

# The Role of PIM Management System in Welding Quality Control

Jianping Zhong

Sinopec China Crude Oil Construction Engineering Co., Ltd., Puyang, Henan, 457001, China

## Abstract

With the increasing growth of global energy demand, long-term pipelines are playing an increasingly important role in the transportation of oil, natural gas and other energy sources. As an important infrastructure of energy transportation, the welding quality of long-distance pipeline is directly related to the safe operation and service life of the pipeline. This paper discusses the key role of PIM (Pipeline Integrity Management Pipeline integrity management) system in welding quality control, including accurate management of welding process parameters, effective monitoring of welding personnel, real-time tracking of welding process, and statistical analysis of quality data. By introducing PIM management system, the stability and reliability of welding quality of long distance pipeline can be significantly improved, the quality risk can be reduced, and provide a strong guarantee for the safe and efficient operation of long distance pipeline.

## Keywords

long-distance pipeline; PIM management system; welding quality control; welding process parameters; real-time monitoring

## 长输管道 PIM 管理系统在焊接质量控制中的作用

钟见平

中石化中原油建工程有限公司, 中国·河南 濮阳 457001

## 摘要

随着全球能源需求的不断增长,长输管道在石油、天然气等能源的运输中发挥着越来越重要的作用。长输管道作为能源运输的重要基础设施,其焊接质量直接关系到管道的安全运行和使用寿命。论文探讨了长输管道PIM(Pipeline Integrity Management管道完整性管理)系统在焊接质量控制中的关键作用,包括对焊接工艺参数的精确管理、焊接人员的有效监控、焊接过程的实时跟踪以及质量数据的统计分析等方面。通过引入PIM管理系统,能够显著提高长输管道焊接质量的稳定性和可靠性,降低质量风险,为长输管道的安全高效运行提供有力保障。

## 关键词

长输管道; PIM管理系统; 焊接质量控制; 焊接工艺参数; 实时监测

## 1 引言

随着全球能源需求的不断增长,长输管道在石油、天然气等能源的运输中发挥着越来越重要的作用。由于长输管道通常需要在复杂的地理环境和恶劣的工况条件下运行,因此对其焊接质量提出了极高的要求。焊接质量的优劣不仅影响管道的密封性和强度,还可能导致泄漏、爆炸等严重的安全事故。为了确保长输管道的焊接质量,引入先进的管理系统和技术手段势在必行。PIM管理系统作为一种集成化的信息管理平台,为长输管道焊接质量控制提供了全新的解决方案。

## 2 长输管道焊接质量控制的重要性

### 2.1 保障管道安全运行

焊接接头是长输管道中的薄弱环节,焊接质量好坏直接影响管道的安全运行。长输管道通常需要输送大量的油气等介质,如果焊接质量不佳存在缺陷,如气孔、夹渣、未焊透等,可能导致管道在运行过程中产生裂纹、造成介质泄漏等问题,不仅造成资源浪费,还会对环境构成严重污染,甚至引发火灾、爆炸等重大安全事故。

### 2.2 延长管道使用寿命

良好的焊接质量有助于保证管道的结构强度。长输管道在运行过程中会承受内部压力、外部载荷以及温度变化等多种应力作用。焊接部位若质量不佳,容易产生严重缺陷,进而降低管道的承载能力,影响其使用寿命,增加维修和更换成本。焊接质量对管道的耐腐蚀性也有重要影响,焊接区域的微观组织和化学成分可能与母材不同,如果焊接过程控

【作者简介】钟见平(1972-),男,中国湖北武汉人,本科,工程师,从事焊接工艺研究。

制不当,会使焊接接头更容易受到腐蚀介质的侵蚀,从而缩短管道的整体耐腐蚀寿命。

### 2.3 提高能源输送效率

高质量的焊接能够提高管道系统的运行稳定性和可靠性。减少因焊接问题导致的管道故障和停机时间,保障能源的连续输送,对于满足工业生产和居民生活的需求至关重要。从经济角度看,有效的焊接质量控制可以降低后期的维护和修复费用,避免因管道泄漏或损坏造成的巨大经济损失。长输管道焊接质量控制对于保障管道的安全运行、延长使用寿命、保护环境、降低成本以及维护社会稳定都具有不可忽视的重要性。

## 3 长输管道 PIM 管理系统概述

长输管道 PIM (Pipeline Integrity Management 管道完整性管理) 系统是一个综合性的体系,旨在确保长输管道在其整个生命周期内的安全、可靠和高效运行。可以对施工进度、质量、安全进行实时监控和管理。包括施工队伍的调配、材料设备的采购与供应、焊接质量的控制、防腐处理的监督等。通过与现场监测设备和传感器的连接,及时获取施工中的各项数据,如焊接参数、环境与焊接温度等,确保施工符合规范和设计要求。

### 3.1 系统组成

长输管道 PIM 管理系统通常包括数据采集模块(摄像头、传感器、信号收发设备、智能小屋等)、工艺管理模块(焊接工艺规程、焊接过程实时检测数据监控和对比记录)、人员管理模块(人员报验、人员证件、操作过程信息)、过程监控模块(人员进出场管理、焊口编号信息、钢管规格型号、钢管管号、防腐、施工机组、施工日期、使用的焊接工艺规程编号、焊口补口信息、施工进度管理等)、质量分析模块等。

### 3.2 长输管道 PIM 系统功能特点

①数据采集与整合。能够收集来自多个数据源的长输管道相关数据,包括管道设计参数、施工记录、检测报告、运行数据等。对不同格式和来源的数据进行整合和规范化处理,确保数据的一致性和准确性。

②风险评估与分析。运用专业的风险评估模型和算法,对管道的潜在风险进行识别和评估。考虑多种风险因素,如腐蚀、第三方破坏、地质灾害等,为管道的风险管理提供科学依据。

③完整性评价。基于收集的数据和评估结果,对管道的完整性状态进行综合评价。确定管道的薄弱环节和需要重点关注的区域。

④监测与预警。实时监测管道的运行参数,如压力、温度、流量等。当监测数据超出预设的阈值时,及时发出预警信号,以便采取相应的措施。

⑤维护管理。制定管道的维护计划和策略,优化维护资源的配置。记录维护工作的执行情况和效果,形成维护历史档案。

⑥地理信息系统(GIS)集成。与GIS系统相结合,直观展示管道的地理位置、沿线环境等信息。为管道的规划、施工和应急响应提供地理空间支持。

⑦文档管理。对与管道完整性相关的各类文档进行分类、存储和检索,方便查询和使用。

⑧工程管理。对工程进度、施工状态、施工单位(人员)、物资情况、各种资料等与工程相关的信息进行管理。

⑨应急管理。制定应急预案,包括事故响应流程、资源调配等。模拟事故场景,进行应急演练和培训。

⑩系统安全与权限管理。保障系统的数据安全和运行稳定,防止数据泄露和非法访问。支持多用户协同工作,对不同用户设置不同的权限,确保数据的保密性和操作的合规性。

## 4 长输管道 PIM 管理系统在焊接质量控制中的作用

长输管道 PIM 系统是一个综合性管理系统,焊接施工作业作为工程管理过程中的一个环节,其保证作用主要体现在以下几个方面。

### 4.1 焊接工艺参数管理

焊接工艺参数是影响焊接质量的关键因素,包括焊接电流、电压、焊接速度、焊材规格型号、焊接温度等。PIM 管理系统在焊接工艺参数管理方面发挥着重要作用。

#### 4.1.1 精确监控焊接工艺参数

长输管道 PIM 管理系统具备强大的计算和分析能力,可以根据管道的材质、管径、壁厚等参数,结合相关标准和规范,提前录入经评审合格,可确保焊接工艺的合理性和科学性的焊接工艺规程。系统会利用内置的数据库和算法,对各种参数进行模拟和计算,生成参数状态曲线。

#### 4.1.2 实时监控工艺参数执行情况

在焊接过程中,通过高精度的传感器和数据采集设备,实时采集焊接电流、电压、焊接速度、焊接温度等关键工艺参数,并将这些数据传输至长输管道 PIM 管理系统。系统会将采集到的实际参数转化为实时焊接状态曲线,与预设的焊接工艺规程参数状态曲线进行实时对比分析。一旦发现实时焊接参数偏离了焊接工艺规程设定的偏差范围,系统会触发警报预警,提醒质量监管人员督促焊接操作人员进行问题分析,即时调整纠正焊接参数和操作方法。

此外,系统还能对工艺参数的稳定性进行评估。如果某个参数在短时间内出现频繁波动,即使未超出设定范围,系统也会提示可能存在的设备故障或不当操作,以便及时采取措施进行排查故障和解决问题。通过这种实时监控和及时反馈机制,能够有效地保证焊接工艺参数的稳定执行,从而确保焊接质量的一致性和可靠性。

### 4.2 焊接人员资质管理

①人员信息登记,详细记录管道相关工作人员的个人基本信息,包括姓名、性别、年龄、联系方式等。工程业绩、

教育背景等信息,以全面了解其从业经历和专业知识储备。

②资质类型分类,明确不同岗位所需的资质类型,如机组的一长三员,焊接作业人员,焊口补口作业人员等;无损检测单位的无损检测人员等。对各类资质进行细分,如焊接资质、无损检测资质、安全管理资质等。

③资质证书管理,录入人员所持有的资质证书信息,包括证书编号、颁发机构、有效期等。系统能够根据人员资质的有效期,提前发出提醒,督促相关人员及时进行资质更新和培训,确保现场操作人员始终具备相应有效的资质和技能。

通过有效的人员资质管理,长输管道 PIM 管理系统能够确保拥有具备满足资质和技能要求的人员从事相关工作,从而提高管道完整性管理的水平和效率,降低安全风险。

### 4.3 焊接过程实时跟踪

#### 4.3.1 人员进出场管理

根据目前国网在建项目可视化管理,有作业必须有视频监控的要求,机组进场前先开启场地视频监控设备,人员再进入作业现场和从事相关施工作业,以确保作业现场具备安全作业条件;当天作业结束后,所有人员先离场,机组长举牌报告,再关闭视频监控设备,确保所有的作业过程有效且全程记录。

#### 4.3.2 可视化监控焊接过程

所有焊接机组作业场地和每个防风棚都安装有视频监控设备,自动焊接设备都安装有高精度的传感器,利用视频监控设备和传感器,将焊接过程中的图像和焊接数据通过智能小屋实时传输到长输管道 PIM 管理系统,实现对管口组对、焊口预热、全部焊接过程的可视化监控,便于及时发现和解决问题。

#### 4.3.3 焊接进度管理

焊接操作人员通过扫码,记录并上传所要焊接的焊口,长输管道 PIM 系统即可以实时记录所焊接的每道焊口,精确到每层的焊接各项参数和时间等数据,以及焊接进度和完成情况,为项目管理提供精准的数据信息,有助于合理安排施工计划和资源调配。

### 4.4 质量数据统计分析

#### 4.4.1 收集和整理质量数据

长输管道 PIM 管理系统能够通过上传和自动收集焊接过程中的各种质量数据,如人员数据、设备数据、焊接过程数据、焊缝外观检测数据、无损检测数据等,便于统一整理和归档。

#### 4.4.2 质量趋势分析

通过对大量质量数据的统计分析,可以发现质量的变化趋势和规律,为质量改进提供方向和依据。

#### 4.4.3 质量问题追溯

当出现质量问题时,通过长输管道 PIM 管理系统能够

快速追溯到相关的焊接工艺、焊接操作人员、自动焊接设备、焊接时的参数范围等信息,甚至可以反映出焊接人员的不良操作习惯等环节,结合着 DR 和 AUT 无损检测呈现的欠缺形式,及时分析和找出产生问题的根源,以便采取有效的整改和提升措施。

## 5 长输管道 PIM 管理系统应用案例分析

以某施工机组参与的材质、规格、工艺相同状态下管道的不同项目施工为例,该机组先期参与的施工作业,作业现场数字化条件不成熟不完善,焊接全过程管理还没有完全实现和全覆盖,焊接整体质量通过 AUT 和 RT 检测焊接一次合格率为 95.5%,焊接过程只能通过无损检测发现焊接质量的不足和存在的问题;后期参与国网某工程施工过程中,由于项目上引用了长输管道 PIM 管理系统对焊接质量进行监督控制,项目实施过程中,作业机组的焊接全过程处于精确的焊接工艺参数管理和实时监控状态下,对于 DR 和 AUT 无损检测出现不合格的焊缝,第一时间能够结合长输管道 PIM 管理系统进行监控倒查和复盘,通过焊接生成的曲线状态与焊接工艺规程曲线图比对,及时发现焊接操作人员有按照个人操作习惯原因,焊接到特定位置时,存在不超焊接工艺规程设定值但影响焊接质量的随意增减焊接速度和加减摆宽从而产生焊缝未熔合现象,为此通过停工反思、加强操作人员技能培训和工艺纪律再学习等方式,从源头控制,改变操作人员固化思维和操作习惯,最终保证了焊接质量的稳步提升,整体焊接质量经 AUT 和 DR 检测一次合格率提高到 98% 以上;通过对焊接过程的实时跟踪和质量数据的统计分析,及时发现并解决了多起潜在的质量问题,为项目的顺利交付和管道的安全运行奠定了坚实的基础。

## 6 结语

长输管道 PIM 管理系统在焊接质量控制中发挥着至关重要的作用。通过对焊接工艺参数的精确管理、焊接人员资质的有效监控、焊接过程的实时跟踪以及质量数据的统计分析,能够显著提高长输管道焊接质量的稳定性和可靠性,降低质量风险,保障长输管道的安全高效运行。随着信息技术的不断发展和应用,PIM 管理系统在长输管道焊接质量控制中的作用将不断得到强化和拓展,为长输管道行业的发展提供更加强有力的支持。

### 参考文献

- [1] 王云.长输管道焊接质量控制与管理[J].石油工程建设,2018(6).
- [2] 李建军.长输管道施工中的焊接质量控制[J].焊接技术,2017(9).
- [3] 张涛.信息化技术在长输管道焊接质量管理中的应用[J].化工管理,2020(12).
- [4] 郝杰.基于PIM的长输管道数字化管理系统的设计与实现[A].石油天然气学报,2012(4).
- [5] 董绍华.管道完整性技术与管理[M].北京:中国石化出版社,2007.