

核技术利用建设项目  
湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃  
省界绿色通道车辆检查系统核技术利用项目

环境影响报告表

(报批稿)

湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司

2026年1月

## 核技术利用建设项目

湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃  
省界绿色通道车辆检查系统核技术利用项目

# 环境影响报告表



湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司

2026年1月

环境保护部监制

# 核技术利用建设项目

湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃  
省界绿色通道车辆检查系统核技术利用项目

## 环境影响报告表



建设单位名称：湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：刘刚

通讯地址：怀化市鹤城区鸭嘴岩池回村

邮政编码：418000

联系人：刘正根

电子邮箱：/

联系电话：13975551679

打印编号: 1769069252000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	f25nzd		
建设项目名称	湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃省界绿色通道车辆检查系统核技术利用项目		
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		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司		
统一社会信用代码	91430000MA4RDTXH8N		
法定代表人 (签章)	刘刚		
主要负责人 (签字)	刘正根		
直接负责的主管人员 (签字)	杨代		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	核工业二三〇研究所		
统一社会信用代码	121000004448853130		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
易忠辉	20220503543000000010	BH042594	易忠辉
2 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
易忠辉	全文	BH042594	易忠辉

## 目 录

表 1 项目基本概况 .....	1
表 2 放射源 .....	8
表 3 非密封放射性物质 .....	8
表 4 射线装置 .....	9
表 5 废弃物 .....	10
表 6 评价依据 .....	11
表 7 保护目标与评价标准 .....	13
表 8 环境质量和辐射现状 .....	20
表 9 项目工程分析与源项 .....	24
表 10 辐射安全与防护 .....	33
表 11 环境影响分析 .....	42
表 12 辐射安全管理 .....	57
表 13 结论与建议 .....	63
表 14 审批 .....	66

## 附图附件

### 附件

- 附件 1: 委托书
- 附件 2: 公司营业执照
- 附件 3: 关于成立辐射防护领导小组的通知
- 附件 4: 辐射事故应急预案
- 附件 5: 相关制度
- 附件 6: 设备参数及防护屏蔽设计一览表
- 附件 7: 公司年剂量管理目标值
- 附件 8: 本底监测报告

### 附图

- 附图 1: 项目地理位置图
- 附图 2: 保护目标示意图
- 附图 3: 拟建绿通检测系统周边环境监测布点示意图
- 附图 4: 拟建绿通车辆检查系统布局示意图
- 附图 5: 绿通车辆检查系统触发逻辑示意图

## 专家复核意见

### 湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃省界绿色通道车辆 检查系统核技术利用项目技术复核意见

2026年1月30日，怀化市生态环境事务中心在怀化市主持召开了《湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃省界绿色通道车辆检查系统核技术利用项目环境影响报告表》技术评审会，会议形成了技术评审意见。根据评审意见，核工业二三〇研究所（报告编制单位）对报告表进行修改完善。专家组成员李植纯、王春霞、沈显能对修改后的报告表进行了认真复核。经充分交流，形成意见如下：

报告表修改完善情况及编制质量：报告表基本按照2026年1月30日技术评审意见要求，逐条修改完善了相关内容。报告表核实了项目组成一览表，完善了评价依据；细化了环境保护目标，完善了项目工程分析；完善了辐射环境影响分析；细化了事故应急预案及相关制度，并落实修改了与会代表的其他意见等内容。修改后的报告表内容比较全面，提出的环保措施可行，评价结论整体可信。

复核专家：李植纯 王春霞 沈显能

2026年2月10日



湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃省界

绿色通道车辆检查系统核技术利用项目

专家意见修改说明

序号	专家意见	修改说明	备注
1	核实项目组成一览表， 完善评价依据	①已核实项目组成一览表； ②已细化最大辐射角的描述； ③已完善评价依据。	第 1 章节 第 6 章节
2	细化环境保护目标，完 善项目工程分析	①已细化环境保护目标； ②已完善项目工程分析。	第 7 章节
3	完善辐射环境影响分 析	①已补充建设阶段对环境的影响； ②已细化关注点示意图、已明确居留 因子取值来源； ③已完善项目预测参数的选取及预 测结果。	第 11 章节
4	完善事故应急预案及 相关制度	①已完善辐射防护领导小组具体职 责； ②已完善事故应急预案； ③已修改辐射防护和安全保卫制度。	见附件 4 和附件 5
5	落实与会代表的其他 意见	①已核修改辐射现状监测； ②已补充辐射安全和防护措施； ③完善了项目竣工验收表； ④补充了附图。	第 8 章节 第 10 章节 第 12 章节 见附图

于春阳 沈明华 李臣华

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃省界绿色通道车辆检查系统核技术利用项目				
建设单位		湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司				
法人代表		刘刚	联系人	刘正根	联系电话	13975551679
注册地址		怀化市鹤城区鸭嘴岩池回村				
项目建设地点		湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃省界检测站				
立项审批部门		-		批准文号	-	
建设项目总投资 (万元)		195.02	项目环保投资 (万元)	27.12	环保投资比例	13.91%
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 <sup>2</sup> )	-
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	-					
<p><b>1.1 建设单位概况</b></p> <p>湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司（以下简称湖南高速集团怀化分公司）是湖南省高速公路集团有限公司（以下简称湖南高速集团）设在怀化市的高速公路运营分公司，负责管辖范围内的通行费征收、路产管理、道路养护、服务区监管、资产权益维护、清障救援、出行服务等工作。</p> <p>湖南高速集团怀化分公司内设 8 个部室、2 个直属机构，下辖 12 个中心收费站、4 个独立收费站（共有 30 个站点）、11 个路产养护管理所。全司有正式职工 777 人（平均年龄 37 岁）、劳务派遣员工 240 余人、本科以上学历 431 人、具备专业技术职称 242 人，有中共党员 262 人（设党支部 23 个），是一支年富力强、素质过硬、团结向上的高速公路运营队伍。负责 G60 沪昆高速怀化段、G65 包茂高速怀化段、S97 怀化绕城高</p>						

速、S86 宁靖高速靖黎段和 S58 芷铜高速的运营管理和辖区 10 对服务区的公共物业监管，管辖主线 540.23 公里、连接线 72.34 公里。辖区有出省通道 4 个，主线双向有隧道 127 座（其中特长隧道 4 座，G60 沪昆高速雪峰山隧道、S58 芷铜高速椿木山隧道分别为湖南省第一、第二长公路隧道）、桥梁 1029 座（其中特大桥 24 座），桥隧总长 377.84 公里，占主线双向总长 1080.46 公里的 34.97%，属典型的山区高速公路。

湖南高速集团怀化分公司是怀化市新晃省界检测站的运行单位，怀化市新晃省界检测站共有 3 个入口车道和 4 个出口车道。

## 1.2 项目由来

目前，检验假冒鲜活农产品运输车的检查手段多有局限性，一般为感官检查法，该方法主要依赖个人的长期经验，能力的积累。但存在准确性低、效率低、成本高、易受人为因素影响等弊端。而其他如人工抽查、望闻问切、车辆衡重、雷达、轮廓检查等方法，也都存在种种问题，无法满足“绿色通道”车辆检查要求，如不有效的解决该问题，将给国家和高速公路运营单位带来损失，而且易引发运营单位管理问题。

为此，湖南高速集团怀化分公司拟在怀化市新晃省界检测站 3 车道安装并使用 1 套 MIX300N 型绿色通道车辆检查系统（以下简称“绿通检测系统”），用于检测通行“绿色通道”车辆装载运输的鲜活农产品。本项目的使用可以最大限度的满足检测站绿通检测需求，解决目前人工检查存在的检查效率低、管理困难、运营成本高的问题，对打击假冒绿色通道车辆行为、促进农业发展、农民持续增收都具有十分重要的意义，对于提升高速公路绿色通道车辆检查的安全性和智能化程度也具有重要作用。

本项目 MIX300N 型绿色通道车辆检查系统为 II 类射线装置，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等国家辐射环境管理相关法律法规的规定，湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃省界检测站核技术利用项目应进行环境影响评价，并编制环境影响报告表。为此，湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司委托核工业二三〇研究所对该项目进行环境影响评价（见附件 1）。接到委托后，我单位组织专业技术人员对现场进行了调查、监测和资料收集工作，编制完成了《湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃省界检测站核技术利用项目环境影响报告表》。

### 1.3 项目建设规模

1、项目名称：湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃省界绿色通道车辆检查系统核技术利用项目。

2、建设单位：湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司。

3、建设地点：湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃省界检测站。

4、建设内容及规模：湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司拟在新晃省界检测站进入怀化市的道路上合并原有 3 车道、4 车道的并改建为新的绿通车道（3 车道）安装并使用 1 套 MIX300N 型绿色通道车辆检查系统（包含 2 个 X 射线管，X 射线管 1：最大管电压为 200kV，最大管电流 1.0mA；X 射线管 2：最大管电压为 160kV，最大管电流 1.25mA）用于“绿色通道”车辆装载运输鲜活农产品的检测。

本项目射线装置详细情况见表 1-1。

**表 1-1 本次新增射线装置一览表**

装置名称	X 射线绿色通道车辆检查系统
数量	1 台
型号	MIX300N
类别	II类
射线装置主要参数（双光源）	X 射线管 1：最大管电压 200kV，最大管电流 1.0mA
	X 射线管 2：最大管电压 160kV，最大管电流 1.25mA
最大扫描车辆	宽：3.5m，高 5m，长：25m
检查速度	通行率：≤20s/车
设备构造	主体结构形式：由主立柱（发射端：X 射线机机柜除发射窗口外包裹 2mmPb 铅板）、副立柱（接收端：背板为 10mmPb，）组成；发射端、接收端外分别设置 250mm“U”型混凝土防护墙（4.5m 高）
主射方向	主射线朝西北（定向）
货物一次通过吸收剂量	≤5μGy/h
有效成像高度	5.0m
系统边界剂量率	≤2.0μGy/h

根据项目特点，本项目主要由主体工程、辅助工程、公用工程、环保工程四部分组成

成。项目组成见下表 1-2。

**表 1-2 项目基本组成情况一览表**

序号	类别	项目名称	建设内容	备注
1	主体工程	设备安装场所	新晃省界检测站进入怀化市的向上合并原有 3 车道、4 车道的并改建为新的绿通车道（3 车道）安装并使用 1 套 MIX300N 型绿色通道车辆检查系统	新建
		设备	主体结构形式：由主立柱、副立柱组成；发射端、接收端外分别设置 250mm“U”型混凝土防护墙（4.5m 高）	新建
2	辅助工程	控制室	1 间，检测站操作人员办公室	新建
3	公用工程	供配电系统	依托检测站供配电系统，检测站用电来源于市政供电	依托
		给排水系统	依托给排水管网供工作人员生活用水	依托
4	环保工程	生活污水	依托检测站污水处理设施	依托
		固体废弃物	生活垃圾分类收集后交由市政环卫部门统一清运	依托

5、人员配备：本项目拟配备 8 名放射工作人员，均为新增。拟分为 4 组，每组 2 名放射工作人员（其中 1 人为设备操作人员，1 人为引导员，每个组的 2 人进行轮岗）。检查站分三班倒，8 点到 16 点，16 点到 24 点，0 点到 8 点。

6、工作负荷：本项目每天扫描车辆 300 辆~500 辆，本项目保守估算按每天扫描 500 辆，一次出束（曝光）时间约 20s，一周开展 7 天，一年开展 52 周，年出束时间约为 1011.12h，预计周出束时间约为 19.45h。

7、环评范围：本次环评仅针对项目核技术利用部分进行评价，对于非核技术利用部分，由建设单位另行履行审批手续。

## 1.4 周边环境概况

本项目位于湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃省界检测站 3 车道，绿通检测系统东侧为湖南省际公安检查站、湖南省际公安检查站办公楼、沪昆高速道路，南侧为绿通检测站操作人员办公室、丁字坳村居民房，西侧为沪昆高速道路、湖南省际公安宿舍，北侧为沪昆高速道路、新晃县污水处理有限责任公司。本项目现状图详见图 1-1、本项目地理位置详见图 1-2。



本项目整体布局采用直线式通行设计，车辆从入口引导、核心扫描到出口放行的流程连贯顺畅，项目建成后，被检车辆在接受检查后如符合通过绿色通道要求，则记录为绿色通道通行，否则在相应的收费站出口处正常缴费；核心检查区（X射线绿色通道车辆检查系统）发射端及接收端均拟设置防护墙，且操作位位于距离核心检查区较远的检测站操作人员办公室，从辐射安全和环境保护的角度考虑，本项目的辐射工作场所平面布局是合理可行的。

检测站操作人员办公室距 X 射线绿色通道车辆检查系统发射端最近距离为 8.88m，车辆检测过程中产生的电离辐射，经过屏蔽防护和距离衰减后，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合本次评价确定的剂量约束值的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

### 1.5 产业政策符合性及实践正当性分析

2010 年 11 月 26 日交通运输部、国家发展改革委、财政部三部委联合印发了《关于进一步完善鲜活农产品运输绿色通道政策的紧急通知》（交公路发[2010]715 号），该文件提出“各地交通运输主管部门和相关单位要积极争取地方政府及有关部门支持，根据实际工作需要，可在重要路段的“绿色通道”收费道口配备数字辐射透视成像等检测设备，逐步建立以自动检测为主、人工查验为辅的鲜活农产品运输“绿色通道”检测体系，利用科技手段，尽可能缩短鲜活农产品运输车辆的查验时间，提高合法运输车辆的通行效率。”

2019 年 7 月 18 日交通运输部、国家发展改革委、财政部三部委联合印发了《关于进一步优化鲜活农产品运输“绿色通道”政策的通知》（交公路发[2019]99 号），该文件提出“确保取消全国高速公路省界收费站顺利实施，实现不停车快捷收费，提高鲜活农产品运输车辆通行效率，减少拥堵，便利群众。”

本项目为高速公路鲜活农产品运输“绿色通道”的建设，在高速公路服务区使用绿色通道车辆检查系统，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》：“第一类：鼓励类，第十四项 机械：1. 科学仪器和工业仪表中 科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率

高于 3.0 纳米的电子显微镜，各工业领域用高端在线检验检测仪器设备”，因此，本项目属于国家鼓励发展的项目，符合国家有关的法律法规和产业政策。

本项目的实施对于缩短鲜活农产品运输车辆查验时间有其他技术无法替代的特点，对减少绿色通道通行费损失起到十分重要的作用，具有明显的社会效益和经济效益。本项目在采取了辐射防护措施的前提下对周边辐射环境影响较小。因此，本项目的应用对受电离辐射照射的个人和社会带来的利益要远大于因其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

## **1.6 现有核技术利用项目基本情况**

本项目为建设单位首次申请核技术利用建设项目。

**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	贮存方式和地点
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	绿色通道车辆检查系统	II 类	1	MIX300N	X 射线管 1: 200 X 射线管 2: 160	X 射线管 1: 1.0 X 射线管 2: 1.25	鲜活农产品运输车辆检查	怀化分公司新晃省界检测站	新增
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

**表 5 废弃物**

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
—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m<sup>3</sup>）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订，2015 年 1 月 1 日施行）；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日二次修订）；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 颁布，2003 年 10 月 1 日施行）；</p> <p>(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月 16 日修订）；</p> <p>(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019 年 3 月 2 日第二次修订）；</p> <p>(6) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（2021 年 1 月 1 日施行）；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修改）；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号，2011 年 5 月 1 日起实施）；</p> <p>(9) 《关于发布射线装置分类的公告》（原环境保护部、国家卫生计生委公告 2017 年第 66 号）；</p> <p>(10) 《放射工作人员职业健康管理辦法》（卫生部令第 55 号）；</p> <p>(11) 《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》，（环发[2006]145 号）；</p> <p>(12) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2024 年 2 月 1 日起实施）；</p> <p>(13) 《突发环境事件应急预案管理暂行办法》（环发[2010]113 号）；</p> <p>(14) <u>《中华人民共和国原子能法》（2026 年 1 月 15 日起施行）；</u></p> <p>(15) <u>《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（公告 2019 年第 57 号）；</u></p> <p>(16) <u>《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告 2021 年第 9 号）。</u></p>
------	--

<p>技术标准</p>	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)；</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ10.1-2016)；</p> <p>(3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)；</p> <p>(4) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ128-2019)；</p> <p>(5) 《工作场所职业病危害警示标识》(GBZ158-2003)；</p> <p>(6) 《放射工作人员健康要求及监护规范》(GBZ98-2020)；</p> <p>(7) 《环境<math>\gamma</math>辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；</p> <p>(8) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021)；</p> <p>(9) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 及其第 1 号修改单；</p> <p>(10) 参照《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015)；</p> <p>(11) 参照《工业探伤放射防护标准》(GBZ 117-2022)；</p> <p>(12) 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》(GBZ2.1-2019)；</p> <p><u>(13) 《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)。</u></p>
<p>其他</p>	<p>(1) 本项目环评影响评价委托书；</p> <p>(2) 本项目基本情况概况；</p> <p>(3) 李德平、潘自强主编《辐射防护手册第一分册 辐射源与屏蔽》、《辐射防护手册第三分册 辐射安全》，原子能出版社，1987 年；</p> <p>(4) 《中国环境天然放射性水平》(《中国环境天然放射性水平》编辑委员会，中国原子能出版社，2015 年 7 月)；</p> <p>(5) 建设单位提供的其他资料。</p>

## 表 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中的相关规定，“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围），对于I类放射源或I类射线装置的项目可根据环境影响的范围适当扩大”。本项目属于II类射线装置的项目，无实体边界，因此，本项目评价范围为绿通检测系统边界外 100m 范围。项目评价范围见图 7-1。

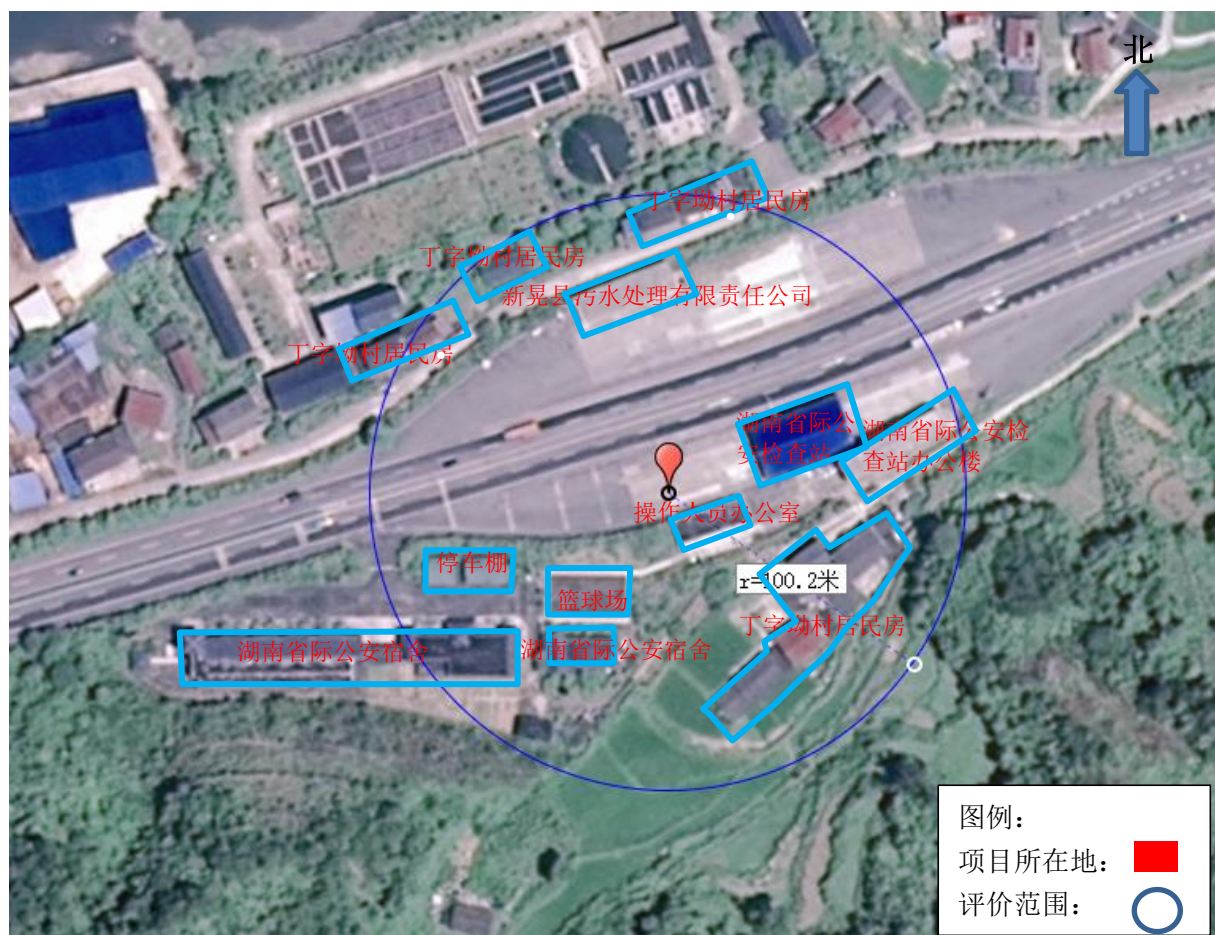


图 7-1 项目评价范围示意图

### 7.2 保护目标

本项目环境保护目标为绿通检测系统周围 100m 评价范围内的人员。根据现场勘探，本项目环境保护目标为射线装置操作人员及检查现场周边的公众。项目环境保护目标详

见下表：

**表 7-1 环境保护目标一览表**

本项目	方位	与射线装置的距离	高差	敏感点名称	环境保护目标	规模
绿色通道车辆检查系统	北	0-62m	0	沪昆高速	公众人员	-
		60-100m	0	新晃县污水处理有限责任公司		约 25 人
		82-100m	0	丁字坳村居民房		约 10 人
	东	0-22.2m	0	新晃省界检测站车道		-
		22.2-63m	0	湖南省际公安检查站		约 5 人
		54-91m	0	湖南省际公安检查站办公楼		约 10 人
		91-100m	0	新晃省界检测站车道		-
	南	4.2-28m	2.5	驾驶舱司机（流动人员）	每辆车 1-3 人	
		0-8.88m	0	新晃省界检测站车道	-	
		8.88-30m	0	检测站操作人员办公室（操作员、引导员）	辐射工作人员 8 人	
	西	34-83m	-1	丁字坳村居民房	公众人员	约 30 人
		0-100m	0	新晃省界检测站车道		若干
		30-58m	0	篮球场		约 10 人
		52-82m	0	停车棚		约 5 人
		51-100m	0	湖南省际公安宿舍		约 10 人

注：本项目引导员为辐射工作人员，一般在操作位旁、限高龙门架旁、出口处信息采集与核验区协同查验，偶尔到绿色通道四周巡查。

### 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）

附录 B 剂量限值 and 标明污染控制水平

B1 剂量限值 B1.1 职业照射

B1.1.1 剂量限值

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

a) 由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），

20mSv；

- b) 任何一年中的有效剂量，50mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，150mSv；
- d) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

## B1.2 公众照射

### B1.2.1 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：

- a) 年有效剂量：1mSv；
- b) 特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；
- c) 眼晶体的年当量剂量，15mSv；
- d) 皮肤的年当量剂量，50mSv。

根据上述标准要求，结合射线装置使用实际情况，本项目辐射工作人员年有效剂量约束值不大于 5mSv，公众人员年有效剂量约束值不大于 0.1mSv。

## (2) 《货车/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）（参照）

### 5 辐射工作场所的分区及安全标志

#### 5.1 辐射工作场所的分区

检查系统的辐射工作场所按以下方法进行分区：

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

#### 5.2 辐射安全标志

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

### 6 辐射水平控制要求

#### 6.1 个人剂量

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

## 6.3 场所辐射水平

### 6.3.1 边界周围剂量当量率

检查系统监督区边界处的周围剂量当量率应不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

### 6.3.2 驾驶员位置一次通过周围剂量当量

对于有司机驾驶的货运车辆或列车的检查系统，驾驶员一次通过的周围剂量当量应不大于  $0.1\mu\text{Sv}$ 。

### 6.3.3 控制室周围剂量当量率

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

## 7 辐射安全设施要求

### 7.1 安全联锁装置

#### 7.1.1 出束控制开关

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

#### 7.1.2 门联锁

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

#### 7.1.3 紧急停束装置

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

### 7.2 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；

## 7.3 有司机驾驶的货运车辆的检查系统的附加要求

### 7.3.1 司机自动避让及保护措施

检查系统应设置避让及保护措施，避免司机受到有用线束照射。这些措施至少应包括：

a) 判断进入检查通道是否为车辆的设施；只有当允许类型的被检车辆驶入检查通道时，检查系统才能出束；行人通过检查通道时，检查系统不能出束；

b) 车辆位置自动探测设施：控制检测流程并确保司机驾驶位置已经驶离控制区后系统才能出束；

c) 车速自动探测、停车、倒车保护设施；在车速低于允许的最低速度，以及停车、倒车情况下，检查系统均不能出束或立即停止出束；

d) 出束时间保护措施：检查系统联系出束时间达到预定值时，应自动停止出束。

### 7.3.2 警示标识

辐射工作场所应醒目位置设置以下警示标识：

a) 可检车型或禁检车型的警示：提醒和正确引导司机，可检车辆正常通行，其他车辆禁止通行；

b) 限速标识：明确车辆通行速度的上限和下限；

c) 保持车距警示：提醒待检车辆司机与前车保持一定距离，避免意外情况发生；

d) “禁止停车、禁止倒车”、“禁止箱内有人”等警示：警示司机防止货厢内人员被误照射；

e) 禁止穿行警示：禁止无关人员穿行或随车进入检查通道。

## 8 操作要求

### 8.1 一般要求

8.1.1 除非工作需要，工作人员应停留在监督区之外。

8.1.2 每天检查系统运行前，操作人员应按照表 7-2 的相关要求进行检查，确认其处于正常状态。

**表 7-2 辐射防护监测和检查的内容与周期一览表**

序号	类别	监测和检查内容	监测与检查周期	监测与检查主体
1	验收监测和检查	场所辐射水平	设备运营前的监测和检查	运营单位委托有资质的机构
		辐射安全设施		
2	常规监测和检查	出束控制开关	每天	运营单位
		门连锁	每天	
		紧急停束装置	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	适时	
		边界周围剂量当量率	每年	运营单位委托有资质的机构
		控制室周围剂量当量率	每年	

8.1.3 每次检查系统出束前，操作人员确认控制区内无人后，方可开启辐射源出束。

8.1.4 进入辐射工作场所时，操作人员应确认辐射源处于未出束状态，并携带个人剂量报警仪。

8.1.5 检查系统运行过程中，操作人员应通过监视器观察辐射工作场所内的情况，发现异常情况立即停止出束，防止事故发生。

8.1.6 检查系统发生故障或使用紧急停束装置紧急停机后，在未查明原因和维修结束前，禁止重新启动辐射源。

8.1.7 检查系统结束一天工作后，操作人员应取下出束控制开关钥匙交安全管理人员妥善保管，并做安全记录。

**(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)**

(参照)

5.2.2 周围剂量当量率

设备正常工作时，开放式设备需要划定监督区或放在符合辐射防护要求位置，监督区外周围剂量当量率应小于或等于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；工作人员位置的周围剂量当量率应小于或等于  $0.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 标准汇总：

根据以上所列标准，本项目执行标准汇总如下：

表 7-3 本项标准汇总

序号	项目		控制值	标准依据
1	年有效剂量	剂量限值	工作人员：20mSv/a； 公众成员：1mSv/a	GB18871-2002 及公司管理目标值
		约束值	工作人员：5mSv/a； 公众成员：0.1mSv/a	
2	场所辐照水平		监督区外的 X 射线辐射剂量率控制为不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；对于有司机驾驶的货运车辆或列车的检查系统，驾驶员一次通过的周围剂量当量应不大于 $0.1\mu\text{Sv}$ ；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 $0.5\mu\text{Sv/h}$ 。	参考 GBZ143-2015 及 <u>GB15208.1-2018</u>

## 表 8 环境质量和辐射现状

### 8.1 项目地理和场所位置

本项目位于怀化市新晃省界检测站 3 车道。

### 8.2 辐射现状监测方案

为了解项目所在场址及其周围的辐射环境背景水平，根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中有关布点原则，核工业二三 0 研究所工作人员于 2026 年 1 月 14 日对项目场址及周边环境进行了环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量。

监测因子：环境 $\gamma$ 辐射剂量率。

监测日期：2026 年 1 月 14 日。

监测地点：怀化市新晃省界检测站。

监测点位：根据项目的平面布局和周围环境情况，根据《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》相关要求，环境 $\gamma$ 辐射剂量率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。本次监测目的是了解项目拟建场所环境辐射现状水平，并考虑项目建成后对拟建辐射工作场所周围相邻区域及评价范围人员停留较多及活动频繁的区域的影响情况，结合项目评价范围内环境情况及平面布局，本次监测共布设了 14 个监测点位，在本项目绿通检测系统所在位置及周围人员可到达和易停留的位置布设了监测点，能够反映项目所在区域辐射环境现状水平。监测点位布置见图 8-1。

监测依据：《环境 $\gamma$ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）

监测仪器：X、 $\gamma$ 辐射测量仪，仪器情况见表 8-1。

表 8-1 检测仪器情况表

仪器名称	X- $\gamma$ 辐射空气比释动能率仪
生产厂家	美国 THERMO FISHER
仪器型号	FH40G+FZH672E-10

出厂编号	41040+11609
能量响应范围	48keV~1.3MeV
量程	0.1 μSv/h 至 100 mSv/h
检定证书编号	DLjl20250670-2321
检定有效期	2025年11月12日至2026年11月11日

监测方法：采取γ外照射测量探头（探测器灵敏体积中心）距地面 1m 高度，每个测点读取 10 个数据求平均值。

质量保证措施：①合理布设监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。②监测方法采用国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。③每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常，是否在检定有效期内。④由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。⑤监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定签发。

### 8.3 辐射现状监测结果

项目所在场址环境γ辐射剂量率见表 8-2。

表 8-2 项目所在场址及周边环境γ辐射剂量率监测结果一览表

点位代号	监测点位描述	γ辐射空气吸收剂量率		备注
		测量值	标准差	
1	拟建场址中心点	35.9	2.5	道路
2	拟建场址南侧 1 号点	44.4	2.6	道路
3	拟建场址东侧 1 号点	40.2	2.3	道路
4	拟建场址北侧 1 号点	34.7	2.7	道路
5	拟建场址西侧 1 号点	39.8	1.8	道路
6	拟建场址南侧项目办公楼室内 1 号点	110	2	楼房
7	拟建场址南侧项目办公楼室内 2 号点	108	2	楼房
8	拟建场址西侧 2 号点	34.8	1.1	道路
9	拟建场址东侧 2 号点	32.9	2.1	道路
10	拟建场址北侧 2 号点	39.3	0.8	道路
11	湖南省际公安检查站办公楼外	54.1	1.0	道路

12	湖南省际公安检查站办公楼 1 层室内大厅	57.1	3.2	楼房
13	拟建场址西南侧（篮球场）	55.7	3.1	道路
14	拟建场址南侧居民点	76.8	4.2	原野

注：1. 本次测量时，仪器探头距地面的参考高度为 1m；  
2. 监测结果已扣除宇宙射线响应值。



图 8-1 拟建绿通检测系统周边环境监测布点示意图

根据《辐射防护》（第 11 卷，第二期，湖南省环境天然贯穿辐射水平调查研究，湖南省环境监测中心站，1991 年 3 年）中辐射环境结果可知，湖南省怀化市 X- $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率数据见下表。

**表 8-3 湖南省怀化市 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率（单位：nGy/h）**

监测项目	原野	道路	室内
$\gamma$ 辐射剂量率平均值	66.6±17.3	69.3±16.8	72.8±15.3
范围	32.1-128.6	39.6-119.4	45.3-143.5

对照监测结果，本项目周边道路环境 $\gamma$ 辐射空气吸收剂量率现状本底监测均值在 32.9 ~55.7nGy/h 之间，室内为 57.1~110nGy/h，原野为 76.8nGy/h，项目所在场址的监测点位 X- $\gamma$ 空气吸收剂量率处于怀化市本底水平。

## 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 设备基本概况

本项目拟新增 1 套 MIX300N 型绿色通道车辆检查系统，设备基本参数见表 9-1：根据本项目实际情况，射线装置 X 射线管 1（200kV）垂直面角度最大辐射角为 47°（水平线以上 13°，水平线以下 34°）；X 射线管 2（160kV）垂直面角度最大辐射角为 34°（水平线以上 30°，水平线以下 4°）。

表 9-1 本项目射线装置配置及主要技术参数表

装置名称	X 射线绿色通道车辆检查系统
数量	1 台
型号	MIX300N
类别	II类
射线装置主要参数（双光源）	X 射线管 1：最大管电压 200kV，最大管电流 1.0mA
	X 射线管 2：最大管电压 160kV，最大管电流 1.25mA
最大扫描车辆	宽：3.5m，高 5m，长：25m
检查速度	通行率：≤20s/车
设备构造	主体结构形式：由主立柱（发射端）、副立柱（接收端）组成；发射端、接收端外分别设置混凝土防护墙
本项目辐射角	200kV 射线管 垂直面角度：47°（水平线以上 13°，水平线以下 34°）； 水平面角度：0°
	160kV 射线管 垂直面角度：34°（水平线以上 30°，水平线以下 4°）； 水平面角度：0°
	本项目设备安装后，设备厂家通过准直器校准，将有用线束照射高度控制在接收端屏蔽高度 4.5m 内，发射端不能变更辐射角度。
主射方向	主射线朝西北（定向）
$H_0$ --距辐射源（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$	<u>200kV 管电压下的输出量 <math>H_0</math> 为 <math>5.0\text{E}+03\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})</math>，</u> <u>160kV 管电压下的输出量 <math>H_0</math> 为 <math>4.2\text{E}+03\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})</math></u>
货物一次通过吸收剂量	≤5 $\mu\text{Gy}$
有效成像高度	5.0m
系统边界剂量率	≤2.0 $\mu\text{Gy/h}$

#### 9.1.2 设备工作原理

本项目使用的 MIX300N 型绿色通道车辆检查系统是利用 X 射线辐射成像原理，由射线装置发出的扇形射线穿透封闭车厢及其装载的货物，被安装在另一侧探测器接收。

由于各种物品不同部位密度不同，对 X 射线的吸收程度的差异，造成探测器输出的信号强度也不同，将探测器输出的强弱不同信号经图像处理后即可生成车辆装载的物品的轮廓和形态相关的图像，显示在计算机屏幕上，通过视频查看就可知封闭车厢内装载物品，从而区分是否有混装、空载等情况，达到检查目的，本项目使用的系统为双光源检查系统，系统运行时当车辆车头位置被地感装置感应，双光源同时出束（连续摄影），当地感检测到车辆车尾已过，检查系统关闭 X 射线。

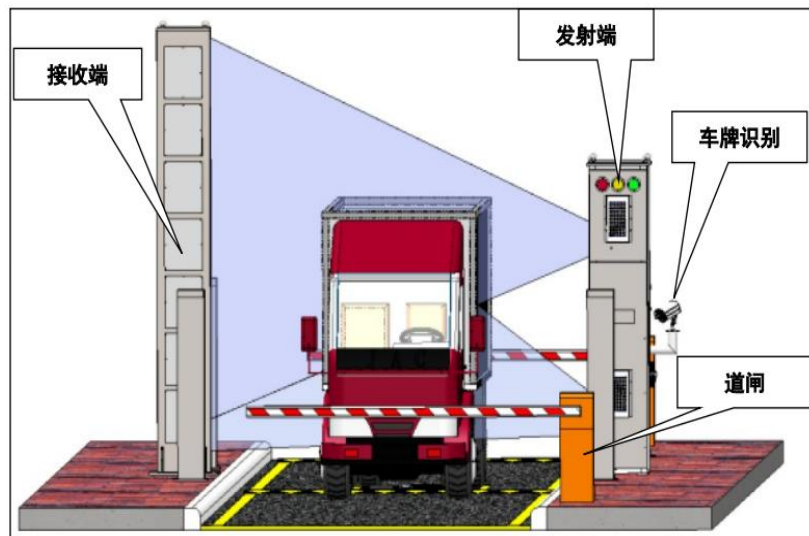


图 9-1 本项目拟使用绿通检测系统设备示意图



图 9-2 本项目拟使用绿通检查系统设备原始扫描示意图

### 9.1.3 设备组成

绿通快速检测系统主要由双 X 光发生器、快检系统成像器、系统图像处理器、车辆位置传感器、总控制器、显示及控制终端机（控制台）等设备组成。各子系统主要功能

如下：

1. X 光发生系统：产生检测所需的 X 光射线，经过 X 光聚焦准直后产生条状扇形狭缝 X 光射线束。

2. 快检成像系统：由高灵敏度的探测阵列组成，负责采集透过被检物后的 X 射线成像信息。

3. 图像拍摄系统：负责采集车辆外部信息，包括整车/车头/局部，同时采集监控区其它信息，保证系统安全工作。

4. 图像处理系统：负责处理来自 X 射线探测器及多个可见光摄像机的信合成、增强图片及视频信号。

5. 车辆位置检测系统：由多组地感线圈、光栅、红外位置传感器组成。负责监测车辆位置，测量车辆通过速度，保证系统协调、安全工作。

6. 车道车辆控制系统：由控制车辆通行的杆及相关的指示设备组成。控制车流量及速度。

7. 总控制器：负责控制以上所有设备协同工作及安全连锁。

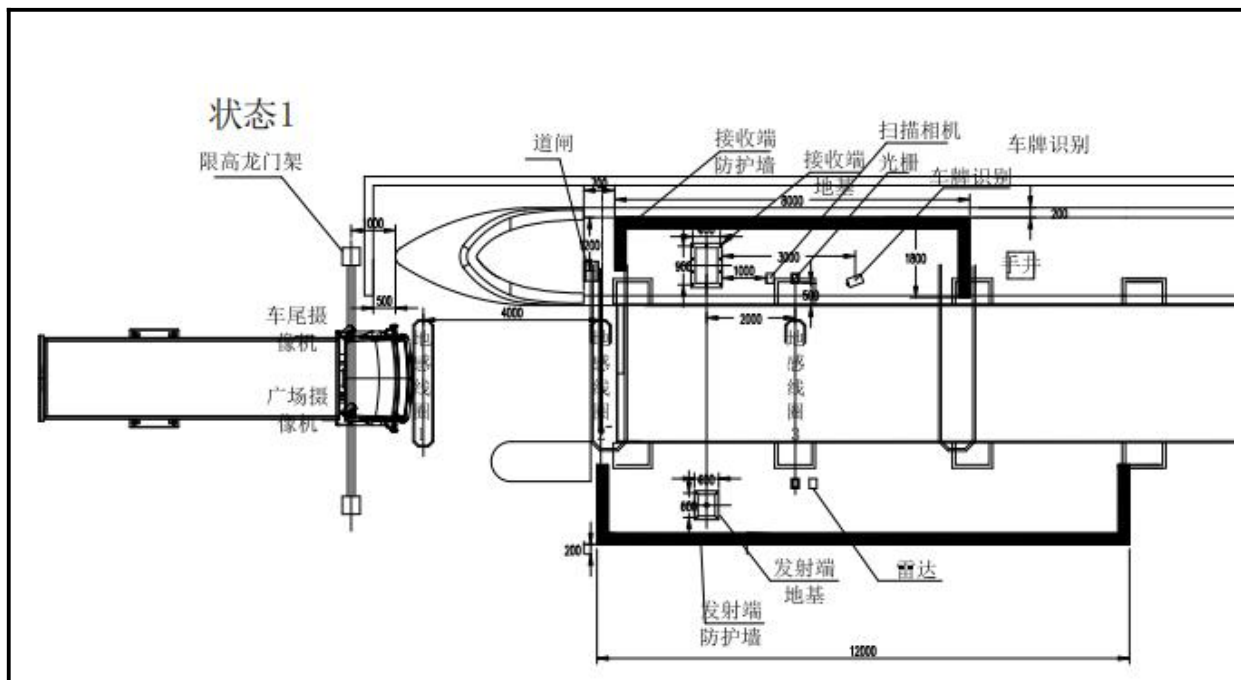
8. 显示及控制系统：显示最终图像及其它检测信息，控制整个系统的工作。

9. 安全防护系统：具备多重安全防护措施，切实保障设备和人员安全，含驾驶室自动避让、安全连锁装置、防撞设施、警示标识标志、个人防护设备、环境监测仪器仪表等。

#### 9.1.4 工作流程

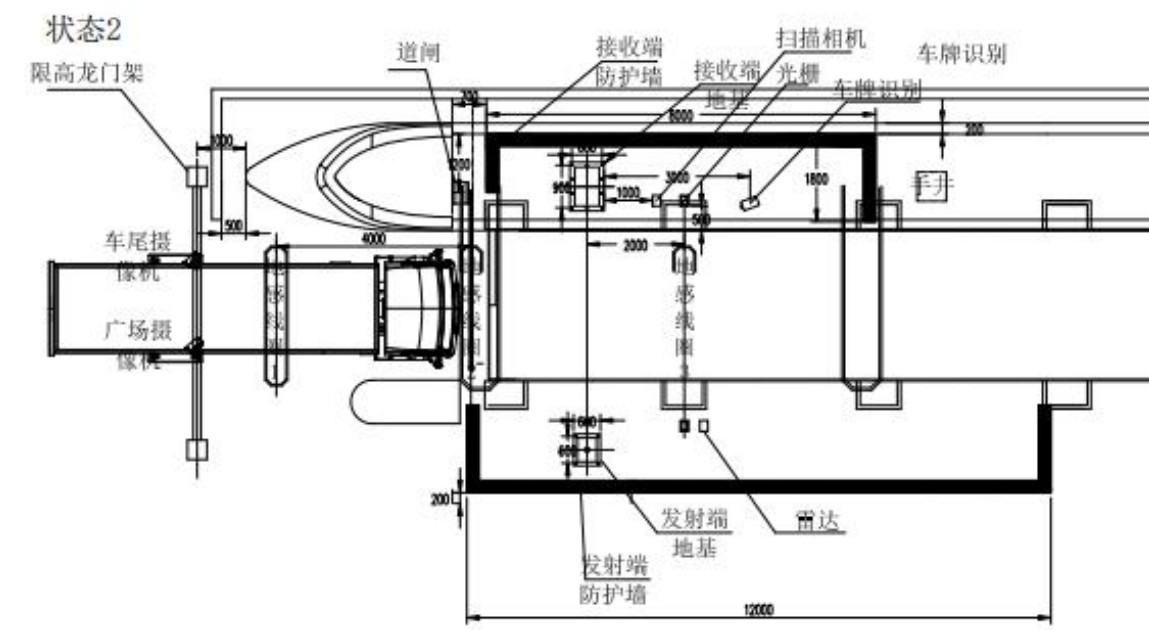
公司在高速公路进服务区路边设置“绿色通道”指示牌指引有需要的货车进入服务区该鲜活农产品运输“绿色通道”验货站进行检测。

(1) 绿通车辆从入口前方驶来，车道入口栏杆将车辆阻拦在栏杆外面，此时栏杆外侧路面上的地感线圈 1 已感应到车辆的前端（通过电磁感应原理，地感线圈最先感应到哪一个切面的铁片到就传递信号给控制器），将信号传递给控制器，系统已感知到车辆信号，控制室里的验货人员观察入口栏杆外车辆或通过视频监控观察入口栏杆外的车辆确认为货车，车辆识别器抓拍车牌及车头照，如下图：



**图 9-3 工作状态演示图 1**

(2) 控制室里的验货人员依据控制器的程序所设定的逻辑立即命令栏杆机开闸抬杆，放车辆进入；车辆向前行驶，当车头前沿行驶到栏杆正下方地感线圈 2 边缘，2 号车检器触发动作，会将触发信号传递至控制器，如下图：



**图 9-4 工作状态演示图 2**

(3) 当车头下沿行驶到地感线圈 3 边缘时，地感线圈 3 通过感应能预判整个车头

与车厢连接处刚好行驶到感应线圈 3 边缘，此时整个车头驾驶室已经驶离 X 射线检测线 2 米，即驾驶室已经避开检测线，此时对应车检器触发动作，将信号传递至控制器，控制器根据程序逻辑设定命令快门打开，X 射线出束，同时开始采集探测器电信号，如下图：

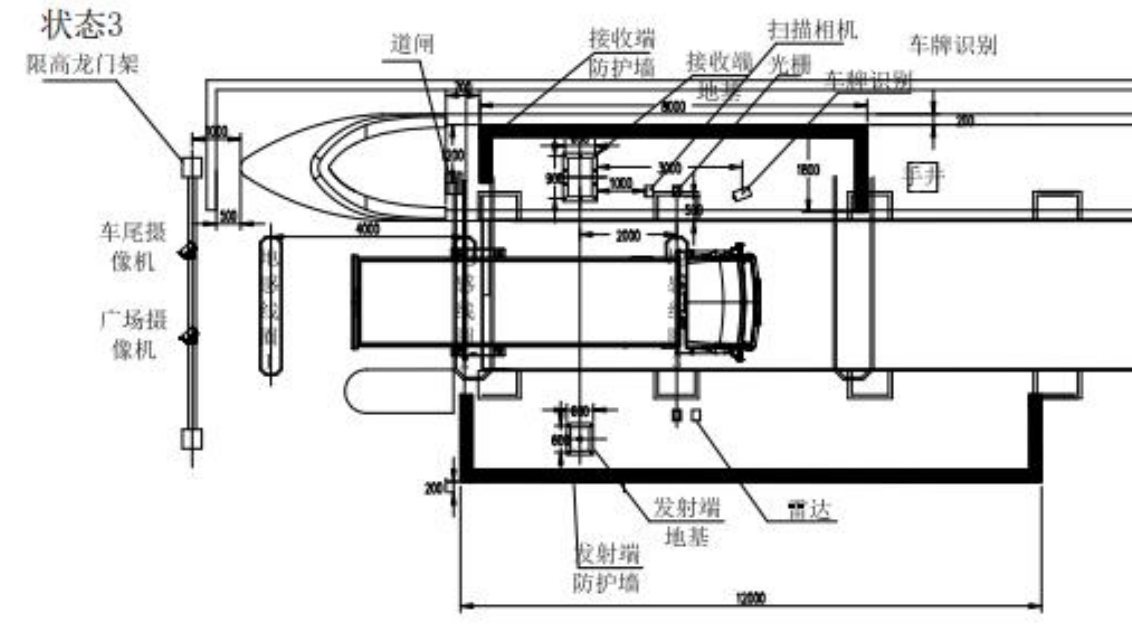


图 9-5 工作状态演示图 3

(4) 当车尾下沿驶离地感线圈 2 边缘，车检器触发信号断开，控制器命令栏杆机关闸落杆，如下图：

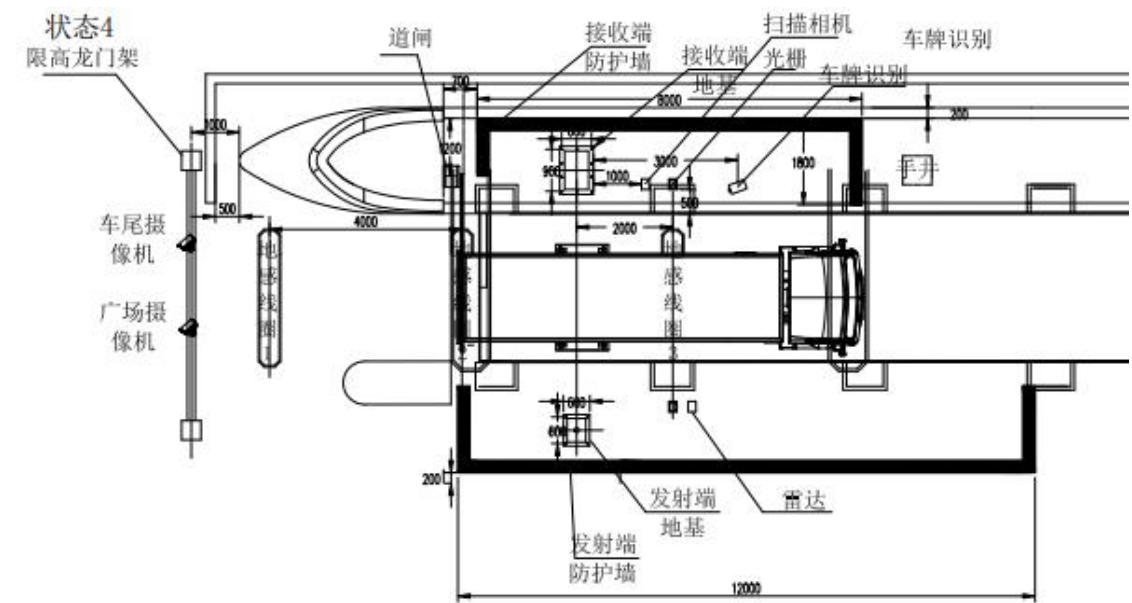
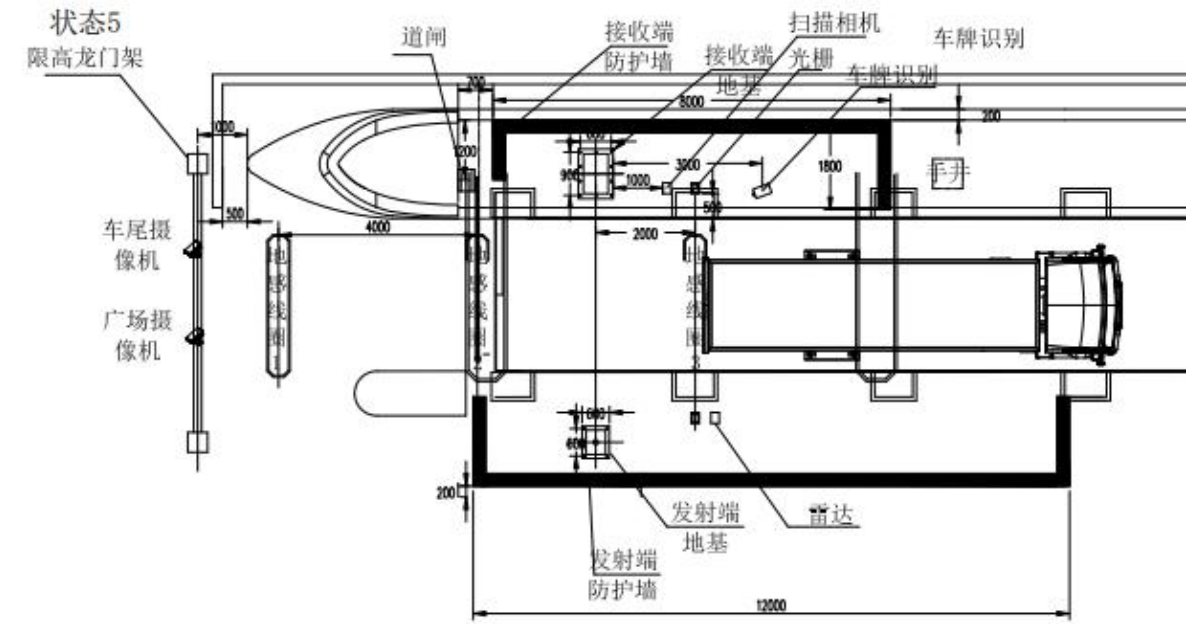


图 9-6 工作状态演示图 4

(5) 当车尾下沿驶离地感线圈 3 边缘时，此时车检器停止触发，停止向控制器输出信号，系统判定车辆已经驶离检测区，此时系统控制快门关闭，并停止采集探测器信号，转换生成车厢扫描图像，在图像显示区展示，供验货员察看。车辆放行后，操作人员按下检查系统确认键后，检查系统栏杆恢复原始状态，方可进入下一轮的检测。此时车辆处于行驶中直至出口栏杆内侧停车接受验货员查验。如下图：



**图 9-7 工作状态演示图 5**

(6) 司机在绿通检测站提交相关证件供引导验货员拍照上传，随后到车厢旁边指引司机开箱漏出或拿出货物放在车厢旁边，设备操作员在操作室的验货平台软件调整摄像机视角进行拍照，并录入车辆、货物、司机证件等信息，确认无误后提交至数据中心，系统弹窗提示提交成功后，点击确认放行。至此一辆车验货结束。在最后点击确认放行也就是当前车辆通过结束之前，设备控制软件有安全连锁的逻辑设计，此期间控制入口栏杆不会因为下一辆车触发地感线圈 1 而开闸抬杆，也会避免因其它地感线圈或光栅的信号异常导致快门误动作打开，避免了出现误照射情形。

在检测过程中，被准直成窄片的 X 射线穿过车厢后摄入阵列探测装置，探测装置的输出信号与其所在位置接受的 X 射线强度成正比。把各探测元的信号采集并按序列排列并显示出来，就获得图像的一条扫描线。随着检查的进行，车厢图像的一条条扫描线顺序显示出来，形成反映车厢内部物质分布状况的二维辐射投影图像在检查室屏幕中显示

出来，供检查人员识别。被检车辆驶离检测面后扫描结束，快门自动关闭，等待下一次检测。整个检查过程驾驶员驾车慢速通过检查区域，驾驶员不需下车。详细的工作流程见图 9-8。

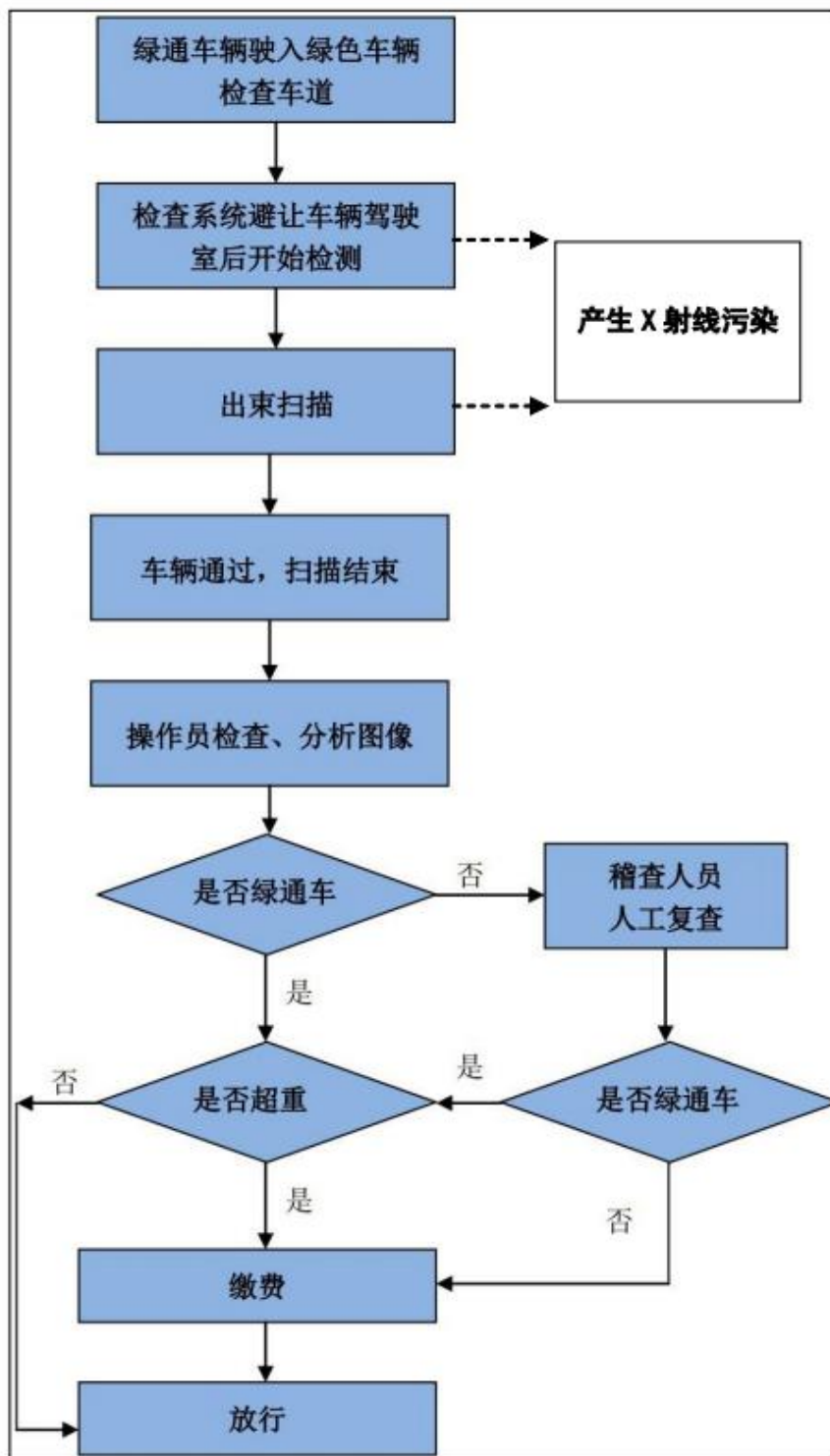


图 9-8 工作流程及产污节点图

### 9.1.5 人员路径图

本项目在使用过程中会配备 1 名设备操作人员及 1 名引导员。操作人员在检测站办公室操作位内进行设备出束；引导员根据现场情况在放行栏杆的位置进行车辆引导。

(1) 操作人员（系统控制人员和图像检查人员）活动路径：操作人员在开机扫描期间均在检测站操作人员办公室停留，通过视频、音频（广播/对讲机）等监控设施控制绿色通道车辆检查系统的辐射工作场所内外人员的活动。

(2) 引导员活动路径：开机前引导员位于绿色通道入口引导区，车辆检查系统扫描期间，引导员位于出口处信息采集与检测区域时刻观察，防止有人误入扫描控制区和监督区内。监督区内除被检车辆驾驶员外无其他人员进入的情况下方可出束检测。

(3) 受检车辆驾驶员活动路径：受检车辆实行不停车检测，车辆按规定速度（最高不超过 15km/h，宜低于 5km/h）驶入绿色通道车辆检查系统，在位置感应系统控制下，确保司机驾驶位置已经驶离控制区后车辆检查系统才能出束，扫描结束后若为绿通允许车车辆驶离，若为可疑车辆，则接受进一步人工复核检查，车辆驾驶员在整个检查过程中不下车。

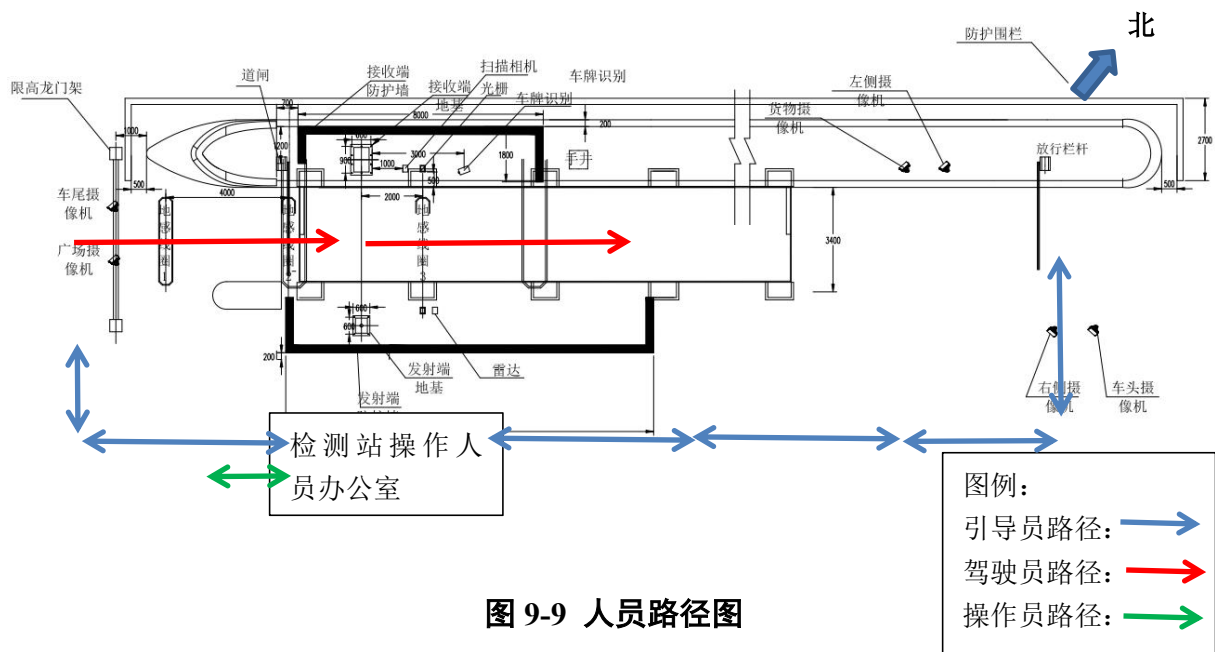


图 9-9 人员路径图

### 9.1.6 人员配置及出束时间

本项目拟配备 8 名放射工作人员，均为新增。

本项目每天扫描车辆 300 辆~500 辆，本项目保守估算按每天扫描 500 辆，一次出束（曝光）时间约 20s，一周开展 7 天，一年开展 52 周，年出束时间约为 1011.12h，预计

周出束时间约为 19.45h。

## 9.2 污染源项描述

### 9.2.1 施工期污染源分析

本项目施工期主要为设备的搬迁、安装和安全调试、以及防护墙的建设，检测设备的搬迁、安装、调试应请设备供货厂家专业人员进行。施工期主要产生的污染物是施工废水以及施工人员的生活废水，施工扬尘及施工废气，建筑垃圾及生活垃圾，噪声，水土流失。由于本工程规模过小，设备安装期间土建工程量较小，只会在短时间内造成影响，建设项目对环境的影响有限。

### 9.2.2 运行期间污染源分析

#### (1) 运行期间正常工况下污染源分析

1、由 X 射线绿色通道车辆检查系统的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关产生和消失。本项目使用的绿通检查系统只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。X 射线具有较强的穿透性，绿通检查系统在对工件进行照射的工况下，X 射线通过主射、漏射、散射对作业场所及周围环境产生辐射影响。

2、由于 X 射线能使空气电离，会产生少量臭氧（ $O_3$ ）和氮氧化物（ $NO_x$ ），但本项目产生的臭氧量很小且该检查场所不是在密闭的场所内，室外空气流通可使系统产生的少量臭氧和氮氧化物浓度迅速降低，因此产生的臭氧和氮氧化物的环境影响可以忽略不计。

3、本项目为计算机显像，不产生废显（定）影液、废片等，故无放射性废水和固体废物产生。

#### (2) 运行期事故工况下污染源分析

1、在控制台处操作人员误开机出束，发生事故性出束，对工作人员及驾乘人员造成辐射伤害。

2、控制系统出现故障，照射不能停止，人员受到计划外照射。

3、维修期间，设备意外出束造成维修人员受到意外剂量照射。

## 表 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 工作场所布局

本项目绿通检查系统拟安装在新晃省界检测站 3 车道的安全岛内，在检查系统两侧安全岛搭建限高龙门架及混凝土防护墙，辐射源位于检查通道的东南侧安全岛上，探测器所在的接收端地基位于对面西北侧安全岛上，该系统主射线方向朝西北侧，辐射源与立柱探测器直线距离为约 5.4m。检查系统进口段设有自动栏杆。后方设有通行指示灯。被检车辆如被检定符合通过绿色通道要求，则直接通行。

(1) 控制室内操作人员（系统控制人员和图像检查人员）活动路径：操作人员在开机扫描期间均在控制室内停留，通过视频、音频（广播/对讲机）等监控设施控制绿色通道车辆检查系统应用辐射工作场所内外人员的活动。

(2) 引导员活动路径：引导员开机前位于绿色通道入口处，车辆检查系统扫描期间，引导员位于出口处岗亭时刻观察，防止有人误入扫描控制区和监督区内。控制室内操作人员与引导员通过对讲机进行联系，确保控制区内无人员进入，监督区内除被检车辆驾驶员外无其他人员进入的情况下方可出束检测。

(3) 受检车辆司机活动路径：受检车辆实行不停车检测，车辆按规定速度不大于 15km/h 驶入绿色通道车辆检查系统，在位置感应系统控制下，确保司机驾驶位置已经驶离控制区后车辆检查系统才能出束，扫描结束后若为绿通允许车车辆驶离，若为可疑车辆，则接受进一步人工复核检查，车辆驾驶员在整个检查过程中不下车。受检车辆驾驶员距离绿通检查系统最近距离为 4.2m。

#### 10.1.2 辐射工作场所分区

根据国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及参照《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）的规定“对有司机驾驶的货运车辆的检查系统，应将辐射源室及有用线束区两侧距中心轴不小于 1m 的区域划定为控制区。控制区以外的周围剂量当量率大于 2.5  $\mu\text{Sv/h}$  的区域划定为监督区”，将绿通检查系统辐射工作场所进行分区管理，划分为控制区和监督区，并在边界设置醒目的电

离辐射警示牌，具体分区情况如下：

(1) 控制区：将 X 射线机机柜及发射端立柱，探测器及接收端立柱，射线装置柜和探测器之间的检测区域 1m 范围及西北侧、东南侧混凝土防护墙内检测通道区域均设置为控制区。系统工作状态下任何人员不得进入控制区。

(2) 监督区：根据表 11-4 及表 11-9 结果可知，将 X 射线机机柜及发射端立柱，探测器及接收端立柱西南、东北两侧 7.5m 范围内除控制区外，西北侧、东南侧水泥防护墙外 1m 范围内除控制区外的任何区域以及控制室均设置为监督区。监督区边界的 X 射线辐射剂量率控制为不大于  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。检查系统工作状态下除受检车辆的司机和辐射工作人员以外的任何人员不得进入监督区。建设单位需要通过在地面设置监督区边界警示线，同时在监督区边界处设置警示标识禁止无关人员进入监督区。除非检测需要，工作人员应停留在监督区之外，禁止非辐射工作人员进入该区域范围。

根据上述要求，本项目辐射工作场所分区见下图：

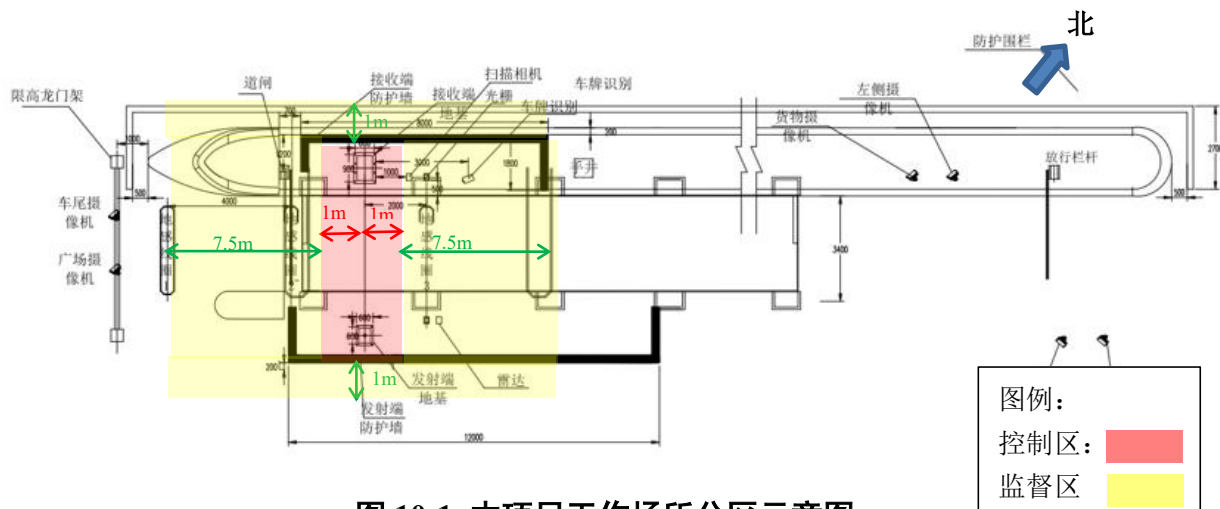


图 10-1 本项目工作场所分区示意图

### 10.1.3 辐射屏蔽设计

本项目绿通检查系统工作场所拟采取的辐射防护屏蔽措施主要包括射线装置机柜屏蔽、探测器屏蔽、西北侧、东南侧混凝土防护墙屏蔽，系统的组件 X 射线机、X 射线高压电源、X 射线机冷却装置、准直器，快门及驱动装置等，均安装在射线装置机柜中，具体屏蔽设施和厚度见表 10-1。

表 10-1 本项目设备屏蔽防护措施一览表

系统名称	屏蔽位置	屏蔽设计
X 射线系统	机柜内壁	X 射线机机柜除发射窗口外包裹 2mmPb 铅板，高 4300mm
探测器系统	探测器背面	“J”型铅板，探测器接收端立柱内包裹厚 10mmpb 铅板，探测器宽 655mm、高 5100mm
	探测器两侧	接收端立柱内包裹厚 2mmPb 铅板，探测器宽 655mm、高 5100mm
防护墙	设备发射端、接收端外	接收端：“U”型混凝土防护墙，防护墙 250mm 厚，8000mm（长）×1800mm（宽）×4500mm（高） 发射端：“U”型混凝土防护墙，防护墙 250mm 厚，12000mm（长）×1800mm（宽）×4500mm（高）

注：铅密度为 11.3t/m<sup>3</sup>，混凝土密度为 2.35t/m<sup>3</sup>。

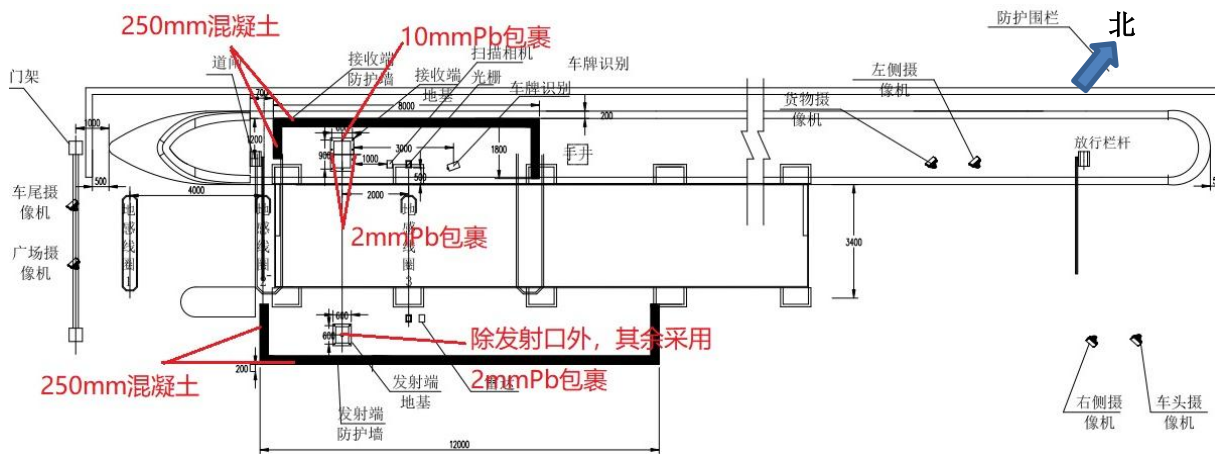


图 10-2 本项目防护设计图

#### 10.1.4 辐射安全和防护措施

根据设备厂家提供资料，本项目绿色通道车辆检查系统拟设置多重辐射安全措施，包括设备固有的安全性设计、安全连锁装置、紧急止动开关、视频监控装置、安全警示标志、警示系统、语音广播系统以及人员安全避让和防护措施等。具体如下：

##### 1、系统自检

在 X 射线管出射窗口前装有铅屏蔽的安全快门，当 X 射线束出束时如果快门没有打开，X 射线是完全封闭在射线管内的，防止射线泄露；在运行时，车头避让器检测到车辆驾驶室驶过 X 射线出射窗口后，安全快门打开，X 射线束开始扫描车厢，当车辆驶离检测区后，安全快门关闭，X 射线同时停止出束，保证驾驶员的安全。X 射线安全快门连锁。

## 2、自动训机设置

本项目绿色通道车辆检查系统设计了 X 射线连续出束时间不超过 20s，在长期不使用的情况下，定时进入训机状态，训机完成，才能继续出束进行检测。

## 3、车辆位置感应系统（防止误照射措施）

本项目绿色通道车辆检查系统拟设置了车辆位置感应系统，该系统由 3 个地面感应线圈或光栅组成，负责检测车辆位置，并保证系统协调、安全工作。车辆位置感应系统工作方式如下：

（1）车道入口栏杆将车辆阻拦在栏杆外面，此时栏杆外侧路面上的地感线圈 1 已感应到车辆的最前端或者车辆前端的底部（通过电磁感应原理，地感线圈最先感应到哪一个切面的铁片到就传递信号给控制器），控制室工作人员确认车辆为货车后，通过指令将栏杆将抬起，仅放行一辆车进入检查区域；（2）车辆向前行驶，当车头前沿行驶到栏杆正下方地感线圈 2 边缘，2 号车检器触发动作，会将触发信号传递至控制器；（3）当车头下沿行驶到地感线圈 3 边缘时，地感线圈 3 通过感应能预判整个车头与车厢连接处刚好行驶到感应线圈 3 边缘，此时整个车头驾驶室已经驶离 X 射线检测线 2 米，即驾驶室已经避开检测线，此时对应车检器触发动作，将信号传递至控制器，控制器根据程序逻辑设定命令快门打开，X 射线出束；（4）当车尾下沿驶离地感线圈 2 边缘，车检器触发信号断开，控制器命令栏杆机关闸落杆；（5）当车尾下沿驶离地感线圈 3 边缘时，此时车检器停止触发，停止向控制器输出信号，系统判定车辆已经驶离检测区，此时系统控制快门关闭，并停止采集探测器信号，转换生成车厢扫描图像，在图像显示区展示，供验货员察看。车辆放行后，操作人员按下检查系统确认键后，检查系统栏杆恢复原始状态，方可进入下一轮的检测。此时车辆处于行驶中直至出口栏杆内侧停车接受验货员查验。（6）完成扫描后立即在显示终端上显示扫描图像，操作员根据扫描图像显示信息判断车辆装载的货物情况即是否存在混装、是否装载有非鲜活农产品，决定是否放行或者开箱进一步检查。车辆放行后，检测人员在确认入口栏杆前待检车辆为货车后，按下检查系统确认键，检查系统栏杆恢复原始状态，地感线圈 1 感应到车辆方可自动抬杆，再进入下一轮的检测。

无论车尾在系统打开快门 20 秒内有没有完全通过线圈 3 或同位置光栅，系统都将

在 20 秒计时结束后强制关闭快门，停止出束；逻辑控制器实时监控地感线圈 3 或线圈 3 同位置光栅感应车辆触发时间，当达到 30 秒将判定超时，将锁定程序为停止模式，在报警解除前不再执行自动命令，同时红色警示灯亮起以提示验货人员，处理异常情况后，清除报警后才能继续，避免突发情况停车导致可能出现误照射情形。

#### 4、安全联锁装置（防止误照射措施）

##### （1）自动联锁

本项目主控台设有钥匙开关联锁，只有钥匙插入并处于“工作”位置时，X 射线机才能发出 X 射线。系统检测控制的逻辑设计可有效防止人员误触发出束，当行人通过车道时不触发，不出束。系统设计有自动联锁装置，当发生故障时，自动切断高压，X 射线停止出束，有效的避免了工作人员或者公众受到额外照射。当地面感应系统未感应到车辆通过时，设备不能被正常启动，并且在终端显示故障具体情况。在需要暂停使用检查系统时，操作人员应取下出束控制开关钥匙交安全管理人员妥善保管，并做安全记录。

#### 5、紧急停机开关

在绿色通道设备的机柜上、控制室内装有急停开关，控制室主控台上设有钥匙连锁开关只有急停开关处于“弹开”接通状态、钥匙插入并处于“工作”位置时，射线装置才具备开机条件。在设备控制软件主界面上有急停信号提示灯和弹窗提示，只有处理完异常情况，恢复急停按钮及钥匙开关后才可恢复系统正常使用，控制软件中这些信号提示与硬件状态相关联，安全硬件未恢复，软件控制不可恢复控制射线装置开机。设置急停开关能够在紧急情况下从硬件方面切断射线装置电源，避免 X 射线对环境造成进一步影响。在紧急停机后未查明原因或维修未结束情况下，禁止恢复安全装置。

#### 6、视频监控装置

本项目绿通检查系统配置实时视频监控设备及车牌自动识别装置，配有监控视频存储设备，能有效监控并记录现场的设备、车辆及人员活动状况。验货人员可通过实时视频监控画面观察车道入口待检车辆，当有无关车辆尝试进入车道，可通过控制软件不点击放行按钮，即使地感线圈 1 感应到车辆也不会抬杆，车辆将无法进入，有效避免无关车辆和人员被射线照射的风险，保证安全。

## 7、安全警示标志、警示系统

### (1) 安全警示标志

在检查车道入口处，射线装置室和探测器装置室（即发射端和接收端机柜）设置醒目的“当心电离辐射”警示标志，警示周围无关人员不得靠近。在车道入口处设置可检车型或禁检车型标志，以提醒和正确引导司机，可检车型允许进入，其他车辆禁止通行。

限速标志：本项目车辆通行速度上限为 15km/h，下限为在控制速度内 5km/h 为宜，保持车辆不停车匀速通过检测线直至出口栏杆位置停车。

保持车距警示：提醒待检车辆司机与前车保持一定距离，避免意外情况发生；设置“禁止停车、禁止倒车”、“禁止箱内有人”等警示牌；警示司机防止货箱内人员被误照射；禁止穿行警示：禁止无关人员穿行或随车进入检查通道。

### (2) 工作状态指示灯及警示系统

在发射端安装一组绿、红、黄三色出束警灯和警铃。当系统处于待机状态时，绿色警灯亮，设备可正常使用；当设备出束时，黄色警灯亮、警铃响；当设备出现故障时，红色警灯亮。

### (3) 监督区设置警示线

建设单位通过在地面设置监督区边界警示线，同时在监督区边界处设置警示标识，禁止无关人员进入监督区。

## 8、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。

## 9、分区管理

系统处于扫描检查工作时，除控制区和监督区以外区域为安全区域，站内工作人员在（出束）检查时禁止进入控制区，确保监督区内无无关人员停留，保证安全。

## 10、剂量报警

工作人员进入引导岗位时必须佩戴个人剂量报警仪，及时了解自身所处区域的辐射水平，避免操作人员在不知情的情况下长时间受到超剂量照射。

## 11、设置围栏

在检查系统检查车道西北边岛台外侧分别设置约 1.2m 高的交通围栏（锌钢材质），防止检测站的公众人员进入到绿通车道内。

#### 12、其他固有安全性能

当检查系统受到意外撞击损坏时，X 光发射装置自动停止工作；系统自动检测到车道停车或者坏车时，X 光发射装置自动停止工作。

#### 10.1.5 防护用品

根据本次环评项目实际情况，公司拟配备辐射防护和检测用品详见下表 10-2。

**表 10-2 辐射防护和检测用品清单一览表**

防护用品名称	数量	备注
便携式 X-γ 剂量监测仪	1 台	拟配备（新增）
个人剂量报警仪	2 个	拟配备（新增）
个人剂量计	9 个	拟配备，工作人员每人一个及本底一个（新增）
电离辐射警告标志	若干	拟设置（新增）

#### 10.1.6 本项目辐射安全防护措施的可行性分析

本项目绿色通道车辆检查系统应用场所拟采取的辐射安全防护措施合理性分析参照《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中的相关规定进行分析，详见表 10-3：

**表 10-3 公司辐射安全和防护措施符合性分析一览表**

序号	标准内容	本项目	相符性
1	GBZ143-2015 对有司机驾驶的货运车辆的检查系统，应将辐射源室及有用线束区两侧距中心轴不小于 1m 的区域划定为控制区。控制区以外的周围剂量当量率大于 2.5μSv/h 的区域划定为监督区。在辐射源箱体上、辐射工作场所边界应设置电离辐射警告标志。电离辐射警告标志应符合 GB18871-2002 中附录 F 相关要求。	本项目将绿通检查系统辐射工作场所进行分区管理，划分为控制区和监督区。控制区：将 X 射线机机柜及发射端立柱，探测器及接收端立柱，射线装置柜和探测器之间的检测区域 1m 范围及西北、东南两侧混凝土防护墙内检测通道区域均设置为控制区。将 X 射线机机柜及发射端立柱，探测器及接收端立柱西南、东北两侧 7.5m 范围内除控制区外，西北侧、东南侧水泥防护墙外 1m 范围内以及控制室均设置为监督区边界。屏蔽体外、辐射工作场所边界均设置符合 GB18871-2002 的电离辐射警告标志。	符合要求

2	GBZ143-2015	检查系统工作人员职业照射和公众照射的剂量限值应符合 GB18871 的要求，并制定年剂量管理目标值。检查系统监督区边界处的周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。对于有司机驾驶的货运车辆或列车的检查系统，驾驶员一次通过的周围剂量当量应不大于 0.1 $\mu$ Sv。检查系统控制室内的周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h，操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于 1.0 $\mu$ Sv/h。	本项目工作人员职业照射和公众照射的剂量限值分别为 5mSv/a 和 0.1mSv/a，符合 GB18871 的要求，并制定年剂量管理目标值。根据计算结果可知，本项目检查系统监督区边界处的周围剂量当量率均不大于 2.5 $\mu$ Sv/h。驾驶一次通过的周围剂量当量小于 0.1 $\mu$ Sv。操作位周围剂量当量率小于 0.5 $\mu$ Sv/h。	符合要求
3	GB15208.1-2018	设备正常工作时，开放式设备需要划定监督区或放在符合辐射防护要求位置，监督区外周围剂量当量率应小于或等于 2.5 $\mu$ Sv/h；工作人员位置的周围剂量当量率应小于或等于 0.5 $\mu$ Sv/h。		符合要求
4	GBZ143-2015	辐射安全设施要求： 1. 安全联锁装置：出束控制开关、紧急停束装置。 2. 其他安全装置：声光报警安全装置、监视装置、语音广播设备 3. 司机自动避让及保护措施。	本项目设计了辐射安全设施，包括： 1. 设备自带安全设施，包括系统自检、屏蔽体以及自动训机设置、车辆位置感应系统以及意外撞击和车道停车或坏车自动停止系统。 2. 安全联锁装置，包括主控台设钥匙开关联锁、安全快门联锁、紧急止动开关。 3. 其他安全装置：视频监控装置、安全警示标志、警示系统、语音广播设备。 4. 受检车辆驾驶员避让和保护措施。	符合要求
5	GBZ143-2015	配备合适的辐射监测仪表：个人剂量报警仪和剂量率巡检仪。	本项目拟配备个人剂量报警仪及剂量率巡检仪。	符合要求

由表 10-3 对比分析可知，本项目拟采取的辐射防护安全措施符合《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）、《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）中的相关文件要求。

### 10.1.7 环保投资

本项目辐射防护设施（措施）及投资估算见表 10-4。

**表 10-4 本项目辐射防护设施（措施）及投资估算一览表**

项目	设施（措施）		金额（万元）
绿通检测系统	屏蔽措施	混凝土防护墙、电离辐射警告标志	22.12
	防护围栏	防护围栏（防护围栏高度为 1.2 米，采用锌钢材质）	1.0

	个人防护用品	个人剂量计（9个）、个人剂量报警仪（2个）	1.5
	监测、监控	1台 X- $\gamma$ 剂量率仪	1.5
		1套监控设施	1.0
	合计		27.12

本项目总投资 195.02 万元，环保投资 27.12 万元，占总投资的 13.91%。

## 10.2 三废的治理

本项目运行过程中不产生放射性废水及放射性固体废物。

本项目运行过程中空气电离产生的少量臭氧和氮氧化物，由于本项目设备在室外使用，废气产生后直接排放，避免了聚集，废气对环境的影响可以忽略不计。

## 表 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响

本项目施工期主要的污染因子有：噪声、扬尘、废水、固体废物、设备安装及调试过程可能产生的放射性污染。

#### 1、扬尘及防治措施

施工期扬尘主要为新建岛头、防护墙时的机械敲打、钻洞等产生的粉尘。为减小施工期间扬尘对外界环境的影响，在施工时将施工区域围挡，并加强施工现场管理，避免无关人员进入施工区。

#### 2、废水及防治措施

施工期间产生的废水主要表现为施工人员的生活污水。

#### 3、噪声及防治措施

施工期噪声主要来自于辐射工作场所建设、装修。通过选取噪音低、振动小的设备操作，并合理安排施工时间等措施能减轻对新建辐射工作场所周边居民的影响。

#### 4、固体废物及防治措施

施工期固体废物主要为装修垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，无回收价值的废物统一收集后，运输至合法堆场堆放。

#### 5、放射性污染及防治措施

调试期间，X 射线是污染环境的主要因子，此时绿通检测系统两侧的混凝土墙及设备自身的屏蔽已设置完成，能够有效屏蔽 X 射线。X 射线与空气作用，产生少量的臭氧和氮氧化物，少量的有害气体通过自然通风迅速扩散、不累积，对环境的影响可忽略不计。

本项目工程量小，施工期短，影响是暂时的，随着建设的完成，影响也将消失。通过采取相应的防治措施后，对外界的影响小。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 评价原则

(1) 基本原则：对于符合正当化的放射工作实践，以防护最优化为原则，使各类人员的受照当量剂量不仅低于规定的限值，而且控制到可以合理做到的尽可能低的辐射水平。这一考虑包括：正常运行、维修、退役以及应急状态，也包括了具有一定概率的

导致重大照射的潜在照射情况。

(2) 剂量约束值：辐射工作人员 5mSv/a、96.15 $\mu$ Sv/周；公众 0.1mSv/a、1.92 $\mu$ Sv/周。

(3) 工作过程中产生的 X 射线对周围环境的影响采取预测估算的方式进行。选用《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）确定周围剂量当量率。

### 11.2.2 关注点选取

根据设备厂商提供的资料，本项目射线装置的最大辐射角为垂直面角度，水平面角度为 0°；根据本项目实际情况，设备厂家安装绿色通道车辆检查系统时，按照射线装置 X 射线管 1（200kV）垂直面角度最大辐射角为 47°（水平线以上 13°，水平线以下 34°）；X 射线管 2（160kV）垂直面角度最大辐射角为 34°（水平线以上 30°，水平线以下 4°）安装。X 射线管 1（200kV）离地约 3.9m 高，X 射线管 2（160kV）离地约 0.85m 高，车道宽 3.4m，接收端高约 5.0m，发射端混凝土防护墙高 4.5m，接收端混凝土防护墙高 4.5m。示意图如下图所示。本项目设备安装后，能将射线装置 X 射线管 1（200kV）的有用线束照射高度控制在接收端屏蔽高度 0.485m-4.97m（O 点）内，发射端不能变更辐射角度。射线装置 X 射线管 2（160kV）的有用线束照射高度控制在防护墙高度 0.485m-4.33m（N 点）内，发射端不能变更辐射角度。

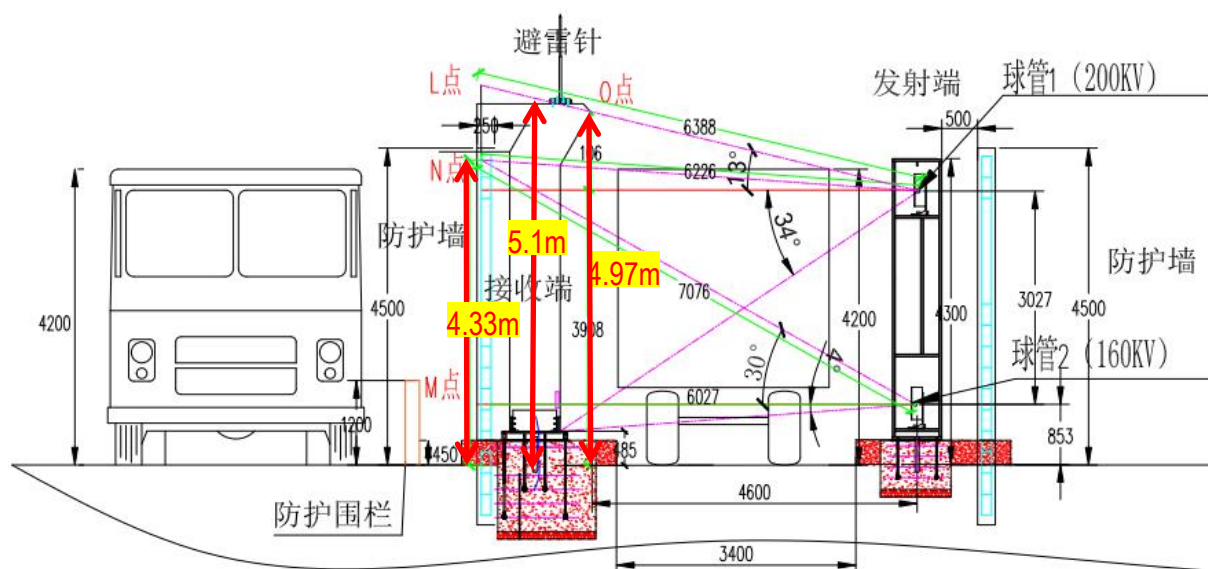


图 11-1 本项目防护墙高度示意图

本项目西北侧相邻车道（接收端位置）考虑主射方向（有用线束），其他方向按照

散射和泄露 X 射线进行考虑。本项目绿通检测系统为定向探伤,有用线束方向朝西北侧。

本项目关注点信息见表 11-1:

**表 11-1 关注点辐射源一览表**

关注点	位置描述	方位	屏蔽厚度	与辐射源点距离	居留因子	人员类别	应考虑射线影响
A	操作室(检测站操作人员办公室)	南侧	2mmPb+250mm 混凝土, 约 4.0mmPb	8.88m	1	职业人员	泄漏辐射、散射
B	驾驶舱	东北侧	2mmPb(泄露)	4.2m	1	公众	泄漏辐射、散射
C	西北侧防护墙外(接收端+混凝土防护墙位置)	西北侧	10mmPb+250mm 混凝土, 约 12mmPb	6.48m	1/40	公众	有用线束
D	西北侧防护墙外(接收端+混凝土防护墙位置) 1m 处	西北侧	10mmPb+250mm 混凝土, 约 12mmPb	7.48m	1/40	公众	有用线束
E	西北侧相邻车道(混凝土防护墙位置)	西北侧	2mmPb	7.2m	1/40	公众	泄漏辐射、散射
F	车辆等候区	西南侧	2mmPb(泄露)	8.6m	1/40	公众	泄漏辐射、散射
G	发射端防护墙外 1m 处	东南侧	2mmPb+250mm 混凝土, 约 4.0mmPb	1.9m	1/40	公众	泄漏辐射、散射
H	控制区	中心轴两侧	2mmPb	-	-	-	泄漏辐射
I	丁字坳村居民房	东南侧	2mmPb+250mm 混凝土, 约 4.0mmPb	约 34m	1	公众	泄漏辐射、散射
J	湖南省际公安检查站	东北侧	2mmPb(泄露)	22.2m	1	公众	泄漏辐射、散射
K	湖南省际公安检查站办公楼	东南侧	2mmPb+250mm 混凝土, 约 4.0mmPb	约 54m	1	公众	泄漏辐射、散射
N	防护墙 4.33 米处	西北侧	2mmPb+250mm 混凝土, 约 4.0mmPb(泄露)	距球管 1 约 6.23m 距球管 2 约 7.08m	-	公众	泄漏辐射、散射
L	接收端 5.0 米处延长线与防护墙的交接点	西北侧	2mmPb(泄露)	距球管 1 约 6.39m	-	公众	泄漏辐射、散射

备注:

- 1、屏蔽材料密度分别为铅: 11.3g/cm<sup>3</sup>, 混凝土: 2.35g/cm<sup>3</sup>。
- 2、根据 GBZ 130-2020 附录 C 提供的计算公式及参数, 计算在 200kV 有用线束照射下, 250mm 混凝土的等效铅当量是 2.0mmPb。
- 3、居留因子取值参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 附录 A 中居留因子的取值, 本项目驾驶舱内驾驶员为不下车通过, 周边居民点与办公区为常驻点, 故居留因子取 1, 操作位居留因子取 1; 其余周边关注点处, 因设备出束期间, 会进行清场, 周边主要为通道、



I——为最高管电压下的常用最大管电流，mA；

R——为辐射源点（靶点）到关注点的距离，m。

其中屏蔽透射因子采用以下公式计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad \text{式 11-2}$$

式中：

X——屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL——X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）可知，200kV 管电压下铅的什值层为 1.4mm；无 160kV 管电压下铅的什值层，本次以内插法求得 160kV 管电压下铅的什值层为 1.05mm。

本项目关注点位有用线束剂量率相关计算参数及结果见表 11-2、表 11-3；

**表 11-2 有用线束辐射剂量率相关参数及结果一览表**

X 射线管	关注点	计算参数				估算结果
		$I$ (mA)	$H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ ( $\text{mA}\cdot\text{h}$ ))	B	$R$ (m)	$H$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
200Kv	C: 西北侧防护墙外（接收端+混凝土防护墙位置）	1.0	5.0E+03	2.68E-09	6.48	3.19E-07
	D: 西北侧防护墙外 1m 处（考虑混凝土墙的防护效果）	1.0	5.0E+03	2.68E-09	7.48	2.40E-07
	D: 西北侧防护墙外 1m 处（不考虑混凝土墙的防护效果）	1.0	5.0E+03	7.20E-08	7.48	6.43E-06
160Kv	C: 西北侧防护墙外（接收端+混凝土防护墙位置）	1.25	4.2E+03	3.73E-12	6.48	4.66E-10
	D: 西北侧防护墙外 1m 处（考虑混凝土墙的防护效果）	1.25	4.2E+03	3.73E-12	7.48	3.50E-10
	D: 西北侧防护墙外 1m 处（不考虑混凝土墙的防护效果）	1.25	4.2E+03	2.99E-10	7.48	2.81E-08

(2) 漏射线、散射线计算公式及结果

1) 漏射线

在给定屏蔽物质厚度 X 时，按式 11-2 计算泄漏辐射在关注点的剂量率：

$$H_x = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \quad \text{式 11-3}$$

式中：

$H_x$ ——关注点的剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$H_L$  ——距靶点 1m 处 X 射线管组装体的泄漏辐射剂量率, X 射线管电压介于 150kV 至 200KV 之间 (包括两 endpoint) 时, 其典型值取 2500 $\mu$ Sv/h;

B ——屏蔽透射因子, 屏蔽透射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 附录 B.1 中透射曲线可知, 在相对应的铅厚度下本项目 200kV 及 160kV 的透射曲线查不到。本项目估算按式 11-2 进行计算。

R —— 辐射源 (靶点) 至关注点的距离, m;

X ——屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL ——X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 可知, 200kV 管电压下铅的什值层为 1.4mm; 无 160kV 管电压下铅的什值层, 本次以内插法求得 160kV 管电压下铅的什值层为 1.05mm。

## 2) 散射线

在给定屏蔽物质厚度 X 时, 按式 11-4 计算散射辐射在关注点的剂量率:

$$H_s = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad \text{式 11-4}$$

式中;

$H_s$  —— 散射线所致关注点的剂量率,  $\mu$ Sv/h;

I —— X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流, mA;

$H_0$  ——为距离辐射源点 1m 处输出量,  $\mu$ Sv.m<sup>2</sup>/(mA.h), 以 mSv·m<sup>2</sup>/ (mA·min) 为单位的值乘以  $6 \times 10^4$ 。

B ——屏蔽透射因子, 屏蔽透射因子, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 附录 B.1 中透射曲线可知, 在相对应的铅厚度下本项目 200kV 及 160kV 的透射曲线查不到。本项目估算按式 11-2 进行计算。

X ——屏蔽物质厚度, 与 TVL 取相同的单位;

TVL ——X 射线在屏蔽物质中的什值层厚度, 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T250-2014) 可知, 原始 X 射线为 150KV $\leq$ 电压 $\leq$ 200kV 时, 散射电压取 150KV, 对应的 TVL 为 0.96。

F ——  $R_0$  处的辐射野面积, 本项目取: 车高 (5m)  $\times$  照准直器缝隙宽度 (0.002m) = 1E-02m<sup>2</sup>;

$\alpha$  —— 散射因子；入射辐射被单位面积 ( $1\text{m}^2$ ) 散射体散射到距其  $1\text{m}$  处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比，使用水的 $\alpha$ 值保守估计， $\alpha$ 保守取值为 0.05 (200kv 时，入射辐射被面积为  $400\text{cm}^2$  水模体散射至  $1\text{m}$  处的相对剂量比份  $\alpha_w$  为  $1.9\text{E}-3$ )；

$R_0$  —— 辐射源 (靶点) 至探伤工件的距离，m；本项目保守取值为 1.5m；

$R_s$  —— 散射体至关注点的距离，m。

①距绿通检查系统不同距离下非有用束方向剂量率计算

根据式 11-3 及式 11-4，计算本项目绿通检查系统在两根 X 射线管 (200kV, 1mA; 160kV, 1.25mA) 同时开启时的工作条件下，在非有用线束方向，有 2mmPb 屏蔽时距绿通系统不同距离处的漏射线剂量率和散射线剂量率，参数及结果见表 11-3 至 11-5；

**表 11-3 距绿通检查系统不同距离下射线机泄漏辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )**

X 射线管	计算参数				估算结果
	$R$ (m)	$H_L$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$B$	$X$ (mm)	$H_{\text{泄漏}}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
200Kv	5	2500.00	3.73E-02	2	3.73E+00
	6	2500.00	3.73E-02	2	2.59E+00
	7	2500.00	3.73E-02	2	1.90E+00
	7.5	2500.00	3.73E-02	2	1.66E+00
	8	2500.00	3.73E-02	2	1.46E+00
160Kv	5	2500.00	1.25E-02	2	1.25E+00
	6	2500.00	1.25E-02	2	8.65E-01
	7	2500.00	1.25E-02	2	6.35E-01
	7.5	2500.00	1.25E-02	2	5.53E-01
	8	2500.00	1.25E-02	2	4.86E-01

**表 11-4 距绿通检查系统不同距离下射线机散射辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )**

X 射线管	计算参数								计算结果
	$R_s$ (m)	$I$ (A)	$H_0$ ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/$ ( $\text{mA}\cdot\text{h}$ ))	$R_0$ (m)	$F$ ( $\text{m}^2$ )	$\alpha$	$B$	$X$ (mm)	$H_{\text{散射}}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
200Kv	5	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	1	0	4.00E-02

	6	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	1	0	3.09E-02
	7	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	1	0	2.27E-02
	7.5	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	1	0	1.98E-02
	8	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	1	0	1.74E-02
160Kv	5	1.25	4200.00	1.5	1E-02	0.05	1	0	4.67E-02
	6	1.25	4200.00	1.5	1E-02	0.05	1	0	3.24E-02
	7	1.25	4200.00	1.5	1E-02	0.05	1	0	2.38E-02
	7.5	1.25	4200.00	1.5	1E-02	0.05	1	0	2.07E-02
	8	1.25	4200.00	1.5	1E-02	0.05	1	0	1.82E-02

**表 11-5 距绿通检查系统不同距离下非有用束方向剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )**

距离 (m)	200kV、1mA			160kV、1.25mA			计算结果
	$H_{\text{泄漏}}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$H_{\text{散射}}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$H_{\text{泄漏}}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	$H_{\text{散射}}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	合计 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
5	3.73E+00	4.00E-02	3.77E+00	1.25E+00	4.67E-02	1.29E+00	5.06E+00
6	2.59E+00	3.09E-02	2.62E+00	8.65E-01	3.24E-02	8.97E-01	3.52E+00
7	1.90E+00	2.27E-02	1.92E+00	6.35E-01	2.38E-02	6.59E-01	2.58E+00
7.5	1.66E+00	1.98E-02	1.68E+00	5.53E-01	2.07E-02	5.74E-01	2.25E+00
8	1.46E+00	1.74E-02	1.47E+00	4.86E-01	1.82E-02	5.05E-01	1.98E+00

由上表计算结果可知，在非有用线束方向，本项目绿通检查系统在两根 X 射线管（200kV，1.0mA；160kV，1.25mA）同时开启时的工作条件下，在非有用线束方向，有 2mmPb 屏蔽时，距绿通检查系统 7.5m 处剂量率为  $2.25\mu\text{Sv/h}$ ，为监督区边界。

**表 11-6 200kV 射线机泄漏辐射剂量率相关参数及结果一览表**

关注点	计算参数				计算结果
	R (m)	$H_L$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )	B	X (mm)	$H_{\text{泄漏}}$ ( $\mu\text{Sv/h}$ )
A: 操作室（检测站操作人员办公室）	8.88	2500.00	1.39E-03	4	4.41E-02
B: 驾驶舱	4.2	2500.00	3.73E-02	2	5.28E+00
E: 西北侧相邻车道（混凝土防护墙位置）	7.2	2500.00	3.73E-02	2	1.80E+00

F: 车辆等候区	8.6	2500.00	3.73E-02	2	1.26E+00
G: 发射端防护墙外 1m 处	1.9	2500.00	1.39E-03	4	9.62E-01
I: 丁字坳村居民房	34	2500.00	1.39E-03	4	3.00E-03
J: 湖南省际公安检查站	22.2	2500.00	3.73E-02	2	1.89E-01
K: 湖南省际公安检查站办公楼	54	2500.00	1.39E-03	4	1.19E-03
N: 防护墙 4.33 米处	6.23	2500.00	1.39E-03	4	8.95E-02
L: 接收端 5.0 米处延长线与防护墙的交接点	6.39	2500.00	3.73E-02	2	2.28E+00

**表 11-7 200kV 射线机散射辐射剂量率相关参数及结果一览表**

关注点	计算参数								计算结果 H <sub>散射</sub> ( $\mu\text{Sv/h}$ )
	Rs (m)	I (A)	H <sub>0</sub> ( $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ )	R <sub>0</sub> (m)	F(m <sup>2</sup> )	$\alpha$	B	X (mm)	
A: 操作室 (检测站操作人员办公室)	8.88	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	6.81E-05	4	9.60E-07
B: 驾驶舱	4.2	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	1.00E+00	0	6.30E-02
E: 西北侧相邻车道 (混凝土防护墙位置)	7.2	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	8.25E-03	2	1.77E-04
F: 车辆等候区	8.6	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	1.00E+00	0	1.50E-02
G: 发射端防护墙外 1m 处	1.9	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	6.81E-05	4	2.10E-05
I: 丁字坳村居民房	34	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	6.81E-05	4	6.55E-08
J: 湖南省际公安检查站	22.2	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	1.00E+00	0	2.25E-03
K: 湖南省际公安检查站办公楼	54	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	6.81E-05	4	2.60E-08
N: 防护墙 4.33 米处	6.23	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	8.25E-03	2	2.36E-04

L: 接收端 5.0 米处延长线与防护墙的交接点	6.39	1	5000.00	1.5	1E-02	0.05	1.00E+00	0	2.72E-02
--------------------------	------	---	---------	-----	-------	------	----------	---	----------

**表 11-8 160kV 射线机泄漏辐射剂量率相关参数及结果一览表**

关注点	计算参数				计算结果
	R (m)	H <sub>L</sub> (μSv/h)	B	X (mm)	H <sub>泄漏</sub> (μSv/h)
A: 操作室 (检测站操作人员办公室)	8.88	2500.00	1.55E-04	4	4.92E-03
B: 驾驶舱	4.2	2500.00	1.25E-02	2	1.76E+00
E: 西北侧相邻车道 (混凝土防护墙位置)	7.2	2500.00	1.25E-02	2	6.01E-01
F: 车辆等候区	8.6	2500.00	1.25E-02	2	4.21E-01
G: 发射端防护墙外 1m 处	1.9	2500.00	1.55E-04	4	1.07E-01
I: 丁字坳村居民房	34	2500.00	1.55E-04	4	3.35E-04
J: 湖南省际公安检查站	22.2	2500.00	1.25E-02	2	6.32E-02
K: 湖南省际公安检查站办公楼	54	2500.00	1.55E-04	4	1.33E-04
N: 防护墙 4.33 米处	7.08	2500.00	1.55E-04	4	7.73E-03

**表 11-9 160kV 射线机散射辐射剂量率相关参数及结果一览表**

关注点	计算参数								计算结果
	R <sub>s</sub> (m)	I (A)	H <sub>0</sub> (μSv·m <sup>2</sup> /(mA·h))	R <sub>0</sub> (m)	F(m <sup>2</sup> )	α	B	X (mm)	H <sub>散射</sub> (μSv/h)
A: 操作室 (检测站操作人员办公室)	8.88	1.25	4200.00	1.5	1E-02	0.05	6.81E-05	4	1.01E-06
B: 驾驶舱	4.2	1.25	4200.00	1.5	1E-02	0.05	1.00E+00	0	6.61E-02
E: 西北侧相邻车道 (混凝土防护墙位置)	7.2	1.25	4200.00	1.5	1E-02	0.05	8.25E-03	2	1.86E-04
F: 车辆等候区	8.6	1.25	4200.00	1.5	1E-02	0.05	1.00E+00	0	1.58E-02
G: 发射端防护墙外 1m 处	1.9	1.25	4200.00	1.5	1E-02	0.05	6.81E-05	4	2.20E-05

I: 丁字坳村居民 房	34	1.25	4200.00	1.5	1E-02	0.05	6.81E-05	4	6.88E-08
J: 湖南省际公安 检查站	22.2	1.25	4200.00	1.5	1E-02	0.05	1.00E+00	0	2.37E-03
K: 湖南省际公安 检查站办公楼	54	1.25	4200.00	1.5	1E-02	0.05	6.81E-05	4	2.73E-08
N: 防护墙 4.33 米处	7.08	1.25	4200.00	1.5	1E-02	0.05	8.25E-03	2	1.54E-04

(3) 结果总结

本项目各关注点有用线束、泄漏辐射和散射辐射剂量率计算结果见表 11- 10；

**表 11- 10 各关注点剂量率（附加值）估算结果一览表**

关注点	位置描述	200kV 有用线束辐射剂量率 (μSv/h)	200kV 泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	200kV 散射辐射剂量率 (μSv/h)	160kV 有用线束辐射剂量率 (μSv/h)	160kV 泄漏辐射剂量率 (μSv/h)	160kV 散射辐射剂量率 (μSv/h)	总辐射剂量率 (μSv/h)
A	操作室(检测站操作人员办公室)	/	4.41E-02	9.60E-07	/	4.92E-03	1.01E-06	4.90E-02
B	驾驶舱	/	5.28E+00	6.30E-02	/	1.76E+00	6.61E-02	7.18E+00
C	C: 西北侧防护墙外(接收端+混凝土防护墙位置)	3.19E-07	/	/	4.66E-10	/	/	3.20E-07
D	D: 西北侧防护墙外 1m 处(考虑混凝土墙的保护效果)	2.40E-07	/	/	3.50E-10	/	/	2.40E-07
D	D: 西北侧防护墙外 1m 处(不考虑混凝土墙的保护效果)	6.43E-06	/	/	2.81E-08	/	/	6.46E-06
E	西北侧相	/	1.80E+00	1.77E-04	/	6.01E-01	1.86E-04	2.40E+00

	邻车道(混凝土防护墙位置)							
F	车辆等候区	/	1.26E+00	1.50E-02	/	4.21E-01	1.58E-02	1.71E+00
G	发射端防护墙外 1m 处	/	9.62E-01	2.10E-05	/	1.07E-01	2.20E-05	1.07E+00
I	丁字坳村居民房	/	3.00E-03	6.55E-08	/	3.35E-04	6.88E-08	3.34E-03
J	湖南省际公安检查站	/	1.89E-01	2.25E-03	/	6.32E-02	2.37E-03	2.57E-01
K	湖南省际公安检查站办公楼	/	1.19E-03	2.60E-08	/	1.33E-04	2.73E-08	1.32E-03
N	防护墙 4.33 米处	/	8.95E-02	2.36E-04	/	7.73E-03	1.54E-04	9.76E-02
L	接收端 5.0 米处延长线与防护墙的交接点	/	2.28E+00	2.72E-02	/	/	/	2.31E+00

根据表 11-10 结果可知, 本项目设备在最大工况运行情况下, 四周环境各关注点剂量率在  $(2.40E-07\sim 2.40)\mu\text{Sv/h}$  之间, 驾驶员位置一次通过的剂量当量为  $7.18\mu\text{Sv/h}\times 20\text{s}/(3600\text{s/h})=0.040\mu\text{Sv}$ , 满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143—2015) 中关于剂量率限值的要求: 驾驶员位置满足“驾驶员位置一次通过的周围剂量当量应不大于  $0.1\mu\text{Sv}$ ”的要求。

根据表 11-5 及表 11-10 结果可知, 本项目绿通检查系统在两根 X 射线管 (200kV, 1.0mA; 160kV, 1.25mA) 同时开启时的工作条件下, 在非有用线束方向, 有 2mmPb 屏蔽时, 距 X 射线机机柜西南及东北两侧 7.5m 处剂量率为  $2.25\mu\text{Sv/h}$ ; 距发射端防护墙外 1m 处剂量率为  $1.07\mu\text{Sv/h}$ 。在有用线束方向, 距 X 射线机机柜前方 7.48m 处即西北侧防护墙外 1m 处 (考虑混凝土墙的防护效果) 剂量率为  $2.40E-07\mu\text{Sv/h}$ 。本项目根据计算结果, 将 X 射线机机柜及发射端立柱, 探测器及接收端立柱西南、东北两侧 7.5m 范围内除控制区外, 西北侧、东南侧水泥防护墙外 1m 范围内以及控制室均设置为监督区边

界。满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中关于剂量率限值的要求：“监督区边界的 X 射线辐射剂量率控制为不大于 2.5 $\mu$ Sv/h”的要求。本项目检查系统操作位设置在检测站操作人员办公室，根据预测结果，操作位位置的总剂量率为 4.90E-02 $\mu$ Sv/h，满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）及《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）中关于剂量率限值的要求：“检查系统控制室内的周围剂量当量率应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h，操作人员操作位置的周围剂量当量率应不大于 0.5 $\mu$ Sv/h”的要求。

#### 11.2.4 工作人员和公众剂量估算及评价

##### (1) 计算公式

X- $\gamma$ 射线产生的外照射人均年有效剂量当量计算公式如下：

$$He = D_r \times t \times 10^{-3} \quad \text{式 11-5}$$

式中：

$He$  —— X、 $\gamma$ 射线外照射人均年有效剂量当量，mSv/a；

$D_r$  —— X、 $\gamma$ 射线空气吸收剂量率， $\mu$ Sv/h；

$t$  —— X、 $\gamma$ 射线照射时间，h/a。

##### (2) 计算参数及估算结果

9、根据建设单位提供资料，本项目每天扫描车辆 300 辆~500 辆，本项目保守估算按每天扫描 500 辆，一次出束（曝光）时间约 20s，一周开展 7 天，一年开展 52 周，年出束时间约为 1011.12h，预计周出束时间约为 19.45h。拟配备的 8 名放射工作人员分为 4 组，则每组周出束时间约为 4.86h，年出束时间约为 252.78h；湖南省际公安检查站工作人员按照每天 8 个小时工作时间计算，则湖南省际公安检查站工作人员全年受照 337.04h；每组本项目车辆驾驶舱司机以全年受照 365 次估算，一次按 20s 计算，一年受照时间约为 2.03h。则相关人员受照时间取值见下表：

**表 11-11 相关人员年附加有效剂量估算结果一览表**

保护目标		计算参数			计算结果
		$D_r$ ( $\mu$ Sv/h)	$t$ (h/a)	居留因子	$H_E$
放射工作人员	设备操作人员	4.90E-02	252.78	1	1.24E-02mSv/a
	引导员	1.71E+00	252.78	1	4.33E-01mSv/a

公众	西北侧相邻车道（混凝土防护墙位置）	2.40E+00	1011.12	1/40	6.06E-02mSv/a
	驾驶舱	7.18E+00	2.03	1	3.99E-02μSv/次
	车辆等候区	1.71E+00	1011.12	1/40	4.33E-02mSv/a
	发射端防护墙外 1m 处	1.07E+00	1011.12	1/40	2.70E-02mSv/a
	丁字坳村居民房	3.34E-03	1011.12	1	3.38E-03mSv/a
	湖南省际公安检查站	2.57E-01	337.04	1	8.66E-02mSv/a
	湖南省际公安检查站办公楼	1.32E-03	1011.12	1	1.34E-03mSv/a
	防护墙 4.33 米处	9.76E-02	1011.12	1/40	2.47E-03mSv/a
	接收端 5.0 米处延长线与防护墙的交接点	2.31E+00	1011.12	1/40	5.84E-02mSv/a
注：引导员位置主要位于绿色通道入口处（F 点位：车辆等候区），取关注点剂量率 1.71μSv/h 进行估算。					

根据表 11-11 结果可知，每组引导员受到的最大剂量值为 4.33E-01mSv/a，每组设备操作人员受到的最大剂量值为 1.08E-01mSv/a，公众人员受到的最大剂量值为 8.66E-02mSv/a，低于本评价放射工作人员管理目标值 5mSv/a，公众人员管理目标值 0.1mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。驾驶员位置一次通过的剂量当量为 3.99E-02μSv，满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中关于剂量率限值的要求：“驾驶员位置一次通过的周围剂量当量应不大于 0.1μSv”。

### 11.2.5“三废”环境影响分析

本项目运行过程中不产生放射性废水及放射性固体废物。

本项目运行过程中空气电离产生的少量臭氧和氮氧化物，由于本项目设备在室外使用，废气直接在周围环境稀释转化，因此产生的臭氧对环境的影响可以忽略不计。

## 11.3 事故影响分析

### 11.3.1 可能发生的辐射事故

本项目配置 1 台绿通检测系统，X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出，因此，断电状态下较为安全。在意外情况下，可能出现的辐射事故如下：

1、在控制台处操作人员误开机出束，发生事故性出束，对工作人员及驾乘人员造

成辐射伤害。

- 2、在设备开机出束时，人员误入受到照射。
- 3、控制系统出现故障，照射不能停止，人员受到计划外照射。
- 4、维修期间，设备意外出束造成维修人员受到意外剂量照射。

### 11.3.2 事故预防措施

分析事故发生的原因，此类事故大都是人为因素造成的，即由于忽视辐射安全管理，违规操作造成的辐射事故。为有效预防各类辐射事故发生，企业采取以下事故预防措施：

- (1) 企业内部加强辐射安全管理，辐射安全管理人员定期监督检查。
- (2) 从事检测作业的辐射工作人员应在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后可上岗。
- (3) 制定严格的使用管理规定和操作规程，禁止违章操作，并做好日常维护保养、定期检查，保证系统始终处于正常状态。严格执行辐射安全管理制度，按照操作规程工作。每天设备开机运行前，检查确认安全连锁、急停开关、工作指示灯等各项安全措施的有效性，杜绝连锁装置旁路情况下开机操作。
- (4) 在设备操作过程中，设备发生任何故障都要停机，并及时通知有关人员进行维修，并做好故障记录，不允许设备带故障运行。
- (5) 开机状态下人员不得脱岗。
- (6) 公司要委托设备厂家定期进行设备检修和定期维护工作。
- (7) 引导员应根据实际情况进行引导提醒，在明显可见的位置张贴电离辐射警告标识等。
- (8) 发生辐射事故时，应立即启动本单位的辐射事故应急预案，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。事故后应对事故影响人员进行医学检查，确定其所受到的剂量水平，并在第一时间将事故通报生态环境、卫生等主管部门。

### 11.3.3 结论

通过采取相应的风险防范措施，可以将项目的辐射事故发生概率降低到较低的水平，同时在事故情况下启动应急预案，可以将事故影响降到最低。

总体而言本项目在落实环评提出的措施前提下，事故环境影响是可控的。

## 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

湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司成立了辐射防护和安全管理领导小组，负责对辐射防护相关工作进行控制和管理，辐射防护和安全管理领导小组具体组成见下表：

表 12-1 辐射防护和安全管理领导小组成员一览表

序号	职务	人员
1	组长	刘刚（法定代表人）
2	副组长	刘正根（副总经理）
3	成员	杨代（绿通检查站站长）、王喜建（绿通检查站副站长）、关文婷（辐射安全管理员）

辐射防护领导小组具体职责如下：

- ①贯彻执行国家辐射事故应急方针和政策，配合主管部门做好事故应急处理工作；
- ②负责事故现场的勘察和保护，防止事故的扩大与蔓延，启动应急预案协调指挥各部门的运作
- ③填写辐射事故报告表，逐级上报，配合公安机关、生态环境、卫生行政主管部门的调查；
- ④总结事故发生的原因与改善措施，组织人员应急演练，确保办法有效的执行。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021年修改）》，环境保护部令第3号第十六条要求：“使用I类、II类、III类放射源，使用I类、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有1名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作”。湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司拟配置的辐射领导小组中刘刚为硕士学历，小组成员有一定的管理能力，管理人员的配置也能满足相应要求。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

建立、健全和严格执行辐射安全管理的规章制度是防止潜在照射发生的重要措施。为保障射线装置正常运行时周围环境的安全，确保公众、操作人员避免遭受意外照射和

潜在照射，湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司制定了相关辐射安全管理规章制度，为保证辐射工作人员和周围公众人员的健康，湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司必须严格按照国家法律法规执行，并加强对核技术利用项目的日常管理：

(1) 根据湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，重点是对核技术利用装置的安全防护和维修要落实到个人；明确管理人员、操作人员、维修人员的岗位职责，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，层层落实。公司已制定了《绿色通道车辆检查系统 X 射线装置操作规程》、《设备检修维护制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《辐射工作人员培训计划》、《辐射工作人员岗位职责》、《辐射工作人员健康管理制度与个人剂量监测》、《辐射监测方案》、《辐射事故应急预案》等相关制度文件，满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的要求。

(2) 在本项目运行前，各项规章制度、操作规程必须齐全，并张贴上墙；辐射工作场所均必须有电离辐射警示标识，同时警示标识的张贴必须规范。

(3) 明确操作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作前的安全检查工作，工作人员佩戴个人剂量计，携带个人剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生；

(4) 加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查，发现安全隐患应当立即整改；安全隐患有可能威胁到人员安全或者有可能造成环境污染的，应当立即停止辐射作业，安全隐患消除后，方可恢复正常作业。

(5) 为确保放射防护可靠性，维护辐射工作人员和周围公众的权益，履行放射防护职责，避免事故的发生，湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司应培植和保持良好的安全文化素养，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司应对本项目的辐射装置的安全和防护状况进行年度评估，并每年向发证机关提交上一年度的评估报告。

(6) 湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司应在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，对各项制度加以完善和补充，并确保各项制度的落实。应根据生态环境管理部门对辐射环境管理的要求对相关内容进行补充和修改。

## 12.3 辐射监测

为了及时掌握项目周围的辐射水平，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）、《工业探伤放射防护标准》（GBZ 117-2022）的要求，应建立必要的监测计划，包括设备运行期及个人剂量监测计划，要建立监测资料档案。

### （1）工作场所和周围环境监测

监测项目：X- $\gamma$ 空气吸收剂量率

监测频次：①每年进行一次辐射水平监测，委托有资质的单位进行，并保存监测记录；每个季度进行自主监测一次，并保存好监测记录。

监测点位：工作场所和设备周边环境，车辆等候区、操作位等。

### （2）个人监测

湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司应委托有资质的单位定期对辐射工作人员的个人受照剂量进行例行检查并出具相关检测报告，个人剂量监测应遵照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871-2002）、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）等相关规定执行，个人剂量监测的监测周期一般为一个月，最长不应超过三个月；建立个人剂量档案和健康管理档案，做好工作人员的剂量数据登记和汇总工作，工作人员职业照射个人剂量监测档案应终生保存。当发现职业操作人员年有效剂量接近本评价建议的剂量约束值 5mSv/a 时，应立即停止该人员的辐射工作，分析和查找剂量接近剂量约束值的原因，并采取相应的整改措施。

### （3）辐射工作人员健康管理

对公司辐射工作人员进行职业健康检查，体检结果合格方可上岗，每 2 年进行 1 次职业健康检查。

本项目配备 8 名辐射工作人员，均为新增人员，均应在上岗前参加辐射安全与防护知识培训并取得合格证书（每 5 年复训一次），参加职业健康体检且合格才能从事放射工作，每季度进行个人剂量监测。

**表 12-2 监测计划要求及检查内容一览表**

监测类别	监测单位	监测周期	监测项目	监测点位
------	------	------	------	------

年度监测	委托监测	1次/年	周围剂量当量率	工作场所和设备周边环境，候车区、控制室及收费亭等
季度监测	自主监测	1次/季度		
验收监测	委托监测	竣工验收1次		
个人剂量监测	委托监测	1次/三个月	个人剂量当量	所有辐射工作人员
常规监测和检查	自主检查	每天	出束控制开光	-
		每天	门连锁	-
		每天	紧急停束装置	-
		每天	监视、声光报警安全装置	-
		每天	辐射监测仪表	-
		适时	其他安全设施	-

## 12.4 辐射事故应急

为建立健全辐射事故应急机制，及时处置突发辐射事故，提高应急处置能力，最大程度地减少辐射事故及其可能造成的人员伤害和财产损失，公司已制定了《辐射事故应急预案》：

(1) 公司根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《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》等法规的有关规定，开展辐射事故预防与应急处置。

(2) 公司对其辐射活动中辐射事故的应急准备与响应负首要责任，必须遵照国家和地方政府有关规定，依据所操作的射线装置以及潜在事故的特性和可能后果，考虑制定辐射事故应急计划或应急程序，并按规定报当地政府有关部门审查批准或备案。

(3) 发生辐射事故时，公司将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》，向当地环境保护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。

(4) 公司将切实执行并落实辐射安全管理规章制度，加强实体保卫，切实有效地防止辐射事故（件）的发生。主要履行以下职责：

①辐射事故应急领导小组组长负责辐射事故应急处理的组织及指挥工作；

②副组长负责组织抢险物资和工具的供应，组织车辆运送物资和人员；向应急救援小

组及生态环境主管部门、公安部门快速上报，最迟不得超过两小时；

③小组成员在抓好辐射事故应急处理工作的同时，协助做好受伤害人员的家属的安抚工作；

④要认真做好事故现场的保护工作，协助上级主管部门调查事故、搜集证据，整理资料并做好记录；

⑤参加事故应急救援人员要自觉遵守纪律，服从命令，听从指挥，为完成救援任务尽职尽责，通过积极工作最大限度地控制事故危害，为尽快恢复生产创造条件；

⑥加强对发生事故现场的治安保卫工作，公司保安部门要密切配合、协助党政领导及上级主管部门做好事故现场的保卫工作，防止现场物资及财产被盗或丢失。

#### (5) 各类事故报警和联系方式

一般报告程序为：发现者报告给辐射事故应急工作小组成员，由其向市卫健委、市生态环境局，并同时向省生态环境厅报告，设备被损应同时向公安机关报告，造成人员受到超剂量照射应同时向卫生部门报告。各部门联系方式如下：

公司应急电话：(0745) 282 9705

新晃绿通检查站站长：15115153045

新晃绿通检查站辐射安全管理员：15115234565

湖南省生态环境厅：073185698110，12345

怀化市生态环境局：12345

湖南省公安厅、怀化市公安局：110

湖南省卫生健康委员会：0731-84822043

怀化市卫生健康委员会：0745-2265035

## 12.5 环境保护竣工验收

湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃省界绿色通道车辆检查系统核技术利用项目环保竣工验收要求见表 12-3。

表 12-3 环境保护竣工验收一览表

序号	验收内容	验收要求	验收依据
1	环保文件	项目建设的环境影响评价文件、环评批复、有资质单位出具验收监测报告。	《关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的

			公告》
2	环境管理制度、应急措施	成立专门的辐射领导机构，制定相应的规章制度和事故应急预案，具有可操作性，有相应的操作规程、各类制度上墙。	《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《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》
3	辐射工作人员管理	①本项目辐射工作人员应具备相应的岗位技能； ②公司应每季度对工作人员进行个人剂量监测，每2年进行放射人员健康体检，并将资料存档管理； ③辐射工作人员参加辐射安全知识培训，5年进行一次复训。	《放射工作人员职业健康管理办法》
4	防护用品	①便携式 X-γ 剂量监测仪 1 台； ②个人剂量报警仪 2 个； ③个人剂量计 9 个； ④电离辐射警告标志若干。	GB18871-2002 GBZ/T250-2014
5	辐射屏蔽设计及安全防护措施	①边界周围剂量当量率：应满足“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”的标准限值要求。 控制室、操作位周围剂量当量率：应满足“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 0.5μSv/h。”的标准限值要求。 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的检查系统，驾驶员一次通过的周围剂量当量应不大于 0.1μSv”的标准限值要求。 ②警示标志、工作状态指示灯设置位置合理，正常工作；安全连锁、紧急停机开关等正常运行；视频监控设备正常运行。	参考 GBZ143-2015 及 GB15208.1-2018
6	辐射监测	①每季度对工作场所周围环境进行常规自主监测，每年委托有资质的单位进行年度监测并出具年度评估报告。 ②配备相应的自检设备，防护检查仪器及人员，定时进行辐射工作人员个人剂量监测。	《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》
7	剂量限值	①辐射工作人员年有效剂量约束值为 5mSv； ②公众成员年有效剂量约束值不超过 0.1mSv。	GB18871-2002 及环评批复
8	防护设施	本项目设备屏蔽防护措施按报告表中要求落实。	GB18871-2002 及环评批复

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

#### (1) 项目基本情况

湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司在新晃省界检测站 3 车道安装并使用 1 套 MIX300N 型绿色通道车辆检查系统（包含 2 个 X 射线管，X 射线管 1：最大管电压为 200kV，最大管电流 1.0mA；X 射线管 2：最大管电压为 160kV，最大管电流 1.25mA）用于“绿色通道”车辆装载运输的鲜活农产品。新增设备属于 II 类射线装置。

#### (2) 辐射安全与防护分析结论

①根据现场检测，本项目场址的辐射本底水平属于怀化市正常本底范围。

②本项目所产生的主要污染因子是电离辐射危害因子（X 射线），一般污染因子（臭氧和氮氧化物等有害气体）。

③本项目辐射工作场所分为监督区和控制区：将 X 射线机机柜及发射端立柱，探测器及接收端立柱，射线装置柜和探测器之间的检测区域 1m 范围及西北、东南两侧混凝土防护墙内检测通道区域均设置为控制区。将 X 射线机机柜及发射端立柱，探测器及接收端立柱西南、东北两侧 7.5m 范围内除控制区外，西北侧、东南侧水泥防护墙外 1m 范围内以及控制室均设置为监督区边界。

④项目现场设置警示与监视、急停、安全联锁系统等辐射安全措施，符合“故障-安全”原则，具有多层次的纵深防御体系。

#### (3) 产业政策符合性分析结论

本项目绿色通道车辆检查系统为高速公路鲜活农产品运输“绿色通道”建设的一部分，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》：“第一类：鼓励类，第十四项：1. 科学仪器和工业仪表：用于辐射、有毒、可燃、易爆、重金属、二噁英等检测分析的仪器仪表，水质、烟气、空气检测仪器，药品、食品、生化检验用高端质谱仪、色谱仪、光谱仪、X 射线仪、核磁共振波谱仪、自动生化检测系统及自动取样系统和样品处理系统，科学研究、智能制造、测试认证用测量精度达到微米以上的多维几何尺寸测量仪器，自动化、智能化、多功能材料力学性能测试仪器，工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备，用于纳米观察测量的分辨率高于 3.0 纳米的电子显微镜，各工业领域用高端

在线检验检测仪器设备。”因此，本项目属于国家鼓励发展的新技术应用项目，符合国家有关的法律法规和产业政策。

#### （4）实践的正当性

本项目的实施对于缩短鲜活农产品运输车辆的查验时间有其他技术无法替代的特点，对减少绿色通道通行费损失起到十分重要的作用，具有明显的社会效益和经济效益。本项目在采取了辐射防护措施的前提下对周边辐射环境影响较小。因此，本项目的应用对受电离辐射照射的个人和社会带来的利益要远大于因其引起的辐射危害，项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的要求。

#### （5）选址合理性分析

本项目位于怀化市新晃省界检测站3车道，项目选取周边人员活动较少的区域。车辆检测过程中产生的电离辐射，经过屏蔽防护和距离衰减后，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合本次评价确定的剂量约束值的要求，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理的。

#### （6）剂量估算

通过核算，监督区边界的X射线辐射剂量率控制为不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，操作人员操作位置的周围剂量当量率不大于 $0.5\mu\text{Sv/h}$ ，满足《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）及《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）中相关标准要求；辐射工作人员受到的最大剂量值为 $1.08\text{E-}01\text{mSv/a}$ ，公众人员受到的最大剂量值为 $8.66\text{E-}02\text{mSv/a}$ ，均低于本评价辐射工作人员剂量约束值 $5\text{mSv/a}$ ，公众人员剂量约束值 $0.1\text{mSv/a}$ ，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求；驾驶员位置一次通过的剂量当量为 $3.99\text{E-}02\mu\text{Sv}$ ，符合《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）相关标准的要求。

#### （7）总结论

湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司新晃省界绿色通道车辆检查系统核技术应用项目满足“实践的正当性”的原则与要求，符合国家产业政策；项目选址可行；项目涉及的屏蔽设计满足标准要求，采取的辐射安全防护措施可行；公司现有辐射与环境保护

护管理措施基本健全，能满足本项目需求；公司在采取本环评提出的各项辐射防护及污染防治措施后，对周围环境产生的辐射影响较小，且符合环境保护的要求。从环境保护的角度来看，本环评认为该建设项目是可行的。

### 13.2 建议和要求

(1) 公司按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的要求，做好自主管理，制定工作场所和周围环境监测、防护性能监测等相关监测计划以及职业健康体检工作计划，并自购辐射检测设备，确保周围环境的辐射安全和职工健康。加强对辐射装置的安全和防护状况的日常检查；

(2) 湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司在今后工作中，不断总结经验，根据实际情况，对各项制度加以完善和补充，并确保各项制度的落实；

(3) 明确专门的部门对公司的辐射工作人员统一管理，定期开展辐射防护教育。

(4) 湖南省高速公路集团有限公司怀化分公司应组织辐射工作人员到有资质的机构进行上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康体检，定期开展个人剂量监测，接受放射防护知识和法规培训，具备相应条件，取得辐射安全培训合格证后，方可从事放射工作。建立辐射工作人员个人剂量档案、职业健康监护档案，并终生保存。辐射工作人员调动工作单位时，个人剂量、健康监护档案应随其转给调入单位。

(5) 建设单位取得环评批复且项目建成后，及时向相关部门申请重新办理《辐射安全许可证》。本项目取得环评批复前和重新办理《辐射安全许可证》之前，不得投入使用。

(6) 项目投入使用后，建设单位应按《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》完成竣工环保验收工作。

## 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