



南京大学机器人实验室
Robomaster 2018 机甲大师赛

赛季规划



南京大學

Nanjing University
The Robotics Laboratory

2017年12月17日

第1章 大赛文化

参加Robomaster最大的意义在于与全国100多所高校的学生在赛场上交手，在比赛的过程中不断的学习，不断的完善自己的知识体系，对自己的知识面有一个很广泛的提升。同时队员在比赛协作中，有碰撞冲突，有相互学习，碰撞出思想的火花，把自己的动手能力充分的展现出来。在赛场上展现自己，让工程师站上耀眼的舞台。这整个过程都是我们最大的收获。

整个比赛比下来，是对学生能力的完整提升，无论是从管理组织能力、宣传推广能力，工程师技能应用来讲，都是极大的提升。Robomaster参赛队伍作为一个几十人的组织，完全是一个小公司的规模，从方方面面的角度来讲，都不可能像三五个人的参赛队伍一样，这其中必定有严密的组织，严格的条例，这不仅是对一个工程师的考验更是对一个管理者的考验。

在比赛中所学习的专业技能知识，所培养出来的动手能力，完全是平时课堂知识所不能够给予的。实践出真知，平时为了考试而记一记的知识是不会留在脑中的，而在比赛中因为需要使用而去学习的知识却是不会忘记的，这些东西才是比赛真正给我们带来的有价值的东西。我们队伍的核心文化就是要敢于挑战自我，做别人做不到的事情。

第2章 项目分析

2.1 赛季整体规划



2.2 步兵机器人

2.2.1 需求分析

步兵机器人是Robomaster赛场上的元老级机器人，从第一届开始，只有步兵是永恒不变的角色。把步兵机器人做好是比赛取胜的重要因素。

首先，步兵是战场上的侦查先锋，开局时可以两辆步兵补弹，一辆步兵迅速外出侦查，摸清情况，同时可以骚扰对方的车。其次，步兵也是赛场上可以最快取到子弹的角色（除了起防御功能的哨兵）。取到子弹的步兵可以迅速形成战斗力，阻碍对方英雄的上岛。

规则中对步兵的限制主要有

项目	限制	违规判罚	备注
弹丸发射速度上限(米 / 秒)	45	扣除一定血量	
最大重量 (kg)	20	-	不包含裁判系统
底盘功率 (w)	80	扣除一定血量	
最大尺寸 (mm)	600*600*500	不满足尺寸要求无法通过检录	高度不得超过500，在地面的正投影不得超出600*600 方形区域
比赛过程中尺寸 (mm)	700*700*600	不满足尺寸要求无法通过检录	高度不得超过 600，在地面的正投影不得超出700*700 方形区域

步兵机器人技术要求：

基础部分：满足规则限制的各项基础要求

提高部分：1) 良好的机动性能

2) 不存在卡弹问题

3) 对大坡度的爬升尽量不超功率

- 4) 能够做到精准射击
- 5) 有足够的空间放置妙算，使每辆步兵都具有打神符的能力
- 6) 具有辅助瞄准的能力
- 7) 具有自检能力
- 8) 某个模块损坏时应能做到可以迅速更换
- 9) 布线干净利落

2.2.2 主要路线

任务	
云台	1.PITCH上YAW下设计
	2.PITCH下YAW上设计
	3.云台 PID程序
	4.云台摩擦轮设计
	5.弹仓设计
底盘	1.单纵臂减震结构
	2.独立悬挂结构
	3.双横臂减震结构
	4.万向节传动
	5.法兰轴直连结构
其他	1.辅助瞄准
	2.神符打击
	3.自我检测
	4.复活挂钩

2.2.3 时间节点安排

时间节点安排	
12月初	完成对第一版步兵的设计，并生产出模型
1月中	电控组完成对第一版步兵的改进建议，并迭代出第二版步兵
1月末	交付视觉组进行神符打击测试
3月初	视觉组完成对第二版步兵的改进建议，并迭代出第三版步兵

时间节点安排	
研发经费:	¥15,000

**研发经费仅用于机械结构加工，均不包含电机等官方购买物资

2.3 英雄机器人

2.3.1 需求分析

英雄机器人是赛场上重要的战斗力来源，根据新的规则，场上只有英雄可以发射高尔夫球子弹。并且高尔夫球子弹的威力是17mm弹丸威力的10倍，往年在大神符的加成下基本上可以做到秒杀步兵（今年的能量机关具体说明还没有出）。所以如何快速上岛，快速下岛，取弹的速度和数量往往是强队制胜的关键。42mm高尔夫弹丸威力巨大但质量也很大，如何使弹丸发射速度够快，弹道准确，同样重要。今年的资源岛相对去年来比从场地的正中间变为两个，取消了梅花桩设计，改为两级台阶设计，所以履带上岛的方案不再适用，可选的方案有两级抬升，或者利用资源岛侧的爬杆登岛。

规则中对英雄的主要限制有如下几点：

项目	限制	违规判罚	备注
弹丸发射速度上限(米 / 秒)	45/17mm 16.5/42mm	扣除一定血量	
最大重量 (kg)	35	-	不包含裁判系统
底盘功率 (w)	120	扣除一定血量	
最大尺寸 (mm)	800*800*800	不满足尺寸要求无法通过检录	高度不得超过800，在地面的正投影不得超出800*800 方形区域
比赛过程中尺寸 (mm)	1200*1200*1200	不满足尺寸要求无法通过检录	高度不得超过 1200，在地面的正投影不得超出1200*1200 方形区域

**对比去年的比赛规则，值得注意的是，今年的英雄底盘功率限制是120w，不再像去年一样是不限制功率的。

英雄机器人技术要求：

基础部分：满足规则限制的各项基础要求

提高部分：1) 良好的机动性能

2) 不存在卡弹问题

3) 对大坡度的爬升尽量不超功率

4) 能够做到精准射击（或可使用气动发射）

5) 装配倒车影像，能够在上岛时观察后方

- 6) 具有辅助瞄准的能力
- 7) 具有自检能力
- 8) 某个模块损坏时应能做到可以迅速更换
- 9) 布线干净利落
- 10) 具有升降上岛的能力
- 11) 具有从弹药箱获取弹丸的能力

2.3.2 主要路线

任务		
云台	基础	云台结构设计
		云台pid控制
		弹仓设计
	发射机构	摩擦轮设计
		气动发射机构
底盘	登岛实现	升降结构 (plan1)
		爬杆结构 (plan2)
		星型轮结构(plan3)
	普通行进	悬挂结构
		麦克纳姆轮连接结构
其他	抓弹结构	抓取弹药箱结构
		从弹药箱获取弹药

2.3.3 时间节点安排

时间节点安排	
1月中	完成对英雄底盘的三种设计，并通过论证淘汰其中两种，最后集中精力制作一种底盘
2月中	完成对英雄车发射机构和抓取弹药箱机构的设计
3月底	三者结合装配
研发经费	¥10,000

2.4 哨兵机器人

2.4.1 需求分析

在往年的比赛中，自动攻击的功能一直是由基地机器人来承担，基地机器人需要一边高速旋转，躲避攻击，一边需要瞄准敌方实施反击，在这种条件下，反击是比较难的，所以我们可以看到在往届的比赛中，能够反击的基地在反击的时候往往要停下来寻找敌方，这样就给了敌方可乘之机。今年的哨兵虽然也需要移动，但不会像基地那样高速旋转，而是沿着一条线迹行走，较为方便识别。哨兵的云台设计与步兵大多相通，但需注意，哨兵带弹量较大，最好将弹仓放在挂载底盘上。哨兵的研发工作应集中在视觉识别与自动打击上，即视觉组和电控组要很好的配合。哨兵是基地的守门员，如果哨兵能够很好的反击，将会使我方具有较大优势。

下表是规则中对哨兵机器人的主要限制：

项目	限制	违规判罚	备注
弹丸发射速度上限(米 / 秒)	45	扣除一定血量	
最大重量 (kg)	10	-	不包含裁判系统
最大尺寸 (mm)	400*400*400	不满足尺寸要求无法通过检录	
比赛过程中尺寸 (mm)	500*500*500	不满足尺寸要求无法通过检录	

**值得注意的是，哨兵最大重量仅为10kg，在设计的时候要注意重量限制

哨兵机器人技术要求：

基础部分：满足规则限制的各项基础要求

提高部分：1) 能够在哨兵轨道上灵活移动

2) 不存在卡弹问题

3) 准确、迅速的识别敌方机器人，并且做到高频率（20Hz以上）

4) 能够做到精准射击

5) 云台具有充分的自由度

6) 妙算与主控之间的通信迅速准确

7) 具有自检能力

8) 某个模块损坏时应能做到可以迅速更换

9) 布线干净利落

2.4.2 主要路线

任务	
云台	射击部分同步兵车
	弹仓传弹射击
	挂载底盘弹舱设计
挂载底盘	在哨兵轨道上移动结构
自动打击	识别装甲板
	主控板与妙算通信
	准确打击定点
其他	自检功能

2.4.3 时间节点安排

时间节点安排	
2月初	完成对挂载底盘的设计
3月初	交付视觉组调试，并提出改进意见
3月底	主体部分应当全部完成，剩余时间做精度调节
研发经费	¥5,000

2.5 工程机器人

2.5.1 需求分析

今年由于场地的变化，工程机器人不再具有搬运物块获得加成或者直接取胜的功能，当前工程机器人的功能主要是将已经阵亡的步兵机器人搬运回复活点以及为己方加血的功能。所以工程车的主要设计点在挂钩和简单机械臂。

项目	限制	违规判罚	备注
最大重量 (kg)	35	-	不包含裁判系统
底盘功率 (w)	不限	-	

项目	限制	违规判罚	备注
最大尺寸 (mm)	800*800*800	不满足尺寸要求无法通过检录	高度不得超过800，在地面的正投影不得超出800*800 方形区域
比赛过程中尺寸 (mm)	1200*1200*1200	不满足尺寸要求无法通过检录	高度不得超过 1200，在地面的正投影不得超出1200*1200 方形区域

工程机器人技术要求：

基础部分：满足规则限制的各项基础要求

提高部分：1) 良好的机动性能

2) 挂钩结构可以迅速与步兵对接

3) 带着步兵的时候具有足够的机动能力

4) 机械臂能方便地给友方加血

5) 具有自检能力

6) 某个模块损坏时应能做到可以迅速更换

7) 布线干净利落

2.5.2 主要路线

任务	
底盘	减震结构同步兵
挂钩结构	一键抓取步兵
机械臂结构	三轴机械臂

2.5.3 时间节点安排

时间节点安排	
2月之后设计制作	由于工程机器人部分现在规则不完善

2.6 补给站机器人

2.6.1 需求分析

补给站机器人可以说是所有机器人中最重要机器人，因为如果没有补给站，那么所有步兵车就无法获取子弹，基本上丧失了80%的周旋能力与战斗力，只能被动挨打。所以补给站的稳定性十分重要。吸取了去年的经验，今年将不会使用传感器，改用开关结构。另外补给站设计的两个重点是如何迅速加弹以及如何将子弹分配均匀。

项目	限制	违规判罚	备注
最大尺寸 (mm)	1000*1000*1000	不满足尺寸要求无法通过检录	
比赛过程中尺寸 (mm)	1000*1000*1000	不满足尺寸要求无法通过检录	

** 注意1000*1000*1000必须在场地方框内，所以接弹口必须在补给站正中央。

步兵技术要求：

基础部分：1) 满足规则限制的各项基础要求

2) 稳定性

提高部分：1) 迅速加弹

2) 均匀分配子弹

2.6.2 主要路线

任务
1.框架结构设计
2.分弹机设计
3.放弹结构设计
4.如何防止步兵死在补给站

2.6.3 时间节点安排

时间节点安排	
12月底	完成第一版补给站设计并调试
2月初	完成第二版补给站设计并调试
3月中	定稿并交付使用

时间节点安排	
研发经费	¥5,000

2.7 空中机器人

2.7.1 需求分析

空中机器人今年最大的不同是可以发射17mm弹丸，去年的空中机器人只可以凭借重量投掷42mm的弹丸，所以今年的空中机器人需要发射机构，并且需要改装动力系统，否则M100原有的动力将不足以带动改装后的飞机，电池也要使用两块，目前采购了E1200动力系统。在选择云台电机的时候也要选择尽可能轻的电机，同时飞机的辅助瞄准也是必要的。

项目	限制	违规判罚	备注
弹丸发射速度上限(米 / 秒)	45		
最大重量 (kg)	6.5	-	包含电池，不包含弹丸与裁判系统
最大尺寸 (mm)	1000*1000*800	不满足尺寸要求无法通过检录	高度不得超过800，在地面的正投影不得超出1000*1000 方形区域

空中机器人技术要求：

基础部分：1) 满足规则限制的各项基础要求

2) 稳定飞行

提高部分：1) 自动打击

2) 云台稳定

3) 充分考虑后坐力对飞机的影响

2.7.2 主要路线

任务	
飞控	1.使用DJI N3飞控
	2.使用自编飞控
云台	云台与步兵基本类似

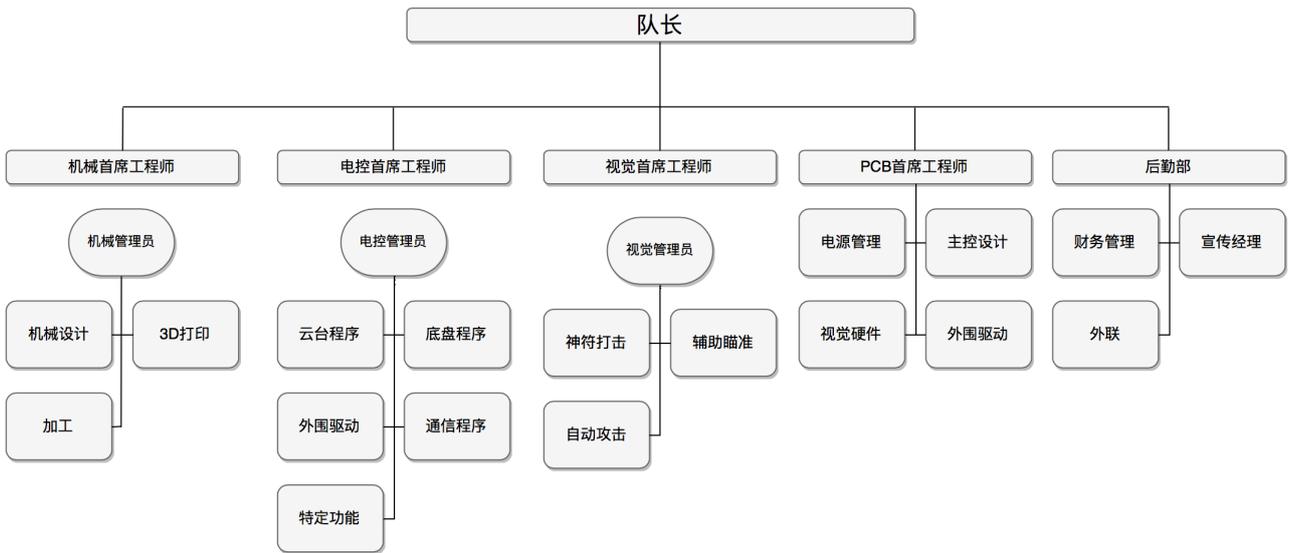
2.7.3 时间节点安排

时间节点安排	
2月初	完成飞机改造
2月中	完成飞行测试
3月中	完成飞机主体与发射机构结合
3-4月	测试
研发经费	¥6,000

第3章 队伍结构

3.1 队伍结构

根据机器人技术需求来布局队伍的结构。首先，在技术层面，一台完整的机器人需要机械结构的设计、电路控制板的设计、核心控制程序的代码编写、以及更高层级的机器学习和计算机视觉。因此，技术方向分为机械组、电控组、视觉组、PCB组。根据队伍自身情况，电控、视觉两位技术能力较强的同学在组织能力方面不强，故改进制度，由技术最强的同学担任各组的首席工程师，任务是掌控本方向全局的技术设计，另设各组的组长，负责协助首席工程师分配任务到个人。目前，机械首席工程师兼任机械组组长，PCB组人员较少，不分设协作组长。另外，除技术方面设后勤部，包含财务管理、宣传经理、外联。



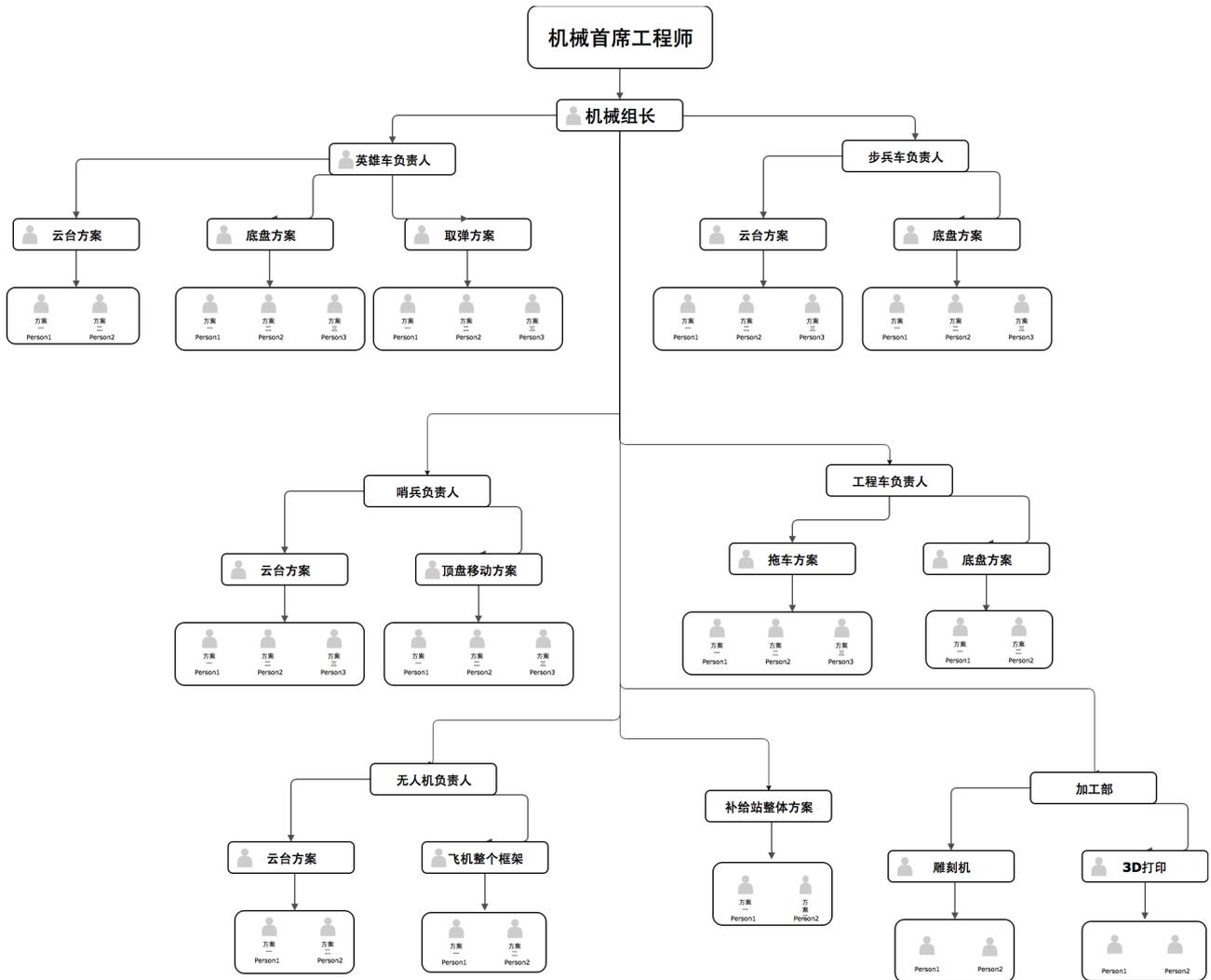
3.2 职务职责

职位	职责
队长	<ol style="list-style-type: none">1.负责整个比赛的全局规划2.与组委会事务的接洽3.大宗物资采买合同签署4.对学校的经费申请
项目管理	<ol style="list-style-type: none">1.对比赛进度的精细化管理2.督促各组的任务完成情况
宣传经理	<ol style="list-style-type: none">1.招新时对比赛进行宣传2.平时在公众号进行推送3.更新实验室网站的宣传新闻4.比赛时对队伍进行跟踪拍摄、制作宣传片
机械首席工程师	<ol style="list-style-type: none">1.对各机器人的功能结构有完整的设想2.列出所需分配的任务
机械组长	<ol style="list-style-type: none">1.将机械首席工程师的所列出需分配的任务具体分配到下属组员2.跟紧机械设计以及制作的进度，及时向项目管理报告
电控首席工程师	<ol style="list-style-type: none">1.对电控代码架构有完整的构想2.完成电控框架代码的编写2.列出所需分配的任务
电控组长	<ol style="list-style-type: none">1.将电控首席工程师的所列出需分配的任务具体分配到下属组员2.跟紧各具体驱动代码的进度，及时向项目管理报告
视觉首席工程师	<ol style="list-style-type: none">1.从多个角度出发2.列出所需分配的任务
机械组长	<ol style="list-style-type: none">1.将机械首席工程师的所列出需分配的任务具体分配到下属组员2.跟紧机械设计以及制作的进度，及时向项目管理报告
财务管理	<ol style="list-style-type: none">1.负责队伍所需物资的采购2.负责队伍现金账户的管理3.收集发票、向学校报销，形成资金回流4.负责物资的清点与管理
外联	<ol style="list-style-type: none">1.寻找投资商、赞助冠名商2.负责与赞助商的后续接洽

3.3 机械组结构

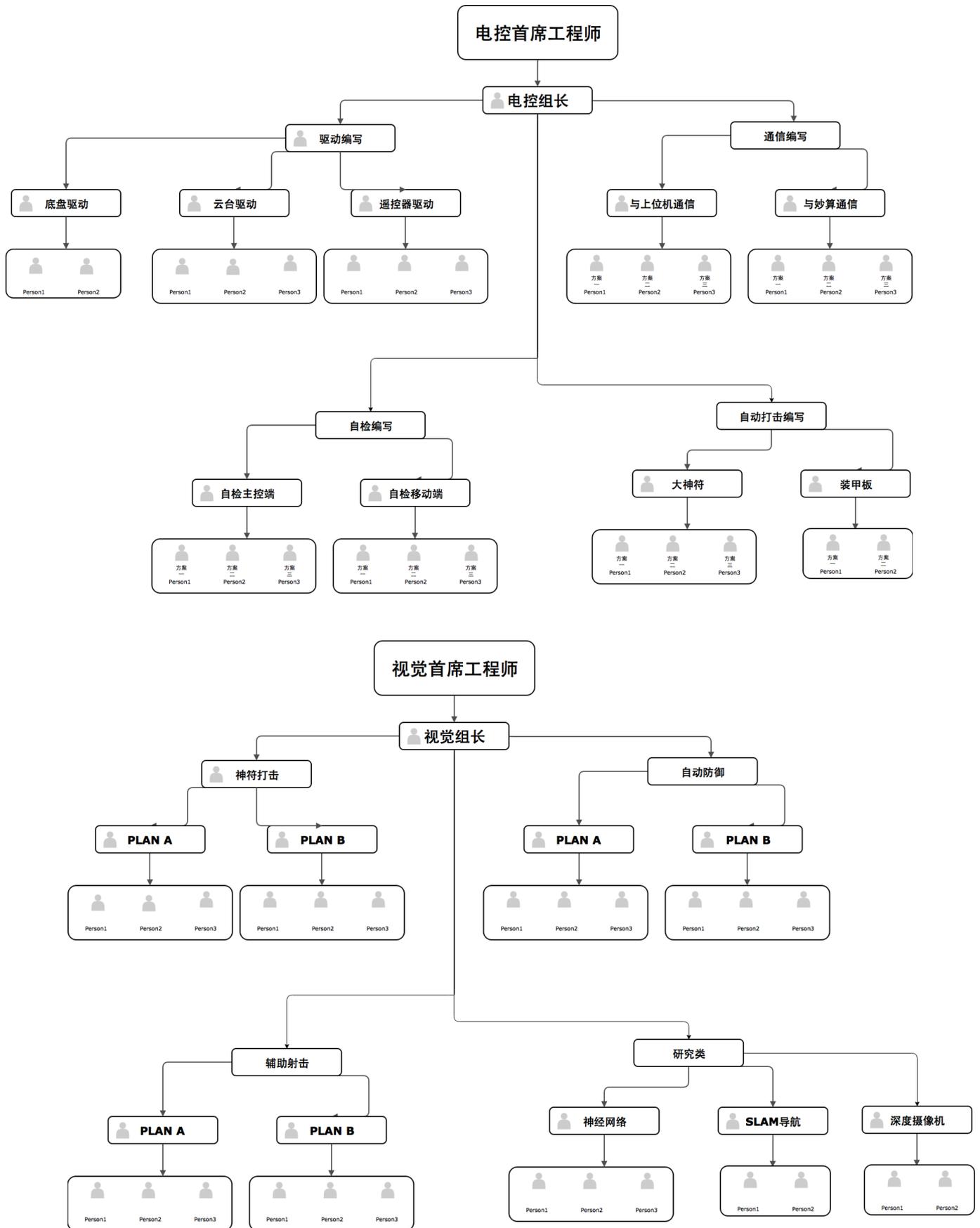
下图为机械组的详细组成结构，机械组长负责下属七个机构的任务分配。每种机器人分为2-3个部分，每个部分做2-3中方案，由专人负责。各小组负责人由老队员担任，成员为新队员。

招募方向： 工程管理学院、物理学院、3D打印社



3.4 电控&视觉组结构

招募方向：电子科学与工程学院、计算机科学与工程学院、软件学院



第4章 知识共享

4.1 资料搜集与整理

Robomaster论坛上有很多优质的资料包括往届写的技术报告，开源的机械、算法方案，以及历届夏令营产生的优秀设计方案和官方开源的资料，这些资料对我们的研发都会有很大的帮助。队里安排了专门的一个人对论坛上的资料进行整理和收集。

除了Robomaster论坛，一些优秀的开源公众号，比如“机械图纸狗”，也是资料的重要来源。队伍去年比赛的资料也会进行归纳整理，有一些可以使用的东西可以直接使用，另外有一些经过论证已经验证不可行的方案也可以从中吸取经验。

4.2 代码管理

建立Github私有云进行代码的管理，可以保证研发的同步进行，不会做重复劳动，同时也可以还原回老的代码。优点一是可以很方便团队协作，另外面对大工程误删或者改错代码的问题可以很好的恢复不至于毁掉所有的成果。

4.3 图纸管理

图纸和PCB一般会放在百度网盘进行统一管理，并且会以日期标注文件夹名称。

4.4 团队协作

团队使用Trello作为任务发布工具，每周的任务设置ddl，并会在周例会的时候汇报工作进度，团队的成员可以互相看见工作进度，可以起到相互督促的作用，避免懈怠。同时涉及到的文件一般会发在团队QQ群里，并分类整理。往届的老队员也在群里，可以帮助新队员迅速进入状态，也可以帮助回答一些问题。

4.5 技能学习安排

时间	机械组	电控组	视觉组	PCB组
2017.10-2017.11	solidworks基础知识	STM32基础了解	opencv基础知识	AD基础知识
2017.11-2017.12	solidworks进阶掌握	STM32工程文件构建 (包括定时器中断之类)	机器学习基础知识	AD进阶知识
2017.12-2018.1	AutoCAD基础知识	电机类驱动编写实战	c++ opencv项目实战	元器件学习
2018.1-2018.2	AutoCAD进阶知识	遥控器类驱动	python机器学习实战	电路layout学习
2018.2	ArtCam应用学习	通信协议类实战	MINST综合实验	实战
2018.3	模型到加工 (综合)	综合实战	实战	实战

第5章 审核制度

5.1 OKR绩效考评制度

OKR (Objectives and Key Results) 即目标与关键成果法，是一套明确和跟踪目标及其完成情况的管理工具和方法。团队使用专用软件，在每周由团队成员自行制定目标，组长认为合适即可通过。制定任务时同时也是对上周任务完成情况的审核。软件会在每个月给予打分。据此来评判成员对团队的贡献。

绩效高的成员将会获得更多的奖励以及更多的机会，对于不服从安排或者不积极参加队内活动、不完成任务的队员，如果这种划水的情况是长期出现的，将会被逐出队伍。

具体执行流程：

前期准备

- 1.队长根据比赛的总体要求，作出赛季规划
- 2.各首席工程师对相应的要求作出技术的具体规划
- 3.各组组长根据规划的任务，征求组员的意见，进行任务的安排

任务跟踪

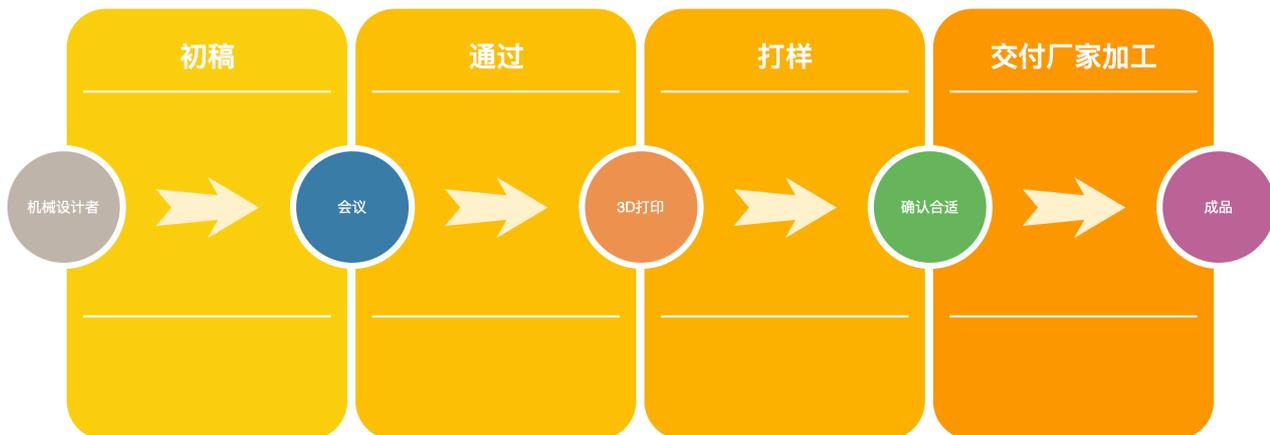
- 1.组员会在每周制定自己的小目标，由组长首肯后即可
- 2.每周组会上对上周任务完成情况进行审核

节点审核

在队长安排的大的时间节点进行项目成果的审核与验收，并进行人员的调整

原则：对人员的筛选会本着爱才惜才的原则，大家对机器人的热爱占很重要的成分。恃才傲物，不服从管理，或者本来无能想要摸鱼划水的都不是我们欢迎的队员。

5.2 图纸审核制度



第6章 资源管理

6.1 上届物资剩余情况调查

名称	数量
6623云台电机	13
EC60电机	12
RM35电机	4
RM3510	27
RM2310	16
RM2210	10
4114电机	2
820R	24
420电调	4
官方主控板	13
电调中心板	6
电池架	7
Jetson TK1	1
Mainfold妙算	4
TB47	7
TB47D	3
遥控器	6
接收机	6

6.2 可用设备

设备名称	数量
6090 CNC雕刻机	1
3D打印机	40
角磨机	1
手电钻	1
台钻	1

6.3 财务管理制度

6.3.1 物资采购

大宗物资采购由队长与RM组委会签订合同采购，由学校直接划款，财务管理进行记录

其他物资购买：1.队员报组长审核

2.组长核对预算后同意

3.组员购买后将发票交给财务管理

4.财务管理从现金账户给组员报销

5.财务管理填写材料入库单，向学校申请报销，现金回流账户

现场物资: 在比赛现场如果发生与其他队伍的物资买卖由财务管理负责

6.3.1 外联资金

外联资金一律打入财务管理的队伍公用账户

6.5 人力资源

根据人员流失情况，将进行三次招新，使得队伍不断有后续力量的进入，保持队伍的活力

名称	时间
第一次大规模招新	9-10月
第二次小规模招新	12月底
第三次小规模招新	3月初

6.5 解决队员学业和队内任务的分配

解决方案：1.在安排任务时，队员自己提出学业内任务所占有的时间，队内任务会保证不占用课业时间。

2.在项目规划初期，不会在大规模考试周内安排重要任务，避开高峰期。

3.如果队员的学业过重，无法保证队伍内工作的最基本的时间，我们会建议退出。

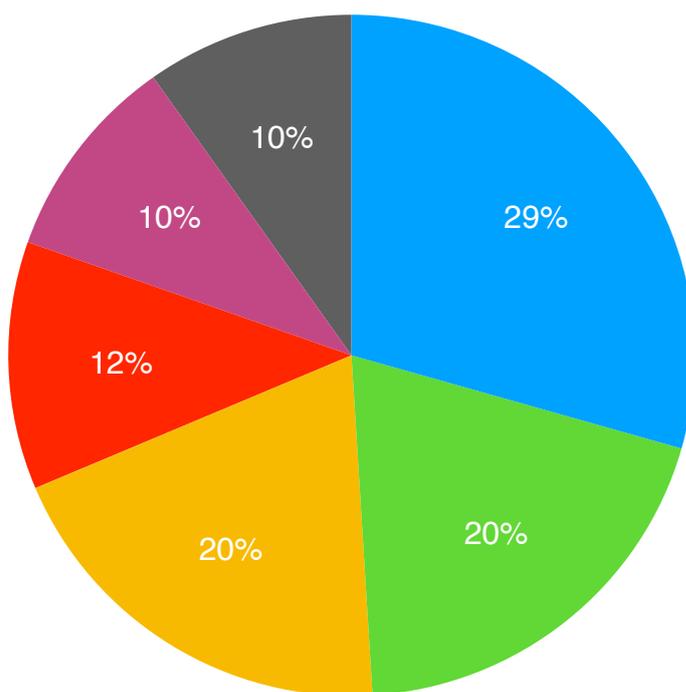
4.如果队员因为专注于机器人比赛而导致挂科现象，我们同样会劝其退出。

第7章 商业计划

7.1 资金预算

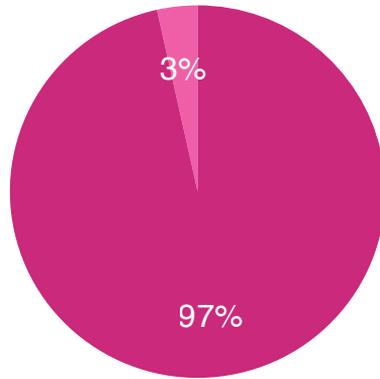
Robomaster 2018对抗赛				
步兵	5000	3	15000	
英雄	10000	1	10000	
工程	10000	1	10000	
飞机	6000	1	4000	
哨兵	5000	1	5000	
补给站	5000	1	5000	
差旅	30000	1	30000	
官方物资以及其他物资购买	30000	1	30000	
		总计		111000

● 步兵 ● 英雄 ● 工程 ● 飞机 ● 哨兵 ● 补给站



7.2 已有资金来源

● 学校资金 ● 资金来源 ● 外联资金



7.3 招商计划

向学校能申请的资金有限，而Robomaster是一个需要巨大资金投入的比赛，在7.1所列的项目预算中，只是加工成品方案所需要的预算，而本身在比赛过程中，对于各种方案的尝试是不可少的，对于方案的尝试一定会带来一定的资金消耗，仅凭预算所列金额是不够的，所以我们需要广开思路，从一些公司拉取赞助，一方面，有些高科技公司需要人才的合作，而我们恰好又需要这样的条件，另外一方面，我们可以用研发的成果作为他们赞助的交换。再其次有些公司需要利用我们的影响力进行推广，这都是我们潜在的赞助商。

根据这个思路，我们已经找到了第一笔赞助，接下来将由外联部继续承担这个工作，具体方案如下表：

序号	赞助项目	备注
1	战队冠名权	获得南京大学DVa战队的冠名
2	比赛媒体采访广告	比赛期间参赛队员接受不定期的采访时提及赞助商
3	队服广告	在队员队服上印上赞助商 logo 和名称
4	战车车体广告	所有战车车体上印上赞助商 logo 和名称
5	视频广告	在队伍宣传视频里鸣谢赞助商
6	实验室公众号广告	机器人实验室公众号的推送的广告位置
7	实验室网站广告	在实验室网站上附加赞助商的转向链接

第8章 成果转化

我们一直希望推动Robomaster的成果转化。南京大学机器人实验室作为一个开放、多元、自由而不失严谨的实验，一直希望越来越多的本科生也能参与到科研当中来。这里提供良好的科研环境，提供诸多材料、器件、工具，我们希望热爱机器人的本科生和研究生能够在这里做自己想做的事情。我们一直在推动成果转化，包括鼓励本科生发表在机器人比赛中的研究成果，投递核心期刊。对一些关键技术，可以申请专利来进行保护，实验室在资金上可以给予大力支持。

同时，我们也在和南京大学其他的研究生实验室合作，包括工程管理学院的机器人实验室以及计算机科学与工程学院的机器人与神经网络实验室。研究生在这里进行他们的项目，所获得的成果都可以回归他们的研究，对他们的研究也同样很有帮助。

另外，Robomaster对抗赛和 ICRA Robomaster AI Challenge 中提出的自动打击机器人是非常具有建设性的项目，虽然现在的机器人都处于一个初期的不成熟的阶段，但是继续发展下去，一定会为国防现代化贡献力量。

