

# 电动汽车智能充电机设计研究

王晓明

中国汽车技术研究中心

**[摘要]** 面对电动汽车的快速发展,大功率动力电池智能充电机以及充电算法的研究显得愈加重要。本文研制了智能充电机系统,开发了恒流、恒压以及智能充电算法。试验测试结果表明,充电机较好的实现了恒流限压、恒压限流、智能充电以及放电等功能。该智能充电机可以为电动汽车提供稳定可靠的能量转换,并将随着电动汽车的广泛使用不断发展。

**关键词:** 电动汽车 智能充电机 微机控制

**[Abstract]** As electric vehicle develop quickly, the research of intelligent charger and its arithmetic becoming more and more important. In this paper, the intelligent charger system is developed, the arithmetic of constant current and voltage and intelligent charge is provided. The result of test verifies that the intelligent charger is reasonable and stable.

**Key words:** electric vehicle intelligent charger microcomputer control

## 1 引言

电动汽车是目前世界上唯一能达到零排放的机动车。由于环保的要求,加之新材料和新技术的发展,电动汽车进入了发展高潮。电动汽车作为绿色交通工具,将在 21 世纪给人类社会带来巨大的变化。顺应当前国际科技发展的大趋势,将电动汽车作为中国进入 21 世纪汽车工业的切入点,不仅是实现中国汽车工业技术跨越式发展的战略抉择,同时也是实现中国汽车工业可持续发展的重要选择。

目前我国电动汽车研究已取得阶段性成果,已经完成了电动轿车、电动中型客车和电动大型客车的开发工作。在我国大中城市都普遍存在着十分严重的交通问题和汽车尾气排放污染问题,电动汽车是一种非常理想的中速和短途的日常公共交通工具,因此在我国有着得天独厚的发展条件和广阔的应用前景。

根据欧美和日本等先进国家的经验,在进行电动汽车的开发和制造的同时,必须开发电动汽车公共充电站和进行电动汽车示范工程建设,为电动汽车的推广使用积累经验。在城市繁忙地段开辟电动汽车交通线,进行电动汽车的推广示范是一项很有意义的工作,为了作好这项工作,就必须进行电动汽车充电机及其充电管理系统的开发。

随着电动汽车研究的深入,对于电动汽车用电池充电器有了一定的需求,因为这是一个比较新的应用领域,开发者主要集中在一些科研单位或大学中。国内的生产单位主要是面向电瓶车、电动游览车、蓄电池维护等应用场合,因此充电机功率范围有限。从上面的分析可以看出,研制电动汽车大功率智能充电机具有重要意义。

## 2 充电机设计与研制

### 2.1 智能充电机系统特点

- 指示功能:

状态指示:包括电池电压不足、正在充电、充电结束;

故障指示:直流输出侧过电压及欠电压,温度异常,主断路器断开。蓄电池温度异常。

- 记录功能:

交流输入: 对公用充电机记录输入的电力 (kW·h), 记录一次充电值和日累计值。

温度: 充电时电池温度、充电机温度、环境温度。

故障记录: 直流输出侧过电压及欠电压, 电池或充电机温度异常;

- 自动计费功能:

充电机预留 IC 卡接口, 开发 IC 卡管理系统。对充电机可以采用 IC 卡充电操作, 充电机能自动计费, 并显示及打印计费结果或直接 IC 卡结算。

- 监测功能:

充电过程中要监测电池的温度, 不能超过最大允许值, 否则会损害电池和减少电池的使用寿命。

- 充电机预留 CAN 总线接口和 485 接口, 一方面为了和车上设备通信, 另一方面便于连接上位机, 实现连接计算机观察全程充电曲线和组网微机监控。

- 充电机具有断电时保护数据; 具有电流、电压、时间等参数超出了操作人员所设定的范围以及软件故障提示等安全保护措施。

- 具有完善的故障保护和报警功能。对输入电源过压、缺相, 充电机过流、过热, 蓄电池短路、开路、极性接反、超温等故障均有自动保护并发出声光报警信号。

## 2.2 充电机主电路设计

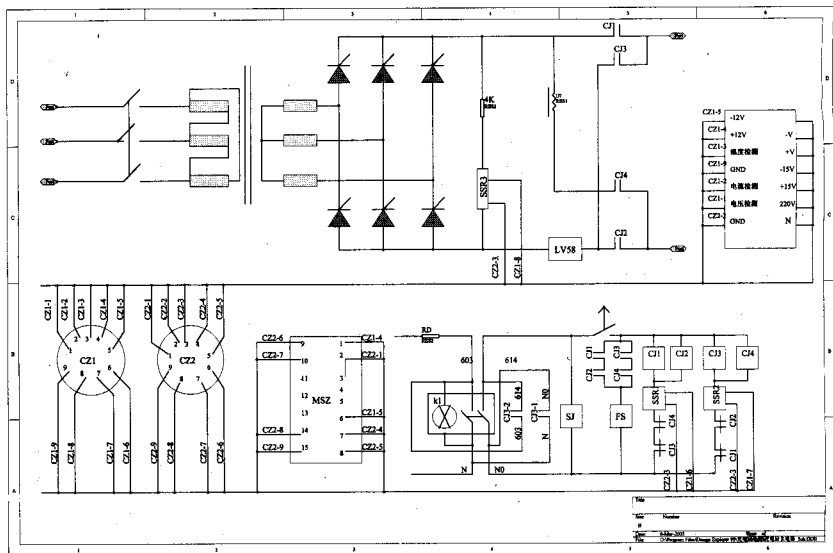


图 1 智能充电机主电路图

经分析认为, 对于大功率 (10kW 以上) 充电机适合采用相控方式, 控制方法成熟, 性能稳定可靠。

图 1 为设计的智能充电机主电路。

与主电路相关的设计说明:

- 1) 路形式采用全控整流电路, 选用集成化控制模块, 具有集成度高、多相脉冲对称性好、线性度高、相序自动识别, 无须同步变压器、软启动以及缺相保护等功能。
- 2) 检测蓄电池电压、直流侧电流的传感器, 选用 LEM 模块采集电压和电流信号。
- 3) 计了自检用假负载, 要求逻辑部分可以控制假负载的投入和断开, 保证充电机自检。

4) 温度检测采用 AD590 型集成温度传感器, 可以长距离传输信号。

### 2.3 微机控制系统的设计与实现

控制器可以分为主控单元和执行单元, 其中, 执行单元具有参数采集、输出直流控制信号和放电控制信号、故障显示等功能。主控单元具有电能计量、上位机通信、状态和报警显示、键盘扫描、液晶显示控制以及向执行单元传送指令等功能。

#### (1) 微机控制器硬件设计

采用 ATMEL 公司的 89C52, 该单片机片内 8K FLASH, 片内 256 字节 RAM, 32 条可编程 I/O 口线, 3 个 16 位定时器/计数器, 8 级中断源, 有一个通用串行接口。外围器件主要有 SD2000D, 内置 64Kbit NVSRAM, 晶振、电池, 时钟。选用 AD574 作为 A/D 转换器件, DAC0832 用作 D/A 转换。

液晶显示模块: 自带显示驱动电路, 具有字符显示功能。显示设定参数时具有提示输入参数范围功能。预留 CAN 总线接口电路, 拟采用 Philips82c200 CAN 总线控制器、82c250 CAN 总线收发器。

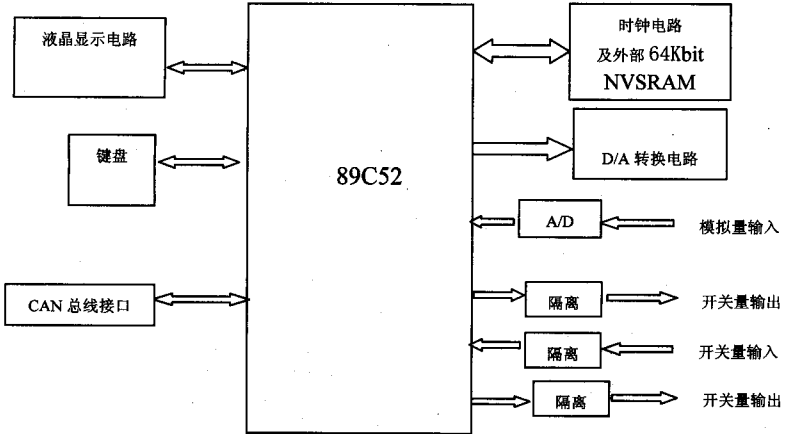


图 2 微机控制硬件连接示意图

单机控制系统与主电路接口信号主要有: 固态继电器驱动信号; 控制模块有对缺相、过流的检测装置; 检测蓄电池电压、直流侧电流的传感器; 控制模块配置移相触发电路; CAN 总线通信接口。

为使主电路安全可靠的工作, 增加了“指令冗余”和“软件陷阱”等软件容错功能。在硬件上采用 MAX813 芯片组成系统监控电路。

在抗干扰设计方面, 主要采用光耦和固态继电器实现了输入、输出信号的隔离, 对温度等需要长距离传输的信号采用电流环。考虑到现场的空间辐射干扰, 本系统采取了严格的屏蔽措施, 所有的输入、输出信号一律采用屏蔽线, 所有屏蔽线在机箱汇成一点接大地。

#### (2) 微机控制器软件设计

该智能充电机具有恒压限流、恒流限压、智能充电、放电等控制模式。根据充电机需要具备的功能, 确定软件需要实现的功能, 编制流程图和代码。

##### ● 恒压限流充电模式

采用恒压限流充电方式, 由于开始时蓄电池电压低, 若以大电流充电, 有损电池寿命, 因此可以先采取恒流充电方式, 软件设定初始充电电流, 例如 15A, 在恒定电流充电方式下, 充到输出电压达到设定的电池组端电压值。然后, 输出电压维持恒定不变, 随着充电进行, 充电电流逐渐减小, 当充电电流下降到

程序设定的较小的数值时,例如 2A, 充电机维持这个设定的小电流进行恒定电流充电,即为涓流充电,以此实现无人值守。

#### ● 恒流自动充电

采用恒流限压方式,需要人工设定充电电流和限定电压。充电机以恒定电流充电,电池组端电压达到限定电压时充电结束,可以无人值守。

恒流限时实现方式为:人工设定分段恒流充电的电流和时间,程序设定电流转换的时刻,自动转接到下一步低档充电电流,充电终止的判据为设定的总体时间。

#### ● 智能控制自动充电

应用  $du/dt$  和  $di/dt$  技术,动态跟踪电池可接受的充电电流。充电系统由充电机和电池组成二元闭环回路,充电机根据电池的状态确定充电工艺参数,充电电流始终在电池的可接受充电电流曲线附近。图 3 为充电接受特性曲线,超过这一曲线的任何充电电流,不仅不能提高充电速率,而且会增加析气。 $du/dt$  检测就是在充电过程的后期,检测蓄电池端电压单位时间的变化量。对于铅酸蓄电池,在充电后期  $du/dt$  很小。愈是充电完全, $du/dt$  就愈小,只要确定了  $du/dt$  值,充电深度就基本确定,以此来判断终止条件。系统根据用户设置,查找特定类型和容量的电池,对应上相应的电池充电特性曲线,图 4 为选择智能控制选择子程序路径示意图。

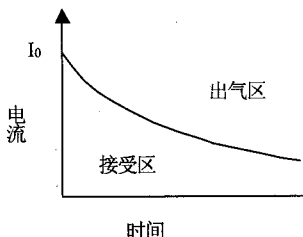


图 3 充电接受特性曲线

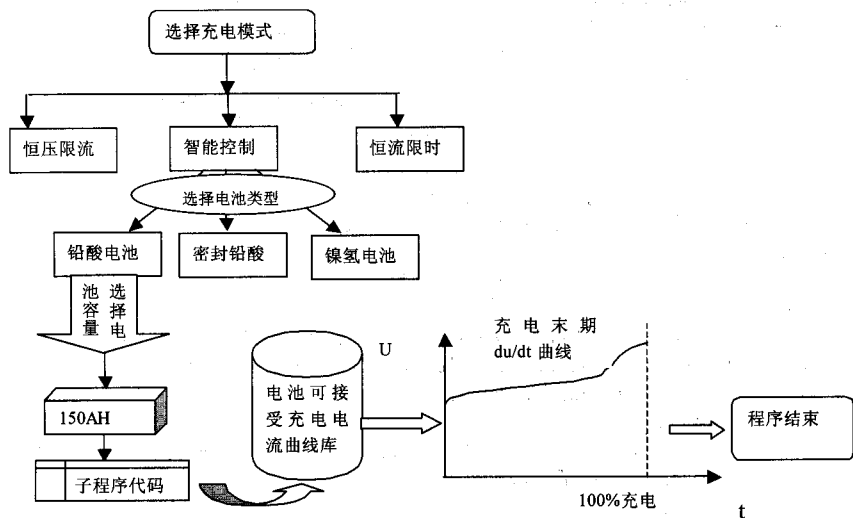


图 4 智能充电机程序执行路径框图

### 3 智能充电机性能测试与试验

图 5 为实际测试得到的恒压限流充电的充电曲线；图 6 为恒流限压的充电曲线。

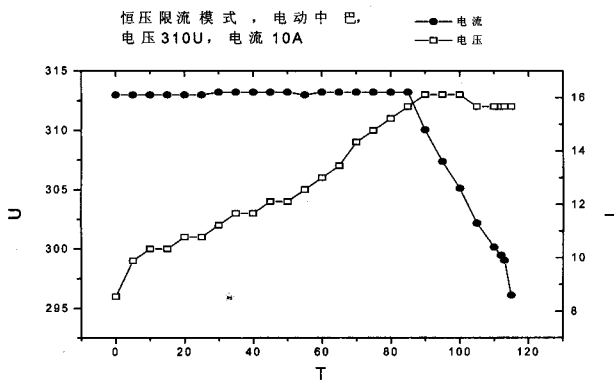


图 5 恒压限流方式充电曲线

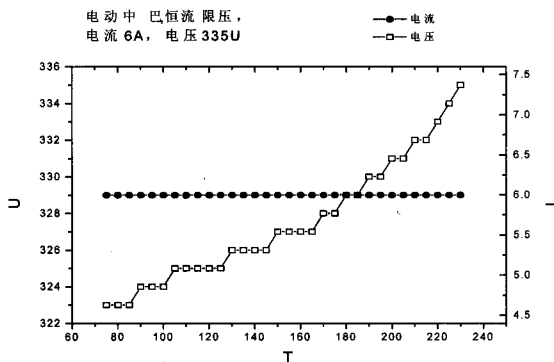


图 6 恒流限压充电曲线

### 4 结论与展望

智能充电机采用了较为先进的技术，例如大功率晶闸管相控自同步触发模块集成技术，IC 卡实现充电计费自动化，实现智能充电和放电等先进模式等。整个系统设计时，充分考虑了系统的安全性和可靠性，系统不但在硬件上采取了一系列的抗干扰措施，而且软件也具有较好的容错能力。由于采用了 IC 卡和全汉字显示技术，使系统具有较好的人机交互界面，使操作简单。

充电设备可分为常规充电机和快速充电机。本文重点研究开发了常规充电机样机,主要目标确保功能完善,性能可靠,并且为二次开发预留相应的扩展接口。本文的研究开发中,核心在于各种充电算法的开发、智能充电控制算法、无人值守和自动计费的实现等。这些也是本智能充电机的特色和关键技术。后续开发包括多台充电机组网监控以及充电机同电动汽车上车辆能量管理单元通信。依据先进国家的经验,充电设备的开发如果结合电动汽车充电站的建设和电动汽车示范运行,将具有光明发展前景。

### 参考文献

- 1 陈清泉,詹宜巨. 21 世纪的绿色交通工具—电动车. 清华大学出版社.
- 2 陈清泉,孙逢春等. 现代电动汽车技术. 北京理工大学出版社.
- 3 M.Ceraolo,R.Giglioli, etc. State of Charge Estimation for Improving Management of Electric Vehicle Lead-acid Batteries during Charge and Discharge. Proceeding of the 13<sup>th</sup> International Electric Vehicle Symposium, 1996.
- 4 Shoji Tange. Feasibility Study of Supper Quick Charging System", Proceeding of 1992 International Congress on Transportation Electronics IEEE Cat. No92CH3231-8, P211-221