

2025 赛季腿式麦轮 + 履带工程机器人底盘

机械开源文档

华北科技学院风暴战队机械

编写人员：赵相中

时间：2025.12.29

风暴战队 STORMS

目录

引言 3
摘要 5
1. 上坎方案 7
2. 框架结构 8
3. 履带结构 10
4. 轮组结构 11
5. 底盘整体结构 13
6. 寄语 13

引言

在 Robomaster 机甲大师 2025 赛季，官方对地形进行了大规模的改动，之前的两个环形高地被改成一个高度为 300mm 的中央高地。对于工程机器人来说，要想取得金矿或者是进行一些其他的对抗活动，那么快速的登上中央高地就是工程机器人底盘制作的一个重要的实现目标。

在 25 赛季地图下登上中央高地的路径也也比较多样，常规路径可分为四条：第一条和第二条就是穿越两个隧道（可根据不同的取矿和对抗需求选择），第三条是过 S 弯。路径最远，常规底盘都能完成（在 25 赛季是保底路径，但是在 26 赛季加了 70mm 颠簸路段，这条路变的“又远又难走”），第四条路就是爬坎，又分为两级坎和一级坎。一级坎相对较远而且跨越地形的增益是 25%防御增益＋热量冷却，远不如中间的二级坎给的 50%的防御增益＋热量冷却更适合工程。而对于路径的选择则主要围绕穿越隧道和爬上台阶两个方向来讨论，对比两种方案，对于速度上的对比在我看来这两种方案分别有两个相对棘手的限制因素：过洞方案在设计阶段的难点可能是体积的控制，而在实现阶段的难点可能是如何快速的对准洞口；上坎方案设计阶段难点是构型的选择和重心的排布，实现阶段的难点是如何使得两级台阶之间能够连贯丝滑的衔接。这些问题都能解决。所以在我看来两辆车要上中央高地在速度上的上限应是差不多的。

而对于这个比赛来说工程机器人并不应该只有取矿兑矿的经济能

力，工程机器人在完成其经济职能之后，其对抗性的发挥就显得十分重要，而这也是在我们设计工程机器人时所必须要考虑的点。由此我们再回过头来分析两种构型：过洞型由于对尺寸的硬性要求，会使得过洞型的质量会更小一些，整车也是更加的轻量化，灵活性应该更优；上坎型由于对上坎结构的硬性要求，多出的上坎变形结构会使得整车更加大更加复杂，其大体积、大重量及变形结构可使其对抗性能有更大发挥空间。对于两种构型而言上坎型可以通过轻量化等方式来提升灵活性，而过洞型却相对较难提升其对抗能力，且对于工程来说在其他功能差别不大的情况下，对抗性更优于灵活性。

综上所述，从上岛速度和工程对抗性等方向上来分析，我最终选择了上坎式构型。（值得一提的是，细细研究官方的规则变动就可发现官方是希望我们将如工程这种相对来说较大的车辆完成上坎的，发挥其大体积的对抗优势，狗洞更像是给步兵这种更小更需要灵活性的机器人的，而这也在 26 赛季得到验证，超低新狗洞几乎断了工程钻洞的念想）。

摘要

在当时所已知的上坎方案相对成熟的大体可分为两种，一种是六轮结构，一种是履带结构。对于六轮结构，在很早之前的古早版本就已经相对成熟，通过前两个轮毂先搭上台阶再使中间轮毂上去，最后后两个轮毂上去完成上坎。但其缺点也很明显，就是六轮对于底盘功率的利用率太低，全向移动时总会有多余的功率被消耗，这对于本就大体积大重量的工程机器人的灵活性更加不友好；履带结构也是上坎比较稳定，通过初始状态履带前端先搭到台阶边缘，然后直接上去，类似坦克。但灵活性更加的差，甚至可以说无法使用。对于这两种大的方案我分别提出一种解决方案：对于六轮结构，其核心是“前两个轮子”搭上去，这个可以是轮子也可以是其他结构，比如小型的履带或者同步带之类的，这样常态下就可以将上坎结构收起来，运动只靠四个轮毂，可以有效解决其灵活性问题；对于履带结构，其上坎关键是履带前端搭上台阶，这就要求其初始状态履带前端的高度达到上坎需求的 200mm 以上，注意，这个高度是履带前端高度而并非整体高度，这点很关键！是我后面减小履带体积的重要的一个点。对于其灵活问题，也很好解决，直接加四个可收放的轮子让轮子常态运动，履带只用作上坎。分析两种方案及其解决方法后我最终选择的方案是履带 + 腿式，原因也很简单，就是履带加可收放的四轮底盘有更高的自由度，（所以舍弃了伸缩方案，用了四条摆动腿），其对抗性对于另一种方案有很大的优势，四条活动的腿可以对场上其他地形有更好

的适应能力，四个轮子和两条履带使得这个底盘的操作空间非常大，比如前轮前趴，后轮后趴可以实现所有快速下坎，纯用腿麦或纯用履带都能无压过 26 赛季的 70mm 颠簸路段，甚至履带和腿麦配合能上 43°坡等等 (四条腿的驱动最开始有考虑过用气动以达到更快的速度，但是电驱更高的自由度对于除了上坎之外的其他功能会大有用处，所以最终选择了电驱）。

1. 上坎方案

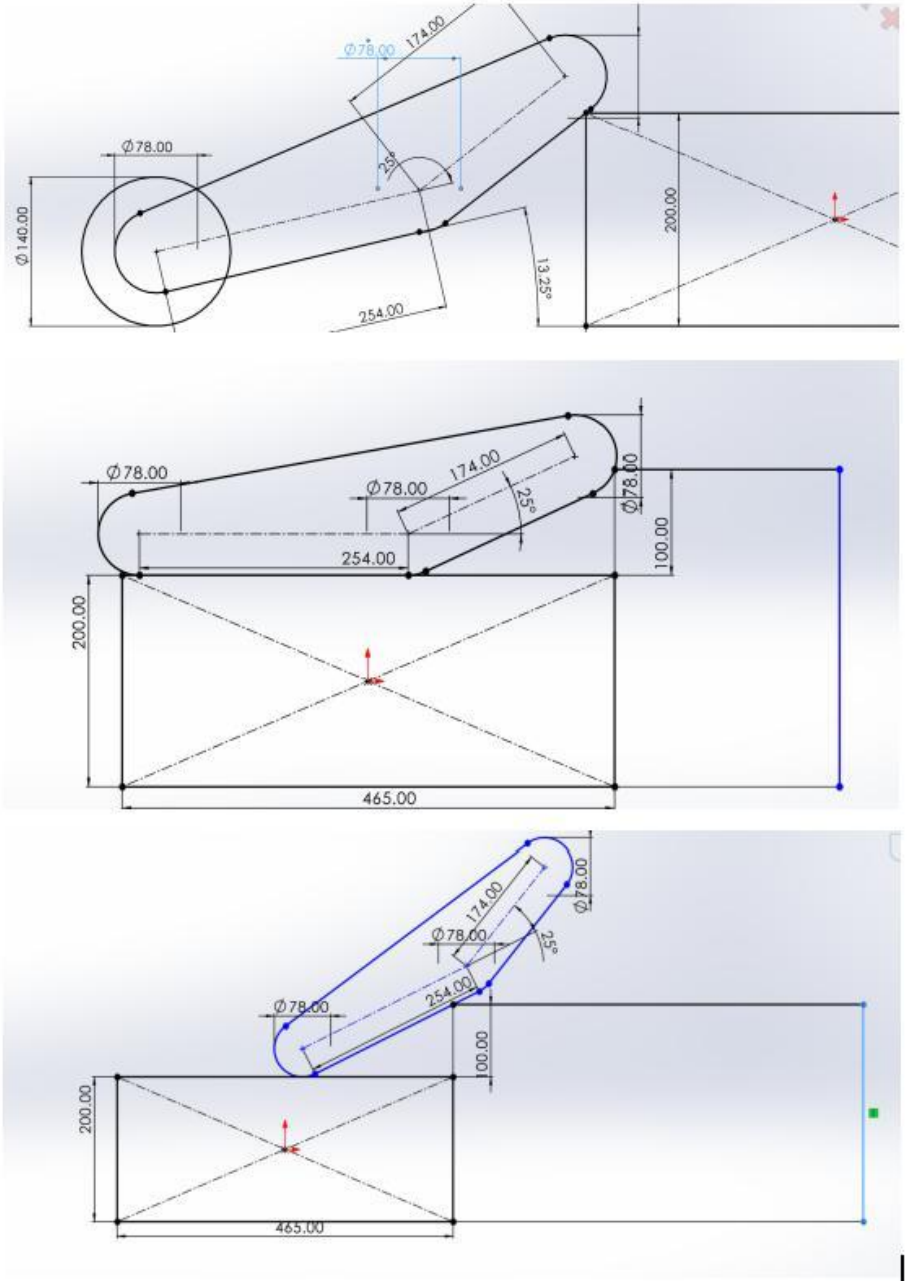


图 1 工程履带模拟上二级台阶草图

上图一草图为设计之初简易模拟的履带上双级坎过程，简易的模拟可以看出理论上的可行性。

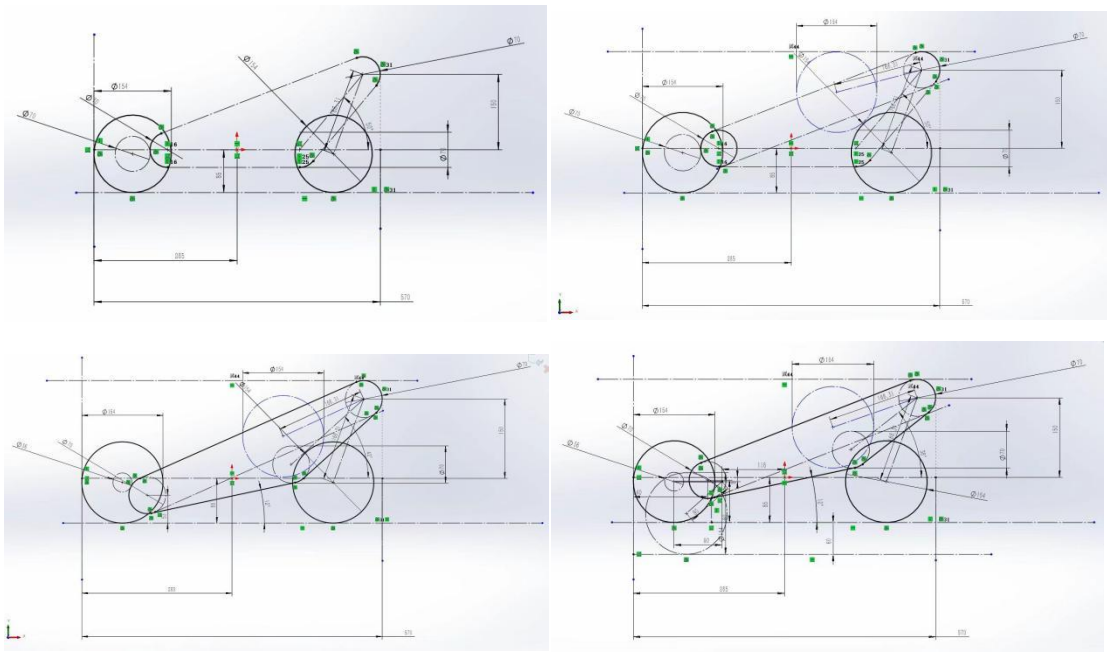


图 2 履带＋腿麦设计过程草图

上图 2 所示为履带加上腿麦的设计过程，这一过程基本确定了履带的形状、大小，前后腿的腿长，轮毂直径，常态情况下履带的倾角、腿的倾角等等数据的大体范围。

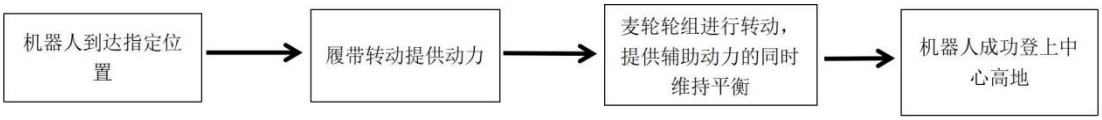


图 3 上台阶具体流程图

2. 框架结构

受到履带结构的影响，该机器人的底盘框架在原本的平面方案上创新性地添加了斜向的延伸，如下图所示：

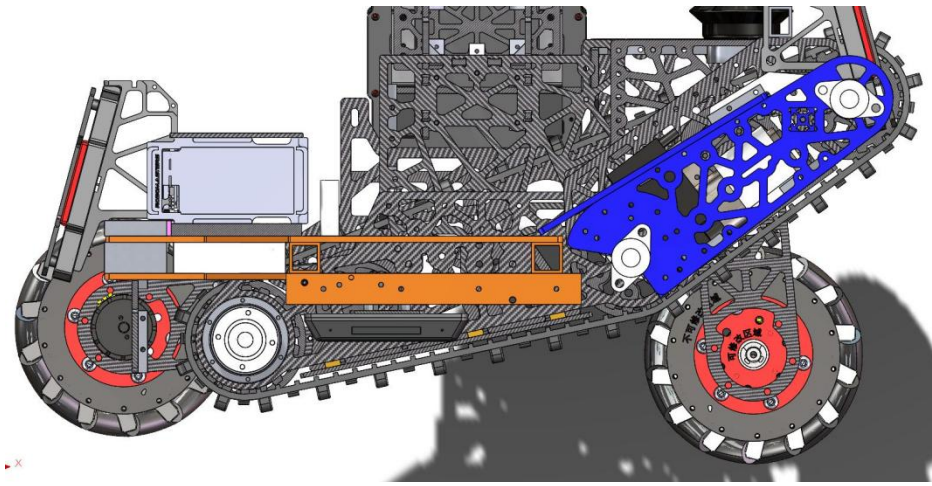


图 4 底盘框架示意图

在图 3 中，橙黄色的平面框架部分并非与履带的第一部分一同倾斜，此设计极大方便了场地交互和电路板等物体的安装，也避免了上方机械臂在 YAW 轴进行大幅度旋转时出现过大的高度差；由于履带第二部分倾斜角度较大且在上台阶时是第一时间受力的部分，因此用于固定履带的深蓝色的斜向延伸框架部分不可或缺。

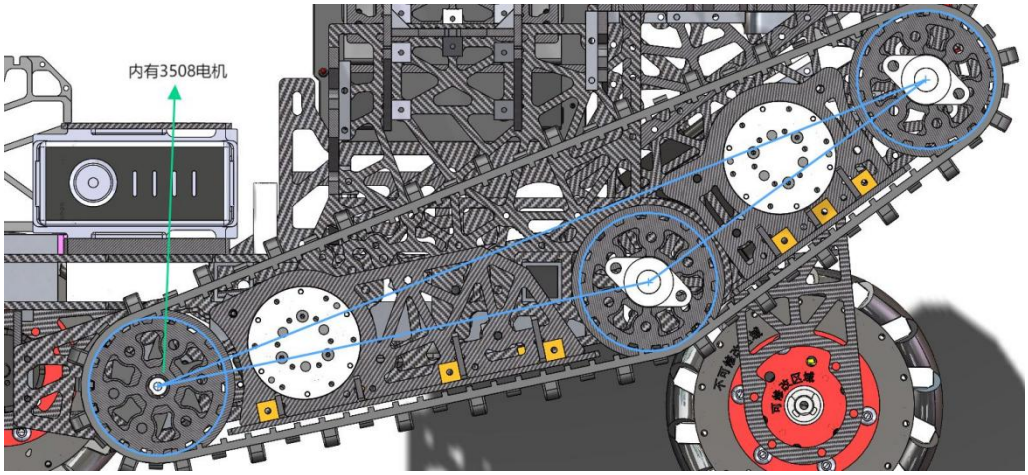


图 5 工程履带支撑三轮轴示意图

如上图 4 所示，履带支撑方面由于该履带为双倾斜设计，因此需要最少三个以上的轮轴进行支撑并且最少需要其中的一个轮轴输出动力。考虑到履带只有上坎情况下会被使用，且还有四条腿辅助，故

不需要特别大的扭矩，因此在两端和拐角处安装共三个轮轴中只在左下角的轮轴中安装 3508 电机作为履带的驱动，其余两个轮轴则依靠光轴、光轴座、轴承进行固定。左下角的轮轴被碰撞的概率最小，在此安装轮轴也可有效降低电机被撞的风险而延长电机寿命。

3. 履带结构

履带选型：为长 1092mm、宽 48mm、厚 4mm 的橡胶履带，足够的长度确保其能够攀登 200mm 的台阶，宽度和厚底确保其牢固性，质地软硬适中的橡胶则在增大摩擦力的同时有效保护了内部的电机等结构。

履带倾斜设计：在进行了多次模拟测试和实物测试后，最终将履带设计为双倾斜的结构。此结构保证了机器人在顺利登上中心高地的过程中不会出现因中心靠后导致的翻车现象，还可在很大程度上节省履带所占的体积吗，改变了人们常识中比较厚的倒梯形形状（类似坦克）大大节省空间和重量。（这个倾斜角度的确定可以放到可行性中）如下图 5：

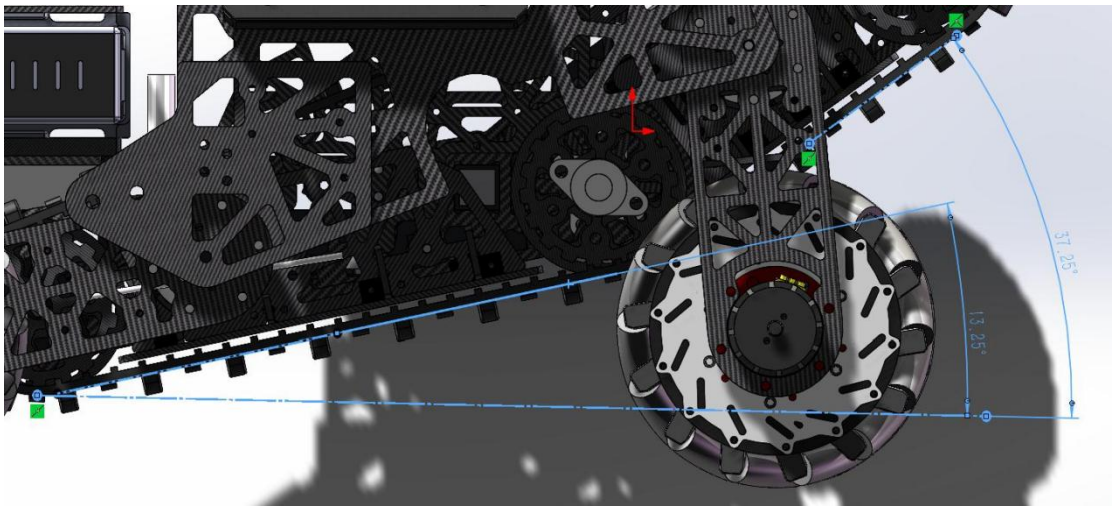


图 6 底盘履带双倾斜角度示意图

4. 轮组结构

履带内关节及轮组设计：驱动方式上我为了节省空间和重量选择了直驱。由于腿式麦轮悬挂是由内部框架飞到外侧的，这样使得关节处力臂比较长，力需求比较大，在关节电机的选型上通过计算扭矩和考虑电机体积的大小我最终选择了达妙 4340 关节电机，而固定方式也是一个难点，由于此处扭力比较大，直接固定的话会对电机固定轴和输出轴的强度要求都非常高 （这个点比较重要，第二代迭代就是解决这个问题），为了解决这个问题，我用了一个定制筒状的加工件将关节电机定子部分前后两端同时固定以确保在高强度的对抗中固定关节处不会出现问题；而输出轴则是从上方飞出一个平台来，从外侧也加以固定，形成双边固定。示意图如下：

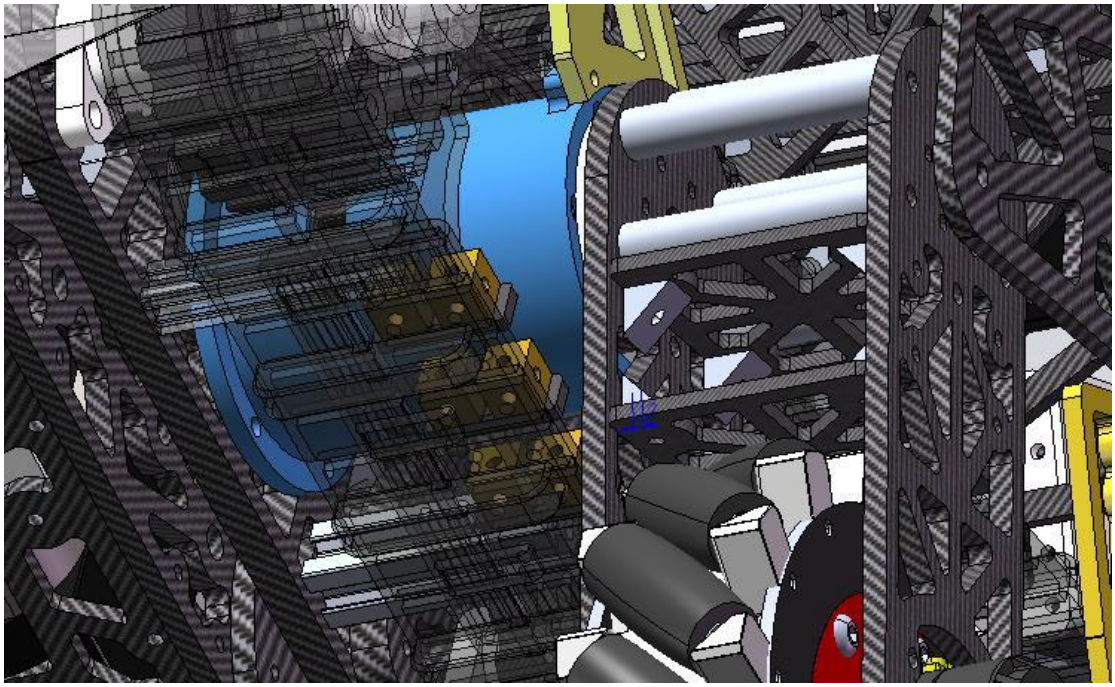


图 7 麦轮轮组关节示意图

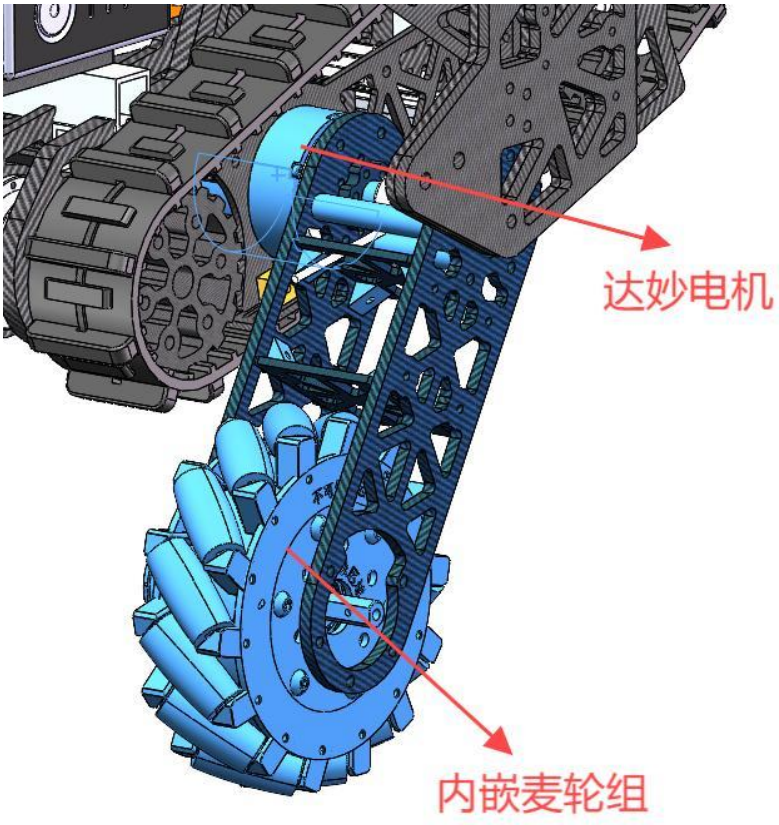
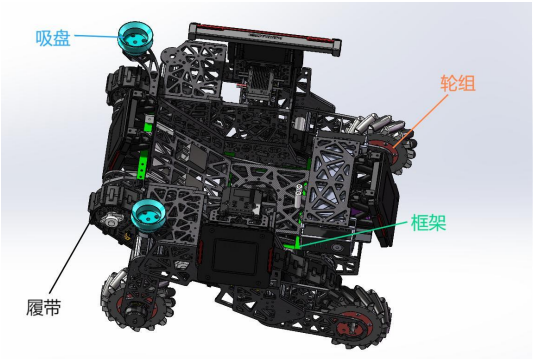
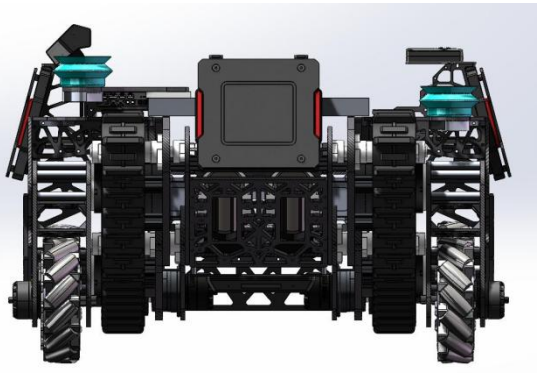


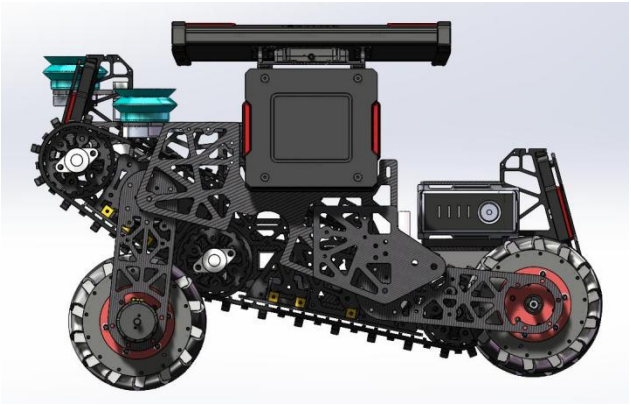
图 8 麦轮轮组悬挂示意图

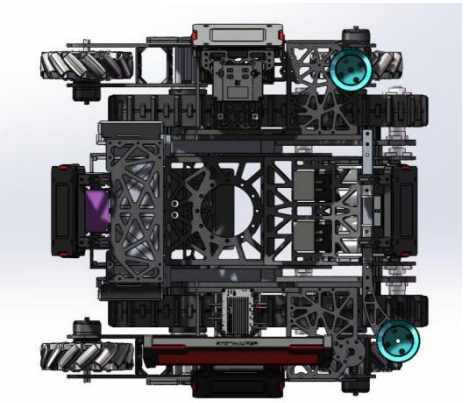
5. 底盘整体结构

以下是底盘结构的斜视图和三视图：









6. 寄语

总的来说，这辆车的优点有：地形跨越能力比较强，可以实现很多地形的跨越；在拥有较高的地形适应能力下还能有不错的灵活性；有十分不错的对抗能力。缺点有：检修麻烦，对于硬件布线不太友好，控制方面也需要长时间学习与调整。

作为这辆车的结构设计者，在 25 赛季它并没有发挥它该有的一个水平和状态，这是我十分遗憾的；但在 26 赛季初，随着学弟的调

试和测试不断推进，这辆车的上限也被发掘出来，能达到一个非常不错的效果。学弟在 B 站上发布了调试视频，引来了不少学校的关注，我十分喜欢 Robomaster 这个赛事的分享精神，也在 25 赛季做英雄阶段得到了太原工业学院和西安交通大学的帮助。所以我决定将这个开源出来，希望能对有需要的学校战队提供一些帮助，也由此希望我能在新赛季给风暴战队带来更多志同道合的朋友，带来更多愿意分享的兄弟战队！

本文档主要阐述了我个人的一个设计过程和设计理念，从规则分析，地形分析、需求分析开始一点一点分析利弊，最终选择最合适的方案。对于一些具体的技术点，首先要的就是做好背调，最大程度上汲取优秀前辈的经验，并结合实际提出新的优化方案，再加以分析和横向对比，方案确定后一定要跟上模块化的仿真或测试，这种测试大概率是成功的，因为前期已经很大程度上完成了理论验证。我认为作为一个结构设计者，好的设计理念和设计方式能使我们的设计事半功倍，我个人的思路和方法可能还需精进，但也希望能给大家带来一些启发和帮助。（本文档对于技术的细节解释相对较少，可以添加我的联系方式深入交流讨论，开源也会附有一些测试视频）