

新型电力系统建设对电力工程技术人员知识结构更新的倒逼机制

王 勇

银川农村电力服务有限公司 宁夏 银川 750001

摘 要：在全球能源转型与“双碳”目标驱动下，我国正加速构建以新能源为主体的新型电力系统。这一系统性变革不仅重构了电力系统的物理形态与运行逻辑，更对传统电力工程技术人员知识结构提出了前所未有的挑战。本文从理论层面深入剖析新型电力系统的核心特征与技术要求，并以此为基础，系统论述其对电力工程技术人员知识体系形成的“倒逼机制”。文章首先阐释了新型电力系统的内涵、基本特征及关键技术构成；其次，对比分析了传统与新型知识结构的根本差异；进而，从技术迭代、安全挑战、市场机制和政策法规四个维度，详细论证了倒逼机制的具体表现形式；最后，探讨了在该机制作用下，构建终身学习体系、优化继续教育模式以及重塑人才培养范式的必要性与路径。研究表明，唯有主动适应并积极回应这一倒逼机制，才能为新型电力系统的高质量建设提供坚实的人才保障。

关键词：新型电力系统；电力工程技术人员；知识结构；倒逼机制

引言

2021年3月，中央财经委员会第九次会议首次提出“构建以新能源为主体的新型电力系统”，标志着我国能源革命进入新阶段。随后，《加快构建新型电力系统行动方案（2024—2027年）》等政策文件进一步明确了建设路径。新型电力系统是一场系统性重构，以“清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能”为目标，核心特征包括高比例可再生能源接入、大规模电力电子设备应用、源网荷储深度互动及多能互补。这一转型对电力工程技术人员提出全新挑战：传统知识体系围绕同步发电机主导的交流电网，侧重机电暂态分析、继电保护与调度控制；而新型系统强调电力电子化、数字化与智能化，其动态特性、稳定机理和调控方式发生根本变化，原有能力难以应对复杂性与不确定性。在此背景下，“倒逼机制”凸显——即外部变革通过技术、安全、市场与政策等多重压力，强制推动技术人员更新知识结构。本文旨在系统解构该倒逼机制的内在逻辑与外在表现，为电力行业人才队伍建设提供理论支撑与实践指导。

1 新型电力系统的核心特征与技术要求

1.1 核心特征

要理解知识结构更新的必要性，首先必须深刻把握新型电力系统本身的内涵与要求。根据国家能源局发布的《新型电力系统发展蓝皮书》及相关权威论述，新型电力系统具有以下五大核心特征：（1）清洁低碳：以风电、光伏等可再生能源为主体，电源结构由集中式转向

集中与分布式并举，带来显著波动性与间歇性，亟需提升系统调节能力。（2）安全充裕：高比例电力电子设备改变了系统动态特性，传统稳定性问题演变为宽频振荡、连锁故障等新风险；同时需应对极端天气、网络攻击等非传统威胁，强化系统韧性与自愈能力。（3）灵活高效：通过源网荷储协同挖掘灵活性资源——煤电转型为调节性电源，电网应用柔性输电技术，负荷侧发展虚拟电厂与需求响应，储能侧规模化部署多类型技术，实现跨时空、多尺度资源优化配置^[1]。（4）智能友好：依托物联网、大数据、AI等技术构建数字孪生电网，实现全环节感知、预测、决策与控制，提升运行效率并提供个性化用能服务。（5）开放互动：打破传统封闭模式，引入分布式能源、储能、聚合商等多元主体，建设适应新能源的电力现货、辅助服务与容量市场，并推动电、热、冷、气、氢等多能互补，形成综合能源系统。这五大特征共同驱动技术人员知识体系向跨学科、系统化、智能化方向深度重构。

1.2 技术要求

上述特征共同决定了新型电力系统对技术的复合性要求。其关键技术领域包括但不限于：（1）高比例新能源发电与并网技术：如新能源集群建模、主动支撑控制、构网型（Grid-Forming）变流器技术。（2）先进输配电技术：如特高压交直流混联电网、柔性直流电网、智能配电网。（3）大规模储能与多能互补技术：如长时储能、混合储能系统、综合能源系统协同优化。（4）电力系统数字化与智能化技术：如电力物联网、云边端协同计算、人

工智能在调度、运维、规划中的应用。(5) 电力市场与需求侧响应技术: 如电力市场出清算法、虚拟电厂聚合与交易、精准负荷控制。这些技术领域的交叉融合, 构成了一个远比传统电力系统复杂得多的知识图谱, 对从业人员的知识广度与深度都提出了全新要求。

2 传统与新型知识结构的根本差异

电力工程技术人员的传统知识结构是在以同步发电机为核心的交流电网长期发展中形成的, 具有鲜明的时代烙印。其核心支柱主要包括电路理论、电机学、电力系统分析(潮流、短路、稳定)、继电保护原理、高压技术、电力电子技术(侧重于工业应用)等。这种知识结构的特点是强理论、重稳态、偏机电, 强调对确定性物理规律的掌握和应用。相比之下, 新型电力系统所要求的知识结构则呈现出跨学科、重动态、偏数智的新特征。

2.1 知识广度的拓展: 从单一学科到交叉融合

在新型电力系统中, 技术人员需突破传统电气工程单一学科局限, 拓展跨学科知识: 掌握信息科学(如数据结构、网络与软件工程)以应用信息系统; 理解控制科学(如现代控制、鲁棒控制)以应对复杂电力电子与智能电网系统; 运用人工智能(如机器学习、深度学习)于负荷预测、故障诊断等场景; 了解经济学与电力市场规则以支持市场化技术决策; 并具备材料科学与化学基础, 尤其在储能与新型器件研发领域。知识体系正由单一走向交叉融合。

2.2 知识深度的迁移: 从稳态分析到动态仿真与宽频域认知

传统电力系统分析主要关注工频(50Hz)附近的机电暂态过程。而在新型电力系统中, 由于电力电子装备的快速开关特性, 系统的动态过程延伸至数百甚至数千赫兹的宽频域范围^[2]。技术人员不仅要掌握传统的暂态稳定分析, 更要理解电磁暂态(EMT)仿真、次/超同步振荡机理、谐波谐振等新问题。对系统动态行为的认知, 从“慢过程”扩展到了“快过程”, 从“低频”延伸到了“宽频”。

2.3 知识重心的转移: 从物理设备到数据与算法

在传统模式下, 技术人员的工作重心在于物理设备的设计、安装、调试与维护。而在数字化、智能化浪潮下, 工作的重心越来越多地转移到了数据和算法上。如何从海量的传感器数据中提取有价值的信息? 如何构建准确的数字孪生模型? 如何设计高效的优化与控制算法? 这些问题的答案不再仅仅依赖于电气工程知识, 而是更多地依赖于数据科学和计算机科学的方法论。技术

人员的角色正在从“设备医生”向“系统架构师”和“数据分析师”转变。

这种根本性的差异, 意味着旧有的知识体系已经无法有效支撑新型电力系统的规划、建设、运行与维护。知识结构的更新不再是锦上添花的选修课, 而是关乎个人职业发展和企业核心竞争力的必修课。

3 倒逼机制的具体表现形式

3.1 技术迭代的加速度倒逼持续学习

电力技术的迭代周期正在急剧缩短。十年前, 柔性直流输电还是前沿技术; 今天, 它已成为构建新型电力系统的关键支撑。同样, 人工智能在电力系统中的应用也从几年前的概念验证, 迅速走向了规模化部署。这种技术爆炸式的发展, 使得任何一套固定的知识体系都会在短时间内迅速过时。技术人员如果不能保持持续学习的状态, 紧跟技术发展的前沿, 就会很快在工作中陷入被动, 甚至被淘汰。这种来自技术本身快速演进的压力, 是最直接、最强烈的倒逼力量。

3.2 安全稳定的新挑战倒逼认知升级

新型电力系统带来了前所未有的安全稳定挑战。例如, 2021年美国得州大停电、近年来国内部分地区出现的新能源场站连锁脱网等事件, 都暴露出我们对新形态电力系统安全机理的认知尚不充分。传统的“N-1”安全准则、基于同步机惯量的稳定判据等, 在面对高比例电力电子系统时可能失效^[3]。技术人员必须升级其安全认知框架, 从单纯的设备安全、运行安全, 拓展到涵盖网络安全、数据安全、供应链安全在内的大安全观, 并掌握分析和应对新型安全风险的工具与方法。这种对更高层次安全保障的需求, 倒逼着知识结构向更深、更广的方向进化。

3.3 市场机制的复杂化倒逼角色转型

电力市场化改革与新型电力系统建设相辅相成。在现货市场、辅助服务市场等机制下, 发电、用电、储能等行为都直接与市场价格挂钩。一个技术决策(如机组启停、储能充放电策略)的背后, 往往伴随着复杂的经济性评估。这要求技术人员不能再仅仅从技术可行性角度思考问题, 而必须具备一定的市场思维和经济头脑。他们需要理解市场规则, 能够进行成本效益分析, 甚至参与到市场报价策略的制定中。这种从纯技术角色向“技术+经济”复合型角色的转型, 是对传统知识边界的重大突破, 也是一种强有力的倒逼。

3.4 政策法规的引导性倒逼制度保障

国家层面通过一系列政策法规, 为知识结构更新提供了制度性的引导和保障。《专业技术人员继续教育规

定》明确要求专业技术人员应当参加继续教育，以提升创新能力与专业水平。各地人社部门和能源主管部门也纷纷出台针对电力工程技术人员的继续教育科目指南，将新型电力系统、能源互联网、碳市场等前沿内容纳入必修或选修范畴。此外，职称评审、岗位聘用等人才评价体系也在逐步向新知识、新技能倾斜。这些自上而下的制度安排，将知识更新从个人自发行为转变为一种组织乃至行业的集体要求，形成了强大的制度性倒逼力。

4 应对倒逼机制的路径探索

面对这一系统性的倒逼机制，个体、企业和教育机构都需要采取积极的应对策略，共同构建一个支持知识结构持续更新的生态系统。

4.1 构建终身学习理念与体系

对于个体技术人员而言，必须彻底摒弃“一考定终身”或“一训管十年”的陈旧观念，牢固树立终身学习的理念。应将学习视为职业生涯的常态，主动规划个人的知识更新路径，利用在线课程、专业论坛、学术会议等多种渠道，持续追踪行业动态和技术前沿。企业也应鼓励和支持员工的学习行为，将其纳入绩效考核和职业发展规划，营造一种崇尚学习、尊重知识的企业文化^[4]。只有当学习成为一种内生的、自觉的行为，个体才能在这场知识结构的深刻变革中立于不败之地。

4.2 优化继续教育的内容与模式

现有的继续教育体系需要进行深度改革。在内容上，应紧密围绕新型电力系统的关键技术领域，开发模块化、专题化的高质量课程，避免泛泛而谈，确保内容的前沿性和实用性。在模式上，应充分利用数字化手段，推广线上线下融合（OMO）的教学模式，增加案例研讨、仿真实操、项目实战等互动性强、实践性高的环节，切实提升培训效果。单纯的理论灌输已无法满足需求，必须让学员在解决真实或模拟的复杂工程问题中，实现知识的内化和能力的迁移。同时，应加强与高校、科研院所的合作，引入最前沿的研究成果，确保继续教育内容能够紧跟科技发展的最前沿。

4.3 重塑高等教育与职业教育范式

长远来看，人才供给的源头——高等教育和职业教

育必须进行前瞻性调整。高校的电气工程专业课程体系应进行重构，打破学科壁垒，增加人工智能、数据科学、能源经济学等交叉课程的比重，并强化学生的系统思维和解决复杂工程问题的能力。教学方法也应从知识传授为主，转向以能力培养为核心，更多地采用项目式学习、研究性学习等方式。职业院校则应更加注重技能的实用性和时效性，与企业深度合作，开展订单式培养，确保毕业生的知识技能与产业需求无缝对接。通过源头上的改革，可以为未来电力行业输送一批生来就具备新型知识结构的新生力量，从根本上缓解倒逼机制带来的阵痛。

5 结语

新型电力系统建设是一场深刻的能源革命，它不仅重塑了电网的物理形态，更以其强大的倒逼机制，深刻地改变着电力工程技术人员的知识世界。这一机制源于技术迭代的加速度、安全挑战的新形态、市场机制的复杂化以及政策法规的引导性，共同指向一个结论：知识结构的静态固化已成为过去，动态更新与跨界融合是未来的必然选择。应对这一挑战，需要个人、组织和社会的共同努力。唯有建立起一个支持终身学习、鼓励知识创新、促进跨界融合的良性生态，才能确保电力工程技术人员队伍能够与时俱进，为新型电力系统的安全、高效、高质量建设提供源源不断的智力支持。这不仅是技术问题，更是关乎国家能源安全和“双碳”战略能否顺利实现的重大课题。

参考文献

- [1]姚宇,王婷.新型电力系统下电力工程建设人才培养模式研究[J].中国电力企业管理,2026,(09):66-67.
- [2]张镕识,李宏岩.新型电力系统下青年人才三级培养体系建设[C]//中国电力企业管理创新实践(2025年).国网吉林省电力有限公司辽源供电公司,2026:190-193.
- [3]梁薇薇.新型电力系统背景下新能源项目复合型技能人才培养路径探索[J].知识经济,2026,(11):139-142.
- [4]筑牢能源安全根基赋能新型电力系统助力企业高质量发展[J].广西电业,2026,(Z1):30-32.