「智能电网」

互联网＋智能化配用电解决方案

文/中山市明阳电器有限公司　雷健华　袁红珍　陈　立

目前，在所有的能源消耗中，电力供需矛盾日渐突出，电网承载量日益加大，这就要求引导用户合理有序地用电。在这种情况下，国家把科技与电力结合起来，互联网＋智能化电网由此应运而生。智能电网存在于集成的、高速双向通信网络的基础上，它利用传感和检测技术、程序技术、操控手段和支持程序技术的使用，达到电网的安全、经济、可靠和节能的目标。针对互联网＋智能化配用电情况提出相应的对策，促进我国用户能够科学合理用电。

随着能源的日渐消耗，我国电力供需矛盾日渐突出，电网承载量日益加大，这就要求我们要引导用户合理有序的用电。因此，互联网＋智能化电网应运而生。互联网＋智能化配用电利用先进的高科技技术，改变了传统的用电方式，使用户能够更加高效、安全的用电，这也是我国电力改革过程中的一项伟大的举措。互联网＋智能化电网最显著的特点就是“自愈”，其在向用户输送电力的过程中会主动的把有故障的程序从系统中剔除，避免电力系统出现故障，保障用户能够正常用电。

在传统的配用电模式下，断电停电的情况时有发生，积压大量的电力装置，浪费大量的人力、物力和财力等，这些情况严重阻碍了我国电力系统的发展。而互联网＋智能化配用电最大程度的弥补了传统电网在使用过程中的缺陷，保障用户能够在安全、高效的环境中用电，促使我国的电力系统逐步得到完善。

互联网＋智能化配用电的相关事项

1. 互联网＋智能化配用电的现状

目前，由于国家能源的消耗日益严重，现代高科技的不断发展，使得相关部门逐渐在电力系统的管理中加入科学技术手段。互联网＋智能化配用电的管理方法逐渐受到了广大电力系统管理层的青睐，在日常生活中得到了大量的使用。现阶段，我们已经聚集了市场上成熟产品的资料以及相关知识，并建立起自己的队伍，已经完成对关键技术的可行性研究，为产品的创新贡献力量。

2. 互联网＋智能化配用电的程序

互联网＋智能化配用电是通过把传感器技术、电子技术、通信技术和中压成套装置相结合的方法，形成基于互联网＋智能化的新型配用电装置，进而达到了对运行装置的在线状态监测、缩小了成套装置的体积、模块化设计、避免出现重复收集的目的。与此同时，集成保护功能，实时上传装置的运行情况，利用高速通信网络实现远程共享，能够在远端进行专家检修，具有遥控、遥信、遥检、遥修功能，这是互联网＋智能化配用电程序中最重要的环节。

3. 互联网＋智能化配用电的技术水平

互联网＋智能化配用电过程中需要用到的技术包括：传感器测量技术、取样手段和数据分析方法、多处理器架构硬件设计技术、软件设计、操控方法、维护措施、实时通信技术、大数据技术和问题专家检修技术等，而这些技术水平已成

基金项目：中山市科技计划项目（项目编号：2016A1017）。

为国内外领先水平。

4. 互联网＋智能化配用电的创新点

集在线监管、维护、操控、计量、通信为一体，增加了产品的集成性和装置兼容性。如图1所示。

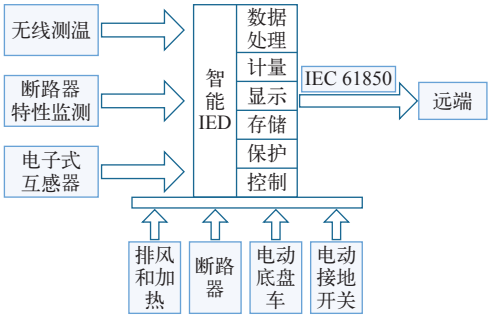
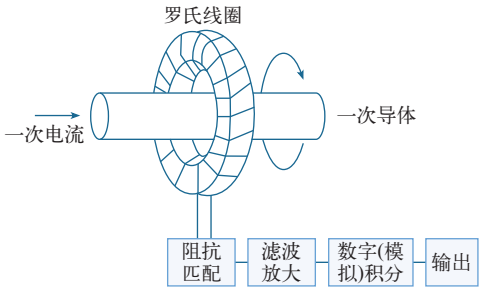


图1　智能IED运行流程图

电子互感器取代了传统的电磁式互感器，可以缓解电磁饱和时产生的数据监管盲区情况。如图2所示。

传感技术和互联网＋智能化技术相结合，增强了在恶劣环境中输送电力的抗干扰能力。如图3所示。

选择断路器侧装的方法可以缩小电力装置的体积，再利用互联网＋智能化技术可以使电力系统达到自我检测、自我操控的状态。如表所示。



由罗氏线圈组成的电子式电流互感器原理图

图2　电子式电流互感器原理图

图3　主IED的模块分布图

表　不同断路器的比较

比较项目	侧装移开式交流金属封闭开关设备	纵旋/移开式户内交流金属封闭开关设备	固体绝缘交流金属封闭开关设备	铠装移开式户内交流金属封闭开关设备
特征、布置及运动方式	空气绝缘、侧装、上下	空气绝缘、侧装、旋转	固体绝缘、正装、前后	空气绝缘、正装、前后
一次隔离断口	可见	不可见	不可见	不可见
一次触头插接过程及状态	可见	不可见	不可见	不可见
紧急分闸装置	有	有	无	无
分支母线	无	无	有	有
电弧粉末影响灭弧室绝缘	不影响	因灭弧室旋转有影响	不影响	不影响
下触头活门挡板移动方式	自动	需人工手动	自动	自动
整排安装更换中间柜体	可抽出	不可抽出	不可抽出	不可抽出
主触头温度监测	容易实现	实现困难	实现困难	实现困难
结构创新性	原创技术	借鉴法国产品VISAX	原创技术	仿国外产品GZS1
靠墙安装	接线维护方便	接线维护方便	接线维护方便	接线维护方便
防护等级	IP54	IP4X	IP4X	IP4X
柜体体积	650×1100×2000	700×1400×2200	800×1500×2300	800×1500×2300

利用互联网＋智能化技术可以达到无人化巡查和远程检修的目的，节省了额外的检修费用。如图4所示。

5. 互联网＋智能化配用电的社会经济意义

成套装置是电网系统中使用最多的装置，绝缘问题和发热问题是其在运行过程中最常见的问题，在对其进行维护的过程中出现的五防联锁问题会严重威胁到人身安全。而互联网＋智能化配用电方案可以实现开关柜状态在线监管、操控、维护和通信的目的，可以对绝缘和发热情况进行

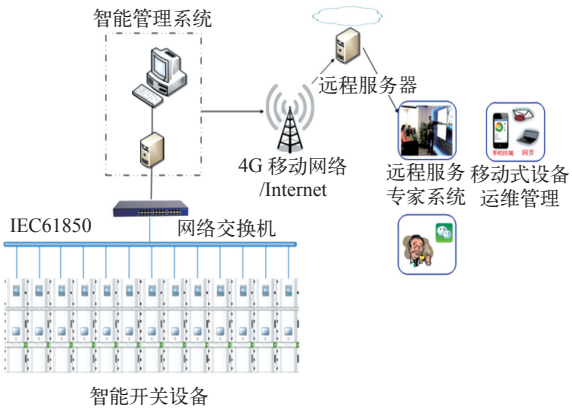


图4　无人化巡查和远程检修的流程图

实时监测，同时进行优越的电气联锁，也能够实现无人检测，节省检修费用，可以推动电网的快速进步。实现成套装置在线监管，形成互联网＋智能化成套装置，完善了互联网＋智能化配用电的方案，推动了电网的进步；促进了成套装置向互联网＋智能化的方向发展；能够取代国外产品，满足我国主张的自主创新政策，提高了我国相关领域的科技实力。

6. 互联网＋智能化配用电的必要性

互联网＋智能化配用电系统的功能齐全，可以实现无人化巡查以及远程操作，节省了检修费用，同时利用大数据来挖掘数据潜力，形成专家检测程序，为故障的检测提供条件，这满足对未来电网装置的规划，是电力系统未来发展的必然趋势。再加上该系统价格适中，整体技术水平已经成为国内外的先进水平，能够取代国外产品，满足我国主张自我创新的政策，使我国电力系统不断得到完善，有利于互联网＋智能化电网的发展。

互联网＋智能化的设置标准

1）设备要选择性能强、可靠性较强的芯片和软件，确保设备能够稳定长期的工作。机箱要选择涵盖屏蔽能力及强度较大的金属机箱；CPU要选择32位以上的DSP或工业级微处理装置，维护、检测和通信管理的CPU要单独装配，设备的其他部分出现问题时不会牵连到该电力系统的正常运转。

2）设备要选择可靠性较高的A/D转换装置，检测和维护A/D转换装置要单独装配，对模拟量收集回路实施实时检测，设备拥有较高的取样速度，取样频率要高于2 kHz，每周波的取样点要不小于36点。

3）设备要拥有检测性能，为确保检测的准确度，检测CT（A，C相）输进和维护CT（A，C相）输进单独装配。能够检测3相电流、电压、电度等的状态，并在设备的液晶显示屏上展露，可以通过通信口输送。液晶显示屏上展露的检测数显示对应一次值，维护值显示对应二次值，电度量数据在设备断电后可以持续存在半年以上。

4）设备拥有软、硬件冗余设置，有较强的抗干扰能力，较强的软、硬件自查，二级看门狗等特性。设备选择全密封嵌入式机箱装配，体积不大，重量轻，能够直接装置在开关柜上。

5）互联网＋智能化设备应具有完善、全面的维护能力，整体、精准和科学的检测操控能力。

6）设备要可以在现场利用笔记本式计算机进行测试，可以识别维护设备中的问题录波数据，可以提供相应程序对问题波形进行深入研究。

互联网＋智能化配用电的解决方案

1. 互联网＋智能化配用电的基本原理

互联网＋智能化配用电建立在传感器测量技术收集成套装置状态数据的基础上，根据传感器传达的信号进行算法策略诊断。同时，内设的维护模块收集信号实现维护功能，通过功能模块的设置，可以达到远程操控的目的，数据的存储和处理能够利用实时通信输送到远端的服务器上。

2. 互联网＋智能化配用电的技术方案

（1）结构上小型化设计

优化主母线格局，传统的主母线通常设置在柜体的后方，其布置顺序为A、B、C三相按上、中、下布置；而断路器极柱A、B、C按左、中、右布置，所以只有选择分支母线过渡与绝缘支撑才能达到主母线与断路器手车插座电气相连的目的。通过优化布置，把主母线搬到柜体的上方，A、B、C按照后、中、前来设计，断路器选择侧装的方法，三相极柱的安装方向要与主母线相同，确保开关柜和断路器的排列顺序相同。主回路的构造简洁、紧凑、载流回路短且发热部位少，通风散热能力较强，节省材料，节约成本，增强运行的可靠性。

（2）采用电子式互感器检测

选择线圈进行检测，线圈选择的是非磁性的骨架，不具备磁饱和的状态。电流通过一次，线圈可以获得二次电压，对该电压进行处理，可以得到与一次电流成比例的电压信号，利用微处理

器把此信号进行处理与研究，就能够把一次电流信息转化为小电压模拟量和数字量导出。

（3）无线测温模块

选择热敏电阻对断路器端口进行检测，并利用无线的手段进行物理分离。热敏电阻选择电阻温度系数是负数的NTC热敏电阻。

因为热敏电阻涵盖较强的非线性特征，所以在测量时要对电路进行线性化管理，进而确保电压和温度的关系呈线性。

（4）多处理器布局

现阶段，互联网＋智能化配用电装置中多数模拟量取样和管理、检测和维护精度高，计算过程烦琐，维护和通信的实时性、可靠性和精准性的要求较严，人机交互屏幕烦琐，智能IED选择单处理器布局构造逐渐无法适应设置的性能与功能标准，需要选择多处理器构造。如图5所示。

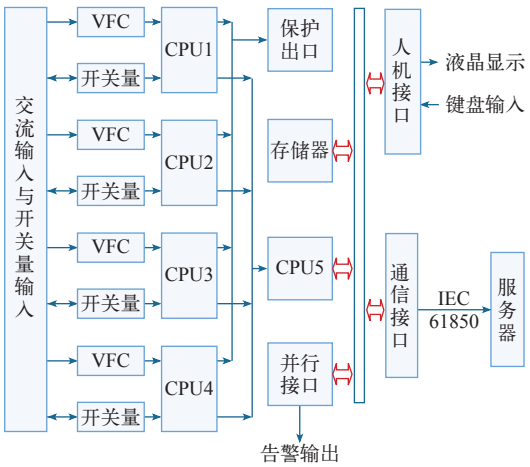


图5　多处理器构造图

在图5中，CPU1、CPU2、CPU3、CPU4都有各自需要负责的任务，拥有自身独特的功能，且和维护出口向连接。CPU5具备通信和存储功能，能够和上面任意的CPU进行通信，监管每个CPU的运行状态，是人机对话和通信的载体。

（5）实时通信

由于互联网＋智能化配用电对实时性、精确度、可靠性等有一定的标准，对规范化、整体化的要求等，要求互联网＋智能化成套装置要在相关标准的基础上进行实时通信。如图6所示。

在整个程序中，远程、智能传感器与运行装置实现开关量、模拟量的取样及操控信号的传达等和一次装置相关的性能。间隔层即继电维护与智能化IED层，负责程序阶段和间隔层的内部通信工作。

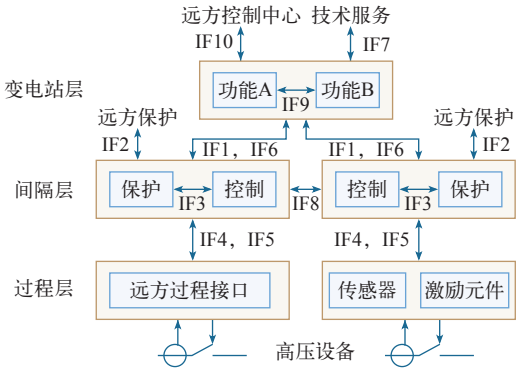


图6　配用电的运行程序

3. 互联网＋智能化配用电的注意事项

1）在对断路器操作合分闸的过程中，要确保断路器的手车是处在运行状态中或处在试验状态中，避免出现误分合断路器的现象，保证电网线路的正常运行。

2）若想对断路器手车进行推进或拉出工作部位的运行，就要确保断路器处在分闸的状态中，避免出现带负荷转移断路器手车，给互联网＋智能化配用电系统带来干扰。

3）断路器手车只有处在试验状态中，才能连接接地开关实施合闸工作，避免出现带电连接接地开关的情况，减少电网出现故障的概率。

4）要保证接地开关处在分闸的状态上，才能对断路器手车实行运行工作，才能实施合闸工作，避免接地开关出现带电送电的情况，保护互联网＋智能化配用电系统的正常运行。

5）必须确保断路器手车处在试验状态或工作状态中，接地开关处在合闸位置上，才能进行后门打开的程序操作；不存在接地开关的开关柜一定要在高压断电后，才能实施打开后门的程序操作，避免出现误入带电间隔现象的发生，确保电网的正常运行。

结束语

主要研究的是在互联网＋智能化的环境下，实现配用电的最优配置。这里通过对互联网＋智能化配用电的相关事项进行阐述，对互联网＋智能化的设置标准进行规定，最后在此基础上提出了互联网＋智能化配用电的最佳解决方案。实现在互联网＋智能化环境下，合理使用电力，能够节约能源，节省开支，促进国家的进步。**EA**

（收稿日期：2017.05.05）

（编辑：刘群垚）