



## 概述

TM1650 是一种带键盘扫描接口的 LED（发光二极管显示器）驱动控制专用 IC,内部集成有 MCU 数字接口、数据锁存器、LED 驱动、键盘扫描等电路。本产品质量可靠、稳定性好、抗干扰能力强。主要适用于机顶盒、家电设备(智能热水器、微波炉、洗衣机、空调、电磁炉)、电子称、智能电表等数码管,可适用于长期连续工作的应用场合。

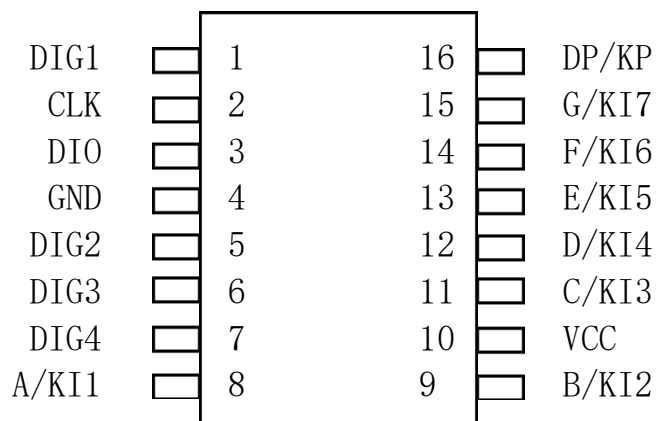
## 产品特点

- 两种显示模式（8 段×4 位 和 7 段×4 位）
- 支持 单个按键 7x4bit(28 个按键)和组合按键（4 个）
- 辉度调节电路（占空比 8 级可调）
- 段驱动电流大于 25mA，位驱动电流大于 150mA
- 两线串行接口（CLK，DIO）
- 内置 RC 振荡
- 内置上电复位电路
- 内置数据锁存器
- 支持 3~5.5V 电源电压
- 抗干扰能力强
- 封装：SOP-16



## 1 引脚排列图及引脚说明

### 1.1 引脚排列图





## 1.2 引脚说明

| 引脚 | 符号    | 引脚名称        | 说 明                                                |
|----|-------|-------------|----------------------------------------------------|
| 1  | DIG1  | 位/键扫描输出     | LED 位驱动输出，低电平有效，及作为键盘扫描输出，高电平有效                    |
| 2  | CLK   | 时钟输入        | 2 线串行接口的数据时钟输入，内置上拉电阻                              |
| 3  | DIO   | 数据输入/输出     | 2 线串行接口的数据输入输出，为内置上拉开漏模式                           |
| 4  | GND   | 接地端         | 接地                                                 |
| 5  | DIG2  | 位/键扫描输出     | LED 位驱动输出，低电平有效，及作为键盘扫描输出，高电平有效                    |
| 6  | DIG3  | 位/键扫描输出     | LED 位驱动输出，低电平有效，及作为键盘扫描输出，高电平有效                    |
| 7  | DIG4  | 位/键扫描输出     | LED 位驱动输出，低电平有效，及作为键盘扫描输出，高电平有效                    |
| 8  | A/KI1 | 段驱动输出/键扫描输入 | LED 段驱动输出，高电平有效，也用作键扫描输入，高电平有效，内置下拉                |
| 9  | B/KI2 | 段驱动输出/键扫描输入 | LED 段驱动输出，高电平有效，也用作键扫描输入，高电平有效，内置下拉                |
| 10 | VDD   | 电源端         | 3~5.5V 工作时对地建议加 104 电容，电容尽量靠近 AiP650E 端口（建议小于 2cm） |
| 11 | C/KI3 | 段驱动输出/键扫描输入 | LED 段驱动输出，高电平有效，也用作键扫描输入，高电平有效，内置下拉                |
| 12 | D/KI4 | 段驱动输出/键扫描输入 | LED 段驱动输出，高电平有效，也用作键扫描输入，高电平有效，内置下拉                |
| 13 | E/KI5 | 段驱动输出/键扫描输入 | LED 段驱动输出，高电平有效，也用作键扫描输入，高电平有效，内置下拉                |
| 14 | F/KI6 | 段驱动输出/键扫描输入 | LED 段驱动输出，高电平有效，也用作键扫描输入，高电平有效，内置下拉                |
| 15 | G/KI7 | 段驱动输出/键扫描输入 | LED 段驱动输出，高电平有效，也用作键扫描输入，高电平有效，内置下拉                |
| 16 | DP/KP | 段/位输出       | LED 段输出，也用作键盘标志输出                                  |



## 2 电特性

### 2.1 极限参数 (Ta=25°C)

| 参数          | 符号   | 条件   | 范围           | 单位 |
|-------------|------|------|--------------|----|
| 逻辑电源电压      | VDD  |      | -0.5~+7.0    | V  |
| 逻辑输入电压      | VI1  |      | -0.5~VDD+0.5 | V  |
| LED 段驱动输出电流 | IO1  |      | 0~30         | mA |
| LED 位驱动输出电流 | IO2  |      | 0~150        | mA |
| 工作温度        | Topt |      | -40~+85      | °C |
| 储存温度范围      | Tstg |      | -55~150      | °C |
| 焊接温度        | TL   | 10 秒 | 250          | °C |

### 2.2 电气特性 (Ta= 25°C, VDD= 5V)

| 参数                     | 符号     | 最小值  | 典型值  | 最大值     | 单位 |
|------------------------|--------|------|------|---------|----|
| 电源电压                   | VDD    | 3    | 5    | 5.5     | V  |
| 电源电流                   | Ic     | 0.2  | 80   | 150     | mA |
| 静态电流 (CLK, DIO 为高电平)   | IcS    | -    | 0.3  | 0.6     | mA |
| 待机电流 (睡眠模式)            | ICslp  | -    | 0.05 | 0.1     | mA |
| CLK 和 DAT 引脚低电平输入电压    | VIL    | -0.5 |      | 0.8     | V  |
| CLK 和 DIO 管脚高电平输入电压    | VIH    | 2.2  | -    | VCC+0.5 | V  |
| KI 引脚低电平输入电压           | VILki  | -0.5 | —    | 0.5     | V  |
| KI 管脚高电平输入电压           | VIHki  | 1.8  | —    | VDD+0.5 | V  |
| DIG 管脚低电平输出电压 (-200mA) | VOLdig | —    | —    | 1.2     | V  |
| DIG 管脚低电平输出电压 (-100mA) | VOLdig | —    | —    | 0.8     | V  |
| DIG 管脚高电平输出电压 (5mA)    | VOHdig | 4.5  | —    | —       | V  |
| KI 管脚低电平输出电压 (-20mA)   | VOLki  | —    | —    | 0.5     | V  |
| KI 管脚高电平输出电压 (20mA)    | VOHki  | 4.5  | —    | —       | V  |
| 其余管脚低电平输出电压 (-4mA)     | VOL    | —    | —    | 0.5     | V  |
| 其余管脚高电平输出电压 (4mA)      | VOH    | 4.5  | —    | —       | V  |
| KI 管脚输入下拉电流            | IDN1   | -30  | -50  | -90     | uA |
| CLK 管脚输入上拉电流           | IUP1   | —    | 350  | —       | uA |
| DIO 管脚输入上拉电流           | IUP2   | —    | 350  | —       | uA |
| KP 管脚输入上拉电流            | IUP3   | 500  | 2000 | 5000    | uA |
| 上电复位的默认电压门限            | VR     | 2.3  | 2.6  | 2.9     | V  |



## 2.3 内部时序参数 (Ta= -25°C, VDD=5V)

| 参数            | 符号  | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---------------|-----|-----|-----|-----|----|
| 电源上电检测产生的复位时间 | TPR | 10  | 25  | 60  | ms |
| 显示扫描周期        | TP  | 4   | 8   | 20  | ms |
| 键盘扫描间隔,按键响应时间 | TKS | 20  | 40  | 80  | ms |

## 2.4 接口时序特性 (Ta= 25°C, VDD=5V)

| 参数                    | 符号    | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|-----------------------|-------|-----|-----|-----|-----|
| DIO 下降沿启动信号的建立时间      | TSSTA | 100 | —   | —   | ns  |
| DIO 下降沿启动信号的保持时间      | THSTA | 100 | —   | —   | ns  |
| DIO 上升沿停止信号的建立时间      | TSSTO | 100 | —   | —   | ns  |
| DIO 上升沿停止信号的保持时间      | THSTO | 100 | —   | —   | ns  |
| CLK 时钟信号的低电平宽度        | TCLOW | 100 | —   | —   | ns  |
| CLK 时钟信号的高电平宽度        | TCHIG | 100 | —   | —   | ns  |
| DIO 输入数据对CLK 上升沿的建立时间 | TSDA  | 30  | —   | —   | ns  |
| DIO 输入数据对CLK 上升沿的保持时间 | THDA  | 10  | —   | —   | ns  |
| DIO 输出数据有效对CLK 下降沿的延时 | TAA   | 2   | —   | 30  | ns  |
| DIO 输出数据无效对CLK 下降沿的延时 | TDH   | 2   | —   | 40  | ns  |
| 平均数据传输速率              | Rate  | 0   | —   | 4M  | bps |

注:

- 1) 本表计量单位以纳秒即  $10^{-9}$  , 未注明最大值则理论值可以无穷大;
- 2) 针对不同上位机平台和硬件接口配置, 平均数据传输速率会出现较大的差异, 建议值为 100KHz 以下。

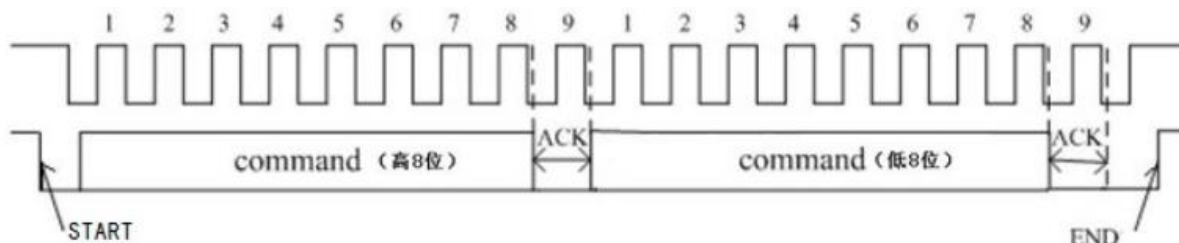


### 3 通讯接口说明

本电路通信端口采用了类似于 I2C 的通信方式，微处理器的数据通过两线总线接口和电路通信，在输入数据时，电路在 CLK 的上升沿锁存数据，故当 CLK 是高电平时，DIO 上的信号必须保持不变，只有 CLK 上的时钟信号为低电平时，DIO 上的信号才能改变，且 DIO 不能在 CLK 的下降沿改变。数据输入的开始条件是当 CLK 为高电平时，DIO 由高变低；结束条件是当 CLK 为高时，DIO 由低电平变为高电平。

本电路的数据传输带有应答信号 ACK，在传输数据的过程中，在时钟线的第九个时钟芯片内部会产生一个应答信号 ACK 将 DIO 管脚拉低。无论是命令写入或者是数据写入读出时，在一个 8 位字节后的第 9 位都是 ACK 信号输出。

指令传输为 16 位格式，指令数据传输过程如下图所示。数据和命令在传输时，先传送高位，再传送低位，CLK 上升沿锁存数据，DIO 不能在 CLK 为高电平时变化，也不要 CLK 下降沿变化，而是在 CLK 为低电平时改变。



### 4 功能介绍

#### 4.1 显示寄存器地址

写 LED 显示数据时，按照显示地址从高位到低位、数据字节从高位到低位的顺序操作。地址分配如下：

| A   | B  | C  | D  | E  | F  | G  | DP |      |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| B0  | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 |      |
| 68H |    |    |    |    |    |    |    | DIG1 |
| 6AH |    |    |    |    |    |    |    | DIG2 |
| 6CH |    |    |    |    |    |    |    | DIG3 |
| 6EH |    |    |    |    |    |    |    | DIG4 |

注意：在上电完之后，必须先对 RAM 进行数据写入，然后再开显示。



## 4.2 控制指令

| 名称    | 指令  |    |    |    |    |    |    |     | 解释       | 指令值 |
|-------|-----|----|----|----|----|----|----|-----|----------|-----|
|       | MSB |    |    |    |    |    |    | LSB |          |     |
|       | B7  | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0  |          |     |
| 系统命令  | 0   | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0   | 设置系统参数命令 | 48H |
| 读按键命令 | 0   | 1  | 0  | 0  | 1  | X  | X  | 1   | 读取按键数据命令 | 49H |

备注：该规格书使用的指令是 16 进制 H，输入数据和读取数据都是从高位开始。打×的位可以为 1，也可以为 0，建议写 0。其他为必须固定值。

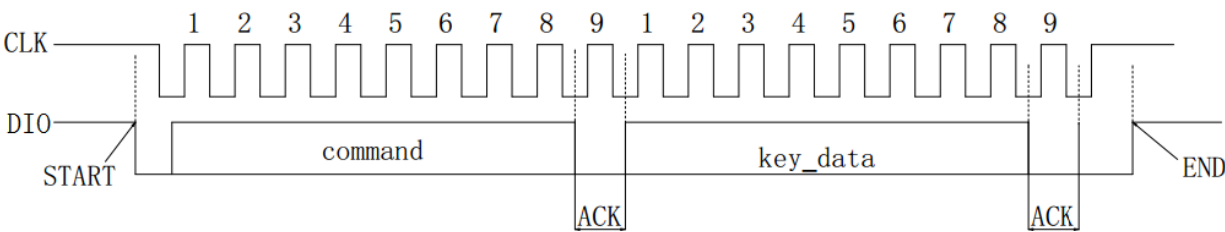
### 4.2.1 系统参数设置

| 名称   | 指令  |    |    |    |    |    |    |     | 解释        | 指令值 |
|------|-----|----|----|----|----|----|----|-----|-----------|-----|
|      | MSB |    |    |    |    |    |    | LSB |           |     |
|      | B7  | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0  |           |     |
| 亮度设置 | 0   | 0  | 0  | 0  |    |    | 0  |     | 8 级亮度（默认） | 00H |
|      | 0   | 0  | 0  | 1  |    |    | 0  |     | 1 级亮度     | 10H |
|      | 0   | 0  | 1  | 0  |    |    | 0  |     | 2 级亮度     | 20H |
|      | 0   | 0  | 1  | 1  |    |    | 0  |     | 3 级亮度     | 30H |
|      | 0   | 1  | 0  | 0  |    |    | 0  |     | 4 级亮度     | 40H |
|      | 0   | 1  | 0  | 1  |    |    | 0  |     | 5 级亮度     | 50H |
|      | 0   | 1  | 1  | 0  |    |    | 0  |     | 6 级亮度     | 60H |
|      | 0   | 1  | 1  | 1  |    |    | 0  |     | 7 级亮度     | 70H |
| 段模式  | 0   |    |    |    | 0  |    | 0  |     | 8 段输出（默认） | 00H |
|      | 0   |    |    |    | 1  |    | 0  |     | 7 段输出     | 08H |
| 工作模式 | 0   |    |    |    |    | 0  | 0  |     | 正常工作模式    | 00H |
|      | 0   |    |    |    |    | 1  | 0  |     | 待机工作模式    | 04H |
| 开关模式 | 0   |    |    |    |    |    | 0  | 0   | 关屏显示      | 00H |
|      | 0   |    |    |    |    |    | 0  | 1   | 开屏显示      | 01H |



4.2.2 读按键数据

该电路键值读取格式为一个 9 位时钟周期的命令加一个 9 位时钟的数据，命令的第 9 位为 ACK=0，数据的第 9 位为 ACK=1，如下图所示。



Command: 读按键指令；

Key\_data: 按键数据（一个字节）。

注：读按键时数据从 HTDM1650 输出到 MCU，此时与 HTDM1650 的 DIO 相连的 IO 口必须设置为输入模式且释放总线；按键代码从高位先出 P7P6P5P4\_P3P2P1P0（下划线便于分辨二进制 B 和 16 进制H），初始态为 0010\_1110B（2E）。HTDM1650 支持单个和组合按键。按键至少持续两个键扫周期以上，才被认可。

按键驱动电路：DIG 和 KI 脚之间要串联 2KΩ 电阻，读按键之前必须保证 HTDM1650 处于扫描状态即此时芯片处于开显示状态。

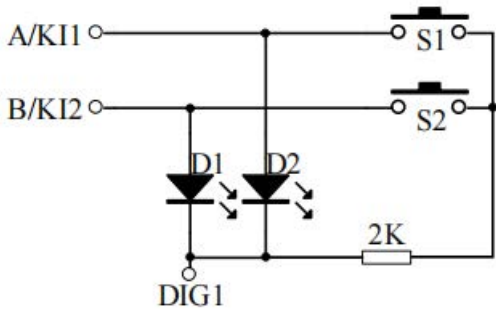


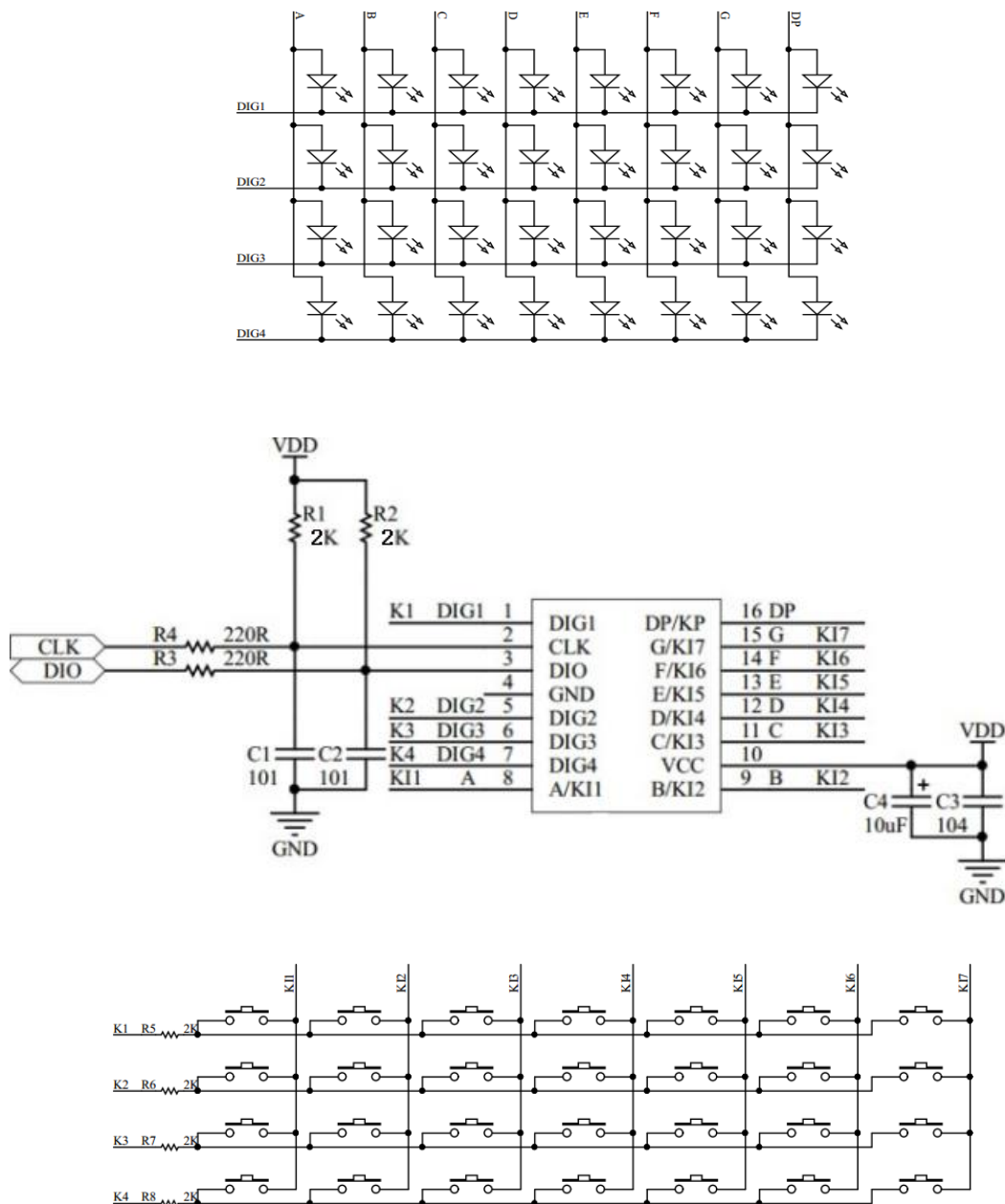
图 按键驱动电路

通过逻辑编码实现不同的按键读出，如下表。

| KI      | DIG4 | DIG3 | DIG2 | DIG1 |
|---------|------|------|------|------|
| A/KI1   | 47H  | 46H  | 45H  | 44H  |
| B/KI2   | 4FH  | 4EH  | 4DH  | 4CH  |
| C/KI3   | 57H  | 56H  | 55H  | 54H  |
| D/KI4   | 5FH  | 5EH  | 5DH  | 5CH  |
| E/KI5   | 67H  | 66H  | 65H  | 64H  |
| F/KI6   | 6FH  | 6EH  | 6DH  | 6CH  |
| G/KI7   | 77H  | 76H  | 75H  | 74H  |
| KI1+KI2 | 7FH  | 7EH  | 7DH  | 7CH  |



## 5 典型应用线路图



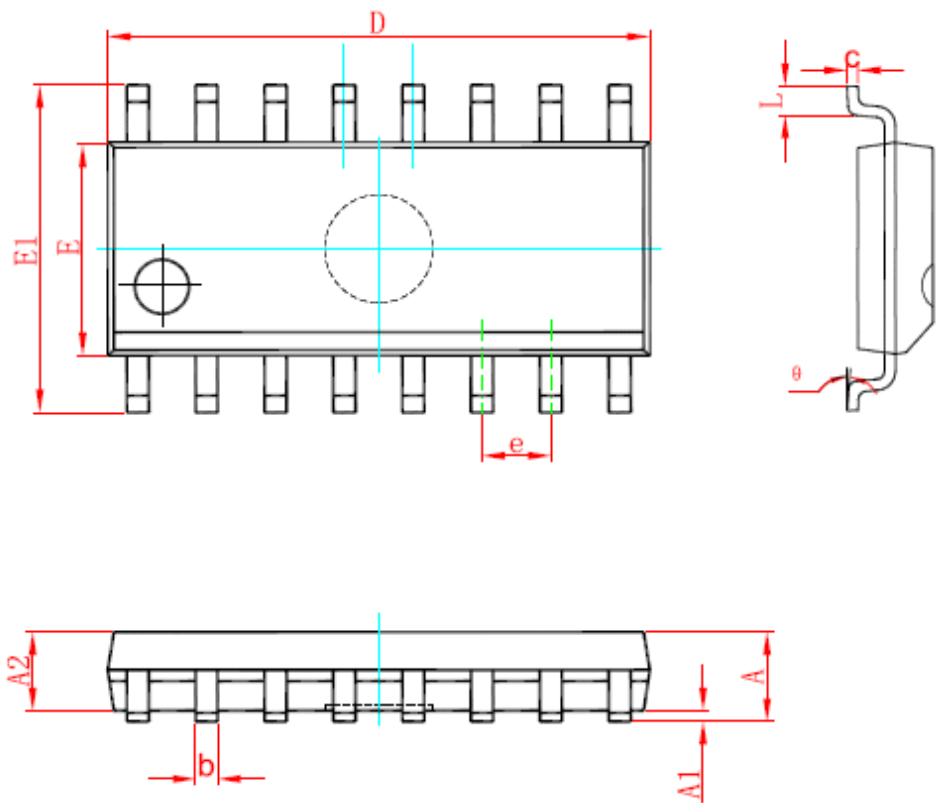
注:

- 1) VDD 与 GND 之间的滤波电容应靠近 HTDM1650, 以加强滤波效果;
- 2) 为了提供电路的抗干扰能力, 通讯端口建议按照上图连接, 具体的参数值可根据实际需要调整;
- 3) 为了防止按键对显示效果的影响, 按键矩阵中要在 DIG1~DIG4 之间串接 2K 电阻。



6 封装尺寸与外形图

6.1 SOP-16 外形图与封装尺寸



| Symbol | Dimensions In Millimeters |        | Dimensions In Inches |       |
|--------|---------------------------|--------|----------------------|-------|
|        | Min                       | Max    | Min                  | Max   |
| A      | 1.350                     | 1.750  | 0.053                | 0.069 |
| A1     | 0.100                     | 0.250  | 0.004                | 0.010 |
| A2     | 1.350                     | 1.550  | 0.053                | 0.061 |
| b      | 0.330                     | 0.510  | 0.013                | 0.020 |
| c      | 0.170                     | 0.250  | 0.007                | 0.010 |
| D      | 9.800                     | 10.200 | 0.386                | 0.402 |
| E      | 3.800                     | 4.000  | 0.150                | 0.157 |
| E1     | 5.800                     | 6.200  | 0.228                | 0.244 |
| e      | 1.270 (BSC)               |        | 0.050 (BSC)          |       |
| L      | 0.400                     | 1.270  | 0.016                | 0.050 |
| θ      | 0°                        | 8°     | 0°                   | 8°    |



### Attention

- Any and all HUA XUAN YANG ELECTRONICS products described or contained herein do not have specifications that can handle applications that require extremely high levels of reliability, such as life-support systems, aircraft's control systems, or other applications whose failure can be reasonably expected to result in serious physical and/or material damage. Consult with your HUA XUAN YANG ELECTRONICS representative nearest you before using any HUA XUAN YANG ELECTRONICS products described or contained herein in such applications.
- HUA XUAN YANG ELECTRONICS assumes no responsibility for equipment failures that result from using products at values that exceed, even momentarily, rated values (such as maximum ratings, operating condition ranges, or other parameters) listed in products specifications of any and all HUA XUAN YANG ELECTRONICS products described or contained herein.
- Specifications of any and all HUA XUAN YANG ELECTRONICS products described or contained herein stipulate the performance, characteristics, and functions of the described products in the independent state, and are not guarantees of the performance, characteristics, and functions of the described products as mounted in the customer's products or equipment. To verify symptoms and states that cannot be evaluated in an independent device, the customer should always evaluate and test devices mounted in the customer's products or equipment.
- HUA XUAN YANG ELECTRONICS CO.,LTD. strives to supply high-quality high-reliability products. However, any and all semiconductor products fail with some probability. It is possible that these probabilistic failures could give rise to accidents or events that could endanger human lives, that could give rise to smoke or fire, or that could cause damage to other property. When designing equipment, adopt safety measures so that these kinds of accidents or events cannot occur. Such measures include but are not limited to protective circuits and error prevention circuits for safe design, redundant design, and structural design.
- In the event that any or all HUA XUAN YANG ELECTRONICS products(including technical data, services) described or contained herein are controlled under any of applicable local export control laws and regulations, such products must not be exported without obtaining the export license from the authorities concerned in accordance with the above law.
- No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and recording, or any information storage or retrieval system, or otherwise, without the prior written permission of HUA XUAN YANG ELECTRONICS CO.,LTD.
- Information (including circuit diagrams and circuit parameters) herein is for example only ; it is not guaranteed for volume production. HUA XUAN YANG ELECTRONICS believes information herein is accurate and reliable, but no guarantees are made or implied regarding its use or any infringements of intellectual property rights or other rights of third parties.
- Any and all information described or contained herein are subject to change without notice due to product/technology improvement, etc. When designing equipment, refer to the "Delivery Specification" for the HUA XUAN YANG ELECTRONICS product that you intend to use.