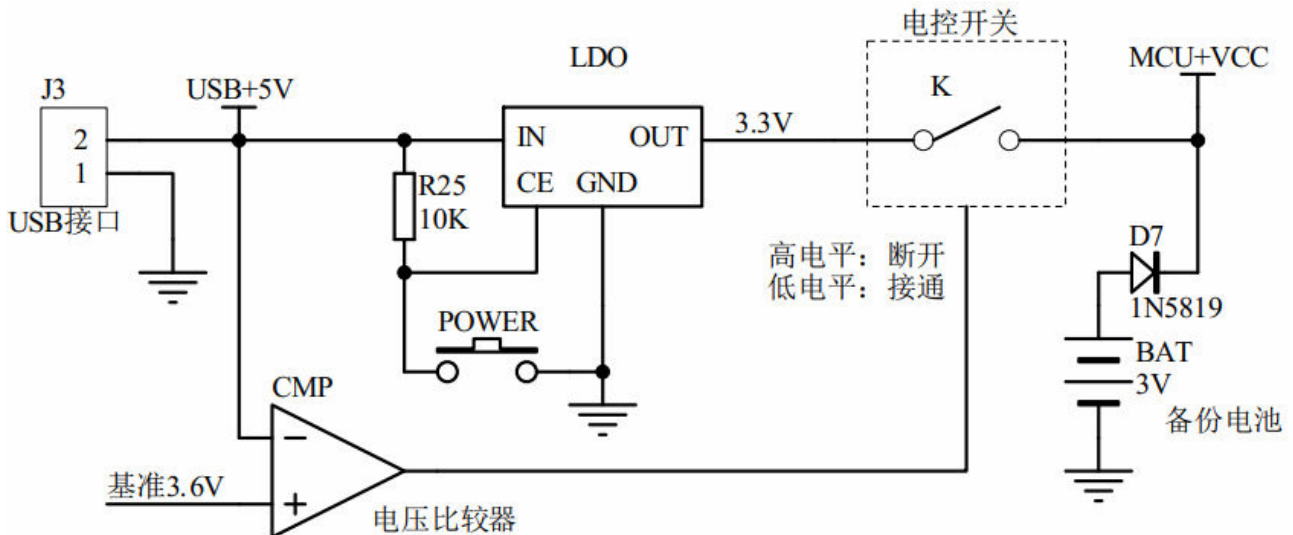


实验箱电源原理说明

功能需求：实验箱主控芯片 AI8051U 带有 RTC 功能，关电后 RTC 由纽扣电池供电，为了尽量减小电池电流消耗，需要保证：

- 1、USB 供电时，经过 LDO 芯片稳压的 3.3V 输出供给系统电源，电池自动断开供电。
- 2、USB 电源断开后，电池自动供电给单片机维持 RTC 运行，电流不超过 5uA，其余电路不消耗电流。

电源电路框图如下：

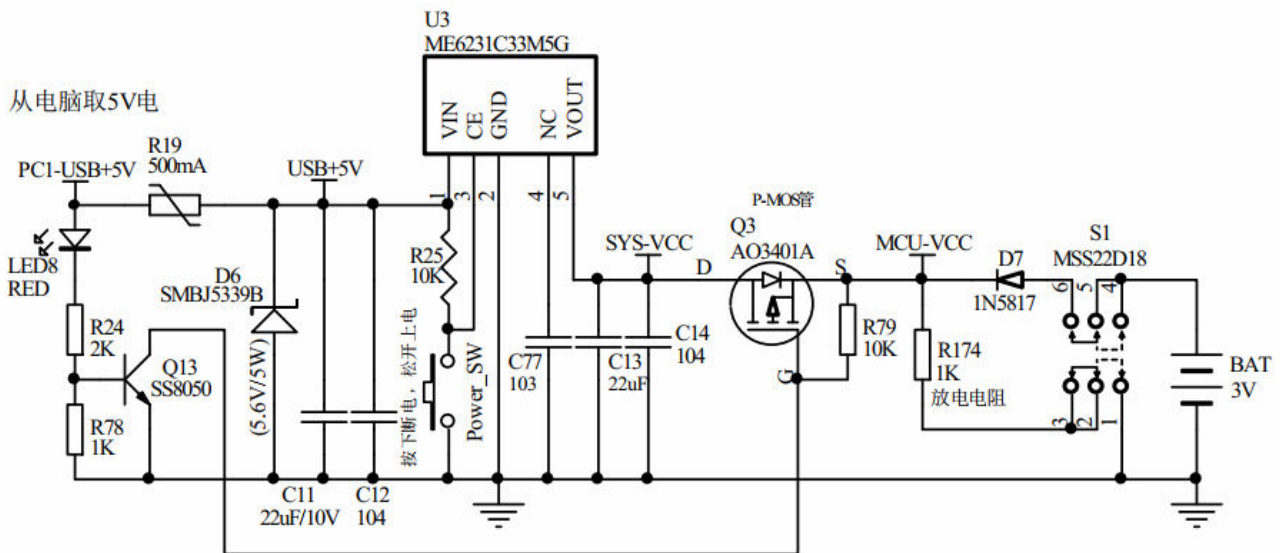


电路由 4 部分构成（实际电路多一个自恢复保险丝和一个稳压二极管用于电压嵌位）。

- 1: LDO（Low Drop Output Regulator，低压差输出稳压器）电路，这是一个带允许端 CE 的 3.3V 稳压器，CE 高电平允许输出，低电平关闭输出，不按电源按键时 CE 为高电平，正常输出，按下电源按键，CE 为低电平，关闭输出。
- 2、电控开关 K，用于将 LDO 输出的 3.3V 接入系统或断开接入，实际会用一个 P 沟道场效应管（MOSFET）代替，电控开关为低电平导通，高电平关闭。
- 3、电池供电电路，电池为 3V 纽扣电池，经过二极管 D7 给系统供电。二极管使用肖特基二极管，在小电流时会有很低的压降（小于 0.2V）。
- 4、输入电压比较器，用于控制电控开关，当 USB 输入电压高于 3.6V，则比较器输出低电平，控制电控开关导通，LDO 输出的 3.3V 电源加到系统电源 MCU_VCC，由于 3.3V 比电池电压 3V 高，则二极管 D7 截止，电池自动停止供电。当 USB 输入电压低于 3.6V，则比较器输出高电平，控制电控开关截止，LDO 电路完全断开连接，无电流损耗，电池通过二极管 D7 给系统供电，此时单片机会处理好 IO 状态，进入睡眠状态，电流只有 3~5uA。

上述为电路原理，实际电路要考虑尽量简单、低成本，零件容易购买。

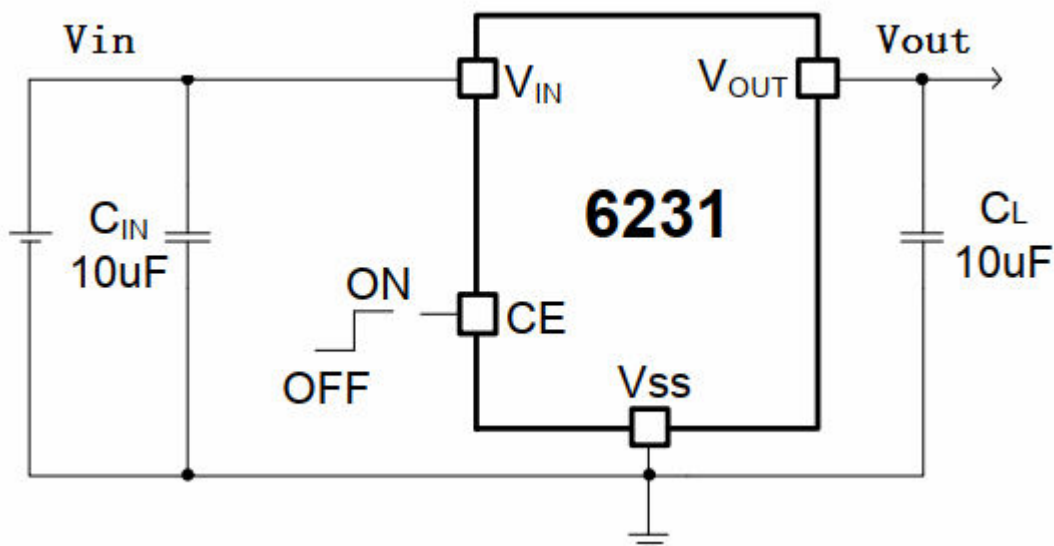
下图为实际电路：



电路中唯一的 IC（集成电路）是 LDO，即 Low Drop Output 的缩写，低压差输出稳压器，有别于 7805 这样的三端稳压（需要 2.5V 以上压降才能稳压输出），而这个 LDO 输出 100mA 时压降才 125mV 就能保证稳压输出。

压差(Note 3) IOUT = 100mA	VDIF	$1.8V \leq V_{OUT} < 2.5V$	-	220	-	mV
		$2.5V \leq V_{OUT} < 3.0V$	-	160	-	
		$3.0V \leq V_{OUT}$	-	125	-	

下图是 LDO 基本应用电路，允许端 CE 高电平允许输出，低电平关闭输出，实际使用时会根据需要增加一些附属电路配合工作。

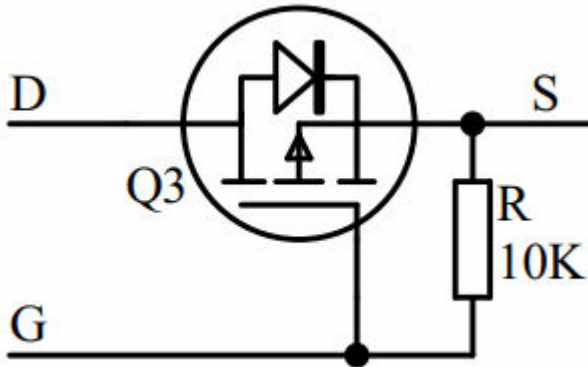


实际电路的 CE 端通过 R25 上拉到输入电压，提供高电平，允许 LDO 输出电压。

当按下电源开关，CE 为低电平，关闭输出，这就是为什么下载程序时要按一下电源键再放开的原因。电路中的 4 脚是 NC（No Connector）是空脚，C77 不需要连接，这个设计是为了兼容部分 IC 这个脚是需要接电容 C77 的。

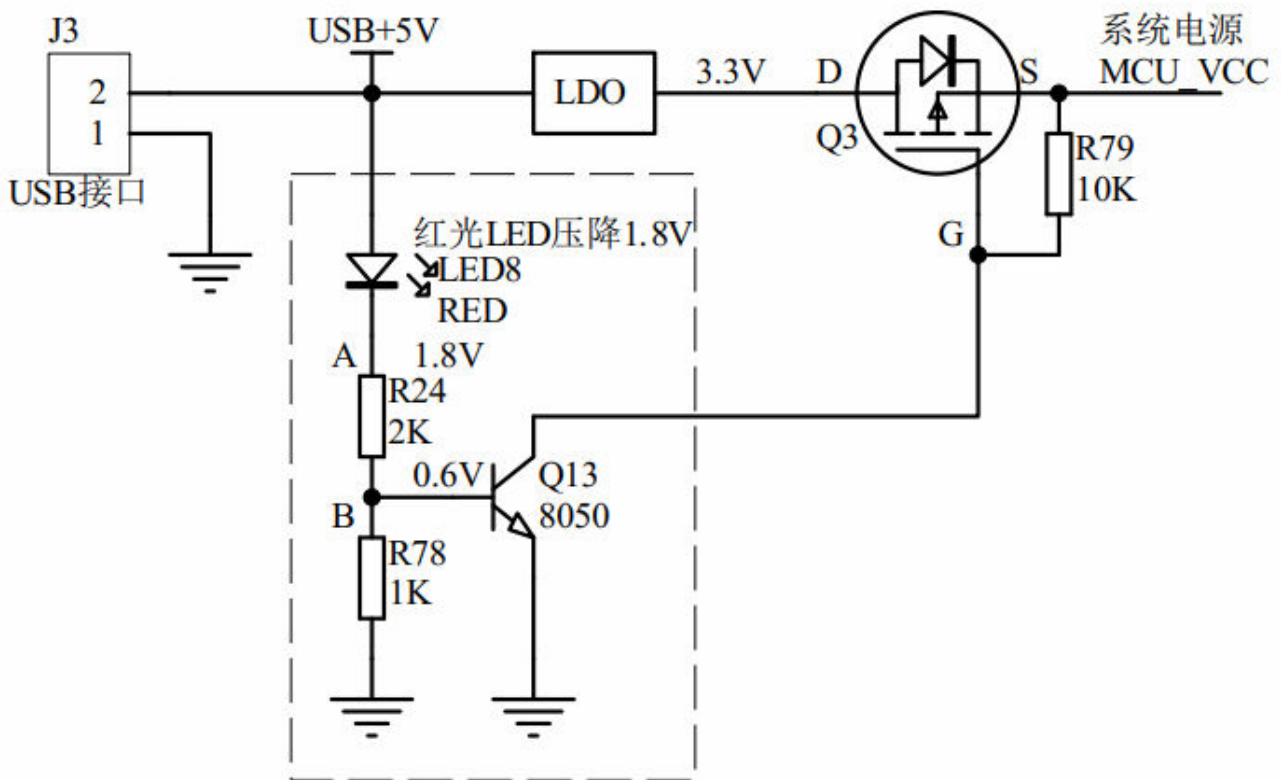
输入、输出使用多个不同容量的电容并联，是为了在不同的频段提供电源退耦作用。

电控开关实际使用一个 P 沟道场效应管（MOSFET）实现，见下图，有 3 个电极：源极 S、漏极 D、栅极 G。P 沟道场效应管导通条件是：栅极 G 的电压比源极 S 电压低于开启电压，则场效应管导通，具有很低的导通内阻，一般是几个毫欧至几十毫欧，电流不大时（比如 1A 之内），压降可以忽略，可以认为是理想开关。



上图中，G 极悬空时，电阻 R 使 G、S 极的电压相等，管子截止，此时如果 D 极没有电压（即 USB 不供电），则没有电流从 D 极流出。当 D 极有电压，减去管子内部二极管电压（0.7V 左右）后从 S 极输出，G 极为低电平后，管子才会导通，短路二极管，这样就可以实现完全的开关动作，满足电路要求。

带基准比较器部分，如果使用 IC，将会比较昂贵，所以使用三极管电路巧妙实现，见下图：

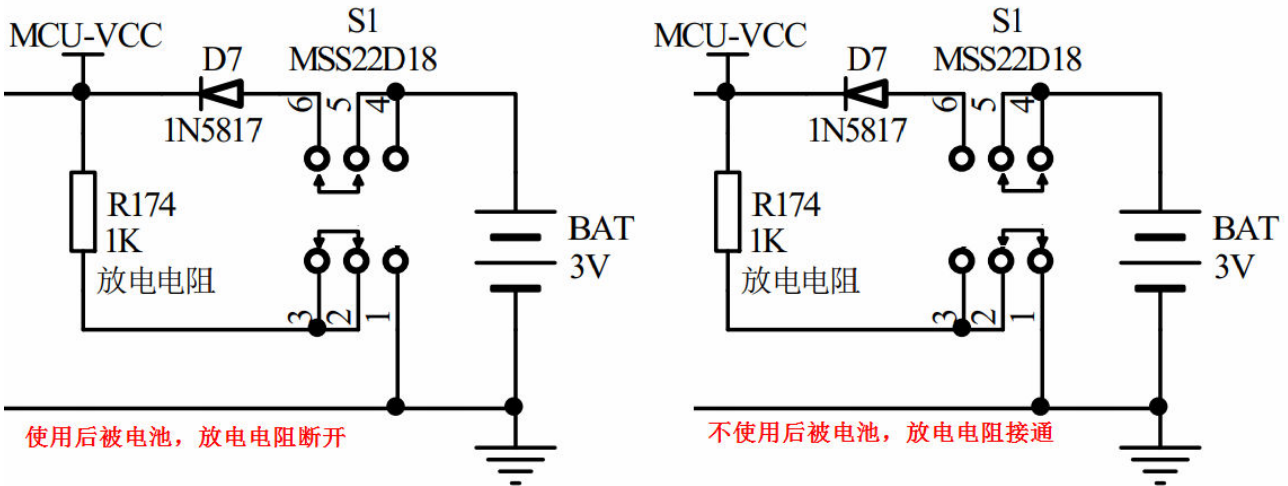


三极管导通时其 B、E 极电压大约 0.6V，则 A 点电压为 $0.6 \times (R24 + R78) / R78 = 0.6 \times 3 = 1.8V$ ，此时电阻的电流为 0.6mA，红光 LED 在 0.6mA 时电压为 1.8V 左右，则输入电压为 3.6V 时，三极管导通，巧妙地使用三极管 PN 结电压、LED 压降做基准，同时完成比较器功能。三极管导通后，C 极将场效应管的 G 极拉到低电平，场效应管导通，3.3V 供给系统电源。当输入电压低于 3.6V，则三极管截止，场效应管也截止，无电流通过。

由于器件的性能有离散性，并且温度对 PN 结电压、LED 压降也会有影响，但是本电路要求不那么严格，所

以实际动作电压在 3.2~3.8V 之间都满足要求。

电池接入电路：使用一个双刀双掷拨动开关切换，下图中左图的开关拨到左边为接入电池，断开放电电阻，避免此电阻耗掉电池的电量。右图开关拨到右边为断开电池，接通放电电阻，当按下电源键关闭输出电源后，放电电阻能快速将电容存储的电泄放掉，将电压快速降至 0V，保证系统能可靠冷启动。



输入电压嵌位电路：见下图，可以防止任何情况下的电压过高的嵌位，先串联一个可恢复保险丝，再并联一个 5.6V/5W 的稳压二极管，任何时候出现高于 5.6V 的电压，稳压二极管就会导通，将电压嵌位在 5.6V，如果电流很大，则可恢复保险丝发热，其热效应导致其电阻急剧增大，减小电流，实现可靠保护。当电流减小，可恢复保险丝温度降低，又恢复低电阻，电路继续正常工作，此为“可恢复”的由来。

