

---

# 国家卓越工程师学院明月科创实验班

## 个性化实践报告



姓 名: 莫湘渝

学 号: 20232373

年 级: 2023 级

班 级: 01 班

日 期: 2026. 1. 15

重庆大学国家卓越工程师学院 2025 年制

# 1 个性化实践内容

## 1.1 对分轨的思考和我的选择

在本学期的学习与实践过程中，我开始意识到工程问题的核心价值应当始终指向真实应用与可落地结果，而非停留在同一技术平面内的反复验证与重复劳动。回顾大二阶段，我有一段时间是在实验室中围绕单一技术点展开学习与实践，这一过程对技术入门具有必要意义，但进入大三，这种“平面内推进”的方式显然不符合我们的发展，充满局限性。我意识到如果继续在未来两年内围绕同一平面反复处理同类型、同层级的问题，将难以形成系统性能力积累，也容易削弱对真实需求与整体目标的判断力。因此，我开始有意识地从更宏观的视角审视技术在系统中的位置，在必要时主动弱化具体技术细节的占比，转而通过工程化、系统化与决策导向的思维来界定问题边界。这一转变并非降低对技术的要求，而是要求自己跳出单点优化的惯性，在更高维度上推动问题的有效解决。

在本学期进行分轨选择时，我选择了技术轨。经历了整个学期的学习与实践后，我对这一选择并不后悔。这一决定并非一时冲动，而是建立在较长时间的探索与自我认知基础之上。在大二阶段，我开始主动接触无人机实验室，与相关老师沟通交流，并在大二暑期进入实验室参与了一段时间的实践工作。后面更多的接触无人机的机会，包括作为 25 赛季 Robomaster 重庆大学千里战队的无人机兵种负责人，让我逐步明确了自身的兴趣方向与长期目标——我希望在无人机领域持续深耕。

但这种“深耕”不是意味着狭义上的纯技术积累。相反，我更希望能够洞察真实需求、以设计性思维进行问题拆解、以工程思维完成问题定义、并以辩证思维推动问题解决。在深入了解无人机实验室的运行机制后，我逐渐认识到，实验室同样是一个强需求导向的系统，其科研工作本质上是在不断识别痛点、重构问题边界，并通过系统性方法给出工程化解答。实验室中已经取得的一系列研究成果对我产生了持续吸引，其中最早让我对明月班产生强烈兴趣的，正是 eVTOL 相关研究产品。

在本学期正式分轨之前的暑假，我主动进入无人机实验室，提前开始了工程实践。这一阶段的投入也使我在分轨选择时产生过犹豫：一方面，我担心选择技术轨后将无法完整体验另一条尚未走过的路径；另一方面，我也清楚，技术积累对我当前阶段的成长具有不可替代的意义。最终，我选择了技术轨。但在我看来，人生本身具有极大的容错空间和多样的可能性，实现长期目标的路径并不等同于某一次单一选择。我不希望在大三的第一个学期就对自己形成过早的限制，而是更愿意通过亲身实践，在真实环境中不断校准方向，最终做出更成熟的判断。

我并未将技术轨与创业轨视为彼此对立的选项。相反，我同时推进了在无人机实验室中的硬件与电控相关工作，以及个人的创新创业项目实践。我认为，在当前阶段，技术轨与创业轨并不冲突，甚至在思维层面具有明显的包容互补性：技术轨强调工程性思维，整体性思维，系统性思维，对系统可靠性、可实现性与边界条件有更高要求；而创业轨则在此基础上还对设计性思维，经济思维提出更高标准，要求从需求洞察、用户视角与系统价值出发进行整体思考。两者的结合，使我能够从不同维度反思同一问题，避免陷入单一视角的局限。

在实践过程中，我也尝试寻找志同道合、同样热爱无人机设计与工程实现的

伙伴共同推进项目。尽管并未完全如愿，但我仍然结识了一些值得信赖的合作伙伴，并共同完成了学院项目立项，参与到创新创业实践中，稳步推进我们的项目。即便这些合作可能只是阶段性的，但过程中获得的经验、认知与反思，对我而言都具有重要价值。正是在不断的实践、试错与复盘中，我逐渐加深了对自身兴趣与未来方向的理解，也在持续完善自身的思维方式与认知结构。

接下来，我将从三个方面对本学期的个性化实践进行系统阐述，具体包括：在无人机技术实验室中的工程实践工作，相关创新项目与创业项目的推进情况，以及参与竞赛等综合性实践活动。

## 1.2 无人机技术实验室

### 1.2.1 FT580 纵列双旋翼项目

FT580 纵列双旋翼载重无人机项目面向中大载荷应用场景，围绕高升力效率、系统可靠性与工程可落地性开展整机设计与验证。项目采用纵列双旋翼构型，在气动层面通过旋翼间距、轴倾角与载荷分配优化实现高效悬停与稳定飞行；在结构与动力系统层面完成机身布局、传力路线、动力与传动系统匹配设计；在飞控与航电层面构建覆盖飞行控制、电源管理、传感器与作动器的完整系统架构。项目整体贯穿需求分析、方案设计、软硬件实现、系统集成与测试验证，具有明显的工程样机与产品化导向。

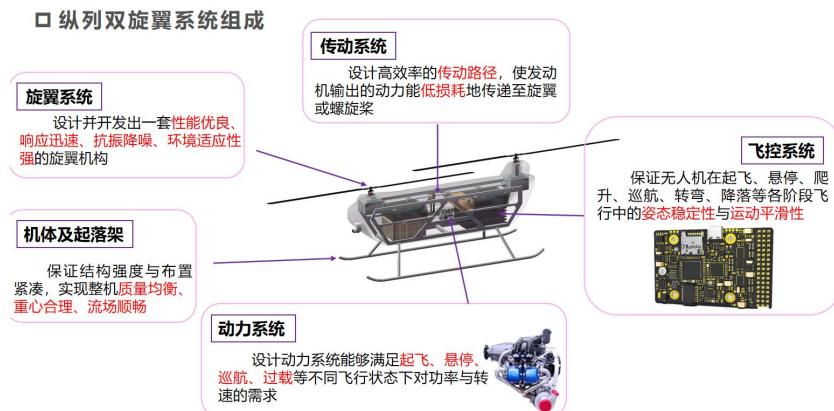


图 1.2.1 (整体项目简介)

在本学期的无人机技术实验室实践中，我深度参与到 FT580 纵列双旋翼载重无人机项目中。这是一次极为难得的机会，让我能够真正完整地参与并观察一个无人机产品从需求提出、技术方案确定、系统集成到验证迭代的全过程，某种程度上也接近于一次真实的创业产品阶段实践。相较于以往以单一模块、简单系统或局部功能为目标的学习经历，FT580 项目更强调系统协同与工程落地，对技术决策的完整性和前瞻性提出了更高要求。

FT580 在总体设计上对飞控可靠性、电气系统稳定性以及多子系统协同运行提出了严格约束。项目有鲜明的需求导向特征：每一项设计选择都需要在性能、可靠性、成本与维护复杂度之间进行权衡。我开始意识到，技术方案并非“能实现即可”，而是必须服务于明确的应用场景和系统目标，这一点也让我对工程实践中“产品意识”的重要性有了更加直观的认识。

在这个学期实践中，我不仅在技术层面完成了具体功能的实现，我还意识到

我不只是某个模块的实现者，更需要站在系统层面理解不同子系统之间的依赖关系，以及自身工作对整体飞行安全与系统稳定性的影响。这种角色意识的转变，使我在技术决策时更加注重规范性、可维护性与长期扩展性。

### 1.2.2 在实验室分工

#### 1.2.2.1 飞控与电气系统通信架构、实现、优化：

在无人机实验室中，我主要围绕 PX4 飞控系统与机载电气系统之间的通信架构与实现开展工作。我的工作位定位于飞控组与电气系统组之间，或者说是覆盖两个组，核心目标是设计并搭建通信桥梁，以系统稳定性与工程可落地性为导向，对飞控通信体系在真实运行环境下的需求进行整体性分析与工程设计。在项目初期，我对通信系统在多节点协同条件下的约束进行梳理，明确实时性、可靠性、带宽利用率及可扩展性等关键指标，并从架构层面提出针对 DroneCAN 协议的数据流组织、节点角色分工及消息优先级策略的设计方案。

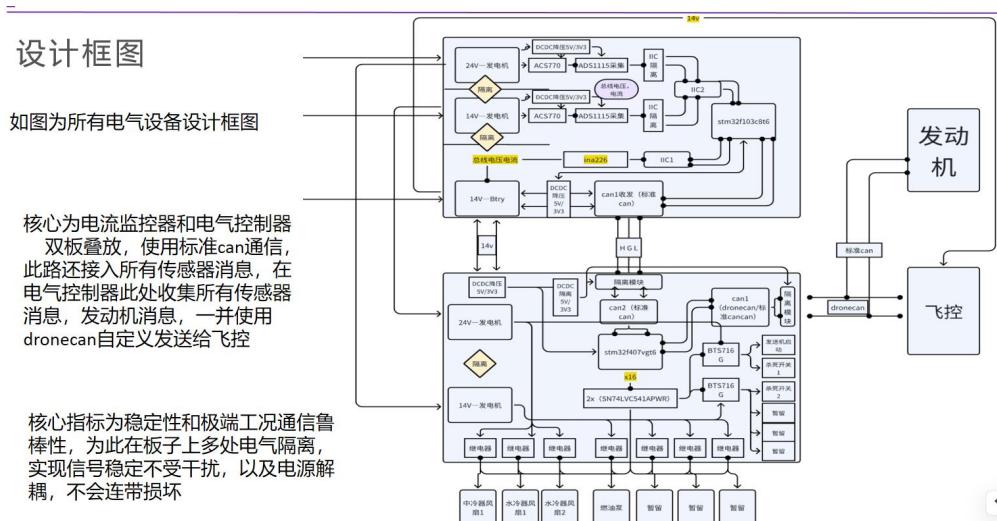


图 1.2.2 (自研通信架构设计)

在具体实施阶段，我以传感器网络侧通信为切入点，进行硬件与软件联合测试。在硬件层面，通过对 CAN 总线进行信号完整性测试、负载能力验证及节点冲突模拟，我确保物理链路能够在最大数据速率 500kbps 下维持稳定传输。



图 1.2.3 (硬件 can 调试波形量化)

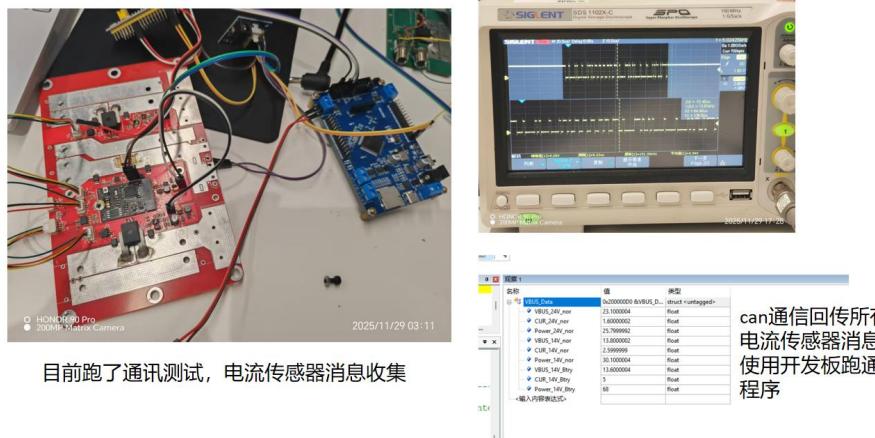


图 1.2.4 (自制传感器以 Dronecan 协议调试波形)

在软件层面，基于 DroneCAN 协议，我自定义消息类型、数据组织方式及通信帧格式，并通过多轮仿真与实测验证时延、丢包率及节点同步性指标，逐步建立对飞控系统通信行为与时序特性的工程认知。在此过程中，我的关注点从单纯的“通信是否可用”拓展至系统级认知，包括不同功能节点的角色分工、数据流在链路中的传递路径以及通信架构决策对整体系统稳定性、鲁棒性及可维护性的长期影响。

### 通信完整通路调试

1. 自定义dronecan消息1096.Ecu10ms.uavcan
2. dsdl，并生成c代码
3. 调试控制器与飞控的can通信，暂时用droncan\_guitool调试消息，接收如图
4. 打通了标准原厂消息，但是使用自定义消息

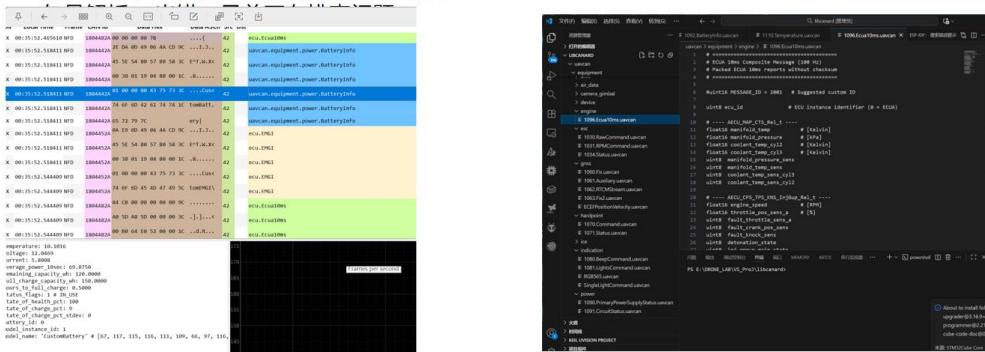


图 1.2.5 (传感器侧与上位机通信测试)

在通信链路逐步稳定的基础上，我进一步参与了通信帧结构、消息类型及数据组织方式的设计与规范化工作。该阶段的实践使我认识到，高质量的通信架构设计并非依赖复杂机制，而是建立在对需求边界的清晰界定以及对工程约束条件的充分理解之上。随后，我将工作重心转向系统级调试与性能优化，通过多轮测试与异常工况验证，提升系统在多节点并发与非理想运行条件下的鲁棒性与一致性表现。

ECU	Msg Name	Msg ID	Msg Type	Msg Length (Byte)	Signal Name	Descript on	Resoluti on	Byte	Signal Length	Bit	Scale(Bit)	Offset	Min(mphy)	Max(mphy)	Can Range (mIn)	Can Range (mMax)	Signal Description			Remark
																	Can Value	Unit	Description	
ECU_A	Manifold_Temp_Sens	0x110	Periodic	Tx	10	8	Manifold_Temp_Sens	1	1	8	1-8	-55	-55	165	0x00	0x0C	—	—	—	—
	Cyl_Coolant_Temp_2	0x111	Periodic	Tx	10	8	Cyl_Coolant_Temp_2	1	4	8	1-8	-55	-55	165	0x00	0x0C	—	—	—	—
	Cyl_Coolant_Temp_3	0x112	Periodic	Tx	10	8	Cyl_Coolant_Temp_3	1	5	8	1-8	-55	-55	165	0x00	0x0C	—	—	—	—
	Manifold_Pressure_Sens	0x113	Periodic	Tx	10	8	Manifold_Pressure_Sens	1	6	4	1-4	0	0	15	0x00	0x0F	—	—	—	—
	Manifold_Temp_Sens	0x114	Periodic	Tx	10	8	Manifold_Temp_Sens	1	6	4	5-8	0	0	15	0x00	0x0F	—	—	—	—
	Cyl_Coolant_Temp_4	0x115	Periodic	Tx	10	8	Cyl_Coolant_Temp_4	1	7	4	1-4	0	0	15	0x00	0x0F	—	—	—	—

图 1.2.4 (部分定义的消息结构、协议)

- 完成发送ESC\_status消息，并在QGC上位机解析得到
- dronecan消息并非版本不同，地面站需要设置一些参数

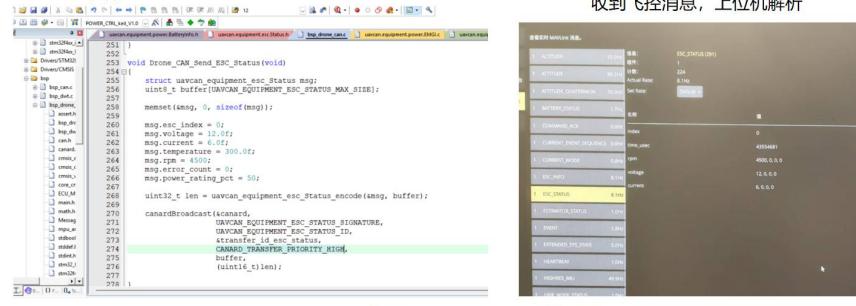


图 1.2.5 (通信完整通路打通)

- 实现飞控发送  
ESC\_Raw\_Command,电气控制  
器解析命令成功，切记扩展帧  
id|EFF，否则无法解析

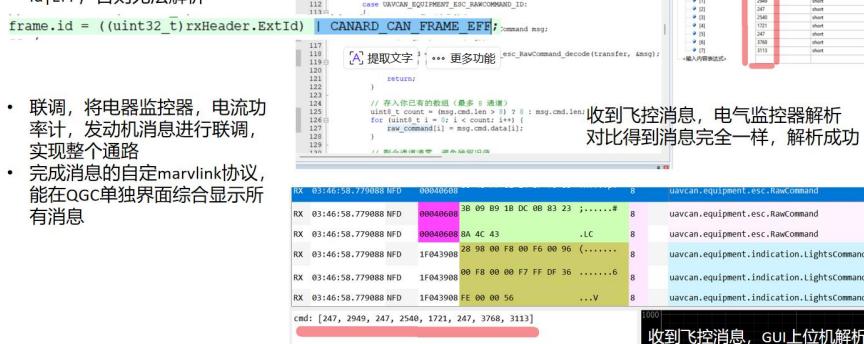


图 1.2.6 (通信完整通路打通)

总体而言，该阶段围绕 PX4 与 DroneCAN 的工程实践，深化了我在嵌入式通信与飞控系统方面的技术理解，完成了从“局部功能实现”向“系统级架构认知”的转变，逐步形成以需求分析为起点、以系统架构设计为核心、以迭代验证与优化为主要手段的工程研究方法，为后续开展更复杂的无人机系统研究工作奠定了方法论基础。

### 1.2.2.2 电气系统软件、硬件、调试、迭代：

在无人机实验室中，我还设计并实现了自制电气控制系统，作为飞控与发动机之间的中间桥梁。该系统能够接收飞控与发动机状态消息，控制发动机启动与维持运行，并管理风冷、油泵、舵机、传感器等执行器的供电开关，同时为飞控端提供独立稳定的电源。系统还汇集所有发动机与传感器的数据回传飞控，并根据飞控指令完成上述功能的开启与关断。

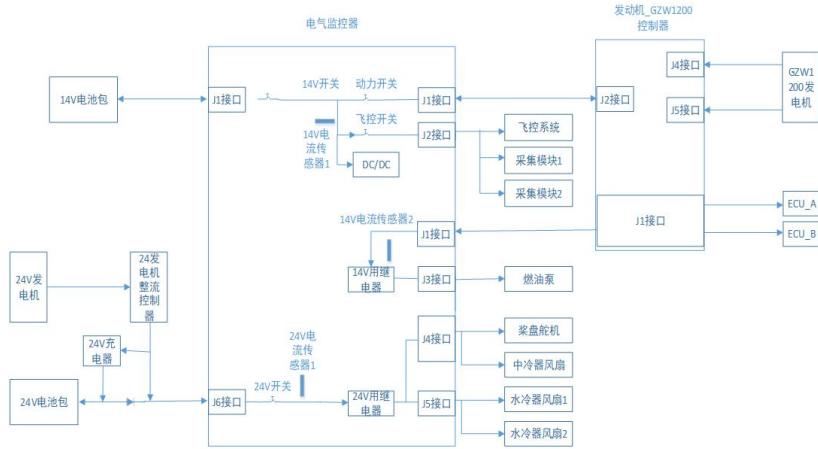


图 1.2.7 (电气控制器框架)

在设计与实现过程中，我将硬件与软件视作一个整体工程体系进行分析与优化，考虑软硬件兼容设计，应用场景的恶劣温度，强电磁干扰环境，对应做出措施。具体而言，我从系统级稳定性出发，考虑各模块间的 can 通信延迟、时序依赖及负载分配，通信不同电源域隔离情况，抗干扰性能设计合适的 can 收发器压摆率对应软件控制波特率，稳定隔离 DCDC 使不同信号不同电源域等等；从实时性角度，评估传感器与执行器响应、飞控指令传递以及数据回传的整体延迟，实现了整体丢包率在多节点并发情况下维持  $\leq 1\%$ ，单帧指令从飞控到执行器不超过 5 ms 总线负载；从冗余与安全性出发，设计了过流保护，每路输出独立保险丝，超过额定电流 40A 自动熔断，冗余通信设计：关键飞控控制与反馈消息采用一路 can 通道，一路 RS485 发送，实现单通道失效时不中断系统运行。电源冗余：飞控独立供电，保证关键控制模块在主电源异常时仍能运行。确保了整个无人机电气控制链路在复杂运行条件下的可靠性与可维护性。

电气控制器一共经历两次迭代完成上述的指标，当然还需要在应用到场景中去后进行后续的迭代升级，第一代设计主要用于验证所有功能工作是否正常，第二代主要升级通信的冗余加入 RS485/422 通信链路，修改部分功能实现有问题的电路，例如有板上两路不同方案隔离 can 通信的其中一路，波形明显失真，光耦选型出现问题，工作速率不达标等等，添加输出电流限制保护，更换选型等。

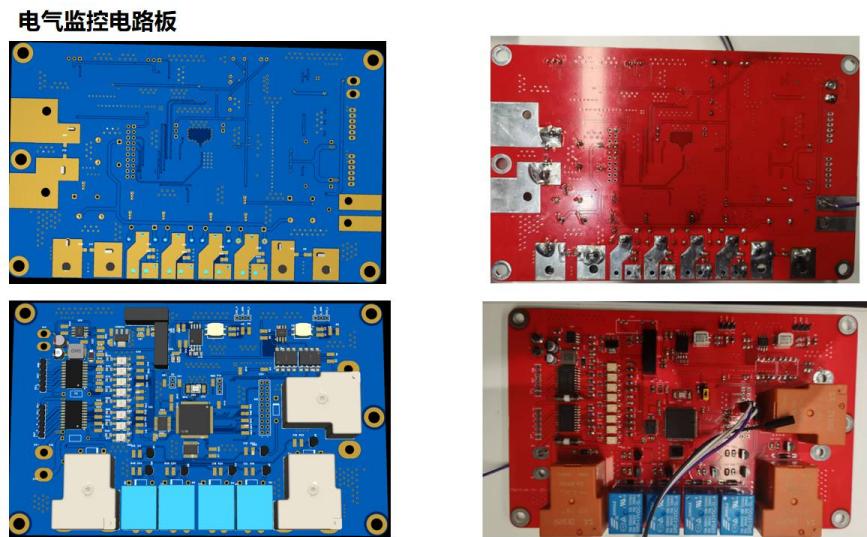
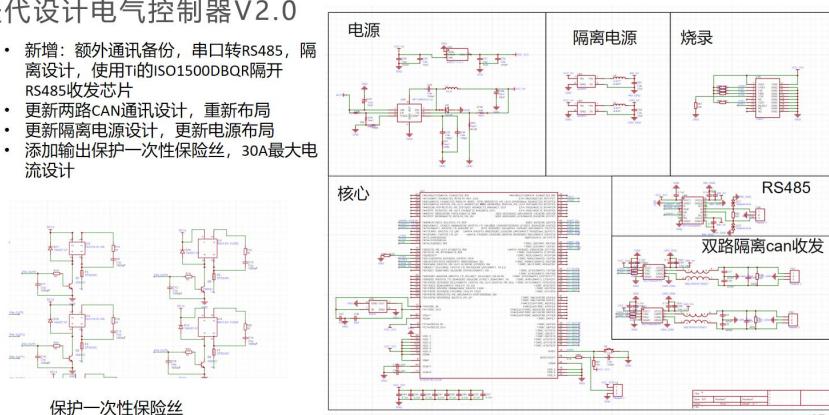


图 1.2.7 (电气控制器硬件第一代设计实现)

### 迭代设计电气控制器V2.0

- 新增：额外通讯备份，串口转RS485，隔离设计，使用TI的ISO1500DBQR隔开RS485收发芯片
- 更新两路CAN通讯设计，重新布局
- 更新隔离电源设计，更新电源布局
- 添加输出保护一次性保险丝，30A最大电流设计



### 迭代设计电气控制器V2.0

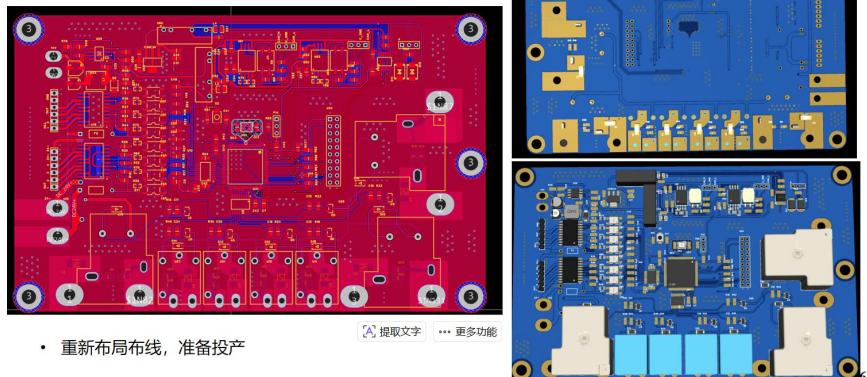


图 1.2.8 (电气控制器硬件第二代设计实现)

电气控制程序整体采用分层解耦 + 消息驱动 + 状态机控制的架构设计，软件结构由下至上划分为：①BSP 层（硬件抽象层）对 CAN、GPIO、ADC、PWM、电源控制等硬件资源进行统一封装，屏蔽底层寄存器与芯片差异，向上提供稳定接口。②Module 层（功能模块层）将发动机管理、电源控制、电流测量、执行器控制等功能封装为独立模块，模块之间不直接调用，而通过消息机制解耦通信。③APP 层（系统逻辑层）负责任务调度、系统状态管理与安全策略执行，对模块

行为进行系统级协调。④公共服务层（Scheduler / Message Center）提供统一的任务调度与消息分发机制，保证系统在多任务、多事件条件下的实时性与可扩展性。确保单个模块失效不会直接破坏系统整体行为，同时便于功能扩展与长期维护。后续已经调试通过，等待后面落地场景应用。

### 电气控制程序设计

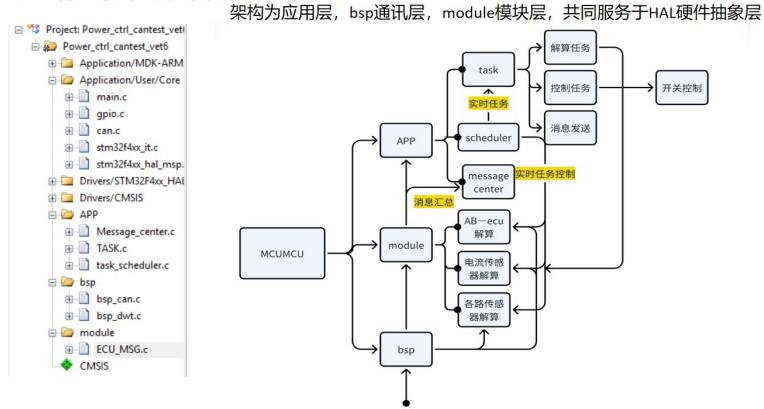


图 1.2.9（电气控制器程序实现框架）

同时，我自主开发了一套大电流功率电压电流计，用于对系统电流、电压及功率状态进行实时监测，并为电气控制器提供可靠的数据反馈，同时作为后续多类传感器节点的工程化设计范本。在硬件设计层面，该电流计面向大电流（单路>150A）、高干扰应用场景进行针对性优化：通过大面积铺铜与多层并联电流回路设计，降低导体阻抗与温升，提升持续过流能力与瞬态电流承载能力；在器件选型上，重点关注分流器功率裕量、放大器共模范围与温漂特性，确保在大电流工况下测量精度与长期稳定性。通信侧采用隔离式 CAN 接口，通过隔离器件耐压、传播延迟与抗共模干扰能力测试，验证其在强电磁干扰环境下的可靠性，并在实测中对通信波形、误码率与总线负载进行评估，保证多节点并发条件下通信质量稳定可控。

在软件方面，该传感器沿用电气控制系统的统一代码架构，同样是在Dronecan 架构下构建了完整的通信驱动与控制逻辑框架，实现对三路独立大电流总线的同步数据采集、消息解析、数据打包与回传。软件设计中引入采样滤波与异常检测机制，提升数据稳定性与抗噪能力，并预留参数化接口以支持不同量程与应用场景的快速复用。该传感器在系统层面不仅承担测量功能，还集成了可快拆写的主控电路与本地数据记录（黑匣子）能力，涵盖供电、电流采样、通信与数据存储等完整模块，为后续传感器节点的标准化设计、快速迭代与系统扩展提供了可复用的工程模板。

## 快拆核心板和电流计更新

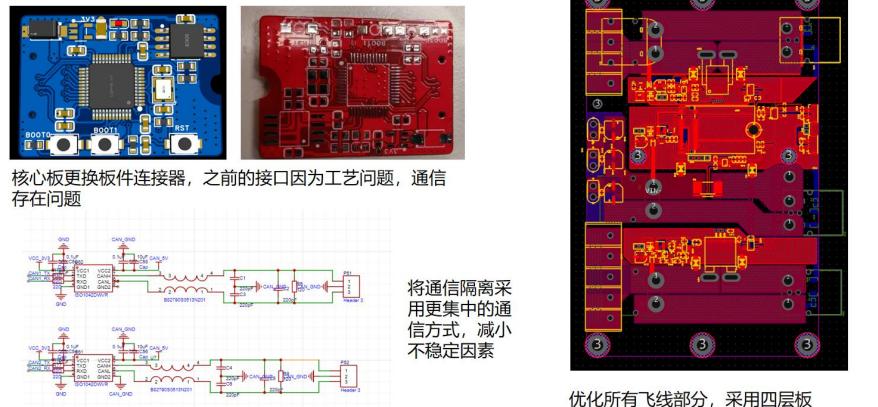


图 1.2.10 (核心板和电流计)

该电流计迭代设计经历三次大更新与三次小更新：大更新包括优化测量精度、提高最大测量电流能力、改进 PCB 布局与抗干扰设计；小更新则针对采样滤波算法、数据稳定性及通信协议细节进行调整。每一次迭代均基于实验数据与性能指标驱动，包括电流测量精度、执行器响应时间、总线负载率及过流触发阈值，形成闭环优化流程。让我能从每次迭代中吸取经验，思考更宏观。

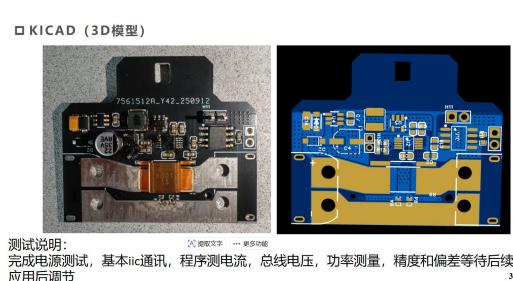


图 1.2.11 (第一代电流计)

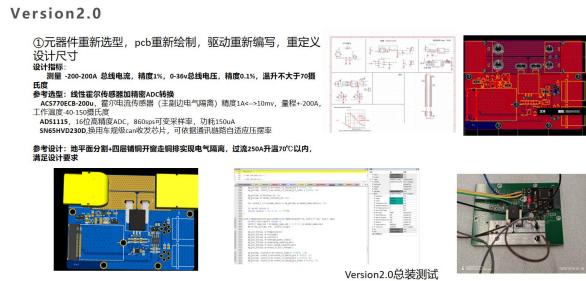


图 1.2.12 (第二代电流计)

### 打板验证，通讯测试 version1.0

#### 第一版电气监控器功能基本验证：

- ①整套监控器代码编写，硬件测试，调试等
- ②多电源DCDC，电流采样，总线电压采样完成。
- ③多电源隔离I2C测试成功，隔离CAN通讯成功。
- ④电流测试，精度稳定在5%，存在一定偏差，后续需要实际场景验证，电压采样精度5%以内，效果良好

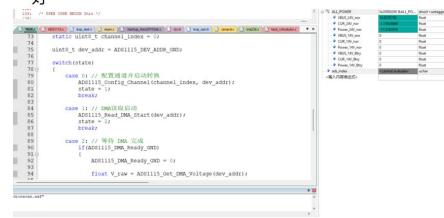


图 1.2.13 (第三代电流计)

在系统调试过程中，对控制策略进行了多轮迭代优化。硬件测量结果直接反馈至控制逻辑，实现闭环控制与安全保护；软件通信架构通过 DroneCAN 协议实现模块间数据传递与状态同步，保证飞控与电气系统的协同运行。通过多次迭代，我开始以需求为起点、以指标约束为驱动、以验证与优化为核心的系统设计思路，提升了控制器的工程可靠性，形成了可复用的传感器网络设计范例。

总体而言，FT580 项目不仅锻炼了我在飞控通信与电气系统方面的工程能力，

也让我第一次以较为完整的视角理解了无人机产品从“技术原型”走向“可用系统”的演进过程。这段经历对我而言既是一次技术实践，更是一堂关于工程责任与系统思维的深度训练，为我后续在无人机领域的持续探索提供了重要参照。

## 1.3 创业项目

### 1.3.1 “AI 实体陪伴+宠物情感连接” 项目概览

从上个暑假开始，我们聚焦宠物关怀、数字生命与智能交互产品方案探索围绕“宠物关怀与人宠情感连接”赛道进行密集研讨，经历了数轮发散与收敛，在过去三个月中完成了从“泛创意探索”到“垂直赛道聚焦”的战略闭环，正式确立了以“**AI 实体陪伴+宠物情感连接**” 为核心的产品方向，并完成了首轮技术验证与定义。

在本项目中，前期我参与问题定义，发散-收敛，共同调研，寻找方向，后期我主要承担嵌入式硬件系统与电控方案的设计与实现工作，重点负责将团队提出的“情感陪伴”“仿生交互”等抽象设计目标，转化为可落地、可调试、可迭代的工程系统。在项目推进过程中，我的工作不仅限于电路设计或程序编写，我需要始终从系统层面参与产品方向判断、技术路径筛选与工程复杂度控制，确保产品构想在当前团队能力与周期内具备实现可能。

### 1.3.2 项目初期阶段

项目初期阶段，与团队成员保持定期研讨，通过多轮“发散—收敛—再发散—再收敛”的方式，定义问题，寻找痛点，共同寻找团队一致认可且具备可落地性的实现方案。

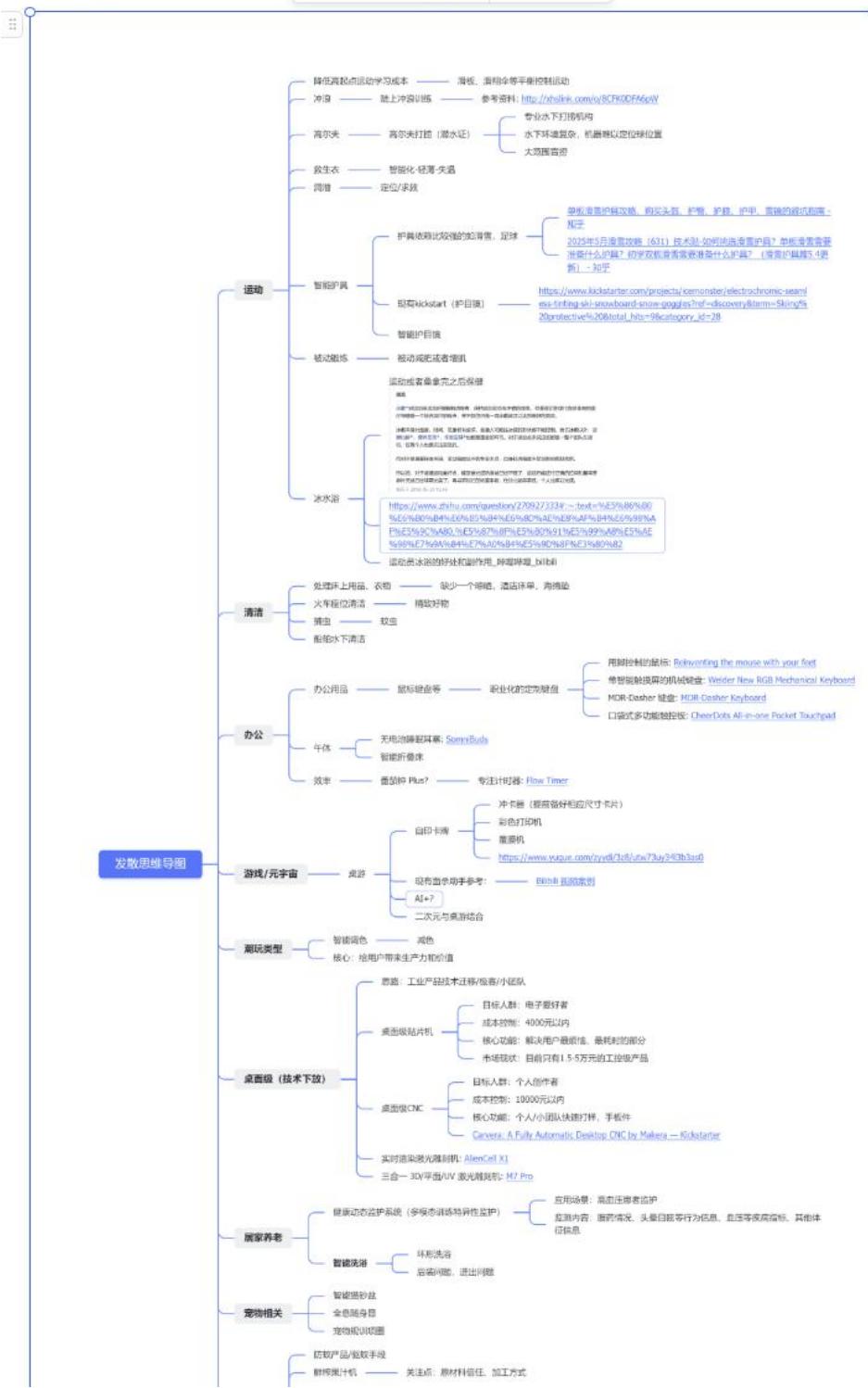


图 1.3.1 (前期发散)

这一阶段，我的工作重点包括：①技术调研与方案可行性分析：从嵌入式系统与硬件实现视角评估各类创意方案（如高自由度机械结构、复杂运动控制、实时视觉感知），并指出潜在风险与开发周期不可控性。②发散思维推动创新：在团队脑暴和竞品分析（Kickstarter 案例、海外展会资料）中提出多条创意路径，包括宠物数字永生、远程互动陪伴、行为训练辅助、潮玩化硬件等。③方向收敛与策略制定：基于技术可控性与情感价值权衡，我参与推动团队逐步舍弃高复杂

度方案，最终聚焦于低自由度、可情绪映射的桌面级实体陪伴产品。④用户与市场洞察：结合用户访谈、问卷投票和竞品分析，将产品策略从概念层面转向可验证的方向，包括目标用户群（Z世代、独居宠主）、情感需求（陪伴、治愈感）与产品体验原则（低负担、高可触感）。完成了从宠物数字永生到桌面级AI陪伴产品的方向收敛；明确了产品核心定位：实体交互 + 情感反馈，可支持未来样机开发与情绪映射算法验证。



图 1.3.2 (用户画像)

### 1.3.2 项目中期阶段

在项目进入中期阶段（12月），团队重点推进了“软硬结合”的样机落地与科学化用户研究，实现了从概念验证向 Demo 0.0 的转化。我在技术与研发方向的贡献主要是样机开发与技术迭代，硬件与电控推进，参与 Demo 0.0 的整体统筹，推进电器适配机械结构，实现舵机控制与机械动作的可行性验证。



图 1.3.3 (阶段性软硬件控制成果)

①动作仿生优化：主导尾巴仿生动作逻辑的实现，通过正弦函数控制舵机脉宽，建立“Lazy Sway（悠闲摇摆）”和“Happy Circle（兴奋画圈）”两种核心交互模式。对动作幅度和相位进行参数化设计，实现平滑过渡，显著降低机械

顿挫感。

• 算法与控制联调：

- **仿生动作逻辑：** 莫湘渝与冯亦珂于12/14确立了基于正弦函数的舵机控制方案。成功定义了“Lazy Sway (悠闲摇摆)”和“Happy Circle (兴奋画圈)”两种核心交互模式，将情绪强度映射至舵机脉宽。
- **调试现状：** 目前已实现基础摇摆效果，正在进行控制算法与仿生结构的联调，重点解决动作“机械感”过重的问题，致力于优化生物动态特征。

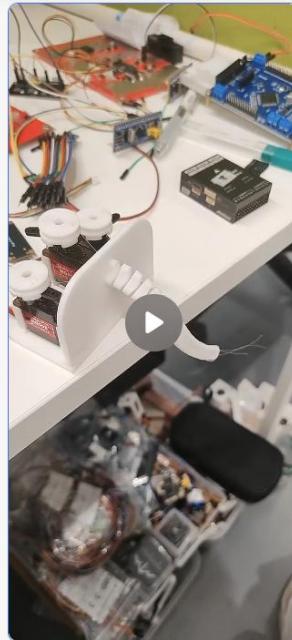
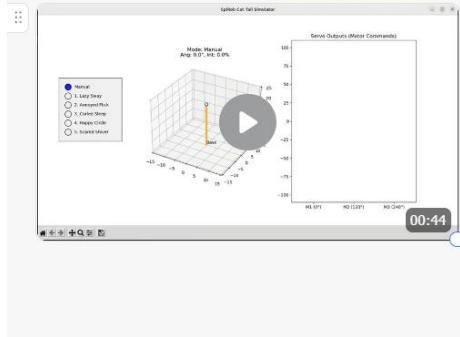


图 1.3.4（算法仿真与实物测试）

②与团队合作建立动作-情绪映射表，将宠物行为（如踩奶、摇尾巴、歪头）转化为物理反馈或语音交互，实现真实情绪的映射和用户情感共鸣。

动作名称	动作描述 (Visuals)	动作名称	动作描述 (Visuals)
踩奶	前爪有节奏地交替按压柔软物体，常伴有呼噜声。	歪头	听到声音时，头向一侧倾斜，耳朵竖起。
搞手	四肢蜷缩在身体下方，尾巴收拢，像一条吐司面包。	飞机耳	耳朵向后贴平或向两侧压低，像飞机机翼。
钻洞/躲藏	钻进纸箱、被窝或狭窄空间，只露出一双眼睛或尾巴。	邀玩	前半身趴低，屁股翘高，尾巴摇动。
翻肚皮	躺下露出脆弱的腹部，身体舒展。	叹气	趴下时发出一声长长的呼气。
缓慢眨眼	看着你，缓慢地闭眼再睁开。		
蹭头	用头侧面/下巴摩擦人或物体。		

图 1.3.6（映射表）

③用户研究与科学验证重新定义用户研究方法，升级为“第一性原理”验证模式，摒弃单纯假设，建立小红书高密度发帖、私信沟通和线下访谈结合的用户调研体系。



图 1.3.7 (用户信息来源)

④完成目标人群画像细分，明确猫派用户偏向桌面陪伴类高颜值硬件，狗派用户偏向户外追踪与互动。结合调研数据优化动作库和交互逻辑，确保 Demo 0.0 能够在真实使用场景中体现情绪价值，而非仅展示技术效果。

⑤推动模块化开发与进度可视化，参与知识库重构与方法论沉淀，将技术方案、用户调研、市场分析等资料整理为可复用的项目资产，为后续迭代与投资人展示提供支持。在技术与产品交互中应用“How Might We”思维框架，确保开发始终从用户需求和问题本质出发，避免功能堆砌。

通过中期阶段的技术迭代与样机落地，我的工作实现了从概念验证到可执行 Demo 的关键转化：包括软硬件的联调、动作算法的仿生优化、情绪映射的初步实现，以及用户需求的科学验证，为项目后续优化与商业化奠定了坚实基础。

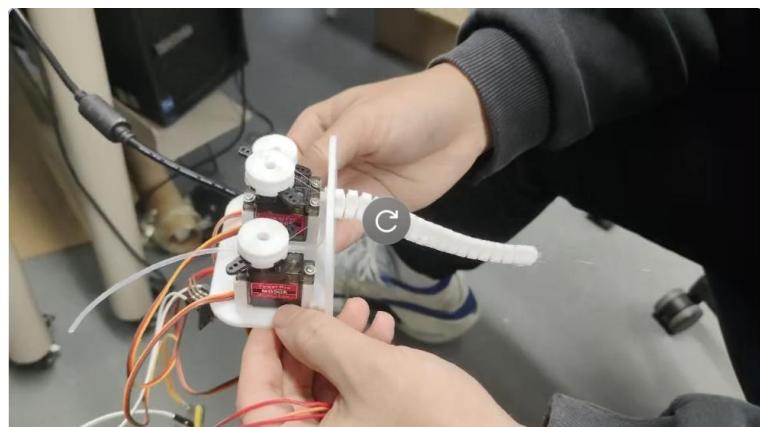


图 1.3.8 (原型样机)

后续将以用户反馈驱动的快速迭代机制，围绕样机的快速迭代，开展多模态动作与情绪反馈优化，进行硬件动作优化、舵机控制算法微调及情绪映射算法更新，除了尾巴摆动外，还将对猫的踩奶、翻滚、歪头以及狗的摇尾、蹭人、跳跃等动作进行实时采集与算法验证，确保每种动作都能对应自然的舵机控制或物理反馈（如震动、姿态调整、轻量语音提示）。同时结合小红书私信访谈与量化问卷收集的用户体验数据，对动作强度、节奏与情绪映射进行微调，实现硬件、算法与用户感知的闭环优化，形成可持续的快速迭代与市场验证机制，为后续产品升级与量产提供可靠技术与数据支撑。

## 1.4 创新项目

作为项目《基于视觉制导的高速飞行系统》的负责人，稳步推进项目，最终作为国家级创新创业项目以优秀水平结项。

国家(市)级大学生创新训练项目结题评审结果公示表									
序号	项目编号	项目名称	项目级别	项目批次	项目负责人姓名	项目负责人学号	其他项目成员信息	指导教师姓名	评审结果
1	202510611183	特高压接线夹内部短路故障检测方法与软件开发	市级	2025年第二批	朱晨辉20231039	20231039	从伟领 20233725; 贾环宇 20231454; 赵秀成 20232100	杨鸣、陈真	优秀
2	202510611025	轮式机器人转弯底盘设计与控制	市级	2025年第二批	温全20234634	20234634	贺诗婷20234699; 张智博 20234891; 胡俊瑜	孙园喜	良好
3	202510611146	系统集成智控仿生腿机器人	市级	2025年第二批	王阳20234832	20234832	李佳豪20221574	古富强	良好
4	202510611018	精准远程投射装置创新设计	国家级	2025年第二批	邓仔森20232768	20232768	赵江涛20232662; 今狐子安 20235463; 张磊20234962	王晓君	良好
5	202510611294	基于视觉的精确制导飞行系统研究	国家级	2025年第二批	莫湘渝20232373	20232373	郑培文20231076; 郭丁赫 20234775; 于春源	汪成亮	优秀
6	202510611295	风灵阁影——风交互智能桌宠	市级	2025年第二批	符兴毅20231820	20231820	唐湘斌20233042; 李铸铭 20232880	凌睿	良好
7	202510611347	智能辅助驾驶视觉识别系统开发	市级	2025年第二批	王子涵20235459	20235459	冯亦珂20235389; 宋紫玥 20232718; 钟雨蝶20230024	李国法	良好

图 1.4.1 (国家级创新创业项目优秀结项)

项目主要依托千里战队实验室，以战队制导飞镖研究为原型，探究制作小型可制导灭火设备，当远程精确灭火难以实施时，该款小型灭火飞弹可以搭载灭火药剂远程精确灭火。目前一个假想场景为汽车内部着火，若汽车爆炸，人员灭火存在极大风险，该飞弹作用机制为远程命中汽车，将喷头刺进汽车，将灭火药剂爆发式注入，迅速扑灭火情。



图 1.4.2 (双级制导系统)

我主要负责总体进度的把握，任务分工的安排，统筹决策关键时间节点，以及飞弹控制系统，视觉系统的研发。项目初期（一二阶段）采用的三线并行，保证达到所有成员的最高效率，成员之间的合作主要为两两一组，机械组，和电控硬件组，独立设计，于组会交流进展，交流问题，同时，确保某些部分的设计方向合理，比如发射台与飞行器的配合，电气系统与飞行器内腔的配合，中期阶段为双线并行，分别进行视觉控制测试，飞行器发射测试，最后合并为一线，即是整体测试，机械工作于 fusion360 里协作，电控硬件工作使用 gitee 管理硬件、软件，方便项目的回溯以及团队内的协作。所有交流均在统一群聊进行，确保对齐颗粒度。当前项目仍然未与实验室制导飞镖分流，处于基础功能实现阶段，在后期基本制导效果实现成功后，会进行功能性分化，适用于不同的环境和目标。

项目后期我们主要推进了飞行器带控带载的一体化设计、场景化测试及系统整体优化，实现了从单机验证到工程化系统的完整成果。在结构设计上，通过对机体、视觉下位机、主控、电源模块及执行机构的重新布局和重心优化，使飞行器在不同载荷条件下保持良好姿态可控性和惯性特性；同时优化舵机力矩、尾翼面积及控制翼面偏角，确保带载飞行稳定性。



图 1.4.3 (发射架细节展示)



图 1.4.4 (飞行器部分迭代)



图 1.4.5 (飞行器更换式弹药头)

在应用场景测试中，飞行器能够在白天强光、夜间低照度以及烟雾干扰环境下进行稳定的目标识别与视觉制导，结合 IMU 数据实现姿态微调和快速锁定目标，验证了带载状态下视觉识别性能与控制鲁棒性。试飞阶段，我们完成了多轮发射台与飞行器联合验证，重点考察了发射对准精度、飞行器姿态稳定性、舵机补偿能力、视觉制导闭环效果以及载荷投放准确性，同时建立了带控阶段的故障库和问题清单，为后续迭代优化提供基础数据。

#### 综合场景验证

##### 实验方法：

- 分别采用制导飞行器（双级）与非制导飞行器（单级）对同一目标（25米远）各进行6组，每组4次的击打试验（开阔场景）
- 以模拟火焰目标替代真实火焰，发射落点设定为模拟火焰目标前 50 cm
- 记录每次着落位置以量化发射性能
- 指标：发射准确度（平均环数）与散布（标准差）



图 1.4.6 (户外测试)

系统优化方面，通过控制算法迭代（PID 调节、异常姿态补偿、IMU 与视觉融合优化、简化 EKF 滤波）、发射台-飞行器协同升级、结构与材料轻量化改进，提升了整体系统的精度、稳定性和可靠性。硬件设计创新采用“感知与算力下沉”策略，将计算密集任务集中在地面/发射器端，飞行器端仅保留轻量化视觉处理模块，从而显著降低机载负荷，提高续航和机动性，同时支持多枚并列发射与多点投放。

#### 数据分析

- 在相同实验条件下，制导飞行器（二级制导）显著提升命中精度——  
40cm内命中率超80% → 平均环数 5.24，较非制导提高 42.3%
- 精度提升的同时伴随散布增大 → 方差增加 33.7%，落点分布更为离散
- 结果表明：制导策略有效提升平均性能，但当前系统对扰动与参数敏感



图 1.4.7 (成果展示)

项目实现了系统级的闭环验证，形成了可量化的数据成果，包括发射台角度精度、飞行器自主姿态修正能力、视觉制导识别率、跟踪稳定性及带载投放成功率，并完成了完整技术文档沉淀，包括三维模型、工程图、电路原理图、PCB文件、控制策略、通讯协议以及故障分析，为小型化、可靠、可工程化的带控带载飞行器系统奠定了坚实基础。

## 1.5 全国大学生电子设计大赛（国赛）

暑假留校期间，参加了之前梦寐以求的比赛——全国大学生电子设计大赛，荣获全国二等奖。

在整个项目过程中，我是主要负责做云台控制，云台建模搭建，小车组装调试。我最大的收获是我能够更加充分的系统性思考与工程化解决问题：从需求分析出发，对电赛E题进行了全面拆解——划分云台任务和差速底盘任务，我在做云台控制同时，需要做底盘与视觉的桥梁，贯穿整个任务核心，让云台和底盘联动。识别出核心技术挑战与潜在风险，云台控制与激光打靶视觉中心的坐标系转换，循迹的时间控制等等；

我们在前期综合考虑硬件选型、控制策略、系统可靠性和成本约束，使得我们几乎零硬件错误，在后面的调试过程中，我们通过多轮“方案—验证—迭代”的闭环优化，不断提升系统性能。在作品制作阶段，我将硬件实现与嵌入式程序紧密结合，实现精准控制与高效数据处理，确保云台系统在复杂任务环境下的稳定运行。最终，我的作品不仅满足题目功能要求，更在创新性、工程实现度和系统可靠性上获得评审认可，荣获全国二等奖。我的系统性分析、工程化思路与实践能力更上一层楼，逐步获得从问题拆解到作品落地的完整闭环能力。

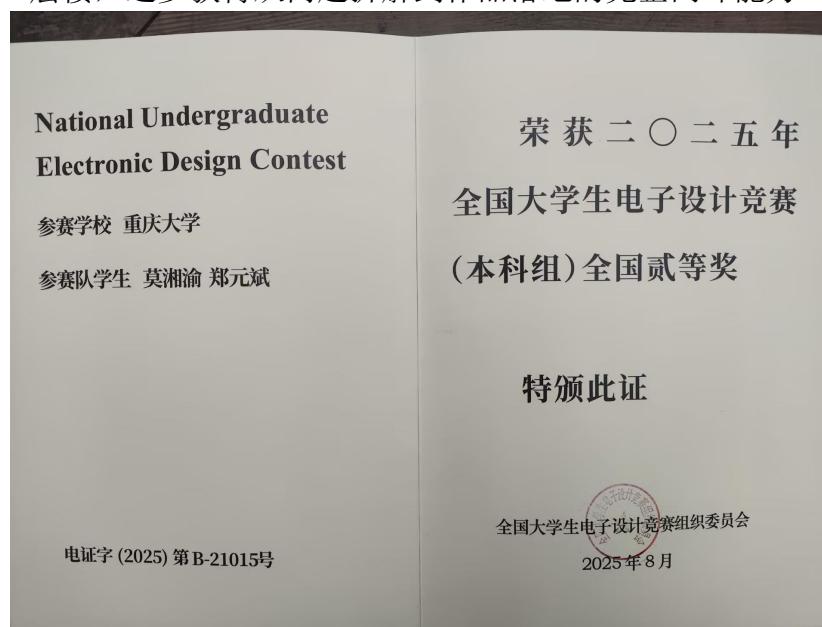


图 1.5.1 (获奖证书)

## 1.6 总结，未来规划

本学期的实践与学习经历，是我技术能力、系统思维与工程实践能力快速提升的阶段。我有意识地将技术学习从“单点模块实现”扩展到“系统性工程实践”，不仅关注单一功能的实现，更注重整体系统的协同、可靠性和可落地性。通过在无人机技术实验室、创新创业项目以及全国大学生电子设计大赛中的实践，我在系统分析、工程实现、团队协作以及创新能力上都取得了显著进步。

在无人机技术实验室的 FT580 纵列双旋翼项目中，我深入参与飞控通信、电气系统设计、控制器迭代及系统集成等环节，实现了从局部模块实现向系统级架构认知的转变。在飞控与电气系统通信方面，我完成了基于 DroneCAN 协议的多节点实时通信设计、硬件测试与软件架构搭建，确保通信延迟、丢包率和节点同步性满足工程约束。在电气控制系统方面，我设计并迭代了高可靠性、自主供电、过流保护和冗余通信的系统，使飞控与执行器在复杂工况下稳定协同运行。同时，我自主开发的功率电压电流计为系统提供实时反馈，实现闭环控制和安全保护，形成了可复用的传感器网络设计范例。通过这些实践，我首次以完整系统视角理解了无人机从技术原型到可用系统的演进过程。

在创新创业与科研实践中，在宠物陪伴项目中，我完整参与整个问题定义和思考发散到收敛，学会从设计性思维的用户，商业和技术三个层面看待问题，还负责嵌入式硬件系统与电控实现，将团队抽象设计目标转化为可落地的动作控制系统，实现尾巴仿生动作、动作-情绪映射以及用户反馈验证，为 Demo 0.0 的落地奠定了基础。在高速飞行系统项目中，我统筹飞行器带控带载设计、视觉制导、发射台协同及系统优化，实现了从单机验证到工程化系统的完整成果，包括结构重心优化、舵机力矩与控制翼面优化、IMU 与视觉融合、简化 EKF 滤波算法等，完成了系统级闭环验证和技术文档沉淀，为小型化、可靠的带控带载无人机系统提供了工程化基础。

对我而言，真正有价值的成长不在于长期停留在同一技术平面内反复优化单点能力，而在于持续将技术放入真实系统与真实需求中接受检验。因此，在未来阶段，我将继续以“系统性、工程化、可落地”为原则推进自身发展路径。

一方面，我将持续在无人机实验室中深耕，围绕整机系统、飞控通信、电气架构与工程样机迭代开展更深入的实践。在已有经验基础上，从“能工作”走向“长期稳定可用”，进一步强化对系统可靠性、边界条件与工程责任的认知，在真实科研与工程项目中不断校准技术判断与设计取舍。

另一方面，我也将持续推进创新创业项目实践，将技术能力置于更强需求导向与用户视角下进行检验。通过样机快速迭代、用户反馈验证与市场试探，逼迫自己跳出纯技术最优解思维，在复杂约束中寻找“可实现、可扩展、有价值”的系统方案。这一过程并非削弱技术深度，而是通过更高维度的问题定义，反向促进工程能力的成熟。

在我看来，无人机实验室与创新创业并非两条割裂的路径：前者锻炼系统工程能力与技术底座，后者强化需求洞察、设计决策与价值判断。未来，我将持续在这两条路径中并行前进、相互校验，通过真实系统与真实问题不断打磨自己的工程思维结构，避免过早固化方向，在实践中逐步形成清晰而稳固的长期发展路径。