

# 核技术应用项目竣工环境保护 验收监测报告

陕辐环验字〔2016〕第 144 号

项目名称: 西安龙德科技发展有限公司

工业X射线探伤项目

委托单位: 辐射安全管理处

陕西省辐射环境监督管理站

2016 年 12 月

**项目名称:** 西安龙德科技发展有限公司工业X射线探伤项目

**承担单位:** 陕西省辐射环境监督管理站

**法人代表:** 龚国明

**项目负责人:** 赵全忠

**参加人员:** 王剑鸣

**报告编写:** 赵全忠

**一 审:**

**二 审:**

**签 发:**

陕西省辐射环境监督管理站

电 话: 029-85429336

传 真: 029-85429336

邮 编: 710054

地 址: 西安市雁塔区西影路106号陕西环保综合办公大楼6层

E-mail: [fsz313@vip.163.com](mailto:fsz313@vip.163.com)

# 目 录

<b>1 核技术应用项目工程概况</b> .....	1
1.1 概述.....	1
1.2 项目建设情况.....	1
1.3 工艺过程及产生的主要污染物.....	2
<b>2 验收依据</b> .....	4
2.1 相关法律、法规和环评文件.....	4
2.2 验收标准.....	4
<b>3 辐射防护和安全管理措施</b> .....	5
3.1 辐射防护措施.....	5
3.2 辐射安全管理措施.....	5
<b>4 验收监测与评价</b> .....	6
4.1 质量保证措施.....	6
4.2 验收监测方法和仪器.....	6
4.3 验收监测内容和日期.....	7
4.4 验收监测期间工况.....	7
4.5 验收监测结果与评价.....	7
<b>5 辐射工作人员与公众剂量</b> .....	9
5.1 职业照射.....	9
5.2 公众照射.....	9
<b>6 核与辐射安全管理及环境影响评价要求落实情况</b> .....	10
<b>7 结论与建议</b> .....	11
7.1 结论.....	11
7.2 建议.....	11

## 附件

- 1、《陕西省环境保护厅关于西安龙德科技发展有限公司工业X射线探伤项目环境影响报告表的批复》
- 2、西安龙德科技发展有限公司辐射安全管理制度及辐射事故应急预案
- 3、《危险废物委托处置协议》
- 4、西安龙德科技发展有限公司操作人员个人剂量检测技术服务合同
- 5、辐射安全管理处委托单

# 1 核技术应用项目工程概况

## 1.1 概述

西安龙德科技发展有限公司成立于 2003 年 9 月 29 日，总部位于西安市高新技术产业开发区，生产车间及办公场所位于西安市高新区草堂科技产业基地秦岭大道西 6 号科技企业加速器二区 9#楼，占地面积 1792.95m<sup>2</sup>。

公司主要为航空航天、兵器工业、电子工业等研究所及汽车、轨道交通、风力发电等领域的企业提供不同等级的压力容器设备。公司下设综合管理部、财务部、市场部、质量管理部、项目管理部、采供部、第一事业部、第二事业部、工程部 9 大部门，热压罐制车间、装配车间两个生产车间。公司现有员工 82 人，其中硕士以上学历 5 人，本科学历 35 人。随着公司的不断发展，在生产厂区拟建工业 X 射线探伤项目，对公司生产的压力容器的焊缝进行无损检测，以保证产品的安全性和质量的可靠性。

该公司在西安市高新区草堂科技产业基地秦岭大道西 6 号科技企业加速器二区 9#楼 1 层西南侧新建一座探伤室，配备 2 台探伤机，属 II 类射线装置。

2016 年 9 月西安龙德科技发展有限公司委托陕西科荣环保工程有限责任公司对其工业 X 射线探伤核技术应用项目进行了环境影响评价，2016 年 9 月 8 日陕西省环保厅对该项目进行了审批（编号：陕环批复[2016]475 号），批复意见见附件 1。

西安龙德科技发展有限公司已根据环评要求和陕西省环境保护厅环评批复意见对该项目进行了整改，目前各项环境保护措施和安全措施运行正常。

## 1.2 项目建设情况

### 1.2.1 项目名称、地点

项目名称：西安龙德科技发展有限公司工业 X 射线探伤项目

项目地点：西安市高新区草堂科技产业基地秦岭大道西 6 号科技企业加速器二区 9#楼 1 层西南侧

### 1.2.2 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
无损探伤	1台 XXG-2505 型（定向） 1台 XXG-2505Z 型（周向）	该项目在全面落实《环境影响评价报告表》提出的环境保护措施后，对环境的不利影响能够得到缓解和控制。具体要求见附件1。	经现场检查核实，与环评内容一致。

### 1.2.3 项目基本情况

西安龙德科技发展有限公司工业X射线探伤核技术应用项目参数见表1-2。

表1-2 射线装置参数表

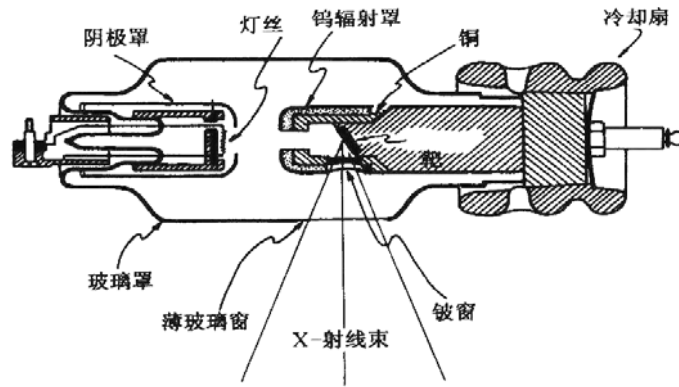
射线装置名称、型号	分类	技术参数		环评数量(台/套)	实际配置数量(台/套)	曝光类型	环评情况(批复时间)	备注
		管电压(kV)	管电流(mA)					
1台 XXG-2505 型	II	250	5	1	1	定向	2012.3	
1台 XXG-2505Z 型	II	250	5	1	1	周向	2012.3	

## 1.3 工艺及流程

### 1.3.1 探伤工作原理

X 射线无损探伤是利用 X 射线对物件进行透射成像的检测装置。通过 X 射线管产生的 X 射线透过被检测物体后衰减，由图象增强器接收并转换成数字信号，利用半导体传感技术、计算机图像处理技术和信息处理技术，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，从而达到无损检测的目的。

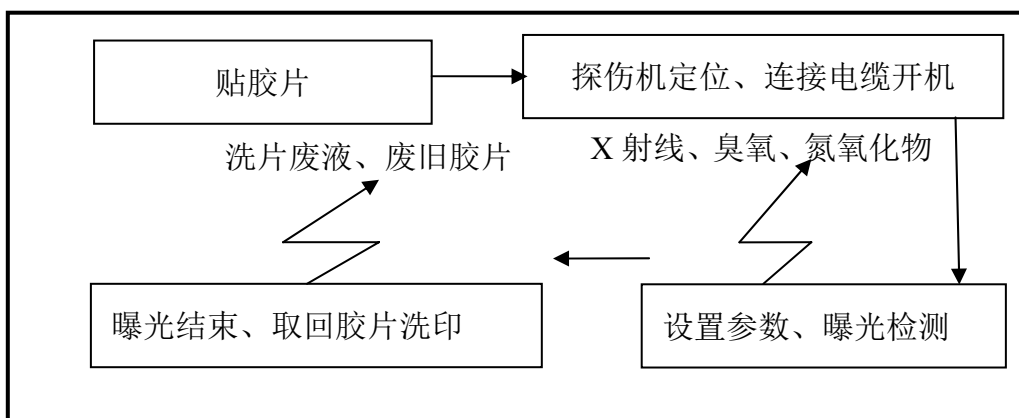
X 射线探伤系统由整机控制柜、高压发生器、X 射线管头、图象增强器、机械传动装置、光栏系统、循环水冷却器及监视器等组成。X 射线管头主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管结构见图。



典型 X 射线管示意图

### 1.3.2 探伤操作流程

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



探伤机工作流程图

### 1.3.3 污染因素分析

由探伤工作原理可知，无损探伤是利用 X 射线实现对工件的检测，探伤时产生的 X 射线即为该项目的主要污染因子。

探伤机在运行时，室内空气因电离将产生极少的臭氧(O<sub>3</sub>)和氮氧化物(N<sub>x</sub>O<sub>y</sub>)，无其它放射性废气、废水和固体废物产生。

探伤洗片过程产生的显影、定影废液含重金属 Ag<sup>+</sup>，属于《国家危险废物名录》中编号为 HW16 的危险废物，若处置不当会对周围环境产生一定的污染。探伤洗片产生洗片废液应集中收集存放，送交有资质单位处理。

## 2 验收依据

### 2.1 相关法律、法规和环评文件

- (1) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，全国人民代表大会常务委员会；
- (2) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》国家环保总局第 18 号令；
- (3) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第 449 号；
- (4) 《建设项目竣工环境保护验收管理办法》，国家环保总局第 13 号令；
- (5) 《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；
- (6) 《关于建设项目环境保护设施竣工验收监测管理有关问题的通知》，国家环保总局环发〔2000〕38 号文；
- (7)《西安龙德科技发展有限公司工业 X 射线探伤项目环境影响报告表》(陕西科荣环保工程有限责任公司，2016 年 9 月) 及其批复意见；
- (8) 辐射安全管理处竣工验收委托书。

### 2.2 验收标准

(1) 执行环评文件中采用的评价标准，即《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，并按照标准的评价原则，职业人员与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 20 mSv	5 mSv/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 1 mSv	0.25mSv/a

(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)

探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5 $\mu$ Gy/h, 无迷路探伤室的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。

(3) 《陕西省环境伽玛辐射剂量水平现状研究》(1988 年 11 月) 陕西省西安市  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率天然辐射水平

表 2-2 西安市环境天然放射性  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率调查结果 (nGy/h)

	原 野	道 路	室 内
范围	50 ~ 117	52 ~ 121	79 ~ 130
均值	71	76	111
标准差	1.7	2.0	1.7

### 3 辐射防护和安全管理措施

#### 3.1 辐射防护措施

(1) 专用探伤室, 探伤室的四周防护墙为 500mm 混凝土, 房顶为 400mm 厚混凝土。探伤室的防护门采用 12mm 铅板和钢板组成, 铅板固定在钢板上, 防护门两面微 3mm 厚钢板。防护门门框与防护墙重叠部分宽度不低于防护门与墙体之间缝隙的 10 倍。为保证防护门的辐射防护效果防护门沉入地面下 200mm, 可有效防护防护门底部缝隙的漏射线。工件进出防护门采用双开电动防护门。探伤室长 7.4m, 宽 8.6m, 层高为 4.5m, 探伤室面积为 63.63m<sup>2</sup>。

(2) 安装门机联锁装置、紧急停机开关, 并正常运行, 防止防护门未关闭进行探伤和探伤过程中人员误入探伤室造成照射事故的发生;

(3) 工作场所设置醒目电离辐射警示标志、警示灯, 探伤时开启警示灯, 警示人员不得靠近;

(4) 操作人员配备个人剂量计, 并定期安排进行体检。

#### 3.2 辐射安全管理措施



西安龙德科技发展有限公司制定了《X 射线无损检测系统安全操作规程》、《X 射线无损检测设备检修及维护制度》、《X 射线探伤安全专项防护方案》等管理制度，同时成立了《辐射安全防护领导机构》、成立了事故应急领导小组并制定了《X 射线探伤紧急情况应急预案》，公司还制定了《操作人员的培训方案》、《放射工作人员个人剂量检测制度》、《放射工作人员健康体检制度》以及《建立放射工作人员剂量和健康档案制度》等规章制度，对 X 射线探伤项目进行全面的监督管理。

## **4 验收监测内容与结果评价**

### **4.1 质量保证措施**

本项目监测按照《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)和陕西省辐射环境监督管理站编制的质量体系文件的要求，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，保证验收期间工况负荷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；

(5) 监测数据严格实行三级审核制度。

### **4.2 验收监测内容和日期**

#### **4.2.1 监测内容**

(1) 探伤室屏蔽墙体外表面 30cm 处空气吸收剂量率；

(2) 探伤机操作位置空气吸收剂量率；

(3) 探伤室周围人员活动区域空气吸收剂量率。

#### **4.2.2 监测日期**

2016 年 12 月 5 日现场监测。

### 4.3 验收监测方法和仪器

表 4-1 监测方法、仪器及检出限

监测项目	监测方法	监测仪器名称、型号及编号	检出限	检定单位及证书编号	检定有效期
空气吸收剂量率	《环境地表 $\gamma$ 辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-1993) 《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)	FH40G 型便携式 X、 $\gamma$ 剂量率测量仪 FSZ-YQ-B099	10nSv/h ~ 1Sv/h	中国计量科学研究院	2016.3.22 ~ 2017.3.21

### 4.4 验收监测期间工况

对现场探伤室的 1 台工业 X 射线探伤机 XXG-2505Z 型(周向)、在其最大工况(管电压 220kV、管电流 5mA)下进行验收监测。射线朝向均为实际运行工况照射方向，射线方向上无工件屏蔽。

### 4.5 验收监测结果与评价

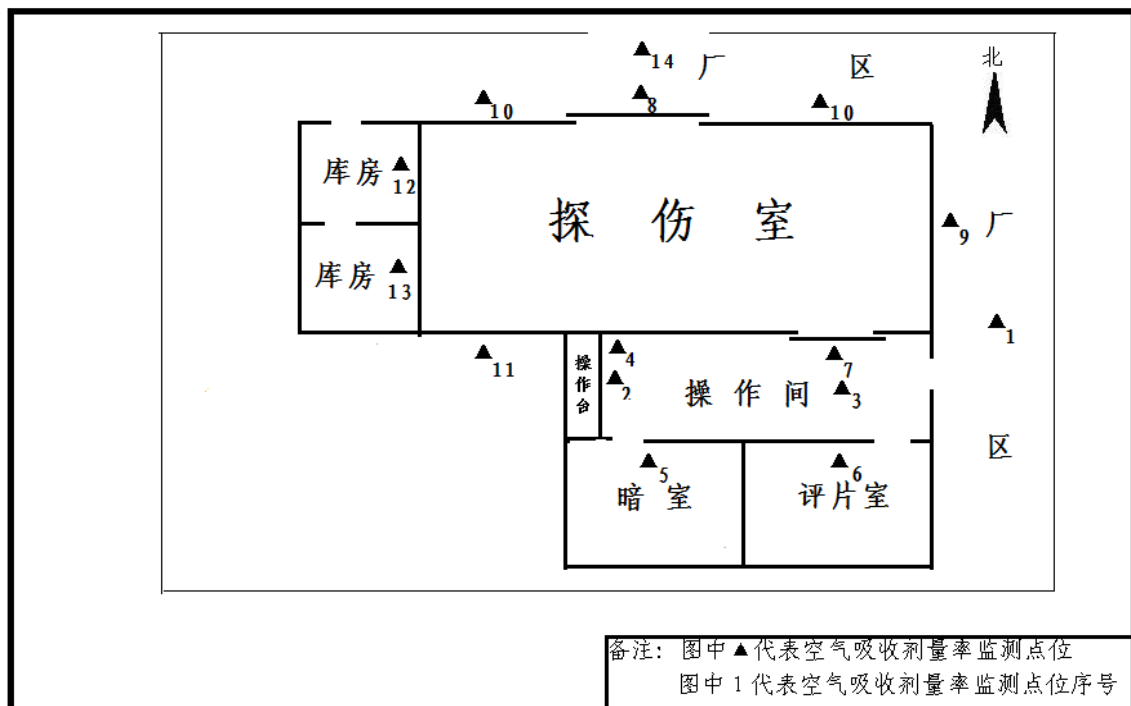
西安龙德科技发展有限公司工业 X 射线探伤室及周围环境辐射水平监测结果见表 4-1。

表 4-1 西安龙德科技发展有限公司探伤室周围环境辐射水平测量结果

序号	监测点位描述	空气吸收剂量率 (nGy/h)		备注
		开机		
		XXG-2505Z型周向工业X射线探伤机 (220kV、5mA)		
1	厂区环境本底	133.2-139.2		高度1m
2	操作间操作位	264-304.8		/
3	操作间	214.8-237.6		巡测
4	电缆沟	362.4-393.6		/
5	暗室	186-246		巡测
6	评片室	156-165.6		巡测
7	人行门	上缝	132-178.8	表面 30cm
		下缝	138-191	
		左缝	255.6-354	
		右缝	301.2-532.8	
		表面	130.8-320.4	

序号	监测点位描述		空气吸收剂量率 (nGy/h)		备注
			开机		
			XXG-2505Z型周向工业X射线探伤机 (220kV、5mA)		
8	物流门	下缝	226.8-757.2		表面 30cm
		左缝	624-924		
		右缝	578.4-858		
		表面	372-582		
		中缝	207.6-315.6		
9	探伤室东墙		244.8-428.4		表面 30cm
10	探伤室北墙		226.8-321.6		
11	探伤室南墙		148.8-168		
12	焊材库西墙		258-450		
13	焊材库		211.2-237.6		巡测
14	距探伤室物流门10m处		178.8-217.2		巡测
15	探伤室楼顶二层		146.4-151.2		巡测

注：表中结果未扣除宇宙辐射响应值。



XXG-2505Z型周向工业X射线探伤监测点位图

西安龙德科技发展有限公司厂区辐射环境剂量率本底测值范围：  
133.2-139.2nGy/h, 与 1988 年西安市环境天然放射性  $\gamma$  辐射空气吸收剂量率调

查结果为同一水平。

XXG-2505Z 型周向工业 X 射线探伤机在最大工况正常运行状态下，人行门、物流防护门、四周墙体表面 30cm 空气吸收剂量率测值范围分别为 130.8-532.8nGy/h、207.6-924nGy/h、148.8-450nGy/h。

以上监测结果均符合《工业 X 射线探伤防护要求》(GBZ117-2015)规定的限值要求，即：探伤室屏蔽墙外 30cm 处空气比释动能率不大于 2.5  $\mu\text{Gy/h}$ ，无迷路探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同。其余监测点位在开机状态下与厂区辐射环境剂量率本底测值范围处于同一波动水平。

## 5 辐射工作人员与公众剂量

剂量估算结果见表 5-1。

表 5-1 西安龙德科技发展有限公司工业 X 射线探伤项目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 ( $\mu\text{Gy/h}$ )	环境本底 ( $\mu\text{Gy/h}$ )			
1	操作间	操作人员	750	0.305	0.133	0.129	5	
2	厂区	厂区工作人员	750	0.217	0.133	0.063	0.25	

「注：均按最不利条件核算，参照《西安龙德科技发展有限公司工业 X 射线探伤项目环境影响报告表》中工作时间参数：该单位工业 X 射线探伤设备年工作 250d，每天曝光时间最大为 180min，全年曝光时间最大为 750h。」

### 5.1 职业照射

根据表 5-1 西安龙德科技发展有限公司工业 X 射线探伤应用项目职业人员剂量核算结果看出，操作人员所接受的年附加有效剂量为 0.129mSv；远低于放射性工作人员年有效剂量控制目标 5mSv，因此满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)附录 B1.1.1.1 规定，即“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：a)由审管部门决定的连续 5 年平均有效剂量 20 mSv。”及《西安龙德科技发展有限公司工业 X 射线探伤项目环境影响报告表》中职业工作人员的剂量管理目标限值 5mSv/a 的要求。

### 5.2 公众照射

本项目涉及公众人员主要是在探伤室外及厂区工作的人员，根据表 5-1 的

剂量估算结果，探伤室外及厂区工作的公众人员所接受的年有效剂量为0.063mSv，因此满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)及《西安龙德科技发展有限公司工业X射线探伤项目环境影响报告表》中公众人员的剂量管理目标限值0.25mSv/a的要求。

综上，经竣工验收现场监测，该公司涉及的职业人员与公众人员剂量照射均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)规定相应的剂量限值要求。

## 6 核与辐射安全管理及环境影响评价要求落实情况

本次验收根据陕西省环境保护厅对西安龙德科技发展有限公司工业 X 射线探伤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，对该研究所具体落实情况进行了现场检查，检查结果见表 6-1。

表 6-1 环评、批复意见及其落实情况

检查内容	环评报告、批复要求	落实情况
污染防治措施	<p>(1)配备一台 X 射线辐射剂量率监测仪器，定期对射线装置工作场所周围辐射剂量率进行监测，发现辐射剂量率异常点位及时查明原因并妥善处理；</p> <p>(2)定期对探伤室门机联锁装置、警示灯进行检查，发现门机联锁装置、警示灯出现故障，及时维修解决；</p>	<p>配备了一台 X-γ 剂量率仪；</p> <p>探伤室防护门安装有门机联锁装置并张贴有电离辐射警示标志。</p>
管理措施	<p>(1)X 射线探伤装置要有专人负责管理，操作场所管理落实到人；</p> <p>(2)对 X 射线探伤装置操作和管理人员上岗前，必须接受放射工作人员专业岗位培训和环保部门的辐射安全培训，掌握一定的专业技能和安全防护知识，经考核合格后持证上岗；</p> <p>(3)对 X 射线探伤装置辐射事故制定相应的事故应急预案，确保在发生事故能及时启动应急预案，并进行适当的演练；</p>	<p>该单位成立了辐射安全领导小组，负责使用 X 射线探伤机的安全管理工作，并制定了《辐射工作设备操作规程》、《辐射设备维护维修制度》、《辐射防护和安全保卫制度》、《人员培训制度》、《辐射人员岗位职责》、《辐射工作场所监测制度》、《辐射事故应急预案》；</p> <p>有 2 名放射工作人员参加了由陕西省环境保护厅组织的辐射安全与防护培训班学习，并取得了培训合格证书。</p>

个人剂量	<p>要求个人剂量计每季度需到有资质单位检测，并按规定进行健康检查，同时建立辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案；从事探伤工作的操作人员应佩戴个人剂量计，每三个月对工作人员个人剂量统计一次，建立个人剂量档案。</p> <p>从事射线工作人员佩戴个人剂量计，建立连续有效的个人剂量档案并定期体检。</p>	<p>共 2 名放射工作人员均佩戴有个人剂量计，并建立了辐射工作人员个人剂量档案和职业健康监护档案。</p>
------	--	--

## 7 结论与建议

### 7.1 结论

1、西安龙德科技发展有限公司已按国家有关建设项目环境管理法规的要求，对其工业 X 射线探伤核技术应用项目进行了环境影响评价并取得批复，相应的环保设施已建成，并投入使用，目前运行正常。

2、经现场监测，西安龙德科技发展有限公司核技术应用项目在正常工况下运行时均满足《工业 X 射线探伤放射防护要求》（GBZ117-2015）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》（GB18871-2002）限值要求。

3、现场检查表明，该公司 X 射线探伤室防护措施基本满足相关标准的要求；探伤室门-机联锁装置、工作状态指示灯等辐射安全措施工作正常，防护门外设有“当心电离辐射”的警告标志。

4、目前该公司内部辐射安全管理体制已建立，并制定有一系列辐射安全管理规章制度，该公司有 2 名探伤工作人员均已参加并通过了辐射防护安全知识培训。

5、该公司还需完善以下措施：①制定监测计划，定期监测并做好监测记录，发现监测结果异常点位，及时查明原因，并采取有效措施妥善处理；②人员变动时，应及时安排新增人员参加培训，并取得合格证。

综上所述，西安龙德科技发展有限公司工业 X 射线探伤项目符合竣工环境保护验收条件。

### 7.2 建议

1、认真学习《中华人民共和国放射性污染防治法》等有关法律法规，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，确保工业 X 射线探伤机的使用安全。

2、严格执行各项辐射管理制度，坚持对操作人员进行辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训，做到持证上岗，不断完善应急措施，确保辐射安全。

3、探伤时开启警示灯，警示人员不得靠近，并定期对探伤室外工作指示灯、警示标志进行检查维护，发现问题及时解决；

4、探伤作业时，确保至少有 2 名操作人员同时在场，职责要分工明确，仪器操作、安全监护均不得少于 2 人。每名操作人员应配备一台个人剂量报警仪和个人剂量计，防止开机情况下人员误入探伤室；制定监测计划，定期监测并做好监测记录，发现监测结果异常点位，及时查明原因，并采取有效措施妥善处理；

5、针对可能出现的辐射事故细化各项目的辐射应急措施；

6、委托有资质的单位每年进行一次操作场所周围及邻近区域的辐射水平测量，根据测量结果提出评价或改进意见；并编制辐射项目安全和防护状况年度评估报告，于次年 1 月 31 日前报陕西省环境保护厅。