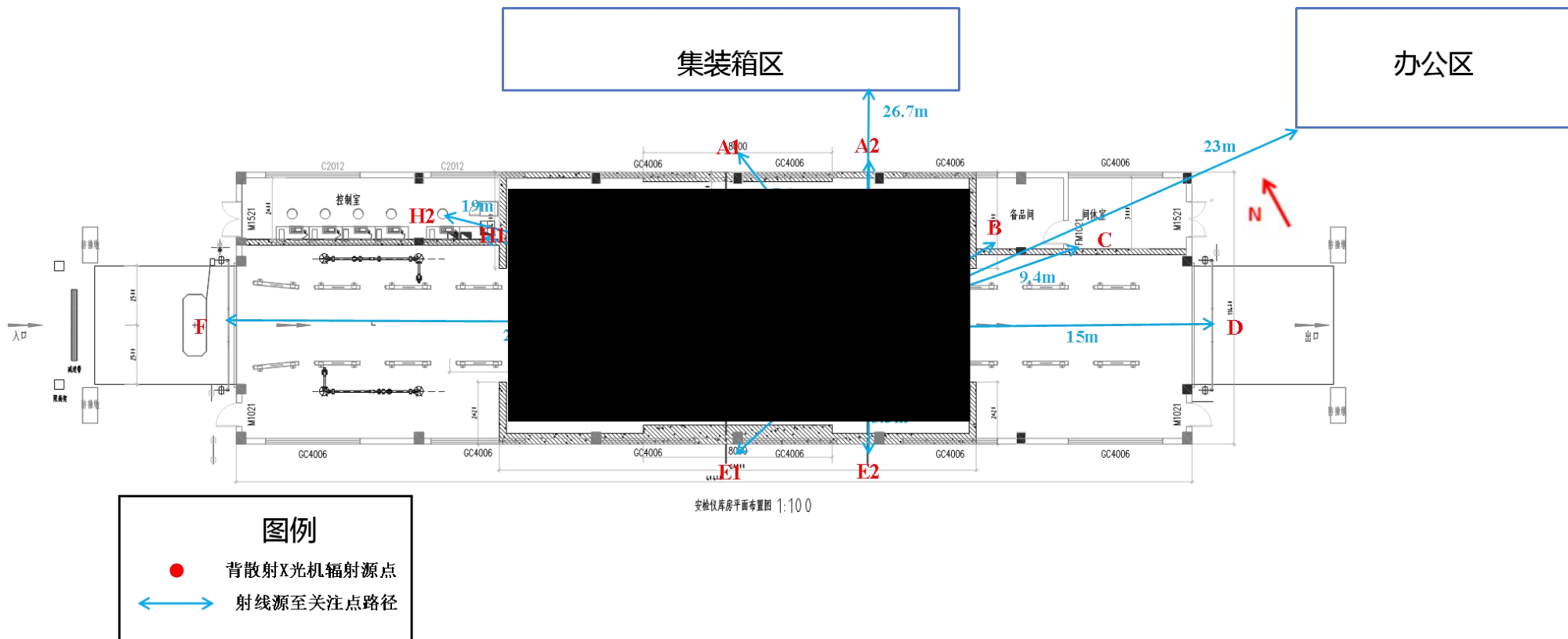


图 11-4 (1) 本项目背散射 X 光机距关注点的路径图 (平面图)

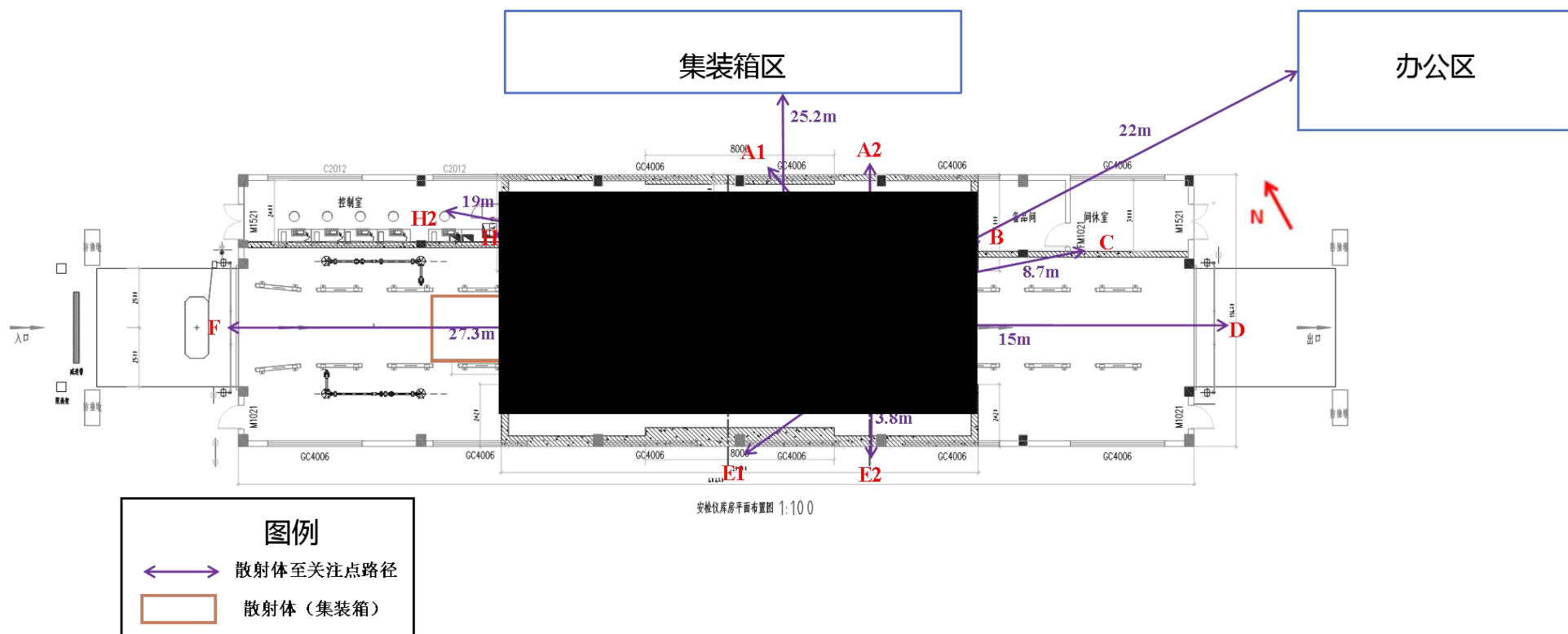


图 11-4 (2) 本项目背散射 X 光机距关注点的路径图 (平面图)

表 11-2 背散射 X 光机出束时关注点泄漏辐射剂量率计算

关注点	屏蔽材料及厚度	TVL _{混凝土} (mm)	TVL _钢 (mm)	屏蔽透射因子 B	H _L (μSv/h)	R (m)	$\dot{H}_{漏}$ (μSv/h)
A1 (北侧墙外 30cm)	北侧主防护墙 (400mm 混凝土)	90	/	3.59E-05	1	7.1	7.13E-07
A2 (北侧墙外 30cm)	北侧次防护墙 (250mm 混凝土)	90	/	1.67E-03	1	6.7	3.72E-05
B (备品间)	200mm 混凝土墙	90	/	5.99E-03	1	5.9	1.72E-04
C (间休室)	200mm 混凝土墙	90	/	5.99E-03	1	9.4	6.78E-05

D (出口挡杆外 30cm)	/	/	/	1.00E+00	1	15	4.44E-03
E1 (南侧墙外 30cm)	南侧主防护墙 (800mm 混凝土)	90	/	1.29E-09	1	5.5	4.27E-11
E2 (南侧墙外 30cm)	南侧次防护墙 (450mm 混凝土)	90	/	1.00E-05	1	5.3	3.56E-07
F (入口挡杆外 30cm)	/	/	/	1.00E+00	1	27.3	1.34E-03
S (背散射 X 光机和电子加速器同时出束时的司机位置)	车辆驾驶舱壁 (24mm 钢板)	/	12	1.00E-02	1	1	1.00E-02
H1 (控制室内 30cm)	200mm 混凝土墙	90	/	5.99E-03	1	16.5	2.20E-05
H2 (操作位)	200mm 混凝土墙	90	/	5.99E-03	1	19	1.66E-05
办公区	200mm 混凝土墙	90	/	5.99E-03	1	23	1.13E-05
集装箱区	北侧次防护墙 (250mm 混凝土)	90	/	1.67E-03	1	26.7	2.34E-06

表 11-3 背散射 X 光机出束时关注点散射辐射剂量率计算

关注点	屏蔽材料及厚度	TVL _{混凝土} (mm)	TVL _钢 (mm)	屏蔽透射 因子 B	距靶点 1m 处的剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	S(m ²)	a	ds (m)	d ₀ (m)	$\dot{H}_{\text{散}}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
A1 (北侧墙外 30cm)	北侧主防护墙 (400mm 混凝土)	86	/	2.23E-05	1.04E+07	0.0337	0.002	5.5	1.6	2.02E-04
A2 (北侧墙外 30cm)	北侧次防护墙 (250mm 混凝土)	86	/	1.24E-03	1.04E+07	0.0337	0.002	5.2	1.6	1.25E-02
B (备品间)	200mm 混凝土墙	86	/	4.73E-03	1.04E+07	0.0337	0.002	5	1.6	5.18E-02
C (间休室)	200mm 混凝土墙	86	/	4.73E-03	1.04E+07	0.0337	0.002	8.7	1.6	1.71E-02
D (出口挡杆外 30cm)	/	/	/	1.00E+00	1.04E+07	0.0337	0.002	15	1.6	4.84E-03
E1 (南侧墙外 30cm)	南侧主防护墙 (800mm 混凝土)	86	/	4.99E-10	1.04E+07	0.0337	0.002	7.2	1.6	2.63E-09
E2 (南侧墙外 30cm)	南侧次防护墙 (450mm 混凝土)	86	/	5.85E-06	1.04E+07	0.0337	0.002	3.8	1.6	1.11E-04

F (入口挡杆外 30cm)	/	/	/	1.00E+00	1.04E+07	0.0337	0.002	27.3	1.6	3.67E-01
S (背散射 X 光机和电子加速器同时出束时的司机位置)	车辆驾驶舱壁 (24mm 钢板)	/	10	3.98E-03	1.04E+07	0.0337	0.002	1	1.6	1.09E+00
H1 (控制室内 30cm)	200mm 混凝土墙	86	/	4.73E-03	1.04E+07	0.0337	0.002	15.6	1.6	5.32E-03
H2 (操作位)	200mm 混凝土墙	86	/	4.73E-03	1.04E+07	0.0337	0.002	19	1.6	3.58E-03
办公区	200mm 混凝土墙	86	/	4.73E-03	1.04E+07	0.0337	0.002	22	1.6	2.67E-03
集装箱区	北侧次防护墙 (250mm 混凝土)	86	/	1.24E-03	1.04E+07	0.0337	0.002	25.2	1.6	5.34E-04

综合以上表 11-2~表 11-3 可知，本项目拟使用的背散 X 光机工作时本项目关注点复合辐射剂量率见表 11-4。

表11-4 本项目关注点处复合辐射剂量率

关注点	$\dot{H}_{漏}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}_{散}$ ($\mu\text{Sv/h}$)	$\dot{H}_{复合}$ ($\mu\text{Sv/h}$)
A1 (北侧墙外 30cm)	7.13E-07	2.02E-04	2.03E-04
A2 (北侧墙外 30cm)	3.72E-05	1.25E-02	1.26E-02
B (备品间)	1.72E-04	5.18E-02	5.19E-02
C (间休息室)	6.78E-05	1.71E-02	1.72E-02
D (出口挡杆外 30cm)	4.44E-05	4.84E-03	4.89E-03
E1 (南侧墙外 30cm)	4.27E-11	2.63E-09	2.68E-09
E2 (南侧墙外 30cm)	3.56E-07	1.11E-04	1.11E-04
F (入口挡杆外 30cm)	1.34E-03	3.67E-01	3.69E-01
S (背散射 X 光机和电子加速器同时出束时的司机位置)	1.00E-02	1.09E+00	1.10E+00
H1 (控制室内 30cm)	2.20E-05	5.32E-03	5.34E-03
H2 (操作位)	1.66E-05	3.58E-03	3.60E-03
板房 (宿舍)	1.13E-05	2.67E-03	2.68E-03
办公区	2.34E-06	5.34E-04	5.37E-04

(2) 原有核技术利用项目运行阶段对周围环境辐射水平的影响

根据设备厂家提供资料，FS6000DE 集装箱/车辆检查系统配套的电子加速器的能量为 6MeV/3MeV，正常运行情况下距靶点 1m 处的剂量率最大为 600mGy/min，即 $3.6 \times 10^7 \mu\text{Sv/h}$ 。

参考《辐射防护导论》的计算公式，对于屏蔽物质厚度 X 相应的辐射屏蔽透射因子 B 按公式 (11-2) 计算。

①初级射线在关注点的剂量率按公式 (11-4) 计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \times B}{R^2} \dots\dots\dots (11-4)$$

②漏射线在关注点的剂量率按公式 (11-5) 计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \times B \times f}{R^2} \dots\dots\dots (11-6)$$

③物体一次散射在关注点的辐射剂量率按公式(11-6)计算,散射计算有关参数的选取见表11-8。

$$\dot{H}_{\text{散射}} = \frac{\dot{H}_0 \times B \times a_w \times F}{R_0^2 \times R_s^2} \dots\dots\dots (11-7)$$

计算公式中的参数定义如下:

a_w ——X射线在单位面积上的散射系数,根据NCRP151 P170~P171说明,本项目保守对铁、铅分别取 $a_\gamma(\text{Fe})=5.5 \times 10^{-3}$, $a_\gamma(\text{Pb})=5 \times 10^{-3}$,因此本项目保守按照铅取 5×10^{-3} (准直器、探测器),对于铁取 5.5×10^{-3} (集装箱)进行计算;

\dot{H}_0 ——距辐射源点(靶)1m处的剂量率,单位 $\mu\text{Sv/h}$;

R ——辐射源点(靶)至关注点的距离,单位为m;

R_s ——散射体至关注点的距离,单位为m;

X ——屏蔽物质厚度,单位为mm;

TVL——屏蔽物质的什值层,单位为mm;

f ——距靶1m处电子加速器组装体的辐射泄漏比率,根据设备厂家提供资料,电子加速器非主束方向泄漏率不大于 2×10^{-5} (其中电子加速器左右两侧泄漏不大于 3×10^{-6}),其中后向泄漏率不大于 4×10^{-6} ;

F ——散射面积,单位为 m^2 ;

R_0 ——辐射源点至散射体的距离,单位为m;

④天空反散射辐射剂量计算

根据《辐射防护基础》(李星洪等编)P151页的天空反散射辐射剂量计算公式如下:

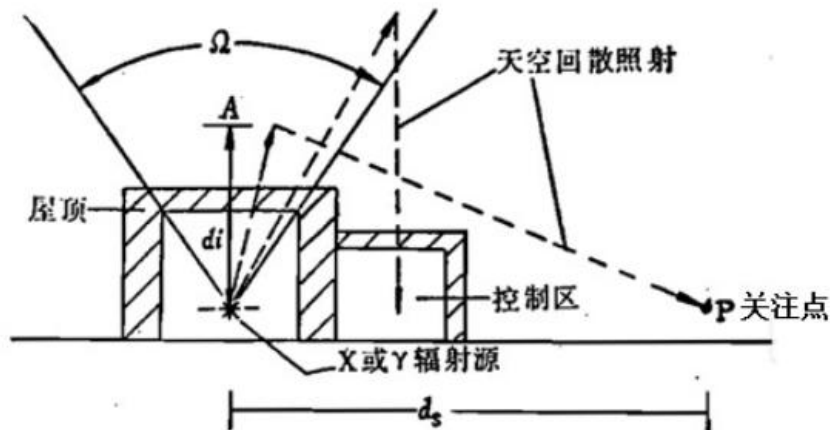


图11-5 计算屋顶屏蔽厚度的图

$$D_{SK} = 2.5 \times 10^{-2} \frac{D_0 \Omega^{1.3}}{d_i^2 \cdot d_s^2} \cdot f \dots\dots\dots(11-8)$$

式中：

D_{sk} ——天空反散射辐射在关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

D_0 ——辐射源上方距源 1m 处的辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；考虑电子加速器泄漏率，根据设备厂家提供资料，电子加速器顶部泄漏率不大于 2×10^{-5} ；

d_s ——辐射源至关注点位置的距离；

d_i ——辐射源至室顶外表面上方 2m 处的距离，根据设备厂家提供资料，本项目取 9.5m；

f ——机房屋顶对辐射剂量的屏蔽衰减系数；

Ω ——源至室顶所张的立体角，以弧度表示，其值按下式（11-9）计算：

$$\Omega = 4\arctan[(a*b)/(c*d)] \dots\dots\dots(11-9)$$

式中：

a ——屋顶长度之半，屋顶长 40.5m；

b ——屋顶宽度之半，屋顶宽 11.5m；

c ——源到屋顶表面中心的距离，本项目取 7.5m；

d ——源到屋顶边缘的距离， $d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2} = 22.35\text{m}$ 。

a 、 b 、 c 、 d 见图 11-6。

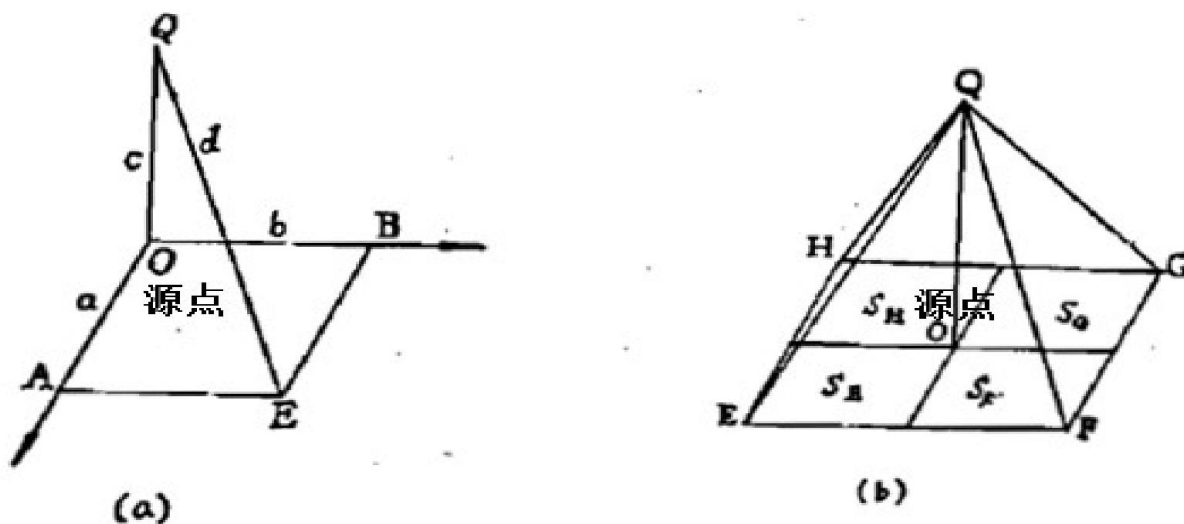


图 11-6 立体角 Ω 的计算示意图

根据上述公式计算，本项目扫描大厅 Ω 值约为 2.4。

表 11-5 FS6000DE 型集装箱/集卡快速检查系统参数

名称	参数
电子加速器能量	6/3MeV
距辐射源 1m 处剂量率 \dot{H}_0	$3.6 \times 10^7 \mu\text{Sv/h}$
张角（竖直方向）	68.5°
泄漏率	非主束方向泄漏率不大于 2×10^{-5} （加速器左右两侧泄漏率不大于 3×10^{-6} ），其中后向泄漏率不大于 4×10^{-6}

表 11-6 FS6000DE 型集装箱/集卡快速检查系统屏蔽计算 TVL 表

X 射线能量 (MV)	TVL 值		
	铅 (mm)	钢 (mm)	混凝土 (mm)
6.0MeV (窄束)	45	69	300
0.5MeV (宽束)	17	60	200

注:

- 1、铅密度不小于 11.34g/cm^3 ，钢密度不小于 7.8g/cm^3 ，混凝土密度不小于 2.2g/cm^3 。
- 2、0.5MeV 宽束的 TVL 值，参考 NCRP NO 151 的 P158，即下图 11-7。
- 3、6.0MeV 窄束射线的 TVL 值由设备厂家提供，详见附件 7。
- 4、透射、漏射辐射取 6MeV 窄束射线的 TVL 值，散射辐射取 0.5MeV 宽束射线 TVI 值进行计算。

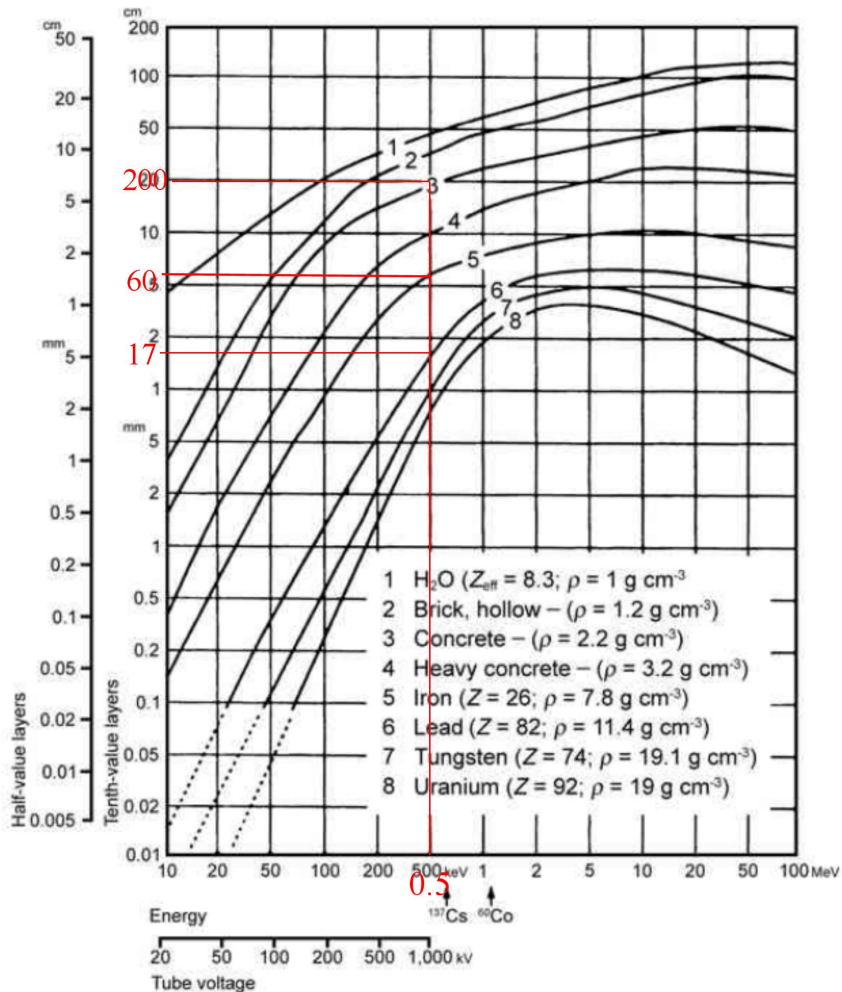


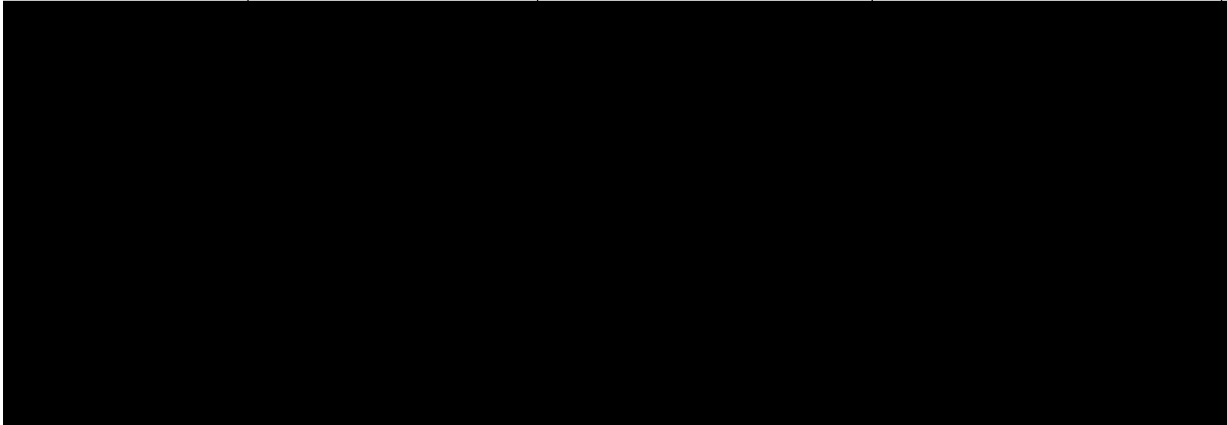
图 11-7 混凝土、铅板和钢板对应的什值层厚度

表 11-7 厂家提供 FS6000DE 型集装箱/集卡快速检查系统的几何参数

位置参数	R ₀ 距离 (m)	散射面积 F (m ²)
辐射源到准直器距离	1.20	0.0178
辐射源到集装箱距离	2.11	0.0158
辐射源到探测器距离	5.50	0.1271

表 11-8 散射系数取值

位置	准直器	集装箱	探测器
散射系数	5×10^{-3}	5.5×10^{-3}	5×10^{-3}



根据同方威视提供的电子加速器出厂数据及相关建设设计资料，参考了《辐射防护导论》（方杰编），对本项目建设后的扫描大厅周围辐射水平进行理论预测分析。关注点考虑选取扫描大厅墙外 30cm 处、扫描通道出入口拦挡外 30cm 处、控制室内 30cm、操作位处、间休室和备品间 30cm 处，办公区等区域为关注点。根据建设单位提供的设计参数，关注点到靶点和散射体的距离参数见表 11-9。

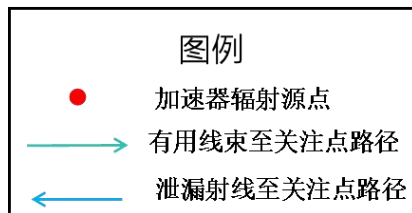
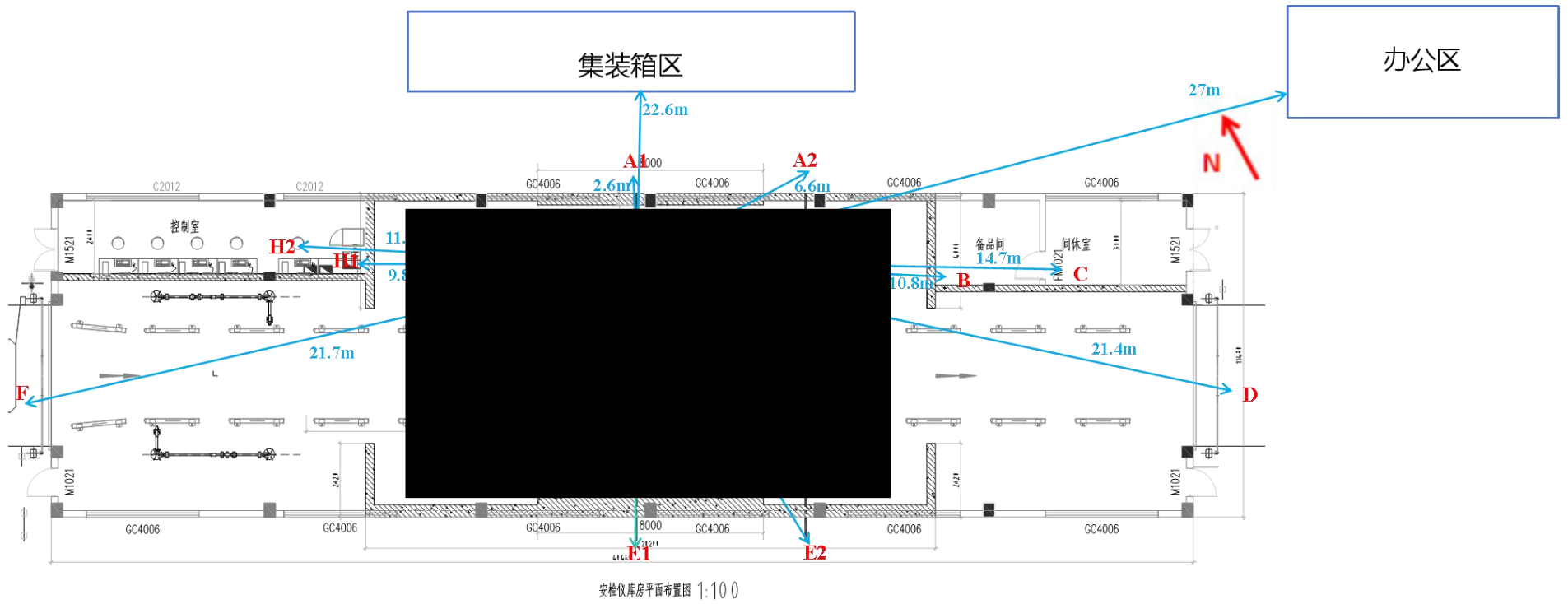


图 11-3 (1) 辐射源点至关注点的距离

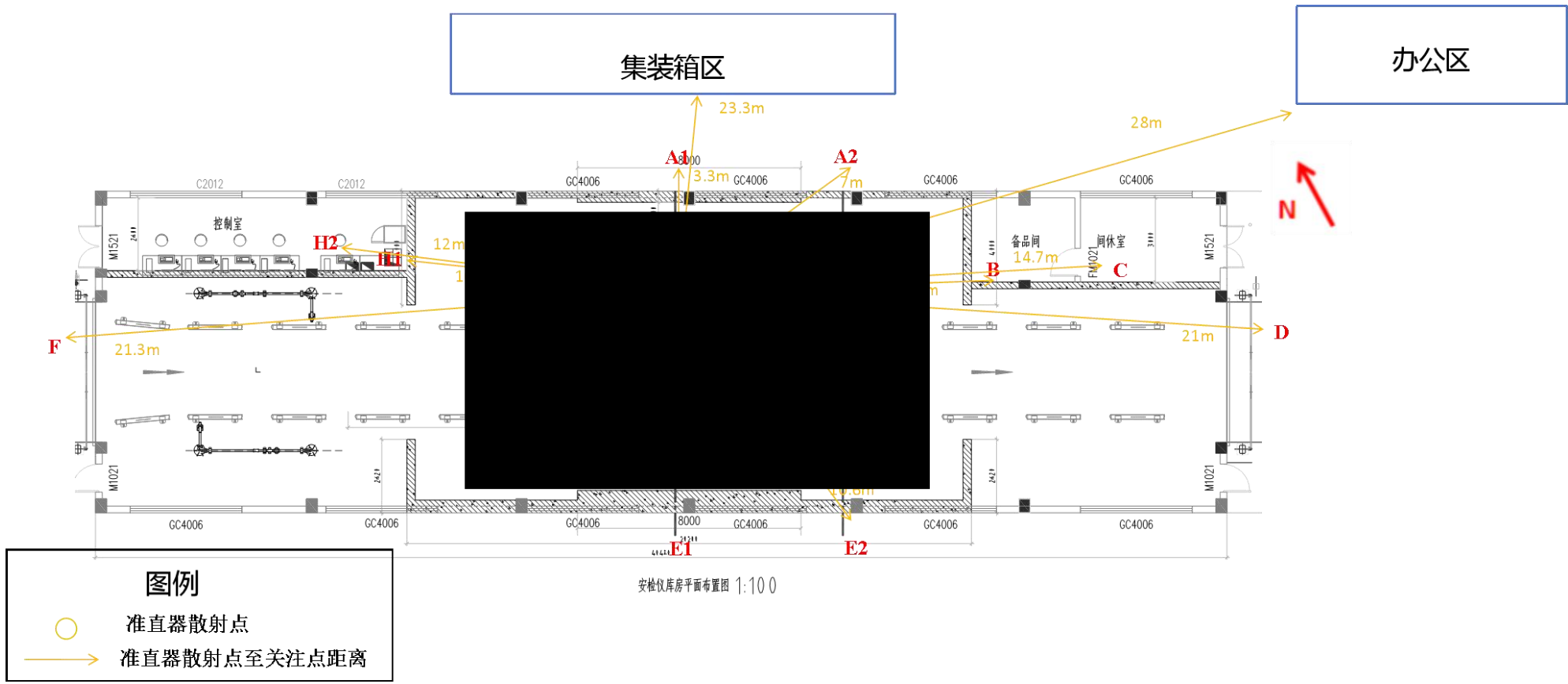


图 11-3 (2) 准直器至关注点的距离

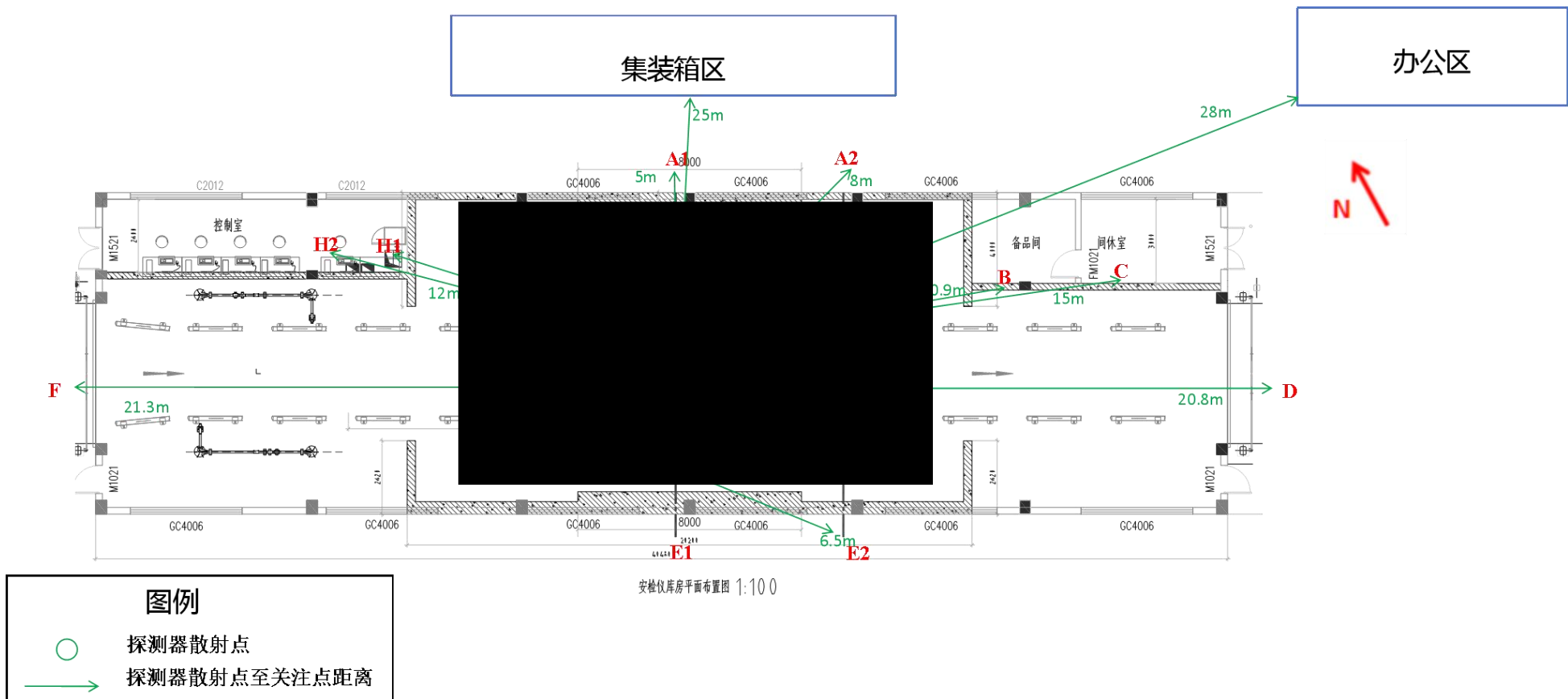


图 11-3 (3) 探测器至关注点的距离

表 11-9 关注点至靶点或散射点的距离统计（电子加速器）

关注点	射线类型	辐射源点至关注点的距离 (m)	准直器至关注点距离 (m)	探测器至关注点距离 (m)	集装箱至关注点距离 (m)	辐射源至室顶外表面上方 2m 处的距离 (m)
A1 (北侧墙外 30cm)	漏射、天空反散射、准直器散射、探测器散射、集装箱散射	2.6	3.3	5	5.3	9.5
A2 (北侧墙外 30cm)		6.6	7	8	8	9.5
B (备品间)		10.8	10.8	10.9	11.1	9.5
C (间休息室)		14.7	14.7	15	15	9.5
D (出口挡杆外 30cm)		21.4	21	20.8	20.8	9.5
E1 (南侧墙外 30cm)	主射线、天空反散射	9.4	/	/	/	9.5
E2 (南侧墙外 30cm)	漏射、天空反散射、准直器散射、探测器散射、集装箱散射	11.4	10.6	7	7.2	9.5
F (入口挡杆外 30cm)		21.7	21.3	21.3	21.3	9.5
G(司机位距加速器出束面 1m 处)		4.2	3	1	1	9.5
S (背散射 X 光机和电子加速器同时出束时的司机位置)		8.2	7.7	7	7	9.5
H1 (控制室内 30cm)		9.8	10.6	10	10.2	9.5
H2 (操作位)		11.4	12	12	12.4	9.5
办公区		27	28	28	28	9.5
集装箱区		22.6	23.3	25	25.3	9.5

注：考虑到司机驾驶位受照过程中始终处于一个移动状态，本环评选取司机驾驶位的距射线装置出束线 1m 位置，计算司机位的剂量率预测值。

表 11-10 关注点剂量率计算结果（电子加速器）

关注点	射线类别	辐射源点至关注点的距离(m)	散射点至关注点距离(m)	辐射源点至散射体的距离(m)	散射面积 F (m ²)	a	屏蔽物有效厚度 (mm)	1m 处剂量率 (μSv/h)	泄漏率	屏蔽透射因子 B	计算值 (μSv/h)	
A1 (北侧墙外 30cm)	漏射	2.6	/	/	/	/	[REDACTED]	3.60E+07	4×10 ⁻⁶	2.66E-02	5.67E-01	9.02E-01
	天空反散射	2.6	/	/	/	/		3.60E+07		8.14E-06	3.75E-02	
	准直器散射	/	3.3	1.2	0.0178	0.005		3.60E+07	/	4.12E-16	8.41E-14	
	探测器散射	/	5	5.5	0.1271	0.005		3.60E+07	/	1.57E-03	4.75E-02	
	集装箱散射	/	5.3	2.11	0.0158	0.0055		3.60E+07	/	1.00E-02	2.50E-01	
A2 (北侧墙外 30cm)	漏射	6.6	/	/	/	/		3.60E+07	4×10 ⁻⁶	8.42E-02	2.78E-01	2.30E+00
	天空反散射	6.6	/	/	/	/		3.60E+07		8.14E-06	5.82E-03	
	准直器散射	/	7	1.2	0.0178	0.005		3.60E+07	/	2.02E-02	9.18E-01	
	探测器散射	/	8	5.5	0.1271	0.005		3.60E+07	/	5.62E-02	6.65E-01	
	集装箱	/	8	2.11	0.0158	0.0055		3.60E+07	/	3.98E-02	4.37E-01	

	散射											
B (备品间)	漏射	10.8	/	/	/	/		3.60E+07	2×10 ⁻⁵	7.41E-02	4.57E-01	7.36E-01
	天空反散射	10.8	/	/	/	/		3.60E+07		8.14E-06	2.17E-03	
	准直器散射	/	10.8	1.2	0.0178	0.005		3.60E+07	/	1.14E-02	2.17E-01	
	探测器散射	/	10.9	5.5	0.1271	0.005		3.60E+07	/	4.97E-03	3.16E-02	
	集装箱散射	/	11.1	2.11	0.0158	0.0055		3.60E+07	/	4.97E-03	2.83E-02	
C(间休息室)	漏射	14.7	/	/	/	/		3.60E+07	2×10 ⁻⁵	7.41E-02	2.47E-01	3.97E-01
	天空反散射	14.7	/	/	/	/		3.60E+07		8.14E-06	1.17E-03	
	准直器散射	/	14.7	1.2	0.0178	0.005		3.60E+07	/	1.14E-02	1.17E-01	
	探测器散射	/	15	5.5	0.1271	0.005		3.60E+07	/	4.97E-03	1.67E-02	
	集装箱散射	/	15	2.11	0.0158	0.0055		3.60E+07	/	4.97E-03	1.55E-02	
D (出口)	漏射	21.4	/	/	/	/		3.60E+07	3×10 ⁻⁶	7.41E-01	1.75E-01	1.10E+00

挡杆外 30cm)	天空反 散射	21.4	/	/	/	/		3.60E+07		8.14E-06	5.53E-04	
	准直器 散射	/	21	1.2	0.0178	0.005		3.60E+07	/	4.12E-14	2.08E-13	
	探测器 散射	/	20.8	5.5	0.1271	0.005		3.60E+07	/	1.57E-01	2.75E-01	
	集装箱 散射	/	20.8	2.11	0.0158	0.0055		3.60E+07	/	3.98E-01	6.47E-01	
E1(南侧 墙外 30cm)	主射线	9.4	/	/	/	/		3.60E+07	/	1.22E-06	4.98E-01	5.01E-01
	天空反 散射	9.4	/	/	/	/		3.60E+07		8.14E-06	2.87E-03	
E2(南侧 墙外 30cm)	漏射	11.4	/	/	/	/		3.60E+07	2×10 ⁻⁵	1.81E-02	1.00E-01	1.51E-01
	天空反 散射	11.4	/	/	/	/		3.60E+07		8.14E-06	1.95E-03	
	准直器 散射	/	10.6	1.2	0.0178	0.005		3.60E+07	/	2.32E-16	4.59E-15	
	探测器 散射	/	7	5.5	0.1271	0.005		3.60E+07	/	8.83E-04	1.36E-02	
	集装箱 散射	/	7.2	2.11	0.0158	0.0055		3.60E+07	/	2.61E-03	3.54E-02	

F (入口挡杆外30cm)	漏射	21.7	/	/	/	/		3.60E+07	3×10^{-6}	6.31E-01	1.45E-01	1.96E+00
	天空反散射	21.7	/	/	/	/		3.60E+07		8.14E-06	5.38E-04	
	准直器散射	/	21.3	1.2	0.0178	0.005		3.60E+07	/	4.12E-14	2.02E-13	
	探测器散射	/	21.3	5.5	0.1271	0.005		3.60E+07	/	1.57E-01	2.62E-01	
	集装箱散射	/	21.3	2.11	0.0158	0.0055		3.60E+07	/	1.00E+00	1.55E+00	
G (司机位距加速器出束面1m处)	漏射	4.2	/	/	/	/		3.60E+07	2×10^{-5}	2.57E-01	1.05E+01	3.38E+02
	准直器散射	/	3	1.2	0.0178	0.005		3.60E+07	/	1.64E-14	4.05E-12	
	探测器散射	/	1	5.5	0.1271	0.005		3.60E+07	/	6.25E-02	4.73E+01	
	集装箱散射	/	1	2.11	0.0158	0.0055		3.60E+07	/	3.98E-01	2.80E+02	
S (背散射X光机和电子加速器同时出束时的司机位置)	漏射	8.2	/	/	/	/		3.60E+07	2×10^{-5}	2.57E-01	2.76E+00	9.43E+00
	准直器散射	/	7.7	1.2	0.0178	0.005		3.60E+07	/	1.64E-14	6.15E-13	
	探测器	/	7	5.5	0.1271	0.005		3.60E+07	/	6.25E-02	9.65E-01	

	散射											
	集装箱 散射	/	7	2.11	0.0158	0.0055		3.60E+07	/	3.98E-01	5.71E+00	
H1 (控制室内 30cm)	漏射	9.8	/	/	/	/		3.60E+07	2×10 ⁻⁵	7.41E-02	5.55E-01	6.29E-01
	天空反 散射	9.8	/	/	/	/		3.60E+07		8.14E-06	2.64E-03	
	准直器 散射	/	10.6	1.2	0.0178	0.005		3.60E+07	/	1.30E-15	2.58E-14	
	探测器 散射	/	10	5.5	0.1271	0.005		3.60E+07	/	4.97E-03	3.76E-02	
	集装箱 散射	/	10.2	2.11	0.0158	0.0055		3.60E+07	/	4.97E-03	3.35E-02	
H2 (操作位)	漏射	13	/	/	/	/		3.60E+07	2×10 ⁻⁵	7.41E-02	4.10E-01	6.37E-01
	天空反 散射	13	/	/	/	/		3.60E+07		8.14E-06	1.95E-03	
	准直器 散射	/	14	1.2	0.0178	0.005		3.60E+07	/	1.14E-02	1.76E-01	
	探测器 散射	/	14	5.5	0.1271	0.005		3.60E+07	/	4.97E-03	2.61E-02	
	集装箱	/	14.5	2.11	0.0158	0.0055		3.60E+07	/	4.97E-03	2.27E-02	

	散射											
办公区	漏射	27	/	/	/	/	3.60E+07	2×10 ⁻⁵	7.41E-02	7.31E-02	1.07E-01	
	天空反 散射	27	/	/	/	/	3.60E+07	/	8.14E-06	3.48E-04		
	准直器 散射	/	28	1.2	0.0178	0.005	3.60E+07	/	1.30E-15	3.70E-15		
	探测器 散射	/	28	5.5	0.1271	0.005	3.60E+07	/	4.97E-03	4.79E-03		
	集装箱 散射	/	28	2.11	0.0158	0.0055	3.60E+07	/	3.16E-02	2.83E-02		
集装箱 区	漏射	22.6	/	/	/	/	3.60E+07	2×10 ⁻⁵	8.42E-02	2.37E-02	1.54E-01	
	天空反 散射	22.6	/	/	/	/	3.60E+07	/	8.14E-06	4.96E-04		
	准直器 散射	/	23.3	1.2	0.0178	0.005	3.60E+07	/	2.32E-15	9.49E-15		
	探测器 散射	/	25	5.5	0.1271	0.005	3.60E+07	/	5.62E-02	6.80E-02		
	集装箱 散射	/	25.3	2.11	0.0158	0.0055	3.60E+07	/	5.62E-02	6.17E-02		

(3) 叠加后整个系统对周围环境的影响

当检查车辆车长超过 6m，扫描大厅内存在电子加速器和背散射 X 光机同时出束情况，因此关注点处辐射剂量率将考虑电子加速器和背散射 X 光机同时出束情况需考虑剂量叠加。

表11-11 本项目电子加速器和背散射X光机周围环境辐射剂量复合辐射剂量率

关注点	背散射 X 光机出束时 关注点处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	电子加速器出束时关注 点处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	叠加后关注点处 剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
A1 (北侧墙外 30cm)	2.03E-04	9.02E-01	9.02E-01
A2 (北侧墙外 30cm)	1.26E-02	2.30E+00	2.32E+00
B (备品间)	5.19E-02	7.36E-01	7.88E-01
C (间休室)	1.72E-02	3.97E-01	4.14E-01
D (出口挡杆外 30cm)	4.89E-03	1.10E+00	1.10E+00
E1 (南侧墙外 30cm)	2.68E-09	5.01E-01	5.01E-01
E2 (南侧墙外 30cm)	1.11E-04	1.51E-01	1.52E-01
F (入口挡杆外 30cm)	3.69E-01	1.96E+00	2.32E+00
G (司机位距加速器出束面 1m 处)	/	9.43E+00	9.43E+00
S (背散射 X 光机和电子加 速器同时出束时的司机位 置)	1.10E+00	/	1.10E+00
H1 (控制室内 30cm)	5.34E-03	6.29E-01	6.34E-01
H2 (操作位)	3.60E-03	6.37E-01	6.40E-01
办公区	2.68E-03	1.07E-01	1.09E-01
集装箱区	5.37E-04	1.54E-01	1.55E-01

理论分析结果表明两套检查系统同时工作时，扫描大厅周围剂量当量率均满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ 143-2015)中边界周围剂量当量率要求：检查系统监督区边界处的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；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 $1.0\mu\text{Sv/h}$ 。

电子加速器单独出束时，司机最大受照射剂量为： $9.43\text{E}+00\mu\text{Sv/h} \times 12\text{s} = 3.14\text{E}-02\mu\text{Sv}$ / 次；

背散射 X 光机单独出束时，司机最大受照射剂量为： $1.10\mu\text{Sv/h} \times 12\text{s} = 3.67\text{E}-03\mu\text{Sv}$ / 次；

考虑到司机受照射位处于移动状态，司机最近距离背散射 X 光机和电子加速器同

时出束时最大辐射剂量约为 3.51E-02μSv/次。

本项目检查系统采用司机自驾车通过扫描通道的方式运行，系统最低允许速度为 1.5m/s，可检查的最大尺寸检测车辆车长 18m，背散射 X 光机和电子加速器单次扫描时间均最大为 12s。经计算，司机在扫描大厅同时受电子加速器和背散射 X 光机检查一次受照剂量为 3.51E-02μSv/次，满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）中“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率应不大于 0.1μSv”的要求。同时满足《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）中“有多个 X 射线产生装置的设备单次检查剂量应小于等于 10μGy。”的要求。

11.2.2 辐射工作人员和公众受照剂量分析

辐射剂量按照联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）-2000 年报告附录 A 公式计算：

$$H = D_R \times T \times t \times 10^{-3} \dots\dots\dots (11-10)$$

式中：

H——X 射线外照射人均有效剂量当量，mSv；

D_R——X 射线空气吸收剂量率，μGy/h；

T——居留因子；

t——为 X 射线照射时间，h。

本项目配备 6 位辐射工作人员，实行三班倒工作制（早班 08:00-16:00、中班 16:00-24:00、夜班 24:00-次日 08:00），每班 2 人工作 8h；检测车辆最低行驶速度 1.5m/s，背散射 X 光机与电子加速器对最大尺寸检测车辆（车长 18m），单次最长扫描时间均为 12s。建设单位计划每小时检 30 辆车，检查系统全年工作 365d，日工作 24h，故背散射 X 光机和电子加速器年累计出束时间均不超过 876h/a，单名辐射工作人员年受背散射 X 光机或电子加速器照射时间均最大为 292h/a。两台射线装置每次同步出束最大重叠时间为 4s。

根据各关注点辐射剂量率水平估算结果，结合上述工作负荷介绍，可进一步估算出各保护目标的年有效受照剂量。

辐射工作人员和公众的受照剂量估算结果分别见表 11-12、表 11-13。

表 11-12 本项目辐射工作人员受照剂量估算

场所	背散 X 光机工作时关注点处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	电子加速器工作时关注点处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	T (h)	t	辐射工作人员总受照剂量 (mSv/a)
H2 (操作位)	3.60E-03	6.37E-01	1	292	1.87E-01
C (间休息室)	1.72E-02	3.97E-01	1/16	292	7.56E-03

表 11-13 公众受照剂量估算

场地	背散 X 光机工作时关注点处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	电子加速器工作时关注点处剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	T	t (h)	受照剂量 (mSv/a)
办公区	2.68E-03	1.07E-01	1	292	3.19E-02
货车道路(西北侧)	5.37E-04	1.54E-01	1/16	292	2.82E-03
货车道路(南侧)	3.69E-01	1.96E+00	1/16	292	4.24E-02
集装箱区	1.11E-04	5.01E-01	1/16	292	9.14E-03

司机驾驶车辆受检一次受照剂量为 $3.51\text{E-}02\mu\text{Sv/次}$ ，满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015)中的规定，即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 $0.1\mu\text{Sv}$ 。同时也满足《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)中“有多个 X 射线产生装置的设备单次检查剂量应小于等于 $10\mu\text{Gy}$ ”的要求。

假定司机一年正常通过该检查系统 365 次（每天 1 次），司机每年从系统中受照射的剂量为： $3.51\text{E-}02\mu\text{Sv}\times 365=0.0128(\text{mSv})$ 。

假定司机极限情况下一年通过该检查系统 730 次（每天 2 次），司机每年从系统中受照射的剂量为： $3.51\text{E-}02\mu\text{Sv}\times 730=0.0256(\text{mSv})$ 。

以上计算和实测结果表明：正常和极限情况下，司机年有效剂量将不超过 0.0256mSv ，低于本环评要求的公众剂量约束值 0.25mSv/a 。

由上述估算结果可见，本项目辐射工作人员年有效最大受照剂量 $1.87\text{E-}01\text{mSv/a}$ ，公众相应场所保护目标年有效最大受照剂量为 $2.56\text{E-}02\text{mSv/a}$ ，以上估算结果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的要求和本项目剂量约束要求“工作人员不超过 5mSv/a ，公众不超过 0.25mSv/a ”的要求。

综上所述，本项目背散射 X 光机和原有核技术的电子加速器在正常开机状态下，辐射工作场所和公众的辐射水平满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ 143-2015)和《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)

中规定的限值要求,对周围环境目标公众人员和工作人员的年有效剂量均不超过国家标准基本限值及剂量约束值。

本项目设置了足够的司机避让措施,保障被检车辆司机的安全,司机作为公众,要严格按照公众的年剂量约束值来控制。建设单位应加强对被检车辆司机的辐射安全防护知识宣传和教育,告知被检车辆司机及其管理单位合理安排司机的工作量,并在现场有义务张贴和告知司机可能接受微量非有用线束辐射情况,做好正面引导,避免司机产生不必要的恐惧心理。

11.3 三废影响分析

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

本项目车辆安检场地为较开放的场所,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

事故是指引起异常的辐射危害的任何情况,风险评价的目的是分析存在的潜在的危险,提出合理可行的防范、应急与减缓措施。射线装置仅在运行时产生X射线,停机后射线就会消失,故只有在开机状态下,射线装置产生的X射线才会贯穿屏蔽设施进入外环境,从而带来一定的辐射影响。

1、事故类型及受照射剂量

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由于违规操作或管理不当等原因,导致系统出束期间有人员意外滞留辐射防护区内而受到意外照射。因系统设置有多重、冗余的安全连锁设施,误入人员一旦发现系统正在运行可立即采取措施(拍下急停)停止辐射源工作。

③安全连锁装置或报警系统失效,致系统无法停止出束,造成人员误照射。

④安检仪库房出入口设置的传感器失灵,人员误入射线装置出束的扫描通道,射线装置无法触发停束连锁,持续产生的X射线将穿透屏蔽,导致人员误照射。

⑤检查系统车头自动避让失效,导致司机受到超剂量的照射。

⑥维修维护过程中误操作：厂家维修维护人员在设备维护维修调试过程中错误操作造成误照事故。

最不利情况下考虑，人员藏匿于车辆中全身扫描受背散射 X 光机和电子加速器照射(两种射线装置单次最长出束时间均为 12s)时人员的最大受照射剂量，按公式(11-11)计算。

公式：

$$D=D_0 \cdot t \cdot h / (3600 \cdot r^2) \dots\dots\dots(11-11)$$

D: 受照剂量, μSv ;

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

t: 受照射时间, 保守取 12s;

h: 转换因子, 取 1;

r: 被照射人员距靶点距离, 被照射人员距电子加速器靶点最近约 2.6m, 被照射人员距背散射 X 光机靶点最近约 2.9m。

通过扫描通道会受到的误照射(包括电子加速器和背散射 X 光机)：

$$D = \frac{3.6 \times 10^7 \mu\text{Sv/h} \times 12\text{s}}{3600 \times (2.6\text{m})^2} + \frac{1.04 \times 10^7 \mu\text{Sv/h} \times 12\text{s}}{3600 \times (2.9\text{m})^2} = 2.187 \times 10^4 \mu\text{Sv} = 21.87 \text{mSv}$$

根据上述计算结果可知，单次扫描误照射最大剂量为 21.87mSv，误照射一次其所受剂量将会超过公众人员年剂量基本限值，属于一般辐射事故。建设单位在实际使用过程中严格执行各种防护措施和安全措施，防止误照射事故的发生。

2、误照事故防范措施

要避免误照事故的发生及发生后立即采取有效防范措施，建设单位需做好以下防范措施：

(1) 定期仔细核查安全联锁、紧急制动装置监视与警示装置，确定其处于正常状态。

(2) 加强辐射安全管理，严格禁止无关人员进入控制区，在严格落实此措施可以确保人员的清场，杜绝误照事故的发生；进入监督区的工作人员必须佩戴个人剂量计；人员准备进入扫描通道时，必须携带个人剂量计和个人剂量报警仪。

(3) 在确保扫描通道内无人的前提下方可进行检查作业。

(4) 检查系统准备启动和工作中，控制室内操作员应密切注视控制台和监视器，以便在发生异常情况时及时断电停机，防止事故发生。

(5) 系统扫描工作开始前，辐射工作人员在扫描通道入口指挥司机驾驶受检车辆进入扫描通道。同时检查期间辐射工作人员需对扫描通道周围区域进行巡检，巡检期间一旦发现有无关人员进入扫描通道或其它异常情况，工作人员必须立即通过对讲装置向控制室操作人员报告。

(6) 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并以广播告知、进入查验大厅前开集装箱检查等方式，

(7) 检查系统发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，不得重新启动检查系统。

(8) 检查系统停止运行时，控制室负责人应取走主控钥匙并妥善保管。未经许可不得使用。

(9) 检修人员进入检查通道时，除佩戴个人剂量计外，还必须携带个人剂量报警仪。

(10) 调试和维修时，应保证切断检查系统出束状态。必须先将主控钥匙拔下，并由调试和维修人员带走。工作结束后，再将该钥匙交给控制室操作人员。

(11) 调试和维修必须解除安全连锁时，需经负责人同意并通告有关人员。工作结束后，先恢复安全连锁并确认系统正常后再行使用。

(12) 检修人员在维修时，应根据操作规程进行维修操作，严禁未佩戴防护措施进行维修。

3、辐射事故应急措施

一旦发生辐射事故，辐射工作人员立即给检查系统断电、封闭现场，同时向组长报告，组长不在就向单位的领导报告；领导马上向主管安全的领导报告事故情况，由主管安全的领导马上通知相关管理人员一同赶往事发现场，组织人员将应急处置器材运往现场，并妥善处理受辐照人员，如发生人体受超剂量照射事故时，迅速安排人员接受医学检查或者在指定的医疗机构救治。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小时内填写《辐射事故初始报告表》，向市、省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，配合上级有关部门对现场进行勘查以及环保安全技术处理、检测等工作，查找事故发生原因，进行调查处理和责任追究。接到辐射事故报告的生态环境部门、公安部门和卫生行政部门，应在2小时内将辐射事故信息向上一级生态环境部门、

公安部门 and 卫生行政部门报告，直至省级生态环境部门、公安部门和卫生行政部门。

(2) 辐射事故应急措施

当发生误照射事故时，应采取以下措施：①立刻停止作业；②启动应急预案；③将受照人员送往医院；将事故情况上报当地生态环境部门、卫生部门，公安部门。

除了上述工作外，还应进行以下几项工作：

A 确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁入控制范围，防止外照射的危害；

B 根据现场辐射强度，确定工作人员在现场处置的工作时间；

C 现场处置任务的工作人员应佩戴防护用具及个人剂量计和剂量报警仪；

D 应尽可能记录下现场有关情况，对工作人员可能受到的事故照射剂量，可针对事故实际情况进行评估，并对工作人员进行健康检查和跟踪，按照国家有关辐射防护标准和规范以及相关程序，评估事故对工作人员健康的影响；

E 事故处理后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生的原因，从中吸取经验和教训，必须采取措施防止类似事故再次发生。

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

目前，广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心成立了以宋海涛为组长、徐正军为副组长的辐射安全管理领导小组具体组成见表 12-1。

表 12-1 安检仪库房辐射防护和安全管理领导小组一览表

分工	姓名	职务或职称	专/兼职
组长	宋海涛	法人	兼职
副组长	徐正军	主管	兼职
成员	蔡力刚	工作人员	兼职
成员	梁靖忠	货运副主管	兼职
成员	孙玉雄	操作员	兼职
成员	张清泉	操作员	兼职
成员	易志昌	操作员	兼职
成员	黄镜光	操作员	兼职

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等有关法律法规的要求，为了加强本项目安全和防护的监督管理，应对突发性辐射事故规定了辐射安全管理领导小组及相关职能部门工作职责。

辐射安全管理领导小组主要职责包括：

- 1.组织制定和完善射线装置管理制度和操作规程，监督检查各规章制度的执行，督促整改辐射事故隐患；
- 2.做好工作人员的辐射防护与安全培训、防护设施的供应与管理及辐射防护和个人剂量监测档案的建立与管理等工作；
- 3.定期对辐射安全与防护工作进行督查，检查制度落实情况；
- 4.检查、督促各相关部门、人员正确使用辐射安全防护用品，做好辐射安全防护设备设施的管理及日常维护保养工作；
- 5.组织制定辐射培训计划和辐射事故应急预案及演练计划。

12.2 人员的配备与培训

根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019年，第57号）的相关要求，自2020年1月1日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。2020年1月1日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

根据生态环境部 2019 年 12 月 24 日印发的《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告第 57 号，2019 年）的规定，从事放射性同位素与射线装置生产、销售、使用等辐射活动的人员通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台自行学习相关知识，并通过培训平台报名参加考核。

本项目拟新增 2 名辐射工作人员，与原有核技术利用项目安排的 4 名辐射工作人员共同负责安检仪库房内 FS6000DE 集装箱/集卡快速检查系统和新增背散射物品安全检查系统的控制。本项目投入运行前建设单位将安排本项目所有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的培训并通过“X 射线探伤”科目考核，持证后上岗。在项目运行过程中，公司应加强操作人员的辐射安全教育，按要求定期组织辐射工作人员进行再培训和考核，确保所有辐射工作人员培训合格后上岗。运行过程中如果增加新的辐射工作人员，需要组织工作人员参加辐射安全与防护培训并持证上岗。

12.3 辐射安全管理规章制度

（一）项目的相关制度

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第六款的要求，使用射线装置的单位应当具备健全的操作规程、岗位职责、辐射安全和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等。

建设单位已制定《辐射安全与环境保护管理机构》、《辐射安全防护管理与安全操作制度》、《辐射事故应急预案》、《辐射安全工作人员培训计划》、《安检仪辐射防护和安全保卫制度》、《安检员岗位职责》、《安检仪使用检修维护管理规定》、《安检仪安全操作规程》、《辐射工作场所监测及检查制度》等规章制度。

现有各项规章制度较为完善，满足操作要求，但在本项目实际运行后，应根据实际情况对各项规章制度进行不断完善，使之更具有针对性及操作性。

12.4 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、工作场所防护以及辐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。

（一）个人剂量监测

从事辐射工作的人员须佩戴个人剂量计，记录个人受照射剂量情况，建设单位应每三个月定期委托有资质的单位对辐射工作人员进行个人剂量监测，并按照《放射性同位

素与射线装置安全和防护管理办法》和《职业性外照射个人监测规范》的要求建立个人剂量记录及监测档案管理制度。辐射工作人员的职业照射个人监测档案应终身保存。

(二) 辐射工作场所常规监测和检查

在本项目投入运行后，建设单位应按照表 12-2 的常规监测及表 12-3 的常规检查，进行常规巡测、检查，并委托有监测资质的机构进行每年 1 次的年度常规监测和检查并建立监测技术档案。监测数据每年年底向广州市生态环境局上报备案。

(1) 监测频度：每年一次年度监测、每季度一次常规监测。

(2) 监测范围：扫描大厅外 50m 范围、人员活动位置处等。

(3) 监测项目：周围剂量当量率。

(4) 监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

建设单位还需利用自备的辐射剂量检测仪对泄漏辐射水平和建筑物周围场所进行定期定制度监测，并建立档案。

表 12-2 监测计划

监测类别	监测因子	监测范围和内容	监测周期	监测主体	监测依据	控制水平
常规监测	周围剂量当量率	扫描大厅扫描通道北侧和南侧边界外 30cm 处每间隔 1m 设监测点；安检仪库房出入口处、控制室操作位、备品间、间休室各设 1~2 个监测点；日常工作过程中定期进行巡测	每季度 1 次	建设单位	满足《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)和《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015)的相关要求	监督区边界处的周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h，控制室内的周围剂量当量率不大于 2.5 μ Sv/h，操作人员操作位置周围剂量当量率不大于 1.0 μ Sv/h；驾驶员位置一次通过的周围剂量当量应不大于 0.1 μ Sv/h。
年度监测			每年 1 次	委托有资质的机构		
验收监测			设备运营前的监测和检查	委托有资质的机构		

表 12-3 常规检查

类别	检查内容	检查周期	检查主体
常规检查	出束控制开关	每天	建设单位
	门连锁	每天	
	紧急停机装置、光幕	每天	
	监视、声光报警安全装置	每天	
	辐射监测仪表	每天	
	其他安全设施（包括警示标识、传感器等）	适时	

（三）设备性能监测

根据国家标准要求，建设单位应委托有资质的技术服务机构对集装箱/行包串车检查系统进行设备性能检验，设备投入运行前进行一次验收监测，投入运行后每年进行一次状态检测。建设单位应制定严格的设备定期检查和安全检查及维修管理制度，并严格执行，以确保设备能正常的运行，其中设备检查维修制度中应包括设备性能、安全联锁装置、警示系统、监视和通讯装置等内容。配置辐射剂量率监测仪器，做好辐射场所的日常辐射监测工作。

（四）年度评估报告

每年1月31日之前，核技术利用单位应向生态环境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。

（五）竣工环境保护验收

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号），建设单位是建设项目环境保护验收的责任主体，本项目竣工后，建设单位应按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》规定的程序和标准，组织对配套建设的环境保护设施进行验收，编制验收报告，验收报告分为验收监测（调查）报告、验收意见和其他需要说明的事项等三项内容。

建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，编制验收监测（调查）报告。建设单位不具备编制验收监测（调查）报告能力的，可以委托有能力的技术机构编制。验收监测（调查）报告编制完成后，建设单位应当根据验收监测（调查）报告结论，逐一检查是否存在验收不合格的情形，提出验收意见。存在问题的，建设单位应当进行整改，整改完成后方可提出验收意见。为提高验收的有效性，在提出验收意见的过程中，建设单位可以组织成立验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式，协助开展验收工作。验收工作组可以由设计单位、施工单位、环境影响报告书（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组成，代表范围和人数自定。

12.4 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十一条对辐射事故应急预案内容的要求，辐射事故应急预案应当包括下列内容：

- （1）应急机构和职责分工；

(2) 应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；

(3) 辐射事故分级与应急响应措施；

(4) 辐射事故的调查、报告和处理程序。

根据建设单位提供的资料，建设单位已经制定了《辐射事故应急预案》(见附件 6)，对照上述要求，现有《辐射事故应急预案》符合辐射事故应急预案内容的要求，可满足本项目建成后辐射事故突发时的应急需求。

建设单位应根据本项目建设情况，将本项目场所和相关人员纳入原有辐射事故应急预案中，并做好应急预案的培训和演练工作。在日后的工作中，应该根据实际情况，进行细化调整，使之更加合理、完善，具有更强的可操作性和针对性。

表 13 结论与建议

13.1 结论

一、项目概况

广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心位于广州市白云区石井镇大朗车站自编 71 栋。为满足集装箱/车辆快速安全检查需求，提升对毒品、炸药等低原子序数、高密度危险物品的检测能力，本项目在广州市白云区进发物流园大朗货场新增使用 1 套同方威视技术股份有限公司生产的 1 套安装背散射物品安全检查系统用于大朗货场集装箱安检。

二、项目实践正当性

本项目主要为检查集装箱与铁路行包而设计，大大提高了货运安全检查效率与货物安全检测能力。项目背散射物品安全检查系统在建成运行的过程中，所产生的辐射影响对环境和人都在可接受的范围之内。所以，本建设项目的建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871—2002）中“实践的正当性”的原则与要求。

三、项目产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号），本项目属于其中的鼓励类，符合国家相关法律法规和政策的规定，所以本项目符合国家产业政策。

四、辐射安全与防护分析结论

（1）选址合理性

为了便于查验流程顺畅和便捷开展查验工作，本项目的 1 套安装背散射物品安全检查系统新增的背散射物品安全检查系统位于广州市白云区进发物流园大朗货场南部安检仪库房的扫描大厅东南侧。背散射 X 光机出束方向向下，本项目扫描大厅外 50m 范围有集装箱区、办公区和货车道路，项目实体屏蔽外 50m 评价范围无自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区、居民区及学校等环境敏感区。

项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护治理措施后满足国家相关标准要求，不会对周围环境与公众造成危害，故本项目的选址是合理的。

（2）辐射安全与防护措施评价

辐射环境管理措施：建设单位已设立了辐射安全管理领导小组，并建立了完善

的规章制度、操作规程，落实各项辐射安全防护和环境保护措施，制订了辐射事故应急预案等。

污染防治措施：本项目检查系统采用钢铅结构加区域防护的方式进行屏蔽，通过理论计算预测，本项目运行期间检查系统监督区边界处和检查系统控制室内的周围剂量当量率不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，操作人员操作位置的周围剂量当量率不大于 1.0 $\mu\text{Sv/h}$ ，驾驶员位置一次通过的周围剂量当量应不大于 0.1 μSv ，满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）的要求。驾驶员通过一次检查系统的检查剂量不大于 10 μGy ，满足《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）的相关要求。

安全防护措施：辐射工作场所进行分区管理，拟使用的检查系统由专业厂家生产，在控制台设置安全联锁装置、急停开关，在调制器门、X 光机的舱门安装联锁装置，在控制室主控制台、设备上、扫描大厅出入口两侧等处安装有急停按钮，扫描通道内周围设置摄像装置，扫描通道出入口设电离辐射警告标志，扫描通道内和射线装置外壳设有摄像头、光电传感器、报警和语音装置，射线装置顶部自带警灯与警铃；辐射工作人员按要求佩戴个人剂量计，并建立个人剂量监测档案，控制台的钥匙有专人保管并做好使用记录。

从总体上看，项目的辐射环境保护和污染防治措施考虑到了辐射管理、屏蔽防护、安全保卫等各个方面，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）与《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）的有关要求。

五、环境影响分析结论

经现场调查及资料分析，本次评价项目选址、工作场所布局合理，本项目采取的各项辐射防护及污染防治措施符合《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》(环境保护部令 第 18 号)等法规、条例的要求。

通过理论计算分析，评价项目正常运行过程中，辐射工作场所外 30cm 处的辐射剂量率低于相应规定的剂量率控制水平（小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ），操作人员操作位处的周围剂量当量率不大于 1.0 $\mu\text{Sv/h}$ 。对工作人员和公众的辐射受照年剂量满足《电离辐射防

护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）剂量限值的要求，同时满足本报告提出的剂量约束值的要求，即辐射工作人员有效剂量约束值不超过 5mSv/a，公众有效剂量约束值不超过 0.25mSv/a，也满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ 143-2015)的要求。

六、可行性分析结论

本项目采取了合理、可靠的辐射自屏蔽设计和工作场所辐射屏蔽设计，辐射影响可控制在可合理达到的尽可能低的水平，从而以较小的环境影响获得较大的社会效益，从代价和利益的角度考虑，符合辐射实践的正当性。建设单位应对该项目进行严格管理，按照辐射安全与防护要求工作。在落实了本报告提出的各项措施后，本项目对环境的辐射影响能够满足国家有关法规和标准的要求，从环境保护的角度考虑，建设单位本次核技术利用建设项目是可行的。

13.2 建议与承诺

为完善公司的辐射管理制度，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“营运管理”的要求，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，建议公司完善如下辐射环境管理要求：

- (1) 本项目的辐射防护和环保设施严格执行“三同时”的要求，保证施工质量。
- (2) 安检系统的各种屏蔽材料应由有资质的单位生产和安装。
- (3) 项目竣工后及时组织建设项目竣工环境保护验收。
- (4) 定期进行应急演练，不断完善应急预案及应急措施。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人：

公章
年 月 日

审批意见：

经办人：

公章
年 月 日

附件 1 委托书

委 托 书

工物研（广州）科技有限公司：

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》及《建设项目环境影响评价分类管理目录》等法律法规的有关规定，我单位广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心使用背散射物品安全检查系统核技术利用扩建项目需办理环境影响审批手续，现委托工物研（广州）科技有限公司对该项目进行环境影响评价。

特此委托

委托单位：广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心

2024年11月20日



附件 2 营业执照



姓名 宋海涛

性别 男 民族 汉

出生 1972 年 5 月 31 日

住址

严禁复制



中华人民共和国
居民身份证

签发机关 深圳市公安局罗湖分局

效期限 2013.10.25-2033.10.25

严禁复制



此复印件与原件相符
经办人: [Signature] 2014年11月26日
仅供办理福利等事宜使用

广东省生态环境厅

粤环审〔2023〕49号

广东省生态环境厅关于广深铁路股份有限公司 广州房建公寓段搬迁及扩建核技术利用项目 环境影响报告表的批复

广深铁路股份有限公司广州房建公寓段：

你单位报批的《核技术利用建设项目环境影响报告表》（以下简称报告表，编号为 PPRYHP-20220821）等材料收悉。经研究，批复如下：

一、你单位核技术利用项目位于广州市白云区进发物流园大朗货场和深圳市龙岗区布吉街道吉华路 94 号深圳东站行包房内。

— 1 —

项目主要内容为：在广州市白云区进发物流园大朗货场南部新建 1 间安检仪库房，并在该库房中安装使用 1 套 FS6000DE 型集装箱/集卡快速检查系统（内含 1 台电子加速器，最大能量 6 兆电子伏，带屏蔽系统，属 II 类射线装置）用于行包/集装箱安全检查。同时，将原位于深圳市罗湖区建设路 1008 号深圳火车站行包房的 1 套 PB2000（H）型铁路行包串车检查系统（内含 1 台电子加速器，最大能量 1.5 兆电子伏，带屏蔽系统，属 II 类射线装置）搬迁至深圳市龙岗区布吉街道吉华路 94 号深圳东站地下一层行包房内使用，用于深圳东站行包安全检查。

二、广东省环境辐射监测中心组织专家对报告表进行了技术评审，出具的评估意见认为，报告表有关该项目建设可能造成的环境影响分析、预测和评价内容，以及提出的辐射安全防护措施合理可行，环境影响评价结论总体可信。你单位应按照报告表内容组织实施。

三、项目在建设和运行中应严格落实报告表提出的各项辐射安全防护措施以及安全责任，确保辐射工作人员有效剂量约束值低于 5 毫希沃特/年，公众有效剂量约束值低于 0.25 毫希沃特/年。

四、项目建设应严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。项目建成后，你单位应按规定程序重新申请辐射安全许可证。

五、项目的环境保护日常监督管理工作根据属地管理原则分别由广州市生态环境局、深圳市生态环境局负责。



公开方式：主动公开

抄送：广州市生态环境局、深圳市生态环境局，广东省环境辐射监测中心，工物研（广州）科技有限公司。

广东省生态环境厅办公室

2023年3月13日印发

附件 5 环境本底检测报告


202119115732

深圳市赛辐环保科技有限公司

检测报告

报告编号: SF-202412R-13327

项目名称: 环境 γ 辐射空气吸收剂量率

委托单位: 广深铁路股份有限公司

委托单位地址: 广州市白云区进发物流园大朗货场

报告日期: 2025年01月02日

深圳市赛辐环保科技有限公司



申 明 Statements

1. 报告的检测结果只与被检测的项目有关。
The results of the testing relate only to the items that tested.
2. 报告无“检测报告专用章”及“多页报告无骑缝章”无效。
Test report is invalid without the “Special Seal of Test Report” or that of test unit on it.
3. 报告无编制、审核、签发人签章无效。
The report is invalid without preparation, review and signature of the issuer.
4. 报告随意涂改复印无效, 如复印需经本公司同意并加盖公章。
Test report is invalid if randomly altered or duplicated. The consent and seal of this Center is required for any duplication.
5. 委托检验仪对检测时作业环境负责
For entrusted tests, this Center is only responsible for the delivered samples.
6. 对检验报告若有异议, 应于收到报告之日起十五日内向检验单位提出, 逾期不予受理。
For any claim of the report, just refer to the testing unit in 15 days, in case it is not in the above limited time, the claim shall be dismissed.
7. 本检测结果仅代表检测时委托方提供的工况条件下项目测值。
The testing results would only present the datas taken at the scene within specific conditions where our clients provide.

通讯资料:

地址/ADD: 深圳市龙岗区龙城街道黄阁坑社区龙城工业园留学人员(龙岗)创业园 206

电话/Tel: 0755-89398816

传真/Fax: 0755-89399186

邮政编码/ Postal Code: 518172

检测报告

报告编号: SF-202412R-13327

第 4 页 共 8 页

检测结果:

检测结果见表 1。测量点见检测布点图。

检测结果显示: 广深铁路股份有限公司核技术利用场所及周围环境各测量点的环境 γ 辐射空气吸收剂量率在 $0.10\mu\text{Gy/h}\sim 0.14\mu\text{Gy/h}$ 之间。

编制: 廖振铭

审核: 邱江

签发: 徐培

签发日期: 2025.01.02

检测报告

报告编号: SF-202412R-13327

第 3 页 共 8 页

项目概况:

受广深铁路股份有限公司的委托, 我司对其物流中心拟建核技术利用场所及其周围进行环境 γ 辐射空气吸收剂量率检测。

检测项目	环境 γ 辐射空气吸收剂量率	检测地点	广州市白云区进发物流园大朗货场
检测人员	盛能辉、谭振铭	检测日期	2024 年 11 月 18 日
环境条件	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	相对湿度 (%)	
	23 $^{\circ}\text{C}$	38%	
检测时间	16 时 35 分~16 时 59 分		

检测依据:

《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)

检测仪器:

NT6101 环境监测用 $x-\gamma$ 辐射空气吸收剂量率仪 (仪器编号: 0118091)

测量范围: 0.01-600 $\mu\text{Gy/h}$ 能量范围: 30keV-7MeV

校准单位: 深圳市计量质量检测研究院

计量有效期: 2024 年 03 月 13 日-2025 年 03 月 12 日 (校准证书编号: JL2403245631)

检测过程:

- 1、测量时仪器探头朝向地面, 距离地面高度为 1m, 仪器读数稳定后, 以 10s 为间隔读取 10 个数据;
- 2、由法定计量部门给出的仪器校准因子为 0.983;
- 3、根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021), 建筑物对宇宙射线的屏蔽修正因子, 楼房取 0.8, 平房取 0.9, 原野、道路取 1。

检测报告

报告编号: SF-202412R-13327

第 5 页 共 8 页

表 1: 检测结果 (测量点见检测布点图一至图二)

测点编号	测量场所	测量点位	测量结果 ($\mu\text{Gy/h}$)		地面介质	场所性质
			检测结果	标准差		
1	物流中心拟建核技术利用场所及周围环境	安检仪库房内控制室	0.10	0.01	水泥	平房
2		安检仪库房内间休息室	0.12	0.01	水泥	平房
3		安检仪库房内备品间	0.11	0.01	水泥	平房
4		安检仪库房内扫描大厅	0.10	0.01	水泥	平房
5		办公区 (距安检仪库房南侧边界约 32m)	0.14	0.01	地砖	平房
6		户外空地 (距安检仪库房东北侧边界约 45m)	0.10	0.01	水泥	原野
7		集装箱区 (距安检仪库房北侧边界约 35m)	0.10	0.01	水泥	原野
8		板房 (宿舍) (距安检仪库房北侧边界约 4m)	0.11	0.01	水泥	平房
9		货车道路 1 (距安检仪库房西北侧边界约 40m)	0.12	0.01	水泥	道路
10		货车道路 2 (距安检仪库房南侧边界约 20m)	0.11	0.01	水泥	道路
11		货车道路 3 (距安检仪库房东南边界约 46m)	0.10	0.01	水泥	道路

备注: 1、测量时仪器探头朝向地面, 距离地面高度为 1m;
 2、表中计算结果已扣除了仪器对宇宙射线的响应值;
 3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=校准因子 $C_r \times$ (仪器检验源效率因子 $E_r \times$ 读数平均值 N - 屏蔽因子 $\mu_r \times$ 测点处仪器对宇宙射线的响应值), 校准因子为 0.983, 仪器检验源效率因子取 1 (仪器无检验源), 屏蔽因子楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1。
 注 1: 我公司在河源万绿湖进行了仪器的宇宙射线响应及其自身本底测量, 读取了 60 个数据进行计算, 结果为 $0.01\mu\text{Gy/h}$, 保留小数点两位。
 注 2: a、项目所在位置经纬度: 东经 113.22.92 北纬 23.24.11 海拔 -3.3m。
 b、万绿湖的经纬度: 东经 114.35.39 北纬 23.47.22 海拔 99.5m。
 依据 HJ61-2021 海拔高度 $\leq 200\text{m}$, 经度差别 $\leq 5'$, 纬度 $\leq 2'$, 可以不进行测量点的仪器对宇宙射线的响应值修正。

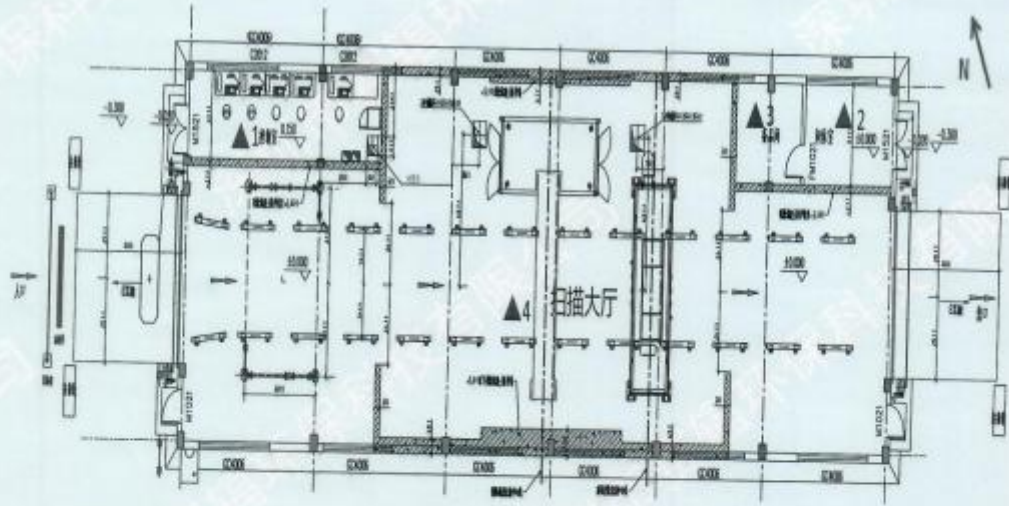
检测布点图:

图一: 监测点位图



图例: ▲ 监测点位 安检仪库房 其它区域范围

图二: 安检仪库房监测点位图



图例: ▲ 监测点位

附件 6 辐射安全管理规章制度

辐射安全与环境保护管理机构

一、辐射安全与防护管理小组组成

为加强射线装置工作的管理，规范射线装置的使用，消除射线装置安全隐患，预防辐射事故的发生，保护环境，保障辐射工作人员和公众的健康与安全，经我单位研究，决定成立辐射安全管理机构，并制订相关的岗位职责。

辐射安全与防护管理小组

组长：宋海涛（单位法人）

副组长：徐正军（主管）

组员：蔡力刚、梁靖忠、孙玉雄、张清泉、易志昌、黄镜光

二、组长职责

- 1.全面负责检查系统的辐射防护与安全工作，执行国家有关法规、标准。
- 2.制定检查系统的安全管理规定。
- 3.保障检查系统辐射防护与安全工作的条件。
- 4.负责检查系统辐射工作人员的综合管理。

三、副组长职责

- 1.具体负责检查系统辐射防护与安全工作。
- 2.负责落实生态环境部门提出的管理要求。
- 3.负责检查管理规章制度的执行情况。
- 4.负责组织意外事件处理工作，并按规定向生态环境主管部门报告。
- 5.每年对员工至少进行一次辐射防护安全教育。
- 6.每年向生态环境主管部门书面报告本单位年度辐射安全工作情况。

四、组员

- 1.负责按期换取、核查辐射安全许可证和辐射工作人员培训证书。
- 2.负责每季度定点检测场所外围的辐射剂量，并记录检测的结果。
- 3.按照生态环境部门的要求，组织辐射工作人员按时到指定医院进行健康检查，并建立健康检查报告档案。
- 4.组织辐射工作人员接受经环保行政部门认可的单位进行个人剂量监测工作，按期收发剂量计，监督个人剂量计的佩戴情况，建立剂量档案。

- 5.负责组织辐射工作人员接受生态环境部门的定期辐射防护培训。
- 6.在现场需要时，负责实时辐射剂量检测工作。
- 7.负责辐射剂量仪器的检查与校准工作。

辐射安全防护管理与安全操作制度

一、辐射安全防护管理制度

1、全体员工遵守《中华人民共和国射线装置污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等有关辐射防护法律、法规，接受、配合各级生态环境主管部门的监督和指导。

2、在使用射线装置前，向生态环境主管部门申请办理《辐射安全许可证》，领取《辐射安全许可证》后，从事许可证范围内的辐射工作，接受生态环境主管部门的监督和指导。

3、从事辐射工作人员定期参加生态环境部组织的上岗培训，接受辐射防护安全知识和法律法规教育，提高守法和自我防护意识，获得培训合格证后，方上岗从事辐射相关工作，并每5年组织再培训。从事辐射安全管理的人员也要定期接受辐射防护安全知识和法律法规教育，加强辐射安全管理。

4、射线装置应设立专人管理，做好辐射安全防护工作。辐射工作场所设立辐射标志、声光报警等防止无关人员意外照射。

二、台账管理制度

1、专职负责人负责台账管理。

2、台账管理人员必须认真填写射线装置的名称、型号、管电压、输出电流、用途等，建立一一对应的射线装置明细台账。

3、射线装置台账应做到一一对应，技术参数准确，不能私自修改参数，要做到物账相符。

4、射线装置从订货、运输、接收、安装、存放都需要有专门的负责人，并认真做好相应记录。

5、射线装置的大中小维修，定期检测保养，都要在台账中对应记录，要做到有据可查。

6、射线装置的出入库、拆卸、安装和维修，必须经过物流中心主管领导批准，并做好记录。

7、台账管理人员应定期核对台账，做到记录与台账相符合。

8、射线装置台账杜绝外借，如果因为私自外借导致台账丢失，须追究台账管理人

员责任。

三、辐射工作岗位职责及安全操作制度

1、辐射工作岗位职责

(1) 使用射线装置工作人员必须经过岗前体检，并经过辐射安全防护培训，持证上岗。

(2) 要正确使用检查系统，做到专人专管专用。

(3) 辐射工作时，每名辐射工作人员必须佩戴个人剂量计和个人剂量报警仪。

(4) 从事射线装置岗位人员，要严格按照操作规程和规章制度，杜绝非法操作。

(5) 发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向广州市生态环境局和公安部门报告。

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。

2、辐射安全操作规程

(1) 每天上岗前做好射线装置保洁工作，保持机器良好的工作环境。

(2) 开机后应注意电源电压是否正常，并检查其他功能键是否选择正确。

(3) 操作机器时应该小心仔细，尤其注意电源电压，不得超过标识的标准电压。

(4) 严格按照使用说明书进行操作，杜绝一切非法操作。

(5) 随时观察照片质量，出现异常应检查射线装置是否正常，如果异常应立即报告维修人员。

(6) 工作结束后应关闭射线装置并将电源关闭。

辐射事故应急预案

为了应对辐射事故，做好应急准备，当发生辐射事故时，能准确地掌握情况，并及时采取必要和适当的响应行动，根据国家相关法规要求，结合射线装置安全检查系统特点，制定本预案。

1、应急组织及职责

广深铁路股份有限公司广深铁路物流中心辐射事故应急领导小组由总经理、主管及相关负责人组成。发生重大事故时，以领导小组为基础，立即成立事故应急救援指挥部，总经理任总指挥，副总经理任副总指挥。日常工作由检测部门及设备部门负责。

辐射事故应急处置小组成员：

组长：宋海涛（单位法人）

副组长：徐正军（主管）

组员：蔡力刚、梁靖忠、孙玉雄、张清泉、易志昌、黄镜光

其职责包括：

建立辐射应急队伍，购置必要的辐射应急装备器材；

负责本单位辐射事故（件）的紧急处置和信息报告，防止事态进一步扩大；

积极配合行政主管部门的调查处理和定性定级工作，开展事故现场救援；

负责制定应急程序，并组织本单位辐射事故应急知识和应急程序的培训和演习等。

2、应急和救助装备、物资准备

行政主管部门负责协助事发现场处置部门处置突发事件，提供应急物资供应、生活保障，日常维护应急装置设备，负责相应信息网络系统安全、畅通运行，提供可靠的通讯保障，负责应急资金的保障和调配。

3、辐射事故（件）分级

根据我国《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》规定，辐射事故依照事故性质、严重程度、可控性和影响范围等因素分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

（1）特别重大辐射事故，本处指射线装置安全检查系统失控导致 3 人以上（含 3 人）急性死亡。

（2）重大辐射事故，本处指射线装置安全检查系统失控导致 2 人以下（含 2 人）

急性死亡或者 10 人以上（含 10 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

（3）较大辐射事故，本处指射线装置安全检查系统失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

（4）一般辐射事故，本处指射线装置安全检查系统失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

本单位使用射线装置，最多情况为一般辐射事故。

4、辐射性事故应急救援应遵循的原则

- （1）迅速切断辐射源原则；
- （2）主动抢救原则；
- （3）生命第一的原则；
- （4）科学施救，控制危险源，防止事故扩大的原则。

5、辐射事故（件）应急处置措施和处理程序

（1）当发生辐射事故或辐射意外事件时，辐射工作人员/驾驶员应立即就近按下急停设备、切断射线装置电源、指挥人员迅速撤离辐射防护区、封控现场等防止事态进一步扩大。

（2）一旦发生辐射事故时，检查系统负责人组织开展应急处置措施，并且立即报告应急领导机构。应急领导机构应 2 小时内向当地生态环境部门报告，造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告，并协助有关部门进行事故调查与处理。

（3）将可能受到大剂量照射的人员送到指定医院进行检查和救治。

（4）应急领导机构负责对辐射事故（件）现场进行剂量监测。

（5）应急领导机构应查明事故（件）原因，排除故障，并采取措施避免同样事件的再次发生。

（6）应急领导机构应按照辐射事故等级和辐射意外事件性质，对相关责任人采取批评、警告等处罚措施。事故后果特别严重时，事故责任人还应承担刑事责任。

6、辐射事故调查报告

（1）调查事故原因。本单位发生辐射性事故后，应立即对事故起因进行调查。

（2）调查要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，并认真做好调查记录，记录要妥善保管。

（3）编写并向生态环境主管部门上报事故程度、处置结果等方面的情况和工作。

（4）发生事故后，积极配合和协助生态环境主管部门、公安部门进行事故调查、

处理等各方面的相关事宜。

(5) 发生辐射事故后，当事人员应第一时间上报辐射事故应急领导机构。应急领导机构接到报告应在两小时内填写好初始报告，向生态环境部门、公安机关报告。

7、应急培训与演习

应急领导机构负责定期对本单位辐射工作人员进行辐射应急培训；

应急领导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 2 年至少组织一次辐射应急演练。演练结束后，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。

应急联系电话：

负责人及联系电话：徐正军

公安部门电话 110

广州市生态环境局电话 020-83203380

广东省生态环境厅：12345

急救电话 120

辐射事故初始报告表

事故单位名称	(公章)					
法定代表人		地址		邮编		
电话		传真		联系人		
许可证号		许可证审批机关				
事故发生时间		事故发生地点				
事故类型	<input type="checkbox"/> 人员受照 <input type="checkbox"/> 人员污染	受照人数	受污染人数			
	<input type="checkbox"/> 丢失 <input type="checkbox"/> 被盗 <input type="checkbox"/> 失控	事故源数量				
	<input type="checkbox"/> 放射性污染	污染面积 (m ²)				
序号	事故源核素名称	出厂活度 (Bq)	出厂日期	放射源编码	事故时活度 (Bq)	非密封放射性物质状态 (固液态)
序号	射线装置名称	型号	生产厂家	设备编号	所在场所	主要参数
事故经过情况						
报告人签字		报告时间	年 月 日 时 分			

注：射线装置的“主要参数”是指 X 射线机的电流 (mA) 和电压 (kV)、加速器线束能量等主要性能参数。

辐射安全工作人员培训计划

根据生态环境部门发布的《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部公告 2019 年第 57 号），为了提高本单位从事辐射工作人员的安全防护意识和工作技能，加强辐射安全管理，预防辐射伤害事故，特别制定本制度。

一、根据生态环境部《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）的相关要求，仅从事Ⅲ类射线装置使用活动的辐射工作人员无需参加集中考核，由核技术利用单位自行组织考核。

二、参与Ⅱ类射线装置辐射工作人员上岗前，物流中心相关部门负责安排新增和调配的未持证人员在生态环境部辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）上参加培训，考核合格后方可上岗；根据合格证书颁发日期，组织人员进行再培训，确保所有工作人员持证上岗。

三、本单位规定辐射工作人员应当具备下列基本条件：

- （1）年满 18 周岁，经健康检查，符合辐射工作职业要求。
- （2）经职业健康检查，符合辐射工作人员职业健康要求。
- （3）辐射防护和有关法律知识的培训考核合格。
- （4）遵守辐射防护法规和规章制度，接受职业健康监护和个人剂量监测管理。

四、物流中心每年组织一次辐射工作人员技术与安全知识的培训、考核，加强人员技能知识和能力。

五、物流中心每年组织相关人员进行辐射事故应急预案的知识培训和演习，加强员工对辐射防护的意识及辐射事故的应对能力。

六、物流中心建立并按照规定期限妥善保存培训档案。培训档案应当包括每次培训的培训时间、考试或考核成绩等资料。

安检仪辐射防护和安全保卫制度

1、严格遵守《放射性同位素与射线装置安全与防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关法规的要求，接受生态环境主管部门及法规规定的其他相关部门监管。

2、对自身的防辐射工作的安全和防护工作负责，并依法对造成放射性危害承担责任。

3、依法办理环境影响审批、验收、辐射安全许可证等环境保护相关手续。

4、辐射工作场所必须符合主管部门的法规及标准的要求。获得许可证并经监测合格后再正式投入使用。

5、辐射工作场所按照有关规定设置明显的放射性警示标志，安全连锁、报警装置或者工作信号，防止人员受到意外照射。

6、严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案。

7、辐射工作人员上岗前必须进行健康体检，合格后方可上岗，工作期间由单位安排定期到指定医院进行健康体检。

8、依法对本单位射线装置工作的安全和防护状况进行年度评估，编写年度评估报告，于每年 1 月 31 日前报发证机关，报告除总结本单位全年辐射工作外，还包括辐射工作人员个人剂量监测和辐射场所辐射水平监测结果。

9、接受环境保护行政主管部门及相关部门的监督检查工作，落实各项整改意见。

10、配备辐射工作人员和检查防护用品，指导受检者正确使用防护用品。

11、加强安全责任意识，排除各项安全隐患，做好防火、防盗等各项安全措施，加强安全保卫，防止无关人员随意出入。

12、制定辐射应急预案，并定期组织学习和演练。

安检员岗位职责

- 一、在值班员的安排下，严格执行规章制度和作业标准，确保行包运输安全质量。
- 二、确认货物品名，到站是否符合行包办理的有关规定，认真查验须凭证明运输货物的相关证明。
- 三、检查货物包装是否牢固，是否适合铁路运输要求。
- 四、熟悉危险货物的品名表，正确识别危险品，当检查到危险、违禁物品时，要及时报当班值班员进行进一步跟踪处理，并做好台账记录。
- 五、准确填写托运单“承运人确认事项”栏内相关内容。
- 六、负责各类行包货物进站运输安全检查，做到 100%过机检查，认真填写各类台账。
- 七、认真做好安检仪的维护及保养，发现安检仪出现故障应及时报值班员，并做好台账记录。
- 八、做好防火、防盗工作，维持好承运秩序，严禁闲杂人员进入仓库和库内人员吸烟。
- 九、保持控制室和安检设备（电子加速器和背散射 X 光机）的卫生清洁。
- 十、服从管理，完成上级交办的临时任务。

安检仪使用检修维护管理规定

为了正确合理使用仪器设备，更好地完成货物进站运输安检任务，特制定本规定。

一、配备熟练的操作人员，操作人员必须经过专业培训取得上岗证后方可上岗操作。

二、严格按照设备厂家使用说明书的要求，熟练掌握设备的性能，按操作规程操作使用安检仪（电子加速器和背散射 X 光机）。

三、通过安检仪货物的体积必须小于安检仪货物检查通道入口的宽、高各 0.2 米，禁止检测车辆顺坏辐射工作场所和安检仪。

四、加强设备检修，防止设备的损坏，应提前制定设备日常维修计划，并根据维修计划准备所需的材料、备件。

五、设备检修必须有详细的检修记录，内容包括：检修原因、检修内容、检修后进行情况、检修人员以及验收人员，检修记录应存入设备档案。

六、设备检修后，应组织质量验收，由维修主管与使用人员、设备管理员共同验收。

七、在作业过程中发现设备不能正常工作时，应及时上报主管部门和设备维护保养部门。

八、保持操作室的干净整洁，不得在操作台上摆放与作业无关的物品。

九、在作业过程中，禁止闲杂人员进入操作室。

十、严禁私拉电线，私接电源和使用超功率电器。

十一、严禁在操作室内吸烟。

十二、维修注意事项

1、系统发生故障而紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，操作人员不得通过控制台重新启动检查系统。

2、维修前必须先要在系统控制台上放置维修提示牌。

3、维修人员进入辐射控制区，必须先取走检查系统安全钥匙连锁串，确认检查系统已停止出束；进入控制区时，同时用剂量报警仪检查检查系统是否在出束。

4、在维修检查系统时，维修人员至少要有两人同时在场，各戴 1 台剂量报警仪。

5、特殊情况下，需要解除安全连锁时，必须有系统负责人的书面许可，并且在解除安全连锁的位置设置明显的提醒警示标识。工作完毕后，立即恢复安全连锁，取走警

示标识，并经现场负责人检查签字认可。

6、维修结束后从系统控制台取走维修牌。

7、必须认真填写维修记录。

安检仪安全操作规程

开机前，工作人员应检查机房内外有无异常情况，检查设备是否正常，按规定填写交接班本。

一、 开机

- 1、插入钥匙，顺时针旋转钥匙，使设备处于非锁定状态。
- 2、打开钥匙开关后，按下通电按钮使设备上电，键盘电源指示灯和通道电源指示灯点亮。
- 3、设备自检，等待指示灯点亮，屏幕显示自检倒计时，十秒钟倒计时结束和等待指示灯熄灭后，系统即可开始进行货物安检作业。

二、 关机

作业完毕后，逆时针旋转钥匙开关中的钥匙，待设备运行程序全部退出，所有指示灯熄灭后，拔下钥匙并锁好键盘，关闭外电源。

三、检查系统安全操作规程

电子加速器和背散射 X 光机是产生大剂量高能 X 射线的装置，在电子加速器工作时设备内部会产生高电压，还有一些其它的潜在危险都有可能造成人身伤害。因此要求操作、维修人员在掌握检查系统基本原理的同时，必须充分了解机器运行和维修过程中存在的危险和紧急情况的处理方法，并建立安全规程，确保人身和设备的安全。

1、 紧急情况处理

可能出现的紧急情况有：

停电

明火或者烟雾

X 射线不能正常停束

急停回路故障

意外照射

2、 停电

如果控制区或者辐照室停电，执行以下操作：

打开应急灯（应急灯最好是在断电时能自动打开）。

将 X 射线出束钥匙开关拧到“off”的位置，取下钥匙并随身携带。

电源恢复后，对设备进行运行前的检查，主要是检查设备内部的部件表面有无异常、低压供电回路是否正常。在运行前的检查完成之前严格禁止运行射线装置系统。

3、 明火或者烟雾

如果发现明火或者烟雾，执行以下操作：

按下最近的急停开关，断开主电源开关。

疏散所有人员到安全区域。

向上一级管理人员（部门）报告火情。

只有受过专门训练的人员才允许扑救电气火灾。不能使用水灭火，只能使用针对电气火灾专用的灭火器。

在维修人员对设备完成运行前的检查前，禁止运行加速器系统。

4、 X 射线不能正常停束

当 X 射线不能自动停束时，请立即进行手动停束。可执行以下操作：

立即将触摸屏上的出束开关由“BEAM”拨至“OFF”档，并且将 X 射线钥匙开关拧到“关(off)”的位置。

如果 X 射线束仍然没有停止，那么系统有故障，请按下最近的急停开关。

如果 X 射线束仍然没有停止，将触摸屏上的启动开关“START”拨至“OFF”档，并且断开系统电源主回路开关。

请有经验的维修人员对系统进行检修。

5、 急停回路失效

按下急停开关是为了立即停止 X 射线出束并且给检查系统断电。

急停回路有可能失效。如果拍下急停后，调制器或 X 射线机头上的风扇仍然在转，就可以断定急停回路失效了。如果急停回路失效，请立即断开系统电源主回路，请维修人员对急停回路进行修复。

6、 意外照射

如果有人受到意外照射或者认为有可能受到意外照射，应立即进行医疗体检，以确定是否受到过量照射。如果受到过量照射，应该采取相应措施使照射的影响降到最低，并且需要按照当地的法律或者规定采取相应的措施。

四、 X 射线照射

电子加速器和背散射 X 光机能在很短时间内产生致命的辐射剂量，使人在不知不

觉中受到有害的照射，以致得严重的疾病或造成其他有害后果，甚至丧失生命。为了确保人员不受意外照射，在检查系统的运行和维修中必须遵循下述要求：

只允许受过专业培训并取得资格的人员操作和维护检查系统。

用户必须设置合乎规定的辐射危险标识。

用户必须设置合乎规定的警报系统。在出束之前要给出“出束”的警告信号（闪光灯信号和声音信号），让不慎留在照射区域的人员赶快离开；来不及离开时，按下就近的“急停”按钮切断系统电源。

出束时绝不允许有人在照射现场。

相关工作人员必须佩戴经权威机构认可的个人剂量仪。

操作与维修人员进入照射区域时必须先将控制台上的“X 射线”钥匙开关旋到“off”的位置后取下钥匙，携带钥匙进入照射区域。

进入设备舱体时，应确保加速器舱的门不会被关上，安全连锁的门开关应处于断开的位置。最后离开加速器舱的人，需确认室内无人后再将门关上。

当系统处于待机或者停机状态时，确认控制台上的钥匙保管在安全的地方，以避免未经许可的检查系统运行和出束。

五、安检仪安全操作规程

（1）系统运行前的准备工作

1)按照国标或设备厂商提供的辐射防护分区要求划定设备工作场所辐射防护区(即控制区与监督区的统称)，实行分区管理。系统每天正式运行前，辐射安全员应: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、门连锁、急停等能否正常工作），任何辐射安全设施不能正常工作时，辐射源不允许出束。

2)检查上岗人员是否佩戴个人剂量计，负责检查个人剂量报警仪能否正常工作。

对设备周围的场所辐射水平进行巡测，确保周边人员辐射安全。

3)系统操作人员负责调整摄像头，使之能观察到整个辐射防护区的情况；并指挥所有人员撤离辐射防护区，确保辐射防护区无人滞留。

（2）系统运行时安全操作要求

1)钥匙连锁串:出束安全连锁钥匙、所有进出辐射防护区的门钥匙、所有急停恢复钥匙及一台个人剂量报警仪必须串联在一起，任何情况下不得解除钥匙连锁串。

2)巡检员:负责现场指挥被检车辆进出，应随身携带个人剂量报警仪巡检安检仪库

房。

3)系统操作人员:在系统出束前或必要时应进行广播,语音警告无关人员撤离辐射防护区(例如:“准备出束,请注意!”)。

4)系统操作人员:在系统出束过程中,应通过摄像装置随时观察辐射防护区内的情況。当发现有人员误入辐射防护区时,应立即语音警告人员迅速撤离:如果警告无效,应立即停止出束。

5)系统操作人员:在系统辐射源上电期间,辐射防护区内无待检车辆和人员时应封闭辐射防护区,即出入口处档杆应始终处于放下状态、防止无关人员进入辐射防护区。

6)任何现场工作人员:进入辐射防护区须取得系统负责人或辐射安全员的许可,并拔下控制台上的钥匙连锁串与总控钥匙开关随身携带;同时打开个人剂量报警仪实时监测辐射源是否正在出束,严防误照射。

7)系统负责人:系统停止工作后,应妥善保管好钥匙连锁串与总控钥匙开关,以防止未经许可的使用。

辐射工作场所监测及检查制度

1 工作场所辐射监测

1.1 分区管理

对射线装置安全检查系统的工作场所需要划定辐射防护区（即辐射控制区与辐射监督区的统称），实行分区管理。辐射防护区需采用屏蔽墙、防护门、围栏、挡杆等实体进行隔离，以明确分区边界。边界上应设置电离辐射及中文警示标识，警示无关人员不得随意闯入。

管理要求：检查系统出束时，辐射控制区内禁止人员停留，辐射监督区内无关人员不得随意进入。

1.2 场所辐射剂量监测

每半年应对系统辐射防护区四周边界、操作人员和其他工作人员的工作位置等的辐射水平进行一次监测，并记录存档。

如果场所周边的辐射水平监测结果出现异常，应立即停止运行，及时查找原因，并采取有效措施消除辐射安全隐患。

剂量仪器：采用合格辐射剂量仪表，辐射剂量仪表按要求每年检定或校准 1 次。

有监测能力的单位可自行开展本单位的辐射水平监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责。不具备辐射监测能力的单位，可委托具有《资质认定计量认证证书》（CMA）资质的辐射监测机构进行监测。

场所的辐射监测报告，应随本单位辐射安全年度评估报告一并提交辐射安全许可证发证机关。

表 1 验收监测和检查计划

监测类别	监测周期	监测项目	每次使用射线装置前检查内容	监测点位	剂量率控制水平	监测和检查主体
年度监测	1 次/年	周围剂量当量率	1、出束控制开关	扫描大厅扫描通道北侧和南侧边界外 30cm 处每间隔 1m 设监测点；安检仪库房出入口处、控制室操作位、备品间、间休息室各设	不超过 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ （除操作位处不超过 1.0 $\mu\text{Sv/h}$ ）	建设单位委托有资质的单位
自主监测	1 次/月		2、门连锁 3、紧急停机装置、光幕 4、监视、声光报警安全装置			建设单位

验收监测	仅竣工验收进行		5、辐射监测仪表 6、其它安全设施（包括地感线圈、光电装置和警示标识等）	1~2 个监测点；日常工作过程中定期进行巡测		建设单位
------	---------	--	---	------------------------	--	------

2 安全监督检查

单位辐射安全管理领导小组应每季度对场所、设备及人员进行一次全面的辐射安全大检查。发现不合格或存在辐射安全隐患的应积极实施整改，并总结经验教训。检查内容至少包括：

- ①场所分区及管理状况；
- ②场所各辐射安全设施的完备性和有效性；
- ③辐射安全管理规定及其执行情况；
- ④场所的辐射剂量监测和记录状况；
- ⑤辐射工作人员持证上岗状况；
- ⑥辐射工作人员培训、体检、个人剂量监测等执行情况；
- ⑦剂量仪器/表的有效性和使用情况；
- ⑧辐射事故（件）应急制度与预案的编制、修订和有效性等。

3 报告及总结

每年 1 月 31 日前，单位辐射安全管理领导小组应向监管部门提交上一年度的辐射防护与安全状况年度评估报告。

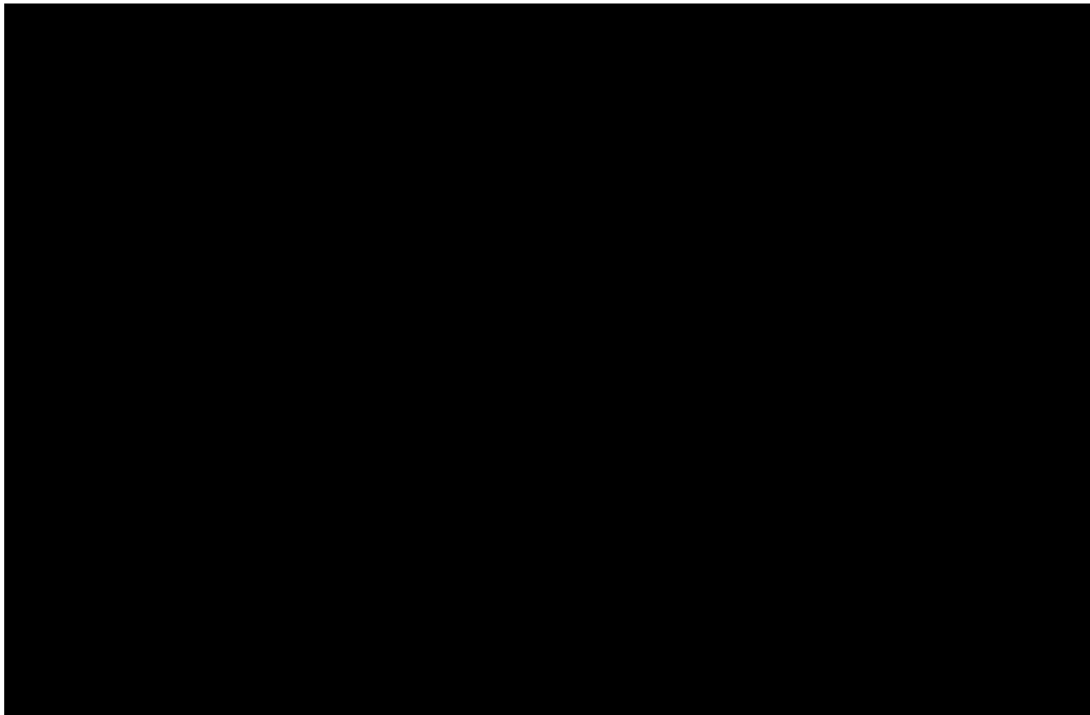
附件 7 设备厂家提供射线装置技术参数证明材料

FS6000DE 型集装箱/集卡快速检查系统技术参数说明

我司：同方威视技术股份有限公司向广深铁路股份有限公司广州房建公寓段出售的 FS6000DE 型集装箱/集卡快速检查系统与背散射 X 光机的主要参数见下表：

射线装置参数表

设备名称 1	FS6000DE 型集装箱/集卡快速检查系统
射线源	交替双能电子直线加速器
能量	6/3MeV
穿透力	
准直器缝宽	5mm
射线出束角度	纵向张角 68.5° (扇形窄束)
距靶点 1m 处的剂量率	600mGy/min
泄漏率	非主束方向泄漏率不大于 2×10^{-5} (加速器左右两侧泄漏率不大于 3×10^{-6})，其中后向泄漏率不大于 4×10^{-6}
扫描速度	5km/h~15km/h
设备名称 2	背散射 X 光机
射线源	X 光机
参数	最大管电压：225 kV，最大管电流：13.3 mA
射线出束角度	85°
准直狭缝	3.5mm
滤过材料	1mmCu
距辐射源点 (靶点) 1m 处泄漏辐射剂量率	1 μ Sv/h
扫描速度	5km/h~15km/h
通用参数	
通过率	每小时 150 辆标准 18m 长集装箱车辆
扫描方式	司机自驾车通过扫描通道，系统自动控制扫描
辐射屏蔽措施参数	
屏蔽位置	屏蔽材料及厚度



FS6000DE 型集装箱/集卡快速检查系统技术参数

X 射线能量 (MV)	TVL 值		
	铅 (mm)	钢 (mm)	混凝土 (mm)
6.0MeV 窄束	45	69	300

射线装置的几何参数

设备名称	位置参数	R ₀ 距离 (m)	散射面积 F (m ²)
FS6000DE 型集装箱/集卡快速检查系统	辐射源到准直器距离	1.20	0.0178
	辐射源到集装箱距离	2.11	0.0158
	辐射源到探测器距离	5.50	0.1271
背散射 X 光机	辐射源到集装箱距离	1.6	0.0337

同方威视技术股份有限公司 (盖章)

2025 年 05 月 13 日