

## 单片机复位电路的可靠性设计

### 一、概述

影响单片机系统运行稳定性的因素可大体分为外因和内因两部分：

#### 1. 外因

- 射频干扰，它是以空间电磁场的形式传递，在机器内部的导体（引线或零件引脚）感生出相应的干扰。可通过电磁屏蔽和合理的布线/器件布局衰减该类干扰；
- 电源线或电源内部产生的干扰，它是通过电源线或电源内的部件耦合或直接传导。可通过电源滤波，隔离等措施来衰减该类干扰。

#### 2. 内因

- 振荡源的稳定性，主要由起振时间，频率稳定性和占空比稳定性决定，起振时间可由电路参数整定，稳定度受振荡器类型，温度和电压等参数影响；
- 复位电路的可靠性。

### 二、复位电路的可靠性设计

#### 1. 基本复位电路

复位电路的基本功能是：系统上电时提供复位信号，直至系统电源稳定后，撤销复位信号。为可靠起见，电源稳定后还要经一定的延时才撤销复位信号，以防电源开关或电源插头分-合过程中引起的抖动而影响复位。图 1 所示的 RC 复位电路可以实现上述基本功能，图 3 为其输入-输出特性。但解决不了电源毛刺（A 点）和电源缓慢下降（电池电压不足）等问题。而且调整 RC 常数改变延时时会令驱动能力变差。左边的电路为高电平复位有效，右边为低电平，Sm 为手动复位开关，Ch 可避免高频谐波对电路的干扰。

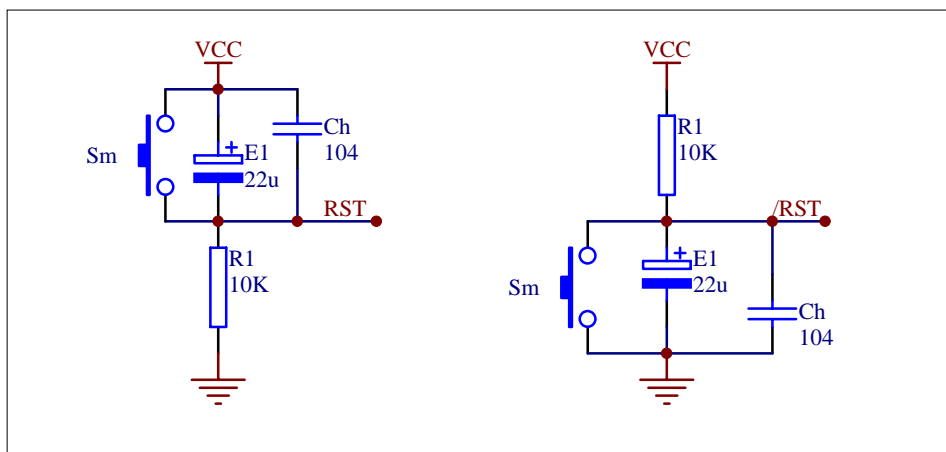


图 1 RC 复位电路

图 2 所示的复位电路增加了二极管，在电源电压瞬间下降时使电容迅速放电，一定宽度的电源毛刺也可令系统可靠复位。图 3 所示复位电路输入输出特性图的下半部分是其特性，可与上半部比较增加放电回路的效果。

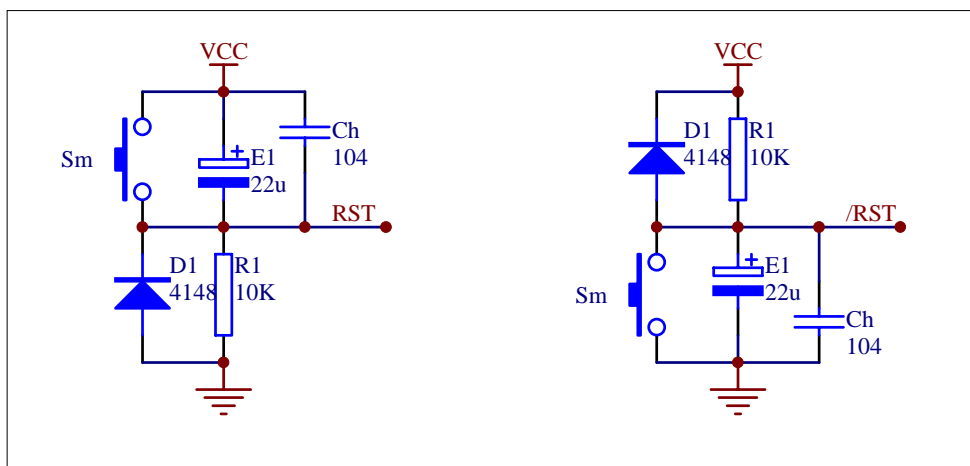


图2 增加放电回路的RC复位电路

使用比较电路，不但可以解决电源毛刺造成系统不稳定，而且电源缓慢下降也能可靠复位。图4是一个实例，当  $VCC \times (R1/(R1+R2)) = 0.7V$  时，Q1截止使系统复位。Q1的放大作用也能改善电路的负载特性。但跳变门槛电压 ( $V_t$ ) 受 VCC 影响是该电路的突出缺点。使用稳压二极管可使  $V_t$  基本不受 VCC 影响，见图5。当 VCC 低于  $V_t (V_z+0.7V)$  时电路令系统复位。

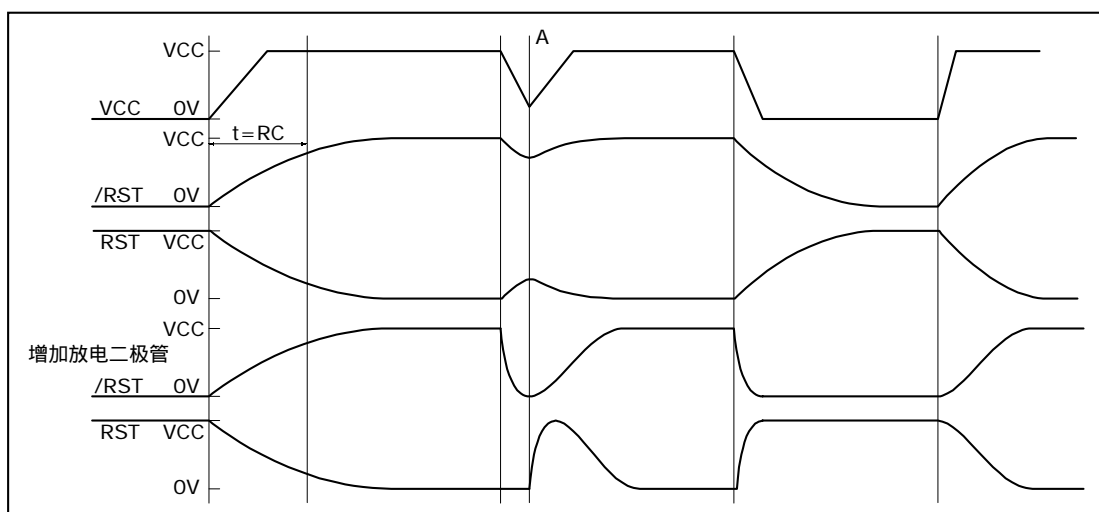


图3 RC复位电路输入-输出特性

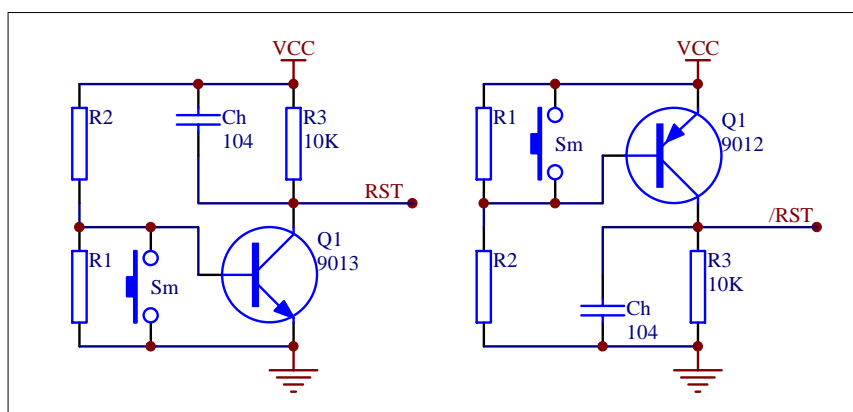


图4 带电压监控功能的复位电路

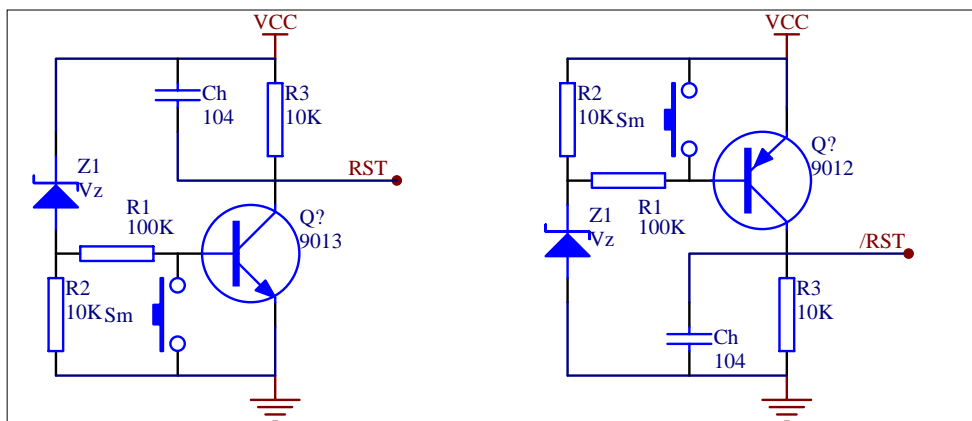


图 5 稳定阈值电压

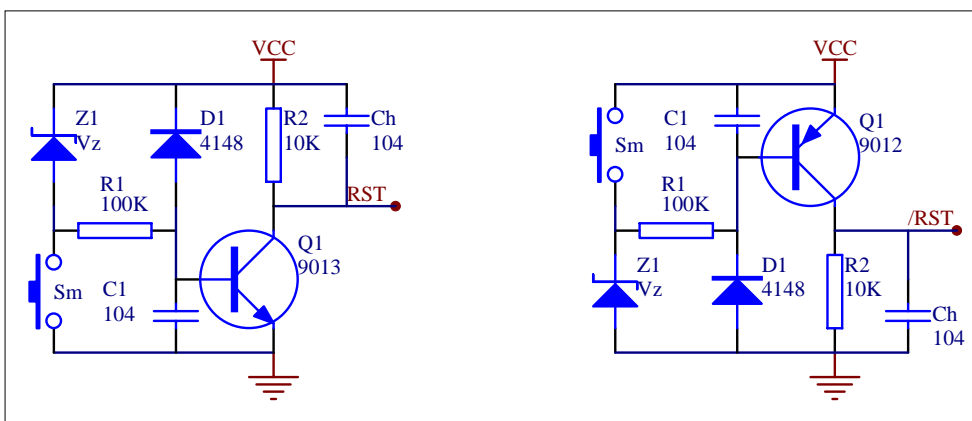


图 6 实用的复位监控电路

在此基础上，增加延时电容和放电二极管构成性能优良的复位电路，如图 6 所示。调节 C1 可调整延时时间，调节 R1 可调整负载特性。如图 7 所示上半部分是图 5 电路的特性，下半部分对应图 6。

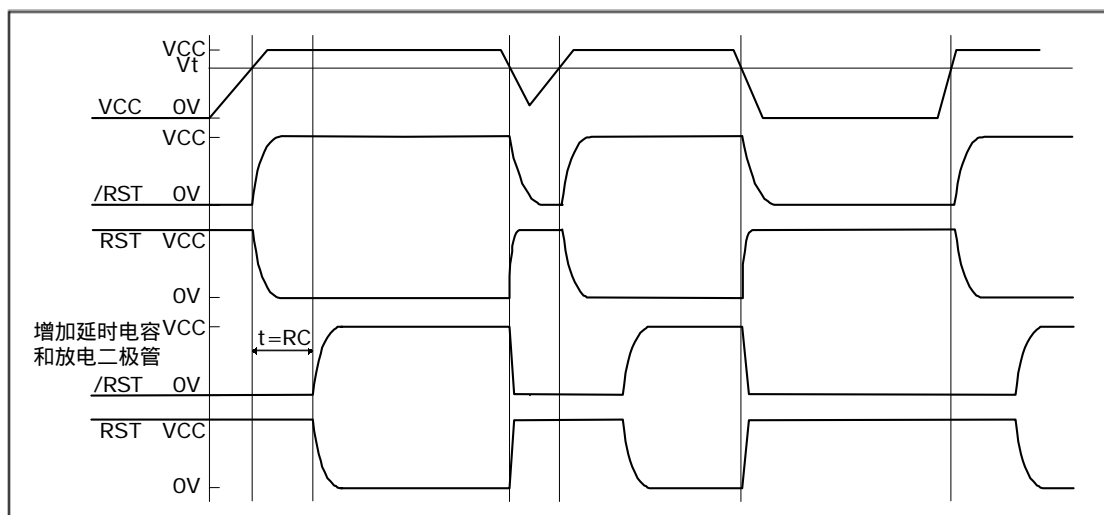


图 7 带电压监控功能的复位电路的输入-输出特性

## 2. 电源监控电路

上述的带电压监控的复位电路又叫电源监控电路。监控电路必须具备如下功能：

- 上电复位：保障上电时能正确地启动系统；

- 掉电复位：当电源失效或电压降到某一电压值以下时，复位系统；

市面上有类似的集成产品，如PHILIPS半导体公司生产的MAX809，MAX810。此类产品体积小，功耗低，而且可选阈值电压。可保障系统在不同的异常条件下可靠地复位，防止系统失控。图8中的Rm和Sm实现手动复位，无需该功能时可把Reset端（或/Reset端）直接与单片机的RST端（或/RST端）相连，最大限度地简化外围电路。也可选择PHILIPS半导体公司带手动复位功能的产品MAX708。

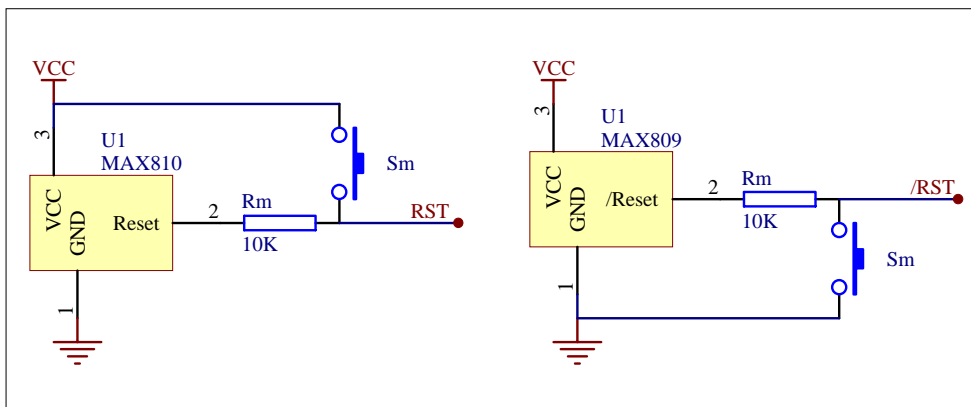


图8 集成复位监控电路

此外，MAX708还可以监视第二个电源信号，为处理器提供电压跌落的预警功能，利用此功能，系统可在电源跌落时到复位前执行某些安全操作。保存参数，发送警报信号或切换后备电池等。图9电表的应用实例：利用MAX708，电表可在电源毛刺或停电前把当前电度数保存到E<sup>2</sup>PROM中，再配合保存多个电度数备份算法，可有效解决令工程师头疼E<sup>2</sup>PROM中的电度数掉失问题！

使用该电路必须选择适当的预警电压点，以保证靠电源的储能供电情况下，VCC电压从预警电压跌到复位电压的维持时间（t<sub>B</sub>）必须足够长，E<sup>2</sup>PROM的写周期约为10~20ms，一般取t<sub>B</sub>>200ms就可确保数据稳定写入。预警电压调整方法：当V<sub>DC</sub>等于预警电压时调整R1和R2使PFI的电压为1.25V，此时可检测/PFO来确认内部的电压比较器是否动作。调整时必须注意此比较器是窗口比较器！图10是该应用的程序流程图。

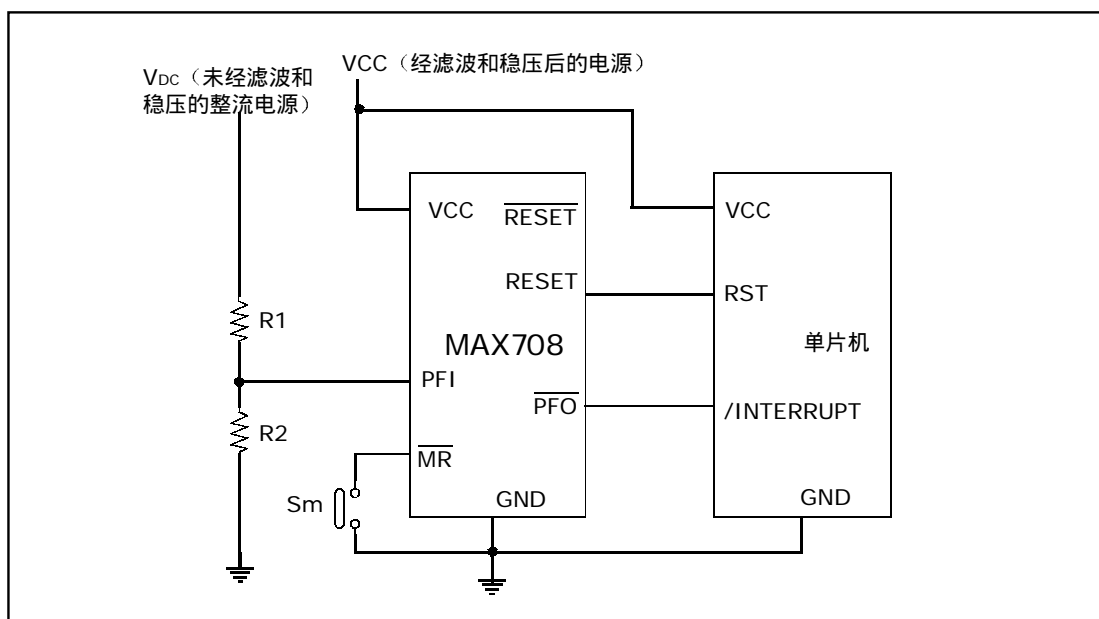


图9 MAX708 的典型应用

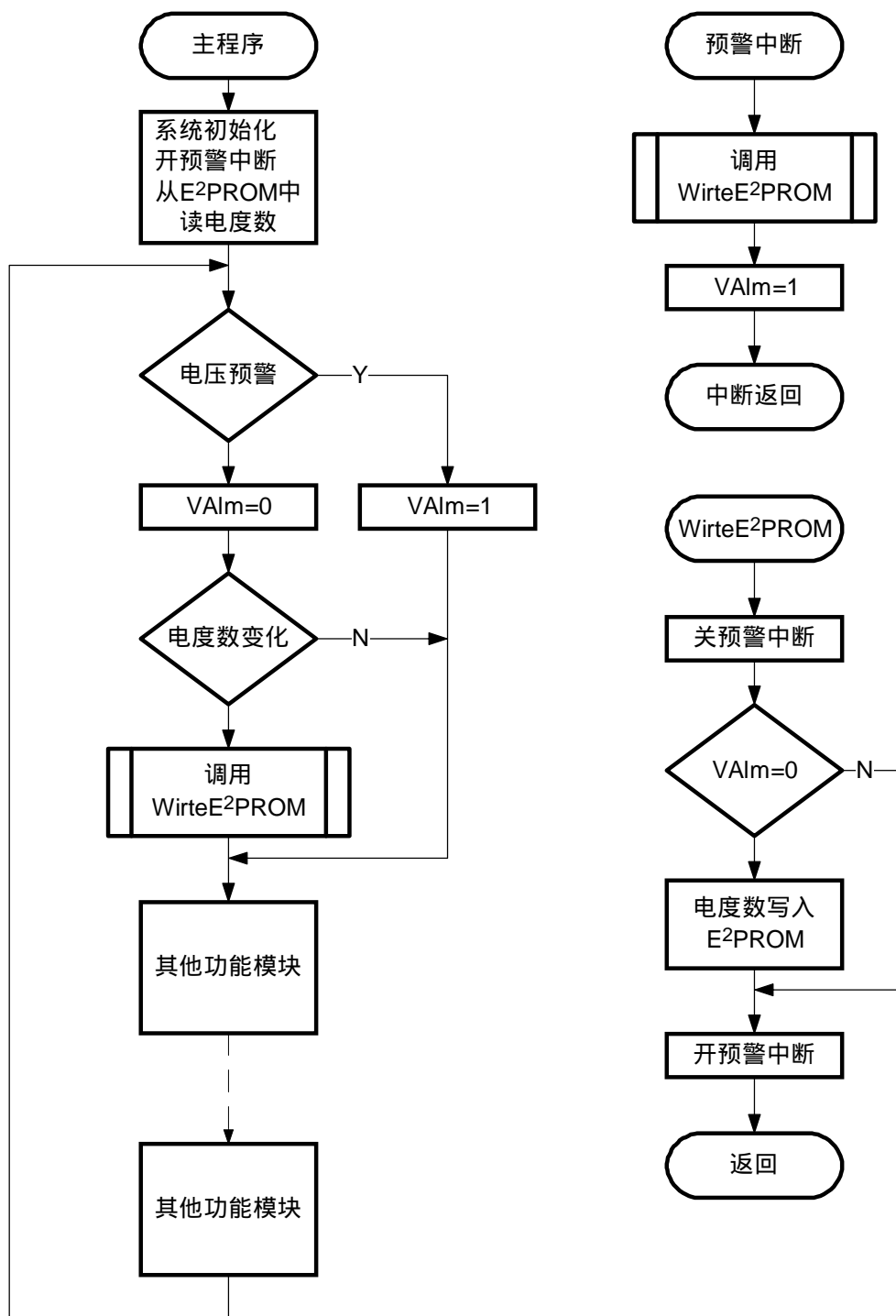


图 10. 电表应用中 E<sup>2</sup>PROM 数据保护程序流程图

### 3. 多功能电源监控电路

除上电复位和掉电复位外，很多监控电路集成了系统所需的功能，如：

- 电源测控：供电电压出现异常时提供预警指示或中断请求信号，方便系统实现异常处理；
- 数据保护：当电源或系统工作异常时，对数据进行必要的保护，如写保护、数据备份或切换后备电池；
- 看门狗定时器：当系统程序“跑飞”或“死锁”时，复位系统；
- 其它的功能：如温度测控、短路测试等等。

我们把其称作多功能电源监控电路。下面介绍两款特别适合在工控，安防，金融行业中广泛应用多功能的监控电路：

Catalyst 公司的 CAT1161 是一个集成了开门狗，电压监控和复位电路的 16K 位 E<sup>2</sup>PROM (I<sup>2</sup>C 接口)。不但集成度高，功耗低 (E<sup>2</sup>PROM 部分静态时真正实现零功耗!)，而且清看门狗是通过改变 SDA 的电平实现的，节省系统 I/O 资源。其阈值电压可通过编程器修改，该修改范围覆盖绝大多数应用。**当电源下降到阈值电压以下时，硬件禁止访问 E<sup>2</sup>PROM。确保数据安全!**

使用时注意的是 RST, /RST 引脚是 I/O 脚，CAT1161 检测到两引脚中任何一个电压异常都会产生复位信号。**与 RST, /RST 引脚相连的下拉电阻 R2 和上拉电阻 R1 必须同时连接，否则 CAT1161 将不断产生复位!** 同样不需要手动复位功能时可节省 Rm 和 Sm 两个元件。

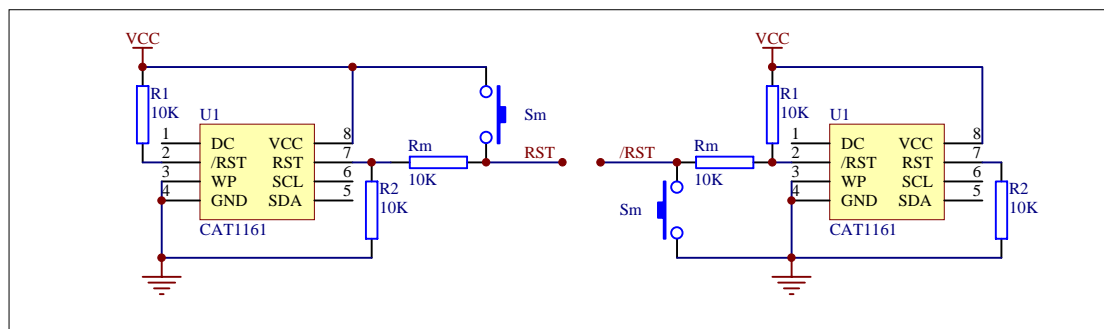


图 11. 内置 WDT+RESET+RESET+E<sup>2</sup>PROM 监控器件接口电路

PHILIPS 公司的 SA56600-42 被设计用在电源电压降低或断电时作保护微电脑系统中 SRAM 的数据。当电源电压下降到通常值 4.2V 时，输出 CS 变为逻辑低电平，把 CE 也拉低，从而禁止对 SRAM 的操作。同时，产生一个低电平有效的复位信号，供系统使用。如果电源电压继续下降，到达通常值 3.3V 或更低时，SA56600-42 切换系统操作，从主电源供电切换到后备锂电池供电。当主电源恢复正常，电压上升至 3.3V 或更高时，将 SRAM 的供电电源将由后备锂电池切换回主电源。当主电源上升至大于典型值 4.2V 时，输出 CS 变为逻辑高电平，使 CE 变为高电平，使能 SRAM 的操作。复位信号一直持续到系统恢复正常操作为止。在系统电源电压不足或突然断电的时候，这个器件能可靠地保护系统在 SRAM 内的数据。

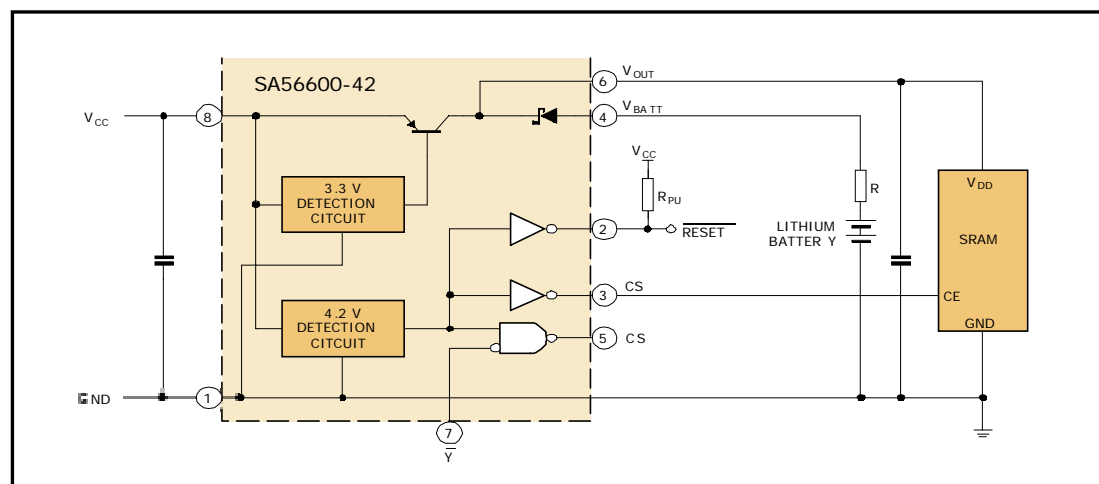


图 12. 内置 SRAM 数据保护电路的监控器件 SA56600-42 的典型应用

#### 4. ARM 单片机的复位电路设计

无论在移动电话，高端手持仪器还是嵌入式系统，32 位单片机 ARM 占据越来越多的份额，ARM 已成为事实的高端产品工业标准。由于 ARM 高速、低功耗、低工作电压导致其噪声容限低，这是对数字电路极限的挑战，对电源的纹波、瞬态响应性能，时钟源的稳定性，电源监控可靠性等诸多方面也提出了更高的要求。ARM 监控技术是复杂并且非常重要的。

分立元件实现的监控电路，受温度、湿度、压力等外界的影响大而且对不同元件影响不一致，较大板面积、过多过长的引脚容易引入射频干扰，功耗大也是很多应用难以接受。而集成电路能很好的解决此类问题。目前也有不少微处理器中集成监控电路，处于制造成本和工艺技术原因，此类监控电路大多数是用低电压 CMOS 工艺实现的。比起用高电压、高线性度的双极工艺制造的专用监控电路，性能还有一段差距。

结论是：使用 ARM 而不用专用监控电路，可能导致得不偿失！经验也告诉我们使用专用监控电路可以避免很多离奇古怪的问题。ARM 的应用工程师，切记少走弯路！

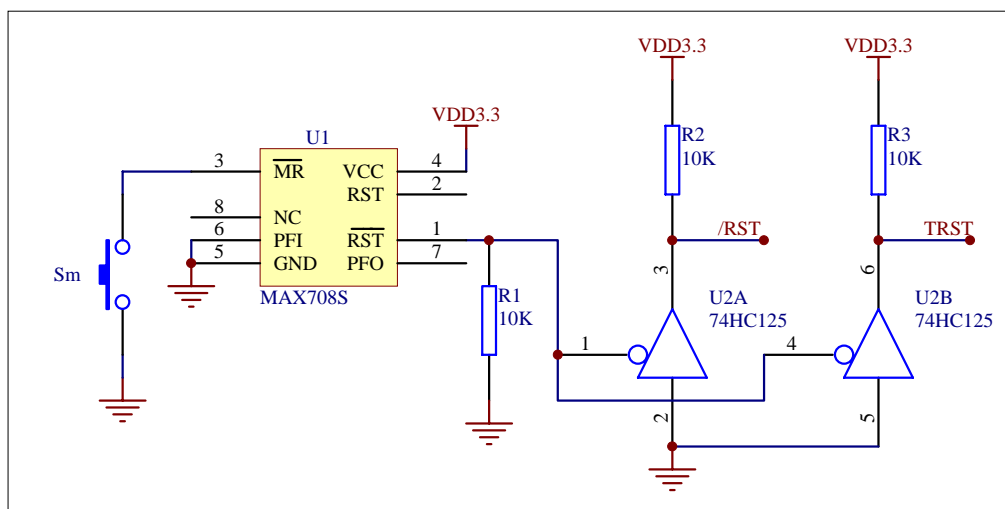


图 13. 用 PHILIPS MAX708 实现的 ARM 复位电路

图 13 是实用可靠的 ARM 复位电路，ARM 内核的工作电压较低，R1 可保证电压低于 MAX708 的工作电源还能可靠复位。其中 TRST 信号是给 JTAG 接口用的，使用 HC125 可实现多种复位源对 ARM 复位，如通过 PC 机串口或 JTAG 接口复位 ARM。

### 三、 电源监控器件的选型

型号	电平 复位	手动复 位输入	典型复 位脉宽 (ms)	复位输 出方式	复位门限(V)	电压 预警	看门狗超 时周期(S)	备用电池 切换电压	写保护 输出	E <sup>2</sup> P ROM	最大工 作电流	封装	参考 零售价
SA56600-42	低			开集	4.2			3.3V	高和低		2.2mA	SO8	5.50
NE56604-42	高和低	有	100	弱上拉	默认 4.2, 外部可调		0.1				1mA	SO8	7.50
NE56604-42	高和低	有	100	弱上拉	默认 4.2, 外部可调		0.01				1mA	SO8	7.50
CAT1161	高和低		210	开漏	数 字 可 调 2.2/2.8/3/4.2/4.8		1.6		内部 保护	16 Kbit	50uA	DIP8,SO8	5.50
MAX708R /S/T	高和低	有	200	开集	2.63/2.93/3.08	有					500uA	SO8, TSSOP8	5.50
MAX809Z /R/S/T/J/M/L	低		240	推挽	2.32/2.93/3.08/4. 00 4.38/4.63						100uA 50uA	SOT23	2.30
MAX810Z /R/S/T/J/M/L	高		240	推挽	2.32/2.93/3.08/4. 00 4.38/4.63						100uA 50uA	SOT23	2.30
IMP809R /S/T/J/M/L	低		240	推挽	2.93/3.08/4.00 4.38/4.63						25uA 10uA	SOT23	2.30
MAX810Z /R/S/T/J/M/L	高		240	推挽	2.32/2.93/3.08/4. 00 4.38/4.63						25uA 10uA	SOT23	2.30
HT70XX	低			开漏	2.2/2.4/2.7/3.3 /3.9/4.4/5.0						7uA	TO92, SOT89	1.30

器件期间的详细资料请访问 <http://www.zlgmcu.com/philips/philips-power.asp>, 市场价请查阅 PHILIPS 半导体栏目下的邮购价。