电动汽车交流充电桩检定系统

随着电动汽车的推广，与之配套的电动汽车充电桩设施不断完善。根据交流电能表特点研制了一套改进瓦秒法的电动汽车交流充电桩检定系统。该系统通过计算机软件远程控制电动汽车充电桩测试仪进行交流电能检测，为电动汽车充电桩交流电能计量量值传递和检测提供依据。

郭晓丹　刘小琛　邹　琪　刘洋洋　杨　光/国网天津市电力公司电力科学研究院　陈　兰/长沙天恒测控技术有限公司

郭晓丹/工程师

关键词/Keywords
电动汽车充电桩·
交流电能检定·
现场检测·
瓦秒法·
脉冲法·

0　引言

随着国家对新能源产业的大力扶持，中国电动车行业蓬勃兴起，也给作为电动汽车能源保障的电动汽车充电站行业带来了巨大的商机和广阔的市场。电动汽车充电站的核心设备（即电动汽车充电桩）作为贸易结算的计量器具，按计量法规定应由政府计量行政主管部门实行检定，以保证其计量的准确性[1]。

电动汽车充电桩有直流充电桩、交流充电桩和交直流一体式充电桩，直流充电桩主要用于给大中型电动汽车（如电动公交）充电，适用于充电站、企业专用停车场，充电速度快，占地面积较大。交流充电桩主要用于给小型电动汽车充电，占地面积较小，安装方便，可以设置在公共停车场、住宅小区停车场、购物广场及便于电动汽车停靠的地点。

交流充电桩的电能计量准确度等级一般为1.0水平量级，所以研制一套准确度等级为0.05级的电能计量检定系统，就能对其进行检定[2]。本文提出一种三相全自动交流充电桩检定系统，为现场检测电动汽车交流充电桩提供检定器具，也为制定电动汽车充电站电能计量检测规范提供了依据。

1　检定系统

1.1　检定系统的构成

交流充电桩检定系统由电动汽车供电设备和电动汽车检定装置构成，如图1[3-5]所示。

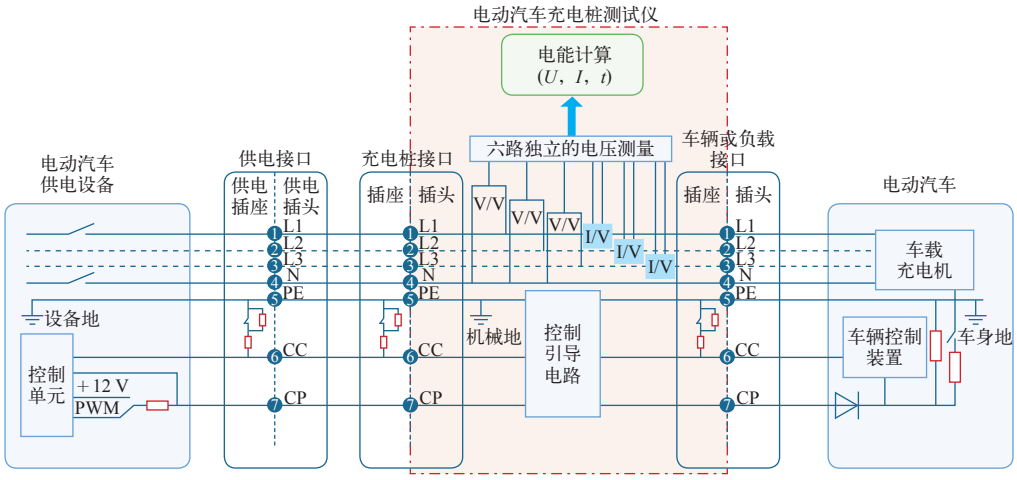

图1　交流充电桩检定系统框图

中国知网　https://www.cnki.net

其中电动汽车供电设备是被检装置，在本文中为交流充电桩。检定装置主要由电动汽车充电桩测试仪和功率负载组成，图中功率负载即电动汽车，它也可采用电子负载或者实物负载，如果采用电子负载或者实物负载作为功率负载，负载的阻抗和功率应能连续调节，以便模拟充电全过程。电动汽车供电设备和电动汽车充电桩测试仪使用外部电源分别供电，两者通过一根双交流充电插头电缆线连接，电动汽车充电桩测试仪可通过RS 232串口线与计算机通信，实现检定数据保存、检定报告打印等功能。

1.2 检定原理

电动汽车充电桩测试仪最主要的检定项目是检定电能的工作误差，通过比较测试仪与被检充电桩同时测定的电能值来确定被检充电桩的电能误差。

根据测试仪测量的电量不同，检定方法有瓦秒法和测脉冲法。瓦秒法是用标准功率表测定恒定功率，同时用标准测时器测量充电桩在恒定功率下累计电能所需时间，该时间与恒定功率的乘积即实际电能，与充电桩显示的电能相比较来确定充电桩的电能计量误差，本文介绍的测试仪集成了标准功率表和标准测时器的功能。脉冲法是通过测试仪测量充电桩的电能转化为脉冲，与同段时间内在交流充电桩上读取的光脉冲或电脉冲输出比较来确定充电桩的电能误差[6-9]。

瓦秒法要求恒定的功率值，而且需要测量事先设定的电能值，中间不能间断。脉冲法可以在充电桩运行中测量任何时间段内的电能误差，但是需要打开充电桩的外壳[10]才能读取充电桩内置电能表的光脉冲或电脉冲，操作不便捷。

（1）瓦秒法电能误差测量原理

误差按式（1）计算

$$\gamma=\frac{W_0-Pt}{Pt}\times100\% \qquad (1)$$

式中，t为测定的累计设定电能的时间，s；W_0为充电桩设定的电能，kW·h；P为测定的功率值，W。

（2）脉冲法电能误差测量原理

让被检表转N转，测试仪测出此时的脉冲数m，与被检表算定脉冲数m_0进行对比，得出电能相对误差，即

$$\gamma=\frac{m_0-m}{m}\times100 \qquad (2)$$

式中，m为实测脉冲数；m_0为算定脉冲数，按式（3）计算为

$$m_0=\frac{C_0N}{C_L} \qquad (3)$$

式中，C_0为测试仪的脉冲常数，imp/(kW·h)；C_L为被检充电桩脉冲常数，imp/(kW·h)；N为被检充电桩转的圈数。

1.3 电动汽车充电桩测试仪

电动汽车充电桩测试仪原理框图如图2所示。本项目研制的电动汽车充电桩测试仪主要由微处理器、数字及人机交互单元、电源模块、信号发生单元、功率测量单元及电能误差测量单元等模块组成。

微处理器（CPU）采用STM32系列，基于专为要求高性能、低功耗的嵌入式应用专门设计的ARM Cortex－M3内核，是32位市场上功耗最低的产品。功率测量单元是该装置核心模块，它关系装置计量准确度，测量单元包括电压测量和电流测量六路独立测量回路，完成对交流电量值的测量运算功能。其中电压测量由电压取样电路、抗混叠滤波电路、A－D转换器、数字信号处理和运算单元等组成。电流测量回路与电压测量回路类似，只是电压取样采用电阻取样，而电流取样采用互感器取样。该装置可通过CPU控制DDS可编程序脉冲输出模块，输出标准电能脉冲。装置内置测温电路，可接收功率负载的温度信号，实时监控功率负载的温度，防止功率负载过热损坏。

电动汽车充电桩测试仪配有相应的计算机软件，方便测试数据保存、测试报告打印等。客户通过软件界面设定检定点，计算机通过RS 232串口线传递命令至微处理器，微处理器计算需要选定的电压、电流量程，控制被检充电桩起动电

中国知网 https://www.cnki.net

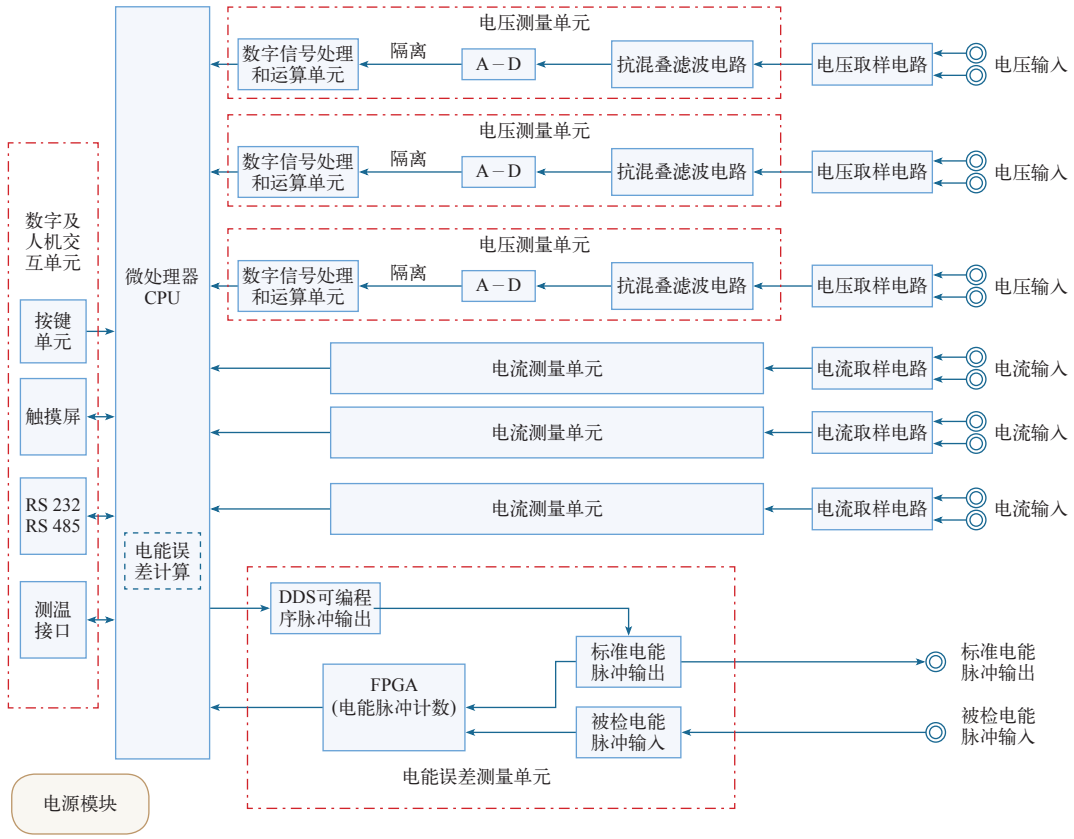

图2 电动汽车充电桩测试仪原理框图

能输出并计时。采用20位A－D采集电压取样电路和电流取样电路的模拟量，并将其转换为数字量，进行数字信号处理和运算。电能误差计算模块比较被检表电能和测试仪测量的电能进行电能误差计算，并传递数据值至显示模块和计算机软件进行显示。当采用脉冲法计算误差时，系统通过DDS可编程序脉冲输出模块对基准频率进行分频，将功率值转换成标准电能脉冲输出。与输入的被检表电能脉冲传输至FPGA，进行电能脉冲计数，然后进入CPU，通过其中的电能误差计算模块完成电能误差测量。

2 技术难点及解决方案

由于被检充电桩的电能表是内置在设备内部，采集电能脉冲必须打开充电桩外壳，操作不便捷，所以实际检测时基本都是采用瓦秒法。

本装置主要用于现场检测，采用的实负载法，现场检测时直接接入电网电压，所以在充电过程中，充电桩的功率并非完全恒定，而是随时间变化有一定的波动，所以通过测试仪测量充电桩的实时电压、电流和充电时间，电压和电流的乘积即为功率，功率在该充电时间内的积分即为实际电能，再与充电桩显示的电能值比较来确定充电桩的电能误差。充电桩的实测电能可按下式计算

$$W=\int_0^t P\,\mathrm{d}t=\int_0^t u(t)i(t)\,\mathrm{d}t \qquad (4)$$

这种改进的瓦秒法使测量的电能更接近被检充电桩实际输出电能，提高了测量准确性。而且对电源稳定度要求较低，即不要求严格的恒定功率，只需要充电桩预先设定电能值即可，其准确度主要取决于测试仪。

3 检定系统的应用

天津电科院使用本检定系统对某公司准确度为1级的电动汽车充电桩进行检测。

中国知网 https://www.cnki.net

充电桩参数：输出电压 AC 220 V；输出电流为16 A。

测试用线为16 A电动汽车交流双插头线，3 m。

测试方法：充电桩输出用16 A电动汽车交流双插头线直连本电动汽车充电桩测试仪，本电动汽车充电桩测试仪的负载或车辆端用16 A电动汽车交流双插头线连接可调节交流阻性负载。检定时电压为交流桩的输出电压220 V，电流检测点为Ib，0.5Ib；

根据规程JJG 596—2012《电子式交流电能表》，电能误差检定结果如下表所示。在被检量程范围内，充电桩的电能计量准确度均满足1级电能表的准确度要求。

表　电动汽车充电桩测试数据

电动汽车充电桩				电动汽车充电桩测试仪				误差
电压/V	电流/A	电能/kW·h	费用 /元	电压/V	电流/A	电能/ kW·h	费用/元	费用(%)
238.7	16.2	0.52	0.86	237.454	16.248 8	0.521 19	0.865 17	−0.598
238.3	7.91	0.51	0.84	237.665	7.912 17	0.505 97	0.839 92	0.010

注：电费单价1.66元/kW·h。

4　结束语

本文提出的电动汽车充电桩检定系统，准确度等级达到0.05级，可用于交流充电桩或交流电能表的检定和校准。本检定系统各部件相互独立，可根据应用于现场检定或实验室的不同需求提供不同配置[11]。该产品的应用为电动汽车充电设备的检定、电能量值传递体系的建立提供依据，保障了贸易结算的公正，推动了新能源的发展。

参考文献

[1] 张一萌，刘宇，陈思蒙，等．电动汽车充电桩实施检定的必要性 [J]．中国计量，2014 (11)：21-22．

[2] 余浩．电动汽车充电校准方案的研究 [D]．北京：北京交通大学，2014．

[3] GB/T 20234.1—2015 电动汽车传导充电用连接装置 第1部分：通用要求 [S]．

[4] GB/T 20234.2—2015 电动汽车传导充电用连接装置 第2部分：交流充电接口 [S]．

[5] GB/T 18487.1—2015 电动汽车传导充电系统第1部分：通用要求 [S]．

[6] JJG 596—2012 电子式交流电能表 [S]．

[7] 郑尧，李兆华，谭金超，等．电能计量技术手册 [M]．北京：中国电力出版社，2001：516-521．

[8] 张有顺，冯井岗．电能计量基础 [M]．北京：中国计量出版社，2002：262-264．

[9] 彭黎迎，彭平，于建军，等．电能表的检定和检定装置的检修 [M]．北京：中国计量出版社，2006：365-368．

[10] GB/T 28569—2012 电动汽车交流充电桩电能计量 [S]．

[11] 徐子立，李前，胡浩亮，等．电动汽车充电桩直流电能表检定装置的研制 [J]．电测与仪表，2011，48 (552)：65-69．

（收稿日期：2016－07－17）EA

欢迎订阅　欢迎投稿　欢迎刊登广告

中国知网 https://www.cnki.net