

现在是 2025 年 8 月 22 日 0:22, 来写一下最后的文档作为智能车比赛生涯的收尾。和智能车的故事只有一年, 很短很短, 但回首望去, 这段过程又是如此漫长。

本人是大一下结束后分流到自动化专业, 之前只有一点点 C 语言基础, 在开学前半个月开始跟着江科大学习 51 单片机, 点灯, 点数码管, 做 LCD 显示, 还记得那个时候做出个密码锁都要和别人发视频装个半天哈哈。在开学后第二周学完串口通信后加入了实验室的招新, 正式开始了自己的智能车之路。

我们的培训相对其他学校来说确实。。。有很大的提升空间, 一共五节课, 一节嘉立创标准版的基本使用方法, 一节视觉扫线处理, 一节 Keil 的安装, 一节 CAD 绘图以及一节焊接的基本教程, 当然这些东西一定有用, 但是距离参赛距离还是很远。第一次培训后我就在线上四处寻找其他大佬, 很幸运的是, 我找到了某位超级硬件巨佬(他也是后来对我智能车影响最大的人没有之一)。

在他的硬件特训下, 首先我做硬件的平台从嘉立创标准版转到了专业版(更加强大的功能和文件传递便利), 然后讲解: 额 LDO 降压电路, DCDC\_Buck 电路的原理再到自己的原理图设计和 PCB 绘制, 从那个时候才意识到硬件是多么道阻且长。

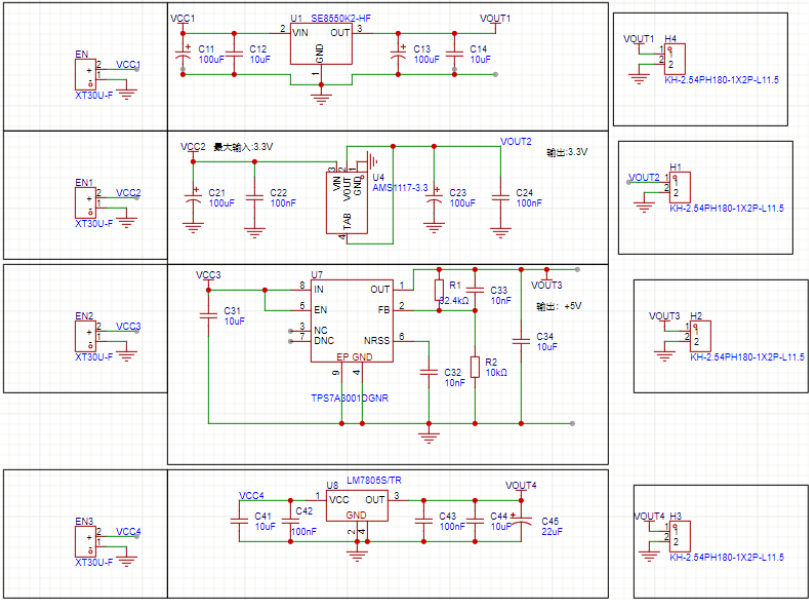


图 1 LDO 原理图(PCB 文件被我搞损坏了)

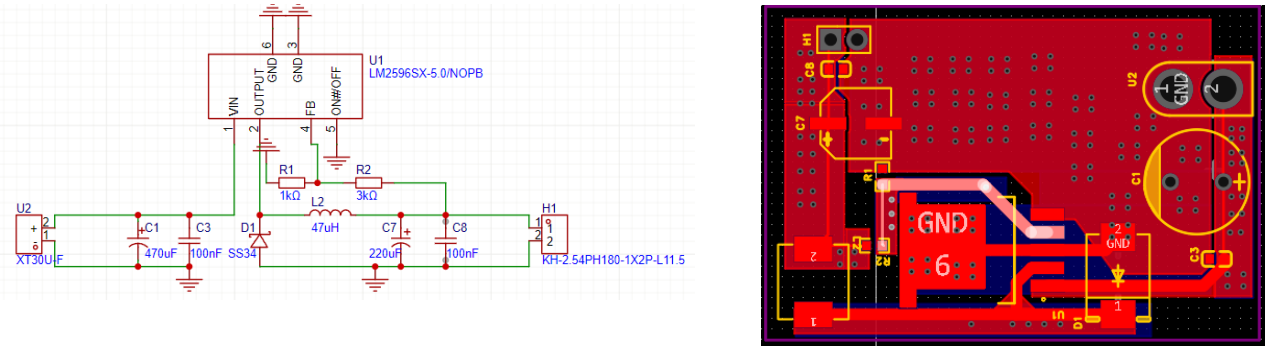


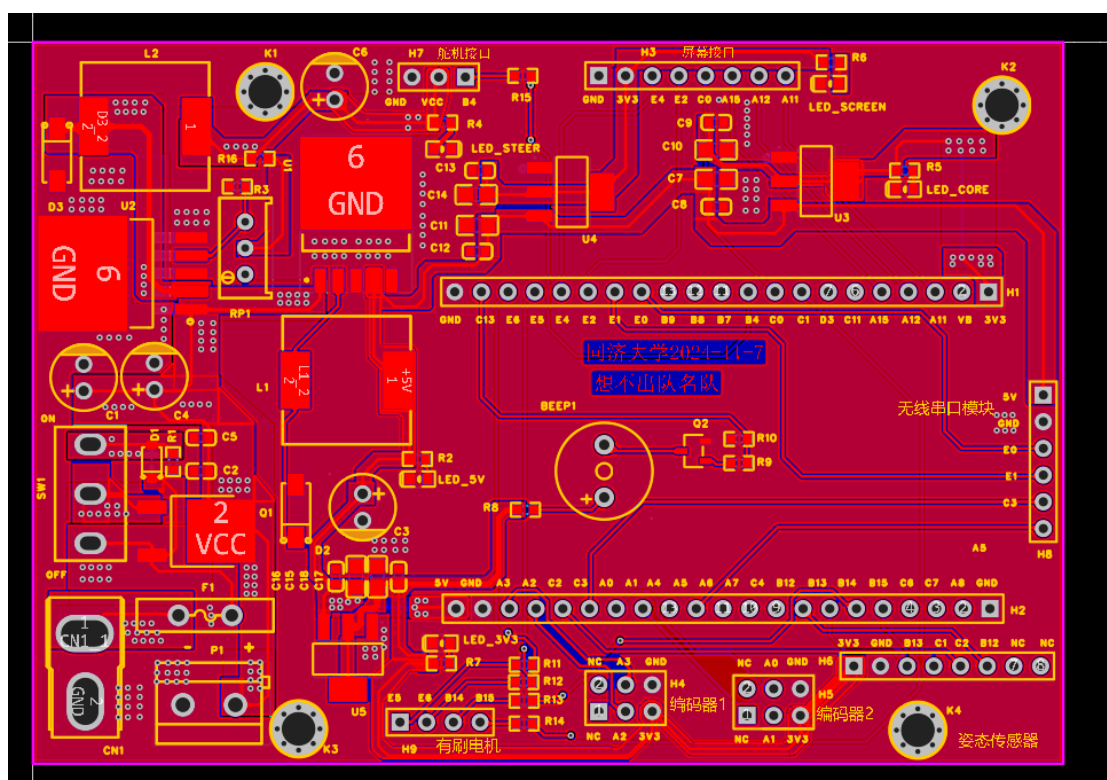
图 2 当时画的 DCDC 原理图和 PCB

可以看到那个时候我的水平还是相当低下, 布局布线都是一坨, 大哥看到后强烈批判了一波让我全部重画。现在一看, 大哥说的对, 这就是路边

本来我是可以就这样安逸的去当个硬件慢慢跟着学, 但是实验室的考核马上开始了, 考核的任务是每个队伍用 C 车模搭一辆车然后完赛一圈, 任务是很简单不过对于当时的我来说很困难, 另一个困难的任务是组队, 本人是个社恐, 实验室几乎没有认识的人, 和随机的两个

队友完成组队，其中一个队友当硬件，那我就去做软件。但是大哥那边的特训还在继续，他和我说团队里只要有一个硬件就好，emmmm，但是那是再让另一个队友重新接受特训显然来不及了，我在犹豫中既负责考核的软件部分又跟着学习硬件(华东最菜全栈就是在这个时候初具雏形的)。

当硬件队友画完板子给我发过来的时候天塌了，他真的尽力了(我可以保证，他后来是我们实验室这一届最强焊接手和唯一一个会画车模的，是整个实验室我最信任的队友)，但是进步空间实在是太大了，于是我就在他的基础上重做了电源部分和一些布线(我当时非常菜，只能做这么多)，简陋的完成了第一版小车的板子



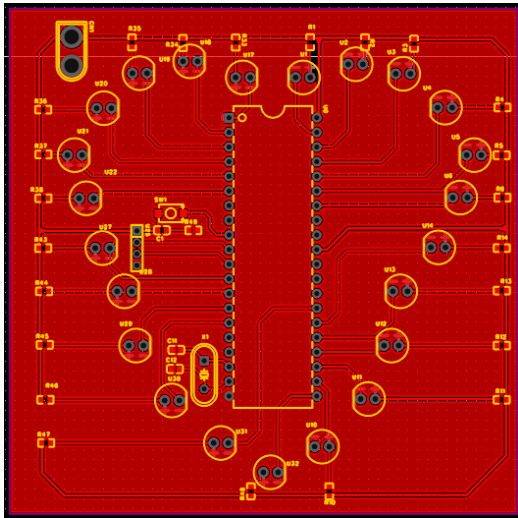
然后软件部分也是步履维艰，我们考核时没有编码器没有陀螺仪没有无线串口没有图传，大概就是靠着舵机开环跑，仅仅是这样，代码也给我弄吐了，首先是让驱动(当时给的是L298N)带电机跑起来和舵机转动，用的STM32H750主控，新手嘛，当时不知道有例程这东西，连STM32都没有学，对着芯片手册找了一下午才知道舵机的PWM引脚对应的定时器和通道，当时真给我难哭了，你敢信用了将近25个小时才在示波器上看到了20ms周期能驱动舵机转动的PWM波，当时是凌晨2点，给所有助管和队友都发了一遍，自己高兴坏了。你说我怎么这么废物，但是却是当时实验室第一个能驱动舵机和电机的队伍，等我驱动成功以后第3天，助管就给大家例程，别的队伍立刻就实现了我熬夜做出来的功能。

屏幕部分的编写和摄像头也是如此曲折，在意识到自己的菜鸡后每天都会自己偷偷学一点江科大的STM32教程，不过时间有限当时也只看到了定时器。

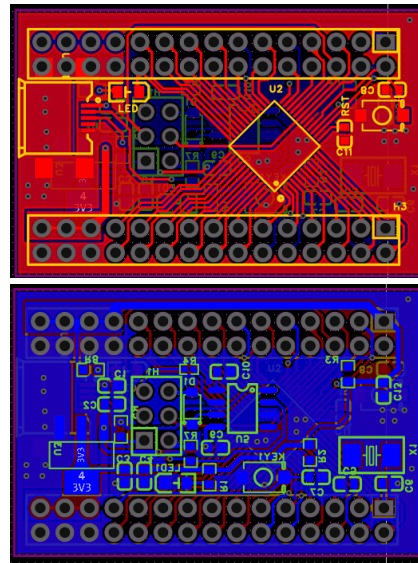
当时的任务是硬件队友负责抄原理图，结构组装和焊接，我负责PCB，视觉外的所有软件和小部分视觉，另一个队友负责写大部分的视觉。我们的任务很简单，开环跑的上限本来也不高嘛，但是当时就是被这些东西搞得焦头烂额，摄像头位置一直变，一直出界，循迹巡不稳，十字串道，反正各种问题，加上我们操作不当运气较差，核心板烧了4个，电机烧了一个，屏幕坏了1个，舵机坏了2个，硬件一次又一次击碎了我。

再回到硬件特训方面，硬件巨佬教了我怎么布线，布线要求，器件布局要求，在这段时间布线渐渐提升，从画51流水灯，到核心板，再到一个主板，可惜的是这段时间因为实验室

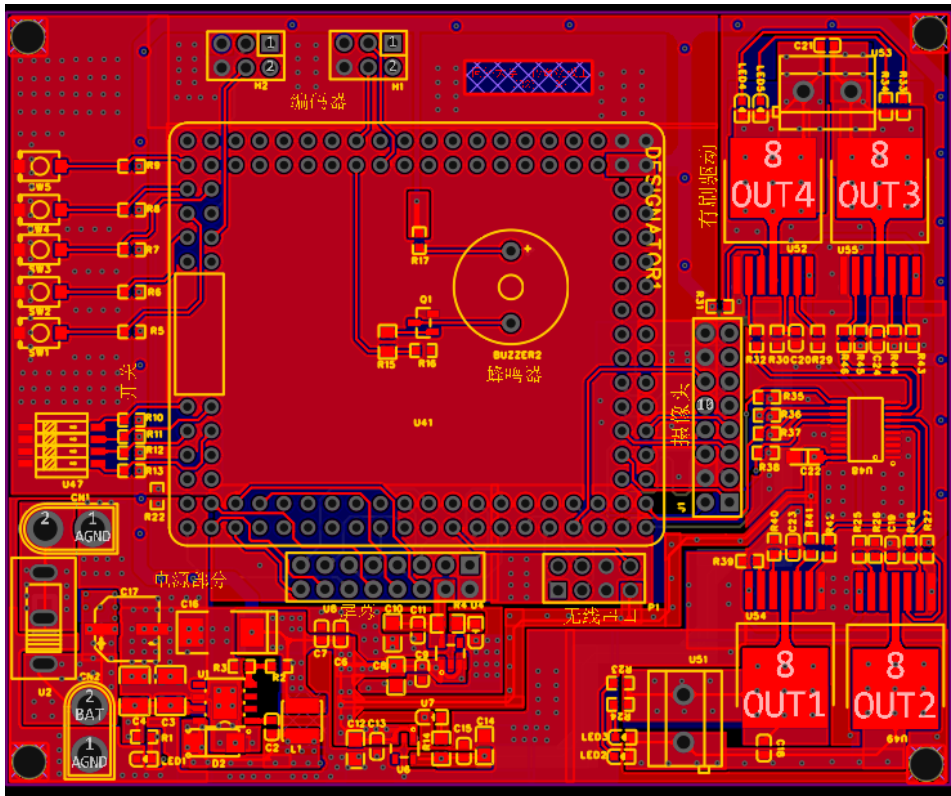
的培训根本来不及打板自己验证这些能不能用。



自制 51 流水灯



自己画的 STC32G128k 核心板

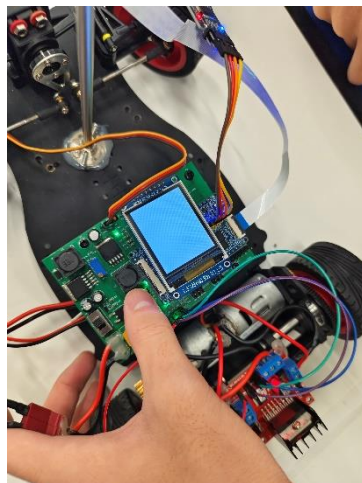
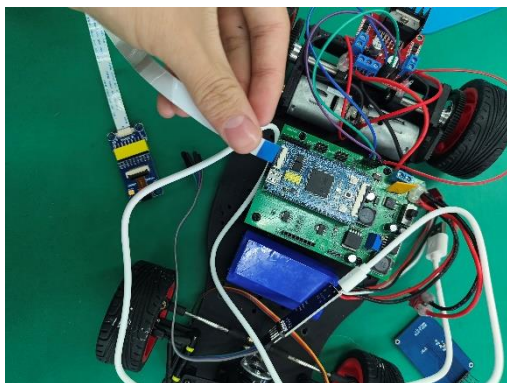


自己画的练习主板

同一时期在 B 站上找到了 TWU 智能车交流群，入群聊后自始至终都在潜水，看到佬们的交流和开源才意识到自己现在做的东西都是一坨，狠狠的震撼的到了，虽然我是个潜水党，但仍然学到了很多，至少是睁开眼看世界了，而不沉溺于短期的考核中。

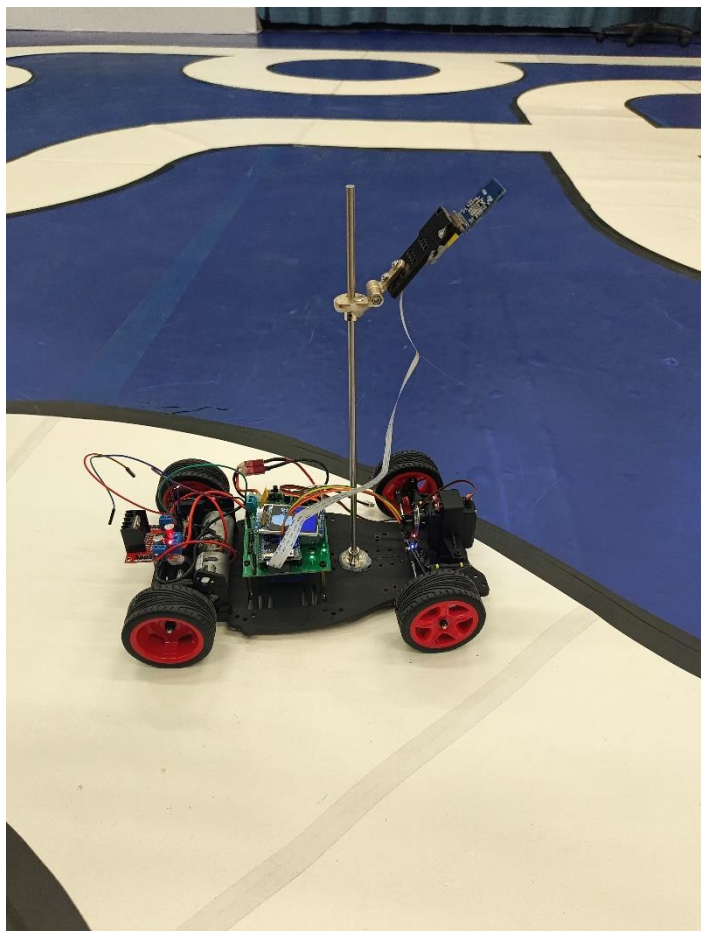
考核期间几乎每天都会去实验室要么调车要么画板子，要么学 STM32，做的东西很简单，但是自己也菜，作息从每天 11 点睡觉延后到了 1 点睡觉，经常旷课去调车，周二的老师不考勤，我就周一一个人 23 点去实验室调车，然后 7 点回宿舍补觉。（可惜了当时的我并不懂得欣赏沿途的风景，甚至没有一张凌晨 6 点从实验室出来的照片）





当时的一些照片

最终的话由于主要负责视觉的队友得水痘休息了 2 周, 我们没有实现圆环功能(罚时 30s), 取得了考核第二名的成绩, 速度是最快的, 但是当时有一个队写出来圆环了。当然这之间巨佬依旧在教我如何优化循迹, 怎么调参, 成了我大二上聊天记录最多的人。

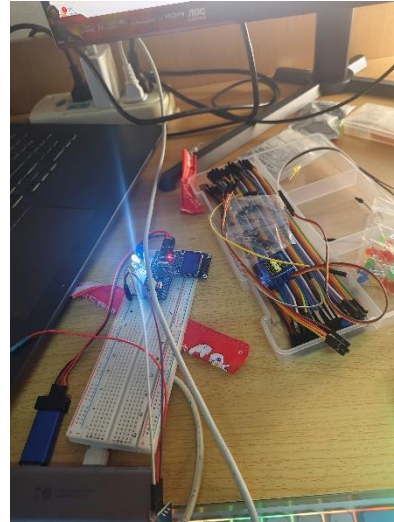
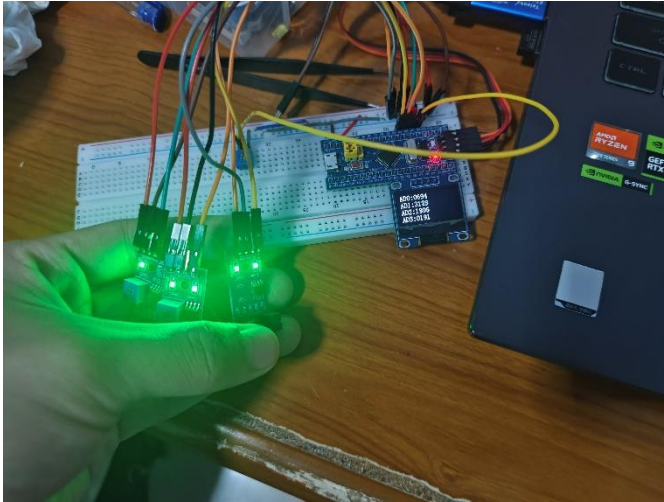


现在看来我们当时的结构真的是丑的鸭皮, 不过也是我费尽心思的一个作品了

考核结束后, 我们选择了微缩光电组别, 在寒假的时候不甘于自己这么菜, 开始狠狠恶补软硬件, 跟着江科大敲了 PWM 的输入输出功能, EXTI 外部中断, 串口通讯, IIC 通讯, SPI 通讯, 编码器模式等等, 并且巨佬也进行了进一步的指导, 地隔离, 包地, 差分布线, 驱动布线等等, 开始去学习 CYT2BL 的逐飞库(这里埋下了一个伏笔, 巨佬当时让我用 CYT4, 我们实验室买的核心板是 CYT2, 我当时想着能省钱就省, 最后使用的还是 CYT2, 我真是笨比)

自制车模交给硬件队友, 我让他去自学 SW, 然后给了他青山和 Ca 开源的车模文件, 让他

设计电脑鼠结构。寒假学到了很多东西，至少单片机大部分功能的底层原理和标准库我是都会写了。到此我在智能车花的时间达到 350+小时



呼吸灯和 ADC 学习时的一些照片

开学前主板其实已经画好了，但是当时的文件找不到了。开学后我本来想立刻推进度，但是于我和 xdm 都是新手，进度被狠狠拖了。上学期不是开环跑的嘛，所以很多东西都没用到，前几周都在边测试陀螺仪，编码器，摄像头，屏幕例程边等着车模和主板回来。整个代码架构要全部从 0 手敲，很恶行，我想要传承。。。。。

然后来到了第一个地狱副本，逐飞给的原理图中摄像头时 fpc 头，那个东西巨难焊，我的硬件队友从头到尾焊了 6 版，都无法使用，其中有两回我觉得没有任何短接和虚焊，但就是不行，当时给我整奔溃了，然后看了下例程。TMD 逐飞给的原理图是错的，摄像头 MOSI 和 MISO 是反的，我服了，我为什么当时没用 CYT4，之后我用杜邦线一根一根接上验证能用后打了新板子并换成了排母头，既好焊又能用（你问我为什么最开始不用转接头，我以为摄像头只有 fpc，后来才知道有转接头这东西）这个东西耗了我半个月时间，难受死了。

第二个地狱副本是图传，我是真想用图传，最开始用串口图传，但是那玩意通讯太慢了，帧数为 0.3，但是逐飞给的不管是原理图还是例程都没有 wifi-spi 模块，我当时心不死，把无线串口给去掉，自己配了对引脚打板，然后从 CYT4 那里移植代码，反正这东西陆陆续续搞了半个月，等最后能图传的时候，不知道为什么，我的图传跑的跑的就会卡死一段时间，然后卡死这段时间定时器全部瘫痪，控制视觉全部用不了，30 帧然后经常会卡。总之，我画了一个月时间自己配的引脚和写的程序最后只能做出一个不能在车跑的时候用的图传。。。。。我要是用 CYT4 哪有这么事

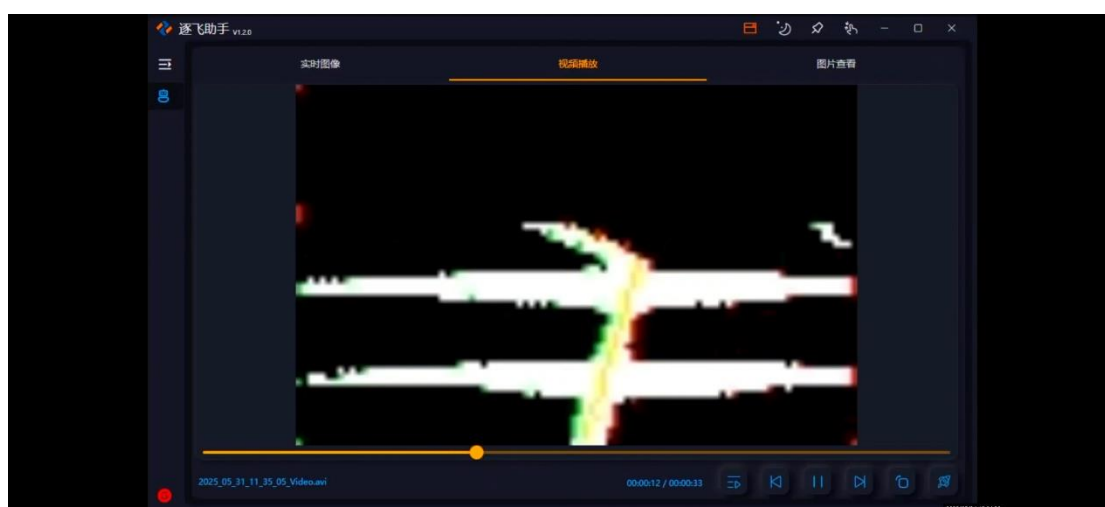
当然在这期间还是学到了很多，比如学会了多级菜单怎么写，写出了实验室这一届唯一一个菜单，能 flash 储存参数，实时显示二值化图像和循迹给出的 error，能用来控制发车停车，还有停机保护。之后控制从基本差速到角速度环三串（当时试过并级 PID 但没调出来）。可能各位佬们觉得这很简单，但是这已经是我到现在最能拿得出手的技术成果了，也许有传承或者早点和外校交流就不会这么曲折了。

视觉写的也有很大进步空间，直角一直用的是固定差速，队友没有写出补线或者高级一点的循迹方法，不过大家都是小白，很正常感觉也有些难度。要是我能一个人同时负责结构，硬件，控制，视觉该多好啊。

不过我说实话，角速度环是真有东西，那玩意超级好调，在青山指导了速度环不能拿空转的参数后，我们调硬了速度环并加入角速度环后，终于在 5.20 调上了 1m，很菜但对我们来说那是历史性的进步，我和硬件队友当时调了一下午加晚上，是 4 月底情感失利后第一次心情有所好转，唉……

5月底开始写惯性导航,这里感谢汨汨机大佬的惯性导航开源,移植的很爽哈哈。。。然后就笑不出来了,我们当时遇到了一个特别离谱的问题,就是 tnnnd 惯导可以记录和复现,但是无法识别???无法识别,你是说我的算法识别不出来屏幕是全黑的,同理,圆环也是,速度上来后只有极小能进去,我不明白为什么。当时给我整破防了,我以为是队友写的不好,移植 push 他。直到端午节……

我不明白为什么我手推车的时候能识别出来断路区但是车自己跑的时候不行,我就想要不跑起来的时候打开屏幕二值化图像看看,然后发现车跑的时候竟然有一堆白色条纹(你问我为什么之前不看,我们一般是手推车的时候看视觉部分,他静止或者手推的时候是没有这个问题的,然后一跑起来才有,我之前为了提高车的图像处理速度,在车启动时屏幕写了个待机状态提升帧率,毕竟在车跑起来的我又不好去看,话又说回来了,如果我当时用的是 CYT4,图传不卡,我至少可以提前一个月发现这个问题,我恨 CYT2),我当时一想,哎呀,稳了,这个问题解决了车不直接 2m 了嘛,然而真正的绝望到此才正式开始



当时的白线现象,中间两条大白线就是干扰

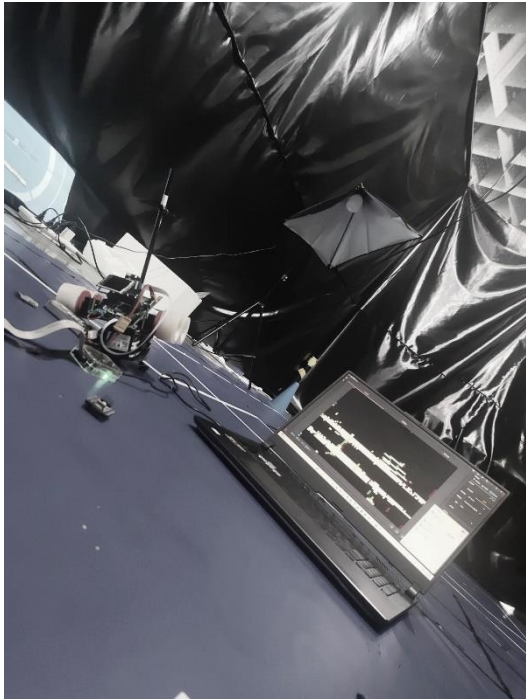
我换了核心板,换了主板,换了摄像头,换了编码器,换了电机,换了车模,换了屏幕,换了所有能换的所有硬件,问题依旧,然后以为是软件的问题,我一点一点删减代码,直到最后,发现只要我电机在动,摄像头信号就会被干扰,到这里彻底奔溃。整个人绝望了,我端午节 3 天在实验室待了 40 个小时,一共吃了 4 顿饭,除了回去睡觉就是过来解决这个问题,最够你和我说过。。。校赛当时只有 7 天了,对面学院的微缩光电非常强,哪怕我们没有这个问题也不一定能打得过,更何况……。绝望.麻木,无力,彻底奔溃了.我们没有室内的场地,是在大厅里搭了一个黑布帐篷来保证光线,那个时候上海的温度有 30 摄氏度,你待在那个地方又闷,能到 36 摄氏度,黑布上每天有 100 多只蚊子,就在这个环境,我们调了 4 个月????4 个月我,就换来这个吗,当时心死了,申请弃赛。(到此,我个人在智能车付出时间超过 800 个小时)





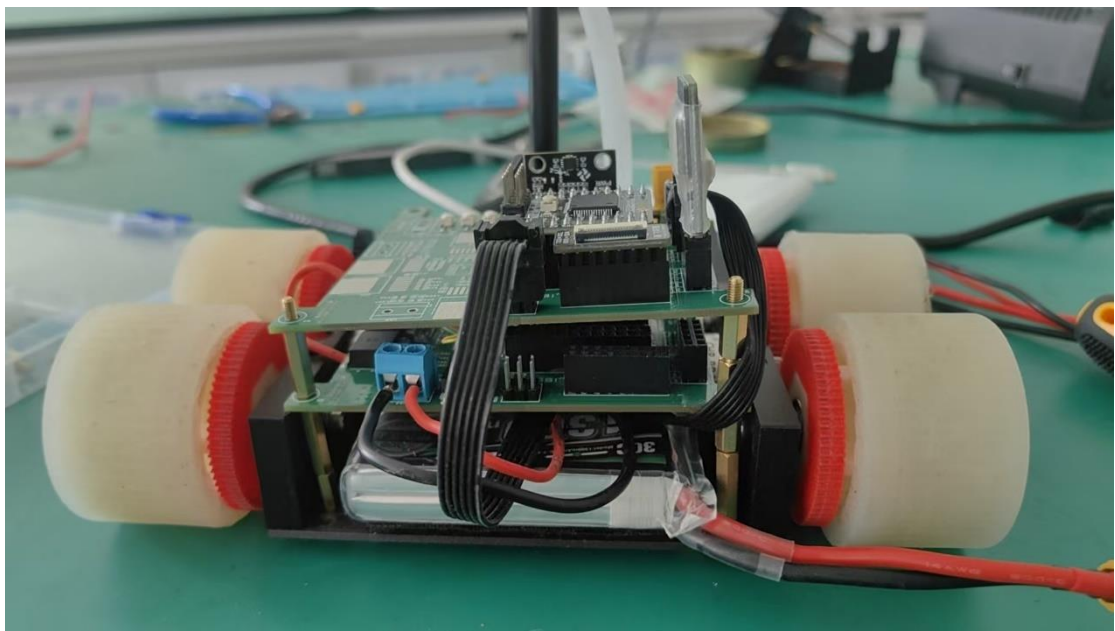
我们备赛的场地





绝望的照片

之后我们又试了一次，想了个办法，就是看看隔离行不行，焊两块主板一个原来当信号部分，另一个当驱动部分两块用飞线连起来，从主驱一体拆解成另类的主驱分离。居然可以。。但也没什么意义，结构一坨了，打不赢对面，完赛就行



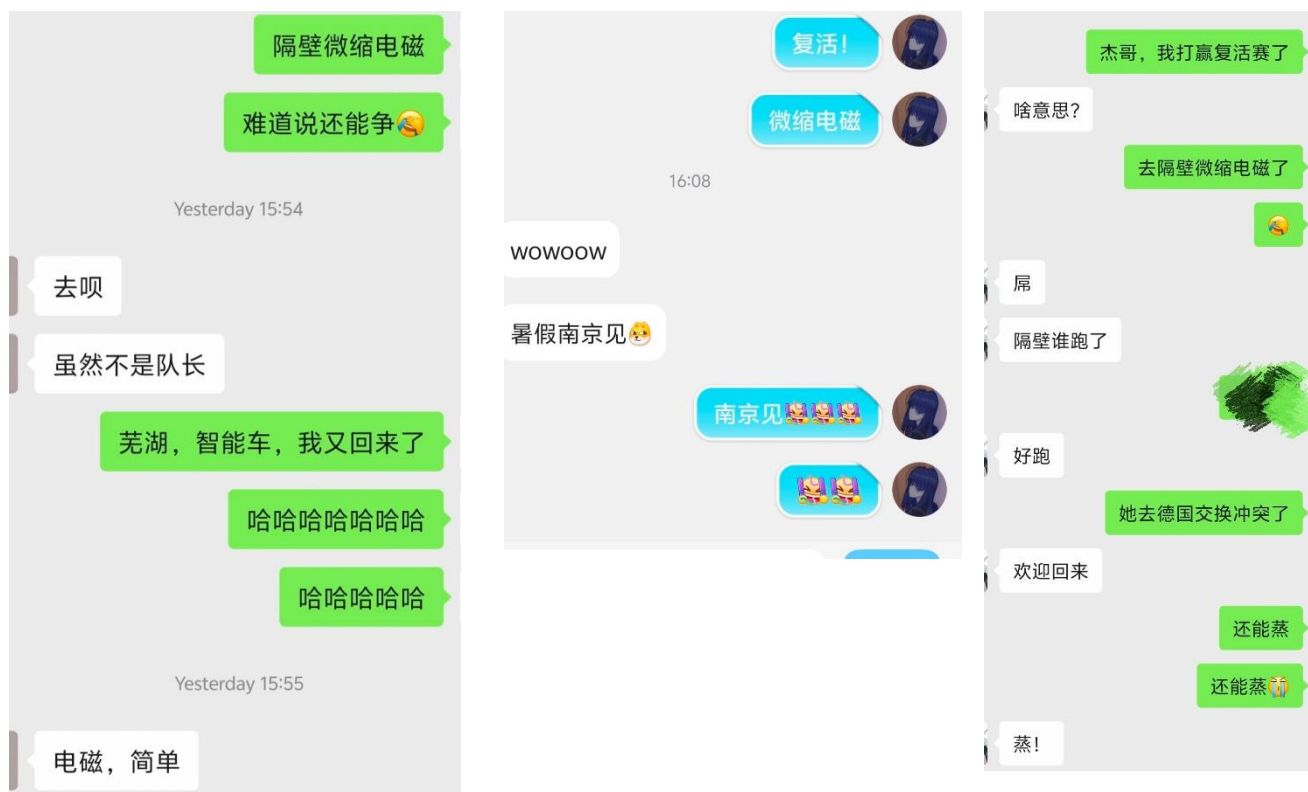
当时的被迫措施

然后这个东西弄完以后离校赛只有 3 天了，我们是两个场地，两边各主客场比赛，新结构，全部重调，而且之前的循迹，元素也不稳，我们花了 2 天在我们这里勉强完赛，花了一天在对面勉强低速完赛，而他们此时已经在我们场调试超过一周了。根本没戏哈哈(不过该说不说，对手确实也付出了很多，他们值得尊重，所有尽力打智能车的人都值得尊重)，然而似乎还没有霉运到极点，就在校赛前一天晚上，我们发现去对面调完在我们场地跑不了了，然后我们又熬夜调到 4 点，不仅没调好，电机烧了，而且整个实验室没有多的 380 电机(为什么会烧我现在知道了，因为我们那个场地闷热，而且场地小周围全是黑布，只要一出界根本来不及出界保护直接装上堵转或者齿轮和黑布缠一起堵转，电机能活到校赛前完全是个奇



迹)。第二天未完赛智能车生涯结束，获得奖项——校赛未完赛

自此每天都活在压抑之中，直到某一天，隔壁微缩电磁的某个队员突然联系我说他们的一个队员要去德国交换和省赛时间冲突了，所以要离开了，想把我拉进他们队，犹豫了一小下，我答应了，老子现在强的很啊，是生不逢时导致弃赛的(但是并不代表我加入了强队，隔壁校赛能出线的原因是对面学院没有打这个组的，他们校赛前无线充电没做出来用电池跑的，速度大概在 0.4m 左右)我要夺回本该属于我的一切



当时是期末周，我要了一下他们的板子和失败的无线充电板子，emmmmm，进步空间无限大，车模是逐飞三轮的，那个根本调不进国啊喂，找到昆明理工的佬，使用了他提供的车模，至于必须自制的电路板，还是我来吧，但是如果期末后再画的话来不及了，于是放弃期末复习，两个晚上花完主板，前瞻，运放，然后让他们无线充电换龙邱方案，画完打板。保证期末一结束就能碰到板子和车模。

6.26 上午 11.30 考完毛概，我的期末结束，立刻拉来微缩光电硬件队友让他一下午焊完 4 块板子，我在旁边安装 STC32G128K 的环境。然后这两天微缩电磁两个队友还没考完嘛，我就把我之前微缩光电写的控制，菜单架构移植到他们这里，然后装车调环，大概这部分工作进行了 4 天吧，然后最后一个队友考完开始正式备赛华东赛，第 6 天完成基本循迹，第 7 天全元素完赛，第 8 天速度提到 1.3m，这一周相当震撼，每天都是之前半个月的工作量，第 9 天速度提到 1.6m，第 10 天无线充电终于焊出来一版能用的了，但是队友始终焊不出第二块备用板，非常的奇怪，那我也不敢一直用无线充电，万一唯一能用的一板炸了呢，我们实验室也没有功率电源，就拿学生电源给电容充电，继续调，终于可以把电池换成电容了。然后继续调。

随后我们开始了大跃进后的第一个炼狱副本，速度超过 1.3m 后，电容跑 20m 就没电了，我人傻了，不应该呀，别人不是能跑 100m 吗？什么鬼，无敌了孩子，当时问遍了我能问到的所有人都无法提出有效的解决办法，速度环已经很软很软了，难道要换 20F 大电容吗？

然后鼠鼠被逼急了被迫出去社交，就 12 天省赛了，再社恐 TM 省三也没有，当时去 B 站发视频，又问了好多佬，大概问了 15 个左右？有 7 个人回复我了，又去交流群里私下问了

很多人，感谢佬们当时的回复，我没有想到会有这么多人愿意帮助我们，哪怕只是几句话，但也远超过我心中的预期了，最后苏建交的佬帮助我们解决了问题：我们车模太重了，电容带不动，换轻车模，当时离省赛只有 11 天了，我并不知道这个办法有没有用，但是我还是做了，加急购买龙邱车模，结构更改，全部重新开始调，很幸运，问题解决了，再次恢复信心开始调车。此时距离省赛只有 9 天了，从头开始，后面的部分大概是速度卡的死活上不去加上无线充电效率低下，之前我们一直用 6S 电池给充电嘛，硬件巨佬和我说建议用电源但是一直舍不得买，但是这可能是我们唯一翻盘的机会了，于是自费购买了一个三百多的 25V24A 的电源，被恶心商家给坑了，一直不发货，直到省赛前一天电源才到。。。然后我们试着用这个充电，但是这并没有带来什么只不过是更加安全便利了一些，充电时间没有变快，心死了，算了，去华东旅游吧，尽力了。。。

华东第一天我们上场非常紧张，调电感的时候我手在发抖，用了 6 分钟才调完，笨死了。然后另一个队友也因为紧张发车失误浪费了很多时间(3 个人都是第一次参赛太紧张了)，加上比赛现场裁判计时系统出问题我们忘记喊暂停，又浪费了时间最后只有一次低速的有效成绩，但是打开 rank 一看，居然是第 5 名，难道说还能蒸？？？只要我们第二天跑出我们的高速成绩，就应该能稳进国了。

然而，第二天只有 8 分钟时间，可能是出了什么问题，也可能是我电感调得有问题，圆环一直进不去，无有效成绩。比完后华东第 8，按照往年来看，华东第六一定能进国，华东第七有可能进国，第八基本不可能，唉，到此为止了，就这样吧，遗憾总是贯穿人生的。

时间一晃来到了 7.31，天不亡我!!!!!! 今年华东进国有 8 个名额，我们以守门员的身份打进了第 20 届智能车全国总决赛。

之后我们想着把结构改一改，充电速度提一下可能能蒸一手国一，但是失败了，从一开始到最后，只有一板无线充电焊成功了，500W25%效率的低速低效率充电，充电做不出来，结构也没改好，跑得还没之前快。国赛稳个国二就行了，有奇迹吗？没有，后面的故事就和我说的一样，国二收尾，虽然有一点遗憾，但结局还算是美好的对吧，到此位置本人一年在智能车调车时长已经超过 1000+小时，故事该潦草的结束了。不过在省赛结束后到国赛之间，我加了很多佬，和他们一起交流，相互分享备赛经历，学到了很多，当故事的结局相对美好的时候，那么结局本身已经并不重要了。感受到的绝望，沿途的风光，曲折的过程和一起走过的车友才是意义的载体。

时间太仓促了，我要在 4 点前开源，所以后面写的很乱

对于感想和建议，我只说最深刻的一点：努力并不是智能车的加分项，是每一个认真备赛人的必有项，任何一直努力备赛的队伍，他们的核心队员都值得尊重。重要的是不要闭门造车，不要闭门造车，不要闭门造车!!! 如果你们学校有很强大的传承，有国特学长学姐指导，那内部也能取得好成绩，但是大部分人都应该交流，和不同学校的交流，和不同赛区的人交流，大胆的去问(但要有礼貌)别人不回复你是常态，但只要 10 个人有 1 个人回复你了，那就是胜利，无传承自己造车是很难出成绩的，而且我们打智能车竞速组的车友都相当友好