



8-bit Microcontroller with 8K Bytes In-System Programmable Flash

AT89S52

- Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
 Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
 Maximum I_{OL} per 8-bit port:
 Port 0: 26 mA Ports 1, 2, 3: 15 mA
 Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA
 If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.



23

- 1、每个单个的引脚，输出低电平的时候，允许外部电路，向引脚灌入的最大电流为 **10 mA**；
- 2、每个 8 位的接口（P1、P2 以及 P3），允许向引脚灌入的总电流最大为 **15 mA**，而 P0 的能力强一些，允许向引脚灌入的最大总电流为 **26 mA**；
- 3、全部四个接口所允许的灌电流之和，最大为 **71 mA**。

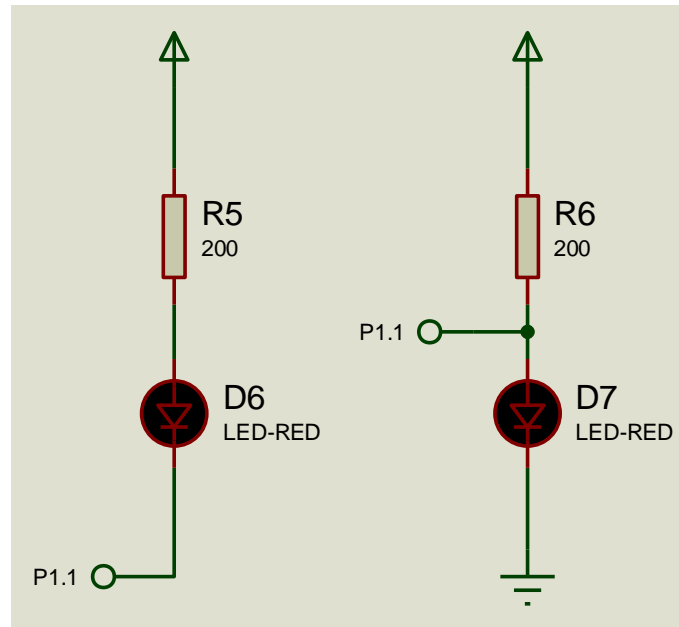
灌电流/拉电流

单片机的引脚，可以用程序来控制，输出高、低电平，这些可算是单片机的输出电压。但是程序控制不了单片机的输出电流。

单片机的输出电流，很大程度上是取决于引脚上的外接器件。

- 单片机输出低电平时，将允许外部器件，向单片机引脚内灌入电流，这个电流，称为“灌电流”，外部电路称为“灌电流负载”；
- 单片机输出高电平时，则允许外部器件，从单片机的引脚拉出电流，这个电流，称为“拉电流”，外部电路称为“拉电流负载”。（单片机的拉电流能力很弱，单引脚不到 1mA）

结论：单片机输出低电平的时候，驱动能力尚可，而输出高电平的时候，就基本没有输出电流的能力。



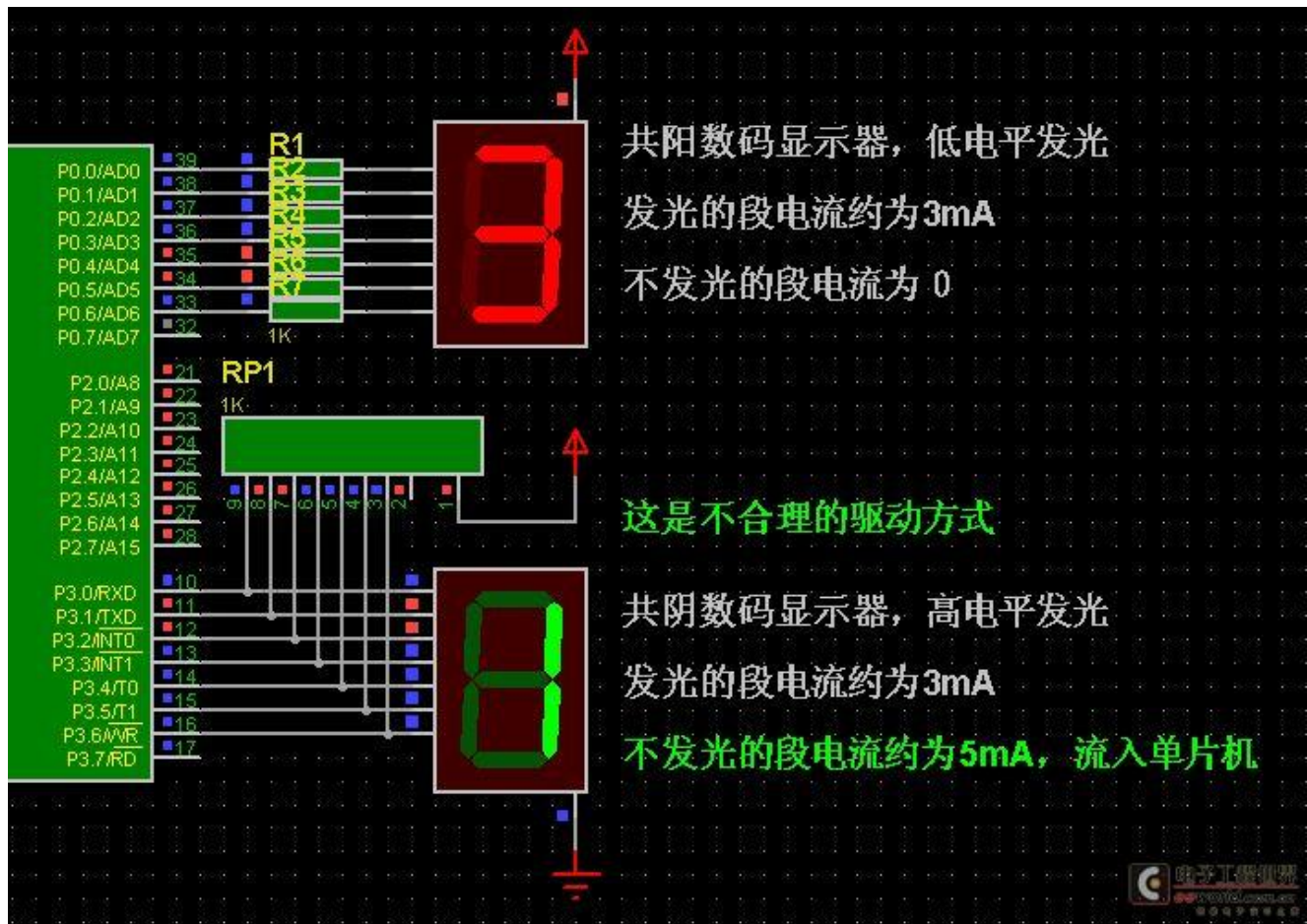
灌电流负载方式	拉电流负载方式
单片机输出低电平时，LED 亮； 输出高电平的时候，没有电流，不产生额外的耗电。	单片机输出低电平的时候，LED 不亮，此时 VCC 通过 R6 把电流全部灌进单片机 IO 口，并且电流为 25mA； 单片机输出高电平的时候，VCC 通过 R6 将电流注入到 LED 中，led 亮。
	问题： 1、输出低电平时，灌入的电流已经大于单引脚的最大上限； 2、如果有多个引脚同样接入，将有更大的电流进入单片机，单片机就会出现工作不稳定的现象，并且都是没有意义的电流，徒增功耗。

结论：灌电流负载，是合理的；而“拉电流负载”和“上拉电阻”会产生很大的无效电流，并且功耗大。

增大 R6 的阻值呢？

回答：不行的，因为需要它为拉电流负载提供电流。对于 LED，如果加大电阻，将使电流过小，发光暗淡，就失去发光二极管的作用了。在图右，假如单片机输出的高电平时 3V，此时 R2 两端的电压差 $5V - 3V = 2V$ 。经过 R6 的电流为 $I = 2V / 200 = 10mA$ ，这一部分电流将全部流入 LED。如果加大电阻，上拉电阻提供的电流将会减小。上拉电阻的大小一般选择在 1K-10K 之间就行。

两种数码管驱动方式对比



图中 P0 口使用低电平驱动方式，加上 1K 的限流电阻，不需要 P0 口上拉电阻。发光的段，每个引脚灌电流约为 3mA ($(5-1.8)/1000$)，不发光的段，电流为 0。即使各个段全都发光，电流($8*3=24\text{mA}$)也不超过 P0 所容许的电流 (26mA)，这是一个合理的驱动方式。

图中 P3 口使用了高电平驱动方式，由于单片机本身驱动能力弱，这就必须加上上拉电阻来帮助 IO 接口输出电流。电阻也采用了 1K，LED 上发光的段的电流约为 3mA ($(5-2.1)/1000$)，不发光的段，电流则为 5mA ($5/1000$)，灌入了单片机的 IO 引脚。

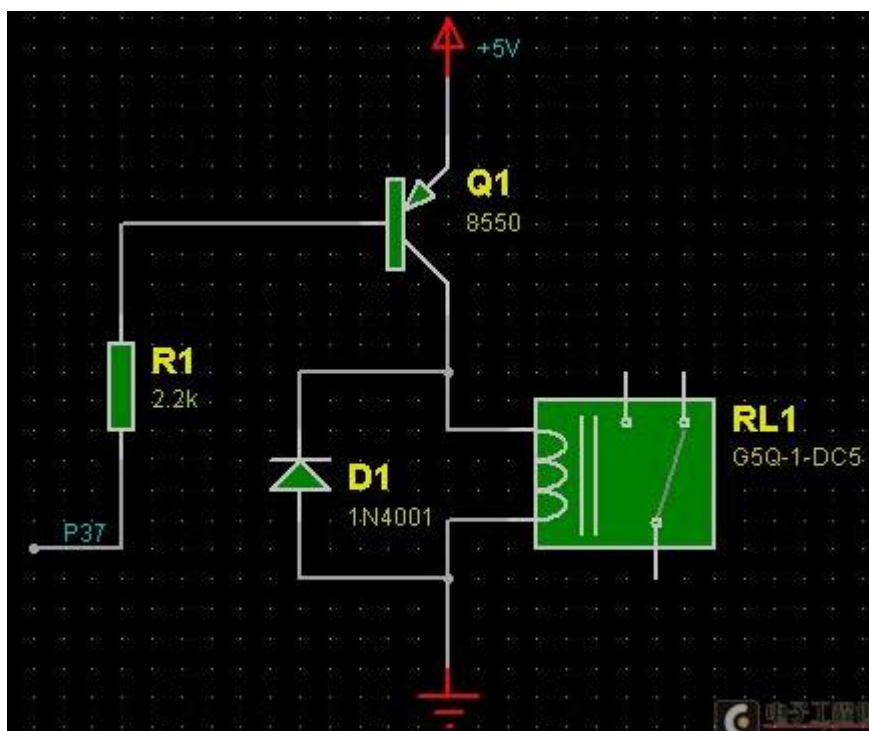
这种电路，给单片机 IO 引脚带来了很大的电流，一个 8 位的接口最大有可能被灌入 40mA 的电流，远远超过了容许的数值。上拉电阻能够增加大量不需要的电流，不仅会造成单片机工作不稳定，还会导致电源效率的严重下降，发热，纹波增大。这说明，高电平输出、加上拉电阻，就是一个不合理的驱动方式。

驱动更大电流的负载

可以使用三极管来扩充电流，也可使用集成芯片 ULN2003(或 ULN2008)

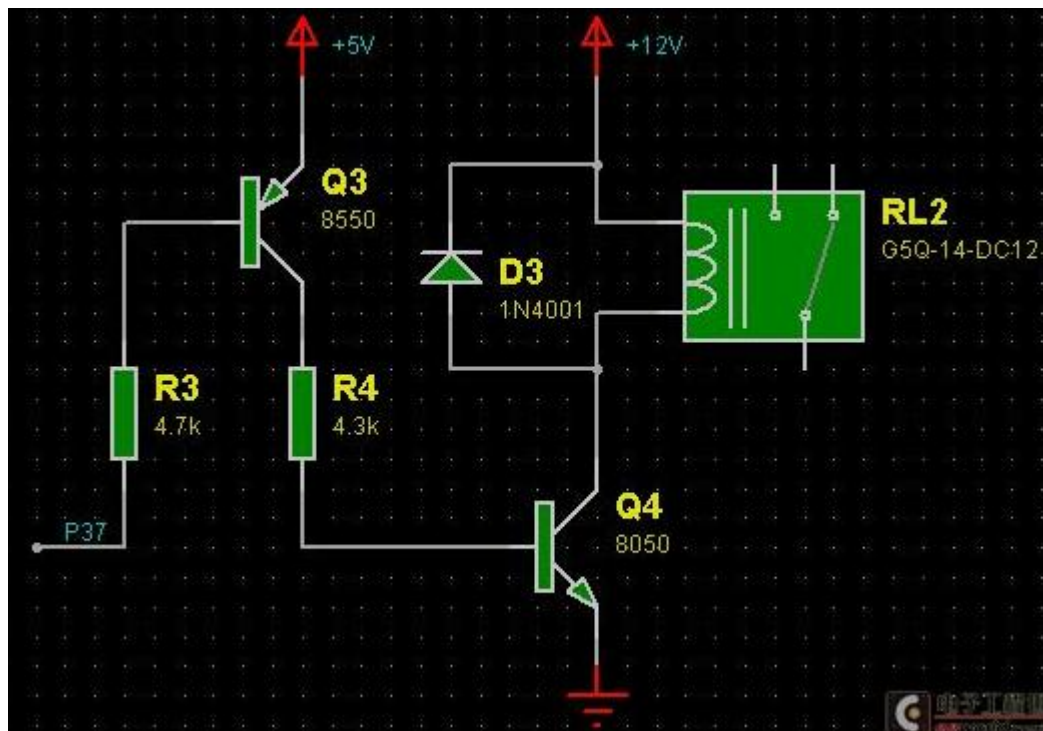
8550(PNP)和 8050(NPN)：它们是一组可以配对使用的三极管，特点是集电极允许的电流很大， I_{cm} 竟然能达到 1500mA!而且还不需要使用散热片。它们的集电极反向击穿电压 BV_{ceo} 为 25V， P_{cm} 为 0.5W。

继电器线圈的驱动电流往往要有 40mA 以上，单片机的引脚肯定是不能承受了，必须用三极管来扩充输出能力。P3.7 输出低电平的时候，在 R1 中形成 I_b 约有 2mA，经过 8550 的放大， I_c 足够驱动继电器了。



用这个电路，不仅可以驱动继电器，也驱动蜂鸣器、扬声器、多个 LED 等等，甚至驱动小型的直流电机，也是可以的。一般来说，电机的工作电流要大一些，只要不超过 8550 可以输出的最大电流是 1500mA 即可。驱动电机时，图中电阻 R1 的取值应该再小一些。

如果需要驱动比 5v 更高的电源负载，则需要调整电路为：



通过 8550，实现了 P3.7 对 8050 的控制，当 P3.7 为高电平时，8550 截止，8050 也截止，继电器不通；当 P3.7 为低电平时，8550 导通，8050 也导通，继电器吸合。如此，可以防止上电时 P3.7 为高电平对后继电路的冲击，同时又降低了无谓的功耗，保护了单片机。