

**表 1 项目基本情况**

建设项目名称		陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司新增 2 台射线装置核技术应用项目				
建设单位		陕西法士特汽车传动集团有限责任公司				
法人代表	严鉴铂	联系人	樊昊	联系电话	0917-8730697	
注册地址		陕西省西安市高新区西部大道 129 号				
项目建设地点		陕西省蔡家坡经济技术开发区孔明大道陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司				
立项审批部门		/		批准文号	/	
建设项目总投资（万元）		220	项目环保投资（万元）	30	投资比例（环保投资/总投资） 13.64%	
项目性质		<input type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他			占地面积（m <sup>2</sup> ）	/
应用类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类			
	非密封放射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物			
		<input type="checkbox"/> 销售	/			
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙			
	射线装置	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类			
其他	/					
<b>项目概述</b>						
<b>一、建设单位概况</b>						
<b>1、建设单位简介</b>						
<p>陕西法士特汽车传动集团有限责任公司（以下简称“法士特”）始建于 1968 年，注册地址为陕西省西安市高新区，是一家综合性加工企业，以钢铁的机加工为主，产品在 5 档~16 档重型变速器领域已实现全方位覆盖，形成以双中间轴系列为主导，单中间轴系列为辅助的高、中、低档互补发展的新格局，并实现总产品批量出口。产品在国内 8t 级以上中重型汽车市场份额超过 86%，15t 级以上达 92%。</p> <p>陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司于 2007 年 12 月 17 日成立，注册地址位于陕西省宝鸡市，主要经营汽车传动产品、机械零部件、汽车零部件、铸</p>						

件的生产、销售，为陕西法士特汽车传动集团有限责任公司全资子公司。

## 2、项目由来

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司已有 5 台 X 射线探伤机，均已履行环保手续，见表 1-3。为满足企业业务发展的需要，陕西法士特汽车传动集团有限责任公司拟在铸造分公司的铸造车间热处理工段车间和压铸二车间分别新增 1 套 XYD-160 型 X 射线实时检验系统，用于消失模和压铸等铝合金工件的无损检测，本项目设备自带屏蔽铅房，但工作人员可进入铅房内。根据《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），该检测系统属于Ⅲ类射线装置-工业用 X 射线探伤装置；根据生态环境部部长信箱《放射装置分类中对自屏蔽工业探伤机理解的回复》（2018 年 2 月 12 日），自屏蔽式 X 射线探伤装置需同时满足三个特征，其中之一是：“在任何工作模式下，人体无法进入和滞留在 X 射线探伤装置屏蔽体内”，本项目检测系统具备人员进入内部的条件，不属于自屏蔽式 X 射线探伤装置，应按照Ⅱ类射线装置进行管理。

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》，本项目需进行环境影响评价。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“五十五、核与辐射—172、核技术利用建设项目—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。

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司于 2021 年 2 月委托我公司编制该项目环境影响报告表。接受委托后，我公司随即组织专业人员开展资料收集、现场踏勘等工作，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《陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司新增 2 台射线装置核技术应用项目环境影响报告表》。

## 一、项目概况

### 1、建设规模

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司拟在铸造分公司的铸造车间热处理工段车间新建 5 号探伤机室，包括检测室和设备间，在设备间新增 1 套 XYD-160 型 X 射线实时检验系统；在压铸二车间（拟建）新建 7 号探伤机室，包括检测室和设备间，

在设备间新增 1 套 XYD-160 型 X 射线实时检验系统。本项目新增射线装置自带屏蔽铅房。本次环评以设备铅房作为探伤室评价。

本项目建设情况详见表 1-1。

表 1-1 本项目建设情况表

工作场所	探伤机室材料	探伤机室尺寸	设备进户门	设备型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	曝光类型
5 号探伤机室	混凝土	长 8.1m×宽 5.2m	门洞高 3.47m 宽 3.7m	XYD-160 型 X 射线实时检验系统	160	11	定向, 射线束角 40°*30°
7 号探伤机室							

## 2、工作制度及劳动定员

根据建设单位提供的资料, 本项目射线装置工作人员从现有人员中调配, 每台设备共 4 人, 两班制, 每班 2 人; 设备年运行时间详见表 1-2。

表 1-2 设备年运行时间

工作场所	设备名称	照射时间 (h/d)	周工作天数 (d)	年工作天数 (d)	年照射时间 (h/a)
5 号探伤机室	X 射线实时检验系统	5	6	300	1500
7 号探伤机室	X 射线实时检验系统	5	6	300	1500

## 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, 系核技术在工业领域内的运用。根据《产业结构调整指导目录 (2019 年本)》, 本项目属于“鼓励类”中“十四、机械—6、工业 CT、三维超声波探伤仪等无损检测设备”, 符合国家产业政策。

本项目利用 X 射线进行消失模和压铸等铝合金工件的无损检测, 通过无损检测有助于产品质量及性能把控, 从而保障产品质量, 项目运行产生的辐射危害远小于企业和社会取得的利益, 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

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司位于陕西省宝鸡市蔡家坡经济技术开发区, 本项目建设地点位于法士特铸造分公司铸造车间热理工段车间 5 号探伤机室和压铸二车间的 7 号探伤机室。5 号探伤机室位于铸造车间热理工段车间内的西侧, 7 号探伤机室位于拟建压铸二车间内的北侧。

本次拟新增射线装置地理位置见图 1-1。



图 1-1 地理位置与交通图

(2) 周边环境关系及平面布置图

5号探伤机室位于法士特铸造分公司的铸造车间热处理工段车间内。铸造车间热处理工段车间西侧为再铸造公司和压铸车间，北侧为再制造旧箱存放区和压铸壳体清洗区，东侧为铸造食堂及活动中心、物流转运棚和铸造基地6DS壳装厂房，南侧为铸造车间。5号探伤机室的北侧为再铸造补焊区，东侧为电热处理炉，南侧为铸造产品检验室、合格品区和现有3间探伤室，项目周边环境关系见图1-2，平面布置见图1-3，设备摆放位置见图1-4。



图 1-2 5号探伤机室所在位置及周边环境关系图

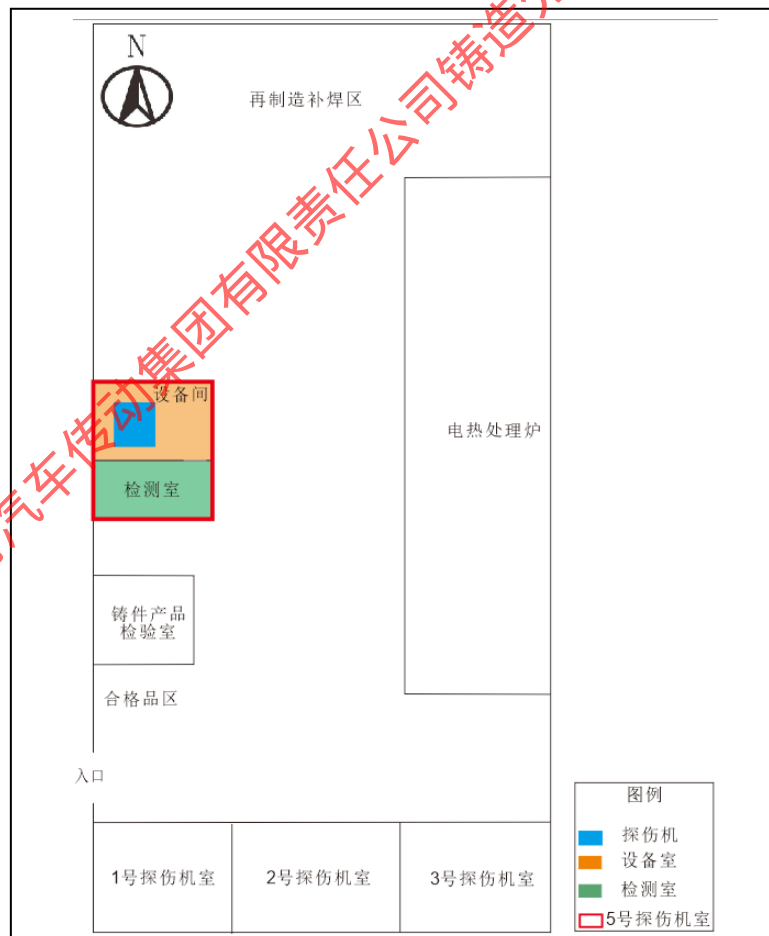


图 1-3 铸造车间热处理工段车间平面布置示意图

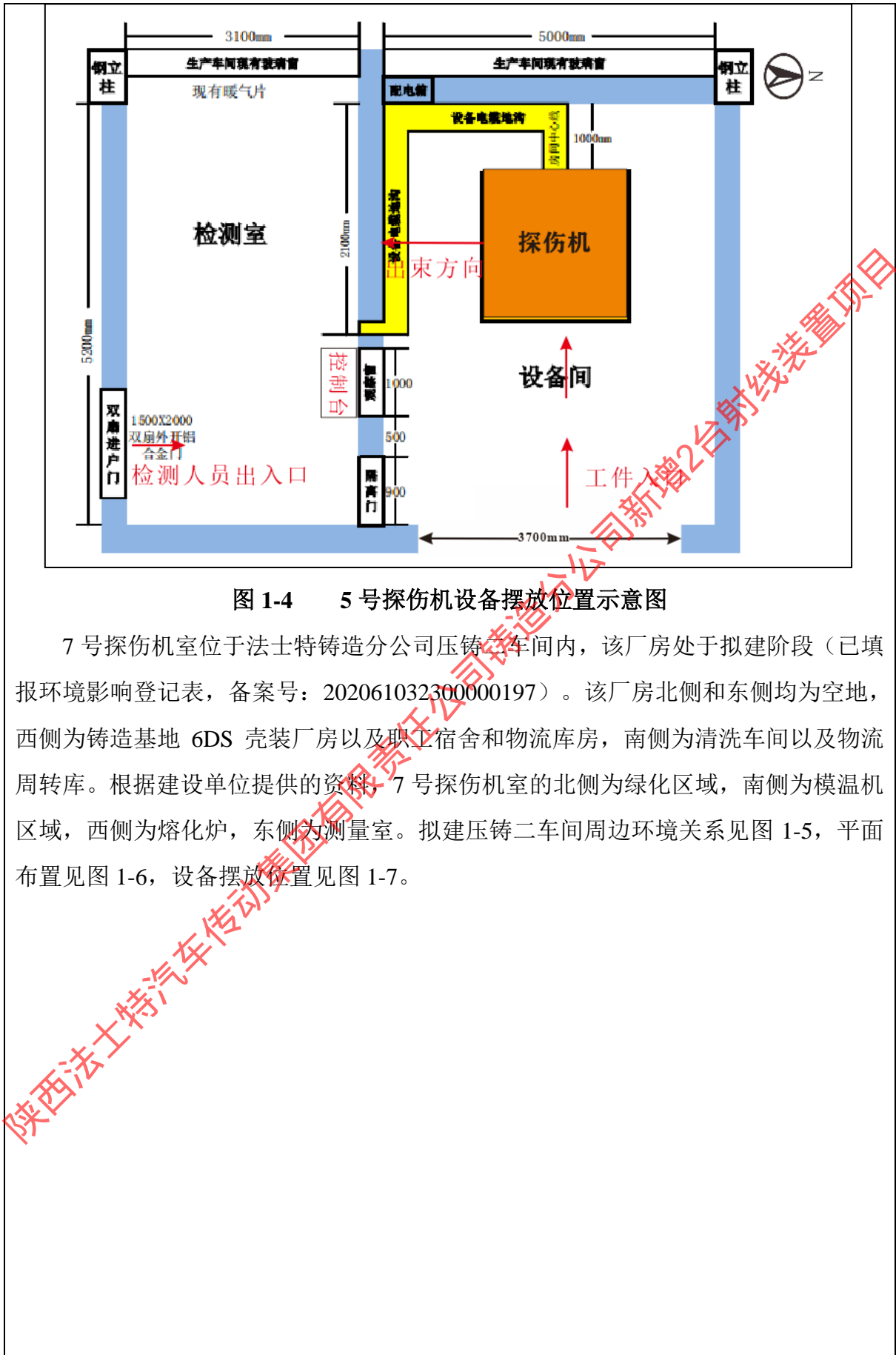


图 1-4 5 号探伤机设备摆放位置示意图

7 号探伤机室位于法士特铸造分公司压铸二车间内，该厂房处于拟建阶段（已填报环境影响登记表，备案号：202061032300000197）。该厂房北侧和东侧均为空地，西侧为铸造基地 6DS 壳装厂房以及职工宿舍和物流库房，南侧为清洗车间以及物流周转库。根据建设单位提供的资料，7 号探伤机室的北侧为绿化区域，南侧为模温机区域，西侧为熔化炉，东侧为测量室。拟建压铸二车间周边环境关系见图 1-5，平面布置见图 1-6，设备摆放位置见图 1-7。

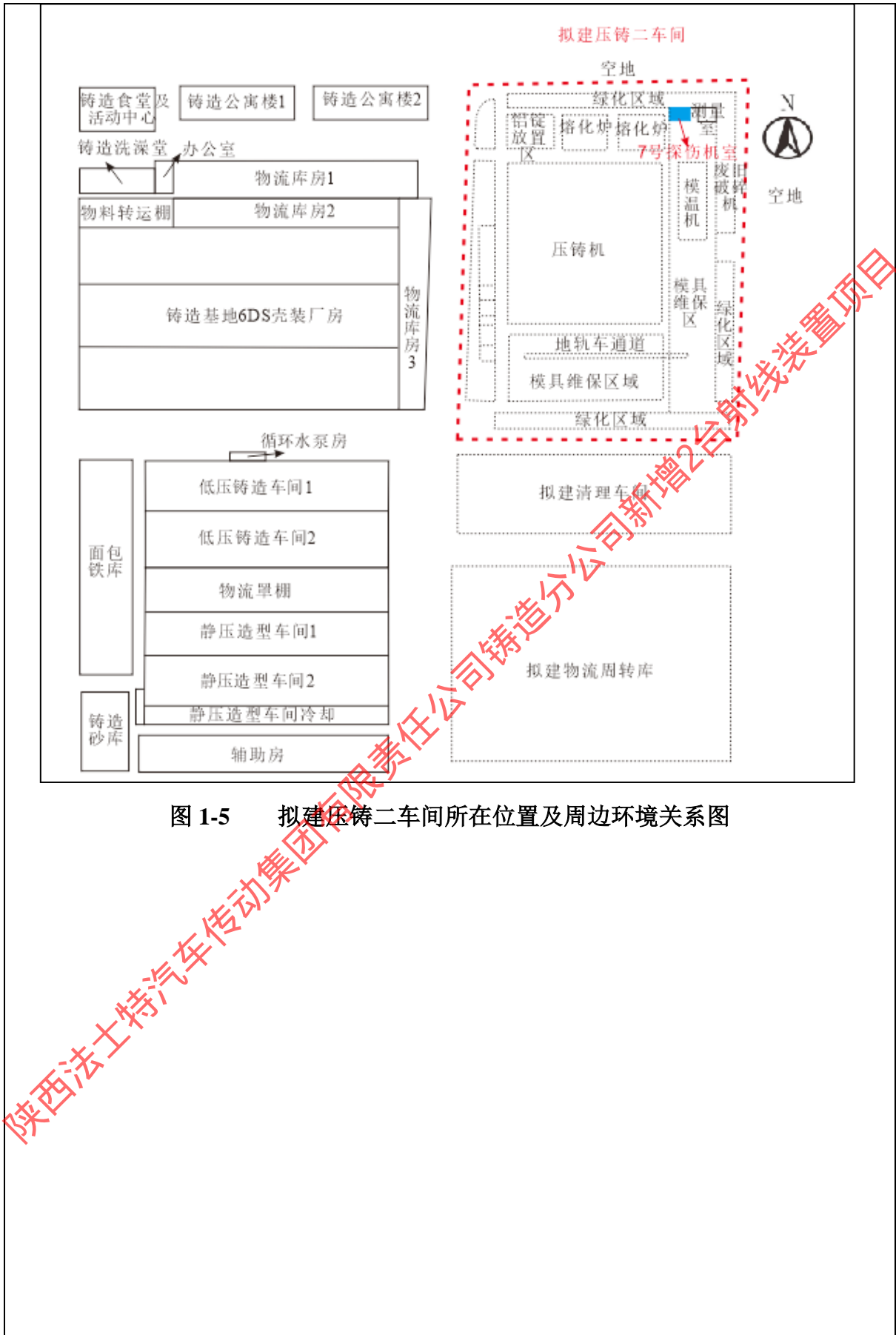


图 1-5 拟建压铸二车间所在位置及周边环境关系图

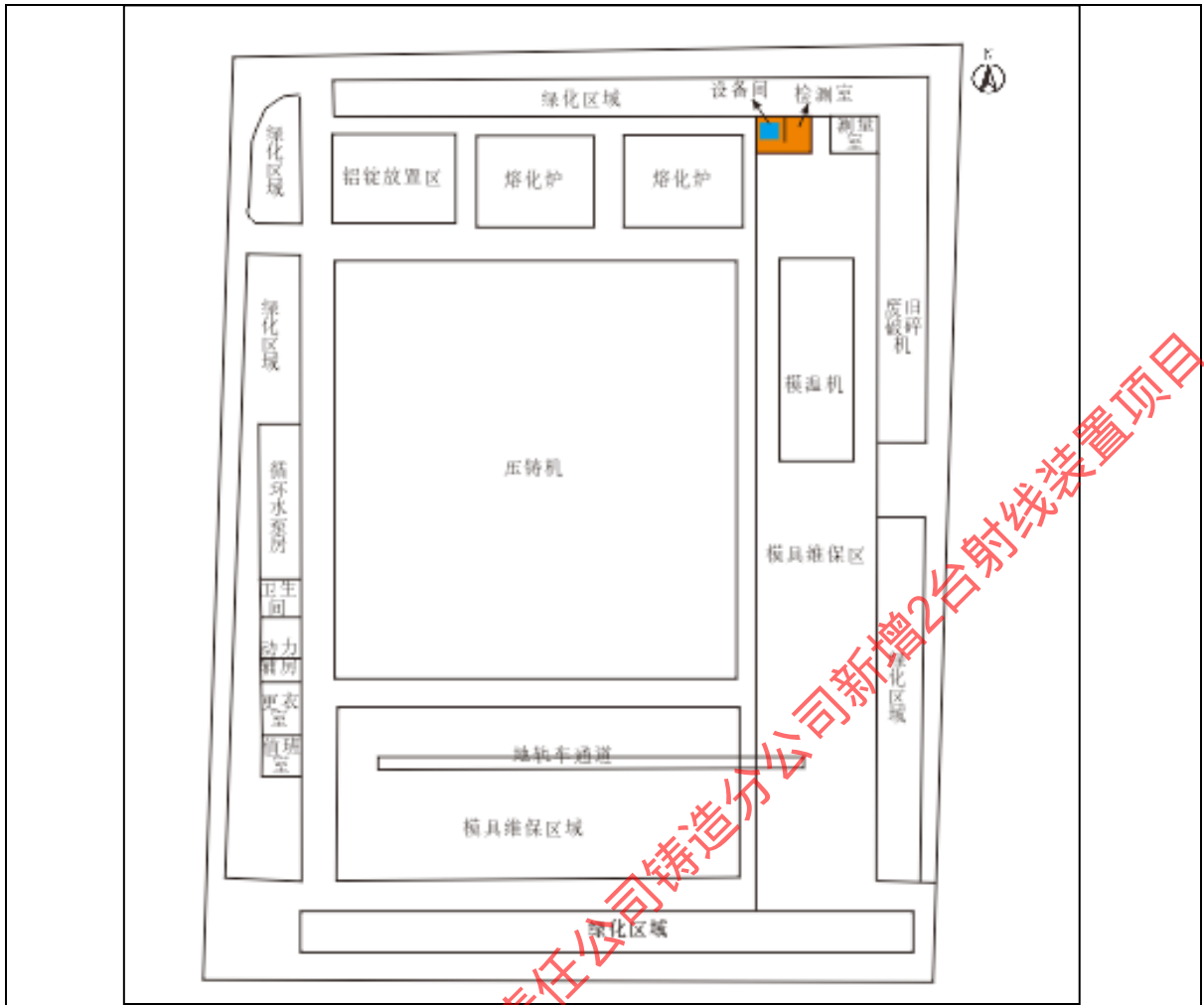


图 1-6 拟建压铸二车间平面布置图

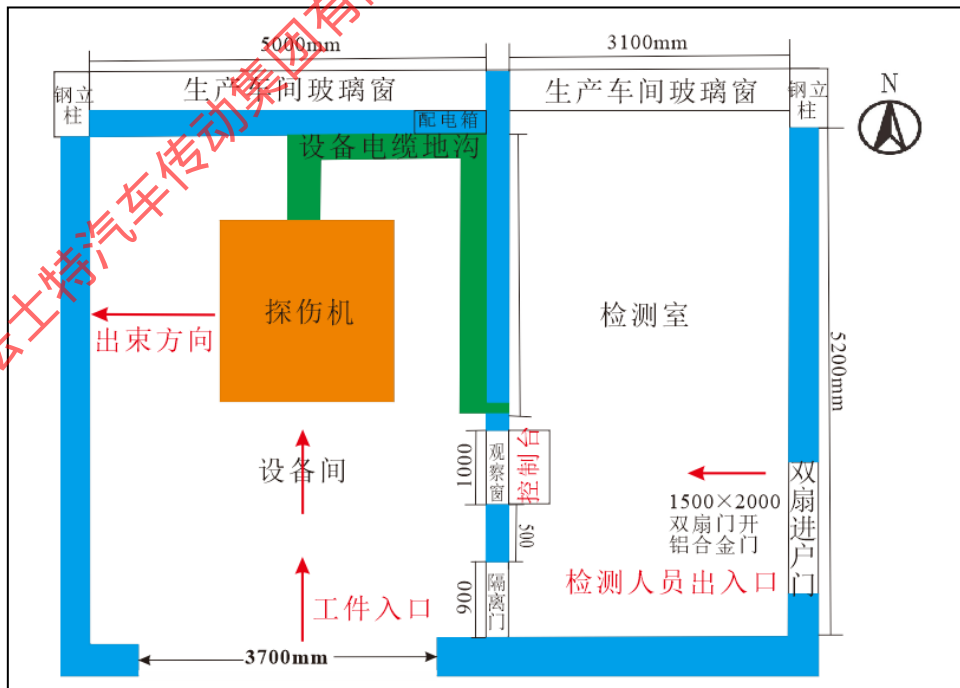


图 1-7 7号探伤机设备摆放位置示意图



## 五、核技术应用项目回顾

### 1、陕西法士特汽车传动集团有限责任公司现有核技术利用项目情况

#### (1) 环保手续履行情况

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司下辖法士特铸造分公司及职工第二医院等单位，所有单位的核技术利用项目由集团公司统一管理。法士特铸造分公司现有 5 台 X 射线探伤机均已开展环境影响评价，取得陕西省环境保护厅批复，其中 4 台已通过竣工环境保护验收并取得验收批复，1 台已环评正在验收；法士特职工第二医院 2 台射线装置已办理环境影响评价登记表，并于 2014 年通过竣工环境保护验收。陕西法士特汽车传动集团有限责任公司现有核技术利用项目环保手续履行情况见表 1-3，批复详见附件。

表 1-3 现有核技术利用项目环保手续履行情况

序号	项目名称	环评审批部门	环评批复内容及日期		验收批复内容及日期	
1	陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司核技术应用项目	原陕西省环境保护厅	陕环批复（2010）532号 2010年11月8日	1套 MU2000型 X射线实时成像检测系统	陕环批复（2013）635号 2013年12月5日	验收内容： 1套 MU2000型、1套 XYG-22507/3型、1套 Y.MULTIPL型 X射线实时成像检测系统
2	陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司 X射线探伤核技术应用项目	原陕西省环境保护厅	陕环批复（2012）527号 2012年8月16日	1套 XYG-22507/3型、1套 Y.MULTIPL型 X射线实时成像检测系统和2个探伤室	陕环批复（2014）646号 2014年11月26日	验收内容： 1套 XYD-450型 X射线实时成像检测系统
3	陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司 XYD-450型 X射线实时成像检测系统核技术应用项目	原陕西省环境保护厅	陕环批复（2014）131号 2014年3月17日	1套 XYD-450型 X射线实时成像检测系统	宝市环函（2014）443号 2014年11月5日	验收内容： 1台 F51-5C型 X光射线机、1台 F22-IV型牙科射线机
4	陕西法士特汽车传动集团有限责任公司职工第二医院 X光射线装置应用项目	/	环评登记表	1台 F51-5C型 X光射线机、1台 F22-IV型牙科射线机		

5	陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造车间新增 X 射线探伤核技术应用项目	陕西省生态环境厅	陕环批复 (2020)282 号 2020年10月 21日	1套 XYD-450 型 X 射线实时成像检测系统	正在验收
---	---------------------------------------	----------	---	---------------------------	------

(2) 现有辐射安全许可证

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司辐射安全许可证最新发证日期为 2020 年 3 月 24 日，许可证编号为陕环辐证（00450），许可证种类和范围为使用 II、III 类射线装置，有效期至 2025 年 3 月 4 日，辐射安全许可证台账明细见表 1-4。

表 1-4 辐射安全许可证台账明细

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	X 射线探伤机	XYD-450	II 类	1	法士特铸造分公司	使用
2	X 射线探伤机	XYG-22507/3	II 类	1		使用
3	X 射线探伤机	MU2000	II 类	1		使用
4	X 射线探伤机	Y.MULTIPL	II 类	1		使用
5	医用 X 射线机	F51-5C	III 类	1	法士特职工第二医院	使用
6	牙科 X 射线机	F22-IV	III 类	1		使用

法士特铸造分公司 4 台 X 射线探伤机、法士特职工第二医院 2 台射线装置已通过竣工环境保护验收，其中铸造分公司现有 4 台 X 射线探伤机，XYG-22507/3 型 X 射线探伤机位于铸造分公司一号探伤室、XYD-450 型 X 射线探伤机位于铸造分公司三号探伤室、MU2000 型 X 射线探伤机位于铸造分公司四号探伤室、Y.MULTIPL 型 X 射线探伤机位于铸造分公司二号探伤室。

2、陕西法士特汽车传动集团有限责任公司辐射安全与管理现状

(1) 辐射防护管理机构

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司已成立了辐射安全管理领导小组，安排专人负责辐射安全管理工作，明确相关管理人员、辐射工作人员职责，指导法士特辐射安全管理工作。

(2) 规章制度建设及落实情况

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司目前已制定了较为完善的规章制度，主要有：《辐射防护和安全保卫制度》、《射线装置操作人员培训制度》、《辐射人员岗位职责》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射装置维护、检修制度》、《辐射工作场所监测制度》、《辐射检测仪器使用与检定制度》、《探伤辐射事故应急预案》等

辐射设备操作规程、辐射防护管理制度确保辐射作业中的安全防护。

### (3) 工作人员培训情况

目前，陕西法士特汽车传动集团有限责任公司在岗辐射工作人员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。

### (4) 辐射工作场所监测报告

法士特铸造分公司已配备 2 台 X- $\gamma$  剂量率仪监测仪，能够满足法士特现有核技术应用项目监测需要。

根据法士特 2020 年度监测报告（报告编号：XAZC-JC-2020-492），3 台 X 射线探伤机正常工作状态下，X 射线探伤机铅房外表面 30cm 处 X、 $\gamma$  辐射剂量率测量值范围为 0.06~0.17 $\mu$ Sv/h，操作位及线缆口外 30cm 处 X、 $\gamma$  辐射剂量率测量值范围分别为 0.06~0.13 $\mu$ Sv/h。监测结果符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）4.1 章节“防护安全要求”的相关要求，即“X 射线探伤室墙和入口门的辐射屏蔽应满足：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”。第二探伤室的 Y.MULTIPL 型 X 射线探伤机在年度监测时处于维修状态，目前已修好，将纳入 2021 年度工作场所监测报告。

根据法士特职工第二医院医用 X 射线诊断设备放射工作场所检测报告（报告编号：HKJFJ200184-C），F51-5C 型医用诊断 X 射线机摄影部分机房屏蔽体外各检测点 X 射线剂量率检测结果最高值为 1.60 $\mu$ Sv/h，经估算的机房屏蔽体外人员可能受到照射的年有效剂量约为 0.0089mSv，符合 GBZ130-2013《医用 X 射线诊断放射防护要求》中“CR 机房外人员可能受到照射的年有效剂量约束值应不大于 0.25mSv”的要求；F51-5C 型医用诊断 X 射线机透视部分机房屏蔽体外各检测点 X 射线剂量率和 MSD-III 型微焦点牙科 X 射线机机房屏蔽体外各检测点位 X 射线剂量率均符合 GBZ130-2013《医用 X 射线诊断放射防护要求》中“具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率控制目标值应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h”和“口内牙片摄影机房外的周围剂量率控制目标值应不大于 2.5 $\mu$ Sv/h”的要求。

### (5) 个人剂量检测及职业健康检查情况

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司为现有辐射工作人员均配备了个人剂量计，建立了辐射工作人员个人剂量档案，并委托有资质单位承担辐射工作人员个人剂量检测工作，每季度检测 1 次。根据陕西新高科辐射技术有限公司出具的 2020 年 1

月~2021年1月4个季度放射工作人员个人剂量监测报告和放射工作人员健康体检档案显示，现有放射工作人员个人剂量及健康未见异常。

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司新增2台射线装置项目

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) / 最大能量 (MeV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	X 射线实时检验系统	II 类	2	XYD-160 型	160kV	11	铸件致密性检测	法士特铸造分公司 5 号探伤机室、7 号探伤机室	/

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

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

<p>法规文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》，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），2018 年 12 月 29 日；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003 年 10 月 1 日；</p> <p>(4) 《建设项目环境影响评价分类管理目录（2021 年版）》，2021 年 1 月 1 日；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 682 号，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》（修订），国务院令第 709 号，2019 年 3 月 2 日；</p> <p>(7) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，（修改），生态环境部令第 7 号，2019 年 8 月 22 日；</p> <p>(8) 《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；</p> <p>(9) 《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>(10) 《关于发布&lt;射线装置分类&gt;的公告》，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>(11) 《陕西省放射性污染防治条例》（2019 年修正），2019 年 11 月 6 日；</p> <p>(12) 《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>
<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) 《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>其他</p>	<p>(1) 环境影响评价委托书；</p> <p>(2) 建设单位现有核技术利用项目环评批复及验收批复、辐射安全许可证、年度监测报告；</p> <p>(3) 建设单位提供的其他相关技术资料。</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以射线装置屏蔽铅房为边界,半径 50m 范围内的区域,评价范围见图 7-1 和图 7-2。

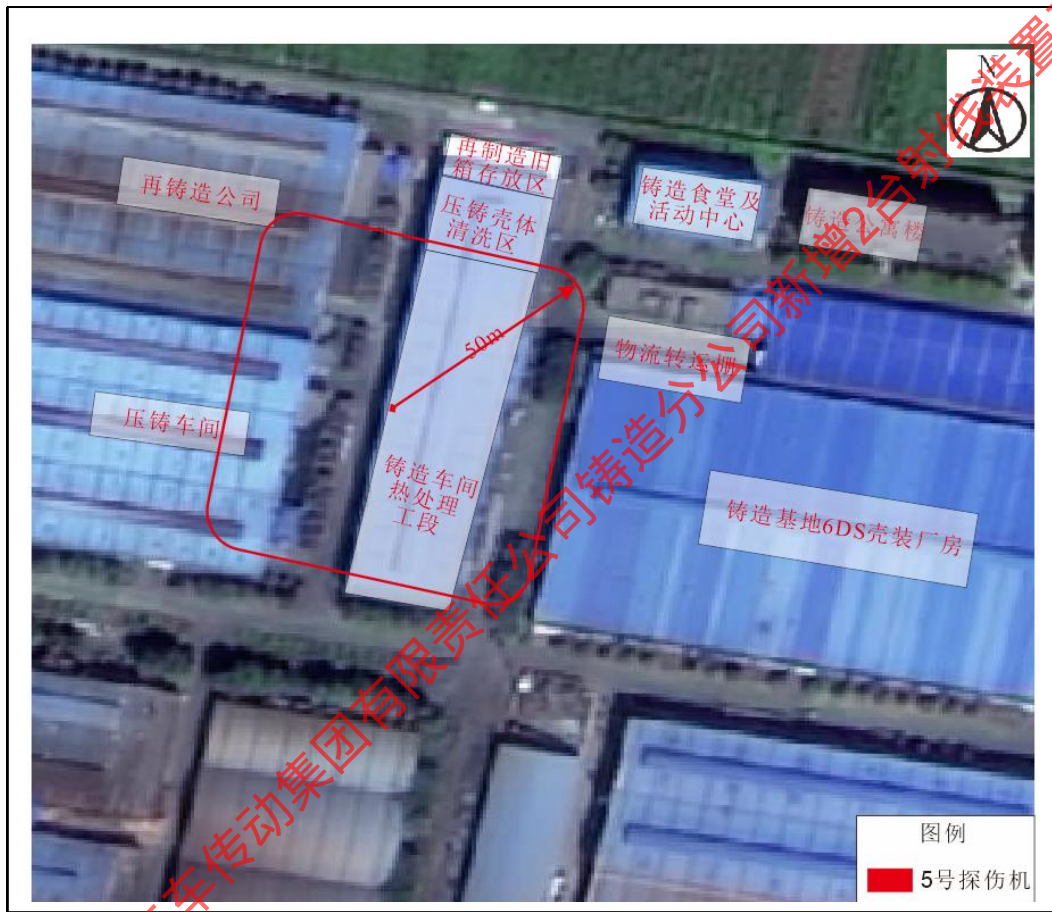


图 7-1 5 号探伤机室评价范围图

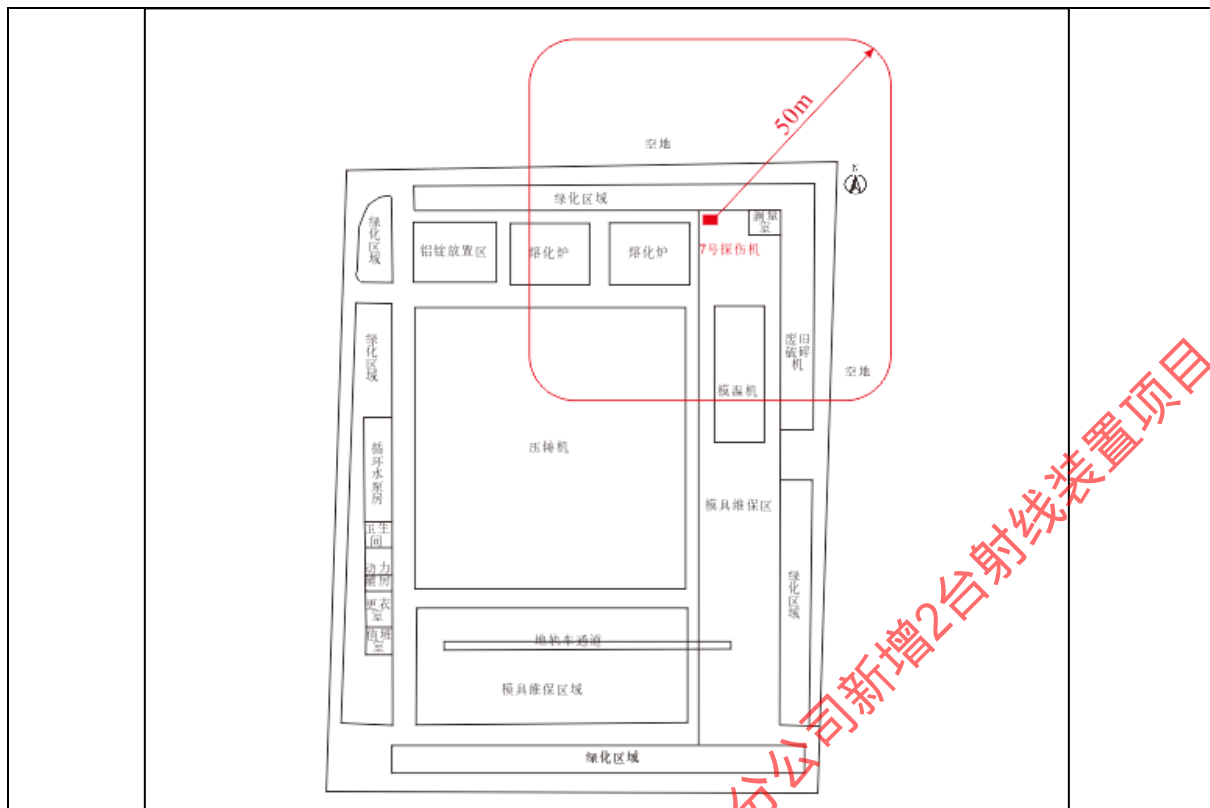


图 7-2 7号探伤机室评价范围图

### 保护目标

根据探伤机室周边环境关系及平面布置图（见图 1-2～图 1-7），本项目环境保护目标主要为检测室放射工作人员和公众。本项目环境保护目标见表 7-1 和表 7-2。

表 7-1 5号探伤机室主要环境保护目标

设备	保护对象	人数	方位	保护目标	与铅房的距离 (m)	剂量约束值 (mSv/a)
5号探伤机室	放射工作人员	2人	南	检测室操作人员	1.5~4.6m	5
		2人	东	搬运工件人员	0.3~2.5m	
	公众	6人	北	再制造补焊区人员	20~50m	0.25
		2人	南	铸造产品检验室人员	15~25m	
		4人		1号、2号、3号探伤室人员	40~50m	
		/	西	厂区工作人员	1.3~16m	
			东	再铸造、压铸车间人员	16~50m	
		4人		电热处理炉操作人员	14~30m	
	流动人员	东	厂区工作人员	28~50m		
7号探伤机室	放射工作人员	2人	东	控制台操作人员	1.5~4.6m	5
		2人	南	搬运工件人员	0.3~2.5m	
	公众	5人	东	测量室人员	10.5~19.5m	0.25
		4人		废旧破碎机操作人员	15.3~42m	
		2人	南	模具机操作人员	19~50m	
		3人	西	熔化炉操作人员	2.2~50m	
8人	压铸机操作人员	23~50m				

## 评价标准

### 一、职业人员和公众的辐射剂量约束值

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)不超过 20mSv;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 1mSv。

另外,根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)第 11.4.3.2 款规定:剂量约束值通常应在公众照射剂量的限值 10%~30%(0.1mSv~0.3mSv)的范围之内,但剂量约束值的使用不应取代最优化要求,剂量约束值只能作为最优化值的上限。

依据“辐射防护安全与最优化原则”,本项目取评价标准限值的四分之一作为剂量约束值,即对公众成员取 0.25mSv/a 作为剂量约束值,工作人员职业照射取 5mSv/a 作为剂量约束值。

### 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。本标准适用于 500kV 以下的工业 X 射线探伤装置(以下简称 X 射线装置或探伤机)进行探伤的工作。本项目运行期铅房等同于探伤室,应满足标准中探伤室的防护要求。

#### 4.1 放射防护要求:

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。

**表 8 环境质量和辐射现状**

**1、项目地理位置和场所**

5 号探伤机室位于陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司的铸造车间热处理工段车间内，地理位置见图 1-2 和图 1-3；7 号探伤机室位于拟建设的压铸二车间内，地理位置见图 1-5 和 1-6。

**2、环境质量和辐射现状**

本项目委托西安志诚辐射环境检测有限公司对拟建场所辐射环境质量进行现状监测，监测时间为 2020 年 4 月 6 日，检测地点为陕西省蔡家坡经济技术开发区孔明大道陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司，监测单位依据《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）、《环境地表  $\gamma$  辐射剂量率测定规范》（GB/T 14583-1993）和《环境监测用 X、 $\gamma$  辐射测量仪 第一部分 剂量率仪型》（EJ/T 984-1995）等有关要求进行现状监测。

**3、监测因子**

X、 $\gamma$  空气吸收剂量率。

**4、监测点位**

拟建 5 号探伤机室设备间、检测室以及 5 号探伤机室周围，监测点位示意图见图 8-1。拟建 7 号探伤机室设备间、检测室以及 7 号探伤机室周围，监测点位示意图见图 8-2。

**5、监测概况**

(1) 监测日期

2021 年 4 月 6 日。

(2) 监测仪器

便携式辐射检测仪，参数详见表 8-1。

**表 8-1 监测仪器参数**

型号规格	AT1123
仪器编号	XAZC-YQ-010
测量范围	50nSv/h~10Sv/h
检定单位	中国计量科学研究院
检定证书	DLj12020-04472
检定有效期	2020.6.24~2021.6.23

(3) 质量保证

按照《辐射环境监测技术规范》(HJ/T-2001)、《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-1993)和《环境监测用X、 $\gamma$ 辐射测量仪 第一部分 剂量率仪型》(EJ/T 984-1995)的要求,实施监测全过程质量控制。合理布设监测点位,保证各监测点位布设具有代表性、科学性和可比性。所用监测仪器全部经过计量部门检定,并在有效期内。监测数据严格实行三级审核制度。

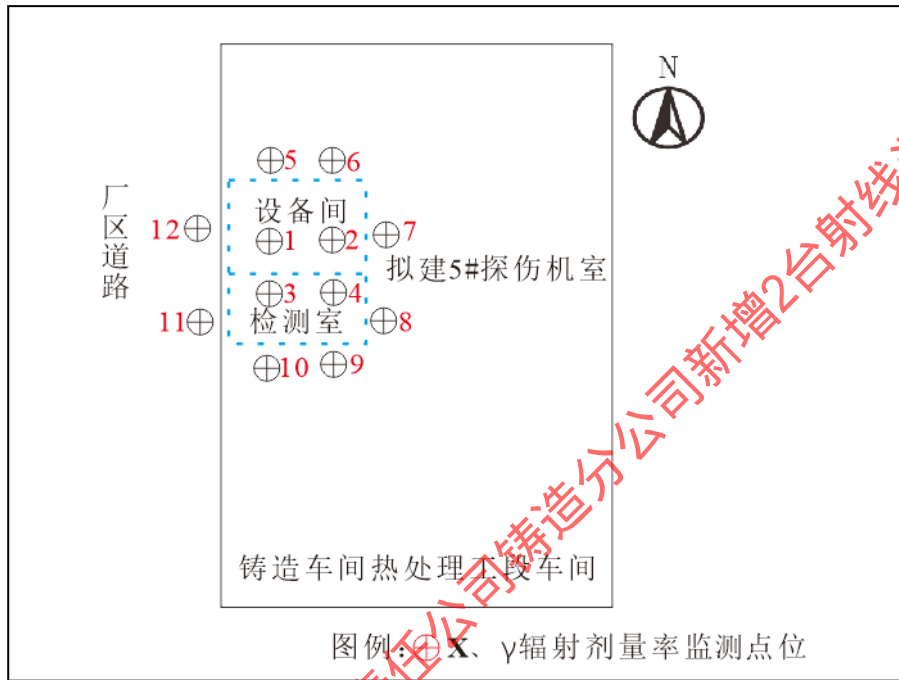


图 8-1 5号探伤机室监测点位示意图

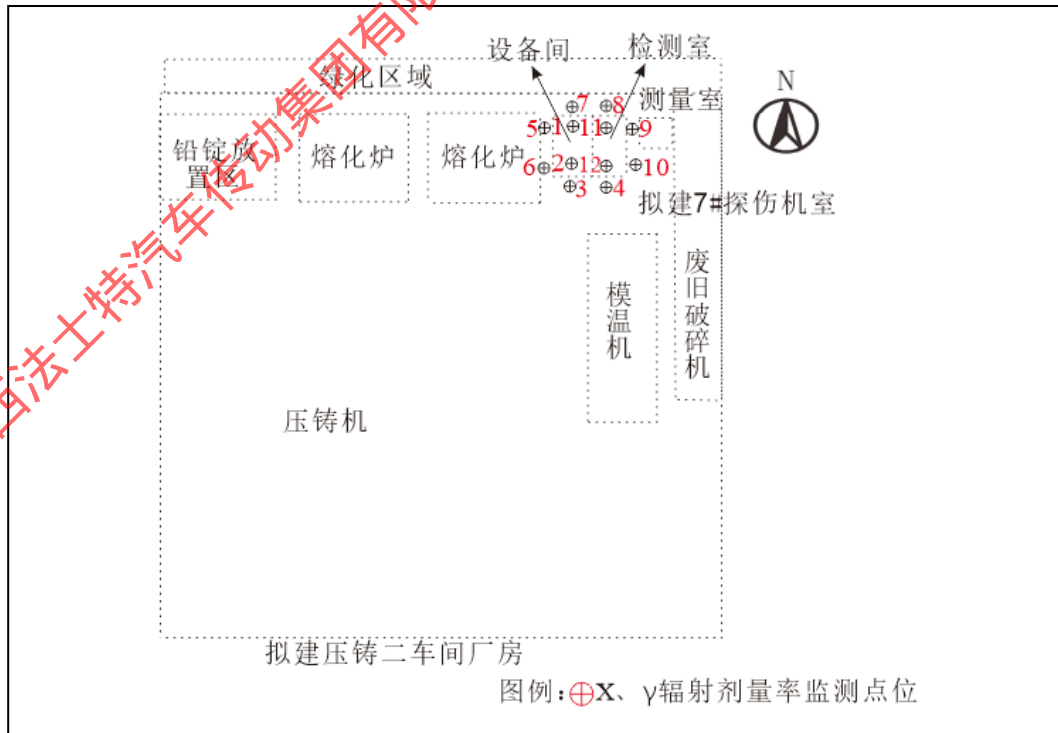


图 8-2 7号探伤机室监测点位示意图

## 6、辐射环境质量现状监测结果

项目辐射环境质量现状监测结果见表 8-2。

表 8-2 辐射环境质量现状监测结果

场所	监测点位	点位描述	X、 $\gamma$ 空气吸收剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
5 号探伤机室	1	设备间	0.135~0.138
	2		0.130~0.135
	3	设备间南侧 (检测室)	0.115~0.117
	4		0.116~0.119
	5	设备间北侧	0.137~0.142
	6		0.135~0.138
	7	设备间东侧	0.123~0.127
	8		0.124~0.127
	9	检测室南侧	0.129~0.132
	10		0.131~0.134
	11	厂区道路 (设备间西侧)	0.129~0.133
	12		0.127~0.132
7 号探伤机室	1	设备间	0.111~0.113
	2		0.111~0.113
	3	探伤机室南侧	0.112~0.114
	4		0.112~0.114
	5	设备间西侧 (熔化炉)	0.112~0.114
	6		0.112~0.114
	7	探伤机室北侧 (绿化区域)	0.112~0.114
	8		0.112~0.114
	9	检测室东侧 (通道)	0.112~0.114
	10		0.112~0.114
	11	设备间东侧 (检测室)	0.112~0.114
	12		0.112~0.114

表 8-2 表明, 拟建 5#探伤机室各监测点位 X、 $\gamma$  辐射剂量率测量值范围为 0.115~0.142 $\mu\text{Sv/h}$ ; 拟建 7#探伤机室各监测点位 X、 $\gamma$  辐射剂量率测量值范围为 0.111~0.114 $\mu\text{Sv/h}$ 。

参照《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究环境》中“宝鸡市原野  $\gamma$  辐射剂量率为 41.0~120.0nGy/h, 道路  $\gamma$  辐射剂量率为 37.0~146.0nGy/h, 室内  $\gamma$  辐射剂量率为 64.0~140.0nGy/h”, 本项目拟建场所辐射环境现状监测结果属于天然辐射环境本底水平。

表 9 项目工程分析和源项

### 工程设备和工艺分析

#### 1、工程设备

##### (1)设备简介

本项目 X 射线实时检测系统厂家为丹东华日理学电气有限公司，根据技术协议，检测系统主要由 X 射线机系统、数字成像系统、图像处理系统、电气控制系统、机械传动系统、射线防护系统及其它部分等构成。其中 X 射线机系统包括射线源，数字成像系统包括成像板，射线防护系统包括铅房结构。

铅房结构见图 9-1 和 9-2。

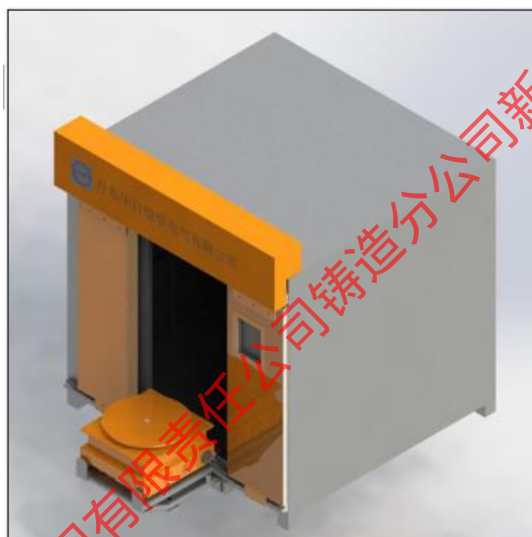


图 9-1 设备外观示意图

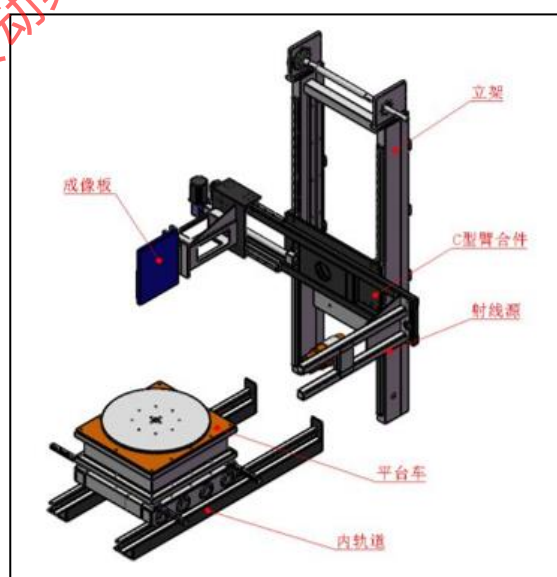


图 9-2 设备内部结构示意图



## (2) 工作原理

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、钼等）制成。

当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接射向嵌在金属阳极中的靶体，高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速到很高的速度，这些高速电子轰击靶物质，与靶物质作用产生韧致辐射，释放出 X 射线，X 射线探伤所利用的就是其释放出的 X 射线。典型的 X 射线管结构图见图 9-3。

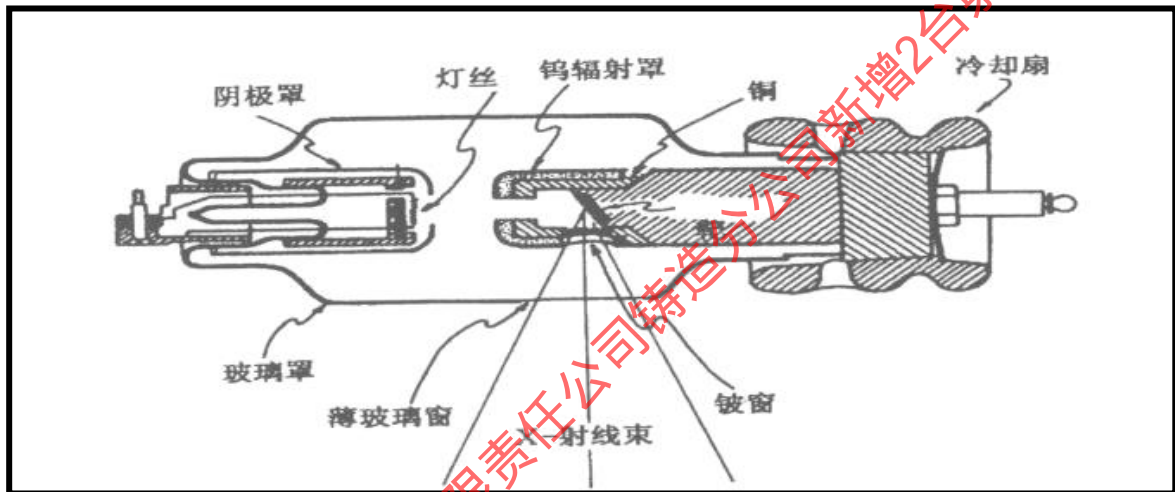


图 9-3 典型的 X 射线管结构图

X 射线穿透金属材料后被实时系统的图像增强器所接收，图像增强器把不可见的 X 射线检测信息转换为可视图像，称为“光电转换”；就信息量的性质而言，可视图像是模拟量，它不能为计算机所识别，如要输入计算机进行处理，则需将模拟量转换为数字量，进行“模 / 数转换”，再经计算机处理将可视图像转换为数字图像。其方法是用高清晰度电视摄像机摄取可视图像，输入计算机，转换为数字图像，经计算机处理后，在显示器屏幕上显示出材料内部的缺陷性质、大小、位置等信息，按照有关标准对检测结果进行缺陷等级评定，从而达到材料质量检测的目的。

## 2、XYD-160 型 X 射线实时检测系统工作流程及产污环节

拟建设备工作流程简述如下：

- ① 检查电源连接和所有限位是否正常；
- ② 打开操作台上的总电源及环境监视系统；

- ③ 打开铅房安全门，并确定开到位；
- ④ 拨动升降开关使管头移动到升降保护限位处；
- ⑤ 拨动出按键，将载物车移出铅房外，把待测物品放置在平车上或者转台上，工作人员不进入铅房内；
- ⑥ 将载物车移进铅房内，确认进到位，通过操作台上的按键将管头移动到合适位置透照被检物品的位置；
- ⑦ 关闭铅门到位，调节控制器上的电压电流，曝光。
- ⑧ 检测完毕更换其他物品时，重复上述检测步骤。

无损检测过程中，X射线实时系统开机工作时会产生X射线，同时X射线会使空气电离产生少量O<sub>3</sub>、NO<sub>x</sub>等有害气体。X射线无损检测工作流程及产污环节见图9-4。

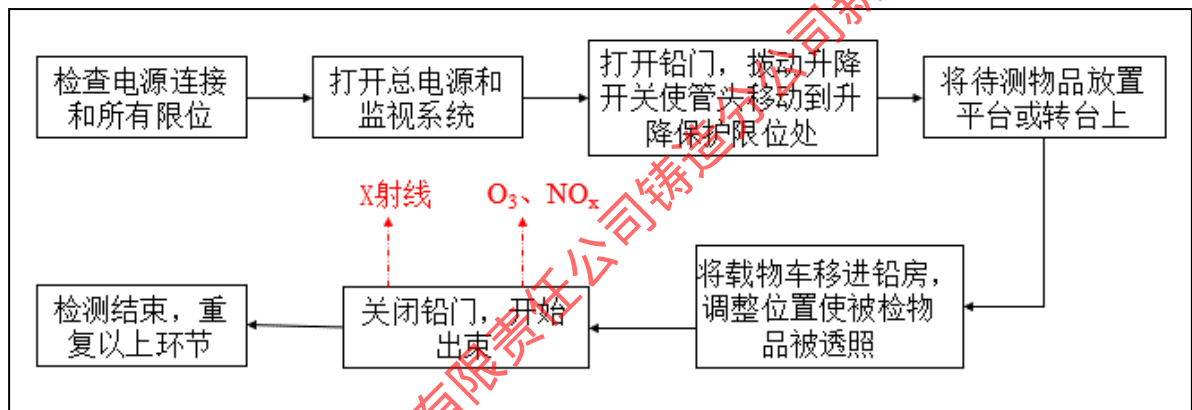


图 9-4 XYD-160 型 X 射线实时检测系统工作流程及产污环节图

### 3、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。

### 4、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：

- ① 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；
- ② 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；
- ③ 仪器出现故障时的不受控出束，对射线装置周围活动人员产生误照射。

## 污染源项描述

### 1、X射线

由X射线无损检测的工作原理可知，X射线是随机器的开、关而产生和消失，工作

状态下产生X射线，非工作状态下无X射线产生，因此主要污染因子为X射线机工作时产生的X射线。

## 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X射线实时检测系统最大工作电压为160kV，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>。

本项目铅房设置有排风机排风，排风洞口位于铅房后侧底部，排气洞口设置有4mmPb的防护罩。经探伤机室排风管道排至厂房外，探伤机室通风量不低于50m<sup>3</sup>/h，每小时有效通风换气次数约为5次。

## 3、其他

本项目射线装置为数字化成像检测系统，不使用显定影液，不产生废显（定）影液和废旧胶片等。

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司新增2台射线装置项目

表 10 辐射安全与防护

项目安全设施

1、辐射工作场所分区及布局合理性分析

(1) 布局合理性分析

本项目 5 号探伤机室的检测室人员位于观察窗处，避开了有用线束的照射方向；7 号探伤机室的 X 射线实时检测系统的有用线束方向与检测室工作人员不同向，均符合《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）中“铅房的设置应充分考虑周围的辐射安全，操作室应与铅房分开并尽量避开有用线束照射的方向”的要求。

(2) 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），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。

控制区：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，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：未被定为控制区、通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）“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”要求，本项目需划定控制区与监督区。根据项目实际布局情况，屏蔽铅房内所有区域划分为控制区，所在探伤室除铅房外其他区域及检测室划分为监督区，辐射工作场所分区示意图见图 10-1 和图 10-2。

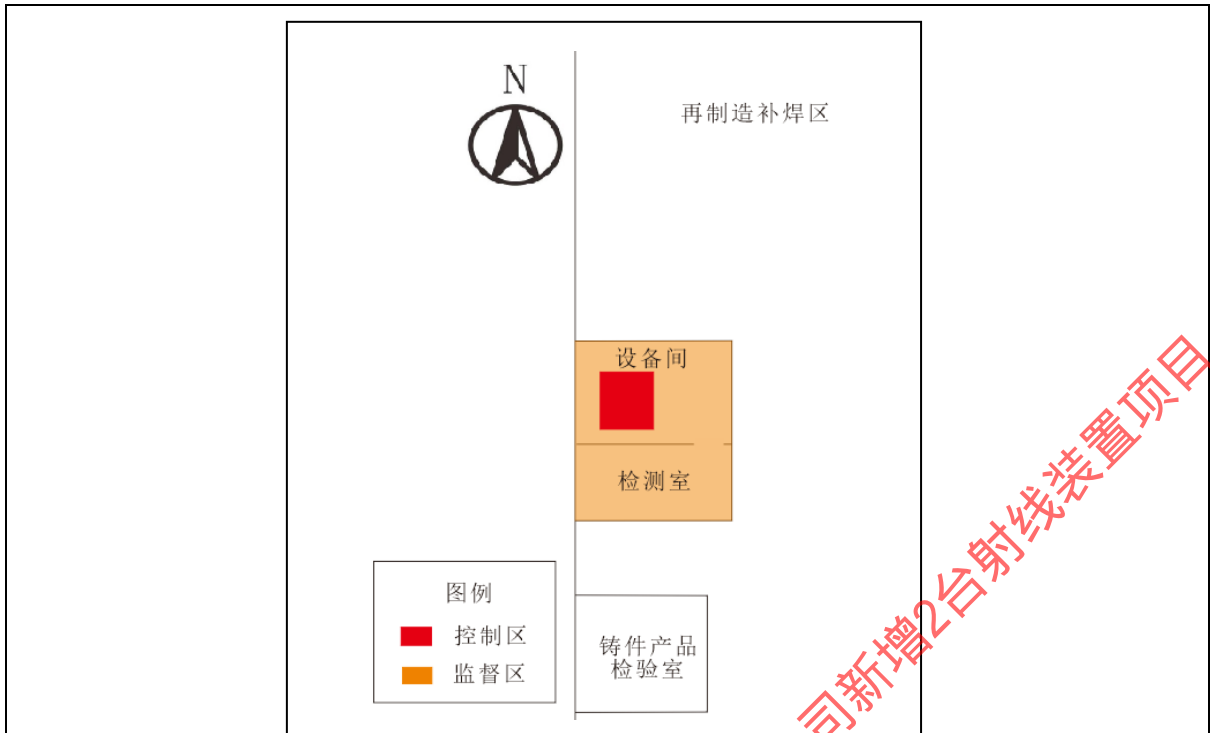


图 10-1 5号探伤机室辐射工作场所分区示意图

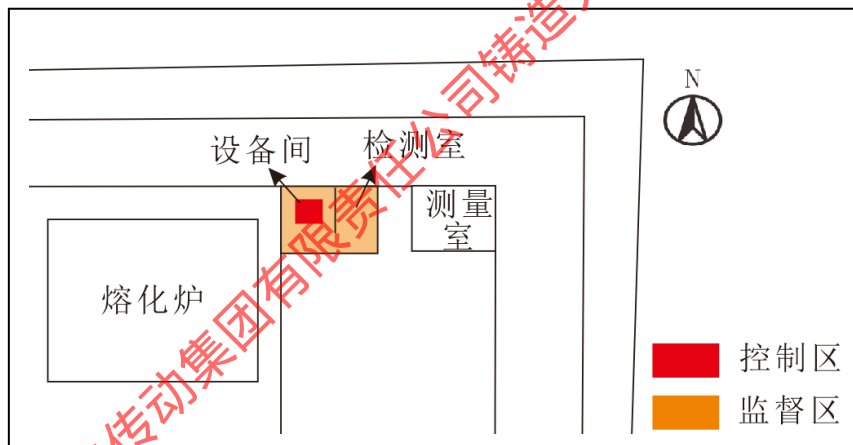


图 10-2 7号探伤机室辐射工作场所分区示意图

## 2、辐射防护屏蔽设计

本项目 X 射线实时检验系统设有屏蔽铅房，根据建设单位提供的资料，XYD-160 型 X 射线实时检验系统的铅房尺寸为 2044mm×1934mm×2200mm，铅房的防护是由 2mm 钢板+铅板+2mm 钢板焊接到钢管框架结构组合而成，铅房左侧（主防护面）铅板厚度为 8mm，右侧铅板厚度为 5mm，其他面（前、后、顶部、底部、铅门）铅板厚度均为 4mm。铅门为电动铅门，设有独立的安全开关并与 X 射线机联锁，可防止门在检测过程中打开或在门打开时关闭射线。铅房各辐射屏蔽面设计情况详见图 10-3 和图 10-4。

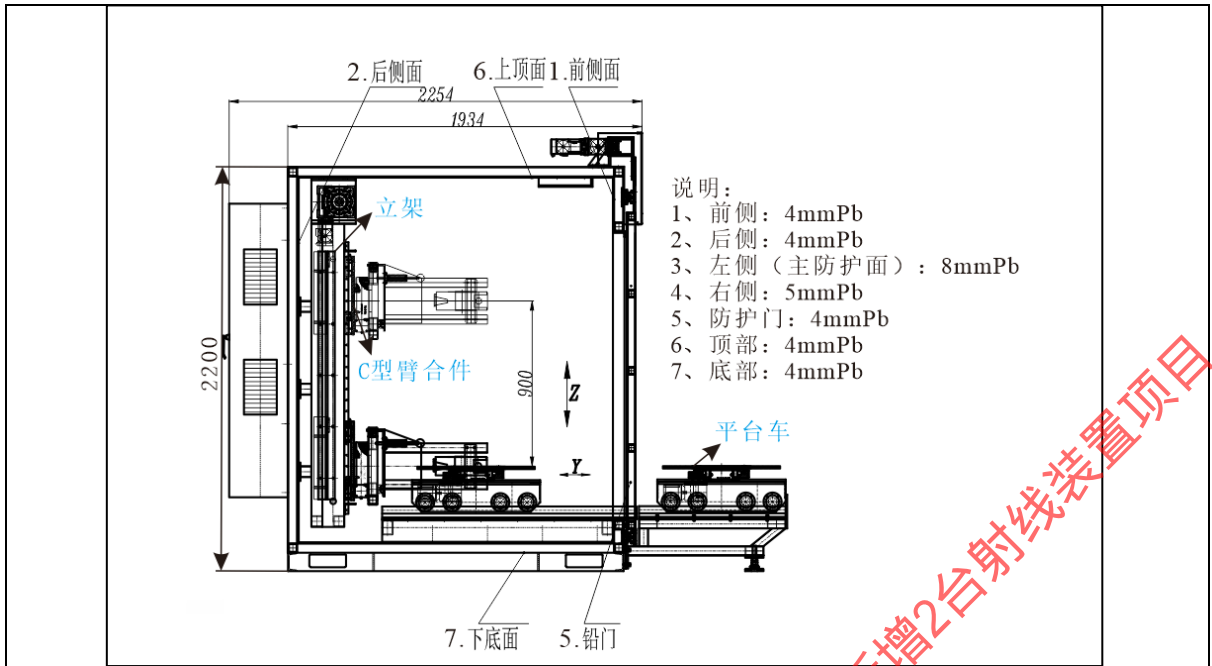


图 10-3 铅房侧视图

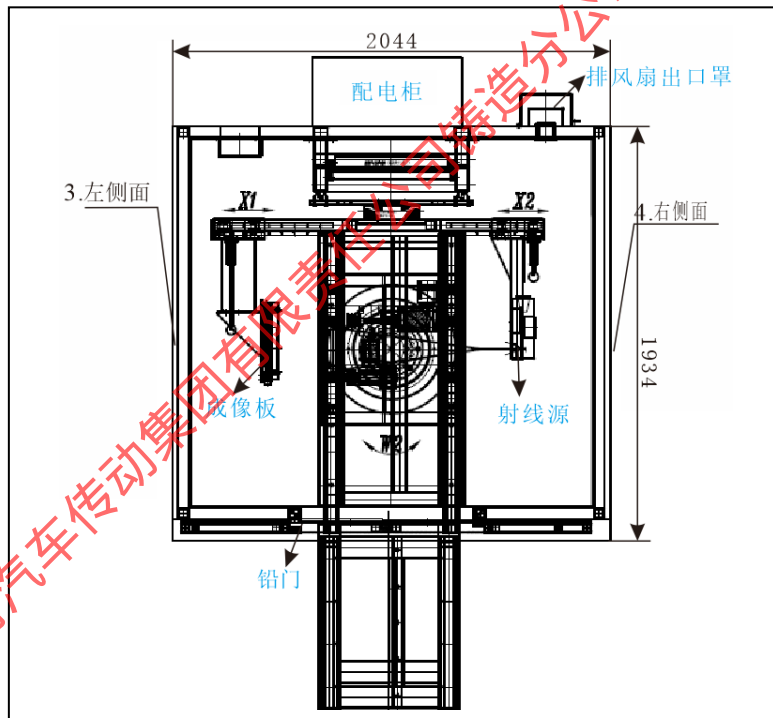


图 10-4 铅房俯视图

### 3、该项目已采取的辐射安全措施

根据项目设计资料，此设备已采取的辐射安全措施如下：

- ① 安全联锁装置：铅房防护门与 X 射线探伤机高压电源联锁，如关门不到位，高压电源不能正常启动，高压电源未关闭，铅门不能正常打开。

② 工作状态指示灯：铅门外侧及内部拟设置工作状态警示灯，并与门联锁，工作状态指示灯显示正在进行探伤作业时，防护门不能被打开，防止探伤作业期间人员误入发生辐射事故。

③ 铅门防夹装置：防夹开关内嵌于铅房门框的中心处，保护范围在门框以下，在保护范围内有异物时，铅门关闭按钮失效。

④ 操作台面板上有急停开关、钥匙开关、安全门开关和指示灯；

⑤ 视频监控系统：铅房内安装有实时视频监控系统，并连接操作台，工作人员能在操作台内实时监控探伤过程，如果出现异常能迅速启动止动装置。

⑥ 警告标志：铅房防护门外醒目处张贴“当心电离辐射”警告标志。

⑦ 铅房内部安装了铅门开关键及急停按键，以防操作者误操作将人员关在铅房内，铅房内的人可先将内部“急停”开关按下（防止高压开启），再在内部将门打开。

#### 4、该项目还应采取辐射安全措施

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）及《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办〔2018〕29 号）中“工业探伤类”要求，该项目还应采取的辐射安全措施如下：

(1) 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。

(2) 探伤工作人员进入探伤机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铅房并迅速切断射线机电源，同时阻止其他人进入探伤机室，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、核技术利用单位辐射安全管理标准化建设

依据陕西省环境保护厅办公室关于印发新修订的《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》的通知（陕环办发〔2018〕29 号）相关规定要求，法士特公司对辐射工作人员及辐射工作场所进行科学化，规范化管理。具体管理内容及管理要求见表 10-2 以及表 10-3。

表 10-2 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表—辐射安全管理部分

管理内容		管理要求	有/无
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	有
		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	有

辐射防护负责人	明确涉辐部门和岗位的辐射安全职责	有
	提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障	有
	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	有
	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	有
	建立辐射安全管理制度，跟踪落实各岗位辐射安全职责	有
	建立辐射环境安全管理档案	有
	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	有
	岗前进行职业健康体检，结果无异常	有
	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	有
	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	有
	熟悉辐射事故应急预案的内容，发生异常情况时，能有效处理	有
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	有
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	有
	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	有
	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	有
	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	有
	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	有
	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）	有
	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	有
应急管理	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	有
	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	有
	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	有



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 10-3 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表  
辐射安全防护措施部分——工业探伤类**

项目	具体要求	有/无	备注		
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	有	设备X射线管头按规定设置	
		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	有	操作台面板上有急停开关、钥匙开关、安全门开关和指示灯	
		控制台设置有高压接通时的外部报警或指示装置	有		
		控制台或X射线管头组装体上设置探伤室门联锁接口	有		
		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	有		
		控制台设有紧急停机开关	有		
	固定式探伤作业场所	分区	按标准要求划分控制区、监督区	有	本项目将屏蔽铅房内区域划为控制区，周围其他区域为监督区
			控制区：探伤室墙围成的内部区域	有	
			监督区：探伤室墙壁外部相邻的区域	有	
		布局	探伤室与操作室分开，并避开有用线束照射的方向	有	5号探伤机室和7号探伤机室检测室避开有用线束照射方向
		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	有	铅房后侧下方安装有排风装置，探伤机室通风量大于50m <sup>3</sup> /h
		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	有	铅房防护门外张贴“当心电离辐射”警告标志
			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	有	铅房外安装警示单元（三色报警灯）并与射线源连锁
			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	有	
		辐射安全与连锁	探伤室设置门-机联锁装置	有	铅房防护门与X射线探伤机高压电源连锁
			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	有	铅房内部安装有铅门开关按键及急停按键
		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	有	本项目人员从现有工作人员中调配，已配备个人剂量计，公司已配备X-γ剂量率监测仪、本次拟新增个人剂量报警仪

### 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  $O_3$ 、 $NO_x$ 。

本项目实时系统运行时会产生 X 射线，X 射线会使空气电离产生少量的  $O_3$ 、 $NO_x$ ，铅房设置有排风机排风，排风洞口位于铅房后侧底部，排气洞口设置有 4mmPb 的防护罩，探伤机室通风量不低于  $50m^3/h$ ，每小时有效通风换气次数约为 5 次，且排风口避开人员活动密集区，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)第 4.1.11 条“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”的要求。

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司新增2台射线装置项目

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目拟新建的 2 间探伤机室位于铸造分公司的已建厂房铸造车间热处理工段车间内和拟建厂房压铸二车间内，且本项目 X 射线装置是成套设备，由专业供应商直接运送安装到指定区域，安装过程持续时间较短，且安装方式简单，安装过程中不会产生废气、废水、噪声、固体废物等污染物，对外环境影响小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射防护屏蔽能力分析

本项目新增 2 台 XYD-160 型 X 射线实时检验系统，本次评价采用理论估算的方法进行辐射影响分析。

1、辐射防护屏蔽理论估算模式

采用理论估算的方法验证铅房屏蔽防护性能，计算模式参考《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014)，该标准适用于 500kV 以下工业 X 射线探伤装置的探伤室防护性能计算。本项目 XYD-160 型 X 射线实时检测系统射线源距各方向表面 0.3m 处的最小距离如图 11-1。其中射线源可上下移动，活动范围距离顶部最近为 50cm，距离底部最近为 40cm，(图 11-1 中的顶部和底部均考虑为最近距离)，不可左右移动。

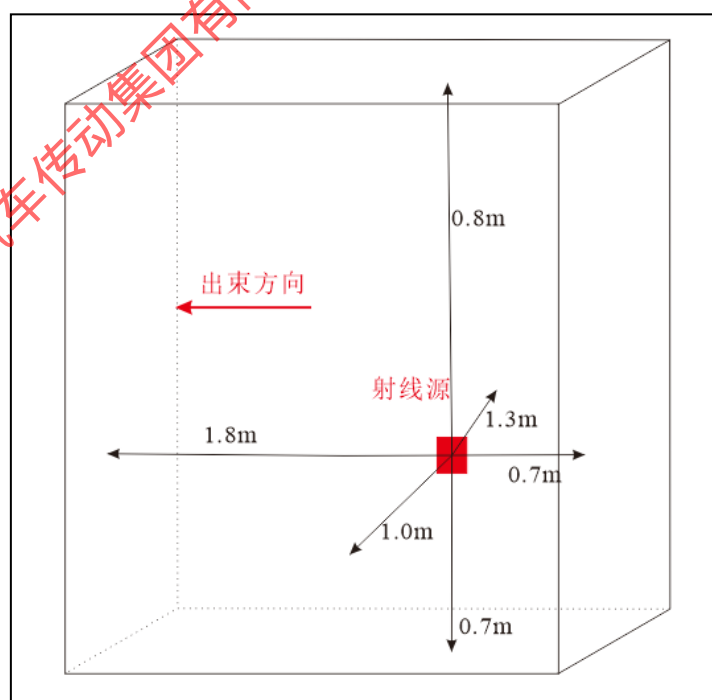


图 11-1 射线源距各方向表面 0.3m 处最小距离示意图

(1) 铅房辐射屏蔽的剂量参考控制水平

铅房四周屏蔽面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： $H_C$ —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  $H_C \leq 5\mu\text{Sv/周}$ ；

$U$ —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  $\text{h/周}$ 。

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

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）， $\text{mA} \cdot \text{min/周}$ ；

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， $\text{mA}$ 。

- 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  $\dot{H}_{c,d}$  和②中的  $H_{c,max}$  二者的较小值。

- (2) 铅房顶部的剂量率参考控制水平应满足下列要求：

① 铅房上方已建、拟建建筑物或铅房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，距铅房顶外表面 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)。

- ② 除①的条件外，应考虑下列情况：

a 穿过铅房顶部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。该项辐射和穿出铅房四周屏蔽面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  $\dot{H}_C$  加以控制。

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

铅房顶不需要人员到达，无公众人员，屋顶的周剂量率参考控制水平取 100 $\mu$ Sv/周。

(3) 有用线束屏蔽估算

a) 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—屏蔽所需透射因子；

$\dot{H}_C$ —剂量率参考控制水平， $\mu$ Sv/h；

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最大管电流，mA；

$H_0$ —距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量， $\mu$ Sv $\cdot$ m<sup>2</sup> / (mA $\cdot$ h)，以 mSv $\cdot$ m<sup>2</sup> / (mA $\cdot$ min) 为单位的值乘以  $6 \times 10^4$ 。根据厂家提供的数据，本项目为 34.2mGy $\cdot$ m<sup>2</sup> / (mA $\cdot$ min)，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）中表 B.1，本标准中 mGy $\cdot$ m<sup>2</sup> / (mA $\cdot$ min) 以等量值的 mSv $\cdot$ m<sup>2</sup> / (mA $\cdot$ min) 进行屏蔽计算。即  $2.05 \times 10^6 \mu$ Sv $\cdot$ m<sup>2</sup> / (mA $\cdot$ h)

b) 对于估算处的屏蔽透射因子 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—屏蔽物质的什值层厚度，mm；

B—达到剂量率参考控制水平  $H_c$  时所需的屏蔽透射因子。

c) 对于给定屏蔽物质 X 时，由《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）附录 B.1 曲线查出相应的屏蔽透射因子 B。关注点的剂量  $\dot{H}$  ( $\mu$ Sv/h) 按式(5)计算：

$$H = (I \cdot H_0 \cdot B) / R^2 \quad \text{公式(5)}$$

式中：I—X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流，mA；

$H_0$ —距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量， $\mu$ Sv $\cdot$ m<sup>2</sup> / (mA $\cdot$ h)，以 mSv $\cdot$ m<sup>2</sup> / (mA $\cdot$ min) 为单位的值乘以  $6 \times 10^4$ 。取  $2.05 \times 10^6 \mu$ Sv $\cdot$ m<sup>2</sup> / (mA $\cdot$ h)；

B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m。

(4) 泄漏辐射和散射辐射屏蔽

① 泄漏辐射屏蔽

a) 对于给定的屏蔽物质厚度 X，相应的辐射屏蔽因子按公式(6)计算：

$$B = 10^{-X/TVL} \quad \text{公式(6)}$$

式中：X—屏蔽物质厚度，与 TVL 取相同的单位；

TVL—屏蔽物质的什值层厚度；

b) 泄露辐射屏蔽物质的透射因子 B 按下式计算：

$$B = \dot{H}_C \cdot R^2 / H_L \quad \text{公式(7)}$$

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

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$H_L$ —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， $\mu\text{Sv/h}$ 。

本项目射线装置最高管电压为 160KV，则  $H_L$  为  $2500\mu\text{Sv/h}$ 。

c) 在给定屏蔽物质厚度 X 时，相应的屏蔽透射因子 B 按式(6)计算，泄露辐射的关注点的剂量率  $\dot{H}$  按式(8)计算：

$$\dot{H} = (H_L \cdot B) / R^2 \quad \text{公式(8)}$$

式中：B—屏蔽透射因子；

R—辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

$H_L$ —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， $\mu\text{Sv/h}$ 。

## ② 散射辐射屏蔽

a) 散射辐射屏蔽物质的透射因子 B 按下式计算：

$$B = \dot{H}_C \cdot R_s^2 / (I \cdot H_0) \cdot R_0^2 / (F \cdot a) \quad \text{公式(9)}$$

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

$R_s$ —散射体至关注点的距离，m；

$R_0$ —辐射源点至探伤工件的距离，取 0.6m；

I—X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流，取 11mA；

$H_0$ —距离辐射源点（靶点）1m 处的输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，本项目取  $2.05 \times 10^6 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

F— $R_0$  处的辐射野面积， $0.1\text{m}^2$ ；

a—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。依据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014）查表 B.3，取  $1.9 \times 10^{-3}$ （200kV）。

b) 对于给定屏蔽物质厚度 X 时, 相应的屏蔽透射因子 B, 确定 90° 散射辐射的 TVL, 然后按公式(6)计算。关注点的散射辐射剂量率  $\dot{H}$  按式(10)计算:

$$\dot{H} = \frac{(I \cdot H_0 \cdot B)}{R_s^2} \cdot \frac{F \cdot a}{R_0^2} \quad \text{公式(10)}$$

式中: I—X 射线探伤装置在最高管电压下的最大管电流, mA;

$H_0$ —距离辐射源点(靶点) 1m 处的输出量,  $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ;

B—屏蔽透射因子;

F— $R_0$  处的辐射野面积,  $0.1\text{m}^2$ ;

$R_s$ —散射体至关注点的距离, m;

$R_0$ —辐射源点至探伤工件的距离, 0.6m;

a—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, 取  $1.9 \times 10^{-3}$ 。

### 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半值层厚度或更大时, 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) 年有效剂量可按下式计算:

$$P_{\text{年}} = H \cdot U \cdot T \cdot t \quad \text{公式(11)}$$

式中:  $P_{\text{年}}$ —年有效剂量, mSv/a;

t—年工作时间。

## 2、理论估算参数

5 号探伤机室和 7 号探伤机室各放置 1 台 XYD-160 型 X 射线实时检测系统, 其型号、尺寸、屏蔽设计以及射线源相对各屏蔽面的距离等均完全相同, 仅工作场所和摆放方向不同, 因此选择 5 号探伤机室的 X 射线实时检测系统进行防护能力估算, 估算结果可以反映本项目 2 台射线装置的防护能力。

根据建设单位提供资料, XYD-160 型 X 射线实时检测系统工作时间为每周 30h, 理论估算时 X 射线机工作时间按 30h/周计, 检测工件为消失模铝合金铸件, 材料 ZL101A, 厚度 (6~70mm); 压铸铝合金铸件, 材料 ADC12, 厚度 (3~12mm)。因检测工件最薄为 3mm 压铸铝合金, 其辐射屏蔽能力极小, 故不作为本次理论预测参数。

XYD-160 型 X 射线实时检测系统曝光类型为定向，主射束方向向左，仅铅房左侧为射线出口方向，因此左侧屏蔽物质考虑有用线束屏蔽，前侧、后侧、右侧以及顶部考虑泄露辐射、散射辐射屏蔽。铅房四面屏蔽体及顶部外表面 30cm 处作为关注点，周剂量率控制水平取 100 $\mu$ Sv/周。

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014），200kV X 射线在铅中的什值层/半值层厚度为 1.4mm/0.42mm，150kV X 射线什值层/半值层厚度为 0.96mm/0.29mm，利用插值法估算 160kV X 射线什值层/半值层厚度为 1.05mm/0.32mm。

泄露辐射、散射辐射估算参数：X 射线实时检测系统最大管电压为 160kV，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T250-2014）表 1，距靶点 1m 处的泄漏辐射剂量率  $2.5 \times 10^3 \mu\text{Sv/h}$ ；X 射线 90° 散射辐射的最高能量低于入射 X 射线的最高能量，根据规范取 150kV，则对应的铅的什值层厚度为 0.96mm。

2 台新增设备所在车间均为一层，无地下室，根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》（GBZ/T 250-2014），关注点设在铅房四周屏蔽体外 30cm 处、铅房顶部外 30cm 处，铅房屏蔽厚度理论估算参数详见表 11-1。

表 11-1 铅房屏蔽厚度理论估算参数

设备	方向	居留因子	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
XYD-160 型 X 射线实时检测系统	前侧	1	1.0	2.5	泄露辐射、散射辐射
	铅门	1	1.0	2.5	泄露辐射、散射辐射
	后侧	1	1.3	2.5	泄露辐射、散射辐射
	左侧	1	1.8	2.5	有用线束
	右侧	1	0.7	2.5	泄露辐射、散射辐射
	顶部	1	0.8	2.5	泄露辐射、散射辐射

备注：本项目设备摆放在设备间的中心位置，铅房外表面 30cm 处除前侧外，其它屏蔽面 0.3m 处除放射工作人员外其他公众一般不会到达，居留因子取 1。

### 3、铅房屏蔽厚度估算结果

根据前述公式及估算参数，铅房所需屏蔽厚度估算结果见表 11-2。

表 11-2 XYD-160 型 X 射线实时检测系统铅房辐射屏蔽厚度估算结果

位置	铅房估算屏蔽所需厚度				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		
前侧	3.15mmPb	3.53mmPb	3.85mmPb	/	4mmPb	符合
铅门	3.15mmPb	3.53mmPb	3.85mmPb	/	4mmPb	符合
后侧	2.91mmPb	3.31mmPb	3.63mmPb	/	4mmPb	符合



左侧	/	/	/	6.77mmPb	8mmPb	符合
右侧	3.48mmPb	3.83mmPb	4.15mmPb	/	5mmPb	符合
顶部	3.35mmPb	2.18mmPb	3.35mmPb	/	4mmPb	符合

综上, XYD-160 型 X 射线实时检验系统左侧面所需的铅屏蔽厚度为 6.74mmPb, 实际设计厚度为 8mmPb; 其余屏蔽面估算所需厚度为 3.35mm~4.15mmPb, 实际设计厚度为 4mm~5mmPb, 铅房四周立面、铅门、顶面的厚度均可以达到防护要求, 以上估算未考虑工件及设备其他屏蔽设置, 结果是偏保守的。

#### 4、工作场所辐射剂量率估算

##### (1) 理论估算

根据《工业 X 射线探伤室辐射屏蔽规范》(GBZ/T 250-2014) 中公式(5)、公式(8)、公式(10)估算铅房外各关注点剂量率, 估算结果如下:

表 11-3 XYD-160 型 X 射线实时检验系统铅房关注点剂量率估算结果

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 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	泄露剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	总剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )
前侧	4mmPb	1.0	11	/	0.39	0.81	1.20
铅门	4mmPb	1.0	11	/	0.39	0.81	1.20
后侧	4mmPb	1.3	11	/	0.23	0.48	0.71
左侧	8mmPb	1.8	11	0.17	/	/	0.17
右侧	5mmPb	0.7	11	/	0.09	0.15	0.24
顶部	4mmPb	0.8	11	/	0.61	1.27	1.88

由表可知, XYD-160 型 X 射线实时检验系统在最大工作状态下, 铅房四周屏蔽体、铅门和顶部各关注点剂量率范围为 0.17~1.88 $\mu\text{Sv/h}$ , 小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ; 可见, 各关注点剂量率满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 中剂量限值要求。

#### 二、职业人员及公众年有效剂量率估算

本项目射线装置位于 5 号探伤机室以及 7 号探伤机室内, 为估算 2 间探伤室周围公众可能停留或驻留区的辐射剂量率, 在 5 号和 7 号探伤机室外设置关注点, 各关注点估算参数及结果如下。

表 11-4 5 号探伤机室关注点剂量率估算结果

关注点	受照者类型	距辐射源点距离 (m)	有用线束率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	泄露剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	总剂量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留因子	年受照射剂量 (mSv/a)
铅房东侧 (运输工)	职业照射	1.0	/	0.39	0.81	1.20	1/4	0.449

件)								
检测室(为控制室、主射束方向)		2.5	0.09	/	/	0.09	1	0.130
铅房西侧道路	公众照射	2.6	/	0.06	0.12	0.18	1/4	0.066
铅房北侧厂房内		2.2	/	0.009	0.015	0.024	1	0.036

表 11-5 7号探伤机室关注点剂量率估算结果

关注点	受照者类型	距辐射源点距离(m)	有用线束率( $\mu\text{Sv/h}$ )	泄露剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	散射剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	总剂量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	居留因子	年受照剂量(mSv/a)
铅房南侧(摆放工件)	职业照射	1.0	/	0.39	0.81	1.20	1/4	0.449
检测室		2.5	/	0.007	0.012	0.019	1	0.028
铅房东侧(测量室)	公众照射	11.2	/	0.0003	0.0006	0.0009	1	0.001
铅房西侧厂房内		3.2	0.053	/	/	0.053	1/4	0.020

从估算结果可以看出,本项目建成后,该探伤机在正常运行工况下,5号探伤机室和7号探伤机室所致周边工作人员年受照剂量最大为0.449mSv/a,该设备操作人员从现有放射工作人员中调配,本项目工作人员同时还从事其他放射性工作场所的工作,根据陕西新高科辐射技术有限公司出具的职业性外照射个人剂量监测报告,2020年1月至2021年1月期间,放射工作人员剂量当量为0.04~0.52mSv/a,故本项目职业人员工作人员累计年受照剂量最大为0.969mSv/a,满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的年剂量限值要求(职业人员20mSv)及本次评价所取得年剂量约束值(职业人员5.0mSv)。

该项目所致周边公众人员年受照剂量最大为0.066mSv/a,满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)中的年剂量限值要求(职业人员1mSv)及本次评价所取得年剂量约束值(职业人员0.25mSv)。

### 三、非放射性污染物环境影响分析

本项目在探伤过程中会产生少量的 $\text{O}_3$ 、 $\text{NO}_x$ ,铅房后侧靠近下方位置设置有排风装置,便于抽排地平附近的臭氧,并在排风洞口安装有4mmPb防护罩,防止射线漏射,经探伤机室排风管道排至厂房外,探伤机室通风量不低于 $50\text{m}^3/\text{h}$ ,每小时有效通风换

气次数约为5次，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。

#### 四、事故影响分析

##### 1、事故分析

本项目射线装置运行期间可能发射的辐射事故包括：安全连锁装置出现故障，铅房屏蔽门未完全关闭就出束，造成门外泄露射线量大大增加，将会对此区域活动人员产生不必要的照射；人员误入工作中的铅房受到的额外照射；人员未撤出铅房即开机进行无损检测，对滞留人员的误照射；设备因短路或其他原因使射线装置处于失控状态，对周围活动人员产生的误照射等。

##### 2、事故防范措施建议

(1) 定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，制定各项管理制度并严格按照要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生；

(2) 操作人员需按照操作规程进行操作，并做好个人的防护，并将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置，如出现设备不能正常运行或无法停止照射时，应立即切断总电源并进行排查；

(3) 每月检查门机连锁装置和工作状态指示灯装置，确保在防护铅门关闭后，X射线探伤机才能进行照射；

(4) 每月对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期进行更换。

(5) 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；

(6) 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。

(7) 法士特公司需进一步修改完善《探伤辐射事故应急预案》，并定期组织辐射事故的应急演练。

表 12 辐射安全管理

### 辐射安全与环境保护管理机构的设置

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》相关要求，陕西法士特汽车传动集团有限责任公司已成立辐射安全管理领导小组，组长为李研，副组长为班礼谦、韩江、田小彤，成员为朱霞、张立军、唐建国、庞晓虎，主要负责射线装置的安全运行和落实各项辐射安全措施。

辐射安全管理领导小组主要职责是：负责射线装置的安全运行和落实各项辐射安全措施。

### 辐射安全管理规章制度

#### 1、辐射安全管理制度

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司已制定《辐射管理制度》、《辐射工作设备操作规程》、《辐射装置维护、维修制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《射线装置操作人员培训制度》、《辐射人员岗位职责》、《辐射工作场所监测制度》、《放射科质量保证大纲》、《辐射检测仪器使用与检定制度》、《辐射装置、辐射安全防护设施的维护与维修制度》、《探伤辐射事故应急预案》等一系列管理制度，用于指导、规范生产作业过程中的辐射安全。

公司应根据本项目探伤室的具体情况完善相应管理制度，将新建铅房纳入日常管理及辐射事故应急预案中，确保辐射防护工作按规章制度进行。

#### 2、人员管理培训制度

法士特公司已制定《射线装置操作人员培训制度》，现有辐射工作人员 23 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。本项目操作人员从现有操作人员中调配。

#### 3、健康管理

公司已建立了放射工作人员健康体检档案，根据 2020 年放射工作人员健康体检报告，现有放射工作人员未见疑似放射病或职业禁忌证。

公司已为所有放射工作人员配备了个人剂量计，建立了放射工作人员个人剂量档案，根据公司提供的 2020 年 1 月~2021 年 1 月 4 个季度放射工作人员个人剂量监测报告（陕西新高科辐射技术有限公司出具），现有放射工作人员个人剂量未见异常。

法士特公司现有放射工作人员培训制度和健康管理制较为完善，本项目放射工

作人员均已纳入现有制度管理体系。

## 辐射监测

### 1、监测仪器配置

(1) 公司已配置 2 台 X- $\gamma$  剂量率仪监测仪，用于现有 X 射线机房及其周围环境辐射剂量率的监测；

(2) 现有辐射工作人员已按要求配备个人剂量计，用于监测个人剂量。

本项目应配备个人剂量报警仪，用于无损检测过程中人员活动位置辐射水平超出预设报警值时的警示。

### 2、监测计划

#### (1) 个人剂量监测

现有辐射工作人员均配备个人剂量计，定期监测，并建立了完善的个人剂量档案，本项目要求辐射工作人员在工作时必须佩戴个人剂量剂，并将个人剂量结果存入档案；个人剂量监测应委托有个人剂量检测资质的单位进行，每 3 个月监测一次。

#### (2) 年度常规监测

公司应严格执行辐射监测计划，定期委托有相关资质的第三方辐射监测机构对辐射工作场所进行年度监测，年度监测数据将作为本单位辐射安全和防护状况年度评估报告的一部分，每年 1 月 31 日前上报环保行政主管部门。

#### (3) 辐射工作场所监测计划

本项目投运后，日常工作中应使用配备的辐射监测剂量仪定期对探伤机室进行工作场所监测，在铅房各屏蔽面关注点处进行监测，建立日常监测档案，发现异常立刻排查。针对本项目，监测计划如表 12-1 所示。

表 12-1 监测计划

监测地点	监测因子	监测频率	限值要求
检测室辐射工作人员操作位置	空气比释动能率	自行定期监测，每年由有资质单位监测不少于 1 次	2.5 $\mu$ Gy/h
铅房屏蔽体表面 30cm 处、防护门及缝隙表面 30cm 处、铅房顶部表面 30cm 处			
探伤室周围人群活动位置			
探伤室周围环境			

## 辐射事故应急

### 1、辐射事故应急响应机构设置及职责

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司已成立了应急领导小组，制定了《探伤辐射事故应急预案》，规定了应急管理小组的主要职责、应急响应措施、报告程序等内容。

应急领导小组组长为张军，副组长为马怀枕、韩江，成员为朱霞、张立军。应急领导小组的职责如下：

(1) 事故发生后应立即启动本预案，组织有关部门和人员进行放射事故应急处理。负责放射性事故应急处理具体方案的确定和组织实施工作。

(2) 负责向环保卫生行政部门及时报告事故情况。

(3) 放射事故中人员受照时，要通过个人剂量计或其他工具方法迅速估算受照人员的受照剂量。

(4) 负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延，防止演变成公共卫生事件。

### 2、辐射事故应急处理程序

应急领导小组负责辐射事故应急处理和实施工作，一旦发生辐射事故，应当立即启动应急方案，迅速采取相应的应急响应措施，并立即向环保、卫生、公安部门报告事故情况。迅速安置受照人员就医，组织辐射事故影响区域内人员撤离，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。辐射事故处理结束查找事故发生原因，吸取经验教训采取相应措施避免此类事故的再次发生。

### 3、培训与演习

公司已制定《探伤辐射事故应急演习方案》，并定期组织进行演习。

公司运行至今未发生辐射事故，后续还需加强辐射事故的应急演练工作，继续保持严格的管理。此外，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 653 号）、《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕145 号）、《突发环境事件信息报告办法》（环保部令第 17 号）和《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）文件的有关规定，《探伤辐射事故应急预案》中应进一步明确培训与演习计划、应急物资准备、资金保障等相关内容，并根据后续实际工作

中发现的问题，不断完善《探伤辐射事故应急预案》，一旦发生放射事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、公众和环境的安全。

### 竣工验收清单

本项目建成后，应严格按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》开展环境保护验收。竣工验收清单见表 12-2。

表 12-2 项目竣工环境保护验收清单（建议）

序号	验收项目	采取措施	效果和环境预期目标
1	辐射防护设施验收	铅房表面 0.3m 处、防护门、缝隙表面能否达到防护技术要求	在铅门处、屋顶和铅房四壁表面 30cm 处的周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ； 对工作人员、公众所致有效剂量低于相应人员年剂量限值（工作人员 $5\text{mSv/a}$ ，公众 $0.25\text{mSv/a}$ ）
2	安全设施	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 控制台应设置有高压接通时的外部报警或指示装置 设置门-机联锁装置 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 铅门上设置电离辐射警示标志和中文警示说明 铅门外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 铅房内、外醒目位置处设置清晰的“预备”和“照射”信号意义说明	满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）、《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》（陕环办发〔2018〕29 号）等要求，避免辐射事故的发生
3	通风设施	铅房安装通风设施	确保铅房通风换气次数不小于 3 次/h
4	辐射监测	按照监测计划对运行过程中工作人员、公众活动区域辐射水平进行监测；工作人员按要求佩戴个人剂量计及个人剂量报警仪	避免对环境造成辐射污染，保护职业人员、公众免受不必要的辐射；建立监测档案
5	个人剂量档案及健康档案	定期对个人剂量进行检测；定期安排工作人员进行体检	建立个人剂量档案和健康档案
6	管理机构	已有辐射安全管理机构，需落实相关管理职责	利用已有辐射安全管理机构，落实相关管理职责
7	建立健全	针对本项目完善相关《岗位职责》、《操作	不断补充完善相关规章制度和

	规章制度	规程》、《辐射安全制度》、《辐射事故应急预案》等	应急预案，并张贴上墙
8	培训及人员配备	制定培训计划，放射工作人员和辐射安全负责人参加辐射安全和防护知识培训	提高放射工作人员的业务技能，规范操作

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司新增2台射线装置项目



表 13 结论与建议

## 结论

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司拟在铸造分公司的铸造车间热处理工段车间 5 号探伤机室和压铸二车间 7 号探伤机室各新增 1 台 XYD-160 型 X 射线实时检测系统开展无损检测，射线装置设有铅房屏蔽体，为 II 类射线装置。

本项目主要用于工件的无损检测，通过无损检测有助于产品质量及性能把控，从而保障产品质量，项目运行产生的辐射危害远小于企业和社会取得的利益，因此符合《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、辐射安全与防护分析结论

(1) 本项目 5 号探伤机室和 7 号探伤机室检测室位置避开了有用线束照射方向，2 间探伤机室布局合理。X 射线实时检测系统设置了门机连锁、急停按钮、指示灯等辐射防护装置，满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)、《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表》(陕环办发〔2018〕29 号)相关规定要求。

(2) 陕西法士特汽车传动集团有限责任公司已成立辐射安全管理领导小组，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。针对本项目新增 2 台 XYD-160 型 X 射线实时检测系统，公司应严格执行规章制度，可有效降低人为事故的发生，保证辐射安全。

(3) 根据理论预测，XYD-160 型 X 射线实时检测系统防护铅房四周屏蔽面，顶部设计厚度满足防护要求，能够有效屏蔽 X 射线。

### 2、环境影响分析结论

(1) 在检测系统满功率工作状态下，防护铅房四周屏蔽体外表面 30cm 处的周围剂量当量率为 0.17~1.88 $\mu$ Sv/h，可以满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)中“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”和“对不需要人员到达的铅房顶，铅房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平通常可取为 100 $\mu$ Sv/h”的相关要求。

(2) 根据估算结果可以看出，XYD-160 型 X 射线实时检测系统在全年正常运行

的情况下，职业工作人员年累计受照射剂量最大值为 0.969mSv/a，低于放射性工作人员剂量控制目标值 5mSv/a；公众受照剂量最大值为 0.066mSv/a，低于剂量控制目标值 0.25mSv/a，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。建成后对工作人员及公众的影响较小。

### 3、项目环境可行性结论

综上所述：陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司新增 2 台射线装置核技术应用项目符合辐射防护实践的正当性要求；项目在严格落实各项辐射防护措施情况下，能够使其对周边环境的辐射影响降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。从辐射环境保护角度，该项目是可行的。

### 建议与承诺

(1) 加强各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) 加强铅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) 加强对各辐射工作场所工作人员的个人剂量监测；

(4) 定期送 X-γ 剂量率仪等监测仪器至有资质单位进行检定、校核；

(5) 不定期的对各辐射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) 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；

(8) 项目竣工后办理验收手续，验收合格后方可投入使用，若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；

(9) 接受环保等其他部门的管理、监督及指导。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司新增2台射线装置项目

经办人

公章

年 月 日

审批意见：

陕西法士特汽车传动集团有限责任公司铸造分公司新增2台射线装置项目

经办人

公章

年 月 日