

## 面向 TI 公司 C6000 系列 DSP 的电源系统设计

电子科技大学电子工程学院 顾良 解梅

近年来,随着芯片制造技术的不断提高,数字信号处理器(DSP)的性能得到了极大的改善,DSP在航空、航天、雷达、通信,家用电器等领域获得了越来越广泛的应用。在诸多制造 DSP 器件的公司中,TI 公司享有极高的声誉并占有较大的市场份额。本文将根据在从事科研工作中的实际经验给出一种适合于 TI 公司 C6000 系列 DSP 的电源供给系统的设计方案。

在整个 DSP 系统设计当中,电源系统的设计应该放在最后完成。因为只有当整个系统的其他部分已经确定,且器件型号均已选好之后,才能获得所需的功率、电流、电压大小等具体信息,从而决定电源系统所应选取的器件,并采用合适的方案来实现。德州仪器公司 TMS320C6000 系列 DSP 器件所需电源的特点,C6000DSP 需要外部提供两种电源:CPU 核电源以及周边 I/O 接口电源。周边 I/O 的电压一般是 3.3V,由于许多外部器件均采用 3.3V 电压,故而 DSP 可与这样的外部器件直接接口,不需再附加其他电平转换器件。CPU 核心电压随器件的不同而不同(比如 C62X 的电压有 2.5V,1.8V,1.5V 等;C64X 有 1.4V,1.2V;C67X 有 1.9V,1.8V 等),但都小于 I/O 电压,这样可以大大降低芯片的功耗。

根据 C6000DSP 器件所需电源的特点,就可以进行相应的电源系统的设计了。

### 供电电路的设计

如果系统外部能够提供上述两种电压,供电电路就不再需要设计。由于大部分数字系统工作于 5V 或 3.3V,外部一次提供一个 5V、3.3V 或其他数值的电压是比较常见的情况。此时,就需要将外部输入电压转化为所需的电压,可采用电压调节器来完成此任务。

电压调节器可以采用 TI 公司提供的 TPS56XX、TPS56100、TPS5602 等芯片,本文的系统就采用了 TPS5602。这款芯片有以下主要特点:

- (1)宽广的输入电压范围:4.5V~25V。该特性使之能适合多种系统的要求。
- (2)具有两个独立的输出电压通道,仅需一个器件就能解决 DSP 所需的两种电压的问题,并可通过相关的引脚设置两个电源的上电顺序。
- (3)两种输出电压值是可调的:从 1.2V 到接近于输入电压。
- (4)采用滞后控制以获得快速的瞬态响应(少于 2 s,而一般的 PWM 变换器需 100 s)。
- (5)高效率,低电源电流,低待机电流等。一种典型的电路设计如图 1。

两个可调的输出电压值可通过以下公式来计算:

$$V_{out\{1\}} = \left( \frac{R_3}{R_2} + 1 \right) V_{ref}$$

$$V_{out\{2\}} = \left( \frac{R_4}{R_1} + 1 \right) V_{ref}$$

其中:参考电压  $V_{ref}$  为 1.185V

由以上的公式,通过选取合适的电阻值,就可以获得所需的电压,举例:

欲使  $V_{out1}=1.9V$ ,  $V_{out2}=3.3V$ , 则可以选择  $R3=1.2k$ ,  $R2=2k$ ;  $R4=1.2k$ ,  $R1=680$ 。

另外, 可以通过 **SOFTSTART1** 及 **SOFTSTART2** 引脚来设置核电压及 I/O 电压的启动顺序。具体操作为: 选择合适的软启动电容值以控制启动时间。公式:  $C_{soft}=2 T_{soft}??$ , 其中  $C_{soft}$  为软启动电容 ( F ),  $T_{soft}$  为启动时间 ( s )。

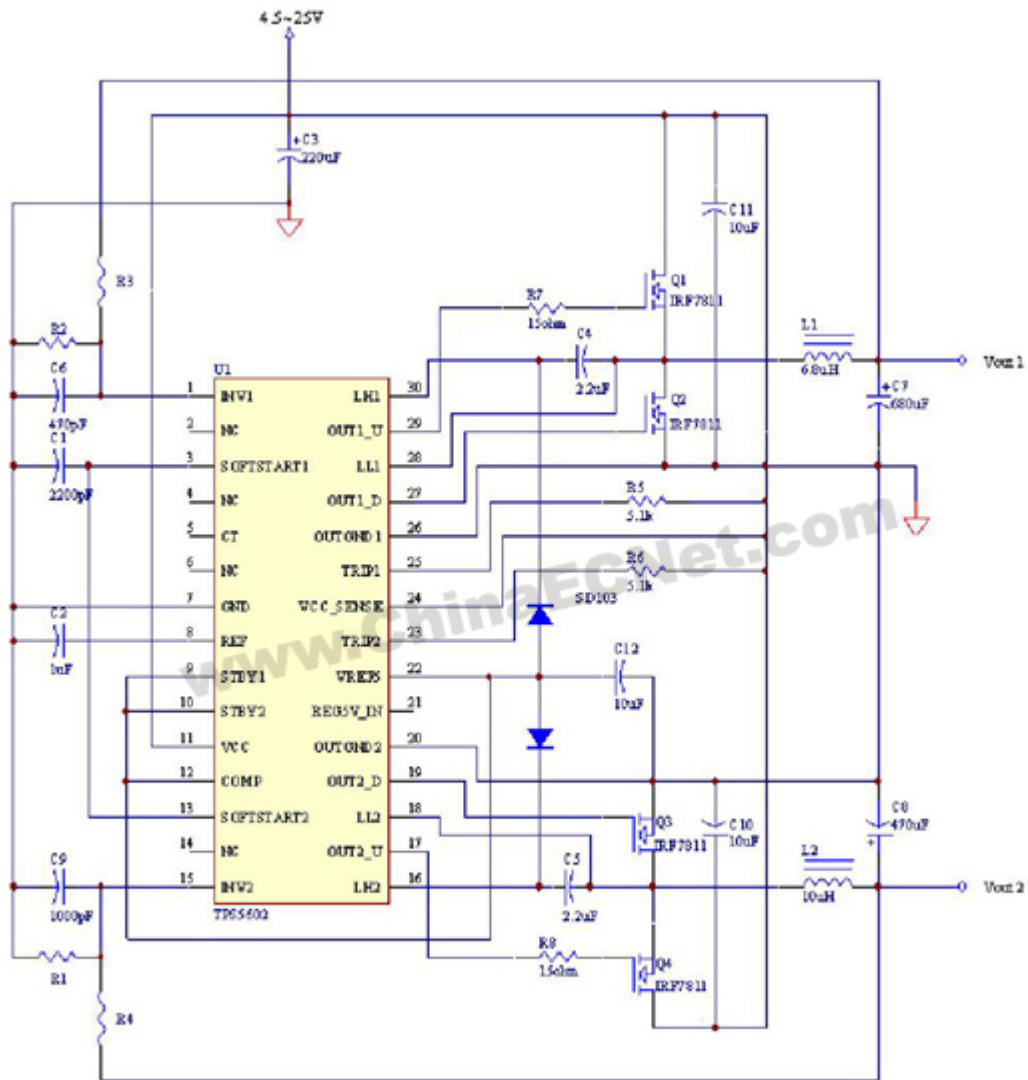


图 1 用 TPS5602 产生 DSP 所需的核电压及周边电压

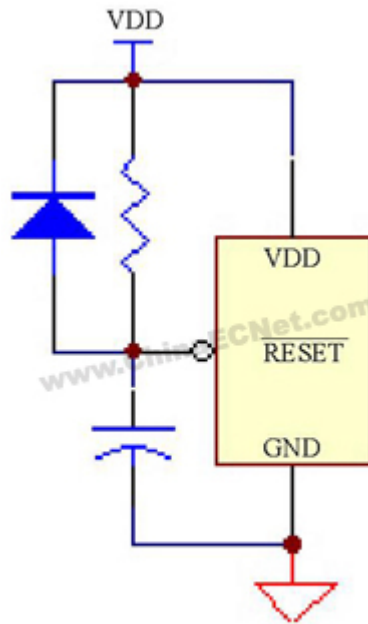


图 2 简化的初始化电路

#### 监控电路的设计

仅有供电电路的 DSP 供电系统是很不完善的，这是因为 DSP 芯片对工作一时电压的要求十分严格，比如 C6711 要求电压偏差不超出 5%，否则长期工作易对芯片造成损害。有时可用一个简化的 RC 电路来完成使 DSP 复位初始化的任务，如图 2。

为了能识别尖峰干扰，使复位引脚上的电压迅速地随 VDD 下降而下降，电路中加入了一个二极管，只要 VDD 下降超过 0.7V，电容就可以迅速放电。但有时 VDD 上一个很小的压降就可能破坏存储器、及内部寄存器中的内容，却并不产生复位，从而造成软件的误动作。因此，在系统中加入电源监控电路对于保障系统长期稳定运行是十分必要的。电源监控电路的工作机理：在系统上电过程中，监控芯片的复位信号保持有效，从而使 DSP 及其他芯片（如果已和在监控芯片复位输出引脚相接）始终处于复位状态，一旦所监控的几种电压均已达到所规定的门限电压（ $V_{it+}$ ）之上，就会解除复位，DSP 等就可正常工作了。在工作过程中，如果任何一个监测引脚上的电压低于门限值（ $V_{it-}$ ），监控芯片会再次发出复位信号使系统复位。

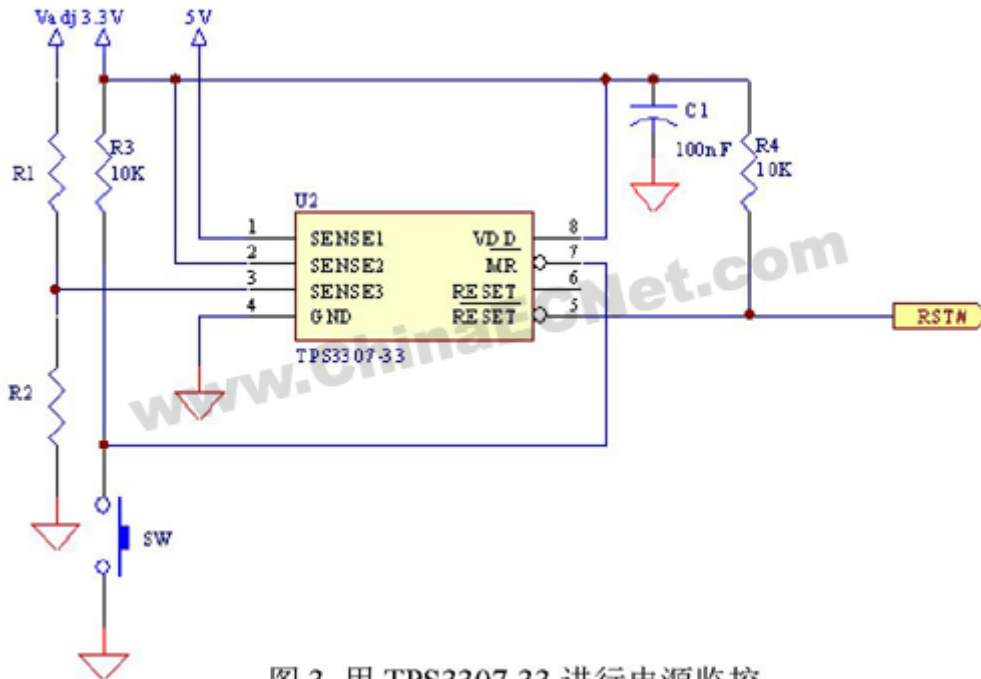


图 3 用 TPS3307-33 进行电源监控

TI 公司提供了 TPS3307-XX (18, 25, 33) 系列电压监控芯片, 该系列芯片可以同时监视三种独立的电压, 其中两种是固定的, 另一种是可调的。本文系统采用了 TPS3307-33, 其特点如下:

(1) 两种固定电压分别是 5V, 3.3V, 由于本文系统外部提供了一个 5V 电压, 通过电压调节器又产生出 DSP 所需的 3.3V I/O 电压, 监控芯片可以监控这两个的电压。不同型号 DSP 的核电压很可能发生变化, 将可调的 SENSE 脚留给核电压, 可为以后产品的升级换代带来便利。

(2) 工作电压超过 1.1V 以上, 芯片就能发出有效的复位信号。

(3) 具有内部定时器, 复位之后即使所监控的电压均已超过门限值, 仍需延迟 200ms 才能退出复位状态, 这样可以确保系统在复位期间能够完成初始化。由于具有内部定时器, 不需再外接电容来完成这一功能。

(4) 具有手动复位引脚, 可在需要时人工复位。

(5) 具有电压滞后(hysteresis)功能,  $V_{hys} = V_{it+} - V_{it-}$ 。其作用是避免当电压受噪声干扰时, 芯片反复地切换到复位状态。

电路设计如图 3:

Vadj 是 SENSE3 脚监测的可调电压, 计算方法:

$$V_{adj} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \cdot 1.25 \cdot (V)$$

各监控引脚的门限电压分别为: SENSE1 4.55V, SENSE2 2.93V, SENSE3 1.25V。因此, 上式中的 1.25 实际就是 SENSE3 脚的门限值。电压低于此值, 电路就会复位。所以, Vadj 不能恰好取所要监控的电压值, 而应稍稍低于此值。比如, C6711-150 的核电压正常情况下允许最低为 1.8V, 故可以此值为 Vadj。

选取电阻 R1, R2 时, 应注意以下两点: (1) 容许偏差要小, 比如小于 1%, 这样监测精度才高; (2)

两电阻值之和约为 1 左右，以确保低的电流消耗。

有了以上这些条件，就可以很容易地计算出所需的电阻值。举例：由上面的  $V_{adj}=1.8$ ，可列出如下方程组：

$$1.8 = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \cdot 1.25$$

$$R_1 + R_2 = 1$$

最后可取  $R_2=680k$ ， $R_1=300k$ 。

TPS3307-33 的电源电压可为 2~6V，电路中将其接至 3.3V 而非 5V 基于一定考虑：芯片的最低输出高电平电压为  $V_{DD}-0.2(V)$ ，其中  $V_{DD}$  是接入的电源电压，如果接 5V，则与 DSP 及其他 3.3V 的器件不匹配。

在  $V_{DD}$  和  $GND$  之间加入 100nF 电容的目的是防止复位时在  $V_{DD}$  端产生振荡。如果不用该电容，很可能由于内部基准电压不稳而造成复位输出的振荡。

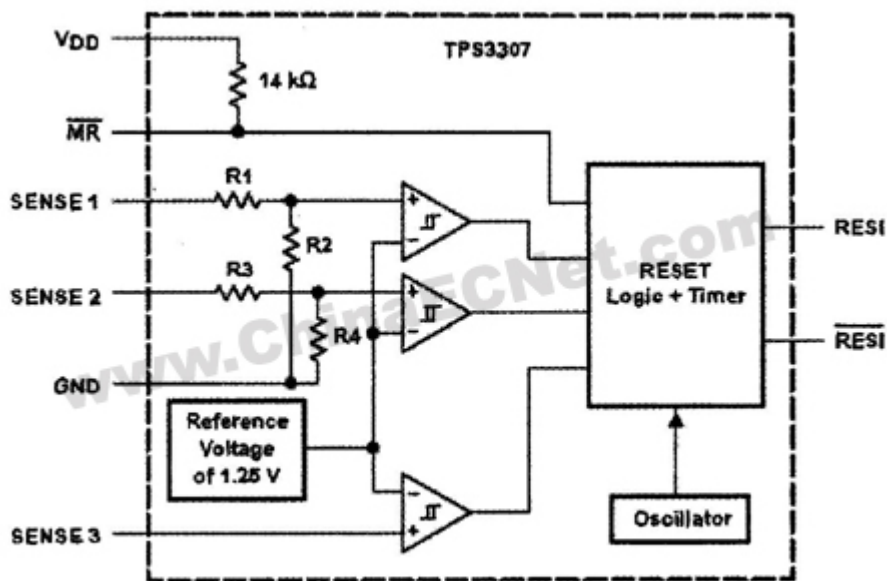


图 4 TPS3307 的内部结构

最后一个值得探讨的话题是关于 TPS3307 系列所监控电压的可调节性问题。在一般情况下 TPS3307 系列监控的电压有两种是固定的，但它们有时也可根据情况进行调节。TPS3307 内部原理如图 4 所示，对比图 3，可以很清楚地看出，SENSE1 和 SENSE2 只是将分压电阻用芯片的内部电阻固定了，当直接监控外部电压时，则只能为固定电压。但在特殊情况下，比如确实找不到合适的芯片的时候，也可通过在 SENSE 引脚上外接合适电阻的方法来调整其所监测的电压值，以解燃眉之急。TI 公司给出了这些内阻值，如 TPS3307-33 的  $R_1$  为 870k， $R_2$  为 330k， $R_3$  为 573k， $R_4$  为 427k。

## 结论

通过供电电路和监控电路的协调配合，就可以为 DSP 系统提供有效的电源供给，使其能长期稳定可靠地工作。虽然本文的系统采用的是 C6711 型 DSP 芯片，所举实例也多是基于此型芯片，但只要将相关的电气元件参数作适当的修改，完全可以选用 C6000 系列其他型号的芯片。