

# 第一章 数字化电能计量技术现状及其发展历程

## 1.1. 技术现状

智能电网已成为当前世界关注的热点，是电网未来发展的方向。建设智能电网已成为世界各国电网发展的目标。智能电网涉及电力系统的各个方面，近年来以实现变电站全站信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化的基础上，采用先进、可靠、集成、低碳、环保的智能电子设备，自动完成站内信息的采集、测量、控制、保护、计量等基本功能，并可以根据需要支持电网实时自动控制、智能调节、在线分析决策、协同互动等高级应用功能的数字化和智能化变电站已从试点研究向规模化运用发展。目前，国家已经建立并投运了近 7000 个数字化变电站，根据国内电网的数字化变电站建设发展规划，3~5 年之后，我国新设计的变电站项目中将有 50% 以上采用数字化技术。目前云南电网已有曲靖 110 kV 翠峰变电站、昆明 220 kV 晋城变电站、普洱 110 kV 景东变电站、昆明 110 kV 吴家营变电站等多个数字化变电站采用了电子式互感器和数字化电能表。在数字化变电站中，传统的电流、电压互感器被电子互感器(或变换成数字量输出的互感器)替代，大量运用了数字量输入的数字化设备，保护、测量、计量等二次设备均采用接收 IEC 61850 规约的数字信号，数字式电能表等数字式仪器就是通过接收光纤输送的电压和电流信号，计算得到瞬时功率和电能量。

数字化变电站电能计量装置及其它二次设备由电子式互感器、光纤网络和数字式仪表组成。与传统的电能计量装置及其它二次设备相比具有诸多优点，一是数字式电能表等数字式仪表本身只接收数字信号来进行计算，理论上没有测量误差，利用光缆传输数字信号，计量装置等二次设备二次回路不存在电压损耗，没有回路压降产生，电能计量装置及其它二次设备的误差只有互感器带来的误差；二是光缆传输数字信号不存在电压互感器二次回路短路、电流互感器二次回路开路造成对设备和人身的危害；另外电子式互感器绝缘简单，不含铁芯，消除了磁

饱和及铁磁谐振等问题;这些都大大提高了计量装置的准确性、安全性和可靠性。

但是,目前由于没有数字化计量(测量)仪器的量值传递和溯源体系及标准设备,数字化计量(测量)仪器的准确性、可靠性和法制性无法得到保障,在涉及计费的计量点,往往需要安装一套传统计量装置和一套数字式计量装置,造成了大量不必要的浪费,限制了数字化计量仪器的发展。另一方面,虽然数字式电能表理论上没有测量误差,但由于数字式电能表不同采样点数的影响,易受处理器字长影响;由于系统时钟不统一对数字式电能表计量误差会产生影响;数字式电能表在未收到合并单元发来的数据包,或收到的数据信息不合理时,会受到容错能力影响;由于各种电压、电流互感器输出规格对应的计量量化系数不同,电压电流额定值对数字式电能表量化系数的影响;电能计量上对谐波的处理,是通过FFT分析实现的,不同的采样点数带来FFT分析的不同结果;长期运行导致的稳定性和可靠性降低的影响,其误差必然存在。

此外,目前智能变电站保护测控装置与过程层设备的数据信息交互主要来自合并单元和智能终端,保护测控装置需要同时接收一个或多个合并单元的采样值数据和智能终端的GOOSE信息,并实时完成计算和逻辑判断。保护测控装置还要将跳闸命令等状态信息实时发送到智能终端完成保护控制过程,这对智能化保护测控装置的数据交换能力提出了很大的挑战。数字化测控装置是数字化变电站监控系统中的重要组成部分,而智能变电站的大量高速数字信息处理和通信处理要求,导致保护测控系统的灵活性、扩展性、互操作性受限。

本书主要阐述如何保证数字式仪表准确,如何保证接收数据可靠,如何保证数字报文异常时电能表正常工作,如何保证数字式电能表量值溯源,采用何种标准装置来实现量值传递等亟待解决的问题。