

中华人民共和国黄岛海关
空轨集装箱在线检查系统应用项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：中华人民共和国黄岛海关

编制单位：山东鼎嘉环境检测有限公司

2023年2月

建设单位法人代表： （签字）

编制单位法人代表： （签字）

项 目 负 责 人：

填 表 人：

建设单位：中华人民共和国黄岛海关
 （盖章）

电话：15020069866

传真：/

邮编：266500

地址：山东省青岛市黄岛区长江中路
192 号

编制单位：山东鼎嘉环境检测有限公
 司（盖章）

电话：0531-59803517

传真：/

邮编：250100

地址：中国（山东）自由贸易试验区
济南片区高新万达广场 2 号写
字楼

目 录

一、概述.....	1
二、项目概况.....	6
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.....	16
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. 委托书.....	附件-1
2. 审批意见.....	附件-2
3. 辐射工作安全责任书.....	附件-7
4. 辐射安全许可证.....	附件-9
5. 辐射工作人员考核成绩单及合格证.....	附件-14
6. 辐射管理规章制度.....	附件-20
7. 应急演练记录.....	附件-42
8. 个人剂量档案及检测报告.....	附件-49
9. 竣工环境保护验收监测报告.....	附件-72

“三同时” 验收登记表

一、概述

建设项目	项目名称	空轨集装箱在线检查系统应用项目				
	项目性质	新建	建设地点	青岛市黄岛区前湾港联合集装箱码头， 港区道路中部		
建设单位	单位名称	中华人民共和国黄岛海关				
	通讯地址	山东省青岛市黄岛区长江中路 192 号				
	法人代表	冯仲良		邮编	266500	
	联系人	张立杰		联系电话	15020069866	
环境影响报告表	编制单位	山东清朗环保咨询有限公司		审批部门	青岛市生态环境局西海岸新区分局	
	批复文号	青环西新辐审[2021]12 号		批复时间	2021 年 11 月 16 日	
验收监测	验收监测时间	2022 年 12 月 16 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	1000 万元	核技术项目 环保投资	80 万元	环保投资占 总投资比例	8%
验收规模	新建 1 套 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统，属使用 II 类射线装置					

1.1 引言

中华人民共和国黄岛海关（以下简称“黄岛海关”）于 2003 年 5 月经国务院和海关总署批准设立。目前除黄岛海关缉私分局为刑事执法单位外，黄岛海关有 8 个内设机构，分别是办公室、人事政工处、通关业务处、物流监控处、加工贸易监管处、稽查处、驻保税区办事处和驻西海岸出口加工区办事处。黄岛海关属地业务辖区包括胶州市和青岛西海岸新区，口岸业务辖区包括前湾港港区、黄岛油港区和青岛董家口港区。前湾港位于胶州湾西岸，港区面积达 10 余平方公里，是中国重要的集装箱进出口港，年集装箱吞吐量超过 1000 万标箱，年货物吞吐量超过了 3 亿吨。

1.2 验收任务由来

1.2.1 现有工程

2011 年黄岛海关开展“新建 MB1215 移动式大型集装箱车辆检查系统项目”环境影响评价，该项目于前湾港港口内建设 1 套 MB1215BS 型集装箱车辆检查系统、1 套 MB1215HS 型集装箱车辆检查系统。2011 年 3 月 10 日山东省环境保护厅对该项目报告表进行批复（鲁环辐表审[2011]031 号）。

2014 年黄岛海关开展了“FS6000 集装箱/车辆检查系统项目”环境影响评价，该项目于前湾港港口内建设 1 套 FS6000 型集装箱/车辆检查系统，2014 年 6 月 13 日山东省环境保护厅对该项目报告表予以批复（鲁环辐表审[2014]114 号）。

2017 年 2 月黄岛海关开展“集装箱/车辆检查系统”竣工环境保护验收工作，验收规模为 1 套 MB1215BS 型、1 套 MB1215HS 型、1 套 FS6000 型集装箱/车辆检查系统，2017 年 12 月 19 日青岛市环境保护局同意上述装置通过竣工环境保护验收（青环辐验[2017]12 号）。

2017 年黄岛海关开展“集装箱/车辆检查系统扩建项目”环境影响评价，该项目于前湾港港口内建设 1 套 MB1215DE（HS）型、2 套 FS6000DE 型、1 套 PB6000TD 型集装箱/车辆检查系统和 4 套 TC-SCAN RTG6000 型轮胎自行走集装箱/车辆检查系统，2017 年 8 月 4 日青岛市环境保护局对该项目报告表予以批复（青环辐审[2017]16 号）。

2018 年 6 月黄岛海关开展“前湾港扩建 1 套集装箱/车辆检查系统、搬迁 1 套集装箱/车辆检查系统至董家口港项目”环境影响评价，该项目于前湾港北港物流通道建设 1 套 FS6000DE 型集装箱/车辆检查系统，搬迁一套 TC-SCAN RTG6000 型轮胎自行走集装箱/车辆检查系统，2018 年 8 月 22 日青岛市环境保护局对该项目报告表予以批复（青环辐审[2018]17 号）。

2019 年 10 月黄岛海关自主开展“中华人民共和国黄岛海关集装箱/车辆检查系统扩建项目，前湾港扩建 1 套集装箱/车辆检查系统、搬迁 1 套集装箱/车辆检查系统至董家口港项目”竣工环境保护验收工作，验收规模为 1 套 MB1215DE(HS)型集装箱/车辆检查系统、3 套 FS6000DE 型集装箱/车辆检查系统、1 套 FS6000TD 型集装箱/车辆检查系统和 3 套 TC-SCAN RTG6000 型轮胎自行走集装箱/车辆检查系统。

2011 年 3 月 10 日，黄岛海关首次取得了山东省环境保护厅颁发的辐射安全许可证，经历次变更及延续，目前持有青岛市生态环境局于 2023 年 1 月 9 日颁发的辐射安全许可证（鲁环辐证[02944]），种类和范围为使用 II 类射线装置，有效期至 2028 年 1 月 8 日。

黄岛海关现有射线装置情况见表 1-1。

表 1-1 黄岛海关现有射线装置情况

序号	装置名称	型号	数量	类别	安装位置	使用状态	环评批复	验收 批复
1	组合移动式大型集装箱/车辆检查系统	MB1215BS	1 套	Ⅱ类	前湾港 南港查验区	正常运行	鲁环辐表审 [2011]031 号	青环辐验 [2017]12 号
2	通道式快速大型集装箱/车辆检查系统	FS6000	1 套	Ⅱ类	前湾港 固废查验区	正常运行	鲁环辐表审 [2014]114 号	
3	组合移动式大型集装箱/车辆检查系统	MB1215DE (HS)	1 套	Ⅱ类	前湾港北港 查验区	正常运行	青环辐审 [2017]16 号	2019 年 10 月 26 日自主验 收
4	通道式快速大型集装箱/车辆检查系统	FS6000DE	1 套	Ⅱ类	前湾港 北港区闸口	正常运行		
5	通道式快速大型集装箱/车辆检查系统	FS6000DE	1 套	Ⅱ类	前湾港 北港区闸口	正常运行		
6	通道式快速大型集装箱/车辆检查系统	FS6000TD	1 套	Ⅱ类	前湾港 怡之航冷库	正常运行		
7	轮胎自行走集装箱/ 车辆检查系统	TC-SCAN RTG6000	1 套	Ⅱ类	前湾港 自动化码头	正常运行		
8	轮胎自行走集装箱/ 车辆检查系统	TC-SCAN RTG6000	1 套	Ⅱ类	前湾港 自动化码头	正常运行		
9	集装箱/车辆检查 系统	FS6000DE	1 套	Ⅱ类	前湾港 招商局码头	正常运行	青环辐审 [2018]17 号	
10	轮胎自行走集装箱 /车辆检查系统	TC-SCAN RTG6000	1 套	Ⅱ类	董家口港港 区大唐泊位	正常运行		
11	空轨集装箱在线检 查系统	SR6000	1 套	Ⅱ类	前湾港联合 集装箱码头	正常运行	青环西新辐 审[2021]12 号	本次验收

1.2.2 本次验收

2021 年 4 月，黄岛海关委托山东清朗环保咨询有限公司编制了《空轨集装箱在线检查系统应用项目环境影响报告表》，项目涉及一套 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统，属 II 类射线装置。2021 年 11 月 16 日，青岛市生态环境局西海岸新区分局以“青环西新辐审[2021]12 号”文件对该项目进行了审批。本项目涉及的 1 台 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统于 2022 年 10 月建成调试。

黄岛海关现持有辐射安全许可证，证书编号：鲁环辐证[02944]，有效期至 2028 年 1 月 8 日，种类和范围为使用 II 类射线装置，1 套 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统已进行

许可登记。

黄岛海关辐射安全许可证登记射线装置情况见表 1-1。

表 1-2 本次验收射线装置情况

序号	装置名称	型号	数量	类别	电子能量	工作场所	使用状态
1	空轨集装箱 在线检查系统	SR6000	1 套	II 类	6MeV	前湾港联合集装箱码 头，港区道路中部	正常 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，受黄岛海关委托，山东鼎嘉环境检测有限公司于 2022 年 12 月 16 日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《中华人民共和国黄岛海关空轨集装箱在线检查系统应用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，以满足国家和地方生态环境主管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 31 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、《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)；
- 4、《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ1157-2021)；
- 5、《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》(GBZ143-2015)；
- 6、《粒子加速器辐射防护规定》(GB5172-1985)。

1.4.3 其他

- 1、《中华人民共和国黄岛海关空轨集装箱在线检查系统应用项目环境影响报告表》及批复文件；
- 2、中华人民共和国黄岛海关提供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

中华人民共和国黄岛海关空轨集装箱在线检查系统应用项目。

2.1.2 项目性质

新建。

2.1.3 项目位置

中华人民共和国黄岛海关位于青岛市黄岛区长江中路 192 号，本项目 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统建设于青岛市黄岛区前湾港联合集装箱码头，港区道路中部。

本项目地理位置见附图 1，周边关系影像见附图 2，检查系统平面布置见附图 3。

2.1.4 项目规模

环评规模：于青岛市黄岛区前湾港联合集装箱码头，港区道路西南侧空地新建 1 套 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统，内置 1 台 6MeV 电子感应加速器，自身集成防护装置，属使用 II 类射线装置。

验收规模：经现场勘查，于青岛市黄岛区前湾港联合集装箱码头，港区道路中部新建了 1 套 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统，内置 1 台 6MeV 电子感应加速器，自身集成防护装置，实际建设位置与环评阶段基本一致。系统已建设完成投入运行，属使用 II 类射线装置。

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	空轨集装箱 在线检查系统	SR6000	1 套	1 台	II 类	6MeV	前湾港联合集装箱码头，港区道路中部

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

根据环境影响报告表，由于设备运行期间空轨集装箱在线检查系统东南、西北两侧无实体屏蔽，评价范围取其系统所在屏蔽体外 100m 的范围。本次验收范围保守取检查系统所在屏蔽体外 100m 的范围。

SR6000 型空轨集装箱在线检查系统安装于前湾港联合集装箱码头，港区道路中部，内置 1 台 6MeV 电子感应加速器（60° 扇形出束），配置了自屏蔽系统，照射方向为定向向西

南方向，控制室位于检查系统东北侧 650m 处办公楼内。检查系统设置于 Y 型混凝土高台上，高台东北、西南两侧设有混凝土墙，混凝土墙围成的区域为待扫描集装箱通过通道。扫描通道下方集装箱为调试期间设备工程师所用临时操作间，后续将拆除，检查系统周围无环境保护目标。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 SR6000 型空轨集装箱在线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）
SR6000 型空轨集装箱 在线检查系统	北 侧	港内道路、港口箱区	0~100
	东 侧	港内道路、港口箱区	0~100
	南 侧	港内道路、港口箱区	0~100
	西 侧	港内道路、港口箱区	0~100



图 2-1 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统现场照片

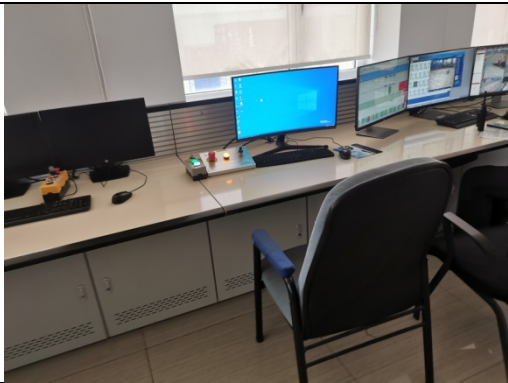
	
控制室操作位	扫描大厅警示装置
	
警示标识及联锁装置	光幕开关及急停按钮
	
检查系统警示装置	电离辐射警告标志及急停按钮
	
加速器舱门机联锁	控制室内制度上墙

图 2-1（续） SR6000 型空轨集装箱在线检查系统现场照片

2.2.2 辐射防护措施

本次验收的 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统采取了自屏蔽措施，检查系统所在扫描通道距地面 5.5m，西南、东北两侧设置有混凝土屏蔽墙，检查系统设置了出束安全联锁钥匙开关、急停按钮（6 处）、警示标志、电离辐射警告标志、监控（共 6 处）、光幕开关、加速器输出量联锁、加速器舱门设置了门机联锁装置等安全措施；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	GH102A	正常	1 台
个人剂量报警仪	GAMMA	正常	11 部
个人剂量片	/	正常	17 支

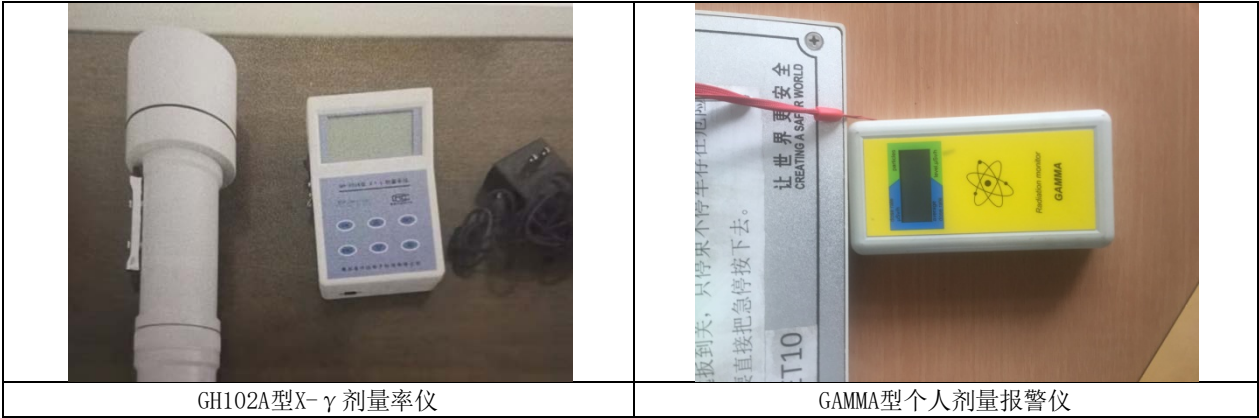


图 2-2 巡检及防护仪器设备照片

2.2.3 环境影响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 环境影响报告表内容与验收情况对比表

名称	环评内容	现场状况
系统型号	SR6000 型	SR6000 型
数量	1 套	1 套
电子能量	6MeV	6MeV
检查系统自屏蔽防护措施	检查系统主射线定向照射，采用铅钢结构方式进行自屏蔽：加速器：加速器周围采用了足够厚度的钨铅屏蔽，保证加速器除主束方向外其他方向的泄漏率满足不大于 1×10^{-5} 的要求；加速器舱左右两侧壁采用 10mm 钢结构屏蔽，后壁采用 10mm 铅结构屏蔽，底部采用屏蔽 38 钢结构屏蔽；准直器：屏蔽材料由 150mm 铅结构组成，主束约束为很窄的束流；探测器臂：竖直/水平探测器臂主束方向采用 140mm 铅结构屏蔽。	经与黄岛海关核实，检查系统各项防护措施均与环评一致，射束方向定向朝向西南方向，整体为 60° 扇形出束。

续表 2-4 环境影响报告表内容与验收情况对比表

名称	环评内容	现场状况
扫描通道防护措施	距地面 5.5m 以上，主射束方向墙厚 600mm，主墙左右两侧墙厚不小于 300mm，通道出入口墙厚不小于 200mm；加速器后侧主屏蔽墙厚不小于 300mm，底部墙厚不小于 600mm（底部中心区域厚度不小于 700mm），主墙左右两侧墙厚不小于 200mm，通道出入口侧墙厚不小于 200mm，墙高不小于 5m	扫描通道底面距地面 5.5m，主射束方向墙厚 600mm，主墙左右两侧墙厚 300mm，通道出入口墙厚 200mm；加速器后侧主屏蔽墙厚 300mm，底部墙厚 600mm（底部中心区域厚度 700mm），主墙左右两侧墙厚 200mm，通道出入口侧墙厚 200mm，墙高 5m
安全措施	系统的安全联锁与警示设施包括系统出束安全联锁钥匙开关、门联锁、急停按钮、警灯、警铃、监视装置、加速器输出量联锁及其它安全辅助设备	经现场勘察，系统配置了出束安全联锁钥匙开关、急停按钮（共 6 处）、警示设备、电离辐射警告标志、监控（共 6 处）、加速器输出量联锁等，加速器机架面板上、加速器舱门上、设备平台上下爬梯入口设置了门机联锁装置。爬梯上及爬梯入口设置了禁止翻越标识
分区管理	扫描通道及周围长 38m、宽 13m、距地面 3m 以上的区域为辐射工作场所，场所内划分为控制区和监督区，其中扫描通道包围区域为控制区其余部分划分为监督区	与环评一致
人员培训	本项目拟配备 4 名职业人员专职负责该项目，人员应具备环境保护行业行政主管部门规定的相应的文化及受教育要求，在国家核技术利用辐射安全与防护培训考核合格后上岗	经现场勘查，黄岛海关配置了 11 名辐射工作人员，均已通过了国家核技术利用辐射安全与防护考核或取得了合格证，处于有效期内，持证上岗
仪器配备	拟配置个人剂量片 2 支（委托个人剂量检测后由检测单位配发）、个人剂量报警仪 2 台及 X- γ 辐射巡检仪 1 台	经现场勘察，黄岛海关配置了 1 台 GH102A 型 X- γ 剂量率仪、11 部 GAMMA 型个人剂量报警仪及 17 支个人剂量片
运行时间	由于本项目 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统主要采取远程控制（操作位置位于工作区域东侧 500m 办公用房内），控制室内受照剂量可忽略，每位职业人员现场指导最大时间为 50h/a	经与黄岛海关核实，本项目 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统主要采取远程控制（操作位置位于检查系统东北侧 650m 办公楼内），辐射工作人员现场指导、巡视时间不大于 50h/a

2.2.4 工作原理和工作流程

1、检查系统组成

检查系统主要包括：加速器辐射源系统、探测器图像获取系统、扫描装置及控制系统、辐射防护设施，其中辐射防护设施包括辐射屏蔽体以及相关辐射安全联锁装置等。

典型电子加速器内部结构框图见图 2-3。

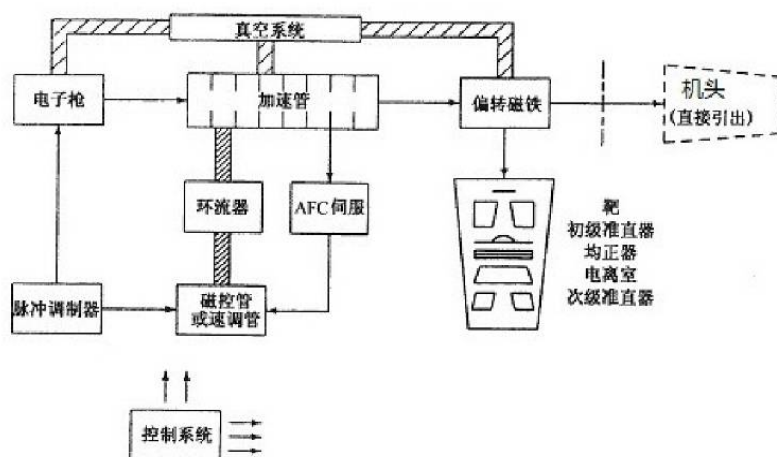


图 2-3 电子加速器内部结构图

2、工作原理

SR6000 型空轨集装箱在线检查系统是为了适应国内/外海关、港口采用空轨运输集装箱时对大批量集装货物实现快速安全查验需求而设计的，配套专用空轨装置运输，操作位置位于工作区域东北侧 650m 办公楼内，工作状态下控制区范围内无人员停留。

系统原理：采用 X 射线辐射成像技术，得到物体内部不同密度物质的分布图像，从而可以区分出货物中是否掺杂有错报、违禁、危险品等，达到货物查危的目的。

3、工作流程

检查系统的检测流程如下：

- （1）系统上电，加速器完成预热，系统进入就绪状态；
- （2）集装箱进入扫描通道；
- （3）开始启动扫描；
- （4）集装箱扫描结束后，被检集装箱离开；
- （5）操作人员开始检查图像，进行下一个集装箱的扫描。

2.2.5 主要放射性污染物和污染途径

1、X 射线

本项目生产的加速器产生的电子最高能量为 6MV，电子与靶物质作用产生韧致辐射 X 射线。由于 X 射线的贯穿能力极强，对周围环境可能造成辐射污染，但运行时产生的 X 射线随加速器的开、关而产生和消失。加速器在运行时产生的高能电子束，因其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。在加速器开机的时间内，产生的 X 射线为主要辐射环境污染因素。

当加速器 X 射线标称能量大于 10MV 时，高能光子会与 X 射线靶、一级准直器、X 射线

均整器和准直器多种高原子序数的材料如铅、钨等发生(γ 、n)光核反应,产生中子辐射。本项目加速器的 X 射线最大能量为 6MV,因此,加速器开机工作时不再考虑感生放射性和中子辐射的防护。

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(O_3)和氮氧化物(NO_x)。

3、放射性废水

经与黄岛海关核实,加速器设备中设有风冷循环系统,本项目系统在实际运行周期内无循环废水外排,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 6MeV,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;系统运行时为实时电脑成像显示。

由上述分析可知,本次验收主要考虑 X 射线。

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、项目位于前湾港港区道路西南侧空地（中心地理位置坐标：120.227134°，36.003815°），新增 1 套 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统，包括加速器辐射源系统、探测器图像获取系统、扫描装置及控制系统、辐射防护设施等配套专用空轨装置，为 II 类射线装置。检查系统内置 1 台 6MeV 电子直线加速器，采取西南方向照射方式；控制室位于检查系统工作区域东侧 500m 处，在设定区域内作业，集装箱最大通过率为 300 个/h。 检查系统内置 1 台 6MeV 电子直线加速器，属于 II 类射线装置；加速粒子为电子，射线类型为 X 射线，剂量率 32.4Gy/h；采取西南方向照射方式。		根据现场勘查，黄岛海关 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统建设于前湾港港区道路中部，包括加速器辐射源系统、探测器图像获取系统、扫描装置及控制系统、辐射防护设施等配套专用空轨装置，内置 1 台 6MeV 电子感应加速器，属使用 II 类射线装置；西南方向照射。控制室位于检查系统工作区域东北侧 650m 处，在设定区域内作业，集装箱最大通过率为 300 个/h。 经与建设单位核实，本项目检查系统加速粒子为电子，射线类型为 X 射线，距靶点 1m 处剂量率为 32.4Gy/h；向西南方向照射。
三、项目运行过程中应严格落实好《报告表》提出的各项辐射安全防护措施，并做好以下工作	（一）做好辐射工作场所的安全和防护工作。检查系统辐射防护装置包含加速器、准直器、探测器的自屏蔽设施及扫描通道。各屏蔽设施材料及厚度应符合相关要求。实行分区管理，扫描通道建设在不小于 5.5m 的混凝土高台上，扫描通道及周围长 38m、宽 13m、距地面 3m 以上的区域为辐射工作场所；其中扫描通道区域为控制区，其余部分为监督区；监督区边界处设围栏或其它围挡措施，并设电离辐射标志牌；加速器出束时，控制区内禁止任何人员滞留，监督区内无关人员不得随意进入。加装辐射安全装置，控制台安装有采用钥匙控制的安全联锁开关。加速器机架面板、加速器舱门、设备平台上下爬梯入口等处安装门联锁装置；设备平台上下爬梯处安装门锁。系统控制室操作台、加速器舱内外、扫描通道两侧墙壁等处设置急停按钮，扫描通道内加速器机架、扫描通道出、入口防护墙外侧各安装一组红、黄、绿三色警灯和警铃。	（一）检查系统屏蔽设施包含加速器、准直器、探测器、扫描通道屏蔽等，各屏蔽设施材料及厚度均符合环评报告提出的要求。检查系统工作现场施行了分区管理，控制区与监督区划分均符合相关要求，扫描通道外侧设置了电离辐射警告标志，扫描通道爬梯入口设置了警示标志、门机连锁及门锁，检查系统工作状态下无人员进入扫描通道，扫描通道距地面 5.5m，四周无人员停留。控制室操作位设置了急停按钮及钥匙开关。加速器机架面板、加速器舱门、扫描通道上下爬梯入口等处均安装了门机连锁。操作位、加速器舱内、扫描通道两侧墙壁均设置了急停按钮（共 6 处），扫描通道出入口均设置了红、黄、绿三色警灯及监控。

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
三、项目运行过程中应严格落实好《报告表》提出的各项辐射安全与防护措施，并做好以下工作	加速器 X 机头箱体、扫描通道出/入口均设有电离辐射警告标志牌。扫描通道内外设有一定数量的监视用摄像装置，操作人员在系统控制室操作台可随时监视整个辐射防护区内的情况；系统控制室操作台设有麦克风，扫描通道内、外安装有扬声器。加速器出口设有穿透电离室，对加速器输出剂量进行实时监测，当输出剂量监测值超过预设值时，加速器立即停止出束。 （二）做好辐射工作人员安全防护工作。项目配备辐射工作人员 4 名，工作人员参加辐射安全与防护培训，并取得辐射安全培训合格证书后方可上岗。配置 2 台个人剂量报警仪和 1 台环境 X-γ 剂量率仪，每名辐射工作人员配备 1 台个人剂量计，每 3 个月进行 1 次个人剂量监测，并建立个人剂量档案，长期保存。 （三）项目运行过程中不产生放射性废水、废气、固体废物，主要污染因素为 X 射线、退役靶和臭氧、氮氧化物等。工作状态下检查系统监督区边界外辐射剂量率执行《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GBZ143-2015）中监督区边界周围剂量当量率不大于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的要求。辐射工作人员所受照射年有效剂量执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《粒子加速器辐射防护规定》（GB5172-1985）要求；公众成员所受照射年有效剂量执行《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求。退役靶由设备厂家回收处理。 （四）建设单位应严格在设定区域内作业，保证照射方向不变。	加速器舱、扫描通道屏蔽墙体内外、扫描通道出入口均设置了电离辐射警告标志。扫描通道内共设置了 6 处监控，辐射工作人员在控制室内可随时监视整个辐射防护区内的情况。加速器出口设置了穿透电离室对加速器输出剂量进行实时监测，当输出剂量监测值超过预设值时，加速器可立即停止出束。 （二）黄岛海关制定了《人员培训制度》，黄岛海关配置了 11 名辐射工作人员，均已通过了国家核技术利用辐射安全与防护考核或取得了合格证，且处于有效期内，持证上岗。黄岛海关配备了 1 台 GH102A 型 X-γ 剂量率仪、11 部 GAMMA 型个人剂量报警仪及 17 支个人剂量片；已委托具有相关资质的山东华标检测评价有限公司每 3 个月为辐射工作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，个人剂量档案长期保存。 （三）本项目检查系统采用风冷系统，不产生放射性废水、废气、固体废物，主要污染因素为 X 射线、退役靶和臭氧、氮氧化物。黄岛海关严格落实了集装箱检查系统实体屏蔽措施；根据验收监测数据可知，检查系统工作状态下，周围人员可到达处 X-γ 辐射剂量率监测值均不大于 $2.5 \mu\text{Gy/h}$。经下文分析，辐射工作人员及公众成员受照射年有效剂量均满足相关标准要求。退役靶由设备厂家回收处理。 （四）本项目空规集装箱在线检查系统不可移动，仅在设定的位置作业，定向向西南方向照射。

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
三、项目运行过程中应严格落实《报告表》提出的各项辐射安全与防护措施，并做好以下工作	（五）建设单位应严格落实《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GB7143-2015）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的辐射防护要求和报告表提出的辐射与安全防护措施、辐射监测方案，控制项目运营对周边环境的影响，避免对人员造成辐射伤害。 （六）建设单位应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《山东省辐射污染防治条例》等要求，严格执行辐射安全管理制度，落实辐射安全管理责任制，设立辐射安全与防护管理机构，配备辐射安全与防护管理人员，建立辐射安全管理档案。 （七）建设单位应修订辐射事故应急预案，报我局备案。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。	（五）黄岛海关严格落实了《货物/车辆辐射检查系统的放射防护要求》（GB7143-2015）、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中的辐射防护要求和报告表提出的各项辐射与安全防护措施，制定了《监测方案》，定期进行巡检，本项目检查系统运行对周边环境的影响微小。 （六）黄岛海关应按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》《山东省辐射污染防治条例》等要求，制定并严格执行了《辐射安全防护制度》《集装箱检查系统安全防护管理制度》《大型集装箱检查设备查验操作规程》《现场辐射安全员职责》《日常维护保养制度》《人员培训制度》《监测方案》《辐射事故应急预案》等辐射安全管理制度，落实了辐射安全管理责任制，成立了辐射安全与环境保护小组，签订了辐射工作安全责任书，单位法定代表人冯仲良为辐射工作安全第一责任人，指定了张岱负责辐射安全管理工作，配备了辐射安全与防护管理人员，建立了辐射安全管理档案。 （七）黄岛海关制定了《辐射事故应急预案》，配备了1台GH102A型X-γ剂量率仪、11部GAMMA型个人剂量报警仪及17支个人剂量片，于2023年1月5日开展了应急培训和演练，未突发环境事件。

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 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。

6.3.3 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。

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及环评批复要求，采用 $2.5\ \mu\text{Sv/h}$ 作为检查系统所在工作区域监督区边界剂量率目标控制值；以 5.0mSv 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。

五、验收监测

为掌握本次验收的空轨集装箱在线检查系统正常运行情况下周围的辐射环境水平，我单位在检测系统关机、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

空轨集装箱在线检查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：2022 年 12 月 16 日；
监测天气：天气：阴 温度：-4.2℃ 相对湿度：51.4%。

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 BG9512P/BG7030 型便携式多功能射线检测仪，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	便携式多功能射线检测仪
设备型号	BG9512P/BG7030
设备编号	A-2203-01
测量范围	吸收剂量率：10nGy/h~200 μ Gy/h 能量范围：25keV~3MeV
检定单位	华东国家计量测试中心
检定证书编号	2022H21-20-3869747001
检定有效期至	2023 年 3 月 24 日

5.7 监测布点

根据《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）的相关要求，在空轨集装箱在线检查系统关机状态、开机状态下在系统工作区域周围及临时操作位处布设监测点位，所有监测点位均位于地面，监测点位示意图 5-1。

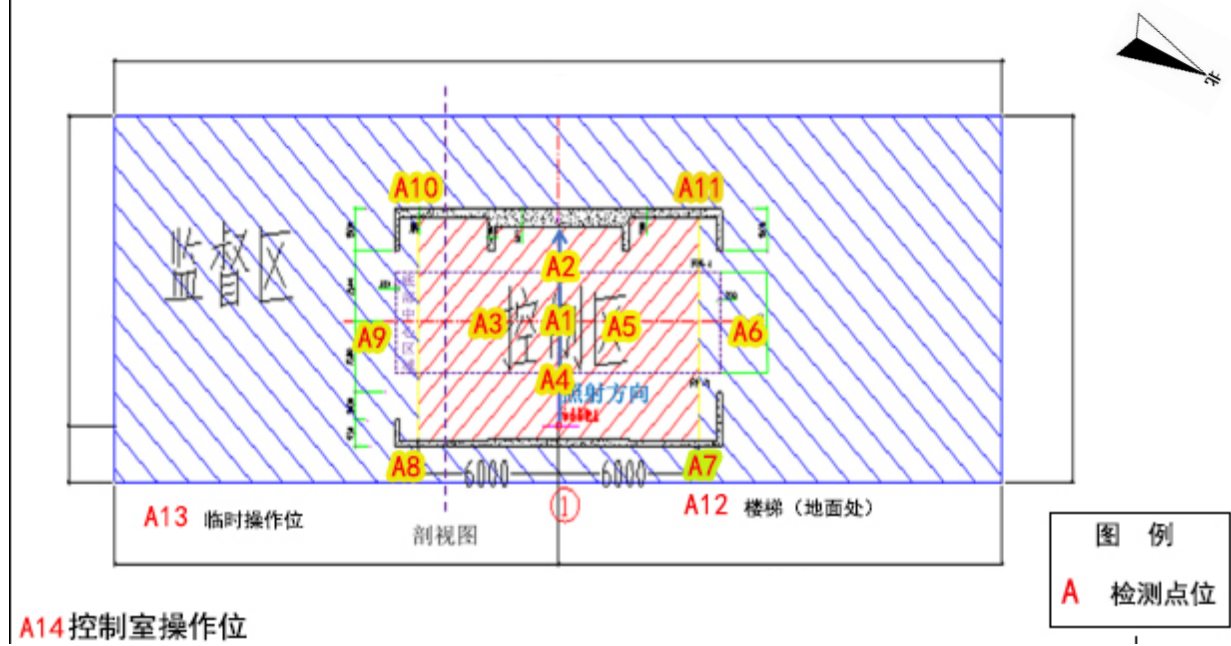


图 5-1 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统监测点位示意图

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 5-3。

表 5-2 检查系统工作区域周围 X- γ 辐射剂量率监测结果 单位：(nGy/h)

序号	点位描述	关机状态		开机状态	
		平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
A1	系统工作区域下方中部	85.4	1.1	86.6	1.3
A2	系统工作区域下方西侧	83.0	1.3	84.5	1.1
A3	系统工作区域下方南侧	87.6	1.7	89.4	1.3
A4	系统工作区域下方东侧	86.5	1.3	89.1	1.6
A5	系统工作区域下方北侧	87.9	1.0	90.6	1.1
A6	控制区北侧边界外 30cm 处	85.4	1.1	292.9	1.7
A7	控制区东侧北部边界外 30cm 处	82.6	1.8	119.1	1.4
A8	控制区东侧南部边界外 30cm 处	86.0	1.4	115.2	1.7
A9	控制区南侧边界外 30cm 处	85.4	1.6	310.3	1.9
A10	控制区西侧南部边界外 30cm 处	81.4	1.2	106.9	1.2

续表 5-2 检查系统工作区域周围 X-γ 辐射剂量率监测结果 单位: (nGy/h)

序号	点位描述	关机状态		开机状态	
		平均值	标准偏差	平均值	标准偏差
A11	控制区西侧北部边界外 30cm 处	83.0	1.3	113.5	1.6
A12	楼梯 (地面处)	86.0	1.3	87.4	1.5
A13	临时操作位	90.8	1.5	93.1	1.2
A14	控制室操作位	85.0	1.2	85.6	1.3

注: 1. 监测结果已扣除宇宙射线响应值 11.6nGy/h;

2. 监测时, 空轨集装箱在线检查系统开机能量为 6MeV, 靶点向西南方向照射;

3. 控制区周边人员无法到达, 不具备监测条件, 控制区周围监测点位均位于地面处。

由表 5-2 可知, 关机状态下, 检查系统周围地面处、操作位 X-γ 辐射剂量率为 81.4nGy/h~90.8nGy/h, 均处于青岛市天然辐射水平范围内。

由表 5-2 可知, 开机状态下, 检查系统周围地面处、操作位 X-γ 辐射剂量率为 84.5nGy/h~310.3nGy/h, 满足检查系统所在工作区域监督区边界剂量率不大于 2.5 μSv/h 的限值要求。

六、职业和公众受照剂量

经确认，黄岛海关委托有资质的山东华标检测评价有限公司对辐射工作人员进行了个人剂量监测。本次验收依据个人剂量检测报告和验收监测结果对辐射工作人员和公众成员受照剂量分别进行估算。

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

根据建设单位提供的资料，本项目 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统为 24 小时待机，可在有集装箱通过时自动出束。工作状态下控制区、监督区范围内无人员通过或停留，辐射工作人员现场指导最大时间为 50h/a，公众成员为周边箱区其他工作人员，保守按照年工作 300 天，每日在检查系统周边停留 1h 计。

6.4 辐射工作人员受照剂量

黄岛海关配置了 11 名辐射工作人员交替操作各射线装置，由于本项目调试运行时间较短，本次根据个人剂量检测结果及验收监测结果，推算辐射工作人员所受年有效剂量。对辐射工作人员影响的区域主要在人员能够达到的区域。

根据表 5-2 中监测数据，该系统运行状态下其工作区域周围 X- γ 辐射剂量率最大处位于控制区南侧边界外 30cm 处，监测值为 310.3nGy/h，为保守考虑，本次按辐射工作人员

在系统运行时位于控制区南侧边界进行现场指导考虑，居留因子取 1，则辐射工作人员的年有效剂量为：

$$H=0.7 \times 310.3 \text{ nGy/h} \times 50 \text{ h} \times 1 \times 10^{-6} \approx 0.01 \text{ mSv/a};$$

11 名辐射工作人员近三个季度个人剂量检测结果如下表所示：

表 6-2 辐射工作人员个人剂量检测结果

单位：mSv

序号	姓名	2021. 12. 28- 2022. 03. 26	2022. 03. 27- 2022. 06. 24	2022. 06. 25- 2022. 09. 22	年度（折算）
1	郭剑飞	暂未从事辐射工作			
2	张海峰	0.07	0.03	0.05	0.20
3	杜薇	0.10	0.03	0.05	0.24
4	冯小航	0.09	0.01	0.05	0.20
5	冯林	0.07	0.03	0.04	0.19
6	姜明	0.09	0.03	0.05	0.23
7	娄富强	0.09	0.04	0.03	0.21
8	邱明明	0.09	0.04	0.05	0.24
9	王国循	0.09	0.01	0.03	0.17
10	郭庆龙	0.10	0.03	0.05	0.24
11	张作兵	0.07	0.03	0.04	0.19

黄岛海关辐射工作人员最大年有效累积剂量为 $0.24+0.01=0.25\text{mSv}$ ，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中规定辐射工作人员的剂量限值 20mSv/a ，也低于环境影响报告表提出的年管理剂量约束值 5.0mSv/a 。

6.5 公众受照剂量分析

根据表 5-2 中监测数据，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 310.3nGy/h ，位于控制区南侧边界外 30cm 处，为道路，居留因子取 1/8。则公众成员的年有效剂量为：

$$H=0.7 \times 310.3 \text{ nGy/h} \times 300 \text{ h} \times 1/8 \times 10^{-6} \approx 0.008 \text{ mSv/a};$$

本次验收的 SR6000 型空轨集装箱在线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 0.008mSv/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）及生态环境主管部门的要求，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。本次验收对黄岛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

黄岛海关成立了辐射安全与环境保护小组，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。

（二）辐射安全管理制度及其落实情况

1、黄岛海关制定了《辐射安全防护制度》《集装箱检查系统安全防护管理制度》《现场辐射安全员职责》《日常维护保养制度》等制度，并依照实施，落实了各制度要求。

2. 黄岛海关制定了《大型集装箱检查设备查验操作规程》，辐射工作人员严格按照操作规程进行射线装置的安全操作。

3. 黄岛海关制定了《辐射事故应急预案》，并于 2023 年 1 月 5 日开展了应急演练。

4. 黄岛海关制定了《人员培训制度》。黄岛海关配置了 11 名辐射工作人员，均已通过了国家核技术利用辐射安全与防护考核或取得了合格证，持证上岗，且处于有效期内。

5. 黄岛海关制定了《监测方案》，定期开展巡检工作；委托有相关资质的山东华标检测评价有限公司对辐射工作人员进行了个人剂量检测，建立了辐射工作人员个人剂量档案。

6. 黄岛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. 黄岛海关配置了 1 台 GH102A 型 X- γ 剂量率仪、11 部 GAMMA 型个人剂量报警仪及 17 支个人剂量片，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，中华人民共和国黄岛海关空轨集装箱在线检查系统应用项目进行了环境影响评价和履行了环境影响审批手续。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

中华人民共和国黄岛海关位于青岛市黄岛区长江中路 192 号，2021 年 11 月 16 日，青岛市生态环境局西海岸新区分局以青环西新辐审[2021]12 号文件对项目进行了批复，验收规模为 1 套 SR6000 型空轨集装箱在线检查系统，属使用 II 类射线装置，验收规模与环评规模一致。

黄岛海关现持有辐射安全许可证（鲁环辐证[02944]），有效期至 2028 年 1 月 8 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，关机状态下，检查系统周围地面处、操作位 X- γ 辐射剂量率为 81.4nGy/h~90.8nGy/h，均处于青岛市天然辐射水平范围内。

根据监测数据，开机状态下，检查系统周围地面处、操作位 X- γ 辐射剂量率为 84.5nGy/h~310.3nGy/h，满足检查系统所在工作区域监督区边界剂量率不大于 2.5 μ Sv/h 的限值要求。

3、职业与公众受照结果

根据个人剂量监测报告折算，黄岛海关辐射工作人员最大年有效累积剂量为 0.25mSv，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定辐射工作人员的剂量限值 20mSv/a，也低于环境影响报告表提出的年管理剂量约束值 5.0mSv/a。

根据监测结果估算，公众成员年有效剂量最大值为 0.008mSv/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）黄岛海关成立了辐射安全与环境保护小组，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防护工作。

（2）黄岛海关制定了《辐射安全防护制度》《集装箱检查系统安全防护管理制度》《大型集装箱检查设备查验操作规程》《现场辐射安全员职责》《日常维护保养制度》等辐射

安全管理制度，并依照实施，落实了各制度要求。

(3) 黄岛海关制定了《辐射事故应急预案》，并于 2023 年 1 月 5 日开展了应急演练。

(4) 黄岛海关制定了《人员培训制度》，配置的 11 名辐射工作人员均已通过了国家核技术利用辐射安全与防护考核或取得了合格证，持证上岗，且处于有效期内。

(5) 黄岛海关制定了《监测方案》，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) 黄岛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) 黄岛海关配备了 1 台 GH102A 型 X- γ 剂量率仪、11 部 GAMMA 型个人剂量报警仪及 17 支个人剂量片。

(8) 辐射安全防护设施及措施：检查系统主射束向西南方向定向照射，为 60° 扇形出束，采用铅钢结构方式进行自屏蔽，加速器周围采用了钨铅屏蔽，加速器舱左右两侧壁采用 10mm 钢结构屏蔽，后壁采用 10mm 铅结构屏蔽，底部采用屏蔽 38 钢结构屏蔽；准直器屏蔽材料由 150mm 铅结构组成，竖直/水平探测器臂主束方向采用 140mm 铅结构屏蔽；扫描通道底面距地面 5.5m，主射束方向墙厚 600mm，主墙左右两侧墙厚 300mm，通道出入口墙厚 200mm；加速器后侧主屏蔽墙厚 300mm，底部墙厚 600mm（底部中心区域厚度 700mm），主墙左右两侧墙厚 200mm，通道出入口侧墙厚 200mm，墙高 5m。

(9) 检查系统设置有出束安全联锁钥匙开关、急停按钮、警示灯、禁止翻越标识、电离辐射警告标志、监控、加速器输出量联锁、门机联锁装置等。

综上所述，中华人民共和国黄岛海关空轨集装箱在线检查系统应用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。