

## 电力工程技术在智能电网建设中的应用探究

孟飞<sup>1</sup>, 张程<sup>1</sup>, 林洪栋<sup>1</sup>, 卢伟望<sup>2</sup>, 李艺洁<sup>3</sup>

<sup>1</sup>南方电网广东中山供电局 广东中山

<sup>2</sup>同济大学 上海

<sup>3</sup>河南工业大学 河南郑州

**【摘要】**随着信息技术的发展,电网的发展正在逐步向智能化转变。现阶段我国智能电网已做到数字化。因此在智能电网建设过程中对电力工程技术的应用非常多。同时,随着人们用电需求的逐步提高,电力资源的供应也面临着十分紧张的局面。为进一步满足人民群众用电需求,需要积极推进智能电网的建设工作。

**【关键词】**电力工程技术;智能电网建设;应用

### Research on the application of power engineering technology in the construction of smart grid

Fei Meng<sup>1</sup>, Cheng Zhang<sup>1</sup>, Hongdong Lin<sup>1</sup>, Weiwang Lu<sup>2</sup>, Yijie Li<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CSG Guangdong Zhongshan Power Supply Bureau

<sup>2</sup>Tongji University

<sup>3</sup>Henan University of Technology

**【Abstract】** With the development of information technology, the development of power grid is gradually transforming to intelligence. At this stage, China's smart grid has been digitized, so there are many applications of power engineering technology in the construction process of smart grid. At the same time, with the gradual increase in people's demand for electricity, the supply of power resources is also facing a very tight situation. In order to further meet the people's electricity demand, it is necessary to actively promote the construction of smart grids.

**【Keywords】** electric power engineering technology; Smart grid construction; application

### 引言

近年来,随着温室效应的加剧和人口数量的不断增加,人们赖以生存的各种资源逐渐变得稀缺。因此,大力发展智能电网已然成为提高电力和能源供应的重要途径,引起了各国的高度重视。现阶段,我国智能电网建设还在进行建设的过程中,需要科学运用电力工程技术,为人们提供更好的服务。

### 1 智能电网的特点

#### 1.1 兼容效果强

在智能电网建设设计的过程中,需要智能电网具备很强的兼容性,而兼容性主要是鉴于智能电网与其他能源的科学兼容性,如可再生能源、环保能源和清洁能源的有效结合。此外,智能电网还能够兼容不同的接口,让智能电网在自动化技术的作用下,与每个电力用户的实际用电量进行交互,充分分析电力用户对电力资源的需求,进而为电力用户

予以不同的电力服务,提升智能电网的服务能力。

#### 1.2 自动化程度

智能电网的自动化能力比较强。在电网运行中,能够实现对安全的自动分析和处理。由于电网运行具备一定的持续性。因此,在自动控制中应用了故障报警功能。电网系统采取相应的应急措施。隐患触发报警后,自动程序立即启动应急预案,确保电网稳定运行。并且自动程序会结合隐藏的应急预案对隐藏的问题进行修复和处理。促进达成了自动维护。如果安全隐患无法解决,将会反馈给相关维护人员进行人工维修,进一步提升智能电网的稳定性。

### 2 电力工程技术对智能电网建设的重要性

#### 2.1 有利于提升智能电网质量

现阶段,在国家智能电网发展的过程中,电力工程技术是非常重要的,有助于供电质量进行提升。此外,电力工程技术是一种自动化技术,因此能够

借助互联网信息技术对用户的用电量进行智能控制, 自动采集用户的相关用电量信息, 促进达成信息的智能化采集。此外, 借助电力工程技术完成用户数据采集与用户用电数据分析相结合, 使智能电网系统在采集用户用电信息后得以独立、快速地完成数据分析, 并逐步形成数据分析结果, 将报告反馈给工作人员, 以便工作人员对智能电网逐步形成的反馈进行一定操作。而这种智能处理系统还能够很好地避免人工数据分析出现失误, 进而将智能电网的控制效率提升到更高水平。

### 2.2 有利于增强数据采集能力

在以往智能电网还没有建设起来的时候, 员工主要是靠物理电网系统来采集用户用电量, 但是采集到的数据无法实现自动化分组, 正因为这种自动化的缺失为工作人员的数据分析造成了诸多的不便。利用电力工程技术对数据进行自动化分组。将电力工程技术有效运用到智能电网当中, 不但能够将智能电网信息采集功能增强, 而且能够将采集数据进行自动化分组工作, 并能准确地区分设备类型, 最终为不同的数据创设建立不同的数据信息。同时, 通过对电力工程技术的应用, 极大地提升了电力设备的运行效率。电力企业还能够参照结合对各种数据的有效分析, 制定下一阶段电力运行系统的改进目标, 从而可做到智能电网对用户信息采集的自动分组。

## 3 电力工程技术在智能电网建设中的应用

### 3.1 微电子技术应用

智能电能表作为用电信息采集系统不可缺少的一部分, 是微电子技术应用于智能用电方面很有代表意义的产品。近些年来, 随着时间的推移, 智能电网的范围越来越大, 智能电能表也被广泛推广, 其具有较好的传输能力以及信息收集等功能, 可以为用户在智能电网中更好的通讯提供便利。微电子技术应用主要涉及用户侧用电量控制功能, 数据传输及处理功能, 用电信息存储功能以及智能电能表防盗功能等。智能电能表以微电子技术作为支撑, 有助于智能电网更加有效地完成各项工作任务, 明显降低智能电网运行对劳动力的要求, 对智能用电领域更好地发展给予强有力的支持。智能电能表是微电子技术应用的典型实例, 并且已经得到大面积普及, 由此我们可以认为人工抄表时代已在我国电力行业终结, 抄表困难问题已得到根本解决。智能

电能表是电力用户使用电力信息获取系统必不可少的设备, 它的功能实现依赖于电能表数据管理子系统对电能表的支持。电能表数据管理子系统的结构主要采用动态模块化的方式, 依次自上而下。中上层主要职能为时钟管理, 成本控制管理以及电能表数据管理等, 也负责自动抄表; 中间层用于对数据信息的管理与调用; 下层以基础公共服务为主, 必须认为智能电能表给予充分支持并充分发挥其作用, 而这些均有赖于微电子技术支持。

### 3.2 机器学习技术的窃电自动识别

传统的反窃电手段涵盖人工定期巡查、仪器仪表定期巡查、用户信息查询等手段, 发现窃电用户信息。这种方法耗时、依赖人力、没有明确的目标、有很大的投机机会。目前, 智能电网的关键技术是广泛部署在电网中的先进计量基础设施(AMI)。借助采集电压、电流、功率、用电负荷数据, 结合用电终端提取偷电用户提取的异常数据, 借助偷电识别模型, 判断用户是否自动偷电。参照结合我们国家实际情况, 电力用户主要集中在企业, 特别是民营企业。银行、学校、营业税等相关机构是不可能偷电的。因此, 采样数据将直接从此类用户中删除。电力负荷中的电能计量系统不能直接反映用户的偷电行为, 因为终端报警可能存在误报和漏报。从某种角度看来, 这对普通电力用户来说, 用电量不是不稳定, 而是稳定。从某种角度看来, 这对于用电用户而言, 在用电关键时间点前后, 负荷和终端负荷数据会发生一些变化, 用电量会显著降低。样本采样原始数据采集由三部分组成: 基本信息 and 默认值、电力营销系统提取和处理的记录、测量系统的实时负荷数据(其中包含时间点和测量点、总有功功率、A/B/C、A/B/C 相电压、相电流、A/B/C 相功率因数; 智能电网报警数据采集终端)。

### 3.3 根据数字孪生的智能电网安全评估方案

随着物联网技术的崛起与发展, 信息物理系统(CPS)已全方位地充分渗透到人类当代生活中。智能电网是目前CPS系统中规模最大、水平最复杂、资金与技术密度最高的人造复合系统, 它是人类工程科学史研究中的重大成果。近年来智能电网以其非线性、高维、分层和分布式的特征, 表现出开放、扁平化、分散化和边界模糊等趋势, 这些趋势会进一步增强其异质性, 还改善智能电网可能存在的隐患与安全隐患。数字孪生(DT)最早出现在2003

年, 经过不断改进, 已经发展成一种多学科、多物理、多尺度和多概率的仿真技术。DT 兼容当前流行的大数据、网络云、人工智能、5G 等先进技术。通过运用大数据进行挖掘和处理数据, 能够在数字空间中构建虚拟人体模型。随着智能电网开放、分散、边界模糊的发展趋势, 智能电网的异构性和潜在的安全风险和隐患增多。为适应能源革命发展的新趋势, 进一步提升智能电网的网络安全性, 根据数字孪生技术的内涵和应用框架, 提出依据数字孪生的智能电网安全评估方案, 为智能电网安全评估予以了准确的数字孪生模型, 也为智能电网安全评估的标准化予以了理论基础和方法参考。数字孪生技术在智能电网中的应用仍处于探索阶段, 数字孪生是做到智能电网数据安全管理的有力工具。从发展角度看, 数字孪生智能电网是一个综合技术策略控制的复杂电网, 涉及的技术领域广泛, 对实物的依赖程度高。因此, 在其产业化发展的道路上, 既要强调统筹布局、统筹推进、分类发展、协同运作, 又要规范实施, 逐步形成国家标准和行业标准体系, 完善标准体系。

### 3.4 电网调度技术

目前, 智能电网技术发展迅速, 与互联网技术密切相关。因此, 智能电网技术的应用应与互联网技术充分结合, 进一步提高电力调度自动化水平。电力企业能够借助构建“互联网+电网调度”的方式进行电力资源调度, 促进达成电力资源的科学配置和计划选用, 同时最大限度地进一步提升电力智能化水平。对此, 电力企业能够借助智能机器人做到对电力调度过程的智能控制。例如, 智能机器人在电网线路检测中的应用, 能够自动分析线路运行情况, 自动反馈线路运行相关数据信息。当出现故障时, 能第一时间给出反馈, 并自动选择备选线路运行方式, 将线路故障对运行的因素降到最低。智能机器人的应用能够将电力系统运行中涉及的数据信息转化为具体的应用程序, 从而做到自动分析和自动动作处理。整个过程非常连贯, 只应当需要很少的劳动力。节省了大量的人力投入, 能够代替工作人员执行一些复杂、困难、危险的维护任务, 从而大大提升了电力调度工作的自动化水平<sup>[3]</sup>。

## 4 提升电力工程技术在智能电网建设中应用水平的措施

### 4.1 增强人工智能技术互通和技术共享

增强技术共享和技术互通, 直接影响着人工智能技术发展、技术发展和技术创新。人工智能技术在电气自动化控制中的应用, 还应当需要在技术互通、技术共享的基础上进行技术优化, 在有效控制技术应用成本的过程中, 促进达成电气自动化控制与人工智能技术的完美融合。例如, 在无负压供水设备、高低压配电柜等人工智能技术的应用中, 能够借助人工智能技术优化供水技术和供电技术, 促进达成技术互通, 如智能变频控制、负载控制和压力控制。人工智能技术可以对不同的电气自动化设备进行统一的数字化管理, 进一步提升技术应用的通用性, 为后续阶段的设备维护和技术优化预留足够空间。

### 4.2 配套电力设施智能化改造

智能电网的一体化建设应当需要电力设备高度智能化, 构建相互协作、有效衔接的电力生产、调度、输电、供应系统。电网中的所有设备都应当需要进行智能化改造升级, 一些落后老旧的设备应当需要进行升级改造。更新、完善、升级, 满足智能电网综合运行的基本条件。第一, 设备安全是基础。电网安全运行是一切工作的基础。只有在确保设备安全的前提下, 才能对设备进行调整优化和维护。因此, 在设备的采购和测试中, 应进行安全和质量测试, 以确保智能电力设备得以长期稳定运行。要注意对现有软件进行调整优化以满足智能电网运行的需要, 依靠系统自身的纠偏能力及时发现并消除小隐患。在日常系统维护过程中, 对电网系统运行负荷进行测试, 探索其负荷运行的极限值, 更好地控制系统运行状态, 为智能调整优化予以数据支持和参考。第二, 在设备调试安装过程中, 需要使用严格的施工标准, 防止因施工不规范或未按施工要求安装设备造成设备损坏, 降低电网运行稳定性。从而在最大限度上减少电网损耗成本, 充分发挥智能设备在降低能源损耗, 提升电力运行效率方面的作用<sup>[5]</sup>。

### 4.3 做好智能电网用户数据隐私保护

第一, 程序模型。从某种角度看来, 这对用户来说, 非常关注自己的隐私和安全问题。因此设计匿名认证保护方案一定要满足以下要求: 首先, 身份匿名。如果想到达这样的效果, 必须保护用户隐私不被泄露, 应当需要隐藏用户身份。确保除控制中心外, 任何实体都无法获取用户信息和数据。另

外, 用户的私钥只能供自己选用, 未经控制中心许可不得供他人选用。其次, 完整性。众所周知, 验证签名消息是由合法用户发送的, 并且在传输过程中没有被替换。如果数据发生变化, 则能够很好地检测到行为。控制中心从网关获取用户数据后, 只有控制中心才能提取用户信息并匹配相应数据。

第二, 设计目标。考虑到上述匿名性和隐私性的考虑, 应当需要确保设计方案符合要求。首先, 拟建方案符合安全要求。如果用户隐私得不到保障, 那么智能电网的发展就无法得到人们的认可。此外, 数据源的合法性和完整性是用户检测用电数据的关键。因此提出的方案一定要保证身份匿名。其次, 提议的方案应支持数据收集和动态电价分析。目前, 随着电力需求的增加, 资源迅速减少。为保证电网稳定输电, 有效进一步提升数据的实用性, 具体方案中一定要进行数据采集和动态电价分析。鉴于电表在智能电网中选用时间较长, 如果出现损坏, 应当需要有相应的应对措施进行处理, 找出故障电表中的问题并及时解决。

第三, 安全分析。对匿名方案的分析表明, 匿名方案能够做到用户身份的匿名化。在电表的匿名广播簿数据中, 无法做到用户数据与身份的关联。鉴于用户匿名提交用户信息, 其他人无法从中学习到该信息属于哪个用户。此外, 控制中心不会在发送给用户的电价预测中包含用户信息。该方法用于有效保护用户隐私。在匿名方案中, 能够做到发送者身份验证和数据完整性验证。控制中心能够合理接收到信息, 在匿名方案中, 每个用户在广播之前选用签名技术对设计进行签名, 以确保数据的完整性。此外, 借助控制中心发送到网关, 能够保证数据的来源认证和完整性。匿名方案能够做到身份提取, 获取用户 ID, 随着时间的推移改变用户的匿名身份, 保护用户数据的安全性<sup>[6]</sup>。

#### 4.4 完善智能电网监管运营体系

一方面要制定严格的操作规程, 明确各环节的操作管理办法, 进一步增强信息沟通交流平台建设, 确保信息沟通渠道畅通, 及时掌握电网运行各子系统信息。构建高效便捷的信息共享系统, 开展电网系统化、数字化升级改造, 提升电网智能化运行水平。另一方面, 要构建动态监督检查机制。在智能电网运行过程中, 一定要严格监控电路运行

状态, 发现问题和故障要及时排除和纠正, 对深层次故障进行分析。原因是电网进行技术改造, 借助日常严格监管, 弥补技术和管理层面的漏洞, 减少智能电网故障造成的经济损失, 进一步提升电网运行的稳定性, 并提升智能电网的商业利用率。

#### 5 结束语

综上所述, 电力工程技术作为电能生产、输送、分配以及借助过程中的关键技术, 它具有十分显著的应用优势与价值, 同时对新能源的开发起到关键作用, 并为进一步提升我国智能电网打下坚实基础。智能电网运行期间, 应需参考根据实际情况介入多种发电方式, 这对于推动我国新能源开发利用给予基本保障, 对促进经济、生态以及社会可持续发展具有重要意义。

#### 参考文献

- [1] 杜博文, 张士也, 潘瑞辉. 电力工程技术在智能电网建设中的应用研究[J]. 中国管理信息化, 2020 (24): 160-161.
- [2] 杨春, 王哲, 聂波, 等. 人工智能技术在电力工程数据处理中的研究与应用[J]. 电子设计工程, 2020 (2): 91-94.
- [3] 葛宏泽, 徐国辉, 吴俊佚, 等. 电力工程技术管理的难点和对策研究[J]. 中国管理信息化, 2020 (22): 110-111.
- [4] 周宇泽. 智能电网技术在电力调度自动化中的发展分析[J]. 电子世界, 2021, (15): 43-44.
- [5] 何彦平, 马龙, 杨涛. 电力调度自动化网络的策略分析[J]. 集成电路应用, 2021, 38(08): 228-229.
- [6] 海云桥, 王书行. 电力调度自动化的应用与优化分析[J]. 光源与照明, 2021, (05): 125-126.

收稿日期: 2022 年 9 月 16 日

出刊日期: 2022 年 11 月 27 日

引用本文: 孟飞, 张程, 林洪栋, 卢伟望, 李艺洁, 电力工程技术在智能电网建设中的应用探究[J]. 电气工程与自动化, 2022, 1(4): 41-44  
DOI: 10.12208/j.jeea.20220049

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS