

# 基于大数据的油气产销计划精准预测方法与实践

崔艳军

中国石油化工股份有限公司中原油田分公司投资发展部 河南 濮阳 457001

**摘要:** 文章聚焦基于大数据的油气产销计划精准预测。分析了油气产销系统复杂性, 阐述大数据预测核心技术及多目标优化理论; 接着构建预测模型, 涵盖多源数据融合框架、模型设计与验证及动态修正机制。通过案例企业实践, 展示预测系统实施路径与优化效果; 最后展望未来, 提出结合数字孪生与区块链技术深化应用, 探索碳中和目标下的绿色产销预测模型, 为油气产销计划精准预测提供理论与技术支持。

**关键词:** 油气产销计划; 大数据分析; 精准预测

引言: 油气产销计划精准预测对保障能源稳定供应、提升企业效益意义重大。油气产销系统复杂, 涉及勘探开发、生产加工等多环节, 受多维度因素影响, 预测难度大。大数据技术为精准预测带来契机, 其涵盖数据采集、分析建模等核心技术, 多目标优化理论可平衡多维度需求。本文旨在构建基于大数据的油气产销预测模型, 并通过实践验证其有效性, 探索未来发展方向, 助力油气行业科学决策与可持续发展。

## 1 油气产销计划预测的理论基础

### 1.1 油气产销系统的复杂性分析

油气产销系统是集勘探开发、生产加工、仓储运输、市场销售于一体的复杂动态系统, 其复杂性体现在多维度耦合关联特性上。从生产端看, 油气储量的不确定性、钻井开采工艺的波动性, 以及地质条件的复杂性, 导致产量输出存在显著随机性; 运输环节中, 管道、油轮等运输载体的调度效率、维护状态, 以及极端天气、地缘政治等外部因素, 均会影响油气输送的稳定性; 销售端则受国际油价波动、能源政策调整、市场供需关系变化等多重变量驱动, 需求预测难度较大。此外, 系统各环节存在明显的时滞效应, 如生产调整对市场供应的影响需经过运输、仓储等多个环节传导, 进一步加剧了系统的非线性特征<sup>[1]</sup>。油气产销还需兼顾安全环保、应急保障等多重约束, 这些约束条件的动态变化进一步提升了系统的复杂程度, 为产销计划的精准预测带来诸多挑战。

### 1.2 大数据预测的核心技术

大数据预测技术是实现油气产销精准预测的核心支撑, 其核心技术体系涵盖数据采集、预处理、分析建模及结果应用等关键环节。数据采集技术依托物联网、传感器网络等设备, 实现对油气生产参数、运输状态、市场交易数据等多源信息的实时采集, 为预测分析提供海

量数据支撑; 数据预处理技术通过数据清洗、去噪、标准化及缺失值填补等操作, 提升数据质量, 剔除无效信息对预测结果的干扰。核心建模技术包括机器学习、深度学习、时间序列分析等, 其中机器学习算法如随机森林、支持向量机可有效挖掘数据中的非线性关联, 深度学习模型如LSTM、CNN能够捕捉数据的时序特征和空间特征, 时间序列分析则适用于短期趋势预测。另外, 大数据预测还依赖分布式计算、云计算等技术实现海量数据的高效处理, 通过并行计算提升建模与预测效率, 确保预测结果能够快速响应油气产销系统的动态变化, 为产销计划制定提供及时、精准的决策依据。

### 1.3 多目标优化理论

多目标优化理论是平衡油气产销多维度需求、实现计划最优配置的重要理论工具。油气产销计划优化需同时兼顾多个相互制约的目标, 包括经济效益最大化、资源利用效率提升、安全风险最低化、环保约束满足等。多目标优化理论通过构建包含多个目标函数的优化模型, 明确各目标的优先级权重及约束条件, 实现多目标下的全局最优解求解。其核心思想是在多个冲突目标之间寻找帕累托最优解, 即不存在任何一个目标可以在不损害其他目标的前提下得到进一步改善的解决方案。在油气产销领域, 多目标优化理论的应用需结合系统实际需求, 将产量规划、运输调度、库存管理、销售策略等环节纳入统一优化框架, 综合考虑油价波动、成本变化、政策约束等动态因素。通过多目标优化算法如NSGA-III、MOPSO等求解, 可实现油气产销资源的合理配置, 在保障能源稳定供应的同时, 最大化企业经济效益, 兼顾安全环保等社会责任, 为产销计划的科学制定提供理论支撑。

## 2 基于大数据的油气产销预测模型构建

### 2.1 多源数据融合框架

基于大数据的油气产销预测模型构建,首要任务是搭建多源数据融合框架,实现分散数据的整合与价值挖掘。该框架以数据分层处理为核心,涵盖数据接入、融合处理、存储管理及服务输出四大模块。数据接入层通过标准化接口,整合油气生产端的钻井参数、产量数据、设备运行状态,运输端的管道压力、流量、运输调度信息,销售端的市场销量、油价波动、客户需求数据,以及外部环境的宏观经济指标、气象数据、政策文件等多源异构数据。融合处理层采用数据联邦、特征级融合等技术,消除不同数据源的数据格式差异、语义冲突,通过特征提取、关联分析挖掘数据间的潜在关联,生成统一的预测特征集<sup>[2]</sup>。存储管理层依托分布式数据库、数据湖等技术,实现海量数据的安全存储与高效检索,满足不同预测场景的数据调用需求。服务输出层为预测模型提供标准化的数据服务,确保数据的实时性、准确性,为后续预测模型的构建奠定坚实的数据基础。

### 2.2 预测模型设计与验证

预测模型设计需结合油气产销的时序性、非线性特征,构建融合多种算法的混合预测模型。模型架构采用“特征输入-模型训练-结果输出”的三段式结构,输入层接入多源数据融合后的特征集,包括历史产销数据、实时运行参数、外部影响因素等;核心层融合LSTM时序预测能力与随机森林的特征挖掘优势,通过LSTM捕捉数据的长期时序依赖关系,利用随机森林处理非线性特征及异常值,提升模型对复杂变化的适应能力;输出层通过加权集成策略整合各子模型的预测结果,得到最终的产销预测值。模型验证采用“训练集-验证集-测试集”的三层验证体系,选取均方误差、平均绝对百分比误差等指标评估模型性能。通过滚动验证、对比实验等方式,与传统时间序列模型、单一机器学习模型进行性能对比,验证所构建模型的优越性与稳定性,确保模型能够精准预测油气产销趋势,为产销计划制定提供可靠支撑。

### 2.3 动态修正机制

为应对油气产销系统的动态变化,需建立完善的预测模型动态修正机制,确保预测结果的持续精准。该机制以实时数据反馈为核心,构建“预测结果-实际偏差-模型修正”的闭环迭代流程。首先,设定偏差阈值,通过实时采集油气产销实际数据,与预测结果进行对比分析,计算偏差值并判断是否超出阈值。若偏差在允许范围内,维持模型当前参数;若超出阈值,则启动修正流程。修正过程分为参数修正与结构修正两个层面:参数修正通过在线学习算法,利用最新的实际数据对模型参数进行动态调整,优化模型的拟合效果;结构修正则

结合系统变化特征,如市场需求突变、政策调整等,判断是否需要调整模型的输入特征、算法组合方式,确保模型结构与系统实际状态相匹配。建立修正效果评估体系,定期对修正后的模型进行性能验证,根据评估结果进一步优化修正策略,实现预测模型与油气产销系统动态变化的实时适配,提升预测的时效性与准确性。

## 3 油气产销计划优化实践

### 3.1 案例企业概况

本次实践选取国内大型油气开采与销售一体化企业作为案例对象,该企业总部位于东部沿海地区,业务覆盖油气勘探开发、炼化加工、管道运输、终端销售等全产业链环节。企业拥有多个油气田产区,年原油产量超千万吨,天然气产量超百亿立方米,配套建设了数千公里的输油输气管道网络,连接产区与炼化基地、终端市场,形成了“生产-运输-销售”一体化的运营格局。终端销售网络覆盖全国多个省份,服务工业用户、城市燃气用户、交通运输用户等各类客户群体,年销售额超千亿元<sup>[3]</sup>。近年来,随着国际油价波动加剧、国内能源政策调整及市场需求结构变化,企业面临产销平衡难度加大、资源配置效率不高、运营成本上升等挑战。为解决上述问题,企业亟需通过大数据预测与优化技术,提升产销计划的科学性 with 精准性,实现资源的高效配置与经济效益的稳步提升,因此成为本次油气产销计划优化实践的理想案例对象。

### 3.2 预测系统实施路径

案例企业油气产销预测系统的实施遵循“规划-建设-调试-推广”的渐进式路径,确保系统平稳落地与有效应用。首先,开展需求调研与方案规划,组建由技术人员、业务专家、外部顾问组成的专项团队,梳理企业产销各环节的业务流程、数据资源及核心需求,明确预测系统的功能定位、技术架构与实施目标,制定详细的实施计划与时间节点。其次,进行数据基础设施建设,完成多源数据采集设备的部署与升级,搭建数据融合平台,实现生产、运输、销售等多环节数据的统一接入与处理,建立标准化的数据管理规范。随后,推进预测模型的开发与调试,基于企业历史数据进行模型训练与参数优化,开展模拟测试与场景验证,结合业务实际对模型进行迭代完善,确保模型预测精度满足实际需求。最后,进行系统部署与推广应用,先在试点产区与销售区域上线运行,收集用户反馈并优化系统功能,再逐步在全企业范围内推广,同时开展人员培训,提升相关岗位员工的系统操作与应用能力,保障预测系统的常态化、高效化运行。

### 3.3 优化效果分析

通过油气产销预测系统的实施与应用,案例企业实现产销计划的精准优化,取得显著的经济与管理效益。在预测精度方面,系统对原油、天然气产量的预测平均绝对百分比误差较传统方法降低15%-20%,对终端市场需求的预测误差降低12%-18%,有效提升了产销计划的科学性与合理性。在资源配置方面,基于精准的预测结果,企业优化油气生产调度与运输方案,减少无效运输与库存积压,原油、天然气库存周转率提升了25%以上,运输成本降低8%-12%。在经济效益方面,通过精准匹配市场需求调整生产与销售策略,企业在油价波动的市场环境下,有效提升产品销售效率,年销售收入较优化前增加了5%以上,同时降低生产过剩与供给不足带来的经济损失。在管理效率方面,预测系统实现产销数据的实时监控与动态分析,替代传统的人工统计与分析模式,业务处理效率提升30%以上,为企业管理层提供及时、精准的决策支持。另外,系统的应用还提升企业应对市场变化的响应能力,增强企业在行业内的核心竞争力。

## 4 未来方向

### 4.1 结合数字孪生、区块链技术深化预测应用

未来,油气产销预测将进一步结合数字孪生与区块链技术,构建更具智能化、可信化的预测体系,深化技术应用深度与广度。数字孪生技术的融入将实现油气产销系统的全要素、全流程数字化映射,通过构建虚拟仿真模型,实时复刻生产、运输、销售等环节的运行状态,实现对系统运行过程的动态模拟与趋势预判。基于数字孪生模型,可开展多场景模拟分析,如极端天气、设备故障、市场突变等场景下的产销变化预测,为产销计划的应急调整提供精准支撑。区块链技术的应用则可提升数据的可信度与安全性,通过分布式账本技术记录产销全环节的数据信息,确保数据不可篡改、可追溯,解决多主体间的数据共享信任问题。同时区块链技术可实现供应链各参与方的协同联动,促进生产企业、运输企业、销售商等主体间的数据高效共享,提升预测模型的数据质量与协同预测能力。两者的融合将推动油气产销预测从“数据驱动”向“数字孪生+可信数据驱动”转

型,进一步提升预测的精准性、前瞻性与可靠性。

### 4.2 探索碳中和目标下的绿色产销预测模型

在“双碳”战略背景下,探索碳中和目标下的绿色产销预测模型将成为油气产销领域的重要发展方向。该模型需将碳减排约束全面融入预测与优化全过程,实现经济效益与环境效益的协同统一。首先,在数据维度上,新增碳排放量、新能源替代比例、绿色能源政策等环保相关数据,构建涵盖经济、技术、环境的多维度数据体系<sup>[4]</sup>。其次,在模型构建上,引入碳减排目标函数,将单位油气产品碳排放量、新能源利用占比等指标纳入优化约束,开发融合绿色发展需求的混合预测模型。通过模型可预测不同生产方案、销售策略下的碳减排效果,为企业制定绿色产销计划提供支撑。结合可再生能源替代趋势,预测油气与新能源的互补供需关系,优化油气产销与新能源发展的协同布局。另外,模型还需考虑碳交易市场动态,将碳价波动纳入预测因素,助力企业在碳交易市场中实现收益最大化。通过绿色产销预测模型的构建与应用,推动油气行业向低碳化、绿色化转型,助力碳中和目标的实现。

## 结束语

本文围绕基于大数据的油气产销计划精准预测展开研究与实践。通过构建预测模型并应用于案例企业,有效提升了预测精度,优化了资源配置,带来显著经济与管理效益。未来,结合数字孪生与区块链技术,以及探索碳中和目标下的绿色产销预测模型,将进一步推动油气产销预测向智能化、绿色化发展,为油气行业在复杂多变的市场环境中实现可持续发展提供有力保障。

## 参考文献

- [1]张蕾,仇玄,丁少恒,王艺霏.加油站汽油营销区域协同方法及实证研究[J].国际石油经济,2023,31(08):82-89.
- [2]冯鹏,李瑞.西南油气分公司天然气产销运行矛盾分析与对策[J].内蒙古石油化工,2023,49(11):39-44.
- [3]陈慧智,王存伟.基于石油石化品牌差异化营销模式构建[J].品牌研究,2025(12):16-18.
- [4]马献珍.华北油气积极推进多元能源综合开发加快转型发展[J].中国石化,2021(3):47-49.