

RM 冬令营技术报告规范

1、项目规划

1.1 项目规划

我们一共有七名组员，分别为一名算法，一名嵌入式，和五名机械。于是在人员分工上，我们首先确定了人员之间的搭档配合关系。算法的工作在大部分时间里都是独立的，尤其是在对抗赛阶段，所以并没有过多的干涉她的思考，给予她足够的空间去自由发挥。嵌入式需要与机械组有密切的联系，随时掌握机器人需要用到哪些电机，并写出这些电机的控制方法。由于我们的机械足够的多，我们在对抗赛阶段将五名机械分成两名云台设计、两名地盘设计和一名自由人，来达到整体工作的连接。此外，在机器人大体成型之后，机械组会一些嵌入式的同学也帮助嵌入式对机器人进行了调试。

由于这一次冬令营只有 10 天，除去开营结营和港科大参观的时间，一共只有 7 天，而除去其中培训的时间，对抗赛阶段的实际制作只有 4 天。所以在第一天的开营晚宴上，我们就紧锣密鼓的开始了规则的讨论和方案的制定。在 2.4 和 2.5 这两天内，我们主要进行的是结构的设计，由会熟练使用 solidworks 并且有设计能力的同学来进行云台和底盘的设计工作。其余三位机械，则根据设计给出的三维图纸，进行材料的加工和零件的拼装。2.6 从港科大回来之后，我们

的整体设计就已经基本进入尾声，除了弹仓的结构还在不断迭代之外，云台部分和地盘部分就已经开始了对接工作。在 2.7 和 2.8 这两天中，我们将所有确定下来的部分一次性加工出来，然后全员（机械）投入整体的搭建。与此同时，我们也已经开始了挑战赛阶段的方案设计与规划。

在整个对抗赛阶段的制作过程中，该项目规划要求各成员高效的完成自己既定的任务，并在整合阶段发挥团队协同的能力。

1.2 主要设计思路

根据工业设计的七大原则，高效是被排在第一位的。云台的结构必须能够高效的完成比赛的需求。因此，稳定性成为了最重要的一个因素，追求稳定性被我排在了首位。安全是第二位的七大原则，那么在这里，就是对于机器人的防护，因此我们需要保护开发板，以防在对抗中被击中而失去行动力，同时也保证了稳定性。之后比较重要的是舒适，那么在这里就体现在了接线的方便程度上，这也是我们需要主要考虑到的问题。除此之外，我们还有外观，大小限制等考虑需要去满足。整车的设计秉承着万丈高楼平地起的原则，优先考虑机构的稳定性以及实用性，争取以最简单的机构实现最全面的功能。

2、 机械设计

2.1 项目模型

一、底盘结构

底盘结构无疑是对一个机器人而言最为基础的结构。俗话说，万丈高楼平地起，一切结构都是在底盘的基础上设计、搭建的。因此，底盘的结构对于机器人尤为重要。我们自主设计的底盘，具有坚固耐用、扩展性强的特性。底盘结构的这些特性，为我们整个机器人对于任务功能的实现奠定了基础。

二、云台结构

云台结构也是对于机器人而言的很重要的结构。只有云台结构精准装配了，机器人才能很好地实现发射子弹的任务。

三、贮弹结构

弹仓能起到贮存子弹的作用。一个设计良好的弹仓对于机器人来无疑是很好的助力，一方面，比赛环境需要机器人要能存储相对较多的子弹以维持长时间的攻击；另一方面，因为弹仓会装在云台的上部，所以弹仓的重心位置也很重要。我们组自行设计的弹仓就充分考虑了这两种因素，并在较常规的规则弹仓上进行了创新，设计出了我们的并不特别规则的弹仓。

四、发射结构

我们采用一对摩擦轮以相同转速相反方向的方式通过摩擦让子弹高速射出，并通过一定长度的枪口使子弹的轨迹相对稳定，以此实现

子弹的高速高精度射出。另外，发射结构上还装有测速模块，以实现裁判系统对机器人子弹射速、射频是否犯规的判断。

五、裁判系统

裁判系统是机器人极为核心的部分。裁判系统由测速模块、主控灯柱、四块装甲板等结构组成，对机器人血量、犯规情况等判断。

六、障碍块抓取结构

障碍块抓取结构是通过两个带有锯齿的碳纤维板对障碍块进行抓取，以达到遮挡前方装甲板的目的。

2.2 各模块设计思路

一、云台的结构

云台供弹设计共有两种：重力上供弹，直供弹

摩擦轮安装设计共有两种：水平对称安装，垂直对称安装

最终选择方案：直供弹+水平对称安装

云台的结构主要考虑到的是其稳定性和占用的空间大小。在稳定性方面，我们采用了最简单直接的竖直固定方式。其高度的确定则是在保证了云台足够的活动空间的同时，尽可能的减小。拨弹仓的固定考虑到上面巨大弹仓的重量，为了尽可能的减少重量对两个固定轴的影响，将拨弹仓的上表面与连接器的上表面持平，这样弹仓就可以同时固定在两个平面上，增加稳定性。

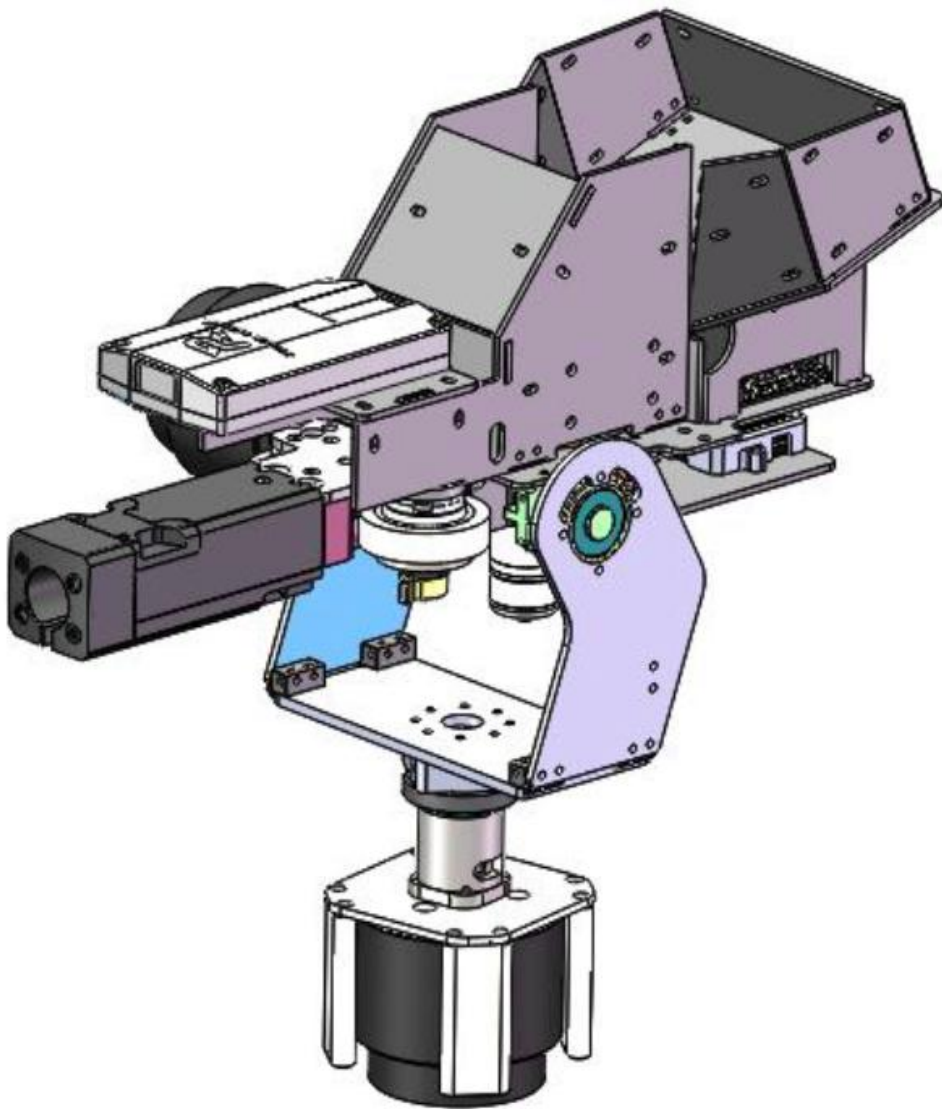
二、供弹方式

供弹方式的选择也是基于减小空间，在提供的三种安装模式中，

平供弹是体积最小的一种。它省去了上供弹那一段 90°的轨道，也没有垂直结构所带来的复杂的安装结构。

三、弹仓设计：

在我们的第二代弹仓在调试中光荣牺牲后，我被委派设计制作第三代弹仓。我当初看到冬令营步兵（1）.pdf 中的时，我的第一个想



法是：这玩意真帅，我要把它做出来。相对于第二代弹仓来说，这个

弹仓的图传安装位置与枪口更近，后弹仓的设计能更大效率的装载弹药。

弹仓的设计主旨中，一是要保证容量，一定能够支撑 5 分钟的比赛长度；二是能够给开发板和图传一个合适的安装位置，既要保护到开发板，又要给与其足够的接线空间。这个结构的设计是坎坷的，先后经历的三次迭代和两名成员的设计，也依然没能达到完美的预期。

四、 底盘

我们考虑到配发零件之间的尺寸关系以及在临近春运时段的困难性，最终选择了平板车机构。

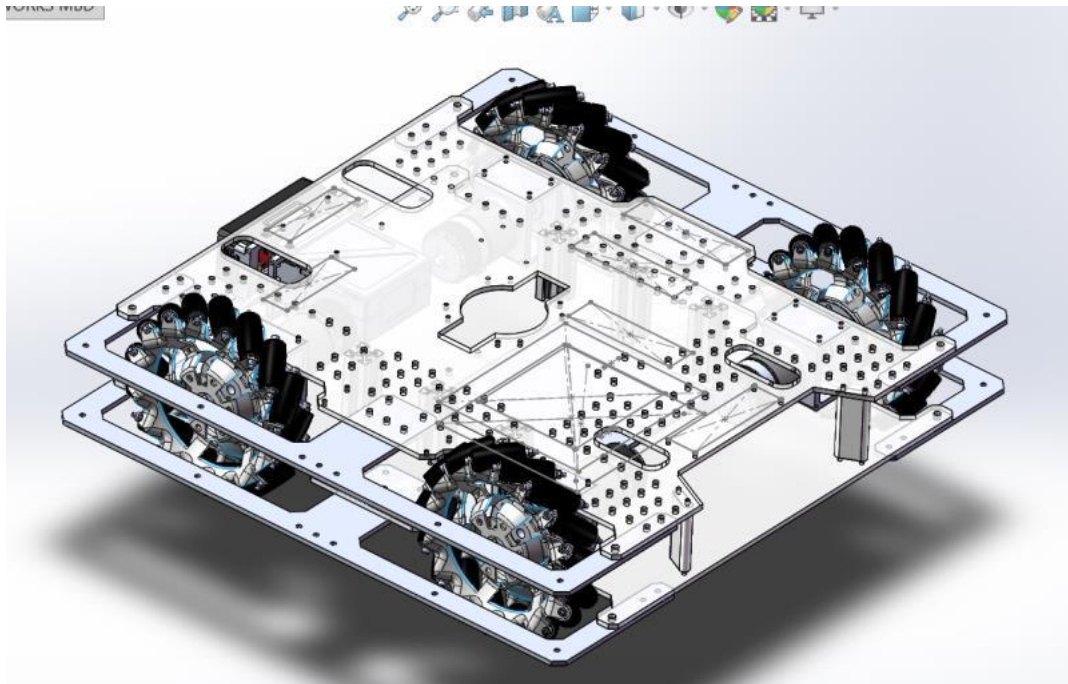
确定了大体方案之后，我们开始对某些具体项目进行讨论，首先是悬挂系统。一套稳定的悬挂系统对于一辆有爬坡需求的麦轮车的重要性是显而易见的。但我们经过较长时间的讨论之后放弃了悬挂系统，理由如下：

- 1.本次第一阶段任务时间紧任务重，而制作一套悬挂系统从设计计算到加工测试所需要的工作量无疑是巨大的，会严重干扰到后续进度。

- 2.规则新定的夹块档装甲板设定占用了前装甲板大量空间秒，在此情况下二者很难兼得。比较二者对于战力的加成我们最终选择抛弃了悬挂系统。

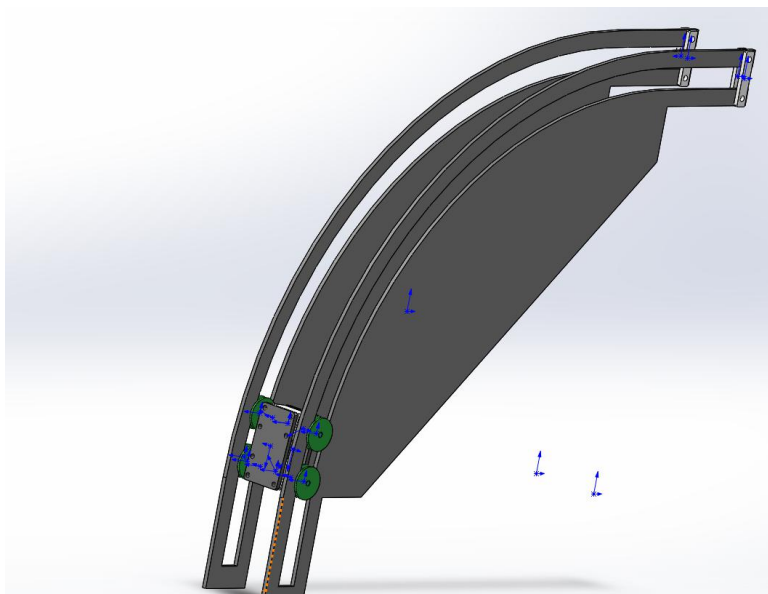
在底盘设计上，我们遵循两大原则，坚固耐用和可扩展性。为前者，我们在设计时保留了多个支撑点同时设计了左右两侧了保护架；

为后者 ,我们在不影响强度的前提下最大程度保留了尽可能多且齐全的扩展孔最后成果如下图所示 :



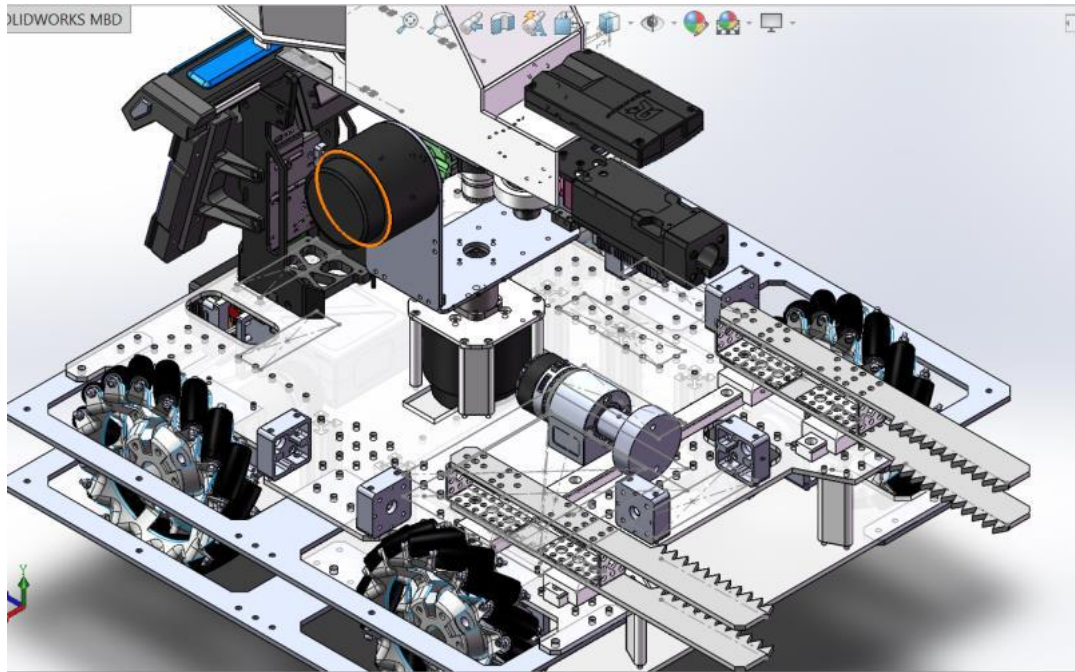
五、 爪子

在规则尚未完全明了的情况下 ,我们曾设计过一套通过机械结构将一个障碍快流转与多个装甲板之间的机构 ,其示意图如下 :



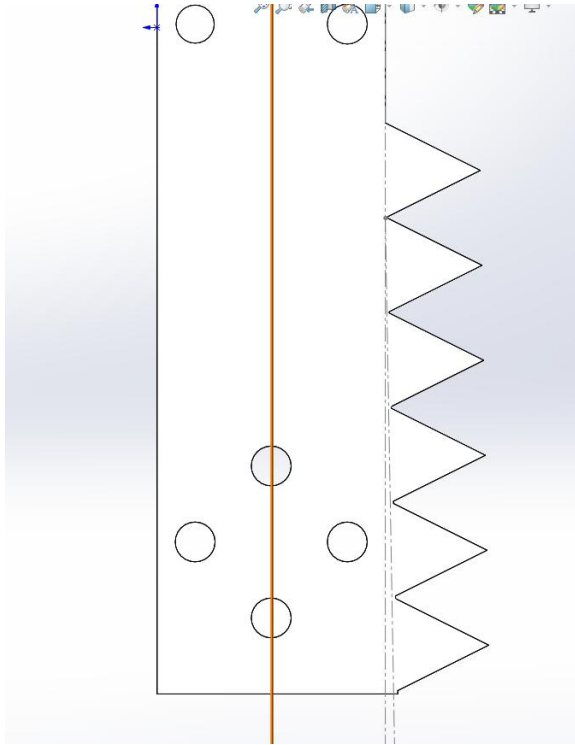
在正式设计机械爪的过程中我们进行了多次迭代 :

在第一代设计中，为了防止因机械爪前段受力而产生的形变，我们设计了前后双导轨机构，通过电机拉线完成紧缩运动并通过弹簧自动完成返程运动。最终因其结构结构上的功能缺失以及找到的导轨阻力过大等问题放弃。其设计图如下：

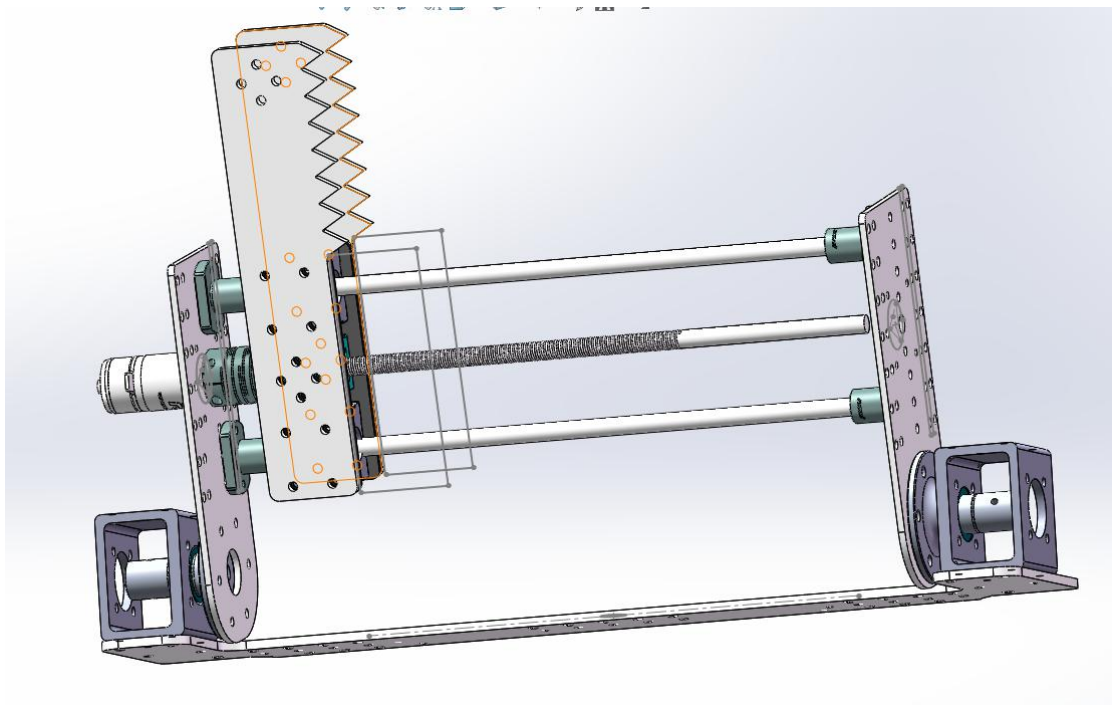


在第二代设计中，我们试图采用最简单粗机构来完成任务，设计如下：

由左右各两个舵机分别控制 p 轴以及平面的加紧，同时在锯齿条的锯齿上添加一定角度以防止形变。



在第三代设计中，我们为了防止加紧机构的松动，采用 m2006 带动的螺纹杆进行加紧并切割碳纤维板来固定电机。经实践检验装置稳定性极高。



六、 原因分析：

1. 重力上供弹是在拨盘推动子弹运动时，利用重力使子弹落入弯管到达摩擦轮完成供弹。这种方案在步兵战车上经常使用，但我们认为这种供弹方式存在一个缺点，即当子弹下落进入弯管时，在子弹球心到达弯管上界面的时候，拨盘存在给子弹施加水平力从而使子弹卡在弯管与拨盘之间的可能性，从而使子弹不能正常发射。而直供弹方法利用侧出弹件使拨盘对子弹的水平方向力产生指向发射管的分力，减少了卡弹情况出现的可能性，更易控制子弹射频并且减少的云台竖直方向上的高度，有利于其他部件的安装，因此选择此方案。



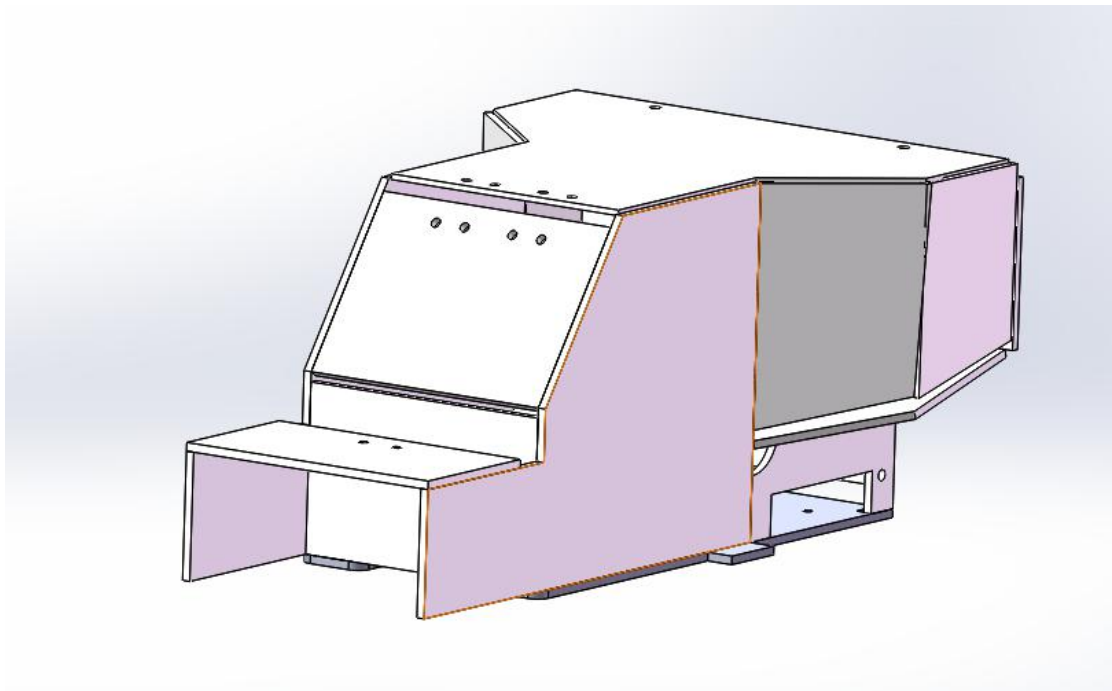
2. 水平对称安装与垂直对称安装并没有优缺点差异，但对于其他部件安装来说，水平对称安装在摩擦轮的上方留下了更大的空间，使图传的安装位置能够更加贴近发射口，在第一人称视角操作时

能获得更好的视野，因此选择此方案。

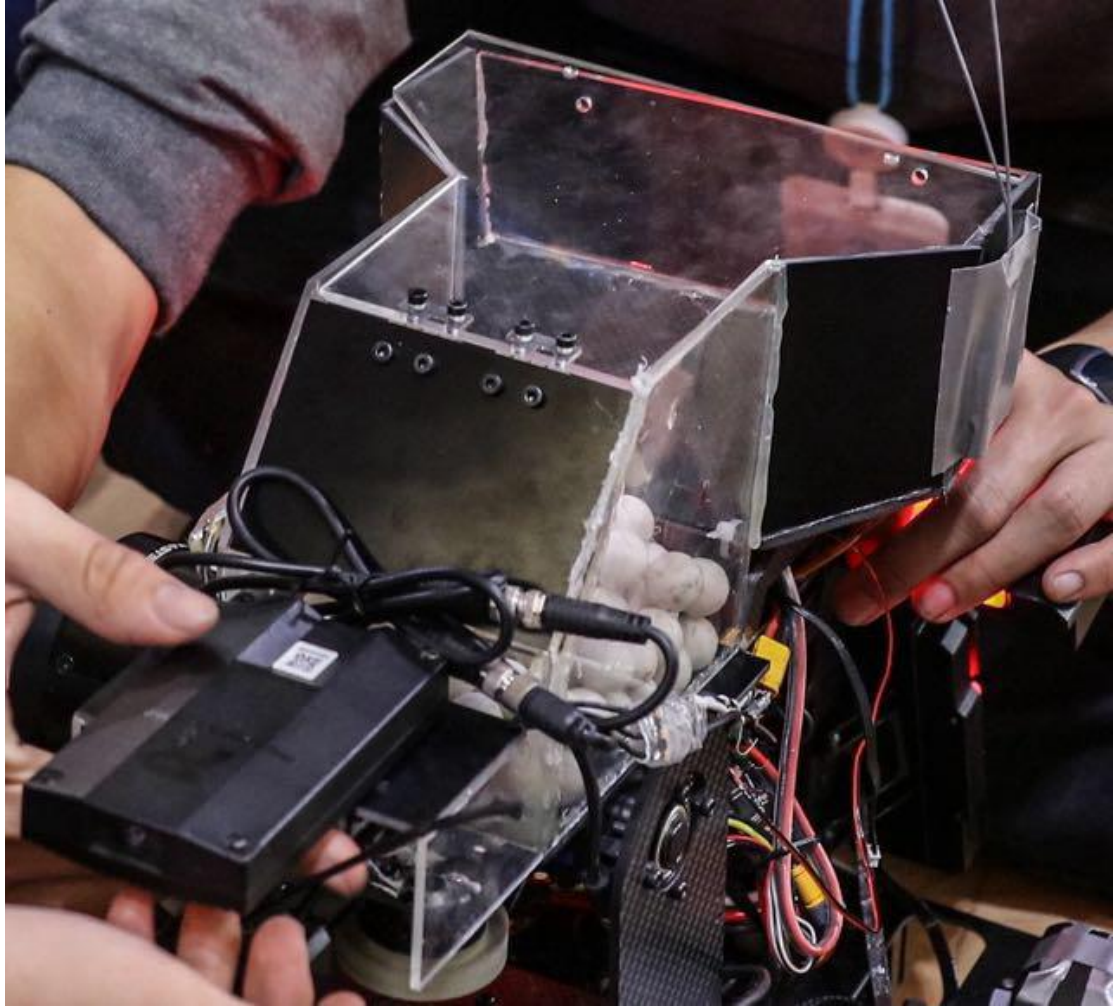
2.3 优化和改动

弹仓：

由于开始设计时是比赛前一天晚上七点左右，首先考虑的就是能不能做出来，在固定方面就直接选择不打卡槽，弹仓整体基本使用热熔胶固定，并在原来的基础上加个弹仓盖，经过两个多小时的工作，得到草图：



在这里不得不说一下后弹仓侧板这个位置，设计当初我有和小帅去交流应该怎么画，但在讨论之后发现要想做出与原图纸一模一样对部件的加工要求较高，所以只能退而求次做出一个类似的效果：



做出来的实物虽然看上去蛮帅的，但仔细看能发现它很多部件的链接都很粗糙，盖板不能完全合上，弹仓底板过长导致与裁判灯柱卡死等等问题。总体上来说还是一般吧（我这么认为 Orz）

2.4 可行性测试

供弹合理性测试：填充最大弹量情况下，使拨弹转盘高速转动，进行发射测试，类比极限法思路对供弹模块进行评估，观察是否会出现供弹不畅，卡弹等情况，进而分析供弹结构合理性。

弹仓设计强度测试：将弹仓填满子弹后利用云台电机控制使弹仓发生大范围位移，模拟对抗赛中可能出现的晃动，观察弹仓发生的形

变以及损伤，对弹仓强度进行测试。

3、 控制部分

3.1 项目软件架构

3.1.1 软件框图

程序开始：startup.c 中运行

1. Init_setup()

```
{
```

```
//初始化设备，初始化 can 和遥控器通信，开启 can 和遥控
```

```
器的数据接收
```

```
//调用 Driver 中的 can_deviceh 和 keyboard 和 uart_device
```

```
的函数
```

```
}
```

2. sys_start_task(void)

```
{
```

```
// 开启五个同步的线程
```

```
}
```

```
//五个同步线程在 startup.h 中声明，由用户自己来设置
```

用户的线程同步运行（user_app）：

- 3.

```
Gimbal_task.c 中的 Gimbal_task(const void* argu){    }  
Chassis_task.c 中的 Chassis_task(const void* argu){    }  
Detect_task.c 中的 Detect_task(const void* argu){    }  
Add_task.c 中的 Add_task(const void* argu){    }  
//如无特殊操作各个线程独立运行，互不影响。
```

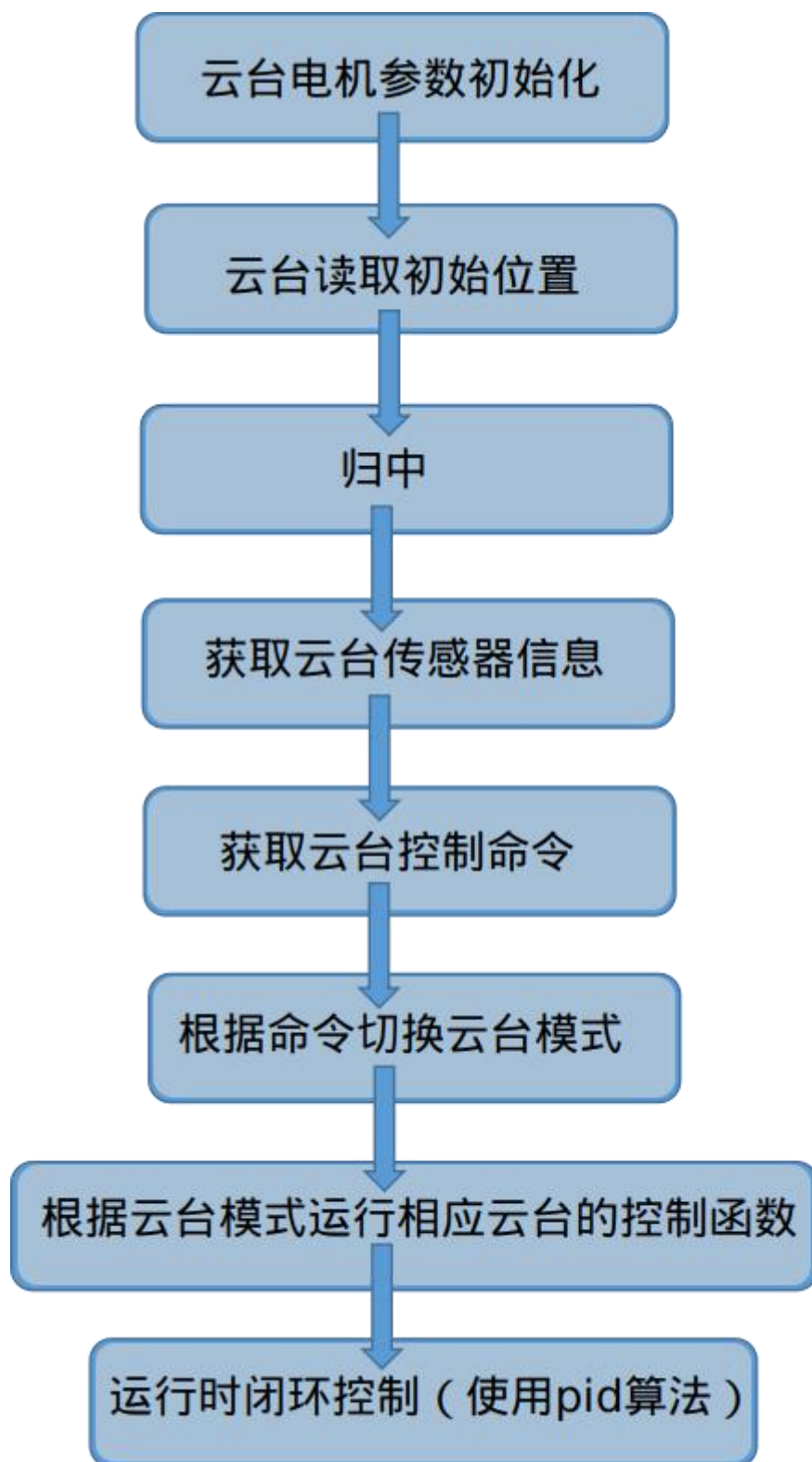
4.task 中，调用相应 custom 中的函数进行控制操作。

5. user_algorithm 编写了通用算法 PID，斜坡。闭环控制计算输出时拿来用。

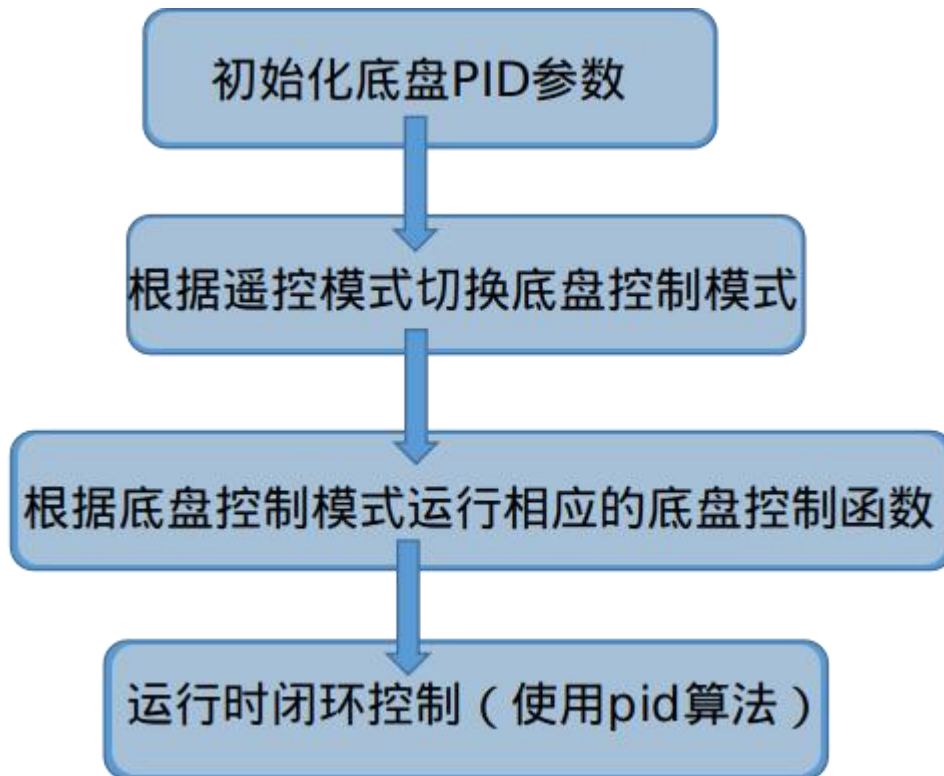
3.1.2 操作说明

- 1.遥控器右侧拨杆设置机器人运动模式（底盘跟随云台模式，单独底盘闭环控制模式，瞎扭腰模式）
- 2.遥控器右侧摇杆控制底盘运动
- 3.左侧摇杆控制云台运动（底盘跟随云台模式）
- 4.左侧拨杆开启激光和摩擦轮，发弹（单发，连发）
- 5.左侧拨杆最下，将原来的断电模式变为魔改的地盘扭腰模式，重新定义为瞎扭腰模式

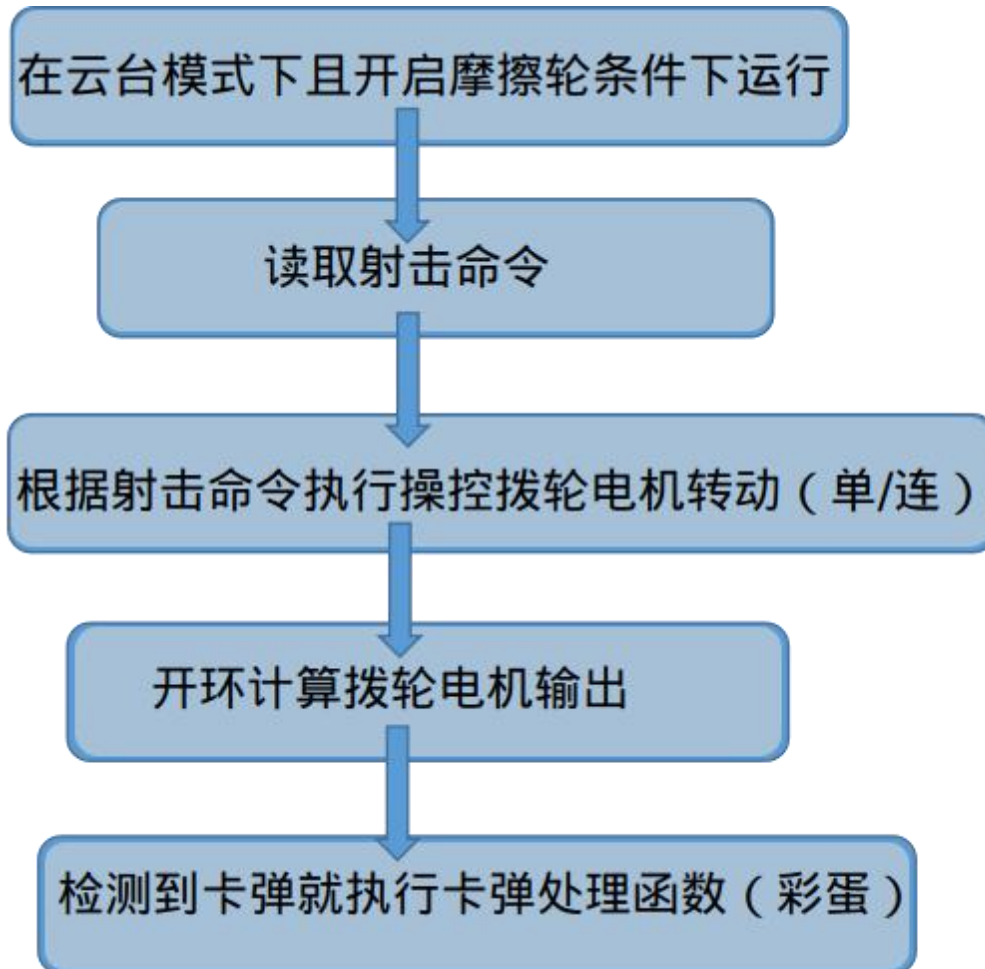
3.2 云台模块



3.3 底盘模块



3.4 发射模块



4、总结

4.1 项目收获

宋育澄：在这次对抗赛中，我们实现了底盘，云台的控制，做出了一台能跑能打的步兵机器人。在这过程中我们遇到了机械，嵌入上的许多问题，设计失误导致重新装配，PID 调参等等，都在我们每一位成员的努力下解决了。不会的互相交流，向其他组的大佬们求教，都使我们提高了自身的技术与水平。体会到团队合作的重要性的意

义。在这次对抗赛中，我学会了部件的设计与装配，零件的制造和加工，使我在机械方面有了更深入的了解，也培养了我处理问题的一些思维和导向。

陈思达：我可以这样说，我们主要的功能，也就是底盘、云台和发射机构都能够按照预想的执行，基础的功能都完成了。唯独一点问题，就是在项目规划与时间安排上。一开始，我们的效率是完全没问题的，甚至远远快过其他组。但是在对接地盘和云台的工作的时候，进度突然收到了阻碍。留给嵌入式调试时间的不够，和缺乏足够的训练，导致在赛场上我们多次出故障。也就是说，要想使机器人能够在赛场上完美发挥，离不开充足的时间来调试和训练。

在弹仓的机械结构上，始终都存在着一些问题，尽管我们进行了三次迭代来试图修补，但最后依然没能达到完美。所以在这之后我依然需要提升自己的机械设计能力。

任思宇：

完成功能：

1. 云台以及供弹，发射机构的设计，搭建。
2. 实际操作对发射机构进行分析，测评，改进。

问题及解决：

1. 搭建过程中因使用量过大而缺少合适的标准件螺丝，无法完成部分结构的安装。在对标准件进行合适的替换和修改后解决了安装困难的问题。

2. 对于发射机构，供弹机构的合适方案选择的问题。在向导师，

队员学习了 SolidWorks 的使用后完成了机械结构的模拟装配 ,分析出了应使用的合适结构并完成了实际的机械搭建。

汪洋 :完成了底盘的基础设计 ,以及多套机械爪的设计。对于 sw 的操作和运用更佳的熟练。明白了在机构的设计当中应该从根源出发对任务目标的受力等进行分析从而挑选出合适的机构 ,并且应该和嵌入进行更加深入的交流 ,避免因为电机等问题而给嵌入带来过多的压力。

胡如玉 :在这次项目中 ,3D 图的绘制过程中出现了很多问题 ,比如很多零部件并没有建模 ,最后的解决方法是测量相关尺寸 ,自行建模。另外 ,因为我们的弹仓是亚克力板结构 ,比较易碎 ,因此之前很多次设计出的弹仓都在实际测试中断裂 ,所以我们最后设计了一种与之前很不同的较为不对称的弹仓结构。这种弹仓结构因为多个受力点的存在而相对稳定。

袁崇朗 :

- 1.学会了解读大型程序的思路 ,解读多线程程序的思路
- 2.学会多线程的框架
- 3.学会大型程序架构的精髓
- 4.区分函数声明和函数定义
- 5.学会 pid 调参的思路
- 6.解决问题能力的提升 ,有难以解决的问题要主动积极请教高手 ,

可以减少浪费工时

4.2 马后炮

宋育澄：如果在让我做一次本次比赛项目，我希望对分工和时间的把握更加详细，还要对设计图纸进行重复检查，不浪费材料。至于在分工和作品方面我觉得还行，咱做出来的车实在。

陈思达：我们这个团队的团队合作可以说是很融洽的了，在分工的时候各自都高效率的完成任务，在合作的时候也能齐心协力。但是时间上一直都是一个问题，也一直都是高中生团队的问题。在对抗赛阶段，我们因为测试不够而频频翻车，在挑战赛阶段，因为最后紧急修改代码导致算法出问题。希望以后我能够把时间问题处理的更加妥当。

任思宇：在新的云台设计方案中，我会增加云台的高度或清除云台 pitch 轴活动范围内的障碍物，以保证 pitch 轴的活动不受限制，因为在比赛控制中我发现当云台在 pitch 轴上受到限制时，图传视角会受到很大的影响，并且因此发射口会无法到达足够的仰角，子弹的射程会因此受到限制。同时会限制 Yaw 轴的活动范围，减小云台与底盘的相对旋转角度，以此获得更稳定的视角。

汪洋：队内人员的初始人员分配存在一定问题，七人中一名算法五名机械只有一名嵌入。造成了嵌入和机械的产能严重不均衡，给嵌入造成了极大压力，甚至可以说是没有仔细估计嵌入的承受能力就开始设计机械结构，导致机器险些全身瘫痪。

胡如玉：这个项目对机器人的要求主要在于稳定。尤其是底盘结构的稳定。赛场上有许多队伍都出现了翻车的情况，说明底盘不稳在这次项目中是一种普遍存在的现象，我们组也不例外。所以，如果让我再做一次本比赛项目，我会加强对底盘的重视程度，并加装悬挂系统，力求降低战车侧翻的概率。

袁崇朗：我会找多一个嵌入式来，可以分担工作量，加快解决问题的速度，有更多的时间可以研究 PID 算法在程序中实现，麦轮速度分解。