



中国移动
China Mobile

M8510 OpenCPU 硬件设计指南

4G/GNSS 系列

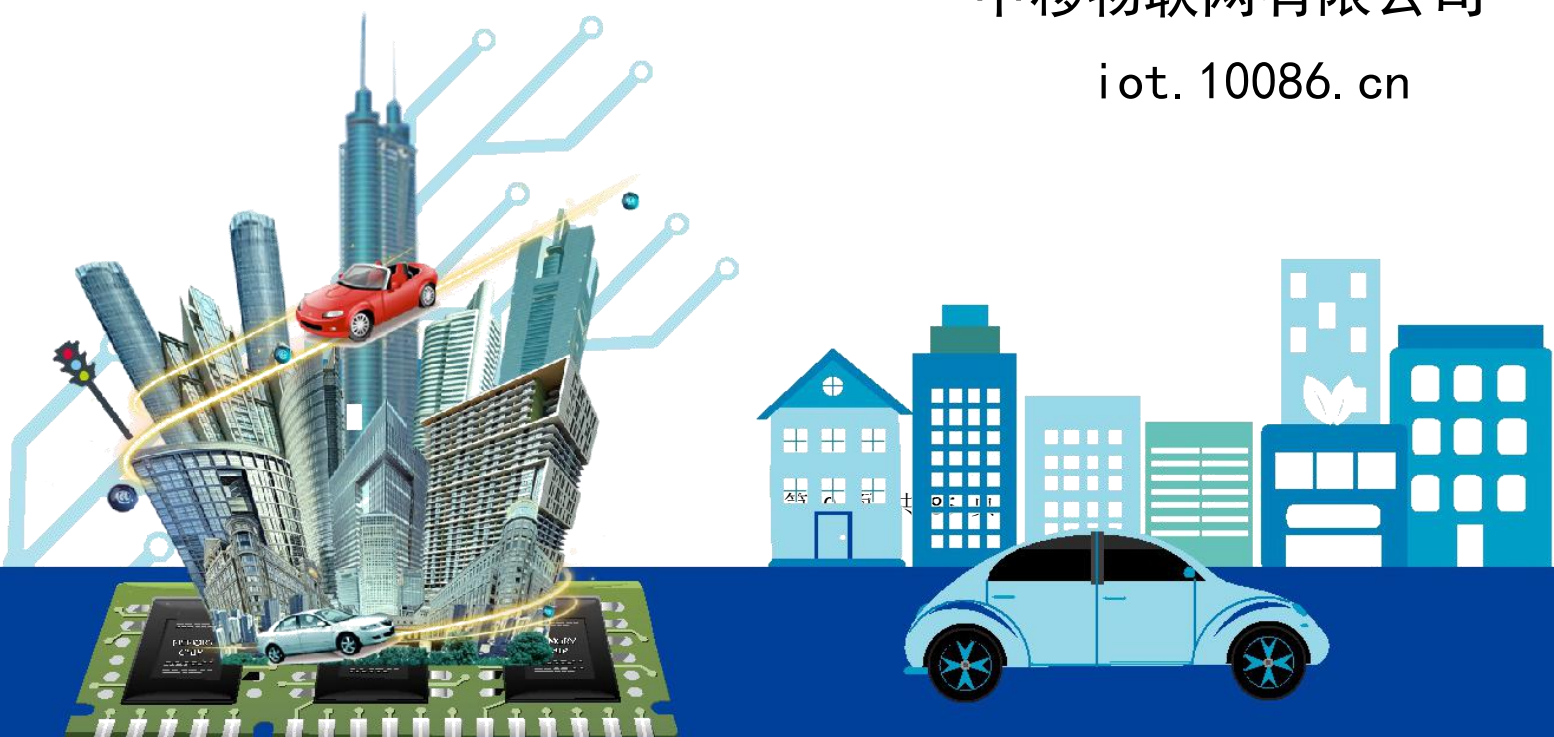
版 本：V1.1

日 期：2019-01-08

中国移动
China Mobile

中移物联网有限公司

iot.10086.cn



重要声明

版权声明

本文档中的任何内容受《中华人民共和国著作权法》的保护，版权所有 © 2019, 中移物联网有限公司，保留所有权利，但注明引用其他方的内容除外。

商标声明

中移物联网有限公司和中移物联网有限公司的产品是中移物联网有限公司专有。在提及其他公司及其产品时将使用各自公司所拥有的商标，这种使用的目的仅限于引用。

不作保证声明

中移物联网有限公司不在此文档中的任何内容作任何明示或暗示的陈述或保证，而且不对特定目的的适销性及适用性或者任何间接、特殊或连带的损失承担任何责任。

保密声明

本文档（包括任何附件）包含的信息是保密信息。接收人了解其获得的本文档是保密的，除用于规定的目的外不得用于任何目的，也不得将本文档泄露给任何第三方。

修改记录

文档版本	日期	章节	说明
V1.0	2018-06-05	-	首次发布
V1.1	2019-01-08	3.9	修改 VDD_SD 接口描述
		4.7	添加 GNSS 说明
		5.4.2	修改功耗数据



目录

目录.....	3
表格索引.....	7
图片索引.....	9
1 简介.....	11
2 总体介绍.....	12
2.1 本章概述.....	12
2.2 主要性能.....	12
2.3 功能框图.....	14
3 接口定义说明.....	16
3.1 本章概述.....	16
3.2 模块封装.....	16
3.3 pin 脚定义和描述.....	18
3.4 电源接口.....	29
3.4.1 概述.....	29
3.4.2 VBAT 接口.....	30
3.4.3 输出电压接口.....	31
3.5 SIM 卡接口.....	31
3.5.1 概述.....	31
3.5.2 USIM 硬件设计说明.....	32
3.6 UART 接口.....	33
3.6.1 UART 接口概述.....	33
3.6.2 UART 接口硬件设计说明.....	34
3.7 USB 接口.....	34
3.8 音频接口.....	36

3.9 SDIO 接口.....	37
3.10 I2C 接口.....	40
3.11 ADC 接口.....	41
3.12 天线接口.....	42
3.13 控制接口.....	42
3.13.1 控制接口概述.....	42
3.13.2 控制接口硬件设计说明.....	43
3.14 以太网接口.....	43
3.15 开机键.....	45
3.16 复位键.....	48
3.17 WIFI/蓝牙接口.....	49
3.18 GPIO 接口.....	52
3.19 SPI 接口.....	55
4 射频特性.....	57
4.1 本章说明.....	57
4.2 天线框图.....	57
4.3 射频工作频段要求.....	58
4.4 射频传导测试工具.....	58
4.5 射频传导测试值.....	58
4.5.1 传导接收灵敏度.....	58
4.5.2 传导发射功率.....	59
4.6 天线接口.....	60
4.6.1 主天线，分集天线设计参考电路.....	60
4.6.2 GNSS 天线设计参考电路.....	61
4.6.3 天线接口布局以及 layout 指导.....	62
4.6.4 天线设计要求.....	63
4.6.5 LTE 和 2.4GHz Wi-Fi 共存的建议.....	63
4.7 GNSS 介绍.....	64
4.7.5 GNSS 技术参数.....	64
4.7.2 Layout 说明.....	65

5 电气特性和可靠性.....	66
5.1 概述.....	66
5.2 极限工作条件.....	66
5.3 工作和存储.....	66
5.4 电源和功耗特性.....	67
5.4.1 电压输入范围和峰值电流.....	67
5.4.2 功耗.....	67
5.5 可靠性特性.....	69
5.6 EOS 和 ESD 特性.....	71
6 机械特征.....	73
6.1 本章主要论述.....	73
6.2 存储要求.....	73
6.3 烘烤参数.....	73
6.4 外形尺寸.....	73
6.5 包装要求.....	74
6.6 PCB 焊盘设计.....	75
6.6.1 PCB 表面处理.....	75
6.6.2 PCB 焊盘设计.....	75
6.6.3 阻焊设计.....	75
6.6.4 布局要求.....	76
6.7 回流焊接曲线.....	76
6.8 散热要求.....	76
7 认证.....	78
7.1 概述.....	78
7.2 认证.....	78
8 安全警告和注意事项.....	79
8.1 关于本章.....	79
8.2 干扰.....	79
8.3 医疗设备.....	79
8.4 易燃易爆区域.....	79

8.5 交通安全.....	80
8.6 航空安全.....	80
8.7 儿童健康.....	80
8.8 环境保护.....	80
8.9 遵守法律法规.....	80
8.10 维护和保养.....	81
8.11 紧急呼叫.....	81
9 附录 A 典型接口电路示意图.....	82
10 附件 B 缩略语.....	83



中国移动
China Mobile

表格索引

表 1 : 模块主要性能.....	12
表 2 : M8510 OpenCPU 管脚定义.....	18
表 3 : 电源接口管脚定义	29
表 4 : USIM 卡接口定义	31
表 5 : UART 接口定义.....	33
表 6 : USB 接口定义.....	34
表 7 : 数字音频接口定义.....	36
表 8 : SDIO 接口管脚定义.....	37
表 9 : I2C 接口定义.....	40
表 10 : ADC 接口管脚定义.....	41
表 11 : 控制接口引脚定义.....	42
表 12 : 以太网接口管脚定义.....	44
表 13 : 开机键管脚定义.....	45
表 14 : RESET_N 管脚定义.....	48
表 15 : WIFI/BT 接口管脚定义.....	49
表 16 : GPIO 接口管脚定义.....	52
表 17 : GPIO 接口复用功能.....	53
表 18 : SPI 接口管脚定义.....	55
表 19 : 射频工作频段.....	58
表 20 : 接收灵敏度值.....	58
表 21 : 发射功率表.....	59
表 22 : 天线接口管脚定义.....	60
表 23 : 天线设计指标.....	63
表 24 : GNSS 参数表.....	64
表 25 : M8510 极限参数.....	66
表 26 : M8510 工作和存储温度.....	66
表 27 : 输入电压和峰值电流.....	67

表 28 : M8510 功耗参数.....	67
表 29 : 可靠性测试.....	69
表 30 : 静电测试指标表 5-6.....	72
表 31 : 烘烤参数.....	73
表 32 : 产品认证表.....	78



中国移动
China Mobile

图片索引

图 1 : 功能框图.....	15
图 2 : 模块管脚分配图 (TOP VIEW)	17
图 3 : 推荐供电电路图.....	30
图 4 : USIM 卡接口示意电路图.....	32
图 5 : UART 与主机接口连接示意图.....	34
图 6 : USB 推荐电路图.....	35
图 7 : PCM 接口电路图 (模块工作于 PCM 主模式)	36
图 8 : PCM 接口电路图 (模块工作于 PCM 从模式)	37
图 9 : SD 卡接口电路图.....	39
图 10 : I2C 接口电路.....	41
图 11 : NET_STATUS 接口电路.....	43
图 12 : STATUS 接口电路.....	43
图 13 : 以太网接口接口电路框图.....	45
图 14 : A8033 参考电路.....	45
图 15 : 开机键参考电路.....	46
图 16 : switch 按键参考电路.....	46
图 17 : 开机时序图.....	47
图 18 : PWRKEY 关机流程图 3-18 PWRKEY 关机流程.....	47
图 19 : RESET_N 复位参考电路.....	48
图 20 : switch 方式实现复位参考电路.....	48
图 21 : 复位时序图.....	49
图 22 : WIFI/BT 接口外扩芯片接法.....	51
图 23 : SPI 接口外扩芯片接法图.....	56
图 24 : 天线框图.....	57
图 25 : 主天线和分集天线推荐电路.....	60
图 26 : GNSS 无源天线推荐电路.....	61
图 27 : GNSS 有源天线推荐电路.....	61

图 28 : PCB 布局参考.....	62
图 29 : LTE 和 Wi-Fi 频率分布简图.....	64
图 30 : 模块外形尺寸图.....	74
图 31 : 模块包装信息.....	74
图 32 : PCB 推荐封装.....	75
图 33 : 回流焊温度曲线图.....	76
图 34 : 典型接口电路图.....	82



中国移动
China Mobile

1 简介

本文档详细描述了 M8510 OpenCPU 模块使用过程中的硬件应用接口和空中接口。

通过本文，您可以快速了解到 M8510 OpenCPU 模块使用过程中的接口规范、电气特性以及相关产品信息。



2 总体介绍

2.1 本章概述

本章主要对模块 M8510 OpenCPU 进行总体介绍，包括两方面内容：

- 主要性能
- 系统框图

2.2 主要性能

下表详细描述了 M8510 OpenCPU 模块的功能：

表 1：模块主要性能

模块特征	描述
工作频段	FDD LTE(CAT.4): Band 1 /3 /5 /8 TDD LTE(CAT.4): Band 38 /39 /40 /41 3GPP DC-HSPA+/HSPA+/HSPA/WCDMA: Band 1 /8 TD-SCDMA: Band 34 /39 CDMA 1X: BC0 EVDO: BC0 GSM/GPRS/EDGE: Band 3 /8
供电电压	3.3 V~4.3 V (典型值 3.8 V)
工作温度	正常工作温度: - 35° C~+75° C 扩展工作温度 ¹⁾ : - 40° C~+85° C
存储温度	- 45° C~+90° C
湿度	RH5%~RH95%
天线	1.主集天线 2.分集天线 3.GNSS 天线

发射功率等级	<p>1.GSM/GPRS: Class 4 (2W): EGSM900 Class 1 (1W): DCS1800</p> <p>2.EDGE: Class E2 (0.5W): EGSM900 Class E1 (0.4W): DCS1800</p> <p>3.UMTS: Class 3 (0.25W): WCDMA, Class 2 (0.25W): TD-SCDMA</p> <p>4.CDMA 1X/EVDO: Class 3 (0.25W): CDMA</p> <p>5.LTE: Class 3 (0.25W): LTE</p>
数据吞吐量	<p>1.LTE: 支持带宽 1.4 to 20MHz FDD: Max 50Mbps (UL), 150Mbps (DL) TDD: Max 31Mbps (UL), 130Mbps (DL)</p> <p>2.WCDMA: 支持 3GPP R8 DC-HSPA+ 支持 16-QAM, 64-QAM and QPSK modulation 3GPP R6 CAT6 HSUPA: Max 5.76Mbps (UL) 3GPP R8 CAT24 DC-HSPA+: Max 42Mbps (DL)</p> <p>3.GSM: R99: CSD: 9.6kbps, 14.4kbps GPRS: 支持 GPRS 多时隙 class 12 Coding scheme: CS-1, CS-2, CS-3 and CS-4 EDGE: 支持 EDGE 多时隙 class 12 支持 GMSK 和 8-PSK Downlink coding schemes: CS 1-4 and MCS 1-9 Uplink coding schemes: CS 1-4 and MCS 1-9</p> <p>4.CDMA 1X/EVDO EVDO: 最大下行速率 3.1Mbps, 最大上行速率 1.8Mbps CDMA 1X Advanced: 最大下行速率 307.2Kbps, 最大上行速率 307.2Kbps</p>
接口定义	标准 USIM (Universal Subscriber Identity Module) 卡: 1.8V/3V
	音频接口: PCM 语音接口
	USB 2.0: High Speed 接口
	UART 接口: 波特率 up to 3Mbps(default:115200bps)
	网口: 支持 10/100/1000Mbps 以太网
	SPI: 支持 3 线/4 线 SPI 数字接口

	PCM 接口： 支持外部的音频 Codec 支持长短帧同步 支持主从模式
	无线接口： 支持低功耗的 SDIO3.0 WLAN 和 UART/PCM 蓝牙接口
物理特性	尺寸：32.0±0.15 × 29.0±0.15 × 2.4±0.2mm 重量：约 5.2g
操作系统	Linux/Windows/Android

注意：

¹⁾当温度在 - 40° C ~ - 35° C 或 +75° C ~ +85° C 范围内时，M8510 模块部分射频指标可能无法满足 3GPP 标准，但模块仍能保持正常工作状态，不会出现不可恢复的故障。当温度回归 - 35° C ~ 75° C 时，射频指标可以满足标准。

2.3 功能框图

M8510 OpenCPU 模块是基于高通 MDM9607 平台开发，模块电路图如下图，主要有如下功能模块：

- 电源管理单元
- 基带 CPU 处理单元
- DDR+NAND Flash
- 射频（RF）单元
- 外围接口电路

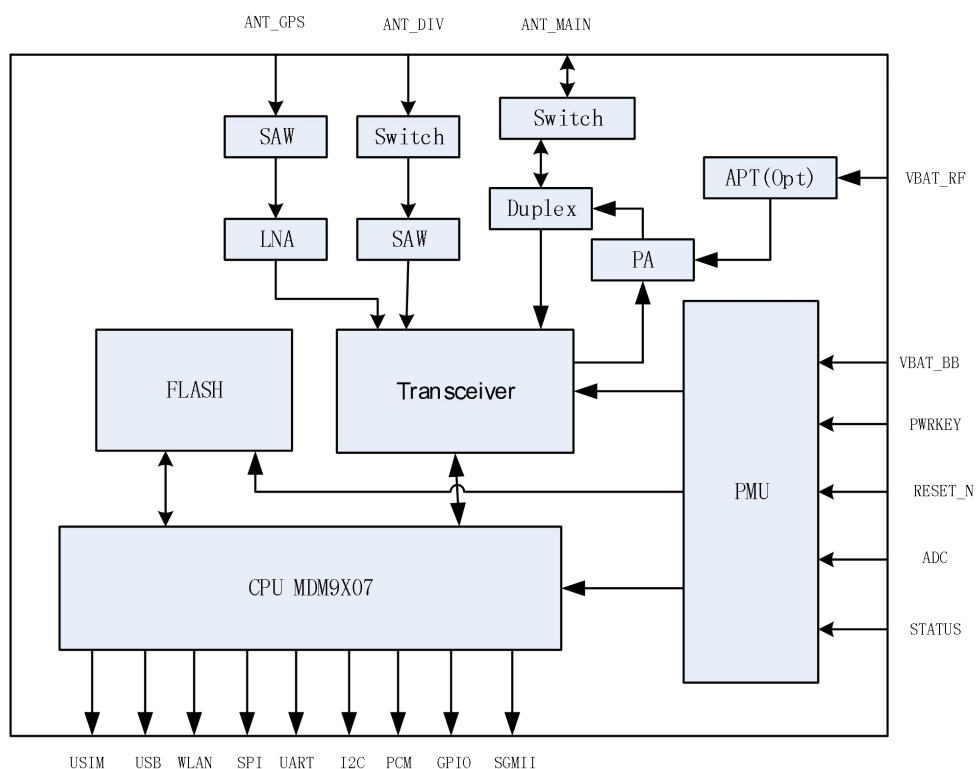


图 1：功能框图



3 接口定义说明

3.1 本章概述

本章主要介绍 M8510 OpenCPU 模块的外围封装引脚和对外的接口说明，主要包括：

- 封装概述和引脚说明
- 电源接口电路
- SIM 卡接口电路
- UART 接口电路
- USB 接口电路
- 音频接口电路
- SDIO 接口电路
- I2C 接口电路
- ADC 接口电路
- 天线接口电路
- 控制接口电路
- 以太网接口
- 开机键接口
- 复位键接口
- WIFI/蓝牙接口电路
- GPIO 接口电路
- SPI 接口电路

3.2 模块封装

M8510 OpenCPU 模块对外接口形态为 143 Pin 的 LCC+LGA 接口。

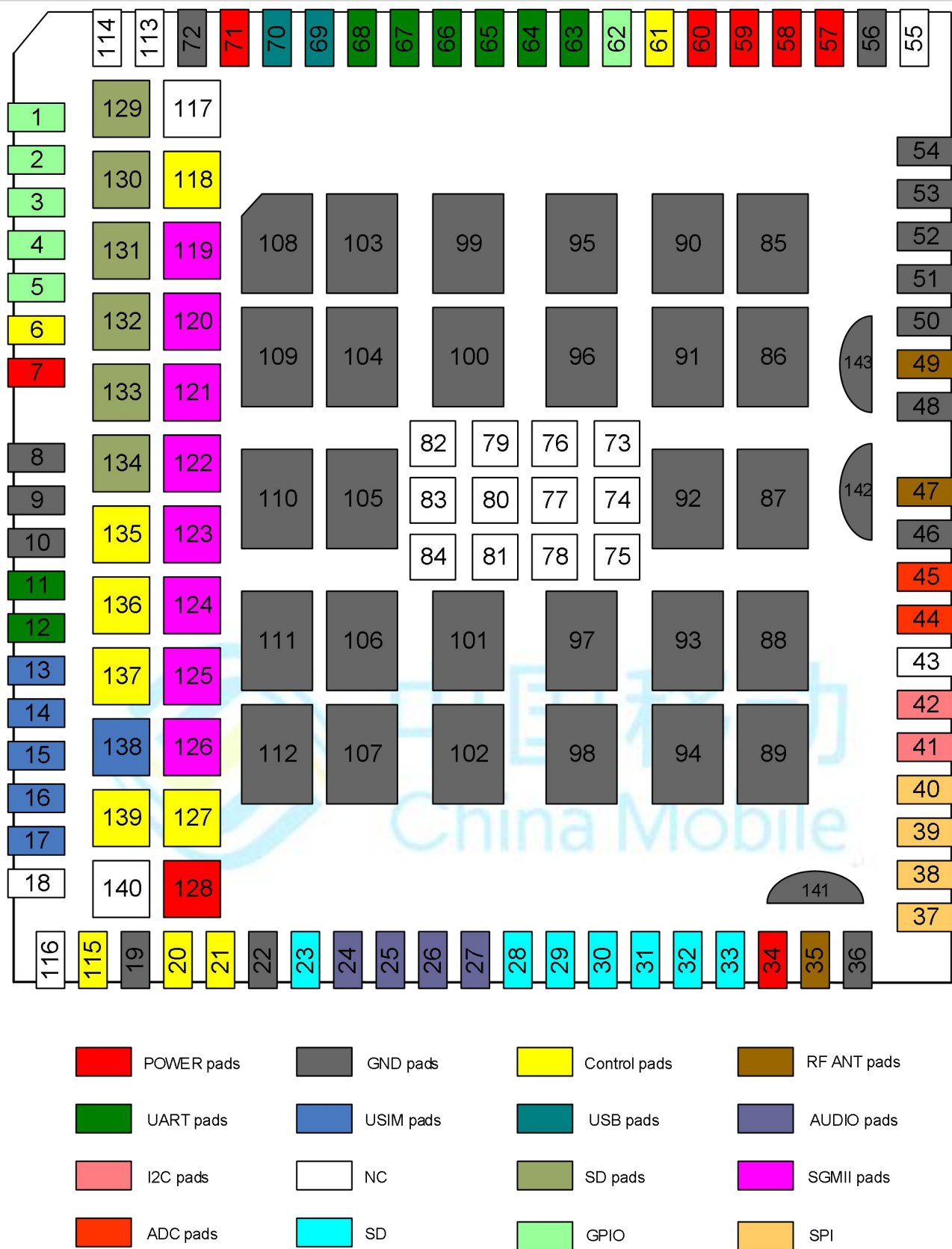


图 2：模块管脚分配图（TOP VIEW）

3.3 pin 脚定义和描述

M8510 OpenCPU 模块共有 143 个管脚。管脚定义如下表:

表 2: M8510 OpenCPU 管脚定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
1	GPIO1	DI/DO	通用输入输出口	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域, 不用 则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	
				VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
2	GPIO2	DI/DO	通用输入输出口	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域, 不用 则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	
				VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
3	GPIO3	DI/DO	通用输入输出口	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域, 不用 则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	
				VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
4	GPIO4	DI/DO	通用输入输出口	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域, 不用 则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	
				VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
5	GPIO5	DI/DO	通用输入输出口	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域, 不用 则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	
				VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
6	NET_STATUS	DO	无线网络状连接态信号 慢闪（200ms High/1800ms Low）：正在找网 慢闪（1800ms High/200ms Low）：待机 快闪（125ms High/125ms Low）：正在数据传输 保持为高：正在语音呼叫	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
7	VDD_EXT	PO	1.8V 电源输出，最大输出电流 50mA	-	1.7	1.8	1.95	
8	GND	-	地	-	-	-	-	-
9	GND	-	地	-	-	-	-	-
10	USIM_GND	-	地	-	-	-	-	-
11	DBG_UART_RXD	DI	调试串口数据接收	VIH	1.5	1.8	1.9	用于调试，须预留测试点
				VIL	-0.3	0	0.3	
12	DBG_UART_TXD	DO	调试串口数据发送	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
13	USIM_PRESENCE	DI	USIM 卡插入检测信号 H: USIM 卡未插入 L: USIM 卡已插入	VIH	1.5	1.8	1.95	软件可更改检测的识别逻辑，不用则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	
14	USIM_VDD	PO	USIM 卡电源输出，兼容 1.8V/3.0V	-	1.7	1.8	1.9	USIM_VDD=1.8V
				-	2.7	3	3.05	USIM_VDD=3.0V
15	USIM_DATA	DI/DO	USIM 卡数据	VIH	$0.7 \times \text{USIM_VDD}$	-	$\text{USIM_VDD} + 0.3$	USIM_VCC=1.8V or 3.0V
				VIL	-0.3	0	$0.2 \times \text{USIM_VDD}$	
				VOH	$0.8 \times \text{USIM_VDD}$	-	USIM_VDD	
				VOL	0	-	0.4	
16	USIM_CLK	DO	USIM 卡时钟	VOH	$0.8 \times \text{USIM_VDD}$	-	USIM_VDD	USIM_VCC=1.8V or 3.0V
				VOL	0	-	0.4	USIM_VCC=1.8V or 3.0V
17	USIM_RST	DO	USIM 卡复位	VOH	$0.8 \times \text{USIM_VDD}$	-	USIM_VDD	USIM_VCC=1.8V or 3.0V
				VOL	0	-	0.4	

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
18	RESERVED	I	-	-	-	-	-	保持悬空
19	GND	-	地	-	-	-	-	-
20	RESET_N	I	模块复位信号 H: 模块正常运行 L: 模块复位	VIH	-	1.8	1.9	此信号内部拉高
				VIL	0	0	0.3	
21	PWRKEY	I	开机键信号，拉低控制开关机状态。	VIH	0.8	1.8	2.1	此信号内部拉高
				VIL	0	0	0.35	
22	GND	-	地	-	-	-	-	-
23	SD_DET	DI	SD 热插拔检测信号 H: SD 卡未插入 L: SD 卡插入	VIH	1.5	1.8	1.9	不用则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	
24	PCM_IN	DI	PCM 数据输入	VIH	1.5	1.8	1.9	
				VIL	-0.3	0	0.3	
25	PCM_OUT	DO	PCM 数据输出	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
26	PCM_SYNC	DO	PCM 同步	VOH	1.44	1.8	1.95	当模块为主模式时，PCM_SYNC 为输出模式；当模块为从模式时，PCM_SYNC 为输入模式；
				VOL	0	0	0.45	
27	PCM_CLK	DO	PCM 时钟	VOH	1.44	1.8	1.95	当模块为主模式时，PCM_CLK 为输出模式；当模块为从模式时，PCM_CLK 为输入模式；
				VOL	0	0	0.45	
28	SD_DATA3	DI/DO	SDIO 数据信号	VIH	1.35	1.8	2	VDD_SD=1.8V
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	1.4	1.8	-	
				VOL	0	0	0.5	
				VIH	2.25	2.85	3.15	VDD_SD=2.85V
				VIL	-0.3	0	0.5	

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
29	SD_DATA2	DI/DO	SDIO 数据信号	VOH	2.4	2.85	3.15	VDD_SD=1.8V
				VOL	0	0	0.5	
				VIH	1.35	1.8	2	
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	1.4	1.8	-	VDD_SD=2.85V
				VOL	0	0	0.5	
				VIH	2.25	2.85	3.15	
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	2.4	2.85	3.15	
				VOL	0	0	0.5	
30	SD_DATA1	DI/DO	SDIO 数据信号	VIH	1.35	1.8	2	VDD_SD=1.8V
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	1.4	1.8	-	
				VOL	0	0	0.5	
				VIH	2.25	2.85	3.15	VDD_SD=2.85V
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	2.4	2.85	3.15	
				VOL	0	0	0.5	
31	SD_DATA0	DI/DO	SDIO 数据信号	VIH	1.35	1.8	2	VDD_SD=1.8V
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	1.4	1.8	-	
				VOL	0	0	0.5	
				VIH	2.25	2.85	3.15	VDD_SD=2.85V
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	2.4	2.85	3.15	
				VOL	0	0	0.5	
32	SD_CLK	DO	SDIO 时钟信号	VOH	1.4	1.8	-	VDD_SD=1.8V
				VOL	0	0	0.5	
				VOH	2.4	2.85	3.15	VDD_SD=2.8V

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
				VOL	0	0	0.5	
33	SD_CMD	DO	SDIO 命令信号	VOH	1.4	1.8	-	VDD_SD=1.8V
				VOL	0	0	0.5	
				VOH	2.4	2.85	3.15	VDD_SD=2.8V
				VOL	0	0	0.5	
34	VDD_SD	PO	SDIO 电源输出	-	1.7	1.8/2.85	3.0	输出 1.8V/2.85V 可配置。仅作为 SDIO 上拉或 LDO 使能, 最大输出 50mA, 不能直接给 SD 卡供电
35	ANT_DIV	-	射频分集天线	-	-	-	-	-
36	GND	-	地	-	-	-	-	-
37	SPI_CS_N	DO	SPI 片选信号	VOH	1.44	1.8	1.95	1.8V 电源域, 不用则悬空
				VOL	0	0	0.45	
38	SPI_MOSI	DO	SPI 数据输出信号	VOH	1.44	1.8	1.95	1.8V 电源域, 不用则悬空
				VOL	0	0	0.45	
39	SPI_MISO	DI	SPI 数据输入信号	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域, 不用则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	
40	SPI_CLK	DO	SPI 时钟信号	VOH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域, 不用则悬空
				VOL	-0.3	0	0.3	
41	I2C_SCL	DO	I2C 总线时钟	VOH	0.8*VDD_EXT	-	VDD_EXT	内部上拉到 VDD_EXT(1.8V) 外部可不加上拉电阻
				VOL	0	-	0.2*VDD_EXT	
42	I2C_SDA	DI/DO	I2C 总线数据	VIH	0.8*VDD_EXT	-	VDD_EXT	内部上拉到 VDD_EXT(1.8V) 外部可不加上拉电阻
				VIL	0	0	0.2*VDD_EXT	
				VOH	0.8*VDD_EXT	-	VDD_EXT	
				VOL	0	-	0.2*VDD_EXT	

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
							EXT	
43	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
44	ADC1	AI	模拟-数字信号转换器输入通道 0	-	0.3	-	VBAT_BB	VBAT_BB=3.3-4.3V
45	ADC0	AI	模拟-数字信号转换器输入通道 1	-	0.3	-	VBAT_BB	VBAT_BB=3.3-4.3V
46	GND	-	地	-	-	-	-	-
47	ANT_GNSS	-	GNSS 天线	-	-	-	-	-
48	GND	-	地	-	-	-	-	-
49	ANT_MAIN	-	射频主天线	-	-	-	-	-
50	GND	-	地	-	-	-	-	-
51	GND	-	地	-	-	-	-	-
52	GND	-	地	-	-	-	-	-
53	GND	-	地	-	-	-	-	-
54	GND	-	地	-	-	-	-	-
55	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
56	GND	-	地	-	-	-	-	-
57	VBAT_RF	PI	射频电源输入。	-	3.3	3.8	4.3	设计应满足最大电流 2.7A 的供电能力
58	VBAT_RF	PI	射频电源输入。	-	3.3	3.8	4.3	
59	VBAT_BB	PI	基带电源输入。	-	3.3	3.8	4.3	设计应满足最大电流 0.8A 的供电能力
60	VBAT_BB	PI	基带电源输入。	-	3.3	3.8	4.3	
61	STATUS	DO	系统状态指示信号 H:系统未开机 L:系统已开机	VOH	3	VBAT_BB	VBAT_BB	VBAT_BB=3.3-4.3V 开漏输出
				VOL	0	0	0.3	
62	GPIO6	DI/DO	通用输入输出口	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域, 不用则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
				VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
63	UART1_TXD	DO	UART2 数据发送输出	VOH	1.44	1.8	1.95	1.8V 电源域, 不用则悬空
				VOL	0	0	0.45	
64	UART0_CTS	DO	UART0 发送清除	VIH	1.5	1.8	1.9	此信号为模块输出。不用则悬空。
				VIL	-0.3	0	0.3	
65	UART0_RTS	DI	UART0 发送请求	VOH	1.44	1.8	1.95	此信号为模块输入。不用则悬空。
				VOL	0	0	0.45	
66	UART1_RXD	DI	UART2 数据接收输入	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域, 不用则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	
67	UART0_TXD	DO	UART0 数据发送输出	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
68	UART0_RXD	DI	UART0 数据接收输入	VIH	1.5	1.8	1.9	
				VIL	-0.3	0	0.3	
69	USB_DP	DI/DO	USB 数据+, 其定义参见: USB2.0 规范	-	-	-	-	-
70	USB_DM	DI/DO	USB 数据-, 其定义参见: USB2.0 规范	-	-	-	-	-
71	USB_VBUS	PI	USB 插入检测 H: USB 插入 L: USB 未插入	-	3.8	5	5.5	
72	GND	-	地	-	-	-	-	-
73	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
74	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
75	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
76	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
77	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
78	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
79	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
80	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
81	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
82	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
83	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
84	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
85	GND	-	地	-	-	-	-	-
86	GND	-	地	-	-	-	-	-
87	GND	-	地	-	-	-	-	-
88	GND	-	地	-	-	-	-	-
89	GND	-	地	-	-	-	-	-
90	GND	-	地	-	-	-	-	-
91	GND	-	地	-	-	-	-	-
92	GND	-	地	-	-	-	-	-
93	GND	-	地	-	-	-	-	-
94	GND	-	地	-	-	-	-	-
95	GND	-	地	-	-	-	-	-
96	GND	-	地	-	-	-	-	-
97	GND	-	地	-	-	-	-	-
98	GND	-	地	-	-	-	-	-
99	GND	-	地	-	-	-	-	-
100	GND	-	地	-	-	-	-	-
101	GND	-	地	-	-	-	-	-
102	GND	-	地	-	-	-	-	-
103	GND	-	地	-	-	-	-	-
104	GND	-	地	-	-	-	-	-
105	GND	-	地	-	-	-	-	-
106	GND	-	地	-	-	-	-	-
107	GND	-	地	-	-	-	-	-
108	GND	-	地	-	-	-	-	-

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
109	GND	-	地	-	-	-	-	-
110	GND	-	地	-	-	-	-	-
111	GND	-	地	-	-	-	-	-
112	GND	-	地	-	-	-	-	-
113	GPIO7	DI/DO	通用输入输出口	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域，默认用来控制 eMMC 的电源使能，不用 eMMC 时可配置为普通 GPIO，不用则悬空。
				VIL	-0.3	0	0.3	
				VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
114	RESERVED	-	预留，请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
115	RESERVED	-	预留，请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
116	RESERVED	-	预留，请保持此管脚开路	-	-	-	-	-
117	RESOUT_N	DO	外部存储设备复位信号	VOH	1.44	1.8	1.95	外接 eMMC 时的复位信号，不用则悬空
				VOL	0	0	0.45	
118	WLAN_SLP_CLK	DO	WIFI 休眠时钟	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
119	EPHY_RST_N	DO	以太网接口芯片复位信号 H: 不复位 L: 复位以太网接口芯片	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
120	EPHY_INT_N	DI	以太网接口芯片中断信号 H: 无中断输入 L: 有中断输入	VIH	1.5	1.8	1.9	
				VIL	-0.3	0	0.3	
121	SGMII_DAT	DI/DO	SGMII MDIO 数据信号	VIH	0.8* VREG_L5_ UIM2	-	VREG_L5_ UIM2	VREG_L5_UIM2 =1.8V or 2.85V
				VIL	0	0	0.2* VREG_L5_ UIM2	
				VOH	0.8* VREG_L5_ UIM2	-	VREG_L5_ UIM2	
				VOL	0	-	0.2* VREG_L5_ UIM2	

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
122	SGMII_CLK	DO	SGMII MDIO 信号时钟	VOH	0.8* VREG_L5_ UIM2	-	VDD_EXT	VREG_L5_UIM2 =1.8V or 2.85V
				VOL	0	-	0.2* VREG_L5_ UIM2	
123	SGMII_TX_M	AO	SGMII 发送数据信号正					
124	SGMII_TX_P	AO	SGMII 发送数据信号负					
125	SGMII_RX_P	AI	SGMII 接收数据信号正					
126	SGMII_RX_M	AI	SGMII 接收数据信号负					
127	PM_ENABLE_WIFI	DO	外接 WIFI 芯片电源使能控制 H: 使能外部 WIFI 芯片电源 L: 关闭外部 WIFI 芯片电源	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
128	VREG_L5_UIM2	PO	SGMII MDIO 信号上拉电源	-	1.7	1.8	1.9	
129	SDC1_DATA3	DI/DO	外接 WIFI 芯片 SD 总线数据 信号	VIH	0.8*VDD_ EXT	-	VDD_EXT	VDD_EXT=1.8V
				VIL	0	0	0.2*VDD_ EXT	
				VOH	0.8*VDD_ EXT	-	VDD_EXT	
				VOL	0	-	0.2*VDD_ EXT	
130	SDC1_DATA2	DI/DO	外接 WIFI 芯片 SD 总线数据 信号	VIH	0.8*VDD_ EXT	-	VDD_EXT	VDD_EXT=1.8V
				VIL	0	0	0.2*VDD_ EXT	
				VOH	0.8*VDD_ EXT	-	VDD_EXT	
				VOL	0	-	0.2*VDD_ EXT	
131	SDC1_DATA1	DI/DO	外接 WIFI 芯片 SD 总线数据 信号	VIH	0.8*VDD_ EXT	-	VDD_EXT	VDD_EXT=1.8V

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
				VIL	0	0	0.2*VDD_EXT	
				VOH	0.8*VDD_EXT	-	VDD_EXT	
				VOL	0	-	0.2*VDD_EXT	
132	SDC1_DATA0	DI/DO	外接 WIFI 芯片 SD 总线数据信号	VIH	0.8*VDD_EXT	-	VDD_EXT	VDD_EXT=1.8V
				VIL	0	0	0.2*VDD_EXT	
				VOH	0.8*VDD_EXT	-	VDD_EXT	
				VOL	0	-	0.2*VDD_EXT	
133	SDC1_CLK	DO	外接 WIFI 芯片 SD 总线时钟信号	VOH	0.8*VDD_EXT	-	VDD_EXT	VDD_EXT=1.8V
				VOL	0	-	0.2*VDD_EXT	
134	SDC1_CMD	DO	外接 WIFI 芯片 SD 总线命令信号	VOH	0.8*VDD_EXT	-	VDD_EXT	VDD_EXT=1.8V
				VOL	0	-	0.2*VDD_EXT	
135	WAKE_ON_WIRELESS	DI	外接 WIFI 芯片唤醒模块信号 H: 唤醒模块 L: 保持模块睡眠	VIH	1.5	1.8	1.9	
				VIL	-0.3	0	0.3	
136	WLAN_EN	DO	外接 WIFI 芯片使能控制 H: 使能外接 WIFI 芯片 L: 关闭外接 WIFI 芯片	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
137	COEX_UART_RX	DI	外接 LTE/WIFI/BT 芯片 UART 接口数据接收	VIH	1.5	1.8	1.9	
				VIL	-0.3	0	0.3	
138	COEX_UART_TX	DO	外接 LTE/WIFI/BT 芯片 UART 接口数据发送	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
139	BT_EN	DO	外接蓝牙芯片使能控制 H: 使能外接蓝牙芯片 L: 关闭外接蓝牙芯片	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
140	RESERVED	-	预留, 请保持此管脚开路	-	-	-	-	-

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
141	GND	-	地	-	-	-	-	-
142	GND	-	地	-	-	-	-	-
143	GND	-	地	-	-	-	-	-

说明:

- P 表示电源管脚; PI 表示电源输入管脚; PO 表示电源输出管脚; DI 表示数字信号输入管脚; DO 表示数字信号输出管脚; AI 表示模拟信号输入管脚。
- VIL 表示低电平输入电压; VIH 表示高电平输入电压; VOL 表示低电平输出电压; VOH 表示高电平输出电压。
- NC 在模块内部悬空, 建议做悬空处理。
- Reserved 在模块内部有连接, 需要做悬空处理。
- 当 M8510 OpenCPU 模块为主模式状态, PCM_SYNC 和 PCM_CLK 管脚为输出模式。

3.4 电源接口

3.4.1 概述

M8510 OpenCPU 模块的电源部分主要包含:

- 供电电源 VBAT 接口
- 对外电源输出 VDD_EXT 接口 (1.8 V)
- USIM 卡对外电源输出 USIM_VDD 接口
- SDIO 对外电源输出 VDD_SD 接口

电源接口管脚定义如表下所示:

表 3: 电源接口管脚定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
57, 58	VBAT_RF	PI	射频电源输入。	-	3.3	3.8	4.3	设计应满足最大电流 2.7A 的供电能力 (瞬间)
59, 60	VBAT_BB	PI	基带电源输入。	-	3.3	3.8	4.3	设计应满足最大电流 0.8A 的供电能力
7	VDD_EXT	PO	1.8V 电源输出, 最大输出电	-	1.7	1.8	1.95	

			流 50mA					
14	USIM_VDD	PO	USIM 卡电源输出，兼容 1.8V/3.0V	-	1.7	1.8	1.95	USIM_VDD=1.8V
					2.75	3	3.3	USIM_VDD=3.0V
34	VDD_SD	PO	SDIO 电源输出	-	1.7	1.8/2.85	3.0	输出 1.8V/2.85V 可配置。仅作为 SDIO 上拉或 LDO 使能，最大输出 50mA,不能直接给 SD 卡供电

3.4.2 VBAT 接口

M8510 OpenCPU 模块正常工作时，通过 VBAT_RF 和 VBAT_BB 两组管脚分别给射频部分和基带部分提供供电电源，电压输入范围为 3.3 V~4.3 V（典型值 3.8 V）。M8510 OpenCPU 模块为外部供电电源输入提供 4 个 VBAT 管脚和一些 GND 管脚，M8510 OpenCPU 模块在正常使用时，需保证全部管脚有效连接使用。

当 M8510 OpenCPU 模块用于不同外部应用时，需额外关注电源设计。当 M8510 OpenCPU 模块在 2G 模式下工作并以最大功率传输信号时，瞬态电流可能会因实际网络环境差异达到最大值 2.75 A。在这种情况下，VBAT 电压会下降。为了保证无线性能，请确保电压在任何情况下都不会降至 3.3 V 以下，否则会产生异常，如模块重启。

对于外部供电电源，推荐使用电流输出能力大于 3 A 的 LDO 调节器或开关电源，并且在模块的电源端口处分别给 VBAT_RF 和 VBAT_BB 各并联 1 个至少 47uF 以上的蓄能电容，并根据实际需要增加并联 10uF、100nF、33pF 等容值的滤波电容。此外，为了降低通路上阻抗对电压跌落的影响，建议尽量缩短 VBAT 的走线。

建议用户在供电电路中增加磁珠，对 DTE 和 DCE 设备直接进行隔离，推荐电路如下图所示：

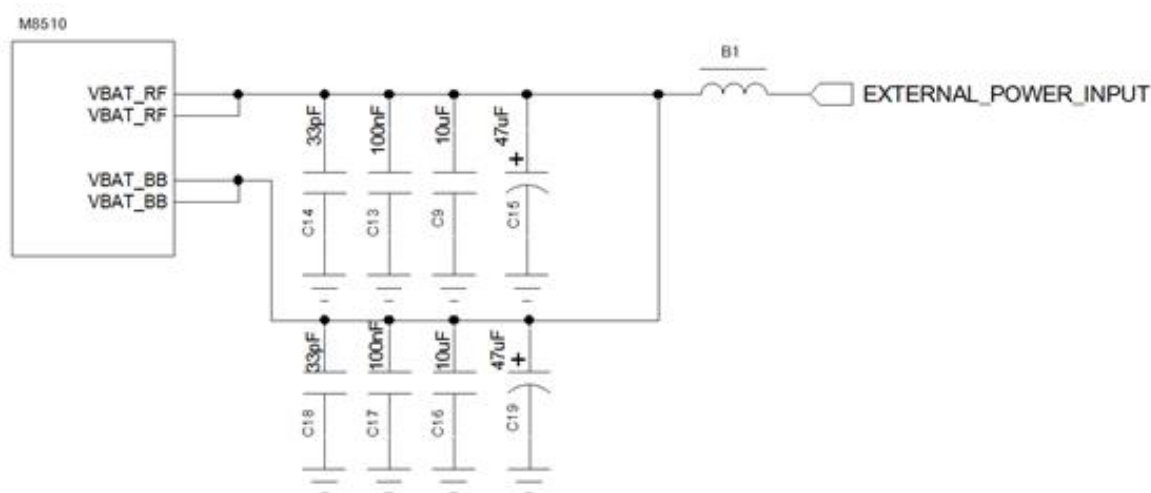


图 3：推荐供电电路图

3.4.3 输出电压接口

电压输出接口为 VDD_EXT、USIM_VDD 及 VDD_SD。如果模块处于关机状态，电压输出功能不可用。

- 通过 VDD_EXT，模块可输出 1.8 V 电压和 50 mA（典型值）电流，用于外部电平转换或其他应用；
- 通过 USIM_VDD，模块可向 USIM 卡输出 1.8 V 或 3.0 V 的电压；
- VDD_SD 接口仅作为 SDIO 上拉或 LDO 使能，最大输出 50mA，不能直接给 SD 卡供电

3.5 SIM 卡接口

3.5.1 概述

M8510 OpenCPU 模块符合 ETSI 和 IMT-2000 SIM 卡标准接口要求，支持 1.8V 和 3V 的 USIM 卡。

表 4：USIM 卡接口定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
13	USIM_PRESENCE	DI	USIM 卡插入检测信号 H: USIM 卡未插入 L: USIM 卡已插入	VIH	1.5	1.8	1.95	
				VIL	-0.3	0	0.3	
14	USIM_VDD	PO	USIM 卡电源输出，兼容 1.8V/3.0V	-	1.7	1.8	1.9	USIM_VDD=1.8V
				-	2.7	3	3.05	USIM_VDD=3.0V
15	USIM_DATA	DI/DO	USIM 卡数据	VIH	$0.7 \times \text{USIM_VDD}$	-	$\text{USIM_VDD} + 0.3$	USIM_VDD = 1.8V or 3.0V
				VIL	-0.3	0	$0.2 \times \text{USIM_VDD}$	
				VOH	$0.8 \times \text{USIM_VDD}$	-	USIM_VDD	
				VOL	0	-	0.4	
16	USIM_CLK	DO	USIM 卡时钟	VOH	$0.8 \times \text{USIM_VDD}$	-	USIM_VDD	USIM_VDD = 1.8V or 3.0V
				VOL	0	-	0.4	USIM_VDD = 1.8V or 3.0V
17	USIM_RST	DO	USIM 卡复位	VOH	$0.8 \times \text{USIM_VDD}$	-	USIM_VDD	USIM_VDD = 1.8V or 3.0V
				VOL	0	-	0.4	

3.5.2 USIM 硬件设计说明

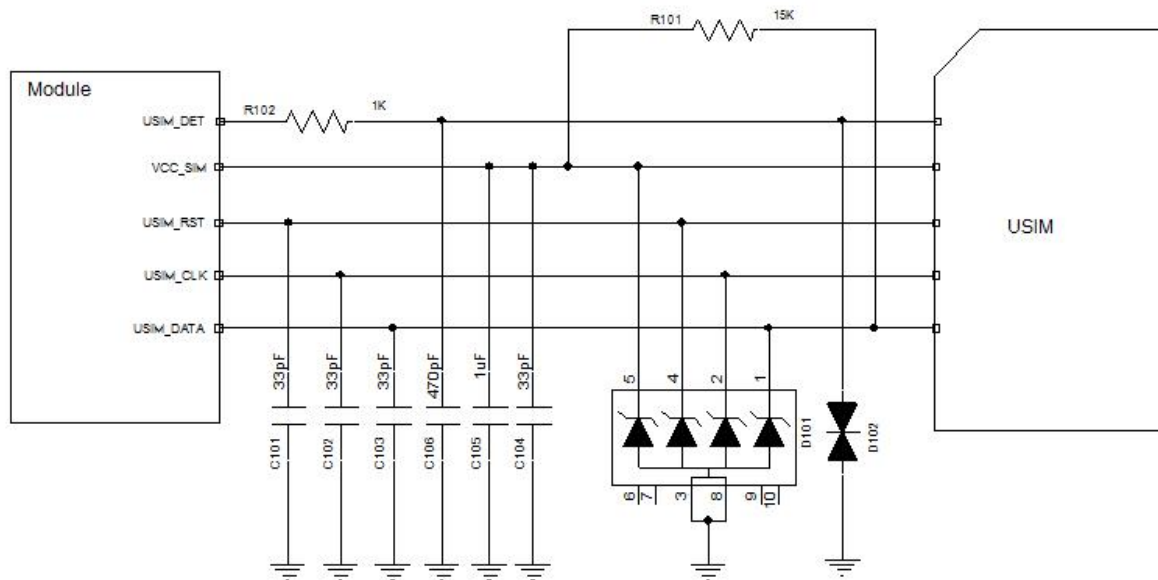


图 4：USIM 卡接口示意电路图

说明：

- 1) 如果无需使用 SIM 卡热插拔功能，请保持 USIM_DET 悬空。
- 2) 为了保证 SIM 卡在应用中的可靠性和可用性，请按照以下标准进行 USIM 卡电路设计：
 - 布局时尽可能的将 SIM 卡靠近模组，走线长度尽可能小于 200mm；
 - SIM 卡信号线远离 RF 和 VBAT 等干扰源；
 - 确保模组和 SIM 卡之间的地线短而粗，接地宽度不小于 0.5mm，并且靠近模组主地就近连接，如果客户 PCB 地平面完整，也可以直接接到 PCB 主地；
 - USIM_VDD 建议并联 1uF 电容，增加电压稳定性，同时并联 100nF 和 33pF 去耦电容，并靠近 SIM 卡放置；
 - 为避免 DATA 和 CLK 之间的串扰，应满足 3W 规则，并对其进行包地处理；
 - 为增强 SIM 卡稳定性，建议靠近 SIM 卡 USIM_DATA 引脚增加 15K 上拉电阻至 USIM_VDD；
 - USIM_DATA、USIM_CLK 和 USIM_RST 需要并联 33pF 去耦电容，靠近 SIM 卡放置；
 - 为了提供良好的 ESD 保护，建议 SIM 卡引脚就近添加 TVS，TVS 结电容需要小于 15pF。

3.6 UART 接口

3.6.1 UART 接口概述

M8510 OpenCPU 模块对外提供一路 4 线 UART0 和一路 2 线 URT1 通信串口, 以及一路 2 线 DBG_UART 调试串口。UART0 支持标准 Modem 握手信号控制, 可以通过串行接口与外界进行通信和 AT 指令输入。UART1 和 UART Debug 接口只有 TXD 和 RXD 信号, 其中 UART Debug 仅用于调试。

UART 的主要特性如下:

- 支持 7/8 bit 数据长度; 支持 1/2 位停止位; 支持奇偶校验或无校验;
- 波特率: 典型值是 115200bps; 最大值为 3000000bps;
- 支持波特率自适应功能。

表 5: UART 接口定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)
11	DBG_UART_RXD	DI	调试串口数据接收	VIH	1.5	1.8	1.9
				VIL	-0.3	0	0.3
12	DBG_UART_TXD	DO	调试串口数据发送	VOH	1.44	1.8	1.95
				VOL	0	0	0.45
63	UART1_TXD	DO	UART1 数据发送输出	VOH	1.44	1.8	1.95
				VOL	0	0	0.45
64	UART0_CTS	DO	UART0 发送清除	VIH	1.5	1.8	1.9
				VIL	-0.3	0	0.3
65	UART0_RTS	DI	UART0 发送请求	VOH	1.44	1.8	1.95
				VOL	0	0	0.45
66	UART1_RXD	DI	UART1 数据接收输入	VIH	1.5	1.8	1.9
				VIL	-0.3	0	0.3
67	UART0_TXD	DO	UART0 数据发送输出	VOH	1.44	1.8	1.95
				VOL	0	0	0.45
68	UART0_RXD	DI	UART0 数据接收输入	VIH	1.5	1.8	1.9
				VIL	-0.3	0	0.3

3.6.2 UART 接口硬件设计说明

UART 接口的硬件连接示意图如下所示：

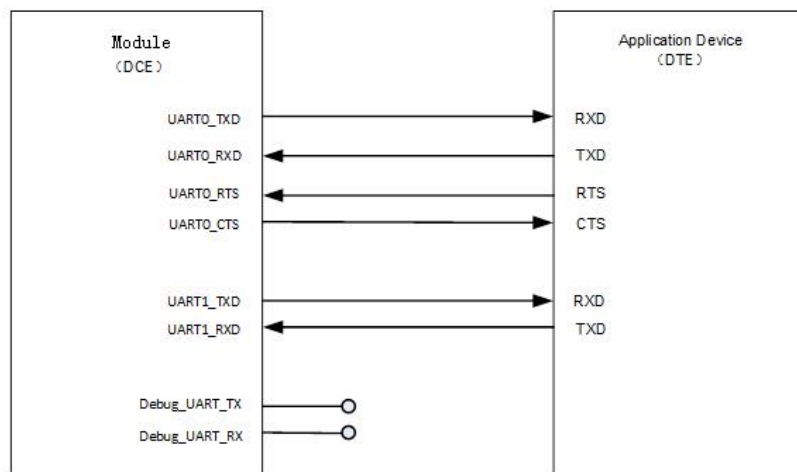


图 5：UART 与主机接口连接示意图

说明：

- UART 无法将模块从睡眠模式唤醒，如需唤醒模块，可通过控制 GPIO 或 USB 接口实现；
- 模块 UART 接口电平为 1.8V 逻辑电平，外接设备接口时需要注意和逻辑芯片的电平保持一致，必要时增加电平转换芯片；
- 本模块的 CTS 为数据输出，RTS 为数据输入，外部连接时不需要 CTS、RTS 交叉。

3.7 USB 接口

M8510 OpenCPU 模块支持 USB 2.0 高速接口，兼容 USB 2.0 接口规范。根据 USB 协议，关于 M8510 OpenCPU 模块 USB 信号的总线时序和电气特点请参考《Universal Serial Bus Specification 2.0》的 7.3.2 章节。VBAT 电源直接给 USB 接口供电，VBUS 只用来做 USB 插入检测信号。

表 6：USB 接口定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
69	USB_DP	DI/DO	USB 数据+，其定义参见：USB2.0 规范	-	-	-	-	-
70	USB_DM	DI/DO	USB 数据-，其定义参见：USB2.0 规范	-	-	-	-	-

71	USB_VBUS PI	USB 插入检测 H: USB 插入 L: USB 未插入	-	3.8	5	5.5	
----	-------------	-------------------------------------	---	-----	---	-----	--

USB 接口参考电路如下图:

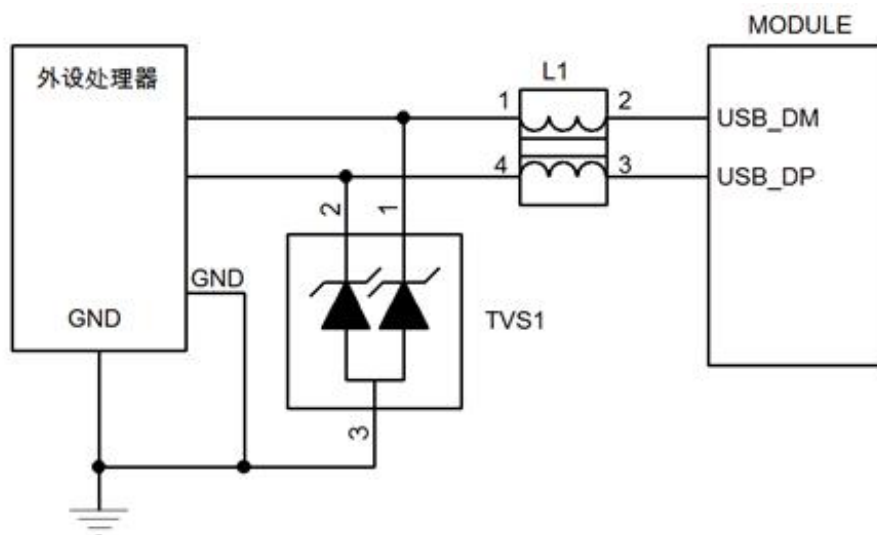


图 6: USB 推荐电路图

说明:

- USB_DM 和 USB_DP 必须将差分阻抗控制在 90Ω ($\pm 10\%$) ;
- USB_DM 和 USB_DP 差分走线, 等间距, 走线包地处理;
- USB 差分信号线必须越短越好, 且尽可能远离高速信号及其他周期信号;
- 最大限度减少 USB 信号线上的过孔和转角以减少信号反射和阻抗变化;
- 请勿在晶体、晶振、时钟电路、电磁元以及产生时钟的 IC 下面布置 USB 信号线: ;
- USB 信号线上避免留有短线, 以免产生短线反射影响信号质量;
- 在一个完整的参考平面 (GND) 上进行 USB 信号线的走线, 避免穿过板间间隙, 因为板间间隙会产生一个巨大的回流通道区域并增强电感和辐射。另外, 应避免在不同层上走信号线, USB 信号走线应上下左右包地处理;
- USB 信号线必须远离核心逻辑部件, 因为在核心部件状态转换过程中会产生高电流脉冲, 从而对信号产生干扰作用;
- 为了防止信号辐射, USB 信号线需远离单板边缘, 与单板边缘距离不得少于 $20 \times h$ (h 指信号线与参考层的垂直距离) ;
- L1 用于滤除共模干扰, TVS1 用于防止静电损坏器件。注意 TVS1 的容值应选择 0.5pf 左右的器件。

3.8 音频接口

M8510 OpenCPU 模块支持一路 PCM 数字音频接口，数字音频的接口管脚定义如下表所示。

表 7：数字音频接口定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
24	PCM_IN	DI	PCM 数据输入	VIH	1.5	1.8	1.9	
				VIL	-0.3	0	0.3	
25	PCM_OUT	DO	PCM 数据输出	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
26	PCM_SYNC	DO	PCM 同步	VOH	1.44	1.8	1.95	当模块为主模式时 PCM_SYNC 为输出 模式;当模块为从模 式时, PCM_SYNC 为 输入模式;
				VOL	0	0	0.45	
27	PCM_CLK	DO	PCM 时钟	VOH	1.44	1.8	1.95	当模块为主模式时, PCM_CLK 为输出模 式; 当模块为从模式 时, PCM_CLK 为输 入模式;
				VOL	0	0	0.45	

M8510 OpenCPU 模块的 PCM 接口实现与音频解码器的通信，与 CODEC 的连接示意图如下所示：

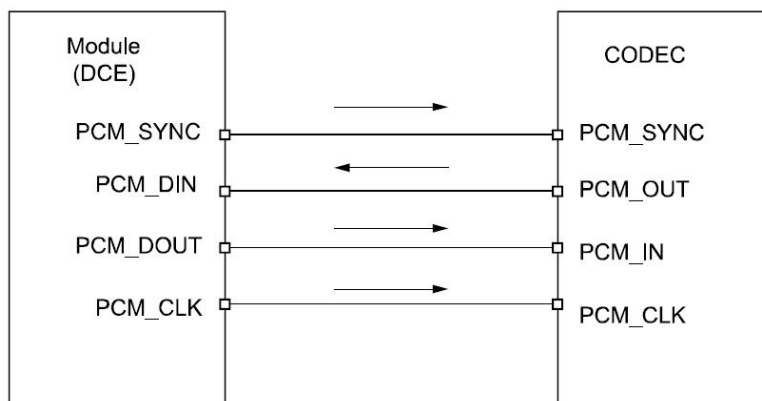


图 7：PCM 接口电路图（模块工作于 PCM 主模式）

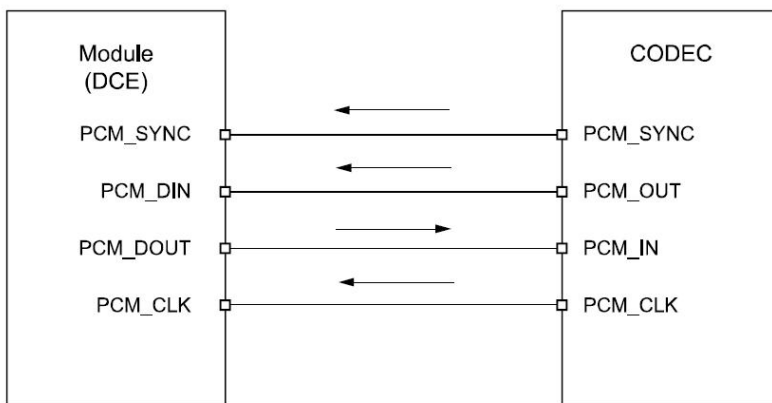


图 8: PCM 接口电路图（模块工作于 PCM 从模式）

说明:

- 编解码器的信号电平必须与模块的一致;
- M8510 OpenCPU 模块支持主从模式;
- 当 M8510 OpenCPU 模块处于主模式状态, PCM_CLK 和 PCM_SYNC 管脚为输出状态;
- 当 M8510 OpenCPU 模块处于从模式状态, PCM_CLK 和 PCM_SYNC 管脚为输入状态;
- 推荐在相关接口使用 TVS, 防止静电干扰, 保护集成芯片。

3.9 SDIO 接口

M8510 OpenCPU 模块提供了一路 SDIO 总线接口, 用户可以将此接口扩展为一个 SD 卡卡槽, 最高支持 64G 的 SD 卡; 或者用来外接 eMMC 存储设备, 外接 eMMC 时 Pin 113 用做电源使能, Pin 117 用作复位信号。SDIO 接口管脚定义如下表所示:

表 8: SDIO 接口管脚定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
23	SD_DET	DI	SD 热插拔检测信号 H: SD 卡未插入 L: SD 卡插入	VIH	1.5	1.8	1.9	
				VIL	-0.3	0	0.3	
28	SD_DATA3	DI/DO	SDIO 数据信号	VIH	1.35	1.8	2	VDD_SD=1.8V
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	1.4	1.8	-	
				VOL	0	0	0.5	

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
				VIH	2.25	2.85	3.15	VDD_SD=2.85V
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	2.4	2.85	3.15	
				VOL	0	0	0.5	
29	SD_DATA2	DI/DO	SDIO 数据信号	VIH	1.35	1.8	2	VDD_SD=1.8V
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	1.4	1.8	-	
				VOL	0	0	0.5	
				VIH	2.25	2.85	3.15	VDD_SD=2.85V
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	2.4	2.85	3.15	
				VOL	0	0	0.5	
30	SD_DATA1	DI/DO	SDIO 数据信号	VIH	1.35	1.8	2	VDD_SD=1.8V
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	1.4	1.8	-	
				VOL	0	0	0.5	
				VIH	2.25	2.85	3.15	VDD_SD=2.85V
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	2.4	2.85	3.15	
				VOL	0	0	0.5	
31	SD_DATA0	DI/DO	SDIO 数据信号	VIH	1.35	1.8	2	VDD_SD=1.8V
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	1.4	1.8	-	
				VOL	0	0	0.5	

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
				VIH	2.25	2.85	3.15	VDD_SD=2.85V
				VIL	-0.3	0	0.5	
				VOH	2.4	2.85	3.15	
				VOL	0	0	0.5	
32	SD_CLK	DO	SDIO 时钟信号	VOH	1.4	1.8	-	VDD_SD=1.8V
				VOL	0	0	0.5	
				VOH	2.4	2.85	3.15	VDD_SD=2.8V
				VOL	0	0	0.5	
33	SD_CMD	DO	SDIO 命令信号	VOH	1.4	1.8	-	VDD_SD=1.8V
				VOL	0	0	0.5	
				VOH	2.4	2.85	3.15	VDD_SD=2.8V
				VOL	0	0	0.5	
34	VDD_SD	PO	SDIO 电源输出	-	1.7	1.8/2.85	3.0	输出 1.8V/2.85V 可配置。仅作为 SDIO 上拉或 LDO 使能，最大输出 50mA, 不能直接给 SD 卡供电

SDIO 接口扩展外部 SD 卡槽电路参考设计如下图所示：

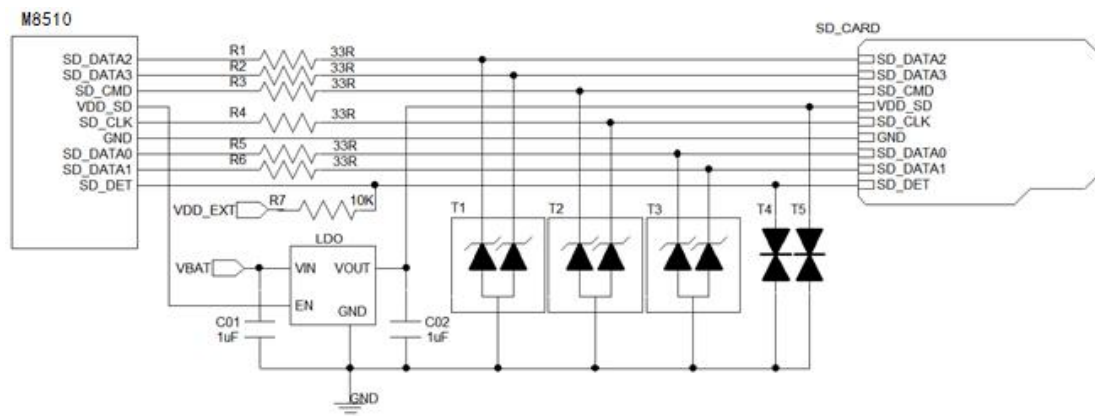


图 9：SD 卡接口电路图

说明:

- 为了驱动高速 SD 卡，满足 SD 卡电源所需要最高 800mA 电流的要求，SD 卡的供电需要外加一颗单独的 LDO 供电，输出电压 3V 左右（2.85-3.15V），输出电流 1A，不能使用 PIN34 VDD_SD 直接供电。PIN34 VDD_SD 仅可作为外接 LDO 的使能控制，通过一颗 10KR 的限流电阻接到外加 LDO 的 EN 脚。SD 卡座电源焊脚附近应就近摆放一颗 1uF 电容并联到地。SD 卡电源走线应满足通过 1A 电流的标准，宽度不小于 1mm，换层过孔不少于 3 个。应并联一颗 TVS（T5）管和一颗 1uF 电容（C02）到地，TVS 管靠近卡槽管脚就近防止，接地脚就近打地孔到主地层，确保充分接地；
- M8510 OpenCPU 模块内部对 SD 卡的数据、时钟、命令总线已经配置了合适的上拉电阻，模块外围电路设计时不要再并联上拉电阻；
- SD 卡的数据、时钟、命令总线在 M8510 OpenCPU 模块外围电路设计上，应根据需要每根线上预留 1 颗 33 欧姆的电阻（R1，R2，R3，R4，R5，R6），于调节信号完整性；
- SD 卡的数据、时钟、命令总线信号，走线上应当每根线上预留一颗 TVS 管（T1，T2，T3）并联到地，容值选择 0.5pF 左右的。TVS 管应放在 SD 卡座的焊脚附近就近摆放，TVS 管走线到卡座焊脚尽量短，TVS 管的接地脚就打地孔到主地层，应确保地孔数量足够，以防止 ESD 损坏器件；
- SD_DET 信号线在模块外部需要加一颗 10KR 的上拉电阻（R7），接到 VDD_EXT，并预留一颗 0R 串联电阻和一颗 TVS 管（T4）并联到地；
- LDO 参考设计建议使用 WL2817DA30-8/TR（WILLSEMI）。

3.10 I2C 接口

M8510 OpenCPU 模块对外提供一路 I2C 总线接口，支持速率 100KHz 和 400KHz。下表为 I2C 接口管脚定义。

表 9：I2C 接口定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
41	I2C_SCL	DO	I2C 总线时钟	VOH	0.8*VDD_EXT	-	VDD_EXT	I2C_CLK 为输出模式。 VDD_EXT=1.8V
				VOL	0	-	0.2*VDD_EXT	
42	ISC_SDA	DI/DO	I2C 总线数据	VIH	0.8*VDD_EXT	-	VDD_EXT	VDD_EXT=1.8V
				VIL	0	0	0.2*VDD_EXT	
				VOH	0.8*VDD_EXT	-	VDD_EXT	
				VOL	0	-	0.2*VDD_EXT	

I2C 接口外接其他设备的参考电路如下图所示：

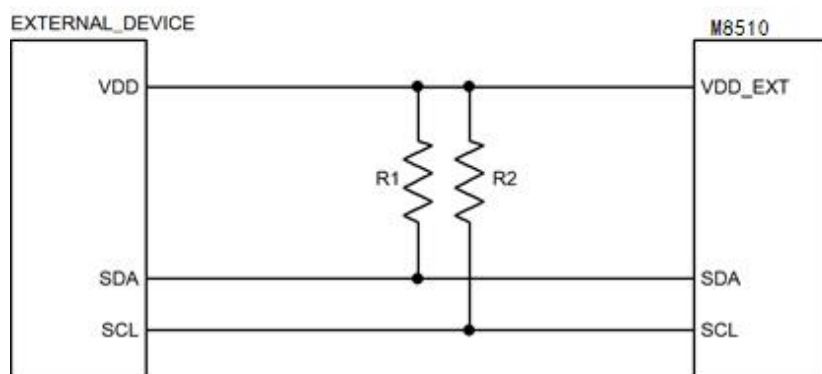


图 10：I2C 接口电路

说明：

- I2C 电源域属于 VDD_EXT，外设的 I2C 接口电源应接到 M8510 OpenCPU 模块的 VDD_EXT 上；
- 在 M8510 OpenCPU 模块内部，SDA 和 SCL 管脚已经内置 2.2K 上拉电阻。外部上拉电阻 R1、R2 可以不加，如果要加外部上拉电阻，阻值不应当小于 2.2K Ω 。

3.11 ADC 接口

M8510 OpenCPU 模块提供两个分辨率为 15bit 的模拟信号转数字信号转换接口 ADC0 和 ADC1。用户可使用 AT 指令读取模数转换器的值。具体 AT 指令请参考 M8510 OpenCPU 模块 AT 指令相关文档。

表 10：ADC 接口管脚定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
44	ADC1	AI	模拟-数字信号转换器输入通道 0	-	0.3	-	VBAT_BB	VBAT_BB=3.3-4.3V
45	ADC0	AI	模拟-数字信号转换器输入通道 1	-	0.3	-	VBAT_BB	VBAT_BB=3.3-4.3V

说明：

- ADC 转换器的参考电压是 VBAT_BB，请确保 VBAT_BB 外接的电源稳定，并根据实际情况并联恰当容值的电容，以滤除干扰；

- 在应确保输入到 ADC 管脚的信号电平峰值不超过 VBAT_BB, 如果实际应用当中有可能出现高于 VBAT_BB 的信号, 则应通过分压电阻对输入信号进行分压, 使其峰值小于 VBAT_BB;
- ADC 的输入信号是模拟信号, 需要重点保护, 应避免和高数数字信号、开关电源、马达电机和继电器等干扰交强的电路距离太近。走线应上下左右包地处理。在 ADC 管脚附近, 根据实际电路干扰情况, 可以适当并联恰当容值的滤波电容。

3.12 天线接口

天线电路分析, 见第 4 章。

3.13 控制接口

3.13.1 控制接口概述

模块控制接口主要是供客户作为控制信号使用, 这些信号的逻辑电平为 1.8V。主要包含下表中所列接口:

表 11: 控制接口引脚定义

管脚号	信号名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)
6	NET_STATUS	DO	无线网络状连接态信号 慢闪 (200ms High/1800ms Low): 正在找网	VOH	1.44	1.8	1.95
			慢闪 (1800ms High/200ms Low): 待机 快闪 (125ms High/125ms Low): 正 在数据传输 保持为高: 正在语音呼叫	VOL	0	0	0.45
61	STATUS	DO	系统状态指示信号 H:系统未开机 L:系统已开机	VOH	3	VBAT_BB	VBAT_BB
				VOL	0	0	0.3

说明:

- NET_STATUS 信号通常用来外接指示灯的使能, 控制指示灯的亮灭;
- STATUS 信号为开漏输出, 需要外接上拉电阻, 通常外接指示灯指示模块运行状态。

3.13.2 控制接口硬件设计说明

NET_STATUS 信号通常用来控制指示灯的开关，硬件参考设计如下所示。

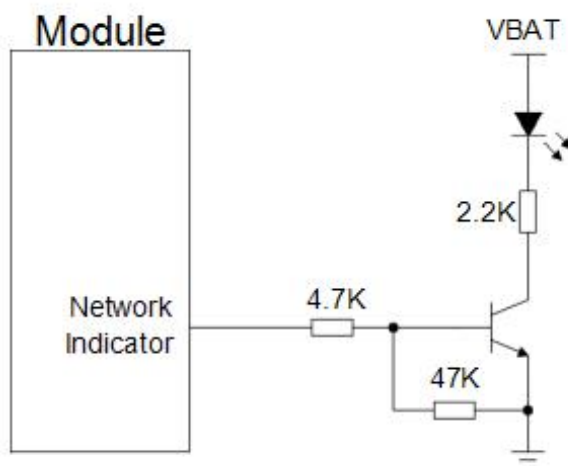


图 11: NET_STATUS 接口电路

STATUS 信号为开漏输出，若外接 MCU，需要外接上拉电阻到 MCU 对应的接口电平；如果外接状态指示灯，不需要使用三极管，直接将 LED 串联电阻接到 STATUS 管脚即可。

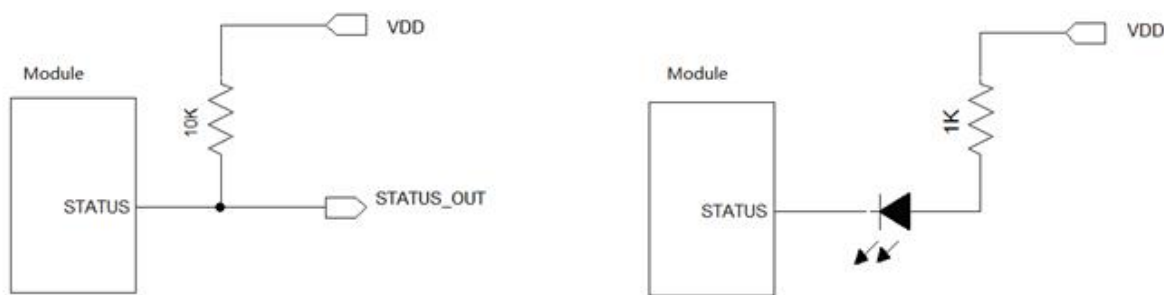


图 12: STATUS 接口电路

3.14 以太网接口

M8510 OpenCPU 模块为外围扩展以太网提供了一组 SGMII 接口及其控制管脚。M8510 OpenCPU 模块能够支持以下性能的以太网接口功能：

- 支持 IEEE802.3
- 全双工速率 1000 Mbps
- 支持半双工/全双工自适应，速率 10/100 Mbps

- 支持 VLAN tagging
- 支持 IEEE1588 和 PrecisionTimeProtocol(PTP)
- 支持外接以太网接口芯片如 AR8033 或其他外部开关
- 支持双电压接口

以太网接口管脚定义如下表所示：

表 12：以太网接口管脚定义

管脚号	信号名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
119	EPHY_RST_N	DO	以太网接口芯片复位信号 H: 不复位 L: 复位以太网接口芯片	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
120	EPHY_INT_N	DI	以太网接口芯片中断信号 H: 无中断输入 L: 有中断输入	VIH	1.5	1.8	1.9	
				VIL	-0.3	0	0.3	
121	SGMII_DAT	DI/DO	SGMII MDIO 数据信号	VIH	0.8* VREG_L5_UIM2	-	VREG_L5_UIM2	VREG_L5_UIM2 =1.8V or 2.85V
				VIL	0	0	0.2* VREG_L5_UIM2	
				VOH	0.8* VREG_L5_UIM2	-	VREG_L5_UIM2	
				VOL	0	-	0.2* VREG_L5_UIM2	
122	SGMII_CLK	DO	SGMII MDIO 时钟信号	VOH	0.8* VREG_L5_UIM2	-	VREG_L5_UIM2	VREG_L5_UIM2 =1.8V or 2.85V
				VOL	0	-	0.2* VREG_L5_UIM2	
123	SGMII_TX_M	AO	SGMII 发送数据信号正					
124	SGMII_TX_P	AO	SGMII 发送数据信号负					
125	SGMII_RX_P	AI	SGMII 接收数据信号正					
126	SGMII_RX_M	AI	SGMII 接收数据信号负					
128	VREG_L5_UIM2	PO	SGMII MDIO 信号上拉电源	-	1.7	1.8	1.9	VREG_L5_UIM2 =1.8V or 2.85V
				-	2.7	2.85	3	

M8510 OpenCPU 模块搭配 AR8033 构建以太网接口电路的框图如下图所示：

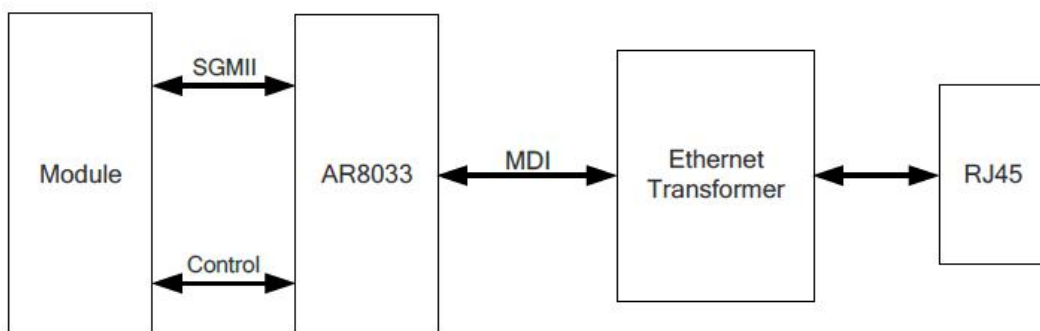


图 13：以太网接口接口电路框图

M8510 OpenCPU 模块连接 AR8033 的参考电路如下图所示：

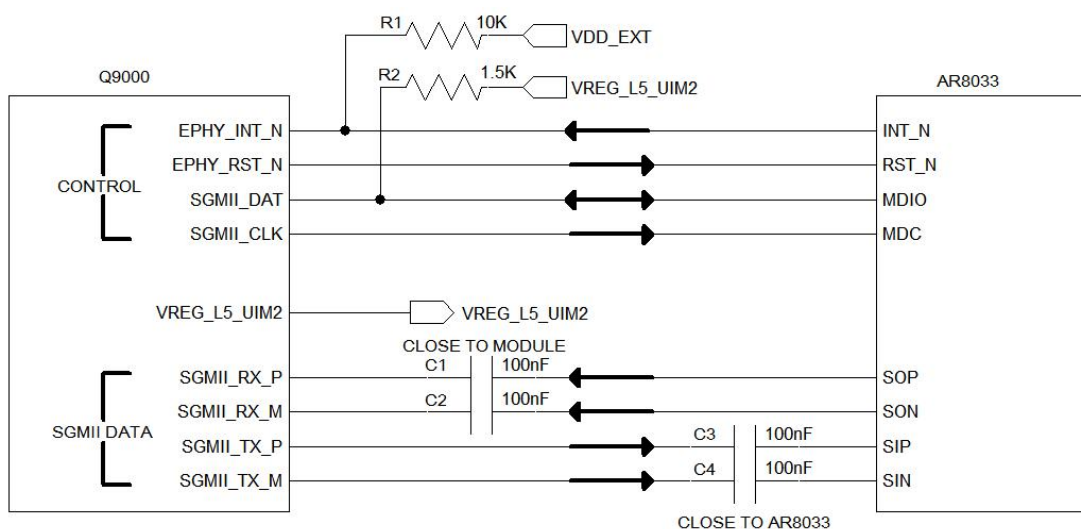


图 14：A8033 参考电路

说明：

- SGMII 走线应远离射频和电源走线；
- 在 SGMII 走线长度应小于 10inch；
- 差分走线的两根线间距小于 20mil，PCB 阻抗控制按照差分 100ohm±10%处理；
- 差分对相互之间的间距应大于 40mil。

3.15 开机键

开机键管脚定义如表 3-12 所示：

表 13：开机键管脚定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
21	PWRKEY	I	开机键信号，拉低控制 开关机状态。	V _{IH}	0.8	1.8	2.1	此信号内 部拉高
				V _{IL}	0	0	0.35	

PWRKEY 高电平由于高通芯片内部二极管压降，可能会降低到 0.8V 左右。在关机模式下，将 PWRKEY 电平拉低保持至少 100ms 以上，或 PIN61 STATUS 被拉低后，可以释放 PWRKEY 上的拉低，然后系统将启动正常开机流程，如果不释放 PWRKEY 的低电平，也可以正常启动开机流程，但是此时 PWRKEY 将不具备关机功能。建议使用开漏方式控制 PWRKEY，参考电路如下图所示：

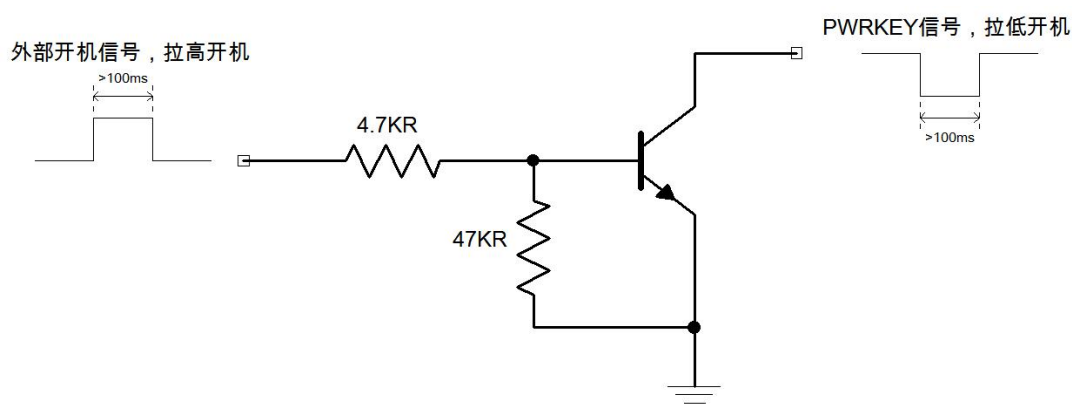


图 15：开机键参考电路

或者使用 switch 作为开机按键，那么需要在 PWRKEY 走线上并联一颗 TVS 管，放在靠近按键焊脚的位置，以防止 ESD 损坏器件。Switch 按键参考电路如下图所示：

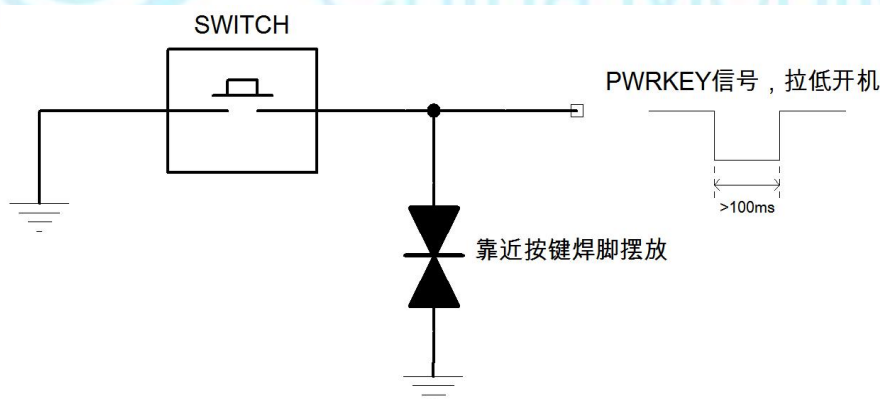


图 16：switch 按键参考电路

注意应确保 VBAT 电压达到设计要求的 3.3V 以上后，再驱动 PWRKEY，开机时序图如下图所示：

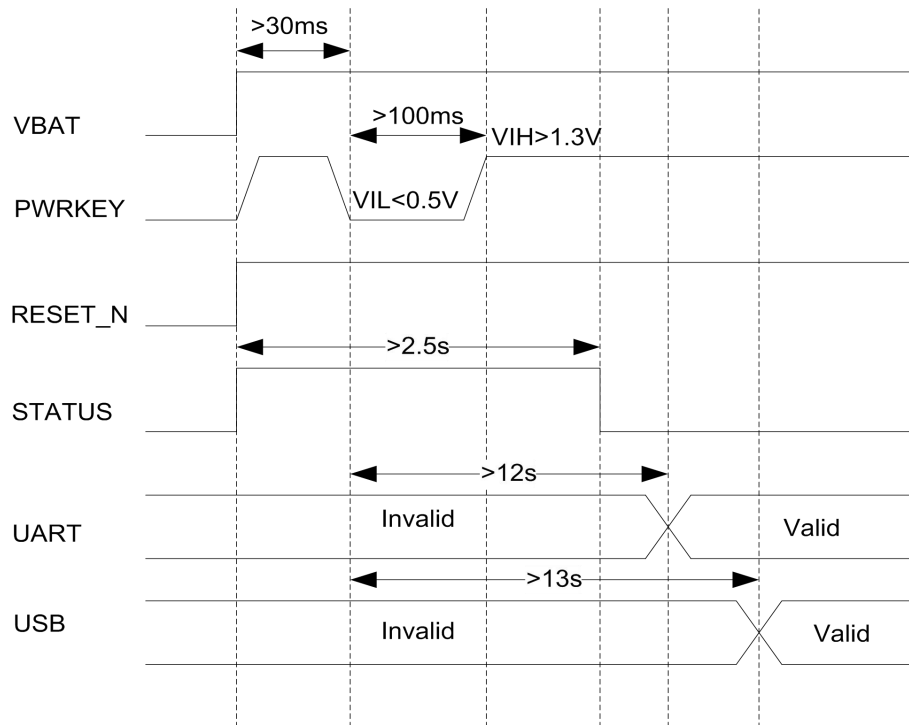


图 17：开机时序图

当 M8510 OpenCPU 模块完成正常开机流程后，PWRKEY 被释放，电平恢复到拉高状态，此时再次拉低 PWRKEY 电平并保持 650ms 以上，可以引发关机流程，如果开机后 PWRKEY 电平没有被释放，而是保持拉低，则此时 PWRKEY 关机则不起作用。PWRKEY 关机流程如下图所示：

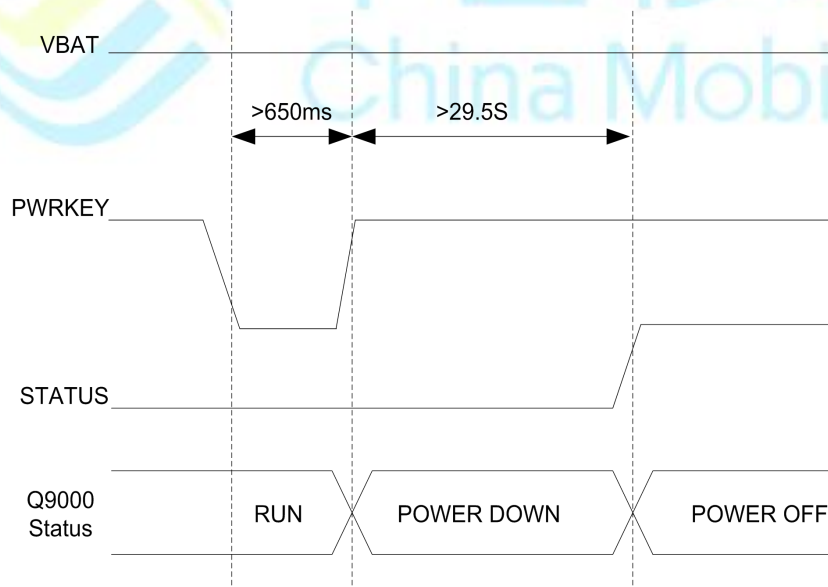


图 18：PWRKEY 关机流程图 3-18 PWRKEY 关机流程

3.16 复位键

M8510 OpenCPU 模块提供了一个 RESET_N 管脚用于复位模块，RESET_N 管脚定义如下表所示：

表 14： RESET_N 管脚定义

管脚号	信号名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
20	RESET_N	I	模块复位信号 H: 模块正常运行 L: 模块复位	VIH	-	1.8	1.9	此信号内部拉高。
				VIL	0	0	0.3	

将 RESET_N 电平拉低保持至少 150ms，然后释放 RESET_N 上的拉低，系统将启动复位流程，建议使用开漏方式控制 RESET_N。参考电路如下图所示：

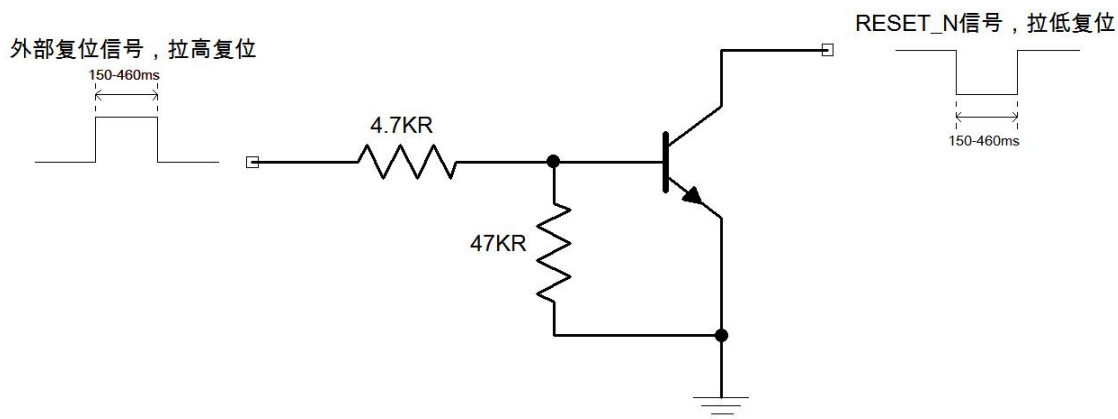


图 19：RESET_N 复位参考电路

或者通过 switch 按键的方式实现复位动作，参考设计如下图所示：

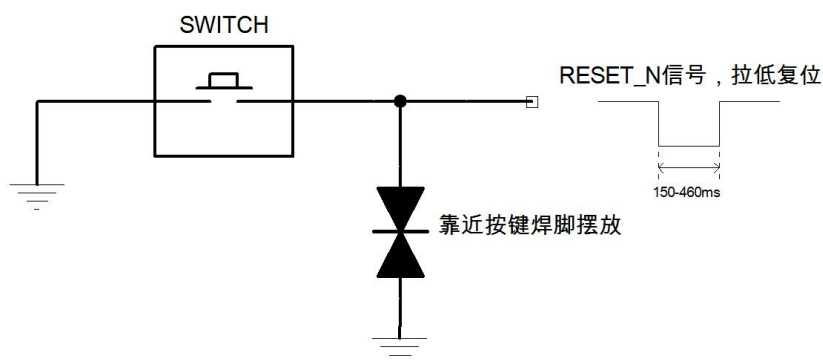


图 20：switch 方式实现复位参考电路

注意，RESET_N 走线上不应该并联过大的旁路电容，以避免影响复位时序。RESET_N 的走线应走在 PCB 中间层，不要靠近板边缘或者表层，以避免 ESD 干扰。复位时序如下图所示：

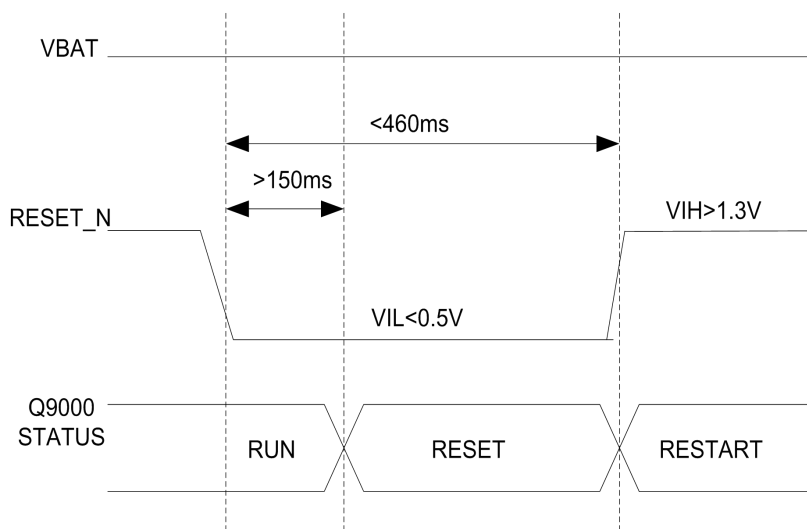


图 21：复位时序图

3.17 WIFI/蓝牙接口

M8510-OPEN 模块为外接 WIFI/蓝牙扩展功能，提供了一组接口管脚，包括 SDIO 3.0 接口、UART 接口、PCM 接口以及其他一些控制信号接口。这些管脚的定义如下表所示：

表 15：WIFI/BT 接口管脚定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
129	SDC1_DATA3	DI/DO	外接 WIFI 芯片 SD 总线数据信号	VIH	$0.8 \times VDD_EXT$	-	VDD_EXT	VDD_EXT=1.8V
				VIL	0	0	$0.2 \times VDD_EXT$	
				VOH	$0.8 \times VDD_EXT$	-	VDD_EXT	
				VOL	0	-	$0.2 \times VDD_EXT$	
130	SDC1_DATA2	DI/DO	外接 WIFI 芯片 SD 总线数据信号	VIH	$0.8 \times VDD_EXT$	-	VDD_EXT	VDD_EXT=1.8V
				VIL	0	0	$0.2 \times VDD_EXT$	
				VOH	$0.8 \times VDD_EXT$	-	VDD_EXT	
				VOL	0	-	$0.2 \times VDD_EXT$	
131	SDC1_DATA1	DI/DO	外接 WIFI 芯片 SD 总线数据信号	VIH	$0.8 \times VDD_EXT$	-	VDD_EXT	VDD_EXT=1.8V
				VIL	0	0	$0.2 \times VDD_EXT$	
				VOH	$0.8 \times VDD_EXT$	-	VDD_EXT	
				VOL	0	-	$0.2 \times VDD_EXT$	
132	SDC1_DATA0	DI/DO	外接 WIFI 芯片 SD 总线数据信号	VIH	$0.8 \times VDD_EXT$	-	VDD_EXT	VDD_EXT=1.8V

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
			据信号	VIL	0	0	0.2*VDD_EXT	
				VOH	0.8*VDD_EXT	-	VDD_EXT	
				VOL	0	-	0.2*VDD_EXT	
133	SDC1_CLK	DO	外接 WIFI 芯片 SD 总线时钟信号	VOH	0.8*VDD_EXT	-	VDD_EXT	VDD_EXT=1.8V
				VOL	0	-	0.2*VDD_EXT	
134	SDC1_CMD	DO	外接 WIFI 芯片 SD 总线命令信号	VOH	0.8*VDD_EXT	-	VDD_EXT	VDD_EXT=1.8V
				VOL	0	-	0.2*VDD_EXT	
118	WLAN_SLP_CLK	DO	WIFI 休眠时钟	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
135	WAKE_ON_WIRELESS	DI	外接 WIFI 芯片唤醒模块信号 H: 唤醒模块 L: 保持模块睡眠	VIH	1.5	1.8	1.9	
				VIL	-0.3	0	0.3	
136	WLAN_EN	DO	外接 WIFI 芯片使能控制 H: 使能外接 WIFI 芯片 L: 关闭外接 WIFI 芯片	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
137	COEX_UART_RX	DI	外接 LTE/WIFI/BT 芯片 UART 接口数据接收	VIH	1.5	1.8	1.9	
				VIL	-0.3	0	0.3	
138	COEX_UART_TX	DO	外接 LTE/WIFI/BT 芯片 UART 接口数据发送	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
139	BT_EN	DO	外接蓝牙芯片使能控制 H: 使能外接蓝牙芯片 L: 关闭外接蓝牙芯片	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
127	PM_ENABLE_WIFI	DO	外接 WIFI 芯片电源使能控制 H: 使能外部 WIFI 芯片电源 L: 关闭外部 WIFI 芯片电源	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
				VOL	0	0	0.45	
37	BT_UART_RTS	DI	BT UART 发送请求	VIH	1.5	1.8	1.9	
				VIL	-0.3	0	0.3	
38	BT_UART_TXD	DO	BT UART 发送数据输出	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
39	BT_UART_RXD	DI	BT UART 接收数据输入	VIH	1.5	1.8	1.9	
				VIL	-0.3	0	0.3	
40	BT_UART_CTS	DO	BT UART 发送清除	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
24	PCM_IN	DI	PCM 数据输入	VIH	1.5	1.8	1.9	

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
				VIL	-0.3	0	0.3	
25	PCM_OUT	DO	PCM 数据输出	VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
26	PCM_SYNC	DO	PCM 同步	VOH	1.44	1.8	1.95	当模块为主模式时，PCM_SYNC 为输出模式
				VOL	0	0	0.45	
27	PCM_CLK	DO	PCM 时钟	VOH	1.44	1.8	1.95	当模块为主模式时，PCM_CLK 为输出模式
				VOL	0	0	0.45	

外接 WIFI/蓝牙外设连接示意图如下：

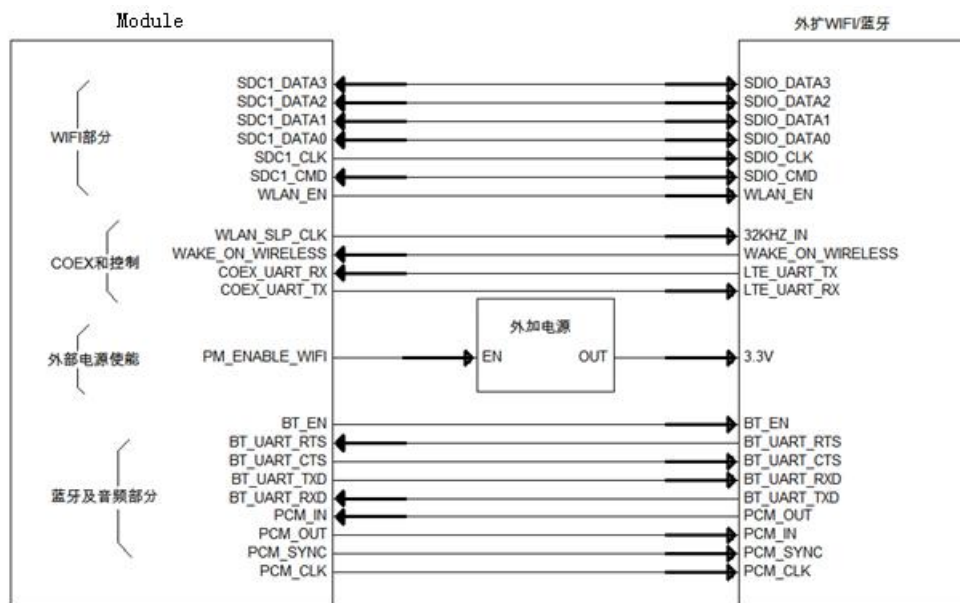


图 22：WIFI/BT 接口外扩芯片接法

说明：

- SDIO 总线当工作在 SDR 模式下，速率为 200MHz，当工作在 DDR 模式下，速率为 52MHz；
- SDIO 总线的走线应按照单端 50 欧姆阻抗控制，走同组等长线，走线长度差不超过 50mm，走线的相邻层用底层覆盖；
- SDIO 走线应远离射频、时钟，开关电源，模拟信号等敏感信号线，应将它们与 SDIO 用地隔离开；
- SDIO 走线相邻线间距应保证不小于 2 倍线宽，走线上的电容不超过 15pF；

- SDIO_CLK 走线上应串联一颗 15-24 欧姆的电阻，靠近 M8510 OpenCPU 模块管脚摆放，距离 M8510 OpenCPU 模块管脚 SDC1_CLK 管脚不超过 5mm；
- 本模块的 CTS 为数据输出，RTS 为数据输入，外部连接时不需要 CTS、RTS 交叉。

3.18 GPIO 接口

M8510 OPEN 模块提供了 6 个通用输入输出数字接口，客户可用于扩展外设。具体定义如下表所示：

表 16：GPIO 接口管脚定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
1	GPIO1	DI/DO	通用输入输出口	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域，不用则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	
				VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
2	GPIO2	DI/DO	通用输入输出口	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域，不用则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	
				VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
3	GPIO3	DI/DO	通用输入输出口	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域，不用则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	
				VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
4	GPIO4	DI/DO	通用输入输出口	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域，不用则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	
				VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
5	GPIO5	DI/DO	通用输入输出口	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域，不用

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
				VIL	-0.3	0	0.3	则悬空
				VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
62	GPIO6	DI/DO	通用输入输出	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域, 不用则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	
				VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	
113	GPIO7	DI/DO	通用输入输出	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域, 默认用来控制 eMMC 的电源使能, 不用 eMMC 时可配置为普通 GPIO, 不用则悬空。
				VIL	-0.3	0	0.3	
				VOH	1.44	1.8	1.95	
				VOL	0	0	0.45	

表 17: GPIO 接口复用功能

模块管脚	管脚定义	模式 1 (默认)	模式 2	模式 3	中断唤醒	复位状态	备注
1	GPIO1	GPIO_25			YES	B-PD	BOOT_CONFIG_2
2	GPIO2	GPIO_10			YES	B-PD	
3	GPIO3	GPIO_74			YES	B-PD	
4	GPIO4	GPIO_11			YES	B-PU	
5	GPIO5	GPIO_24			NO	B-PD	BOOT_CONFIG_1
13	UIM1_PRESENT	UIM1_PRESENT	GPIO_34		YES	B-PD	
23	SD_INS_DET	SD_INS_DET	GPIO_26		YES	B-PD	
24	PCM_2_DIN	PCM_2_DIN	GPIO_76		YES	B-PD	
25	PCM_2_DOUT	PCM_2_DOUT	GPIO_77		NO	B-PD	
26	PCM_2_SYNC	PCM_2_SYNC	GPIO_79		YES	B-PD	BOOT_CONFIG_7

模块管脚	管脚定义	模式 1（默认）	模式 2	模式 3	中断唤醒	复位状态	备注
27	PCM_2_CLK	PCM_2_CLK	GPIO_78		NO	B-PD	BOOT_CONFIG_8
37	SPI_CS_N	SPI_CS_N_BLSP6	GPIO_22	UART6_RTS_N	YES	B-PD	
38	SPI_MOSI	SPI_MOSI_BLSP6	GPIO_20	UART6_TX	YES	B-PD	
39	SPI_MISO	SPI_MISO_BLSP6	GPIO_21	UART6_RX	YES	B-PD	
40	SPI_CLK	SPI_CLK_BLSP6	GPIO_23	UART6_CTS_N	NO	B-PU	BOOT_CONFIG_4
41	SCL	I2C_SCL_BLSP2	GPIO_7	UART2_CTS_N	NO	B-PD	
42	SDA	I2C_SDA_BLSP2	GPIO_6	UART2_RTS_N	NO	B-PD	
62	GPIO6	GPIO_75			YES	B-PD	
63	UART1_TXD	UART1_TXD	GPIO_4	UART2_TX	NO	B-PD	
64	MAIN_CTS	MAIN_CTS	GPIO_3		YES	B-PD	
65	MAIN_RTS	MAIN_RTS	GPIO_2		NO	B-PD	
66	UART1_RXD	UART1_RXD	GPIO_5	UART2_RX	YES	B-PD	
67	MAIN_TXD	MAIN_TXD	GPIO_0		NO	B-PD	
68	MAIN_RXD	MAIN_RXD	GPIO_1		YES	B-PD	
113	GPIO7	SDC_PWR_EN	PMU_GPIO2		YES	B-PD	
119	ETH_RST_N	ETH_RST_N	GPIO_29		YES	BH-PD	
120	ETH_INT_N	ETH_INT_N	GPIO_30		YES	B-PD	
121	SGMII_MDATA	SGMII_MDATA	GPIO_28		YES	BH-PD	
122	SGMII_MCLK	SGMII_MCLK	GPIO_27		NO	BH-PD	
129	SDC1_DATA_3	SDC1_DATA_3	GPIO_12		YES	B-PD	
130	SDC1_DATA_2	SDC1_DATA_2	GPIO_13		YES	B-PD	

模块管脚	管脚定义	模式 1（默认）	模式 2	模式 3	中断唤醒	复位状态	备注
131	SDC1_DATA_1	SDC1_DATA_1	GPIO_14		NO	B-PD	
132	SDC1_DATA_0	SDC1_DATA_0	GPIO_15		NO	B-PD	
133	SDC1_CLK	SDC1_CLK	GPIO_16		YES	B-NP	
134	SDC1_CMD	SDC1_CMD	GPIO_17		YES	B-PD	
136	WLAN_EN	WLAN_EN	GPIO_38		YES	B-PD	BOOT_CONFIG_12
137	COEX_UART_RXD	COEX_UART_RXD	GPIO_37		YES	B-PD	FORCE_USB_BOOT
138	COEX_UART_TX	COEX_UART_TX	GPIO_36		NO	B-PD	BOOT_CONFIG_3

说明：

- 所有 BOOT_CONFIG 和 FORCE_USB_BOOT 引脚在模块开机前禁止上拉到高电平；
- 模式 2 和模式 3 的功能需要软件配置后才能生效使用；
- 本模块的 CTS 为数据输出，RTS 为数据输入，外部连接时不需要 CTS、RTS 交叉。

3.19 SPI 接口

M8510 OpenCPU 模块提供了一组 4 线的 SPI 接口，支持 3 线或 4 线模式高速全双工同步通讯。SPI 可以做主模式也可以做从模式，主模式下 SPI 最高速率 38MHz。SPI 接口管脚定义如下表所示：

表 18： SPI 接口管脚定义

管脚号	管脚名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)	备注
37	SPI_CS_N	DO	SPI 片选信号	VOH	1.44	1.8	1.95	1.8V 电源域，不用则悬空
				VOL	0	0	0.45	
38	SPI_MOSI	DO	SPI 数据输出信号	VOH	1.44	1.8	1.95	1.8V 电源域，不用则悬空
				VOL	0	0	0.45	
39	SPI_MISO	DI	SPI 数据输入信号	VIH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域，不用则悬空
				VIL	-0.3	0	0.3	

40	SPI_CLK	DO	SPI 时钟信号	VOH	1.5	1.8	1.9	1.8V 电源域, 不用 则悬空
				VOL	-0.3	0	0.3	

SPI 接口连接外设如下两种方式:

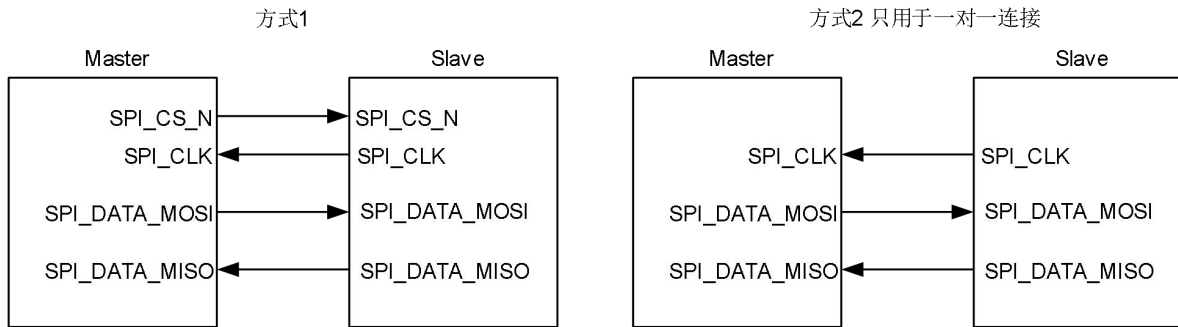


图 23: SPI 接口外扩芯片接法图

说明:

- SPI 参考电路, 电源域属于 VDD_EXT, 外设的 SPI 接口电源应接到 M8510 OpenCPU 模块的 VDD_EXT 上。
- SPI 走线相互间距应保持 1.5 倍线宽, 走在 PCB 内层, 应远离高速数字信号线、敏感的模拟信号线、射频信号线、电源走线, 做包地和等长处理。

4 射频特性

4.1 本章说明

本章主要说明了 M8510 OpenCPU 的射频特点：

- 射频天线框图
- 射频 LAYOUT 设计
- 射频工作频段
- 射频传导测试仪器
- 射频传导特征
- 天线设计规范
- 共存分析
- GNSS 介绍

4.2 天线框图

M8510 OpenCPU 包含 3 个天线接口，分别为主天线、分集天线、GNSS 天线。每个天线和接口之间用 π 行网络连接，可以用来调试天线匹配，如下图所示：

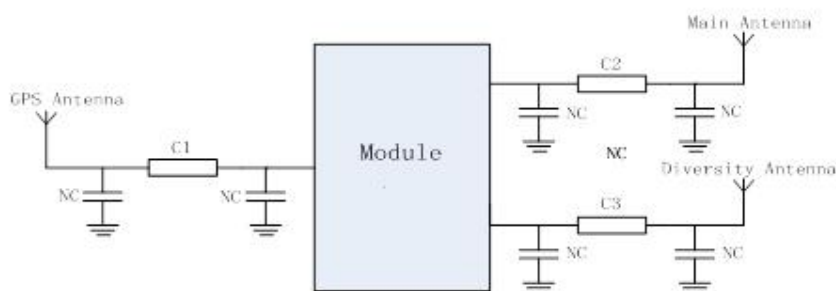


图 24：天线框图

注意：

- 外部摆放天线 π 行网络匹配时，请尽量靠近天线馈点；

- 分集和主天线设计时，请尽量保持一定距离，保证两个天线之间的隔离度，可以提高接收天线灵敏度；

4.3 射频工作频段要求

表 19： 射频工作频段

频段	TX(发射)	RX (接收)
LTE Band 1	1920-1980MHz	2110-2170MHz
LTE Band 3	1710-1785MHz	1805-1880MHz
LTE Band 5	824-849MHz	869-894MHz
LTE Band 8	880-915MHz	925-960MHz
LTE Band 38	2570-2620MHz	2570-2620MHz
LTE Band 39	1880-1920MHz	1880-1920MHz
LTE Band 40	2300-2400MHz	2300-2400MHz
LTE Band 41	2535-2655MHz	2535-2655MHz
UMTS Band 1	1920-1980MHz	2110-2170MHz
UMTS Band 8	880-915MHz	925-960MHz
TD-SCDMA Band 34	2010-2025MHz	2010-2025MHz
TD-SCDMA Band 39	1880-1920MHz	1880-1920MHz
CDMA 1X /EVDO BC0	824-849MHz	869-894MHz

4.4 射频传导测试工具

因 M8510 OpenCPU 支持 2G、3G、4G，所以仪器需要 R&S CMW500、Agilent 8960、Startpoint SP6010 和电源设备：KEITHLEY 2306、Agilent 66319D 等。

因为线损设置和射频测试线以及频段相关，需要根据实际情况补偿线损值，并在仪器上进行补偿。

4.5 射频传导测试值

4.5.1 传导接收灵敏度

表 20：接收灵敏度值

频段	主集	分集	主集+分集	3GPP	备注
GSM900	-110dBm	NA	NA	-102.0dBm	BER Class II < 2.44%
DCS1800	-110dBm	NA	NA	-102.0dbm	BER Class II < 2.44%
WCDMA B1	-110.7dBm	NA	NA	-106.7dBm	BER < 0.1%

WCDMA B8	-111.7dBm	NA	NA	-103.7dBm	BER < 0.1%
TD-SCDMA B34	-112.3dBm	NA	NA	-108 dBm	BER < 0.1%
TD-SCDMA B39	-111.8dBm	NA	NA	-108 dBm	BER < 0.1%
CDMA BC0	-108dBm	NA	NA	-105dBm	FER ≤ 0.5%
LTE-FDD B1 (10M)	-98.5dBm	-99.1dBm	-100.5dBm	-96.3dBm	FDD QPSK throughput > 95%, 10 MHz Bandwidth
LTE-FDD B3 (10M)	-99.5dBm	-100.1dBm	-101.5dBm	-93.3dBm	FDD QPSK throughput > 95%, 10 MHz Bandwidth
LTE-FDD B5 (10M)	-98.5dBm	-100.2dBm	-101dBm	-94.3dBm	FDD QPSK throughput > 95%, 10 MHz Bandwidth
LTE-FDD B8 (10M)	-100dBm	-97.4dBm	-100.5dBm	-93.3dBm	FDD QPSK throughput > 95%, 10 MHz Bandwidth
LTE-TDD B38 (10M)	-100dBm	-98dBm	-100.5dBm	-96.3dBm	FDD QPSK throughput > 95%, 10 MHz Bandwidth
LTE-TDD B39 (10M)	-99.4dBm	-98.6dBm	-100.5dBm	-96.3dBm	FDD QPSK throughput > 95%, 10 MHz Bandwidth
LTE-TDD B40 (10M)	-100.4dBm	-98dBm	-101dBm	-96.3dBm	FDD QPSK throughput > 95%, 10 MHz Bandwidth
LTE-TDD B41 (10M)	-100dBm	-98dBm	-100.5dBm	-94.3dBm	FDD QPSK throughput > 95%, 10 MHz Bandwidth

4.5.2 传导发射功率

在 3GPP 协议中不同的功率等级对应的发射功率要求是不一样的。M8510 OpenCPU 模块传导发射功率范围如下表所示：

表 21：发射功率表

频段	功率	最小值
GSM850/GSM900	33dBm±2dB	5dBm±5dB
DCS1800/PCS1900	30dBm±2dB	0dBm±5dB
GSM850/GSM900 (8-PSK)	27dBm±3dB	5dBm±5dB
DCS1800/PCS1900 (8-PSK)	26dBm±3dB	0dBm±5dB
CDMA/EVDO Band 0	24dBm±1dB	<-50dBm
WCDMA/TDSCDMA bands	24dBm+1/-3dB	<-50dBm
LTE-FDD bands	23dBm±2dB	<-40dBm
LTE-TDD bands	23dBm±2dB	<-40dBm

注意：

- LTE 的最大功率回退（MPR）和最大额外功率回退（AMPR）符合 3GPP TS 36.521-1 的规定；
- 在 GPRS 4 时隙发射时，最大发射功率可以回退 3dB，满足 3GPP TS 51.010-1 的规定。

4.6 天线接口

M8510 OpenCPU 提供了主天线、接收分集天线和 GNSS 天线共三个天线接口。引脚定义如下表所示：

表 22：天线接口管脚定义

管脚号	管脚名	类型	描述	备注
49	AT_MAIN	IO	主天线接口	50 欧姆阻抗
35	ANT_DIV	AI	LTE RX 分集接收天线	50 欧姆阻抗
47	ANT_GNSS	AI	GNSS 天线接口	50 欧姆阻抗

4.6.1 主天线，分集天线设计参考电路

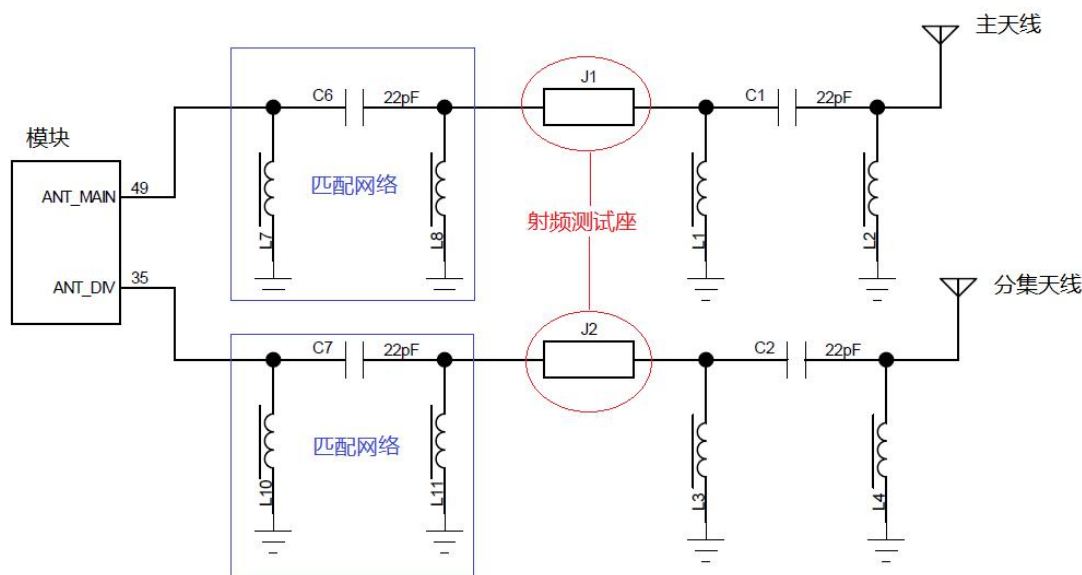


图 25：主天线和分集天线推荐电路

图中 C1, L1, L2 是主天线的 π 型匹配，C2, L3, L4 是分集天线的 π 型匹配。其中电感 L1, L2 和 L3, L4 默认不贴。C1, L1, L2 和 C2, L3, L4 的值待天线调试后才能确认。

为了确保模块和用户 PCB 板的匹配，推荐客户预留匹配网络，如图中 C6, L7, L8 是主天线接口的匹配网络，C7, L10, L11 是分集天线接口的匹配网络。用户 PCB 板若空间有限，也可以取消该匹配网络。但必须确保 RF 线 50 欧姆阻抗。

为了确保传导测试的准确性以及方便性，推荐用户保留图中的射频测试座 J1 和 J2。如果考虑低成本，可以取消该测试座，但必须确保 RF 线 50 欧姆阻抗。

4.6.2 GNSS 天线设计参考电路

客户可根据需求选择天线的类型，无源天线电路设计见图 4-3。

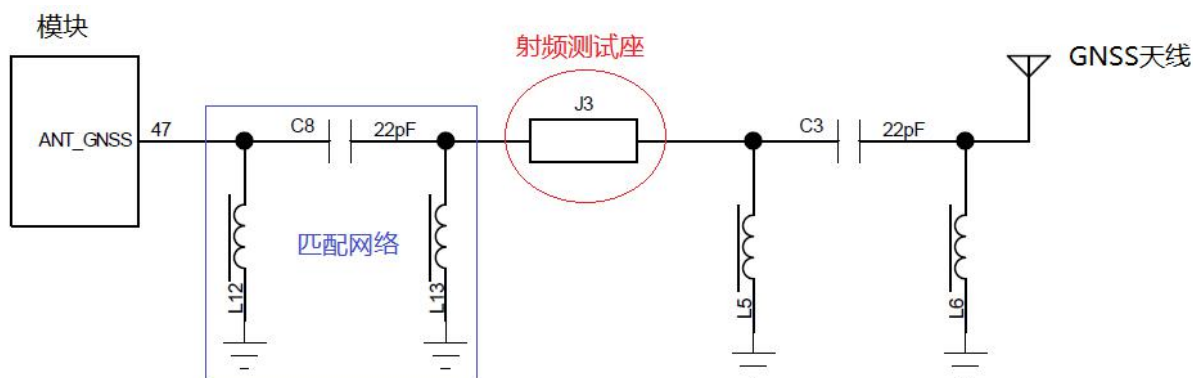


图 26: GNSS 无源天线推荐电路

图中 C3, L5, L6 是 GNSS 天线的 π 型匹配，其中 L5, L6 默认不贴，C3, L5, L6 的值待天线调试后才能最终确认。

为了确保模块和用户 PCB 板的匹配，推荐客户预留匹配网络，如图中 C8, L12, L13 是 GNSS 天线接口的匹配网络。用户 PCB 板若空间有限，也可以取消该匹配网络。但必须确保 RF 线 50 欧姆阻抗。为了确保传导测试的准确性以及方便性，推荐用户保留图中的射频测试座 J3。如果考虑低成本，可以取消该测试座，但必须确保 RF 线 50 欧姆阻抗。

如果天线用很长的 cable 线连接到模块，推荐用户选用外部有源天线，参考电路见下图：

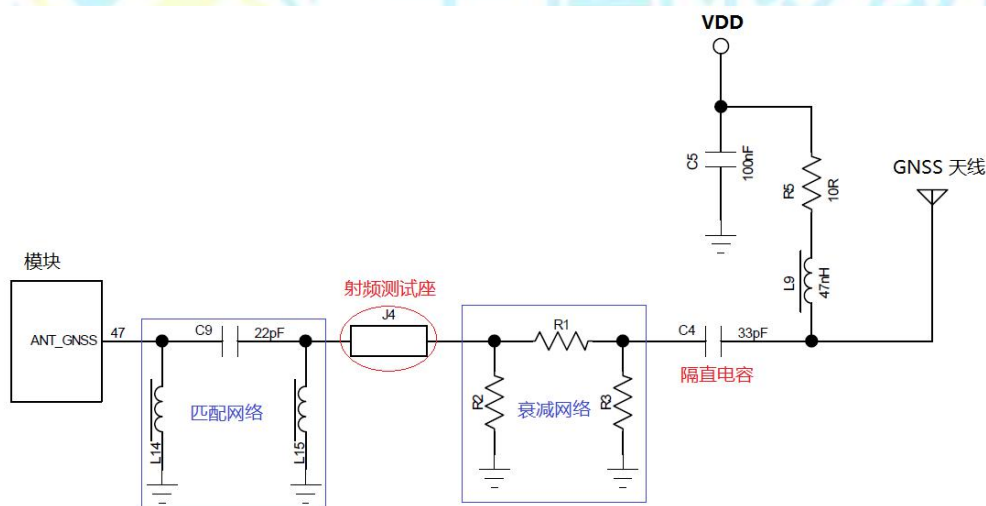


图 27: GNSS 有源天线推荐电路

图中 R1, R2, R3 组成的是衰减网络，必须保留。具体的衰减值根据有源天线的增益确定，一般来说，衰减网络的衰减值和天线增益满足如下公式：

$$\text{Antenna Gain} = \text{Attenuation value} + \text{Cable Losses}$$

VDD 用来给有源天线提供电压，电压值根据天线规格来定。C4 默认值为 33pF，用来隔直。匹配网络是为了确保模块和用户 PCB 板的匹配，根据布板空间考虑是否预留。射频测试座 J4 用来确保传导测试的准确性以及方便性，如果考虑低成本，可以取消该测试座，但必须确保 RF 线 50 欧姆阻抗。

4.6.3 天线接口布局以及 layout 指导

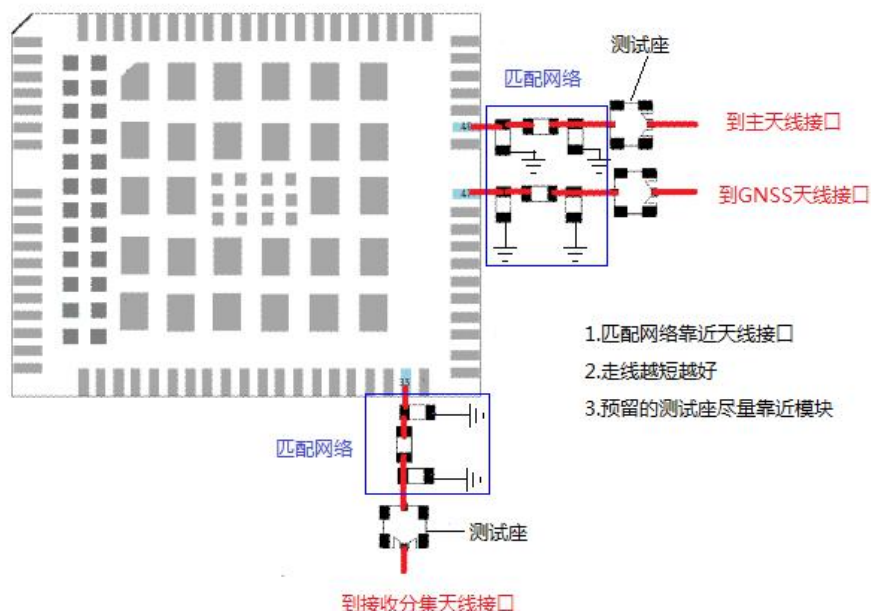


图 28: PCB布局参考

为确保用户产品具有良好的射频性能，建议用户 PCB 板设计时满足如下要求：

- 匹配网络需靠近模块天线接口；
- 射频测试座用于测试射频传导性能，应尽量靠近模块的天线引脚放置；
- 天线匹配电路需靠近天线端放置；
- 模块的天线引脚至天线匹配电路的连线必须进行 50 欧姆阻抗控制；
- RF 线须有完整的地面做为参考层，在信号线和参考地周边增加一定量的地孔可以帮助提升射频性能，地孔和信号线之间的距离应至少为 2 倍线宽；
- RF 线尽可能短，避免损耗和引入干扰等；
- 模块的天线引脚至天线连接器之间的器件及连线必须远离高速信号线和强干扰源，避免与相邻层任何信号线交叉或者平行；
- 如果天线的连接采用同轴射频线的方式，则应注意避免使同轴射频线横跨在 SIM 卡、电源电路以及高速数字电路等部分，以尽量减少相互之间的影响；
- GNSS 天线、主天线和分集接收天线之间距离尽量大，保证天线之间相应的隔离度；
- 数字信号如(U)SIM 卡、USB 接口、摄像模块、显示接口和SD卡等应当远离天线；

- 敏感模拟信号应远离 RF 信号路径，并增加地孔做隔离和保护；
- 与射频引脚相邻的 GND 引脚不做热焊盘，要与地充分接触；
- 应使用阻抗模拟计算工具对射频信号线进行精确的 50Ω 阻抗控制。

4.6.4 天线设计要求

主天线、分集接收天线和 GNSS 天线的要求如下表所示：

表 23： 天线设计指标

	主天线	分集天线	GNSS天线	备注
频率范围	参考模块支持的频段	参考模块支持的频段	1561MHz~1615MHz	——
天线效率	频段低于1GHz 时,效率 $\geq 40\%$ 频段高于1.7GHz 时,效率 $\geq 50\%$	分集天线的效率 \geq 主 集天线接收频段效率 的50%	效率 $\geq 45\%$	1. 天线效率是辐射出去的功率和输入到天 线的有用功率之比。 2. 影响天线效率的因素有：回波损耗，介 质损耗，耦合损耗等。 3. 模块天线口的传输线也是天线的一部 分，线损耗随线长度和频率的增加而增加 。建议选线时，线缆损耗尽可能要低。
VSWR	≤ 3 （推荐值 ≤ 2 ）	≤ 3 （推荐值 ≤ 2 ）	≤ 3 （推荐值 ≤ 2 ）	天线效率比VSWR更重要
极化	推荐使用线性极化	推荐使用线性极化	推荐使用线性极化	天线的极化是指天线的电场矢量随最大辐 射方向的旋转方向
辐射方向	推荐全向天线	推荐全向天线	推荐全向天线	分集天线的辐射方向图需与主集天线的辐 射方向图互补
增益	≤ 2.5 dBi	≤ 2.5 dBi		天线增益与方向和天线效率有关。适当的 天线增益可以延长相关电池的寿命。
阻抗	50Ω	50Ω	50Ω	——
隔离	主集天线与分集天线的隔离度： ≤ -12 dB 主集（分集）天线与Wi-Fi 天线的隔离度： ≤ -15 dB 主集（分集）天线与GNSS天线的隔离度： ≤ -12 dB			——

除了天线本身的性能，用户板上的干扰也会影响模块的辐射性能（尤其是 TIS）。为保证良好的天线性能，用户板上的干扰源须适当控制。在用户板上有各种各样的干扰源，例如 LCD、CPU、摄像头，马达，音频电路和供电电源等。干扰源发射的信号会影响模块的正常运作。例如，模块的灵敏度会因干扰信号而降低。因此，在设计过程中，需考虑如何减小干扰源对模块性能的影响。

4.6.5 LTE 和 2.4GHz Wi-Fi 共存的建议

◆ 理论分析

如下图所示，LTE B38/B40/B41 和 2.4 GHz Wi-Fi 间的频段差距非常小。

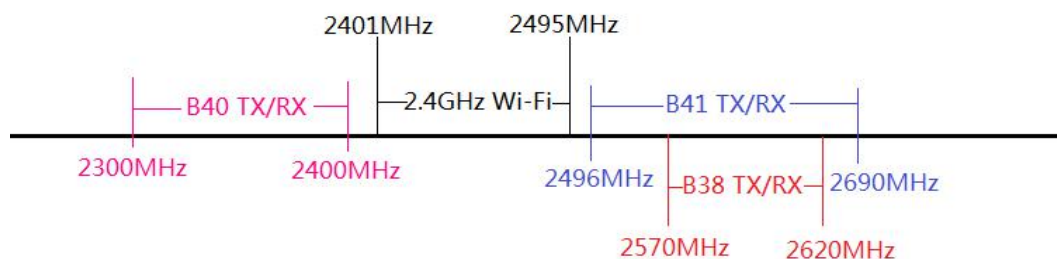


图 29： LTE 和 Wi-Fi 频率分布简图

无论是 LTE B38/B40/B41，还是 Wi-Fi，其发射信道都会有非线性产物，因此他们可能会互相给对方带来影响。主要包括以下几点：

- 1) LTE 频段发射落在 Wi-Fi 频带内的噪声会影响 Wi-Fi 的灵敏度；
- 2) LTE 频段发射功率过大会阻塞 Wi-Fi 的接收；
- 3) Wi-Fi 发射落在 LTE 频段接收带内的噪声会影响 LTE 的灵敏度；
- 4) Wi-Fi 发射功率过大会阻塞 LTE 的接收；

根据理论分析，为了实现 LTE 和 Wi-Fi 的共存，Wi-Fi 和 LTE B41 或 B40 间的抑制度必须大于 60 dB。事实上，目前既有的设备无法满足此要求，因此我们需要增加主天线和 Wi-Fi 天线的间隔，并通过软件在相应的场景应用下禁用部分信道。

◆ 共存问题建议

为了最大限度避免共存干扰问题，以下几点请注意：

- 1) 为了保证对 LTE 频段（包括 B38、B40 和 B41）有较好的抑制度，建议在 Wi-Fi 通路上增加滤波器；
- 2) 建议 LTE 天线和 Wi-Fi 天线之间的隔离度做到 25 dB 以上；
- 3) 如果以上两点都满足的情况下还有影响，建议对某些信道作禁信道处理。

4.7 GNSS 介绍

M8510 OpenCPU 集成了多星座 GNSS 接收机，支持 GPS/GLONASS/BeiDou/Galileo 定位系统。M8510 OpenCPU 模块支持标准 NMEA-0183 协议。M8510 OpenCPU 模块的 GNSS 引擎默认关闭，可以通过 AT 命令打开。

4.7.5 GNSS 技术参数

M8510 OpenCPU 模块的性能参数如下表所示：

表 24：GNSS 参数表

参数		典型值
灵敏度	冷启动	-146 dBm
	重捕	-157 dBm

(空旷环境)	追踪	-157 dBm
定位时间 (空旷环境)	冷启动	39 s
	温启动	30 s
	热启动	2.5 s
定位精度	CEP50	< 4 m
GNSS 数据格式	NMEA-0183	

注意： 追踪、重捕、冷启动灵敏度都是在天线端口测试的最低信号值。

4.7.2 Layout 说明

GNSS 天线接口的参考设计和天线注意事项，请参看 4.6 章。



5 电气特性和可靠性

5.1 概述

本章主要介绍了 M8510 OpenCPU 的电气特性及可靠性，包括：

- 极限工作条件
- 工作和存储条件
- 电源特性和功耗
- 可靠性指标
- 静电特性

5.2 极限工作条件

M8510 OpenCPU 模块的极限工作条件下表所示，超过这些条件使用，可能造成模块的永久性损坏

表 25：M8510 极限参数

参数	最小值	最大值	单位
VBAT 外部供电电压	-0.3	4.7	V
USB_VBUS USB 电压	-0.3	5.5	V
VI 数字输入电压	-0.3	2.3	V
Peak Current of VBAT_BB 基带电流	0	0.8	A
Peak Current of VBAT_RF 射频电流	0	2.75	A

5.3 工作和存储

M8510 OpenCPU 模块工作及存储温度范围如下表所示：

表 26：M8510 工作和存储温度

参数	最小值	典型值	最大值	单位
正常工作温度	-35	25	75	°C
扩展工作温度*	-40		85	°C

存储温度	-45	90	°C
------	-----	----	----

注意:

当温度在 $-40^{\circ}\text{C} \sim -35^{\circ}\text{C}$ 或 $+75^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ 范围内时, M8510 OpenCPU 模块部分射频指标可能无法满足 3GPP 的标准。但是当温度回归 $-35^{\circ}\text{C} \sim 75^{\circ}\text{C}$ 温度范围时, 射频指标可以满足标准。

5.4 电源和功耗特性

5.4.1 电压输入范围和峰值电流

表 27: 输入电压和峰值电流

参数	最小值	典型值	最大值	单位
基带电压/射频电压	3.3	3.8	4.3	V
USB 供电电压	3.8	5	5.5	V
峰值电流(每个发射时隙下)			2.75	A

5.4.2 功耗

在不同状态下, 模块 M8510 OpenCPU 的功耗是不一样的, 下表列举了在输入电压是 3.8V 的状态下的常温测试值。

表 28: M8510 功耗参数

模块状态	工作制式	频段	典型值	单位	测试条件
关机电流	/	/	0.02	mA	在断电情况下保持正常电压 (3.8V)
休眠	GSM	GSM bands	2.4	mA	模块上电 MFRMS 周期为 5 (1.175s) 注册上网络 USB 处于悬挂状态
	WCDMA	UMTS bands	3.5	mA	模块上电 DRX 周期为 8 (1.28s) 模块注册上网络 USB 处于悬挂状态
	TD-SCDMA	TD-SCDMA bands	4.3	mA	模块上电 DRX 周期为 8 (2.56s) 模块注册上网络 USB 处于悬挂状态

模块状态	工作制式	频段	典型值	单位	测试条件
	CDMA/EVDO	CDMA/ EVDO 频段	1.22	mA	模块上电 DRX 周期为 9 模块注册上网络 USB 处于悬挂状态
	LTE-FDD	LTE-FDD 频段	2.1	mA	模块上电 DRX 周期为 2 模块注册上网络 USB 处于悬挂状态
	LTE-TDD	LTE-TDD 频段	2.2	mA	模块上电 DRX 周期为 2 模块注册上网络 USB 处于悬挂状态
待机	GSM	GSM bands	24.1	mA	模块上电 MFRMS 周期为 5 (1.175s) 注册上网络 USB 出于连接状态
	WCDMA	UMTS bands	17	mA	模块上电 DRX 周期为 8 (1.28s) 模块注册上网络 USB 处于连接状态
	TD-SCDMA	TD-SCDMA bands	24.7	mA	模块上电 DRX 周期为 8 (2.56s) 模块注册上网络 USB 处于连接状态
	EVDO	EVDO 频段	26.9	mA	模块上电 DRX 周期为 9 模块注册上网络 USB 处于连接状态
	LTE-FDD	LTE-FDD 频段	17	mA	模块上电 DRX 周期为 2 模块注册上网络 USB 处于连接状态
	LTE-TDD	LTE-TDD 频段	17	mA	模块上电 DRX 周期为 2 模块注册上网络 USB 处于连接状态
GPRS 数据传输	GPRS	GPRS900	238.6	mA	GSM900 4DL/1UL @32dBm
			332.7	mA	GSM900 3DL/2UL @32dBm

模块状态	工作制式	频段	典型值	单位	测试条件
			431.6	mA	GSM900 2DL/3UL @30dBm
			467.1	mA	GSM900 1DL/4UL @29dBm
		GPRS1800	163.1	mA	DCS1800 4DL/1UL @29dBm
			229.1	mA	DCS1800 3DL/2UL @29dBm
			301.8	mA	DCS1800 2DL/3UL @29dBm
			352.8	mA	DCS1800 1DL/4UL @28dBm
GSM 语音	GSM	GSM900	246.8	mA	GSM900 PCL=5 @32.5dBm
		GSM1800	174.9	mA	DCS1800 PCL=0 @28.5dBm
EDGE 数据传输	EDGE	EDGE900	152.9	mA	GSM900 4DL/1UL PCL=8 @26.5dBm
			221.5	mA	GSM900 3DL/2UL PCL=8 @26.5dBm
			268.7	mA	GSM900 2DL/3UL PCL=8 @26.5dBm
			323.6	mA	GSM900 1DL/4UL PCL=8 @26 dBm
		EDGE1800	135.8	mA	DCS1800 4DL/1UL PCL=2 @25dBm
			209.3	mA	DCS1800 3DL/2UL PCL=2 @24.8dBm
			279.1	mA	DCS1800 2DL/3UL PCL=2 @24.7dBm
			345.8	mA	DCS1800 1DL/4UL PCL=2 @24.5dBm
WCDMA 数据传输	WCDMA	Band1	536.5	mA	WCDMA B1 HSDPA @22dBm
			523.8	mA	WCDMA B1 HSUPA @23.5dBm
		Band8	456.1	mA	WCDMA B8 HSDPA @22dBm
			435.2	mA	WCDMA B8 HSUPA @22dBm
LTE 数据传输	LTE	Band1	610	mA	LTE-FDD B1 @23.2dBm
		Band3	617	mA	LTE-FDD B3 @23.2dBm
		Band8	548	mA	LTE-FDD B8 @23.45dBm
		Band38	517	mA	LTE-TDD B38 @23.4 dBm
		Band40	381.8	mA	LTE-TDD B40 @23 dBm
		Band41	371.9	mA	LTE-TDD B41 @23.4dBm

注意:

- LTE 测试条件: 10/20 MHz 带宽, QPSK, 当测试最大发送功率时, RB 为 1。当测试 0 dBm 或 10 dBm 时, RB 为满;
- 测试条件: 对于最大发射功率, 详情请见上表。

5.5 可靠性特性

M8510 OpenCPU 模块的可靠性测试结果如下表所示:

表 29: 可靠性测试

测试项目		测试条件	参考标准	样本数量	测试结果
可靠性压力	低温存储	温度：-40℃ 工作模式：无包装，无上电，不开机 测试持续时间：24 h	JESD22-A 119-C	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
	高温存储	温度：85℃ 工作模式：无包装，无上电，不开机 测试持续时间：24h	JESD22-A 103-C	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
	低温工作	温度：-40℃ 工作模式：正常工作 测试持续时间：24h	IEC60068- 2-1	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
	高温工作	温度：85℃ 工作模式：正常工作 测试持续时间：24h	JESD22-A 108-C	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
	温度循环	高温温度：85℃ 低温温度：-40℃ 工作模式：正常工作 测试持续时间：30 cycles; 1h+1h /cycle	JESD22-A 105-B	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
	交变湿热	高温温度：55℃ 低温温度：25℃ 湿度：95%±3% 工作模式：正常工作 测试持续时间：6cycles; 12h+12h/cycle	JESD22-A 101-B	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
	温度冲击	高温温度：85℃ 低温温度：-40℃ 温度变更时间：< 30s 工作模式：无包装，无上电，不开机 测试持续时间：100 cycles; 15 min+15min/cycle	JESD22-A 106-B	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
	盐雾测试	温度：35℃ NaCl 溶液浓度：5%±1% 工作模式：无包装，无上电，不开机 测试持续时间： 喷雾间隔：8h 温度时间：16h	JESD22-A 107-B	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
	正弦振动	频率范围：5Hz to 200Hz 加速度：1 Grms 扫频速率：0.5 oct/min 工作模式：正常工作 测试持续时间：3 个轴 向，每轴向 2 小时	JESD22-B 103-B	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常

测试项目		测试条件	参考标准	样本数量	测试结果
	冲击测试	半正弦波冲击 峰值加速度：30Grms 冲击时间：11ms 工作模式：正常工作测试持续时间：6 个轴向，每个轴向冲击 3 次	JESD-B10 4-C	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
	跌落测试	高度 0.8 m，6 个面各一次，跌落到水 平大理石平台 工作模式：无包装，无上电，不开机	IEC60068- 2-32	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
寿命测试	高温工作	温度：85°C 工作模式：正常工作 测试持续时间：分别在 168h，336h， 500h，1000h	JESD22-A 108-B	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
	高温高湿	温度：85°C 湿度：85% 工作模式：有电源，无包装 测试持续时间：分别在 168h，336h，500h，1000h	JESD22-A 110-B	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
	温度循环	高温温度：85°C 低温温度：-40°C 温度变化率：6°C/min 工作模式：无电源 测试持续时间：分别在 168 cycle, 336 cycle, 500 cycle, 668 cycle;	JESD22-A 104-C	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
ESD		1kV (Class 1 B) 工作模式：无电源	JESD22-A 114-D	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常
	ESD（配合 DVK 或者嵌套客 户主 机测试）	接触放电：±2kV，±4kV 空气放电：±2kV，±4kV，±8kV 工作模式：正常工作	IEC61000- 4-2	5	外观检查：正常 功能检查：正常 射频指标检查：正常

5.6 EOS 和 ESD 特性

EOS 和 ESD 损伤是电子产品常见的失效形式，良好的 EOS/ESD 防护措施是电子产品长期稳定运行的必要基础。本模块产品由于空间限制，模块内部没有防护措施，仅能满足本手册明确提供的测试指标。为了保证产品长期稳定运行，需要用户在模块外围电路中设计良好的 EOS/ESD 防护电路。同时，模块单体的运输、生产过程，需严格按照本手册的环境管控说明进行，防止生产环节造成的损伤。

下表列出模块单体所能够承受的静电测试指标：

表 30：静电测试指标表 5-6

管脚	接触放电测试	空气放电测试
VBAT,GND	+/-5KV	+/-10KV
天线端口	+/-4KV	+/-8KV
USB	+/-0.5KV	+/-1KV
UART	+/-0.5KV	+/-1KV
其他管脚	+/-0.5KV	+/-1KV

◆ EOS/ESD设计建议：

- 1) USB端口需要在VBUS、D+、D-上添加TVS进行防护，D+/D-上的TVS寄生电容<2 pF；D+/D-需要串接共模电感进行噪声抑制；
- 2) 天线端口如果添加TVS进行防护，需要关注RSE指标是否超标，如超标可适当调整外围匹配电路；
- 3) 模块的USIM卡、TF卡信号需要添加TVS进行防护，寄生电容要求<5pF；
- 4) 系统RESET_N和PWRKEY信号增加1K欧姆串连电阻提高抗干扰能力，同时在模块管脚处安装10nF对地电容进行防抖；
- 5) 在模块输入电源处，增加TVS器件，建议钳位电压不大于9V，且峰值功率不小于100W。建议用户对输入电源端口进行EOS测试，选择合适的防护器件；
- 6) 防护器件PCB布线应尽量走“V”形线，避免走“T”形线，以免防护器件被旁路而无法发挥作用；
- 7) 模块周边地平面应保证完整性，不要进行分割。模块的所有接地管脚都良好接地。

◆ ESD环境管控建议：

- 1) EPA（Electrostatic Discharge Protected Area）区域铺设防静电地板，并满足表面电阻、系统电阻大于等于 $1 \times 10^4 \Omega$ 且小于 $1 \times 10^9 \Omega$ ；
- 2) EPA区域主接地系统接地良好，没有地线松动的现象，并且接地阻值满足小于 4Ω ；
- 3) 生产设备上的关键部件（即直接接触静电敏感器件或与其距离小于30 cm的部分），如传送带、传送链、导轮、SMT吸嘴等是否都是由防静电材料制成的，并有有效的接地通路（要求抽测摩擦电压：< 100 V）；
- 4) 在接触IC、单板、模块等静电敏感器件、组件的过程中员工都须正确佩戴防静电腕带、防静电手套或指套，坐式作业员工要求必须佩带防静电腕带；
- 5) 在EPA区域以外运输和存储静电敏感器件及组件须采取有效的屏蔽措施。

6 机械特征

6.1 本章主要论述

- 存储要求
- 烘烤参数
- 外形尺寸
- 包装要求
- 客户 PCB 焊盘设计
- 生产工艺

6.2 存储要求

温度 $< 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $< 90\%$ (RH)，真空包装且密封良好的情况下，确保 12 个月的可焊接性要求。

6.3 烘烤参数

潮湿敏感等级为 3 级。拆封后，在环境条件为温度 $< 30^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度 $< 60\%$ (RH) 情况下 72 小时内安装。如不足上述条件需进行烘烤，烘烤参数如下表所示：

表 31：烘烤参数

温度	烘烤环境	烘烤时间
TBD	TBD	TBD

6.4 外形尺寸

M8510 OpenCPU 模块的外形尺寸如下图所示（单位：mm）。

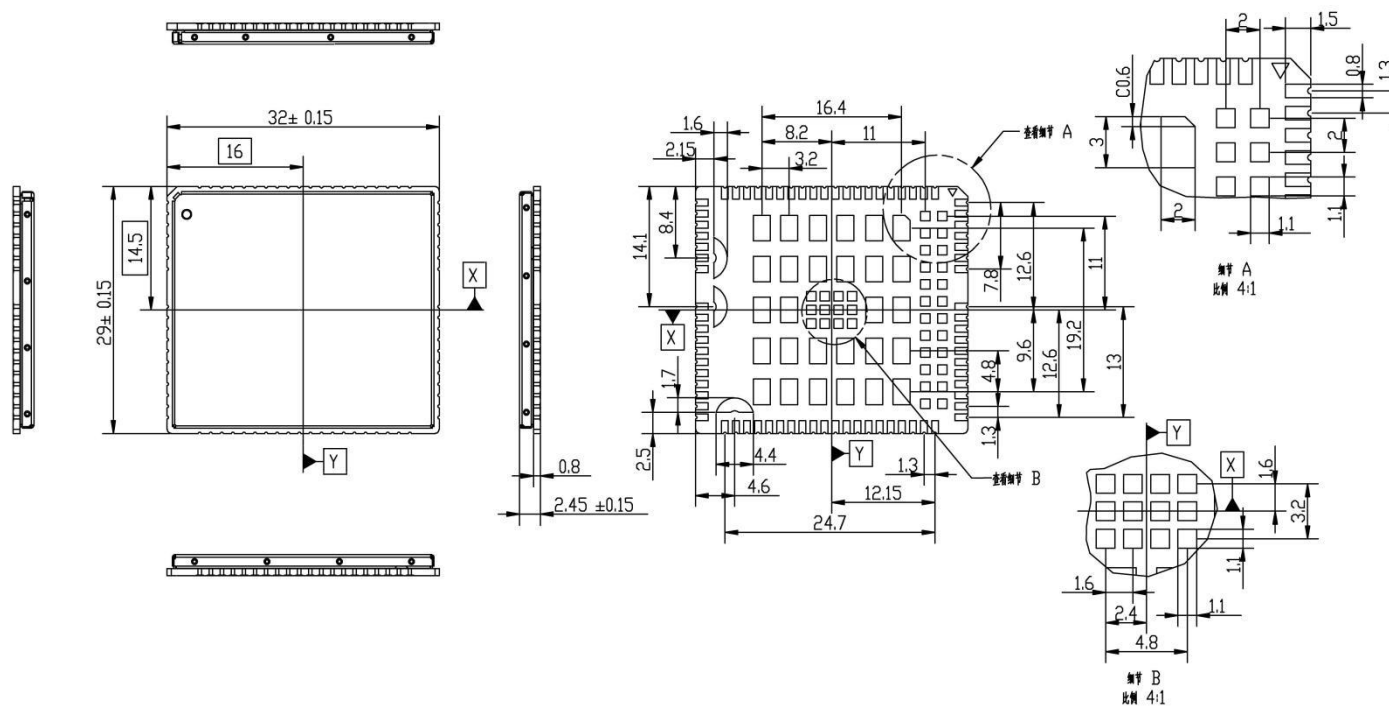


图 30：模块外形尺寸图

6.5 包装要求

M8510 OpenCPU 模块使用托盘包装，每个托盘放置 25 PCS 模块，10 个托盘为一小箱，4 个小箱为一大箱，每大箱总共 1000 PCS 模块，包装信息如下，单位是 mm：

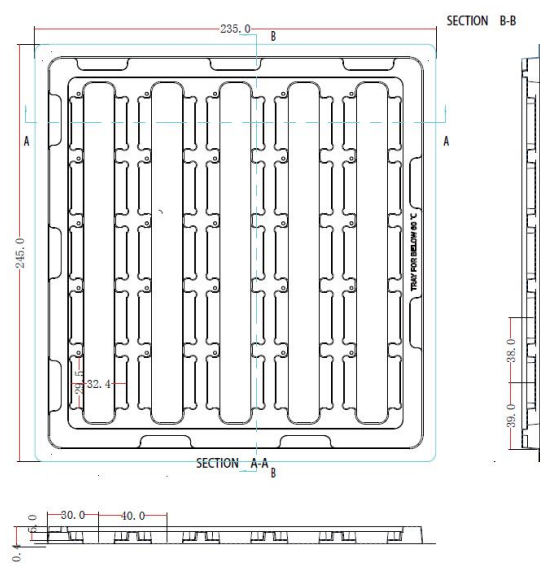


图 31：模块包装信息

6.6 PCB 焊盘设计

6.6.1 PCB 表面处理

PCB 表面处理建议选用 ENIG（化学 Ni/Au）。

6.6.2 PCB 焊盘设计

模块推荐的 PCB 封装如下图所示：

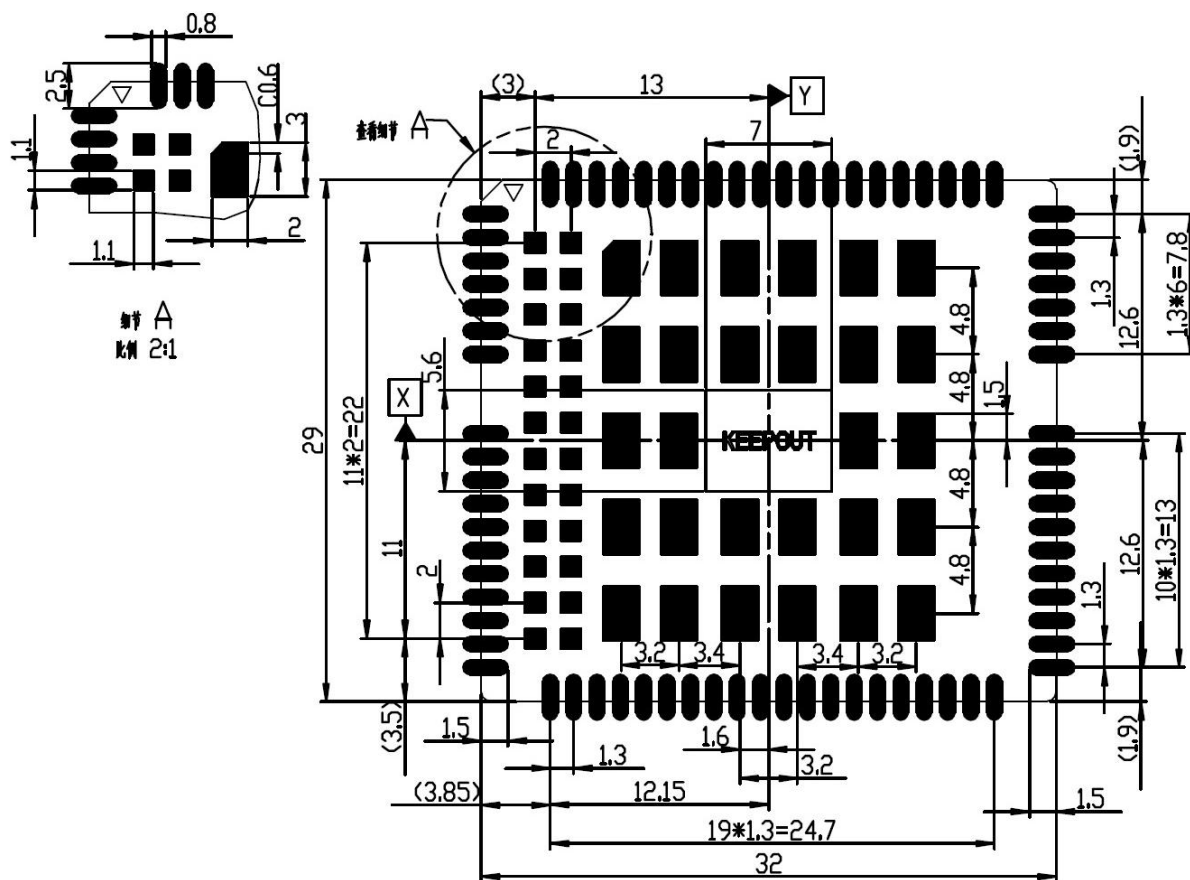


图 32：PCB 推荐封装

6.6.3 阻焊设计

推荐使用非阻焊定义(NSMD)。金属焊盘小于阻焊层开口，在表层布线电路板的 NSMD 焊盘上，印刷电路导线的一部分将会受到焊锡的浸润，可以提高焊接的可靠性。一般要求阻焊开窗比焊盘尺寸大 0.1~0.15mm，这个可以根据板厂制程来调整。

6.6.4 布局要求

PCB 厚度推荐 1.0 mm 以上，以减小高温焊接带来的变形量。

M8510 OpenCPU 模块两个对边面 $\leq 3\text{ mm}$ 区域避免布局其它器件，推荐选用 5 mm，其他两边 0.6 mm 以内避免布局其他器件。M8510 OpenCPU 模块距 PCB 板边最小距离 0.3 mm。

PCB 双面布局时，M8510 OpenCPU 模块布局必须在第 2 面加工。避免因模块重力导致翻转回流时造成模块掉件、焊点开焊及模块内部焊接不良等。

6.7 回流焊接曲线

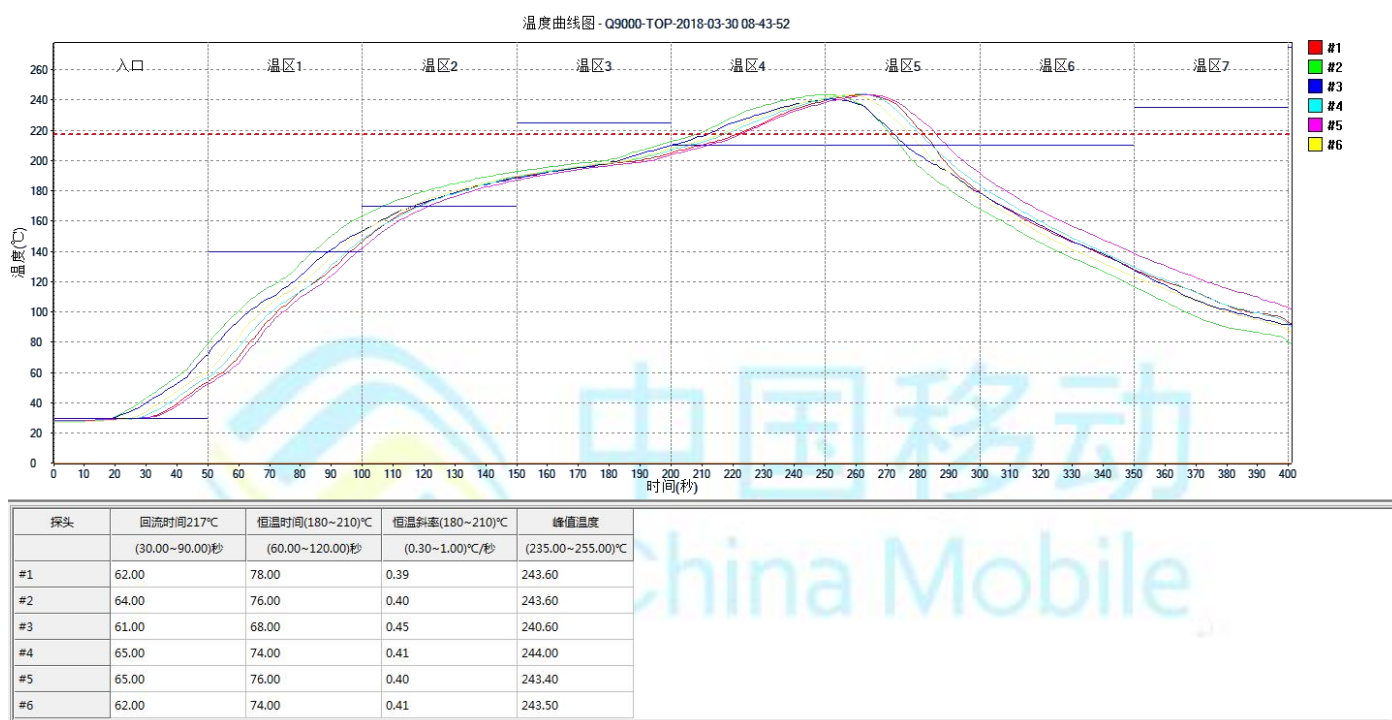


图 33：回流焊温度曲线图

6.8 散热要求

当模块以最大功率工作时，功耗很高。为了提升模块的稳定性，需要关注设备的散热设计，加快散热。设计时可以采取以下散热措施：

- PCB 板上的铜面积必须不小于 70 mm x 70 mm；
- PCB 板的铜接地层必须通过孔互相连接；
- 增加 PCB 接地层的数量；
- 接地层必须尽量连续；

- 如果配置有风扇，将模块放置于冷风进口；
- 采用散热片、导热材料和产品机框提升模块的散热：
 - 散热片必须采用导热性高的金属材料，比如 Al 或 Cu。
 - 导热材料的最小导热性为 1.0 W/m-k。
 - 导热材料必须遵循以下规定：散热片固定到屏蔽框后，导热材料的压缩比率为该材料大小的 15%到 30%。
 - 导热材料必须尽可能薄。
 - 产品机框推荐使用金属材质。表面能增加管脚为佳。
 - 通过增加管脚数量加大散热的区域。



7 认证

7.1 概述

本章主要描述 M8510 OpenCPU 模块获取的认证。

7.2 认证

下表为 M8510 OpenCPU 模块目前已经获取的认证。

表 32：产品认证表

认证	产品名称
	M8510 OpenCPU
CCC	√
CTA	√
SRRC	√

8 安全警告和注意事项

8.1 关于本章

为了正确和安全的使用您的无线设备，请您仔细阅读本安全须知。

- 医疗设备
- 易燃易爆区域
- 交通安全
- 航空安全
- 儿童健康
- 环境保护
- 遵守法律法规
- 维护和保养
- 紧急呼叫

8.2 干扰

当禁止使用无线设备或设备的使用会引起电子设备的干扰与安全时，请关闭无线设备。

8.3 医疗设备

- 在明文规定禁止使用无线设备的医疗和保健场所，请遵循该场所的规定，并关闭本设备；
- 某些无线设备可能会干扰助听器，如果发生干扰，请关闭无线设备，并咨询您的医生；
- 为防止对心脏起搏器造成潜在的干扰，请保持本设备与心脏起搏器的距离为 15cm。若您正在使用这些医用设备，请向医生或其制造商咨询无线电波是否影响医用设备的正常运行。

8.4 易燃易爆区域

在易燃易爆区域，请关闭您的无线设备，并遵守相关标识说明，以免引起爆炸或火灾。易燃易爆区域包括但不限于：

- 加油站。
- 燃料区（如：船的甲板下的舱体）。
- 燃料或化工制品运输及存储设施。
- 空气中含有化学物质或微粒（如：颗粒、灰尘、金属粉末）的区域。
- 有爆炸危险标志的区域。
- 有“关掉双向无线电设备”标志的区域。
- 通常建议您关闭汽车引擎的区域等。

8.5 交通安全

- 请遵守所在国家或地区的当地法律或法规关于在驾驶车辆时对无线设备使用的相关规定。
- 射频信号可能会影响汽车电子系统，更多信息请向汽车制造厂商咨询。
- 请勿将无线设备放在汽车保险气囊上方或气囊展开后能够触及的区域内，否则气囊膨胀、或破裂时，无线设备就会受到很强的外力，可能对车内人员造成严重伤害。

8.6 航空安全

乘坐飞机时，请遵守航空公司关于无线设备使用的相关规定和条例。在起飞前，请关闭无线设备，以免无线信号干扰飞机控制信号。

8.7 儿童健康

在无成人监管下，请勿让儿童使用无线设备。无线设备中包含一些尖锐的小部件，可能导致伤害或者被儿童吞咽而引起窒息。

8.8 环境保护

请遵守有关设备包装材料、设备或其配件处理的本地法令，并支持回收行动。

8.9 遵守法律法规

使用无线设备时，请遵守法律法规，尊重他人的隐私和他人的合法权益。

8.10 维护和保养

您的无线设备在充电和正常使用过程中会变热，这属于正常现象。在您清洁和维护无线设备前，请先停止所有运行的程序，并断开无线设备和电脑的连接。

- 请爱护您的无线设备及其附件，并在干净、无尘的环境中使用。请勿让您的无线设备接触火焰或者点燃的烟头等。
- 请勿让无线设备及其附件接触水及湿气，请保持无线设备干燥。
- 请不要掉落、抛掷或者试图弯折您的无线设备。
- 请使用抗静电的软布来清洁您的无线设备。请勿用化学物质（如：酒精、苯等）、化学洗剂、有磨砂性的清洁剂擦拭。
- 请勿将无线设备及其附件置放于过热或过冷的区域。
- 请使用本公司指定的附件；如果您的无线设备或者其任何配件无法正常工作，请到授权的专业维修中心处理。
- 请勿擅自拆卸您的无线设备，否则该无线设备及附件将不在本公司保修范围之内。

8.11 紧急呼叫

本设备使用无线信号进行传播。因此不能保证所有情况下网络都能连接，故在紧急情况下，不能将本无线设备作为唯一的联系方式。

9 附录 A 典型接口电路示意图

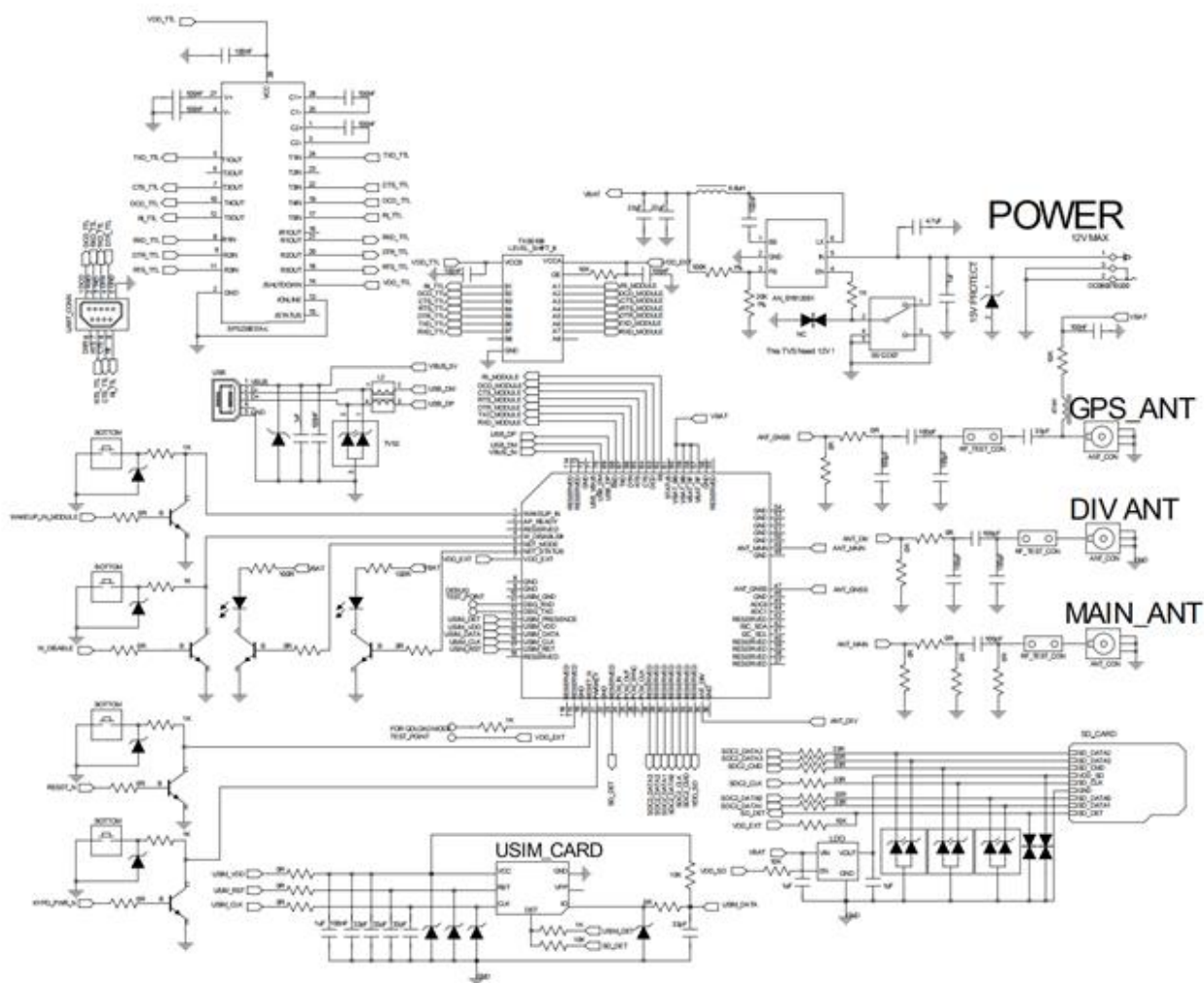


图 34：典型接口电路图

10

附件 B 缩略语

缩略语	英文全称	中文全称
3GPP	Third Generation Partnership Project	第三代合作伙伴计划
8PSK	8 Phase Shift Keying	八进制移相键控
AP	Access Point	接入点
AUX	Auxiliary	辅助
BER	Bit Error Rate	误码率
BIOS	Basic Input Output System	基本输入/输出系统
CCC	China Compulsory Certification	中国强制认证
CE	European Conformity	欧洲合格认证
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor	互补型金属氧化物半导体
CSD	Circuit Switched Data	电路交换数据
DC	Direct Current	直流电
DCE	Data Communication Equipment	数据通讯设备
DL	Down Link	下行链路
DMA	Direct Memory Access	直接内存存取
DTE	Data Terminal Equipment	数据终端设备
EDGE	Enhanced Data Rate for GSM Evolution	GSM 演进增强数据速率
EIA	Electronic Industries Association	电子工业联合会
EMC	Electromagnetic Compatibility	电磁兼容性
ESD	Electrostatic Discharge	静电释放
EU	European Union	欧洲联盟
FCC	Federal Communications Commission	美国联邦通信委员会
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying	高斯滤波最小移频键控
GPIO	General-purpose I/O	通用输入输出
GPRS	General Packet Radio Service	通用分组无线业务
GSM	Global System for Mobile Communication	全球移动通信系统
HBM	Human Body Model	人体模型
HSDPA	High-Speed Downlink Packet Access	高速下行链路分组接入
HSPA	Enhanced High Speed Packet Access	高速分组接入
HSUPA	High Speed Up-link Packet Access	高速上行链路分组接入
IMC	Inter-metallic Compound	金属合金层
ISO	International Standards Organization	国际标准化组织
JTAG	Joint Test Action Group	联合测试行动小组
LED	Light-Emitting Diode	发光二极管

缩略语	英文全称	中文全称
MO	Mobile Originated	移动发起
MT	Mobile Terminated	移动终止
NC	Not Connected	无连接
NSMD	Non-solder Mask Defined	非阻焊定义
PCB	Printed Circuit Board	印制线路板
PCM	Pulse Code Modulation	脉冲编码调制
PDU	Protocol Data Unit	协议数据单元
PMU	Power Management Unit	电源管理模块
PID	Product Identity	协议标识符
RF	Radio Frequency	射频
RoHS	Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances	电气、电子设备中限制使用某些有害物质指令
SMS	Short Message Service	短消息业务
TIS	Total Isotropic Sensitivity	总全向灵敏度
TVS	Transient Voltage Suppressor	瞬态电压抑制器
UART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter	通用异步收/发器
UL	Up Link	上行链接
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	通用移动通讯系统
USB	Universal Serial Bus	通用串行总线
USIM	Universal Subscriber Identity Module	UMTS 用户标识模块
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	电压驻波比
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment	废弃电子电机设备
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	宽带码分多址
WWAN	Wireless Wide Area Network	无线广域网
LTE	Long Term Evolution	长期演进