

实验二 CC2541 串口通信实验

【实验目的】

1. 理解串口通信原理
2. 掌握 CC2541 单片机与 PC 机串口通信的方法

【实验设备】

1. 装有 IAR 开发环境的 PC 机一台
2. 实验箱一台
3. CCDebugger（以及 USB A-B 延长线）一个
4. USB Mini 延长线一根

【实验要求】

1. 编程要求：编写一段 C 语言程序。
2. 实现功能：单片机向 PC 机发送字符串，PC 机接收并显示字符串内容。
3. 实验现象：CC2541 通过串口周期性打印“HelloWorld!”字符串。

【实验原理】

本实验中 CC2541 节点通过串口向 PC 发送字符串“Hello World!”, PC 机接收到串口数据后通过串口调试助手（见光盘资料）直接将接收到的内容显示出来。

CC2541 单片机使用的电平为 TTL 电平，而 PC 机使用的是 CMOS 电平，所以在与 PC 机进行通信时，需要电平转换电路来匹配逻辑电平。本实验选用串口转 USB 接口电路来匹配逻辑电平，同时使得单片机与 PC 机之间的硬件连接更加方便。硬件连接如图 6.35 所示。

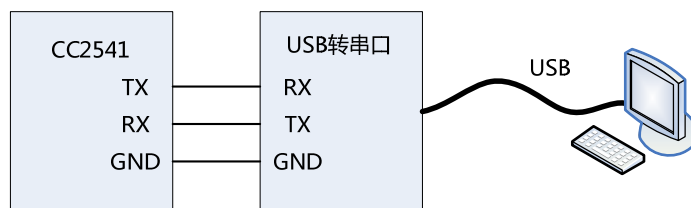


图 6.35 CC2541 单片机与 PC 机串口通信原理图

用于 CC2541 和 PC 之间电平转换的是 **CP2102** 芯片。

1. UART 模式选择

CC2541 单片机共有两个串行通信接口 USART0 和 USART1。两个串口既可以工作在 UART（异步通信）模式，又可以工作在 SPI（同步通信）模式，模式的选择由串口控制/状态寄存器的 U0CSR.MODE 决定。表 6.1 所示：

表 6.1 串口控制/状态寄存器表

位	名称	复位	读 / 写	描述
7	MODE	0	R/W	USART 模式选择 0 SPI 模式 1 UART 模式
6	RE	0	R/W	UART 接收数据使能 0 禁止接收

				1 允许接收
5 ~ 3	—	—	—	这三位为 SPI 控制位，这里不做介绍
2	RX_B YTE	0	R/ W0	接收状态标记位 0 没有收到数据 1 收到数据
1	TX_B YTE	0	R/ W0	发送状态标记位 0 没有发送数据 1 发送数据的最后一个字节已写入发送数据缓冲区
0	ACTI VE	0	R	USART 发送接收活动状态标记位 0 USART 空闲 1 USART 繁忙

2. 设置波特率

为了保证串口通信的同步性我们还有完成通信波特率的设置，就像两个人进行沟通，必须使用对方能听懂的语言，才能顺利的表达彼此的想法。串口通信波特率的设置由寄存器U0GCR和U0BAUD来完成。如表 6.2和表 1.7所示：

表 6.2 U0GCR寄存器

位	名称	复位	读 / 写	描述
7 ~ 6				
5	ORDER	0	R/ W	发送/接收数据位顺序 0 低位优先 1 高位优先
4 : 0	BAUD_E[4:0]	0x 00	R/ W	波特率指数值。BAUD_E 和 BAUD_M 共同决定 UART 通信的波特率和 SPI 通信中主机的时钟频率。

表 6.3 U0BAUD 寄存器

位	名称	复位	读 / 写	描述
7 : 0	BAUD_M[7:0]	0x 00	R/ W	波特率的底数值。

3. 接收/发送数据

接收和发送数据由寄存器U0BUF来完成。当对U0BUF寄存器进行读操作时，实现接收功能；当对其进行写操作时，实现发送数据功能。如表 6.4所示：

表 6.4 接收/发送数据寄存器

位	名称	复位	读 / 写	描述
7 : 0	DATA[7:0]	0x00	R/W	串口接收和发送数据。

4. 接收/发送数据中断标记位

程序员需要根据中断标记位来判断数据是否发送完成或是否有数据要接收。如表 6.5所示。

表 6.5 发送/接收数据中断标记

位	名称	复位	读 / 写	描述
7 ~ 2	—	—	—	—
1	UTXOIF	0	R/W	串口发送数据中断标记位 0 没有数据发送或发送数据没完成 1 数据发送完成
0	—	—	—	—

位	名称	复位	读 / 写	描述
7 ~ 4	—	—	—	—
3	URXOIF	0	R/W	串口接收数据中断标记位 0 没有收到数据 1 收到数据
2 ~ 0	—	—	—	—

【程序流程图】

程序流程图如图 6.36所示。

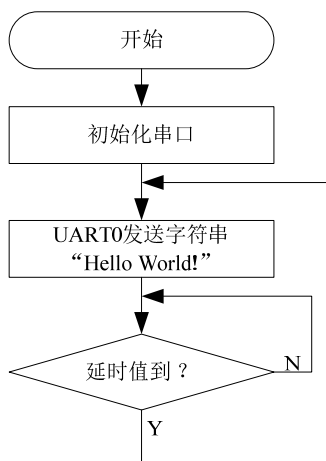


图 6.36 单片机串口发送数据程序流程图

【实验步骤】

1. 在本实验中，我们使用实验箱配备的“BLE4.0 网关”节点来观察现象；因实验需要通过串口观察数据，所以涉及核心板的更换，将实验箱断电，通过螺丝刀将“BLE4.0 网关”节点核心板换至“Zigbee”雨滴传感器节点核心板处，如图 6.37所示；

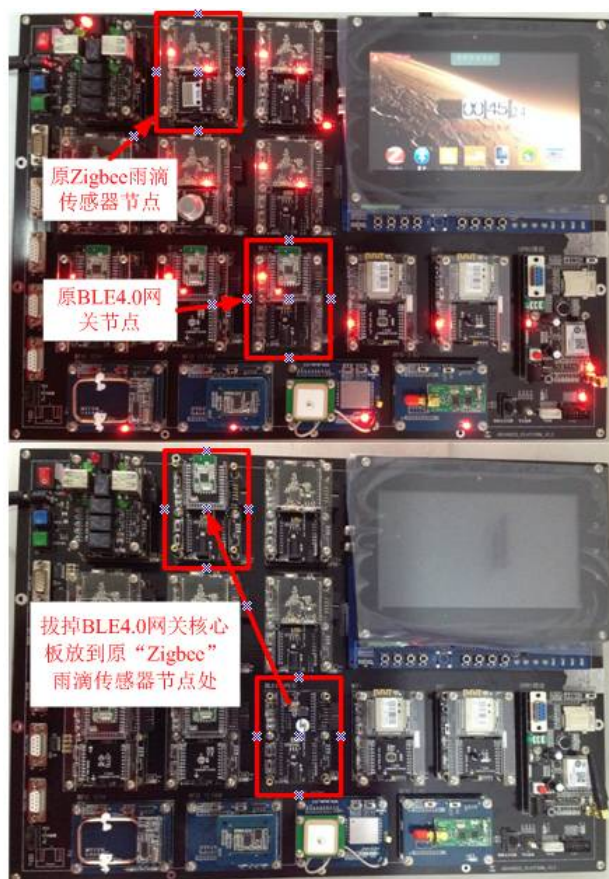


图 6.37 将蓝牙 4.0 网关亚克力盖板

2. 首先确保“BLE4.0 网关”节点（放置BLE4.0 核心板的原Zigbee雨滴传感器节点，以下称 BLE4.0 实验节点）与PC机串口连接，如图 6.38所示；
3. 如果是第一次使用，PC会弹出发现新硬件的提示，根据硬件的生产批次，看到图 6.39所示的提示，则安装光盘内的“Tools\Driver\CP2102 驱动”目录下的驱动程序即可，具体步骤参考

“光盘资料说明及软件安装指南”；



图 6.38 蓝牙 4.0 实验节点连接至PC机

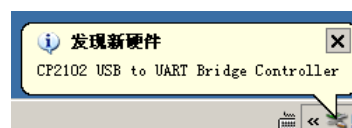


图 6.39 CP2102 新硬件提示

4. 将调试器一端使用USB A-B延长线连接至PC的USB接口，另一端的 10pin排线连接到实验箱的 JTAG调试接口，如图 6.40所示，将“控制方式”拨动开关拨至“旋钮”端，通过“节点选择”按钮选择至“BLE4.0 实验节点”，即原Zigbee雨滴传感器节点；

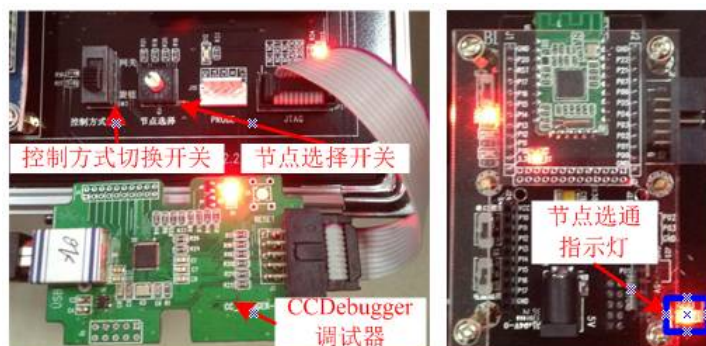


图 6.40 程序下载硬件连接图

5. 按照本实验实验步骤之后的“范例路径”中给出的路径“光盘资料\实验指导书\Code\Cap4_BLE\Ex02_CC2541_UART_PC”下，双击“CC2541_UART_PC.eww”文件打开工程；

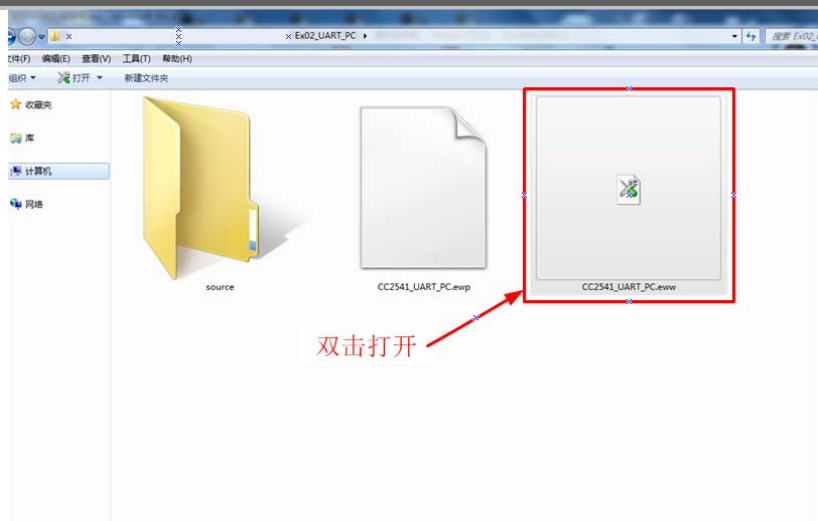


图 6.41 打开工程

6. 点击工具栏中的“Make”按钮，编译工程，如图 6.42所示；
7. 等待工程编译完成，确保编译没有错误，如图 6.43所示；

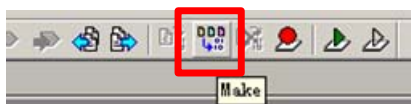


图 6.42 编译工程

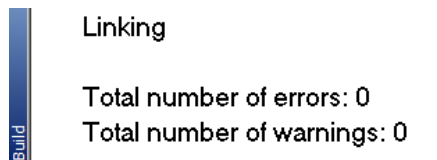


图 6.43 编译完成

8. 在工程目录结构树中的工程名称上点击鼠标右键，选择“Options”，并在弹出的对话框中选择左侧的“Debugger”，并在右侧的“Driver”列表中选择“Texas Instruments”，如图 6.44所示；

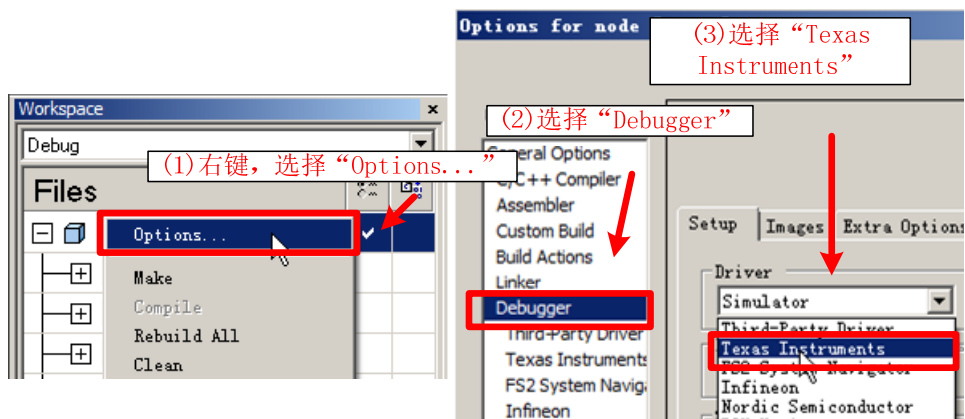


图 6.44 选择调试驱动

9. 点击“Download and Debug”按钮，如图 6.45所示；
- 10.待程序下载完毕后，点击“Go”按钮，使程序开始运行，如图 1.75图 6.46示；



图 6.45 下载并进入调试状态



图 6.46 运行程序

11. 双击打开光盘内Tools\串口调试助手文件夹下的LSCOMM.exe，并按照图 6.47所示设置各项参数；

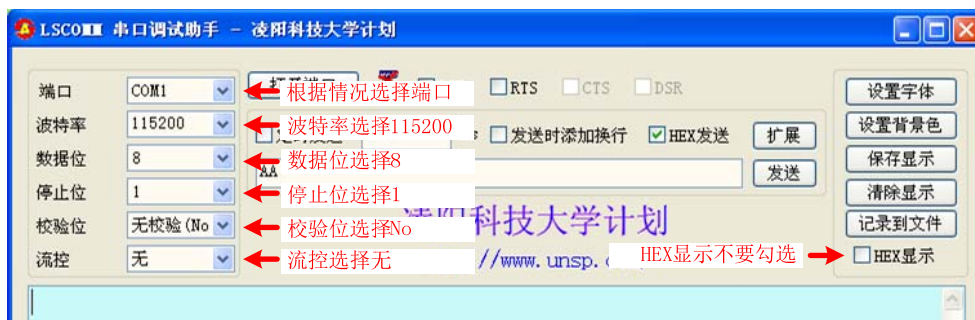


图 6.47 设置串口调试助手参数

12. 其中，端口的选择，可以在“设备管理器”中查看具体端口，步骤如下（在后续的实验中如果使用到串口调试助手，查看端口的方法不再赘述）；
13. 在桌面上，找到“我的电脑”，并在“我的电脑”上点击鼠标的右键，选择“管理”，如图 6.48所示；



图 6.48 “我的电脑”右键菜单

14. 在打开的窗口中，左侧找到“设备管理器”，并在右侧展开“端口（COM和LPT）”，找到“Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge”，该名称后面的“COMx”即为端口号，如图 6.49所示；

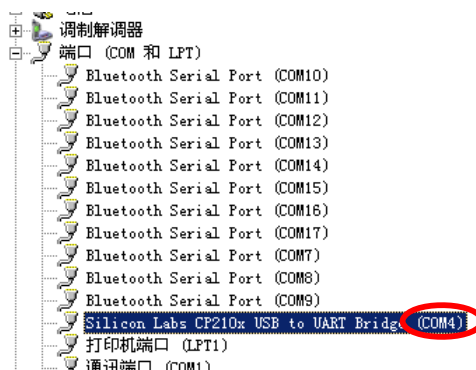


图 6.49 查看 CP2102 串口的编号

15. 设置完毕后，点击“打开端口”，在串口调试助手中查看 CC2541 发送过来的“Hello World!”字符串。

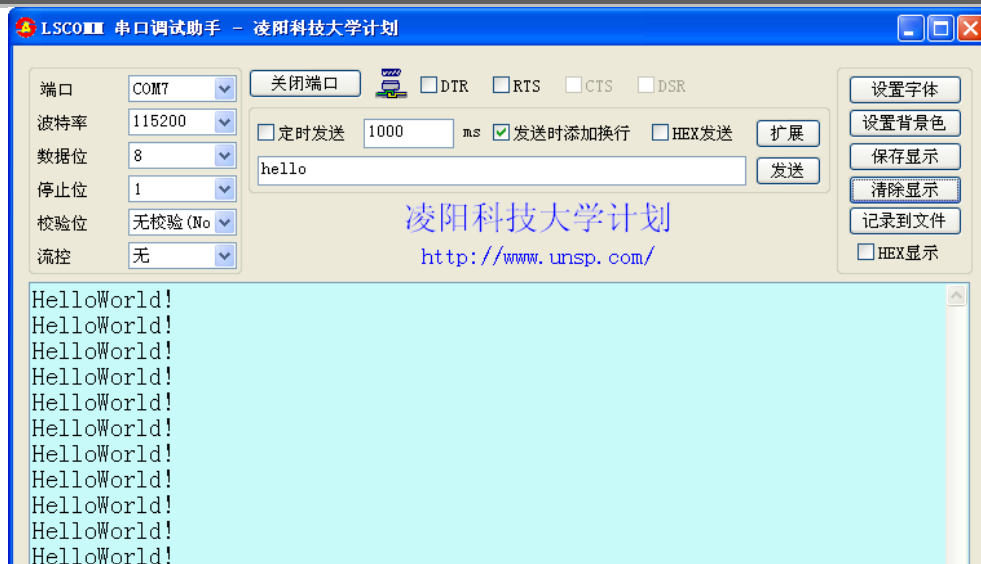


图 6.50 串口通信实验现象

【范例路径】

在实验箱配套光盘中提供本实验的参考程序，路径如下：

光盘资料\实验指导书\Code\Cap6_BLE\Ex02_UART_PC

【练习】

编写单片机接收 PC 机通过串口调试助手发送的数据。