

LYNO

L506 硬件设计手册

LTE 模块系列

版本： V2.7

日期： 2020-02-29



上海移柯通信技术股份有限公司

前言

本产品及其附件的某些功能依赖于所安装的软件、本地网络的能力和设置，某些功能由于本地网络运营商或网络服务商的关系可能没有激活或受限运行。因此，本文的描述可能没有与你购买的产品或其配件完全匹配。本公司不承担由于用户的操作不当造成的财产损失或人身伤害责任。在未声明前，本公司有权根据技术发展的需要对本手册内容进行修改或变更。

版权声明

本手册版权属于上海移柯通信技术股份有限公司，任何人未经我司书面允许对本手册进行内容复制、引用或修改都将承担法律责任。

版本历史

| 日期 | 版本号 | 描述 | 作者 |
|------------|--------|-----------------------------------|----|
| 2016-03-09 | V1.0 | 初版 | |
| 2016-06-02 | V1.1 | 添加串口内容 | |
| 2016-06-25 | V1.2 | 添加钢网文件 | |
| 2016-06-28 | V1.3 | 更新配图信息 | |
| 2016-06-29 | V1.4 | 更新射频参数 | |
| 2016-08-15 | V1.5 | 1, 添加支持 WIFI 接口信息 2, 添加存储和包装信息 | |
| 2016-09-15 | V1.6 | 完善 CDMA 内容 | |
| 2016-12-03 | V1.7 | 1, 改正飞行模式电路逻辑 2, 完善文档描述 | |
| 2017-03-03 | V1.8 | 1, 更新公司 LOG 2, 更新型号描述 | |
| 2017-05-11 | V1.8.1 | 增加 BT 部分的描述 | |
| 2017-10-26 | V1.8.2 | 增加 L506A 系列 | |
| 2018-04-19 | V1.9 | 更新产品型号列表 | |
| 2018-11-10 | V2.0 | 更新产品烘烤说明 | |
| 2018-11-15 | V2.1 | 加入 L506X 系列型号 | |
| 2018-11-21 | V2.2 | 更新型号描述 | |
| 2018-12-26 | V2.3 | 更新引脚使用说明; | |
| 2019-07-26 | V2.4 | 加入 L506X(G)系列型号 | |
| 2019-09-29 | V2.5 | 完善对 PCM 的说明 | |
| 2019-11-13 | V2.6 | 加入 L506SC 系列型号 | |
| 2020-02-29 | V2.7 | 更新 edge 和 gprs 规格 | |

目录

| | |
|-----------------------------|----|
| 1 关于此文档 | 4 |
| 1.1 适用范围..... | 4 |
| 1.2 撰写目的..... | 4 |
| 1.3 支持及参考文档列表..... | 4 |
| 1.4 缩略语 | 5 |
| | |
| 2 产品简介 | 7 |
| 2.1 机械特性..... | 9 |
| 2.2 产品功能说明 | 13 |
| 2.2.1 基带功能介绍 | 13 |
| 2.2.2 射频功能介绍 | 14 |
| | |
| 3 接口说明 | 18 |
| 3.1 管脚定义..... | 18 |
| 3.1.1 管脚 I/O 参数定义 | 18 |
| 3.1.2 管脚配置图 | 19 |
| 3.1.3 管脚描述 | 20 |
| 3.2 工作条件..... | 24 |
| 3.3 接口电平特性 | 25 |
| 3.3.1 数字电平信号特性 | 25 |
| 3.4 电源接口 | 25 |
| 3.4.1 电源管脚描述 | 25 |
| 3.4.2 供电要求 | 26 |
| 3.4.3 电源设计指导 | 27 |
| 3.4.4 供电电路设计参考 | 27 |
| 3.4.5 电源接口 PCB 布局布线指导 | 28 |
| 3.5 USIM 卡接口 | 28 |
| 3.5.1 管脚描述 | 28 |
| 3.5.2 电气特性 | 29 |
| 3.5.3 USIM 卡接口应用 | 30 |
| 3.6 PCM 接口 | 30 |
| 3.6.1 管脚描述 | 30 |
| 3.6.2 PCM 时序 | 30 |
| 3.6.3 PCM 接口应用 | 32 |
| 3.7 USB2.0 接口 | 32 |
| 3.7.1 管脚描述 | 32 |
| 3.7.2 USB 接口应用 | 33 |
| 3.8 UART 接口 | 33 |
| 3.8.1 管脚描述 | 33 |

| | | |
|----------|-----------------------------|-----------|
| 3.8.2 | UART 接口应用 | 34 |
| 3.9 | 开/关机及复位接口 | 37 |
| 3.9.1 | 管脚描述 | 37 |
| 3.9.2 | 开机流程 | 37 |
| 3.9.3 | 关机流程 | 38 |
| 3.9.4 | 复位流程 | 39 |
| 3.9.5 | 接口应用 | 39 |
| 3.10 | 交互应用接口 | 40 |
| 3.10.1 | 管脚描述 | 40 |
| 3.10.2 | 接口应用 | 41 |
| 3.11 | 网络状态指示灯接口 | 41 |
| 3.11.1 | 管脚描述 | 41 |
| 3.11.2 | 接口应用 | 41 |
| 3.12 | SD 卡接口 | 42 |
| 3.12.1 | 管脚描述 | 42 |
| 3.12.2 | SD 接口设计参考 | 43 |
| 3.12.3 | SD 卡信号 PCB 走线规则 | 43 |
| 3.13 | 强制下载接口 | 44 |
| 3.13.1 | 管脚描述 | 44 |
| 3.13.2 | 强制下载 BOOT_CONFIG 接口应用 | 44 |
| 3.14 | WIFI 和 BT 接口 | 44 |
| 3.14.1 | WIFI/BT 接口描述 | 44 |
| 3.14.2 | WIFI/BT 接口应用 | 45 |
| 3.15 | 数模转换 ADC 接口 | 46 |
| 3.16 | I2C 接口 | 46 |
| 3.16.1 | I2C 管脚描述 | 47 |
| 3.17 | 天线接口 | 47 |
| 3.17.1 | 射频信号 PCB 走线规则 | 47 |
| 3.17.2 | 接口应用 | 48 |
| 4 | 产品电气特性 | 51 |
| 4.1 | 极限参数 | 51 |
| 4.2 | 正常工作条件 | 51 |
| 4.2.1 | 正常工作电压 | 51 |
| 4.2.2 | 工作模式 | 51 |
| 4.2.3 | 耗流 | 52 |
| 4.3 | 工作以及存储温度 | 55 |
| 4.4 | 静电防护 | 55 |
| 5 | 设计指导 | 56 |
| 5.1 | 一般设计规则和要求 | 56 |
| 5.2 | 电路参考设计 | 56 |

| | |
|--------------------------|----|
| 5.3 射频电路设计 | 56 |
| 5.3.1 天线设计初期注意事项 | 56 |
| 5.4 EMC 和 ESD 设计建议 | 57 |
| 5.5 PCB 焊盘设计 | 57 |
| 5.6 产品推荐升级方案 | 59 |
| | |
| 6 产品生产指导 | 60 |
| 6.1 钢网设计 | 60 |
| 6.2 炉温曲线 | 61 |
| 6.3 湿敏特性 (MSL) | 62 |
| 6.4 烘烤需求 | 62 |
| | |
| 7 包装、储以信息 | 64 |
| 7.1 包装 | 64 |
| 7.1.1 卷料带 | 64 |
| 7.1.2 装箱 | 64 |
| 7.2 存储 | 65 |
| | |
| 8 安全警告和注意事项 | 66 |

1 关于此文档

1.1 适用范围

此文档描述了L506 4G LCC Module（以下简称为L506）系列产品的规格，产品电气特性、设计指导和硬件接口开发指导。用户需按照此文档要求和指导进行设计。

该文档仅适用于L506系列产品的应用开发。

1.2 撰写目的

此文档给模块产品使用者提供了设计开发依据。通过阅读此文档，用户可以对本产品有整体认识，对产品的技术参数有明确的了解，并可在此文档基础上顺利完成无线4G上网功能类产品或设备的应用开发。

此硬件开发文档不仅提供了产品功能特点和技术参数，还提供了产品可靠性测试和相关测试标准、业务功能实现流程、射频性能指标以及用户电路设计指导。旨在给用户提供一个较为全面的设计参考。

1.3 支持及参考文档列表

除此硬件开发文档之外，我们同时提供了基于本产品的开发板操作说明手册以及软件开发指导手册，表1-1是支持为列表。

表 1-1 支持文档列表

| 序号 | 文档名称 |
|----|------------------------------|
| 1 | 《L506 AT Command User Guide》 |
| 2 | 《L506_规格书》 |
| 3 | 《L506 模块开发板用户手册》 |
| 4 | 《L506 Schematic checklist》 |
| 5 | 《L506 Layout checklist》 |
| 6 | 《L506_Reference Design.pdf》 |
| 7 | 《L506_xx_DECAL.sch》 |
| 8 | 《L506_xx_DECAL.PCB》 |
| | |
| | |
| | |
| | |

1.4 缩略语

表1-2是整个文档中涉及到的有关缩略语及中、英文解释。

表 1-2 缩略语列表

| 缩略语 | 英文全称 | 中文解释 |
|-------|---|----------------------|
| ESD | Electro-Static discharge | 静电放电 |
| USB | Universal Serial Bus | 通用串行总线 |
| UART | Universal Asynchronous Receiver Transmitter | 通用异步收发器 |
| SDCC | Secure Digital Card Controller | 安全数字卡控制器 |
| USIM | Universal Subscriber Identification Module | 全球用户识别模块 |
| SPI | Serial Peripheral Interface | 串行外设接口 |
| I2C | Inter-Integrated Circuit | 交互集成线路 |
| PCM | Pulse-coded Modulation | 脉冲编码调制 |
| I/O | Input/output | 输入/输出 |
| ADC | Analog digital convert | 模数转换 |
| LED | Light Emitting Diode | 发光二极管 |
| GPIO | General-purpose Input/Output | 通用输入输出接口 |
| GSM | Global Standard for Mobile Communications | 全球标准移动通信系统 |
| GPRS | General Packet Radio Service | 通用分组射频系统 |
| CDMA | Code Division Multiple Access | 码分多址 |
| WCDMA | Wideband Code Division Multi Access | 宽带码分多址 |
| UMTS | Universal Mobile Telecommunication System | 通用移动通信系统 |
| HSDPA | High Speed Downlink Packet Access | 高速下行分组接入 |
| HSUPA | High Speed Uplink Packet Access | 高速上行分组接入 |
| AGPS | Assisted Global Positioning System | 辅助全球卫星定位系统 |
| BER | Bit Error Rate | 误码率 |
| DL | Downlink | 下行链路 |
| COEX | WLAM/LTE-ISM coexistence | WLAN/WIFI 信号共存同步控制 |
| SMPS | Switched-mode power supplies | 开关供电电源 |
| LTE | Long Term Evolution | 长期演进技术(UMTS 技术的长期演进) |

| | | |
|-----|------------------------------|------|
| FDD | Frequency Division Duplexing | 频分双工 |
| TDD | Time Division Duplexing | 时分双工 |

LYNQ
CONFIDENTIAL

2 产品简介

本产品是一款LCC接口的4G（支持到CAT4）无线通信模块，具有上网速率快、体积小、重量轻、可靠性高等优点可以广泛应用于具有无线上网功能的各种产品和设备中。该模块系列产品的信息如下：

表2-1 L506模块型号

| 频段支持 | | L506(B*)C L506LD L506X(G)C | L506(B*)E L506ELD L506X(G)E | L506(B*)CF L506CFLD L506X(G)CF | L506A L506ALD | L506SC |
|---------------------|--------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------|--------|
| GSM | GSM900 | ● | ● | ● | | ● |
| | GSM1800 | ● | ● | ● | | ● |
| CDMA2000/ EVDO | BC0 | | | ● | | |
| WCDMA | UMTS850 | | | | ● | |
| | UMTS900 | ● | ● | ● | | ● |
| | UMTS1900 | | | | ● | |
| | UMTS2100 | ● | ● | ● | | ● |
| TD-SCDMA | TD-SCDMA B34 | ● | ● | ● | | |
| | TD-SCDMA B39 | ● | ● | ● | | |
| LTE-TDD | TDD_LTE B38 | ● | ● | ● | | ● |
| | TDD_LTE B39 | ● | ● | ● | | ● |
| | TDD_LTE B40 | ● | ● | ● | | ● |
| | TDD_LTE B41 | ● | ● | ● | | ● |
| LTE-FDD | FDD_LTE B1 | ● | ● | ● | | ● |
| | FDD_LTE B2 | | | | ● | |
| | FDD_LTE B3 | ● | ● | ● | | ● |
| | FDD_LTE B4 | | | | ● | |
| | FDD_LTE B5 | ● ⁽¹⁾ | | ● ⁽¹⁾ | ● | ● |
| | FDD_LTE B7 | | ● | | | |
| | FDD_LTE B8 | ● | ● | ● | | ● |
| | FDD_LTE B13 | | | | ● | |
| | FDD_LTE B17 | | | | ● | |
| | FDD_LTE B20 | | ● | | | |
| GNSS ⁽²⁾ | GPS L1 BAND | ● | ● | ● | ● | |

| | | | | | | |
|--|---------|---|---|---|---|--|
| | GLONASS | ● | ● | ● | ● | |
| | BEIDOU | ● | ● | ● | ● | |

注: * B系列的产品可支持外接BT功能;

⁽¹⁾ 需要与我司销售确认所订型号是否支持BAND5

⁽²⁾ LD系列以及L506X(C/E/CF)系列不支持GNSS, L506XG(E/E/CF)系列支持GNSS

表 2-2 L506 标准版本与 L506 LD 系列, L506X 系列以及 L506SC 版本的差异

| Feature | L506 Standard series | L506 LD series | L506X(C/E/CF) | L506XG(C/E/CF) | L506SC |
|---------------------|----------------------|----------------|---------------|----------------|--------|
| PCM | YES | NO | YES* | YES* | NO |
| GNSS | YES | NO | NO | YES | NO |
| WIFI Interface | YES | NO | NO | NO | NO |
| Diversity reception | YES | NO | NO | NO | NO |

注: * L506X(G)CF-2 不支持PCM。

数据传输说明

- LTE-FDD
 - Uplink up to 50 Mbps,
 - Downlink up to 150 Mbps
- LTE-TDD
 - Uplink up to 35 Mbps
 - Downlink up to 130 Mbps
- WCDMA-HSPA+
 - Uplink up to 5.76 Mbps
 - Downlink up to 42 Mbps
- TD- HSDPA/HSUPA
 - Uplink up to 2.2 Mbps
 - Downlink up to 4.2 Mbps
- 1xEV-DO
 - Uplink up to 1.8 Mbps
 - Downlink up to 3.1 Mbps
- EDGE Class 33:
 - Max. 296Kbps (DL), Max. 236.8Kbps (UL)
- GPRS Class 33:
 - Max. 107Kbps (DL), Max. 85.6Kbps (UL)

接口说明

- USB2.0接口
- 全功能串口

- GPIO接口
- PCM数字音频口
- ADC接口
- SPI接口（复用）
- I2C接口
- LYNQ WIFI/BT MODULE 接口*
- 支持一路带热插拔检查USIM卡接口（支持1.8V/3.0V自适应）
- 两路SDIO接口，一路专用于MMC/SD卡，一路可用于WIFI接口
- 可以提供移动环境下的GSM/GPRS/EDGE/CDMA/EVDO/UMTS/HSDPA/HSUPA/LTE高速数据接入服务；
- 尺寸为（L×W×H）：30mm×30mm×2.8mm

注：* 只有L506Bx系列的产品可支持外接BT功能；

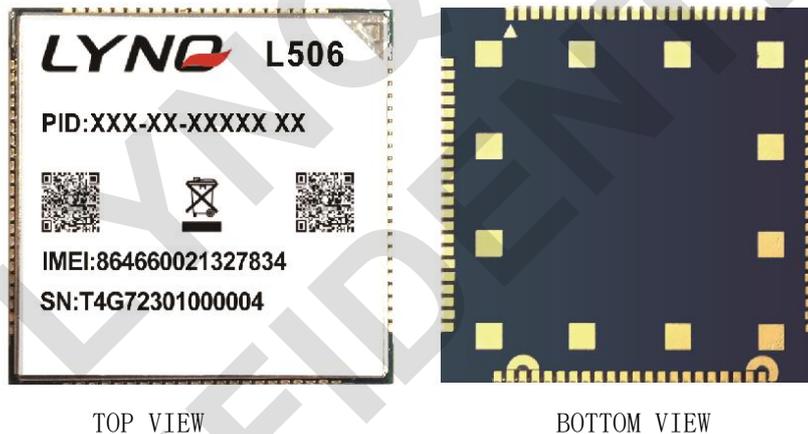
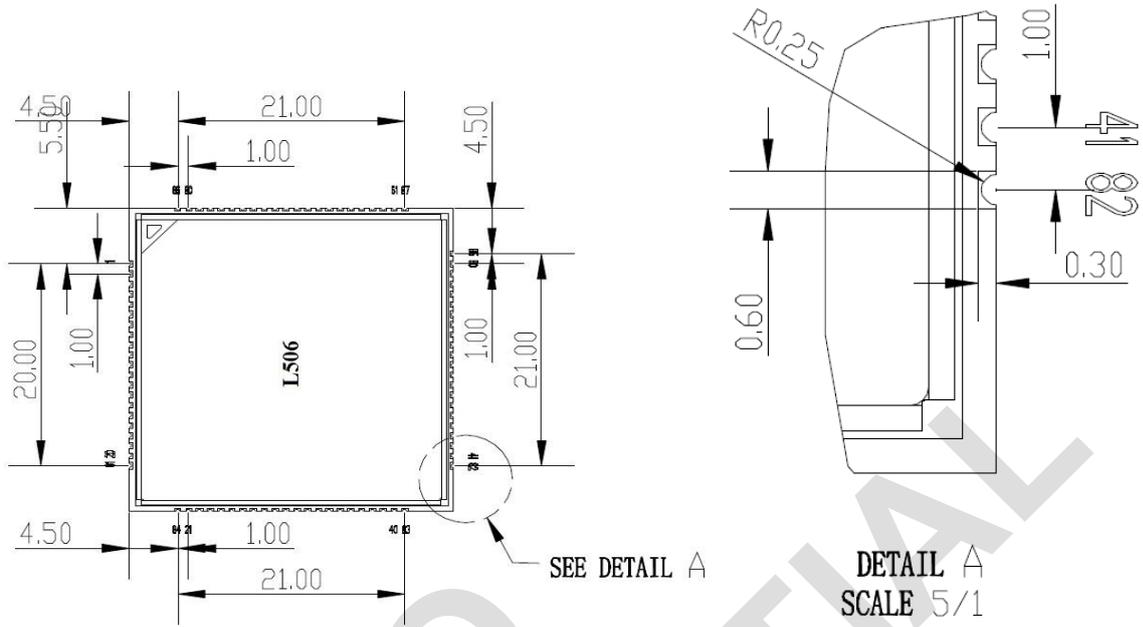


图 2-1 产品实物图

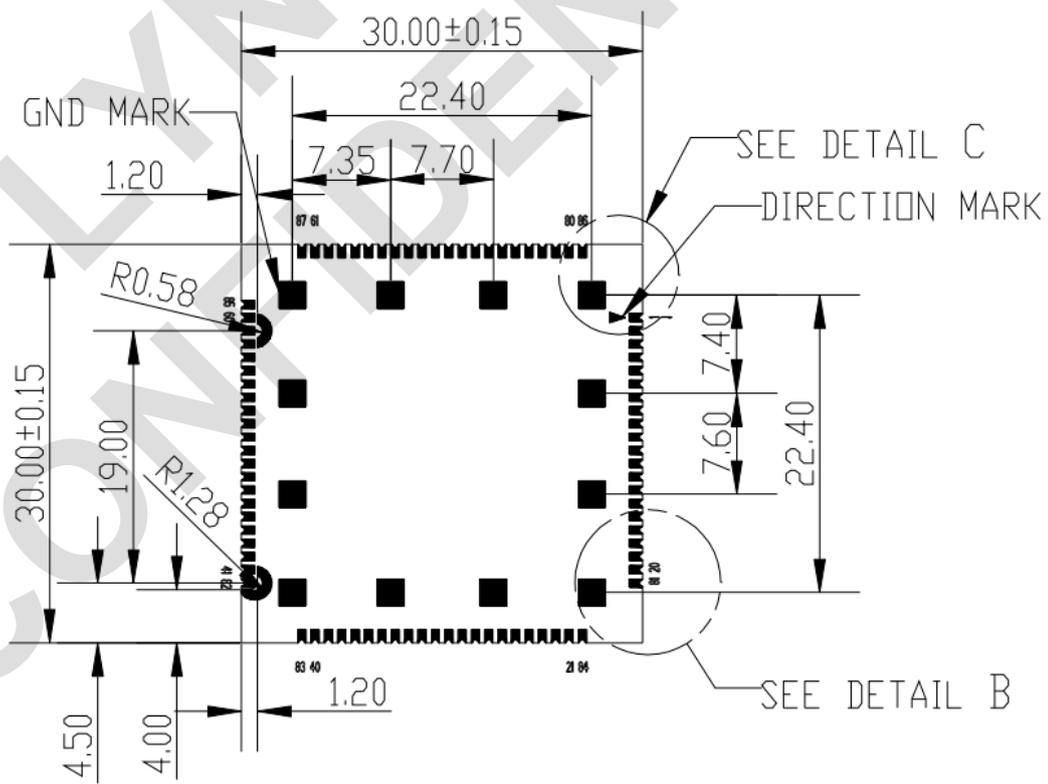
2.1 机械特性

本产品模块是 87-PIN 的 LCC 封装模块，除了信号管脚外，还包含许多专用的散热地焊盘来改善接地性能、机械强度以及散热性能，其中散热地焊盘 12 个，均匀分布在 PCB 的底部。封装尺寸是 30*30 mm，高度是 2.8mm。Pin 1 的位置由底部带三角的地焊盘来标识，其缺角所在方向的对应的模块顶角焊盘，图 2-2 是本产品外形尺寸类型图，单位（mm）：



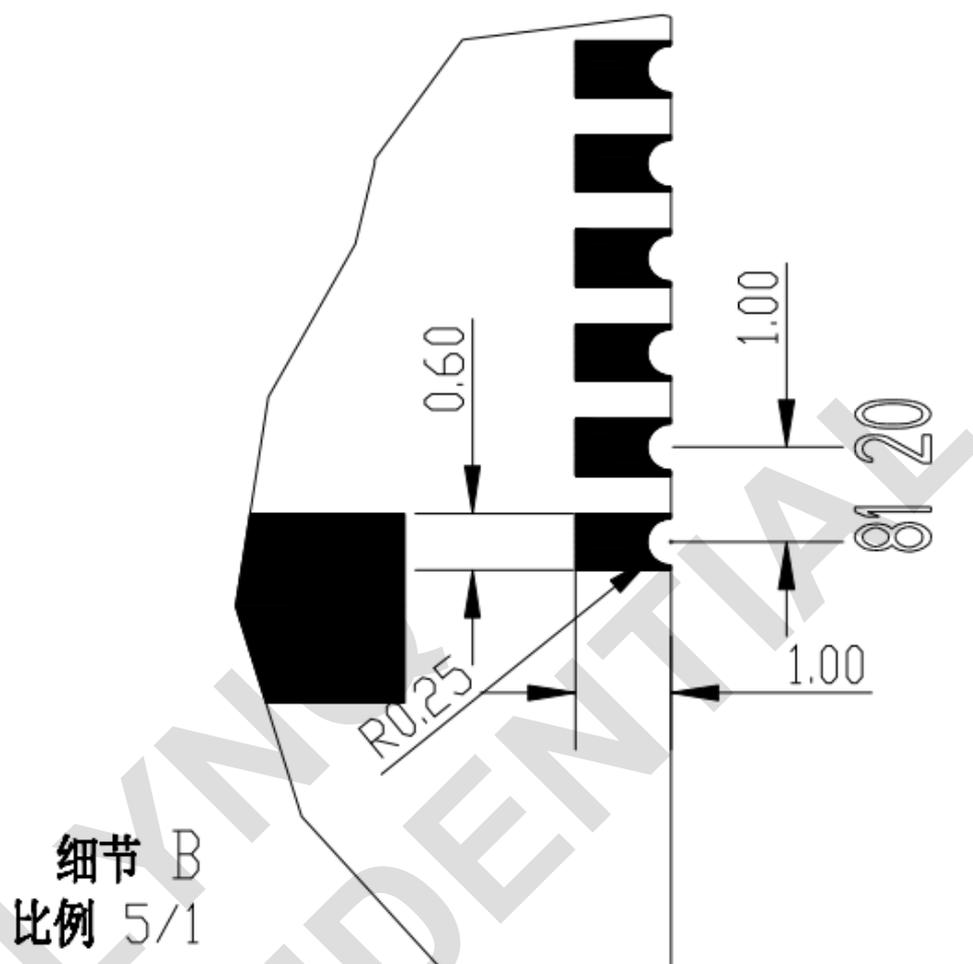
(a) Top面尺寸

(b) Top面细节A

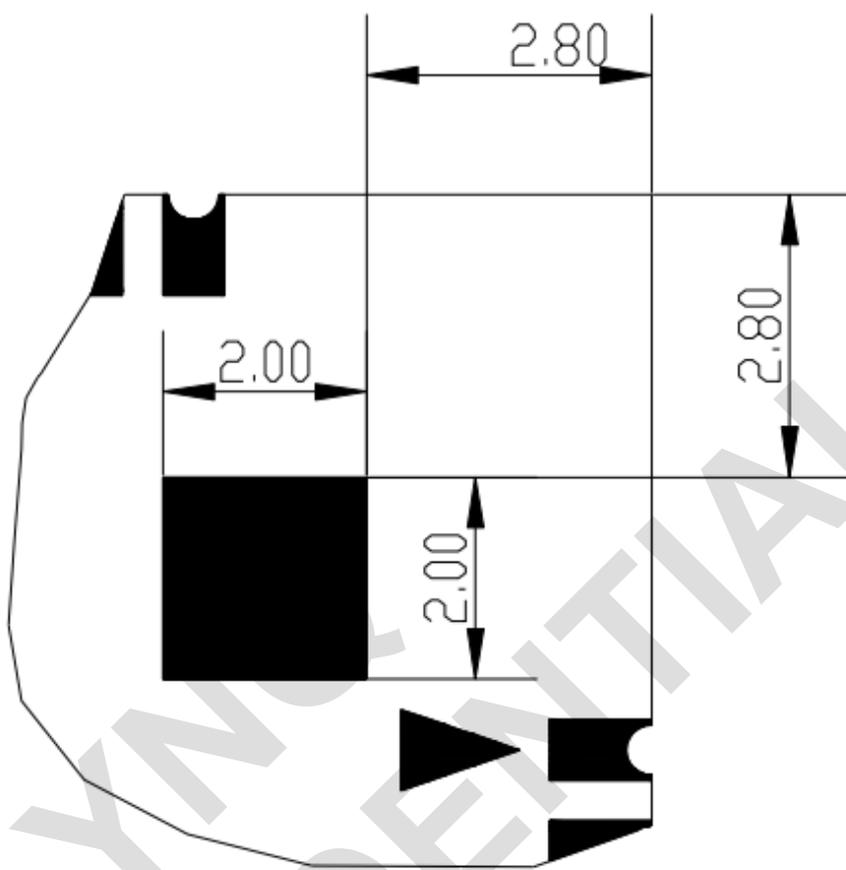


(c) Bottom面尺寸

注意：天线馈点是客户实际使用中不需要（PCB封装，钢网文件）体现出来。

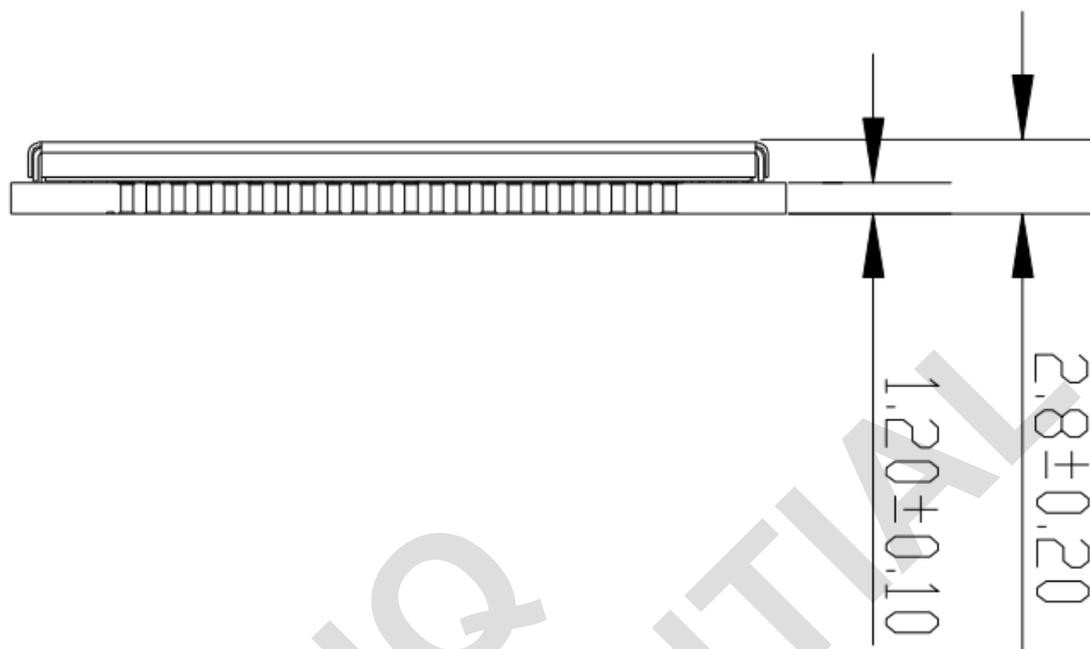


(d) Bottom面细节



细节 C
比例 5/1

(e) Bottom面细节



(e)侧视图

图 2-2 模块尺寸类型

2.2 产品功能说明

2.2.1 基带功能介绍

L506基带部分主要包括以下信号组：USB接口、USIM卡接口、SD卡接口、WIFI接口、I2C接口、SPI接口、UART接口、ADC接口、多个可编程通用输入输出（GPIO）、PCM数字音频接口、模块开机、模块控制信号、电源和地等，图2-3是系统连接框架结构图。

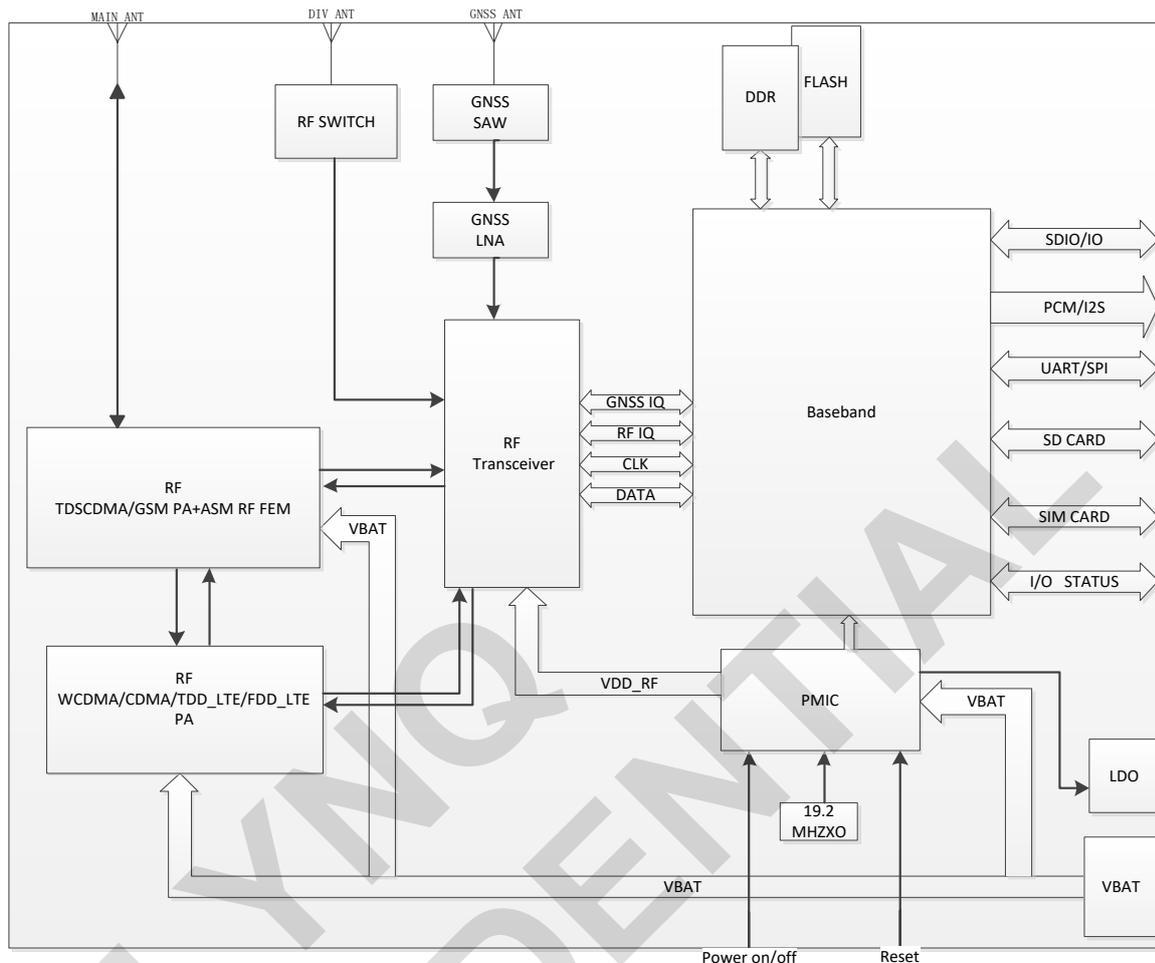


图 2-3 系统连接框架结构图

2.2.2 射频功能介绍

本产品的收发射机的工作频段范围如表2-1所示。

表 2-2 工作频段

| 工作频段 | 上行频段 (Uplink) | 下行频段 (Downlink) |
|--------------|---------------------|---------------------|
| UMTS850 | 824 MHz — 849MHz | 869 MHz — 894MHz |
| UMTS900 | 890 MHz — 915MHz | 925 MHz — 960 MHz |
| UMTS1900 | 1850 MHz — 1910 MHz | 1930 MHz — 1990MHz |
| UMTS2100 | 1920 MHz — 1980 MHz | 2110 MHz — 2170 MHz |
| GSM900 | 890 MHz — 915MHz | 925 MHz — 960MHz |
| GSM1800 | 1710 MHz — 1785MHz | 1805 MHz — 1880MHz |
| CDMA BC0 | 869 MHz — 894 MHz | 824 MHz — 849 MHz |
| TD-SCDMA B34 | 2010~2025 MHz | 2010~2025 MHz |
| TD-SCDMA B39 | 1880~1920 MHz | 1880~1920 MHz |

| | | |
|-------------|---------------------|-----------------------|
| TDD_LTE B38 | 2570 MHz~2620 MHz | 2570 MHz~2620 MHz |
| TDD_LTE B39 | 1880 MHz~1920 MHz | 1880 MHz~1920 MHz |
| TDD_LTE B40 | 2300 MHz~2400 MHz | 2300 MHz~2400 MHz |
| TDD_LTE B41 | 2555~2655 MHz | 2555~2655 MHz |
| FDD_LTE B1 | 1920 MHz~1980 MHz | 2110 MHz~2170 MHz |
| FDD_LTE B2 | 1850 MHz — 1910 MHz | 1930 MHz — 1990MHz |
| FDD_LTE B3 | 1710 MHz~1785 MHz | 1805 MHz~1880 MHz |
| FDD_LTE B4 | 1710 MHz~1755 MHz | 2110 MHz~2155 MHz |
| FDD_LTE B5 | 824 MHz — 849MHz | 869 MHz — 894MHz |
| FDD_LTE B7 | 2500 MHz~2570 MHz | 2620 MHz~2690 MHz |
| FDD_LTE B8 | 880 MHz~915 MHz | 925 MHz~960 MHz |
| FDD_LTE B12 | 699 MHz~716 MHz | 729 MHz~746 MHz |
| FDD_LTE B13 | 777 MHz~787 MHz | 746 MHz~756 MHz |
| FDD_LTE B17 | 704 MHz~716 MHz | 734 MHz~746 MHz |
| FDD_LTE B20 | 832 MHz~862 MHz | 791 MHz~821 MHz |
| GPS L1 BAND | | 1574.4 ~ 1576.44 MHz |
| GLONASS | | 1598 ~ 1606 MHz |
| BEIDOU B1 | | 1559.05 ~ 1563.14 MHz |

表 2-3 传导功率

| 频段 | 最大功率 | 最小功率 |
|----------------|---------------|------------|
| UMTS850 | 24dBm +1/-3dB | <-50dBm |
| UMTS900 | 24dBm +1/-3dB | <-50dBm |
| UMTS1900 | 24dBm +1/-3dB | <-50dBm |
| UMTS2100 | 24dBm +1/-3dB | <-50dBm |
| GSM900 | 33dBm ± 2dB | 5dBm ± 5dB |
| DCS1800 | 30dBm ± 2dB | 0dBm ± 5dB |
| GSM900(8-PSK) | 27dBm ± 3dB | 5dBm ± 5dB |
| DCS1800(8-PSK) | 26dBm +3/-4dB | 0dBm ± 5dB |
| CDMA BC0 | 24dBm +1/-3dB | <-50dBm |
| TD-SCDMA B34 | 24dBm +1/-3dB | <-50dBm |
| TD-SCDMA B39 | 24dBm +1/-3dB | <-50dBm |

| | | |
|-------------|----------------|---------|
| TDD_LTE B38 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |
| TDD_LTE B39 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |
| TDD_LTE B40 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |
| TDD_LTE B41 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |
| FDD_LTE B1 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |
| FDD_LTE B2 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |
| FDD_LTE B3 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |
| FDD_LTE B4 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |
| FDD_LTE B5 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |
| FDD_LTE B7 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |
| FDD_LTE B8 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |
| FDD_LTE B12 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |
| FDD_LTE B13 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |
| FDD_LTE B17 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |
| FDD_LTE B20 | 23dBm +/-2.7dB | <-40dBm |

表 2-4 传导接收灵敏度

| 频段 | 接收灵敏度(Typical) | 接收灵敏度(MAX) |
|--------------|----------------|------------|
| WCDMA B1 | < -109dBm | 3GPP |
| WCDMA B2 | < -108dBm | 3GPP |
| WCDMA B5 | < -109dBm | 3GPP |
| WCDMA B8 | < -109dBm | 3GPP |
| CDMA BC0 | < -109dBm | 3GPP |
| GSM900 | < -109dBm | 3GPP |
| DCS1800 | < -108dBm | 3GPP |
| TD-SCDMA B34 | < -110dBm | 3GPP |
| TD-SCDMA B39 | < -110dBm | 3GPP |

表 2-5 参考灵敏度 (QPSK)

| 带宽 | | | | | | | |
|-----------|---------|--------|-------|--------|--------|--------|------|
| E-UTRA 频段 | 1.4 MHz | 3 MHz | 5 MHz | 10 MHz | 15 MHz | 20 MHz | 双工模式 |
| 1 | -- | -- | -100 | -97.2 | -96.2 | -95 | FDD |
| 2 | -102.2 | -99.7 | -98 | -95 | -94.2 | -93 | FDD |
| 3 | -102.2 | -99.7 | -98 | -95 | -94.2 | -93 | FDD |
| 4 | -105.2 | -101.7 | -99 | -96 | -95.2 | -96 | FDD |

| | | | | | | | |
|----|--------|--------|--------|-------|-------|-----|-----|
| 5 | -103.2 | -101.7 | -100.2 | -97.2 | -- | -- | FDD |
| 7 | -- | -- | -98 | -95 | -93.2 | -92 | FDD |
| 8 | -103.2 | -101.7 | -100.2 | -97.2 | -- | -- | FDD |
| 12 | -103.2 | -101.7 | -100.2 | -97.2 | -- | -- | FDD |
| 13 | -- | -- | -100.2 | -97.2 | -- | -- | FDD |
| 17 | -- | -- | -100.2 | -97.2 | -- | -- | FDD |
| 20 | -- | -- | -97 | -94 | -91.2 | -90 | FDD |
| 38 | -- | -- | -100 | -97 | -95.2 | -94 | TDD |
| 39 | -- | -- | -100 | -97 | -95.2 | -94 | TDD |
| 40 | -- | -- | -100 | -97 | -95.2 | -94 | TDD |
| 41 | -- | -- | -100 | -97 | -95.2 | -94 | TDD |

3 接口说明

3.1 管脚定义

3.1.1 管脚I/O参数定义

本产品的I/O参数定义如表3-1所示。

表 3-1 I/O 参数定义

| 管脚属性标识符号 | 描述 |
|----------|-----------|
| PI | 电源输入 |
| PO | 电源输出 |
| AI | 模拟信号输入 |
| AIO | 模拟信号输入/输出 |
| I/O | 数字信号输入/输出 |
| DI | 数字信号输入 |
| DO | 数字信号输出 |
| DOH | 数字信号输出高电平 |
| DOL | 数字信号输出低电平 |
| PD | 管脚内部下拉 |
| PU | 管脚内部上拉 |
| AO | 模拟信号输出管脚 |

3.1.2 管脚配置图

由于L506系列分为不同的硬件版本，下图中有特殊符号标记（*或者#）的管脚可能在不同版本中有着不同的功能描述，详见PIN定义说明部分。本产品接口管脚顺序定义如下图3-1所示：

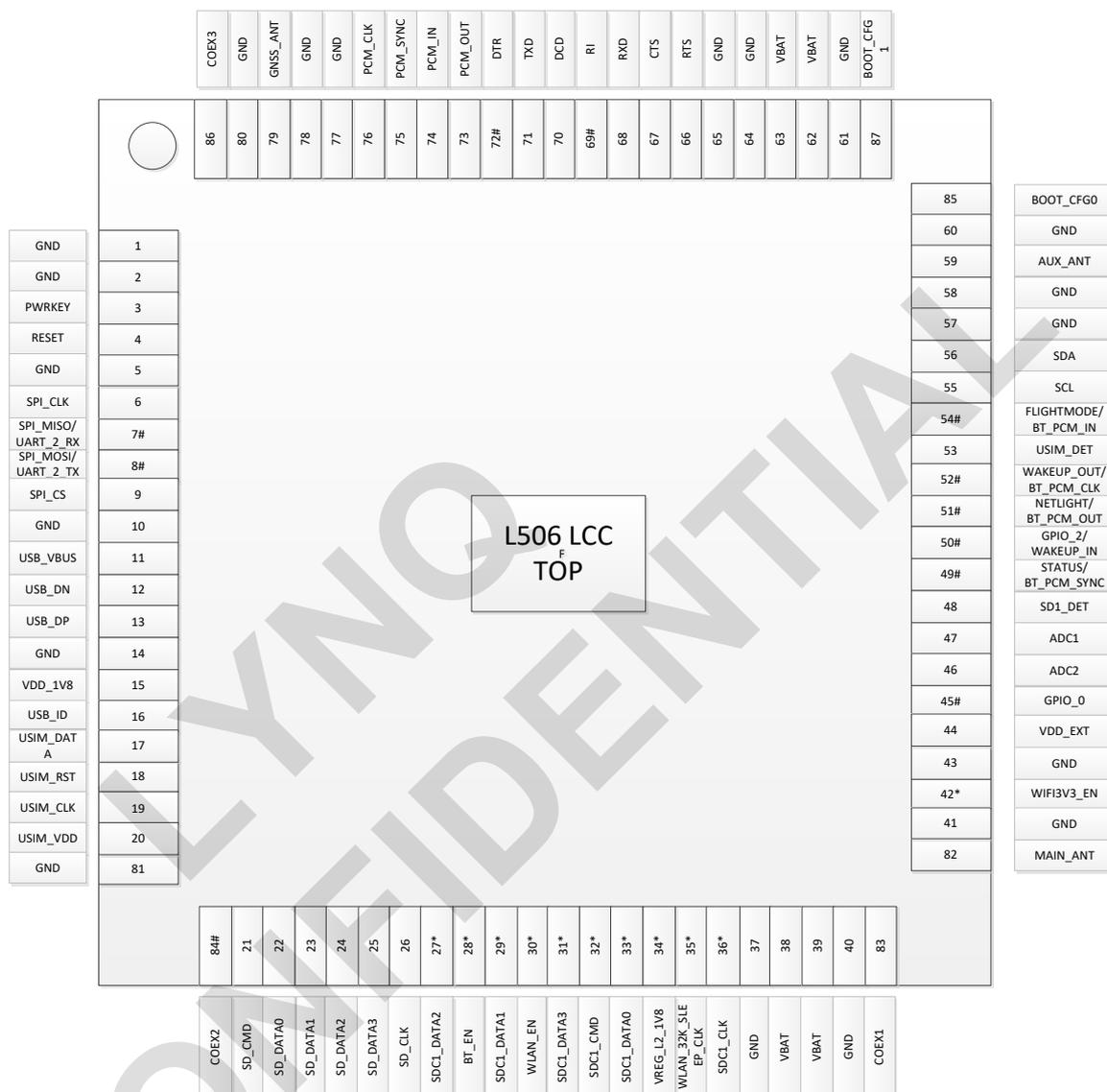


图 3-1 管脚配置图(正视图)

- 注：1. 图 3-1 中*号标记管脚在不带 WIFI 接口的模块中为 RESERVER 保留脚，设计过程中建议不接 NC 该管脚；
2. 图 3-1 中#号标记管脚为复用功能脚，即该管脚为多用途功能脚，除了所标记的功能之外还有一些特殊用途，详见接口描述。

3.1.3 管脚描述

表 3-2 接口定义

| 管脚号 | 管脚定义 | 管脚号 | 管脚定义 |
|-----|---------------------|-----|-----------------------|
| 1 | GND | 2 | GND |
| 3 | PWRKEY | 4 | RESET |
| 5 | GND | 6 | SPI_CLK |
| 7# | SPI_MISO/UART_2_RXD | 8# | SPI_MOSI/UART_2_TXD |
| 9 | SPI_CS | 10 | GND |
| 11 | USB_VBUS | 12 | USB_DN |
| 13 | USB_DP | 14 | GND |
| 15 | VDD_1V8 | 16 | USB_ID |
| 17 | USIM_DATA | 18 | USIM_RST |
| 19 | USIM_CLK | 20 | USIM_VDD |
| 21 | SD_CMD | 22 | SD_DATA0 |
| 23 | SD_DATA1 | 24 | SD_DATA2 |
| 25 | SD_DATA3 | 26 | SD_CLK |
| 27* | SDC1_DATA2 | 28* | BT_EN |
| 29* | SDC1_DATA1 | 30* | WLAN_EN |
| 31* | SDC1_DATA3 | 32* | SDC1_CMD |
| 33* | SDC1_DATA0 | 34* | VREG_L2_1V8 |
| 35* | WLAN_32K_SLEEP_CLK | 36* | SDC1_CLK |
| 37 | GND | 38 | VBAT |
| 39 | VBAT | 40 | GND |
| 41 | GND | 42* | WIFI3V3_EN |
| 43 | GND | 44 | VDD_EXT |
| 45# | GPIO_0 | 46 | ADC2 |
| 47 | ADC1 | 48 | SD1_DET |
| 49# | STATUS/BT_PCM_SYNC | 50# | GPIO_2/WAKEUP_IN |
| 51# | NETLIGHT/BT_PCM_OUT | 52# | WAKEUP_OUT/BT_PCM_CLK |
| 53 | USIM_DET | 54# | FLIGHTMODE/BT_PCM_IN |
| 55 | SCL | 56 | SDA |

| | | | |
|-----|-----------|-----|----------|
| 57 | GND | 58 | GND |
| 59 | AUX_ANT | 60 | GND |
| 61 | GND | 62 | VBAT |
| 63 | VBAT | 64 | GND |
| 65 | GND | 66 | RTS |
| 67 | CTS | 68 | RXD |
| 69# | RI | 70 | DCD |
| 71 | TXD | 72# | DTR |
| 73 | PCM_OUT | 74 | PCM_IN |
| 75 | PCM_SYNC | 76 | PCM_CLK |
| 77 | GND | 78 | GND |
| 79 | GNSS_ANT | 80 | GND |
| 81 | GND | 82 | MAIN_ANT |
| 83 | COEX1 | 84 | COEX2# |
| 85 | BOOT_CFG0 | 86 | COEX3 |
| 87 | BOOT_CFG1 | | |

注：1. *号标记管脚在不带 WIFI 接口的模块中为 RESERVER 保留脚，设计过程中建议 NC 不接该管脚；
 2. #号标记管脚为复用功能脚，即该管脚为多用途功能脚，除了所标记的功能之外还有一些特殊用途，详见接口描述。

表 3-3 引脚描述

| 电源 | | | | |
|-------------|---|-----|--|-------------------------|
| 管脚定义 | 管脚号 | I/O | 描述 | 备注 |
| VBAT | 38, 39, 62, 63 | PI | 模块主电源 VBAT=3.4V~4.2V | 建议主电源必须能够提供 2.5A 以上的电流。 |
| VDD_1V8 | 15 | PO | LDO, 1.8V 输出, 最大输出 150mA 用于 I/O 上拉, MCP WLAN/BT, SLIC, sensors | 建议预留测试点 |
| VREG_L2_1V8 | 34 | PO | WIFI 1.8V 供电输出 | 供 WIFI 芯片 |
| VDD_EXT | 44 | PO | LDO, 2.85V 输出, 最大电流 150mA | 供外置 SD 卡 VDD |
| GND | 1, 2, 5, 10, 14, 37, 40, 41, 43, 57, 58, 60, 61, 64, 65, 77, 78, 80, 81 | | Ground | |

| 系统控制 | | | | |
|------------|-----|-----|-------------------------------------|---|
| 管脚定义 | 管脚号 | I/O | 描述 | 备注 |
| PWRKEY | 3 | DI | 拉低 PWRKEY 一段时间来实现开机或者关机 | |
| RESET | 4 | DI | 拉低来实现系统重启 | |
| FLIGHTMODE | 54# | DI | 输入信号用于控制系统进入飞行模式，低电平：飞行模式；高电平：正常模式。 | 可复用 BT_PCM_IN，用 VDD_1V8 (PIN 15) 上拉，不用该功能悬空 |

模块状态指示

| 管脚定义 | 管脚号 | I/O | 描述 | 备注 |
|----------|-----|-----|----------------------|--------------------------|
| NETLIGHT | 51# | DO | 网络状态指示输出 | 可复用作 BT_PCM_OUT，不用该功能悬空 |
| STATUS | 49# | DO | 模块状态指示输出，高电平开机，低电平关机 | 可复用作 BT_PCM_SYNC，不用该功能悬空 |

WIFI 接口 (WIFI 版)

| 管脚定义 | 管脚号 | I/O | 描述 | 备注 |
|--------------------|-----|-----|----------------|------------------------------------|
| SD1_CMD | 32 | DO | SDIO command | WIFI 芯片 SDIO 接口，不带 WIFI 版或者不用该功能悬空 |
| SD1_DATA0 | 33 | I/O | SDIO data | |
| SD1_DATA1 | 29 | I/O | SDIO data | |
| SD1_DATA2 | 27 | I/O | SDIO data | |
| SD1_DATA3 | 31 | I/O | SDIO data | |
| SD1_CLK | 36 | DO | SDIO clock | |
| WLAN_EN | 30 | DO | WIFI 芯片使能开关 | WIFI 模块功能使能，不带 WIFI 版或者不用该功能悬空 |
| WIFI3V3_EN | 42 | DO | WIFI 模块电源使能开关 | WIFI 模块电源使能，不带 WIFI 版或者不用该功能悬空 |
| WLAN_32K_SLEEP_CLK | 35 | DO | WIFI 芯片时钟 | 不带 WIFI 版或者不用该功能悬空 |
| VREG_L2_1V8 | 34 | PO | WIFI 1.8V 供电输出 | 供 WIFI 芯片，不带 WIFI 版或者不用该功能悬空 |
| BT_EN | 28* | DO | BT_EN 脚 | 不连接 WIFI 芯片，悬空 |

SD 卡接口

| 管脚定义 | 管脚号 | I/O | 描述 | 备注 |
|--------|-----|-----|--------------|------------|
| SD_CMD | 21 | DO | SDIO command | 需在外围增加 ESD |

| | | | | |
|---------------|----|--------|--------------------------|---------------------------|
| SD_DATA0 | 22 | I/O | SDIO data | 器件, |
| SD_DATA1 | 23 | I/O | SDIO data | |
| SD_DATA2 | 24 | I/O | SDIO data | |
| SD_DATA3 | 25 | I/O | SDIO data | |
| SD_CLK | 26 | DO | SDIO clock | |
| SD_CARD_DET_N | 48 | DI, PU | SD 卡侦测, 高电平: 无卡; 低电平: 有卡 | 内部已做上拉, 结构料需选择卡插入检测脚端地的卡座 |

SIM 卡接口

| 管脚定义 | 管脚号 | I/O | 描述 | 备注 |
|------------|-----|--------|---|---------------|
| USIM_DET | 53 | DI, PU | SIM 卡侦测 | 内部已做上拉, 不用悬空 |
| USIM_DATA | 17 | I/O | USIM_DATA 信号已在内部上拉了 10K 电阻至 USIM_VDD | 需在外围增加 ESD 器件 |
| USIM_RESET | 18 | DO | USIM 重启信号 | |
| USIM_CLK | 19 | DO | USIM 时钟信号 | |
| USIM_VDD | 20 | PO | 模块根据 SIM 卡类别自动识别是 1.8V 还是 3.0V; 最大电流输出 50mA | |

PCM 接口

| 管脚定义 | 管脚号 | I/O | 描述 | 备注 |
|----------|-----|-----|----------|------|
| PCM_CLK | 76 | DO | PCM 时钟同步 | 不用悬空 |
| PCM_SYNC | 75 | DO | PCM 帧同步 | |
| PCM_IN | 74 | DI | PCM 数据输入 | |
| PCM_OUT | 73 | DO | PCM 数据输出 | |

FULL UART/DEBUG PORT

| 管脚定义 | 管脚号 | I/O | 描述 | 备注 |
|------|-----|-----|------------|--------------------------------|
| RTS | 66 | DO | DTE 请求发送数据 | 不用该功能悬空 |
| CTS | 67 | DI | 模块清除发送 | 不用该功能悬空 |
| RX | 68 | DI | 模块接收数据 | |
| RI | 69# | DO | 模块输出振铃提示 | Debug 状态下 LOG_UART_TX, 建议预留测试点 |
| DCD | 70 | DO | 模块输出载波检测 | 不用该功能悬空 |
| TXD | 71 | DO | 模块发送数据 | |
| DTR | 72# | DI | DTE 准备就绪 | Debug 状态下 LOG_UART_RX, 建议预留测试点 |

| I2C 接口 | | | | |
|------------------------|-----|-----|--|-------------------------------|
| I2C_SCL | 55 | DO | I2C 时钟输出 | 内部已用 2.2K 上拉至 1.8V, 不用该功能悬空 |
| I2C_SDA | 56 | I/O | I2C 数据输入/输出 | |
| GPIO | | | | |
| 管脚定义 | 管脚号 | I/O | 描述 | 备注 |
| GPIO_2/WAKEUP_IN | 50 | DI | 默认状态 GPIO, 可作为外部唤醒输入和中断脚 | 不用该功能悬空 |
| GPIO_1/WAKEUP_OUT | 52# | DO | 默认状态 GPIO, 可作为模块对外中断输出. 可复用 BT_PCM_CLK. | |
| GPIO_0 | 45 | DO | 默认 GPIO 可用于控制外部电源使能 | |
| RF 端口 | | | | |
| 管脚定义 | 管脚号 | I/O | 描述 | 备注 |
| MAIN_ANT | 82 | AIO | 主天线 | |
| AUX_ANT | 59 | AI | 分集天线 | |
| GNSS_ANT | 79 | AI | GPS 天线 | |
| 其它接口 | | | | |
| 管脚定义 | 管脚号 | I/O | 描述 | 备注 |
| ADC1 | 47 | AI | 模拟转换数字接口输入脚 | 不用该功能悬空 |
| ADC2 | 46 | AI | 模拟转换数字接口输入脚 | |
| COEX1 | 83 | I/O | WIFI 与 LTE 同步控制脚 | 不用该功能悬空, 外部不能做上拉设计。 |
| COEX3 | 86 | I/O | | |
| COEX2 (FORCE_USB_BOOT) | 84# | I/O | 默认: WIFI 与 LTE 同步脚 可选: 上拉至 1.8V 控制模块通过 USB 下载 | 复用功能脚, 建议设计时预留测试点, 外部不能做上拉设计。 |
| BOOT_CFG0 | 85 | I/O | 启动配置 0 | 不用该功能悬空, 外部不能做上拉设计。 |
| BOOT_CFG1 | 87 | I/O | 启动配置 1 | 不用该功能悬空, 外部不能做上拉设计。 |

3.2 工作条件

表 3-4 模块工作条件

| 信号 | 描述 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|----|----|----|----|----|----|
|----|----|----|----|----|----|

| | | | | | |
|------|-------|-----|-----|-----|---|
| VBAT | 模块主供电 | 3.4 | 3.8 | 4.2 | V |
|------|-------|-----|-----|-----|---|

3.3 接口电平特性

3.3.1 数字电平信号特性

表 3-5 数字信号高低电平范围

| 符号 | 描述 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------|----------------------|----------------------|-----------|----------------------|----|
| V_{IH} | 输入电压高电平 | $0.7 \times VDD_PX$ | VDD_PX | $VDD_PX + 0.3$ | V |
| V_{IL} | 输入电压低电平 | -0.3 | 0 | $0.2 \times VDD_PX$ | V |
| V_{OH} | 输出电压高电平 | $VDD_PX - 0.45$ | - | VDD_PX | V |
| V_{OL} | 输出电压低电平 | 0 | 0 | 0.45 | V |
| I_{OH} | 输出高电平电流 (没有下拉电阻) | - | 2 | - | mA |
| I_{OL} | 输出低电平电流 (没有上拉电阻) | - | 2 | - | mA |
| I_{IH} | 输入高电平漏电流 (没有下拉电阻) | - | - | 1 | uA |
| I_{IL} | 输入低电平漏电流 (没有上拉电阻) | -1 | - | - | uA |

注：1. 典型电压值表示本产品中 P1、P2 组管脚输入输出默认电压值，要求外部输入管脚提供的接口电压为此值；

2. L506 中只有 TF 卡通道 ($SD_DATA0 \sim SD_DATA3, SD_CLK, SD_CMD$)；USIM 卡通道 ($USIM_DATA, USIM_CLK, USIM_RST$) 这两个通道的数字信号为支持双电平 (1.8V/3.0V) 接口，其余数字接口均为单电平 (1.8V) 接口。

3. 外部电路接口电压设计必须与产品管脚电压匹配。

3.4 电源接口

3.4.1 电源管脚描述

管脚号：第38/39/62/63管脚是VBAT信号，为电源的正极信号。

管脚号：1,2,5,10,14,37,40,41,43,57,58,60,61,64,65,77,78,80,81是GND信号。

此为本产品的电源地和信号地，需要全部连接到系统板的地平面上。GND信号的连接不完整会对本产品的性能有影响。除此之外还有88~99共计12个散热和固定地焊盘。见表3-6所示：

表 3-6 供电电源定义及说明

| 管脚号 | 协议信号名称 | 信号定义 | 直流特性 (V) |
|-----|--------|------|----------|
|-----|--------|------|----------|

| | | | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
|---|----------|-------------|-----|---------|-----|
| 38, 39, 62, 63 | VBAT | 电源供电输入 | 3.4 | 3.8 | 4.2 |
| 1, 2, 5, 10, 14, 37, 40, 41, 43, 57, 58, 60, 61, 64, 65, 77, 78, 80, 81 | GND | GND | - | - | - |
| 44 | VCC_EXT | 外置SD卡设供电输出 | - | 2.85 | - |
| 20 | USIM_VDD | USIM 卡供电 | - | 1.8/3.0 | - |
| 15 | VDD_1V8 | LDO 1.8V 输出 | - | 1.8 | - |
| 88-99 | GND | 散热和固定地焊盘 | - | - | - |

3.4.2 供电要求

L506总共有四个电源输入脚VBAT (PIN38&39, PIN62&63), VBAT直接驱动基带和射频PA芯片, 电源输入信号供电范围建议为3.4~4.2V, 在网络较差环境下, 天线会以最大功率发射, 2G模式下模块瞬态最大峰值电流可能达到2A。电源的峰值电流供电能力要达到2A以上, 均值电流要达到0.9A以上。由于GSM/GPRS的发射时隙脉冲会造成VBAT电源瞬间压降, 瞬间最大电流峰值能达到2A, 因此供电电流必须要达到最大输出电流2A以上才能满足需求, 如图3-2示意GSM/GPRS瞬时脉冲示意图。

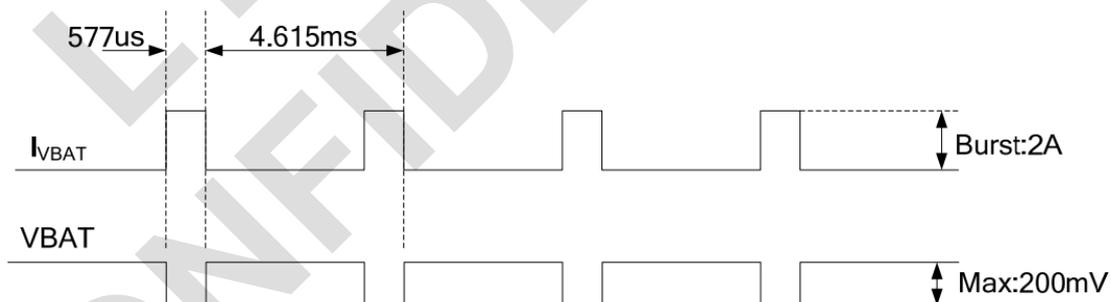


图3-2 GSM/GPRS瞬时脉冲示意图

表 3-7 VBAT 电源接口电气属性

| Symbol | Description | Min | Typ | Max | Unit |
|-----------------------------|---------------------------|-----|-----|-----|------|
| VBAT | Power supply voltage | 3.4 | 3.8 | 4.2 | V |
| I _{VBAT} (peak) | Power supply peak current | - | 2* | - | A |
| I _{VBAT} (average) | Power supply average | 1 | 1.5 | - | A |

| | current | | | | |
|--------------------|--|---|---|-----|----|
| IVBAT (power-off) | Power supply current in power off mode | - | - | 20 | uA |
| IVBAT (power-save) | Power supply current in power save mode (sleep mode) | - | - | 5.6 | mA |

3.4.3 电源设计指导

为了满足L506的性能，需确保电压不低于3.4V甚至在发射脉冲时；当电流消耗上升到超过2A，如果电源电压低于3.4V，射频模块的性能可能会受到影响。使用大的钽电容器（以上300uF）是最好的降低电压下降的方法。如果电源电流不能支持高达2A，用户必须引入较大的电容器（典型1000UF）来存储电力。用于射频性能和系统稳定性的考虑，一些多层陶瓷芯片（MLCC）电容器（0.1 / 1）需要用于EMC由于其高频ESR低。注意：电解电容器应放在尽可能靠近VBAT引脚。同时用户应注意VBAT的走线与其它重要信号线之间的隔离，以尽量减少电源对重要信号的影响。下图3-3是推荐的电路。

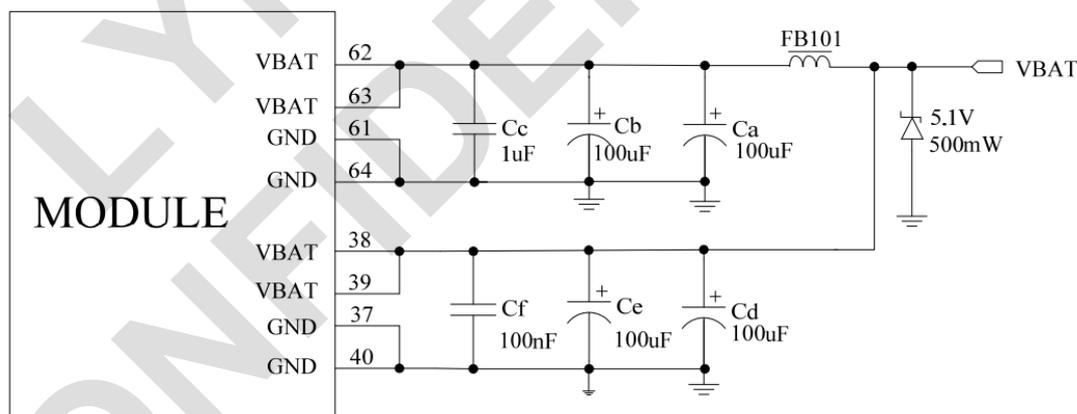


图3-3 电源接口推荐电路

此外为了防止外部脉冲需在供电电路设计上增加一个稳压齐纳二极管，其反向电压为5.1V，耗散功率PM 500mW以上，可选用表3-8电源齐纳二极管推荐料

表 3-8 电源稳压齐纳二极管推荐料

| NO. | Manufacturer | Part Number | Power | Package |
|-----|--------------|--------------|-------|---------|
| 1 | On semi | MMSZ5231BT1G | 500mW | SOD123 |
| 2 | Prisemi | PZ3D4V2H | 500mW | SOD123 |
| 3 | Vishay | MMSZ4689-V | 500mW | SOD123 |
| 4 | Crownpo | CDZ55C5V1SM | 500mW | 0805 |

3.4.4 供电电路设计参考

如果电压差不是很大,可采用LDO供电方案,如图3-4使用LDO供电的电源电路做参考,LDO要求过流能力达到2A以上,但由于LDO属于线性降压,其瞬态响应能力较差,并且前后端需要配备海量电容,防止GSM大功率发射时电压波动过大,有可能导致复位或关机。输出电压需控制在3.8V。

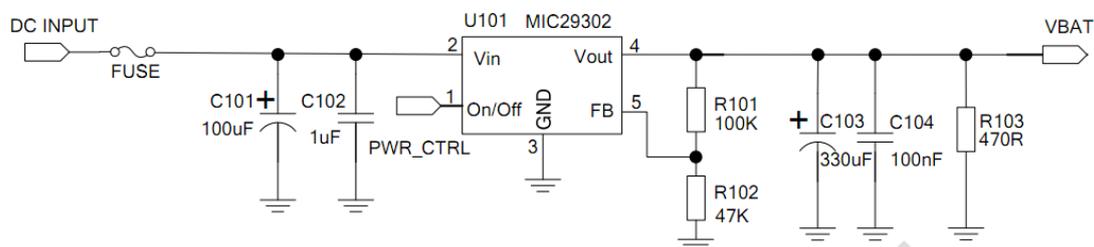


图3-4 推荐LDO供电电路

如果电压差比较大,建议采用DC/DC,输出电流要求达到2A以上的,如图3-5采用DC/DC开关电源,辅以大容量电容(330UF以上),来保证射频PA(功放)的正常工作,在GSM Burst模式下提供足够的瞬态电流。该参考设计优点是可以提供比较好的瞬态电流响应,在2G弱信号下可满足模块工作要求,防止因供电不足而造成的掉网或者端口重启现象。

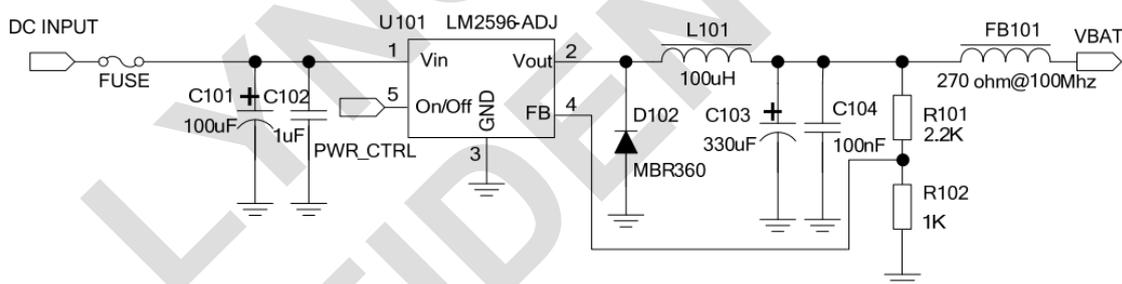


图3-5 推荐DC/DC供电电路

3.4.5 电源接口PCB 布局布线指导

在进行模块电源设计时,电源供电部分的相关元器件的布局及走线是至关重要的。如若处理不好,将会带来多方面的影响,如影响EMC性能,影响发射调制谱及接受灵敏度等。用户在进行相关设计时,请注意:开关电源由于其产品的EMC干扰较大,电路走线时不要靠近天线部分。考虑模块的对电源的要求,尽量减少电源走线所分配的压降,保证通流能力,电源走线宽度推荐大于100 mil,条件允许的情况下,可以走成平面的形式。电源输入部分布线时应隔离开噪声敏感的线路,如射频电路等。在模块和旁路电容间的PCB走线必须足够宽,并走线尽可能短。以确保在2A电流峰值时无显著电压的瞬间跌落发生。

3.5 USIM卡接口

3.5.1 管脚描述

L506模块基带处理器集成了符合ISO 7816-2标准的USIM卡接口,支持并能够自动检测3.0V和1.8V的USIM卡,USIM卡接口信号如表3-9所示。

表 3-9(a) (U)SIM 卡信号组定义及说明

| 管脚号 | 协议信号名称 | 信号定义 | 信号说明 |
|-----|-----------|--------------|--|
| 20 | USIM_VDD | SIM 卡电源 | USIM 卡电源，由模块输出，支持 1.8V/3.0V 双电压域。 |
| 17 | USIM_DATA | SIM 卡数据管脚 | USIM 卡 DATA 信号，双向信号，支持 1.8V/3.0V 双电压域。 |
| 19 | USIM_CLK | SIM 卡时钟管脚 | USIM 卡时钟信号，由模块输出，支持 1.8V/3.0V 双电压域。 |
| 18 | USIM_RST | SIM 卡复位管脚 | USIM 卡复位信号，由模块输出，支持 1.8V/3.0V 双电压域。 |
| 53 | USIM_DET | SIM 卡热插拔侦测管脚 | 仅支持 1.8V 电压域。 |

表 3-9(b) (U)SIM 卡信号 1.8V 时电气属性 (USIM_VDD=1.8V)

| Symbol | Parameter | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|----------|---------------------------|------------------------|------|------------------------|------|
| USIM_VDD | LDO power output | 1.75 | 1.8 | 1.95 | V |
| VIH | High-level input voltage | $0.65 \cdot USIM_VDD$ | - | USIM_VDD +0.3 | V |
| VIL | Low-level input voltage | -0.3 | 0 | $0.35 \cdot USIM_VDD$ | V |
| VOH | High-level output voltage | USIM_VDD -0.45 | -- | USIM_VDD | V |
| VOL | Low-level output voltage | 0 | 0 | 0.45 | V |

表 3-9(c) (U)SIM 卡信号 3.0V 时电气属性 (USIM_VDD=3.0V)

| Symbol | Parameter | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|----------|---------------------------|------------------------|------|------------------------|------|
| USIM_VDD | LDO power output | 2.75 | 3.0 | 3.05 | V |
| VIH | High-level input voltage | $0.65 \cdot USIM_VDD$ | - | USIM_VDD +0.3 | V |
| VIL | Low-level input voltage | -0.3 | 0 | $0.25 \cdot USIM_VDD$ | V |
| VOH | High-level output voltage | USIM_VDD -0.45 | - | USIM_VDD | V |
| VOL | Low-level output voltage | 0 | 0 | 0.45 | V |

注：L506 SIM 卡通道信号支持双电平模式，模块会自动根据外接 SIM 卡的类型自适应跳变。

3.5.2 电气特性

USIM 卡信号组，在靠近 USIM 卡卡座的线路上，设计时请注意需要增加 ESD 保护器件。

为了满足 3GPP TS 51.010-1 协议以及 EMC 认证要求，建议 USIM 卡座布置在靠近模块 USIM 卡接

口的位置，避免因走线过长，导致波形严重变形，影响信号完整性。USIM_CLK和USIM_DATA信号走线建议包地保护。在USIM_VCC和GND之间并联一个1 μ F以及一个33pF的电容；USIM_CLK，USIM_RST，USIM_DATA与GND之间并联一个33pF的电容，滤除射频信号的干扰。

3.5.3 USIM卡接口应用

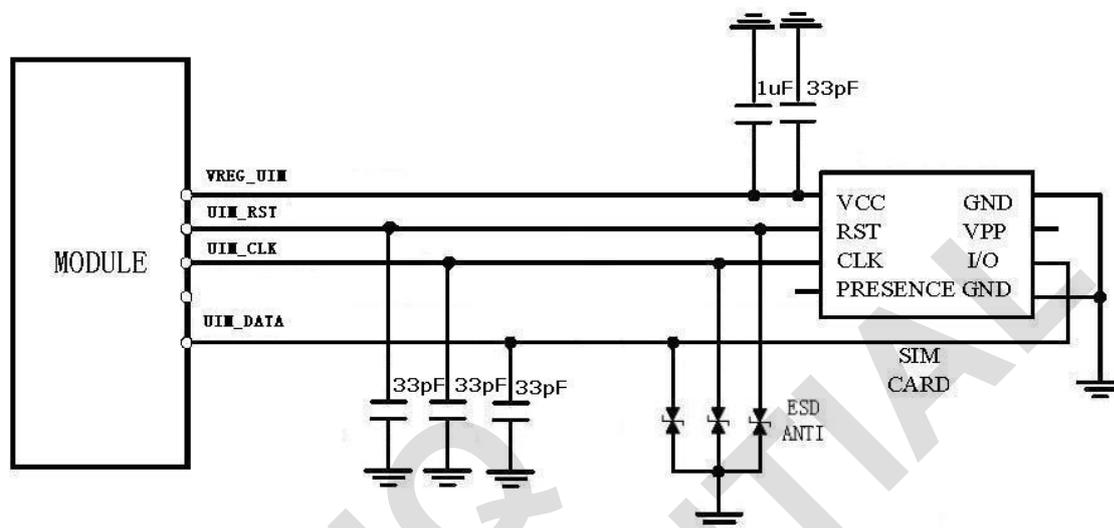


图 3-6 (U)SIM卡信号连接电路

- 注：1. USIM_DATA信号线上的上拉电阻已在模块中设计，无需在外围电路设计中添加上拉电阻。
 2. L506支持热插拔设计，若需要热插拔设计请将模块的53脚接上。

3.6 PCM接口

3.6.1 管脚描述

L506模块提供了数字音频接口（PCM）可以作为PCM主设备传输数字语音信号，其管脚信号如下表所示：

表 3-10(a) PCM 信号接口定义

| 管脚号 | 信号名称 | I/O 类型 |
|-----|----------|----------|
| 75 | PCM_SYNC | PCM 同步信号 |
| 74 | PCM_DIN | PCM 数据输入 |
| 73 | PCM_DOUT | PCM 数据输出 |
| 76 | PCM_CLK | PCM 数据时钟 |

3.6.2 PCM时序

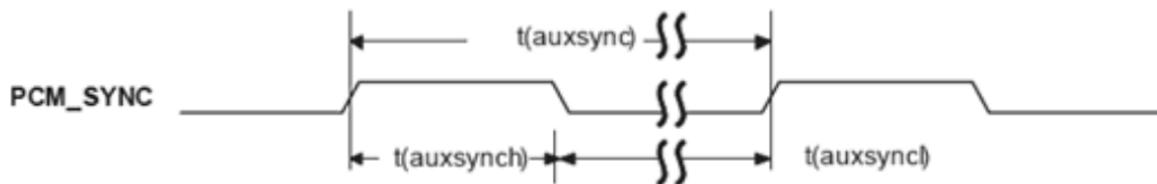


图 3-7 PCM_SYNC时序

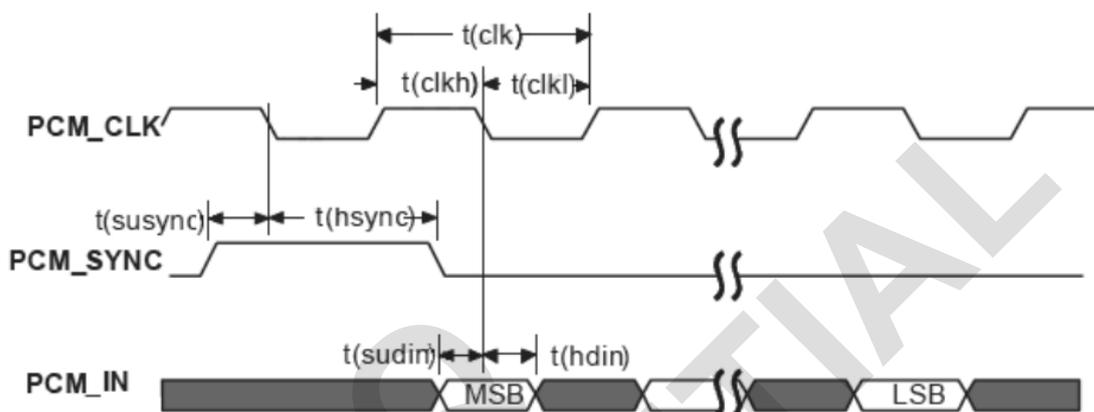


图 3-8 外部CODEC到模块的时序

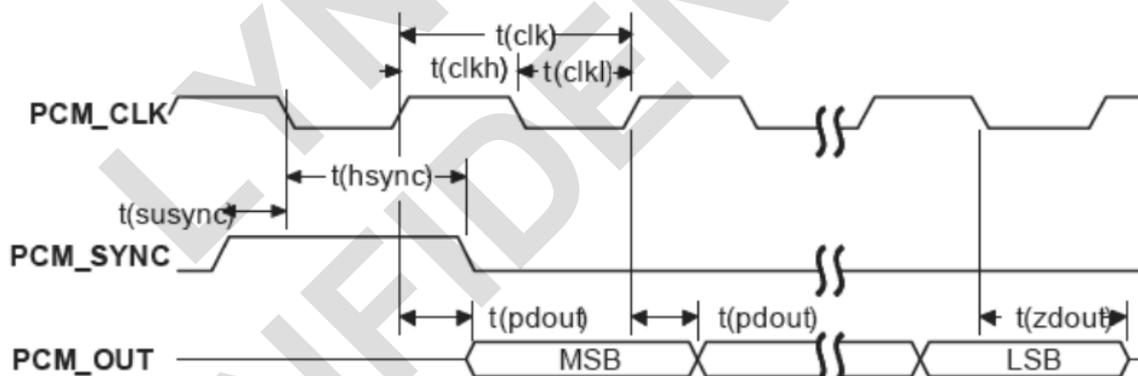


图 3-9 模块外部CODEC的时序

表 3-10(b) PCM 信号接口定义

| 参数 | 描述 | 直流特性 | | | |
|----------|------------------|------|-------|-----|----|
| | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
| T(sync) | PCM_SYNC 周期 | - | 125 | - | us |
| T(synch) | PCM_SYNC 高电平持续时间 | - | 488 | - | ns |
| T(sync1) | PCM_SYNC 低电平持续时间 | - | 124.5 | - | us |
| T(c1k) | PCM_CLK 周期 | - | 488 | - | ns |

| | | | | | |
|-----------|-----------------------------|----|-----|----|----|
| T(c1kh) | PCM_CLK 高电平持续时间 | - | 244 | - | ns |
| T(c1kl) | PCM_CLK 低电平持续时间 | - | 244 | - | ns |
| T(susync) | PCM_SYNC 建立时间 | - | 122 | - | ns |
| T(hsync) | PCM_SYNC 保持时间 | - | 366 | - | ns |
| T(sudin) | PCM_IN 建立时间 | 60 | - | - | ns |
| T(hdin) | PCM_IN 保持时间 | 60 | - | - | ns |
| T(pdout) | PCM_CLK 上升沿到 PCM_OUT 数据有效延时 | - | - | 60 | ns |
| T(zdout) | PCM_CLK 下降沿到 PCM_OUT 高阻态延时 | - | - | 60 | ns |

3.6.3 PCM接口应用

在使用过程中，L506模块仅能作为主设备，PCM_SYNC, PCM_CLK都是作为输出管脚，PCM_SYNC输出 8kHz的同步信号，PCM Data支持8bit或者16bit的数据格式。和从设备的codec连接方式见图3-10所示：

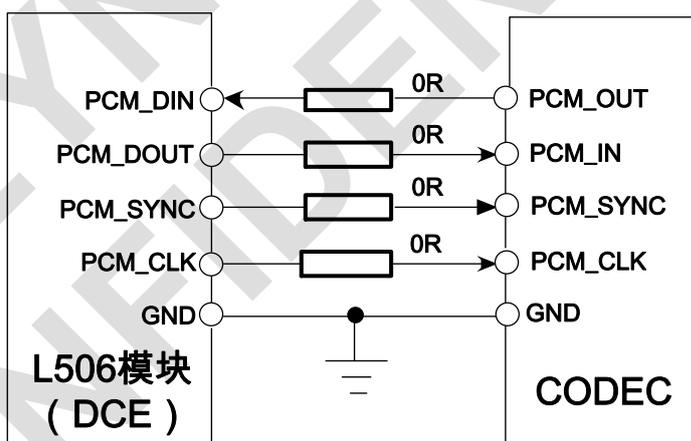


图 3-10 PCM应用电路（L506模块作为PCM主设备）

- 注：1，外接PCM芯片时，PCM接口的电气特性请严格参照数字信号高低电平范围。
 2，外接的PCM芯片的主时钟需要外接晶振提供，具体设计要求可向我司市场部索取相关文档。
 3，L506默认支持NAU8814作为PCM解码芯片，详细应用见《L506 reference design》

3.7 USB2.0接口

3.7.1 管脚描述

本产品具有高速USB2.0 接口，支持low-speed, full-speed和high-speed模式，主处理器（AP）与模块之间主要通过USB接口进行数据传输。表3-11给出了USB的接口定义

表 3-11 USB 接口定义

| 管脚号 | 信号名称 | I/O 类型 | 直流特性 (V) | | |
|-----|--------|----------------|----------|-----|-----|
| | | | 最小值 | 典型值 | 最大值 |
| 12 | USB_DM | USB2.0 数据信号 D- | - | - | - |
| 13 | USB_DP | USB2.0 数据信号 D+ | - | - | - |

3.7.2 USB接口应用

USB总线主要用于数据传输、软件升级、模块程序检测。工作在 high-speed模式下的USB线路，如果需要ESD设计，必须满足ESD保护器件的结电容值 $C_p < 5\text{pF}$ ，否则较大的结电容会引起波形失真，影响总线通讯。差分数据线的差分阻抗需控制在 $90\text{ohm} \pm 10\%$ 。另L506 VBUS管脚需要外接一个47K电阻到地，具体应用如下图所示：

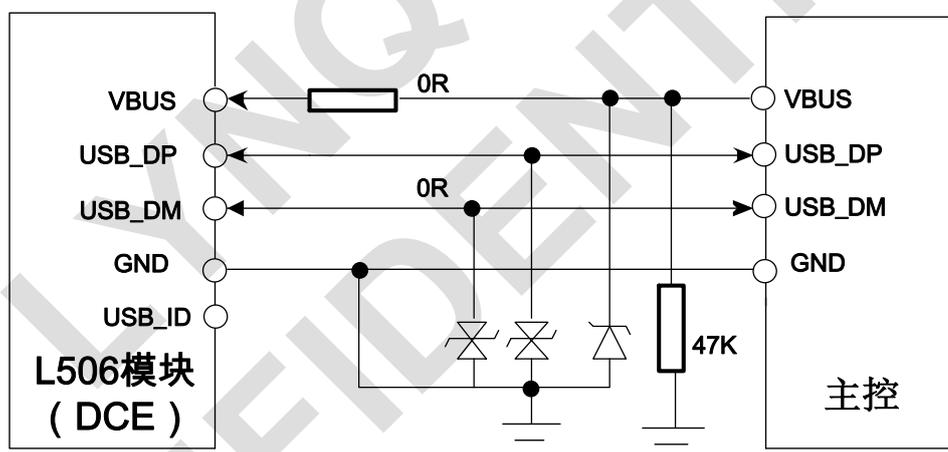


图 3-11 USB应用电路

3.8 UART接口

3.8.1 管脚描述

L506模块提供一路串行通信接口UART：UART作为完整的非同步通讯接口，支持标准调制解调器握手信号的信号控制，符合RS-232接口协议，也支持4线串行总线接口或者2线串行总线接口模式，模块可以通过UART接口与外界进行串行通信和AT指令输入等。

这两组UART口支持可编程的数据宽度，可编程的数据停止位，可编程的奇偶校验位，具有独立的TX和RX FIFOs（每个512 bytes），对于正常UART应用（non-Bluetooth）最大波特率为230400bps，默认的波特率为115200bps。

管脚信号定义如下表所示。

表 3-12 UART 信号定义

| 管脚号 | 信号名称 | I/O 类型 | 功能描述 |
|-----|------|--------|------|
|-----|------|--------|------|

| | | | |
|----|----------|----|---|
| 71 | UART_TX | DO | UART 发送数据 |
| 68 | UART_RX | DI | UART 接收数据 |
| 69 | UART_RI | DO | UART 振铃提示, 另可作为 LOG_UART_TX |
| 66 | UART_RTS | DO | UART 请求发送, RTS 是模块的输出端, 用于 MCU 通知模块, MCU 是否准备好, 模块是否可向 MCU 发送信息, RTS 的有效电平为低。 |
| 72 | UART_DTR | DI | DATA 设备准备就绪, 另可作为 LOG_UART_RX |
| 67 | UART_CTS | DI | UART 清除发送, CTS 是模块的输入端, 用于模块读取 MCU, 模块是否准备好, MCU 是否可向模块发送信息, CTS 的有效电平为低 |
| 70 | UART_DCD | DO | UART 数据载波检测 |

注意: UART_RI, UART_DTR 又可作为两线 UART 接口用于系统调试, 建议预留测试点方便调试。

3.8.2 UART 接口应用

UART 如果用在模块与应用处理器通讯的时候, 且电平在 1.8V 匹配时, 连接方式如下几个图所示, 可以采用完整的 RS232 模式, 4 线模式或者 2 线模式连接。

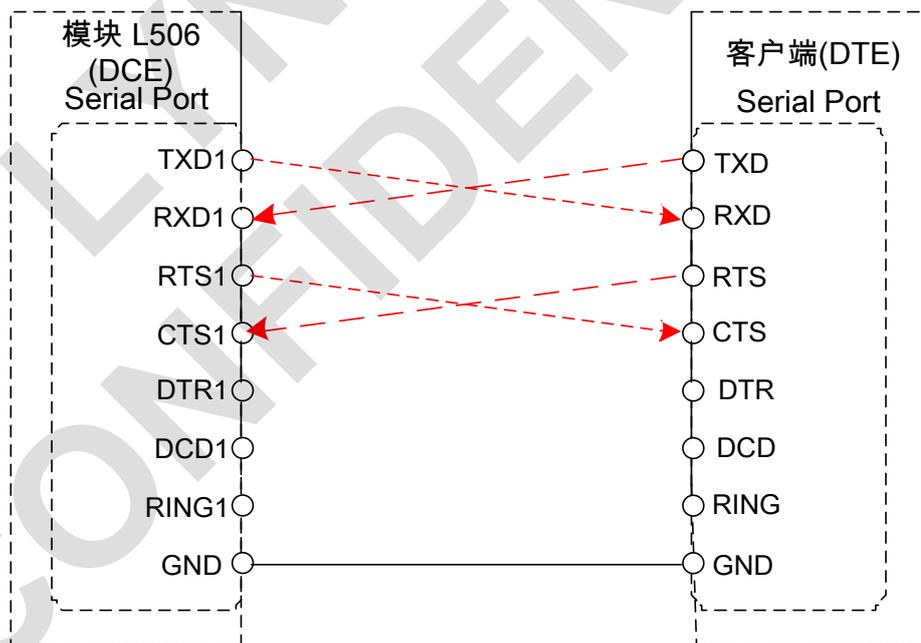


图 3-12 模块串口与 AP 应用处理器 4 线接法

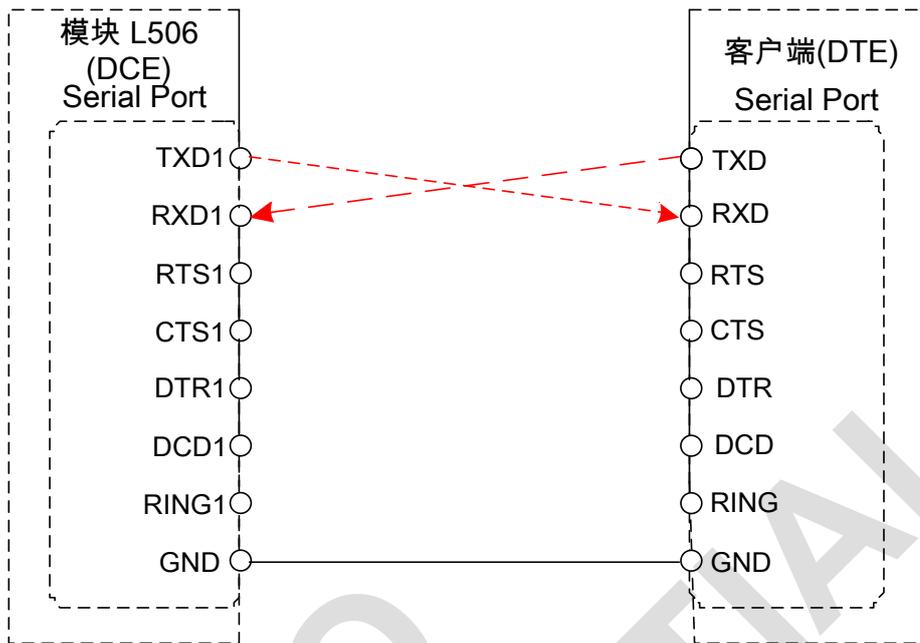


图 3-13 模块串口与AP应用处理器2线接法

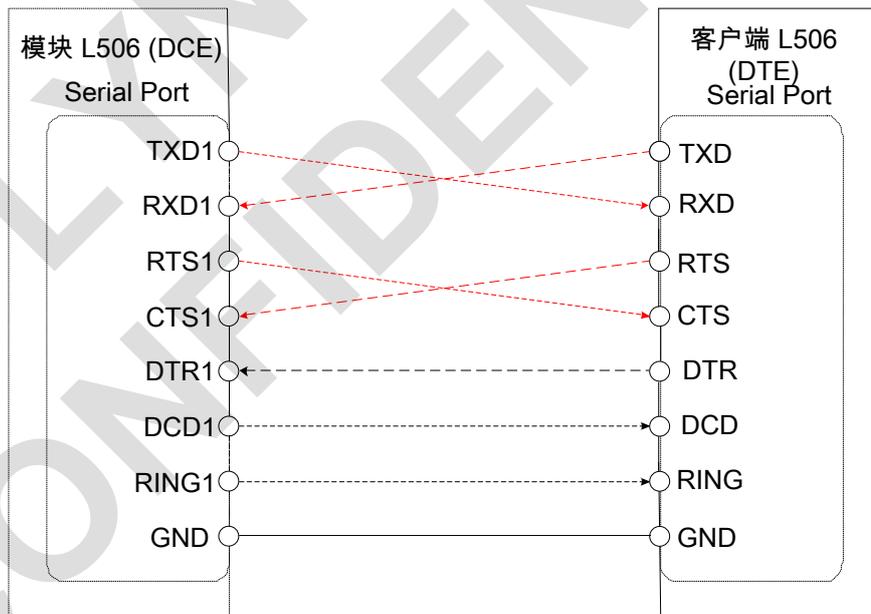


图 3-14 模块串口与AP应用处理器全功能接法

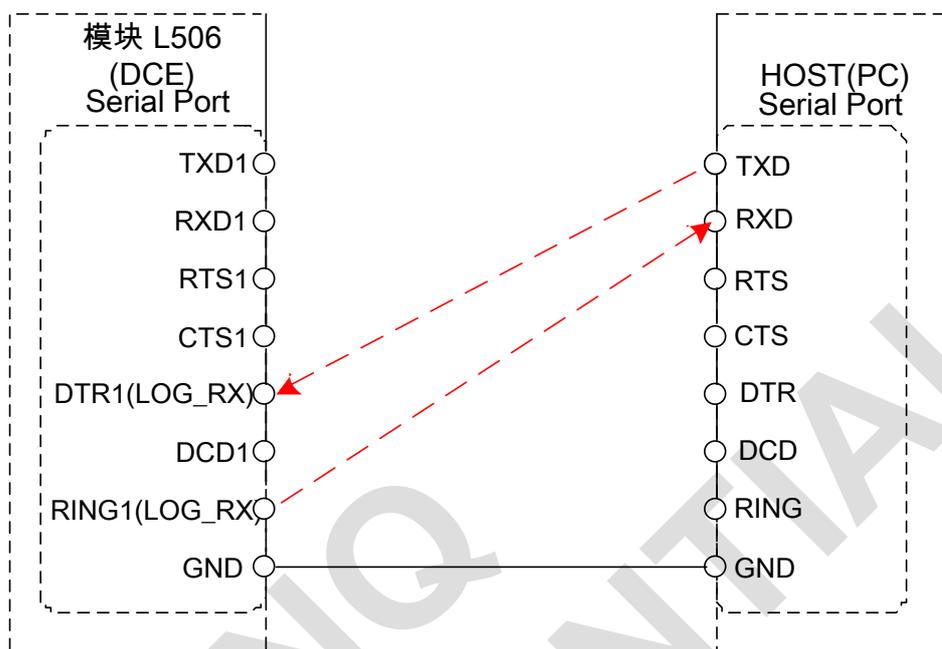


图 3-15 模块串口DEBUG抓取LOG时接法

模块接口电平是1.8V，如果与AP接口电平不匹配，建议增加电平转换电路。

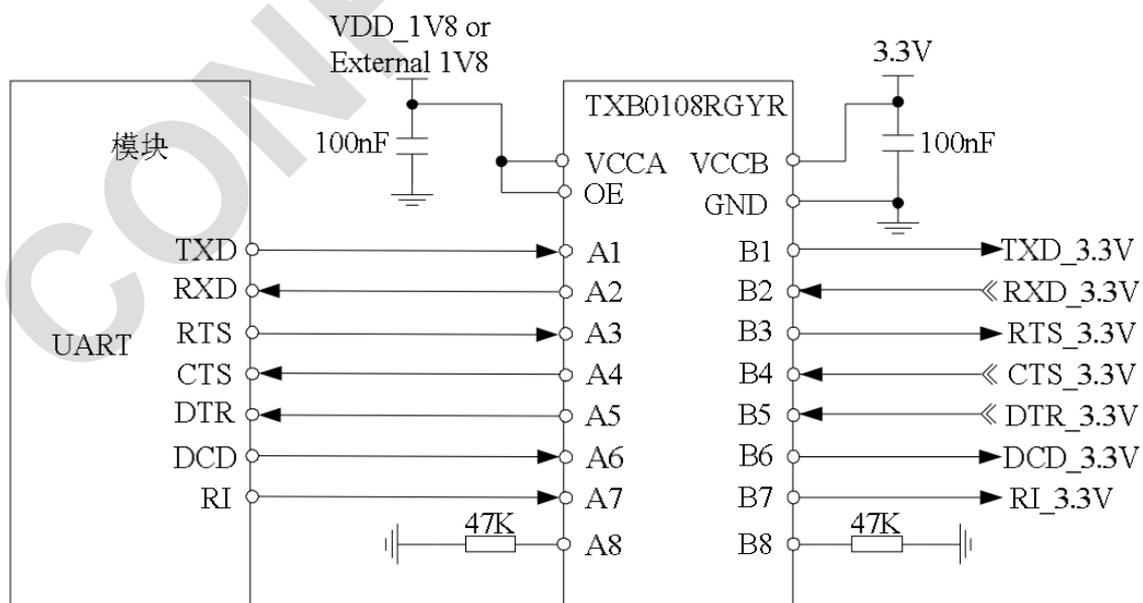


图 3-16 推荐电平转换电路

当模块和PC机进行通信时，由于模块的串口是1.8V CMOS电平，需要在他们之间加RS232

电平转换电路。推荐客户使用SP3238E，关于芯片的应用详见芯片规格书。客户需要确保电平转换芯片连接到模块的I/O电压是 1.8V。

3.9 开/关机及复位接口

3.9.1 管脚描述

本产品的开机流程是：将PWRKEY管脚拉低给开机信号输入脚一个低脉冲，再将该管脚悬空或拉高，即可开机；

RESET管脚用于复位模块，将RESET管脚拉低200ms后，再将该管脚悬空或置高，即可复位。复位后，需再将PWRKEY管脚拉低3秒以上，才能做到复位开机。接口定义如下表所示：

表 3-14 开关机及复位键信号定义

| 管脚号 | 信号名称 | I/O 类型 | 功能描述 |
|-----|--------|--------|-------------------|
| 3 | PWRKEY | DI | 模块开关机键，电源管理芯片内部上拉 |
| 4 | RESET | DI | 模块重启键，电源管理芯片内部上拉 |

注意：开机信号PWRKEY由于内部有做分压，用户实际量测值大致0.8V。

3.9.2 开机流程

用户通过拉低 PWRKEY 引脚使模块开机。此引脚已在模块内部上拉到 1.8V（分压设计）。

表 3-15 开关机时序参数

| 符号 | 信号名称 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|----------------------|------|-----|-----|----|
| Ton | 开机低电平脉冲宽度 | 100 | 500 | -- | ms |
| Ton(status) | 开机时间（根据 STATUS 引脚判断） | 15 | -- | 25 | s |
| Ton(uart) | 开机时间（根据 UART 判断） | 10 | -- | 20 | s |
| V _{IH} | PWRKEY 引脚输入高电平电压 | 1.17 | 1.8 | 2.1 | V |
| V _{IL} | PWRKEY 引脚输入低电平电压 | -0.3 | 0 | 0.3 | V |

对应的开机时序如下图

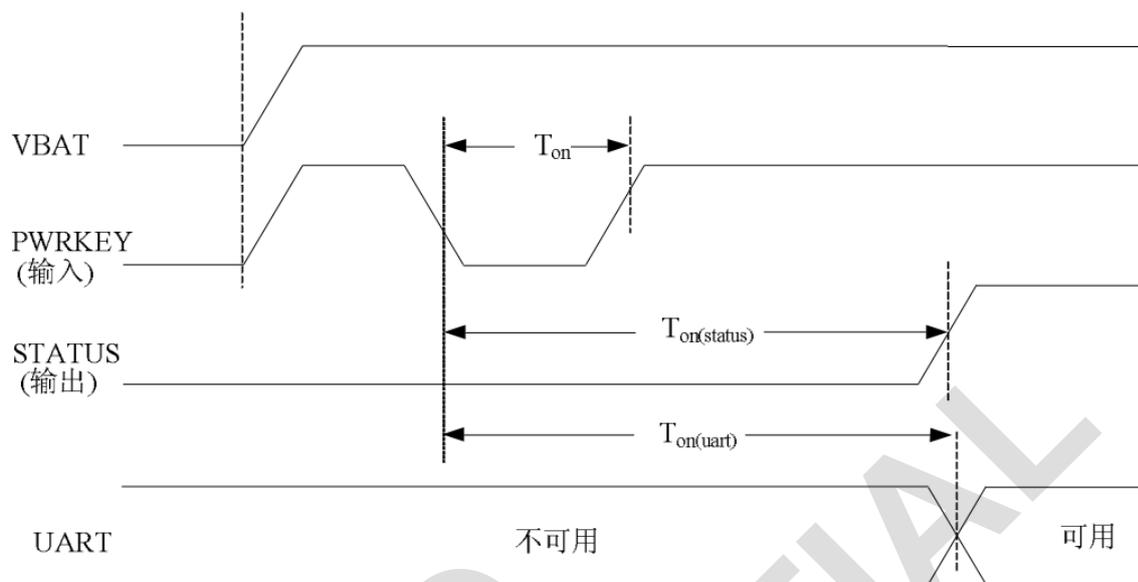


图 3-17 开机时序图

注意：Status 状态PIN为模块运行状态指示，当该信号为高是表示模块完成开机并初始化流程完成，否则该管脚为低。

3.9.3 关机流程

模块有以下几种关机方法：

- 使用 PWRKEY 引脚关机
- 使用“AT+CPOF”命令关机

注意：1. “AT+CPOF”的详细描述，请参考文档【1】。
 2. 过压（高压或者低压）也可能导致模块自动关机。
 3. 温度超过模块的极限温度也可能导致模块自动关机。

表 3-16 关机时序

| 符号 | 信号名称 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------|----------------------|-----|-----|-----|----|
| Toff | 关机机低电平脉冲宽度 | 2.5 | -- | -- | s |
| Toff(status) | 关机时间（根据 STATUS 引脚判断） | 10 | -- | -- | s |
| Toff(uart) | 关机时间（根据 UART 判断） | 10 | -- | -- | s |
| Toff-on | PWRKEY 引脚输入低电平电压 | 0 | -- | -- | s |

用户可以通过把 PWRKEY 信号拉低来关机，关机时序图如下图所示：

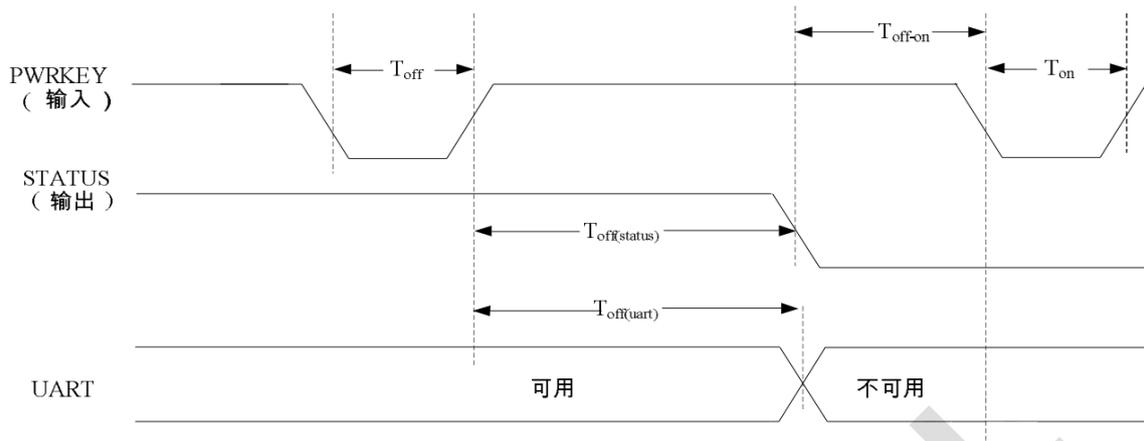


图 3-18 关机时序图

注意：STATUS 引脚可以用来判断是否已开机，当模块已上电且初始化完成后，STATUS 输出高电平，否则一直维持低电平。

3.9.4 复位流程

L506 可以通过拉低模块的 RESET 引脚来使模块复位，对于重新启动模块的方法参考 3.9.1 关于重启 RESET 的描述。

表 3-17 复位键信号电气属性

| 符号 | 信号名称 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|-----------------|------|-----|-----|----|
| Treset | 重启低电平脉冲宽度 | 50 | 100 | 500 | ms |
| V _{IH} | RESET 引脚输入高电平电压 | 1.17 | 1.8 | 2.1 | V |
| V _{IL} | RESET 引脚输入低电平电压 | -0.3 | 0 | 0.3 | V |

注意：建议仅在紧急情况，比如模块无响应时，使用 RESET 引脚。此外，模块关机状态下 RESET 引脚是无效的。

3.9.5 接口应用

PWRKEY 和 RESET 的电路可以参考下图示的设计电路，其中图左边的两个输入信号分别为复位及开机的输入控制信号。

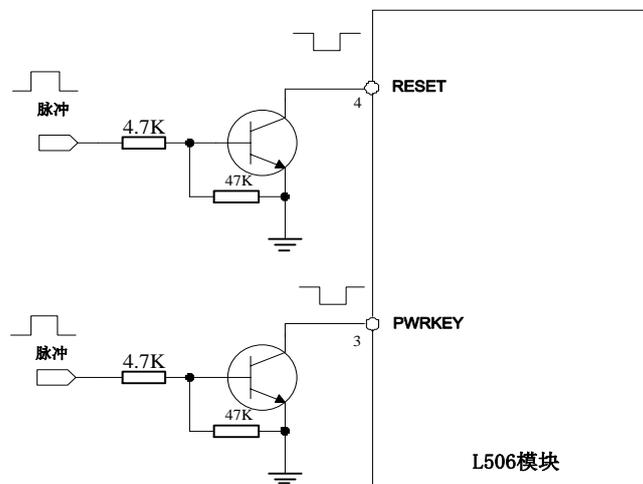


图 3-19 开机/复位推荐电路

另一种控制 PWRKEY, RESET 引脚的方法是直接使用一个物理按键开关。按键附近需放置一个 TVS 用以 ESD 保护。下图为参考电路:

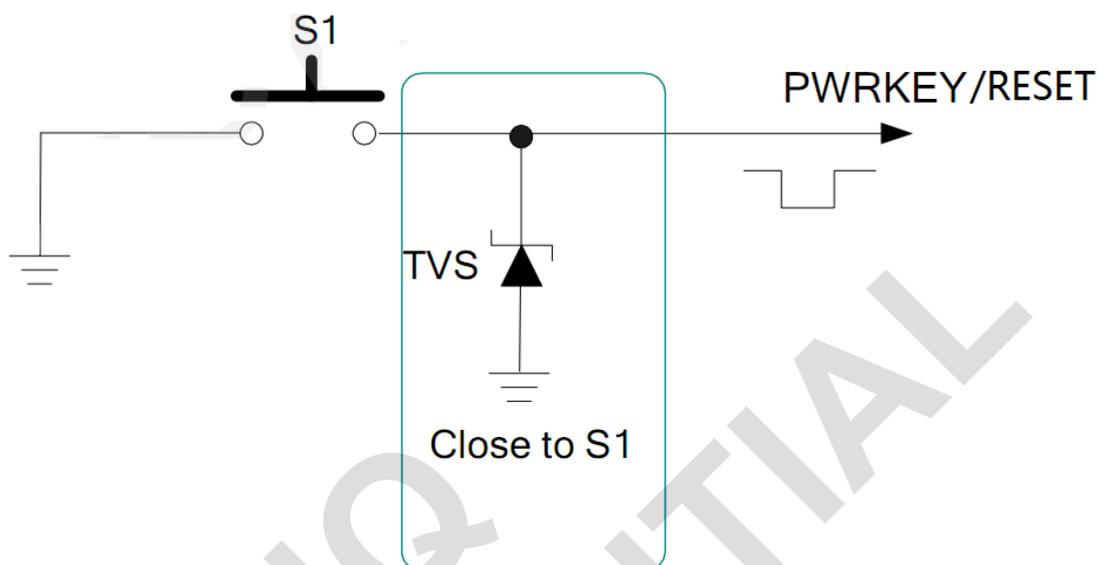


图 3-20 开机/复位推荐电路(物理按键)

3.10 交互应用接口

3.10.1 管脚描述

表3-18所示的接口主要是与应用处理器交互的接口，包括查询、唤醒、状态指示、飞行模式四种类型接口。

表 3-18 交互应用接口

| 管脚号 | 信号名称 | I/O 类型 | 功能描述 |
|-----|----------------------|--------|---|
| 50 | MB_GPIO_2/WAKEUP_IN | DI | 作为可开发 GPIO 口，这个管脚还可以作为 AP 唤醒 Module 的中断输入信号 |
| 52 | MB_GPIO_1/WAKEUP_OUT | DO | 作为可开发 GPIO 口，这个管脚还可以作为 Module 对 AP 的中断输出信号 |
| 49 | STATUS | DO | AP 查询 module 开机状态 |
| 54 | FLGHTMODE | DI | 飞行模式 |
| 45 | MB_GPIO_0 | DO | 模块通用 GPIO，只能用作输出 |
| 28 | MB_GPIO_3 | I/O | 模块通用 GPIO |

3.10.2 接口应用

本产品提供了与应用处理器通信的直接交互信号。应用处理器可以通过STATUS 查询模块是否开机正常工作。当设置硬件控制休眠唤醒AT指令后，模块可通过WAKEUP_IN唤醒或让模块睡眠。通过WAKEUP_OUT唤醒应用处理器。通过FLIGHTMODE脚使模块进入或退出飞行模式。

- STATUS: 模块开机指示，低电平指示为关机状态或开机初始化状态，高电平指示为开机状态；
- WAKEUP_IN: 模块进入睡眠后，主机可以通过置低该信号唤醒模块，如果，低电平一直保持，模块就无法进入睡眠。主机置高电平后，模块进入睡眠；
- WAKEUP_OUT: 模块有事件需要与AP通信时，模块可通过置该管脚为低电平来唤醒应用处理器。
- FLIGHTMODE: 通过外部输入低电平使模块进入飞行模式；

FLIGHTMODE 引脚可以用来控制模块进入或退出飞行模式。在飞行模式下，L506 内部的射频电路被关闭(此功能需要特殊软件支持)。FLIGHTMODE 参考电路如下图所示：

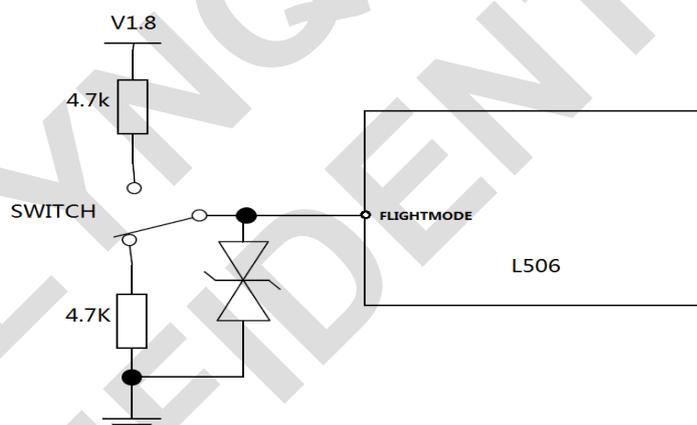


图 3-21 飞行模式推荐电路(物理按键)

3.11 网络状态指示灯接口

3.11.1 管脚描述

表 3-19 LED 管脚信号定义

| 管脚号 | 信号名称 | I/O 类型 | 功能描述 |
|-----|----------|--------|---------------|
| 51 | NETLIGHT | DO | 模块网络状态信号指示灯接口 |

3.11.2 接口应用

L506模块有1个引脚用于控制LED显示灯，可作为指示网络连接状态使用。通过状态灯指示闪烁的模式不同，表示不同的网络状态。该引脚使用GPIO，外接一个NPN三极管，外部接VBAT可以直接驱动LED。驱动电流能力根据外接NPN型号不同而不同，推荐DTC143ZEBTL，最大驱动电流

能达到100mA, 图3-23是参考电路设计图。可由主机通过指令自行设计控制指示灯的状态。

表 3-20 LED 管脚信号工作状态

| 网络灯状态 | 模块工作状态 |
|-------------------|-------------|
| 常亮 | 正在找网, 或正在通话 |
| 200ms 亮/ 200ms 熄灭 | 数据连接已建立 |
| 800ms 亮/ 800ms 熄灭 | 网络已注册 |
| 熄灭 | 关机, 或休眠模式 |

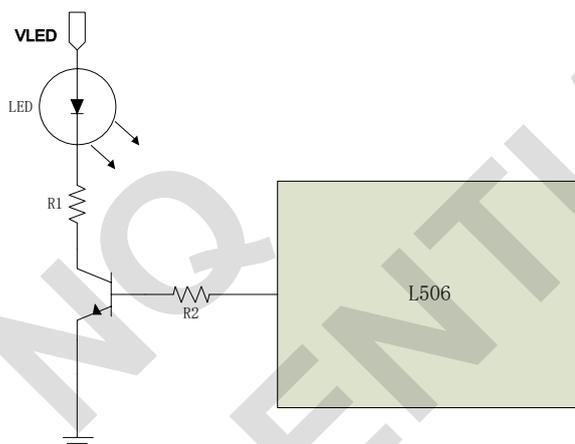


图 3-22 网络状态 (NETLIGHT) 指示灯参考电路

注意: $R1, R2$ 的值大小根据 V_{LED} 的电压以及 LED 的工作电流来定, $NETLIGHT$ 引脚只是网络灯的控制信号, 不能直接连接 LED 灯, 需使用外部电路 (如图中三极管) 来驱动 LED。

3.12 SD卡接口

3.12.1 管脚描述

L506支持一个SD3.0标准, 4bit SD/MMC, 时钟频率高达50MHz的接口。工作电压2.85V, 最大存储高达128GB (FAT32) 或2TB (EXT4 FS)。具体接口参数如下表3-21和图3-24所示:

表 3-21 SD 卡电气属性

| Symbol | Parameter | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|--------------------|---------------------------|-----------------------|------|-----------------------|------|
| $V_{DD_EXT}^{**}$ | LDO output | - | 2.85 | - | V |
| V_{IH} | High-level input voltage | $0.625 * V_{DD_EXT}$ | - | $V_{DD_EXT} + 0.3$ | V |
| V_{IL} | Low-level input voltage | -0.3 | 0 | $0.25 * V_{DD_EXT}$ | V |
| V_{OH} | High-level output voltage | $0.75 * V_{DD_EXT}$ | 2.85 | V_{DD_EXT} | V |
| V_{OL} | Low-level output voltage | 0 | 0 | $0.125 * V_{DD_EXT}$ | V |

注意：SD卡接口中所引的信号线均支持双电压模式，但是SD1_DET不支持双电压模式
 SD卡 I/O 是驱动能力为线性输出,具体可根据如下图表来计算：

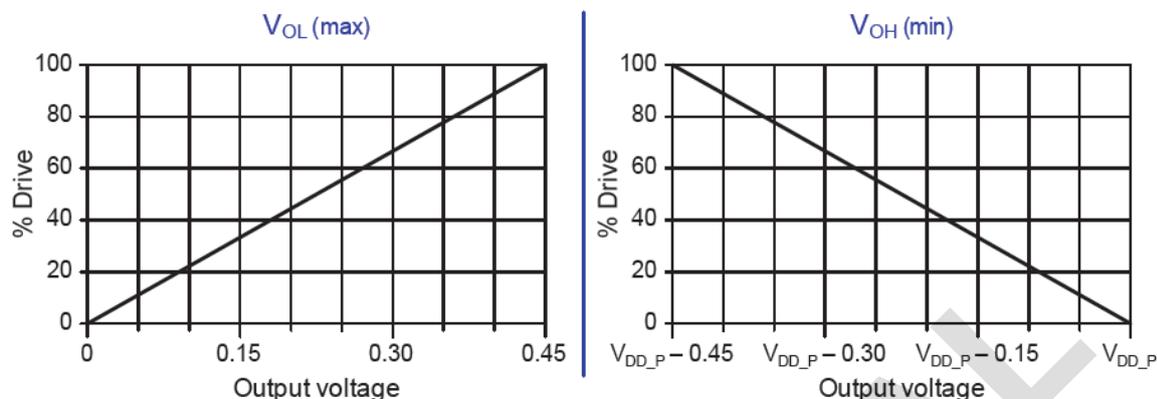


图 3-23 VOL/VOH的IV曲线

3.12.2 SD接口设计参考

L506 VDD_EXT为供外置SD卡接口的电源，在卡槽位置应添加ESD保护电路；如果需要支持SD热插拔设计需要添加SD_DET信号，由于L506默认热插拔检查为低电平检查为卡插入，因此需要选择detect PIN插入置地的结构料。图3-25为SD卡电路示意图。

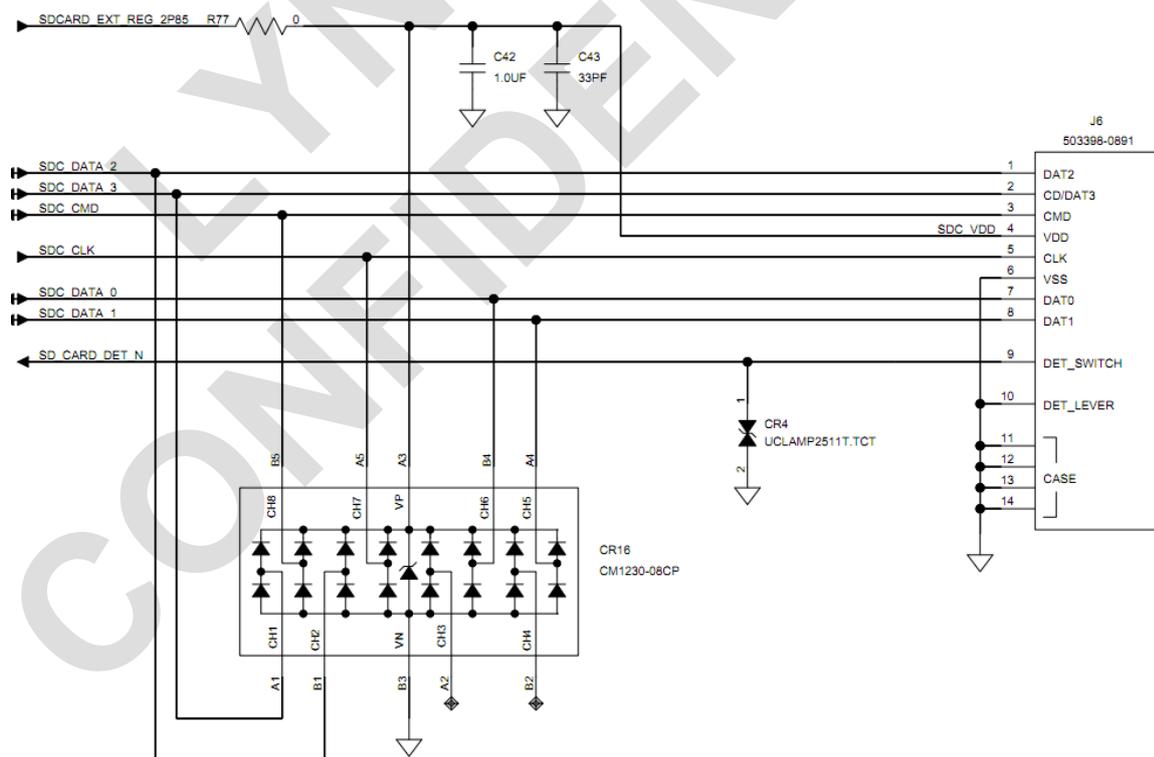


图 3-24 SD卡推荐电路

3.12.3 SD卡信号PCB走线规则

由于SD卡为高速数字接口通道，因此走线规则应按照高速数字通道规则来走线。1. 走线应远离其它敏感信号，2. 做好与其它干扰信号如Clock，SMPS等，3. 50（误差±10%）欧姆的阻抗控制，3. CLK to DATA/CMD的长度控制应小于1mm,总线长度控制在50mm内，4. CLK信号线上建议串联一个33Ω的端接电阻用于高速信号阻抗匹配；

3.13 强制下载接口

3.13.1 管脚描述

L506 可通过配置FORCE_USB_BOOT 口来配置模块进入强制USB下载模式。

表 3-22 强制下载接口定义

| 管脚号 | 信号名称 | 功能描述 | 备注 | |
|-----|-------------|---------------------|--|----------|
| 84 | COEX2(开机后) | FOCE_USB_BOOT(开机前) | 上拉此引脚至 1.8V 来使改变内部 boot 寄存器值，并强制进入下载模块 | 复用脚，留测试点 |

3.13.2 强制下载BOOT_CONFIG接口应用

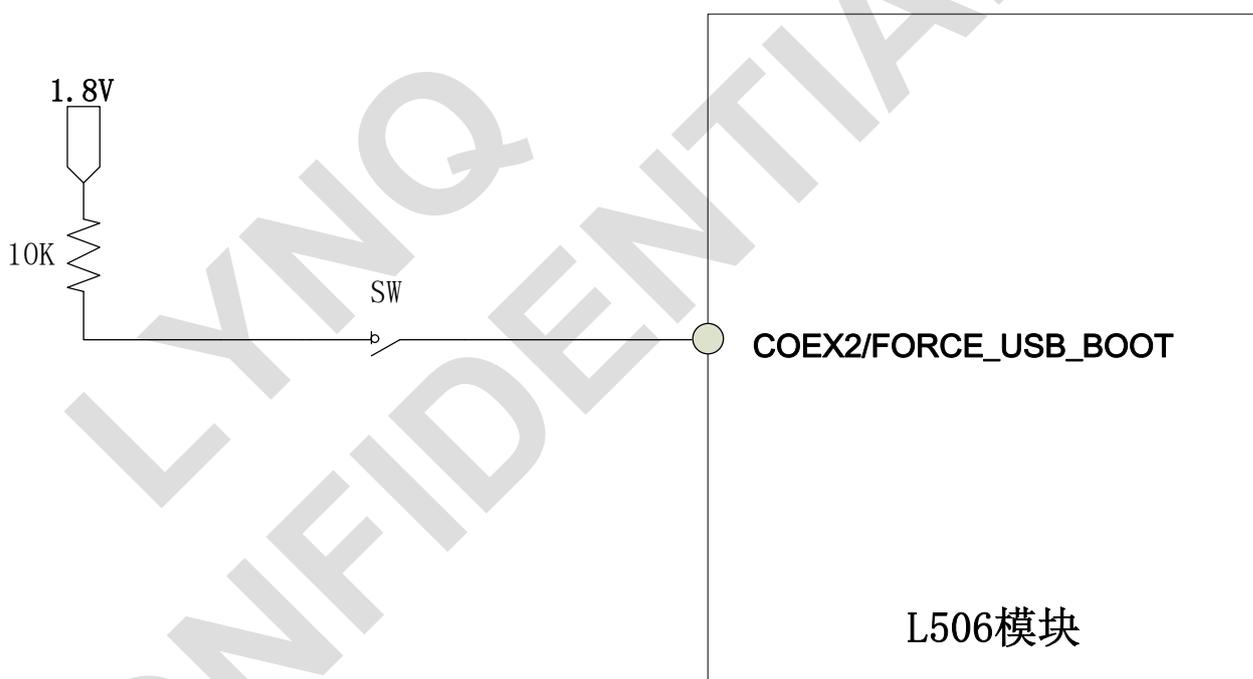


图 3-25 L506强制下载管脚推荐电路

3.14 WIFI和BT 接口

3.14.1 WIFI/BT接口描述

L506 WIFI 版接口如下：

表 3-23 接口定义

| 引脚 | 信号 | 接口说明 | 域 |
|----|------------|---------|-----|
| 33 | SDC1_DATA0 | SDIO 接口 | CPU |

| | | | |
|----|--------------------|--|------|
| 29 | SDC1_DATA1 | | |
| 27 | SDC1_DATA2 | | |
| 31 | SDC1_DATA3 | | |
| 32 | SDC1_CMD | | |
| 36 | SDC1_CLK | | |
| 30 | WLAN_EN | WIFI 模块开关使能脚 | CPU |
| 28 | BT_EN | BT 开关使能脚 | PMIC |
| 49 | BT_PCM_SYNC | BT PCM 接口 | CPU |
| 51 | BT_PCM_OUT | | |
| 52 | BT_PCM_CLK | | |
| 54 | BT_PCM_IN | | |
| 71 | UART_TX | UART 接口 | CPU |
| 68 | UART_RX | | |
| 67 | UART_CTS | | |
| 66 | UART_RTS | | |
| 83 | COEX1 | COEX_UART_TX, LTE 与 WIFI 共存同步信号 | CPU |
| 84 | COEX2 | COEX_UART_RX, LTE 与 WIFI 共存同步信号 | CPU |
| 35 | WLAN_32K_SLEEP_CLK | 外接 WLAN 时钟输入 | PMIC |
| 15 | VDD_1.8V | PMIC (VREG_L11_1P8) LDO 1.8V 输出, 外接 WLAN SDIO 1.8V | PMIC |
| 34 | VREG_L2_1V8 | PMIC LDO 1.8V 输出, 外接 WLAN VDDIO_XTAL 供电 | PMIC |

3.14.2 WIFI/BT接口应用

L506 默认支持移柯的 WIFI+BT 模块 WM1601B,示意图如下:

- 图 3-26 为支持移柯的 WIFI 模块示意图,详细应用参考设计详见《L506_Reference Design》

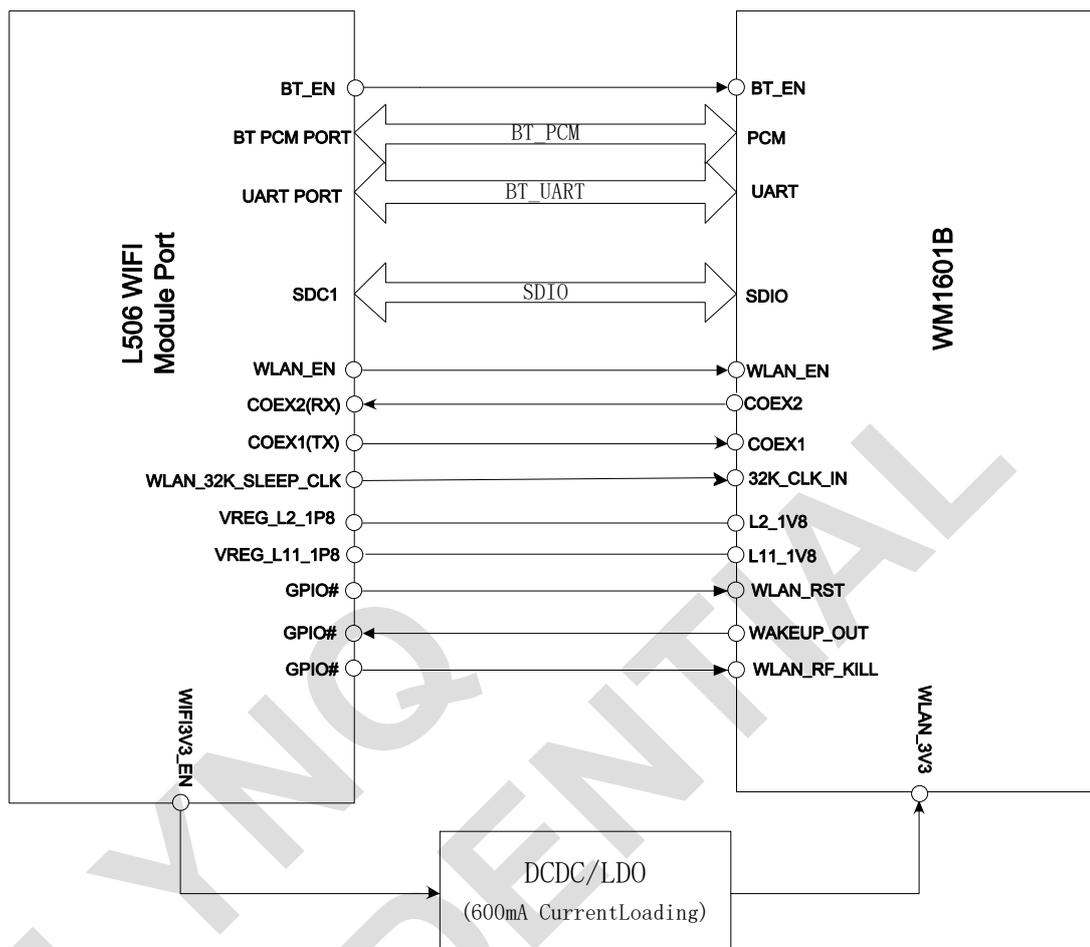


图 3-26 WLAN推荐应用示意图(移柯WM1601)

3.15 数模转换ADC接口

L506 有两路模数转换接口，具体参数如下：

表 3-24 模数转换（ADC1，ADC2）电气特性

| 特性 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------|-----|-----|------|------|
| ADC 分辨率 | -- | 15 | -- | Bits |
| 转换时间 | -- | 442 | -- | ms |
| 输入电压范围 | 0.3 | -- | VBAT | V |
| 输入电阻 | 1 | -- | -- | MΩ |

注意：需要特殊的软件版本才能支持对ADC的访问。

3.16 I2C接口

3.16.1 I2C管脚描述

I2C 用于跟外设通讯的控制接口，SDA 和 SCL 均为双向通讯线，运行电压为 1.8V，高速模式传输率能达到 400kbps，由于 L506 内部已对 I2C 接口做了上拉，因此外部不需要上拉设计；图 3-27 为 I2C 为设计示意图；

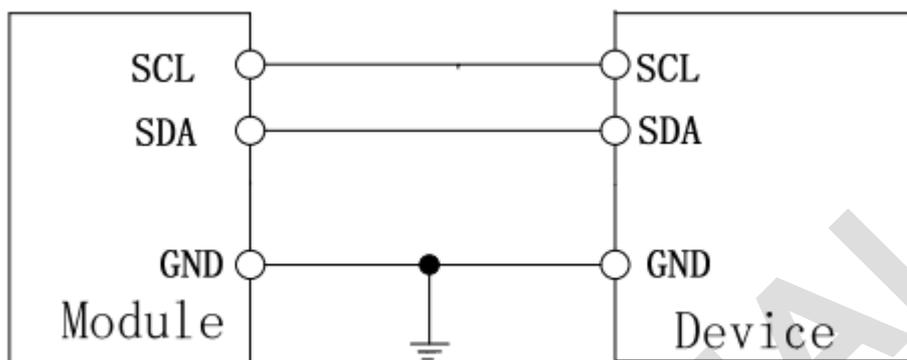


图 3-27 I2C设计示意图

注意：1. 需要特殊的软件版本才能支持对I2C的访问。
 2. L506 I2C 只支持HOST模式。

3.17 天线接口

3.17.1 射频信号PCB走线规则

L506模块在LCC焊盘上提供了射频天线接口，天线信号线可通过微带线或其他类型的射频线，经由天线匹配的T型或者 π 型电路进行匹配，阻抗必须控制在 50Ω 。

建议天线馈点和天线之间的插损应符合以下要求：

- GSM900<0.5dB
- DCS1800 <0.9dB
- WCDMA 2100<0.9dB
- WCDMA 900<0.5 dB
- CDMA BC0<0.5 dB
- TDSCDMA 1900/2000<0.9dB
- LTE (F<1GHz) <0.5dB
- LTE (1GHz<F<2GHz) <0.9dB
- LTE (2GHz<F) <1.2dB

天线馈点定义如下表所示：

表 3-25 天线馈点管脚定义

| 管脚号 | 信号名称 | I/O 类型 | 功能描述 |
|-----|----------|--------|------------|
| 82 | MAIN_ANT | AI/AO | 主集天线馈点 |
| 59 | AUX_ANT | AI | LTE 分集天线馈点 |

3.17.2 接口应用

为便于天线调谐和认证测试，应增加射频连接器和天线匹配电路，下图是推荐电路：

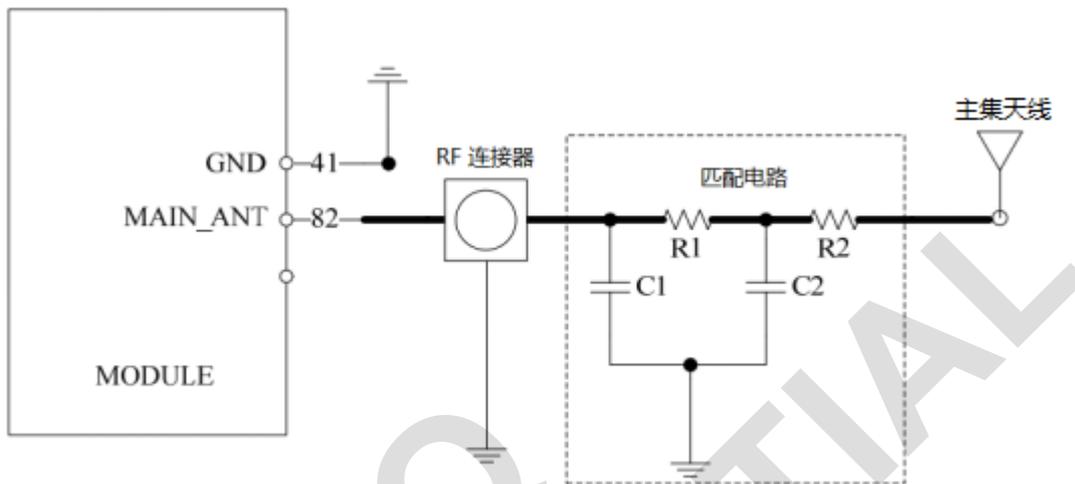


图 3-28 主天线匹配电路示意图 (MAIN_ANT)

在图中，元器件R1、C1、C2和R2用于天线匹配，元件的取值取决于天线调试后。默认情况下，R1、R2为0欧姆的电阻，C1、C2是保留以调试。该图中的RF连接器用于进行射频性能测试，并应放置接近模块的天线引脚。元器件之间的线路阻抗必须控制在50欧姆。

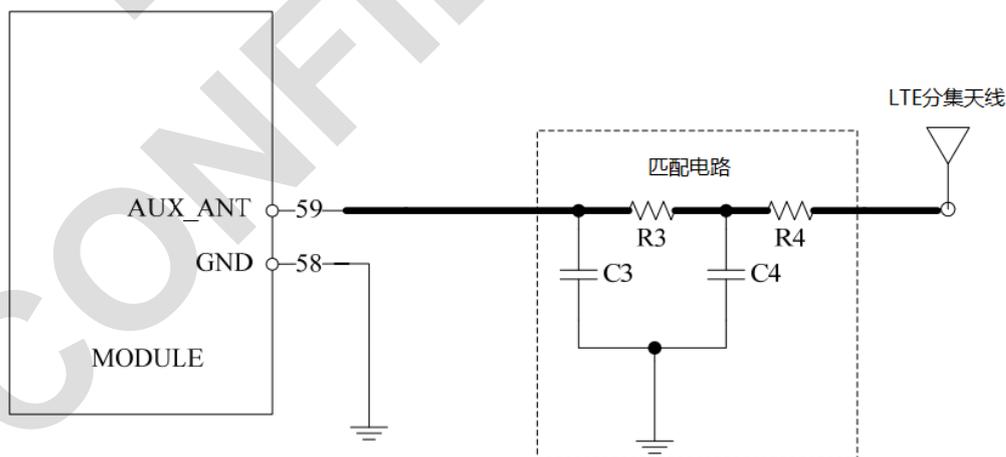


图 3-29 LTE分集天线匹配电路示意图 (AUX_ANT)

在上图中，R3和R4，C3、C4用于分集天线匹配。默认情况下，R3、R4是0Ω的电阻，和C3、C4是保留调试。

注意： 对于支持分集接收的模块，LTE分集天线建议保留，因有不少高频段的TDD-LTE设计，如band38，band40及Band41。由于射频线的高插入损耗，如果没有分集天线，这些频段的接收灵敏度会受到较大影响。

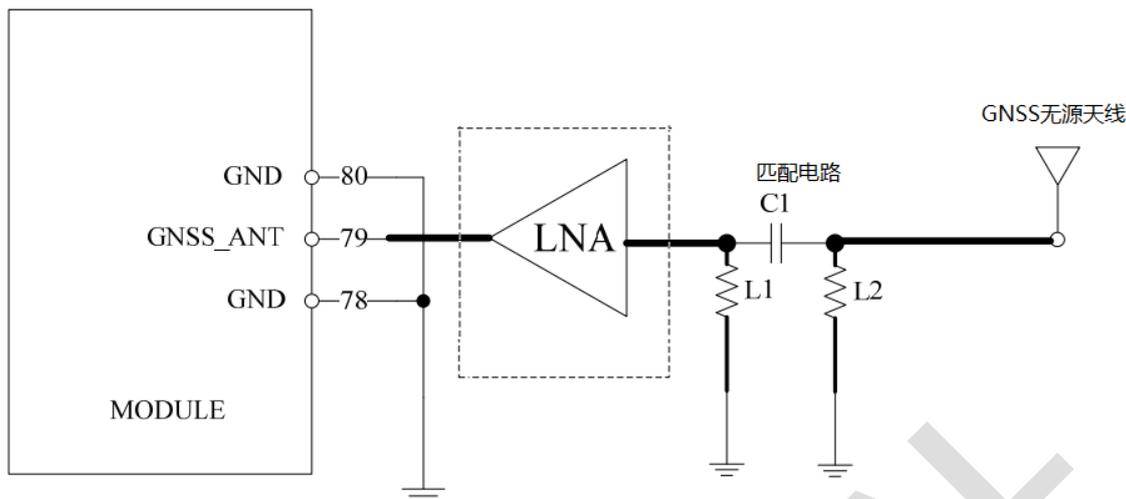


图 3-31 GNSS无源天线匹配电路示意图 (GNSS_ANT)

在上图中，元件C1、L1、L2用于天线匹配，元件的取值取决于天线调试后。

图3-31中，用户可外置增加一个LNA以得到更好的增益。

L506集合GNSS (GPS / BEIDOU/GLONASS) 卫星和网络信息提供一个高可用性解决方案，提供业界领先的性能和精度。

GNSS的主要指标如下：

- 跟踪灵敏度: -159 dBm
- 捕获灵敏度: -148dBm
- 冷启动灵敏度: -142 dBm
- CN值: $C/N_0 = S - (-170)$ $S = \text{Input Signal Intensity}$
- 精度 (空旷处): 2.5m (CEP50)
- 首次定位(空旷处): 热启动<1s 冷启动35s
- 接收类型: 16-channel, C/A Code
- GPS L1 频率: $(1575.42 \pm 1.023\text{MHz})$,
- BEIDOU 频率: 1559.05 ~ 1563.14 MHz
- GLONASS: 1597.5~1605.8 MHz
- 默认更新率: 1 Hz
- GNSS 数据格式: NMEA-0183
- GNSS 功耗 (LTE/WCDMA/GSM 睡眠模式): 100mA (总功耗)

天线 Layout 设计指导

在 layout 设计中，天线射频传输线必须要保证特性阻抗=50 欧姆，这个特性阻抗由基板板材，走线宽度和离地平面距离共同决定。图 3-32 所示的是 layout 中天线馈点的参考净空区域。

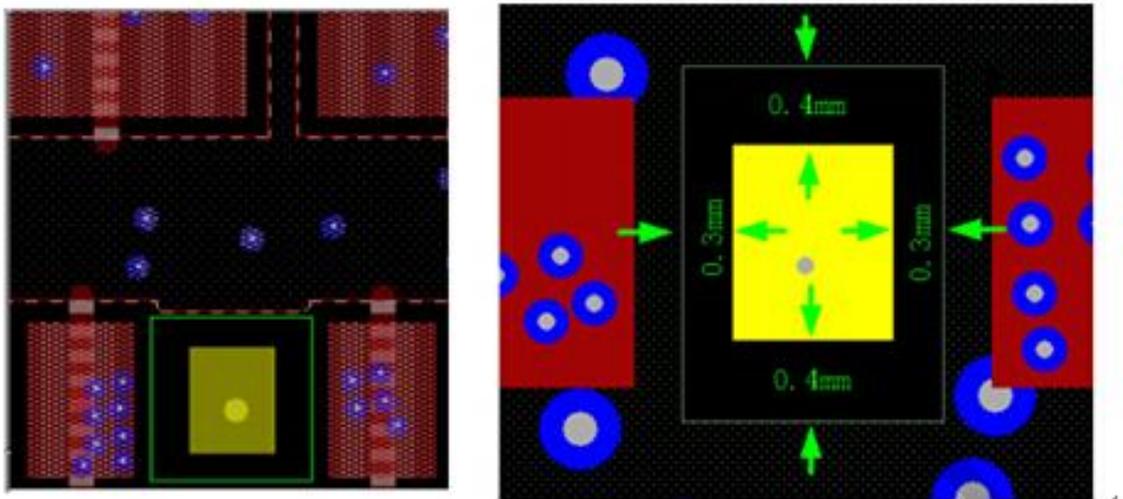


图3-32 天线馈点净空示意图

4 产品电气特性

4.1 极限参数

下表显示了在非正常工作情况下绝对最大值的状态。超过这些极限值将可能会导致模块永久性损坏。

表 4-1 极限参数

| 参数 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|---|------|------|----|
| VBAT 引脚极限电压 | -0.5 | 6.0 | V |
| USB_VBUS 引脚极限电压 | -0.5 | 5.25 | V |
| I/O 口极限电压： PWRKEY, RESET, SPI, GPIO, I2C, PCM, UART, SD1_DET, USIM_DET | -0.3 | 2.1 | V |
| I/O 口极限电压： SD 和 USIM | -0.3 | 3.05 | V |

4.2 正常工作条件

4.2.1 正常工作电压

表 4-2 模块正常工作电压

| 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|-----|-----|------|----|
| VBAT 引脚工作电压 | 3.4 | 3.8 | 4.2 | V |
| USB_VBUS 引脚工作电压 | 2.0 | 5.0 | 5.25 | V |

L506 直流电气特性请参阅 3.3 接口电平特性。

4.2.2 工作模式

以下表格介绍了 L506 工作模式的定义

表 4-3 工作模式定义

| 模式 | 定义 |
|--------|---------------------------------------|
| 正常工作模式 | GSM/WCDMA /TD-SCDMA/EVDO/LTE 休眠 |
| | 在这种状态下，模块的电流消耗会降到最低，模块仍能接收寻呼信息和 SMS。 |
| | GSM/WCDMA /TD-SCDMA/EVDO/LTE 空闲 |
| | 软件正常运行，模块已经注册到网络上，并可以随时发送和接收数据。 |
| | GSM/WCDMA /TD-SCDMA/EVDO 通话 |
| | 两个用户处于连接中，在这种情况下模块的功耗和网络及模块的配置有关。 |
| | GPRS/EDGE/WCDMA/TD |
| | 模块随时准备着数据传输，但是当前没有发送或接收 |

| | | |
|--------|--|---|
| | -SCDMA/EVDO/LTE 待机 | 数据。 这种情况下， 功耗取决于网络状况和配置。 |
| | GPRS/EDGE/WCDMA/TD-SCDMA/EVDO/LTE 数据传输 | 数据正在传输中。在这种情况下， 功耗取决于网络状况（例如：功率控制等级）， 上下行数据链路的数据速率， 以及网络配置（例如：使用多时隙配置）。 |
| 最小功能模式 | | <p>在不断电的情况下， 可以使用 “AT+CFUN=0” 命令把模块配置成最小功能模式。在这种情况下， RF 部分和 USIM 卡部分都不工作， 但串口和 USB 仍可以使用， 此时功耗比正常工作模式低。</p> <p>可以通过命令 “AT+CFUN=<fun>” 把模块设置到该模式下， 这条命令提供三种选择， 用于以设置不同功能</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ AT+CFUN=0: 最小功能模式； ✓ AT+CFUN=1: 全功能模式（默认）； ✓ AT+CFUN=7: 飞行模式。 |
| 飞行模式 | | 在不断电的情况下， 使用 “AT+CFUN=7” 命令或拉低 FLIGHTMODE 引脚， 可把模块配置成飞行模式。 在这种情况下， RF 部分不工作， 但串口和 USB 仍可以使用， 此时功耗比正常工作模式低。 |
| 关机模式 | | 通过 “AT+CPOF” 命令或拉低 PWRKEY 引脚可关闭 L506。 此时， 模块内部的各个电源均被关闭， 软件也停止运行。 串口和 USB 均不可用。 |
| 休眠模式 | | <p>在休眠模式下， 模块的电流消耗会降到最低， 但模块仍能接收寻呼信息和 SMS。当模块满足以下软硬件条件时， L506 可自动进入休眠模式：</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ UART 条件 ✓ USB 条件 ✓ 软件设置条件 |

4.2.3 耗流

表 4-4 VBAT 耗流 (VBAT=3.8V)

| | |
|---|---|
| GNSS (不带USB) | |
| (AT+CFUN=0) | @ -140dBm, 定位状态, 典型值: 72mA |
| 关机 | |
| 关机电流 | 80uA |
| GSM 休眠/空闲 | |
| GSM/GPRS supply current (GNSS 关闭, 不带 USB 连接) | 休眠模式 @ BS_PA_MFRMS=2 典型值: 3mA 空闲模式 @ BS_PA_MFRMS=2 典型值: 20mA |
| UMTS 休眠/空闲 | |
| WCDMA 耗流 | 休眠模式 @DRX=9 典型值: 3.6mA |

| | |
|--|-----------------------------------|
| (GNSS 关闭, 不带 USB 连接) | 空闲模式 @DRX=9 典型值: 19mA |
| TD-SCDMA 耗流 (GNSS 关闭, 不带 USB 连接) | 休眠模式 典型值: 4mA 空闲模式 典型值: 20mA |
| EVDO 耗流 (GNSS 关闭, 不带 USB 连接) | 休眠模式 典型值: 3.8mA 空闲模式 典型值: 20mA |
| LTE休眠/空闲 | |
| LTE supply current (GNSS 关闭, 不带 USB 连接) | 休眠模式 典型值: 3.8mA 空闲模式 典型值: TBD |
| GSM 通话 | |
| GSM 900 | @功率等级 #5 典型值: 254mA |
| DCS1800 | @功率等级 #0 典型值: 182mA |
| UMTS 通话 | |
| WCDMA B1 | @功率 24dBm 典型值: 565mA |
| WCDMA B2 | @功率 24dBm 典型值: 560mA |
| WCDMA B5 | @功率 24dBm 典型值: 535mA |
| WCDMA B8 | @功率 24dBm 典型值: 536mA |
| TD-SCDMA 1900 | @功率 24dBm 典型值: 150mA |
| TD-SCDMA 2000 | @功率 24dBm 典型值: 143mA |
| CDMA BCO | @功率 24dBm 典型值: TBD |
| GPRS 数据传输 | |
| GSM 900 (1 收, 4 发) | @功率等级 #5 典型值: 460mA |
| DCS1800 (1 收, 4 发) | @功率等级 #0 典型值: 425mA |
| GSM 900 (3 收, 2 发) | @功率等级 #5 典型值: 360mA |
| DCS1800 (3 收, 2 发) | @功率等级 #0 典型值: 267mA |
| EDGE数据传输 | |
| GSM 900 (1 收, 4 发) | @功率等级 #8 典型值: 210mA |
| DCS1800 (1 收, 4 发) | @功率等级 #2 典型值: 171mA |
| GSM 900 (3 收, 2 发) | @功率等级 #8 典型值: 317mA |
| DCS1800 (3 收, 2 发) | @功率等级 #2 典型值: 244mA |

| HSDPA 数据传输 | |
|----------------------|---|
| WCDMA B1 | @功率 24dBm 典型值: 560mA |
| WCDMA B2 | @功率 24dBm 典型值: 560mA |
| WCDMA B5 | @功率 24dBm 典型值: 500mA |
| WCDMA B8 | @功率 24dBm 典型值: 500mA |
| TD-SCDMA 数据传输 | |
| TDSCDMA 1900 | @功率 24dBm 典型值: 141mA |
| TDSCDMA 2000 | @功率 24dBm 典型值: 149mA |
| EVDO 数据传输 | |
| BC0 | @功率 24dBm 典型值: 500mA |
| LTE 数据传输 | |
| LTE-FDD B1 | @5Mbps 典型值: 716mA @10Mbps 典型值: 722mA @20Mbps 典型值: 750mA |
| LTE-FDD B2 | @5Mbps 典型值: 626mA @10Mbps 典型值: 637mA @20Mbps 典型值: 661mA |
| LTE-FDD B3 | @5Mbps 典型值: 656mA @10Mbps 典型值: 687mA @20Mbps 典型值: 721mA |
| LTE-FDD B7 | @5Mbps 典型值: 733mA @10Mbps 典型值: 766mA @20Mbps 典型值: 831mA |
| LTE-FDD B4 | @5Mbps 典型值: 656mA @10Mbps 典型值: 687mA @20Mbps 典型值: 721mA |
| LTE-FDD B5 | @5Mbps 典型值: 556mA @10Mbps 典型值: 587mA |
| LTE-FDD B8 | 5Mbps 典型值: 591mA @10Mbps 典型值: 597mA |
| LTE-FDD B12 | @5Mbps 典型值: 555mA @10Mbps 典型值: 584mA |
| LTE-FDD B13 | @5Mbps 典型值: 546mA @10Mbps 典型值: 567mA |
| LTE-FDD B17 | @5Mbps 典型值: 555mA @10Mbps 典型值: 584mA |
| LTE-FDD B20 | 典型值: 600mA |
| LTE-TDD B38 | @5Mbps 典型值: 420mA |

| | |
|-------------|---|
| | @10Mbps 典型值: 430mA @15Mbps 典型值: 450mA |
| LTE-TDD B39 | @5Mbps 典型值: 365mA @10Mbps 典型值: 370mA @15Mbps 典型值: 392mA |
| LTE-TDD B40 | @5Mbps 典型值: 401mA @10Mbps 典型值: 416mA @15Mbps 典型值: 445mA |
| LTE-TDD B41 | @5Mbps 典型值: 417mA @10Mbps 典型值: 428mA @15Mbps 典型值: 448mA |

4.3 工作以及存储温度

关于本产品的工作存储温度，如表4-5所示。

表 4-5 工作存储温度

| 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------|-----|-----|-----|----|
| 工作温度 | -30 | 25 | 75 | °C |
| 极限工作温度* | -40 | 25 | 85 | °C |
| 存储温度 | -45 | 25 | 90 | °C |

*Note: $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ 状态下模块还能以GPRS/WCDMA/HSPA+/LTE接收和发射语音，数据和SMS信息。超过 $-30^{\circ}\text{C} \sim +75^{\circ}\text{C}$ 模块只能仅通过ETSI (欧洲电信协会标准)的指标。

4.4 静电防护

L506是静电敏感器件，因此，用户在生产、装配和操作模块时必须注意静电防护。模块的静电性能参数如下表：

表 4-6 ESD 性能参数 (温度: 25°C, 湿度: 45%)

| 管脚 | 接触放电 | 空气放电 |
|--------------|------|-------|
| VBAT GND | ±5KV | ±10KV |
| Antenna port | ±4KV | ±8KV |
| UART | ±2KV | ±4KV |
| USB | ±3KV | ±6KV |
| Other PADS | ±2KV | ±4KV |

5 设计指导

本章提供了本产品的一般设计指导，使用者可以参考设计指导进行设计，使产品达到较好的性能。

5.1 一般设计规则和要求

用户在设计本产品外围电路时，首先要保证外部电源电路能够提供充足的供电能力，并且对于高速信号线USB要求控制 $90\Omega \pm 10\%$ 差分阻抗。对于一般信号接口，要求用户严格按照我们要求进行设计，符合接口信号电平匹配，以防电平不一致损坏模块。本产品自身射频指标良好，客户需要按照要求设计主板侧天线电路并做相应的阻抗控制，否则会影响到整机射频指标。

5.2 电路参考设计

要求系统板侧电源VPH_PWR的供电能力要达到2A以上，满足模块峰值电流需求，并且系统侧电源的均值电流也要达到0.9A以上。系统板侧电源线应保证足够线宽，并且要与地平面形成良好的回流，此外在供电电路设计中应增加百微法级储能大电容，保证瞬时供电能力，并且电源纹波控制在100mv以内，具体各个功能模块详见对应功能描述，整体参考电路详见《L506_Reference Design》。

5.3 射频电路设计

5.3.1 天线设计初期注意事项

- 项目前期评估

天线位置的选择首先要能保证天线和基站保持在水平方向，这样产生的效率最高；其次，尽量避免放置在开关电源或数据线、芯片等可能产生电磁干扰的器件或芯片附近。同时应避免手能放置在天线上的位置，这样防止人体对天线产生衰减；而且还要把降低辐射和结构的可实现性都要考虑进去。因此，在设计初期需要结构、ID、电路、天线工程师一起进行布局评估。

- 天线放置位置建议

天线放置对于笔记本类产品：比较理想的放置位置在 LCD 的左上方或右上方，这个位置一是离主板比较远，受到的电磁干扰小，二是考虑到离人体比较远，SAR 指标容易满足；其次较好的放置位置是 LCD 的左侧或右侧。其他产品如路由器、电子书等根据产品自身的特点具体评估。

- 天线占用空间建议

由于不同的天线厂家可能采用不同的天线形式，因此，天线预留空间也不同：4G 7模17频主天线：8mm（厚）*12mm（宽）*100mm（长）。

- 主板 Layout

主板区域有很强的干扰，实验结果表明把模块放置在这些干扰区域，导致的性能变差。笔

记本设计时最好把模块与主板PCB分离，而不是安装在主板上。如果不能使分离的话，模块尽量远离芯片和存储器、电源接口、数据线接口等可能产生EMI的模块和器件。

- **天线匹配电路**

如果模块的射频端口与天线接口之间需要转接，在主板电路设计时，模块射频测试座与天线接口射频测试座之间的微带线或带状线按特性阻抗50欧姆设计，同时预留双 L 型匹配电路；如果天线的射频连接器可以直接卡在模块的射频测试座上，可省去模块的射频端口与天线接口之间的转接。

5.4 EMC和ESD设计建议

用户在整机设计时应充分考虑到由于信号完整性、电源完整性引发的EMC问题，在模块外围电路layout走线时，对于电源和信号线等走线，保持2倍线的间距宽度，可以有效地减少信号之间的耦合，使信号有较“干净”的回流路径。外围电源电路设计时，去耦电容要摆放靠近模块电源管脚，高频高速电路和敏感电路应该远离PCB边缘，并且之间的布局尽量隔离，减少相互之间干扰，并且对敏感信号进行保护，对系统板侧可能存在干扰模块工作的电路或器件进行屏蔽设计。

本产品是嵌入在系统板侧，设计时需要注意ESD防护，对关键输入输出信号接口，比如(U)SIM卡信号接口等地方，需要就近放置ESD器件进行保护，此外在主板侧，要求用户合理设计结构件和PCB布局，保证金属屏蔽壳等充分接地，为静电放电设置一条通畅的泄放通道。

5.5 PCB焊盘设计

我们建议用户在设计主板上面的封装焊盘时，中间的12个地热焊盘按如下两图中的尺寸进行设计，而对于一周87个信号焊盘向模块外加长1.0mm。

推荐PCB焊盘如下两个图所示：

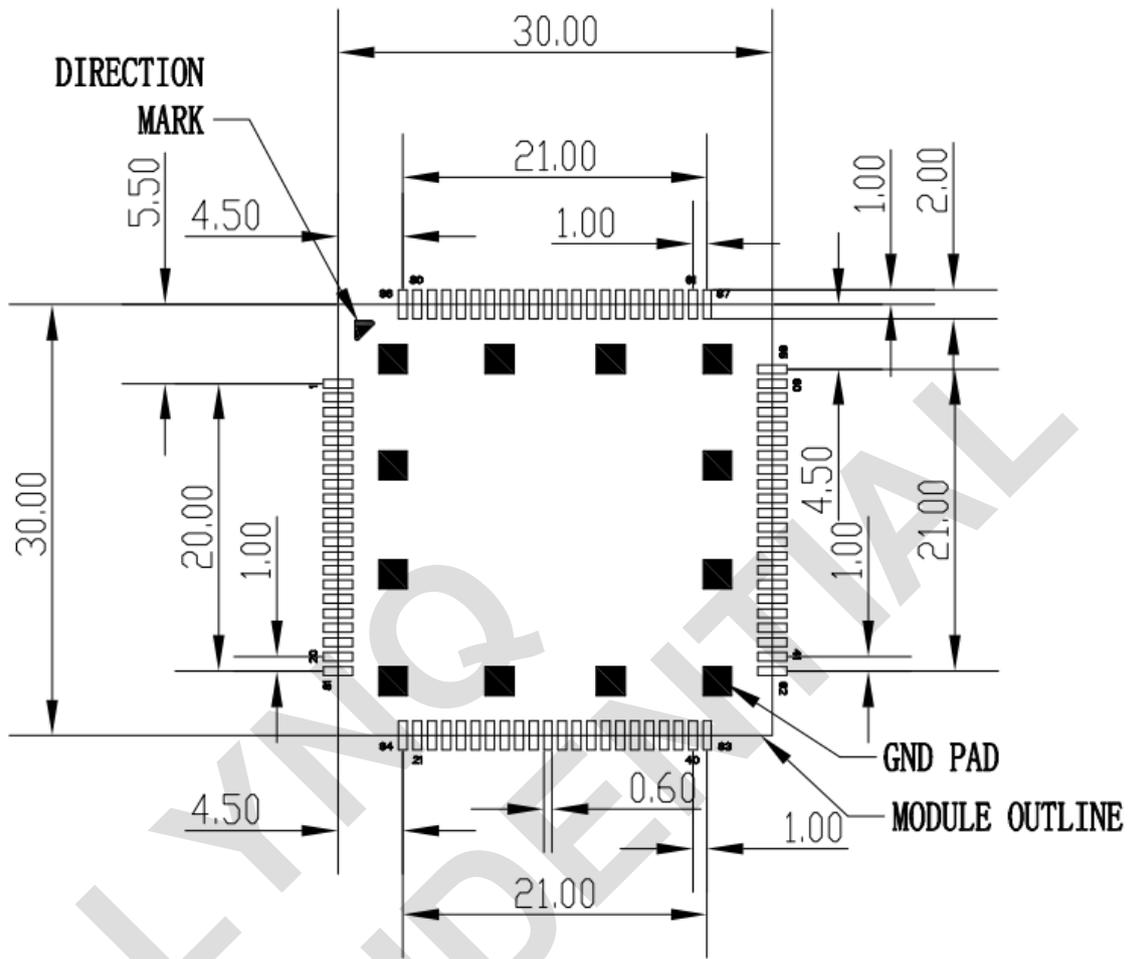


图 5-1 推荐PCB焊盘 (detail A)

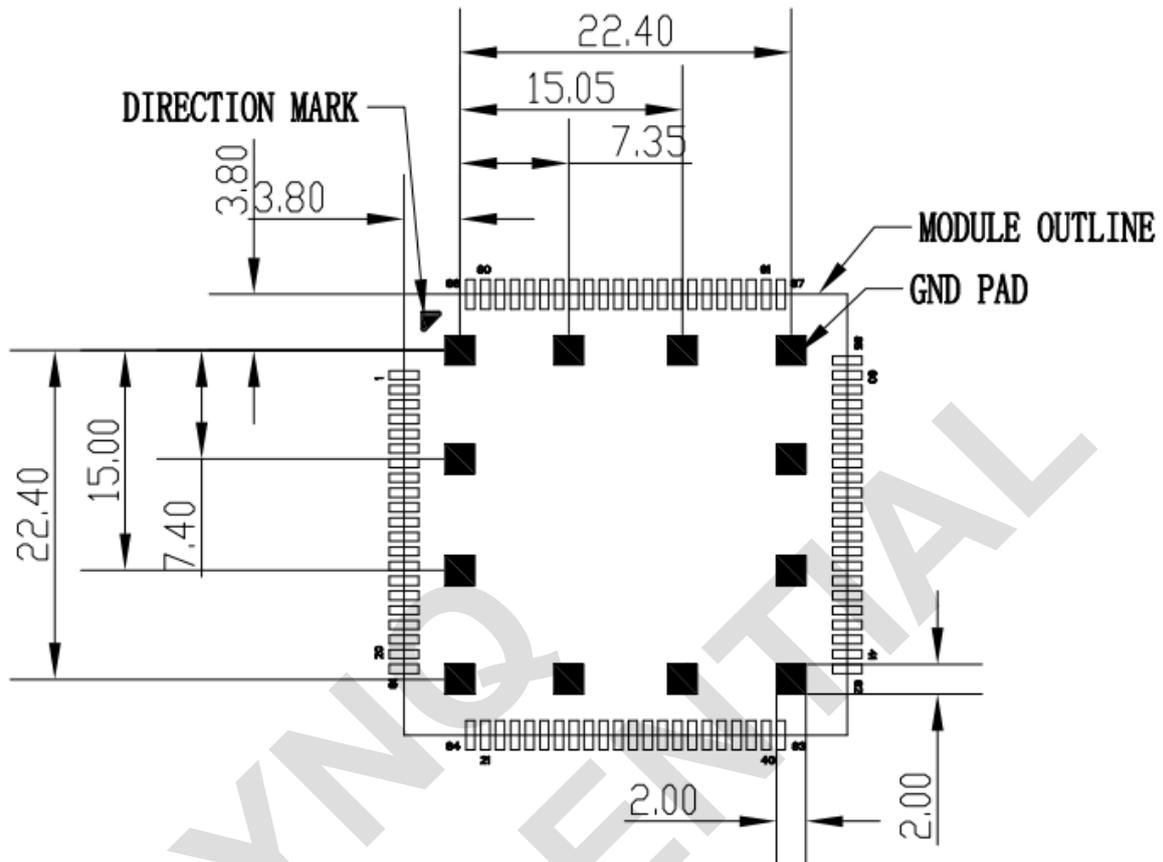


图 5-2 推荐PCB焊盘 (detail B)

5.6 产品推荐升级方案

L506默认通过USB进行firmware更新,因此产品在设计时为了便于软件的更新,建议留出USB的测试点或接口以方便后续产品的firmware升级。

6 产品生产指导

6.1 钢网设计

钢网设计需要注意：

- 1) 在做模块底部散热焊盘的钢网时，可以通过缩小钢网开口的方式，减少模块thermal与模块四周功能管脚之间的短路风险，具有一定效果；
- 2) 模块散热焊盘钢网开口建议参考下图。图6-1和图6-2是推荐的钢网及尺寸。
- 3) 钢网阶梯厚度建议0.15~0.18mm。

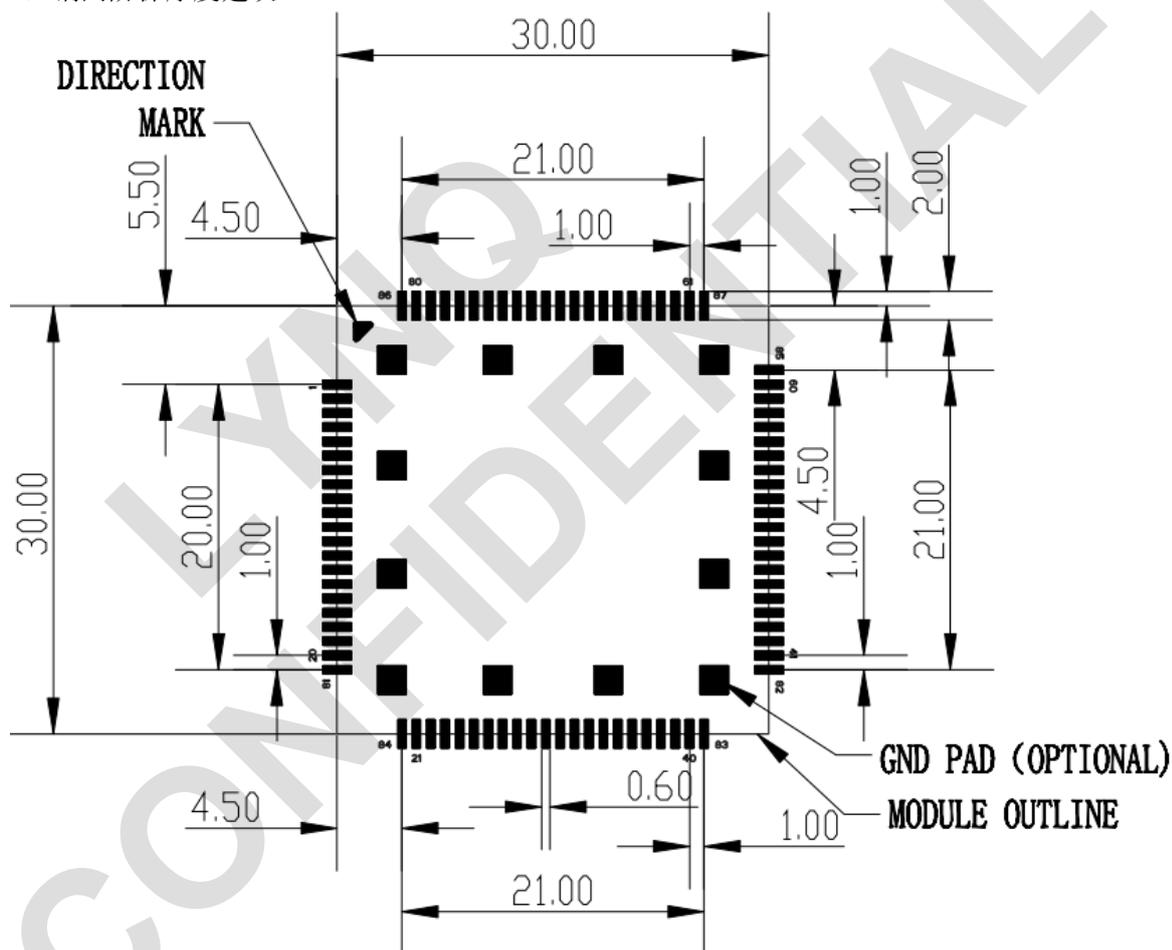


图 6-1 推荐焊盘钢网Top view (detail A)

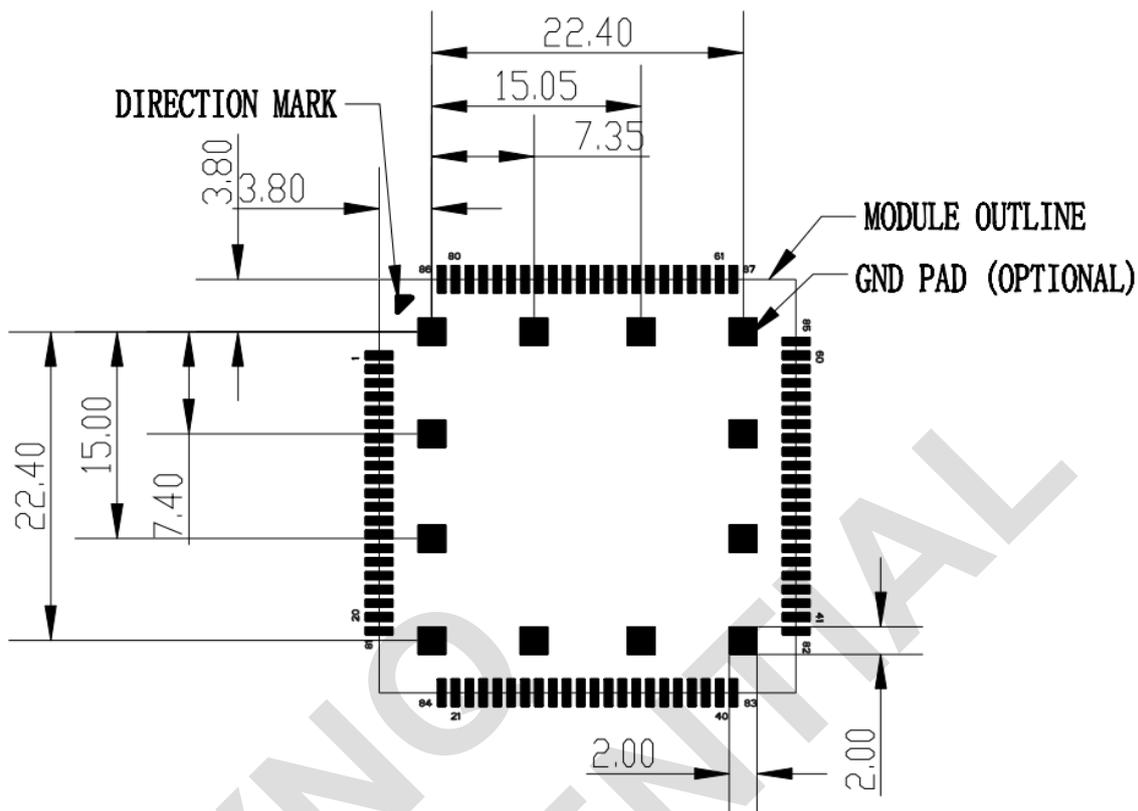


图 6-2 推荐焊盘钢网Top view (detail B)

注：模块的方向mark点不需要的钢网中体现。

6.2 炉温曲线

为保证焊接质量，请特别注意温度曲线管的管控，在生产时，请依照回流炉状态、其他物料、使用的锡膏的情况等调整对焊接质量和材料状态的影响，建议炉温曲线参数如图 6-3 所示：

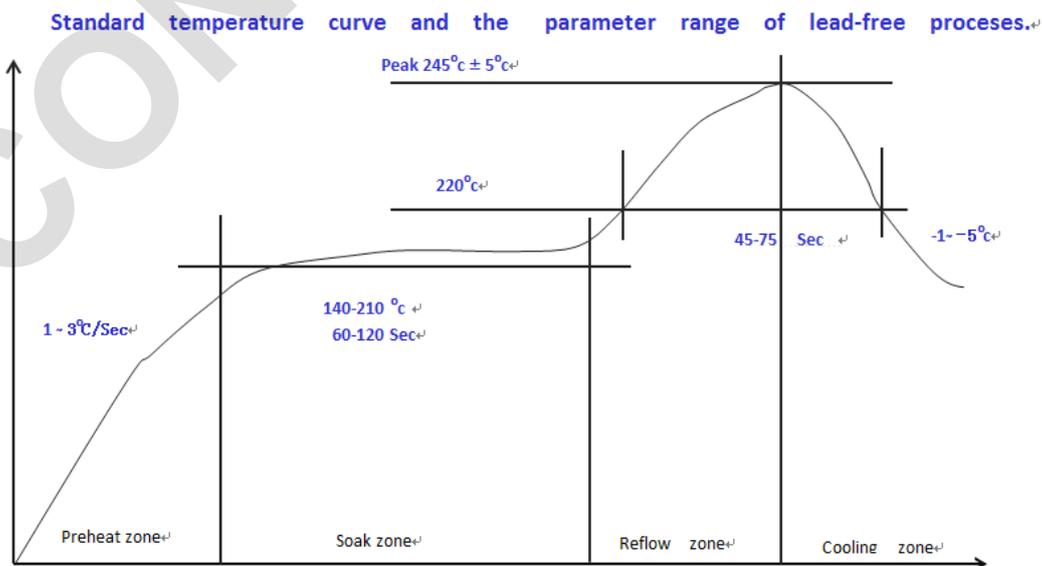


图 6-3 参考炉温曲线

6.3 湿敏特性 (MSL)

L506 模块符合湿敏等级 3。在温度<30 度和相对湿度<60%的环境条件下，干燥包装根据 IPC/JEDEC 标准执行 J-STD-020C 规范。在温度<40 度和相对湿度<90%的环境条件下，在未拆封的情况下保质期至少 6 个月。拆封后，表 6-2 列出了不同的湿敏等级对应的模块保质期的时间。

表 6-2: 湿度灵敏度等级区分

| 等级 | 车间寿命 (工厂环境 $\leq +30^{\circ}\text{C}/60\%RH$) |
|----|---|
| 1 | 无限期保质在环境 $\leq +30^{\circ}\text{C}/85\% RH$ 条件下 |
| 2 | 1 年 |
| 2a | 4 周 |
| 3 | 168 小时 |
| 4 | 72 小时 |
| 5 | 48 小时 |
| 5a | 24 小时 |
| 6 | 强制烘烤后再使用。经过烘烤，模块必须在标签上规定的时限内贴片。 |

拆封后，在温度<30 度和相对湿度<60%的环境条件下，需 168 小时内进行 SMT 贴片。如不满足上述条件需进行烘烤。

注：产品搬运、存储、加工过程必须遵循 IPC/JEDEC 标准执行 J-STD-020C 规范

6.4 烘烤需求

由于 L506 模块的湿敏特性，L506 是真空包装，能够在包装没有损坏的情况下储存 6 个月，环境温度要求低于 40°C 和相对湿度小于 90%。若满足下列之一的条件，在进行回流焊前应该进行充分的烘烤（如果使用托盘，请注意托盘是否抗热变形），否则模块可能在回流焊的过程中造成永久性的损坏。

- 1、真空包装破损或者漏气
- 2、模块裸露静止在空气中放置 168 小时及以上
- 3、模块裸露在空气 168 个小时之内，不满足温度<30 度和相对湿度<60%的环境条件

表 6-3: 烘烤需求

| 烘烤温度 | 湿度 | 烘烤时间 |
|-------------|-----|------|
| 120° C±5° C | <5% | 4 小时 |

备注：模块原包装不能承受烘烤高温，在烘烤之前需要移除包装，否则包装将会出现损坏。

LYNQ
CONFIDENTIAL

包装示意图

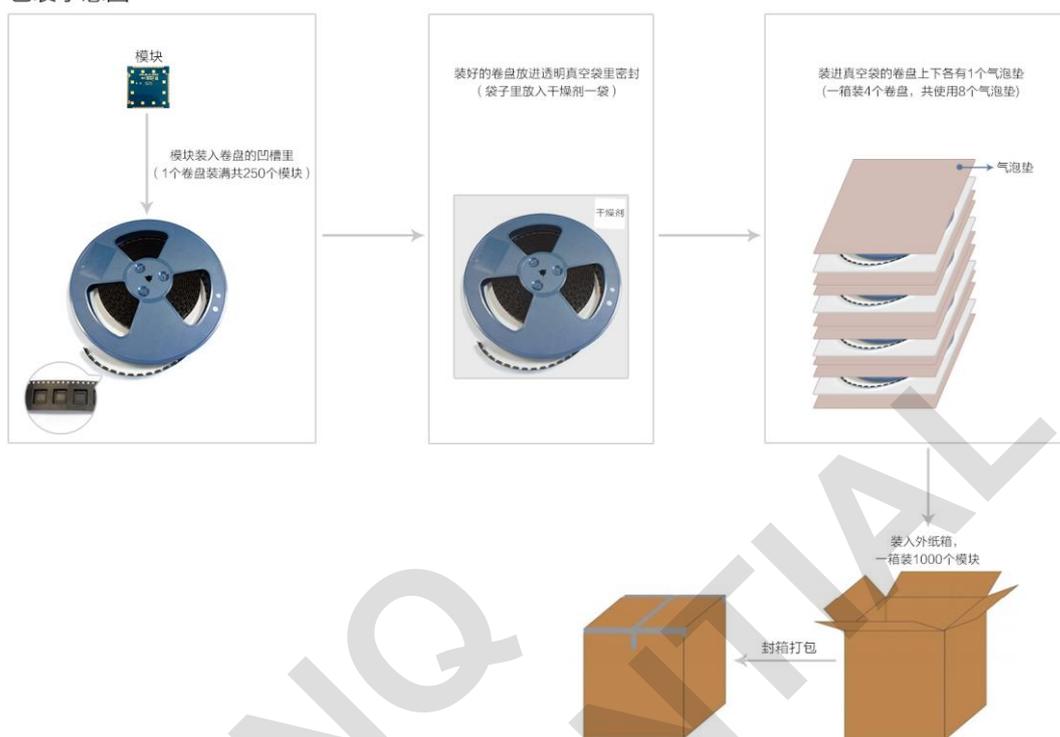


图 7-2 装箱信息

7.2 存储

L506 以真空密封防静电袋的形式出货。模块的存储需遵循如下条件：

环境温度低于 40 摄氏度，空气湿度小于 90% 情况下，模块可在真空密封袋中存放 12 个月。

建议参照如下表格条件设置存储环境。

表 7-1 存储温度（空气湿度小于 90%真空密封包装）

| 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------|-----|-----|-----|----|
| 存储温度 | -45 | 25 | 90 | °C |

当真空密封袋打开后，若满足以下条件，模块可直接进行回流焊（炉温设置参考 6.2 炉温曲线）或其它高温流程：

- 模块环境温度低于 30 摄氏度，空气湿度小于 60%，工厂在 72 小时以内完成贴片。
- 空气湿度小于 10%。

若模块处于如下条件，需要在贴片前进行烘烤：

- 当环境温度为 23 摄氏度（允许上下 5 摄氏度的波动）时，湿度指数大于 10%。
- 当真空密封袋打开后，模块环境温度低于 30 摄氏度，空气湿度小于 60%，但工厂未能在 72 小时以内完成贴片。
- 当真空密封袋打开后，模块存储空气湿度大于 10%。

8 安全警告和注意事项

为保证模块功能更合理的得到利用，请注意在模块二次开发、使用及返修等过程中，需要遵照本章节的所有安全警告和注意事项。最终的产品集成方必须将如下的安全信息传递给用户、操作人员或集成产品的使用手册中。



在使用包括模块在内的射频设备时，可能会对一些屏蔽性能不好的电子设备造成干扰，请尽可能在远离普通电话、电视、收音机和办公自动化的地方使用，以免这些设备和模块相互影响。



登机前请关闭移动终端设备，或改为飞行模式。移动终端的无线功能在飞机上禁止开启使用，以防止对飞机通讯系统的干扰。忽略该提示项可能会导致飞行安全，甚至触犯法律。



当在医院或健康看护场所时，请注意是否有移动终端设备使用限制。射频干扰可能会导致医疗设备运行失常，可能需要关闭移动终端设备。例如助听器、植入耳蜗和心脏起搏器等，请先向该设备生产厂家咨询了解。



移动终端设备并不保障在任何情况下都能进行有效连接，例如在移动终端设备没有话费或(U)SIM无效时。当在紧急情况下遇见以上情况，请记住使用紧急呼叫，同时保证您的设备开机并且处于信号强度足够的区域。



请将移动终端设备远离易燃气体。当靠近加油站、油库、化工厂或爆炸作业场所时，请关闭移动终端设备。在任何有潜在爆炸危险的场所操作电子设备都有安全隐患。



本产品没有防水性能，请避免各种液体进入模块内部，请勿在浴室等高湿度的地方使用，以免造成物理性能下降、绝缘电阻降低、机械强度下降、以及产生腐蚀、生锈等损坏。



非专业人员，请勿自行拆开模块，以免造成人员及设备损伤。请参照本产品的使用说明，联系相关服务人员进行保养和维修。



清洁模块时，请先关机，清洁人员需配备防静电设备，例如穿戴防静电服、防静电手套等，并使用干净的防静电布，以免造成元件被击穿损坏。

用户或产品集成方有责任遵循国家关于无线通信模块及设备的相关规定和具体的使用环境法规，我司不承担因产品集成方或用户未能遵循这些规定导致的相关损失。