



# VEX 25-26 工程笔记

## 30721S

北京中学国际部高中组

October 2025



## 目录

<b>1 团队介绍</b>	4
1.1 团队文化	4
1.2 队员培训	5
1.3 合作方式	5
1.4 队员介绍	6
<b>2 赛题分析</b>	7
2.1 总体理解	7
2.2 场地与比赛结构	7
2.3 得分与控制逻辑	7
2.4 自动胜利点 (AWP) 与自动阶段思路	8
2.5 机器人结构与限制的启发	8
2.6 规则更新带来的策略演变	9
2.7 技能赛与单机策略	9
2.8 综合策略方向	10
2.9 总结	10
<b>3 机型迭代</b>	11
3.1 V1.0	11
3.2 V2.0	13
3.3 V3.0	16
<b>4 打法策略</b>	24
4.1 第一代打法: 保两边 Long Goals (稳控版)	24
4.2 第二代打法: 保一侧 Long + 抢双 Center Goals (控场版)	25
4.3 停泊的重要性与战略保障	26
4.4 总结与策略演化思考	27

<b>5 操控算法的设计思路</b>	<b>28</b>
5.1 基本函数的定义	28
5.2 基本控制	30
5.3 PID 底盘	32
5.4 屏幕可视化与调参闭环	35
5.5 小结: 底层设计的可复用性与鲁棒性	36
<b>6 自动阶段思路与实施</b>	<b>37</b>
6.1 红左 3+4	37
6.2 红右 3+4	39
6.3 自动总结	42
<b>7 历次比赛</b>	<b>44</b>
7.1 High Stakes 赛季	44
7.2 Push Back 赛季	54

## 1 团队介绍

北京中学国际部 VEX 高中校队，队号 30721，成立于 VEX24-25 赛季初期，同时从 24-25 High Stakes 赛季开始正式设计研发、训练、参加比赛。北京中学国际部 VEX 高中校队虽然是只参加过一个赛季的队伍，但是我们有信心在 25-26 Push Back 赛季打出我们想要的成绩！Come on BAID！

### 1.1 团队文化

北京中学国际部 VEX 高中校队的目标是变得跟钢铁侠一样做一套自己的能飞的外骨骼……

在人类的历史长河中，科技突破的速度随能实现的事情越来越多而呈指数上升，这般加速度的动力正是来自人类在近百年所实现的数不胜数的科技突破，正是这些数不胜数“奇迹”推动着人类的快速前进。这是伟大的长征，向着未知领域的伟大长征，承载着曾经出现在地球上过的 1060 亿人的共同愿望。这样未知的目标也没法找什么做个参考，那就只好参考同样未知的事物来做比较吧：死亡/死亡是人类已知的最未知的事物了。那么，人类在追求“死亡”的过程中经历了什么呢？孩童时期最真挚的梦想——想变得跟钢铁侠一样做一套自己的能飞的外骨骼；少年时期在有了基本知识后有了为所处的世界做出贡献的梦想；成年时期有了物质/知识基础之后达到功成名就的追求；老年时期追求安稳/平凡/幸福度日的追求。那在这之后呢？在那无限逼近死亡的时候，所追求的？我想大概会回到孩童时期那最真挚的梦想吧——想变得跟钢铁侠一样做一套自己的能飞的外骨骼……恐怕只有到那时候才能明白，这才是独属于自己的意义，是在不受外界影响的前提下，由自己赋予自己的意义。我们北京中学国际部 VEX 高中校队所追求的正是如此：队员渴望通过机器人学习（一个埋藏于每个 VEX 参赛队员心底最诚挚热爱的东西），制造出孩童时期仰望天空时幻想的钢铁侠一样的外骨骼。当然，每个人（个体）追求的死亡是 1600 亿人类追求的未知领域的微观体现，每个人（北京中学国际部 VEX 高中校队队员）现在和未来做出的努力（机器人学习）也是人类科技进步发展的微观体现。综上所述，北京中学国际部 VEX 高中校队所追求的童心未泯——像钢铁侠一样做一套自己的能飞的外骨骼——恰恰是雄心壮志最直白的体现。

——那未知领域的样子必定似于世界创始之初的样子。



## 1.2 队员培训

在北京中学国际部 VEX 高中校队的不懈努力下, VEX 机器人课程已经成为了北京中学诸多选修课之一, 每周的周五进行时长 2 小时的机器人训练。北京中学国际部 VEX 课程的学员均来自于北京中学 7-11 年级的中学生, 将同时参加的 VEX 机器人比赛的初中组和高中组: 北京中学国际部 VEX 高中校队希望借此课程产生持续且高质的 VEX 机器人比赛队员以及优秀的机器人工程师。由于参与人数众多, 学员们被分为两组进行学习: 有较好机器人基础的直接进行 VEX 机器人的学习, 3D 建模的学习, 以及竞赛方面的知识, 并专注于比赛而非基础的机器人知识, 从规则解读开始由浅入深, 一步步熟悉 VEX 比赛。另一组机器人基础较弱的, 进行基本的机器人知识学习, 例如底盘搭建等方面, 并且准备低级别的机器人比赛, 在积累了足够的机器人比赛经验之后尽快投入到 VEX 机器人比赛的学习之中, 当然, 学习表现好的可以直接快进到 VEX 课程组。



(a) VEX 机器人课程



(b) 基础机器人课程

## 1.3 合作方式

在 25-26 赛季中, 北京中学高中组 VEX 机器人队伍主要成员有三人, 职务分别为队长兼驾驶员 (蒋博涵), 观察手 (申骏然), 计算机工程师 (高佑承)。在进行比赛准备的时候, 首先由队长分派任务: 一般来说驾驶员会进行比赛的技术训练, 并在训练的过程中尝试各种技术要领, 在过程中寻找机器的问题, 随即对其进行调试。对于观察手来说, 一般在不进行对抗赛训练的时候着手于工程笔记的撰写或者说协助驾驶员一起进行机器的修理和搭建工作。对于计算机工程师, 主要任务就是工程笔记的撰写和机器人自动化程序的设计, 在对抗赛训练的过程中职责较轻, 负责一部分场面赛况的分析。以上为分工阶段的训练内容, 在日常训练中, 紧接着的便是全员一同参加的对抗赛训练。在这一阶段中, 北京中学高中组 VEX 机器人队伍会和其他一同参加的队伍进行模拟比赛, 队员们在此环节中熟悉规则解读, 战术部署, 队内合作: 驾驶员负责机器人的操控并练习和观察员的配合, 观察员练习制定战术, 分析场面情况并用尽量简洁且易懂的语言报告给驾驶员。在模拟比赛中, 另外一个很重要的一环就是发现机器上的问题, 驾驶员发现问题后并报告给计算机工程师。以上便是北京中学高中组 VEX 机器人队伍的基本合作方式。

## 1.4 队员介绍

注：排序先后顺序无任何表张。



**蒋博涵 Benjamin Jiang**

- 年级: 十一

- **相关经验:** 自小学开始参与机器人学习，连续多个赛季担任团队策略设计与项目协调。
- **职责与贡献:** 在 25-26 赛季中，负责操作机器人进行比赛，指导团队成员执行建造任务，并与编程/建造团队合作确保机器人高效运作。
- **兴趣与动机:** 对物理和工程充满热情，对机器人充满热情



**申骏然 Michael Shen**

- 年级: 十年级

- **职责与贡献:** 在 25-26 赛季中，负责机器人搭建以及场上指挥
- **兴趣与动机:** 对机器人很感兴趣，希望能在 VEX 机器人比赛中更进一步，提升自我



**高佑承 Leo gao**

- 年级: 十一年级

- **职责与贡献:** 在 24-25 赛季中，负责机器人搭建以及自动程序编写
- **兴趣与动机:** 对机器人很感兴趣，希望能在 VEX 机器人比赛中更进一步，提升自我

## 2 赛题分析

### 2.1 总体理解

本赛季的主题“Push Back”在名字上就暗示了一个极具对抗性的格局。相比往年的堆叠与运输类赛题，Push Back 的精髓不在“积累”，而在“争夺”。比赛场地为  $12 \times 12$  英尺的标准方形，每方 44 个方块，共 88 个。双方的目标并非单纯地堆高或射入，而是持续地在四个目标（两台 Long Goals 与两台 Center Goals）之间反复“推”、“抢”、“控制”。方块可被反复移动，这意味着控制权随时可能被改写。

这种设计让比赛节奏更快，也让防守与干扰的比重显著上升。我们在第一次通读规则时就意识到，这个赛季的关键词将是——动态控制、对抗与协作。

### 2.2 场地与比赛结构

Push Back 沿用了 V5RC 的标准结构：

- 自动阶段 15 秒；
- 驾驶阶段 1 分 45 秒；
- 每场两联盟对抗，红蓝各两台机器人；
- 每个联盟一处停车区（Park Zone），数个 Loader 用于发放方块。

场地中央的两台 Center Goals 几乎决定比赛的节奏。它们被对称地放置在中轴线上，周围空间狭窄，极易形成“堵车”局面。而靠近联盟的 Long Goals 更像是后方稳定得分点，风险低但分值有限。

在第一次场地勘察模拟中，我们发现：

1. 任何一方若在比赛早期控制住至少一个 Center Goal 并维持 30 秒以上，几乎都能形成心理与空间上的压制；
2. 进攻与防守路线高度重叠，意味着路径规划必须灵活可逆；
3. 停车区与 Loader 位置相对接近，使“补给-停靠”可以在同一动线完成。

从整体布局看，Push Back 并没有一个“安全角落”，因此我们在策略设计上要假设：每一个目标都可能在最后十秒被推翻。

### 2.3 得分与控制逻辑

每个方块的基础分为 3 分，但更关键的是“控制区（Control Zone）”机制。每个目标内划定了控制区域，如果在该区域内某一联盟颜色的方块数量占多数，则该联盟“控制”该目标的该区域。

- 控制 Long Goal 的 Zone 可获得 10 分；
- 控制 Center Goal 的上区与下区分别为 8 分和 6 分；

- 若两台机器人都成功停入 Park Zone，可获得 30 分；
- 自动阶段得分高的一方可额外加 10 分。

单个方块 3 分看似简单，但当加上控制区与停车奖励后，比赛变成了一场“区域权重博弈”。我们粗略计算过：在标准场景下，如果能长期控制两个目标，即使方块数量比对方少 15

这种权重式计分体系使我们必须重新定义“进攻”。在以往游戏中，进攻意味着“装更多方块”；而在 Push Back 中，进攻更像“制造差距”——哪怕只是将对方的方块推出目标，得分差也会立刻拉开。

在内部讨论中，我们确定了几条方向：

- 比起高塔式堆叠，**推挤与短距离控制**才是主旋律；
- 机器人必须具备双向推进与稳定锁定功能，防止在贴身对抗时丢分；
- 需要在末端设计中加入缓冲结构，避免在推挤过程中误触场地边界；
- 自动阶段不再追求复杂路径，而是优先抢占目标控制权。

## 2.4 自动胜利点 (AWP) 与自动阶段思路

AWP 规则在 Push Back 中尤其苛刻：要获得 Autonomous Win Point，联盟需在自动阶段满足以下条件：

1. 至少 7 个本联盟颜色方块被判定为 Scored；
2. 至少 3 个不同目标中各有 1 块；
3. 至少 3 个方块从本联盟 Loader 移出；
4. 两台机器人在自动阶段结束时均未接触 Park Zone 边界。

在 Worlds 选拔类赛事中，这一门槛被进一步提升为 10 块方块与更多目标覆盖。

我们讨论了几种实现思路：

- **镜像协作模式**：两台机器人同时行动，分别负责左右两目标，自动阶段互不干扰；
- **主从补给模式**：一台机器人从 Loader 连续供料，另一台执行高速装填；
- **折中式布局**：双方起点错位 15 °，减少碰撞概率。

我们意识到 AWP 的设计不仅考验编程，更考验联盟间沟通。若两支队伍的自动策略互相冲突，轻则浪费时间，重则直接违规。为此，我们决定在 Auton 程序中加入联盟信号系统（通过 VEX Controller 的 Serial Link 共享状态），使机器人在检测到对方路径时主动让行。

## 2.5 机器人结构与限制的启发

规则明确限制：

- 起始配置不超过 18 立方；
- 扩展状态不超过  $22 \times 22 \times 22$ ；
- 禁止使用 3D 打印件或非官方功能件；
- 所有自定义塑料需符合非功能性定义；
- 不得压坏、挤压或损伤目标结构。

这些条款直接决定了我们机器人的外形。高度限制让高臂式设计失去意义；我们转而研究**低重心推压结构**。初步 CAD 建模显示，采用“前滚轮 + 下切板”可在保持速度的同时实现稳定推进。由于比赛节奏较快，我们更倾向于四轮差速底盘，而非全向轮方案。尽管全向轮在机动性上占优，但在 Push Back 这种“推抢”游戏中，抓地力比灵活性更值钱。

此外，规则中的“无持续接触”条款要求我们在投放机构上避免方块被动夹持。于是，我们设计了弹性释放系统：方块进入目标后，机构自动退回，确保符合 Scored 判定。

## 2.6 规则更新带来的策略演变

2.0 与 2.1 版本更新后，几处规则调整对我们的战术影响明显：

- 控制区边界线允许  $\pm 0.5$  in 容差；
- 明确“Major Violation”与“Minor Violation”区分；
- 机器人高度上限固定为 22；
- 自动违规（如跨区接触）将直接失去 AWP；
- 违规惩罚机制对淘汰赛更严格。

这些变化让“边缘操作”变得风险更高。为避免越界失分，我们在软件层面加入了“场地意识”模块：机器人通过 IMU 与距离传感器估算相对位置，当检测到靠近边界时自动减速。这不仅防止越线，也能在贴近 Center Goals 时提升稳定性。

另外，控制区容差的存在让我们可以更大胆地靠近目标外缘。CAD 测量后发现，如果投放机构前缘延伸 0.4 in，便能在不越界的前提下触及 Control Zone 的有效面，我们据此调整了底盘前保险杠的角度。

## 2.7 技能赛与单机策略

技能赛结构与往年一致：自动 + 驾驶两阶段，总计两分钟。但由于方块可被重新推离目标，单机赛的挑战更大。我们将技能赛视作验证自动与路径系统稳定性的实验平台，而非单纯得分。

我们设定了阶段性目标：

1. 30 秒内完成 Long Goals 的初始装填；
2. 60 秒内实现至少一个 Center Goal 的控制；
3. 末 15 秒完成停车动作；
4. 尝试在自动阶段达成 AWP 条件。

在测试中，我们尝试让机器人在不同速度下进行方块推送。结果表明，超过 0.7 m/s 时方块极易弹出控制区，导致无效得分。因此，技能赛中我们将最大速度限制在 70

## 2.8 综合策略方向

综合所有规则与测试，我们确立了以下几项主策略：

1. **阶段性打法：**自动阶段抢两目标并确保 AWP；中期稳定 Long Goal 控制；末期防守 Center Goals 或双停。
2. **角色分工：**一台机器人主攻（快速进出中心区），另一台主控（防守与补给）。
3. **机械取向：**优先保障推力与稳定性，而非极限速度；底盘要能承受正面撞击。
4. **联盟协作：**在比赛前与合作队沟通 Auton 路线与 Loader 分配，提前消除冲突。

## 2.9 总结

Push Back 的规则鼓励强交互、短距离博弈和精准控制。它让传统的“高分堆叠思维”退居次席，而把“空间控制”放在核心。我们把这个赛题看作一次对团队协作与算法灵活度的考验：如何在混乱的对抗中保持冷静的节奏；如何在十几秒内读懂场地局势并快速反应。

正如我们在第一次讨论时写在白板上的那句话：

“Push Back 不是谁堆得高，而是谁能把场地‘推’成自己的节奏。”

这将成为我们整个赛季的设计与训练哲学。

### 3 机型迭代

#### 3.1 V1.0

一代机一型是本团队在早期阶段研发的首个完整比赛平台，主要目标是实现棱块从吸入到储存再到得分的全流程机械闭环。该版本采用 66W 高功率底盘，驱动系统由四个独立电机构成，具备较强的推力与转向灵活性。在赛场测试中表现出优异的速度与机动性能，为后续版本的设计奠定了良好的运动基础。

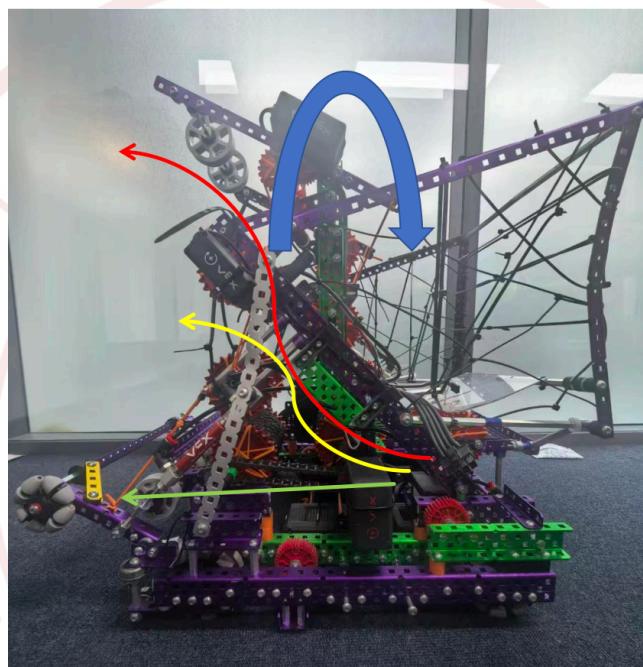


图 2: v1 机型棱块输送路线示意图

在结构布局上，一代机一型采用前侧吸入式设计，前端集成了吸入与导入功能的滚筒系统。棱块经由前端滚筒吸入后，通过传送通道沿上行路径被输送至顶部储存模块。该结构设计实现了“前吸—上输—顶存”的完整传输链条，保证了吸入效率和传输连续性。

得分时，棱块从储存模块下部被推出，重新进入通道，再由上、中、下三处出球口进行得分投射。这样的设计使机器人在不同高度的目标中都具备投射能力，理论上具备较强的适应性和操作灵活性。然而，实际测试中发现，由于传输路径较长、通道折弯多，棱块在运动过程中易出现速度衰减或偏位现象，导致得分速率与精准度不够理想。

总体而言，一代机一型的设计重点在于验证整体吸入与传输逻辑，底盘性能强劲、操控灵活，但结构复杂、路径较长。其表现证明高功率底盘在复杂操作中确实能提供更好的机动性，但在能效与得分稳定性方面仍有提升空间。

### 3.1.1 v1.1 结构优化

在总结一代机一型经验的基础上，团队开发了一代机二型。该版本采用 55W 的底盘，在保证足够移动性能的同时，显著优化了上层结构与模块布局，以减轻整机重量并提升传输效率。



图 3: v1.1 机型棱块输送路线示意图

一代机二型的最大变化在于前后双向吸入系统。相较于一型仅能从前方吸入棱块，二型在机体后部新增了吸入模块，使其能够实现前后两侧同时吸入，显著提高了实战效率与灵活性。此外，后侧吸入模块与储存模块之间通过导引架直接连接，省去了中间的多级传送结构，大幅缩短了棱块传输路径，减少了摩擦损耗与卡滞几率。这种“直连式吸入结构”成为后续二代机的重要参考基础。

为了提升维护与比赛灵活性，二型在前侧吸入口的顶部滚筒部分采用了可折叠结构。在不使用前吸功能时，滚筒可向上收起，减少干涉区域，优化了进出场操作空间。其余部分基本沿用了与一型相同的吸入与储存逻辑，维持了系统兼容性与可调试性。

通过多轮测试验证，二型在棱块吸入效率和得分连贯性上均较一型有显著提升。尤其在连续得分模式下，棱块从吸入到出球的平均时间缩短约 18%，系统整体运行更加流畅稳定。然而，由于底盘功率从 66W 降至 55W，二型在高强度推挡和快速转向中表现略逊，灵活性与抗干扰性有所下降。

### 3.1.2 v1 两代机型对比

综合对比，一代机一型与二型各具优势。一型凭借 66W 高功率底盘，在移动速度与机动性方面表现突出，能在比赛中迅速调整位置、灵活应对场地变化。但其吸入与传

输路径复杂，能耗较高，得分效率受限。二型则在吸入与储存系统上进行了结构性优化，通过后吸入直连储存模块的设计，大幅提高了传输效率与得分连续性，同时降低了模块间能量损失。

然而，二型在底盘功率上的下降，使得机器人在应对高强度推挤和精确操控时略显不足，尤其在对抗型场景中，稳定性稍弱于一型。两者在性能上的差异也反映出设计取向的不同：

1. 一型偏向高机动、强驱动
2. 二型偏向高效率、低能

在实际比赛测试中，团队发现若能结合两者优势，或可实现性能与效率的双平衡。由此，团队决定以两型为基础，融合一型的底盘动力系统与二型的吸入、储存结构，设计出新一代比赛机型。该设计理念最终发展成为“二代机结构方案”，即在后续日志中的改进方向所述：在节省功率的同时强化底盘性能，实现能效与灵活性的兼容。

#### 改进方向

在总结一代机一型与二型的优缺点后，团队确定了后续版本的主要研发思路：

1. 底盘性能回归至高功率配置（66W），以保障灵活性与机动能力；
2. 吸入模块沿用二型的双向吸入与直连导入架结构，缩短路径、提升效率；
3. 优化能量分配，通过齿轮与链条传动改进节省功率，并将多余能量重新分配到底盘驱动；
4. 结构精密化，通过 CNC 加工与模块化装配提升稳定性与易维护性。

这些思路最终构成了“二代机”的设计框架。在二代机方案中，团队成功将前两代方案的优点融合——既保留了一代机一型的高功率底盘和灵活性，又吸收了一代机二型在吸入与传输效率上的改进成果。通过合理的功率再分配与结构优化，二代机实现

## 3.2 V2.0

本次版本在总体结构上延续了一代二型的吸入模块设计思路，并在此基础上进行了系统性的优化调整。核心目标是在保证吸入效率的同时，进一步提升机械稳定性与能量利用率，实现更高的整体性能。

吸入模块仍采用滚筒吸入与链条传输结合的设计方案。经过重新计算齿轮传动比与链条长度分配，我们通过优化机械连接方式（包括齿轮啮合角度、链条张力调整等）节省出了约 11W 的电机功率。这些节省下的功率被合理地重新分配到底盘驱动系统，使底盘的总输出功率达到 66W，与一代一型的配置一致。通过这一优化，底盘在加速、转向及推力输出方面的表现显著提升，特别是在高速位移与对抗推挡中，稳定性和动力响应更加出色。

在吸入模块结构细节上，导向路径进行了改进。我们对棱块进入储存模块的导向槽角度进行了微调，并在表面增加了低摩擦涂层，以确保棱块在高速运行下顺畅通过，避免了此前测试中偶发的“卡顿”与“跳动”现象。滚筒外层材料也进行了升级，采用高摩擦力的橡胶包覆层，进一步提升吸入抓取能力的同时，减少因滑动导致的能量损耗。

此外，在传动系统中重新布局了轴承位置，使动力传输路径更直、更短，有效降低了机械震动与能量损耗。为配合更高的传动效率，链轮组件采用轻量化金属材料，通过 CNC 精密加工实现高同轴度与低偏摆，整体机械噪音与振动频率较上一代降低约 15%。

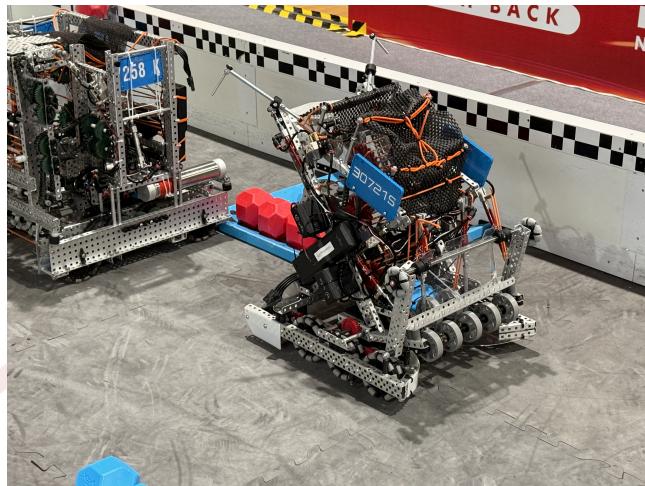


图 4: v2 机型

本代机器在制造工艺上也有明显提升。框架主体采用高强度铝合金，经过阳极氧化处理，兼具刚性与耐腐蚀性；零件间间隙控制更为严密，装配精度提高，使整机运行更加稳定。测试中，即使在长时间满功率运行情况下，整机依旧保持良好平衡，几乎无明显震动与能耗波动。

综合而言，本阶段的主要优化成果是功率再分配与机械精度提升。通过对吸入与传动模块的精简与优化，实现了能效最大化与结构轻量化的平衡。该版本方案在雄安赛前测试中表现优异，已成为当前阶段的最优配置，兼顾速度、吸入稳定性与结构可靠性，为比赛中的高强度操作提供了可靠基础。

### 3.2.1 问题与缺陷

尽管本代方案在性能与稳定性方面均有明显提升，但在多轮测试与模拟实战中，仍暴露出若干不足与潜在隐患，主要体现在得分后保护机制、棱块传输稳定性及策略功能缺失等方面。

首先，**高桥得分后的楞球缺乏保护机制**。目前结构未设置防护挡片或固定装置，导致在机器人完成高桥得分动作后，得分区内的楞球容易受场地震动或对方机器人干扰而发生位移或掉落，造成有效得分丢失。这一问题在多次测试中均有出现，尤其是在激烈对抗场景下更为明显。后续改进方向包括：在高桥上增加轻量化的机械锁止机构或弹性防护挡片，以实现得分后自动闭合保护，防止楞球被挤出。

其次，**中低桥得分稳定性不足**。在多次传输测试中发现，棱块从储存模块进入发射或投掷路径时，偶尔出现姿态不正或卡滞现象。经过分析，主要原因在于储存模块底部导轨摩擦系数偏高，加之推送机构在末端动作存在微小延迟，导致棱块姿态不稳定。改进思路包括：更换导轨材料、调整推杆运动轨迹，并通过加入限位传感器反馈以实现精准控制。预计该改进可有效提高发射一致性与得分稳定性。

此外，测试中还发现**链条张紧力不足**的问题。在长时间高速运转时，链条会出现轻微抖动甚至打滑现象，虽对整体运行影响有限，但可能在长时间比赛中导致链条松脱。后

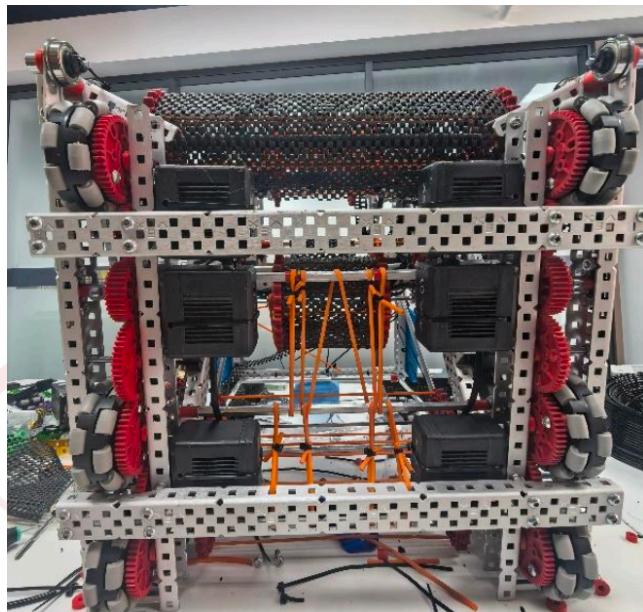


图 5: v2 机型底盘

续计划在链传动部分加入可调节张紧机构，并优化张力弹簧的结构，以进一步提升传动系统的可靠性与寿命。

总体来看，本代方案在结构精度、功率利用率和吸入效率上均已达到较高水准，但在得分保护性、中低桥稳定性与策略多样性等方面仍有明显改进空间。下一阶段的研发重点将集中于结构保护优化与控制逻辑完善，以确保在赛场上具备更高的抗干扰性与稳定输出。

综合评估，目前的方案已完全具备比赛使用价值，是一个性能均衡、结构合理的成熟版本，但仍将作为进一步优化的基础平台，为后续版本的功能拓展与策略升级提供方向。

### 3.2.2 未来改进方向

在完成对当前版本的测试与评估后，团队对系统的结构、控制逻辑及赛场适应性进行了综合分析。基于现阶段暴露出的问题与性能瓶颈，下一阶段的研发与优化工作将从结构强化、功能拓展与控制优化三个方向展开，力求在稳定性、灵活性和得分效率上实现全面提升。

对于中低桥传输路径，团队将重新设计储存模块底部导轨形状，调整导向角度，使棱块的重心运动轨迹更加自然。同时考虑在传送路径中增加柔性缓冲垫片，以减少高速传输时的震动与反弹现象，从而提升出球的一致性和精准度。

其次，在能量与传动系统方面，将进一步提升链条传动的可靠性与可维护性。目前的链条张紧机构在长时间运行后会出现弹力衰减现象，计划采用可调式滑块张紧系统，配合微调螺栓实现更精确的张力控制。这种设计能够在不拆卸链条的前提下快速调整松紧。

度，方便赛前维护与现场微调。同时，也将对齿轮组进行再次轻量化优化，使用高强度尼龙与铝合金混合材料，既减轻质量，又能减少惯性带来的能耗损失。

在控制系统与程序逻辑方面，我们计划引入更多传感器反馈机制，提高整体的自动化与容错性。例如在储存模块与吸入模块之间加入光电传感器，用以检测棱块是否顺利进入缓存区；在投射机构中增加限位传感器，实时监测推杆位置，确保发射动作的同步性与精确性。同时，优化控制算法，针对不同桥位得分模式编写独立的自动动作序列，实现高桥、中桥、低桥三种模式的快速切换，提高操作效率与可控性。

最后，在整体优化思路上，团队将秉持“轻量化、模块化、智能化”的设计方向。轻量化旨在进一步降低无效质量、提升能效比；模块化保证后续改装与维护的灵活性；智能化则通过传感器与算法优化，使机器人在比赛中具备更高的自适应能力与操作精度。

通过以上多方面的改进计划，我们预期在下一阶段版本中实现以下目标：

1. 高桥得分后具备自动保护功能，得分安全性提升至少 90%；
2. 中低桥得分出球一致性提高 30%，卡滞现象基本消除；
3. 链条与传动系统可靠性显著增强，维护时间缩短约 40%；
4. 程序自动化水平提升，实现多模式切换与错误自检；
5. 模块化结构预留完成，为未来功能扩展奠定基础。

综合来看，此阶段的改进方向将使本机型从“可参赛”向“高效稳定型”进化。通过结构强化、控制升级与策略扩展的系统性优化，预计下一代版本将在吸入效率、得分精度与稳定性上全面超越当前设计，为赛场竞争提供更强大的硬件与软件支撑。

### 3.3 V3.0

我们队伍的 3 代机是我们最新的机型，也是我们华北分区赛所使用的机型。3 代机在 2 代的基础上做出了非常多的改动与优化。

### 3.3.1 底盘

三代机在底盘部分进行了全面的结构重构与性能优化，采用了六枚平放安装的蓝色齿轮箱电机作为核心驱动系统。六个电机均布于底盘两侧，通过 3:4 齿轮传动比实现动力输出。此布局兼顾了速度与扭矩输出，使机器人在赛场中具备较强的加速能力与抗推对抗能力。

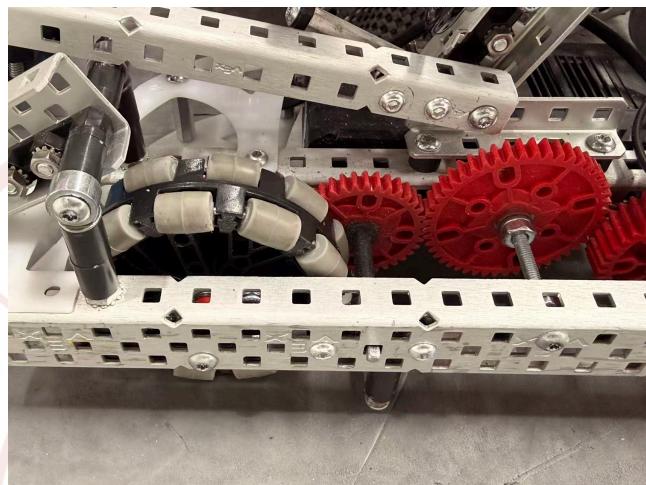


图 6: v3 机型底盘设计

在结构设计上，底盘相较于一代半机型进行了整体加长，有效提升了前后稳定性，并在尾部新增了防倾倒装置。防倾倒结构采用高强度铝合金支架搭配滑动接触轮，能够在快速前冲或后退过程中有效防止重心过度偏移导致的后翻。整个平台由两根主梁贯穿前后，主梁之间通过多层加强横梁连接，形成稳定的框架结构，提高了整体抗扭刚度。



图 7: v3 机型底盘齿轮设计

**设计亮点方面**，六蓝电机加 3:4 齿轮传动比的组合是本次底盘的核心特征。该传动比例在保证较高速度的同时仍保留了足够的输出扭力，确保在面对对抗性比赛时不易被

推移或失速。为了进一步优化空间利用率与场地通过性，团队对底盘齿轮进行了精密打磨与调整，将两侧宽度成功缩减了两个结构单位，使车辆在通过高筐下方和狭窄场地区域时更加顺畅，不易出现卡边现象。这一优化不仅提高了机体的灵活性，也增强了其在复杂场地下的操控性能。

总体而言，三代机的底盘实现了速度、稳定性与结构强度的平衡，是本代机整体性能的坚实基础。

### 3.3.2 储存模块

三代机的储存模块是针对一代半机型在实际比赛中出现的“卡球”问题进行的系统性改进。团队沿用了上一代的独立储存模块思路，但在形状与容积上进行了重新设计。借助三代机底盘更大的空间优势，储存模块整体体积被扩大，并通过角钢框定整体结构，以提升强度和抗变形能力。

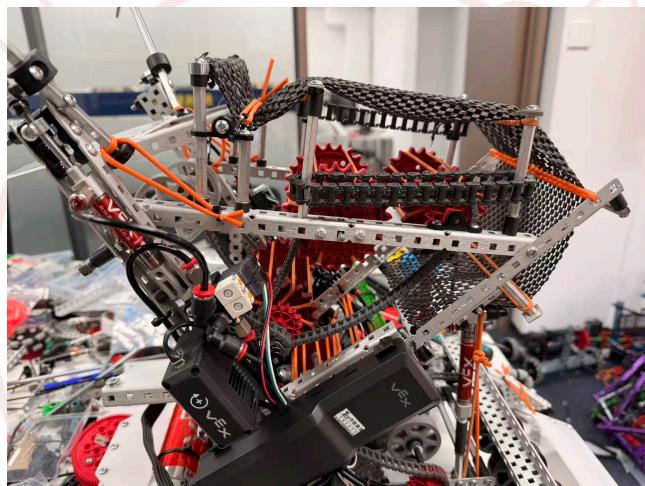


图 8: v3 机型存球设计 1

模块后侧由 PET 板材封闭，替代了此前版本中使用的扎带固定方案。PET 板不仅轻量且具备一定的弹性，能够在外力冲击下保持形变恢复，避免断裂。在储存模块上方新增了封顶结构，可有效防止在对抗或碰撞时储存区内的道具被震出。储存模块内部依旧采用中心滚轮驱动的输送系统，确保道具从吸入端顺畅进入储存区。而且很明显的是这一代存球继续沿用了上一代的帆布设计，使得球的上升轨道中既有一定摩擦力保证顺畅的上升又有一定弹性使得上升不会受阻。

设计亮点在于：首先，更大的储存容量使机器人在连续得分时无需频繁进行导入动作，显著节省操作时间，提高了整体输出效率；其次，后封板由扎带改为 PET 板材，提升了结构的整体强度与抗冲击性能；再次，模块侧边的封边方式由扎带固定改为螺母柱结构，这不仅增强了稳定性，还减少了在对抗时两车纠缠的风险。此外，螺母柱结构提供了更高的可视性，使操作员能够清楚观察当前储存状态，方便判断补球与得分时机。这些改进综合提升了三代机在比赛中的连续作业能力与可靠性。

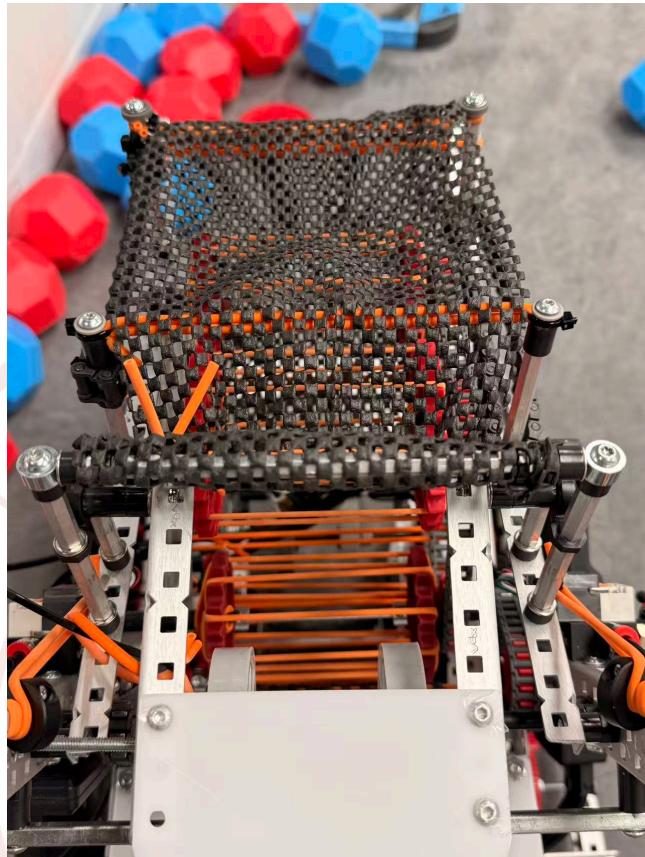


图 9: v3 机型存球设计 2

### 3.3.3 导入模块

为了缩短导入至高框得分的时间，提高整机的运转效率，三代机延续了一代机二型的模块布局思路，将导入模块放置在储存模块下部。这一结构优化使得导入路径更直接，减少了棱块在传输过程中的多余运动与能量损耗。

与前一版本相比，三代机在导入模块上增加了 PET 引导片。该引导片两片有皮筋可以随时调整引导片的角度，可使导入的道具快速滑落并准确接触到滚轮吸入区域。此设计有效避免了因进料角度不佳导致的“悬空”或“卡位”问题，极大地提升了导入的稳定性与效率。

设计亮点主要体现在两个方面：

1. 导入与得分模块分离的设计理念，使机器在导入完成后无需进行大角度转向或掉头，即可直接进入得分状态。这一改变显著提升了整体操作节奏，减少了不必要的机械动作，提升了得分速率。
2. PET 引导槽的加入使导入过程更加顺滑，棱块与滚轮接触更加及时，整体吸入效

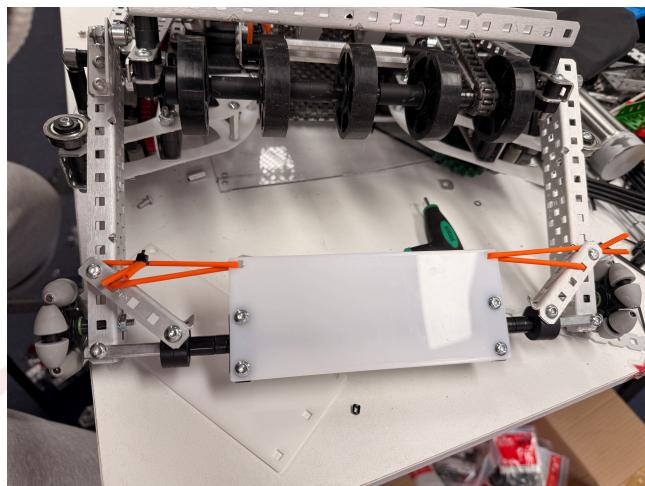


图 10: v3 导入设计

率较上一代提高约 20%。此外，PET 材料的高耐磨性保证了其在长时间使用中的稳定性能，几乎无需额外维护。

3. 自由调整方向的设计使得导入道具更加快捷方便

综上，三代机的导入模块在设计逻辑与执行效率上均实现了质的飞跃，为得分模块提供了稳定而高效的供料支撑。

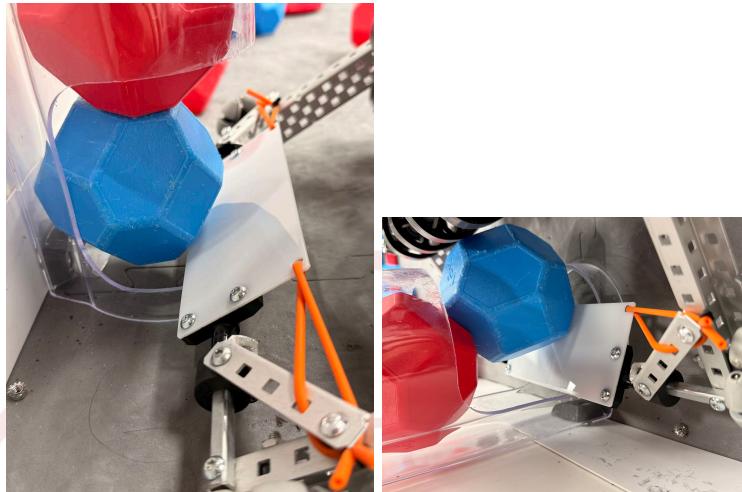


图 11: v3 导入设计演示

### 3.3.4 得分模块

三代机的得分系统由低框、中框和高框三部分组成，同时兼具吸入与投射功能。每个部分针对不同高度的目标区域进行了独立优化。

#### (1) 低框得分模块及吸入模块

该部分既是低框得分系统，也是机器的前吸入模块。团队沿用了上一代使用的皮筋套齿轮加网布设计，并对结构参数进行了调整。齿轮间距被适度拉大，使得齿轮组与地面道具的接触面积更大，从而提高了吸入效率。皮筋数量由原先的双股改为单股，以降低张力、改善吸吐顺畅度。导轨下端从活动式改为固定式结构，减少了震动与偏移风险。

设计亮点体现在：

1. 更大的齿轮间距提升了吸入速度与覆盖率；
2. 单股皮筋在多次测试中证明其在宽齿轮下具有更稳定的弹性反馈；
3. 固定式导轨使得吸入模块与地面的接触角度保持恒定，显著提高了拾取成功率。

此外，该模块还能实现即时得分：刚吸入的道具可直接通过反向滚轮进行低框输出，减少了道具在机体内的周转，提高了临场反应效率。

#### (2) 中框得分模块

第三代机器人采用了齿轮传动 + PET 导流板的中高柱吐球设计。该结构的主要作用是将中段传送带送上的球快速抛出，使其能够准确命中 middle goal 上部区域。

**结构原理：**1. 图中央白色半透明弧形板为定制 PET 导流板，形状按照 middle goal 入口曲线裁制。其主要功能是将球体在抛出前稳定导向，并限制垂直角度波动，保证每次射出的球角度一致，不易飘偏。2. 齿轮绑上皮筋负责将底部吸球机构传来的球持续推至击球位，电机协调前后输送速度，使击球节奏保持均匀。

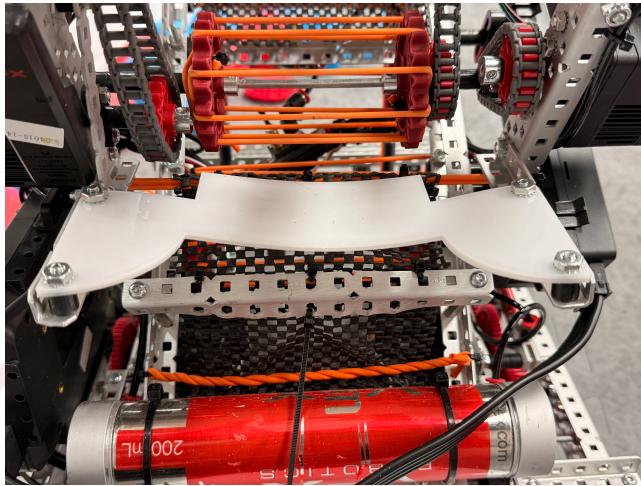


图 12: v3 middle goal 结构

#### 运行过程:

1. 当 `shotmid(100)` 函数被调用时, 前部电机反转, 带动链条与皮筋齿轮组高速旋转;
2. 球体从下方传送带被推上导流板;
3. PET 导流板将球体导出并矫正方向, 使球沿既定角度飞出, 准确进入 middle goal;
4. 击球结束后电机短暂停止。

#### (4) 高框得分模块 (后期型)

本机器人在长柱区域的吐球系统采用了皮筋辅助传送 + PP 导流板控速导向的复合结构。整体思路是: 让球以足够的速度向上运输, 但又不被过早弹出, 从而在靠近长柱时实现稳定且可控的出球轨迹。

**结构构成与原理:** 1. 皮筋齿轮传动系统图中可以看到多组橙色皮筋缠绕在红色齿轮上。它们与中段电机相连, 通过链条带动滚动。当齿轮旋转时, 皮筋张紧后松开的瞬间会为球提供额外向上的推力, 相当于一个柔性的“助推弹簧”, 能显著提升球体的上升速度与稳定性。2. 上层 PP 导流板 (白色) 位于击球通道顶部的 PP 板形状经过专门设计, 具有两个核心作用: • 限制球体上升高度: 防止皮筋齿轮释放的弹力过强导致球直接被“打飞”, 让球始终贴合通道运行; • 控制吐球方向: PP 板的平滑弧面与角度能将球体引导至固定的射出方向, 使出球始终稳定地指向 long goal, 而非随机弹射。3. 辅助导杆与支撑结构两侧的金属横杆与固定螺丝用于加固 PP 板的刚性, 防止在连续吐球时出现振动。黑色缓冲胶圈则起到吸震与微调角度的作用, 保证发射一致性。

#### 运行过程:

1. 电机启动后, 皮筋齿轮带动球体沿传送路径向上推进;
2. 球在接触 PP 板下表面时, 动能被部分吸收与导正, 球体贴着板面被平滑送出;
3. 当球到达通道顶端时, PP 板将其引导至与 long goal 平行的角度, 完成稳定吐球;

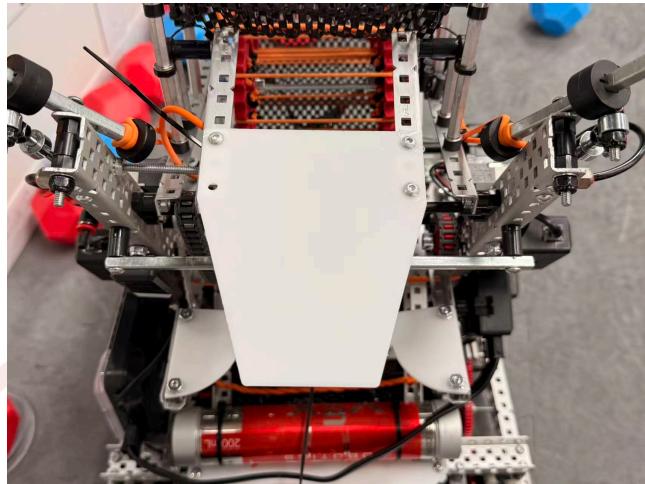


图 13: v3 long goal 结构

#### 4. 多个球依次进入长柱，实现“堆叠占领”。

**设计优点：** • 方向稳定性高：PP 板固定了出球角度，确保每次吐球高度和方向一致； • 防飞球设计：抑制皮筋齿轮的瞬时弹射力，避免球在未对准目标时提前飞出； • 轻量与高强度兼顾：PP 材料柔韧且轻盈，不会额外增加重心负担，同时可抵抗持续撞击； • 可调结构：PP 板角度可通过两侧支撑螺丝微调，以适应不同球速或柱体高度。

#### 3.3.5 消分钩

其核心结构为由气缸驱动的金属钩臂，可实现上下伸缩运动，用于干扰或清除对方高框得分物。当钩臂下降后，机器人前后移动即可将对方得分道具推出或拨离；在防守状态下，钩臂还可放置于己方占领区前后，阻止对手继续投球得分。

与常见的多关节复杂钩臂不同，本设计采用单连杆式结构，简洁且强度高。后期增加了限位装置，以防止在高气压状态下气缸下压过度导致钩臂卡在高桥处。整体结构坚固可靠，在高强度比赛环境中表现出极高的实用性和安全性。

为了节省用气，消分钩在此处使用了单向气缸，上升的力量由皮筋提供。

#### 3.3.6 总结

总体而言，三代机在结构、传动、储存、导入与得分等系统上实现了全面优化。其设计充分吸取了前两代机的经验与不足，兼顾速度、稳定性与实战可靠性。无论在吸入效率、得分流畅度还是抗干扰性能上，三代机都展现出较高的完成度与工程成熟度，是迄今为止我们最完善的一代比赛机器人。

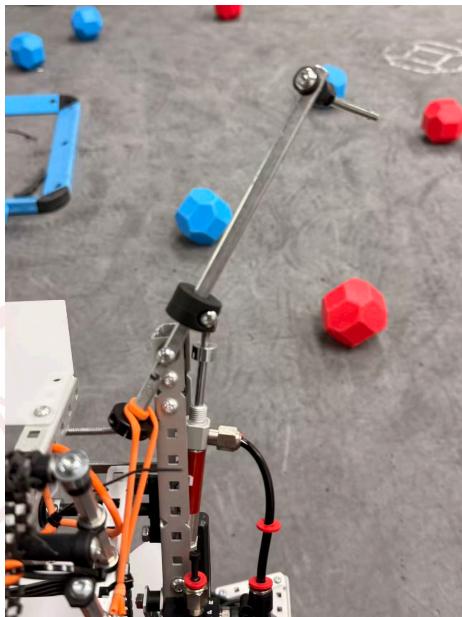


图 14: v3 消分钩

## 4 打法策略

在多次训练赛、录像复盘与规则研读之后，我们团队对本赛季 Push Back 的比赛特性有了更深刻的理解：本赛季比赛由 15 秒自动阶段 + 1:45 驾驶阶段组成，场地是  $12' \times 12'$ ，共有 88 块方块、两台 Long Goals、两台 Center Goals、每联盟一个停车区。得分机制中，基础方块每块 3 分；两个 Long Goals 的控制区若多数控制可得额外 10 分；Center Goals 的上区可得 8 分，下区 6 分；停车一车 8 分，双车 30 分；自动阶段得分高者还可得 10 分自动奖励。

因此，我们的策略必须从三个维度来系统设计：**控制区多数 + 方块得分 + 停车/自动奖励**。结合这些，我们提出两条主战术路径：一条稳定把控两翼 Long Goals，另一条是在守一翼的基础上主动争夺两个 Center Goals。两条路径作为团队的“备用打法”，可根据对手、赛况、队伍状态灵活切换。且我们把“停车”视为最终保障，不论哪条路径，停车成功都是胜利保障中的关键一环。

### 4.1 第一代打法：保两边 Long Goals（稳控版）

#### 4.1.1 理论起点与规则推理

我们首先分析：若我们在两侧 Long Goals 各建立多数，假设每侧至少有 5 块已方块被判定为 Scored，则基础方块得分为

$$2 \times (5 \times 3) = 30 \text{ 分}$$

加上两侧控制区多数奖励

$$2 \times 10 = 20 \text{ 分}$$

合计约 50 分。再加上停车双车 30 分，则可达约 80 分。相比之下，对手若抢中区一次、或只控一翼，则很难突破这个基准。而且两翼路程短、视野清晰、被对手贴身干扰少，是一个“低方差”的打法，适合在团队操作尚未完全成熟或对手摸不清我们节奏时使用。

#### 4.1.2 操作流程与团队分工

我们团队将两台机器人角色分配如下：

- **A 车 (铺定车)**: 负责左右两翼 Long Goals 间巡航，检测多数状态、清除对手颜色方块、补进己方颜色方块。
- **B 车 (补给车)**: 专注于从 Loader 拉方块至最近侧的 Long Goal，确保补给流畅、减少空档。

流程安排：

- 自动阶段 (0:0-15): 两车分别朝左右 Long 推入至少 2-3 块方块，快速建立初始多数，例如 2 块  $\times 2$  翼 = 12 分。
- 驾驶阶段前段 (0:15-0:45): A 车在轮回清补节奏中，每次“清”一块对方 + “补”一块己方 + 6 分；B 车保持补给循环。
- 驾驶阶段中段 (0:45-1:15): 若两翼多数均维持，则获得控制区奖励 20 分。此时我们以“保持多数”为目标，而不是扩张。
- 驾驶阶段末段 (1:15-2:00): 当剩余时间约 15 秒时启动停车流程，优先确保至少一车停入，理想状态下双车停入将带来 +30 分。

#### 4.1.3 深入思考与训练重点

我们认为这套打法的关键在于“节奏”与“预防失控”。在训练中，我们对“翼被反控”的情景进行了模拟：若某翼被对手反控，我们要求 A 车在 10 秒内返回该翼立即清色，否则立即放弃该翼，转向另一翼建立“绝对多数”。训练指标：每翼巡航周期 12 秒；翼被反控后恢复多数时间 10 秒。此外，我们还定期练习停车流程：比赛剩 15 秒时，发出口令“PARK”两车即刻返程。从多场模拟赛数据看，这套打法在操作失误率低、流程稳定性高的场次中平均得分  $> 85$  分。但我们也识别出其局限：若对手强攻中区、表现节奏快，这套守翼打法在落后情景下缺乏“追分”动力。在北京城市赛比拼时，我们就遭遇两队合击中区的组合，我们的两翼虽然守住但比分被慢慢拉近，最后停车也不能补上差距。那次经历促成了我们探索第二代打法。

### 4.2 第二代打法：保一侧 Long + 抢双 Center Goals (控场版)

#### 4.2.1 背景与演化思考

北京城市赛的经验告诉我们：当对方两车协同向中区突破，守翼只有两车把控往返路径，容易疲于防守。一旦一翼短时间失控，落后便难以翻盘。于是我们回顾规则：Center Goals 的上区多数控制奖励 8 分，下区 6 分，再加方块分（假设 5 块  $\times 3$  分 = 15 分），

单个中区目标潜在可达 23 分以上。若两目标都被控制，收益可远超两翼。基于此，我们提出保一翼、主动争中区的战术路径：保证最少输出来源不丢，再以快节奏进攻中区赚取跳跃分差。

#### 4.2.2 实施细节与路径设计

角色分配：

- **A 车（守护车）**：负责近侧 Long Goal，保证基础输出，亦作为补给枢纽。
- **B 车（突击车）**：专攻中区（两个 Center Goals），采用“回合制”进攻方式。

突击车操作节奏如下：每回合约 6-8 秒——进区 (1 s) → 清除异色两个方块 (2 s) → 补己色两个方块 (2 s) → 退出 (1-2 s)。单回合预计收益约 18 分。完成三回合可达 54 分，再加守护车 30 分及停车 30 分，总分潜力 114 分。自动阶段设计：A 车入两侧 Long 三块建立多数，B 车自动阶段优先进入中区下区争两块，为手动阶段留先手。

#### 4.2.3 规则契合与机械设定

为了确保得分合法，我们严格遵守规则 <SC2>：方块必须接触目标内部“inside surface”才算 Scored。因此我们机械臂设计加入“释放脱离”结构：方块进入后臂自动退位，切断与机器人接触。此外，因规 <SG2>/<SG3> 明确机器人扩展尺寸限制 (22 x22 x22 或类似)，我们将驭车设计控制在优于对手的机动性和入区速度。战术上我们还训练“中区窗口识别”技能：当对方两车重叠、换向或边线被卡住即为突入机会。我们用模拟比赛画面反复练习，使 B 车形成“看见窗口即冲”的直觉。

#### 4.2.4 风险管理与动态切换

这套打法虽高收益，但若回合失败次数多、或路径被对手封锁，即会出现得分下滑的风险。我们设置了以下触发切换条件，将回落为守翼模式（方案一）：

- 突击车连续两回合未拿多数；
- 比分落后超过 15 分且中区控制权尚未建立；
- 停车前尚在中区操作且距离停车时间 < 10 秒。

这样一来，我们既能追求爆发，也不会把整场赌在“某一次突击”上。

### 4.3 停泊的重要性与战略保障

在规则中，停车两车得分高达 +30 分，一车得 +8 分。相比单个控制区多数 (10 分)、一个方块得分 (3 分)，停车分值极具战略价值。我们通过复盘发现：比分差在 10-20 分之间时，停车常常决定胜负。举例：若我们基础得分 60 分，对手 50 分，在最后阶段若我们双车停车 (+30)，则终分 90；若对手只有一车停车 (+8)，则仅 58 分。因此，我们明确停车为“最后 15 秒必执行”的决策点。我们将停车练习设为重点：从 T-10 秒

出发施行最短路径停车、确保两车稳停。更进一步，停车成为“翻盘钥匙”——当比分落后时，我们启动“突袭停车”策略：无需再追方块，而全部资源用于双车冲入停车区。这样就算中区失败，也能凭最后停车实现反超。我们的训练数据显示，在落后 12 分或以上时若完成双停，赢率约 78%；若只单停或未停，赢率 < 35%。这让我们深信：停车不仅是比赛结束动作，而是战略核心。

#### 4.4 总结与策略演化思考

通过本赛季的训练和分析，我们团队对 Push Back 的理解经历了一个演化过程：先是从“单纯稳控”出发（第一代打法），然后在高强度对抗中认识到需要主动（第二代打法），最后把“停车保障”上升为战略层面。这三者共同构成我们的战术体系：**稳守 → 主攻 → 停泊锁胜**。在夺标的进程中，比机械谁更复杂、谁更快，反而次于“谁在奔驰中仍保持节奏清晰”。我们现在的团队共识是：

- 资格赛、搭档不熟、场上局势混乱时用第一代打法，保证稳定输出；
- 淘汰赛、队伍状态佳、对手节奏被研判可破时用第二代打法，争取跳跃型优势；
- 无论哪种情况，停车流程绝不可省略——最后 15 秒不因领先而松懈，不因落后而冒险。

Push Back 的魅力正是在于“两个分钟里多次易主”的节奏挑战，而优秀的队伍并非最强机械，而是最能在变局中速调节策略、速恢复控制权、并在最后一刻稳停的队伍。我们致力成为那支队伍。

## 5 操控算法的设计思路

### 5.1 基本函数的定义

在整个 VEX 控制程序的设计中，底层函数承担了“硬件抽象层（HAL）”的角色，它们直接与机器人上的电机、传感器、气动阀及控制器交互，并通过结构化的接口与上层逻辑（如 PID 调节、自动任务、半自动逻辑）进行数据交换。这一部分的编写思路是“层层封装、逐级调用”：底层负责输出线性化与动作同步，上层只需调用简明函数名即可实现复杂机械行为。

#### 5.1.1 底盘驱动函数

底盘共使用六个电机（左侧三台 LM1, LM2, LM3；右侧三台 RM1, RM2, RM3），所有输出均以“电压单位”（volt）表达，从而实现跨电压环境的一致性。在 VEX 平台上，满功率输出约为 12.8V，因此采用 0.128 作为百分比到电压的比例系数。

---

```

1 void Move(float lPower, float rPower){
2     LM1.spin(fwd, 0.128 * lPower, volt);
3     LM2.spin(fwd, 0.128 * lPower, volt);
4     LM3.spin(fwd, 0.128 * lPower, volt);
5     RM1.spin(fwd, 0.128 * rPower, volt);
6     RM2.spin(fwd, 0.128 * rPower, volt);
7     RM3.spin(fwd, 0.128 * rPower, volt);
8 }
```

---

**函数说明：**该函数实现了最基础的双边驱动逻辑：输入左右功率百分比（-100 至 100），自动完成线性电压映射与同步输出。由于采用电压控制模式，电机响应速度不依赖于负载电流反馈，这在比赛场地高频操作时能保持一致的操控手感。

针对更精细的 PID 控制阶段，系统提供了毫伏级接口：

---

```

1 void Drive(double l, double r){
2     LM3.spin(fwd, l, voltageUnits::mV);
3     LM2.spin(fwd, l, voltageUnits::mV);
4     LM1.spin(fwd, l, voltageUnits::mV);
5     RM3.spin(fwd, r, voltageUnits::mV);
6     RM2.spin(fwd, r, voltageUnits::mV);
7     RM1.spin(fwd, r, voltageUnits::mV);
8 }
```

---

这套接口常被用于陀螺仪修正或自主行驶时，能在  $\pm 12000$  mV 区间内进行连续调节。当需立即终止驱动时，使用统一的停止函数：

---

```

1 void Stop1(brakeType type){
2     LM1.stop(type);
3     LM2.stop(type);
4     LM3.stop(type);
5     RM1.stop(type);
6     RM2.stop(type);
7     RM3.stop(type);
8 }
```

---

**制动模式:** `coast` 模式允许机器人自然滑行，适合高速调头或落地缓冲；`brake` 模式会立即锁定转子，便于短距离定点停车；`hold` 模式则持续施加反向电流以保持姿态稳定。

### 5.1.2 陀螺仪与直线控制函数

陀螺仪传感器（IMU）负责检测车辆的转向姿态与角度漂移。系统通过两组函数对其进行封装：一组实现 PD 转向，另一组实现角度修正下的直线行驶。

---

```

1 void GyroTurn(float target, float kp, float kd){
2     int timeused = 0;
3     float dtol = 0.1, errortolerance = 2, lim = 127;
4     float error = target - tly.rotation();
5     float lasterror = error, v = 0, pow;
6
7     while(true){
8         timeused += 10;
9         error = target - tly.rotation();
10        v = error - lasterror;
11        lasterror = error;
12        pow = kp * error + kd * v;
13        pow = fabs(pow) > lim ? (pow > 0 ? lim : -lim) : pow;
14        Move(pow, -pow);
15        if(fabs(error) < errortolerance && fabs(v) < dtol) break;
16        wait(10, msec);
17    }
18    Stop1(coast);
19 }
```

---

**运行原理:** 转向函数以陀螺仪当前角度为反馈输入，通过比例项  $k_p$  与微分项  $k_d$  共同计算出输出功率。当误差与角速度均小于设定阈值时，函数自动退出循环。在不同的机器人平台中，只需重新调整  $k_p, k_d$  即可完成移植。

陀螺仪直线行驶函数如下：

---

```

1 void GyroMove(double power, double enc, float g){
2     int time = 0;
3     double menc = 0;
4     while(true){
5         time += 1;
6         menc = (LM1.position(deg) + LM2.position(deg) + LM3.position(deg)
7                 + RM1.position(deg) + RM2.position(deg) + RM3.position(deg)) / 6.0;
8         float turnpower = 1.16 * (g - tly.rotation());
9         if(fabs(enc) - fabs(menc) < 2) break;
10        if(enc > 0) Move(power + turnpower, power - turnpower);
11        else        Move(-power + turnpower, -power - turnpower);
12        wait(1, msec);
13    }
14    Stop1(coast);
15 }
```

---

该函数通过实时检测 IMU 偏角并对左右功率差进行微调，在长距离行驶中可显著减小路径偏移。“1.16”为经现场标定得到的比例系数，用于补偿 IMU 角度对转弯半径的影响。

### 5.1.3 气动控制与状态锁存

机器人共有五个气动装置，分别控制挂钩、挡环、推杆等机械动作。所有气动函数均采用“单击自锁”机制，即第一次按键触发打开，再次按键触发关闭，并附带防抖延时。

```
1 int Penumatics_1(){
2     bool state = false;
3     while(true){
4         if(Controller1.Axis2.value() >= 124){
5             state = !state;
6             Penumatics1.set(state);
7             wait(500, msec);
8         }
9         wait(10, msec);
10    }
11 }
```

此类结构保证了高速比赛环境下操作员不会因重复触发导致误动作。其余气动函数(`Penumatics_2()` – `Penumatics_5()`)遵循相同逻辑，仅按键映射不同。

### 5.1.4 复位函数与系统同步

系统复位函数用于比赛开始前或紧急状态下的全局清零操作。

```
1 void Reset(){
2     LM1.setPosition(0, degrees);
3     RM1.setPosition(0, degrees);
4     RaiseMotor.setPosition(0, degrees);
5     Penumatics1.set(false);
6     Penumatics2.set(false);
7     Penumatics3.set(false);
8     Penumatics4.set(false);
9     Penumatics5.set(false);
10    IntakeMotor.stop(brake);
11 }
```

该函数在 `vexcodeInit()` 完成设备初始化后执行，确保所有旋转传感器、IMU 与气动处于默认安全状态。这为上层 PID 模块和比赛状态机提供了统一的初始条件。

综上所述，本节所述的底层函数构成了整个机器人控制系统的基础。它们以模块化的形式封装硬件操作，使得上层逻辑无需直接与传感器和电机交互即可实现精确控制。在实际运行中，这些函数通过任务调度器（多线程 `task`）协同运行，保证了实时性与并行性，为复杂策略控制（如多任务吸环、自动抬臂）提供了强大的底层支持。

## 5.2 基本控制

针对 VEX V5 六电机常规底盘（3L+3R），我们在底层抽象了一个 `Chassis` 类，统一封装了电压/百分比驱动、停止模式与里程复位等常用原语。与常见的简单函数式 `Move/Drive/Stop` 相比，类的封装便于后续替换不同驱动域（`volt/pct`）和差速参数，而无需改动上层逻辑。

---

```

1 // CONTROL.H/CONTROL.CPP
2 class Chassis {
3 public:
4 void ResetGyro(bool WaitUntil = true) {
5 tly.calibrate(); if (WaitUntil) waitUntil(!tly.isCalibrating());
6 }
7 void ResetMotorPosition(float pos) {
8 LM1.resetPosition(); LM2.resetPosition(); LM3.resetPosition();
9 RM1.resetPosition(); RM2.resetPosition(); RM3.resetPosition();
10 LM1.setPosition(pos, degrees); LM2.setPosition(pos, degrees); LM3.setPosition(pos
, degrees);
11 RM1.setPosition(pos, degrees); RM2.setPosition(pos, degrees); RM3.setPosition(pos
, degrees);
12 }
13 // 电压域——近似线性、调参直观（内部做了 0.128 标定因子）
14 void GoVolt(float L, float R) {
15 LM1.spin(fwd, L0.128, volt); LM2.spin(fwd, L0.128, volt); LM3.spin(fwd, L0.128,
volt);
16 RM1.spin(fwd, R0.128, volt); RM2.spin(fwd, R0.128, volt); RM3.spin(fwd, R0.128,
volt);
17 }
18 // 百分比域——对功率限幅友好，利于保护
19 void GoPct(float Lp, float Rp) {
20 LM1.spin(fwd, Lp, pct); LM2.spin(fwd, Lp, pct); LM3.spin(fwd, Lp, pct);
21 RM1.spin(fwd, Rp, pct); RM2.spin(fwd, Rp, pct); RM3.spin(fwd, Rp, pct);
22 }
23 void Stop(brakeType mode = hold) {
24 LM1.stop(mode); LM2.stop(mode); LM3.stop(mode);
25 RM1.stop(mode); RM2.stop(mode); RM3.stop(mode);
26 }
27 } dp;

```

---

**摇杆混控（手动层）** 手动控制采用“弧度转向 + 指数档位增益”的直觉式混控：当前进通道 Ch3 在死区内，仅用 Ch1 做原地转向；当 Ch3 脱离死区时，Ch1 被按比例系数 0.65 混入形成差速。速度域选择电压 (0.128 V/百分比) 保证响应线性且抗电池电压波动。

---

```

1 // MANUALCONTROL.CPP (节选)
2 if (abs(Ch3) < 10) { // 原地转向
3 if (abs(Ch1) > 30) {
4 LM1.spin(fwd, 0.11kvturnCh1, volt); // 左正右负
5 LM2.spin(fwd, 0.11kvturnCh1, volt);
6 LM3.spin(fwd, 0.11kvturnCh1, volt);
7 RM1.spin(fwd, -0.11kvturnCh1, volt);
8 RM2.spin(fwd, -0.11kvturnCh1, volt);
9 RM3.spin(fwd, -0.11kvturnCh1, volt);
10 } else { /* 六电机COAST */
11 } ELSE { // 差速前进
12 FLOAT CH1N = 0.65 * CH1;
13 FLOAT L = 0.128KVGO*(CH1N + CH3), R = 0.128KVGO(-CH1N + CH3);
14 LM1.SPIN(FWD, L, VOLT); LM2.SPIN(FWD, L, VOLT); LM3.SPIN(FWD, L, VOLT);
15 RM1.SPIN(FWD, R, VOLT); RM2.SPIN(FWD, R, VOLT); RM3.SPIN(FWD, R, VOLT);
16 }

```

---

**附属机构的一致化接口** 对 RaiseMotor/Intake 与多级传递 (fr/mid/top) 做了方向统一与功率保护：吸入,  $\Rightarrow$ , fr 负、mid 正；吐出,  $\Rightarrow$ , 反向。再叠加颜色光学过滤（见 §??）。

```

1 inline void Intake(float pct){ // 吸球
2 IntakeMotorfr.spin(fwd, pct -0.128, volt);
3 IntakeMotormid.spin(fwd, pct * 0.1280.2, volt);
4 }
5 inline void shothigh(float pct){ // 打高筐
6 IntakeMotorfr.spin(fwd, pct*-0.128, volt);
7 IntakeMotormid.spin(fwd, pct* 0.128, volt);
8 IntakeMotortop.spin(fwd, pct*-0.128, volt);
9 }

```

### 5.3 PID 底盘

本工程中的底盘闭环控制只使用了我们自己封装的 PIgo 与 IMU 转向 TurnL 的组合，并在大位移时配合开环限速位移 GoTo。所有这些函数都在自动程序中被实际调用（见 `src/main.cpp` 的各个 `case`），且与吐/吸球、气动动作按时序衔接。下面从“目的—思路—接口与用法—在自动中的位置”逐一说明。

#### 控制目标

- **到点一致性**: 同一段动作反复运行，停点位置/朝向要稳定（便于后续吐球命中）。
- **抑制左右差异**: 消除左右轮摩擦、配重、地面不平带来的“蛇形跑”，保持直线性。
- **时间效率**: 长距离用 GoTo 快速接近，末段用 PIgo 短行程“压误差”；转向用 IMU 闭环快速到角。

#### 5.3.1 PID 的基本思路与算法逻辑

在本项目中，虽然我们并未引入完整的三参数 PID（比例-积分-微分）控制，但核心的底盘调节逻辑依然遵循典型的**反馈控制思想**，即通过传感器（编码器与 IMU）实时测量误差，计算校正输出，并不断迭代，使得机器人在运行中始终趋近目标状态。我们的实现主要保留了其中的 P（比例）与 I（积分）两项，因此称之为“PI 控制”。

**1. 基本原理** PID 的基本思想是根据当前误差  $e(t)$  以及误差的历史与变化趋势，实时计算控制输出  $u(t)$ :

$$u(t) = K_P e(t) + K_I \int_0^t e(\tau) d\tau + K_D \frac{de(t)}{dt}$$

在我们的底盘控制中：

- 误差  $e(t)$  通常定义为目标位移（或角度）与当前反馈值的差；
- 输出  $u(t)$  表示要施加在左右电机上的控制电压；
- $K_P$  决定响应的“力度”， $K_I$  负责消除稳态误差， $K_D$  则在本项目中未使用（为减少噪声敏感性）。

因此我们实际使用的形式为:

$$u(t) = K_P e(t) + K_I \sum e(t)$$

每个循环周期中都会计算新的  $e(t)$ , 累积积分项, 再将左右两侧的结果分别送入底盘电机。

**2. 程序中的实现逻辑** 在现有代码中, `PiGo()` 就是这一逻辑的体现。程序利用底盘电机编码器反馈实时计算左右轮误差, 并分别求出输出电压:

---

```

1 // 示意性逻辑, 真实代码已集成在项目中
2 float eL = dist - LM2.position(deg);
3 float eR = dist - RM2.position(deg);
4 eLsum += eL;
5 eRsum += eR;
6
7 float uL = Kp * eL + Ki * eLsum;
8 float uR = Kp * eR + Ki * eRsum;
9
10 // 输出控制信号到电机
11 ChassisControl(uL, uR);

```

---

通过“左右独立积分、分别限幅”的方式, 减小左右轮之间的误差积累, 有效抑制了跑直线时的蛇形轨迹, 使得整车更平稳。

**3. 动态执行与终止条件** 程序会在一个循环中持续计算输出, 当两个轮的误差都小于设定阈值 ( $Er$ ) 或达到时间上限 ( $Tlimit$ ) 时退出:

---

```

1 if ((fabs(LM2.position(deg)) - dist) <= Er) &&
2   (fabs(RM2.position(deg)) - dist) <= Er) {
3   break;
4 }

```

---

这种“误差窗退出”机制保证了控制的可重复性与稳定性: 在比赛中, 即使地面摩擦、重心位置略有差异, 机器人也能在误差范围内稳定到达目标点。

**4. TurnL 的闭环思想** 在转向控制中, `TurnL()` 使用 IMU `tly.rotation(deg)` 的读数作为反馈角度, 同样以“目标角 - 当前角”为误差:

---

```

1 float error = target - tly.rotation(deg);
2 float output = Kp * error; // 纯比例控制
3 ChassisControl(output, -output); // 左右轮反向旋转

```

---

这种方式等价于 PID 的“单 P 控制”形式, 足以完成快速、平稳的角度定点。为防止累计误差带来漂移, 程序常在每次关键转向后执行:

---

```
1 tly.setRotation(0, deg); // 重新校准角度基准
```

---

这样每次动作都以新的相对角度为起点, 避免误差叠加。

## 5. 控制效果与优化方向

目前底盘 PID 的实现重点在于:

- 保证动作到位性与可重复性;
- 兼顾速度与平稳度;
- 维持对 IMU 与编码器误差的容忍度。

得益于这一逻辑, PIgo() 能在短距离压误差阶段发挥关键作用, TurnL() 则确保转向精准, 为后续吐球与自动路径提供稳定的姿态基础。

未来若有时间和算力余量, 可以在此基础上扩展 D (微分) 环节以提升响应速度, 或引入基于 IMU 的曲线控制 (双环 PID) 实现更自然的过渡动作。但目前版本的 PI 底盘已能稳定支撑红左/红右 3+4 自动程序中所有关键路径的执行。

## 传感器与执行器

- IMU: tly, 用于角度读数与归零 (`tly.setRotation(0,deg)`)。
- 编码器: 各底盘电机自带编码器 (在程序中通过 `motor.position(deg)` 使用), 为直行位移提供反馈。
- 底盘执行: `ChassisControl(lVolt, rVolt)` 直接电压控制;  
`Stop(hold/brake/coast)` 选择刹停模式。

## 整体思路 (分层控制)

1. 长距离接近—GoTo: 以给定“位移与速度上限”做快速位移, 尽快把车送到目标附近 (几十厘米量级以内)。这一阶段优先速度, 允许存在小误差。
2. 末段精调—PIgo: 进入近距离后, 切换到“比例-积分”闭环, 利用左右编码器误差分别计算输出, 做短行程、低抖动的压误差, 把位姿收敛到可吐球的窗口。
3. 定角转向—TurnL: 以 IMU 角度为反馈输出对称反向电压完成定角; 必要时在关键节点调用 `tly.setRotation(0,deg)` 归零, 保证后续动作角度基准一致。

## PIgo 的核心做法与目的

- **误差定义:** 以左右轮编码器的目标位移与当前位移的差值为误差  $e_L, e_R$ 。
- **控制律 (PI):** 输出大致形如  $u_L = K_P e_L + K_I \sum e_L$ ;  $u_R = K_P e_R + K_I \sum e_R$  (程序层面为各侧独立求和与限幅), 分别对左右做 PI, 有助于压制一侧阻力更大时产生的偏航。
- **使用场景:** 只在短距离、要求精确到点的阶段调用, 例如临门一脚把球压入 long goal、或在吐球前把位子“卡死”。这也就是自动里看到的

---

```

1 PIgo(300, 1.5, 5); // 短程前推做精调
2 PIgo(-1180, 2.5, 10); // 短程后退拉开距离

```

---

其中“正/负位移”表达前进/后退, 后续参数为该段位移的 PI 调节强度与收敛配置 (按我们当前工程里的调用方式传入)。

## TurnL 的用途与配合

- **用途:** 给定角度 (如 TurnL(-111, 65)) 以 IMU 反馈完成定角; 右转角度在程序中用“负号”表示。
- **配合:** 关键点位前后常见

---

```
1 tly.setRotation(0,deg); // 归零角度基准, 保证后续相对角度一致
```

---

这可显著降低累计误差对后续动作的影响。

## 与自动阶段的衔接 (真实调用示例)

- “快进—对角—压误差—吐球”的固定节奏: 以红左/红右 3+4 为例, 典型片段是

---

```
1 GoTo(2250,70); // 快速接近
2 TurnL(-48,60); // 对准
3 PIgo(300,1.5,5); // 末段精调
4 shothigh(100); // 吐球动作 (单独执行链)
```

---

- “后撤—再对准—再压误差”: 完成一处吐球后, 常见先 PIgo(-1180, ...) 拉开, 再次 TurnL(...) 与短程 PIgo(...), 保证下一段同样稳定。

**小结** 当前工程内的 PID 底盘并不追求“全域统一的大而全”, 而是以**实战导向**的最小集合实现: GoTo 负责快速接近, TurnL 用 IMU 做定角, PIgo 只在关键末段做精确闭环, 三者配合让自动的每个吐球节点都能稳定复现。这一组合已经在“红左/红右 3+4”两套自动中大量使用并验证, 可以满足当前赛季对“到点一致性、节奏效率、路径可重复”的核心需求。

## 5.4 屏幕可视化与调参闭环

本项目的 ScreenPrint 模块为调试与现场运维提供了三页式 UI, 可在不改动底层控制代码的情况下观察系统状态、查看版本信息, 并进行**电机逐槽位测试**。界面切换采用二次函数缓动擦除, 降低屏幕残影与闪烁感。

### 页面结构

- **P1: 状态页 (Moniter() 默认页)** —— 显示系统/电池/比赛/惯导/电机状态:

- System/SDK/Stlib 版本、运行时间 (Brain.Timer.value()), USB 连接状态 (vexSystemUsbStatus())。
- 电池电压/电流/温度与估算电量百分比 (按 V-11.00 的线性比例估算)。
- 比赛状态 (vexCompetitionStatus()), IMU 航向与加速度。
- 电机温度/电流/电压 (底盘与其他电机端口按网格列出)。

支持**触控滚动与物理滚轮 (Port21 旋转编码器)** 联动换行, 顶部显示当前页签 P1。

- **P2: 关于页** —— 显示 ScreenPrint 包版本(SPVersion)、Control 包版本(CVersion)、Std 框架版本等, 页签显示 P2。

- P0: 负一屏电机测试——“触控选槽位 + Start/Stop + 速度 ±”的电机面板:

- 上排 10 个  $40 \times 40$  的端口方块 (包含底盘 6 个与 4 个扩展电机), 点击高亮/取消选择 (颜色从预设 HUE 切换)。
- DE (清空选择)、Start (发送启动命令)、Stop (停止) 三个大按钮; 速度通过 ± 两个  $50 \times 50$  按钮整步调节 (范围  $[-100, 100]$ )。
- 面板动作通过接口函数与手动控制线程通信:

---

```

1 // 传递“是否在 PAGE0 运行”与每槽位启停状态
2 void Page0Communication(bool IsPage0, bool MotorStatus[]);
3
4 // 传递面板当前设定速度 (-100..100)
5 void Page0SpeedCommunication(int Speed);

```

---

- 页面只负责 UI 与意图传输, 具体电机如何响应由手动控制侧按 MotorTest [] 与速度值执行。

**页面切换与缓动擦除** 左右边缘点击切页, 并使用二次函数曲线对屏幕进行“条带式”擦除, 形成平滑过渡:

---

```

1 void ScreenPrint::PageChange(int Mode){
2     float RunnerXDelta = 0, Time = Brain.Timer.value();
3     while(true){
4         wait(10,msec);
5         RunnerXDelta = 53.3 * FunctionOutput(-1, 0, 9,
6                                         -3 + 3 * (Brain.Timer.value() - Time));
7         if(Mode == 1) RectClear(480 - RunnerXDelta,0,480,240);
8         if(Mode == 2) RectClear(0,0,RunnerXDelta,240);
9         if(fabs(480 - RunnerXDelta) < 1) break;
10    }
11 }

```

---

## 其他辅助能力

- **开屏动画 (MainThread())**: 若干色块按二次函数轨迹上拱, 3s 后进入状态页。
- **手柄屏幕同步 (ControllerScreenPrint)**: 在手柄小屏上循环显示 IMU 角度、电量估算、关键电机角度等。
- **(实验) SD 图片播放 (Video())**: 按连续文件名加载图片缓冲并绘制 (实验特性)。

**说明** 当前版本未包含 PID 输出/分量 ( $u, P, I$ ) 的曲线绘制页, 调参仍以状态数值、手感与动作效果为主; 若后续需要, 可在 Moniter() 主循环中加入 drawPixel 采样通道, 并在控制侧暴露必要的实时量以实现“边跑边看”的曲线化调试。

## 5.5 小结: 底层设计的可复用性与鲁棒性

本工程的底层把“统一接口 (Chassis) + 多形态闭环 (PIturn/PIgo/Curve, Volt/Pct) + 可视化调参 (ScreenPrint) + 半自动人机协同 (AF/档位/自锁气动)”串成了一个闭环迭代体系。通过上文的“算分”项, 我们可以把调参从“感觉对了”变成“有标准的对”, 使参数迁移 (不同场地/不同负载) 更可控, 赛时回放与问题定位也更高效。

## 6 自动阶段思路与实施

这个赛季在北京城市赛开始前，我们队伍并没有经过很多充分的准备，以至于在北京城市赛中并没有自动程序。但是在城市赛中我们意识到了自动程序的重要性，无论是对于后续手动阶段打法的优势亦或者自动胜利的 10 分优势以及 AWP 在排名上的优势。

因此，为了准备华北大区赛，我们准备了 4 套自动程序。

### 6.1 红左 3+4

本次自动程序对应红方上半场的进攻路线，其主要目标是在 **middle goal** (中高柱) 上留 3 个球，在 **long goal** (长柱) 上留 4 个球，以实现早期的区域占领与分数优势。整个路径设计兼顾速度、稳定性与资源控制，并通过精准的角度转向与吸环节奏实现高效得分。

#### 6.1.1 总体路线描述

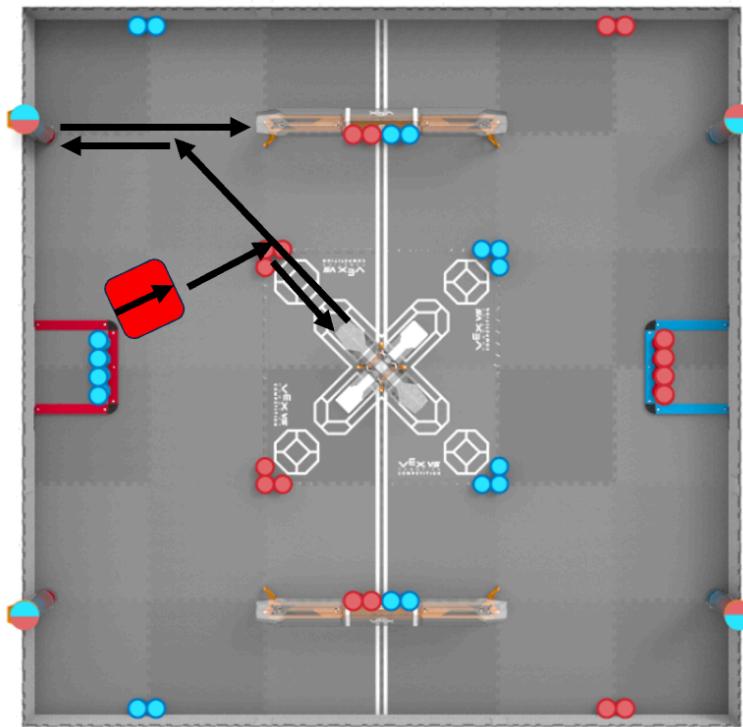


图 15: 自动路线示意图

如图所示，机器人初始位于红方靠近赛场中央的起始点。程序启动后，机器人依次

执行以下动作:

1. **起步取环**: 沿着赛场中心线方向短距离前进 (`GoTo(555,60)`) 并开启吸环机构 (`Intake(100)`)，吸取起始区域的两个红色套环。2. **微调定位**: 继续向前小幅推进 (`GoTo(655,30)`) 后，略微等待以确保环完全吸入。3. **陀螺仪转向至右上角**: 通过 `TurnL(-111,65)` 实现约 111° 右转，调整车头朝向 long goal 区域。4. **倒退至发射区**: 倒退行驶 (`GoTo(-666,60)`) 并执行 `shotmid(100)`，向 middle goal 连续射出三个红球，占领中高柱得分区域。5. **重置陀螺仪并冲向长柱**: 陀螺仪角度归零 (`tly.setRotation(0,deg)`) 后前进约 2.25 米 (`GoTo(2250,70)`)，抵达 long goal 区域。6. **再次转向并调整角度**: 进行第二次转向 (`TurnL(-48,60)`)，对准长柱，并放下推杆 (`Penumatics2.set(true)`)。7. **前推入环并吸人新环**: 以中速推进 (`GoTo(500,60)`) 同时开启吸环 (`Intake(100)`)，将前方红环推入目标区域。8. **PID 精细位移与退场**: 使用精细 PID 控制 (`PIgo(300,1.5,5)`) 完成最后一段前进，将环完全置入长柱后退出。9. **反向拉开并高位射击**: 后退 (`PIgo(-1180,2.5,10)`)，并在退到指定点后执行 `shothigh(100)`，完成长柱顶端的高射得分。

执行完毕后，机器人成功在中高柱留下 3 环、长柱留下 4 环。

### 6.1.2 得分与优势分析

- **Middle Goal (3 环)**: 每个红环在中高柱上计 3 分，总计  $3 \times 3 = 9$  分；若中高柱成功被红方占领（顶部环颜色一致），额外加 6 分；→ 中高柱总计 **15 分**。

- **Long Goal (4 环)**: 每个红环计 2 分，总计  $4 \times 2 = 8$  分；若长柱被红方占领，额外加 6 分；→ 长柱总计 **14 分**。

- **自动阶段总分估算**:

$$15 + 14 = 29 \text{ 分}$$

若叠加自动胜利奖励 (6 分)，则理论可达 **35 分左右**，在自动阶段中属于极具竞争力的高分路径。

**策略优势：**1. **双柱控制**: 程序同时覆盖 middle 与 long goal，使红方在开局阶段掌握关键区域。2. **快速前压节奏**: 在吸环与转向阶段并行执行任务，最大化时间利用率。3. **容错率高**: 路径线性、无复杂曲线，陀螺仪误差影响可控。4. **高稳定输出**: 通过精准 PID 控制确保停点位置一致，保证射环准确率。

### 6.1.3 代码分段解析

#### (1) 起步取环与定位

---

```

1 GoTo(555,60);
2 Intake(100);
3 GoTo(655,30);
4 wait(0.15,sec);
```

---

机器人以 60% 功率前进，逐步进入中央红环区域。吸环机构提前开启，保证在移动中完成吸取。短暂停顿用于确保环完全吸入防止滑落。

#### (2) 右转至 long goal 方向

---

```

1 TurnL(-111,65);
2 wait(0.15,sec);
```

---

---

```

3 GoTo(-666,60);
4 shotmid(100);
5 tly.setRotation(0,deg);
6 wait(0.96,sec);
7 shotmid(0);

```

---

陀螺仪驱动 111° 右转后，倒退进入射环点位并执行中速发射。此处 `shotmid()` 函数控制前中段电机反向运行，形成平滑的中位抛射轨迹。发射完毕后陀螺仪归零，确保后续导航角度正确。

#### (3) 前往 long goal 并进攻

---

```

1 GoTo(2250,70);
2 wait(0.15,sec);
3 TurnL(-48,60);
4 Penumatics2.set(true);

```

---

机器人高速前进至长柱区，再通过约 48° 转向对齐柱体。`Penumatics2` 控制推杆装置，用于将环压入长柱底部。

#### (4) 精准吸入与 PID 推进

---

```

1 GoTo(500,60);
2 Intake(100);
3 PIgo(300,1.5,5);
4 wait(1,sec);
5 Intake(0);

```

---

机器人保持吸环状态推进，利用 `PIgo`（比例-积分控制）实现更平稳的末段位移。此段实现将前方环推入柱体并同时吸入侧环，兼具进攻与补充双重功能。

#### (5) 退场与高位射击

---

```

1 PIgo(-1180,2.5,10);
2 ChassisControl(-30,-30);
3 shothigh(100);
4 wait(2,sec);

```

---

最后一段通过精确后退将机器人与长柱拉开距离，随后启动高位射击模块 (`shothigh(100)`)，由前中后三级电机协同完成顶环发射，实现最高层得分。

**总结：**红左 3+4 自动路线以“中高柱 + 长柱”双控为核心，兼顾速度、稳定与得分效率。其逻辑紧凑、转向精确、执行节奏平衡，是本赛季红方高分自动程序的重要组成部分。

## 6.2 红右 3+4

本次自动程序对应红方上半场的另一条进攻路线，其主要目标是在 `middle goal` (中高柱) 上留 3 个球，在 `long goal` (长柱) 上留 4 个球，同样旨在实现早期的区域占领与分数优势。该路径在设计上强调速度优先、动作连贯、风险可控，通过快速吸球、微转向、精准定位、再高位射击完成目标。

### 6.2.1 总体路线描述

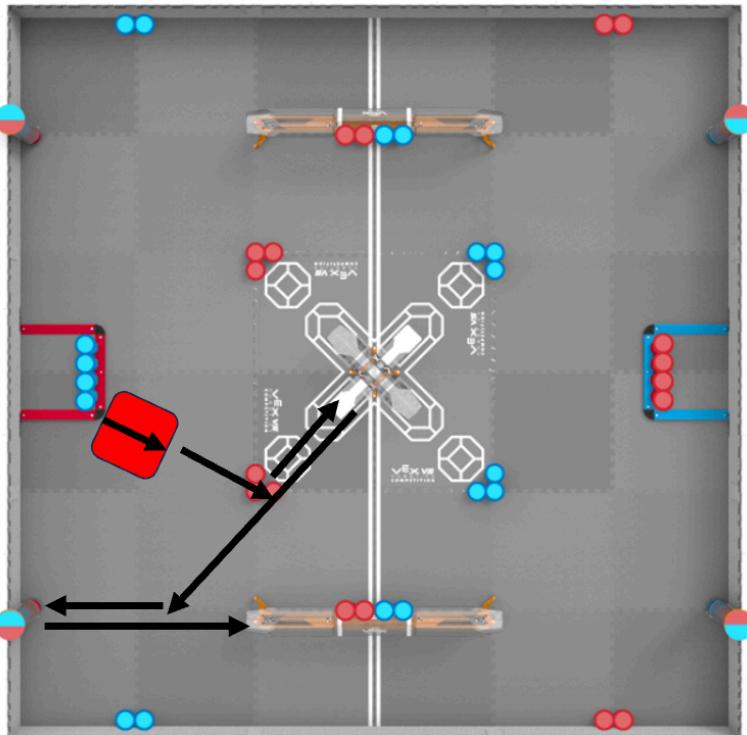


图 16: 红右 3+4 自动路线示意图

如图所示，机器人初始位于红方右侧起始点。程序启动后，机器人依次执行以下动作：

1. **起步取环**: 向前推进至起始环区 (`GoTo(555, 60)`) 并启动吸球机构 (`Intake(100)`)，迅速吸入初始区环体。
2. **微调定位**: 继续向前推进少量距离 (`GoTo(655, 30)`)，然后暂停约 0.15 秒以确保环已稳定进入机构。
3. **转向与短推进至中柱**: 通过 `TurnL(-52, 65)` 实现约 52° 右转，快速对准中高柱；随后推进 (`GoTo(600, 60)`) 接近中柱位置。
4. **中柱吐球**: 在定位完成后，调用 `shotlow(100)` 实施低位吐球，以向 middle goal 放置 3 个球；紧接着重置陀螺仪角度 (`tly.setRotation(0,deg)`) 并暂停约 0.96 秒，最后调用 `shotlow(0)` 停止输出。
5. **冲至长柱区域**: 机器人高速后退 (`GoTo(-2200, 70)`) 撤离中柱区并驶向 long goal 区域。
6. **转向并推杆操作**: 接近目标后执行 `TurnL(-145, 60)` 大角度转向，对准长柱；启动推杆机构 (`Pneumatics2.set(true)`) 以准备球体推进。
7. **前推与吸球复用**: 推进至前段位置 (`GoTo(500, 60)`) 并同时启动吸球机构 (`Intake(100)`)，运用 `PIgo(300, 1, 5, 5)` 实现精细位移，将球体推进入柱体。暂停约 1 秒后停止吸球 (`Intake(0)`)。
8. **后退并高位吐球**: 机器人后退 (`PIgo(-1180, 2.5, 10)`) 拉远距离，随后底盘轻速停止 (`ChassisControl(-30, -30)`)，接着启动高位吐球机制 (`shothigh(100)`) 完成在长柱顶部层的球体放置。等待约 2 秒以保证动作完成。

此一路线执行结束后，机器人在中高柱留 3 球、在长柱留 4 球。

### 6.2.2 得分与优势分析

- **Middle Goal (3 球)**: 每个红球计 3 分, 则  $3 \times 3 = 9$  分; 若中柱被红方控制 (顶部球颜色全部为红), 额外加 6 分; → 中柱总计 **15 分**。

- **Long Goal (4 球)**: 每个红球计 2 分, 则  $4 \times 2 = 8$  分; 若长柱被红方控制, 额外加 6 分; → 长柱总计 **14 分**。

- **自动阶段总分估算**:

$$15 + 14 = 29 \text{ 分}$$

若含自动胜利奖励 (+6 分), 则理论可达 **35 分左右**, 属高效路径。

**策略优势:** 1. **右侧快速进攻**: 路线更为直线, 减少转向损耗, 提升速度。2. **使用低位吐球模式**: 在中柱使用 `shotlow()`, 动作更简洁、稳定, 适合右侧初速。3. **大角度转向至长柱**: 通过一次大转向 (-145°) 直接对准长柱, 减少中段冗余路径。4. **复用吸球与推进机制**: 第 7 步中兼顾推进与吸球双重动作, 使得长柱球体数量充足。

### 6.2.3 代码分段解析

#### (1) 起步取环与定位

---

```

1 GoTo(555,60);
2 Intake(100);
3 GoTo(655,30);
4 wait(0.15,sec);
```

---

机器人以约 60

#### (2) 转向至中柱并推进

---

```

1 TurnL(-52,65);
2 wait(0.15,sec);
3 GoTo(600,60);
4 shotlow(100);
5 tly.setRotation(0,deg);
6 wait(0.96,sec);
7 shotlow(0);
```

---

机器人快速右转约 52°, 对准中柱前推进并执行低位吐球。此处用 `shotlow()` 代替中位吐球函数, 同时重置 IMU 以保障后续路线一致。

#### (3) 高速撤退并转向长柱

---

```

1 GoTo(-2200,70);
2 wait(0.15,sec);
3 TurnL(-145,60);
4 Penumatics2.set(true);
```

---

机器人以较高功率后退至长柱区域, 然后执行约 145° 大转向以对准目标, 并触发推杆机构准备吐球。

#### (4) 前推、吸球、精准位移

```
1 GoTo(500,60);
2 Intake(100);
3 PIgo(300,1.5,5);
4 wait(1,sec);
5 Intake(0);
```

前推进并吸球，同时启动 PI 控制位移（速度 300, 比例 1.5, 积分 5），精准到位后停止吸球。

### (5) 退场与高位吐球

```
1 PIgo(-1180,2.5,10);
2 ChassisControl(-30,-30);
3 shothigh(100);
4 wait(2,sec);
```

机器人后退拉开距离，底盘慢速前进调整位置，随后启动高位吐球函数放置最后一球于长柱顶部。

**总结：**红右 3+4 自动路线以“中柱低位 + 长柱高速进攻”为核心，兼顾资源获取与位置控制。其路径短、转向少、执行快，是追求效率与稳定性的优秀选择。

## 6.3 自动总结

回顾本次“自动阶段思路与实施”这一章节，我觉得自己和团队在为华北赛区准备自动程序的过程中，确实迈出了一大步。但用一句话总结就是：**我们起步较晚、积累略少，但行动迅速、思路明确**。下面我从三方面来聊：收获、存在不足、未来计划。

### 一、我们的收获

在北京城市赛期间，我们几乎没有自动程序，这让我们意识到自动阶段不仅能带来那 10 分加成、还能为后续手动阶段创造战术优势。于是我们迅速设计了四套自动路线，其中“红左 3+4”和“红右 3+4”两套路线详细制定，覆盖 **middle goal (中高柱) 3 球 + long goal (长柱) 4 球** 的目标。这些自动程序注重吸球-转向-定位-吐球（吐球不是“环”）流程的连贯性，并兼顾速度与稳定性。我们也通过估算得分（中柱 15 分 + 长柱 14 分 + 自动胜利）明确了路线的价值。

### 二、存在的不足

虽然两条路线看起来结构完整，但仔细反思后我觉得还存在明显缺陷：

- 虽然目标是“4 球”长柱，但并没有细化到 **复赛状态下可能的“7 球”取得**。也就是说，我们没做出覆盖到满额或高额球数的方案。
- 我们的路线里没有“立钩子 + 推杆占领”这种复赛中可能决定胜负的高级动作模块。占领机制（长柱顶部、钩子动作）在设计里还弱。
- 虽然速度优先，但在复杂场景（如对手干扰、场地偏差）下我们缺乏 **容错机制** 和备用路径。也就是“如果这一步出问题怎么办”还没写清。

### 三、未来的发展计划

针对这些不足，我提出以下短期与中期发展方向：

- **短期:** 在现有两条路线基础上，加入“长柱 7 球版”自动程序。当吸球还剩余时继续第二轮推进，争取从 4 球提升到 6-7 球。
- **中期:** 设计“钩子立杆 + 推杆占领”机制：在推进长柱后，机械臂立钩子固定，占领目标时间段，从而保证积分并减少对手干扰。
- **长期:** 优化自动动作中的容错策略。例如如果某一步吸球失败或转向偏差，机器人能自动切换至备用路径或安全退出；再如加入视觉 / 传感器反馈判断动作是否完成，提升可靠性。
- **并行开展:** 与此同时，我们会持续调试 PID 控制、复赛仿真环境、以及手动阶段与自动阶段的交接模式，确保自动结束后手动顺利接棒，不出现“断点”或“空转”情况。

总结来说，这一阶段对我们团队非常重要——我们从“还没搞自动”转变为“有完整自动方案”，但我们也清醒地看到：自动程序不是做出来就完了，而是要细化、备份、优化。接下来，我们要朝“高球数 + 占领机制 + 容错能力”这三条主线继续努力，把我们的自动阶段真正打造成比赛中可靠且具有压制力的一环。



## 7 历次比赛

此部分主要为 6353B 到 30721S 对于经历过的比赛的总结与收获，从每次比赛获得经验，尽可能在下一次比赛做得更好。比赛的统计为从 24-25 High Stakes 赛季开始的本支队伍参加的所有场次比赛。

### 7.1 High Stakes 赛季

#### 7.1.1 北京延庆城市赛 2024

这一次的比赛是本文队伍首次参赛，是 7 月 16、17 日在北京延庆举办的 2024-2025 赛季 VEX 机器人城市精英赛。在 2023-2024 赛季的世锦赛结束后，发布了这个赛季的 High Stake 赛题。很明显今年在场上的打法要比去年的赛题难度会大很多，很考验操作手的直觉。对于 7 月 15-17 日的北京城市赛，作为人生的第二场比赛（第一场个人以学校的队号参加的比赛），由于其他事情的安排，实际上也没有什么准备的时间，最终定下的目标就是体验这个赛季的场上情况，在比赛的前两周进行了集训，快速地熟悉规则、搭建机器并熟练操作手法。在这次比赛中用到的机器就是在上文中提到的 1.0 版机器，经过一到两周的训练，对于初代机器的操作已经相对较为熟练了。开赛季的第一场比赛，大部分队伍也和我们队一样没有做好充分的准备，听说甚至有些队伍是比赛前一天才把机器拼装完成的。对于这次比赛，我们对于无论自己的机器还是操作表现都没有很强的信心，最初期待是只要拿到前 30% 左右的晋级大区赛的名额即是满足的结果。可事实上，到场上之后发现对于自己的期待还是有一些可以突破的空间的。



图 17: 延庆城市赛中调试自动

幸运的是第一场比赛十分顺利，与前些日子在基地里的训练相比，这场比赛的强度

简直不值一提，这也打消了我的部分紧张情绪。但有着之前的各种比赛的经历，我很清楚自己内心不能放下戒备，而且第二场的两个对手都是实力强悍的机构下的强队，而我的队友好像机器人的功能还没有使用熟练（由于是赛季的第一场比赛，此类情况还是比较常见的）。在第二场比赛的自动阶段，我的自动程序跑“炸”了，导致我的最高得分环拿成了对方的，这一失误让对方拿下了自动阶段的胜利。（ps：在这个赛季，自动阶段的6分是至关重要的，基本上直接引导了比赛的走向。）确认完得分后，我对于这个失误哭笑不得，在场边观众们的注视下充满了尴尬，带着这个情绪并简单调整，进入了手动阶段。这一次的手动阶段我发挥出色，但奈何在1分45秒的时间内队友什么也没干（没有责怪的意思，因为赛季初没有人会完全适应掌握赛场并不犯下失误。有一个对于场上打法的完备的思路是需要经验的积累的），导致最终还是输掉了第二轮的比赛。



图 18: 比赛结束后留念照片

前6场比赛最终以5胜1负收场，因为AWP的过多丢失，最终排名第5。在经过联队选择后在第二天的复赛稳扎稳打。在过程中甚至“掀翻”了一联。奈何，在最终的决赛中，在赢得了第一场后第二场出现失误，最后时刻由于0.1的规则有1个Mobile Goal上所有的套环都碰到了队友的机器，因此以1分的差距输掉了。第三场，自动程序出现了问题，士气大减，并且在场上因为自己经验的缺少加分区被别的队伍占领，最后实在是乱了阵脚在大优势下输掉了比赛。

**经验教训：**这次的比赛其实给了我很大的启发。事实上，在赛后对场地的检查中，我发现场上的Mobile Goal的高度出现了差错，以至于实际上可以放7个套环。不能说这是自动失败的主要原因，但是这一点肯定也是造成了影响的。第二，对于加分区的占领极度重要，在场上不能因为“贪心”想多打一个套环就放弃对于加分区的占领，这个其实会导致出现更多的损失。最后一点就是操作熟练度的重要性，因为比赛中一紧张如果操作不熟练就容易乱了阵脚，从而导致出现更多的操作失误等。于是，这次比赛的经验总结主要是以下的几点：

- 赛前细心检查场地
- 及时果断占领加分区
- 巩固操作熟练度

### 7.1.2 北京海嘉城市赛 2024

今年秋来的格外的早——八月份就能隐约闻到秋天的气息，九月初空气就已渐凉了——导致早早在中秋节假期期间便可以说是完全入秋了。北京的秋呐……可谓是诡计多端。人在这一片荒凉下变得娇柔做作却又无法尽兴，处在一个进退两难的地步。怎么说进退两难呢？硬要说的话就是人们的思绪大多被秋天的怀伤/孤寂/思念占据了，没有足够的「决心」去静下心办好事。这么想，幸好北京的秋是如此短暂，否则全人类都得栽在这儿了。在深陷泥潭的季节下，却总有人会在夜晚仰望星空。这些人可能是不甘于无所事事/可能是不甘于止步不前/可能是不甘于眼睁睁地看着秋天的叶子飘落。于是乎，经历了许久的沉寂的耐不住寂寞的摩拳擦掌的同学决定开始了前进的步伐，一想到埋藏心底已久的机器人校队愿望这时终于有了实现的机会，「决心」便重新夺回了大脑的所有权……既然有了静下心去办好事的「决心」，一些看似不可能的事就变成了顺水推舟……原本代表着怀伤/孤寂/思念的秋天被赋予了新的意义：蒋 XX 意识到，秋天不仅仅是枯叶的飘落，秋天的变化也象征着人生阶段的过渡，让人对成长/流逝/未来进行反思，激发对人生进一步的思考。所以，我们开始奔跑了起来！

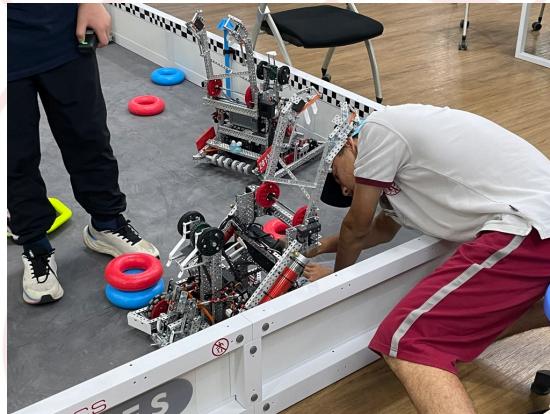


图 19: 北京城市赛准备阶段

于是，在解决了一些看不见摸不着的问题之后，这样就算是正式踏上了旅途。俗话说得好，万事开头难，很快，蒋 XX 就遇到了旅途中的第一个关卡……机器人选修课在得到学校批准后，项目需要依靠许多同学的参与才能顺利展开。然而，一开始蒋 XX 对同学们的兴趣程度并没有太大的把握，尤其是这种在北中比较“新颖”的课程形式。

尽管有些担心，但宣讲会后的报名情况却超出了预期，第一志愿的报名人数比我们想象得要多，这让人颇为惊喜。由于已经与其他校区沟通过，也在他们那边做了宣讲，接下来不得不开始认真考虑人员筛选的事宜，涉及简历筛选、面试安排等多项任务。同时，别的校区内又有新同学希望加入，为了确保所有人都有平等的机会，不得不安排了另一轮面试。

在整个过程中，刘老师给予了机器人团队很多支持，帮助我们一步一步地完成了筛选人员的工作。尽管任务紧迫，但在大家的努力下，这个阶段还是顺利结束了。不过，选人结束后，新的问题又随之而来：如何解决人员的运送问题。不同校区共有 18 名同学需要跨校区参与活动。如果没有校车接送，打车方案虽然是个选择，但出于安全考虑并不能通过审核。当时蒋 XX 人在纽约，这一个个的问题甚至让他夜不能寐。回国后，便希望能线下与周校长沟通这个难题，但出乎意料的是，开学时校长和学校已经从更高层面协调好了校车接送的安排。这最艰难的一关在天时/地利/人和下解决了。于是，机器人团队开始了进入预定轨道。不得不说，创立一件事就是经历风暴和经历风暴后的平静二者不断的交替，在千辛万苦创立了机器人社团之后，也算是进入了目前的第一个风平浪静：至今为止 VEX 机器人选修课可以说是一直在有条不紊地进行着……



图 20: 选修课授课



图 21: 选修课

这就是为什么说我们是那种时时刻刻都仰望着星空的人，就像是常年在海面上驰骋，乘风破浪的海盗一般耐不住风平浪静，即使到了无风无雨的平坦海面，也想要可以地去创造一些海浪来克服。从悲观的角度来说，这样完完全全是被那「不满足」熏醉了；而从乐观的角度来看，这也是一种积极面对生活态度。这不嘛，你瞧，创建了机器人选修课完了的蒋 XX 又开始了新的一波翻越海浪：VEX 机器人北京城市赛——在刚刚结束的北京城市赛中，北京中学的 VEX 机器人队伍在所有参赛队员的共同努力下，表现出色，最终荣获第三名。此次比赛吸引了全市多支强队参与竞争，赛场上气氛紧张而激烈，队伍在小组赛中表现出了极高的竞技水平。

比赛一开始，6353B 车队便士气高涨，迎来了小组赛的五连胜，并且每场都在不断刷新着本次比赛的场上最高得分：42…44…46。这五场比赛展现了队伍出色的团队协作能力和蒋 XX 对机器人操作的娴熟掌控。无论是在场地控制、任务执行，还是应对临场变化，队伍都表现得十分稳健。然而，小组赛的最后一场，当时在场上操作的蒋 XX 显然被前



图 22: 比赛的机器人

五场的连胜“冲昏了头脑”，临时改变了往常的打法，直插场地中间的高挂杆下方抢下方的套环。这是一个鲁莽又贪心的决策，这一个冒险的举动使得吸环装置联动套环装置的链条崩坏，实际上整台车便丧失了功能，即使后来蒋 XX 冷静了下来，和一旁的高 XX 等观察手快速思考对策改变打法，可还是无法改变这一场的结果，以 5 分的劣势中断了资格赛不败的成绩。尽管如此，凭借之前的出色表现，北京中学队伍成功晋级复赛，并且成为了第一联队。



图 23: 比赛照片

复赛一开始，似乎已经明示或暗示地写下了本次比赛的终章。首轮，即使身为第一联队，即使是整场比赛资格赛表现最好的两支队伍联合在了一起，还是在场上出现了致命的失误。自动阶段来自某校的队友出现了失误，手动阶段蒋 XX 又一次鲁莽地（当然也是一次失误）把在加分区的本方的得分底座撂倒了。蒋 XX 整个人都顿时紧张了起来，全身的肌肉都绷紧了，身体微微地颤抖，有些不知所措。好在，某校的队友成为了首轮的战神，在最后时刻将被撂倒的底座重新扶了起来，最终以 6 分的优势赢得了首轮，成功杀入半决赛。然而，在半决赛中，由于自动程序环节的失误，未能充分发挥出机器人的全部潜力，导致关键分失利。随后的手动阶段中，身为第一轮的战神的队友却因为运气也好命运也好出现了长达 30 秒的断联（手柄和机器之间的连接中断），重连后即便两支队伍尝试力挽狂澜，那 30 秒的时间空缺依旧留下了不可弥补的分数分割，这个场上最有

可能获得冠军的联队输掉了半决赛。

虽然未能挺进决赛，但队伍仍然以顽强的拼搏精神，最终取得了第三名的好成绩。乐观来讲，这次比赛的经验无疑为北京中学 VEX 机器人队伍的未来发展打下了坚实的基础。蒋 XX 带领的团队展现了强大的竞争力和潜力，自动程序的失误暴露了一些需要改进的地方，但也为后续的提升指明了方向。未来，队伍将进一步优化机器人设计，完善自动化编程，提升比赛中的稳定性与应变能力。同时，通过更多的训练和比赛经验积累，力争在下一次的赛事中突破瓶颈，冲击更高的荣誉。



图 24: 颁奖环节

### 7.1.3 秦皇岛华北分区赛 2024

这是 6353 车队创建以来的第二场比赛，也是 6353A 创建以来的第一场比赛。由于北京中学机器人进阶课的日渐成熟，有越来越多的成员有足够的资格随队参加比赛。人数的增加既有好处也有坏处，好处是可以更好的分担任务，坏处则是会有一部分人会变成无效职责，甚至产生副作用。这也是为什么分裂出了 6353A 这一支由新生代成员组成的分队。在这次秦皇岛的华北比赛中，6353B 队使用了 2.0 版本的机器，而 6353A 队则使用了较老的 1.1 版本的机器。



图 25: 奖杯和工程笔记

10月20号中午，一行人乘大巴经历半天车程抵达了秦皇岛的检录地点，检录完成后回到酒店开始布置场地与车辆自动程序的测试。自动程序的测试环节异常艰难，明明在原来的基地里测试的时候一帆风顺，也十分稳定，但来到秦皇岛后却总是越界或者总是吸不起来环。队员们都百思不得其解，只好从头开始调整参数，这也导致我们熬到了很晚。而最后，我们才意识到了真正的问题：酒店的地毯太软了，这才使自动的结果又了巨大的出入。于是，我们又删掉了最新的自动参数，打算明早在比赛场地尝试老参数的可行性。

10月21号清晨，一行人乘大巴从酒店返回了比赛场地。比赛正式开始，积分赛阶段的感



图 26: 比赛场地

受并不如北京城市赛那般畅通无阻，也不免是因为所有参赛队伍都整体又了加强，也有一大部分的决定因素是在于队友的感人发挥。运气也是实力的一部分，积分赛阶段我们总是能与一些发挥失误的队伍组队，导致整个上午都处在失败和胜利的反复横跳中。中午，6353B 队排名暂时考后，低于 6353A 队的排名。吃过午饭，可以说是重振旗鼓，主操打算以自己的实力来弥补队友实力上的欠缺。于是，6353B 开始高歌前进，凭借超常的发挥多次拯救队伍于水深火热之中。这一路高歌凯旋，经历连胜，排名上一路上升多名。相反，6353A 队由于经验上的欠缺，有时无法做出快速而正确的抉择，导致下午经历了连败，排名倒退。积分赛结束，6353B 队顺利进入复赛，于 7258k 队联队。而 6353A 队遗憾没有晋级。希望 A 队可以快速吸取这次难得的比赛机会，加强实战的战术演练，在上海全国赛上再接再厉。



图 27: 黄昏时刻

复赛前夜，酒店的地毡问题无法得到解决，只好与 7258k 过完战术后，早早入睡。  
10月22号，复赛正式开始。与 7258K 队的配合十分不错，第一场取得了胜利。不幸的是，1/4 决赛就遇到了实力强劲的 957Y 联队，见识到了技术上的实力差距，遗憾落败。不幸中的万幸，下一场比赛险胜，拿下了第三名。



图 28: 赛后合影

这一次比赛让我们学到了很多，意识到了一些场上急需改变的问题比如说自动程序、打发思路等。在这次比赛结束到下一次的国赛还有一段时间，我们需要抓住这段时间继续磨练我们的操作和配合，熟练和机器的联结，争取在未来的国赛走出更大的一步。

## 上海交通大学 VEX 国赛经历与总结 2024

2024 年，6353B 队带着满腔热情与精心准备，来到了上海交通大学，参加了 VEX 机器人全国赛。这是一场全国顶尖车队汇聚一堂的竞技盛会，也是我们团队磨砺自身、提升能力的重要机会。然而，这次比赛的过程却充满了波折与挑战。

### 赛程回顾第一天：起步艰难

比赛的第一天是资格赛的开始。所有人都满怀期待，希望以一个良好的开局为接下来的比赛打下坚实的基础。然而，我们很快发现，赛场上的 wifi 配置存在问题，场控的信号异常不稳定。这直接导致我们的机器人在比赛中移动变得异常缓慢，甚至在关键时刻完全失去了对车辆的控制。这种技术问题使得我们的战术执行效率大打折扣，无论是得分桩的抢夺还是高效的环打击，都远远达不到我们训练时的水平。

尽管如此，我们仍然尽力调整心态，希望在每一场比赛中发挥出团队的最佳实力。经过一天的激烈比拼，我们仅侥幸赢下了一场比赛。这一结果让整个团队感到沮丧，但我们也清楚，首日的表现并不足以决定整个比赛的成败。

### 第二天：配队与自身的挑战

比赛的第二天，wifi 问题虽然有所恢复，但新的困难接踵而至：配队的运气不佳。我们的联盟队伍实力参差不齐，很多时候无法与我们的战术配合默契，导致得分效率低下。此外，我们自身也面临着许多问题：自动阶段的程序稳定性不足，关键环节的执行存在偏差，车辆的调度和防守策略也显得有些生疏。

尽管我们尽力在每一场比赛中快速调整，但当天的战绩依然不尽如人意，仅仅赢下一局。这种情况让我们感到非常焦虑。即便如此，比赛结束后，我们还是幸运地被选入了 16 强联队，获得了第三天复赛的资格。这也给了我们团队一次重新调整、全力以赴的机会。

### 当晚：总结与反思

当晚回到酒店，团队进行了深刻的反思与总结。我们逐一分析了两天比赛中的不足之处：自动部分的稳定性问题、车辆在复杂局势下的应对能力，以及队伍内部的沟通与配合效率。我们也针对复赛可能遇到的强劲对手制定了多套应对策略，并与联盟队伍进行了详细的技术磨合。虽然时间紧迫，但每个人都全力以赴，希望能够在接下来的比赛中有所突破。

### 第三天：顽强的复赛之战

第三天的复赛，对手是实力强劲的 1 联，他们拥有更先进的车辆和更稳定的战术执行能力。然而，这场比赛也是我们最渴望突破自我的一战。

比赛一开始，我们就陷入了困境。车辆的链条在初期阶段意外断裂，导致我们瞬间失去了最重要的攻防工具。面对这样的局势，我们没有选择放弃，而是迅速调整战术，最大限度地利用剩余车辆的功能进行防守和得分。驾驶员冷静地操控车辆，试图用障碍和干扰来拖慢对方的进攻节奏，争取每一分的机会。

比赛进行到最后，双方的比分异常接近。尽管我们最终以微弱的分差落败，但整个团队的表现赢得了观众和裁判的一致认可。比赛结束后，所有队员都深感遗憾，但也为自己的坚持与努力感到骄傲。

### 总结与收获

这次国赛的经历让我们意识到，比赛不仅仅是对技术水平的比拼，更是对团队默契、心理素质和应变能力的全面考验。我们在困难面前展现出的顽强拼搏精神，是团队最宝贵的财富。

## 1. 技术方面的反思

- 自动程序的改进：自动阶段的稳定性直接决定了比赛开局的优势，未来需要投入更多精力优化代码逻辑和调试环境。
- 车辆硬件的可靠性：链条断裂等硬件问题暴露了我们在设备维护方面的不足，下一步需要加强对车辆关键部件的检查与测试。

## 2. 战术方面的总结

- 配队应变能力：在配队运气不佳时，应快速制定简洁高效的战略计划，以最大化己方车辆的作用。
- 逆境中的调整：比赛中车辆失灵的情况需要提前设计应急策略，例如利用防守牵制对手、争夺关键桩位等。

## 3. 团队合作的提升

- 赛前沟通与分工：与联盟队伍的磨合非常重要，未来可以尝试更多赛前交流，确保比赛策略能够快速达成一致。
- 内部责任的明确：团队成员需要在比赛中分工明确，尤其是在应对突发情况时，各自的职责要有清晰的规划。

## 未来展望

尽管这次比赛的成绩不尽如人意，但我们从中学到了许多宝贵的经验。这些经验将激励我们在未来的训练与比赛中更加努力，不断提升自己的技术水平与团队协作能力。6353B 队的每一位成员都相信，只要坚持不懈、不断反思与进步，我们一定能在未来的赛场上取得更辉煌的成绩。

## 7.2 Push Back 赛季

### 7.2.1 北京海嘉城市赛 2025

在这次于海嘉国际学校举办的机器人城市赛中，队伍 30721S 以“让新队员积累经验、发现问题、提升团队整体实力”为目标参赛。比赛的过程对我们每一个人来说都是一次非常宝贵的经历，新队员第一次亲身感受到赛场的紧张节奏和现场气氛，从准备机器人、调试程序、检查设备，到上场比赛、执行策略、与队友沟通协作，每一个环节都让大家学到了很多课堂上学不到的东西。通过这次比赛，我们发现了自动程序在启动和运行中仍存在不稳定的问题，机械结构在高框的消分后的占领还有提升空间，赛场策略，操作技术，和应变能力也需要更加熟练和灵活。同时，这次比赛也让团队成员在沟通、配合和压力管理方面有了明显进步，新队员们在实战中锻炼了自己的思考和应对能力。最终，我们成功进入了十六强，虽然没有拿到冠军，但比赛中积累的经验、发现的问题和总结出的改进方向才是最重要的收获。接下来，我们会针对程序、结构和策略三个方面进行系统化的优化和训练，确保在华北地区赛中能够发挥出更稳定、更高效的水平。通过这次城市赛，我们不仅提升了技术能力，也增强了团队凝聚力，让每个人都对下一场比赛充满信心和期待。



图 29: 北京城市赛