

Key Points of EIA Report Preparation for Stationary Industrial X-ray Inspection Projects

Zhenyu Wang

Xi'an Tongzi Environmental Protection Technology Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710065, China

Abstract

As an important non-destructive testing technology, fixed industrial X-ray inspection is widely used in manufacturing and energy industry to ensure product quality and equipment safety. This paper aims to discuss the main points of preparing environmental impact assessment (EIA) report of fixed industrial X-ray inspection project, systematically analyze the possible environmental impact in the project implementation process, and put forward the corresponding prevention and control measures. First, the paper introduces the basic principle and application status of the fixed X-ray flaw detection technology, and then analyzes the potential impact of the project on the environment during construction, operation and abandonment, including air pollution, water pollution, noise pollution and radiation safety. Then, combined with the actual data, the paper evaluates the degree of various environmental impacts, and puts forward specific environmental protection measures and management suggestions. Finally, this paper summarizes the key steps and precautions for preparing EIA reports, aiming to provide reference for relevant enterprises and environmental protection departments, and promote the sustainable development of fixed industrial X-ray inspection projects.

Keywords

fixed x-ray inspection; environmental impact assessment; non-destructive testing; environmental protection measures; project management

固定式工业 X 射线探伤项目环评报告编制要点

王振宇

西安桐梓环保科技有限公司, 中国·陕西 西安 710065

摘 要

固定式工业X射线探伤作为一种重要的无损检测技术,广泛应用于制造业和能源工业中,以确保产品质量和设备安全。论文旨在探讨固定式工业X射线探伤项目的环境影响评价(环评)报告编制要点,系统分析其在项目实施过程中可能产生的环境影响,并提出相应的防治措施。首先,论文介绍了固定式X射线探伤技术的基本原理及其应用现状,随后详细分析了该项目在建设、运营及废弃阶段对环境的潜在影响,包括大气污染、水污染、噪声污染及辐射安全等方面。接着,论文结合实际数据,评估了各类环境影响的程度,并提出了具体的环境保护措施和管理建议。最后,论文总结了编制环评报告的关键步骤和注意事项,旨在为相关企业和环保部门提供参考,促进固定式工业X射线探伤项目的可持续发展。

关键词

固定式X射线探伤; 环境影响评价; 无损检测; 环境保护措施; 项目管理

1 引言

随着工业技术的不断进步,固定式工业X射线探伤技术在产品质量控制和设备维护中发挥着越来越重要的作用。然而,随着项目规模的扩大和应用范围的拓展,其对环境的潜在影响也日益显现。环境影响评价(环评)作为一种科学的方法,能够系统地分析和预测项目对环境的各方面影响,从而为决策提供依据,确保项目在实施过程中符合可持续发展的要求。本文将围绕固定式工业X射线探伤项目的环评报告编制要点展开讨论,旨在为相关从业人员和环保机构提

供指导,确保项目在环境保护和经济效益之间达到平衡。

2 固定式 X 射线探伤技术概述

2.1 技术原理与应用

固定式X射线探伤技术通过利用高能X射线穿透材料,检测内部缺陷和结构不连续性,广泛应用于金属加工、航空航天、石油化工等行业。其基本原理是利用X射线的穿透能力和成像特性,通过对比分析被检物体的影像,识别出可能存在的缺陷,如裂纹、气孔和夹杂物等。固定式设备通常具有高稳定性和重复性,适合大规模、连续性的检测需求。近年来,随着检测精度和自动化水平的提升,固定式X射线探伤技术在工业生产中的应用范围不断扩大,成为确保产品质量和生产安全的重要手段。

【作者简介】王振宇(1988-),女,中国陕西渭南人,本科,工程师,从事环保工程 and 环境影响评价研究。

2.2 技术设备与工艺流程

固定式 X 射线探伤系统主要包括 X 射线发生器、控制系统、探测器和成像装置等部分。X 射线发生器通过高电压产生 X 射线，控制系统则负责调节射线的强度和曝光时间，以适应不同材料和厚度的检测需求。探测器将穿透材料后的 X 射线信号转换为电信号，再经过成像装置处理，形成可视化的缺陷图像。工艺流程通常包括样品准备、设备调试、实际检测和数据分析四个步骤。随着技术的发展，现代固定式 X 射线探伤系统还集成了计算机辅助检测（CAI）和自动缺陷识别（ADR）等先进功能，提高了检测效率和准确性。

2.3 技术优势与挑战

固定式 X 射线探伤技术具有高精度、快速检测和非破坏性等显著优势，能够在生产线上实现实时监控和质量控制，减少因缺陷导致的产品返工和停产损失。然而，该技术在应用过程中也面临一些挑战，如设备成本高、操作人员需经过专业培训以及对环境和操作安全的严格要求。此外，随着材料和工艺的多样化，如何适应不同类型和复杂结构的检测需求，也是当前技术发展需要解决的问题。针对这些挑战，持续的技术创新和管理优化是提升固定式 X 射线探伤技术应用效果的关键。

3 环境影响因素分析

3.1 辐射影响

根据 X 射线探伤工作原理，探伤机工作过程中会产生 X 射线，因此，探伤过程 X 射线是主要污染因子。X 射线主要包括有用线束、漏射线和散射线。辐射防护措施主要通过采取足够厚度的屏蔽体进行屏蔽防护。

3.2 大气污染物排放

X 射线探伤过程会产生 NO_x 、 O_3 等废气。为防止探伤机工作过程中产生的有害废气在探伤室内集聚，防止废气对工作人员及周围公众产生有害影响，要求探伤室内必须安装机械通风装置，风量需满足每小时通风换气次数大于等于 3 次/h，且室外的排风口朝向应避开人员活动密集的区域。

3.3 废水影响

项目运行过程中，辐射工作人员产生生活污水，一般依托厂区化粪池进行处理后排入市政污水管网，最终进城市污水处理厂。

3.4 固废影响

探伤过程产生的固体废物主要有废显影液、废定影液、洗片废水，以及废旧胶片等，这些固废均属于《国家危险废物名录》（2025 年版）中的危险废物。针对产生的危险废物主要采取分类收集、分区存放至危废贮存库，定期交由有相应危险废物处理资质的单位处置。危废贮存库建设需满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中相关要求，采取必要的防风、防晒、防雨、防渗、防漏、防腐以及其他环境污染防治措施。若探伤设备采用实时数字成像技

术，则不会产生以上危险废物。

此外，项目运行过程中，辐射工作人员会产生生活垃圾，采取分类收集，每日交由当地的环卫部门统一处理。

3.5 噪声影响

运行过程噪声源主要为探伤室通风设备产生的噪声，主要通过选用低噪声风机和厂房隔声等措施，有效降低风机运行噪声。

4. 环境影响评估方法与数据分析

4.1 模型预测法

模型预测主要通过收集的探伤设备参数、探伤室尺寸和屏蔽材料及厚度、探伤工艺等资料，采用相应的屏蔽规范中的数学计算模型进行理论计算预测，进而评估探伤室的防护性能。计算步骤主要包括：①根据探伤室周围环境布局和周探伤工作时间，确定探伤室剂量率参考控制水平；②探伤室屏蔽厚度核算，主要根据各关注点位置及射线类型核算所需的屏蔽厚度，然后与设计屏蔽厚度进行比较，若计算的屏蔽厚度小于设计厚度，则满足屏蔽要求；③各关注点瞬时剂量计算，按照设计屏蔽厚度，计算各关注点位的瞬时剂量率，将计算值与第一步确定的剂量率参考控制水平值进行比较，若计算值小于第一步确定的剂量率参考控制水平值，则设计屏蔽厚度满足辐射防护要求；④计算各关注点处相应人员所受的年附加有效剂量，辐射工作人员的年附加有效剂量需满足环评设置的管理目标值 5mSv/a ，公众人员的年附加有效剂量需满足环评设置的管理目标值 0.1mSv/a 。

4.2 类比分析法

类比分析法主要采用与评价项目相近的实例监测数据进行类比，定性分析评价项目建设运行后的影响。类比分析法的关键是要找到与评价项目基本相近的实例，主要选取原则有：射线机的型号、参数（最大管电压、最大管电流等）、探伤室尺寸（长宽高）、探伤室屏蔽材料及屏蔽厚度、探工件材料及尺寸等，需要与评价项目基本一致或相近，确保类比可行性。根据类比实例的最近的年度防护监测报告，分析探伤机正常开机状态下各屏蔽体外的周围剂量当量率是否满足剂量率控制水平 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 要求，然后类比评估本项目运行后的辐射环境影响。此外，根据类比监测结果，结合本项目实际开机照射时间，预测计算各关注点人员的年附加有效剂量。

5. 环境保护措施与管理策略

5.1 污染防治措施和设施

①选址：固定式探伤应充分考虑探伤室周围环境，需考虑临近区域公众人员的居留情况，尽量远离人员密集区。

②平面布局：探伤室应合理设置探伤机、防护门、管线洞口等位置，避免有用线束直接照射防护门、管线洞口和工作人员操作位等。射线主照射面应尽量避免朝向人员常居留的位置。

③屏蔽：探伤室的屏蔽设计应根据所使用的射线装置的能量大小，给予足够的屏蔽防护，各屏蔽体外表面剂量率应满足《工业探伤放射防护标准》相关限值。辐射工作人员和周围公众的个人剂量限值应满足环保要求。

④分区管控：严格划分控制区和监督区，并张贴相应的标识。

⑤其他防护设施：探伤室应设有摄像监控装置、固定式场所辐射探测报警装置、门机联锁装置，防护门张贴电离辐射警告标志；防护门上方设置醒目的工作状态指示灯，并有“射线有害、灯亮勿入”的警示语；工作状态指示灯应与防护门联锁等。配备个人剂量计、个人剂量报警仪、便携式X- γ 剂量率仪等。

⑥探伤室设置通风装置，通风换气次数不小于3次/h。

⑦废显影液、废定影液、洗片废水，以及废旧胶片等危险废物，按照相关危废处理要求进行处置。

5.2 辐射安全管理措施

设置相应的辐射安全和环境保护管理机构，或配备专职管理人员，配备与规模相适应的辐射工作人员，辐射工作人员应经考核合格后持证上岗。制定健全的辐射安全管理制度，规范辐射安全管理工作。辐射工作人员应定期进行职业健康检查和个人剂量检测，建立健康监护档案和个人剂量档案。配备适宜的监测仪器，定期按照监测计划进行日常监测。设置辐射事故应急机构，制定辐射事故应急预案并定

期演练等。

6 结语

固定式工业X射线探伤项目在提升产品质量和生产效率的同时，也对环境带来了一定的影响。通过系统的环境影响评价和科学的环评报告编制，可以全面识别和评估项目的环境风险，制定切实可行的环保措施，确保项目的可持续发展。本文从技术概述、环境影响因素分析、评估方法与数据分析以及环境保护措施与管理策略四个方面，系统探讨了固定式X射线探伤项目的环评报告编制要点。未来，随着技术的不断进步和环保要求的日益严格，固定式X射线探伤项目的环境管理将更加科学化和精细化，为工业生产的绿色转型提供坚实保障。

参考文献

- [1] 刘锦程,陈思敏.固定式X射线探伤技术的发展现状与趋势[J].无损检测技术,2024,35(4):45-50.
- [2] 赵文轩,李雨桐.工业X射线探伤项目环境影响评价方法研究[J].环境保护与工程,2023,29(3):112-118.
- [3] 孙建华,王丽娜.无损检测技术在现代工业中的应用与环境管理[J].工业工程,2024,40(2):89-95.
- [4] 周晓彤,张宇航.固定式X射线探伤设备的污染控制与减排技术探讨[J].环境科学与技术,2025,37(1):60-66.
- [5] 高瑞霖,何嘉颖.固定式工业X射线探伤项目的资源节约与循环利用策略[J].资源管理,2024,22(5):134-140.