

# 智能采油系统在油田生产动态调控中的应用研究

胡文斌 阿不都卡哈尔·阿不都卡德尔 张少江 濮玉成 林伟

新疆油田公司准东采油厂 新疆 阜康 831511

**【摘要】**：生产调控作为油田企业运营的重要环节，其控制水平直接影响企业的竞争力和效益。在信息化飞速发展的新时代，油田企业需要依托先进成熟的信息化技术加强生产调控。文章以油田生产动态调控为主线，明确系统核心技术构成，进而分析重要调控内容，以此以智能系统为载体，提出数据治理、精准管制等优化流程，明显提高生产过程中的控制精度和效率，以期助力油田企业数字化转型，可为智能化发展提供主要力量。

**【关键词】**：智能采油系统；油田生产；动态调控；应用路径

DOI:10.12417/3083-5526.26.02.023

随着全球能源需求的持续攀升，石油资源已成为世界能源供应体系的关键支柱。然而，油田开发与复杂地质条件带来的技术瓶颈，使得传统采油技术在提升效率、控制成本方面渐显乏力。智能采油系统的应用，已逐渐成为解决当前油田开发调控问题的重要方法。该系统融合井下和地表开采信息，利用综合算法对储层进行建模，对储层进行精细控制，促进油田开采从经验开采到技术赋能的转变。因此，立足油田生产动态调控背景，探讨智能采油系统的关键技术，进而提出关键优化路径，从而提高油田企业的产能，减少运行费用，为行业信息化转型提供系统支持。

## 1 智能采油系统的核心技术构成

### 1.1 数据采集技术

应用智能采油系统期间，数据采集是最为基础的部分，合理配置多种类型的传感设备，再结合其他采集装置，可以对整个生产过程产生数据进行综合、准确地提取。数据集成涉及范围相对较广，包括井口、井下等（如表1），可为油田的开发和开采调控工作提供科学依据。所采用仪器具有高度稳定、耐苛刻的特点，能在高压力和强腐蚀性的条件下连续工作。

表1 不同维度的参数采集

类型	参数	设备	频率	应用场景
井下油藏	地层压力 温度 含水饱和度	井下传感器 压力 温度 含水	1次/min	油藏动态分析 压力调控
井口生产	出油量 井口压力 温度 含水率	井口 流量计 压力变送器 含水率分析仪	1次/30s	生产状态监控 参数调整
地面集输	集输管道压力 流量 温度	管道压力传感器 超声波流量计	1次/min	集输流程优化 故障预警
设备运行	抽油机冲次 电机电流 功率	冲次传感器 电流传感器 功率分析仪	1次/10s	设备状态监测 能耗控制

### 1.2 自动调控执行技术

智能采油系统实际应用中，自动技术可为实现动态调整提供技术支持，基于变频调速等装置，可以将解析判断产生的调节命令转换到真实的生产作业当中，从而达到对整个生产流程的自动化闭环控制。这种技术不需要人为的介入，可以对调节命令做出迅速的反应，保证了工艺参数的适时调节<sup>[1]</sup>。生产工艺调节上，利用变频调速技术对油井的排量等进行调节，能够适应储层的动态和生产要求，实现对生产工艺的最优配置，从而提高生产效率。井口及集油管线的调整上，采用智能化的阀门，实现对集油管线的流动和压力的自动调整，保证油田的平稳生产。在装置的操作调节中，利用自控装置对工作状况进行监控，发现装置发生不正常情况时，可进行操作参数的调节，也可以启用后备装置，以保证连续的生产。该系统具有高精确的调节性能，其调节误差小于±2%，可以对生产变动做出迅速的反应，并对制造工艺进行实时优化，极大地提高生产的动力学调节效率和准确性。

## 2 油田生产动态调控的核心内容

### 2.1 生产流程调控

生产动态调控中，主要目标是确保生产流程的连续性，流程必须全面涵盖油田生产的整个过程，包括油气控制等。油田开采过程中，针对流程存在的复杂性等特性，利用智能油田开采系统的动态监测和数据功能，实现对瓶颈和不正常问题的及时识别，进而提出相对应的控制策略。开发过程调整上，要依据储层的动态和井的生产状况，对开停井次序和投产时机进行适当的规划，对各井产量进行最优配置，防止某些井出现超产<sup>[2]</sup>。工艺调整上，根据现场采集管线的流速等信息，对集输泵的操作和阀门开度进行合理地调整，减少管线的能量消耗和压力损耗，提高原油的集输效率。过程调节上，针对装置的操作状况和生产能力，对处理过程进行调节，保证油品品质达到标准，从而减少处理的能量和费用。生产过程调整也强调各个方面的协作，利用智能化的采油体系，对井下采掘、加工等各个方面进行联动调节，消除单个的调节对整个生产过程造成的冲击，保证整个流程的有序进行，提高油田的产量。

## 2.2 油藏保护调控

强化油藏的有效防护与控制，对于实现优质田的发展具有重要意义。油田开发调控需要根据储层的地质特点，再结合开采过程中的动态变化规律，并与智能开采技术学信工结合，从而建立合理的储层防护措施。防压措施上，通过对储层压力的动态监控，对开采速率和流压进行适当的调节，保持储层的压力平稳，防止储层由于压降过快而造成的渗流损害和产能急剧降低。对于低渗透情况，可以利用人为调节能源，再结合智能调控，可以提高原油产量<sup>[3]</sup>。含水调控层面，根据储层的含水饱和度资料，对开采工艺及注入方案进行合理的调整，降低含水升高速率，防止高含水造成的储层出砂、套损等问题。油田开发过程中，通过对出现的异常含水情况进行实时监控，可以有效地预防和控制井下含水的异常增加，从而保证了油田的安全。对于污染及损害防治，要对工艺中的化学物进行严格的管控，以防止化学剂对储层的污染；通过对生产技术和装备的选择进行合理地选择，降低因装备损耗和储层干扰而造成的储层损害。利用智能化生产技术对储层进行实时追踪，适时地采取相应的防护措施，以保证储层的长效且稳定生产。

## 3 智能采油系统在油田生产动态调控中的优化应用路径

### 3.1 强化数据治理，夯实调控基础

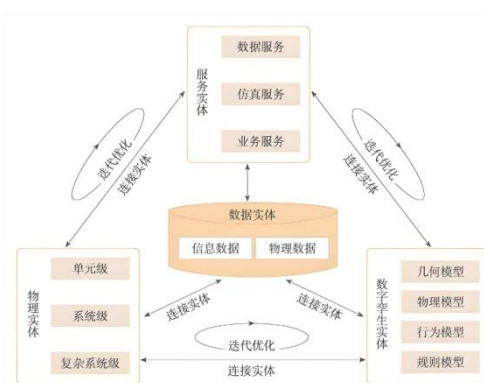
加强信息控制，成为提高油田智能生产的关键依据，需要从信息规范、品质控制、分享和融合三个角度出发，建立高品质的信息系统。首先，构建通用的数据规范系统，对各种类型的生产信息进行界定，也包括数据的形式和传输协议等，从而实现跨源和终端之间的数据的一致性，有效克服现有的各种类型的数据格式不一致、集成困难等问题<sup>[4]</sup>。还可以建立油田开采、装备等多个方面的专用数据规范，保证资料的统一。其次，通过构建信息收集、传递、储存等过程的质量控制系统，提高系统的性能。信息收集过程中，设定数据的正确性检验准则，实现对数据的异常检测和报警的自动化；在传送过程中，为了防止信息的遗失和伪造，使用了密码传送和验证等方法；对于信息保存方面，通过构建定期备份和修复机制，对各项数据进行定期质量审核，对失效的信息进行清除和补充，以保证数据的真实性。最后，推动信息的分享与融合，建立能够将储层、开采、装备、经营等多维信息进行集成的公共信息共享平台，突破信息孤岛的局面。通过构建多个部门和节点的信息共享体系，使企业生产、工艺、行政等各方面信息互联，为油田生产动态调整提供综合的信息支持。还可以借助大数据技术，借助深度挖掘和分析功能，识别出产业发展的内在机理和调控的最优空间，提高产业结构调整的科学水平。

### 3.2 深化技术融合，提升调控效能

技术融合不是简单地叠加使用，而是需要不同工艺深度结

合，以此促进智能采油系统的全面应用，促进油气开采等多项技术的交叉融合，实现系统的功能和性能的最优匹配，提高生产过程的动态控制效果。首先，根据储层的地质特点和开采实践，对基于神经网络的智能算法进行优化，从而对预测体系进行完善，提高系统在储层动力学、开采工艺等方面的准确性和适应性。建立适合于不同储层和开采时期的个体化算法，提高调控的实时性<sup>[5]</sup>。其次，应用过程必须注重系统兼容问题，提升智能油田的技术体系结构，建立规范化的界面，使之能够与已有的油田、仿真、装备监测等进行无缝连接。突破不同体系间存在的技术屏障，达到信息交互和职能协作，提高总体调节效能。为满足油田老旧装备更新需求，研制适应性较好的智能化调节组件，以减少配置费用。最后，提高恶劣条件下的适应性，从而确保装备运行安全性。为了保证数据的稳定传送，使用了抗干扰通讯，保证了在各种恶劣条件下的连续工作。还可以将数字孪生引入到生产场景数据当中，形成现场可视化仿真和调度预案演练。利用数字孪生技术（如图1），对各控制措施的执行情况进行动态仿真，从而优化控制方案的执行，减少风险的发生，为提高控制成效提供依据。

图1 数字孪生技术使用示意图



### 3.3 优化调控流程，实现精准管控

结合油田实际情况，可以建立不同环节的闭环调控，其中包括信息收集、方案制定、全面实施、结果分析、流程持续优化，从而达到对生产流程的精确控制。首先，针对调节过程进行精简，降低非必要的人为介入，利用智能油田开发平台，完成对生产过程中的信息收集、实施等过程的自动处理，以达到最短的调节反应速度。构建分层的管控机制，根据应急级别的管控要求，设定相应的应对过程和权力，提高管控效能。其次，针对储层进行详细划分，结合油田开采状况以及装置操作状况等因素，提出不同的分级调节策略。对于高产油井，通过调整工艺参数，使生产保持平稳；对于低产区，进行参数调节和流程优化，从而提高生产效率；对于出现异常情况井，进行综合分析和处理，保证总体的平稳生产<sup>[6]</sup>。通过对油田生产过程中的实时监测，对工艺流程参数进行优化，实现参数的最优控制。

构建工艺过程中参数优化的知识储备路径,为工艺过程的优化控制奠定基础。利用多目标函数的优化方法,通过不同目标的协同控制,以保证各环节的最优运行。最后,通过对不同步骤的综合控制,综合考虑油田开发、油气储运等多个方面的调节要求,达到整个生产链的全面协调与优化。利用智能开采系统的协同作用,保证各个阶段的调节方案之间的协调一致,消除单个阶段的调节对整个生产造成的冲击,提高整个油田的产量。

### 3.4 完善应用管控,保障长效运行

要想保证智能采油系统的平稳高效运行,提高使用效率,需要建立健全的应用管控制度,可从多个层面建立长效控制体系,涉及相关人员的培训、运营维护和评价等。首先,建立复合型的人才团队,制订专门的人才培训方案,对油田开发、信息化等进行全面训练,使人员的业务素质得到提高。通过与高等院校、研究所等单位的协作,引入具有不同学科背景的专业人员,建立完善的科技和经营队伍。还要加强科技人员队伍建设,实现科技成果的继承和创新,其次,构建标准化的维修控制制度,对智能系统日常维护和事故处理等进行规划和设计。需要配置专门的维护队伍,定期对设备进行巡视、更新和维修,保证整个系统的正常运转。构建运行维护知识库,对运行中出

现的问题进行分析,进而提出解决措施,提高运行控制的有效性。基于网络远程运行维护技术,可对系统中的故障进行实时检测和处理,从而减少了运行维护费用。最后,完善评估和奖励制度,将智能采油系统的实施和控制成果,包括有关单位和个人的评价纳入考评范围。设定增产、减费、节能减排、保护等各项考评目标,定时进行经常性的评估。对该系统实施和控制工作中成绩优异的单位和个人进行嘉奖,以充分调动人员的工作热情。还要构建评价反馈体系,对工作战略和动机进行动态调整,实现评估与优化的持续发展。

## 4 结语

综上,油田开采过程中动态调控,引进智能采油系统,其应用价值是利用科技手段,使油田开采期间,能够对整个流程进行精确控制,有助于改进现有调控方式,实现低能耗且高品质的油田开采,保障油田行业的优质发展。未来,相关行业可持续引进新型技术,推动油田向更加智能化方向发展。通过对现有系统进行改进,持续扩展其在储层预报制等领域的实际运用,推动多种油田智能化开采技术的推广,通过不断总结和完善,标准化体系的构建和使用过程,促进行业的信息化向纵深和广度发展。

### 参考文献:

- [1] 李坤霖.人工智能驱动海洋石油智能分层采油系统创新与实践[J].中国石油和化工,2025,(05):96-98.
- [2] 郭子悦.采油井场智能测控系统提效技术研究与应用[J].石油石化节能与计量,2025,15(01):21-25.
- [3] 胡大玮,王慧,张娜.智能采油在油气生产物联网系统的应用[J].信息系统工程,2024,(12):20-23.
- [4] 于先兵.采油四化运用:数字化油田的智能控制系统与节能实践[J].科技创新与生产力,2024,45(06):52-54+58.
- [5] 朱举红,闫嘉钰,游银花,等.国产水下采油树控制系统与智能井控制系统接口[J].机电设备,2024,41(03):44-48.
- [6] 冯钢,刘天宇,辛宏,等.“云-边-端”协同的智能采油生产物联网系统研究[J].物联网技术,2023,13(10):112-116.