

# 数字经济背景下智能电力系统创新研究的思路

徐寒扬<sup>1</sup> 张海涛<sup>2</sup>

1. 江苏铿锵建设有限公司 江苏 连云港 222068

2. 连云港水表有限公司 江苏 连云港 222044

**摘要:** 在数字经济蓬勃发展的当下, 智能电力系统迎来创新契机与挑战。本文围绕数字经济背景展开智能电力系统创新研究, 首先阐述数字技术理论、电力系统理论、能源经济理论等理论基础; 接着分析智能电力系统面临的数据安全与隐私保护、系统复杂性与可靠性、数字技术融合、用户需求多样化等挑战; 最后提出强化数据安全与隐私保护技术创新、提升系统管理水平、推动数字技术融合应用创新、满足用户多样化需求服务创新以及构建开放共享生态等创新思路, 为智能电力系统发展提供参考。

**关键词:** 数字经济; 智能电力系统; 创新研究; 发展路径

引言: 随着数字经济的迅猛崛起, 其强大的渗透力与影响力正深刻改变着各个行业, 电力系统也不例外。智能电力系统作为能源领域的关键部分, 在数字经济浪潮下, 既迎来借助数字技术实现高效、智能、绿色发展的重大机遇, 也面临诸多前所未有的挑战。数据安全、系统稳定、技术融合以及用户需求变化等问题, 成为制约智能电力系统进一步发展的关键因素。在此背景下, 深入开展智能电力系统创新研究, 探索适应数字经济时代的发展路径与策略, 对于保障能源供应安全、推动能源转型、实现经济社会可持续发展具有重要的现实意义。

## 1 数字经济背景下智能电力系统创新研究的理论基础

### 1.1 数字技术理论

数字技术理论是数字经济背景下智能电力系统创新研究的重要基石。它涵盖了大数据、云计算、物联网、人工智能、区块链等前沿技术领域。大数据技术能够对电力系统运行中产生的海量数据进行高效采集、存储、分析与挖掘, 为系统运行优化、故障预测等提供精准依据。云计算技术为智能电力系统提供了强大的计算资源和灵活的存储能力, 支持大规模数据处理与复杂模型运算。物联网技术实现电力设备间的互联互通, 使设备状态实时监测与远程控制成为可能。人工智能技术借助机器学习、深度学习算法, 可实现智能决策、智能调度与智能运维<sup>[1]</sup>。

### 1.2 电力系统理论

电力系统理论是智能电力系统创新研究的核心依据。它涉及电力系统的规划、运行、控制与管理等多个方面。在规划层面, 需综合考虑电源布局、电网结构、负荷分布等因素, 以实现电力系统的经济、可靠与环保发展。运行方面, 要确保电力系统的实时平衡, 保障电压、频

率等参数在合理范围内, 满足用户用电需求。控制理论则为电力系统的稳定运行提供保障, 通过自动调节装置与控制策略, 应对各种扰动与故障。管理理论则聚焦于电力系统的资源优化配置、成本控制与服务质量提升。

### 1.3 能源经济理论

能源经济理论为数字经济背景下智能电力系统的创新研究提供经济层面的指导。它研究能源的生产、分配、交换与消费等经济活动, 以及能源与经济发展之间的相互关系。在智能电力系统建设中, 能源经济理论有助于合理评估项目的经济效益, 优化能源资源配置, 实现能源的可持续利用。运用市场机制与价格理论, 引导电力资源的合理流动与高效利用, 促进清洁能源的消纳。同时, 能源经济理论还关注能源政策对智能电力系统发展的影响, 为制定科学合理的能源政策提供理论依据, 推动智能电力系统在数字经济时代实现经济、社会与环境的协调发展。

## 2 数字经济背景下智能电力系统面临的挑战

### 2.1 数据安全与隐私保护挑战

在数字经济下, 智能电力系统高度依赖数据采集、传输与存储。海量电力数据涵盖用户用电习惯、设备运行状态等敏感信息, 易成黑客攻击目标。数据泄露不仅会损害用户隐私, 还可能被恶意利用, 干扰电力系统正常运行。同时, 数据在跨部门、跨区域流动时, 不同主体对数据安全标准理解不一, 进一步加大了数据安全与隐私保护的难度与风险。

### 2.2 系统复杂性与可靠性挑战

智能电力系统融合多种先进技术, 设备种类繁多、网络结构复杂, 各子系统间耦合紧密。这使得系统故障的传播路径和影响范围难以预测, 一个小故障可能引发

连锁反应,导致大面积停电。而且,复杂系统对运维人员技术要求极高,一旦出现操作失误或应急处理不当,会严重影响系统可靠性,给电力供应的稳定性和安全性带来巨大挑战<sup>[2]</sup>。

### 2.3 数字技术融合挑战

智能电力系统需融合大数据、人工智能、物联网等多种数字技术。然而,这些技术发展速度和成熟度各异,不同技术间的接口标准、通信协议不统一,导致系统集成难度大。此外,各数字技术在电力系统中的应用场景和需求不同,如何实现它们之间的深度融合与协同工作,充分发挥各自优势,避免出现技术“孤岛”现象,是智能电力系统发展面临的重要挑战。

### 2.4 用户需求多样化挑战

随着数字经济发展,用户对电力服务的需求日益多样化。除了基本的供电需求,用户还期望获得个性化、实时化的用电服务,如用电建议、能效管理等。同时,分布式能源的接入使得用户兼具生产者和消费者双重身份,对电力交易的灵活性、透明度提出更高要求。智能电力系统若不能满足这些多样化需求,将影响用户满意度,阻碍其进一步发展。

## 3 数字经济背景下智能电力系统创新思路

### 3.1 强化数据安全与隐私保护技术创新

在数字经济背景下,智能电力系统数据安全与隐私保护至关重要,需从多方面开展技术创新。(1)研发先进加密技术。采用对称加密与非对称加密相结合的方式,对电力数据进行高强度加密处理。在数据传输环节,利用量子加密技术,凭借量子态的不可克隆和测量坍缩特性,确保数据传输的绝对安全,防止数据在传输过程中被窃取或篡改。在数据存储方面,运用同态加密技术,使数据在加密状态下仍能进行计算和分析,既保障数据安全,又不影响数据的正常使用。(2)构建智能防护体系。借助人工智能和机器学习算法,实时监测电力系统的网络流量和数据访问行为,自动识别异常模式和潜在威胁。通过建立行为基线模型,对偏离正常行为的数据访问请求进行预警和拦截,及时发现并阻止网络攻击和数据泄露事件。(3)完善数据隐私保护机制。制定严格的数据访问权限管理制度,根据用户角色和职责分配不同的数据访问权限,确保数据只能被授权人员访问。同时,采用数据脱敏技术,对涉及用户隐私的敏感信息进行脱敏处理,在不影响数据分析和使用的前提下,保护用户隐私不被泄露。

### 3.2 提升系统复杂性与可靠性管理水平

数字经济时代,智能电力系统复杂性与可靠性管理

面临更高要求,需从多方面着手提升管理水平。(1)优化系统架构设计。采用模块化与分层化设计理念,将智能电力系统划分为发电、输电、配电、用电等不同功能模块,各模块间通过标准化接口进行连接与通信。这种设计方式不仅便于系统的扩展与升级,还能降低系统各部分之间的耦合度,当某一模块出现故障时,可避免故障的扩散,提高系统的整体可靠性。(2)强化实时监测与诊断。借助物联网、大数据等技术,对电力系统的设备状态、运行参数等进行实时采集和监测。通过建立智能诊断模型,运用机器学习算法对采集到的数据进行分析,及时发现设备潜在故障和系统异常运行状态,并发出预警信息。同时,根据诊断结果制定针对性的维护策略,实现从传统的定期维护向状态维护的转变,提高设备运行的可靠性和使用寿命。(3)完善应急管理体系。制定详细的应急预案,明确在不同故障场景下的应对措施和责任分工。定期组织应急演练,提高相关人员的应急处置能力和协同配合能力。此外,建立备用电源和应急通信系统,确保在极端情况下电力系统的关键功能仍能正常运行,保障电力供应的连续性<sup>[3]</sup>。

### 3.3 推动数字技术深度融合与应用创新

在数字经济蓬勃发展的当下,推动数字技术深度融合与应用创新是智能电力系统发展的关键,需从以下方面发力。(1)搭建统一融合平台。构建涵盖大数据、云计算、物联网、人工智能等多种数字技术的综合性平台,打破技术间的壁垒,实现数据的无缝流通与共享。通过统一的数据接口和标准规范,让不同技术在该平台上协同工作,为智能电力系统的各项应用提供坚实的技术支撑,促进数字技术从简单叠加向深度融合转变。(2)开展跨领域技术合作。鼓励电力企业与科技企业、科研机构等开展合作,整合各方优势资源。科技企业带来前沿的数字技术研发能力和创新理念,科研机构提供深厚的理论支持和专业研究,电力企业则拥有丰富的实践经验和应用场景。三方合作能够加速数字技术在电力领域的落地应用,共同攻克技术融合难题,开发出更具创新性和实用性的智能电力系统解决方案。(3)鼓励应用场景创新。结合智能电力系统的实际需求,积极探索数字技术在发电、输电、配电、用电等各个环节的新应用场景。例如,利用人工智能实现智能发电调度、故障预测;借助物联网实现电力设备的智能运维和远程监控等,以应用创新推动数字技术的深度融合,提升智能电力系统的智能化水平和运行效率。

### 3.4 满足用户多样化需求的服务创新

在数字经济背景下,智能电力系统需通过服务创新

来满足用户日益多样化的需求,具体可从以下方面展开。(1)提供个性化用电服务。借助大数据分析技术,深入了解不同用户的用电习惯、用电需求和消费偏好。基于此,为工业用户定制专属的电力供应方案,根据其生产流程和设备运行特点,优化电力配置,保障生产的连续性和稳定性;为居民用户推送个性化的用电建议,如根据其日常用电高峰低谷时段,提供节能小贴士,帮助用户降低用电成本。(2)拓展增值服务内容。除了基本的电力供应服务,开发一系列增值服务。例如,开展电力金融衍生服务,为用户提供电力期货、期权等金融产品,帮助用户规避电价波动风险;推出智能家居能源管理服务,通过智能设备实时监测和控制家庭用电设备的运行,实现家庭能源的优化配置和高效利用。(3)构建互动式服务平台。搭建线上线下相结合的互动服务平台,方便用户与电力企业进行沟通和交流。用户可以通过手机APP、网站等渠道,实时查询用电信息、办理业务、反馈问题;电力企业能及时回复用户咨询,根据用户反馈改进服务质量,形成良好的互动循环,提升用户的满意度和忠诚度。

### 3.5 构建开放共享的智能电力系统生态

数字经济时代,构建开放共享的智能电力系统生态对于提升系统整体效能、推动行业可持续发展意义重大,可从以下方面着手。(1)打破数据壁垒实现开放共享。电力企业在保障数据安全与隐私的前提下,打破内部各部门及与外部企业间的数据壁垒。建立统一的数据标准和规范,将发电、输电、配电、用电等各环节的数据进行整合与共享。例如,发电企业可将机组运行数据共享给电网企业,以便更精准地进行电力调度;电网企业可将用户用电数据反馈给发电企业,助力其优化发电计划,实现数据资源的最大化利用。(2)促进技术交流与合作共享。搭建开放的技术交流平台,鼓励电力企业、科研机构、科技

企业等各方主体参与其中。定期举办技术研讨会、成果展示会等活动,分享最新的数字技术研究成果和应用经验。同时,建立技术合作机制,共同开展关键技术攻关和项目研发,加速数字技术在智能电力系统中的创新应用。(3)推动市场机制开放共享。完善电力市场交易规则,降低市场准入门槛,吸引更多主体参与电力市场交易。鼓励分布式能源、储能设备等新兴市场主体入市,促进电力资源的优化配置和高效利用,形成开放、公平、有序的智能电力系统市场生态<sup>[4]</sup>。

### 结束语

在数字经济浪潮的强力推动下,智能电力系统的创新研究已成为能源领域的关键命题。通过对强化数据安全与隐私保护、提升系统复杂性与可靠性管理、推动数字技术融合应用、满足用户多样化需求以及构建开放共享生态等多维度创新思路的深入探索,我们为智能电力系统的发展勾勒出清晰路径。这些创新思路相互关联、彼此促进,共同助力智能电力系统实现安全、高效、智能、可持续发展目标。未来,我们仍需持续深耕,不断突破技术瓶颈,以创新驱动智能电力系统在数字经济时代绽放新的光彩,为经济社会的稳定发展提供坚实可靠的能源保障。

### 参考文献

- [1]侯尽然,管晓峰,石智永.电力通信技术在智能电网中的应用[J].通信电源技术,2022,35(12):154-155.
- [2]陶玉刚,葛文伟.智能电网时代电力信息通信技术的应用[J].电子技术与软件工程,2021(8):224-225.
- [3]李腊.智能电网建设中电气工程及其自动化的应用[J].新型工业化,2021,11(8):153-154.
- [4]苏谱1陈亚北2.电力体制改革背景下的电力系统规划设计思路.电力系统及自动化,2022.125-126