

# DSP 电源的典型设计

王廷银

(福建师范大学物理与光电信息科技学院 福州 350007)

摘要 介绍了 DSP 的电源设计方案,并对电源芯片 TPS70351 的特点和应用进行了论述。

关键词 电源设计、TPS70351 芯片散热

## Typical Design of DSP Power

Wang Tingyin

(The School of Physics and Opto-electronics Technology, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

**Abstract** It has introduced the power design of DSP, and has expounded the facts to the characteristic and usings of TPS70351 of chip of power.

**Key words** Design of power TPS70351 Loss-of-heat of the chip

### 1 引言

在现代通讯设备中,容量的增加、功能的扩展等都造成电源功率大大增加,EMI、防干扰、防止浪涌等其它问题也随之出现。一个好的产品在设计之初,就必须从整体上考虑电源的 EMI、防干扰、浪涌、瞬态保护及散热等重要因素,因此电源设计是非常重要的一个环节。

在实际设计中,设备的整体供电大多采用开关电源;而相对于每一块电路板或每一片重要芯片(如 FPGA、DSP)的供电则需要电压调节器,它主要包含开关型、并联型和线性调节器。开关调节器的效率较高,但其本身具有一定的开关噪声,从而会从电源的输入端产生差模与共模干扰信号。线性/并联型调节器的低噪声和简单性使它相对于开关调节器更有吸引力。最简单的电压调节器是并联型调节器,它通过调节流过电阻的电流,使输入电压下降到一个稳定的输出电平。线性调节器的输入电流接近于输出电流,它的效率(输出功率除以输入功率)接近于输出/输入电压比。因此,压差是一个非常重要的性能,因为更低的压差意味着更高的效率。LDO(Low Dropout)线性稳压器的低压差特性有利于改善电路的总体效率,这里采用的就是 LDO 线性稳压器,原理结构如图 1 所示。

Q1 采用的是 PMOS 管,好象在电路中串上一个

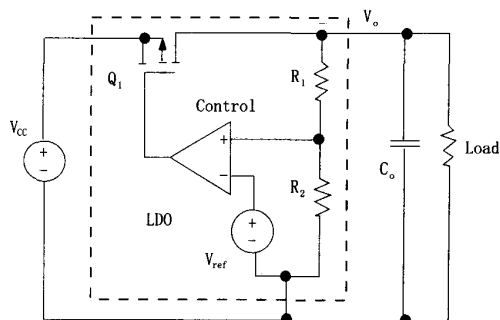


图 1 原理结构图

低值的电阻。流过 Q1 的电流与负载基本一样,Q1 是个压控元件,静态电流非常小。当  $V_o$  下降时,通过控制器增加  $V_{sg}$ ,使 Q1 的电流增大,至使  $V_o$  上升;当  $V_o$  上升时,通过控制器减少  $V_{sg}$ ,使 Q1 电流减少,至使  $V_o$  下降,从而达到稳定  $V_o$  值。

### 2 DSP 电源设计方案

扩频单元的电路板由总体设备统一提供 12V 和 +5V 直流电源。在设计中,用 12V 经过稳压变成 5V 和 +3.3V,给中频、A/D、D/A 和时钟等模拟电路供电,而利用 +5V 经过 LDO(低压差线性稳压器)电源

给 FPGA 及 DSP 等数字电路供电。这样,对模拟和数字两种电路的供电进行了隔离,从而减轻了相互之间的串扰。

虽然 DSP 不要求内核电源和 I/O 电源之间有特殊的上电顺序,但是假如有一个电源低于正常的工作电压,设计时就要确保没有任何一个电源在这个时间段处于上电状态,如果违反此规则,将严重影响器件的长期可靠性。另外,从系统级考虑,总线竞争就要求按顺序上电。这种情况下,内核电源的上电就应当同步或提前于 I/O 控制器。讲究供电次序的原因在于:如果只有 CPU 内核获得供电,周边 I/O 没有供电,对芯片是会产生任何损害的,只是没有输入/输出能力而已;如果反过来,周边 I/O 得到供电而 CPU 内核没有加电,那么芯片缓冲/驱动部分的三极管将在一个未知状态下工作,这是非常危险的。在有一定安全措施保障的前提下,允许两个电源同时加电,两个电源都必须在 25ms 内达到规定电平的 95%。鉴于低噪声和简单性等因素,采用 TI 公司的 TPS70351 型 LDO 线性稳压器对 FPGA 和 DSP 的供电。

### 3 TPS70351 芯片概述

TPS70351 系列是 TI 公司专门为 DSP、ASIC 和 FPGA 等芯片供电而设计的 LDO 线性稳压器。它提供双路独立稳压输出,且具备电压监测复位(SVS)、手动复位、使能控制以及可编程上电顺序等功能,特别适用于 DSP 芯片的供电。其引脚功能如图 2 所示。

GND/HEATSINK	1Q	24	GND/HEATSINK
V <sub>IN1</sub>	2	23	V <sub>OUT1</sub>
V <sub>IN2</sub>	3	22	V <sub>OUT2</sub>
NC	4	21	V <sub>SENSE1/PG1</sub>
MR2	5	20	NC
MR1	6	19	PG1
EN	7	18	RESET
SEC	8	17	NC
GND	9	16	V <sub>SENSE2/PG2</sub>
V <sub>IN1</sub>	10	15	V <sub>OUT2</sub>
V <sub>IN2</sub>	11	14	V <sub>OUT1</sub>
GND/HEATSINK	12	13	GND/HEATSINK

图 2 TPS70351 引脚功能图

TPS70351 系列的主要特性如下:

- 双路独立稳压输出;
- 可选择的上电顺序;
- 第一路稳压输出电流达 1A,第二路稳压输出电流可达 2A;
- 快速的瞬态反应;
- 120ms 的复位延迟;

第一路稳压输出的“电源准备好”(Power Good)指示;

- 极低的静态电流(典型值为 185 $\mu$ A);
- 待机状态的输入电流仅 1 $\mu$ A;
- 低噪声输出,没有旁路滤波电容时 VRMS 为 78 $\mu$ V;
- 快速输出电容放电功能;
- 两路手动复位输入(由 MR1、MR2 高低电平控制);
- 2%精确度的过载和;过热监测极低输入电压时锁定输出功能(UVLO);
- 过热保护功能。

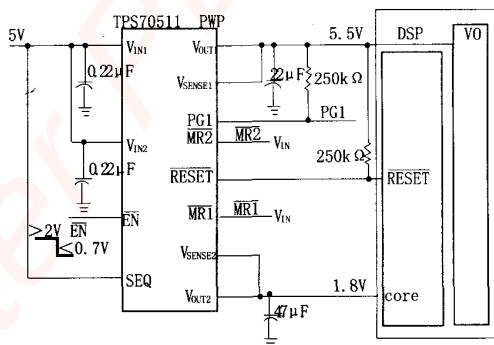


图 3 DSP 典型供电电路

### 4 基于 TPS70351 的 DSP 典型供电电路

具体 DSP 典型供电电路如图 3 所示。V<sub>out1</sub> 输出的

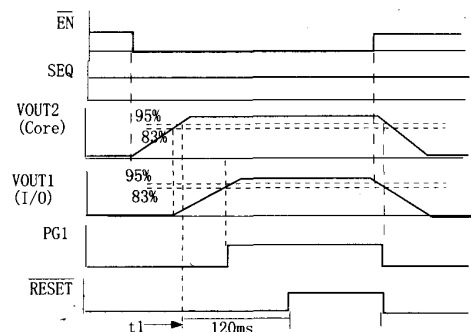


图 4 电平逻辑图

3.3V 供给 I/O, V<sub>out2</sub> 输出 1.8V 供给 CORE(内核芯片)。为保证 DSP 电路可靠工作,SEQ 接到高电平,使 V<sub>out2</sub> 超前于 V<sub>out1</sub>。EN 是使能端,在开机使用时他们电平逻辑波形如图 4 所示。V<sub>out1</sub> 和 V<sub>out2</sub> 在都上升 95% 后

PG1 从低电平变为高电平,表示电源已准备好。从 T1 后的 120MS 时 RESET 从低电平变为高电平,对系统进行复位。

## 5 TPS70351 的使用效果和散热问题

TPS70351 是新一代的集成电路稳压器,是一个自耗很低的微型片上系统(SoC),具有极低的自有噪音和较高的电源纹波抑制 PSRR(Power supply ripple rejection)。此外,其小封装尺寸以及电压监测和复位延迟等功能,使得 DSP 的供电设计变得更简单和方便,实际使用效果也不错,满足 DSP 和 FPGA 的供电要求。

不过,由于线性电源固有的效率较低的缺点,需要对 TPS70351 的散热问题进行仔细考虑。一般来说,TPS70351 对 PCB 板有最小的散热面积要求,并且随着散热面积的减小,其所能忍受的内部消耗功率的极限值  $P_{D(MAX)}$  随之降低,其计算公式为:

$$P_{D(MAX)} = \frac{T_{Jmax} - T_A}{R_{JA}} \quad (1)$$

其中,  $T_{Jmax}$  为节点最大允许温度(绝对极限值可达 150℃,一般以 120℃ 计算),  $T_A$  为环境温度,  $R_{JA}$  为从节点到环境的等效热阻。

而 TPS70351 内部所消耗的功率可按下式计算:

$$P_{D(total)} = (V_1 - V_o) * I_o + V_1 * I_q \quad (2)$$

其中:  $V_1$  为输入电压,  $V_o$  为输出电压,  $I_o$  为输出电流,  $I_q$  为静态电流。由于 TPS70351 的静态电流  $I_q$  很小,所以上式可近似表示为:

$$P_{D(total)} = (V_1 - V_o) * I_o \quad (3)$$

一般要求  $P_{D(total)} \leq P_{D(MAX)}$ 。

TPS70351 的散热设计可从两个方面入手:提高  $P_{D(MAX)}$  和降低  $P_{D(total)}$ ,由于  $T_{Jmax}$ 、 $T_A$ 、 $V_o$  和  $I_o$  都是给定值,所以,只有降低输入电压  $V_1$  和减小节点到环境的等效热阻  $R_{JA}$  两种方法。

虽然在典型应用电路中,两路输出电压(1.8V 和 3.3V)都共用 5V 输入电压,为减小芯片功耗,可采用分开供电的方式。按照数据手册,最小输入电压为 2.7V 或  $V_{O(typ)}$  加 1V,这样 1.8V 输出采用 3V 左右输入电压、3.3V 输出采用 5V 输入电压,可极大地降低功耗,提高电源效率。

按照传热学的原理,热传递可分为三个基本方式,即热传导、热对流和热辐射。节点到芯片表面主要靠热传导,而芯片表面到环境则主要靠热辐射和热对流,前者由芯片内部的结构决定,不能改变,我们采取的措施主要针对后者。所以,可通过增加 PCB 板上散热面积、贴装散热器和增加抽风等措施来减小等效热阻  $R_{JA}$  的值。

## 6 结束语

上述方案本人已在 DSP 单元中实现。在散热问题上有点讲究,但经过处理后,已顺利通过烤机及高低温试验,此设计方案还是比较成功的。

### 参考文献

- 1 孙光,赵志敏. DSP 复位问题研究. 自动化与仪表,2002, 17(6):71~73.
- 2 林传骊. 线性电源的 EMC 设计依据. 国外电子测量技术,1998,(5):27.