

核技术利用建设项目

中车青岛四方机车车辆股份有限公司 X 射  
线探伤项目

环境影响报告表

中车青岛四方机车车辆股份有限公司

2016 年 09 月

环境保护部监制

核技术利用建设项目

中车青岛四方机车车辆股份有限公司 X 射  
线探伤项目

# 环境影响报告表

建设单位：中车青岛四方机车车辆股份有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号

邮政编码：266111

联系人：袁永翔

电子邮箱：[yuanyongxiang@cqsf.com](mailto:yuanyongxiang@cqsf.com) 联系电话：18853259769

表 1 项目概况

建设项目名称		中车青岛四方机车车辆股份有限公司 X 射线探伤项目			
建设单位		中车青岛四方机车车辆股份有限公司			
法人代表	张在中	联系人	袁永翔	联系电话	18853259769
注册地址		山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号			
项目建设地点		山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号，中车青岛四方机车车辆股份有限公司现有厂区内			
立项审批部门		—		批准文号	—
建设项目总投资（万元）	200	项目环保投资（万元）	40	投资比例（环保投资/总投资）	20%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积	165m <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>项目概述</b></p> <p>一、项目概况</p> <p>1、公司简介</p> <p>中车四方股份公司前身是四方机车车辆厂，始建于 1900 年，于 2002 年进行股份制改造，目前中车四方股份公司是中国中车股份有限公司下属的控股子公司，是中国高速列车产业化基地，国内城轨、地铁、轻轨车辆的定点生产厂家，铁路高档客车的主导设计制造企业，国家轨道交通装备产品重要出口基地，中国高速列车产业技术创新联盟主发起单位，国家级高新技术企业。厂区总占地面积约 131 万 m<sup>2</sup>，厂房面积约 62 万 m<sup>2</sup>，主要为不锈钢车体、铝合金车体、碳钢车体、转向架等生产线，高速动车组、城轨地铁</p>					

车辆、高档铁路客车总装生产线以及调试试验线等 40 余条生产流水线，主要生产设备 3200 余台，大型数控设备 330 余台。为保证动车配件产品的质量，企业在厂区内建设了工件 X 射线探伤项目，项目总投资约 200 万元。中车青岛四方机车车辆股份有限公司厂区位置见图 1，X 射线探伤项目在企业的位置见图 2。

## 2、项目建设规模、目的和任务由来

### (1) 项目建设规模

为保证动车配件产品的质量，中车青岛四方机车车辆股份有限公司在现有厂区车间内建造一座探伤室（具体位置见图 2），探伤室包括曝光室铅房、洗片暗室、操作室 3 部分组成，购买 2 台 X 射线探伤机，在探伤室内进行探伤工作，X 射线探伤机具体情况见表 1。

表 1 X 射线探伤机明细表

序号	型号	管电压 (kV)	管电流 (mA)	生产厂家	数量	备注
1	YXLON-SMART 1460E/0.4	160	4	依科视朗国际有限公司	2 台	便携式，定向曝光，1 用 1 备

公司有操作人员 3 名，两台探伤机累计曝光时间约 1320h/a，两台探伤机的使用频率基本相同。目前该项目已建成使用，本次评价按照实际使用情况进行监测评估，探伤室布局示意图见图 3，探伤室周围现状见图 4。

### (2) 项目建设目的

由于 X 射线在穿透物体过程中与物质发生相互作用，缺陷部位和完好部位的透射强度不同，底片上相应部位会呈现黑度差。评片人员则根据黑度变化判断缺陷情况并评价焊接接头的质量。通过及时检测和及时反馈，使焊接人员及时调整焊接方法和工艺参数，从而保证焊接接头质量。

本评价项目涉及 1 个探伤室和 2 台便携式 X 射线探伤机。X 射线探伤机用于室内探伤作业（固定场所探伤）。

本项目属使用 II 类射线装置。

### (3) 任务的由来

为了维护公众利益，根据《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 6 月），《中华人民共和国环境影响评价法》（2003 年 9 月 1 日实施）、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令 253 号，1998 年）、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号，2005 年）等法律法规对伴有辐射建设项目环境管理的规定，中车青岛四方



图 1 中车青岛四方机车车辆股份有限公司厂区地理位置图





图2 X射线探伤项目在企业的位置图

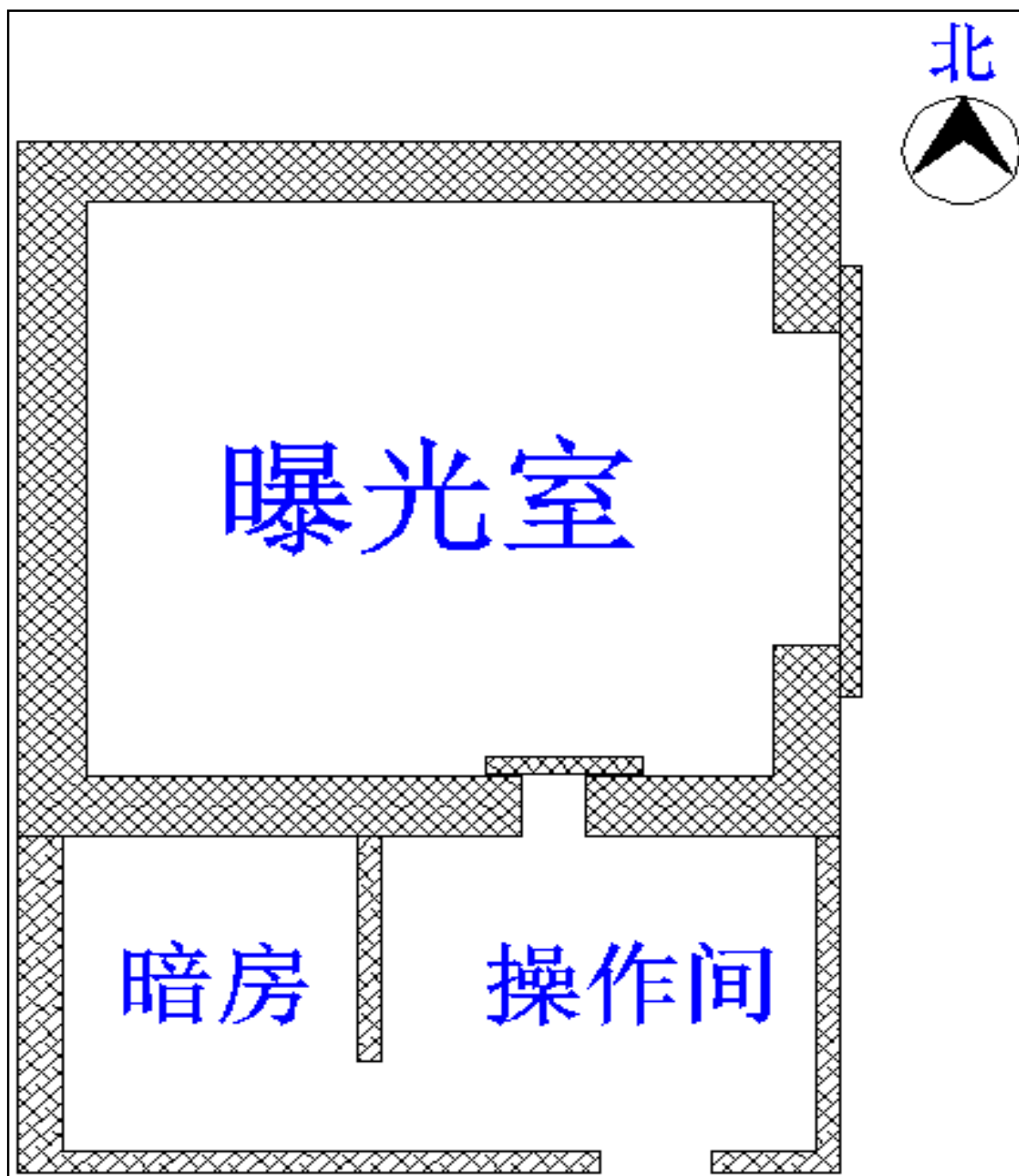


图 3 探伤室平面布置示意图



探伤室大防护门



操作室操作位



公司探伤机



探伤室西墙外



探伤室小防护门



探伤室北墙外





探伤室南墙外



探伤室东墙外



曝光室内



洗片室



探伤室顶部

图 4 探伤室周围现状图

机车车辆股份有限公司委托我单位对该公司 X 射线探伤项目进行辐射环境影响评价。接受委托后，在进行现场勘察、充分收集和分析有关资料、实地辐射环境监测评估等基础上，依照《辐射环境保护管理导则—〈核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式〉》，编制了该项目的辐射环境影响报告表。

#### (4) 实践正当性

本项目为中车青岛四方机车车辆股份有限公司厂区内建设 1 座探伤室项目，使用 X 射线探伤机对本单位产品开展无损检测。该公司使用 2 台 YXLON-SMART1460E/0.4 便携式定向型 X 射线探伤机用于室内探伤作业（固定场所），2 台设备 1 用 1 备，该探伤机属 II 类射线装置的应用，符合《电离辐射防护与辐射源基本标准》（GB18871-2002）中实践的内容：“源的生产和辐射或放射性物质在医学、工业、农业或教学与科研中的应用，包括与涉及或可能涉及辐射或放射性物质照射的应用有关的各种活动”。因此本项目符合“实践正当性”的要求。

## 二、项目周边情况及厂址选择

### 1、项目选址及周边情况

本项目位于中车青岛四方机车车辆股份有限公司厂区内，探伤室位于厂区内，B6 号车间的西北角，探伤室东侧和南侧为公司 B6 车间内部，探伤室北侧及西侧墙体紧靠车间墙体，为方便建设，西侧两墙体之间留有约 40cm 的空隙，北侧两墙体之间留有约 60cm 的空隙。车间北侧和西侧墙体外为厂区道路，车间西侧道路外侧为生产车间，北侧道路外侧为辅助办公楼，项目周边实体屏蔽物边界外 50m 范围内无环境敏感目标。

项目周边环境关系图见图 5。

### 2、探伤室布置

本项目探伤室位于公司车间西北角，周边实体屏蔽物边界外 50m 范围内无环境敏感目标，探伤室共有 2 个门，南侧为操作室入口，操作室与曝光室之间由铅门联通，曝光室东侧为工件进出大门，大门外侧朝向生产车间，便于被探伤产品的运输。曝光室设计尺寸为：长 6m×宽 4.5m×高 2.5m（内径尺寸），四周及防护门采用 8mm 厚铅板，顶部采用 6mm 厚铅板，铅板两侧采用 2mm 厚钢板作为面板；洗片暗室和操作室采用塑钢材质建设，设计尺寸为：长 6m×宽 4m×高 2.5m，布局设计为：操作室大门朝南，洗片暗室位于操作室的西侧，北侧为曝光室。探伤室的建设满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“控制室与探伤室必须分开”的要求，项目布局合理。



图5 X射线探伤项目周边关系图

**表 2 放射源**

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动总类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)。

**表 3 非密封放射性物质**

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量 (Bq)	日等效最大操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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

**表 4 射线装置**

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	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、医用诊疗和治疗、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	X 射线探伤机	II	2	YXLON-SMART1460E/0.4	160	4	工业探伤	公司探伤室内	便携式，定向曝光，1 用 1 备

(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 (mA)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

**表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）**

名称	状态	核素名称	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，固态为 mg/kg，气态为 mg/m<sup>3</sup>；年总排放量用 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**

<p>法规文件</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、《中华人民共和国环境保护法》（2014 年修订），2015 年实施；</li> <li>2、《中华人民共和国环境影响评价法》，2003 年 9 月 1 日实施；</li> <li>3、《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 6 月；</li> <li>4、《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 253 号,1998 年；</li> <li>5、《建设项目环境保护分类管理名录》，国家环境保护部令第 33 号,2015 年 6 月 1 日；</li> <li>6、《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 年；</li> <li>7、《关于发布射线装置分类办法的公告》，国家环境保护总局公告 2006 年第 26 号，2006 年；</li> <li>8、《突发环境事件信息报告办法》，环保部令第 17 号，2011 年；</li> <li>9、《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；</li> <li>10、《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（国家环保总局），环发[2006]145 号；</li> <li>11、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护部令第 3 号，2008 年；</li> <li>12、《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2002）；</li> <li>13、《山东省辐射污染防治条例》，2014 年；</li> <li>14、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）。</li> </ol>
<p>技术标准</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》，（HJ/T10.1—2016）；</li> <li>2、《环境地表 <math>\gamma</math> 辐射剂量率测定规范》（GB/T14583-93）；</li> <li>3、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）。</li> </ol>
<p>其他</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、中车青岛四方机车车辆股份有限公司 X 射线探伤项目辐射环境影响评价委托书。</li> <li>2、《辐射防护手册》第一分册《辐射源与屏蔽》（李德平主编）；</li> <li>3、《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）。</li> </ol>

**表 7 保护目标与评价标准**

<p><b>评价范围</b></p> <p>根据《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)的要求,以及本项目的辐射特性,评价范围为以探伤室实体屏蔽物边界外 50m 的区域。</p>
<p><b>保护目标</b></p> <p>本项目位于中车青岛四方机车车辆股份有限公司厂区内,探伤室东侧和南侧为公司 B6 车间内部,探伤室北侧及西侧为车间墙体,车间北侧和西侧墙体外为厂区道路,车间西侧道路外侧为生产车间,北侧道路外侧为辅助办公楼,项目周边实体屏蔽物边界外 50m 范围内无环境敏感目标,环境保护公众群体主要包括车间内生产职工,及周围道路上经过的企业职工。</p> <p>环境保护的目标为:使 X 射线探伤机工作的探伤室周围环境辐射水平低于国家规定的限值,确保在该区域活动的公众和工作人员所受到的辐射剂量低于国家规定的限值。</p>
<p><b>评价标准</b></p> <p>1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)</p> <p>《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录B规定:</p> <p><b>B1 剂量限值:</b></p> <p><b>B1.1 职业照射</b></p> <p><b>B1.1.1 剂量限值</b></p> <p><b>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:</b></p> <p>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;</p> <p>b) 任何一年中的有效剂量, 50mSv;</p> <p>c) 眼晶体的年当量剂量, 150mSv;</p> <p>d) 四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量, 500mSv。</p> <p><b>B1.2 公众照射</b></p> <p><b>B1.2.1 剂量限值</b></p> <p>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:</p>

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。

依照照射剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求, 相关标准又提出了剂量约束值, 即对职业人员、公众人员一般取其剂量限值的 1/10-3/10 作为剂量约束值。本评价报告取规定限值的 1/10, 即以 2.0mSv 作为职业工作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。

## 2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)

1) 标准中 3.1.1.5 款规定: X 射线装置在额定工作条件下, 距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合如下要求:

**表 2 X射线管头组装体漏射线空气比释动能率控制值**

管电压, kV	漏射线空气比释动能率, mGy h <sup>-1</sup>
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

2) 标准中 3.1.2 款规定:

3.1.2.1 应设置有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示, 以及管电压、管电流和照射时间选取及设定值显示装置。

3.1.2.2 应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

3.1.2.3 控制台或 X 射线管头组装体上应设置与探伤室防护门联锁的接口, 当所有能进入探伤室的门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压; 已接通的 X 射线管管电压在任何一个探伤室门开启时能立即切断。

3.1.2.4 应设有钥匙开关, 只有在打开控制台钥匙开关后, X 射线管才能出束; 钥匙只有在停机或待机状态时才能拔出。

3.1.2.5 应设置紧急停机开关。

3.1.2.6 应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

3) 标准中 4.1.1 款规定: 探伤室的设置应充分考虑周围的放射安全, 操作室应与探伤室分开并避开有用线束照射的方向。

4) 标准中 4.1.2 款规定：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。

5) 标准中 4.1.3 款规定：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  $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ，对公众不大于  $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

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

6) 标准中 4.1.4 款规定：探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同 4.1.3；

b) 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  $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

7) 标准中 4.1.5 款规定：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—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。

8) 标准中 4.1.6 款规定：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。

9) 标准中 4.1.7 款规定：照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

10) 标准中 4.1.8 款规定：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。

11) 标准中 4.1.9 款规定：探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

12) 标准中 4.1.10 款规定：探伤室内应安装紧急停机按钮或拉绳，确保出现紧急事故时，能立即停止照射。按钮或拉绳的安装，应使人员处在探伤室内任何位置时都不需要穿过主射线束就能够使用。按钮或拉绳应当带有标签，标明使用方法。

13) 标准中 4.1.11 款规定：探伤室应设置机械通风装置，排风管道外口避免

朝向人员活动密集区。每小时有效通风换气次数应不小于 3 次。

3、《500kV 以下工业 X 射线探伤机防护规则》(GB22448-2008)

标准中 3.1.1 款规定：一般结构 X 射线机，在管电压低于 200kV 是，距其焦点 1m 处的漏射线比释动能率应不大于 2.5mGy/h，而在高于 200kV 时应不大于 5mGy/h。

4、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 205-2014)

1) 规范 3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

3.1.1 探伤室墙和入口门外周围剂量率(以下简称剂量率)和每周剂量当量(以下简称周剂量)应满足下列要求：

a) 周剂量参考控制水平 ( $H_c$ ) 和导出剂量率参考控制水平 ( $\dot{H}_{c,d}$ )：人员在关注点的周剂量参考控制水平  $H_c$  如下：职业人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众  $\leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,\max}$ ： $\dot{H}_{c,\max} = 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$

c) 关注点剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$ ： $\dot{H}_c$  为上述 a) 中的  $\dot{H}_{c,d}$  和 b) 中的  $\dot{H}_{c,\max}$  二者的较小值。

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上顶已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自然辐射源点到探伤顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和（或）在该立体角区域的高层建筑物中人员驻留处，辐射屏蔽的剂量参考控制水平同 3.1.1。

b) 除 3.1.2 a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 闯过探伤室顶的辐射与室顶上方空气作用产生的散射辐射对探伤室外地面附近公众的照射。该项辐射和穿出探伤室墙的透射辐射在相应关注点的剂量率总和，应按 3.1.1c) 的剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$  ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) 加以控制。

2) 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  $100 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

3) 规范 3.2 需要屏蔽的辐射要求：

3.2.1 相应有用线束的整个墙面均考虑有用线束屏蔽，不需考虑进入有用线束区的散射辐射。



3.2.2 散射辐射考虑以  $0^\circ$  入射探伤工件的  $90^\circ$  散射辐射。

3.2.3 当可能存在泄露辐射和散射辐射的复合作用时，通常分别估算泄露辐射和各项散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个十分之一值层厚度（TVL）或更大时，采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个 TVL 时，则在较厚的屏蔽上加一个半值层的厚度（HVL）。

4) 规范 3.3 其他要求：

3.3.1 探伤室一般应设有人员门和单独的工件门，对于探伤可人工搬运的小型工件探伤室，可以仅设人员门。探伤室人员门宜采用迷路形式。

3.3.2 探伤装置的控制室应置于探伤室外，控制室和人员门应避开有用线束照射的方向。

3.3.3 屏蔽设计中，应考虑线隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

3.3.4 当探伤室使用多台 X 射线探伤装置时，按高管电压和相应管电压下的常用最大管电流设计屏蔽。

3.3.5 应考虑探伤室结构、建筑费用及所占空间，常用材料为混凝土、铅和钢板等。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**地理位置**

青岛市城阳区是青岛市六个市辖区之一，位于东经 120°12′，北纬 36°20′，东依崂山区，南接李沧区，西临胶州湾与胶州市相邻，北与即墨市毗连。总面积 553.2 平方公里，共辖城阳、流亭、夏庄、惜福镇、棘洪滩、上马 6 个街道办事处，230 个居民委员会，户籍人口 489203 人。海岸线全长 78 公里。域内经济发达，经济居青岛区市第三，山东区市第四。东西最大横距 41.5 公里，南北最大纵距 24 公里。

项目位于青岛市城阳区锦宏东路 88 号，中车青岛四方机车车辆股份有限公司现有厂区内，详细位置见图 1。

**环境现状监测及评价**

为了解辐射环境现状，山东省环科院有限公司特委托济南特思特环境检测有限公司对探伤室周围的  $\gamma$  空气吸收剂量率进行了监测。

**(1)检测项目**

环境  $\gamma$  空气吸收剂量率。

**(2)检测布点**

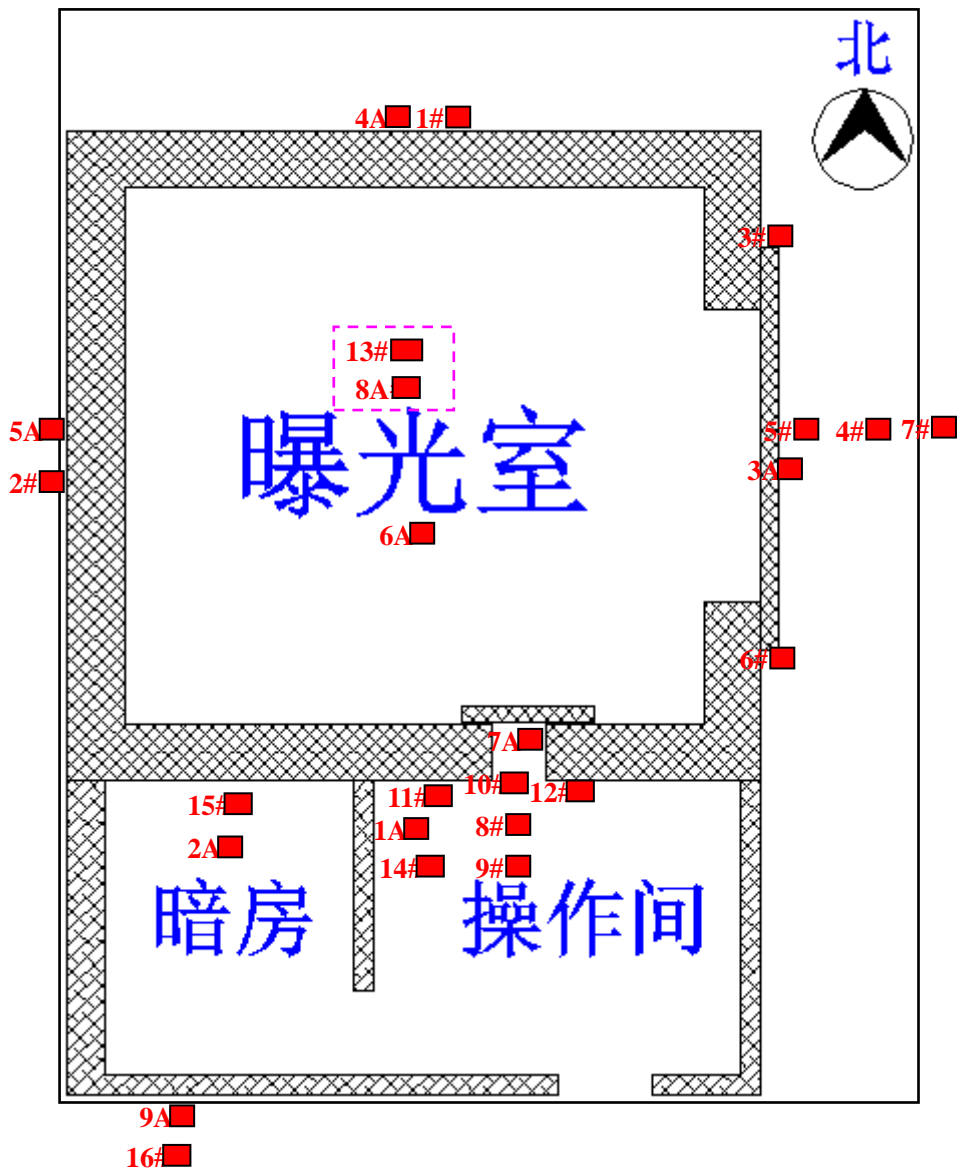
依据《辐射环境检测技术规范》(HJ/T61-2001)、《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993) 中有关布点原则，对探伤室周围环境  $\gamma$  空气吸收剂量率进行本底检测，检测点位示意图参见图 6。

**(3)检测方法**

依据《辐射环境检测技术规范》(HJ/T61-2001) 和《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》(GB/T14583-1993) 进行布点检测，工作场所周围 50m 内，设置好测量程序，仪器自动读取 10 个数据，计算均值和标准偏差。

**(4)检测仪器**

使用 ERM3421 型便携式 X、 $\gamma$  辐射剂量率仪，具体参数见表 3。



图例：

■：x-γ 辐射剂量率检测点位

注：X 射线探伤室及探伤机应用

图 6 X 射线探伤项目辐射环境检测布点示意图

**表 3 ERM3421 型便携式X、γ辐射剂量率仪参数一览表**

序号	项目	参数
1	仪器名称	便携式 X、γ 辐射剂量率仪
2	仪器型号	ERM3421
3	能量响应	48KeV~3MeV, 极限偏差±15%
4	量程	10nGy/h~1mGy/h
5	生产厂家	核工业北京化工冶金研究院
6	检定单位	中国计量科学研究院
7	检定证书编号	DYjl2014-0373
8	鉴定有效期	2016年2月25日至2017年02月24日
9	对宇宙射线的能量响应	极限偏差±15%
10	剂量率指示的固有误差	≤±10%

**(5)检测时间**

2016年09月9日

**(6)天气条件**

天气：晴，气温：25.5℃，相对湿度40.0%。

**(7)检测结果**

γ 空气吸收剂量率检测结果见表 4。

**表 4 探伤室（关机状态下）环境 γ（X）空气吸收剂量率检测结果**

序号	点位描述	检测结果（nGy/h）	
		γ 剂量率	标准偏差
1A	操作室操作位	117.6	1.46
2A	洗片室工作位	108.9	1.21
3A	探伤室大防护门中间位置	112.8	1.71
4A	曝光室北墙中间位置	99.32	1.34
5A	曝光室西墙中间位置	116.4	1.15
6A	曝光室中间位置	114.5	1.63
7A	探伤室小防护门中间位置	110.5	1.19
8A	曝光室顶部	99.78	1.06
9A	保安室工作位	111.2	1.27

注：①检测结果尚未扣除宇宙射线响应值 32nGy/h。

**(8)环境现状评价**

由表 4 检测数据可知，扣除仪器对宇宙射线响应值 32nGy/h 后，探伤室周边检测点位剂量率在  $(67.32\sim85.6)\times 10^{-9}$ Gy/h 之间，对比青岛地区环境天然 γ 空气吸收剂量（详见表 5），项目厂址的辐射水平在青岛地区天然辐射本底水平正常涨落范围内[室内  $(3.12\sim16.16)\times 10^{-8}$ Gy/h；道路  $(1.15\sim12.40)\times 10^{-8}$ Gy/h；原野  $(4.24\sim13.00)\times 10^{-8}$ Gy/h]，无异常点。

## 环境天然放射性水平

青岛地区环境天然  $\gamma$  空气吸收剂量率见表 5。

表 5 青岛地区环境天然  $\gamma$  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研究报告》，山东省环境监测中心站 1989 年。



**表 9 项目工程分析与源项**

**工程设备和工艺分析**

**(1)探伤室简介**

本项目涉及 1 个探伤室，探伤室屏蔽设计情况见表 6。探伤室布局设计为：操作室大门朝南，洗片暗室位于操作室的西侧，北侧为曝光室，曝光室入口在东侧，具体位置见图 3。

**表 6 X 射线探伤室屏蔽设计情况一览表**

防护设施名称	防护材料	防护厚度
曝光室四周墙体	采用铅钢复合防护	2mm 厚钢板+8mm 厚铅板+2mm 厚钢板
曝光室室顶	采用铅钢复合防护	2mm 厚钢板+6mm 厚铅板+2mm 厚钢板
大防护门	采用铅钢复合防护	2mm 厚钢板+8mm 厚铅板+2mm 厚钢板
小防护门	采用铅钢复合防护	2mm 厚钢板+8mm 厚铅板+2mm 厚钢板

探伤室（曝光室）为单层独立建筑物，室顶上方无人员停留，不借助工具，人员无法到达。曝光室内进行 X 射线探伤时，工作人员在曝光室外的操作室进行远距离操作。探伤室布局示意图见图 3。

**探伤室设计详情为：**

曝光室：长 6m×宽 4.5m×高 2.5m（内径尺寸）。四周采用 8mm 厚铅板，顶部采用 6mm 厚铅板，铅板两侧采用 2mm 厚钢板作为面板，防护墙厚度 150mm。

大防护门：为工件进出口，采用单扇地轨平移式，安装在曝光室东墙，电动推拉；门体总尺寸为 4000mm×2300mm(宽×高)(门洞尺寸为 3500mm×2000mm)，厚度 150mm，铅钢复合，屏蔽能力为 8mmPb；防护门左、右与墙体搭接宽度均为 250mm，上搭接为 200mm，下搭接为 100mm。电动防护门行走速度为 7~10m/min。

小防护门：为人员进出口，采用手动单扇地轨平移式，门体总尺寸为 1200mm×2300mm（宽×高）（门洞尺寸为 800mm×2000mm），安装在曝光室南墙；厚度 150mm，铅钢复合，屏蔽能力为 6mmPb；防护门左、右与墙体搭接宽度均为 200mm，上搭接为 200mm，下搭接为 100mm。电动防护门行走速度为 7~10m/min。

探伤室大防护门与屏蔽墙之间的缝隙宽度设计为 10mm，与左右搭接宽度之比为 1/25，与上搭接宽度之比为 1/20，与下搭接宽度之比为 1/10，满足防护门与屏蔽墙的重叠宽度不小于防护门与屏蔽墙之间缝隙的 10 倍要求。探伤室小防护门与屏蔽墙之间的缝隙宽度设计为 10mm，与左右搭接宽度之比为 1/20，与上搭接宽度之比为 1/20，与下

搭接宽度之比为 1/10，满足防护门与屏蔽墙的重叠宽度不小于防护门与屏蔽墙之间缝隙的 10 倍。

大小防护门均设计安装门机连锁装置、电离辐射警告标志和辐射工作指示灯。

探伤机探伤时，通过轨道将工件输送入曝光室，根据实际情况，采用移动工件或者移动探伤机对工件不同部位进行探伤。探伤过程中探伤机距南、西、北墙最近均为 2m。

另外，探伤室还设计了以下防护措施：

- 1) 探伤室大小防护门均设计安装门机连锁装置（与本项目两台探伤机分别连锁）、电离辐射警告标志和辐射工作指示灯，并保证其正常运行，定期进行有效性验证。
- 2) 控制台上设紧急停机按钮，如果误开机，可及时按下紧急停机开关。
- 3) 根据要求，将探伤室工作区域实行分区管理，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，并设立明显标识。

## (2) X 射线探伤机简介

### 1) X 射线探伤机结构

X 射线探伤机主要由 X 射线发生器、控制器、连接电缆及附件组成。控制器采用了先进的微机控制系统，可控硅规模快速调压，主、副可控硅逆变控制及稳压、稳流等电子线路和抗干扰线路，工作稳定性好，运行可靠。X 射线探伤机结构组成见图 7。

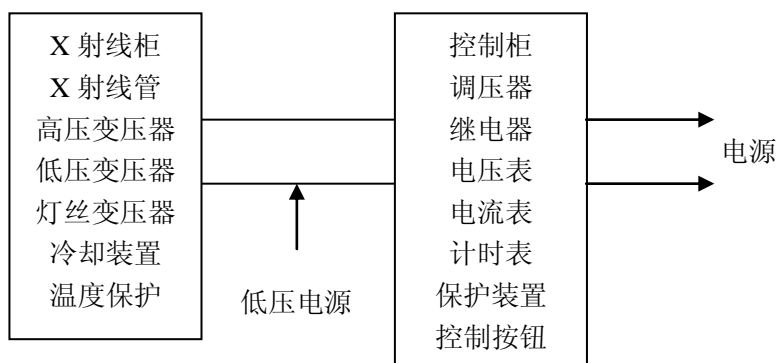


图 7 X 射线探伤机结构组成

### 2) X 射线产生原理

X 射线探伤机的核心部件是 X 射线管，它是一种真空二极管，其中一端是作为电子源的阴极，另一端是嵌有靶材料的阳极。当两端加有高压时，阴极的灯丝热致发射电子。由于阴极和阳极两端存在电位差，电子向阳极运动，形成静电式加速，获取能量。具有一定动能的高速运动电子，撞击靶材料，产生 X 射线。X 射线管两极的高电压是由高压发生器(主要由高压变压器等组成)供给的。

X 射线管示意图见图 8。

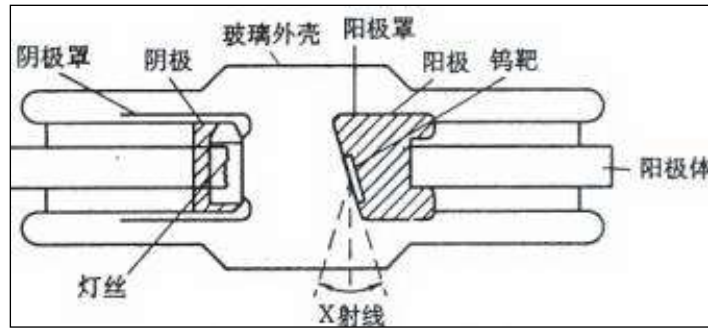


图 8 X 射线管示意图

### 3) 探伤原理

X 射线探伤机在工作过程中，通过 X 射线对受检工件进行照射，当射线在穿过裂缝时其衰减明显减少，胶片接受的辐射增大，根据曝光强度的差异判断焊接的质量。如有焊接质量问题，在显影后的胶片上产生较强的图像显示裂缝所在的位置，X 射线探伤机据此实现探伤的目的。

### 4) X 射线探伤机主要技术参数

探伤机主要技术参数见表 7。

表 7 X 射线探伤机主要技术参数表

型号及指标	YXLON-SMART1460E/0.4
管电压 (kV)	20~160
焦点尺寸 (mm)	≤0.4
辐射角度	40°×55°
管头尺寸 (mm)	284 (D) ×667 (L)
最大穿透 Q235 材质钢 (mm)	20

### (3) 工作流程

工作人员在进行 X 射线探伤前，先做好通电前的准备工作，检查探伤机各部件完好情况。然后接通电源，并检查射线检验区域是否按照规定已完成了清场及必须的警示，确认正常后方能进行以下步骤：

根据试件的材料和厚度选取合适的曝光条件，操作人员将 X 射线管固定在适当的位置，并调整使 X 光机出射窗口对准被检工件待检部位，确定探伤室内无工作人员，关闭防护门，接通电源按下高压按钮，缓慢调节高压旋钮至所需的管电压，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、出具探伤检验报告。

工作流程见图 9。

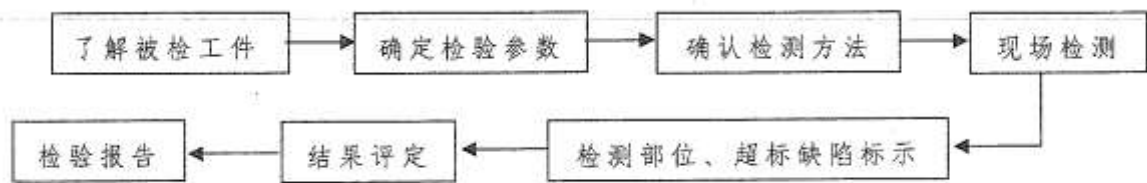


图 9 X 射线探伤机工作流程示意图

## 污染源项描述

### 1、放射性污染因素

#### (1)放射性废物

本项目不产生放射性固体废物、废水和废气。

#### (2)X 射线

X 射线机接通电源开机后产生 X 射线，对周围环境产生辐射影响，关机后，X 射线随之消失。

### 2、非放射性污染因素分析

X 射线机产生的 X 射线会使空气电离。空气电离产生臭氧(O<sub>3</sub>)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)，在 NO<sub>x</sub> 中以 NO<sub>2</sub> 为主。由于曝光室内未设置通风口，仅在曝光室内设置一台通风设备，当照射完成后，铅门打开时通过通风设备进行强制通风。

**表 10 辐射安全与防护**

**项目安全设施**

**(1) 实体屏蔽**

实体屏蔽设计见表 6。

**(2) 其它防护和安全措施**

除以上防护措施,中车青岛四方机车车辆股份有限公司 X 射线探伤项目采取的辐射安全措施包括:

①大小防护门均设计安装门机联锁装置(与本项目两台探伤机分别连锁)、电离辐射警告标志和辐射工作指示灯,并保证其正常运行,定期进行有效性验证。

②控制台上设紧急停机按钮,如果误开机,可及时按下紧急停机开关。

③为操作人员(3名)配备个人剂量报警仪,用以超剂量照射时的报警,保护职业人员身体健康。

④为操作人员(3名)每人配备个人剂量计,并委托有资质的单位定期(每三个月)对其个人剂量进行检测,建立个人剂量档案。

⑤操作人员(3名),全部参加了省级或市级环保部门组织的辐射安全培训,取得《辐射工作人员岗位培训证》。

⑥将探伤室工作区域实行分区管理,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,并设立明显标识。

⑦定期组织操作人员专业健康体检,建立工作人员个人健康监护档案。每人一册,与个人剂量档案一起由专人负责保管和管理,长期保存。职业人员调动时,其个人剂量档案跟随转移。

综上,按上述设计和要求实施,应能满足行业主管部门对环境保护和安全的要求。

**三废的治理**

**(1)X 射线探伤机防护基本原则**

X 射线探伤机利用 X 射线进行工业探伤,断电后 X 射线随之消失,因此,在正常使用的一般条件下需考虑外照射防护。对外照射防护的方法有三条基本原则:控制接触时间、增加与 X 射线机的距离、对射线加以屏蔽。使工作人员及公众所接受的剂量降低到可以接受的水平上。

**1) 控制接触时间**

探伤作业时，应控制不必要的接触射线时间。对于工作人员，合理确定相应的工作时间，除了尽量减少现场作业时间外，还应该根据实际工作的情况需要，不要再非工作时间接触射线。

#### 2) 增加与设备的距离

要曝光照相，就必须有射线的透射，这是正当的。但必须根据工件的厚度等物理特性，加大与探伤机的距离。本项目为室内探伤，探伤作业过程中，操作人员须根据工件的厚度等物理特性，在可活动范围内尽量加大与探伤机的距离；公众人员则应尽量远离曝光室。

#### 3) 对射线加以屏蔽

主要是指对设备产生的射线屏蔽。采取铅板或其他屏蔽材料或物体等方式加以屏蔽。本项目探伤室屏蔽墙体为铅钢板屏蔽。对 X 射线有较好的屏蔽作用。

### (2)三废的治理

#### 1) 放射性废物

本项目工作过程中，不产生放射性固体废物、废水和废气，主要污染因素为 X 射线，X 射线机接通电源开机后产生 X 射线，对周围环境产生辐射影响，关机后，X 射线随之消失，建设单位采用铅钢板实体屏蔽的方式进行防护，经现场监测，本项目的实体防护满足要求。

#### 2) 非放射性污染因素分析

对于本项目产生的非放射性污染因素，建设单位采取曝光室内通风的方式进行防护。曝光室装有轴流风机，曝光工作结束时，对室内空气进行强制通风，通风时间 10min。该通风防护措施既可以有效排出有害气体，又不会产生漏射的可能。

表 11 环境影响分析

## 建设阶段对环境的影响

本项目探伤室位于厂区西北角，已经建成运行，不存在施工期环境影响。

## 运行期的辐射环境影响分析

本项目已经建成投产，本次评价现状监测评价，和理论计算核实的方法进行评估本项目对周围环境的影响，本项目使用的两台探伤机，互为备用，因此按照一台设备核算。

### 一、探伤室辐射屏蔽现状监测

本次环境现状监测时，开机状态下，对探伤室现有屏蔽情况进行了监测， $\gamma$  空气吸收剂量率检测结果见表 8。

表 8 探伤室（开机状态下）环境  $\gamma$  (X) 空气吸收剂量率检测结果

序号	点位描述	检测结果 (nGy/h)	
		$\gamma$ 剂量率	标准偏差
1#	曝光室北墙中间位置	130.6	3.04
2#	曝光室西墙中间位置	122.5	2.98
3#	探伤室大防护门北门缝中间位置	207.8	6.59
4#	探伤室大防护门下门缝中间位置	117.8	2.73
5#	探伤室大防护门中间位置	115.4	2.62
6#	探伤室大防护门南门缝中间位置	131.4	3.17
7#	探伤室大防护门上门缝中间位置	123.3	2.95
8#	探伤室小防护门中间位置	126.7	3.03
9#	探伤室小防护门上门缝位置	126.4	2.97
10#	探伤室小防护门下门缝位置	121.1	2.89
11#	探伤室小防护门西门缝位置	119.5	2.82
12#	探伤室小防护门东门缝位置	125.8	3.06
13#	曝光室顶部中间位置	106.1	2.66
14#	操作室操作位	130.3	3.74
15#	洗片室工作位	123.3	2.95
16#	保安室工作位	107.3	2.07

注：①检测结果尚未扣除宇宙射线响应值。

②检测时，探伤机开机管电压 100kV，管电流 0.5mA，主射束定向朝北。

由表 8 检测数据可知，扣除仪器对宇宙射线响应值 32nGy/h 后，探伤室周边检测点位剂量率在  $(74.1 \sim 175.8) \times 10^{-9}$  Gy/h 之间，所有点位均可以满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 要求的“曝光室屏蔽墙外 30cm 处剂量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Gy/h}$ ”的标准要求，和《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 要求的“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  $100\mu\text{Gy/h}$ ”的标准要求。



## 二、探伤室辐射屏蔽厚度校核

### 1、估算公式

#### a、X 射线吸收剂量率的估算公式

$$\dot{D} = 0.873 \times \frac{K^{-1} \times \dot{X}}{r^2} \quad (1)$$

式中：

$\dot{D}$ ： X 射线空气吸收剂量率，cGy/h；

$\dot{X}$ ： 1 米处的 X 照射量率，R/h；

0.873： 照射量率与剂量率转换系数，(cGy·h<sup>-1</sup>)  
/(R·h<sup>-1</sup>)；

K： X 射线与物质作用的衰减倍数，无量纲；

r： 距 X 射线机的距离，m。

#### b、X 射线机输出量

X 射线机所产生的有用 X 射线束在距离 X 射线管焦斑 r 距离处的照射量率，可近似的按下式计算：

$$\dot{X} = I \dot{X}_0 \left(\frac{r_0}{r}\right)^2 \quad (2)$$

式中：

$\dot{X}$ ： r 米处的 X 照射量率，R/min；

I： 管电流，mA；

$\dot{X}_0$ ： X 射线机在 r<sub>0</sub> 米处的输出量，R·mA<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>；

r： 距离 X 射线机的距离，m。

(公式摘自《辐射防护手册》第一册，原子能出版社，李德平、潘自强著)。

#### c、屏蔽衰减倍数

$$K = 10^{\frac{\text{屏蔽层厚度}}{TVT}} \quad (3)$$

式中：TVT：十分之一值层厚度。

#### d、泄漏辐射屏蔽

对于泄漏辐射屏蔽采用以下公式计算考察点处的辐射剂量率。

$$h = \log \left[ \frac{H_0}{H_p \times R^2} \right] \times TVT$$

$$\text{则 } H_p = H_0 / (R^2 \times 10^{(h/TVT)}) \quad (4)$$

式中:

- h: 屏蔽层厚度;
- TVT: 十分之一值层厚度;
- H<sub>0</sub>: 泄漏辐射的剂量率, μGy/h;
- H<sub>p</sub>: 考察点处的辐射剂量率, μGy/h;
- R: 靶源距考察点的距离, m。

#### e、对于散射线散射点处的辐射剂量率

$$H_s = \frac{\alpha \times A \times \cos \theta \times H_0}{R_s^2 R_0^2} \quad (5)$$

式中:

- H<sub>s</sub>: 散射点处的辐射剂量率, μSv/h;
- α: 散射系数;
- A: 散射面积, m<sup>2</sup>;
- θ: 入射角, °;
- H<sub>0</sub>: 入射剂量率, μSv/h;
- R<sub>s</sub>: 散射距离, m;
- R<sub>0</sub>: 入射距离, m。

对于 X 射线探伤机, 有用束半张角为 20°, 则 A×cosθ×R<sub>0</sub><sup>-2</sup> 为 0.42; α 值可查辐射防护手册 (一) 表 7.6 (P360-379), 则 α×A×cosθ×R<sub>0</sub><sup>-2</sup> 取 0.01。

#### f、年有效剂量估算

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

式中:

- H: 年有效剂量当量, Sv/a;
- 0.7: 吸收剂量对有效剂量当量的换算系数, Sv/Gy;
- D<sub>r</sub>: 空气吸收剂量率, Gy/h;
- T: 年受照时间, h/a。

#### g、周剂量参考控制水平估算

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (7)$$

式中：

- $H_c$ ：周剂量参考控制水平， $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；  
 $U$ ：探伤装置向关注点方向照射的使用因子；  
 $T$ ：人员在相应关注点驻留的居留因子；  
 $t$ ：探伤装置周照射时间， $\text{h}/\text{周}$ 。

$t$  按下式计算：

$$t = \frac{W}{60 \cdot I}$$

式中：

- $W$ ：X 射线探伤的周工作负荷(平均每周 X 射线探伤照射的累积“ $\text{mA} \cdot \text{min}$ ”值)， $\text{mA} \cdot \text{min} / \text{周}$ ；  
 $60$ ：小时与分钟的换算系数；  
 $I$ ：X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流， $\text{mA}$ ；  
 $t$ ：探伤装置周照射时间， $\text{h}/\text{周}$ 。

## 2、相关参数

### a、X 射线机的输出量

X 射线机的输出量和照射量率与 X 管类型、电压和电压波形、靶材料和形状、以及过滤板材料和厚度有关。可以通过查阅有关参数表或图获取。

《辐射防护手册》(原子能出版社，李德平、潘自强著)第一册 P237，图 4.4d 恒定电压为 50-200kV 的 X 射线接输出量”可以查出管电压为 160kV 的 X 射线机(2.0mm 铜为过滤板)在有用射束的中心轴上，距靶 1m 处的输出量为  $0.26 \text{ R} \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

### b、漏射线剂量率

按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)规定，X 射线管组装体的泄漏辐射要求见表 9。

表 9 X 射线机的泄漏辐射

X 射线管电压 (kV)	距靶点 1m 处的泄漏辐射空气吸收剂量率 $\text{mGy} \cdot \text{h}^{-1}$ (1m)
<150	1
150-200	2.5
>200	5

本环评按照漏射线的剂量率为  $2.5 \text{ mGy} \cdot \text{h}^{-1}$  估算。

### c、屏蔽材料的衰减系数

不同管电压对应的不同的十分之一值厚度见表 10。

**表 10 强衰减 X 射线束的十分之一值厚度**

X 射线管电压 (kV)	十分之一值厚度 TVT	
	铅, mm	混凝土, cm
50	0.18	1.3
75	0.50	-
100	0.84	5.5
150	0.96	7.0
200	1.4	8.6
250	2.9	9.0
300	5.7	10.0
400	8.2	10.0
500	10.2	11.9

本项目 X 射线机，管电压为 160kV，相应的铅和混凝土的十分之一值层厚度取 160kV 对应的值：铅 1.1mm，混凝土 2.3cm。本项目探伤室墙体为铅钢板复合材料，四周墙体和防护门为铅板复合材料铅层厚度为 8mm，顶部铅板复合材料铅层厚度为 6mm，满足屏蔽材料厚度要求。则本项目探伤室  $K_{\text{墙体}}=10^{7.27}$ ， $K_{\text{防护门}}=10^{7.27}$ ， $K_{\text{室顶}}=10^{5.46}$ 。

#### d、本项目周工作负荷

根据本项目探伤机工作时间，以及企业提供的材料，本项目周工作最大负荷  $W=3360\text{mA}\cdot\text{min}/\text{周}$ 。

### 3、屏蔽核算

本项目两台探伤机不同时使用。探伤过程中，探伤机与西墙最近距离为 2.0m，与东侧防护门最近为 3.71m，与南墙、北墙的最近距离为 1.8m。

YXLON-SMART1460E/0.4 型探伤机为定向探伤机，重点关注有用射线束照射的西墙、室顶屏蔽以及防护门处的泄漏辐射及散射辐射，企业提供资料，主射束方向朝上，重点关注室顶。参考点示意图见图 10。

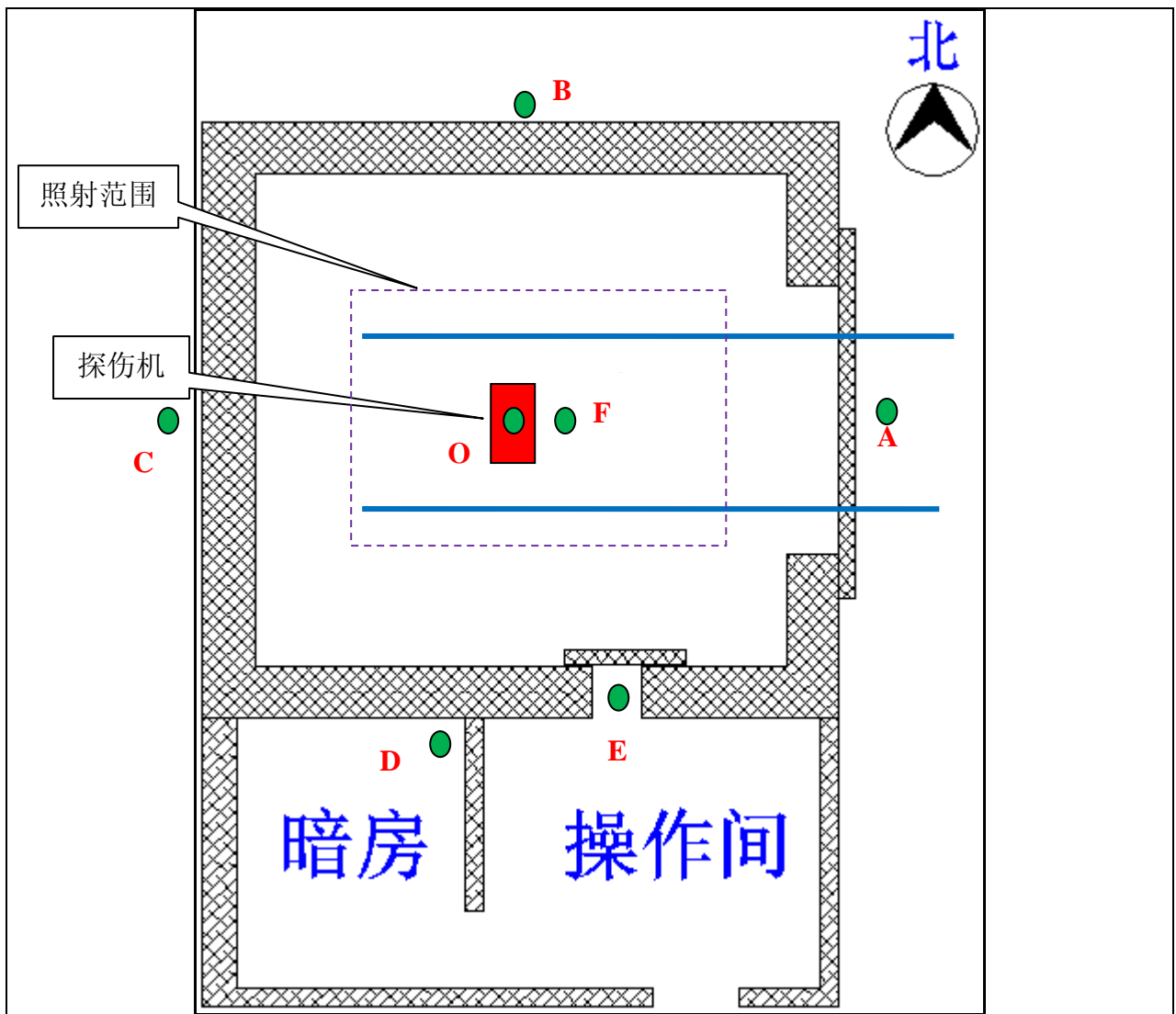


图 10 参考点示意图

a、东侧防护门外、北墙、南墙、西墙、室顶对有用射束的屏蔽核算

在曝光室外设置剂量率考察点 A、B、C、D、F（图 10），对有用射束照射的东侧防护门外、北墙、南墙、西墙、室顶进行核算。参考点 B、C、D 处剂量率相同，可只计算一点；F 点为室顶计算参考点，考察点处辐射剂量率计算结果见表 11。

表 11 考察点 A、B、C、D、F 处的辐射剂量率计算结果

考察点	辐射路径	屏蔽层	屏蔽厚度 (mm)	考察点到焦点的距离 (m)	考察点处剂量率计算值 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	标准限值 $\mu\text{Gy/h}$
A	OA	东大防护门	8mm 铅当量防护门	4.16	$8.17 \times 10^{-5}$	2.5
C	OC	西墙	8mm 铅当量防护门	2.45	$6.79 \times 10^{-4}$	2.5
B/D	OB/OD	南、北墙	8mm 铅当量防护门	2.25	$9.54 \times 10^{-4}$	2.5
F	OF	室顶	6mm 铅当量防护门	2.70	0.029	100

注：①4.18m（机器距离大防护门最近 3.71m，加屏蔽层厚度 0.15m，取门外 0.3m 为参考点）  
 ②2.45m（机器距离西墙最近 2.0m，加屏蔽墙厚度 0.15m，取墙外 0.3m 为参考点）  
 ③2.25m（机器距离东、南、西墙最近 1.8m，加屏蔽墙厚度 0.15m，取墙外 0.3m 为参考点）  
 ④2.70m（机器距离室顶最近 2.25m，加室顶厚度 0.15m，取墙外 0.3m 为参考点）

经计算，大防护门、北墙、南墙、西墙外考察点 A、B、C、D 剂量率分别为  $8.17 \times 10^{-5} \mu\text{Gy/h}$ 、 $9.54 \times 10^{-4} \mu\text{Gy/h}$ 、 $6.79 \times 10^{-4} \mu\text{Gy/h}$ 、 $9.54 \times 10^{-4} \mu\text{Gy/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）要求的曝光室屏蔽墙外 30cm 处剂量率参考控制水平不大于  $2.5 \mu\text{Gy/h}$  的标准要求。室顶 F 点处的辐射剂量率为  $0.029 \mu\text{Gy/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）要求的“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  $100 \mu\text{Gy/h}$ ”的标准要求。

本评价要求企业在明显位置设置禁止到达室顶的警告标志，禁止人员进入室顶。并在探伤室周围设置警告标志，减少非工作人员在探伤室周围区域活动。

#### b、小防护门对泄漏辐射和散射辐射的屏蔽效果核算

本评价在探伤室小防护门外设置剂量率考察点 E，分别对漏射线和散射线照射的小防护门外进行核算，本项目探伤机使用时，不会超过探伤机运行区域位置，本次估算偏安全考虑。计算结果见表 12。

表 12 考察点 F 处的辐射剂量率计算结果

考察点	辐射路径	屏蔽层	射线束	屏蔽厚度	考察点到焦点距离 (m)	考察点处剂量率计算值 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	标准限值 $\mu\text{Gy/h}$
E	OE	小防护门	漏射	8mm 铅当量	2.94	$3.25 \times 10^{-4}$	2.5
			散射				

注：3.06m（机器距离小防护门最近 2.68m，加小防护门厚度 0.08m，取墙外 0.3m 为参考点）

由以上计算可知，小防护门外考察点 F 剂量率值为  $3.25 \times 10^{-3} \mu\text{Gy/h}$ ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）要求的曝光室屏蔽墙外 30cm 处剂量率参考控制水平不大于  $2.5 \mu\text{Gy/h}$  的标准要求。

根据以上分析可看出，本项目防护门、四周墙壁及室顶的设计厚度均可以满足辐射防护要求。

**操作位：**操作室位于曝光室西侧，根据预测结果，西墙外最大剂量率为  $3.03 \times 10^{-4} \mu\text{Gy/h}$ ；则操作位能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）要求的曝光室屏蔽墙外 30cm 处剂量率参考控制水平不大于  $2.5 \mu\text{Gy/h}$  的标准要求。

经预测，在本项目建设完成，探伤室投入运营后，中车青岛四方机车车辆股份有限公司 X 射线探伤项目探伤室周围环境空气比释动能率可满足评价标准的要求。

把理论预测计算结果与现状监测结果对比可以看出，理论预测计算结果偏小，说明现场生产与理论计算还是有一定差异，但总体来看，无论是监测结果还是预测计算结果，均远低于标准要求，由此可以判定，该项目辐射防护满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的指标要求。

## 二、人员年有效剂量

### 1、照射时间

根据公司提供资料，两台探伤机预计累计曝光时间约 1320h/a，两台探伤机的使用频率基本相同，互为备用。

### 2、职业工作人员的年有效剂量

由于理论预测计算结果偏小，本次评价根据现场监测结果进行计算。探伤机在工作状态下，职业工作人员受到的最大附加剂量率为  $0.1303 \mu\text{Gy/h}$ 。偏安全考虑，工作人员考虑为一人全部操作，探伤机使用因子取 1，操作室属于工作人员常居留的地方，因此居留因子取 1，计算时，使用预测过程中的最大附加剂量率  $0.1303 \mu\text{Gy/h}$ 。由年有效剂量估算公式得出工作人员的年有效剂量为：

$$H=0.7 \times D_r \times T=0.7 \times 0.1303 \times 1320=120.4 \mu\text{Sv/a} =0.12 \text{mSv/a}$$

该年有效剂量远低于工作人员所接收的年有效剂量，更低于《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  $20 \text{mSv/a}$ ，也低于本报告提出的  $2.0 \text{mSv/a}$  的管理约束限值。实际工作中，由于工作人员有 3 名，倒班工作，因此每位操作人员接受的年有效剂量也远低于该年有效剂量。



### 3、探伤过程中公众成员的年有效剂量

根据现场观察和企业提供的资料，探伤室周围的公众人员为本单位的员工，主要为等待工件监测的人员，车间内其他生产工人距离均较远，实际周围工况尚不确定，因此从偏安全角度考虑，居留因子取 0.25。根据现场监测结果中最大值进行估算，即使用  $0.13\mu\text{Gy/h}$ ，探伤机使用因子取 1，则受照时间为  $1320 \times 1 \times 0.25 = 330\text{h}$ 。由年有效剂量估算公式得出工作人员的年有效剂量为：

$$H = 0.7 \times D_r \times T = 0.7 \times 0.13 \times 330 = 30.03 \mu\text{Sv/a} = 0.03 \text{mSv/a}$$

由此可知，公众活动区域年有效剂量远低于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定公众成员的剂量限值  $1.0\text{mSv/a}$ ，也低于本报告提出的  $0.1\text{mSv/a}$  的管理约束限值。实际中，公众人员接受的年有效剂量也远低于该年有效剂量。

## 三、人员周剂量率估算

### 1、探伤装置周照射时间

本项目两台探伤机互为备用，用于同一个探伤室内，两台探伤机不同时使用，按两台探伤机照射时间估算，项目两台 X 探伤机的周工作负荷为  $3360\text{mA} \cdot \text{min}$ ，最大管电流  $2\text{mA}$ ，探伤装置的周照射时间为：

$$t = 3360 / (60 \times 2) = 28\text{h/周}$$

### 2、周剂量率估算

周剂量参考控制水平：职业人员： $H_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$ ；公众  $\leq 5\mu\text{Sv/周}$ 。则，职业人员和公众人员的周剂量率最大为：

$$\text{职业人员：} \dot{H}_{c,d} \leq 100 / (28 \times 1 \times 1) = 3.57 \mu\text{Sv/h}$$

$$\text{公众人员：} \dot{H}_{c,d} \leq 5 / (28 \times 1 \times 0.25) = 0.71 \text{Sv/h}$$

### 3、关注点剂量率控制水平

《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）规定：

b) 关注点最高剂量率参考控制水平  $H_{c,\max}$ ： $H_{c,\max} = 2.5\mu\text{Sv/h}$ ；

c) 关注点剂量率参考控制水平  $\dot{H}_c$ ： $\dot{H}_c$  为上述 a) 中的  $\dot{H}_{c,d}$  和 b) 中的  $H_{c,\max}$  二者的较小值。

本项目关注点职业人员剂量率控制水平取  $2.5\mu\text{Sv/h}$ ，公众人员剂量率控制水平取  $0.71\mu\text{Sv/h}$ 。

## 事故影响分析

### 1、可能的事故（件）及环境影响分析

①X 射线机漏射线指标达不到《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定的要求，造成工作人员不必要的照射；

②联锁装置失效使工作人员和公众误闯或误留正在工作的探伤室内，使工作人员或公众造成不必要的照射；按《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中要求，固定探伤室必须安装门-机联锁装置，正常情况下可以避免误闯探伤室的情况发生，但要经常性的检查、维护门-机联锁装置正常运行。避免人员误留探伤室要建立严格的探伤程序；

③在不适合探伤的场地实施探伤，如将探伤机搬出探伤室使用，而成人员不必要的照射，本项目涉及的探伤机为室内探伤；

④X 射线机被盗，使 X 射线机使用不当造成周围人员的不必要照射；

作为一种便携式探伤设备，X 射线探伤机最大的优点就是轻便，因此要特别注意设备被盗、丢失，避免无探伤资质的单位和个人使用，以免误伤人员。

### 2、应急措施

①所购探伤机均为合格产品，漏射线指标达标，正常情况下不会造成漏射线不达标。若探伤机发生损毁，则有可能造成漏射线超标。因此应定期对探伤机进行维护，请专业人员定期对漏射线进行检测。

②定期对门机联锁装置进行有效性验证和维护，严格遵守探伤操作规程，避免人员误入和误留探伤室。

③严格管理探伤机的使用，严禁搬至探伤室外进行探伤，防止事故发生。

④要加强对 X 射线探伤机在贮存、使用现场的管理，防止发生探伤机的被盗、丢失。一旦发生此类事件，根据《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）、《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、《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）以及《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第 17 号）中的有关要求，企业应当立即启动本单位的辐射事故应急方案，并及时报告当地环保部门、公安部门和卫生部门。

本项目已根据上述有关要求和管理办法等，制定了《辐射事故应急预案》，要求事故发生后，当事人立即通知工作场所所有人员离开，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，上报当地环境保护部门，环保部门联系方式：12369，同时上报卫生部门，卫生部门

联系方式：120，若发生丢失，还应同时上报公安部门，公安部门联系方式：110。

⑤发生上述不必要的照射事故（件）时，对环境只是造成暂时性的辐射污染，停机后污染也随之消失，对受照人员则进行剂量评估，必要时进行医学处理。

企业应严格按照要求和本企业已制定的应急预案和管理规章，防止事故发生，一旦事故发生立即启动应急措施。

## 项目全本公示

根据《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发【2006】28号）和《山东省环保厅关于加强建设项目环境影响评价公众参与监督管理工作的通知》（鲁环评函[2012]138号），本项目应在报送环保部门审批前向公众发布信息公告、公开环境影响报告书全本，并公开征求公众意见。本项目于2016年10月12日从山东省环境保护科学研究设计院网站上进行了全本公示，公示照片详见图11。

**表 12 辐射安全管理**

**辐射安全与管理机构的设置**

中车青岛四方机车车辆股份有限公司使用 II 类射线装置，根据《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）要求，该公司现有兼职安全和防护管理人员 1 人，全职射线装置安全防护负责人 1 人，具体负责公司辐射安全与防护工作，同时也是辐射工段负责人。

公司有操作人员 3 名，包括负责人 1 名，其中 2 人已参加了市环保局组织辐射防护知识的培训，取得《辐射工作人员岗位培训证》，另 1 名操作人员拟参加省级以上环保部门认可的培训机构举办的辐射防护知识的培训，取得《辐射工作人员岗位培训证》，公司将定期组织操作人员进行培训。建议公司应尽快设立辐射防护安全管理小组具体负责公司辐射安全与防护工作。

**辐射安全管理规章制度**

中车青岛四方机车车辆股份有限公司已制定有《放射工作岗位职责》、《放射工作人员健康查体制度》、《放射工作人员培训计划》、《辐射环境监测方案》、《辐射事故处理应急预案》、《个人剂量检测管理制度》、《射线安全防护管理工作制度》、《射线装置安全操作规程》、《射线装置设备检修维护制度》、《自行检查与年度评估制度》等规章制度，根据公司发展的需要应不断的进行完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

中车青岛四方机车车辆股份有限公司现有的各项制度，从操作人员岗位责任，辐射防护和安全保卫，设备检修、放射设备的使用等方面分别做了明确要求和规定，保障了从事辐射工作的人员和公众的健康与安全，同时保护了环境。

综上，中车青岛四方机车车辆股份有限公司现有的各项辐射制度能够满足单位现有的辐射设备使用的需要。

## 辐射监测

中车青岛四方机车车辆股份有限公司制定的《辐射环境监测方案》，内容如下：

### 1.辐射环境检测方案及内容

(1) 监测项目：X ( $\gamma$ ) 辐射。

(2) 监测内容：X ( $\gamma$ ) 空气吸收剂量率。

(3) 监测范围：探伤室为中心，周围 50m 范围内。

(4) 监测频次：1~2 次/年或应急。

(5) 监测点位：

a、大、小防护门外 30cm，离地高度 1m 处，门的左、中、右侧 3 个点和门缝四周；

b、曝光室墙外 30cm，离地高度 1m 处，每个墙面测 3 个点；

c、探伤室屋顶外 30cm 处，主射束到达范围的 5 个监测点。

d、曝光室四周人员经常活动的位置，操作室、暗室等。

### 2.个人剂量的监督与监测

(1) 操作人员必须佩戴个人剂量计(剂量片)，委托有资质的技术机构定期进行检测，个人剂量计的测读周期一般为 30 天，也可视情况缩短或延长，但最长不得超过 90 天。监测和评估工作人员的个人剂量，建立个人剂量档案。个人剂量档案人手一册，由专人负责保管和管理，长期保存。职业人员调动时，其个人剂量档案跟随转移。

(2) 监测结果和监测报告除存档外，应及时上报当地环保行政主管部门。该监测方案满足辐射环境及个人剂量监测要求。公司应委托有资质单位每三个月对操作人员个人剂量进行检测，定期组织操作人员专业健康体检，并按相关法规要求建立工作人员个人剂量档案和健康监护档案。应定期或者不定期对工作现场和周围的辐射环境进行监测，如发现异常情况或怀疑有异常情况，及时对工作场所和环境进行监测。

### 3.辐射监测设备的配备

按照相关法律法规的要求，该公司应配备必要的防护用品和监测仪器。中车青岛四方机车车辆股份有限公司现有辐射操作人员配备的个人剂量报警仪(1台)、个人剂量计(3个)，计划配备辐射巡检仪一台，用以监测探伤室周围的环境  $\gamma$  空气吸收剂量率，以保证工作场所周围的环境安全。

因此，该公司 X 射线探伤机及探伤室应用项目在做到上述要求后，能够满足环保部门对辐射工作单位技术管理能力的要求。

## 辐射事故应急预案

中车青岛四方机车车辆股份有限公司应根据相关规定设立辐射事故应急领导小组,具体负责公司辐射事故应急工作。公司根据实际情况编制了《辐射事故应急预案》,主要内容为:

要求事故发生后,当事人立即通知工作场所所有人员离开,并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》,上报当地环境保护部门,环保部门联系方式:12369,同时上报卫生部门,卫生部门联系方式:120,若发生丢失,还应同时上报公安部门,公安部门联系方式:110。

根据以上应急预案内容,制定了应急人员的培训演习计划,并定期进行演练。

发生辐射事故时,对环境只是造成暂时性的辐射污染,停机后污染也随之消失,对受照人员则进行剂量评估,必要时进行医学处理。

企业应严格按照要求和本企业已制定的应急预案和管理规章,防止事故发生,一旦事故发生立即启动应急措施。

## 从事辐射活动能力评价

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条之规定，对中车青岛四方机车车辆股份有限公司X射线探伤项目申领辐射安全许可证条件评价见表13。

**表 13 申领辐射安全许可证条件**

就应具备条件	落实情况	是否满足要求
使用II类射线装置的工作单位，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或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	已落实，本项目X射线探伤机为II类射线装置，企业设该公司现有兼职安全和防护管理人员1人，射线装置安全防护负责人1人，具体负责公司辐射安全与防护工作，同时也是辐射工段负责人，此两位负责人均为具有本科以上学历的技术人员。	满足要求。
从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	公司有操作人员3名，包括负责人1名，其中2人已参加了市环保局组织辐射防护知识的培训，取得《辐射工作人员岗位培训证》，另1名操作人员拟参加省级以上环保部门认可的培训机构举办的辐射防护知识的培训，取得《辐射工作人员岗位培训证》，公司将定期组织操作人员进行培训。	满足要求。
配备装置使用场所防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施。	已设置电离辐射警示标志及中文警示说明，设计安装门—机联锁装置及工作警示灯。	满足要求。
配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。	拟配备个人的剂量计、报警仪，未配备辐射监测仪。目前定期委托当地监测部门定期监测。	基本满足要求
有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、射线装置	已制定《放射工作岗位职责》、《放射工作人员健康查体制度》、《放射工作人员培训计划》、《辐射环境监测方案》、《辐射事故处理应急预案》、《个人剂量检测管理制度》、《射线安全防护管理工作制度》、《射线装置安全操作规程》、《射线装置设备检修维护制度》、《自行检查与年度评估制度》。	满足要求。
有完善的辐射事故应急措施。	已制定辐射事故应急措施。	满足要求。
产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射废气、废液、固体废物达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	本项目无放射废气、废液和固体废物产生。	满足要求。



**表 13 结论与建议**

**结论**

**(1)实践正当性**

本项目为中车青岛四方机车车辆股份有限公司厂区内建设 1 座探伤室,使用 II 类射线装置——X 射线探伤机对本单位产品开展无损检测。该公司使用 2 台 XLON-SMART1460E/0.4 周向型 X 射线探伤机和 1 台 XXQ2005 便携式定向型 X 射线探伤机用于室内探伤作业(固定场所),2 台设备 1 用 1 备,该探伤机属 II 类射线装置的应用,符合《电离辐射防护与辐射源基本标准》(GB18871-2002)中实践的内容:“源的生产和辐射或放射性物质在医学、工业、农业或教学与科研中的应用,包括与涉及或可能涉及辐射或放射性物质照射的应用有关的各种活动”。因此本项目符合“实践正当性”的要求。

**(2)布局合理性**

中车青岛四方机车车辆股份有限公司厂区位于山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号。本项目探伤室位于厂区内, B6 号车间的西北角,探伤室包括曝光室铅房、洗片暗室、操作室 3 部分组成,曝光室设计尺寸为:长 6m×宽 4.5m×高 2.5m(内径尺寸),四周及防护门采用 8mm 厚铅板,顶部采用 6mm 厚铅板,铅板两侧采用 2mm 厚钢板作为面板;洗片暗室和操作室采用塑钢材质建设,设计尺寸为:长 6m×宽 4m×高 2.5m,布局设计为:操作室大门朝南,洗片暗室位于操作室的西侧,北侧为曝光室。探伤室的建设满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)中“控制室与探伤室必须分开”的要求,项目布局合理。

**(3)环境影响分析评价**

根据对本项目工作场所现状监测结果和理论预测计算结果,本项目曝光室拟采取的屏蔽措施能满足屏蔽要求,在使用 X 射线探伤机工作的条件下,对环境是安全的。根据现状监测结果,该项目曝光室周围环境 X-γ 空气吸收剂量率最大值为 0.1303μGy/h,符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)中 4.1.2 款规定:曝光室屏蔽墙外 30cm 处剂量率参考控制水平不大于 2.5μGy/h 的标准要求。室顶外辐射剂量率为 0.029μGy/h,低于《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)要求的“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 100μGy/h”的标准要求。本评价要求企业在明显位置设置禁止进入室顶的警告标志,禁止人员进入;在探伤室周围设置警告标志,禁止非工作人员在探伤室周围区域活动。

#### (4)保护目标剂量评价

本项目投入运行后，正常情况下工作人员的附加最大有效剂量均为 0.12mSv/a，公众成员的附加最大有效剂量均为 0.03mSv/a，均能够满足基于《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)制定的管理剂量约束值：职业人员年有效剂量不超过 2.0mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。

#### (5)安全措施评价

中车青岛四方机车车辆股份有限公司探伤室大小防护门均设计安装门机联锁，并设置辐射工作指示灯和“当心电离辐射”警告标志；辐射工作人员每人配备个人剂量计，个人剂量报警仪。公司委托有资质单位每三个月对操作人员个人剂量进行检测，定期组织操作人员专业健康体检，并按相关法规要求建立工作人员个人剂量档案和健康监护档案。做到上述要求后，应能满足行业主管部门对环境保护和安全的要求。

#### (6)辐射安全管理评价

中车青岛四方机车车辆股份有限公司探伤工作人员 3 人，公司有操作人员 3 名，包括负责人 1 名，其中 2 人已参加了市环保局组织辐射防护知识的培训，取得《辐射工作人员岗位培训证》，另 1 名操作人员拟参加省级以上环保部门认可的培训机构举办的辐射防护知识的培训，取得《辐射工作人员岗位培训证》，公司将定期组织操作人员进行培训。公司的辐射环境管理组织、规章制度、辐射事故应急预案以及防护设施等均能够符合相应环保规定的要求。

综上所述，根据中车青岛四方机车车辆股份有限公司 X 射线探伤项目已经落实了的污染防治措施和辐射环境管理计划可以看出，该单位具备其所从事的辐射活动的技术能力和辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能符合辐射环境保护的要求，故从辐射环境保护角度论证，该项目的建设运行是可行的。

### 承诺和建议

1、企业应做好门机联锁的有效性验证，门-机联锁装置和辐射工作指示灯应定期检查，确保有效；

2、项目运行中，应严格遵守操作规程，加强对操作和管理人员有关辐射防护的培训，严格做到持证上岗，杜绝麻痹大意思想，避免意外事故的发生；

3、探伤操作人员，要求熟知防护知识，能合理的应用“距离、时间、屏蔽”的防护措

施，并确保在《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规定的限值以内，使公众和工作人员所受到的照射降到最低，定期组织人员学习培训；

4、委托有资质单位每三个月对操作人员个人剂量进行检测，并按相关法规要求建立工作人员个人剂量档案；应定期组织操作人员专业健康体检，建立工作人员个人健康监护档案；

5、保证操作人员每四年进行一次再培训；

6、本项目探伤机只允许在探伤室内使用，禁止将室内探伤机移动使用；

7、尽快购买辐射监测仪 1 台，用以监测探伤室周围的环境  $\gamma$  空气吸收剂量率，以保证工作场所周围的环境安全。

8、建议公司应尽快设立辐射防护安全管理小组具体负责公司辐射安全与防护工作；

9、建议企业在明显位置设置禁止进入曝光室室顶的警告标志；在探伤室周围设置警告标志，禁止非工作人员在探伤室周围区域活动。

10、进一步建立完善操作规程和管理制度以及应急响应预案，定期演练。

县（区）环保局部门意见

经办人签字：

单位盖章

年 月 日

市级环保局部门意见

经办人签字：

单位盖章

年 月 日

省级环保部门意见

经办人签字:

单位盖章

年 月 日