

16 位数码管驱动及键盘控制芯片 CH456

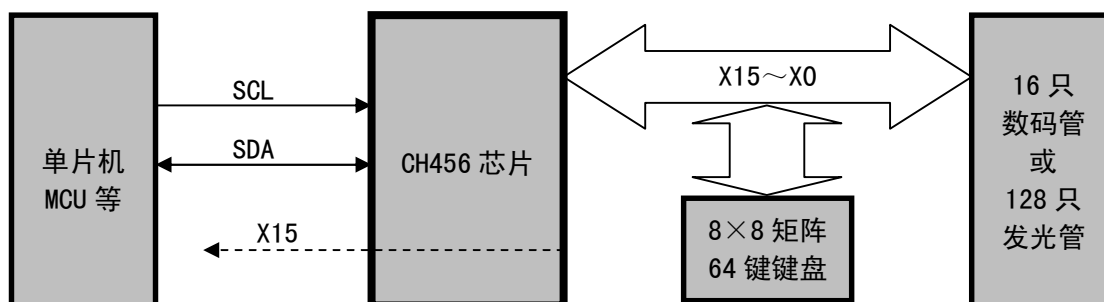
手册

版本: 1A

<http://wch.cn>

1、概述

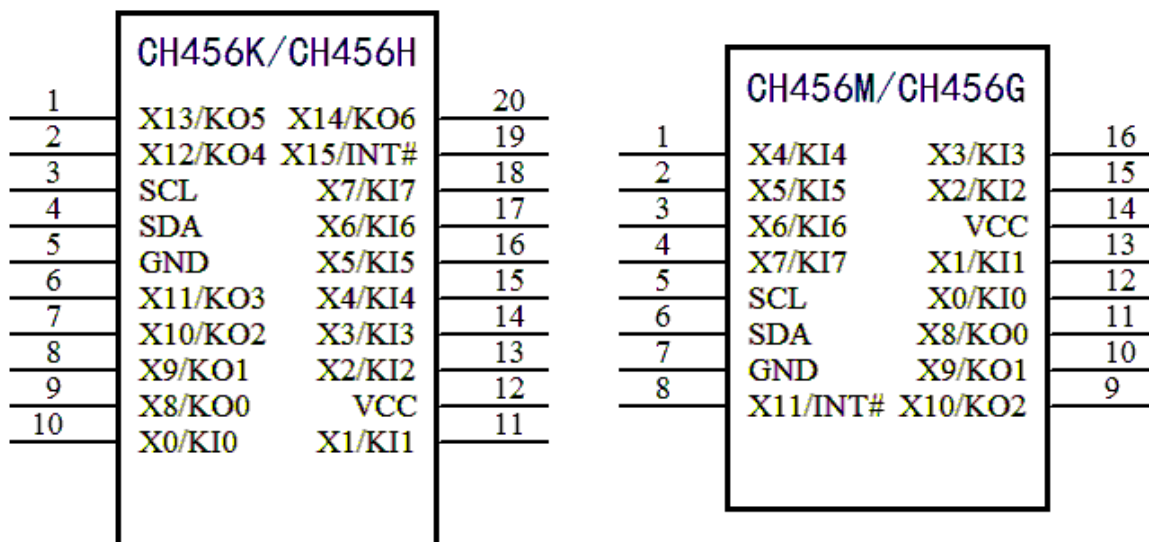
CH456 是 16 位数码管显示驱动和键盘扫描控制芯片。CH456 内置时钟振荡电路，可以动态驱动最多 16 只数码管或者 128 只 LED 发光管；同时还可以进行 64 键的键盘扫描；CH456 通过 2 线串行接口与单片机等交换数据。



2、特点

- 内置显示电流驱动级，段电流 25mA，字电流 150mA。
- 动态显示扫描控制，直接驱动 16 只数码管或者 128 只发光管 LED。
- 内部限流，通过占空比设定提供多级亮度控制。
- 内置 64 键键盘控制器，基于 8×8 矩阵键盘扫描。
- 兼用的低电平有效的键盘中断，提供按键释放标志位，可供查询按键按下与释放。
- 部分未用到的显示驱动引脚 X12~X15 可以作为 GPO 通用输出引脚。
- 高速 2 线串行接口，时钟速度从 0 到 2MHz，兼容两线 I²C 总线，节约引脚。
- 内置时钟振荡电路，不需要外部提供时钟或者外接振荡元器件，更抗干扰。
- 支持 3V、3.3V、5V 电源电压。
- 支持低功耗睡眠，节约电能，可以被按键唤醒或者被命令操作唤醒。
- 提供 DIP20、SOP20、DIP16 和 SOP16 四种无铅封装形式，兼容 RoHS。

3、封装



| 封装形式 | 宽度 | | 引脚间距 | | 封装说明 | 订货型号 |
|-------|--------|--------|--------|--------|-------------|--------|
| | | | | | | |
| DIP20 | 7.62mm | 300mil | 2.54mm | 100mil | 标准 20 脚双列直插 | CH456K |
| SOP20 | 7.62mm | 300mil | 1.27mm | 50mil | 标准的宽 20 脚贴片 | CH456H |
| DIP16 | 7.62mm | 300mil | 2.54mm | 100mil | 标准 16 脚双列直插 | CH456M |
| SOP16 | 3.90mm | 150mil | 1.27mm | 50mil | 标准的 16 脚贴片 | CH456G |

CH456K/H 支持 16 只数码管或 128 只 LED 及 64 键，CH456M/G 支持 12 只数码管或 96 只 LED 及 32 键

4、引脚

| 20 脚封装的引脚号 | 16 脚封装的引脚号 | 引脚名称 | 类型 | 引脚说明 |
|-----------------|-------------------------|------------------------|-------------------|---|
| 12 | 14 | VCC | 电源 | 正电源，持续电流不小于 150mA |
| 5 | 7 | GND | 电源 | 公共接地，持续电流不小于 150mA |
| 10~11, 13~18 | 12~13, 15~16, 1~4 | X0~X7 (K10~K17) | 三态输出 及 键扫输入 | 数码管的段驱动，高电平有效， 数码管的字驱动，低电平有效， 键盘扫描输入，高电平有效，内置下拉电阻 |
| 9~7 | 11~9 | X8~X10 (K00~K02) | 三态输出 及 键扫输出 | 数码管的段驱动，高电平有效， 数码管的字驱动，低电平有效， 键盘扫描输出，高电平有效 |
| 6 | 8 | X11 (K03) (INT#) | 三态输出 及 键扫输出 | 数码管的段驱动，高电平有效， 数码管的字驱动，低电平有效， 键盘扫描输出，高电平有效， 可以被设置为键盘中断输出，低电平有效 |
| 2, 1, 20 | 无 | X12~X14 (K04~K06) | 三态输出 及 键扫输出 | 数码管的字驱动，低电平有效， 键盘扫描输出，高电平有效， 可以被设置为 GPO 通用输出 |
| 19 | 无 | X15 (K07) (INT#) | 三态输出 及 键扫输出 | 数码管的字驱动，低电平有效， 键盘扫描输出，高电平有效， 可以被设置为键盘中断输出，低电平有效 |
| 4 | 6 | SDA | 开漏输出 及输入 | 2 线串行接口的数据输入和输出， 内置上拉电阻 |
| 3 | 5 | SCL | 输入 | 2 线串行接口的时钟输入 |

5、功能说明

5.1. 一般说明

本手册中的数据，以 B 结尾的为二进制数，以 H 结尾的为十六进制数，否则为十进制数，标注为 x 的位表示该位可以是任意值。

5.2. 显示驱动

CH456 对数码管和发光管采用动态扫描驱动，X0 至 X15 分别连接 16 只数码管的阴极。当其中一个引脚吸入电流时，其它引脚则不吸入电流。数码管的段 G~段 A 以及数码管的小数点分别对应 CH456 的 8 个动态转换的段驱动引脚。CH456 内部具有电流驱动级，可以直接驱动 0.5 英寸至 1 英寸的共阴数码管，CH456 也可以连接 8×16 矩阵的发光二极管 LED 阵列或者 128 只独立发光管。

CH456 内部具有 16 个 8 位的数据寄存器，用于保存 16 个字数据，分别对应于 CH456 所驱动的 16 只数码管或者 16 组每组 8 只的发光二极管。数据寄存器中字数据的位 7~位 0 分别对应 8 个数码管的小数点和段 G~段 A，对于发光二极管阵列，则每个字数据的数据位唯一地对应一个发光二极管。

当数据位为 1 时，对应的数码管的段或者发光管就会点亮；当数据位为 0 时，则对应的数码管的段或者发光管就会熄灭。例如，第三个数据寄存器的位 0 为 1，所以对应的第三个数码管的段 A 点亮。

下图是数码管的段名称。



下表是当前字驱动引脚与当前段驱动引脚之间的动态对应关系。

| 当前字引脚 | X0 | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 | X10 | X11 | X12 | X13 | X14 | X15 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 段引脚 S0/A | X4 | X4 | X4 | X4 | X0 | X0 | X0 | X0 | X0 | X0 | X0 | X0 | X0 | X0 | X0 | X0 |
| 段引脚 S1/B | X5 | X5 | X5 | X5 | X1 | X1 | X1 | X1 | X1 | X1 | X1 | X1 | X1 | X1 | X1 | X1 |
| 段引脚 S2/C | X6 | X6 | X6 | X6 | X2 | X2 | X2 | X2 | X2 | X2 | X2 | X2 | X2 | X2 | X2 | X2 |
| 段引脚 S3/D | X7 | X7 | X7 | X7 | X3 | X3 | X3 | X3 | X3 | X3 | X3 | X3 | X3 | X3 | X3 | X3 |
| 段引脚 S4/E | X8 | X8 | X8 | X8 | X8 | X8 | X8 | X8 | X4 | X4 | X4 | X4 | X4 | X4 | X4 | X4 |
| 段引脚 S5/F | X9 | X9 | X9 | X9 | X9 | X9 | X9 | X9 | X5 | X5 | X5 | X5 | X5 | X5 | X5 | X5 |
| 段引脚 S6/G | X10 | X10 | X10 | X10 | X10 | X10 | X10 | X10 | X6 | X6 | X6 | X6 | X6 | X6 | X6 | X6 |
| 段引脚 S7/DP | X11 | X11 | X11 | X11 | X11 | X11 | X11 | X11 | X7 | X7 | X7 | X7 | X7 | X7 | X7 | X7 |

5.3. 键盘扫描

CH456 的键盘扫描功能支持 8×8 矩阵的 64 键键盘。在键盘扫描期间，K07~K00 引脚（即 X15~X8）用于列扫描输出，K17~K10 引脚（即 X7~X0）都带有内部下拉电阻，用于行扫描输入。

CH456 定期在显示驱动扫描过程中插入键盘扫描。在键盘扫描期间，K07~K00 引脚按照 K00 至 K07 的顺序依次输出高电压，其余引脚输出低电压；K17~K10 引脚的输出被禁止，当没有键被按下时，K17~K10 都被下拉为低电压；当有键被按下时，例如连接 K03 与 K14 的键被按下，则当 K03 输出高电压时 K14 检测到高电压。经过抗干扰处理后，如果 CH456 确认检测到有效的按键，则记录下该按键代码，并通过 INT#引脚（即 X15 或者 X11 在使能中断输出之后）产生低电平有效的键盘中断，此时单片机可以通过串行接口读取按键代码；在没有检测到新的有效按键之前，CH456 不再产生任何键盘中断。CH456 不支持组合键，同一时刻，不能有两个或者更多的键被按下。

CH456 所提供的按键代码为 7 位，位 2~位 0 是列扫描码，位 5~位 3 是行扫描码，位 6 是状态码（键按下为 1，键释放为 0）。例如，连接 K03 与 K14 的键被按下，则按键代码是 1100011B 或者 63H，键被释放后，按键代码通常是 0100011B 或者 23H（也可能是其它值，但是肯定小于 40H），其中，对应 K03 的列扫描码为 011B，对应 K14 的行扫描码为 100B。单片机可以在任何时候读取按键代码，但一般在 CH456 检测到有效按键而产生键盘中断时读取按键代码，此时按键代码的位 6 总是 1，另外，如果需要了解按键何时释放，单片机可以通过查询方式定期读取按键代码，直到按键代码的位 6 为 0。

下表是在 K17~K10 与 K07~K00 之间 8×8 矩阵的按键编址。由于按键代码是 7 位，键按下时位 6 总是 1，所以当键按下时，CH456 所提供的实际按键代码是表中的按键编址加上 40H，也就是说，此时的按键代码应该在 40H 到 7FH 之间。

| 编址 | K07/X15 | K06/X14 | K05/X13 | K04/X12 | K03/X11 | K02/X10 | K01/X9 | K00/X8 |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| K10/X0 | 07H | 06H | 05H | 04H | 03H | 02H | 01H | 00H |
| K11/X1 | 0FH | 0EH | 0DH | 0CH | 0BH | 0AH | 09H | 08H |
| K12/X2 | 17H | 16H | 15H | 14H | 13H | 12H | 11H | 10H |
| K13/X3 | 1FH | 1EH | 1DH | 1CH | 1BH | 1AH | 19H | 18H |
| K14/X4 | 27H | 26H | 25H | 24H | 23H | 22H | 21H | 20H |
| K15/X5 | 2FH | 2EH | 2DH | 2CH | 2BH | 2AH | 29H | 28H |
| K16/X6 | 37H | 36H | 35H | 34H | 33H | 32H | 31H | 30H |
| K17/X7 | 3FH | 3EH | 3DH | 3CH | 3BH | 3AH | 39H | 38H |

5.4. 串行接口

CH456 具有硬件实现的 2 线串行接口，包含 2 个主要信号线：串行数据时钟输入线 SCL、串行数据输入和输出线 SDA。其中，SCL 是输入信号线；SDA 是带上拉电阻的准双向信号线，默认是高电平。除此之外，X15 或 X11 引脚在使能中断输出之后可以作为 INT#引脚，输出键盘中断，默认是高电平。

SDA 用于串行数据输入和输出，高电平表示位数据 1，低电平表示位数据 0，串行数据输入的顺序是高位在前，低位在后。

SCL 用于提供串行时钟，CH456 在其上升沿从 SDA 输入数据，在其下降沿从 SDA 输出数据。

在 SCL 为高电平期间发生的 SDA 下降沿定义为串行接口的启动信号，在 SCL 为高电平期间发生的 SDA 上升沿定义为串行接口的停止信号。CH456 只在检测到启动信号后才接收并分析命令。所以在单片机 I/O 引脚资源紧张时，可以在保持 SDA 引脚状态不变的情况下，将 SCL 引脚与其它接口电路共用；如果能够确保 SDA 引脚的变化仅在 SCL 引脚为低电平期间发生，那么 SCL 引脚和 SDA 引脚都可以与其它接口电路共用。

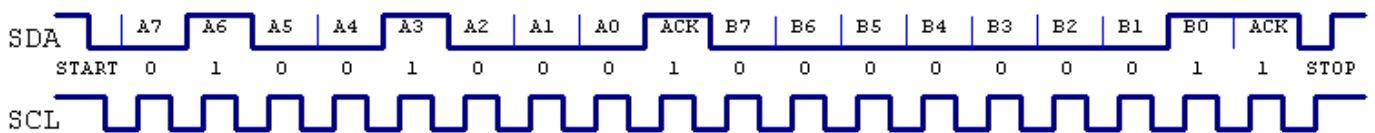
INT#用于键盘中断输出，默认是高电平。当 CH456 检测到有效按键时，INT#输出低电平有效的键盘中断；单片机被中断后，对 CH456 执行读操作，CH456 将 INT#恢复为高电平，并从 SDA 输出按键代码，单片机从 SDA 获得一个字节的的数据，其中低 7 位是按键代码。

单片机与 CH456 的通讯过程总是分为 6 个步骤，按单片机的操作方向分成两种类型，一种是写操作，用于输出数据，一种是读操作，用于输入数据。具体过程可以参考例子程序中的说明。

写操作包括以下 6 个步骤：输出启动信号、输出字节 1、应答 1、输出字节 2、应答 2、输出停止信号。其中，启动信号和停止信号如上所述，应答 1 和应答 2 总是固定为 1，输出字节 1 和输出字节 2 各自包含 8 个数据位，即一个字节数据。

读操作包括以下 6 个步骤：输出启动信号、输出字节 1、应答 1、输入字节 2、应答 2、输出停止信号。其中，启动信号和停止信号如上所述，应答 1 和应答 2 总是固定为 1，输出字节 1 和输入字节 2 各自包含 8 个数据位，即一个字节数据。

下图是一个写操作的实例，字节 1 为 01001000B，即 48H；字节 2 为 00000001B，即 01H。



6. 操作命令

CH456 的操作命令分为 3 组。各命令的启动信号、停止信号、应答 1 和应答 2 都相同，区别在于输出字节 1 和字节 2 的数据不同以及字节 2 的传输方向不同。字节 1 的位 6 是 2 线串行接口的地址识别位，默认为 1，厂商也可提供定制的地址识别位默认为 0 的 CH456 芯片，便于两只 CH456 并联操作。

6.1. 设置系统参数命令

该命令的字节 1 为 01001000B，即 48H；字节 2 为 [SLEEP][INTENS][X_INT]0[KEYB][DISP]B。

该命令用于设定 CH456 的系统级参数：显示驱动使能 DISP、键盘扫描使能 KEYB、X15 中断输出使能 X_INT、显示驱动亮度控制 INTENS、低功耗睡眠控制 SLEEP。

当 DISP 位为 1 时允许显示输出，当 DISP 位为 0 时关闭显示驱动。

当 KEYB 位为 1 时启用键盘扫描，当 KEYB 位为 0 时关闭键盘扫描。

当 X_INT 位为 1 时，最多只支持 15 只数码管，X15 引脚或者 X11 引脚作为 INT#引脚用于键盘中断输出；当 X_INT 位为 0 时，最多支持 16 只数码管，X15 和 X11 与 X0~X10 等类似作为显示驱动。

INTENS 用于控制显示驱动的亮度，包含 3 位数据，有 8 种组合：数据 001B~111B 分别设置显示驱动占空比为 1/8~7/8，数据 000B 设置显示驱动占空比为 8/8，对应最高亮度。

SLEEP 用于使 CH456 进入低功耗睡眠状态，从而可以节约电能。处于低功耗睡眠状态中的 CH456 可以被下述两种事件中的任何一种唤醒，第一种事件是检测到由 K03~K00 扫描输出的按键，有效按键代码是 40H~43H、48H~4BH、50H~53H、58H~5BH、60H~63H、68H~6BH、70H~73H、78H~7BH；

第二种事件是接收到单片机发出的下一个操作命令。当 CH456 被唤醒后，SLEEP 位会自动清 0。睡眠和唤醒操作本身不会影响 CH456 的其它工作状态。如果 KEYB 位为 1 则唤醒后产生按键中断，如果 KEYB 位为 0 则不支持第一种事件唤醒，所以唤醒后也不产生按键中断。

该命令不影响内部数据缓冲区中的数据。

如果 X_INT=0（默认），那么没有键盘中断输出引脚 INT#，禁止 GPO 通用输出引脚，X12~X15 作为显示驱动和键盘扫描输出引脚，CH456 支持最多 16 只数码管。

如果 X_INT=1，那么 CH456 将提供键盘中断输出引脚 INT#，具体配置参考下表。

| 参数 | 状态 | 附加条件参数 | 配置功能 |
|------------|----|--------------|--|
| X15_bit[0] | =0 | | X15 作为键盘中断输出引脚 INT#（适用于 20 脚封装） |
| X15_bit[0] | =1 | | X11 作为键盘中断输出引脚 INT#（适用于 16 脚封装） （会影响 X0~X7 引脚上数码管的显示，只支持 7 段） |
| X15_bit[1] | =0 | | 禁止 GPO 引脚，X12~X14 与 X10 类似功能 |
| X15_bit[1] | =1 | X15_bit[0]=0 | X12~X14 作为 GPO 通用输出引脚，对应 X15_bit[4~6] |
| X15_bit[1] | =1 | X15_bit[0]=1 | X12~X15 作为 GPO 通用输出引脚，对应 X15_bit[4~7] |
| X15_bit[2] | =0 | | 全部显示驱动，支持最多 15 只数码管（X0~X14 引脚） |
| X15_bit[2] | =1 | | 减半显示驱动，支持最多 8 只数码管（X0~X7 引脚） |

上表中 X15_bit 是指 X15 引脚对应的数据寄存器中的 8 位数据，该数据是通过加载字数据命令 7EH 写入 CH456 芯片中的，默认值为 00H，X15_bit[0]是指其位 0 的值，以此类推。

当 X12~X15 作为 GPO 通用输出引脚时，可以通过修改 X15_bit[4]~X15_bit[7] 的值来设置各 GPO 引脚的输出电平。例如 X15_bit[5]=0 时，X13 输出低电平，X15_bit[5]=1 时，X13 输出高电平。

减半显示驱动会将单只数码管的显示驱动扫描占空比从 1/16 提高到 1/8，从而提高显示亮度。

6.2. 加载字数据命令

该命令的字节 1 为 011[DIG_ADDR]0B，即 60H、62H、64H、66H、68H、6AH、6CH、6EH、70H、72H、74H、76H、78H、7AH、7CH、7EH；字节 2 为 [DIG_DATA]B，即 00H 到 0FFH 之间的值。

加载字数据命令用于将字数据 DIG_DATA 写入 DIG_ADDR 指定地址的数据寄存器中。DIG_ADDR 通过 4 位数据指定数据寄存器的地址，数据 0000B~1111B 分别指定地址 0~15，对应于 X0~X15 引脚驱动的 16 只数码管。DIG_DATA 是 8 位的字数据。例如，命令数据 01100000B、01111001B 表示将字数据 79H 写入第 1 个数据寄存器，使 X0 引脚驱动的数码管将显示 E。

6.3. 读取按键代码命令

该命令的输出字节 1 为 01001101B，即 4DH（或者为 01001111B，即 4FH）；输入字节 2 的低 7 位为按键代码。

读取按键代码命令用于获得 CH456 最近检测到的有效按键的按键代码。该命令属于读操作，是具有数据返回的命令，单片机必须先释放 SDA 引脚（三态输出禁止或者上拉到高电平），然后 CH456 从 SDA 引脚输出按键代码，按键代码的有效数据是位 6~位 0，其中位 6 是状态码，位 5~位 0 是扫描码和按键编址。

7、参数

7.1. 绝对最大值（临界或者超过绝对最大值将可能导致芯片工作不正常甚至损坏）

| 名称 | 参数说明 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|-------|----------------------|------|---------|----|
| TA | 工作时的环境温度 | -40 | 85 | °C |
| TS | 储存时的环境温度 | -55 | 125 | °C |
| VCC | 电源电压（VCC 接电源，GND 接地） | -0.5 | 6.0 | V |
| VIO | 输入或者输出引脚上的电压 | -0.5 | VCC+0.5 | V |
| IMdrv | 单个显示驱动引脚的连续驱动电流 | 0 | 100 | mA |
| IMall | 所有显示驱动引脚的连续驱动电流的总和 | 0 | 150 | mA |

7.2. 电气参数 (测试条件: TA=25°C, VCC=5V)

| 名称 | 参数说明 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------|---------------------------|-------|------|---------|----|
| VCC | 电源电压 | 3.0 | 5 | 5.3 | V |
| ICC | 电源电流 | | 80 | 150 | mA |
| ICCs | 静态电流 (SDA 为高电平, KEYB=0) | | 0.05 | 0.5 | mA |
| ICCsIp | 低功耗睡眠电流 (SCL 和 SDA 默认高电平) | | 0.01 | 0.03 | mA |
| VIL | SCL 和 SDA 引脚低电平输入电压 | -0.5 | | 0.8 | V |
| VIH | SCL 和 SDA 引脚高电平输入电压 | VCC/2 | | VCC+0.5 | V |
| VOLx | 显示驱动引脚低电平输出电压 (-100mA) | | | 0.7 | V |
| VOHx | 显示驱动引脚高电平输出电压 (20mA) | 4.5 | | | V |
| IUP | SDA 引脚的输入上拉电流 | 200 | 400 | 800 | uA |
| VR | 上电复位的默认电压门限 | 2.0 | 2.2 | 2.6 | V |

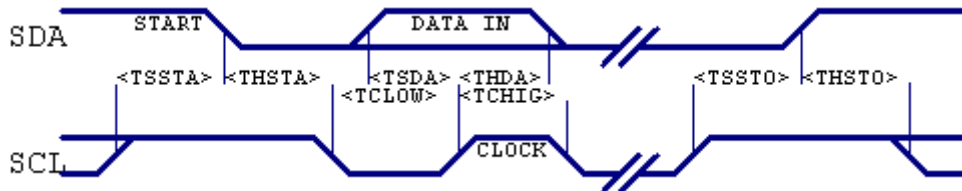
7.3. 内部时序参数 (测试条件: TA=25°C, VCC=5V)

(注: 本表时序参数都是内置时钟周期的倍数, 内置时钟的频率随着电源电压的降低而降低)

| 名称 | 参数说明 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----|-----------------|-----|-----|-----|----|
| TPR | 电源上电检测产生的复位时间 | 8 | 15 | 30 | mS |
| TDP | 显示扫描周期 | 4 | 8 | 14 | mS |
| TKS | 按键响应时间 (两次键盘扫描) | 20 | 50 | | mS |

7.4. 接口时序参数 (测试条件: TA=25°C, VCC=5V, 参考附图)

(注: 本表计量单位以纳秒即 10^{-9} 秒为主, 未注明最大值则理论值可以无穷大)



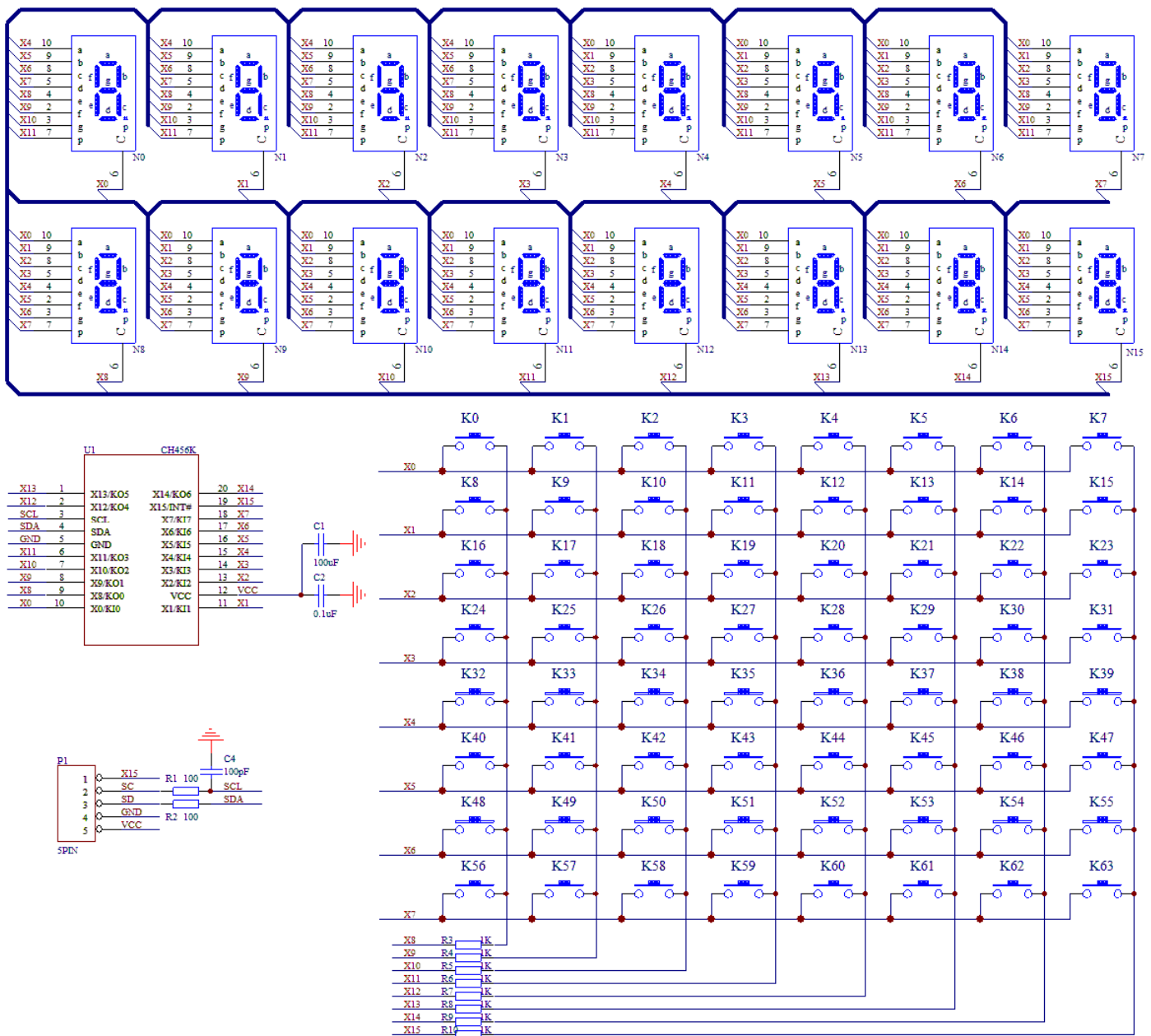
| 名称 | 参数说明 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------|------------------------|-----|-----|-----|-----|
| TSSTA | SDA 下降沿启动信号的建立时间 | 100 | | | nS |
| THSTA | SDA 下降沿启动信号的保持时间 | 100 | | | nS |
| TSSTO | SDA 上升沿停止信号的建立时间 | 100 | | | nS |
| THSTO | SDA 上升沿停止信号的保持时间 | 100 | | | nS |
| TCLow | SCL 时钟信号的低电平宽度 | 100 | | | nS |
| TCHIG | SCL 时钟信号的高电平宽度 | 100 | | | nS |
| TSDA | SDA 输入数据对 SCL 上升沿的建立时间 | 30 | | | nS |
| THDA | SDA 输入数据对 SCL 上升沿的保持时间 | 10 | | | nS |
| Rate | 平均数据传输速率 | 0 | | 2M | bps |

8. 应用

8.1. 应用电路

CH456 可以动态驱动 16 只共阴数码管, 通过 2 线串行接口 SCL 和 SDA 与外部的单片机相连接。

电容 C2 和 C1 布置于 CH456 的电源引脚附近，用于电源退耦，减少驱动大电流产生的干扰。



8.2. 抗干扰

由于 CH456 驱动数码管或者 LED 的电流较大，会在电源上产生较大的毛刺电压，所以如果电源线或者地线的 PCB 布线不合理，将有可能影响单片机或者 CH456 的稳定性，建议使用较粗的电源线和地线，并靠近 CH456 在正负电源之间并联电源退耦电容。

对于强干扰的应用环境，单片机可以每隔数秒定期对 CH456 进行刷新，包括重新加载各个数码管的数据寄存器，以及重新开启显示。

另外，如果由标准 MCS-51 单片机的 I/O 引脚对 CH456 进行较远距离的驱动，通常要加强 MCS-51 单片机的 I/O 引脚的上拉能力，以便在远距离传输时保持较好的数字信号波形。上拉电阻的阻值可以是 1KΩ 到 10KΩ，近距离无需上拉电阻。

8.3. 单片机接口程序

CH456 芯片的接口程序与 CH453 及 CH423 芯片基本兼容，可以直接使用 CH453 或者 CH423 芯片的子程序和例子程序，网站上提供了部分单片机的 C 语言和 ASM 汇编接口程序。