

# MCD5000

## 带自校准功能的低压电力 线载波通信芯片

产品规格书

版本 V1.0

版本	出版时间	备注
初版	2012/02/20	初版 V1.0

## 1. 描述

MCD5000 是一款高性能的带自校准功能的低压电力线载波通信芯片，内部集成了稳压电源、低噪声放大器 (LNA)、滤波器、自校准单元、FSK 解调器、一个 MCU 控制串行接口等电路。有三个载波工作频率可选，使用低压电力线为媒介，进行数据传输和网络控制，自动校准的特点使 MCD5000 具有高带外抑制比，高信噪比，高可靠性的优势，低功耗的特点使 MCD5000 适用在低压电力线载波系统。

=====

## 2. 应用范围

- 电力自动抄表系统
- 安防系统
- 智能家居控制

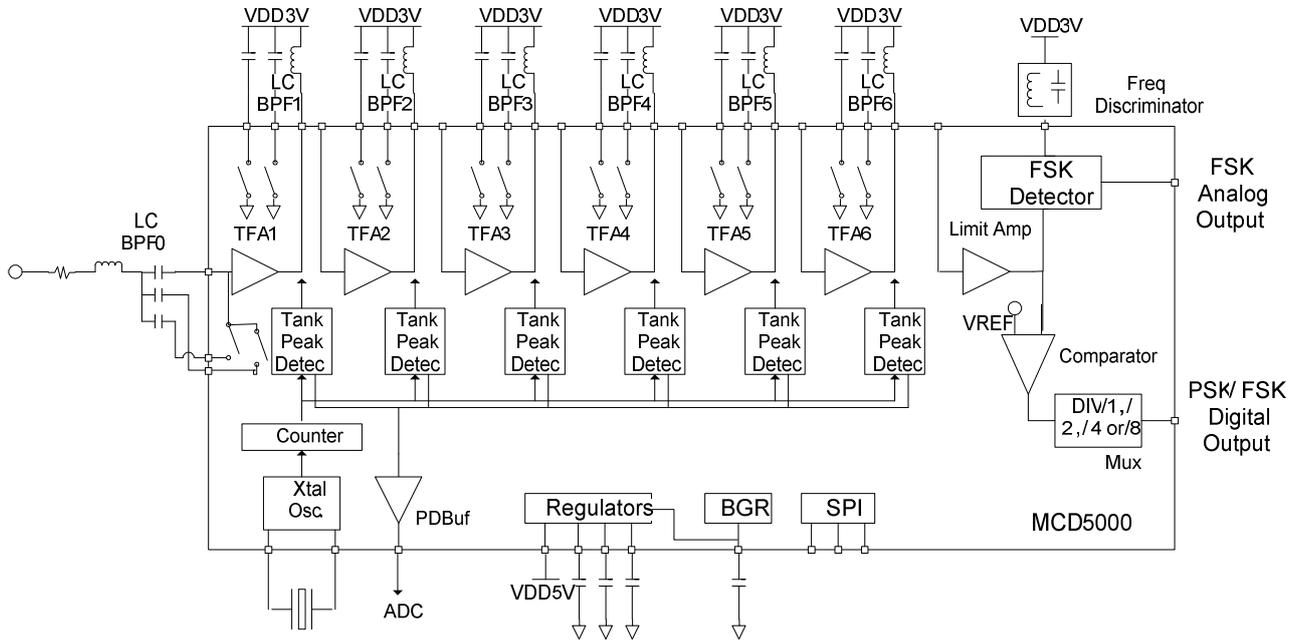
=====

## 3. 特点及指标

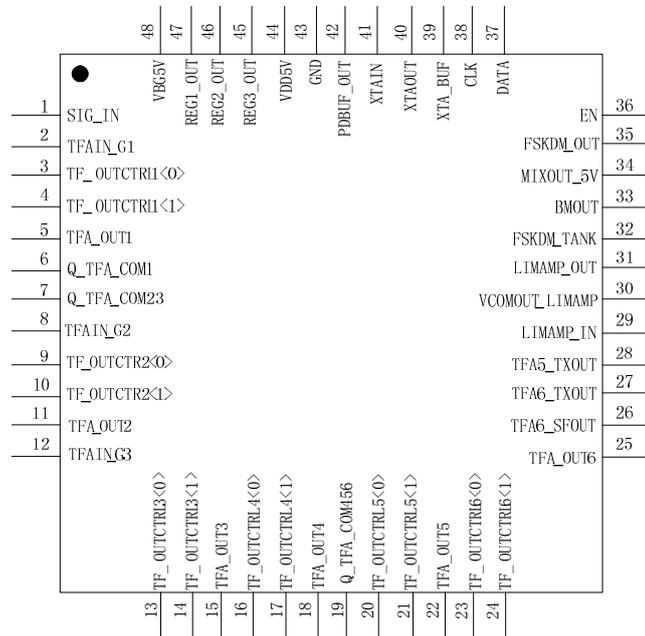
### 3.1 特点

- 1) 载波频率：80KHz、120KHz、270KHz
- 2) 工作电压范围：4.5 ~ 5.5V (5.0V 典型)
- 3) 晶体频率：20MHz
- 4) 低工作电流： $I_{DD} < 2\text{mA}$
- 5) 通讯速率：200bps ~ 2000bps
- 6) 带外抑制：  
80KHz：39dB @ 120KHz 处，带宽 13KHz  
120KHz：58dB @ 80KHz 处，带宽 13KHz  
270KHz：47dB @ 200KHz 处，带宽 25KHz
- 7) 0.35 $\mu\text{m}$  CMOS 工艺
- 8) 封装形式：TQFP48-PP

### 3.2 功能方框图



### 3.3 引脚说明



脚位	名称	I/O	描述
1	SIG_IN	I	第一级输入端
2	TFAIN_G1	I	第一级 TFA 输入 MOS 管栅极
3	TF_OUTCTRL1<0>	I	第一级 TFA 输出控制端
4	TF_OUTCTRL1<1>	I	第一级 TFA 输出控制端
5	TFA_OUT1	O	第一级 TFA 输出端

6	Q_TFA_COM1	I	第一级 TFA 的 Q 值调整 common point
7	Q_TFA_COM23	I	第二、三级 TFA 的 Q 值调整 common point
8	TFAIN_G2	I	第二级 TFA 输入 MOS 管栅极
9	TF_OUTCTRL2<0>	I	第二级 TFA 输出控制端
10	TF_OUTCTRL2<1>	I	第二级 TFA 输出控制端
11	TFA_OUT2	O	第二级 TFA 输出端
12	TFAIN_G3	I	第三级 TFA 输入 MOS 管栅极
13	TF_OUTCTRL3<0>	I	第三级 TFA 输出控制端
14	TF_OUTCTRL3<1>	I	第三级 TFA 输出控制端
15	TFA_OUT3	O	第三级 TFA 输出端
16	TF_OUTCTRL4<0>	I	第四级 TFA 输出控制端
17	TF_OUTCTRL4<1>	I	第四级 TFA 输出控制端
18	TFAOUT4	O	第四级 TFA 输出端
19	Q_TFA_COM456	I	第四、五、六级 TFA 的 Q 值调整 common point
20	TF_OUTCTRL5<0>	I	第五级 TFA 输出控制端
21	TF_OUTCTRL5<1>	I	第五级 TFA 输出控制端
22	TFAOUT5	O	第五级 TFA 输出端
23	TF_OUTCTRL6<0>	I	第六级 TFA 输出控制端
24	TF_OUTCTRL6<1>	I	第六级 TFA 输出控制端
25	TFAOUT6	O	第六级 TFA 输出端
26	TFA6_SFOUT	O	第六级 TFA 的 SF attenuation 输出端
27	TFA6_TXOUT	O	第六级 TFA 的 buffer 输出端
28	TFA5_TXOUT	O	第五级 TFA 的 buffer 输出端
29	LIMAMP_IN	I	限幅放大器的输入端
30	VCOMOUT_LIMAMP	I/O	限幅放大器的参考电平端口, 外接电容
31	LIMAMP_OUT	O	限幅放大器的输出端
32	FSKDM_TANK	I/O	FSK 解调器外接鉴频器端口
33	BMOUT	O	FSK 解调器参考电平端口, 外接电容
34	MUX_OUT	O	分频输出端
35	FSKDM_OUT	O	FSK 解调器输出端
36	EN	I	MCU 接口, 使能端
37	DATA	I	MCU 接口, 数据端
38	CLK	I	MCU 接口, 时钟端
39	XTA_BUF	O	晶体频率输出端
40	XTAOUT	I/O	晶体振荡端 1
41	XTAIN	I/O	晶体振荡端 2
42	PDBUF_OUT	O	Peak detector buffer 输出端
43	GND	I	地端
44	VDD5V	I	5V 电源输入端
45	REG3_OUT	O	Regulator3 输出端, 外接电容
46	REG2_OUT	O	Regulator2 输出端, 外接电容
47	REG1_OUT	O	Regulator1 输出端, 外接电容
48	VBG5V	I/O	BG 外接电容端口

### 3.4 最大绝对额定值 (说明1)

参数	符号	数值			单位
		最小值	典型值	最大值	
电源电压	$V_{DD}$			6.0	V
存储温度范围	$T_S$	-55		125	°C
焊接温度 (焊接 4 秒)	$T_L$			260	°C
ESD 电压	$V_{ESD}$		2000		V

### 3.5 推荐工作条件 (说明 2)

参数	符号	数值			单位
		最小值	典型值	最大值	
工作电压	$V_{DD}$	4.5	5.0	5.5	V
工作温度	$T_A$	-40	27	+85	°C

**说明 1:** “最大绝对额定值”是指工作条件超出参数范围有可能损坏芯片。

**说明 2:** “推荐工作条件”是指在参数范围内可以保证芯片工作,但是不能保证达到电气特性中的指标。电气特性中的指标是指在满足测试条件的要求时保证达到的指标。

### 3.6 电气特性 (如无特殊说明, 测试条件为 $V_{DD}=5.0V, T_A=27^{\circ}C$ )

参数	符号	测试条件	数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
工作电流	$I_{DD}$	$I_{TFA}=5$		1.4		mA
工作频率	$F_{OPT}$		80		270	KHz
晶体频率	$F_{OSC}$			20		MHz
TFA 增益	$G_{TFA}$	$F_{OPT}=80KHz$ , 一级 TFA, $Q=35$ , LC 的带宽 30KHz	-25		25	dB
		$F_{OPT}=120KHz$ , 一级 TFA, $Q=52$ , LC 的带宽 30KHz	-15		35	
		$F_{OPT}=270KHz$ , 一级 TFA, $Q=61$ , LC 的带宽 30KHz	0		50	
噪声电平	$N_V$			10		nV/sqrt(Hz)

## 4. 功能描述

MCD3366 用于接收电力线上大动态范围的 FSK 或 PSK 调制信号，是一款带自校准功能的滤波器和解调芯片。集成了追踪滤波器，FSK 解调器，晶体振荡器，分频器，限幅器，比较器，数据接口和 LDO 等功能模块。

### 4.1 追踪滤波器

MCD5000 上集成了 12 阶的追踪滤波器，由 6 级有源滤波器组成，其中 4 级作为接收器中级联的滤波器，2 级作为发射器中双端滤波器。MCD5000 带有 6 位可编程带宽设置，每一级追踪滤波放大器（TFA）可以调节到 4 个不同的主频，片外电感的波动可以通过 8 位内置可编程电容组的调谐消除。TFA 主频的自校准适用于精确的频率响应的要求，TFA 提供大范围的增益控制（50dB）。TFA 的增益通过两组控制信号来调节，bypass 和 degeneration。当调节 bypass 时，增益将会被减小，而线性度和噪声特性保持不变，当调节 degeneration 时，随着增益的减小，线性度增加，噪声特性变差。图 1、2、3 显示的是不同主频的频率响应。

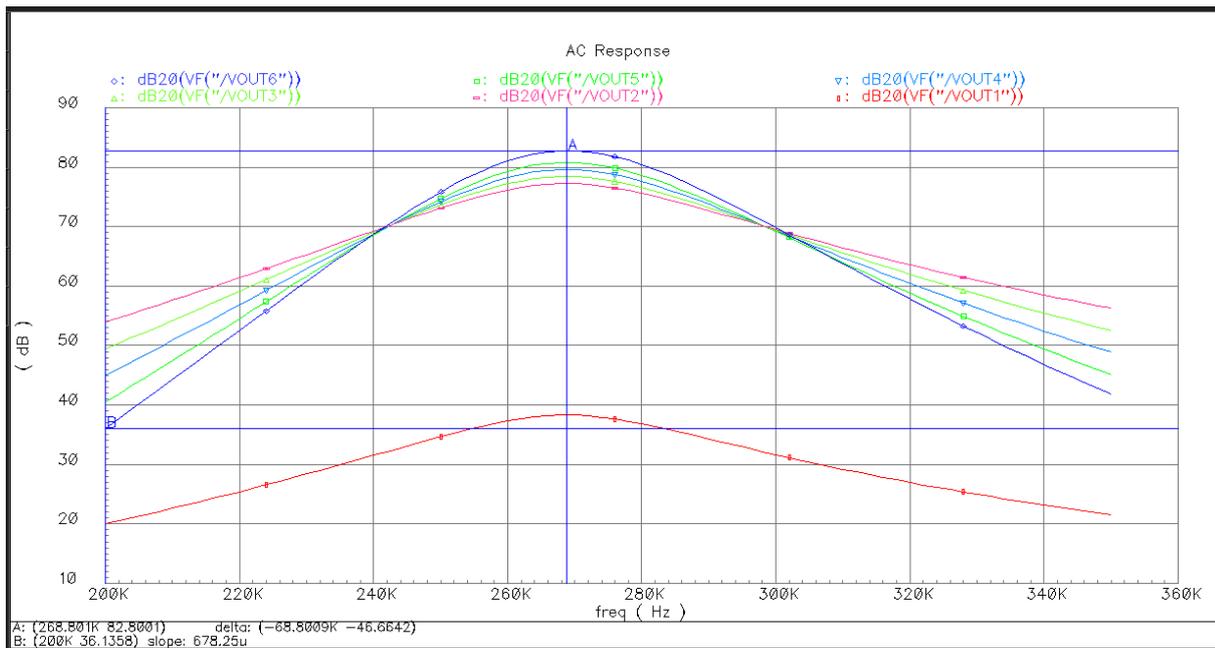


Fig.1 270KHz Tracking Filter Rejection @ 200KHz = 47dB, BW = 25KHz

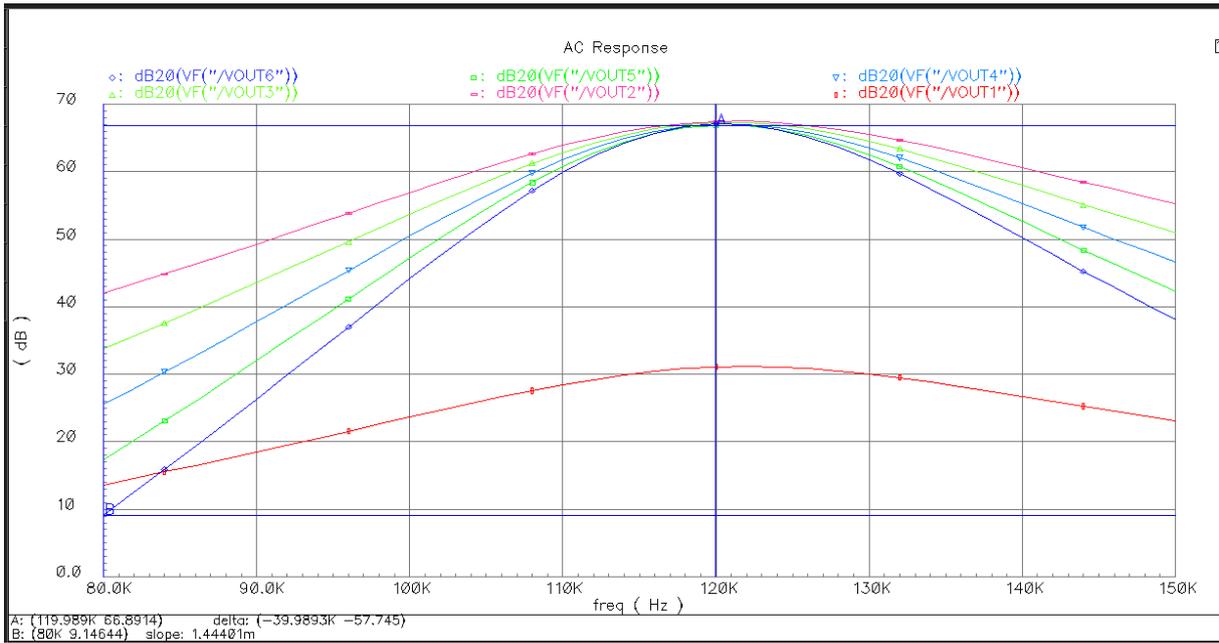


Fig.2 120KHz Tracking Filter Rejection @ 80KHz = 58dB, BW = 13KHz

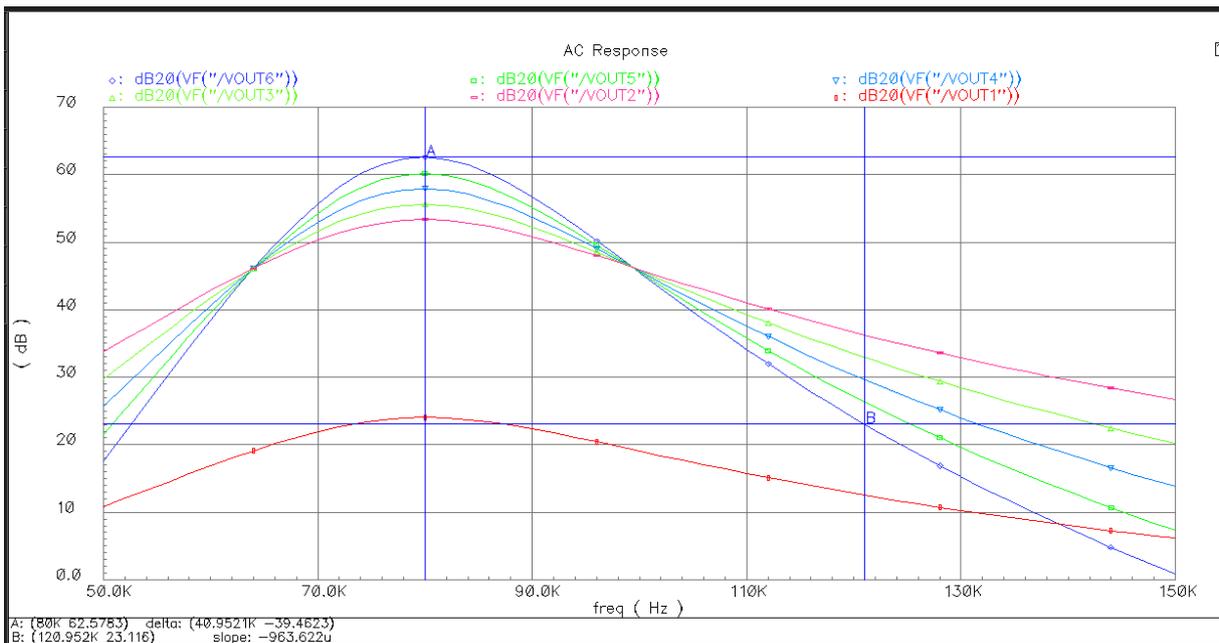


Fig.3 80KHz Tracking Filter Rejection @ 120KHz = 39dB, BW = 13KHz

## 4.2 主频自校准

MCD5000 在上电后就需要被校准从而确保精确的主频频率。对于每一个要校准的目标主频，要做两个测量。比如，目标主频是 120KHz，两个校准频率 116KHz 和 124KHz 由设置分频器分别得出。对于每一个 TFA 的电容组的设置，峰值检测器都会输出一个与两个校准频率相应的模拟电压，送到 ADC 指示 TFA 与那套电容组设置对应的电感增益。当所有或部分电容组的设置都测量过而且记录过，两个校准频率之间的电压差就得到了，TFA 中最小的电压差将对应最好的电容组设置，同样的过程要在 4 个主频 6 个 TFA 上进行。

### 4.3 自动增益控制

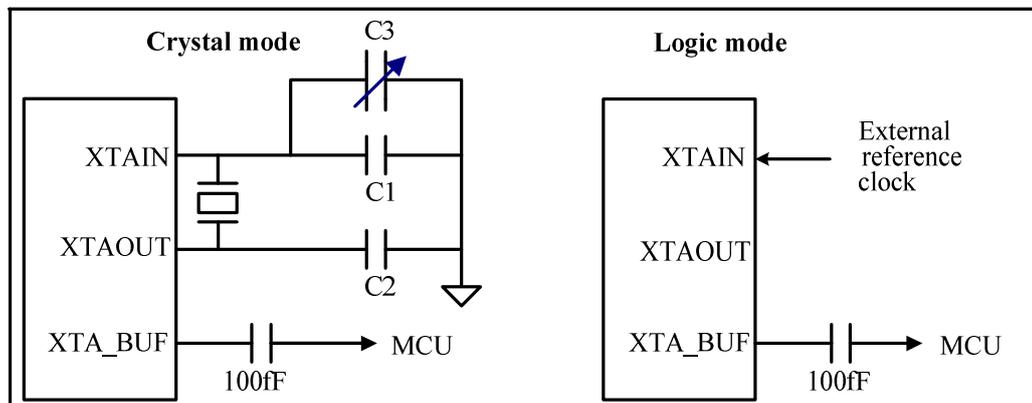
追踪滤波器的增益设置对于干扰抑制是很重要的，级联的 TFA 的总增益不应该使信号饱和。TFA 的增益可以预先设定一个高值，在第一级峰值检测器的帮助下，第一级 TFA 的信号强度就得到了，如果信号比期望的信号强度小，比如峰-峰值在 2-4V 之间，那么增益设置就不用改变，第一级 TFA 的自动增益控制就完成了，第一级 TFA 的增益不用改变，后几级的 TFA 增益都设置为 0dB。如果信号强度大于期望的信号强度，那么第一级的增益就要减小为设定的值，后几级也采用同样的步骤进行调节。当调节增益时，bypass 应该首先被调整，从而保持噪声特性，之后再调整 degeneration。

### 4.4 FSK 解调器

TFA 之后接的是一个 60dB 增益的限幅放大器和 FSK 解调器，解调有两个方案：如果需要模拟解调，从限幅放大器输出的放大信号送入 FSK 解调器，解调器由外接的频率鉴频器帮助完成解调；如果是数字解调，信号将被一个比较器转变为数字信号，比较器的参考电平是可编程控制的，数字信号输出有几个不同的分频选择，1、2、4、8。

### 4.5 晶体振荡器

晶体振荡器有两种工作方式：一种方式是依靠晶体起振，把外部晶体接到 XTAIN 引脚和 XTAOUT 引脚间，调节电容 C1、C2 和 C3，得到适当的晶振负载电容和频率。另一种方式是外部参考频率直接接到 XTAIN 引脚，悬空 XTAOUT 引脚，设置 PDRES=1，关断振荡晶体管，放大及分频部分依旧工作。振荡信号经过缓冲器由 XTA\_BUF 脚输出，负载能力 10mA，作为 MCU 的频率输入。



### 4.6 数据控制器

MCD5000 内置有 18 个锁存器，分别控制模块的电源开关、分频计数器的配置、和模块功能控制字。详细分布请见 Dataconfiguration。说明如下：所有锁存器的初始状态都是 0，数据共 24 位，顺序是 MSB 先入，四位组别码最后送入，如有不够 24 位的控制字串，可以有几位送几位，不需要全部送满 24 位。

LSB														MSB										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Power	0	0	0	0	0	PWON_PD0	PWON_PD1	PWON_PD2	PWON_PD3	PWON_PD4	PWON_PD5	PWON_PD6	PWON_CAL_TONE1	PWON_CAL_TONE2	PWON_CAL_TONE3	PWON_CAL_TONE4	PWON_CAL_TONE5	PWON_TFA1	PWON_TFA2	PWON_TFA3	PWON_TFA4	PWON_TFA5	PWON_TFA6	
REF	0	0	0	0	1	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29									
Logic0V	0	0	0	1	0	BQVEXT_F_NSV	HAV_REG1_V	HAV_REG1_V	HAV_REG1_V	Q_PDBRUT_5_V<1>	Q_PDBRUT_5_V<1>	Q_PDBRUT_5_V<1>	OP/PM_PDBUF_3V	VREF_PDBUF_3V<1>	VREF_PDBUF_3V<1>	VREF_PDBUF_3V<1>	VREF_PDBUF_3V<1>	VREF_PDBUF_3V<1>	PWON_REG1_3V	PWON_REG1_3V	x	PWON_BO_5_V	PWON_PDBUF_3V	
Logic1	0	0	0	1	1	Q_TFALD1<3>	Q_TFALD2<3>	Q_TFALD2<3>	Q_TFALD2<3>	Q_TFALD2<3>	Q_TFALD2<3>	Q_TFALD2<3>	Q_TFALD3<3>	Q_TFALD3<3>	Q_TFALD3<3>	Q_TFALD3<3>	Q_TFALD3<3>							
Logic2	0	0	1	0	0	Q_TFALD4<3>	Q_TFALD5<3>	Q_TFALD5<3>	Q_TFALD5<3>	Q_TFALD5<3>	Q_TFALD5<3>	Q_TFALD5<3>	Q_TFALD6<3>	Q_TFALD6<3>	Q_TFALD6<3>	Q_TFALD6<3>	Q_TFALD6<3>							
Logic3	0	0	1	0	1	L_TFA1<3>	L_TFA1<3>	L_TFA1<3>	L_TFA1<3>	L_TFA2<3>	L_TFA2<3>	L_TFA2<3>	L_TFA3<3>	L_TFA3<3>	L_TFA3<3>	L_TFA3<3>	L_TFA3<3>	L_TFA4<3>	L_TFA4<3>	L_TFA4<3>	L_TFA4<3>	TF_FREQ<1>	TF_FREQ<1>	
Logic4	0	0	1	1	0	L_TFA5<3>	L_TFA5<3>	L_TFA5<3>	L_TFA5<3>	L_TFA6<3>	L_TFA6<3>	L_TFA6<3>	DEGENSH_TFA1<3>	DEGENSH_TFA1<3>	DEGENSH_TFA1<3>	DEGENSH_TFA1<3>	DEGENSH_TFA1<3>	DEGENSH_TFA1<3>	DEGENSH_TFA2<3>	DEGENSH_TFA2<3>	DEGENSH_TFA2<3>	DEGENSH_TFA2<3>	DEGENSH_TFA2<3>	
Logic5	0	0	1	1	1	DEGENSH_TFA3<3>	DEGENSH_TFA4<3>	DEGENSH_TFA4<3>	DEGENSH_TFA4<3>	DEGENSH_TFA4<3>	DEGENSH_TFA4<3>	DEGENSH_TFA4<3>	DEGENSH_TFA5<3>	DEGENSH_TFA5<3>	DEGENSH_TFA5<3>	DEGENSH_TFA5<3>	DEGENSH_TFA5<3>							
Logic6	0	1	0	0	0	C_TFALD1<3>	C_TFALD2<3>	C_TFALD2<3>	C_TFALD2<3>	C_TFALD2<3>	C_TFALD2<3>	C_TFALD2<3>	C_TFALD2<3>	C_TFALD2<3>	C_TFALD2<3>	C_TFALD2<3>	C_TFALD2<3>							
Logic7	0	1	0	0	1	C_TFALD3<3>	C_TFALD4<3>	C_TFALD4<3>	C_TFALD4<3>	C_TFALD4<3>	C_TFALD4<3>	C_TFALD4<3>	C_TFALD4<3>	C_TFALD4<3>	C_TFALD4<3>	C_TFALD4<3>	C_TFALD4<3>							
Logic8	0	1	0	1	0	C_TFALD5<3>	C_TFALD6<3>	C_TFALD6<3>	C_TFALD6<3>	C_TFALD6<3>	C_TFALD6<3>	C_TFALD6<3>	C_TFALD6<3>	C_TFALD6<3>	C_TFALD6<3>	C_TFALD6<3>	C_TFALD6<3>							
Logic9	0	1	0	1	1	BYPASS_TFA1<3>	BYPASS_TFA2<3>	BYPASS_TFA2<3>	BYPASS_TFA2<3>	BYPASS_TFA2<3>	BYPASS_TFA2<3>	BYPASS_TFA2<3>	BYPASS_TFA2<3>	BYPASS_TFA2<3>	BYPASS_TFA2<3>	BYPASS_TFA2<3>	BYPASS_TFA2<3>							
Logic10	0	1	1	0	0	BYPASS_TFA3<3>	BYPASS_TFA4<3>	BYPASS_TFA4<3>	BYPASS_TFA4<3>	BYPASS_TFA4<3>	BYPASS_TFA4<3>	BYPASS_TFA4<3>	BYPASS_TFA4<3>	BYPASS_TFA4<3>	BYPASS_TFA4<3>	BYPASS_TFA4<3>	BYPASS_TFA4<3>							
Logic11	0	1	1	0	1	L_TFCAL_TO_NE<3>	PWON_SF0	PWON_SF1	PWON_SF1	PWON_SF1	PWON_SF1	PWON_SF1	PWON_SF1	PWON_SF1	PWON_SF1	PWON_SF1	PWON_SF1							
Logic12	0	1	1	1	0	VREF_FSKD_M<3>	VCOM_LM_AMP<3>	VCOM_LM_AMP<3>	VCOM_LM_AMP<3>	VCOM_LM_AMP<3>	VCOM_LM_AMP<3>	VCOM_LM_AMP<3>	VCOM_LM_AMP<3>	VCOM_LM_AMP<3>	VCOM_LM_AMP<3>	VCOM_LM_AMP<3>	VCOM_LM_AMP<3>							
Logic13	0	1	1	1	1	L_FSKDM<3>	HYST_COMP<3>	HYST_COMP<3>	OP/PM_FSK_DM	HFSK_LPSK	MUTE_FSKD_M	L_OPI0_IS_FSKDM<3>	L_OPI0_IS_FSKDM<3>	L_OPI0_IS_FSKDM<3>	L_OPI0_IS_FSKDM<3>	L_OPI0_IS_FSKDM<3>	L_OPI0_IS_FSKDM<3>							
Logic14	1	0	0	0	0	HEN_PD_DIS_CH	BW_FSKDM	SELCLK	L_PD_SF<3>	L_PD_SF<3>	L_PD_SF<3>	L_TFA_SF<3>	L_TFA_SF<3>	L_TFA_SF<3>	L_TFA_SF<3>	L_TFA_SF<3>	L_TFA_SF<3>	L_TFA_SF<3>	L_TFA_SF<3>	L_TFA_SF<3>	L_TFA_SF<3>	L_TFA_SF<3>	L_TFA_SF<3>	
Logic15	1	0	0	0	1	L_TXTONE<3>	SE_ATT3<3>	SE_ATT3<3>	SE_ATT3<3>	SE_ATT3<3>	SE_ATT3<3>	SE_ATT3<3>	SE_ATT3<3>	SE_ATT3<3>	SE_ATT3<3>	SE_ATT3<3>	SE_ATT3<3>							

### 1. Power latch:

PWON\_PDX: 6 个 peak detector 的电源开关

PWON\_CAL\_TONEx: 6 个 tracking filter calibration 的电源开关

PWON\_TFAx: 6 个 tracking filter amplifier 的电源开关

### 2. REF: 参考分频计数器, 10 位, 分频数范围是 3~1023.

LSB

配置字

MSB

GC1	GC2	GC3	GC4	R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

可编程 10 位计数器的分频数:

分频数 (R)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
1023	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

$$R = R0 \times 2^0 + R1 \times 2^1 + \dots + R9 \times 2^9 \quad (R \geq 3)$$

举例: 从 20MHz 晶体得到一个 80KHz 的参考频率

总分频数  $R = 21.25\text{MHz} / 80\text{KHz} = 250$

二进制格式  $R = 111111010$

参考分频器组别码 0001

配置字 (14bit) 00010101111100

LSB

配置字

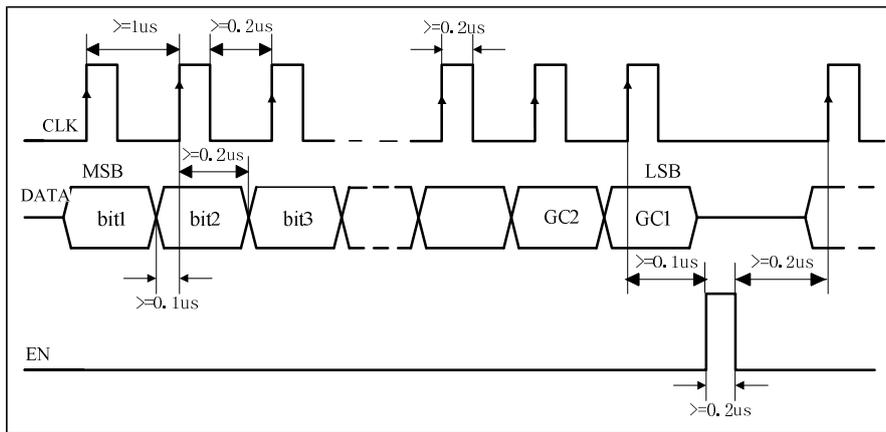
MSB

0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

4.7 串行接口 (Serial Interface)

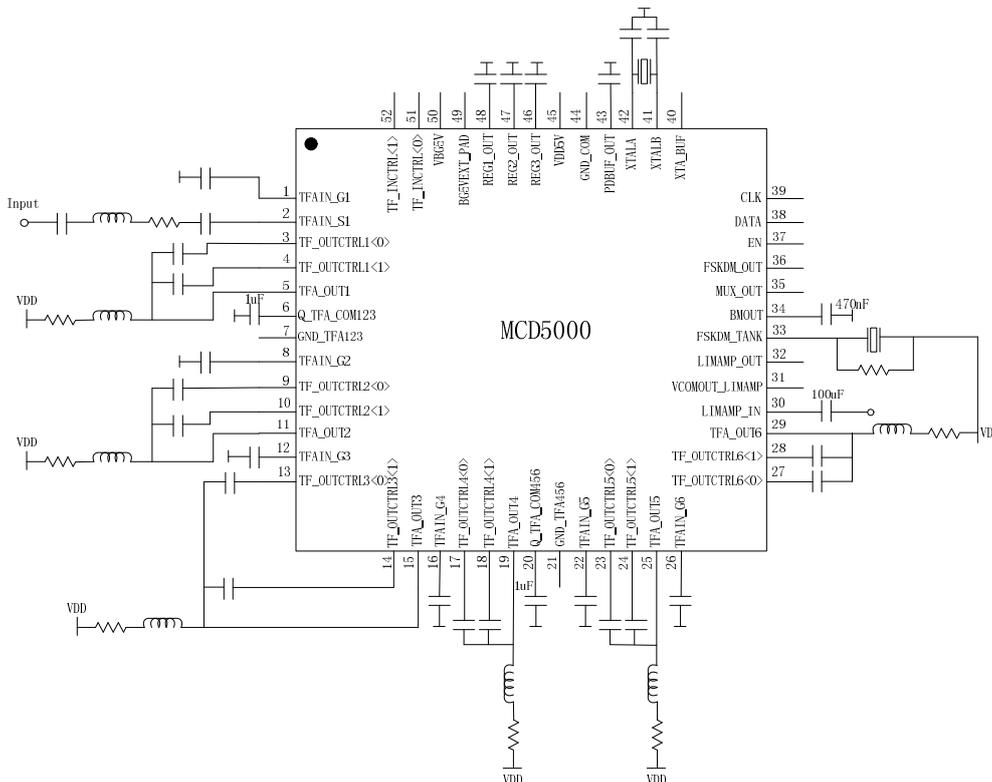
MCD5000 的 CLK、DATA 和 EN 引脚是 MCU 的串行数据输入口。二进制串行数据从 DATA 端口进入，每一位数据在 CLK 信号的上升沿读入内部的移位寄存器，首先读入的配置数据是 MSB(最高位)，最后四位组别码(Group Code)用以解码内部寄存器地址。在 EN 信号的上升沿，移位寄存器中的数据载入到由组别码确定的参考分频锁存器、通道分频锁存器、和控制锁存器。

CLK, DATA 和 EN 信号的时序应遵从下图所示。

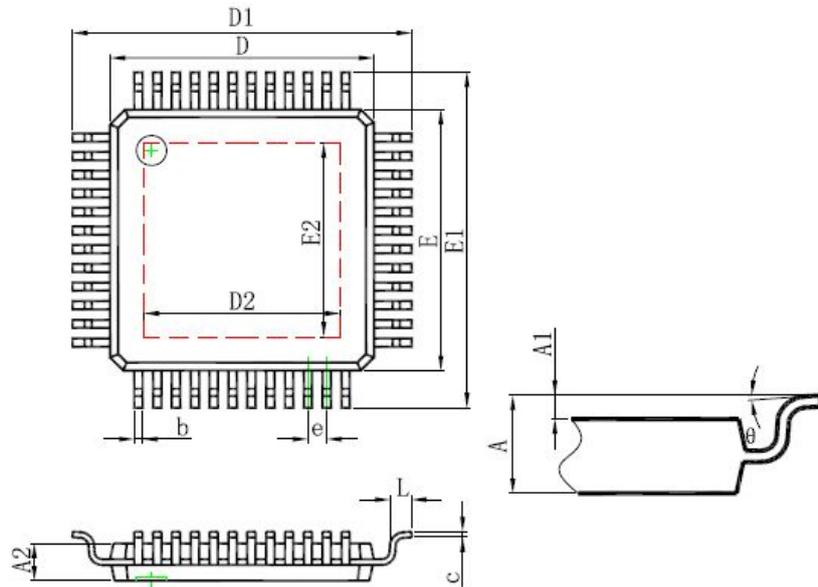


- 注意： (1) MSB 数据先送入移位寄存器。  
 (2) MCD5000 没有电源电压时，CLK、DATA、EN 端应该拉到低电平。

5. 典型应用电路

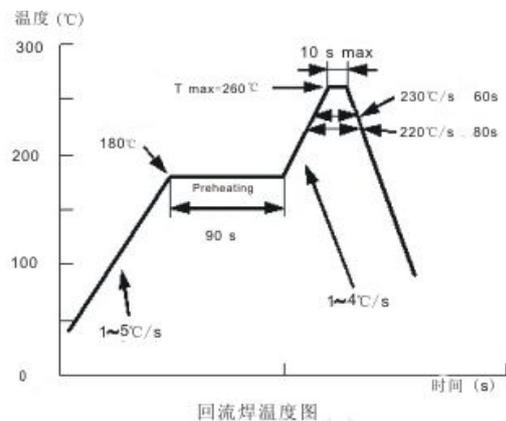
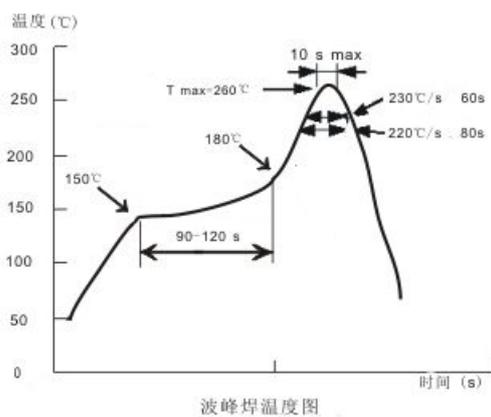


## 6. 封装尺寸 TQFP48-PP



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A		1.200		0.047
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
A2	0.950	1.050	0.037	0.041
b	0.190	0.260	0.007	0.010
c	0.090	0.200	0.004	0.008
D	6.900	7.100	0.272	0.280
D1	8.850	9.150	0.348	0.360
D2	5.100	5.300	0.201	0.209
E	6.900	7.100	0.272	0.280
E1	8.850	9.150	0.348	0.360
E2	5.100	5.300	0.201	0.209
e	0.500 (BSC)		0.020 (BSC)	
L	0.450	0.750	0.018	0.030
θ	1°	7°	1°	7°

## 7. 焊接温度图



---

## 重要声明

美芯集成电路(深圳)有限公司保留不发布通知而对该产品和服务随时进行修正、更改、补充、改进和其它变动的权利。用户敬请在购买产品之前获取最新的相关信息并核实该信息是最近的和完整的。所有产品在定单确认后将遵从美芯集成电路(深圳)有限公司的销售条款和条例进行销售。

美芯集成电路(深圳)有限公司保证产品性能在销售时符合技术指标,测试和其它质量控制符合产品质量保证。

### 美芯集成电路(深圳)有限公司

中国深圳高新区科技中二路软件园一期四栋 516 室

电话:(86) 755-8618-5088

传真:(86) 755-8618-5000

Email: sales@mcdevices.com

<http://www.mcdevices.com>

### MC DEVICES Co.,Ltd

516 Bld. 4, National Software Park, 2 Kejizhong Rd.,

Shenzhen Hi-Tech Park,

Shenzhen, Guangdong, China

Tel: 86-755-8618-5088

Fax:86-755-8618-5000

Email: sales@mcdevices.com

<http://www.mcdevices.com>