

# 嵌入式系统

**Embedded System**

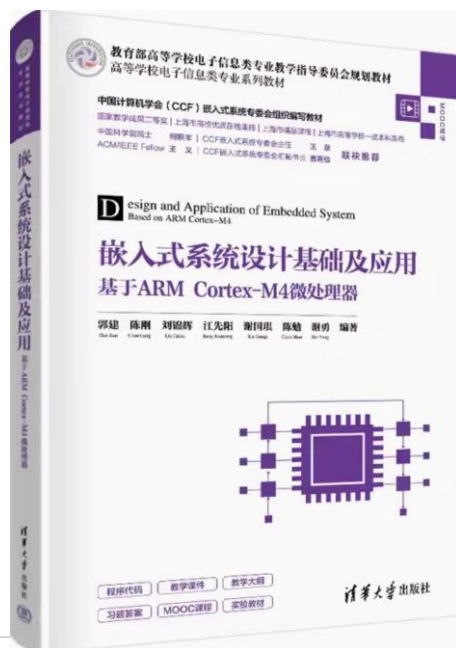
# 课程信息

上课时间：9-16周：周二、四：下午6,7节。

地点：良乡校区理教310

教师：费庆，办公室：中关村6#503

教材：嵌入式系统设计基础及应用，清华大学出版社；...



# 课程主要内容

嵌入式系统

第1章 嵌入式系统概论

硬件知识

第2章 微处理器体系架构

第3章 嵌入式总线技术

第4章 存储器系统

第5章 嵌入式输入/输出设备的接口

软件知识

第6章 程序设计与分析

第8章 实时操作系统

第9章 嵌入式操作系统实例

最小系统

第7章 嵌入式最小系统构建

调试

第10章 嵌入式系统调试、测试与验证方法

第11章 多核嵌入式微处理器

# ➤ 课程安排

## ➤ 课时数： 32学时授课(含实验)

### ➤ 课程目标

- 加深对计算机原理及接口技术的理解;
- 提高嵌入式系统的理解、分析和设计能力;
- 提升自学能力和解决实际问题的能力

### ➤ 要求

- 按时上课;
- 课堂互动;
- 课后知识拓展、设计和实验;
- 按时完成作业

### ➤ 成绩评定

- 平时成绩： 30%  
包括： 课堂、课后作业、实验及设计报告
- 期末考试成绩： 70%

# 1. 嵌入式系统概论

## ➤ 1.1 什么是嵌入式系统

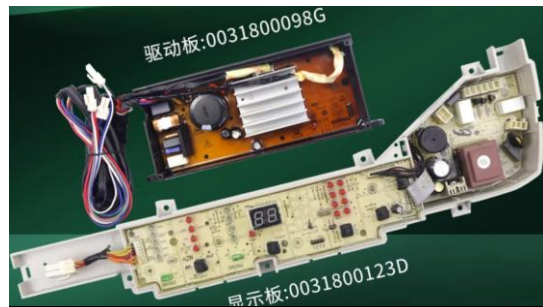
---

什么是嵌入式系统？

嵌入 系统

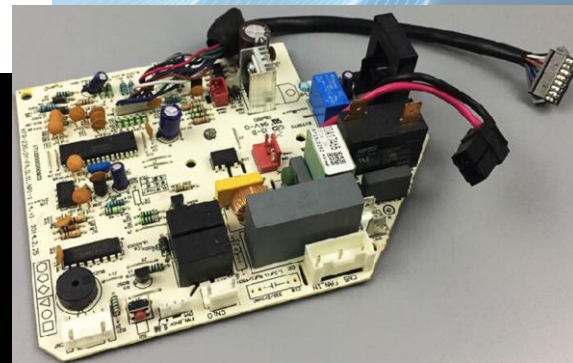
# 1.1 什么是嵌入式系统

## 家用电器



海尔波轮洗衣机中枢板安装方法

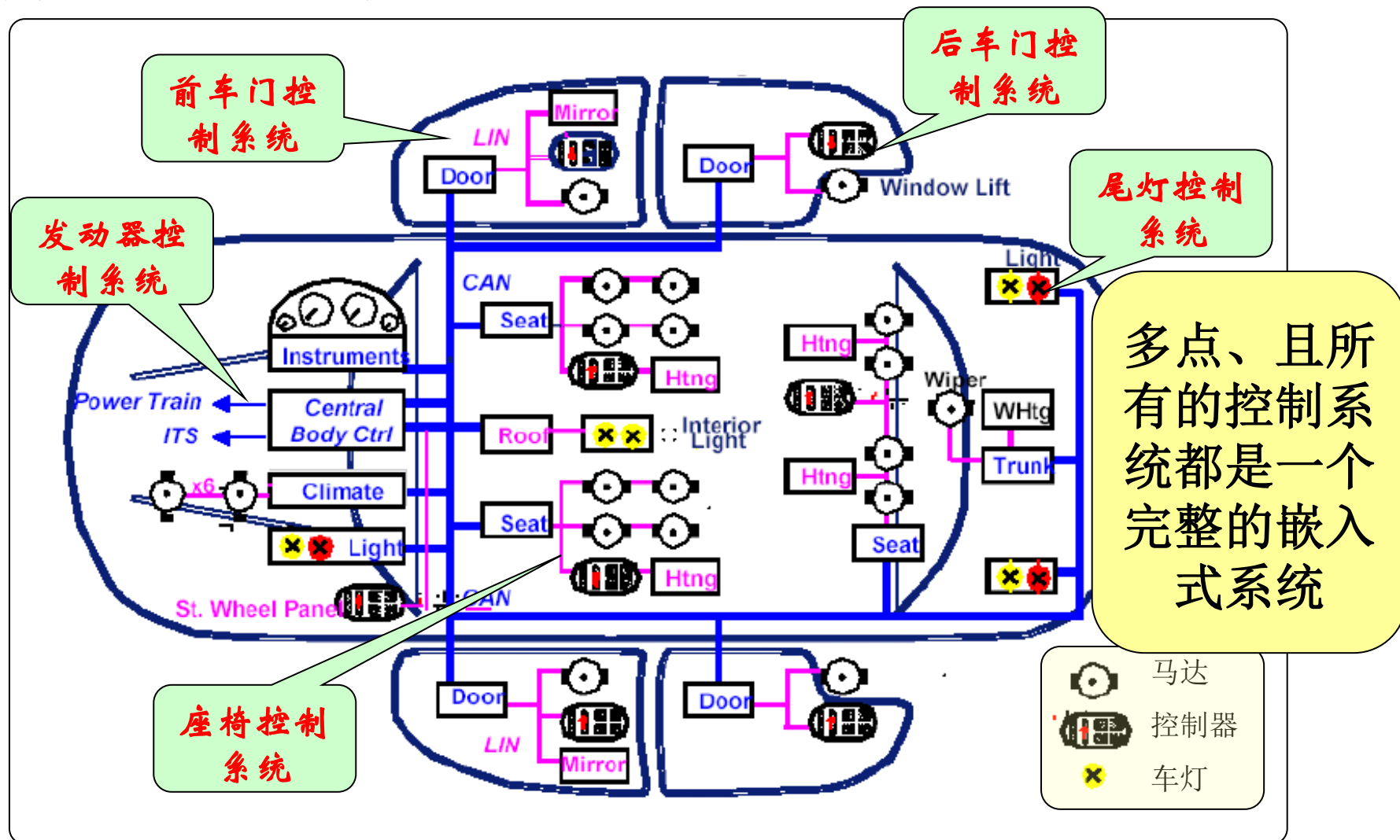
按 Esc 即可退出全屏模式



中枢；  
嵌入；  
体积、形状

# 1.1 什么是嵌入式系统

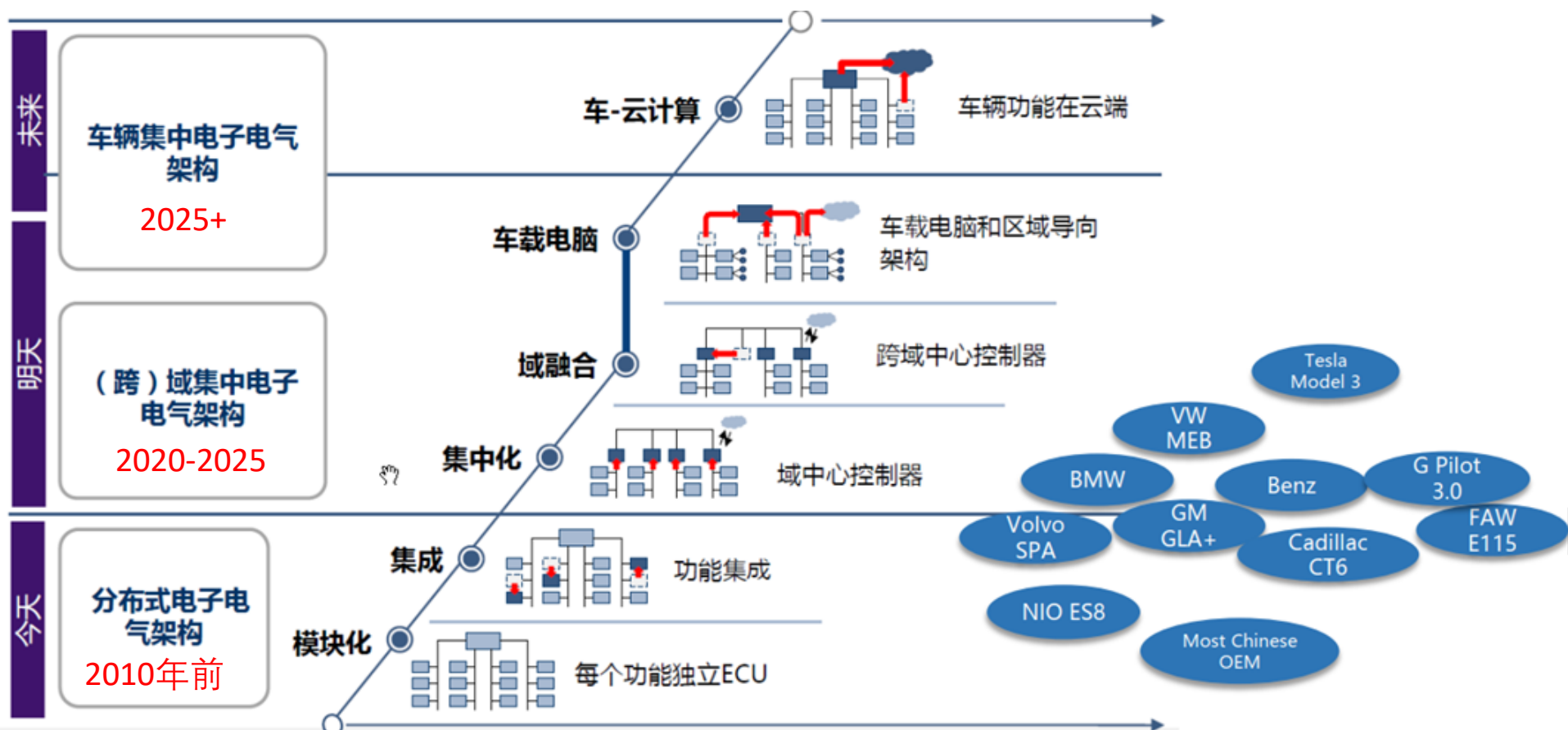
## 传统汽车控制系统





# 1.1 什么是嵌入式系统

## 智能汽车电子电气架构(EEA)技术演进



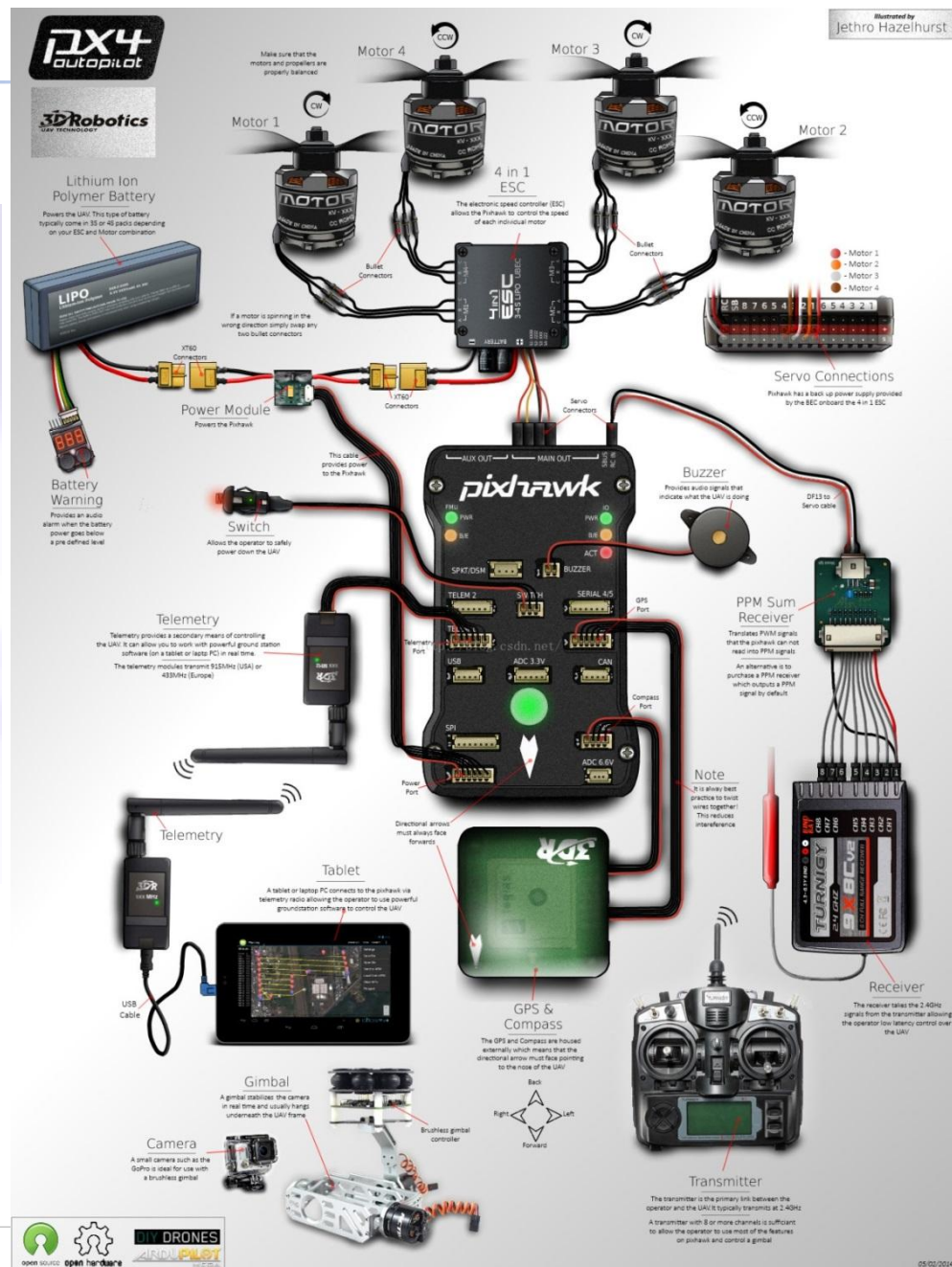
从分散向集中计算的发展趋势，但依然会存在完成特定功能的嵌入式系统

# 1.1 什么是嵌入式系统

## 小型飞行控制系统



多输入/输出，多  
功能，高可靠



## ➤ 1.1 什么是嵌入式系统

手机 华为P60

高密度、复杂设计



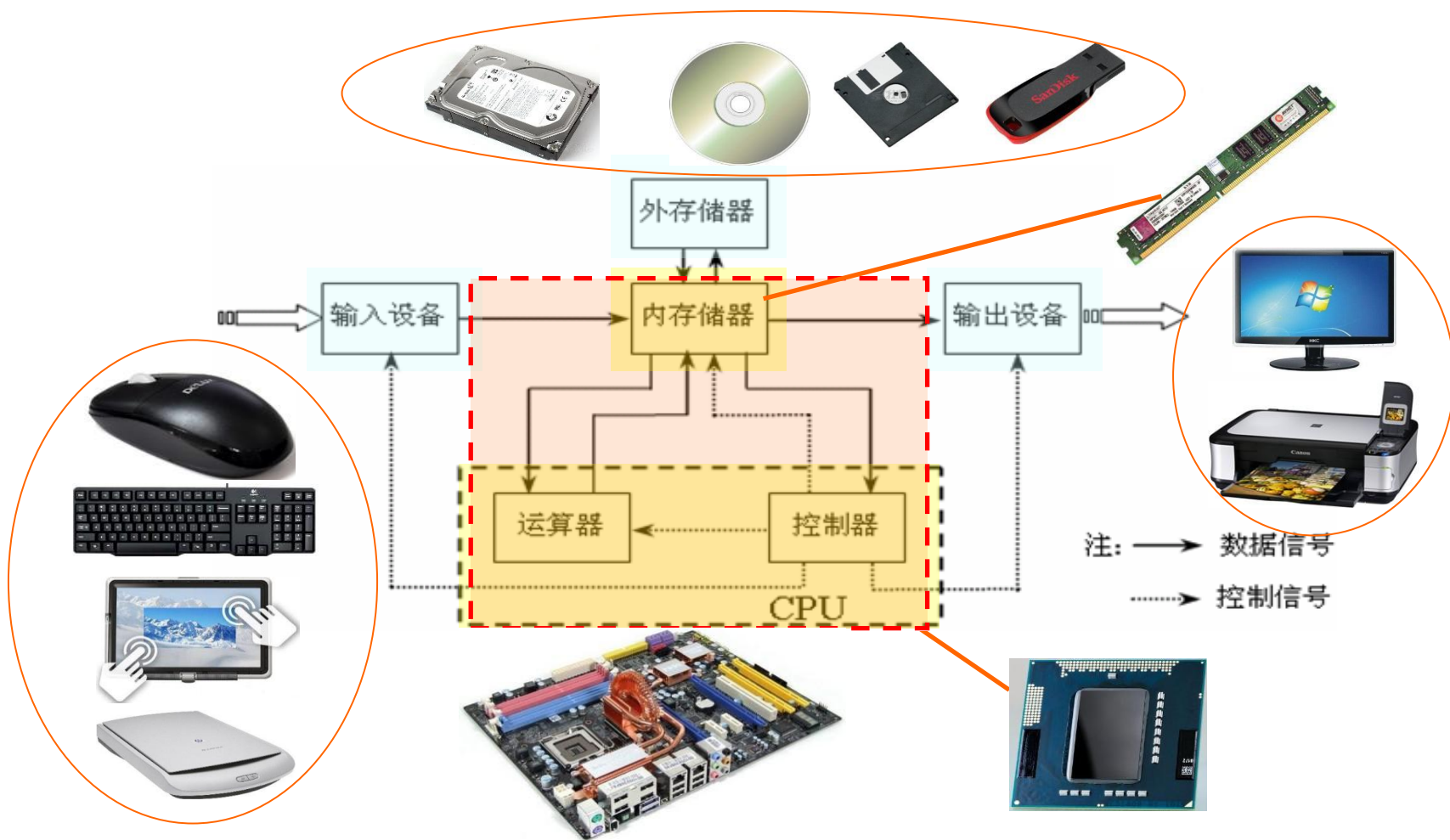
## ➤ 1.1 什么是嵌入式系统





# 1.1 什么是嵌入式系统

## • 微型计算机的组成



## ➤ 1.1 什么是嵌入式系统

嵌入式系统是以应用为中心，以计算机技术为基础，软硬件可以裁剪，对性能、成本、体积、功耗及可靠性有严格要求的专用计算机系统。

### 嵌入式系统的特点

- 高实时性
- 小型化
- 低功耗
- 高可靠性
- 专用性强
- 资源受限

系统：即若干部分相互联系、相互作用，形成的具有某些功能的整体。

钱学森：系统是由相互作用相互依赖的若干组成部分结合而成的，具有特定功能的有机整体，而且这个有机整体又是它从属的更大系统的组成部分。

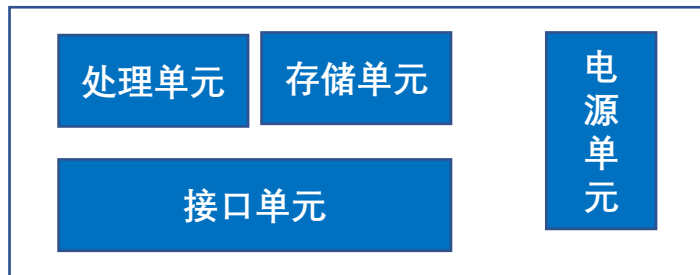
## ➤ 1.2 嵌入式系统组成

### • 嵌入式系统组成

- 速度快、响应快（实时性）
- 功耗低
- 接口丰富
- 可靠性高
- 生命周期长
- 产品系列化

### • 嵌入式微处理器

### 微型计算机组成



### 嵌入式微处理器组成：



### 单片机

ARM

DSP

FPGA

...

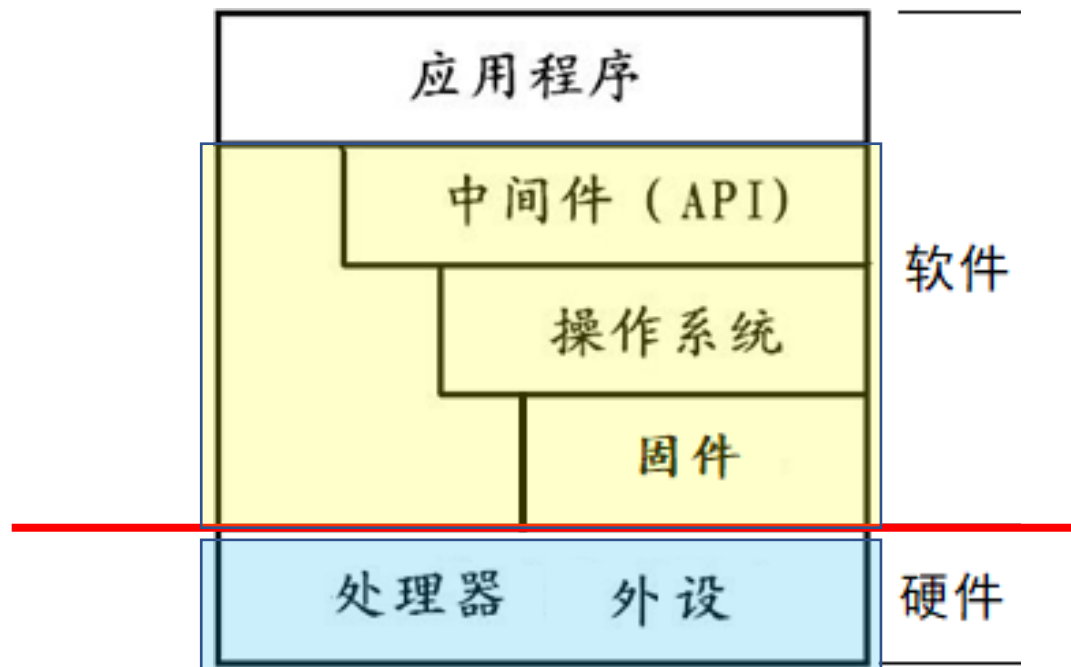
和CPU的区别？

## ➤ 1.2 嵌入式系统组成

- 嵌入式系统结构

硬件--包括核心处理器以及外围器件组成;

软件--包括固件、操作系统、中间件和应用程序。

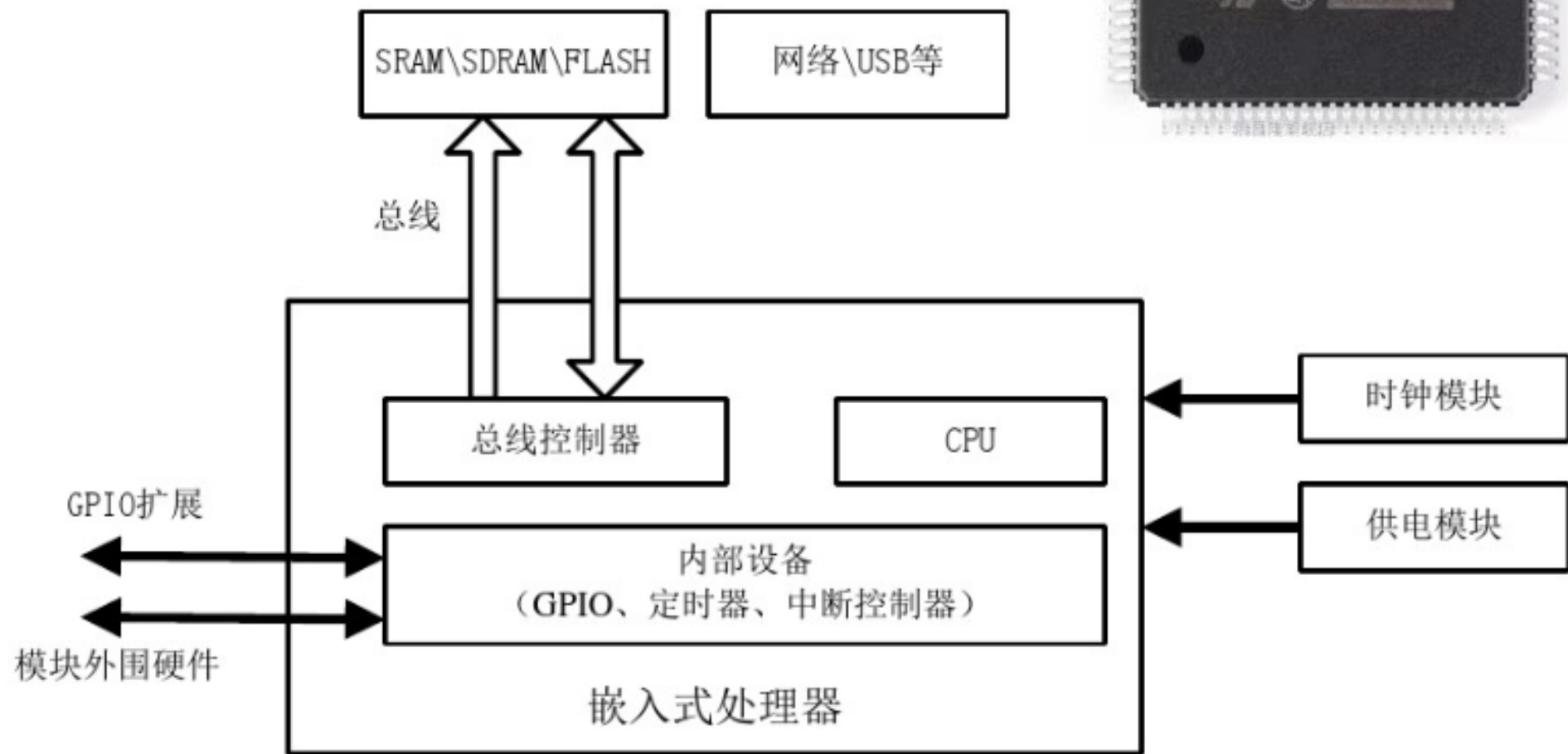




## ➤ 1.2 嵌入式系统组成

- 嵌入式系统结构

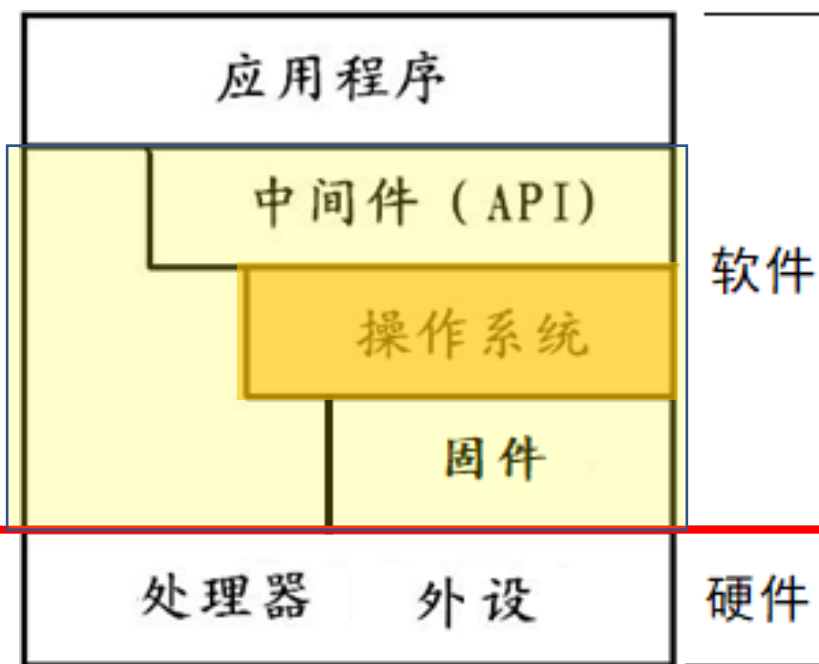
硬件—由核心处理器和外围器件组成



## ➤ 1.2 嵌入式系统组成

- 嵌入式系统结构

软件——包括固件、操作系统、中间件和应用程序。

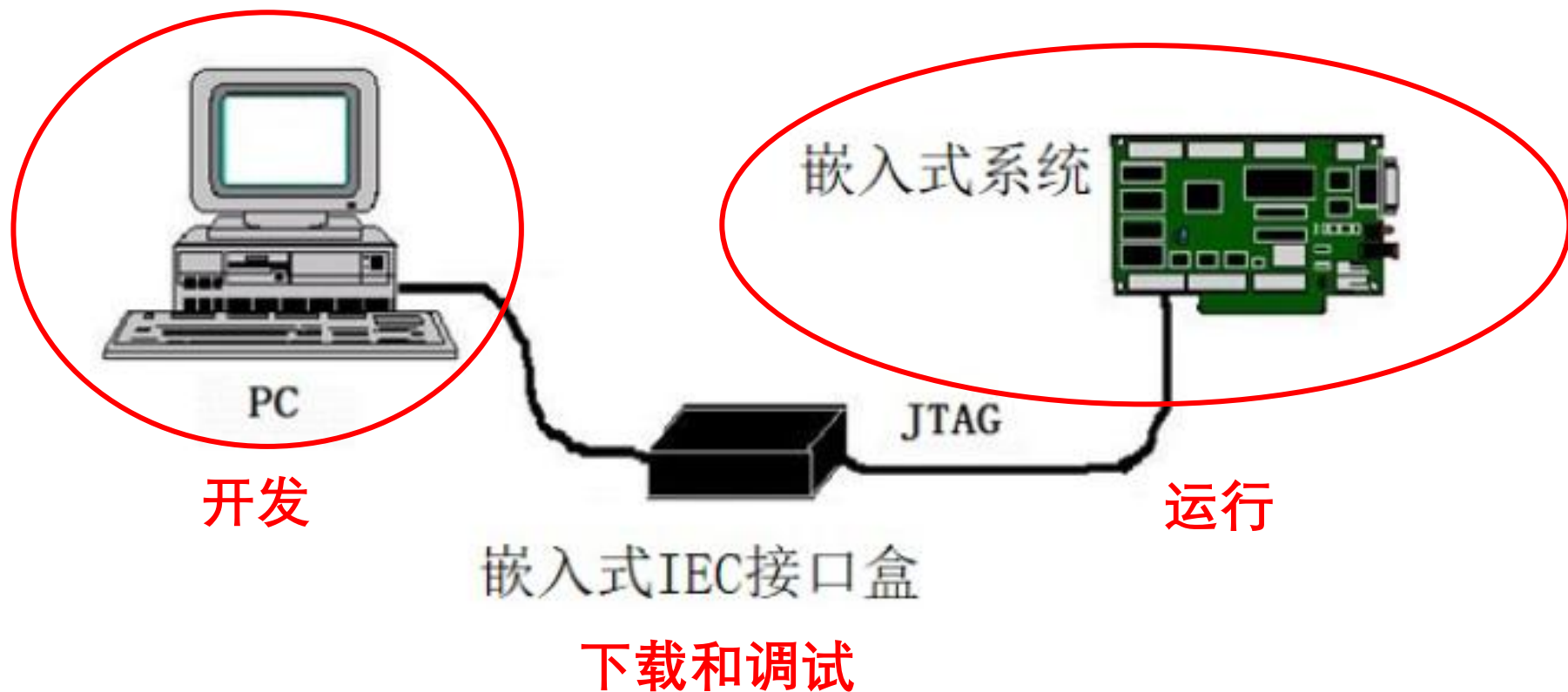


操作系统的特点？

内核小；  
可裁剪；  
实时多任务调度

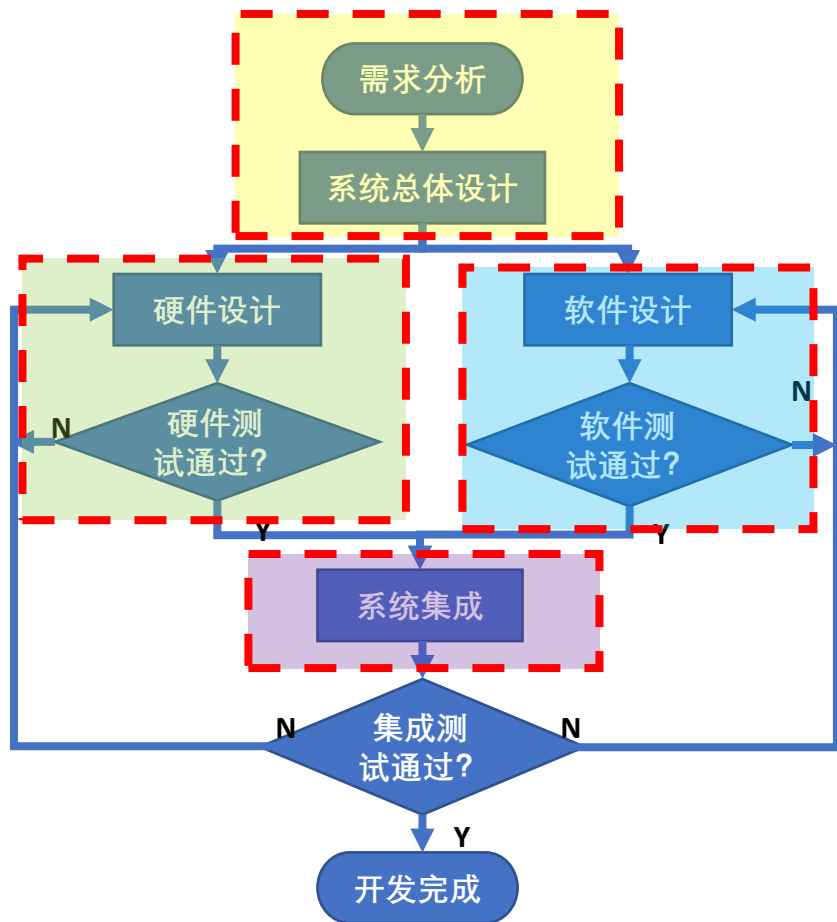
## ➤ 1.3 嵌入式系统设计开发过程

- 嵌入式系统调试

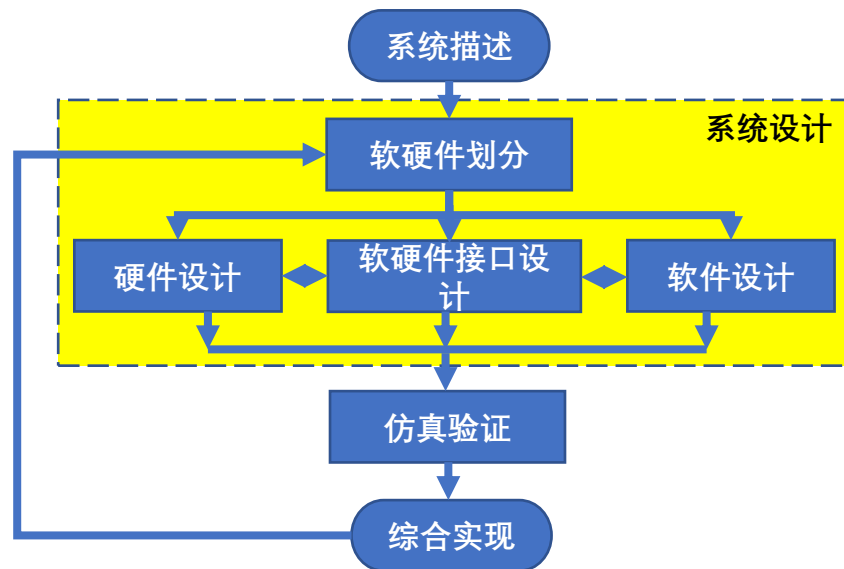


## 1.3 嵌入式系统设计开发过程

### 传统嵌入式系统开发过程

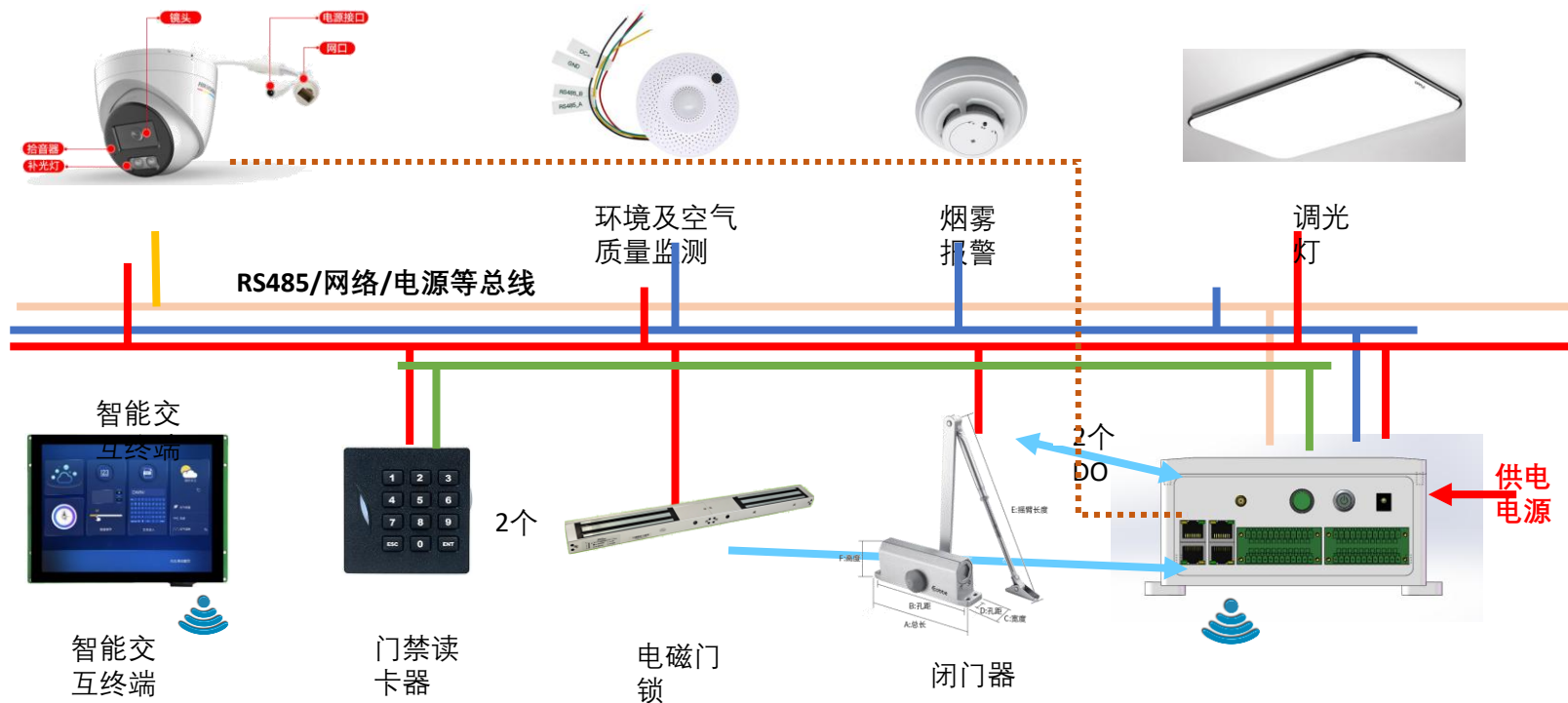


### 软硬件协同设计开发方法



## 1.3 嵌入式系统设计开发过程

### 案例1：医院病房监控



## 1.3 嵌入式系统设计开发过程

### 案例1：医院病房监控



联网



人机接口



门禁



灯光



烟雾



环境



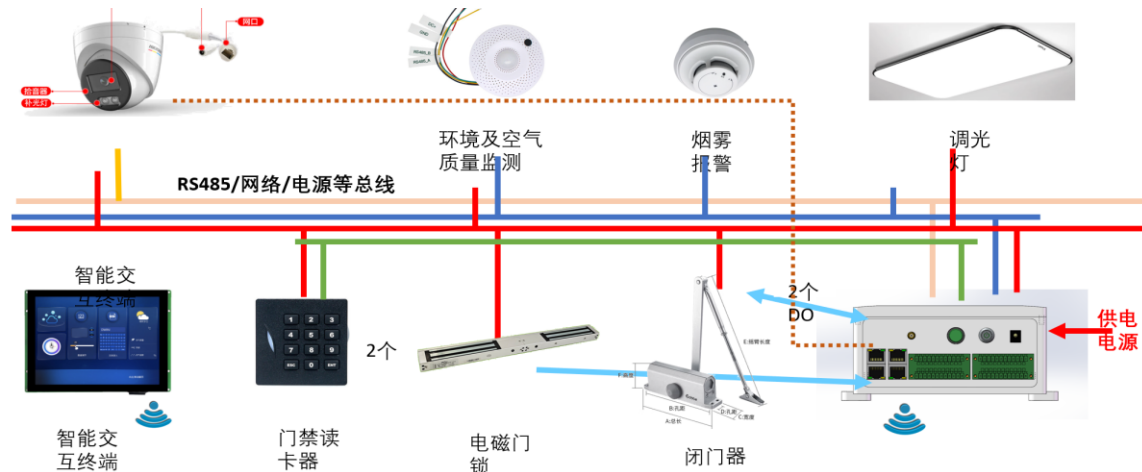
视觉



## 1.3 嵌入式系统设计开发过程

### 案例1：医院病房

需求：



分析及开发：

- 1) 功能要求；
- 2) 硬件资源要求；
- 3) 选择嵌入式处理器芯片；
- 4) 设计接口电路；
- 5) 配置；
- 6) 软件基本流程；
- 7) 软件详细设计；

处理器类型？

处理器型号？

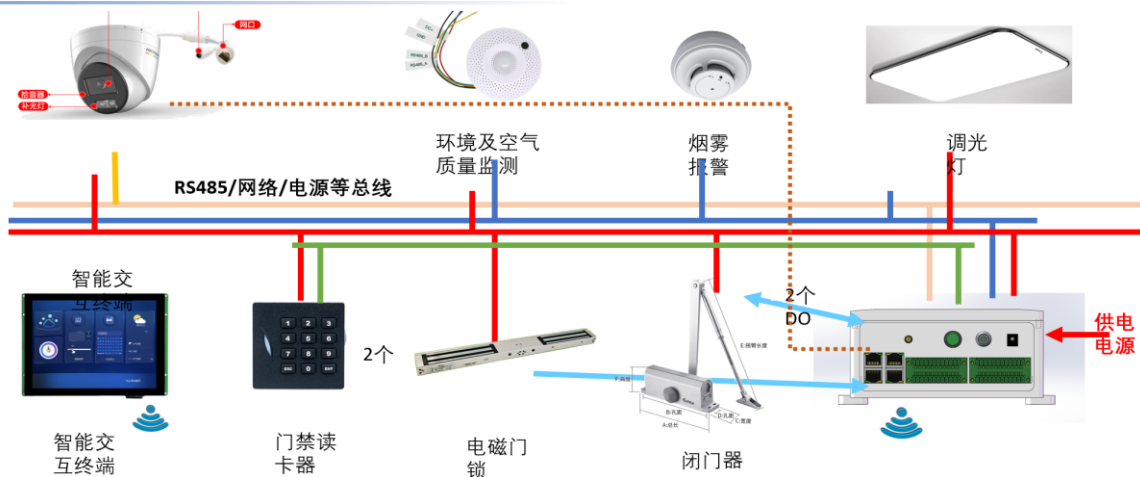
STM32、  
GD32、ESP32？

**满足功能，且方便维护**

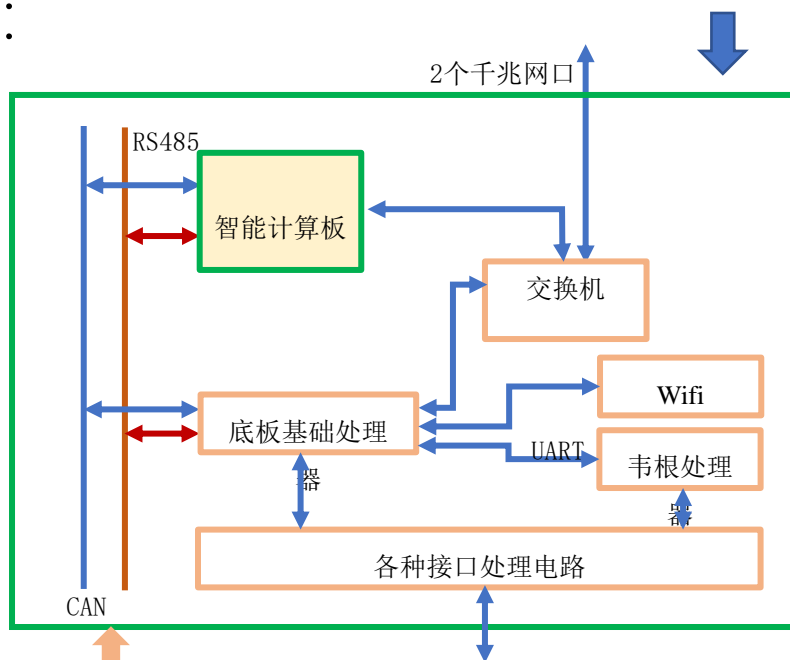
## 1.3 嵌入式系统设计开发过程

### 案例1：医院病房

需求：



方案：



产品：



11/11/2023 24V输入 RS485、RS232、RS422、CAN、PWM、Powerbus、

韦根、DI、DO



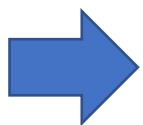
## ➤ 1.3嵌入式系统设计开发过程

### 案例2：小型无人飞行器



设计要求：

- 1) 安全性高；
- 2) 可靠性高；
- 3) 功能丰富；
- 4) 成本低；
- 5) 使用方便；
- 6) 外形美观；



优秀的结构和功能设计

丰富、可靠的传感器

高性能、高可靠性算法、软件

低成本、高可靠部件

## ➤ 1.3嵌入式系统设计开发过程

### 案例2：小型无人飞行器



任务：摄像头、舵机等

感知位置：GPS/北斗

感知姿态：惯性传感器等

感知高度：气压高度计等

感知方向：磁罗盘

感知障碍物：超声波、激光测距等

感知电量：电池电压电流

室内定位：UWB定位、视觉等

驱动：电调、无刷电机等

通信：无线遥控、WiFi数传等

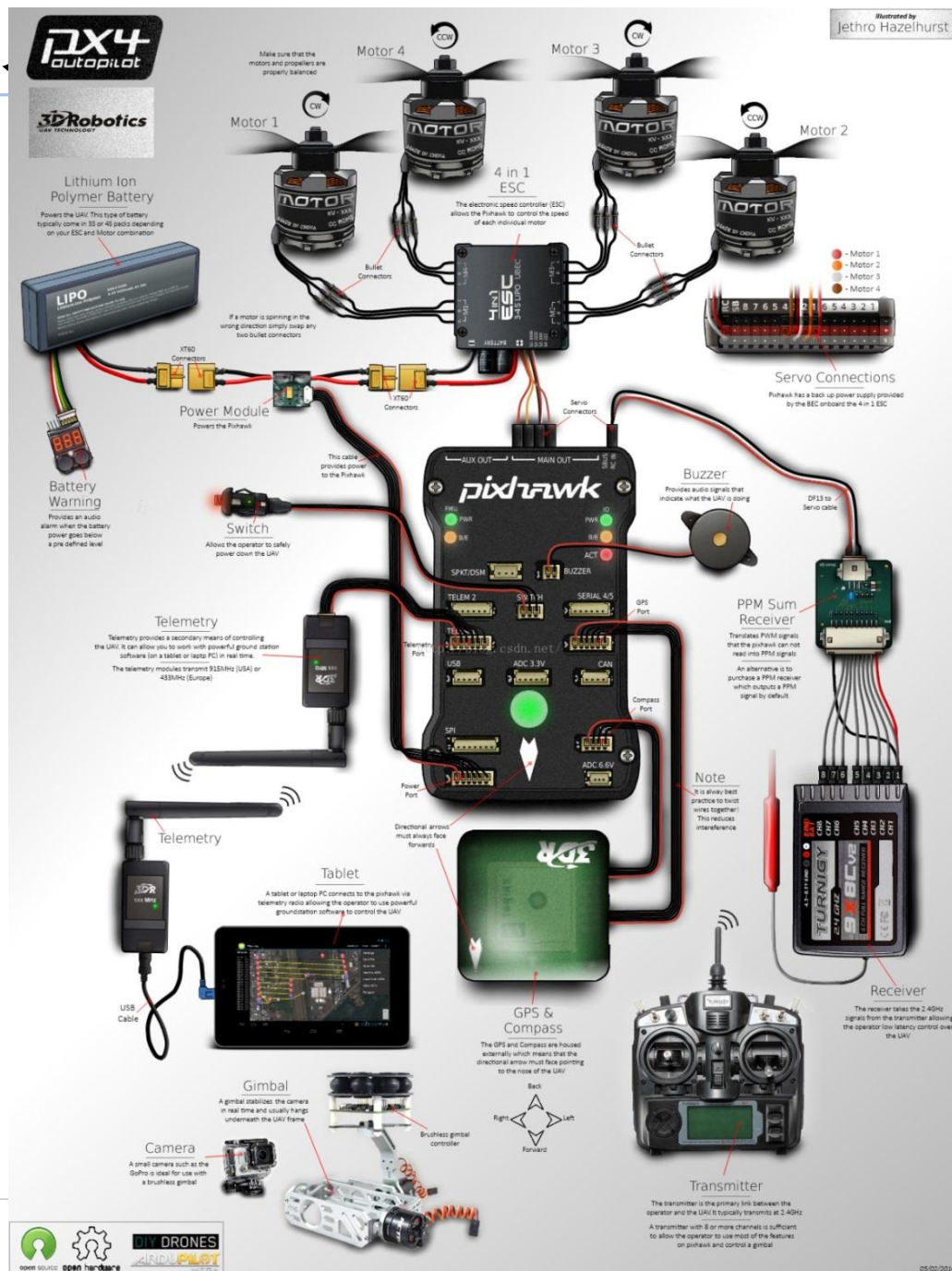
示警：指示灯、蜂鸣器等

计算与控制：处理器STM32F4

存储：片内、TF卡等

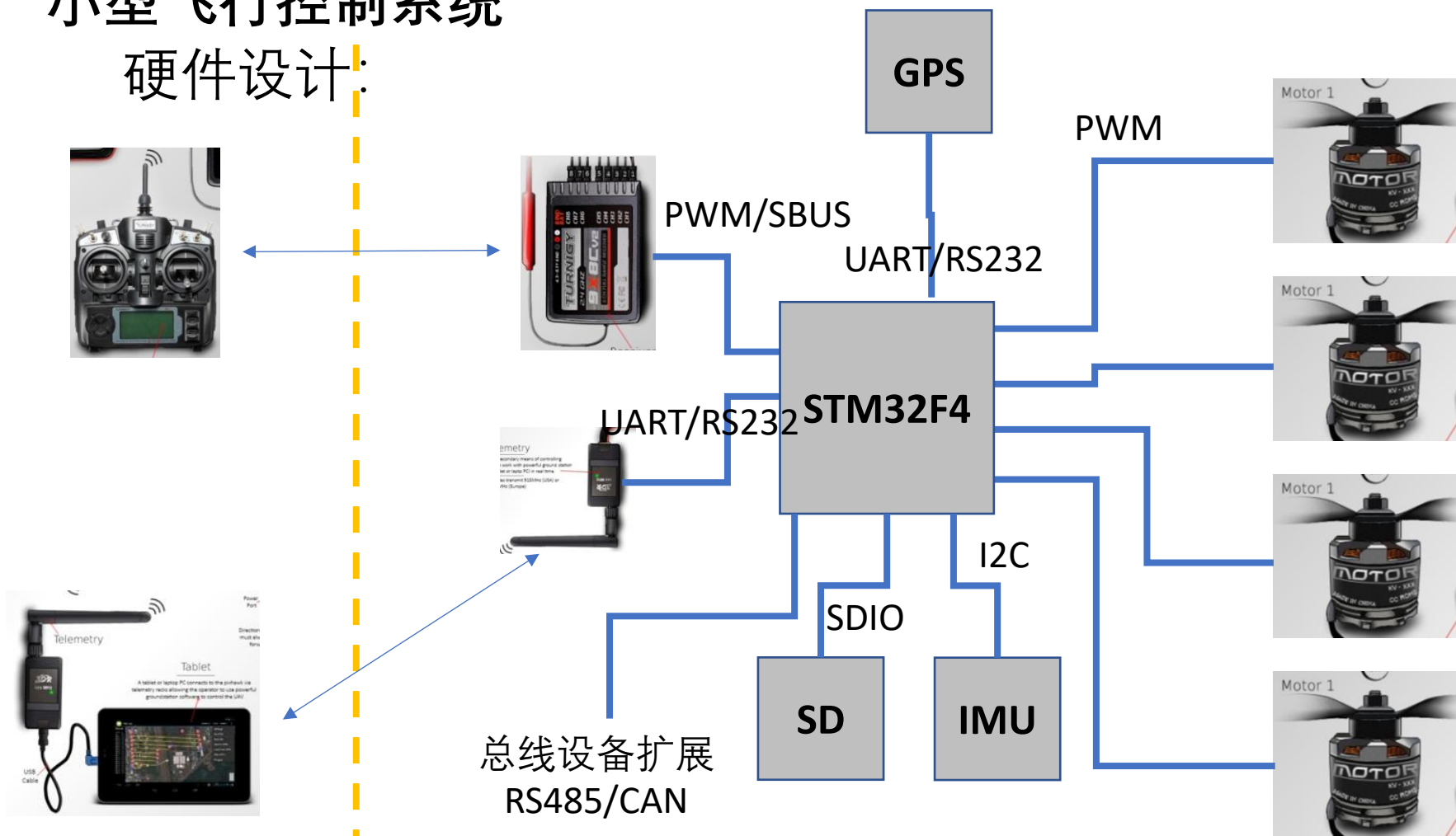
# 1.3嵌入式系统设计开

## 案例2：小型飞行控制系统



## 1.3 嵌入式系统设计开发过程

### 小型飞行控制系统 硬件设计:



○ ○ ○ ○ ○ ○

## ➤ 1.3嵌入式系统设计开发过程

### 小型飞行控制系统

软件任务：

1、读取IMU数据(加速度、角速度)、输出PWM控制电机，增稳；

2、读取遥控器信息，控制速度和航向；

3、读取GPS/北斗信息，读取数传电台信息，导航；

4、监测飞行状态、存储飞行记录；

5、执行飞行任务；

高实时性，  
高优先级

## ➤ 1.4嵌入式系统课程设计实验

### I/O接口设计

- 基于 UWB（SPI 接口）的相对定位↵
- 基于 MPU6050（I2C 接口）的平衡仪/姿态↵
- 基于 BMP280（I2C 接口）的气压高度数据采集和显示↵
- 基于 ADXL345/GY-291（I2C）的加速度/倾角检测和显示↵
- 基于超声波传感器的距离测量和显示↵
- 基于 GPS/北斗模块的位置/高度/星数检测和显示↵
- 基于 GY-271/HMC5883（I2C）的磁场强度采集和显示↵
- 基于 GY-530/VL53L0X 激光红外测距↵
- 基于 wifi 模组 ESP8266 的无线通信和联网测试↵
- 航模遥控器 PPM 信号解析与显示↵
- 航模遥控器 SBUS 信号解析与显示↵
- 航模遥控器 PPM 信号转 PWM 信号输出↵
- 4 路 PWM 输出舵机控制程序设计↵
- 基于 LM75A（I2C 接口）的温度采集和显示↵
- 基于 AHT20（I2C 接口）的温湿度信息采集和显示↵
- 基于 TCS34725（I2C 接口）的颜色识别和显示↵
- 基于 BH1750/GY-302（I2C）的光照度检测和显示↵



## 1.4嵌入式系统课程设计实验

### 处理器、存储器和软件设计

- SD卡数据存储和读取
- 基于STM32F4无操作系统的控制软件框架设计
- 基于STM32F4和嵌入式实时操作系统（uC/OS或FreeRTOS、NuttX）的控制软件框架设计

