

基于 TMS320LF2407A 矢量 控制变频器的开发

林立^{1,2}, 刘家芳^{1,2}

(1. 邵阳学院 电气信息与工程学院, 湖南 邵阳 422004;

2. 武汉大学 电气工程学院, 湖北 武汉 430072)

[摘要] 介绍了变频器开发过程中硬件设计和调试经验, 同时对软件设计和调试中的几个关键问题作了阐述。

关键词 DSP 变频器 流水线 闪存

1 硬件设计与调试

1.1 硬件设计时应注意的问题

在以 DSP 作为控制器的变频器开发过程中要注意以下几个问题:

(1) 主电路的设计问题。目前, 国内外生产的变频器主电路相当成熟, 大多采用交-直-交结构。考虑到性价比, 整流部分一般可以采用单相或三相桥式整流模块, 为了解决变频器启动时的限流问题, 可以在主电路中设置限流电阻, 在启动电压达到设定值时, 利用自己设计的控制电路将限流电阻切除(如可以采用最简单的继电器控制就可以达到此要求)以节约能源。为了解决整流后的谐波问题, 直流部分采用 2 个电解电容串联来滤波, 考虑到电解电容的分散性, 可以在 2 个电容的两端并联均压电阻。此外, 变频器的主要用户是电机, 因此, 为了使电机反向制动的能量得以释放, 在直流部

收稿日期: 2004-06-08

作者简介: 林立(1972-), 男, 讲师, 硕士研究生, 研究方向为电力电子与电力传动;

刘家芳(1967-), 男, 讲师, 硕士研究生, 从事自动控制装置方面的研究。

分设计泵升电压处理电路(该电路的切除, 需要利用 DSP 编程加以实现); 逆变部分的智能功率模块 IPM 是从事变频器开发的首选, 因为 IPM 模块将功率器件、驱动电路、保护电路集于一体, 且性价比高(日本三菱公司的 PM25RSB120、PM15RSB120 等都是较好的 IPM 模块), 再加之 TMS320LF2407A DSP 的良好控制性能, 使变频器的开发工作变得快捷、方便。利用 DSP 的 PDPINT 引脚可以实现泵升电压、IPM 内部功率器件 IGBT 的过热、过压、失压等保护(可以引出这些要保护环节的信号, 通过一个多输入端与门后通过光电隔离再送入 DSP, DSP 收到信号后进入 PDPINT 中断处理程序, 实施相应的保护动作)。在主电路设计时特别要注意的是, 所选用的电力电子器件要有 2~3 倍的裕量。设计时要选用主流电子元器件和在市场上容易买到的电子元器件, 以节省开发时间。

(2) 控制电路的设计问题: TMS320LF2407A DSP 是变频器控制的核心, 它主要完成矢量控制算法、电流检测、速度检测、PI 调节、压流变换、频率设定、液晶显示等

任务。可以说控制电路设计的好坏直接关系到变频器的性能及能否正常运行。总结变频器开发的经验, 笔者认为控制电路需要包括 3 个部分: DSP 最小系统、模、数信号接口电路。为了节约开发时间, 可以使用 TMS320LF2407 评估板。该开发评估板具有丰富的扩展电路, 评估板为用户提供了总线扩展接口, 其中包括了几乎所有来自 DSP 的信号。在利用该评估板和笔者设计的数字接口、模拟接口和主电路组成变频器系统调试通过以后, 将评估板中用到的电子元器件再制成 1 个 DSP 最小系统控制板就变得快捷而方便了, 考虑到高频干扰, 将 DSP 最小系统单独做成一个控制板起到了很好的效果。

变频器硬件电路设计是变频器设计的关键, 这对以后硬件调试、软件设计以及硬软联机调试非常有用。有了硬件平台作支撑, 就可以研究变频器的控制算法, 研制高性能的变频调速装置。

1.2 硬件调试时应注意的问题

(1) 在硬件调试前, 应先对电路板进行仔细检查, 观察有无短路或断路情况(因为 PCB 板的布线

结构紧凑, 体积小, 重量轻, 干扰弱的优点, 因此本设计采用丹佛斯 VLT6000 型变频器。压力变送器及控制仪表选用美国霍尼韦尔变送器及仪表。

电气系统原理图如图 1。LOGO

功能图设计如图 2。

3 结束语

恒压给水系统采用 LOGO! 及变频器控制系统后, 降低了故障发生率, 减小了检修及操作人员的工作量, 确保了恒压给水系统

的安全稳定运行, 节约了能源, 也带来了可观的经济效益。

参考文献

- [1] LOGO! 手册, 西门子(中国)有限公司
- [2] 丹佛斯操作手册, 丹佛斯公司

一般较密、较细,这种情况发生的概率较高)。加电后,应用手感觉是否有芯片特别热,如果有,就需要立即关掉电源重新检查电路。排除故障后,应检查晶体是否振荡,复位是否可靠。然后用示波器检查 DSP 的时钟引脚信号是否正常,若正常则表明 DSP 工作基本正常。在硬件调试时 DSP 最小系统正常工作必须首先进行,这也为以后的调试打下了基础。

(2) 在调试 DSP 硬件系统前,应确保试验板供电电源有良好的恒压、恒流特性。特别要注意 DSP 的供电电压应保持在 $5.0 \pm 0.05V$ 。若电压过低,通过 JTAG 接口向 FLASH 写入程序时则会出现错误提示;若过高,则会损坏 DSP 芯片。另外,由于在调试时要频繁对试验板开断电,若电源质量不好,则很可能在突然上电时因电压陡升而烧坏 DSP 芯片,造成经济损失影响开发进度。因此,在调试前应高度重视电源质量。我国市电电压波动很大,在硬件设计时,为了减少市电电压波动的影响,在加入 PM25RSB120 的 P、N 直流电压端子前先用 2 个电解电容进行滤波。

(3) 利用仿真软件排除硬件故障:当完成对电路板的检查后,就可以通过仿真软件来调试程序。由于仿真时,把程序代码下载到目标系统中的片外程序存储器,因而通过仿真软件可以比较容易地检查一些硬件故障。上电后,若仿真软件调试窗口始终无法调入程序,此时有两种可能:① DSP 芯片引脚存在断路或短路现象;② DSP 芯片损坏。倘若是第一次利用仿真软件调试程序,此时应对试验板断电,仔细检查 DSP 芯片各引脚的焊接情况。若软件调试窗口曾正确调入程序,则可能是 DSP 芯片损坏,此时,可通过检测试验板的整板阻抗来进一步判断 DSP 芯片是否受损。若整板阻抗急剧下降,则将给 DSP 芯片供电的电源线割断,检测 DSP 芯片的电阻。正常的 DSP 芯片电阻为 $M \Omega$ 级。若被测芯片电阻明显低于该值,则

可断定 DSP 芯片已损坏。

2 软件设计与调试

2.1 软件设计应注意的几个问题

在进行矢量控制变频器的 DSP 软件设计时注意以下几点,可以大大减少开发时间:

(1) 在进行软件设计时,要养成良好的模块化编程风格。整个系统程序由头文件、命令文件、汇编语言文件组成。其中汇编语言文件包括主程序、子程序、中断服务程序、假中端服务程序 4 部分。子程序包括:系统初始化子程序、电流磁链转换模块、捕捉事件驱动模块、速度检测模块、相电流检测模块、光电编码器脉冲计数模块、电流环的 PI 控制模块、速度环的 PI 控制模块、斜坡信号产生模块、PARK 变换、PARK 逆变换、旋转角度正弦函数表、空间矢量产生模块、PWM 波的发生模块。为了调试程序方便,对于每个模块要分开调试通过,最后联机调试,这样可以大大减少调试时间。

(2) 在进行电机参数处理时,采用标么值处理显得十分方便。电机参数采用标么值后,不同功率的电机其电流、电压、电功率、电阻、漏抗具有相同数量级的值,考虑到控制精度与数据的表达范围,可以采用 Q4.12 格式处理数据。计算时,一般采用定子边的电流、电压、功率作为电机的基值。

(3) 数据页 DP。初始化 DP 非常重要,在所有程序中必须初始化 DP (复位不能初始化 DP),上电时,DP 是随机的,没有初始化 DP 的程序就不能正确执行。另外,在编程时应注意:① DSP 对片内存储器的访问比片外存储区要快,因此,要将经常使用的数据分配到片内存储空间,以提高数据处理速度;② 尽可能采用直接寻址的寻址方式,这样可在提供较大数据访问能力的同时,提高指令速度。

2.2 软件调试时应注意的几个问题

总结软件调试的经验,以下几点值得注意:

(1) 流水线冲突问题:LF2407 采

用四级流水线操作,指令流水线由一系列总线操作组成,它具有 4 个独立的操作阶段:取指、译码、取操作数和执行可以交替进行,在任意的指定周期内,1~4 个不同的指令均可有效,各指令均处于不同的完成阶段。因此,流水线冲突是不可避免的。通常情况下,发生流水线冲突时,可调整程序语句的次序或在相应位置插入一定数量的 NOP 指令来解决。

(2) 有效利用片内闪存:LF2407A 的一个显著优势是具备 32K 的片内闪存。它具有可擦除、可编程和非易失电源的特点。在复位期间,通过跳线,将 MP/MC 置为低电平可以选择闪存。若未选,则从片外存储器开始执行操作。在利用 JTAG 进行硬件仿真时,有时会出现程序无法全速运行的情况。若确信程序没有什么问题,不妨试着将程序写入闪存运行。笔者曾遇到类似情况,程序写入运行后一切正常,但不能全速运行;经分析可能是试验板上的片外程序、数据存储器的布线不够规范。调整布线重新制版后,程序在硬件仿真时也就全速运行了。

3 结束语

研制以 DSP 为控制器的矢量控制变频器技术越来越成熟,了解和掌握变频器的研究开发,制造高性能的变频器对占领国内外市场有着十分重要的作用。

参考文献

- [1] 黄红兵. TMS320C2XX 开发设计中应注意的几个问题. 北京: 电子技术应用, 2002, 12
- [2] 尹勇. DSP 集成开发环境 CCS 开发指南. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003, 12
- [3] 韩安太. DSP 控制器原理及其在运动控制系统中的应用. 北京: 清华大学出版社, 2003, 10
- [4] 刘和平, 王维俊, 江渝, 邓力, 等. TMS320LF240X DSP C 语言开发应用. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003: 317~326
- [5] 江思敏. TMS320LF240X DSP 硬件开发教程. 北京: 机械工业出版社, 2003, 6