

核技术利用建设项目

新增一台工业 X 射线探伤机核技术

利用项目

环境影响报告表

西安西航集团莱特航空制造技术有限公司

2019 年 6 月

环境保护部监制

仅供新增一台工业 X 射线探伤机核技术利用项目环评公示

核技术利用建设项目

新增一台工业 X 射线探伤机核技术
利用项目
环境影响报告表

建设单位名称：西安西航集团莱特航空制造技术有限公司

建设单位法人代表（签名或签章）：

通讯地址：西安市明光路凤城十二路出口加工区

邮政编码：710018

联系人：彭吉元

电子邮箱：304532508@qq.com

联系电话：17792514554

表 1 项目概况

建设项目名称		新增一台工业 X 射线探伤机核技术利用项目			
建设单位		西安西航集团莱特航空制造技术有限公司			
法人代表	舒伟	联系人	彭吉元	电话	17792514554
注册地址		西安市明光路凤城十二路出口加工区（莱特厂房）			
项目建设地点		西安市明光路凤城十二路出口加工区莱特二期厂房			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资（万元）		130	环保投资（万元）	10	投资比例 7.69%
项目性质		新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input checked="" type="checkbox"/> 技改 <input type="checkbox"/>		占地面积 (m ²)	37.4
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	生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		销售			
		使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	生产	<input checked="" type="checkbox"/> 乙类 <input type="checkbox"/> III 类		
		销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
其他	/				
<p>一、项目概述</p> <p>1、建设单位简介</p> <p>西安莱特航空制造技术有限公司（以下简称“西航莱特公司”）是西安航空动力股份有限公司投资成立的全资子公司，位于陕西省西安市经济技术开发区出口加工区，注册资本人民币 42450 万元，主要从事航空发动机、燃气轮机零部件的制造、销售、研发、检测、修理；货物及技术的进出口业务；机械加工；保税物流；机械加工技术服务。西航莱特公司创建于 2007 年 5 月，目前产品销售量约占中国航空工业发动机行业出口额的 8%，营销网络涉及美国、英国、法国、加拿大等国家，主要合作伙伴有 GE、RR、PWA、PWC 等大型国际公司。</p> <p>2、项目由来</p> <p>根据《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年修订）和《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号），西安西航集团莱特航空制造技术有限公司新增一台工业 X 射线探伤机核技术利用项目应进行环境影响评价。根据《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）及其修改单“五十、核与辐射—191、</p>					

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）”中要求“制备 PET 用放射性药物的；医疗使用 I 类放射源的；使用 II 类、III 类放射源的；生产、使用 II 类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所（医疗机构使用植入治疗用放射性粒子源的除外）；在野外进行放射性同位素示踪试验的”应编制环境影响报告表，本项目拟在新建铅房内使用的 YXLON MG160 型周向工业 X 射线探伤机属于 II 类射线装置，应编制环境影响评价报告表。

西安西航集团莱特航空制造技术有限公司于 2019 年 5 月委托我公司对其拟建的新增一台工业 X 射线探伤机核技术利用项目进行环境影响评价。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评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）的基本要求，编制了《新增一台工业 X 射线探伤机核技术利用项目环境影响报告表》。

二、项目概况

1、建设规模

西安西航集团莱特航空制造技术有限公司新增一台工业 X 射线探伤机核技术应用项目拟购 1 台周向 X 射线机，并配套建设 1 座 X 射线机房（2#X 射线机房）。拟购 X 射线机为周向 X 射线机，型号为 YXLON MG160，最大管电压 160kV，最大管电流 5mA。2#X 射线机房长 6.8m、宽 5.5m、高 4m，面积约 37.4m²。评片室和暗室依托现有，位于 1#X 射线机房西南侧，暗室位于评片室西侧。

本项目拟建设的 2#X 射线机房及工业 X 射线机技术参数见表 1-1、表 1-2。

表 1-1 2#X 射线机房主要建设内容

设备	2#X 射线机房防护情况			2#X 射线机房
	位置	具体防护措施	铅当量	
YXLON MGi160 型 X 射线机 1 台	北墙	8mmPb+200mm 混凝土	10.7mmPb	X 射线机房 2 净尺寸：6.8m（长）×5.5m（宽）×4m（高）
	东墙	8mmPb	8mmPb	
	南墙	8mmPb	8mmPb	
	西墙	8mmPb	8mmPb	
	防护门	8mmPb	8mmPb	
	屋顶	8mmPb	8mmPb	
	地面	280mm 混凝土	3.8mmPb	

表 1-2 X 射线机技术参数表

设备名称	设备型号	类型	数量（台）	最大管电压	最大管电流	最大照射时间	位置
周向 X 射线机	YXLON MGi160	周向	1	160kV	5mA	10min	2#X 射线机房
备注		II 类射线装置					

2、工作人员及工作制度

根据建设单位提供的资料，2#X 射线机房依托 1#X 射线机房现有的 2 名工作人员（王俊东、唐佳宁），并新增 2 名工作人员（车珂、刘龙辉），主要负责 2#X 射线机房的辐射安全及检测工作；2#X 射线机房共配备 4 名员工，分 2 组轮班。其中现有 2 名工作人员均已参加辐射安全防护培训，并持证上岗，上岗前进行职业健康检查；拟新增的 2 名工作人员现正在参加辐射安全防护培训。

根据建设单位提供的资料，2#X 射线机房预计每周工作 10h，每年最多工作 500h。

3、环保投资

本项目总投资 130 万元，其中环境保护投资 10 万元，占总投资的 7.69%。

表 1-3 环境保护投入及资金来源表 单位：万元

实施时段	类别	污染源或污染物	污染防治措施或设施	建设费用	其他费用	资金来源	责任主体
项目准备阶段	环境咨询	—	—	—	3.0	建设单位自有资金	设计单位
项目验收阶段	—	—	—	—	3.0	建设单位自有资金	建设单位
项目运营期	电离辐射	周向 X 射线机	个人剂量计、电离辐射警示牌、警示灯	2.0	0	建设单位环保专项资金	建设单位
环境管理	辐射工作人员健康体检、个人剂量检测			—	1.0		
环境监测	定期对 X 射线机房及其周围辐射水平进行监测			—	1.0		
总投资（万元）				2.0	8.0	—	—
				10.0		—	—

4、评价目的

- (1) 对该公司拟购 X 射线机工作时产生的辐射环境影响进行预测，分析拟建 2#X 射线机房墙体、屋顶、防护门防护效果是否满足国家标准相关要求；
- (2) 对该项目运行过程中对周围环境可能产生的不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”；
- (3) 满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定的要求，为该项目的辐射环境管理提供科学依据。

五、地理位置及周边环境关系

西安西航集团莱特航空制造技术有限公司位于西安市明光路凤城十二路出口加工区，地理位置为北纬 34.355206°，东经 108.917272°。本项目位于西安西航集团莱特航空制造技术有限公司莱特二期厂房内东侧特种工艺厂房，凤竹七路以东，凤竹六路以西，巡逻通道以北，交通便利。项目东侧为天宇匹克电子（西安）有限公司、康龙化成工厂和西安经开数据中心；西侧为天隆科技。地理位置图见图 1-1。周边环境关

系图见图 1-2。

四、现有核技术利用情况

根据现场调查，西安西航集团莱特航空制造技术有限公司现有 1 台 MG325 型定向探伤机。

1、环保手续履行情况

(1) 2018 年 8 月，由西安海蓝环保科技有限公司编制完成《工业 X 射线探伤机应用项目环境影响报告表》；

(2) 2017 年 9 月 15 日，取得《关于西安西航集团莱特航空制造技术有限公司工业 X 射线探伤机应用项目环境影响报告表的批复》，陕西省环境保护厅，陕环批复〔2017〕456 号；

(3) 2017 年 12 月 26 日西安西航集团莱特航空制造技术有限公司组织了《西安西航集团莱特航空制造技术有限公司工业 X 射线探伤机应用项目竣工环境保护验收会》，并于 2018 年 1 月 29 日在全国建设项目竣工环境保护验收信息平台进行了公示，莱特办字〔2018〕06 号；

(4) 2018 年 4 月 21 日取得辐射安全许可证（陕环辐证〔00497〕），辐射安全许可证许可种类和范围为使用 II 类射线装置，具体情况见表 1-4。

表 1-4 西安西航集团莱特航空制造技术有限公司已许可射线装置明细表

序号	装置名称	型号	主要参数	数量	曝光类型	所在场所	用途
1	X 射线探伤机	MG325 型	22.5mA、320kV	1 台	定向	特种工艺厂房探伤室	无损探伤检测

2、辐射工作人员

西安西航集团莱特航空制造技术有限公司共有辐射工作人员 4 人，其中王俊东、唐佳宁均已参加辐射安全防护培训，并取得合格证书；车珂、刘龙辉为新进人员，目前正在参加辐射安全防护培训。

西安西航集团莱特航空制造技术有限公司严格执行陕西省环境保护厅的各项要求，并认真履行各项规章制度。每年接受陕西省辐射环境监督管理站、陕西省生态环境厅的监督检查和辐射环境监测，历次接受检查中均未发现问题。



图 1-2 周边环境关系图

仅供新增一台工业X射线探伤机技术利用项目环评公示

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	贮存方式及地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

仅供新增一台工业X射线探伤机核技术应用项目环评公示

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	贮存方式及地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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

仅供新增一台工业X射线探伤机核技术应用项目环评公示

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、分析仪等用途

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	周向 X 射线机	II	1	YXLON MG160	160	5	无损检测	特种工艺厂房探伤室	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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
废旧胶片	固态	/	/	/	30kg	/	/	交陕西宏恩环保科技有限公司处置
废显(定)影液	液态	/	/	/	3000L	/	/	
O ₃ NO _x	气态	/	/	/	/	/	/	/
该项目运行过程中不产生放射性“三废”	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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，气态单位为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2、含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（修订），2015 年 1 月 1 日；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修订），2016 年 9 月 1 日；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年），2003 年 10 月 1 日；</p> <p>(4) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》及其修改单，部令第 1 号，2018 年 4 月 28 日；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》及其修改单，国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令，2005 年 12 月 1 日；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部第 18 号，2011 年 5 月 1 日；</p> <p>(8) 《射线装置分类》，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日；</p> <p>(9) 《陕西省放射性污染防治条例》，陕西省人大（含常委会），2014 年 10 月 1 日；</p> <p>(10) 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，2018 年 6 月 6 日。</p>
<p>技术标准</p>	<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》（GB 18597-2001）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>

仅供新增一台工业射线探伤机核技术利用项目环评公示

其他

- (1) 委托书（附件 1）；
- (2) 现有工程环评批复（附件 2）；
- (3) 现有工程验收说明（附件 3）；
- (4) 辐射安全许可证（附件 4）；
- (5) 危险废物处置协议（附件 5）；
- (6) 辐射安全培训证书（附件 6）；
- (7) 个人剂量监测报告（附件 7）；
- (8) 职业健康体检报告（附件 8）。

仅供新增一台工业射线探伤机核技术利用项目环评公示

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

本项目的污染为能量流污染，根据其能量流的传播与距离相关的特性，结合《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）的相关规定，确定评价范围为 X 射线机房周围 50m 区域。

保护目标

本项目环境保护目标主要为该公司从事 X 射线机操作的工作人员、X 射线机房周围工位工作人员及其其他公众人员。环境保护目标见表 7-1，保护目标图见图 7-1。

表 7-1 主要环境保护目标一览表

序号	工作场所	保护目标名称	规模	相对位置关系		年有效剂量控制水平
				方位	距离(m)	
1	探伤机操作台	探伤机操作人员	4	W	0.6	≤5mSv
2	流量试验间	流量试验间工作人员	2	N	0.5	≤0.25mSv
3	电加工间	电加工间工作人员	1	N	9.3	
4	喷涂间	喷涂间工作人员	1	N	18.3	
5	吹砂间	吹砂间工作人员	1	N	40.7	
6	喷丸间	喷丸间工作人员	1	W	12.0	
7	真空炉区	真空炉区工作人员	1	NW	26.0	
8	信息机房	信息机房工作人员	1	S	21.0	
9	技安消控室	技安消控室工作人员	1	S	25.0	
10	培训室	培训室人员	/	SW	24.3	
11	生产综合办公室	办公室工作人员	/	SW	39.0	
12	天宇匹克电子公司	员工	/	SE	35.7	

注：表中“距离”均以屏蔽体作为起点进行计算，人员最近停留位置从屏蔽体外表面 30cm 处算起。

仅供新增一台工业射线探伤机核技术利用项目环评公示

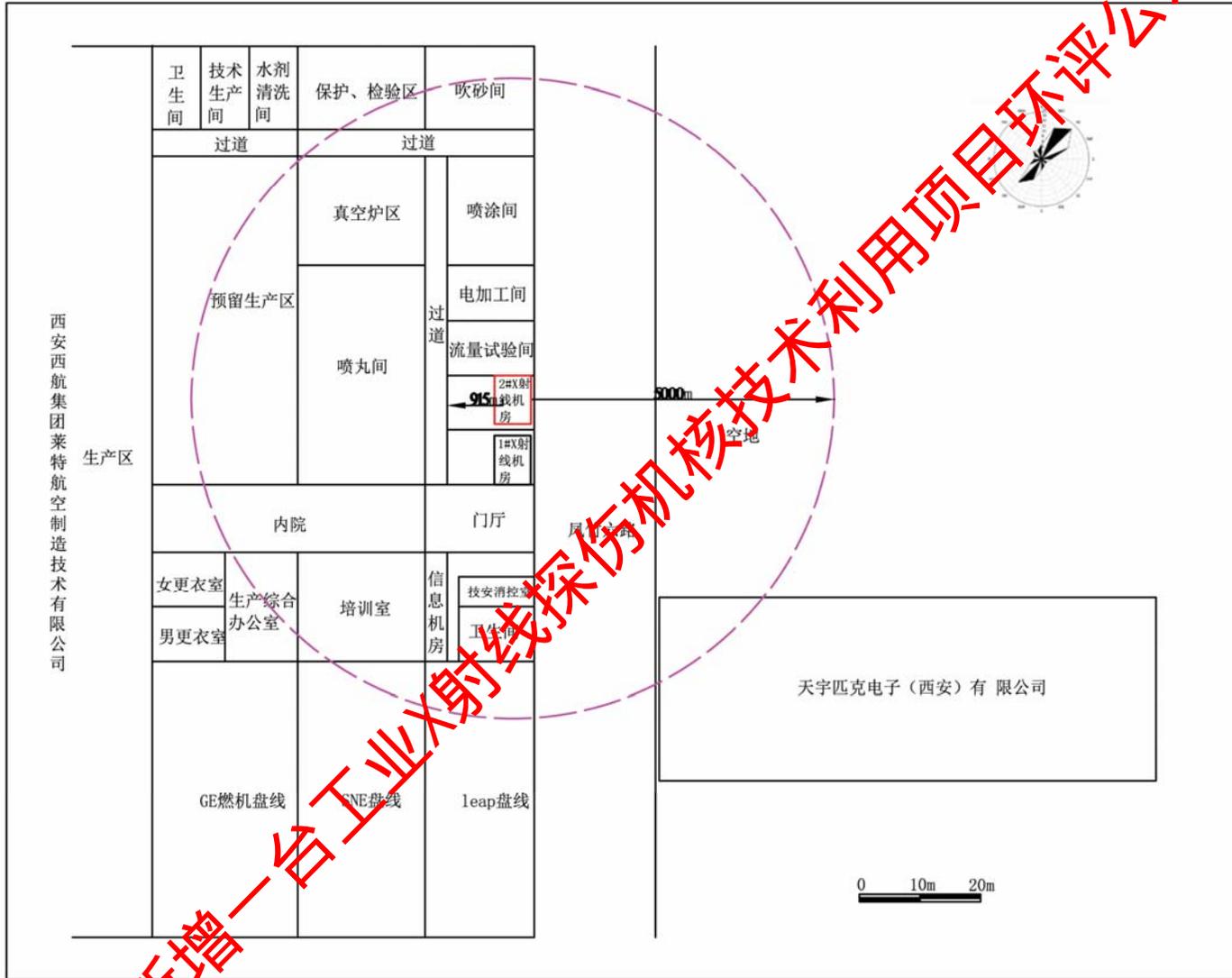


图 7-1 环境保护目标图

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）相关内容

(1) 11.4.3.2 剂量约束值通常应在公众照射剂量限值 10%~30%（即 0.1mSv/a~0.3 mSv/a）的范围之内。

(2) 标准附录 B 剂量限值和表面污染控制水平

① B1.1.1.1 条规定：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（但不可作任何追溯性平均），20mSv（本项目取其四分之一即 5mSv 作为职业工作人员的年剂量约束限值）。

② B1.2.1 规定：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算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 作为公众人员的年剂量约束限值）。

2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）相关内容

(1) 本标准适用于使用 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置进行探伤的工作。

(2) 4.1.3 X 射线探伤室墙和入口门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 μ Sv/周，对公众不大于 5 μ Sv/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 μ Sv/h。

(3) 4.1.4 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；

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 μ Sv/h。

3、《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）及其修改单相关内容

(1) 本标准适用于所有危险废物（尾矿除外）贮存的污染控制及监督管理，适用于危险废物的产生者、经营者和管理者；

(2) 4.1 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；

(3) 4.3 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；

- (4) 4.4 除 4.3 规定外，必须将危险废物装入容器内；
- (5) 4.5 禁止将不相容（相互反应）的危险废物在同一容器内混装；
- (6) 4.7 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；
- (7) 4.9 盛装危险废物的容器上必须粘贴符合本标准附录 A 所示的标签（见图 2）；
- (8) 5.1 应当使用符合标准的容器盛装危险废物；
- (9) 5.2 装载危险废物的容器及材质要满足相应的强度要求；
- (10) 5.3 装载危险废物的容器必须完好无损；
- (11) 5.4 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）；
- (12) 6.3.1 基础必须防渗，防渗层为至少 1m 厚粘土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ 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 $\leq 10^{-10}$ cm/s。

危险废物标签见图 7-2。

危 险 废 物	
主要成分 化学名称	危险类别 Harmful 有害
危险情况：	
安全措施：	
废物产生单位：_____	
地址：_____	
电话：_____ 联系人：_____	
批次：_____	数量：_____ 出厂日期：_____

危险废物标签

M

字体为黑体字。

底色为醒目的桔黄色。

图 7-2 危险废物标签

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

1、项目地理位置和场所位置

西安西航集团莱特航空制造技术有限公司位于西安市明光路凤城十二路出口加工区，该公司地理位置图见图 1-1。本项目位于西安经济技术开发区出口加工区莱特二期厂房内东侧特种工艺厂房，凤竹七路以东，凤竹六路以西，巡逻通道以北，项目场所位置图见图 1-2。

2、环境质量现状

根据西安西航集团莱特航空制造技术有限公司 2017 年 11 月 23 日对 1#探伤室监测数据可知，西安西航集团莱特航空制造技术有限公司特种工艺厂房探伤室 X 射线探伤机关机时，探伤室屏蔽体外表面 30cm 处、操作位及线沟各监测点位 X、 γ 空气吸收剂量率测量值范围为 (0.06~0.16) $\mu\text{Gy/h}$ ，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 $\mu\text{Gy/h}$ ，平均值为 0.130 $\mu\text{Gy/h}$ ，室外为 0.066~0.188 $\mu\text{Gy/h}$ ，平均值为 0.099 $\mu\text{Gy/h}$ ）相当，因此其 γ 辐射空气吸收剂量率处于正常本底范围内。

仅供新增一台工业 X 射线探伤机核技术应用项目环评公示

表 9 项目工程分析及源项

工程设备和工艺分析

1、X 射线机工作原理

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、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，与靶物质作用产生轫致辐射，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。

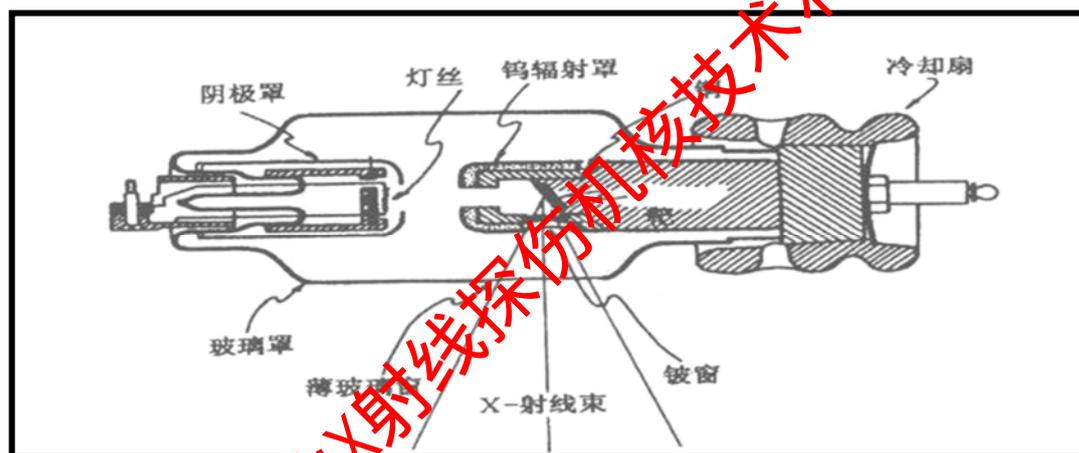


图 9-1 典型的 X 射线管结构图

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，就是能使感光材料感光，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），本项目使用的 X 射线机属于周向探伤机。

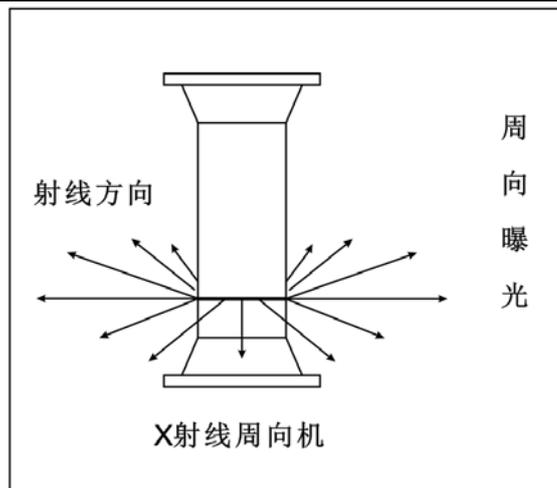


图 9-2 周向 X 射线机

2、操作流程及产污环节

(1) 探伤作业工作流程

① 将 X 射线发生器射线出束口置于所需探伤的工作或容器焊缝附近，在工件或焊缝的另一侧贴上胶片；

② 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；

③ 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；

④ 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。

(2) 探伤作业产污环节

① 探伤过程中产生的 X 射线和 X 射线电离空气产生的 O_3 、 NO_x 等有害气体；

② 曝光结束冲洗胶片产生的废显（定）影液、废旧胶片。

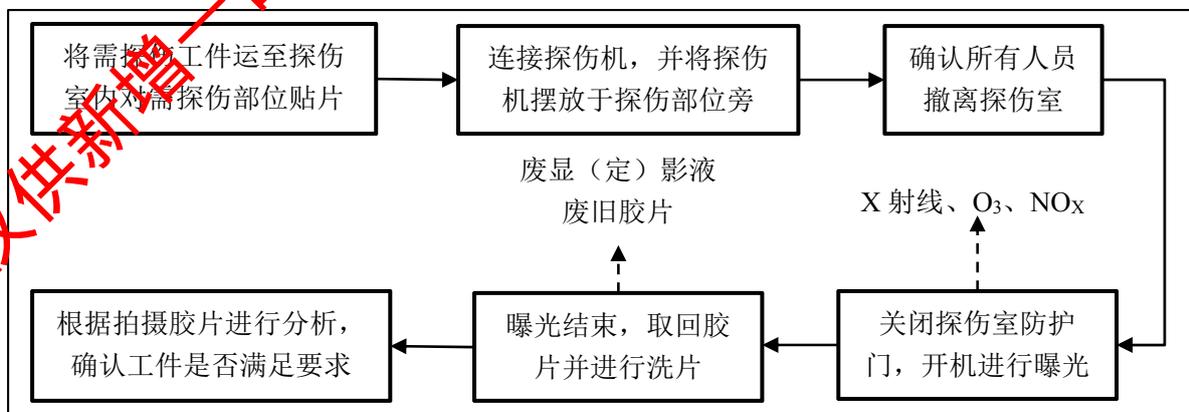


图 9-3 探伤机工作流程及产污环节图

污染源项描述

本次评价的工业 X 射线机是利用 X 射线可以穿透物质的这一特点对工件进行无损检测，主要污染因子是 X 射线对周围环境产生的外照射；另外，X 射线能使空气电离，X 射线机运行时产生的 X 射线会使空气电离产生少量 O₃、NO_x；冲洗胶片产生的废显（定）影液和废旧胶片。

1、X 射线

由 X 射线机的工作原理可知，X 射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的便携式 X 射线机和 X 射线检测仪只有在开机并处于出射线状态时（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。

本项目使用 YXLON MG160 型 X 射线探伤机，最大管电压为 160kV，最大管电流为 5mA，采用 0.5mmTi+2.0mmH₂O+2.0mmAl 过滤板。

2、O₃ 和 NO_x

本次评价项目使用的工业 X 射线机工作时的最大电压为 160kV，当电压为 0.6kV 以上时，X 射线能使空气电离，因此本次评价的 X 射线探伤机运行时产生的 X 射线会使空气电离产生少量 O₃、NO_x。

3、废显（定）影液及废旧胶片

本项目探伤拍片后洗片产生的废显（定）影液和废旧胶片为危险废物，属于《国家危险废物名录》中 HW16（废物代码 900-019-16）感光材料废物。废显（定）影液和废旧胶片使用专用容器收集，暂存于特种工艺厂房探伤室内划定的危险废物区域内，最终送交陕西宏恩环境科技有限公司处置。

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。本项目位于特种工艺厂房 1#X 射线机房北侧，根据机房的具体布局，将 2#X 射线机房的所有区域划分为控制区，特种工艺厂房探伤室除 X 射线机房外的区划划分为监督区，分区图见图 10-1。

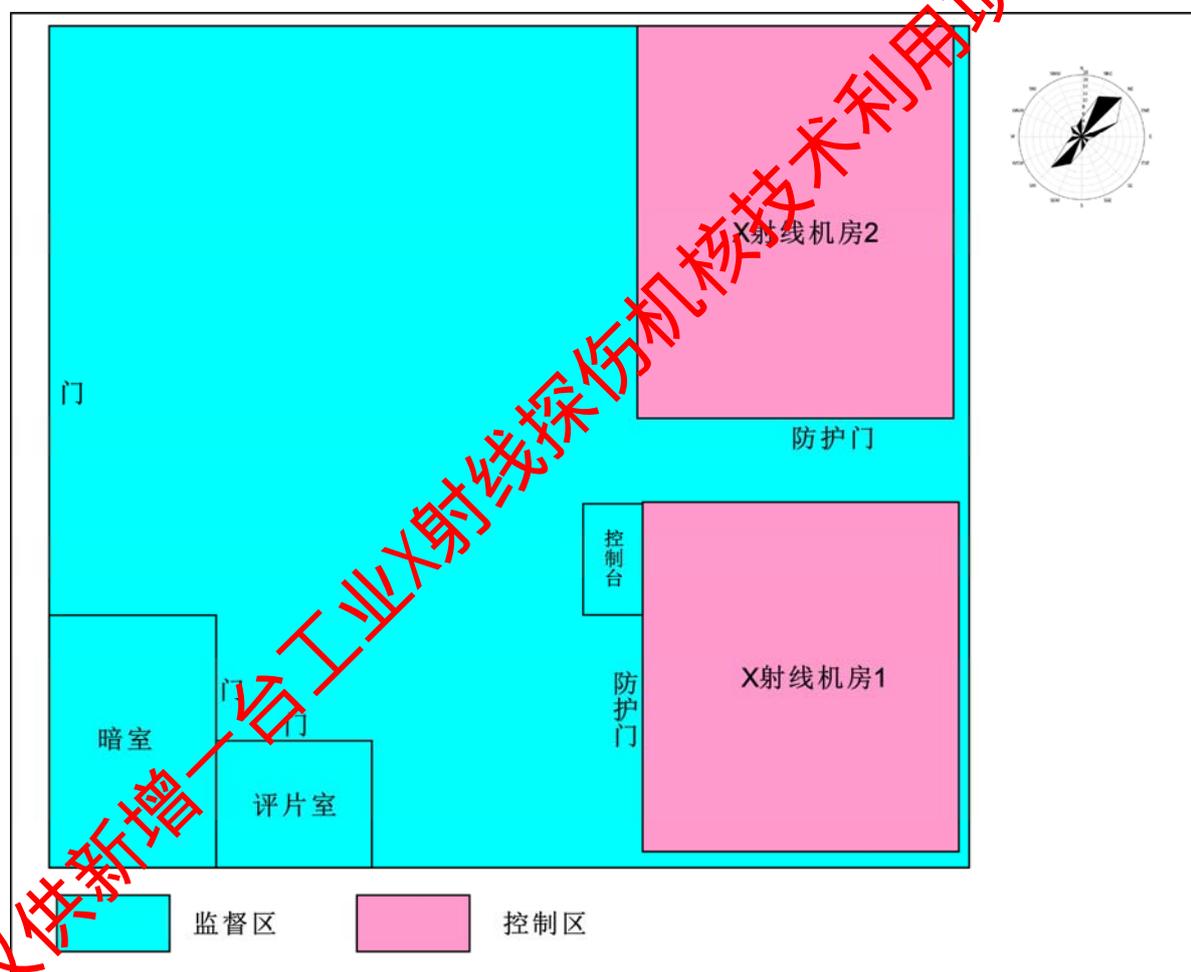


图 10-1 辐射工作场所分区图

2、辐射防护屏蔽设施

本项目拟购置的 1 台工业 X 射线探伤机在 2#X 射线机房内探伤。2#X 射线机房长 6.8m、宽 5.5m、高 4m，北侧墙体为 8mmPb+200mm 混凝土，东、南、西侧墙体为

8mmPb，屋顶为 8mmPb，防护门铅当量为 8mmPb。防护门和墙体之间左右各重叠 150mm，防护门上边与墙面重叠 150mm，门下边与墙体重叠 50mm，防护门与墙体间的缝隙小于 10mm。2#X 射线机房平面图见图 10-1，剖面图见图 10-2。

表 10-1 2#X 射线机房主要设计参数

序号	位置	设计防护厚度及材料
1	北墙	8mmPb+200mm 混凝土
2	东墙	8mmPb
3	南墙	8mmPb
4	西墙	8mmPb
5	屋顶	8mmPb
6	防护门	8mmPb

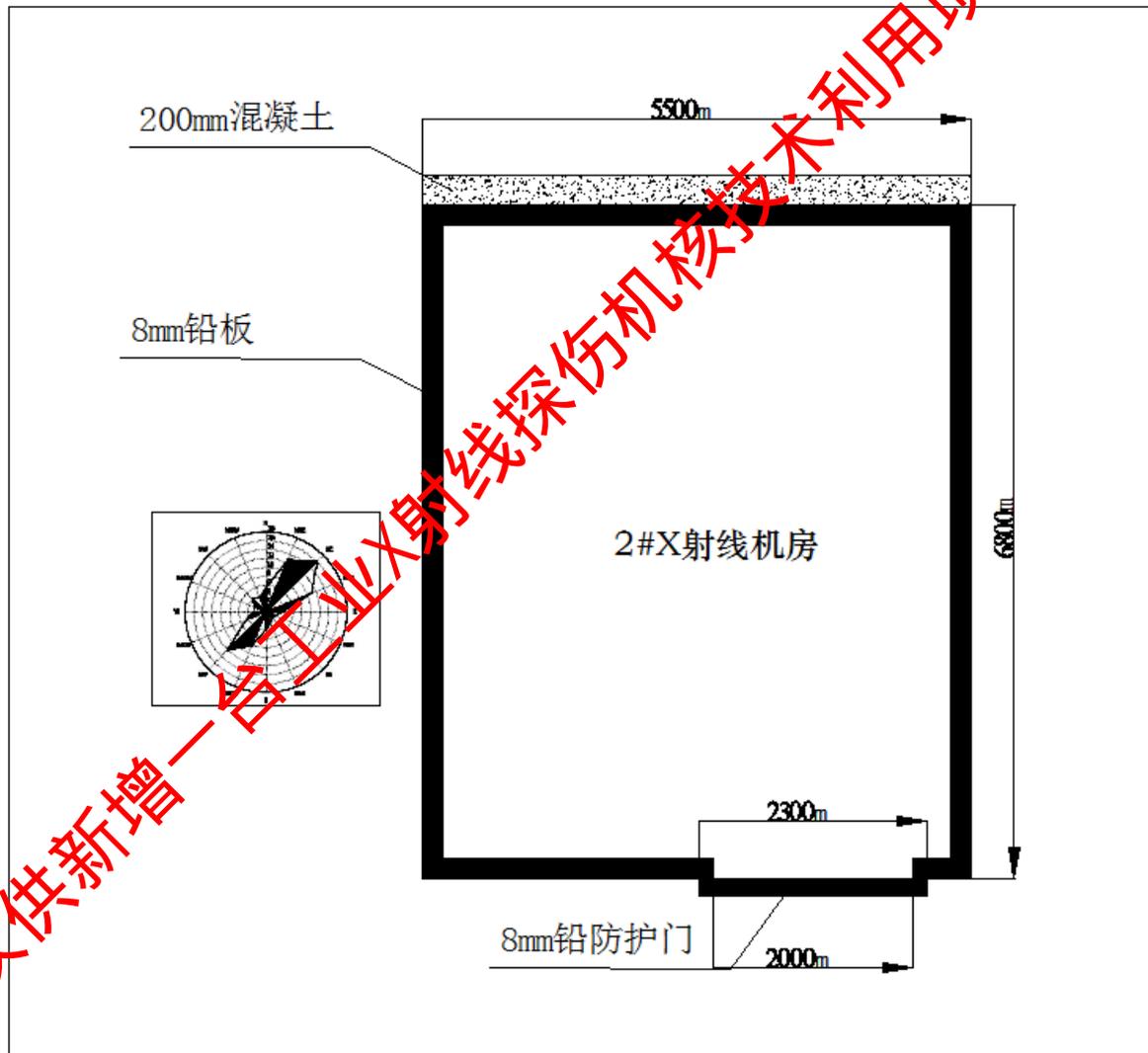


图 10-1 2#X 射线机房平面图

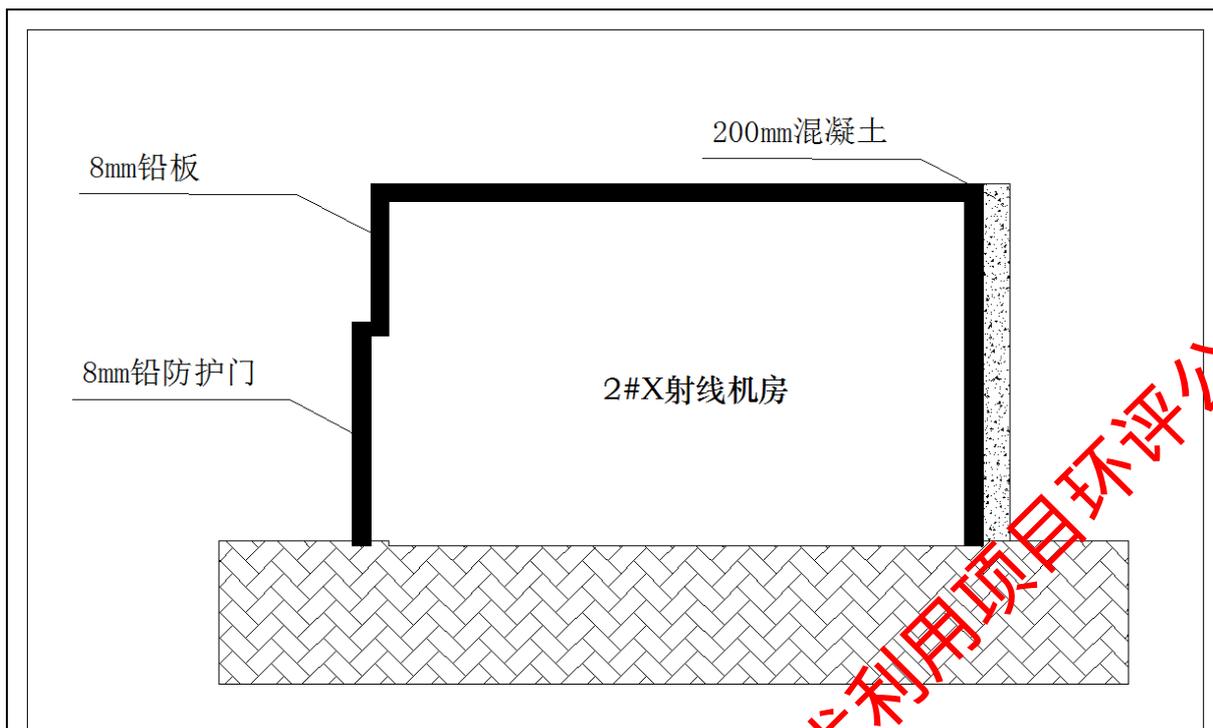


图 10-2 2#X 射线机房剖面图

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	1 个	拟配置
3	X、 γ 辐射空气比释动能率仪	1 台	已配置
4	个人剂量计	4 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	铅背心	1 套	已配置
10	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，西安西航集团莱特航空制造技术有限公司应成立辐射安全管理领导机构，安排专人兼职负责分院辐射安全管理工作，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《X射线探伤工安全操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《放射事故报告制度及处理预案》、《辐射环境管理制度》、《设备检修、维护、保管制度》、《辐射人员岗位职责》、《放射工作人员培训、体检和保健制度》、《辐射工作场所监测制度》、《危险废物处置流程》、《危险废物控制程序》、《X射线装置突发泄露事件应急预案》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，详见表 10-3 和表 10-4。评价要求，建设单位应按照文件要求进行标准化建设。

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
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时，应包含辐射环境安全管理工作内容
		明确涉辐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
		建立辐射环境安全管理档案
		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
结构建设	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	
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	
	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	
	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	
	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、重新进行审批级别等内容），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）	
	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	
	建立监测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	
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	
	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	

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、表面污染监测仪、中子剂量当量率仪、个人剂量计、个人剂量报警仪、铅手套、铅围裙、铅眼镜、铅背心、铅帽、铅护颈等	

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 O₃、NO_x、废显（定）影液、废旧胶片。

1、O₃ 和 NO_x

本项目 X 射线机产生的 X 射线能量较低，探伤过程中可产生少量 O₃、NO_x，O₃ 在常温下很快转化成 O₂，探伤过程中开启通风设施可有效降低 X 射线机房内 O₃、NO_x 浓度，对进入 X 射线机房工作人员产生影响很小。

2、废显（定）影液和废旧胶片

按探伤最大工作量估算年拍片不超过 20000 张，年产生废显（定）影液约 3000L 废旧胶片约 30kg。废显（定）影液和废旧胶片集中收集于专用容器内，容器外张贴危险废物标签，暂存于特种工艺厂房探伤室内。危废暂存区采用铁质托盘进行防渗处理。危险废物收集量达到回收协议标准后，西安西航集团莱特航空制造技术有限公司联系陕西宏恩环境科技有限公司，并按照危险废物转移要求办理相应手续。陕西宏恩环境

科技有限公司指派专车到达危险废物暂存场所将危险废物回收运走处置。西安西航集团莱特航空制造技术有限公司记录危险废物台账，相关手续文件存档。

仅供新增一台工业X射线探伤机核技术利用项目环评公示

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 X 射线机房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车间内，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

1、X 射线探伤机运行过程环境预测

本项目为新建项目，本次评价采用理论预测的方式进行影响预测。

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）中探伤室放射防护要求和探伤室周围布局情况，探伤室北墙、东墙外有公众活动，墙外 30cm 处剂量控制水平取 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；西墙、南墙外为工作人员活动区域，墙外 30cm 处剂量控制水平取 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$ ；探伤室屋顶人员无法到达，探伤室顶外表面 30cm 处剂量率控制水平取 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中探伤室屏蔽估算方法：

(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 $H_{c,d}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) 按式 (11-1) 计算：

$$H_{c,d} = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (11-1)$$

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 按式 (11-2) 计算:

$$t=W/(60 \cdot I) \quad (11-2)$$

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“mA·min”mi) 值, mA·min/周;

60—小时与分钟的换算系数;

I—X 射线探伤装置在最高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。

根据建设单位提供资料, 探伤工作时间取每周 10h。全居留因子取 1, 部分居留因子取 1/4, 偶然居留因子取 1/16。X 射线机房各参数及辐射屏蔽参数见表 11-1。

表 11-1 X 射线机房各参数及辐射屏蔽参数

方向	居留因子	距离 R (m)	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	需屏蔽的辐射源
北墙	1	4.4	0.5	有用线束
东墙	1/4	3.0	2.0	有用线束
南墙	1	3.5	2.5	有用线束
西墙	1	2.8	2.5	有用线束
防护门	1	2.8	2.5	有用线束
屋顶	1/16		100	有用线束

(2) 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:

$$B = \frac{H_c \cdot R^2}{I \cdot H_0} \quad (11-3)$$

式中: B—为屏蔽所需透射因子;

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 6×10^4 。根据建设单位提供的资料, 本项目探伤机最大管电压为 160kV, 但在实际运行时电压不能达到满负荷, 最高只能达到负荷的 90%。所

以，实际运行时最大电压为 144kV。X 射线管电压 150kV 在 2mm 铝过滤条件下，距辐射源点（靶点）1m 处输出量为 18.3mGy·m²/（mA·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：

$$X = -TVL \cdot \lg B \quad (11-4)$$

式中：TVL—为屏蔽物质的什值层厚度，mm（X 射线管电压为 150kV 时，铅的什值层厚度为 0.96mm，混凝土的什值层厚度为 70mm）；

B—达到剂量率参考控制水平 H_c 时所需的屏蔽透射因子。

本项目 YXLON MG160 型 X 射线探伤机，最大运行管电压为 144kV，最大管电流为 5mA。《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中未给出 144kV 管电压相关参数，出于安全保守估计，选取 150kV 管电压相关参数进行估算。由于该项目探伤机为周向探伤机，因此计算时各方向墙体、防护门、屋顶均按有用线束进行估算。根据建设单位提供资料，探伤工作时间取每周 10h，居留因子取 1，部分居留因子取 1/4，偶然居留因子取 1/16，X 射线机房墙体、防护门、屋顶厚度计算结果如下：

表 11-1 X 射线机房计算防护厚度

	人员停留位置	居留因子	距离 R (m)	剂量率控制水平 H _c (μSv/h)	计算防护厚度及材料 X ₀	设计防护厚度及材料 X ₁		是否满足规范要求
						设计防护厚度及材料	铅当量厚度	
北墙	流量试验间	1	4.4	0.5	6mmPb	8mmPb+200mm 混凝土	10.7	满足
东墙	墙外道路	1/4	3.0	2.0	5mmPb	8mmPb	8	满足
南墙	探伤室内过道	1	3.5	2.5	5mmPb	8mmPb	8	满足
西墙	操作台	1	2.8	2.5	5mmPb	8mmPb	8	满足
防护门	操作台	1	2.8	2.5	5mmPb	8mmPb	8	满足
屋顶	/	1/16	2	100	4mmPb	8mmPb	8	满足

根据估算结果可以看出，该项目探伤室设计墙体、防护门、屋顶厚度可以达到防护要求。采取以上措施后，对环境的影响较小。

2、个人有效剂量分析

依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），对于给定的屏蔽

物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子 B 按下式计算：

$$B=10^{-X/TVL} \quad (11-5)$$

式中：X—为屏蔽物质厚度，mm；

TVL—为屏蔽物质的什值层厚度，mm。

关注点的剂量率 H (μSv/h) 按下式计算：

$$H = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \quad (11-6)$$

式中：I—为 X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流，mA；

H₀—为距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量，μSv·m²/(mA·h)；

B—为屏蔽物质的辐射屏蔽透射因子；

R—为辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

根据公式 (11-5)，当 X 射线管电压为 150kV 时，本项目 X 射线机房 10.7mmPb 的辐射屏蔽透射因子为 7.14×10⁻¹²，8mm 铅当量防护门的辐射屏蔽透射因子为 4.64×10⁻⁹。全居留因子取 1，部分居留因子取 1/4，偶然居留因子取 1/16，根据建设单位提供资料，探伤机全年工作时间为 500h（工作人员 4 人，分 2 组轮班）。代入公式 (11-4)，各关注点剂量率计算结果如下：

表 11-2 关注点剂量率及停留人员有效剂量

	人员停留位置	居留因子	距离 R (m)	剂量率 (μSv/h)	有效剂量 (mSv/a)	有效剂量限值 (mSv/a)
公众	北墙焊接间	1	4.4	4.72×10 ⁻⁸	1.18×10 ⁻⁵	0.25
	东墙墙外道路	1/4	3.0	3.38×10 ⁻¹¹	8.45×10 ⁻⁹	
	南墙墙外通道	1	3.5	3.47×10 ⁻⁸	8.67×10 ⁻⁶	
	西墙墙外通道	1/4	9.2	5.02×10 ⁻⁹	1.25×10 ⁻⁶	
工作人员	控制台	1	2.8	5.42×10 ⁻⁸	1.35×10 ⁻⁵	5

根据估算结果可以看出，放射性工作人员年累计受照射剂量为 1.35×10⁻⁵mSv，远低于放射性工作人员剂量控制目标值 5mSv/a；公众人员因该项目可能导致年累积受照射剂量为 1.18×10⁻⁵mSv，低于公众人员剂量控制目标值 0.25mSv/a。本项目建成运行后对工作人员及公众的影响较小。

本次评价射线装置操作人员 4 人（王俊东、唐佳宁、车珂、刘龙辉），其中王俊东、唐佳宁 2 人上一度职业健康检查报告显示，未发现疑似放射病及职业禁忌症；王俊东、唐佳宁上一年度的个人剂量分别为 0.19mSv、0.11mSv，均远小于 20mSv 的职

业人员年剂量限值。操作本次评价的射线装置后，其累计剂量仍然会远小于放射性工作人员剂量控制目标值 5mSv/a。评价认为本项目建成运行后对工作人员及公众的影响较小。

事故影响分析

1、事故工况

本项目所使用的 X 射线机属于 II 类射线装置，可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

(1) 探伤工件搬运、贴片人员未撤离 X 射线机房，操作人员误操作，开启 X 射线机进行探伤，对探伤室内停留人员造成照射；

(2) X 射线机房防护门未关闭或关闭不严，操作人员误操作，开启 X 射线机进行探伤，对防护门外活动人员造成照射；

(3) X 射线机在进行探伤时，人员误闯入 X 射线机房造成不必要的照射；

(4) X 射线机故障，关机但未断电仍继续工作，对进入 X 射线机房人员造成大剂量 X 射线照射；

(5) 人为故意引起的辐射照射。

针对以上可能发生的事故工况，可采取以下相关措施进行预防：

(1) X 射线机房安装门机联锁装置，并定期检查确保其能正常工作。当防护门未关闭或关闭不严时，联锁装置生效造成探伤机无法开机，从而避免此类辐射事故的发生；

(2) 定期对 X 射线机进行维护保养，避免其带“病”进行探伤作业，从而避免关机但探伤机仍然出束事件的发生；

(3) 工作人员按要求佩戴个人剂量报警仪，一旦进入高剂量场所可提醒人员尽快撤离，可有效降低人员受照剂量；

(4) 制定相关操作规程和制度，加强工作人员的辐射安全培训和管理，使工作人员详细了解辐射事故的危害性，从而避免人为事故的发生。

2、事故风险评价

根据《射线装置分类表》可以看出该企业使用的工业 X 射线机属 II 类射线装置。II 类射线装置为中危险射线装置，X 射线机工作时产生的 X 射线可使长时间受照射人员受到严重损伤。本项目发生最大概率风险事故为 X 射线机出束照射中，人员闯

入 X 射线机房，造成大剂量照射。

X 射线机的电压越大产生的 X 射线的穿透性越强，风险评价按照探伤机的管电压，管电流进行计算。根据公式（11-6），由于人员闯入 X 射线机房，此时无防护措施，因此辐射屏蔽透射因子取 1 进行估算。估算结果见表 11-3 所示。

表 11-3 X 射线机在管电压 150kV、管电流 5mA 工作条件下不同距离、不同接触时间的有效剂量（单位：mSv）

时间 \ 距离	1m	2m	3m	4m	5m
1min	91.50	22.88	10.17	5.72	3.66
2min	183.00	45.75	20.33	11.44	7.32
3min	274.50	68.63	30.50	17.16	10.98
4min	366.00	91.50	40.67	22.88	14.64

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 年接受的有效剂量不应超过 20mSv，任何一年接受有效剂量不应超过 50mSv。表 11-4 给出了在不同的距离受到 20mSv 和 50mSv 有效剂量的时间。

表 11-4 在 X 射线机出束口不同距离受到 20mSv、50mSv 剂量当量的时间

距离	1m	2m	3m	4m	5m
20mSv 所需时间 (s)	0.219	0.874	1.967	3.497	5.464
50mSv 所需时间 (s)	0.001	0.001	0.295	0.525	0.820

从表 11-4 可以看出，X 射线机在管电压 150kV、管电流 5mA 工作条件下探伤过程中，在出口束方向 1m 处停留 0.219min 所接受的有效剂量就能达到 20mSv，停留 0.001min 就能达到 50mSv，因此应加强放射工作人员的管理，严格按照相关规程操作，防止辐射事故的发生。

3、事故应急措施

一旦发生辐射事故，处理的原则是：

(1) 立即消除事故源，防止事故继续蔓延和扩大，即第一时间断开电源，停止 X 射线的产生。

(2) 及时检查、估算受照人员的受照剂量，如果受照剂量较高，应及时安置受照人员就医检查。

(3) 及时处理，出现事故后，应尽快集中人力、物力，有组织、有计划的进行处理。这样，可缩小事故影响，减少事故损失。

(4) 在事故处理过程中，要在可合理做到的条件下，尽可能减少人员照射。

(5) 事故处理后应累计资料，及时总结报告。医院对于辐射事故进行记录，包括事故发生的时间和地点，所有涉及的事故责任人和受害者名单；对任何可能受到照射的人员所做的辐射剂量估算结果；所做的任何医学检查及结果；采取的任何纠正措施；事故的可能原因；为防止类似事件再次发生所采取的措施。

(6) 对可能发生的放射事故，应及时采取措施，妥善处理，以减少和控制事故的危害影响，并接受监督部门的处理。同时上报环保部门和卫生部门。

仅供新增一台工业X射线探伤机核技术利用项目环评公示

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

西安西航集团莱特航空制造技术有限公司已成立以公司主要领导为组长，项目负责人为成员的辐射安全防护领导机构，负责公司日常辐射安全监管和协调工作，并安排专业人员兼职负责该公司辐射安全工作。

辐射安全防护领导机构主要职责为：

- (1) 认真贯彻落实国家法律法规的有关规定；
- (2) 对公司使用的射线装置的安全和防护工作负责，并依法对其造成的放射性危害承担责任；
- (3) 组织制定并落实辐射防护相关管理制度；
- (4) 按照国家有关规定，定期组织对射线装置工作场所进行辐射防护监测和年度评估，发现安全隐患的应及时进行整改，确保设备正常使用；
- (5) 组织对放射性操作人员进行辐射与安全防护培训，进行个人剂量检查、职业健康检查，并建立个人剂量档案和职业健康监护档案；
- (6) 制定辐射事故应急预案并定期组织演练；
- (7) 记录公司发生的放射事故并及时报告卫生行政部门、环境保护主管行政部门。

辐射安全管理规章制度

针对公司的 X 射线机，西安西航集团莱特航空制造技术有限公司已制定《X 射线探伤工安全操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《放射事故报告制度及处理预案》、《辐射环境管理制度》、《设备检修、维护、保管制度》、《辐射人员岗位职责》、《放射工作人员培训、体检和保健制度》、《辐射工作场所监测制度》《危险废物处置流程》、《危险废物控制程序》、《X 射线装置突发泄露事件应急预案》等制度，用于指导、规范生产作业过程中的辐射安全。

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。

辐射监测

1、监测仪器配置

西安西航集团莱特航空制造技术有限公司应配备如下监测仪器：

(1) X- γ 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 X 射线机房四周墙体、防护门外 30cm 处，及其 X 射线机房周围工位、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

本项目使用的 X 射线机属于 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》第四十条之规定，结合单位的实际情况和对事故工况的分析，西安西航集团莱特航空制造技术有限公司须建立相应辐射事故应急预案，包括下列内容：

- (1) 应急机构和职责分工；
- (2) 应急人员的组织、培训以及应急；
- (3) 可能发生辐射事故类别与应急响应措施；
- (4) 辐射事故调查、报告和处理程序及人员和联系方式。

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方案，采取必要的防范措施，并在 2h 内填写《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应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，还应向当地卫生行政部门报告；如是人为故意破坏引起的事故应向当地公安部门报告。

西安西航集团莱特航空制造技术有限公司在建立辐射事故应急预案，配备必要的辐射事故应急设备后，应定期进行辐射事故应急演练。演练结束总结演练过程中出现的问题，不断完善辐射事故应急预案。

竣工环境保护验收内容及要求

根据《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 682 号令，2017 年 10 月 1 日起实施），本项目竣工后，建设单位应及时对项目配套建设的环境保护设施进行自主验收，编制验收监测报告。验收合格后，方可投入生产或使用。

本项目竣工环境保护验收清单（建议）见表 12-1。

表 12-1 项目竣工环境保护验收清单（建议）

序号	验收内容	防护措施
1	辐射安全管理	参照《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设目录表》辐射安全管理部分，完善相关防护制度及规范。
2	剂量限值	根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），本项目公众成员个人年剂量约束值取 0.25mSv/a，职业照射年有效剂量管理约束值取 5mSv/a。验收按照以上标准执行。 根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015），铅房外各关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 μ Sv/h。
3	辐射安全防护措施	布局合理，划定控制区及监督区，设置明显的分区标识
		铅房内设置通风系统，每小时有效通风换气次数应不小于 3 次，设备工作期间通风设施同步启动，持续通风
		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
		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
		探伤室设置门-机联锁装置，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
		探伤室防护门上设置电离辐射警示标志和中文警示说明
4	监测设备及个人防护	铅房内安装监控摄像头，摄像头视频接入外部监视器
		配备 1 台个人剂量报警仪
5	培训	对 X、 γ 辐射空气比释动能率仪每年检定 1 次，应定期对本项目工作场所进行监测，记录监测数据并归档
6	危险废物暂存设施	辐射工作人员应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；每名工作人员需配备个人剂量计，定期送检并归档
		危险废物暂存区域进行防渗处理，危险废物使用专用容器暂存，容器外张贴危险废物标签，建立危险废物台账

表 13 结论与建议

结论

西安西航集团莱特航空制造技术有限公司新增一台工业 X 射线探伤机核技术应用项目建设 1 座 X 射线机房, 在 X 射线机房内使用 1 台 YXLON MG160 型周向 X 射线机对工件进行无损检测。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求, 西安西航集团莱特航空制造技术有限公司已成立辐射防护与安全管理机构, 并制订相关辐射环境管理规章制度。本项目通过项目竣工环境保护验收合格, 并对原有辐射安全许可证许可内容进行增项后方可投入使用。

1、辐射安全与防护分析结论

西安西航集团莱特航空制造技术有限公司已制定《X 射线探伤工安全操作规程》、《辐射防护和安全保卫制度》、《放射事故报告制度及处理预案》、《辐射环境管理制度》、《设备检修、维护、保管制度》、《辐射人员岗位职责》、《放射工作人员培训、体检和保健制度》、《辐射工作场所监测制度》《危险废物处置流程》、《危险废物控制程序》、《X 射线装置突发泄露事件应急预案》等制度, 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, 可有效降低人为事故的发生, 保证辐射安全。通过理论预测, 该项目探伤室设计墙体、防护门、屋顶厚度可以达到防护要求。采取以上措施后, 对环境的影响较小。

2、环境影响分析结论

(1) 根据设计提供的 2#X 射线机房墙体、防护门、屋顶防护厚度进行计算, 2#X 射线机房可以满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015) 中要求“对职业工作人员不大于 $100\mu\text{Sv}/\text{周}$, 对公众不大于 $5\mu\text{Sv}/\text{周}$, 探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平 $100\mu\text{Sv}/\text{h}$ ”。

(2) 个人年有效剂量分析

根据设计提供的墙体、防护门、屋顶防护厚度预测, 放射性工作人员年累计受照射剂量为 $1.35\times 10^{-5}\text{mSv}$, 远低于放射性工作人员剂量控制目标值 $5\text{mSv}/\text{a}$; 公众人员因该项目可能导致年累积受照射剂量为 $1.18\times 10^{-5}\text{mSv}$, 低于公众人员剂量控制目标值 $0.25\text{mSv}/\text{a}$ 。本项目建成运行后对工作人员及公众的影响较小。

本次评价射线装置操作人员 4 人 (王俊东、唐佳宁、车珂、刘龙辉), 其中王俊

东、唐佳宁 2 人上一年度职业健康检查报告显示，未发现疑似放射病及职业禁忌症；王俊东、唐佳宁上一年度的个人剂量分别为 0.19mSv、0.11mSv，均远小于 20mSv 的职业人员年剂量限值。操作本次评价的射线装置后，其累计剂量仍然会远小于放射性工作人员剂量控制目标值 5mSv/a。评价认为本项目建成运行后对工作人员及公众的影响较小。

3、可行性分析结论

西安西航集团莱特航空制造技术有限公司根据工件质量要求，拟新增一台 YXLON MG160 型周向工业 X 射线机，对工件进行无损检测，从而确保工件的质量，符合辐射防护实践的正当性要求，项目建设的目的是可行的。公司对该项目采取了有效的辐射防护措施（建设专用探伤室对项目运行中产生 X 射线进行屏蔽），使辐射影响达到了合理尽可能低的水平。

综上所述，该公司切实落实本报告表中提出的污染防治措施和建议，严格按照国家有关辐射防护规定执行，制定相关规章制度、应急预案并严格落实执行，则该项目对放射性工作人员和公众产生的辐射影响就可以控制在国家标准允许的范围之内，从辐射环境保护角度分析，本项目建设可行。

要求和建议

1、要求

(1) X 射线机安装到位投入运行前，应向环保主管部门申请竣工验收，并申请对辐射安全许可证许可内容进行增项；

(2) 定期对 X 射线机房及其周围辐射水平进行监测。放射性工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪；

(3) 放射性操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，考核合格并取得相应资格上岗证后才能上岗，严禁无证上岗；

(4) 严格按操作规程操作，每次无损检测作业前，应仔细检查门机连锁装置、急停开关、声光报警装置的性能，确保其处于正常的工作状态；

(5) 该公司应根据 X 射线机的实际运行情况，制定并不断完善操作规程、相关规章制度。X 射线机房外应安装警示灯、张贴醒目的警示标志及中文警示说明，经常巡视确保探伤过程中警示灯能正常工作；

(6) 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。

2、建议

(1) 加强对员工的核与辐射安全知识培训，增强员工的安全意识和自我保护意识。每年开展一次辐射事故应急演练，增强事故应急能力，常备不懈；

(2) 定期对放射工作人员进行个人剂量检测和健康体检，对个人剂量检测报告、体检报告中出现问题及时查明原因，采取有效措施妥善处理，并留档案备查；

(3) 建设单位应于每年1月31日前向当地环境保护主管部门环保部门报送辐射环境年度评估报告。

仅供新增一台工业X射线探伤机核技术利用项目环评公示

表 14 审批

预审意见:

经办人:

单位公章

年 月 日

下一级环境保护行政主管部门审查意见:

经办人:

单位公章

年 月 日

仅供新增一台工业X射线探伤机核技术应用项目环评公示