

螺杆泵过盈度监测预警系统研发与应用

辛胜杰 王 婷 赵旭东 曹庆红 杜若素
长庆油田公司 745100

摘 要: 螺杆泵是石油化工有限公司输送介质的关键设备, 在生产现场常常存在易损坏、能耗高的问题。现阶段通过人工巡检和 SCADA 实时监测来发现排除螺杆泵故障, 但是其运转性能和故障类型难以及时、准确的确定, 进而影响生产稳定性。虽然 SCADA 系统能实现数字化监测, 但是故障发生后仍然需要人员现场根据经验判断, 无法及时、准确的掌握采油螺杆泵的健康情况。本文就设备故障智能诊断系统研发方法作出分析, 并提出创新方案, 以保障设备平稳运行。

关键词: 石油化工; 螺杆泵; 设备运行; 故障诊断

Development and application of the interference monitoring and warning system of screw pump

Shengjie Xin Ting Wang Xudong Zhao Qinghong Cao Ruosu Du

No.10 Oil Production Plant of Changqing Oilfield Company No.6 Oil Production Plant of Changqing Oilfield Company

Zip Code: 745100

Abstract: Screw pumps are crucial equipment for transporting media in petrochemical units, but they often suffer from vulnerability and high energy consumption issues in production sites. Currently, screw pump faults are typically detected and resolved through manual inspections and real-time monitoring using SCADA systems. However, determining the operational performance and fault types of screw pumps in a timely and accurate manner remains challenging, subsequently affecting production stability. Although SCADA systems enable digital monitoring, personnel still rely on on-site judgment based on experience to assess pump health after a fault occurs, resulting in a lack of timely and accurate understanding of the health status of oil screw pumps. This paper analyzes the development methods of an intelligent equipment fault diagnosis system and proposes an innovative solution to ensure smooth equipment operation.

Keywords: Petrochemical industry; Screw pump; Equipment operation; Fault diagnosis

一、生产现状螺杆泵存在问题

随着现代工业及科学技术的迅速发展, 生产设备日趋大型化、集成化、高速化、自动化和智能化, 设备在生产中的地位越来越重要, 对设备的管理也提出了更高的要求, 能否保证一些关键设备的正常运行直接关系到一个行业发展的各个层面。现代化工业生产一旦因故障停机损失将是十分巨大。因此, 设备诊断这一技术, 日益引起人们的重视, 并在理论和实践应用方面得到了迅猛发展。

在油田生产过程中机泵是重要的机械设备, 用于油、气、水介质的输送, 常见的机泵包括螺杆泵、离心泵、往复泵、齿轮泵, 目前监测机泵工作状态的方法是利用 SCADA 系统, 即数据采集与监视控制系统。SCADA 系统是以计算机为基础的 DCS 与电力自动化监控系统; 它应用领域很广, 可以应用于电力、冶金、石油、化工、燃气、铁路等领域的数据采集与监视控制以及过程控制等诸多领域。

目前 SCADA 系统主要对螺杆泵的进出口压力、瞬时流

量进行监控, 结合流量变化曲线分析机泵运行是否正常, 各个参数是否在正常范围内, 是设备监控的主要技术手段, 该监测系统的缺点在于只能对螺杆泵的进口、出口压力、瞬时流量进行监控, 无法精确分析螺杆泵各部位振动是否正常, 各连接件及密封件有无失效, 定子和转子摩擦温度是否正常, 当设备发生严重故障时人员才能发现, 导致设备停运, 造成经济损失。

二、螺杆泵过盈度监测预警装置

螺杆泵过盈度监测预警装置将磁铁吸附在机泵需检测部位, 每隔 10min 采集一次数据, 通过 MEMS 传感器处理分析后, 生成振动时域波形, 实现远程诊断设备故障。同时, 该装置能够结合振动曲线的变化完成自我学习, 形成故障曲线数据库, 精准判断故障点, 实现故障预警、分析诊断等功能。

2.1 螺杆泵过盈度监测预警装置结构及原理

螺杆泵过盈度监测预警装置包括无线网关、传感器和智

能分析后台组成。其中传感器又包含开关、密封壳体、电池、DC 电源输入线、Z 方向加速度传感器、Y 方向加速度传感器、X 方向加速度传感器、温度传感器、位移传感器以及磁吸或胶贴。如下图所示：

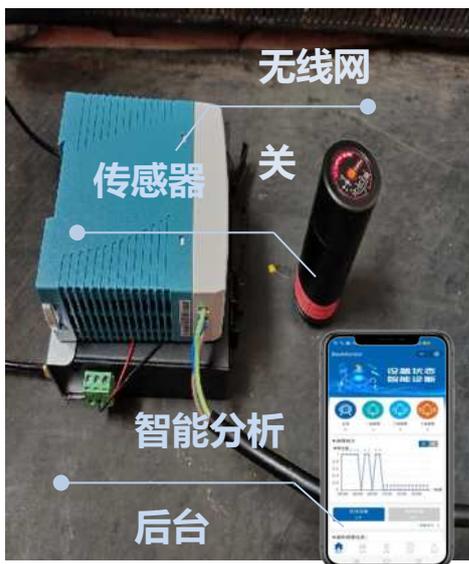


图 2.2 诊断装置部位

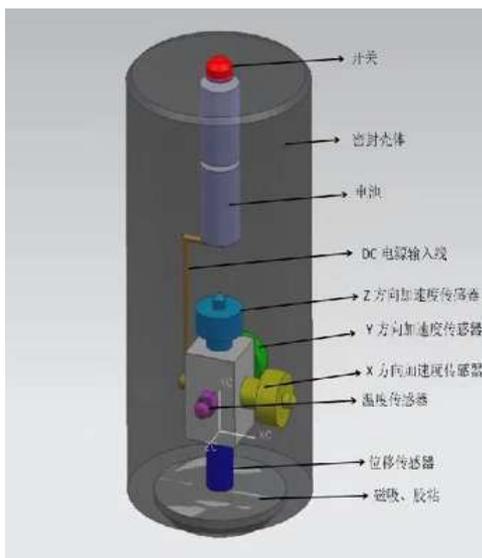


图 2.3 传感器结构

螺杆泵过盈度监测预警装置使用磁吸或胶贴固定在机泵监测的位置上，运行过程中，通过传感器采集 X、Y、Z 轴加速度，机泵微量位移及温度的机械振动信号，形成时域波形。通过与数据库波形图的对比分析，判断机泵工况，进而对设备振动异常进行监测预警。

2.2 螺杆泵过盈度监测预警装置工况

2.2.1 设备正常运转

螺杆泵在正常运转时，定子和转子的过盈度处在合理的范围内，X、Y、Z 三个方向的振动烈度曲线呈现出规律性的

变化，最大烈度值不超过 4mm/s,螺杆泵的工作温度也在正常范围内，界面显示设备工作正常。

2.2.2 转子不平衡故障

螺杆泵转子或传动轴产生弯曲引起轴心线变形，会导致转子与定子内表面发生碰磨，造成定子磨损失效，转子和定子出现间隙，引起泵不上量。碰磨会引发旋转机械不规则振动，出现削波现象，此时设备一级报警就会显示定子与转子间隙变大，机泵瞬时流量在正常频率条件下无法稳定，出现异常波动，监测系统就会发出预警，提示工作人员对螺杆泵转子进行校正，对定子进行润滑保养，防止偏磨导致过盈度变小。

2.2.3 输送介质异常

螺杆泵输送的原油介质中含有砂、蜡、垢、油泥等杂质会导致机械振动明显上升，具体表现在启泵瞬间 X 轴方向的振动烈度呈直线上升，达到了设备振动的高限值，产生报警，这种瞬间的冲击载荷会对设备造成很大的影响。此时设备二级报警就会显示介质含杂质高，需要对过滤器进行清理，保证泵进口端的油品质量合格。

2.2.4 螺杆泵温度异常

螺杆泵输送的原油分两种情况：一是经过加热炉加热后的原油，温度在 38℃~42℃之间。二是未经加热炉加热直接进入螺杆泵的原油，温度在 25℃~28℃之间。当温度低于设定值时，温振传感器能监测到温度异常，需要及时升温，降低外输阻力。此时设备二级报警就会显示温度过低。

2.3 螺杆泵过盈度监测预警装置优点

螺杆泵过盈度监测预警装置相较于其他机泵预警装置有以下几点优势：

一是位移、温度、三轴加速度传感器综合运用，全方位监测机泵运行情况。位移传感器产生的振动位移反映了定子与转子间隙的大小。温度传感器主要用于测量机泵工作温度，包括定子和转子摩擦产生的温度、泵内介质的温度。X、Y、Z 轴上加速度传感器反映机械运动中冲击力的大小，可以测量空间加速度，全面准确的反映物体运动性质。

二是建立智能监测平台，实现智能化诊断监测。智能监测平台具有设备状态全面感知、报警详情实时反馈、振动烈度实时采集、频谱分析诊断故障等功能。

三是建立手机 APP 程序，随时随地运用手机终端监测数据。

四是数据库自主学习，实现故障曲线数据实时更新。

五是可适用于各种振动设备, 根据不同振动规律, 判断故障类型。

三、社会效益评价

螺杆泵过盈度监测预警装置在安全、环保、效率及节能方面均具备较好的效益价值。在安全方面, 可避免因监测不到位导致机泵损坏引发人身伤害; 防止事故, 杜绝灾难性故障。在环保方面, 机泵故障停运可能存在憋罐及管线憋压风险, 导致原油泄漏, 环境污染。在效率方面, 超前预警, 预防机泵故障运行, 提高机泵使用效率及寿命; 确保设备长期处于良好运行状态, 实现机泵低能耗运行。在节能方面, 突破时空限制, 手机和电脑均能监控, 降低劳动强度, 提高人力资源。

四、专利及奖励

螺杆泵过盈度监测预警装置已申报国家发明专利, 并获得长庆油田公司一线生产创新大赛二等奖。



图 4.2 发明专利受理通知书



图 4.3 创新大赛二等奖

五、结论与认识

面对机械设备所发生的各种故障, 是立即停机抢修、防止事态扩大, 还是维持运行、待机修理, 或者是采取措施加以消除或减轻, 诊断及处理的失误会给企业带来相当大的经济损失。正确的诊断及处理, 不可能来自于盲目的主观臆断, 而应该建立在获取与故障有关信息的基础上, 依据机器的工作原理及具体结构, 运用科学的分析方法, 按照合理的步骤进行综合分析, 去伪存真、舍次取主, 排除故障的受害者, 找出故障的肇事者, 这才是提高故障诊断准确性的关键之所在。

参考文献:

- [1] 韩天祥, 2004.上海市电力公司全寿命周期成本(LCC)管理研究项目[J].上海电力(1): 74-75.
- [2] 黄志坚, 2020.机械设备故障诊断与监测技术[M].北京: 化学工业出版社.
- [3] 陈娟娟, 2019.设备故障应急管理体系建设[J], 科技资讯(20): 232-233.