

智能电表功能及其高级应用分析

The Function and PAS of Smart Meters

唐发荣 Tang Farong

(安徽省电力公司合肥供电公司, 合肥 230022)

(Anhui Electric Power Corporation and Hefei Supply Company, Hefei 230022, China)

摘要: 智能电表功能的完备性, 对智能电网用户环节得以实现具有重要意义。对智能电表的功能进行分析, 指出双向计量、费率管理、双向通信以及控制功能应作为智能电表功能完备性检测的标准。对基于智能电表技术的需求侧管理、配电网状态估计、负荷分析建模及智能家庭等高级应用进行分析, 并对各应用价值进行了评述。

Abstract: The completeness of smart meters is very important to fulfill the user part of smart grid. Through analyzing function of smart meters, bidirectional measurement, rate management, bidirectional communication and control should be the criterion of smart meters' completeness. Analysis and evaluation of DSM (Demand System Management), DSE (Distribution State Estimation), LAAM (Load Analysing and Modeling) and IF (Intelligent Family) is done and indicate that the application of smart meters have many work to do.

关键词: 智能电表; 双向通信; 费率管理; 双向计量; 应用分析

Key words: smart meters; bidirectional communication; rate management; bidirectional measurement; application analysis

中图分类号: TM93

文献标识码: A

文章编号: 1006-4311(2011)23-0028-02

0 引言

随着近年全球经济的飞速发展, 人类对能源的需求量急剧增加。同时由于化石能源的逐渐枯竭、以及人们环保意识的增强、电力市场化进程不断深入及用户对电能可靠性和质量要求的不断提升, 建设更加安全、可靠、优质、环保、经济的电力系统已经成为全球电力行业的共同目标。智能电网(Smart Grid)概念应此而生。其允许可再生能源顺利接入电网, 支持智能化的互动式用户管理以及对电网的智能化管理。智能电网包含从发电、输电、变电、配电、用电和调度六个环节, 智能电表属于智能用电的环节。智能电表技术的发展, 一方面可以通过先进的计量手段为用户提供用电建议参考, 另一方面也为用户端的控制提供了灵活接口。可以在充分调动用户参与性的基础上, 进行可控的负荷管理, 为智能电网用户环节的实现提供可能。

1 智能电表功能分析

1.1 智能电表的工作原理 智能电表的原理如图1所示。智能

电表工作时, 电压、电流经传感器转换为采样信号, 通过滤波处理后送入计量芯片; 计量芯片将能量信号转化为脉冲信号送到CPU进行电量脉冲采集, 电量累计和各项计算分析处理, 其结果保存在数据存储器中; CPU可以在远方主站或本地控制下, 完成红外或RS485抄表、LCD显示等功能处理; 负荷开关可以根据控制指令下可以提供拉合闸操作。

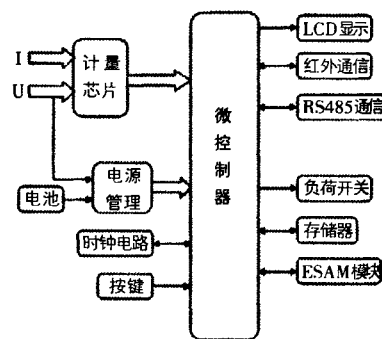


图1 智能电表原理图

1.2 智能电表功能分析 智能电表作为智能电网用户环节实现的重要基础, 具备完善的功能是其必须满足的基本要求。智能电表从功能上可以划分为: 双向计量、双向通信和管理控制三个部分。

1.2.1 双向计量 计量功能是电表的一个基础功能, 计量功能包

作者简介: 唐发荣(1974-), 男, 安徽合肥人, 工程师, 研究方向为电力系统供配电自动化。

3.2 增加了制动单元和制动电阻器。制动单元的功能是当直流回路的电压 U_d 超过规定的限值时, 接通耗能电路, 使直流回路通过制动电阻后以热能方式释放能量。制动单元可分为内置式和外置式二种, 内置式适用于小功率的通用变频器, 外置式则适用于大功率变频器或对制动有特殊要求的工况中。制动单元和制动电阻在选型时要特别注意, 选型不合理会经常报过电压故障。此处改造用的是外置式制动单元。

制动电阻器的作用是: 当操作台主令控制器回零位时, 电机及时停止, 克服了电机因惯性而产生反向电流过大的现象发生。

3.3 具体改造电路图如图3。

3.4 改造后的电路保留了原来的零位继电器, 对变频器正反转控制使用无源触点 KA1、KA2 控制, 防止操作台上的强电窜入变频器中。

4 改造效果

4.1 机前工作辊道控制方案的改造自投入运行以来, 工作辊道速度的快慢满足了生产和工艺的要求, 电机的启动电流大大降低, 电机温升明显降低, 不再有电机烧毁现象的发生了, 机械设备的维修周期也变得更长, 由于电机的速度可调, 粗轧机进钢变得更容易, 并根据轧钢速度要求, 合理调整电机的转速, 同时又解决了接触器触点粘连严重影响生产的问题。

4.2 减少了设备故障时间, 提高了设备作业率。改造前每月因辊道故障停机时间长达 15 个小时左右, 改造后实现了年故障时间为零。

4.3 减少了维修人员的劳动强度。

4.4 变频器实现了无故障运行, 减少了备品备件的消耗。

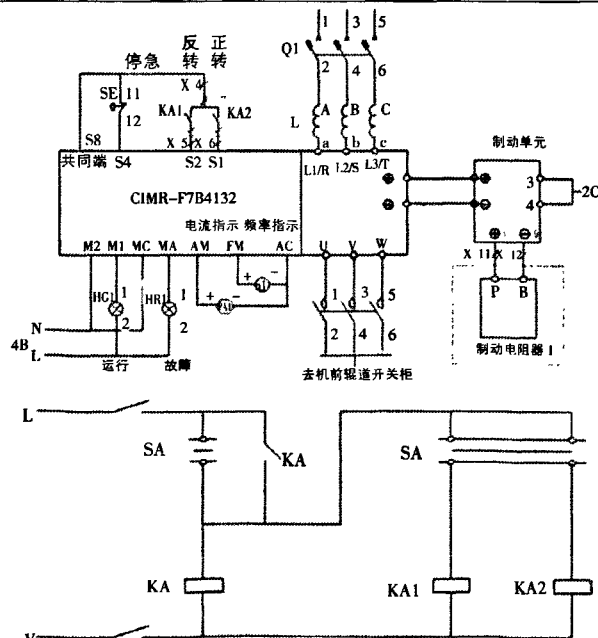


图3

4.5 经改造前与改造后的经济效益对比, 改造后三年内平均每年多创效益 60 万元以上。

参考文献:

[1] 赵国良. 维修电工基础知识. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2007.

括有功、无功、电压、电流量、功率因数、零序电流的计量。智能电表在电压、电流量的计量上要求能够提供足够点数的量测数据,为高级应用中的统计分析功能的实现提供历史数据。

对于有功、无功的计量需要满足双向要求。随着分布式发电技术的发展,在可以预期的未来,作为供电方的用户将成为可能。同时在电力市场高度成熟以及储能技术满足应用需求的条件,充分调动用户参与电能管理的积极性,利用峰谷电价差异,引导用户参与削峰填谷。智能电表的双向计量功能是满足用户最终作为一个双向负荷的身份出现的必要条件,也是互动式电网建立的标准。

1.2.2 双向通信 为了建立智能电表和智能电网之间联系,形成数据传输的通道,可靠、稳定的通信网络是必备基础条件之一。对于智能电表而言为了实现其管理控制、以及计量功能,数据的传输将不再是表端到管理主站之间的单向传输。而应一方面由智能电表采集电压、电流表征电能质量的量测量以及电能消费数据的电度信息。另一方面,智能电网中的智能变电站还可以向智能电表发出调控信息,因此,智能电表要求具有双向的通信功能。

智能电表与远端的智能化变电站之间的通讯方式可以有多种形式,如电力线路的载波通讯、无线网络通讯、通信网络通讯以及借助其他专网的通讯(如有线电视网络等)。未来三网合一的发展,也会为智能电表的通讯带来更大的方便。

1.2.3 管理控制 管理控制功能示意图见图2。智能电表作为交互式的智能电网的终端管理单元,管理控制包括费率控制、远程控制管理、分布式发电设备控制、智能化家电设备、以及本地管理控制功能。费率控制按照费率控制实现方式,可以分为本地智能费控和远程智能费控两种方式。用户可以根据自身的生活习惯、用电习惯进行合理的费率方式选择。远程控制功能为实现远方的负荷投切提供了方便的接口,便于供电端管理。分布式发电设备控制,可以向供电端提供用户功率方向选择。在已达成供电协议的基础上,供电端可以根据系统实际情况,按照调度准则对用户的分布式设备进行管理。由于智能电表的MCU可以带有强大的I/O接口,使得它可以与更多的外部设备对接。借助远程通信的功能,用户在异地通过计算机网络、移动通讯设备对智能化用电设备进行远程遥控、遥测将会变成现实。该控制管理功能也是未来智能住宅的一种实现方法。本地管理控制功能为用户提供一种本地接口,用户可以通过该功能接口,就地查询用电特性、费率模式、实现就地分合闸等简单查询、管理功能。

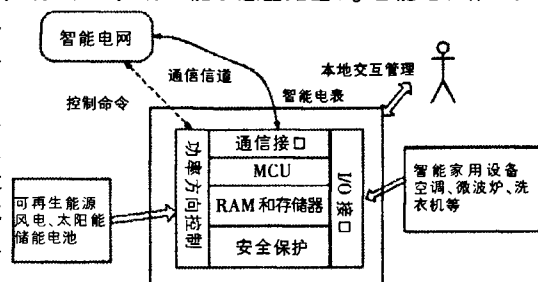


图2 智能电表管理控制功能

控制按照费率控制实现方式,可以分为本地智能费控和远程智能费控两种方式。用户可以根据自身的生活习惯、用电习惯进行合理的费率方式选择。远程控制功能为实现远方的负荷投切提供了方便的接口,便于供电端管理。分布式发电设备控制,可以向供电端提供用户功率方向选择。在已达成供电协议的基础上,供电端可以根据系统实际情况,按照调度准则对用户的分布式设备进行管理。由于智能电表的MCU可以带有强大的I/O接口,使得它可以与更多的外部设备对接。借助远程通信的功能,用户在异地通过计算机网络、移动通讯设备对智能化用电设备进行远程遥控、遥测将会变成现实。该控制管理功能也是未来智能住宅的一种实现方法。本地管理控制功能为用户提供一种本地接口,用户可以通过该功能接口,就地查询用电特性、费率模式、实现就地分合闸等简单查询、管理功能。

2 智能电表的应用分析

建立在家庭(个人)用户基础上,具备双向计量、通信以及具有远程、本地管理控制功能的智能电表,不仅为交互式智能电网实现提供了基础,而且提供了充足的量测数据,对原有DMS的应用功能的完善提高提供了可能。同时按照配电自动化应用完善和新的应用标准,对建立在智能电表技术之上的智能电网应用功能,进行两大类的划分,即对于配电自动化已有应用的完善,如高级应用方面:配电网状态估计、负荷预测;需方用电管理方面:负荷控制和管理(预付费、结算和账务)。同时智能电表提供新的应用领域为:用户能量管理(能效监控和管理、用户能量管理、节能)、智能家庭和费用管理等。

2.1 配电网状态估计 配网侧的量测设备安装点数有限,大量的信息是根据网络模型、负载估计值以及变电站高压侧的测量信息综合处理得到的,使得目前状态估计的准确度和系统的可观性受到较大影响。通过智能电表的大量安装,增加测量节点,DMS系统将获得更加准确和全面的负载和网损信息,完成对配网实时潮流以及未知状态的估计和测量数据准确性的校核。

2.2 负荷预测 智能电表丰富、足量的原始数据为负荷分析和预测提供了数据支撑。在充分考虑自然气象条件的基础上,通过将负荷信息与负荷特性、时间变化等进行综合分析,可以建立新的预测模型进而提供更为准确负荷预报数据。配网的调度管理在此基础

上可以进行更为准确的统运行调度、用户管理以及对配网的长期规划提供有益的指导。

2.3 负荷管理与控制 负荷管理方面主要是费用管理功能、需求侧响应管理。建立在智能电表基础上的费用管理功能,可以方便、准确的进行实时的费用结算。根据费控类别,分别处理,一方面可以简化传统帐务管理的复杂流程。另一方面智能化的结算方式,不仅为电力市场化的电费管理提供基础,使用户自由选择供电商成为可能,而且可以进行信息的实时、公开发布,方便用户及时、准确掌握能量消耗信息以及账户消费信息。另外通过费用管理系统,用户可以选择付费方式。随着费用管理系统的应用,应该提供IC缴费,网络缴费等多种缴费方式,满足用户购电需求,减少因购电环节而带来的供电中断问题。

需求侧响应管理则是通过电价的杠杆作用对用户的负荷及分布式发电进行管理。其实现形式根据协议,分为价格杠杆管理和负荷直接控制两种方案。价格杠杆挂历通过采用区别电价方式实现,具体形式可以为分时电价、实时电价和紧急峰值电价,以满足常规用电、短期用电和高峰时期用电的需求。直接负荷控制则通常由系统调度员根据系统运行状态通过远程命令方式实现负载的接入和断开。负荷此时已不再是单相,可以根据系统调度指令进行潮流方向的切换。

2.4 用户能量管理

2.4.1 用户电能质量监视 传统的电能质量问题通常由用户通过投诉电话方式结合GIS系统进行定位。利用智能电表的实时监测数据一方面可以实时监测电能质量和供电状况,同时通过附近测点信息可以快速定位问题区域。从而可以及时、准确地响应用户投诉,甚至变被动投诉为提前预警,进而减少投诉量提高供电质量。

2.4.2 用户能耗能效监控 通过对用户损耗和网损结合分析,将用户的能耗信息反馈给用户,并向用户提供用电指导建议。一方面可以使用户减少能源消耗或者转换能源利用方式。对于装有分布式发电设备的家庭,还能为用户提供合理的发电和用电方案,实现用户利益的最大化。另一面在考虑网损的基础上,实现社会效益最大化,最终实现利益共享。

2.5 智能家居 智能家居,也叫智能住宅。智能家居是以家为平台,兼容建筑、网络通讯、信息家电、网络家电、自动化和智能化,集系统、结构、服务、管理、控制于一体的高效、舒适、安全、便利、节能、健康、环保的家居环境。家居智能化技术起源于美国,最具代表性的是X-10电力载波技术。随着智能电表技术的应用,可以通过智能电表提供双向信道,网络系统中的各个设备便可实现资源的共享。使用智能电网的通信网络不仅可以节约成本,还可以通过智能电表的监视作用,进行合理的负荷管理,提高电能利用效率。智能家居功能的实现,对于智能电表功能提出了新的要求,网络功能的实现也将成为智能电表的新的功能点。

3 结论

通过对智能电表原理介绍以及功能分析,可以看出智能电表技术在智能电网用户环节中所具有的重要地位。智能电表的双向计量、双向通信以及管理功能,可以作为电表功能完备性的检测标准。在智能电表提供的监控数据基础上,一方面可以完善已有功能,如状态估计、负荷预测。另一方面又为新功能的开发提供可能,如用户能量管理中的预测定位功能、智能家居等。智能电表的应用为交互式的智能化电网管理提供了新的思路和方法,完善的功能开发,最终在大量工程实践的基础上不断成熟。

参考文献:

- [1]牟龙华,朱国锋,朱吉然.基于智能电网的智能用户端设计[J].电力系统保护与控制,2010,(38),21:53-56.
- [2]王熙喜.关于我国智能电网及其发展的思考[J].山西广播电视大学学报[J].2010,(78),5:105-106.
- [3]傅剑,梁英波.智能电表的设计与实践[J].化工自动化及仪表,2010,37,(9):65-68.
- [4]聂珣.对智能电网中智能电表技术的展望.湖北电力[J].2010,(34),3:47-48.
- [5]常婧.智能电网建设对智能仪表的技术需求分析[J].仪表技术,2010,4:58-60.
- [6]许晓慧.智能电网导论[M].北京:中国电力出版社,2009.
- [7]王哲.智能电网涉及的关键技术[J].电力系统通信,2009,(11):65-68.

作者: [唐发荣](#), [Tang Farong](#)
作者单位: [安徽省电力公司合肥供电公司, 合肥, 230022](#)
刊名: [价值工程](#) 
英文刊名: [Value Engineering](#)
年, 卷(期): 2011, 30 (23)

参考文献(7条)

1. [牟龙华;朱国锋;朱吉然](#) [基于智能电网的智能用户端设计](#)[期刊论文]-[电力系统保护与控制](#) 2010 (38)
2. [王熙喜](#) [关于我国智能电网及其发展的思考](#)[期刊论文]-[山西广播电视大学学报](#) 2010 (78)
3. [傅剑;梁英波](#) [智能电表的设计与实践](#)[期刊论文]-[化工自动化及仪表](#) 2010 (09)
4. [聂珣](#) [对智能电网中智能电表技术的展望](#)[期刊论文]-[湖北电力](#) 2010 (34)
5. [常婧](#) [智能电网建设对智能仪表的技术需求分析](#)[期刊论文]-[仪表技术](#) 2010 (4)
6. [许晓慧](#) [智能电网导论](#) 2009
7. [王哲](#) [智能电网涉及的关键技术](#)[期刊论文]-[电力系统通信](#) 2009 (11)

本文读者也读过(5条)

1. [叶海强;安建锋](#) [对智能电网中智能电表技术的展望](#)[期刊论文]-[科技创新导报](#)2011 (22)
2. [卢旭锦](#) [浅析集中式电能表的特征、原理及维护](#)[期刊论文]-[中国科技信息](#)2008 (17)
3. [王子木;王新多](#) [浅谈基于智能电网的实时电价系统](#)[会议论文]-2010
4. [刘国忠;梁福平;Liu Guozhong;Liang Fuping](#) [智能化抄表系统](#)[期刊论文]-[电网技术](#)1999, 23 (3)
5. [刁依娜](#) [谐波对电能计量的影响与对策](#)[学位论文]2009

引用本文格式: [唐发荣; Tang Farong](#) [智能电表功能及其高级应用分析](#)[期刊论文]-[价值工程](#) 2011 (23)