

项目三

基于 Wi-Fi 的智能家居联动

通过项目二，我们已经完成了 ZigBee 的无线组网，实现了底层的传感器、控制器、报警器等相关设备的无线组网，搭建了本地局域网，实现了智能家居项目中的底层数据汇聚和传输。本项目将实现底层数据的远程传输和云端传输功能，以及数据的应用层开发和应用。

任务一：Wi-Fi 控制通信

职业技能目标

- 了解 Wi-Fi 无线通信，熟悉 Wi-Fi 模块的 AT 指令手册。
- 能够根据需求配置 AT 指令，实现 Wi-Fi 的配置。

任务描述与需求

了解 Wi-Fi 模块及其通信时的 AT 指令，能够通过 AT 指令实现 Wi-Fi 模块通信。

知识梳理

1. 常见的 Wi-Fi 标准

1) IEEE 802.11-1997

IEEE 802.11-1997 是最早的 IEEE 802.11 标准, 工作频段为 2.4GHz~2.4835GHz, 其设计的初衷是解决住宅与企业中难以布线区域的网络接入问题, 最高传输速率为 1Mbit/s 或 2Mbit/s, 传输速率取决于调制方式。

2) IEEE 802.11b

IEEE 802.11b 是 IEEE 802.11-1997 的演进, 工作频段也是 2.4GHz, 它的物理层接入速率可达 5.6Mbit/s 和 11Mbit/s。由于 2.4GHz 的 ISM (Industrial Scientific Medical, 工业科学医疗) 频段在全世界通用, 该标准于 2000 年年初投放市场后很快得到广泛应用, “Wi-Fi” 这个名字也是在这个阶段被创造出来的。

3) IEEE 802.11a

IEEE 802.11a 于 1999 年 9 月获批发布, 引入了正交频分复用技术, 定义了 5GHz 频段的高速物理层规范。由于高频段信号衰减较快, 在同等发射功率下, IEEE 802.11a 的有效覆盖范围比 IEEE 802.11b 更小。IEEE 802.11a 于 2001 年才上市, 晚于 IEEE 802.11b。同时, 由于其产品中的 5GHz 组件研制较慢, 因此在当时 IEEE 802.11a 没有得到广泛应用。

4) IEEE 802.11g

IEEE 802.11g 于 2003 年发布, 可实现 6Mbit/s、9Mbit/s、12Mbit/s、18Mbit/s、24Mbit/s、36Mbit/s、48Mbit/s 和 54Mbit/s 的传输速率。IEEE 802.11g 仍然工作在 2.4GHz 的频段上, 又保留了 CCK (补码键控) 技术, 因此可与 IEEE 802.11b 产品兼容。

5) IEEE 802.11n

IEEE 802.11n 于 2009 年 9 月获批发布, IEEE 802.11n 结合了多种技术, 包括空间多路复用多入多出 (Spatial Multiplexing MIMO)、20MHz 和 40MHz 的信道, 以及 2.4GHz 和 5GHz 的双频带, 该标准的物理层的传输速率相较于 IEEE 802.11g 又有显著提高, 传输速率最高可达 600Mbit/s。

6) IEEE 802.11ac

IEEE 802.11ac 是 IEEE 802.11a 的延续, 其工作频段为 5GHz。得益于数据传输通道带宽的增加 (从 20MHz 增至 40MHz 或者 80MHz), 最高传输速率可达 7Gbit/s。2018 年 10 月, Wi-Fi 联盟为了便于用户和设备厂商轻松了解其设备连接或支持的 Wi-Fi 型号, 选择使用数字序号对 Wi-Fi 重新命名, 将 IEEE 802.11ac 更名为 Wi-Fi 5。

7) IEEE 802.11ax

IEEE 802.11ax 又称为高效率无线标准, 正式命名为 Wi-Fi 6, 代表第六代 Wi-Fi 技术。Wi-Fi 6 相对 Wi-Fi 5 而言, 在网络带宽、并发用户数等方面有大幅度提升, 其理论传输速率最高可达 9.6Gbit/s。

2. WLAN、IEEE 802.11 与 Wi-Fi

1) WLAN

WLAN (无线局域网) 是设备利用射频技术, 在免授权频段中进行无线连接, 在局部范围内建立的网络。WLAN 具有安装简单、部署成本较低和扩展性能好等优点。由于 WLAN 提供了与有线局域网相同的功能, 用户可以摆脱线缆的制约, 随时随地接入网络, WLAN 已在各行各业得到了十分广泛的应用。

2) IEEE 802.11

IEEE 802.11 是 IEEE 802.11 标准工作组制定的一系列与 WLAN 组建相关的标准。IEEE 802.11 标准工作组于 1990 年成立, 经过了多年发展, 如今已逐渐形成了一个家族, 其中包括正式标准及其修正案。

3) Wi-Fi

Wi-Fi (Wireless Fidelity, 无线保真) 技术是最热门的 WLAN 标准, 早期专门指代 IEEE 802.11b。

IEEE 802.11b 早在 2000 年年初投入市场应用, 当时的无线以太网兼容性联盟 (Wireless Ethernet Compatibility Alliance, WECA) 改名为 Wi-Fi 联盟, 为了给 IEEE 802.11b 取一个更容易记住的名称, 便雇用著名的商标公司创造了 “Wi-Fi” 这一名称。最早 Wi-Fi 仅是一个商标名称, 但随着后续 IEEE 802.11g、IEEE 802.11n、IEEE 802.11ac 等标准的上市, Wi-Fi

不仅开始指代 IEEE 802.11b 这一标准，而且被人们广泛地用于整个 IEEE 802.11 家族，甚至成为 WLAN 的代名词。

3. WLAN 的组成及拓扑结构

WLAN 通常由站点、接入点、无线介质和分布式系统等部分组成。

1) 站点

站点 (Station, STA) 是 WLAN 中的客户端，通常是具备无线网络接入能力的计算设备，也被称为网络适配器或网络接口卡。站点的基本功能包括鉴权、加密与数据传输。它既可以是固定的，也可以是移动的。

2) 接入点

接入点 (Access Point, AP) 在 WLAN 中的功能类似于蜂窝移动通信中的基站。它的基本功能如下。

- (1) 作为 WLAN 与分布式系统的桥接点完成两者的桥接功能。
- (2) 作为 WLAN 的控制中心完成站点的控制与管理功能。

3) 无线介质

无线介质是 WLAN 中站点之间、站点与接入点之间通信的传输媒介，一般指空气，它是无线电波和红外线传播的良好介质。

4) 分布式系统

由于单个 WLAN 的覆盖范围有限，需要借助分布式系统来拓展局域网络范围或者接入互联网。分布式系统通过入口与骨干网络相连，其传输介质既可以是有线介质，也可以是无线介质。

任务实施

1. Wi-Fi 模块及相关 AT 指令

ESP8266 是一款超低功耗的 UART-Wi-Fi 透传模块，拥有业内极富竞争力的封装尺寸和超低能耗技术，专为移动设备和物联网设计，可将用户的物理设备连接至 Wi-Fi 网络进行通信，实现联网功能。ESP8266 有多种封装方式，天线可支持板载 PCB (印制电路板)

天线、IPEX 接口和邮票孔接口三种形式。ESP8266 可广泛应用于智能电网、智能交通、智能家居、手持设备、工业控制等领域。ESP8266 如图 3-1-1 所示。

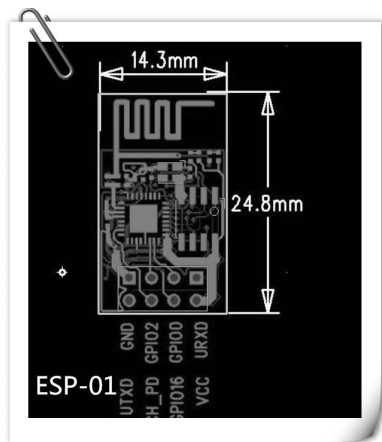


图 3-1-1 ESP8266

1) 产品特性

- (1) 支持 IEEE 802.11b/g/n 标准。
- (2) 支持 STA、AP、STA+AP 三种工作模式。
- (3) 内置 TCP 或 IP 协议栈，支持多路 TCP Client 连接。
- (4) 支持丰富的 Socket API 指令。
- (5) 支持 UART 或 GPIO 数据通信接口。
- (6) 支持智能链接 (Smart Link) 功能。
- (7) 支持远程升级 (OTA)。
- (8) 内置 32 位中央处理器，可兼作应用处理器。
- (9) 超低能耗，适合为电池供电。
- (10) 3.3V 单电源供电。

2) 硬件介绍

ESP8266 硬件接口丰富，可支持 UART、I²C、PWM、GPIO、ADC 等，适用于各种物联网的应用场合。

3) 工作模式

ESP8266 支持 STA、AP、STA+AP 三种工作模式。

STA 模式：ESP8266 通过路由器连接互联网，手机或计算机通过互联网远程控制设备。

AP 模式：ESP8266 作为热点，可以实现手机或计算机与模块的直接通信和局域网的无线控制。

STA+AP 模式：两种模式的共存模式，即可以通过互联网控制实现无缝切换，方便操作。

2. Wi-Fi 的 AT 指令配置

1) 测试 AT

测试 AT 语法规则如表 3-1-1 所示。

表 3-1-1 测试 AT 语法规则

指令类型	语法	返回和说明
执行指令	AT	OK

2) 选择 Wi-Fi 应用模式：AT+CWMODE

AT+CWMODE 语法规则如表 3-1-2 所示。

表 3-1-2 AT+CWMODE 语法规则

指令类型	语法	返回和说明
设置指令	AT+CWMODE=<mode>	返回：OK
		说明：此指令需重启后生效（AT+RST）
查询指令	AT+CWMODE?	返回：+CWMODE:<mode>
		OK
测试指令	AT+CWMODE?	说明：当前处于何种模式
		返回：+CWMODE:(<mode>取值列表)
		OK
		说明：当前可支持哪些模式

AT+CWMODE 参数定义如表 3-1-3 所示。

表 3-1-3 AT+CWMODE 参数定义

参数	定义	取值	对取值的说明
<mode>	Wi-Fi 应用模式	1	STA 模式
		2	AP 模式
		3	STA+AP 模式

3) 列出当前可用接入点：AT+CWLAP

AT+CWLAP 语法规则如表 3-1-4 所示。

表 3-1-4 AT+CWLAP 语法规则

指令类型	语法	返回和说明
执行指令	AT+CWLAP	返回：+CWLAP: <ecn>,<ssid>,<rssi>[,<mode>]
		OK
		说明：此指令返回 AP 列表

AT+CWLAP 参数定义如表 3-1-5 所示。

表 3-1-5 AT+CWLAP 参数定义

参数	定义	取值	对取值的说明
<ecn>	加密方式	0	OPEN
		1	WEP
		2	WPA_PSK
		3	WPA2_PSK
		4	WPA_WPA2_PSK
<ssid>	接入点名称		字符串参数
<rssi>	信号强度		
<mode>	连接模式	0	手动连接
		1	自动连接

4) 加入接入点：AT+CWJAP

AT+CWJAP 语法规则如表 3-1-6 所示。

表 3-1-6 AT+CWJAP 语法规则

指令类型	语法	返回和说明
设置指令	AT+CWJAP=<ssid>,<pwd>	返回：OK 或 ERROR
		说明：若加入该 AP 成功，则返回 OK；若加入失败，则返回 ERROR
查询指令	AT+CWJAP?	返回：+CWJAP:<ssid>
		OK
		说明：返回当前选择的 AP

AT+CWJAP 参数定义如表 3-1-7 所示。

表 3-1-7 AT+CWJAP 参数定义

参数	定义	取值	对取值的说明
<ssid>	接入点名称		字符串型
<pwd>	密码		字符串型，最长为 64 字节，ASCII 编码

5) 退出接入点：AT+CWQAP

AT+CWQAP 语法规则如表 3-1-8 所示。

表 3-1-8 AT+CWQAP 语法规则

指令类型	语法	返回和说明
执行指令	AT+CWQAP	返回：OK
		说明：表示成功退出该 AP
测试指令	AT+CWQAP=?	返回：OK
		说明：查询是否支持该指令

6) 设置 AP 模式下的参数：AT+CWSAP

AT+CWSAP 语法规则如表 3-1-9 所示。

表 3-1-9 AT+CWSAP 语法规则

指令类型	语法	返回和说明
设置指令	AT+CWSAP=<ssid>,<pwd>,<chl>,<ecn>	返回：OK
		说明：设置参数成功
查询指令	AT+CWSAP?	返回：OK
		说明：查询当前 AP 参数

AT+CWSAP 参数定义如表 3-1-10 所示。

表 3-1-10 AT+CWSAP 参数定义

参数	定义	取值	对取值的说明
<ecn>	加密方式	0	OPEN
		1	WEP
		2	WPA_PSK
		3	WPA2_PSK
		4	WPA_WPA2_PSK
<ssid>	接入点名称		字符串参数
<pwd>	密码		字符串型，最长为 64 字节，ASCII 编码
<chl>	通道号		

7) 建立 TCP/UDP 连接：AT+CIPSTART

AT+CIPSTART 语法规则如表 3-1-11 所示。