

*GR47/GR48*

*技术说明书*

*Sony Ericsson*

# 1 引言

## 1.1 概述

GR47/GR48 是属于 Sony Ericsson 新一代的移动通信 GSM 模块。本文分别描述 900/1800 MHz 和 850/1900 MHz 双波段 GSM 产品 GR47/48 的主要特征和功能。

它们预期使用在机机(machine-to-machine)和人机(man-to-machine)应用中, 适合需要发送和接收数据 (SMS, CSD, HSCSD, GPRS) 的地方, 也可以通过 GSM 网络语音呼叫。

GR47/GR48 模块是商业到商业(business-to-business)产品, 预期对象是生产商、系统集成商、应用开发者的无线通信解决方案。模块预期集成到系统集成商的应用内, 和构成无线通信系统外部应用。

外部应用的一个典型系统是模块通过串行接口与微处理器通信。微处理器控制模块, 借助于 AT 命令支持完成。设想系统集成商有高技术知识和能力把模块集成进系统。以下是 GR47/GR48 模块一些有用的应用。

- 车队和财物管理。
- 自动售货机。
- 安全与报警。
- 其它遥感勘测应用。

## 1.2 特点

模块完成电信服务 (TS) 按照 GSM 标准 2+, ETSI 和 ITU-T。模块功能由 AT 命令通过串行接口实现。支持第 5 节列出的 AT 命令, 更多的定义在 GSM 7.05/7.07 和 GR47/GR48 的综合手册里。

### 1.2.1 移动站类型

GR4X 家属是常规的双波段 MS 类型, 有下列特性。

GR47	GSM 900	E-GSM 900	GSM 1800
频率范围(MHz)	TX: 880-915 RX: 935-960	TX: 880-890 RX: 925-935	TX: 1710-1785 RX: 1805-1880
频道间隔	200 kHz		200 kHz
频道号	173 载波 *8 (TDMA) GSM: 频道 1 - 124 E-GSM: 频道 975 - 1023		374 载波 *8 (TDMA) DCS: 频道512 - 885
调制	GMSK		GMSK
TX 相位精度	< 5° RMS 相位误差(脉冲)		< 5° RMS 相位误差(脉冲)
双向间隔	45 MHz		95 MHz
有天线接收灵敏度	< - 102 dBm		< - 102 dBm
有天线发射机输出功率	4 类 2W (33 dBm)		1 类 1W (30 dBm)

GSM 900 与 GSM 1800 之间自动变换

GR48	GSM 850	GSM 1900
频率范围	TX: 824-849 RX: 869-894	TX: 1850-1910 RX: 1930-1990
频道间隔	200 kHz	200 kHz
频道号	123 carriers *8 (TDMA) 载波 GSM: Channels 128 to 251	298 Carriers *8 (TDMA) PCS: Channels 512 to 810
调制	GMSK	GMSK
TX 相位精度	< 5° RMS 相位误差(脉冲)	< 5° RMS 相位误差(脉冲)
双向间隔	45 MHz	80 MHz
有天线接收灵敏度	< - 102 dBm	< - 102 dBm
有天线发射机输出功率	5 类 0.8 W (29 dBm)	1 类 1W (30 dBm)

GSM 850 和 GSM 1900 之间自动变换

### 1.2.2 SMS

模块支持下列 SMS 服务：

- 发送：MO，支持双 PDU 和文本模式。
- 接收：MT，支持双 PDU 和文本模式。
- GSM 网络里，信息发送到所有 CBM 定位服务用户或更多特殊单元，例如单元定位信息。
- SMS 状态报告依据 GSM 03.40。

SMS 信息最大长度，使用 7 位编码时是 160 个字符，对于 8 位数据，最大长度是 140 个字符。

模块功能一直扩展支持到 6 个信息连接。

### 1.2.3 语音呼叫

GR47/GR48 提供 MO 和 MT 语音呼叫能力，也支持紧急呼叫。除同线之外，呼叫等待和呼叫转移也是有用的特色。某些功能是特殊的操作。

模块提供常规的模拟输入输出线，差分模式的模拟音频输入输出线和数字音频接口，访问内部数字音频线是可能的。此外，GR47/GR48 内嵌消除器并抑制噪声，提供高品质音频。

模块支持 HR, FR 和 EFR 语音译码，只要网络里 EFR 是可用的。

### 1.2.4 数据

模块支持下列数据协议：

- 常规信息包无线服务 (GPRS)。模块是 B 类终端，提供同步激活和相连的 GPRS 和 GSM 服务。GR47/GR48 模块是 GPRS 4+1 服务，每个结构(上行线)能在一个时间槽里发射，每个结构(下行线)在最大 4 个时间槽内接受。
- 电路转换数据(CSD)。GR47/GR48 模块能建立 9.6 kbps 的电路数据转换。
- 高速电路转换数据(HSCSD)。GR47/GR48 支持 HSCSD 通信，上行线传输每个结构容

量用一个时间槽，下行线(2+1)传输每个结构容量用2个时间槽。

### 1.2.5 SIM卡

模块支持用 3V 或 5V 技术连接一个外部 SIM 卡，经由 60 脚连接系统。

### 1.2.6 电源消耗

	准备	发射/运转
GSM 850 & 900 MHz	<5 mA	275 mA (2A最高)
GSM 1800 & 1900 MHz	<5 mA	250 mA (1.75A最高)

注意！电源消耗是在最大发射功率发射时测定。

### 1.2.7 其它特点

- 07.10 多路技术
- GPS 互用性
- SIM 应用工具包，适应 2 类版本 96。
- 嵌入式应用(见第6节)。
- 板载 TCP/IP 堆栈(见第7节)。

### 1.2.8 开发工具包

Sony Ericsson 移动通信提供有限比例测试模块机会，在这之前有大量调整。

#### 1.2.8.1 M2mpower 程序包

M2mpower 程序包能使你快速获得启动使用模块。开发工具包 M2mpower 部分包含你测试目标必需的附件(软件和硬仗)。同样包含下列：

- GSM 模块 GR47 或 GR48
- 综合手册
- M2mpower IDE
- M2mpower 应用指导

综合手册提供你的模块集成应用时必需的所有信息。运行适合 PC 的嵌入式应用软件 IDE，提供现成的 GR47/GR48 技术说明书和广泛的帮助文件。

#### 1.2.8.2 开发工具包

综合手册和通用开发板是可选的，分别提供，工具包包含其它你测试目标必需的附件(软件和硬件)。

这些你的区域业务员或 M2M 客户支持都可用(见第7节)。

### 1.3 小心

GR47/GR4 应该是任何手持移动台希望的。综合手册中你能得到更多的安全信息和产品注意。在文档的技术数据章节中有环境和电气极限详细说明。不超越极限来保证模块不被损坏。

### 1.4 缩略语

#### 缩略语解释

ATMS	音频到移动台	Audio To Mobile Station
AFMS	音频来自移动台	Audio From Mobile Station
CBS	单元广播服务	Cell Broadcast Service
CBM	单元广播通讯	Cell Broadcast Messaging
CSD	数据转换电路	Circuit Switch Data
DCE	数据电路终端设备	Data Circuit Terminating Equipment
DTE	数据终端设备	Data Terminal Equipment
DTMF	双音调多重频率	Dual Tone Multi Frequency
EA	嵌入式应用	Embedded Applications
EFR	嵌入式满比率编码	Enhanced Full Rate codec
EMC	电磁兼容性	Electro-Magnetic Compatibility
ETSI	欧洲电信标准协会	European Telecommunications Standards Institute
FR	满比率编码	Full Rate codec
GPRS	通用信息包无线服务	General Packet Radio Service
GPS	全球定位系统	Global Positioning System
GSM	全球移动通信系统	Global System for Mobile Communication
HR	半比率编码	Half Rate codec
HSCSD	高速数据转换电路	High Speed Circuit Switched Data
IDE	集成开发环境	Integrated Developers Environment
IP	Internet协议	Internet Protocol
ITU-T	国际电信联盟-电讯	International Telecommunication Union – Telecommunications
ME	移动设备	Mobile Equipment
MMCX	微Miniature同轴电缆	Micro Miniature Coax
MO	移动起源	Mobile Originated
MS	移动站	Mobile Station
MT	移动终止	Mobile Terminated
PCM	脉冲编码调制	Pulse Code Modulation
PDU	协议数据单位	Protocol Data Unit
RLP	无线连接协议	Radio Link Protocol
RF	无线频率	Radio Frequency
RFU	保留未来使用	Reserved for Future Use

---

<b>RTC</b>	实时时钟	<b>Real Time Clock</b>
<b>SDP</b>	服务发现协议	<b>Service Discovery Protocol</b>
<b>SMS</b>	短信息服务	<b>Short Message Service</b>
<b>SIM</b>	用户等同模块	<b>Subscriber Identity Module</b>
<b>TCP</b>	传送控制协议	<b>Transport Control Protocol</b>
<b>TBD</b>	定义	<b>To Be Defined</b>
<b>UDP</b>	用户数据报协议	<b>User Datagram Protocol</b>

## 2 机械描述

### 2.1 接口描述

右图介绍 GR47/48 总体构造设计。GR47/GR48 用合适的不锈钢覆盖，满足环境与 EMC 要求。不同的连接器的位置、安装孔的尺寸如右图：

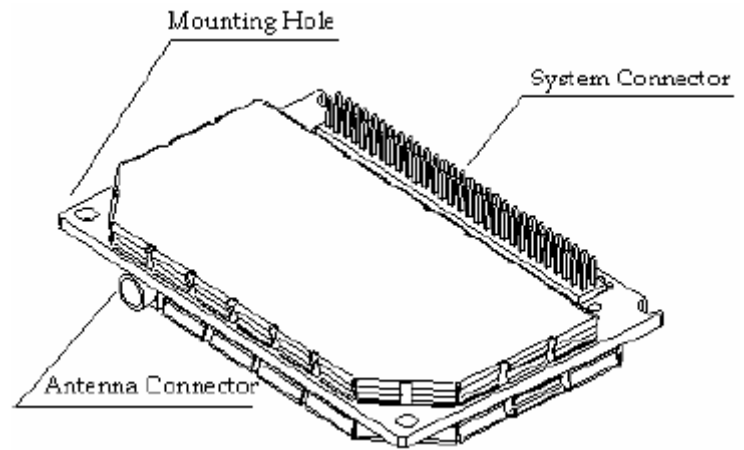


图 2.1 GR 47/48 底视图

### 2.2 物理尺寸

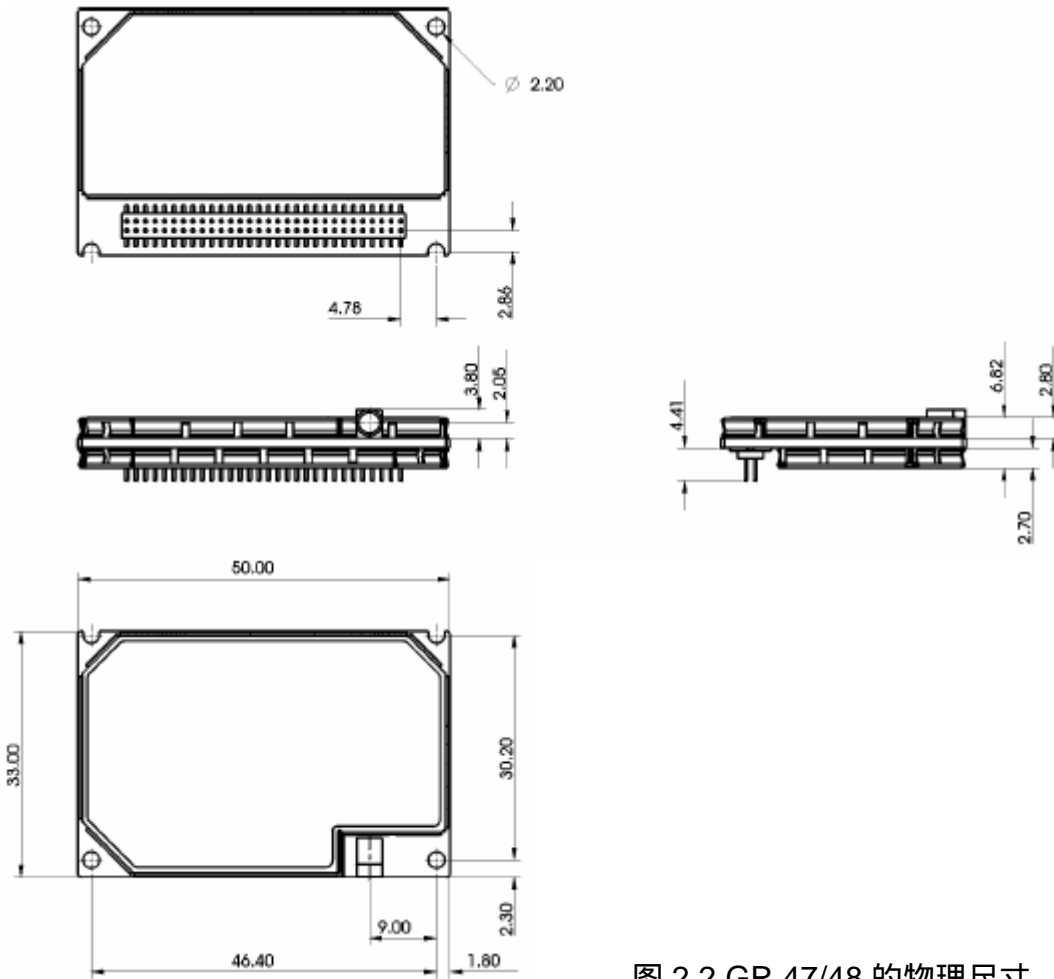


图 2.2 GR 47/48 的物理尺寸

度量单位为毫米，见第6节技术数据。

## 3 系统连接接口

### 3.1 概述

通过系统连接接口，电气连接到模块(天线除外)。

连接器允许下列连接：板到板和板到电缆。连接器的详细资料，客户支持有原始资料。

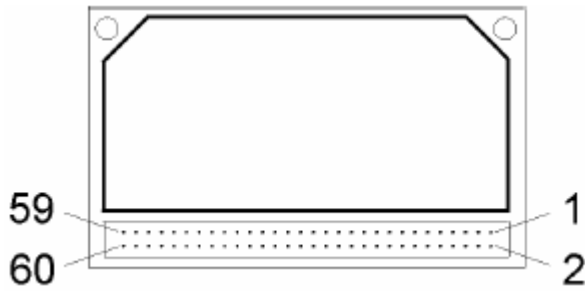


图3.1 GR47/48底视图

简单描述下表的系统连接接口不同信号引脚的定义。

所有信号用法注意模块 i.e. 方法 'O' 数据由模块开始发送。

信号脚名	驱动	信号类型	描述
1. VCC	-	供电	电源供应
2. DGND	-	-	数字接地
3. VCC	-	供电	电源供应
4. DGND	-	-	数字接地
5. VCC	-	供电	电源供应
6. DGND	-	-	数字接地
7. VCC	-	供电	电源供应
8. DGND	-	-	数字接地
9. VCC	-	供电	电源供应
10. DGND	-	-	数字接地
11. CHG_IN	-	电池充电(电源)	电池充电
12. DGND	-	-	数字接地
13. IO5 ADC4	I/O I	Dig 2.75 模拟	普通用途输入/输出 5 模拟到数字接口 4
14. ON/OFF	I	内部上拉，打开漏板	翻转模块 开/关 模型 WAKE_B
15. SIMVCC	-	Dig. 3/5 V	SIM 卡电源供应 模块电源输出给 SIM 卡
16. SIMPRESNCE	I	内部上拉，打开漏板	SIM 卡存在 为"1" SIM卡不存在，为"0" 插入



17. SIMRST	O	Dig. 3/5 V	SIM 卡复位
18. SIMDATA	I/O	Dig. 3/5 V	SIM 卡数据
19. SIMCLK	O	Dig. 3/5 V	SIM 卡时钟
20. DAC	O	模拟	数字到模拟接口
21. IO1 KEYROW2	I/O I	数字, 2.75	普通用途输入/输出 1 键盘行 2
22. IO2 ADC 5	I/O I	数字, 2.75 模拟	普通用途输入/输出 2 模拟到数字接口 5
23. IO3 KEYROW3	I/O I	数字, 2.75	普通用途输入/输出 3 键盘行3
24. IO4 KEYROW4	I/O I	数字, 2.75	普通用途输入/输出 4 键盘行4
25. VRTC	I	供电 1.8 V	实时时钟电压
26. ADC1	I	模拟	模拟到数字接口 1
27. ADC2	I	模拟	模拟到数字接口 2
28. ADC3	I	模拟	模拟到数字接口 3
29. SDA	I/O	2.75, 内部拉起	I2C 数据
30. SCL	O	2.75, 内部拉起	I2C数据
31. BUZZER	O	Dig. 2.75	模块输出蜂鸣器
32. O3 KEYCOL3 DSR	O O O	Dig. 2.75	普通用途输出 5 键盘列 3 数据设置就绪
33. LED IO6	O I/O	Dig. 2.75	闪烁 LED 普通用途 I/O 6
34. VIO	O	Power Out 2.75	模块电源指示 VIO 是一个 2.75 V 输出,有能力驱动外部发射数据, GSM 最大拉动到 75mA。
35. TX_ON	O	Dig 2.75	当 GSM 模块发射脉冲串时, 指示输出。
36. RI KEYCOL2 O2	O O O	Dig. 2.75	响铃指示器 键盘列 2 通用输出 2
37. DTR KEYROW1 IN1	I I I	Dig. 2.75	数据终端就绪 键盘行 1 通用输入 1
38. DCD KEYCOL1 O1	O O O	Dig. 2.75	数据载波检测 键盘列 1 通用输出 1
39. RTS IO9	I I/O	Dig. 2.75	请求发送

			通用 I/O 9
40. CTS KEYCOL4 O4	O O O	Dig. 2.75	消除发送 键盘列 4 通用输出 4
41. TD	I	Dig. 2.75	发射数据[模型DTMS]
42. RD	O	Dig. 2.75	接收数据[模型DTMS]
43. TD3 I/O7	I I/O	Dig. 2.75	UART3 发射 普通用途 I/O 7
44. RD3 I/O8	O I/O	Dig. 2.75	UART3 接收 普通用途 I/O 8
45. TD2	I	Dig. 2.75	UART2 接收[模型DTMS]
46. RD2	O	Dig. 2.75	UART2 发射[模型DTMS]
47. PCMULD	I	Dig. 2.75	DSP PCM 数字音频输入
48. PCMDLD	O	Dig. 2.75	DSP PCM 数字音频输出
49. PCMO	O	Dig. 2.75	编解码器 PCM 数字音频输出
50. PCMI	I	Dig. 2.75	编解码器 PCM 数字音频输入
51. PCMSYNC	O	Dig. 2.75	DSP PCM 帧同步
52. PCMCLK	O	Dig. 2.75	DSP PCM 时钟输出
53. MICP	I	模拟	麦克风输入正
54. MICN	I	模拟	麦克风输入负
55. BEARP	O	模拟	扬声器输出正
56. BEARN	O	模拟	扬声器输出负
57. AFMS	O	模拟	模块音频输出
58. SERVICE	I	12V/2.7V	如果非快速样板 VPPFLASH, 允许记录 Flash 编程电压信息。
59. ATMS	I	模拟	音频输入到模块
60. AGND	-	模拟	模拟接地

注意：GM47输出脚有些变化，向下保持兼容。

### 3.2 电气概要和逻辑特征

接口里的多数 $2.75\text{ V} \pm 5\%$ 信号是高速CMOS逻辑输入或输出，信号定义为 Dig. 2.75 V，适用下列电气特征。

参数	最小	类型	最大	单位	输出电流 I <sub>o</sub>
高电平输出电压(V OH)	2.2		2.75	Volts	- 2 mA
低电平输出电压(V OL)	0		0.6	Volts	2 mA
高电平输入电压(V IH)	1.93		2.75	Volts	
低电平输入电压(V IL)	0		0.5	Volts	

### 3.2.1 通用要求

所有 2.75V 信号输入在电源开或关环境中，任何 -0.5V - 3.47V (3.3V + 5%) 电压不会损坏。所有 2.75V 信号输出经得起 0V - 3V 范围内任何电压连续地短路。

！注意：仅仅是保护，模块不能直接驱动一个 3.3V 的微处理器，如果一定要求这样做将无效。

SIM 输出信号和 SIMVCC 连续供电能经受住 0V - 4.1V 电压短路。

### 3.3 接地

引脚	名称	描述
2, 4, 6, 8, 10, 12	DGND	数字接地
60	AGND	模拟接地

GR 47/48 有二种地线，模拟地 (AGND) 和数字地 (DGND)，接口的模拟地是60号脚，数字地是2, 4, 6, 8, 10 和 12号脚。

注意：所有地线连接到应用。

尽在 ME 里 AGND 连接到 DGND，AGND 和 DGND 在应用里分开很重要。

#### 3.3.1 模拟接地

AGND 导线是模拟音频参考接地，是 ATMS 和 AFMS 信号回路。

尽在模块里连接数字地(DGND)，应用中不需要连接 DGND 和 AGND。

参数	极限
I <sub>max</sub>	≅12.5mA

#### 3.3.2 数字接地(DGND)

DGND 是系统接口中所有数字信号的参考，也是 DC 电路的电源供应。每个 DGND 引脚额定 0.5 A。所有 DGND 引脚在模块内已经连接。

所有 DGND 引脚在应用内普通连接。

参数	极限
I <sub>average</sub>	< 0.5 A 非 DGND 引脚能经受住 >0.5 A
I <sub>max</sub>	< 600 mA (每个 100 mA)

### 3.4 稳压电源

引脚	名称	描述
1,3, 5, 7, 9	VCC	稳压电源

稳压电源，VCC，连接引脚号码是 1, 3, 5, 7 和 9。

### 3.4.1 电源供给(VCC)

外部电源 VCC 供给模块，任何其它电压在内部产生。

参数	模式	极限
应用电压	标称	3.6 Volts
	纹波容许 1	3.4 Volts - 4.0 Volts
	过电压	5.5 Volts
TX 满功率电流驱动能力		< 600 mA (平均))
		< 2 A (峰值)

GR 47/48 内在电容不能提供 GSM 大电流峰值发射，因此在脉冲串发射应用上 DC 源要供给适当的电流。

设计应用注意可行的客户要求。

### 3.4.2 电池充电输入(CHG\_IN)

电池充电引脚设计成提供充电电流到电池，精确的 TBD 算法如下。

- 通过内嵌应用程序算法实现，比一般实现更精炼。(见第6节)
- 特殊的 SEM 充电算法对电池有效的。

1 标准系统连接引脚。

## 3.5 ON/OFF和外部电源信号

引脚	名称	Dir	描述
14	ON/OFF	I	信号块翻转模块 开/关
34	VIO	O	外部电源供应

### 3.5.1 模块打开/关闭

模块电源由接地(拉低)14引脚打开/关闭，如下图3.2的图形，释放此脚，内部将上拉到高状态。

注意：不允许用 2.75V - 3.6V 推动，并且限止模块功能。

参数	最小	典型	最大	单位
电压高电平(FALSE)			VCC	尽用内部上拉
电压低电平(TRUE)	0			0.3*VCC Volts
上拉电阻	内部上拉		39	KΩ

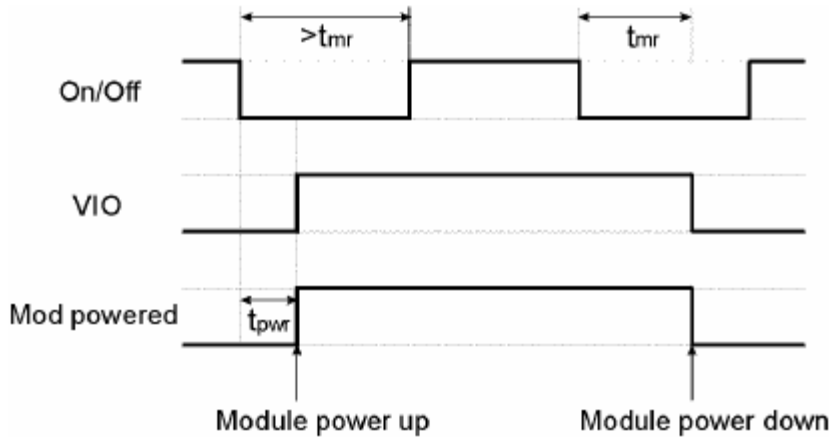


图 3.2 开/关与 VIO 特性

时间定义如下:

时间	描述	最小	典型	最大	单位
$t_{mr}$	开始一个开/关操作时间	1	1.5		S
$t_{pwr}$	模块一旦启动开/关信号到设置为真的时间	100		200	mS

### 3.5.2 外部 2.75 V (VIO)

VIO 来自 2.75 V 稳定器，此电源支持 2.75 V 最大 75mA 输出。

需要说明模块是有效的并能激励外部设备，既然如此，外部应用不需要 2.75 V 稳定器来引入(从模块观察点)适应。

参数	最小	典型	最大	单位
输出电压 (I 负载=50 mA)	2.70	2.75	2.85	Volts
负载电流			75	mA

### 3.6 模拟音频

引脚	名称	Dir	描述
57	AFMS	O	音频来自移动站
59	ATMS	I	音频到移动站
60	AGND	-	模拟音频参数接地

ATMS 和 AFMS 是模块输入和输出音频。模拟音频信号能用二个不同的模式，Handsfree 和便携式 Handsfree。

Handsfree

此模式引用音频到移动站(ATMS)和移动站到音频(AFMS)，使用音频附件象手机和 Handsfree 设备。

## 便携式 Handsfree

此模式在不同的扩展因素移动设备中活跃，同样 ATMS 麦克风，这是默认模式。

## 3.6.1 音频到移动站 (ATMS)

ATMS 是模拟音频进入到模块，连接音频进入到模块中的 CODEC，CODEC 转换模拟音频成数字音频，在模块中连接到内部 PCM 总线。内部 PCM 总线在系统连接器上连接编码音频到 PCMO。

ATMS 同样使用便携式 Handsfree 的麦克风送入，如果这样，DC 偏置只要来自 ATMS。

所有源必需 AC 耦合除了便携式手持麦克风，无论哪个规则 DC 耦合会提供 DC 电流到便携式手持麦克风，AC 耦合防止错误的偏置和 ATMS 输入的损坏。耦合必需有一个值避免低频率衰减。

ATMS 输入是无源网络，由 CODEC 发射口跟踪。

参数		极限
应用驱动阻抗(0.3 - 3.5 kHz)		< 300 Ω
AC 耦合电容 2		> 1 μF
模块输入阻抗(0.3 - 3.5 kHz)		>50KΩ
低频率分离点(- 3 dB)		300 Hz ± 50 Hz
高频率分离点(- 3 dB)		> 3500 Hz
最大允许输入电平		1.5V pp = 530mV
输出 DC 偏压电平	Handsfree 模式	2 V
	移动 Handsfree 模式	2 V ± 0.1 V
移动 Handsfree 模式增益补偿		28.5 dB

- 最大输入电平，ATMS 245mVrms，输出PCMO = 3dBm0。
- 标称 PGA (可编程增益设置)如下表。
- 更多信息见集成手册中的 AT 命令。

输入	输入电压mV	TXAGC dB	AUX11增益	PCMO dBm0
ATMS	245	0	13	3

最大输入电平，MICI 61.4 mV，输出PCMO = 3dBm0

输入	输入电压mV	TXAGC dB	AUX11增益	PCMO dBm0
MICI	61.4	0	25	3

PCM 3dBm0 AUX02 输出

输入	dBm0	RXPGA	音量控制 dB	AUX02 mVrms
PCMI	3dBm0	0	0	436

PCMI 3dBm0 BEAR 输出

输入	<i>dBm0</i>	<i>RXPGA</i>	音量控制 <i>dB</i>	<i>BEAR mVrms</i>
PCMI	3dBm0	0	0	388

2 AC 耦合电容必需由应用提供，除非麦克风用 DC 耦合。

### 3.6.2 来自移动站音频(AFMS)

AFMS 是从移动站输出模拟音频，当有效时，从 CODEC 的解码器 PCM 数字音频部分获得，PCM 数据从系统连接器上的 PCMI 来，同样使用耳机驱动便携式手持附件。

参数		极限
扬声器阻抗		64 $\Omega$ to 1K $\Omega$
AFMS 输出电容		2.2 $\mu$ F $\pm$ 10%
电平(THD < 5 %)	驱动能力到5 k $\Omega$ (0.3 - 3.5 kHz)	> 2.4 Vpp [TBC]
	驱动能力到1.5 k $\Omega$ (0.3 - 3.5 kHz)	> 2.2 Vpp [TBC]
	驱动能力到150 $\Omega$ (at 1kHz)	> 1.3 Vpp [TBC]

### 3.7 麦克风信号

引脚	扬声器信号	Dir	功能
53	MICP	I	麦克风正极输入
54	MICN	I	麦克风负极输入

MICP 和 MICN 是麦克风输入脚，这些输入兼容驻极体麦克风。麦克风包含 FET 开漏输出缓冲器，必需供给相对地 2V 电压。

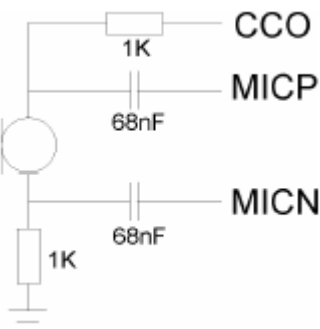


图3.3 麦克风连接到模块

CCO 是内部电压源，为麦克风提供必需的驱动电流(模块不提供)。

参数	极限
CCO	2.0 - 2.5 V

### 3.8 扬声器信号

引脚	扬声器信号	Dir	功能
55	BEARP	O	麦克风正极输出
56	BEARN	O	麦克风负极输出

BEARP 和 BEARN 是扬声器输出脚，这些输出是差动模式。

### 3.9 数字音频

引脚	PCM 信号	Dir	功能
52	PCMCLK	O	PCM 时钟
51	PCMSYNC	O	PCM 帧同步
47	PCMULD	I	PCM 音频输入到 DSP
48	PCMDLD	O	PCM 音频输出到 DSP
50	PCMI	I	PCM 音频输入到编解码器
49	PCMO	O	PCM 音频输出到编解码器

数字 PCM 音频信号允许数字音频源/接收器连接，内部旁路模拟音频 CODEC 处理功能。

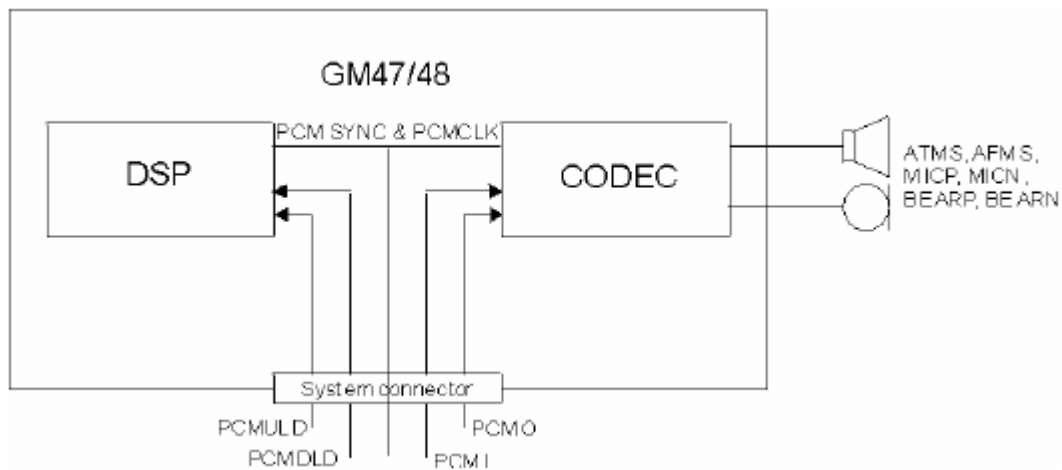


图3.4 引脚连接到数字音频

这些不需要外部音频处理就完成，系统连接器必需连接下列信号：

PCMDLD 和 PCMI

PCMULD 和 PCMO

#### 电气特性

适用于 Dig. 2.75 V CMOS 输入/输出电气特性，参考 DGND 地。



### PCM 接口格式

PCM 格式 (对于 PCMULD 和 PCMDLD)线性 PCM 数据 I/O 得克萨斯工业标准工具 DSP 格式,也有一些格式使用 CODEC 与 DSP 之间。DSP 是位时钟 PCMCLK 和帧同步 PCMSYNC 源,PCMULD 和 PCMDLD 数据位排列一行,同样 MSB 在相同时钟界限里发生每个字。

### 3.10 串行数据

引脚	名称	驱动	描述	RS232 CCITT N°
41	TD	I	连续数据到模块	103
42	RD	O	连续数据来自模块	104
39	RTS IO9	I I/O	发送请求 I/O 9 普通用途	105
40	CTS KeyCOL4 O4	O O O	发送到消除 键盘列 4 普通用途 4	106
37	DTR KeyROW1 I/O1	I I	数据终端准备 键盘列 1 普通用途I/O 1	108.2
38	DCD KeyCOL1 O4	O O O	数据载波检测 键盘列 1 普通用途 1	109
36	RI KeyCOL2 O2	O O O	振铃指示器 键盘列 2 普通用途 2	125
45	TD2	I	UART 2 数据发射	
46	RD2	O	UART 2 数据接收	
43	TD3	O	UART 3 数据发射	
44	RD3	I	UART 3 数据接收	

串行通道使用异步通信,连接应用系统或辅助设备单元到模块。它们由三个 UART 组成。

- UART 1 完整地全部使用 RS232 并且关闭通信线。
- UART 2 可以使用接口连接到 GPS 单元,下载软件接受记录信息。
- UART 3 可以嵌入应用使用。

参考 DGND 地,适合 Dig. 2.75 V CMOS 输入/输出电气特性,另外一些相应数据具体说明。

特征码格式支持,1个起始位,8个数据位,无奇偶,一个停止位,每个特征码总共10位。

注意:节3.2.1规定模块接口不能直接接到微处理器。

注意2：同样从脚输出表了解，个别 RS232 引脚有多重功能，使用者可选择 RS232 的默认功能。

### 3.10.1 UART 1 (RS232) - RD, TD, RTS, CTS, DTR, DCD, DSR 和 RI

UART1 信号排列9脚 RS-232 (V.24) 串行口。

信号电平不匹配标准的 RS-232 (V.28) 电平，相互关系如下表所示

RS - 232 电平	RD, TD	RTS, CTS, DTR, DCD, RI	2.75 V CMOS 电平
< -3 V	1	OFF	> 1.93
> +3 V	0	ON	< 0.80 V

在 2.75V CMOS 电平和 RS232 电平之间变换，能达到标准的接口 IC，象 Maxim 完整的产品 MAX3237。

### 3.10.2 串行数据信号- RD, TD

默认的波特率是 9.6 kbit/s，由 AT+IPR 命令支持仍然可达到 460 kbit/s 速率。在 AT 模式或二进制模式中(收到第一个 AT 或二进制数位后确定操作模式) UART 1 起始速率是 9.6 kbit/s，GSM 07.10 多路传输协议支持起始命令，实际支持速率到达 460 kbits/s。

#### 串行数据来自模块(RD)

RD 在 UART 1 里常用来发送数据输出到应用系统，Dig. 2.75 CMOS 输出是适用的常规特性。

参数	极限
应用负载电阻	< 100 k $\Omega$
应用负载电容	< 500 pF

#### 串行数据到模块 (TD)

TD 在 UART 1 里常用来接收由应用系统发送来的数据，Dig. 2.75 CMOS 输入是适用的常规特性。

参数	极限
应用驱动阻抗	< 100 $\Omega$
输入电容	1 nF
输入电阻(下拉)	100 k $\Omega$ to 2.75 V

### 3.10.3 控制信号 - RTS, CTS, DTR, DCD, RI, DSR

当使用标准的 IC 接口，标准的 RS-232 电平获得时，控制信号低电平激活。

这些信号连同 DGND, RD 和 TD 构成9脚 RS-232 口(电压电平除外)，RTS 和 CTS 能传输数据速度的1/10数据速率，达到 460 kbit/s。(字节定向流动控制机制)。

**TRS 与 CTS 转换时间**

参数	极限
电平从低到高时间	< 2 $\mu$ s
电平从高到低时间	< 2 $\mu$ s

**请求发送(RTS)**

RTS 是输入到模块，电路信号使用 DCE (模块使用数据发送用途)数据发送条件，默认电平是 OFF，由内部拉高。

由 AT+IFC 命令精确定义 RTS 行为，软件或硬件流控制能选择，默认硬件流控制。

Dig. 2.75 CMOS 输入是适用的常规特性。

应用负载拉低(逻辑电平) RTS 请求模块通信，模块维持 CTS 拉低响应，并通知模块准备好通信。

参数	极限
应用驱动阻抗	< 100 $\Omega$
输入电容	< 2 nF
输入电阻(下拉)	100 k $\Omega$ to DGND

**消除发送(CTS)**

CTS 是从模块输出，电路信号使用 DCE (模块使用数据发送用途)指示准备好发送数据，默认高电平。

正确的 CTS 行为由 AT+IFC 命令定义。

软件或硬件流控制能选择，Dig. 2.75 CMOS 输出是适用的常规特性。

技巧 :如果尽软件流控制使用它 ,变成必要的声明 RTS 低或去连接 RTS 到 CTS 模块。

参数	极限
应用负载电容	< 500 pF
应用负载电阻	> 1 M $\Omega$

**数据终端准备(DTR)**

DTR 是输入到模块，电路指示来自 DTE 的信号，准备好发送和接收数据。如果 DTR 是 OFF(高)，DTR 也同样硬件“悬高”调用终止。

默认电平是 ON(低)，由 AT&D 命令正确定义 DTR 行为。

Dig. 2.75 CMOS 输入是适用的常规特性。

**数据载波检波(DCD)**

DCD 是从模块输出，ON(低)信号指示有效载波，由 DCE (模块)接收。

Dig. 2.75 CMOS 输出是适用的常规特性。

**振铃指示器(RI)**

RI 从模块输出，ON(低)信号指示一个振铃信号由 DCE (模块)发出。

Dig. 2.75 CMOS 输出是适用的常规特性。

**DSR (数据准备好)**

DSR 信号必需使用 at&s 命令开关，如果 DSR 激活，它指示一个激活(低)，如果模块在命令模式并且如果模块数据在线就指示(高)。

**3.10.4 UART 2 - TD2, RD2**

UART 2 由全双工通信制通信组成，包括发送和接收线。

通信口将工作在 1 模式：操作和维持。

操作和维持模式会在增加服务信号中工作，如果二个服务信号激活模块打开，如果没有数据发送到模块，然后记录器激活。

发送和接收信号特征相当于 UART 1 的 TD 和 RD，除了最大波特率以外，能达到921 kbps。

**发送数据 2 (TD2)**

TD2 是由应用系统用 UART 2 发送数据输入到模块。

电气特性TD。

**接收数据 2 (RD2)**

RD2 是用 UART 2 发送数据输出到应用系统。

电气特性相同于 RD。

**3.10.5 UART 3 - TD3, RD3**

UART 3 由全双工通信制通信组成。包括发送和接收线。

同步和电气信号相当于 UART 1 的 TD 和 RD。

**发送信号 3 (TD3)**

TD3 是应用系统用 UART 3 发送数据输入到模块。

电气特性相同于 TD 。

**接收数据 3 (RD3)**

RD 是用 UART 3 发送数据到应用系统。

电气特性相同于 TD。

### 3.11 SIM卡相关信号

参数	模式	信号	最小	典型	最大	单位
SIM供应电压	3 V	SIMVCC	2.7	3.0	3.3	V
	5 V		4.5	5.0	5.5	V
高电平输入电压(V <sub>IH</sub> )	3 V	SIMDAT	2.1		3.0	V
	5 V		3.5		5.0	V
低电平输入电压(V <sub>IL</sub> )	3 V	SIMDAT	0		0.9	V
	5 V		0		1.5	V
高电平输出电压(V <sub>OH</sub> )	3 V	SIMDAT	2.7		3.0	V
	5 V		4.7		5.0	V
低电平输出电压(V <sub>OL</sub> )	3 V	SIMDAT	0		0.2	V
	5 V		0		0.2	V
高电平输出电压(V <sub>OH</sub> )	3 V	SIMCLK SIMRST	2.4		3.0	V
	5 V		4.4		5.0	V

#### 3.11.1 SIM侦查-存在

SIMPRESNCE 是预定输入,测定外部 SIM 卡座里 SIM 卡是否插入或移去,它通常连线到外部 SIM 卡座的“卡插入开关”。

当离开时打开内部上拉电阻器,维持高信号并且引起”SIM 卡缺少”到模块。

SIMPRESNCE 是 CMOS 2.75 输入,有下列特性。

参数	最小	典型	最大	单位
上拉电阻(2.75 V)	100			kΩ
低电平输入电压(插入 SIM)			0.8	V
高电平输入电压(缺少 SIM)	1.93		5	V

注意:模块有规定的类型,指定规定的 SIM 类型,消除额外的测试。

### 3.12 维护/编程

引脚	信号	描述
58	SERVICE	Flash编程电压

此输入会用一个 Flash 存储器编程电压来启动并且指示信号到模块,将启动输出记录信息。

模式	SERVICE 电压 (V)			驱动能力
	最小	典型	最大	
正常操作			0.8	-
服务/允许 编程	1.9	2.75	3.6	> 1 mA
最大绝对值电压			13.5	-

### 3.13 蜂鸣器

引脚	信号	描述
31	蜂鸣器	从模块输出蜂鸣器

这是一个输出信号，允许应用到前编程歌曲和声音。

Dig. 2.75 V CMOS 输出阻抗电气特性合适参考 DGND 合适。

### 3.14 LED

引脚	信号	描述
33	LED I/O6	从模块输出 LED 普通用途 I/O 6

这是一个允许使用一个外部 LED 的输出信号，它指示模块不同的状态。

此信号是 Dig. 2.75 V CMOS 输出，因而常规特性可用。外部应用为了连接 LED，按照下列设计。

LED 操作是硬代码，主应用不控制。

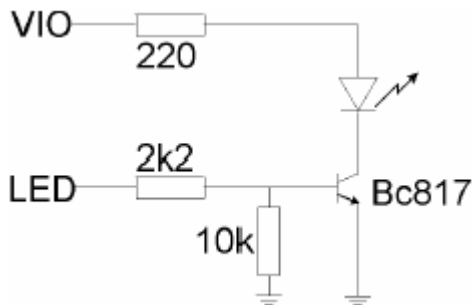


图3.5 LED电气连接

### 3.15 TX\_ON -短脉冲发射

引脚	信号	Dir	描述
35	TX_ON	O	GSM 模块板载发射

TX\_ON 是数字信号输出，指示模块进入短脉冲发射。短脉冲发射时间，GSM 收发器单元在由网络分配时间槽里发送。

Dig 2.75 CMOS 输出适用常规电气特性。

### 3.16 Real Time Clock实时时钟

规定模块用天时间日历，百年报警日历，用到微处理器。

实时时钟支持分开电源操作，因此二个操作模式分别提示：

- RTC 常态操作：MS 存在电源/Vcc 并且如果 MS 是 OFF 或 ON，不计数。

- RTC 备份操作：当 MS 没有电源， $V_{cc}=0V$ ，由备份提供电源维持操作。

备份电源提供被动电源，电容器，大电容器，电池等等，连接外部 MS 到 VRTC 引脚，在 RTC 正常操作期间，备份电源开始充电，相似电容器充电。

在备份操作里，备份源为了 RTC 操作提供充足的电压，下表显示二种电压操作特性。

参数	最小	典型	最大	单位
供给电压 RTC (正常操作-电容充电)	1.6	1.8	2.0	V
供给电压 RTC (备份操作-电容提供电压)	1.0	1.8	2.0	V
拉出电流		5.0	10.0	$\mu A$

如果电压落到 1V 以下，RTC 将停止工作，下列图表显示 RTC 连接：

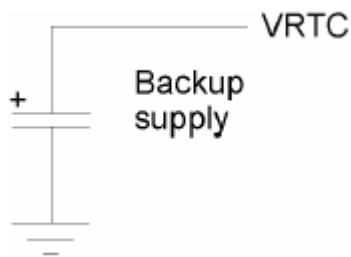


图 3.6 RTC 连接

### 3.17 外部 IO 能力

为了增加 GR47 外围的机动性和多样性，RS232 硬件流控制物理界面共享，用键盘扫描接口和扩展常规 IO 能力，由于自然共享，它不执行所有这些同时(慎重，虽然从一个功能部件到另一个并且以前合理的来动态开关)起作用的操作。

详细作用是一个 IO 必要的，软件自动设置禁止一个其它允许相应的 IO 块状态，最值得注意 RS232 硬件流控制键盘功能开关。。

如果满硬件流控制和信号交换必需不可利用键盘列驱动并且终止键盘接口。如果中间硬件流控制是已经选择 (RTS 和 CTS 唯一)，不使用的流控制引脚 (DTR, DCD, RI, DSR) 可用来作键盘接口，只要三个离散的矩阵列驱动。

如果 RS232 硬件流控制是开关完全关，保持键盘列驱动是能够允许全部键盘 4 行 5 列矩阵。

#### 3.17.1 LED/IO6

LED 功能引脚当不需要做闪烁 LED 功能，能用来做普通数字 IO 通途。另一方面，此引脚板上没有拉高电阻，用作数字输入它必需由外部主电路电阻拉高或拉低。

#### 3.17.2 I#/O#

没选定引脚使用 I# 和 O# 功能，可以分别使用普通的输入或输出功能。输入有板载 100K 上拉电阻，并驱动在 2.75V 电平。

### 3.17.3 UART3/IO#

UART3 引脚有普通 I/O 用途功能，两个引脚可以用来做输入或输出。另一方面，TX 有 100K 电阻下拉到地，RX 引脚有 100K 电阻上拉到 2.75V，在设计主电路时必需考虑。

### 3.17.4 IO#/ADC#

要增加模拟输入能力，在信号引脚上，GR47 optimises 由复用和共享不同的功能部件。2 个数字 IO 引脚目前有额外的 ADC 输入，在配置数字 IO 时，软件不读 2 个新的 ADC 输入电压。在配置 ADC 输入时，软件会设置数字 IO 引脚成输入或高阻三态。在 0V - 2.75V 之间有效电压里能读出 8 位值。

因为额外的 ADC 输入 (ADC4 和 ADC5) 与数字 IO 共用，此 ADC 的输入电路与原来的 ADC1-3 不相同，重要的是理解引脚的输入结构，按照应用正确读出模拟电压。输入结构如图 3.7。它由 100K 电阻上拉到 2.75V，由 1K 电阻和 10nF 到地电容组成低通过滤波器，在 16K 附近有 3dB，模拟 IC 的输入阻抗在 1M 以上。

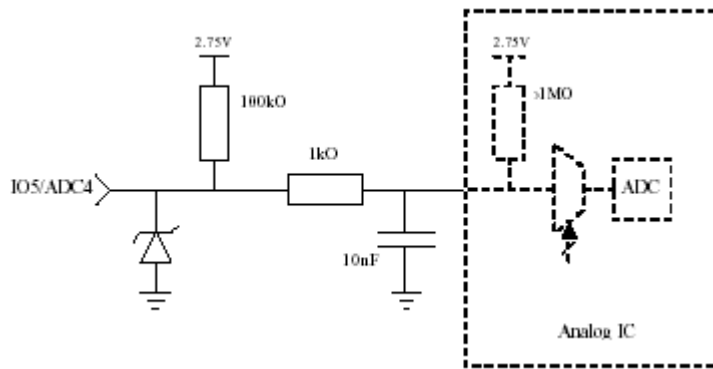


图 3.7 组合 IO 和 ADC 引脚输入电路

### 3.18 键盘接口

要增加 IO 能力，在信号引脚上，GR47 optimises 复用或共享不同的功能部件，允许扩展到简单的矩阵键盘接口。

#### 3.18.1 IO#/KEYROW#

在配置键盘操作时，软件会设置数字 IO 引脚为输入或高阻三态，这个状态里，键盘矩阵行能从 KEYROW# 读入，这些引脚有 100K 上拉到 2.75V 并且当电压由外部键盘开关拉低时认为是活动的。

#### 3.18.2 KEYCOL#

键盘矩阵列用 RS232 硬件流控制信号驱动共享功能。当配置键盘操作时，软件会设置硬件流控制中间任一个或关。

用中间流控制键盘列输出号，是有限的三个，用流控制开关关闭，键盘列输出号增加到 4 个，增加的键盘列输出可以直接连接到地，被看作一个列驱动。



信号到 4 列宽度，因而键盘矩阵大小变化是合理的。

最后，标准键盘矩阵只要键压下，直接连接行到列。如果多键同时按下，为了避免电路短路，列驱动必需打开整流器，必须用外部晶体管完成来自 GR47 的逻辑驱动。对于接口用适当的晶体管类型，在基极和发射极之间安排偏置电阻。

连接方法图3.8显示如下。

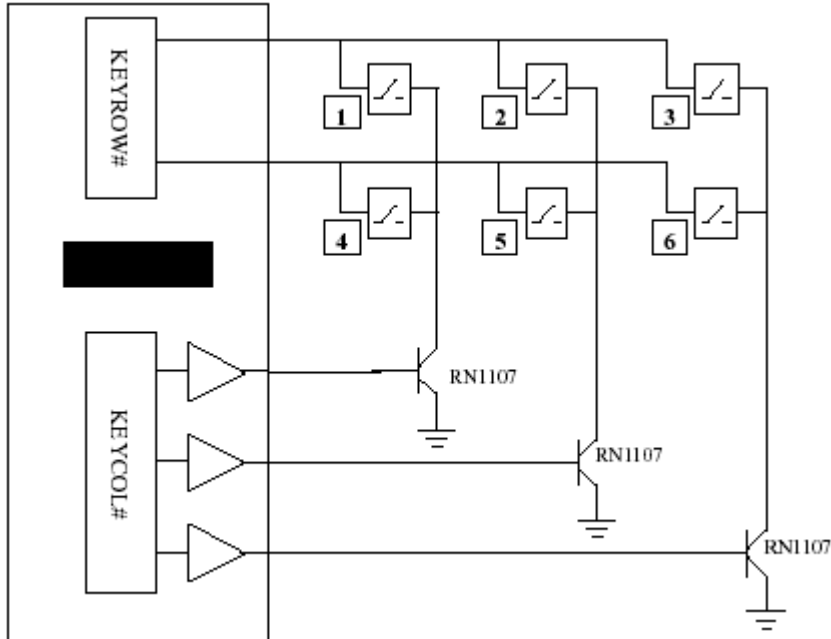


图 3.8 键盘矩阵连接

## 4 天线连接器

天线连接器是从模块到外部用户支持的无线频率发射中心天线，它的 MMCX 天线安装在模块外面。大部分商家都支持这种天线类型。

这个表规定了天线接口的电气特性。

参数	极限	描述
标称阻抗	50 $\Omega$ (SWR < 2:1)	
输出功率	2W峰值 4类 1W峰值 1类	扩展 GSM 900 GSM 1800
静态灵敏度	好于102 dBm 好于102 dBm	扩展 GSM 900 GSM 1800

## 5 AT 命令概要

AT 标准是一个面向行的命令语言。”AT”是 Attention 的缩写，它总是从 TE 到 TA 使用起始发送命令行，TE 终端设备状态，任何大小的计算机，终端适配器 TA 站，模块的调制解调器。

此命令行由一串字母数字的字符组成，它发送到调制解调器来指示执行由字符指定的命令。

功能	AT命令
<b>控制与标识</b>	
订户信息	AT+CNUM, AT+CIMI, AT*ESNU
产品与版本信息	AT+CGMR, AT+CGSN, AT*ESIR
普通信息与设置	AT, AT*, AT+CLAC, AT+GCAP, ATI, AT+CSCS, AT&F, AT&W, ATZ, AT+WS46, AT*E2SSN
<b>呼叫控制</b>	
普通呼叫控制	ATA, ATD, ATL, ATH, ATP, ATT, AT+CHUP, AT+CMOD, AT+CVHU, AT+CR, AT+CRC,
DTMF	AT+VTS
数据命令	ATO, AT+CRLP
<b>音频控制</b>	
音频外形修改	AT*E2EAMS
音频外形修改	AT*EALR, AT*EAMS, AT*EARS, AT*ELAM, AT*EMIR, AT*EMIC, AT*EXVC, AT*E2APR
<b>网络服务</b>	
预备线服务(ALS)	AT*EALS, AT*ELIN, AT*ESLN
用户服务简要	AT*ECSP
前向呼叫	AT+CCFC, AT*EDIF
拨号/受话号码识别	AT+CLIP, AT+CLIR, AT*EIPS
首选网络	AT*EPNR, AT*EPNW
负荷通知	AT+CACM, AT+CAMM, AT+CAOC, AT+CPUC
拨号卡	AT*ESCN
呼叫保持，等待与同线	AT+CCWA, AT+CHLD
操作选择	AT+COPS
网络注册	AT+CREG
USSD	AT+CUSD, AT+CSSN
安全与锁定	AT+CLCK, AT+CPWD, AT+CPIN, AT*EPEE
<b>设置</b>	
设置	AT*EMAR
响铃信号设置	AT*ERIL, AT*ERIN, AT*ERIP, AT*ESIL, AT*ESMA, AT*ESMM, AT*ESOM
ME 状态信息	AT*ECAM, AT+CSQ, AT+CIND, AT+CPAS,

	AT+CMER
错误控制	AT+CMEE, AT+CEER
<b>SMS &amp; CB</b>	
设置	AT*ESTL, AT+CPMS, AT+CRES, AT+CSAS, AT+CSCA, AT+CSMS, AT+CNMI, AT+CSDH, AT+CSMP, AT+CGSMS
SMS 命令	AT+CMGC
读/写 SMS	AT+CMGD, AT+CMGW, AT+CMGL, AT+CMGR Send SMS AT+CMGS, AT+CMSS
<b>电话簿</b>	
读/写/查找	AT+CPBS, AT+CPBR, AT+CPBW, AT+CPBF
组合	AT*EGIR, AT*ESAG, AT*ESCG, AT*ESDG, AT*ESDI, AT*ESGR
自身响铃	AT*EPRR, AT*EPRW
设置	AT*EPBM, AT*E2PBCS
<b>时钟</b>	
警报	AT+CALA, AT+CALD, AT+CAPD
时间&日期	AT+CCLK, AT+CTZU, AT*EDST
<b>接口命令</b>	
流控制	AT&C, AT&D, AT+ICF, AT+IFC, AT+IPR, AT&S
S 注册	ATS0, ATS10, ATS2, ATS3, ATS4, ATS5, ATS6, ATS7, ATS8
I响应控制	AT+ILRR, ATE, ATV, ATQ, AT+CSCS, ATX
07.10 多路传输	AT+CMUX
HSCSD	AT+CHSR, AT+CHSU
<b>GPRS</b>	
PDP 上下文激活	AT+CGACT
GPRS 附件	AT+CGATT
返回数据状态	AT+CGDATA
定义PDP上下文	AT+CGDCONT
GPRS 事件报告	AT+CGEREP
显示PDP地址	AT+CGPADDR
服务质量简要(最小可以接受的)	AT+CGQMIN
服务质量简要(被请求的)	AT+CGQREQ
GPRS 网络注册状态	AT+CGREG
GPRS ATD 扩展	ATD*
<b>网络信息</b>	
单元信息	AT*E2CD
工程模式	AT*E2EMM
<b>SIM应用工具包</b>	
建起呼叫	AT*E2STKC

---

显示文本	AT*E2STKD
获得进入键	AT*E2STKG
获得输入	AT*E2STKI
选择项目	AT*E2STKL
建起菜单	AT*E2STKM
包封(菜单选择)	AT*E2STKN
应用工具包设置	AT*E2STKS

## 6 嵌入应用

模块有能力来存储和运行用户在处理器停机时写入脚本构成的代码，通过底层翻译程序使用。

### 6.1 特色

主要的嵌入应用特色如下：

- 基于 C 脚本语言 (SEM 特性)
- 可升级 (脚本, 非信号化软件)
- 内在函数库
- 多重模块脚本支持

### 6.2 实现

模块有相当于 44K 可用的两个脚本存储空间, 和 25K 操作 RAM, 语言结构包括：

- If - then - else 语句
- While loops
- For loops

所有硬件接口, 一般说来可用到 AT 命令来嵌入应用。更多的驱动可写入, 例如 M 总线和 I2C 由 EA 通过 IO 脚使用。

#### 6.2.1 局限性

以前模块处理脚本使用自己的存储器, 限制了脚本上运行。

- 直接比较不能充分地在项目范围里编译 C 程序, 但一个脚本范围容量, 如果每行128 字符长, 则脚本可能有350行长。
- 某些片能力必需考虑软件内部低优先级过程, 一个选择是停止使用这个控制模式, 停止 GSM 操作并且提供脚本所有处理能力给运行。
- 代码不能从外部应用直接到端口并在模块上装载, 它必需在 SEM 脚本语言里写, 模块解释程序能正确地操作程序。

#### 6.2.2 M2mpower IDE (综合开发环境)

IDE 是一个基于 windows 的允许使用写模拟包, 分离 bug 和用 EA 软件下载它们的应用进入到模块里。标准版本是运行在 Windows XP 和 2000 上, 如果必需其它版本, 98可用。

实现应用使用开发工具包指南。

这些必需的组件能实现 EA。

要索取补充资料请联系 SEM 客户支持。

## 7 TCP/IP 堆栈

板上有完整的 IP/TCP/UDP 堆栈，扩充工作码软件，不需要客户来实现。

最初进入最适当通过嵌入应用（见以前部分）使用内部函数。

### 7.1 实现

数字命令允许不同的功能。如下：

- 打开/关闭 IP 连接，用 web 服务器协议/结束动态 IP 地址。
- 发送/接收 TCP 信息包-执行所有 TCP 操作来发送和接收信息包。
- 发送/接收 UDP 信息包-执行所有 UDP 操作来发送和接收信息包。
- 分解 URL 到 IP 地址-类似 DOS 命令 nslookup。

单元安装和控制使用嵌入应用，EA 或外部应用二者之一，能发生数据发送和能通过模块发送。

有效准备通信从应用越过 GPRS 链接到 Internet 服务器。

## 8 技术数据

### 机械规格

最大长度	50 mm
最大宽度	33 mm
最大厚度	6.82 mm (系统连接引脚长度除外)
重量	18,5 g

### 电源电压供应, 正常操作

电压	3.6V 标称
公差	-0.2 +0.4V
纹波	<100mV @ 200KHz, <20mV @>200KHz
正常操作范围内电压必需始终保持, 包括纹波	
电源消耗	语音模式: < 250 mA (< 2 A 峰值) 空闲模式: <5 mA 关电: < 100 $\mu$ A
RTC accuracy: 精度	最大 < 37ppm 典型 < 20ppm

### 音频规格

频率范围	GR 47: GSM 900 & EGSM 900 MHz 和 1800 MHz (双波段) GR 48: GSM 850 MHz 和 1900 MHz (双波段)
最大 RF 输出功率	2 W / 1 W
天线阻抗	50 $\Omega$

### SIM card

SIM 卡接口(尽外部)	3 V or 5 V
--------------	------------

### 环境规格

操作温度范围	-25 0C to +55 0C
贮藏温度范围	-40 0C to +85 0C
最大相对湿度	95% at +40 0C
固定振动, 正弦波	位移7.5 mm加速度幅度20 m/s <sup>2</sup> 40 m/s <sup>2</sup> 频率范围 2-8 Hz 8-200 Hz 200-500 Hz
固定振动, 任意	加速度谱线密度(m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ) : 0.96 2.88 0.96 频率范围: 5-10 10-200 200-500 60 最小 每/轴

非固定振动，包括打击	打击响应曲线频谱 1，峰值加速度：每个轴心和定向3次，说明：300 m/s <sup>2</sup> , 11 ms 打击响应曲线频谱 2，峰值加速度：每个轴心和定向3次，说明：1000 m/s <sup>2</sup> , 6 ms
冲击	加速度 250 m/s <sup>2</sup>
自由下落	1.2 m
滚动扔出	角度：±35度，周期：8s
静载重	10 kPa
低空/高空压力	70 kPa / 106 kPa

*贮藏*

SMS贮藏容量	ME 中40个，另外的许多 SMS 单元能存储(由 SIM决定)
电话簿容量	100

*DAC*

参数	值	单位
分辨率	8	bit
Code=00HEX 输出电压漂移	0.138 ± 0.1	V
Code=FFHEX 输出电压漂移	2.61 ± 0.2	V
标称步长	9.668 ± 0.1	mV
线性代码范围	8-247 (8H-F7H)	LSB
线性范围内完全错误	±100	mV
转换速度	<100	μs

*ADC*

参数	值	单位
分辨率	8	bit
Code=00H 输入电压	0.01 ± 0.01	V
Code=FFH 输入电压	2.75 ± 0.1	V
标称步长	10.742	mV
精确度	±3	LSB
输入阻抗	>1	MΩ
转换时间	0.5bit <100	μs