



AMOITECH AG3 GSM/GPRS 模块 硬件指南

Rev. 1.2
2016/11/8

文档名称	AMOITECH AG3 GSM/GPRS 模块 硬件指南
版本	1.2
日期	2016/11/8
文档控制号	<AG3 模块硬件指南>_R1.2
状态	Release

前言

感谢使用夏新科技提供的 AG3 系列模块。本产品具有标准 AT 命令接口，可以提供 GSM 语音、短消息等业务。使用前请仔细阅读用户手册，您将领略其完善的功能和简洁的操作方法。

此模块主要用于语音或者数据通讯，本公司不承担由于用户不正常操作造成的财产损失或者人身伤害责任。请用户按照手册中的技术规格和参考设计开发相应的产品。同时注意使用移动产品特别是 GSM 产品应该关注的一般安全事项。

在未声明之前，本公司有权根据技术发展的需要对本手册内容进行修改。

版权声明

本手册版权属于夏新科技有限责任公司，任何人未经我公司书面同意复制、引用或者修改本手册都将承担法律责任。

目录

目录	2
表格索引.....	5
图片索引.....	6
1 序	7
2 模块综述	7
2.1 模块主要特性	7
2.2 工作模式.....	10
2.3 模块功能框图	11
3 模块封装	12
3.1 引脚分布图	12
3.2 模块引脚描述	13
3.3 模块机械尺寸	15
4 应用接口	17
4.1 电源供电.....	17
4.1.1 概述	17
4.1.2 VBAT 接口	18
4.1.3 VDD_EXT 接口	20
4.1.4 电源电压检测	21
4.2 控制信号接口	21
4.2.1 概述	21
4.2.2 PWRKEY 和 RESET 管脚	21
4.3 省电模式.....	25
4.3.1 最少功能模式.....	25
4.3.2 睡眠模式（慢时钟模式）	26
4.3.3 睡眠唤醒.....	26
4.4 Debug 接口.....	26
4.5 串口	27
4.5.1 概述	27
4.5.2 串口功能.....	28
4.5.3 串口连接方式	29
4.5.4 串口应用.....	29
4.5.5 软件升级.....	31
4.6 RI 电平状态	32
4.7 SIM 卡接口.....	33

4.7.1	概述	33
4.7.2	SIM 卡接口推荐电路	33
4.7.3	SIM 卡设计注意事项	34
4.8	音频接口	35
4.8.1	概述	35
4.8.2	防止 TDD 噪声和其他噪声	36
4.8.3	音频参考电路	36
4.9	天线接口	37
5	射频特性	38
5.1	概述	38
5.2	工作频率	38
5.3	传导射频测量	38
5.3.1	测量环境	38
5.3.2	测试标准	38
5.4	传导射频特性	39
5.4.1	传导接收灵敏度	39
5.4.2	传导发射功率	39
5.5	天线设计要求	40
5.5.1	天线指标	40
5.5.2	干扰源	41
5.5.3	GSM 天线设计要求	41
5.6	天线接口的 ESD 防护	42
6	电气和可靠性特性	43
6.1	概述	43
6.2	极限工作条件	43
6.3	工作和存储环境	43
6.4	电气规范应用接口	44
6.5	电源特性	44
6.5.1	输入电源	44
6.5.2	功耗	44
6.6	可靠性特性	45
6.7	EMC 和 ESD 特性	48
7	机械特性	50
7.1	概述	50
7.2	存储要求	50
7.3	潮敏特性	50

7.4	包装要求.....	51
7.5	组装工艺.....	52
7.5.1	钢网设计.....	52
7.5.2	回流曲线.....	52
8	附录.....	53
9	联系我们	56

表格索引

表 1：模块主要特性	7
表 2：编码格式和最大网络数据速率	9
表 3：工作模式	10
表 4：模块引脚描述	13
表 5：电源接口管脚定义	17
表 6：推荐的齐纳二极管型号	19
表 7：开关机和复位接口管脚定义	21
表 8：AT+CFUN 不同设置下的耗流(BS-PA-MFRMS=5)	25
表 9：Debug 接口管脚定义	26
表 10：UART0 接口管脚定义	27
表 11：RI 信号线电平状态	32
表 12：SIM 卡接口定义表	33
表 13：音频接口定义表	35
表 14：语音输出电气特性	35
表 15：AG3 模块 RF 频段	38
表 16：AG3 传导接收灵敏度	39
表 17：AG3 传导发射功率	39
表 18：AG3 模块天线设计指标	41
表 19：AG3 模块极限应用条件表	43
表 20：AG3 模块工作及存储温度表	43
表 21：AG3 模块应用接口的电气特性（VPAD=引脚电压）	44
表 22：AG3 模块输入电源要求	44
表 23：AG3 模块功耗（关机模式、待机模式、空闲模式）	44
表 24：AG3 模块功耗（GPRS 模式）	45
表 25：AG3 模块机械可靠性测试条件及结果	45
表 26：AG3 模块机械可靠性测试条件及结果	50
表 27：回流工艺参数表	52
表 28：相关文档	53
表 29：术语和解释	54

图片索引

图 1 功能框图	11
图 2 模块引脚图（顶视图）	12
图 3 三维尺寸（单位：mm）	15
图 4 推荐 PCB 封装尺寸（单位：mm）	16
图 5 突发时 VBAT 的跌落	18
图 6 VBAT 输入参考电路	19
图 7 LDO 供电参考电路	20
图 8 DC2DC 供电参考电路	20
图 9 PWRKEY 管脚连接示意电路图	22
图 10 开机时序图—VBAT 上电后，2.6s 以内拉低 PWRKEY 1S 以上	23
图 11 开机时序图—VBAT 上电后，2.6s 以后拉低 PWRKEY 1S 以上	23
图 12 关机时序图	24
图 13 串口连接方式示意图	29
图 14 电阻分压电路	29
图 15 二极管隔离电路	30
图 16 RX 连接电路	31
图 17 TX 连接电路	31
图 18 SIM 卡座参考电路	34
图 19 MIC 参考电路	36
图 20 听筒参考电路	37
图 21 射频参考电路	37
图 22 天线接口 ESD 防护推荐电路	42
图 23 托盘示意图	51
图 24 回流曲线	52

1 序

本文档描述了模块的硬件应用接口，包括相关应用场合的电路连接以及射频接口等。可以帮助用户快速的了解模块的接口定义、电气性能和结构尺寸的详细信息。结合本文档和其他的应用文档，用户可以快速的使用模块来设计移动通讯应用方案。

2 模块综述

AG3 模块可支持 2 频，工作的频段为: EGSM900/DCS1800。

模块的尺寸只有 23.6*19.9*2.7 mm，几乎可以满足所有用户应用中的对空间尺寸的要求。

模块和用户的物理接口为 40 脚的焊盘，提供了模块的所有硬件接口。

- 一路全功能串口
- 一路调试串口，可根据需求配置成第二路串口
- 音频接口，包含一路麦克风输入和一路受话器输出
- 可编程的通用输入输出接口（GPIO）
- 一路 SIM 卡接口

2.1 模块主要特性

表 1：模块主要特性

产品特性	描述
物理特性	尺寸：23.6 mm x 19.9 mm x 2.7 mm
工作频段	支持 GSM 2 频，符合 GSM Phase 2/2+ GSM/GPRS：900 MHz/1800 MHz
发射功率	● Class 4 (2W)：EGSM900 ● Class 1 (1W)：DCS1800
工作温度	正常工作温度：-20°C ~ +70°C 极限工作温度 ^[1] ：-30°C ~ +80°C
存储温度	-40°C ~ +90°C
工作电压	DC 3.3 V ~ 4.2 V (典型值 3.8 V)
功耗（3.8 V 下测试）	关机漏电流：240 μA
	休眠平均电流：< 3.0 mA
	GPRS class 12（最大值）：I _{typical} =350 mA

应用接口	SIM 卡接口 (3.0 V 和 1.8 V)
	1 路模拟语音接口
	UART0 接口 (支持 8 线串口) 和 UART1 接口 (支持 2 线串口)
	开机/关机接口
	硬件复位接口
天线接口	天线焊盘
短消息业务	支持新短信提醒、短信接收、短信发送
	支持短信管理：读取短信、删除短信、存储状态、短信列表
	支持 Text 和 PDU 模式
	短消息 (SMS) 存储设备：内置 SIM 卡
GPRS 数据特性	GPRS 移动台等级 B
	GPRS CLASS 12
	编码方式 CS1 , CS2 , CS3 , CS4
	最大下行传输速率：85.6 Kbps
	最大上行传输速率：85.6 Kbps
	支持通常用于 PPP 连接的 PAP (密码验证协议) 协议
	支持 PBCCH
	支持非结构化补充数据业务 (USSD)
音频特性	内嵌 PPP/ TCP/ UDP/ HTTP/ FTP/ SMTP/ MUX 协议，支持多 Socket 链接
	语音编码模式： ● 半速率(ETS 06.20) ● 全速率(ETS 06.10) ● 增强型全速率(ETS 06.50 / 06.60 / 06.80) ● 自适应多速率(AMR) ● 回音消除 ● 噪声抑制

串口	主串口： ● 支持标准的全功能串口 ● 传输速率支持从 1200bps 到 115200bps ● 可以通过串口发送 AT 命令和 GPRS 数据 ● 支持 RTS/CTS 硬件流控，并且可以通过软件打开或者关闭流控功能 ● 支持符合 GSM 07.10 协议的串口复用功能 ● 支持从 9600bps 到 115200bps 的自动波特率检测功能 ● 固件升级 从串口： ● 仅用于软件调试 ● 可配置成第二路串口，需要请联系我司
通讯录管理	支持类型：SM，ME，FD，ON，MT
认证信息	CCC (China Compulsory Certification) RoHS (Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances)



说明

- [1]当模块工作于此温度范围，可能发生偏离 GSM 规范的现象，例如频偏和相位误差会增加，但是不会掉线。

表 2：编码格式和最大网络数据速率

编码格式	1 个时隙	2 个时隙	4 个时隙
CS-1	9.05kbps	18.1kbps	36.2kbps
CS-2	13.4kbps	26.8kbps	53.6kbps
CS-3	15.6kbps	31.2kbps	62.4kbps
CS-4	21.4kbps	42.8kbps	85.6kbps

2.2 工作模式

下表简要介绍了后续章节将要提到的多种工作模式。

表 3：工作模式

模式	功能
正常工作	GSM/GPRS 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 空闲 软件正常运行，模块已经注册到 GSM 网络上,并可以随时发送和接收数据。
	GSM 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 待机 模块随时准备着 GPRS 数据传输,但是当前没有发送或接收数据。这种情况下，功耗取决于网络状况和 GPRS 配置。
	GPRS 数据传输 GPRS 数据正在传输中(PPP 或者 TCP 或者 UDP)。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 GPRS 配置(例如：使用多时隙配置)。
关机模式	通过“AT+QPOWD=1”命令或使用 PWRKEY 引脚关机。此时，模块内部的各部分电源会被关闭，仅保留 RTC 供电。软件也停止运行。串口不可用。VBAT 上的电源要继续存在。
最小功能模式	在不断电的情况下，可以使用“AT+CFUN”命令把模块配置成最小功能模式。在这种情况下，模块的 RF 部分或者 SIM 卡部分不工作，或者 RF 部分和 SIM 卡部分都不工作，但串口仍可以使用，此时功耗非常低。

2.3 模块功能框图

下图列出了模块的主要功能部分：

- GSM 基带
- GSM 射频
- 天线接口
- 其他接口

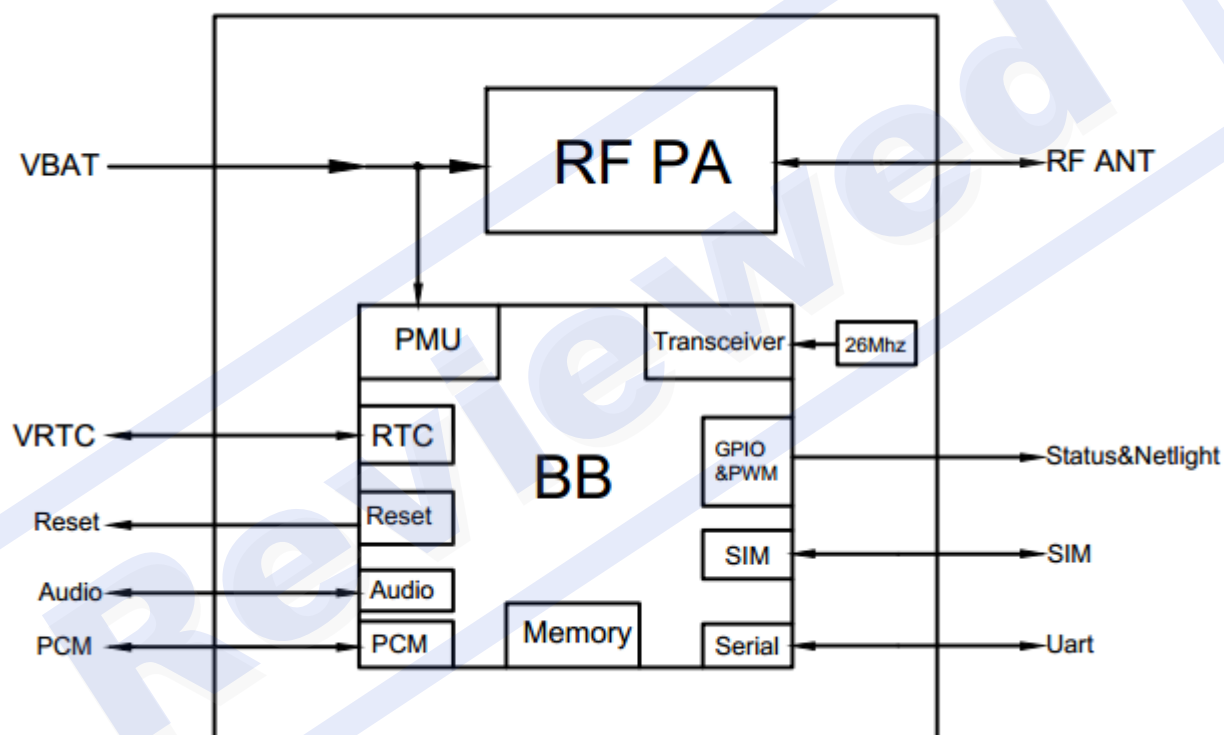


图 1 功能框图

3 模块封装

AG3 模块采用 LCC 封装，40 个 SMT 焊盘管脚，后续章节详细阐述了以下接口的功能：

- 电源供电
- 开关机
- 省电技术
- 串口
- 音频接口
- SIM 卡接口
- RI 接口

3.1 引脚分布图

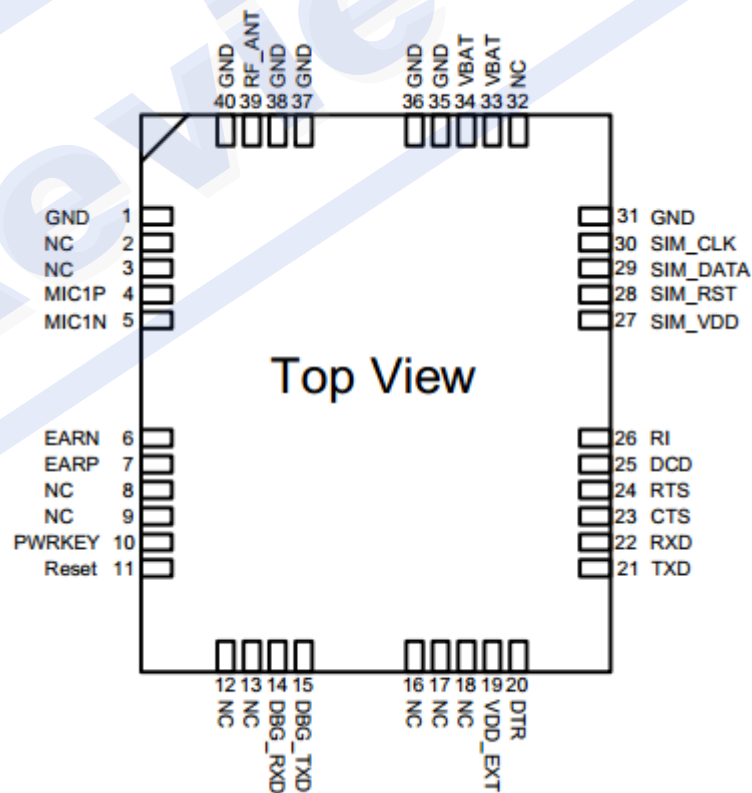


图 2 模块引脚图（顶视图）

3.2 模块引脚描述

表 4：模块引脚描述

管脚号	信号名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)
1	GND	GND	地	-	-	-	-
2	NC	-	悬空	-	-	-	-
3	NC	-	悬空	-	-	-	-
4	MIC1P	AI	第一路语音输入的正极	-	-	-	-
5	MIC1N	AI	第一路语音输入的负极	-	-	-	-
6	EARN	AO	第一路语音输出的负极	-	-	-	-
7	EARP	AO	第一路语音输出的正极	-	-	-	-
8	NC	-	悬空	-	-	-	-
9	NC	-	悬空	-	-	-	-
10	PWRKEY	I	开机/关机控制	V_{IH}	-	VBAT (内部上拉)	-
				V_{IL}	0	-	0.4
11	RESET	I	硬件复位	V_{IH}	-	2.9	-
				V_{IL}	0	-	0.4
12	NC	-	悬空	-	-	-	-
13	NC	-	悬空	-	-	-	-
14	DBG_RXD	I	用于调试串口接收端	V_{IH}	2.07	2.95	3.15
				V_{IL}	0	-	0.88
15	DBG_TXD	O	用于调试串口发送端	V_{IH}	2.66	2.95	3.15
				V_{IL}	0	-	0.29
16	NC	-	悬空	-	-	-	-
17	NC	-	悬空	-	-	-	-
18	NC	-	悬空	-	-	-	-
19	VDD_EXT	PO	对外电源输出	-	-	2.9	-
20	DTR	I	第一路串口数据终端就绪	V_{IH}	2.03	2.90	3.10
				V_{IL}	0	-	0.87

21	TXD	O	第一路串口数据发送端	V _{OH}	2.61	2.90	3.10
				V _{OL}	0	-	0.29
22	RXD	I	第一路串口数据接收端	V _{IH}	2.03	2.90	3.10
				V _{IL}	0	-	0.87
23	CTS	O	第一路串口清除发送	V _{OH}	2.61	2.90	3.10
				V _{OL}	0	-	0.29
24	RTS	I	第一路串口请求发送	V _{IH}	2.03	2.90	3.10
				V _{IL}	0	-	0.87
25	DCD	O	第一路串口载波检测	V _{OH}	2.61	2.90	3.10
				V _{OL}	0	-	0.29
26	RI	O	第一路串口振铃指示	V _{OH}	2.61	2.90	3.10
				V _{OL}	0	-	0.29
27	SIM_VDD	O	SIM 卡电源	-	-	1.90/3.00	-
28	SIM_RST	O	SIM 卡复位	V _{OH}	1.71/2.70	1.90/3.00	-
				V _{OL}	0	-	0.19/0.30
29	SIM_DATA	I/O	SIM 卡数据	V _{OH}	1.71/2.70	1.90/3.00	-
				V _{OL}	0	-	0.19/0.30
				V _{IH}	1.33/2.10	1.90/3.00	-
				V _{IL}	0	-	0.57/0.90
30	SIM_CLK	O	SIM 卡时钟	V _{OH}	1.71/2.70	1.90/3.00	-
				V _{OL}	0	-	0.19/0.30
31	GND	GND	地	-	-	-	-
32	NC	-	悬空	-	-	-	-
33	VBAT	PI	电源供电输入	-	3.30	3.80	4.20
34	VBAT	PI	电源供电输入	-	3.30	3.80	4.20
35	GND	GND	地	-	-	-	-
36	GND	GND	地	-	-	-	-
37	GND	GND	地	-	-	-	-
38	GND	GND	地	-	-	-	-
39	RF_ANT	-	RF 天线接口	-	-	-	-
40	GND	GND	地	-	-	-	-



- I 表示数字信号输入管脚；O 表示数字信号输出管脚；I/O 表示数字信号输入/输出管脚；AI 表示模拟信号输入管脚；AO 表示模拟信号输出管脚；PI 表示电源输入管脚；PO 表示电源输出管脚。
- V_{IL} 表示低电平输入电压； V_{IH} 表示高电平输入电压； V_{OL} 表示低电平输出电压； V_{OH} 表示高电平输出电压。
- NC 在模块内部悬空，建议客户做悬空处理。
- Reserved 在模块内部有连接，建议客户做悬空处理。

3.3 模块机械尺寸

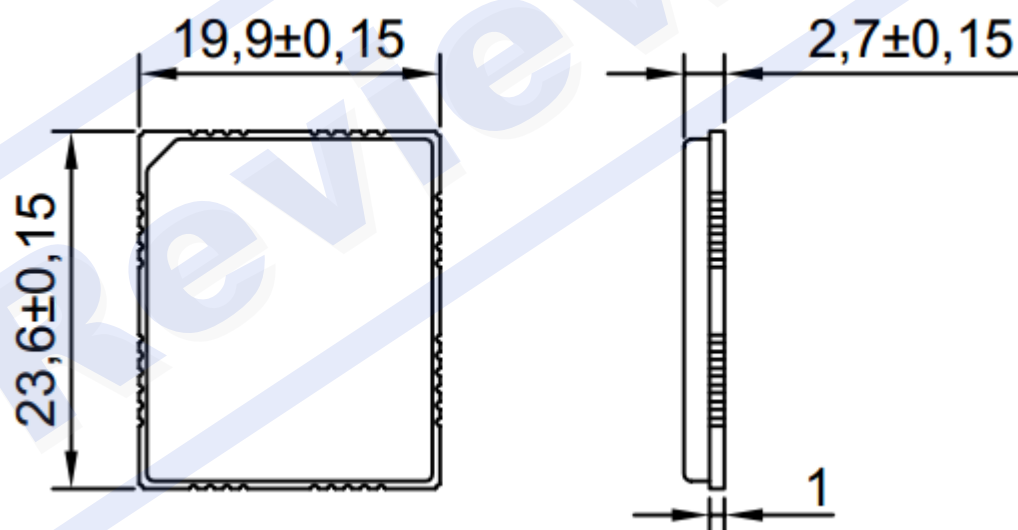


图 3 三围尺寸 (单位 : MM)

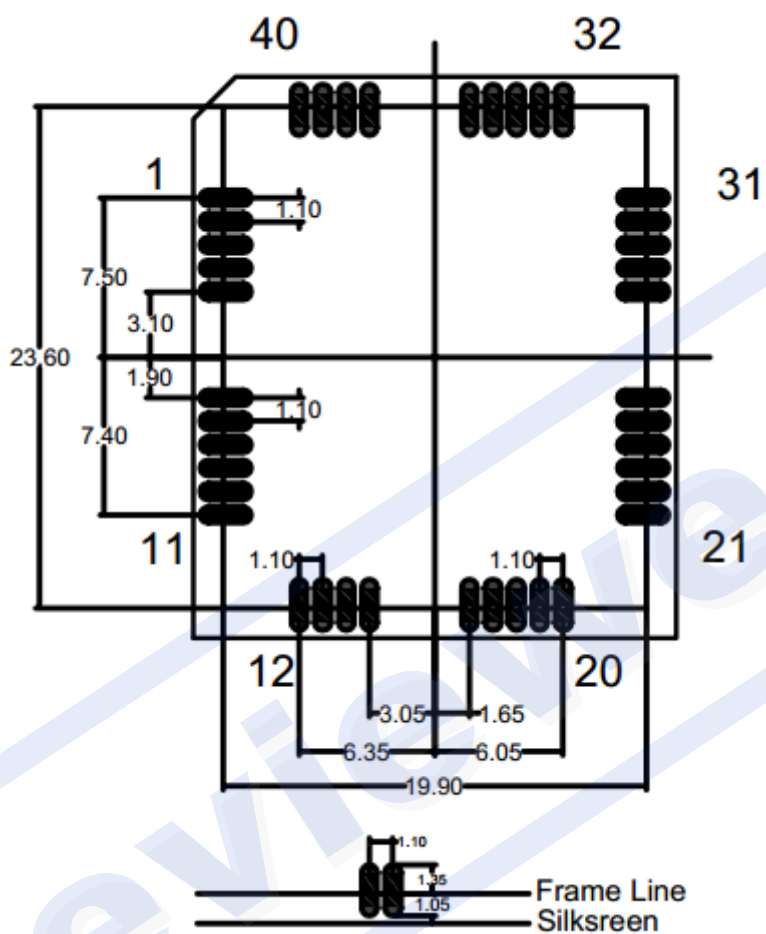


图 4 推荐 PCB 封装尺寸 (单位：MM)

4 应用接口

4.1 电源供电

4.1.1 概述

AG3 模块 LCC 接口的电源部分主要包含：

- 模块供电电源 VBAT 接口
- 对外电源输出 VDD_EXT 接口

电源接口管脚定义如表 5 所示：

表 5：电源接口管脚定义

管脚号	信号名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)
33, 34	VBAT	PI	电源供电输入	-	3.30	3.80	4.20
19	VDD_EXT	PO	对外电源输出	-	-	2.9	-
1, 31, 35, 36, 37, 38, 40	GND	GND	地	-	-	-	-

4.1.2 VBAT 接口

AG3 模块正常工作时需要通过 VBAT 管脚来供电，供电电源电压输入范围为 3.3V ~ 4.2V（典型值 3.8V）。40 pin LCC 接口为外部供电电源输入提供 2 个 VBAT 管脚和 7 个 GND 管脚，AG3 模块在正常使用时，需保证全部管脚都有效连接。

4.1.2.1 模块供电特性

在 GSM/GPRS 模块应用设计中，电源设计是很重要的一部分。由于 GSM 发射时每隔 4.615ms 会有一个持续 577us（即 1/8 的 TDMA 周期（4.615ms））的突发脉冲。在突发脉冲阶段内，电源必须能够提供高的峰值电流，保证电压不会跌落到模块最低工作电压。

对于 AG3 模块，在最大发射功率等级下模块的峰值电流会达到 1.6A，这会引起 VBAT 端电压的跌落。为确保模块能够稳定正常工作，建议模块 VBAT 端的最大跌落电压不应超过 400mV【注：VBAT 在任何情况下供电电源电压的跌落不能低于 3.3V】，否则可能会引起模块重启等异常情况。

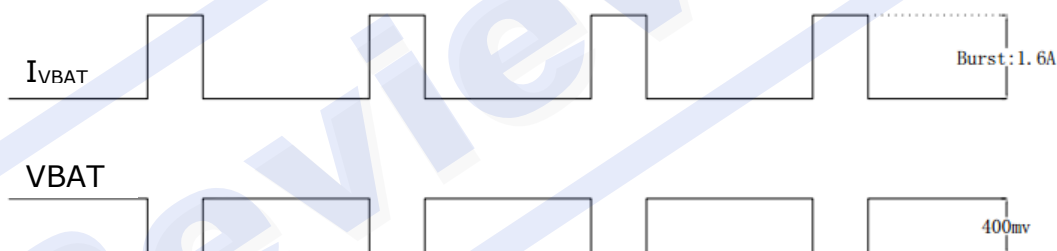


图 5 突发时 VBAT 的跌落

4.1.2.2 模块供电参考电路

对于外部供电电源，推荐使用电流输出能力大于 2.0A 的 LDO 或开关电源，建议靠近 VBAT 使用一个大电容稳压，推荐使用 100 μ F 钽电容 (C₁，ESR=0.7 欧)和一个 100nF 的陶瓷电容 (C₂) 并联。增加并联的 33PF (C₃) 和 10PF (C₄) 电容可以有效去除高频干扰。同时为防止浪涌对芯片的损坏，建议在模块 VBAT 引脚使用一个 5.1V/500mW 的齐纳二极管。PCB 布局时，电容和二极管应尽可能靠近模块的 VBAT 引脚。

此外，建议尽量缩短 VBAT 的走线且足够宽，减小 VBAT 走线的等效阻抗，确保在最大发射功率时大电流下不会产生太大的电压跌落。建议 VBAT 走线宽度不少于 2mm，并且走线越长，线宽越宽。

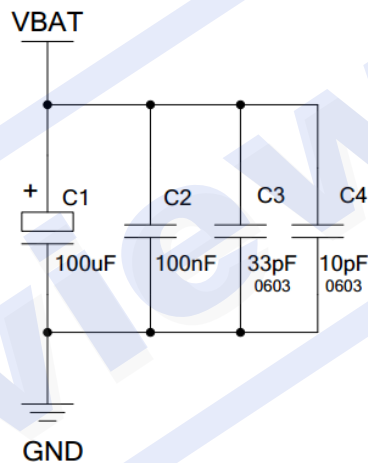


图 6 VBAT 输入参考电路

表 6：推荐的齐纳二极管型号

	厂家	料号	功率	封装
1	Onsemi	MMSZ5231BT1G	500mW	SOD123
2	长电科技	MMSZ5231B	500mW	SOD123
3	Prisemi	PZ3D4V2H	500mW	SOD323
4	Prisemi	PZ5D4V2H	500mW	SOD523
5	Vishay	MMSZ4689-V	500mW	SOD123
6	Crownpo	CDZ55C5V1SM	500mW	0805

DC 输入电压为+5V，使用 LDO 供电的推荐电路如下图所示：

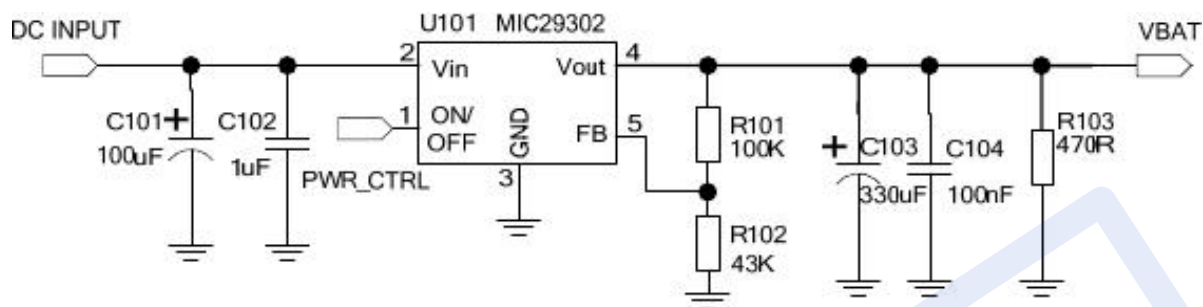


图 7 LDO 供电参考电路

如果输入（DC）和输出（VBAT）的压差很大，建议采用开关稳压器。尤其是在当模块突发时电流达到 2A 的情况下，开关稳压器效率优势明显。下图是 DC-DC 供电参考设计电路。

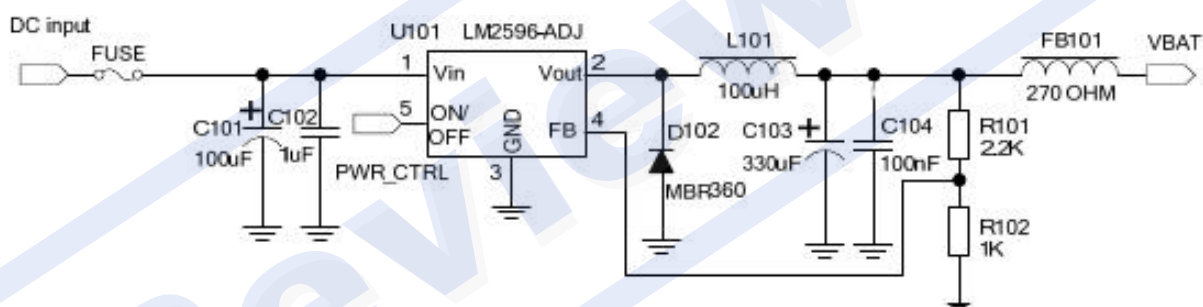


图 8 DC2DC 供电参考电路

客户可以直接用 3.7V 的锂离子电池给模块供电，也可以使用镍镉或者镍锰电池给模块供电，但请注意镍镉或者镍锰电池最大电压不能超过模块的最大允许电压，否则会损坏模块。当使用电池时，VBAT 引脚和电池之间的阻抗应当小于 150mΩ。

4.1.3 VDD_EXT 接口

VDD_EXT 接口可对外提供 2.9V 供电电压，输出电流为 10mA（典型值），可以用于外部电平转换或者其他应用。如果用户不使用 VDD_EXT 管脚，可以将该管脚悬空。

4.1.4 电源电压检测

使用“AT+CBC”命令来监测电源电压。

在正常操作模式下，电压值以一定的间隔连续测量。AT+CBC 命令所得到的值是该命令执行前的一段测试时间内所测的电压平均值。

关于 AT+CBC 的详细信息请参考文档【1】。

4.2 控制信号接口

4.2.1 概述

AG3 模块 LCC 接口控制信号包括：

- 开/关机接口信号 PWRKEY
- 硬件复位接口信号 RESET

表 7：开关机和复位接口管脚定义

管脚号	信号名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)
10	PWRKEY	I	开机/关机控制	V_{IH}	-	VBAT (内部上拉)	-
				V_{IL}	0	-	0.4
11	RESET	I	硬件复位	V_{IH}	-	2.9	-
				V_{IL}	0	-	0.4

4.2.2 PWRKEY 和 RESET 管脚

PWRKEY 管脚用于实现开/关机功能。当 PWRKEY 管脚低电平持续时间 1s 以上即可开机；开机后，如果再次将 PWRKEY 管脚电平拉低 1s ~ 2s，即可启动关机。

RESET 管脚用于实现模块硬件复位。通过拉低 RESET 管脚超过 10ms 后，模块启动硬件复位。当硬件复位完成后，软件启动开机流程，开机后软件会根据实际设置情况上报相关信息，如 AT 命令会主动上报 URC 信息“RDY”，详细信息请参考文档【1】。

4.2.2.1 连接示意电路图

RESET、PWRKEY 信号比较敏感，建议用户在靠近 LCC 模块的 RESET 和 PWRKEY 管脚处增加 10nF 电容进行滤波处理。此外用户在接口板 PCB 上走线时，长度建议不超过 20mm，同时与板边缘至少有 2.54mm (100mil) 的距离，并且进行包地处理，否则可能会因干扰等原因导致模块异常。

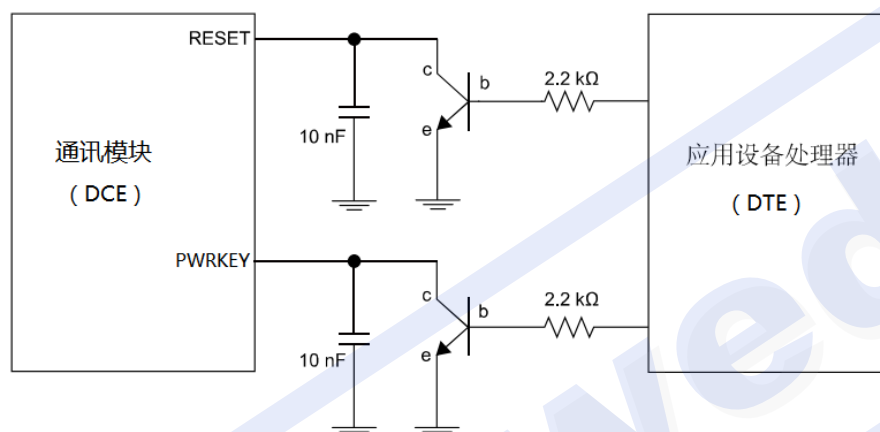


图 9 PWRKEY 管脚连接示意电路图



说明

- PWRKEY 信号的电平与 VBAT (3.3V ~ 4.2V) 保持一致。客户使用 PWRKEY 引脚时需要做电平转换。

4.2.2.2 开机时序

AG3 模块可以通过 PWRKEY 进行开机，开机后软件会根据实际设置情况上报相关信息，如 AT 命令会主动上报 URC 信息 “RDY”。此时对外供电 VDD_EXT 接口开启，可提供 2.9V 供电电压。

注意：

- 请确保模块在推荐的工作电压范围和工作温度下开机，否则可能造成模块的损坏或者工作异常。
- 模块对外的任何应用接口的上电时间不得先于模块的开机时间。

VBAT 电压稳定 250ms 后，才可以拉低 PWRKEY 信号。将 PWRKEY 拉低 1s 以上，模块即可开机。

模块上电后，系统会自动进行芯片级和平台的初始化，初始化之后开始检测 PWRKEY 是否被拉低。如果检测到 PWRKEY 拉低时间大于 1s，模块正常开机。如果检测到 PWRKEY 未被拉低或者拉低时间小于 1s，模块开机失败，进入关机流程。

图 10 开机时序图—VBAT 上电后，2.6s 以内拉低 PWRKEY 1S 以上

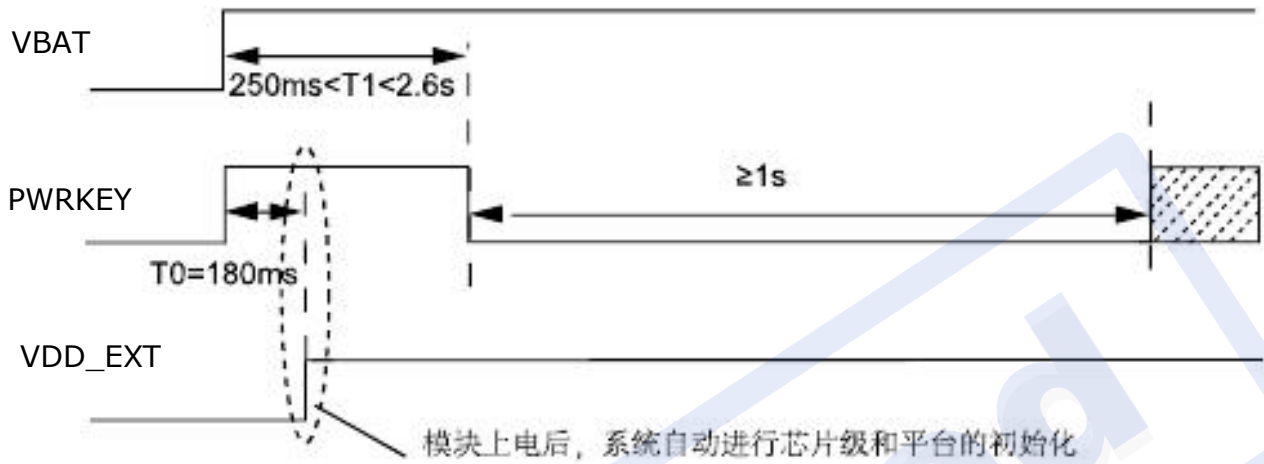
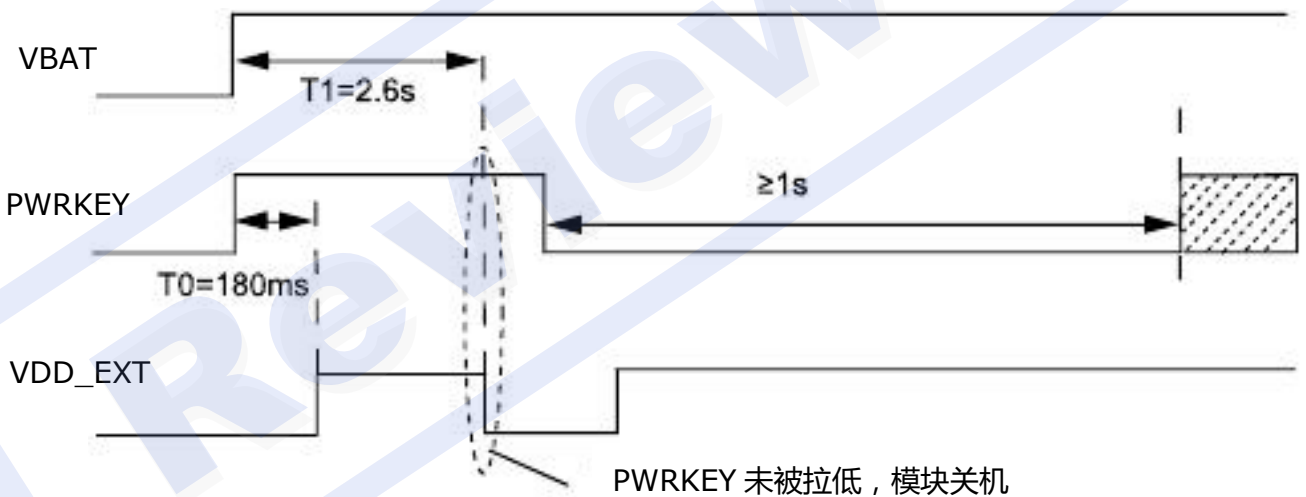


图 11 开机时序图—VBAT 上电后，2.6s 以后拉低 PWRKEY 1S 以上



说明

- 模块上电 2.6s 以后，如果未将 PWRKEY 信号拉低，VDD_EXT 将变为低电平。

当开机进程完成，主机将会在模块串口监测到以下字符：

RDY

当模块运行在自适应波特率的时候，URC 不上报字符。

注意：使用 AT 命令 “AT+IPR=X” 可以设置固定波特率，设置固定波特率保存后，再开机的时候 URC 就会上报 “RDY” 字符。关于 AT 命令 “AT+IPR” 的详细信息请参考文档【1】。

4.2.2.3 关机时序

下面是模块的几种关机方法：

- 使用 PWRKEY 引脚关机
- 使用 “AT+QPOWD=1” 命令关机
- 非正常关机：高电压或者低电压自动关机
- 非正常关机：高温或者低温自动关机

关机过程中，模块首先从网络上注销，让内部软件进入安全状态并且保存相关数据，最后关闭内部电源。在最后断电前模块的串口将发送以下字符：

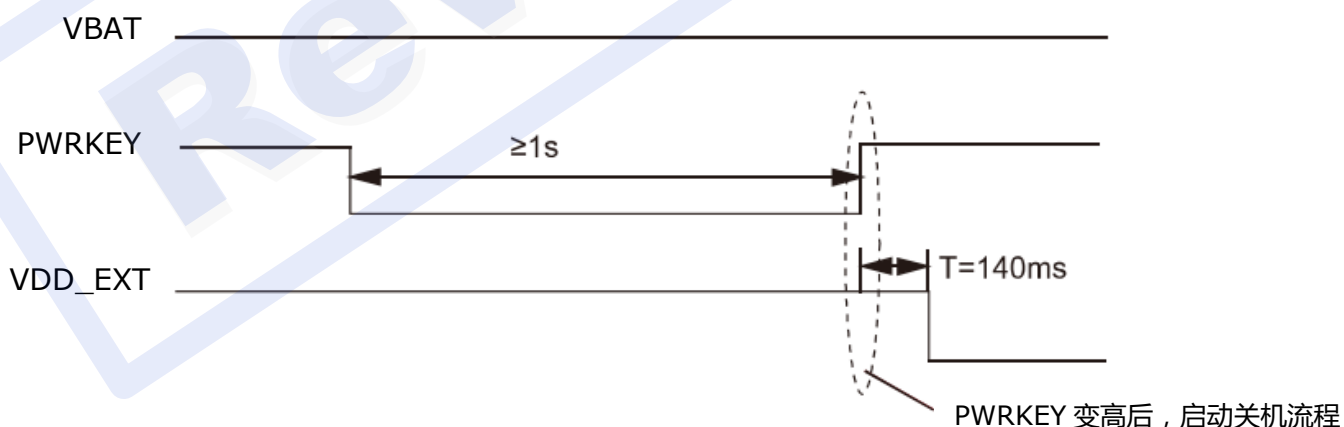
NORMAL POWER DOWN

这之后模块将不会执行 AT 命令。模块进入关机模式，仅 RTC 处于激活状态。关机模式可以通过 VDD_EXT 引脚来检测，在关机模式下此引脚输出为低电平。

关于 AT 命令 “AT+QPOWD” 的详细信息请参考文档【1】。

关机时序如图 12 所示。

图 12 关机时序图



4.3 省电模式

根据系统需求，有两种方式可以使模块进入到低功耗的状态。一种是“AT+CFUN”命令可以使模块进入最少功能状态。另一种是“AT+QSClk=1”并且 DTR 引脚拉高可以使模块切换到睡眠模式。

4.3.1 最少功能模式

最少功能模式就是将模块功能减小到最少，所以也使模块的电流消耗减小到最少。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。

- AT+CFUN=0：最少功能模式；
- AT+CFUN=1：全功能模式(默认)；
- AT+CFUN=4：飞行模式。

设置“AT+CFUN=0”后，模块进入最少功能模式，关闭射频功能和 SIM 卡的功能。在这种情况下，串口仍然可以继续使用，但是与射频和 SIM 卡相关的功能以及部分 AT 命令不能使用。

设置“AT+CFUN=4”后，模块进入飞行模式，关闭射频功能。在这种情况下，模块的串口仍然可以使用，但是与射频相关的功能以及部分 AT 命令不可使用。

当模块进入最小功能模式或者进入飞行模式后，都可以通过命令“AT+CFUN=1”使之返回全功能模式。有关“AT+CFUN”命令详细信息，请参考文档【1】。

表 8：AT+CFUN 不同设置下的耗流(BS-PA-MFRMS=5)

<fun>	耗流(uA) (休眠模式)
0	790.71
1	1307
4	833.25

4.3.2 睡眠模式（慢时钟模式）

模块睡眠功能默认关闭，使用“AT+QSCLK=1”打开该功能。

当“AT+QSCLK=1”设置之后，使用 DTR 管脚允许模块进入或退出睡眠模式。当 DTR 管脚置高，且没有中断产生（如：GPIO 中断或者数据传递发生在串口），模块会自动进入到睡眠模式。睡眠模式下，模块仍然可以接收来电，短信以及 GPRS 下行数据，但是串口不可访问。

当“AT+QSCLK=0”设置之后，模块完全退出睡眠模式，此时无论 DTR 是否有效，模块都不会进入睡眠模式。

注意：模块默认为自适应波特率，当模块第一次开机在没有同步串口波特率的情况下，模块无法进入睡眠。

4.3.3 睡眠唤醒

当模块处于睡眠模式，可以通过以下几种方法唤醒模块。

- 接收到外部中断信号；
- 接收到语音或数据呼叫；
- 接收到短消息（SMS）；
- 拉低 DTR 引脚。

DTR 引脚被拉到低电平大概 50ms 后，串口会变有效。

4.4 Debug 接口

AG3 提供二线的 UART 串口用于调试，要求为这两个信号保留测试点。

表 9：DEBUG 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）
14	DBG_RXD	I	用于调试串口接收端	V _{IH}	2.07	2.95	3.15
				V _{IL}	0	-	0.88
15	DBG_TXD	O	用于调试串口发送端	V _{IH}	2.66	2.95	3.15
				V _{IL}	0	-	0.29

4.5 串口

4.5.1 概述

AG3 模块对外提供一路异步 UART0 (8 线全串口) 通信接口。UART0 支持标准 Modem 握手信号控制方式，通过 UART0 接口与外界进行串行通信和 AT 指令输入。

UART0 主要特性有：

- 全双工
- 7 或 8 bit 数据长度
- 1 或 2 bit 停止位
- 支持奇偶校验
- 系统时钟产生波特率时钟
- 支持 DMA 传输
- 波特率从 9600 bps 到 115.2 Kbps，默认为 115.2 Kbps
- 在 9600 bps 到 115.2 Kbps 之间支持自适应波特率

接口信号定义如表 10 所示。

表 10：UART0 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)
20	DTR	I	第一路串口数据终端就绪	V _{IH}	2.03	2.90	3.10
				V _{IL}	0	-	0.87
21	TXD	O	第一路串口数据发送端	V _{OH}	2.61	2.90	3.10
				V _{OL}	0	-	0.29
22	RXD	I	第一路串口数据接收端	V _{IH}	2.03	2.90	3.10
				V _{IL}	0	-	0.87
23	CTS	O	第一路串口清除发送	V _{OH}	2.61	2.90	3.10
				V _{OL}	0	-	0.29
24	RTS	I	第一路串口请求发送	V _{IH}	2.03	2.90	3.10
				V _{IL}	0	-	0.87
25	DCD	O	第一路串口载波检测	V _{OH}	2.61	2.90	3.10
				V _{OL}	0	-	0.29
26	RI	O	第一路串口振铃指示	V _{OH}	2.61	2.90	3.10
				V _{OL}	0	-	0.29

注意：默认情况下，模块的硬件流控是关闭的。当客户需要硬件流控时，引脚 *RTS,CTS* 必须连接到客户端，AT 命令 “AT+IFC=2,2” 可以用来打开硬件流控。AT 命令 “AT+IFC=0,0” 可以用来关闭硬件流控。具体参数请参考文档【1】。

4.5.2 串口功能

串口

- 支持 Modem 设备
- 包含数据信号线 TXD 和 RXD，状态信号线 RTS 和 CTS，控制信号线 DTR，DCD 和 RI。
- 串口可用于 CSD 传真，GPRS 服务，发送 AT 命令控制模块。同样也可以用于串口复用功能。
- 串口支持的通讯波特率如下：

1200，2400，4800，9600，19200，38400，57600，115200bps。

- 自动波特率模式支持的通讯速率如下：

9600，19200，38400，和 115200bps，默认为自动波特率模式。

模块在自动波特率模式下可以自动的检测适应主机应用的波特率。模块在出厂设置为自动波特率检测。这个功能可以使用户灵活的操作模块而不用考虑主机的波特率设置。为了能够正常的使用自动波特率功能，应该特别注意以下的要求：

DTE 和 DCE 的同步

当模块开机后建议延迟 2 至 3 秒后再发送同步字符，用户可发送 “AT” (大写、小写均可)来和模块同步波特率，当主机收到模块返回 “OK”，则 DTE 和 DCE 正确同步。更多的信息请参考 AT 指令 “AT+IPR”。

自动波特率操作配置

- 串口配置为：8 位数据位，无奇偶校验，1 位停止位，无数据流控。
- 当自动波特率使能的情况下开启 ME 设备，将检测不到模块自动上报的 “RDY”， “+CFUN：1” 和 “+CPIN：READY” 等字符。这是因为模块和主机没有完成波特率同步。

注意：当主机和模块波特率同步后，用户可以使用命令 *AT+IPR=x* 设置一个固定波特率并通过 *AT&W* 把设置保存。固定波特率设置后，开机的时候主机总是可以检测到模块自动上报的字符。

4.5.3 串口连接方式

AG3 模块 (DCE) UART0 接口与主机 (DTE) 的连接如图 12 所示。

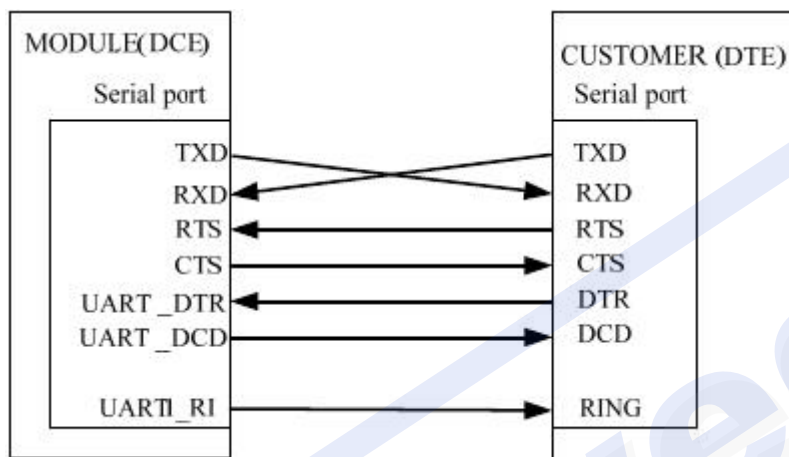


图 13 串口连接方式示意图

4.5.4 串口应用

当客户使用 3.3V 电平的时候，可以使用下图来实现电平匹配，如果客户的串口电平为 3V，可将下图中的 5.6K 电阻调整为 14K，使模块端分压到 2.8V 即可。

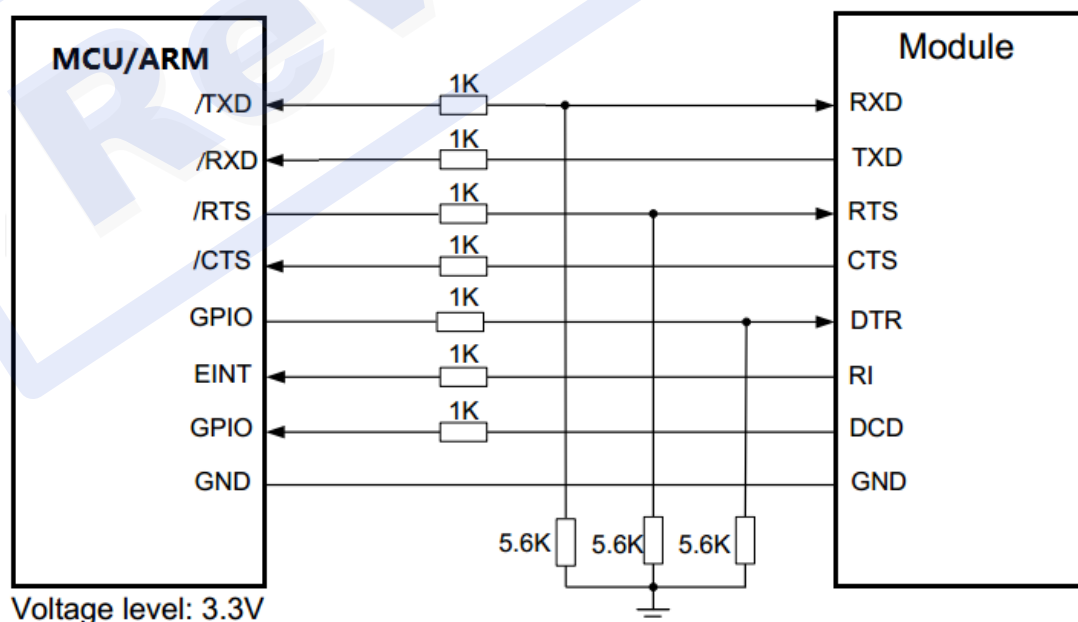


图 14 电阻分压电路

使用 3V 或 3.3V 的客户也可以使用二极管的方式来实现电平匹配：

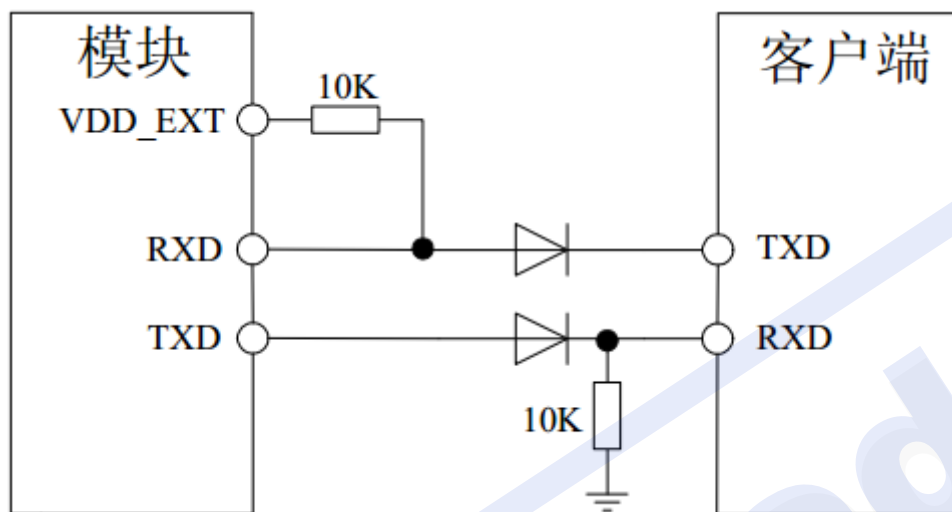


图 15 二极管隔离电路

注意：当使用二极管隔离时由于二极管有压降，请确认客户端高电平下限应低于 2.8V 减去二极管压降，推荐此处选用正向压降较小的肖特基二极管，如 RB551V-30TE-17 和 SDM20U40 等常用物料。

同时由于图中在客户的 RX 端有一个下拉电阻，所以并不需要在客户的 RX 端连接上拉了。

如果客户使用 5V 的电平，可以参考如下电路进行电平匹配，这里只列出 TX 和 RX 上的匹配电路，其他引脚可以参考这两个电路。

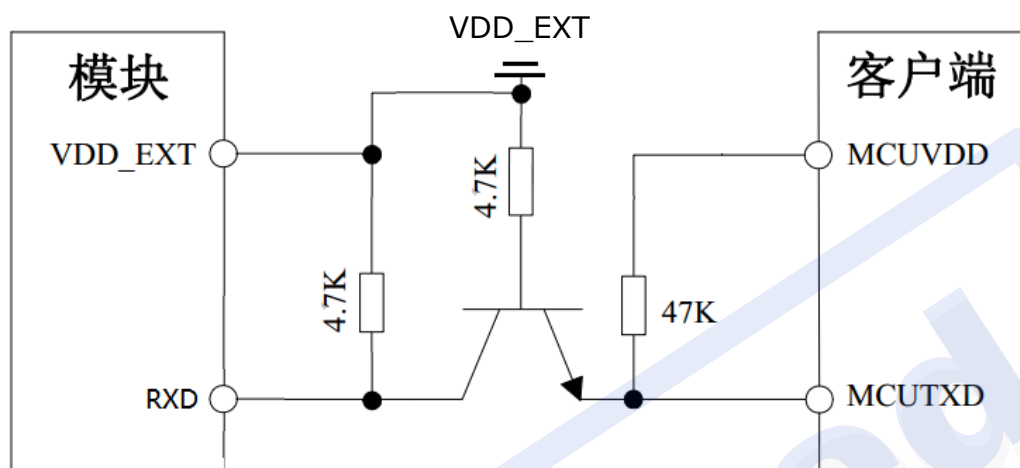


图 16 RX 连接电路

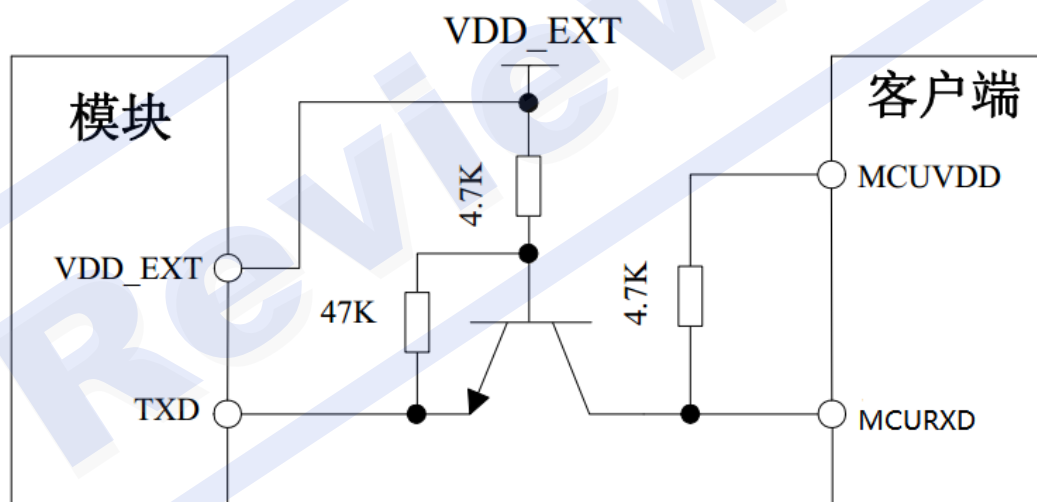


图 17 TX 连接电路

4.5.5 软件升级

用户可以通过 UART 实现软件升级。

如果使用 UART 升级，应该把 UART_TXD，UART_RXD 和 GND 信号线引出来接到 IO 连接器上，便于升级软件使用。PWRKEY 引脚也推荐用户引出连接到 IO 连接器上。当模块升级软件时 PWRKEY 应该连接到 GND。

4.6 RI 电平状态

表 11：RI 信号线电平状态

状态	RI 响应
待机	高电平
语音呼入	变为低电平，然后： 1. 通话建立时变为高电平。 2. 使用 AT 命令 ATH 挂断，RI 变为高电平。 3. 呼叫方挂断，RI 首先变为高电平，然后再拉为低电平持续 120ms，模块自动输出 URC 信息 “NO CARRIER”，之后再变为高电平。
短消息 SMS	当收到 SMS，RI 脚将变低，保持低电平 120 ms 后，又变成高电平。
URC	一些 URC 可以激活 RI 保持 120ms 低电平。更详细的信息请参考文档【1】

注意：如果模块做主叫方时，RI 信号线一直保持高电平，以上表格 RI 信号线电平状态模块作为被叫方。

4.7 SIM 卡接口

4.7.1 概述

AG3 模块提供了符合 ISO 7816-3 标准的 SIM 卡接口，支持自动检测 3.0 V 和 1.8V SIM 卡，SIM 卡接口定义如下表所示。

表 12：SIM 卡接口定义表

管脚号	信号名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)
27	SIM_VDD	O	SIM 卡电源	-	-	1.90/3.00	-
28	SIM_RST	O	SIM 卡复位	V _{OH}	1.71/2.70	1.90/3.00	-
				V _{OL}	0	-	0.19/0.30
29	SIM_DATA	I/O	SIM 卡数据	V _{OH}	1.71/2.70	1.90/3.00	-
				V _{OL}	0	-	0.19/0.30
				V _{IH}	1.33/2.10	1.90/3.00	-
				V _{IL}	0	-	0.57/0.90
30	SIM_CLK	O	SIM 卡时钟	V _{OH}	1.71/2.70	1.90/3.00	-
				V _{OL}	0	-	0.19/0.30

4.7.2 SIM 卡接口推荐电路

模块的外部 SIM 卡接口支持 GSM Phase 1 规范，同时也支持新的 GSM Phase 2+ 规范和 FAST 64 kbps SIM 卡(用于 SIM 应用工具包)。支持 1.8V 和 3.0V SIM 卡。

SIM 卡的接口电源由模块内部的电压稳压器提供，正常电压值为 3V 或者 1.8V。

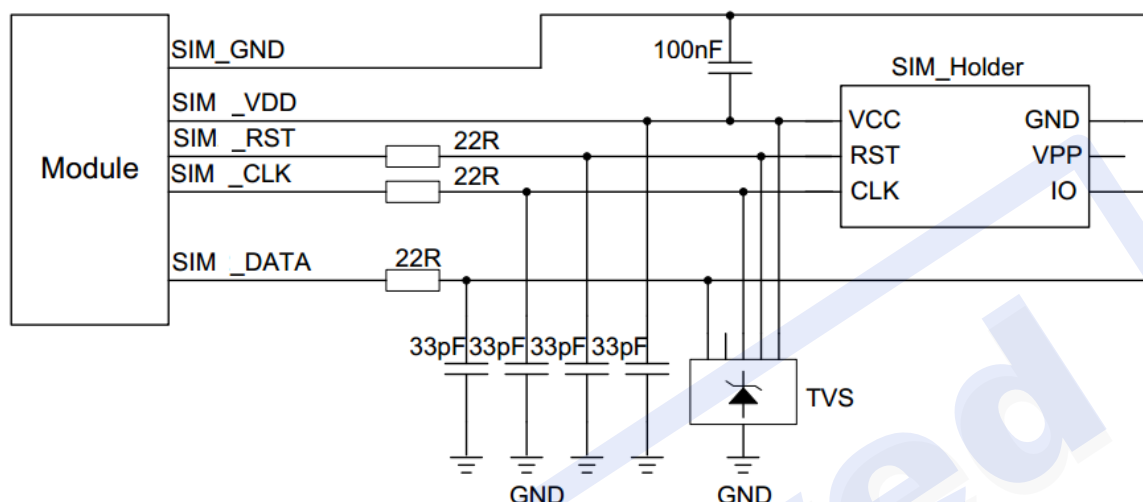


图 18 SIM 卡座参考电路

4.7.3 SIM 卡设计注意事项

SIM 卡电路比较容易受到干扰，引起不识卡或掉卡等情况，所以在设计时请遵循以下原则：

- 在 PCB 布局阶段一定要将 SIM 卡座远离 GSM 天线；
- SIM 卡走线要尽量远离 RF 线、VBAT 和高速信号线，同时 SIM 卡走线不要太长。
- SIM 卡座的 GND 要和模块的 GND 保持良好的联通性，使二者 GND 等电位；
- 为防止 SIMCLK 对其他信号干扰，建议将 SIMCLK 做保护处理。
- 建议在 VSIM 信号线上靠近 SIM 卡座放置一个 1uF 电容；
- 在靠近 SIM 卡座的地方放置 TVS，该 TVS 的寄生电容不应大于 50PF 的，和模块之间串联 22 欧姆电阻可以增强 ESD 防护

4.8 音频接口

4.8.1 概述

AG3 模块提供一路音频接口通道。表 13 列出了音频接口的 pin 定义。

表 13：音频接口定义表

管脚号	信号名	类型	描述	参数	最小值 (V)	典型值 (V)	最大值 (V)
4	MIC1P	AI	第一路语音输入的正极	-	-	-	-
5	MIC1N	AI	第一路语音输入的负极	-	-	-	-
6	EARN	AO	第一路语音输出的负极	-	-	-	-
7	EARP	AO	第一路语音输出的正极	-	-	-	-

AG3 模块内部已经有麦克直流偏置，偏置电压 2.2 V。模块内部两路麦克差分电路的上下拉电阻均为 2 k Ω 。推荐客户使用输出阻抗为 2.2 k Ω 的麦克风。

表 14：语音输出电气特性

参数描述	条件	典型值
输出功率	32 ohm load , THD < 1%	100mw
	32 ohm load , THD < 0.1%	91mw
负载阻抗	-	32 ohm

4.8.2 防止 TDD 噪声和其他噪声

GSM 信号可以通过耦合和传导的方式干扰到音频。用户可以通过在音频通路上增加 33PF 和 10PF 电容来滤除耦合干扰。33PF 的电容主要滤除 GSM900 频段的干扰，10PF 电容主要滤除 DCS1800 频段的干扰。TDD 的耦合干扰和用户的 PCB 设计有很大关系，有些情况下 900 频段的 TDD 比较严重，而有些情况下，1800 频段的 TDD 干扰比较严重。因此客户可以根据实际测试结果选贴需要的滤波电容，甚至有时不需要贴滤波电容。

GSM 的天线是 TDD 主要的耦合干扰源，因此用户在 PCB 布局和走线时要注意将音频走线远离 RF 天线和 VBAT。音频的滤波电容最好靠近模块端放置一组，靠近接口端再放置一组。音频输出要按照差分信号规则走线。传导的干扰主要由于 VBAT 的电压跌落引起，如果 Audio PA 直接由 VBAT 供电，则比较容易在 SPK 输出端听到吱吱的声音，因此在原理图设计时最好在 Audio PA 的输入端增加一些大容值电容和串联磁珠。

TDD 和 GND 也有很大关系，如果 GND 处理不好，很多高频的干扰信号会通过旁路电容等器件干扰到 MIC、Speaker，所以客户在 PCB 设计阶段要保证 GND 的良好性能很重要。

4.8.3 音频参考电路

如果需要更大的功放请注意模块的驱动能力。使用 AG3 模块时注意对音频信号进行差分走线，参考电路如下图。

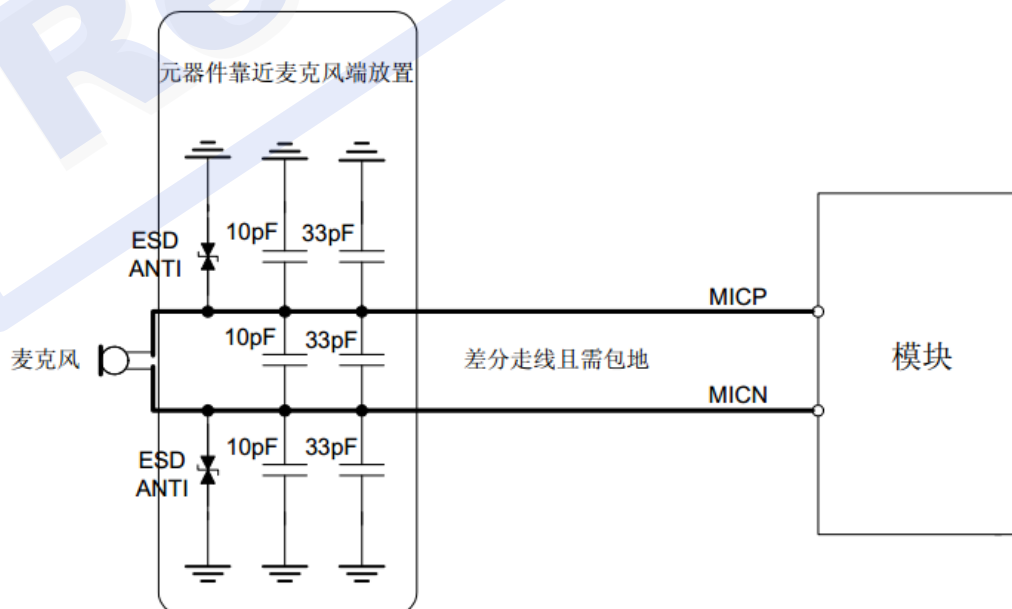


图 19 MIC 参考电路

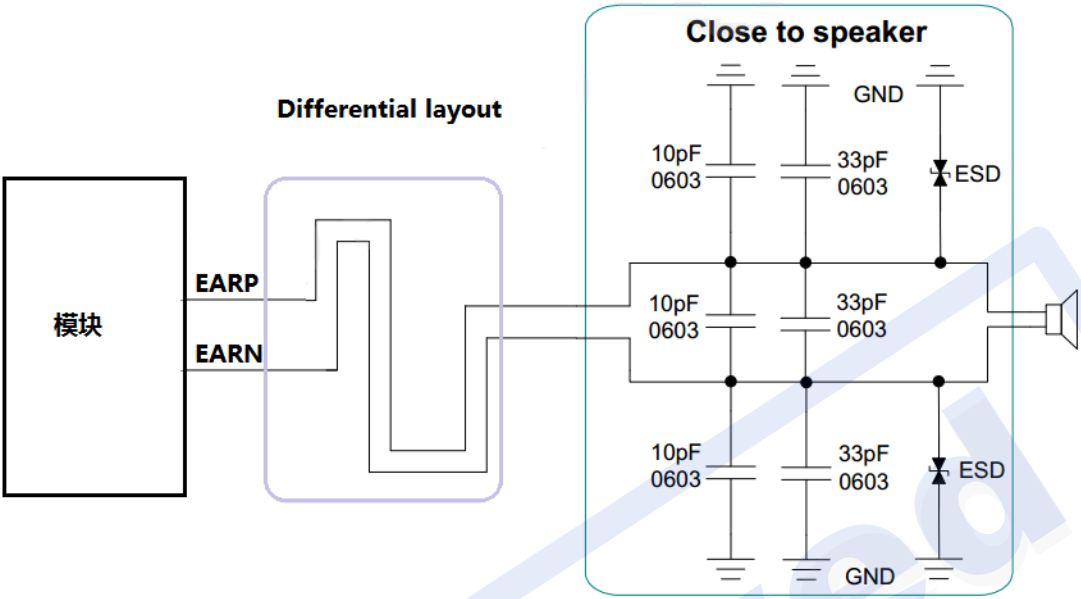


图 20 听筒参考电路

4.9 天线接口

AG3 模块提供一个天线焊盘，对于天线接口的外围电路设计，为了能够更好地调节射频性能，建议预留匹配电路。天线连接参考电路如下图所示。其中 C1，C2 缺省不贴，只贴 0 欧姆 R1 电阻。

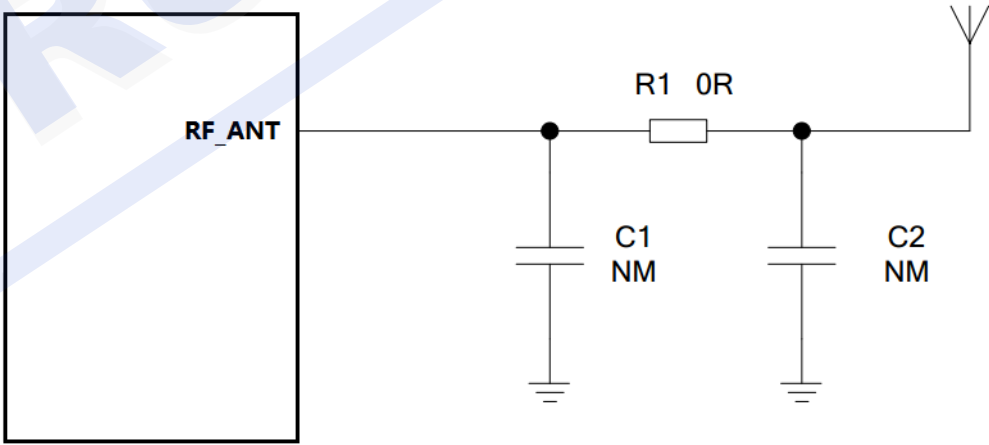


图 21 射频参考电路

5 射频特性

5.1 概述

本章介绍 AG3 模块的射频特性，包括：

- 工作频率
- 传导射频测量
- 传导射频特性
- 天线设计要求
- 天线接口的 ESD 防护

5.2 工作频率

AG3 模块支持的频段如表 15 所示：

表 15：AG3 模块 RF 频段

工作频段	发射频段	接收频段
GSM 850	824 MHz ~ 849 MHz	869 MHz ~ 894 MHz
GSM 900	880 MHz ~ 915 MHz	925 MHz ~ 960 MHz
GSM 1800 (DCS)	1710 MHz ~ 1785 MHz	1805 MHz ~ 1880 MHz
GSM 1900 (PCS)	1850 MHz ~ 1910 MHz	1930 MHz ~ 1990 MHz

5.3 传导射频测量

5.3.1 测量环境

测试仪器：R&S CMU200、Agilent E5515C

电源：Keithley 2303、Agilent 66319

测试射频电缆：Rosenberger Precision Microwave Cable

5.3.2 测试标准

模块满足 ETSI TS 151 010-1 射频指标要求，每片模块都经过了工厂严格的测试。

5.4 传导射频特性

5.4.1 传导接收灵敏度

接收灵敏度指标是用来判断模块的接收机性能的一个重要参数。接收灵敏度是指在天线端口模块能够接收的最小信号，BER 必须满足 3GPP 协议中最小信号功率下对 BER 的要求，见表 16 备注栏。

表 16 中测量值一栏列出了 AG3 的实际测量值。根据实际线缆情况，设定仪器补偿值。

表 16 : AG3 传导接收灵敏度

频段	AG3 测试值	备注
GSM 850	-108 dBm	BER Class II < 2.44%
GSM 900	-108 dBm	BER Class II < 2.44%
DCS 1800	-107 dBm	BER Class II < 2.44%
PCS 1900	-107 dBm	BER Class II < 2.44%

5.4.2 传导发射功率

传导发射功率是衡量模块性能的另一个重要指标，测试天线端口实际发射的功率，不同的功率等级对应不同的发射功率。

表 17 列出了 AG3 模块最高功率等级下的发射功率。其中测试值一栏中的测试值必须在最大值和最小值范围之内。

表 17 : AG3 传导发射功率

频段		3GPP 协议要求 (dBm)	AG3 测试值(dBm)		
			最小值	典型值	最大值
GSM850	GMSK(1Tx Slot)	31~35	31	32.5	35
GSM900	GMSK (1Tx Slot)	31~35	31	32.5	35
GSM1800	GMSK (1Tx Slot)	28~32	28	29.5	32
GSM1900	GMSK (1Tx Slot)	28~32	28	29.5	32

5.5 天线设计要求

5.5.1 天线指标

5.5.1.1 天线效率

天线效率即辐射出去的功率和输入到天线的有用功率之比。天线的辐射功率往往因为损耗而小于输入功率，天线部分的损耗包括：回波损耗、介值损耗和耦合损耗。天线效率与它的电气尺寸有关，通常天线效率随电气尺寸的增加而增加。除此之外，AG3 模块天线口的传输线也是天线的一部分，线损耗随线长和频率的增加而增加。建议选线时，线缆损耗尽可能要低，例如，HRS 公司的 U.FL-LP-088。

为保证 AG3 模块射频辐射性能，建议天线效率（自由空间）： $\geq 40\%$ （960MHz 以下）； $\geq 50\%$ （1710MHz 以上）。此外，天线效率值需包含传导线缆插损。

5.5.1.2 S11 和 VSWR

S11（反射系数）是指天线输入阻抗与参考阻抗（50 Ω ）的匹配指数。S11 显示天线谐振特点和阻抗带宽。VSWR（Voltage Standing Wave Ratio，即驻波比）是 S11 的另一种说法。S11 和天线效率相关，它可用网络分析仪测量。

AG3 模块推荐 S11 值：S11 主天线 ≤ -6 dB。

5.5.1.3 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。

AG3 模块推荐使用线性极化。

5.5.1.4 辐射方向图

天线的辐射方向图反映了天线在远场的辐射特性。天线辐射方向图一般指从天线出来的辐射电磁波在各个方向的功率或磁场强度。功率或磁场强度随角坐标（ θ and φ ）的变化而变化，却独立于径向坐标。半波偶极子天线的辐射方向图（在水平面为全向）可用于无线终端。基站的入射波常是水平的。因此，接收性能是最佳的。

AG3 模块推荐天线辐射方向图为：全向。

5.5.1.5 增益和方向性

天线的辐射方向图代表了辐射电磁波在所有方向的磁场强度，而不是天线在特定方向的功率密度。天线的方向衡量天线辐射的功率密度。增益是天线的另一重要参数，与方向紧密相关。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。

AG3 推荐的天线增益：主天线增益 ≤ 2.5 dBi。

5.5.2 干扰源

除了天线性能，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，用户板上的干扰源必须进行适当控制。

用户板上有各种各样的干扰源，例如：LCD、CPU、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工作，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的影响。减小干扰源影响的方式有：高性能的 LCD、屏蔽 LCD 信号线、屏蔽 TP 信号线、屏蔽用户板信号线缆或者设计滤波电路等。

我司可以从技术上提供提高模块射频性能的建议。

5.5.3 GSM 天线设计要求

AG3 模块天线设计指标需要如表 18 所示。

表 18：AG3 模块天线设计指标

频率范围	取决于网络提供商提供的频段，必须使用适用于该频段的天线。
带宽	70 MHz in GSM850 80 MHz in GSM900 170 MHz in DCS 1800 140 MHz in PCS 1900
增益	≤ 2.5 dBi
阻抗	50 Ω
VSWR 最大绝对值	$\leq 3 : 1$
推荐 VSWR	$\leq 2 : 1$

5.6 天线接口的 ESD 防护

在实际应用时，请关注 AG3 模块天线接口对 ESD 的防护，如果操作不当可能会永久性损坏内部射频器件。

对于 TVS 管的选型，建议客户重点关注 TVS 管结电容方面的参数，要求 TVS 管结电容的数值要小于 1 pF，如：RClamp0521P.TCT（厂家 SEMTECH）。

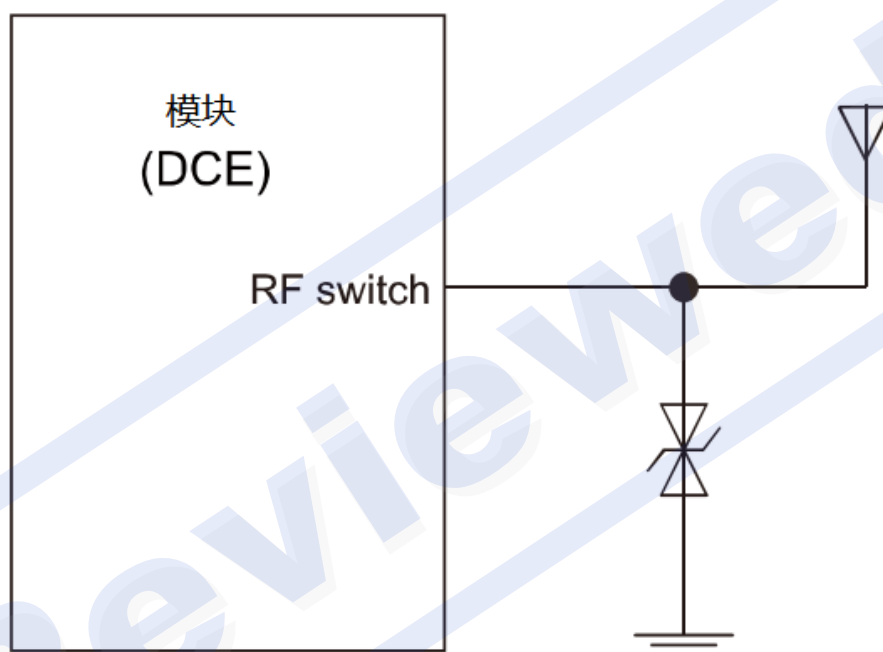


图 22 天线接口 ESD 防护推荐电路

6 电气和可靠性特性

6.1 概述

本章主要介绍 AG3 模块接口的电气特性及可靠性特性，包括：

- 极限工作条件
- 工作和存储环境
- 电气规范应用接口
- 电源特性
- 可靠性特性
- EMC 和 ESD 特性

6.2 极限工作条件

AG3 模块的极限工作条件表 19 所示，超过这些条件使用可能造成 AG3 模块的永久性损坏。

表 19：AG3 模块极限应用条件表

符号	参数	最小值	最大值	单位
VBAT	外部供电电压	-0.3	5.5	V
V _{DI}	数字引脚电压	-0.3	3.15	V

6.3 工作和存储环境

AG3 模块工作及存储温度范围表 20 所示。

表 20：AG3 模块工作及存储温度表

参数	最小值	最大值	单位
正常工作温度	-20	70	°C
极限工作温度 ^[1]	-30	-20	°C
极限工作温度 ^[1]	+70	+80	°C
存储温度	-40	85	°C

6.4 电气规范应用接口

在没有连接任何外部设备的条件下，AG3 模块 LCC 接口处的电气特性如表 21 所示。

表 21：AG3 模块应用接口的电气特性（VPAD=引脚电压）

参数	描述	最小值	最大值	单位
V _{IH}	输入高电平	0.7 × V _{PAD}	V _{PAD}	V
V _{IL}	输入低电平	0	0.3 × V _{PAD}	V
V _{OH}	输出高电平	0.9 × V _{PAD}	V _{PAD}	V
V _{OL}	输出低电平	0	0.1 × V _{PAD}	V

6.5 电源特性

6.5.1 输入电源

AG3 模块的输入电源要求如表 22 所示。

表 22：AG3 模块输入电源要求

参数	最小值	典型值	最大值	单位
VBAT	3.3	3.8	4.2	V

6.5.2 功耗

AG3 模块的功耗如表 23 所示。

表 23：AG3 模块功耗（关机模式、待机模式、空闲模式）

工作模式	典型值	单位	备注
关机模式	240	μA	模块电源在位，模块处于关机状态
休眠模式	2.83	mA	MFRMS=2
	2.52	mA	MFRMS=5
	2.40	mA	MFRMS=9
待机模式	25	mA	MFRMS=5

表 24 : AG3 模块功耗 (GPRS 模式)

频段	典型值	单位	PCL	配置
GPRS850	232	mA	5	1 Up/1 Down
	335			2 Up/1 Down
	100	mA	10	1 Up/1 Down
	170			2 Up/1 Down
GPRS900	242	mA	5	1 Up/1 Down
	350			2 Up/1 Down
	113	mA	10	1 Up/1 Down
	185			2 Up/1 Down
GPRS1800	145	mA	0	1 Up/1 Down
	215			2 Up/1 Down
	70	mA	10	1 Up/1 Down
	95			2 Up/1 Down
GPRS1900	155	mA	0	1 Up/1 Down
	225			2 Up/1 Down
	70	mA	10	1 Up/1 Down
	105			2 Up/1 Down

6.6 可靠性特性

AG3 模块的模块机械可靠性测试条件及结果如表 25 所示。

表 25 : AG3 模块机械可靠性测试条件及结果

测试项目		测试条件	参考变准	样本数量	结果
压力测试	低温存储	温度: $-40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 测试持续时间: 24 h	JESD22-A119-C	3 片/批	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: $90^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 测试持续时间: 24 h	JESD22-A103-C	3 片/批	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: $-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 测试持续时间: 24 h	IEC6006 8-2-1	3 片/批	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: $70^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 测试持续时间: 24 h	JESD22- A108-C	3 片/批	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: 70°C 低温温度: -20°C 温度变化率: $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 高低温保持时间: 1 h 测试持续时间: 30 个循环 工作模式: 正常工作	JESD22- A105-B	3 片/批	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: $55^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 低温: $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 湿度: 95% 循环测试: 6 测试持续时间: 12 h+12 h	JESD22- A101-B	3 片/批	外观检查: 正常 功能检查: 正常 射频指标检查: 正常
	温度冲击	低温: $-30^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 高温: $80^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 温度变更时间: < 30s 测试持续时间: 15 min 循环次数: 100	JESD22- A106-B	3 片/批	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°C NaCl 溶液浓度: $5\%\pm 1\%$ 喷雾时间: 8 h 温度时间: 16 h	JESD22- A107-B	3 片/批	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: 5 Hz~200 Hz 加速度: 30 m/s^2 扫频速率: 1 oct/min。 测试周期: 3 个轴向, 每 轴向 5 个循环	JESD22- B103-B	3 片/批	外观检查: 正常 功能检查: 正常 射频指标检查: 正常
	冲击测试	半正弦波冲击 峰值加速度: 300 m/s^2 冲击时间: 11 ms 测试周期: 6 个轴向, 每 个轴向冲击一次	JESD- B104-C	3 片/批	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	IEC60068-2-32	3 片/批	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 (长时间)	温度: $70^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 测试持续时间: 1000 h	JESD22-A108-B	50 片/批	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: $85^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 湿度: 85%RH 电源: 3.8 V 测试持续时间: 1000 h	JESD22-A110-B	50 片/批	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: $70^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 低温: $-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 高低温保持时间: 15 min 温度变化率: $7^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 测试持续时间: 1000 个循环	JESD22-A104-C	50 片/批	外观检查: 正常 功能检查: 正常 射频指标检查: 正常
ESD	HBM (人体模型)	所有管脚: 1 kV	JESD22-A114-D	3 片/批	外观检查: 正常 功能检查: 正常 射频指标检查: 正常
	ESD	接触放电: $\pm 2\text{ kV}$, $\pm 4\text{ kV}$, $\pm 6\text{ kV}$ 空气放电: $\pm 2\text{ kV}$, $\pm 4\text{ kV}$, $\pm 8\text{ kV}$	IEC61000-4-2	2 片	外观检查: 正常 功能检查: 正常 射频指标检查: 正常

6.7 EMC 和 ESD 特性

EMC 设计建议如下：

- 在模块的生产、组装和实验室测试过程当中需要关注周边环境和操作人员的 ESD 管控；
- 天线端口如果添加 TVS 进行防护，需要关注 RSE 指标是否超标，如果超标可适当调整外围匹配电路；
- 模块的 USB 接口需要添加 TVS 进行防护，D+/D-信号的寄生电容要求 $< 2 \text{ pF}$ ；D+/D-需要串接共模电感进行噪声抑制；
- 模块的 SIM 卡外接管脚需要添加 TVS 进行防护，寄生电容要求 $< 10 \text{ pF}$ ；
- 硬件复位引脚 RESET 和开/关机控制管脚 TERM_ON 信号增加串连电阻以及 10 nF 对地电容进行防抖，电容与模块的距离在 100 mil 以内；
- 防护器件 PCB 布线应尽量走“V”形线，避免走“T”形线。
- 模块周边地平面保证完整性，不要进行分割。

ESD 环境管控建议：

- EPA 区域铺设了防静电地板，并满足表面电阻、系统电阻大于等于 $1 \times 10^4 \Omega$ 且小于 $1 \times 10^9 \Omega$ 。
- 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 。
- 操作静电敏感器件工作台设置公共接地点、手腕带插孔座并铺设防静电台垫，并且手腕带插孔座到公共接地点之间的阻值满足小于 4Ω ，防静电台垫的表面电阻、系统电阻小于 $1 \times 10^9 \Omega$ 。
- EPA 使用防静电双回路腕带，并且腕带插入了专用腕带插孔座，无鳄鱼夹接地现象。
- 静电敏感器件及其组件的加工设备、测试仪器、工具、装备都进行了可靠接地，
- 指标要求：
 - 硬接地： $< 4 \Omega$ ；
 - 软接地： $1 \times 10^5 \Omega \leq \text{软接地电阻} < 1 \times 10^9 \Omega$
 - ICT 夹具软接地部分： $1 \times 10^5 \Omega \leq \text{ICT 夹具软接地电阻} < 1 \times 10^{11} \Omega$
 - 电批、电烙铁容易氧化，接地电阻可接受范围： $< 20 \Omega$
- 设备、仪器、工具和工装上接触静电敏感器件的部分和靠近静电敏感器件的运动部件由防静电材料制成的并有良好的接地；非防静电材料部分进行了防静电处理措施，如涂防静电液、离子化（要求抽测摩擦电压： $< 100 \text{ V}$ ）。
- 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： $< 100 \text{ V}$ ）。

- 在接触 IC、单板、模块等静电敏感器件、组件的过程中员工都正确佩戴了防静电腕带、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。
- 静电敏感器件及组件的包装盛放都有明显的防静电警示标识。
- 单板、IC 等没有散乱堆放、裸露叠放或其它静电源混放的现象。
- 在 EPA 外运输和存储静电敏感器件及组件采取有效的屏蔽措施。

Reviewed

7 机械特性

7.1 概述

本章主要描述 AG3 模块机械特性，包括：

- 存储要求
- 潮敏特性
- 包装要求
- 组装工艺

7.2 存储要求

温度 < 40°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。

7.3 潮敏特性

- 潮湿敏感等级为 3 级。
- 拆封后，在环境条件为温度 < 30°C 和相对湿度 < 60% (RH) 情况下 168 小时内进行安装；如不满足上述条件需进行烘烤；烘烤参数如表 26 所示：

表 26：AG3 模块机械可靠性测试条件及结果

温度	烘烤环境	烘烤时间	备注
125°C±5°C	湿度 ≤ 60%RH	8 小时	

7.4 包装要求

AG3 模块采用 5 层防静电托盘装载，并使用真空包装，最后放置到纸箱内。

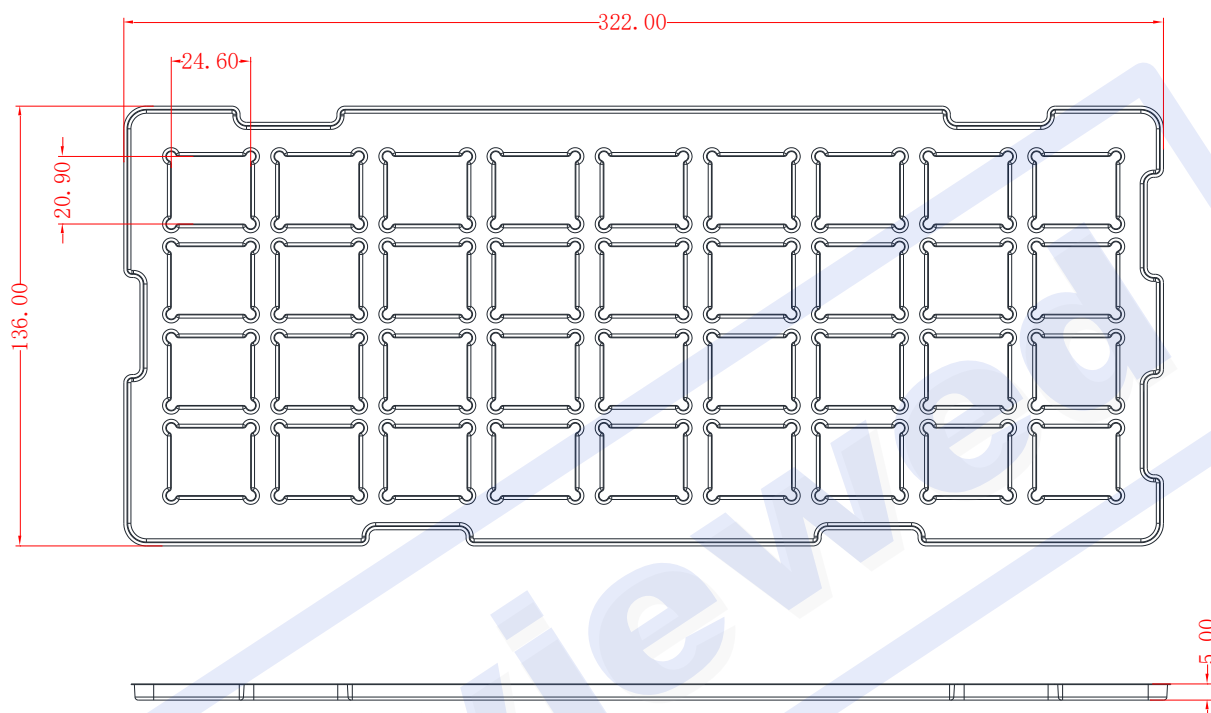


图 23 托盘示意图

7.5 组装工艺

7.5.1 钢网设计

LCC 模块推荐钢网厚度为 0.25 mm。

7.5.2 回流曲线

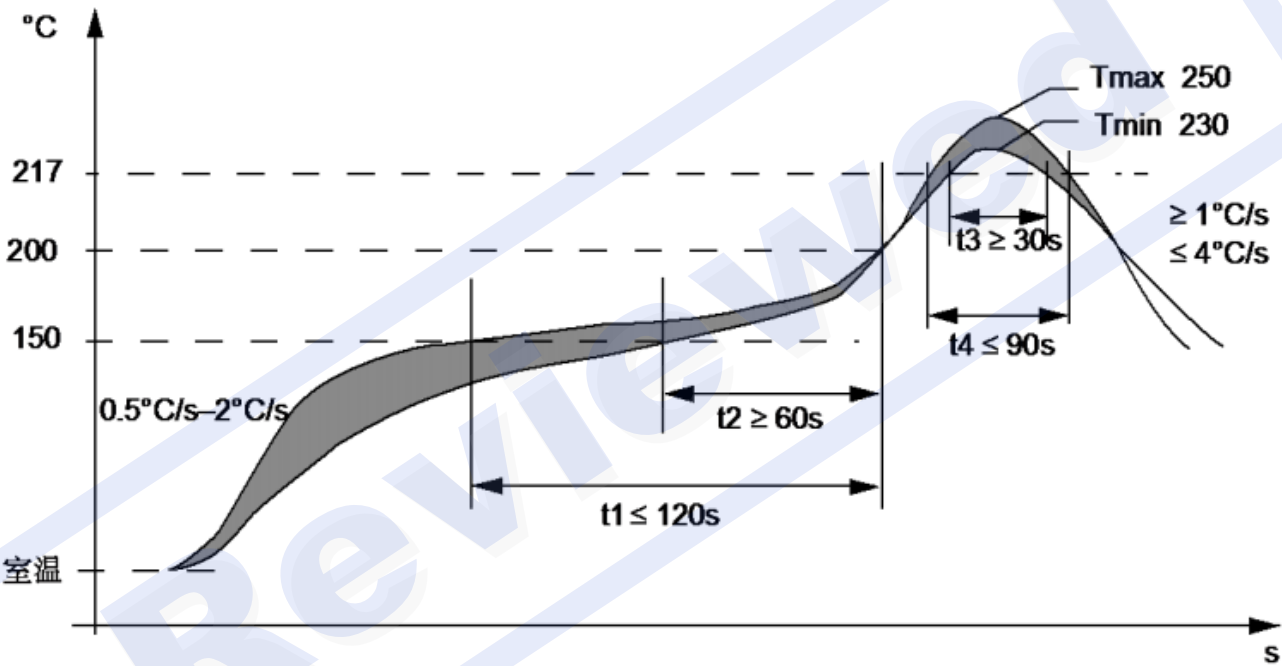


图 24 回流曲线

表 27 : 回流工艺参数表

温区	时间	关键参数
预热区 (40°C~150°C)	60s~120s	升温速率: 0.5°C/s~2°C/s
均温区 (150°C~200°C)	(t1~t2) : 60s~120s	升温速率: < 1.0°C/s
回流区 (> 217°C)	(t3~t4) : 30s~90s	峰值温度: 230°C~250°C
冷却区	降温速率: 1°C/s ≤ Slope ≤ 4°C/s	

8 附录

表 28 : 相关文档

序号	文档名称	注释
[1]	AG3 Series_AT Command Manual_V1.00.doc	
[2]	ITU-T Draft new recommendation V.25ter:	Serial asynchronous automatic dialing and control
[3]	GSM 07.07:	Digital cellular telecommunications (Phase 2+); AT command set for GSM Mobile Equipment (ME)
[4]	GSM 07.10:	Support GSM 07.10 multiplexing protocol
[5]	GSM 07.05:	Digital cellular telecommunications (Phase 2+); Use of Data Terminal Equipment – Data Circuit terminating Equipment (DTE – DCE) interface for Short Message Service (SMS) and Cell Broadcast Service (CBS)
[6]	GSM 11.14:	Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Specification of the SIM Application Toolkit for the Subscriber Identity Module – Mobile Equipment (SIM – ME) interface
[7]	GSM 11.11:	Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Specification of the Subscriber Identity Module – Mobile Equipment (SIM – ME) interface
[8]	GSM 03.38:	Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Alphabets and language-specific information
[9]	GSM 11.10	Digital cellular telecommunications system (Phase 2); Mobile Station (MS) conformance specification; Part 1: Conformance specification

表 29 : 术语和解释

术语	解释
ADC	Analog-to-Digital Converter
AMR	Adaptive Multi-Rate
BT	Bluetooth
CS	Coding Scheme
CSD	Circuit Switched Data
CTS	Clear to Send
DTE	Data Terminal Equipment (typically computer, terminal, printer)
DTR	Data Terminal Ready
DTX	Discontinuous Transmission
EFR	Enhanced Full Rate
EGSM	Enhanced GSM
ESD	Electrostatic Discharge
ETS	European Telecommunication Standard
FR	Full Rate
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global Standard for Mobile Communications
HR	Half Rate
IMEI	International Mobile Equipment Identity
Li-ion	Lithium-Ion
MO	Mobile Originated
MS	Mobile Station (GSM engine), also referred to as TE
MT	Mobile Terminated
PAP	Password Authentication Protocol
PBCCH	Packet Broadcast Control Channel
PCB	Printed Circuit Board
PCL	Power Control Level
PCS	Personal Communication System, also referred to as GSM 1900
PDU	Protocol Data Unit
PPP	Point-to-point protocol
RF	Radio Frequency
RMS	Root Mean Square (value)
RTC	Real Time Clock
RX	Receive Direction
SIM	Subscriber Identification Module
SMS	Short Message Service
TDD	Time Division Distortion

TE	Terminal Equipment, also referred to as DTE
TX	Transmit Direction
UART	Universal Asynchronous Receiver & Transmitter
URC	Unsolicited Result Code
USSD	Unstructured Supplementary Service Data
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio
电话本缩写	
FD	SIM fix dialing phonebook
LD	SIM last dialing phonebook (list of numbers most recently dialed)
MC	Mobile Equipment list of unanswered MT calls (missed calls)
ON	SIM (or ME) own numbers (MSISDNs) list
RC	Mobile Equipment list of received calls
SM	SIM phonebook
NC	Not connect