

# 中国式现代化背景下用户侧电气化发展面临的机遇与挑战

张虹, 石雨鑫, 贾梧桐

国核电力规划设计研究院有限公司, 北京

收稿日期: 2023年8月6日; 录用日期: 2023年8月27日; 发布日期: 2023年9月11日

## 摘要

用户侧电气化发展水平是一个国家现代化发展水平的重要标志, 中国式现代化发展为用户侧电气化明确了发展目标与方向。研究了中国式现代化背景下, 用户侧电气化发展面临的机遇与挑战, 并分析了工业、交通、建筑等重点领域电气化发展潜力。指出为了充分释放用户侧电气化发展潜力应进一步建立健全相关体制机制, 加强政府、科研、企业等各相关单位沟通协同。

## 关键词

中国式现代化, 碳达峰碳中和, 新型电力系统, 用户侧电气化

# Chances and Challenges of User-Side Electrification Development under the Background of Chinese-Style Modernization

Hong Zhang, Yuxin Shi, Wutong Jia

SPIC Green Energy Science & Technology Development Co., Ltd., Beijing

Received: Aug. 6<sup>th</sup>, 2023; accepted: Aug. 27<sup>th</sup>, 2023; published: Sep. 11<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

The development level of user-side electrification is an important symbol of one country's modernization development level. Targets of user-side electrification development are guided by the Chinese-style modernization. Chances and challenges of user-side electrification development under the background of Chinese-style modernization were researched. The potential of user-side electrification development in some important areas such as industry, transportation and con-

struction was analyzed further. Relevant systems and mechanisms should be further established and improved, and communication and collaboration among relevant institutions such as government, scientific research and enterprises should be strengthened in order to unleash the true potential of user-side electrification.

## Keywords

Chinese-Style Modernization, Carbon Peak and Carbon Neutral, New Electric Power System, User-Side Electrification

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

党的二十大明确提出：“从现在起，中国共产党的中心任务就是团结带领全国各族人民全面建成社会主义现代化强国、实现第二个百年奋斗目标，以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴。”电气化是指在工农业生产和城乡人民生活中普遍地使用电力，是现代文明进步的重要标志[1]。用户侧电气化(又称终端用电电气化)是指工业、建筑、交通以及居民用能等终端用能领域普遍地使用电力，是一个国家电气化水平的重要组成部分，是衡量一个国家现代化发展水平的重要标准。再电气化是实现碳达峰、碳中和的必然选择[2] [3]。近年来，我国电能占终端能源消费的比重保持较快提升，1980~2021年，我国电能占终端能源消费的比重提高23.8个百分点，在主要国家中增幅最大。2021年，我国电能占终端能源消费比重约26.9%，较上年提高1.4个百分点，同比增幅达到近5年来的最高水平，在全球主要国家中位居前列[4]。我国2022年人均用电量约6120千瓦时，是世界水平的1.7倍。人均生活用电量约948千瓦时，占人均用电量的15.5%。中国人均生活用电量及比重均显著低于发达国家工业化初期水平。从用电结构看，中国第二产业用电量长期在70%左右，近年来下降到70%以下，2022年达到66%。以上指标表明中国作为世界制造业大国为全世界经济增长作出了重大贡献，但总体看仍然处于工业化中后期。

## 2. 我国用户侧电气化发展研究现状

目前关于用户侧电气化发展的研究主要集中在评价指标体系及提升路径两方面。文献[5]以指标体系为引导对中国电气化发展进行了分析，指出我国在电能占终端能源消费比重等指标上达到世界先进水平；文献[6]量化分析了终端电气化率指标变化趋势并针对工业、建筑、交通三大重点领域分别提出了其中长期推进路径；文献[7]以电能替代系统为研究对象，从政府、电力公司和用户等相关利益方的角度全面研究电能替代项目的综合效益，并构建了计及多主体的电能替代综合效益评价指标体系。

以上研究成果为用户侧电气化发展奠定了坚实的研究基础。当前，随着中国式现代化、双碳目标等一系列国家发展战略的提出以及技术水平的不断提升，亟需深入研究分析新的时代背景下用户侧电气化发展面临的机遇与挑战。为此，本文研究了中国式现代化背景下用户侧电气化发展面临的机遇与挑战，并分析了工业、交通、建筑等重点领域电气化发展潜力。

## 3. 中国式现代化背景下用户侧电气化发展面临的机遇

中国式现代化是人口规模巨大的现代化，是全体人民共同富裕的现代化，是物质文明和精神文明相

协调的现代化，是人与自然和谐共生的现代化，是走和平发展道路的现代化[8]，为用户侧电气化提供了更好的发展机遇。

1) 绿色低碳成为发展要求，高度电气化具备政策支持。

促进人与自然和谐共生，必须坚持以习近平生态文明思想为指引，推动经济社会发展全面绿色转型，形成人与自然和谐发展现代化建设新格局。《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》、《2030年前碳达峰行动方案》等政策对工业领域、交通领域、建筑领域以及居民生活分别提出了明确的绿色低碳发展要求。例如：工业领域要加快推进低碳工艺革新和数字化转型；交通领域要积极推进铁路电气化改造、促进船舶靠港使用岸电常态化；建筑领域要加快推进超低能耗、近零能耗、低碳建筑规模化发展，加快推动建筑用能电气化和低碳化；居民生活要加强资源综合利用，加快形成绿色生产生活方式。中国式现代化发展目标为改善我国能源消费结构、提高电能占终端能源消费比重提供了坚实的政策支撑。

2) 电能替代技术加快发展，高度电气化具备技术支撑。

中国式现代化下的“双碳”目标需要破解经济增长与环境协调发展的难题。电能替代是终端用户侧减碳的重要措施。2023年4月，国家能源局印发《2023年能源工作指导意见》(以下简称《指导意见》)指出要提升生产生活用能电气化水平，重点推进工业、建筑、交通等领域清洁低碳转型。在政策的鼓励与支持下，工业、交通、建筑等领域都在积极推进电能替代关键技术与装备研发。在以电代煤、以电代气方面，主要技术包括电炊具、电暖器、电锅炉、电窑炉、电热膜、电热地板、热泵等各类炊事设备、蒸汽设备、采暖设备的电能替代；在以电代油方面，主要技术包括电动汽车、抽水灌溉、港口岸电、机场地电、电机驱动等载运工具、动力传动系统的电能替代；在产销融合互动方面，主要技术包括智能用电、需求侧响应、虚拟电厂、零碳建筑等。中国式现代化发展目标为推进工业、交通、建筑等高能耗领域加快研究清洁低碳技术提供了内在动力，使用户侧电气化发展具备了技术可行性。

3) 基础设施服务加强保障，高度电气化具备坚实基础。

全体人民共同富裕的现代化不能只是少数人富裕，而是要全体人民共同富裕。在全体人民共同富裕的目标指引下，国家大力推进乡村振兴，农村电网得到持续巩固提升，基础设施短板不断补齐，稳步推进整县屋顶分布式光伏开发试点，组织开展“千乡万村驭风行动”、“千家万户沐光行动”等，促进农村用能清洁化。同时，因地制宜推动生物质能、地热能、太阳能供暖，在保障能源安全稳定供应基础上有序开展新能源替代散煤行动，促进农村清洁取暖、农业清洁生产。深入推进秸秆综合利用和畜禽粪污资源化利用。制定符合生物质燃烧特性的专用设备技术标准，推广利用生物质成型燃料。中国式现代化发展目标为能源消费侧转型、农村用能清洁化、提高人均生活用电量提供了良好的基础保障。

#### 4. 中国式现代化背景下用户侧电气化发展面临的挑战

1) 电气化发展与经济效益相互平衡难度大

“以电代煤”、“以电代油”、“以电代气”等电能替代技术是工业、建筑、交通等高耗能领域电气化发展的主要路径。然而，电能替代对企业的经济效益影响较大，在很大程度上阻碍了钢铁、化工、交通、清洁供暖等高耗能领域电气化发展进程。一方面，电能替代往往具有一次性投资大、投资回报周期长、经济效益受初投资影响大等特点；另一方面，电能替代后企业的生产成本将主要由用电成本构成，以电解铝为例，当前其用电成本在电解铝生产成本中占比已达到45%~50%，企业经济效益受电价影响程度将进一步增大。因此，如何在推进电气化发展的同时提高企业的经济效益是用户侧电气化发展面临的主要挑战之一。

2) 与电气化发展相适应的市场机制不健全

以新能源为主的新型电力系统背景下，需要充分调动负荷侧的灵活性才能更好的平抑新能源的随机性、波动性给电力系统安全稳定运行带来的影响。然而，目前的电力市场机制对需求侧响应考虑尚不充分，可中断电价、峰谷分时电价等需求侧响应机制仅在部分省份试行，且用户准入门槛高，可参与的用户较少，负荷侧资源主动参与系统调节的积极性不高，对提高新能源消纳能力贡献有限。因此，如何建立可以充分调动终端用户灵活响应能力的市场机制是用户侧电气化发展面临的又一挑战。

### 3) 新能源发展对用户供电可靠性的影响大

工业、交通、建筑等高耗能领域的大部分生产环节、工艺流程对供电可靠性要求较高。随着电能替代技术的推进，用户侧对电能的依赖度将更高。然而，电源侧随着新能源渗透率的增加、火电的逐步退出，电力供应的随机性、波动性、不可调节性等特征将更加突出，电力实时平衡难度加大。因此，随着以新能源为主体的新型电力系统的构建，用户侧大范围电能替代后，如何保障用户供电可靠性及电能质量进而保证经济社会稳定发展为用户侧电气化发展面临的一大挑战。

## 5. 重点领域用户侧电气化发展潜力分析

### 1) 工业领域电气化发展潜力分析

目前，电力消费主要集中在工业领域。其中，钢铁(属于黑色金属冶炼行业)、有色金属、建材(属于非金属矿物制品业)、化工四大高载能行业能源消费总量占工业终端能源消费总量近 70%，是工业领域电气化的重点领域。从电气化发展潜力看，2021 年，工业部门用电占终端能源消费比重 26.2%，较全球平均水平低 2.3 个百分点，较日本等世界先进水平低约 10 个百分点，有较大提升空间。其中，非金属矿物行业有 10 个百分点的提升空间，钢铁行业、化工行业、食品与烟草行业电能消费占比均有近 20 个百分点的提升空间；造纸与印刷行业、纺织与皮革有 30 个百分点的提升空间。

### 2) 交通领域电气化发展潜力分析

交通运输是碳排放的主要领域之一，交通领域电气化是减少化石能源碳排放的重要途径。目前，我国交通部门是以公路为主，公路能耗占交通总能耗的 80%以上，客运、货运能耗比约为 1:3，消耗能源主要为汽油、柴油等石油制品，电气化率不足 4%，碳排放量和污染物排放均较高。电气化铁路、电动汽车、氢燃料电池汽车均具有显著提升空间。

### 3) 建筑领域电气化发展潜力分析

我国建筑领域煤炭消耗目前已经进入平台期，用电占比不断攀升，建筑能源消费结构发生显著变化，电能成为建筑最主要的能源类型之一。2021 年，建筑领域实际煤炭消耗量约为 10.6 亿 t，其中，电力煤炭消耗 5.3 亿 t，占比约 60%；终端用电量为 21283 亿 kWh，呈现不断增长态势。供暖、电器、制冷等方面用电增长潜力巨大。

## 6. 结论与建议

本文研究了中国式现代化背景下，用户侧电气化发展面临的机遇与挑战，并分析了重点领域用户侧电气化发展潜力。中国式现代化为用户侧电气化发展提供了政策支持、促进了电能替代技术发展、强化了基础设施服务保障，但同时也带来了与经济效益平衡难度大、市场机制尚不健全、供电可靠性难以保证等挑战。

当前，工业、交通、建筑领域电气化发展潜力仍有较大发展空间，建议：一方面，进一步建立健全用户侧电气化发展体制机制，政府部门、研究机构、电力企业、终端电力用户等各相关单位加强沟通协同，充分释放用户侧电气化发展潜力。另一方面，通过制定合理的电价机制、鼓励用户参与电力市场等方式，提高需求侧响应能力，实现供需协同，促进双碳目标的实现，助力中国式现代化建设。

---

## 参考文献

- [1] 冀瑞杰. 新时代电气化发展特征及实施路径[J]. 中国电力企业管理, 2020(25): 40-43.
- [2] 舒印彪. 再电气化是实现碳中和的必然选择[J]. 中国电力企业管理, 2023(7): 68-70.
- [3] 中国电气化年度发展报告 2022 [R]. 北京: 中国电力企业联合会, 2023.
- [4] 刘天阳, 谢典, 刘美, 等. 再电气化是实现碳中和的关键路径[J]. 中国电力企业管理, 2022(4): 63-64.
- [5] 王志轩. 新中国电气化发展七十年[J]. 中国能源, 2019, 41(10): 9-17.
- [6] 张运洲, 鲁刚, 王芑, 等. 能源安全新战略下能源清洁化率和终端电气化率提升路径分析[J]. 中国电力, 2020, 53(2): 1-8.
- [7] 刘心仪. 多方合作视角下电能替代效益评价与博弈均衡分析[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学(北京), 2022.
- [8] 葛浩阳. 中国式现代化的世界意义[N]. 中国社会科学报, 2023-05-29(008).