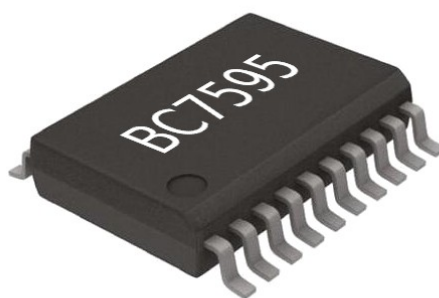
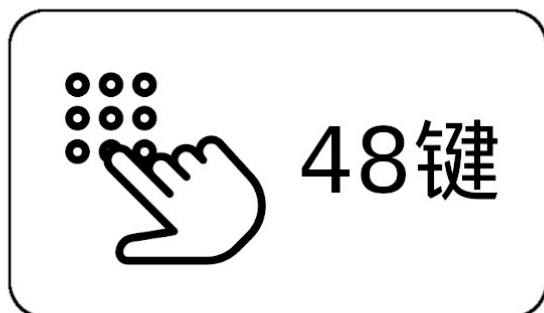


BC7595

增强 6¾ 位数码管驱动及 48 键键盘接口芯片

- 48 段 LED 或 6¾ 位数码管显示驱动
- 可连续显示从 0000000 至 6999999
- 48 键键盘接口
- 内置数码管译码器
- 全部 LED 具有单独闪烁功能，闪烁速度可调
- 16 级线性亮度控制
- 48 个 LED 均可独立寻址
- 键盘支持任意数量组合键和长按键
- 支持常开/常闭按键
- 直接键值输出
- UART 接口，并可实现多片联用
- 3.0-5.5V 工作电压
- SSOP20 封装
- 仅需外接限流电阻
- 键盘接口与 BC6xxx 芯片协议兼容

典型应用方案：



简述

BC7595，提供 LED 显示驱动和键盘接口功能，无需外围器件，仅需外接限流电阻。即可提供 48 段 LED (增强的 6¼ 位数码管) / 48 键键盘的接口电路，可连续显示从 0000000 至 6999999 的数字，。每个显示段均可独立寻址，方便作为指示灯单独控制；同时每个单独 LED 均可独立控制闪烁功能，闪烁速度可调，闪烁过程无需 CPU 参与，极大程度简化了编程。

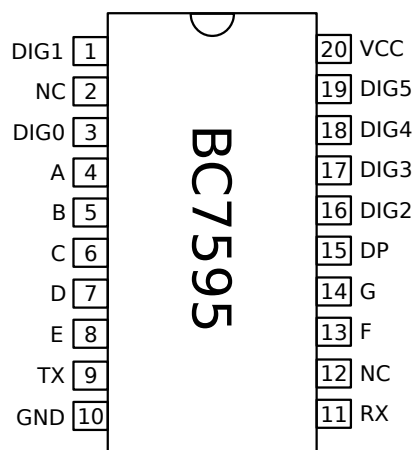
BC7595 提供内建的数码管译码器，只需送入待显示的数值。同时，数码管译码采用 7 段译码方式，最高位可作为小数点单独控制，或将各显示位的小数点用以驱动额外的数码管显示位，亦有专门的译码指令可直接完成这些扩展的显示位的数字显示。

具有 16 级线性亮度控制。

BC7595 提供的键盘接口。键盘支持常开/常闭按键，并支持任意数量和形式的组合键和长按键。

采用 UART 接口，可以方便地与各种 MCU 接口，或直接由 PC 机控制，搭配 USB-UART 转换器制成电路简洁易用的 PC 外置数码管显示器。亦可方便地实现隔离或转换为 RS-485/422 接口实现远程显示和键盘。采用简单的电路，可实现片选功能，实现一个 UART 口下的多片联用。

引脚定义



引脚说明

名称	序号	功能
VCC	20	正电源引脚，电压范围 3.0~5.5V
GND	10	接地端
TX	9	UART 输出，漏极开路输出(Open Drain)
RX	11	UART 接收
A,B,C,D,E,F,G,DP	4,5,6,7,8,13,14,15	段驱动输出
DIG0-DIG5	1,3,16,17,18,19	数码管位驱动输出，低电平有效，高电平为高阻输出
NC	2,12	空脚，无连接

(表 1：引脚说明)

显示驱动

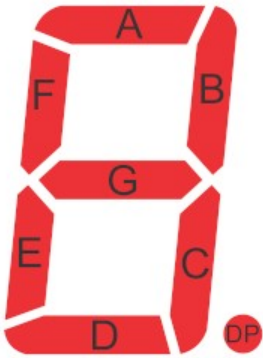
显示方式

BC7595 可以驱动数码管，或独立的 LED 显示。

数码管显示电路

数码管的各显示段定义如图：

数码管电路分为 7 段和 8 段两种连接方式，8 段方式即数码管上从 A 段到小数点 DP 的 8 个 LED 均连接到电路中，因此每个显示位均可以显示小数点。不过在实际应用中，往往并非每个显示位都需要能显示小数点，而且小数点位置往往是固定的，每个显示位的小数点都接入驱动并没有必要。因此，还可以有 7 段接法，即只连接数码管的 A-G 显示段，而将小数点闲置不连接，或者将必要的小数点接入静态驱动。这样每个显示位都可以节约一个显示段，可以用这些闲置的小数点段去驱动额外的数码管，增加显示位数。



BC7595 内含数码管译码器，可以将接收到的数值转换成该数值对应的 7 段显示器字形，数码管的使用得到最大程度的简化(参见后文“译码显示”指令部分)。译码器同样适用于各显示位小数点扩展出来的显示位，有专门的指令用于扩展位的译码显示。所有的译码显示指令，均为 7 段译码，即只更新 A-G 显示段，这样在 8 段连接方式时，小数点的显示不受数码管上数字更新的影响，而在 7 段连接方式时，可以保证扩展显示位的显示内容不受其它显示位的影响。

BC7595 的位驱动具有 100mA 的驱动能力，段驱动有 35mA 驱动能力。可直接驱动全部 LED 显示，无需外加驱动。

LED 的亮度主要取决于本身发光效率和工作电流两个因素。因为 BC7595 的扫描驱动占空比为 1/6，即只有 1/6 的时间是实际发光的时间，因此应该优先选用亮度高的 LED。LED 的亮度一般用 mcd 做单位，建议使用的 LED 数码管的亮度，在 10mA 下，至少要大于 2 mcd。

LED 的驱动电流，取决于驱动电路的驱动能力和限流电阻的大小。因为 LED 的亮度并非随电流线性增加，电流增大到一定程度后，再增加电流并不会显著增加 LED 的亮度。一般以 5-10mA 区间效率最高。

限流电阻的计算，采用公式

$$R = (V_{\text{seg}} - V_{\text{LED}} - V_{\text{DIG}}) / I_{\text{seg}}$$

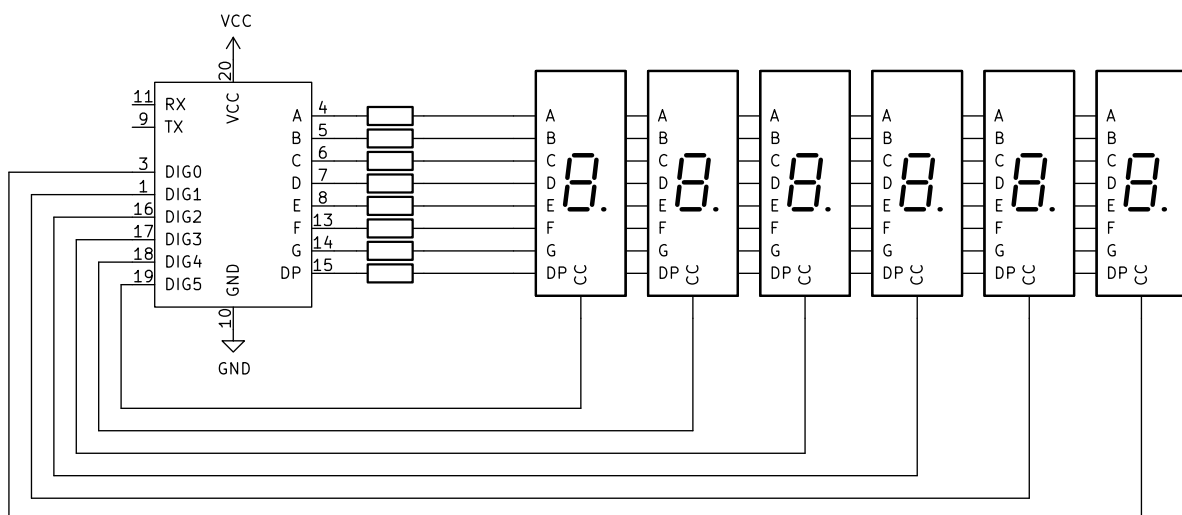
其中， V_{seg} 为段驱动在输出 LED 段电流 I_{seg} 时的输出电压 V_{LED} 为 LED 的正向管压降， V_{DIG} 为位驱动输出在 $8 \times I_{\text{seg}}$ 时的输出电平。

例 1：电源电压 5V，设计 LED 电流 12mA，LED 管压降 2.0V，段驱动输出电压 4.6V，位驱动电压 1V，则 $R = (4.6 - 2.0 - 1) / 0.012 = 133\Omega$

例 2：电源电压 3.3V，设计 LED 电流 8mA，LED 管压降 1.8V，段驱动输出电压 3.0V，位驱动电压 1.0V，则 $R = (3.0 - 1.8 - 1.0) / 0.008 = 25\Omega$

6 位数码管 8 段连接方式

下图是用 8 段方式连接 6 位数码管，每个显示位的小数点都可单独控制点亮。图中未包含键盘电路，键盘电路请参见后文键盘部分。

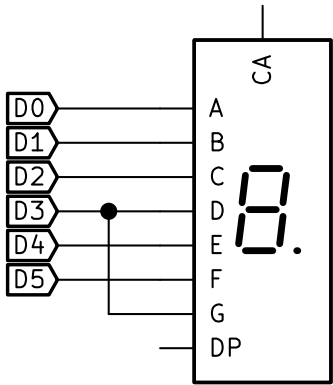


(图 1：BC7595-6 位数码管 8 段连接)

6¾ 位数码管 7 段连接方式

如果不使用小数点，或者小数点的位置固定，则可以把每个显示位的小数点用作驱动额外的显示位。BC7595 共有 6 个显示位，因此可以提供 6 个额外的显示段，不足以驱动一个完整的 7 段显示，但可以组成一个 ¾ 显示位，根据不同的电路连接方式，可以显示 1-3 的数字，或者 0-6 的数字。第一种连接方式，不改变译码表，因此可以直接使用内置的译码指令，编程简单，但显示数字范围只有 1-3，整个系统显示数字范围从 000,000 (6 个 0, 首位 0 不显示) 到 3,999,999；而第二种方式，改变了译码表，需要程序采用非译码方式直接按扩展位专用的译码表写入，但显示数字的范围扩展到 0-6，系统显示范围扩大为 0,000,000 到 6,999,999。用户可根据需要选用适合方案。

方案 1:



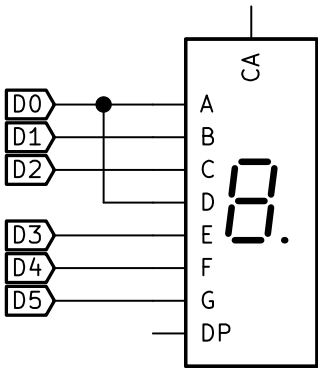
(图 2：扩展位连接方案 1)

D0-D5 表示驱动信号，即不译码显示数据的 bit0-bit5, 按上图连接后，驱动信号与显示的关系如下：

数据	有效驱动信号	被点亮段	显示
0x06	D1, D2	B, C	1
0x1b	D0, D1, D3, D4	A, B, D, E, G	2
0x0f	D0, D1, D2, D3	A, B, C, D, G	3

(表 2：扩展位方案 1 译码表-兼容标准译码表)

方案 2:



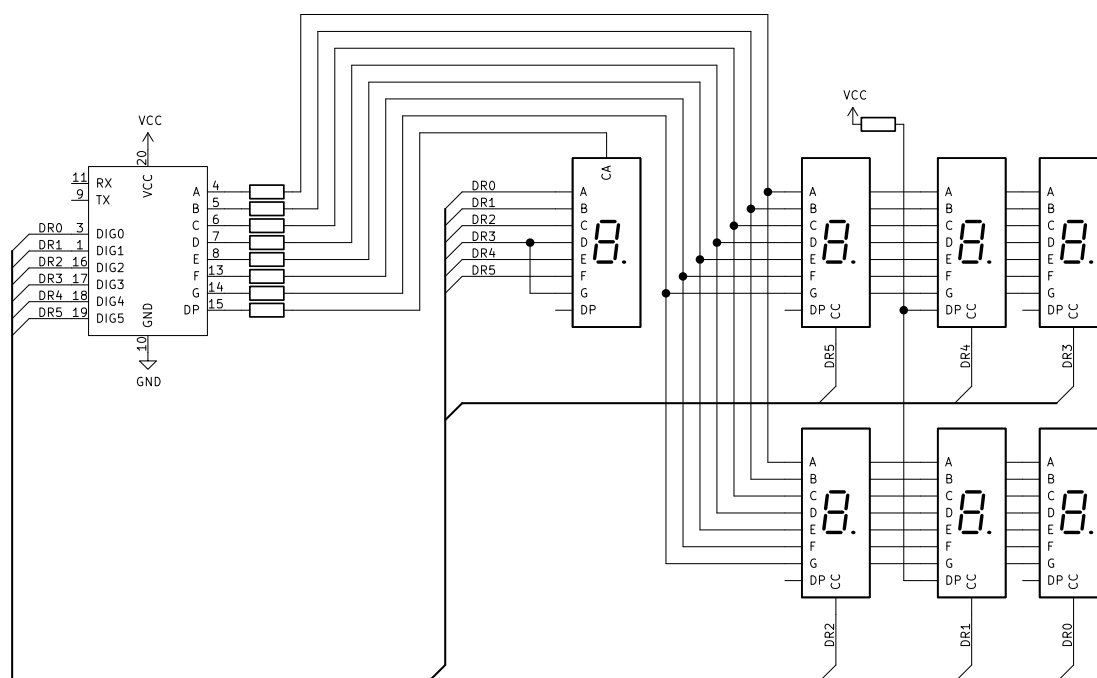
(图 3：扩展位连接方案 2)

按此连接方案，采用下表的译码方案，可以得到 0-9 中除了 7 以外的其它数字显示：

数据	有效驱动信号	被点亮段	显示
0x1f	D0, D1, D2, D3, D4	A, B, C, D, E, F	0
0x06	D1, D2	B, C	1
0x2b	D0, D1, D3, D5	A, B, D, E, G	2
0x27	D0, D1, D2, D5	A, B, C, D, G	3
0x36	D1, D2, D4, D5	B, C, F, G	4
0x2d	D0, D2, D3, D5	A, C, D, F, G	5
0x3d	D0, D2, D3, D4, D5	A, C, D, E, F, G	6
0x3f	D0, D1, D2, D3, D4, D5	A, B, C, D, E, F, G	8
0x37	D0, D1, D2, D4, D5	A, B, C, D, F, G	9

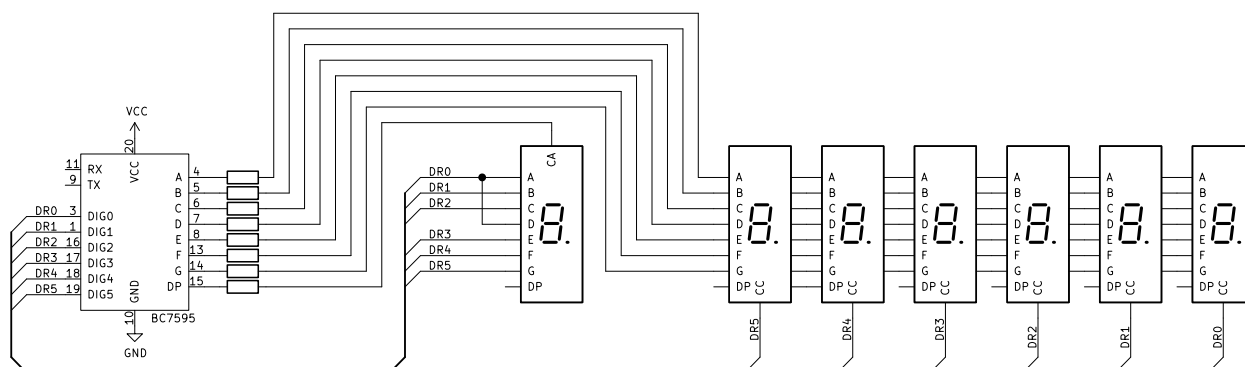
(表 3：扩展位方案 2 译码表)

需要注意的是，电路连接上，普通的显示位使用共阴式数码管，而额外的显示位，须使用共阳式数码管。下图是 BC7595 构成一个 6 $\frac{3}{4}$ 位固定小数点的数码管显示的电路图，采用连接方案 1，显示分为两组，使用了固定的小数点，一组最大显示 399.9，一组最大显示 99.9 的数字。



(图 4: BC7595 - 6¾ 位数码管 7 段连接, 方案 1)

下图是采用方案 2 的典型应用电路，可以连续显示从 0000000 到 6999999 的数字：



(图 5: BC7595 - 6¾ 位数码管 7 段连接, 方案 2)

内部寄存器及指令

BC7595 的内部，分为显示寄存器和控制寄存器，外界发送给 BC7595 的指令，均由 2 个字节构成，第一个字节，通常为指令，如果有寄存器操作，还包括目标寄存器的地址，第二个字节，为相应指令的数据部分。

显示寄存器

BC7595 内部含有 6 个 8 位显示寄存器，显示寄存器的每一个位，对应一个显示 LED 段，因此最多有 48 个显示段。当显示寄存器中的某位为“1”时，该位对应的显示段(点)就被点亮。上电后，所有的显示寄存器的内容被清零。

当作为数码管驱动器时，显示寄存器与数码管的显示段间的对应关系，分为两种情况，第一种情况是数码管采用包括小数点的 8 段驱动，如果给 6 个数码管编号 1-6, 显示段分别为 A-G, 小数点为 P, 则显示寄存器与数码管显示段的对应关系如下表：

	显示寄存器地址					
	0x00	0x01	0x02	0x03	0x04	0x05
b ₇	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
b ₆	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅	G ₆
b ₅	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
b ₄	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆
b ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆
b ₂	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
b ₁	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆
b ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆

(表 4：显示寄存器-数码管段)

因为很多情况并非每个显示位的小数点都会用到，而且小数点的位置经常是固定的，可以直接连接电源采用静态驱动，因此 BC7595 还支持一种方式，即 7 段数码管驱动方式，每个显示寄存器的最高位 bit7, 可以单独作为额外的数码管显示位的段，BC7595 有专门的译码指令可以像对待其它显示位一样，直接写入数值完成译码转换。对扩展显示位的译码指令同样是 7 段译码，不包括小数点段，扩展位的小数点，可以用作单独的 LED 指示灯。如果给扩展的数码管位编号 X1 – X4, 小数点位命名为 L1-L4, 则在 7 段连接方式下，数码管段和显示寄存器的对应关系如下表：

	显示寄存器地址					
	0x00	0x01	0x02	0x03	0x04	0x05
b ₇	A _{x1}	B _{x1}	C _{x1}	D _{x1} , G _{x1}	E _{x1}	F _{x1}
b ₆	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅	G ₆
b ₅	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
b ₄	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆
b ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆
b ₂	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
b ₁	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆
b ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆

(表 5: 显示寄存器 bit7-扩展数码管段, 连接方案 1)

	显示寄存器地址					
	0x00	0x01	0x02	0x03	0x04	0x05
b ₇	A _{x1} , D _{x1}	B _{x1}	C _{x1}	E _{x1}	F _{x1}	G _{x1}
b ₆	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅	G ₆
b ₅	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
b ₄	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆
b ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆
b ₂	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
b ₁	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆
b ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆

(表 6: 显示寄存器 bit7-扩展数码管段, 连接方案 2)

显示寄存器直接写入指令 *DIRECT_WT* (0x00 - 0x05)

第 1 字节(指令)								第 2 字节(数据)							
d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀	d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀
0	0	0	0	0	A ₂	A ₁	A ₀	D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀

指令中 A₂:A₀ 为显示寄存器的地址, 而数据部分 D₇:D₀ 将直接写入显示寄存器。在使用数码管显示器时, 如果需要显示一些特殊字形, 比如 “H”, “L”, 或负号 “-” 等, 将用到此直接写入显示寄存器的指令; 在用点阵显示时, 此指令可以直接将点阵数据写入目标显示寄存器。

段寻址指令 *SEG_OFF*, *SEG_ON* (0xC0, 0xC1)

段熄灭(写 0)指令 0xC0:

第 1 字节(指令)								第 2 字节(数据)							
d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀	d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀

段点亮(写 1)指令 0xC1:

第 1 字节(指令)								第 2 字节(数据)							
d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀	d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	A ₅	A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀

BC7595 将显示寄存器中的每一位，赋予了一个段地址，地址范围为 0x00-0x2F，通过段寻址指令，可以单独控制某一个显示段的点亮和熄灭。指令第一个字节为指令本身 C0 或 C1，第二个字节为段地址。显示寄存器中各位的段地址如下表：

	显示寄存器地址					
	0x00	0x01	0x02	0x03	0x04	0x05
b ₇	0x07	0x0F	0x17	0x1F	0x27	0x2F
b ₆	0x06	0x0E	0x16	0x1E	0x26	0x2E
b ₅	0x05	0x0D	0x15	0x1D	0x25	0x2D
b ₄	0x04	0x0C	0x14	0x1C	0x24	0x2C
b ₃	0x03	0x0B	0x13	0x1B	0x23	0x2B
b ₂	0x02	0x0A	0x12	0x1A	0x22	0x2A
b ₁	0x01	0x09	0x10	0x19	0x21	0x29
b ₀	0x00	0x08	0x10	0x18	0x20	0x28

(表 7：显示寄存器-段地址)

全局写入指令 *WRITE_ALL* (0xF1)

第 1 字节(指令)								第 2 字节(数据)							
d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀	d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀
1	1	1	1	0	0	0	1	D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀

全局写入指令将数据写入到全部所有显示寄存器中，可以用来将所有显示段点亮或清除。指令第一个字节为指令本身 0xF1，第二个字节为写入显示寄存器的数据。

数码管显示相关指令

译码显示 *DECODE_WT* (0x80 – 0x85)

第 1 字节(指令)								第 2 字节(数据)							
d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀	d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀
1	0	0	0	0	A ₂	A ₁	A ₀	-	-	-	-	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀

在使用数码管显示时，译码显示指令将接收到的数据完成 7 段译码，并显示在相应的显示位上。指令字节中，A₂:A₀为数码管的位地址，也即显示寄存器的地址，数据字节的低 4 位，为待显示的数据，范围 0-F，高 4 位将被忽略。数据和显示字形对应如下：

D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	D ₃ :D ₀ (16 进制值)	显示
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	2	2
0	0	1	1	3	3
0	1	0	0	4	4
0	1	0	1	5	5
0	1	1	0	6	6
0	1	1	1	7	7
1	0	0	0	8	8
1	0	0	1	9	9
1	0	1	0	A	A
1	0	1	1	B	b
1	1	0	0	C	C
1	1	0	1	D	d
1	1	1	0	E	E
1	1	1	1	F	F

(表 8：数码管译码字形)

需要注意的是，BC7595 采用 7 段译码的方式，即只有显示寄存器的低 7 位数据会受到译码显示指令的影响，而最高位(DP 位)将保持不变。也就是说，当数码管采用了 8 段的连接方式(如图数码管 8 位连接)，每个数码管的小数点 DP 段都由相应移位寄存器的最高位 bit7 来驱动时，使用译码指令刷新显示数据时，小数点将不受影响，维持原来的状态不变。

译码显示规则有一个特例，当数据字节为 0x80 时，按译码表的显示规则应该显示“0”，但实际 BC7595 在这种情况下不显示任何内容，小数点位依然遵从 7 段译码规则不受影响。利用这个规则可以用来消除显示数字的最高位的“0”，使得显示更自然。比如一个三位数字显示，当显示的数值小于 100 时，例如“56”，如果不加额外处理，显示内容可能成为“056”，不符合人的阅读习惯，需要在程序中增加额外的逻辑判断，让最高位在数值小于 100 时不予显示。而利用 BC7595 这个特性，只要固定把写入百位的数值的最高位置 1，即可自动实现当百位为 0 时不显示的功能。

利用这个译码规则的特例，还可以完成清除数码管显示，但不影响小数点状态的功能（如小数点用来做单独的指示灯或用作额外显示位时，此功能较为有用）。

扩展位不译码写入 *WRITE_EXT (0xA8)*

第 1 字节(指令)								第 2 字节(数据)							
d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀	d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀
1	0	1	0	1	0	0	0	-	-	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀

数据字节中，D5:D0 的数据将被依次写入 0x00-0x05 寄存器的 bit7 位。

因为共有 6 个显示位的小数点位可借用，但数码管有 7 个段，因此缺失一段，无法显示完整的 0-F 的数字，使用此指令可直接写入映射值，在使用扩展位连接方案 2 时，可显示 0-9 中除了 7 以外的其它数字。

扩展位译码显示 *DECODE_EXT (0xB0)*

第 1 字节(指令)								第 2 字节(数据)							
d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀	d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀
1	0	1	1	0	0	0	0	-	-	-	-	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀

此指令和上条指令类似，区别在于此指令使用内部译码器达到译码显示功能，从而令扩展显示位在程序处理上和其它显示位相同，简化编程。采用扩展位连接方式 1 时，可显示 1-3 的数字。

指令的数据字节，同译码指令相同，低 4 位为待显示数据，高 4 位被忽略。

扩展位译码指令，也如同上面译码显示指令一样，具有当数字字节为 0x80 时清除显示内容的功能。

控制指令

段(点)闪烁控制位置 1 指令 *BLINK_WT_SET (0x30 – 0x35)*

第 1 字节(指令)								第 2 字节(数据)							
d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀	d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀
0	0	1	1	0	A ₂	A ₁	A ₀	D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀

BC7595 支持单独显示段(点)的闪烁功能, 48 个显示段均可以单独控制闪烁功能。指令中, $A_2:A_0$ 是显示寄存器地址, 取值范围 0-5, 而数据字节中 $D_7:D_0$ 对应目标显示寄存器中的位(显示段), 如果此命令中对应的 D_n 位为 “1”, 该显示段就被赋予闪烁属性; 数据字节中为 “0” 的位, 将对闪烁属性无影响, 即不改变该位的闪烁属性, 如果该位原闪烁属性为 1, 则执行指令后仍将保持为 1。当全局的闪烁控制位为开(上电后默认状态), 则闪烁属性为 1 的显示段就会以闪烁的方式显示, 闪烁的频率, 由闪烁频率控制指令控制。

闪烁控制, 芯片内部由专门的闪烁控制寄存器完成, 与显示寄存器的内容无关。显示寄存器的内容更新、清零等操作, 均不影响其闪烁属性。如果一个显示段被设置了闪烁属性, 当显示寄存器清零后, 用户将看到该显示段为熄灭状态, 而当该显示寄存器被重新写入内容后, 该段仍将以闪烁状态显示。闪烁属性只能由闪烁控制指令改变。

上电后, 所有的闪烁控制属性, 都为 “0”, 即不闪烁的状态。

段(点)闪烁控制位清 0 指令 **BLINK_WT_CLR (0x20 – 0x25)**

第 1 字节(指令)								第 2 字节(数据)							
d_7	d_6	d_5	d_4	d_3	d_2	d_1	d_0	d_7	d_6	d_5	d_4	d_3	d_2	d_1	d_0
0	0	1	0	0	A_2	A_1	A_0	D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0

此指令作用与上面指令类似, 不过作用是清除对应显示段的闪烁属性。数据字节中为 “1” 的位对应的显示段, 其闪烁属性将被清除, 而为 “0” 的位, 对应显示段的闪烁属性将不被改变。

闪烁速度控制指令 **BLINK_SPEED (0xF2)**

第 1 字节(指令)								第 2 字节(数据)							
d_7	d_6	d_5	d_4	d_3	d_2	d_1	d_0	d_7	d_6	d_5	d_4	d_3	d_2	d_1	d_0
1	1	1	1	0	0	1	0	D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0

BC7595 的闪烁功能, 其闪烁速度可以由闪烁速度控制指令控制。指令中数据字节的数据, 用来控制闪烁速度, 闪烁的速度, 可以大致由以下公式计算:

$$F_{\text{blink}} = 98.5 / (2 * S)$$

公式中, F_{blink} 为闪烁的频率, 单位为 Hz, S 为闪烁速度控制值, 即指令中的数据字节的值。上电后, 芯片内部的 S 的缺省值为 50(0x32), 即闪烁频率约为 0.985Hz。

亮度控制指令 **DIM_CTL (0xF3)**

第 1 字节(指令)								第 2 字节(数据)							
d_7	d_6	d_5	d_4	d_3	d_2	d_1	d_0	d_7	d_6	d_5	d_4	d_3	d_2	d_1	d_0
1	1	1	1	0	0	1	1	-	-	-	-	D_3	D_2	D_1	D_0

BC7595 具有 16 级线性亮度控制。亮度的控制通过调整显示扫描输出的占空比来实现。因为人眼对亮度的感知特性，对亮度的感觉并非线性，对微弱的亮度，人眼可以感知细小的变化，而对比较亮的光源，则对亮度的变化不敏感。BC7595 采用了非线性的占空比调整，目的是尽量使得人眼感觉到亮度的变化速度比较均匀，避免了在高亮度时调整变化细微，而低亮度时感觉每级亮度差别过大的现象。

指令中数据字节的低 4 位为亮度值，为“0”时，亮度最大，而为“0x0F”时，亮度最低。高 4 位将被忽略。上电后，默认的亮度值为 0，即亮度最大的状态。

整体控制指令 GLOBAL_CTL (0xF0)

第 1 字节(指令)								第 2 字节(数据)							
d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀	d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀
1	1	1	1	0	0	0	0	r	r	r	r	r	r	DISP_OFF	BLINK_OFF

整体控制指令控制 BC7595 的两个全局属性：闪烁的开/关，以及整体显示的开/关。分别由指令数据字节的 b₀ 位和 b₁ 位控制，其它数据位，为保留位，应该置为 0。

b₀ 位 BLINK_OFF：该位置 1 时，芯片的闪烁功能将关闭，无论各显示段和显示寄存器的闪烁属性设置为何值，均不会以闪烁方式显示。不过设置的闪烁属性都将保留，当 BLINK_OFF 被重新清 0 时，各闪烁属性为闪烁的显示段和显示位，都将恢复闪烁显示。当 BLINK_OFF 为 1 时，仍可通过闪烁控制指令设置显示段和显示寄存器的闪烁属性。

b₁ 位 DISP_OFF：该位置 1 时，将关闭芯片的显示输出。不过显示寄存器和闪烁控制的内容，均将被保留。同时当显示输出关闭时，仍可以通过各指令更新显示寄存器和各控制寄存器的内容。关闭芯片的显示输出，不会影响键盘扫描的工作。

复位指令 RESET (0xFF5A)

第 1 字节(指令)								第 2 字节(数据)							
d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀	d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0

该指令将使得 BC7595 芯片复位，芯片状态恢复到上电时的初始值。如果键盘部分有按键处于按下导通的状态，执行此命令后，芯片将输出所有处于导通状态的按键的键值。详情请参见后面键盘部分。

UART 发送 0 UART_SEND_0(0xFFFF)

第 1 字节(指令)								第 2 字节(数据)							
d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀	d ₇	d ₆	d ₅	d ₄	d ₃	d ₂	d ₁	d ₀
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

该指令使得 BC7595 的 UART 上输出单个字节 0x00。一般用于测量 BC7595 的波特率，以微调 MCU 的波特率，使二者精确同步。通常用于 MCU 波特率会存在误差时。详见后文《波特率误差》一节。

BC7595 指令汇总

指令值	指令名称	作用
0x00 - 0x05	DIRECT_WT COL_WRITE	直接写入显示寄存器 / 点阵显示列
0x20 - 0x25	BLINK_WT_CLR	清除段闪烁属性。数据字节中为 1 的位对应的显示段的闪烁属性将被清除
0x30 - 0x35	BLINK_WT_SET	设置段闪烁属性。数据字节中为 1 的位对应的显示段将被设置为的闪烁属性
0x80 - 0x85	DECODE_WT	数码管译码写入，将数据字节内数值在数码管显示
0xA8	WRITE_EXT	扩展位不译码写入
0xB0	DECODE_EXT	数码管扩展显示位译码写入
0xC0	SEG_OFF	显示段熄灭 / 坐标点熄灭
0xC1	SEG_ON	显示段点亮 / 坐标点点亮
0xF0	GLOBAL_CTL	整体控制，包括闪烁功能开/关，显示功能开/关
0xF1	WRITE_ALL	全局写入，将数据字节写入全部显示寄存器
0xF2	BLINK_SPEED	闪烁速度控制
0xF3	DIM_CTL	显示亮度控制
0xFF5A	RESET	芯片复位指令
0xFFFF	UART_SEND_0	在 UART 接口输出 0x00

(表 9: BC7595 指令汇总)

此表列举了 BC7595 所接受的所有指令，如果在指令字节收到了超出本表格以外的数值，BC7595 的反应将是“未定义”，即不能确定 BC7595 会有何种反应。

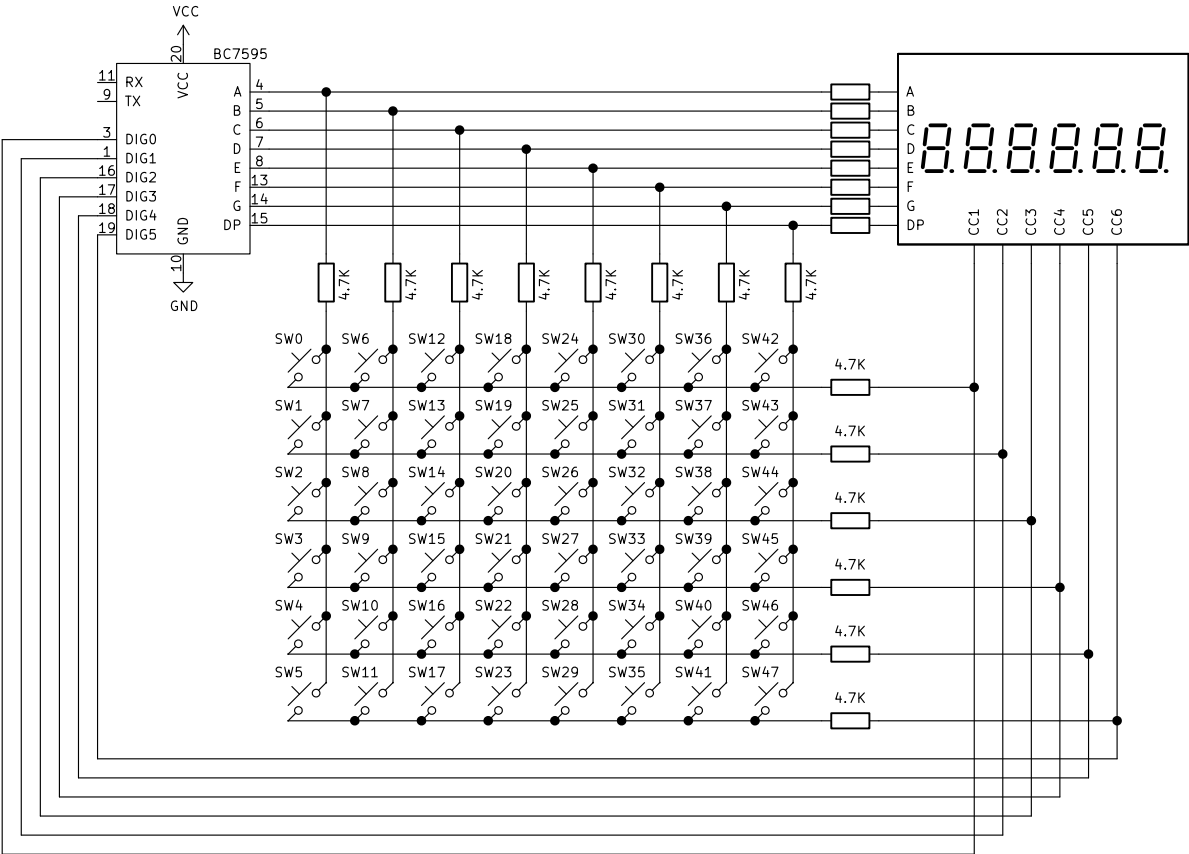
在 BC7595 上电后，将有一约 300ms 的等待时间，以确保 MCU 完成上电过程并可接收串口数据(键盘数据)，在此期间，BC7595 也无法接收指令数据，MCU 对 BC7595 的操作，须在上电 300ms 后。

键盘接口

接口电路

BC7595 除提供 LED 显示驱动外，还可提供键盘矩阵接口。BC7595 芯片的键盘扫描和显示扫描共用相同的引脚，为避免按键按下时造成显示扫描短路，键盘部分必须串入电阻与显示电路隔离。共可以连接 48 个按键。BC7595 的键盘矩阵，可以支持任意形式的组合键，并可支持任意时间长度的长按键，可以支持常开和常闭型按键，以及两种按键的混合使用。

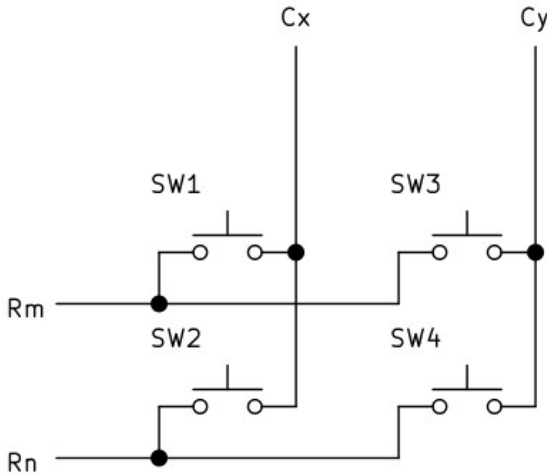
下图是连接为 48 键键盘接口的完整电路图(不含 LED 显示部分)。图中的按键元件标号，即对应按键的键值，如 SW0 的键值为 0、SW25 的键值为 25(0x19)。



(图 6：键盘接口电路)

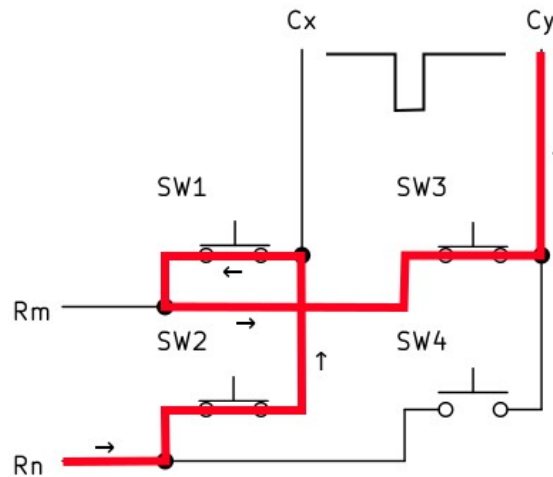
消除影子按键

BC7595 具有处理任意多组合按键的能力，但当组合按键处在四边形的四个角上时，需要注意防止影子按键。影子按键是矩形键盘矩阵的特有现象，表现为，当处在一个四边形四个角上的四只按键中有三只处于导通状态时，系统会误认为第四只按键也处于导通状态。如图中当 SW1,SW2,SW3 三个键都按下时，系统会误以为 SW4 也是按下的状态。



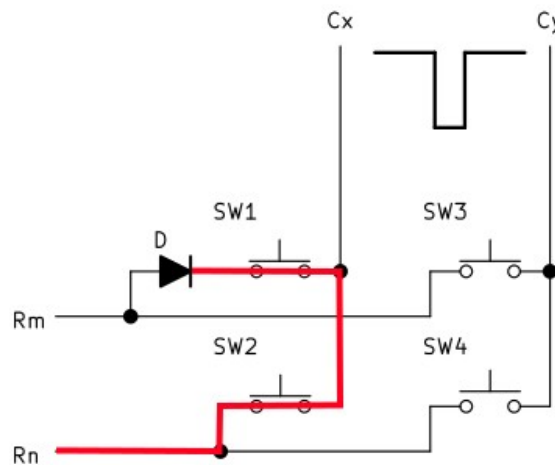
(图 7：按键矩阵形成 4 边型)

产生这种现象的原因，在于当 SW1-SW3 三只按键均处于导通状态时，因为三只按键所形成的电流回路，实际上第四只按键 SW4 的两端，也是处于连通的状态。假设系统扫描到 SW4 时，Cy 输出低电平，则电流通过如下的回路，会使 Rn 为低电平，和 SW4 被按下效果相同。如图：



(图 8：四边形三个角按键按下时第 4 键虚假导通)

解决这个问题的方法，是在没有按下的按键的对角线方位的按键 SW1 中，串入一只二极管。该二极管可以在 SW1-SW3 三只按键均导通时，阻止扫描第四只按键 SW4 的电流形成回路，因此系统也就不会认为第四只按键是导通状态了。如图：



(图 9：二极管防止影子按键)

要彻底消除产生影子按键的可能，需要对所有按键均串入二极管，但这样成本较高，一般实际应用中，仅需对需要防止产生影子按键的个别键采取措施即可。因为二极管会产生正向管压降，从而降低了键盘扫描电路的可靠性，因此，应尽量选用正向导通管压降比较低的二极管，比如肖特基二极管等。

输出格式

BC7595 的键盘接口输出数据，与 BC6xxx 系列芯片协议兼容，代码可互换使用。当键盘状态发生变化时，如有按键按下（导通）或释放（断开），BC7595 即输出有变化按键的键值，键值即键值表中的数值。如果按键状态是由断开变为导通状态，则输出不加修改的键值；如果按键状态是由导通变为断开，则输出键值的最高位会被置为 ‘1’，如原键值为 0x01，则变为 0x81，如原值为 0x17，则变化为 0x97，以此类推。如果同时有多个按键状态产生变化，则将所有有变化的按键的值按扫描到的顺序依次输出。同一列中的按键，处在较低行的按键会先输出，而不同列中的按键，输出的顺序则不确定，取决于按键按下时所正在扫描的列号。

在系统上电时，BC7595 芯片默认所有的按键均为断开状态。如果在上电时，有按键已经处于导通状态，则 BC7595 在开始键盘扫描后，会输出所有已经处于导通状态的按键的键值。最极端的情况下，如果所采用的全部是常闭状态的按键，即上电时所有按键都是导通状态，则 BC7595 在上电后将连续输出所有按键的键值。

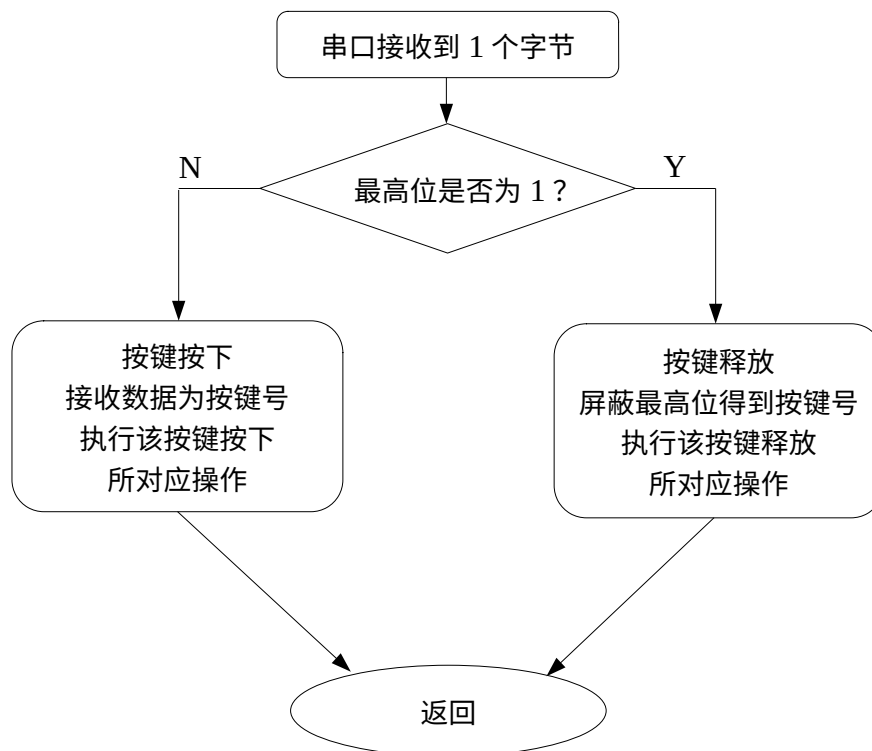
BC7595 在上电后，在开始扫描键盘前，有一约 300ms 的延时，以确保 MCU 完成上电复位过程并能正确接收 UART 数据。

键盘处理流程

单片机的硬件 UART 接口，一般均带有中断功能，应该优先使用中断方式处理按键数据，减轻 MCU 的负担。BC7595 直接输出键值数据，因此处理普通的单按键事件非常简单，仅需根据收到的键值，转去执行相应的按键操作即可。而且 BC7595 输出的键值可区分按键的按下和释放，用户可根据需要选用适用的按键事件。

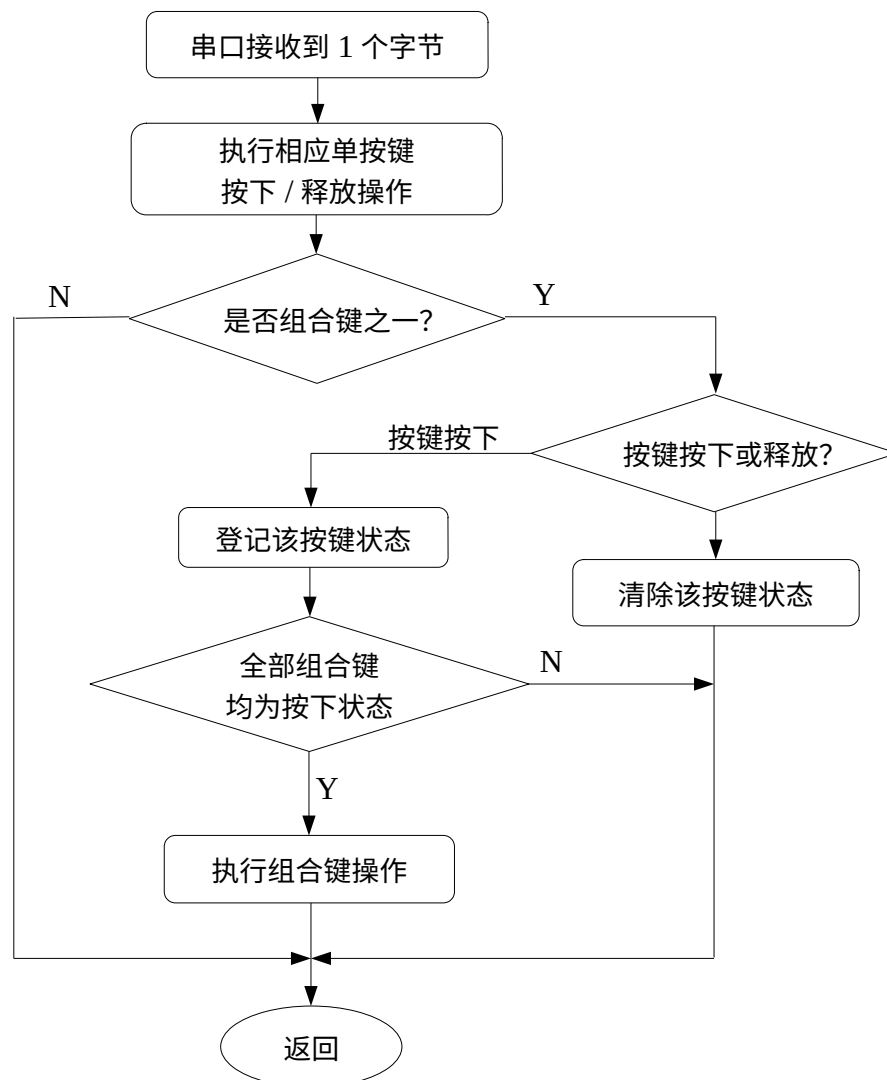
当有多个按键同时发生状态变化时，BC7595 会连续输出所有有变化按键的键值。BC7595 的 UART 波特率为 9600，输出一个键值的时间大约为 1ms，也即连续输出时，数据间的间隔约为 1ms。为了防止按键信息的丢失，MCU 应该确保每个按键事件的处理时间都在 1ms 以内。如果不能保证在 1ms 的时间内处理完，则需要给串口接收数据建立一个缓存，防止来不及处理的键值被新数据覆盖。

普通单次按键处理流程



(图 10：普通按键处理流程)

组合键



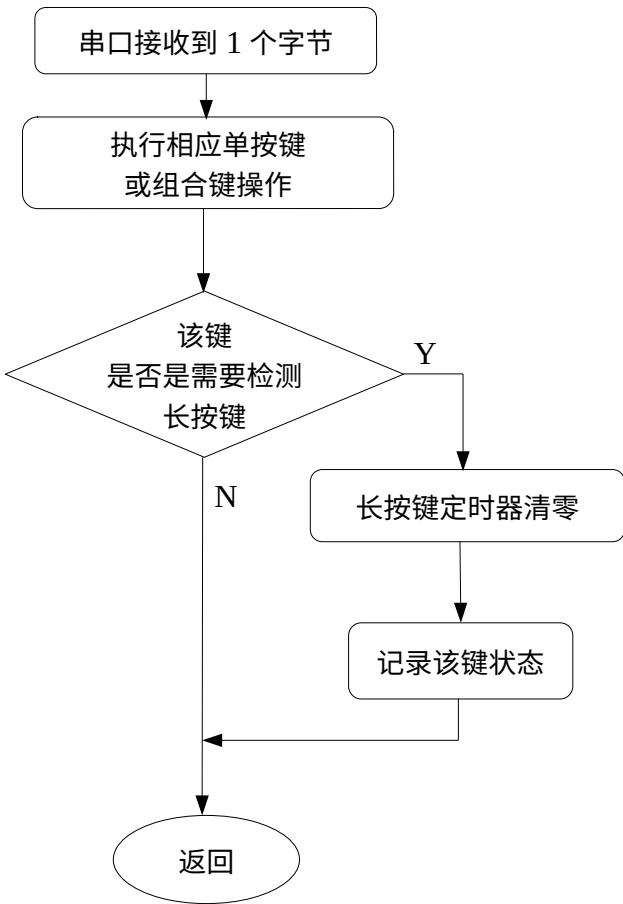
(图 11: 组合键处理流程)

组合键的使用要求程序能记忆按键组合中各键的状态。

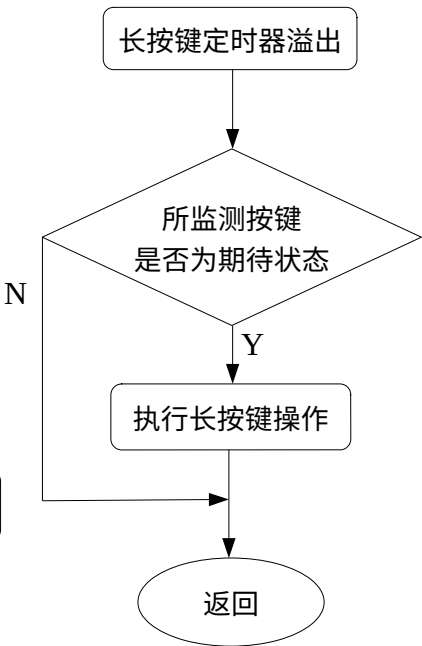
长按键

BC7595 在键盘状态发生变化时，即从 UART 接口发出相应信息，无论是有按键按下，或有按键释放。换言之，如果 UART 上没有数据输出，即表明键盘维持在上次数据输出时的状态没有改变。当一个键按下后，如果一段时间内没有收到该键状态改变的数据，就表示这段时间内该键一直处于按下状态。不光是单个按键的长按键检测，组合按键也可以用同样方法检测长按键。用户只需要提供一个计时器，用来确定需要检测的长按键的时长。

串口中断处理程序：



定时器中断处理程序：



(图 12：长按键处理流程)

UART 接口

接口参数

BC7595 采用 UART 接口，参数设置为：波特率 9600，8 个数据位，1 个起始位，1 个停止位，无奇偶校验。

检错机制

BC7595 采用两种方式来防止通讯过程中可能出现的错误。首先，对 UART 所接收到的所有数据，当产生帧错误，即没有监测到正确的停止位时，该数据即被抛弃。

同时，BC7595 还采取了独有的时间-复位机制来检测和纠正通讯中出现的错误。BC7595 的指令，均为两个字节一组，第一个字节为指令，第二个字节为数据，如果因某种原因有字节丢失从而使二者产

生了错位，会造成不可预见的后果。BC7595 针对这种情况设计了时间-复位机制，当 UART 接收口线上没有数据超过一定时间后，UART 接收口就会复位。比如因某种原因造成指令字节丢失，此时接下来的数据字节会被作为指令接收，普通情况下，后面下一个指令中的指令字节，会被当做前一条指令的数据，并这样一直错位下去。BC7595 的时间-复位机制，让 UART 口在接收口线上无信号 2 个显示扫描周期后，就会自动复位，上面的情况中，只要 MCU 在两个指令之间插入大于两个扫描周期的时间间隔，第一个没有被完整接收的指令就会因超时而被抛弃，从而保证了第二个指令得以正确被接收和执行。

BC7595 的显示扫描频率约为 98.5Hz, 扫描周期约 10.2ms, 因此，只要指令间的间隔时间大于 20.4ms, 就可以保证因字节丢失而造成的数据错位得以纠正。程序中也无需在每个指令之间都插入这个延时，因为有时也会需要连续快速地发送多个指令。一般来说，正常使用情况下，不会高频率地长时间不间断发送指令，正常的指令操作间隔，就足以满足此时间-复位机制的需要了。

接口电路

电平匹配

BC7595 的 UART 输出口 TX，采用漏极开路输出(Open Drain)，可以方便地与不同电源电压的 MCU 接口，仅需在 MCU 接收端连接一上拉电阻至 MCU 的电源。很多的 MCU 和 UART 器件，接收线内部已经带有上拉电阻，这种情况下外部的上拉电阻亦可以省略。

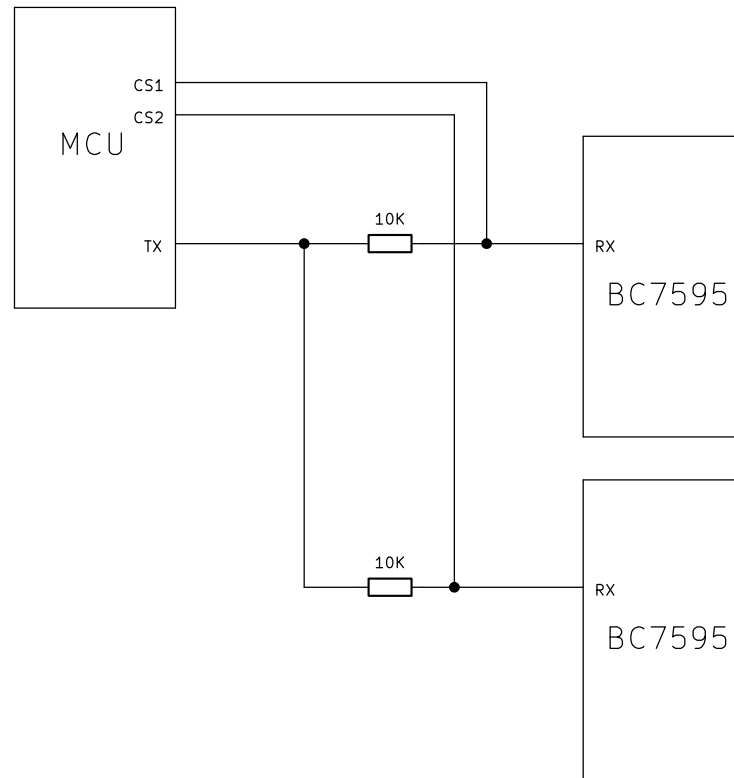
BC7595 的 UART 输入口 RX，内部带有上拉电阻，当 BC7595 和 MCU 两侧电源电压不同，且 MCU 的串口输出又为推挽输出时，需要做特别的考虑。分为 MCU 电压大于和小于 BC7595 电压两种情况。当 MCU 电压大于 BC7595 的电压时，需要在 MCU 的 TX 和 BC7595 的 RX 引脚之中，串入一个电阻，以防止高电压加到 BC7595 的 RX 引脚上引起的引脚损坏。电阻的大小并无严格要求，一般选取 10K 可满足多数情况的需要。

当 MCU 的电压小于 BC7595 的电压，需要特别注意。BC7595 的 RX 引脚所能接受的最小高电平电压，为 0.8V_{cc}，当 BC7595 电源电压为 5V 时，要求 RX 的输入高电平为 4V，如果 MCU 电源电压低于 4V，必须使用电平转换电路。

多片联用

UART 接口主要用于 1 对 1 通讯的情况，不过有时系统中会需要用到多片 BC7595,这时，可以用一个简单的电路做为 UART 的“片选”信号，从而实现系统内多片 BC7595 的联合使用。因为 BC7595 芯片上 LED 显示指令均为单向指令，MCU 无需与 BC7595 往复通讯，而 BC7595 的键盘部分亦为单向通讯，且一个系统内一般一片 BC7595 所提供的按键数量已经足够，因此多片联用，仅需考虑 MCU 到 BC7595 的发送信号线即可。

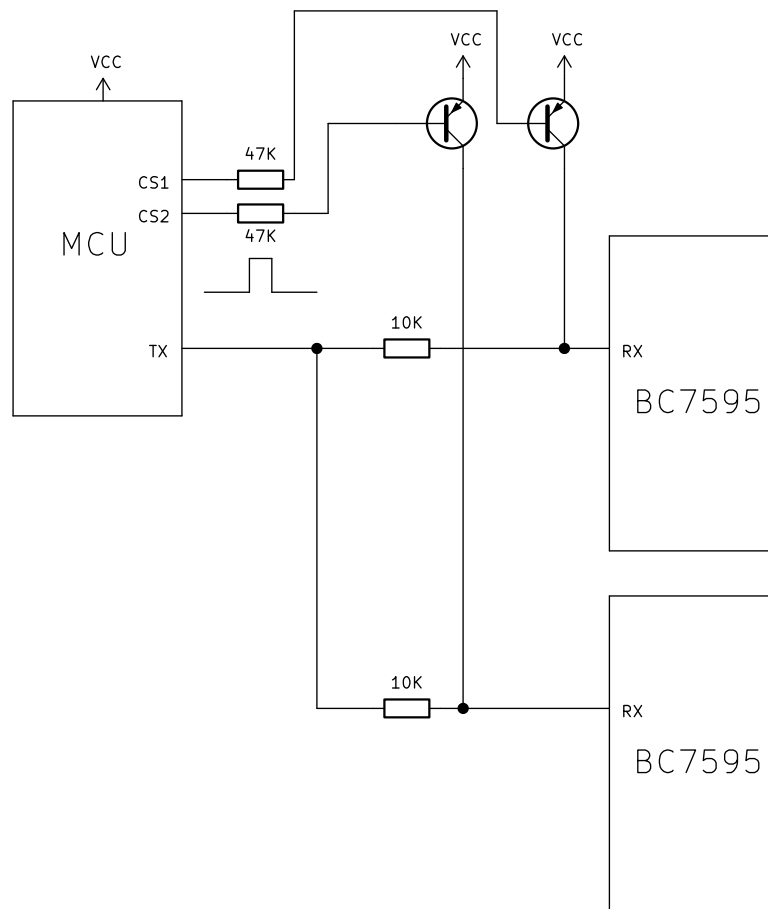
如果所使用的 MCU 的 I/O 支持输出和高阻输入状态的转换，可以仅靠增加每片 1 只电阻，完成 UART 接口的“片选”功能。如下图：



(图 13: UART 使用 I/O 口完成片选)

对不选中的 BC7595 芯片，相应的片选 I/O 口设置为输出状态，并输出高电平。这样不管 MCU 的 TX 输出如何变化，该片 BC7595 的 UART 输入 RX 始终被锁定为高电平。而对于需要选中的 BC7595 芯片，相应片选 I/O 口设置为高阻状态，此时 BC7595 的 RX 引脚上电平将通过电阻 R 随 MCU 的 TX 线上电平变化，数据可被 BC7595 接收。

如果 MCU 不支持 I/O 口的高阻状态，则电路会复杂一些，需要使用一个三极管，电路如图：



(图 14: UART 使用三极管完成片选)

当片选线输出低电平时，三极管导通，BC7595 RX 引脚被钳位在高电平；当片选 I/O 口输出高电平时，三极管截止，BC7595 被选中，RX 引脚电平随 MCU 的 TX 引脚变化，可接收数据。

波特率误差

BC7595 使用内部经校准的 RC 振荡器产生波特率，在全工作温度和电压范围内，保证频率误差在 $\pm 1.5\%$ 之内。UART 通讯要求双方的波特率相对误差，必须在 $\pm 5\%$ 以内，因此要求 MCU 的波特率误差，必须控制在 $\pm 3.5\%$ 以内。

如果 MCU 的波特率可以细微调整，可以通过测量 BC7595 的波特率，使得双边波特率精确一致。测量波特率的简单办法，是从 UART 输出数据 0x00，在理想的 9600 波特率下，BC7595 的 TX 引脚将输出一个宽度为 937.5us 的低电平脉冲，通过测量这个脉冲的宽度，即可计算出 BC7595 的实际波特率与标准波特率的误差。当用户 MCU 没有精确的时间基准时(比如使用 RC 震荡器为时钟源)，并无需计算 BC7595 的精确波特率，仅需参照测量结果调整 MCU 一侧波特率，让二者一致即可保证可靠通讯。

BC7595 输出 0 的方法，一个是按键盘的 0 号键，键按下时(并非按键释放时)，会输出键值 “0”；或者发送 0xFF 0xFF 指令（两边波特率相对误差须在 50% 以内），也会让 BC7595 输出一个 0。

极限参数

储存温度	-65°C - +150°C
工作温度	-40°C - +85°C
任意脚对地电压	-0.5 - +6.0V

(表 10：极限参数)

电气特性

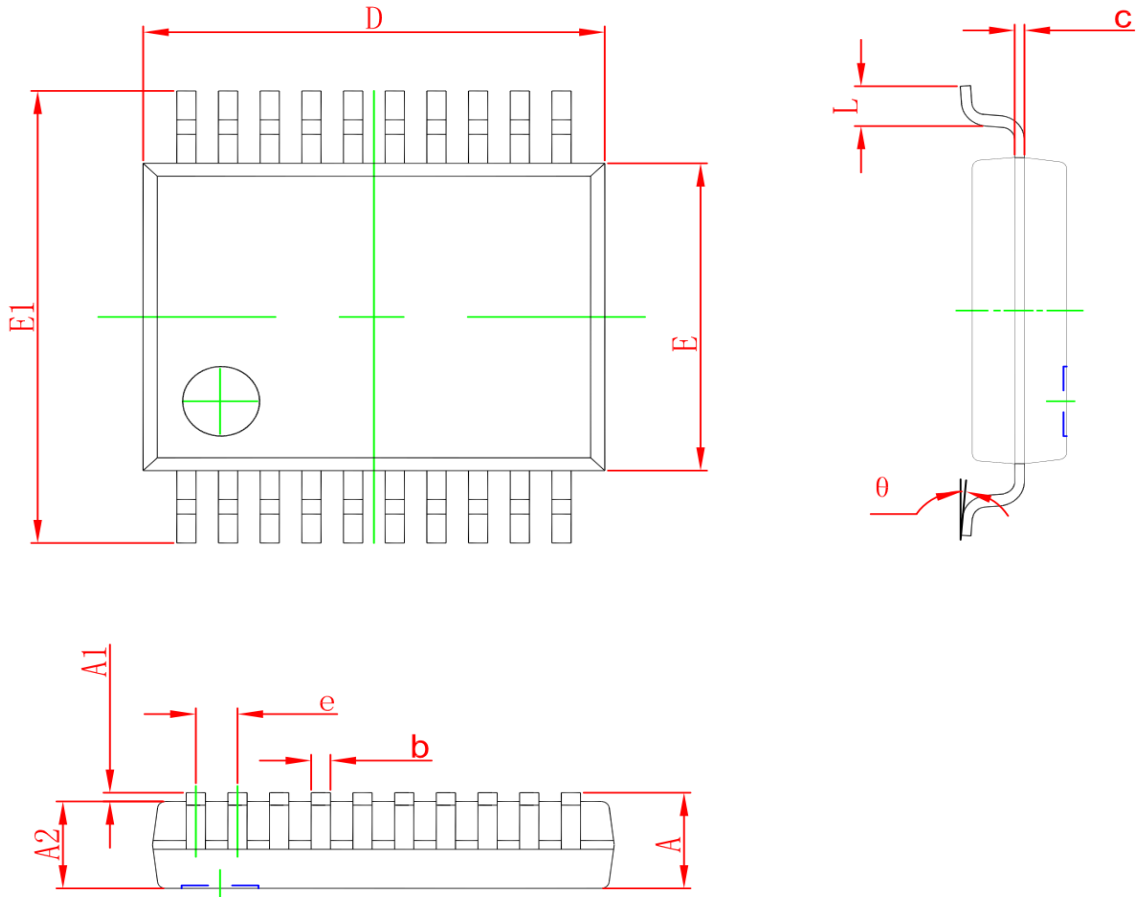
(注：以下数据除特别注明外，T_A=25°C)

参数	最小值	典型值	最大值	备注
V _{CC} 工作电压	3.0V		5.5V	
I _{CC} 工作电流		1.45mA		V _{CC} =3.3V, 无外接电路
		2.75mA		V _{CC} =5.0V, 无外接电路
Δ _F 波特率漂移			±1.5%	V _{CC} =3.3V, -40°C - +85°C
			±1%	V _{CC} =3.3V, -10°C - +70°C
			-1%+0.5%	V _{CC} =5.0V, -40°C-+85°C
V _{IL} 输入低电平			0.7V	V _{CC} =3.3V
			1.0V	V _{CC} =5.0V
V _{OL} 输出低电平		0.0V		V _{CC} =5V, I _{OL} =1mA
		1.0V		V _{CC} =5V, I _{OL} =100mA
		1.0V		V _{CC} =3.3V, I _{OL} =60mA
F _{SCN} 显示扫描频率		98.5Hz		
T _{CL} 键盘扫描周期		81ms		即最大按键响应延迟
T _{db} 去抖动时间		10.2ms		即最短可接受按键时间
T _{pu} 上电等待时间		300ms		
R _{PU} 行输入等效上拉电阻		100K		V _{CC} =3.3V
		55K		V _{CC} =5.0V

(表 11：电气特性)

封装尺寸

SSOP20(209mil) PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A		1.730		0.068
A1	0.050	0.230	0.002	0.009
A2	1.400	1.600	0.055	0.063
b	0.220	0.380	0.009	0.015
c	0.090	0.250	0.004	0.010
D	7.000	7.400	0.276	0.291
E	5.100	5.500	0.201	0.217
E1	7.600	8.000	0.299	0.315
e	0.65(BSC)		0.026(BSC)	
L	0.550	0.950	0.022	0.037
θ	0°	8°	0°	8°

包装信息

订购型号	包装形式	每包装数量
BC7595EC-T	管装	6600
BC7595EC-RS	盘装(带装)	1000
BC7595EC-RL	盘装(带装)	2000