

电动汽车充电站实时网络电能计量系统的研制

朱江淼 张 森

(北京工业大学电子与信息工程学院 北京 100124)

摘要: 新型高准确度、高实时性、网络管理的电动汽车电能计量系统在电能充放电过程采取充电桩实时计量并记录信息、数据上传至后台服务器、经后台结算后下载数据至充电现场交易终端的模式,有利于相关部门对充电设备的监督管理和能源监测。充电桩以 ARM 微处理器为核心设计实现,充电桩与后台服务器进行数据交换采用短距离微功率无线结合长距离 GPRS 无线通信技术。系统提高了充电桩电能计量的准确性和可靠性,对建立电动汽车电能计量地方标准奠定了基础。

关键词: 电动汽车;电能计量;充电桩;数据通信

中图分类号: TP368 TN802 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.4010

Design of the real-time and network management system for electric vehicles energy measurement

Zhu Jiangmiao Zhang Sen

(College of Electronic Information and Control Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract: The new high-accuracy, high real-time, network management system for electric vehicles energy measurement takes a new model that charging pile calculates energy and keeps track of charging message, updates data to the back-end server and downloads trading data to charging pile after settle accounts by the back-end server. The model is beneficial to supervision management and energy detecting of the charging equipment for the relevant departments. Charging pile is designed with ARM microprocessor. Charging pile exchanges data to the back-end server with micro-power short-range wireless communication technology combined with GPRS long-range wireless communication technology.

Keywords: electric vehicles; energy measurement; charging pile; data communication

1 引言

近些年来,化石燃料能源使用过度,不仅造成了全世界资源紧缺,同时带来了更为严重的环境污染,因此,发展新能源产业已成为世界各国稳定发展的迫切需要。

电动汽车作为新能源产业的代表,其主要动力是依靠电力系统提供的电能。与传统依靠化石燃料能源的汽车相比,电动汽车在节约能源、环境保护以及可持续发展方面有着举足轻重的重要意义^[1]。

美国、法国、日本、以色列等是电动汽车技术发展速度较快的国家,在美国、日本等国家的超市、停车场、便利店及邮政局等公共场所内都建有电动汽车的充电设备。2011年日本在“首都圈”已建成了电动汽车充电站1 000多个,美国计划于2015年建成电动汽车充电站100万个。而我国充电站大多应用于集团内部且数量较少功能单一,

没有统一规范标准,不过随着我国的科技进步和对新能源的重视,我国也计划在2020年电动汽车在销量和能耗方面有长足的进步,系统对于国家电动汽车行业建立标准具有重大意义。

电动汽车充电需要在专门的充电站进行,充电站主要由不同的充电桩组成。因此,设计功能完善、安全可靠的充电桩对电动汽车产业的发展会起到良好的推动作用。电动汽车充电站内的充电桩是电动汽车与充电站贸易结算的计量手段和计量器具,先进的电能计量、计费手段是电动汽车能源供给网络纳入统一规划、规模化发展、实现合理调配管理的必要条件。因此建立一套高准确度、高实时性、网络管理的电动汽车充电站电能计费管理系统,是保证电动汽车电能贸易结算公平准确的前提和基础,是推动和发展电动汽车行业持续发展的重要保证,落实国家长期发展规划和节能减排政策的需要,迫在眉睫^[2]。

收稿日期:2015-04

2 系统总体设计方案

电动汽车充电站实时网络电能计量系统由后台监控中心、现场智能采集设备和数据传送设备 3 部分组成,用分层、分布式网络系统实现连接。电动汽车充电站实时网络电能计量系统的结构组成如图 1 所示^[3]。

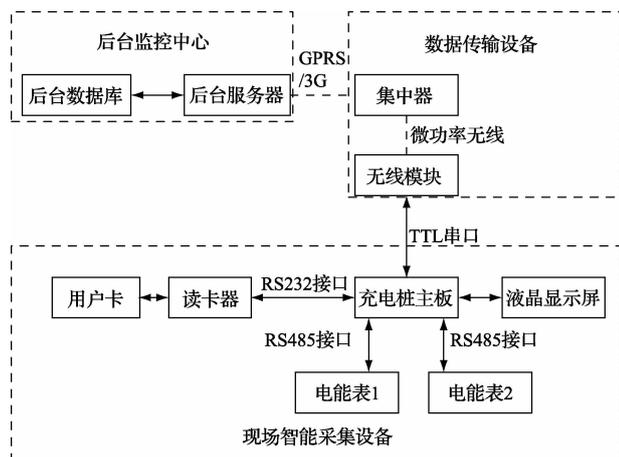


图 1 实时网络电能计量系统结构

后台监控中心主要由后台服务器和后台数据库组成,后台服务器监控现场智能采集设备的状态,并与之进行数据通信;后台服务器进行对用户充电数据进行存储和管理,为管理人员查询数据提供服务。

现场智能采集设备主要指电动汽车充电桩。充电桩是本系统的硬件核心,包括充电桩主板、读卡器、电能表以及液晶显示屏。读卡器通过 RS232 接口与充电桩核心控制器相连^[4],包括接触式读卡器和射频式读卡器两种,主要完成对用户充电卡验证和扣费功能;电能表通过 RS485 接口与核心控制器相连,主要完成对用户所用电量精确计量;液晶显示屏主要负责将用户充电过程相关信息显示给用户^[5]。

数据传送设备主要包括无线模块和集中器。无线模块通过串口通信技术与充电桩进行数据交换,采用微功率无线传输技术与集中器进行数据传输,定时上传充电记录、充电状态信息、获取后台下发结算信息和充电桩控制信息;集中器负责接收无线模块的信息,并通过 GPRS/3G 将此信息发送到后台监控中心。

3 充电桩硬件设计

系统的充电桩硬件设计是以高性能 ARM 嵌入式芯

片作为核心控制器,总体控制着充电桩完成充电过程的所有功能,并将充电信息发送至后台服务器以便管理人员查询。其硬件功能结构如图 2 所示。

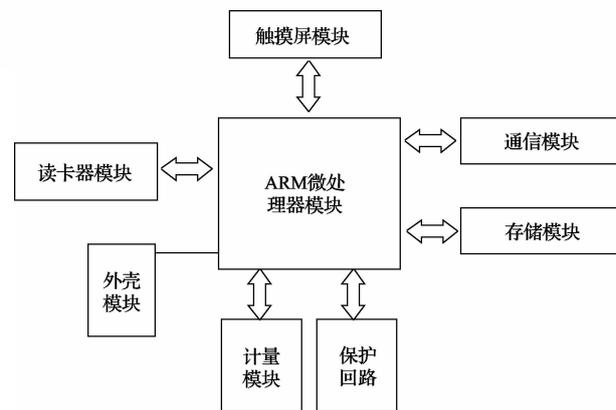


图 2 充电桩硬件结构

在充电桩的硬件结构中,ARM 微处理器模块是核心,控制着整个充电桩的正常运行。外壳模块负责充电桩的保护,防雨防尘防雷的设计使充电桩的整机功能更加可靠。读卡器模块负责读取用户 IC 卡信息,校验是否为正常卡,是能够顺利完成交易的前提。触摸屏模块负责人机交互,用户根据自身需求选择充电电量或充电金额,最终的交易结算信息也通过触摸屏模块展示给用户。通信模块和存储模块负责充电桩与后台服务器进行数据通信,是管理人员远程监控充电桩的重要保障。计量模块实时读取电能表数据,记录起始和终止时的电能值。保护回路主要保护充电用户的安全,熔断器保护和漏电保护的设计能够及时断开与电网连接^[6]。

充电桩的微处理器采用 ARM 公司设计的 ARM 9 系列处理器。其采用了哈佛结构,提高了时钟频率和并行处理能力;具有外部总线接口 EBI,支持 SDRAM 和 NAND Flash;拥有多个串口和内存管理单元 MMU,能够满足此系统的设计要求^[7]。

4 充电桩软件设计

电动汽车智能充电桩软件采用 C 语言编写,基于 dsPIC 系列硬件环境,编译环境为 Mplab IDE。软件分为 5 个模块:ADC 采样模块、显示控制模块、计量模块、通信控制模块、充电过程控制模块,如图 3 所示。

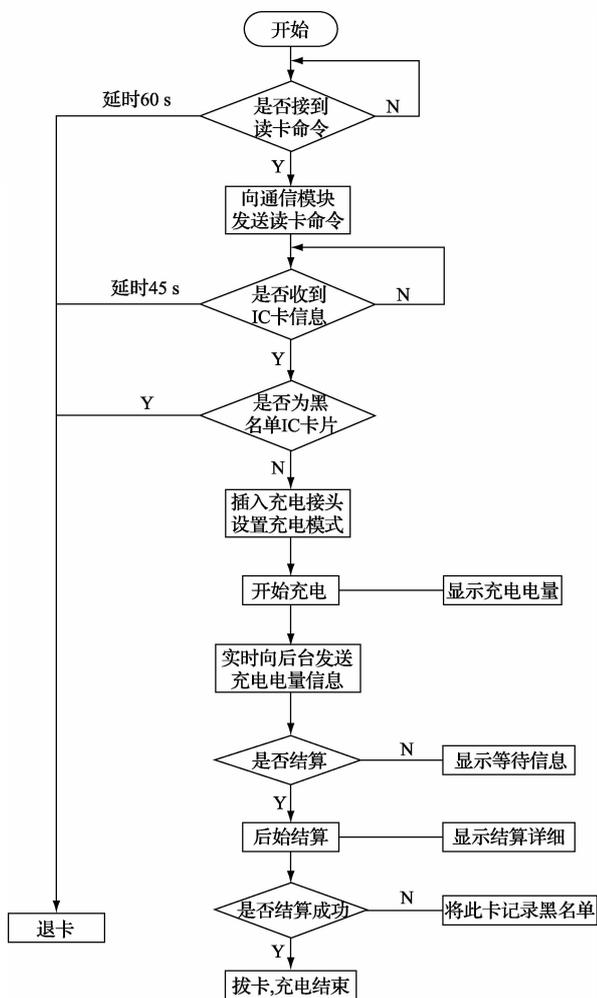


图3 充电过程控制模块流程

充电桩安装于小区或是野外后,连电网后,进行设备初始化参数设置,检测各部分均正常之后,充电桩便可使用。

当用户需要对电动汽车充电时,通过点击充电桩的触摸屏选择充电操作,在系统接到充电请求后,用户需要在读卡器上验证其IC卡,只有为正常卡才能进行充电服务。在验证完成后,取出充电桩充电接口,连接电动汽车后设置充电模式,包括按电量充电、按金额充电和充满方式。设置充电模式后开始充电操作,触摸屏中可显示当前充电相关信息,并实时向后台服务器发送充电信息,充电结束后由后台服务器进行结算,并将交易详细发送至充电桩中,通过触摸屏显示给用户;结算完成后取出IC卡,充电结束,充电桩重新进入待工作模式;若在未完成交易时取出IC卡,则系统识别为异常交易,并将此用户IC卡信息发送至后台服务器,存储至黑名单数据库中^[8]。

5 系统中的通信传输研究

系统的设计要兼顾城镇居民小区和部分山区的用电管理以及工厂等企业用电管理。由于充电桩设备一般安

装于野外或小区路边,若通信传输采用有线传输方式不仅在布线时增加建设成本,且维护会比较困难,维护成本也相对很大;若直接采用GPRS/3G模块进行远程传输,这样每个终端均需配置GPRS/3G线路,需要租用大量的带宽,而实际上每个线路数据传输量很小,这就造成了大量带宽的浪费;因此,综合诸多因素,本系统采用短距离无线模块结合长距离GPRS/3G无线电话网的分级传输方式^[9]。

电能表到充电桩主板中数据采集器的第一级传输采用单相表RS485采集器。单相表RS485采集器是实现单相表电量抄读和缓存的终端设备,RS485采集器与电能表之间通信遵守DL/645-1997多功能电表通信规约。数据采集器到集中器的第二级传输采用微功率无线传输系统,集中器在整个充电桩数据传输过程起着承上启下的中枢作用,通过集中器完成了后台管理和前台数据采集器之间的连接,充电桩和集中器中均已安装短距离射频模块为实现远程通信提供了基础,采用微功率无线传输技术不仅施工简单,检修方便,并且发射功率小,成本低廉。集中器到后台监控中心的第三级采用GPRS/3G方式,CDMA/3G DTU有运营商基站的支持,能够保证永远在线,是监控中心实现实时监控最有效的技术^[10]。

采用三级综合传输方式具有建设成本和维护成本低,可靠性好,便于维护,产品工作寿命长等优点,是电动汽车充电站实时网络电能计量系统进行数据传输最合理的方式。

6 实验验证

本系统的设计目的是推动我国电动汽车行业建立标准,所以需要对充电桩做充足的验证,本系统设计的充电桩安置于小区内,为了正常工作和保证用户安全,充电桩需进行硬件结构优化,完善电源滤波装置和整机的屏蔽系统,使充电桩的无线电骚扰限值应符合A类限值要求^[11]。图4和表1,表2和图5为无线电骚扰限值实际测试的数据。

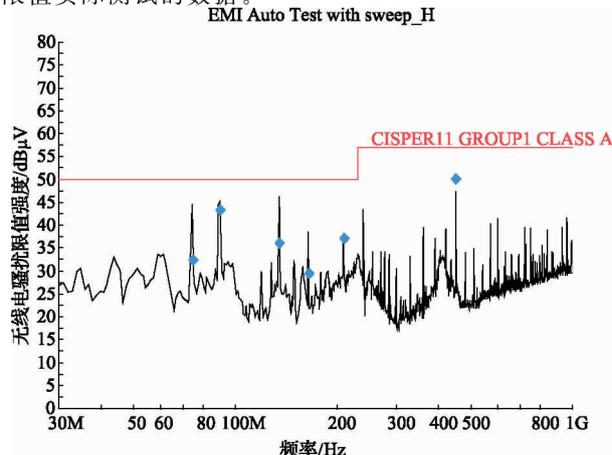


图4 无线电骚扰限值(天线水平)

表1 无线电骚扰限值(天线水平)测试结果

频率 /MHz	强度平均值 (dB μ V/m)	平均时间 /ms	带宽 /kHz	天线高度 /cm	天线极性	转盘位置	矫正值 /dB	门限 /dB	最高限制 (dB μ V/m)
75.060 000	32.4	1 000.00	120.000	218.0	H	199.0	8.8	17.6	50.0
89.980 000	43.3	1 000.00	120.000	221.0	H	129.0	10.1	6.7	50.0
135.040 00	36.1	1 000.00	120.000	165.0	H	190.0	10.1	13.9	50.0
165.070 00	29.5	1 000.00	120.000	165.0	H	53.0	9.6	20.5	50.0
210.010 00	37.0	1 000.00	120.000	110.0	H	210.0	9.8	13.0	50.0
449.970 00	50.1	1 000.00	120.000	139.0	H	15.0	17.8	6.9	57.0

表2 无线电骚扰限值(天线垂直)测试结果

频率 /MHz	强度平均值 (dB μ V/m)	平均时间 /ms	带宽 /kHz	天线高度 /cm	天线极性	转盘位置	矫正值 /dB	门限 /dB	最高限制 (dB μ V/m)
34.890 000	43.9	1 000.00	120.000	100.0	V	353.0	17.5	6.1	50.0
42.040 000	43.4	1 000.00	120.000	166.0	V	358.0	13.7	6.6	50.0
43.780 000	45.6	1 000.00	120.000	235.0	V	358.0	12.7	4.4	50.0
50.210 000	40.2	1 000.00	120.000	208.0	V	340.0	8.7	9.8	50.0
75.060 000	38.8	1 000.00	120.000	165.0	V	78.0	8.8	11.2	50.0
90.020 000	44.8	1 000.00	120.000	138.0	V	52.0	10.1	5.2	50.0

以上测试结果可以说明,本系统硬件核心充电桩的设计合理,无线电骚扰限值符合 A 类设备的要求。

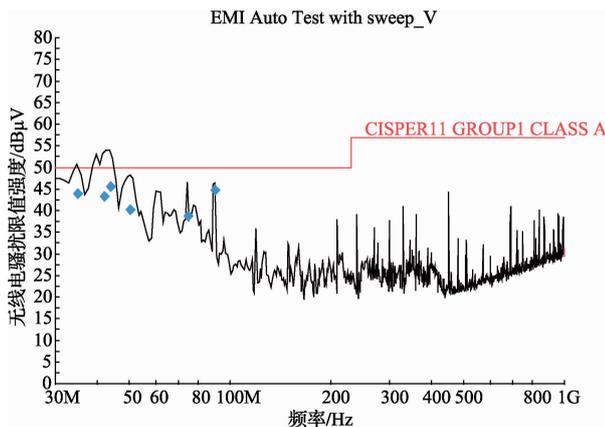


图5 无线电骚扰限值(天线垂直)

7 结论

本文设计的电动汽车充电站实时网络电能计量系统适用于当前我国的基本现状,充电桩功能完善、工作寿命长、人性化操作,后台监控中心保证系统稳定高效的运行,设计的数据通信方式能够使充电桩和后台监控中心可靠有效地进行数据交互。随着我国电动汽车行业的逐步发展,该系统一定能带来更深的经济效益和环境效益。

参考文献

[1] 魏国,商慧杰,朱春波,等. 电动汽车交流充电桩系统设计[J]. 现代电子技术,2012,35(21):124-126.
 [2] 孟祥军,梁涛,王兴光,等. 电动汽车智能充电桩的设计与实现[J]. 信息技术与信息化,2011(6):58-61.

[3] 陈诚,夏峰. 电动汽车充电计量计费管理系统的探讨[C]. 电力系统自动化专委会学术交流研讨会,2011:1-6.
 [4] 王海霞,颜桂定,李宝辉,等. 直线电机运动控制系统的软件设计与实现[J]. 电子测量与仪器学报,2013,27(3):264-269.
 [5] 王涛,张东华,贺智轶,等. 电动汽车充电桩的控制系统研究与设计[J]. 湖北电力,2011,35(1):11-12.
 [6] 蔡锦达,齐建虹,顾豪. 基于 ARM9 的滚筒式生物芯片点样仪的研发[J]. 仪器仪表学报,2013,34(10),2198-2204.
 [7] 张谦,韩维健,俞集辉,等. 电动汽车充电站仿真模型及其对电网谐波影响[J]. 电工技术学报,2012,27(2):159-164.
 [8] 曾蓉,许永辉. 基于 TMS320DM642 的嵌入式 Web 服务器设计[J]. 电子测量技术,2013,36(5):72-77.
 [9] 王志凌,王丽,张燕,等. 基于无线通信技术的煤矿安全系统设计[J]. 国外电子测量技术,2014,33(8):69-72.
 [10] 肖春华,张洪涛. 基于 GPRS 与 SMS 技术教室 LED 节能系统[J]. 国外电子测量技术,2014,33(5):75-79.
 [11] 张鹏. 软件无线电技术在移动通信测试领域的应用[J]. 电子测量技术,2013,36(3):110-117.

作者简介

朱江淼,1972 年出生,北京工业大学博士,副教授,硕士生导师。主要研究方向为现代测量技术,将数字信号处理用于解决测量问题。

E-mail: zhujiangmiao@bjut.edu.cn

张森,1990 年出生,硕士研究生。主要研究生方向现代信号处理。