

电动汽车智能充电桩的设计与实现

赵榜阳

(广东电网有限责任公司汕头潮阳供电局)

摘要: 随着人们生活水平的日益提高,对于环境要求的逐步提高,电动汽车作为一种清洁型汽车,是汽车行业发展的主流方向。但是电动汽车充电技术与电动汽车控制技术相比较,发展比较滞后,无法实现快速的充电,这一点是无法与传统燃油汽车相比的。因此本文设计了一种新型的智能充电桩,采用分段式的充电方法,大大节省了充电时间、提高了充电效率。经过试验验证,本文所设计的智能充电桩能够明显提升充电速度,提高了储能电池的使用寿命,对于电动汽车充电技术具有重要意义。

关键词: 电动汽车;智能充电桩;快速充电

0 引言

随着经济的发展,全球环境问题日益加剧,石油等化石型能源日趋枯竭,因此开发无污染的新能源汽车是大势所趋^[1-2]。电动汽车的出现,会有效缓解环境污染问题,但是如果要实现电动汽车的规模化、产业化发展,充电桩等配套产业也必须随之同步发展。电动汽车的充电方式包括:直流充电方式、交流充电方式、更换电池方式三种^[3-5],其中直流充电方式的充电速度最快,能够满足人们对于电动汽车充电快速性的需求,因此设计一款充电速度快、安全性高的电动汽车智能充电桩具有重大的环保意义和科学价值^[6]。

1 智能充电桩工作原理

直流充电桩就是由交流电网提供能量,经过能量变换后直接对电动汽车的动力电池进行充电的装置^[7-8]。由于其充电速度快,在业内普遍被称为“快充”。而交流充电桩是由交流电网提供能量,通过车载充电机对电动汽车的动力电池进行充电,由于其充电速度慢,在业内普遍被称为“慢充”。交流充电桩

对一辆普通容量的电动汽车进行完全充电(从电量为0%到电量为100%的充电过程)耗时8h左右;而直流充电桩耗时仅需要3h左右^[9]。交流充电桩充电速度慢是由于电动汽车车载充电机功率小导致的;直流充电桩本身输出的电压和电流比较大,其输出功率也就比较大,所以直流充电桩能够对电动汽车的动力电池进行快速充电^[10-11]。

2 智能充电桩实现方案

根据智能充电桩的应用,并且结合智能充电桩各组成部分所能实现的功能,可以将智能充电桩划分为三个主要部分,即控制系统、人机交互系统、安全保护系统,具体的结构如图1所示。

智能充电桩采用TI公司的TMS320LF2407型DSP作为微处理单元,其主要功能是对采集到的信号进行处理,并且根据程序指令,再结合外电路完成智能充电桩的动作;充电单元的作用是为电动汽车动力电池提供直流电源^[12]。为了保证充电桩在对电动汽车的充电过程中保证设备与人员安全,设计了紧急停机单元和电气防护单元组成的安全保护系统,将实时采集到的

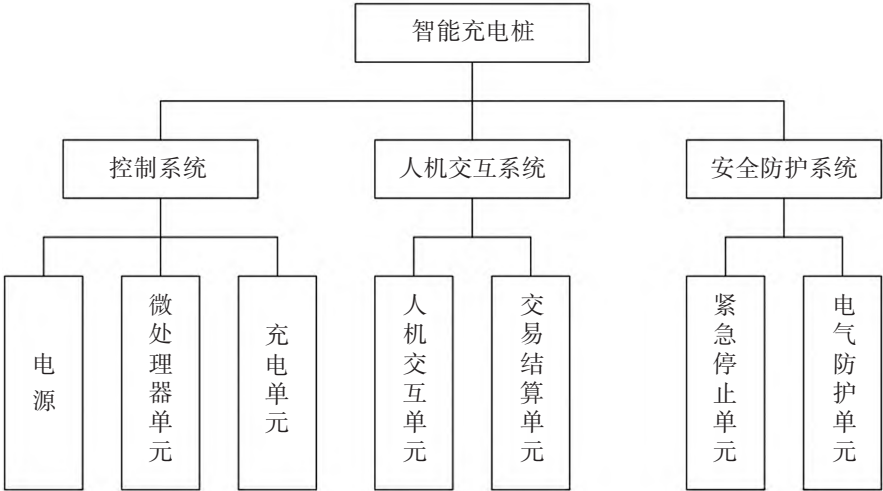


图1 智能充电桩模块化结构

充电电流、充电电压、动力电池温度等参数传送给TMS320LF2407进行运算，诊断充电桩当前的运行状态是否正常；紧急停机单元的功能是当充电桩运行中突发故障的情况下，触发保护设备动作，实现充电桩断电而保护设备安全，电气防护单元的目的在于预防充电桩中可能出现的短路和漏电流现象带来的不良影响。

3 快速充电策略

电动汽车充电时其充电可接受比是变化的，与动力电池的放电率和放电深度有关。所以在充电时同样可以进行放电操作，以降低充电时间，改善充电特性。如果在充电初始阶段进行正负脉冲充电，虽然可以提高动力电池的可接受充电电流，但是也增加了充电时间。

因此本文提出一种分段式充电策略实现对智能充电桩的充电控制。一共将充电阶段分为四个阶段，即预充电阶段、分段恒流充电阶段、正负脉冲充电阶段、恒电压充电阶段。

1) 预充电阶段：这个阶段动力电池的SOC一般情况下不超过10%，其作用是保护电池。首先要检测动力电池的端电压，如果小于2.55V则说明动力电

池处于过放电状态，需要进行小电流预充电，在进行快速充电之前进行小电流充电是十分必要的。在动力电池过放电状态时对其进行快速充电会造成动力电池的损伤。

2) 分段恒流充电阶段：这个阶段要短时间内最大限度对电池进行无损充电，首先检测动力电池的端电压是否处于2.55V到3V之间，这个阶段动力电池的极化现象不明显，不需要进行去极化操作。将这个阶段细分为七个小阶段，使之与动力电池的可接受电流变化规律相匹配。这个阶段的最佳充电电流为：

$$I = \begin{cases} 60 - 1.5Q & 0 \leq SOC \leq 50\% \\ 56 - 1.3Q & 50\% \leq SOC \leq 100\% \end{cases} \quad (1)$$

其中， $Q = C \times SOC$ ， C 为动力电池总容量。这个阶段可以根据动力电池的当前容量确定充电电流的大小，从而使得充电电流接近动力电池的可接受电流，减少动力电池的极化现象，提高充电速度。

3) 正负脉冲充电阶段：这个阶段动力电池极化现象严重，采用正脉冲充电的同时，还需要加入去极化负脉冲。首先要检测动力电池的端电压值是否处于3V到3.3V之间。这个阶段动力电池的端电压已经接近3.3V，不适合进行大电流充电，况且之前阶段由于大电流充电造成动力电池的极化现象比较严重。如果

2022.10.DQGY 38

要缩短充电时间可以在采用正脉冲充电的同时，在正脉冲结束后加入一个短暂停歇和一个负脉冲，负脉冲的持续时间与动力电池的极化程度相关。

根据动态等效模型可以得到电压电流方程为：

$$\begin{cases} U(t) = E(t) + R_a I(t) + U_c(t) \\ I(t) = U_c(t)/R_b + [CdU_c(t)]/dt \end{cases} \quad (2)$$

4) 恒电压充电阶段：这个阶段对动力电池进行恒电压充电，直到动力电池端电压达到3.4V为止，这个电压是动力电池可以长时间维持的最高电压。

4 智能充电桩硬件核心部分

4.1 微处理器

微处理器单元选择TI公司的TMS320LF2407芯片，该芯片已经在大功率充电系统中取得了较为广泛的应用。其主要特点为：采用3.3V供电，控制器功耗低；指令周期短，执行速度快，控制效果好；片内FLASH为32KB；外部存储空间、程序存储空间、数据存储空间等均可扩展；具有两个事件管理器；10bit的模数转换器，转换速度可达500ns；具备CAN接口、SPI接口、SCI接口；基于锁相环原理的时钟发生器；可独立编程的通用GPIO引脚。

4.2 充电单元电路

充电单元作为智能充电桩的核心，决定了智能充电桩的性能，采用开关电源进行充电单元电路的设计，该电路主要由三部分构成，即三相桥式整流电路、全桥功率变换电路、放电去极化电路。充电单元电路原理如图2所示。

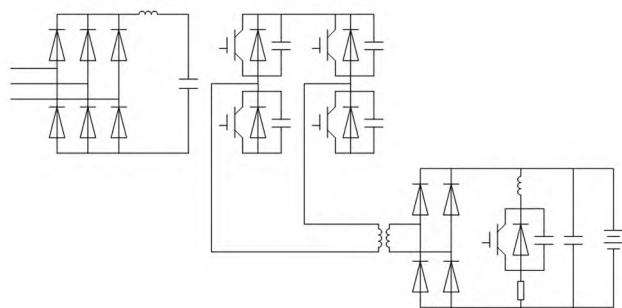


图2 充电单元电路原理

1) 三相桥式整流电路：其功能是将输入的三相工频交流电（380V/50Hz）进行整流，输出直流电，实现交流电到直流电的变换。

2) 全桥功率变换电路：通过4个IGBT将前级电路输出的直流电转化为高频脉冲交流电，再经过高频变压器降压，输出充电电路所需的高频脉冲交流电，再经过整流得到最终的直流电压。直流电压的大小由IGBT的通断时间和高频变压器的匝数比共同决定，实现了直流电到交流电，再到直流电的变换，直流电输出可控。

3) 放电去极化电路：由DSP控制IGBT，从而可以对动力电池进行指定电流放电，从而抑制充电过程中产生的极化现象，更好地实现对电动汽车动力电池的充电。

5 功能测试

为了证明基于分段式快速充电策略对于电动汽车动力电池的充电效果，得到其充电总时长为3400s，充电结束时的动力电池容量为99.99%，试验数据如表1所示。

表1 基于分段式快速充电策略试验数据

时间 (s)	电压 (V)	时间 (s)	电压 (V)	时间 (s)	电压 (V)
20	2.551	100	2.553	400	2.639
600	2.715	800	2.783	1100	2.819
1400	2.841	2000	2.896	2400	2.937
2550	3.065	3000	3.231	3400	3.396

将基于分段式充电与四段式充电和脉冲式充电的试验数据进行比较如表2所示。

表2 三种试验数据对比

充电策略	充电时间 (s)	动力电池端电压 (V)
四段式充电	7400	3.219
脉冲式充电	5400	3.296
基于分段式快速充电	3400	3.396

从表2中数据可以明显看出,三种充电方法中,充电效果最佳的是基于分段式快速充电策略。基于分段式快速充电策略能够很好地实现对电动汽车动力电池的充电控制,所耗时间最短,动力电池端电压最高。

6 结束语

在汽车工业飞速发展的今天,由于汽车尾气排放造成的环境污染问题逐步加剧。电动汽车的出现从根本上解决了汽车造成环境污染的问题,因此大力发展电动汽车意义重大,电动汽车充电桩的建设也必须同步展开。本文从电动汽车智能充电桩的工作原理入手,给出智能充电桩的实现方案,并提出基于分段式的快速充电策略,既保证充电速度又保证了电动汽车动力电池的使用寿命,在智能充电桩的硬件上,采用TI公司的TMS320LF2407作为微处理器,实现充电桩的充电控制。经过功能测试,本文所设计的电动汽车智能充电桩能够实现对电动汽车动力电池高效、快速充电,还能够延长动力电池的使用寿命,具有一定的经济价值和技术价值。

参考文献

- [1] 张晓军,谢辉迪,许剑锐,等.基于STM32的智能充电桩嵌入式控制系统设计[J].电子测量技术,2017,10(11):21-23.
- [2] 李丽颖,张金花,余勃,等.基于STM32F103C8T6单片机的电动车智能充电桩计费系统设计[J].南方农机,2020,9(7):11-13.
- [3] 汤向华,朱富云,吕帅帅,等.新能源汽车智能充

电桩的设计与研究[J].中国高新科技,2020,13(8):18-20.

[4] 赵薪智,李盘靖,张欢,等.电动汽车智能充电路径规划研究[J].重庆理工大学学报(自然科学),2016,17(11):44-46.

[5] 曹新颖,史辛琳,刘琳娜,等.分析电动汽车智能充电桩的设计与实现[J].科技风,2019,11(19):41-43.

[6] 张明慧,周天睿,于静,等.电动汽车智能充电桩管理系统的设计与开发[J].现代计算机,2021(4):6-8.

[7] 陈庭威,李亚飞,李亚军,等.基于ESP8266的智能充电桩及其控制系统设计[J].智能计算机与应用,2020,11(14):37-39.

[8] 陈旭根,滕道祥,胡士迈,等.适用于高速公路的大功率风光互补智能充电桩设计研究[J].科技风,2019,16(17):31-32.

[9] 马瑞林,仲文君,史光岩.基于物联网技术的充电桩智能共享充电新模式[J].现代制造技术与装备,2020,12(17):37-39.

[10] 王利利,张琳娟,尚雪宁,等.计算智能在电动车充电站规划的应用研究综述[J].计算机工程与应用,2020,18(13):32-34.

[11] 吴丹,赵婉茹,张永康.电站直流充电桩能效计量智能预测方法研究[J].电子设计工程,2020,11(13):25-27.

[12] 冯仕杰,刘韬,潘萨,等.基于分层优化的电动汽车有序充电策略[J].电气工程学报,2021,7(14):22-23.

(收稿日期:2022-06-14)