



信息工程系

教案

课程名称： 专业技能实训三

教 师： 吴永娜、杨春旭

总 学 时： 36

理论学时： 0

实训学时： 36

上课班级： 电子 241、电子 242、电子 3+241、电

子自主 241

授课学期： 25-26-1

第 1 单元 Zigbee 简介、开发平台构建

一、课型：上机实训课

二、课时：4 课时

三、教学目标

技能目标： 能够独立、正确地完成 IAR 开发环境的安装、配置，并成功将第一个程序（LED 闪烁）下载至 Zigbee 开发板运行。

知识目标： 了解 Zigbee 技术的基本特点（低功耗、低成本、自组网）及其典型应用场景。

素养目标： 培养规范操作的工程习惯和解决实际问题的能力。

四、教学重难点

教学重点： IAR 开发环境的安装、配置与基础使用；第一个程序的编译与下载。

教学难点： 安装过程中的许可证激活、驱动安装失败等常见问题的识别与解决。

五、教学准备

学生端： 每人一台电脑、Zigbee 开发板（如 CC2530）、仿真器。

教师端： 多媒体教学系统、安装包与示例程序源文件。

六、教学过程与内容（180 分钟）

（一）任务导入与要点讲解（20 分钟）

情景导入（5 分钟）：

提问：智能家居中，传感器和灯泡之间如何实现低功耗、多设备的无线通信？

简介 Zigbee：一句话定义（一种低速无线通信技术），强调其低功耗、自组网（Mesh）的核心优势。对比 Wi-Fi/蓝牙，说明 Zigbee 更适合物联网传感网络。

实训任务发布（15 分钟）：

最终目标：让手中的 Zigbee 开发板上的 LED 灯闪烁起来。

核心步骤：安装软件 → 配置环境 → 写(导入)程序 → 编译 → 下载 → 观察现象。

讲解要点：简要说明 IAR 是专业的嵌入式开发工具，我们今天学习驾驭它的第一步。

（二）分步实训与指导（150 分钟）

实训阶段一：环境搭建（60 分钟）

学生任务：

安装 IAR 开发环境。

完成许可证注册（试用版）。

连接仿真器与开发板，安装设备驱动。

教师支持：

演示：逐步演示安装过程，重点强调：

安装路径不能有中文或空格。

许可证注册的详细步骤。

如何检查设备管理器中的驱动是否成功安装。

巡视：重点关注学生在激活和驱动安装环节是否遇到问题。

集中答疑：针对“许可证无效”、“无法识别设备”等共性问题进行统一

讲解。

实训阶段二：程序下载与验证（70 分钟）

学生任务：

在教师指导下，新建工程或导入提供的示例工程。

选择正确的芯片型号（如 CC2530F256）和调试器。

编译示例代码（LED 闪烁程序）。

将程序下载到开发板，观察 LED 是否按预期闪烁。

教师支持：

演示： 演示从新建工程到下载的全过程，关键点：

芯片型号的选择。

编译按钮和下载按钮的使用。

如何判断下载成功。

提供“救命稻草”： 分发一个已验证无误的 LED 闪烁程序源代码，供学生直接导入使用，以快速跨越编程障碍，聚焦于环境验证。

故障排查： 引导学生阅读编译错误信息，并指导其检查工程配置、硬件连接。

（三）总结与作业布置（10 分钟）

成果检查与小结：

随机抽查，请成功的学生展示闪烁的开发板。

教师总结：今天我们成功打通了“代码”到“硬件”的最后一公里，这是后续所有 Zigbee 开发的基础。重申环境搭建的规范性。

思政点睛：

从点亮一个 LED，引申到未来可以用这项技术去点亮智慧城市的万千设备，服务社会，鼓励学生打好基础。

布置课后作业：

必做： 巩固个人电脑的开发环境，确保离开实验室后仍能使用。

选做： 尝试修改示例代码，改变 LED 的闪烁频率。

七、教学评价

过程评价： 根据实训过程中的操作规范性、问题解决能力进行评价。

结果评价： 根据最终是否能成功实现 LED 闪烁程序进行评价。

第 2 单元 CC2530 基础实验一： CC2530 按键控制流水灯

一、课型： 上机实训课

二、课时： 4 课时

三、教学目标

技能目标： 能够独立编写程序，实现通过按键控制 LED 流水灯的启动、停止、模式切换等功能。

知识目标： 掌握 CC2530 的 GPIO（通用输入输出端口）工作原理，包括输入（按键检测）与输出（LED 驱动）的配置方法。

素养目标： 培养严谨的编程逻辑思维和调试能力，在实践中体会“工匠精神”的内涵。

四、教学重难点

教学重点： CC2530 的 GPIO 输入/输出配置；按键扫描与消抖的程序实现；流水灯的逻辑控制。

教学难点： 按键消抖的逻辑理解与编程实现；将按键事件与流水灯状态进行稳定、可靠的关联控制。

五、教学准备

学生端： 已安装 IAR 环境的电脑、Zigbee 开发板（CC2530）、仿真器。

教师端： 多媒体教学系统、完整的按键控制流水灯参考程序、常见故障排查指南。

六、教学过程与内容（180 分钟）

（一）任务导入与要点讲解（30 分钟）

情景导入与回顾（5 分钟）：

提问：“上一单元我们点亮了 LED，但它是自动运行的。在真实产品中，我们如何‘命令’硬件？比如，如何用一个按键来控制灯的开关？”

引出本单元核心：人机交互——通过输入（按键）控制输出（LED）。

核心知识讲解（25 分钟）：

CC2530 的 GPIO 简介： 精讲 GPIO 的概念，可以配置为输入（读取外部信号，如按键）或输出（驱动外部设备，如 LED）。

按键电路原理： 讲解硬件上按键（轻触开关）的工作原理（按下与松开时电平的变化）。

编程关键点讲解：

GPIO 配置： 演示如何设置 PxSEL, PxDIR, PxINP 等寄存器，将特定引脚设置为输入（带上拉）或输出。

按键消抖：（重点与难点） 解释由于机械抖动，按键按下时会产生不稳定的电平。解决方案：延时检测法——首次检测到按键按下后，延时 10-20ms 再次检测，若仍为按下状态则确认为有效按键。

流水灯逻辑： 复习移位操作或查表法实现流水灯效果。

（二）分步实训与指导（140 分钟）

实训阶段一：基础功能实现——按键控制 LED 亮灭（60 分钟）

学生任务：

新建工程，正确配置 CC2530 的系统时钟。

配置一个按键引脚（如 P1_0）为输入模式，并启用上拉电阻。

配置一个 LED 引脚（如 P1_1）为输出模式。

编写程序，实现“按下按键，LED 亮；松开按键，LED 灭”的功能。

引入按键消抖：修改程序，增加消抖逻辑，观察并体验消抖前后效果的稳定性差异。

教师支持：

演示： 演示 GPIO 配置的代码编写，重点讲解寄存器配置的含义。演示按键消抖代码的嵌入位置和逻辑流程。

提供“脚手架”： 提供 GPIO 初始化函数的代码框架，让学生填充关键参数。

巡视： 重点关注学生是否理解输入/输出的配置区别，以及消抖程序是否编写正确。

实训阶段二：综合功能实现——按键控制流水灯（80 分钟）

学生任务：

在任务一的基础上，配置控制流水灯的多个 LED 引脚（如 P1 口 8 个引脚）为输出。

独立编写一个流水灯函数（如循环左移/右移）。

编写主程序逻辑，实现以下功能：

系统启动后，流水灯处于停止状态（所有 LED 灭）。

按键 1（如 P1_0）被按下后，启动/停止流水灯效果（实现运行与暂停的切换）。

【进阶】 按键 2（如 P1_1）被按下后，切换流水灯的流动方向（左移与右移切换）。

教师支持：

思路引导： 引导学生思考如何使用“状态变量”（如 `char run_flag;`）来记录流水灯的运行状态和流动方向。

故障排查： 针对常见的“按键控制不灵敏”、“逻辑混乱”等问题，指导学生使用单步调试、设置断点或点亮测试 LED 的方法进行排查。

鼓励探索： 对完成基础任务的学生，鼓励他们尝试实现更复杂的功能，如

改变流水速度、增加模式等。

（三）总结与作业布置（10 分钟）

成果检查与小结：

邀请实现不同功能的学生演示其作品（如基础启停、方向切换等）。

教师总结：今天的关键是掌握了“输入-处理-输出”的嵌入式系统核心思维链。强调按键消抖和状态机逻辑在实现稳定交互中的重要性。

思政点睛：

从一行行代码对硬件精准控制的角度，引出“工匠精神”。强调优秀的产品源于对每一个细节（如消抖）的严谨把控，鼓励学生精益求精，用扎实的技术提升产品的可靠性与用户体验。

布置课后作业/思考：

必做（习题）：编写程序，实现不同按键控制不同 LED 灯的亮灭（例如，K1 控制 LED1，K2 控制 LED2）。

选做（思考题）：除了延时消抖，还有哪些方法可以优化按键响应速度和处理效率？（引导学生思考中断方式）

七、教学评价

过程评价：根据实训过程中代码的规范性、逻辑清晰度以及调试能力进行评价。

结果评价：根据最终实现的功能完整性、稳定性和创新性进行评价。

第 3 单元 CC2530 基础实验二：CC2530 串口发送指令控制 LED 灯

一、课型： 上机实训课

二、课时： 4 课时

三、教学目标

技能目标： 能够配置 CC2530 的串口通信参数，并编写程序实现通过串口助手发送指令控制 LED 灯的状态。

知识目标： 掌握串口通信的基本原理（波特率、数据位、停止位、校验位）及 CC2530 串口配置方法。

素养目标： 培养通过软件调试硬件、实现上下位机交互的系统化工程思维。

四、教学重难点

教学重点： CC2530 串口（UART）的初始化配置；串口发送与接收数据的编程实现。

教学难点： 理解并正确配置串口通信参数；将接收到的字符指令转换为硬件控制逻辑。

五、教学准备

学生端： 已安装 IAR 环境和串口助手软件的电脑、Zigbee 开发板（CC2530）、仿真器、USB 转 TTL 模块（如需）。

教师端： 多媒体教学系统、串口初始化代码示例、指令控制逻辑流程图。

六、教学过程与内容（180 分钟）

（一）任务导入与要点讲解（30 分钟）

情景导入（5 分钟）：

提问：“如何让我们的电脑和 CC2530 开发板‘对话’？比如，在电脑上输入‘ON’，灯就亮，输入‘OFF’，灯就灭？”

引出本单元核心：串口通信——连接单片机与上位机（电脑）的桥梁。

核心知识讲解（25 分钟）：

串口通信基础：精讲异步串行通信概念，重点解释波特率（通信速度）等参数的意义及匹配重要性。

CC2530 串口配置：讲解如何配置 UART 相关的寄存器（如 UxCSR, UxUCR, UxGCR, UxBAUD）来设置波特率、数据格式。

编程思路：介绍使用查询或中断方式接收数据。本单元建议使用查询方式，流程为：初始化串口 → 主循环中查询接收标志位 → 收到数据后判断并执行相应动作（控制 LED）。

（二）分步实训与指导（140 分钟）

实训阶段一：串口发送与回显（60 分钟）

学生任务：

新建工程，正确配置 CC2530 的 UART0（或 UART1），设置波特率为 115200。

编写一个串口发送函数，用于向电脑发送字符串。

编写程序，实现 CC2530 将接收到的字符原样发送回电脑（回显）。

使用串口助手工具，验证通信是否成功。

教师支持：

演示：演示串口初始化代码的编写，重点讲解波特率计算。演示如何使用串口助手软件。

巡视：确保学生串口参数配置正确，能成功实现回显功能。

实训阶段二：串口指令控制 LED（80 分钟）

学生任务：

在任务一的基础上，初始化 LED 控制的 GPIO。

修改程序，实现以下功能：

当从串口接收到字符 '1' 时，点亮 LED。

当从串口接收到字符 '0' 时，熄灭 LED。

当从串口接收到字符 'S' 时，开发板向电脑发送字符串 "Hello from CC2530!"。

【进阶】 实现更复杂的指令，如发送 'M' 启动流水灯模式。

教师支持：

思路引导： 引导学生使用 switch-case 或 if-else 语句来解析不同的指令。

故障排查： 针对“通信乱码”、“指令无响应”等问题，指导学生检查波特率、硬件连接和指令匹配。

（三）总结与作业布置（10 分钟）

成果检查与小结：

抽查学生演示其串口控制功能。

教师总结：串口是嵌入式系统最重要的调试和人机交互接口。今天大家实现了从“硬件控制”到“通信控制”的飞跃，这是构建复杂物联网系统的基础。

思政点睛：

从串口通信的可靠性，引申到信息技术是社会高效运行的“神经网络”，作为未来的工程师，确保信息传递的准确、可靠是我们的社会责任。

布置课后作业/思考：

必做（习题）： 编写程序，通过串口接收指令（如'A'/'B'/'C'）来控制不同 LED 灯的亮灭。

选做（思考题）： 串口通信在物联网中的应用有哪些？（如设备配置、数据上传、远程调试等）。

七、教学评价

过程评价： 根据串口配置的准确性、代码逻辑清晰度进行评价。

结果评价： 根据最终实现的指令控制功能的完整性和稳定性进行评价。

第 4 单元 BasicRF 简单无线点对点传输协议

一、课型： 上机实训课

二、课时： 4 课时

三、教学目标

技能目标： 能够基于 BasicRF 协议栈，配置并实现两个 Zigbee 节点间的无线数据收发。

知识目标： 理解无线点对点通信的基本模型和 BasicRF 协议的工作机制。

素养目标： 培养无线通信系统的调试能力，建立初步的频谱和信道概念。

四、教学重难点

教学重点： BasicRF 协议栈的初始化、信道设置、数据包发送与接收函数的调用。

教学难点： 无线通信的稳定性调试；理解 RSSI（接收信号强度指示）等概念并用于问题诊断。

五、教学准备

学生端： 两人一组，每组两台已安装 IAR 环境的电脑和 Zigbee 开发板（CC2530）。

教师端： 多媒体教学系统、BasicRF 协议栈库文件、简单的无线收发示例程序。

六、教学过程与内容（180 分钟）

（一）任务导入与要点讲解（30 分钟）

情景导入（5 分钟）：

提问：“如何让两块开发板之间‘剪断’数据线，还能相互传递数据？”

引出本单元核心：无线点对点通信，并介绍 BasicRF 是 TI 提供的简化版无线通信协议，便于快速上手。

核心知识讲解（25 分钟）：

BasicRF 简介： 讲解其特点（简单的点对点、不包含网络层）、核心配置参数（信道、PAN ID、本地地址、目标地址）。

通信模型： 明确发送方和接收方的角色，数据包的基本结构。

关键函数： 介绍 `basicRfInit()`, `basicRfSend()`, `basicRfReceive()` 等核心函数的使用方法。

（二）分步实训与指导（140 分钟）

实训阶段一：环境搭建与基础收发（70 分钟）

学生任务：

在 IAR 工程中导入 BasicRF 协议栈库文件。

两组同学协作，分别编写发送端和接收端程序。

发送端： 配置自身地址，周期性地（如每秒）向指定的目标地址发送一个数据包（如一个递增的数字）。

接收端： 配置与发送端相同的 PAN ID 和信道，并设置自身地址。接收数据并通过串口打印到电脑，同时用 LED 闪烁指示收到数据。

教师支持：

演示： 演示 BasicRF 工程的创建和初始化配置流程，强调 PAN ID 和信道必须一致。

巡视： 重点检查各组同学的地址配置是否正确，避免空中数据冲突。

实训阶段二：无线控制与调试（70 分钟）

学生任务：

实现无线按键控制：A 板的按键被按下，发送指令给 B 板，控制 B 板的 LED 亮灭。

测量并记录不同距离下的通信成功率，观察 RSSI 值的变化。

尝试更换不同的信道，观察是否能够避免与其他组的通信干扰。

教师支持：

引导探索：引导学生思考并测试障碍物、距离对无线信号的影响。

集中讲解：针对普遍出现的通信失败问题，讲解如何通过读取 RSSI 值、检查电源、调整天线方位来优化信号。

（三）总结与作业布置（10 分钟）

成果检查与小结：

邀请成功实现无线控制的小组分享其配置参数和调试经验。

教师总结：BasicRF 让我们亲身体会了无线通信的便利与挑战。可靠的无线通信是 Zigbee 复杂组网的基石。

思政点睛：

从无线信道的公共资源属性，引申到无线电管理的重要性，培养学生的法规意识和国家安全意识，理解自主掌握无线通信核心技术的战略意义。

布置课后作业/思考：

必做（习题）：设计一个简单的无线通信系统，实现数据的点对点传输（如传输环境温度数据）。

选做（思考题）：无线通信中可能遇到哪些干扰？（如同频干扰、邻频干扰、多径效应等）。

七、教学评价

过程评价：根据协议栈配置的规范性、团队协作情况进行评价。

结果评价：根据无线数据传输的稳定性和功能实现完整性进行评价。

第 5 单元 ZigBee 协议栈应用与组网

一、课型： 上机实训课

二、课时： 4 课时

三、教学目标

技能目标： 能够使用 Z-Stack 协议栈，组建一个包含协调器、路由器和终端设备的 Zigbee 网络，并实现设备间的数据通信。

知识目标： 掌握 Zigbee 网络的三种设备类型及其作用，理解 Zigbee 协议栈的工作流程。

素养目标： 培养构建和维护无线传感网络的能力，建立系统级的项目观念。

四、教学重难点

教学重点： Z-Stack 协议栈中设备类型的编译配置；网络形成与加入流程；AF_DataRequest 函数的使用。

教学难点： 理解 Z-Stack 的 OSAL 操作系统及其事件处理机制；网络地址分配与设备发现。

五、教学准备

学生端： 三人一组，每组三台以上 Zigbee 开发板（CC2530）、仿真器、温湿度传感器 DHT11（可选）。

教师端： 多媒体教学系统、Z-Stack 协议栈（如 Z-Stack 2.5.1a）、不同设备类型的示例工程。

六、教学过程与内容（180 分钟）

（一）任务导入与要点讲解（40 分钟）

情景导入（10 分钟）：

提问：“BasicRF 只能点对点，如何构建一个像渔网一样，能自组网、自愈合的多设备网络？”

回顾 Zigbee 的星型、树型、网状网络拓扑，引出完整的 Zigbee 协议栈(Z-Stack)。

核心知识讲解（30 分钟）：

Zigbee 设备类型： 精讲协调器（组建网络）、路由器（中继扩展网络）、终端设备（低功耗采集）的角色和区别。

Z-Stack 简介： 介绍协议栈的层次结构，重点说明应用层是我们编程的主要位置。

工程配置要点： 演示如何在 IAR 中通过编译选项（如 ZTOOL_P1, MT_TASK）来定义设备类型。

温湿度传感器 DHT11 驱动： 讲解其时序图和数据读取方法（如已包含该实验）。

（二）分步实训与指导（130 分钟）

实训阶段一：网络组建与基础通信（80 分钟）

学生任务：

分组行动，分别编译下载协调器、路由器、终端设备的程序到三块开发板。

启动协调器，观察 LED 指示，等待网络建立。

依次启动路由器和终端设备，观察它们是否成功加入网络（通过 LED 或串口信息判断）。

实现终端设备周期性地向协调器发送一条“Hello”信息，协调器通过串口打印出来。

教师支持：

演示： 演示如何修改 SampleApp.c 中的 SampleApp_SendPeriodicMessage 事

件，使用 `AF_DataRequest()`函数发送数据。

巡视： 协助学生排查设备无法入网的问题（如编译选项错误、信道不统一等）。

实训阶段二： 传感数据采集（50 分钟）

学生任务：

（如果包含 DHT11 实验） 为终端设备接上 DHT11 温湿度传感器。

修改终端设备程序，周期性地采集温湿度数据，并将其封装到应用层数据包中，发送给协调器。

协调器接收并解析数据，通过串口助手显示当前的温湿度值。

教师支持：

提供支持： 提供 DHT11 的驱动代码，指导学生如何将其集成到 Z-Stack 应用任务中。

引导分析： 引导学生分析网络延时、数据可靠性等问题。

（三） 总结与作业布置（10 分钟）

成果检查与小结：

邀请小组展示其 Zigbee 网络和数据采集效果。

教师总结： 今天我们搭建了一个微型物联网！Zigbee 协议栈的强大在于其网络层，实现了设备的自动管理和数据的可靠路由。

思政点睛：

从 Zigbee 网络在智能电网、智慧农业中的大规模应用，引申到网络技术是推动社会信息化进程的关键基础设施，鼓励学生勇于创新，将所学应用于解决实际问题。

布置课后作业/思考：

必做（思考题）： ZigBee 网络在智能家居中的应用有哪些？（如智能灯控、安防传感等）。

选做（习题）： 设计一个基于 ZigBee 的智能家居系统，包括网络组建（设备角色规划）和数据通信（定义简单的应用层协议）。

七、教学评价

过程评价： 根据网络组建的成功率、代码集成能力进行评价。

结果评价： 根据网络稳定性和传感数据采集功能的实现情况进行评价。

第 6 单元 ZigBee 上位机采集和控制

一、课型： 上机实训课

二、课时： 4 课时

三、教学目标

技能目标： 能够使用上位机软件（如串口助手、QT 或 C#编写的简单 demo）接收并显示 Zigbee 网络数据，并能通过上位机发送指令控制 Zigbee 网络中的设备。

知识目标： 理解上下位机通信协议的设计原则，掌握简单的数据解析与封装方法。

素养目标： 培养数据处理、人机界面交互设计和系统联调的综合能力。

四、教学重难点

教学重点： 上下位机通信协议的设计与实现；上位机软件对串口数据的读取、解析与显示。

教学难点： 通信协议的稳定性（如帧头帧尾、校验和）；多线程数据接收与 UI 更新的处理。

五、教学准备

学生端： 已组建 Zigbee 网络的硬件、电脑（预装简单的上位机 demo 软件

或提供源码，如 C#/Python 版本）。

教师端： 多媒体教学系统、上位机软件源码、自定义的通信协议文档。

六、教学过程与内容（180 分钟）

（一）任务导入与要点讲解（30 分钟）

情景导入（5 分钟）：

提问：“协调器通过串口把数据打印出来，还不够直观。我们能否做一个漂亮的软件界面来显示温湿度曲线，并点击按钮就能控制远端的灯？”

引出本单元核心：上位机开发——为物联网系统打造“大脑”和“控制中心”。

核心知识讲解（25 分钟）：

通信协议设计：讲解为何需要自定义应用层协议。示例一个简单协议帧：[帧头 0xAA][数据长度][命令字][数据内容][校验和]。

上位机软件框架：简介提供的上位机 demo 的代码结构，重点讲解串口配置、数据接收线程、数据解析函数和 UI 控件更新这几个模块。

（二）分步实训与指导（140 分钟）

实训阶段一：上位机数据采集与显示（70 分钟）

学生任务：

修改协调器程序，将温湿度数据按照约定的协议格式进行封装后，再发送给上位机。

打开上位机软件源码，找到数据解析部分，根据协议编写解析代码，从接收到的字节流中提取出温湿度值。

运行程序，实现上位机软件能正确、稳定地显示来自 Zigbee 网络的实时温湿度数据。

教师支持：

提供框架：提供具有串口连接、数据接收 hex 显示等基础功能的上位机代码框架，让学生专注于协议解析部分。

调试支持：指导学生使用串口抓包、打印日志等方式，调试协议解析的正

确性。

实训阶段二：上位机指令控制（70 分钟）

学生任务：

在上位机软件界面添加控制按钮（如“LED 开”、“LED 关”）。

为按钮编写事件，当点击时，按照协议格式封装控制指令，通过串口发送给协调器。

修改协调器程序，增加对来自上位机指令的解析，并根据指令控制网络中的终端设备（如控制其 LED）。

教师支持：

思路引导： 引导学生设计下行指令的协议格式。

故障排查： 协助解决“指令发送无响应”、“控制对象错误”等问题，强调协议的一致性和可靠性。

（三）总结与作业布置（10 分钟）

成果检查与小结：

抽查学生演示其上位机软件，展示数据采集和控制功能。

教师总结：上位机是物联网系统的“面子”，而稳定可靠的通信协议是“里子”。今天大家实践了从底层硬件到顶层应用的完整链路，这才是真正的系统工程。

思政点睛：

从数据的真实性和准确性出发，讨论在工业控制、环境监测等领域，一个错误的数字可能导致严重后果，培养学生严谨求实、对数据负责的诚信意识和职业操守。

布置课后作业/思考：

必做（习题）： 设计一个简单的 ZigBee 上位机界面，实现数据采集（显示温湿度）和控制（开关 LED）。

选做（思考题）： 如何确保 ZigBee 通信的安全性？（引导思考加密、认证等概念）。

七、教学评价

过程评价：根据通信协议设计的合理性、代码解析逻辑的清晰度进行评价。

结果评价：根据上位机软件功能实现的完整性和稳定性进行评价。

第 7 单元 ZigBee 项目设计

一、课型：项目课

二、课时：4 课时

三、教学目标

技能目标：能够综合运用前序知识，完成一个 Zigbee 应用系统的方案设计，并撰写规范的项目设计文档。

知识目标：掌握工程项目设计的基本流程和方法，包括需求分析、系统架构设计、实施方案规划。

素养目标：培养创新思维、系统规划能力和文档撰写能力，强化团队协作精神。

四、教学重难点

教学重点：项目需求分析的准确性；系统架构设计的合理性；设计文档的规范性。

教学难点：将创意转化为具体、可行的技术方案；平衡项目的创新性与实现难度。

五、教学准备

学生端：分组（3-4 人一组）、电脑（用于文档编写和资料查阅）。

教师端： 多媒体教学系统、项目设计模板、往届优秀项目案例。

六、教学过程与内容（180 分钟）

（一）项目启动与要点讲解（40 分钟）

项目导入（10 分钟）：

教师发布项目主题范围，如“智慧生活”、“智慧农业”、“智能仓储”等，或允许学生自选感兴趣的方向。

展示 1-2 个往届优秀项目案例，激发学生兴趣。

设计方法讲解（30 分钟）：

项目设计流程： 精讲从“需求分析” → “系统架构设计” → “硬件选型” → “软件流程设计” → “实施方案规划” 的完整流程。

设计文档规范： 讲解项目设计文档应包含的核心章节：项目背景、需求分析、系统总体设计（框图）、硬件设计、软件设计（流程图）、预期成果、时间安排等。

团队协作： 强调团队内部分工协作的重要性。

（二）分组设计与指导（130 分钟）

设计阶段一：方案构思与论证（60 分钟）

学生任务：

小组内部进行头脑风暴，确定项目题目和核心功能。

完成《项目设计文档》的初稿，重点完成：

需求分析： 明确要解决什么问题，有哪些具体功能点。

系统架构图： 绘制系统框图，明确系统中包含哪些 Zigbee 节点（协调器、路由器、终端设备），每个节点的功能，以及与上位机的关系。

教师支持：

巡视指导： 参与各小组讨论，对项目的可行性、创新点提供建议，防止项目范围过大或过小。

集中讲解： 针对共性问题，如架构图绘制不规范、需求不明确等，进行简

要说明。

设计阶段二：方案细化与文档完善（70 分钟）

学生任务：

细化设计方案，完成设计文档的其余部分：

硬件设计： 列出每个节点所需的传感器、执行器型号。

软件设计： 绘制关键功能的程序流程图，定义上下位机通信协议。

实施方案与分工： 制定开发计划，明确每位成员的任务。

准备一个 5 分钟的口头报告 PPT，用于下一单元的设计方案评审。

教师支持：

提供模板： 提供详细的设计文档模板，降低学生撰写难度。

针对性指导： 对进度慢或遇到困难的小组进行一对一指导。

（三）总结与预告（10 分钟）

课堂小结：

教师总结：好的设计是项目成功的开端。今天大家完成了从 0 到 1 的构思过程，将想法落到了纸面上。

预告下一单元将进行设计方案评审，各小组需进行答辩。

思政点睛：

引导学生思考其项目设计如何能与“乡村振兴”、“智慧城市”、“碳中和”等国家发展战略相结合，将个人所学与国家需求相联系，培养社会责任感和使命感。

布置课后作业：

完善并最终提交《Zigbee 项目设计文档》和答辩 PPT。

七、教学评价

过程评价： 根据小组讨论参与度、方案构思的创新性进行评价。

结果评价： 根据《项目设计文档》的质量和规范性进行评价。

第 8 单元 ZigBee 项目调试

一、课型： 项目课

二、课时： 4 课时

三、教学目标

技能目标： 能够运用各种调试工具和方法，定位并解决项目开发中遇到的硬件和软件问题。

知识目标： 掌握系统化的项目调试流程、常见故障的诊断方法与技巧。

素养目标： 培养面对困难不退缩的毅力、严谨的逻辑思维和精益求精的工匠精神。

四、教学重难点

教学重点： 硬件电路检查、软件断点调试、串口日志分析、无线信号测量等综合调试方法的运用。

教学难点： 复杂问题的定位与分解，特别是软硬件交织问题的隔离与判断。

五、教学准备

学生端： 各项目小组的硬件物料、开发电脑、万用表、逻辑分析仪（可选）。

教师端： 多媒体教学系统、常见故障排查清单、调试技巧锦囊。

六、教学过程与内容（180 分钟）

（一）调试方法论讲解（20 分钟）

思路导入（5 分钟）：

提问：“项目做不出来，通常不是因为你不会，而是因为你遇到的 bug 太多了。如何高效地‘捉虫’？”

强调调试是工程师的核心能力之一。

调试流程与技巧讲解（15 分钟）：

调试心法：“先静态后动态、先硬件后软件、先整体后局部、先主机后从机”。

硬件调试：检查电源、焊接、连接；使用万用表测量电压、通断。

软件调试：善用 IAR 的单步调试、断点、观察变量；灵活使用串口打印日志。

无线调试：使用 Packet Sniffer 抓包分析；读取 RSSI 判断链路质量。

（二）分组调试与攻关（150 分钟）

调试阶段一：模块功能验证（60 分钟）

学生任务：

各小组根据自身项目设计，开始动手实现。

采用“分模块调试”策略，确保每个独立功能（如传感器数据读取、无线数据发送接收、执行器驱动、上位机指令解析）首先能正常工作。

记录在调试每个模块时遇到的问题和解决方法。

教师支持：

提供资源：分发“常见故障排查指南”。

巡视指导：观察各小组进度，当学生遇到难题时，不直接给出答案，而是通过提问引导其自己找到排查思路（例如：“电源指示灯亮了吗？”“用串口看看数据发出来没有？”“软件断点能停在这里吗？”）。

调试阶段二：系统联调与优化（90 分钟）

学生任务：

将调试通过的各个模块进行集成，进行系统联调。

解决模块间交互产生的新问题，如时序问题、数据冲突、内存溢出等。

优化系统性能，如调整无线发送间隔、优化程序逻辑降低功耗等。

撰写《项目调试报告》，记录主要问题及解决方案。

教师支持：

组织讨论： 针对典型的、共性的复杂问题，可以组织一个小型讨论会，让同学们集思广益。

专家支持： 对于特别困难的问题，教师亲自介入，演示高级调试技巧。

（三）总结与展望（10 分钟）

课堂小结：

请 1-2 个小组分享他们遇到的最棘手的 bug 及其解决过程。

教师总结：调试的过程是痛苦的，但解决问题的成就感是无与伦比的。这锻炼了大家的技术、心态和思维。工匠精神正是在一次次反复打磨和调试中炼成的。

思政点睛：

从调试中面对失败和挑战的态度，引导学生认识到科学探索和工程实践的道路从来不是一帆风顺的，培养学生坚韧不拔、勇于探索的优秀品质。

布置课后作业：

完成《项目调试报告》，为最终的项目演示和验收做好准备。

七、教学评价

过程评价： 根据调试过程的逻辑性、方法运用的合理性和团队协作情况进行评价。

结果评价： 根据项目调试的进展情况和《项目调试报告》的质量进行评价。

第9单元 项目演示与验收

一、课型： 项目课

二、课时： 4 课时

三、教学目标

技能目标： 能够清晰、流畅地演示项目成果，并准确、专业地回答提问。

知识目标： 掌握项目汇报与答辩的技巧，理解项目验收的标准和流程。

素养目标： 培养沟通表达能力、临场应变能力和团队协作精神，树立成果意识和质量意识。

四、教学重难点

教学重点： 项目成果的有效展示；对项目设计、实现过程和创新点的清晰阐述。

教学难点： 在有限时间内突出重点，从容应对评委的提问。

五、教学准备

学生端： 各项目小组准备最终的作品、演示 PPT、项目文档。

教师端： 组建验收评审团（可由教师、助教、学生代表组成）、准备验收评分表、计时器。

六、教学过程与内容（180 分钟）

（一）验收流程与标准说明（10 分钟）

流程介绍（5 分钟）：

教师宣布验收流程：每组 8 分钟演示讲解 + 5 分钟评委提问与答辩。

介绍评审团成员和验收评分标准（如：功能完整性、创新性、稳定性、文档规范性、现场表现等）。

技巧提示（5 分钟）：

提示学生：讲清项目背景和价值、演示核心功能、突出技术亮点和难点、做好团队分工介绍。注意控制时间。

（二）分组演示与答辩（160 分钟）

学生任务：

按抽签顺序，各小组依次上台进行项目演示和答辩。

一名主讲人负责宣讲，团队成员可配合进行实物演示或补充回答。

清晰、实事求是地回答评审团提出的技术、设计等方面的问题。

教师/评审团活动：

严格计时：控制好各环节时间。

提问与点评：根据评分维度进行提问，并对项目亮点和不足给予专业点评。

现场评分：评审团根据评分表为各小组打分。

（三）总结颁奖与课程结束（10 分钟）

课程总结：

教师对整门课程进行总结，回顾从点亮第一个 LED 到完成一个完整 Zigbee 项目的不易与收获，肯定所有学生的努力和成长。

公布优秀项目团队名单并予以表彰。

思政点睛：

从项目成果是团队智慧的结晶出发，强调在现代工程实践中，团队协作和集体主义精神是成功的关键。鼓励学生将这份合作精神带入未来的学习和工作中。

布置课后作业：

根据答辩反馈，修改并提交最终版的项目所有文档和源代码。

七、教学评价

过程评价： 根据现场演示的流畅度、团队配合默契度进行评价。

结果评价： 根据项目最终成果、文档质量及答辩表现进行综合评价。