



第十八届全国大学生机器人大赛

RoboMaster 2019 机甲大师赛

南方科技大学大学Artinx战队设计报告

2019.2.10

V 1.0

RoboMaster组委会保留对本模板进行修改和最终解释的权利

RoboMaster组委会编制

目录

摘要.....	4
第 1 章 需求确定.....	5
1.1 总体需求.....	5
1.2 机器人具体需求	5
1.2.1 步兵机器人.....	6
1.2.2 英雄机器人.....	6
1.2.3 工程机器人.....	7
1.2.4 哨兵机器人.....	7
1.2.5 空中机器人.....	7
第 2 章 系统框图.....	9
2.1 硬件资源.....	9
2.2 程序逻辑.....	10
第 3 章 结构设计.....	13
3.1 需求分析	13
3.2 设计图纸	13
3.3 材料和工艺.....	1
3.4 有限元分析	2
第 4 章 算法设计.....	4
4.1 需求分析	4
4.2 方案设计	4
4.3 难点针对, 算法对比与性能分析.....	7
第 5 章 人机工程分析.....	8
第 6 章 科学设计方法.....	10
第 7 章 科学实践改进.....	17
7.1 测试需求	17

7.2 测试方案	17
7.3 测试结果记录	18
7.4 结果分析	18
7.4 优化改进	18
第 8 章 传感器选型.....	18
第 9 章 创新性.....	21
第 10 章 外观设计	22

摘要

本报告按照科学设计方法，以英雄机器人，步兵机器人，工程机器人，哨兵机器人为实例，进行科学化的分析。

第1章 需求确定

1.1 总体

1.1.1规则分析

2019比赛规则相比于2018年规则，存在以下这些重要不同

1. 步兵机器人装甲板安装数量更改为 4 块小装甲板+1 块大装甲板；
2. 步兵机器人在残血状态（低于 20%）下，枪口热量每秒冷却值翻倍；
3. “一血”降低 50%基地防御力；
4. 削减英雄机器人血量，底盘功率；
5. 取消英雄机器人抓取弹药箱的权利；
6. 英雄机器人装甲板安装数量更改为 5 块大装甲板；
7. 极大加强空中机器人的战略重要性；
8. 削弱工程机器人的回血能力和取弹丸的战略重要性；
9. 增加复活时间，添加复活惩罚时间；
10. 基地增加顶部三角装甲板，只检测 42mm 大弹丸，检测伤害为普通装甲板的 2 倍；
11. 补给站由官方提供；
12. 场地增加断桥地形；
13. 资源岛只提供 42mm 大弹丸，且减少弹药数量；
14. 更改能量机关形式；
15. 比赛判罚更加严格；
16. 对于机器人外观提出更加具体的要求。

1.1.2比赛需求

根据以上比赛规则的改变，认为以下需求是有助于比赛的：

1. 机器人具有全场通过能力，快速机动能力，鲁棒性高，具有击打能量机关，哨兵的能力；
2. 机器人具有有效打击基地顶部装甲的能力；
3. 机器人具有快速上下岛的能力，同时可以精确迅速的完成抓取弹药箱，快速的对接补给弹丸；
4. 迅速稳定复活死亡机器人；
5. 迅速取得“一血”；
6. 机器人可以通过自身运动，躲避弹丸；
7. 设计机器人外观，实现对机器人内部较为脆弱的部分的保护。

1.2 机器人具体需求

以下机器人的具体需求，按照任务优先级从上往下排序。

1.2.1 步兵机器人

- 更改步兵底盘悬挂和提高底盘高度，具有全场通过性；
- 安装超级电容，提高机动性；
- 底盘设计采用更加稳定的结构和强度更高的材料，提高整车的鲁棒性；
- 采用“下供弹”的供弹方式，实现弹舱和云台的分离，减小云台重量，增加弹舱弹丸容量；
- 摩擦轮增加 PID 控制，实现弹丸射击速度的控制；
- 供弹链路中添加微动开关，实现弹丸射击量的准确测量和控制，并提供弹药上膛的功能；
- 云台采用电机直连的方式，增加云台增稳功能，提供更好的操作手感；
- 对视觉算法优化，实现能量机关打击，装甲辅助瞄准的功能；
- 步兵按照供弹系统、底盘系统和云台及发射机构三个部分，实现模块化的设计，方便赛场维修机器人。

1.2.2 英雄机器人

- 更改英雄机器人底盘悬挂和提高底盘高度，具有全场通过性；
- 安装超级电容，提高机动性；
- 底盘设计采用更加稳定的结构和强度更高的材料，提高整车的鲁棒性；

- 采用“下供弹”的供弹方式，实现弹舱和云台的分离，减小云台重量，增加弹舱弹丸容量；
- 云台 pitch 轴转动，仿照迫击炮的形式，使用螺杆传动；
- 发射机构仿照迫击炮的形式，实现打击基地顶部装甲；
- 更改弹舱设计，实现与工程机器人的快速对接，减少弹丸在弹舱内堆积的情况；
- 摩擦轮增加 PID 控制，实现弹丸射击速度的控制；
- 供弹链路中添加微动开关，实现弹丸射击量的准确测量和控制，并提供弹药上膛的功能；
- 英雄机器人按照供弹系统，底盘系统和云台及发射机构三个部分，实现模块化的设计，方便赛场维修机器人。

1.2.3 工程机器人

- 更改工程机器人底盘悬挂和适当降低底盘高度，增加机器人整体的稳定性；
- 安装超级电容，提高机动性；
- 车体整体设计采用更加稳定的结构和强度更高的材料，提高整车的鲁棒性；
- 采用电机皮带传动，提升整体框架的方式，实现快速上下岛；
- 通过传感器，实现快速准确的抓取弹药箱，并采用合理形式抛弃已抓取的弹药箱；
- 与英雄车的对接，采用“岛上岛下对接”的方式，提高对接效率；
- 机器人救援机构采用容错率更高，更加稳定的结构。
- 通过算法优化，实现通过动作，实现一定程度上的减少伤害；

1.2.4 哨兵机器人

- 采用“下供弹”的供弹方式，实现弹舱和云台的分离，减小云台重量，增加弹舱弹丸容量；
- 摩擦轮增加 PID 控制，实现弹丸射击速度的控制；
- 供弹链路中添加微动开关，实现弹丸射击量的准确测量和控制；
- 对视觉算法优化，实现装甲辅助瞄准的功能；
- 实现机动避弹功能，一定程度上的减少伤害；

1.2.5 空中机器人

- 采用“下供弹”的供弹方式，实现弹舱和云台的分离，减小云台重量，增加弹舱弹丸容量；

- 摩擦轮增加 PID 控制，实现弹丸射击速度的控制；
- 供弹链路中添加微动开关，实现弹丸射击量的准确测量和控制；
- 云台采用电机直连的方式，增加云台增稳功能，提供更好的操作手感；
- 对视觉算法优化，实现装甲辅助瞄准的功能；

第2章 系统框图

英雄机器人-系统框图:

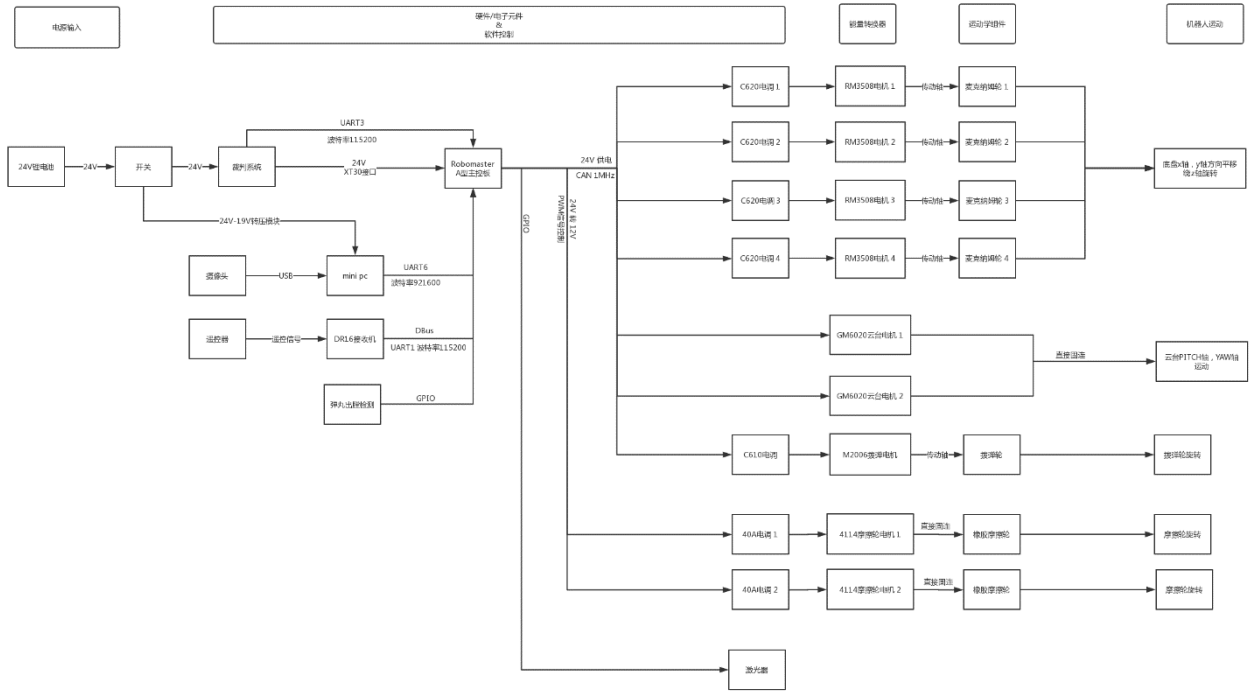


Fig-1 Robomaster2019-南方科技大学-Artinx战队英雄机器人系统框图

2.1 硬件资源

案例名称：英雄机器人	
硬件资源	软件资源
Robomaster A型主控板 (1)	Robomaster A型主控板 板载CAN总线电平转换
C620电调 (4)	Robomaster A型主控板 板载PWM输出
C610 (1)	Robomaster A型主控板 板载USART/UART接口
40A摩擦轮电调 (2)	Robomaster A型主控板 板载SWD调试接口
RoboMaster 红点激光器 (1)	Robomaster A型主控板 板载DBUS接口
Intel NUC8i7BEH6 mini pc (1)	Robomaster A型主控板 板载IMU
POINT GREY FL2-03S2M工业摄像头 (1)	Robomaster A型主控板 板载FPU
RoboMaster DR16 接收机 (1)	Robomaster A型主控板 板载Flash
RoboMaster 遥控器 (1)	
小型微动开关 (1)	

2.2 程序逻辑

英雄机器人-程序框图:

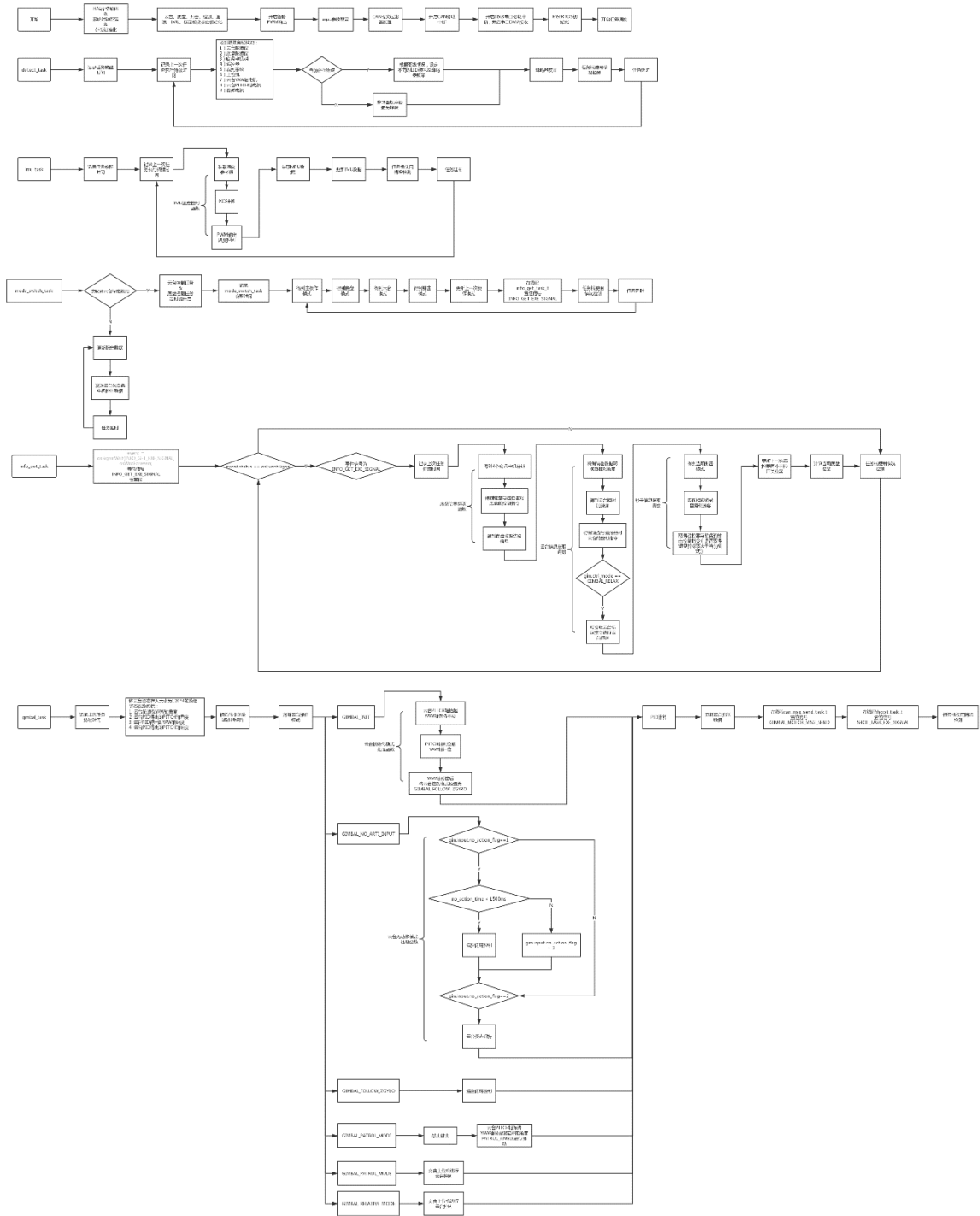


Fig-2 Robomaster2019-南方科技大学-Artinx战队英雄机器人程序逻辑框图 (一)

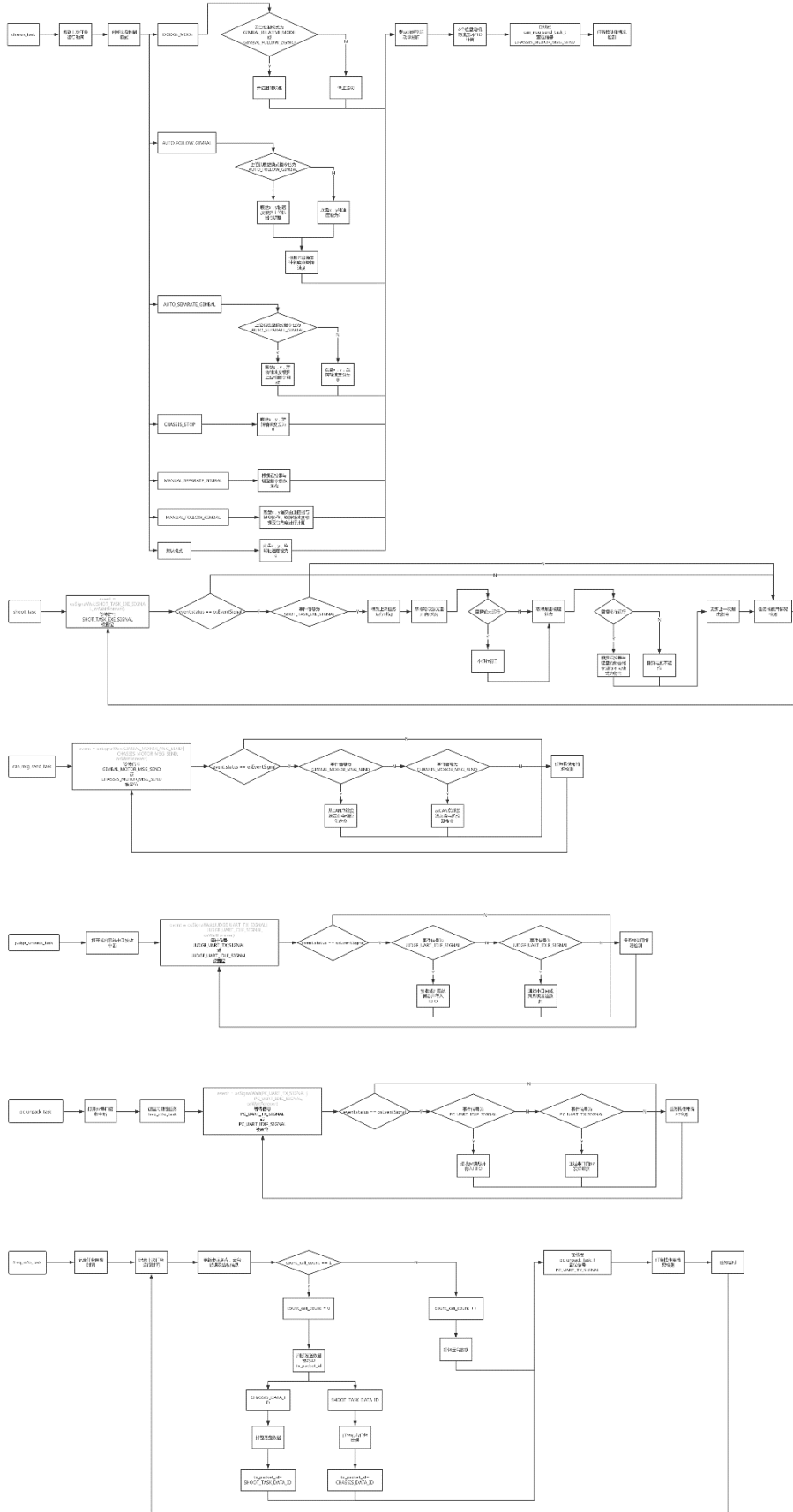


Fig-3 Robomaster2019-南方科技大学-Artinx战队英雄机器人程序逻辑框图（二）

第3章 结构设计

3.1 需求分析

工程机器人上岛的设计目标归纳为两点：准确和快速。

准确性意味着上岛机构对于同样的两级台阶场地，成功率较高，对于对方机器人的干扰等可以有预防措施。

快速意味着在较短时间内完成整个上岛过程，单级台阶攀爬和两级台阶间的切换，操作和机电工作能够都保持快速的运转。

相对于普通步兵机器人和工程机器人来说，英雄机器人的功能并未更多，只有发射机构尺寸略大，由于配备大弹丸，工作战略就是追着打敌方工程机器人和步兵机器人，因此整体结构目标为：结构紧凑，重心降低，灵活小巧。

我们整体的上岛机构工作总成包括四个完全相同对称轮组，单个轮组中包括

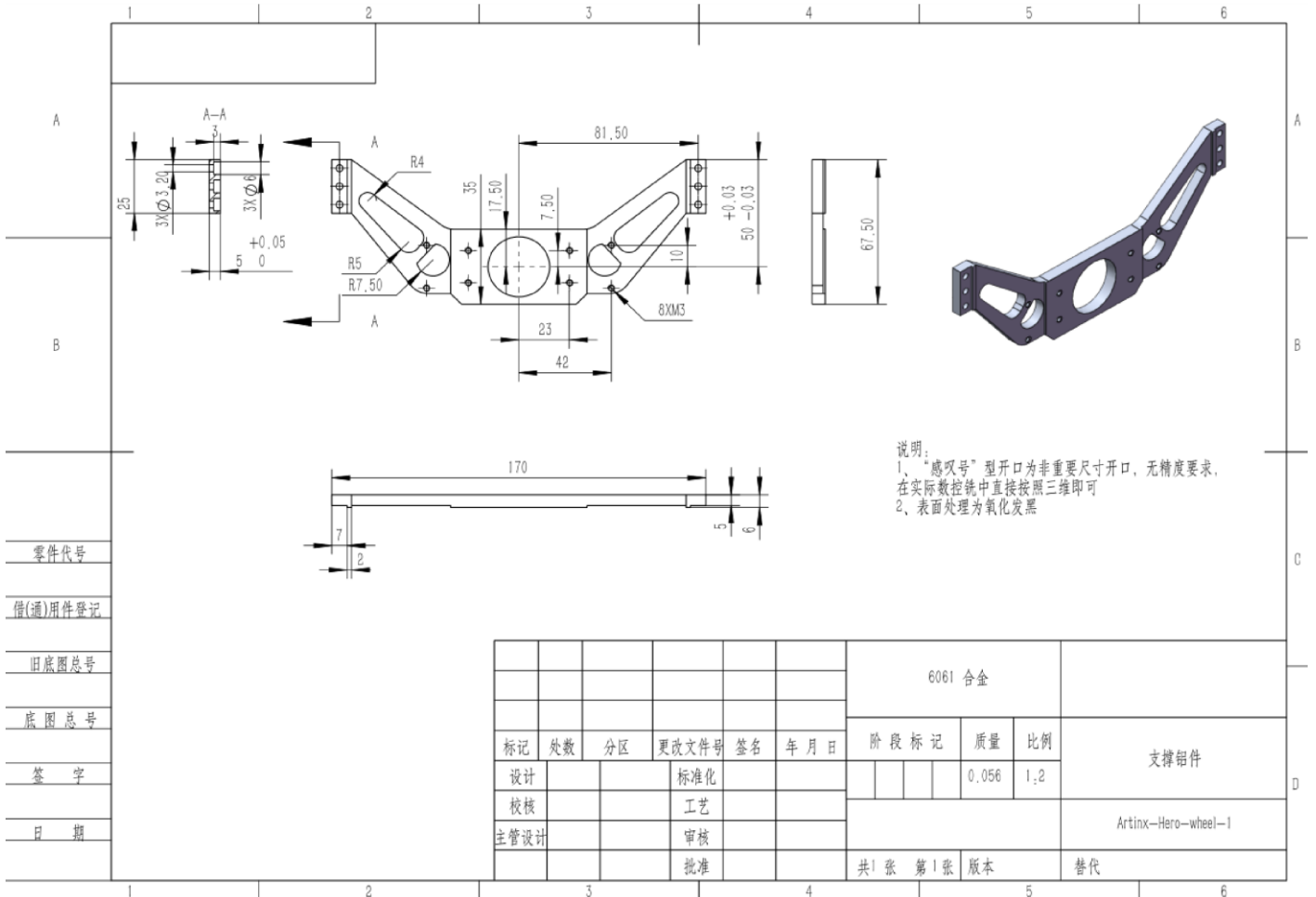
名称	数量
麦轮	1
3510 减速电机	1
支撑件	2
钣金支架	1
光轴座	4
气缸轴座	1
光轴	4
气缸	1
光轴座铝板	1
光轴座亚克力板	1
直线轴承	8

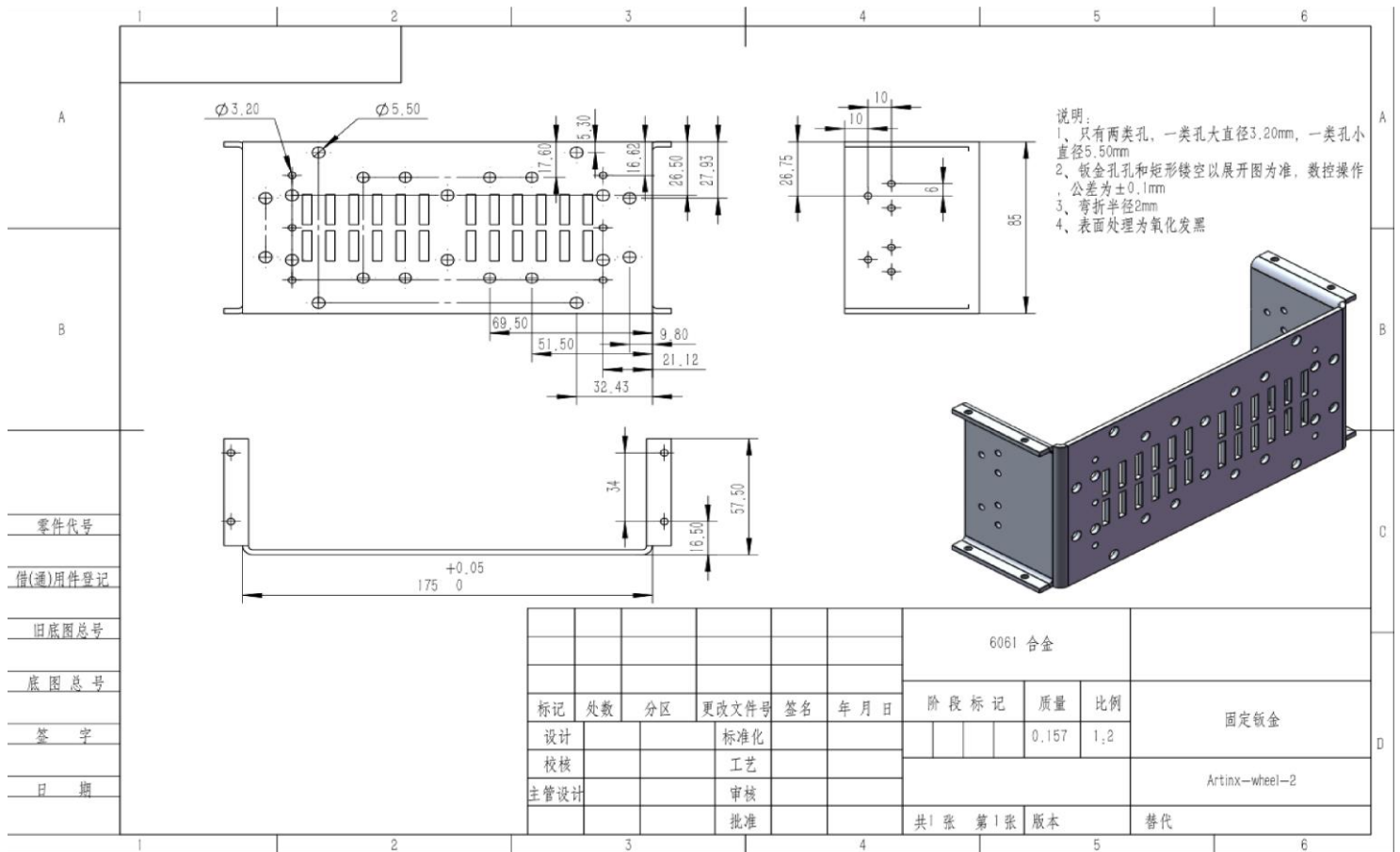
轮组在非上岛运动时，85%的体积都在英雄机器人的铝材框架内且高于底盘，由此大大降低了重心。另外我们在材料上尽量选择轻质的铝、碳板等以降低整体质量。

下面我们对轮组中的钣金支架和支撑件进行设计仿真、制造工艺、制造成本的分析。

3.2 设计图纸

以钣金支架和支撑件为例





3.3 材料和工艺

注：以下涉及工艺、工艺成本、材料参数等，均参考 2017 年大学生方程式汽车大赛提供文档。

■ 材料选型

我们选择的材料是铝合金，牌号 AL6061T6，钣金厚度 2.5mm。

钣金支架方面，该部分为车辆底盘和轮轴的连接件，需要刚度较高。又为了升降机构便捷装配，设计中放弃了明显的弹簧/阻尼减震，因此材料必须有一定韧性，可一定程度缓冲。由于结构设计工艺为钣金，因此材料必须具备良好的钣金性能。另外，材料还需要尽可能的降低密度以减少质量。

支撑件方面，需要材料铣削性能良好，攻丝后的螺纹孔不易滑丝。

以上两者的表面性能要求不高，基本的抗腐蚀和防磨损性能即可。因此在材料选择方面不需要考虑表面处理工艺的问题。

■ 加工工艺路线

钣金支架方面，使用普通钣金工艺即可：下料、折弯，设备为钣金激光切割机和折弯机。

支撑件方面，使用铝块铣削工艺直接加工。结构设计成单面铣削，可以大大减少加工时间，降低加工成本。

表面处理方面，两者采用同样的氧化发黑，目的是抗腐蚀和防磨损，同时可以提高美观性。

■ 加工成本统计

1. 钣金成本：

对于铝材来说，工程因子 $k = 1$ 。加工步骤产生的费用如下：

A. 水刀切割下料：

每厘米价格为 1.8 元，总长度为 235.2cm，考虑工程因子后水刀价格 $P1 = 235.2 \times 1.8 \times k = 423.36$ 元。

B. 弯折：

每个弯折价格为 1.05 元，共有 6 处弯折，考虑工程因子后弯折价格 $P2 = 1.05 \times 6 \times k = 6.3$ 元。

C. 阳极氧化加发黑：

不计入成本。

其次，铝（6061T6）的价格为 16 元/kg，铝的密度： $2.3 \times 10^3 \text{kg} / \text{m}^3$ ，铝材的体积 $V =$

$2.8017 \times 10^{-5} m^3$ ，铝材的价格 $P_3 = 2.3 \times 10^3 kg / m^3 * 2.8017 \times 10^{-5} m^3 * 16 元/kg = 1.03 元$

总价格 $P = P_1 + P_2 + P_3 = 430.69 元$

2. 铝块：铝块加工产生的费用：

A. 水刀下料：每厘米价格为 1.8 元，长度为 47.5cm，价格 $p_1 = 85.5 元$ 。

B. 铣削：根据刀路长度计算，每厘米 0.52 元，长度为 229.5cm，价格 $p_2 = 0.52 \times 229.5 = 119.34 元$ 。

C. 螺纹孔：每个 2 元，共四个，价格 $p_3 = 8 元$ 。

和之前类似，铝块价格计算：

体积为 $V = 170 * 67.5 * 6 * 10^{-9} m^3 = 6.885 * 10^{-5} m^3$ 价格 $p_4 = 16 * 2.3 * 10^3 * 6.885 * 10^{-5} = 2.53 元$

铝块加工总价格 $p = p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 215.37 元$

2.1.3.4 不同批量下的降成本方案

由于两个零件涉及的材料、加工工艺都在普通加工厂十分常见，因此在批量加工中十分有优势。

两个产品，钣金少量生产报价为 560 元。经过计算的量产成本为（量产 1000 件）：430.69 元。铝块少量生产报价为 265 元。经过计算的量产成本为（量产 1000 件）：215.37 元。在经济学中，生产边际成本的函数是一个曲线，在开始时，随着产量越来越大，它应该是越来越平的，这说明产量越高，每再多生产一个产品所需要的成本就越小。但是过了一个特定产量后，曲线就开始变抖了，这说明产量太大带来了太高的管理费用，库存，资金占用，销售压力等成本，使得再增加产量变得不那么划算了。

其次，我们可以通过以下方式降低这部分成本：

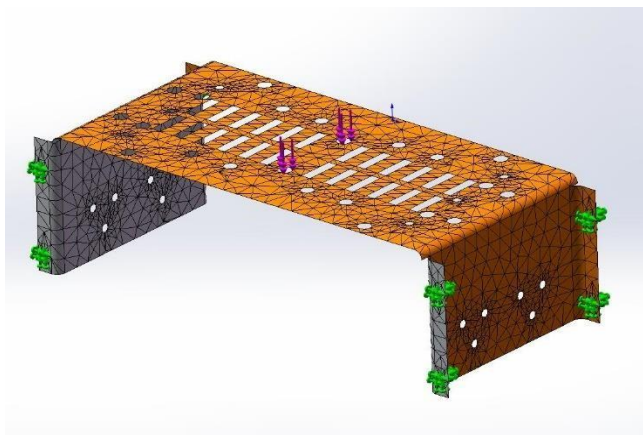
1. 钣金件可以不采用水刀切割下料的方式，由于我们对钣金件的要求并不是特别高，我们可以采用一些价格较低的其他的加工工艺，牺牲钣金件的光洁度换取成本的降低。
2. 我们在设计之初可能将铝块的厚度设计过厚，在多次考量之后，我们可以通过降低铝块厚度节约成本。

3.4 有限元分析

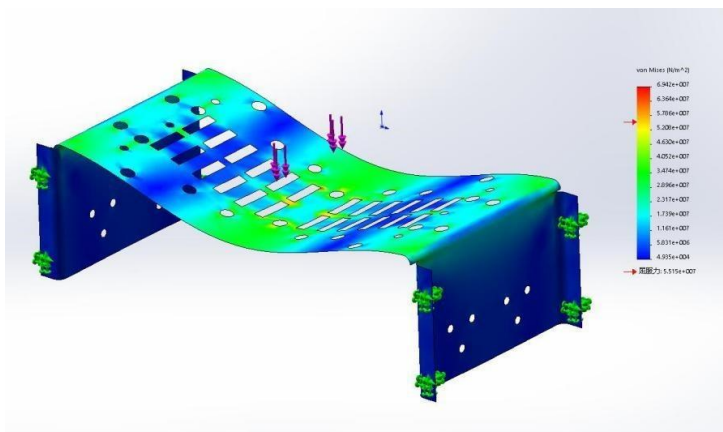
工程机器人轮组钣金进行了静应力仿真分析。使用软件为 Solidworks2018 premium。材料为库材料 6061 合金，夹具为八个合金钢螺栓固定连接，外部载荷为整车重量的四分之一，气缸伸出端与钣金为轴座连接，作用面为轴座两孔螺栓连接面，作用方向竖直向下，网格为自动网格，在孔和边进行加密，得到应力、位移、应变结果。

可以看到最大位移为 0.6627mm，在合理和可接受范围内，证明钣金厚度选择合理。另外，只在直角位置有一点应力集中，可以通过切圆角消除。

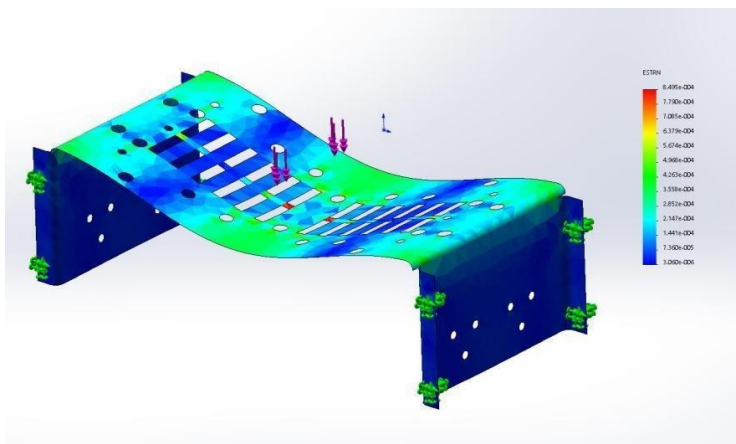
网格：



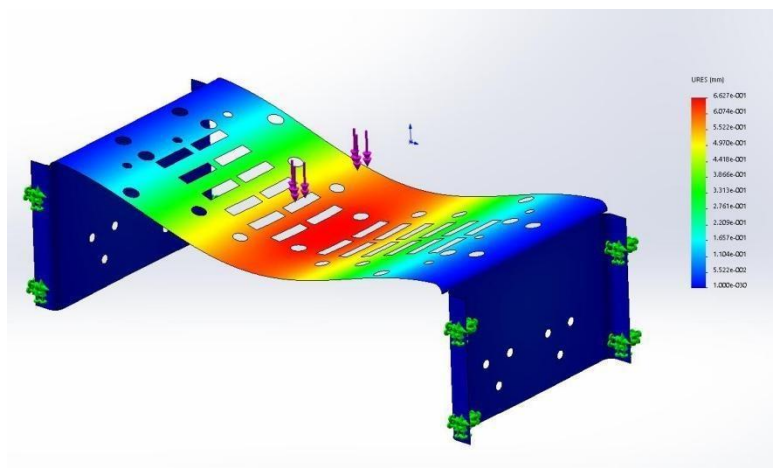
应力：



应变：



形变位移：



第4章 算法设计

4.1 需求分析

开发一个计算机视觉系统实现机器人对目标的识别。最终的目的是能识别出机器人装甲板的大致位置，为射击提供参照。同时，在机器人比赛中还有实时性的要求，需要达到较高的FPS。

4.2 方案设计

概述：

在这个项目中，我们使用了基于数字图像处理的传统方法，在RGB空间中处理图像。整体的思路是通过装甲板两侧的光条确定装甲板的四个顶点位置。通过考虑仿射变换对装甲板形状造成的影响估计出装甲片四个顶点投影到图片上之后可能存在的几何关系，用顶点匹配来筛选出最有可能属于装甲板的顶点，再通过相机内参矩阵恢复这些顶点的归一化坐标来估计装甲片的位置。

实现：

首先，我们从相机读取视频流，并分开RGB通道，并通过定义颜色阈值（具体值需要根据环境临时做一些调整）来进行二值化。如果像素值小于颜色阈值，则将像素值设置为0，如果大于颜色阈值，则将其设置为255。

其次，我们定义了处理红色敌人和蓝色敌人的不同方法。对于蓝色目标，当蓝色像素大于颜色阈值时，将蓝色像素重置为原始蓝色像素减去红色像素或255。对于红色敌人，将蓝色像素重置为红色像素减去原始，或重置为绿色或红色像素。

这种特殊的二值化方法利用了灯条的光晕效应。灯条的中心部分因为过饱和，无论在红色通道还是蓝色通道都一定会有较高的响应值。而灯条的周围部分因为光晕的颜色较弱，因而对于蓝色灯条，光晕只会出现在蓝色通道的二值图中。当需要检测蓝色灯条的时候，用蓝色灯条的二值图减去红色灯条的二值图，就一定能在灯条的位置得到一块被光晕为1，而灯条核心区为0的图像，在做一个反转就能得

到一块完整的、被光晕包住的灯条区（如图3的右上区）。通过连通区检测的手段就可以找出这一块区域，再对几何信息进行匹配就能确定灯条位置。

接下来，我们通过联通区检测获取了二值图获取了图像上的联通区（可能是装甲片灯条的位置），并给出了一套流程选择灯条。该方法如下所示：

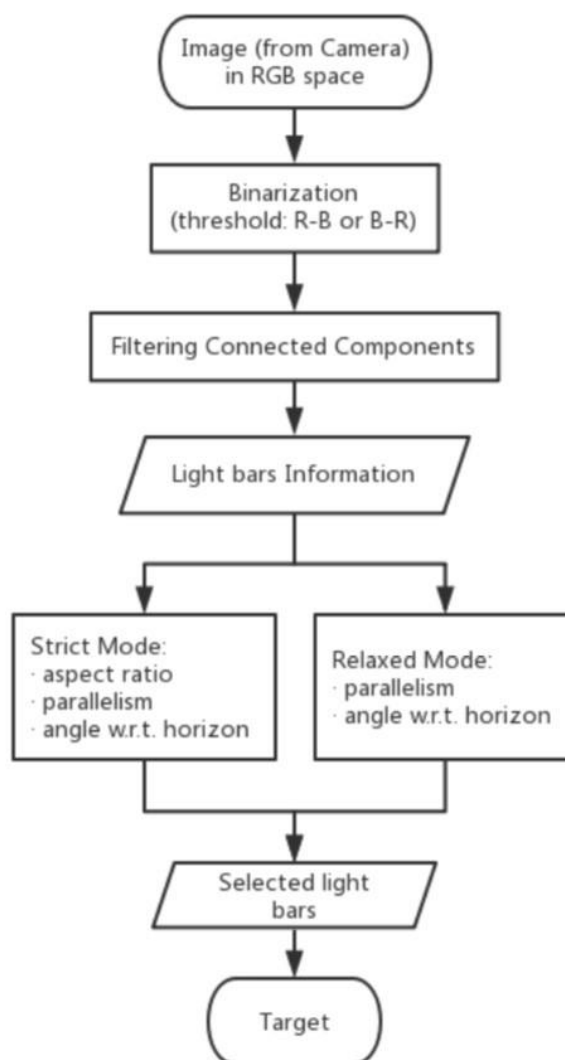


Fig-4灯条选择流程图

首先，我们使用严格的匹配方法，定义长宽比，平行条件和角度的判断条件。所有这三个条件都基于连通区的数据。连通区的长由连通区内点的最大y坐标的长度减去同一连通区中的点的最小y坐标。以相同的方法计算宽度。绘制每个连接组件的长度和宽度线。然后我们可以计算连通分量和x坐标轴之间的角度。根据角度，定义一个严格的错误来判断两个连接的组件是否平行。

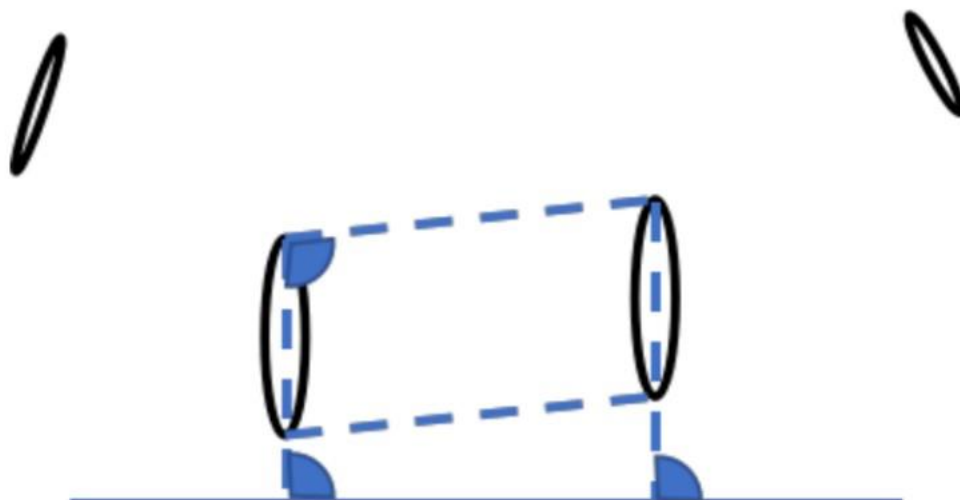


Fig-5 检测平行示意图

由于严格的错误阈值，一些环境条件下无法获取检测结果。为了解决这个问题，我们使用另一种称为松散匹配的方法。在这个方法中，我们只使用平行信息来检测敌人的位置。最后，合并两个匹配方法的结果，并选择敌人装甲板的中心点。以下是我们的检测结果：

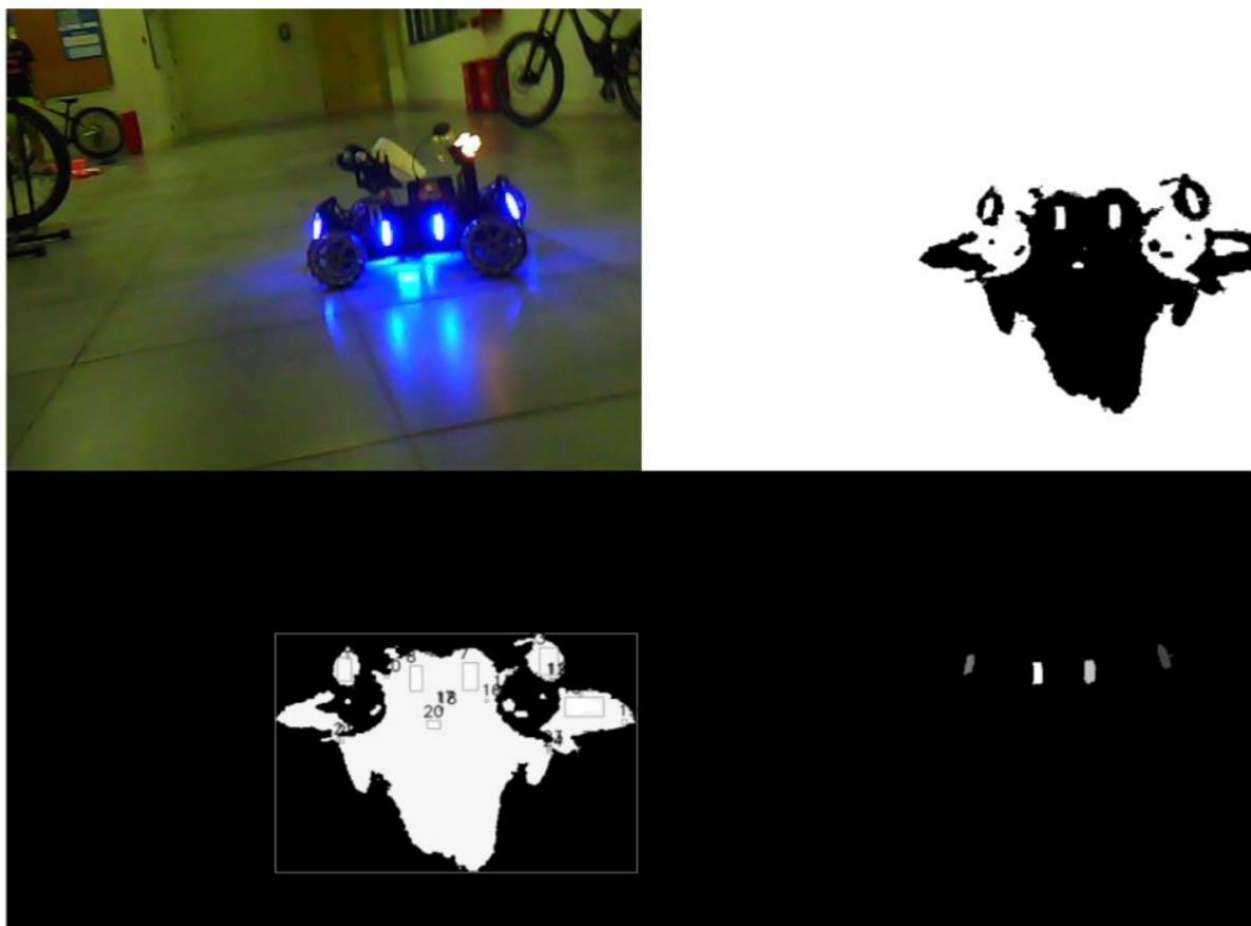


Fig-6 检测结果

右上图是二值化的结果，可以看到在这个图中，受益于我们特殊的二值化方法，灯条区都出现了被光晕（因为只在目标通道有，目标通道和翻转通道相减之后二值化响应值为1）包裹的灯条核心区（因为过饱和，在目标通道和翻转通道都有较大响应值，相减之后二值化响应值为0）的形状。左下图是右上图的倒数图，图上的数字和框是匹配出来的灯条位置和对应的分数。右下图是最终的选择结果，如果有敌人，最后可以找到两个高亮条。

4.3 算法对比与性能分析

这套算法所针对的难点是赛场上光照条件复杂，容易受到光照干扰的情况。使用连通区作为检测依据可以通过保证点的数量（一个连通区内通常有很多点）来提升算法的鲁棒性。针对严格匹配失效的情况，我们也专门定义了宽松匹配，使得算法总能找到视野中最好的一个目标。因为使用了几何信息，我们的对于装甲片的定位也会比一些基于深度学习的检测方法更加准确，尤其是当装甲片不是正对机器人的时候，深度学习检测算法得出的2D bounding box无法准确的描述装甲片实际的几何状态，而在我们的算法中这样的情况则可以提供丰富的几何信息，让定位更加准确。与很多现有的开源算法不同，我们的算法并没有去恢复目标的完整三维坐标，而只能得到目标的归一化坐标，这是考虑到只用单目做sfm需要更大的运算量；现有的小型双目摄像头或者RGBD摄像头（譬如intel real sense）也很难保证有一个很干净的disparity map/ depth map，在采集过程中就会带来点云处理的巨大运算量。而

实际上，只要有了目标点归一化坐标，只用斜抛运动的方程定义出几种不同射击距离需要的offset就完全够用，因此我们直接使用了归一化坐标，没有考虑求解完整三维坐标。

第5章 人机工程分析

案例：步兵机器人-电池仓设计。

问题：

- 19年步兵机器人采用“下供弹”方案，弹舱将占据底盘巨大空间。
- 步兵底盘采用大脚车的悬架方式，电池可安放空间较小；
- 电池位置会对整车重心造成比较大的影响；

需求：

- 1、步兵的续航约为二十分钟，充电需约两个小时，考虑比赛换电、交通运输等因素，电池架的设计必须方便电池拆卸；
- 2、比赛中，存在跳桥落地、碰撞、弹丸攻击等而产生安全隐患，因此池必须被良好保护；
- 3、步兵机器人在比赛中会跳桥，因此电池布置的位置需考虑整车重心；
- 4、电池位置需考虑整车布线合理；

解决方案：

电池安装从底盘下方向上，位置在整车的前部，并通过添加卡扣和魔术贴，防止电池掉落。

优点：

- 整车结构紧凑；
- 可以有效的平衡 miniPC，超级电容对整车造成的重心偏移；
- 卡扣+魔术贴的使用，更换电池的时候较为方便快捷，且电池不易掉落；

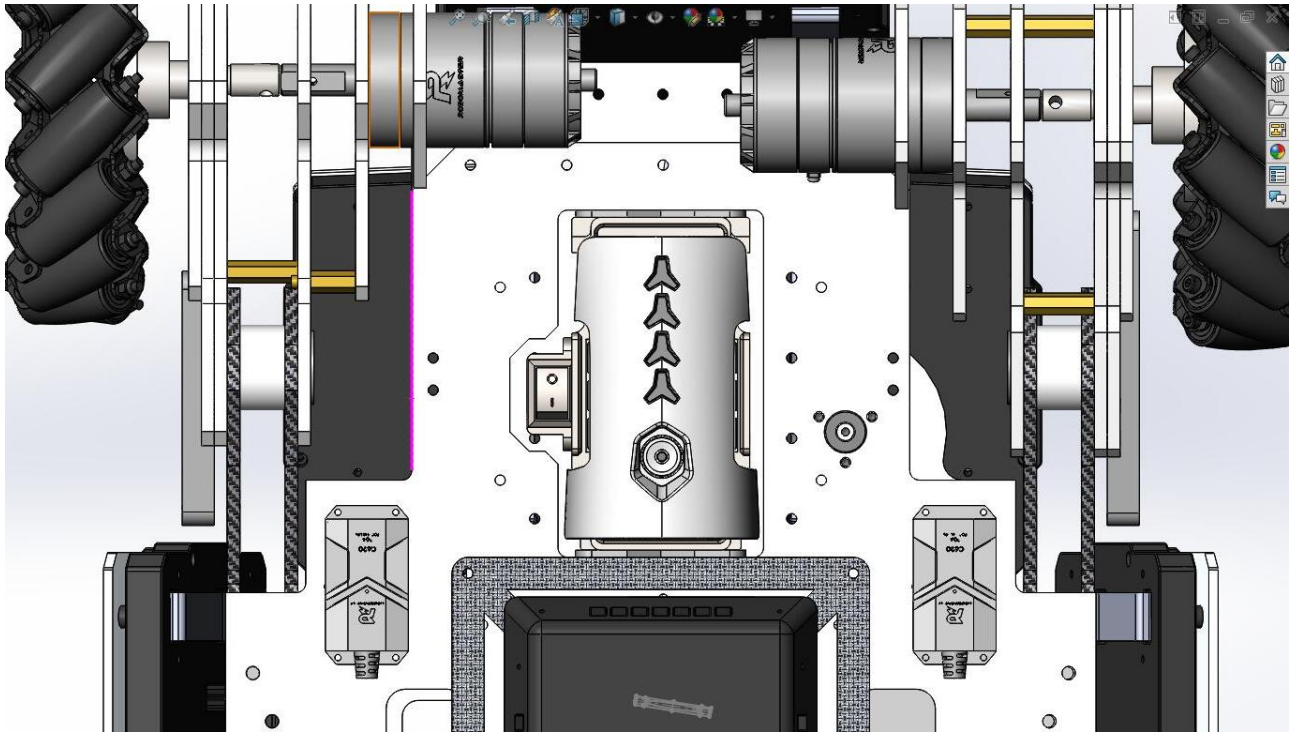
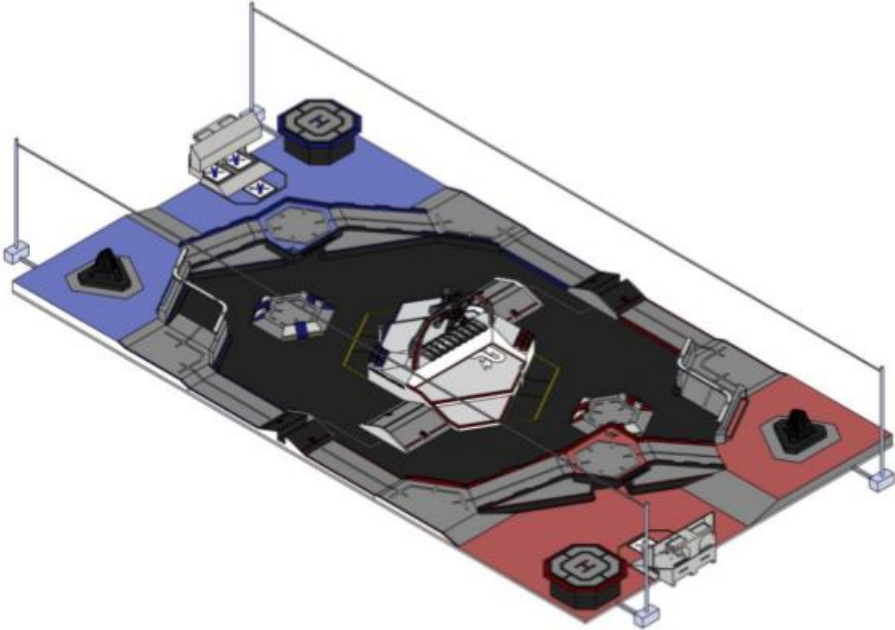
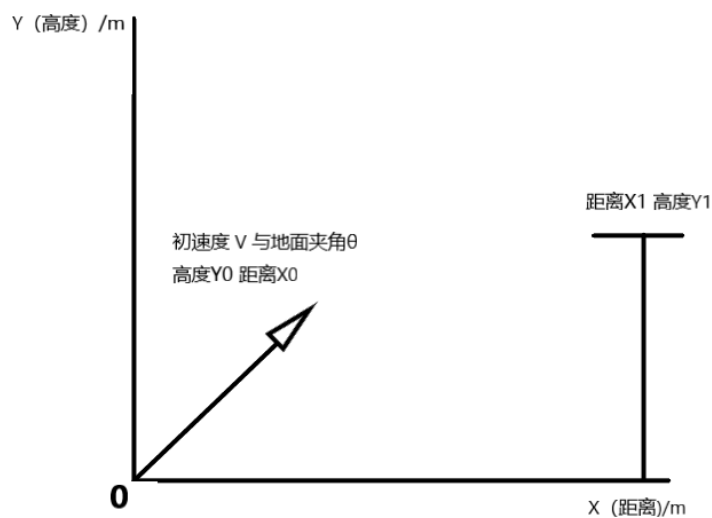


Fig-7 电池安装位置示意图

第6章 科学设计方法

案例名称	英雄机器人吊射可行性论证及预选射击位置和测试射击位置的选定;
比赛需求	英雄车可以远距离吊射, 基地顶部装甲板, 尤其三角形装甲;
需求分析	<ul style="list-style-type: none"> ● 实际场景: 场地大小-28m*15m  <ul style="list-style-type: none"> ● 问题: <ol style="list-style-type: none"> 1. 英雄车射击的高度差 2. 英雄车射击位置的选定 3. 如何瞄准对方基地; 4. 如何缩小弹着面 ● 建立模型 吊射的物理模型:



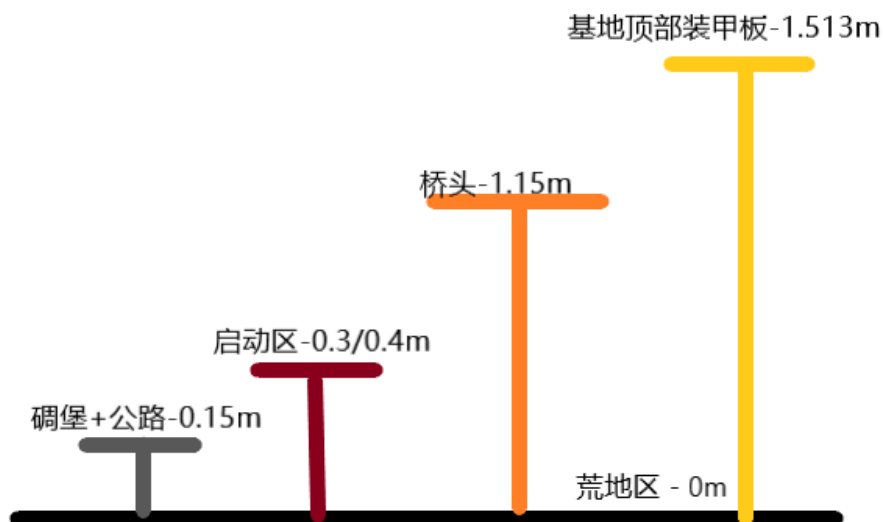
假设42mm弹丸的初始位置 $(0, 0)$ ，枪管与地面夹角为 θ ，弹丸出枪口速度为 V ，时间 t 。

弹丸击中目标：弹丸的空中轨迹经过目标；

弹丸轨迹方程: $x = v_0 \cos \theta * t$

$$Y = v_0 * \sin \theta * t - \frac{1}{2} g \left(\frac{v_0}{g} \right)^2$$

- 验证英雄吊射的可行性（假定 V 为定值（根据规则速度最高为16.5m/s），改变 θ ；）
- 目标位置高度 $Y1$ ，根据规则可以得到，全场各个地方的高度，如下图：



假定 $Y_0=0$ ，距离 $X=X_1-X_0$ ， $V=16.5\text{m/s}$ ， Θ 取值 45° 。此时弹丸打出为最远距离 X_{\max} ，最大高度差为 Y_{\max} 。

根据弹丸轨迹公式，可计算得出距离公式：
$$x = \left(\frac{v_0 \sin \theta}{g}\right) - \sqrt{\left(\left(\frac{v_0 \sin \theta}{g}\right)^2 \cdot \frac{g}{2} - y_1\right)} \cdot \frac{2}{g} \cdot v_0 \cos \theta$$

$$Y = \left(\frac{v \cdot \sin \theta}{g}\right)^2 \cdot \frac{1}{2} g$$

$X_{\max}=27.225\text{m}$ $Y_{\max}=6.8\text{m} \gg 1.513\text{m}$

上述分析是基于理想化情况，然而实际情况并非如此，因此做出以下分析；

由上图可知，最大的高度差 $Y_{\max}=1.513\text{m}$ 。假定弹丸速度范围为 10m/s ， 12m/s ， 14m/s 15m/s 16.5m/s 。

由公式：
$$x = \left(\frac{v_0 \sin \theta}{g}\right) - \sqrt{\left(\left(\frac{v_0 \sin \theta}{g}\right)^2 \cdot \frac{g}{2} - y_1\right)} \cdot \frac{2}{g} \cdot v_0 \cos \theta$$

$$Y = \left(\frac{v \cdot \sin \theta}{g}\right)^2 \cdot \frac{1}{2} g$$

输入matlab得出 $X-\theta$ 函数，如下图

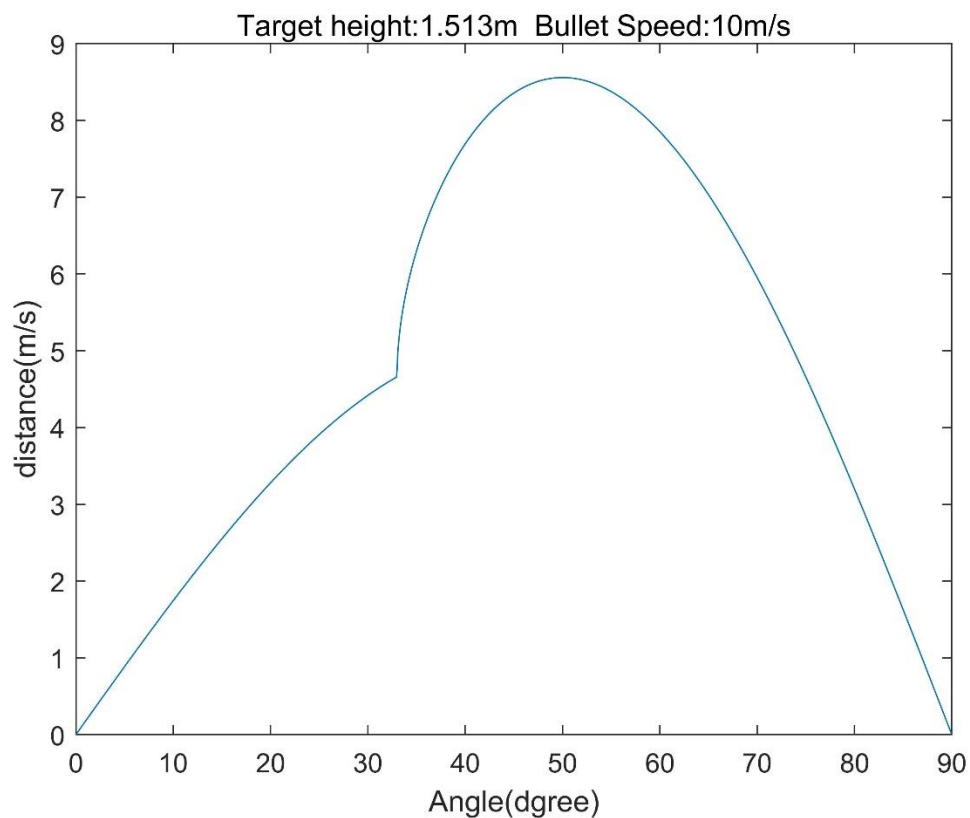
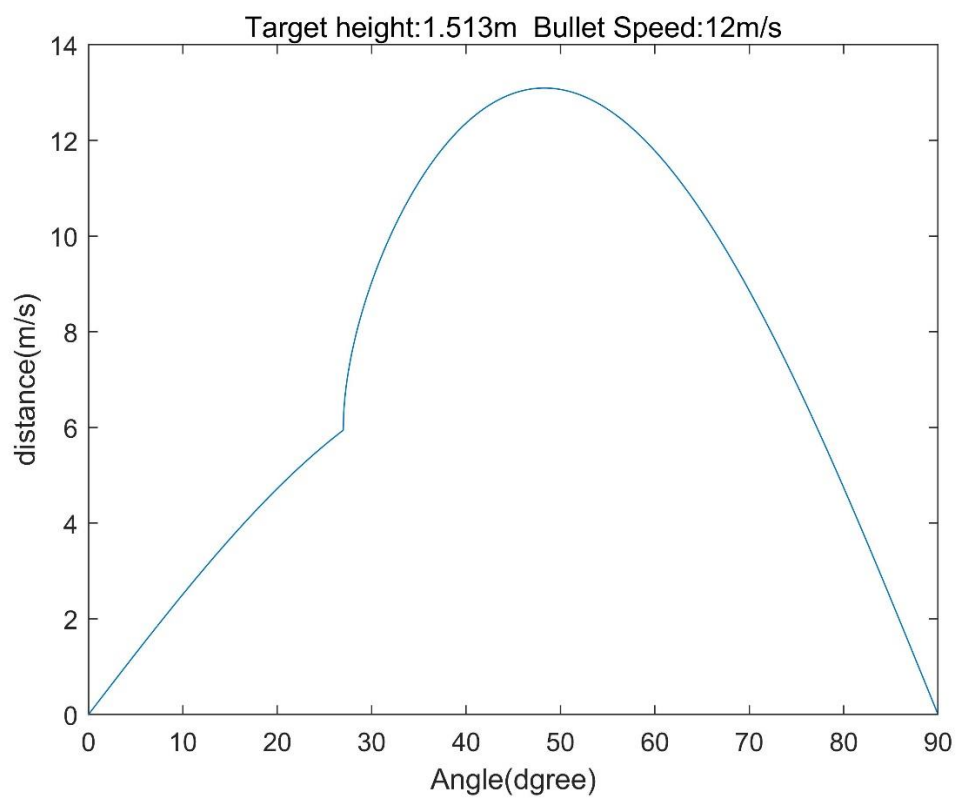
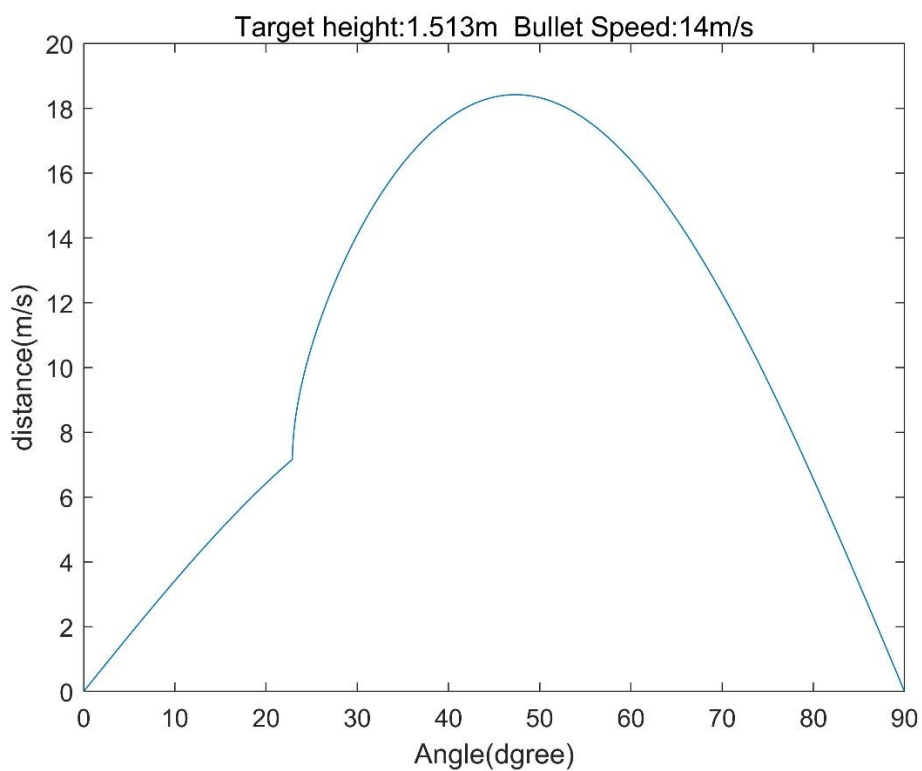


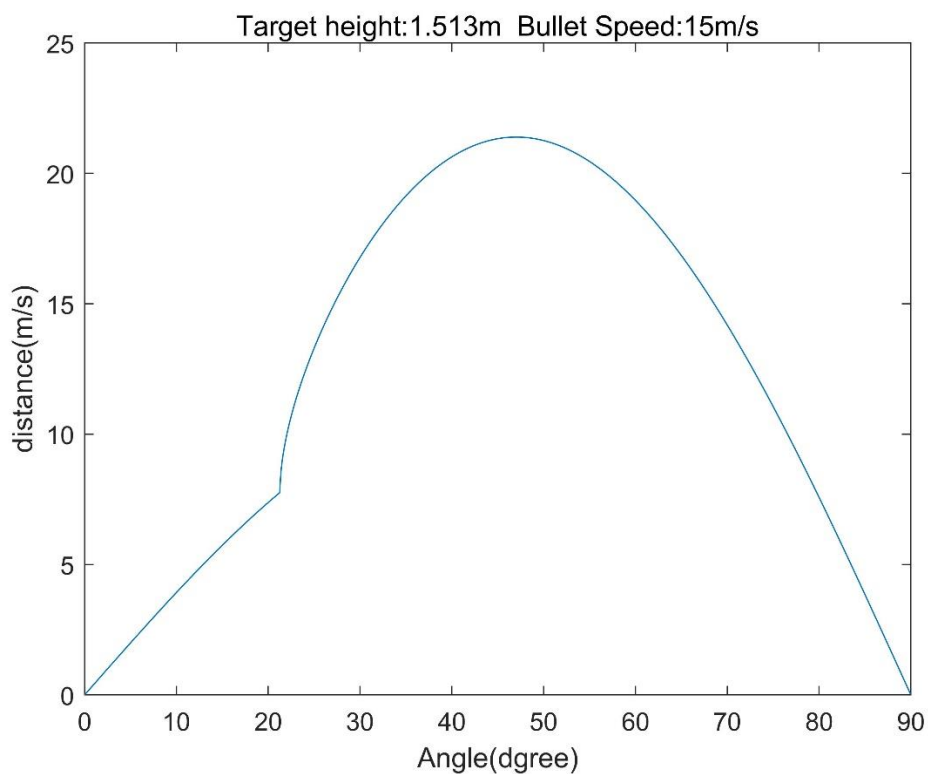
Fig- X- θ 函数-10m/s



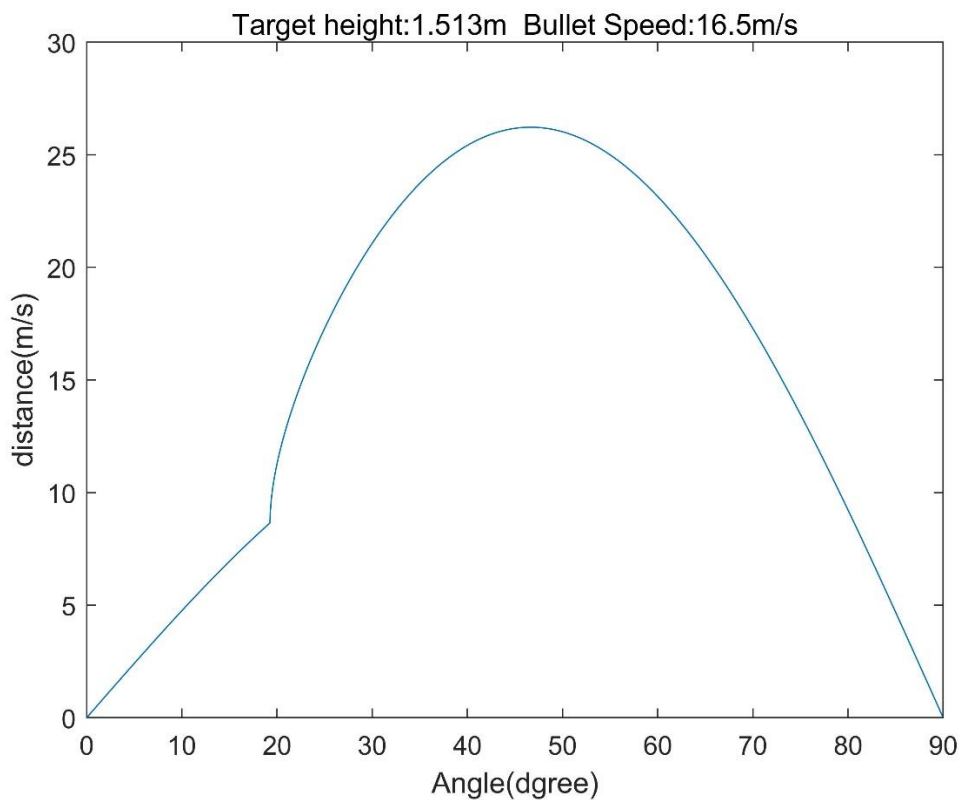
X- θ 函数-12m/s



X- θ 函数-14m/s



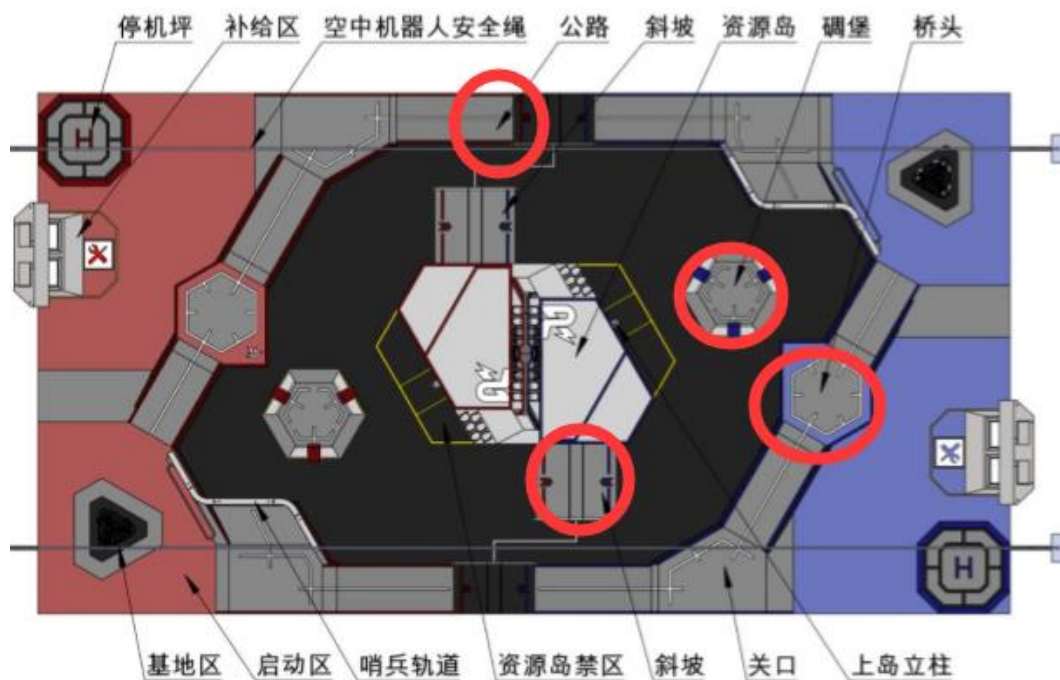
X- θ 函数-15m/s



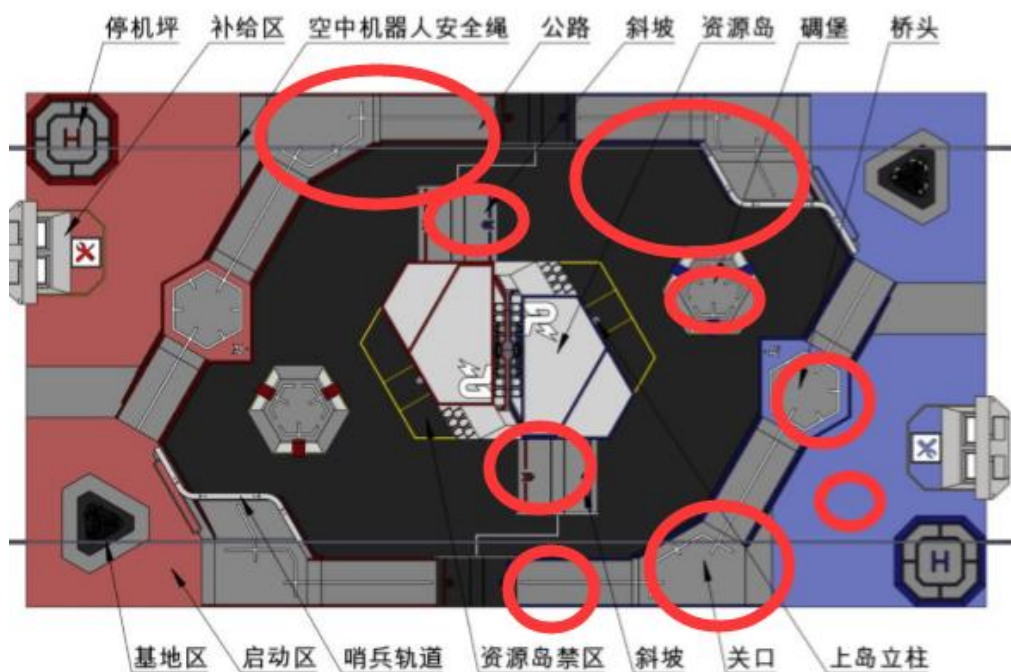
X-θ函数-16.5m/s

由以上分析，可知英雄车吊射是可行的。

比赛中，预选中的射击地点，如下图（除图中圈中地点，还有荒地区）



测试中，预选中的射击地点，如下图（除图中圈中地点，还有荒地区）



解决方案

仿照迫击炮结构

需求分析

设计需求

- Pitch轴可以实现大角度的转动;
- 云台可以稳定控制;
- 稳定42mm弹丸出枪管口速度;
-

方案需求

- 确定英雄车,

第7章 科学实践改进

- 案例：英雄车吊射瞄准方案的测试
- 背景：吊射瞄准方案（一版）；
 - 车辆预置场地地图；
 - 操作手通过第一视角，将枪口对准敌方基地方向，是枪管与敌方基地处在同一平面内；
 - 程序从裁判系统处，获取uwb位置信息，确定自身所处产地位置，场地高度；
 - 计算英雄机器人与对方基地距离，调整枪口角度；

7.1 测试需求

测试内容	测试吊射瞄准方案（一版）的命中率及瞄准所需时间
需得出结论	确定吊射瞄准方案的可行性

7.2 测试方案

测试方法	<ul style="list-style-type: none"> ● 操作手以第一人称视角，英雄机器人在预定测试位置打击基地模型底部装甲板。 ● 50发42mm大弹丸为一组，测试5组； ● 每组统计前10发瞄准所需时间； ● 每组统计弹丸命中顶部装甲命中率，和命中顶部三角形装甲的命中率； ● 每组统计每发造成伤害值；
测试所需硬件条件	<ul style="list-style-type: none"> ● 基地模型（安装顶部大装甲和三角形装甲板）； ● 各个预定测试位置所涉及的场地模型； ● 裁判系统 ● Uwb 整套系统； ● 42mm 大弹丸； ● 电脑；
测试参数设计	<ul style="list-style-type: none"> ● 弹丸发射位置与英雄机器人坐标相对转化矩阵； ● 弹丸出枪口速度； ● 发射频率；

置	
---	--

7.3 测试结果记录

发射弹丸序号 (1-50)	瞄准所需实际/s	是否命中	是否命中三角形 装甲板	造成伤害值

7.4 结果分析

由于英雄机器人没有制造完成，先在没有进行测试；

7.4 优化改进

- ◆ 假设结果：命中率低，弹着面大；
- 改进方向：
 - 提高云台控制稳定性；
 - 提高42mm弹丸出枪管口速度的稳定性；
 - 提高弹丸发射控制的稳定性；

第8章 传感器选型

机器人：哨兵

需求：

1. 视觉识别

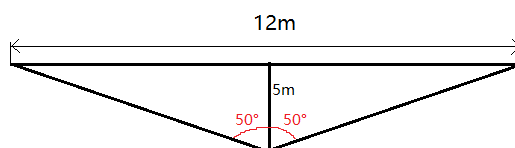
由于在较大视野内识别装甲板所需的分辨率过高，所以使用两个不同镜头角度的摄像头，视野较大的摄像头(1号)用来观察周围环境，识别目标车辆，视野较小的摄像头(2号)用来瞄准装甲板

摄像头分辨率选择：

分辨率 = 视野长度或宽度/检测精度

摄像头1号：

假设摄像头角度为 100° ，距离目标5m，目标大小 $600\text{mm}\times 600\text{mm}$ ，检测精度6mm



分辨率 = $12\text{m}/6\text{mm} = 2000$

摄像头2号：

假设摄像头角度为 30° ，距离目标5m，目标大小 $120\text{mm}\times 120\text{mm}$ ，检测精度1.2mm

分辨率 = 2250

摄像头帧率选择：

由于目标物体会相对运动，为了保证目标经过视野时能被捕获，摄像头的帧率不能太低。假设目标相对运动的速度为 2m/s ，目标在视野内停留的时间分别为 6s 和 1.4s，保证目标在视野中的最低帧率为1.4fps，选择30fps摄像头满足需求。

选择型号：KS2A17 1920*1080 100° 30fps 和 KS2A17 1920*1080 30° 30fps

镜头焦距选择：

$\text{PMAG} = \text{传感器成像面高度}/\text{被测物尺寸}$

焦距 = $\text{工作距离}\times\text{PMAG}/(\text{PMAG}+1)$

估计工作距离为2.5m

成像面高度1.08mm

焦距约为1mm

根据可选镜头选择焦距最接近的镜头即可。

2. 弹丸检测

为了保证哨兵处于随时可以发射的状态，需要维持供弹管道始终有弹丸。在摩擦轮后方的供弹管道上加装限位开关，用以检测弹丸。如果未检测到弹丸，则开启拨弹电机直到限位开关检测到弹丸。

限位开关型号：SS-5GL

3. 位置检测及校准

哨兵在轨道上的移动可能出现打滑等情况，使用单纯的延时或记录电机里程来定位会出现误差，所以在哨兵的两侧使用超声波传感器来检测到立柱的距离。在顶部加装激光光电开关用来校准轨道中点，从而辅助哨兵在轨道上移动和规避。

超声波传感器型号：HY-SRF05

光电开关型号：TB12J-D15N1

第9章 创新性

案例名称	英雄机器人云台及射击机构，和英雄车远程瞄准的方案；
存在问题及分析	<ul style="list-style-type: none"> ● 背景：云台结构采用往届-“电机直连”方式。 ● 现象：弹丸弹着面大于$\Phi 482\text{mm}$（基地上方装甲板面积） ● 原因： <ol style="list-style-type: none"> 1.电机无法完全固定枪管角度，会产生抖动； 2.弹丸速度不稳定； 3.弹丸射击量没法精确控制； ● 分析：枪口抖动因为电机扭矩不足以迅速减小震动； 4114摩擦轮电机没有位置和速度反馈； 没有传感器检查弹丸发射量；
需求	<ul style="list-style-type: none"> ● Pitch轴可以实现大角度的转动； ● 云台可以稳定控制； ● 稳定42mm弹丸出枪管口速度； ● 准确控制弹丸发射； ● 提供预置供弹功能；
解决方案	<ul style="list-style-type: none"> ● 仿照迫击炮结构，云台pitch轴转动采用螺杆传动； ● 摩擦轮电机改用3510电机，增加PID控制； ● 供电链路内增加，微动开关，准确控制发射弹丸量；

第10章 外观设计

走线:

问题:

云台集成了A型开发板、摩擦轮电机电子调速器,打弹控制电路、官方图传、测速、自动瞄准摄像头等,而云台体积又需要比较小。

底盘上安装了超级电容模组、MiniPC、C620电调、C610电调裁判系统主控、电源等模块,走线复杂

需求:

- 1、便于维护;
- 2、美观;

解决方案:

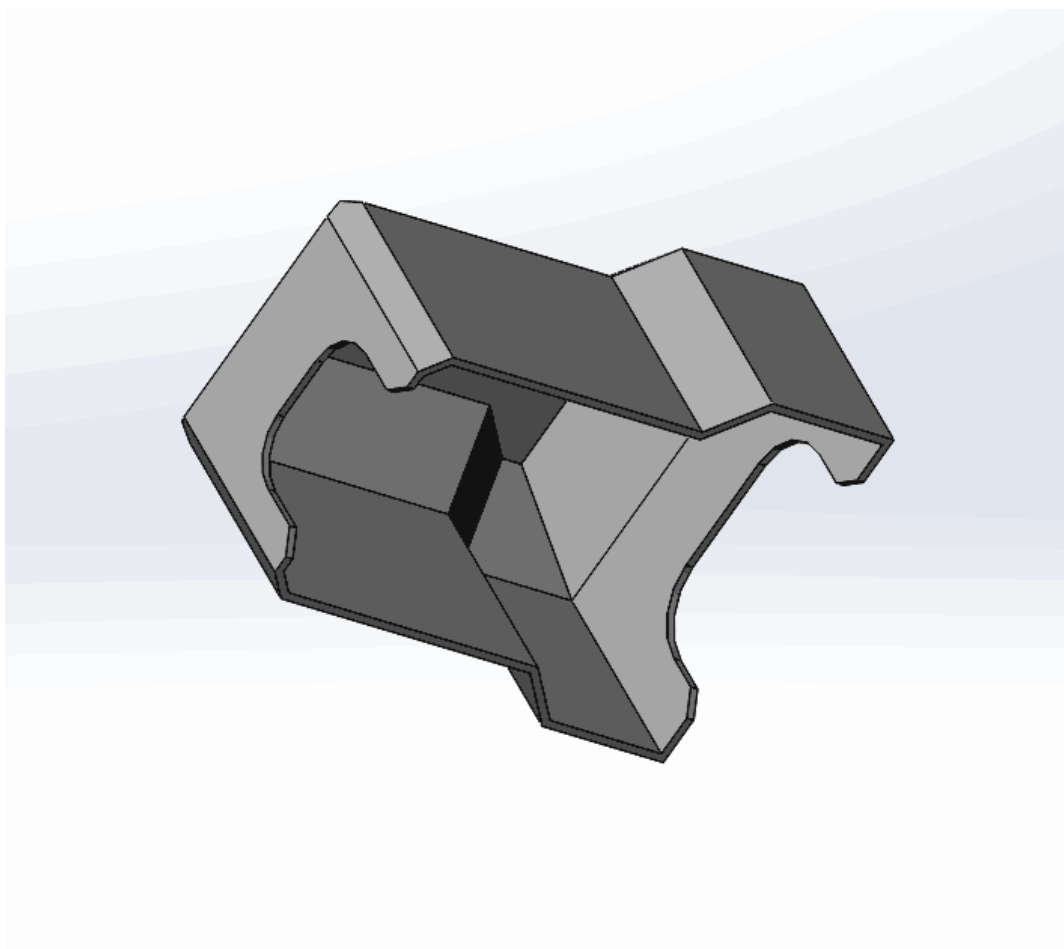
在云台和底盘上分别使用一块集成度较高的PCB电路板充当“主板”和“分线版”。

优点:

避免了各种走线的烦恼,同时将与底盘通信、供电与裁判系统线缆转接成了FPC,以减少线缆对云台姿态的影响,同时便于布线

保护壳:

保护壳采用不干扰计算机视觉的深色,与装甲板、碳纤维颜色统一。整车的面板与地板之间使用紫色的铝柱、黑色阳极氧化的CNC与裁判系统装甲板部件作为保护。云台的保护壳类似于官方车的保护壳,材料为自制的碳纤维壳体,加入了电磁屏蔽材料来保证A型开发板的高精度板载IMU的工作环境。



云台保护壳