

# 智能配电系统的核心内容和关键技术

穆炜森 车亮

国网西安高新供电公司

**摘要:** 智能配电系统具有清洁低碳、安全可控、灵活高效、智能友好和开放互动等特点,反映复杂配电系统的电量特性和非电量特性的功能,较强视觉效果的可可视化呈现,便于搭建信息网络的能力,为满足各类人员的需求而呈现必要的信息流的能力。

**关键词:** 智能配电系统; 核心内容; 技术

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.05.066

## 引言

人类对设备的智能管理和运行控制的需求随着科技的发展而不断提高。人们将电力设备的日常工作的控制、管理和维护技术与企业的整体管理系统紧密结合起来,从而实现更高层次、更完整地设备控制。以前的低压配电控制系统,为了对设备进行全面的监控、保护和管理,一般采用配属断路器、控制继电器和接触器等电子元器件所组成的切换直流接触器的人操纵法来进行控制。但当需要使用微电脑来实现对设备的智能监控与管理时,就需要使用PLC或微处理器等设备。大量的电能变送器需要使用在这一系统中,但其成本高、连接麻烦、准确度低、质量不稳定,对电气系统的流畅运行是不利的。目前,很多公司都在研究将计算机技术等先进科学技术应用到设备配电系统中,于是,就开发了智能低压配电控制系统。

## 一、电力系统中的智能配电网需求

(1) 保证数据精准性。配电网测量控制终端设计是保证智能配电网设计质量的核心点。配电网终端的主要构成为配电设备、供料器、通信网络等,是智能配电网设计中的重要设备支撑。因此在实际设计的过程中,相关人员一定要保证测量数据的精准性,并对测量效率进行全面管控,以此来保证智能配电网的设计水平。

(2) 实现运行自动化。自动化设计作为电力系统中智能配电网设计中的重要环节,这也是我国电力行业发展的主要趋势。因此电力企业需要结合当前电力市场情况,根据用户、管理以及运行这三个方面进行自动化设计,以此来为电力系统的配电网自动化设计带来有效保障。其中,用户的自动化设计指的是工作人员通过计算机技术来进行用户信息管理以及自动抄表,而抄表就是进行电费收取的重要依据,对于电力系统的发展建设而言是极为重要的经济来源,但是在传统抄表工作之中都是需要工作人员进行现场操作,不仅需要较大的人工成本,也会因为操作失误而导致工作效率下降,但是用户自动化设计就可以有效解决上述问题,进一步提升电力

系统的经济效益。管理自动化设计指的是工作人员利用计算机技术来进行配电网设备组成与运行的管理,有效改善设备管理模式,规避了管理漏洞,提升电力电网系统的管理效率。而运行自动化设计指的是工作人员能够根据计算机技术来进行配电网运行阶段的合理管控,一旦在其运行过程中出现数据误差,系统也能够通过自我调整来保证整体运行的精准性与效率。

## 二、智能配电系统应用特点

### (一) 智能化

智能配电系统能够更加智能化地分析数据,通过以互联网为代表的各类现代化技术的应用,以测量分析数据为根据展开智能化整理分析。此类数据能为相关人员所开展的工作提供科学可行的参考依据,消除人员凭主观经验开展工作的情况,且能扩增定量分析,促进各项电力操作质量的提升。同时,在该系统智能化应用特点的支撑下,能够实时监督各项工作开展状态,使火电厂配电系统实现更可靠、安全地运行。当有问题出现时,系统会第一时间发出警报、提示并自行展开处理,在工作人员的配合下即可有效控制系统。此外,该系统智能化应用特点也有利于支路功率超标等特殊问题的解决,该情况下通过备用电路的应用能使过大功率引起的各类问题得到有效处理。智能化特点能够解决的问题诸多,如某子区域有故障出现时,通过系统智能预警、评价有效判断故障,能够进一步完善系统功能。系统完成智能模型的建立后,依托模型能够精确、细致地分析数据,保证火电厂智能配电系统能够更准确、稳定地运行。智能化应用特点同样支持自动化控制系统,第一时间发现并处理产生的故障。当配电系统运行出现问题时,表明有未知故障存在于该部分,此时要想保证供电维持正常状态,该故障部位可暂时替换为其他系统。

### (二) 安全性

供电安全性、稳定性,与电厂能否满足用户需求及其自身经济效益之间存在密切关联,通过智能配电系统的应用即可为设备及工作人员提供安全保障。第一代智

能配电系统中，是通过通信接口数字开关的配置对全厂展开监控，以此带动管理可靠性与安全性的提高。第二代智能配电系统则是在可编程控制器的运用下，实现更先进、快速且高效的信息搜集处理。在智能配电系统的支撑下，能减少劳动力方面不必要的耗费，在智能化管控中为设备及人员提供更全面可靠的安全保障。第二代智能配电系统中，可编程控制器能够分别管理强、弱电，使彼此可能形成的负面影响减少或直接规避。通过该技术的运用，能够达成开关互锁，促进开关安全性的提升，同时能够高效管理开关。系统中，随着时间更迭流逝，相关元件难免会有故障或老化的情况产生，所以需要一一对应系统中每个设备与元件信息并详实记录，保证能够第一时间发现系统中有老化情况产生的部件并及时替换，最大限度管控、预防可能发生的故障。

### （三）人性化

智能配电系统具备的诸多功能中，最突出的一点即运作实践中可促进用电安全线的提高，提高相关控制成效。智能化系统本身便具备极为人性化的配置，在实现自动检测与控制等目标的基础上，管理人员有效掌控也是不可或缺的。智能配电系统中，智能交互界面也极具人性化，该界面能够重点呈现实际运行中的相关数据。不同子系统对应着不同的操作人员，如设备管理员通过设备管理子系统即可查询或修正相关数据，发电量统计人员通过发电量统计系统即可对发电总量或不同支线累计输出量进行统计，从而完成公司业务核准工作。经理层拥有进入本发电厂各个系统的权限，总经理拥有进入整个电厂集群所有系统的权限。不同层次、岗位工作人员拥有的权限各不相同，此类分层分岗分权限的方式，能为电厂提供更可靠的信息安全保障。

## 三、智能配电系统的核心内容

### （一）用户侧的需求

之所以信息化有很大的需求，是因为时代、用户、环境和电效应方面均呈现出显著的变化，需要顺势而为。首先，人们已经意识到时代变化产生的需求——地球温升需要在2100年控制到不超过工业化之前的1.5℃。因此人类社会需要多采用节能型产品，做好用能统计，指导合理用能，在制热、制冷和运输等领域更多使用电气化设备和工具，为当下及未来的绿电广泛使用铺平道路；人类不可避免呈整体性休息所带来的用电低谷，可再生能源发电所需的备用发电容量自然造成了发电设备的过度浪费，电网传输效率低下必然会采用减少电网峰值时弃电，增加电网低谷时用电。产生电能或消耗电能的单体及其系统共同的智能化才能提升用能的综合效率。其次是用户侧新设备加入产生的需求——更

多晶闸管类（如变频器、能量路由器和滤波装置等）能源转换或治理设备的应用，维持高供电可靠性，而更多分布式备用电源、不间断电源（UPS）的加入，可再生能源发电单元和直流配电系统逐步应用的变化。再次是环境变化产生的需求，随着城市（或园区）向地下空间、地上空间和广度空间，甚至向蓄滞洪区、高海拔等地区延伸，用电设备的环境更需要在预防浸水、防范动物、温度、盐度、湿度和海拔方面进行必要的探测和预警。最后是电本身的电化效应、电磁效应、热效应及波形畸变等变化而产生的需求。锂电池在撞击下发生耐氧爆燃的电化效应，电气化广泛应用带来的大电流导体周围磁导体产生涡流温升的电磁效应和热效应，晶闸管类产品的大量运用而导致电压电流的正弦波产生畸变。可见新时代、新用户、新环境和电气化前所未有的变化所带来的诸多信息，是信息的接收者需要思考的内容，像神经末梢一样触及用电每一个角落，需要更好地处理信息策略来配合信息的变化，同时还要减轻信息过载的压力。

### （二）信息流的可视化

相对于传统配电系统信息的数字呈现，智能化配电系统信息流的可视化，能够为各类人员在众多纷乱的数据中通过图表或曲线的视觉效果，增强对数据信息的认识和理解。传统配电系统的电压、电流、有功和无功等信息数字化显示能够满足当时各类人员的需求。随着用户侧的需求变化，需要更多表征用电特性的曲线来说明实际问题。如电流（电压）谐波在曲线波形和数字公式的结合下能说明谐波的含量大小和占比的主次；暂降、浪涌和尖峰电压在曲线中呈现，且表征在电压正弦曲线的时间顺次中才能判断是否成为设备受损的主因；电压、电流和温度等各类特征曲线的波形录制便于找到故障的原因所在；整年整月整日的电能曲线在时间轴上前后进行同一时段的对比才能找出耗电单元，成为提供节能措施或者预测未来某个时间段用电需求等的依据。由此可见，智能配电网信息流的可视化，为操作人员、值班人员、维护人员或管理人员提供了更多更便利的信息接收方式。

## 四、智能配电系统的关键技术

### （一）配电自动化系统

配电自动化本质上是由主站、通信通道以及配电终端构成，这三者组合形成了一条完整的信息传输链路。配电终端往往部署在中压馈线上，包含DTU、FTU、TTU等设备，采集了有功、无功、电流等关键量测数据后，通过无线专网的方式将数据经过安全接入区，送往配电自动化主站。主站往往部署在各地市供电公司的配调机

房,接收来自各配电终端采集的数据,并将配电网的实时状态展示给配网调度员。当调度员下发指令时,由主站通过通信通道将控制命令下达至具体设备执行。不同的配调会根据本地实际生产需要,赋予配电自动化系统不同的功能。例如,单相接地选线拉路系统可作为配网调度员处置单相接地故障时的辅助程序,用自动化手段将拉路停电时间尽可能缩减;半自动化拉路程序则又作为选线拉路系统的辅助工具,允许配网调度员根据个人习惯,个性化地选定操作策略。

### (二) 配电网快速仿真和模拟

在配电网的发展过程中,为保证正常运转,快速仿真和模拟对配电网的安全稳定运行起着十分重要的作用。由于其具有强大的运算能力,可以仿真、预报配电网中各种潜在的危害,提出相应的对策,还可以应用于配电网的聚集分析、突发事件的处理和业务的处理。在模拟故障处置方面,部分地区使用配电网DTS仿真系统模拟真实的配电网运行状态和调度环境,对配网调度员开展事故处理及系统恢复的技术培训,进一步提高配网调控水平。除此之外,基于调控云强大的存储能力和计算能力,可将主网数据、配网数据和营销数据融会贯通,开展主配一体化分析计算,对配网故障和处置提供指导建议。

### (三) 继电保护选取

配电网的光纤化发展与智能化方向的转型过程中,以电流差动保护位置为核心的智能配电网的继电保护方案发挥着不可替代的重要作用,但是电流差动保护需要每段线路的两侧都要设置独立运行的电流互感器与断路器,这就会大大增加智能配电网建设成本与维护难度。因此可以在设计过程中将电流速度以及电网差动这两方面的保护工作模式作为智能配电网的核心配置,将传统的电流差动保护装置作为智能配电网的后备保护,这样不仅能够有效保证电流差动保护以及电流速度保护能够同时开展输出运算,也能够保证保护输出数值的精准性。

### (四) 大数据分析与管理

在智能电网中,大数据分析和处理非常重要,它可以帮助电力公司和运营商更好地理解电网运行情况,优化运营策略,提高供电质量和效率。然而,大数据分析也面临一些挑战。首先,数据质量是一个关键问题。智能电网中的数据可能受到传感器误差、设备故障或其他因素的影响,导致数据质量下降。为了确保准确性和可靠性,需要进行数据清洗和校正,以排除噪声、修复缺失值和处理异常值。其次,智能电网产生的数据维度庞大。不同类型的数据具有不同的维度和特征。在进行

大数据分析时,需要选择合适的特征和变量,并采用降维技术来减少数据维度,以便更好地理解 and 利用数据。再次,大规模数据集需要强大的计算能力来进行分析和处理。智能电网产生的数据量庞大,需要使用高性能计算和并行处理技术,以加速数据处理过程。分布式计算和云计算等技术可以有效地处理大规模数据集,提高计算效率。最后,数据安全和隐私保护是非常重要的考虑因素。智能电网数据涉及用户隐私、商业机密等敏感信息,需要采取相应的措施来保护数据安全,例如数据加密、访问控制和隐私保护技术,以确保数据在分析和处理过程中的安全性和隐私性。

### 结束语

智能电网的核心是配电自动化,其能够实现对配电网设备的集中控制和管理,是智能电网建设的重要内容。随着我国社会经济的不断发展,电力需求也在不断增长,加强智能电网下配电自动化建设对于提高我国电力系统的综合效益具有重要意义。本文首先介绍了配电自动化系统的概念、功能、实现方法以及对配电网发展的影响;其次,分析了配电自动化在智能电网中的重要性和配电自动化与配电网发展的关系;最后,从配电自动化系统建设、配电设备技术升级、信息采集与通信建设、智能控制建设和相关标准规范体系建设等方面提出了配电网发展中需要注意的问题。配电自动化是智能电网建设过程中必须要实现的一项重要内容,加强其建设能够有效提高电力系统的综合效益和服务水平,对于提高供电可靠性和供电质量具有重要意义。因此,在智能电网下加强配电自动化建设是一项复杂而又系统的工程,需要相关人员做好规划工作,统筹安排各环节工作,从而促进我国配电网健康、稳定发展。

### 参考文献

- [1] 陈志源. 智能电网配电自动化技术的应用[J]. 电子技术, 2020, 49(07): 184-185.
- [2] 马晓强, 刘峰. 智能电网配电自动化技术的应用[J]. 电力设备管理, 2021(08): 33-34.
- [3] 李颖敏, 杨杨. 智能电网中配电自动化技术的研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(10): 55-56.
- [4] 李蒸蒸. 配电自动化技术对配电供电可靠性的影响[J]. 电工技术, 2020(18): 93-94.
- [5] 陈志源. 智能电网配电自动化技术的应用[J]. 电子技术, 2020, 49(07): 184-185.
- [6] 孙博文, 赵宏霖. 配电生产管理中配电自动化技术存在的问题及解决对策[J]. 黑龙江科学, 2020, 10(18): 112-113.