

基于 TPS7350 的智能车电源设计 *

Power Design of Intelligent Vehicle Based on TPS7350

摘要：针对智能车与其它便携式移动设备的特定要求，来探讨电源管理(电源调节)器件的使用问题。在对线性调整电源器件 78XX、串联开关电源器件 LM2575/2576 及低压差线性电源器件 TPS73XX 的应用特性进行比较的基础上，引出了 TPS73XX 系列器件具有诸多应用特点，通过 TPS7350 在电池供电的智能车系统中应用实例，验证 TPS7350 在便携式移动设备上使用的优越性。通过灵活使用 TPS73XX 系列芯片，可为小功率的便携式移动设备提供简洁的设计方案，并可满足不同系统的应用需求。

关键词：TPS7350；电源设计；智能车

电源调节器件通常使用最多的是线性稳压器件(如 78xx 系列三端稳压器件)。虽然这种线性稳压器具有输出电压恒定或可调、稳压精度高的优点，但是由于其线性调整工作方式在工作中会造成较大的“热损失”(其值为 $V_{\text{压降}} \times I_{\text{负载}}$)，导致其电源利用率不高、工作效率低下，不易达到便携式设备对低功耗的要求。

与线性稳压器件相比，开关电源调节器以完全导通或关断的方式工作，通过控制开关管的导通与截止时间，有效的减少工作中的“热损失”，保证了较高的电源利用率。开关管的高频通断特性以及串联滤波电感的使用对来自于电源的高频干扰具有较强的抑制作用。同时由于其低功耗特点，在进行电路板设计时，可以减少散热片的

体积和 PCB 板的面积，有时甚至不需要加装散热片，方便了电路设计与使用，但是由于其工作压降要求在 1.0V 以上，却限制了该类型开关电源在某些便携式移动设备上的使用。

针对线性稳压电源与开关电源存在较高工作压降的问题使得这两类电源调节器件不易广泛应用于便携式移动设备中，我们采用了一种低压差线

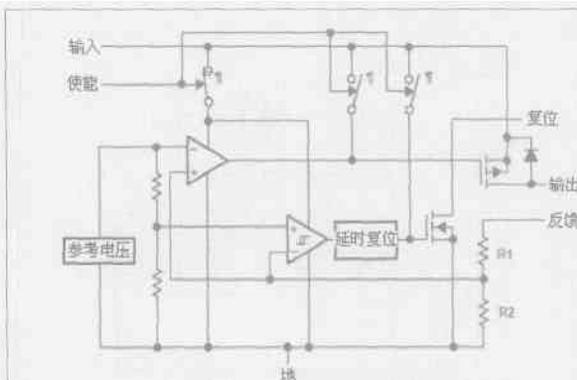


图 1 TPS73XX 的内部框图

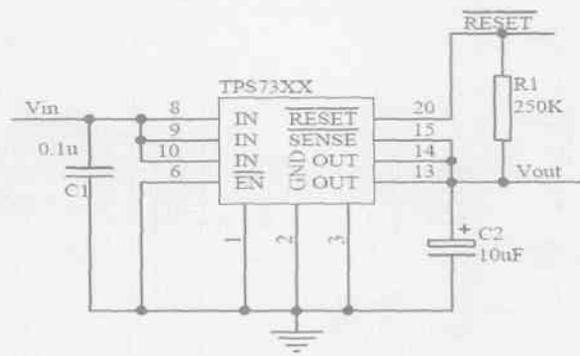


图 2 TPS7350 的典型应用原理图

* 本智能车设计获 2006 年第一届“飞思卡尔”杯全国智能车邀请赛第 10 名。

表1 7805、LM2576及TPS7350的性能比较

	7805	LM2576	TPS7350
最小压降	1.7V	1.0V	0.035V
最小静态工作电流	6mA	5mA	340uA
输出噪声	40uV	与滤波元件有关	2uV
使用外围元件个数	3	4	2
输出电容的容量	中	高	低
成本	低	高	中

性电源芯片TPS73XX来作为智能车的电源调节器件。TPS73XX具有输入电压范围大,过热、过流及电压反接保护,输出电流为150mA时压差小于0.1V等特点,特别是当其输出电流为100mA时,压差仅仅为0.035V,如TPS73XX系列中的TPS7350可保证电池电压在+7V~+5.1V范围内变化时,输出稳定的5V电压,显著的提高了电源的利用效率。

TPS73XX概述

TPS73XX是美国TI公司生产的低功耗、低压差电源管理芯片,它具有节电关断模式与输出电压监控功能,极低的静态电流且不随负载变化;集成延时微处理器复位功能保证系统的正常工作;具有完善的保护电路,包括过热、过流及电压反接保护。利用该器件

只需极少的外围器件便可构成高效稳压电路。TPS73XX系列含有五种固定输出电压的稳压器:

TPS7325(2.5V), TPS7330(3.0V), TPS7333(3.3V), TPS7348(4.85V)与TPS7350(5.0V)。该系列还有一种可调稳压器TPS7301(1.2V~9.75V),此外还提供了工作状态的外部控制引脚。

TPS73XX系列开关稳压集成电路的主要特性如下:

- ¥有2.5V、3V、3.3V、4.85V与5V这几种固定输出型与一种可调输出型器件;
- ¥集成的精密电源电压监控器,可对稳压器的输出电压进行监控;
- ¥低电平有效的复位信号,脉冲宽度为200ms;
- ¥极低压差—I_o=100mA时,最大值为35mV;
- ¥低静态电流—与负载无关—典型值为340uA;

¥极低的休眠状态电流—最大值为0.5uA;

¥在整个负载、电源与温度范围内,固定输出型器件的容积为2%;

¥输出电流范围为:0mA~500mA;

¥在要求严格的应用中,TSSOP封装可降低元件的高度。

TPS73XX的内部框图如图1所示。由于TPS73XX系列产品采用PMOS工艺,保证了该器件在全负载范围内极低的工作电流,甚至在稳压器下降时也能保证其低静态电流不变的特点。TPS73XX的内部比较器监控稳压器的输出电压,以此来检测欠压情况。正因为该电路监控着稳压器的输出电压,RESET输出端也可以通过禁止稳压器或者通过任何导致输出电压下降到低于V_{IT}的故障条件来触发。这些故障情形包括,输出端的短路或输入电压低。一旦输出电压被重新配置,无论是通过重新使能稳压器还是通过排除故障条件,内部定时器都会被启动,这样就会使RESET信号在200ms(典型值)的超时周期内处于有效状态,将该RESET引脚接至微处理器的复位端,可在微型计算机与微处理器系统中启

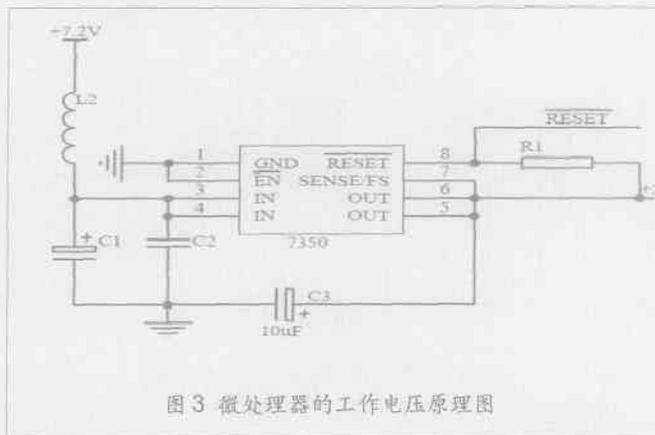


图3 微处理器的工作电压原理图

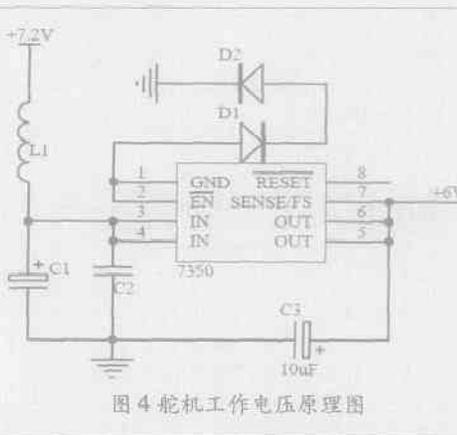


图4 舵机工作电压原理图

Embedded Systems



动一次复位操作，实现电源电压的复位。使用该复位操作，不仅能够保证系统的稳定与可靠工作，而且减少外部复位电路的设计。在对输出噪声有严格要求的应用场合，选用TPS73XX是最佳选择，其噪声频谱密度低于 $2.4\mu\text{V} / \sqrt{\text{Hz}}$ ，该稳压器不仅可安全的传导反向电流。同时还具有内部电流限制与热保护功能。在正常工作期间，TPS73XX 将输出电流限制在 1A 左右。在电流受到限制时，输出电压按线性规律反比例变化，直到过流情况结束为止。

性能比较

为了能够更好的说明TPS73XX在实际应用中的优点，表1比较了在相同温度、相同输出电压（+5V）条件下7805、LM2576及TPS7350的性能。

通过表1可以看出，在相同的输出条件下，TPS7350具有更低的工作压降和最小的静态工作电流，也就体现了其低功耗的优点。在智能车控制系统中，由于系统电源为电池供电，自然TPS7350也就成为电源调节器件的首选。

应用举例

2006年第一届“飞思卡尔”杯全国智能车邀请赛的电源为7.2V/2Ah的镍镉电池组，由于直流电机在高速运行时的电流达到4A。当直流电机运行半个小时左右，测得的电源电压在+6.5V~+7.0V，而微处理器的输入电压要求为稳定的+5V，如果选用7805线性电源管理芯片，由于工作压降要求在1.7V以上，也就是如果使7805输出+5V电压，那么输入电压至少在+6.7V以上，否则不易保证稳定的+5V电压输

出，也就很难保证微处理器的正常工作。由于其高压差因素，如果使用7805，那么还应该考虑电源散热问题，使得整个系统的设计复杂且不能保证系统的有效工作时间。如果采用开关电源LM2575/2576，虽然有较高的电源使用效率，但同样存在着工作压降在1V以上的问题，缩短了系统的有效工作时间。而对于低压差线性电源TPS7350在输出电流为100mA时的最大压降只有35mV，因此在本智能车系统中电源管理芯片选用TPS7350可以使电池获得相对更长的使用时间。也正因为如此，整个智能车控制系统的电源管理都是围绕TPS7350的使用而展开。

使用TPS7350作为系统的电源管理芯片的优点如下：

¥只需要很少的外围器件即可以达到应用系统的要求，实现稳定的电压输出。使用该芯片的典型电路如图2所示；

¥由于“热损失”小，在设计中基本可以不用考虑电源芯片的散热问题，

为电路的设计带来了方便。

为了使TPS7350的工作性能最佳，在设计中应该注意以下问题：

¥SENSE 端的连接问题

为了使稳压器正常工作，固定输出器件的SENSE端必须连接到稳压器的输出端，并且这种连接应尽可能短，这样可以最小化或避免噪声拾取。不推荐在SENSE端与OUT端之间加一RC网络来消除噪声，否则，可能会导致稳压器振荡。

¥对外部电容的要求

TPS7350通常不需要输入电容，但是当TPS7350位于电源几英寸远的地方时，使用陶瓷旁路电容可以改善负载瞬态响应与噪声抑制功能。为了保持输出电压的稳定性，通常在输出端与地之间加一个10uF的固态钽电容就足以保证全负载范围内器件的稳定性。

针对智能车控制系统对电源部分的特殊要求，整个智能车系统的电源管理可分为微处理器的电源、舵机电源与CCD图像传感器的工作电源等，

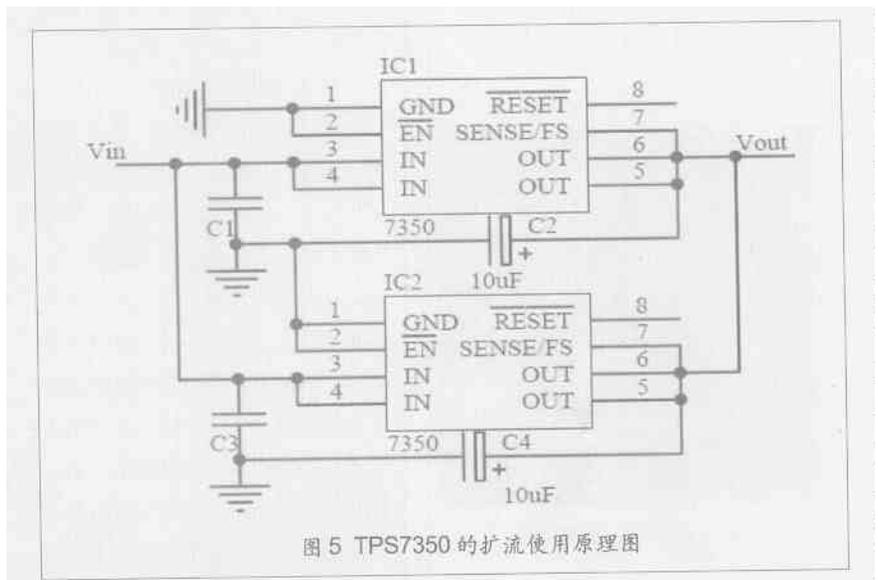


图5 TPS7350的扩流使用原理图

其中,微处理器电源与舵机电源是利用TPS7350经过处理得到的。另外,为了满足某些应用对象的大电流特性,也给出了相应的解决方案,其具体应用如下所述。

1) 微处理器的电源

HCS12DG128B 单片机是整个智能车控制系统的核心,要求工作电压为稳定的+5V,其供电电源的稳定性直接影响智能车系统的工作性能。这里使用一片TPS7350即可满足其应用要求,具体的电路图如图3。

由于直流电机在高速运行时的大电流特性,使得供电电源被严重污染。为了解决纹波对TPS7350输入电源的影响,在输入端采取了滤波措施,即在输入端增加了大电容与大电感组成的LC滤波电路,可以有效将纹波的影响降到最低,以期将直流电机的输出纹波对电源的影响降到最小。

由于TPS7350集成了电源复位功能,图3中的RESET引脚连至HCS12DG128B的复位引脚,从而使得在智能车的复位电路设计不需要另加专用复位芯片(如通常使用的

MC34064),降低了系统的硬件成本,简化了电路设计。

2) 舵机电源

由于舵机在智能车控制系统中的特殊地位,其响应时间对于控制转向的灵活性非常重要。影响舵机工作性能的两项重要参数——工作速度与堵转力矩均与电压有关,因此舵机工作电压的选择对智能车转向控制的影响是不言而喻的。

通常有两种方式可以加快舵机的响应时间,一种方式是通过修改PWM周期;另一种方式是通过机械方式,利用舵机的输出转矩余量,将角度进行放大,从而加快舵机的响应速度。为了使舵机的工作性能最佳,在不改变舵机机械结构的基础上,将舵机的工作电压设定为+6V也是一种行之有效的解决办法。然而TPS7350的输出电压为+5V,为了实现+6V输出,需要在图3的基础上增加2个二极管,提高对地参考电位,即可满足稳定+6V输出的要求,体现了使用TPS7350进行电路设计的简洁性。经我们在智能车上的实际使用证明了该方法的可行性。

3) 大电流输出模式

在某些便携设备中,由于需要较大的输出电流,如果采用单个TPS7350,由于其输出电流不超过500mA,可能满足不了系统的要求,这时可以使用多片TPS7350并联的方案。在使用多片TPS7350并联时,只需要将每个TPS7350的输出端连接在一起,即可以实现增大输出电流的目的。这里给出了期望输出电流在0mA至1000mA情况下两片TPS7350并联使用的电源解决

方案,具体电路图如图5所示。我们已成功地将该解决方案应用于一种便携式移动设备中。

2006年8月在清华大学举办的第一届“飞思卡尔”杯全国智能车邀请赛中,我们的智能车电源部分的PCB板实物图如图6所示,该设计为我们的智能车提供了良好的动力。

结语

通过三种电源管理芯片的比较可以看出,低压差线性电源TPS7350具有诸多应用特点,通过TPS7350在电池供电的智能车系统中的应用实例,验证TPS7350在便携式移动设备上使用的优越性。通过灵活使用TPS73XX系列芯片,可为小功率的便携式移动设备提供简洁的设计方案,并可满足不同系统应用需求。

参考文献:

1. 王明顺,‘基于LM2576的高可靠MCU电源设计[J],国外电子元器件,2004,11:12-14.
2. TPS7301Q, TPS7325Q, TPS7330Q, TPS7333Q, TPS7348Q, TPS7350QLow-DROPOUT VOLTAGE REGULATORS WITH INTEGRATED DELAYED RESET FUNCTION(r). SLVS124F JUNE 1995 REVISED JANUARY 1999.
3. LM2576/ LM2576HV Series SIMPLE SWITCHER(r)3A Step - Down VoltageRegulator.NationalSemi-conductor. 1999.



图6 智能车电源部分的PCB板实物图