

Neo_M660 GPRS 模块 硬件设计指南

Version 3.5



版权声明

Copyright © 2015 Neoway Technology Co.,Ltd

深圳市有方科技有限公司保留所有权利。

Neoway 有方 是深圳市有方科技有限公司所有商标。

本手册中出现的其他商标，由商标所有者所有。

说明

本指南的使用对象为系统工程师、开发工程师及测试工程师。

由于产品版本升级或其它原因，本手册内容会在不预先通知的情况下进行必要的更新。

除非另有约定，本手册中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

深圳市有方科技有限公司为用户提供全方位的技术支持，任何垂询请直接联系您的用户经理或发送邮件至以下邮箱：

Sales@neoway.com

Support@neoway.com

公司网址：www.neoway.com

目 录

关于本文档.....	1
1 M660 介绍.....	1
1.1 产品概述.....	1
1.2 设计框图.....	1
1.3 基本特性.....	2
2 管脚说明及 PCB 封装.....	5
2.1 外形和管脚定义.....	5
2.2 管脚说明.....	6
2.3 PCB 封装.....	8
3 应用接口说明.....	9
3.1 电源及控制接口.....	9
3.1.1 电源设计要求.....	9
3.1.2 VCCIO 电源.....	12
3.1.3 开关机控制及时序说明.....	12
3.1.4 RESET 管脚说明.....	15
3.2 UART 接口.....	15
3.3 DTR 和 RING 说明.....	17
3.3.1 DTR 管脚.....	18
3.3.2 RING 信号指示.....	18
3.4 SIM 卡接口.....	19
3.5 工作指示灯.....	20
3.6 音频接口.....	22
3.7 射频接口.....	24
3.7.1 射频接口设计及 PCB 走线.....	24
3.7.2 推荐的射频连接方式.....	26
4 电气特性及可靠性.....	27
4.1 电气特性.....	27
4.2 温度特性.....	27
4.3 电流特性.....	28
4.4 ESD 保护.....	28
5 射频特性.....	30
5.1 工作频段.....	30
5.2 发射功率.....	30
5.3 接收灵敏度.....	31
6 装配与包装.....	32
6.1 装配.....	32
6.2 包装.....	32

7 缩略语..... 33

Neoway Technology

插图目录

图 1-1 M660 设计框图.....	2
图 2-1 M660 管脚定义（顶视图）	5
图 2-2 推荐的 PCB 封装.....	8
图 3-1 最大功率发射电压-电流曲线示意图	9
图 3-2 电源电路参考设计	10
图 3-3 模块电源控制参考设计	10
图 3-4 P-MOSFET 电源开关控制参考设计	11
图 3-5 电源隔离参考示意图	12
图 3-6 模块开机时序图	13
图 3-7 模块关机时序图	13
图 3-8 推荐的低电平开机电路	14
图 3-9 推荐的高电平开机电路	14
图 3-10 三极管隔离复位电路	15
图 3-11 DCE 和 DTE 设备信号连接图	16
图 3-12 3.3V IO 系统与模块串口通信电路.....	16
图 3-13 5V IO 系统与模块串口通信电路.....	17
图 3-14 语音来电 RING 脉冲.....	18
图 3-15 短信 RING 脉冲.....	19
图 3-16 SIM 卡接口设计	19
图 3-17 MUP-C713（H2.8）封装.....	20
图 3-18 直接驱动 LED 指示灯电路.....	21
图 3-19 三极管驱动 LED 指示灯电路.....	21
图 3-20 MIC 差分输入电路参考设计	22
图 3-21 普通音频输入电路参考设计.....	23
图 3-22 耳机输出电路参考设计	23

图 3-23 音频输出交流耦合电路	24
图 3-24 Π 型匹配网络	25
图 3-25 射频走线示意图	25
图 3-26 村田射频连接器封装	26
图 3-27 模块射频线缆的连接方式	26

表格目录

表 1-1 M660 主要规格	2
表 2-1 M660 外形尺寸	5
表 2-2 M660 管脚说明	6
表 3-1 电源及开关机接口	9
表 3-2 UART 接口	15
表 3-3 DTR 和 RING 管脚	17
表 3-4 SIM 卡接口	19
表 3-5 工作指示灯	20
表 3-6 音频接口	22
表 4-1 相关电气特性	27
表 4-2 温度特性	27
表 4-3 电流特性	28
表 4-4 ESD 特性	29
表 5-1 工作频段	30
表 5-2 发射功率 (GSM850&EGSM900)	30
表 5-3 发射功率 (DCS1800&PCS1900)	31
表 5-4 接收灵敏度	31

修 订 记 录		
版本号	更改内容	生效年月
V3.0	修订版本	2013-10
V3.1	修改接收灵敏度指标	2013-11
V3.2	修改可开放资源 修改设计框图	2013-11
V3.3	更新公司 LOGO; 增加存储温度描述; 修改模块规格型号描述。	2014-02
V3.4	删除简化开机方式描述 更改数字 IO 输入电平要求	2014-04
V3.5	修改章节定义 修改部分图片和文字说明	2015-03

关于本文档

本设计指南详细介绍了 Neoway M660 GPRS 无线通信模块的各种特性及参考标准，提供了模块各个硬件接口的详细说明及参考设计。用户可快速地掌握模块的硬件设计，并结合《Neo_M660 GPRS 模块 AT 指令集》完成无线通信方案地开发与应用。

1 M660 介绍

M660 是一款小封装的 GSM/GPRS 工业级无线模块，支持下行 EDGE。该模块可以提供高品质的语音、短信、数据业务等功能，在各种工业和民用领域得到广泛的应用。

1.1 产品概述

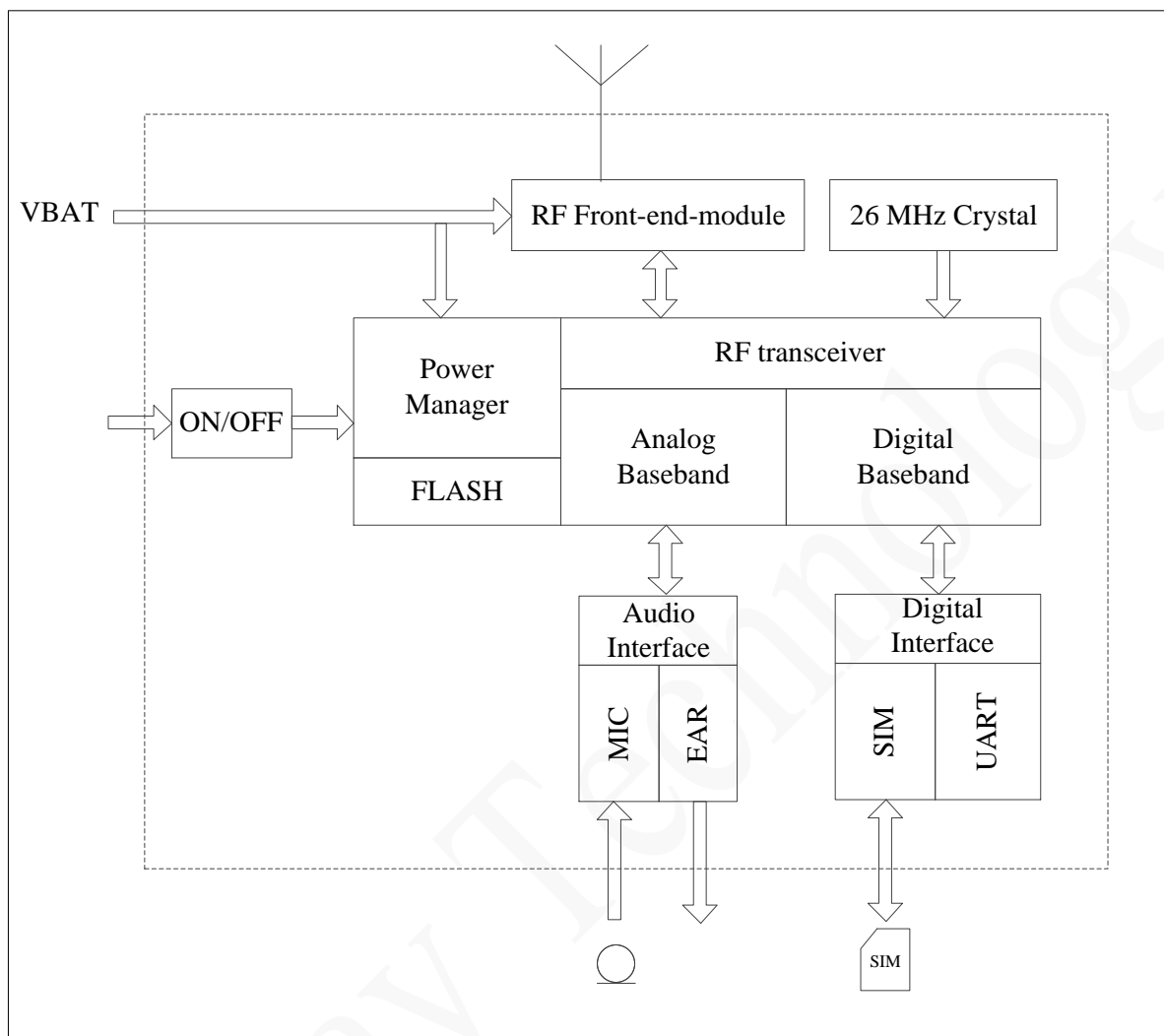
M660 模块采用 28 Pin 邮票孔（半孔）LCC 封装，外形尺寸为 22mm*18.4mm*2.7mm (长*宽*高)，结构基本上能够满足大多数客户对空间尺寸的要求。该模块可为用户提供以下硬件资源和功能：

- 一路 UART 口，主要用于数据通讯、软件升级和调试
- 音频接口，包括一路麦克风（差分）输入和一路耳机（左右声道）输出
- 一路 SIM 卡接口，自适应 1.8/3.0V
- 支持 RING（来电及短信提醒）/BACK_LIGHT（工作指示灯）/DTR（休眠模式）功能
- 支持网络时间同步及定时开关机功能

1.2 设计框图

M660 模块主要由基带处理、Flash ROM、射频 PA 功放和对外接口等部分构成。各部分协调工作，实现 GPRS 数据传输和语音通话等功能。M660 模块的设计框图如图 1-1 所示。

图 1-1 M660 设计框图



1.3 基本特性

表 1-1 M660 主要规格

参数	描述
频段	GSM850/EGSM900/DCS1800/PCS1900 双频或者四频，支持锁频功能
灵敏度	< -107dBm
最大发射功率	<ul style="list-style-type: none"> • GSM850/EGSM900 Class4 (2W) • DCS1800/PCS1900 Class1 (1W)
协议	支持 GSM/GPRS Phase2/2+

AT 指令	<ul style="list-style-type: none"> ● GSM07.07 ● 扩展指令集
语音特性	<p>可支持的语音编码:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● HR (半速率) ● FR (全速率) ● EFR (增强型全速率) ● AMR (自适应多速率) <p>支持回声抑制</p> <p>支持录音及 DTMF 检测功能</p>
短消息	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 PDU 模式及 TEXT (文本) 模式 ● 支持收、发短信及新短信提醒 ● 支持短信管理: 读取、删除、存储位置及方式选择、短信列表
GPRS 特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 GPRS CLASS 12 ● 理论最大上行传输速率: 85.6 Kbit/s ● 理论最大下行传输速率: 85.6 Kbit/s ● 内嵌 TCP/IP 协议, 可支持多链路 ● 支持服务器及客户端模式
电路交换数据	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持 CSD 数据业务 ● 支持 USSD (非结构化补充数据业务)
补充业务	<ul style="list-style-type: none"> ● 呼叫转移 ● 呼叫等待 ● 呼叫保持和多方通话
UART	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持串口复用功能 ● 支持 AT 指令、数据传输及软件下载 ● 支持从 300bit/s 到 921600 bit/s 的波特率
实时时钟 (RTC)	<ul style="list-style-type: none"> ● 支持实时时钟, 可同步网络时间 ● 支持定时开关机
主处理器	ARM7-EJ@360MHz
天线特性	50Ω 阻抗特性
工作温度	-40°C ~ +85°C
工作电压	3.5V ~ 4.3V (推荐值 3.9V)

瞬间电流	Max 2.0A
待机电流 (Idle)	18mA
休眠电流 (sleep)	< 2mA (现网)
	< 1mA (仪器, DRX=9)

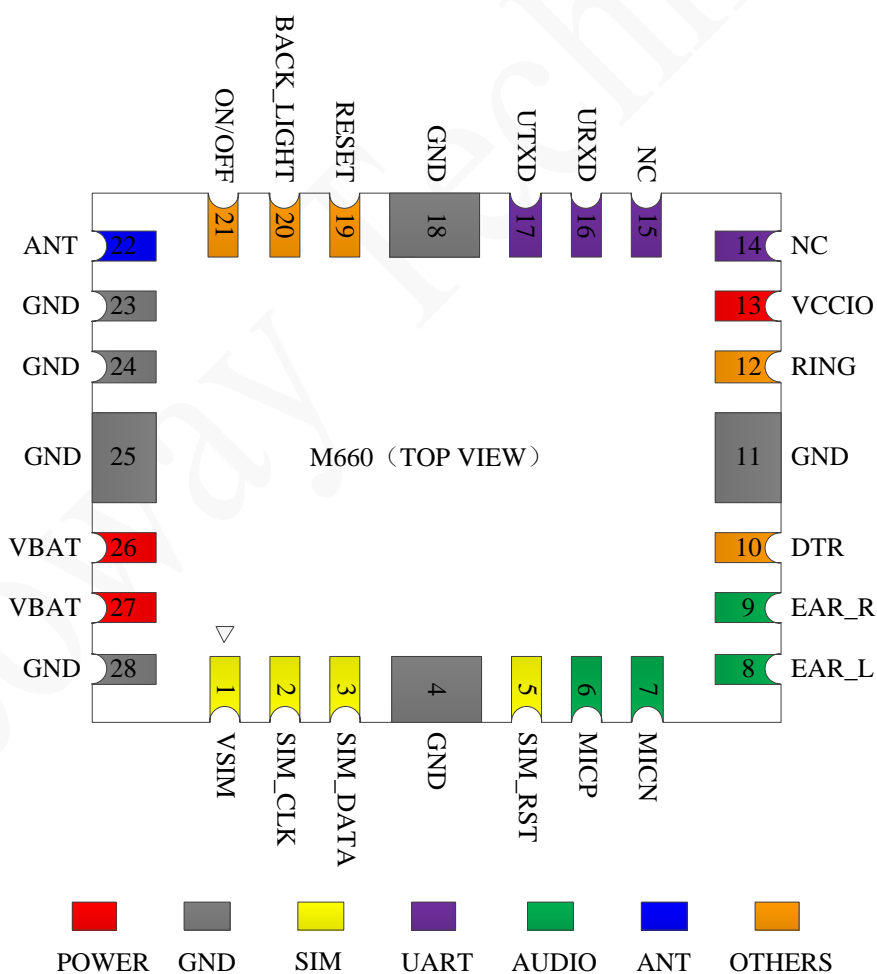
2 管脚说明及 PCB 封装

2.1 外形和管脚定义

表 2-1 M660 外形尺寸

参数	M660
尺寸	22mm*18.4mm*2.7mm (长*宽*高)
重量	2.2g
封装	28 Pin 邮票孔 LCC 封装

图 2-1 M660 管脚定义 (顶视图)



2.2 管脚说明

说明

P: 电源管脚;	NC: 暂不支持, 必须悬空;
DI: 数字信号输入管脚;	DO: 数字信号输出管脚;
I/PD: 数字信号输入, 内部带下拉;	I/PU: 数字信号输入, 内部带上拉;
AI: 模拟信号输入管脚;	AO: 模拟信号输出管脚;

表 2-2 M660 管脚说明

管脚序号	管脚名称	I/O	功能描述	复位状态	电平特性 (V)	备注
电源及控制部分						
26、27	VBAT	P	模块电源输入			3.5V~4.3V, 推荐 3.9V
13	VCCIO	P	2.8V 电源输出			仅用于 IO 电平转换电路, 负载能力<50mA
4、11、18、23~25、28	GND	P	模块地			
21	ON/OFF	DI	开关机控制输入	I/PU	$0 < V_{IL} < 0.6$, $2.1 < V_{IH} < V_{BAT}$	低电平有效, 可控制模块开/关机
19	RESET	DI	复位输入			模块内部上拉到 2.8V, 低电平有效
音频部分						
6	MICP	AI	MIC 差分输入正极			交流峰值电压 $\leq 200\text{mV}$
7	MICN	AI	MIC 差分输入负极			
8	EAR_L	AO	耳机音频输出左声道			16Ω/32Ω 耳机驱动输出
9	EAR_R	AO	耳机音频输出右声道			
UART 口						
16	URXD	DI	UART 数据接收		$0 < V_{IL} < 0.6$	URXD 在内部有

17	UTXD	DO	UART 数据发送		$2.1 < V_{IH} < 3.1$ $0 < V_{OL} < 0.42$ $2.38 < V_{OH} < 2.8$	47K 上拉
SIM 卡						
1	VSIM	P	SIM 卡电源输出		$0 < V_{IL} < 0.25 * VSIM,$ $0.75 * VSIM < V_{IH} < VSIM;$ $0 < V_{OL} < 0.15 * VSIM,$ $0.85 * VSIM < V_{OH} < VSIM$	自适应 1.8/3.0V 的 SIM 卡
3	SIM_DATA	DI/O	SIM 卡数据输入/输出			
2	SIM_CLK	DO	SIM 卡时钟输出			
5	SIM_RST	DO	SIM 卡复位输出			
工作指示灯						
20	BACK_LIGHT	DO	工作状态指示	I/PD		可输出 2.8V/4mA
休眠 (Sleep) 模式控制						
10	DTR	DI	休眠 (sleep) 模式控制输入	I/PD	$0 < V_{IL} < 0.6,$ $2.1 < V_{IH} < 3.1;$ $0 < V_{OL} < 0.42,$ $2.38 < V_{OH} < 2.8$	默认为低电平, 需要与 AT 指令配合使用
短信及来电提醒						
12	RING	DO	振铃输出	I/PD	$0 < V_{IL} < 0.6,$ $2.1 < V_{IH} < 3.1;$ $0 < V_{OL} < 0.42,$ $2.38 < V_{OH} < 2.8$	可作为短信或来电检测
预留管脚						
14、15	NC					必须保持悬空, 不能接电源或接地

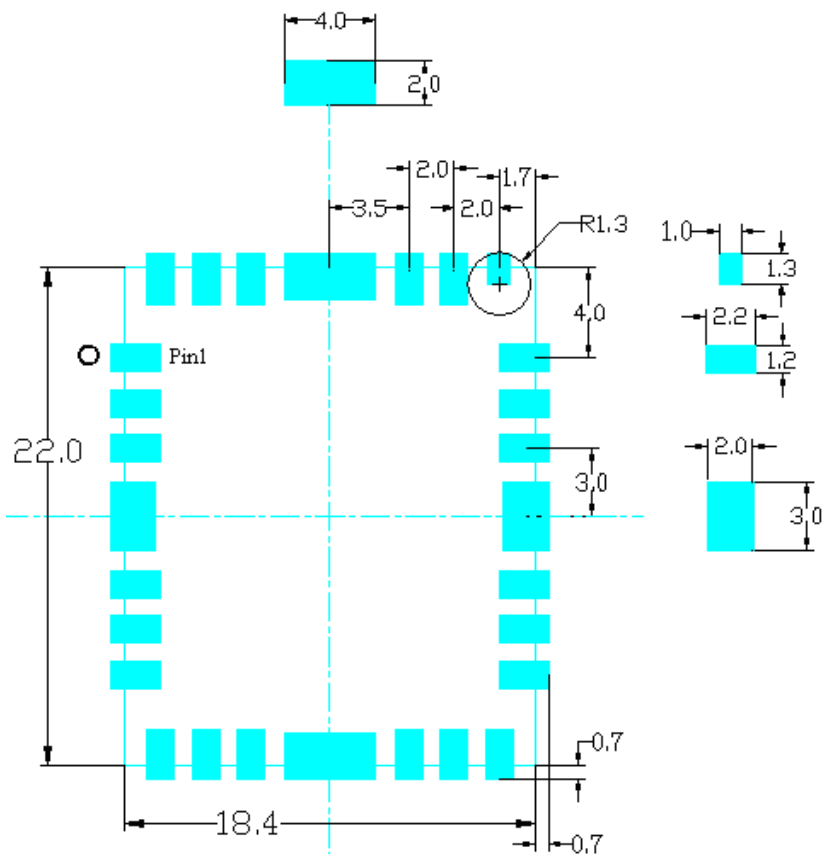
**注意**

M660 模块采用 2.8V 的 IO 电源系统, 所有 IO 口的最大输入电压 (包括信号过冲电压) 不能超过 3.1V, 否则可能损坏模块 IO 口。在实际应用中, 3.3V 电源系统的 MCU 的 IO 口, 由于信号完整性设计的原因, 输出电压很可能由于过冲而大大超过了 3.1V, 从而损坏与模块相连的 IO 管脚。对此需要采取电平转换措施, 详细请参考 3.2 UART 接口。

2.3 PCB 封装

M660 的管脚采用邮票孔 LCC 封装形式，推荐的 PCB 封装如图 2-1 所示，单位 mm。

图 2-2 推荐的 PCB 封装



注意

图中未特别标注的 Pin 间距为 2.0mm。

封装右上角 R=1.3mm 的圆形区域，是一个 Route keep out 区域，对应到 M660 模块上是射频测试点，这个区域内不能有任何走线和铜箔。

因为模块背面有丝印露铜区域，在客户 PCB 的模块投影区内，非焊接的地方，建议铺上一层很薄的丝印白油，加强绝缘可靠性。

3 应用接口说明

3.1 电源及控制接口

表 3-1 电源及开关机接口

管脚序号	管脚名称	I/O	功能描述	备注
26、27	VBAT	P	模块电源输入	3.5V~4.3V（推荐值 3.9V）
13	VCCIO	P	2.8V 电源输出	负载能力<50mA
21	ON/OFF	DI	开关机控制输入	低电平有效，可控制模块开/关机
19	RESET	DI	模块复位输入	低电平有效，保持 100ms 以上

3.1.1 电源设计要求

VBAT 为模块电源，电源输入范围为 3.5V~4.3V，推荐值为 3.9V。VBAT 除了给模块的数字基带和模拟基带供电外，还给射频功放供电。VBAT 电源的性能，比如负载能力、纹波大小等，都会影响模块的性能和稳定性。模块在弱信号情况下，可能会以最大功率发射，此时瞬时峰值电流可达 2A 左右，会造成模块电压跌落。如图 3-1 所示，如果电压跌落到 3.5V 以下，模块可能重启。

图 3-1 最大功率发射电压-电流曲线示意图

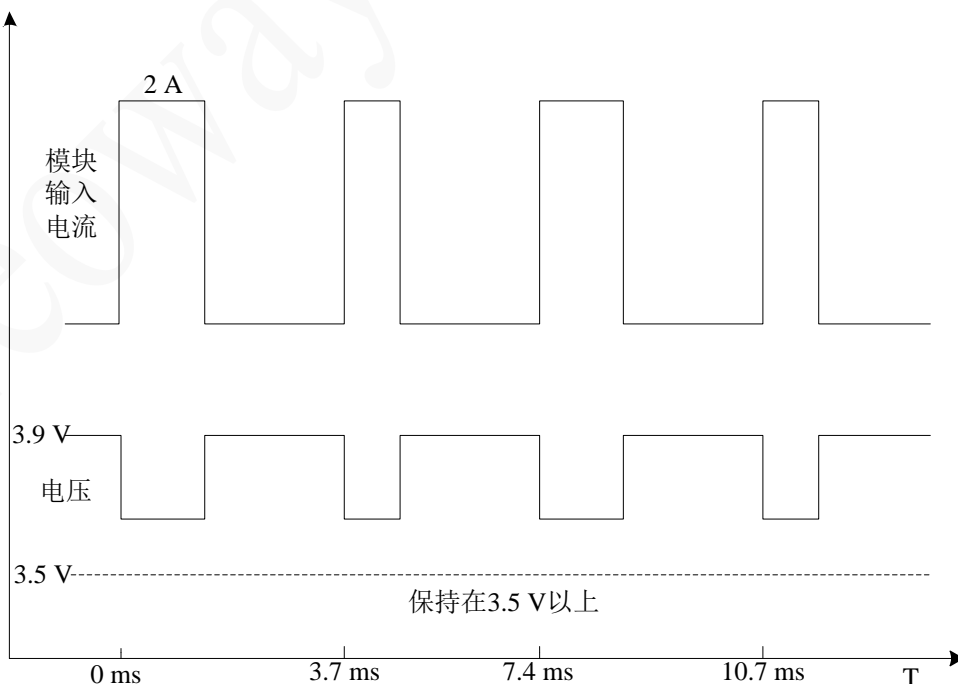
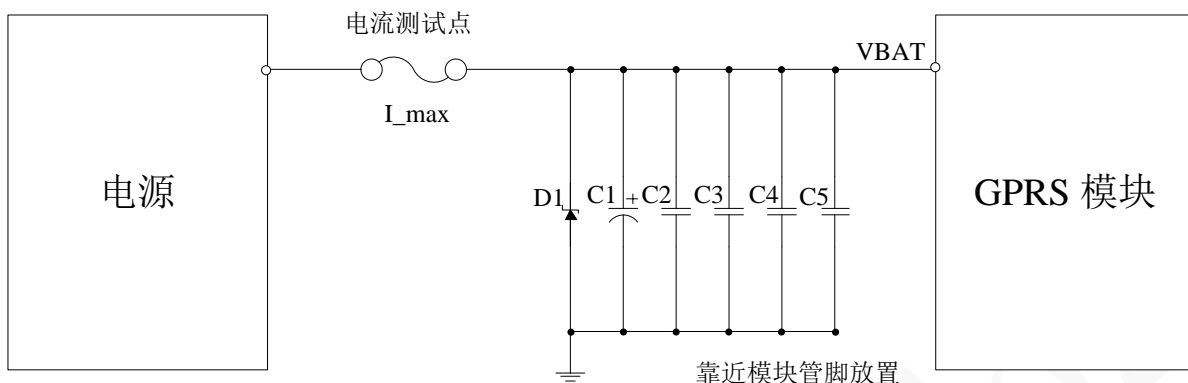


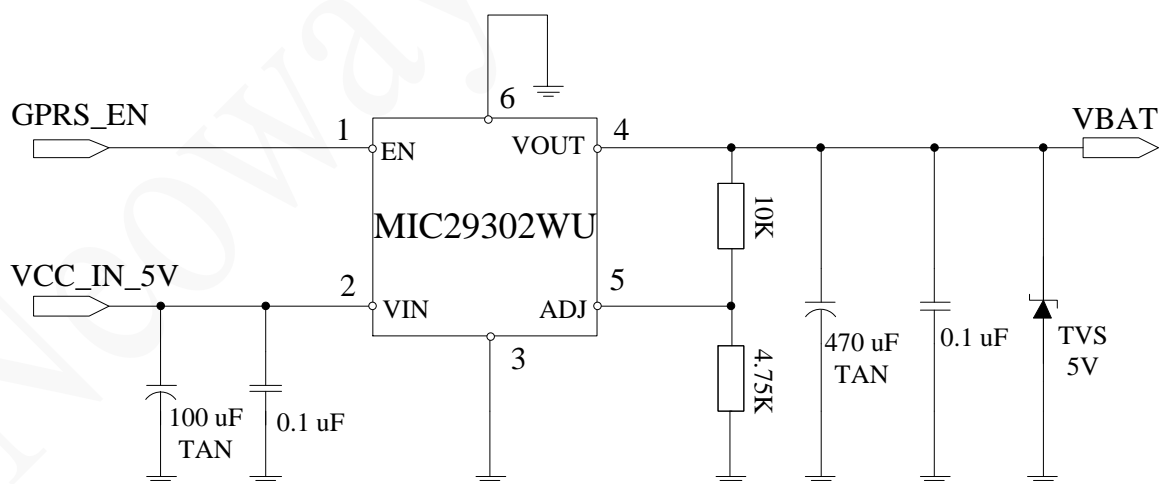
图 3-2 电源电路参考设计



模块电源参考设计如图 3-2 所示，其中 D1 为 TVS，可以防止电源浪涌对模块的损坏，推荐型号：SMF5.0AG（ $V_{rwm}=5V$ & $P_{ppm}=200W$ ）。C1 可选择大容量的铝电解电容（ $470\mu F$ 或 $1000\mu F$ ）或者钽电容（ $220\mu F$ 或 $100\mu F$ ），C2 可选择陶瓷电容（ $10\mu F$ ）。C1 与 C2 可以提高电源的瞬间大电流续流能力，并使电源的电压波动变得平滑。此外在靠近模块的电源管脚还要增加 $0.1\mu F$ 、 $100pF$ 和 $33pF$ 的滤波电容，以降低高频干扰。

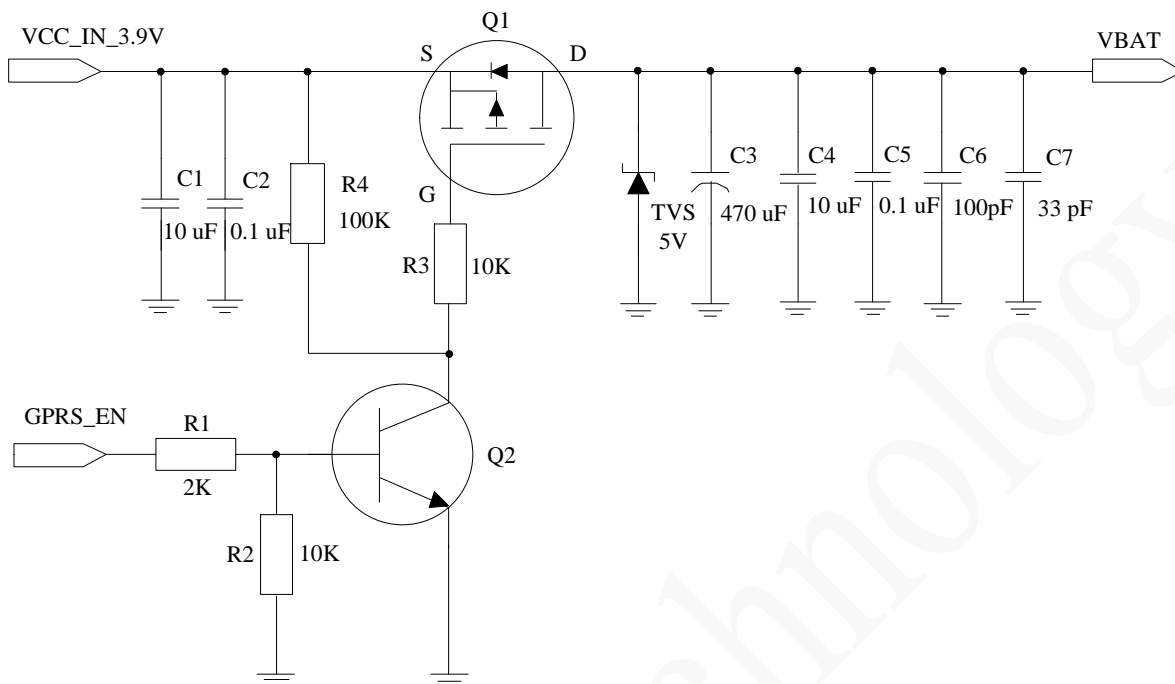
在远程或者无人值守应用中，或者电磁干扰很大的环境中，模块的复位和开关机管脚可能会失效，此时务必确保选用的电源是开关电可控的。如果用户使用 5V 电源，可利用 LDO 或者 DC-DC 降压，其使能（EN）管脚可用来控制模块电源的开和关。图 3-3 所示的 LDO（MIC29302WU）最大输出电流为 3A，可以保证模块良好地工作。

图 3-3 模块电源控制参考设计



如果电源系统上没有使能控制开关，则参考图 3-4 进行设计，使用 P-MOSFET 构成的电子开关来控制电源，外部 MCU 检测到模块程序跑飞、死机等异常后，可开、关电源重启模块。

图 3-4 P-MOSFET 电源开关控制参考设计



如图 3-4 所示，当 GPRS_EN 被置为高电平时，开关导通，模块上电开机。

Q2 的作用是使 Q1 栅极（G 极）的高电平电压值等于源极（S 极）的电压，确保 P-MOSFET 能可靠地关断。如果控制信号 GPRS_EN 的高电平输出可以等于或者稍大于 Q1 的源极电压，则可以省略 Q2 和 R1、R2 和 R4，此时 GPRS_EN 低电平使 P-MOSFET 导通。

Q1 可选择 IRML6401，或者耐压和漏（D）极电流更高的低内阻（low Rds）型的 P-MOSFET 管。

Q2 可选择普通 NPN 三极管（例如 MMBT3904）或者内置串阻的 NPN 数字三极管（例如 DTC123），当使用数字三极管时，可删减掉 R1 和 R2。

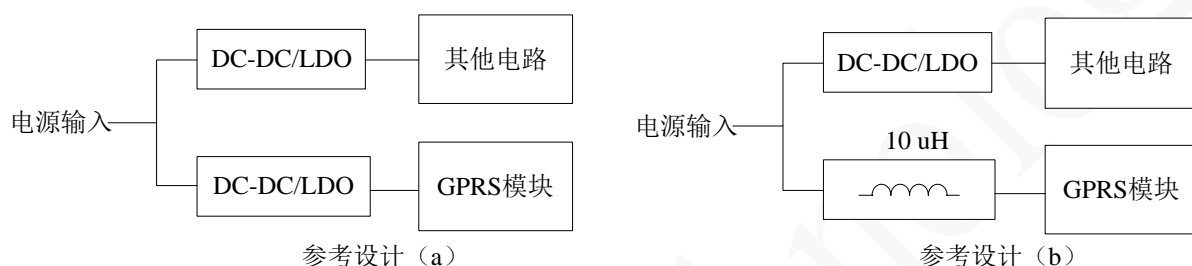
C3 可选择耐压大于等于 6.3V 的 470 μ F 钽电容，或者 1000 μ F 的铝电解电容，如果是锂电池供电，C3 可选择 220 μ F 的钽电容。

电源冲击保护，在 VBAT 电源上需要增加 $V_{RWM}=5V$ 的 TVS 二极管保护，特别是在车载电子应用中，电源冲击比较严重，TVS 二极管的保护作用非常重要。在一些电源相对稳定的应用中，可使用齐纳二极管抑制电源波动，起到保护作用，例如 ON SEMI 公司的 MMSZ5231B1T1G，或者 Prisma 公司的 PZ3D4V2H。

走线宽度，VBAT 的主回路 PCB 走线宽度要保证能让 2A 的电流安全通过，且不能有明显的回路压降。建议 VBAT 主回路 PCB 走线宽度大于 2mm，电源部分的地平面完整。

电源隔离设计，从图 3-1 中可以看出，在 GPRS 模块的工作过程中，瞬间大电流会导致电压波动，产生开关噪声，这是 GSM 移动通信制式的固有特性。这种噪声会影响 GPRS 模块以外的电路，特别是模拟信号以及音频处理电路。为了避免此噪声的影响，需要将 GPRS 模块的电源和其它电路的电源做隔离处理。隔离措施可以是 DC-DC 或者 LDO 电路，或者是由电感、电容搭建的 LC 滤波电路。对于 DC-DC 或者 LDO，建议其额定输出电流峰值大于 2A；对于 LC 滤波电路，建议电感 L 使用 10 μ H，额定电流大于 1.2A 的线绕功率电感。隔离电路原理示意图如图 3-5 所示。

图 3-5 电源隔离参考示意图



在做静电或者浪涌测试时，电源输入和输出端均要考虑 EMC 抗干扰设计，可在 VBAT 上并联压敏电阻或 TVS 等 EMC 器件，并适当增加滤波电容，例如 1 μ F~4.7 μ F 左右的陶瓷电容。



注意

禁止使用**二极管降压**的方式来给模块供电，由此而导致的性能或者产品质量问题，我司不承担任何责任。因为二极管的正向压降 V_f 会随着电流的变化而激烈变化，当模块在通信过程中出现瞬间大电流时，会导致电源电压波动很大；同时，二极管的 V_f 在温度变化时会出现非线性变化，特别是低温时 V_f 会显著增大，从而导致模块低温工作不稳定。基于以上两个原因，禁止使用二极管降压的方式给模块供电。

3.1.2 VCCIO 电源

VCCIO 的输出电压幅值为 2.8V，负载能力为 50mA，建议仅用于接口电平转换，不作其它用途。模块关机后，VCCIO 无输出。

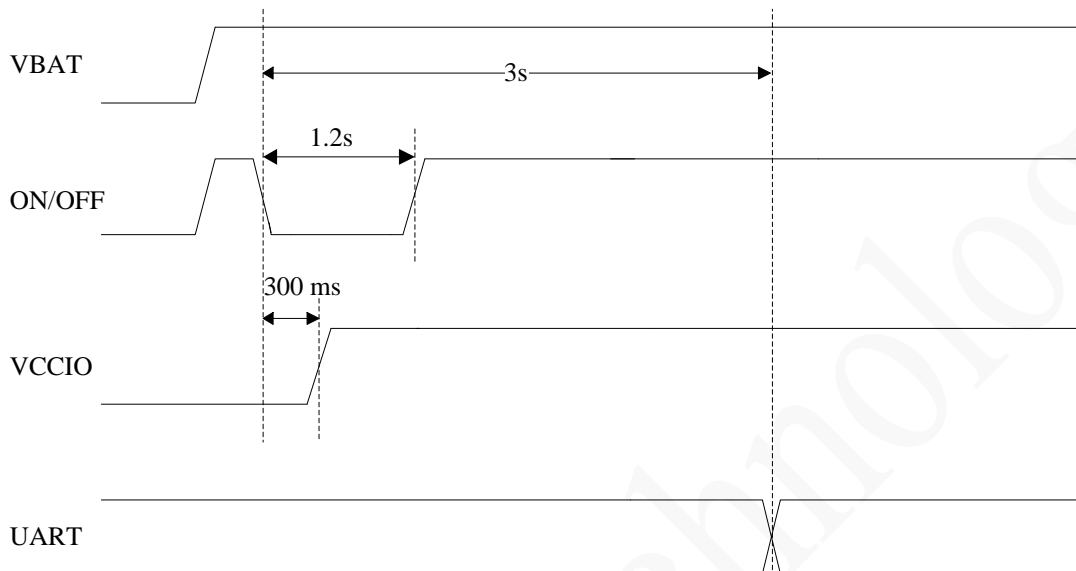
3.1.3 开关机控制及时序说明

ON/OFF 为开关机控制输入管脚，低电平有效。

开机流程：在模块关机时，先给模块上电，再将 ON/OFF 管脚拉低并保持 1.2s 以上，则模块开机，模块开机后再将 ON/OFF 拉高。开机时，模块的串口会自动输出“+EIND: 128”等回码信息，

当出现“+EIND:1”表示模块初始化完成，串口正常，AT 指令可操作，其开机时序图如图 3-6 所示。

图 3-6 模块开机时序图



用户在程序设计中，可以利用 GPRS 模块串口输出的“+EIND: 128”等回码信息来检测模块是否开机或者异常复位。

关机流程：在开机状态下，将模块的 ON/OFF 管脚拉低并保持 500ms 以上，则模块会进入关机流程，注销网络，通常 2s 左右会完全关机，此时再将主电源关闭，图 3-7 为模块的关机时序图。另外模块也可使用 AT 指令进行软关机，具体请参考《Neo_M660 GPRS 模块 AT 指令集》。

图 3-7 模块关机时序图

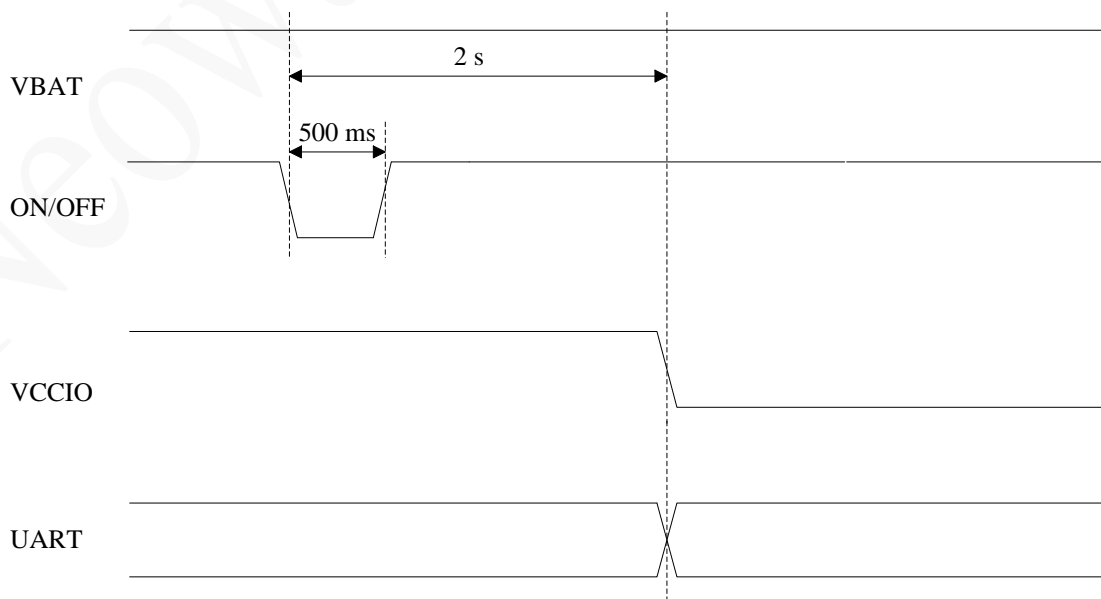


图 3-8 推荐的低电平开机电路

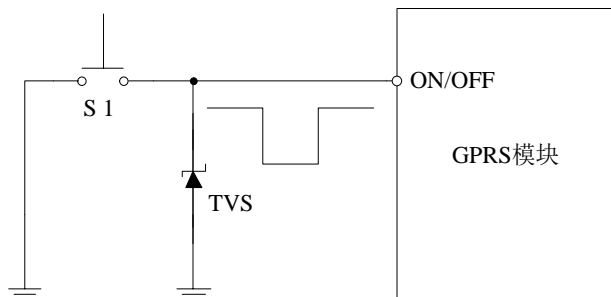
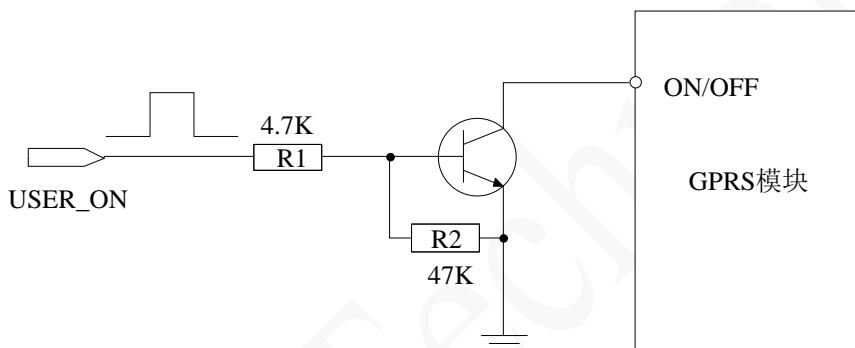


图 3-9 推荐的高电平开机电路



模块低电平开机推荐电路如图 3-8 所示，其中 S1 为按键。高电平开机电路如图 3-9 所示，其中电阻 R1、R2 可根据控制管脚的驱动能力进行调整，三极管可选择普通 NPN 三极管（例如 MMBT3904），或者内置电阻的 NPN 数字三极管（例如 DTC123），当使用数字三极管时，可删减掉 R1 和 R2。

建议外部主控 MCU 先上电，等待 MCU 的串口初始化正常后，再给模块主电源上电。如果模块先上电，外部的 MCU 在上电后初始化过程中，可能会输出一些不确定的信号，导致模块错误响应。



注意

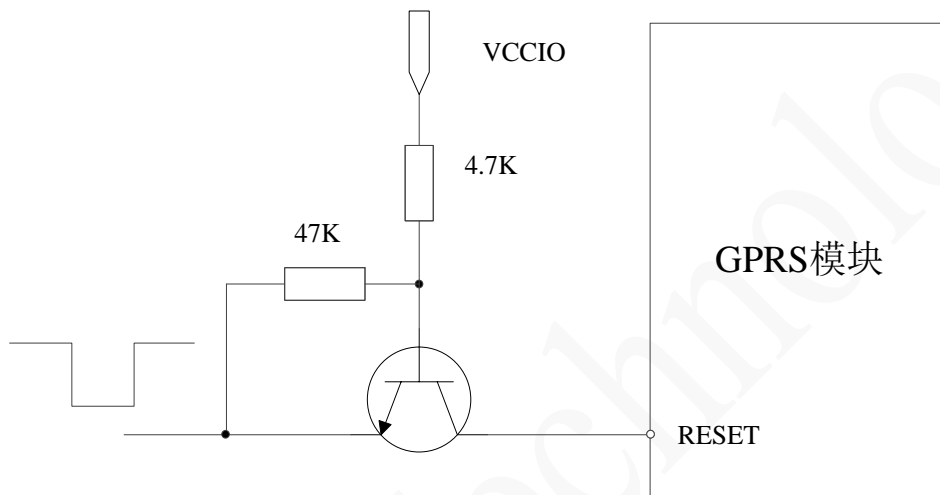
注意外部 MCU 和模块连接的接口电平异常，特别是 UART 口电平异常，可能会影响模块开机时序。例如在开机时，外部 MCU 的 IO 口还没完成初始化而处于输出状态，此时可能会将模块串口的 UTXD 信号（也是输出管脚）强制拉低或者拉高，则模块可能无法正常开机。

ON/OFF 管脚的开/关机功能是通过模块软件识别的，即软开/关机，如果给 VBAT 供电后模块受到强干扰而异常，则可能导致开/关机不可控，则需要通过关闭 VBAT 电源来强行消除异常。

3.1.4 RESET 管脚说明

M660 模块的 RESET 输入管脚，当输入超过 100ms 的低电平脉冲时可触发模块复位。内部有上拉，高电平电压典型值为 2.8V，不用时悬空。如果使用 3.3V IO 系统，建议外部使用三极管隔离，具体设计请参考图 3-10。

图 3-10 三极管隔离复位电路



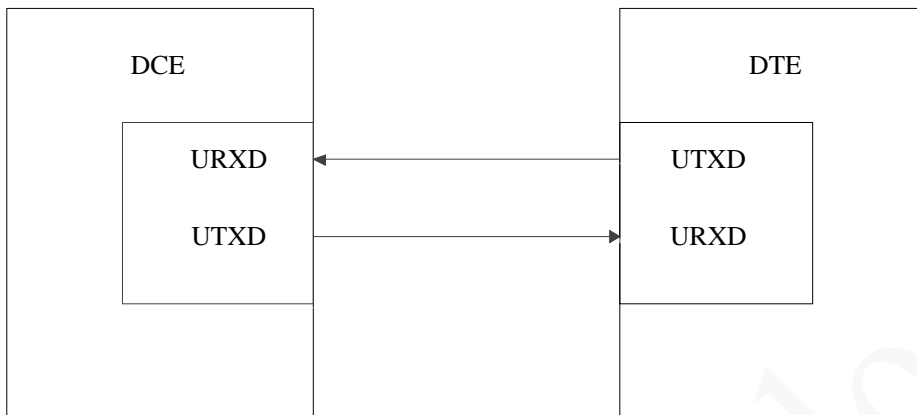
3.2 UART 接口

表 3-2 UART 接口

管脚序号	管脚名称	I/O	功能描述	备注
17	UTXD	DO	UART 数据发送	
16	URXD	DI	UART 数据接收	

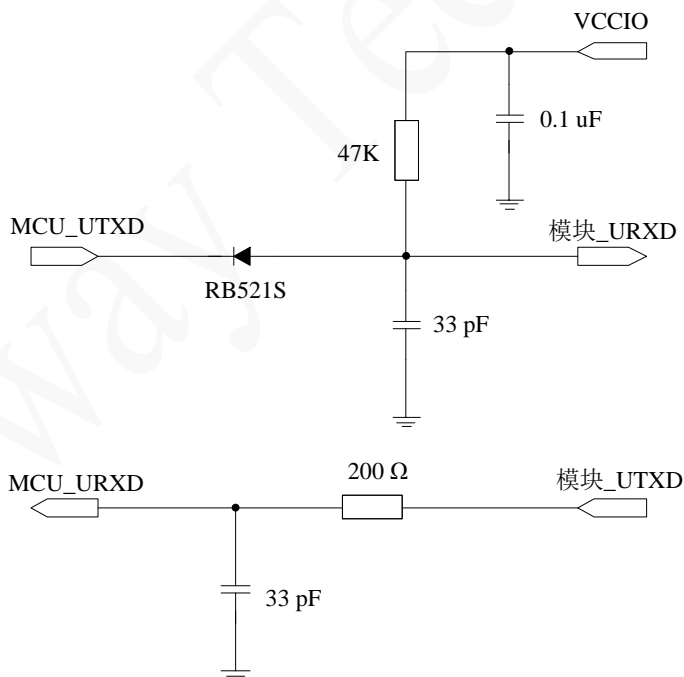
UART 口通常用于 AT 指令、数据业务、模块软件升级等。模块作为 DCE 设备和终端（DTE）设备信号连接如图 3-11 所示。

图 3-11 DCE 和 DTE 设备信号连接图



M660 的串口为 **2.8V** 的 CMOS 电平信号接口，最高允许 3.1V（极限值）输入，支持从 300bit/s 到 921600 bit/s 的波特率，默认速率为 115200 bit/s，详细请参考《Neo_M660 GPRS 模块 AT 指令集》。进行串口通信设计时，如果外部 MCU 使用 3.3V IO 系统，建议在模块外部做电平转换，具体参考图 3-12。

图 3-12 3.3V IO 系统与模块串口通信电路



模块的 URXD 内部已经上拉，图 3-12 中电阻和电容的取值可根据实测的信号波形来选择。信号线上的滤波电容一般为小于 100pF，需要靠近信号接收管脚放置；串联电阻一般取 200Ω~470Ω，串联的电阻值和旁路的滤波电容值越大，对信号电平幅度和过冲的衰减越强，取值过大可能会导致信号波形畸变，可适配的串口通信的波特率也越低。隔离二极管建议选用肖特基二极管，推荐型号：RB521S-30TE-61/RB521SM-30GJT2R/LRB521S-30T1G。

当外部用户 MCU 电压为 5V IO 系统时，串口收发都需要进行电平变换，参考设计如图 3-13 所示。

图 3-13 5V IO 系统与模块串口通信电路

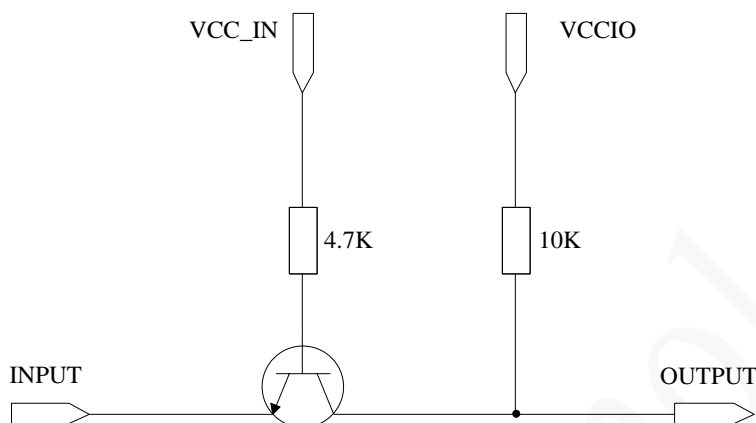


图 3-13 所示的电路可实现 MCU 的 TXD 输出和模块 RXD 输入电平之间的转换，图中的 INPUT 接外部 MCU 的 TXD，VCC_IN 则连接外部 MCU 的 5V 电源，OUTPUT 接模块的 RXD 输入，如果该电路离模块的 VCCIO 管脚较远，建议 VCCIO 增加 0.1 μ F 电源退耦电容。同理，可实现 MCU 的 RXD 输入和模块 TXD 输出电平之间的转换。

图 3-13 中上拉到 VCCIO 的电阻可选择 4.7K~10K，上拉到 VCC_IN 的电阻可选择 2K~10K。电阻的选择与电源电压以及串口波特率有关，电源电压值较高或者波特率较低时可选择较大的电阻，可降低电路的功耗，但电阻值也不可太大，否则会影响信号的波形质量。另外，PCB layout 时信号线的分布电容也会对信号的波形质量有一定的影响。图 3-13 中三极管为 NPN 开关三极管，建议选择高速开关三极管，以保证电平转换后的波形质量，推荐型号 MMBT3904/MMBT2222。



注意

如果模块上电的同时串口接收到数据，模块可能产生错误响应，建议模块开机完成后 3s 给模块串口发送数据。

3.3 DTR 和 RING 说明

表 3-3 DTR 和 RING 管脚

管脚序号	管脚名称	I/O	功能描述	备注
10	DTR	DI	休眠 (sleep) 模式控制输入	默认为低电平，不使用则悬空
12	RING	DO	振铃输出	不使用则悬空

3.3.1 DTR 管脚

休眠 (sleep) 模式控制管脚, 需要与 AT 指令配合使用, 详见《Neo_M660 GPRS 模块 AT 指令集》。首先使用 AT 指令启用休眠功能, 然后将 DTR 管脚设置为低电平, 如果模块处于空闲状态下, 则进入休眠模式。进入休眠模式后, 待机电流小于 2mA, 模块会及时响应来电、短信和数据业务; 若要退出休眠模式, 可以通过控制 DTR 管脚来实现。

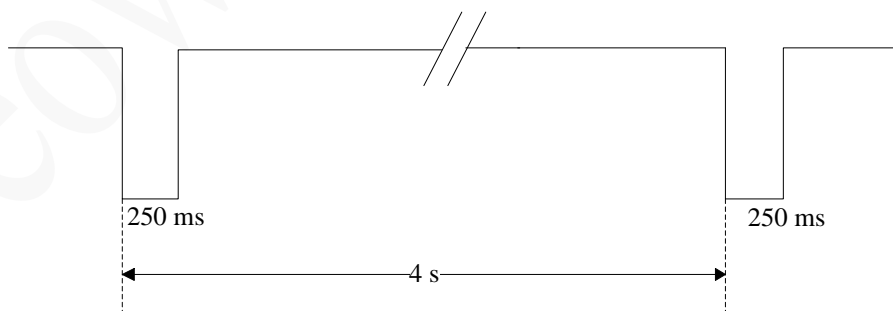
控制模块进入休眠模式的基本流程:

1. 保持模块的 DTR 管脚输入为高电平, 通过 AT+ENPWRSAVE=1 指令将模块设置为允许进入休眠模式。
2. 将模块的 DTR 管脚输入置低, 硬件控制模块进入休眠状态。在休眠模式下, 模块的串口是关闭的, 不响应 AT 指令。模块只有在空闲时才会进入休眠模式, 如果当前有数据交互, 会等到数据交互处理完成后再进入休眠。
3. 休眠模式下, 如果要进行数据发送或者主叫等业务, 外部 MCU 可以将 DTR 管脚置高, 使模块退出休眠模式, 在数据发送或者主叫业务处理完毕后, 外部 MCU 再将 DTR 管脚置低, 使模块进入休眠模式。
4. 休眠模式下, 如果模块有数据接收或者被叫等业务, 模块会立刻退出休眠模式, 并通过串口输出提示信息, 外部 MCU 在检测到串口信息后, 建议先将 DTR 管脚置高, 再处理数据接收或者被叫等业务。待处理完毕后, 再将 DTR 管脚置低, 使模块重新进入休眠模式。如果来电时, DTR 管脚没有置高, 则模块会在通话结束后 2s 自动进入休眠模式。

3.3.2 RING 信号指示

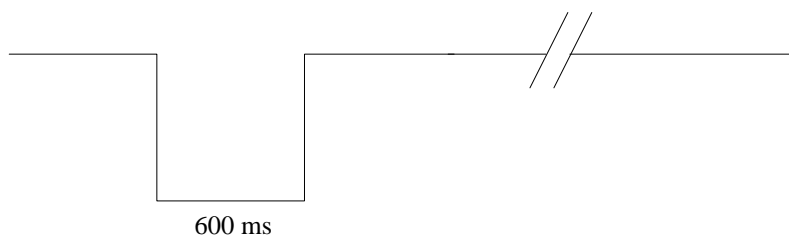
- 语音来电: 语音来电振铃过程中, UART 口会输出“RING”字符串, 同时 RING 管脚输出周期为 4s 脉宽为 250ms 的低脉冲, 如图 3-14 所示。

图 3-14 语音来电 RING 脉冲



- 来短信: 来短信时, RING 管脚输出一个 600ms 脉宽的低脉冲提示, 如图 3-15 所示。

图 3-15 短信 RING 脉冲



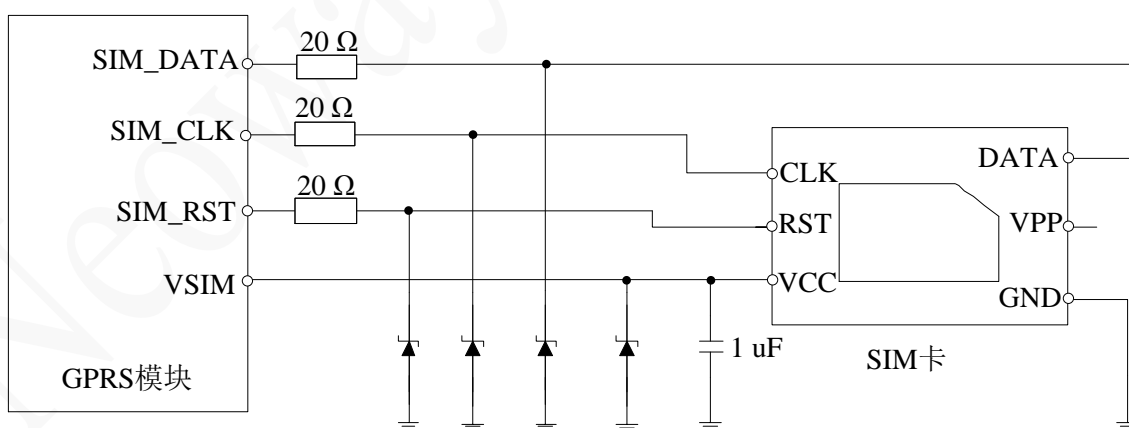
3.4 SIM 卡接口

表 3-4 SIM 卡接口

管脚序号	信号名称	I/O	功能描述	备注
1	VSIM	P	SIM 卡电源输出	自适应 1.8/3.0V
3	SIM_DATA	DI/O	SIM 卡数据输入/输出	模块内置有上拉电阻
2	SIM_CLK	DO	SIM 卡时钟输出	
5	SIM_RST	DO	SIM 卡复位输出	

M660 模块可自适应 1.8V/3.0V 的 SIM 卡，VSIM 是 SIM 卡供电电源，负载能力最大 30mA；SIM_DATA 管脚模块内置有上拉电阻，模块外部无需再接上拉电阻；SIM_CLK 是 SIM 卡时钟线，常见为 3.25MHz，图 3-16 为 SIM 卡接口参考设计。

图 3-16 SIM 卡接口设计

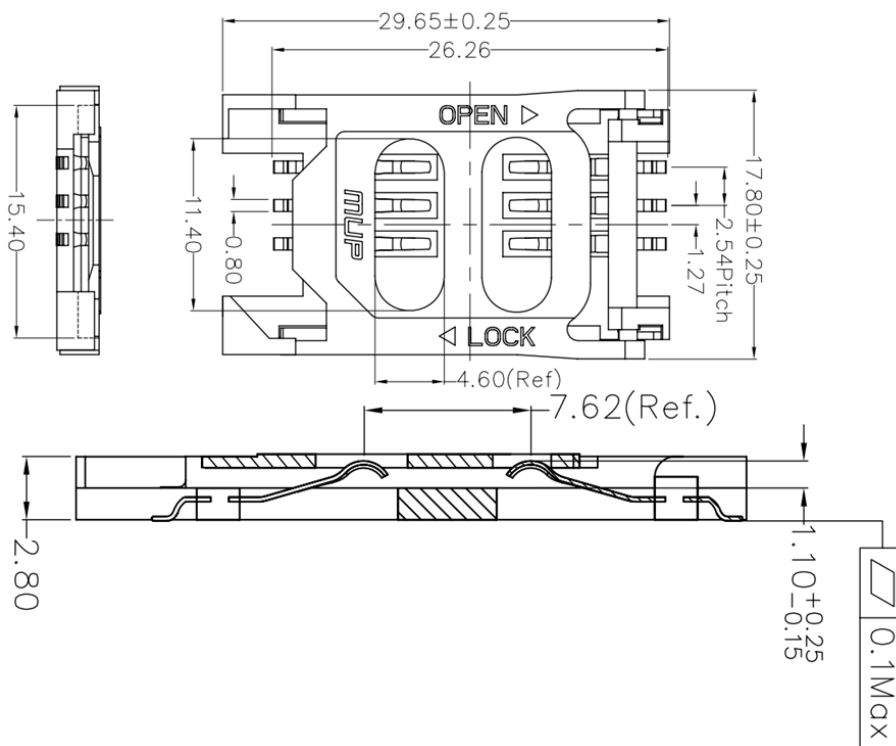


在电磁环境比较恶劣或者对 ESD 防护要求高的应用场景中（例如车载电子），建议在 SIM 卡信号线上配置 ESD 防护二极管（结电容不大于 33pF）或者压敏电阻；而在一般的应用中，ESD 防

护二极管可以换成 27~33pF 的电容，两者可以做到封装兼容。ESD 防护二极管、压敏电阻或者电容要尽量靠近 SIM 卡卡座管脚。

6 pin SIM 卡座推荐使用 MUP-C713 (H2.8)，其封装如图 3-17 所示。

图 3-17 MUP-C713 (H2.8) 封装



注意

射频辐射对 SIM 卡信号的干扰很容易导致掉卡，使用短胶棒天线或者内置天线时要注意其位置离 SIM 卡尽量远。

PCB 设计时，SIM 卡应该靠近模块管脚放置，所有 SIM 卡连线要求尽量短，建议设计接地铜箔来屏蔽保护 SIM 卡信号线。

ESD 防护二极管的结电容或者小滤波电容，能衰减过滤天线的射频辐射干扰，PCB 布局时要靠近 SIM 卡座管脚放置。

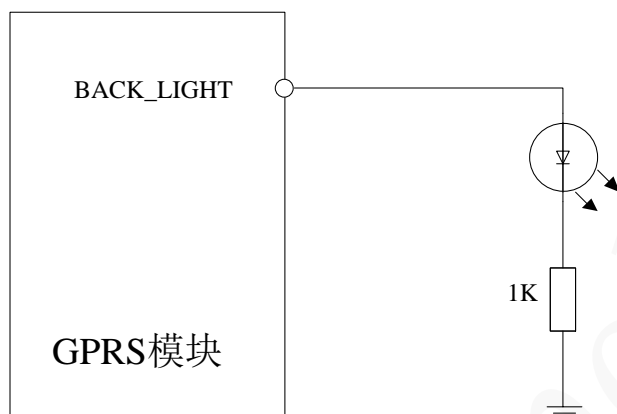
3.5 工作指示灯

表 3-5 工作指示灯

管脚序号	信号名称	I/O	功能描述	备注
20	BACK_LIGHT	DO	工作状态指示	输出 2.8V，最大 4mA 的电流

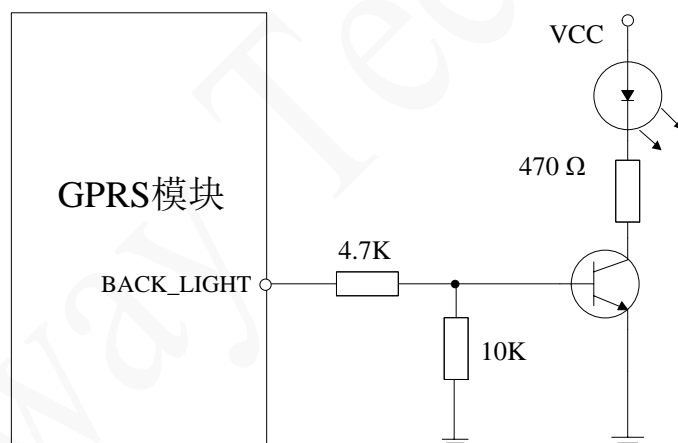
LIGHT 管脚输出高电平为 2.8V，最大提供 4mA 的驱动电流，可用高电平直接驱动普通的 LED 指示灯，具体参考图 3-18。

图 3-18 直接驱动 LED 指示灯电路



如果 LED 亮度不能满足设计要求，可通过三极管驱动增强亮度，具体参考图 3-19。

图 3-19 三极管驱动 LED 指示灯电路



模块运行时，LIGHT 管脚可根据工作状态的不同驱动 LED 指示灯按照不同的频率闪烁。模块支持多种闪灯方式，可通过 AT 指令设置，详见《Neo_M660 GPRS 模块 AT 指令集》。

3.6 音频接口

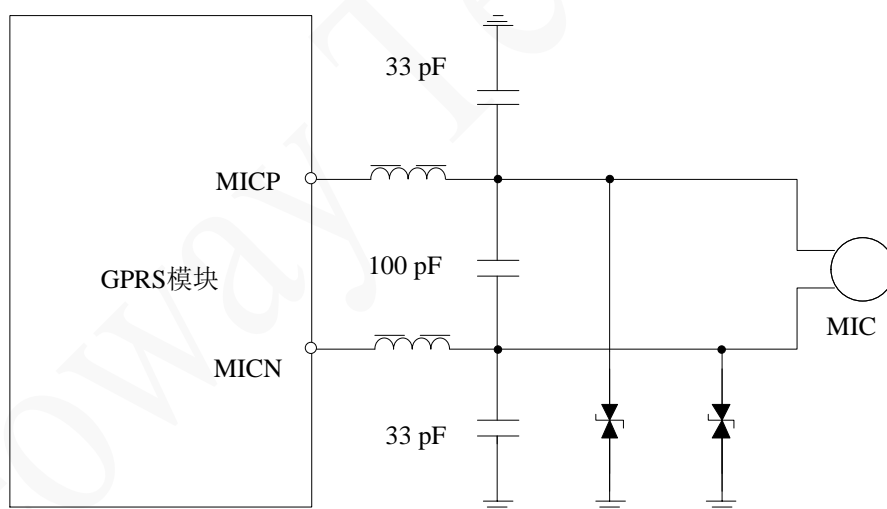
表 3-6 音频接口

管脚序号	信号名称	I/O	功能描述	备注
6	MICP	AI	MIC 音频差分输入正极	交流峰值电压 $\leq 200\text{mV}$
7	MICN	AI	MIC 音频差分输入负极	
8	EAR_L	AO	听筒音频差分输出正极	32 Ω 听筒驱动输出
9	EAR_R	AO	听筒音频差分输出负极	

M660 模块支持两路音频接口,通过 AT 指令可对音频通路进行相关设置,具体详见《Neo_M660 GPRS 模块 AT 指令集》。

模块 MIC 输入的交流峰值要求 $\leq 200\text{mV}$,模块内置自动增益控制,可满足一般手持终端的要求。推荐使用驻极体麦克风,磁珠建议选用直流阻抗较小的, MIC 差分电路设计参考图 3-20。

图 3-20 MIC 差分输入电路参考设计



如图 3-21 所示,模块的差分 MICP 和 MICN 信号,通过 R5 和 R6 设计了直流偏置电压,给电容式 microphone 提供工作点电压。如果 MICP 和 MICN 信号连接的是放大器、模拟开关这类电路,则需要隔直电容 C1、C2 做交流耦合,否则这个直流偏压可能会影响电路导致工作异常。如果 MICP 和 MICN 信号的峰值信号幅度大于 $200\text{mV}/\text{AC}$,则需要增加电阻衰减网络 R1~R4。

图 3-21 普通音频输入电路参考设计

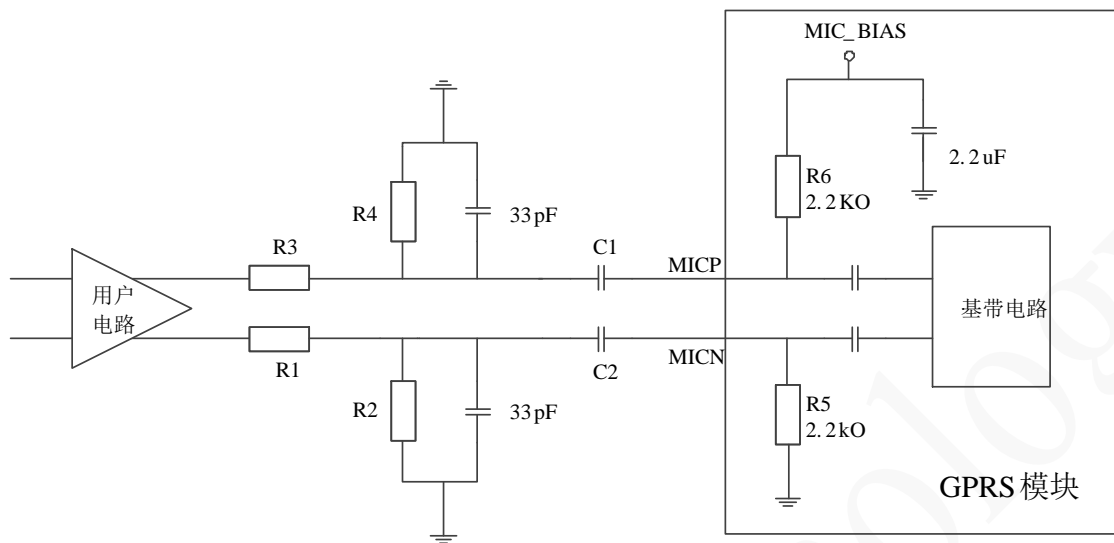
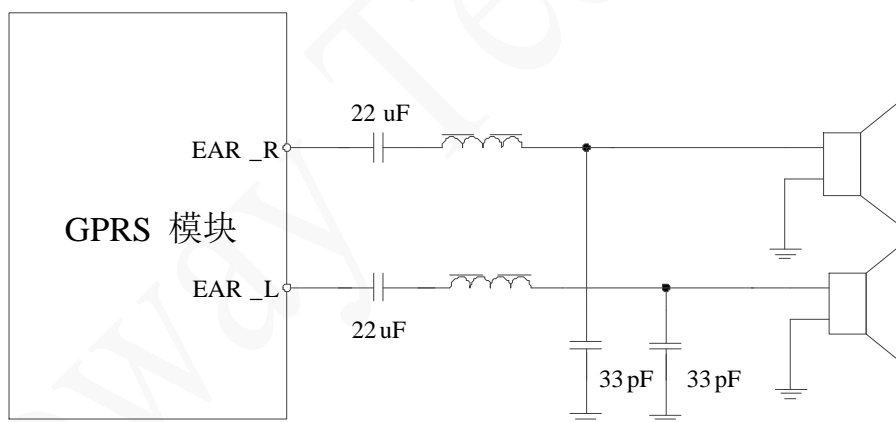


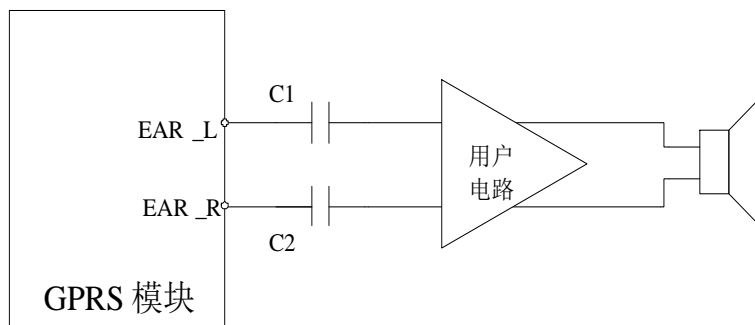
图 3-22 是耳机输出的接线图，可直接驱动 16、32 欧姆的耳机。

图 3-22 耳机输出电路参考设计



如果耳机输出需要外接音频功放等电路，需要使用 2.2μF~4.7μF 的隔直电容做交流耦合，如图 3-23 的 C1、C2。

图 3-23 音频输出交流耦合电路



对于以上的音频输入输出电路，在 PCB 设计时应该遵循音频小信号的布线原则，采取差分走线、完整包地（信号线同层、邻层都需包地）。

3.7 射频接口

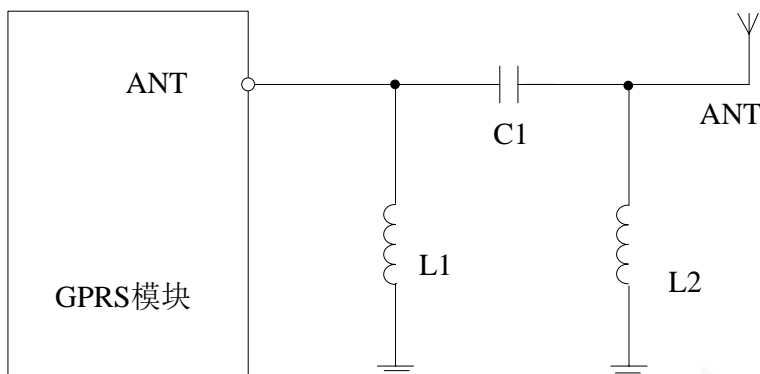
3.7.1 射频接口设计及 PCB 走线

模块的 ANT 管脚为天线接口，阻抗为 50Ω ，可连接胶棒天线、吸盘天线或者内置皮法天线，外部天线和射频管脚连接之间要有良好的屏蔽；如果使用射频线缆连接，保证射频线缆远离所有的干扰源，特别是高速数字信号及开关电源。

模块所用的天线，必须遵循移动设备相关标准，驻波比应在 1.1 到 1.5 之间，输入阻抗 50Ω 。使用的环境不同，对天线的增益要求也不同，一般情况下，带内增益越大，带外增益越小，天线的性能越好。

射频走线建议：如果使用多层板，M660 模块和天线之间的射频走线，需要进行 50Ω 阻抗控制，且长度尽量短。射频线周围要用接地铜箔包裹，接地铜箔距离射频线的间距要求为 2 倍射频线线宽以上，接地铜箔要多打接地过孔，保证接地阻抗尽量小。

如果射频走线较长（超过 10mm），则中间需要增加 π 型匹配网络，如图 3-24。C1 和 L1、L2 的取值需要经过根据射频性能来调整；当射频性能良好时，C1 可贴 0 欧电阻，L1 和 L2 不贴。

图 3-24 Π 型匹配网络

对于不能很好控制阻抗的两层板，建议的走线方式为：射频线宽度为 0.5mm，与铺地的间距为 0.5mm 以上，完整包地且要多打地孔（很重要）；射频走线尽量短（不超过 10mm 为宜），尽量圆滑，无突起，比如使用弧线或者泪滴，以防止信号反射。

双面板的射频走线参考设计如图 3-25，模块的射频信号通过 PCB 走线连接 GSC 射频连接器，然后通过射频线缆连接天线。模块射频走线部分的正下方，不能有任何其它走线，否则会造成射频干扰。

图 3-25 射频走线示意图



注意

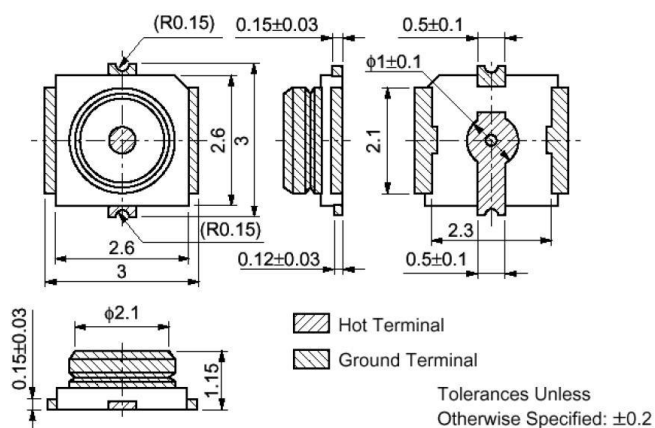
对于电磁环境比较恶劣或者静电防护要求高的设计，建议在天线接口中增加 ESD 防护二极管。必须选用超低结电容的 ESD 防护二极管（例如 Semtech 公司的 RCLAMP0521P 或者 Infineon 公司的 ESD5V3U1U），其结电容不得超过 0.5pF，否则会影响射频回路的阻抗特性，而且对射频信号会造成旁路衰减。

对于模块射频相关元器件的布局以及射频信号的走线，应注意远离高速电路、开关电源、电源变压器、大电感和时钟电路等。

3.7.2 推荐的射频连接方式

如果模块天线采用射频线缆的连接方式，建议使用 Murata（村田）公司的 GSC 射频连接器，推荐型号为 MM9329-2700RA1，封装如图 3-26。

图 3-26 村田射频连接器封装



另外射频线缆也可通过焊接的方式与模块连接，但一定要保证焊接的充分性，防止线损过大影响到模块的射频性能，两种连接方式的效果图如图 3-27 所示。

图 3-27 模块射频线缆的连接方式



4 电气特性及可靠性

4.1 电气特性

表 4-1 相关电气特性

参数		最小值（极限）	典型值	最大值（极限）
VBAT	V _{in}	3.5V	3.9V	4.3V
	I _{in}	/	/	2A
VCCIO	V _{out}	/	2.8V	/
	I _{out}	/	/	50mA
DIO	V _{out}	2.3V	2.8V	3.1V
	I _{out}	/	/	4mA
	V _{in}	-0.3V	0V	0.6V
	I _{in}	/	/	22.5μA



注意

VBAT 电压过低可能会导致模块无法正常开机，过高或开机瞬间的过冲有可能会对模块造成永久性损坏。

在使用 LDO 或 DC-DC 给模块供电时，需要保证其最小输出电流不小于 2A。

4.2 温度特性

表 4-2 温度特性

模块状态	最小值	典型值	最大值
工作	-40℃	25℃	85℃
存储	-45℃		90℃



说明

当实际工作温度超过模块允许的工作温度范围时，模块的一些射频性能（例如频率误差或相位误差）可能会恶化，但对模块的正常使用不会有太大影响。

4.3 电流特性

表 4-3 电流特性

参数	测试条件	测试结果（平均电流）	
测试电压	程控电源（Agilent）3.9V 供电	/	
待机模式（Idle）	设定仪器，模块上电开机后，不做任何操作	18mA	
关机漏电流	模块上电不开机或使用软件指令关机	60 μ A	
平均找网电流	设定仪器，模块开机，直到模块注册到仪器	60mA	
休眠（Sleep）模式	现网下，模块正常注册上网络，模块进入休眠	1.8mA	
	仪表下，设置好仪表（DRX=9）	992 μ A	
语音业务	全速率模式，最大功率等级	GSM850	210mA
		EGSM900	200mA
		DCS1800	135mA
		PCS1900	140mA
数据业务（class 12）	4TX, 1RX（4Up/1Down）	GSM850	425mA
		EGSM900	422mA
		DCS1800	260mA
		PCS1900	275mA
	1TX, 4RX（1Up/4Down）	GSM850	200mA
		EGSM900	185mA
		DCS1800	155mA
		PCS1900	140mA

说明

以上数据为模块在实验室测试所得，由于模块硬件的差异电流参数可能会略有差异。另外，对于同一台仪器，设置不同或测试方法不同也可能得到不同的测试结果。

4.4 ESD 保护

由于电子产品一般需要进行严格的 ESD 测试，以下是模块主要管脚的静电防护能力，用户相关产品设计时需要根据产品的应用行业，增加相应的 ESD 防护，以保证产品质量。

湿度：45%，温度：25 $^{\circ}$ C

表 4-4 ESD 特性

测试点	接触放电	空气放电
VBAT	±8KV	±15KV
GND	±8KV	±15KV
ANT	±8KV	±15KV
屏蔽盖	±8KV	±15KV
RXD/TXD	±4KV	±8KV
MIC/EAR	±4KV	±8KV
其它	±4KV	±8KV

5 射频特性

5.1 工作频段

表 5-1 工作频段

工作频段	Uplink	Downlink
GSM850	824~849MHz	869~894MHz
EGSM900	880~915MHz	925~960MHz
DCS1800	1710~1785MHz	1805~1880MHz
PCS1900	1850~1910MHz	1930~1990MHz

5.2 发射功率

表 5-2 发射功率（GSM850&EGSM900）

功率等级（PCL）	正常发射功率	极限范围
5	33dBm	±2 dBm
6	31dBm	±3dBm
7	29 dBm	±3dBm
8	27 dBm	±3dBm
9	25 dBm	±3dBm
10	23 dBm	±3dBm
11	21 dBm	±3dBm
12	19 dBm	±3dBm
13	17 dBm	±3dBm
14	15 dBm	±3dBm
15	13 dBm	±5dBm
16	11 dBm	±5dBm
17	9 dBm	±5dBm
18	7 dBm	±5dBm
19	5 dBm	±5dBm

表 5-3 发射功率 (DCS1800&PCS1900)

功率等级 (PCL)	正常发射功率	极限范围
0	30 dBm	±2 dBm
1	28 dBm	±3dBm
2	26 dBm	±3dBm
3	24 dBm	±3dBm
4	22 dBm	±3dBm
5	20 dBm	±3dBm
6	18 dBm	±3dBm
7	16 dBm	±3dBm
8	14 dBm	±3dBm
9	12 dBm	±3dBm
10	10 dBm	±4Bm
11	8 dBm	±4Bm
12	6 dBm	±4Bm
13	4 dBm	±4dBm
14	2 dBm	±5dBm
15	0 dBm	±5 dBm

5.3 接收灵敏度

表 5-4 接收灵敏度

频段	典型
GSM800&EGSM900	<-107 dBm
DCS1800&PCS1900	<-107 dBm

说明

模块的发射功率及接收灵敏度都是在实验室连接射频综测仪 (例如 CMU200、CWM500 或 Agilent8960) 进行传导测试得到。

6 装配与包装

6.1 装配

M660 采用 28 Pin 邮票孔 LCC 封装，SMD 焊接方式进行装配。

6.2 包装

由于 M660 模块采用 SMD 方式进行过炉焊接，为了防止产品受潮，采用了防潮包装。

模块拆包装后，如果长期暴露在空气中，模块会受潮，在进行回流焊或实验室焊接的过程中，可能会导致模块损坏。建议长期暴露在空气中的模块再次使用时，必须进行烘烤，烘烤条件根据受潮情况而定，建议不低于为 90°C/12 小时。

关于 M660 的存储、贴片注意事项，请参考《有方模块贴片回流焊生产建议》。

7 缩略语

ADC	Analog-Digital Converter	模数转换
AFC	Automatic Frequency Control	自动频率控制
AGC	Automatic Gain Control	自动增益控制
AMR	Acknowledged multirate (speech coder)	自适应多速率
CSD	Circuit Switched Data	电路交换数据
CPU	Central Processing Unit	中央处理单元
DAI	Digital Audio interface	数字音频接口
DAC	Digital-to-Analog Converter	数模转换
DCE	Data Communication Equipment	数据通信设备
DSP	Digital Signal Processor	数字信号处理
DTE	Data Terminal Equipment	数据终端设备
DTMF	Dual Tone Multi-Frequency	双音多频
DTR	Data Terminal Ready	数据终端准备好
EFR	Enhanced Full Rate	增强型全速率
EGSM	Enhanced GSM	增强型 GSM
EMC	Electromagnetic Compatibility	电磁兼容
EMI	Electro Magnetic Interference	电磁干扰
ESD	Electronic Static Discharge	静电放电
ETS	European Telecommunication Standard	欧洲通信标准
FDMA	Frequency Division Multiple Access	频分多址
FR	Full Rate	全速率
GPRS	General Packet Radio Service	通用分组无线业务
GSM	Global Standard for Mobile Communications	全球移动通信系统
HR	Half Rate	半速率
IC	Integrated Circuit	集成电路
IMEI	International Mobile Equipment Identity	国际移动设备标识
LCD	Liquid Crystal Display	液晶显示器
LED	Light Emitting Diode	发光二极管

MS	Mobile Station	移动台
PCB	Printed Circuit Board	印刷电路板
PCS	Personal Communication System	个人通信系统
RAM	Random Access Memory	随机访问存储器
RF	Radio Frequency	无线频率
ROM	Read-only Memory	只读存储器
RMS	Root Mean Square	均方根
RTC	Real Time Clock	实时时钟
SIM	Subscriber Identification Module	用户识别卡
SMS	Short Message Service	短消息服务
SRAM	Static Random Access Memory	静态随机访问存储器
TA	Terminal adapter	终端适配器
TDMA	Time Division Multiple Access	时分多址
UART	Universal asynchronous receiver-transmitter	通用异步接收/发送器
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio	电压驻波比