

## 1 项目基本情况

建设项目名称	西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤室建设项目				
建设单位	西安北方惠安化学工业有限公司				
法人代表	魏合田	联系人	文汉梅	联系电话	已脱密
注册地址	陕西省西安市鄠邑区余下镇				
项目建设地点	厂内 X 射线探伤室内				
立项审批部门	/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）	207.4	项目环保投资（万元）	57.4	投资比例（环保投资/总投资）	27.7%
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它			占地面积（m <sup>2</sup> ）	620
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 checked="" 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 checked="" 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	/				

### 1.1 单位简介

西安北方惠安化学工业有限公司（保军代号国营第八四五厂），始建于 1954 年，是国家“一五”期间投资建设的 156 项重点工程之一。

### 1.2 项目由来

为保证产品的生产质量，需使用 X 射线探伤机对零部件进行无损检测。根据建设方提供资料，西安北方惠安化学工业有限公司于 2017 年 9 月利用厂区原有空置厂房改建了一座 X 射线探伤室，同时于 2018 年 12 月购置 225kV 的 X 射线探伤机（属于 II 类射线装置），设备自购置以来未进行投产。现由于生产需要，特委托我公司进行环境影响评价。

根据《关于发布<射线装置分类>的公告》（2017年12月5日），本项目拟新设的 X 射线探伤机（MGC41 型）属于 II 类射线装置，且不属于“自屏蔽式 X 射线探伤装置”，根据《建设项目环境保护分类管理名录（2018 年修订）》，本项目为“五十、核与辐射—191、核技术利用建设项目—使用 II 类射线装置”的核技术应用项目，应编制环境影响报告表。西安北方惠安化学工业有限公司于 2020 年 4 月委托陕西赛科企业管理咨询有限公司对新增两台 X 射线探伤机（MGC41 型）进行环境影响评价。接受委托后，我公司组织有关技术人员对该项目进行了实地踏勘、资料收集等工作，按照《辐射环境保护管理导则—核技术利用建设项目环境影响报告文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的基本要求，编制了本项目的的环境影响报告表。

### 1.3 建设规模及工程内容

#### （1）项目组成

西安北方惠安化学工业有限公司利用厂区原有空置厂房改建一座 X 射线探伤室，同时购置两台 225kV 的 X 射线探伤机（属于 II 类射线装置），用于产品无损检测。

（该部分内容为涉密内容，已脱密）

#### （2）项目工程概况

（该部分内容为涉密内容，已脱密）

#### （3）探伤室屏蔽情况

X 射线探伤室原为厂区闲置一层空厂房，无上层建筑，建筑面积 620m<sup>2</sup>，原墙体为 120mm 砖墙+400mm 混凝土，新增 40mm 厚的防辐射涂料层（根据建设单位提供资料，为相当于 4mm 铅当量的 GF-3 型射线防护涂料），辐射防护门采用 2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板的单扇电动外移防护门。

### 1.4 实践正当性评价

西安北方惠安化学工业有限公司利用 2 台 X 射线机（该部分内容为涉密内容，已脱密）用于工件质量的无损检测，以保证产品的安全性和质量的可靠性，具有明显的社会效益，通过加强对项目的管理，合理控制对周围环境的影响，该项目的实践获得的利益远大于辐射所造成的损害，该项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》

（GB18871-2002）“实践的正当性”。

### 1.5 项目选址及布局合理性

项目所在地位于西安市鄠邑区余下镇西安北方惠安化学工业有限公司内，区域交通

较为便利。X 射线探伤室位于基地内部，为独立建筑，与周边的建筑物分隔，探伤室的北侧为物资采购部库房，东侧为新、老变电所，西侧为空地、南侧为维修所，附近无居民居住，选址基本合理。项目地理位置图见附图 1。

曝光间设有人员进出门和单独的物料进出门；操作台、评片室设于西曝光间南侧；暗室位于西曝光间西侧，东、西曝光间 X 射线机有用线束均为向下照射，控制室与人员进出门均避开了有用线束方向；功能分区较集中，布局合理。项目平面布置图见附图 2。

### 1.6 辐射安全管理现状

西安北方惠安化学工业有限公司遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及《陕西省放射性污染防治条例》等相关放射性法律、法规，配合各级环保部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

（该部分内容为涉密内容，已脱密）

### 1.7 公司现有辐射装置情况及现有辐射环境问题

西安北方惠安化学工业有限公司现有 2 台直线加速器和 1 台 X 射线探伤机，（该部分内容为涉密内容，已脱密）。

西安北方惠安化学工业有限公司严格执行陕西省生态环境厅的各项要求，并认真履行各项规章制度，无环保投诉及环保遗留问题。





## 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

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

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线探伤机	II类	2 台	MGC41	225	10	无损检测	室内	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

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

### 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
废显影液和定影液、清洗废液	液态	/	/	/	1200kg	/	容器暂存	具有危废处置资质单位处置
废胶片	固态	/	/	/	40.76kg	/	容器暂存	具有危废处置资质单位处置

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

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

## 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》，2015 年 1 月 1 日；</li> <li>2、《中华人民共和国环境影响评价法》，2018 年 12 月 29 日修正；</li> <li>3、《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日；</li> <li>4、国务院《修改&lt;建设项目环境保护管理条例&gt;的决定》，国务院第 682 号令，2017 年 7 月 16 日；</li> <li>5、《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第 44 号）2017 年 9 月 1 日及《关于修改&lt;建设项目环境影响评价分类管理名录&gt;部分内容的决定》（生态环境部令第 1 号）2018 年 4 月 28 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 2005 年第 449 号，2019 年 3 月 2 日修订；</li> <li>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 年 5 月 1 日；</li> <li>8、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环境保护总局令 第 31 号，2017 年修正本；</li> <li>9、《关于修改&lt;放射性同位素与射线装置安全许可管理办法&gt;的决定》环境保护部第 3 号令，2008 年 12 月 6 日；</li> <li>10、《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》（国家环保总局环发〔2006〕145 号），2006 年 9 月 26 日；</li> <li>11、《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环境保护部环办辐射函〔2016〕430 号）2016 年 3 月 7 日；</li> <li>12、《射线装置分类》（环境保护部和国家卫生和计划生育委员会公告 2017 年第 66 号），2017 年 12 月 5 日；</li> <li>13、《陕西省放射性污染防治条例》；2014 年 10 月 1 日；</li> <li>14、《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发[2018]29 号）；</li> <li>15、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016 年 11 月 7 日修正版）；</li> <li>16、《国家危险废物名录》（环境保护部令第 39 号），2016 年 6 月 14 日</li> </ol>
-------------	--



<p>技 术 标 准</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、《环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016）；</li> <li>2、《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ10.1-2016）；</li> <li>3、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）；</li> <li>4、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）；</li> <li>5、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）；</li> <li>6、《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；</li> <li>7、《辐射环境监测技术规范》（HJ/T61-2001）。</li> <li>8、《环境空气质量标准》（GB3095-2012），环境保护部 2016 年 1 月 1 日及《关于发布&lt;环境空气质量标准&gt;（GB3095-2012）修改单的公告》，(生态环境部，2018 年 8 月 13 日)</li> <li>9、《危险废物贮存污染控制标准 GB 18597-2001》，及关于发布《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）等 3 项国家污染物控制标准修改单的公告(公告 2013 年第 36 号)。</li> </ol>
<p>其他</p>	<p>建设单位提供的其他技术资料、规章制度资料等。</p>

## 7 保护目标与评价标准

### 7.1 评价范围

本项目使用 II 类射线装置，为确保使用辐射设施周围区域活动的公众和工作人员所受到的辐射剂量低于相应的剂量约束值，根据《辐射环境保护管理导则·核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的相关规定，确定本项目评价范围为射线装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的区域。

### 7.2 保护目标

保护目标分为职业照射人群及公众人群，职业照射人群为射线装置操作的工作人员，公众人群为射线装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 范围内其他工作人员及公众。

本项目位于西安北方惠安化学工业有限公司内，为独立建筑，1 层工房，无地下层，与周边的建筑物分隔。探伤室的北侧为物资采购部库房，东侧为新、老变电所，西侧为空地、南侧为维修所，附近无居民居住，选址基本合理。项目评价范围内的保护目标详见下表 4。

表4 环境保护目标一览表

序号	保护对象	方位	人数	保护内容	控制目标
1	探伤操作人员	控制室、北侧工件进出通道	16 人	年有效剂量	不大于 5mSv/a
2	公众人员	物资采购部库房	3 人		不大于 0.25mSv/a
3		维修所	39 人		不大于 0.25mSv/a

### 7.3 评价标准

#### 7.3.1 剂量限值及剂量约束值

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

由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯平均），20mSv；（本项目取其四分之一即 5mSv 作为职业人员的年有效剂量约束值）。

#### (2) 剂量限值

实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：年有效剂量，1mSv；（本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为公众人员的年有效剂量约束值）。

#### 7.3.2 辐射分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）规定，划定辐射控制区和辐射监督区。

### 7.3.3 射线机房防护设施性能规定

执行《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的相关条款：

（1）防护安全要求：

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。

②应对探伤工作场所施行分区管理。一般将探伤室墙壁围城的内部区域划为控制区，与墙壁外部相邻区域划为监督区。

（2）X 射线探伤室墙和入门口的辐射屏蔽应同时满足：

①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  $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；

②关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于  $2.5\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

（3）探伤室顶的辐射屏蔽应满足：

①探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁临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 7.3.2；

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为  $100\mu\text{Gy}/\text{h}$ 。

（4）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 射线装置才能进行检测作业。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。

（5）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。

（6）照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

（7）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。

（8）探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

（9）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。

(10) 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。

#### **7.3.4 放射防护检测**

##### **(1) 检测计划**

运营单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

##### **(2) 检测仪器**

用于 X 射线工业探伤装置放射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定，并取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

##### **(3) 检测条件**

检测应在 X 射线工业探伤装置的限束装置开至最大，额定管电压、管电流照射的条件下进行。

## 8 环境质量和辐射现状

### 辐射环境质量现状:

根据陕西省辐射站发布的 2020 年一季度至二季度陕西省辐射环境质量报告, 2020 年一、二季度, 我省 5 个辐射环境自动监测站的空气吸收剂量率排除降雨(雪)等自然因素的影响, 处于本底涨落范围内, 监测结果为 70.2~106.3nGy/h, 距离项目最近的西安市标准型自动站数据为 73.9-86.4nGy/h。与 1988 年《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》比较, 全省室内为 0.025~0.150  $\mu$  Gy/h, 平均值为 0.063  $\mu$  Gy/h; 室外为 0.056~0.169  $\mu$  Gy/h, 平均值为 0.098  $\mu$  Gy/h。由此可知, 本项目所在地天然辐射剂量率与陕西省的辐射剂量率基本处于同一水平, 无异常现象。

## 9 项目工程分析与源项

### 9.1 工程设备和工艺分析

#### 9.1.1 拟购设备情况

(该部分内容为涉密内容, 已脱密)

根据《射线装置分类办法》, 本次新购的 X 射线探伤装置为 II 类射线装置, II 类射线装置为中危险射线装置, 事故时可以使受照人员产生较严重放射损伤。

#### 9.1.2 探伤室设置情况

X 射线探伤室为原厂区闲置空厂房, 建筑面积 620m<sup>2</sup>, 原墙体为 120mm 砖墙+40mm 混凝土, 新增 40mm 厚的防辐射涂料层 (根据建设单位提供资料, 为相当于 4mm 铅当量的 GF-3 型射线防护涂料层), 辐射防护门采用 2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板的单扇电动外移防护门。

#### 9.1.3 X 射线探伤机作业工况

本项目两台 X 射线探伤机每天开机共 6h, 每台 X 射线探伤机每天运行 3 小时, 二者不同时运行, 每年工作 260 日, 年累计曝光时间共 1560 小时, 操作管理人员为 16 人, 8 人一班, 每天两班制。

#### 9.1.4 X 射线探伤机工作原理

X 射线机主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由阴极和阳极组成。阴极通常是装在聚焦杯中的钨灯丝, 阳极靶则根据应用的需要, 由不同的材料制成各种形状, 一般用高原子序数的难熔金属 (如钨、铂、金、钼等) 制成。当灯丝通电加热时, 电子就“蒸发”出来, 而聚焦杯使这些电子聚集成束, 直接射向嵌在金属阳极中的靶体, 高电压加在 X 射线管的两极之间, 使电子在射到靶体之前被加速到很高的速度, 这些高速电子轰击靶物质, 与靶物质作用产生韧致辐射, 释放出 X 射线, X 射线探伤所利用的就是其释放出的 X 射线。典型的 X 射线管结构见图 1。

X 射线探伤机是利用 X 射线对物件进行透射拍片的无损检测装置。它利用射线透过物体时, 会发生吸收和散射这一特性, 通过测量材料中因缺陷存在影响射线的吸收来探测缺陷的。

X 射线通过物质时, 其强度逐渐减弱, X 射线还有个重要性质, 就是能使胶片感光, 当 X 射线照射胶片时, 与普通光线一样, 能使胶片乳剂层中的卤化银产生潜象中心, 经过显影和定影后就黑化, 接收射线越多的部位黑化程度越高, 这个作用叫做射

线的照相作用。把这种曝过光的胶片在暗室中经过显影、定影、水洗和干燥，再将干燥的底片放在观片灯上观察，根据底片上有缺陷部位与无缺陷部位的黑度图像不一样，就可判断出缺陷的种类、数量、大小等，这就是射线照相探伤的原理。根据探伤机出束方式探伤机分为定向和周向两种类型，本项目使用的探伤机为定向探伤机。

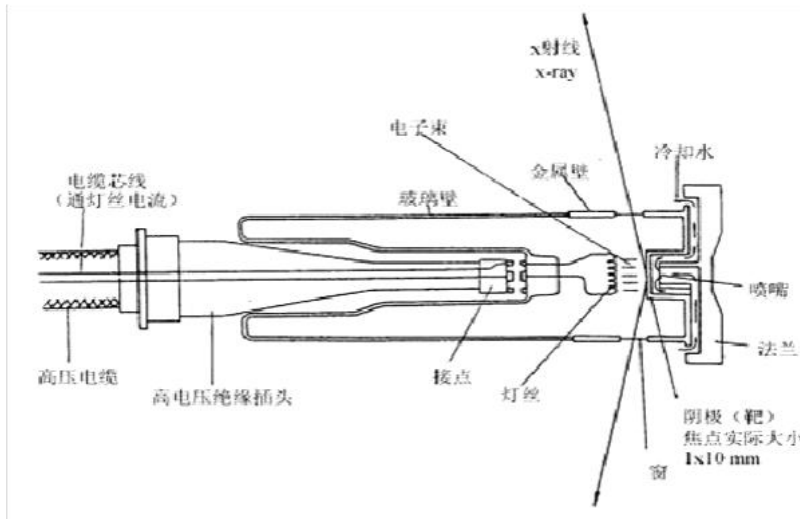


图 1 X 射线管结构图

### 9.1.5 检测及产污流程

具体使用流程如下：

打开曝光室防护门，工件进入——按照工艺资料中的焦距调整探伤机——贴胶片——放射人员退出曝光间后，关闭操作室防护门——按照工艺资料中的工艺参数调整电压、电流以及时间——开高压进行透照（透照过程中不得打开防护门）——透照结束后（高压断后）进入曝光间——更换工件——贴片——往复，直至当天探伤工作完成——关闭所有电源开关。

X 射线探伤、洗片工艺流程及产污环节见图 2、3。

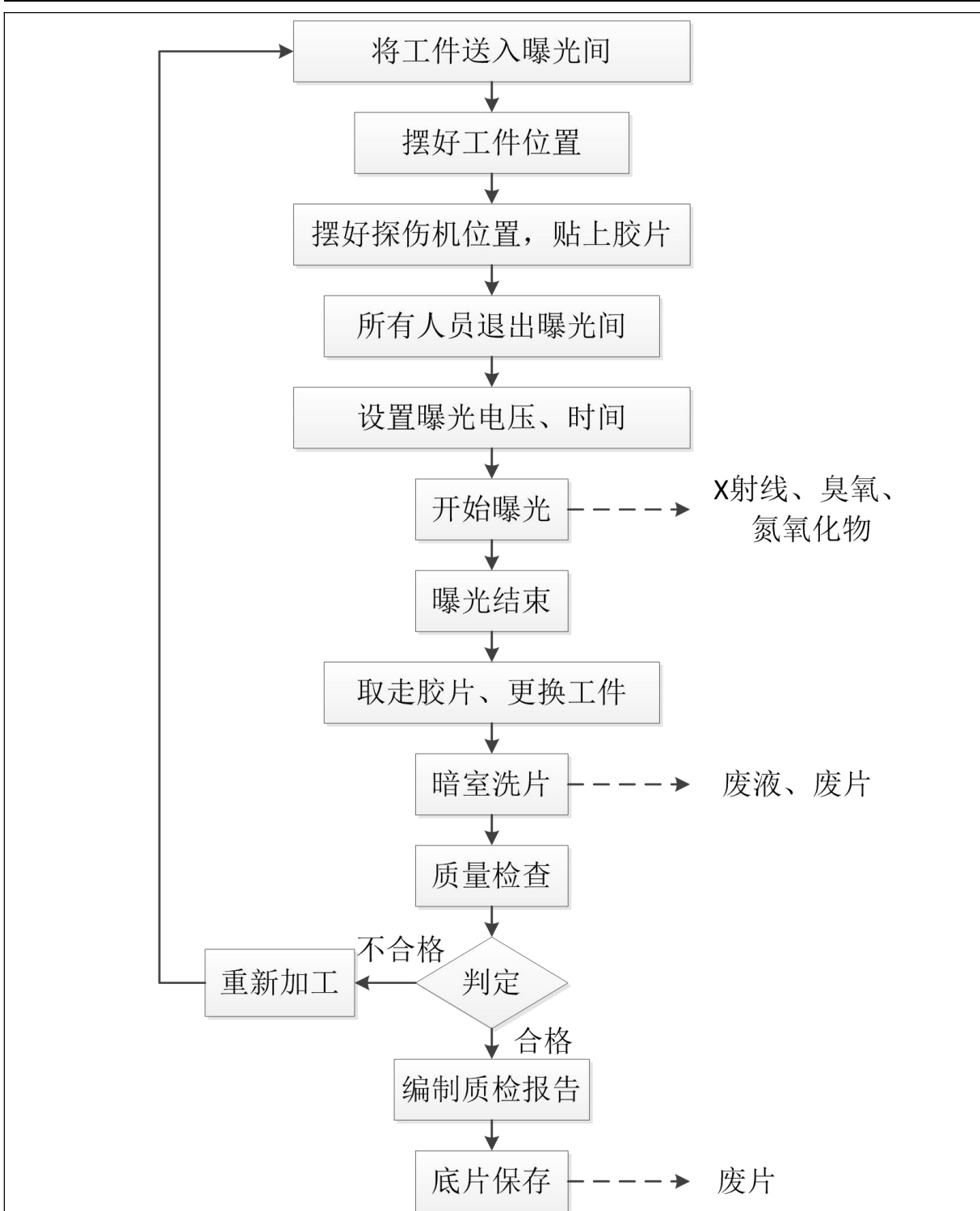


图 2 X 射线探伤工艺流程图



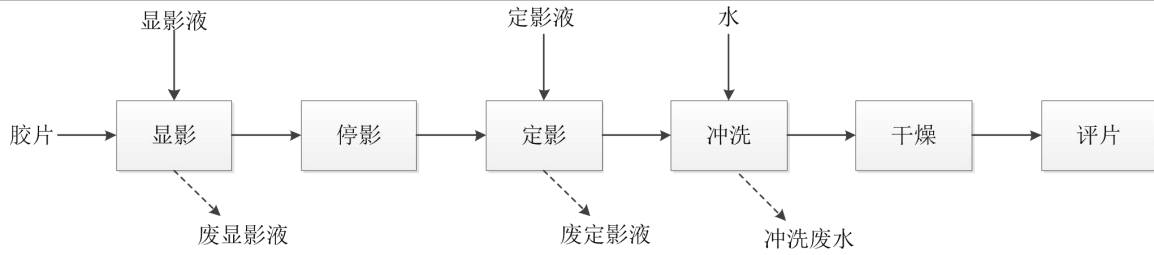


图 3 洗片工艺流程图

## 9.2 污染源项描述

### 1、污染因子

#### ①X 射线

由 X 射线探伤机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的 X 射线探伤机只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出 X 射线。

因此，在开机曝光期间，X 射线成为污染环境的主要污染因子。

项目新增两台 X 射线探伤装置的管电压为 225kV，管电流为 10mA，X 射线圆锥角 40°。

经查询《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》表 B.1，本项目设备距辐射源点（靶点）1m 处输送量取 250kV 管电压 3mm 铝过滤条件下有用线束输出量为 13.9mGy·m<sup>2</sup>/(mA·min)。

#### ②臭氧和氮氧化物

0.6kV 以上的 X 射线便能使空气电离，本项目使用的 X 射线探伤机的管电压为 225kV。因此本项目的探伤机在运行时产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

#### ③废显（定）影液、废旧胶片及胶片清洗废液

本项目探伤拍片产生的洗片废显（定）影液（含重金属）以及废旧胶片、胶片清洗废液属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16（废物代码 900-019-16），废显、定影液和清洗废液混合后收集于专用容器内，放置于危废暂存区，建立危废处理台账，定期运至厂内总危废暂存室内，后交有相应危险废物处理资质的单位处理。

### 2、污染途径

#### （1）正常工况

在对产品进行探伤时，X 射线经探伤物品、机房四周屏蔽墙、屋顶、漏射、散射，对周围环境产生辐射影响。

(2) 事故工况

- ①安全连锁系统故障或失效，检测间的防护门未关好开机导致射线泄漏，造成检测间防护门外活动人员受到意外照射；
- ②安全连锁系统故障或失效，设备运行中人员闯入受到意外照射；
- ③工作人员或无关人员在设备运行过程中滞留检测间，受到意外照射。

## 10 辐射安全与防护

### 10.1 项目安全设施

#### 10.1.1 工作场所分区管理原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）以及《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中相关条款的要求，应将公司 X 射线检测工作场所划分为控制区和监督区。

控制区：以检测间为控制区，在正常调试的工作过程中区内不得有无关人员滞留，在控制区的进出口及其他适当位置应设立国家规定的电离辐射警告标志。应制定辐射防护与安全措施，设置防护门的联锁装置，严格限制非操作人员进出控制区，保障该区的辐射安全。

监督区：与检测间墙壁外部相邻区域划为监督区，对该区不采取专门的防护手段安全措施，但要定期监测其辐射剂量。

（该部分内容为涉密内容，已脱密）

图 4 控制区与监督区范围示意图

#### 10.1.2 曝光间屏蔽情况

据西安北方惠安化学工业有限公司提供的资料，本项目探伤室原为厂区空置厂房，建筑面积 620m<sup>2</sup>，原墙体为 120mm 砖墙+400mm 混凝土，新增 40mm 厚的防辐射涂料层（根据建设单位提供资料，为相当于 4mm 铅当量的 GF-3 型射线防护涂料层），辐射防护门采用 2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板的单扇电动外移防护门。

#### 10.1.3 检测间 X 射线装置平面布置

西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤装置安装在东、西曝光间，放置位置如下所示。

（该部分内容为涉密内容，已脱密）

图 5 X 射线放置位置

#### 10.1.4 辐射安全防护措施

本项目共计辐射工作人员 16 人，每人配发有个人剂量计，并配备个人剂量报警仪，配备 0.35mmPb 防护铅衣，供探伤期间工作人员使用。

根据陕西省环境保护厅下发的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29 号）文件，本项目应：移动探头安装位置

（1）X 射线管头应具有制造厂商、型号及出厂编号、额定管电压电流等标志。

- (2) 控制台设有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示装置。
- (3) 控制台设置有高压接通时的外部报警或指示装置。
- (4) 控制台或 X 射线管头组装体上设置探伤室门联锁接口。
- (5) 控制台设有钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束。
- (6) 控制台设有紧急停机开关。
- (7) 操作室与探伤室分开，并避开有用线束照射的方向。
- (8) 探伤室设置机械通风装置，排风管道外口避开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。
- (9) 探伤室防护门上设置电离辐射警示标志和中文警示说明。
- (10) 探伤室门口和内部同时设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，照射状态指示装置与 X 射线探伤装置联锁。
- (11) 探伤室设置门-机联锁装置。
- (12) 探伤室内设置紧急停机按钮或拉绳，并带有标签，标明使用方法。

## 10.2 三废的治理

### 10.2.1 废气

本项目探伤机产生的 X 射线，在探伤过程中可产生微量臭氧和氮氧化物，臭氧在常温下很快转化成氧气，检测间设排风系统，排风口设置于厂房顶部，每小时有效通风换气次数不小于 3 次。探伤机工作时，排气扇保持通风，可及时将有害气体排出探伤房。

### 10.2.2 固体废物

项目产生的固体废物主要为定期排放的胶片清洗废液、废显、定影液和探伤胶片，属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16（废物代码 900-019-16）。

#### （1）废显、定影液、清洗废液

废显、定影液为含重金属银的废液（含银浓度约为 11.74mg/L），本项目正常运行期间废液产生量约 1t/a，主要由对苯二酚、亚硫酸钠等物质组成；其次，冲洗完成的胶片需用清水清洗，产生量约为 0.2t/a，清洗水反复使用，正常工况下半月更换一次，其主要含对苯二甲酸（浓度为 200mg/L）和微量的银（浓度约为 0.08mg/L）。废显、定影液以及清洗废液属于危险废物，混合后收集于专用容器内，放置于危废暂存区，建立危废处理台账，定期运至厂内总危废暂存室内，后交由陕西新天地固体废物综合处置有限公司处理。

#### （2）废胶片

曝光时产生的废片成为危险废物，项目每年预计共产生约 1000 张废片（每张重 40.76g），产生量约为 0.04t/a，集中收贮在密封桶内，放置于危废暂存区，定期运至厂内总危废暂存室内，后交由陕西新天地固体废物综合处置有限公司处理。

按照《建设项目危险废物环境影响评价指南》对其本项目危险废物进行评价。危险废物汇总表见表 6 所示。

表6 危险废物汇总表

序号	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量	产生工序及装置	形态	有害成分	危险特性	污染防治措施
1	废显、定影液	HW16 感光材料废物	900-019-16	1t/a	洗片过程	液态	银	T	专用容器盛放放置于储物间，进行防
2	胶片清洗废液			0.2t/a		液态	苯二甲酸、银	T	

3	废胶片			0.04t/a		固态	银	T	渗处理
---	-----	--	--	---------	--	----	---	---	-----

**表7 建设项目危险废物贮存场所（设施）基本情况表**

序号	贮存场所	危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	位置	贮存方式	贮存周期
1	危废暂存间	废显、定影液	HW16 感光材料废物	900-019-16	储物间	分类堆放，专用容器盛放	15 天
2		胶片清洗废液					
3		废胶片					

危险性的生产固废在储存处置过程中应妥善处理，采用不易破损、变形、老化的容器运装废物，在装有危险废物的容器上贴注标签，在标签上详细标明危险废物的名称、重量、成分、特性以及发生泄漏、扩散污染事故时的应急措施和补救方法等。

建设单位将于储物间设置危废暂存区，且其最大暂存量能够满足本项目需求。危险废物暂存区应设置防渗、防雨、防漏、标识等措施，满足《危险废物贮存污染控制》（GB18597-2001）及修改单相关规定。

## 11 环境影响分析

### 11.1 建设阶段对环境的影响分析

本项目施工期已结束，本环评对施工期污染工序不做评价。

### 11.2 运行阶段对环境的影响

#### 11.2.1 探伤工况

根据建设单位提供的资料，此台 X 射线探伤装置的管电压为 225kV，管电流 10mA，X 射线圆锥角 40°。

#### 11.2.2 放射性污染环境的影响分析

1、探伤室墙和入口周围剂量率和每周周围剂量当量应满足以下要求：

a)周剂量参考控制水平（ $H_c$ ）和导出剂量率参考控制水平（ $\dot{H}_{c,d}$ ）：

1) 职业人员周剂量参考控制水平： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv}/\text{周}$ ；公众人员周剂量参考控制水平： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2) 相应  $H_c$  的导出剂量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,d}$  ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ) 按式 (1) 计算：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \dots\dots\dots (1)$$

式中： $H_c$ ——周剂量参考控制水平，单位为微希每周（ $\mu\text{Sv}/\text{周}$ ）；

$t$ ——探伤装置周照射时间，单位为小时每周（ $\text{h}/\text{周}$ ）；

$U$ ——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。

3) 由以上公式计算得检测间周围导出剂量率参考控制水平见下表：

表8 东曝光间周围导出剂量率参考控制水平计算参数表

受众参数	北侧墙外（工件进出门1）	北侧墙外（工件进出门2）	北侧墙外（走廊）	东侧墙外（杂品库）	西侧墙外（西曝光间）	南侧墙外（男更衣室）	南侧墙外（操作间）	南侧墙外（人员进出门）
周剂量参考控制水平 $H_c$ ( $\mu\text{Sv}/\text{周}$ )	100	100	5	5	100	5	100	100
探伤装置周照射时间 $t$ , ( $\text{h}/\text{周}$ )	15	15	15	15	15	15	15	15
探伤装置向关注点方向照射的使用因子	1	1	1	1	1	1	1	1

子 U								
人员在相应关注点驻留的居留因子 T	1	1	1/4	1/4	1	1/4	1	1
导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ (uSv/h)	6.7	6.7	1.3	1.3	6.7	1.3	6.7	6.7

表9 西曝光间周围导出剂量率参考控制水平计算参数表

受众参数	北侧墙外(工件进出门1)	北侧墙外(工件进出门2)	北侧墙外(走廊)	东侧墙外(东曝光间)	西侧墙外(储物间)	南侧墙外(走廊)	南侧墙外(操作间)	南侧墙外(人员进出门)
周剂量参考控制水平 $\dot{H}_c$ (uSv/周)	100	100	5	100	5	5	100	100
探伤装置周照射时间 $t$ , (h/周)	15	15	15	15	15	15	15	15
探伤装置向关注点方向照射的使用因子 U	1	1	1	1	1	1	1	1
人员在相应关注点驻留的居留因子 T	1	1	1/4	1	1/4	1/4	1	1
导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ (uSv/h)	6.7	6.7	1.3	6.7	1.3	1.3	6.7	6.7

b)根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015), 关注点最高周围剂量当量率参考控制水平  $\dot{H}_{c,max}=2.5\text{uSv/h}$ 。

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

本项目东、西曝光间周围剂量率参考控制水平如下:

表10 东曝光间关注点剂量率参考控制水平

受众参数	北侧墙外(工件进出门1)	北侧墙外(工件进出门2)	北侧墙外(走廊)	东侧墙外(杂品库)	西侧墙外(西曝光间)	南侧墙外(男更衣室, 职业人员)	南侧墙外(操作间)	南侧墙外(人员进出门)
关注点剂量率参考	2.5	2.5	1.3	1.3	2.5	1.3	2.5	2.5



控制水平 $\dot{H}_c$ (uSv/h)								
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

表11 西曝光间周围导出剂量率参考控制水平

受众参数	北侧墙外(工件进出门1)	北侧墙外(工件进出门1)	北侧墙外(走廊)	东侧墙外(东曝光间)	西侧墙外(储物间)	南侧墙外(走廊)	南侧墙外(操作间)	南侧墙外(人员进出门)
导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c_d$ (uSv/h)	2.5	2.5	1.3	2.5	1.3	1.3	2.5	2.5

d)探伤室顶的剂量率参考水平：本项目探伤室顶部不需要人员到达，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》GBZ/T250-2014 要求，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考水平为 100uSv/h。

2、屏蔽厚度核算

本项目探伤机分别安置于东、西曝光室内的南侧，各关注点位主要考虑的射线影响说明见下表。

表12 关注点处主要考虑的射线影响

关注点序号	点位描述	主要考虑的射线影响
1	东曝光间东墙外 30cm (杂品库)	泄漏辐射、散射辐射
2	东曝光间北墙外 30cm (走廊)	泄漏辐射、散射辐射
3	东曝光间北墙工件进出门 1 外 30cm	泄漏辐射、散射辐射
4	东曝光间北墙工件进出门 2 外 30cm	泄漏辐射、散射辐射
5	东曝光间南墙外 30cm (男更衣室)	泄漏辐射、散射辐射
6	东曝光间南墙外 30cm (操作间)	泄漏辐射、散射辐射
7	东曝光间南墙人员进出门外 30cm	泄漏辐射、散射辐射
8	东曝光间西墙外 30cm (西曝光间)	泄漏辐射、散射辐射
9	西曝光间北墙外 30cm (走廊)	泄漏辐射、散射辐射
10	西曝光间北墙工件进出门 1 外 30cm	泄漏辐射、散射辐射
11	西曝光间北墙工件进出门 2 外 30cm	泄漏辐射、散射辐射
12	西曝光间东墙外 30cm (东曝光间)	泄漏辐射、散射辐射
13	西曝光间南墙外 30cm (走廊)	泄漏辐射、散射辐射
14	西曝光间南墙外 30cm (操作间)	泄漏辐射、散射辐射
15	西曝光间北墙人员进出门外 30cm	泄漏辐射、散射辐射
16	西曝光间西墙外 30cm (储物间)	泄漏辐射、散射辐射
17	东曝光间顶部外 30cm	泄漏辐射、散射辐射

18	西曝光间顶部外 30cm	泄漏辐射、散射辐射
----	--------------	-----------

(1) 主照面屏蔽厚度核算  
项目有用线束照射方向为地面，且无地下建筑，因此不再进行主照面屏蔽厚度的核算。

(2) 泄漏辐射屏蔽厚度核算  
泄漏辐射屏蔽射线因子根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014）由式（2）计算。

$$B_2 = \frac{H \cdot R^2}{H_L} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$B_2$ —泄漏辐射屏蔽透射因子；

$\dot{H}$ —剂量率参考控制水平，uSv/h；

$\dot{H}_L$ —距离靶点 1m 处 X 射线管组装的泄漏辐射剂量率，uSv/h；根据建设方提供资料取  $1 \times 10^4$ uSv/h；

$R$ —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m

对于估算出的屏蔽透射因子  $B_2$ ，所需的屏蔽物质厚度  $X$  按式（3）计算。

$$X = -TVL \cdot \lg B \dots\dots\dots (3)$$

式中：TVL—半值层厚度，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT250-2014），本项目混凝土半值层厚度取 90mm，铅半值层厚度取 2.9mm。

辐射屏蔽参数及计算结果见下表，其中东曝光间西墙外及西曝光间东墙外均为曝光间内，探伤机工作时，室内无人员停留，不再进行预测。

**表13 东曝光间几何参数和辐射屏蔽参数**

名称	剂量率参考控制水平(uSv/h)	辐射源点(靶点)至关注点的距离(m)	屏蔽透射因子	理论计算混凝土(铅)厚度(mm)	实际屏蔽材料厚度(mm)	复核结果
东曝光间东墙外(杂品库)	1.3	5.86	$4.46 \times 10^{-3}$	211.52	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
东曝光间北墙外(走廊)	1.3	2.56	$8.52 \times 10^{-4}$	276.26	原墙体 120mm 砖墙+400mm	符合

西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤室建设项目

					混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	
东曝光间北墙工件进出门 1 外	2.5	2.56	$1.64 \times 10^{-3}$	8.08	2mm 冷轧板+骨架 8# 槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板 (设计相当于 10 铅当量)	符合
东曝光间北墙工件进出门 2 外	2.5	2.56	$1.64 \times 10^{-3}$	8.08	2mm 冷轧板+骨架 8# 槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板 (设计相当于 10 铅当量)	符合
东曝光间南墙外 (男更衣室)	1.3	2.56	$8.52 \times 10^{-4}$	276.26	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
东曝光间南墙外 (操作间)	2.5	2.56	$1.64 \times 10^{-3}$	250.7	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
东曝光间南墙人员进出门外	2.5	2.56	$1.64 \times 10^{-3}$	8.08	2mm 冷轧板+骨架 8# 槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板 (设计相当于 10 铅当量)	符合
东曝光间顶部外	100	3.0	$9 \times 10^{-2}$	94.12	原墙体 120mm 砖墙+200mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合

表14 西曝光间几何参数和辐射屏蔽参数

名称	剂量率参考控制水平(uSv/h)	辐射源点 (靶点) 至关注点的距	屏蔽透射因子	理论计算混凝土(铅)厚度(mm)	实际屏蔽材料厚度 (mm)	复核结果
----	------------------	------------------	--------	------------------	---------------	------

西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤室建设项目

		离(m)				
西曝光间西墙外(储物间)	1.3	6.26	$5.09 \times 10^{-3}$	206.36	原墙体 120mm 砖 墙+400mm 混凝土+新 增 40mm 厚 防辐射涂料 层	符合
西曝光间北墙外(走廊)	1.3	2.56	$8.52 \times 10^{-4}$	276.26	原墙体 120mm 砖 墙+400mm 混凝土+新 增 40mm 厚 防辐射涂料 层	符合
西曝光间北墙工件进出门 1 外	2.5	2.56	$1.64 \times 10^{-3}$	8.08	2mm 冷轧 板+骨架 8# 槽钢+3mm 铅+2mm 冷 轧板(设计 相当于 10 铅当量)	符合
西曝光间北墙工件进出门 2 外	2.5	2.56	$1.64 \times 10^{-3}$	8.08	2mm 冷轧 板+骨架 8# 槽钢+3mm 铅+2mm 冷 轧板(设计 相当于 10 铅当量)	符合
西曝光间南墙外(操作间)	2.5	2.56	$1.64 \times 10^{-3}$	250.7	原墙体 120mm 砖 墙+400mm 混凝土+新 增 40mm 厚 防辐射涂料 层	符合
西曝光间南墙外(走廊)	1.3	2.56	$8.52 \times 10^{-4}$	276.26	原墙体 120mm 砖 墙+400mm 混凝土+新 增 40mm 厚 防辐射涂料 层	符合
西曝光间南墙人员进出门外	2.5	2.56	$1.64 \times 10^{-3}$	8.08	2mm 冷轧 板+骨架 8# 槽钢+3mm 铅+2mm 冷 轧板(设计 相当于 10	符合

					铅当量)	
西曝光间顶部外	100	3.0	$9 \times 10^{-2}$	94.12	原墙体 120mm 砖 墙+200mm 混凝土+新 增 40mm 厚 防辐射涂料 层	符合

(3) 散射辐射

散射辐射屏蔽射线因子根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZT250-2014)由式 (4) 计算。

$$B_3 = \frac{\dot{H} \cdot R_S^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \dots\dots\dots \text{式 (4)}$$

式中:

$B_3$ —散射辐射屏蔽透射因子;

$\dot{H}$ —剂量率参考控制水平;

$R_S$ —散射体至关注点的距离, m;

$R_0$ —靶点至探伤工件的距离, 取 1.0m;

$I$ —常用最大管电流, 取 10mA;

$H_0$ ---距辐射源点(靶点)1m 处输送量, 经查询《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》表 B.1250kV 管电压 3mm 铝过滤条件下有用线束输出量为  $13.9 \text{mGy} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{min})$  ;

$F$ — $R_0$  处的辐射野面积;

$\alpha$ —散射因子;

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》B.4.2, 当 X 射线探伤装置圆锥束夹角为  $20^\circ$  时,  $R_0^2 / (F \cdot \alpha)$  因子的值为 50 (200kV~400kV) 。

对于估算出的屏蔽透射因子  $B_3$ , 所需的屏蔽物质厚度 X 按式 (4) 计算 (90° 散射辐射最高能量相应的 kV 值取 200kV, 对应的混凝土什值层厚度为 86mm, 铅的什值层厚度为 1.4mm) 。

辐射屏蔽参数及计算结果见下表。

**表15 东曝光间几何参数和辐射屏蔽参数**

名称	剂量率参考控制水平(uSv/h)	辐射源点(靶点)至关注点的距离(m)	屏蔽透射因子	理论计算混凝土(铅)厚度(mm)	实际屏蔽层厚度(mm)	复核结果
----	------------------	--------------------	--------	------------------	-------------	------

西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤室建设项目

东曝光间东墙外（杂品库）	1.3	5.86	$2.68 \times 10^{-4}$	307.23	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
东曝光间北墙外（走廊）	1.3	2.56	$5.11 \times 10^{-5}$	369.09	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
东曝光间北墙工件进出门 1 外	2.5	2.56	$9.82 \times 10^{-5}$	5.61	2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板（设计相当于 10 铅当量）	符合
东曝光间北墙工件进出门 2 外	2.5	2.56	$9.82 \times 10^{-5}$	5.61	2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板（设计相当于 10 铅当量）	符合
东曝光间南墙外（男更衣室）	1.3	2.56	$5.11 \times 10^{-5}$	369.09	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
东曝光间南墙外（操作间）	2.5	2.56	$9.82 \times 10^{-5}$	344.67	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
东曝光间南墙人员进出门外	2.5	2.56	$9.82 \times 10^{-5}$	5.61	2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板（设计相当于 10 铅当量）	符合
东曝光间顶部外	100	3.0	$5.4 \times 10^{-3}$	195.04	原墙体 120mm 砖墙+200mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合

表16 西曝光间几何参数和辐射屏蔽参数

名称	剂量率参考控制水平(uSv/h)	辐射源点（靶点）至关注点的距离(m)	屏蔽透射因子	理论计算混凝土(铅)厚度(mm)	实际屏蔽层厚度(mm)	复核结果
----	------------------	--------------------	--------	------------------	-------------	------

西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤室建设项目

西曝光间西墙外（储物间）	1.3	6.26	$3.05 \times 10^{-4}$	302.3	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
西曝光间北墙外（走廊）	1.3	2.56	$5.11 \times 10^{-5}$	369.09	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
西曝光间北墙工件进出门 1 外	2.5	2.56	$9.82 \times 10^{-5}$	5.61	2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板（设计相当于 10 铅当量）	符合
西曝光间北墙工件进出门 2 外	2.5	2.56	$9.82 \times 10^{-5}$	5.61	2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板（设计相当于 10 铅当量）	符合
西曝光间南墙外（操作间）	2.5	2.56	$9.82 \times 10^{-5}$	344.67	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
西曝光间南墙外（走廊）	1.3	2.56	$5.11 \times 10^{-5}$	369.09	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
西曝光间南墙人员进出门外	2.5	2.56	$9.82 \times 10^{-5}$	5.61	2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板（设计相当于 10 铅当量）	符合
西曝光间顶部外	100	3.0	$5.4 \times 10^{-3}$	195.04	原墙体 120mm 砖墙+200mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合

(4) 复合分析

复合分析结果如下表所示：

表17 东曝光间几何参数和辐射屏蔽参数

名称	漏射线束辐射屏蔽理论	散射线束辐射屏蔽理论计算	理论计算混凝土/铅厚度	实际厚度 (mm)	复核结果
----	------------	--------------	-------------	-----------	------

西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤室建设项目

	计算混凝土/ 铅厚度(mm)	混凝土/铅厚 度(mm)	(mm)		
东曝光间东墙 外(杂品库)	211.52	307.23	307.23	原墙体 120mm 砖墙 +400mm 混凝 土+新增 40mm 厚防辐 射涂料层	符合
东曝光间北墙 外(走廊)	276.26	369.09	369.09	原墙体 120mm 砖墙 +400mm 混凝 土+新增 40mm 厚防辐 射涂料层	符合
东曝光间北墙 工件进出门 1 外	8.08	5.61	8.94	2mm 冷轧板+ 骨架 8#槽钢 +3mm 铅 +2mm 冷轧板 (设计相当于 10 铅当量)	符合
东曝光间北墙 工件进出门 2 外	8.08	5.61	8.94	2mm 冷轧板+ 骨架 8#槽钢 +3mm 铅 +2mm 冷轧板 (设计相当于 10 铅当量)	符合
东曝光间南墙 外(男更衣室)	276.26	369.09	369.09	原墙体 120mm 砖墙 +400mm 混凝 土+新增 40mm 厚防辐 射涂料层	符合
东曝光间南墙 外(操作间)	250.7	344.67	344.67	原墙体 120mm 砖墙 +400mm 混凝 土+新增 40mm 厚防辐 射涂料层	符合
东曝光间南墙 人员进出门外	8.08	344.67	8.94	2mm 冷轧板+ 骨架 8#槽钢 +3mm 铅 +2mm 冷轧板 (设计相当于 10 铅当量)	符合
东曝光间顶部 外	94.12	195.04	195.04	原墙体 120mm 砖墙 +200mm 混凝 土+新增 40mm 厚防辐 射涂料层	符合



表18 西曝光间几何参数和辐射屏蔽参数

名称	漏射线束辐射屏蔽理论计算混凝土/铅厚度(mm)	散射线束辐射屏蔽理论计算混凝土/铅厚度(mm)	理论计算混凝土/铅厚度(mm)	实际厚度(mm)	复核结果
西曝光间西墙外（储物间）	206.36	302.3	302.3	原墙体 120mm 砖墙 +400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
西曝光间北墙外（走廊）	276.26	369.09	369.09	原墙体 120mm 砖墙 +400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
西曝光间北墙工件进出门1外	8.08	5.61	8.94	2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢 +3mm 铅 +2mm 冷轧板 (设计相当于10 铅当量)	符合
西曝光间北墙工件进出门2外	8.08	5.61	8.94	2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢 +3mm 铅 +2mm 冷轧板 (设计相当于10 铅当量)	符合
西曝光间南墙外（操作间）	250.7	344.67	344.67	原墙体 120mm 砖墙 +400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
西曝光间南墙外（走廊）	276.26	369.09	369.09	原墙体 120mm 砖墙 +400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	符合
西曝光间南墙人员进出门外	8.08	5.61	8.94	2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢 +3mm 铅 +2mm 冷轧板 (设计相当于10 铅当量)	符合
西曝光间顶部外	94.12	195.04	195.04	原墙体 120mm 砖墙 +200mm 混凝土	符合

				土+新增 40mm 厚防辐 射涂料层	
--	--	--	--	--------------------------	--

由上表可知，东曝光间及西曝光间屏蔽满足要求。

### 3、辐射剂量分析

#### (1) 辐射剂量率估算

##### ①有用线束剂量率估算

本项目曝光间主照射面为地面，因此不考虑有用线束剂量率的影响。

##### ②泄露辐射和散射辐射剂量率估算

对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽投射因子按式（5）计算：

$$B=10^{-X/TVL} \dots\dots\dots (5)$$

对于泄漏辐射剂量率按式（6）计算：

$$\dot{H} = \frac{H_L \cdot B}{R^2} \dots\dots\dots (6)$$

对于散射辐射剂量率按式（7）计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \dots\dots\dots (7)$$

##### ③剂量率估算结果及参数取值

关注点剂量率估算结果及参数取值见下表。

**表19 东曝光间关注点剂量率估算结果及参数取值表**

序号	关注点	靶点至 预测点 的距离 (m)	屏蔽层厚度	射线束	屏蔽因子	剂量率 (uSv/h)	
1	东曝光间 东墙外(杂 品库)	5.86	原墙体 120mm 砖 墙+400mm 混凝土+新 增 40mm 厚 防辐射涂料 层	泄漏辐射	$1.61 \times 10^{-4}$	$4.69 \times 10^{-2}$	0.047
				散射辐射	$1.39 \times 10^{-8}$	$6.75 \times 10^{-5}$	
2	东曝光间 北墙外(走 廊)	2.56	原墙体 120mm 砖 墙+400mm 混凝土+新 增 40mm 厚 防辐射涂料 层	泄漏辐射	$1.61 \times 10^{-4}$	$2.46 \times 10^{-1}$	0.246
				散射辐射	$1.39 \times 10^{-8}$	$3.54 \times 10^{-4}$	

西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤室建设项目

3	东曝光间北墙工件进出门1外	2.56	2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板（设计相当于 10 铅当量）	泄漏辐射	$3.56 \times 10^{-4}$	$5.44 \times 10^{-1}$	0.545
				散射辐射	$7.2 \times 10^{-8}$	$1.83 \times 10^{-3}$	
4	东曝光间北墙工件进出门2外	2.56	2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板（设计相当于 10 铅当量）	泄漏辐射	$3.56 \times 10^{-4}$	$5.44 \times 10^{-1}$	0.545
				散射辐射	$7.2 \times 10^{-8}$	$1.83 \times 10^{-3}$	
5	东曝光间南墙外（男更衣室）	2.56	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	泄漏辐射	$1.61 \times 10^{-4}$	$2.46 \times 10^{-1}$	0.246
				散射辐射	$1.39 \times 10^{-8}$	$3.54 \times 10^{-4}$	
6	东曝光间南墙外（操作间）	2.56	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	泄漏辐射	$1.61 \times 10^{-4}$	$2.46 \times 10^{-1}$	0.246
				散射辐射	$1.39 \times 10^{-8}$	$3.54 \times 10^{-4}$	
7	东曝光间南墙人员进出门外	2.56	2mm 冷轧板+骨架 8#槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板（设计相当于 10 铅当量）	泄漏辐射	$3.56 \times 10^{-4}$	$5.44 \times 10^{-1}$	0.545
				散射辐射	$7.2 \times 10^{-8}$	$1.83 \times 10^{-3}$	
8	东曝光间顶部外	3.0	原墙体 120mm 砖墙+200mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	泄漏辐射	$1.74 \times 10^{-3}$	1.94	1.97
				散射辐射	$1.93 \times 10^{-6}$	$3.58 \times 10^{-2}$	

表20 西曝光间关注点剂量率估算结果及参数取值表

序号	关注点	靶点至预测点的距离 (m)	屏蔽层厚度	射线束	屏蔽因子	剂量率 (uSv/h)
----	-----	---------------	-------	-----	------	-------------

西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤室建设项目

1	西曝光间西墙外(储物间)	6.26	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	泄漏辐射	$1.61 \times 10^{-4}$	$4.11 \times 10^{-2}$	0.041
				散射辐射	$1.39 \times 10^{-8}$	$5.91 \times 10^{-5}$	
2	西曝光间北墙外(走廊)	2.56	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	泄漏辐射	$1.61 \times 10^{-4}$	$2.46 \times 10^{-1}$	0.246
				散射辐射	$1.39 \times 10^{-8}$	$3.54 \times 10^{-4}$	
3	西曝光间北墙工件进出门 1 外	2.56	2mm 冷轧板+骨架 8# 槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板(设计相当于 10 铅当量)	泄漏辐射	$3.56 \times 10^{-4}$	$5.44 \times 10^{-1}$	0.545
				散射辐射	$7.2 \times 10^{-8}$	$1.83 \times 10^{-3}$	
4	西曝光间北墙工件进出门 2 外	2.56	2mm 冷轧板+骨架 8# 槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板(设计相当于 10 铅当量)	泄漏辐射	$3.56 \times 10^{-4}$	$5.44 \times 10^{-1}$	0.545
				散射辐射	$7.2 \times 10^{-8}$	$1.83 \times 10^{-3}$	
5	西曝光间南墙外(操作间)	2.56	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	泄漏辐射	$1.61 \times 10^{-4}$	$2.46 \times 10^{-1}$	0.246
				散射辐射	$1.39 \times 10^{-8}$	$3.54 \times 10^{-4}$	
6	西曝光间南墙外(走廊)	2.56	原墙体 120mm 砖墙+400mm 混凝土+新增 40mm 厚防辐射涂料层	泄漏辐射	$1.61 \times 10^{-4}$	$2.46 \times 10^{-1}$	0.246
				散射辐射	$1.39 \times 10^{-8}$	$3.54 \times 10^{-4}$	
7	西曝光间南墙人员进出门外	2.56	2mm 冷轧板+骨架 8# 槽钢+3mm 铅+2mm 冷轧板(设计相当于 10 铅当量)	泄漏辐射	$3.56 \times 10^{-4}$	$5.44 \times 10^{-1}$	0.545
				散射辐射	$7.2 \times 10^{-8}$	$1.83 \times 10^{-3}$	

8	西曝光间顶部外	3.0	原墙体 120mm 砖 墙+200mm 混凝土+新 增 40mm 厚 防辐射涂料 层	泄漏辐射	$1.74 \times 10^{-3}$	1.94	1.97
				散射辐射	$1.93 \times 10^{-6}$	$3.58 \times 10^{-2}$	

由以上估算结果可知，在东、西曝光间 X 射线以最大工作状态工作时，曝光间四周墙体、防护门外各关注点辐射剂量率最大为 0.545uSv/h，低于剂量率控制水平 2.5uSv/h，屋顶外关注点辐射剂量率最大为 1.97uSv/h，远低于剂量率控制水平 100uSv/h。

综上所述，根据理论估算结果分析，本项目在采取了有效的屏蔽辐射措施后，射线装置在正常运行条件下（2 台 X 射线探伤机不同时工作），探伤室屏蔽能力能够满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）相关要求。

### 11.2.3 个人剂量估算

本项目两台 X 射线探伤机每天开机共 6h，每台 X 射线探伤机每天运行 3 小时，探伤室职业人员和周围公众人员所接受辐射年剂量可通过以下公式估算：

$$H_a = \dot{H} \cdot t \cdot U \cdot T$$

式中： $H_a$ ——年剂量，uSv/a；

$\dot{H}$ ——参考点处剂量率；

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——探伤装置照射时间，单位为 h/a。

由于二者不同时运行，且设备型号相同，按单台年累计运行时间 780 小时来计算，以东曝光室为例，西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤室在正常运行工况下，职业人员及周围公众人员接受的个人剂量见下表。

表21 探伤室正常运行下职业人员及公众人员个人剂量估算值

对象		辐射剂量率(uSv/h)	使用因子	居留因子	工作时间	年附加有效剂量率 (mSv/a)	标准限值
公众	东曝光间东墙外（杂品库）	0.047	1	1/4	780	0.009	0.25mSv/a
	东曝光间北墙外（走廊）	0.246	1	1/4	780	0.047	
工	东曝光	0.246	1	1	780	0.192	5mSv/a

作 人 员	间南墙 外（操 作间）					
	东曝光 间南墙 外（男 更衣 室）	0.246	1	1/4	780	0.047
	东曝光 间北墙 工件进 出门 1	0.545	1	1	780	0.425
	东曝光 间北墙 工件进 出门 2	0.545	1	1	780	0.425
	东曝光 间南墙 人员进 出门	0.545	1	1	780	0.425

经估算，在年照射 780h 情况下，X 射线探伤装置操作人员、工件准备人员所受最大年剂量值为 0.425mSv/a，远低于职业人员的年有效剂量约束值，即 5mSv；公众人员接受最大年剂量值为 0.047mSv/a，远低于公众人员的年有效剂量约束值，即 0.25mSv。

综上，西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤室项目对职业人员、公众人员辐射影响轻微，程度可接受。

#### 11.2.4 非放射污染物影响分析

X 射线探伤机在运行过程中，产生少量臭氧和氮氧化物，本项目配有通风量为 5600m<sup>3</sup>/h 的防爆离心风机，通风次数满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“每小时有效通风次数应不小 3 次的要求”，臭氧在常温下很快转化成氧气，氮氧化物通过排风系统排入大气中，对环境影响不大。

项目产生的固体废物主要为定期排放的胶片清洗废液、废显、定影液和探伤胶片，属于国家危险废物名录中感光材料废物 HW16（废物代码 900-019-16）。项目集中收贮在专用容器内，置于储物间的危废暂存区暂存，每半个月运至西安北方惠安化学工业有限公司总危废暂存室，定期交由陕西新天地固体废物综合处置有限公司处理。

### 11.3 事故影响分析（分析项目运行中可能发生的辐射事故，并说明预防措施。）

#### 11.3.1 事故风险分析

公司出现的辐射事故主要是操作人员或公众成员受到不必要的超剂量照射。具体事故分析如下。

工业 X 射线探伤的事故主要为：

- ①当射线装置处于开机运行状态时，人员误入控制区所受到的意外照射事故。
- ②当射线装置进入工作状态而检测间的防护门未关闭，导致大量射线进入周围环境，对周围的人员产生照射事故。
- ③射线装置意外开机事故，当操作人员处于检测间内时，由于信号误传，导致探伤机启动，进行探伤作业，使检测间人员受到意外照射事故。

#### 11.3.2 事故风险评价与应急措施

##### 1、事故风险评价与防范措施

###### （1）意外事故可能造成的影响分析

本项目 X 射线探伤机为 II 类射线装置，II 类为中危险射线装置，上述事故①、②可以使受照人员产生严重放射性损伤，大剂量照射甚至导致死亡；无关人员误闯入或滞留工作中的检测间可引起不必要的意外照射。企业应制定相关规章制度，如经常检查机房防护门安全连锁系统，发现故障立即修复；只有在防护门关闭时方可开机，防护门打开，自动停止工作；每次开始应对机房进行检查，确保机房内无人时方可开机工作。

###### （2）外部事件导致的事故风险与防范措施

导致事故风险发生的原因主要是设备及其安全装置遭到破坏而产生放射辐射事故对工作人员及周围公众造成不利影响。对此类事故的防范应加强安全管理等。发生此类事故应立即启动事故应急预案。

##### 2、事故应急预案

本项目使用的射线装置属 II 类射线装置，根据《陕西省放射性污染防治条例》第三十二条之规定，结合单位的实际情况和对事故工况的分析，建立事故应急预案，并定期开展辐射事故应急演练。预案应包括以下内容：

- （一）可能发生的辐射事故及危害程度分析；
- （二）应急组织指挥体系和职责分工；
- （三）应急人员培训和应急物资准备；

(四) 辐射事故应急响应措施;

(五) 辐射事故报告和处理程序。

发生辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的防范措施，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应首先向当地环境保护部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，还应同时向当地卫生行政部门报告。若是人为故意破坏引起的事故应向当地公安部门报告。



## 12 辐射安全管理

### 12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等要求，使用 II 类射线装置的单位应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构；辐射工作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。

为保证生产工序配套的射线装置辐射防护措施落实情况，公司设专人（1~2 人）负责公司的辐射环境管理工作，认真贯彻执行国家环境保护法及地方有关环保法规，健全并完善辐射防护、环境安全管理、事故预防等各项规章制度、操作规程和应急方案，将辐射环境管理纳入到整个公司生产运营管理中去，为防止辐射污染，保护环境，保障公众健康，制定了射线装置管理制度和操作规程及事故应急预案，对 X 射线装置进行全面的监督管理。

### 12.2 辐射安全管理规章制度

企业辐射安全防护管理机构应切实根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》管理要求开展工作。

西安北方惠安化学工业有限公司已成立辐射安全管理小组并落实各责任人职责，制定相关规章制度依据陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29 号）相关规定要求，企业应对工业 X 射线装置进行辐射安全管理工作，制定职业卫生制度、安全培训教育教育制度、员工培训管理办法、日常操作安全规程、制定人员岗位职责等管理规章制度，管理内容及管理要求见表 22。

**表 22 辐射安全管理标准化建设项目表（辐射安全管理）**

序号	管理内容		管理要求
1	人员管理	决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺，并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作。
			年初工作安排和年终工作总结，应包含辐射环境安全管理工作内容。
			明确辐射安全管理部门和岗位的辐射安全职责。
			提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。
	辐射防护负责人	参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗；熟知辐射安全法律法规及相 关标准的具体要求并向员工和公众宣传辐射安全相关知识。	
		负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一	

			年度评估报告。
			建立健全辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责。
			建立辐射安全管理档案。
			对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有完善的巡查及整改记录。
		直接从事放射工作的作业人员	岗前进行职业健康体检，结果无异常。
			参加辐射安全与防护培训并通过考核取得合格证，持证上岗。
			了解本岗位工作性质，熟悉本岗位辐射安全职责，并对确保岗位辐射安全做出承诺。
			熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况后，能有效处理。
2	机构建设		设立辐射环境安全管理机构和专（兼）职人员，以正式文件明确辐射安全与环境保护管理机构和负责人。
3	制度建立与执行		建立全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度，指定专人负责系统使用和维护，确保业务申报、信息更新真实、准确、及时、完整。
			建立辐射工作人员培训管理制度及培训计划，并对制度的执行情况及培训的有效性进行检查考核，建立相关检查考核资料档案。
			建立辐射工作人员个人剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门，保证个人剂量监测档案的连续有效性。
			建立辐射工作人员职业健康体检管理制度，定期对辐射工作人员进行职业健康体检，对体检异常人员及时复查，保证职业人员健康监护档案的连续有效性。
			建立辐射安全防护设施的维护与维修制度（包括维护维修内容与频次、重大问题管理措施、重新运行审批级别等），并建立维护与维修工作记录档案（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查人员、检查时间）。
			建立辐射环境监测制度，定期对辐射工作场所及周围环境进行监测，并建立有效的监测记录 或监测报告档案。
			建立辐射环境监测设备使用与检定管理制度，定期对监测仪器设备进行检定，并建立检定档案。
4	应急管理		结合本单位实际，制定具有可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练。
			辐射事故应急预案应报所在地县级环境保护行政主管部门备案。应急预案应当包括下列内容：①可能发生的辐射事故及危害程度分析；②应急组织指挥体系和职责分工；③应急人员 培训和应急物资准备；④辐射事故应急响应措施；⑤辐射事故报告和处理程序。

### 12.3 辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等相关法规和标准，使用 II 类射线装置的单位应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。

#### 12.3.1 常规监测及检查

(1) 委托有资质的监测单位对公司放射性射线装置工作场所及其周边环境进行常规监测，每年监测一次。

(2) 放射性操作人员必须佩戴个人剂量计，并定期由有资质的单位检测，每季度检测一次，建立个人剂量档案。

(3) 公司应配备 X-γ 辐射空气吸收剂量率的监测仪器，定期对各射线装置工作场所以及周边环境进行监测，做好辐射的日常监测工作，并将监测数据记录存档保存。

(4) 对射线装置的安全和防护状况每年进行一次安全评估，安全评估报告对存在的安全隐患及时提出整改方案，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

### 12.3.2 特殊监测

(1) 变更监测：当射线装置设备的结构、屏蔽设施、位置发生变更时，及时委托有资质的监测单位进行监测和重新评价。在进行监测合格和重新评价后，方可继续使用。

(2) 异常监测：当个人剂量超过年剂量限值、放射工作场所出现异常情况时，应进行监测，查明原因。发生意外事故，应按放射事故管理规定，及时监测和处理。

### 12.3.3 现场监测

项目运行前，委托有资质的监测单位对放射工作场所和防护设施进行全面的验收监测，监测合格后方可投入使用。监测计划见表 23。

表 23 辐射监测计划

检测项目	监测地点	监测周期
X-γ 辐射空气吸收剂量率	巡测曝光间周围的剂量率水平	公司自主监测不定期进行，每年由有资质单位监测 1 次
	控制台工位	
	射线装置检测间屏蔽墙外 30cm 处高 1m 处、检测间门外 30cm 离地面高度为 1m 处，测门的左、中、右侧 3 个点及门缝四周	
	射线装置周围环境	
个人剂量计	辐射工作人员佩戴的剂量计	每季度送有资质机构检测 1 次
警示标识、安全联锁、紧急停机按钮、射线源开关钥匙、声光报警装置	日常检查	每天工作前

## 12.4 辐射事故应急

由于采取了相应的放射防护屏蔽和安全措施，在正常运行状况下相关工作人员以及周围公众的安全和健康是有保障的。但在事故状况下亦有可能对相关人员造成辐射损伤，根据国家有关法规的要求制定在事故情况下的应急响应计划，以便能够快速有效的处理放射事故，将放射危害的影响降低到最低水平。事故应急计划包括：

(1) 应急预案启动：发生放射性事故，由放射事故应急小组负责启动应急预案。

(2) 事故报告：发生事故后事故发现人必须立即报告放射事故应急小组，在事故发生后立即（2 小时内）上报环保、公安、卫生部门，同时积极配合环保、公安、卫生部门做好事故调查和善后处理工作。

(3) 应急物资：立即准备应急物资包括通讯设备、X- $\gamma$ 剂量率监测仪等。

(4) 现场控制：射线装置立刻切断电源，应及时隔离现场，除了事故处理人员外，禁止其他人员进出辐射控制区。

(5) 病人救治：对受到辐射伤害的人员进行现场处理，及时转到指定医疗机构进行治疗。

(6) 现场保护：配合环保局、公安局、卫生部门进行现场保护和调查。

(7) 解除隔离：现场调查结束，查明原因，工作场所检测辐射污染水平正常后，解除隔离。

(8) 评估和总结：对放射事故造成的影响进行评估和总结，找出原因，为整改提供依据。

(9) 整改：对事故调查的结论和建议进行整改，杜绝安全隐患，避免类似事故发生。

**12.6 项目环保投资及竣工环境保护验收清单****(1) 环保投资**

本项目总投资共计 207.4 万元，环保投资约为 57.4 万元，主要为门机联锁装置、X 射线装置的警示标牌、报警装置等。

**(2) 竣工环境保护验收清单**

西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤室在本次环评完成后，应及时委托有资质的监测机构进行环保验收监测，按照环评相关要求，配备相应的辐射防护监测仪器进行日常监测，对工作人员进行剂量检测、个人健康检查，参加辐射防护安全培训并取得合格证，制定并完善规章制度，及时进行环境保护竣工验收，确保 X 射线检测设备的辐射防护效果满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发[2018]29 号）中的有关辐射防护条款要求。本项目环保验收清单建议见表 24。

**表24 项目竣工环境保护验收清单**

序号	项目	验收内容
1	辐射屏蔽	在工业 X 射线探伤机最大工况下监测探伤室防护效果，探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5 $\mu$ Gy/h，个人年有效剂量：放射性工作人员 5mSv，探伤室周围公众人员 0.25mSv
2	控制台安全性能	X 射线管头应具有制造厂商、型号及出厂编号、额定管电压电流等标志。
3		控制台设有 X 射线管电压及高压接通或断开状态的显示装置。
4		控制台设置有高压接通时的外部报警或指示装置。
5		控制台或 X 射线管头组装体上设置探伤室门联锁接口。
6		控制台设有钥匙开关，只有在打开钥匙开关后，X 射线管才能出束。
7		控制台设有紧急停机开关。
8	布局	操作室与探伤室分开，并避开有用线束照射的方向。
9	通风	探伤室设置机械通风装置，排风管道外口避开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。
10	标志及指示灯	探伤室防护门上设置电离辐射警示标志和中文警示说明。
11		探伤室门口和内部同时设置显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置，照射状态指示装置与 X 射线探伤装置联锁。
12		探伤室内、外醒目位置处设置清晰的“预备”和“照射”信号意义说明。
13	辐射安全与联锁	探伤室设置门-机联锁装置。
14		探伤室内设置紧急停机按钮或拉绳，并带有标签，标明使用方法。
15	辐射环境监测仪	利用已有 X- $\gamma$ 辐射剂量率仪，对放射性工作场所及其周围环境进行监

西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤室建设项目

	器	测，掌握辐射环境状况、保护人员免受不必要的辐射
16	管理机构	设立了以公司主管领导为组长相关科室负责人参加的辐射安全与环境管理领导小组
17	建立健全规章制度	制定辐射安全与防护管理制度、X 射线探伤安全操作规程、辐射工作人员岗位职责、辐射工作人员辐射培训制度、辐射工作人员健康体检制度、辐射设备维护、维修制度、辐射环境监测和年度评估制度和制定辐射事故应急预案
18	个人剂量档案及健康档案	为每个放射性工作人员配备个人剂量计，探伤作业时按要求佩戴，并建立并保持放射性工作人员个人剂量档案和健康档案
19	培训	组织所有放射性工作人员定期参加有资质单位组织的辐射安全和防护知识培训，经考核合格并取得相应资格，并经过所从事专业技术培训并取得从业资格后方可上岗

## 表 13 结论与建议

### 13.1 结论

(1) 西安北方惠安化学工业有限公司所设置的 X 射线探伤装置，为了实现对工件的无损检测，提高产品的质量，该项目产生的社会效益、经济利益远大于其辐射影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871 -2002）中辐射防护“实践的正当性”要求。

(2) 根据陕西省辐射站发布的 2020 年一季度至二季度陕西省辐射环境质量报告，2020 年一、二季度，我省 5 个辐射环境自动监测站的空气吸收剂量率排除降雨（雪）等自然因素的影响，处于本底涨落范围内，监测结果为 70.2~106.3nGy/h，距离项目最近的西安市标准型自动站数据为 73.9-86.4nGy/h，说明该区域的辐射环境现状处于正常环境本底水平。

(3) 根据对配置的 X 射线探伤装置在开机状态下的辐射剂量率监测结果，原探伤室屏蔽设置能够有效屏蔽 X 射线，其屏蔽墙体表面 30cm 处的辐射剂量率均小于 2.5 $\mu$ Sv/h，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）“剂量限值”及《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZT 250-2014）“剂量率参考控制水平”要求。

(4) 本项目在年工作 780 小时情况下所致职业人员所产生的个人年有效剂量为：0.425 $\mu$ Sv/a；本项目所致职业人员的个人年附加有效剂量满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的职业照射年有效剂量基本限值 20mSv 和本次项目评价提出的职业照射 5mSv 剂量约束值要求。

(5) 本项目在年工作 780 小时情况下，公众人员接受最大年剂量值为 0.047 $\mu$ Sv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定的公众照射年有效剂量 1mSv 基本限值和本次评价提出的公众 0.25mSv 剂量约束值要求。

综上所述，西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤室建设项目，利用探伤设备产生的 X 射线对部件进行无损检测，以提高产品质量，项目开展具有积极的意义，符合辐射防护实践正当性原则；项目采取辐射防护措施后，能够使其对周边环境的辐射影响降到了尽可能合理低的水平，满足辐射防护最优化原则；项目运行所致工作人员和公众年附加有效剂量满足国家相关标准规定限值要求，符合剂量限值

约束原则；从辐射环境保护角度，该项目在严格落实各项辐射防护措施情况下，对周围辐射环境的影响是可以接受的。

### 13.2 要求及建议

(1) 根据西安北方惠安化学工业有限公司 X 射线探伤装置实际运行情况，完善已有辐射安全规章制度，并将相关的制度张贴于工作现场。

(2) 在辐射工作人员年满 75 岁之前，应为他们保存职业照射记录。在工作人员离开辐射岗位后，其照射记录应至少保存 30 年。

(3) 严格按操作规程操作，每次开展无损检测作业前，应仔细检查安全装置的性能、警示标志的状态等情况，确保射线装置使用安全。

(4) 完善辐射事故应急处理预案，对制定的辐射事故应急预案进行适当的演练，确保在发生事故能及时启动应急预案。

(5) 本项目投入运行前，应委托有资质的监测单位对本项目进行环保验收监测、自主进行竣工验收，并申请办理辐射安全许可证。

(6) 严格执行辐射环境监测制度，每年应对公司核技术应用的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向辐射安全许可证颁发部门报送上一年度辐射安全年度评估报告。



审批

预审意见：

公章

经办人： 年 月 日

下一级环境保护行政主管部门审查意见：

公章

经办人： 年 月 日

审批意见：

公章

经办人： 年 月 日