



清华大学
Tsinghua University

计算机网络实验（三） 计算机网络-无线模块使用

清华大学电机系实验教学中心

2025.05

实验目的



1. 掌握**UART-WIFI**模块的基本使用方法。
2. 熟悉基本**AT**指令。
3. 熟悉基于**TCP**协议和客户端/服务器模式的网络数据传输。
4. 练习使用**STM32**控制**UART-WIFI**模块。



实验要求

WiFi 热点建议用自己手机建立无线热点



个人电脑



STM32实验板



串口连接



ESP8266模块



个人电脑

实验过程建议个人电脑上使用具有本机管理员权限的账号，并且关闭所有防火墙，关闭除了实验联网用无线网卡之外的其他所有网卡（如果实验正常，可以跳过此步）



实验检查要求:

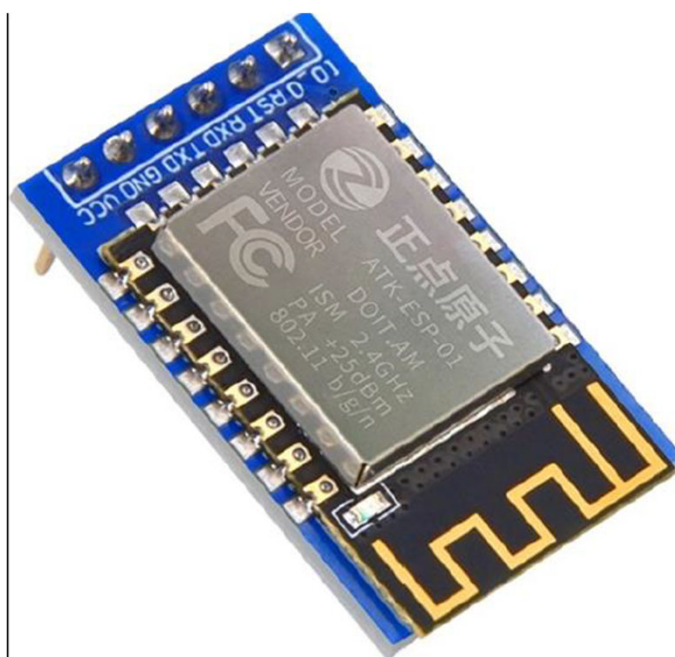
1. 在个人电脑的TCP调试工具中收到实验用UART-WIFI模块基于TCP连接发出的 “Hello Tsinghua!” 字符串。
2. 连接实验用UART-WIFI模块的串口调试工具（或者STM32单片机）收到来自个人电脑TCP调试工具通过TCP连接回应的 “Welcome!” 字符串。



实验内容

1. 熟悉UART-WIFI模块和AT指令

1) 连接个人电脑+USB串口模块+ESP8266模块



TXD、RXD交叉。

ESP8266 模块	USB-串 口模块	颜色
TXD	RXD	白
RXD	TXD	绿
GND	GND	黑
VCC	VCC	红

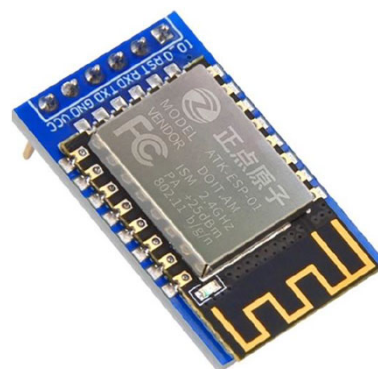
注意:VCC和GND千万不要接反了!!!

实验内容

1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

2) 使用串口调试程序和AT指令配置ESP8266模块

串口连接



用个人电脑的串口连接无线模块（波特率115200，数据位8，无校验，停止位1），用串口助手等工具和ESP8266模块进行交互，验证无线模块处于正常工作状态，并熟悉无线模块的操作指令

快速连接

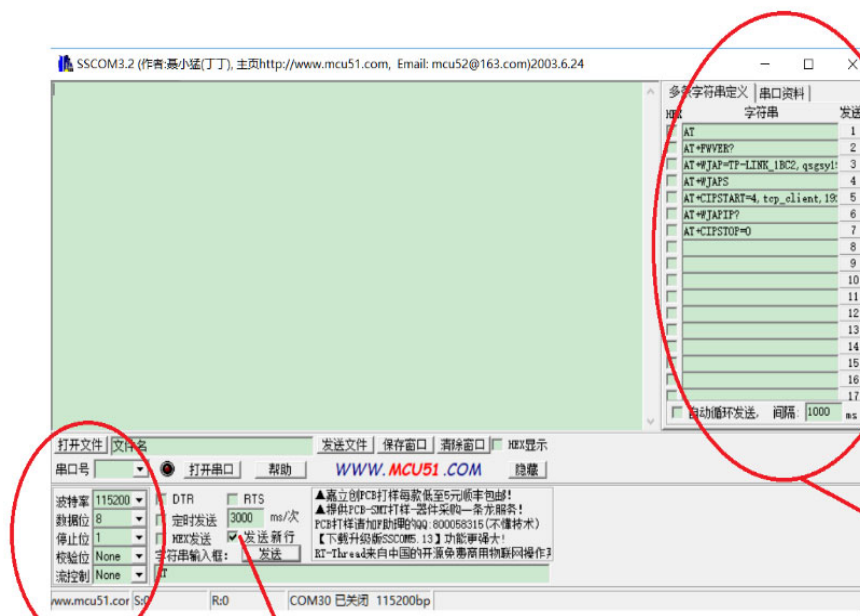
协议(P):	Serial	流控
端口(O):	COM4	<input type="checkbox"/> DTR/DSR
波特率(B):	115200	<input type="checkbox"/> RTS/CTS
数据位(D):	8	<input type="checkbox"/> XON/XOFF
奇偶校验(A):	None	
停止位(S):	1	

实验内容



1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

串口调试程序 SSCOM32



选中该选项

串口设置

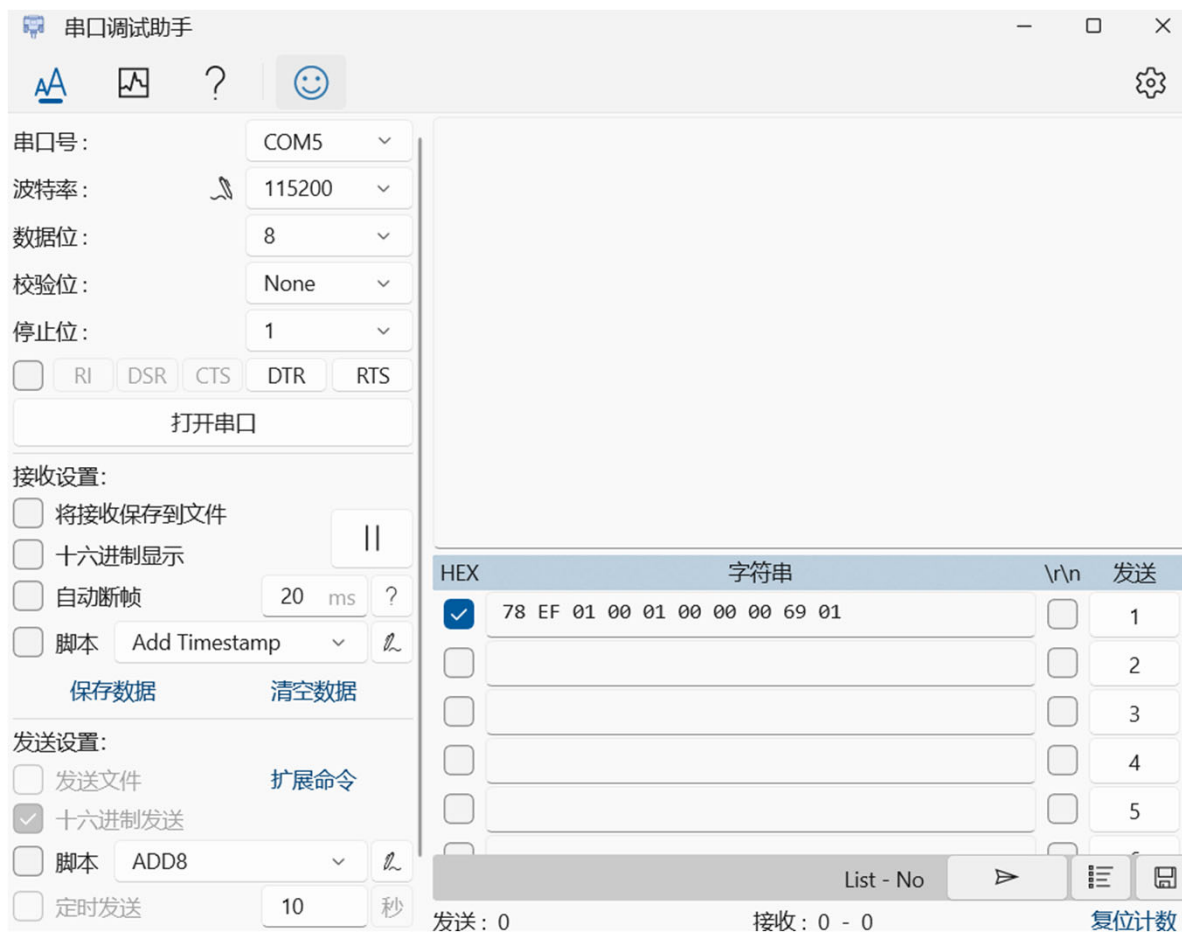
可以使用扩展
功能发送多条
命令

实验内容



1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

串口调试程序
Windows
Store里面的



1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

3) ESP8266模块的工作模式

➤ STA（嵌入式以该模式居多）

模块可连接其他设备提供的无线网络。例如通过 WIFI连接至路由器，从而可以访问互联网，进而实现手机或电脑通过互联网实现对设备的远程控制。

➤ AP

模块将作为热点供其他设备连接，从而让手机或电脑直接与模块进行通讯，实现局域网的无线控制。

➤ AP+STA

STA模式与 AP模式共存的一种模式，模块既能连接至其他设备提供的无线网络，又能作为热点，供其他设备连接，以实现广域网与局域网的无缝切换方便操作使用。

1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

AT指令类型

类型	指令格式	描述
测试指令	AT+<CMD>=?	该命令用于查询设置指令的参数以及取值范围
查询指令	AT+<CMD>?	该命令用于返回参数的当前值
设置指令	AT+<CMD>=<...>	该命令用于设置用户自定义的参数值
执行指令	AT+<CMD>	该命令用于执行受模块内部程序控制，且参数不可变的的功能

注意：

1. 不是每条 AT指令都具有以上四种指令格式的命令。
2. 中括号 ([]) 内的参数为缺省值，不必填写或者可能不显示。
3. 使用双引号表示字符串数据，例如：AT+CWJAP="ALIENTEK","15902020353"。
4. ATK MW8266D模块的 UART通讯波特率为 115200bps。
5. AT指令必须大写，且每条指令都需以回车换行符结尾 “\r\n”。

实验内容



1. 熟悉无线网卡模块和AT指令 绿色背景的指令需要试一下。

1. 基础AT指令

序号	命令	描述	备注
1	AT	测试AT启动	
2	AT+RST	重启模块	
3	AT+GMR	查询版本信息	
4	ATE	开关回显功能	ATE 0: 关闭回显功能 ATE 1: 开启回显功能
5	AT+RESTORE	恢复出厂设置	
6	AT+UART	查询或设置串口	分为查询和设置2种 例如: 查询: AT+UART? 设置: AT+UART=115200, 8, 1, 0, 0 AT+UART=<baudrate>,<databits>,<stopbits>,<parity>,<flow control>

实验内容



1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

2. WIFI功能AT指令

序号	命令	描述	备注
1	AT+CWMODE	查询或设置WIFI模式	分测试、查询和设置三种类型 1: STA 2:AP 3:STA+AP 测试: AT+CWMODE=? 查询: AT+CWMODE? 设置: AT+CWMODE=1
2	AT+CWJAP	连接AP	分查询和设置两种 查询: AT+CWJAP? 设置: AT+CWJAP=<ssid>,<pwd>[,<bssid>] ssid为wifi热点的名称, pwd为密码 例如: AT+CWJAP="ALIENTEK","15902020353"
3	AT+CWLAP	扫描附近的AP	分设置和执行两种 设置: AT+CWLAP=<ssid>[,<mac>,<ch>] 执行: AT+CWLAP
4	AT+CWQAP	与AP断开连接	只有执行指令

1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

2. WIFI功能AT指令

序号	命令	描述	备注
5	AT+CWSAP	设置AP模式的配置	分查询和设置指令 查询: AT+CWSAP? 设置: AT+CWSAP=<ssid>,<pwd>,<chl>,<ecn>[,<max conn>][,<ssid hidden>]
6	AT+CWLI	获取已接入设备的信息	只有执行指令 AT+CWLIF
7	AT+CWDHCP	设置DHCP	分查询和设置指令 查询: AT+CWDHCP? 设置: AT+CWDHCP=<mode>,<en>
8	AT+CWAUTOCONN	设置上电时是否自动连接	只有设置指令: AT+CWAUTOCONN=<enable>

1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

2. WIFI功能AT指令

序号	命令	描述	备注
9	AT+CIPSTAMAC	设置 STA 模式下的 MAC 地址	分查询和设置指令 查询: AT+CIPSTAMAC? 设置: AT+CIPSTAMAC=<mac>
10	AT+CIPAPMAC	设置 AP 模式下的 MAC 地址	分查询和设置指令 查询: AT+CIPAPMAC? 设置: AT+CIPAPMAC=<mac>
11	AT+CIPSTA	设置或查询 STA 模式下的 IP 地址	分查询和设置指令 查询: AT+CIPSTA? 设置: AT+CIPSTA=<ip>[,<gateway>,<netmask>]
12	AT+CIPAP	设置或查询 AP 模式下的 IP 地址	分查询和设置指令 查询: AT+CIPAP? 设置: AT+CIPAP=<ip>[,<gateway>,<netmask>]

1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

3. TCP/IP相关AT指令

序号	命令	描述	备注
1	AT+CIPSTATUS	查询网络连接信息	<p>只有执行指令，AT+CIPSTATUS 返回值： +CIPSTATUS:<link ID>,<type>,<remote IP>,<remote port>,<local port>,<tetype> <stat>: STA接口的连接状态 2: STA已连接AP，获得IP地址 3: STA已建立TCP连接或UDP传输 4: STA断开网络连接 5: STA未连接AP <link ID>: 网络连接ID（0~4），用于多连接的情况 <type>: “TCP”或“UDP” <remote IP>: 远端IP地址 <remote port>: 远端端口值 <local port>: 本地端口值 <tetype>: 0: ATK-MW8266D模块作为客户端 1: ATK-MW8266D模块作为服务器</p>

实验内容



1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

3. TCP/IP相关AT指令

序号	命令	描述	备注
2	AT+CIPSTART	建立 TCP 连接、UDP 传输或 SSL 连接	<p>AT+CIPSTART=<type>,<remote IP>,<remote port>[,<TCP keep alive>]</p> <p>参数说明:</p> <p><link ID>: 网络连接ID (0~4), 用于多连接的情况</p> <p><type>: 连接类型, “TCP”、“UDP”或 “SSL”</p> <p><remote IP>: 远端IP地址</p> <p><remote port>: 远端端口号</p> <p>[<TCP keep alive>]: TCP keep-alive侦测时间, 默认关闭此功能</p> <p>0: 关闭TCP keep-alive功能</p> <p>1~7200: 侦测时间, 单位为1S</p> <p>示例:</p> <p>AT+CIPSTART=“TCP”,“192.168.43.54”,9000</p>
3	AT+CIPSSLSIZE	设置 SSL 缓冲大小	<p>只有设置指令</p> <p>AT+CIPSSLSIZE=<size></p> <p>Size取值范围: 2048-4096</p>

1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

3. TCP/IP相关AT指令

序号	命令	描述	备注
4	AT+CIPSEND	发送数据	<p>发送指定长度数据 AT+CIPSEND=<length> 发送length所指定长度的数据。 收到此命令后先换行返回“>”，然后开始接收串口数据，当数据长度满<length>时，发送数据，回到普通指令模式，等待下一条AT指令。</p> <p>透传 AT+CIPSEND 收到此命令后先换行返回“>”。 进入透传模式发送数据，每包最大2048字节，或者每包数据以20ms间隔区分。 当输入单独一包“+++”时，返回普通AT指令模式。 发送“+++”退出透传时，请至少间隔1秒再发下一条AT指令。 本指令必须在开启透传模式及单连接下使用。</p>
5	AT+CIPCLOSE	关闭 TCP 连接	AT+CIPCLOSE=<link ID>

实验内容



1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

3. TCP/IP相关AT指令

序号	命令	描述	备注
6	AT+CIFSR	查询本地IP地址	AT+CIFSR 响应: +CIFSR:APIP,<AP IP address> +CIFSR:APMAC,<AP mac> +CIFSR:STAIP,<STA IP address> +CIFSR:STAMAC,<STA mac>
7	AT+CIPMODE	设置透传模式	分查询和设置指令 查询: AT+CIPMODE? 返回: 0为普通模式; 1为透传模式 设置: AT+CIPMODE=<mode>
8	AT+SAVETRANSLINK	保存透传连接到FLASH	AT+SAVETRANSLINK=<mode>,<remote IP or domain name>,<remote port>[,<type>,<TCP keep alive>] <mode>: 0: 取消开机透传 1: 保存开机进入透传模式 <remote IP or domain name>: 远端IP地址或域名 <remote port>: 远端端口号 [<type>] (选填参数): TCP或UDP, 缺省默认为TCP [<TCP keep alive>] (选填参数): TCP keep-alive侦测, 缺省默认关闭此功能 0: 关闭TCP keep-alive功能 1~7200: 侦测时间, 单位为秒

实验内容



1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

3. TCP/IP相关AT指令

序号	命令	描述	备注
9	AT+PING	Ping功能	AT+PING=<IP>

1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

3. 常用AT指令举例

(1) AT

```
AT
```

```
OK
```

(3) AT+UART?

```
AT+UART?
```

```
+UART:115273,8,1,0,1
```

```
OK
```

(2) AT+GMR

```
AT+GMR
```

```
AT version:1.7.0.0(Aug 16 2018 00:57:04)
```

```
SDK version:3.0.0(e27cf60)
```

```
compile time:Oct 30 2018 18:18:34
```

```
OK
```

```
AT+GMR
```

```
AT version:1.7.0.0(Aug 16 2018 00:57:04)
```

```
SDK version:3.0.0(e27cf60)
```

```
compile time:Oct 30 2018 18:18:34
```

```
OK
```

(4) AT+UART=115200,8,1,0,0

```
AT+UART=115200,8,1,0,0
```

```
OK
```

实验内容



1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

3. 常用AT指令举例

(5)AT+CWMODE

```
AT+CWMODE?  
+CWMODE:1  
  
OK
```

(6)AT+CWLAP

```
AT+CWLAP  
+CWLAP:(4,"TP-LINK_1BC2",-48,"ec:26:ca:65:1b:c2",1,-4,0,4,4,7,0)  
+CWLAP:(5,"eduroam",-61,"30:7b:ac:65:4a:d0",1,-11,0,4,4,4,0)  
+CWLAP:(5,"eduroam",-61,"30:7b:ac:65:49:10",1,-14,0,4,4,4,0)  
+CWLAP:(0,"DIVI",-62,"30:7b:ac:65:49:11",1,-12,0,0,0,4,0)  
+CWLAP:(0,"IVI",-61,"30:7b:ac:65:49:12",1,-14,0,0,0,4,0)  
+CWLAP:(0,"Tsinghua-IPv4",-62,"30:7b:ac:65:49:15",1,-14,0,0,0,4,0)  
+CWLAP:(0,"Tsinghua-IPv6",-61,"30:7b:ac:65:49:16",1,-14,0,0,0,4,0)  
+CWLAP:(5,"Tsinghua-Secure",-60,"30:7b:ac:65:49:17",1,-12,0,4,4,4,0)  
+CWLAP:(0,"DIVI",-63,"30:7b:ac:65:4a:d1",1,-11,0,0,0,4,0)  
+CWLAP:(0,"IVI",-62,"30:7b:ac:65:4a:d2",1,-11,0,0,0,4,0)  
+CWLAP:(0,"Tsinghua-IPv4",-62,"30:7b:ac:65:4a:d5",1,-11,0,0,0,4,0)
```

(7)AT+CWJAP

```
AT+CWJAP="TP-LINK_1BC2","qsgsy1972"  
WIFI CONNECTED  
WIFI GOT IP  
  
OK
```

(8)AT+CWQAP

```
OK  
AT+CWQAP  
  
OK  
WIFI DISCONNECT
```

实验内容



1. 熟悉无线网卡模块和AT指令

3. 常用AT指令举例

(9)AT+CWDHCP

```
AT+CWDHCP=1,1
```

```
OK
```

(10)AT+CIPSTATUS

```
AT+CIPSTATUS  
STATUS:2
```

```
OK
```

(11)AT+CIPSTART

```
AT+CIPSTART="TCP","192.168.1.102",9000  
CONNECT
```

```
OK
```

(12)AT+CIPSEND

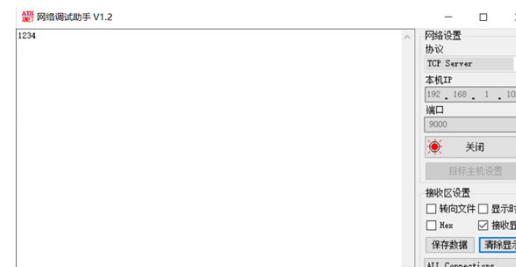
```
AT+CIPSEND=4
```

```
OK
```

```
>
```

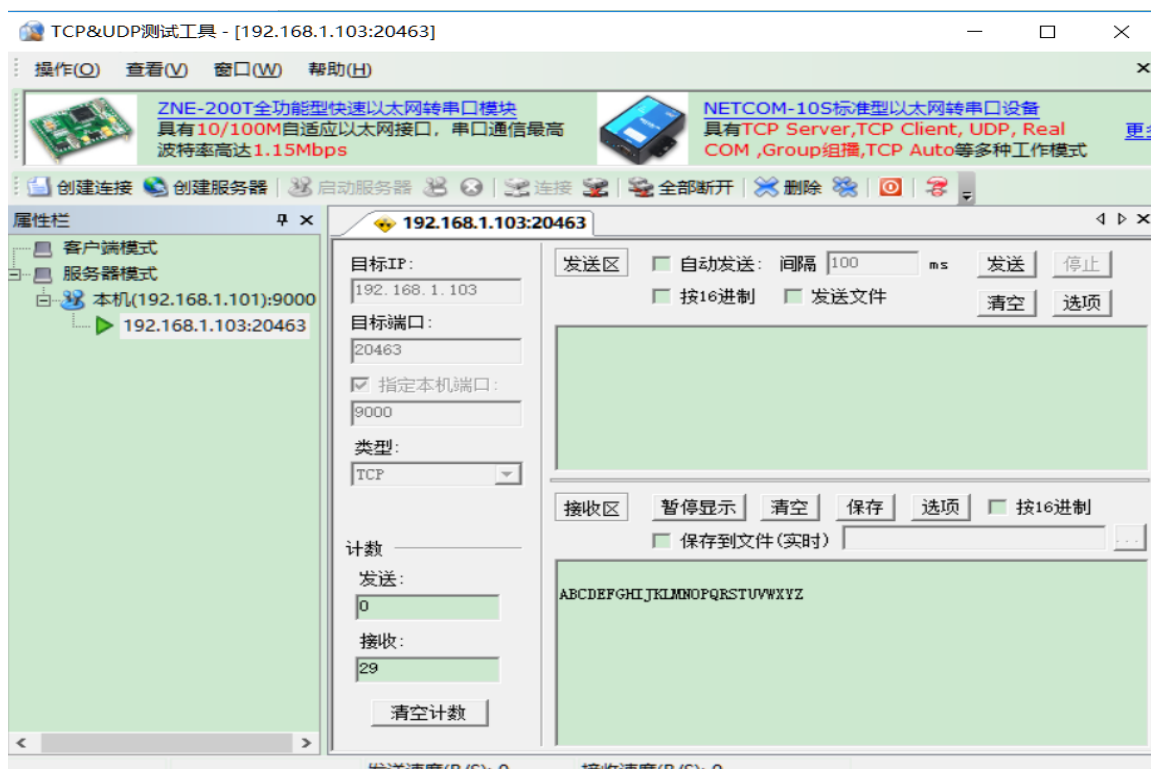
```
Recv 4 bytes
```

```
SEND OK
```



2. 建立客户端/服务器模式的网络TCP数据传输

1) 在个人电脑上使用TCP/UDP测试工具创建监听服务器



- 将个人电脑连接到自己创建的手机热点；使用ipconfig命令获取电脑IP地址
- 使用TCP/UDP调试工具进行调试，创建服务器将PC机作为Server，然后监听某端口（例如2345、9000等）连接

注：TCP/UDP调试工具也可以使用Microsoft Store里面的串口调试工具，工作模式设为TCP-S

2. 建立客户端/服务器模式的网络TCP数据传输

2) 由无线模块发起创建到个人电脑的TCP连接

AT+CIPSTART=<type>,<remote IP>,<remote port>[,(<UDP local port>),(<UDP mode>)] 示例: AT+CIPSTART="TCP","192.168.1.102",9000	建立一个TCP连接
--	-----------

<type>: 连接类型, “TCP”、“UDP”或 “SSL”

<remote IP>: 远端IP地址

<remote port>: 远端端口号

2. 建立客户端/服务器模式的网络TCP数据传输

3) AT指令模式下实现无线模块与个人电脑之间的TCP数据传输

AT+CIPSEND=<length>

发送指令长度的数据。

收到此命令后先换行返回“>”，然后开始接收串口数据，

当数据长度满<length>时，发送数据，回到普通指令模式，等待下一条AT指令。

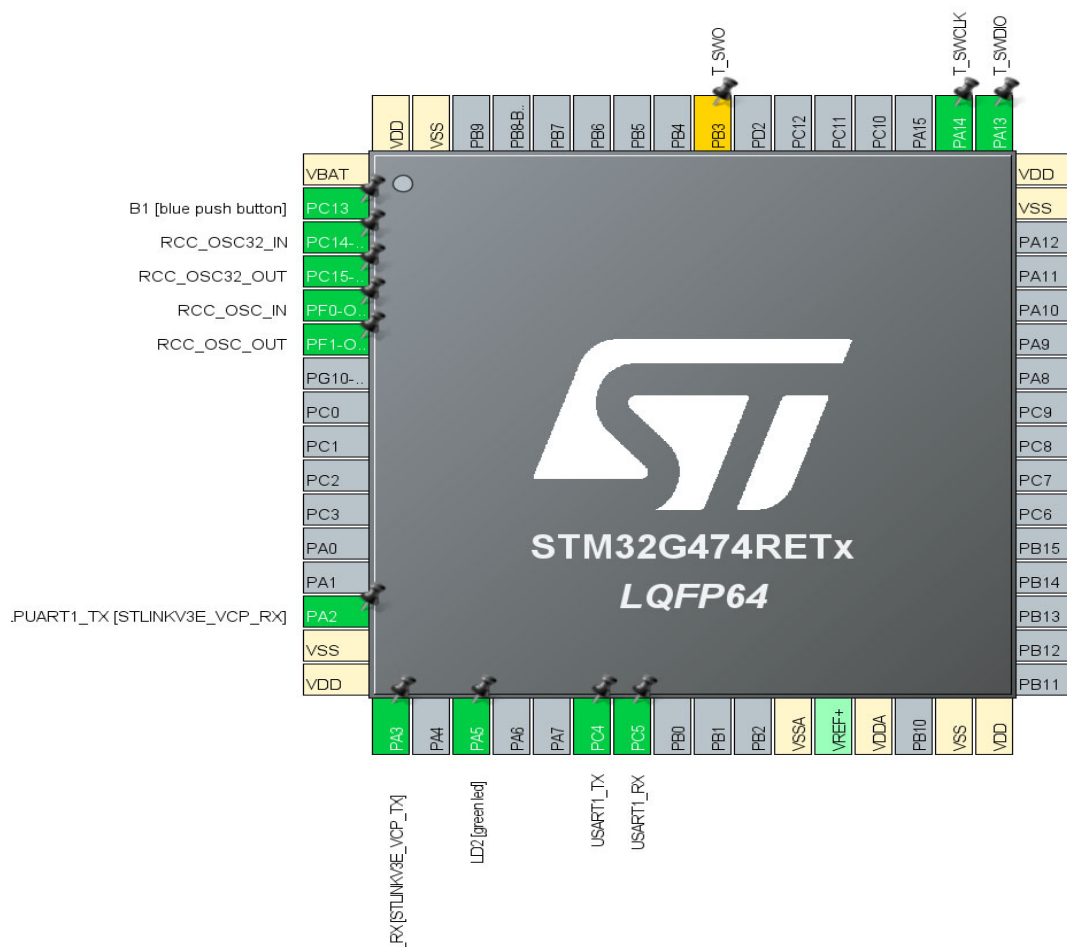
3. 建立客户端/服务器模式的网络TCP数据传输

4) 透传模式下实现无线网卡模块与个人电脑之间的TCP数据传输

与服务器建立连接之后，可以使用AT命令将数据传输方式切换到透传，就是以后串口所发送的数据将不再包含AT命令，即串口所发送的数据将全部原封不对地发送至服务器端，该数据可以是ASCII码，也可以是十六进制。退出透传，重新回到AT命令的方法是向串口发送连续三个“+”（**注意不需要加\r回车符**；此时不能使用AT命令退出透传模式）。

透传模式下，模块通过串口向 TCP 客户端发数据	1. 输入指令：AT+CIPMODE=1	OK
	2. 输入指令：AT+CIPSEND	收到此命令后先换行返回“>”。进入透传模式发送数据，每包最大2048字节，或者每包数据以20ms间隔区分。
	3. 串口输入abcdefg	TCP服务器将收到abcdefg
透传模式下，TCP客户端发送数据至模块串口	TCP客户端发送区输入数据：1234567890	模块串口接收到：1234567890

3. 用STM32单片机控制无线模块实现网络TCP数据传输（选做）



- 实验过程建议个人电脑上使用具有本机管理员权限的账号，并且关闭所有防火墙，禁用除了实验联网用无线网卡之外的其它所有网卡（如果实验正常，可以跳过此步）。
- 实验指导PPT只是列出了主要步骤，有些步骤和函数并未一一列出，需要同学们自己体会，灵活实现，不必拘泥于某一种实现方式。例如，为了简化，也可以不关注模块的应答信息，此时需要在两条AT指令之间留出足够的时间间隔。
- 在实验中，不同AT命令所设置的等待时间是不同的，因为模块对不同命令的执行时间是存在差异的，例如，连接AP和连接服务器等联网命令所需要的时间就要长。在设置时需要注意调整并体会。
- 在发送AT命令之后，必须要得到正确的回应之后，才能执行下一条指令。切记不要只是发送完命令之后就什么都不管了。否则，出错的概率将大大提高，极有可能得不到正确的结果。



- 单片机串口发送建议采用查询的方式，接收采用中断的方式。
- 可以考虑尝试使用串口**IDLE**中断接收不定长的整帧数据。
- 建议使用开发板上的另一个串口（**PA2、PA3**）与**PC**机进行通信，实时打印各种调试信息。该串口已经映射为**ST-LINK**的虚拟串口，无需单独连线。

谢谢！