

高精度实时时钟 - SD2400A (V1.00)

内置晶振、电池、两线式串行接口、定时中断输出、高精度、免调校

1.概述

SD2400A 是一种具有内置晶振、两线式串行接口的高精度实时时钟芯片，CPU 可使用该接口通过 5 位地址来寻址读写片内 32 字节的数据(包括时间寄存器、报警寄存器、控制寄存器、通用 SRAM 寄存器)。该系列芯片可保证时钟精度为 $\pm 5\text{ppm}$ (在 25 ± 1 下)，即年误差小于 2.5 分钟；该芯片内置一次性电池，在电池使用寿命可在五年左右(工业级和民用级时间不同)；该芯片内置时钟精度数字调整功能，可以在很宽的范围内校正时钟的偏差(分辨力 3ppm)，通过外置的温度传感器可设定适应温度变化的调整值，实现在宽温范围内高精度的计时功能；SD2400A 内置单路定时/报警中断输出，报警中断时间可最长设至 100 年；该系列芯片可满足对实时时钟芯片的各种需要，有工业级产品可供选择，且管脚与以前的 SD2000A 兼容，是在选用高精度实时时钟时的理想选择。

2.主要性能特点：

- 低功耗：典型值 $1.2\mu\text{A}$ ($V_{\text{BAT}}=3.0\text{V}$)。
- 工作电压：1.8V~5.5V，工作温度： $-40 \sim 85$ 。
- 标准 I²C 总线接口方式，最高速度 400kHz。内置 I²C 总线 0.5 秒(从 Start 命令开始计时)自动复位功能，保证了时钟数据的有效性及其可靠性。
- 年、月、日、星期、时、分、秒的 BCD 码输入/输出，并可通过独立的地址访问各时间寄存器。
- 闰年自动调整功能(从 2000 年~2099 年)。
- 可选择 12/24 小时制式。
- 三种中断，均可选择从 INT 脚输出；包含两个中断标志位。
- 可设定并自动重置的单路报警中断功能(时间范围最长设至 100 年)，并有两种报警中断模式。
- 周期性频率中断输出：从 32768Hz~1/16Hz、1 秒共十五种方波脉冲。
- 自动重置的 8 位倒计时定时器，可选从 4096Hz~1/60Hz 4 种时钟源。
- 内置时钟精度数字调整功能。
- 12Bytes 通用 SRAM 寄存器可用于存储用户的一般数据。
- 具有一个后备电池输入脚 V_{BAT} ，芯片依据不同的电压自动从 VDD 切换到 VBAT 或从 VBAT 切换到 VDD。
- 内置时钟数据写保护位，同时在 VBAT 模式时禁止 IIC 总线通信，可更好地保护时钟数据。
- 内置上电复位指示位。
- 内置电源稳压，内部计时电压可低至 1.8V。
- 芯片管脚 ESD>4KV。
- 芯片在兴威帆的未加 TVS 管评估板上可通过 4000V 的群脉冲干扰。
- 内置复位电路，当振荡器开始工作时进行内部寄存器的复位。
- CMOS 工艺
- 内置晶振，出厂前已对时钟进行校准，保证精度 $\pm 5\text{ppm}$ ，即时钟年误差小于 2.5 分钟(在 25 ± 1 下)。
- 内置电池使用寿命——一次性民用级：3~5 年，一次性工业级和充电型：5~8 年。
- 有工业级型号，其尾缀加“ I ”以示区分，如“ SD2400API ”为 SD2400A 的工业级，“ P ”标志为直插封装形式。

3. 管脚设置

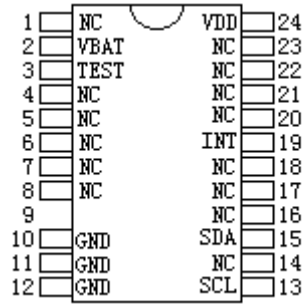


图 1 SD2400A 管脚图

表 1 SD2400A 管脚功能表

标号	功能	特征
VBAT	外加备用电池引脚	针对 SD2400 系列, 由于在模块内部有电池, 故在其电池能量未耗尽之前不接
TEST	测试	内部电池电压检测脚 (通常不接)
SCL	串行时钟输入脚, 由于在 SCL 上升/下降沿处理信号, 要注意 SCL 信号的上升/下降沿时间, 应严格遵守说明书	CMOS 输入
SDA	串行数据输入/输出脚, 此管脚通常用一电阻上拉至 V _{DD} , 并与其它漏极开路或集电极开路输出的器件通过线与方式连接	N 沟道开漏输出 CMOS 输入
INT	报警中断输出脚, 根据中断寄存器与状态寄存器来设置其工作的模式, 当定时时间到达时输出低电平或脉冲信号。它可通过重写状态寄存器来禁止	N-沟道开漏输出
VDD	正电源	
GND	负电源 (GND)	

4. 原理框图

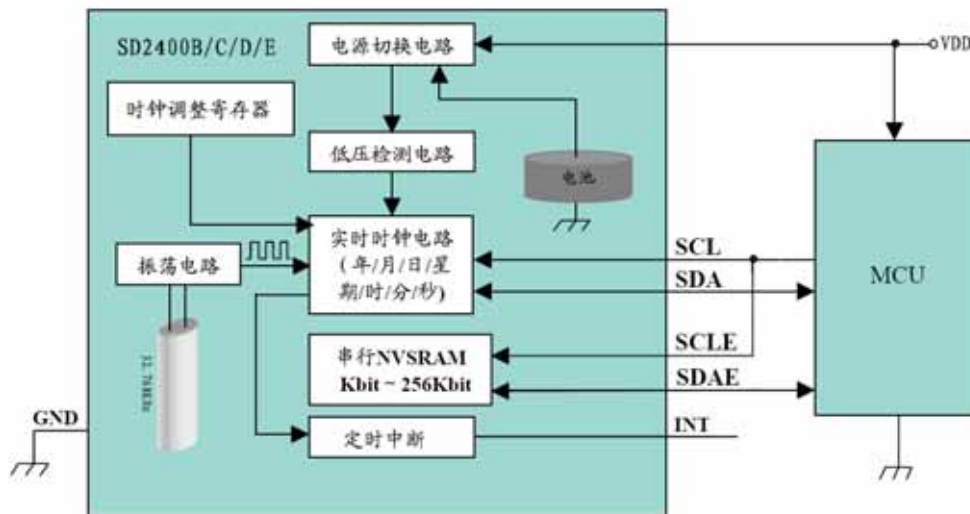


图 2 SD2400A 功能框图

注：以上各图中 SDA，INT 对 VDD 上拉电阻均未标出，实际应用中要加上。

5. 寄存器

5.1 寄存器列表

地址	寄存器段	寄存器名称	BIT								数值范围 (十进制)	缺省值 (二进制)
			D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
00H	实时时钟寄存器	秒	0	S40	S20	S10	S8	S4	S2	S1	0-59	XXXX-XXXX
01H		分钟	0	MN40	MN20	MN10	MN8	MN4	MN2	MN1	0-59	XXXX-XXXX
02H		小时	12_/24	0	H20 P/A_	H10	H8	H4	H2	H1	0-23	XXXX-XXXX
03H		星期	0	0	0	0	0	W4	W2	W1	0-6	XXXX-XXXX
04H		日	0	0	D20	D10	D8	D4	D2	D1	1-31	XXXX-XXXX
05H		月	0	0	0	M010	M08	M04	M02	M01	1-12	XXXX-XXXX
06H		年	Y80	Y40	Y20	Y10	Y8	Y4	Y2	Y1	0-99	XXXX-XXXX
07H	时间报警寄存器	秒报警	0	AS40	AS20	AS10	AS8	AS4	AS2	AS1	0-59	0000-0000
08H		分钟报警	0	AMN40	AMN20	AMN10	AMN8	AMN4	AMN2	AMN1	0-59	0000-0000
09H		小时报警	0	0	AH20 AP/A_	AH10	AH8	AH4	AH2	AH1	0-23	0000-0000
0AH		星期报警	0	AW6	AW5	AW4	AW3	AW2	AW1	AW0	N/A	0000-0000
0BH		日报警	0	0	AD20	AD10	AD8	AD4	AD2	AD1	1-31	0000-0000
0CH		月报警	0	0	0	AM010	AM08	AM04	AM02	AM01	1-12	0000-0000
0DH		年报警	AY7	AY6	AY5	AY4	AY3	AY2	AY1	AY0	1-12	0000-0000
0EH	报警允许	0	EAY	EAM0	EAD	EAW	EAH	EAMN	EAS	N/A	0000-0000	
0FH	控制寄存器	CTR1	WRTC3	0	INTAF	INTDF	0	WRTC2	0	RTCF	N/A	0000-0000
10H		CTR2	WRTC1	IM	INTS1	INTS0	FOBAT	INTDE	INTAE	INTFE	N/A	0000-0000
11H		CTR3	ARST	TEST	TDS1	TDS0	FS3	FS2	FS1	FS0	N/A	0000-0000
12H		时间调整	0	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0	N/A	0000-0000
13H		倒计时定时器	TD7	TD6	TD5	TD4	TD3	TD2	TD1	TD0	0-255	0000-0000
14H~1FH	通用RAM	(12Bytes)	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0	N/A	XXXX-XXXX

5.2 实时时钟数据寄存器(00H~06H)

实时时钟数据寄存器是 7 字节的存储器，它以 BCD 码方式存贮，包括年、月、日、星期、时、分、秒的数据。

年数据[06H 地址] (00~99)：设置最后两位数字 (00~99)，通过自动日历功能计至 2099 年。

注意: 2000 年为闰年。

月数据[05H 地址] (01~12)：每月包含天数通过自动日历功能来更改。

1,3,5,7,8,10,12: 1~31

4,6,9,11: 1~30

2(闰年)：1~29

2 (普通)：1~28

日数据[04H 地址] (01~31)

星期数据[03H 地址](00~06):七进制计数器，00 对应星期天,01 对应星期一,依次类推.

小时数据[02H 地址](00~23 或 00~11): 小时的最高位 12_/24 是 24 或 12 小时制选择位,

12_/24=1 24 小时制, 12_/24=0 12 小时制

当 12_/24=0 时, 12 小时制,此时的 H20 为 AM/PM 指示位,H20=0 为 AM,

H20=1 为 PM, 见下表:(位 H20H10H8H4H2H1)

24 时制显示系统	12 时制显示系统	24 时制显示系统	12 时制显示系统
00	12(AM12)	12	32(PM12)
01	01(AM1)	13	21(PM1)
02	02(AM2)	14	22(PM2)
03	03(AM3)	15	23(PM3)
04	04(AM4)	16	24(PM4)
05	05(AM5)	17	25(PM5)
06	06(AM6)	18	26(PM6)
07	07(AM7)	19	27(PM7)
08	08(AM8)	20	28(PM8)
09	09(AM9)	21	29(PM9)
10	10(AM10)	22	30(PM10)
11	11(AM11)	23	31(PM11)

注意: 读取小时数据时,要屏蔽掉小时的最高位 12_/24,否则 24 小时制时因为 12_/24=1 会显示不对.

分数据[01 地址] (00~59)

秒数据[00H 地址] (00~59)

注:1.实时时钟数据寄存器在上电复位时不作处理 .

2.当实时时钟数据寄存器被读时,所有实时时钟数据被锁存,因此,在传送条件下,可以避免对时间数据的错读.

5.3 中断(08H~13H 地址)

SD2400A 有 3 种不同的中断,它们由控制寄存器 2 中的位 INTAE、INTFE、INTDE 位来使能:

中断允许位/标志位列表

序号	中断允许位 (1=允许,0=禁止)	中断名	中断标志位 (1=有中断,0=无中断)
1	INTAE	报警中断	INTAF
2	INTFE	频率中断	无
3	INTDE	倒计时中断	INTDF

当报警中断产生时,置中断标志位 INTAF 为 1;当倒计时中断产生时,置中断标志位 INTDF 为 1;频率中断没有标志位.标志位被置 1 后,需要手动清除.

三种中断都是以 INT 脚为输出脚,通过控制寄存器 2 中的 INTS1、INTS0 位来选择确定 INT 脚输出何种中端:

INT 脚中断选通表

序号	INTS1	INTS0	描述
0	0	0	禁止输出,高阻态
1	0	1	报警中断输出
2	1	0	频率中断输出
3	1	1	倒计时中断输出

(1) 报警中断

当 INTAE=1 时报警中断被允许,报警中断何时发生由时间报警寄存器(07H~0EH)来确定,其中 07H~0DH 依次分别用于存放报警时间的秒、分钟、小时、星期、日、月、年,时间报警寄存器的设置与实时时钟寄存器相同。

0EH 为时间报警允许寄存器,如下:

BIT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
位名(值)	0	EAY	EAMO	EAD	EAW	EAH	EAMN	EAS
报警允许	-	年 (0DH)	月 (0CH)	日 (0BH)	星期 (0AH)	小时 (09H)	分钟 (08H)	秒 (07H)

注:1=允许,0=禁止。

时间报警允许寄存器的使能位是用于确定哪些时间报警寄存器(秒、分钟等)需要与实时时钟寄存器之间作比较。当实时时钟运行时,一旦被允许的报警寄存器均与对应的实时时钟寄存器相匹配时就会触发一次报警中断,同时报警中断标志位 INTAF 位被置"1"。

特别是:星期报警寄存器的数据格式与实时时钟数据星期的格式不同,星期报警寄存器的位 AW6.AW5.AW4.AW3.AW2.AW1.AW0 分别对应星期六.星期五.星期四.星期三.星期二.星期六.星期日,可多位置 1,如 AW6,AW1=1,其它位为 0,则对应星期六.星期一有报警。

每一次对时间报警允许寄存器的写入都会清 INTAF 为"0"。

当设置 INTS1=0、INTS0=1 时,即允许报警中断从 INT 脚输出.该报警中断有两种模式,即单事件报警和周期性报警,模式的选定由控制寄存器 2 中的报警中断模式位 IM 的值来定:

IM 位	报警中断模式	INT 脚
0	单事件报警	输出低电平直至 INTAF 位清零
1	周期性报警	输出低电平有效、宽度为 250ms 的周期性脉冲直至 INTAF 位清零

为清除报警中断,可通过写操作将控制寄存器 1 的 INTAF 位置"0".但当 ARST 位置为"1",则在控制寄存器 1 被读取时,INTAF 位会自动清零. 举例:(略)

(2) 频率中断

当 INTFE=1 时频率中断被允许; INTFE=0 时频率中断被禁止。

当设置 INTS1=1、INTS0=0 时,即允许频率中断从 INT 脚输出. 频率中断没有标志位。

INT 脚输出频率中断由控制寄存器 3 中的 FS3、FS2、FS1、FS0 位来选择确定:

频率(HZ)	FS3	FS2	FS1	FS0
0	0	0	0	0
32768	0	0	0	1
4096	0	0	1	0
1024	0	0	1	1
64	0	1	0	0
32	0	1	0	1
16	0	1	1	0
8	0	1	1	1
4	1	0	0	0
2	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1/2	1	0	1	1
1/4	1	1	0	0

1/8	1	1	0	1
1/16	1	1	1	0
1 秒	1	1	1	1

注:INT 脚输出频率中断除了秒均是由 32768HZ 晶体振荡电路整形及分频得到的;1 秒频率中断是指输出

500ms 低电平,500ms 高电平的方波,输出低电平的下降沿与秒进位同步;1 秒和 1hz 在数字调整寄存器

起作用时应是不相同的.

(3) 倒计时中断

与倒计时中断相关的寄存器是 8 位的倒数定时器,当控制寄存器 2 中的位 INTDE=1 时倒计时中断被允许.

倒数定时器的频率源由控制寄存器 2 中的位 TDS1、TDS0 来选定

TDS1	TDS0	定时器频率源(HZ)
0	0	4096
0	1	64
1	0	1
1	1	1/60

当 INTDE=1 且倒数定时器写入一个八位自动重置的二进制数后,倒数定时器会按照 TDS1、TDS0 选定的频率时间来减一.每次当倒数定时器为零时,会置倒计时中断的标志位(控制寄存器 1 中的位 INTDF)为 1.

当设置 INTS1=1、INTS0=1 时,即允许倒计时中断的低电平从 INT 脚输出.置 INTDF=0 时 INT 脚输出变为高电平直到下一次倒计时中断 INT 脚再次变为低电平.

当设置 INTDE=0 时倒计时中断被禁止.

5.4 时间精度调整电路(12H 地址)

利用数字化时间精度调整电路可以每 20 秒改变当前 1 秒内脉冲计数的变化,从而到达时钟走时调整,使 SD2400A 保持高的走时精度.相关寄存器为时间调整寄存器(内部地址 12H):

时间调整寄存器:(缺省值为 00H)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	F6	F5	F4	F3	F2	F1	F0

F6~F0: 时间调整位;时间调整电路是在当秒计数为 00,20,40 时刻,根据预先设置的数据(F6~F0)改变 1 秒时钟内计数的个数.通常每 32768 个脉冲为 1 秒(对寄存器预设初值,才能激活整个调整电路).

当 F6 为 "0" 时,产生 1 秒的寄存器计数脉冲将增加为 $32768 + ((F5, F4, F3, F2, F1, F0) - 1) \times 2$;
当 F6 为 "1" 时,产生 1 秒的寄存器计数脉冲将减少为 $32768 - ((/F5, /F4, /F3, /F2, /F1, /F0) + 1) \times 2$;(/F5 是 F5 的反码,其它类同)

当(F6, F5, F4, F3, F2, F1, F0)预设为(*, 0, 0, 0, 0, 0, *)时,产生 1 秒的寄存器计数脉冲不变.

例:当(F6, F5, F4, F3, F2, F1, F0)=(0, 1, 0, 1, 0, 0, 1)且当 00,20,40 秒时刻时,寄存器计数脉冲变为 $32768 + (41 - 1) \times 2 = 32848$;

当(F6, F5, F4, F3, F2, F1, F0)=(1, 1, 1, 1, 1, 1, 0)且当 00,20,40 秒时刻时,寄存器计数脉冲变为 $32768 - (1 + 1) \times 2 = 32764$;

当(F6, F5, F4, F3, F2, F1, F0)=(0, 0, 0, 0, 0, 0, 1)且当 00,20,40 秒时刻时,寄存器计数脉冲保持为 32768 不变.

因为每 20 秒增加或减少计数脉冲的最小个数为 2, ,所以时钟调整寄存器的最小调整精度是: $2 / (32768 \times 20) = 3.015\text{ppm}$.

注意: 时钟调整电路仅是调整的时钟走时,并不对晶振本身频率调整,所以 32.768KHZ 脉冲输出没有变化.

时钟调整寄存器的调整值计算方法:

- 1) 当晶振频率大于目标频率(32768HZ),则需要增加 1 秒内的计数脉冲:

$$\text{调整值} = \frac{(\text{晶振频率} - \text{目标频率} + 0.1)}{\text{晶振频率} * 2 / \text{目标频率} * 20} = (\text{晶振频率} - \text{目标频率}) * 10 + 1$$

其中:晶振频率是从 INT 脚测出的频率中断标称为 32768HZ 的频率(即 FS3、FS2、FS1、FS0=0001),下同;

调整值是设置 F6~F0 的数值,该数值是用二进制补码形式表示.下同

- 2) 当晶振频率小于目标频率(32768HZ),则需要减少 1 秒内的计数脉冲:

$$\text{调整值} = \frac{(\text{晶振频率} - \text{目标频率})}{\text{晶振频率} * 2 / \text{目标频率} * 20} = (\text{晶振频率} - \text{目标频率}) * 10$$

- 3) 当晶振频率等于目标频率(32768HZ),则不需要改变 1 秒内的计数脉冲.

调整值=0,+1,-64,-63 或者缺省.

计算调整数值大小示例:

- 1) 晶振频率=32770HZ, 目标频率=32768HZ

$$\text{调整值} = (32770 - 32768 + 0.1) / (32770 * 2 / (32768 * 20)) = (32770 - 32768) * 10 + 1 = 21$$

故设置(F6,F5,F4,F3,F2,F1,F0)=(0,0,1,0,1,0,1)

- 2) 晶振频率=32762HZ, 目标频率=32768HZ

$$\text{调整值} = (32762 - 32768) / (32762 * 2 / (32768 * 20)) = (32762 - 32768) * 10 = -60$$

因为-60的7位补码是 80H-3CH=44H

故设置(F6,F5,F4,F3,F2,F1,F0)=(1,0,0,0,1,0,0)

经过数字化时间精度电路调整后,时钟精度与目标频率相差 $\pm 1.5\text{ppm}$ (在室温下)

但是要注意:

- 1) 时间调整电路不能改变从 INT 输出频率中断的频率;
- 2) 最大调整范围:
 - a. 晶振频率大于目标频率时,调整数值范围(F6,F5,F4,F3,F2,F1,F0)=(0,0,0,0,0,0,0)到(0,1,1,1,1,1,1),实际可调范围从-3.05ppm到-189.2ppm.
 - b. 晶振频率小于目标频率时,调整数值范围(F6,F5,F4,F3,F2,F1,F0)=(1,1,1,1,1,1,1)到(1,0,0,0,0,1,0),实际可调范围从+3.05ppm到+189.2ppm.

5.5 通用 RAM(14H~1FH 地址)

SD2400A 内部提供 12 个字节的通用静态 RAM 供用户存储数据.

通用 SRAM 的缺省值是 XXH. (即不确定值)

5.6 其它控制/状态位

- (1) WRTC1、WRTC2、WRTC3 位: 实时时钟数据寄存器写允许位。即 WRTC1=1、WRTC2=1、WRTC3=1 时

写允许.注意置位有先后顺序,先置 WRTC1 为 1,后置 WRTC2、WRTC3 为 1;当

WRTC1=0、WRTC2=0、WRTC3=0 时则写禁止,同样置位有先后顺序,先置 WRTC2、

WRTC3 为 0,后置 WRTC1 为 0。当写禁止时,除了以上三位可以写以外,从 00H 到 1FH 所有的寄存器均不可以写。**写禁止并不影响读操作。**

- (2) ARST 位: 自动复位使能位.对控制寄存器 1 的 INTAF、INTDF 位的自动复位进行使能/禁止.

当 ARST=1 时,对控制寄存器 1 进行一次有效的读操作后,以上三个状态位均复位为 "0" .若 ARST=0,则需要对 INTAF、INTDF、BAT 位进行手动复位.

- (3) TEST 位:TEST=0,普通模式;TEST=1,测试模式.
- (4) FOBAT 位:FOBAT=0 时,当处于 VBAT 模式下,INT 脚输出禁止;FOBAT=1 时,当处于 VBAT 模式下,INT 脚输出允许.该位在 VDD 模式下不起作用.
- (5) RTCF 位:上电位,全部电源失效后再上电则该位置 "1",为只读位.上电后的第一次有效写(只要写一个字节即可)就可以将 RTCF 位清为 "0" .

6.串行接口

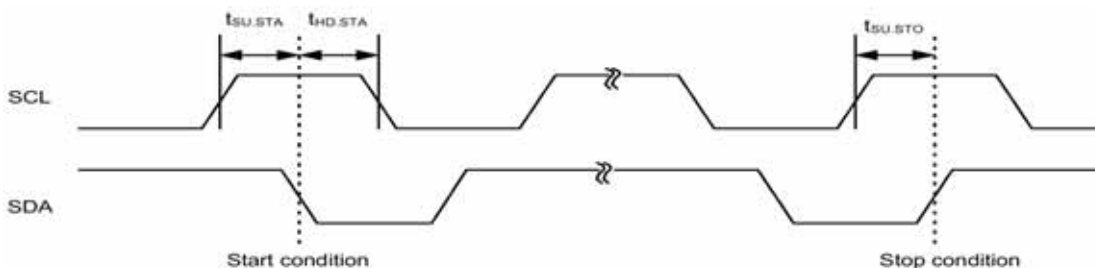
6.1 SD2400A 通过两线式串行接口方式接收各种命令并读写数据。两线式串行接口方式描述如下:

- (1) 开始条件

当 SCL 处于高电平时,SDA 由高电平变成低电平时构成一个开始条件,对 SD2400A 的所有操作均必须由开始条件开始。

- (2) 停止条件

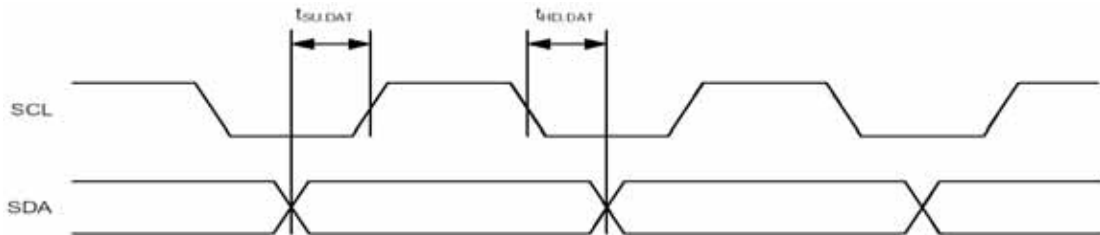
当 SCL 处于高电平时,SDA 由低电平变成高电平时构成一个停止条件,此时 SD2400A 的所有操作均停止,系统进入待机状态。



实时时钟的串行接口

- (3) 数据传输

当 SCL 为低电平,且 SDA 线电平变化时,则数据由 CPU 传输给 SD2400A(高位在前、低位在后,下同);当 SCL 为高电平,且 SDA 线电平不变时,则 CPU 读取 SD2400A 发送来的数据;当 SCL 为高电平,且 SDA 电平变化时,SD2400A 收到一个开始或停止条件。



实时时钟数据传输时序

- (4) 确认

数据传输以 8 位序列进行。SD2400A 在第九个时钟周期时将 SDA 置位为低电平，即送出一个确认信号 (Acknowledge bit, 以下简称“ACK”), 表明数据已经被其收到。

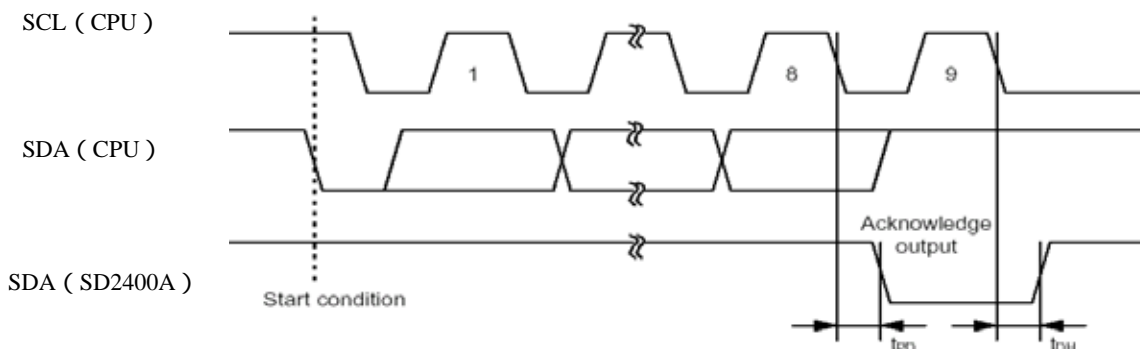


图 5 实时时钟确认信号

6.2 数据/指令传输格式

当 CPU 发出开始条件与实时时钟建立连接后，CPU 首先通过 SDA 总线连续输出 7 位器件地址和 1 位读/写指令来唤醒 SD2400A。

(1) 器件代码：

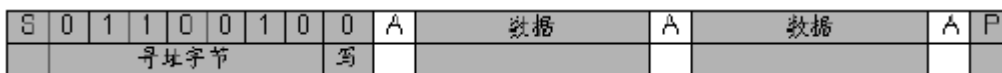
BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
0	1	1	0	0	1	0	R/W

其中高 7 位 BIT7~BIT1 称“器件代码”，它代表实时时钟的器件地址，固定为“0110010”；BIT0 为读/写位，“1”为读操作，“0”为写操作。

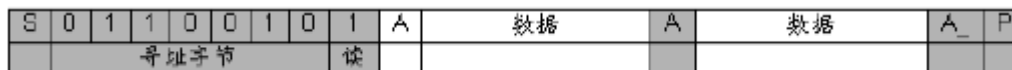
(2) 数据传输格式：

在数据发送/接收时停止信号到来时，将结束其数据传输，同时内部五位地址归零(注：内部五位地址的缺省值为 00000b)。如果只有开始信号，而没有结束信号，接着重新产生起始信号，则还要重新设置器件代码(在传输方向需要改变时，就用这种传输方式，如下面的读数据方式 1)。

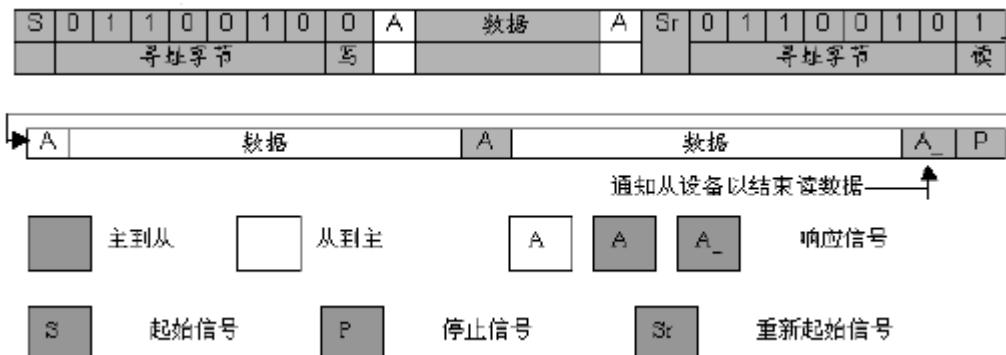
主设备向从设备写入数据过程图



主设备向从设备直接读取数据过程图



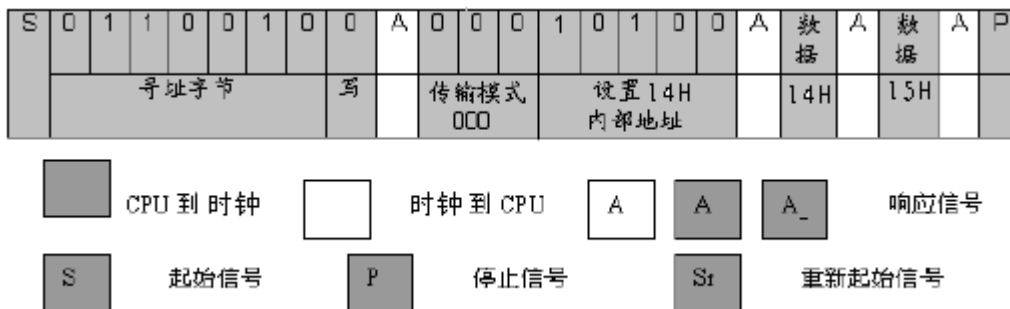
数据传输时改变其传输方向过程图



(3)SD2400A 数据传输的写模式

- 先送 7 位器件地址(0110010),第 8 位送入写命令("0"), 第 9 位是 SD2400A 的响应位(ACK),SD2400A 进入写状态;
- 接下来一个字节, 高 3 位是传输模式(写状态时, 传输模式定义为"000"),低 5 位确定 SD2400A 的内部地址(00H~1FH), , 第 9 位是 SD2400A 的响应位;
- 开始写数据,每写完 1 个字节的数据之后,都经过 1 位的响应信号才能写下 1 字节的数据;如果要结束写数据过程,则在 ACK 后送出停止命令即可.

SD2400A 写数据示例(向 14H,15H 地址写数据):



特别注意:1.除了 WRTC1、WRTC2、WRTC3 三个写允许位,对寄存器(00H~1FH)的写操作必须确认芯片处于写允
状态,否则写无效.

2. 写时间同步:每次对实时时间寄存器的写操作时,都会对秒以下的基本计数器清零.
3. 从当前地址开始,每次读写完一个字节地址自动加 1 直到 1FH,读写完 1FH 后地址自动加 1 后为 00h.
4. 如果写入的时间数据不存在,则不改写相对应的时间寄存器的值.
5. 为了提高数据的可靠性,写完成后,最好将芯片置于写禁止状态。(参见 5.6)

(4)SD2400A 数据传输的读模式

SD2400A 有两种读数据方法:

1)读方法 1:从指定的内部地址中读取数据

- 与写模式的前两步一样;
- 重新发出开始命令以改变两线接口数据传输方向;
- 再送 7 位器件地址(0110010),第 8 位送入读命令("1"), 第 9 位是 SD2400A 的响应位(ACK),SD2400A 进入读状态;
- 开始读数据,每读完 1 个字节的数据之后,CPU 都要送出 1 位的响应信号(ACK,低电平)才能读下 1 字节的数据;如果想要结束读数据过程,则 CPU 要送出 1 位的响应信号(ACK₋,高电平), ACK₋后送出停止命令即可.

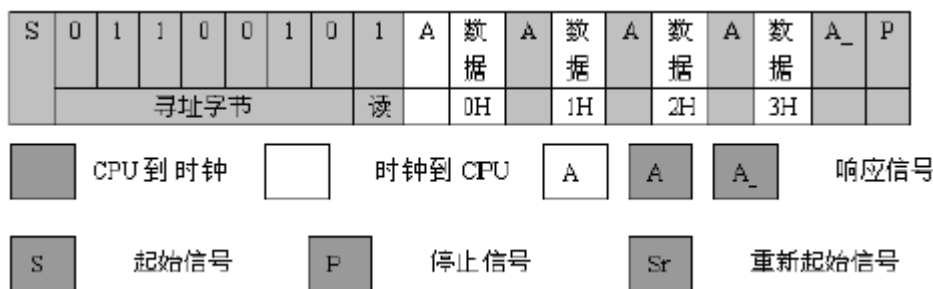
SD2400A 读数据方法 1 示例(从 7H~9H 地址读取数据):



II)读方法 2:直接读取数据(从内部地址 00h 开始)

- 开始信号后,先送 7 位器件地址(0110010),第 8 位送入读命令("1"), 第 9 位是 SD2400A 的响应位 (ACK),SD2400A 进入读状态;
- 每读完 1 个字节的数据之后,CPU 都要送出 1 位的响应信号(ACK,低电平)才能读下 1 字节的数据;如果想要结束读数据过程,则 CPU 要送出 1 位的响应信号(ACK_,高电平), ACK_后送出停止命令即可.

SD2400A 读数据方法 2 示例(从 00H 地址开始读取数据):



(5) SD2400A 在特殊条件下的数据传输

为了保证读写数据的有效性,SD2400A 的两线通信开始到结束仅在此 0.5S 秒之内,如此可避免总线挂死的现象.

因此在 SD2400A 中, 两线通信方式会在第一个起始信号到来之后的 0.5 秒之内自动终止本次通信.

所以,要注意:

- 从开始信号进行读/写数据,直到停止信号, 读/写操作过程必须在 0.5 秒之内完成.

另:在进入 V_{BAT} 模式后禁止 IIC 总线的通信.

7. 备用电源切换电路

SD2400A 具有一个后备电池输入脚 V_{BAT} , 当芯片检测到主电源 V_{DD} 掉到一定的值时自动转为由接在 V_{BAT} 的后备电池供电。

电源控制电路既接受 V_{DD} 也接受 V_{BAT} 输入。许多类型的电池可以与 SD2400A 实时时钟产品配套使用。例如：3.0V 或 3.6V 的锂电池就比较适合, 其现有的大小可为 SD2400A 实时时钟器件供电长达 5~10 年。在 V_{DD} 断电时另一种选择就是使用大容量的电容, 可持续供电一个月。

从正常模式 (V_{DD}) 切换到后备电池供电模式 (V_{BAT})

要从 V_{DD} 过渡到 V_{BAT} 模式, 必须同时具备以下两个条件:

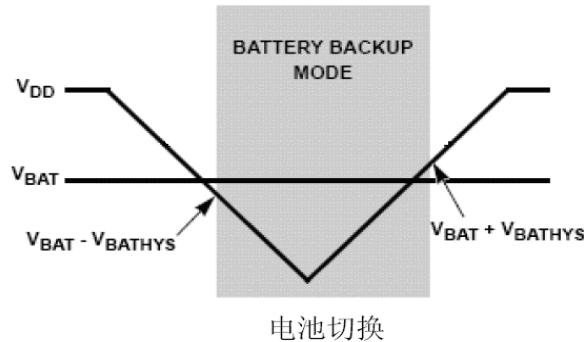
条件 1: $V_{DD} < V_{BAT} - V_{BATHYS}$, 其中 $V_{BATHYS} \approx 50mV$

从后备电池供电模式 (V_{BAT}) 切换到正常模式 (V_{DD})

在遇到以下条件之一时, SD2400A 会从 V_{BAT} 切换到 V_{DD} 模式:

条件 1: $V_{DD} > V_{BAT} + V_{BATHYS}$, 其中 $V_{BATHYS} \approx 50mV$

这些电源控制情况如图所示:



为提供更低的电源, I^2C 总线在后备电池供电模式中被禁止。除此之外, 在后备电池供电模式中实时时钟的所有功能均可实现。除了 SCL 和 SDA 以外, 在后备电池供电模式中, SD2400A 所有的输入端和输出端均有效, 除非通过控制寄存器来禁止。在后备电池供电模式低到 2V 时, 用户 SRAM 也可工作。

电源失效检测

SD2400A 有一个实时时钟失效位 (RTCF), 用于检测总电源失效。它在器件丢失所有电源 (V_{DD} 和 V_{BAT}) 之后使用户可以确定器件是否已上电。

8. 上电复位

芯片内部没有模拟的上电复位电路,复位是在振荡器运行的时候完成.复位操作对内
部部分寄存器进行置初值但不包括实时时钟数据寄存器、通用 RAM.

9. 出厂设置

在出厂之前,对 SD2400A 已做了时间和控制寄存器设置:

时间为北京标准时间,禁止 INT 脚输出信号。

实时寄存器:当前的北京时间,xx(年),xx(月),xx(日),x(星期),xx(时),xx(分),
x(秒)

10. 电源管理电路

1 内部电源管理电路(电源切换电路)

当 VDD>3.0V 时,则内部电池停止供电,改由外部电源 VDD 供电。在外部电源掉电情况下,内
部电池保证时钟继续可靠运行,内置电池使用寿命——一次性民用级:3~5 年,一次性工业级和充电
型:5~8 年;当电池能量耗尽后,可通过 VBAT 引脚采用备份电源供电,并可以通过 TEST 引脚测
量电池电压。

2. 稳压电路

模块内部有稳压电路,可以对外加电源电压进行滤波、稳压,使模块工作始终工作在稳定状态。

11. 极限参数

V_{DD}、V_{BAT}、SCL、SDA、和 IRQ 引脚上的电压(相对于地)..... - 0.5V 至 7.0V

贮存温度..... - 65 至+150

引线温度(焊接,10 秒)..... 300

注:强度超出所列的极限参数可能导致器件的永久性损坏。这些仅仅是极限参数,并不意
味着在极限条件下或在任何其它超出推荐工作条件所示参数的情况下器件能有效地
工作。延长在极限参数条件上的工作时间会影响器件的可靠性。

12. 交直流特性

a) 直流特性(此表仅供设计 IC 时参考,以工艺能达到为准)

SYMBOL	PARAMETER	CONDMONS	MIN	TYP (Note4)	MAX	UNITS	NOTES
V _{DD}	Main Power Supply		2.0		5.5	V	
V _{BAT}	Battery Supply Voltage		2.0		5.5	V	
I _{DD1}	Supply Current	V _{DD} =5V		2	6	μA	
		V _{DD} =3V		1.2	4	μA	
I _{DD2}	Supply Current win I ² C Active	V _{DD} =5V		40	120	μA	
I _{BAT}	Battery Supply Current	V _{BAT} =3V		800		nA	
I _{L1}	Input Leakage Current On SCL			100		nA	
I _{LO}	I/O Leakage Current On SDA			100		nA	
V _{BATHYS}	V _{BAT} Hysteresis		15	50	100	mV	
IRQ/F _{OUT}							
V _{OL}	Output Low Voltage	V _{DD} =5V I _{OL} =3mA			0.4	V	
		V _{DD} =5V I _{OL} =3mA			0.4	V	

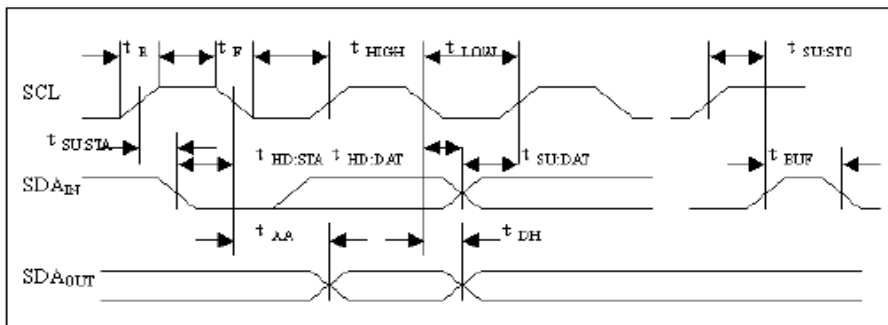
b) 掉电时序温度= - 40 至+85 , 除非另有说明

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
V _{DD br}	V _{DD} negative Siewrate				10	V/ms	

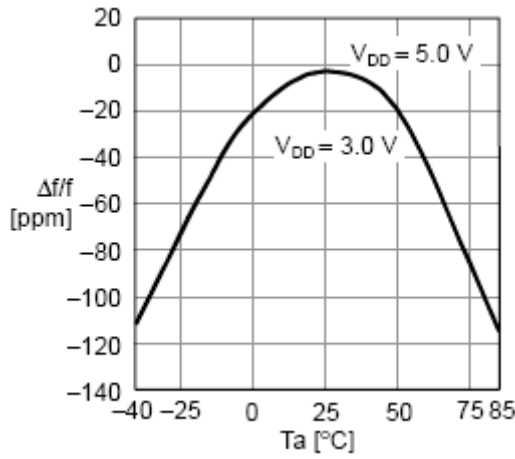
c) 交流特性

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
SERIAL INTERFACE SPECS							
V _{IL}	SDA and SCL input buffer LOW voltage		-0.3		0.3×V _{DD}	V	
V _{IH}	SDA and SCL input buffer HIGH voltage		0.7×V _D		V _{DD} +0.3	V	
Hysterisis	SDA and SCL input buffer hysteresis		0.05×V _{DD}			V	
V _{OL}	SDA output buffer LOW voltage sinking 3mA		0		0.4	V	
SYMBOL	PARAMETER	CONDMONS	MIN	TYP (Note4)	MAX	UNITS	
C _{pin}	SDA and SCL pin capacitance	T _A =25 f=1MHZ V _{DD} =5V V _{IN} =0V V _{OUT} =0V			10	pF	
f _{SCL}	SCL frequency				400	KHZ	
t _{IN}	Pulse width suppression time at SDA and SCL inputs				50	ns	
t _{AA}	SCL falling edge to SDA output data valid	SCL falling edge crossing 30% of V _{DD} until SDA exits the 30% to 70% of V _{DD} window			900	ns	
t _{BUF}	Time the bus must be free before the start of a new transmission	SDA crossing 70% of V _{DD} during a STOP condition, to SDA crossing 70% of V _{DD} during the following START condition	1300			ns	
t _{LOW}	Clock LOW time	Measured at the 30% of V _{DD} crossing	1300			ns	
t _{HIGH}	Clock HIGH time	Measured at the 70% of V _{DD} crossing	600			ns	
t _{SU:STA}	START condition setup time	SCL rising edge to SDA falling edge Both crossing 70% of V _{DD}	600			ns	
t _{HD:STA}	START condition hold time	From SDA falling edge crossing 30% of V _{DD} to SCL falling edge crossing 70% of V _{DD}	600			ns	
t _{SU:DAT}	Input data setup time	From SDA exiting the 30% to 70% of V _{DD} window ,to SCL rising edge crossing 30% of V _{DD}	100			ns	
t _{HD:DAT}	Input data hold time	From SCL falling edge crossing 30% of V _{DD} to SDA entering the 30% to 70% of V _{DD} window	0		900	ns	
t _{SU:STO}	STOP condition setup time	From SCL rising edge crossing 70% of V _{DD} ,to SDA rising edge crossing 30% of V _{DD}	600			ns	
t _{HD:STO}	Output condition hold time	From SDA rising edge to SCL falling edge .Both crossing 70% of V _{DD}	600			ns	
t _{DH}	Output data hold time	From SCL falling edge crossing 30% of V _{DD} ,until SDA enters the 30% to 70% of V _{DD} window.	0			ns	
t _r	SDA and SCL rise time	From 30% to 70% of V _{DD}	20+		300	ns	0.1×Cb
t _f	SDA and SCL fall time	From 70% to 30% of V _{DD}	20+		300	ns	0.1×Cb
C _b	Capacitive loading of SDA or SCL	Total on-chip and off-chip	10		400	PF	
R _{PU}	SDA and SCL bus pull-up resistor off-chip	Maximum is determined by t _r and t _f For C _b =400pF,max is about 2~2.5k For C _b =40pF,max is about 15~20k	1			k	

总线时序图

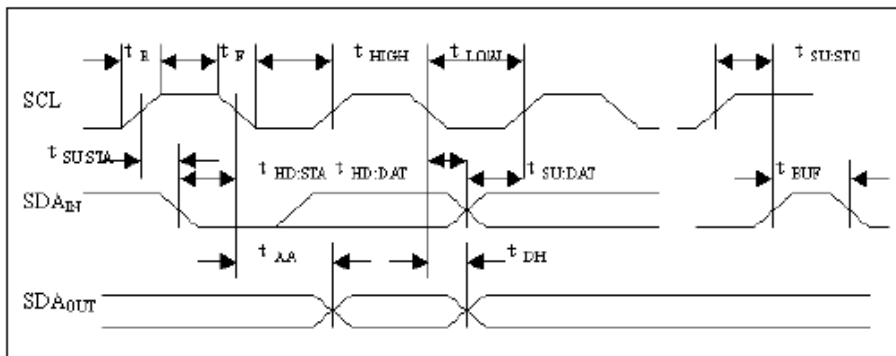


13. 频率误差&温度关系曲线



14. 总线时序图

总线时序图



15. 应用电路与程序

(1) 应用电路:

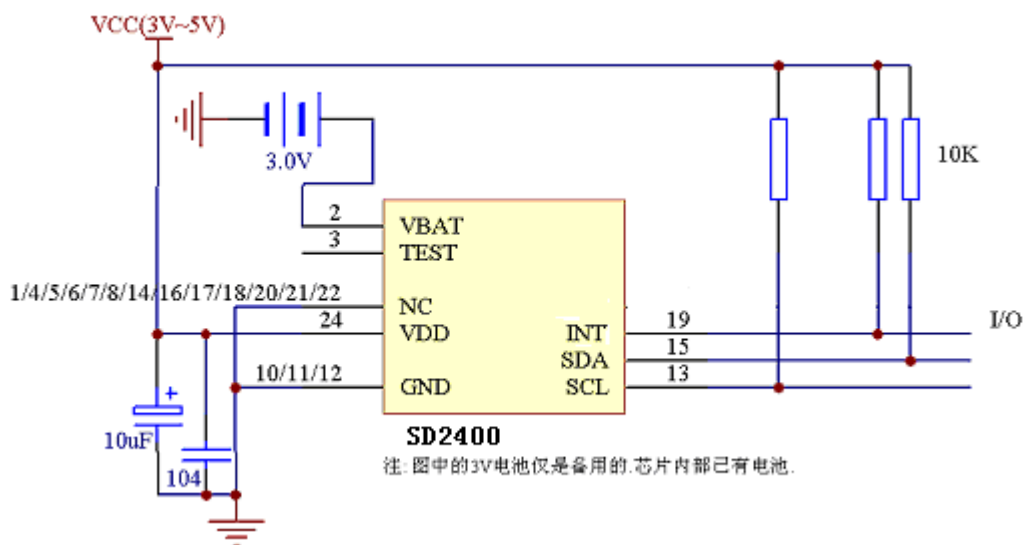
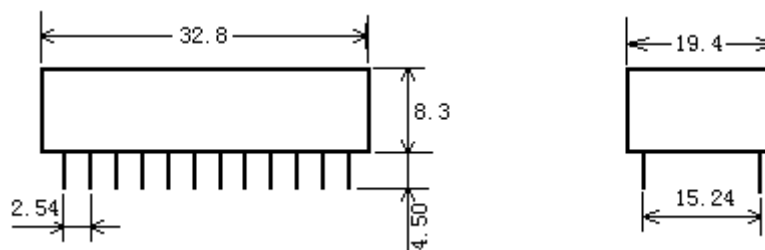


图 6 SD2400A 应用电路图

■ 封装尺寸 (单位: 毫米)



SD2400 系列封装尺寸 (管脚直径: 0.5mm)

■ 编后语

感谢您阅读本资料。由于经验和水平的欠缺, 本文难免有错误和遗漏。如果您在使用过程中发现错误或不恰当的地方, 请拨打电话: 0755-83246178 或请 E-mail: chendw@whwave.com.cn, 我们将尽快予以答复。

感谢您的支持及合作!

注:

本资料中的内容如有变化, 恕不另行通知。

本资料提供的应用线路及程序仅供参考, 本公司不承担由此而引起的任何损失。

由于本公司的产品不断更新和提高, 希望您经常与本公司联系, 以索取最新资料。

本公司不承担任何使用过程中引起的侵犯第三方专利和其它权利的责任。

注: 本文档受中国版权法保护, 非授权禁止拷贝、复制、引用或传播
SD 及 WAVE 为我公司注册商标。

深圳市兴威帆电子技术有限公司