

打印编号: 1574144939000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	8uf2m 1		
建设项目名称	X射线实时成像检测系统核技术利用项目		
建设项目类别	50 191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）		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	西安成立航空制造有限公司		
统一社会信用代码	91610132M A6TXL5D XG		
法定代表人（签章）	陈立		
主要负责人（签字）	陈立		
直接负责的主管人员（签字）	吕洲		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	西安桐梓环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91610131M A6U P95Y61		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
牛涛涛	12356143511610207	BH 004962	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
牛涛涛	项目概况、编制依据、保护目标与评价标准、环境质量和辐射现状、项目工程分析与源项、辐射安全与防护、环境影响分析、辐射安全管理、结论与建议	BH 004962	

表 1 项目基本情况

建设项目名称		X 射线实时成像检测系统核技术利用项目			
建设单位		西安成立航空制造有限公司			
法人代表	陈 立	联系人	吕 洲	联系电话	13709147170
注册地址		西安经济技术开发区泾渭新城泾高北路中段 1 号泾渭中小工业园 6 号楼			
项目建设地点		西安经济技术开发区泾渭新城泾高北路中段 1 号泾渭中小工业园 6 号楼			
立项审批部门		/		批准文号	/
建设项目总投资 (万元)		134	项目环保投资 (万元)	34	投资比例(环保 投资/总投资)
项目性质		☒ 新建 ☐ 改建 ☐ 扩建 ☐ 其它			占地面积 (m ²)
应用 类型	放射源	☐ 销售	☐ I 类 ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
		☐ 使用	☐ I 类 (医疗使用) ☐ II 类 ☐ III 类 ☐ IV 类 ☐ V 类		
	非密封 放射性 物质	☐ 生产	☐ 制备PET用放射性药物		
		☐ 销售	/		
		☐ 使用	☐ 乙 ☐ 丙		
	射线装 置	☐ 生产	☐ II 类 ☐ III 类		
		☐ 销售	☐ II 类 ☐ III 类		
		☒ 使用	☒ II 类 ☐ III 类		
	其他	/			
	项目概述 1.1 公司概况 西安成立航空制造有限公司成立于 2016 年 2 月, 是天津成立航空技术有限公司的子公司, 位于西安经济技术开发区泾渭新城泾高北路中段 1 号泾渭中小工业园 6 号楼, 是一家专业化从事航空、航天发动机燃烧室、燃油喷嘴研发和生产的高科技企业。公司占地面积 9000 平方米, 注册资金 5000 万元人民币, 现拥有员工 140 余人。 公司作为军品科研生产单位, 致力于航空、航天发动机燃烧室、燃油喷射系统和高端精密零部件等研发和生产, 主要产品包括喷油嘴、喷油环、燃油总管等燃烧室重要部件、增材制造复杂航空航天零部件及滑油喷嘴和活门等系统零件。其研发生产的产品广泛应用于国内军、民用航空、航天多款预研、新研、在研以及量产发动机型号上。 建设单位之前尚未开展过相关 X 射线核技术利用项目, 未申领过辐射安全许可证。				

1.2 核技术应用的目的是任务项目由来

为了满足生产工件质量检验的需要，西安成立航空制造有限公司拟购置一套 X 射线实时成像检测系统（一台 XYG-22508/3 型定向 X 射线探伤机，使用于系统自带铅房内）对其生产的精密零部件产品进行无损检测，以确保产品的安全性和质量的可靠性。

根据《关于发布射线装置分类办法的公告》（2017 年第 66 号公告）的有关要求可知，该 X 射线实时成像检测系统属于 II 类射线装置，且不属于“自屏蔽式 X 射线探伤装置”。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》以及《建设项目环境保护管理条例》的规定，本项目应进行环境影响评价。根据《建设项目环境保护分类管理名录》（国家环保部第 44 号令）（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”，故应编制环境影响报告表。

西安成立航空制造有限公司于 2019 年 11 月委托西安桐梓环保科技有限公司对其 X 射线实时成像检测系统核技术利用项目进行环境影响评价工作。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和现场监测，同时收集相关基础资料，并依据《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）的相关要求，编制了本项目的环境影响报告表。

1.3 建设规模及工程内容

（1）项目简述

建设单位拟在厂房北区南侧原成品库内配备一套 X 射线实时成像检测系统，该系统包含一台 XYG-22508/3 型定向 X 射线探伤机、射线防护系统（自带铅房）、高分辨率工业电视系统、计算机后处理系统、摄像监控系统和机械电气系统等。

本项目的建设内容一览表见表1-1。

表1-1 项目组成一览表

序号	类别	项目名称	建设内容	备注
1	主体工程	探伤铅房	铅房尺寸为：2.488m×2.430m×2.628m（长×宽×高）； 主屏蔽体：设计采用 15mmPb 铅板+4mm 钢板； 次屏蔽体：设计采用 12mmPb 铅板+4mm 钢板； 线缆口和排风口：设计采用 12mmPb 铅板+4mm 钢板； 铅防护门：设计采用 12mmPb 电动推拉门。	新购
		探伤机	一台 XYG-22508/3 型定向 X 射线探伤机。	新购

2	辅助工程	操作台	设计位于铅房北侧。	新购
		通风、照明及其他	铅房设计配备有排风系统、照明系统和摄像监控系统。	新购
3	公用工程	供配电系统	依托厂区供配电系统，厂房用电来源于市政供电。	依托
4	环保工程	X 射线	采用相应的铅板进行屏蔽防护。	新购
		铅房通风	铅房顶部设计有排风口，并采用轴流风机进行通风。	新购

(2) 设备概况

根据建设单位提供的资料，本次评价涉及的设备相关参数见表 1-2：

表 1-2 X 射线探伤机的主要性能参数

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压	最大管电流	备注
1	X 射线实时成像检测系统	II	1 台	XYG-22508/3	225kV	8mA	定向探伤

(3) 探伤工件情况

探伤工件为精密零部件（主要材质为钢），探伤工件的参数见表1-3：

表1-3 主要探伤工件材质外形尺寸

序号	工件名称	长 (mm)	直径 (mm)	材质	厚度 (mm)
1	燃油总管	50	15	不锈钢	3
2	旋流器组件	40	30	高温合金钢	5
3	燃油喷嘴	10	6	高温合金钢	2

(4) 计划工作量

根据生产计划安排，预计每天探伤约 10 次，每次探伤的曝光时间约为 4 分钟，年工作 300 天，则年平均探伤约 3000 次，年平均曝光时间约 200 小时。

(5) 辐射工作人员

建设项目拟配置 2 名辐射工作人员，从事该 X 射线实时成像检测系统的无损检测工作。环评要求辐射工作人员在进行无损检测工作前应取得特种设备射线检测资格证和辐射工作安全防护培训合格证，在进行无损检测工作时配备相应的个人剂量计等相关防护用品，定期进行职业健康体检，建立个人职业健康监护档案，做好辐射工作人员职业健康监护工作。

1.4 环境保护目标

根据本项目周围环境敏感点分布情况，确定本项目环境保护目标为探伤室（铅房）周围活动的辐射工作人员和公众成员，环评范围为探伤室（铅房）外 50m 的区域（见附图 2）。

1.5 厂区环保手续履行情况

西安成立航空制造有限公司于 2017 年 12 月 27 日取得了由原西安市环境保护局经济技术开发区分局出具的《关于西安成立航空制造有限公司成立航空西安生产基地建设项目环境影响报告表的批复》（经开环批复〔2017〕66 号）（见附件）；《西安生产基地建设项目配备建设的噪声、固体废物污染防治设施》已于 2018 年 12 月 27 日取得了由原西安市环境保护局经济技术开发区分局关于该项目的竣工环境保护验收批复（经开环验字〔2018〕29 号）（见附件）。

1.6 与本项目有关的原有核技术应用及污染状况

建设项目为新建项目，建设单位之前未进行过核技术利用项目的建设，根据调查，建设项目所在区域目前无核技术应用装置。

因此，拟建项目区域不存在与本项目有关的原有核技术应用及污染状况。

桐梓环保
TONG ZI HUAN BAO

表 2 放射源

[illegible]

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 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
	以下空白									

(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 射线实时 成像检测系统	II	1	XYG-22508/3	225	8	无损检测	厂房北区 南侧扫描间	拟购
	以下空白								

(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	
	以下空白												

表 6 评价依据

法规文件	(1) 《中华人民共和国环境影响评价法(2018 修正版)》(2018 年 12 月 29 日); (2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》(2003 年 10 月 1 日); (3) 《射线装置分类办法》(环境保护部/国家卫计委公告 2017 年第 66 号); (4) 《关于修改<放射性同位素与射线装置安全许可管理办法>的决定》(环境保护部令第 3 号, 2008 年 12 月 6 日); (5) 《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); (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院 449 号令, 2005 年 12 月 1 日实行; 国务院令 653 号修订, 2014 年 7 月 29 日; 国务院关于修改部分行政法规的决定 国务院令第 709 号, 2019 年 3 月 2 日); (7) 《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); (8) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》及其修改单, 环境保护部令第 44 号, 2018 年 4 月 28 日; (9) 《陕西省放射性污染防治条例》(2014 年 10 月 1 日); (10) 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), 2018 年 6 月 6 日。
技术标准	(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002); (2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ 117-2015); (3) 《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014); (4) 《核应急管理导则 放射源和辐射技术应用应急准备与响应》(国防委、卫生部, 2003 年 2 月 21 日); (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)。
其他	(1) 西安成立航空制造有限公司 X 射线实时成像检测系统核技术利用项目环境影响评价委托书(2019 年 9 月); (2) 西安成立航空制造有限公司提供的其他资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据本项目涉及射线装置的内容与规模，考虑射线装置的类型、能量，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）规定，结合项目能量流污染特征与距离相关关系，确定环评范围为铅房外 50m 的区域（见附图 2）。

7.2 保护目标

1、周围环境概况

根据评价单位工作人员现场踏勘，建设单位北侧隔园区内道路为西安思匠德装备制造有限公司，西侧隔园区内道路为西安博莱炉业有限公司，南侧隔园区内道路为西安布克哈德压缩机有限公司和西安光鼎振华生物科技有限公司，东侧隔园区内道路为渭东路。

建设项目 X 射线实时成像系统设计位于厂房北区南侧原成品库内，西邻焊接室，北侧隔人员过道为热处理设备区，东侧为下料区；南侧为园区内道路。

建设项目地理位置图见附图 1；建设单位所在区域平面示意图见附图 2；建设单位厂区平面布置图见附图 3；建设单位周围四邻关系图见附图 4。

2、保护目标

根据本项目周围环境敏感点分布情况，确定本项目环境保护目标为铅房周围活动的人员，其场所周围敏感点见表 7-1 所示：

表 7-1 环境保护目标情况

序号	保护对象	敏感区域	相对方位	位置关系	影响因素	控制目标
1	辐射工作人员	检测系统操作台	北侧	相距 1m	X 射线	年受照剂量 不大于 5mSv/a
		铅房进出门	西侧	相邻	X 射线	
2	公众人员	铅房外 非辐射工作区域	东侧和南侧	相邻	X 射线	年受照剂量 不大于 0.25mSv/a

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。

7.3 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

本标准适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中源的安全。

标准附录 B 剂量限值和表面污染控制水平：

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有效剂量约束值。

B1.2.1 条规定：实践使公众中有关关键人群组的成员所受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。

2、《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）的相关要求

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

第3条 工业 X 射线装置放射防护的性能要求

3.1.1.5 X 射线装置在额定工作条件下，距 X 射线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合表 7-2 的要求。

表7-2 X 射线管头组装体漏射线空气比释动能率

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

第4条 工业 X 射线探伤室探伤的放射防护要求

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 100μSv/周，对公众不大于 5μSv/周；

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

4.1.4 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邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，探伤室顶的辐射屏蔽要求同4.1.3；

b) 对不需要人员到达的探伤室顶，探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

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。

3、《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）

本标准规定了工业 X 射线探伤室辐射屏蔽要求，本标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室。

第3条 探伤室屏蔽要求

3.1 探伤室辐射屏蔽的剂量参考控制水平

3.1.1 探伤室墙和入口门外周围剂量当量率（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：

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) 人员在关注点的周围剂量参考控制水平 H_c 如下：

职业工作人员： $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$ ；

公众： $H_c \leq 5 \mu\text{Sv/周}$ 。

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

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

式中：

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

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，单位为小时每周 (h/周)。

t 按式 (2) 计算：

$$t = \frac{W}{60 \cdot I} \quad (2)$$

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)， $\text{mA} \cdot \text{min/周}$ ；

60——小时与分钟的换算关系；

I ——X 射线探伤装置在最高管电压下常用的最大管电流，单位为毫安 (mA)。

b) 关注点最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,\max}$ ：

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

c) 关注点剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ：

$\dot{H}_c$ 为上述 a) 中的 $\dot{H}_{c,d}$ 和 b) 中的 $\dot{H}_{c,\max}$ 二者的较小值

3.1.2 探伤室顶的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

a) 探伤室上方已建、拟建建筑物或探伤室旁邻近建筑物在自辐射源点到探伤室顶内表面边缘所张立体角区域内时，距探伤室顶外表面 30cm 处和 (或) 在该立体角区域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 3.1.1。

b) 除 3.1.2a) 的条件外，应考虑下列情况：

1) 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的透射辐射在相应关注点的剂量率总和应按 3.1.1c) 的

剂量率参考控制水平 $\dot{H}_c$ ($\mu\text{Sv/h}$) 加以控制。

2) 对不需要人员到达的探伤室顶, 探伤室顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 $100\mu\text{Sv/h}$ 。

3.2 需要屏蔽的辐射

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

3.2.2 散射辐射考虑以 0° 入射探伤工件的 90° 散射辐射。

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

3.3 其他要求

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

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

3.3.3 屏蔽设计中, 应考虑缝隙、管孔和薄弱环节的屏蔽。

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

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

综上所述, 本次环评结合上述标准以及项目实际情况, 本项目取 5mSv/a 作为辐射工作人员的年剂量约束值, 取 0.25mSv/a 作为公众人员的年剂量约束限值。同时根据项目实际情况, 确定本项目年有效剂量管理目标及污染物排放指标如表 7-3 所示:

表7-3 本项目管理目标值及辐射评价标准汇总表

项 目	控制值	执行标准
年剂量约束限值	辐射工作人员: 5mSv/a ; 公众人员: 0.25mSv/a	GB18871-2002 和 GBZ117-2015
X 射线探伤机要求	管电压 $>200\text{kV}$ 时, 距 X 射线管焦点 1m 处的 漏射线空气比释动能率: $<5\text{mGy/h}$ 。	GBZ117-2015
专用铅房	专用铅房外表面 30cm 处周围剂量率 $\leq 2.5\mu\text{Sv/h}$ (上方不需人到达处 $\leq 100\mu\text{Sv/h}$)	GBZ/T250-2014

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理和场所位置

西安成立航空制造有限公司位于西安经济技术开发区泾渭新城泾高北路中段 1 号泾渭中小工业园内东侧，本项目位于建设单位厂房北区南侧（项目地理位置图见附图 1）。建设项目北侧隔园区厂房为江毗路，东侧为渭东路，南侧隔园区厂房和园区办公楼为泾高北路，西侧隔西安博莱炉业有限公司为邓家塬村。

8.2 辐射环境本底

根据陕西省生态环境厅发布的《2019 年三季度陕西省辐射环境质量季报》，2019 年第三季度西安地区空气吸收剂量率为（74.3~109.9）nGy/h；根据《陕西省环境伽玛辐射剂量水平现状研究》（1988 年），西安地区空气吸收剂量率为（81.5~157.1）nGy/h，说明该区域的辐射环境现状处于正常辐射环境本底水平。



表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 X 射线实时成像系统

X 射线实时成像检测系统由控制操作台、机械平台、高压发生器、专用铅房（含机械检测平台和数字平板等）、X 射线探伤机、安全联锁系统和排风系统等部分组成。

本项目使用的 X 射线实时成像检测系统（X 射线探伤机部分）技术参数见表 9-1。

表9-1 X 射线实时成像检测系统（X 射线探伤机部分）的主要性能参数表

功能类型	定向探伤	小焦点尺寸	0.4mm×0.4mm
额定电压	225kV	大焦点尺寸	1mm×1mm
额定电流	8mA	电压可调节范围	30~225kV（连续可调）
冷却方式	水冷	最大穿透厚度	25mm（钢）
X 射线束辐射角	40°×30°	成像方式	实时成像

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，阳极靶则根据应用需要，由不同材料制成各种形状，一般用高原子序数难熔金属（如钨、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靶体，高电压加在 X 射线管两极之间，使电子射到靶体之前被加速到很高速度，这些高速电子轰击靶物质，与其作用产生韧致辐射，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 X 射线管结构见图 9-1。

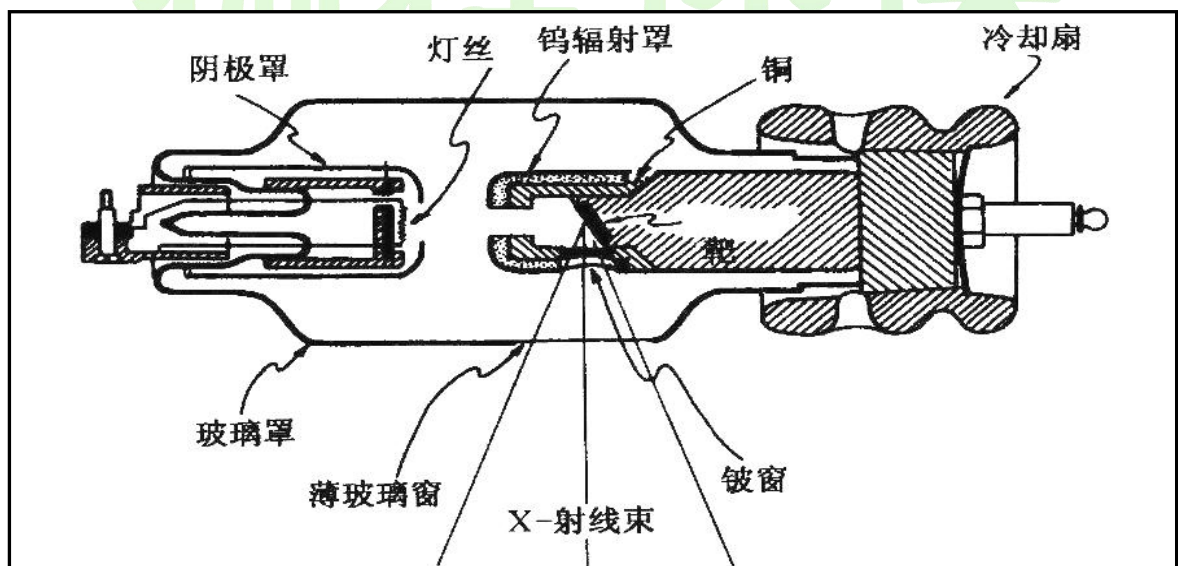


图 9-1 典型 X 射线管结构图

X 射线实时成像检测系统是新一代的无损检测设备，以实时成像的技术取代传统的拍片方式。该检测系统将光电转换技术和计算机数字图像处理技术相结合，通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检测物体后衰减减弱规律，利用 X 射线束穿过被检工件被吸收、散射、透射特性，一旦工件局部区域存在缺陷或结构差异，将使不同部位透射强度不同，再利用图像增强方法把由探测器接受到透射线强度分布图像转换为视频图像，经计算机数字化图像处理，将检测图像直接显示在显示器屏幕上，可显示出材料内部的缺陷杂质、气孔、分层等信息，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到无损检测目的。



图 9-2 X 射线实时成像检测系统样例照片

9.1.2 X 射线实时成像检测系统工艺流程

X 射线实时成像检测系统设在铅房内，操作人员在铅房外操作台采用专用钥匙进行操作。检测流程为：首先打开防护门（电动推拉铅门），将被测工件放入铅房内载物平台上，电驱动被检工件至检测中心，工件随工作平台作平面运动，且可做 360 度转动，关闭防护门。根据检测需要调节设置好的电压、电流，平板的高度、X 射线光高度以及图像的对比度，成像器可相对 X 射线管方向移动，以保证图像清晰和图像缩放。C 型臂带动射线源和成像器做上下运动，保证对检测工件的无盲区内部缺陷检测，得到最佳的图片并保存；检测完毕，电驱动打开铅门，取出工件，将防护门关闭，即完成一次检测，检测工作人员根据检测结果，出具检测报告。

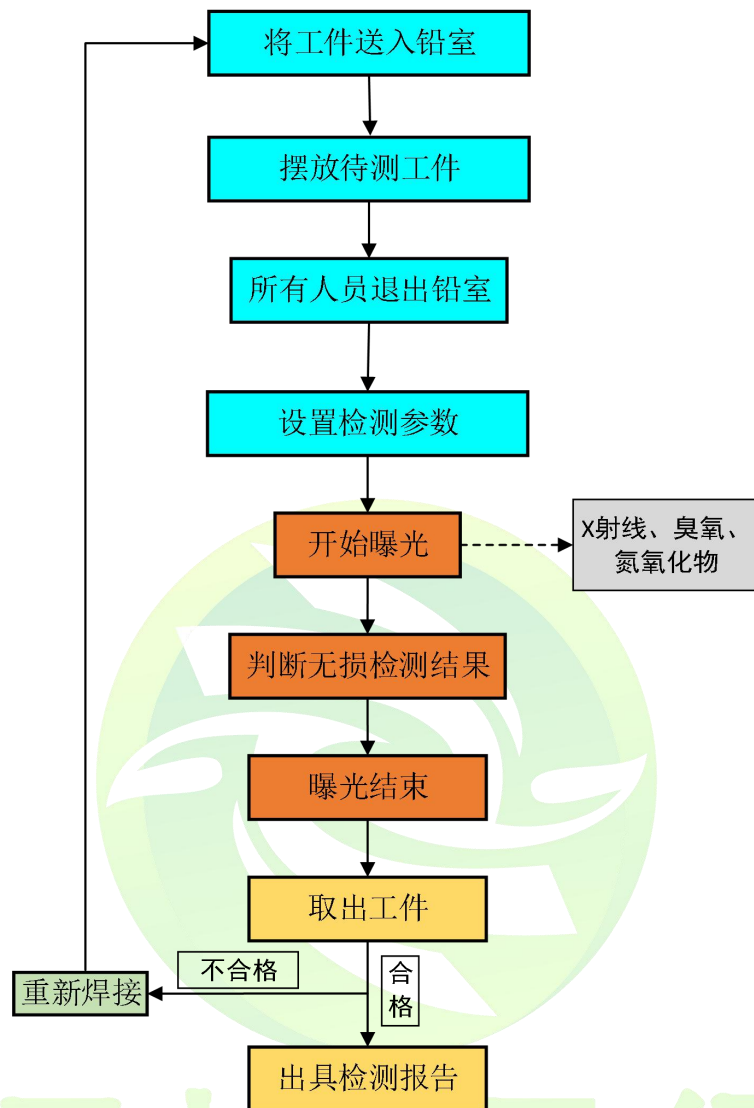


图 9-3 检测工艺流程图及产污环节图

9.2 污染物源项描述

9.2.1 主要污染物

(1) X 射线

根据 X 射线实时成像检测系统工作原理可知，X 射线是随检测装置电源的开、关而产生和消失，该系统只有在开机状态，并且其 X 射线探伤机组件处于出线状态时（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。

(2) 臭氧和氮氧化物

本项目使用的 X 射线实时成像检测系统工作时的最大电压为 225kV，当电压为 0.6kV 以上时，X 射线能使空气电离，因此其运行时产生的 X 射线会使铅房内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

本项目使用的检测装置为 X 射线实时成像检测系统，该系统将检测过程中的图像通过计算机成像并保存，不进行拍片作业，不产生危险废物和废液。

综上，本项目产生的污染因子情况如表 9-2 所示：

表9-2 建设项目污染因子一览表

污染物	污染因子	备 注
辐射	X 射线	X 射线探伤机开机状态，通过四周屏蔽体、顶棚及铅门等屏蔽。
废气	O ₃ 、NO _x	铅房设计有机械通风装置，安装轴流风机，保证铅房内的空气流通，使产生的少量的O ₃ 、NO _x 得以扩散。

9.2.2 X 射线辐射污染途径

(1) 正常工况

X 射线实时成像系统在对工件照射检测的工况下，X 射线经透射、反射，对作业场所及周围环境产生辐射影响。

(2) 事故工况

事故工况可分为人为原因导致和不可预见的客观原因导致两类。

1) 人为原因

①探伤工作结束后，X 射线单元没有关闭（或屏蔽窗没有关闭），而操作人员未能使用合适的测量仪器进行测量，发现 X 射线管还继续工作发射射线。

②人为解除或未安装铅房门机连锁装置，导致 X 射线探伤时人员误入铅房，使其受到不必要的照射。

③人为解除或未安装铅房门机连锁装置，导致 X 射线探伤机探伤时防护门未关闭，致使 X 射线泄漏，使周围活动的人员受到不必要的照射。

④工件搬运人员未撤离铅房，工作人员开机进行探伤，导致铅房滞留人员受照射。

2) 不可预见的客观原因

由于设备突然失灵、损坏或安全系统失效、外界条件突然变化等，以及铅房结构不完整、铅门铅沉降或者封孔铅帽掉落等误照射，引起的意外照射或辐射事故。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所分区

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）第 6.4 条：“应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制”的要求，划定相应分区：控制区：在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施；监督区：未被确定为控制区，通常不需要采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）第 4.1.2 条：“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”的要求。

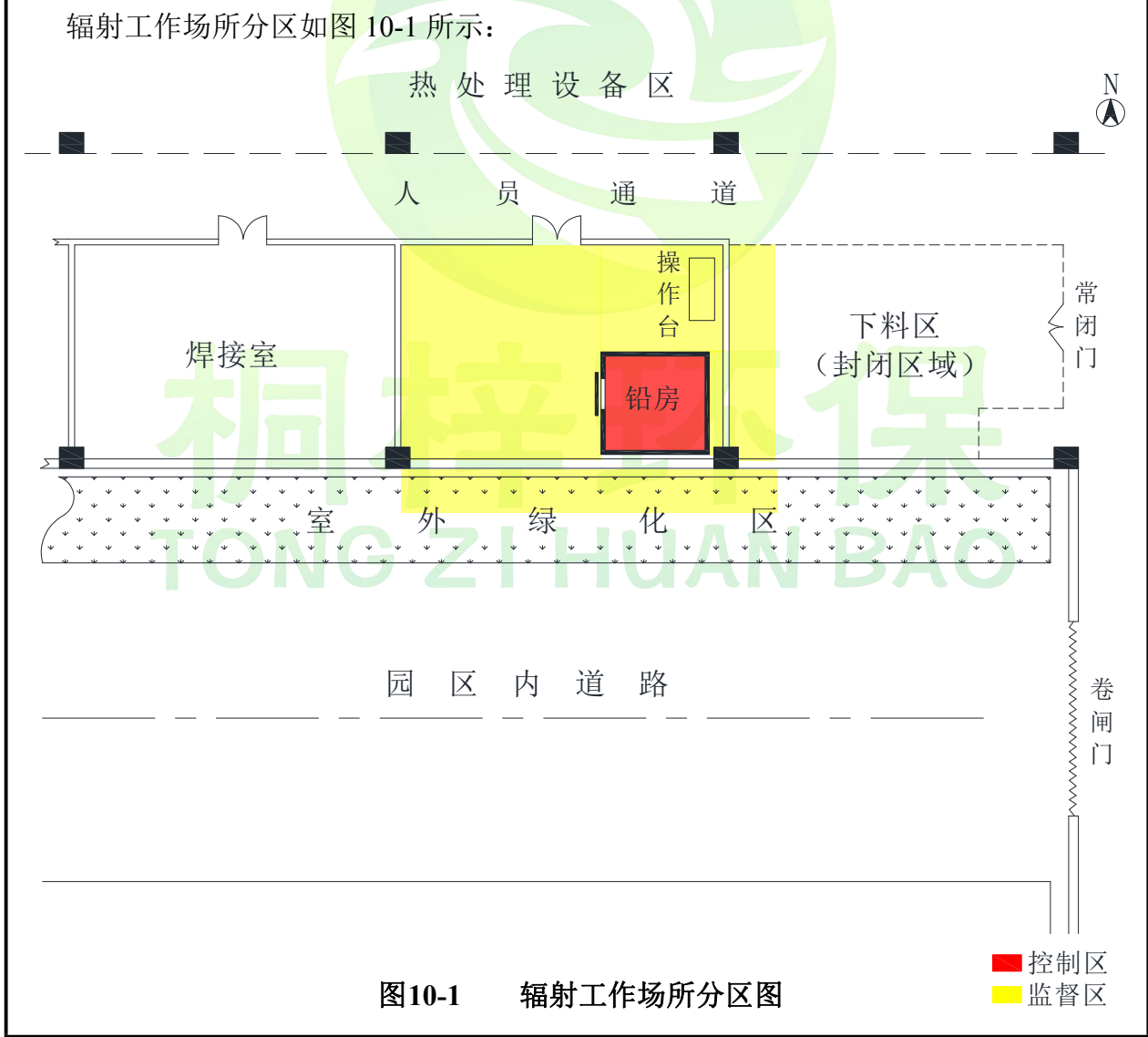


图10-1 辐射工作场所分区图

10.1.2 探伤室布局

(1) 平面布置图

根据设计资料，本项目的 X 射线实时成像系统包含铅房和操作台等，其平面布置图及剖面图分别如图 10-2 和图 10-3 所示：

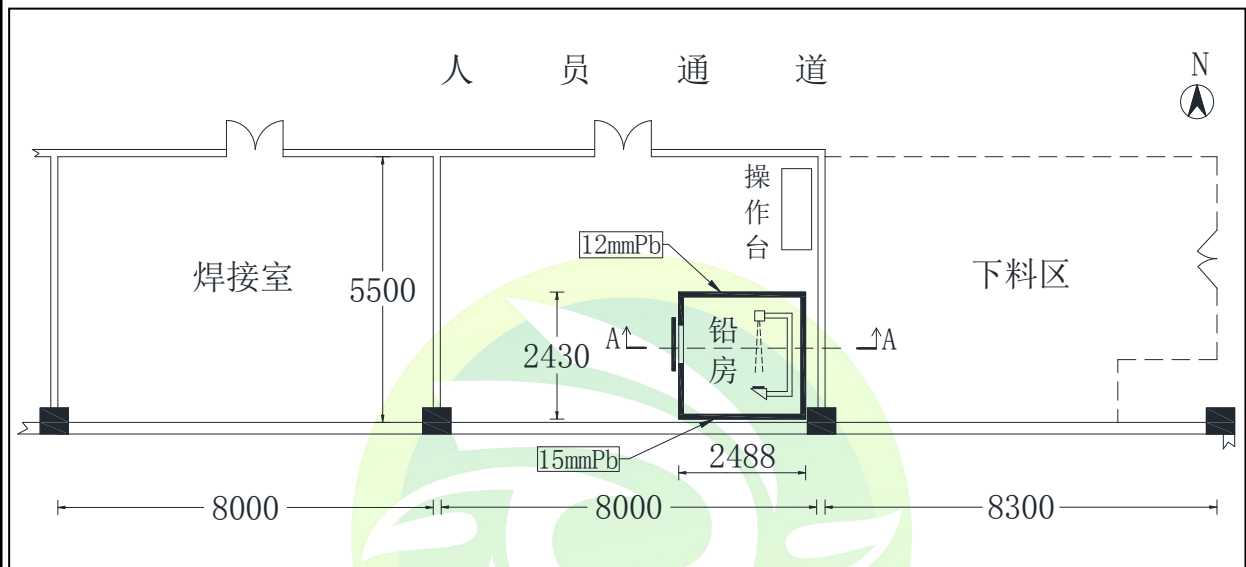


图10-2 铅房平面布置图

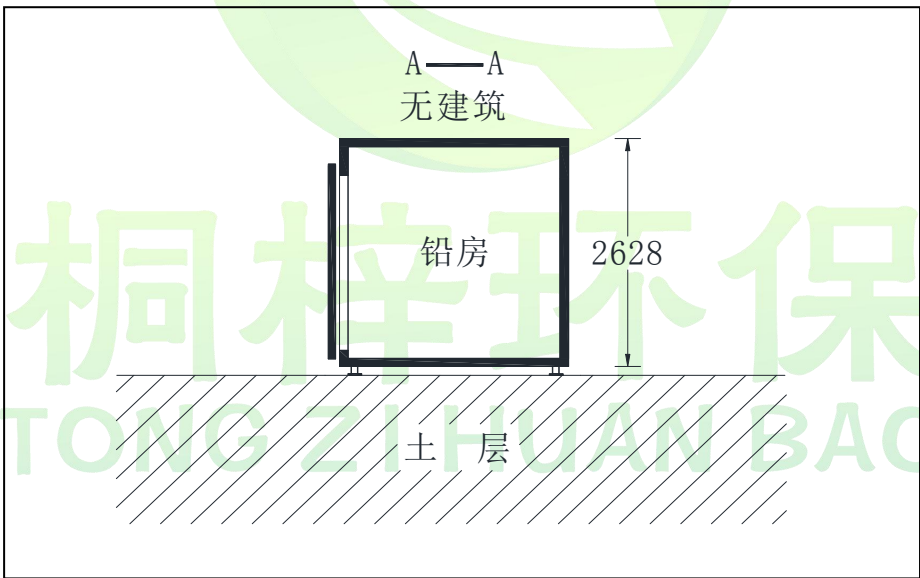


图10-3 铅房剖面图

(2) 布局合理性分析

建设项目 X 射线实时成像系统设计位于厂房北区南侧，自带铅房设计有 1 个防护门（电动推拉门），铅房外北侧为操作台，主束方向设计向南照射，其设计布局满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）第 4.1.1 中“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方向”的要求，符合要求。

10.1.3 辐射防护屏蔽设施

根据设计资料（附图 5），本项目自带铅房设计长 2.488m，宽 2.430m，高 2.628m；铅房屏蔽体设计采用方管钢架并铺贴相应的铅板，其中南侧屏蔽体（主屏蔽）拟铺贴 15mmPb 铅板+4mm 钢板，其余五面屏蔽体拟铺贴 12mmPb 铅板+4mm 钢板；线缆口和排风口处均设计 12mmPb 铅罩和+4mm 钢板进行防护；防护门拟采用 12mmPb 当量电动推拉门，防护门与门洞左右墙体各重叠 150mm，与门洞上侧墙体重叠 150mm、与下侧墙体重叠 100mm，防护门与墙体间隙小于 10mm。

铅房屏蔽防护设计汇总如表 10-1 所示：

表10-1 铅房屏蔽设计汇总表

项 目	设计屏蔽措施
长×宽×高	铅房尺寸为2.488m×2.430m×2.628m
南侧屏蔽体厚度 (主屏蔽)	15mmPb 铅板+4mm 钢板
其余屏蔽体厚度	12mmPb 铅板+4mm 钢板
线缆口和排风口处	12mmPb 铅罩+4mm 钢板
铅 门	铅门尺寸：1.1m×2.42m，防护厚度12mmPb

10.1.4 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铅房进出门联锁的接口，当铅房门未全部关闭时不能接通 X 射线管管电压；已接通的 X 射线管管电压在铅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）铅房的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作台应与铅房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。一般将铅房屏蔽体墙壁围成的内部区域划为控制区，与屏蔽体外部相邻区域划为监督区。

(9) 铅房应设置门-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。

(10) 铅房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，以确保铅房内人员安全离开。“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) 铅房内、外醒目位置应有清晰的对“预备”和“照射”信号意义的说明。

(13) 铅房防护门上应有电离辐射警告标识和中文警示说明。

(14) 铅房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，应使人员处在铅房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) 探伤工作人员进入铅房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铅房，同时禁止其他人进入铅房，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。

10.1.5 辐射防护设施

表 10-2 铅房辐射防护设施及防护用品

序号	内容	数量	备注
1	警示灯	1	拟配置
2	电离辐射警示牌	2	拟配置
3	X、 γ 辐射空气比释动能率仪	1	拟配置
4	个人剂量计	2	拟配置
5	个人剂量报警仪	1	拟配置
6	警戒线	100 米	拟配置
7	铅手套	1	拟配置
8	铅颈套	1	拟配置
9	铅眼镜	1	拟配置
10	铅衣	1	拟配置
11	铅帽	1	拟配置

10.1.6 机房通风

当 X 射线实时成像系统运行时，X 射线与空气相互作用，可使机房内空气电离，产生臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x）等有害气体。

根据 GBZ117-2015《工业 X 射线探伤放射防护要求》第 4.1.11 条的要求：“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”。

根据设计资料，铅房通风系统设计情况如表 10-3 所示：

表 10-3 铅房通风系统设计

机房容积(m ³)	设计排风口位置	设计机械排风装置	设计排风量 (m ³ /h)	设计排风次数 (次/h)
16	铅房顶部	轴流风机	340	21

10.2 三废的治理

根据对该 X 射线实时成像检测系统正常检测时的污染源项分析，本系统主要产生 X 射线及少量的臭氧和氮氧化物，不产生其他废气、废液和固体废物。

建设项目对产生的 X 射线采取铅房进行屏蔽，对产生的臭氧和氮氧化物气体，采用轴流风机及时排出机房，并在排风口设置 12mmPb 当量的铅罩确保无射线泄漏。

桐梓环保
TONG ZI HUAN BAO

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本项目 X 射线实时成像检测系统自带防护铅房，其整体结构主要为铅房和操作台，其中铅房顶部配备有相应的重载吊环，可实现整体吊装移动，下部装有支角，便于叉车搬运，该 X 射线实时成像检测系统均外购于生产厂家，由供应商负责运输、安装、调试及操作人员培训等相关事项，其建设及安装过程中不涉及土建工程。

综上所述，项目建设期间除安装噪声外，对周边环境影响较小，项目未运行时，不会对周围环境产生辐射影响。

11.2 运行阶段对环境的影响

11.2.1 辐射环境影响分析

(1) 屏蔽厚度核算

铅房南侧面为主照面，考虑有用线束辐射；东、西、北侧面、顶面和地板为次照面，考虑辐射源为漏射辐射和散射辐射。

I、有用线束的屏蔽

有用线束屏蔽投射因子根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）由式 11-1 和式 11-2 计算。

$$B = \frac{\dot{H}_c \cdot R^2}{I \cdot H_0} \quad (\text{式 11-1})$$

$$\dot{H}_c = H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad (\text{式 11-2})$$

式中： $\dot{H}_c$ —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ 。

H_c —周剂量参考控制水平， $\mu\text{Sv/周}$ ，职业工作人员取 $100\mu\text{Sv/周}$ 、公众取 $5\mu\text{Sv/周}$ 。

t —探伤装置周照射时间， $200/50=4\text{h}$ 。

U —探伤装置向关注点照射的使用因子，南侧取 1，其余侧取 1/4。

T —人员在相应关注点驻留的居留因子。

B —有用线束屏蔽透射因子。

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离， m 。

I —X 射线探伤装置在最高管电压下的常用最大管电流，取 8mA 。

H_0 —距辐射源点（靶点）1m处输出量， $\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ，以 $\text{mSv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{min})$ 为单位的值乘以 6×10^4 ，本项目参考《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录B表B.1，取 $16.5\times 6\times 10^4\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

由式11-1计算出的有用线束屏蔽投射因子B，查《工业X射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录B.1中的透射曲线得出相应的屏蔽物质厚度。

主屏蔽侧辐射屏蔽参数及复核结果如表 11-1 所示：

表11-1 铅房（主屏蔽侧）辐射屏蔽参数参数和复核结果

序号	名称	居留因子	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	辐射源点（靶点）至关注点的距离 (m)	屏蔽透射因子	透射曲线对应铅厚度(mm)	设计铅厚度 (mm)	复核结果
1#	南侧墙体	1/8	10.0 (取 2.5)	2.75	2.3×10^{-6}	12.2	15	符合

II、非主照面屏蔽厚度核算

①泄漏辐射屏蔽厚度核算

泄漏辐射屏蔽透射因子 B_2 根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）由式 11-2 和式 11-3 计算：

$$B_2 = \frac{\dot{H} \cdot R^2}{H_L} \quad (\text{式 11-3})$$

式中： B_2 —泄露辐射屏蔽透射因子。

$\dot{H}$ —剂量率参考控制水平， $\mu\text{Sv/h}$ 。

H_L —距离靶点 1m 处 X 射线管组装的漏射辐射剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），本项目取 $5\times 10^3\mu\text{Sv/h}$ 。

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

对于估算出的屏蔽投射因子 B_2 ，所需的屏蔽物质厚度 X 按式 11-4 计算。

$$X = -TVL \cdot \lg B \quad (\text{式 11-4})$$

TVL—屏蔽物的什值层厚度；依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）附录 B 中表 B.2 管电压为 250kV 时铅的什值层厚度为 2.9mm。

则非主照面有用线束辐射屏蔽参数及计算结果如表 11-2 所示：

表11-2 铅房（非主照面）几何参数和辐射屏蔽参数

序号	名称	居留因子	剂量率参考控制水平(μSv/h)	辐射源点(靶点)至关注点的距离(m)	屏蔽透射因子	理论计算铅厚度(mm)	设计铅厚度(mm)	复核结果
2#	北侧墙体	1	取 2.5	0.6	0.18×10^{-3}	6.1	12	符合
3#	东侧墙体	1/4	取 2.5	2.0	2.00×10^{-3}	5	12	符合
4#	西侧墙体	1	取 2.5	1.6	1.28×10^{-3}	5.9	12	符合
5#	铅房进出门	1	取 2.5	1.7	1.45×10^{-3}	5.7	12	符合
6#	铅房顶部	1/16	取 2.5	3.0	4.50×10^{-3}	3.9	12	符合

②散射辐射屏蔽厚度核算

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》（GBZ/T250-2014）由式 11-2 和式 11-5 计算。

$$B_3 = \frac{\dot{H} \cdot R_s^2}{I \cdot H_0} \cdot \frac{R_0^2}{F \cdot \alpha} \quad (\text{式 11-5})$$

式中：B₃—散射辐射屏蔽透射因子。

$\dot{H}$ —剂量率参考控制水平，μSv/h。

R_s—散射点至关注点的距离，m。

R₀—靶点至探伤工件的距离，m。

I—最大管电流，取 8mA。

H₀—距辐射源点（靶点）1m 处输出量，μSv·m²/（mA·h），以 mSv·m²/（mA·min）值乘以 6×10⁴，本项目取 16.5×6×10⁴mGy·m²/（mA·min）。

F—R₀ 处的辐射野面积。

α—散射因子，R₀²/F·α 参考典型值取 50。

查《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）中“表 2”可知，原始 X 射线 225kV 所对应的 90°散射辐射相应的 X 射线为 200kV，查“附录 B 表 B.2”200kV 的 X 射线在铅中的半值层为 1.4mm。

对于估算出的屏蔽透射因子 B_3 ，然后按式 11-4 计算所需的屏蔽物质厚度 X 。

辐射屏蔽参数及计算结果见表 11-3。

表11-3 铅房（散射）几何参数和辐射屏蔽参数

序号	名称	居留因子	剂量率参考控制水平 ($\mu\text{Sv/h}$)	散射点至关注点的距离(m)	屏蔽透射因子	理论计算铅厚度(mm)	设计铅厚度 (mm)	复核结果
2#	北侧墙体	1	取 2.5	1.5	3.55×10^{-5}	8.8	12	符合
3#	东侧墙体	1/4	取 2.5	2.0	6.31×10^{-5}	7.8	12	符合
4#	西侧墙体	1	取 2.5	1.6	4.04×10^{-5}	8.4	12	符合
5#	铅房进出门	1	取 2.5	1.7	4.56×10^{-5}	8.5	12	符合
6#	铅房顶部	1/16	取 2.5	3.0	1.42×10^{-4}	6.9	12	符合

③复合分析

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），本项目复合分析结果如表 11-4 所示：

表11-4 探伤室几何参数和辐射屏蔽参数

序号	名称	漏射线束辐射屏蔽理论计算厚度 (mm)	散射线束辐射屏蔽理论计算厚度 (mm)	理论计算厚度 (mm)	设计厚度 (mm)	复核结果
2#	北侧墙体	6.1	8.8	8.8	12	符合
3#	东侧墙体	5	7.8	7.8	12	符合
4#	西侧墙体	5.9	8.4	8.4	12	符合
5#	铅房进出门	5.7	8.5	8.5	12	符合
6#	铅房顶部	3.9	6.9	6.9	12	符合

由表 11-1 和表 11-4 可知，本次 X 射线实时成像系统中自带铅房屏蔽体的设计屏蔽厚度满足要求。

(2) 辐射剂量分析

依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽透射因子和铅房外关注点剂量由式 11-6~11-8 计算：

$$\text{主照: } \dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2}$$

$$\text{漏射: } \dot{H} = \frac{\dot{H}_L \cdot B}{R^2}$$

$$\text{散射: } \dot{H} = \frac{B \cdot I \cdot H_0}{R^2} \cdot \frac{F \cdot \alpha}{R_0^2} \quad (\text{式 11-6})$$

$$B = 10^{-X/TVL} \quad (\text{式 11-7})$$

$$H = \dot{H} \cdot t \cdot T \times 10^{-3} \quad (\text{式 11-8})$$

参数取值和关注点剂量率及年照射剂量率计算结果见下表：

表11-5 关注点辐射剂量率计算结果一览表

序号	关注点	特征	靶点至预测点 距离 (m)	屏蔽体厚度 (mm)	居留 因子	预测点剂量率 (μSv/h)	年受照射剂量 (mSv/a)
1#	南侧墙面	公众人员	2.75	15	1/8	1.05	0.53×10^{-3}
2#	北侧墙体	辐射工作 人员	0.60	12	1	1.01	0.40×10^{-2}
3#	东侧墙体	公众人员	2.00	12	1/4	0.09	0.90×10^{-4}
4#	西侧墙体	辐射工作 人员	1.60	12	1	0.14	0.56×10^{-3}
5#	铅房进出口	辐射工作 人员	1.70	12	1	0.13	0.52×10^{-3}

注：铅房顶部人员不可到达，不进行剂量估算。

①辐射工作人员

建设项目拟配备 2 名辐射工作人员，但每名辐射工作人员探伤工作时间不均分，因此按保守情况估计，每年室内探伤工作全部由同一个人完成。

本项目 X 射线实时成像系统配置到位后，按铅房四周屏蔽体外最大瞬时剂量进行估算，辐射工作人员所受的最大年有效剂量为 $0.4 \times 10^{-2} \text{mSv/a}$ ，远低于本评价管理目标值 5mSv/a ，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求。

②公众人员

根据表 11-5 可知，该系统在正常工作时，四周屏蔽体外公众人员可能受到照射的最大年有效剂量为 $0.53 \times 10^{-3} \text{mSv/a}$ ，远低于本环评的剂量管理目标值 0.25mSv/a ，符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）剂量限值的要求，铅房屏蔽措施满足《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）要求。

11.2.2 实践正当性分析

按照《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”要求，对于一项实践，只有考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害时，该实践才是正当的。

西安成立航空制造有限公司使用 X 射线实时成像系统探伤的目地是开展精密零部件无损质量检验，确保其使用安全，该项目建设有利于发展社会经济，为企业、社会带来利益远大于辐射危害的代价。因此，该公司 X 射线实时成像系统建设项目符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中辐射防护“实践正当性”的要求，故本环评认为该项目是正当可行的。

11.2.3 产业政策符合性分析

西安成立航空制造有限公司 X 射线实时成像检测系统主要用于对精密零部件进行无损检测，属于《产业结构调整指导目录》（2011 年本）（2013 年修正）“第一类 鼓励类”中“十四 机械”中的第 6 条“工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”，本项目符合国家产业政策。

11.3 事故影响分析

11.3.1 事故风险类型识别

本项目 X 射线实时成像检测系统中的探伤机属于 II 类射线装置，根据其无损检测过程中的实际情况分析，其事故类别主要为检测时或射线装置出束时的意外事故，主要归纳为：安全装置失灵，X 射线泄漏；人员误入铅房内或未撤出铅房（检修或安装工件时），而射线装置开始曝光，使人员受到超剂量照射事故。

可能发生的事故主要有以下几种情况：

（1）探伤工件搬运人员未撤离铅房，操作人员误操作，开启设备进行探伤，对铅房内停留人员造成照射；

（2）铅房防护门未关闭或关闭不严，操作人员误操作，开启设备进行探伤，对防护门外活动人员造成照射；

- (3) 设备在进行探伤时，人员误闯入铅房造成不必要的照射；
- (4) 设备故障，关机但未断电仍继续工作，对误入铅房人员造成大剂量 X 射线照射；
- (5) 其他人为因素引起的辐射照射。

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) 铅房进出门安装门-机联锁系统，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) 定期对设备进行维护保养，避免其带“病”进行探伤作业，从而避免关机但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。

11.3.2 事故风险评价

根据《射线装置分类办法》的有关规定，本项目 X 射线实时成像检测系统中的探伤机属 II 类射线装置，为中危险射线装置，其工作时产生的 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，人员进入铅房，造成大剂量照射。

X 射线机的电压越大产生 X 射线的穿透性越强，风险评价按照其探伤机的管电压，管电流进行计算。根据公式（11-6），人员进入铅房或铅房门未关闭，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 11-6 所示。

表11-6 该系统在管电压225kV、管电流 8mA
工作条件下不同距离、不同接触时间的有效剂量（单位：mSv）

距离 时间	1m	2m	3m	4m	5m
1min	132.00	33.00	14.67	8.25	5.28
2min	264.00	66.00	29.34	16.50	10.56
3min	396.00	99.00	44.01	24.75	15.84
4min	528.00	132.00	58.68	33.00	21.12

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）有关规定，辐射工作人员连续 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 11-7 在探伤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 (min)	0.151	0.606	1.363	2.424	3.788
50mSv 所需时间 (min)	0.379	1.515	3.408	6.061	9.470

从表 11-7 可看出，该系统探伤机在管电压 225kV、管电流 8mA 工作条件下，在出口束方向 1m 处停留 0.151min 所接受的有效剂量就能达到 20mSv，停留 0.379min 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。

11.3.3 辐射应急措施

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) 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。

(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。建设单位对于辐射事故进行记录，包括事故发生的时间和地点，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，并上报生态环境等相关行政部门，接受监督部门的处理。

表 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“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），对核技术利用单位辐射机构建设和人员管理提出了要求，具体要求如表 12-1 所示：

表12-1 陕西省核技术利用单位机构建设、人员管理内容具体要求

管理内容		管理要求
*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。
* 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。
		年初工作安排的和年终工作总结时，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。

注：表中标注“*”内容为关键项，为强制性规范要求。

西安成立航空制造有限公司成立有辐射安全与环境保护领导小组，统筹日常辐射安全监管和协调工作，并设置有专项管理办公室和辐射安全管理人员具体负责相关辐射安全工作，人员组成如下：

组 长：廖 明

副组长：薛屈涛

成 员：郝晓波 关 昭 陈 琳

办公室：质检部

负责人：郝晓波

工作职责：

1、认真贯彻执行国家有关射线装置的法律法规，接受国家和地方生态环境部门的监督和检查；

2、对本公司的射线装置工作负总责，确保无辐射事故发生；

3、制定本公司的射线装置管理规定；

4、研究审查新建、扩建、改建射线装置项目的防护工作；

5、组织召开环保专题工作会议，研究部署解决 X 射线探伤中存在的重大问题；

6、定期安排 X 线探伤专项检查，督促消除各种辐射安全隐患；

7、发生辐射事故，按职能进行指挥、协调、处理，防止事故蔓延扩大，将辐射伤害和损失降低到最低限度。

8、对发生的事故按照“四不放过”原则组织调查处理，落实防范措施。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据“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）的要求，对核技术利用单位辐射防护管理制度建立与执行提出了要求，具体要求如表 12-2 所示：

依据国家相关法规、标准的要求，建设单位制定的辐射安全管理制度有：《辐射事故应急预案》、《X 线探伤机操作规程》、《辐射工作人员职业健康管理制度》、《辐射工作人员培训管理制度》、《辐射工作场所监测制度》、《射线装置设备维护、维修制度》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射安全检查管理制度》、《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》、《X 射线探伤机射线装置管理制度》、《辐射工作人员要求及岗位职责》等。

表 12-2 规章制度建立与执行具体要求

管理内容	管理要求
*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，并建立射线装置台账。
	建立射线装置岗位职责、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
	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。

辐射监测

根据《放射性同位素与射线装置放射安全和防护条例》（国务院令第 709 号）等相关法规和标准，必须对射线装置使用单位进行个人剂量监测、工作场所监测、场所外的环境监测，开展常规的防护监测工作。

建设单位应配备相应的监测仪器，或委托有资质的单位定期对铅房周围环境进行监测，按规定要求开展各项目监测，做好监测记录，存档备查。辐射监测内容包括个人剂量与工作场所外环境的监测。

（1）铅房场所监测计划

建设单位应定期对铅房区域周围环境进行监测，建立相应监测计划，监测计划应包括以下内容：

1) 每次进行 X 射线探伤作业前，工作人员应检查安全装置的性能及警示信号、标志的状态。

2) 定期对周围场所的防护设施进行监测, 建立操作现场的辐射巡测制度, 保证工作场所周围辐射环境安全: 包括铅房四周屏蔽体、铅门、线缆孔、人员操作位等位置。

(2) 工作人员监测计划

1) 辐射工作人员工作时需佩戴个人剂量计, 每 90 天对辐射工作人员进行个人剂量监测。发现个人剂量监测结果异常的, 应当立即停止进行辐射工作, 同时核实和调查监测结果异常原因, 并将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

2) 建设单位应安排专人负责个人剂量管理, 建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息、工作岗位、剂量监测结果等信息, 并终身保存。

12.3 辐射事故应急

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令 第 709 号) 第四十一条的规定: “使用射线装置的单位, 应当根据可能发生的辐射事故的风险, 制定本单位的应急预案, 做好应急准备”。

建设单位制定了《辐射事故应急预案》, 成立了辐射事故应急领导小组, 并明确了编制目的、依据、应急管理机构人员组成、工作职责和应急响应程序等内容, 具体组成如下:

组 长: 陈 立

副组长: 廖 明

成 员: 郝晓波 薛屈涛 关 昭 陈 琳

工作职责:

1) 负责组织应急准备工作、调度人员、设备、物资等, 指挥其他应急小组成员赶赴现场、开展工作;

2) 对放射事故的现场进行组织协调、安排救助, 指挥放射事故应急救援工作;

3) 负责向上级行政主管部门报告放射污染事件应急救援情况;

4) 其余详见附件。

当发生辐射事故时, 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, 应向当地生态环境部门报告; 造成或可能造成人员超剂量照射的, 还应向当地卫生健康行政部门报告; 如是人为故意破坏引起的事故应向当地公安部门报告。

建设单位应按《辐射事故应急预案》的内容定期进行辐射事故应急演练, 并总结演练过程中出现的问题, 不断完善辐射事故应急预案, 确保其具有较好的适用性和可操作性。

12.4 项目环保投资及竣工环境保护验收清单

12.4.1 项目环保投资

本项目 X 射线实时成像检测系统核技术利用项目环境保护投资约 34 万元，主要用于铅房、辐射环境监测仪器和个人防护用品购置等，其投资估算如表 12-3 所示：

表12-3 辐射安全与管理投资估算

内 容	措 施	投资（万元）
防护用品	铅衣、铅围脖、铅手套、铅眼镜等	0.6
防护监测设备	辐射监测仪、个人剂量报警仪等	3.4
污染防治措施	铅 房	30
	铅 门	
	门机联锁系统、灯机联锁系统	
	紧急停机按钮、 声光报警装置、监控装置	
	工作状态警示灯	
	电离辐射警告标志	
	警示标牌	
合 计		34

12.4.2 项目竣工环境保护验收

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），工程建设执行污染治理设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的“三同时”制度。

建设单位应根据“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），对本项目进行标准化建设和竣工环保验收。

建设项目正式投产运行前，建设单位应进行自主竣工环保验收，本项目竣工环境保护验收清单见表 12-4。

（见下页）

表 12-4 项目竣工环境保护验收清单

序号	验收内容	验收方法		效果和环境预期目标
1	环保手续	环评报告、环评批复、验收监测报告等齐全		环保手续齐全
2	人员要求	持证上岗，4 年进行1 次复训		持证上岗，定期培训
3	个人剂量档案及健康档案	为每个辐射操作人员配备个人剂量报警仪，探伤作业时按要求佩戴，建立并保存辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查档案		确保辐射工作人员安全
4	防护用品	防护服、电离辐射警示标志、警示灯、个人剂量计、个人剂量报警仪		防止无关人员闯入工作区域。 个人年有效剂量： 辐射工作人员 5mSv； 公众人员 0.25mSv。
5	辐射环境监测仪器	为铅房配备 X-γ 辐射剂量率仪 1 台，对辐射工作场所及其周围环境进行监测		掌握辐射环境状况、保护人员免受不必要的辐射
6	管理机构	设立以公司领导为组长、相关负责人为成员的辐射安全与环境管理领导小组		负责整个项目辐射安全与环境管理工作
7	建立健全规章制度	制定：①辐射工作设备操作规程；②辐射设备维护、维修制度；③辐射安全防护和保卫管理制度；④辐射人员安全培训教育管理制度；⑤辐射人员安全环保岗位责任制度；⑥辐射工作场所检测安全管理规定；⑦安全风险管理办法；⑧安全隐患排查整治制度；⑨重大辐射事故应急预案等规章制度		保障项目污染防治设施及射线装置正常运行
8	职业教育培训	组织所有从事辐射工作的技术人员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；对从事探伤检测的工作人员，必须经培训并取得从业资格后方可上岗		提高辐射工作人员业务技能，规范操作
9	废胶片、废显（定）影液、洗片废水	设置危废专用贮存容器，并交有危废处理资质的单位，在有效期内的收集处理协议		危废处置协议，保证所有危废均规范化管理、安全处置
10	电离辐射	剂量管理限值	辐射工作人员 5mSv/a； 公众人员 0.25mSv/a。	保证所有放射性物质均规范化管理、处置

表 13 结论与建议

结论

(1) 西安成立航空制造有限公司为了满足其生产需求，拟购置一套 X 射线实时成像检测系统，该系统内含 1 台 XYG-22508/3 型 X 射线探伤机（II 类射线装置），并使用于自带铅房内，本项目符合《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。

(2) 本项目设计位于公司厂房北区南侧，周围评价范围内无常住居民，项目区域无环境遗留问题，本评价认为该项目选址基本合理。

(3) 根据陕西省生态环境厅发布的《2019 年三季度陕西省辐射环境质量季报》，2019 年第三季度西安地区空气吸收剂量率为（74.3~109.9）nGy/h，拟建项目区域的辐射环境现状处于正常辐射环境本底水平。

(4) 根据辐射安全防护屏蔽理论计算结果分析，铅房四周屏蔽体、顶棚及铅防护门设计屏蔽防护厚度符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）及《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）等要求；根据设计提供的铅房屏蔽体和铅门防护厚度预测，辐射工作人员年累计受照射剂量最大为 $0.4 \times 10^{-2} \text{mSv}$ ，远低于辐射工作人员剂量控制目标值 5mSv/a；公众人员可能收到的年累积受照射剂量为 $0.53 \times 10^{-3} \text{mSv}$ ，远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。

(5) 建设单位成立有辐射安全与环境保护领导小组，明确了工作职责，并设置有管理办公室和相关辐射安全管理人员具体负责工作，统筹日常辐射安全监管和协调工作。

(6) 建设单位已制定《辐射事故应急预案》、《射线装置操作规程》、《辐射工作人员职业健康管理制度》、《辐射工作人员培训管理制度》和《辐射工作场所监测制度》等辐射防护管理制度，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。

综上所述，西安成立航空制造有限公司 X 射线实时成像检测系统核技术利用项目的建设及运行，符合实践的正当性原则；项目应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，不断完善并严格执行相关规章制度、应急预案，则本项目对辐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。因此从辐射安全和环境保护角度论证，该项目在严格落实各项辐射防护措施情况下对环境影响是可以接受的，从辐射环境保护角度分析，本项目建设可行。

建议

(1) 按照国家相关要求进行标准化建设，该 X 射线实时成像检测系统安装到位投入运行前，应向生态环境主管部门申请竣工验收，并办理辐射安全许可证后方可开展探伤工作。

(2) 本项目为室内探伤作业，不得将其用于现场探伤。

(3) 定期对铅房及其周围辐射水平进行监测；辐射工作人员配备个人剂量计和个人剂量报警仪，并进行岗前职业健康检查工作。

(4) 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，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。

(5) 培养并提高辐射工作人员的辐射防护安全意识，严格按照 X 射线无损检测操作规程操作，每次无损检测作业前，应仔细检查门-机联锁装置、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。

(6) 不断完善各项辐射安全管理规章制度和对事故的预防、处理等措施，定期开展辐射事故应急演练，并总结演练过程中出现的问题，不断细化和完善辐射事故应急预案，确保其具有较好的适用性和可操作性。

(7) 专用铅房外安装警示灯、张贴醒目的电离辐射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。

(8) 每年对射线装置以及铅房的安全性和防护状况编制相应的评估报告，于每年 1 月 31 日前向发证机关及当地生态环境主管部门报送辐射环境年度评估报告

桐梓环保
TONG ZI HUAN BAO

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：

桐梓环保
TONG ZI HUAN BAO

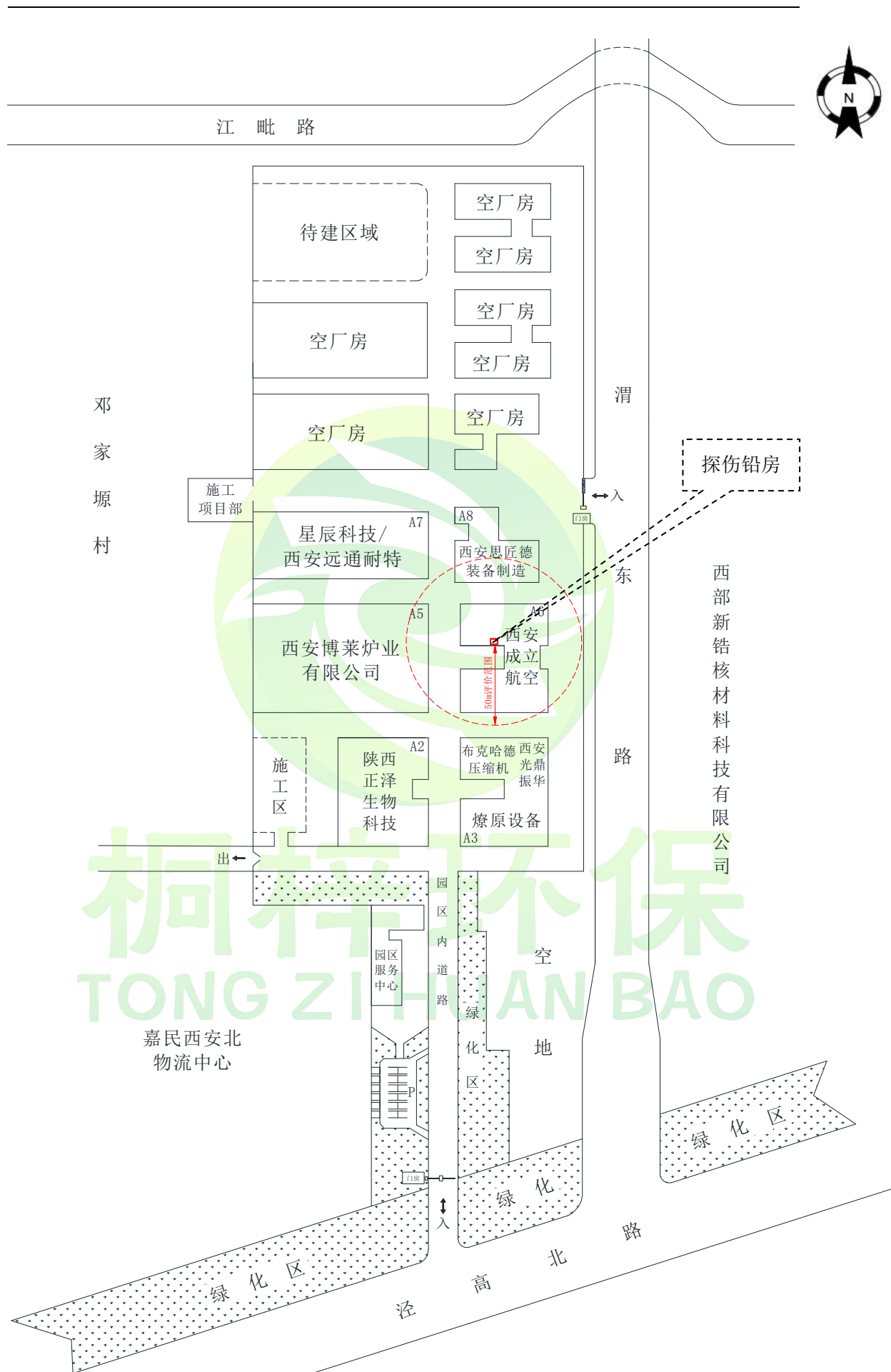
公章

经办人

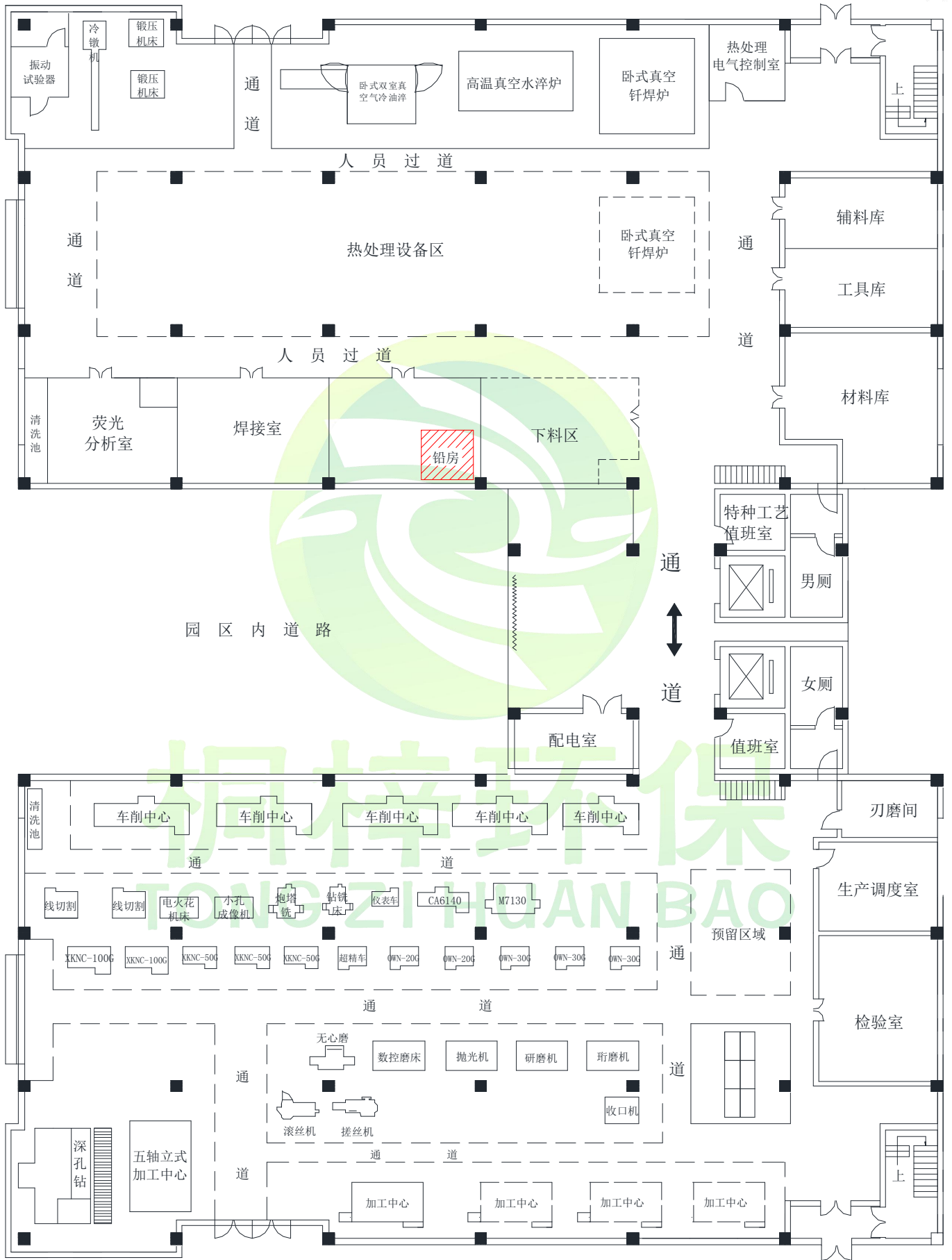
年 月 日



附图 1 本项目地理位置图



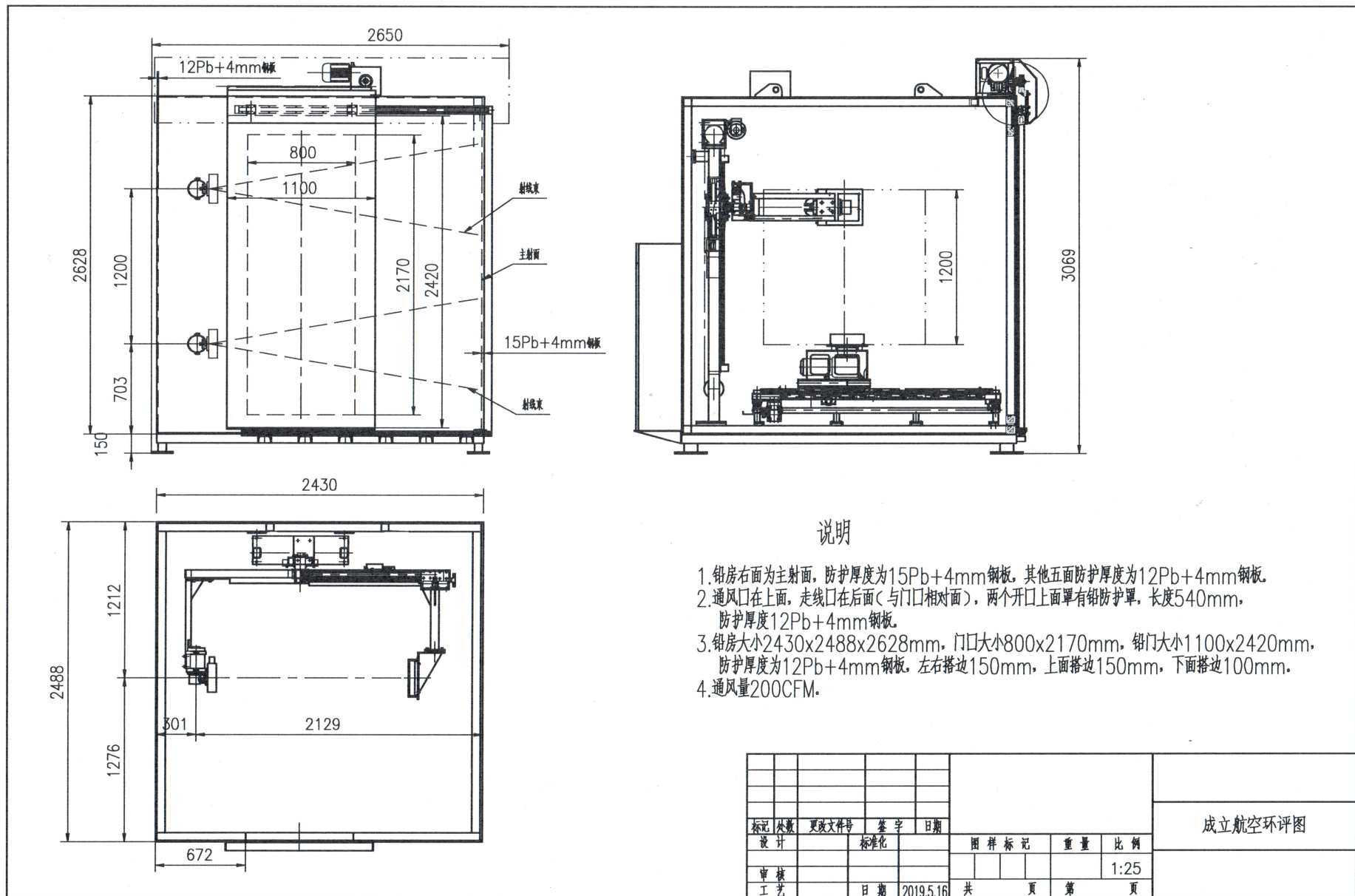
附图 2 建设单位所在区域平面示意图



附图3 建设单位厂区平面布置图



附图 4 本项目四邻关系图（卫星鸟瞰图）



附图 5 铅房屏蔽体设计图

建设项目环境影响评价 委 托 书

委托单位：西安成立航空制造有限公司

受托单位：西安桐梓环保科技有限公司

委托事项：

我单位拟进行 X 射线实时成像检测系统核技术利用项目 的建设，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等环保法律、法规的规定，特委托西安桐梓环保科技有限公司承担该项目的环评工作。

委托单位：西安成立航空制造有限公司



2019 年 11 月 5 日

西安成立航空制造有限公司

[2019]010 号

签发人



关于成立辐射安全与环境保护领导小组的通知

公司各部门：

根据国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》及国家生态环境部《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的规定，为了进一步加强我公司射线装置的监督管理，保障职工健康和环境安全，决定成立西安成立航空制造有限公司辐射安全与环境保护领导小组，并明确其主要职责，现将有关事项通知如下：

一、辐射安全与环境保护领导小组成员

组 长：廖明

副组长：薛屈涛

成 员：郝晓波、关昭、陈琳

领导小组办公室设在质检部门，郝晓波同志负责日常监督管理工作。

二、辐射安全与环境保护领导小组主要职责

- 1、认真贯彻执行国家关于射线装置的法律、法规、接受国家和地方生态环境部门的监督与检查。
- 2、对本公司的射线装置工作负总责，保证无辐射事故发生。
- 3、制定本公司的射线装置管理规定。
- 4、研究审查新建、扩建、改建射线装置的防护工作。

5、组织召开环保专题工作会议，研究部署解决 X 射线工业探伤中存在的重大问题。

6、定期安排 X 线探伤专项检查，督促消除各种辐射安全隐患，

7、发生辐射事故，按职能进行指挥、协调、处理，防止事故蔓延扩大，将辐射伤害和损失降低到最低限度。

8、对发生的事故按照“四不放过”原则组织调查处理，落实防范措施。

西安成立航空制造有限公司

2019年10月30日



西安成立航空制造有限公司综合管理部 2019 年 10 月 30 日印发

拟稿：唐永红

共印：2 份

