

中华人民共和国青岛大港海关
TC-SCAN RTG6000 型
集装箱/车辆安全检查系统迁建项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设/编制单位：中华人民共和国青岛大港海关

2023年6月

建设/编制单位法人代表：

（签章）

项 目 负 责 人：

填 表 人：

建设/编制单位：中华人民共和国青岛大港海关（盖章）

电话：0532-58653748

传真：/

邮编：266011

地址：青岛市市北区新疆路 18 号

目 录

一、概述.....	1
二、项目概况.....	5
三、环评及批复要求落实情况.....	13
四、验收监测标准及参考依据.....	15
五、验收监测.....	19
六、职业和公众受照剂量.....	22
七、辐射安全管理.....	24
八、验收监测结论与建议.....	25

附件

1. 审批意见.....	附件-1
2. 辐射工作安全责任书.....	附件-5
3. 辐射安全许可证.....	附件-7
5. 辐射工作人员成绩报告单.....	附件-11
6. 辐射管理规章制度.....	附件-12
7. 应急预案及应急演练记录.....	附件-25
8. 个人剂量档案及检测报告.....	附件-35
9. 竣工环境保护验收监测报告.....	附件-48

“三同时” 验收登记表

一、概述

建设项目	项目名称	TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统迁建项目				
	项目性质	新建	建设地点	青岛港国际股份有限公司大港分公司 8 号码头 804 库西北侧		
建设单位	单位名称	中华人民共和国青岛大港海关				
	通讯地址	青岛市市北区新疆路 18 号				
	法人代表	李涛		邮编	266011	
	联系人	毕建秀		联系电话	0532-58653748	
环境影响 报告表	编制单位	山东环嘉 项目咨询有限公司		审批部门	青岛市生态环境局 市北分局	
	批复文号	青环北辐审[2022]3 号		批复时间	2022 年 8 月 2 日	
验收监测	验收监测 时间	2023 年 4 月 21 日		监测单位	山东鼎嘉 环境检测有限公司	
项目投资	核技术项目 投资	40 万元	核技术项目 环保投资	10 万元	环保投资占 总投资比例	25%
验收规模	搬迁 1 套 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆检查系统，属使用 II 类射线装置					

1.1 引言

中华人民共和国青岛大港海关（以下简称“青岛大港海关”）2014 年 2 月正式对外办理业务，隶属于青岛海关的正处级机构，业务管辖范围为青岛市市南区、市北区、李沧区、崂山区、城阳区、平度市、莱西市的各项海关管理工作，现有人员 380 余名。

1.2 项目建设规模

1.2.1 现有工程

2018 年青岛大港海关开展“新建 RTG6000 集装箱/车辆安全检查系统项目”环境影响评价工作，建设内容为在青岛大港海关 6 号码头新建一套 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统；2018 年 10 月 25 日，原青岛市环境保护局以“青环辐审[2018]21 号”文件对该项目环境影响报告表进行了批复。2021 年 1 月，青岛大港海关开展了“TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统搬迁项目”环境影响评价工作，建设内容为将 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统搬迁至原位置西南侧 160m 处；2021 年 3 月 17 日，青岛市生态环境局市北分局以“青环北辐审[2021]1 号”文件对该项目环境影响报告表进行了批复；

2021年5月24日，青岛大港海关组织了竣工环境保护验收会议，验收合格。

1.2.2 本项目概况

因青岛市政府再次对青岛国际邮轮母港所在老港区6号码头进行功能调整，拟将港区内道路划为市政道路对外开放。本项目TC-SCAN RTG6000型集装箱/车辆安全检查系统所在位置处于对外开放区域内，为满足开放港区的安全要求，青岛大港海关于2022年6月开展“TC-SCAN RTG6000型集装箱/车辆安全检查系统迁建项目”环境影响评价工作，建设内容为将TC-SCAN RTG6000型集装箱/车辆安全检查系统整体搬迁至青岛港国际股份有限公司大港分公司8号码头804库西北侧，属使用II类射线装置。本项目安全检查系统由北京华力兴科技发展有限责任公司生产制造，内置1台7.5MeV电子感应加速器（45°扇形出束，出束区域厚2mm），配备轮胎行走机构，自身集成防护装置；2022年8月2日青岛市生态环境局市北分局以青环北辐审[2022]3号文件对项目环境影响报告表进行了批复。

2018年12月17日原青岛市环境保护局向青岛大港海关颁发《辐射安全许可证》（鲁环辐证[02993]），有效期至2023年12月16日，种类和范围为：使用II类射线装置；本次验收的1套TC-SCAN RTG6000型集装箱/车辆安全检查系统已进行登记。

青岛大港海关辐射安全许可证登记射线装置情况见表1-1。

表1-1 青岛大港海关辐射安全许可证登记射线装置情况

序号	装置名称	型号	数量	类别	工作场所	使用状态	环评批复
1	集装箱/车辆安全检查系统	TC-SCAN RTG6000	1套	II类	青岛港国际股份有限公司大港分公司8号码头804库西北侧	正常运行	青环北辐审[2022]3号

本次验收的TC-SCAN RTG6000型集装箱/车辆安全检查系统于2022年12月迁建完成投入试运行，根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》等相关要求，青岛大港海关于2023年4月对该项目进行了现场实地勘察和资料核查，在此基础上，编制了《中华人民共和国青岛大港海关TC-SCAN RTG6000型集装箱/车辆安全检查系统迁建项目竣工环境保护验收监测报告表》。

1.3 验收监测目的

1、通过现场验收监测，对该项目环境保护设施建设、运行及其效果、辐射的产生和防护措施、安全和防护、环境管理等情况进行全面的检查与测试，判断其是否符合国家相关标准和环境影响报告表及其审批文件的要求。

2、根据现场检查、监测结果分析和评价，指出该项目存在的问题，提出需要改进的措施。

施，以满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理和安全防护规定的要求。

3、依据环境影响评价文件及其批复提出的具体要求，进行分析、评价并得出结论，为建设项目竣工环境保护验收提供技术依据。

1.4 验收监测依据

1.4.1 法律法规

- 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，2015.1；
- 2、《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，2003.10；
- 3、《建设项目环境保护管理条例（2017修订）》，国务院令第682号，2017.10；
- 4、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2019.3；
- 5、《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，2017.12；
- 6、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，环境保护部令第3号，2006.3，2008.11第一次修订，2017.12第二次修订；生态环境部令第7号第三次修订，2019.8；生态环境部令第20号修订，2021.1；
- 7、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令第18号，2011.5；
- 8、《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，2006.9；
- 9、关于发布《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》的公告，环境保护部国环规环评[2017]4号，2017.11；
- 10、《山东省辐射污染防治条例》，山东省人民代表大会常务委员会公告第37号，2014.5。
- 11、《山东省环境保护条例》，山东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修订，2019.1。

1.4.2 行业标准、技术导则

- 1、关于发布《建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类》的公告，生态环境部公告2018年第9号，2018.5。
- 2、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；
- 3、《环境 γ 辐射剂量率测定技术规范》（HJ1157-2021）；
- 4、《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；
- 5、《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）。

1.4.3 其他

1、《中华人民共和国青岛大港海关 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆检查系统迁建项目环境影响报告表》及批复文件；

2、中华人民共和国青岛大港海关辐射规章制度等方面的材料。

二、项目概况

2.1 项目基本情况

2.1.1 项目名称

中华人民共和国青岛大港海关 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统迁建项目。

2.1.2 项目性质

新建。

2.1.3 项目位置

本项目位于青岛港国际股份有限公司大港分公司 8 号码头 804 库西北侧。

本项目地理位置见附图 1，周边关系影像见附图 2，系统所在 8 号码头平面布置见附图 3。

2.1.4 项目规模

环评规模：搬迁 1 套 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统，内置 1 台 7.5MeV 电子感应加速器（45° 扇形出束，出束区域厚 2mm），属使用 II 类射线装置。

验收规模：经现场勘查，1 套 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统已搬迁完毕投入运行，属使用 II 类射线装置。验收规模与环评规模一致。

表 2-1 本次验收射线装置一览表

编号	装置名称	型号	系统数量	加速器数量	类别	电子能量	位置
1	集装箱/车辆安全检查系统	TC-SCAN RTG6000	1 套	1 台	II 类	7.5MeV	8 号码头 804 库西北侧

2.2 辐射安全防护与污染物处置

2.2.1 项目选址及工作场所布置

TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统安装于青岛港国际股份有限公司大港分公司 8 号码头 804 库西北侧，内置 1 台 7.5MeV 单能电子感应加速器（45° 扇形出束，出束区域厚 2mm），照射方向为定向向西北照射，控制室位于工作区域西南侧。由于青岛港自动化建设，控制室仅由北京华力兴科技发展有限责任公司员工进行系统维修、维护时使用，日常职业人员控制室位于距工作区域 520m 处查验办公楼。现场勘查情况见图 2-1，系统周围毗邻关系见表 2-2。

表 2-2 本项目 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆检查系统周围环境一览表

名称	方 向	场所名称	距场所距离（m）
TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统工作区域	西北侧	港内道路、集装箱堆场	0~100
	东北侧	港内道路、集装箱堆场	0~100
	东南侧	804 库	0~100
	西南侧	控制室、港内道路、集装箱堆场	0~100
			
TC-SCAN RTG6000型集装箱/车辆检查系统		工作区域东北侧	
			
工作区域东南侧		工作区域西南侧	
			
工作区域西北侧		工作区域西南侧控制室（限系统维修、维护时使用）	

图 2-1 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆检查系统工作区域现场照片



图 2-1（续） TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆检查系统工作区域现场照片

2.2.2 辐射防护措施

本次验收的 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆检查系统采取自带铅钢结构方式，各系统均设置有安全联锁开关、急停设施、红外报警及挡杆装置和加速器输出剂量联锁等安全措施；配备了相应防护仪器设备，防护仪器配置情况见表 2-3，防护仪器设备照片见图 2-2。

表 2-3 防护仪器配置情况一览表

仪器名称	型号	仪器状态	数量
X- γ 剂量率仪	GH-102A	正常	1 台
个人剂量报警仪	quartex-II	正常	2 部
个人剂量片	/	正常	2 支

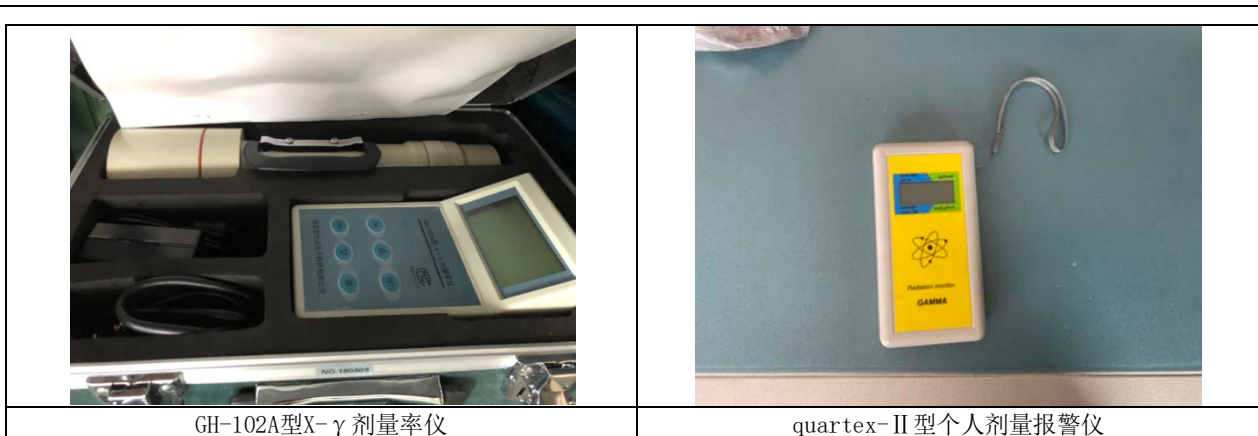


图 2-2 安全措施及防护仪器设备照片

2.2.3 环境影响评价报告表与验收情况对比

项目环境影响报告表与验收情况的对比见表 2-4。

表 2-4 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆检查系统迁建项目
环境影响报告表环评内容与验收情况对比表

名称	环评内容	现场状况
系统型号	TC-SCAN RTG6000 型	与环评一致
套数	1 套	
加速器数量	1 台	
电子能量	7.5MeV 单能	
防护措施	系统准直器铅屏蔽长度为 270mm；垂直探测器臂四周屏蔽采用铅钢多层屏蔽的方案，左右两侧采用 30mm 钢，后墙采用 20mm 钢夹 40mm 铅；探测器臂背后采用 150mm 铅+20mm 钢，侧面板采用 5mm 铅板；检查通道探测器侧通道侧采用 50mm 钢，最外侧采用 30mm 钢；检查通道加速器侧采用 5mm 铅+5mm 钢。	
安全措施	配置系统出束安全联锁钥匙开关、门机联锁、急停按钮或急停拉线、警灯警铃、监视装置及其它安全辅助设备。	配置系统出束安全联锁钥匙开关、门机联锁、10 个急停按钮、警灯警铃、监视装置及其它安全辅助设备。
分区管理	控制区：取辐射源室及有用线束区两侧距中心轴左右各 1m 区域；监督区：系统出入口电动档杆及周围栅栏围成的封闭区域（14m×38m），但不包括控制区。	控制区：取辐射源室及有用线束区两侧距中心轴左右各 1m 区域，地面以红线标出；监督区：系统出入口电动档杆及周围栅栏围成的封闭区域（14m×38m），但不包括控制区。
人员培训	集装箱/车辆检查系统配备 2 名职业人员	配置了 1 名职业人员，可满足系统日常运行需求，均已参加辐射安全培训并经考核合格后持证上岗，处于有效期内。
运行时间	加速器出束时间最大为 220 小时	与环评一致
仪器配备	2 个人剂量报警仪、1 台环境 X-γ 剂量率仪	配置了 1 台 GH-102A 型 X-γ 剂量率仪、2 部 quartex-II 型个人剂量报警仪，系统在出束口处设置了剂量率实时监测探头。

2.2.3 工作原理和工作流程

1、集装箱/车辆检查系统组成

集装箱/车辆检查系统主要由 7 个分系统组成：加速器分系统、探测器分系统、图像获取分系统、扫描控制分系统、扫描装置分系统、运行检查分系统、辐射防护设施。加速器分系统中电子直线加速器主要由加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、冷却循环系统和控制保护系统。

根据设计资料，TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统内置 1 台 7.5MeV 单能电子感应加速器（45° 扇形出束，出束区域厚 2mm）。

典型电子直线加速器内部结构框图见图 2-3。

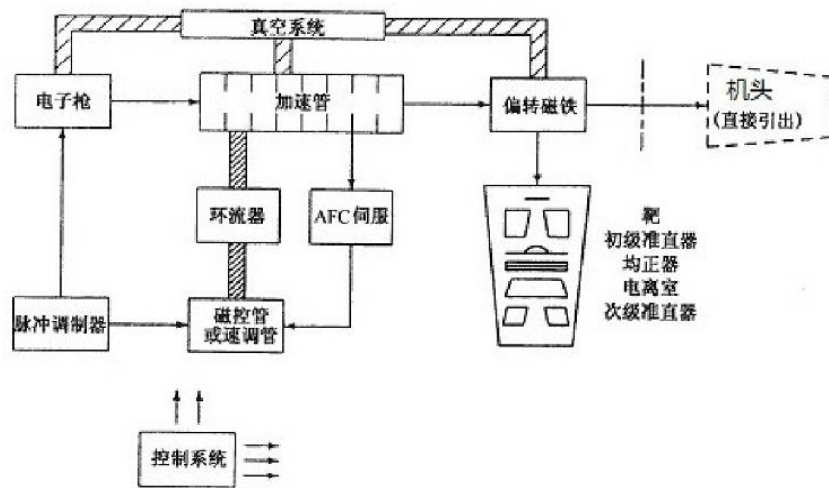


图 2-3 电子直线加速器内部结构图

2、工作原理

电子直线加速器是产生高能电子束的装置，当高能电子束与靶物质相互作用时，会产生韧致辐射，即产生 X 射线，其最大能量为电子束的最大能量。加速器产生的高能 X 射线经准直器成形后，变成一扇形束，穿过被检测的物体，同时射线也被物体吸收，这样在被检测物体后面就形成了一个反应物体质量厚度变化的具有一定强弱分布的新的射线束；探测器将射线束的强弱变化转换成探测器输出电流脉冲的强弱变化；图像获取分系统将所采集到的模拟信号转换为数字信号，数字信号经过预处理后，传送到运行检查分系统组合成扫描图像。

集装箱/车辆检查系统工作原理图见图 2-4。

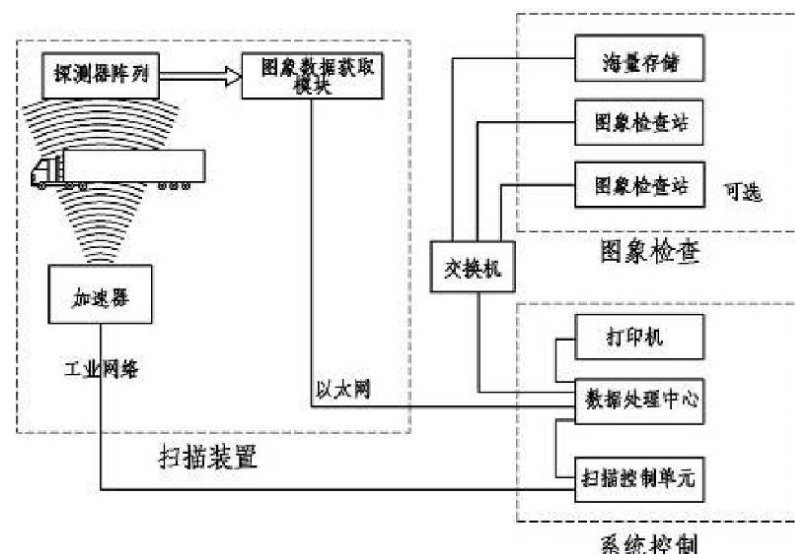


图 2-4 集装箱/车辆检查系统工作原理图

3、工作流程

TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统可采取精细查验和快检两种模式进行检查，其中精细查验是指司机将车停在通道的指定位置，TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统自行走，对受检车辆进行扫描；快检是指采用司机驾车通过 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统检查设备，无需下车的检查模式，经与建设单位确认，搬迁后 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统位置已由水泥隔离墩进行固定，仅使用快检模式对受检车辆进行检查。

快检模式工作流程：

TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统快检模式工作流程主要为以下几步：

①车辆驶入扫描通道，地感 IL、光幕 IS1、光电 P1 的依次触发来判定是否为车辆驶入，确认是车辆驶入时才允许加速器加高压，但此时系统不允许出束；

②车辆到达地感 IL2 位置时，地感 IL2、光幕 IS2 和 IS3 再次依次触发来判断是否为车辆，同时通过光幕 IS2 和 IS3 的先后触发来获取车速，系统根据车速设置加速器触发频率，当判断速度低于最低允许车速（1m/s）情况下系统不允许出束；

③车辆触发光幕 IS4 后，同时车辆挡风玻璃位置组合光电 P3 被触发，系统开始出束，此时司机已经离开主束位置至少 1 米以上距离；

④光幕 IS4 和光电 P4 的依次触发判断被检车辆车速是否正常，当被检车在预设时间内未触发 P4 时系统能自动停止出束，避免司机在通道内发生意外停车而造成不必要的照射；

⑤加速器出束期间，IS3 和 IS4 给出信号必须始终保持，否则加速器立即停止出束；

⑥车辆车尾离开 IS3 后系统停止出束；

⑦如果两辆车跟车过近，当前车处于扫描状态，其车尾尚未离开光幕 IS3 时，后车车头一旦触发 IS2，系统立即停止出束，避免后车的司机被误扫；

⑧车辆全部通过主束后，加速器停止出束；

⑨扫描图像查验和处理；

⑩系统进入待机状态，等待检查下一辆车。

检测流程演示图见图 2-5，司机避让措施现场照片见图 2-6。

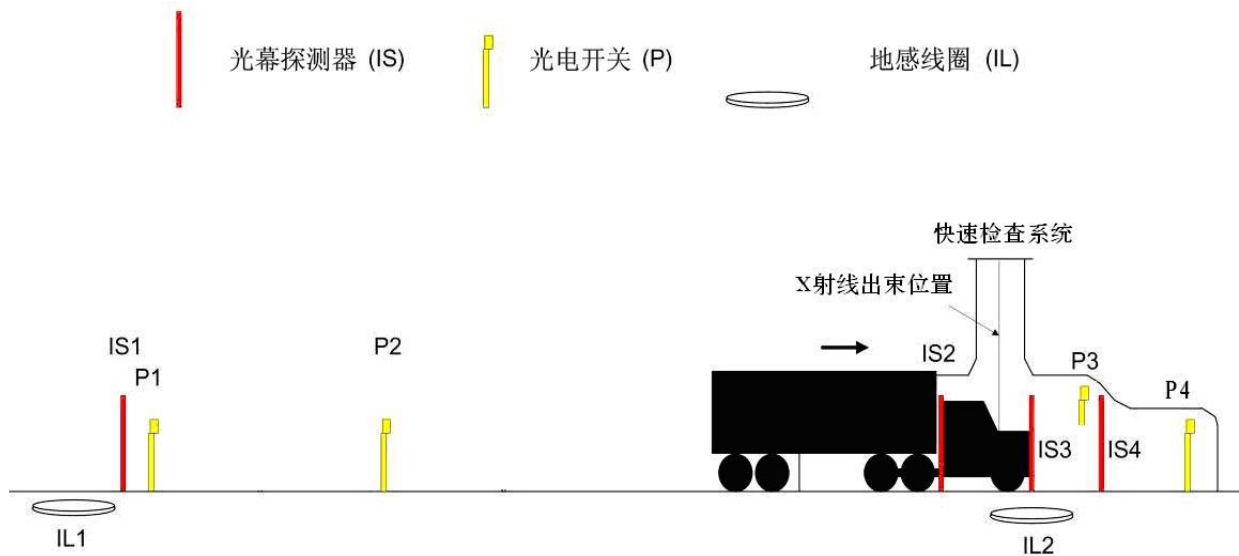


图 2-5 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统检测流程演示图



图 2-6 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统司机避让措施现场照片

2.2.4 主要放射性污染物和污染途径

1、X 射线

电子加速器产生的电子能量为 7.5MeV，电子与靶物质作用产生韧致辐射 X 射线，开机工作时不考虑感生放射性和中子辐射。

2、非放射性有害气体

电子加速器在开机运行时，产生的X射线与空气作用可产生少量臭氧（O₃）和氮氧化物（NO，NO₂）。

3、放射性废水

加速器设备中设计有冷却循环系统，本项目系统中实际为风冷循环系统，因此本项目不产生放射性废水。

4、放射性固体废物

电子加速器最大能量为 7.5MeV，在该能量照射下，不产生感生放射性，加速器退役靶为非放射性固体废物，不产生放射性固体废物；集装箱/车辆检查系统运行时为实时电脑成像显示，不进行拍片、洗片，不产生废胶片和废显（定）影液。

由上述分析可知，本次验收主要关注 X 射线。

2.2.5 分区管理

本项目系统工作区域进行了分区管理。加速器出束时，控制区内禁止任何人停留，监督区内无关人员不得随意进入。

控制区：取辐射源室及有用线束区两侧距中心轴左右各 1m 区域，如图 2-7 中红色阴影区所示。

监督区：系统出入口电动档杆及周围栅栏围成的封闭区域（14m×38m），但不包括辐射控制区。如图 2-7 中蓝色阴影区所示。

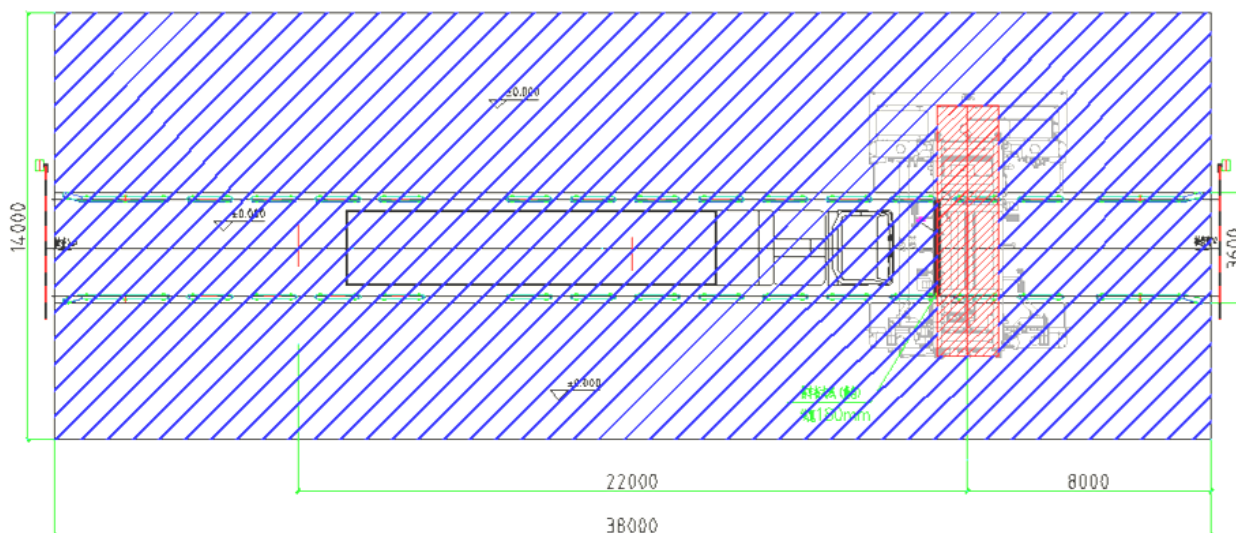


图 2-7 快检模式下系统辐射防护分区图

单位：mm

本项目于 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统控制区地面设置了红色警戒线标识，监督区外设置了栅栏，设置了电离辐射警告标志。

三、环评及批复要求落实情况

环境影响报告表批复与验收情况的对比

项目环境影响报告表批复与验收情况的对比见表 3-1。

表 3-1 环境影响报告表批复与验收情况对比表

环境影响报告表批复意见（综述）		验收落实情况
一、项目位于山东省青岛市市北区新疆路 18 号青岛港国际股份有限公司大港分公司港区内。项目建设内容为：对 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统实施整体搬迁，搬迁至 2.3km 处的港区内 8 号码头 804 库西北侧。 项目 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统内置 1 台 7.5MeV 电子感应加速器（45° 扇形出束，出束区域厚 2mm），照射方向定向向北照射，配备轮胎行走机构，自身集成防护装置，在 8 号码头内的规定区域内作业，控制及检查采集的图像分析工作由控制室完成，控制室位于工作区域西南侧采用集装箱改造。		根据现场勘查，本项目 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆检查系统建设内容、搬迁位置、距原工作区域距离等均与环评一致，系统内置 1 台 7.5MeV 电子感应加速器（45° 扇形出束，出束区域厚 2mm），定向向西北方向照射，配备轮胎行走机构，自身集成防护装置，在 8 号码头内的规定区域内作业，控制及检查采集的图像分析工作由控制室完成，由于港口自动化建设，职业人员控制室位于距工作区域 520m 处查验办公楼，集装箱改造控制室仅由设备维护人员北京华力兴科技发展有限公司员工对设备进行调整维护时使用。
二、该项目应严格按照《报告表》和以下要求，落实和完善辐射安全与防护措施，从事辐射工作：	（一）严格执行辐射安全管理制度。 1. 设立辐射安全与环境保护管理机构，落实辐射安全管理责任制。企业法人代表为辐射安全工作第一责任人，分管负责人为直接责任人，指定 1 名本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全管理工作，落实岗位职责。2. 落实装置操作规程、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、培训计划和监测方案等，建立辐射安全管理档案。	1. 青岛大港海关成立了辐射防护安全管理小组，签订了辐射工作安全责任书，单位法定代表人李涛为辐射工作安全第一责任人，指定倪鹏为射线装置辐射安全负责人，落实了岗位职责。 2、青岛大港海关制定并落实了《辐射安全与防护管理制度》《辐射防护安全管理小组职责》《集装箱/车辆安全检查系统辐射安全管理办法》《辐射防护安全操作规程》《辐射工作人员培训制度》《辐射事故应急预案》《监测计划》等制度，建立了辐射安全管理档案。

续表 3-1 环境影响报告表批复与验收情况对比表

	环境影响报告表批复意见（综述）	验收落实情况
二、该项目应严格按照《报告表》和以下要求，落实和完善辐射安全与防护措施，从事辐射工作：	（二）加强辐射工作人员的辐射安全 and 防护工作。 1. 制定培训计划，组织本项目辐射工作人员参加辐射安全培训和再培训，经考核合格后持证上岗；考核不合格的，不得从事辐射工作。 2. 建立辐射工作人员个人剂量档案，做到 1 人 1 档。辐射工作人员应佩戴个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测。安排专人负责个人剂量档案和个人剂量监测管理，发现个人剂量监测结果异常的，应当立即核实和调查，并向生态环境部门报告。 3. 从事放射工作时，应采取有效辐射安全与防护措施，控制接受不必要的受照剂量。	1、青岛大港海关制定了《辐射工作人员培训制度》，配置的职业人员已参加辐射安全培训并经考核合格后持证上岗，处于有效期内。 2、青岛大港海关已委托具有相关资质的山东卫健辐射检测评价有限公司每 3 个月为职业人员进行个人剂量检测，建立了个人剂量档案，做到了一人一档。安排了专人负责个人剂量档案和个人剂量监测管理，未发现个人剂量监测结果异常的。 3. 职业人员控制室位于距工作区域 520m 处查验办公楼，不靠近工作区域
	（三）做好辐射工作场所的安全和防护工作。 1. 在检测设备周边醒目位置设置电离辐射警告标志，标志应符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准(GB18871-2002)》的要求。 2. 做好辐射安全与防护设施的维护、维修，并建立维修、维护档案，确保工作状态指示灯、控制器急停按钮等辐射安全与防护设施安全有效。 3. 做好安全保卫工作，确保集装箱/车辆检查系统处于安全受控状态。4. 严格执行辐射环境监测计划。配备 1 台辐射巡测仪，定期组织对工作场所以及周围环境辐射水平进行监测。	1. 系统工作区域周围设置了围栏，围栏醒目位置设置了电离辐射警告标志，标志符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准(GB18871-2002)》的要求。 2. 青岛大港海关委托北京华力兴科技发展有限公司对辐射安全与防护设施进行维护、维修，并建立了维修、维护档案，确保工作状态指示灯、控制器急停按钮等辐射安全与防护设施安全有效。 3. 港区内实施封闭管理，外来车辆未经允许禁止入内；系统及周边共设置了 10 个摄像头，24 小时监控。 4. 青岛大港海关制定并严格执行了《监测计划》。配置了 1 台 GH-102A 型 X-γ 剂量率仪、2 部 quartex-II 型个人剂量报警仪。
	（四）严格落实环境风险防范措施，制定辐射事故应急预案。制定相应的环境风险应急预案，配备必要的应急设备，定期开展应急培训和演练，有效防范并妥善处置突发环境事件，确保环境安全。	青岛大港海关制定了《辐射事故应急预案》，并于 2022 年 10 月 10 日开展了应急演练。
	（五）对污染防治设施依法依规开展安全风险评估事故隐患排查治理，并按规定报安全生产主管部门。	青岛大港海关每年均编制了年度评估报告，并于 1 月 31 日前提提交当地生态环境部门。

四、验收监测标准及参考依据

4.1 验收标准

4.1.1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)

1.1 根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)的规定。

①剂量限值

B1.1 职业照射

B1.1.1 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 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。

②年管理剂量约束值

该标准 11.4.3.2 规定，剂量约束值通常在照射剂量限值 10%~30%的范围之内，但剂量约束的使用不应取代最优化要求，剂量约束值只能作为最优化值的上限。

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

6.3 场所辐射水平

6.3.1 边界周围剂量当量率

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

6.3.2 驾驶员位置一次通过周围剂量当量

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

6.3.3 控制室周围剂量当量率

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

7 辐射安全设施要求

7.1 安全联锁装置

7.1.1 出束控制开关

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

7.1.2 门联锁

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

7.1.3 紧急停束装置

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

7.1.4 加速器输出剂量联锁

X 射线检查系统的加速器输出剂量超出预定值时，加速器应能自动停止出束。

7.2 其他安全装置

7.2.1 声光报警安全装置

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

7.2.2 监视装置

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

7.2.3 语音广播设备

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

7.2.4 辐射监测仪表

根据检查系统特点，配备以下合适的辐射监测仪表：

- a) 个人剂量报警仪和剂量率巡检仪；

b) 在 X 射线检查系统的加速器出束口处应配置辐射剂量监测仪表实时监测输出剂量，并在检查系统操作台上显示输出剂量率；

c) γ 射线检查系统的辐射源箱应配备剂量报警装置，当放射源泄漏导致剂量超出报警阈值时能实时报警。

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：控制检查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：检查系统连续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。

4.1.3 环境天然放射性水平

根据山东省环境监测中心站对山东省环境天然放射性水平的调查，青岛市环境天然辐射水平见表 4-1。

表 4-1 青岛市环境天然辐射水平 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)

监测内容	范围	平均值	标准差
原 野	4.24~13.00	6.62	1.45
道 路	1.15~12.40	6.90	2.38
室 内	3.12~16.16	11.09	2.33

注：表中数据摘自《山东省环境天然放射性水平调查研究报告》，山东省环境监测中心站，1989 年。

根据环境影响报告表评价内容，采用 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 作为集装箱/车辆安全检查系统（内置电子直线加速器）所在工作区域监督区边界剂量率目标控制值；采用 $0.1 \mu\text{Sv}$ 作为驾驶员位置一次通过的周围剂量当量目标控制值；采用 2.0mSv 作为职业人员的年管理剂量约束值；以 0.1mSv 作为公众成员的年管理剂量约束值；验收调查范围为系统工作区域外 100m 的范围。

五、验收监测

为掌握本次验收的集装箱/车辆检查系统正常运行情况下周围的辐射环境水平，我单位在系统关机、开机状态下，对系统周围剂量率进行了现场监测，根据现场条件和相关监测标准、规范的要求进行合理布点监测。

5.1 监测对象

集装箱/车辆检查系统工作区域周围辐射环境水平。

5.2 监测单位

本次验收由具备辐射检测资质的山东鼎嘉环境检测有限公司开展监测，检验检测机构资质认定证书编号 181512342017。

5.3 监测项目

X-γ 辐射剂量率。

5.4 监测时间及条件

监测时间：2023 年 4 月 21 日；
监测天气：阴，温度：17.5℃，相对湿度：23.5%。

5.5 监测方法

依据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）的要求和方法进行现场测量，将仪器接通电源预热 15min 以上，仪器探头离地 1m，距离被测表面 30cm，由两名监测人员在每个监测点位读取 10 个测量值为一组，取其平均值，经校准后作为最终的监测结果。

5.6 监测仪器

监测仪器为 AT1123 型辐射检测仪，监测仪器主要技术参数见表 5-1。

表 5-1 监测仪器参数一览表

设备名称	辐射检测仪
设备型号	AT1123
设备编号	A-1804-02
测量范围	吸收剂量率：50nSv/h~10Sv/h 能量范围：15keV~3MeV；60keV~10MeV
检定/校准单位	山东省计量科学研究院
检定/校准证书编号	Y16-20220471
检定/校准有效期至	2023 年 4 月 22 日

5.7 监测布点

根据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）、《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）的相关要求，在各集装箱/车辆检查系统关机状态、开机状态下在系统工作区域周围布设监测点位，监测点位示意图 5-1。



图 5-1 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆检查系统工作区域监测点位示意图

5.8 监测结果

各监测点位处 X- γ 辐射剂量率监测结果见表 5-2。

表 5-2 系统工作区域周围 X- γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位描述	关机状态（nSv/h）		开机状态（ μ Sv/h）	
		平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
A1	系统工作区域西侧围栏北段外 30cm 处	/		0.536	0.02
A2	系统工作区域西侧围栏中段外 30cm 处	95.1	1.7	0.545	0.02
A3	系统工作区域西侧围栏南段外 30cm 处	/		0.504	0.02
A4	系统工作区域南侧围栏西段外 30cm 处	/		0.558	0.02
A5	系统工作区域南侧围栏中部西段外 30cm 处	99.4	1.1	274.8nSv/h	1.4
A6	系统工作区域南侧围栏中部东段外 30cm 处	99.3	1.3	277.2nSv/h	1.2
A7	系统工作区域南侧围栏东段外 30cm 处	/		0.591	0.01
A8	系统工作区域东侧围栏南段外 30cm 处	/		0.507	0.02

表 5-2 系统工作区域周围 X-γ 辐射剂量率监测结果

序号	点位描述	关机状态 (nSv/h)		开机状态 (μSv/h)	
		平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
A9	系统工作区域东侧围栏中段外 30cm 处	99.6	1.3	279.1nSv/h	1.1
A10	系统工作区域东侧围栏北段外 30cm 处	/		282.1nSv/h	1.9
A11	系统工作区域北侧围栏东段外 30cm 处	/		259.8nSv/h	1.6
A12	系统工作区域北侧围栏中部东段外 30cm 处	99.8	1.2	0.371	0.01
A13	系统工作区域北侧围栏中部西段外 30cm 处	100.1	1.3	0.318	0.01
A14	系统工作区域北侧围栏西段外 30cm 处	/		243.9nSv/h	1.3
A15	控制室操作位	95.9	1.4	98.0nSv/h	1.5
A16	车辆驾驶员位置	/		10.47	0.1

注：检查系统位于工作区域中间，监测时，检查系统内加速器开机能量为 7.5MeV，靶点向西北方向照射。

由表 5-2 可知，在 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆检查系统关机状态下，检查系统工作区域周围及操作位处剂量率为 95.1nSv/h~100.1nSv/h，处于青岛市环境天然辐射水平范围内；在 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆检查系统开机条件下，检查系统工作区域周围剂量率为 243.9nSv/h~591nSv/h，满足边界辐射剂量率不大于 2.5μSv/h 的要求；操作位处剂量率为 98.0nSv/h，满足操作人员操作位置的周围剂量当量率不大于 1.0μSv/h 的要求。

经与建设方核实，在 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统快检模式下集装箱通过检查系统的最长时间为 20s，驾驶员位置 X-γ 辐射剂量率为 10.47μSv/h，本次评价不考虑受检车辆远离辐射源室过程中 X-γ 辐射剂量率的衰减因素，取车辆通过检查系统时车辆驾驶员位置 γ 辐射空气吸收剂量率瞬时最大值，对驾驶员位置周围剂量当量进行保守理论估算，则驾驶员位置一次通过的周围剂量当量： $1 \times 20s / 3600 \times 10.47\mu S v / h = 0.058\mu S v$ ，满足驾驶员位置一次通过的周围剂量当量不大于 0.1μSv 的目标控制值。

六、职业和公众受照剂量

经确认，青岛大港海关已委托了有资质的山东卫健辐射检测评价有限公司对职业人员进行个人剂量监测。由于本项目 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆检查系统搬迁前后工作模式、状态、加速器出束时间、采用的防护措施等与搬迁前完全一致，故本次验收依据个人剂量检测结果对职业人员受照剂量进行计算，依据验收监测结果对公众成员受照剂量进行估算。

6.1 年有效剂量估算公式

$$H = 0.7 \times D_r \times T$$

式中： H ——年有效剂量当量，Sv/a；
 T ——年受照时间，h；
0.7——吸收剂量对有效剂量当量的换算系数，Sv/Gy；
 D_r ——X 剂量率，Gy/h。

6.2 居留因子

参照《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），不同环境条件下的居留因子列于表6-1。

表6-1 居留因子的选取

场所	居留因子T	停留位置
全居留	1	控制室、暗室、办公室、临近建筑物中的驻留区
部分居留	1/2~1/5	走廊、休息室、杂物间
偶然居留	1/8~1/40	厕所、楼梯、人行道

6.3 照射时间确定

经确认，在快检模式下，集装箱通过检查系统的时间为 20s；根据搬迁前运行记录，本项目 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统电子加速器出束时间最大为 220h。

6.4 职业人员受照剂量

根据对于搬迁前辐射工作人员工作量评估，辐射相关工作可由一人承担，故对辐射工作人员进行了调动。自 2023 年起，由李健接替毕建秀、张丽从事辐射工作，毕建秀、张丽不再从事辐射工作。由于时间较短，李健暂无个人剂量监测数据，故采用毕建秀、张丽现有个人剂量检测数据计算。

TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆检查系统在工作状态下，对职业人员影响的区域主要在系统工作区域四周人员能够达到的区域。根据 2021 年 12 月至 2022 年 12 月的个人剂量检测报告，本项目正常运行过程中辐射工作人员受照剂量情况见表 6-2。

表 6-2 辐射工作人员个人剂量监测结果分析表

单位：mSv

序号	姓名	2021. 12. 30- 2022. 03. 29	2022. 03. 30- 2022. 06. 27	2022. 06. 28- 2022. 09. 25	2022. 09. 26- 2022. 12. 24	年有效剂量
1	毕建秀	0.02	0.02	0.04	0.04	0.12
2	张丽	0.02	0.02	0.04	0.03	0.11

根据验收监测结果，TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统运行状态下工作区域周围 X-γ 辐射剂量率最大值为 0.591μSv/h，位于工作区域南侧围栏中部南段，居留因子取 1；则该区域活动的驾驶员年有效剂量为：

$$H=0.591\mu\text{Sv/h}\times 220\text{h/a}\approx 0.13\text{mSv/a};$$

根据以上计算，青岛大港海关职业人员最大年有效累积剂量为 0.13mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定职业人员的剂量限值 20mSv/a，也低于环境影响报告表提出的年管理剂量约束值 2.0mSv/a。

6.5 公众受照剂量分析

1. 受检车辆驾驶员

本次评价将车辆驾驶员按公众成员考虑，根据计算驾驶员一次通过周围剂量当量约为 0.058μSv，经核实，驾驶员满负荷情况下一年通过该检查系统不超过 1000 次，本次按 1000 次/a 进行计算；则该区域活动的驾驶员年有效剂量为：

$$H=0.058\mu\text{Sv/次}\times 1000\text{次/a}\approx 0.058\text{mSv/a};$$

2. 周围公众成员

根据表 5-2 中监测数据，TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统运行状态下工作区域周围 X-γ 辐射剂量率最大值为 0.591μSv/h，位于工作区域南侧围栏中部南段，居留因子取 1/4。则公众成员的年有效剂量为：

$$H=0.591\mu\text{Sv/h}\times 220\text{h/a}\times 1/4\approx 0.033\text{mSv/a};$$

综上所述，本次验收的 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统运行状态下工作区域周围公众成员的年有效剂量最大值为 0.023mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 剂量约束值，也低于环境影响报告表提出的 0.1mSv/a 管理剂量约束值。

七、辐射安全管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部第 3 号令）及环境保护主管部门的要求，射线装置使用单位应落实环评文件及环评批复中要求的各项管理制度和安全防护措施。本次验收对青岛大港海关的辐射环境管理和安全防护措施进行了检查。

（一）组织机构

青岛大港海关成立了辐射防护安全管理小组，签订了辐射工作安全责任书，明确青岛大港海关法人代表李涛为本单位辐射工作安全第一责任人，指定倪鹏负责射线装置的安全和防护工作。

（二）辐射安全管理制度及其落实情况

1、青岛大港海关制定了《辐射安全与防护管理制度》《辐射防护安全管理小组职责》《集装箱/车辆安全检查系统辐射安全管理办法》《辐射防护安全操作规程》《辐射工作人员培训制度》《辐射事故应急预案》《监测计划》等制度。

2. 青岛大港海关制定了《辐射防护安全操作规程》。

3. 青岛大港海关制定了《辐射事故应急预案》，并于 2022 年 10 月 10 日开展了应急演练。

4. 青岛大港海关制定了《辐射工作人员培训制度》。本项目辐射工作人员可满足各系统日常运行需求，已参加辐射安全培训并经考核合格后持证上岗，处于有效期内。

5. 青岛大港海关制定了《监测计划》，定期开展巡检工作；委托了有相关资质的山东卫健辐射检测评价有限公司对职业人员进行个人剂量检测，建立了职业人员个人剂量档案。

6. 青岛大港海关每年均编制了安全和防护状况年度评估报告，并于每年的 1 月 31 日前向当地生态环境部门提交。

7. 青岛大港海关配置了 1 台 GH-102A 型 X- γ 剂量率仪、2 部 quartex-II 型个人剂量报警仪，详见表 2-3、图 2-2。

八、验收监测结论与建议

8.1 结 论

按照国家有关环境保护的法律法规，中华人民共和国青岛大港海关 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统迁建项目进行了环境影响评价和履行了环境影响审批手续。两个项目需配套建设的环境保护设施已与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

1、项目基本概况

中华人民共和国青岛大港海关位于青岛市市北区新疆路 18 号，本项目 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统工作区域位于 8 号码头 804 库西北侧，2022 年 8 月 2 日青岛市生态环境局市北分局以青环北辐审[2022]3 号文件对项目环境影响报告表进行了批复，环评规模为搬迁 1 套 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统，属使用 II 类射线装置，验收规模与环评规模一致。

单位现持有辐射安全许可证（鲁环辐证[02993]），有效期至 2023 年 12 月 16 日，种类和范围为：使用 II 类射线装置。

2、现场监测结果

根据监测数据，本项目集装箱/车辆检查系统关机状态下，工作区域周围及操作位处剂量率为 95.1nSv/h~100.1nSv/h，均处于青岛市天然辐射水平范围内。

在集装箱/车辆检查系统开机条件下，检查系统工作区域周围剂量率为 243.9nSv/h~591nSv/h，满足边界辐射剂量率不大于 2.5μSv/h 的要求；操作位处剂量率为 98.0nSv/h，满足操作人员操作位置的周围剂量当量率不大于 1.0μSv/h 的要求。

3、职业与公众受照结果

根据个人剂量监测结果计算，青岛大港海关职业人员最大年有效累积剂量为 0.23mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定职业人员的剂量限值 20mSv/a，也低于环境影响报告表提出的年管理剂量约束值 2.0mSv/a。

根据验收监测结果估算，驾驶员位置一次通过周围剂量当量为 0.058μSv，低于《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ 143-2015）规定的 0.1μSv 约束值；公众成员年有效剂量最大值为 0.023mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》规定的 1mSv/a 剂量约束值，也低于环境影响报告表提出的 0.1mSv/a 管理剂量约束值。

4、现场检查结果

（1）青岛大港海关成立了辐射防护安全管理小组，签订了辐射工作安全责任书，明确

了法人代表为本单位辐射工作安全第一责任人，指定了专人负责射线装置的安全和防护工作。

(2) 青岛大港海关制定了《辐射安全与防护管理制度》《辐射防护安全管理小组职责》《集装箱/车辆安全检查系统辐射安全管理办法》《辐射防护安全操作规程》《辐射工作人员培训制度》《监测计划》等制度。

(3) 青岛大港海关制定了《辐射事故应急预案》，并于 2022 年 10 月 10 日开展了应急演练。

(4) 青岛大港海关制定了《辐射工作人员培训制度》，本项目职业人员可满足各系统日常运行需求，已参加辐射安全培训并经考核合格后持证上岗，处于有效期内。

(5) 青岛大港海关制定了《监测计划》，定期开展巡检工作；委托有相关资质的单位对辐射工作人员进行个人剂量检测，建立了辐射工作人员个人剂量档案。

(6) 青岛大港海关每年均编制了安全和防护状况年度评估报告，并于每年的 1 月 31 日前向当地生态环境部门提交。

(7) 青岛大港海关配备了 1 台 GH-102A 型 X- γ 剂量率仪、2 部 quartex-II 型个人剂量报警仪。

综上所述，中华人民共和国青岛大港海关 TC-SCAN RTG6000 型集装箱/车辆安全检查系统迁建项目基本落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护各项措施，该项目对辐射工作人员和公众成员是安全的，具备建设项目竣工环境保护验收条件。

8.2 问题及建议

1. 加强个人剂量检测管理，按规定时间开展辐射工作人员个人剂量检测工作；
2. 适时修订辐射安全管理制度及《辐射事故应急预案》，定期开展应急演练。