

基于 SBC6045 的电动汽车充电站设计

A Design of EV Charging Station based on SBC6045

胡哲^{1,2}, 阮玲燕³, 黄芳芳¹

1. 安徽工业大学电气与信息工程学院 (安徽, 马鞍山, 243002)

2. 安徽马钢自动化信息技术有限公司 (安徽, 马鞍山, 243000)

3. 安徽工业大学机械工程学院 (安徽, 马鞍山, 243002)

Hu Zhe^{1,2}, Ruan Lingyan³, Huang Fangfang¹

1. School of Electric and Information Engineering, Anhui University of Technology, (Maanshan 243002, China)

2. Anhui Masteel Automation Information Technology Co. Ltd., (Maanshan 243000, China)

3. School of Mechanical Engineering, Anhui University of Technology, (Maanshan 243002, China)

摘要: 本文以嵌入式系统 SBC6045 为主控制器, 展开电动汽车充电站的设计过程, 主要包括系统的整体设计、硬件设计与软件设计, 同时对于实际设计结果进行了测试, 验证了整个系统的稳定性与可行性, 完成了初始的设计目标, 以期为我国电动汽车充电站事业的发展提供一种借鉴。

关键词: SBC6045 电动汽车 充电站 充电过程

Abstract: This paper is based on the embedded system SBC6045 as a controller, then expansion of EV charging station design process. It mainly includes the design of the software design, the hardware and the whole system. At the same time, it tests the actual design to verify the stability and the feasibility of the whole system. Finally it completes the initial design goal. On the other hand, it can provide a reference to China's car battery charging station development.

Keywords: SBC6045, EV, Charging station, Charging process

[中图分类号] U463.6 [文献标识码] A 文章编号: 1561-0349 (2015) 05-0026-05

1 引言

伴随着我国经济长达多年的高速增长, 我国的整体生态环境受到了很大的影响, 特别是最近几年雾霾天气在许多大城市频繁出现, 极大地影响到广大群众的人身健康。因此, 一种曾经被人们所遗忘的科技产物——充电汽车, 再次走进了人们的视野。此外, 最近几年, 我国大城市相关限牌限号政策的出台, 使得属于新能源汽车之一的电动汽车, 大步迈进了高速发展的时代^[1]。

但是, 我国与电动汽车相配套的服务设施的情况, 仍然令人堪忧。其中, 最为重要的是充电站的建设远远落后于电动汽车的发展, 也就限制了电动汽车在我国的进一步推广与运用^[2]。因此, 本文将主要集中于充电站中充电系统的设计与实现, 以期为实现充电站在我国的大规模建设提供一种可行

的方案。

2 系统整体设计

充电站是一个非常复杂的控制系统, 为了设计与实现的方便, 应当采取模块化的设计方案, 以极大的提高设计过程中的效率^[3]。结合最近几年相关科学技术的快速发展, 本文采用的是嵌入式系统作为主控制器, 对于系统中比较成熟的部分, 可以直接使用相关的控制程序, 以提高软件的编程效率。结合到今后进一步开发的需要, 以及相关的主控板的可扩展性, 本文采用的是天漠公司开发的 SBC6045 工业单板机作为主控制器, 以实现相关的控制目标。

在对充电桩进行进一步的设计之前, 本节先对该系统的整体展开设计, 提出相关的控制目标, 以及整体系统的结构框图。充电桩整体系统的结构框图, 如图 1 所示。

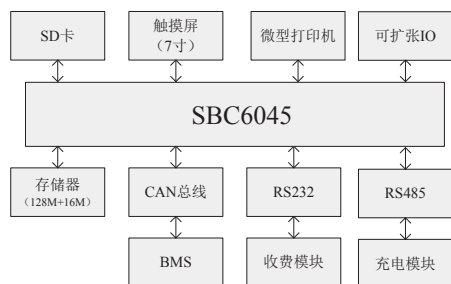


图1 控制系统结构框图

通过对图1的分析可知，系统中最重要的部件就是主控制器 SBC6045，该部件在系统中起着承上启下的关键作用。其稳定性与功能的强大性，直接制约了系统的运行，这也是本文选择嵌入式系统作为主控制器的原因之一。实际使用过程中，其承担着与 BMS（电源管理系统）的通信，也承担着与充电模块的通信的工作，以控制充电模块的充电过程^[4]。具体来说，主要的控制目标包括有以下几点。

① SBC6045 与 BMS 之间通信，获取充电过程的充电参数，以适用不同电池类型、不同电压等级和不同容量的电动汽车的充电需要。

② SBC6045 结合读取出的充电参数，利用相关的控制算法，计算充电过程中的控制参数，通过 RS485 串口与充电电源模块之间进行通信，控制整个充电的过程。同时，当充电电源模块发生异常或故障时，采取必要的操作来保证人身及设备的安全。

③ SBC6045 通过 RS232 与收费模块进行通信操作，以实现刷卡充电与自动计量充电费用，提高系统的利用效率，降低工作人员的操作负担。

④ SBC6045 与打印机之间进行通信，实现票据的打印操作；SBC6045 与触摸屏进行链接，设计良好的人机交互界面，显示整个充电流程，引导用户完成充电过程；SBC6045 应当配备 SD 卡的插口，记录一段时间内的操作数据，为故障分析提供必要的的数据支持。

3 系统硬件设计

本文综合考虑到模块的可靠性与成本等多方面的优势，RS485 串口硬件电路采用二次集成的芯片 ADM2483，该芯片由 ADI 公司推出，内部含有磁耦隔离技术。其通信速率为 500kbps，采用 SOW-16 封装。具体来说，其拥有体积小、独特的电源监控功能与成本低等优点，因此，本文采用该芯片展开串口部分的设计工作。

由于 SBC6045 与 BMS 之间通信的方式是采用 CAN 总线通信方式。因此，本文对于 CAN 总线部分的硬件采用的是 MCP2515 芯片，其拥有通信方式灵活、节点个数多与通信速度快等系列性的优点。因此，在汽车行业得到了非常广泛的

运用，这也是 SBC6045 与 BMS 之间采用 CAN 总线进行通信的根本原因。

4 系统软件设计

由于我国对于充电汽车已经制定了相关的国家标准，考虑到系统运用的广泛性，因此，对于 SBC6045 与 BMS 之间的通信设计，主要依据的是相应的国家标准^[5]。同样的对于 SBC6045 与收费模块的软件设计，也是参考相关的国家标准进行的。但是，对于 SBC6045 与充电模块之间的通信并没有相应的国家标准可以借鉴，所以，本节主要是以 SBC6045 与充电模块之间的软件设计展开必要的论述。

(1) 电池充电过程分析

该过程本质上就是完成电池的充电过程，保证这一过程中的电压与电流符合相关的要求，保证该过程中电池的安全，进一步提高电池的使用寿命。充电汽车中所配置的电池是一个电池组，其充电过程一般可以分为 4 步，分别是：① 涓流充电；② 恒流充电；③ 恒压充电；④ 充电终止等^[6]。本文设计的过程中，采取的充电步骤如下所述。

① 与 BMS 进行通信，读取充电电池的节实际电压，如果其中有单节电压小于 3V 时，则进行涓流充电，电流值为步骤③中电流的 10%，否则直接转入步骤③。

② 当各单节电池的电压达到 3V 时，则进行下一步操作。

③ 恒流充电操作，当有单节电压大于 4.2V 时，则进行下一步的操作。

④ 恒压充电操作，保证充电电压恒定不变，充电电流缓慢下降，当充电电流降至充电电流的 10% 时，完成充电过程。

(2) 通信协议分析

系统运行过程中，依据 BMS 发送来的参数以及具体的充电策略，SBC6045 通过 RS485 串口控制模块的输出，以实现充电过程的自动完成，提高工作效率。那么这一过程中，必然伴随着模块之间的通信操作，因此，需要对数据帧展开相关的定义，以便于充电过程的实现。一般来说，具体的数据帧主要分为两部分：控制命令帧与查询命令帧。

① 控制命令帧定义

充电模块接收到 SBC6045 发送来的控制命令帧即进行充电操作，同时，为了保证充电过程的安全，以及实现 SBC6045 对于各充电模块的实时调度，充电模块应当做出相应的应答，以确定相关控制指令的正确送达。因此，对于这一过程中的控制命令帧应当做出相应的定义，以保证这一过程的进行。

同时，由于控制命令帧是与查询命令帧在同一串口上进行的通信，应当对他们进行合理的区别。因此，本文设计了数据帧中的功能码段，来进行这两者的区分。当功能码段定义为“03”时，则说明此数据帧为查询命令帧；当功能码段

定义为“06”时，则说明此数据帧为控制命令帧。此外，本文将 SBC6045 到充电模块的通信称之为下行，反之则称之为上行。具体数据帧的定义见表 1。

表 1 控制命令帧格式

模式	字段	字段值	字段说明		
下行	地址码	01-14	不同模块地址		
	功能码	06	控制命令帧		
	数据	00-07	00	寄存器地址高字节	
			寄存器地址低字节 (DI)	0:	模块设定输出电压
				1:	模块设定输出电流
				2:	模块设定限流点百分数
				3:	模块开关设置状态量
				4:	模块设定浮充电压
				5:	模块设定均充电压
	6:	模块设定输出电压上限			
	7:	模块设定输出电压下限			
	**	设置数据高字节	设置模块输出电压的具体值，以及输出电流值等数据的具体值。		
	**	设置数据低字节			
	CRC 校验码	CRCL	CRC 检验低字节		
	CRCH	CRC 检验高字节			
上行	地址码	01-14	模块地址		
	功能码	06	控制命令帧		
	数据	00-07	00	寄存器地址高字节	
			寄存器地址低字节 (DI)	0:	模块检测输出电压
				1:	模块检测输出电流
				2:	模块检测限流点百分数
				3:	模块开关状态量状态
				4:	模块检测浮充电压
				5:	模块检测均充电压
	6:	模块检测输出电压上限			
	7:	模块检测输出电压下限			
	**	响应数据的高字节	将接收得到的模块模块输出电压和输出电流值等数据的进行长传。		
	**	响应数据的低字节			
	CRC 校验码	CRCL	CRC 检验低字节		
	CRCH	CRC 检验高字节			

根据表 1 的分析可知，当寄存器低字节 (DI) 取非“03”时，数据段中的解释已经做出了比较明确的说明。但是当其取“03”时，表中显示，这时数据段表示的是模块开关设置的状态量，由于表格大小的限制，开关量的定义并没有进行说明。如果不能对于该部分进行进一步的定义，将直接限制到下一节的充电过程的设计。因此，当寄存器低字节 (DI) 取“03”时，

数据段最后两个字节定义如表 2 所示。其中，第 6 位到第 15 位主要作为系统的保留位，以便于今后系统扩展的需要，以提高系统的改进效率。

表 2 开关量状态定义

位	信号名称	备注	
0	模块开关机状态	上行	1: 关机状态, 0: 开机状态。
		下行	1: 关机命令, 0: 开机命令。
1	模块自动 / 手动状态	上行	1: 手动, 0: 自动。
		下行	无意义。
2	保护状态	上行	1: 保护, 0: 正常。
		下行	无意义。
3	模块故障状态	上行	1: 故障, 0: 正常。
		下行	无意义。
4	电池是否充满	上行	1: 充满, 0: 充电状态。
		下行	无意义。
5	电池是否过放电	上行	1: 过放电, 0: 正常。
		下行	无意义。
6-15	保留位	——	

② 查询命令帧定义

充电过程中，SBC6045 需要周期性的查询各台充电模块的工作状态，以实现对于充电模块的监控。但是，查询与控制有着本质的区别，前者是为了实现对于模块参数在线查询的操作，而后者为了实现对于模块参数的在线控制。此外，相关数据在上行与下行过程的取值，也有着一定的区别。控制命令帧的上行数据，是依据所接收到的控制参数来确定；而查询过程中，查询命令帧的上行数据是依据模块的工作状态，也就是实际的参数取值来确定。同时，为了提高软件编程的效率，查询命令帧定义与前者基本一致，主要区别在于将功能码段设定为“03”，因此，具体的命令帧的格式本处不做过多的论述。

(3) 充电过程软件设计

结合电池充电过程分析，将充电过程的工作流程分为 3 个部分，分别是：充电准备阶段、充电阶段和充电结束阶段等。其中，充电准备阶段，主要完成的是设备物理连接的操作，系统自检确定系统符合正常操作的规范，然后发出指令，确定系统能够工作的指示，等待充电操作；充电阶段，主要是在充电准备阶段完成之后，开始充电操作，主要分为恒流与恒压两个阶段，完成对于电池的充电操作；充电结束阶段，主要是结束充电操作，完成费用的计量并打印消费小票，结束充电过程。

实际操作中，以上过程是一个连续的过程，是相互统一的整体。其中又以充电阶段最为重要，因此，本节主要以充电阶段为例，展开系统的设计。对于其他两个阶段也是同样的重要，如果没有充电准备阶段的操作，就不能够实现充电

阶段的正常工作；而如果没有充电完成阶段，那么所设计的充电站也没用任何的商业应用价值，满足不了投资资本回收的要求。

对于充电阶段的设计，主要采用的是两种工作模式，分别是：自动模式与手动模式。

① 自动模式软件设计

该模式下系统能够自动完成充电过程地操作，工作人员只需要完成充电电源模块与电动汽车的物理连接即可，极大的提高了工作的效率，降低工作人员的工作强度。图2是该流程的软件流程图，主要是分为两条控制主线，也就是前一小节所说的控制与查询两个部分。系统运行过程中，SBC6045与电源模块之间进行通信，获得必要的工作参数，实现模块的控制，完成充电过程。

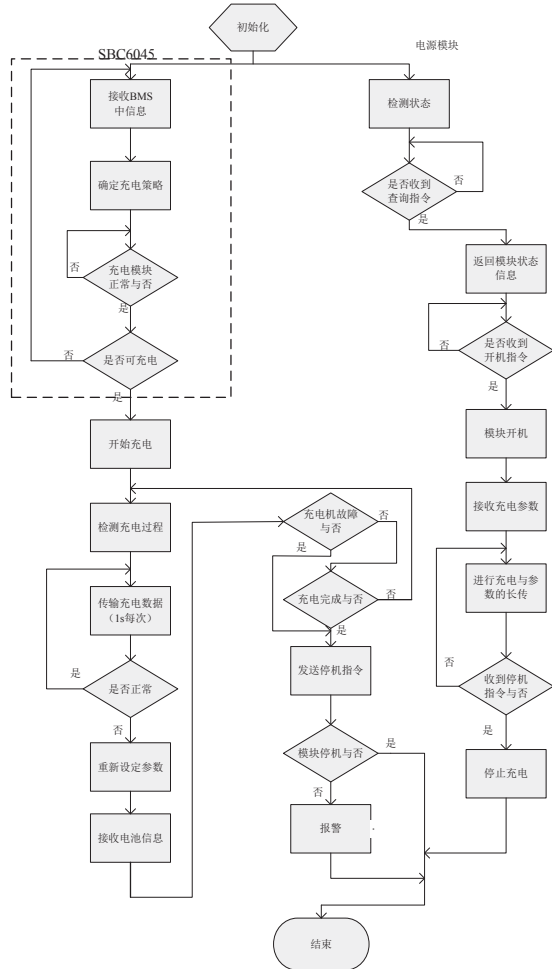


图2 自动模式软件流程图

② 手动模式软件设计

考虑到实际的情况，BMS可能存在故障而造成系统不能与之进行通信，以获得相关操作参数。那么就必须在对于这种情况下进行合理的设计，以保证系统多元化的需求。与自动模式比较，主要区别在于该模式下操作需要工作人员辅助才

能够完成，也就是依据给定的电池特性、依据操作手册的规定，手动设定最大充电电压、最大充电电流与充电截止电量等参数。具体的操作流程见图3。SBC6045依据这些操作参数，结合相关的控制策略，完成电池的充电过程。

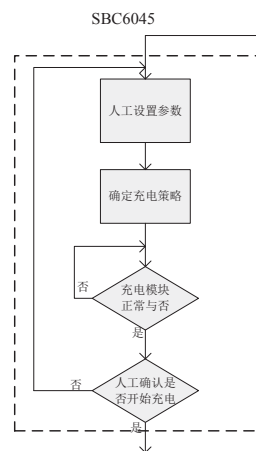


图3 手动模式软件操作流程

5 实验结果分析

总体来说，经过以上的系统整体设计、硬件与软件的设计过程，基本完成了相关的设计要求。同时，对于其中部分内容进行了简化，主要是在于该部分已经有了非常成熟的配套软件存在，本文并没有进行设计与分析，如POS机收费模块、打印机模块等等。

(1) 可靠性实验测试

整个系统经过测试，可以实现7*24h不间断的操作，说明了系统具有很好的稳定性，可以满足实现现场的需求。

(2) 温升实验测试

实际测试时，环境温度为36℃。将电源模块满负荷进行电流输出，使用非接触式红外测温仪测试充电模块的温度，测试过程中模块温度缓慢上升，最终达到56.8℃的极限温度，此后温度一直徘徊在56℃附近。

(3) 输出电压电流参数测试

主要测试电源模块在给定输出电压、输出电流的情况下，实际的输出电压与电流的取值，结合相关的功率因数与纹波系数等验证系统的性能^[7]。

本文研究的充电机最大输出电压为750V、最大输出电流为100A、功率因素应大于等于95%，表3是实际测试过程中所测得的充电机输出电压、电流值，以及利用电能质量分析仪Fluke-434实测的功率因数及纹波值。表中的纹波系数，是利用纹波与实测输出电压计算所得。

结合表3中的数据分析，系统在输出电压较低、输出电流较低的情况下，系统的功率因数不能够达到设计的规定值。但是，在大功率输出的情况下，输出效率更加理想。因此，

实际充电过程中，应该尽可能使得设备满负荷输出，以提高系统的充电效率。

此外，纹波反应的是输出电压的质量，应保证该参数的取值位于一个合理的区间，以提高系统的充电效率。经过系统的实际测试，仅仅只是在设定输出电压 500V、设定输出电流 100A 时，纹波系数的取值取得了一个峰值，但是也仅仅只为 0.83%，其余的仅仅在 0.3% 以下。特别是当系统在额定输出电压 750V 时，纹波以及纹波系数都处于非常理性的状态，也再次验证了应当保证设备满负载输出的重要性。

表 3 实测所得数据

设定输出电压(V)	设定输出电流(A)	实测输出电压(V)	实测输出电流(A)	PF	纹波(V)	纹波系数
500	20	499.89	19.28	0.92	1.32	0.26%
500	40	457.62	39.04	0.93	1.32	0.29%
500	60	499.27	59.06	0.94	1.44	0.29%
500	80	475.66	80	0.95	1.36	0.29%
500	100	498.79	99.27	0.95	4.16	0.83%
600	20	598.2	19.11	0.94	1.64	0.27%
600	40	539.9	41.05	0.94	1.44	0.27%
600	60	597.8	58.63	0.95	1.52	0.25%
600	80	548	79.99	0.95	1.28	0.23%
600	100	597.9	102.81	0.95	2	0.33%
750	20	746.5	16.38	0.94	1.12	0.15%
750	40	701.6	38.02	0.95	1.08	0.15%
750	60	746.5	58.54	0.95	0.92	0.12%
750	80	641.9	79.97	0.95	1.16	0.18%
750	100	745.7	99.39	0.95	1.24	0.17%

6 结论

本文阐述了基于 SBC6045 的充电系统的设计过程，实验验证了系统具有很好的可靠性，能够保证充电系统正常长期运行。此外，更为重要的是 SBC6045 的可扩展性非常强大，

非常利于今后系统的进一步的开发，提高现有设备的利用效率。伴随着我国电动汽车事业的高速发展，本系统的研究必然能够为今后的充电系统的研究提供一种借鉴，为早日实现我国在电动汽车行业的飞跃这一梦想做出了一份努力。

参考文献

- [1] 王震坡, 贾永轩. 电动汽车蓝图 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2010. 4.
- [2] 谢博. 电动汽车充电系统的设计与实现 [D]. 中国矿业大学(北京), 2015.
- [3] 李正烁, 郭庆来, 孙宏斌, 辛蜀骏. 电动汽车充电预测的实时充电优化方法 [J]. 电力系统自动化, 2014, 09: 61-68.
- [4] 胡海彬. 电动汽车充电站功率控制策略研究 [D]. 电子科技大学, 2011.
- [5] 夏荣荣. 大功率电动汽车充电电源的并联均流技术的研究 [D]. 安徽工业大学, 2014.
- [6] 陈渊睿, 伍堂顺, 毛建一. 动力锂电池组充放电智能管理系统 [J]. 电源技术, 2009, 08: 666-670.
- [7] 高赐威, 张亮. 电动汽车充电对电网影响的综述 [J]. 电网技术, 2011, 02: 127-131.

附注

基金项目: 安徽省“千人培养计划”项目资助项目 (20120024)

作者简介

胡哲, (1990-), 男, 硕士研究生, 初级会计师, 研究方向为控制系统建模与设计。

印度迈出海上风电第一步

由印度科技和政策研究中心 (CSTEP) 主导的联合财团已经开始对印度古吉拉特邦和泰米尔纳德邦附近海域的潜在风能进行评估。

这个名为 FOWIND 的财团还包括全球风能理事会 (GWEC)、挪威船级社 (DNV)、德国劳氏船级社 (GL)、古吉拉特邦电力公司和世界可持续能源研究所 (WISE)。FOWIND 已经启动了激光雷达的供应、安装、调试和维护的招标工作。接收投标提案的截止日期为 5 月 15 日，维护合同的有效期限是 2.5 年。

GWEC 秘书长史蒂夫·索耶称，这些设备可以帮助测量印度的海上风电潜力，使印度有可能在 2019 年实现海上风电。2014 年，GWEC 曾宣布由欧盟印欧可再生能源项目合作委员会提供 400 万欧元（约合 550 万美元）专项资金，利用 4 年时间来制定印度海上风电路线图。此外，印度新能源和可再生能源部门 (MNRE) 称，该部门也在致力于建构印度海上风电政策框架。

印度能源开发署的 2023 年规划在泰米尔纳德邦建成装机容量至少 20 万 kW 的海上风电。此外，印度去年 10 月已宣布将建设印度首个海上风电场，即位于古吉拉特邦海岸的风电示范项目。印度计划到 2022 年实现可再生能源装机容量达 2 亿 kW 的目标。