基于 STM32 与 FreeRTOS 的 CoreXY 绘图控制系统设计（带 G-code 解析与触屏交互硬件方案

一、方案概述

“基于 STM32 与 FreeRTOS 的 CoreXY 绘图控制系统设计（带 G-code 解析与触屏交互”硬件方案以功能闭环、供电可靠、接口清晰和便于调试为设计原则。系统从应用需求出发划分主控、输入采集、人机交互、通信、执行驱动和电源保护六个部分，先保证核心采集与控制链路稳定，再根据进度增加联网、数据记录或扩展交互功能。

总体设计采用模块化结构。传感器与输入模块负责获取被测对象状态，主控根据采样结果、用户设定和运行模式完成判断，显示与通信模块反馈状态，执行与报警模块完成实际动作。各模块均需明确供电电压、接口类型、引脚占用、信号方向和异常处理方法。

硬件实施分为开发板验证、原理图设计、PCB 或规范接线、焊接检查和整机联调五个阶段。每个模块先使用独立测试程序验证，再接入统一工程，避免在多模块同时工作时难以定位电源、时序或程序问题。

二、主控与固件方案

主控选用 STM32F103C8T6，负责完成采集、滤波、状态判断、参数设置、显示刷新、通信解析及执行控制。该型号的 GPIO、定时器、ADC 和常用通信外设能够覆盖本课题核心功能，并可通过 SWD 和调试串口进行程序下载与运行状态观察。

固件工程统一采用 STM32F10x 标准外设库。代码按板级支持、外设驱动、功能服务和应用状态机分层组织，每个传感器或执行器建立独立源文件与接口函数，主循环只负责调度，不在单个驱动中长时间阻塞。本地同类工程的标准库代码资料最完整，便于本科生理解寄存器、外设初始化和模块化驱动。

最小系统应包含稳定的 3.3V 电源、去耦电容、复位、时钟、启动配置和 SWD 接口。未使用引脚应避免悬空引起误动作；调试串口、关键电源点和重要信号线应预留测试点。

三、硬件系统框图

系统模块连接关系见下图。

硬件系统框图

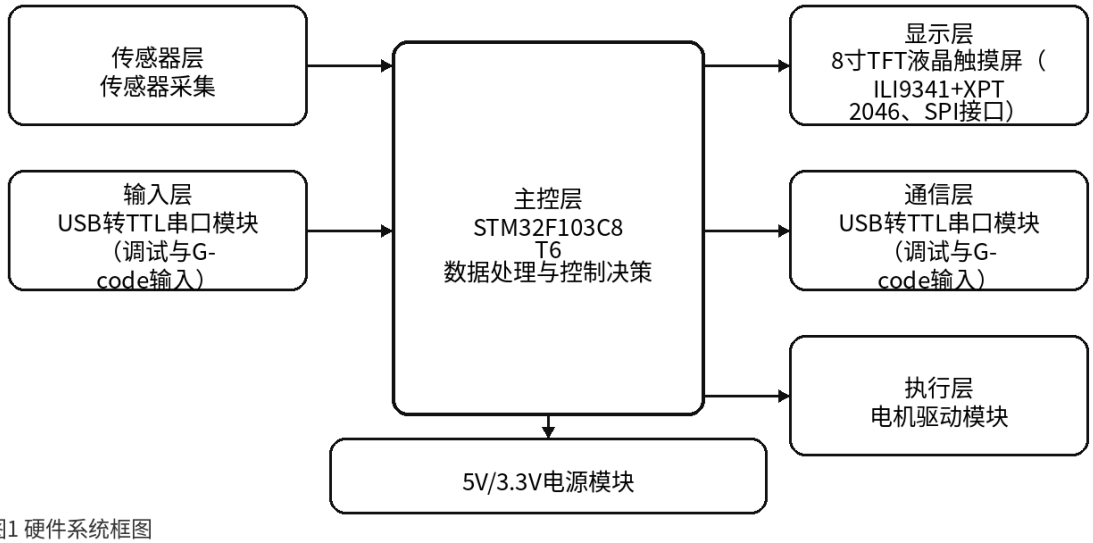


图1 硬件系统框图

图 1 硬件系统框图

四、模块选型

推荐模块	类别	主要作用	接口
STM32F103C8T6	主控	完成数据采集、状态判断、显示通信和执行控制。	GPIO、ADC、定时器、UART、I2C、SPI
STM32F407ZGT6 最小系统板	功能模块	完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。	按最终模块手册确定
42 步进电机（两相四线）x2	执行与驱动	完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。	按最终模块手册确定
TB6600 步进电机驱动器 x2	执行与驱动	完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。	按最终模块手册确定
8 寸 TFT 液晶触摸屏（ILI9341 + XPT2046，SPI 接口）	功能模块	完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。	按最终模块手册确定
机械限位开关 x2（X/Y 轴）	功能模块	完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。	按最终模块手册确定

推荐模块	类别	主要作用	接口
急停按钮（常闭触点）	功能模块	完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。	按最终模块手册确定
12V/5A 开关电源（电机驱动）	执行与驱动	完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。	按最终模块手册确定
5V/1A 电源模块（MCU 与触屏）	供电与保护	完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。	按最终模块手册确定
USB 转 TTL 串口模块（调试与 G-code 输入）	功能模块	完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。	按最终模块手册确定
CoreXY 机械框架（含同步带、导轨）	功能模块	完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。	按最终模块手册确定
FreeRTOS	功能模块	完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。	按最终模块手册确定

五、传感器与模块介绍

1. STM32F407ZGT6 最小系统板

用途与原理：完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。按照模块数据手册完成信号采集或控制，并由主控统一调度。

接口与参数：接口为按最终模块手册确定，供电要求为按模块手册确认并与主控电平匹配。关键量程、精度、响应时间和负载能力以最终选型手册及实测结果为准。

选型及注意事项：本地存在相近工程资料，适合分模块验证和本科毕业设计实现。确认供电、电平、接口时序和安装条件，预留测试点并设置异常处理。可替代方案为选择接口兼容、资料完整且购买方便的同类模块。

2. 42 步进电机（两相四线）x2

用途与原理：完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。按照模块数据手册完成信号采集或控制，并由主控统一调度。

接口与参数：接口为按最终模块手册确定，供电要求为按模块手册确认并与主控电平匹配。关键量程、精度、响应时间和负载能力以最终选型手册及实测结果为准。

选型及注意事项：本地存在相近工程资料，适合分模块验证和本科毕业设计实现。确认供电、电平、接口时序和安装条件，预留测试点并设置异常处理。可替代方案为选择接口兼容、资料完整且购买方便的同类模块。

3. TB6600 步进电机驱动器 x2

用途与原理：完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。按照模块数据手册完成信号采集或控制，并由主控统一调度。

接口与参数：接口为按最终模块手册确定，供电要求为按模块手册确认并与主控电平匹配。关键量程、精度、响应时间和负载能力以最终选型手册及实测结果为准。

选型及注意事项：本地存在相近工程资料，适合分模块验证和本科毕业设计实现。确认供电、电平、接口时序和安装条件，预留测试点并设置异常处理。可替代方案为选择接口兼容、资料完整且购买方便的同类模块。

4. 8 寸 TFT 液晶触摸屏（ILI9341 + XPT2046，SPI 接口）

用途与原理：完成题目对应的采集、交互、通信或执行功能。按照模块数据手册完成信号采集或控制，并由主控统一调度。

接口与参数：接口为按最终模块手册确定，供电要求为按模块手册确认并与主控电平匹配。关键量程、精度、响应时间和负载能力以最终选型手册及实测结果为准。

选型及注意事项：本地存在相近工程资料，适合分模块验证和本科毕业设计实现。确认供电、电平、接口时序和安装条件，预留测试点并设置异常处理。可替代方案为选择接口兼容、资料完整且购买方便的同类模块。

六、主控芯片要求与接口规划

主控芯片要求	用途	掌握要求
STM32 定时器（脉冲输出）	按方案完成对应外设配置和驱动	建议掌握
STM32 UART（G-code 与触屏）	按方案完成对应外设配置和驱动	建议掌握
STM32 GPIO 中断（限位/急停）	按方案完成对应外设配置和驱动	建议掌握
GPIO	按键、状态输入、片选及执行控制	必须掌握
定时器/PWM	周期任务、功率调节和蜂鸣器控制	必须掌握
ADC	模拟传感器和电源状态采样	按方案掌握

主控芯片要求	用途	掌握要求
UART	调试串口和无线模块通信	按方案掌握
I2C	显示屏和数字传感器通信	按方案掌握
SPI	RFID、存储器或高速外设通信	按方案掌握
EXTI	按键和外部事件响应	建议掌握

七、电源与接口保护

1. 先建立完整电源树，分别统计 3.3V、5V 和功率负载电流，稳压器和适配器保留足够余量。
2. 主控和传感器电源采用就近去耦；功率执行器单独规划电源回路，但控制地保持可靠参考。
3. 继电器、电机、电磁锁和加热负载必须通过晶体管或 MOS 驱动，并配置续流、过流、过温或反接保护。
4. 所有进入主控的信号必须核对电平，5V 输出经分压、电平转换或开漏方式接入 3.3V 引脚。
5. 外部接口靠近板边并标注针脚与电压，必要时增加串联电阻、滤波、电气隔离或静电保护。

八、原理图与 PCB 设计注意事项

1. 电机驱动电源与 MCU 逻辑电源分域，单点共地
2. 步进驱动电源入口加去耦与续流保护
3. 限位与急停采用上拉/下拉明确电平，急停优先硬件切断使能
4. 触屏接口电平与 STM32 IO 电平匹配
5. 电机大电流走线加宽，与逻辑信号分区布局
6. 脉冲与方向信号远离电机电源走线，减少干扰
7. 首次制板可保留驱动模块插座，降低调试风险
8. 预留调试串口与关键测试点
9. 原理图完成后逐项执行电源、封装、网络名、上拉下拉、晶振、复位、启动脚和调试口检查。
10. PCB 按主控、模拟采集、通信和功率执行进行分区，保持连续地平面并控制大电流回流路径。
11. 晶振、模拟输入和传感器接口远离 PWM、继电器、无线天线及高电流走线，去耦电容紧贴电源引脚。
12. 制造前核对封装尺寸、极性、孔径、线宽、安全间距和接口方向，并保留主要信号测试点。

九、调试与替代方案

1. 先检查断电状态下的短路和极性，再限流上电测量各级电压，确认主控能够稳定下载和运行。
2. 每个模块使用独立测试程序验证接口和数据，记录原始值、稳定值、异常值及环境影响。
3. 整合时逐个加入模块并保留串口日志，对通信超时、采样异常、负载动作和复位原因设置明确处理。
4. 传感器缺货或性能不足时，优先选择接口兼容、工作电压一致且具有完整数据手册的替代型号。

5. 完成核心功能后开展连续运行、负载切换、异常输入和断线恢复测试，形成问题闭环记录。