

## 《建设项目环境影响报告表》编制说明

《建设项目环境影响报告表》由具有从事环境影响评价工作资质的单位编制。

1. 项目名称——指项目立项批复时的名称，应不超过 30 个字（两个英文字段作一个汉字）。

2. 建设地点——指项目所在地详细地址，公路、铁路应填写起止地点。

3. 行业类别——按国标填写。

4. 总投资——指项目投资总额。

5. 主要环境保护目标——指项目区周围一定范围内集中居民住宅区、学校、医院、保护文物、风景名胜区、水源地和生态敏感点等，应尽可能给出保护目标、性质、规模和距厂界距离等。

6. 结论与建议——给出本工程清洁生产、达标排放的总量控制的分析结论，确定污染防治措施的有效性，说明本工程对环境造成的影响，给出建设项目环境可行性的明确结论。同时提出减少环境影响的其他建议。

7. 预审意见——由行业主管部门填写答复意见，无主管部门的项目，可不填。

8. 审批意见——由负责审批该项目的环境保护行政主管部门批复。



**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		宝钛集团有限公司金属复合材生产线扩能建设项目（一）新增 X 射线装置核技术利用项目			
建设单位		宝钛集团有限公司			
法人代表	王文生	联系人	田辉	联系电话	13892438746
注册地址		陕西省宝鸡市渭滨区高新大道 88 号			
项目建设地点		宝鸡市宝钛集团有限公司老区			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		130	项目环保投资（万元）	25	投资比例（环保投资/总投资） 19.23%
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> ） 153.6
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		
	其它	/			
<p><b>项目概述</b></p> <p><b>一、建设单位概况</b></p> <p><b>1、建设单位简介</b></p> <p>宝钛集团有限公司（简称宝钛集团）始建于 1965 年，现已成为我国最大的以钛及钛合金为主的专业化稀有金属生产科研基地，拥有钛材、锆材、装备制造、特种金属等四大产业板块，形成了从海绵钛矿石采矿到冶炼、加工及深加工、设备制造的完整钛产业链，其中，主导产品钛材年产量占全国总产量的 40% 以上。</p> <p><b>2、项目由来</b></p> <p>为满足公司业务发展的需要，宝钛集团有限公司拟在“金属复合材生产线扩能建设项目（一）”新建探伤室开展无损检测，并计划新增 2 台 X 射线探伤机。</p> <p>根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》，本</p>					

项目需进行环境影响评价。依据《建设项目环境影响评价分类管理名录》及其修改单，本项目属于“五十、核与辐射—191、核技术利用建设项目（不含在已许可场所增加不超出已许可活动种类和不高于已许可范围等级的核素或射线装置）—生产、使用II类射线装置”，应编制环境影响报告表。

宝钛集团有限公司于2019年8月23日委托我公司编制该项目环境影响报告表。接受委托后，我公司随即组织技术人员开展资料收集、现场踏勘、资料整理分析等工作，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评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，编制完成了《宝钛集团有限公司金属复合材生产线扩能建设项目（一）新增X射线装置核技术利用项目环境影响报告表》。

## 二、项目概况

### 1、建设规模

宝钛集团有限公司拟在宝钛集团老区金属复合材生产线扩能建设项目（一）中新建探伤室1座，并计划购置2台X射线探伤机，在探伤室内开展无损检测工作。购置探伤设备具体情况见表1-1。

表1-1 探伤设备情况表

探伤室	设备型号	最大管电压	最大管电流	曝光类型	工作场所
探伤室	EV0200D型 X射线机	200kV	5mA	定向，向上	宝钛集团老区金属复合材生产线扩能建设项目（一）中探伤室
	XXG3005C型 X射线机	300kV	5mA	周向	

### 2、工作制度及劳动定员

根据建设单位提供的资料，本项目2台探伤机计划配备3名操作人员，一班制。2台X射线机进行探伤作业出束时长约780h/a（其中EV0200D型X射线机年探伤出束时长约260h/a、XXG3005C型X射线机年探伤出束时长约520h/a），2台探伤机总拍片数量约46800张/a。

本项目3名操作人员从公司现有的辐射工作人员中调配，不新增劳动定员。

### 三、产业政策符合性及实践正当性分析

本项目利用X射线进行无损探伤检测，系核技术利用项目在工业领域内的运用。根据《产业结构调整指导目录（2011年本）（修正）》，本项目属于“鼓励类”中“三十一、科技服务业—1、商品质量认证和质量检测服务”，符合国家产业政策。

本项目建设主要用于工件（主要是钛板、镍板）的无损检测，在综合考虑社会、经济和其他因素之后，X 射线对受照个人或社会所带来的利益足以弥补 X 射线可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

#### 四、项目选址及周边环境关系

##### (1) 地理位置

探伤室位于宝鸡市宝钛集团有限公司宝钛老区，地理位置与交通图见图 1-1。



图 1-1 地理位置与交通图

##### (2) 周边环境关系

探伤室位于宝钛老区“金属复合材生产线扩能建设项目（一）”厂房屋东南角，北侧及西侧均为金属复合材生产线扩能建设项目（一）生产车间，东侧及南侧为宝鸡市汇鑫金属复合材料有限公司办公楼及厂房，西南侧为宝钛集团锅炉房及渣池（现均已废弃）。探伤室周边环境关系图见图 1-2。

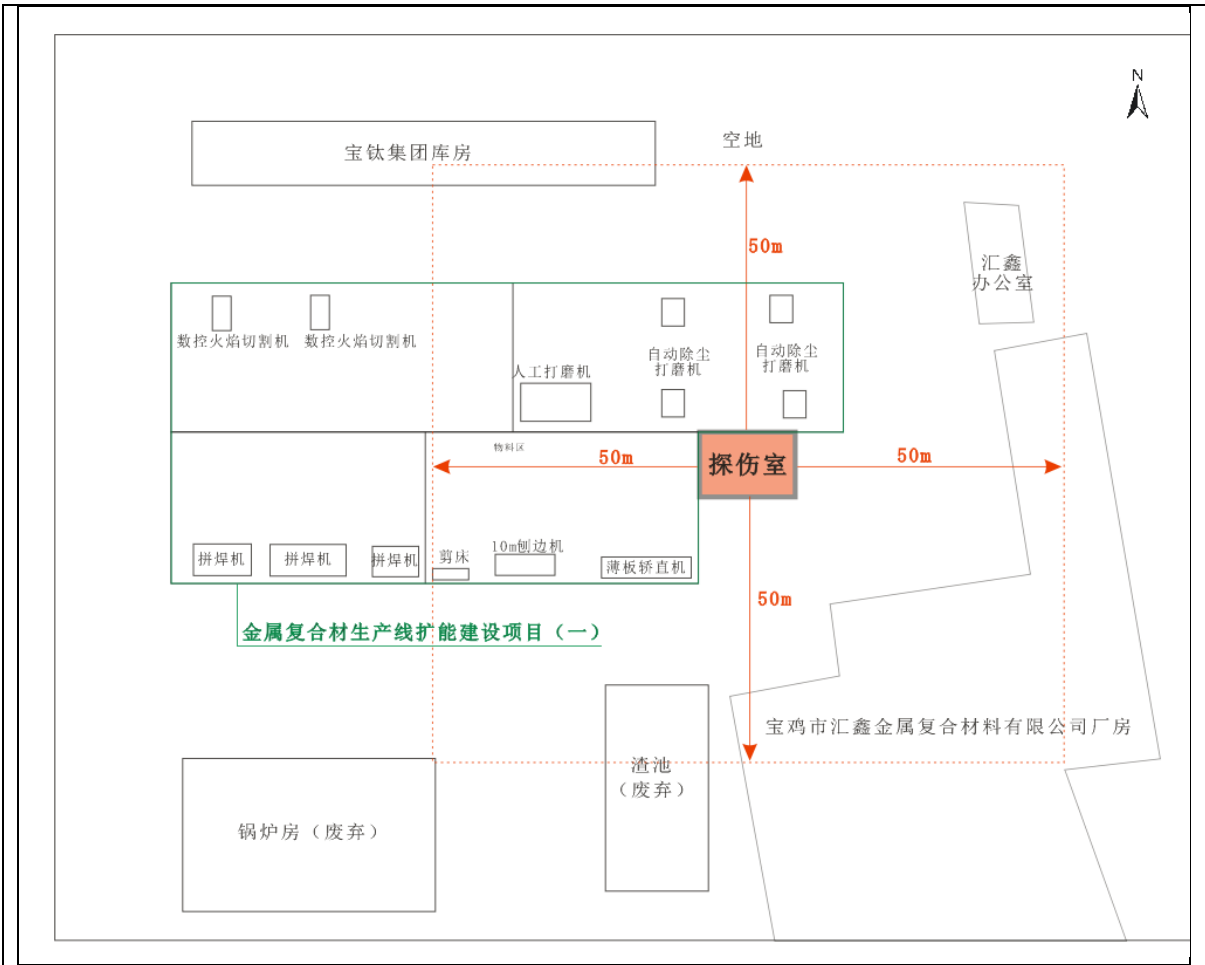


图 1-2 探伤室周边环境关系图

## 五、原有核技术利用项目情况

2006 年宝钛集团有限公司委托核工业二〇三研究所对工业 X 探伤、核仪表应用项目进行了环境影响评价，宝鸡市环境保护局于 2007 年 3 月进行了批复。2012 年 5 月取得陕西省环境保护厅“关于宝钛集团有限公司工业 X 射线探伤及核仪表应用项目竣工环境保护验收的批复”，验收批复文号为陕环批复（2012）247 号。2018 年 1 月 5 日，宝钛集团有限公司取得辐射安全许可证，许可证编号为陕环辐证（10017），许可证种类和范围为使用 II、III 类射线装置，IV 类放射源，有效期至 2022 年 8 月 18 日。

辐射安全许可证台账明细见表 1-2。

表 1-2 宝钛集团有限公司辐射安全许可证台账明细

放射源							
序号	核素	出厂日期	出厂活度 (贝可)	编码	类别	用途	场所
1	<sup>241</sup> Am	20070406	3.7E+9	0207AM002484	IV	测厚仪	稀有公司
2	<sup>241</sup> Am	20070406	3.7E+9	0207AM002474	IV	测厚仪	稀有公司
3	<sup>241</sup> Am	20041201	3.7E+9	0104AM223234	IV	测厚仪	稀有公司
4	<sup>241</sup> Am	20041201	3.7E+9	0104AM223224	IV	测厚仪	稀有公司
射线装置							
序号	装置名称	规格型号	类别	数量	场所	活动种类	
1	医用 X 光机	DRF-2D	III类	1	宝钛职工医院	使用	
2	工业探伤机	XXQ2005D	II类	1	宝鸡市钛城路 1 号宝钛特种金属有限公司：探伤室	使用	
3	工业探伤机	XXH2505Z	II类	1	宝鸡市钛城路 1 号宝钛特种金属有限公司：探伤室	使用	
4	工业探伤机	XXQ2505D	II类	1	宝鸡市钛城路 1 号宝钛特种金属有限公司：探伤室	使用	
5	工业探伤机	MG451	II类	1	宝鸡市钛城路 1 号质量部：探伤室	使用	
6	工业探伤机	XYD-225	II类	1	宝鸡市钛城路 1 号质量部：探伤室	使用	
7	工业探伤机	EV0-200D	II类	1	宝鸡市钛城路 1 号质量部：探伤室	使用	
8	工业探伤机	XX2005	II类	1	宝鸡市钛城路 1 号质量部：探伤室	使用	
9	工业探伤机	XXG2505	II类	1	宝鸡市钛城路 1 号质量部：探伤室	使用	
10	工业探伤机	XXQ2005	II类	1	宝鸡市钛城路 1 号质量部：探伤室	使用	
11	工业探伤机	MXR451/26	II类	1	宝鸡市钛城路 1 号质量部：探伤室	使用	

**表 2 放射源**

序号	核素名称	总活度 (Bq) /活度 (Bq) ×枚数	类别	活动种类	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》(GB18871-2002)



**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 射线机	II类	1	EV0200D	200	5	无损检测	宝钛集团有限公司 宝钛老区	/
2	X 射线机	II类	1	XXG3005C	300	5	无损检测	宝钛集团有限公司 宝钛老区	/

**(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)	最大管电流 (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	年排放量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废显（定）影液	液体	/	/	/	200L	/	专用收集桶分类收集，暂存在暗室内	定期送交陕西新天地固体废物综合处置有限公司处置
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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)。

表 6 评价依据

法规文件	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》(修订版), 2015 年 1 月 1 日实施;</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》, 2018 年 12 月 29 日修订;</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》, 2003 年 10 月 1 日实施;</p> <p>(4) 《建设项目环境影响评价分类管理目录》, 部令第 44 号, 2017 年 9 月 1 日实施;</p> <p>(5) 《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 日实施;</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》, 2019 年 8 月 22 日修订;</p> <p>(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 日实施;</p> <p>(8) 《关于加强放射性同位素与射线装置辐射安全和防护工作的通知》, 环境保护部环发〔2008〕13 号, 2008 年 4 月 14 日;</p> <p>(9) 《射线装置分类》(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 年 12 月 6 日);</p> <p>(10) 《陕西省放射性污染防治条例》, 2014 年 10 月 1 日实施;</p> <p>(11) 《关于印发新修订的&lt;陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表&gt;的通知》, 陕环办发〔2018〕29 号, 2018 年 6 月 6 日。</p>
技术标准	<p>(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015);</p> <p>(3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014);</p> <p>(4) 《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 及其修改单;</p> <p>(5) 《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 10.1-2016);</p> <p>(6) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001)。</p>
其他	<p>(1) 《辐射防护导论》;</p> <p>(2) 《放射卫生学》;</p> <p>(3) 宝钛集团有限公司金属复合材生产线扩能建设项目(一)新增 X 射线装置核技术利用项目环境影响评价委托书。</p>

**表 7 保护目标及评价标准**

**评价范围**

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》(HJ 10.1-2016)中“射线装置应用项目的评价范围通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的要求,确定本项目评价范围为射线装置实体屏蔽墙为边界,半径 50m 范围内的区域。

**保护目标**

根据探伤室周边环境关系图(见图 1-2),本项目环境保护目标主要为该公司从事无损检测操作的工作人员、探伤室周围工位工作人员及其他公众人员。本项目环境保护目标见表 7-1。

**表 7-1 本项目主要环境保护目标**

序号	探伤室	保护对象	人数	相对方位	相对距离(m)	剂量约束值(mSv/a)
1	X 射线探伤室	放射工作人员	3 人	探伤室东侧的操作室、暗室、干区等	0~4.05	5
2		其他工作人员及公众人员	约 20 人	北侧自动除尘打磨机、人工打磨间等工作人员	0~30	0.25
			约 10 人	西侧矫直机、刨边机、剪床等工作人员	0~50	
			约 20 人	东侧宝鸡市汇鑫金属复合材料有限公司办公室工作人员及厂房工作人员	42~50	
约 17 人	南侧宝鸡市汇鑫金属复合材料有限公司厂房工作人员		22~50			

## 评价标准

### 一、职业人员和公众的辐射剂量约束值

#### 1、职业照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)附录 B 剂量限值:应对任何工作人员的职业水平进行控制,使之不超过下述限值:由审管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均), 20mSv。

本项目职业照射年有效剂量管理约束值按本标准职业照射剂量限值的 1/4 执行,即 5mSv/a。

#### 2、公众照射

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)附录 B 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。

本项目射线装置的公众照射年有效剂量管理约束值按本标准公众照射剂量限值的 1/4 执行,即 0.25mSv/a。

### 二、《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)

本标准规定了工业 X 射线探伤装置和探伤作业场所及有关人员的放射卫生防护要求。本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置(以下简称 X 射线装置)的生产和使用。

#### 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 $\mu$ Sv/周,对公众不大于 5 $\mu$ 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 $\mu$ Sv/h。

#### 4.1.4 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 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  $100\mu\text{Sv/h}$ 。

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。

4.1.10 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。

4.1.11 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。

### 三、《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001) 及其修改单相关内容

所有危险废物产生者和危险废物经营者应建造专用的危险废物贮存设施, 也可利用原有构筑物改建成危险废物贮存设施。在常温常压下不水解的、不挥发的固体危险废物可在贮存设施内分别堆放, 必须将危险废物装入容器内。禁止将不相容(相互反应)的危险废物在同一容器内混装。装载液体、半固体危险废物的容器内须留足够空间, 容器顶部与液体表面之间保留 100mm 以上的空间。盛装危险废物的容器上必须粘贴符合本标准所示的标签。应当使用符合标准的容器盛装危险废物。装载危险废物的容器及材质要满足相应的强度要求。装载危险废物的容器必须完好无损。盛装危险废物的容器材质和衬里要与危险废物相容(不相互反应)。危险废物堆放场所基础必须防渗, 防渗层为至少 1m 厚粘土层(渗透系数 $\leq 10^{-7}\text{cm/s}$ ), 或 2mm 厚高密度聚乙烯, 或至少 2mm 厚的其他人工材料, 渗透系数 $\leq 10^{-10}\text{cm/s}$ 。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**环境质量和辐射现状**

(1) 项目地理和场所位置

项目位于宝鸡市宝钛集团有限公司老区，地理位置见图 1-1；探伤室位于“金属复合材生产线扩能建设项目（一）”厂房东南角，周边环境关系见图 1-2。

(2) 辐射环境质量现状

根据《陕西省 2018 年第 4 季度辐射环境质量季报》，宝鸡市  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测值在 96.5~99.3nGy/h，与《陕西省环境伽马辐射剂量水平现状研究》1988 年报告（全省室内为 0.087~0.203 $\mu$ Gy/h，平均值为 0.130 $\mu$ Gy/h，室外为 0.066~0.188 $\mu$ Gy/h，平均值为 0.099 $\mu$ Gy/h）相当，处于正常本底水平。

表 9 项目工程分析和源项

### 工程设备和工艺分析

#### 1、放射性污染源

本项目主要利用 2 台 X 射线机（EV0200D 型、XXG3005C 型）在工作时发出的 X 射线对产品进行无损检测。根据环境保护部、国家卫生和计划生育委员会 2017 年第 66 号公告，本项目 2 台探伤机属于 II 类射线装置，事故时可以使受到照射的人员产生较严重放射损伤，其安全与防护要求较高。

#### 2、探伤作业工况

根据企业提供资料，本项目探伤室配备 3 名操作人员，一班制。两台探伤机总的年工作时间约 780h/a（3h/周），拍片数量约 46800 张/a。探伤室设有机械通风装置，通风换气次数约 6 次/h。

#### 3、工艺原理

X 射线探伤机主要由 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、钽等）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 射线管结构图见图 9-1。

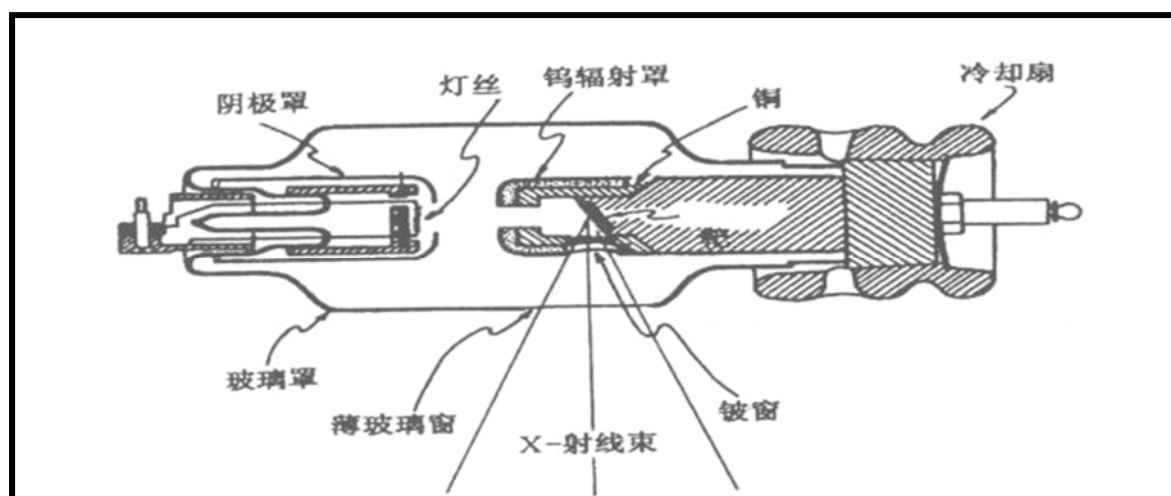


图 9-1 典型的 X 射线管结构图

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。当 X 射线照射胶片或其他检测器时，与普通光线一样，能使胶片或其他检测器感光，接收射线越多的部位颜色越深，这个作用叫做射线的照相作用。根据底片或检测器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不同探伤机分为定向和周向两种类型（图 9-2、图 9-3），本项目使用的探伤机包括定向探伤机、周向探伤机。

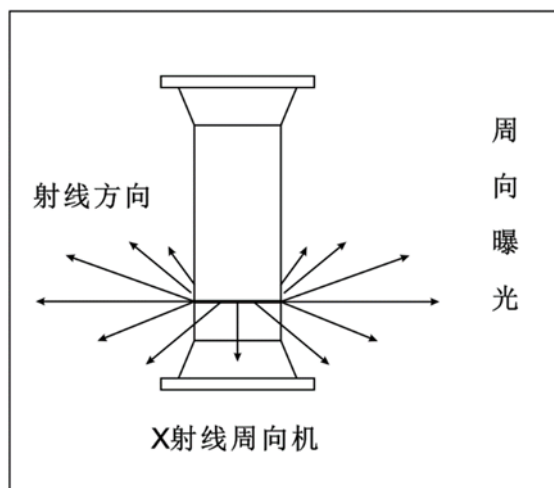


图 9-2 周向探伤机

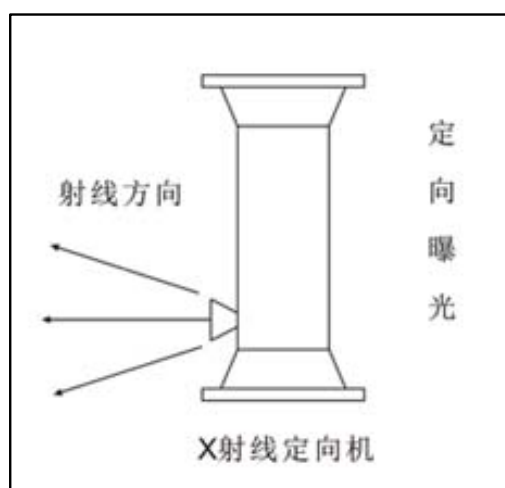


图 9-3 定向探伤机

#### 4、工作流程及产污环节

将 X 射线发生器射线出束口置于所需探伤的工件或容器焊缝附近，在工件或焊缝的另一侧贴上胶片；将控制器与 X 射线发生器用连接电缆连接好，确认各连接电缆连接正确，接通电源、开机；根据检测工件的材料厚度设定曝光参数，（曝光所要使用的管电压值和曝光时间值）启动曝光操作；曝光结束，取回胶片，洗片，根据胶片分析工件或容器焊缝是否有缺陷。

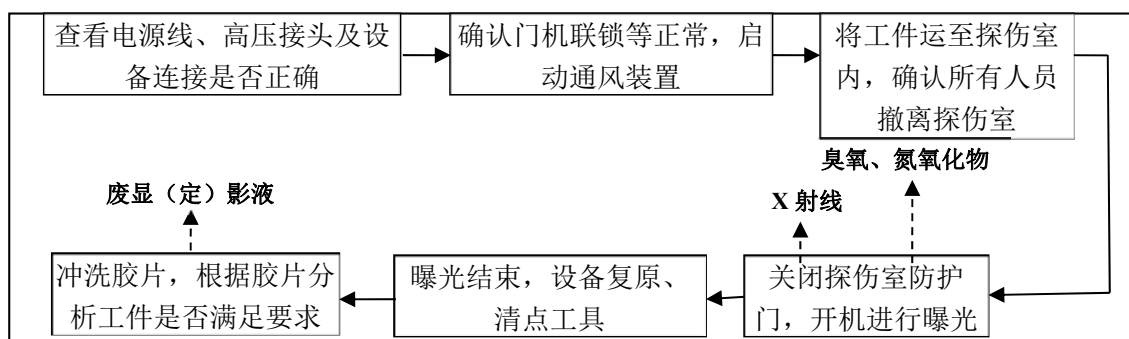


图 9-4 X 射线探伤机工作流程及产污环节图

#### 5、正常工况的污染途径

射线装置发出的X射线经透射、散射，对作业场所及周围环境产生X射线辐射，穿透探伤室屏蔽体（墙、防护门）的X射线造成探伤室周围辐射水平升高，工作人员和公众在此区域活动时对其产生一定的外照射。

## 6、事故工况的污染途径

本项目在运行过程中可能发生的事故有：

开机检测时，门机联锁失效，操作人员或公众误入控制区内造成误照射；或门机联锁失效，防护门未完全关闭的情况下射线装置出束，防护门处泄露X射线对工作人员及公众造成额外照射。

## 污染源项描述

### 1、X射线

由X射线探伤机的工作原理可知，X射线是随X射线探伤机的开、关而产生和消失。因此，该项目主要污染因子为X射线探伤机在开机曝光期间产生的X射线，辐射途径为外照射。

### 2、O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>

当电压为0.6kV以上时，X射线能使空气电离，本项目探伤机工作管电压分别为200kV、300kV，运行时产生的X射线会使空气电离产生少量O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>。本项目探伤室拟安装通排风设施，排风量为6200m<sup>3</sup>/h，换气次数约6次/h，可满足机房通风换气要求。

### 3、废显（定）影液

本项目X射线探伤机拍片后洗片产生的废显（定）影液为危险废物，属于《国家危险废物名录》中“HW16感光材料废物”。根据建设单位提供的资料，本项目开展后废显（定）影液预计产生量为200L/a，废显（定）影液使用专用容器收集，暂存于暗室内，最终交由陕西新天地固体废物综合处置有限公司处置。危险废物处置合同见附件。

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、辐射工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002),辐射工作场所应分为控制区及监督区,把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区,需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域定为监督区。本项目位于宝钛集团有限公司老区“金属复合材生产线扩能建设项目(一)”厂房东南角,根据探伤室的具体布局,将探伤室防护门内的所有区域划分为控制区,探伤室周边及暗室、干区及操作间划分为监督区,分区图见图 10-1。

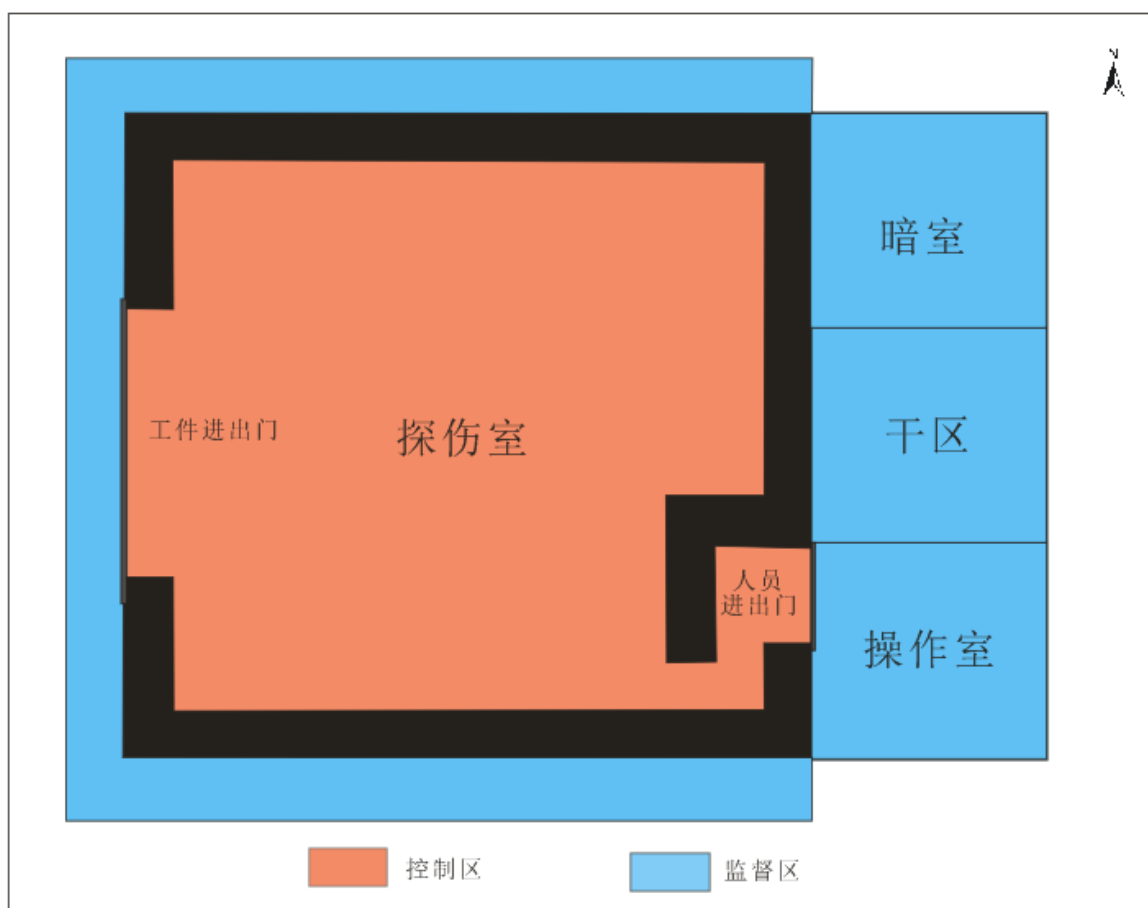


图 10-1 辐射工作场所分区图

2、辐射防护屏蔽设施

探伤室长 17m、宽 12m、高 9m,为一层建筑,屋顶无人员活动,在探伤室东侧设暗室、干区和操作室。探伤室采用钢筋混凝土结构,其四周墙体及屋顶设计厚度为 900mm 混凝土;工件进出门为 40mm 铅当量防护门,防护门和墙体之间重叠 0.3m;人员进出门

设计有迷道，迷道采用“Z”型迷道，迷道墙体为 900mm 混凝土结构，迷道防护门为 20mm 铅当量防护门，防护门和墙体之间重叠 0.3m。探伤室平面图见图 10-2，剖面图见图 10-3。

表 10-1 探伤室主要设计参数

序号	位置	设计防护厚度及材料
1	东墙	900mm 混凝土
2	南墙	900mm 混凝土
3	西墙	900mm 混凝土
4	北墙	900mm 混凝土
5	工件进出防护门	40mmPb
6	人员进出防护门	20mmPb
7	屋顶	900mm 混凝土

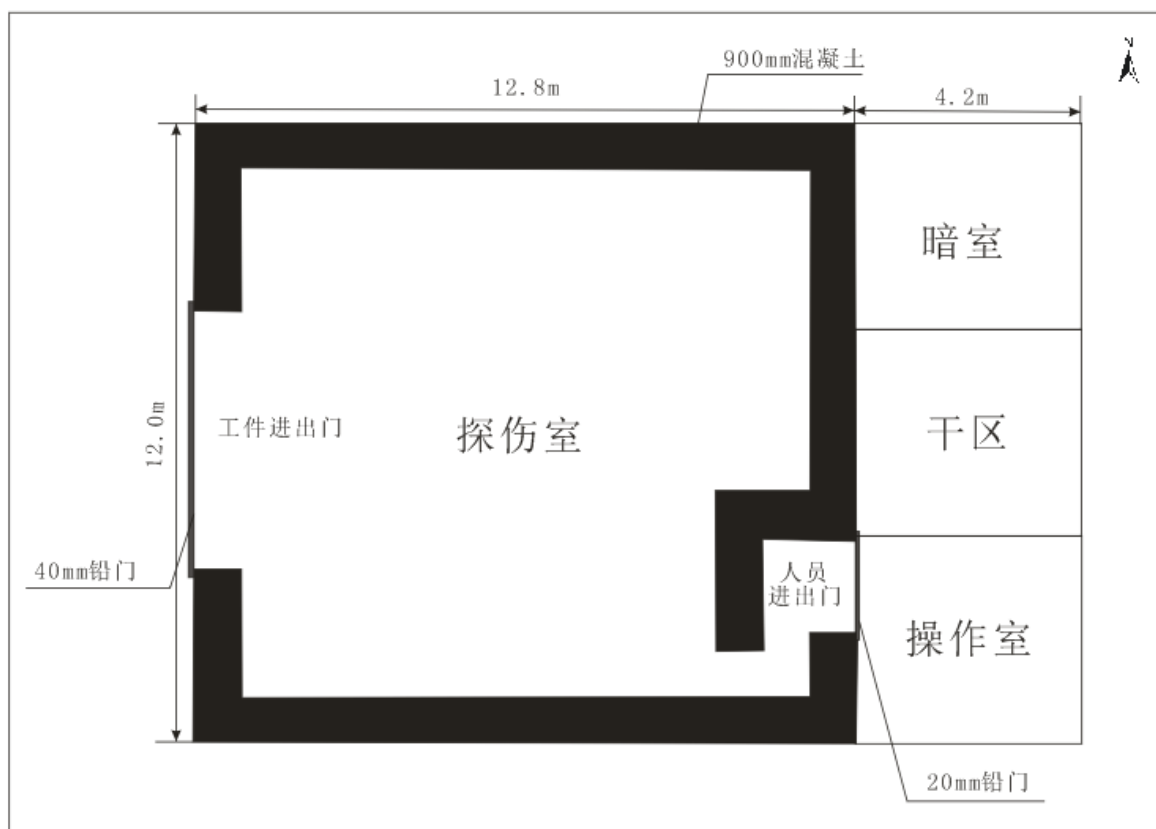


图 10-2 探伤室平面布置图

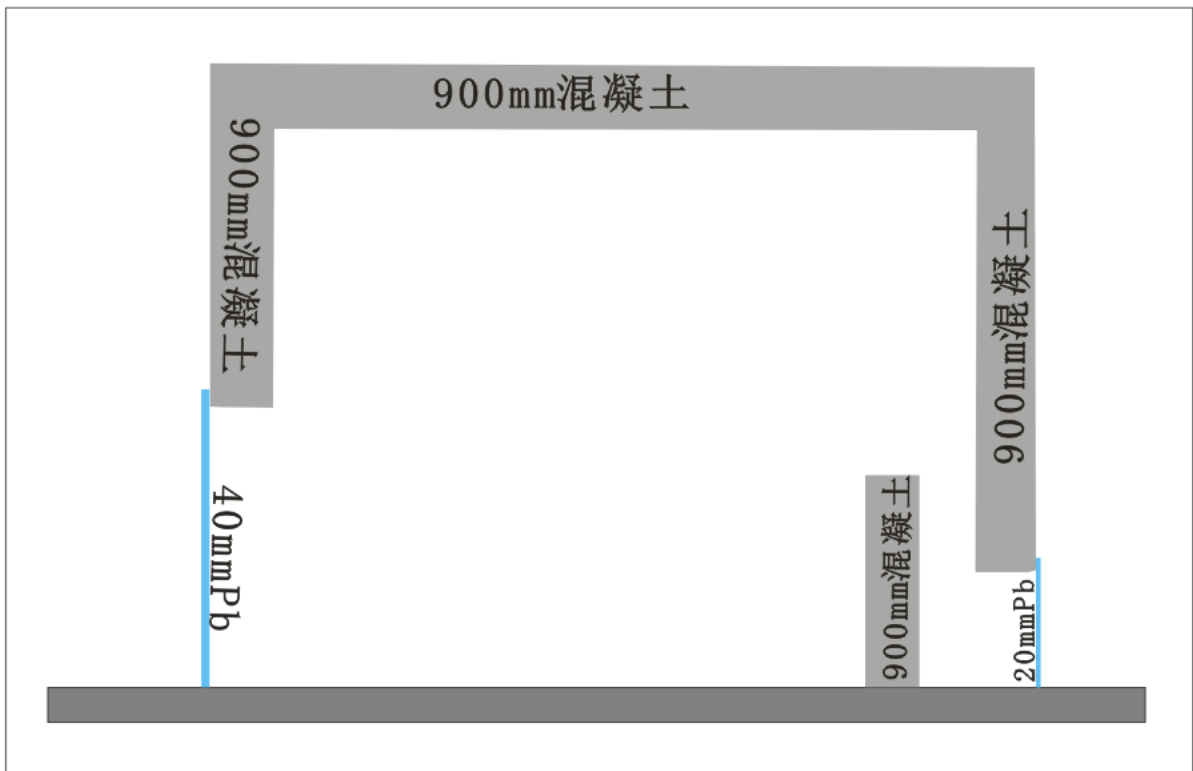


图 10-3 探伤室剖面图

### 3、电离辐射防护设备

表10-2 X射线机房辐射防护设施及防护用品

序号	内容	数量	备注
1	警示灯	2 个	拟配置
2	电离辐射警示牌	2 个	拟配置
3	X、 $\gamma$ 辐射空气比释动能率仪	1 台	已配置
4	个人剂量计	3 个	已配置
5	个人剂量报警仪	2 个	已配置
6	铅手套	1 套	已配置
7	铅围裙	1 套	已配置
8	铅眼镜	1 套	已配置
9	铅帽	1 套	已配置

### 4、辐射安全措施

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015），该项目应采取的辐射安全措施如下：

(1) 控制台应设置有 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。

(2) 控制台应设置有高压接通时的外部报警或指示装置。

(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。

(4) 控制台应设有钥匙开关，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。

(5) 控制台应设置紧急停机开关。

(6) 控制台应设置辐射警告、出束指示和禁止非授权使用的警告等标识。

(7) 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。

(8) 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。

(9) 探伤室应设置门-机联锁装置，并保证在门关闭后 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。

(10) 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。

(11) 照射状态指示装置应与 X 射线探伤装置联锁。

(12) 探伤室内、外醒目位置应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

(13) 探伤室防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

(14) 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。

(15) 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。

(16) 探伤工作人员进入探伤室时除佩戴常规个人剂量计外，还应配备个人剂量报警仪。当辐射水平达到设定的报警水平时，剂量仪报警，探伤工作人员应立即离开探伤室，同时阻止其他人进入探伤室，并立即向辐射防护负责人报告。个人剂量计定期送交有资质的检测单位进行测量，并建立个人剂量档案。

## 5、安全管理措施

为了加强该项目的辐射安全管理工作，规范和强化应对辐射事故的能力，宝钛集团有限公司已成立辐射安全防护管理机构，安排专人兼职负责公司辐射安全管理工作，防止辐射污染事故发生，保护环境，保障工作人员、公众身体健康。公司已制定《宝钛集团有限公司辐射防护管理办法》、《辐射工作人员剂量管理制度》、《X射线探伤安全技术操作规程》、《辐射工作安全保卫制度》、《辐射工作人员职业健康管理制度》、《辐射岗位安全责任制》、《辐射设备的使用及安全防护设施维护与维修制度》、《辐射事故应急预案》、《辐射人员培训管理制度》、《辐射防护管理控制程序》、《辐射环境监测方案》等制度，用于指导、规范生产作业过程中的辐射安全。

按照《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），使用射线装置的单位，应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事使用活动的工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康监护档案，并对档案中出现的问题及时采取有效措施妥善处理。

## 6、核技术利用单位辐射安全管理标准化建设

根据陕环办发〔2018〕29号关于印发新修订的《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，对核技术利用单位辐射安全管理标准化建设提出了要求。根据建设单位提供资料，宝钛集团有限公司辐射安全管理部分内容实际建设情况及符合情况详见表10-3；辐射安全防护措施部分建设单位应严格按照文件要求进行标准化建设，详见表10-4。

**表 10-3 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分**

管理内容		管理要求	本项目情况	符合情况
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	公司成立了环境保护委员会，制定了环境保护责任制，并成立了辐射管理工作监督管理小组，组长为主管生产的副总经理	符合
		年初工作安排的和年终工作总结时，应包含辐射环境安全管理工作内容	已列入标准化建设辐射安全管理部分，已制定 2019 年安全环保工作计划	符合
		明确涉辐部门和岗位的辐射安全职责	已制定公司辐射岗位安全责任制	符合
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障	建立了辐射管理机构，各二级单位也建立了相应管理机构，从事辐射工作的人员均取证上岗；配备了监测设备及个人防护用品，如个人剂量计、报警仪、铅屏风、铅围裙等防护用品	符合
	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	在岗辐射工作人员共计 18 人，均取得合格证书，并制定辐射管理检查表，定期对辐射工作人员岗位职责、操作规程及辐射事故应急等掌握情况进行抽查；公司将在宝钛报上刊登辐射防护知识，对公众进行宣传	符合
		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	负责编制辐射安全年度评估报告，并于每年 1 月 31 日前报陕西省生态环境厅辐射处	符合
		建立辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责	公司制定了放射防护管理控制程序、辐射防护管理办法、辐射工作人员剂量管理制度、辐射人员职业健康管理制度、辐射工作安全保卫制度等，并按照制度要求从职业健康、培训制度及计划、设备维护维修、厂界辐射监测防护等方面的完成情况落实监督管理工作	符合
		建立辐射环境安全管理档案	对每个辐射工作人员建立了个人剂量档案、健康档案，辐射环境监测档案及培训档案等安全管理档案	符合
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有巡查及整改记录	辐射工作人员工作前对辐射装置及安全防护设施进行点检；公司每季度由公司环境监测站对辐射工作场所及周围环境进行一次监测，每年委托第三方公司进行一次监测，发现问题及时下发整改指令，督促整改，整改完成后方可进行生产。各辐射工作单位对辐射工作场所定期巡查，并有巡查及整改记录	符合
		岗前进行职业健康体检，结果无异常	对新进辐射工作人员进行职业健康体检，以确保体检结果无异常，适合从事辐射工作	符合
		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	辐射工作人员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，每四年进行一次辐射安全防护培训与换证工作	符合



续表 10-3 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分

管理内容		管理要求	本项目情况	符合情况
人员管理	辐射防护负责人	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	了解本岗位的工作性质，熟悉辐射安全责任，经培训合格持证上岗并对确保岗位辐射安全做出承诺	符合
		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	辐射管理人员通过定期的辐射安全检查，使辐射工作人员进一步熟悉辐射事故应急预案的内容，能够在发生异常情况后第一时间做出应急反应，有效地处理应急事故	符合
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环境安全管理机构和负责人	建立了辐射防护管理机构，同时各二级单位也建立了相应的管理机构	符合
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	根据运行管理制度，单位生产安全环保部安排专人负责系统使用和维护，信息更新、申报等工作	符合
		建立放射性同位素与射线装置管理制度，严格执行进出口、转让、转移、收贮等相关规定，并建立放射性同位素、射线装置台账	已建立放射性同位素与射线装置管理制度，并且严格执行转让审批，转移、收贮备案等相关规定，建立了放射源台账、射线装置台账	符合
		建立本单位放射性同位素与射线装置岗位职责、操作规程，严格按照规程进行操作，并对规程执行情况进行检查考核，建立检查记录档案	已制定了辐射岗位职责和操作规程，并定期进行检查	符合
		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	已制定人员培训管理制度及培训计划；辐射工作人员每年还要进行辐射知识培训，考核以考试的形式进行，并建立相关考核资料档案	符合
		建立辐射工作人员剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员及时复查，保证职业人员健康档案的连续有效性	已制定辐射工作人员剂量管理制度，委托陕西新高科辐射技术有限公司对我公司全体辐射工作人员进行每季度一次，全年四次的个人剂量监测	符合
		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内容），并建立维护、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）	已制定辐射安全防护设施的维护与维修制度，对辐射安全检查及日常巡点检发现的问题及时进行整改、维护，并将整改与维修改造记录一同存档	符合
		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	已制定辐射监测方案，并每季度辐射工作场所及周围环境进行一次监测，并填报辐射建剂量率检测原始记录表；每年委托第三方有资质单位进行一次辐射场所环境监测并取得检测报告；并统一将监测结果（报告）归档	符合

**续表 10-3 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（二）—辐射安全管理部分**

管理内容	管理要求	本项目情况	符合情况
制度建立与执行	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	制定了辐射环境监测设备使用与检定管理制度，并根据制度要求，定期将辐射环境监测设备送检，并将检定报告归档	符合
应急管理	结合本单位实际，制定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	已制定公司辐射事故应急预案，并定期组织相关单位进行演练	符合
	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辐射事故报告和处置程序	已制定公司辐射事故应急预案，已全部包括相应内容	符合

**表 10-4 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表（五）  
辐射安全防护措施部分——工业探伤类**

项目		具体要求	
工业 X 射线探伤	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	
		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	
		控制台设置有高压接通时的外部报警或指示装置	
		控制台或X射线管头组装体上设置探伤室门连锁接口	
		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	
		控制台设有紧急停机开关	
	固定式探伤作业场所	分区	按标准要求划分控制区、监督区
			控制区：探伤室墙围成的内部区域
			监督区：探伤室墙壁外部相邻的区域
		布局	操作室与探伤室分开，并避开有用线束照射的方向
		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
		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
			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射线探伤装置连锁
			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
	辐射安全与连锁	探伤室设置门-机连锁装置	
		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	
	监测设备及个人防护用品		X-γ剂量率监测仪、个人剂量计、个人剂量报警仪等

**三废的治理**

本项目不产生放射性“三废”，产生的非放射性废物主要包括 O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>、废显（定）影液。

**1、O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>**

本项目使用探伤机产生的 X 射线能量较低，探伤过程中产生的 O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub> 较少，机房内设置机械通风装置，根据设计资料，探伤室排风量为 6200m<sup>3</sup>/h，探伤室体积约 1009.8m<sup>3</sup>，则探伤室体积换气次数约为 6 次/h，可满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）规定的每小时有效通风换气次数应不小于 3 次的要求。

## **2、废显（定）影液**

本项目X射线探伤机拍片后洗片，将产生废显（定）影液约200L/a，废显（定）影液为危险废物，属于《国家危险废物名录》中“HW16感光材料废物”。

本项目废显（定）影液集中收集于专用容器内，容器上张贴危险废物标识，暂存于暗室内，最终送交陕西新天地固体废物综合处置有限公司处置。危险废物处置协议见附件。

**表 11 环境影响分析**

**建设阶段对环境的影响**

本项目为新增工业 X 射线装置，建设期间对环境的影响主要是探伤室建设施工所产生的扬尘、噪声、建筑垃圾以及工人生活废水。扬尘主要来源于建筑材料运输、施工过程，运输、施工过程使用篷布对建筑材料进行覆盖可有效降低扬尘。本项目施工现场位于厂区内，且周围为工业区，无村庄居民点，施工噪声造成的影响不大。本项目工程量小，施工时间短，建筑垃圾和生活废水产生量较小，生活污水依托公司现有污水处理设施处理，建筑垃圾由建设单位施工结束后统一运至建筑垃圾填埋场处置。

综上所述，本项目建设阶段对环境产生影响较小。

**运行阶段对环境的影响**

**一、辐射防护屏蔽能力分析**

本项目为新建项目，使用 2 台 X 射线探伤机，本次评价采用理论预测及类比分析的方式进行辐射影响分析。

**(一) 理论预测分析**

**1、辐射防护屏蔽理论估算模式**

依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）：

**(1) 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平**

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

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

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

式中： $H_c$  为周剂量参考控制水平，单位为  $\mu\text{Sv/周}$ ，职业工作人员  $H_c \leq 100\mu\text{Sv/周}$ ，

公众  $H_c \leq 5\mu\text{Sv/周}$ ；

$U$  为探伤装置向关注点方向照射的使用因子；

$T$  为人员在相应关注点驻留的居留因子；

$t$  为探伤装置周照射时间，单位为  $\text{h/周}$ 。

$t$  按公式(2)计算：

$$t = W / (60 \cdot I) \quad \text{公式(2)}$$

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)， mA·min/周；

60—小时与分钟的换算系数；

I—X 射线探伤装置在最大管电压下的常用最大管电流， mA。

② 关注点最高剂量率参考控制水平  $H_{c,max}$ ：

$$H_{c,max}=2.5\mu\text{Sv/h}$$

③ 关注点剂量率参考控制水平

$H_c$  为上述①中的  $H_{c,d}$  和②中的  $H_{c,max}$  二者的较小值。

(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）在该立体角内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公式(1)。

B 除 A 的条件外，应考虑下列情况：

a 穿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(1)的剂量率参考控制水平  $H_c$  ( $\mu\text{Sv/h}$ ) 加以控制。

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  $100\mu\text{Sv/h}$ 。

本次探伤室顶的剂量率参考控制水平保守取  $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 有用线束屏蔽估算

有用线束屏蔽物质的透射因子 B 按下式计算：

$$B=\dot{H}_C \cdot R^2/(I \cdot H_0) \quad \text{公式(3)}$$

式中：B—为屏蔽所需透射因子；

$\dot{H}_C$ —为剂量率控制水平，  $\mu\text{Sv/h}$ ；

R—为辐射源点（靶点）至关注点的距离， m；

I—为 X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流， mA；

$H_0$ —为距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量，  $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以  $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$  为单位的值乘以  $6\times 10^4$ 。根据建设单位提供的资料，本项目 XXG3005C 型 X 射线机最大管电压为 300kV。X 射线管电压 300kV 在 3mm 铝过滤条件下，距辐射源点（靶点）1m 处输出量为  $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 。

对于估算处的屏蔽透视因子 B，所需屏蔽物质厚度 X 按下式计算：

$$X = -TVL \cdot \lg B \quad \text{公式(4)}$$

式中：TVL—为屏蔽物质的什值层厚度，mm（X 射线管电压为 300kV 时，铅的什值层厚度为 5.7mm，混凝土的什值层厚度为 100mm）；

B—达到剂量率参考控制水平  $H_c$  时所需的屏蔽透射因子。

#### (4) 泄漏辐射和散射辐射屏蔽

##### ① 泄漏辐射屏蔽

泄露辐射屏蔽物质的透射因子 B 按下式计算：

$$B = \dot{H}_c \cdot R^2 / H_L \quad \text{公式(5)}$$

式中： $\dot{H}_c$  为剂量率控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

R 为辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$H_L$  为距离辐射源点（靶点）1m 处 X 射线管组装体的泄露辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ 。（EV0200D 型 X 射线机最大管电压为 200kV，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率  $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ）。

##### ② 散射辐射屏蔽物质的透射因子 B 按下式计算：

$$B = \dot{H}_c \cdot R_s^2 / (I \cdot H_0) \cdot R_0^2 / (F \cdot a) \quad \text{公式(6)}$$

式中： $\dot{H}_c$  为剂量率控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ ；

$R_s$  为散射体至关注点的距离，m；

$R_0$  为辐射源点至探伤工件的距离，m；

I 为 X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流，mA；

$H_0$  为距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ （最大管电压为 200kV，对应的散射辐射按 150kV 计）；

F 为  $R_0$  处的辐射野面积， $\text{m}^2$ ；

a 为散射因子，入射辐射被单位面积散射体散射到距其 1m 处的散射辐射剂量率与该面积上的入射辐射剂量率的比。

本项目 X 射线管电流为 5mA，按典型条件来考虑，射线探伤装置圆锥束中心轴和圆锥边界的夹角为 20 度， $R_0^2 / (F \cdot a)$  因子的值为 50（200kV~400kV）。

##### ③ 泄露辐射和散射辐射的复合作用

分别估算泄露辐射和散射辐射，当它们的屏蔽厚度相差一个什值层厚度或更大时，

采用其中较厚的屏蔽，当相差不足一个TVL时，则在较厚的屏蔽上增加一个半值层厚度（HVL）。

(5) 对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽投射因子按下式计算：

$$B=10^{-X/TVL} \quad \text{公式(7)}$$

式中：X 为屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同单位；

TVL 为屏蔽物质的什值层厚度，mm。

(6) 年有效剂量可按下式计算：

$$P_{\text{年}}=H \cdot U \cdot T \cdot t \quad \text{公式(8)}$$

式中： $P_{\text{年}}$  为年有效剂量，mSv/a；

t 为年工作时间，h，本项目为 780h。

(7) 经迷道散射射线的屏蔽

人员进出防护门设置有迷道，关注点主要考虑 X 射线经过迷道的一次散射及透射作用，根据《放射卫生学》（苏州大学放射医学与公共卫生学院）计算方法进行计算。

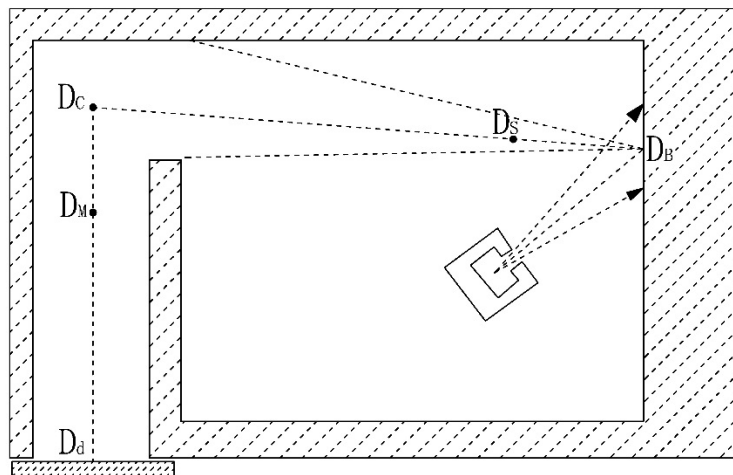


图11-1 迷道散射射线的屏蔽估算示意图

对工业用 X 射线机（100~300kV）产生 X 射线，距屏障散射点 1m 处散射剂量率  $D_S=D_B \times 3.6\%$ 。

迷宫拐角 C 点的剂量率： $D_C = \frac{D_S}{B \text{至} C \text{距离的平方}}$

进入迷宫 1m 处的剂量率： $D_M=D_C \times 10\%$

迷道入口处的剂量率： $D_d = \frac{D_M}{C \text{至} d \text{距离的平方}}$

## 2、理论估算参数

根据建设单位提供资料，EV0200D 型 X 射线机、XXG3005C 型 X 射线机出束工作时间分别为每周 5.2h、10.4h（总计 15.6h，按 16h 计），理论计算时每台 X 射线机工作时间均按 16h/周计。人员工作场所居留因子取 1，偶然经过停留场所居留因子取 1/16。

XXG3005C 型 X 射线机为周向探伤机，探伤时射线出束方向有可能正对四周墙体、迷道墙、防护门和屋顶，因此四周墙体、迷道墙、防护门及屋顶均按有用线束进行屏蔽估算，见图 11-2；EV0200D 型 X 射线机为定向探伤机，探伤时射线出束方向向上，仅屋顶位于射线出束方向，因此屋顶按有用线束进行屏蔽估算，四周墙体、迷道墙、防护门均按泄露辐射、散射辐射进行屏蔽估算，见图 11-3。

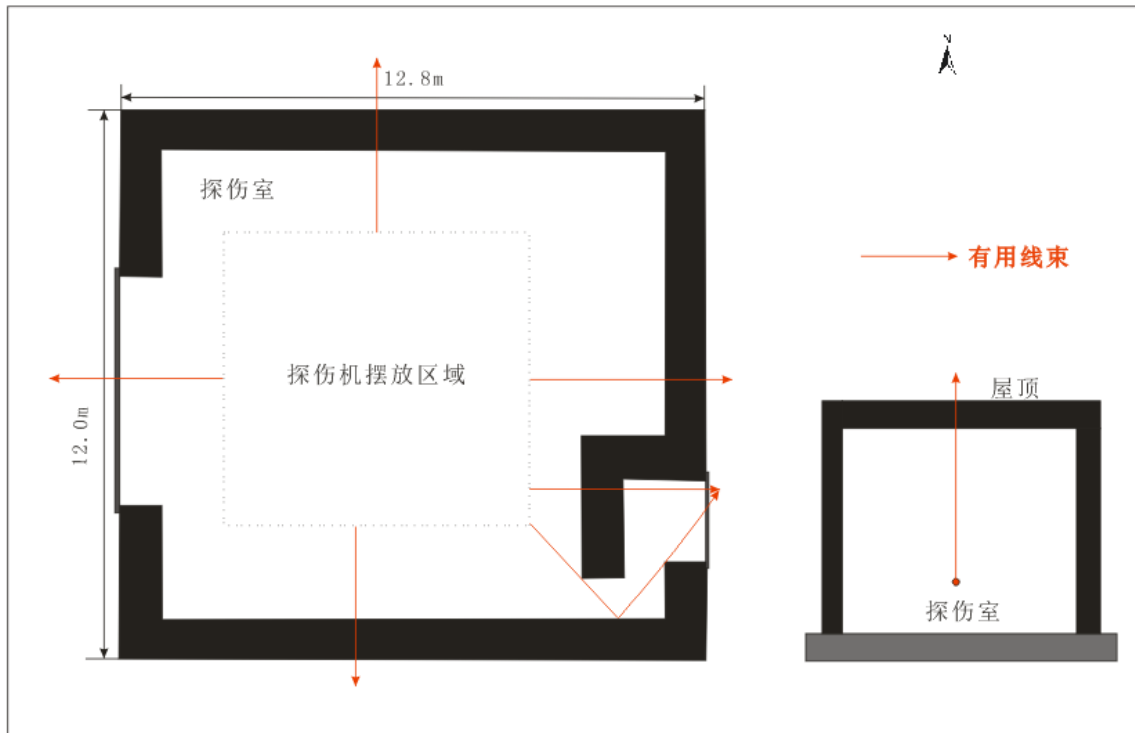


图 11-2 XXG3005C 型 X 射线机辐射影响估算示意图



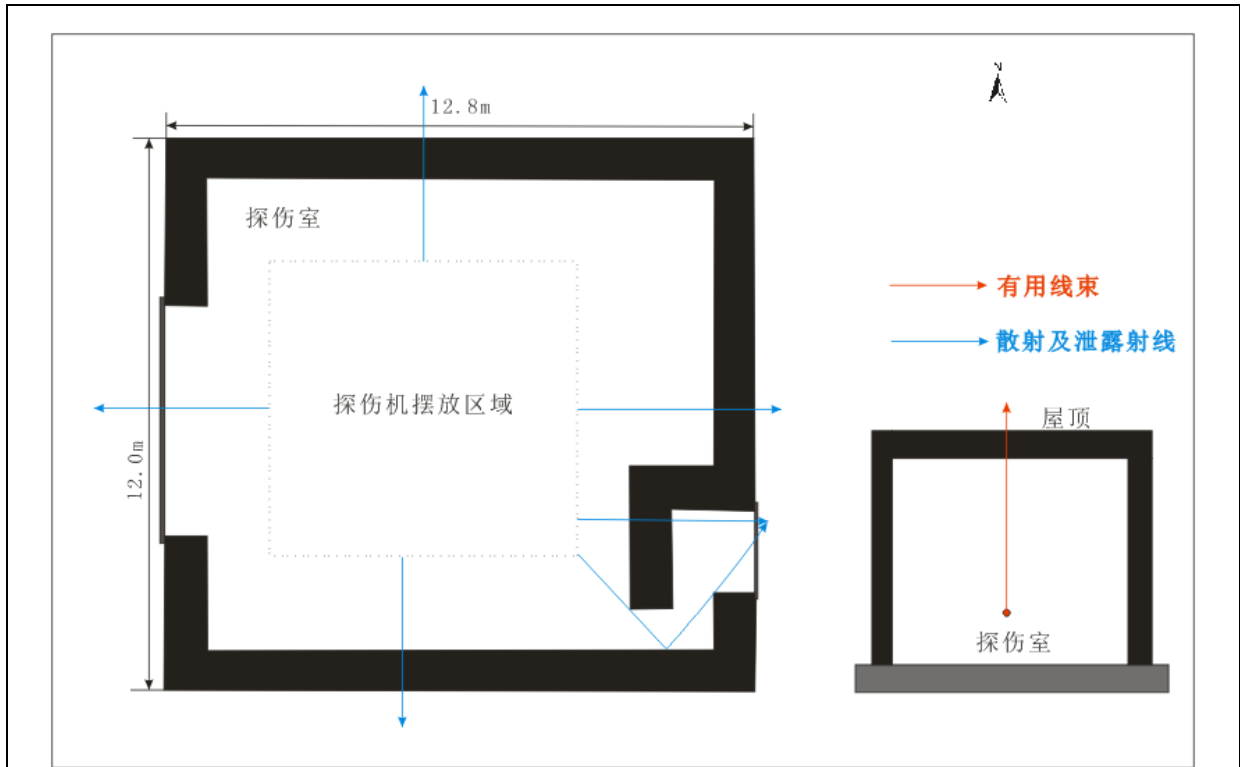


图 11-3 EV0200D 型 X 射线机辐射影响估算示意图

靶点至关注点的距离按最不利情况考虑（靶点位于探伤室墙内 1m 处）。探伤室各估算参数及辐射屏蔽参数见表 11-1、表 11-2。

表 11-1 XXG3005C 型 X 射线机屏蔽厚度理论估算参数

方向	居留因子	靶点至关注点距离 R (m)	关注点剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	需屏蔽的辐射源
北墙	1	2.2	0.31	有用线束
东墙	1	2.2	2.5	有用线束
南墙	1/16	2.2	2.5	有用线束
西墙	1	2.2	0.31	有用线束
工件进出防护门	1	2.2	0.31	有用线束
人员进出防护门	1	4.2	2.5	有用线束
屋顶	1/16	7.5	2.5	有用线束

注：关注点剂量率参考控制水平首先按公式(1)进行计算得出  $H_{c,d}$ ，再取  $H_{c,d}$  和  $H_{c,max}$  二者的较小值。

表 11-2 EV0200D 型 X 射线机屏蔽厚度理论估算参数

方向	居留因子	靶点至关注点距离 R (m)	关注点剂量率参考控制水平 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	需屏蔽的辐射源
北墙	1	2.2	0.31	泄露辐射、散射辐射
东墙	1	2.2	2.5	泄露辐射、散射辐射
南墙	1/16	2.2	2.5	泄露辐射、散射辐射
西墙	1	2.2	0.31	泄露辐射、散射辐射
工件进出防护门	1	2.2	0.31	泄露辐射、散射辐射

人员进出防护门	1	4.2	2.5	泄露辐射、散射辐射
屋顶	1/16	7.5	2.5	有用线束

注：关注点剂量率参考控制水平首先按公式(1)进行计算得出  $H_{c,d}$ ，再取  $H_{c,d}$  和  $H_{c,max}$  二者的较小值。

### 3、探伤室屏蔽厚度估算结果

#### (1) XXG3005C 型 X 射线机

根据建设单位提供资料，探伤工作时间按每周 16h 计。根据公式(3)、公式(4)估算探伤室墙体、防护门、迷道墙、屋顶防护厚度如下：

表 11-3 XXG3005C 型 X 射线机运行时探伤室屏蔽厚度估算结果

屏蔽体	计算防护厚度及材料 $X_0$	设计防护厚度及材料 $X_1$	符合性
东墙	572mm 混凝土	900mm 混凝土	符合
南墙	572mm 混凝土	900mm 混凝土	符合
西墙	662mm 混凝土	900mm 混凝土	符合
北墙	662mm 混凝土	900mm 混凝土	符合
工件进出防护门	38mmPb	40mmPb	符合
人员进出防护门	30mmPb	900mm 混凝土迷道墙（约 51mmPb）+20mmPb 防护铅门	符合
屋顶	465mm 混凝土	900mm 混凝土	符合

注：距辐射源点（靶点）1m 处输出量为  $20.9\text{mGy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ （按 3mm 铅过滤条件）。

估算结果表明，XXG3005C 型 X 射线机在最大管电压、最大管电流运行条件下，探伤室设计墙体、防护门、屋顶厚度均大于理论估算厚度（最不利条件下），可以达到防护要求。

#### (2) EV0200D 型 X 射线机

使用 EV0200D 型 X 射线机进行探伤工作时，探伤室屋顶按有用线束进行屏蔽估算，四周墙体、防护门按泄露辐射和散射辐射进行屏蔽估算。200kV 铅什值层厚度 TVL 为 1.4mm，混凝土什值层厚度 TVL 为 86mm；最大管电压为 200kV，对应的散射辐射按 150kV 计，铅什值层厚度 TVL 为 0.96mm，混凝土什值层厚度 TVL 为 70mm。

根据建设单位提供资料，探伤工作时间取每周 16h。根据公式(3)~公式(6)估算探伤室墙体、防护门、屋顶防护厚度如下：

表 11-4 EV0200D 型 X 射线机运行时探伤室屏蔽厚度估算结果

屏蔽体	混凝土（铅）估算厚度				设计防护厚度	符合性
	泄露辐射防护厚度	散射辐射防护厚度	复合结果	有用线束		
东墙	200mm 混凝土	291mm 混凝土	291mm 混凝土	/	900mm 混凝土	符合

南墙	200mm 混凝土	291mm 混凝土	291mm 混凝土	/	900mm 混凝土	符合
西墙	277mm 混凝土	354mm 混凝土	354mm 混凝土	/	900mm 混凝土	符合
北墙	277mm 混凝土	354mm 混凝土	354mm 混凝土	/	900mm 混凝土	符合
屋顶	/	/	/	412mm 混凝土	900mm 混凝土	符合
工件进出防护门	5mmPb	5mmPb	5.29mmPb	/	40mmPb	符合
人员进出防护门	3mmPb	4mmPb	4mmPb	/	900mm 混凝土 (迷道墙) +20mmPb (防护铅门)	符合

注：距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率为 2500 $\mu$ Sv/h；距辐射源点（靶点）1m 处输出量为 28.7mGy $\cdot$ m<sup>2</sup>/（mA $\cdot$ min）（按 2mm 铝滤过条件）。

估算结果表明，EV0200D 型 X 射线机在最大工作状态下，探伤室设计墙体、防护门、迷道墙、屋顶厚度均大于估算厚度，可以达到防护要求。

综上所述，探伤室四周墙体、防护门、迷道墙和屋顶设计防护厚度均大于估算所需防护厚度，可满足相关辐射防护要求，能够有效屏蔽探伤时产生的 X 射线，确保探伤机工作时探伤室外活动人员受照射剂量在标准允许范围之内。

#### 4、工作场所辐射剂量率估算

根据建设单位提供探伤室设计防护厚度和探伤机相关参数，对 2 台 X 射线探伤机分别工作时，根据前述公式估算探伤室屏蔽体外各关注点剂量率，估算结果如下：

表 11-5 探伤室屏蔽体外关注点剂量率估算结果

设备	关注点	屏蔽设计厚度 (mm)	距辐射源点距离(m)	最大管电流 (mA)	有用线束剂量率 ( $\mu$ Sv/h)	泄漏剂量率 ( $\mu$ Sv/h)	散射剂量率 ( $\mu$ Sv/h)	总剂量率 ( $\mu$ Sv/h)
XX G3 005 C 型 X 射 线 机	东墙外 0.3m 处	900mm 混凝土	2.2	5	$1.30 \times 10^{-3}$	/	/	$1.30 \times 10^{-3}$
	南墙外 0.3m 处	900mm 混凝土	2.2	5	$1.30 \times 10^{-3}$	/	/	$1.30 \times 10^{-3}$
	西墙外 0.3m 处	900mm 混凝土	2.2	5	$1.30 \times 10^{-3}$	/	/	$1.30 \times 10^{-3}$
	北墙外 0.3m 处	900mm 混凝土	2.2	5	$1.30 \times 10^{-3}$	/	/	$1.30 \times 10^{-4}$
	屋顶外 0.3m 处	900mm 混凝土	7.5	5	$1.11 \times 10^{-4}$	/	/	$1.11 \times 10^{-4}$
	工件进出 防护门外 0.3m 处	40mm Pb	2.2	5	$1.24 \times 10^{-1}$	/	/	$1.24 \times 10^{-1}$

	人员进出防护门外0.3m处	900mm混凝土+20mmPb	4.2	5	$4.05 \times 10^{-1}$	/	$1.10 \times 10^{-7}$	$4.05 \times 10^{-1}$
EV 020 0D 型 X 射 线 机	东墙外0.3m处	900mm混凝土	2.2	5	/	$1.77 \times 10^{-8}$	$4.94 \times 10^{-9}$	$2.26 \times 10^{-8}$
	南墙外0.3m处	900mm混凝土	2.2	5	/	$1.77 \times 10^{-8}$	$4.94 \times 10^{-9}$	$2.26 \times 10^{-8}$
	西墙外0.3m处	900mm混凝土	2.2	5	/	$1.77 \times 10^{-8}$	$4.94 \times 10^{-9}$	$2.26 \times 10^{-8}$
	北墙外0.3m处	900mm混凝土	2.2	5	/	$1.77 \times 10^{-8}$	$4.94 \times 10^{-9}$	$2.26 \times 10^{-8}$
	屋顶外0.3m处	900mm混凝土	7.5	5	$5.25 \times 10^{-6}$	/	/	$5.25 \times 10^{-6}$
	工件进出防护门外0.3m处	40mm Pb	2.2	5	/	$1.39 \times 10^{-26}$	$7.67 \times 10^{-38}$	$1.39 \times 10^{-26}$
	人员进出防护门外0.3m处	900mm混凝土+20mmPb	4.2	5	/	$2.70 \times 10^{-15}$	$5.27 \times 10^{-20}$	$2.7 \times 10^{-15}$

注： $F \cdot a / R_0^2$ 取 1/50；人员进出防护门外 0.3m 处关注点剂量率计算时：靶点至散射点的距离约 3.57m，散射点至人员进出防护门外 0.3m 处的距离约 3.68m。

由表 11-5 估算结果可知：在 X 射线机以最大工作状态工作时，探伤室四周墙体、防护门外各关注点辐射剂量率最大为  $0.405 \mu\text{Sv/h}$ ，低于剂量率控制水平  $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ；屋顶外辐射剂量率最大为  $1.11 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/h}$ ，远低于剂量率控制水平  $100 \mu\text{Sv/h}$ 。

综上所述，根据理论估算结果分析，本项目室采取了有效的辐射屏蔽措施，射线装置在正常运行条件下，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。

## （二）类比影响预测分析

在理论估算影响预测分析同时，采用类比监测的评价方法预测 X 射线机运行后的辐射环境影响。

### 1、类比可行性分析

类比对象为宝鸡忠诚制药机械有限责任公司工业 X 射线探伤核技术应用项目 XXH-3005 型 X 射线。本项目与类比项目的对照情况详见表 11-6。

表 11-6 本项目探伤室与类比探伤室对照表

项目	类比项目	本项目
最大管电压、管电流	300kV、5mA	300kV、5mA
曝光类型	周向	周向
四周墙体厚度	650mm 混凝土	900mm 混凝土

屋顶厚度	400mm 混凝土	900mm 混凝土
工件进出门屏蔽	30mmPb	40mmPb
人员进出口屏蔽	650mm 混凝土迷道墙 +30mmPb 防护铅门 总防护厚度约 67mmPb	900mm 混凝土迷道墙 +20mmPb 防护铅门 总防护厚度约 71mmPb
探伤室面积	12.0m×6.1m×6.7m	12.8m×12.0m×9.0m

由表11-7可知，本项目X射线机最大管电压、管电流及曝光类型均相同，四周墙体及屋顶、工件进出门等防护优于类比项目，可类比性较好。

## 2、类比分析结果

采用宝鸡忠诚制药机械有限责任公司工业X射线探伤核技术应用项目XXH-3005型X射线竣工环境保护验收监测报告数据进行分析。

监测条件：X射线机正常工作，电压300kV、电流5mA；监测时无被检工件。类比项目监测结果见表11-7，监测点位示意图见图11-4。

表11-7 本项目探伤室与类比探伤室对照表

序号	监测项目点位描述	监测结果 (μGy/h)	
		测值范围	均值
1	探伤室西墙外表面 30cm 处 (操作间)	0.12~0.15	0.14
2	探伤室西墙外表面 30cm 处 (评片室)	0.12~0.15	0.13
3	探伤室西墙外表面 30cm 处 (暗室)	0.11~0.17	0.14
4	探伤室西墙外 (办公区)	0.12~0.15	0.14
5	操作位	0.11~0.15	0.13
6	人员进出防护门上缝外表面 30cm 处	0.10~0.12	0.11
	人员进出防护门下缝外表面 30cm 处	0.10~0.12	0.11
	人员进出防护门左缝外表面 30cm 处	0.12~0.14	0.13
	人员进出防护门右缝外表面 30cm 处	0.12~0.14	0.13
	人员进出防护门中心外表面 30cm 处	0.10~0.12	0.11
7	工件进出防护门下缝外表面 30cm 处	0.11~0.17	0.14
	工件进出防护门左缝外表面 30cm 处	0.46~0.61	0.53
	工件进出防护门右缝外表面 30cm 处	0.37~1.03	0.69
	工件进出防护门外表面 30cm 处 (左)	0.05~0.12	0.08
	工件进出防护门外表面 30cm 处 (中)	0.05~0.12	0.08
	工件进出防护门外表面 30cm 处 (右)	0.08~0.15	0.11
8	探伤室北墙外表面 30cm 处 (西)	0.20~0.45	0.27
9	探伤室东墙外表面 30cm 处 (北)	0.12~0.21	0.14

10	探伤室东墙外表面 30cm 处 (中)	0.06~0.11	0.08
11	探伤室东墙外表面 30cm 处 (南)	0.07~0.11	0.09
12	探伤室南墙外表面 30cm 处 (西)	0.06~0.11	0.08
13	探伤室南墙外表面 30cm 处 (中)	0.09~0.12	0.10
14	探伤室南墙外表面 30cm 处 (东)	0.07~0.11	0.09
15	距探伤室北侧外表面 1m 处巡测	0.09~0.15	0.12
16	距探伤室北侧外表面 3m 处巡测	0.07~0.12	0.09
17	距探伤室北侧外表面 5m 处巡测	0.07~0.12	0.10
18	距探伤室北侧外表面 10m 处巡测	0.05~0.08	0.07

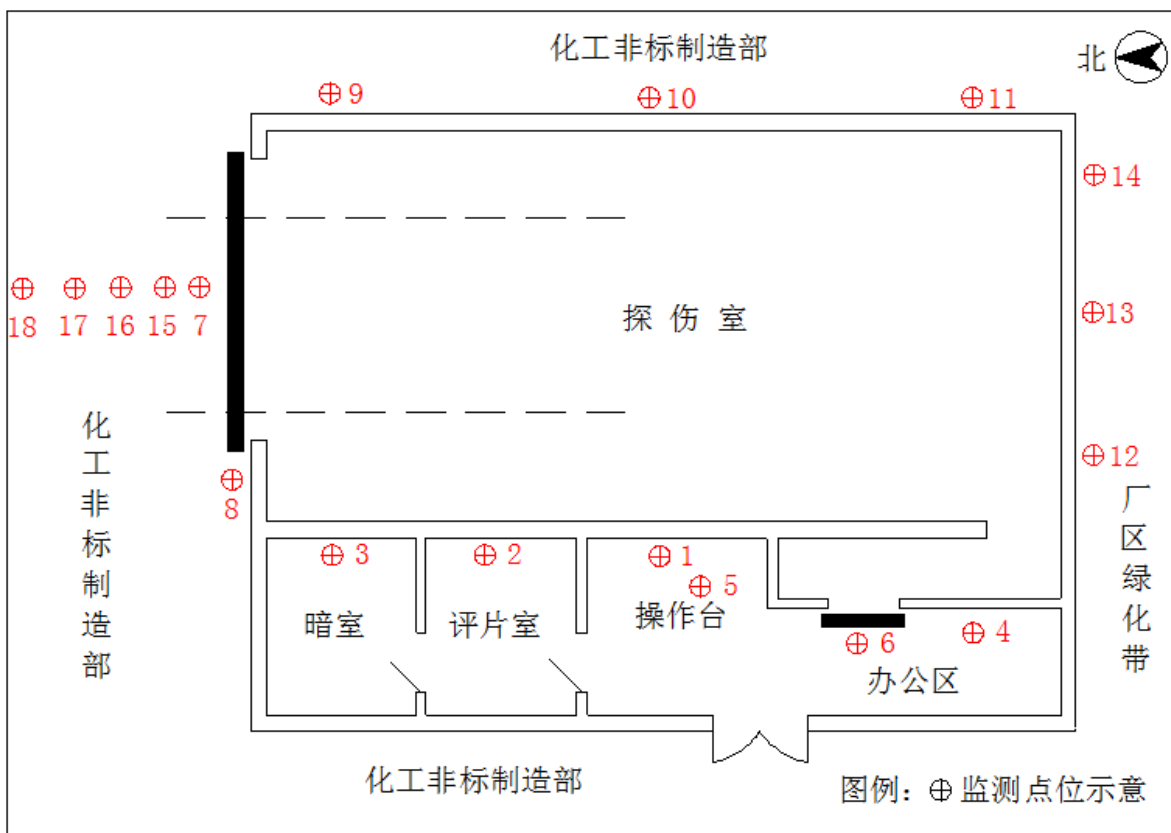


图11-4 类比项目监测点位图

由表 11-8 类比监测结果可知：X 射线机在最大管电压 300kV、最大管电流 5mA 正常工作时，探伤室屏蔽体外表面 30cm 处、操作台及探伤室相邻工作区域各监测点位 X、 $\gamma$  空气吸收剂量率测量值范围为 (0.05~1.03)  $\mu\text{Gy/h}$ ；X、 $\gamma$  射线在空气中辐射权重因子为 1，吸收剂量率 (Gy/h) 换算为周围剂量当量率 (Sv/h) 后数值一致；即探伤室四周墙体、防护门各关注点剂量率范围为 (0.05~1.03)  $\mu\text{Sv/h}$ ，均小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，可以满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中剂量限值要求。

综上所述,通过与该项目使用探伤机及探伤室基本一致项目现场监测数据进行类比分析,本项目探伤室设计采取的辐射屏蔽措施有效,射线装置在正常运行条件下,探伤室外辐射剂量率可以满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)相关要求。

## 二、职业人员及公众年有效剂量估算

根据理论估算结果及前述公式(8)估算探伤室职业工作人员及公众的年有效剂量,由于 2 台 X 射线机不同时使用,为估算最大有效剂量,按 XXG3005C 型 X 射线机年运行时间 780h 来计算,职业人员及公众年有效剂量估算结果如下:

表 11-8 探伤室职业人员及公众年有效剂量估算结果

对象		辐射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	使用 因子 (U)	居留 因子 (T)	年工作 时间 (h)	年附加有效剂 量率 mSv/a)	标准 限值
工作 人员	探伤室东侧暗 室、干区等	$1.30 \times 10^{-3}$	1	1	780	$1.01 \times 10^{-3}$	5 mSv/a
	东侧操作室	$4.05 \times 10^{-1}$	1	1	780	$3.16 \times 10^{-1}$	
公 众	南墙外经过人 员	$1.30 \times 10^{-3}$	1	1/16	780	$6.32 \times 10^{-5}$	0.25 mSv/a
	西墙外车间工 作人员	$1.30 \times 10^{-3}$	1	1	780	$1.01 \times 10^{-3}$	
	北墙外车间工 作人员	$1.30 \times 10^{-3}$	1	1	780	$1.01 \times 10^{-3}$	
	屋顶	$1.11 \times 10^{-4}$	1	1/16	780	$5.43 \times 10^{-6}$	

由表 11-8 的估算结果可知:探伤室周边职业工作人员年累积受照射剂量最大为 0.316mSv/a,低于放射性工作人员剂量控制目标值 5mSv/a;探伤室周围活动公众年累积受照射剂量最大为  $1.01 \times 10^{-3}$ mSv/a,低于公众剂量控制目标值 0.25mSv/a,可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中剂量限值要求。

## 三、非放射性污染物环境影响分析

### 1、O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>

本项目各探伤室均安装通排风设施,探伤室排风量为 6200m<sup>3</sup>/h,换气次数约 6 次/h,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”的要求。

### 2、废显(定)影液

本项目 X 射线探伤机拍片后洗片产生的废显(定)影液为危险废物,属于《国家危险废物名录》(2016 版)中“HW16 感光材料废物”。根据建设单位提供的资料,本项目运行后废显(定)影液产生量约为 200L/a,废显(定)影液使用专用容器收集,暂存

于暗室内，最终送交陕西新天地固体废物综合处置有限公司处置。

#### 四、异常事件分析与防范建议

##### 1、事故分析

本项目中，射线装置运行期间，如安全联锁装置出现故障，机房门/屏蔽门未完全关闭就出束，将会对工作人员造成误照射。因而，工作人员在进行操作前，需检查安全联锁装置是否正常。

设备因短路或其他原因造成火灾事故也可能使设备处于失控状态，因而对环境造成不利影响，发生此类事故应立即启动事故应急预案，并及时上报监管部门。

本次环评假设射线装置出现以上事故从而产生误照射，根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）有关规定，工作人员连续5年接受的年平均有效剂量不应超过20mSv，任何一年接受有效剂量不应超过50mSv。

有用线束在距X射线焦点R米处的剂量率与距离衰减公式为：

$$X=IX_0(R_0/R)^2$$

式中：X<sub>0</sub>为距X射线管固定距离R<sub>0</sub>米处的剂量率；

I为管电流，mA；

R为距X射线管焦点的距离；

X为距X射线管固定距离R米处的剂量率。

则探伤室在距离靶源1m处受到20mSv和50mSv有效剂量的时间估算如下。

表 11-7 在 300kV X 射线机出束口 1m 处受到 20mSv、50mSv 剂量当量的时间

设备	距靶 1m 处受到 20mSv 所需时间 (s)	距靶 1m 处受到 50mSv 所需时间 (s)
X 射线探伤室 300kV/5mA 探伤机	11.5	28.8

根据以上估算结果，在X射线机以最大管电压、管电流工作的条件下，误入机房在出束口1m处受到20mSv剂量的时间为11.5s，受到50mSv剂量的时间为28.8s。因此应加强联锁装置的维护检查和放射工作人员的管理，防止辐射事故的发生。

##### 2、事故防范措施建议

(1) 操作人员须严格按照操作规程操作设备，如出现设备不能正常运行停止照射时，应立即切断总电源，强制停止照射；

(2) 为防止人员误留辐射工作场所受到误照射，工作人员操作时须携带个人剂量报



警仪，并在每次照射前对探伤室进行巡查，确认无人员滞留，并关闭防护门后方开启探伤机进行无损检测；

(3) 定期检查辐射安全管理制度落实情况，发现问题及时纠正；如发生辐射事故，应立即启动本单位的辐射事故应急预案，采取必要的应急措施。

**表 12 辐射安全管理**

**辐射安全与环境保护管理机构的设置**

宝钛集团有限公司已成立了环境保护委员会，委员会主任为公司总经理；辐射管理工作是环境保护工作的内容之一，并成立了辐射管理工作监督管理小组，组长为主管生产的副总经理，成员有各辐射工作单位的行政一把手和公司环保管理人员组成。辐射安全防护管理机构办公室设在生产安全环保部。

生产安全环保部的主要职责为：

- (1) 贯彻执行公司辐射安全防护管理机构的决定、指示和会议精神；
- (2) 组织开展辐射安全宣传教育及培训工作；
- (3) 审查新建、改建、扩建项目的辐射评价，参加项目过程检查和竣工验收；
- (4) 组织开展检查及有利于保证安全的其他活动；
- (5) 统计、分析、上报辐射相关数据信息；
- (6) 督查辐射安全工作，及时提出整改措施建议；
- (7) 办理环境保护委员会交办的其他事项。

**辐射安全管理规章制度**

**1、辐射安全管理制度**

公司目前已制定了一系列辐射环境管理规章制度，如下：

- (1) 操作规范：《宝钛集团有限公司 X 射线探伤安全技术操作规程》；
- (2) 管理制度：《宝钛集团有限公司辐射防护管理办法》、《宝钛集团有限公司辐射工作人员剂量管理制度》、《宝钛集团有限公司辐射工作安全保卫制度》、《宝钛集团有限公司辐射工作人员职业健康管理制度》、《宝钛集团有限公司辐射岗位安全责任制》、《宝钛集团有限公司辐射设备的使用及安全防护设施维护与维修制度》、《宝钛集团有限公司辐射防护管理控制程序》、《宝钛集团有限公司辐射工作人员剂量管理制度》、《宝钛集团有限公司辐射作业设备操作规程》；
- (3) 监测制度：《宝钛集团有限公司辐射环境监测方案》；
- (4) 应急预案：《宝钛集团有限公司辐射事故应急预案》；
- (5) 培训制度：《宝钛集团有限公司辐射人员培训管理制度》，针对本项目，公司需进一步完善设备操作规程，根据探伤室的具体情况分别完善相应管理制度、岗位职责，将新建探伤室纳入日常管理制度中，确保公司辐射防护工作按规章制度进

行。

根据《陕西省核技术利用单位辐射安全标准化建设项目表》，公司还需补充建立以下制度：(1) 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；(2) 辐射环境监测设备使用与检定管理制度，对公司已有监测仪器定期进行检定，并建立检定档案。

该项目建成后需通过竣工环境保护验收，并对辐射安全许可证许可内容进行增项后方可投入使用，运行过程中应严格按照规章制度执行，按照监测计划对辐射环境进行监测，编制年度辐射安全与环境管理评估报告。

## 2、人员管理培训制度

公司已制定《宝钛集团有限公司辐射人员培训管理制度》。目前，宝钛集团有限公司在岗辐射工作人员共计 18 人，均已参加陕西省核安全辐射工作单位人员技术培训，并取得合格证书。本项目操作人员共 3 人，均从原工作人员中调配，其辐射安全与防护培训合格证书情况见下表。

表 15 本项目工作人员辐射安全与防护培训合格证书情况

序号	姓名	合格证书编号	发证日期
1	曹贵秋	陕 11705012Q	2017.12.11
2	韩亮	陕 11705013Q	2017.12.11
3	刘楠	陕 11705011Q	2017.12.11

本项目建成后运行后，若新增工作人员，宝钛集团有限公司应组织新增人员参加陕西省环保厅认可的培训机构组织的辐射防护知识培训及相关法律法规的培训和考核，取得合格证书后方能上岗。合格证书到期前及时组织参加培训。

## 辐射监测

### 1、监测仪器配置

宝钛集团有限公司应配备如下监测仪器：

- (1) X- $\gamma$  剂量率监测仪，用于 X 射线机房及其周围环境辐射剂量率的监测；
- (2) 探伤作业人员按要求佩戴个人剂量计，并配备个人剂量报警仪，用于监测个人剂量和探伤作业过程中人员活动位置射线泄露造成的剂量率超标报警。

### 2、监测计划

- (1) 在探伤过程中，定期对探伤室四周墙体、防护门外 30cm 处，及其探伤室周围工位、人员经常活动位置辐射剂量率进行监测；
- (2) 委托有资质单位对放射工作人员进行个人剂量监测，每 3 个月将个人剂量计收集送交其检测，并出具检测报告。

## 辐射事故应急

公司已于 2019 年 1 月编制并下发了《宝钛集团有限公司辐射事故应急预案》，成立了辐射事故应急领导小组，组长为主管生产的副总经理。

应急预案中明确规定了应急组织体系及职责、应急人员培训和应急物资准备、可能发生的辐射事故及危害程度分析、辐射事故应急响应措施、辐射事故报告和处理程序等具体制度。

针对本项目，环评要求：(1) 宝钛集团有限公司需按照辐射防护及本项目需求，不断完善应急预案，并定期进行演练；(2) 辐射安全防护管理机构和辐射事故应急领导小组应定期开会，总结公司辐射防护管理方面的经验，针对发现的问题或隐患采取相应措施，防止辐射事故的发生。

表 13 结论与建议

## 结论

为满足公司业务发展的需要，宝钛集团有限公司拟在“金属复合材生产线扩能建设项目（一）”探伤室内开展无损检测，新增 2 台 X 射线探伤机。本项目目的在于无损检测，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性”的要求。

### 1、环境质量和辐射现状

根据《陕西省 2018 年第 4 季度辐射环境质量季报》，宝鸡市  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率监测值在 96.5~99.3nGy/h，与《陕西省环境伽马辐射剂量水平现状研究》1988 年报告（全省室内为 0.087~0.203 $\mu$ Gy/h，平均值为 0.130 $\mu$ Gy/h，室外为 0.066~0.188 $\mu$ Gy/h，平均值为 0.099 $\mu$ Gy/h）相当，处于正常本底水平。

### 2、辐射环境影响

(1) 根据理论预测及类比分析结果，本项目 X 射线探伤机在全年正常运行的情况下，拟建探伤室墙体、防护门、屋顶设计厚度均满足防护要求，能够有效屏蔽 X 射线，屏蔽体表面 30cm 处的辐射剂量率可以满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“剂量率参考控制水平”相关要求。

(2) 按最不利条件考虑，探伤室周围职业工作人员年受照射剂量最大为 0.316mSv/a，低于放射性工作人员剂量控制目标值 5mSv/a；探伤室周围公众年受照射剂量最大为  $1.01 \times 10^{-3}$ mSv/a，低于公众剂量控制目标值 0.25mSv/a，可以满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中人员年剂量限值要求。

### 3、辐射安全管理

宝钛集团有限公司成立了环境保护委员会，并成立了辐射管理工作监督管理小组，制定了一系列辐射安全管理制度、人员培训制度、辐射监测制度及辐射事故应急预案，用于指导、规范生产作业过程中的辐射安全。公司严格按照规章制度执行，可有效避免人为事故的发生，保证辐射安全。

### 4、项目环境可行性结论

宝钛集团有限公司拟新建 1 间探伤室，使用 2 台 X 射线机进行无损监测，公司对该项目采取了有效的辐射防护措施，使辐射影响达到了尽可能低的水平，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。宝钛集团有限公司在严格落实环评报告中提出污染防治措施和补充完善相关规章制度后，从辐射环境保护角度，本项目可行。

### **建议与承诺**

(1) 加强射线装置工作场所的管理，加强人员培训，严格遵守辐射防护和环境保护的各项规定；

(2) 加强机房安全联锁系统的检查维护，确保各种安全防护设施的正常使用；

(3) 加强对放射性工作场所工作人员的个人剂量监测；

(4) 定期送 X- $\gamma$  剂量率仪等监测仪器至有资质单位进行检定、校核；

(5) 不定期的对放射性工作场所进行环境辐射水平监测；

(6) 积极采取有效措施预防事故的发生，如发生事故及时向有关部门报告；

(7) 项目建设和运行过程中，加强内部监督管理，不违规操作，不弄虚作假；

(8) 根据陕环办发〔2018〕29号文件要求进行辐射安全管理标准化建设；

(9) 项目竣工后办理验收手续，验收合格后方可正式投入使用，如新增其他射线装置或使用其他放射源及时向环保部门申报审批；

(10) 接受环保等其他部门的管理、监督及指导。

(11) 探伤室建设过程中，注意防护门与墙体间的搭接，尽可能的降低门缝处泄露射线辐射水平。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章

年 月 日

审批意见：

经办人

公章  
年 月 日