

基于 DSP 的自适应数据采集卡前向通道的实现

肖逾男, 宋元胜

(武汉大学电气工程学院, 湖北 武汉 430072)

摘要: 介绍了一种基于 TMS320VC33 - DSP 芯片的数据采集卡的前向通道的实现方法, 并简要说明了电力系统故障录波装置中自适应采集的实现过程。

关键词: 数字信号处理器; 数据采集; 自适应

中图分类号: TM76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)01-0057-03

0 引言

前向通道是数据采集卡的关键部分, 直接影响着数据采集卡的性能。它的合理设计能提供预期的采样速度, 提高模/数转换精度, 简化电路, 增强电路抗干扰性能。它主要包括传感器、信号调理系统、A/D 转换芯片。其中 A/D 转换芯片是整个前向通道的核心。

电力系统故障录波装置是一种广泛用于电力系统的可在系统发生故障或扰动时对电网参数(三相电压、三相电流、有功功率、无功功率及频率变化)进行精确记录, 并实现实时监测与精确计算的装置。它要求将故障数据采集过程按时间先后分为 A、B、C、D、E 五段, 并且每一段对采样率和采样时间的要求都不同。为此我们选择高精度浮点 DSP 芯片 TMS320VC33 作为数字处理器, 并设计了以六通道输入高速 A/D 转换器 ADS7864 为核心的前向通道, 以实现采样率和采样时间的自动调整。

1 数据处理单元

TMS320VC33 是 TI 公司在 TMS320C31 基础上新近推出的 TMS320C3X 系列新一代浮点 DSP 芯片。其价格降低较多, 性能却大有上升, 是目前性价比最高的浮点运算 DSP 芯片。考虑到以下因素我们选择它作为故障录波装置的数字信号处理器。

1) 具有高速的浮点运算能力, 其中 TMS320VC-150 型在 13 ns 单周期指令执行时间时为 150MFLOPS 和 75MIPS; 而 TMS320VC33-420 型在 17 ns 单周期指令执行时间时为 120MFLOPS 和 60MIPS。在很大程度上满足了故障录波装置对信号处理速度的要求, 保证了信号处理的实时性。

2) 带有 32 位的高性能 CPU, 可进行 16/32 位整数和 32/40 位的浮点操作。可对故障录波装置所

记录的各项电网参数进行精确的计算与分析, 提高了计算与分析结果的可靠性。

3) 具有 24 位地址线, 可寻址空间高达 16M, 提供了充足的地址空间供外扩数据和程序存储器所用。合理安排数据存储空间与程序存储空间所占的份额, 可以提供充足的地址空间。当系统连续发生大扰动时, 应能无遗漏地记录每次系统大扰动发生后的全过程数据, 有利于全面而准确地监测电网运行情况。

4) 具有 8/16/32 位程序引导装载功能。可以方便地将外部的慢速 EPROM 或其它标准器件中的程序装载到快速的片内 RAM 或片外 SRAM 中来运行。省去了昂贵的快速 EPROM, 同时也减化了硬件设计、降低了成本。

5) 改进了指令集, 可支持两个或三个操作数指令, 增加了条件调用和条件返回指令, 并能实现零开销循环和单周期分支。这在简化软件设计的同时缩短了指令和程序的长度。符合故障录波装置对信号处理速度和数据存储容量的要求。

2 AD 转换单元

ADS7864 是德州仪器公司最新推出的快速六通道全差分输入的双 12 位 A/D 转换器。我们选取它作为采样装置的模数转换芯片。它有以下特点:

1) 具有六路输入通道。其六路通道被分为三对, 分别对应电力系统中的三相。特别适用于电网监测及电机控制。

2) 可以以 500 kHz 的采样速率同时进行六通道信号采样。故障录波装置要求能记录因短路故障或系统误操作引起的线路电流、电压暂态过程, 其采样频率不低于 5 kHz。ADS7864 最大限度满足了装置对快速故障记录的要求。

3) 三个保持信号输入端 (HOLDA、HOLDB、

HOLDC)用来选择输入的多路开关并启动 A/D 转换。用软件控制保持信号的频率,可实现采样速率和采样时间的自行调节。以满足故障录波装置对五个时段的不同要求。

4) 六通道全差分输入。输入信号在进入采样保持电路之前经过全差分电路运算,使其在 500 kHz 采样率情况下仍能提供高达 80 dB 的共模抑制比,对于高噪声环境下输入噪声的抑制起到了非常重要的作用。

3 数据采集卡前向通道的具体实现

图 1 给出了基于 TMS320VC33 的数据采集卡的前向通道的实现框图:

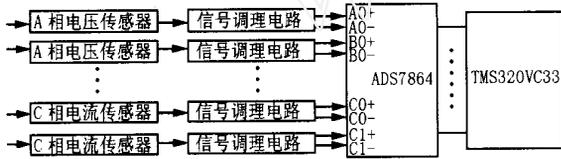


图 1 前向通道框图

Fig. 1 Block diagram of signal input channel

3.1 抗混迭滤波器

在电力系统微机继电保护中最常用的是基波及 2~5 次谐波,根据奈奎斯特抽样定理,为了防止频域混叠,采样频率必须高于其最高频率的 2 倍,在工程实际中通常取 3~5 倍,因此在采样卡前向通道中要加入抗混叠滤波单元。经过此滤波单元后,模拟量中的高频分量被滤去,可直接进入 AD 转换器中转换为数字信号。

3.2 ADS7864 与 TMS320VC33 的具体连线

采用两片 ADS7864 可对两回线上的电网参数进行采样转换,每一片 ADS7864 对应一回线上的三相电压、电流信号。合理地设计硬件电路可将两片 ADS7864 当作一个整体使用。图 2 为 ADS7864 与 TMS320VC33 之间的连线。

1) 由于 TMS320VC33 的数据线宽度为 32 位,而 ADS7864 数据线宽度为 16 位,可以将两片 ADS7864 的数据线分别接在 TMS320 VC33 数据线的低 16 位和高 16 位上。然后利用软件将读入的数据进行分离,并按两回线分别进行存储和计算。

2) TMS320VC33 数据线的高几位和片外地址选通信号 STRB 经控制逻辑的作用产生 ADS7864 的片选信号。两片 ADS7864 的片选端接在一起,与该片选信号相连,可同时选中两者。

3) 两片 ADS7864 的读信号输入端接在一起,

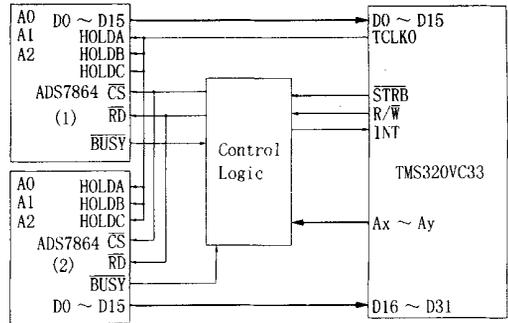


图 2 ADS7864 与 TMS320VC33 连线图

Fig. 2 Diagram of linking ADS7864 and TMS320VC33

与 TMS320VC33 的读/写信号相连,可同时读取两片 ADS7864 的转换数据。

4) 两片 ADS7864 的保持信号输入端接在一起,与 TMS320VC33 的定时信号输出端 TCLK0 相连。这样可实现 12 路信号的同时采样,并可通过软件修改 TMS320VC33 中定时器 0 的定时周期寄存器的值,以改变 ADS7864 的采样频率,实现故障数据的动态记录。

5) 两片 ADS7864 的忙状态输出信号 BUSY 经过控制逻辑和 TMS320VC33 的中断信号输入端 INT0 相连。通知 TMS320VC33 数据已转换完毕,可对其进行中断处理。

6) 两片 ADS7864 的读地址选择端 (A0、A1、A2) 均接为循环读数工作模式,即: A0 接低电平, A1、A2 接高电平。这样六通道转换结果按照 A0 A1 B0 B1 C0 C1 的次序循环读取。

设计 ADS7864 与 TMS320VC33 的硬件连线图时两者的时序配合至关重要,只有各芯片在时序上协调一致才能保证故障录波装置正常工作。图 3 给出 ADS7864 在循环读数工作模式下的时序图。

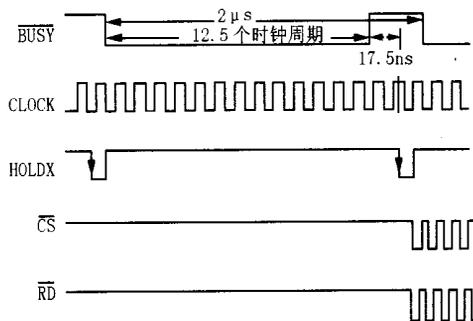


图 3 ADS7864 和 TMS320VC33 工作时序图

Fig. 3 Working sequence of ADS7864 and TMS320VC33

将所有的 HOLDX 置低可使相应通道的输入数据迅速进入保持状态。由于两片 ADS7864 的保持信

号输入端接在一起,所以同一时钟周期内 12 个通道数据同时被保持,它们将按照通道 A 通道 B 通道 C 的次序进行转换。HOLDX 下降沿必须在时钟信号下降沿之前至少 10 ns 出现,并保持至少 20 ns 的低电平状态。如果它一直置低,则该通道的 AD 转换将不会进行。HOLDX 恢复高电平之后必须保持至少 15 ns 才开始下一次保持。下一次转换必须在前一次转换完毕后有所延迟,延迟时间至少为 175 ns。

通常状态下数据输出端处于三态。转换开始之后 12.5 个时钟周期转换数据进入输出寄存器。如果一次读操作在转换开始后 12.5 个时钟周期开始, RD 和 CS 信号必须置低至少 50 ns 才能读取输出寄存器中的数据。另外 RD 和 CS 必须同时置低至少 30 ns 才能使能输出。连续读取时两次 DR 信号有效必须间隔至少 30 ns。

3.3 数据采集自适应的实现

故障录波中的故障数据采集过程按时间先后分为 A、B、C、D、E 五个部分,每个部分对应不同的采样率和采样时间,因此可以依靠 DSP 对 ADS7864 芯片的控制自动调整采样率,实现故障数据的自适应采样。工作方法有两种,均用 TMS320VC33 自带的定时器进行控制。方法一:对定时器的定时周期寄存器赋以固定的值,则在 TCL K 引脚发出一定频率的脉冲。利用此脉冲控制 ADS7864 进行采样,ADS7864 即以固定采样率采集数据。控制 DSP 芯片对 ADS7864 的 FIFO 寄存器的读取速度可以得到不同的采样率。方法二:根据具体情况对定时器周期寄存器赋不同的值,则定时脉冲 TCL K 的产生频率将发生变化,用此脉冲控制 ADS7864 采样即可得到不同的采样率。

4 结束语

电力系统动态记录包括三种功能:高速故障记录、故障动态过程记录、长过程动态记录,它们对采样率和记录时间的要求各不相同。本设计可以满足故障动态记录的这种要求,并且具有精度高、速度快的特点,有一定的价值。

参考文献:

- [1] 王念旭,等(WANG Nian-xu, et al). DSP 基础与应用系统设计(DSP Elements and Application System Design) [M]. 北京:北京航空航天大学出版社(Beijing: Beijing Astronautic and Aeronautic University Press), 2001.
- [2] 张雄伟,曹铁勇(ZHANG Xiong-Wei, CAO Tie-Yong). DSP 芯片的原理与开发应用(The Principle of DSP Chip and DSP Chip's Research & Application) [M]. 北京:电子工业出版社(Beijing: Publishing House of Electronics Industry), 2000.
- [3] 骆健,丁网林,唐涛(LUO Jian, DING Wang-lin, TANG Tao). 国内外故障录波器的比较(Comparison of Domestic and Foreign Fault Recorders) [J]. 电力自动化设备(Electric Power Automation Equipment), 2001, 21(7): 27 - 31.
- [4] ADS7864 Datasheet [Z]. Texas: Texas Instruments Incorporated, 2000.
- [5] TMS320VC33 Digital Signal Processor [Z]. Texas: Texas Instruments Incorporated, 1999.

收稿日期: 2003-03-07; 修回日期: 2003-03-24

作者简介:

肖逾男(1979-),女,硕士研究生,从事电力电子,DSP 方面的研究和开发。

宋元胜(1963-),男,副教授,从事电力电子,光纤通信方面的研究。

Using DSP to realize signal input channel of data sampling card

XIAO Yu-nan, SONG Yuan-sheng

(College of electric engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: The paper introduces a useful method to design signal input channel of data sampling card. Moreover, it briefly explains the adaptive sampling course of fault recorder device in power systems.

Key words: digital signal processor (DSP); data sampling; adaptive

喜 讯

为庆祝《继电器》成功改为半月刊并答谢广大作者、读者厚爱,鼓励青年学者科研攻关、积极创作,本刊决定对 2004 年 1 月 1 日后的来稿一律免收版面费。

继电器杂志社