

# 新型电力系统背景下的输变配电 数字化转型探讨

刘超群

(国网吉林省电力有限公司蛟河市供电公司, 吉林省 吉林市 132500)

**摘要** 新型电力系统主要以新能源为主体, 旨在构建清洁低碳安全高效的能源体系, 提高能源的利用效率。在新型电力系统背景下, 数字化输变配电设备将承担重要的角色, 需要电力企业全面推进输变配电数字化转型, 来提升新能源电量的消纳能力。本文即对新型电力系统背景下的输变配电数字化转型现状进行了分析, 并对其数字化转型路径进行了探讨, 以期为加快电力系统输变配电数字化转型步伐提供借鉴, 从而提升电力企业核心竞争力。

**关键词** 新型电力系统; 输变配电; 数字化转型

中图分类号: TM7

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)07-0073-03

新型电力系统具有清洁低碳、安全高效、供需协同、可持续发展等特点, 在新型电力系统中, 新能源、智能电网、储能技术等都得到了充分的应用。在新型电力系统背景下, 我国新能源装机规模不断增长, 给输变配电系统的安全稳定运行带来了巨大的挑战。电力企业只有加快输变配电数字化转型步伐, 提高电力设备的数字化、自动化、智能化水平, 才能促进电力企业的高质量发展, 进而助力新型电力系统的构建。

## 1 新型电力系统背景下输变配电数字化转型的必要性

### 1.1 新型电力系统能源结构清洁化、绿色化发展要求

新型电力系统背景下, “双碳”政策逐渐推进, 对可再生能源的应用规模扩大, 大型风电场所和大规模分布式新能源设备的应用大幅度增多, 逐步取代了传统能源发电厂, 能源结构逐渐从传统能源为主向新能源为主方向转变。相较于传统能源, 太阳能、风能等可再生资源具有资源充足、无污染、能量分散、清洁度高等优点, 但是由于其具有间歇性、随机性等特征, 在接入配电网后, 会对配电网的安全稳定运行带来一定的影响, 例如对输变配电的监测和控制产生影响, 造成“孤岛”现象的发生, 对能源远距离传输和消纳能力等也都产生了影响<sup>[1]</sup>。因此, 需要对输变配电进行数字化转型, 以适应新型电力系统的快速发展。

### 1.2 新型电力系统智能化、自主化发展要求

新型电力系统具有智能化和自主化特点, 不仅能够充分利用大数据、云计算、物联网等的技术优势,

建立数字化管理平台, 对电能的流动及变化进行追踪和管理, 还能够与用户端建立联系, 实现用户端对电能使用情况的实时监测和管理, 更能够采用分布式能源供给方式, 使用户配电更加合理。新型电力系统的智能化、自主化发展特点, 对输变配电提出了更高的要求, 需要其进行数字化转型, 才能适应新型电力系统下各类先进数字化、智能化技术的应用。

### 1.3 新型电力系统供电模式发展要求

新型电力系统背景下, 大数据、人工智能、物联网等先进数字信息技术在电力系统各环节当中得到了广泛的应用, 供电模式逐渐向着“以供需变化为依据进行双向灵活调配”方向发展, 用户对能源消费的自主权更大, 主动性更强。在此过程中, 对输变配电数字化技术的应用要求更高, 需要运用数字化技术, 对用电量需求进行准确预测、对电量资源进行灵活调配、对用户用电情况进行监测等, 输变配电数字化转型成为新型电力系统发展的必然要求。

## 2 新型电力系统背景下输变配电数字化转型关键技术

### 2.1 数字化模型构建技术

随着科学技术的不断发展, 数字化模型构建技术逐渐成熟, 在电力企业输电、变电、配电中的应用也趋于广泛, 实现了输变配电设备资产的高精度三维建模。而在新型电力系统背景下, 新能源风电、光伏场站等的建设, 逐渐向着智能电网方向发展, 其不仅对输电、变电、配电要求较高, 也为数字化模型构建技术的应用提供了条件。在实际转型过程中, 数字化模

型构建技术的应用，能够通过对输电、变电、配电运维一体化过程的建模，提前发现其中存在的问题并对其进行优化处理，同时对电网运维、作业风险管控等提供精准的空间基准信息，以满足新型电力系统背景下输变配电运行对空间信息的需求<sup>[2]</sup>。

## 2.2 先进传感技术

新型电力系统背景下，大量的新能源、电力设备等被接入电力系统当中，电力系统在输变配电运行过程中，需要对电力设备状态、外部运行环境等具有较强的感知能力，才能确保电力系统的安全可靠运行。在此过程中，输变配电数字化转型必然要引进先进传感技术，例如，超声流速传感装置、光纤压力传感装置、微水传感装置等，利用智能传感器，来实现输变配电的智能感知、智能监测和智能控制。随着通信技术、光学技术、材料技术、集成技术等快速发展，传感技术的发展将会更加先进，传感装置将会向着更高精度、高可靠、快响应、微型化等方面发展，对输变配电各环节中的电力设备的运行状态进行全面感知将成为现实。

## 2.3 无人化智能运维技术

新型电力系统背景下，受区域等因素影响，能源的生产、供给等将会更加分散，传统的输变配电运维方式已经无法满足电网的生产需求，需要对电力设备的操作、巡视、检修、运行等作业方式进行创新。在此背景下，无人化智能运维技术应运而生，解决了输变配电运维等对人力物力的需求，实现了电力设备的智能化巡视、程序化操作等目的，少人化、无人化作业不仅降低了电力企业的生产成本，还提高了输变配电作业的安全性。除此之外，数字化技术、智能技术、运维技术等深度融合，更是为无人化智能运维技术提供了技术支撑，有效解决了输变配电在新型电力系统背景下运维人员少、距离远、操作多、巡视多等问题。

## 2.4 多源信息融合技术

传统电力系统下，对输变配电运维各环节的监测主要以特定电力设备为对象，所设置的监测参数也是以特定电力设备为主，工作人员所获得的监测数据之间相互独立，信息呈割裂状态，无法对其进行综合利用。而在新型电力系统下，新能源广泛接入，设备节点更加多元化，信息与能源深度耦合，输变配电系统在运行时面临的不确定性增加，特定的监测方式显然已经无法全面掌握设备的运行状态，多源信息融合成为输变配电数字化转型的必然<sup>[3]</sup>。多源信息融合技术不仅能够将电力企业输变配电中的各类设备的在线监

测、离线数据、运行工况、巡视维护等的数据进行融合，还能够对气候、水文地质等环境信息进行融合，从而构建电力设备全息状态监测网络，对电力设备的整个生命周期进行监测，让工作人员对电力设备状态的掌握更加精准。

## 2.5 数字孪生技术

数字孪生技术即在数字化模型构建技术、先进传感技术、多源信息融合技术等的基础上，对输变配电各类设备的运行状态进行仿真的过程。数字孪生技术在输变配电数字化转型中的应用，能够通过输变配电运行状态、运行环境等各类数据以及建模实景数据的提供，利用三维可视化仿真模型，将输变配电的全要素涵盖在模型当中，从而对各类设备的运维等作业情况进行还原，工作人员可以结合大数据、物联网、人工智能等技术，对各类设备的运行状态进行判断、预测、预警等，有利于新型电力系统的设计和优化，进而提高新能源的生产效率。

## 3 新型电力系统背景下输变配电数字化转型现状

输变配电数字化转型的主要目的是提高风能、太阳能等可再生能源的消纳能力，实现源网荷储的高效互动，确保新型电力系统的稳定可靠运行，提高新能源的利用效率。目前，在新型电力系统背景下，输变配电数字化转型正在如火如荼的进行当中，数字化技术应用效果显著。

### 3.1 输电线路数字化转型现状

近年来，为了适应新型电力系统发展，电力企业加快了输电线路数字化转型脚步，以输电全景监控为中心，构建“智能巡检+集中监控”新模式，以进一步提升输电线路的运维质效。第一，电力企业积极引进智能巡检技术和状态感知技术，通过无人机等对线路杆塔等进行全方位的拍摄，实现输电线路运行状态及其运行环境的实时动态监测，实时获取相关数据，在发现异常和安全隐患后及时对其进行处理，确保输电线路的安全性和可靠性。同时，通过统一的信息化平台建设和可视化技术的应用，对输电线路及通道环境现场进行可视化监测，及时发现输电线路部件异常、环境通道异常等情况，并及时对其采取相应措施。第二，电力企业通过输电运检管理平台的建设，对输电线路的运行进行全流程管控，在获取到相关信息后对输电线路的状态情况进行自动计算、分析、评估和诊断，一旦发现异常自动发出故障预警。除此之外，通过数据计算和分析，还能够对输电线路的运行情况进行预测，大大提高了输电运维工作的效率，有效保障了输

电线路的安全性。第三,电力企业输电数字化转型,实现了输电系统与生产管理、调度、变电、配电等系统之间数据的共享,打通了生产与管理之间的壁垒,为输电线路状态检修、线路优化设计等决策的进行提供了数据依据,也有助于输电班组运维的提质增效。

### 3.2 变电数字化转型现状

随着科学技术的发展,电力企业不断引进新技术,实现了业务流程在线化、设备状态可视化、倒闸操作顺控化等的数字化功能,将变电运维与数字化转型深度融合在一起。第一,采用远程智能巡视、人工巡视相结合的方式,对变电设备进行全方位巡视,实现设备巡视点位全覆盖,有效保障设备巡视质量,确保变电设备的安全稳定运行<sup>[4]</sup>。第二,建立数字化集控平台,实现变电站设备的巡视、顺控操作、防误闭锁的监测和控制。第三,通过智能识别技术,对工器具的安全使用进行智能管理,一是在取用工器具时通过人脸识别提高安全性;二是对取用工器具的全过程进行痕迹化管理,做到源头可追溯。

### 3.3 配电数字化转型

目前,在新型电力系统背景下,我国电力企业配电系统通过数字化转型,逐步实现了对配电网设备的智能管理、智能调节、智能分配等功能。一是可以根据用户对能源的实际需要,对电网的输出功率、电压、频率等参数进行监测并调整,使能源的分配适应各种情况下的电力需求;二是可以通过远程监控、智能预警等数字化监测手段,对配电设备进行动态监测,在出现异常时自动预警,自动切换备用电源,确保电能质量。三是可以通过大数据挖掘技术、智能算法等方式,对配电系统进行实时监测和精细化管理,降低能源的浪费,达到节能减排目的。

## 4 新型电力系统背景下输变配电数字化转型路径

### 4.1 打造数字化统一平台

新型电力系统背景下,电力能源数据大量增多,为了提高各项数据的利用效率,打破信息孤岛难题,电力企业应建立输变配电数字化统一平台,将信息技术与电力业务处理与需求紧密结合,同时将输电、变电、配电各环节接入平台当中,实现电网全链条数字化管理,打通电力企业内外部数据壁垒,深挖电力数据价值,助力电力企业不断突破业务发展瓶颈,提高新型电力系统的运行效率。例如,通过数字化平台,利用大数据、智能分析、视频监控等信息技术,对输电、变电、配电各类生产作业安全风险进行有效管控,一方面对班组人员安全准入、值班管理等情况进行安全管理;

另一方面对工器具领取、使用等内容进行安全管理;再一方面对现场安全作业、应急处理等情况进行可视化监控管理,提高输变配电各类作业的安全风险管控水平。

### 4.2 重视现代信息技术的融合应用

电力企业输变配电数字化转型应重视各项信息技术的融合应用,利用数字技术优势,推动输电、变电、配电各环节的友好互动和共享协同。第一,将传感技术、人工智能技术、互联网技术、仿真技术等相互融合,构建全景感知、全局可控、协同合作的输变配电数字化管理体系,一方面对输变配电各类设备的运行状态进行管控,提高其运行效率;另一方面对能源调度、调节等进行智能管理,提高能源的利用效率。第二,将先进传感测量、通信技术、互联网、物联网、可视化技术等与输变配电生产过程相互结合,对电力企业的各类设备进行集成化管理,实现电力设备数据的全面感知、风险管控、智能预警等功能,从而使输变配电生产过程更具安全性,增强其运行能力,同时通过数字化管理,企业各项资源的使用更加合理,减少了资源的浪费和损耗,不仅降低了电力企业的运营成本,还实现了电力企业节能降耗目的。第三,基于物联网、传感技术、仿真技术、数据处理技术等数字孪生技术的应用,能够对输电线路、变电站设备、配电网运行状态等进行实时监测和分析,从而预测潜在故障点,便于工作人员对其进行优化,提高输变配电系统运行的安全性和稳定性<sup>[5]</sup>。

## 5 结束语

输变配电数字化转型是新型电力系统发展的必然趋势,电力企业应紧抓机遇,迎接挑战,积极利用数字技术优势,推动输变配电全环节、全业务数字化转型,以支撑新型电力系统的构建和发展。

## 参考文献:

- [1] 杨晨,汪佳,钟月萍,等.新型电力系统背景下配电网数字化技术应用及发展[J].农村电气化,2024(04):17-20.
- [2] 魏勇军,刘璇,齐锐,等.输变配一体化智能技术的视频监控云平台设计与应用[J].粘接,2023,50(11):185-188.
- [3] 李继满,关云捷,万顺昌,等.数字化技术在输变电系统中的应用[J].电子技术,2023,52(12):148-149.
- [4] 盛戈皞,钱勇,罗林根,等.面向新型电力系统的数字化电力设备关键技术及其发展趋势[J].高电压技术,2023,49(05):1765-1778.
- [5] 孔吉宏,丘恩华.新型电力系统数字化仿真技术应用探索[J].中国电力教育,2022(10):53-54.