



哈尔滨工业大学(深圳)

HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SHENZHEN



Exclusively designed for the RoboMaster M9002 P19 Brushless DC Motor and M9002 Brushless DC Motor Based Controller, the M9002 Assembly Kit includes several cables and a terminal board.

RoboMaster System Specification Manual, RoboMaster System User Manual, Introduction of RoboMaster System Models

The M9002 Assembly Kit includes several cables and a terminal board, ensuring a complete assembly system for the RoboMaster system.

ROBOMASTER 2021

高校系列赛

成本报告

哈尔滨工业大学(深圳)
南工骁鹰机器人队

2021年8月22日

目录

| | |
|----------------------|----------|
| 1. 成本总述 | 2 |
| 1.1 赛季概况 | 2 |
| 1.2 经费使用制度 | 2 |
| 1.2.1 设备 | 3 |
| 2. 成本分析 | 4 |
| 2.1 支出情况 | 4 |
| 2.2 成本异常分析 | 5 |
| 2.2.1 原因分析 | 5 |
| 2.2.2 未来解决方案 | 5 |
| 3. 总结规划 | 7 |
| 3.1 经验总结 | 7 |
| 3.2 经费管理 | 7 |
| 3.3 人力管理 | 8 |

1.2.1 设备

本赛季的设备同样由创新与实践中心提供。创新与实践中心向战队开放 3D 打印、激光切割、普铣普车、钣金等实验室，经过操作培训的队员可以使用。同时，战队需要定期组织面向全校的设备操作培训、软件教学等。

2. 成本分析

2.1 支出情况

截止 2021 年 1 月 31 日寒假集训结束，本赛季花费 106644.19 元。其中，购买航空箱花费 4550 元由团委支出，部分耗材费(941 元)由机电学院支出。故本赛季已使用经费 101153.19 元，剩余 198846.81 元。

| 项目 | 预算 (万元) | 支出 (万元) | 是否正常 | 备注 |
|----------------|------------|------------|------|--|
| 总成本 | 35 | 37.2 | 否 | 步兵机器人共制作 4 台、空中、哨兵机器人、雷达站 1 台，其他各 2 台（迭代） |
| 步兵机器人 | 6 | 6 | 是 | 只包括机械方面的材料费，包括标准件、步兵组购买的零件；其余兵种也以此类推 |
| 英雄机器人 | 4 | 3 | 是 | |
| 工程机器人 | 4 | 4 | 是 | |
| 哨兵机器人 | 3 | 3 | 是 | |
| 无人机 | 2 | 1 | 是 | 由于桨叶保护极大的影响了无人机的稳定性，故放弃其发射机构，仅提供视野，节省了大量预算 |
| 飞镖系统 | 2 | 2 | 是 | |
| 雷达 | 1 | 0.2 | 是 | 主要支出在相机和电脑，在成品中计算 |
| 成品（电机、电池、航空箱等） | 10 | 13 | 否 | 各项成品 |
| 团队运营 (包括差旅) | 3 | 5 | 否 | 差旅、宣传物资 |

2.2 成本异常分析

2.2.1 原因分析

2.2.1.1 空中机器人成本异常

空中机器人在赛季初期室外试飞期间意外坠机，导致四个电机损坏，经过检修后，两个电机无法修复、另外两个暂时正常。本赛季空中机器人为六旋翼无人机，为保证电机性能良好且有替换产品，故购入六套 E2000 动力套件（3CW，3CCW）、8 套桨叶（4CW，4CCW）。后期仍需要购入 4 套 E2000 动力套件（2CW，2CCW）、4 套桨叶（2CW，2CCW），作为备用。

2.2.1.2 硬件组成本异常

硬件组这两个赛季的资金消耗都超出了预算。主要原因：

- 1.自制超级电容试错。超级电容开发时间很长，并没有得到理想的结果，同时每次 PCB 发加工花销很高。
- 2.电子元件浪费。电子元件收纳不到位，经常丢失，购买频率很高。

2.2.1.3 加工成本异常

铝合金 cnc 加工和碳纤、玻纤板材加工占战队开销的很大一部分。尤其是 cnc 加工件，加工时间长、价格高，导致往年赛季很多时候没有足够的经费使用加工件。

2.2.2 未来解决方案

2.2.2.1 空中机器人成本异常

划分专用的试飞区，同时更新了安全绳。极大地减小了坠机的可能性和坠机后的损失。同时，电机和桨叶在下个赛季可以继续使用。

2.2.2.2 硬件组成本异常

- 1.对于超级电容的研发，没有很好的解决方案，只能继续试错。同时也购入了成品超级电容，做两手准备。
- 2.划分硬件组的专用区域，将焊台、线材柜、元器件柜的放置区域固定，要求物品用完归位，避免丢失。

2.2.2.3 加工成本异常

经过与创新与实践中心的老师沟通，战队将挑选一部分同学学习加工中心、数控车床和精

雕机的使用方法。在完成培训并通过老师的考核后，即可使用实验室的设备自行编程、加工。在寒假集训中，各兵种的大部分铝合金 **cnc** 加工件均在实验室加工完成，节省了大量经费。但目前会使用加工设备的人员太少，效率很低。

另外，创新与实践中心的老师已购入碳纤、玻纤板材加工专用的雕刻机，赛季末期大部分板材均为队员自行加工，节约大量经费。

3. 总结规划

3.1 经验总结

本赛季已经结束，虽然取得了不错的成绩，但还是存在很多问题需要解决。经费与人力，这两者缺一不可。经费一旦很节省，可能达不到原来的效果；人力一旦把压力都交到几个人身上，则必然会倍感压力，导致拖进度，对队伍的良性发展也很不好。每一项成本的合理使用都是团队持续发展的重要保证。

为了解决成本控制与管理的问题，针对经费与人力两方面，我们需要不同的方案论进行协调。

3.2 经费管理

仔细分析经费的控制，主要从三个方面进行控制：

1. 初期预算的设置与经费的申请

就经费而言，初期的预算设置很重要；根据往年经验，本赛季各研发组的耗材预算基本准确，但是由于电机、电池的损耗很严重，导致这方面的开销过大，同时，由于部分队员的操作失误，导致一部分物品坏的很快，这是在预算时没有考虑到；再者，由于低估了差旅所需的经费，导致差旅费上超支也很多。

2. 物件购买审批管理

对于物品的购买审批，此方面团队相比前几个赛季有了很大的提升。在购买低价格的商品时，队员只需要向组长说明即可；涉及到大金额物品时，会由队长、项管同意后再进行统一购买；而购买螺栓等消耗品时，则采用队伍统一批量购买完整型号并统一放置于螺栓柜中，各小组自行购买所需的特殊型号并自己保管的方法。

但是在工具的管理和收纳上，团队依旧存在着较大的问题，批头、扳手丢失率居高不下，常用型号经常缺失，尝尝找东西的时间占据了装配的半数时间，这是下赛季所需要重点解决的问题。

3. 源头上的成本控制

首先在机械设计中就需要在保证质量的前提下尽可能少用加工零件，及时要用使用，也应当降低其加工难度；其次，能够自行加工的零件在有充足的时间和人力并能够保证精度的时候应当自行加工，减少外发加工的次数（价格高、耗时长）；同时，应当合理的应用仿真软件，来减少实际作出产品来试验。

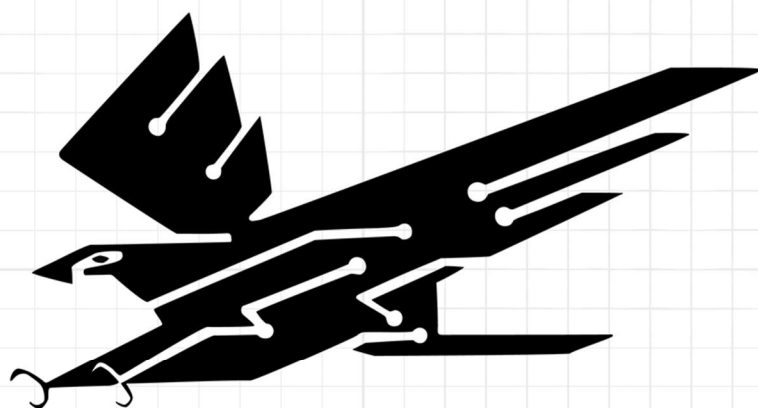
3.3 人力管理

就目前的人员任务管理上，还是有许多可以改进的地方的。与经费管理类似，除了每周开会各组确定的项目大方向各负责人，具体项目组内的分工不是很明确。尤其在梯队队员的利用上，除了组内作业等任务外，并没有明确的实质进度任务，更多的只是打下手；也不利于技术与设计经验的完全传承。



哈爾濱工業大學(深圳)

HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SHENZHEN



HITSZ