*成都信息工程大学智能车内部资料未经许可请勿传阅*

作者：电科142常贤茂 QQ：767831092 2017/9/2

做了两年智能车，第一年摄像头B车，第二年摄像头直立，完全吃透是不可能的，但也算积累了一些经验，在某些方面还是可以跟大家交流一下的，本篇主要对摄像头直立做一些总结。

# 硬件

## 驱动

直立车的硬件要求简单、简洁、重量轻，对驱动能力要求不高，BTN也能用，但MOS性能更强悍，且价格低，适合大众使用。

MOS驱动需要做升压电路，此处不解释。智能车常用的MOS驱动芯片主要有IR2104和HIP4082，两种芯片的价格和外围电路基本相当，性能上对智能车来讲也都能满足，个人更加偏爱HIP4082，北科一直使用的是2104，电科一直使用的是4082，都挺好的。MOS管使用IRLR7843，基本上是智能车的标配了，贴片的TO252封装，画出来的单一驱动板可以比BTN还小一些。

MOS驱动的升压电路以MC34063为代表，也可使用B0512隔离电源模块，后者使用更简单粗暴不易出问题，新手在使用34063时很容易出现各种各样奇奇怪怪的问题，简单说一下我遇到过的问题和解决办法。

1. 一上电电源指示灯就开始快速闪烁，很快各种电容发烫甚至爆炸。首先检查连接34063芯片3管脚的电容是否正确，此处应使用470pF的电容，通常放置在贴片盒子中的标号为471，注意不是470，470是47pF的电容，这里很容易搞错。如果上电依旧不正常，检查升压输出端的电容有没有问题，输出端电容的作用并非滤波，绝对不可以省略。
2. 上电以后电感迅速发烫，更换电感后依旧。这种情况一般问题并非出在升压电路上，而是负载那边有问题。检查MOS管是否被击穿或者半击穿，击穿很容易检测，导通了就是挂了，半击穿就很操蛋了，万用表是不会响的，要用测二极管那个档位来测，这个问题曾让我白白焊了一整个通宵的板子，最后还是学长帮我找到了原因，分分钟搞定。
3. 车子在跑动中偶尔会莫名其妙的突然重启，直立车的电机是380电机，按正常情况在跑动的过程中不会有太大的电流将电压拉低导致重启，更换电池后重启依旧，重启后检测电池电压仍在8V以上。更换电源滤波电容后问题解决，没有再出现重启问题。原本使用的是最廉价的黑色电解电容，后来更换成了绿色的那种高频电容就好了。

# 机械

直立车的机械决定了速度的上限，四轮车的上限一般人不容易达到，但是做直立车的很容易卡死在机械上，一个好的机械结构能避免很多麻烦，如今直立车的机械结构已经比较统一了，进国赛的直立几乎清一色的V型结构，差别仅在于细节处理和电池重心的高低。直立车的速度控制是在直立控制的基础上完成的，具体过程在后面的程序部分详细说。重心越低，车子的稳定性就越高，参数越容易整定。但过低的重心就会导致加减速缓慢。一辆没有速度的车子在竞速比赛中是不吃香的，当然也有运气好龟速跑完进国赛的，尤其是配合今年大组别只能进一组国赛的坑爹规则，呵呵呵。。。。。。

个人感觉重心不能过分追求低，太低的话虽然稳定性会高很多，但大大削弱了加减速的性能，甚至上坡都成问题，预赛赛道长度较短，对于加速慢的直立车是不利的，决赛如果弯道较多，每个弯道都会造成车子的被动减速，加速慢也很吃亏，所以重心的高低要根据车子的调试情况合理调节，在先保证了加减速性能的基础上再降低重心。

然后说下机械零点的问题。如果从安全性的角度来考虑，肯定需要加速和减速，坡道的最大角度为20度，故前后都要留出20度的安全角度用来上下坡道。但实际比赛中，每个弯道都会使车子被动减速，我曾用上位机观察过速度的波形，在赛道比较复杂的适合，几乎全程都处于加速状态，并不是我的速度控制有问题，而是每次过弯都会使速度有所下降，虽然在全程低头加速，但仍无法达到我设定的目标速度，由此看来在某些赛道上可以不需要主动减速，那么就可以将重心向前移动，使车子全程都处于加速状态，不保留机械零点。今年中南大学就是这么做的，即使是将车模平躺在地上也会因为重心自己立起来，他们将加速做到了极致。但如果赛道中存在长直线，这将会是致命的问题，速度一直在增加，入弯将很难控制。

# 程序

卓晴老师公开的直立车方案是众多司机的入门教程，但直立车已经出现很多届了，控制方案也演变的多种多样，传统方案和新出现的方案相比已经略显吃力，简单介绍一下我使用的方案。

直立控制使用串级PID，外环角度，内环角速度，只需要通过传感器采集一个轴的数据即可。角度环10ms进行一次控制，角速度环2ms控制一次，外环输出先加一个限幅才传给内环，实测效果非常稳定，不会震荡，也不会出现明显的反应滞后。很多人问过我单环和串级的区别在哪里，我不是控制相关专业，也没有学过相关课程，只是凭我实际调试的效果感觉，串级和单环应该是殊途同归的，只是串级的参数更容易整定，且串级在每一级之间都可以做限幅或者其他特殊处理，串级PID几乎已经成了现在四轴飞行器的标配。

速度控制是传统方案最难搞的一部分，直立车不同于四轮，四轮的速度控制为负反馈调节，符合正常人的程序控制思路，但直立车的速度控制为正反馈调节，不能用通用的方式来控制。直立车的速度控制要通过调整车子的角度来改变，车身前倾，重心靠前，车子要保持平衡必然会加快电机转动，如果在平衡状态下要主动完成前倾的过程，就需要先让电机略微的减速，也就是说要加速，先减速。减速也是同理，要减速，先加速。传统方案就会出现直立环和速度环孰强孰弱的纠结问题，速度控制对于直立控制是一个干扰。

速度环采用串级PID将完全避免了这种问题，只需要将速度环的结果叠加在平衡角度上即可，速度差直接对应了一个平衡角度，不需要再考虑复杂的正反馈过程，傻瓜式操作一步到位，简单又好用。

转向控制，曾经有大神在论坛上开帖子说直立车的转向才是它的核心，我越来越表示同意。卓老师的传统方案中仅用简单的比例来控制转向，慢速的时候也就凑合用吧，一旦速度上来以后就会发现太难调了，速度、电池电压、角度全都会影响转向效果，要想更好的控制转向只能另寻他法。

动态前瞻、动态PID、模糊控制、棒棒法结合PID，各种各样的方法都有，我则想出了一种技术报告上从未出现过的方案，直接使用陀螺仪控制转向。如果使用传统方案控制转向，假设摄像头采集并处理完一帧图像用时20ms，那么控制频率就是50Hz，个人感觉这个频率太低了，而使用陀螺仪的角速度进行转向，我就可以做到500Hz甚至1KHz，转向的连贯性和柔和性将大大提升。使用传感器数据作为外环，陀螺仪Z轴角速度作为内环可以明显的提升转向效果，响应速度也比传统方案快很多，几乎不需要做任何的特殊处理。

最后说下MPU6050，这款陀螺仪在第十二届才被允许使用，其自带了DMP，最高频率200Hz，足够我们的直立控制，也可以选择自己读取原始数据再做姿态解算。测试了几种常用的姿态解算算法，发现均会不同程度的受快速加减速的影响，而自带的DMP变现优异，在快速加减速的时候角度仍非常稳定正确，最后使用了DMP直接读取角度。但发现一个问题一直未能搞明白，一旦开启DMP以后，无论如何设置频率和低通滤波，输出的角速度都跟不使用DMP时不太一样，同样的参数无法使用，只能重新调参，网上也没有找到合理的解答，且DMP库不开源，暂且认为DMP会强制开启什么内部的滤波吧。

一不小心洋洋洒洒写了快三千字了，有很多内容一下子想不起来，以上所说也仅仅时我的个人理解，可能存在一些错误之处，大家随意取舍。