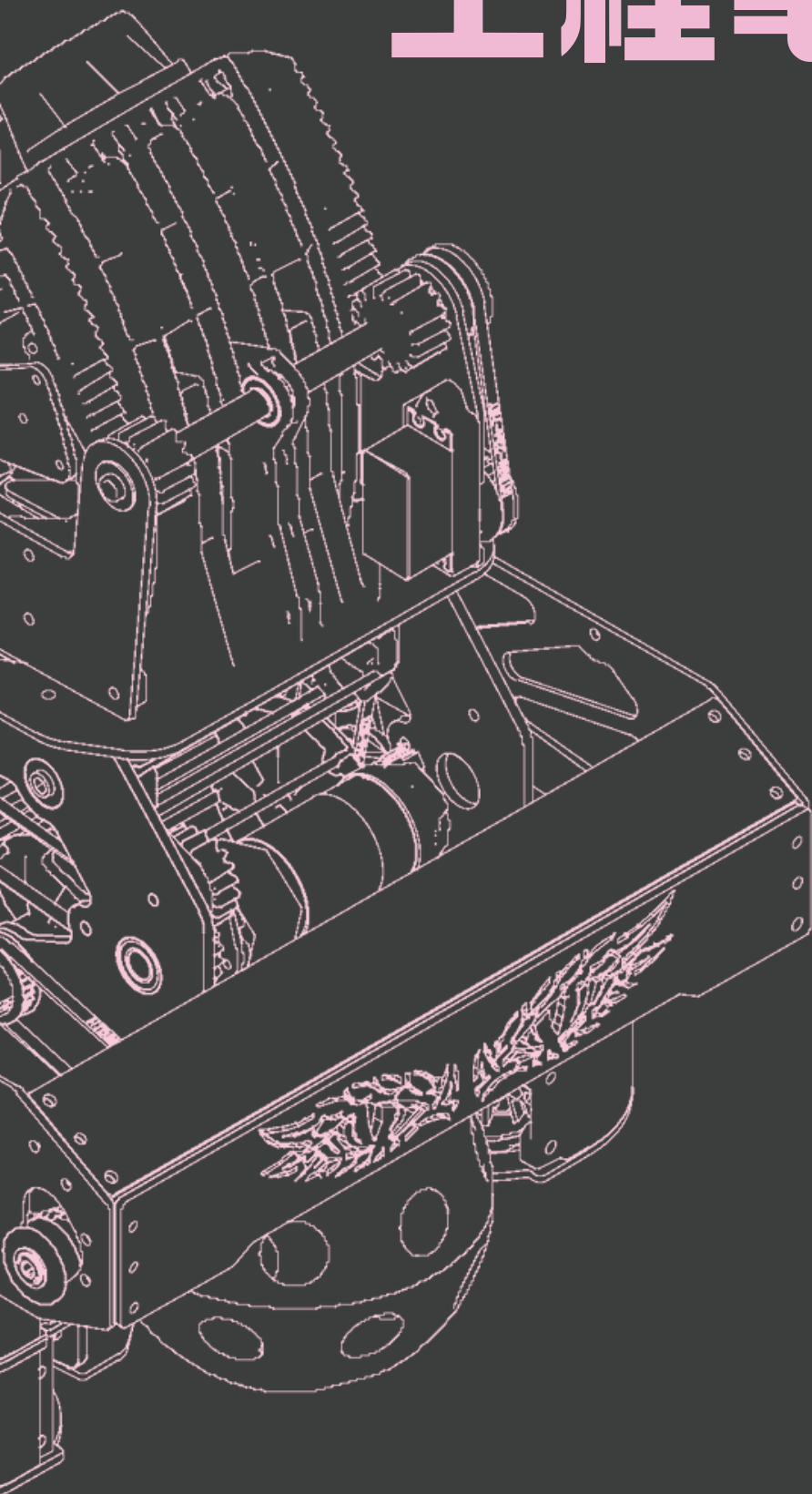


# 19859 Reflection

## 工程笔记



### 目录

- P1. 团队介绍及赛季目标
- P2. 队员介绍及个人成长目标
- P3. 队伍可持续发展及领导力培养
- P4. 财务可持续发展及赞助商
- P5. 导师及导师发展计划
- P6. 社区发展支持与FIRST推广
- P7. 外联活动与品牌宣传
- P8. 国际交流与影响力
- P9. 赛季策略思考
- P10. 机器人结构介绍
- P11. 机器人设计与创新
- P12. 机器人工程迭代
- P13. 机器人自动程序
- P14. 机器人手动自动
- P15. 机器人程序迭代

# 团队介绍及赛季目标



我们是19859

我们是一支有温度、有担当、有能力的10年FTC队伍



## 10

10年队史

成立于2016年，19859战队即将迎来队伍建队以来的第一个十年生日。这十年，是一段由无数个深夜调试、赛场拼搏、社区分享与代际传承交织而成的赤诚旅程。我们不仅建造机器人，更在建造一种精神——一种相信协作能超越竞争、相信热情可点燃未来的信念。站在十年门槛回望，每一步都写满坚持；向前望去，初心未改，启程不止。

## 130

历年队员总人数130多位

130多位队员，是130多段被FTC重塑的人生轨迹。有人在这里第一次理解团队的意义，也有人第一次学会在失败后拥抱队友；有人因机器人比赛坚定了攻读工程的决心，也有人将团队协作的精神带入艺术甚至公益事业。130人，不是一个简单的数字，而是共享同一份赤诚。正是这130多位队员的接力，让19859成为一所没有围墙的学校，一个被热爱所串联的共同体。

## 60

60多个奖项

60多个奖项背后，是上万小时的调试、数千次的推倒重来、无数次寻找创新的勇气。这些荣誉，有的来自区域赛的激烈角逐，有的源于裁判对我们工程日志的肯定，还有的，是因为我们在社区推广中点燃了更多人眼中的光。但我们深知，这十年来19859所赢得的奖项，是我们一步一个脚印走过的路；而比奖杯更重要的，是我们始终未变的热情。

## 15

本赛季在任队员共15位

本赛季的15位队员，肩负着整支队伍的十年积淀。我们中有刚接触FTC的新手，也有连续参赛四年的“老将”；有人负责机械结构到凌晨三点，有人为宣传视频反复剪辑数十遍，还有人为了能在比赛中拿到好的成绩通宵练车。我们要努力把老队员留下的笔记一页页更新、补充、再传递下去。我们将用行动证明：真正的启发，不是等待炬火，而是自己成为那束光。

## 2026

本赛季我们将全力以赴

2026年，站在十年积淀的肩膀上，19859将以前所未有的专注与热忱全力以赴。我们深知，真正的冠军，不仅赢在赛场，更赢在能否点燃他人眼中的光。因此，这一年，我们也将把社区影响力做得更深，让热爱科技的种子在更多人心中生根发芽。我们相信，**冠军**是实力的证明，**启发**是使命的响应，而世锦赛，是我们无限向往的舞台。2026，19859，志在巅峰，步履不停！

# 队员介绍及个人成长目标



本赛季，我们有15位队员，其中13位是拥有2年及以上FTC经验的老队员，2位新队员。以前我们一直强调要补齐短板，而本赛季，我们更强调“发现每个人最大的闪光点，并将其发挥到极致”。我们希望19859是每位队员在校园生活以外的一个自我展示的舞台，都在这里能获得自信！



## 队员介绍及个人目标和培养计划

- 队长
- 工程
- 外宣
- PM
- 编程
- 设计
- 操作
- 侦察
- 摄影



**Tiger Zhang G11**

个人目标：三个字--世锦赛

发展计划：定期组织战术复盘会议，参与全国性赛事交流，学习高阶驾驶技巧与团队管理。



**Bowen Li G11**

个人目标：深入学习FTC机器人编程逻辑，优化控制算法。提升对机器人各模块的了解。

发展计划：与老队员一起编写机器人代码，并定期和辅导老师进行讨论。参与机器人日常维护。



**Haochen Wang G11**

个人目标：提升操作稳定性，实现单车稳定两分钟射出50artifacts，并提升场上反应速度

发展计划：参与与其他队伍的对抗训练，增加比赛经验，学习机械工程方便修车。



**Lucas Ru G7**

个人目标：学习更多工程相关知识，帮助星河湾校队成长，为团队贡献更多力量。

发展计划：积极向教练与老队员学习请教，参与设计搭建，学会程序调试。加强与星河湾同学的合作。



**Jarry Diao G12**

个人目标：带领工程组完成3个创新机构设计，申请专利或开源项目。

发展计划：学习先进制造工艺与材料科学，参与行业技术交流。



**George Hu G8**

个人目标：协助团队获得更多赞助商，并且提升工程和编程思路。

发展计划：负责联络潜在赞助方，参加商业竞赛提升演讲能力。多参与机器人搭建和日常维护。



**Yann Wang G11**

个人目标：实现团队项目100%按时交付，提升跨组协作效率。

发展计划：学习敏捷项目管理工具，参与领导力培训与团队建设活动。



**Harry Zhu G8**

个人目标：提升对比赛规则的认识于工程动手能力。

发展计划：多参与机器人小零部件的搭建和战术模拟推演，学习机器人结构的作用。



**Jasper Yao G10**

个人目标：提升编程+摄影+设计，组织好团队财务记账并定期向团队汇报。

发展计划：参与路径算法开发提升编程；精进视频剪辑，负责团队社交媒体频道的视频剪辑与拍摄。



**Leon Lei G7**

个人目标：加深对比赛规则的理解，提升侦查数据整理的效率和准确性。

发展计划：学习使用基础编程工具，多观看比赛录像，参与机器人搭建和维护。



**Ziyu Pan G10**

个人目标：提升对机器人底层控制逻辑的理解和锻炼机器人工程设计思路。

发展计划：学习机器人控制框架，参与机械设计讨论；多研究其他优秀队伍代码。



**Marcus Chen G7**

个人目标：学习并应用各类编程软件，提升工程搭建与场上分析能力。

发展计划：系统学习FTC图形化编程与Java，参与机器人搭建与调试；多看比赛录像，提升战术理解。



**Lea Huang G9**

个人目标：学习工程相关知识，提升机械设计与搭建的能力。

发展计划：学习并运用各类设计工具与CAD软件，优化工作流程，确保团队项目执行效率最大化。



**Lucas Zhang G8**

个人目标：完成机器人的底盘建设和一定走线和编程，重点提升工程及编能力。

发展计划：着重学习走线，提升电路规划以及链接能力。



**Roy Yuan G8**

个人目标：协助团队获得2个新赞助商，并提升工程搭建能力。

发展计划：参与校园宣讲提升演讲能力，同时多参与机器人的搭建和调试过程提升工程实践理解。



## 2025-2026赛季，我们的队伍：

团队结构饱满，技术角色全覆盖，协同高效；每个模块均有2-3名核心成员深度负责，并建立交叉备份机制；

老队员占比高达93%，实战经验深厚；15人中，14位为连续参赛两年以上的老队员，其中6人已征战三个以上赛季；

场地赛能力突出，核心技术实现突破；本赛季重庆赛已斩获冠军，并多次获“设计奖”“控制奖”等专项认可。在此基础上，本赛季我们在向量底盘+算法上实现了关键技术跃升；

社区影响力强，资源整合能力突出，热爱驱动成长；19859不仅是参赛队，更是区域FTC生态的积极建设者。我们相信，科技的意义在于共享，竞赛的价值在于彼此启发；

队伍文化温暖坚持，以“赤诚十年”凝聚精神内核；我们不是为了打败谁，而是为了成为更好的自己，并照亮同行的人。



# 财务可持续发展及赞助商



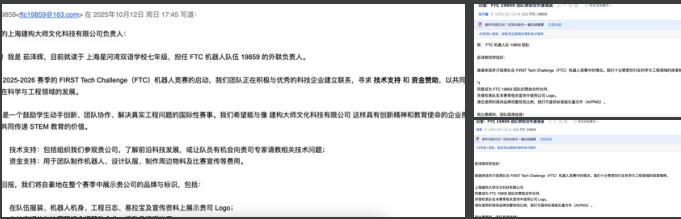
在赞助商发展上，我们秉承“走出去，才能引进来”的工作原则，以“信任+共鸣”的方式，不断拓宽我们的合作边界。拓展赞助商的过程，也是持续推广FIRST的过程。

## 鸣谢!!!

衷心感谢每一位支持19859的赞助商朋友！因为有你们提供的器材、资金和信任，我们这群学生才能安心造机器人、大胆去比赛。你们给的不只是资源，更是让我们相信——少年的梦想值得被认真对待。我们会继续努力，不只在赛场上拼尽全力，也把这份支持变成行动，去帮助更多对科技感兴趣的同学们。感谢我们的赞助商和我们同在！感谢我们的赞助商，与19859一起造就未来！

## 我们是如何找到赞助商的： 主动、真诚、反馈

- 1. 从身边开始：家长、校友、老师是第一座桥**  
我们最初的赞助主要来自队员家长和队长所在企业——他们亲眼见证孩子因FTC变得更自信、更爱思考，于是愿意支持
- 2. 先做事，再开口**  
我们不会空手去谈赞助，而是先组织社区机器人体验课、在校内办科技展、拍技术分享视频——当本地企业看到我们真实在推动青少年科技教育，企业也会愿意参与其中
- 3. 做好万全准备，带着合作方案去沟通**  
我们外联组同学会研究本地科技公司、制造企业，撰写简明《合作提案》，说明“我们做什么、需要什么、您能获得什么”，然后预约拜访或通过老师/家长引荐，真诚沟通
- 4. 借势平台，积极参与学校的各种活动，利用学校平台资源优势**  
我们团队因为是跨校组队，每个队员在自己的学校都是一个资源拓展的渠道，大家分头拓展，效率翻倍



## 我们赞助商都有谁



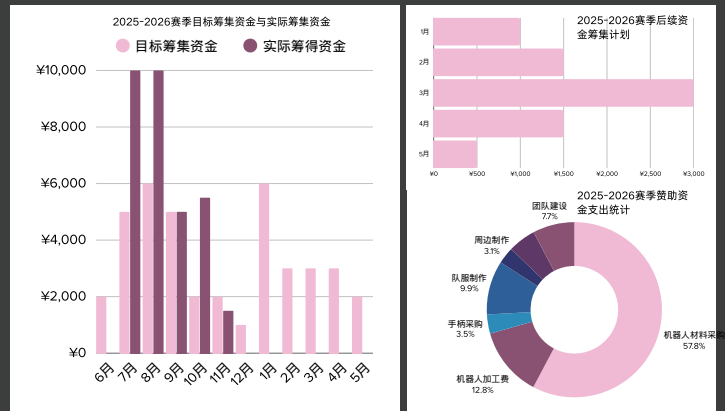
## 2025-2026赛季财务计划

我们战队目标筹得赞助资金：40,000元  
截止目前我们已筹得资金：32,000元

我们目前已支出：28,000元

支出主要用于：

1. 机器人材料采购
2. 机器人加工制作
3. 操作手柄更换
4. 队服制作
5. 周边制作
6. 兄弟队伍材料支持（30066）
7. 团队建设（2次队员生日，1次导师聚会）



## 我们的赞助商策略

赞助商级别	支持方式	赞助商权益
<b>钻</b> (年度战略合作)	<ul style="list-style-type: none"> <li>¥10,000+ 现金</li> <li>或等值高价值物资 (如电机、控制器、加工服务)</li> <li>品牌赞助</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>机器人车身主视觉展示企业LOGO</li> <li>所有赛事视频片头鸣谢 + 社交媒体专题报道</li> <li>邀请代表出席重要活动并致辞</li> <li>优先参与校园宣讲、队员探访等深度互动</li> </ul>
<b>金</b> (核心支持伙伴)	<ul style="list-style-type: none"> <li>¥5,000 - ¥10,000</li> <li>或关键物资捐赠 (如电池、传感器、工具套装)</li> <li>品牌赞助</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>机器人侧板/工具箱显著LOGO</li> <li>季度社交媒体感谢帖 (含企业介绍)</li> <li>获赠定制纪念模型 + 全队签名合影</li> <li>开放日设企业互动展位</li> </ul>
<b>银</b> (友好支持伙伴)	<ul style="list-style-type: none"> <li>¥1,000 - ¥5,000</li> <li>或基础物资 (如3D打印耗材、线材、防护装备)</li> <li>品牌赞助</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>官网、答辩PPT“特别鸣谢”名单</li> <li>赛季总结视频中鸣谢</li> <li>获赠19859纪念徽章 + 电子感谢卡</li> <li>物资标注“由XX公司提供”</li> </ul>
<b>铜</b> (小微支持伙伴)	<ul style="list-style-type: none"> <li>品牌赞助</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>专属电子感谢证书</li> <li>队员手写感谢明信片</li> <li>获赠19859纪念徽章 + 电子感谢卡</li> <li>物资标注“由XX公司提供”</li> </ul>



# 导师及导师发展计划



FTC比赛跟其他赛事非常不一样的地方之一，就是成熟完善的导师制度。FTC鼓励同学们利用自己的资源和影响力发展自己的导师网络，并从导师处获得各个维度的支持和帮助。我们19859过去的成绩也离不开导师的支持，感谢我们的导师！

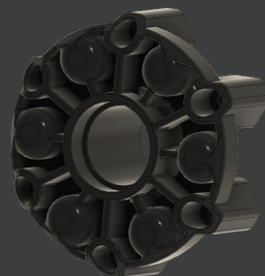
## 技术类导师

在工程设计、程序控制、3D打印、材料等各个维度帮助我们



兵兵老师

- 资深机械工程老师
- 多年FTC FRC机器人辅导经验
- 对机器人项目非常有热情，喜欢机械，也在机器人方案设计和工程疑难杂症上提供很多帮助



我们的发射飞轮一开始持续存在连发不稳定的情况，朱老师帮我们一起想到了可以在飞轮里加铜珠以增加配重提高惯性的方案。实际测试后非常有效，很完美地解决了发射不稳定问题！



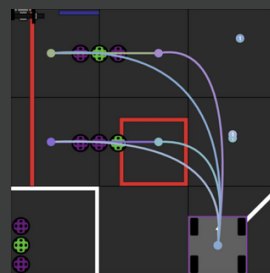
孙老师

- 擅长三维设计
- 孙老师非常年轻有活力，很喜欢三维设计，辅导我们设计了很多车体上的连接件
- 在机器人装配上也给我们很多帮助



豪哥

- 擅长Java编程
- 豪哥自己从3年级时候就开始打机器人比赛，在FTC赛事上既有队员也有导师经验
- 在机器人自动路线规划上给了我们很多帮助



我们的自动程序远端部分一直有一个技术难题，就是如果联盟队友可以实现从近端出发拿12个球，那么我们远端能否拿到人玩区的球让球数更多？豪哥帮我们优化了人玩区抓球程序，现在可以稳定抓到人玩区的球。



Kuma老师

- 资深机器人编程教练
- 多年VEX、FTC机器人编程教练经验
- 在机器人结构和编程自动程序部分都给我们很多帮助

## 非技术类导师

在项目管理、团队管理、团队建设、商务合作方面帮助我们



Jane老师

- 科技公司资深项目经理
- 擅长项目管理和流程管理
- 辅导我们做赛季任务规划，教我们用PDCA的项目管理方法来布置和复盘每一项赛季任务



郭老师

- 擅长团队管理，个人成长规划
- 擅长资源整合，企业合作拓展
- 郭老师在外联活动和赞助商拓展上给我们提供了很多帮助，同时也在我们队伍的可持续发展上给我们提了很多有价值的建议



黄律师

- 国浩律师（上海）事务所的合伙人
- 关注FTC比赛及青少年科技教育发展
- 为我们讲解机器人设计中的版权、专利与开源协议问题，指导我们规范赞助商合作协议

## 2025-2026导师维护及发展计划

本赛季已有导师：7位（4位技术导师，3位非技术导师）

本赛季希望再发展导师：3位

### 我们是如何维护导师关系的

1. 主动给导师更新队伍进展，不只在需要时才出现
  - 每季度向导师发送一封《19859成长简报》，包含：近期技术进展、社区活动照片、赛事成绩等
  - 我们希望邀请导师们见证我们的成长
2. 让导师多参与我们的活动，让导师对859产生“主人翁精神”
  - 邀请导师担任模拟赛评委、工程日志评审
  - 赛后第一时间分享成果，并反馈导师的建议在实操中的作用
3. 组织导师团建活动，增加互动
  - 我们本赛季已举办了2次导师团建活动
  - 通过面对面的互动，让导师和队员建立更密切的合作关系
4. 非常重要的一点——尊重导师的时间，高效沟通
  - 导师们平时也都非常忙碌，所以要尊重老师的时间
  - 提前预约沟通时间，问题提前整理，会议控制在30分钟内
  - 会后发送清晰纪要——用专业态度，回报导师的信任

# 社区发展支持与FIRST推广



19859作为中国FTC社区队史最长的团队之一，我们希望做积极的建设者，而非被动的参与者，所以我们在保持自己团队可持续发展的情况下，也努力召集更多同学参赛，推动FIRST的社区发展。2024年开始，19859开始拓展国际队伍的交流合作，并成功参与组织了2024/2025两届美国硅谷邀请赛。

## 19859社区支持highlight

10年持续自我发展，自2016年建队以来，从未中断赛季，是区域内历史最悠久的学生FTC队伍之一；

130+位队员培养：十年间，超过130名青少年在19859接受工程思维与团队协作训练；

10所中小学覆盖（队员来自不同学校）：组织机器人体验课、科普讲座、校际交流活动，直接影响超1,200名中小學生；

30+场社区活动：举办开放日、家长工作坊、新手训练营等，推动本地FTC生态普及；

100%开源共享：持续发布技术文档、分享视频、入门项目包等，全部免费公开；

连续4年担任社区志愿者：在社区交流群中回答各个队伍咨询及技术问题

连续2年参与组织硅谷邀请赛，促进中美FTC社区的切磋交流，提升国际影响力

## 2025年，在社区发展上，我们步履不停

### FTC队伍支持方面（部分列举）

#### 1.组织成立了一支14人的俱乐部新队伍30066并提供辅导

- 支持30066队伍组建
- 为30066提供每周技术辅导



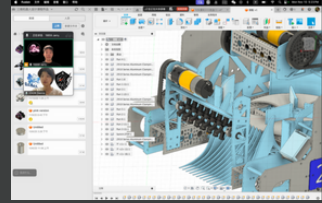
#### 2.支持19682同学进行赛季方案构思

- 19682为星河湾双语的FTC战队，今年是成立的第二年
- 19859的Lucas同学就读于星河湾，在19859 lucas的支持下，19682已于杭州赛中成功晋级总决赛



#### 3.为22438战队提供技术支持

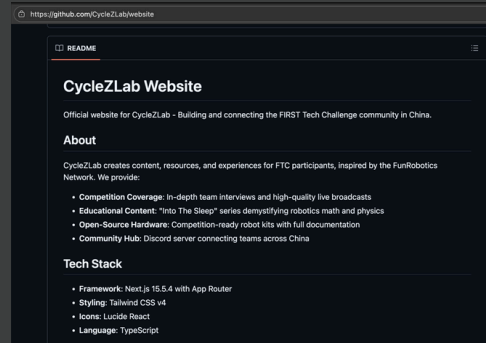
- 19859工程组成员Jarry作为技术顾问参与了22438 MecchEmpire的机器人构思
- 帮助22438进行intake部分的设计和迭代



## FTC技术研究及开源共享方面（部分列举）

19859携手19666等优秀队伍联合创立CycleZ Lab——致力于为FTC社区攻坚技术难点，实现技术突破

- CycleZ Lab，旨在合作研发新技术，探索FTC的无线可能
- 2025年11月，我们发布了首个研发项目——小型化swerve底盘方案，将尺寸控制在90\*100\*100mm，让各队可以直接无损安装在原来麦克纳姆轮的空间而不用改变车整体结构
- 2025赛季，CL还规划了其他的开源项目，包括Scouting软件，发射参数选择（结构性设计，控制程序），以及基于PID的Co-pilot 自瞄程序，后续将开源分享至Github



## FTC社区宣传方面的创新（部分列举）

### 《100个FTCer系列视频》

- 该节目由19859队员自主策划、拍摄与制作，采访不同地区的FTC队伍，展示他们的机器人设计思路、工程日志经验及团队协作故事
- 为更多队伍提供了一个展示自我与传播创新的平台，让更多人了解FTC的魅力
- 希望将“青春不休，热血恒久”的团队精神，以及FTC倡导的高尚的职业精神和竞争合作精神传递给更多学生与社区成员
- 目前已完成23位FTCer的采访，故事仍在继续.....



# 外联活动与品牌宣传



我们认为，组织和参与外联活动，不是“额外任务”。我们始终相信：真正的工程教育，从不局限于训练教室；真正的启发，发生在我们把热爱传递出去的那一刻。我们希望做社区的建设者，也希望做资源的链接者，我们努力联络外部力量，助力自我及社区的发展。

## 2025年高光外联活动

### 1. 景德镇陶瓷防静电创新工作坊——技术探索与外联交流的完美融合

- 我们常遇到静电干扰导致的hub突然断连：轻则打乱操作节奏，重则直接影响比赛结果；
- 我们从队员Lea老家景德镇千年陶瓷技艺中找到了灵感。陶瓷不仅质感出众，还兼具特殊的物理特性——能精准阻隔静电传导，同时不影响信号传输，正好契合解决hub静电问题的需求；
- 目前这项技术还在逐步测试优化中，我们经过多轮测试，hub的静电断连率有了明显下降。



### 2. 上海美国学校机器人FIRST & VEX社团联动

- 9月25日19859在上海美国学校的嘉年华活动里面与Tiger同学的VEX机器人社团进行交流互动；
- Tiger帮助很多喜欢机器人的人有机会接触并体验机器人比赛。在创立VEX社团的同时还积极推广first文化，成功的邀请了李博文同学加入19859，同时我们也招揽了很多对机器人感兴趣的的同学到我们的新队伍30066。



### 3. 节卡机器人技术交流

- 受到节卡机器人邀请，我们于2月4日前往杰卡机器人进行参访
- 杰卡机器人是上海知名机器人研发公司，我们学习体验了机器人制作咖啡，近距离感受了机器人科技在日常生活及商业世界的应用
- 这次活动让我们更具象地感受到科技改变生活



## 19859 25-26赛季外联活动

日期	活动（已完成+计划中）
6月25日	景德镇陶瓷工作坊
7月30日	美国硅谷FTC交流会
7月31日	硅谷邀请赛
8月20日	SAS校园嘉年华
9月25日	美国学校VEX社团交流
10月19日	SHE POWER
10月25日	FTC导师交流会
11月2日	GE参访交流
11月22日	18603美国队伍交流
11月31日	建构大师企业参访
12月6日	Pedropathing 工作坊
12月29日	16458美国队伍交流
1月14日	FTC校际交流赛
2月4日	节卡机器人参访
3月	星河湾FTC队伍交流
4月	世锦赛交流
5月	机器人高手公益课
6月	新赛季队员招募活动

## 我们希望通过外联活动和品牌宣传来实现：

1. 让FTC精神被看见、被传递，扩大“影响力半径”；FTC不只是比赛，更是关于合作、诚信、创新与尊重的成长旅程。
2. 构建可持续的本地交流社区，做“长期建设者”；我们不满足于自己强大，更希望整个区域的青少年科创氛围越来越浓。
3. 让队员在服务中成长，培养“有温度的工程师”；外联活动是19859的“第二课堂”，让队员在给予中学会责任，在沟通中理解他人，在行动中建立使命感，而这正是未来科技领袖不可或缺的素养。
4. 利用外联活动来拓展我们的导师网络，让成长有引路人；我们主动链接工程师、律师、教育者，不只是为了获取技术指导，更是为了让队员看到：科技背后有人文，创新需要多维视角。



## 2025年我们的品牌宣传

### 1. 品牌形象升级

- 升级品牌 LOGO 为优雅且充满能量的粉色机械蛇，并同步推出蛇系队娘“思思 SISI”作为核心视觉 IP
- 机器人外观设计融合了新品牌 LOGO 与队娘的标志性元素
- 全系列周边物料围绕全新视觉体系（LOGO、机器人、队娘）完成焕新

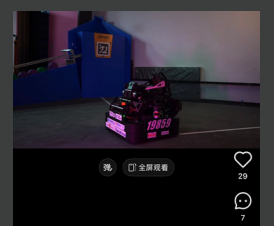


### 2. 队伍宣传视频拍摄及制作

- 拍摄了《不忘初心》的赛季记录视频并发布
- 获得了超过2000次观看及上百条评论
- 也将会成为19859的队伍传统，每个赛季都以视频的方式记录队伍的成长

### 3. 机器人reveal

- 策划了机器人reveal视频，以一个充满仪式感的方式在我们的社交媒体上进行发布
- 共同打造属于我们团队自己的高光时刻，且通过机器人reveal视频传递工程美学



### 4. 社交媒体账号

- 我们的B站和Youtube账号聚焦视频内容，包括技术教程、赛事Vlog、Reveal短片，注重知识共享
- 我们的小红书账号多轻量化图文，展示训练日常、赛事成绩、社区活动等，吸引青少年关注



# 国际交流与影响力



作为中国社区老牌战队，我们不仅致力于在赛场上展现中国队伍的技术实力，更希望系统性提升中国战队在全球FTC生态中的可见度、参与度与影响力。从“线上围观”走向“线下共研”，从“语言翻译”走向“知识共创”，从“参赛者”走向“共建者”。

## 硅谷邀请赛

- 在2024年19859与美国的9784 Dry Ice 队伍联合创办了硅谷邀请赛，现在也成为了硅谷当地有名的官方季后赛。
- 目前，中国FTC队伍与国际队伍间的互动大多仍以线上交流为主，但我们认为这样的形式仍有局限，因此主动迈出了更具突破性的一步并且创办了硅谷邀请赛。
- 在2024年首届赛事中，我们成功邀请了18支国际队伍参与，包括美国强队9614 Hyperion, 罗马尼亚队伍19063与24637；2025年，19859在此次比赛获得了亚军。
- 在2025年，赛事规模进一步扩大，参赛队伍增至23支，影响力持续提升，并且邀请来了全世界排名前40的罗马尼亚队伍--20936 Royal Engineers。19859此次比赛获得了冠军和思维奖。
- 作为这一赛事的发起方，这不仅是我们团队（19859）为推动中国FTC在全球舞台上的影响力所做的一次重要尝试，也充分展现了中国FTC战队在国际社群中日益增强的领导力与主动性。

### Lobster Cup International - World Invitational in Silicon Valley

July 27, 2025

San Mateo County Event Center, San Mateo, CA, USA

Division Winning Alliance 1st Pick, Innovate Award Winner, Winning Alliance 1st Pick

Match	Score	Red Alliance		Blue Alliance	
Finals					
F-1	360 - 404	16158 VC Silver Circuits	22406 Future Brightness	21227 Legend	19859 Reflection
F-2	265 - 310	16158 VC Silver Circuits	22406 Future Brightness	21227 Legend	19859 Reflection
F-3	310 - 379	16158 VC Silver Circuits	22406 Future Brightness	21227 Legend	19859 Reflection

Disqualified or No-Show



## 硅谷当地企业深度交流

- 19859并与硅谷全球知名的研发机构，国家加速器实验室SLAC 联络，获得SLAC的技术辅导，并且也获得到了SLAC的支持给予了我们许多信心。
- 我们还参观了特斯拉的总部并且进行了观摩，看到了高科技新能源汽车的制作过程。我们还与Tesla 的技术总监进行了一些技术上的沟通学习到了很多关于车辆结构的知识。



## 与美国16458的线上交流活动

- 19859 在 12 月 29 日与美国队伍 16458 TechnoWizards 进行2.5小时的线上交流会议
- 会议的主要目的是分享矢量底盘的研发与赛季策略的分享。
- 我们先是双方进行了陈述环节和自我介绍环节，后面进行了问答环节，我们负责解答他们这个赛季遇到的种种问题。

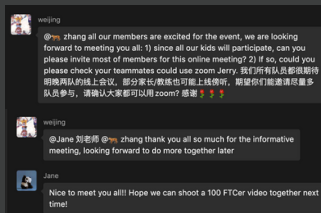
### 16458 - TechnoWizards

HACKERS, Inc.  
technowizards.rocks  
San Antonio, TX, USA  
Rookie Year: 2019  
Data from FIRST



## 与美国18603的重庆赛赛后交流

- 19859于11月重庆赛结束后，收到了美国18603 TeraBridges 战队的邀请，与他们分享了赛场经验与心得。令人欣喜的是，18603战队在随后一周的 Lancaster Qualification，成功获得了“启发奖”。这让我们深切感受到，真诚的交流与共享能够真正推动共同进步，也让中国队伍的声音与实践在国际FTC社群中激发出更广泛的回响。



### Lancaster Area Qualifier

December 6, 2025  
Manheim Township High School, Lancaster, PA, USA  
4th place (quals)  
W-L-T: 4-1-0  
3.60 RP · 73.47 npOPR · 110.60 npAVG  
Inspire Award Winner

# 赛季策略思考



优秀的工程师，先想清楚“为什么做”，再决定“怎么做”。在19859，策略思考不是额外步骤，而是所有工程行动的起点。它让我们在有限的时间和精力下，把每一分投入，都转化为赛场上的真实胜势。

## 我们的思考

在深入研究本赛季的赛制规则与得分机制后，团队经过多轮讨论，初步聚焦于两种核心设计方案：

- 麦轮近端炮台自瞄车
- 矢量底盘全区域底盘自瞄车

我们对两种方案进行了系统性对比分析，综合评估了任务覆盖率、战术灵活性、结构复杂度及开发周期等因素，并结合团队在矢量底盘控制、多自由度机构设计方面的技术积累，以及导师在工程可行性方面的建议，最终决定采用全区域矢量底盘固定炮台车方案，主攻远点。

## 赛季得分策略

### 自动部分

- 第一场资格赛近点实现9个射球，远点实现3个射球
- 第二场资格赛近点实现12个射球，远点实现6个射球

### 手动部分

- 第一场资格赛单车30个以上射球，移动、球门和图案RP每场至少拿2个
- 第二场资格赛实现40个以上射球，移动、球门和图案RP每场要拿满
- 主打远端射球，因为远端射球位相对不太拥挤，空间更大且在联盟选择中更能体现我们机器人的性能优势

### 麦轮近端炮台自瞄车



缺点：

- 对抗性较弱
- 在联盟选择不占优势
- 上限较低

优点：

- 结构相对简单
- 发射速度快
- 程序难度低

### 矢量底盘全区域底盘自瞄车



缺点：

- 结构设计复杂
- 加工维护精度要求高
- 程序难度大

优点：

- 赛场的灵活性更高
- 在远端发射区高对抗烈度情况下得分稳定
- 得分上限高

## 19859 FTC 机器人核心模块方案对比表

模块	方案名称	优势	劣势	适用场景	投票数
底盘结构	矢量底盘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 能量损耗小，推力更大</li> <li>• 对地面要求低</li> <li>• 适合复杂的路线</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 加工精度要求高</li> <li>• 装配难度高</li> <li>• 控制算法复杂</li> </ul>	机械和软件实力非常强的顶级队伍	10 👍
	麦轮底盘	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 全向移动，无需转弯</li> <li>• 原地旋转，机动性极强</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 移动力的损耗大</li> <li>• 高速移动漂移</li> <li>• 容易损坏</li> </ul>	技术成熟、有运动控制经验的队伍；追求高机动性与自动阶段精度	5
intake结构	主动滚筒式（双/单辊）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 取物速度快</li> <li>• 可主动“吸”入物体</li> <li>• 适应多种朝向</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 电机占用多</li> <li>• 易卡料</li> <li>• 需精准对位</li> </ul>	高频取物任务（如连续取球/环）；有电机余量	13 👍
	被动铲斗式（无动力）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 零电机消耗</li> <li>• 结构极简，故障率低</li> <li>• 可一次性收纳多个</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 依赖底盘推力</li> <li>• 无法处理堆叠/卡</li> <li>• 取物速度慢</li> </ul>	电机紧张、任务节奏慢的策略；新手友好	2
发射结构	弹射式（蓄能+释放）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 发射速度快</li> <li>• 能量效率高</li> <li>• 适合近距离高频率</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 蓄能机构复杂</li> <li>• 连发需时间间隔</li> <li>• 远程精度难控</li> </ul>	近端快速清仓；有弹簧/橡皮筋蓄能经验	6
	抛投发射式（高速）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可调角度/力度，连发能力强</li> <li>• 连发能力强</li> <li>• 轨迹稳定（经调校）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 电机功耗大</li> <li>• 需精密滚筒间隙</li> <li>• 启动延迟略高</li> </ul>	近端快速清仓；有弹簧/橡皮筋蓄能经验	9 👍

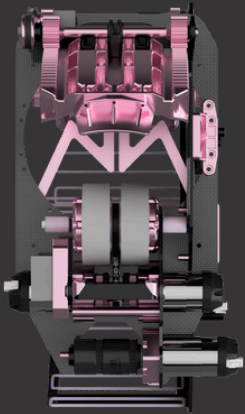
19859制定了一份全面的项目风险评估表，识别了技术、硬件、管理、财务等士类主要风险，并针对高等级风险制定了具体的防范措施。

风险类型	风险描述	可能影响	等级	应对策略
技术	程序在比赛中出现崩溃或延迟	无法得分、比赛失利	高	在赛前进行多轮测试，并准备手动控制备份方案
硬件	电机烧毁或传感器损坏	无法完成任务模块	中	备份关键零件并进行例行检查
项目管理	任务分工不清导致进度延迟	队伍进度受阻、影响比赛准备	高	态去使用甘特表、OnoNote 公共任务板 每周例会、任务清单同步进度
财务	预算超支或零件采购延误	无法按时完成机器人搭建	中	CFO 每周更新财务报表，控制支出与库存
训练	队员缺席或技能不足	操作不熟练，影响比赛表现	高	提前安排训练时间，制作教学视频让新人直学
比赛当天	设备丢失或运输损坏	无法参赛或影响表现	高	提前一天检查与打包设备，指定专人负责运输清单
安全	调试过程中机械结构夹手	人员受伤	高	调试时佩戴防护手套与护目镜，保持安全距离

# 机器人结构介绍



## 三电机炮台



- 三发射电机驱动
- 超高扭矩带来启动后0.5秒内到达发射转速
- 远端发射区1600rpm三连射
- 0.5s远端三连射，0.3s近端三连射

技术规格:

- 运动驱动:3\* REV HD Hex Motor
- 发射轮: VEX217-6447 Flex Wheel 45A 3"
- 发射轮配重: 56g
- 炮台俯仰区间: 45° -70°
- 传动比1:1
- 炮台浮板驱动: x25 25kg舵机

## 设计理念——北京1启发二

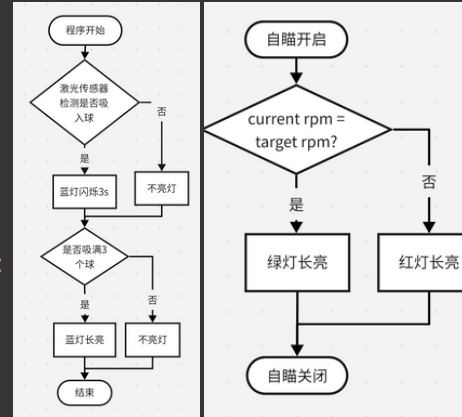
- 功能与美观兼具; 流线型设计优雅大气, 配色和谐, 外板融合logo设计, 辨识度高
- 材料选择和车体布局合理, 整体结构紧凑
- 矢量底盘、滚轮吸取、分色转盘、旋转炮台完美融合

## 单车得分效率——重庆赛冠军🏆

- 自动阶段近点15个遗物, 远点15个遗物
- 手动阶段单车60+遗物
- 完全停赛

## 机器状态指示灯

- 机器状态可视化
- Gobilda RGB indicator light

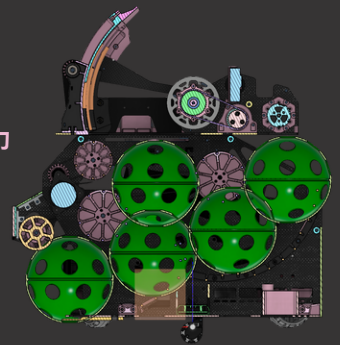


## 炮台闸门

- 防止intake球道吸入过快冲入炮台导致发射轮卡死
- X25 25kg舵机 \*2

## 人字形球道

- 全皮筋滚筒, 高摩擦力  
保证吸取稳定性
  - 保留人玩口
- 技术规格:
- 58mm皮筋轮
  - 700mm丁晴皮筋

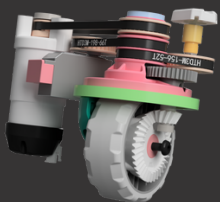


## 矢量3.0

- 采用VEX 276-8068驱动轮, 获得均衡的抓地力与灵活性
- 将FRC常用的双电机轮组中的转向驱动部分修改为X25舵机驱动, 以适应FTC赛规中的电机数量上限
- 齿轮驱动改为同步带驱动, 降低整体轮组重量, 以适应今年节奏快, 对抗性强的比赛特点

技术规格:

- 运动驱动:REV HD Hex Motor
- 传动比8:81
- VEX 276-8068 Traction Wheel
- 转向驱动:AXON Mini MK2
- 舵机编码器 :AndyMark MA3 Absolute Encoder

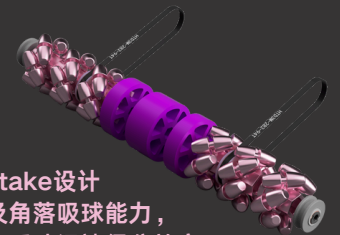


## 加宽intake

- 延伸至车外板的intake设计  
保证了吸球范围, 以及角落吸球能力,  
大幅提升尤其是自动和手动远端得分效率
- 两侧麦轮可以流畅把球导向中间收集
- 钢板防护提示对抗后存活能力

技术规格:

- VEX PRO 2' Mecanum Wheel \*6
- 2inch 30A灌注硅胶轮



# 机器人设计与创新



我们的整个机器人设计的过程，就是我们的创新过程。本赛季，无论是矢量底盘的使用，还是分色旋转炮台，或是旋转自瞄发射炮台，都是我们非常引以为豪的工程创新。

## 1 这是矢量底盘首次在FTC比赛中亮相，是FTC技术上的巨大突破



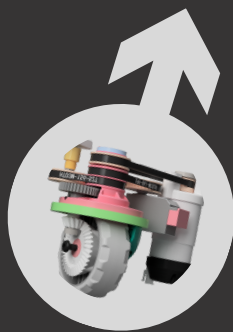
### 矢量底盘swerve 1.0的特点

以FRC10086二代矢量轮组为蓝本，通过改变部分结构设计以适应FTC赛规（19859部分同学也是FRC战队成员）

- 采用VEX 276-8068驱动轮，获得均衡的抓地力与灵活性
- 将FRC常用的双电机轮组中的转向驱动部分修改为X25舵机驱动，以适应FTC赛规中的电机数量上限
- 齿轮驱动改为同步带驱动，降低整体轮组重量，以适应今年节奏快，对抗性强的比赛特点
- 是矢量底盘在FTC赛项上的首次尝试，且在实战中验证了技术突破

### 矢量底盘技术规格

- 运动驱动：REV HD Hex Motor
- 传动比8:81
- VEX 276-8068 Traction Wheel
- 转向驱动：AXON Mini MK2
- 编码器：AndyMark MA3 Absolute Encoder



### 为什么FTC矢量底盘是技术突破

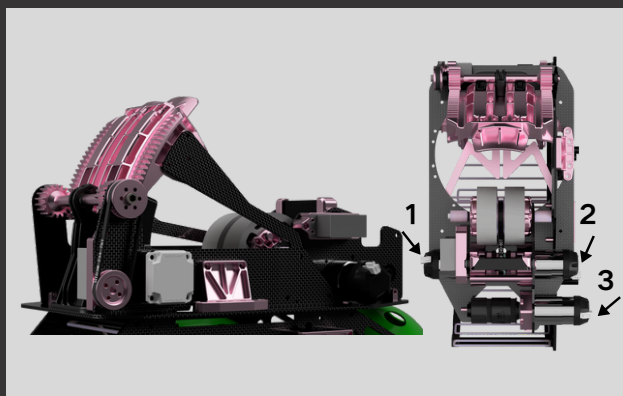
- 机械复杂度高，需4个独立电机+精密轮组，对加工与装配精度要求高；
- 控制算法复杂，需正确实现运动学逆解（将目标速度分解为各轮转速）
- 对操作手要求高，底盘控制能力需要更强
- 针对以上，我们都一一解决，并以重庆赛冠军验证了我们的研发突破

## 2 三电机炮台+底盘自瞄让我们能够在抢在对抗发生前完成发射，避免对抗干扰

### 三电机炮台

基于今年比赛要求对于发射效率和高机动性，以及远端高对抗强度的需求，创新的三电机炮台+底盘自瞄是效率之王

- 基于底盘编码器的全场定位自瞄，无视limelight的FOV限制，到位就打，更高效
- 自瞄开启后可在0.3秒之内锁定并在0.4秒内达到预设发射转速
- 内嵌式铜珠配重，保证体积不变的前提下维持高速连发时的转速
- 可调发射角
- 如遇Pinpoint累计误差到达一定值，开启limelight辅助自瞄，保持全场比赛自瞄稳定性
- 可调角度limelight支架，保证全场自瞄稳定性



## 3 用陶瓷技艺解决hub静电断联难题

这是我们从景德镇陶瓷防静电创新工作坊外联活动中获得的灵感，也是技术探索与外联交流的完美融合

- 在FTC高强度的对抗中，经常遇到静电干扰导致的hub突然断连影响比赛成绩
- 我们从队员Lea老家景德镇的千年陶瓷技艺中找到了灵感，用陶瓷制作了垫片能精准阻隔静电传导，同时不影响信号传输，正好契合解决hub静电问题的需求，非常完美！



### 三电机炮台技术规格

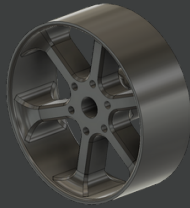
- 发射轮：VEX 217-6447 Flex Wheel 45A 3"
- 配重：~56g
- 发射轮驱动：REV HD Hex Motor \* 3, 传动比 1:1
- 发射角：X25 25kg 传动比1:1
- 俯仰角：45°-70°
- limelight俯仰角：0°-45° 初始角度：15°



## 1 底盘轮迭代

### V1.0

- 参考FRC的车轮方案，采用金属轮毂与高抓地力胶质组合
- 由于FTC规则限制电机数量，我们将转向驱动改为舵机并采用1:1传动以追求响应速度
- 在打样测试中发现转向力大幅下降，配合宽胎设计，转向表现迟滞，响应速度很慢，而且抓地不牢



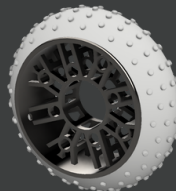
### V2.0

- 我们将1.0版本的车轮换成VEX 276-8068 Traction Wheel
- 转向驱动继续使用舵机并保持1:1传动的情况下，响应速度与抓地力之间实现了完美平衡
- 矢量底盘的移动效率凸显



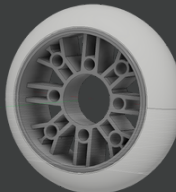
### V3.0——激进设计

- 我们将2.0版本的VEX 276-8068 Traction Wheel换成了自己开模灌注的带钉硅胶胎
- 钉以及凹陷导致的接地面积增大带来了无与伦比的抓地力，可以推动装配V2.0矢量轮的同质量机器以3m/s的速度前进
- 矢量底盘的对抗性能体现
- 巨大的抓地力导致转向动力不足，转向响应极慢，操作手反应轻推摇杆做方向微调的时候无反应



### V3.1——结构优化

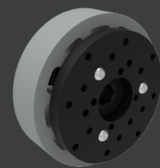
- 我们将3.0版本的钉胎上的凸起颗粒去除，一定程度上降低转向负载，提升灵活度
  - 优化胎截面圆锥曲线Rho值，通过调整胎凹凸程度获取适中的接地面积
  - 矢量底盘的对抗性能体现
- 瞬间冲击力为18kN(2m/s)  
——推动机器所需力为175N
- 转向响应灵敏



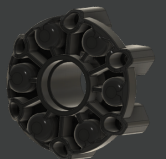
## 3 发射轮迭代

### V1.0

- 我们初期设计中，使用了VEX的flex wheel，这也是从VEX 2023-2024赛季Over Under里面flywheel的设计所产生的灵感
- 采用双电机直驱以维持飞轮转速稳定，但实测发现发射后转速仍会明显跌落，影响连射性能
- 第一个球的落球点是正确的，但是后续两个球的落点会依次越来越远离发射点；在这个情况之下，我们判断应该这是由于惯性原因，导致发射落地不具有连贯性




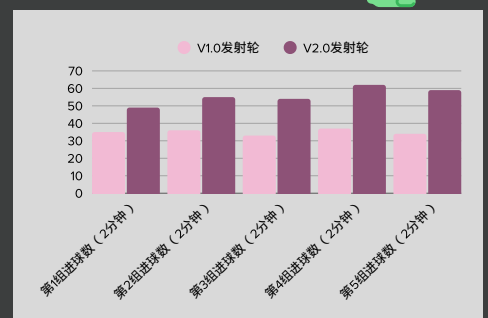
V1.0



V2.0

### V2.0

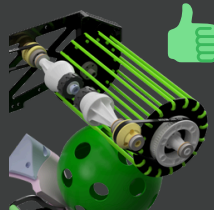
- 我们希望能够在不改动炮台结构的前提下增强惯性
- 我们在VEX 217-6447 Flex Wheel的空隙中，通过3D打印件嵌入12颗直径10mm铜珠作为配重，以增加飞轮惯性
- 签入铜珠后，我们对飞轮再次进行测试，得到的数据比第一版方案号很多，有效提升了转动稳定性，且未影响原有结构，我们对这个优化非常满意！ 



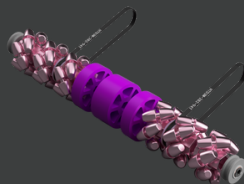
## 2 Intake系统迭代

### V1.0——皮筋轮

- 宽度过窄，仅1.5个球宽，吸球效率低，且无法吸取墙角球，导致自动得分上限低
- 皮筋弹力大，导致有时候intake碰到球了却被弹开
- 吸取流畅度低



V 1.0



V 2.0

### V2.0——麦轮+胶轮

- 加宽intake设计提升吸取容错率
- 延伸至车辆外板的导向麦轮帮助吸取墙角球，大幅提升自动得分能力
- 中间吸取轮采用自己开模灌胶的30A直轮，柔软，吸取顺畅
- intake前方钢板覆盖，保护intake不受对抗损伤同时方便开闸

## 我们的工程迭代原则

- 不凭感觉，一切从需求出发，用数据说话
- 所有设计变更必须源于真实场景中的问题或明确性能目标，拒绝为创新而创新，为迭代而迭代
- 所有测试均记录原始数据，并进行至少3次重复验证确保可行性
- 单次迭代周期控制在3-5天内，避免陷入过度设计，浪费时间

# 程序控制—自动程序



## 程序设计理念

路径规划库: 采用PedroPathing库, 通过贝塞尔曲线生成平滑且可预测的机器人运动轨迹。

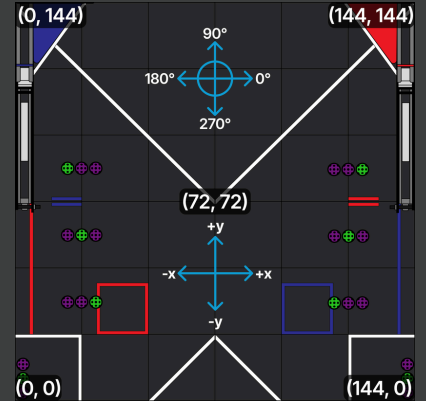
对称化设计: 为简化编程, 我们仅定义了一侧场地(如蓝方)的路径; 如果在红方, 代码会自动将所有路径和角度取反, 降低出错概率。

## Pedropathing

### 为什么选择PedroPathing

与主流路径规划库 RoadRunner 相比, PedroPathing 在运动控制与路径灵活性方面具有显著优势。

1. 首先, PedroPathing 支持运动过程中的实时姿态修正。在底盘执行轨迹的同时, 系统能持续调整机器人的朝向与位置, 确保整条路径的高精度跟踪。
2. 其次, 在曲线生成能力上, PedroPathing 提供了更高的自由度。RoadRunner 仅能通过设定终点处的切线角度间接影响路径曲率, 调控手段有限; 而 PedroPathing 允许开发者直接编辑一个或多个贝塞尔曲线的控制点, 从而直观、精确地构建复杂、平滑的非线性轨迹, 满足多样化的战术需求。
3. 此外, PedroPathing 配套提供了一套高度集成的在线路径规划工具。用户只需通过鼠标拖拽即可定义路径关键点, 工具会自动生成对应的坐标数据, 并实时渲染机器人模拟运行轨迹, 大幅降低调试门槛, 提升开发效率。



## 矢量底盘+自动路线规划

### 矢量底盘

核心结构: 底盘采用Swerve Drive(全向轮)结构, 四个轮模块均可独立转向和驱动, 赋予了机器人平移、旋转、以及在平移中旋转的全向移动能力, 机动性极强。

场地中心驱动(Field-Centric Drive): 在手动操控阶段, 我们融合IMU的数据, 使机器人的移动始终以场地为参考系。这让操作者在场上无需时刻关注车头朝向, 极大地简化了场上操作。

高精度定位: 底盘集成了三轮里程计(Odometry Pods)与IMU。通过扩展卡尔曼滤波算法进行数据融合, 我们能够自动和手动阶段提供高刷新率、高精度的实时位姿( $x, y, \theta$ )估计, 这是路径跟随和自瞄功能得以实现的基础。

### 底盘定位

我们采用 GoBILDA Pinpoint 作为底盘定位的核心模块。相较于传统的基于码盘的手动里程计方案, Pinpoint 在易用性与定位精度方面均展现出显著优势。

使用 Pinpoint, 仅需在初始化阶段配置两个垂直安装的里程计轮的物理安装位置参数, 模块即可在硬件层面自主完成位姿解算, 并通过 I<sup>2</sup>C 接口直接输出高精度的全局坐标( $x, y$ )与航向角( $\theta$ )。这一集成化设计大幅简化了软件架构, 显著提升了程序运行效率与系统响应速度。



### 自动路线流程设计

1. 移动至射击点并发射预载: 机器人从起始区出发, 移动至首个预设的射击位置, 并调整好射击姿态。到达后, 发射3个预载的元素。
2. 首次拾取元素: 移动至第一组元素所在的路径, 开启收集系统, 沿直线行驶以收集3个元素。
3. 移动至中场并二次发射: 机器人携带新收集的元素移动至场地中央的第二个射击点, 微调姿态后, 发射刚刚收集的3个元素。
4. 二次拾取元素: 再次开启收集系统, 移动至第二组元素所在的路径, 收集另外3个元素。
5. 最终发射与停泊: 移动至最终的射击与停泊点, 发射最后3个元素, 并在此位置结束自动。

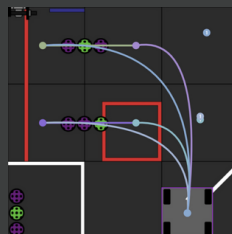
### 双路径系统

我们开发了两套独立的自动程序以适应不同开局位置:

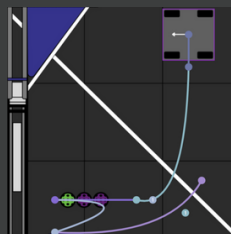
近端(AutoMain): 机器人原地转向发射预载后, 前往第一排元素区收集, 然后返回起点射击; 再次前往第二排元素区收集, 并最终返回起点完成最后一次发射。

远端(AutoFar): 机器人从远端出发, 首先移动至预设点发射预载元素, 然后前往第三排元素区收集, 打开闸门, 最终射击点完成发射并停泊。

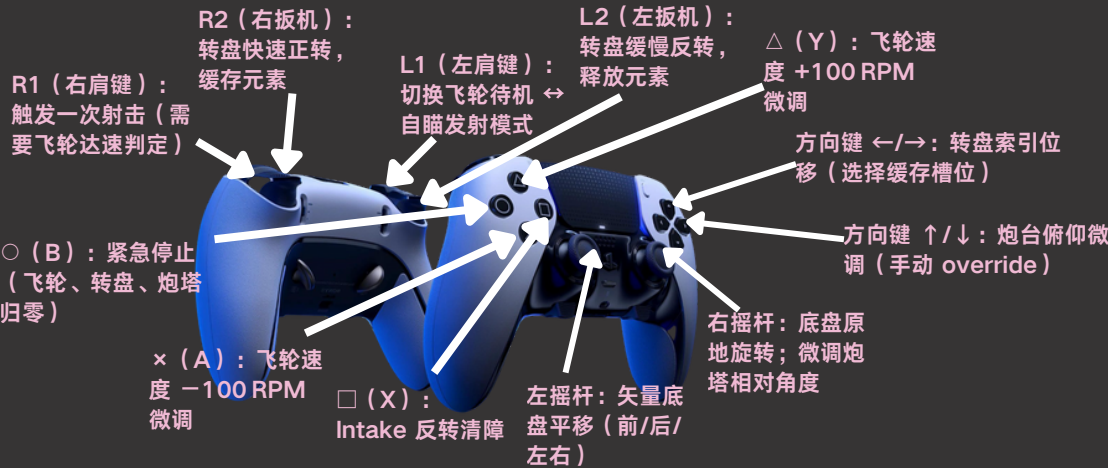
远端路径



近端路径



# 程序控制—手动程序



## 按键分配逻辑

- 主操负责底盘，副操负责取 和发射
- 功能分区清晰：发射类 (A/B)、辅助类 (X/Y)、模式类 (肩 键/Start) 物理隔离
- 可以根据机器人实际运行状 态进行及时调控

## 手动程序逻辑及发射系统自瞄算法

### 手动驾驶与射击程序逻辑

- 1) 驾驶用手左/右摇杆把车移动到大致位置；
- 2) R2 将元素送入转盘缓存；
- 3) L1 进入自瞄射击：系统用当前坐标与 目标坐标计算底盘方位角与目标距离；
- 4) 飞轮按距离给速，达速指示亮起后，R1 触发单发；
- 5) 如需连发，继续槽位选择并重复 R1。

```

if (gamepad1.right_trigger > 0) {
    robot.intake.intakeIn();
    if (robot.intake.pressed() && !detected) {
        detected = true;
        revolverTimer.reset();
    } else {
        stored = false;
    }
} else if (gamepad1.left_trigger > 0) robot.intake.intakeOut();
else robot.intake.intakeStop();

if (revolverTimer.milliseconds() >= revolverDelay && stored && detected) {
    if (index != 2) {
        index++;
    }
    stored = true;
    detected = false;
}

if (gamepad1.rightBumperWasPressed() && shootTimer.milliseconds() >= shootDelay) {
    shootTimer.reset();
    robot.shootOnce();
}

if (gamepad1.dpadLeft) robot.shooter.turretCCW();
else if (gamepad1.dpadRight) robot.shooter.turretCW();
else robot.shooter.turretStop();

if (gamepad1.dpadUpWasPressed()) index = (index + 1) % 3;
else if (gamepad1.dpadDownWasPressed()) index = (index + 2) % 3;
robot.intake.revolverTo(index);

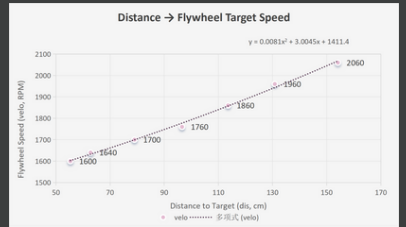
if (gamepad1.leftBumperWasPressed())
    shooterOn = !shooterOn;
if (shooterOn) robot.shooter.setShooterVelocity(shooterVelocity);
else robot.shooter.shooterStop();
    
```

### 自动瞄准

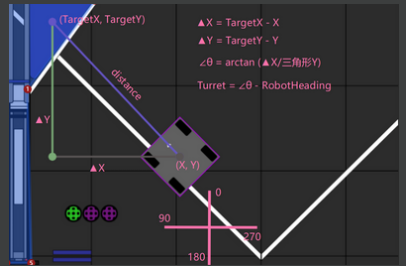
在获取机器人实时坐标后，系统通过反三角函数 (atan2) 精确计算目标点相对于机器人当前位置的方位角。该角度与机器人当前朝向进行比对，得到朝向误差 (heading error)，并以此作为输入量，驱动底盘闭环控制回路 (如 PID 控制器)，使机器人快速、平稳地旋转至对准目标方向。完成对准后，系统进一步根据机器人与目标之间的距离，调用预先标定的飞轮转速-距离映射模型，自动设定最优发射转速。

### 运动趋势计算

为构建高精度的发射控制模型，我们在多种发射距离 (1.0 m 至 3.0 m) 下，记录对应的飞轮转速、弧板角度及命中结果，共采集 20 组有效数据点。经过异常值剔除与一致性筛选，将数据可视化成为散点图，并拟合出关键参数间的运动趋势线，得到可用于实时控制的经验公式。



这些拟合函数被直接嵌入炮台控制系统，用于动态生成最优发射参数，显著优化了原有的理论模型。在手动操作阶段 (TeleOp)，机器人基于 Pinpoint 里程计实时解算自身位置，自动匹配对应距离下的飞轮转速与拨片角度。操作手仅需按下“一键发射”按钮，后续所有计算与执行均由系统自主完成。



## 发射系统理论模型

我们运用经典力学和最优化控制理论，在发射参数空间中构建该问题的数学模型。运动学基础，再三位构型空间中表达抛射体状态，初始速度矢量分解为：

$$\vec{v}_0 = v_0 \begin{bmatrix} \cos(\theta) \\ \sin(\theta) \\ 0 \end{bmatrix} = v_{0x} \hat{i} + v_{0y} \hat{j}$$

在重力场作用下，位置矢量随时间演化：

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{g} t^2$$

采用摄动法建模阻力，阻尼系数  $\gamma = \frac{\rho C_d A}{2m}$  摄动参数  $\varepsilon = \frac{\gamma v_0}{g}$

经过真空修正和一阶修正后，综合射程：

$$R(v_0, \theta) \approx \frac{v_0^2}{g} \sin(2\theta) \left[ 1 - \frac{2\gamma v_0}{3g} \sin^2(\theta) \right]$$

含阻力修正的高度补偿

对于高度差为h的目标，我们将高度相关射程与摄动阻力修正相结合：

$$R(v_0, \theta, h) \approx \frac{v_0 \cos(\theta)}{g} \left[ v_0 \sin(\theta) + \sqrt{v_0^2 \sin^2(\theta) - 2gh} \right] \times \left[ 1 - \frac{2\gamma v_0}{3g} \sin(\theta) \right]$$

阻力修正因子与高度补偿射程相乘，同时考虑了水平和垂直方向的速度衰减。

牛顿-拉夫逊优化：

目标是反算俯仰角，给定所需射程  $R_{target}$  与高度差  $h$ ：

- 残差函数  $f(\theta) = R(v_0, \theta, h) - R_{target}$
- 导数  $\partial f / \partial \theta$  由高度补偿公式解析求得
- 迭代： $\theta_{n+1} = \theta_n - \frac{f(\theta_n)}{f'(\theta_n)}$

雅可比矩阵：

$$\frac{\partial f}{\partial \theta} = \frac{v_0 \cos(\theta)}{g} \left[ v_0 \cos(\theta) - \frac{v_0^2 \sin(\theta) \cos(\theta)}{\sqrt{v_0^2 \sin^2(\theta) - 2gh}} \right] - \frac{v_0 \sin(\theta)}{g} \left[ v_0 \sin(\theta) + \sqrt{v_0^2 \sin^2(\theta) - 2gh} \right]$$

# 程序控制-迭代优化



为适配新发射系统（更高吞吐、更短窗口），手动自瞄提效，和提升底盘稳定性需求，我们对底盘控制与发射控制做了针对性的算法迭代。

## 底盘控制侧优化

### 四模块独立 PID

为解决四个轮组在装配摩擦、回差与负载上的差异，我们将转向控制从“共用一套控制参数”升级为每个轮模块独立一套 PID，分别调参匹配各自特性，从而提升模块一致性，使低速微操、对准与锁定阶段更稳定。

### 角度反馈：外置模拟传感器 → 四线舵机内置反馈

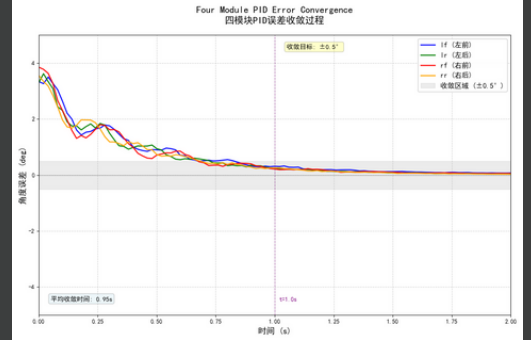
旧方案使用 MA3 Absolute Encoder 在特定角度存在切换点误差，容易引发轮组抖动。新方案使用四线舵机内置角度反馈，角度数据更连续稳定，为闭环控制提供更可靠的测量输入，从源头提升底盘稳定性与重复性。

### 转向功率分配 / 映射

硬件换成四线舵机后，我们写了新的功率分配算法，把控制量映射到舵机的有效工作区间，并考虑重量、摩擦等因素，使舵机在不同负载下都能精确、平滑地转动，大幅提升了底盘的稳定性与可靠性。

### 旋转指令再计算

在自瞄与微操场景中，底盘旋转既需要“能可靠起转”，又要“低速可控”。我们对旋转指令做再计算与最小启动补偿，避免小输入推不动，同时抑制过冲与功率浪费，使对准过程更快更稳。



```
@Configurable
public class panelsConst {
    public static PIDCoefficients lfPID = new PIDCoefficients(0.00031, 0.0, 0.0000028);
    public static PIDCoefficients lrPID = new PIDCoefficients(0.00029, 0.00002, 0.00000033);
    public static PIDCoefficients rrPID = new PIDCoefficients(0.00033, 0.0, 0.0000046);
    public static PIDCoefficients rlPID = new PIDCoefficients(0.0003, 0.0, 0.0000048);
}

public double PIDController () {
    integral += error * dt.seconds();
    double servoPower = -(error * Kp + integral * Ki + (error - lastError) / dt.seconds() * Kd);
    dt.reset();
    lastError = error;
    servoPower = servoPower > 0.1 ? CServoBasePower : servoPower < -0.1 ? -CServoBasePower : 0;
    if (servoPower > servoPowerTor) {
        servoPower = servoPower * (maxPowerPositive - minPowerPositive) + minPowerPositive + basePower;
    } else if (servoPower < -servoPowerTor) {
        servoPower = servoPower * (maxPowerNegative - minPowerNegative) + minPowerNegative + basePower;
    }
    return servoPower;
}
```

## 发射系统侧配套

```
public void setShooterByDis(double distance) {
    if (distance < 120)
        targetVelocity = Range.clip(f(0, -0.0959, 24.733, 362.52, distance), 1300, 2500);
    else
        targetVelocity = Range.clip(f(0, -0.1216, 39.105, -992.65, distance), 1300, 2500);
    targetVelocity = Range.clip(f(0, 0.0081, 3.0045, 1411.4, distance), 1300, 2500);
    targetHoodPosition = Range.clip(f(0, 0, 0.0017, 0.6134, distance), 0.65, 0.782);
    targetHoodPosition = Range.clip(f(0, 0, 0.0367, -1.4897, distance), 0.45, 0.931);
    setShooter(targetVelocity, targetHoodPosition);
}
```

```
public void init(HardwareMap hardwareMap) {
    leftShooter = hardwareMap.get(DcMotorEx.class, LEFT_SHOOTER);
    rightShooter = hardwareMap.get(DcMotorEx.class, RIGHT_SHOOTER);
    frontShooter = hardwareMap.get(DcMotorEx.class, FRONT_SHOOTER);
    hood = hardwareMap.get(Servo.class, HOOD);
    leftGate = hardwareMap.get(Servo.class, LEFT_GATE);
    rightGate = hardwareMap.get(Servo.class, RIGHT_GATE);
}
```

发射机构升级后（三电机飞轮 + 俯仰区间  $6^\circ - 55^\circ$ ），程序侧做了相应配套，使射击在手动阶段更稳定、更“连贯”。

- 速度闭环与达速判定：基于编码器速度进行闭环控制，并设置达速门限，保证连发过程中飞轮速度维持在稳定区间。
- 连发节奏与触发控制：通过定时触发与复位逻辑，配合飞轮速度状态，实现稳定三连射节奏。
- 俯仰控制与限位保护：输出俯仰目标角并加入行程/区间保护，同时保留人工微调入口，兼顾自动计算与赛场临场修正。

## 19859自动程序亮点

### 1. 采用 PedroPathing 和 Pinpoint 实现高效路径规划

实时姿态修正能力，即使在自动阶段遭遇碰撞，机器人仍能动态回归正确轨迹，显著提升赛场容错率。Pinpoint提供高刷新率位姿输入，相比传统码轮方案显著降低漂移与定位延迟，为路径跟踪与瞄准提供可靠基础。

### 2. 手动自瞄提效：底盘旋转对准 + 发射参数联动

通过坐标解算与反三角函数闭环控制底盘对准目标，并根据距离自动输出飞轮转速与俯仰角，操作手只需一键进入自瞄并触发射击，大幅降低操作瞄准上的负担，可以将精力更多放在场上战术规划上，大幅提升稳定性与得分效率。

### 3. 底盘控制优化体系

四模块独立 PID + 舵机功率映射 + 旋转指令再计算，使底盘在低速微操与对准阶段更稳定、更可控，减少抖动与误差积累，为高射速连发窗口提供可靠的平台支撑，让自瞄与连发节奏更一致。

### 4. 自动程序策略（近端/远端）

近端路线优先最大化得分效率，远端路线预留联盟协作窗口，兼顾自身节奏与队友配合，体现全局战术取舍。

