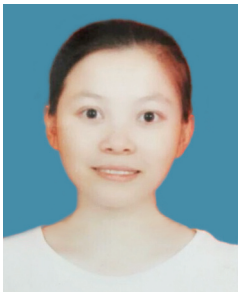
电动汽车直流充电通信协议测试的研究

电动汽车直流充电通信协议GB/T 27930的发布是为了将整车和充电设施统一起来，保证不同电动汽车，不同充电设施互联互通。为了验证协议实现与协议的一致性，就必须对其进行测试评估。针对厂家对GB/T 27930通信协议理解不一致的实际情况，首先对各个通信阶段充电机和电动汽车的交互流程和报文内容进行了解析，结合充电连接中的控制时序提出了电动汽车通信协议的一致性测试方案和软硬件架构。该系统能完成电动汽车充电过程中通信协议的自动化测试，同时具有良好的扩展性和兼容性，便于标准修订和测试集完善后的系统扩展。

李旭玲　董　晨　马彦华／国网电力科学研究院实验验证中心



李旭玲／硕士研究生

关键词／Keywords

电动汽车·
通信协议·
测试平台·

2014年8月初，财政部、工信部和国税总局联合发布了新能源汽车免征车辆购置税的文件，宣布将建立《免征车辆购置税新能源汽车车型目录》，列入目录的新能源汽车必须通过新能源汽车专项检测，符合新能源汽车标准要求。其中将GB/T 27930《电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议》作为新能源汽车的强制性要求。

GB/T 27930是实现电动汽车直流充电、协调控制充电机的功率输出以及保障动力电池稳定运行的基础和依据，因此一直倍受电动汽车厂家的关注。但是在协议实现过程中，由于厂家对通信协议的理解和实现方法都存在偏差，实现方法也不同，给实际的互操作带来了很大的障碍，因此必须对协议实现进行测试评估。

国家电网公司科技项目（电动汽车充换电设施试验与检测技术研究）。

本文在对GB/T 27930的内容进行解析的基础上，提出了电动汽车GB/T 27930协议自动化测试方案并构建了软硬件测试平台，解决了以往测试方法只验证充电功能而忽略协议本身与标准契合度的问题。

GB/T 27930解析

GB/T 27930是基于CAN的应答式通信，相较于广播式通信方式，能降低总线负载率，保证数据传输的实时性和准确性。

GB/T 27930将充电过程分为握手阶段、配置阶段、充电阶段和充电结束阶段四个阶段。

1. 握手阶段

当充电机和电动汽车物理连接完成并上电，且充电机完成绝缘监测后，双方就进入握手阶段，这个阶段的主要内容是交换双方的辨识信息，报文内容如表1所示。

表1　握手阶段报文

代号	报文描述	报文ID	报文周期/ms
CRM	充电机辨识报文	0X1801F456	250
BRM	BMS和车辆辨识报文	传输协议功能	250

2. 配置阶段

双方完成识别后，充电机和BMS发送充电参数信息，如充电机的输出能力、BMS单体电池参数等，BMS会根据充电机的输出能力以及自身的需求来判断能否充电，充电机也会根据单体电池的最高允许电压等信息来作出应答，报文内容如表2所示。

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

表2　配置阶段报文

代号	报文描述	报文ID	报文周期/ms
BCP	动力蓄电池充电参数	传输协议功能	500
CTS	时间同步信息	0X1807F456	500
CML	充电机最大输出能力	0X1808F456	250
BRO	电池充电准备就绪状态	0X100956F4	250
CRO	充电机输出准备就绪状态	0X100AF456	250

3. 充电阶段

在充电阶段，充电机按照BMS的需求进行输出，同时将充电机的实际输出电压、电流回传给BMS，BMS也会将电池的状态信息反馈给充电机，便于双方判断能否正常充电。主要报文内容如表3所示。

表3　充电阶段报文

代号	报文描述	报文ID	报文周期/ms
BCL	电池充电需求	0X181056F4	50
BCS	电池充电总状态	传输协议功能	250
CCS	充电机充电状态	0X1812F456	50
BSM	动力蓄电池状态信息	0X181356F4	250
BMV	单体动力蓄电池电压（可选）	传输协议功能	1 000
BMT	动力蓄电池温度（可选）	传输协议功能	1 000
BSP	动力蓄电池预留报文（可选）	传输协议功能	1 000
BST	BMS中止充电	0X101956F4	10
CST	充电机中止充电	0X101AF456	10

4. 充电结束阶段

充电中止后，双方互发统计报文，如果在该阶段接收报文超时告警，也不会影响充电，报文内容如表4所示。

表4　充电结束阶段报文

代号	报文描述	报文ID	报文周期/ms
BSD	BMS统计数据	0X181C56F4	250
CSD	充电机统计数据	0X181DF456	250

测试方案

由于仅在直流充电机和电动汽车之间的控制导引功能与允许通电状态信号建立正确关系时才能正常充电，为了验证电动汽车在充电过程中的通信是否满足GB/T 27930通信协议的要求，测试平台就需要具有模拟实际充电连接过程中的控制时序[5]和充电过程中通信逻辑的功能。

1. 硬件平台

电动汽车GB/T 27930协议自动化测试平台参考南瑞集团现有的120 kW充电机架构，模拟充电过程中充电机的连接时序和通信逻辑。平台由测试工作站、控制终端、充电模块、辅助电源模块、CAN/USB协议转换器和接触器等构成，平台硬件架构如图1所示。

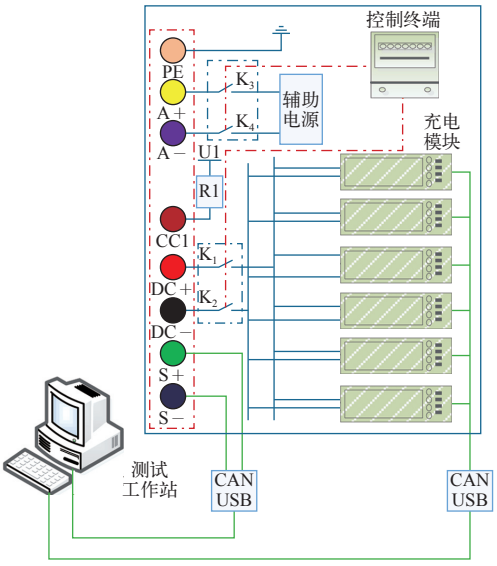


图1　硬件架构

1）测试工作站：装载有自动化测试软件的PC，测试开始后加载测试例，模拟不同充电模式下的充电过程，就可以对电动汽车进行通信协议测试。

2）控制终端：用于实现直流充电机对电动汽车的控制导引功能，控制充电状态和通信过程，实现对充电过程各种状态的切换，完成接触器、辅助电源的控制，并能显示整机状态，如充电过程中充电机的实际输出电压、电流和功率的变化。

3）充电模块：满足电动汽车充电需求，根据BMS要求进行直流充电。

4）辅助电源模块：闭合上K_3、K_4接触器，充电过程中由充电机给电动汽车提供低压辅助电源。

5）CAN/USB协议转换器：自动化测试软件与电动汽车之间、自动化测试软件与充电模块之间的通信都是基于CAN完成的。自动化测试软件需要模拟充电过程中充电机的通信报文与电动汽车

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

进行交互，同时还需要将从电动汽车接收到的充电需求转发给充电模块，自动化测试软件装载在PC上，因此需要使用CAN/USB协议转换器。

6）接触器：包括直流供电回路接触器K_1、K_2和低压辅助供电回路（电压：12 V±5%，电流：10 A）接触器K_3、K_4。

2. 软件平台

软件平台的主要功能包括与电动汽车的通信、与充电模块的通信、相关参数的配置和通信逻辑判断。同时由于每个通信阶段的信息交互均有超时限制，在对电动汽车进行通信协议测试时，不仅要模拟充电机与电动汽车和充电模块进行通信，还要实时解析双方的报文信息，并对通信状态进行判断。自动化测试软件的功能模块如图2所示。

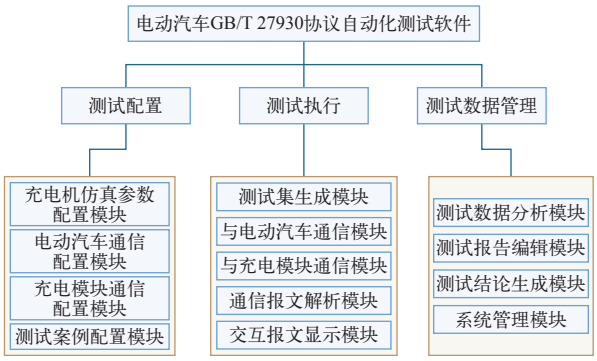


图2 软件功能模块

启动自动化测试软件后，由于要模拟充电机与电动汽车通信，因此需要配置充电机辨识信息、最大输出能力等信息，同时配置与电动汽车和充电模块进行CAN通信的通信参数，如设备号、通道号和波特率等，并根据测试内容配置测试案例。

测试集生成后，可以依次对各个测试案例进行测试。测试过程中，用户可以从界面上读到当前电动汽车的充电需求、充电机的实际输出以及在这个过程中的报文交互。

测试结束后，可以进行报告编辑，自动生成测试报告。

3. 测试步骤

测试的具体步骤如下：

1）将充电连接器插入电动汽车。

2）手动启动控制盒。

3）控制终端检测CC1电压，若电压正常，应进入4）；若电压异常，应放弃充电并告警提示。

4）控制终端闭合K_3、K_4接触器。

5）启动充电模块输出，输出电压按上限电压考虑，避免出现回流。

6）控制终端检测到有输出电压；延时，控制终端闭合K_1、K_2接触器。

7）测试工作站启动自动化测试软件。

8）自动化测试软件根据电动汽车的上传信息控制充电模块输出，同时进行一致性测试。

9）停止充电。测试工作站模拟充电机主动停止充电满足条件：由人工在测试工作站确认停止充电；测试工作站由于测试案例需要主动停止充电；测试工作接到电动汽车停机报文，以上三种条件为“或”关系；其结束流程：测试工作站控制充电机模块停机，人工在控制终端确认停止充电，控制终端断开K_1、K_2、K_3和K_4接触器。电动汽车主动停止充电满足条件：电动汽车充电过程中报文中断、报文错误，以上两种条件为“或”关系；其结束流程：电动汽车内接触器断开，人工观察电动汽车停止充电，测试工作站控制充电机模块停机，人工在控制终端确认停止充电，控制终端断开K_1、K_2、K_3和K_4接触器。

10）测试结束，编辑和打印测试报告。

结束语

电动汽车通信协议GB/T 27930—2011作为直流充电的基础，是实现电动汽车与充电设施互联互通、便捷充电的重要标准，但在实际检测工作中发现很多厂家对其仍存在很多认识误区，协议实现也各不相同。本文提出的自动化测试方案结合了充电连接过程中的控制时序和GB/T 27930的通信逻辑，能更真实地模拟实际充电情景，目前该平台已应用于电动汽车通信协议的一致性测试中，运行效果良好。

（收稿日期：2015－06－05）EA

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