

环评证书类别：乙级

评价证书编号：3623

报告表编号：HP2016-4

西安东方宏业科技股份有限公司

工业 X 射线现场探伤应用项目

环境影响报告表

陕西科荣环保工程有限责任公司

二〇一六年三月

建设项目环境影响报告表

(试行)

项 目 名 称: 工业 X 射线现场探伤应用项目

建 设 单 位: 西安东方宏业科技股份有限公司

编制日期 2016 年 3 月

国家环境保护总局制

《建设项目环境影响报告表》编制说明

《建设项目环境影响报告表》由具有从事环境影响评价工作资质的单位编制。

1、项目名称——指项目立项批复时的名称，应不超过 30 个字（两个英文字段作一个汉字）。

2、建设地点——指项目所在地详细地址，公路、铁路应填写起止地点。

3、行业类别——按国标填写。

4、总投资——指项目投资总额。

5、主要环境保护目标——指项目区周围一定范围内集中居民住宅区、学校、医院、保护文物、风景名胜区、水源地和生态敏感点等，应尽可能给出保护目标、性质、规模和距厂界距离等。

6、结论与建议——给出本项目清洁生产、达标排放和总量控制的分析结论，确定污染防治措施的有效性，说明本项目对环境造成的影响，给出建设项目环境可行性的明确结论。同时提出减少环境影响的其他建议。

7、预审意见——由行业主管部门填写答复意见，无主管部门项目，可不填。

8、审批意见——由负责审批该项目的环境保护行政主管部门批复。

表 1 项目概况

单位名称	西安东方宏业科技股份有限公司		地址	西安市经开区凤城十二路 凯瑞大厦 D 座 701-1 号	
法人代表姓名	胡林梅		电话	029-86510817	邮编 710018
联系人及电话	刘卫平 029-86510817				
项目名称	现场探伤应用项目	项目地点	野外		
项目用途	工业 X 射线现场探伤	项目依据	—		
总投资（万元）	300		核技术项目投资 （万元）	100	
核技术项目环 保投资（万元）	30		核技术环保投资占项目投资 的比例（%）	30	
应用 类型	放射性同位素应用	密封源	射线装置	其它	
	—	—	X 射线探伤机， 属 II 类射线装置	—	

1 核技术应用的目的是任务

1.1 目的和任务

西安东方宏业科技股份有限公司（以下简称东方宏业公司）位于西安市经开区凤城十二路凯瑞大厦 D 座。随着公司的不断发展，增加油田管线探伤业务。拟配备 1 台 XXH-3205 型（周向）、1 台 XXQ-3205 型（定向）、4 台 2005 型（定向）和 2 台 2505 型（定向）便携式工业 X 射线探伤机，用于开展现场管线检测业务。

1.2 单位概述

东方宏业公司变更后主要业务：管道安全管理技术研究和推广；腐蚀研究与评价技术服务；管道、石油储罐，压力容器检验检测；无损检测；软件开发；数据处理和存储服务；计算机系统集成和信息技术服务；工业自控系统开发；电子与智能化工程、安防工程、通信工程、网络工程的工程设计、施工及维护；测绘及地理信息相关技术服务；石油工程、化工工程、机电设备安装工程、防雷工程、防腐工程的设计、施工及维护；仪器仪表、通信设备、石油钻采设备和配件、电气设备、节能设备的研发、制造及销售；油气田化学助剂、防腐涂料的研发、生产及销售；油气田技术服务；油气藏研究技术服务；油气田设备、仪器仪表维修、维护；计算机及辅助设备、测绘设备、检测设备、电子产品的销售；货物和技术的进出口业务等。可全方位向用户提供技术服务，已有多项技术获得国家，省级专利及奖励。

东方宏业公司现有员工 30 人，专业技术人员 25 人；公司计划 26 人从事射线检测技术服务工作，目前已有 6 人通过了由陕西省核安全辐射培训中心举办的辐射工作人员辐射安全培训，并取得了辐射工作人员上岗证书（见附件）；公司拟对从事射线检测技术服务人员进行分期培训。

建设单位地理位置见图 1。



图 1 建设单位地理位置图

1.3 单位名称变更

该公司成立于 2009 年 3 月，原名称“西安东方宏业信息科技有限公司”，因业务发展需要，公司于 2016 年 3 月 8 日起，将名称变更为“西安东方宏业科技股份有限公司”。目前正处在企业名称变更接续期间，变更前后企业名称、公章对公司开展的业务均有效（见附件四）。

1.4 项目由来

该公司拟新购置的工业 X 射线探伤机均为 II 类射线装置。根据《建设项目环境保护分类管理名录》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《陕西省放射性污染防治条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的有关规定，应进行环

境影响评价，并编制环境报告表。

东方宏业公司于 2016 年 3 月委托陕西科荣环保工程有限责任公司对其在现场使用的工业 X 射线探伤机进行环境影响评价。接受委托后，我公司组织有关技术人员对该项目进行了实地踏勘、资料收集、现场监测等工作，按照《辐射环境保护管理导则—核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ/T10.1-1995）的基本要求，编制了本项目的环境影响报告表。

1.5 评价单位及评价许可证

陕西科荣环保工程有限责任公司是一家民营企业，2008 年获得国家环保总局颁发的《建设项目环境影响评价资格证书》，评价证书编号为：国环评证乙字第 3623 号，目前评价范围为环境影响报告书类别——化工石化医药、建材火电、采掘、社会区域、输变电及广电通讯；环境影响报告表类别——一般项目环境影响报告表、特殊项目环境影响报告表。

1.6 编制依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2003 年 9 月）；
- (3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003 年 10 月）；
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院第 253 号令（1998 年 11 月）；
- (5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院第 449 号令（2005 年 12 月）；
- (6) 《陕西省放射性污染防治条例》（2014 年 10 月）；
- (7) 《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》，国家环境保护部第 3 号令（2008 年 12 月）；
- (8) 《射线装置分类办法》，国家环境保护总局公告 2006 年第 26 号（2006 年 5 月）；
- (9) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》，环境保护部令第 33 号（2015 年 6 月）；
- (10) 《辐射环境保护管理导则-核技术应用项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ/T10.1-1995）；
- (11) 西安东方宏业科技股份有限公司工业 X 射线现场探伤环境影响评价的委托书（2016 年 3 月）。

1.7 评价标准

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

a. (GB18871-2002)的相关内容如下:

11.4.3.2 剂量约束值通常应在照射剂量限值 10%~30%的范围之内。

b.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照射水平进行控制,使之不超过下述限值:由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量(但不可作任何追溯性平均) 20mSv(本项目取其四分之一即 5mSv 作为职业工作人员的年剂量约束限值)。

B1.2.1 规定:实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的平均剂量估算值不应超过下述限值:年有效剂量 1mSv(本项目取其四分之一即 0.25mSv 作为公众人员的年剂量约束限值)。

(2) 《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015)的相关条款

a.工业 X 射线现场探伤的放射防护要求如下:

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。

5.1.2 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式(1)计算:

$$\dot{K} = \frac{100}{t} \dots\dots\dots (1)$$

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(μ 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 μ Sv/h。

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、作业时周围剂量当量率大于 2.5 μ 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 周向式探伤机用于现场探伤时，应将 X 射线管头组装体至于被探伤物件内部进行透照检查。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。

b.放射防护检测要求如下：

6.1 检测的一般要求

6.1.1 检测计划

运营单位应制定放射防护检测计划。在检测计划中应对检测位置、检测频率以及检测结果的保存等作出规定，并给出每一个测量位置的参考控制水平和超过该参考控制水平时应采取的行动措施。

6.1.2 检测仪器

用于 X 射线探伤装置放射防护检测的仪器，应按规定进行定期检定，并取得相应证书。使用前，应对辐射检测仪器进行检查，包括是否有物理损坏、调零、电池、仪器对射线的响应等。

6.1.3 检测条件

检测应在 X 射线探伤装置的限束装置开至最大，额定管电压、管电流照射的条件下进行。

6.3 现场探伤的分区及检测要求

6.3.1 使用移动式 X 射线探伤装置进行现场探伤时，应通过巡测确定控制区和监督区。

6.3.2 当 X 射线探伤装置、场所、被检物体（材料、规格、形状）、照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，确定新的划区界线。

6.3.3 在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平时可以接受的。

6.3.4 在工作状态下应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其低于国家法规和运行单位制定的指导水平。

6.3.5 探伤机停止工作时，还应检测操作者所在位置的辐射水平，已确认探伤机确已停止工作。

1.8 评价目的

(1) 对该企业现场探伤使用探伤机运行期间产生的辐射环境影响进行现状评价，分析是否满足国家标准要求；

(2) 对不利影响和存在的问题提出防治措施，把辐射环境影响减少到“可合理达到的尽量低水平”。

(3) 满足国家和地方环境保护部门对建设项目环境管理规定的要求，为该项目的辐射环境管理提供科学依据。

1.9 评价范围

本项目的污染为能量流污染，根据其能量流的传播与距离相关的特性，结合《辐射环境保护管理导则—核技术影响项目环境影响报告书（表）的内容和格式》（HJ/T10.1-1995）的相关规定，确定环评范围为现场探伤周围 150m 区域。

1.10 环境保护目标

东方宏业公司工业 X 射线现场探伤项目环境保护目标主要为该公司从事现场探伤的放射性工作人员及现场探伤周围的其他公众人员。控制目标值分别为：

(1) 从事现场探伤的所有放射性工作人员：年有效剂量不大于 5mSv；

(2) 现场探伤周围活动其他公众人员：年有效剂量不大于 0.25mSv。

表 2 放射性同位素及密封源

核素名称	放射性活度 (Bq)	物理、化学性状	日等效操作量 (Bq)	年等效用量 (Bq)	操作方式	贮存方式与地点
该项目不使用放射性同位素及密封放射源	—	—	—	—	—	—

注：1. 密封源要注明并说明源强 (Bq)；栏 2 中放射性活度是指核素年使用量 (Bq/a)。
 2. 密封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)。
 3. 等效操作量和操作方式见国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)。

表 3 废弃物（重点是放射性废弃物）

废弃物名称	状态	排放口浓度	年排放总量	暂存情况	最终去向
洗片废水	液态	不排放	300L	容器暂存	送交有资质的单位处理
该项目运行过程中不产生其它放射性“三废”	—	—	—	—	—

注：1. 常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。
 2. 含有放射性的废弃物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg，或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 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

名称型号	生产厂家	加速粒子	能量 (MeV)	流强 (μA)	用途	备注
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
废物类型	数量		总活度 (Bq)	主要感生放射性核素		废物去向
废靶	— 个		—	—		—
放射性废物 年产生量	气态	— m ³	—	—		—
	液态	— m ³	—	—		—
	固态	— kg	—	—		—

(二) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

名称型号	生产厂家	电压 (kV)	靶流 (μA)	中子强度 (n/s)	用途	备注
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
氚靶情况 (含废弃的)		含放射性废弃物年产量 (含感生的和含 ³ H 的废泵油)				
活度 (Bq)	保管方式	备注	数量	总活度	放射性活度	废物去向
—	—	—	气 m ³	—	—	—
—	—	—	液 m ³	—	—	—
—	—	—	固 kg	—	—	—

(三) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗 (含 X 射线 CT 诊断)、分析仪器等

名称、型号	数量 (台)	管电压 (kV)	输出电流 (mA)	用途	备注	
XXQ-3205	1	320	5	无损检测	II类、定向	丹东深博电子 仪器有限公司
XXH-3205	1	320	5	无损检测	II类、周向	
2005 型	4	200	5	无损检测	II类、定向	
2505 型	2	250	5	无损检测	II类、定向	
—	—	—	—	—	—	

表 5 污染源分析（包括贯穿辐射污染）

5 主要放射性污染物和污染途径（正常工况和事故工况）

5.1 工业 X 射线探伤机工作原理

5.1.1 探伤工作原理

*****工作原理：**探伤设备主要由控制器、X 射线探伤机、电源电缆、连接电缆等附件组成。其中 X 射线探伤机为组合式结构，由 X 射线管、高压变压器（包括 X 射线管灯丝绕组）和绝缘气体（SF₆）一起密封在桶状铝壳内。

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、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 X 射线管结构见图 1。

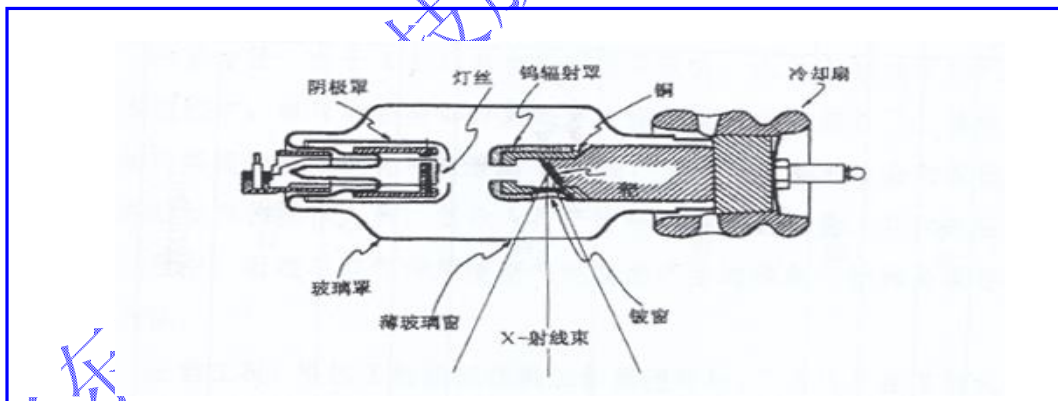


图 1 典型 X 射线管结构图

X 射线穿透工件焊缝在 X 胶片上成像，对 X 胶片进行显影、定影，根据 X 胶片上显示图像颜色的差异判断检测工件是否符合要求，从而达到无损检测的目的。

X 射线通过物质时，其强度逐渐减弱，X 射线还有个重要性质，就是能使胶片感光，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，这就是射线照相探伤的原理。

根据探伤机射线出束方位角度的不同，探伤机分为定向、周向两种类型。

典型定向、周向 X 射线探伤机见图 2。

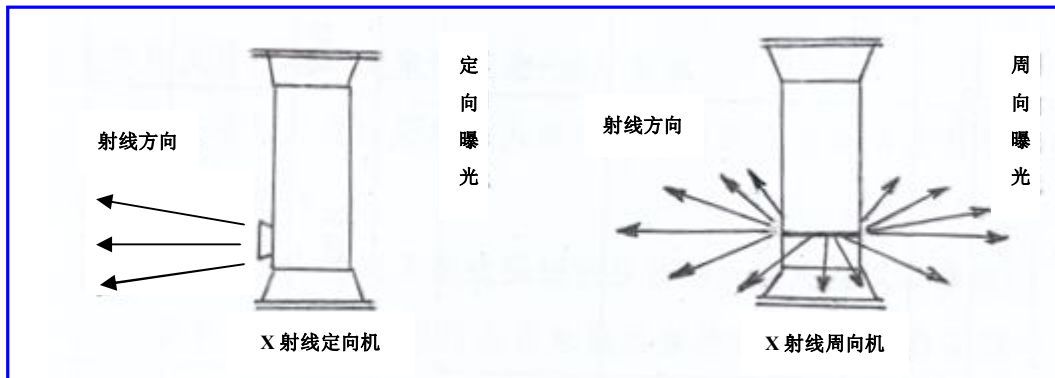


图 2 典型定向、周向 X 射线探伤机

***工艺流程:

设备出库 → 运输至作业场所 → 划定工作区域 → 设备检查 → 核定工作区域 → 摆放 X 射线发生器 → 连接控制器及电缆 → 贴装有胶片的暗袋 → 曝光 → 冲洗底片 → 拆卸设备 → 运输 → 设备入库。

***操作流程:

(1) 设备出库。根据设备出入库管理制度，工作人员持任务单，打开库房，在出入库台账上登记，经过库房管理员确认后，领取设备。

(2) 运输。采用专用车辆运输设备至探伤检查地点，至少 1 名操作人员随车押运。

(3) 划定工作区域，悬挂警示标志。把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；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；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。

(4) 设备检查。

(5) 核定工作区域边界剂量率。采用剂量率仪，核定工作区域边界剂量率，确保控制区边界剂量率 $< 15\mu\text{Sv/h}$ ，监督区边界剂量率 $< 2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(6) 摆放 X 射线发生器，连接控制器及电缆，贴装有胶片的暗袋，在工作

电压下曝光 5min，重复进行探伤作业。

(7) 拆卸 X 射线探伤设备。拆卸设备、专车运输返回，入库、登记台账。

5.1.2 污染因子

(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) 臭氧和氮氧化物

本项目使用的 X 射线探伤机工作时的最大电压为 200KV，当电压为 0.6KV 以上时，X 射线能使空气电离，因此探伤机运行时产生的 X 射线会使空气电离产生少量臭氧和氮氧化物。

(3) 废显（定）影液及废旧胶片

本项目探伤拍片产生的洗片废显（定）影液（含重金属）以及废旧胶片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），必须集中收贮定期交由有资质单位回收集中处置。

5.1.3 污染途径

(1) 正常工况

X 射线探伤机在对工件进行照相的工况下，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

本项目探伤机使用过程中可能发生的事故工况主要有以下几种情况：

a. 无关人员以外闯入现场探伤作业区域或贴片人员尚未离开探伤作业控制区造成意外照射。

b. 自动训机休息期间无警示而人员误闯入现场探伤作业区域造成照射和未示警而直接出束造成周围人员接受不必要的照射。

c. 人为故意引起的照射。

为了杜绝事故发生，探伤机操作应严格按照规程进行作业，并在探伤现场进行围挡、设置电离辐射警示标识，确保安全。

一旦发生辐射事故，事故单位应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 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照

射事故，应向当地环境保护部门报告；对于造成人员超剂量照射的，还应向当地卫生部门报告；对于射线装置被盗或人为故意破坏引起的事故还应向当地公安部门报告。

5.1.4 放射性污染源

东方宏业公司使用的工业 X 射线现场探伤机技术参数见表 1。该企业探伤机存放于公司设备库房内。

表 1 东方宏业公司工业 X 射线探伤机技术参数表

设备型号	数量 (台)	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	最大照射时间 (min)	位置	备注
XXQ-3205	1	320	5	5	现场 探伤	已购
XXH-3205	1	320	5	5		
2005 型	4	200	5	5	现场 探伤	拟购
2505 型	2	250	5	5		
备注	II 类射线装置					

根据国家环境保护总局 2006 年第 26 号公告，该公司使用的工业 X 射线探伤机均属于 II 类射线装置，II 类射线装置为中危险射线装置，事故时可以使受照人员产生较严重放射损伤，大剂量照射甚至导致死亡。

5.1.5 探伤作业工况

根据企业提供资料，东方宏业公司预计每台工业 X 射线探伤机，现场探伤全年累计曝光时长最大为 100h。

5.2 污染防治措施和监测计划

5.2.1 已采取的污染防治措施

(1) 东方宏业公司成立了以公司主要领导为组长的辐射安全管理领导小组，负责本单位射线装置使用中的安全防护以及辐射事故应急工作。

(2) 公司制定了《东方宏业公司安全环保岗位责任制度》、《东方宏业公司安全风险管理办法》、《东方宏业公司安全培训教育管理制度》、《东方宏业公司安全隐患排查整治制度》、《东方宏业公司辐射安全防护管理工作制度》、《东方宏业公司应急预案》、《东方宏业公司现场检测安全管理规定》等规章制度。

(3) 该公司计划 26 人从事射线检测技术服务工作，目前已有 6 人按《陕西省放射性污染防治条例》等法律要求，进行了岗前培训并取得上岗证；公司拟对从事射线检测技术服务人员进行分期培训。

(4) 每个持机操作人员均配备有个人剂量计并按期监测，建立了放射性工作人员个人剂量档案，放射性工作人员按期进行放射性健康体检并建立有个人健康档案。

(5) 该公司为放射性工作人员配备有 5 套防辐射服、8 台 X 射线报警仪、1 台多功能辐射检测仪，还配备有现场警示标志、警戒线等，所有探伤机均设有延时开机装置。

(6) 该公司冲印探伤胶片产生的废显、定影液及废旧胶片属于国家危险废物，集中存放在存储室内，由专人保管，建立台帐，已与陕西新天地固体废物综合处置有限公司签订了《危险废物委托处置合同书》，由新天地处置。

5.2.2 必须完善的污染防治措施

5.2.2.1 临时储源设施的防治措施

东方宏业公司目前还没有放射源，因此还没有配套建设临时储源设施。但公司一旦购买到放射源，必须同时配套建设临时储存含源源容器，应在专用的储存设施内贮存。而且放射源储存设施应能做到：

(1) 严格限制对周围人员的照射、防止放射源被盗或损坏，并能防止非授权人员采取任何损伤机器或公众的行动，储存设施外应有警告提示；

(2) 应能在常规环境条件下使用，结构上防火，远离腐蚀性和爆炸性等危险因素；

(3) 如其外表面能接近公众，其屏蔽应能使设施外表面剂量当量率小于 $2.5\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ 或者审管部门批准的水平；

(4) 门应保持在锁紧状态，钥匙仅由授权人员掌管；

(5) 定期检查物品清单，确认探伤源、源容器和控制源的存放地点。

5.2.2.2 现场探伤有关污染防治措施

(1) 探伤作业前，应划定作业场所工作区域，并在相应边界设置警示标识。工作区域划分应以在即将探伤的工作条件下，开机状态以探伤机射线管为圆心从 100m 外由远到近用剂量率仪巡测划定，建立并保持巡测记录。

a. 将作业时被检物体周围剂量当量率大于 $15\mu\text{Sv}/\text{h}$ 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《工业 X 射线探伤放射防护要求（GBZ117-2015）》中 5.1.2 条公式计算；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。

b.控制区的边界外、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；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。

c.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。

(2) 应尽量避免在人群密集区和居民区进行现场探伤，无法避免时，应划定工作区域，把无关人员疏散至监督区以外，设专人警戒，防止无关人员进入监督区和控制区，引起不必要的意外照射。在无法疏散时，必须采取防护措施，保证无关人员所处位置的剂量当量率不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

(3) 按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 的相关要求，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，企业应根据现场探伤工作情况配备足够的工作人员，且新增工作人员应按《陕西省放射性污染防治条例》等法律要求，进行岗前培训并取得上岗证。

(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，便携式剂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。放射性工作人员在现场探伤期间，还应配备直读剂量计，且个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪。

(5) 在进行现场探伤前公司必须到当地环境保护主管部门备案。

5.2.2.3 环境监测仪器

按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 相关要求，X- γ 辐射剂量率仪需经过计量部门检定，并及时对放射性工作场所辐射环境进行自检，保存监测记录。

5.2.2.4 辐射环境管理措施

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《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》要求，东方宏业公司必须成立辐射防护与安全管理机构，制订完善的辐射环境管理规章制度；在取得《辐射安全许

可证》，且通过项目竣工环境保护验收合格后方可正式投入使用，运行过程中应严格按照监测计划对辐射环境进行监测，编制年度辐射安全与环境管理评估报告。

5.2.2.5 安全和健康管理

对从事放射性工作人员上岗前和离开辐射工作岗位时要进行健康体检，在职人员须按照职业病防治法要求，定期进行体检，并建立健康档案。所有放射性工作人员应建立个人剂量档案并至少应保存至本人满 75 周岁或离开辐射工作岗位 30 年，身体健康状况不适合辐射工作岗位的必须调离。

5.2.3 监测计划

5.2.3.1 监测仪器配置

东方宏业公司应配备如下监测仪器：

- (1) X- γ 剂量率监测仪，用于环境剂量率监测；
- (2) 为每个探伤作业人员配备热释光个人剂量计、直读剂量计和个人剂量报警仪各 1 台，用于监测个人剂量以及探伤作业过程中剂量率超标报警；探伤作业时工作人员必须佩戴。

5.2.3.2 监测计划

- (1) 现场探伤的分区及检测
 - a. 使用移动式 X 射线探伤装置进行现场探伤时，通过巡测划出控制区和监督区。
 - b. 在工作状态下应检测操作位置，确保操作位置的辐射水平是可以接受的。在工作状态下应检测控制区和监督区边界线周围剂量当量率，确保其低于国家标准和运行单位制定的指导水平。
 - c. 探伤机停止工作时，还应检测操作者所在位置的辐射水平，以确认探伤机确已停止工作。

(2) 监测周期

每次现场探伤作业时，巡测划出控制区和监督区，当 X 射线探伤装置、场所、被检物体（材料、规格、形状）照射方向、屏蔽等条件发生变化时，均应重新进行巡测，划定新的区划界线。

5.3 项目环保投资及竣工环境保护验收清单

5.3.1 项目环保投资

东方宏业公司工业 X 射线现场探伤应用项目环境保护投资约 30 万元，主要用于辐射环境监测仪器和个人防护用品购置等。

5.3.2 竣工环境保护验收清单

东方宏业公司工业 X 射线现场探伤应用项目竣工环境保护验收清单见表 2。

表 2 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	现场探伤防护用品	防护服、电离辐射警示标志、拉线、警示灯	防止无关人员闯入工作区域。 个人年有效剂量：放射性工作人员 5mSv，公众人员 0.25mSv
2	辐射环境监测仪器	为探伤工作小组配备 1 台 X-γ 辐射剂量率仪对放射性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
3	现场探伤管理	现场分区监测记录、异地作业备案文件	符合相关环境管理要求
4	管理机构	设立以公司主管领导为组长、相关科室负责人参加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
5	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辐射工作场所现场检测安全管理规定；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
6	个人剂量档案及健康档案	为每个放射性操作人员配备个人剂量计，探伤作业时按要求佩戴，建立并保存放射性工作人员个人剂量档案和健康档案	确保放射性工作人员安全
7	培训	组织所有从事放射性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；对从事现场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
8	相关放射性废物处置协议	查阅相关协议的合法有效性	保证所有放射性物质均规范化管理、处置

表 6 环境影响分析

6 建设或安装过程和运行（使用）后对环境的影响的分析

6.1 探伤机运行过程环境现状监测结果

本次环评引用 2015 年 9 月《西安三环科技开发总公司 X 射线现场探伤核技术应用项目》环境影响评价时，委托陕西环境监测技术咨询服务中心对该企业现场探伤环境进行模拟的监测结果，其结果是按照最不利情况对该项目进行的预测。

现场探伤模拟监测结果见表 3。

表 3 西安三环科技开发总公司探伤机辐射环境监测结果 单位 $\mu\text{Gy/h}$

点位	监测点位描述	空气吸收剂量率	备注
1	监测场地本底	0.08~0.13	本底
2	距离探伤机主射线方向 207m	2.34~3.20	XXQ-3005 探伤机开机 270kV, 5mA, 无遮挡
3	距离探伤机主射线方向 180m	5.73~6.04	
4	距离探伤机主射线方向 153m	14.4~15.2	
5	距离探伤机主射线方向 80m	2.58~2.86	
6	距离探伤机主射线方向 50m	5.17~6.53	XXQ-3005 探伤机开 机 270kV, 5mA, 3mmPb 遮挡
7	距离探伤机主射线方向 35m	12.7~15.4	
8	距离探伤机主射线方向 148m	2.11~2.61	XXQ2505 探伤机开 机 225kV, 5mA, 无 遮挡
9	距离探伤机主射线方向 120m	3.06~3.31	
10	距离探伤机主射线方向 100m	4.80~5.31	
11	距离探伤机主射线方向 70m	10.29~11.32	
12	距离探伤机主射线方向 50m	14.4~18.2	
13	距离探伤机主射线方向 100m	2.47~3.34	XXQ2505 探伤机开 机 225kV, 5mA, 3mmPb 遮挡
14	距离探伤机主射线方向 80m	4.61~5.22	
15	距离探伤机主射线方向 30m	10.8~12.7	
16	距离探伤机主射线方向 20m	15.0~16.1	

注：以上数据未扣除环境本底

6.1.1 辐射环境本底

从《西安三环科技开发总公司 X 射线现场探伤核技术应用项目》的现场监测结果可以看出，现场探伤周围辐射环境本底值为 $0.08\sim 0.13\mu\text{Gy/h}$ 。与《陕西省环境伽马辐射剂量水平现状研究（1988 年）》报告中在同一水平范围：全省室内为 $0.087\sim 0.203\mu\text{Gy/h}$ ，平均值为 $0.130\mu\text{Gy/h}$ ；室外为 $0.066\sim 0.188\mu\text{Gy/h}$ ，平均值为 $0.099\mu\text{Gy/h}$ 。由此可知，本项目模拟现场探伤周围辐射环境本底应属正常辐射环境本底水平。

6.1.2 现场探伤环境影响分析

(1) 引用模拟工况分析

本次环评引用的模拟工况条件下，从表 3 的监测结果可以看出：探伤机射线口未用铅板遮挡情况下，300KV 探伤机有用射线束方向监督区的距离为 207m，控制区的距离约为 153m；使用 3mmPb 遮挡情况下 300KV 探伤机有用射线束方向监督区的距离为 80m，控制区的距离约为 35m；探伤机射线口未用铅板遮挡情况下 250KV 探伤机有用射线束方向监督区的距离为 148m，控制区的距离约为 50m；使用 3mmPb 遮挡情况下 250KV 探伤机有用射线束方向监督区的距离为 100m，控制区的距离约为 20m。该项目探伤机使用延时开机装置，在探伤机开机前放射性工作人员均退至监督区外侧。

(2) 类比模拟工况分析

a. 本项目使用的 320KV 探伤机有用射线束方向监督区、控制区的距离：在无遮挡下分别 $\geq 207\text{m}$ 和 $\geq 153\text{m}$ ，在使用 3mmPb 遮挡情况下分别 $\geq 80\text{m}$ 和 $\geq 35\text{m}$ 。

b. 本项目使用的 250KV 探伤机有用射线束方向监督区、控制区的距离：在无遮挡下约为 148m 和 50m，在使用 3mmPb 遮挡情况下约为 100m 和 20m。

c. 本项目探伤机应使用延时开机装置，在探伤机开机前放射性工作人员均应退至监督区外侧操作。

6.2 个人年有效剂量分析

(1) X 射线探伤过程对工作人员影响分析

本项目探伤机使用延时开机装置，在探伤机开机前放射性工作人员均退至监督区外侧，经过现场巡测监督区剂量当量率一般不超过 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。根据企业提供资料，每台探伤机全年最多工作 100h，且不存在 1 人操作多台探伤机情况，则放射性工作人员全年累计受照射剂量最大为 0.25mSv ，低于放射性工作人员剂量控制目标值 5mSv 。

(2) X 射线探伤过程公众的影响分析

本项目为流动式 X 射线无损检测，不会固定于某一地点长期作业，作业期间有专人看管防止公众人员进入监督区以内的探伤工作区域。按照同一点 X 射线探伤作业时间最长 5 天，监督区边界空气比释动能率按照现场监测数据 $2.11\sim 3.34\mu\text{Gy/h}$ 计算，按探伤机每天最多曝光 30min，累积曝光时间为 2.5h，公众人员因该项实践可能导致累积受照射剂量增加 0.008mSv ，低于公众人员剂量控制目标值 0.25mSv 。

6.3 非放射污染物影响分析

本项目探伤机产生的 X 射线能量较低（最大为 0.30MeV），探伤过程中可产生微量臭氧量和氮氧化物，臭氧在常温下很快转化成氧气，对现场探伤工作人员产生影响很小。

东方宏业公司探伤作业产生的洗片废液（含重金属 Ag^+ ）以及废旧胶片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），集中收集存放在专用贮存容器内，由专人保管，建立台帐。该公司已与陕西新天地固体废物综合处置有限公司签订了《危险废物委托处置合同书》（见附件），委托新天地处置。

洗片液由显影液和定影液组成，一次配置的显影液和定影液各约 25L，可洗片约 1000 张，根据公司的探伤工作量（每年最多拍片 12000 张），该企业洗片室年产生洗片废液约 300L。

6.4 事故风险评价及应急预案

6.4.1 事故风险评价

根据射线装置分类表可以看出本项目使用的工业 X 射线探伤机属 II 类射线装置。II 类射线装置为中危险射线装置，探伤机工作时产生的 X 射线可使长时间受照射人员受到严重损伤。本项目发生最大概率风险事故为 X 射线探伤机现场探伤过程中，人员闯入监督区和控制区域，造成大剂量照射。

探伤机的电压越大产生的 X 射线的穿透性越强，风险评价按照探伤机的管电压，管电流进行计算。X 射线机所产生的有用 X 射线束在距 X 射线管焦斑 r 米处的照射量率按《辐射防护手册（第一分册）》第 233 页公式：

$$X = IX_0 \left(\frac{r_0}{r} \right)^2 \quad (4.4)$$

式中：X—距 X 射线管固定距离 r 米处照射量率，Sv/min

X_0 —距 X 射线管固定距离 r_0 米处的输出量，R/mA·min；

I—管电流，mA；

r —距离，m。

根据《辐射防护手册》中图 4.4d 可知：对于管电压为 300kV 的工业 X 射线探伤机距靶 1m 处照射量率为 1.8R/mA·min；对于脉动电压发生器，输出量约为本数值的 2/3，即为 1.2R/mA·min；剂量当量和照射量的转换系数取 8.76×10^{-3} 。按公式（4.4）估算出不同管电压下在不同距离、不同受照时间所导致的有效剂量见表 4。

表 4 X 射线探伤机在不同电压、不同距离、不同接触时间的有效剂量(单位: mSv)

距离 时间	300kV	250kV	300kV	250kV	300kV	250kV	300kV	250kV	300kV	250kV
	1m	1m	2m	2m	3m	3m	4m	4m	5m	5m
1 min	78.84	52.56	19.71	13.14	8.76	5.84	4.93	3.29	3.15	2.10
2 min	157.68	105.12	39.42	26.28	17.52	11.68	9.86	6.57	6.37	4.21
3 min	236.52	157.68	59.13	39.42	26.28	17.52	14.78	9.85	9.46	6.31
4 min	315.36	210.24	78.84	52.56	35.04	23.36	19.71	13.14	12.61	8.41
5 min	394.20	262.80	98.55	65.70	43.80	29.20	24.64	16.43	15.77	10.51

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)有关规定,工作人员连续 5 年接受的有效剂量不应超过 20mSv,任何一年接受有效剂量不应超过 50mSv。在不同的距离受到 20mSv 和 50mSv 有效剂量的时间见表 5 和表 6。

表 5 在 X 射线探伤机出束口不同距离受到 20mSv 剂量当量的时间

距离	300kV	250kV	300kV	250kV	300kV	250kV	300kV	250kV	300kV	250kV
	1m	1m	2m	2m	3m	3m	4m	4m	5m	5m
时间 (min)	0.25	0.38	1.01	1.52	2.28	3.42	4.06	6.09	6.35	9.52

表 6 在 X 射线探伤机出束口不同距离受到 50mSv 剂量当量的时间

距离	300kV	250kV	300kV	250kV	300kV	250kV	300kV	250kV	300kV	250kV
	1m	1m	2m	2m	3m	3m	4m	4m	5m	5m
时间 (min)	0.63	0.95	2.54	3.81	5.71	8.56	10.15	15.22	15.85	23.76

从表 5 和表 6 可以看出:

(1) 在最大管电压 300kV、管电流 5mA 工作条件下,工业 X 射线探伤机现场探伤过程中,在出口束方向 1m 处停留 0.25min 所接受的有效剂量就能达到 20mSv;停留 0.63min 就能达到 50mSv。

(2) 在最大管电压 250kV、管电流 5mA 工作条件下,工业 X 射线探伤机现场探伤过程中,在出口束方向 1m 处停留 0.38min 所接受的有效剂量就能达到 20mSv;停留 0.95min 就能达到 50mSv。

综上所述,本项目应加强现场探伤管理,确保不会发生人员未撤开机探伤和探伤过程中人员误入控制区的情况,防止照射事故的发生。

6.4.2 辐射事故应急预案

本项目使用的射线装置属 II 类射线装置,根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条规定,结合建设单位实际情况和对事故工况的分析,该公司须建立的辐射事故应急预案,应包括下列内容:

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

当发生辐射事故时，事故单位应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 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》。对于发生的误照射事故，应向当地环境保护部门报告；造成或可能造成人员超剂量照射的，还应向当地卫生行政部门报告；如是人为故意破坏引起的事故应向当地公安部门报告。

6.5 结论及建议

6.5.1 结论

(1) 西安东方宏业科技股份有限公司为满足不断发展的业务需要，拟购置安装 1 台 XXH-3205 型（周向）和 1 台 XXQ-3205 型（定向）便携式工业 X 射线探伤机，用于现场管线检测。该公司初步计划再购 4 台 2005 型（定向）和 2 台 2505 型（定向）便携式工业 X 射线探伤机（未购回），以对油田管线进行现场探伤，符合辐射防护实践的正当性要求。

(2) 该公司计划从事射线检测技术服务工作 26 人，目前已有 6 人按照《陕西省放射性污染防治条例》等法律要求，进行了岗前培训并取得上岗证；公司拟对从事射线检测技术服务人员进行分期培训，并取得合格证书。每位放射性工作人员均配备有个人剂量计并按期监测，建立了放射性工作人员个人剂量档案，放射性工作人员按期进行放射性健康体检并建立有个人健康档案。

(3) 该公司为放射性工作人员配备有 5 套防辐射服、8 台 X 射线报警仪、1 台多功能辐射检测仪，还配备有现场警示标志、警戒线等，所有探伤机均设有延时开机装置。

(4) 该公司冲印探伤胶片产生的废显、定影液及废旧胶片属于国家危险废物，集中存放在存储室内，由专人保管，建立台帐，并与陕西新天地固体废物综合处置有限公司签订了《危险废物委托处置合同书》，由新天地安全处置。

(5) 在模拟工况条件下，本项目在使用的 320KV 探伤机有用射线束方向监督区、控制区的距离：在无遮挡下分别 $\geq 207\text{m}$ 和 $\geq 153\text{m}$ ，在使用 3mmPb 遮挡情况下分别 $\geq 80\text{m}$ 和 $\geq 35\text{m}$ ；在使用的 250KV 探伤机有用射线束方向监督区、控制区的距离：在无遮挡下约为 148m 和 50m，在使用 3mmPb 遮挡情况下约为 100m 和 20m。

(6) 根据现场探伤监测及该企业现场探伤工作时长，放射性工作人员全年累计受照射剂量最大为 0.25mSv，低于放射性工作人员剂量控制目标值 5mSv。

考虑到本项目为流动式现场探伤，按照统一地点最多工作 5 天，估算监督区外公众人员因该项实践可能导致累积受照射剂量增加 0.004mSv，低于公众人员剂量控制目标值 0.25mSv。

(7) 按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，东方宏业公司必须成立辐射防护与安全管理机构，制订相关辐射环境管理规章制度。在取得《辐射安全许可证》，并通过项目竣工环境保护验收合格后方可正式投入使用。

综上所述，东方宏业公司只要对本项目存在的问题进行整改，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，则本项目对放射性工作人员和公众产生的辐射影响就可以控制在国家标准允许的范围之内。从辐射环境保护角度讲，本项目的建设是可行的。

6.5.2 要求与建议

(1) 探伤作业前，应划定作业场所工作区域，并在相应边界设置警示标识。工作区域划分应以在即将探伤的工作条件下，开机状态以探伤机射线管为圆心从 100m 外由远到近用剂量率仪巡测划定，建立并保持巡测记录。

(2) 应尽量避免在人群密集区和居民区进行现场探伤，无法避免时，应划定工作区域，把无关人员疏散至监督区以外，设专人警戒，防止无关人员进入监督区和控制区，引起不必要的意外照射。在无法疏散时，必须采取防护措施，保证无关人员所处位置的剂量当量率不超过 2.5 μ Sv/h。

(3) 按照《工业 X 射线探伤放射防护要求》(GBZ117-2015) 的相关条款要求，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，企业应根据现场探伤工作情况配备足够的工作人员，且新增工作人员应按《陕西省放射性污染防治条例》等法律要求，进行岗前培训并取得上岗证。

(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。放射性工作人

员在现场探伤期间，还应配备直读剂量计，且个人剂量报警仪不能替代便携巡测仪。

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

(6) 在进行现场探伤前公司必须到当地环境保护主管部门备案。

(7) 于每年 1 月 31 日前向当地环境保护主管部门报送辐射环境年度评估报告。

西安东方宏业科技股份有限公司 全本公示

省级环保部门审批意见：

西安东方宏业科技股份有限公司全本公示

经办人签字：
年 月 日

单位盖章：
年 月 日