

中国飞机强度研究所
工业 X 射线装置核技术利用项目
竣工环境保护验收监测报告表

建设单位：中国飞机强度研究所

编制单位：陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司

二〇二二年三月

建设单位法人代表： (签字/盖章)

编制单位法人代表： (签字/盖章)

项目负责人：

报告编制人：

一 审：

二 审：

签 发：

建设单位： 中国飞机强度研究所
(盖章)

电 话： 138 9185 2920

邮 编： 710089

地 址： 陕西省西安市阎良区
航空产业基地蓝天二路

编制单位： 陕西秦洲核与辐射安全
技术有限公司 (盖章)

电 话： 029-89586445

邮 编： 710054

地 址： 陕西省西安市雁塔区雁
翔路博源科技广场 C 座
5 层 502 号

目 录

1	工程概况	1
1.1	概述	2
1.2	单位原有项目情况	3
1.3	项目建设情况	3
1.4	工艺过程及产生的主要污染物	7
2	验收依据	15
2.1	相关法律、法规和环评文件	15
2.2	验收标准	16
3	辐射安全防护措施运行及项目变动情况	20
3.1	辐射安全防护措施	20
3.2	项目变动情况	26
4	验收监测内容与结果评价	27
4.1	质量保证措施	27
4.2	验收监测内容和日期	27
4.3	验收监测方法和仪器	28
4.4	验收监测期间工况	28
4.5	验收监测结果与评价	28
5	辐射安全管理与职业人员健康监护	32
5.1	辐射安全与环境保护管理机构	32
5.2	辐射事故应急	32
5.3	辐射安全管理措施	33
5.4	项目人员组成	35
5.5	职业健康监护及档案管理	35
6	环评、批复意见及其落实情况	37
7	结论与建议	39
7.1	结论	39
7.2	建议	39
	附件	40

1 工程概况

项目名称	工业 X 射线装置核技术利用项目				
建设单位	中国飞机强度研究所				
法人代表	王彬文	负责人	李钊	电话	138 9185 2920
注册地址	陕西省西安市电子二路 3 号				
项目地址	陕西省西安市阎良区航空产业基地蓝天二路				
工程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其它				
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	/			
	环境影响报告表名称	中国飞机强度研究所工业 X 射线装置核技术利用项目环境影响报告表			
环境影响评价单位	西安桐梓环保科技有限公司				
环境影响评价审批部门	西安市生态环境局	批复文号	市环批复(2021)21号	批复时间	2021年3月31日
竣工时间	2021年6月		现场监测时间	2021年6月3日、30日	
环境保护设施设计施工单位	中国航空规划设计研究总院有限公司				
环境保护设施监测单位	陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司				
实际总投资(万元)	144	环保投资(万元)	72	环保投资占总投资比例	50%

1.1 概述

中国飞机强度研究所（事业单位法人证书见附件 3）位于陕西省西安市电子二路 3 号，在本项目所在地西安市阎良区飞机城设有试验基地。隶属于中国航空工业集团公司，是我国航空工业唯一的飞机结构强度研究中心和地面强度验证试验基地，具有代表国家对新研制飞机结构强度进行验证试验并给出结论的职能。面向全行业承担全尺寸飞机结构地面强度鉴定与验证试验，代表国家对新研与改型飞机给出首飞前的强度结论，并为飞机结构寿命与可靠性评定提供试验数据与结论，是飞机研制中设计、生产、试验、试飞四个重要环节中不可或缺的环节之一，为新研和改型飞机安全可靠地飞上蓝天发挥着不可替代的作用。

中国飞机强度研究所每年型号试验、预先研究及技术产业项目多达百余项，很多项目都需要无损探伤。为了满足生产产品质量检验的需要，中国飞机强度研究所在陕西省西安市阎良区蓝天二路阎良基地的 301 厂房负一层新建了一间探伤室，新增了 1 台 GE 公司生产的最大管电压为 300kV 的 ERESO 65MF3 型（定向）工业 X 射线探伤机和 1 台 GE 公司生产的最大管电压为 200kV 的 ERESO 42MF3.1 型（定向）工业 X 射线探伤机，根据企业生产、使用的工件的大小进行探伤室探伤或现场探伤。其中，最大管电压为 300kV 的 ERESO 65MF3 型（定向）工业 X 射线探伤机仅用于探伤室探伤。

建设单位东侧隔迎宾大道为秦航加油站和阎良区雄雄超市，西侧隔航空一路为格兰春天住宅小区和西安三角防务股份有限公司，南侧隔蓝天二路为西安航空学院（阎良校区）、精明（西安）金属科技有限公司和航城水务服务大厅，北侧隔蓝天一路为西安中航鸿顺机场设备有限公司和金唐科技。

建设项目工业 X 射线装置探伤室所在 301 厂房负一层，东侧隔厂区内道路为其他厂房，南侧隔厂区内道路为其他厂房，西侧为厂区内道路，北侧隔厂区内道路为存放金属构件的空地，详见图 1-3。探伤室东侧为土层，南侧为土层，西侧为控制室和暗室，北侧为走廊，探伤室顶为大厅和值班室，详见图 1-4 和图 1-5。现场探伤地点仅在厂区内 301 厂房内。

中国飞机强度研究所于 2020 年 11 月委托西安桐梓环保科技有限公司对该项目进行了环境影响评价工作，并于 2021 年 3 月 31 日取得了由西安市生态环境局出具的《关于中国飞机强度研究所工业 X 射线装置项目环境影响报告表的批复》（市环批复〔2021〕21 号）（见附件 2）。

中国飞机强度研究所已根据环评要求和西安市生态环境局环评批复意见完成了该项目的建设，目前各项环境保护措施和安全措施运行正常，已具备了环保设施“三同时”验收条件。

根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）等的要求，

单位委托陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司对该项目进行验收监测。接受委托后，陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司组织技术人员于2021年6月3日和6月30日分别对该项目进行了现场调查和资料收集工作。在现场监测、调查和查阅相关工程资料的基础上，编制完成了《中国飞机强度研究所工业X射线装置核技术利用项目竣工环境保护验收监测报告表》。

1.2 单位原有项目情况

建设单位中国飞机强度研究所之前未开展过相关核技术利用项目，未申领过辐射安全许可证。

1.3 项目建设情况

1.3.1 项目名称、地点

项目名称：工业X射线装置核技术利用项目

项目地点：陕西省西安市阎良区航空产业基地蓝天二路（建设单位建设项目地理位置见图1-1，建设单位建设项目所在区域及四邻关系见图1-2，厂区平面示意图1-3，探伤室平面见图1-4，探伤室剖面见图1-5）。



图1-1 建设单位建设项目地理位置图



图1-2 建设单位建设项目所在区域及四邻关系图（卫星鸟瞰图）

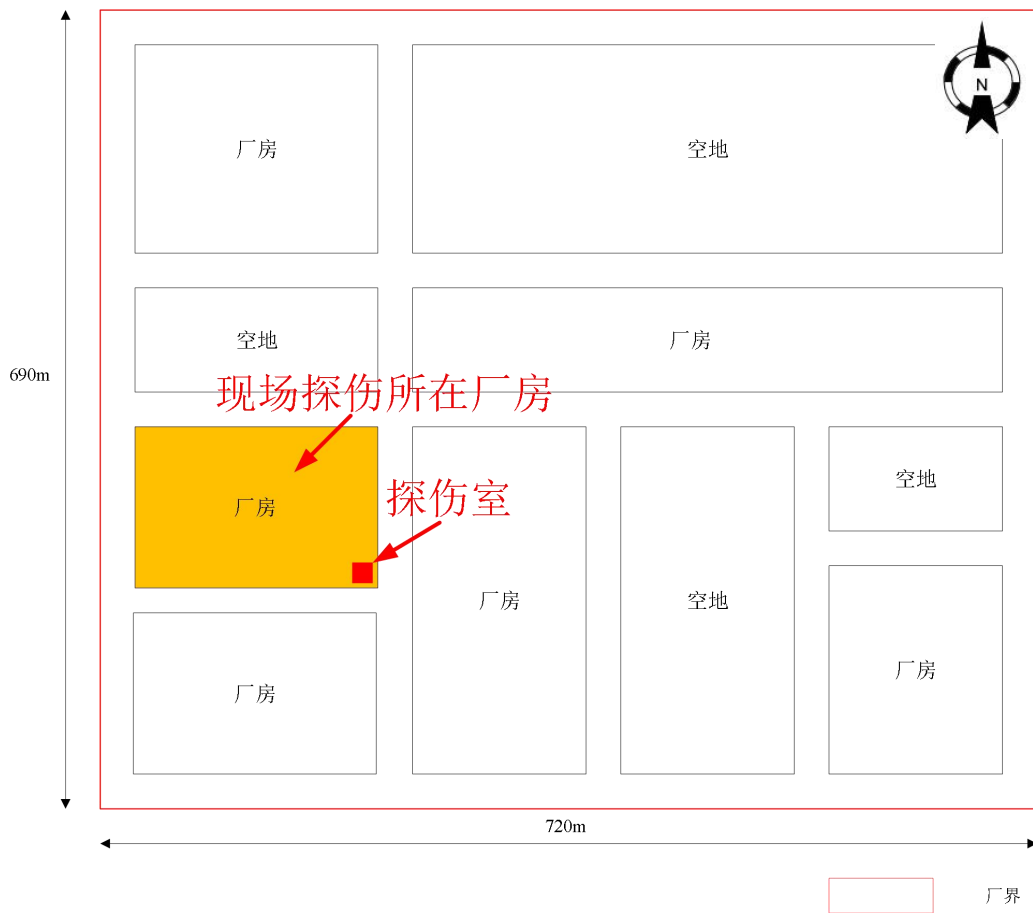


图 1-3 厂区平面示意图

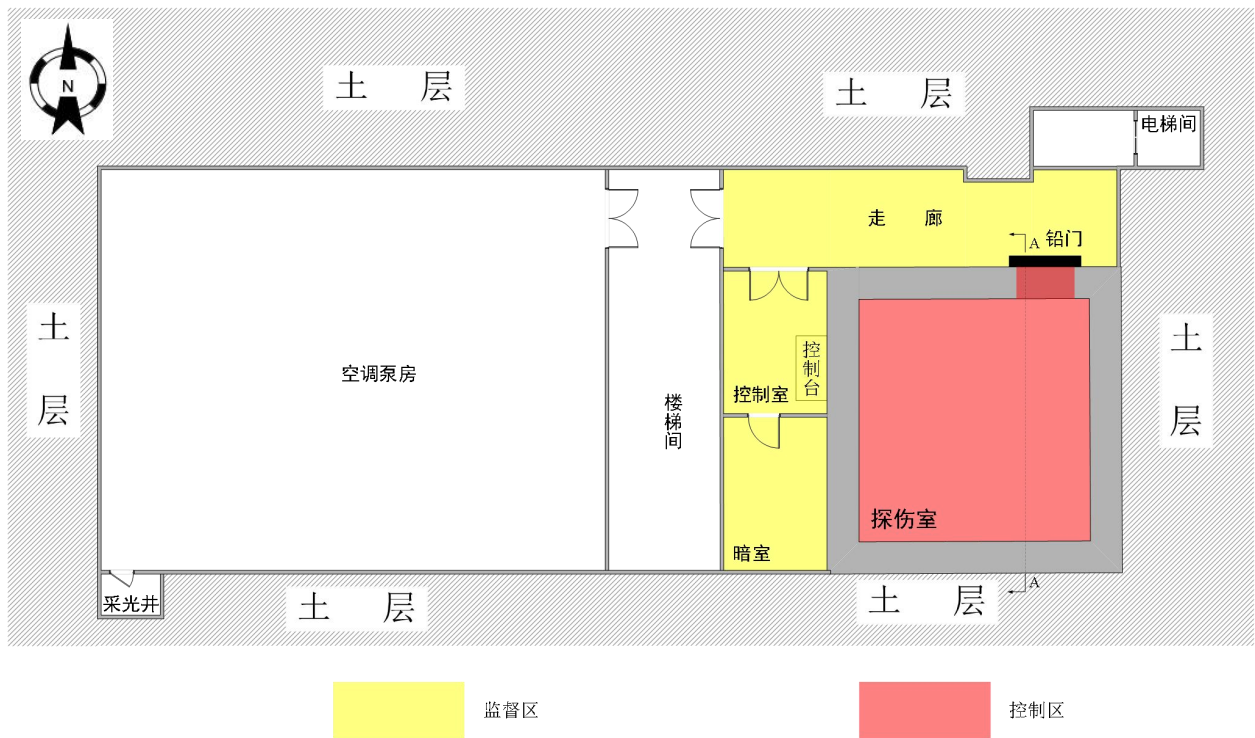


图 1-4 负一层总平面及探伤室平面图

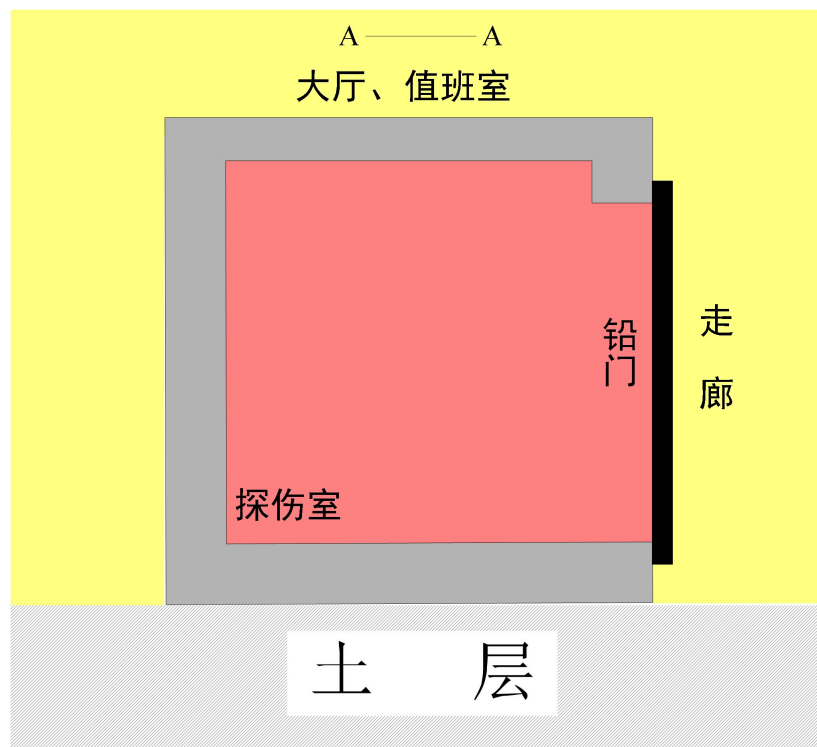


图 1-5 探伤室剖面图

1.3.2 项目环评、审批及建设情况

核技术应用项目环评审批及建设情况见表1-1。

表1-1 核技术应用项目环评审批及建设情况一览表

应用类型	项目环评内容	环评审批情况	实际建设情况	项目变动情况
无损检测	1台 ERESKO 65MF3 型（定向）工业 X 射线探伤机	拟新建一座探伤工房及其配套设施,新增2台工业X射线探伤机(均属II类射线装置),开展室内无损检测和现场探伤,现场探伤工作在厂区内开展。 (环评报告批复见附件2)	1台 ERESKO 65MF3 型（定向）工业 X 射线探伤机,仅用于探伤室探伤	与环评一致
	1台 ERESKO 42MF3.1 型（定向）工业 X 射线探伤机		1台 ERESKO 42MF3.1 型（定向）工业 X 射线探伤机,用于现场探伤,现场探伤在厂区内某一固定厂房内	

1.3.3 项目基本情况

工业 X 射线装置核技术利用项目见表 1-2。

表1-2 射线装置参数表

射线装置名称	型号	分类	技术参数		环评数量(台/套)	实际配置数量(台/套)	环评情况(批复时间)	备注
			最大管电压(kV)	最大管电流(mA)				
工业 X 射线探伤机	ERESKO 65MF3	II	300	3.0	1	1	2021年3月31号	定向
工业 X 射线探伤机	ERESKO 42MF3.1	II	200	4.5	1	1	2021年3月31号	定向

中国飞机强度研究所因型号试验、预先研究等项目需探伤的工件尺寸差异大，需根据工件的尺寸进行探伤室探伤或现场探伤。探伤的工件参数见表 1-3。

表 1-3 探伤的工件参数一览表

类型	序号	工件名称	直径(cm)	材质	厚度(mm)
探伤室探伤	1	精密零部件	/	钢	2~20mm
	2	精密零部件	/	铝	2~50mm
现场探伤	1	飞机上结构	/	钢	2~50mm
	2	飞机上结构	/	铝	2~50mm

1.4 工艺过程及产生的主要污染物

1.4.1 工业 X 射线探伤机

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。

本项目配备的 1 台 ERESCO 65MF3 型探伤机和 1 台 ERESCO 42MF3.1 型探伤机均为工业 X 射线定向探伤机，探伤机均由控制器、X 射线发生器、连接电缆、电源电缆组成。

(1) 控制器

探伤机控制器为立式结构。所有操作均由面板上的按键式开关进行。电缆插座、电源开关及接地端子设置在接线盒内。控制器由控制板、电容板、供电电源板、前面板、电感线圈、IGBT 斩波模块构成。

(2) X 射线发生器

探伤机 X 射线发生器为组合式，X 射线管、高压发生器与绝缘气体（SF₆）一起封装在桶状铝壳内。X 射线发生器一端装有风扇和散热器。X 射线发生器由 X 射线管、高压变压器、温度继电器、气体压力表、连接电缆插座、警示灯、X 射线管冷却风扇、充、放气阀部件构成。

典型的 X 射线管结构示意图 1-6。

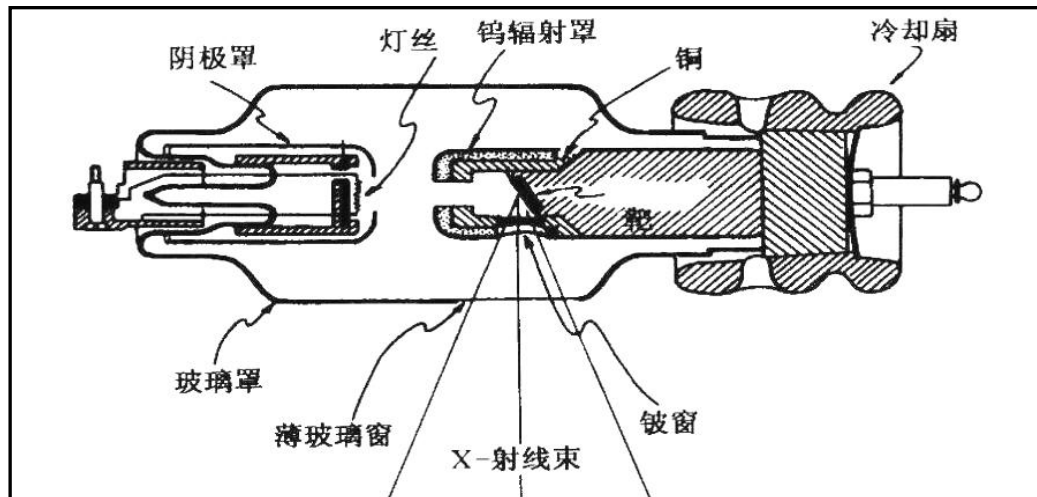


图 1-6 典型的 X 射线管结构示意图

X 射线通过物质时，其强度逐渐减弱，X 射线还有个重要性质，就是能使胶片感光，当 X 射线照射胶片时，与普通光线一样，能使胶片乳剂层中的卤化银产生潜象中心，经过显影和定影后就黑化，接收射线越多的部位黑化程度越高，这个作用叫做射线的照相作用。把这种曝过光的胶片在暗室中经过显影、定影、水洗和干燥，再将干燥的底片放在观片灯上观察，根据底片上有缺陷部位与无缺陷部位的黑度图像不一样，就可判断出缺陷的种类、数量、大小等，从而达到 X 射线无损检测的目的。

1.4.2 工艺流程

(1) 探伤室探伤

探伤室探伤仅使用最大管电压为 300kV 的 ERESKO 65MF3 型（定向）工业 X 射线探伤机。操作流程可简单描述为：确定曝光时间和曝光位置；铺设胶片于需探伤工件或部件；曝光照片；冲洗胶片及评片。

工艺流程及产污环节见图 1-7。

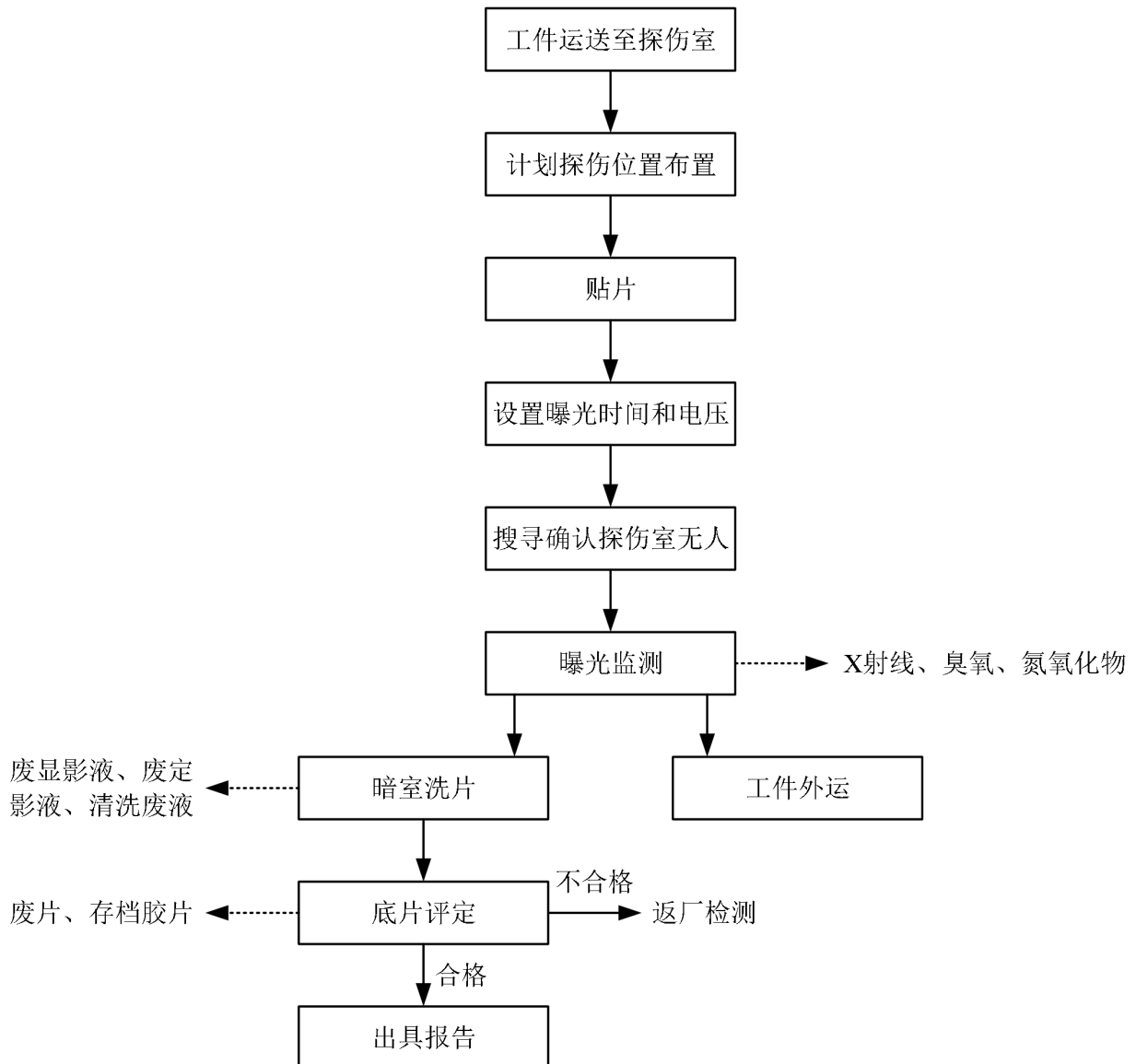


图 1-7 工艺流程图及产污环节图（探伤室探伤）

X 射线探伤机（探伤室探伤）工艺流程简述为：

在工作前必须做好一切准备，根据探伤规范要求，算出曝光时间、焦距、确定焦点位置，非工作人员不得进入曝光室区域，以免发生误照事故。

- ① 工件运送至曝光室；
- ② 根据探伤工件大小、尺寸，确定探伤机的位置布置；
- ③ 选择合适的位置，铺设胶片于需探伤工件或部件；
- ④ 根据探伤规范要求，开启控制器电源，确认数码管显示与拨号盘一致、初级电压指示表指针在一半位置上，否则严禁开启高压；当电源电压正常时，调节千伏选择按钮，调整到需要的值；调节时间按钮，选择需要的曝光时间，准备进行下一步骤；
- ⑤ 确认曝光室内无人后，关闭防护门，启动高压，按下开高压按钮并持续 1 秒钟，

即可启动曝光操作，同时操作面板上的射线警示灯闪动，时间显示窗口开始倒计时，X射线发生器开始工作，向外辐射X射线；当数码管显示“0.0”时，曝光结束。仪器自动切断高压，喇叭鸣叫3声，并进入休息，数码管显示预选值，准备下一次曝光，此时，“准备”灯灭，等到与上次工作时间相等时，“准备”灯亮；

⑥ 探伤结束时，关闭X射线探伤机，取下胶片；

⑦ 取下的胶片在暗室内进行冲洗，本项目采用手工洗片，工艺流程如下：

a、显影：显影池内注入配好的显影液，将洗片夹放入显影池内频繁抖动，保持胶片膜面的药液流动更新，使显影均匀。显影时间控制在胶片规定的时间范围内；

b、停显：洗片夹自显影液中取出后，再显影池上方停留2~3秒以使滞留的药液流离洗片夹，放入一号清洗池用清水将其上面的显影液冲洗干净至停显。

c、定影：定影池内注入配置好的定影液，将停显后的底片放入定影液中晃动定影，按规定控制定影时间。

d、水洗、干燥：底片定影后放入二号清洗池内水洗，冲洗时间不少于20分钟，水温一般为常温。底片水洗后进行干燥处理，方法一般有自然晾干或烘箱烘干，本项目采用自然晾干。

⑧ 进行评片和审片，评定合格的底片填写评定报告，评定不合格的产品，返修检测。

(2) 现场探伤

现场探伤仅使用最大管电压为 200kV 的 ERESO 42MF3.1 型（定向）工业 X 射线探伤机。工艺流程及产污环节见图 1-8。

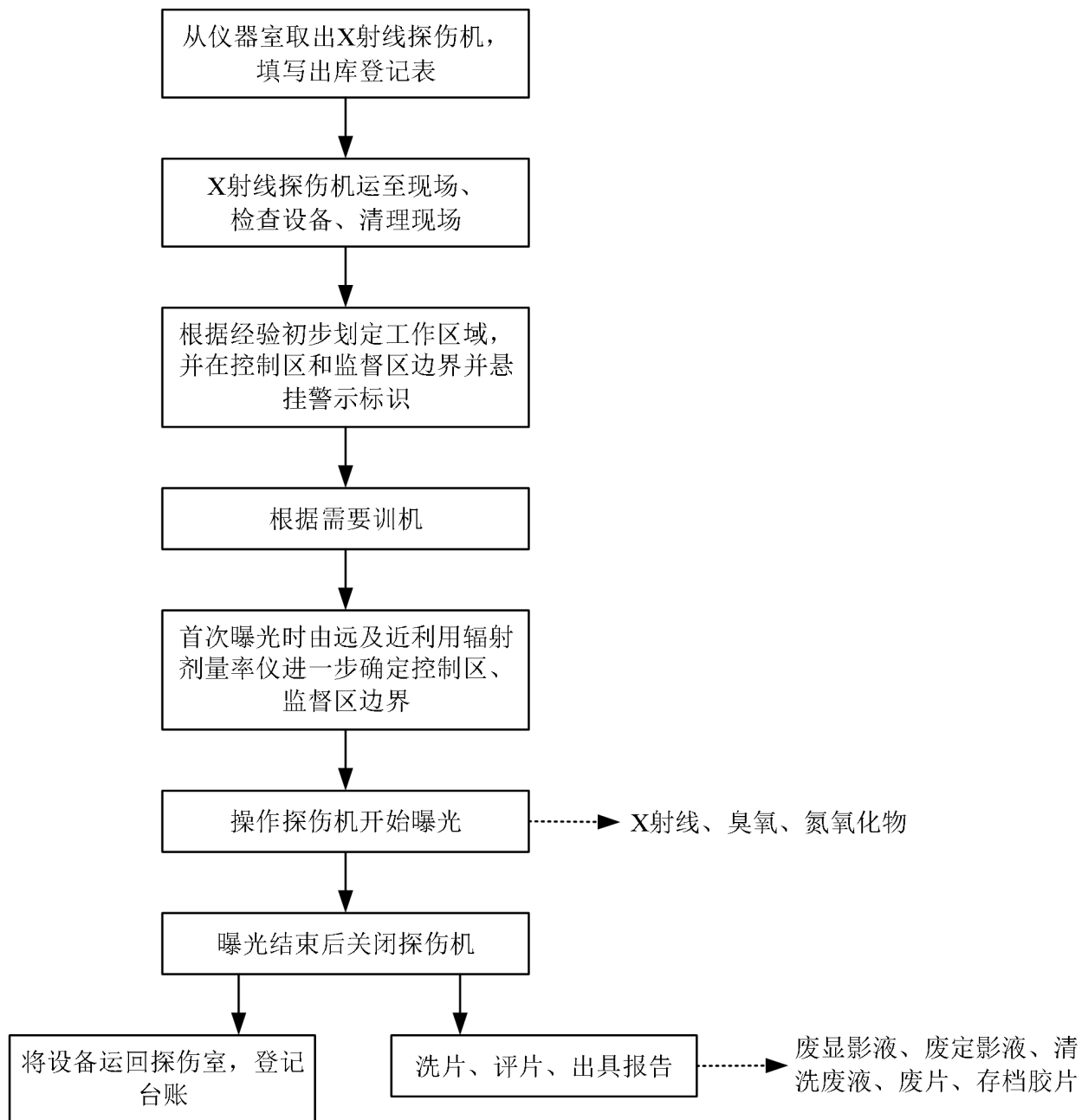


图 1-8 工艺流程图及产污环节图（现场探伤）

X 射线探伤机（现场探伤）工艺流程简述为：

① 制定方案：接受探伤任务后，制订现场探伤作业方案，该作业方案包括探伤工况、时间、地点、控制区范围、监测方案、清场方式等，明确探伤人员的职责和分工等。

② 设备出探伤室：根据设备出入库管理制度，工作人员持任务单，在出入库台账上登记，经过探伤机管理人员确认后，领取设备。

③ 运输：由探伤人员运输设备至检查地点，确保运输过程中设备的安全。

④ 到达：现场探伤前的准备工作。到达后，在现场探伤曝光开始前，做好现场探伤作业前的各项准备工作，主要包括以下几方面：

a、根据探伤规范要求，确定曝光时间、焦距、确定焦点位置，选择合适的屏蔽遮挡物，屏蔽遮挡物包括实体建筑物、可拆卸的屏蔽材料等。

b、在探伤作业前进行清场，初步设置警戒线、控制区边界悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”等警示标识。

c、安排专人巡查警戒，确保探伤作业期间无公众误入作业区。每台探伤机配备 2 名操作人员，操作时同时在场。操作人员做好自身防护工作，每名操作人员配备 1 枚个人剂量计、1 台个人剂量报警仪（具有直读功能），剂量检测仪器保持开启状态。同一个探伤作业场所中，操作人员不兼任警戒人员。

d、X 射线探伤机操作人员检查电源盘、电源线有无破损、绝缘老化情况，检查电源搭接是否牢固，检查电源盘漏电保护器运行情况。操作人员连接设备，射线机通过电源线与控制箱相连，射线机控制箱与外部电源连接，控制箱接地。

e、在条件及检测目的允许的情况下，合理选择主射方向及工作人员操作位。

f、X 射线探伤机关机 8 小时以上或工作电压达到 250kV 以上，再次使用前需进行训机，训机完成后才可以正常使用。

g、首次曝光时，使用 X- γ 辐射剂量率仪进一步划定由远及近控制区和监督区边界。

⑤ 确保探伤作业前的各项准备工作完成后，即可开启设备电源，进行探伤曝光作业。曝光结束后做好相关记录（参数、影像、照片和记录资料等），与方案一并存档备查。

⑥ 根据事先计算出的曝光时间，设定定时曝光时间，单次曝光结束时，射线机自动关闭 X 射线探伤机，通过 X、 γ 辐射巡测仪和个人剂量报警仪确认探伤机已经停止工作后取下胶片，拆除警戒，清理。取下的胶片在暗室内进行冲洗，冲洗工艺流程与探伤室探伤一致。

⑦ 本项目现场探伤产生的废显影液、定影液、清洗废液先暂存在危险废物暂存间内，再交由相应资质的危险废物处置单位收集处置。

⑧ 探伤设备由专用车辆运输设备至仪器室，根据设备出入库管理制度，在出入库台账上登记，设备归还仪器室。

1.4.3 污染因素分析

根据工艺流程可知，本项目运营期产生的污染为现场探伤和探伤室探伤工作中产生 X 射线时的电离辐射影响，废气（臭氧、氮氧化物）及暗室洗片中冲洗底片废水、废显（定）影液及废旧胶片。

(1) X射线

由X射线探伤机的工作原理可知，X射线是随机器的开、关而产生和消失。本项目使用的X射线探伤机只有在开机并处于出线状态时（曝光状态）才会发出X射线。因此，在开机曝光期间，X射线成为污染环境的主要污染因子。

(2) 废气

本项目使用的工业X射线探伤机工作时的最大电压为300kV，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射线会使探伤室内空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

(3) 危险废物

本项目探伤拍片后洗片产生的洗片废显（定）影液（含重金属）、冲洗废水以及废旧胶片为危险废物，属于《国家危险废物名录》中感光材料废物HW16（废物代码：900-019-16）。先自己贮存，再定期交由有资质的单位处置。本项目危险废物产生量（附件7）及处置措施见表1-4。

表 1-4 危险废物产生量一览表

危险废物名称	危险废物类别	危险废物代码	产生量(t/a)	形态	主要成分	有害成分	产废周期	危险特性	处置措施
废显影液	HW16	900-019-16	0.05	液态	苯二酚、亚硫酸钠，重金属银	重金属银	3个月	T	暂存于企业暗室/危废暂存间的专用容器内，定期交由资质单位处置。
废定影液	HW16	900-019-16	0.05	液态	苯二酚、亚硫酸钠，重金属银	重金属银	3个月	T	
冲洗废水	HW16	900-019-16	0.03	液态	对苯二甲酸、重金属银	重金属银	3个月	T	
废胶片	HW16	900-019-16	0.1	固态	明胶、卤化银	重金属银	每年	T	

1.4.4 三废治理

本项目现场探伤使用的工业X射线探伤机产生的X射线能量较低（最大管电压为200kV），探伤工艺过程中可产生微量臭氧和氮氧化物，臭氧在常温下很快转化成氧气，对无损检测工作人员产生影响很小。本项目探伤室探伤使用的工业X射线探伤机产生的X射线能量较低（最大管电压为300kV），探伤工艺过程中可产生微量臭氧和氮氧化物，通过机械排风装置进行排出，对无损检测工作人员产生影响很小。

本项目将现场探伤胶片和探伤室探伤胶片带回暗室/危险废物暂存间进行冲洗，本项目暗室与危险废物暂存间为同一房间，且在暗室/危险废物暂存间中设定有危险废物暂存区域。废显影液、废定影液、冲洗废水和废旧胶片分别使用危险废物暂存桶收集，危险废物暂存桶再放置于防渗透的塑料物流箱内，塑料物流箱再放置于危险废物暂存区域内，且危险废

物暂存区域进行防渗处理。危险废物暂存桶外张贴标签，建立危险废物台账，再定期交由具有危废处置资质单位（陕西新天地固体废物综合处置有限公司）处置（危险废物委托处置合同见附件 16），并按要求填写且留档危险废物转移五联单。

2 验收依据

2.1 相关法律、法规和环评文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日起实施；
- (2) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第六号，2003年10月1日施行；
- (3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修订；
- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日第二次修订；
- (5) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令 682 号，2017年10月1日修订；
- (6) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令 2005 年第 449 号，2019年3月2日修订；
- (7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环境保护部令 18 号，2011年5月1日起施行；
- (8) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国家环保总局第 31 号令，2021年1月4日修订；
- (9) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，国环规环评〔2017〕4号；
- (10) 《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》，国家环保总局，环发〔2006〕145号；
- (11) 《关于发布<射线装置分类>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；
- (12) 《关于印发<污染影响类建设项目重大变动清单（试行）>的通知》，环办环评函〔2020〕688号，2020年12月16日；
- (13) 《国家危险废物名录（2021年版）》，部令 15 号，2020年11月27日；
- (14) 《关于印发<陕西省危险废物转移电子联单管理办法（试行）>的通知（有效）》，陕西省环境保护厅，2012年9月1日；
- (15) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南 污染影响类>的公告》，生态环境部公告 2018 年第 9 号；
- (16) 《陕西省放射性污染防治条例》（2019年7月31日第二次修正）；
- (17) 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；
- (18) 《西安市生态环境局关于中国飞机强度研究所工业 X 射线装置核技术利用项目环

境影响报告表的批复》，市环批复〔2021〕21号；

(19)《中国飞机强度研究所工业 X 射线装置核技术利用项目环境影响报告表》，西安桐梓环保科技有限公司，2021 年 3 月；

(20) 中国飞机强度研究所工业 X 射线装置核技术利用项目竣工环境保护验收委托书（见附件 1）。

2.2 验收标准

本次验收执行西安市生态环境局已经批复的环境影响评价报告表中使用的标准：

2.2.1 人员年有效剂量

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002），并按照标准的评价原则，工作人员和周围公众的年有效剂量须满足表 2-1 中的限值。

表 2-1 职业照射和公众照射的剂量限值

照射类别	剂量限值	环评管理目标
职业照射	连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 20mSv	5mSv/a
公众照射	关键人群连续 5 年的年平均有效剂量不应超过 1mSv	0.25mSv/a

2.2.2 周围剂量当量率

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）的相关要求：

4 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

4.1.3 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 μ Sv/周，对公众不大于 5 μ 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 μ 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。

5 工业 X 射线现场探伤的放射防护要求

5.1 X 射线现场探伤作业分区设置要求

5.1.2 一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15 μ Sv/h 的范围内划为控制区。如果每周实际开机时间明显不同于 7h，控制区边界周围剂量当量率应按下式计算：

$$\dot{K} = \frac{100}{t}$$

式中：

\dot{K} ——控制区边界周围剂量当量率，单位为微希沃特每小时（ $\mu\text{Sv/h}$ ）；

t ——每周实际开机时间，单位为小时（h）；

100——5mSv 平均分配到每年 50 工作周的数值，即 $100\mu\text{Sv/h/周}$ 。

本项目现场探伤作业每周实际开机总时间约为 0.5h，经计算 $\dot{K}=200\mu\text{Sv/h}$ 。故本评价现场探伤作业时周围剂量当量率大于 $200\mu\text{Sv/h}$ 的范围内作为控制区。

5.1.6 控制区的边界外、作业时周围剂量大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围化为监督区。

2.2.3 《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）

4 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。

4.1.5 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。

5 工业 X 射线现场探伤的放射防护要求

5.1 X 射线现场探伤作业分区设置要求

5.1.1 探伤作业时，应对工作场所实行分区管理，并在相应的边界设置警示标识。

5.1.3 控制区边界应悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警告牌，探伤作业人员在控制区边界外操作，否则应采取专门的防护措施。

5.1.4 现场探伤作业工作过程中，控制区内不应同时进行其他工作。为了使控制区的范围尽量小，X 射线探伤机应用准直器，视情况采用局部屏蔽措施（如铅板）。

5.1.5 控制区的边界尽可能设定实体屏障，包括利用现有结构（如墙体）、临时屏障或临时拉起警戒线（绳）等。

5.1.6 控制区的边界外、作业时周围剂量大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 的范围化为监督区，并在其边界上悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。

5.1.7 现场探伤工作在多楼层的工厂或者工地实施时，应防止现场探伤工作区上层或下层的人员通过楼梯进入控制区。

5.1.8 探伤机控制台应设置在合适位置或设有延时开机装置，以便尽可能减低操作人员的受照剂量。

5.2 X 射线现场探伤作业的准备

5.2.1 在实施现场探伤工作之前，运营单位应对工作环境进行全面评估，以保证实现安全操作。评估内容至少应包括工作地点的选择、接触的工人与附近的公众、天气条件、探伤时间、是否高空作业、作业空前等。

5.2.2 运营单位应确保开展现场探伤工作的每台 X 射线装置至少配备两名工作人员。

5.2.3 应考虑现场探伤对工作场所内其他的辐射探测系统带来的影响（如烟雾报警器）。

5.2.4 现场探伤工作在委托单位的工作场地实施的准备和规划，应与委托单位协商适当的探伤地点和探伤时间、现场的通告、警告标识和报警信号灯，避免造成混淆。委托方应给予探伤工人充足的时间以确保探伤工作的安全开展和所需安全措施的实施。

5.3 X 射线现场探伤作业安全警告信息

5.3.1 应有提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。“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。

5.3.2 警示信号指示装置应与探伤机联锁。

5.3.3 在控制区的所有边界都应能清楚的听见或看见“预备”信号和“照射”信号。

5.3.4 应在监督区边界和建筑物的进出口的醒目位置张贴电离辐射警示标识和警告标语等提示信息。

5.4 X 射线现场探伤作业安全操作要求

5.4.1 做定向照射时应使用准直器（仅开定向照射口）。

5.4.2 应考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因

素，选择最佳的设备布置，并采取适当的防护措施。

5.5 X射线现场探伤作业的边界巡查与监测

5.5.1 开始现场探伤之前，探伤工作人员应确保在控制区内没有任何其他人员，并防止有人进入控制区。

5.5.2 控制区的范围内清晰可见，工作期间要有良好的照明，确保没有人员进入控制区。如果控制区太大或某些地方不能看到，应安排足够的人员进行巡查。

5.5.3 在试运行（或第一次曝光）期间，应测量控制区边界的剂量率以证实边界设置正确。必要时调整控制区的范围和边界。

5.5.4 现场探伤的每台探伤机应至少配备一台便携式剂量仪。开始探伤工作之前，应对剂量仪进行检查，确认剂量仪能正常工作。在现场探伤工作期间，便携式测量仪应一直处于开机状态，防止X射线曝光异常或不能正常终止。

5.5.5 现场探伤期间，工作人员应佩戴个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪。个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪，两者均应使用。

2.2.4 《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（1994年7月）

陕西省西安市原野、道路、室内 γ 辐射空气吸收剂量率见表2-2。

表2-2 西安市原野、道路、室内 γ 辐射空气吸收剂量率（nGy/h）

项目场所	原野	道路	室内
范围	50~117	52~121	79~130
均值	71	76	111
标准差	17	20	19

3 辐射安全防护措施运行及项目变动情况

3.1 辐射安全防护措施

根据《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）的相关要求，对该项目辐射安全防护措施运行情况核实情况如表 3-1 所示：

表 3-1 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）

项目		具体要求	核实	
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。	符合	
		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。	符合	
		控制台设置有高压接通时的外部报警或指示装置。	符合	
		控制台或 X 射线管头组装体上设置探伤室门连锁接口。	符合	
		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。	符合	
		控制台设有紧急停机开关。	符合	
	* 移动 式 探 伤 作 业 场 所	分区	按标准要求划分控制区、监督区。	符合
		标志及 指示灯	控制区边界设置明显的警戒线和电离辐射警示标志，悬挂“禁止进入 X 射线区”警告牌。	符合
			控制区边界设置提示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音提示装置。警示信号指示装置应与探伤机连锁。	符合
			监督区边界和建筑物进出口的醒目位置设置电离辐射警示标志和悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌。	符合
		辐射安 全措施	探伤作业期间，应安排人员对控制区边界进行巡逻。	符合
			探伤作业期间，便携式辐射检测仪应一直处于开机状态。	符合
	作业前、结束后现场辐射水平的检测情况及结果记录。		符合	
	* 固 定 式 探 伤 作 业 场 所	分区	按标准要求划分控制区、监督区。	符合
			控制区：探伤室墙围成的内部区域。	符合
			监督区：探伤室墙壁外部相邻的区域。	符合
		布局	操作室与探伤室分开，并避开有用线束照射的方向。	隔室操作，符合要求
		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。	符合
		标记及 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。	符合
			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。	符合
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。			符合	
辐射安 全与联 锁	探伤室设置门-机连锁装置。	符合		
	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。	符合		

注：表中标注有“*”内容为关键项，为强制性规范要求。

探伤室探伤现场照片：



图 3-1-1 探伤机整体图



图 3-1-2 探伤机铭牌



图 3-1-3 控制台



图 3-1-4 控制台操作界面
(含钥匙开关、急停按钮)

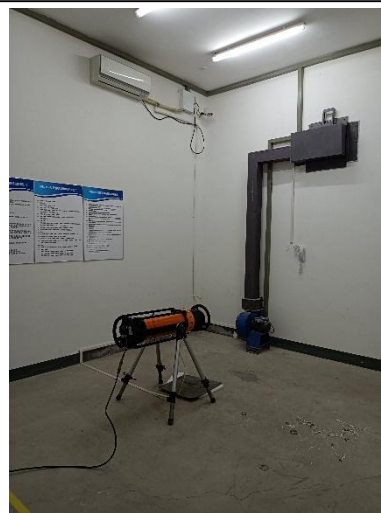


图 3-1-5 控制室内景及动力排
风系统



图 3-1-6 铅防护门(含室外状
态指示灯和声音提示装置)



图 3-1-7 室内状态指示灯及说
明



图 3-1-8 探伤室内急停按钮及
说明



图 3-1-9 电离辐射警示标志和
中文警示说明

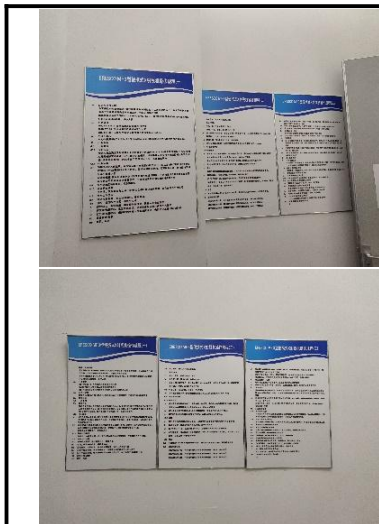


图 3-1-10 制度上墙

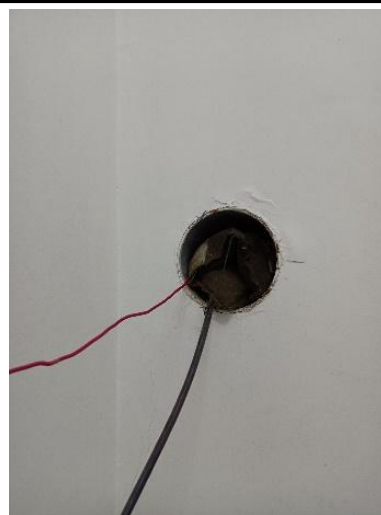


图 3-1-11 穿线口
(位于暗室南墙处)

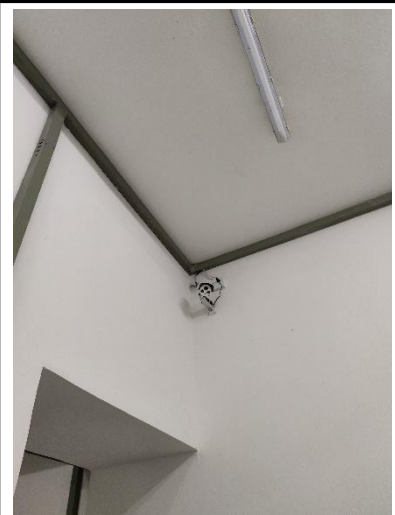


图 3-1-12 摄像监控装置(探伤室内四个角分别一个,共4个)



图 3-1-13 控制台监控屏



图 3-1-14 探伤室内排风口

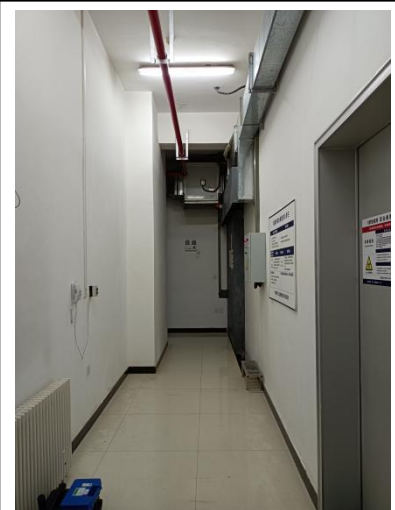


图 3-1-14 探伤室北侧走廊



图 3-1-16 辐射巡测仪
(自主监测用)

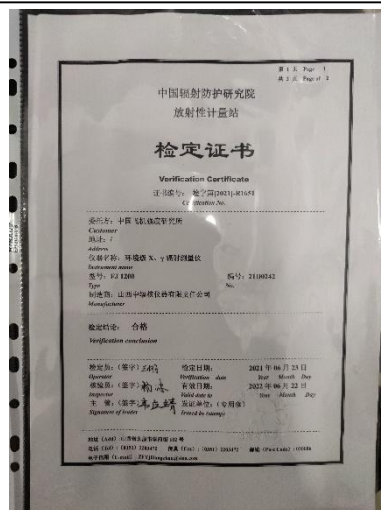


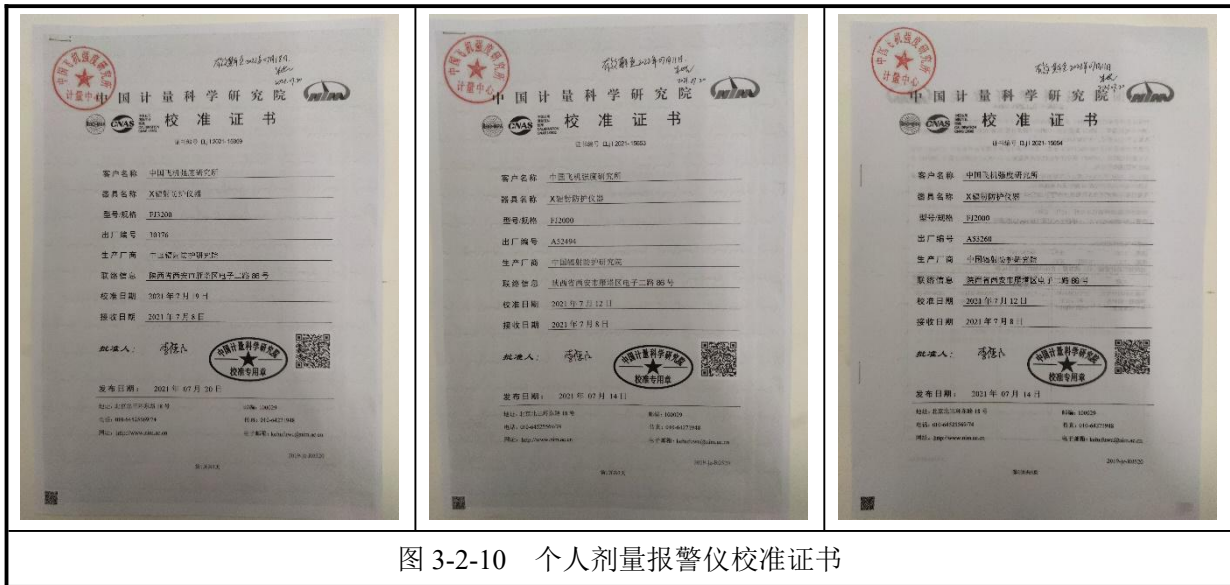
图 3-1-17 辐射巡测仪检定证书



图 3-1-18 个人剂量计

现场探伤现场照片：

		
<p>图 3-2-1 探伤机整体图</p>	<p>图 3-2-2 探伤机铭牌</p>	<p>图 3-2-3 操作箱操作界面</p>
		
<p>图 3-2-4 警戒线</p>	<p>图 3-2-5 状态指示灯和声音提示装置</p>	<p>图 3-2-6 边界警告牌和电离辐射警示标志</p>
		
<p>图 3-2-7 操作箱侧面图</p>	<p>图 3-2-8 防护用品 (应急/现场探伤)</p>	<p>图 3-2-9 个人剂量报警仪</p>



危险废物暂存现场核实照片：



图 3-3-1 暗室/危废暂存间及危废标识

图 3-3-2 危险废物暂存桶及危废标识



图 3-3-3 废胶片存放桶及危废标识



图 3-3-4 危险废物暂存区域

探伤室探伤核实情况说明如下：

(1) 探伤室规格见表 3-2（防护方案见附件 5）。

表 3-2 探伤室规格汇总表

序号	名称、型号	探伤室长×宽×高(m)	屏蔽体厚度及铅当量	防护门厚度及铅当量	与《环评报告》一致性
1	ERESCO 65MF3 型(定向)工业 X 射线探伤机	5.32×5.07×3.68	四周屏蔽墙体采用 700mm 厚混凝土 顶棚屏蔽体采用 500mm 厚混凝土 线缆口和排风口采用 36mmPb 铅板封堵	探伤室防护门采用 36mmPb 铅防护电动推拉门	一致
备注：混凝土强度：C ₂₅ ，密度为：2.35g/m ³ 。					

(2) 探伤室安装有机械排风装置，探伤室北侧下部设置有 1 个 $\Phi 26\text{cm}$ 的排风口，探伤室内空气通过北墙上部排风口经由专用独立排风管道排向室外，该排风系统在探伤前及探伤过程中均正常开启，其排风量为 378m³/h，经核算，该排风系统换风次数可达到 3.8 次/h，满足探伤室排风要求；

(3) 探伤室设有门-机联锁安全装置，探伤室防护门有红外防夹装置，且设置有停电时的紧急开门装置。探伤室防护门外有显示“预备”和“照射”状态的指示灯和声音报警装置，探伤室内有显示“预备”和“照射”状态的指示灯，并有“黄灯亮表示准备出束，红灯亮表示正在出束”的说明。探伤室内设置有 1 个急停按钮，控制台操作箱设置有 1 个急停按钮，均可正常运行，急停按钮旁均设置有“紧急时按下”的使用说明；

(4) 划定探伤室和防护门为控制区，控制区边界张贴有“控制区”字样；划定探伤室四周相邻区域及探伤室顶为监督区，监督区边界张贴有“监督区”字样；控制区和监督区的划分均符合 GB 18871-2002 的规定；

(5) 工作场所设置有醒目的电离辐射警告标志；

(6) 探伤室内四个角各安装有一个视频监控装置，四个视频监控装置均联系到控制室视频监控显示器上，视频监控功能均正常；在探伤室内北墙和探伤室北侧走廊处安装有语音对讲装置，对讲功能均正常；

(7) 管线口位于探伤室南墙处，经南墙外引至暗室南墙处。

(8) 探伤室探伤辐射工作人员均配备了个人剂量计，均进行了职业健康检查，且均建立了个人剂量监测档案和职业人员健康监护档案。

现场探伤核实情况说明如下：

(1) 现场探伤作业时按照标准《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）要求划分了控制区和监督区。每次现场探伤前均进行预曝光，均使用自主监测设备进行周围剂

量当量率监测，划定周围剂量当量率为 $200\mu\text{Sv/h}$ 的区域为控制区，划定周围剂量当量率为 $200\mu\text{Sv/h}$ 的区域为监督区，控制区和监督区的划分均符合GB 18871-2002的规定；实际工作时，工作人员通过约50米的连接电缆开启探伤机，工作人员距探伤机的实际距离远大于控制区边界的距离；

(2) 现场探伤的时间一般为中午12点至下午14点间，现场探伤前一天均会通过文件形式通知301厂房人员离开厂房，现场探伤前均会通过喇叭通知301厂房人员离开厂房，确保厂房内无任何人员。

(3) 控制区边界悬挂“禁止进入X射线区”警告牌与警戒线，监督区边界悬挂“无关人员禁止入内”警告牌，警告牌上均有电离辐射警示标志；

(4) 探伤机配置有状态指示灯，状态指示灯与探伤机联锁；

(5) 现场探伤时辐射工作人员穿戴铅衣，携带便携式X、 γ 剂量率仪，且均佩戴个人剂量报警仪，作业期间便携式X、 γ 剂量率仪和个人剂量报警仪均一直处于开机状态；

(6) 现场探伤辐射工作人员均配备了个人剂量计，均进行了职业健康检查，且均建立了个人剂量监测档案和职业人员健康监护档案。

危险废物处置核实情况说明如下：

(1) 本项目暗室与危险废物暂存间为同一房间，且在暗室/危险废物暂存间中设定有危险废物暂存区域。

(2) 废显影液、废定影液、冲洗废水和废旧胶片分别使用危险废物暂存桶收集，危险废物暂存桶再放置于防渗透的塑料物流箱内，塑料物流箱再放置于危险废物暂存区域内，且危险废物暂存区域进行防渗处理。

(3) 危险废物暂存间人员进出门上张贴有危险废物标识，人员进出门有门锁装置。危险废物桶上张贴有危险废物标识，且记录有危险废物的种类、安全措施。

3.2 项目变动情况

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和《关于印发〈污染影响类建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》（环办环评函〔2020〕688号）的相关规定。

本项目活动种类、范围、射线装置参数（最大管电压、最大管电流）、辐射安全防护设施、作业场所等均与环评报告一致，项目性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施无重大变动及显著不利环境影响。

4 验收监测内容与结果评价

4.1 监测和评价标准

《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015）；

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

4.2 质量保证措施

本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）和陕西秦洲核与辐射安全技术有限公司编制的质量体系文件的相关要求，实施全过程质量控制。

(1) 专人负责查清该项目污染源项及污染物排放途径，保证验收期间工况符合核技术应用项目竣工环境保护验收要求；

(2) 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；

(3) 监测分析方法采用国家有关部门颁布的标准方法，监测人员持证上岗；

(4) 所用监测仪器全部经过计量部门鉴定，并在有效期内，监测仪器由专业技术人员按操作规程操作仪器，并做好记录；

(5) 监测数据严格实行三级审核制度。

4.3 验收监测内容和日期

4.3.1 监测内容

4.3.1.1 探伤室探伤监测

(1) 探伤室防护门及屏蔽体外表面 30cm 处周围剂量当量率；

(2) 辐射工作人员操作位周围剂量当量率；

(3) 探伤室顶部周围剂量当量率。

4.3.1.2 现场探伤监测

(1) 控制区边界周围剂量当量率；

(2) 监督区边界周围剂量当量率。

4.3.2 监测日期

2021 年 06 月 03 日（探伤室探伤监测）、06 月 30 日（现场探伤监测）。

4.4 验收监测方法和仪器

表 4-1 监测方法、仪器及检出限

项目	监测方法	监测仪器 名称、型号、编号	测量范围	溯源单位/证书 编号	有效期至
周围剂 量当量 率	1、《环境 γ 辐射剂量率测 量技术规范》（HJ 1157-2021）； 2、《辐射环境监测技术 规范》（HJ 61-2021）	辐射防护用 X、 γ 辐射 周围剂量当量率仪； RJ38-3602； QNJC-YQ-034	30keV~ 3MeV 0.01-600.00 μ Sv/h	中国辐射防护研 究院放射性计量 站/检字第 [2020]-R3426	2021.11.16

表 4-2 监测辅助仪器

监测仪器 名称、型号、编号	测量范围	溯源单位/证书编号	有效期至
测距望远镜；SW-600A；QNJC-YQ-058	5-600m	上海市计量测试技术研 究院华东国家计量测试中心 /2020D21-10-2820385001	2021.11.02

4.5 验收监测期间工况

本次验收项目为工业 X 射线装置核技术利用项目。

探伤室探伤选取工业 X 射线探伤机（定向）（型号：ERESCO 65MF3）在可达到的最大工况（工况：290kV，3.0mA）下进行监测，射线方向（主射线方向向下）上无工件屏蔽，符合竣工验收监测工况要求。

现场探伤选取工业 X 射线探伤机（定向）（型号：ERESCO 42MF3.1）在可达到的最大工况（工况：200kV，4.5mA）下进行监测，射线方向（主射线方向向下）上无工件屏蔽，符合竣工验收监测工况要求。

竣工验收监测说明见附件 6。

4.6 验收监测结果与评价

4.6.1 监测点位

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015），探伤室探伤在该探伤装置最大工况下对探伤室防护门、探伤室四周屏蔽体外表面 30cm 处、人员操作位、探伤房顶棚等关注点位进行监测。

探伤室探伤监测点位示意图如图 4-1 所示（详见附件 14）：

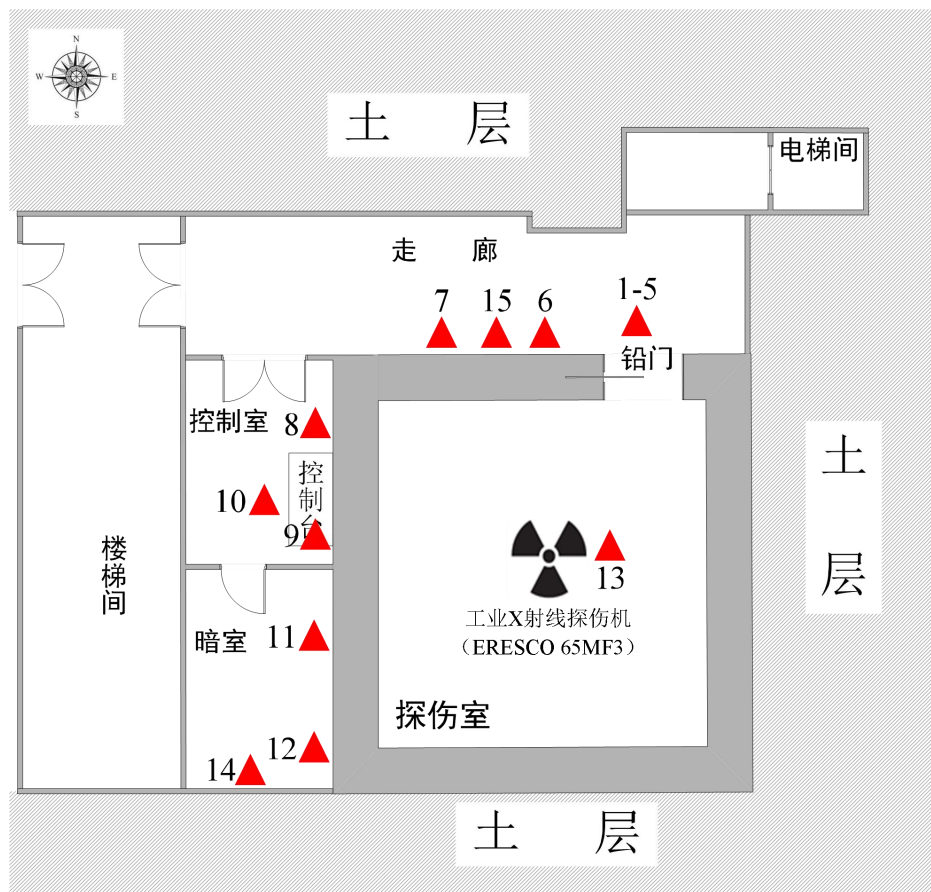


图 4-1 探伤室探伤监测点位示意图

根据《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ 117-2015），现场探伤根据作业场所中周围剂量当量率值来划定控制区和监督区。

现场探伤监测点位示意图如图 4-2 所示（详见附件 14）：

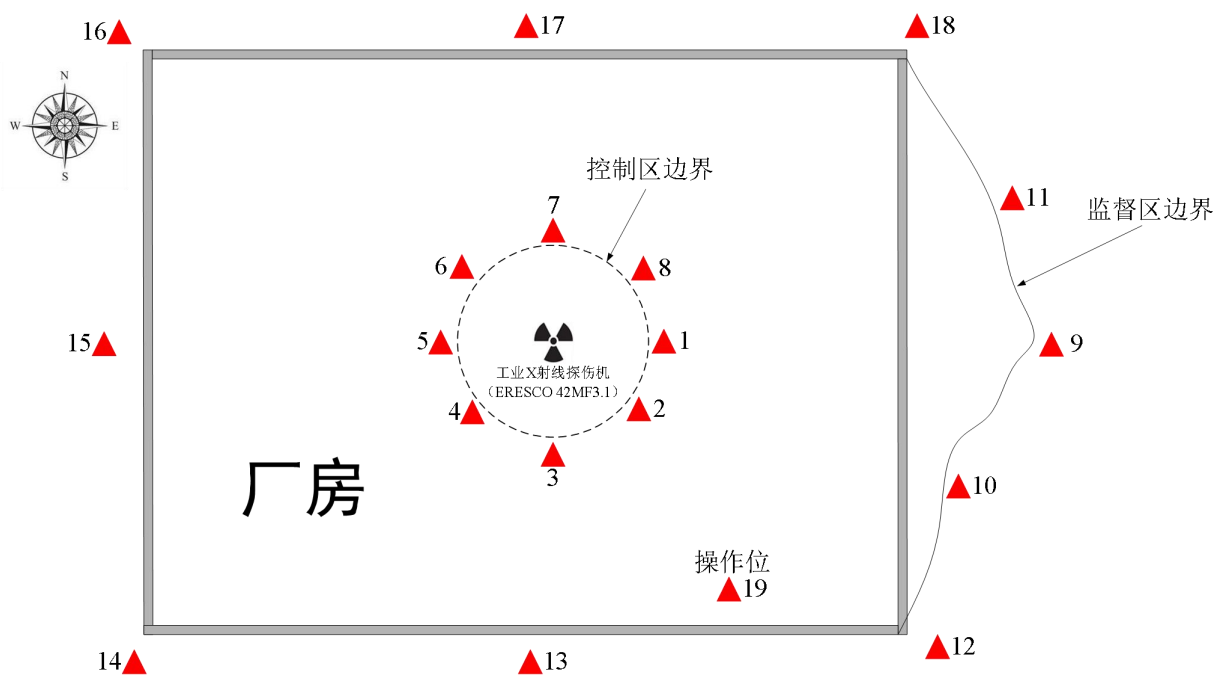


图 4-2 现场探伤监测点位示意图

4.6.2 监测结果与评价

根据验收监测单位提供的中国飞机强度研究所工业 X 射线探伤装置核技术利用项目监测报告（QNJ-202106-E004）（见附件 14）。

本项目场址室外本底辐射水平在 0.06~0.09 $\mu\text{Sv/h}$ 范围内，室内本底辐射水平在 0.05~0.08 $\mu\text{Sv/h}$ 范围内，与《陕西省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（1994 年 7 月）中西安市原野、道路、室内 γ 辐射空气吸收剂量率（见表 2-2）的平均值（50~130 $\mu\text{Gy/h}$ ）相近。

本项目探伤室探伤，工业 X 射线探伤机（型号：ERESCO 65MF3）在最大工况（工况：290kV，3.0mA；定向；主射线方向向下；无工件），探伤室周围各关注点周围剂量当量率范围值为：（0.06~0.09） $\mu\text{Sv/h}$ ，工作人员操作位处的周围剂量当量率为：0.08 $\mu\text{Sv/h}$ ，探伤室顶部监测值为：0.09 $\mu\text{Sv/h}$ 。以上各监测点位均满足标准中“关注点最高周围剂量当量率参考控制水平不大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ”的要求。

本项目现场探伤，工业 X 射线探伤机（型号：ERESCO 42MF3.1）在最大工况（工况：200kV，4.5mA；定向；主射线方向向下；无工件），控制区边界周围剂量当量率范围值为：（190~198） $\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界周围剂量当量率范围值为：（0.09~2.30） $\mu\text{Sv/h}$ ，工作人员操作位处的周围剂量当量率为：4.10 $\mu\text{Sv/h}$ 。以上监测结果均满足标准中“一般应将作业场所中周围剂量当量率大于 15 $\mu\text{Sv/h}$ 的范围内划为控制区。如果每周实际开机时间明显不同于 7h，控制区边界周围剂量当量率为 200 $\mu\text{Sv/h}$ （注：本项目现场探伤作业每周实际开机总时间约为 0.5h，经计算现场探伤作业时将周围剂量当量率大于 200 $\mu\text{Sv/h}$ 的范围内作为控制区）”和“应将控制区边界外、作业时周围剂量当量率大于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 的范围划为监督区”的要求。

4.6.3 职业人员与公众剂量估算

根据单位提供的相关资料（见附件 4、见附件 5）及现场核实，该项目配备有 4 名辐射工作人员，均能开展探伤室探伤和现场探伤工作。该项目探伤室探伤平均每周曝光时间 1h，平均年工作 30 周，年曝光时间约 30h，即参与探伤室探伤的辐射工作人员一年工作时间为 30 小时。该项目现场探伤平均每周曝光 0.5h，平均年工作 10 周，年曝光时间约 5h，即参与现场探伤的辐射工作人员一年工作时间为 5 小时。

根据上述信息，按探伤室外辐射工作人员及公众活动区域监测结果中最大值分别进行估算，并扣除该项目场所本底值，则该项目涉及的职业人员及公众剂量估算结果见表 4-2。按现场探伤划定的控制区和监督区的最大值分别进行估算，并扣除该项目场所本底值，则该项目涉及的职业人员及公众剂量估算结果见表 4-3。

表 4-2 探伤室探伤职业人员及公众剂量核算结果

序号	受照位置	受照人员	计算参数				有效剂量 (mSv/a)	剂量限值 (mSv/a)	备注
			受照时间 (h/a)	受照剂量 (μ Sv/h)	环境本底 (μ Sv/h)	居留 因子			
1	探伤室四周 及顶部	职业人员	30	0.09	0.07	1	0.0006	职业人员: 5	/
2	操作位	职业人员	30	0.08		1	0.0003	职业人员: 5	
3	探伤室四周 及顶部	公众	30	0.09		1	0.0006	公众: 0.25	

「注：根据中国飞机强度研究所提供工作时间资料并参照《中国飞机强度研究所工业 X 射线装置核技术利用项目环境影响报告表》中工作时间参数，均按最不利条件核算，经统计：探伤室探伤年最大工作时间为 30h」。

表 4-3 现场探伤职业人员及公众剂量核算结果

序号	受照位置	受照人员	计算参数				有效剂量 (mSv/a)	剂量限值 (mSv/a)	备注
			受照时间 (h/a)	受照剂量 (μ Sv/h)	环境本底 (μ Sv/h)	居留 因子			
1	现场探伤 控制区外	职业人员	5	198	0.08	1	0.990	职业人员: 5	/
2	现场探伤 监督区外	公众	5	2.30		1	0.0111	公众: 0.25	
3	操作位	职业人员	5	4.10		1	0.0201	职业人员: 5	

「注：根据中国飞机强度研究所提供工作时间资料并参照《中国飞机强度研究所工业 X 射线装置核技术利用项目环境影响报告表》中工作时间参数，均按最不利条件核算，经统计：现场探伤年最大工作时间为 5h」。

根据表 4-2 和表 4-3 估算结果，该项目辐射工作人员个人年有效剂量最高为 0.990mSv/a，符合 GB 18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中附录 B1.2.1 规定，即“应对任何工作人员的照射水平进行控制，使之不超过下述限值：a)由审管部门决定的连续 5 年平均有效剂量 20mSv。”及《中国飞机强度研究所工业 X 射线装置核技术利用项目环境影响报告表》中职业人员的剂量管理目标限值 5mSv/a。

该项目所涉及公众个人年有效剂量最高为 0.0111mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录 B1.2.1 规定，即“实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估计值不应超过下述限值：a)年有效剂量 1mSv。”及《中国飞机强度研究所工业 X 射线装置核技术利用项目环境影响报告表》中公众的剂量管理目标限值 0.25mSv/a。

5 辐射安全管理与职业人员健康监护

5.1 辐射安全与环境保护管理机构

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第七条及主管部门的要求：“建设单位应当有专门的安全和防护管理机构或者专职、兼职安全防护和管理人员”，负责对射线装置的常规检查和机房的辐射防护与安全工作，开展业务培训，组织应急演练，接受上级主管部门的检查。

单位已成立有辐射安全与环境保护领导小组（见附件 8），人员组成如下：

组 长：分管辐射安全的副所长

副组长：质量安全管理部部长

组 员：综合管理部部长、条件保障部部长、质量安全管理部主管辐射安全的副部长、六室主任

办公室设在质量安全管理部，由主管安全、环保工作的同志负责日常监督管理工作。

辐射安全领导小组主要职责：

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. 对本单位的射线装置工作负总责，保证无辐射事故发生。
3. 制定本单位的射线装置管理规定。
4. 研究审查新建、扩建、改建射线装置工作场所的防护工作。
5. 组织召开环保专题工作会议，研究部署解决工业 X 射线探伤中存在的重大问题。
6. 定期安排探伤专项检查，督促消除各种辐射安全隐患。
7. 发生辐射安全事故，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。

建设单位采用正式文件形式成立了辐射安全领导小组，其中明确了相关管理人员组成和工作职责，并指定有管理办公室和专职管理人员，符合要求。

5.2 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》第四十一条及主管部门的要求：“建设单位应当根据可能发生的辐射事故风险，制定本单位的应急方案，做好应急准备”。

建设单位制定有《辐射事故应急预案》（见附件 9），其中明确了编制目的、适用范围、应急救援领导小组人员组成、职责分工、应急联系方式、事故等级划分、应急响应程

序、应急处置措施、后勤保障组织等相关内容，具有较好的可操作性，符合要求。

辐射事故应急领导小组人员组成如下：

组 长：王彬文

副组长：王竹林

组 员：史强强、彭智伟、张雪奇

应急领导小组职责分工：

1、副组长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、副组长负责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、组长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、组长负责放射性事故应急处理具体方案的研究确定和组织实施工作；

5、组员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。

6、其余内容详见附件 9。

5.3 辐射安全管理措施

为了加强公司辐射安全管理，规范和强化应对辐射事故的处理能力，按照陕西省生态环境厅下发的《关于开展核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作的通知》要求，中国飞机强度研究所制定了《全国核技术利用辐射安全申报系统运行管理制度》、《射线装置管理制度》、《射线检测岗位安全操作规程》、《ZWC-106-33-ERESCO MF3型便携式X射线机操作规程》、《辐射工作人员培训管理制度及培训计划》、《辐射工作人员个人剂量管理制度》、《辐射工作人员职业健康体检管理制度》、《辐射安全防护设施的维护与维修制度》、《辐射自主监测方案》、《辐射环境监测设备使用与检定管理制度》、《辐射防护和安全保卫制度》等一系列管理和使用制度（见附件10）。

建设单位制定的辐射防护管理制度较完善，符合要求。

单位按照陕西省生态环境厅下发的《关于开展核技术利用单位辐射安全管理标准化建设工作的通知》要求进行了辐射安全管理的建设，单位标准化建设核实情况如表5-1所示：

表5-1 陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目表

管理内容		管理要求	核实情况
*人员管理	决策层	就确保辐射安全目标做出明确的文字承诺，并指派有决策层级的负责人分管辐射安全工作。	有 (见附件 8)
		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。	单位承诺进行
		明确辐射安全管理部和岗位的辐射安全职责。	有 (见附件 8)
		提供确保辐射安全所需的人力资源及物质保障。	有 (见附件 8)
	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。	有 (见附件 12)
		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。	单位承诺进行
		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。	有 (见附件 10)
		建立辐射安全管理档案。	有
		对辐射工作场所定期巡查，发现安全隐患及时整改，并有完善的巡查及整改记录。	有 (见附件 10)
	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。	有 (见附件 11)
		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 (见附件 12)
		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 (见附件 17)
		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。	有 (见附件 9)
*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 (见附件 8)	
*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 (见附件 10)	
	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 (见附件 10)	
	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 (见附件 10)	
	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 (见附件 10)	
	建立辐射工作人员个人剂量管理制度，每季度对辐射工作人员进行个人剂量监测，对剂量超标人员分析原因并及时报告相关部门，保证个人剂量监测档案的连续有效性。	有 (见附件 10)	
	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	有 (见附件 10)	

管理内容	管理要求	核实情况
	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）。	有 (见附件 10)
	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 (见附件 10)
	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 (见附件 10)
*应急管理	结合本单位实际，制定具有可操作性的辐射事故应急预案，定期进行辐射事故应急演练。	有 (见附件 9)
	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。	有 (见附件 9)

5.4 项目人员组成

该项目工业X射线装置共配备有4名辐射人员（辐射工作人员信息见附件4），人员名单如表5-2所示：

表5-2 辐射工作人员信息表

序号	姓名	性别	毕业学校	学历	所学专业	岗位类别
1	史强强	男	陕西工业职业技术学院	大专	检测技术及应用	辐射工作人员
2	王竹林	男	大连理工大学	硕士	固体力学	辐射工作人员
3	彭智伟	男	太原理工大学	本科	金属材料科学与工程	辐射工作人员
4	张雪奇	男	西安体育学院	本科	体育教育专业	辐射工作人员

本项目配备有4名辐射工作人员，实际配备人员与《环评报告》中拟配备工作人员（5人）基本一致。

项目4名辐射工作人员分别于2020年9月和2021年7月参加了X射线探伤辐射安全与防护学习和考核，考核成绩均合格（见附件12），符合要求。

5.5 职业健康监护及档案管理

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第二十九条的要求：“生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理的规定，对直接从事生产、销售、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。”。

建设单位于2020年1月1日已委托陕西新高科辐射技术有限公司对该项目涉及的4名辐射工作人员开展个人剂量监测（个人剂量检测报告见附件13），辐射工作人员均按相

关规定正确佩戴个人剂量计。

建设项目涉及的 4 名辐射工作人员已于 2020 年 6 月在兵器工业五二一医院进行了职业健康检查工作，职业健康检查结果（见附件 11）显示无疑似放射病及职业禁忌证，可从事放射工作，符合要求。

建设单位按要求建立了辐射工作人员职业健康监护和个人剂量监测档案。职业健康监护档案指定有专门的管理办公室（质量部）和专人（李菁）对辐射工作人员职业健康体检等相关资料进行了专项管理，符合要求。个人剂量监测档案指定有专门的管理办公室（六室）和专人（贾淑红）对辐射工作人员个人剂量监测和辐射安全培训等相关资料进行了专项管理，符合要求。

6 环评、批复意见及其落实情况

本次验收根据西安市生态环境局对《中国飞机强度研究所工业 X 射线装置核技术利用项目环境影响报告表》批复意见以及环评报告提出的环境管理要求，对该企业具体落实情况进行了现场核实，核实结果见表 6-1 和 6-2 所示。

表 6-1 本项目环评报告表批复意见与验收落实情况汇总表

序号	环评报告表批复意见	验收时落实情况	评价
1	<p>一、项目性质：新建。</p> <p>审批内容：新建一座探伤工房及其配套设施，新增 2 台工业 X 射线探伤机（均属 II 类射线装置），开展室内无损检测和现场探伤，现场探伤工作在厂区内开展。</p>	<p>探伤室位于厂区西侧 301 厂房负一层。</p> <p>现场探伤地点仅为厂区内 301 厂房内。现场探伤仅使用 1 台型号为 ERESO 42MF3.1 的工业 X 射线探伤机。</p>	符合
2	<p>二、该项目在建设中必须严格执行环境保护“三同时”制度，按规定组织环保竣工验收合格并取得辐射安全许可证后，该项目方可正式投入运营。</p>	<p>单位严格执行环境保护“三同时”制度，按国家相关规定组织环保竣工验收，项目合格并取得辐射安全许可证后，正式投入运营。</p>	符合
3	<p>三、项目建设和运营管理中，应重点做好以下工作：</p> <p>（1）严格落实各项辐射安全防护与警戒警示措施，依规开展辐射环境监测并保存记录。开展室外探伤必须按照有关规范要求划设控制区和监督区。</p> <p>（2）确保设备、设施性能良好，技术指标符合国家相关标准。</p> <p>（3）按相关要求编制辐射安全与防护年度评估报告，并报辐射安全许可证发证部门和各级生态环境部门。</p> <p>（4）结合本单位实际情况，制订辐射事故应急预案并进行演练。</p> <p>（5）按照危险废物贮存技术规范设置暂存场所，危险废物交有资质单位处置。</p>	<p>1、单位严格落实了各项辐射安全防护与警戒警示措施，制定有自主监测制度。开展现场探伤时严格按照要求划定控制区和监督区。</p> <p>2、单位制订有辐射安全防护设施的维护与维修制度，定期进行维护与维修。</p> <p>3、单位承诺按要求编制辐射安全与防护年度评估报告。</p> <p>4、单位制订有辐射事故应急预案，并承诺定期进行演练。</p> <p>5、单位按照危险废物贮存技术规范设置暂存场所，危险废物按期交由有资质单位处置。</p>	符合

表 6-2 项目竣工环境保护验收清单

序号	验收内容	验收方法	落实情况
1	环保手续	环评报告、环评批复、验收监测报告等齐全	环评报告、环评批复（附件 2）、验收监测报告（附件 14）等资料齐全。
2	人员要求	组织所有从事辐射工作的技术人员在生态环境部核与辐射安全中心网站进行辐射安全和防护知识培训，考核成绩合格；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	4 名辐射工作人员分别在生态环境部核与辐射安全中心网站进行了学习，考核成绩合格（附件 12）
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	4 名辐射工作人员均配备了个人累积剂量片和个人剂量报警仪，探伤作业时按要求佩戴，建立了个人剂量检测档案和职业健康监护档案；定期进行健康体检，健全职业健康监护档案（附件 11、附件 13、附件 15）。

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		铅衣、电离辐射警示标志、警示灯、个人剂量计、个人剂量报警仪等配备齐全。
5	辐射环境监测仪器	为探伤室配备 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		配备个人剂量计（4 个）、个人剂量报警仪（3 台）、辐射巡测仪（1 台）等对辐射工作场所及其周围环境进行监测。
6	辐射安全与环境管理领导机构和辐射事故应急领导组织	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		设立以公司主管领导为组长，相关负责人参加的辐射安全与环境保护领导小组与辐射事故应急领导小组（附件 8、附件 9）。
7	工作场所设立电离辐射警示标志	防止无关人员进入边界以内的操作区域		现场探伤：控制区边界设立“禁止进入 X 射线区”警告牌与警戒线；监督区边界设立“无关人员禁止入内”警告牌，且有人员巡视。警告牌上均有电离辐射示标志。 探伤室探伤：控制区边界设立警告牌，警告牌上均有电离辐射示标志。
8	电离辐射	剂量限值	辐射工作人员受照剂量 5mSv/a，公众人员 0.25mSv/a。	辐射工作人员个人年有效剂量估算最高为 0.990mSv/a，公众个人年有效剂量估算最高为 0.0111mSv/a。
		分区设置要求	现场探伤：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。 探伤室探伤：将周围剂量当量率大于 200μSv/h 的范围内作为控制区。控制区的边界外、作业时周围剂量大于 2.5μSv/h 的范围化为监督区。	现场探伤：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。 探伤室探伤：将周围剂量当量率大于 200μSv/h 的范围内作为控制区。控制区的边界外、作业时周围剂量大于 2.5μSv/h 的范围化为监督区。
9	标准化建设	按《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）要求进行标准化建设。		按《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》进行了标准化建设，公司制定了一系列管理和使用制度（附件 10）。
10	危险废物暂存设施	危险废物暂存区域进行防渗处理，设置危险废物专用贮存容器，并交由危险废物处理资质的单位，在有效期内进行收集并签订危险废物处置协议，建立危险废物台账等。		在暗室/危险废物暂存间中设立了危险废物暂存区域与专用储存容器，并对此区域进行了防渗处理。与陕西新天地固体废物综合处置有限公司签订了危险废物处置合同（附件 16）。

7 结论与建议

7.1 结论

1、中国飞机强度研究所已按国家有关建设项目环境管理法规的要求，对其工业 X 射线装置核技术利用项目进行了环境影响评价工作并取得了环评批复。

2、中国飞机强度研究所工业 X 射线装置核技术利用项目，探伤室探伤在正常最大工况下运行时，探伤室外各关注点位的周围剂量当量率均符合《工业 X 射线装置放射卫生防护标准》（GBZ 117-2015）要求；现场探伤在正常最大工况下运行时，控制区边界、监督区边界周围剂量当量率均满足《工业 X 射线探伤放射卫生防护标准》（GBZ 117-2015）要求。该项目所涉及的职业人员及公众产生的个人年有效剂量均符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的限值要求及环评报告中提出的管理目标值。

3、现场检查表明，中国飞机强度研究所工业 X 射线装置核技术利用项目的辐射防护措施满足相关标准的要求；控制区与监督区边界均设置有警示牌、警示标志，并有警示灯；进出防护门外设置有警示标志、状态指示灯和报警灯；单位成立有辐射安全与环境保护领导小组，并制定了一系列辐射安全管理规章制度，配备了辐射监测设备，并制定了监测计划；4 名辐射工作人员进行了岗前职业健康体检，并配备了个人累积剂量计，建立了个人剂量检测档案和职业人员健康监护档案；4 名辐射工作人员分别参加并通过了由生态环境部核与辐射安全中心组织的辐射安全与防护培训班培训。

综上所述，中国飞机强度研究所落实了辐射安全管理制度和辐射安全防护等措施，该项目对辐射工作人员、周围公众及周围环境产生的影响很小，是安全的。故从辐射环境保护角度分析，该项目具备竣工环境保护验收条件，建议该项目通过竣工环境保护验收。

7.2 建议

认真学习《陕西省核技术利用单位辐射安全管理标准化建设项目》和相关法律法规，进行标准化管理，不断提高企业安全文化素养和安全意识，积极配合环保部门的日常监督检查，确保射线装置的使用安全。