

RoboMasters 2015

全国大学生机器人大赛



同济一队

参赛技术报告

同济大学 同济一队

2015年7月5日

目录

机械部分.....	1
1 总体要求分析.....	1
2 机器哨兵.....	2
2.1 功能要求.....	2
2.2 实现方案.....	2
2.2.1 方案一.....	2
2.2.2 方案二.....	4
2.2.3 方案三.....	6
2.3 花费明细.....	9
3 机器射手/炮手底盘.....	10
3.1 方案介绍.....	10
3.1.1 结构分析.....	10
3.1.2 方案修改.....	11
3.2 实现过程.....	12
3.3 存在问题及解决.....	13
3.4 实物模型.....	14
4 射手发射机构.....	14
4.1 方案介绍.....	14
4.1.1 结构分析.....	14
4.1.2 方案修改.....	16
4.2 实现方式.....	16
4.3 存在问题及解决.....	16
5 炮手发射机构.....	19
5.1 方案介绍.....	19
5.1.1 结构分析.....	19
5.1.2 方案修改.....	21
5.2 实现方式.....	21
5.3 存在问题.....	22
5.4 实物模型.....	22

6 补给站.....	25
6.1 功能要求.....	25
6.2 实现方案.....	25
6.2.1 方案一.....	25
6.2.2 方案二.....	27
6.3 存在问题及解决思路.....	28
7 3D 打印的应用分析	29
7.1 快速成型使用技术介绍.....	29
7.1.1 PLA.....	29
7.1.2 SLA.....	29
7.2 Robomaster 机器人快速成型应用分析	31
7.3 快速成型最终成品效果及使用心得.....	35
7.4 总结	36

电控部分..... 38

1 哨兵	38
1.1 电控方案.....	38
1.2 两点问题:	39
1.3 赛后设想的解决办法:	40
2 射手	40
2.1 电控方案.....	40
2.2 三个问题:	43
2.3 赛后设想的解决办法:	43
3 炮手	43
3.1 电控方案.....	43
3.2 两个问题:	45
3.3 赛后设想的解决办法:	45
4 补给站.....	45
4.1 电控方案.....	45
4.2 一个问题:	46
4.3 赛后设想的解决办法:	46

气动发射装置设计	47
1 概述	47
2 气动装置原理设计.....	47
3 发射器设计.....	47
4 气动元件选择与计算.....	48
4.1 气泵及安全阀的选择.....	48
4.2 储气罐体积计算.....	49
4.3 电磁阀选定.....	51
5 小结	51
视觉部分	52
1 算法说明.....	52
2 识别结果.....	53
3 总结	54
总结	55

机械部分

1 总体要求分析

《BoboMasters 2015 全国大学生机器人大赛比赛规则》中规定每场比赛双方最多可各有 6 台机器人上场参与对抗，每队的编制是 2 台机器步兵、2 台机器射手、1 台机器炮手和 1 台机器哨兵。2 台机器步兵由比赛组委会提供，其余机器人均由参赛队员自行设计制作完成。同时每场比赛为机器射手提供直径 17mm“弹丸”200 发，参赛队需要自行设计容纳它们的补给站，放置在本队防区内，供机器射手比赛过程中补充弹量。规则中对需要自行制作的每一台机器人的攻击方式、控制方式、尺寸重量等都做了具体的要求。总结起来，需要自行设计制作 4 台机器人和 1 台补给站，一共需要自行制作 5 台共 4 种机器人。

比赛的准备时间有限，机器人的重要性及设计制作难度决定了应该把更多的精力放在什么方面，所以有必要事先进行分析。首先对这 4 种机器人的重要性判断，这 4 种机器人的重要性排序依次是补给站>机器射手>机器哨兵>机器炮手，因为比赛中主要的攻击力来自机器射手，而射手需要在补给站补给弹药，所以补给站最重要，射手其次，炮手的攻击方式是发射高尔夫球，虽然威力大，但是没有视野，操作手需要凭借哨兵的视野来进行判断，同时哨兵还能够为队员提供全局视野，对战术配合很有益处，所以机器哨兵的重要性优于机器炮兵。其次对这 4 种机器人的设计及制作难度进行分析，在官方提供的机械开源资料中提供了夏令营机器射手的资料，其中包括机器射手和机器炮手的 solidworks 模型文件，所以制作可以参照模型进行，只需要对不合适的地方进行适当地修改即可，但是这两种机器人结构非常复杂，需要的标准件及自制件数量多且复杂，。机器哨兵和补给站的功能比较单一，结构比较简单，需要完全由自己设计和制作，还是存在一定难度的。总结起来这 4 种机器人的重要性及设计制作难度如下表所示。

表 1-1 机器人重要性及设计制作难度表

	重要性	设计难度	制作难度	综合难度
机器射手	2	底	高	中
机器炮手	4	底	高	中
机器哨兵	1	中	中	中
补给站	3	底	底	底

经过综合分析，可以得出以下结论：1、应先对官方模型进行分解，熟悉每一部分的结构，在此基础上进行结构的改进，在加工之前进行方案修改；2、在熟悉射手发射机构的基础上进行补给站的方案设计和制作；3、应尽早进行机器哨兵的方案设计与制作。所以在时间与精力的划分上应该要将较多的精力投入到哨兵设计制作以及炮手射手的方案修改制作上，同时要尽早确定补给站的方案并进行制作。比赛的准备时间不足 4 个月，机械部分一定要尽早完成以留给电控组进行编程调试和操作手进行练习操作，所以留给机械部分的时间是很有限的，要在 2 个月时间内完成所有的设计制作，后期调试阶段也要不断地对局部不合理的结构进行修改完善，难度是很大的。

下面将对不同的机器人具体的技术方案及实现过程进行分析。

2 机器哨兵

2.1 功能要求

机器哨兵要求是全自动机器人，用来攀登直径 90mm 高 2m 的瞭望塔，完成现场侦察任务，需安装摄像头及高清图传模块（组委会提供），在启动区内的尺寸不得超过 400mm×400mm×500mm。所以哨兵首先应向前运动一段距离，然后再向上爬行，爬到 2m 高度后停止，其中抱紧及爬杆的动作十分关键。

2.2 实现方案

2.2.1 方案一

根据以上要求，我们提出了哨兵爬杆机构的初步方案，设计尺寸草图及模型如图所示。

夹臂上安装有四组电机轮组，由四个电机直接驱动轮子转动实现向上爬行，同时考虑到侧面对管壁支撑的需要，分别在夹臂上下安装一个侧轮以防倾覆，哨兵向前运动通过普通小车底盘来实现。

该方案的优点是：夹紧容易；爬行由四个电机直接驱动，动力足；调节夹紧转动角度可以适应管径 90mm 的误差；侧面支撑轮有利于防倾覆。

该方案的缺点为：需要 4 个电机，结构复杂，电力需求大；一个舵机带动，夹紧可靠性不足；需要小车底盘，会增加体积及重量；未能充分考虑各部分的安装定位等问题。

综合考虑，决定对该方案进行如下修改：1、将爬行驱动移至下侧侧轮部分，爬行动作由侧轮驱动；2、将驱动侧轮贴地，前行动作也由侧轮驱动，将电机个数由 5 个减少为 1 个；3、材料选择质量轻且易于组装的材料组装；4、夹紧动作又两个舵机驱动以增加夹紧力。

2.2.2 方案二

我们购买了组装模型所用的塑料连接杆件，进行了改进方案的实验性制作，如图所示。

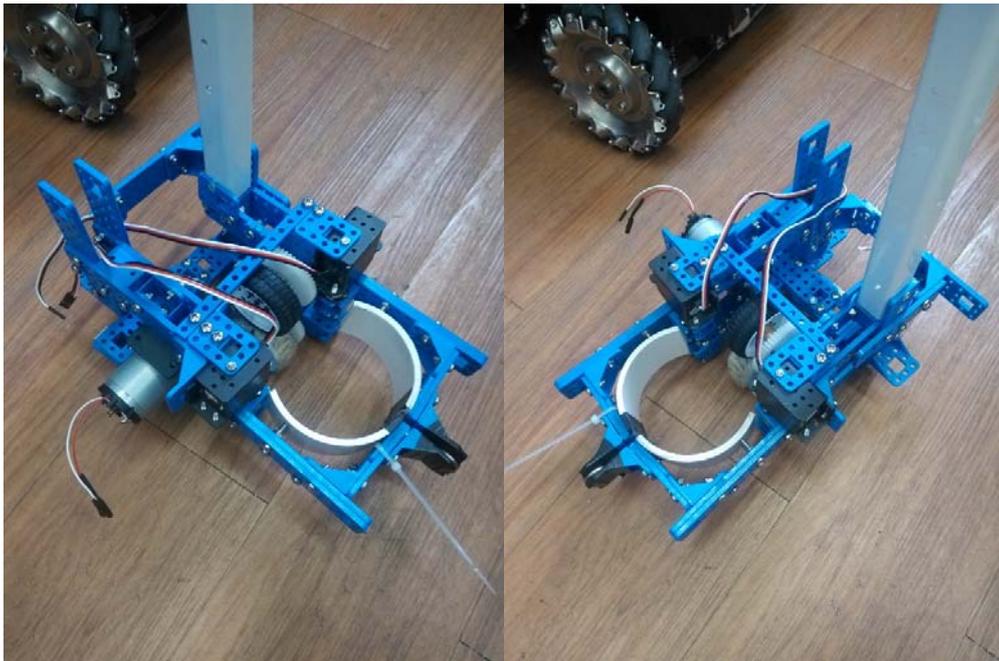




图 2-3 哨兵方案二实物图

该方案经过实际测试可以正常爬上 90mm 管子，并且可停在合适的高度不掉落。



图 2-4 哨兵爬升过程图

但是该方案仍然存在一些问题：1、塑料板材刚度差，受力后变形大，导致夹臂抱紧不可靠；2、夹臂位置靠下，不利于防倾覆；3、侧面电机质量较大，导致整体重心偏移，不利于进行直线爬升；4、塑料板材连接用了大量的螺丝螺母，导致整体质量较大；5、塑料板材虽然具有通用性，但是对尺寸仍然限制太大，部分位置需要凑尺寸；6、为减少变形，主要部位都用了两层板材加固，导致结构复杂；7、驱动轮是悬臂梁支撑，易变形，不利于正确抱紧；8、两轮直径形同，转速相同，同时接触管壁更有利于爬升，但是结构变形导致只有下侧的驱动轮可以接触管壁；9、夹臂上的半圆环与夹臂之间的连接不可靠，易移位；10、靠电机断电以后的反转力矩保持哨兵不掉落的方式没有机械方式可靠；11、电磁铁的固定方式不可靠；12、为增大摩擦力，对下侧轮表面要缠双面胶，爬升几次之后还需更换。

针对该方案存在的问题，我们经过讨论做了如下修改：1、改用不同尺寸的铝合金板以简化机构；2、舵机安装在夹臂下侧，使夹臂位置尽量靠上；3、轮子改用铝合金棒料切割得到，且轮轴两侧均进行支撑；4、改进磁铁安装方式；5、对齿轮安装棘爪使其不能反向以保证驱动轮不反向，哨兵能可靠停留在一定高度；6、根据电池、电路板尺寸等预留位置等。

2.2.3 方案三

在前两个方案的基础上，我们充分利用了能买到的铝合金规格以减少复杂零件的加工，用solidworks重新设计了新的哨兵方案，如图所示。

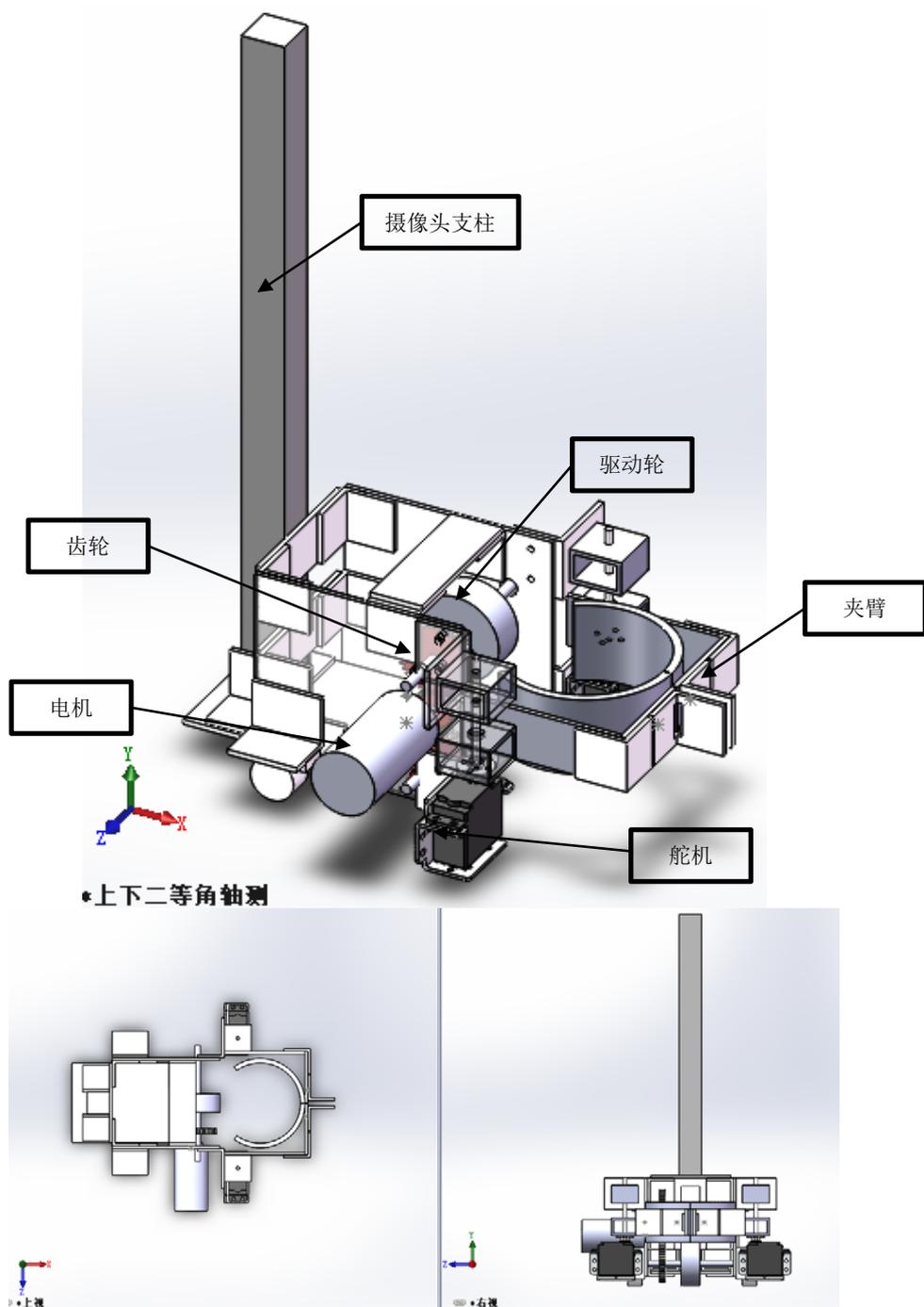


图 2-5 哨兵方案三设计三维模型

之后我们在淘宝购买了所需要规格及尺寸的铝合金件，利用台钻对所有板材进行了打孔，打孔前先将孔的尺寸位置打印出来，然后贴在铝板上，用样冲冲孔之后再行打孔，这样很好地保证了孔的位置及尺寸精度，最后进行了组装调试，实物如图所示。

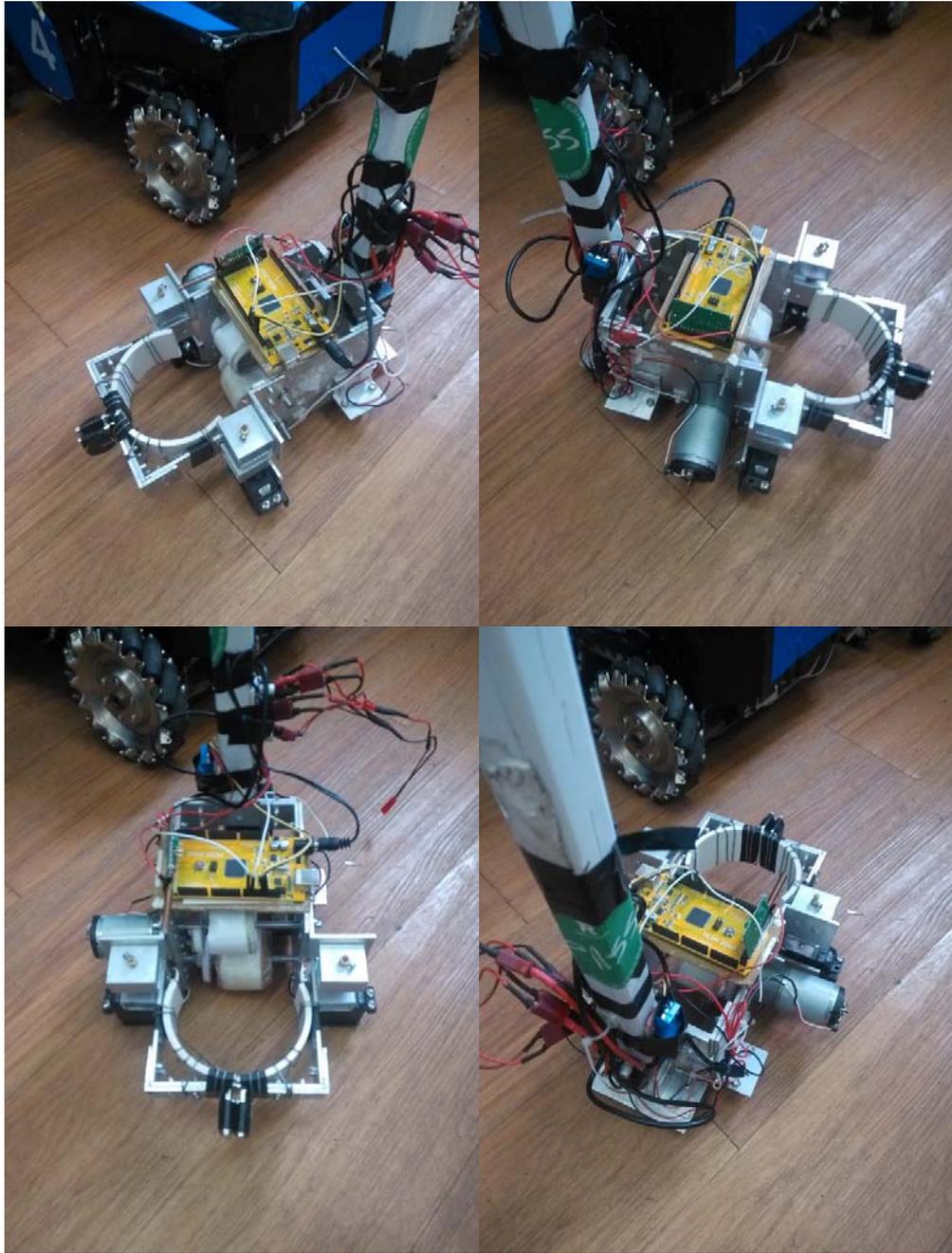


图 2-6 哨兵方案三实物图

该方案经过实际验证，可以实现功能，并且解决了方案二中的大部分问题，尤其是使用了一个小钢片作为齿轮的棘爪，使齿轮不能反转，能可靠地停留在预定位置。



图 2-7 哨兵齿轮棘爪图

但是仍有不合理之处。1、重心偏向电机一侧，导致爬升时会扭转，能实现爬升 1.5m 扭转 180° ，但是希望能爬升 2m 以提供更好的视野；2、选用的是 3mm 厚的铝合金，整体质量仍然较大，只有下侧驱动轮可以紧贴管壁，只有一个轮带动，负载较大；3、为增大摩擦力，对下侧轮表面要缠双面胶，爬升几次之后还需更换。

针对存在的问题，可以考虑从以下方面进行改进。1、去掉一个驱动轮，只用一个轮实现爬升，压缩体积；2、用 PVC 板、亚克力板或薄铝板以减轻整体质量，从而选择较小的电机，这一点尤为关键；3、电机布置尽量靠近中心，利用电池配重使整体重心不偏移；3、驱动轮用摩擦力更大的橡胶轮，不要使用双面胶。

2.3 花费明细

表 2-1 哨兵花费明细表

名称	数量	金额
金属轮毂	2	139
飞思卡尔轮胎	2	28.6
螃蟹王国模型配件		264.3
轮档	10	24
模型金属轴。轮档等		50
尼龙齿轮	8	261.9
联轴器	2	23
摄像头支架	1	59
铝排条		195
强磁铁	6	28.4
总计		1073.2

3 机器射手/炮手底盘

3.1 方案介绍

3.1.1 结构分析

机器射手和机器炮手的底盘是可以共用的，结构完全一样，故可以一起制作。底盘可以分为三部分，前部驱动、后部驱动、底盘中部，如图所示。

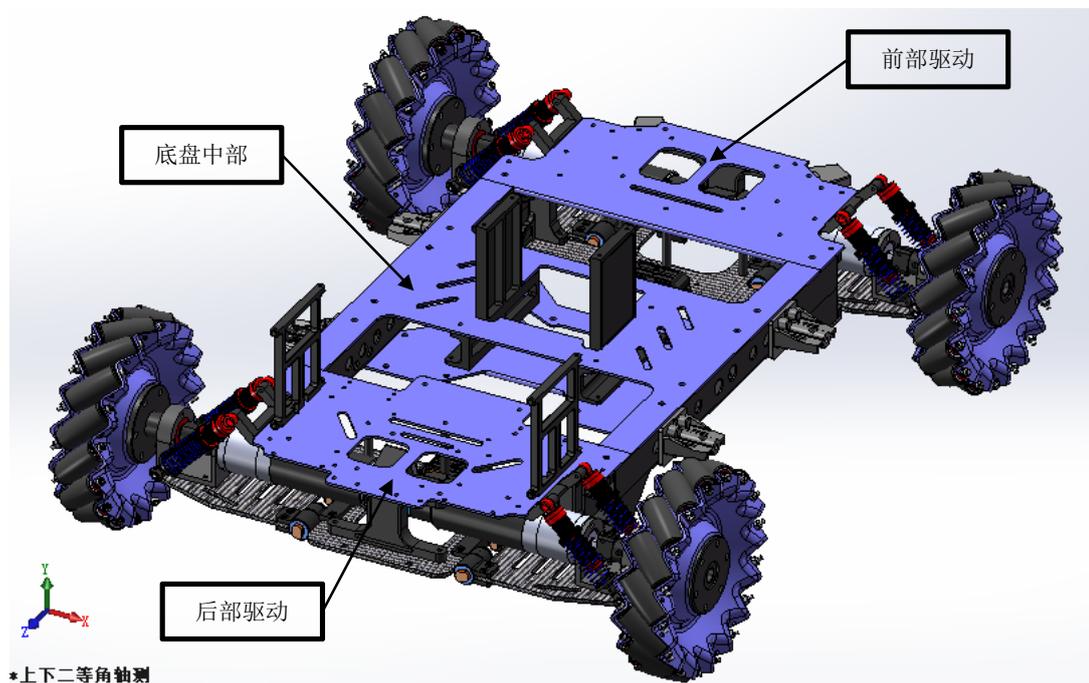


图 3-1 机器人底盘模型

其中，前部驱动和后部驱动只是上部钣金形状不同，区域部分完全相同，都包括：左右轮组，底部碳纤维板，避震器，旋转轴座，轴承，支撑件等，如图所示。

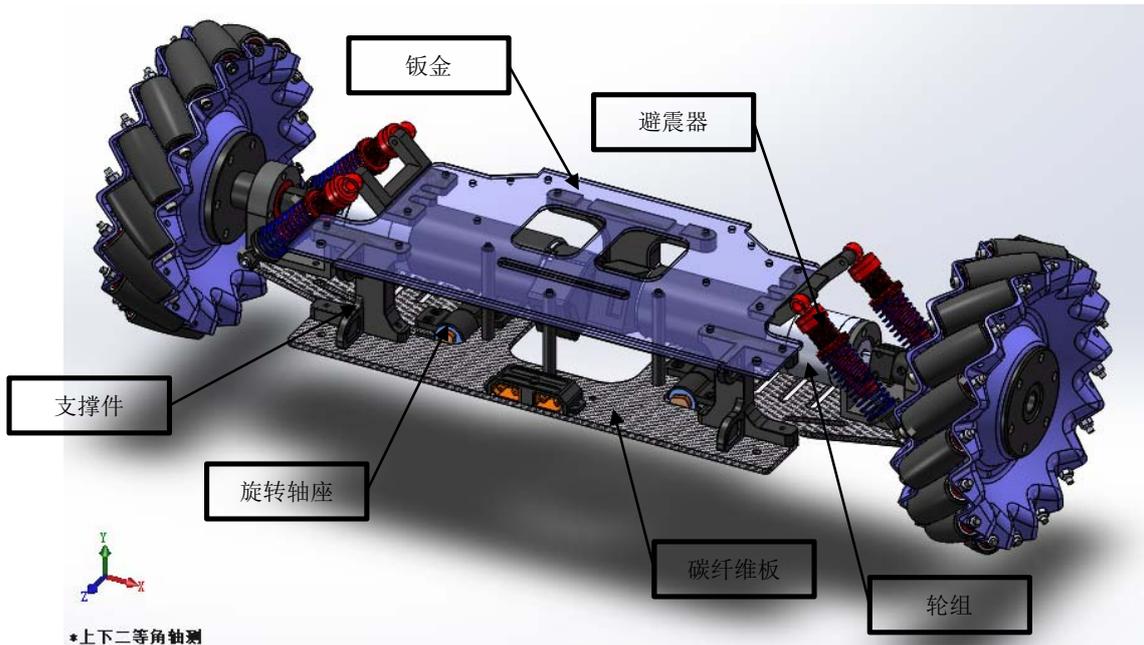


图 3-2 前部驱动

底盘中部包括钣金，横梁，车壳支撑等，如图所示。

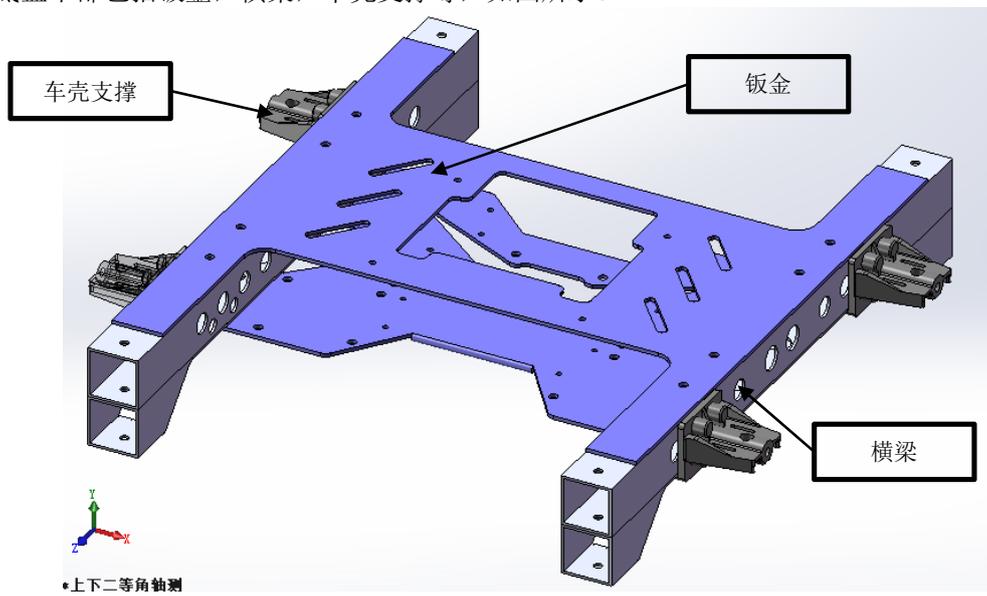


图 3-3 底盘中部

3.1.2 方案修改

官方提供的这个模型是夏令营时所用的，对于机器射手及炮手的要求来说，有些地方并不能满足要求，需要进行修改，具体的修改如下：

1、最终要安装车壳，因为两者的车壳不同，在软件中将车壳的模型按照距离地面 40-85mm 的要求装配到底盘上之后，发现射手车壳与车轮会发生干涉，可以将车轮向外偏移，两侧各偏移 5mm 后可以避免干涉，所以需要将车轴上法兰盘之后的光轴段伸长 5mm。

2、原有的车壳支撑不适用与现在的车壳，需要重新设计支撑，根据底盘上的现有孔以及车壳安装孔位置，利用铝排条和角铝作为车壳支撑，用螺丝对车壳进行支撑，如图所示。

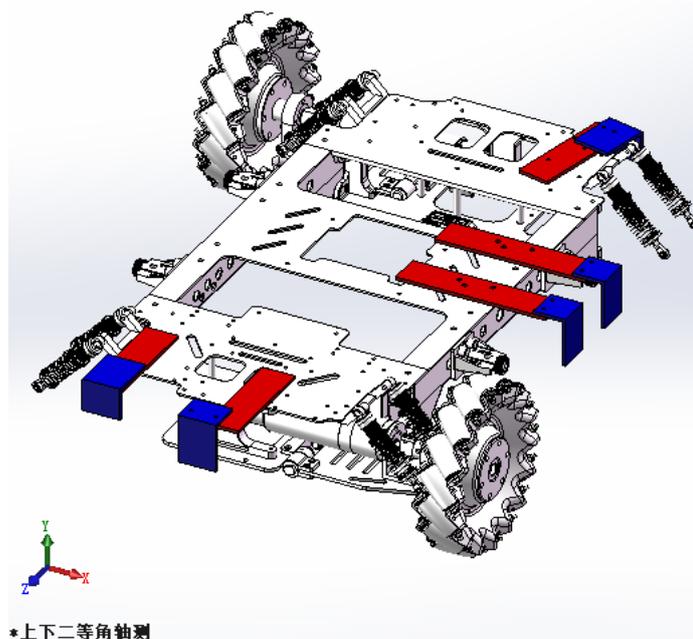


图 3-4 车壳新支撑件示意图

3、横梁部分可以改用相同外形尺寸的 PVC 管，不牺牲强度的情况下可以实现减重。

3.2 实现过程

以上是在设计方案的基础上进行的修改，之后进行的整体方案的制作对于标准件进行了购买，对于车轴、钣金等零件进行了定制，具体的实现方式如下表所示。

表 3-1 底盘购买物资表

名称	规格	数量
避震器	85mm	8x3
铜柱	50mm	6x3
铜柱（炮手用）	25mm	4
轴承（车轴，旋转座）	根据需要	根据需要
螺丝、螺母、轴端挡圈、铆钉等	根据需要	根据需要
铝排条、角铝	根据需要	根据需要
PVC 管	25X25mm	根据需要

表 3-2 底盘零件机械加工明细表

名称	材料	数量	加工方式
射手车轴	45 钢	8	CNC
炮手车轴	45 钢	4	CNC
钣金	不锈钢、铝合金	24	水切割
碳纤维板	碳纤维	6	激光切割
减震轴承座	6065 铝合金	12	CNC
避震上支架	6065 铝合金	12	CNC
旋转座	6065 铝合金	24	CNC
旋转轴配合座	6065 铝合金	12	CNC
联轴器	6065 铝合金	24	CNC
底盘支撑	光敏树脂、PLA	18	3D 打印

3.3 存在问题及解决

在加工与组装的过程中，发现了这样一些问题：

1、模型上避震器长度较长，在 100mm 左右，但是实际中不应选这么长的规格，因为在机器人搬运时，车轮一旦悬空，会导致车轮下垂，电机与钣金相碰撞，对电机不利，当车轮垂直地面是，避震器两安装孔之间的距离为 82mm 左右，所以应选择接近该尺寸的避震器规格，最终选择了 85mm 的规格。同时因为普通避震器靠螺母旋转来调节刚度，但是螺纹部分是塑料材质，容易滑丝，所以我们选择了调节片调节刚度的避震器。

2、由于车身轮组外的整体重量都靠 8 个避震器支撑，而车体重量较大，导致避震器弹簧刚度不足以支撑起整体重量，所以才去更换弹簧的办法加以改善。最初选择了丝径 1.2，外径 18 的长弹簧剪短后安装，车身质量很大是就需要很长的弹簧，弹簧过长会导致安装后扭曲，后来实验了丝径 2，外径 18 的定长弹簧，选择了长度 50、55、60mm 的不同规格，根据所需刚度的不同选择不同长度的弹簧安装，以保证车轮与地面的垂直。

3、底盘支撑件结构较复杂，选择了 3D 打印加工的方式，但是材料脆性大，在底盘撞击过程中易碎裂，所以后来都改用 50mm 铜柱支撑。

4、底盘旋转轴位置中间是轴加自锁螺母与一系列轴承配合的，其中的轴外径是 7mm，可以找到轴径 1/4 英寸（6.35mm）的塞打螺丝，通过胶带适当扩大轴径后可以代替该轴，从而省去了 24 个零件的加工。

5、碳纤维板价格较高，射手整体重量远远小于 15kg，故可以用相同尺寸的铝合金板或不锈钢板代替，以降低成本。

3.4 实物模型

最终组装完成的底盘如图所示。

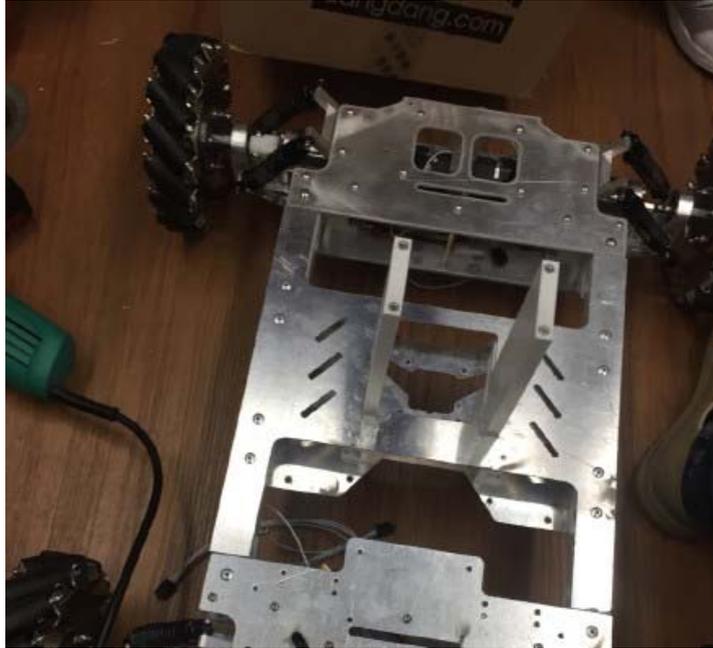


图 3-5 底盘组装完成图

4 射手发射机构

4.1 方案介绍

4.1.1 结构分析

机器射手的发射机构包括以下三部分：云台支撑板，通用型云台，摩擦轮发射机构，如图所示。

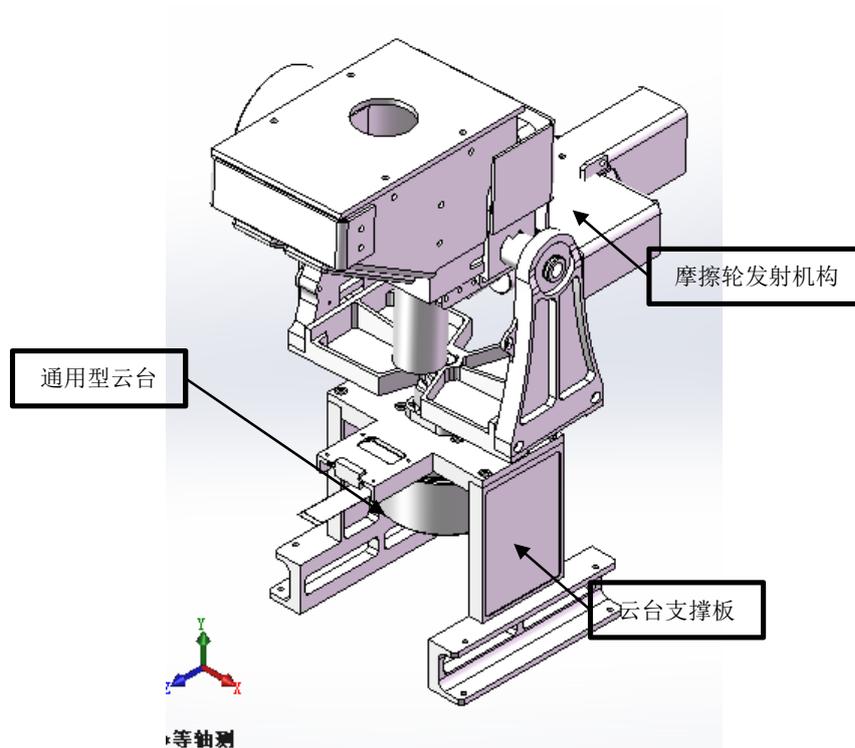


图 4-1 射手发射机构模型

其中，两块云台支撑板支撑起整个机构，通用型云台提供了发射机构的水平旋转和俯仰运动，摩擦轮发射机构包括防护罩、机架、摩擦轮、送弹拨盘、拨盘电机、固定座、机架、转向块等组成，是利用拨盘送弹摩擦轮挤压发射实现发射的。

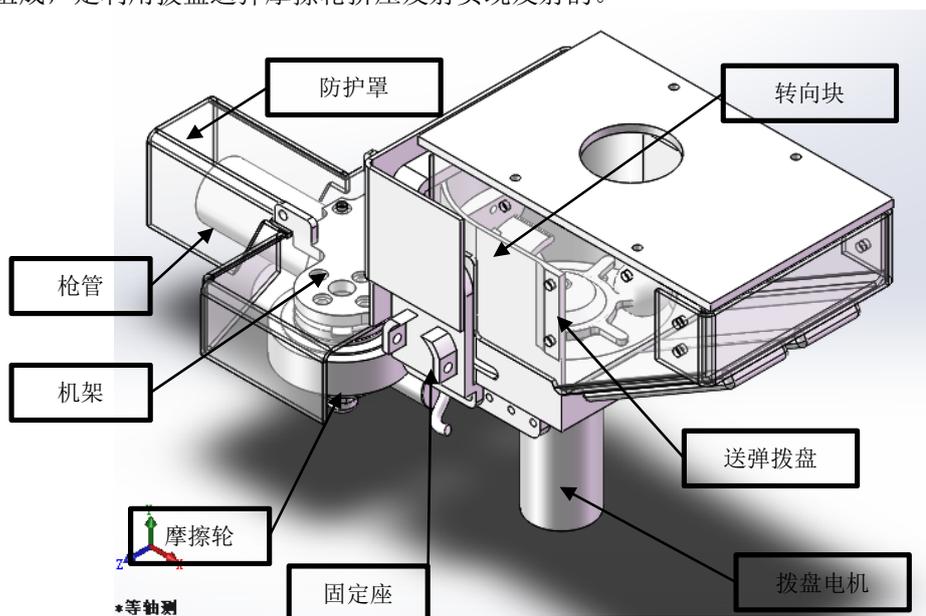


图 4-2 摩擦轮发射机构

4.1.2 方案修改

上图是我们修改后的方案，主要进行了如下修改：

- 1、加高弹夹，原来模型的弹夹只可以装 50 发左右的子弹，比赛中要能够一次装 100 发子弹，所以将弹夹进行加高。
- 2、修改防护罩，原有模型机架上安装了电路板，防护罩较复杂，修改为简单折弯的防护罩，对摩擦轮以及弹夹前侧进行防护。
- 3、删除了枪管侧板、弹夹下侧板等没有功能实用性的零件以节约成本。
- 4、加厚云台支撑板、固定座、机架等零件，由于是利用 3D 打印的方式加工，所以有必要进行加厚以增强刚度。
- 5、修改安装电路板的零件外形，由于电路板安装在底盘上，所以这些位置的结构是没有必要的。

4.2 实现方式

发射机构零件的实现方式如下表所示。

表 4-1 射手发射机构零件加工明细表

名称	材料	数量	加工方式
防护罩	6065 铝合金	4	激光切割、折弯
弹匣漏斗板	6065 铝合金	2	激光切割、折弯
枪管	光敏树脂	2	3D 打印
固定座	PLA	2	3D 打印
摩擦轮机架	PLA	2	3D 打印
拨盘	光敏树脂	2	3D 打印
转向块	光敏树脂	2	3D 打印
云台支撑板	PLA	2	3D 打印
水平电机座	PLA	2	3D 打印
激光固定座	PLA	2	3D 打印
弹匣机架	PLA	2	3D 打印
导通支架	光敏树脂	2	3D 打印

4.3 存在问题及解决

在加工与组装的过程中，发现了如下一些问题：

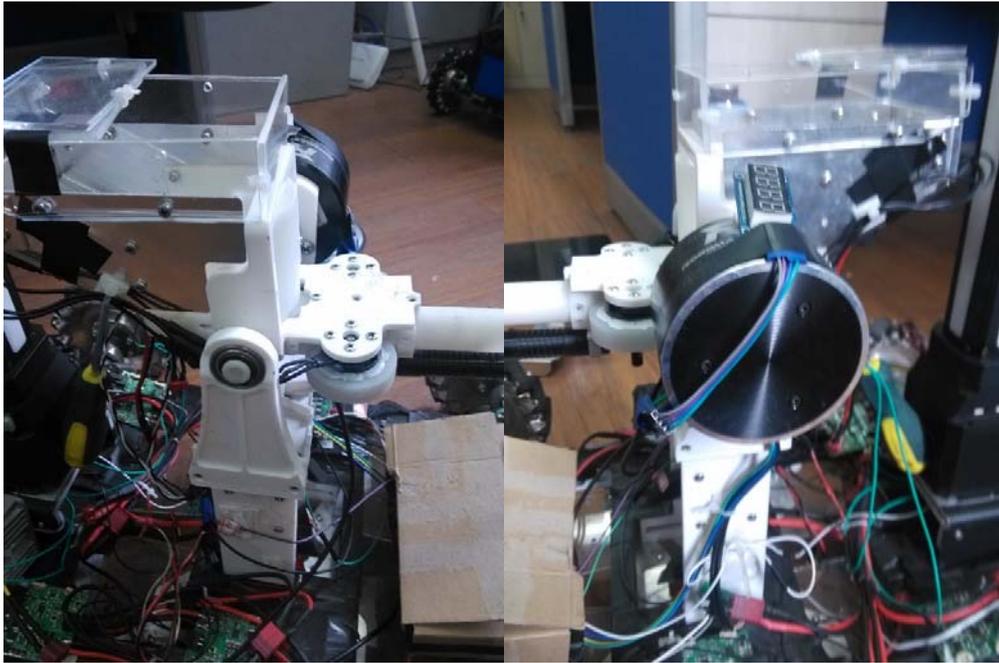
1、所有 3D 打印的零件最初均为光敏树脂材料打印的，虽然精度较高，但是强度不够，容易碎，之后尝试了 PLA 打印，精度虽然不够但是强度高、韧性好，所以最后除了精度要求高的枪管、导通支架、拨盘、弹匣等零件，其余均选择了 PLA 材料打印的方式。

2、硅胶圈是直接套在电机外圈的，当电机转速过快时，硅胶圈容易甩出，由于最初并没有考虑硅胶圈衬套的加工，所以后面采用了胶粘的方式，将硅胶圈用 AB 胶粘在电机表面，但是由于硅胶材料的特殊性，AB 胶与硅胶并不会粘接，所以采用了在电机侧面装硅胶圈的位置上下用 AB 胶粘出一个挡圈，以阻碍硅胶圈飞出，后来证明该方案可行。

3、导通支架原模型上是两半拼合后再与枪管和弹匣安装的，最初是分开来打印的，对安装带来不便，而且安装后接口处不光滑，后期采用把导通支架与枪管合成一个零件打印的方式，便于安装且尺寸合适。

4、拨盘是 3D 打印的，没有螺纹孔，所以与电机轴的连接只能通过 AB 胶粘，一旦粘接位置不合适便很难更换，所以应该用金属加工。

最终组装完成的发射机构如图所示。



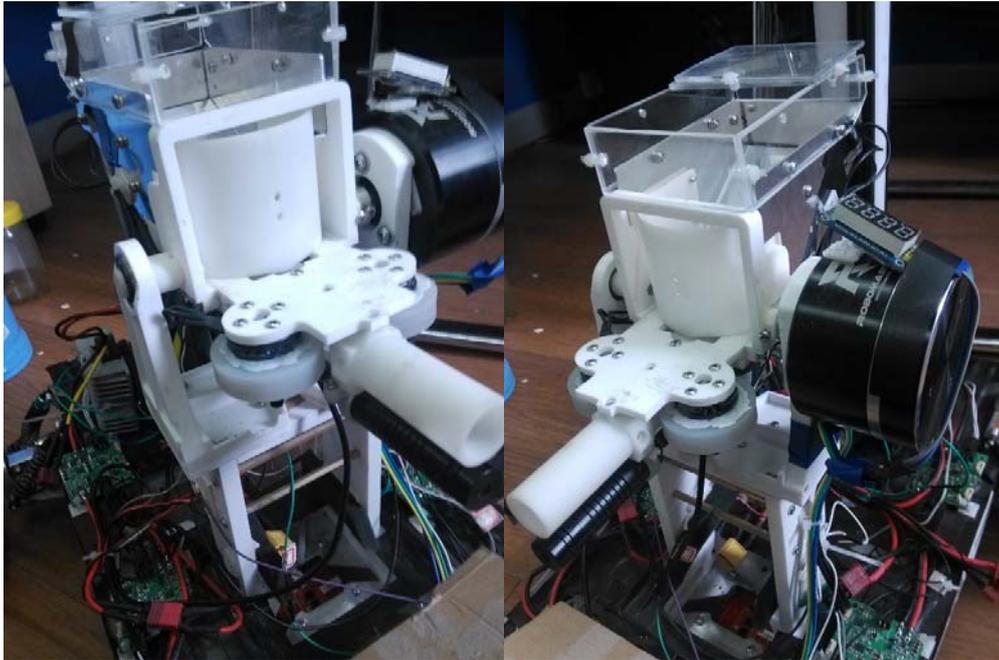


图 4-3 射手发射机构实物图

因为控制及操作的需要，在最终完成的发射机构上取消了云台的水平旋转部分，改为上下用螺丝固定连接，同时用铜柱加固云台支撑板，如图所示。

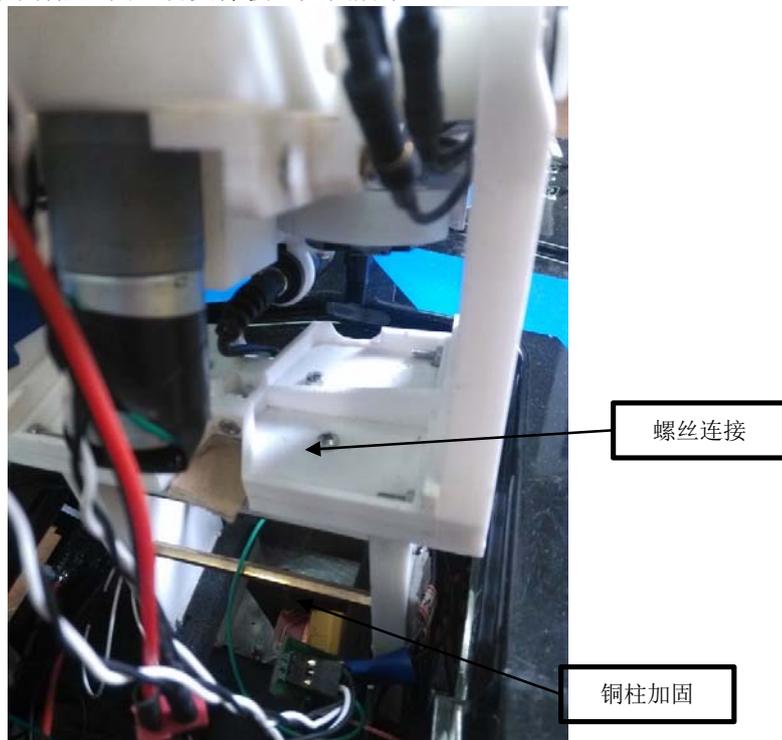


图 4-4 云台上下固定连接示意图

因为整体结构是 3D 打印的，材料较脆，有必要加防护挡板，所以增加了铝合金折弯的两块

防护罩。同时整体重心偏后，尤其是装满子弹后，枪口的俯仰很困难，需要在枪口前端加配重，利用了一块长铝排条作为配重，并且在上面标记了操作手视角下的水平位置，增加的结构如下图所示。

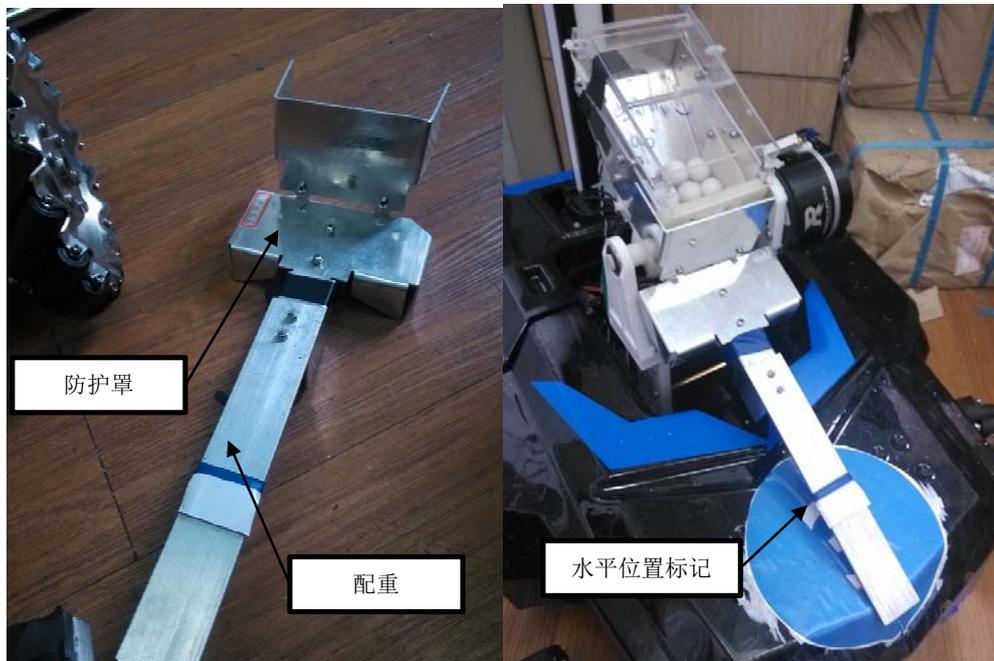


图 4-5 防护罩及配重示意图

5 炮手发射机构

5.1 方案介绍

5.1.1 结构分析

炮手发射机构原有的方案是用摩擦轮发射，但是据参加过夏令营的同学反应摩擦轮发射距离有限，打不远，同时规则中又规定了可以使用不超过 0.8Mpa 的气动，而且经过计算气动完全可以实现将 42g 的高尔夫球打出 15m 远的目的，所以我们打算采用气动方案，方案的模型如图所示。

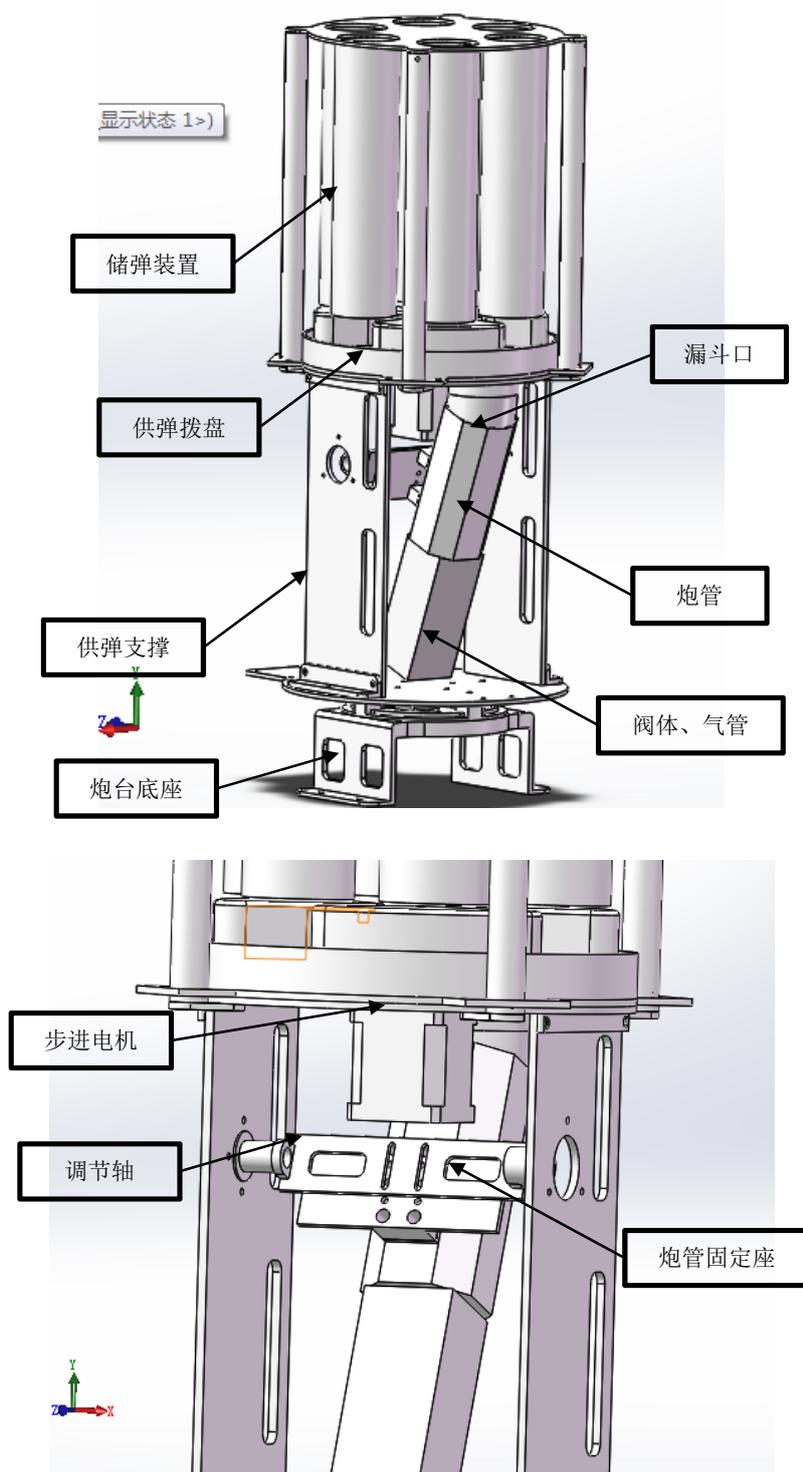


图 5-1 气动炮手发射机构模型

5.1.2 方案修改

该方案高尔夫球的装弹机构和云台仍然沿用官方的模型，但是舍弃了摩擦轮发射方案，进行了如下修改：

- 1、因为电磁阀需要安装在炮管下部，且阀体后部还要连接气管，所以把两侧的供弹支撑板加长到可以容纳机构且不超过总高度限制。
- 2、对安装摩擦轮电机的零件进行了修改，简化了结构。
- 3、重新设计了炮管结构，内径 43mm，后部通过管螺纹连接电磁阀。
- 4、装弹方式改为从炮管前部装弹，设计了有一定斜度的漏斗口。
- 5、简化侧面供弹支撑板的结构，用角铝实现支撑板上下的连接。
- 6、储弹装置原有碳纤维管支撑改为铝合金管支撑，通过轴支座与上下盖板连接。

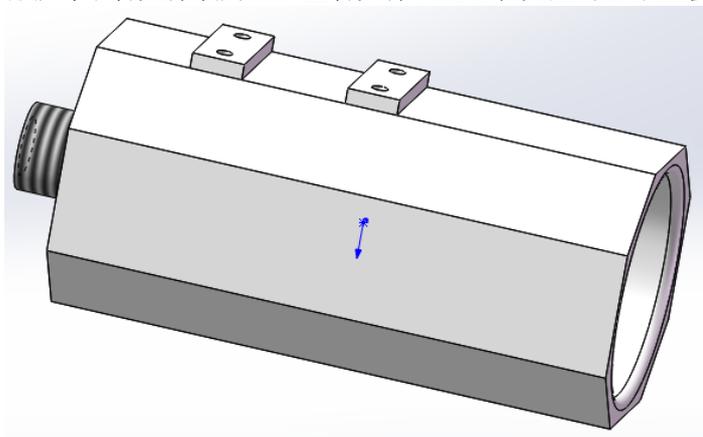


图 5-2 炮管模型图

5.2 实现方式

发射机构零件各的实现方式如下表所示。

表 5-1 炮手发射机构购买物资表

名称	规格	数量
轴承	12x21x5	1
平面滚针轴承	120	1
轴固定座	12	8
角铝	根据需要	根据需要

表 5-2 炮手发射机构零件加工明细表

名称	材料	数量	加工方式
填弹装置上下盖	PVC 板	2	激光切割
储弹管	有机玻璃	6	切割, 粘接
填弹装置支撑管	铝合金	4	切割
拨轮	6065 铝合金	1	CNC
拨盘	PLA	3	3D 打印
圆盘挡板	PVC	1	切割, 粘接
供弹支撑架(左、右)	7075 铝合金	2	CNC
调节轴	7075 铝合金	1	CNC
炮管固定座	7075 铝合金	1	CNC
炮管	7075 铝合金	1	CNC
云台面板	6065 铝合金	1	切割
电机固定座	6065 铝合金	1	CNC
滚针配合座	PLA	1	3D 打印
炮台底座	PLA	1	3D 打印
轴承盖板	PVC	1	切割

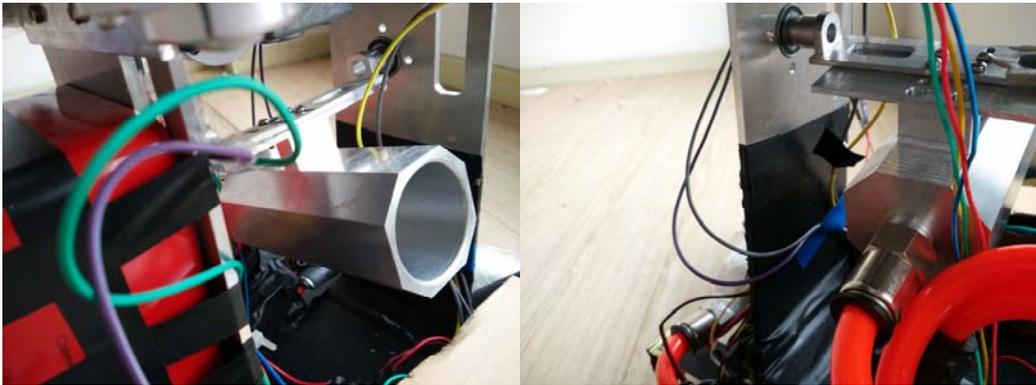
5.3 存在问题

在加工与组装的过程中, 发现了如下一些问题:

- 1、安装的角铝干涉了滚针配合座的安装孔, 事先应该留出槽或孔。
- 2、供弹支撑架侧面应该多开一些槽以利于减重。
- 3、调节轴受力大, 尤其是扭转力, 所以该零件应该加固, 如加厚壁厚。

5.4 实物模型

最终组装完成的炮手发射机构如图所示。



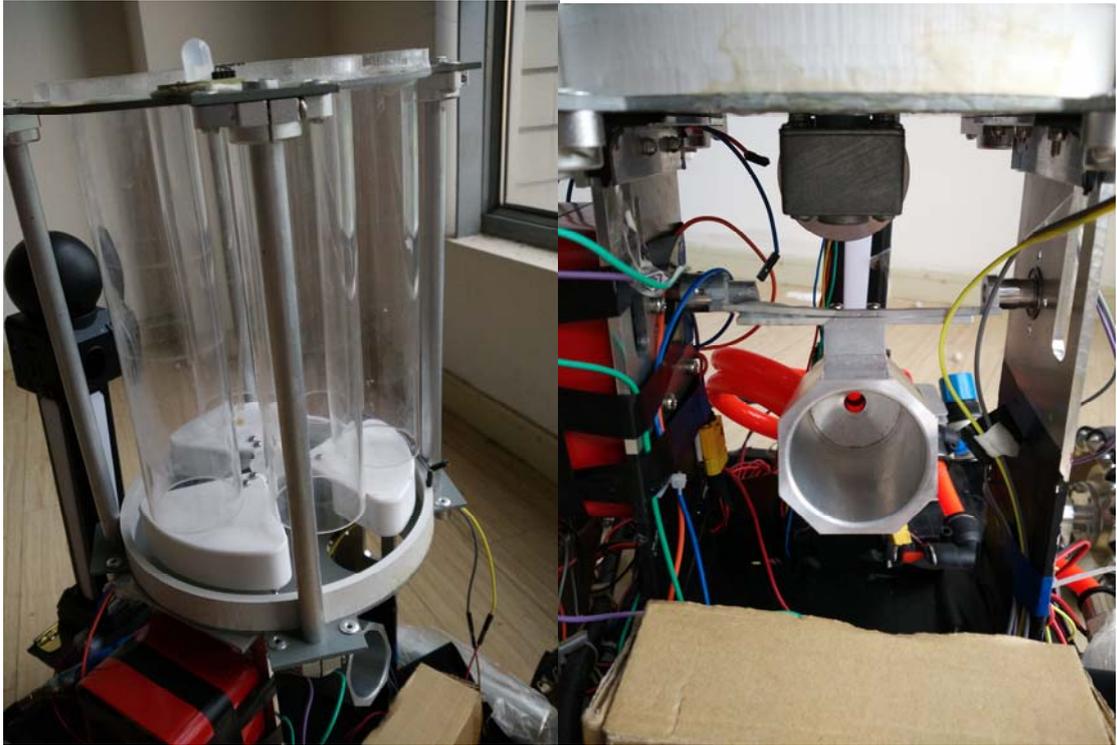


图 5-3 炮手发射机构实物图

6 补给站

6.1 功能要求

补给站的功能是给机器射手补给子弹，要求尺寸不超过 800x800x800mm，比赛开始时补给站中有 200 发子弹，射手需要到补给站进行补给。

6.2 实现方案

6.2.1 方案一

最初的思路是用机械式的漏斗，口部有挡板，射手撞开挡板子弹下落进入弹匣中，所以设计了如下图所示的方案。

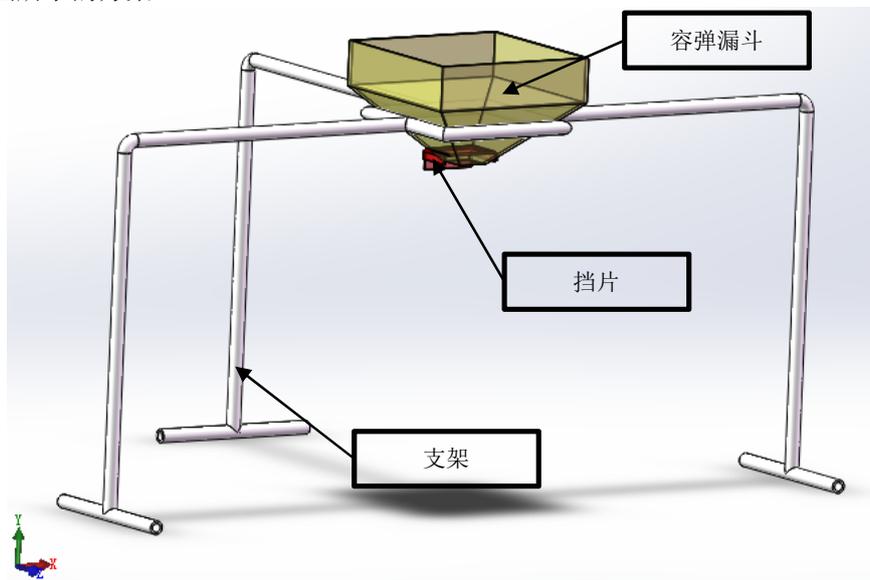


图 6-1 补给站方案一模型

该方案设计的补给站是由漏斗、支架、挡片组成的，机器人撞开挡片后，子弹会从漏斗漏下。该方案的优点是：支架稳固，漏斗大，结构简单。该方案的缺点是：一次只能容纳一辆车补给；难以实现多次补给。

在制作完成漏斗后发现子弹掉落时会都在漏斗口，因为多个子弹同时挤在出口，导致阻塞，所以我们通过实现设计了一种新式的漏斗结构，如图所示。

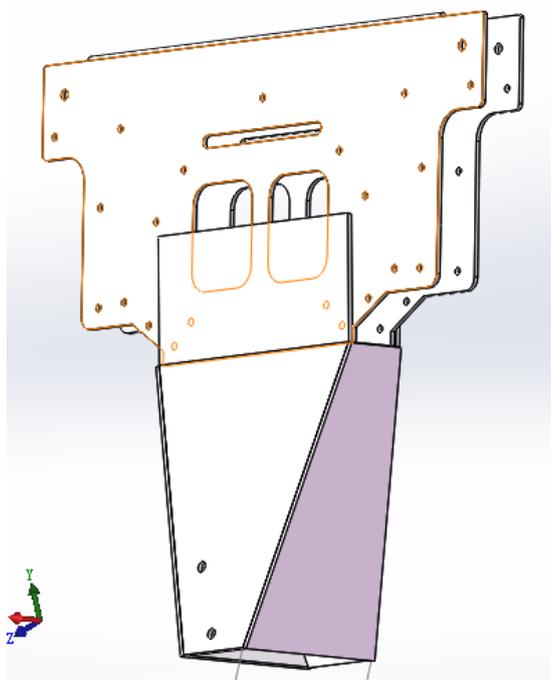


图 6-2 新漏斗模型

该方案利用了之前加工废弃的金属板，同时提出了一种新式变口径的口部结构，使漏斗方形口部尺寸随着眼神变化，一条边缩短的同时另一条边伸长，保证每个截面面积几乎相同，即每一个截面上容纳的球数量相同，同时口部尺寸的变化打破了球的有序排列，所以球在漏斗中不会堵住，能保证顺利下落补给。

我们根据设计和实验制作了一个漏斗实物，如图所示。



图 6-3 新漏斗实物图

虽然该方案解决了漏斗堵球的问题,但是球的下落速度依旧很快,这就要求弹匣开口要大,要能同时容纳大量的球下落,但是弹匣开口大之后会导致机器人在运动颠簸时会洒出部分子弹,补给的效率高但是可靠性不高。而且该方案任然没有解决多次补给的问题。所以需要考虑新的方案。

6.2.2 方案二

经过讨论,我们提出了第二个方案,该方案是受到射手发射机构拨盘的影响,用PVC管作为容弹器,底部装有拨盘,并且开有小孔,连接一段弯管,当电机带动拨盘转动时,子弹即从小孔中落下,所以在射手弹匣能撞击到的位置上安装了一个小按钮开关,撞击开关后,电机启动,子弹落下,实现补给,同时安装两个这样的机构,就可以实现两辆车的同时多次补给。基于这样的思路,我们制作了如图所示的补给站。

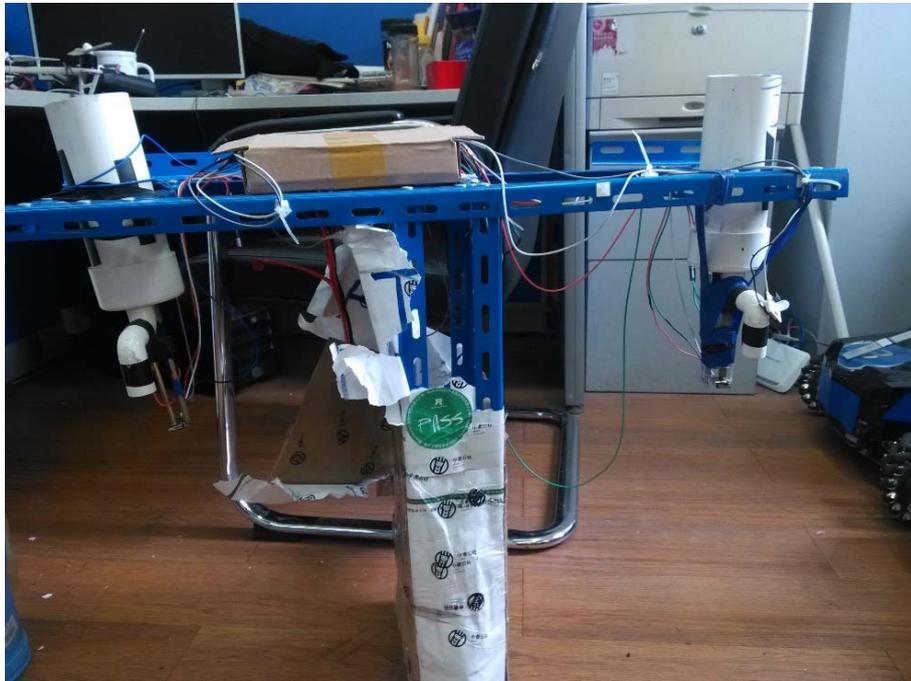


图 6-4 补给站实物外形图

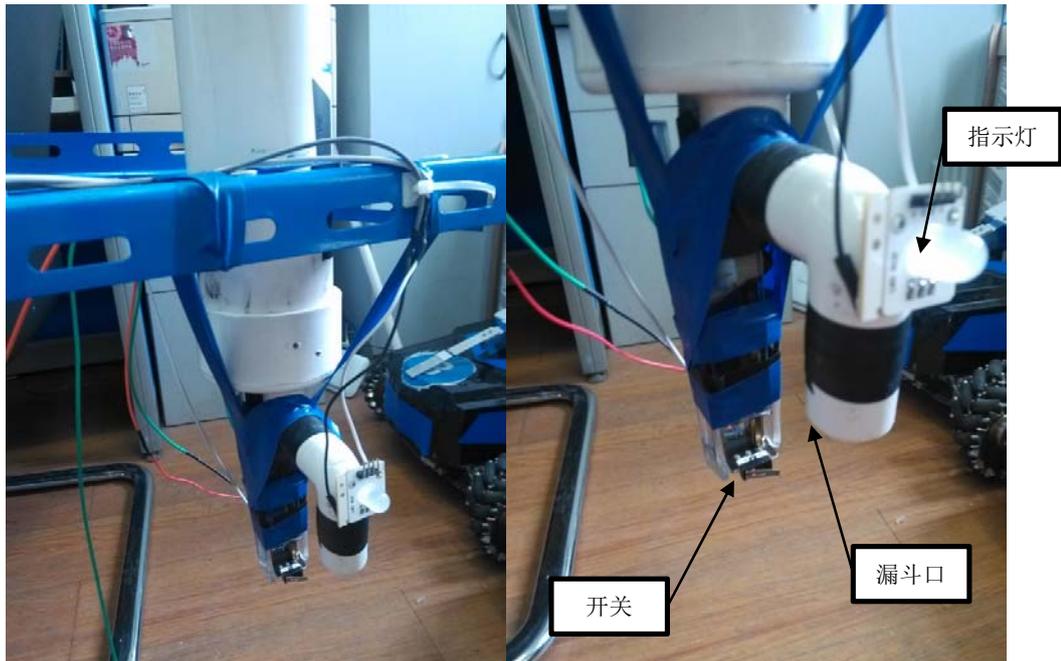


图 6-5 补给站储弹器

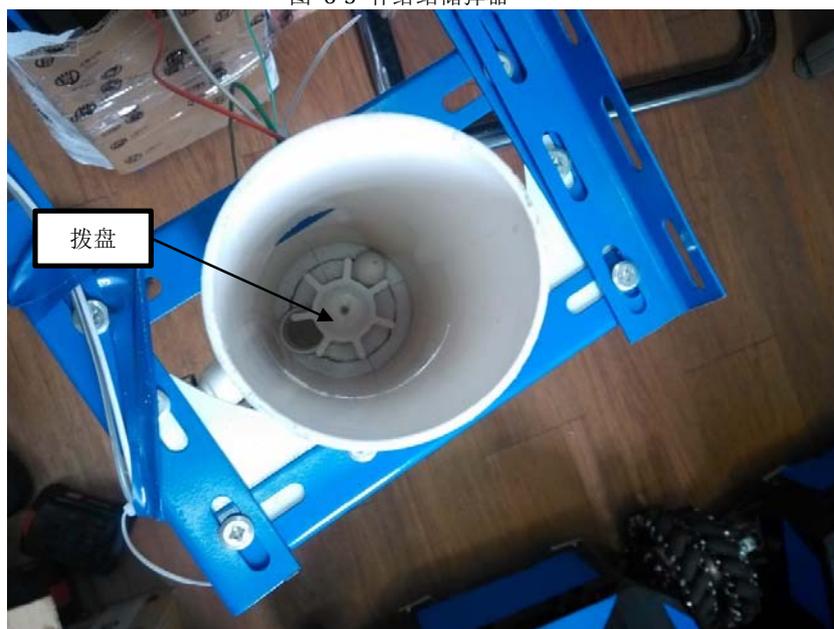


图 6-6 拨盘示意图

6.3 存在问题及解决思路

该方案仍然存在一些待解决的问题：1、开关太小，撞击操作要求高，应有更可靠的出发装置；2、补给站装弹前，拨盘初始位置要求遮挡住孔口，否则装入的子弹会有部分漏出。3、整体支架稳固性欠缺，应有辅助支撑。

7 3D 打印的应用分析

7.1 快速成型使用技术介绍

7.1.1 PLA

PLA 是生物降解塑料聚乳酸的英文简写，全写为：polylactic acid

聚乳酸也称为聚丙交酯(poly lactide)，属于聚酯家族。聚乳酸是以乳酸为主要原料聚合得到的聚合物，原料来源充分而且可以再生,主要以玉米、木薯等为原料。聚乳酸的生产过程无污染，而且产品可以生物降解，实现在自然界中的循环，因此是理想的绿色高分子材料。

聚乳酸的热稳定性好，加工温度 170~230℃，有好的抗溶剂性，可用多种方式进行加工，如挤压、纺丝、双轴拉伸，注射吹塑。由聚乳酸制成的产品除能生物降解外，生物相容性、光泽度、透明性、手感和耐热性好，还具有一定的耐菌性、阻燃性和抗紫外性，因此用途十分广泛，可用作包装材料、纤维和非织造物等，目前主要用于服装(内衣、外衣)、产业(建筑、农业、林业、造纸)和医疗卫生等领域。

PLA 最大的制造商是美国 NatureWorks 公司，其次是中国的海正生物，他们目前的产量分别是 7 万吨和 5 千吨。PLA 有很多的应用，可以在挤出、注塑、拉膜、纺丝等多领域应用。



图 7-1 常用 PLA 熔丝

7.1.2 SLA

SLA 是 "Stereo Lithography Apparatus" 的缩写，即立体光固化成型法。

用特定波长与强度的激光聚焦到光固化材料表面，使之由点到线，由线到面顺序凝固，完成一个层面的绘图作业，然后升降台在垂直方向移动一个层片的高度，再固化另一个层面。这样层层叠加构成一个三维实体。

SLA 是最早实用化的快速成形技术，采用液态光敏树脂原料。其工艺过程是，首先通过 CAD 设计出三维实体模型，利用离散程序将模型进行切片处理，设计扫描路径，产生的数据将精确

控制激光扫描器和升降台的运动；激光光束通过数控装置控制的扫描器，按设计的扫描路径照射到液态光敏树脂表面，使表面特定区域内的一层树脂固化后，当一层加工完毕后，就生成零件的一个截面；然后升降台下降一定距离，固化层上覆盖另一层液态树脂，再进行第二层扫描，第二固化层牢固地粘结在前一固化层上，这样一层层叠加而成三维工件原型。将原型从树脂中取出后，进行最终固化，再经打光、电镀、喷漆或着色处理即得到要求的产品。

SLA 技术主要用于制造多种模具、模型等；还可以在原料中通过加入其它成分，用 SLA 原型模代替熔模精密铸造中的蜡模。SLA 技术成形速度较快，精度较高，但由于树脂固化过程中产生收缩，不可避免地会产生应力或引起形变。因此开发收缩小、固化快、强度高的光敏材料是其发展趋势。

技术优势

- 1.光固化成型法是最早出现的快速原型制造工艺，成熟度高，经过时间的检验。
- 2.由 CAD 数字模型直接制成原型，加工速度快，产品生产周期短，无需切削工具与模具。
- 3.可以加工结构外形复杂或使用传统手段难于成型的原型和模具。
- 4.使 CAD 数字模型直观化，降低错误修复的成本。
- 5.为实验提供试样，可以对计算机仿真计算的结果进行验证与校核。
- 6.可联机操作，可远程控制，利于生产的自动化。

技术缺陷

- 1.SLA 系统造价高昂，使用和维护成本过高。
- 2.SLA 系统是要对液体进行操作的精密设备，对工作环境要求苛刻。
- 3.成型件多为树脂类，强度，刚度，耐热性有限，不利于长时间保存。
- 4.预处理软件与驱动软件运算量大，与加工效果关联性太高。
- 5.软件系统操作复杂，入门困难；使用的文件格式不为广大设计人员熟悉。
- 6.立体光固化成型技术被单一公司所垄断。

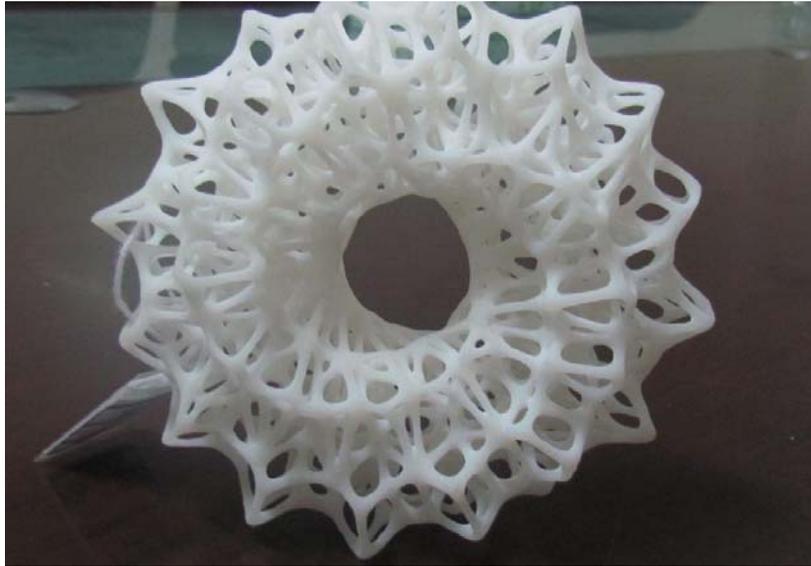


图 7-2 SLA 快速成型案例

7.2 Robomaster 机器人快速成型应用分析

Robomaster 机器人中的我们主要使用快速造型的是射手机器人的云台和底板的支架部分。下图是射手机器人云台的截图。

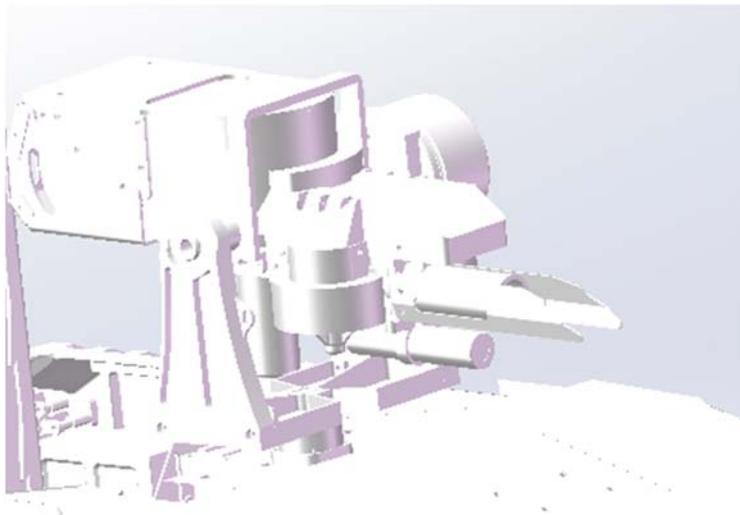
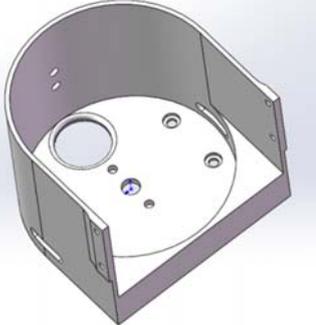
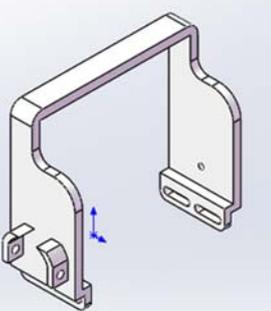
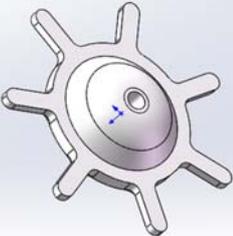
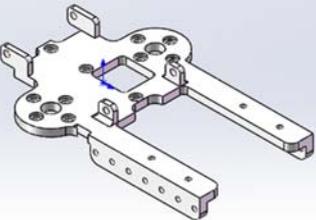


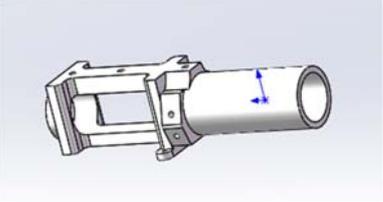
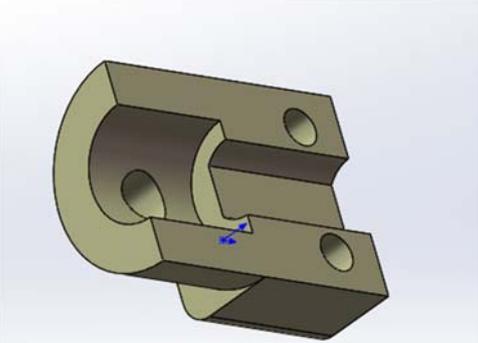
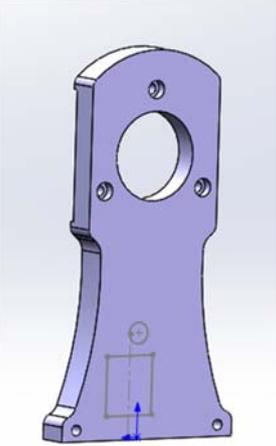
图 7-3 射手云台模型截图

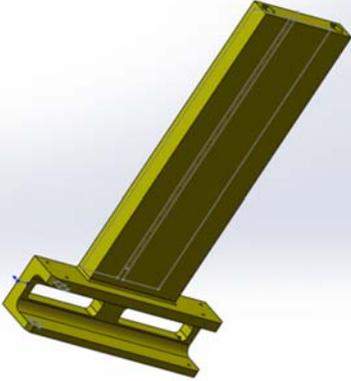
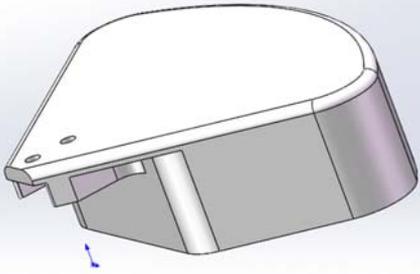
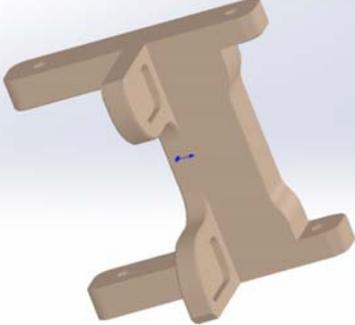
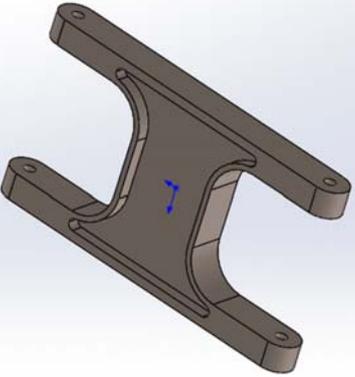
云台使用快速成型直走的原因主要是：金属加工价格高昂。这可能也是很多参赛队遇到的问题，在没有将官方所给方案优化的情况华，金属加工的费用很高，一根枪管的制造费就在 500 左右，在加工过程中，制造商如果没有控制好加工精度，会导致最后在装配和使用中造成不便。

下表是所打印零件清单

表 7-1 打印零件清单

模型	名称	问题&解决方案
	<p>弹匣，作为储弹装置的 前端，与枪管相连接，并 且与拨盘电机直接安 装，整个弹匣安装在机 架上。</p>	<p>原始的弹匣方案，整体 的壁厚比较小，如果使 用 3D 打印的话，强度很 难保证，所以在打印前， 对壁厚进行了加厚，最 厚的成品方案达到了预 计的设计效果。</p>
	<p>固定座，用来固定射弹 装置，与云台支撑相连 接。</p>	<p>固定座的问题同样是两 侧壁厚太小，它需要承 受比较大的重量，所以 也进行了加厚。</p>
	<p>拨盘，发射时用来拨弹 供给，直接和拨盘电机 轴相连。</p>	<p>拨盘直接按照原来的模 型方案打印，在安装时， 直接使用 AB 胶和拨盘 电机相连。</p>
	<p>摩擦轮机架，用来承担 整个云台的前后固定， 包括枪管，弹匣和弹匣 后部。主要的是两个摩 擦轮电机需要直接安装 其上。</p>	<p>摩擦轮机架，首先我们 对模型进行了简化，对 于前侧不必要的安装耳 进行去除，主要的问题 是解决螺纹孔不能 3D 打印。我们通过在螺纹 孔相应位置进行六角螺 母造型的挖空，在打印 之后用 AB 胶进行粘接， 最后也达到了预期效</p>

		<p>果。在第一次使用 SLA 打印之后,我们发现 SLA 的强度很难令人满意,所以后来使用了 PLA 进行替代。</p>
 <p>A 3D CAD model of a friction gun head, showing a cylindrical barrel with a trigger mechanism on the side. A blue double-headed arrow indicates the length of the barrel.</p>	<p>摩擦枪头, 用来发射子弹。</p>	<p>摩擦轮枪头需要比较大的精度, 这样在发射子弹过程中才不会有很大的能量损耗。使用 SLA 打印。</p>
 <p>A 3D CAD model of a coupling, showing a complex, hollow, cast-like structure with a central opening and several mounting holes. A blue double-headed arrow indicates the width of the central opening.</p>	<p>联轴器, 用来连接麦克纳姆轮的轮轴和电机轴, 需要承受比较大的扭矩。</p>	<p>联轴器开始使用 SLA 打印, 在没有将整车安装完之前, 使用完全没有问题, 但是再后来实际训练过程中遇到联轴器断裂的问题, 后来试着替换 PLA 来使用, 但是由于 PLA 耐扭矩很差, 空心结构, 所以最后 3D 快速成型方案被推翻。最终使用了金属制作。</p>
 <p>A 3D CAD model of a camera support, showing a purple-colored, T-shaped structure with a large circular hole at the top and a smaller one at the bottom. A blue double-headed arrow indicates the width of the base.</p>	<p>用来支撑起上部云台, 和固定座相连。</p>	<p>云台支撑主要是将不必要的安装孔都填掉, 先采用 SLA 打印, 最后一批使用了 PLA 打印。</p>

	<p>云台架支撑，连接底盘和射手云台。</p>	<p>云台架支撑并未遇到比较大的问题。使用 PLA 打印</p>
	<p>炮手的炮弹拨盘。</p>	<p>这是最满意的 PLA 打印物件。从造型到质感和强度都很满意</p>
	<p>底盘中层支撑。保证底盘在撞击过程中不变形。</p>	<p>底盘支撑和联轴器有着同样的问题，在一般使用中没有问题，但是在最后的实战演练中，由于不断的撞击，导致大部分支撑断裂，。最终我们用长铜柱来代替，效果相当。</p>
	<p>底盘中层支撑。保证底盘在撞击过程中不变形。</p>	<p>和前面那个底盘支撑相比，中层的中位底盘支撑在使用过程中几乎全部断掉，可能由于它所处的不利的位置，和不断地撞击有关，最后分析和他自身的结构也有着一定的关系</p>

7.3 快速成型最终成品效果及使用心得

在最后的比赛中，所使用的 3D 打印零件都没有出现问题，这也是由于我们大量的训练和队友们一起努力的结果。

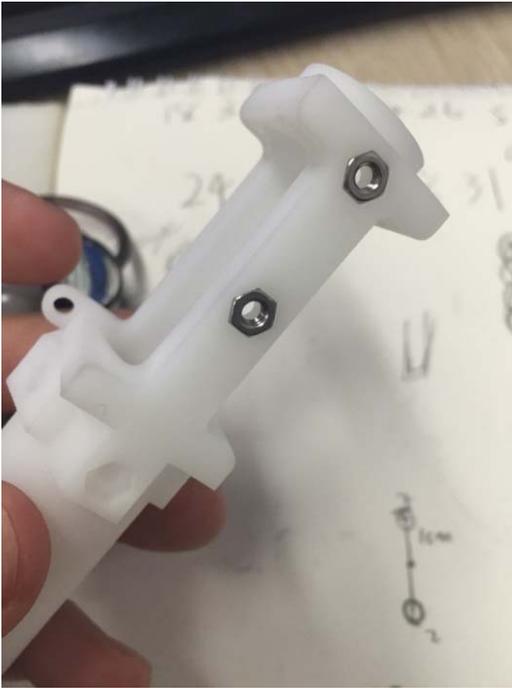


图 7-4 摩擦轮枪管嵌螺母实物



图 7-5 云台大部分 3D 打印成品



图 7-6 云台支撑实物



图 7-7 弹匣内部实物



图 7-8 云台组装实物



图 7-9 云台最终安装实物

7.4 总结

PLA 和 SLA 都是我们使用比较多的快速成型方法，最终我们使用的 3D 打印零件数量可能只

占我们起初所打印和所计划使用的 50%左右，在精度上来说。SLA 比一般的机械加工都要精准很多，机械加工过程中我们也遇到所制作的零件误差太大导致不能使用的问题。但是 SLA 和 PLA 的强度相对于金属来说还是差很多。SLA 的零件都是实心的，所以一些比较小的零件强度还是可以的，但是整体偏脆。PLA 打印的时候是一层层熔丝覆盖上来，所以会存在比较大的空隙，所以整体比较软，不容易断裂，在使用过程中我们遇到过摩擦轮电机大量发热导致摩擦轮机架变形，最后我们使用烘枪进行再造型，还可以正常使用。

总而言之，3D 打印的主要部分是不需要承受过大撞击过大扭矩，起到简单支撑作用的部位。PLA 相对于 SLA 更加使用与机器人的制作，而且制作成本也比较低廉。

电控部分

1 哨兵

1.1 电控方案

主控板采用 arduino2560，使用 Risym 315M 无线模块实现无线遥控。由于整体采用铝合金外壳，因此在攀爬过程中需要克服很大的重力，因此实验 370 减速电机失败后，我们的底盘电机使用 540 大扭力直流减速电机。夹臂部分使用 SM-4315M 15KG 金属齿轮舵机，保证夹臂可以始终夹紧杆子。为保证哨兵可以在 1.8m 处停下，我们加装超声波传感器，保证爬杆高度。

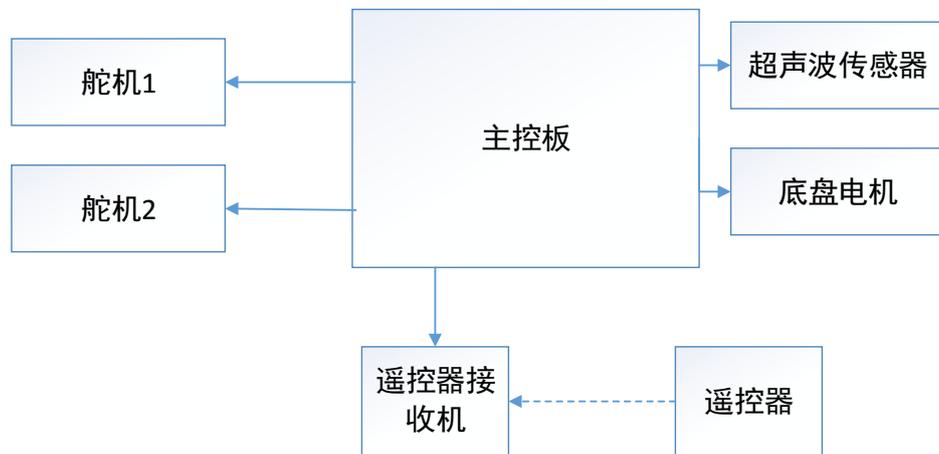


图 1-1 哨兵系统框图

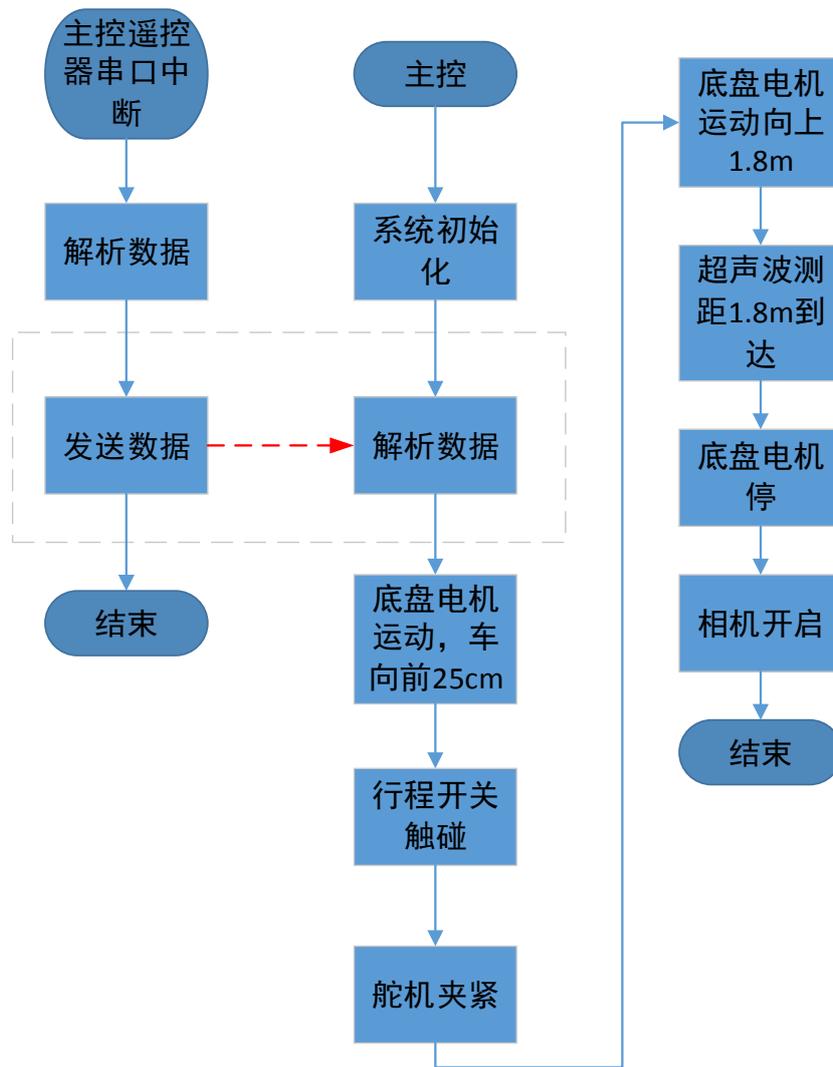


图 1-2 哨兵系统控制流程图

经过实战测试，哨兵的无线遥控器采用 315M 完全可以使用，爬杆效果良好，顺利为炮兵提供了视野。

1.2 两点问题：

1. 由于 540 电机过重，而且摆放在一侧，导致长距离攀爬不能沿铅垂线上升。
2. 一个摄像头不能覆盖全部视野，容易导致对手偷家。

1.3 赛后设想的解决办法：

1. 减轻整体重量，采用碳纤维加工。并将电机布置底盘接近中点处。
2. 采用多摄像头布置，利用图像合成技术合成场地 360° 图像。

2 射手

2.1 电控方案

射手的主控板和云台板采用 STM32F407 最小系统板，最高有 168M 主频，可以满足战场实时性和灵敏性。底盘电机控制板采用 STM32F103，通过 CAN 总线与主控板相连。系统框图如图所示。

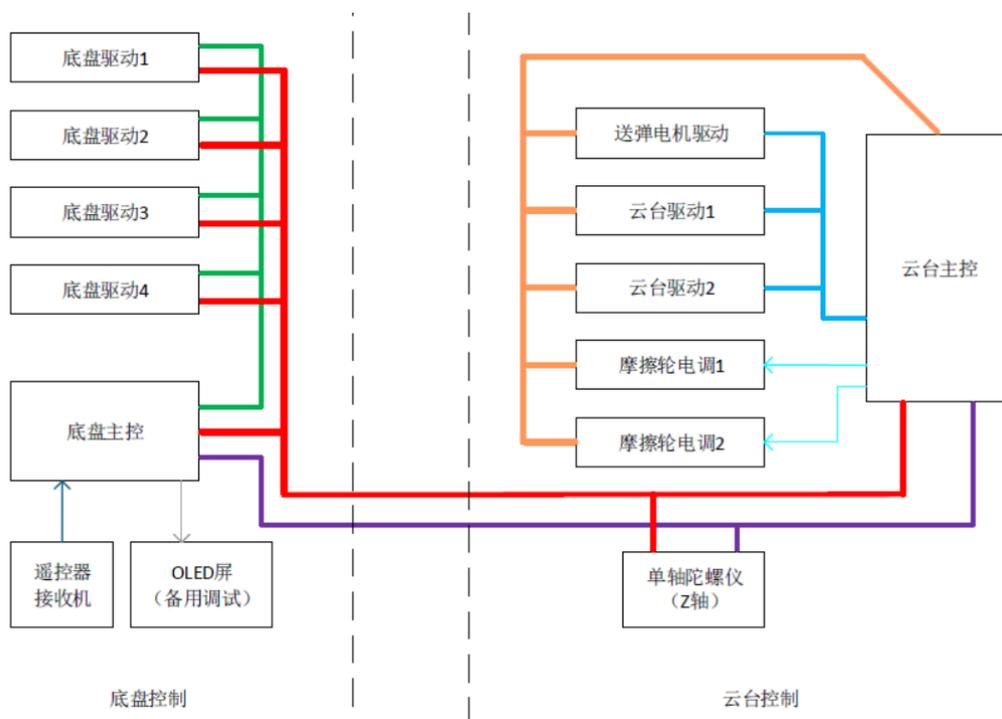


图 2-1 射手系统框图

控制方式为：右摇杆控制车的前后左右，左摇杆左右控制车旋转，前后控制炮台俯仰。左侧拨杆拨到最下为打开摩擦轮。右摇杆最下切换为鼠标键盘操作。键盘鼠标设置如下表所示。

表 2-1 射手键盘鼠标键位设置表

键位	指令
W	前进
A	左平移
S	后退
D	右平移
Q	加档
E	减档
鼠标 x 轴	车体旋转
鼠标 y 轴	炮台俯仰（在右键按下情况下）
左键	送弹电机旋转
右键	按住右键实现炮台俯仰

采用按下右键才能控制炮台俯仰的方式，防止因为赛场状况出现的因为控制车体旋转而炮台俯仰抖动。

系统控制流程图如下图所示。

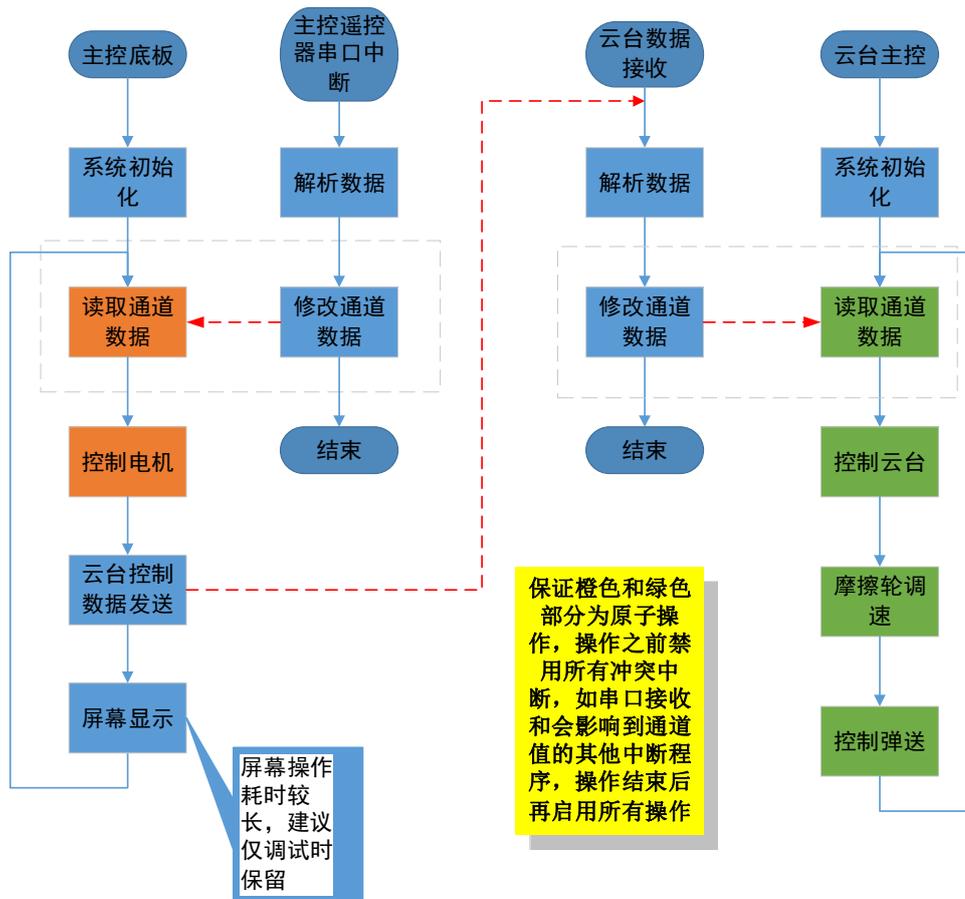


图 2-2 射手系统控制流程图

由于我们加入键盘控制车档位的设置，选手在赛场上必须知道车的速度值，因此我们在车上固定一个数码管显示模块，用来显示车的档位值。如图 所示。

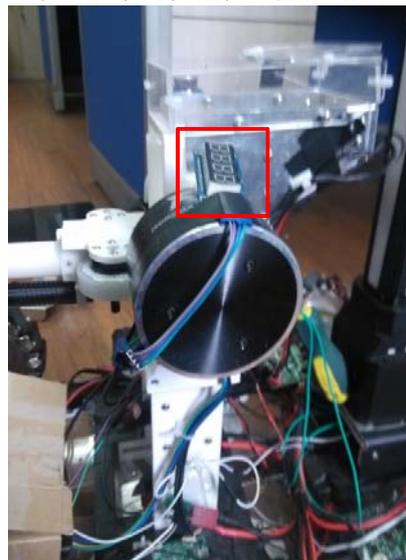


图 2-3 数码管显示模块

2.2 三个问题：

1. 整体布线不是十分好，接插头出现过松动。
2. 云台整体布置时，没有考虑重心配置问题。
3. 摩擦轮电机转速没有达到很高，不能做到打击力度大。

2.3 赛后设想的解决办法：

1. 采用统一插头布置，t 插换成 xt60，一部分杜邦线插头换成 molex 插口。
2. 赛前采用试凑法加配重解决，但效果还不到十分完美。再次参赛需要进行静力学分析。
3. 需要改进摩擦轮与硅胶圈的装配方式，单纯靠摩擦轮自身膨胀固定的方式肯定不行，要在摩擦轮与套筒之间用紧固件固定。当然我们一直在考虑其他射击方式，包括气动发射，但在现有条件下气动发射需要装填时间，而射手需要的是持续火力支持，因此我们还在思考中。
4. 射手弹匣的盖板可以由一个小舵机实现开启与闭合，减少补给时的难度。

3 炮手

3.1 电控方案

炮手的主控板与驱动板型号与射手相同。底盘的控制方式也与射手相同，云台由于我们采用气动的方式，所以控制方式有所不同。首先，由于我们的炮管采用高强度大壁厚铝合金打造，重量相对较大，而且鉴于炮手的炮台俯仰不需要射手那样灵敏，所以我们直接使用大扭力舵机来驱动。送弹电机也由于要传送大质量的高尔夫球，由 370 减速电机改为蜗轮蜗杆步进电机。由两个继电器驱动电磁阀和气泵，联动完成充气 and 发射过程。其系统框图如图所示。

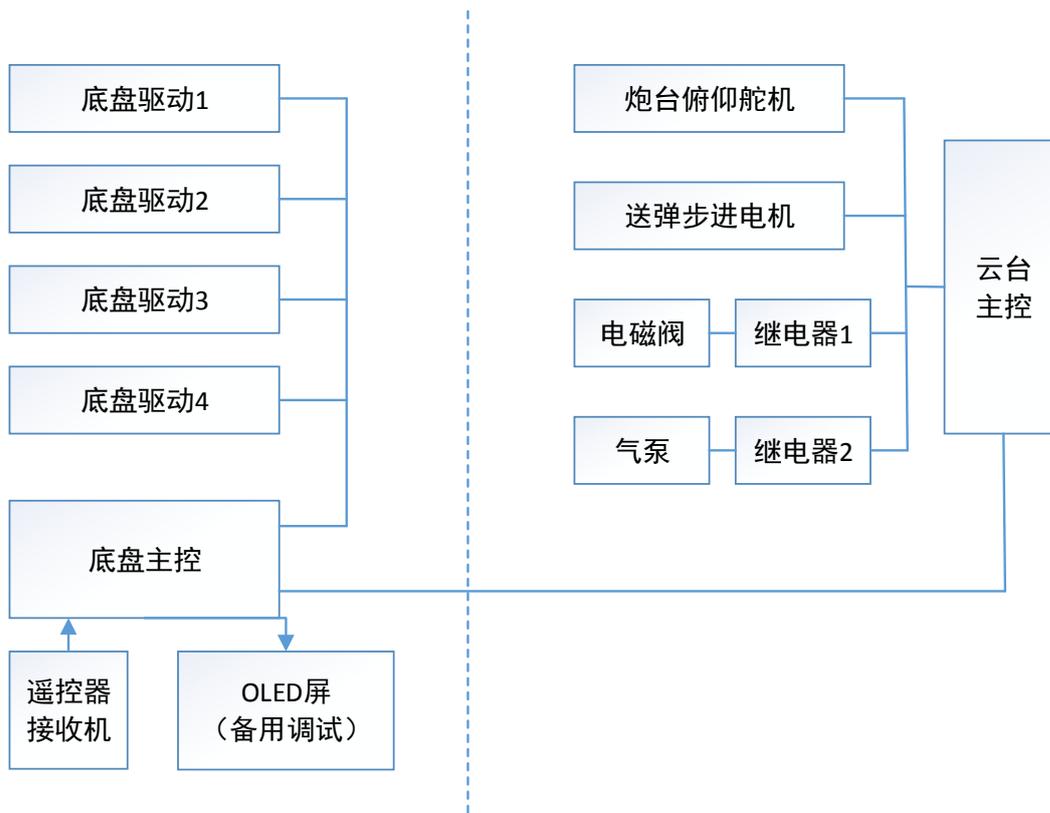


图 3-1 炮手系统框图

控制方式：底盘的遥控器设置和键位与射手相同。鉴于炮手的移动速度不必过快，而且也不需要灵活的转向，因此我们采用固定速度的办法，通过实战测试，固定为射手速度的五分之三。剩余出来的加减挡键位，分别用作“一键补弹”和充气用。

表 3-1 炮手键盘鼠标键位设置表

键位	指令
W	前进
A	左平移
S	后退
D	右平移
Q	一键补弹
E	充气
鼠标 x 轴	车体旋转
鼠标 y 轴	炮台俯仰（在右键按下情况下）
左键	电磁阀开启
右键	按住右键实现炮台俯仰

“一键补弹”解释：由于炮手的但要装填需要将炮口抬升到一定角度、对准补单口，再旋转步进电机使弹药下落。同时由于炮手没有自己的摄像头，看不到操作视野，使操作员很难操作。

因此我们设计了“一键补弹”机构，操作手按下 Q 键后：

1. 控制气泵继电器开启，持续 8s
2. 同时控制炮台俯仰舵机使炮台仰角达到 65°
3. 炮口达到角度后，步进电机旋转 120° ，落下一个高尔夫球到炮筒里
4. 炮口回到抬起之前的角度
5. 气泵关闭后，指示灯点亮

操作手按下 E 键，只进行气泵补气工作，开启约 6.5s。

3.2 两个问题：

1. 补弹时间过长，不持续打击目标。
2. 没有视野，打击十分不准确

3.3 赛后设想的解决办法：

1. 更换更大功率的气泵，将炮台重量减轻，使之可以使用直流电机。
2. 加装视觉识别装置

4 补给站

4.1 电控方案

补给站主控采用 arduino uno，控制两个触碰开关，两个电机，两个指示灯。一旦射手车触碰开关，指示灯亮起，同时电机开始旋转，把弹仓里的子弹拨到车上弹夹内。补给站系统框图如图 所示。



图 4-1 补给站系统框图

4.2 一个问题：

1. 开关过小，选手操作必须十分小心，这在赛场这种紧张的环境下，很容易操作失误。

4.3 赛后设想的解决办法：

1. 在开关前加装大挡板，车通过撞击挡板间接触碰开关，使操作更简单。

气动发射装置设计

1 概述

炮手的发射机构可以有多种形式，包括摩擦轮，气动，弹簧弹射机构等。一般来说，摩擦轮结构形式简单，被广泛采用。本次炮手发射的炮弹为高尔夫球，如果采用摩擦轮设计，不仅要使用大型的旋转摩擦胶圈，发射效果也不理想，在实际中发射距离仅有 2 米左右，而场地的范围达到 28 米。

本设计采用气动形式的驱动装置，气动优点在于功率密度大，结构紧凑。一些简单的气动元器件组合，即可实现远距离的高尔夫球发射，很适合本次的炮手发射装置。

2 气动装置原理设计

下图即为本次启动装置的原理图

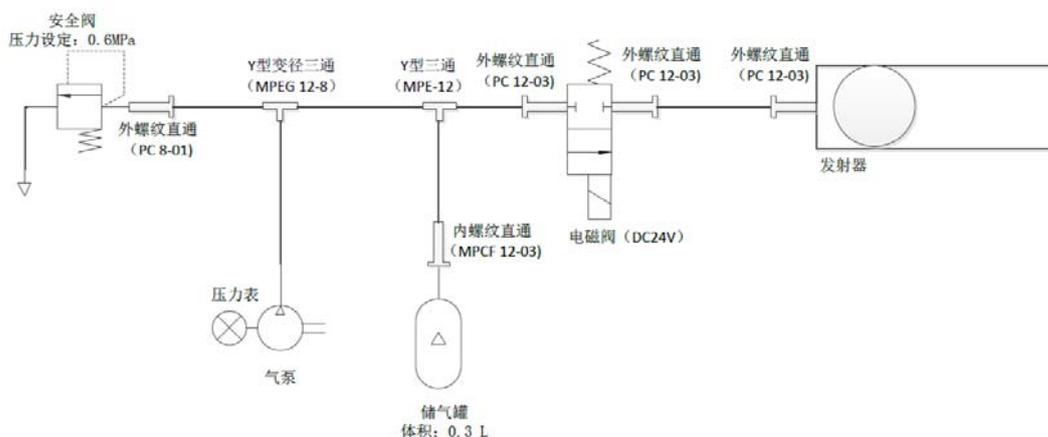


图 2-1 气动装置原理图

该气动系统的基本原理在于，利用气泵产生压缩气体，压缩气体进入储气罐保存，到达一定压力后，通过电磁阀将高压气体快速释放至发射器，压缩气体做功，将高尔夫球快速推出，实现高尔夫球的发射。安全阀的作用在于，限制系统的最高压力，使整个系统处于安全的工作压力下，同时也作为气体发射的最高压力，用于限制高尔夫球的发射距离。

3 发射器设计

发射高尔夫球的发射器，其作用在于接收压缩气体，并在发射器的空间内让压缩气体做功，使高尔夫球沿着发射器的滚道射出。由发射器的功能可以看出，压缩气体做功的管道空间不能

有气体泄漏，否则会削弱发射效果。因此发射器的内径需要与高尔夫球直径相接近，高尔夫球的外径为 42 mm，因此本次设计发射器的内径设计为 43 mm。发射器还需要接收压缩气体，因此在端部需要开设一个螺纹端口，用于安装气动接头。最终设计的发射器整体结构如下图

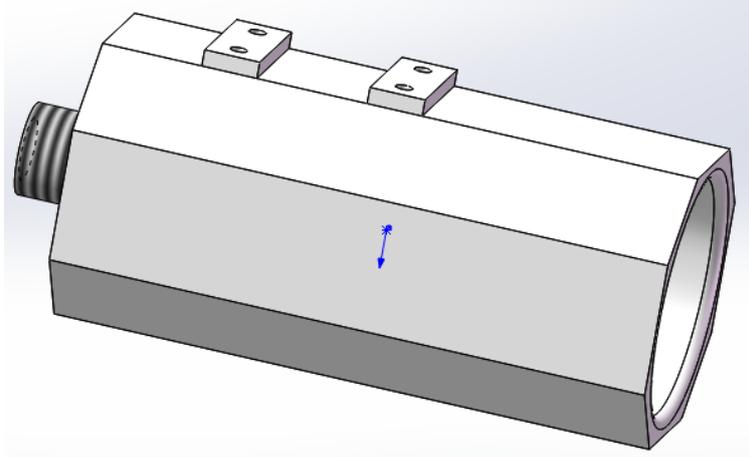


图 3-1 发射器结构

4 气动元件选择与计算

4.1 气泵及安全阀的选择

本次比赛要求压缩气体的压力不得超过 0.8 MPa，因此选择气泵只需要能满足这个要求即可，最终选择型号为 CTN4011，如下图



图 4-1 气泵图

其主要参数如下：

额定电压：12 V

最大气压：120 psi

流量：40 L/min

功率：120 W

其中最大气压为 120 psi，转化为公称单位为 0.827 MPa，因此满足选型要求。比赛所用的供电电源为 24 V 电池，因此只需通过压力转换，即可给该泵供电。

在选定了气泵后，就需进行最高压力的设定。考虑到能最大程度发挥气动功率密度的优点，将最高压力设定为 0.6 MPa，这样在同样气体体积情况下，所存储的能量最大。

由于最高压力选定为 0.6 MPa，因此溢流阀选择只要能高于这个值即可满足要求，最终选定的溢流阀为 AP100-01，如下图



图 4-2 安全阀图

其主要参数如下：

调定压力范围：0.05~0.7 MPa

接口尺寸：1'

实际使用时，只需要将泵打开，观察压力表的读数，扭动安全阀上的压力调整旋钮，将最高压力调至 0.6 MPa，即可实现系统最高压力 0.6 MPa 的设定。

4.2 储气罐体积计算

在选定了最高气体压力后，下面进行储气罐的体积计算，理论上，储气罐体积越大，所能存储的能量越多，发射时将高尔夫球发射得也越远。本次比赛要求炮手的发射距离不得超过 15 m，以此作为设计依据。

高尔夫球质量 $m=46\text{ g}=0.046\text{ kg}$ ，飞行水平距离为 15 m，假设射出角为 45° ，不计空气阻

力损失，那么高尔夫球的射出速度 v 满足

$$\begin{cases} \frac{\sqrt{2}v}{g} = t \\ \frac{\sqrt{2}}{2}vt = 15 \end{cases}$$

联立求解可得 $v=12.13$ m/s

设飞行能量效率为 65%，那么高尔夫球所需要的能量为

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.046 \times 12.13^2 \div 65\% = 5.2 J$$

气体进行绝热膨胀释放能量做功，上述发射器设计可以看到，发射长度为 102 mm，由于高尔夫球直径为 42 mm，实际发射长度为 $102-42/2=81$ mm。发射器内径为 43 mm，因此气体做功的体积变化 ΔV 为

$$\Delta V = \frac{\pi}{4} \times 43^2 \times 81 = 117628.3 \text{ mm}^3$$

假设储能器的体积为 V ，要满足高尔夫球的能量要求，气动爆炸性做功效率较低，设为 10%，那么有

$$\frac{p_1 V_1 \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \right]}{\gamma - 1} \times 10\% = \frac{1}{2} m v^2$$

其中 p_1 表示发射前气体的压力，也即选定的最高压力，0.6 MPa； V_1, V_2 表示气体做功前后的体积，且 $V_1 + \Delta V = V_2$ ， γ 为绝热系数，对空气取为 1.4。代入数据得

$$\frac{0.6 \times 10^6 \times V_1 \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_1 + 117628.3 \times 10^{-9}} \right)^{0.4} \right]}{0.4} \times 10\% = 5.2$$

解得 $V_1 = 2.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 0.22 \text{ L}$

实际选取的储气罐要大于这个值，最终选定的储气罐体积为 0.3 L，实物如下图



图 4-3 储气罐图

4.3 电磁阀选定

电磁阀只需要选择能通过大流量，满足压力要求的即可，为了实现大流量通断，本设计选用膜瓣式电磁阀，该电磁阀优点就在于大流量，型号为 0927100



图 4-4 电磁阀图

其工作压力为 0.07~1.6 MPa，电磁线圈额定电压为 24 V，满足系统要求。

5 小结

选定了主要的气动元件后，再配以气动管道和管接头，即可实现全部的气动装置装配，最终安装完成的气动装置进行测试，发现在 0.6 MPa 下，发射的水平距离可以达到 12m，大致满足计算结果。实际上，气动系统用于快速排放做功时，为了提高效率，应把整个系统做得紧凑，但由于我们采用分担零件搭建，因此没能最大程度发挥气动的优势，这也是值得改进的地方。

视觉部分

1 算法说明

视觉部分设计主要目标是为了实现自动识别、瞄准和设计。通过利用计算机视觉分析与处理技术来完成，主要实现方案设计如下图所示：

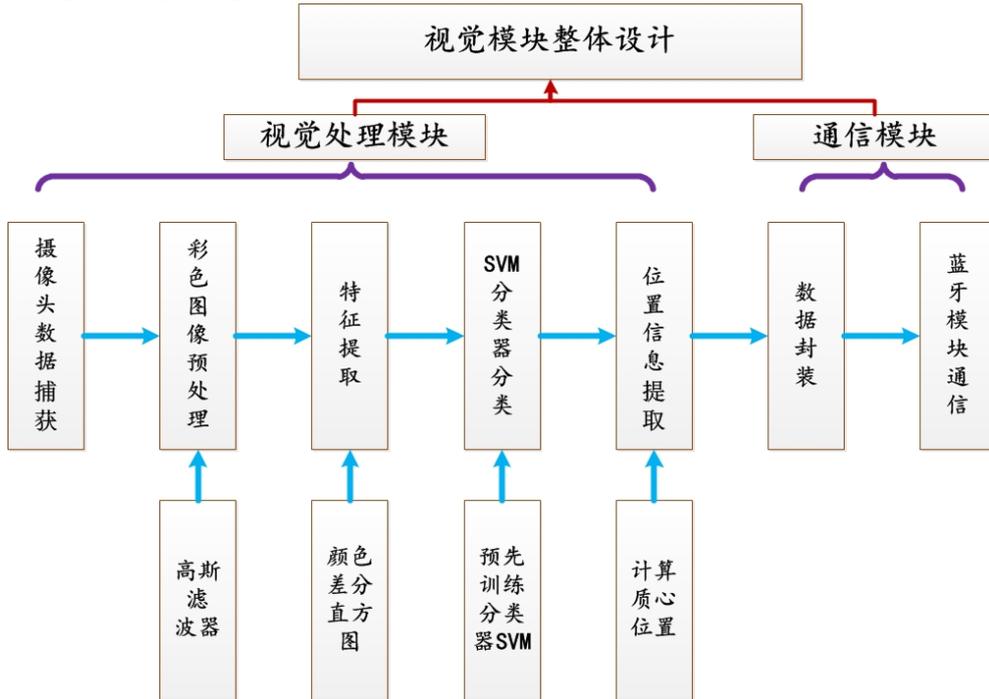


图 1-1 实现方案图

上述流程主要包括视觉处理模块和通信模块两部分组成，视觉处理模块包括了摄像头数据捕获、彩色图像预处理、特征提取、SVM 分类器分类和位置信息提取；通信模块包括了数据封装和蓝牙模块通信。

其中，彩色图像预处理算法采用高速滤波器，对彩色图像 RGB 三通道分别进行滤波处理，得到滤波后的平滑图像，在一定程度上，减少噪声的干扰。

特征提取算法采用颜色差分直方图，主要算法流程如下：

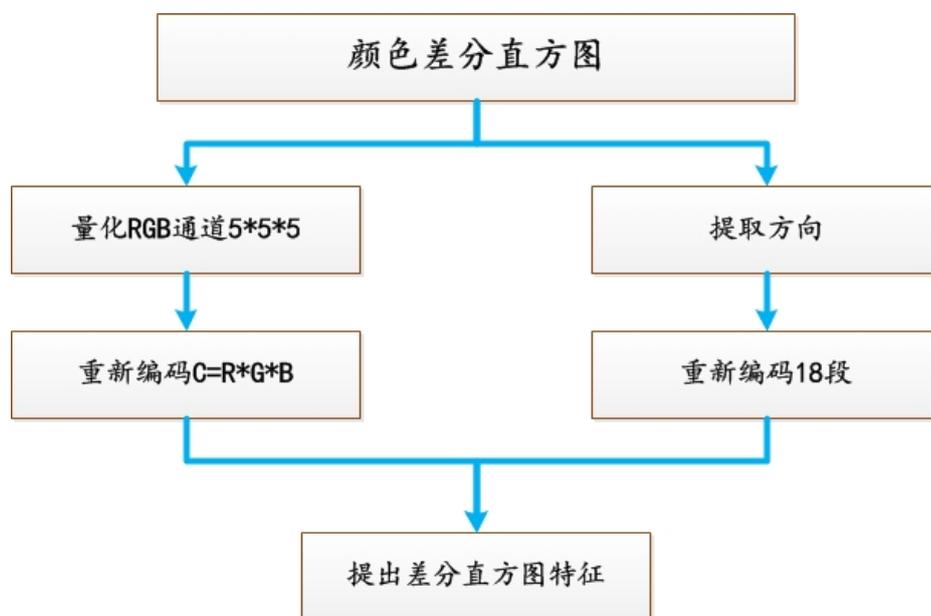


图 1-2 算法流程图

对彩色图片不同通道进行重新量化编码后，结合方向信息，利用一个 3×3 的模版，以 3 为步长去遍历挑选区域，找到其中颜色和纹理方向相同的局部特征点，统计直方图，提取该区域特征。

其中，区域的挑选，则是通过将摄像头采集的整张图片分割成 80×80 的块，每一块作为一个判定对象。

分类器则采用支持向量机，预先裁剪出大量红方战车和蓝方战车的不同视角的图片作为训练正例，另外，裁剪大量非战车图片作为负例输入，通过多次重复训练后得到 SVM 分类器，用来判定图像中判定区域是否存在敌方战车。如果判定确实为敌方战车，则提取位置信息，位置信息为区域质心的位置。

计算机视觉部分使用装有 windows8 操作系统的评判电脑进行处理，软件环境使用 vs2010+opencv，数据处理后，得到位置信息，按照约定的协议对数据进行封装，通过蓝牙模块，将数据传输到 ARM 控制器中，进行后续控制。

2 识别结果

识别结果如下图所示：

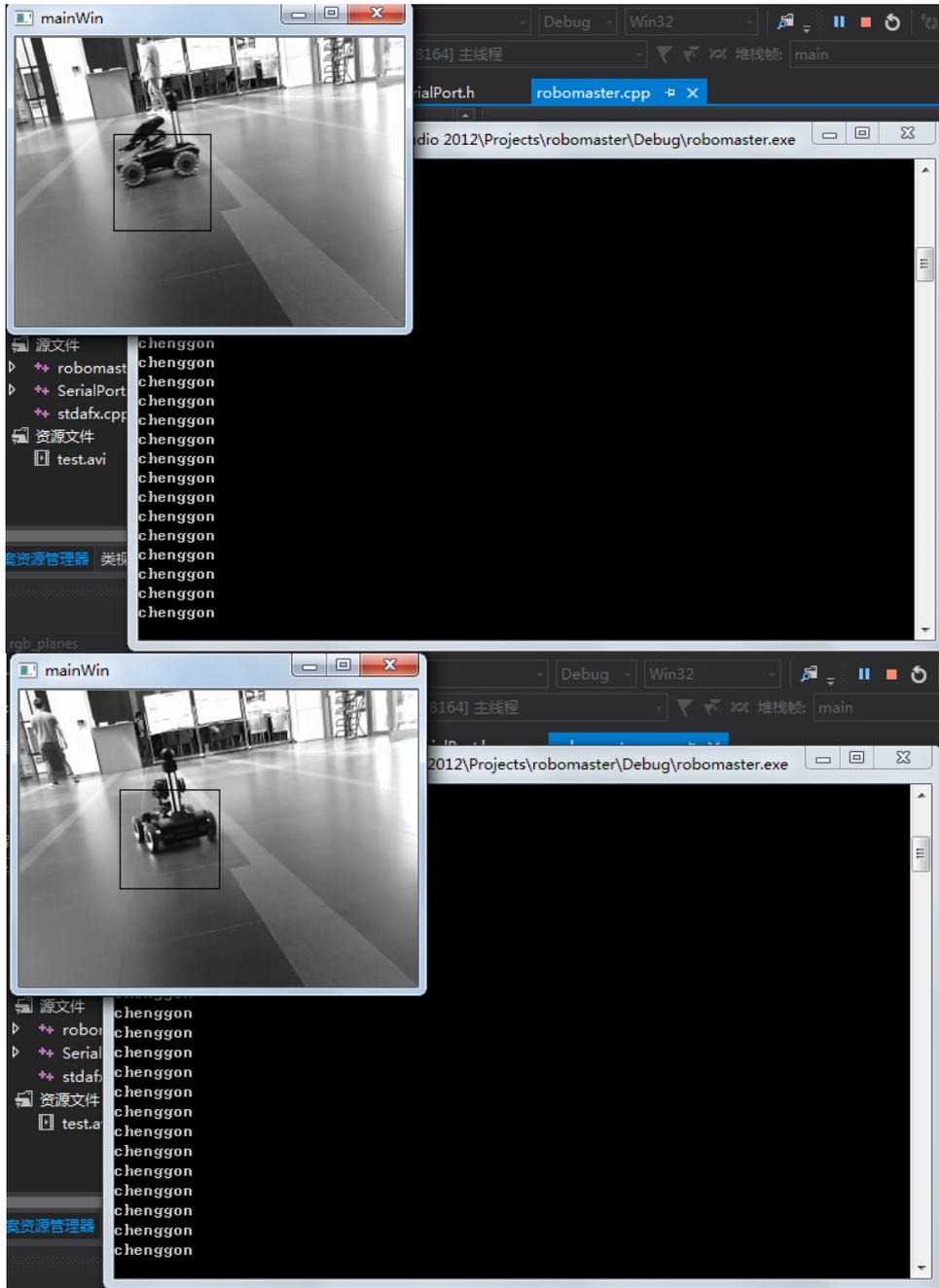


图 2-1 识别结果

3 总结

识别算法总体上来讲是成功的，但是由于车壳由整体颜色更改为颜色贴纸，而且时间有限，最终未能应用在实际比赛中。不过前期的基础研究一定会有助于参加下一届的比赛。

总结

从1月底到6月初，应该说整个参加比赛的过程是令人难忘的，是让人受益匪浅的，在这个过程中，我们学会了团队合作、结识了新的朋友、锻炼了动手能力、丰富了理论知识，明白了实践出真知。

尽管是第一次参加这样非常有挑战性的比赛，缺乏经验，但是我们有初生牛犊不怕虎的精神，有敢于试错的勇气，有定能成功的信心，在整个过程中，团队的每一个成员都尽自己最大的努力做到最好，过程中也走了很多弯路，遇到了很多问题，但是我们都克服了一个个困难，完成了比赛，更重要的是为下一届比赛积累了宝贵的经验。

比赛是存在很多未知性的，现实并不像理想中那么完美，正如比赛场上遇到步兵故障的问题是我们谁都没有预料到的。对于这届比赛，我们有收获，也有遗憾、有不甘，但我们一定会总结经验，吸取教训，来年再战。这份技术报告是我们团队成员对这次比赛中机器人所采用的技术方案和实现过程的详细记述与分析，从机械、电控、气动、视觉等方面全面分析和总结了参赛过程中的方案、问题与改进措施，为下一届参赛提供了详实的技术参考，相信下一届比赛我们一定会做得更好。

最后，祝同济大学参赛队在下一届比赛中能取得好成绩，祝 RoboMasters 全国大学生机器人人大赛越办越好！