

中车四方车辆有限公司

X射线实时成像系统及专用探伤室项目

竣工环境保护验收监测报告表

建设单位： 中车四方车辆有限公司

编制单位： 山东鼎嘉环境检测有限公司

2019年4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:中车四方车辆有限公司

编制单位: 山东鼎嘉环境检测有限公司

电话: 0532-68017016

电话: 0531-59803517

传真: 0532-68017212

传真: /

邮编: 266111

邮编: 250101

地址: 青岛市城阳区宏平路 9 号

地址: 济南市高新区工业南路 44 号

丁豪广场 6 号楼 2 单元 1904 室

目 录

一、概 述	1
二、项目概况	4
三、环评及批复要求落实情况	14
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	23
七、辐射安全管理	25
八、验收监测结论与建议	27
九、附件	
1. 建设项目竣工环境保护验收监测委托书	附件-1
2. 《青岛市环境保护局关于中车四方车辆有限公司X射线实时成像系统及专用探伤室项目环境影响报告表的批复》（青环辐审[2018]24号）	附件-2
3. 辐射安全许可证	附件-6
4. 关于成立辐射安全管理机构的通知	附件-10
5. 辐射安全责任书	附件-11
6. 规章管理制度及应急演练记录	附件-12
7. 辐射工作人员培训证书	附件-42
8. 辐射工作人员个人剂量检测报告	附件-43
9. 竣工环境保护验收监测报告	附件-55

一、概述

建设项目	项目名称	X 射线实时成像系统及专用探伤室项目		
	项目性质	新建	建设地点	青岛市城阳区宏平路 9 号，中车四方车辆有限公司内西部，D2 厂房北侧
建设单位	单位名称	中车四方车辆有限公司		
	通信地址	青岛市城阳区宏平路9号		
	法人代表	赵家舵	邮政编码	266111
	联系人	付宝深	电话	17685753979
环境影响 报告表	编制单位	山东省环境保护科学 研究设计院	完成时间	2018 年 10 月
	审批部门	青岛市环境保护局	批复时间	2018 年 10 月 30 日
验收监测	验收监测 时间	2019 年 3 月 8 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	320 万元	核技术项目 环保投资	240 万元
应用类型	射线装置	1 台 ACCESS-100 型 X 射线实时成像系统，核技术利用类型为使用 II 类射线装置		

引言

中车四方车辆有限公司位于青岛市城阳区宏平路 9 号（城阳区棘洪滩生产基地），是中国中车股份有限公司的全资子公司，公司成立于1980年9月，拥有员工3000余人，资产总额20亿元，占地面积89.87万平方米，主要从事高档客车制造，各类机客车机城市地铁、轻轨交通设备修理、加装、改造，公铁两用车制造各类铁路特种车制造，铁路及客车配件制造，机车车辆技术服务，机械加工、锻压、铸造，以及机械制造业计量、理化、无损检测等业务。

为了满足生产经营需要，公司建有2座探伤室对机械零部件进行无损检测，分别位于胶州生产基地及城阳区棘洪滩生产基地（厂区北侧东北方向）。根据业务发展需要及管理要

求，公司在城阳区棘洪滩生产基地厂区内西部，D2厂房北侧新建一座探伤室，同时将胶州的1台ACCESS-100型X射线实时成像系统等设备调迁至该城阳区棘洪滩生产基地新建探伤室内，设备搬迁后，原胶州生产基地探伤室停止使用。该设备属II类射线装置，用于室内探伤作业(固定场所探伤)，主要承担大中型零部件射线检测任务。

因此，企业目前在用的探伤室为棘洪滩生产基地厂区内西部及厂区北侧东北方向探伤室，本次对厂区内西部探伤室开展验收工作，厂区北侧东北方向探伤室验收情况由《中车四方车辆有限公司无损检测探伤铅房安装项目竣工环境保护验收监测报告表》进行分析。

公司已于2014年7月3日取得辐射安全许可证，证书编号：鲁环辐证[02176]，准予使用II类射线装置，有效期至2019年7月2日。

2018年10月，中车四方车辆有限公司委托山东省环境保护科学研究设计院编制了《中车四方车辆有限公司X射线实时成像系统及专用探伤室项目环境影响报告表》，并于2018年10月30日通过了青岛市环境保护局批复（青环辐审[2018]24号），该项目于2019年3月建成并投入试运行。

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，受中车四方车辆有限公司委托，山东鼎嘉环境检测有限公司于2019年3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《中车四方车辆有限公司X射线实时成像系统及专用探伤室项目竣工环境保护验收监测报告表》。

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。

验收监测依据

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，2005.12施行，2014.7修订；
- (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，2008.12实施，2017.12修订；
- (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；
- (9) 《山东省辐射污染防治条例》，山东省人大常委会第37号令，2014.5。

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) 《工业X射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)；
- (4) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)；
- (5) 《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-93)。

3、其他

- (1) 《中车四方车辆有限公司X射线实时成像系统及专用探伤室项目环境影响报告表》，山东省环境保护科学研究设计院，2018.10；
- (2) 《青岛市环境保护局关于中车四方车辆有限公司X射线实时成像系统及专用探伤室项目环境影响报告表的批复》，青岛市环境保护局，青环辐审[2018]24号，2018.10.30；
- (3) 中车四方车辆有限公司辐射安全许可证；
- (4) 中车四方车辆有限公司制度等方面的材料。

二、项目概况

项目基本情况

1.项目名称

中车四方车辆有限公司 X 射线实时成像系统及专用探伤室项目。

2.项目性质

新建。

3.项目位置

本项目位于青岛市城阳区宏平路 9 号（城阳区棘洪滩生产基地），中车四方车辆有限公司内西部，D2 厂房北侧。根据现场踏勘，探伤室东侧相邻 D3 厂房，南侧相邻 D2 厂房，西侧 21m 处为 D4 厂房，北侧为火车实验轨道。项目地理位置见图 2-1；周边关系影像见图 2-2，厂区平面布置见图 2-3，探伤室平面布置见图 2-4。

4.项目规模

验收内容及规模：本次验收内容为探伤室 1 座，包括曝光室、控制室、暗室、储藏室、评片室及储片室，配置 ACCESS-100 型 X 射线实时成像系统 1 台。

5.防护措施

曝光室实体屏蔽措施、防护门、门机联锁装置、工作状态指示灯、电离辐射警告标志、急停按钮、通风设施、视频监控、仪器配置等。

中车四方车辆有限公司 X 射线实时成像系统及专用探伤室项目环境影响报告表与现场验收情况对比见表 2-1，现状照片见图 2-5。

表 2-1 环境影响报告表与验收情况对比表

名称	环评内容	现场情况
探伤机型号	ACCESS-100	与环评一致
管电压	450kV	与环评一致
管电流	5mA	与环评一致
类别	II 类	与环评一致
主射束使用方向	周向照射，主射束方向为向东、向北、向南、向西、向上和向下	定向照射，照射范围为向东~向下扇面照射
探伤机数量	1 台	与环评一致
生产厂家	YXLON	与环评一致
探伤机位置	贮存在曝光室内	与环评一致
探伤室	一座	与环评一致
曝光室尺寸	东西长 10.0m, 南北宽 6.8m, 高 6.0m	现场情况与环评一致

表 2-1 (续) 环境影响报告表与验收情况对比表

名称	环评内容	现场情况
四周墙体	500mm 混凝土+25mm 铅板	墙体 3m 以上为 500mm 混凝土+20mm 铅板; 墙体 3m 以下为 500mm 混凝土+25mm 铅板
室顶	500mm 混凝土+25mm 铅板	500mm 混凝土结构
迷道	500mm 混凝土+25mm 铅板	与环评一致
大防护门	工件进出口防护门(大防护门)采用单扇电动推拉方式, 门洞尺寸为 3.9m×3.0m, 防护门尺寸为 4.6m×3.3m, 48mmPb	大防护门尺寸为 4.6m×3.4m, 其开启方式、门洞尺寸及防护能力与环评一致
小防护门	小防护门采用单扇手动推拉方式, 门洞尺寸为0.8m×2.0m, 防护门尺寸为 1.3m×2.3m, 25mmPb	小防护门开启方式、尺寸大小及防护能力与环评一致
紧急停机按钮	在控制台、曝光室内分别设置紧急停机开关, 并设有标签, 标明使用方法, 曝光室内拟设置的紧急停机开关位于西侧墙, 靠近大门处, 以及北墙、东墙和南墙	控制台及操作室内均设置有紧急停机按钮, 曝光室内东墙、西墙、南墙及北墙处均设置有紧急停机按钮
门机联锁装置、电离辐射警告标志、工作状态指示灯	设置必要的联锁装置, 包括控制台与探伤室防护门门机联锁, 照射状态指示装置与 X 射线探伤装置联锁; 在大、小防护门处张贴电离辐射警告标志; 在大、小防护门处和内部同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声光报警器, 二者信号有明显区别, 并与其它警报有明显区别	大、小防护门均设置有门机联锁装置、工作状态指示灯及电离辐射警告标志
通风	在探伤室屋顶设置通风口, 室内设置风道, 直径大小为 300mm, 室内通风道离地高度 0.6m, 通风口外加铅帽, 内外墙处预埋 25mmPb 铅板, 拟购置通风机通风量不低于 3000m ³ /h, 探伤室容积 680m ³ , 每小时有效通风换气次数将不小于 4 次, 满足标准要求	曝光室室顶设置进风口及排风口, 进风口位于室顶东侧中间位置, 排风口位于室顶西北角, 室内设置风道, 直径为 400mm, 其他防护情况与环评一致。风机风量为 2300 m ³ /h, 曝光室容积为 408m ³ , 满足标准要求
控制区及监督区	探伤室内设置为控制区, 探伤室外设置为监督区	曝光室内设置为控制区, 曝光室周围设置为监督区

表 2-1 (续) 环境影响报告表与验收情况对比表

名称	环评内容	现场情况
曝光时间	探伤机每天工作 2h, 每年工作 150d, 曝光时间共 300h/a	与环评一致
仪器配备	公司已购置 6 支个人剂量计和 6 台个人剂量报警仪(RM-1), 2 台便携式 X-γ 巡检仪 (XH-2020)	公司为本项目配备 2 名辐射工作人员, 配备了 1 台 XH-2020 型辐射巡检仪, 2 部 RM-1 型个人剂量报警仪, 2 名辐射工作人员均配备了个人剂量计
人员培训	本项目计划配备工作人员 2 名 (冯凯、张德玉), 已参加由环保部门认可的培训机构举办的辐射相关培训, 取得培训合格证书	本项目配备的 2 名辐射工作人员 (冯凯、张德玉), 均已参加了初级辐射安全与防护培训, 取得了培训合格证书
规章制度	公司现有《X 射线探伤安全操作规程》、《X 射线工作人员岗位职责》、《X 射线探伤设备检修维护制度》、《X 射线辐射防护与安全保卫管理制度》、《X 射线检测中心监测方案》、《X 射线装置使用登记制度》、《辐射工作人员培训制度》、《X 射线事故应急救援预案》、《年度评估》等制度, 建立了辐射安全管理档案	公司已制定《X 射线管理安全生产责任制》、《X 射线岗位职责》、《X 射线探伤安全操作规程》、《X 射线辐射防护和安全保卫制度》、《X 射线装置使用登记制度》、《X 射线探伤设备检修维护制度》、《使用 X 射线装置人员培训计划》、《X 射线检测中心监测方案》、《X 射线事故应急救援预案》等辐射管理规章制度, 建立了辐射安全管理档案

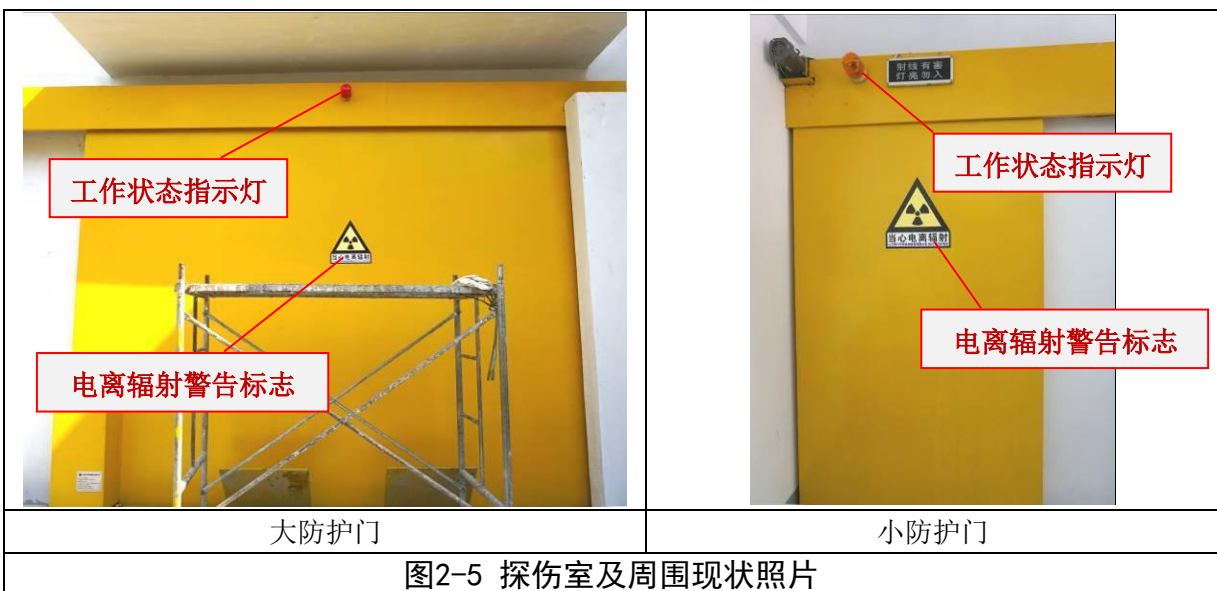


图2-5 探伤室及周围现状照片



操作位



辐射巡检仪及个人剂量报警仪



曝光室内急停按钮



操作室内急停按钮



曝光室室顶进风口



曝光室室顶排风口

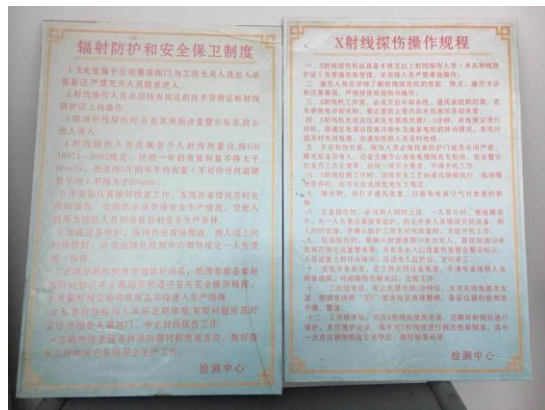
图2-5 (续) 探伤室及周围现状照片



曝光室内风道



视频监控



规章制度上墙

图 2-5 (续) 探伤室及周围现状照片

6. 工艺流程简述

X 射线实时成像系统探伤工件为大中型零部件如 DB 构架、BTRE 摇枕或厚度超过 20mm 的零部件射线检测任务，如转向架用定位臂、定位转臂等。检测部件工件安置在检测车上，通过电脑控制导轨进入探伤室，被检工件固定在适当的检测位置，本项目探伤机固定在轨道上，可在南北方向上来回运动，同时，探伤机自带移动手臂，也可在探伤室内东西方向移动，操作人员将 X 射线机移动到需要检测部件的适当位置，接通电源并开始计时，X 射线机对设备开始进行探伤，X 射线机须确定探伤室内无人员，关闭大小防护门，达到预定的照射时间后关机，完成一次探伤，探伤结束后，关闭探伤机，开大防护门，通过导轨将工件移出探伤室，工作过程结束。X 射线实时成像系统，是用通过图像增强器，将不可见的 X 光变为可见光，经过电脑采集系统收集信息并处理后，在显示器显出来，通过人工用眼判断缺陷，出具探伤报告。

工作人员在使用 X 射线探伤机前，先在被探伤物件的焊缝处贴上胶片，工件置于工件车上通过轨道推入探伤室内，操作人员根据工件大小以及焊缝位置，将 X 射线探伤机固定在适当的位置，确定探伤室内无人员，关闭防护门，接通电源并开始计时；达到预

定的照射时间后关机，完成一次探伤。然后，冲洗照片、观察照片、出具探伤报告。X 射线探伤机存放于探伤室内，不另行设置贮存场所。其工作流程示意图见下图：

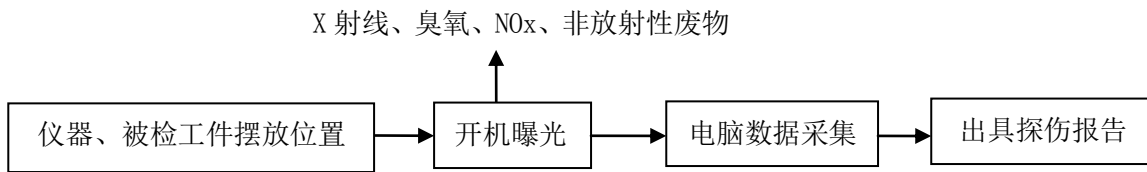


图 2-6 X 射线机工作流程示意图

主要放射性污染物和污染途径

1、X 射线

X 射线探伤机在工作时会产生 X 射线，X 射线会对工作人员及公众造成危害。另外，散射射线以及射线机泄漏射线也会对人员造成放射危害。探伤机停止工作时，X 射线随之消失，不会对周围人员产生危害。

2、放射性废物

本项目不产生放射性固体废弃物、废水、废气。

3、非放射性污染因素分析

探伤机产生的 X 射线会使空气电离，空气电离产生臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x)，在 NO_x 中以 NO_2 为主，它们是具有刺激性作用的非放射性有害气体。本项目室顶设置进风口及排风口，排风口位于室顶西北角，设置机械排风装置，风量为 $2300m^3/h$ ，本项目曝光室容积为 $408m^3$ ，可满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中“每小时有效通风换气次数应不小于 3 次”的标准要求。因此，本项目所产生的臭氧和氮氧化物对周围环境影响较小。

探伤作业完成后，对拍摄的感光片进行显影，在此过程产生的一定数量的废胶片和废显影液，属于危险废物，废物类别为“HW16 感光材料废物”，废物代码为“900-019-16”。企业将危险废物暂存于厂区危废打包点，定期委托有危废处置资质的单位进行处置。

图2-1 项目地理位置图 比例尺1: 80万

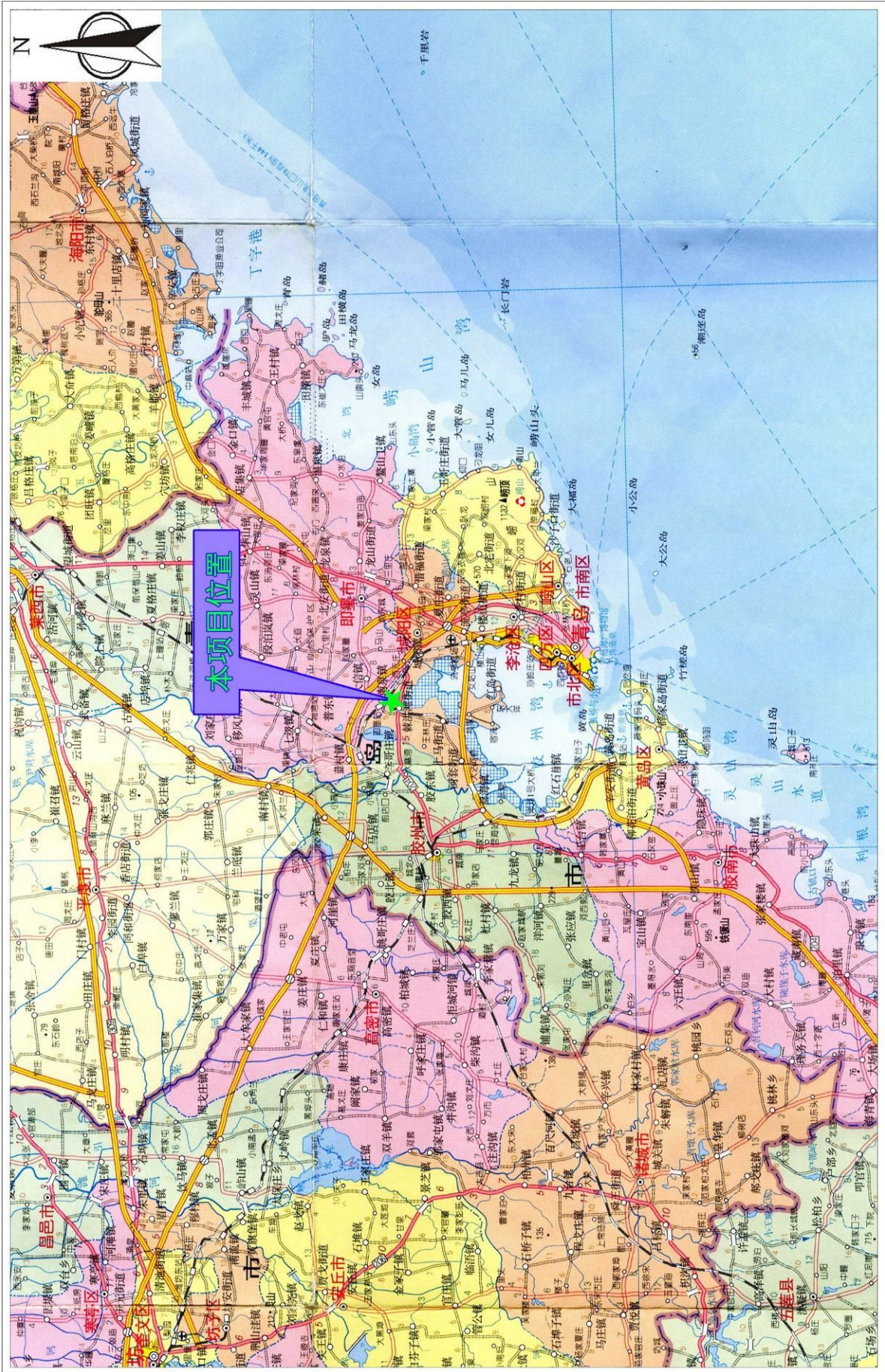


图2-2 项目周边关系影像图 比例尺1: 18000



图2-3 厂区平面布置图

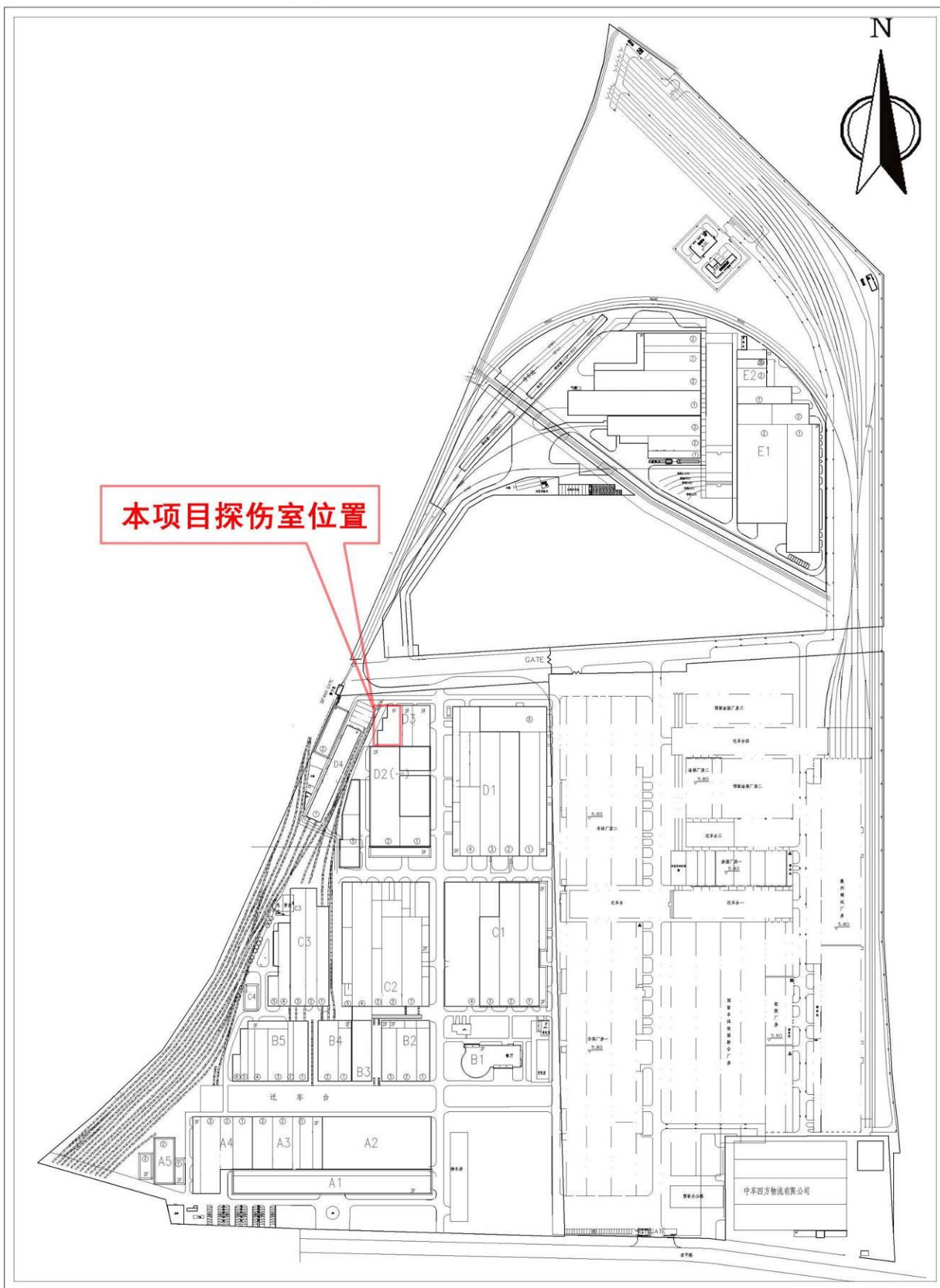
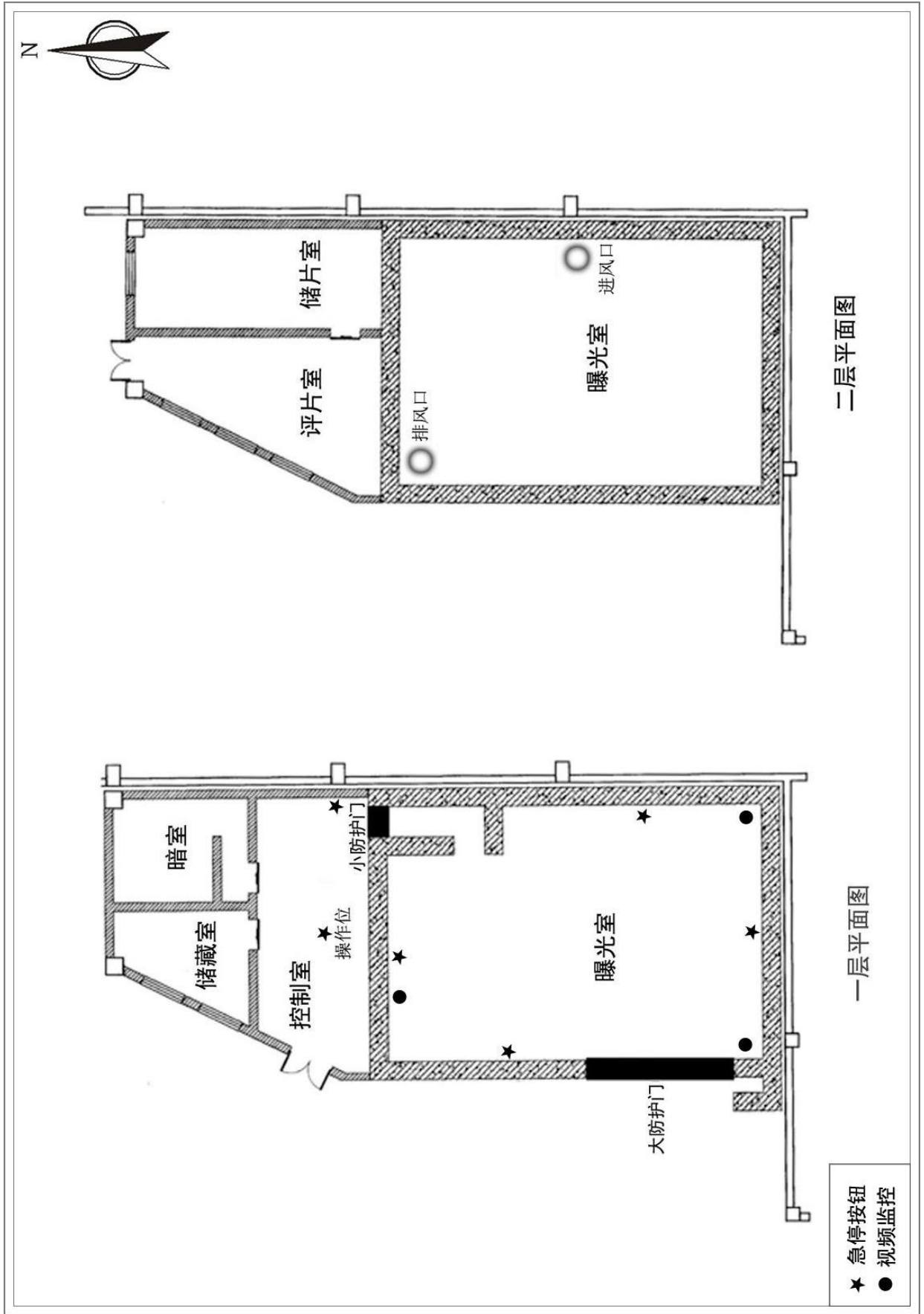


图2-4 探伤室平面布置图



三、环评及批复要求落实情况

环境影响报告批复与验收情况的对比

中车四方车辆有限公司 X 射线实时成像系统及专用探伤室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意见与验收情况的对比

环境影响报告表批复意见（综述）	验收时落实情况
<p>一、项目位于中车四方车辆有限公司内西部，D2 厂房北侧。该项目建设内容为：拟将城阳区棘洪滩生产基地厂区内西部，D2 厂房北侧的废弃柴油厂房拆除，并在此处新建一座 X 射线探伤工作场所，包括探伤室、控制室、暗室、储片室、评片室和储藏室，同时将胶州的 1 台 ACCESS-100 型 X 射线实时成像系统等设备调迁至该城阳区棘洪滩生产基地，设备搬迁后，原胶州生产基地探伤室停止使用。</p>	<p>一、中车四方车辆有限公司在厂区内西部，D2 厂房北侧新建成一座探伤室，并将胶州的 ACCESS-100 型 X 射线实时成像系统搬迁至该新建探伤室内，原胶州生产基地探伤室已停止使用。该设备属 II 类射线装置，用于室内探伤作业。</p>
<p>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</p> <p>（一）严格执行辐射安全管理制度。</p> <p>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。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 名本科以上学历的专业技术人员统一负责公司辐射安全管理工作，落实岗位职责；各工作场所应安排技术人员负责各自的辐射安全管理工作。</p> <p>2. 落实场所使用规定、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。</p>	<p>1. 签订了《辐射安全责任书》，明确了法人代表赵家舵为本单位辐射工作安全责任人；成立了辐射安全管理机构，并指定专人孙元德负责公司射线装置的安全和防护工作。制定了《X 射线管理安全生产责任制》、《X 射线岗位职责》，各工作岗位安排技术人员负责各自的辐射安全管理工作，落实了岗位职责。</p> <p>2. 制定了《X 射线装置使用登记制度》、《X 射线探伤安全操作规程》、《X 射线辐射防护和安全保卫制度》、《X 射线探伤设备检修维护制度》、《使用 X 射线装置人员培训计划》、《X 射线检测中心监测方案》等辐射安全管理制度，建立了辐射安全管理档案。</p>
<p>（二）加强辐射工作人员的辐射安全和防护工作。</p> <p>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，不得从事辐射工作。</p>	<p>1. 制定了《使用 X 射线装置人员培训计划》，本项目配备 2 名辐射工作人员均参加了初级辐射安全与防护培训，持有培训合格证书，持证上岗，在有效期内。</p>

表 3-1（续） 环境影响报告表批复意见与验收情况的对比

<p>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</p>	<p>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，应立即核实和调查，并向环保部门报告。</p> <p>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。</p>	<p>2. 本项目辐射工作人员均配备有个人剂量计，委托山东华标检测评价有限公司每 3 个月进行一次个人剂量监测，建立有个人剂量档案，做到了一人一档。</p> <p>3. 曝光室采取实体屏蔽，开机工作时辐射工作人员规范配套个人剂量报警仪及个人剂量计。</p>
	<p>（三）做好辐射工作场所的安全和防护工作。</p> <p>1. 落实工作场所的实体屏蔽措施，确保防护门及屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5μ Gy/h。</p> <p>2. 在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。</p> <p>3. 做好放射性工作场所内辐射安全与防护设施的维护、维修，并建立维修、维护档案，确保门-机联锁、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。</p> <p>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。</p>	<p>1. 根据检测数据，开机状态下，曝光室四周屏蔽墙外、防护门外 30cm 处辐射剂量率为 0.084~0.109μ Gy/h，小于 2.5μ Gy/h。</p> <p>2. 曝光室大、小防护门外均张贴有符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的电离辐射警告标志。</p> <p>3. 大、小防护门均安装有门机联锁装置及工作状态指示灯；曝光室及控制室均设置有急停按钮。制定了《X 射线探伤设备检修维护制度》，定期进行射线装置及其安全和防护设施的检查和维护，如门机联锁、工作状态指示灯、紧急停机按钮等。</p> <p>4. 制定了《X 射线检测中心监测方案》，配备了 1 台辐射环境检测仪，按要求自行开展了辐射环境监测，同时本次验收已委托有资质的单位进行辐射监测。</p>
	<p>（四）严格落实环境风险防范措施，制定辐射事故应急预案。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。</p>	<p>制定了《X 射线事故应急救援预案》，并根据需要定期进行修订，定期开展应急演练，企业于 2019 年 3 月 26 日进行了应急演练，经与企业确认，未发生过辐射事故。</p>

四、验收监测标准及参考依据

验收标准

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, 工作人员的^{职业照射}和^{公众照射}的有效剂量限值列入表 4-1。

表 4-1 工作人员职业照射和公众照射剂量限值

职业工作人员		公众	
类别	限值	类别	限值
眼晶体当量剂量	150mSv	眼晶体当量剂量	15mSv
四肢或皮肤当量剂量	500mSv	四肢或皮肤当量剂量	50mSv
年有效剂量	20mSv	年有效剂量	1mSv

注: 表中剂量限值不包括医疗照射和天然本底照射。

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;

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。

②年管理剂量约束值

11.4.3.2 款规定: 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30% (即 0.1mSv/a~0.3mSv/a) 的范围之内。

2. 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)

本标准规定了工业 X 射线探伤室探伤、工业 X 射线 CT 探伤与工业 X 射线现场探伤的放射防护要求。

本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置(以下简称 X 射线装置或探伤机)

进行探伤的工作。

4.1 防护安全要求

4.1.1 探伤室的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与探伤室分开并尽量避开有用线束照射的方向。

4.1.2 应对探伤工作场所实行分区管理。一般将探伤室墙壁围成的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应同时满足：

a) 人员在关注点的周剂量参考控制水平，对职业工作人员不大于 $100\mu\text{ Sv/周}$ ，对公众不大于 $5\mu\text{ Sv/周}$ ；

b) 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 $2.5\mu\text{ Sv/h}$ 。

4.1.5 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门（包括人员门和货物门）关闭后 X 射线装置才能进行探伤作业。门打开时应立即停止 X 射线照射，关上门不能自动开始 X 射线照射。门-机联锁装置的设置应方便探伤室内部的人员在紧急情况下离开探伤室。

4.1.6 探伤室门口和内部应同时设有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“预备”信号应持续足够长的时间，以确保探伤室内人员安全离开。“预备”信号和“照射”信号应有明显的区别，并且应与该工作场所内使用的其他报警信号有明显区别。

4.1.7 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

4.1.8 探伤室内、外醒目位置处应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

4.1.9 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

参考依据

1、剂量率目标控制限值及年管理剂量约束值

根据辐射环境影响评价报告表及批复要求，曝光室四周屏蔽墙外表面、防护门外 30cm 处辐射剂量率检测值小于 $2.5\mu\text{ Gy/h}$ ，曝光室室顶 30cm 处辐射剂量率检测值小于 $100\mu\text{ Sv/h}$ 。

取年有效剂量限值的 3/10 作为年管理剂量约束值，即对工作人员年管理剂量约束值不超过 6.0 mSv ；对于公众年管理剂量约束值不超过 0.3 mSv 。

2、环境天然放射性水平

根据山东省环境天然放射性水平调查，青岛市环境天然辐射水平见表 4-2。

表 4-2 青岛市环境天然 γ 空气吸收剂量率 ($\times 10^{-8}\text{Gy/h}$)

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报告》，1989年。

五、验收监测

现场监测

为掌握该公司 X 射线实施成像系统正常运行情况下探伤室周围的辐射环境水平，对该公司探伤室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、规范的要求合理布点。

1. 监测单位

山东鼎嘉环境检测有限公司。检验检测机构资质认定证书编号 181512342017。

2. 监测与分析项目

X- γ 辐射剂量率。

3. 监测时间与环境条件

2019 年 3 月 8 日

天气：多云 温度：7.9℃ 湿度：47.5%。

4. 监测方法

依据《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），将仪器接通电源预热 15min 以上，仪器探头距离被测表面 30cm，设置好测量程序，每组读取 10 个数据，经过仪器校准因子校准，计算均值和标准偏差。

5. 监测仪器

监测仪器为 BG9512P 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-1804-01
测量范围	吸收剂量率：10nGy/h~200 μ Gy/h 能量范围：25keV~3MeV
检定/校准单位	华东国家计量测试中心
检定/校准证书编号	2018H21-20-1414696001
检定有效期至	2019 年 03 月 29 日

6. 监测工况

本项目 ACCESS-100 型 X 射线机监测时管电压为 380kV，管电流 10mA（实际最大使用工况 380kV，管电流 10mA），监测工况如表 5-2 所示。

表 5-2 监测工况表

探伤机型号	数量	额定参数		监测参数		有无工件
		管电压 (kV)	管电流 (mA)	管电压 (kV)	管电流 (mA)	
ACCESS-100	1 台	450	10	380	10	无

7.检测技术规范

《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）。

监测结果

监测点位示意图见图 5-1。

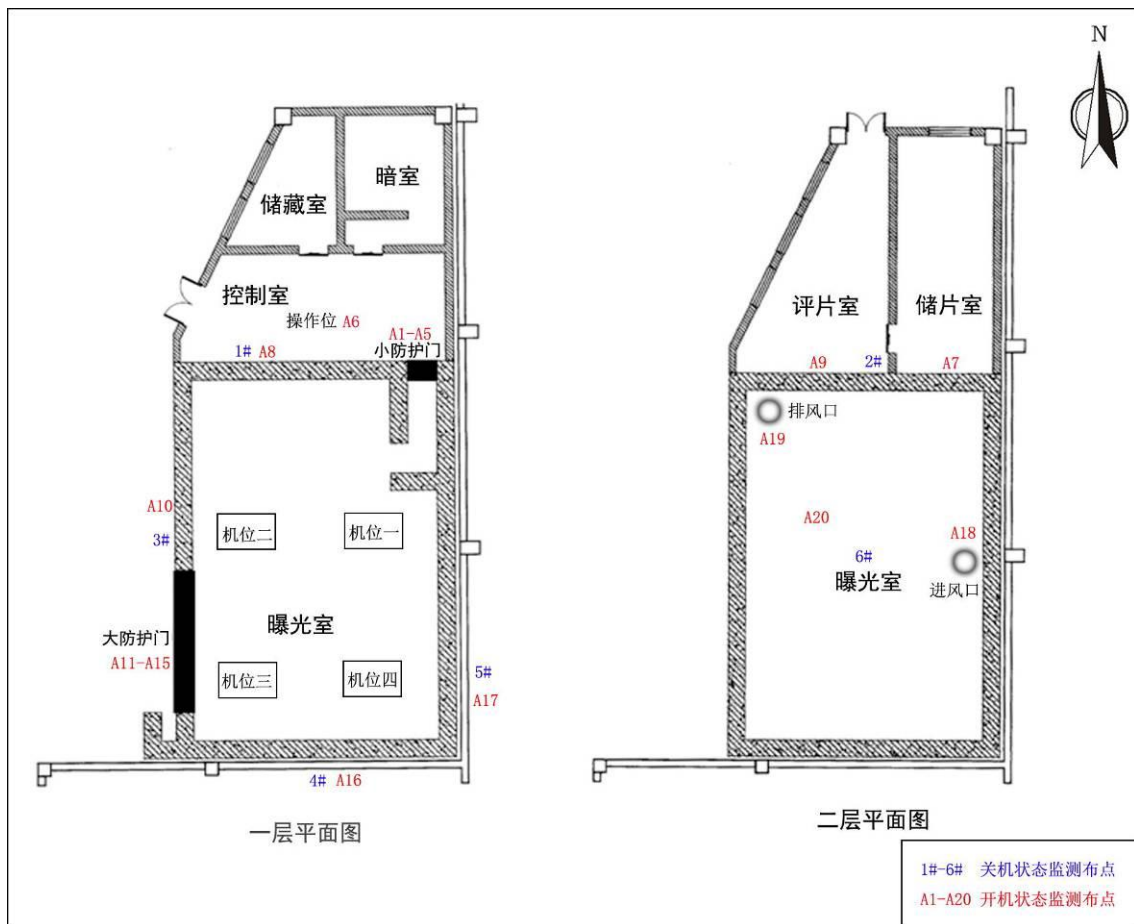


图 5-1 检测点位示意图

监测结果见表 5-3、表 5-4。

表 5-3 关机状态曝光室周围辐射空气吸收剂量率检测结果

序号	点位描述	检测结果	
		平均值 (nGy/h)	标准偏差
1#	曝光室北墙外 30cm 处 (一楼控制室)	89.4	1.16
2#	曝光室北墙外 30cm 处 (二楼评片室)	85.6	0.85
3#	曝光室西墙外 30cm 处	75.2	0.74
4#	曝光室南墙外 30cm 处	82.9	1.23
5#	曝光室东墙外 30cm 处	75.1	0.82
6#	曝光室室顶外 30cm 处	75.4	0.95

注：表中检测数据已扣除宇宙射线响应值 16.9nGy/h。

表 5-4 开机状态曝光室周围辐射空气吸收剂量率检测结果

序号	探伤机位置	点位描述	检测结果	
			平均 (nGy/h)	标准偏差
A1	机位 1	小防护门上侧门缝外 30cm 处	101.0	0.88
A2		小防护门东侧门缝外 30cm 处	98.0	1.10
A3		小防护门下侧门缝外 30cm 处	98.9	0.79
A4		小防护门西侧门缝外 30cm 处	103.4	1.16
A5		小防护门中间外 30cm 处	98.8	0.67
A6		曝光室北侧控制室操作位	96.2	0.88
A7		曝光室北墙外 30cm 处 (二楼储片室)	97.3	0.79
A8	机位 2	曝光室北墙外 30cm 处 (一楼控制室)	97.5	1.07
A9		曝光室北墙外 30cm 处 (二楼评片室)	98.7	0.70
A10		曝光室西墙外 30cm 处	96.2	0.88
A11	机位 3	大防护门上侧门缝外 30cm 处	93.4	1.49
A12		大防护门北侧门缝外 30cm 处	87.8	1.16
A13		大防护门下侧门缝外 30cm 处	90.4	0.95
A14		大防护门南侧门缝外 30cm 处	92.0	1.20
A15		大防护门中间外 30cm 处	84.2	1.10
A16	机位 4	曝光室南墙外 30cm 处	108.7	0.97
A17		曝光室东墙外 30cm 处	88.5	0.84
A18	机位 1	曝光室室顶进风口处	367.4	1.34
A19	机位 2	曝光室室顶排风口处	135.4	0.95
A20		曝光室室顶外 30cm 处	100.8	0.67

注：1、检测结果已扣除宇宙射线响应值 16.9 nGy/h；

2、开机状态 ACCESS-100 型 X 射线机，管电压 380kV，管电流 10mA(实际最大使用工况 380kV，管电流 10mA)；

3、本项目 X 射线机为定向照射，照射范围为向东~向下扇面照射。本次监测主射束定向向东照射，监测时曝光室内无工件；

4、根据企业实际运行情况，设四个机位进行监测。机位一距东墙约 1.7m、距北墙约 4.0m；机位二距西墙约 1.6m、距北墙约 4.0m；机位三距西墙约 1.6m、距南墙约 2.8m；机位四距东墙约 1.7m、距南墙约 2.8m；探伤机距地面约 1.0m；

5、对室顶外、进风口及排风口监测时，将 X 射线机抬升至曝光室内高处，距室顶约 3m。

由表 5-3 可知，X 射线探伤机关机条件下，曝光室外剂量率为 75.1~89.4nGy/h，即 $(7.51\sim 8.94) \times 10^{-8}$ Gy/h，处于青岛市天然辐射水平范围内。

由表 5-4 可知，X 射线探伤机开机条件下，曝光室周围、防护门等四周外 30cm 处剂量率为 84.2~108.7nGy/h，即 0.084~0.109 μ Gy/h。监测值均低于《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定的标准限值，也低于环评审批意见中曝光室防护门及屏蔽墙外 30cm 处辐射剂量率不大于 2.5 μ Gy/h 的要求。

曝光室进风口、排风口及室顶 30cm 处剂量率为 100.8~367.4nGy/h，即 0.101~0.367 μ Sv/h。《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定的“对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 μ Sv/h”。本项目探伤室室顶无人员居留，能够满足 100 μ Sv/h 的要求。

曝光室东侧、南侧及西侧 21m 处为厂房，根据监测数据，在 X 射线机开机条件下，曝光室东墙外 30cm 处剂量率为 88.5nGy/h，曝光室南墙外 30cm 处剂量率为 108.7nGy/h，曝光室大防护门及西墙外 30cm 处剂量率最大为 96.2nGy/h，监测值均满足标准要求，因此在 X 射线机开机条件下对周围厂房基本不会产生辐射影响。

六、职业和公众受照剂量

1. 年有效剂量估算公式

$$H = 0.7 \times D_r \times T \quad (6-1)$$

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。

2. 照射时间确定

根据企业提供的资料，本项目 X 射线探伤机每天工作约 2h，每年工作约 150d，曝光时间共 300h/a。

3. 居留因子

根据《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

4. 职业工作人员受照剂量

经与企业确认，本项目配置 2 名辐射工作人员（冯凯、张德玉），均由原胶州生产基地探伤室调动至该探伤室。企业已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检测，企业出具了近四个季度的个人剂量检测报告，个人剂量检测结果见表 6-2 所示。

表 6-2 辐射工作人员个人剂量检测结果分析表 单位：mSv

姓名	2017. 11. 2- 2018. 01. 29	2018. 01. 29- 2018. 04. 29	2018. 04. 29- 2018. 07. 25	2018. 07. 25- 2018. 10. 19	年有效剂量
冯凯	0.15	0.14	0.19	0.08	0.56
张德玉	0.08	0.11	0.26	0.07	0.52

由上表可知，职业工作人员最大年有效剂量为 0.56mSv/a。因 X 射线实时成像系统搬迁至新建探伤室后运行时间较短，工作人员个人剂量检测结果实为原工作岗位累

积剂量。为准确分析本项目职业人员受照剂量，本次根据 X 射线探伤机运行时的检测数据对职业人员个人剂量进行理论分析对照。根据本次验收监测结果，X 射线探伤机在工作状态下，对工作人员影响的区域主要在控制室周围区域，辐射剂量率最大为小防护门西侧门缝外 30cm 处的 103.4nGy/h。

实际一年的工作累计曝光时间最大约 300h/年，居留因子取 1，X 射线机使用因子取 1，则受照时间为 $300 \times 1 \times 1 = 300\text{h}$ 。进行计算：

$$H = 0.7 \times D_r \times T = 0.7 \times 103.4 \times 300 / 10^6 \approx 0.022\text{mSv/a}$$

由以上两种方法计算可知，职业工作人员最大年有效剂量为 0.56mSv/a，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，也低于辐射环境影响报告表提出的 6mSv/a 的管理约束限值。

5.公众受照剂量分析

公众人员正常情况下无法到达曝光室室顶，根据本次验收监测结果，公众人员受照剂量按照本次检测公众到达区域的最大值考虑，曝光室周围辐射剂量率最大为曝光室南墙外 30cm 处的 108.7nSv/h，实际 1 年的工作累计曝光时间最大约 300h/年，保守计公众居留因子取 1/2，探伤机使用因子取 1，则受照时间为 $300 \times 1 \times 1/2 = 150\text{h}$ 。进行计算。

$$H = 0.7 \times D_r \times T = 0.7 \times 108.7 \times 150 / 10^6 \approx 0.011\text{mSv/a}$$

由以上计算可知，公众最大年有效剂量为 0.011mSv/a，低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定 1mSv/a 的剂量限值，也可满足辐射环境影响报告表中规定的 0.3mSv/a 的管理要求。

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。为此对公司的辐射环境管理和安全防护措施进行了检查。

（一）组织机构

签订了《辐射安全责任书》，明确了法人代表赵家舵为辐射工作安全责任人，设置专职辐射安全管理机构，并指定专人孙元德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、工作制度。制定了《X 射线管理安全生产责任制》、《X 射线岗位职责》、《X 射线装置使用登记制度》、《X 射线探伤设备检修维护制度》、《X 射线辐射防护和安全保卫制度》等工作制度，落实了岗位职责。

2、操作规程。制定了《X 射线探伤安全操作规程》，并严格按照操作规程中的要求填写操作记录。

3、应急预案。制定了《X 射线事故应急救援预案》，定期组织开展应急演练，企业已于 2019 年 3 月 26 日开展了应急演练，并将应急演练情况记录入档。经与企业确认，企业未发生过辐射事故。

4、监测方案。制定了《X 射线检测中心监测方案》，配备了 1 台辐射环境检测仪，按要求自行开展了辐射环境监测，同时本次验收已委托有资质的单位进行辐射监测。

5、人员培训。制定了《使用 X 射线装置人员培训计划》。2 名辐射工作人员（冯凯、张德玉），均已参加初级辐射安全与防护培训，取得了培训合格证书，持证上岗，在有效期内。

6、个人剂量。本项目配备 2 名辐射工作人员，均配备了个人剂量计，公司委托山东华标检测评价有限公司进行个人剂量检测。建立了个人剂量档案，做到了 1 人 1 档。

7、年度评估。本项目于 2018 年 10 月取得环评批复意见，2019 年 3 月探伤室建设完成，以后每年按照要求在规定时间内向相关环保部门提交年度评估报告。

8、配备了监测设备、报警仪器和辐射防护用品，详见表 7-1。

表 7-1 监测设备、报警仪器和辐射防护用品情况一览表

序号	名称	型号	数量
1	辐射巡检仪	XH-2020	1 台
2	个人剂量报警仪	RM-1	2 部
3	个人剂量计	/	2 支

八、验收监测结论与建议

结 论

(一)项目概况

中车四方车辆有限公司位于青岛市城阳区宏平路 9 号，企业目前在用的探伤室为厂区内西部及厂区北侧东北方向探伤室，本次对厂区内西部探伤室开展验收工作。公司已于 2014 年 7 月 3 日取得辐射安全许可证，证书编号：鲁环辐证[02176]，准予使用 II 类射线装置，有效期至 2019 年 7 月 2 日。

2018 年 10 月，中车四方车辆有限公司委托山东省环境保护科学研究设计院编制了《中车四方车辆有限公司 X 射线实时成像系统及专用探伤室项目环境影响报告表》，并于 2018 年 10 月 30 日通过了青岛市环境保护局批复（青环辐审[2018]24 号），该项目于 2019 年 3 月建成并投入试运行。项目实际投资 320 万元。

(二)环境保护设施及措施落实情况

1. 曝光室为单层建筑，室顶无需人员到达。曝光室尺寸 10m×6.8m，高 6m；四周墙体 3m 以上为 500mm 混凝土+20mm 铅板，四周墙体 3m 以下为 500mm 混凝土+25mm 铅板；室顶为 500mm 厚混凝土结构；迷道为 500mm 混凝土+25mm 铅板；大防护门 48mmPb；小防护门 25mmPb。设有门机联锁装置、工作状态指示灯及电离辐射警告标志、紧急停机按钮、视频监控等，曝光室室顶设置机械通风装置。配备了 1 台辐射巡检仪、2 部个人剂量报警仪。

2. 公司成立了辐射安全管理机构，签订了辐射安全责任书，制定了《X 射线管理安全生产责任制》、《X 射线岗位职责》、《X 射线探伤安全操作规程》、《X 射线辐射防护和安全保卫制度》、《X 射线装置使用登记制度》、《X 射线探伤设备检修维护制度》、《使用 X 射线装置人员培训计划》、《X 射线检测中心监测方案》等制度；制定了、《X 射线事故应急救援预案》并进行了应急演练。2 名辐射工作人员均取得初级辐射安全培训合格证书，已委托有资质机构进行个人剂量监测，建立了个人剂量档案。

(三)现场监测结果

X 射线探伤机关机条件下，曝光室外剂量率为 75.1~89.4nGy/h，即(7.51~8.94)×10⁻⁸Gy/h，处于青岛市天然辐射水平范围内。

X 射线探伤机开机条件下，曝光室周围、防护门等四周外 30cm 处剂量率为 84.2~

108.7nGy/h, 即 0.084~0.109 μ Gy/h。监测值均低于《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 规定的标准限值, 也低于环评审批意见中曝光室防护门及屏蔽墙外 30cm 处辐射剂量率不大于 2.5 μ Gy/h 的要求。经分析, 在 X 射线机开机条件下对周围厂房基本不会产生辐射影响。

曝光室进风口、排风口及室顶 30cm 处剂量率为 100.8~367.4nGy/h, 即 0.101~0.367 μ Sv/h。《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 规定的“对不需要人员到达的探伤室顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 μ Sv/h”。本项目探伤室室顶无人员居留, 能够满足 100 μ Sv/h 的要求。

(四) 职业人员与公众受照剂量结果

经计算, 辐射工作人员年有效累积剂量低于《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, 也低于环评报告提出的 6.0mSv/a 的管理约束限值。公众人员年有效剂量低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中规定的 1mSv/a 的剂量限值, 也低于辐射环境影响报告表中规定的 0.3mSv/a 的管理要求。

中车四方车辆有限公司 X 射线实时成像系统及专用探伤室项目, 基本落实了环境影响报告表及其批复中的各项要求, 辐射安全与防护措施齐全、有效, 辐射安全管理制度较完善, 验收监测结果满足有关要求, 符合建设项目竣工环境保护验收条件。

建议

- 1、定期进行个人剂量检测, 做好个人剂量档案管理工作。
- 2、修订完善辐射安全管理制度。