

能源数字化技术在智能能源系统中的应用与发展探讨

周磊

国核信息科技有限公司, 山东 济南 250000

摘要 : 能源数字化是实现智能能源系统的重要途径, 具有显著的技术和经济优势。文章首先分析了能源数字化的主要特征和应用场景, 提出了能源数字化技术体系的层次结构; 接着, 分析了能源数字化技术在智能能源系统中的主要应用方式, 包括设备层、控制层、数据层和应用层; 然后, 分析了能源数字化技术在智能能源系统中的主要发展趋势, 包括设备数字化、控制智能化、数据采集与管理集中化等; 最后, 提出了实现智能能源系统的建议措施。研究成果为我国发展智慧能源提供了技术路线, 对于推动我国能源结构转型、助力实现碳达峰碳中和目标具有重要意义。

关键词 : 能源; 数字化; 智能; 能源系统; 应用

Application And Development Of Energy Digital Technology In Intelligent Energy System

Zhou Lei

STATE NUCLEAR POWER INFORMATION TECHNOLOGY COMPANY LTD. Shandong, Jinan 250000

Abstract : Energy digitization is an important way to realize the intelligent energy system, which has significant technical and economic advantages. This paper first analyzes the main characteristics and application scenarios of energy digitization, and puts forward the hierarchical structure of energy digitization technology system; then analyzes the main application methods of energy digitization technology in intelligent energy system, including equipment layer, control layer, data layer and application layer; then analyzes the main development trend of energy digitization technology in intelligent energy system, including equipment digitization, intelligent control, centralized data collection and management; finally, puts forward the suggested measures to realize intelligent energy system. The research results provide a technical route for the development of smart energy in China, and are of great significance for promoting the transformation of China's energy structure and help realizing the goal of carbon peak and carbon neutrality.

Key words : energy; digital; intelligence; energy system; application

一、引言

在传统能源向可再生能源转型过程中, 由于传统能源发电的间歇性和波动性, 导致传统能源系统难以满足新能源高比例发展的需求, 也给电力系统稳定运行带来巨大挑战。在可再生能源大规模开发利用的同时, 如何通过电网智能化改造来充分发挥新能源发电的优势, 最大程度提高新能源利用率和电网稳定性, 是当前电力系统面临的重要课题。随着科技的不断进步和全球能源结构的深刻变革, 能源数字化技术已成为智能能源系统发展的核心驱动力。本文旨在深入探讨能源数字化技术在智能能源系统中的应用现状、发展趋势及其对未来能源领域的影响。

二、能源数字化技术的概念与内涵

能源数字化技术是通过信息化技术、互联网技术和数据分析处理技术, 对能源生产、传输、存储、使用等各个环节进行数据

采集、数据处理和数据分析, 实现能源的生产、储存和使用过程的智能化, 以满足用户对能源的多样化需求, 推动能源利用方式由化石能源为主向以清洁能源为主转变。在电力领域, 电力系统通常将电力生产过程分成发电、输电和配电3个阶段。其中, 发电部分主要涉及电网的建设与运行, 而输电部分则包含输配电网络建设与运行, 配电部分主要包括分布式电源、储能系统以及用电负荷等。

能源数字化技术是以互联网为依托, 将传感器、自动化控制系统、计量设备等数字化技术应用到能源生产、传输、储存和使用过程中, 实现对能源的智能感知、分析、管理和决策的一种新型技术。能源数字化技术是一种新兴的信息技术, 具有物理和信息两个维度的特点, 可广泛应用于智能电网、智能交通系统等多个领域^[1]。从能源数字化的特征来看, 其主要特征包括数据维度的多元化、物理维度的数字化和智能维度的集成化, 其中, 数据维度的多元化是指不同类型的数据需要不同类型的处理和分析方法; 物理维度的数字化是指各种能源资产需要以数字化模型进行

* 作者简介: 姓名: 周磊, 性别: 男, 出生: 1988年2月, 民族: 汉族, 籍贯: 山东省昌邑市; 学历: 本科; 职称: 工程师; 研究方向: 电力工程技术方向

实时在线管理；智能维度是指能源生产和使用过程。

三、能源数字化技术在智能能源系统中的应用

（一）智能电网建设

智能电网建设主要包括两个方面，一个是智能电网的硬件建设，另一个是智能电网的软件建设。智能电网的硬件建设主要是指构建能源互联网，构建新型电力系统。主要包括以下三个方面：一是构建以新一代信息通信技术为基础的智能输配电网；二是构建以新能源和储能装置为主体的智能配电网；三是构建以电力市场为主导的智能用电网络。软件建设主要是指应用信息通信技术对传统电力系统进行改造，主要包括以下三个方面：一是应用信息通信技术，全面提升配电网的自动化水平；二是应用信息通信技术，实现配电网的数字化、智能化；三是应用信息通信技术，实现用户用电网络的智能化^[2]。

（二）智能化油田管理

能源数字化技术在智能油田管理中的应用主要包括：（1）实现油井数字化管理，即通过数字化技术将油井生产过程中的数据进行采集、存储和处理，通过云计算技术将数据进行共享，建立起基于云的数据库。（2）实现智能油田调度，即通过对油田的实时数据进行采集、处理和分析，并根据生产任务要求对油田的生产进行控制，包括优化生产计划、节能降耗、降低能耗等^[3]。（3）实现智能油田运行监控，即通过对油田的生产运行状态进行实时监控，及时发现生产过程中出现的问题，并将其及时反馈给相关人员进行处理。（4）实现智能油田调度优化，即根据对油井生产状态的分析结果进行合理调度^[4]。

（三）可再生能源管理

随着我国能源结构的调整和可再生能源发电技术的不断进步，可再生能源发电在智能能源系统中所占比重逐渐提高，与传统化石能源发电相比，可再生能源发电具有间歇性、随机性和波动性的特点，这就要求其在并网运行时需要与电网进行有效互动，以提高系统的整体稳定性和安全性。通过应用能源数字化技术，可以对可再生能源进行智能化管理，在对光伏、风力发电、储能设备等进行实时监控的基础上，建立可再生能源接入点（如光伏接驳点、风力接驳点等）的实时数据库和动态模型，从而对接入点的电压和功率进行监测和分析，为用户提供可靠的数据支撑^[5]。

在智能能源系统中，可再生能源是非常重要的组成部分，随着我国对新能源开发利用力度的不断加大，光伏、风电等可再生能源也得到了快速发展，并逐渐成为智能能源系统中不可或缺的一部分。光伏发电具有稳定性和可靠性强的优点，但由于其输出功率具有较强的波动性和随机性，不能与电网实现实时互动。而风力发电具有可靠性高、能量转换效率高、对环境友好等特点，但由于其输出功率具有较强的波动性和随机性，在与电网互动时需要对接入点进行有效监控，以避免对电网造成不良影响。因此，可再生能源对于智能能源系统的稳定性和安全性具有重要意义。

四、能源数字化技术的发展趋势

（一）技术融合与创新

目前，能源数字化技术的应用主要集中在电力、石油等能源行业，随着物联网、云计算、大数据等信息技术的不断发展，能源数字化技术的应用也越来越广泛。未来，能源数字化技术将进一步融合多种技术，如传感器、大数据分析、云计算等。在能源数字化领域，企业和高校将进行广泛合作，促进能源数字化技术的创新发展。在未来的发展中，企业将更加注重自主研发，拥有自主知识产权的技术和产品，同时也要加大对人才的培养和引进力度。高校和科研机构则应发挥其人才培养优势，加强能源数字化技术研究，培养出更多优秀的创新型人才^[6]。

在能源数字化的背景下，能源与信息技术相结合，产生了多种新型的能源产品。例如：清洁能源发电、新能源汽车、智能电网、智慧城市等。在未来的发展中，能源数字化技术将更加注重融合与创新，充分发挥其优势，形成高效的能源生产与传输网络。首先，在数字化技术的推动下，工业生产中的设备会逐步智能化、信息化。例如：机器人、智能电网等将会更加广泛地应用于工业生产中。其次，数字技术促进了清洁能源发电设备与相关技术的发展。在未来，清洁能源发电将成为电力行业主要的发电形式之一，这将推动传统的火力发电向新型的清洁能源发电转变。

（二）能源互联网的构建

能源互联网是以信息化、自动化、智能化为基础，以能量流、信息流和价值流为纽带，基于现代信息通信技术与网络技术的新型电力系统。能源互联网将实现各类能源的互联互通，不同能源间的高效转换和优化配置，实现能源生产、消费与供需的无缝衔接和精准对接^[7]。

构建能源互联网需要对各种资源进行整合，将分散的各类资源进行集中管理，实现资源共享。同时，要对能量流、信息流和价值流进行整合，实现能量流和价值流的统一协调与优化控制。此外，要实现对不同能源品种的安全管理和交易，根据不同品种之间的互补特性进行能源组合，促进不同能源品种之间的互补和协调^[8]。

（三）能源安全与环保

能源数字化的发展趋势将推动能源生产和消费模式的变革，促进能源系统的智能化发展，并最终实现能源系统的安全与环保。在能源生产方面，数字化技术将实现对各类能源资源和能源消费行为的高效、精准采集与分析，并根据用户需求进行主动匹配与优化配置，实现各类清洁能源的高效利用。在能源消费方面，数字化技术将促进用户用能行为与设备运行状态的精准匹配，为用户提供智能化的用能服务。此外，随着新一代信息技术的应用普及以及节能环保理念的深入人心，数字化技术还将为能源生产、消费与供应体系提供智能化、信息化支持，使其逐步向智能化、高效化、绿色化转变。

能源数字化的发展趋势还将推动智能能源系统与生态环境的良性互动，构建绿色环保、可持续发展的智能能源系统。一方面，能源数字化技术可以通过对海量数据进行高效、精准的采集与分析，实现对各类能源的优化配置和协同管理，使之为生产和生活提供高

效、可靠、绿色的服务。另一方面，智能能源系统与生态环境的良性互动可以通过构建智能协同管理体系，实现对各类排放源和污染物排放的全过程管控，实现污染物减排和治理能力提升。此外，智能能源系统还可以通过对海量数据的挖掘分析，实现对各类污染源及污染行为的精准定位与识别，进而推动绿色低碳发展。

五、能源数字化技术对智能能源系统的影响

（一）提升能源系统效率

智能能源系统中，能源利用效率的提高主要是通过设备效率的提升实现的。以太阳能为例，利用太阳能板可以将光能转化为电能，这是一种清洁能源，在利用过程中不会产生污染。但由于太阳能板在阳光下工作时容易受到天气的影响，因此，如何保证太阳能板稳定可靠地运行，是光伏发电过程中面临的主要问题之一。对此，通过能源数字化技术可以实现太阳能板的自动化控制，以确保其稳定可靠运行。另外，随着能源数字化技术的不断发展，各种先进设备逐渐应用于能源系统中，从而有效提高了能源系统的运行效率。以智能电网为例，其主要包括变压器、配电、输电、配电线路以及用户端^[9]。

能源数字化技术为智能能源系统提供了一个实时、透明的运行平台，基于此平台的监测与分析能够帮助能源企业实现节能增效。例如，可通过数据分析软件对用能数据进行实时采集、分析，形成能耗监测系统，从而根据不同用户的用能习惯和特点提供个性化服务。另外，利用能源数字化技术能够将不同用户的能耗信息进行统一管理和优化，以实现整体能耗水平的提升。以智能电网为例，在能源数字化技术支持下，电网能够根据用户需求进行实时优化调度。例如，通过优化调度可以将系统的损耗降到最低；通过电力交易平台，还能够实现电力价格的实时调整。

（二）推动能源产业创新

智能能源系统是一个涉及多个行业、多个领域的系统工程，与之相关的产业链包括研发、制造、设计、营销、运营等多个环节。能源数字化技术将全面促进各产业链之间的协同，通过提高产业链的协作效率，加快企业创新发展。例如，能源数字化技术可加速能源系统的研发进程，使智能能源系统中的数据采集与监测更加高效和可靠。此外，新一代数字技术可以极大地促进能源行业的创新发展，尤其是在智能电网、可再生能源开发利用、新材料研发等领域。在这些领域中，智能电网的技术进步可以极大地降低资源消耗、减少环境污染，促进可再生能源开发利用以及可持续发展。

能源数字化技术对智能能源系统的影响不仅体现在能源系统自身的优化，还将带动相关产业的技术革新，以实现经济与社会发展的双目标。例如，能源数字化技术对能源产业结构的影响体现在对以煤炭、石油、天然气为代表的化石能源向以风能、太阳能等为代表的新能源转型方面。随着全球气候变化与环境污染问题日益严重，化石能源在能源结构中所占比重不断减少。未来，在新一代数字技术的支持下，清洁、低碳、高效、安全的新型电力系统将成为可能，传统化石能源在未来社会中将逐渐被替代，以风能、太阳能为代表的可再生能源将成为主流。

（三）增强能源系统安全性

随着能源数字化技术的发展，信息安全风险将不断增加。在能源系统中，传统的电力系统边界清晰，内部信息交换相对封闭，不涉及第三方。随着网络攻击不断增多，如能源系统中的物联网设备、服务器等，需要建立安全防护机制。能源数字化技术在构建安全体系方面具有明显优势。如利用物联网设备对能源系统的实时监测，实现对关键设备的保护；通过应用基于云存储的云计算技术，可以将多源异构数据进行整合和分析；利用区块链技术为能源系统构建安全可信的数据交换和存储体系，实现跨组织、跨区域、跨平台的数据交换和共享，构建安全可信的能源系统^[10]。

能源系统中的重要设备包括发电设备、储能设备、电气设备、通信设备等，这些设备的运行状态对能源系统的安全稳定运行至关重要。现有的电力系统管理方式为物理隔离，导致信息传输受限。能源数字化技术通过智能化的通信网络将不同物理单元互联互通，可实现不同物理单元的协调控制和统一管理，能够实时感知不同区域不同环节的状态信息，提高能源系统整体安全性。同时，能源数字化技术可以提供故障诊断、安全评估、安全防护等服务，建立能源系统的安全保障体系。

六、结语

能源数字化技术在智能能源系统中的应用与发展具有广阔的前景和深远的影响。随着技术的不断创新和升级，能源数字化技术将为智能能源系统的发展提供更为强大的支持，推动能源产业的转型升级和可持续发展。同时，我们也应关注到能源数字化技术面临的挑战和问题，如数据安全、隐私保护等，并积极寻求解决方案和措施，以确保能源数字化技术的健康、安全和可持续发展。

参考文献

- [1] 崔冰君. 基于数字化转型的F公司厂务管理问题研究[D]. 河南大学, 2022.DOI: 10.27114/d.cnki.ghnau.2022.001922.
- [2] 贾莹坤, 胡毅飞, 黄延润, 等. 基于智能电网技术的电网高质量发展研究[J]. 电力系统装备, 2023,(12).
- [3] 万想, 马楠, 郭小虎. 油田生产智能化研究——以长庆油田为例[J]. 中国管理信息化, 2023,26(10):91-93.
- [4] 岳芳, 郭楷, 陈伟. 欧盟综合能源系统2020—2030年研发路线图及其启示与建议[J]. 世界科技研究与发展, 2021,43(02):138-148.DOI:10.16507/j.issn.1006-6055.2020.12.014.
- [5] 樊东, 毛锐, 文旭, 等. 新型电力系统背景下可再生能源参与电力市场交易策略研究[J]. 四川电力技术, 2021,44(5):64-70.
- [6] 程志南, 屈可庆. 新能源主体下新型电力系统中数字化技术的应用[J]. 光源与照明, 2023,(12):234-236.
- [7] 余紫菱, 任孟成, 马莉莉. 数字经济空间集聚对区域全要素能源效率的影响[J]. 工业技术经济, 2022,41(7).
- [8] 张宇, 毛勇. 能源大数据的数字化能源系统在企业的应用[J]. 东方电气评论, 2024,38(01):74-80.DOI:10.13661/j.cnki.issn1001-9006.2024.01.009.
- [9] 王轶辰. 数字化助能源系统减重增智[N]. 经济日报, 2023-10-26(006).DOI:10.28425/n.cnki.njjrb.2023.007207.
- [10] 康恺. 能源危机愈演愈烈欧盟“能源系统数字化”面临这些挑战[N]. 第一财经日报, 2022-10-20(A05).DOI:10.28207/n.cnki.ndycj.2022.004095.