



IoT WiFi 架构搭建简述

简述

本文主要描述产品中使用单片机控制器设备完成 Wi-Fi 网络通讯的一些通讯设计要求，包含硬件连接，软件架构搭建，天线设计以及无线信号的测试方法。以便达到产品更好的软件架构以及射频性能。

本文应用于单片机控制器通过串口或者 SPI 接口连接，通过 AT+指令集驱动 Wi-Fi 芯片或者模组，并通过控制指令来连接网络，App 以及云端服务器。

部分技术内容适用于九九物联 AFW121、AFW125 系列模组的适配用于举例。

目录

IoT WiFi 架构搭建简述.....	1
简述.....	1
1 硬件资源规划.....	3
1.1 串口透传 I/O 资源:	3
1.2 SPI 透传模式需要 I/O 资源.....	3
1.3 I/O 端口状态.....	4
1.4 Wi-Fi 模块 CHIP_EN 引脚管理.....	4
1.5 天线匹配.....	4
1.6 功耗参数.....	4
1.7 固件升级.....	5
1.8 RSSI 漫游处理.....	5
2 工具软件.....	6
2.1 配网兼容性.....	6
2.2 AP 热点加密方式.....	7
2.3 网络信号强度以及分析工具.....	7
2.4 软件功能逻辑测试.....	8
2.5 性能稳定测试事项.....	8
3 MCU 软件逻辑规划.....	9
3.1 上电启动流程.....	9
3.2 关于建立 Socket 连接问题.....	10
3.3 关于指令的执行时间.....	10
3.4 关于低功耗 Tickless.....	11
4 Wi-Fi 性能压力测试.....	12
4.1 关于 Wi-Fi 与云端通信协议.....	12
4.2 AP 连接压力测试.....	12
4.3 Socket 建链压力测试 (TCP)	13
4.4 路由器兼容性以及测试方法.....	13
5 关于配网, 成功率参数.....	14
6 掉线分析.....	15
7 购买与支持.....	16

1 硬件资源规划

1.1 串口透传 I/O 资源：

名称	功能	Pin 脚
透传串口 TXD、RXD	指令控制、数据通讯	Pin18、Pin15（内部各上拉 10K 电阻）
硬件流控 CTS、RTS (选用)	控制数据传输	Pin16、Pin17（CTS 模块输入端，RTS 模块输出端）
低功耗唤醒 I/O	浅睡眠、深度睡眠、待机	Pin14（必须这个管脚）
模块控制管脚（选用）	Power ON\OFF	Pin5 CHIP_EN（不需要控制可以悬空，内部上拉 10K 电阻）
电源、GND	VCC 供电电流需满足 $\geq 500\text{mA}$ ，GND 需要连接一起	Pin11=VDD33， Pin1、Pin3、Pin10、Pin12、Pin21=GND
LOG_UART	下载固件接口，可另外预留测试点	Pin19、Pin20（内部各上拉 10K 电阻）

注意：Pin8 不能做上拉，它会使模块进入 Debug 模式，模块无法正常运行；

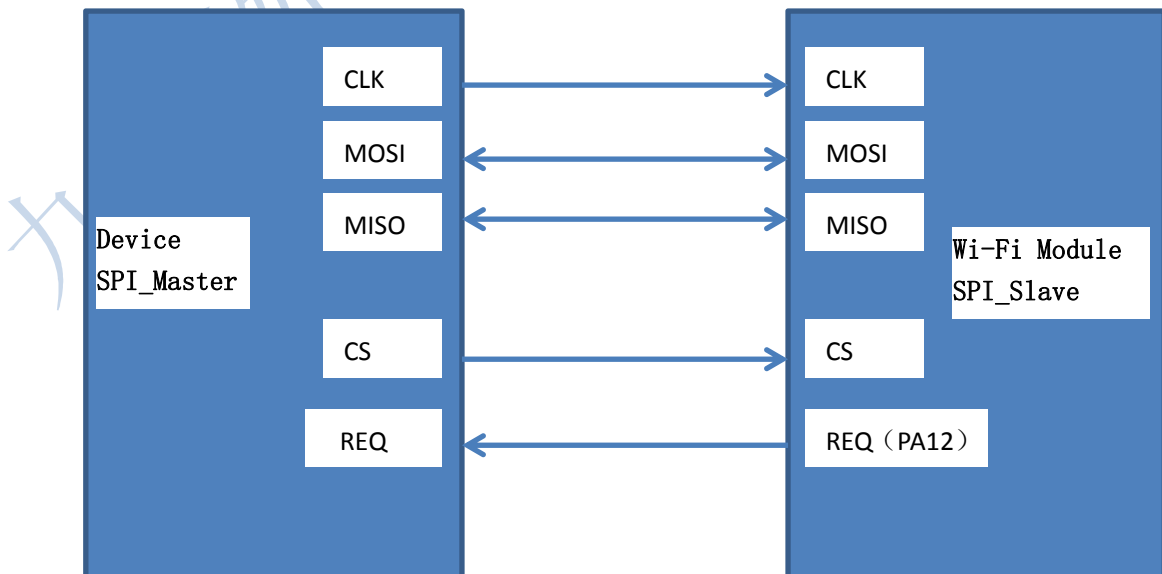
1.2 SPI 透传模式需要 I/O 资源

名称	功能	Pin 脚
透传 SPI 接口： CLK、CS、MISO、MOSI	指令控制、数据通讯	Pin15—Pin18
REQ、RST 辅助管脚	指令交互的状态控制	Pin9、Pin8
低功耗唤醒 I/O	浅睡眠、深度睡眠、待机	Pin14（必须这个管脚）
模块控制管脚（选用）	Power ON\OFF	Pin5 CHIP_EN（不需要控制可以悬空，内部上拉 10K 电阻）
电源、GND	VCC 供电电流需满足 $\geq 500\text{mA}$ ，GND 需要连接一起	Pin11=VDD33， Pin1、Pin3、Pin10、Pin12、Pin21=GND
LOG_UART	下载固件接口，可另外预留测试点	Pin19、Pin20（内部各上拉 10K 电阻）

注意：Pin8 不能做上拉，它会使模块进入 Debug 模式，模块无法正常运行；

Master：设备 MCU

Slave：Wi-Fi 模块



1.3 I/O 端口状态

正常通讯，为初始化的 I/O 处于不确定状态，如果 MCU 有与模块的 I/O 连接实现控制，需要对模块的该 I/O 有上/下拉，模块在系统关闭的时候，I/O 为高阻态。

1.4 Wi-Fi 模块 CHIP_EN 引脚管理

- A、悬空——无法硬件控制系统的启动或者关闭，模块可正常使用；
- B、设备控制——输出低电平可控制模块电源系统关闭，正常工作时，必须保持输出给该引脚的电平为高；对此引脚的电平跳变时间 $\geq 100\text{ms}$ ；

1.5 天线匹配

用户在前期设置 PCB 阶段，必须考虑到模块整体布局：

模块板载天线（受设备环境影响大）	模块天线部分露出板边，天线上端、左右两边必须做到 5mm 以上的净空区域，确保模块天线底部不能有金属物质
外接底板天线（受设备空间限制）	模块 Pin2 可衔接底板天线，底板天线与模块 Pin2 管脚的连接线尽量短，只要天线在底板上做好匹配，模块不需要考虑天线匹配
IPEX 外扣天线（天线增益和效率高）	可选 FPC 软质天线，符合 2.4G 频段要求即可，

1.6 功耗参数

功能	功耗	时间参数
配网功耗	$\geq 320\text{mA}$	2-3s
Socket 建立连接	70mA	2-3s
通讯功耗	80-120mA	——
长连接 Tickliss 睡眠模式	5mA	唤醒时间 1 ms
深度休眠功耗	10uA	唤醒时间 2s



1.7 固件升级

模块提供两种升级：A、有线高速串口升级 B、无线 OTA 升级

升级方式		升级说明	硬件或者软件设计
有线高速串口升级	LOG_UART 串口	连接模块 Pin19、Pin20，使用 Image Tool 加载固件烧录（PC 端）	用户底板可以预留连接该 Pin 脚的测试点或者过孔
	Xmodem 传输	MCU 通过指令串口给模块传输升级文件，升级速度高达 20KB/s，MCU 需要做 Xmodem 协议	使用指令通信接口，升级过程波特率需要是 460800
无线 OTA 升级	局域网升级	模块和 PC 端需要连接同一个 AP 热点，使用 PC 端的 IP 地址和端口；具体参考 OTA 升级文档	主控给模块发起指令： AT+WLOTA=<服务器地址>,<端口>
	广域网	用户可把固件放到服务器上，模块通过连接上外网 AP 热点，下载固件，此方式可应用在 app 上	主控给模块发起指令：

1.8 RSSI 漫游处理

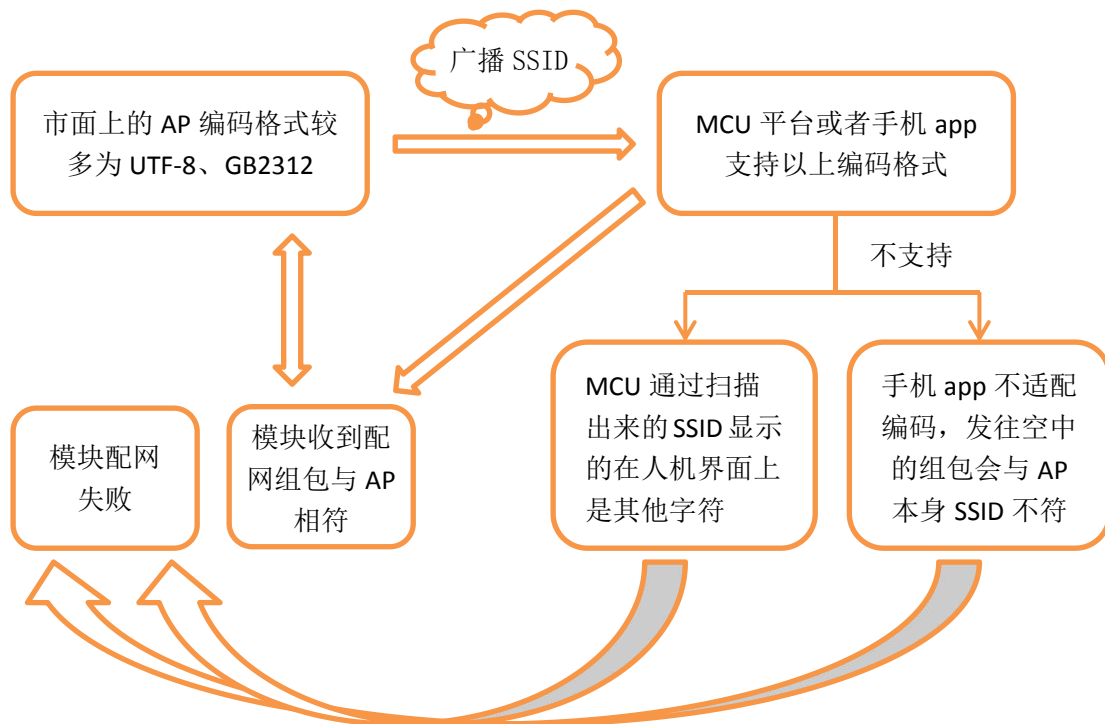
模块具有 AP 漫游的功能，在存在多个同名和同密码的 AP 环境中，设备如果移动工作的话，模块会每几秒钟自动查询当前连接的热点的 RSSI 值。当 RSSI 低于指定的最低界限值时，模块会扫描当前环境下的同名 AP 信号，并选取信号值最高的进行重新连接，可以实现在保持当前 socket 连接不断开的情况下，无缝切换同名 AP。因开启此功能之后模块在功耗上会有所增加，默认是关闭的，可以根据客户的需求进行开启，一般适用于大型商场移动式手持设备。

2 工具软件

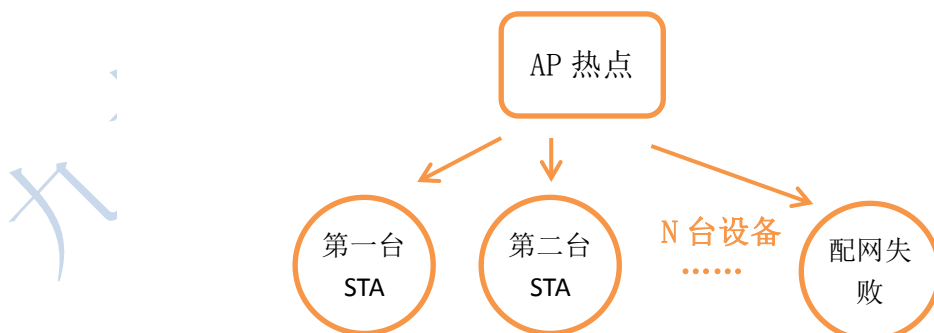
2.1 配网兼容性

模块配网分别受 AP 热点编码格式、网络环境、手机系统兼容性三个因素影响；

➤ AP（路由）编码格式影响（中文 SSID）：



➤ 网络环境：



当下可以用手机产生热点，确认模块是否有故障

➤ 手机系统兼容：

IOS 可能由于版本升级，app 软件需要同步升级。Android 版本升级差异不大。

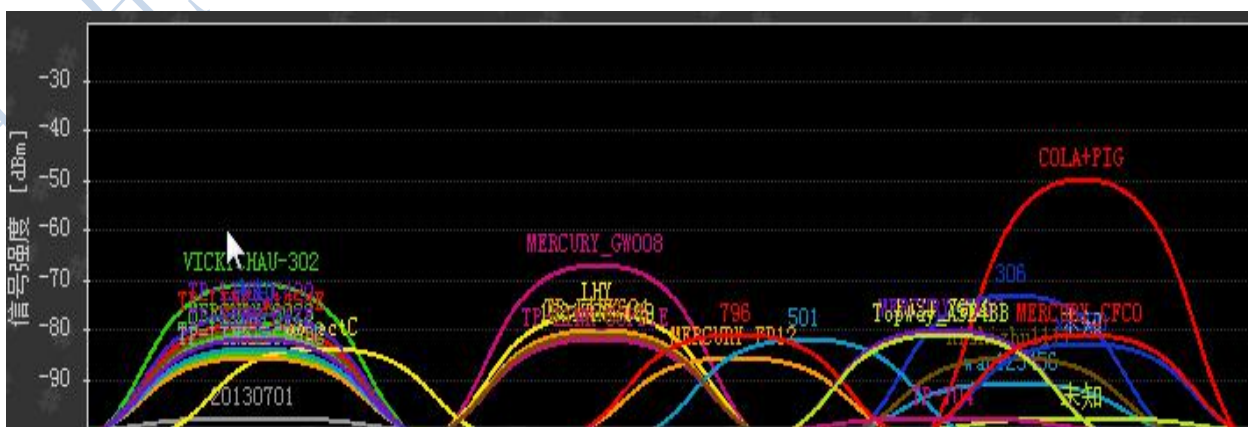
2.2 AP 热点加密方式

通用的加密类型分别有：WEP、WPA、WPA2、WPA-PSK、WPA2-PSK
WPA2-PSK 的加密安全更加高，设置简单，对 AP 的兼容最普遍。

2.3 网络信号强度以及分析工具

用户在开发测试时，可能会出现一些不稳定情况，可以结合一些第三方工具，借助 PC 端无线网卡或者手机 Wi-Fi；例如：inSSIDer、360 概观；
下面图片为 inSSIDer.exe 通过电脑网卡扫描周围环境的 AP 信息：

SSID	信道	信号强
COLA+PIG	9	-50
MERCURY_GW008	6	-64
VICKYCHAU-302	1	-69
306	12	-74
LHY	6	-76
20130701	1	-76
未知	1	-78
gusong	1	-79
TP-LINK604	6	-79
MERCURY_FD12	8	-79
TP-LINK_C420	1	-79
TP-LINK_A1454E	1	-80
bdhongshan	13	-80
501	9	-80
15817263169	6	-80
TP-704	11	-81
TP-LINK_58FD1E	6	-81





2.4 软件功能逻辑测试

➤ 局域网环境下：

- A、 在与 AP 距离足够近情况下，测试整个软件工作流程；例如从上电到正常运行的逻辑场景
- B、 测试 Socket 连接后，大数据传输的压力测试
- C、 Socket 连接压力测试，是否存在连续的建立失败

➤ 连接外网服务器：

- A、 服务器的稳定性
- B、 连接外网的 AP 稳定

2.5 性能稳定测试事项

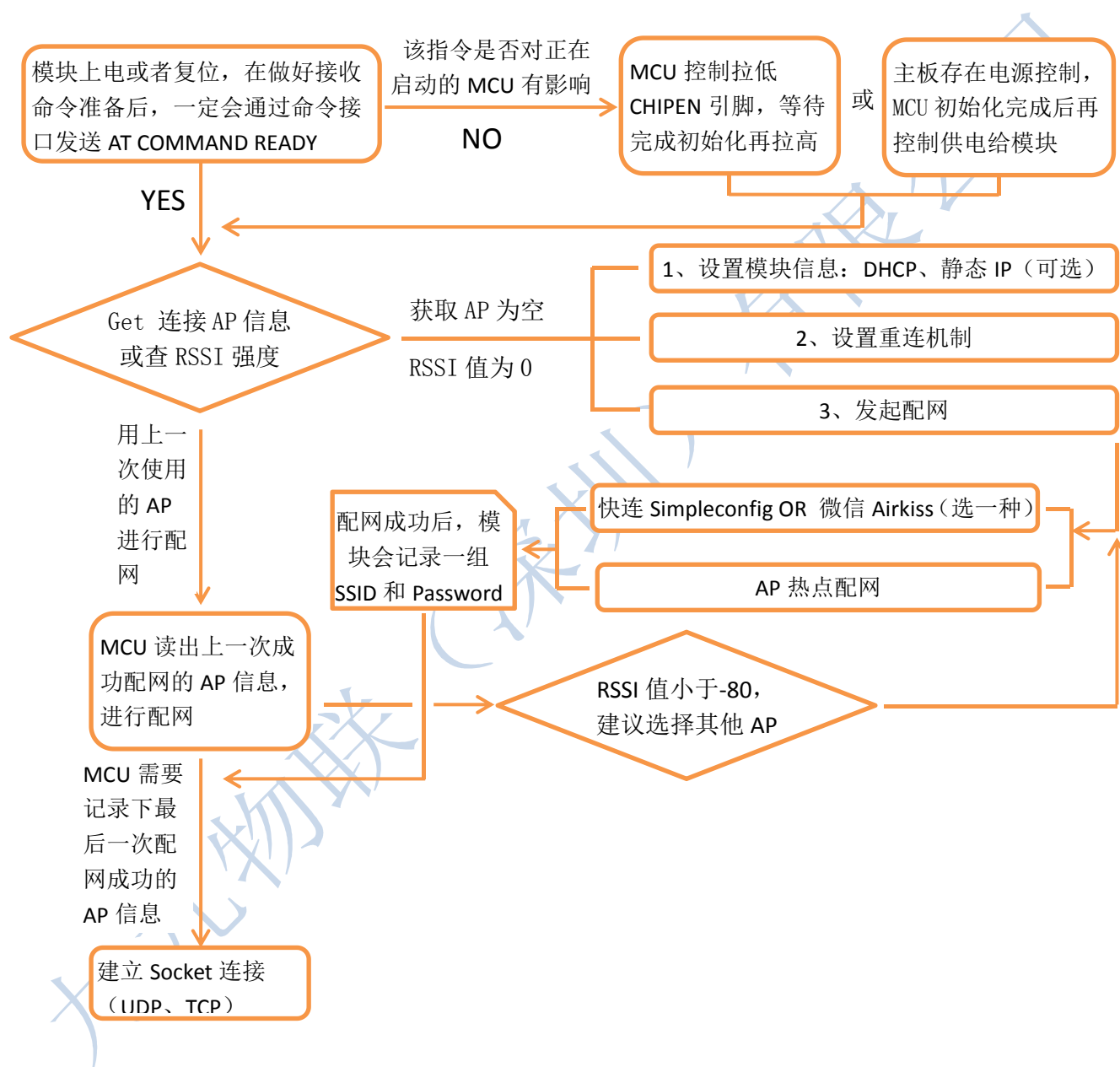
➤ 局域网环境下测试，PC 端建立服务器

➤ 使用工具：

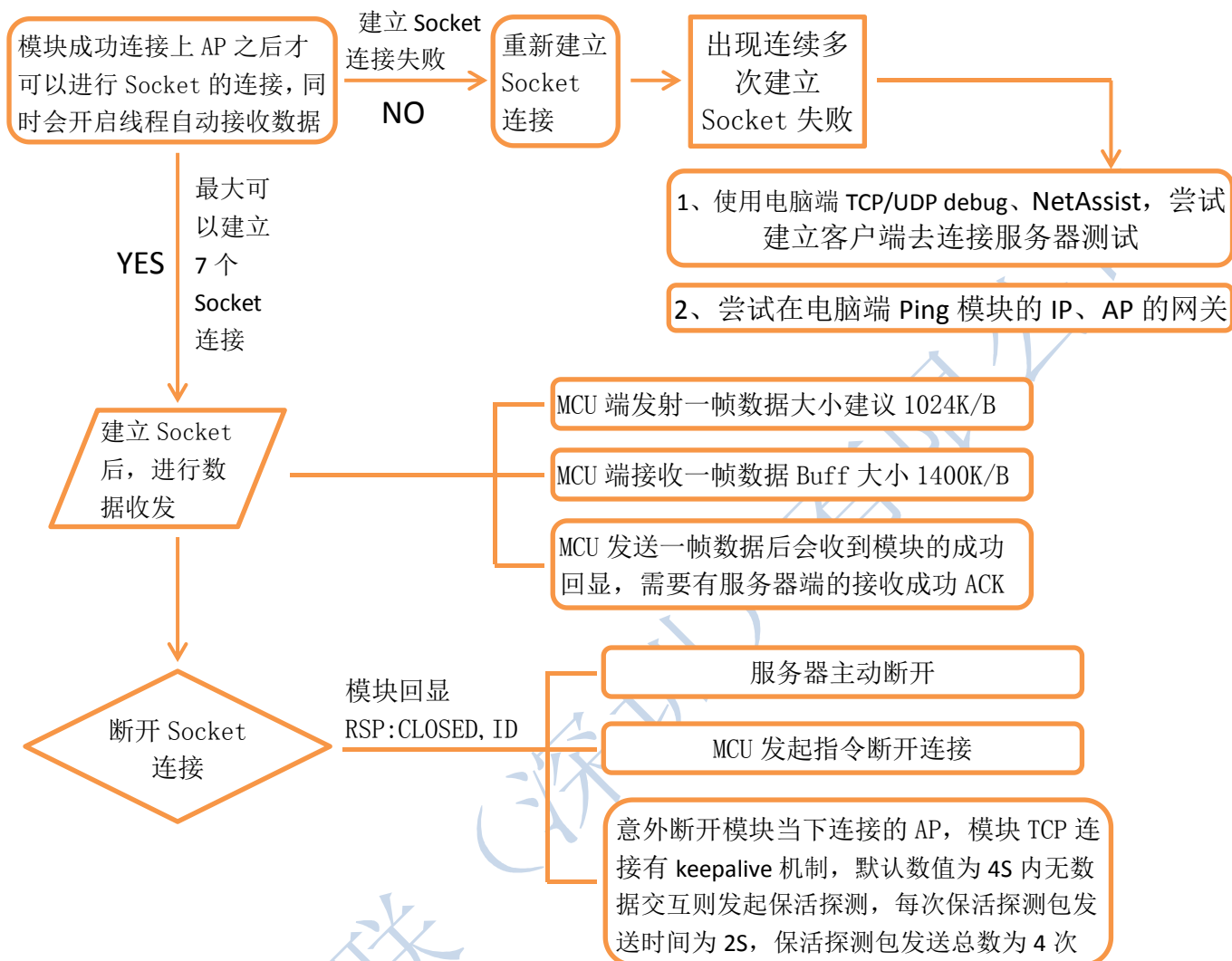
软件	NetAssist	网络调试助手,PC 端建立服务器
	串口助手软件	可双向监控主设备和模块直接的通信流程
	Wireshark	捉包软件,利用电脑无线网卡监控数据
硬件	串口工具 USB 转 TTL	

3 MCU 软件逻辑规划

3.1 上电启动流程



3.2 关于建立 Socket 连接问题



3.3 关于指令的执行时间

指令可分为：基础指令，Wi-Fi控制指令，网络查询指令，网络数据传输指令（TCP/UDP指令）、提示指令；

每条指令都需要在最后带上“\r\n”，用户输入的指令结尾没有“\r\n”，模块会回显“ERROR\r\n”；详细指令的格式参数，请参考“AT+Command”；以下主要介绍一些指令的执行时间：

指令类别	AT指令	执行时间	特殊说明
基础指令	——	10—50ms	
Wi-Fi控制指令	AT+WLAPPARAM=<SSID>,<SEC>,[PSW]	2—4s	
	AT+WLSTAPARAM=<SSID>,<PSW>	2—15s	

	AT+WLCLOSE	1—2s	
	AT+WLSIMPLECONFIG	——	超时1分钟
	AT+AIRKISS	——	超时1分钟
	AT+WLAPCONFIG	——	1分钟退出
TCP/IP指令	AT+NWKCTCP	3—18s	
	AT+NWKCUDP		
网络查询指令	——	——	
提示指令	——	——	

3.4 关于低功耗 Tickless

Tickless mode—模块上电后即可操作指令进入，可在连接 Wi-Fi 和不连接 Wi-Fi 的情况下工作，进入该模式，模块会在每 10s 唤醒，在无任何操作响应情况下瞬间睡眠。

表 3 为 Tickless 模式唤醒说明

内容	说明
不连接 Wi-Fi	<p>Pin14 做为默认的唤醒管脚，设备主动唤醒模块，可触发拉低 Pin14;</p> <p>有指令操作：5ms 后，模块能立即相应设备指令，执行完相关指令 8-10s 后进入自主进入睡眠。</p> <p>无指令操作：模块会在 2s 后自主进入睡眠模式。</p>
连接 Wi-Fi，建立 socket 连接	<p>Pin14 做为默认的唤醒管脚，同时网络下行数据也是唤醒源;</p> <p>主动唤醒：设备主动唤醒模块，可触发拉低 GPIOA_5，有指令操作，5ms 后，模块能立即相应设备指令，执行完相关指令 8-10s 后进入自主进入睡眠。无指令操作，模块会在 2s 后自主进入睡眠模式。</p> <p>被动唤醒：下行网络数据可直接唤醒模块，模块处理完数据后，8-10s 进入睡眠模式。（实测）</p>

4 Wi-Fi 性能压力测试

4.1 关于 Wi-Fi 与云端通信协议

Wi-Fi 模块目前对接的云端可分两类：

- A、 公用云：亚马逊、阿里云、京东等等；对接该云端，模块端做好与该云的标准协议接口；如果存在数据协议对接，仅仅是 MCU 对云端的数据协议封包和解析；MCU 端只需正常的操作 AT 指令集，封装好的数据帧通过 Socket 收发，最后各自解析。
- B、 私有云：机智云、深智云、或者用户自己搭建云平台等等；对接该云端，实现原理同上。

4.2 AP 连接压力测试

AT+WLDHCP

→ 步骤 1：根据 AP（路由）配置，设置 DHCP 属性

AT+WLSTAPARAM

步骤 2：连接 AP，等待模块返回连接结果[WLSTAPARAM]OK\r\n, 进行下一条指令;如果返回[WLSTAPARAM]ERROR\r\n, MCU 可以停顿检查 AP 可行性

AT+WLCLOSE

→ 步骤 3：断开 AP（路由），等待模块断开连接返回结果[WLCLOSE]OK\r\n

说明：1、以上面的三个步骤为一个循环周期，进行至少 200 次周期以上的压力测试；

2、由于连接 AP 的过程模块跟路由器的交互过程比较复杂，数据包接收和发送的次数比较多，依赖于路由器的配置及稳定性，网络状况是否良好，路由器负载和编码格式等因素，所以无法做到所有路由器的连接成功率都在百分之百。模块出厂前都会做路由器的兼容性测试，测试次数在 1000 次以上，在网络状况良好，连接路由器的设备在路由器的负载之内的情况下，能达到 95%以上的成功率。如果测试出现连接 AP 成功率低 90%的情况下，可以更换路由器或在网络状况良好的环境（信道不拥堵）下测试。

4.3 Socket 建链压力测试 (TCP)

AT+WLDHCP

→ 步骤 1: 根据 AP (路由) 配置, 设置 DHCP 属性

AT+WLSTAPARAM

→ 步骤 2: 连接 AP, 等待模块返回连接结果 [WLSTAPARAM]OK\r\n, 进行下一条指令; 如果返回 [WLSTAPARAM]ERROR\r\n, MCU 可以停顿检查 AP 可行性

AT+NWKCTCP

→ 步骤 3: 建立 TCP 连接, 等待模块返回连接结果 [NWKCTCP_ID]ID\r\n, ID 为建立连接的句柄, 发送 TCP 数据和关闭 TCP 连接要用到这个句柄; 建立失败返回 [NWKCTCP_ID]ERROR\r\n。MCU 可以停顿查找问题

AT+NWKTCPSEND

→ 步骤 4: 建立 TCP 连接成功后的指令发送, 向服务器/客户端发送数据, 指令返回 [NWKTCPSEND]OK\r\n, 代表数据已经从模块发出, 当收到 [NWKTCPSEND]ERROR\r\n, MCU 可以记录当次失败

Server/Client ACK→ 步骤 5: 等待接收服务器返回的数据, 服务器接收到模块的网络数据后需要返回一个应答, 也可将原数据返回, 返回格式如下:
RSP: ID, TCP, IP, PORT, DATA_LENGTH, DATA\r\n。**AT+NWKCLOSE**

→ 步骤 6: 收到服务器数据之后, 发送断开 TCP 连接指令, 指令后面的参数为建立 TCP 时模块返回的句柄。指令执行返回的结果为 [NWKCLOSE]OK\r\n 或 [NWKCLOSE]ERROR\r\n。

AT+WLCLOSE

→ 步骤 7: 断开 AP (路由), 等待模块断开连接返回结果 [WLCLOSE]OK\r\n

说明: 1、以上面的七个步骤为一个循环周期, 进行至少 200 次周期以上的压力测试; 每一条指令出现失败, 都可以统计为一次

2、在连上 AP 后并成功分配 IP, 服务器和网络状况畅通的情况下, 建立 TCP 的成功率在 99% 以上。

4.4 路由器兼容性以及测试方法

路由兼容性测试方法是以不同品牌不同型号和不同配置的路由器为 AP 热点, 进行网络性能压力测试。

以下为部分路由测试分析报告, 测试项目都是基于 4.2、4.3 的流程



路由器名称	SSID	WlanPwd	加密类型	DHCP	SSID 广播	AP 测试 (100 次)	建链测试 (100 次)
TPLINK TL-WR742N	TPLINK TL-WR742N&*()	A#&%012345 678	WEP	开	开启	100	100
TPLINK TL-WR886N	-+=[TPLINK TL-WR886N	!#\$a&(123)*+ abcdefg. ;>=7 89<?@	WPA	关(模块设置静态 IP)	开启	100	100
小米青春版 R1CL	小米 R1CL1'~!"	HIJKLMNOPQ RSTUVWXYZ[01_23]{}	WPA-PS K/WPA2- PSK 混杂	开	开启	100	100
Tenda 腾达 N4 v2	Tenda N4 v2@<.>	bear^&*#@#~ 123	WEP	关(模块设置静态 IP)	隐藏	100	100
水星 Mercury MAC1200R	_2.4 水星 MAC1200R	无	OPEN	关(模块设置静态 IP)	隐藏	100	100

说明：使路由的 SSID 和 Password 满足各种字符的组合，路由的其他配置尽可能满足不同的配置属性。

例如上面的测试列表，还可以增加不同信道，连接 wifi 的时间，建立 Socket 时间等等

5 关于配网，成功率参数

1. AP 模式，airkiss,STA，BLE+WIFI 配网差别，资源需求。

- AP 模式配网需要配合九九物联的配网 APP，配网成功率相对比较高，能达到 98%以上。
- airkiss 配网需要配合微信的 airkiss 功能，配网成功率在 90%以上，部分手机可能存在兼容性问题。
- BLE+WIFI 配网成功率跟 AP 配网一样，成功率比较高，但是需要有蓝牙模块的支持，设备如果同时有蓝牙模块可以选此方案。
- simpleconfig 配网，配网成功率和原理跟 arikiss 一样，使用九九物联的配网 app 可以实现。



2. 路由器兼容性同信道设置关系，隐藏 ID 以及不同国家设置

路由器兼容性主要是路由器的编码格式和一些路由器的配置问题，MCU 在给模块发送连接 AP 指令时，SSID 和 PASSWORD 编码方式需要跟路由器一致。

3. 出口国家信道设置关系

信道的设置根据不同国家和地区的法制法规，开放的信道不一样，模块默认是国内的规格，如果需要出口到国外，需要告知我们，我们会根据不同的地区设置不同的信道参数。

6 掉线分析

如果是长连接的 TCP 连接，连上服务器之后如果出现异常断开，MCU 端可以重新发送指令建立连接。长连接的 TCP 连接由于网络堵塞和服务器等原因，有时候长时间不进行数据交流，会出现断开的情况，此时只需要重新连接即可，若一直连接不上，需要排查网络原因，可以将模块的 log 串口接到 PC 端，用串口软件记录模块输出的 log 信息，并保存下来提供给我们分析。

历史版本更新说明

Revision	Release Data	Summary
V1.0	2018/03/05	初稿

7 购买与支持

邮箱： sales@sz99iot.com

Frank@sz99iot.com

电话：0755-88602663

地址：深圳市福田区泰然七路苍松大厦北座 609C

主页： www.sz99iot.com

专利权说明

@2018 九九物联（深圳）有限公司对于此文件保留所有权利。本文档的任何部分不得转载，不得存储在任何检索系统，或以任何未经九九物联（深圳）有限公司书面统一的形式传送