



# 智能技术在电能计量领域的展望

□湖北荆州供电公司电能计量中心 薛昌波 周飞龙

随着“智能电网”作为美国奥巴马政府经济刺激方案的重要内容而被隆重推出，“智能电网”已成为全球电力的热点话题。我国也于2009年年中制定并公布了“智能电网”的发展计划和建设时间表，一个高度智能化、信息化的“智能电网”已呼之欲出。作为“智能电网”中的重要一环——智能电能计量系统，也将在这千载难逢的电力大变革中脱颖而出、飞速发展。

笔者现就智能技术在电能计量领域的应用和发展前景谈谈自己的展望，希望抛砖引玉，与广大电能计量工作者共同探讨和憧憬智能计量的美好未来。

## 一、智能电能计量系统的总体展望

### 1. 结构和组成

智能电能计量系统将主要由智能电能表、智能互感器、高速通信网络、信息分析处理中心以及与之配套的智能检定、管理系统组成。系统内所有的电能计量装置以及检定、管理等应用系统之间都通过高速通信网络与信息处理分析中心相连，形成一个以数字信号传输、高度信息化、操控智能化的开放式计量系统。

智能电能表、互感器所采集的数字化计量信息将通过高速通信网络上传至信息分析处理中心；数据经分析整理后，再通过通信网络传送给供电公司相关管理部门和用电

客户；并根据分析处理结果，自动生成电量电费清单、故障处理指令以及各种统计分析报告。从数据采集到数据分析存储，再到信息反馈发布，整个过程全部实现数字化和自动化。

### 2. 功能和作用

智能电能计量系统作为“智能电网”中的重要组成部分，将为实现“智能电网”的信息化、互动化、自动化、坚强化和智能化，提供强有力的测量、控制方面的数据支撑。通过安全、先进、智能的测量技术为“智能电网”提供准确实时、翔实可靠的数字化测量数据信息，以供“智能电网”的各个方面使用；并利用分布广泛、功能强大的智能电能表网络，搭建用电客户与供电公司之间交流、互动的平台，实现用电客户科学、经济用电，供电公司优质、高效服务。同时，它还能通过“智能电网”强大的数字化信息网络和智能分析指挥系统，实现电能计量系统自身的自愈、防窃和互动，使系统更加坚强。

电网将通过高度信息化的智能电能计量系统，从遍布整个电网系统的各个计量节点处获得所需的智能化计量信息，并依据这些信息，更好地管理电网结构中数量众多的发电厂、变电站、输电线路和配变台区，更好地为各类用电客户提供个性化需求服务；用电客户将通过开放式的智能计量系统及时获取用电信息，合理安排用电方案；真正做到

发、供、用电良好配合，实现电网安全经济运行。

“智能电网”的建设以及智能技术在电能计量中的应用，将大大加快电能计量领域技术进步和设备更新的步伐；将催生一批采用新技术、新工艺的电能计量产品，来淘汰、更新当前的电能计量装置和检定设备，完善和解决长期以来一直存在的一些技术问题和产品缺陷，大幅提高计量准确性、可靠性以及检定技术水平；将完全实现远程自动抄表和电能计量装置运行实时监测，根本解决传统人工抄表模式的低效率 and 不确定性，提高电能计量装置的防窃性、安全性和远程控制能力。

智能技术还将在电能计量室内检定、现场检验、量值传递、实验室管理、资产物流及计量器具全过程中充分发挥作用，形成智能检定系统和智能管理系统。实现室内检定全封闭自动化、高压计量电能表现场检验远程化、实验室环境控制自动化、资产管理、物资配送以及标准设备管理的精细化、规范化。从根本上杜绝人工管理、手工操作可能产生的工作偏差和质量漏洞，提高工作质量和工作效率。

## 二、智能电能计量装置将应运而生，其功能和性能将得到全面提升

随着“智能电网”这一概念的提出，智能电能计量装置便成为计量产品生产企业及用户极为关注的问题。要实现与“智能电网”相配套的

智能电能计量系统,就必须依靠具有数字化、互动化、自动化功能的智能电能计量装置作为设备支持。由于目前运行的计量装置尚不能完全满足智能计量的设备要求。因此,更为安全、先进,具备数字化功能的智能电能计量装置必将应运而生、更新换代。

### 1. 智能化电能表势必替代目前所有的电能表计

“智能电网”的建设必将淘汰所有的感应式电能表及不带双向通信功能、功能简单的电子式电能表。取而代之的是功能完善、能实现供电公司与用户进行双向通信的智能电能表计。基于微处理器的智能电能表,将在测量范围、测量准确度、测量内容以及功能上得到很大程度的拓展和提高。

智能电能表作为一种将在全国范围统一投入使用并全国联网运行的新型设备,势必将重新统一订立制造标准和功能要求,这有望解决目前全国各地电能表功能、费率、验收条件、外观尺寸、显示抄读内容、失压断流判断标准、通信规约不统一的问题。统一标准后的智能电能表,将更加便于表计的生产和流通、安装和抄读、检定和售后服务,还将方便电能表配套设备的制造和设计。

智能电能表的高技术要求和数量需求,将迫使电能表生产厂家提高制造水平和研发能力,淘汰和整合表计生产企业,促进表计行业的升级换代。智能电能表的全面换装,还将一次性解决因资金、体制、人员等原因造成的部分超年限、淘汰型号表计仍违规使用的历史遗留问题,极大地促进电能计量事业的发展和进步。

### 2. 智能互感器将成为建设“智能电网”的必备产品

2009年4月,国家电网公司在建

设智能电网的发展规划中,提出了“建设以特高压为骨干网架,各级电网协调发展的坚强智能电网”的发展战略。特高压电网将是今后坚强智能电网的基础和骨干电网,与之配套的特高压电力设备、特高压互感器也将随之应用并快速发展。另外,建立在数字化信息交流平台上的智能电能计量系统,也必须在各级电网中使用具有输出数字信号的互感器,以实现数字化的计量信息采集、分析和控制。

当前,电网中大量使用的电磁式互感器因工作原理的局限,其绝缘性能、绝缘成本以及运行安全性方面都难以满足特高压电网的要求。

现在,国内研制的智能数字式互感器主要为光电型,其在原理上与传统的电磁式互感器完全不同,它利用光电子技术和光纤传感技术来实现高电压、大电流的测量。由于采用光纤或光介质作为绝缘体,绝缘性能优良、绝缘成本低;因不含铁心,不存在磁饱和、铁磁谐振等问题;由于光电型互感器的高压与低压之间只存在光纤联系,而光纤具有良好的绝缘性能,因而可保证高压回路与二次回路在电气上完全隔离,TA低压侧没有因开路而产生高压的危险。同时,因没有磁耦合,消除了电磁干扰对互感器性能的影响;且传输光纤化和输出数字化,符合智能计量的数据输出要求。另外,智能互感器与电能表之间采用光缆连接,替代了二次导线,TV二次压降和TA二次回路阻抗接近为零,降低了综合误差,解决了互感器与电能表之间容易发生接线错误的问题。

智能互感器很好地解决了传统电磁式互感器存在的缺陷和特高压计量装置发展的绝缘要求,提高了高压互感器的运行安全性、可靠性

和准确性,能够实现智能电能计量系统的信息化、坚强化要求,将是建设“智能电网”的必备产品。

### 三、高速的信息传输、处理能力将提高电能计量装置运行监测水平

智能电能计量系统以计算机技术为基础、以数字通信技术为支撑,具有信息传输快、处理速度快、传输准确、抗干扰能力强等特点,使得计量信息的获取、传输和处理实现了一体化和实时化。

发达的数字化信息网络所具有的大信息流量和高速信息处理能力,有效地解决了目前运行监测数据传输慢、通信难、存储量小的难题,极大地提高了电能计量装置运行监测水平,将实现电能计量装置运行的全程实时监控。

运行监测水平的提高,将对重要计量点实施24小时全天候视频监控,有效防止窃电行为、破坏计量设备行为的发生。对随时发生的计量设备故障和运行安全隐患可即时上传计量参数、故障现象等信息,方便计量人员及时准确地判断和处理设备故障和事故隐患。大幅提升计量人员的处缺能力,降低计量设备故障率,提高电能计量可靠性和安全性,实现自愈、防窃和坚强。

### 四、智能检定系统将极大地提高检定效率和检定质量

#### 1. 室内检定将全程自动化、流水线作业无人操作

智能技术所具有的数字化、自动化能力在计量检定中的充分应用,将给计量检定工作带来一场革命。智能检定系统将彻底改变传统计量检定作业模式,室内检定的全部工作将由封闭式全自动检定流水线来完成,实现检定工作的全程自动化。大量的电能表、互感器室内检定人员将从繁重而枯燥的检定工作

中得以解放, 检定工作效率和劳动生产率得到空前提高。

能够想象, 在全封闭、自动化的智能检定室内, 一只只电能表和互感器在计算机的程控指挥下被传送带源源不断地送往指定的检定台, 由机器臂将它们安放在检定位置, 全自动检定台自动完成接拆线、检定和打封, 再经机器臂装箱后由传送带送回库房的指定区域; 实验室温湿度由计算机操控调温调湿设备自动进行控制; 检定数据由计算机进行计算和判定, 并自动存储、上传, 生成检定证书。整个过程实现全自动, 只需少量人员进行程序设定和监控工作。单台装置检定量将成倍数提高, 检定设备利用率大增; 检定人员、检定设备可大幅精简, 检定场所空间将得到充分利用。

由于其检定过程无人工干预, 从而杜绝了人员测量误差, 消除了人员安全隐患, 理论上可实现零差错、零违章、零事故, 极大地提高了检定质量和工作安全性。

## 2. 现场检验将实现远程化和智能化

智能技术在电能表现场检验中的应用, 将实现高压计量电能表现场检验远程化和自动化。

在以后的高压计量中, 电能表将以智能互感器提供的数字式信号

作为测量对象。因数字信号可实现远程、准确传输, 解决了目前电能表远程检验时模拟电信号传输困难的问题, 远程检验将得以实现。

进行现场检验时, 只要把现场计量装置的数字测量信号经通信网络传回实验室, 再通过检测设备进行检验即可。计量人员只需通过智能电能计量系统进行远程控制, 就能完成电能表的现场检验工作, 无需携带校验设备奔赴现场, 节省人力、物力, 提高了工作效率, 避免了人员现场工作存在的安全风险。

智能电能计量系统还将实现计量装置错误接线自动分析、判断, 更正系数和电量追补自动计算功能, 减少人工分析、计算所产生的失误, 实现现场检验智能化。

## 五、智能计量管理系统将实现计量器具全过程规范管理

智能计量中的智能管理系统将充分利用信息技术、计算机及网络通信技术, 对所有计量器具从计划、采购、存储、抽样到检定、配送直至运行、报废的全流过程实施监控管理。保证每一只计量器具的全生命周期都在控制之中, 实现计量资产管理规范、精细、高效。

智能计量管理系统将采用现代化物流管理模式和立体仓储设备, 实现计量资产的自动出入库和配送操作; 并利用计算机技术实现对计量器具购置计划、校验计划、出入库信息、资产状态跟踪、标准设备管理、数据信息存储等一系列管理内容的信息化、自动化和智能化管理。

## 六、亟待解决的问题

1. 目前, 智能互感器(光电型数字式互感器)的技术还不够成熟, 缺少运行维护经验, 且存在测量准确度的温度漂移和长期运行可靠性较差的难题还需要进一步完善和解决。

2. 由于智能互感器和具有接收数字信号功能的智能电能表采用了全新的测量方法和工作原理, 这些新型电能计量器具, 按照国家法规必须具有国家法定计量检定机构的认证, 因此, 智能互感器和智能电能表的认证工作需要马上着手进行。

3. 新型智能计量装置的制造标准和功能要求以及通信规约的订立需抓紧进行, 力求完善、统一。

4. 新型智能计量装置必须使用全新的检定方法、检定技术和量值传递标准, 相应的检定规程、验收规范、管理标准的制定应同步开展。

5. 如何合理利用因建设“智能电网”而大批更换下来的计量设备, 避免造成大的资源浪费和重复建设这一课题, 急需思考。

6. 计量人员的技术素质和管理能力需要相应提高, 要能够胜任智能电能计量系统的操作、使用和维护工作。人员培训急需进行。

## 七、结束语

智能技术在电能计量领域的应用, 将推动计量装置在制造技术上的更新换代, 促进检定技术的进步完善, 提高检定质量和工作效率, 提升计量人员技术水平和管理水平, 提高电能计量装置的准确性、安全性和可靠性, 实现自愈、防窃、互动和坚强。

智能电能计量的建设将是电能计量行业的一次大转折、大变革、大机遇、大挑战。让我们做好充分的准备, 以全新的姿态, 迎接智能计量时代的到来! 

