面向智能电网的低压端数字电能表监测系统

为了满足智能电网发展的需要，对电网运行信息进行实时的采集与监控，设计了一个面向智能电网的低压端数字电能表监测系统。该系统由信息采集系统、低压端数字电能表和电力服务系统三部分构成，其中低压端数字电能表内设计置有射频识别（RFID）芯片，使得监测系统能够将RFID技术应用于智能电网，利用其传输速度快、远距离识别目标、可对目标进行定位等优势，有效地解决了信息传输过程中的信息冲突安全性差及识别速度慢等问题，提高了电网的准确性、可靠性和安全性，保证了系统的正常运行，满足国民生产及人民生活的需求。

张惠娟　申　晨　申　奥　黄　凯/河北工业大学电气工程学院

张惠娟/教授

关键词/Keywords

智能电网·
信息采集·
数字电表·
电力服务·
射频识别·

伴随着社会和时代的进步，特别是近年来对GDP追求和节能减排要求的提高，公众和社会对电力部门的服务品质的要求也越来越高；与此同时，在我国经济高速发展的过程中，能源与资源的巨大缺口也逐渐显现出对中国经济可持续发展强大约束。智能电网具有提高能源效率、减少对环境的影响、提高供电的安全性和可靠性及减少输电网的电能损耗等诸多优点，满足我国对建设资源节约型和环境友好型社会的要求，因此，智能电网的建设和改造已成为当务之急[1-2]。

传统的数字电能表监测系统的抄表技术主要有人工抄表和IC卡预付费两种方式，但随着经济与技术的发展，这两种抄表方式出现了种种弊端，已不能满足日益智能化的电网服务系统对于快速、高效和高质量的要求。人工抄表除了不能实时监测设备运行的工作状态之外，对于数据的采集、分析和统计等工作也很容易出错且效率极低；IC卡电表读写窗口开放易受攻击，简单易复制，损害了用户和电网的利益，同时也不能起到实时监控的作用[3]。

针对以上传统抄表方式的缺点，本文将射频识别（Radio Frequency Identification，RFID）技术与数字电能表相结合，利用其能够远距离快速输送信息、数据存储量大、数据可实时更新和安全不易复制等特点，设计了一种面向智能电网的低压端数字电能表监测系统，与传统方法相比更加适应智能电网的飞速发展。

RFID技术

RFID技术是一种新型非接触式的自动识别技术，利用射频识别和空间耦合的方式自动识别目标对象并获取相关数据，工作时无须人工干扰且方便快捷[4]。该方法具有标签体积小、信息容量大、寿命长、可重复使用和可对识别目标进行定位等技术特点，与传统的条形码、IC卡等方式相比更适用于智能家居、智能电网等技术领域，因此RFID技术与智能电网结合的应用也越来越广泛[5]。

RFID系统的工作频段分为低频、高频、超高频和微波几个范围，频段的频率越高，可传输数据的距离越远，传输速度也更快。面向智能电网的检测系统采用超高频段作为工作频段，同时采用电容耦合的方式，在读取距离较远的情况下，可对可识别目标进行快速定位，

河北省科技支撑计划项目“国家风光储输示范电站低频谐振分析及治理关键技术研究”（13214604D）。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

保证了系统的可靠运行。

最基本的RFID系统由电子标签、天线和阅读器三部分组成。电子标签用来存储可识别目标的信息，由耦合元件和芯片两部分组成，通过天线与阅读器之间传递信号。

RFID可根据电子标签的有源和无源分为有源RFID和无源RFID两种。有源RFID的电子标签内部含有电池，可主动发送某一频率的电磁波，由阅读器接收并读取相关信息，可识别距离较远的电子标签，但会受到自带电池寿命的限制。无源RFID的电子标签本身没有电池，仅依靠阅读器发出的电磁波获得能量来传递与发送信号，其识别信息的距离较短，但具有更为长久的使用寿命[6]。

本文设计的系统在实际应用中，可根据客观情况选择有源RFID或是无源RFID，扩展了低压端数字电能表的应用范围，可以适应不同的智能电网。

面向智能电网的低压端数字电能表监测系统

1. 系统设计原理

面向智能电网的低压端数字电能表监测系统由信息采集系统、低压端数字电能表和电力服务系统构成，系统连接示意图如图1所示。信息采集系统首先对用户用电信息进行采集、传输，然后由低压端数字电能表对采集的用电数据进行处理、存储以及传递，同时电力服务系统对采集的信息进行处理并实现对低压端数字电能表的控制。通过各部分对信息数据的快速传递和处理，能够对电网的运行情况进行实时的监控和管理，对于故障的发生能够做到精准定位和快速处理，提高了电网的可靠性并保证了电网的正常运行，维护了用户和公司的利益。

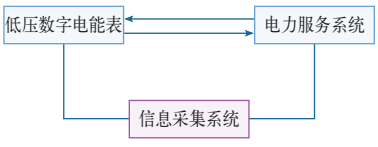

图1 系统连接示意图

2. 低压端数字电能表的设计

低压端数字电能表由专用电能芯片、微处理器、时钟芯片、LCD显示器、存储器、键盘、RFID芯片、智能开关、电源模块、电源管理模块及电池构成，结构框图如图2所示。

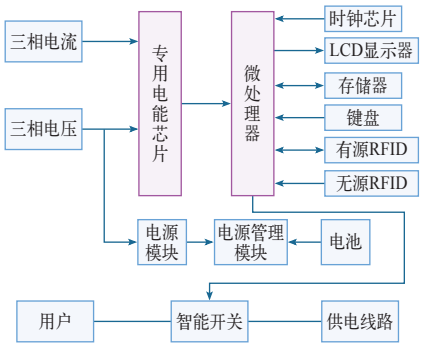

图2 低压端数字电能表结构框图

专用电能芯片将用电信息发送给微处理器，经过微处理器对数据信息进行存储和分析后，将用户用电信息显示在LCD显示器上；若此时微处理器监测到电网运行有故障，RFID芯片可立即将实时数据存储、定位并发送至后台电力服务系统，以便电力系统对故障进行快速维修。与此同时，微处理器也与智能开关相连，可对用户线路及时进行关断。

3. 低压端数字电能表检测系统的特点

低压端数字电能表检测系统特点如下：

1）将智能电网与RFID技术相结合，便于对电网运行情况进行及时检测并加以管理，提高了对故障信号的反应速度，能够及时发现电力故障的确切位置并立即派遣维修人员去解决问题，提高了电网的可靠性并保证电网正常运行。

2）低压端数字电能表可以采用有源或无源RFID芯片，扩展了低压端数字电能表的应用范围，可以适应各种不同的智能电网。

3）将RFID技术与智能电网相结合，有效地解决了信息传输过程中的信息冲突、安全性差及识别速度慢等问题，保证了系统的正常运行，满足国民生产及人民生活的需求。

软件设计

面向智能电网的低压端数字电能表监测系统

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的软件部分的功能为：将信息采集系统采集的数据通过电能表监测系统进行存储与分析，若监测到故障信号则将故障信息和故障方位传送至电力服务系统，主流程图如图3所示。

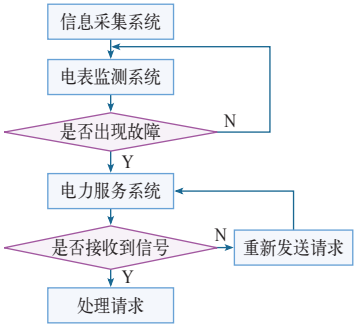

图3　主流程图

电能表监测系统子流程图如图4所示。电能表监测系统将数据发送至微处理器处理分析是否故障，无故障则将数据存储并由LCD显示器显示，若检测出故障信息，则由RFID系统将故障信息与故障点方位信息读出发送至电力服务系统处理，同时发出跳闸请求信号，智能开关将对故障点执行跳闸。

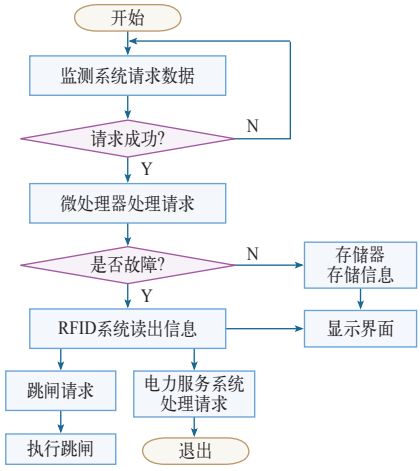

图4　电能表监测系统流程图

结束语

文中设计的监测系统将智能电网与RFID技术相结合，有效地解决了信息传输过程中的信息冲突、安全性差及识别速度慢等问题，同时提高了故障信号的反应速度，能够及时发现电力故障的确切位置并能够立即反馈给电力服务系统，提高了电网的可靠性。

本系统的低压端数字电能表可以根据实际情况选择有源或无源RFID芯片，扩展了低压端数字电能表的应用范围，可以适用于不同的智能电网，符合智能电网发展的趋势，也满足了国民生产和人民生活的需求。

参考文献

[1] 陈树勇，宋书芳，李兰欣，等．智能电网技术综述 [J]．电网技术，2009，33 (8)：1-7．

[2] 黄安平，蒋金良．智能电网的发展和应用研究 [J]．电气应用，2011，30 (13)：22-28．

[3] 乔先科．智能远程抄表与检测系统研制 [D]．南京：南京理工大学，2007．

[4] 凌菁．基于RFID的预付费电能表管理系统研究 [D]．长沙：湖南大学，2007．

[5] 王光辉．基于RFID技术的智能图书馆系统 [D]．武汉：武汉科技大学，2008．

[6] 徐艳红．浅析RFID技术及其应用 [J]．河北北方学院学报，2009，25 (2)：51-54．

（收稿日期：2014－12－15）EA

欢迎订阅　欢迎投稿　欢迎刊登广告

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net