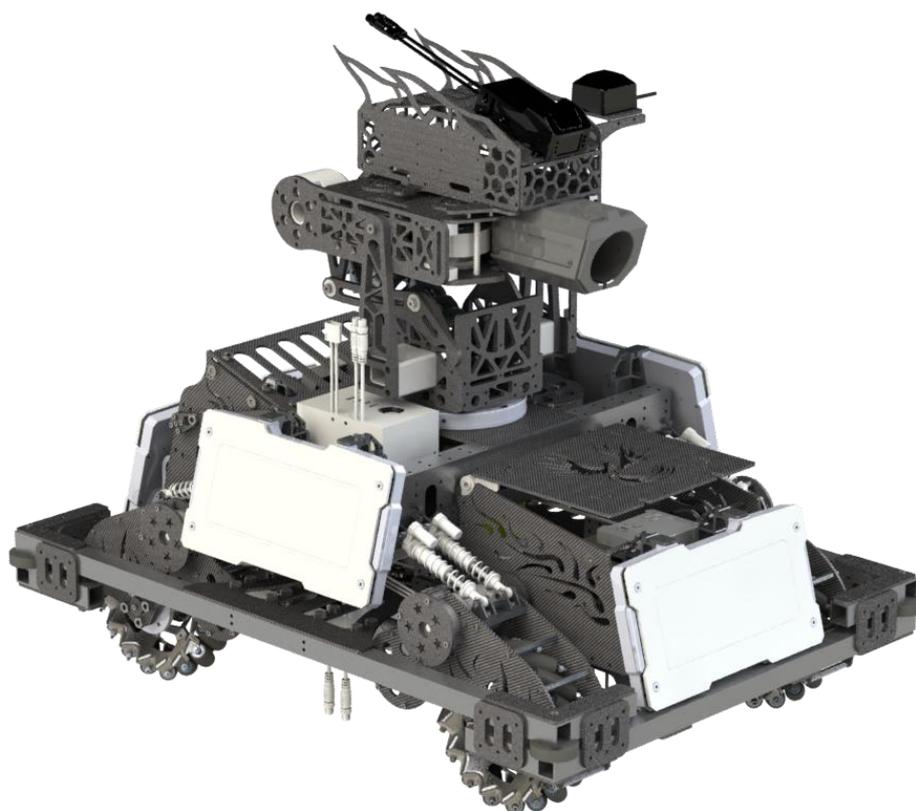


天津大学

22 赛季英雄机器人云台开源技术文档



目录

0	引言.....	3
1	22 赛季~23 赛季英雄实图.....	3
2	yaw 轴传动部分.....	4
3	云台支撑架.....	5
4	pitch 轴传动部分.....	5
5	蛇形关节供弹链路.....	6
6	发射机构.....	8
7	23 赛季英雄云台概述.....	9
8	鸣谢及其他说明.....	10

0 引言

该云台为 22 赛季北洋机甲英雄机器人复活赛云台，但由于 22 赛季国赛取消，该版英雄机器人并未到达深圳。22 赛季的英雄机器人采用了蛇形关节及串级摩擦轮发射机构。与 22 赛季分区赛英雄机器人相比，该云台主要将镂空的蛇形关节挡板改为不镂空（开源云台中删除了挡板），完善了发射机构布局。23 赛季的英雄机器人将蛇形关节由光固化改为铝合金（由 17~21 赛季学长梁老板倾情赞助），去除了挡板，优化了云台布局，摩擦轮采用双边支撑结构。

本人语文功底有限，可能无法将本份技术文档写的足够详实具体，烦请见谅。

1 22 赛季~23 赛季英雄实图



图 1-1 22 赛季中部分区赛英雄

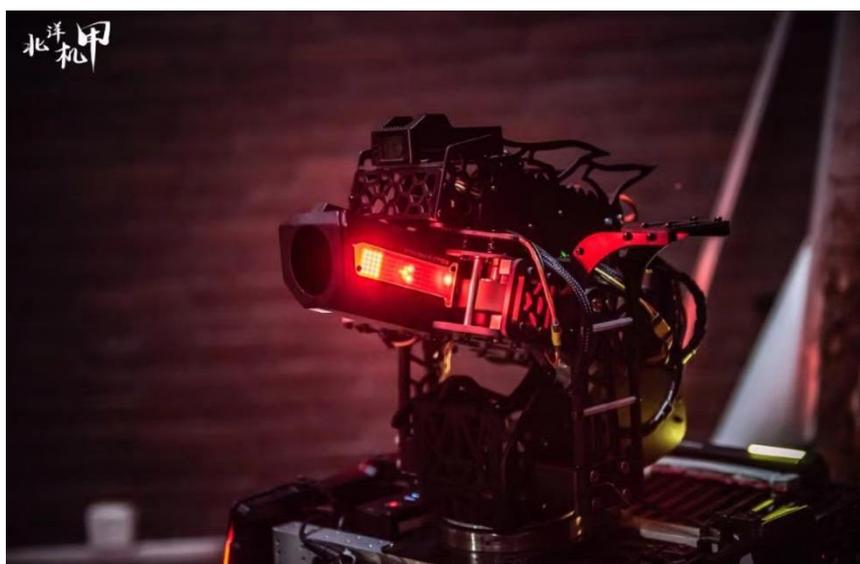


图 1-2 22 赛季复活赛英雄（未上场）

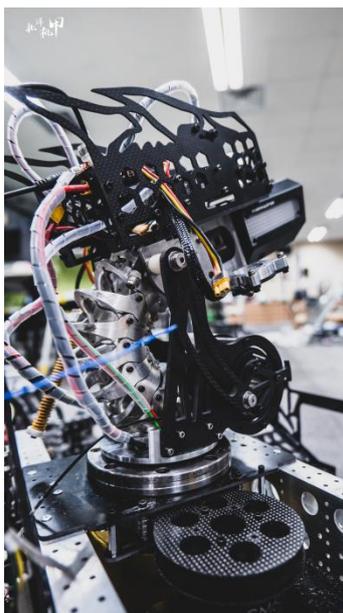


图 1-3 23 赛季英雄云台

2 yaw 轴传动部分

Yaw 轴主要由电气滑环、交叉滚子轴承、输弹管、6020 电机、同步带传动机构组成,如图 2-1 所示。电气滑环内圈通过铝件连接法兰与同步带从动带轮配合,从动带轮通过垫圈与交叉滚子轴承内圈配合。交叉滚子轴承外圈与电气滑环外圈分别固定在底盘机架上。另一端,6020 电机定子固定在底盘机架上,转子与同步带主动带轮配合,通过同步带传动实现云台 yaw 轴的转动。

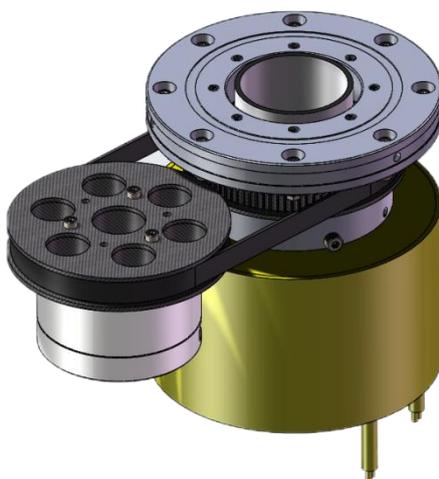


图 2-1 yaw 轴传动机构

3 云台支撑架

云台架的设计主要参考了上海交通大学 2020 赛季的步兵机器人，如图 3-1 所示。通过 3D 打印的云台横向增宽 2 拓展了云台架横向距离，使其能够与发射机构配合，云台架侧板 3、横向增宽件 2 与云台架侧面上版 1 通过四枚塞打螺栓连接，保证其定位精度。云台架侧板 3 与云台架加固前板 4 通过四面连接件固定，同时三块板之间仿造榫接来提高云台架整体强度。底部的云台底座铝件 5 往下与交叉滚子轴承连接，往上与云台架侧板及云台架加固前板连接。采用该云台架设计，有利于调整发射机构重心和转轴的间距，便于调平质量，减少 pitch 轴转动所需扭矩。

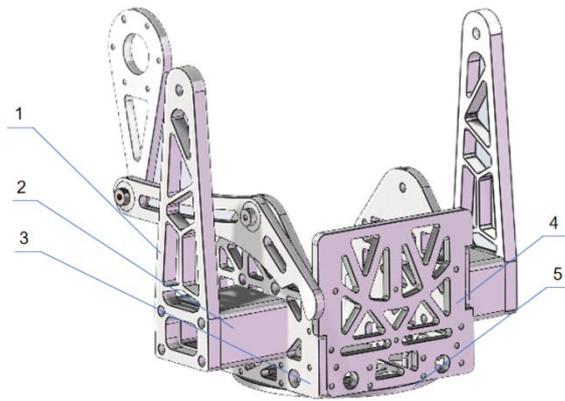


图 3-1 云台支撑架

4 pitch 轴传动

pitch 轴采用了平行四连杆传动机构，如图 4-1 所示。由于发射机构采用了串级摩擦轮发射，整体发射机构偏重，重心靠前，因此通过 6020 电机后置与 A 处配平重量。当 pitch 轴水平时，AB 与水平面夹角为 5° ，目的是为了平衡发射机构到达最大仰角与最大俯角时电机转动角度的绝对差值。

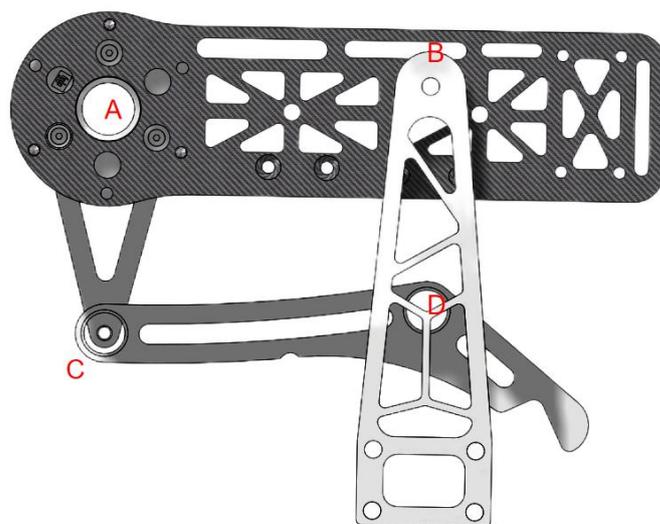


图 3-1 pitch 轴传动机构

CD 杆如图 4-2 所示。其中，c 与 d 与云台架的横向增宽件形成 pitch 轴限位，ab 与 cd 的夹角可以根据俯仰角度需要进行再设计调整。

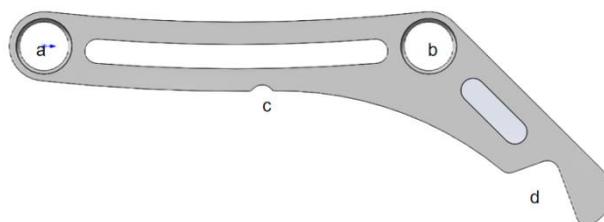


图 4-2 CD 杆结构

5 蛇形关节供弹链路

蛇形关节弹路本质上是由离散体代替连续体，它将连续的供弹链路曲线转化为离散的蛇形关节，同时将 pitch 轴的大角度变化转变为各个蛇形关节之间的小角度转动，其目的是为了解决俯仰时供弹链路整体长度变化问题。在很早之前就有老哥提过类似的想法，比如用特氟龙管做弹路。类似的机构，比如 3d 打印机或者工程机器人上常见的用来理线的拖链。该蛇形关节的思想，最早来源于天津大学手术机器人上的内窥镜蛇骨，如图 5-1 所示。



图 5-1 内窥镜蛇骨

蛇形关节如图 5-2 所示。其中 a 点用于放置微型轴承，起润滑作用，b 点放置销轴（其实实物用的是 M3 的铆钉棍）再用热熔胶涂上封住固定，包括蛇形关节之间也是用类似的方式固定。实际上这个固定方式是有问题的。在 22 赛季中部厦门分区赛时候，由于下雨、天气潮湿等各种因素，在检录的时候弹链就在图中 c 与 d 处断过一次。（23 赛季友校同济大学建议用开口销代替了原来的方案，十分感谢！）。cd 点用来与上下蛇形关节固定，其中 c 处为盲孔，d 为通孔，cd 间距 17 mm。

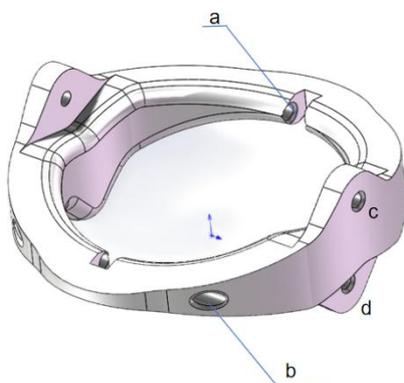


图 5-2 蛇形关节

蛇形关节本身有许多变量，比如两轴承的间距，轴承的外径与内径，cd 的距离，这些都会影响最后整个弹链中弹丸的通畅性。由于本人能力有限，当时并不会太多的模拟仿真软件，最终是通过 3d 打印一点点迭代的。因此在此说明一些可能注意的地方：

轴承采用 $3\times 6\times 2.5$ ，实际上其内径会比铆钉棍稍大，使得轴承并未在径向被完全定位，能够进行一定范围的移动。当弹丸通过时，若其受力向外，如图 5-3 所示，则其上轴承会被向内推，防止轴承卡住弹丸，反之亦然。

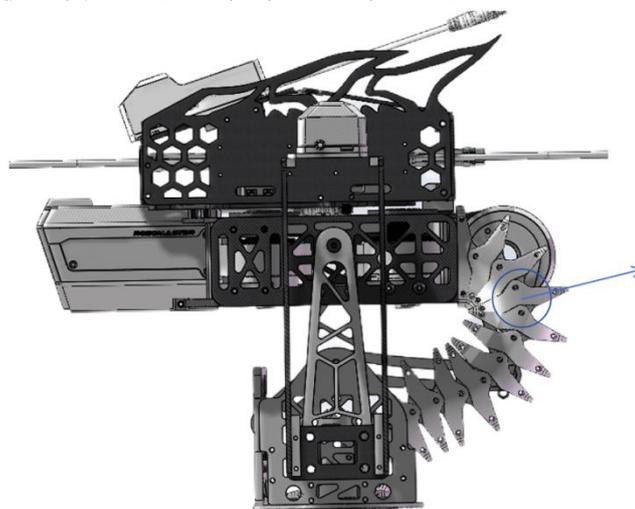


图 5-3 蛇形关节弹路

蛇形关节的 cd 间距以及数量会影响弹丸的通过性以及最后的俯仰角。若这个弹链数量过少或 cd 间距过小，云台俯仰角大小可能达不到所设计的大小，因为其会导致部分蛇形关节之间卡死。同时， cd 间距以及蛇关的数量会影响整条蛇形弹链的形状，其会导致弹丸可能会在蛇形关节内遇到机械上的死点，从而导致卡弹。我当时解决纯粹是用加减蛇关数量，期待有更为科学的解决方案。

关于蛇形关节角度过大，导致可能进入小弹丸的问题。原本也担心这个问题，所以在 22 赛季分区赛中加入 2 mm 镂空挡板以保护蛇形关节。不过，虽然挡板上的镂空无一处大于 15 mm ，但由于比赛场上小弹丸冲击力，导致小弹丸卡在镂空处和蛇形关节之间，造成某场比赛英雄无法俯仰，属于是我设计上的大失误。但后来多次测试发现，实际上由于弹链中间被大弹丸填充，所以如果没有挡板，根本不会卡，于是在复活赛版采用不镂空挡板，其目的是为了防止 3d 打印的蛇形关节被大小弹丸打断。23 赛季得到往届学长赞助支持，蛇形关节换成铝合金，因此去除了挡板，复活赛版及 23 赛季版未曾再发现被小弹丸卡住现象。如果担心可以按需求更改模型。

6 发射机构

发射机构采用串级摩擦轮的设计，如图 6-1 所示。设计的初衷纯粹是由于个人不知道如何优化改善单机摩擦轮，希望能整点新活。其想法是将第一级摩擦轮速度调为刚好能过弹丸，相当于一个小拨弹盘，让进入第二级摩擦轮的弹丸初始角

度与速度更加稳定，而第二级摩擦轮用于加速。两级摩擦轮之间间距为 90 mm，该数据为通过 3d 打印炮管调整测试确定。但由于打印件质量、pid 参数等多个变量存在，并无法保证该数据为最优解。同时，在测试的时候发现串级摩擦轮发射机构温度的影响大于单级摩擦轮，在预热后（检录前打开摩擦轮一段时间）发射散度明显小于未预热。图传与水平面成一定俯角是为了适应狙击点吊射。

串级摩擦轮的震动明显远高于单级摩擦轮震动，对发射机构整体刚度要求较高。

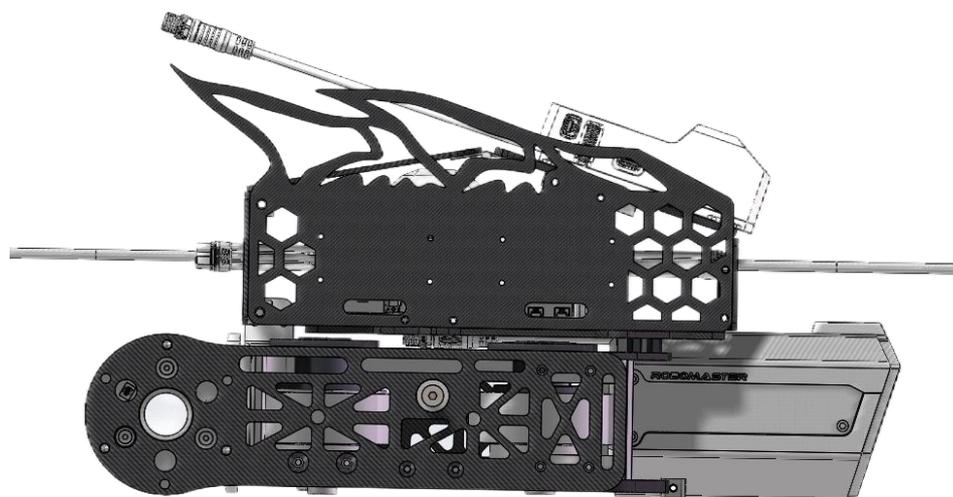


图 6-1 发射机构

摩擦轮在分区赛时候采用普通的 3508 电机+溪地创新摩擦轮，在比赛后与当时的西交大佬交流，老哥建议用双边支撑结构，于是该版云台增加了摩擦轮上端的结构，通过铝件与轴承提供另一端支撑。但测试时，由于选取的轴承无法承受高转速而失效，建议选取能够承受高转速的成果，效果可能会更好。

炮管参考 21 赛季上交英雄机器人，限位开关参考了 21 赛季哈工大（深圳）英雄机器人的单发限位，通过 U 型轴承+弹簧+3d 打印件形成限位开关，对开源的大佬们表示感谢！

7 23 赛季英雄云台概述

由于 23 赛季英雄云台中规中矩，相比 22 赛季云台没有太多新的突破，并且又换回了传统的单级摩擦轮。本意是为了做一版单级的云台和电控联调测试，寻找改进串级摩擦轮的方法，最终做一版串级摩擦轮云台。但由于各种原因导致其成为了最后上场云台。23 赛季相比 22 赛季多了个重力补偿机构（在此感谢广工老哥开源），但最终并没有取得比较理想的效果（并不是说这个方案不行，大概

率是个人设计或电控调试的问题)。基于上述原因,开源了模型,但由于比较亮眼的蛇形关节在上述 22 赛季云台已经撰述,便不再详细说明。

23 赛季的发射机构如图 7-1 所示。摩擦轮底座自下而上采用了固定碳板-摩擦轮铝合金底座-炮管,目的是为了加强摩擦轮-炮管发射机构整体刚度。摩擦轮铝合金底座和炮管之间通过凹凸结构定位,提高其定位精度。限位采用了上交 21 赛季英雄拉簧限位方案。



图 7-1 23 赛季发射机构

8 鸣谢及其他说明

原本在 23 赛季结束时候就想把两云台开源了,但由于技术文档无从下手以及个人结束了三年 RM 生涯,所以一直没有拖到现在。底盘没有开源的原因是由于 22 赛季底盘是在 21 赛季底盘基础上改进,并非完全个人原创,以及 23 赛季底盘交给了十分优秀的学弟。

在这三版云台创作期间,得到了各个队伍大佬的交流分享,在此表示感谢。

感谢北理工/北信科大佬,在 21 赛季青工会分享了中心供弹等各种新结构,以及哈工大(深圳)大佬分享的环形自适应悬挂,很大程度上激发了我想要创新尝试包括蛇形关节、串级摩擦轮等新结构。在 22 赛季也尝试做了英雄全向轮中心供弹,但由于口罩以及个人能力不足等各方面原因,最终在失败告终。因此在中部分区赛时看见首都师范大学制作出了环形自适应中心供弹英雄,十分敬佩。

感谢中石大(华东)RPS 战队,在 22 赛季初前往交流,十分热情的与我们分享,让我感受到了一支优秀的队伍,每个人都热情饱满,全身心投入实验室的氛围。同时串级摩擦轮的想法也是在与该队 21 赛季英雄机械负责人交流后形成雏形。

感谢桂林信息科技大学,在 22 赛季南部分区赛最后一天(中部分区赛前一天)

遇到该队英雄机械，向我分享了他们云台机械结构，为 23 赛季如何增强云台刚度提供了思路。

感谢同济大学，在 23 赛季分区赛时对我们的蛇形关节改进提供了宝贵的建议。

感谢大连交通大学，虽然从没有机会交流过，但真的很敬佩羡慕该校英雄吊射能力，一直激励着我去努力完善改进英雄。（大交小迷弟）

感谢在论坛上开源的各所学校大佬，为当初设计经验基本为零的我设计英雄提供了十分多且重要的资料。

希望这份开源能为各位提供帮助！