

文章编号: 2095-2163(2019)02-0231-04

中图分类号: TP368.1

文献标志码: A

# 基于 STC15W408AS 单片机的无线充电电动小车设计

刘 健, 吴 宇, 柳春晓, 冯 俊, 倪晓昌, 杨 旭

(天津职业技术师范大学 电子工程学院, 天津 300222)

**摘 要:** 当前, 新能源成为人们热门关注的话题, 电动汽车也变为热门行业产物。相对于电动汽车的有线充电而言, 无线充电具有使用方便、安全、可靠、环境适应能力强等优点。本次研究的设计目标是制作一个无线充电电动车, 包括无线充电装置一套, 发射器采用具有恒流恒压模式自动切换的直流稳压电源供电, 供电电压为 5 V, 供电电流不大于 1 A, 充电结束后小车能够自动启动。设计采用 xkt-412 作为发射模块, t3168 作为接收模块, TPS63020 作为升压模块。设计结果满足目标的同时, TPS63020 作为升压模块的选取大幅度提升了电能利用率, 更加节能环保。

**关键词:** TPS63020 芯片; xkt-412 无线接收模块; t3168 无线充电模块; STC15W408AS 单片机

## The design of wireless charging electric car based on STC15W408AS microcontroller

LIU Jian, WU Yu, LIU Chunxiao, FENG Jun, NI Xiaochang, YANG Xu

(School of Electronic Engineering, Tianjin University of Technology and Education, Tianjin 300222, China)

**[Abstract]** At present, new energy has become a hot topic, and electric vehicles have become a hot product of the industry. Compared with the wired charging of electric vehicles, wireless charging has the advantages of convenience, safety, reliability and strong adaptability to the environment. The design goal of this research is to make a wireless charging electric vehicle, including a set of wireless charging device. The transmitter is powered by a dc stabilized voltage power supply with constant current and constant voltage mode automatic switching. The power supply voltage is 5 V, and the power supply current is no more than 1 A. The design adopts xkt-412 as the transmitting module, t3168 as the receiving module and TPS63020 as the booster module. While the design results meet the target, the selection of TPS63020 as the booster module has greatly improved the power utilization rate and become more energy-saving and environmental friendly.

**[Key words]** TPS63020 chip; XKT -412 wireless receiving module; t3168 wireless charging module; STC15W408ASSCM

## 0 引 言

现如今, 汽车已经成为人们出行必不可少的交通工具<sup>[1]</sup>。但是, 在汽车产业获得高速发展的同时, 也带来了尾气排放污染。目前形势表明, 汽车尾气的排放已经成为了国内部分地区的主要大气污染源。结合当前的数据调查显示<sup>[2]</sup>, 以一氧化碳、氮氧化物、二氧化硫为主的污染气体即已成为汽车排放的主要污染物。中国的汽车使用量随着经济的发展会不断增多。如今, 国家正大力提倡绿色可持续性发展, 这也同时突显了有关减少汽车尾气排放物课题研究的重要性和紧迫性。

因此, 新能源汽车应运而生。新能源汽车是指除汽油、柴油发动机之外所有其它能源汽车<sup>[3]</sup>。其中包括燃料电池汽车、混合动力汽车、氢能源动力汽车和太阳能汽车等。目前中国市场上在售的新能源

汽车多是混合动力汽车和纯电动汽车。

新能源汽车电池类型主要为: 锂离子电池、镍氢电池、燃料电池、铅酸电池、超级电容器<sup>[4]</sup>。其中最好的当属超级电容器。超级电容器是指介于传统电容器和充电电池之间的一种新型储能装置, 其容量可达几百至上千法拉。与传统电容器相比, 该种电容器具有较大的容量、比能量或能力密度, 较宽的工作温度范围和极长的使用寿命; 而与蓄电池相比, 则又具有较高的比功率, 且对环境无污染。当前充电方式有直流充电和无线充电两种方式。相对来说, 直流充电较为普遍, 但是由于电线的存在, 让充电较为麻烦, 不仅使用车辆有限, 而且会带来触电危险, 随着使用时间越久, 危险越大<sup>[5]</sup>。

为了保护人身安全, 提高电能利用, 节约能源, 让充电变得简单。本设计在实验室仿真研发一款无线充电小车, 项目初衷是设计一个可以在充电 1 min

**基金项目:** 天津市十三五应用型专业建设项目; 国家级大学生创新创业项目(201710066046); 教育部产教协同育人项目(XJYW0804)。

**作者简介:** 刘 健(1995-), 男, 本科生, 主要研究方向: 应用电子技术; 倪晓昌(1974-), 男, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 光电信号采集与处理。

**通讯作者:** 倪晓昌 Email: nixiaochang@tju.edu.cn

收稿日期: 2018-11-13

后自行启动的小车,小车供电采用超级电容,可以进行长距离直线行驶和稳定爬坡。

## 1 系统方案

### 1.1 电机的选择

系统设计中,对电机提出了一定的要求,考虑有2种方案可供选用,对此拟分述如下。

#### (1) 方案一:有刷电机

① 优点:结构简单,布线方便,在极低电压下可以启动,有刷电机运行稳定,价格便宜。

② 缺点:有刷电机的摩擦力较大,损耗也较高,效率偏低,有换向器,电压换向时可能会产生火花,因此使用寿命比较短。

#### (2) 方案二:无刷电机

① 优点:没有电刷、干扰很低,低噪音,运转极为顺畅,寿命很长,维护成本也低。并且具有编程、可调节功能。

② 缺点:采用单片机控制,MOS管需要较高的电压,才能够正常运行,如果初期给出的电压较低,当低于某电压值时将无法运行。

综合前文性能比较分析后可知,文中将2种电机一起使用,这样就可以最大限度地提高电能的使用效率。

### 1.2 电容的选择

#### (1) 方案一:5个100 F的超级法拉电容并联

① 优点:容量大,充电电压高,充电速度快,循环使用寿命长。

② 缺点:体积大,重量大,不利于小车轻便行动。

#### (2) 方案二:2个10 F,2个1 F并联

① 优点:轻便,电压利用率较高。

② 缺点:充电速度较慢,体积较小。

经过前文性能比较分析后可知,文中使用方案二,因为小车设计时需保持轻便性,一旦负重过多,将会消耗较多电量。

## 2 理论分析与计算

超级电容充放电效率取决于超级电容的充电时间常数。超级电容的充放电效率是决定超级电容的充放电时间的重要因素,超级电容充电采用DC/DC转换<sup>[6]</sup>。

假设电容组以恒定的电流充放电,经过时间 $t$ 后,电容器组电量从 $Q_1$ 到 $Q_2$ ,相应的电压由 $U_1$ 到 $U_2$ ,则电容器组存储释放的能量 $E$ 为:

$$E = \frac{Q_2^2 - Q_1^2}{2C}, \quad (1)$$

此时,超级电容器组内阻 $R$ 消耗的能量 $E_R$ 为:

$$E_{R=I^2R_c t} = \frac{R_c(Q_1 - Q_2)^2}{t}, \quad (2)$$

定义时间常数 $\tau = R_c C, \beta = U_1/U_2$ (充电)或 $\beta = U_2/U_1$ (放电),得到充电效率 $\eta_c$ 和放电效率 $\eta_D$ 为:

$$\eta_c = \frac{E}{E + E_R} = \frac{t}{t + 2\tau(1 - \frac{2\beta}{1 + \beta})}, \quad (3)$$

$$\eta_D = \frac{E - E_R}{E} = 1 - \frac{2\tau}{t}(1 - \frac{2\beta}{1 + \beta}). \quad (4)$$

可以看出,对于相同的时间常数,超级电容的效率随着充电和放电的深度增加而降低,并且随着充电和放电时间 $t$ 的增加而增加,对于相同的 $\beta, \eta_c$ 永远大于 $\eta_D$ ;同时,时间常数的值越小,则相同放电时间效率就越高,并且接近,但是随着时间常数值增大,偏差却会迅速增大。所以,在考虑低成本、而又不会影响电容器的使用时,应该选用时间常数小的电容器,这时电容器的充放电时间就可以设计为相同值。最后,研究中选择的是2个10 F和2个1 F的超级电容。

## 3 系统电路设计

当小车在指定位置停靠后,充电模块随即放电,接收模块开始接收电能,单片机转入计时模式,1 min后小车充满电,模块停止充电,小车启动运行,当开始爬坡时,启动升压模块TPS63020进行升压爬坡。整体设计流程如图1所示。

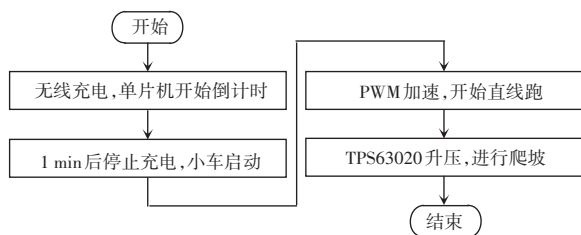


图1 系统总体框图

Fig. 1 System block diagram

小车实物模型即如图2所示。



图2 小车实物图

Fig. 2 The real car photo

### 3.1 无线充电模块

发射充电使用的是 xkt-412 无线发射, 该芯片具有自动适应供电电压调节功能, 因而能够在较宽的电压下正常工作, 可以实现自动频率锁定。而且其功率控制工作电压较低, 只需要 5~12 V, 工作频率在 0~2 MHz。

接收模块选用的是 t3168 无线接收, 该芯片体积小、输出功率大, 并且可以配合各种无线充电方案应用, 电路简单、部署也方便。无线充电发射模块<sup>[7]</sup>电路图如图 3 所示, 无线充电接收模块电路图如图 4 所示。

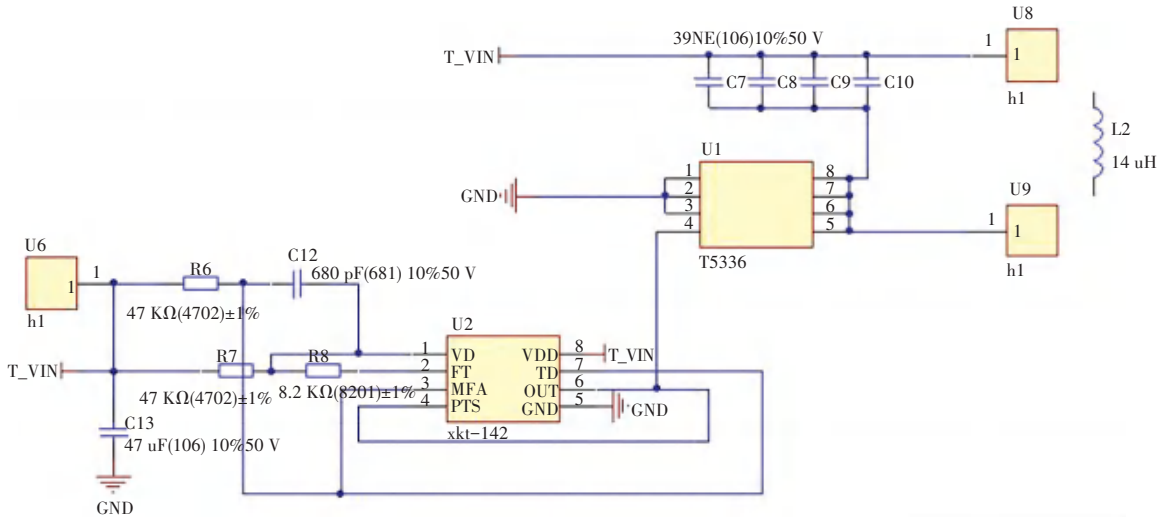


图 3 无线充电发射模块设计

Fig. 3 Wireless charging launch module design

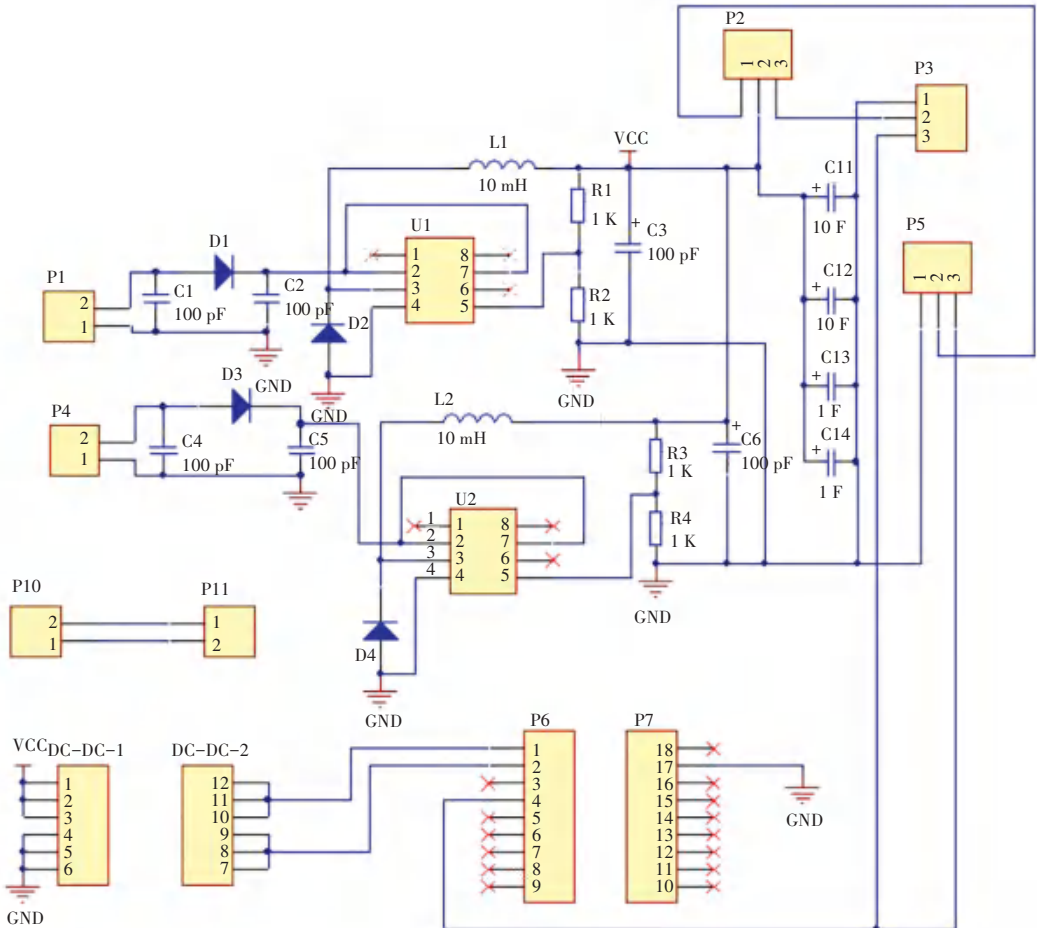


图 4 无线充电接收模块设计

Fig. 4 Wireless charging receiving module design

### 3.2 控制模块

控制模块采用 stc15w408as 单片机<sup>[8]</sup> 最小系统,其芯片管脚图如图 5 所示。

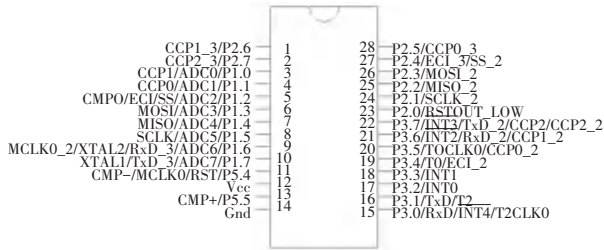


图 5 STC15W408AS 微控制器芯片

Fig. 5 STC15W408AS microcontroller chip

该单片机与 51 系列相比,大大提高了设计的灵活性,与普通的 51 系列相比,单片机主要具有以下特点:

- (1) 体积较小、结构较简单、可靠性较高。
- (2) 控制能力较强。
- (3) 电压较低,功耗较低。
- (4) 性能优异,性价比较高。

### 3.3 特殊器件 TPS63020

TPS63020<sup>[9]</sup> 的优点与特性可表述为:高输出的电流性能让电池供电可以在最高效率的状态下生成最大的电流。例如,在典型情况下,可以在降压模式下产生 3.3 V 电压和 3 A 电流,并且可以在升压模式下产生 3.3 V 电压和 2.0 A 电流;动态输入电流可以高效地保护电路以及系统;节电模式下能在轻负载下保持高效率。

## 4 软件设计

研究可知,小车在开始充电以及充电后的一切运动,都由单片机控制,在不同的条件下,单片机会发出不同的指令。研发设计流程如图 6 所示。

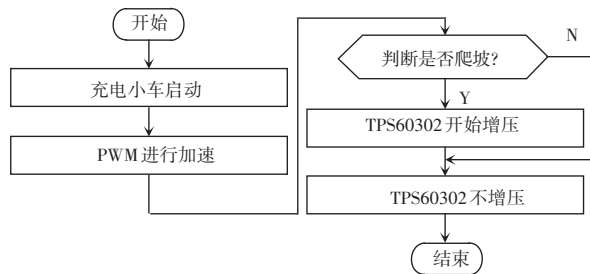


图 6 软件流程图

Fig. 6 Software flow chart

## 5 数据实际测量

设计选定的电源为 5 V/1 A, 电容是 21 F, 在 1 min 的时间里,测试了无线充电与直接充电的电压,在此基础上加入了 TPS63020 升压模块,接下来

就研究测试了加入后的电压,运行结果详见表 1、表 2。

表 1 无升压测量数据

Tab.1 Pressure-free measurement data

充电方式	电源电压/V	电源电流/A	充电时间/min	所得电压/V
无线	5	1	1	3.27
直接	5	1	1	3.50

表 2 加入升压测量数据

Tab. 2 Pressure-adding measurement data

充电方式	电源电压/V	电源电流/A	充电时间/min	所得电压/V
无线	4.5	1	1	4.06
直接	4.5	1	1	2.49

由表 1、表 2 可以看出,加上 TPS63020 后,虽然降低了电源电压,但是无线充电的电压却得到了提升。这样不仅降低了成本,同时还提高了充电效率。

## 6 结束语

本次设计的无线电动小车充电系统经过测试,在充电 1 min 后,小车可以直线行驶超过 100 m,即使在爬坡过程中也极为稳定,满足了设计要求;当小车接收到电压时,采用 TPS63020 芯片升压模块进行提升,一般 4.5 V 左右的电压,可以提升到 6.5 V 左右,设计实现了低电压高效充电,大大提高了电能利用率。

目前无线感应式充电技术无法获得大规模运用主要就在于对辐射的考虑,因为无线充电会产生强大的磁场。当人或者动物处于汽车和充电装置中间时,有可能会带来伤害。因此日后的改进设计即会把无线充电系统的安全性作为着重点加以优化,而在此方面,也亟需大量的测试来支持展开下一步的工作。

## 参考文献

- [1] 崔振,谢飞. 浅谈汽车发展文化及未来发展趋势[J]. 现代经济信息, 2017(16):360.
- [2] 陈兴帅. 城市汽车尾气排放污染及其防治对策[J]. 时代汽车, 2018(10):30-31.
- [3] 廖文杰. 浅谈新能源汽车[J]. 山东工业技术, 2018(23):27,22.
- [4] 张惠泽. 新能源汽车动力电池研究现状[J]. 通信电源技术, 2018,35(7):273-274.
- [5] 贾琪,董佳琪,付铭铭. 基于 STM32 的新能源汽车智能充电臂[J]. 科技视界, 2018(22):1-2.
- [6] 顾和荣,张蕊. 双向 DC-DC 与超级电容系统非线性协同控制研究[J]. 太阳能学报, 2018,39(8):2348-2356.
- [7] 孙玉轩,范倩,赵洋涛. 微型智能车中无线充电、超级电容设计[J]. 襄阳职业技术学院学报, 2013, 12(5):19-20,23.
- [8] 王家豪,绳鹏,吴琦,等. 基于 STC15W408AD 单片机的车载新型智能窗设计[J]. 科技与创新, 2018(10):46-49.
- [9] 佚名. TI 推 4A 开关升降压转换器 TPS63020[J]. 电子制作, 2010(5):5.