

超级电容硬件设计说明文档

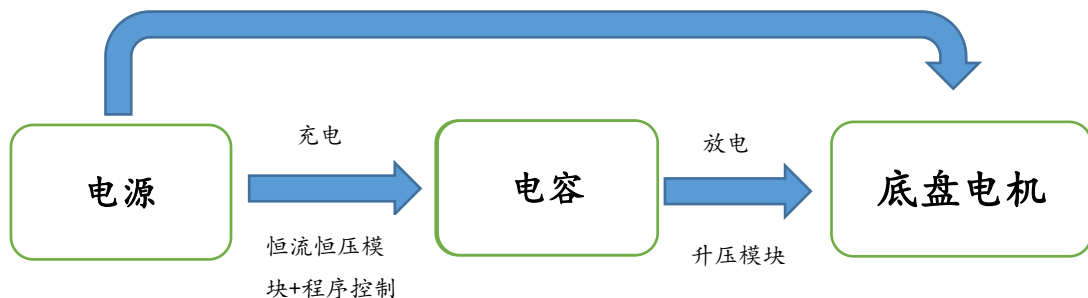
1. 设计意义

在 RM2018 比赛规则里，对步兵机器人、英雄机器人限制其底盘功率，致使他们在场地里跑的速度大大降低，以及在上坡时因功率不足显得步履维艰，所以我们提出了以超级电容为储能元件为机器人补充功率的设想。主要设计思路如下，当机器人此时不需要规则所设定的功率值时，我们便以冗余功率给超级电容充电，当机器人需要更大的底盘功率时，我们利用超级电容为底盘供电，为其提供大功率输出。这样机器人在场地里便能灵活分配底盘功率，使功率利用率达到最大。

2. 设计思路

本着简单实用的设计思路，本设计方案选用二个 P 型 MOSFET 管作为两个控制开关来控制给超级电容充电和超级电容给底盘电机放电。电源、电容、底盘电机为并联关系，为了保证机器人的可靠性，电源和底盘电机之间不加控制开关。电源与电容之间用 MOS 管控制充电，电容与电机之间用 MOS 管控制电容放电。

3. 系统框图



4. 设计难点

在设计过程中有以下几个难点：

- (1) 给超级电容充电时如何控制其充电功率
- (2) 放电时，如何让超级电容提供大部分的功率，而不是由电池来提供
- (3) 当放电后期，放电 MOS 管会工作在放大区，导致 MOS 管被击穿，如何解决
- (4) 当机器人减速或突然停止会产生强大的反电动势，如何来吸收它
- (5) 由于步兵空间有限，如何使电路板面积达到最小

4. 难点解决方案

(1) 我们实验了很多方法，控制功率都不怎么明显，之后选用了恒压恒流模块，通过控制其充电电流进而控制其充电功率的方法，但是在充电后期因为电容电压上升还是会出现超功率的情况，所以再加上软件控制使充电平均功率不超过规则设定的功率值。

(2) 因为电池的电压不稳定，电池电量的多少会导致输出电压有一到两伏的差别，所以无法使电容输出电压与电池保持一致，所以选择利用升压板将电压提高至比电池电压稍高一到两伏的数值，此处选择 27V（可自行选择，保证不烧电调即可），这样当开启超级电容供电时，底盘优先消耗电容中的电量

(3) 由 P 型 MOS 管导通条件，当 V_{gs} 小于某个值时，P 型 MOS 管导通，在 MOS 管选型时要看它的导通条件及各项参数。P 型 MOS 管完全导通时 V_{gs} 一般在 -20V 到 -4V 之间（看选择 MOS 管的具体参数），最好在 -10V 左右，大于 -4V 时便进入放大状态，此时阻抗较高，MOS 管很容易被击穿。本设计方案为两级控制，用三极管来控制 MOS 管的导通，MOS 管的

导通栅极电压选择源极电压的三分之二，即 V_{gs} 在 -16V 到 -6.5V 之间（由于升压板限制，电容放电到 10V 将停止工作）。具体设计电路见电路设计原理图。

（4）用反电动势吸收电路和两个防反向电压二极管来吸收和阻止反向电动势。具体设计方法见电路原理图。

（5）为了能更好的适应步兵空间有限的问题，把控制板、恒压恒流板和升压板设计成上下放置，用导线连接，通过呢绒螺柱连接成一个整体模块，刚好解决了步兵空间小的问题。

5. 电路板原理图解析

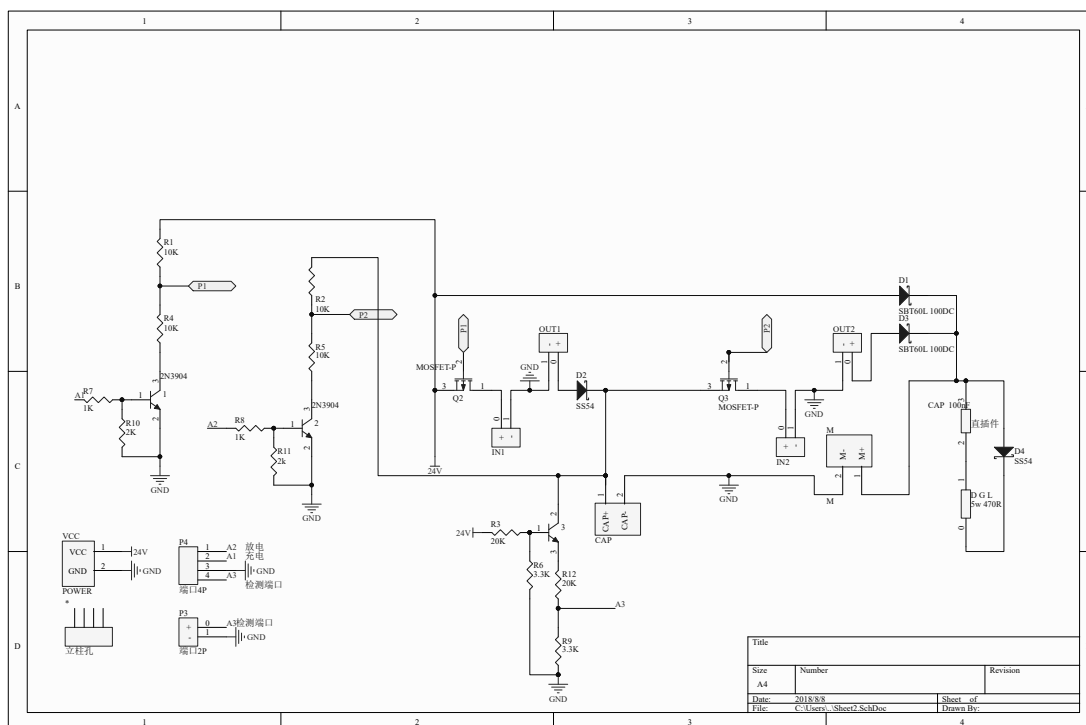


图 1 超级电容控制板原理图

如图 1 所示，控制超级电容充放电为两级控制方案，用三极管来控制 MOS 管的通断，进而控制超级电容充放电。A1 为充电控制引脚（高电平导通），A2 为放电控制引脚（高电平导通），A3 为检测电容电量的模拟输出引脚。P3、P4、CAP、VCC、M 分别对应的是控制接口、检测电量接口、电容接口、电源接口、电机接口。IN1、OUT1 是连接恒压恒流模块的焊接过孔，IN2、OUT2 是连接升压模块的焊接过孔。

6. 超级电容控制板 PCB 图

用 AD16 画的超级电容 PCB 电路板如图 2 所示：

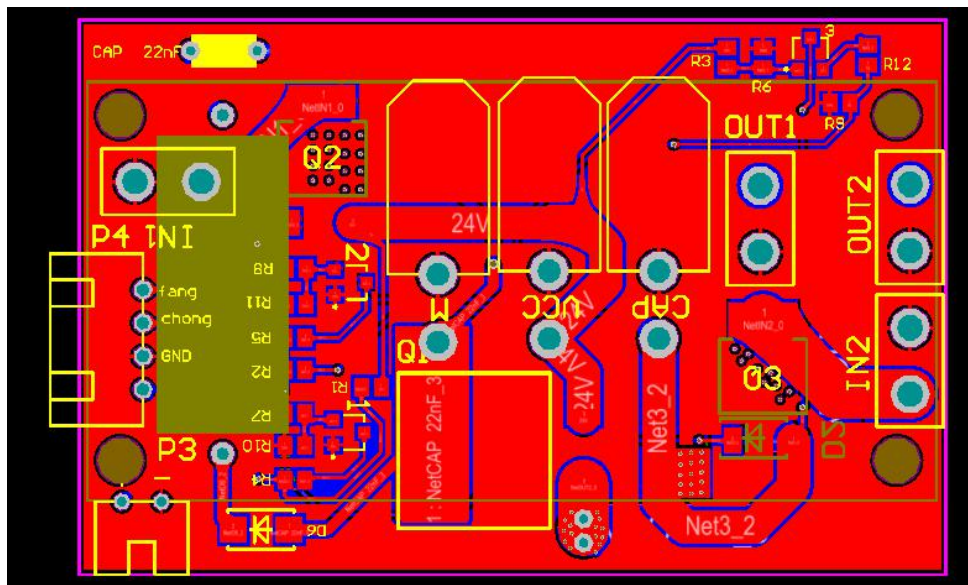


图 2 超级电容控制板 PCB 图

7. 硬件选型

超级电容选择的是 2.7V 100F 的牛角电容，10 个串联在一起形成超级电容组，超级电容组的容量是 27V 10F。实物如图 3 所示：

恒压恒流模块选择输入范围 0-24V，输出范围 0-24V 的成品模块，电流范围为 0-5A，在淘宝上可以买到，实物图如图 4 所示：

升压模块选择 150W，输入电压范围 10-32V，输出范围 12-35V，工作电流最大 10A 的成品升压模块，具体实物如图 5 所示：

其他元件选型请查看元件清单。



图 3



图 4

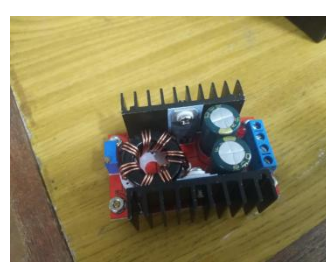


图 5

7. 总结

我们的队伍当前使用的超级电容方案如上所说，是存在许多缺陷与不足的，如果有什么建议和意见，希望大家多多指教。我们也在进一步的开发与完善超级电容控制方案，主要在以下几个方面：（1）完善充电方案，使其恒功率充电而不只是恒流恒压充电，导致最后出现充电超功率情况，用软件来控制。（2）找到某个平衡点，使其在用不了所设定的功率值时无时无刻的充电，而不是停下来静止时才充。希望来年有更好的控制方案与大家一起分享。同时也希望同学们可以分享开源自己的其他技术方案。在我看来，做 RoboMaster 比赛不仅是比赛本身，更重要的是技术的一代代积累和提升，开源不单是分享技术，更是一种交流的态度。最后感谢我们团队上一届的硬件大佬，在研发超级电容控制板的过程中给予我很大帮助，

也感谢我的指导老师耐心指导，这才使我成功的设计出超级电容的硬件电路。

超级电容硬件电路原理图及 PCB 图请看附件。

/*----警告：硬件抄袭需谨慎，我们不保证此方案的风险性，请参赛队进行合理的评估和改良后再进行使用----*/

大连交通大学 TOE 战队
2018/08/30