

# Digital Transformation Supports the Construction of New Power Systems

Shuyang Ma Wanli Zhang Ali Geng Tao Cheng Qiyu Fan

Shaanxi Electric Power Construction Group Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710075, China

## Abstract

Based on the strategy of “enterprise digitization and digital enterprise”, this paper puts forward the idea of digital transformation boosting the construction of new power system. The paper expounds the characteristics of digital transformation and new power system, and the relationship between digital transformation and new power system construction, and gives corresponding application cases. The integration and application of digital technology and power technology will promote the low-carbon development and market-oriented reform of energy and power, support the construction of new power systems, and ensure the realization of carbon peak and carbon neutrality goals.

## Keywords

carbon peak; carbon neutral; digital transformation; new power system; source network load storage

## 数字化转型支持构建新型电力系统

马舒洋 张宛利 耿阿莉 程涛 范琦钰

陕西电力建设集团有限公司, 中国·陕西 西安 710075

## 摘要

基于“企业数字化, 数字企业化”战略, 提出了数字化转型助推新型电力系统建设的思路。分别阐述了数字化转型、新型电力系统特点, 及数字化转型与新型电力系统建设关系, 给出了相应的应用案例。融合数字与电力技术, 促进能源电力行业向低碳转型及市场化机制转变, 支撑新型电力系统构建, 保障碳达峰、碳中和目标实现。

## 关键词

碳达峰; 碳中和; 数字化转型; 新型电力系统; 源网荷储

## 1 引言

2021年12月, 国务院印发的《“十四五”数字经济发展规划》提出, 加快推动智慧能源建设应用, 促进能源生产、运输、消费等各环节智能化升级。2022年6月, 国家发展改革委等9部门联合印发《“十四五”可再生能源发展规划》, 提出推动可再生能源与人工智能、物联网、区块链等新兴技术深度融合, 发展智能化、联网化、共享化的可再生能源生产和消费新模式。数字化技术是新型电力系统建设的必然需求。2021年3月召开的中央财经委员会第九次会议正式提出, 要构建以新能源为主体的新型电力系统; 2021年11月发布的《“十四五”大数据产业发展规划》提出, 基于大数据分析挖掘算法、优化策略和可视化发展等技术, 强化大数据在发电、输变电、配电、用电各环节的深度应用。这一国家层面的战略推动了电力行业高质量发展。数字化技术是新型电

力系统建设的必然需求。人工智能、物联网、区块链等新兴技术将有力推进新型电力系统构建、促进全国统一电力市场建设, 为电力和数字信息企业高质量发展带来难得的机遇。

在“双碳”目标的驱动下, 电力行业正朝向建立以新能源为核心的新型电力系统转型。随着新能源大规模并网, 电力系统调节能力的欠缺将日益显著。在此背景下, 数字化技术被视为新型电力系统的关键驱动力, 它能够在发电、输电、用电及储能等电力系统的各个环节中发挥重要作用, 从而有效应对新能源并网与高效利用的挑战。电力数字化转型可从数据、业务、生态三个核心维度, 为电力行业的碳优化与碳减排提供技术支撑, 充分推动电力行业各环节数字化互联互通, 打破空间壁垒, 通过不断完善提升电力系统在资源开发、系统运营等方面的核心能力, 可提升电力行业全产业链的“碳中和”共建共享能力。

## 2 企业数字化转型意义

数字化转型是充分应用数字技术驱动业务、流程及服务根本性变革。传统的稳态架构适用于业务相对稳定的企

【作者简介】马舒洋(1991-), 女, 中国广东江门人, 硕士, 经济师, 从事行政管理、工程管理研究。

业级应用,但对于市场化、新兴的业务,则难以满足快速变化的业务和市场的需要。数字化架构可以将相对稳定的功能模块拆分为微服务,通过容器实现高度自动化的开发运维一体化管理;将功能封装为业务组件、数据组件和技术组件,提供了统一管理、弹性扩容、按需分配、无感修复的能力。数字化则将物理世界模型按照“镜像”的方式复制为数字化世界。

数字化转型将推动企业根本性变革。数字化转型基于数字技术及数字化场景,为企业带来全方位的变革:作业模式,通过人工智能结合物联网,以机器人代人的方式,将作业人员从繁杂重复的操作中解放出来;流程管理,通过数字化展现、机器人流程自动化,促进企业管理流程的扁平化、协同化、自动化;组织结构,新技术的应用促使企业组织结构发生新的变化,如成立创新部门;企业决策,利用大数据为企业实现自动判断和科学决策;客户关系,通过数字化客户渠道、数据资产运营两个维度,促进企业和用户更多地互动,进一步细分市场和提供个性化的产品及服务,实现客户服务全新体验;生态构建,通过构建面向政府、上下游产业和用户的互联互通平台,广泛整合各环节资源,挖掘数据资产价值,催生新的商业模式,形成能源生态圈。

数字化转型技术使数据处理能力可得到显著提升,诸如云计算、大数据、人工智能及边缘计算等前沿数字化手段能够迅速且高效地应对新型电力系统中复杂且庞大的数据处理需求,推动电力和算力的深度融合,确保新型电力系统的安全、可靠、高效运行。

### 3 新型电力系统及其特征

新型电力系统是以数字化推动的,高比例新能源、高比例电力电子、低转动惯量、强随机性的电力系统。新型电力系统的核心在于新能源的广泛应用,是达成碳达峰与碳中和目标的关键路径,是推动能源领域深刻变革、确保能源供应安全稳定的重要战略部署,是推动绿色能源技术创新发展、提升能源产业基础能力和产业链现代化水平的重要抓手。主要体现为:新能源将以绿色高效之姿逐步成为新增电源的主力军,并在整个电源结构中占据核心位置。终端能源消费的“新电气化”趋势日益加速,推动能源使用更加清洁,能效显著提升;电网的柔性开放特性愈发凸显,成为高效吸纳高比例新能源的关键平台。储能规模化应用有力提升电力系统调节能力、综合效率和安全保障能力;数字化转型将驱动新型电力系统实现数字与物理层面的紧密融合,其中数据流将作为引领者,优化能量流与业务流的运作。数据作为关键的生产驱动力,将促进源、网、荷、储各环节的信息互联互通。借助强大的“电力+计算能力”组合,通过深度分析庞大的信息数据集并应用高性能计算手段,新型电力系统能够确保安全稳定的运行,并实现资源的高效广域配置。这一过程将使电网具备卓越的感知灵敏度、智能化的决策智慧

以及迅速地执行响应能力。

源网荷储特征具体描述如下:①电源。电源装机规模倍增于负荷需求增长,电源结构以新能源为主体。电源出力特性间歇性、波动性加剧。电源布局更为多元,电力电子装置高比例渗透。②电网。电网规模仍需持续扩大。结构上,主电网进一步加强省区互联;配电网将逐步演化为有源供电网络,向交直流混合柔性电网+智能微电网等多种形式协同发展;主配网界限进一步模糊。电网由单纯的电力输送通道向能源综合利用的平台转型。电网发展以数字技术为驱动,使电网具备超强感知能力、智能决策能力和快速执行能力。③负荷。能源消费双控将为高载能行业的用电增长带来不确定性,微网、虚拟电厂、电动汽车等多元负荷形态比例提升。将储能单元整合进负荷侧后,部分负荷将获得主动参与系统调节的功能,导致负荷特性的不确定性有所增强。与此同时,储能的规模会随着新能源与核电的发展而同步扩大。中短期内以抽水蓄能和化学储能并重,长期随着其他新储能技术不断涌现,储能技术形式进一步多元化。

## 4 数字化转型与新型电力系统

### 4.1 数字化技术

新型电力系统的鲜明标志是数字化信息与物理系统的深度融合,其中,新一代数字技术扮演着驱动其发展的核心角色。在该系统中,小微传感器与芯片化智能终端将赋予边缘层面灵活、精确、高效的感知与控制能力,宛如新型电力系统的神经末梢网络般密布;云计算与物联网技术则提供超大规模的信息互联与处理支撑,构成了新型电力系统不可或缺的数字基石;而区块链技术以其强大的数据管理和防护能力,成为支撑新型电力系统生态安全发展的核心要素。

### 4.2 构建新型电力系统面临的挑战

新能源的随机性、波动性和间歇性特性对持续稳定的电力供应构成了严峻挑战,使得常规电源的调节能力难以有效应对新能源在日内的功率变化,从而大大增加了新能源消纳的难度。此外,新能源的能量密度相对较低,年发电利用小时数不高,加之大型新能源基地往往远离电力负荷中心,这些因素都对电力系统的经济运行带来了考验。为确保高比例新能源并网消纳、系统安全稳定供电,新型电力系统的建设和运营成本预计会整体上升。

### 4.3 数字电网赋能新型电力系统构建

数字化转型技术为新型电力系统的构建铺设了坚实的技术基石,并在其中扮演着至关重要的枢纽与平台角色。新型电力系统的形成离不开数字化的深度融入,它要求将数字化元素渗透至电力生产、运营、维护以及管理等各个环节。随着新能源成为新型电力系统的核心组成部分,电力系统正经历前所未有的重大变革,其设计理念已从传统的“源随荷动”转变为“荷随源动”,并进一步发展到“源网荷储”四者间的互动协调。

电网企业借助数字化转型的力量,将打造出一个集数字化、智能化与互联网化特征于一体的新型电网形态——数字电网。这一创新电网形态的核心驱动力源自云计算、大数据、物联网、移动互联网、人工智能及区块链等新一代数字技术,它视数据为至关重要的生产资源,立足于现代电力能源网络与新一代信息网络的双重基础。通过深度整合数字技术与能源企业的业务及管理流程,数字电网不断提升其数字化、网络化与智能化层次,进而演化成一个新生态能源系统。该系统展现出灵活性、开放性、交互性、经济性和共享性等优势,极大地增强了电网的安全性、可靠性、绿色性、高效性和智能性。

数字电网将凭借新一代数字技术的力量,融合多种类型的数据资源,并运用大数据与人工智能等先进技术,强化新型电力系统中繁杂异构数据的处理效率与灵活性。通过构建多元算力架构,提供强大的计算能力,实现“电力”与“算力”的紧密融合。这一融合将从“源、网、荷、储”各个维度为新型电力系统注入数字动力,确保大规模新能源能够安全、可靠且高效地接入系统。

“源”侧,数字电网将进一步提高能源生产的清洁低碳水平。数字技术将极大地提升新能源的监视、控制、保护能力,作用于风电场、光伏电站等实时状态监测、发电功率预测、自动发电控制和无人值守运维等关键业务,大幅提升新能源的“可观、可测、可控”水平。

“网”侧,数字电网将赋能新型电力系统,促进其实现万物互联与全面感知能力,确保电网状态、设备工况、交易情况及管理状态的全面可视化。这一能力将显著提升电力系统在发电、输电、变电、配电及用电等各个环节的运行效率,增强整体的安全性能:基于全面、准确、透明的数据收集和分析,及时发现、预警电网风险,做出智能判断和决策;基于数字处理、学习、分析、洞察等技术,全面提高电力系统安全、可靠、绿色、高效运行水平。

“荷”侧,数字电网将是践行“人民电业为人民”的关键途径,大数据和人工智能可以对客户需求进行精准分析,最大限度地满足清洁化、个性化、便捷化用电需求。

“储”侧,发挥数据作为核心生产要素作用,贯通海量分布式发电、储能系统、充电桩、柔性负荷等各主体信息,为储能配网高效协同互动、引导储能设施有序充放电提供数据支撑。

#### 4.4 数字化转型在电力计量领域的应用

电力计量贯穿电力生产、销售及电网安全运行全环节。应准确把握新形势下电力计量工作的任务,围绕计量数据采集、应用和管理,从夯实数字化转型基础、加快数据要素价

值释放、促进数据要素流通共享等方面推动电力计量数字化转型升级,为新型电力系统构建、电网高质量发展提供技术支撑。

对计量全息感知、动态采集和高效处理的要求越来越高。同时,电力市场化用户数量的增加对用户负荷的可观、可测、可控提出了更高要求,加快电力计量数字化转型,推动先进信息通信技术与计量技术深度融合,促使电力计量向数字化、智能化、自动化方向发展,有助于提升计量数据采集质效,实现电力系统全景感知,为新型电力系统各环节可观、可测与灵活互动提供重要支撑。

电力计量数据具有覆盖面广、真实度高、时效性强等特点。利用先进大数据技术深度挖掘电力计量数据价值,有助于进一步增强电力计量系统的数据分析和应用能力,发挥海量电力计量数据在企业精益管理、服务能力提升及电网转型升级等方面的价值。

## 5 结论

践行碳达峰碳中和战略,能源是主战场,电力是主力军。通过数字技术改造传统电网业务的生产及管理模式,提高全要素生产率,释放数字技术对业务的放大、叠加和倍增作用,打造数字电网支撑承载新型电力系统,引领模式创新和机制创新,创造新的效益增长点,助力“双碳”目标实现。推动能源电力领域的数字化与智能化升级,是支撑“四个革命、一个合作”能源安全新战略深度落实的关键举措,也是全面且准确贯彻新发展理念迫切需求。这一转型不仅促进了能源从生产到传输、存储、交易直至消费的全链条数据互联互通,还加速了供需匹配、要素重构与融合创新,进而增强了产业协同性、精益管理水平及智慧服务能力,为我国能源电力行业带来了前所未有的转型与发展契机。

## 参考文献

- [1] 付晨,肖子洋.电力企业数字化转型技术研究及应用[J].中国新通信,2020,22(4):43-45.
- [2] 电力行业的数字化转型之路[J].网络安全和信息化,2020(2):37-40.
- [3] 薛鸣,余波.浅谈数字化电厂建设的关键技术及发展[J].科技风,2018(32):174-175.
- [4] 沈兆新.电网企业面向高质量的数字化转型升级[J].上海质量,2018(10):71-73.
- [5] 宋英茹.浅析生产电力系统数字化建设[J].数字技术与应用,2018,36(4):203-204.
- [6] 田广,郭捷.新型电力系统背景下数字孪生应用技术研究[J].电力设备管理,2022(10):45-47.
- [7] 汤亮亮.新型电力系统接地关键技术及展望[J].电瓷避雷器,2023(3):35-38.