

油井远程监控与生产运行智能调度系统优化 及其经济效益研究

常玉霞（东辛采油厂辛三管理区，山东 东营 257000）

摘要：本文旨在探索油井远程监控与生产运行智能调度系统优化及其经济效益，基于此，本文概况了目前油井远程监控与生产运行智能调度系统的大致情况，包括该系统的概念、功能特点、系统结构组成等重要内容，并分析了该系统目前常见的一些现实问题，针对问题，本文也提出了相应的优化策略，并针对优化策略评估了其所带来的经济效益。从总体来看，本研究提出的优化策略可以在一定程度上解决该系统所存在运行管理难题，并带来不错的经济效益。

关键词：油井远程监控；生产运行智能调度；系统优化；经济效益

0 引言

近年来，随着石油工业信息化技术的不断发展，油井远程监控与生产运行智能调度系统逐渐成为油田生产管理中的重要组成部分，对于油井经济的全面发展具有重要意义。传统的油井生产管理方式主要依赖人工操作，效率低下且容易产生安全隐患^[1]。为应对这一挑战，利用远程监控技术和智能化调度系统来调整油井管理模式，降低人工成本，提升油井管理经济效益的方式逐渐推广开来。然而，尽管油井远程监控和智能调度系统的技术不断成熟，实际应用中仍然面临诸如数据传输延迟、设备稳定性不足、系统集成度不高等各种问题，影响了系统的整体运行效果和采油工业的经济效益。为此，如何优化油井远程监控与智能调度系统，提升其运行效率，确保生产过程的稳定性、安全性及经济性，成为当前石油行业研究的热点。

1 油井远程监控与生产运行智能调度系统概述

油井远程监控与生产运行智能调度系统是基于物联网、云计算、大数据等技术，通过传感器、数据采集装置、无线通信设备等各种精准设备实时监控油井的生产状态，并将数据传输至中央控制系统进行处理的软硬件平台。其控制系统可以依据预设的生产目标和实际情况进行数据分析，并通过智能算法优化调度生产设备的运行参数，确保油田生产过程的高效、稳定。随着数字化、智能化技术的发展，这一系统已广泛应用于油田生产中，并在提高生产效率、减少人力成本、提升安全性等方面发挥了重要作用。

1.1 功能特点

油井远程监控与生产运行智能调度系统的功能特

点主要体现在以下几个方面：

①实时数据采集与传输：该系统可以通过在油井安装的各类传感器和监控设备，对油井的关键参数，如压力、温度、流量、含水率等，进行实时监测。这些数据会通过无线网络传输至中央控制室，管理人员可以随时了解油井的生产情况并做出相应调整。

②自动化生产调度：该系统集成了先进的调度算法，能够根据实时采集的数据进行智能分析，并自动优化生产设备的运行。例如，系统可以根据实时的流量变化调节抽油机的运行速度，从而保持油井生产的稳定性，同时避免能源浪费。此外，该系统还能根据生产情况预警可能出现的设备故障或异常，及时进行处理，减少停机时间^[2]。

③远程控制和操作：该系统还具备远程控制功能，管理人员可以通过平台随时随地对油井进行操作和调整，避免传统模式下需要现场操作的时间和人力消耗。例如，操作人员可以在远程调整井口阀门、启动或停止生产设备等。这一功能在减少人工操作带来的风险同时，大幅提升了生产效率。

④数据分析与决策支持：该系统还具备强大的数据分析能力，能够基于历史数据、当前生产状态以及环境参数，提供趋势预测和决策支持。例如，系统可以分析不同生产阶段的数据，帮助管理人员预测未来的生产状况和潜在的生产瓶颈，从而提前进行规划和调整。

1.2 系统结构与机能

油井远程监控与生产运行智能调度系统由多个子系统组成，主要包括数据采集层、传输层、控制层和

应用层。

①数据采集层：这一层是整个系统的基础，由安装在油井现场的各类传感器、监控设备和数据采集器组成。这些设备通过物联网技术采集油井生产过程中的各类关键数据，如温度、压力、流量、设备运行状态等。数据采集层的精确性和可靠性会直接影响到系统的整体性能。

②传输层：这一层需要负责将采集到的数据通过无线通信技术传输至控制中心。根据实际情况，传输层可采用多种通信方式，如无线射频、卫星通信、4G/5G 网络等，以确保数据传输的及时性和稳定性。当前我国油田多位于偏远地区，不同地区的信号稳定性会存在一定的差异，而系统数据传输的稳定性对于整个系统的高效运行至关重要。

③控制层：这一层是系统的核心部分，主要由中央控制系统和调度系统组成。中央控制系统需要负责接收和处理数据，进行实时的分析和判断，并通过智能调度系统下发指令，调控油井生产设备的运行。控制层的主要功能包括数据分析、趋势预测、故障预警和调度决策等。

④应用层：这一层是系统与用户之间的交互界面，通常以可视化界面的形式呈现，操作人员可以通过该层对系统进行操作和监控。应用层不仅可以支持实时数据的展示，还能生成各类报表，为管理者提供决策依据。此外，应用层的远程控制功能也大大提高了系统的灵活性和便捷性。

1.3 油井远程监控与生产运行智能调度系统的优点

与传统的油井管理方式相比，远程监控与智能调度系统具有显著的优势。第一，系统可以进行现场实时监控和数据自动调度工作，大幅减少人工操作，降低采油工作的人员成本和操作风险。第二，系统的实时监测和故障预警功能有助于减少设备故障和生产停机时间，从而确保了生产过程的连续性和稳定性。第三，远程操作功能也进一步提高了管理的灵活性，特别是在油田位置偏远或环境恶劣的情况下，操作人员无需现场操作即可完成生产调整^[3]。第四，系统的智能分析功能也在一定程度上帮助企业提高了生产效率，减少了能源浪费，从而进一步提升了采油工作的经济效益。

2 油井远程监控与生产运行智能调度系统常见问题分析

2.1 数据传输延迟与不稳定性

油井远程监控与生产运行智能调度系统的关键在

于实时数据采集和传输。然而，由于油田通常分布在偏远地区，通信基础设施相对薄弱，系统的数据传输链路容易受到各种环境因素的影响，导致数据传输的延迟或不稳定。这种问题主要表现为两个方面：

一方面是通信网络的信号强度不足。油田分布在沙漠、山区等偏远地区，4G/5G 等无线通信网络的覆盖范围有限，信号强度难以满足高频率、大数据量的传输需求，尤其在大规模数据传输时，容易出现网络拥堵和数据丢包现象。

另一方面，数据传输的延迟也会对生产调度决策的时效性产生影响。在油井生产中，实时监控数据的及时传输是确保生产过程稳定性的关键。一旦数据延迟，调度系统对生产参数的调节将无法同步跟进，可能导致生产异常未能及时调整，进而引发生产停滞或设备损坏的风险。

2.2 设备故障预警系统的准确性和及时性不足

设备故障预警系统是油井远程监控与智能调度系统的重要组成部分，其主要功能是通过对各类设备的运行状态进行监测和分析，及时预警潜在的设备故障。然而，在实际应用中，故障预警的准确性和及时性往往难以得到保证，这也是当前系统优化的重点之一。

首先，故障预警系统依赖于大量历史数据和实时数据的分析，若数据的积累和算法模型的优化不足，系统在预测设备故障时可能会产生误报或漏报的情况。例如，一些设备在运行过程中可能会由于短暂的波动而触发预警信号，但实际上并未发生实际故障，过多的误报会干扰管理人员的判断，降低预警系统的可信度。

其次，设备状态传感器的精度和灵敏度直接影响故障预警的准确性。传感器长期在油井现场恶劣环境中工作，容易受到温度、湿度等外界因素的干扰，导致数据采集不准确，进而影响故障判断的正确性。

2.3 系统集成度不高，管理复杂性增加

油井远程监控与智能调度系统通常由多个子系统组成，包括数据采集、数据传输、数据分析、调度控制等模块。然而，当前很多油田的系统集成度不高，各子系统之间的数据共享和功能协同不够完善，容易导致系统整体运行的效率较低，管理复杂性增加。

例如，在实际操作中，数据采集系统与调度控制系统往往是由不同厂商提供的独立设备和软件，缺乏统一的标准和协议，导致数据在传输和处理过程中需要进行多次转换，增加了系统的负担。同时，数据处理的延迟也可能使调度系统无法及时做出决策，影响

油井的生产效率。而由于系统集成度不高，操作人员往往需要分别管理多个子系统，操作复杂性大大增加，这就容易产生人为操作失误或系统调控不当的情况，进一步影响系统的运行稳定性。

3 油井远程监控与生产运行智能调度系统优化策略

3.1 搭建多层次通信网络架构解决信号问题

针对油田偏远地区通信网络覆盖不足、信号不稳定的问题，可以搭建多层次通信网络架构来解决问题，如将4G/5G无线通信与卫星通信相结合，确保在偏远地区的信号覆盖。此外，还可以利用边缘计算技术减少数据传输的频率和依赖性，将部分数据的预处理和分析在油井现场完成，仅将重要或异常数据传输到中央控制室，从而大幅减少数据量，降低网络负载，减少传输延迟。例如，可以在每个油井站点配置边缘计算设备，对传感器采集的数据进行本地化处理，提前剔除无效数据，从而减轻远程数据传输的压力。在此基础上，也可以采用优化的压缩算法来提高数据传输效率。在网络带宽有限的条件下，可以通过压缩传输数据来提高通信效率。压缩算法需要在保证数据完整性的前提下尽量减少传输数据量，从而减小网络拥堵的风险。

3.2 改良设备与平台计算能力优化系统预警水平

为提高设备故障预警的准确性和及时性，需要适当优化设备状态监测的传感器精度和灵敏度，选用抗干扰能力更强、灵敏度更高的传感器，尤其是在油田恶劣环境中工作的传感器，需具备较高的抗温度、湿度及高压等干扰能力。例如，可以采用智能传感器替代传统传感器，智能传感器不仅能采集数据，还能进行初步的数据处理和故障判断，从而提升故障预警的准确性。还可以利用大数据技术提升故障预警的智能化水平。通过对大量历史数据和实时数据的分析，建立更加准确的设备故障预测模型。同时，采用云计算平台提高故障分析的速度和效率。基于云平台的故障预警系统能够大幅提高数据处理能力，在数据量巨大的情况下，仍然能够实现对设备的实时监测和及时预警。

3.3 推进系统标准化与模块化设计解决系统集成问题

针对系统集成度不高、管理复杂性增加的问题，可以从标准化和模块化入手，提升系统的集成水平。其中，针对不同厂商设备和软件系统之间的无缝协作，需要制定统一的通信协议和数据格式标准，保障各子系统之间能够高效共享数据，减少数据转换的时间，降低系统的复杂性。例如，国际上已经有OPC UA等开放标准用于工业物联网的设备通信，油井远程监控

与智能调度系统可以借鉴这些标准，实现更好的数据互通。而针对每个子系统之间的独立运行需求问题，则可以进行灵活的模块化设计，每个子系统可以作为独立的模块运行，并且可以根据需求进行增删或替换。例如，数据采集、分析、调度等功能可以独立模块化，各模块之间通过标准接口进行通信。这样即使某一模块出现故障，其他模块仍然可以正常运行，避免单点故障影响整个系统的运行。

4 系统优化带来经济效益评估

油井远程监控与生产运行智能调度系统的优化，不仅提升了生产的智能化水平，也显著带来了经济效益。首先，优化后的设备故障预警系统可以通过多层次通信网络架构解决信号传输延迟与干扰问题，有效减少了设备故障响应时间。通过及时获取现场设备的实时数据，能够提前发现潜在问题，从而降低了设备维修的成本。其次，优化后的系统提升了计算平台的处理能力，改良了数据分析和预警模型，提升了预警系统的准确性和响应速度。系统能够更快速地分析海量的生产数据，从中发现异常情况，避免了因设备故障引发的生产中断。最后，系统优化通过推动系统标准化与模块化设计，简化了系统的集成与维护。标准化和模块化使得设备之间的兼容性问题减少，缩短了新设备投入使用的时间，并降低了系统升级和扩展的成本。综合来看，油井远程监控与生产运行智能调度系统的优化，不仅提高了生产效率和设备可靠性，还有效降低了维护成本与停机损失，为企业带来了显著的经济效益。

5 结论

从油井远程监控与生产运行智能调度系统的优化过程来看，利用多层次通信网络架构解决信号问题、改良设备与平台计算能力优化系统预警水平以及推进系统标准化与模块化设计解决系统集成问题，可以在一定程度上为油田的采收工作带来巨大的经济效益，也可以同步提升采油工作的能源利用效率和高质量采收水平，从而实现更为现代化和智能化的油田管理升级。

参考文献：

- [1] 王伟,蔡志强,杨开赞,刘佳丽,李超峰,梁远明.生产监控指挥平台在陆梁油田的建设与应用[J].录井工程,2021,32(04):99-104.
- [2] 要燕萍.基于生产指挥中心探索生产运行一体化管理模式[J].中国管理信息化,2021,24(18):125-126.
- [3] 赵洋.调度自动化系统扩展数据采集系统的研究和应用[J].电气时代,2019,(05):85-86.