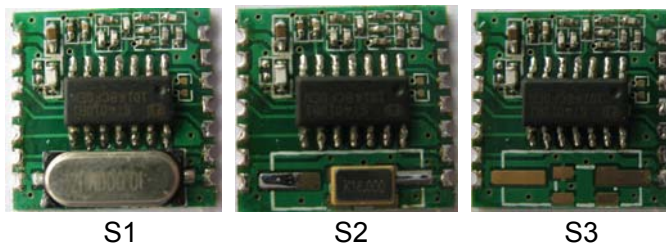


带 8051 MCU 315/433/868/915 MHz ISM 频段发射模块

(该文档主要描述 RFM60 的硬件和射频参数。MCU 和软件信息请参考 RF60 芯片规格书及软件编程指南，RF60 演示板使用说明)

1. 简述

RFM60 是一款高集成带 8051MCU 的 RF 发射模块，可工作在 315/433/868/915MHz 等 ISM 频段，FSK,OOK 两种调制方式，单电池供电，待机电流小于 10nA，128 位 AES 加密，符合 FCC，ETSI 法规。



2. 特点

单钮扣电池供电

工作电压：1.8 to 3.6 V

待机电流 < 10 nA

无需外接晶振

工作温度范围：-40 to +85 °C

可满足 AEC-Q100 标准

符合 RoHS 标准

RF 发射

工作频段：315/434/868/915 MHz

输出功率 +10 dBm, 可调

最高速率 100 kbps

FSK/OOK 调制

Manchester, NRZ, 4/5 编码

模拟电路

LDO 稳压器，上电复位电路

集成温度传感器

电池电压检测

高速 8051 μ C 内核

流水指令结构

70% 指令为单时钟/双时钟指令

高达 24 MIPS @ 24 MHz clock

存储器

4 KB RAM / 8KB NVM

128 bit EEPROM

512 byte of internal data RAM

12 KB ROM embedded functions

8 byte low leakage RAM

时钟源

高速 VCO

可编程低功耗系统时钟

超低功耗休眠定时器

振荡输入 (可选)

数字电路

128 bit AES 加速器

8 带唤醒功能 GPIO

1 LED 驱动口

数据串行器

高速频率计数器

实时时钟, Timers 2, 3

在线调试 - C2

3. 应用领域

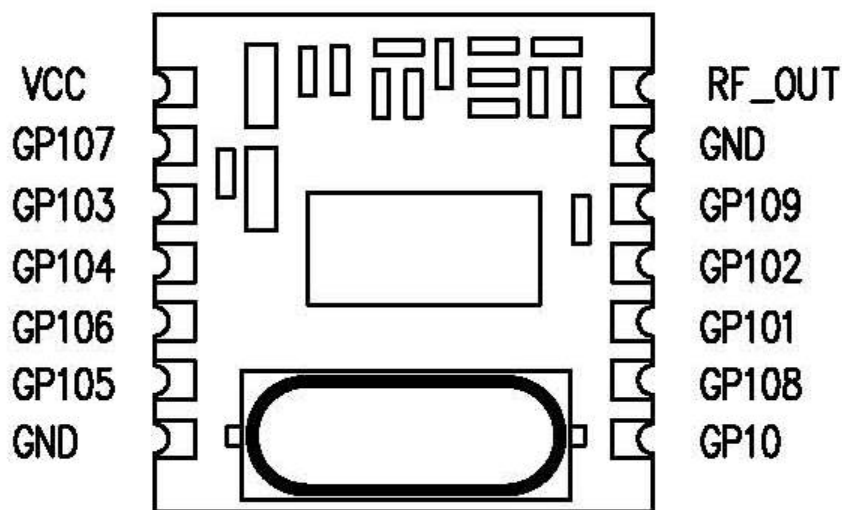
无线门铃

汽车防盗

无钥系统

智能家居

4. 管脚定义



RFM60 (S1)

图 1: RFM60(S1) 管脚定义图

名称	功能
VCC	电源正极 1.8-3.6V DC 电源
GPIO7	普通 I/O 口
GPIO3	普通 I/O 口
GPIO4	普通 I/O 口, C2 clock 脚
GPIO6	普通 I/O 口
GPIO5	普通 I/O 口, C2 data 脚,LED 控制脚
GND	电源负极
RF_OUT	射频信号输出口, 连接 50OHM 天线
GND	电源负极
GPIO9	普通 I/O 口
GPIO2	普通 I/O 口
GPIO1	普通 I/O 口
GPIO8	普通 I/O 口
GPIO0	普通输入口, 可配置成晶振输入。烧录程序时此脚接 DC+6.5V

5. 电气特性

5.1 工作条件

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压	V_{DD}		1.8	-	3.6	V
电压斜率		起始上电*	20	-	650	mV/us
环境温度	T_A		-40	25	85	°C
输入口电压范围		数字输入信号	-0.3	-	$V_{DD}+0.3$	V

*注: 推荐滤波电容 = 1 μ F; 斜率测量 $1\text{ V} < V_{DD} < 1.7\text{ V}$.

5.2 工作极限值^{1,2}

参数	符号	极限值	单位
工作电压	V_{DD}	-0.5 to 3.9	V
输入电流 ³	I_{IN}	10	mA
输入电压 ⁴	V_{IN}	-0.3 to ($V_{DD} + 0.3$)	V
工作温度	T_{OP}	-40 to 85	°C
存储温度	T_{STG}	-55 to 125	°C

注:

1. Permanent device damage may occur if the absolute maximum ratings are exceeded.

Functional operation should be restricted to the conditions as specified in the operational sections of this data sheet. Exposure beyond recommended operating conditions for extended periods may affect device reliability.

2. Handling and assembly of these devices should only be done at ESD-protected workstations.

3. 除 V_{DD} 外

4. GPIO 配置成输入

5.3 低电振荡器特性

($V_{DD} = 1.8$ to 3.6 V ; $T_A = -40$ to $+85\text{ °C}$. 使用缺省设置.)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
频率范围	Programmable divider in powers of 2 up to 128	0.1875	—	24	MHz
频率准确度		-1	—	+1	%

5.4 休眠定时器特性

($V_{DD} = 1.8$ to 3.6 V ; $T_A = -40$ to $+85\text{ °C}$. 使用缺省设置.)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
最大定时时间			—	6800	s
时间精确度	Using API to program timer	-1.5	—	1.5	%

5.5 EEPROM 特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
Program Time	Independent of number of bits changing values	—	8	40	ms
Maximum Count per Counter	Using API		1000000		cycles
Write Endurance (per bit)*		50000	—	—	cycles
Note: *API uses coding technique to achieve write endurance of 1M cycles per bit.					

5.6 直流特性

(TA = 25° C, VDD = 3.3 V, RL = 550 Ω)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电流	I _{VDD}	+10 dBm output, OOK, Manchester	—	14.2	—	mA
		+6.5 dBm output, OOK, Manchester	—	11.3	—	mA
		+10 dBm, FSK	—	19.8	—	mA
		+6.5 dBm output, FSK	—	14.1	—	mA
休眠定时电流	I _{ST}	Only sleep timer is enabled	—	700	—	nA
待机电流	I _{SB}	All GPIO floating or held high	—	10	—	nA
LED 输入电流	I _{LED}	V _{OUT} > 200 mV	—	0.68	—	mA
GPIO[0-9] Pull Up Resis- tance	R _{PU}		48	55	62	k
High Level Input Voltage ¹	V	Trip point at 0.45 x V		0.506 x V _{DD}		V
Low Level Input Voltage ¹	V	Trip point at 0.45 x V		0.42 x V _{DD}		V
High Level Input Current ¹	I	V = V	—	TBD	—	μA
Low Level Input Current ¹	I	V = 0	—	TBD	—	μA
High Level Output Voltage ²	V	I = TBD	—	TBD	—	V
Low Level Output Voltage ²	V	I = TBD	—	TBD	—	V
Notes: - For GPIO pins configured as inputs. - For GPIO pins configured as outputs.						

5.7 RF60 射频发射特性

(TA = 25° C, VDD = 3.3 V, RL = 550 SOIC package unless otherwise noted)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
频率范围 ¹	F _{RF}	RFM60-315	295	315	335	MHz
		RFM60-433	414	434	454	
		RFM60-868	848	868	888	
		RFM60-915	895	915	935	
频率噪声 (rms) ²		Allen deviation, measured across 1 ms interval	—	0.3	—	ppm
相位噪声 @ 915 MHz		10 kHz offset	—	-70	—	dBc/Hz
		100 kHz offset	—	-100	—	dBc/Hz
		1 MHz offset	—	-105	—	dBc/Hz
Frequency Tuning Time			—	5	—	ms
Selected Frequencies in Range of 27–960 MHz		Discrete frequencies	—	315	—	MHz
			—	433.92	—	MHz
			—	868	—	MHz
			—	915	—	MHz
			-150		+150	ppm
载波频率精确度		0°C ≤ T _A ≤ 70° C	-250		+250	ppm
		-40°C ≤ T _A ≤ 85° C	-47.3	—	47.3	kHz
		F _{RF} = 315 MHz 0°C ≤ T _A ≤ 70° C	-78.8	—	78.8	kHz
		F _{RF} = 315 MHz -40°C ≤ T _A ≤ 85° C	-65.1	—	65.1	kHz
		F _{RF} = 433.92 MHz 0°C ≤ T _A ≤ 70° C	-108	—	108	kHz
		F _{RF} = 433.92 MHz -40°C ≤ T _A ≤ 85° C	-130	—	130	kHz
		F _{RF} = 868 MHz 0°C ≤ T _A ≤ 70° C	-217	—	217	kHz
		F _{RF} = 868 MHz -40°C ≤ T _A ≤ 85° C	-137	—	137	kHz
		F _{RF} = 915 MHz 0°C ≤ T _A ≤ 70° C	-229	—	229	kHz
		F _{RF} = 915 MHz -40°C ≤ T _A ≤ 85° C	-10	—	+10	ppm
频率误差 Contribution with External Crystal			—	300	—	ppm
		电大频偏	—	2	—	ppm
		Deviation resolution		TBD		ppm
		Deviation accuracy	—	95	—	kHz
		Max frequency deviation, 315 MHz	—	630	—	Hz

		Deviation resolution, 315 MHz	—	130	—	kHz
		Max frequency deviation, 433.92 MHz	—	868	—	Hz
		Deviation resolution, 433.92 MHz	—	260	—	kHz
		Max frequency deviation, 868 MHz	—	1740	—	Hz
		Deviation resolution, 868 MHz	—	275	—	kHz
		Max frequency deviation, 915 MHz	—	1830	—	Hz
		Deviation resolution, 915 MHz	60	—	—	dB
OOK 调制深度			2.4	—	12.5	pF
Antenna Tuning Capacitive Range		315 MHz	—	3.6	—	ms/ KB
NVM Copy Boot Time per kB ⁴			—	3.6	—	ms/ KB

Notes:

1. The frequency range is continuous over the specified range.
2. The frequency step size is limited by the frequency noise.
3. Optimum differential load is equal to $4 V / (11.5 \text{ mA} / 2 * 4 / \pi) = 550 \Omega$. Therefore the antenna load resistance in parallel with the RF60 differential output resistance should equal 600Ω .

5.8 低电检测特性

(TA = 25° C, VDD = 3.3 V, RL = 550 Ω)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电压测量精确度			—	2	—	%

5.9 晶振特性

(TA = 25° C, VDD = 3.3 V, RL = 600 Ω ,)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
频率范围		GPI0 configured as crystal oscillator	10	—	13	MHz
输入电容 (GPI00)		GPI0 configured as crystal oscillator	—	5	—	pF
等效串联电阻		GPI0 configured as crystal oscillator	—	—	50	ohm
起动时间		Crystal oscillator only, 60 mH motional arm inductance	—	9	—	ms

6 机械尺寸图（所有尺寸单位：mm）

RFM60 (S1)

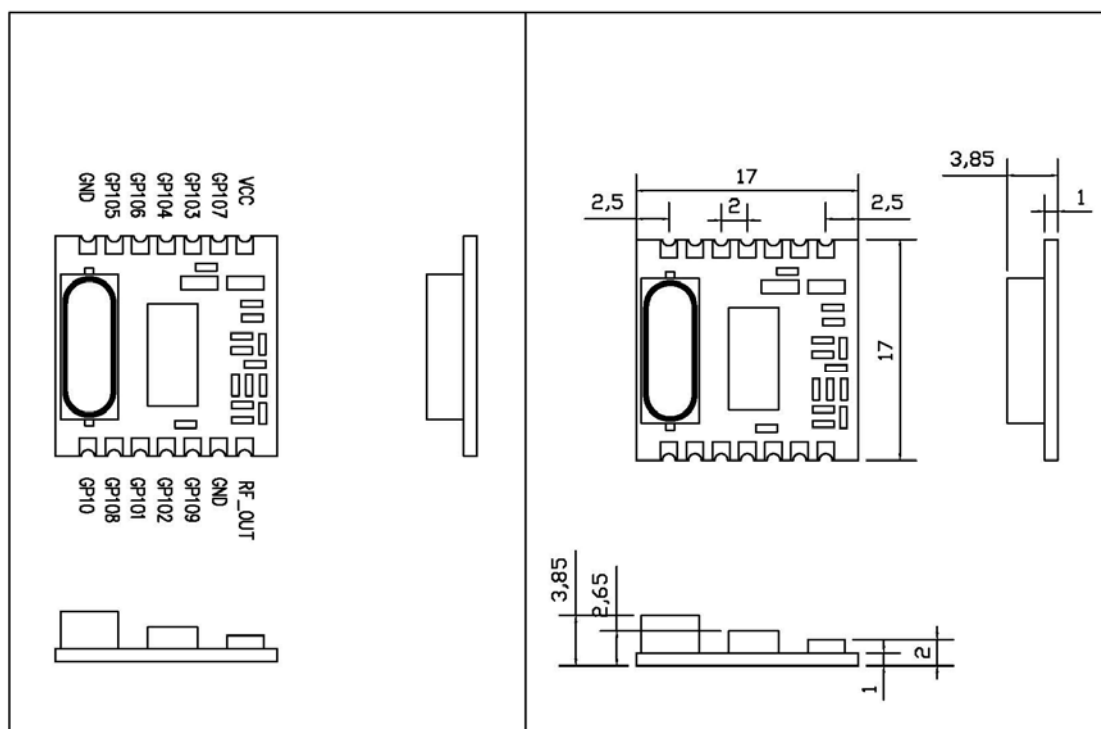


图 2： RFM60 (S1) 机械尺寸图

RFM60 (S2)

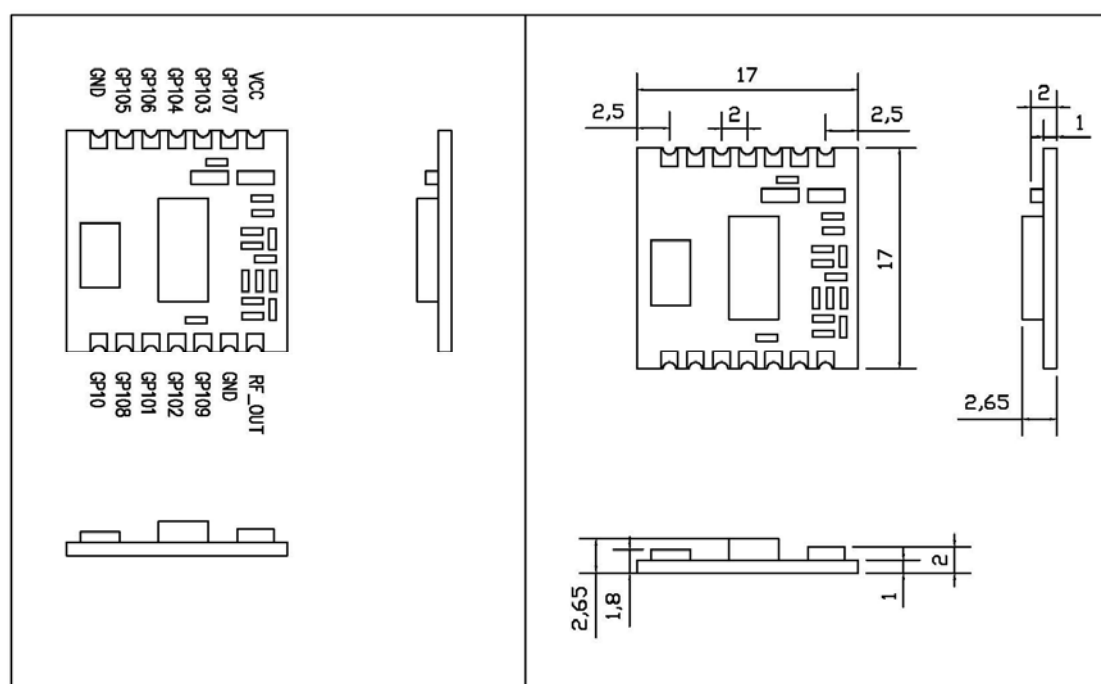


图 3： RFM60 (S2) 机械尺寸图

RFM60 (S3)

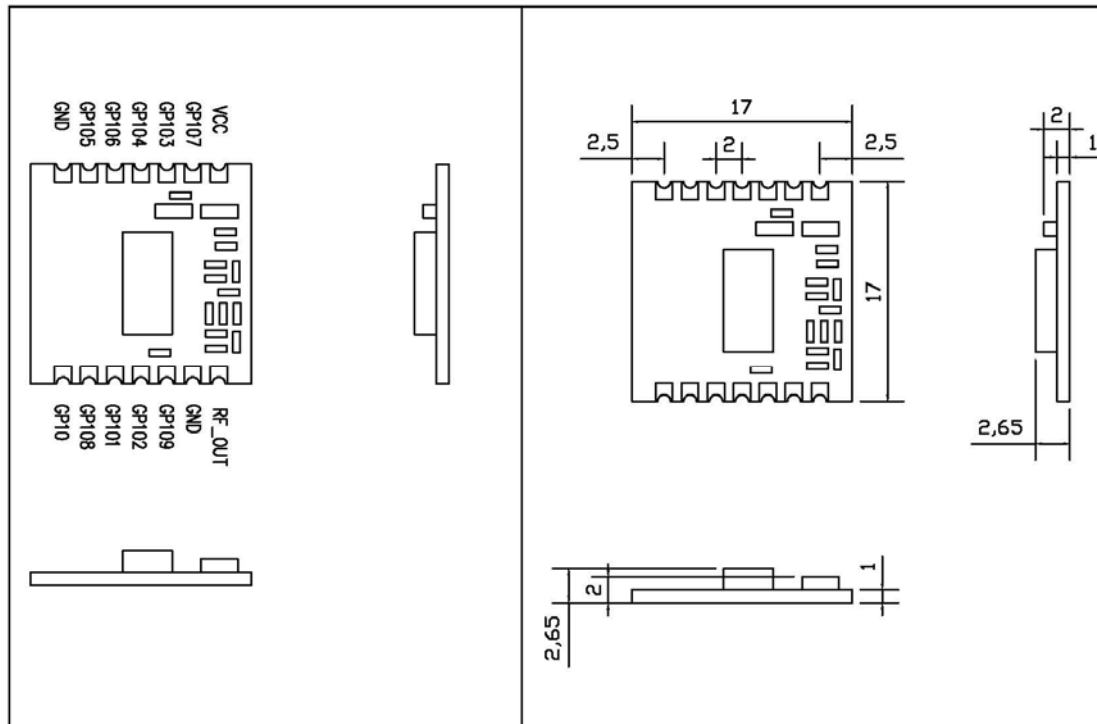


图 4: RFM60 (S3) 机械尺寸图

7 订购信息

产品型号=产品类型+工作频段+封装形式



产品型号	工作频段	封装形式
RFM60-315S1	315MHZ	S1 (大晶振)
RFM60-315S2	315MHZ	S2 (小晶振)
RFM60-315S3	315MHZ	S3 (无晶振)
RFM60-433S1	433MHZ	S1 (大晶振)
RFM60-433S2	433MHZ	S2 (小晶振)
RFM60-433S3	433MHZ	S3 (无晶振)
RFM60-868S1	868MHZ	S1 (大晶振)
RFM60-868S2	868MHZ	S2 (小晶振)
RFM60-868S3	868MHZ	S3 (无晶振)
RFM60-915S1	915MHZ	S1 (大晶振)
RFM60-915S2	915MHZ	S2 (小晶振)
RFM60-915S3	915MHZ	S3 (无晶振)

表 1: 产品型号参照表

HOPE MICROELECTRONICS CO.,LTD Add:4/F, Block B3, East Industrial Area, Huaqiaocheng, Shenzhen, Guangdong, China Tel: 86-755-82973805 Fax: 86-755-82973550 Email: sales@hoperf.com trade@hoperf.com Website: http://www.hoperf.com http://hoperf.en.alibaba.com	This document may contain preliminary information and is subject to change by Hope Microelectronics without notice. Hope Microelectronics assumes no responsibility or liability for any use of the information contained herein. Nothing in this document shall operate as an express or implied license or indemnity under the intellectual property rights of Hope Microelectronics or third parties. The products described in this document are not intended for use in implantation or other direct life support applications where malfunction may result in the direct physical harm or injury to persons. NO WARRANTIES OF ANY KIND, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MECHANICALITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, ARE OFFERED IN THIS DOCUMENT. ©2006, HOPE MICROELECTRONICS CO.,LTD. All rights reserved.
---	--