

## 思想市场

美国油气管道遭遇网络攻击的启示——

# 应急和恢复预案是能源网络安全建设重点

■刘键烨 刘睿 李祖新

美国汽油零售价格变化图 (2014.01-2021.05.17)



5月7日，美国最大的油气管道运营商Colonial Pipeline(以下简称CP公司)遭遇黑客组织“黑暗面”(DarkSide)网络勒索攻击，被迫主动切断系统的网络连接，使运输暂停。该管道系统连接得克萨斯州休斯顿和新泽西州林登，每天输送超过1亿加仑(约3.78亿升)燃料，跨度达5500多英里。本次事件导致美国东海岸45%的汽油、柴油等燃料供应受到影响。两天后，美国政府首次因该网络攻击事件宣布17个州和华盛顿特区进入国家紧急状态。

### 深刻冲击美国经济社会

造成能源价格大幅上涨。截至5月17

## 行业前沿

# 碳中和赋予农村能源转型新内涵

■曾鸣 王永利 宋福浩

脱贫攻坚目标达成后，我国“三农”工作重点向全面推进乡村振兴战略转移，农村能源转型是促进农村产业发展和农村生态治理的主要手段，更是实现乡村振兴战略的重要基础。据统计，2018年我国农村能源共消耗约5.9亿吨标准煤，能源消费结构以煤炭为主，二氧化碳排放量较大。在碳达峰、碳中和双碳目标与乡村振兴战略的双重历史责任下，农村能源转型迫在眉睫。



安徽省庐江县罗河镇光伏发电项目。丁文康/摄

### 农村能源转型面临多重挑战

农村能源消费主要包括炊事、取暖、照明等生活用能，以及农林牧渔业等生产用能。农村具有居民分布分散、消费能力不高、环保意识不强等特征，导致农村能源转型过程中面临如下问题：

农村能源消费结构不合理，空气污染物排放量大。近年来，农村清洁能源消费占比逐渐提升，但受我国“富煤贫油少气”资源禀赋的影响，部分农村取暖、炊事仍以煤炭为主，散烧煤问题突出，二氧化硫排放量大。同时，农村生产生活过度依赖传统能源，其中，秸秆燃烧超低空排放、畜禽粪便处理不当等问题导致产生大量温室气体。

农村能源资源利用不充分，能源利用率低。农村拥有秸秆、畜禽粪便、林业剩余物等丰富的生物质资源，然而大多数农村尚未形成完善的生物质能利用模式，开发利用效率较低；农村拥有广阔的土地空间资源，具有发展风能、光伏发电、小水电等清洁能源的优势条件，但目前农村新能源装机容量不足，可再生能源利用率不高；农村居民分布分散，统一供能难度较大，未形成多能互补的能源供应模式，导致能源综合利用效率较低。

农村能源消费成本不经济，能源转型后劲不足。农村推广电能替代、燃气替代等措施，导致农民能源支出费用占总消费的比重增大，新能源发展虽短暂打破农村传统用能方式，但成本-效益无法有效对冲，使得农民能源消费承受能力不高，易引发“返煤”等现象，导致能源转型后劲不足。

农村能源基础设施不健全，能源转型保障缺乏。随着农业生产机械化规模变大及电能替代等政策推进，农村商品能源消耗量急速增加。但同时，农村配电容量较低，燃气管道、热力管道覆盖面较少，无法有效保障农村能源转型。

**农民参与能源转型意愿不积极，能源转型阻力大。**农民对碳达峰、碳中和双碳目标的历史责任认知还不够，受农村传统生活习惯影响，炊事、取暖方式转变意愿不强，能源转型阻力较大。

### 通过去中心化模式实现清洁转型

农村能源是满足农民生活、发展农业、改善农村环境的重要保障，是践行乡村振兴战略的重要基础。在碳达峰、碳中和双碳目标要求下，我国能源将呈现“清洁化、综合化、智能化、去中心化”的发展趋势，建议我国农村秉承综合化发展理念、智能化发展手段、去中心化发展模式，实现用能清洁化转型。

**推动农村清洁能源利用工程，提升清洁能源消费占比。**以农村广阔的土地、屋顶空间为载体，充分利用生物质、地热、风、光、小水电等清洁能源资源。其中，生物质是我国农村能源体系中的特色资源，应大力开展生物质发电、生物质燃气等清洁取暖、炊事用能技术，完善秸秆、畜禽粪便等生物质能收储运体系；逐步推进分布式风电、光伏、光热、地源热泵等清洁供能设备建设，完善农村清洁能源消费体系，提升清洁能源消费占比。

**发展农村综合能源系统，提高能源利用效率。**充分考虑农村发展程度、负荷特征、资源禀赋等因素的差异化，紧紧围绕用能效率提高、供能可靠性提高及用户用能成本降低、碳排放降低和其他污染物排放降低的“两高三低”目标，因地制宜构建不同供需结构的农村综合能源系统，实现农村冷、热、电、气协调供应。

通过打造农村综合能源系统的典型应用场景、可普及的利用方式，逐步推广“纵向源网荷储协调，横向多能互补”的综合供能模式。针对居住分散式农村，创新小型储能(储电、储热)的应用场景，以“光热采暖+电锅炉+储热”“光伏+储能”等多能协调场

景为主要能源供给结构；针对居住集中式农村，构建以电能为核心、生物质能为主要利用手段的农村综合能源系统，从多能耦合的角度提升能源利用效率。

**优化农村能源供需结构，降低能源消费成本。**农村能源需求具有负荷平稳、能源品种不高的特征。在需求侧，应进一步提升清洁能源消费占比，逐步提高农民用能设备的智能化水平，通过需求侧管理手段引导农民用能需求；在供给侧，保障农民基本用能需求，进而优化农村能源供需结构，为不同用户提供差异化的能源供给策略，逐步降低农民能源消费成本。

**加快农村能源基础设施建设，保障能源顺利转型。**推动农网改造及燃气管网、热力管网进村工程，进一步完善农住房改造工程，为农村能源转型提供基础。同时，加大宣传力度，宣传碳达峰、碳中和双碳目标的个人责任，提升农民主动转型的意愿，保障农村能源清洁化转型。

### 能源转型是乡村振兴的重要环节

在碳达峰、碳中和双碳目标与乡村振兴的双重历史责任下，农村能源转型需以“四个关系”为指导思想：

制、责任制等方面不同于美国，但美国此次能源网络安全事件的影响仍不容小觑。笔者通过对此次美国油气管网遭遇网络攻击事件进行分析，提出我国能源网络安全建设的建议：

**以数字化手段加强能源基础设施网络安全建设。**4月20日，美国能源部启动提振能源供应链网络安全的“百日计划”，主要集中在电力公用事业工业控制系统(ICS)的网络安全方面，将推动美国能源事业网络安全防御现代化，着重提升美国能源产业链感知和响应的敏捷性。

对于我国能源需求实时态势感知和供给实时响应平衡而言，应加快应用5G、北斗等通信网络基础设施+数据中台、人工智能、云计算等数字化技术，全方位提升网络安全水平；依托数字化转型，推动能源基础设施与网络基础设施紧密融合、数据资源价值充分挖掘、能源利用效率有效提升、运营机制与模式创新的新数字化技术升级，为能源行业安全网络建设及综合能效提升提供基础设施、业务、要素、机制和技术等全方位保障。

我国能源基础设施网络安全须重视建设的完备性。我国能源行业正处于数字化转型阶段，在智慧矿山、智慧油田、智能加油站、数字电网等新一代能源基础设施建设过程中，需从硬件和软件两个维度推动网络安全建设的完备性。

其中，在硬件设施建设方面，应从人才队伍建设、数据隐私保护技术、系统稳健安全监测、防御完备有效测试等方面加强能

源网络安全防护能力；在软性理念建设方面，要从网络本身属性出发，重视数据的保管意识、网络安全规范理念、配套制度设计落实，而非仅把数字化网络安全局限于服务物理设施的平稳安全运行上。

加强能源网络安全的应急预案和恢复预案体系。面对网络攻击、数据劫持等多种突发情况，应建立多场景的应急止损预案和快速恢复预案。相较于美国，我国社会对能源电力行业的保暖保供期待高、容忍度低。因此，在面对类似美国能源网络遭遇攻击的安全事件时，既要做好资源调配、内部联动、政府协同的立即止损专项预案，同时也应做好心理疏导、舆情引导、流程督导的快速恢复专项预案，确保更加敏捷高效地事件响应和能源保障恢复。

推动能源网络安全防护全产业链全生态协同。产业链上下游企业的网络安全应急能力也是能源电力网络安全的重要组成部分，应在政府统筹协调下，加强上下游产业链的网络安全平台及生态建设，并建设一支具有网络协同对抗能力的安全队伍。

能源类中央企业应承担行业龙头社会责任，从硬件系统建设和软件网络运营两方面提出全产业链甚至能源生态圈网络安全的标志性解决方案，从硬件系统接口、协议到软件运维技术、标准提出相关意见、规范，辅助产业链上下游网络安全协同，加强整体的网络防护能力。

(刘键烨、刘睿供职于国网能源研究院，李祖新供职于中国石油科学技术研究院)

式；突出政府监管作用，严禁“市场万能论”“唯市场论”等论调，防止能源建设破坏耕地红线，保护乡村生态环境。

处理好农村能源转型发展阶段与能源消费支出之间的关系。农村能源转型不能一蹴而就，应以短期目标与长期目标为主线，合理规划农村能源转型各阶段的重要任务，保证能源转型各个发展阶段农民能源消费水平均在可接受范围之内。其中，能源转型初始阶段应给予适当补贴，引导农民清洁用能；能源转型中后期阶段应逐步削减或取消财政补贴，利用多能互补模式降低能源消费成本，从而降低农民能源消

费支出。

未来，我国农村将大力发展生物质能与地热能技术，同时，进一步提升农村分布式光伏、风电等清洁能源装机量。需紧紧围绕农村能源转型的短期目标与长期目标，因地制宜发展以电能为中心，以生物质能为主要利用手段的农村综合能源系统。通过农村能源转型助力实现“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的乡村振兴战略，并为我国碳达峰、碳中和双碳目标作出贡献。

(作者均供职于华北电力大学能源互联网研究中心)