

Revision History		
Version	Date	Remarks
V1.1	18/11/2025	第一次提交
V1.2	22/11/2025	修改：“bmi088 应使用 SPI 协议”

学习任务目录：

本学期内完成：

TIM——OC&PWM

TIM——IC&PWMI&编码器接口

AD

DMA

USART

IIC

SPI

CAN

M2006 电机

PID 控制器

Freertos

其余学习任务：

全向轮/麦轮底盘模块控制

云台模块控制

发射模块控制

云台，底盘结合，实现云台跟随和“小陀螺”

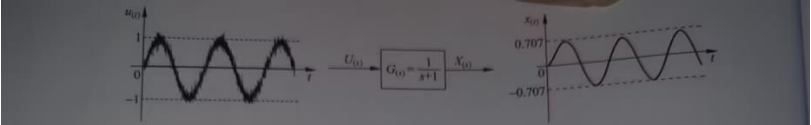
学习项目	子项目	难度	要求	实践项目	理解	推荐资料
GPIO	认识 STM32 GPIO	😊	了解		- GPIO 是什么 - 了解如何查阅正在使用的芯片各引脚分布 - 电源引脚、晶振引脚、复位引脚、下载引脚、BOOT 引脚、GPIO 引脚的作用是什么	江协科技系列视频
	GPIO 的电气特性和引脚复用	😊😊	理解		- 上拉电阻、下拉电阻是什么 - 高阻态是什么 - 输入浮空、上拉、下拉有什么区别 - 开漏、推挽输出有什么区别 - GPIO 的复用功能模式是什么	江协科技系列视频
	GPIO 配置、使用	😊😊😊	掌握		- 了解 GPIO 外设时钟配置与使能 - 了解 GPIO 各个电气特性配置 - 掌握如何驱动 GPIO 的输出和输入 - 掌握 stm32 基本编程模式	江协科技系列视频

TIM - Timer Internal Module (定 时器 内部 模 块)	OC- Output Compare e 输出 比较 & PWM- Pulse Width Modula tion (脉冲 宽度调 制)	    	掌握	选做：控制舵机 控制无源蜂鸣器发出 C4 D4 E4 F4 G4 A4 B4 等音高 的蜂鸣	- 理解 PWM 概念， 常见作用 - 掌握 PWM 占空比 计算 - 理解 PWM 输出原 理，掌握软件模 拟 输出和定时器 输出 的实现方式	江协科 技系列 视频
	IC- Input Capture 输入捕 获 & PWMI- Pulse Width Modula tion Input 脉冲宽 度调制 输入	    	理解		- PWMI 是干什么的 - 应用示例： 读取舵机 pwm 信 号判断当前角度； 读取电调（全称是 电子调速器- electronic speed controller，简称 ESC）的 pwm 信号获 取粗略电机转速用于 控制闭环（联系到基 础控制器设计篇的 pid 控制器） 红外测距模块获取 距离	江协科 技系列 视频

	编码器模式	😬 😬 😬	理解	选做：使用旋钮编码器读取速度 用增量式光电编码器、绝对值光电编码器或霍尔编码器获取电机转速	•基本原理 •什么是正交脉冲，怎么用它来判断方向	江协科技系列视频
AD- Analog-to-Digital Conversion (模拟-数字信号转换)		😬	理解	选做：了解航模等遥控器的原理，使用摇杆模块和小拨杆等自己设计一个遥控器发送端 学会使用 ADC 采集电压，	• ADC 转换模式 • ADC 通道 • CubeMX 配置 ADC	江协科技系列视频
DMA-Direct Memory Access (直接存储器存取)		😬 😬	掌握		•了解 STM32 中的两种存储器 (ROM, RAM) 及特性 • DMA 的概念，原理，作用 • 熟悉 CubeMX 对 dma 的配置，hal 库中 dma 常见函数接口的使用	江协科技系列视频
USART - Universal		😬 😬	理解	必做：了解 DawData, FireWater, JustFloat 三种协议的区别，用其中一种协议实现向上位机发送陀螺仪数据，并且	• 同步，异步 • 双工，半双工 • 串行，并行	江协科技系列视频

Synchro- nous/As- ynchron- ous Receive- r/Trans- mitter (通用 同步/异 步收发 器)				生成数据曲线 选做：使用串口空闲中断接收和 DMA 选做：学习如何发送一个 HEX 包，如何使用包头包尾确保数据帧安全	• 波特率与传输时间计算，停止位，起始位，奇偶校验位 • 理解空闲中断原理 • 实现不定长数据收发 • 熟悉串口空闲中断接收和 DMA 收发的过程	
IIC- Inter- Integrat- ed Circuit (内部 集成电 路总 线)		   	理解	选做：读取 mpu6050 数据，了解 mpu6050 工作原理 学习使用 OLED 显示屏，实现显示数字，字符，字符串，和清除等功能，在 OLED 屏幕打印一些数据（例如前面 ADC 采集到的电压和陀螺仪数据）	• 四条线含义作用 • 四种通信模式 • 全双工原理	江协科技系列视频
SPI- Serial Periphe- ral Interfac- e (串行 外设接 口)		   	理解	选做：读取 PS2 手柄数据 7 轴 LED 屏幕的实现 读取大疆 c 型开发板上的 bmi088 数据	• 两条线含义作用 • 起始结束应答空闲信号 • 读写过程	江协科技系列视频

大疆 c 型开发板		     24V  	掌握	选做：读取 bmi088 数据	• 牢记 XT30, XT60 等接口的正负，一定要注意用电安全避免受伤!! • 浏览数据手册，了解该板外设资源	RoboMaster 开发板 C 型用户手册（登录 RM 官网下载）
CAN-Controll er Area Networ k (控制器局域网)		  	理解	选做：使用自己写的 can 通信文件（可以使用 hal 库提供的函数）来读取/驱动 M2006 电机	• 差分信号原理 • 物理层结构，终端电阻，can 收发器 • CAN 总线特征，帧格式，位同步，仲裁，错误处理 • stm32can 控制器结构，邮箱收发机制，过滤器 • 使用cubemx 配置 can 通信	【【中科大 RM 电控合集】小白也能看懂的 CAN 通信 +STM32Cube MX 编程】 https://www.bilibili.com/video/BV1HY411D7Ar?vd_source=044181b3f81d750c7a9afe22a0af3fe5

DJI-M2006 电机; C610 电调:		☠ ☠	掌握	此环节注意安全! 必做: 读取电机反馈信息	•看用户手册, 了解电机概况; •2006 这个命名有什么含义?	用户手册 (官网下载)
基础控制器设计	低通滤波器	😮 😮 😮	理解	 图 9.3.3 通过一阶系统处理信号过滤高频噪声 下面请读者回忆前面几个章节中出现过的一阶系统的例子: 第 2 章所介绍的电阻电容电路, 第 4 章中介绍的密闭室内体温变化的问题以及第 7 章中的体重变化的例子。它们都是一阶系统, 都存在低通滤波器的特性。以体重系统为例, 一个人在短时间内的暴饮暴食, 或者大量的运动并不会及时地体现在体重的变化上, 而是需要一段时间的延迟才会有反应。体温变化也是如此, 如果将室内的空调迅速反复地打开、关上, 再打开、再关上。这种高速且剧烈的输入变化并不会体现在室内人体体温的变化上。如果去归纳上述例子的共同点, 会发现一阶系统都包含一个“容器”, 在电路系统中是电容, 在体温变化系统中是密闭室内的大量导热介质(空气), 在体重变化系统中则是人体自身所堆积的脂肪。 从直观的角度来理解, 这些“容器”提供了缓冲, 给系统的响应带来了延迟, 从而抵消了输入的高速变化带来的影响。当把这个理论运用到日常生活中时, 可以得出以下结论: 我们需要不断地积累经验, 充实自己, 不然就会随波逐流, 会对外界环境的变化非常敏感, 反应剧烈而不得章法。只有通过不断地积累, 曾经沧海, 才能在变幻莫测的横流当中处变不惊。	•只要求会使用, 了解低通滤波会对信号造成什么影响, 什么样的信号要设置什么样的截止频率 •时域效果: 把快速起伏“装”起来再缓慢释放→看上去平滑且造成整体滞后	https://blog.csdn.net/sy243772901/article/details/119608204?fromshare=blogdetail&sharetype=blogdetail&shareid=119608204&sharereferer=PC&sharesource=xiaomingzxc&sharefrom=from_link

	PID (Proportional - Integral - Derivative 比例-积分-微分控制器)	😊 😬 😱 💀	掌握	必做：自己设计一个 pid 控制器，用它分别实现 2006 电机速度闭环和角度闭环（先控制不经过减速箱减速的电机 pigu 的速度和角度），并分别把当前速度、目标速度和当前角度、目标角度发送到 VOFA 上位机形成曲线，观察 p、i、d 三项分别对系统的响应有什么影响	•学习理解经典 pid 的基本原理 •在一个闭环控制的系统中，p,i,d 三项都有什么作用，他们分别充当什么角色？ •学习理解串级 pid 的基本原理	【从不懂到会！ PID 从理论到实践~】 https://www.bilibili.com/video/BV1B54y1V7hp?vd_source=044181b3f81d750c7a9afe22a0af3fe5
RTOS- Real-Time Operating System (实时操作系统)	freertos	💀 😱 😬 😊	掌握	必做： • 创建三个任务 • task1 专门控制呼吸灯，自定义表示运行状态 • task2 专门处理 上位机串口数据，提取指令，并将数据和指令发送给 task3 • task3 将 task2 发送过来的数据和指令发送到上位机显示，并至少实现以下功能：根据指令控制 2006 电机目标角度（注意是出轴角度，也就是经过减速箱后的角度），并可		【FreeRTOS 入门与工程实践--由浅入深带你学习 FreeRTOS (FreeRTOS 教程基于 STM32，以实际项目为导

				以实现让电机旋转多圈 (比如输入 420°, 电机就转 420°, 再输入-500°, 电机就反转 500°, 最后的位置是较初始位置-80°的地方) • 其他行为可自行 发挥创造		向)】 https://www.bilibili.com/video/BV1Jw411i7Fz?vd_source=044181b3f81d750c7a9afe22a0af3fe5
git	Gitea	    	掌握	必做：登录战队官网 () 根据教程注册一个 gitea 账号，加入战队仓库，创建一个自己的工程仓库，并向远程仓库推送一次代码；初步掌握使用 vscode 内置插件的推送方式 选做：学会使用各种 git 指令进行 git 操作	•了解 git 有什么好处，可以用来干什么	【Git 分支与合并】 https://www.bilibili.com/video/BV1rC411V7uJ?vd_source=044181b3f81d750c7a9afe22a0af3fe5

关于电控组柜子中的各种外设小模块，大家不认识的可以直接用手机淘宝识图搜索，CSDN 网站上也有很多资料。理论和实践中间还有一座大山，希望大家多多的玩一玩这些小模块，加深自己对上述理论学习的理解。

还要注意的，大家要一同维护这里的卫生，不要乱扔乱放东西，用完的小模块放到对应的盒子里摆放好。多与其他同学相互交流，尽快与同组同学，以及其他组同学熟悉起来。