

# 基于 TMS320LF2407 控制的双闭环直流调速系统研究

乔爽, 商进

(黑龙江工程学院 电子工程系, 黑龙江 哈尔滨 150050)

**摘要:**针对传统模拟控制的双闭环直流调速系统的线路复杂、通用性差等缺点,给出1个基于TMS320LF2407数字信号处理器控制的双闭环直流调速系统的硬件设计和软件设计。用TMS320LF2407数字信号处理器作为控制器来代替传统控制部分的硬件电路,用软件的方法实现系统的内环电流调节功能和外环转速调节功能。该系统大大地简化系统的硬件结构,减小系统的体积,有效地降低系统的成本,显著地提高系统的处理能力和可靠性。

**关键词:**TMS320LF2407; 双闭环; 调速

**中图分类号:**TP273

**文献标识码:**A

**文章编号:**1008-5696(2007)02-0071-03

## Study on double closed loop DC system based on TMS320LF2407

QIAO Shuang, SHANG Jin

(Dept. of Electronic, Heilongjiang Institute of Technology, Harbin 150050, China)

**Abstract:** Aiming at drawbacks of the circuit complexity and poor universality of the traditional analog control, a digital signal processor TMS320LF2407 based control of the double-loop DC motor speed system hardware and software design is discussed in this paper. Digital signal processor TMS320LF2407 used as a controller to replace the traditional part of the control circuit, the software methods realize adjustable functions of the inner current loop and outer speed loop. The system greatly simplifies the hardware architecture and reduces the size of the system. It effectively reduces the system costs and significantly increases capacity and reliability of the system.

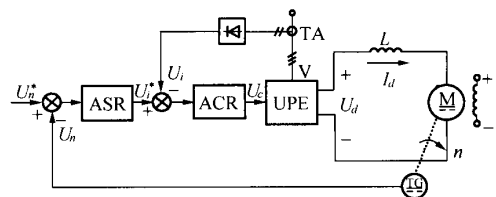
**Key words:** TMS320LF2407; double closed-loop; speed control

双闭环直流调速系统是在理论研究和实践应用方面都比较成熟的系统,由于其起、制动性能佳,调速平滑且调速范围宽,动态性能良好,所以在轧钢机、矿井卷扬机及各种金属切削机床等电力拖动领域得到了广泛的应用。双闭环直流调速系统的控制方法经历了机械式、双机组式、分立元件电路式、集成电路式和微处理器式的发展历程。其中以微处理器为核心的数字控制系统具有结构简单、动态参数调整方便、可靠性高等一系列的优点。近年来,随着数字信号处理器 DSP 技术的发展,给双闭环直流调速系统的控制又提供了新的手段和方法。本文主要介绍一种以 DSP 为核心处理器的双闭环直流调速系统结构、硬件设计及软件设计。

### 1 传统的双闭环直流调速系统

双闭环直流调速系统具有良好的稳态和动态性能,它已经成为应用非常广泛的一种调速系统。传统的双闭环直流调速系统的结构如图1所示,为了使转速和电流两种负反馈分别起作用,在系统中设置2个调节器,分别调节转速和电流,即分别引入转速负反馈和电流负反馈。二者之间实行串联联接。把转速调节器的输出当作电流调节器的输入,再用电流调节器的输出去控制电力电子变换器 UPE。与直流电动机同轴连接的测速发电机将采集来的转速信号转换成电压信号反馈到系统给定。从闭环结构上看,电流环在里面,

称作内环;转速环在外边,称作外环。这就形成了转速、电流双闭环直流调速系统。



ASR—转速调节器; ACR—电流调节器; TG—测速发电机; TA—电流互感器; UPE—电力电子变换器;  $U_n^*$ —转速给定电压;  $U_n$ —转速反馈电压;  $U_i^*$ —电流给定电压;  $U_i$ —电流反馈电压。

图1 传统的双闭环直流调速系统结构

作为内环的调节器,电流调节器在外环转速的调节过程中的作用是使电流紧紧跟随其给定电压(即外环调节器的输出量)变化;对电网电压的波动起及时抗扰的作用;在转速动态过程中,保证获得电机允许的最大电流,从而加快动态过程;当电机过载甚至堵转时,限制电枢电流的最大值,起快速的自动保护作用,当故障消失后,系统能立即自动恢复正常运行,从而有效地保证系统的可靠运行。

作为外环的调节器,转速调节器是调速系统的主导调节器。它使转速  $n$  很快地跟随给定电压的变化,稳态时可减小转速误差,如果采用 PI 调节器,则可实现无静差;对负载变化起抗扰作用;其输出限幅值决定电机允许的最大电流。

收稿日期:2006-11-12

作者简介:乔爽(1974~),女,讲师,研究方向:电气工程。

传统的双闭环直流调速系统属于模拟系统,其控制规律体现在硬件电路和所用的器件上,因而线路复杂、通用性差,控制效果受到模拟器件本身性能和一些外部环境因素的限制。

## 2 基于 TMS320LF2407 的双闭环直流调速系统的硬件

基于 TMS320LF2407 的双闭环直流调速系统主要由系统给定、速度信号检测、电流信号检测、同步信号检测、正反转控制脉冲输出、晶闸管可控整流器、它励直流电动机和 DSP 数字调节器等组成。系统原理如图 2 所示。

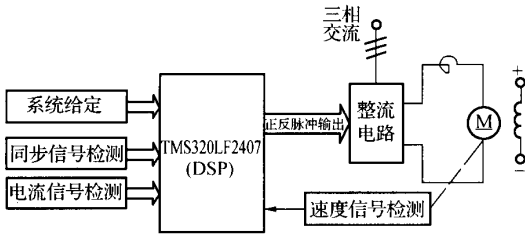


图 2 系统硬件原理框图

双闭环可逆直流调速系统是一个实时控制系统,要求控制器具有较高的处理能力和速度,才能满足实时控制的要求。因此,只有选择能满足要求的控制器才能更好地实现控制功能。本系统中的 DSP 采用了 TI 公司的 TMS320LF2407 芯片,其功能结构如图 3 所示。TMS320LF2407 芯片是 TMS320C2000 平台下的一款 16 位定点数字信号处理器。TI C2000 主要应用于运动控制、工业控制等领域。它把低成本、高性能处理能力 C2xx 内核 CPU 增强型 TMS320 体系结构与几种最适合控制应用外围设备结合在一起。TMS320LF2407 总线结构支持对丰富的片内外访问。两种类型总线接口用于片内外设。绝大多数外设通过外设总线进行访问,如模拟-数字转换器(A/D)、控制器局域网(CAN)2.0B、串行通信接口(SCI)、看门狗(WD)。对这些外设每次访问需要多于一个周期。而事件管理器能直接与数据总线匹配,从而能得到全速 CPU 处理能力。TMS320LF2407 控制器是所有 240x 控制器中功能最全的控制器,不仅具有通常 DSP 的强大运算能力,而且集成了 ADC、CAN、SCI、SPI 等外围器件功能,尤其采用特有的双事件管理器,更适合对电机进行控制。

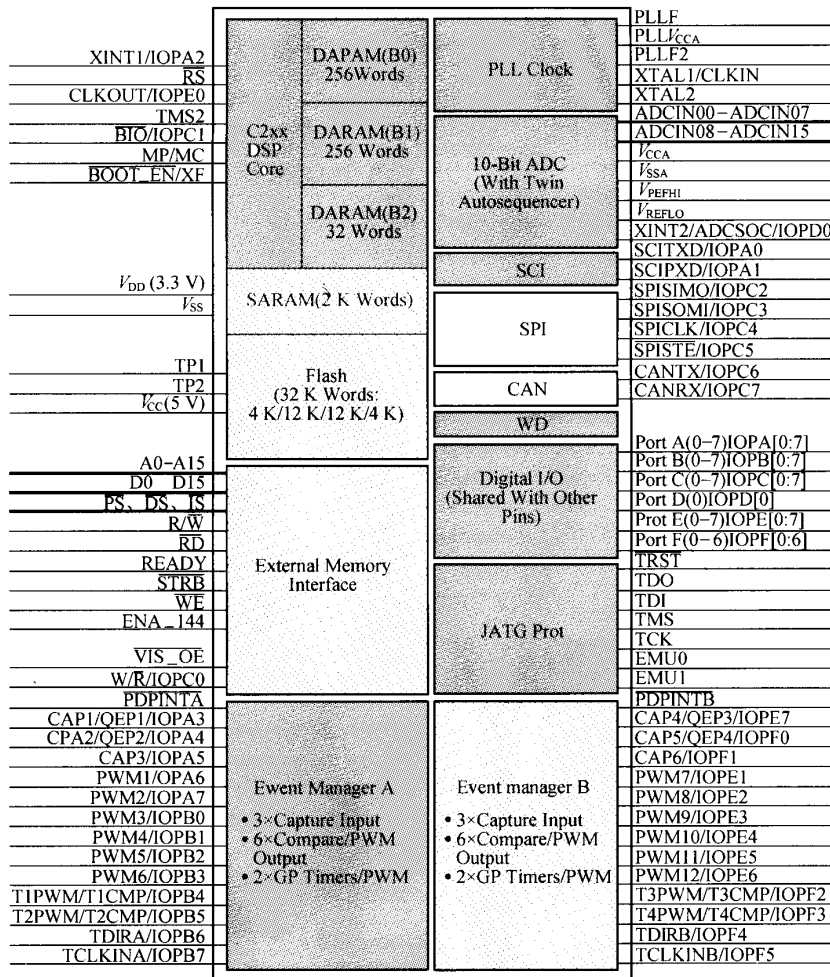


图 3 TMS320LF2407 功能结构

本系统采用 TMS320LF2407 数字信号处理器取代了传统的双闭环直流调速系统中外环速度调节器 ASR、内环电流调节器 ACR,实现了对系统 PI 调节的软件化。系统的给定由电位器输入改为键盘输入,不仅操作方便,也有效地保证了系统给定的精确性。TMS320LF2407 根据给定信号、速度检测信号、电流检测信号及同步检测信号等进行计算,输出相应的正反控制脉冲,继而通过晶闸管可控整流器来调节它励直流电动机的转子电压,最终保证了调速系统具有良好的静、动态性能。

### 3 控制系统的软件

系统的软件是整个调速系统的控制核心,它直接关系到双闭环调速系统的性能。本系统中采用 TMS320LF2407 数字信号处理器作为控制器,取代了传统的直流调速系统中的 ASR 和 ACR 等环节,用软件完成了内环电流控制器运算、外环速度控制器运算以及晶闸管数字触发器等控制功能。整个系统软件主要由主程序、PI 运算子程序、电流环控制子程序和转速环控制子程序等组成。系统的主程序流程如图 4 所示。

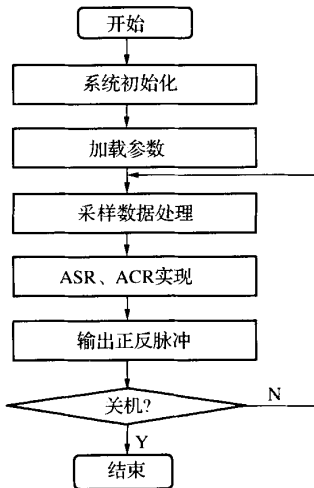


图4 主程序流程图

在整个系统中,很多原来由硬件电路完成的工作现在都由软件来实现。为了获得良好的动、静态性能,双闭环调速

系统的2个调节器都采用了PI调节器,体现在程序中即电流环控制子程序和转速环控制子程序都调用了PI运算子程序。数字PI调节基本算法有位置式和增量式两种算式,这两种算式无本质的差别。与位置式相比,增量式的优点是积分饱和得到改善,使得系统的超调量减少,过渡过程时间短,系统的动态性能有所提高。本系统中不允许有大的超调量,所以采用了增量式PI算法。

双闭环可逆直流调速系统是一个实时控制系统,要求在事件或数据产生时,立即予以处理,在极短的时间内完成相关的运算,并及时输出控制信号,调整系统达到新的控制目标。本系统所设计的软件是实时处理软件,主要包括数据采集、控制计算和输出3部分,其处理时间是被严格限定的,如果在任何时间超出了这一限制,都将造成事故。

### 4 结束语

电机控制是 TMS320LF2407 数字信号处理器应用的一个主要领域。本系统用 TMS320LF2407 数字信号处理器作为控制器来代替传统控制部分的硬件电路,用软件的方法实现系统的内环电流调节功能和外环转速调节功能。克服了传统模拟系统的线路复杂、通用性差等缺点,从而大大地简化了系统的硬件结构,减小了系统的体积,有效地降低了系统的成本,显著地提高了系统的处理能力和可靠性。随着人们对电机控制要求的日益提高,DSP 价格的不断降低以及性能的不断提高,采用以 DSP 为控制核心的运动控制系统将越来越受到人们的重视,DSP 将在电机控制领域中发挥越来越重要的作用。

### 参考文献

- [1]陈伯时.电力拖动自动控制系统[M].3版.北京:机械工业出版社,2005.
- [2]张雄伟,曹铁勇.DSP芯片的原理及开发应用[M].北京:电子工业出版社,2000.
- [3]刘金琨.先进PID控制器及其MATLAB仿真[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [4]赖寿宏.微型计算机控制技术[M].北京:机械工业出版社,2001.
- [5]赵阳,王建,张立勋.基于DSP的直流电机控制系统[J].应用科技,2006,33(8):11-14.
- [6]谭立新,刘觉民.基于80C196KC单片机控制的直流调速系统[J].湖南工程学院学报,2004,14(1):58-61.

[责任编辑:郝丽英]

# 基于TMS320LF2407控制的双闭环直流调速系统研究

作者: 乔爽, 商进, QIAO Shuang, SHANG Jin  
作者单位: 黑龙江工程学院, 电子工程系, 黑龙江, 哈尔滨, 150050  
刊名: 交通科技与经济  
英文刊名: TECHNOLOGY & ECONOMY IN AREAS OF COMMUNICATIONS  
年, 卷(期): 2007, 9(2)

## 参考文献(6条)

1. 张雄伟; 曹铁勇 DSP芯片的原理及开发应用 2000
2. 陈伯时 电力拖动自动控制系统 2005
3. 谭立新; 刘觉民 基于80C196KC单片机控制的直流调速系统[期刊论文]-湖南工程学院学报(自然科学版) 2004(01)
4. 赵阳; 王建; 张立勋 基于DSP的直流电机控制系统[期刊论文]-应用科技 2006(08)
5. 赖寿宏 微型计算机控制技术 2001
6. 刘金琨 先进PID控制器及其MATLAB仿真 2003

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_jtkjyj200702027.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jtkjyj200702027.aspx)