

# 高性能继电保护通用平台的研究

熊列彬<sup>1</sup>, 陈德明<sup>1</sup>, 马水生<sup>2</sup>

(1. 西南交通大学电气工程学院, 四川 成都 610031; 2. 许继集团公司, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 随着电子技术的发展, 继电保护装置已实现微机化和数字化, 同时变电所综合自动化对继电保护装置的性能提出了更高的要求。介绍了一种基于 80386EX 和 ADSP2181 的新型继电保护通用平台, 着重分析了 80386EX 和 ADSP2181 之间的接口技术。

**关键词:** 综合自动化; 继电保护; 80386EX; ADSP2181

**中图分类号:** TM77 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)15-0052-04

## 0 引言

随着计算机技术和网络技术的发展, 变电所综合自动化系统在我国电力系统中得到了广泛的应用。目前变电所综合自动化系统正向“无人值班”、“有人值守”的方向发展。这就对变电所中各种保护、测量和控制设备的可靠性、稳定性提出了更高的要求。为了保证供电系统的可靠运行, 满足变电所综合自动化系统的需要, 研究高性能的继电保护通用平台, 也将成为必然。

高性能继电保护通用平台由数据处理单元 DPU (Data Process Unit) 和逻辑处理单元 LPU (Logic Process Unit) 两部分构成。数据处理单元 DPU 以 5 000 Hz 的采样频率实时采集 16 路模拟量, 同时以 1 000 Hz 的频率向逻辑处理单元 LPU 实时传送 16 路模拟量的傅立叶变换结果和经过数字滤波的采样数据。逻辑处理单元 LPU 实时接受数据处理单元 DPU 的数据, 完成逻辑判断, 实现各种保护、测量、控制功能。

## 1 通用平台硬件系统设计

### 1.1 数据处理单元(DPU)硬件设计

数据处理单元 DPU 采用 ADI 公司推出的定点 DSP 处理器 ADSP2181, 其主要特点如下: 指令周期 25 ns, 指令宽度 24 位; 片内程序存储器总线与数据存储器总线独立, 使 ADSP2181 的处理能力提高; 24 位宽度的程序存储器, 16 位宽度的数据存储器; 4 M × 8 位容量的外部位存储器寻址能力; 2 k × 16 位容量的 I/O 寻址能力, 支持与并行外设的通信; 80 k 字节片内 RAM, 配置为 16 k × 24 位程序存储器, 16 k × 16 位数据存储器; 16 位内部 DMA 口 (IDMA), 便于实现主机对 ADSP2181 内部存储器的读写; 位存储器 DMA (BDMA), 实现

对位存储器空间的读写; 8 个可编程 I/O 脚; 1 个可编程定时器。

数据处理单元 DPU 主要完成模拟量的采集、处理。

#### 1) 存储器接口

在数据处理单元 DPU 中, 程序存储器为片内 RAM, 容量为 16 k × 24 位, 数据存储器为片内 RAM, 容量为 16 k × 16 位。在片外扩展了 512 k × 8 位的 Flash 存储器 (AM29F040B), 地址映射到 ADSP2181 的位存储器 (Byte Memory) 空间内, 用于存放程序和各种数据表。

Flash 存储器的 8 位数据线 [DQ0 ~ DQ7] 与 ADSP2181 数据线 [D8 ~ D15] 直接连接; Flash 存储器的低 14 位地址线 [A0 ~ A13] 与 ADSP2181 的地址线 [A0 ~ A13] 直接连接, 高 5 位地址线 [A14 ~ A18] 与 ADSP2181 的数据线 [D16 ~ D20] 直接连接; Flash 存储器的控制信号 [OE#, WR#, CS#] 与 ADSP2181 的位存储器控制信号 [RD#, WR#, BMS#] 对应连接。

#### 2) AD 转换接口

数据处理单元 DPU 采用了 2 片 AD 转换芯片 (MAX125), 每一片 MAX125 负责 8 路模拟量的转换。MAX125 的地址映射到 ADSP2181 的 I/O 空间内。

MAX125 的数据线 [D0 ~ D13] 与 ADSP2181 的数据线 [D8 ~ D21] 直接连接; 启动转换信号 CONVST# 与 ADSP2181 的 PF2 直接连接, AD 转换结束信号 INT# 分别与 ADSP2181 的 PF0、PF1 连接。用 ADSP2181 的 IOMS#、RD#、WR#、A0 信号产生 MAX125 的 CS#、RD#、WE# 信号。

#### 3) 程序引导

ADSP2181 的引导有 3 种方式, 采用哪一种引导方式由上电复位后 MMAP、BMODE 管脚的状态决定, 详细描述见表 1。

表 1 ADSP2181 引导方式

Tab.1 Booting mode of ADSP2181

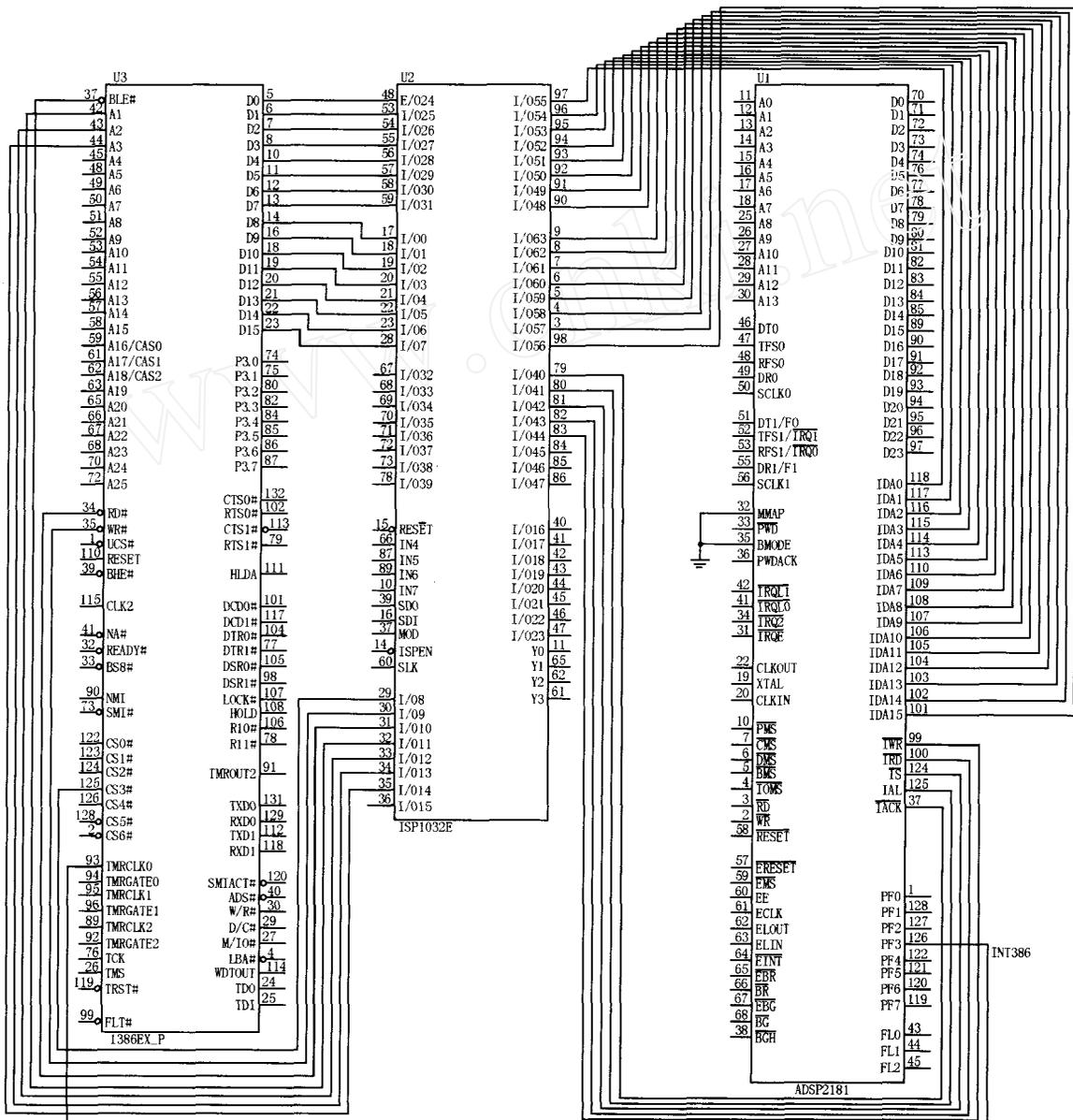
MMAP	BMODE	引导方式
0	0	BDMA 方式
0	1	IDMA 方式
1	x	直接从地址 0 开始运行

数据处理单元 DPU 采用 BDMA 引导方式。上电复位后,ADSP2181 首先执行 BDMA 传输,将 Flash 存储器中的程序和多种数据调入片内的程序存储器和数据存储器,然后从片内程序存储器的地址 0 开始运行程序。

## 1.2 数据处理单元 DPU 与逻辑处理单元 LPU 接口设计

数据处理单元 DPU 与逻辑处理单元 LPU 的接口是高性能继电保护平台的核心,是两个单元之间数据传输的纽带。基本思想是将数据处理单元 DPU 映射到逻辑处理单元 LPU 的 I/O 空间,接口硬件原理如图 1。

逻辑处理单元 LPU 的 CPU 采用 Intel 公司推出的 80386EX,主要功能是实时接收数据处理单元 DPU 的数据,完成逻辑判断,实现各种保护、测量、控制功能。



80386EX的数据线[D0~D15]通过可编程逻辑器件Lattice1032E与ADSP2181内部存储器DMA口(IDMA)的地址数据线[IDA0~IDA15]连接。将80386EX的控制信号RD#、WR#、CS3#以及地址线[A0~A3]引入Lattice1032E,产生ADSP2181内部存储器DMA(IDMA)口的控制信号IRD#、IWR#、IS#、IAL。将ADSP2181的IACK#信号引入Lattice1032E,80386EX通过读I/O口检测ADSP2181内部存储器DMA(IDMA)口的状态。

数据处理单元DPU准备好数据后,通过ADSP2181的PF3管脚向80386EX发出中断申请。80386EX检测到中断申请后,通过读其I/O口实现两个处理单元之间的数据交换。

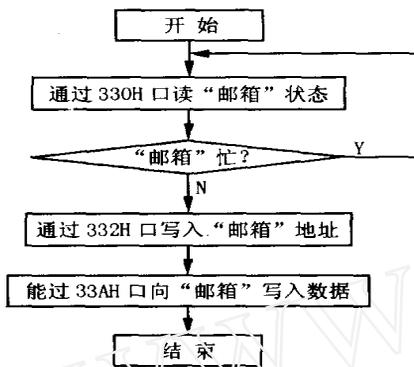


图2 写“邮箱”流程图

Fig. 2 Flow chart of writing mailbox

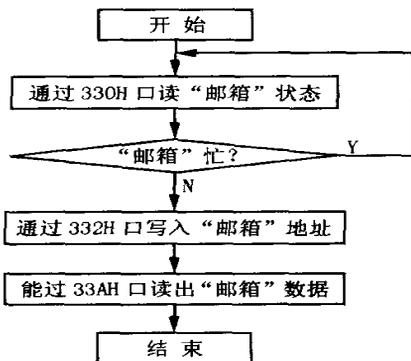


图3 读“邮箱”流程图

Fig. 3 Flow chart of reading mailbox

## 2 通用平台软件系统设计

高性能继电保护通用平台软件系统主要由3部分组成,其中逻辑处理单元LPU与数据处理单元DPU之间的数据交换是整个平台的核心。限于篇幅,数据处理单元的软件和逻辑处理单元的逻辑判断软件在这里就不做介绍,下面重点介绍数据处理

单元DPU与逻辑处理单元LPU之间数据交换的软件实现方法。

### 2.1 数据交换的基本原理

数据交换的基本原理是开辟一个供两个处理单元进行数据交换的“邮箱”,“邮箱”定义在ADSP2181的片内数据存储器内,地址范围为:3000H~3063H。其中3000H~3050H为实时数据交换区;3051H~3063H为参数设置区。将“邮箱”映射为逻辑处理单元LPU的一个并行I/O设备,在逻辑处理单元LPU中定义330H口为“邮箱”状态口,332H为“邮箱”地址口,33AH为“邮箱”数据口。读写“邮箱”的软件流程如图2、图3所示。

### 2.2 数据交换的软件实现

为了提高整个系统的实时性,在逻辑处理单元LPU中,采用8086汇编语言编程。下面重点介绍逻辑处理单元LPU读写“邮箱”的软件实现。

#### 1) 读“邮箱”程序

Read-ADSP为读“邮箱”程序,其功能是逻辑处理单元LPU将“邮箱”中的数据读入指定缓冲区中。入口参数为:BX=缓冲区偏移地址,DX=缓冲区段地址,CX=数据长度,AX=“邮箱”的起始地址。出口参数为:AX=0表示读成功,AX=1表示读失败。读“邮箱”程序如下。

```

Read-ADSP PROC FAR
    PUSH DX                ;保存参数
    PUSH CX
    PUSH AX
    MOV CX,0               ;检测油箱状态,检测 65 535 次
    MOV DX,330H
    Read-ADSP01:
        IN AX,DX
        TEST AX,01H
        JZ Read-ADSP02    ;“邮箱”不忙,跳转到 Read-AD
                           SP02
        DEC CX
        JNZ Read-ADSP01   ;“邮箱”忙,返回“1”
        POP AX
        POP CX
        POP DX
        MOV AX,1
        RET
    Read-ADSP02:
        MOV DX,332H
        POP AX
        AND AX,3FFFH
        OR AX,4000H
        OUT DX,AX         ;写入“邮箱”地址
        POP CX
        POP DX
        MOV ES,DX         ;ES=缓冲区段地址
        MOV SI,0
        SHL CX,1
        MOV DX,33AH
    Read-ADSP03:

```

```

IN AX,DX          ;读“邮箱”数据
MOV WORD PTR ES:[BX+SI],AX;
                  写入缓冲区
ADD SI,2
CMP SI,CX
JNZ Read-ADSP03
POP ES
MOV AX,0          ;读数据成功,返回“0”
RET
Read-ADSP ENDP

```

## 2) 写“邮箱”程序

Write-ADSP 为写“邮箱”程序,其功能是逻辑处理单元 LPU 将各种参数写入“邮箱”。入口参数为: BX = 参数缓冲区偏移地址,DX = 参数缓冲区段地址,CX = 数据长度,AX = “邮箱”的起始地址;出口参数为: AX = 0 表示写成功,AX = 1 表示写失败。写“邮箱”程序如下。

```

Write-ADSP PROC FAR
    PUSH DX          ;保存参数
    PUSH CX
    PUSH AX
    MOV CX,0         ;检测油箱状态,检测 65535 次
    MOV DX,330H
Write-ADSP01 :
    IN AX,DX
    TEST AX,01H
    JZ Write-ADSP02 ;“邮箱”不忙,跳转到 Write-
                    ADSP02
    DEC CX
    JNZ Write-ADSP01
    POP AX          ;“邮箱”忙,返回“1”
    POP CX
    POP DX
    MOV AX,1
    RET
Write-ADSP02 :
    MOV DX,332H
    POP AX
    AND AX,3FFFH
    OR AX,4000H
    OUT DX,AX       ;写入“邮箱”地址
    POP CX
    POP DX
    MOV ES,DX       ;ES = 参数缓冲区段地址
    MOV SI,0
    SHL CX,1
    MOV DX,33AH
Write-ADSP03 :
    MOV WORD PTR ES:[BX+SI],AX
    OUT DX,AX       ;向“邮箱”写入数据

```

```

ADD SI,2
CMP SI,CX
JNZ Write-ADSP03
POP ES
MOV AX,0          ;写数据成功,返回“0”
RET
Write-ADSP ENDP

```

## 3 结束语

本文分析了一种基于 ADSP2181 和 80386EX 双 CPU 系统的高性能继电保护通用平台的硬件原理以及两个 CPU 之间的数据交换原理。该通用平台的主要优点是将模拟信号处理与保护测控功能分开,由不同的 CPU 来完成相应的功能,从而提高系统的可靠性。基于该通用平台开发的变电所综合自动化系统于 2002 年 7 月在现场投入运行,系统运行可靠、稳定。变电所综合自动化系统的成功运行表明基于 ADSP2181 和 80386EX 双 CPU 系统的继电保护通用平台完全能够满足变电所综合自动化系统对保护、测量以及控制设备要求。

## 参考文献:

- [1] 贺威俊,张淑琴,等(HE Wei-jun, ZHANG Shu-qin, et al). 晶体管与计算机继电保护原理(Principle of Relay Protection Based on Transistor and Computer) [M]. 成都:西南交通大学出版社(Chengdu: Southwest Jiaotong University Press),1990.
- [2] ADSP 2100 Family User's Manual [Z]. Analog Devices Inc, 1998.
- [3] ADSP 2100 Family Development Tools Data Sheet [Z]. Analog Devices Inc,1998.

收稿日期: 2003-11-04; 修回日期: 2003-11-18

## 作者简介:

熊列彬(1972 - ),男,硕士,讲师,从事变电所综合自动化系统方面的教学、科研工作; E-mail: swjtr\_xj@vip.163.com

陈德明(1971 - ),男,硕士,讲师,从事变电所综合自动化系统方面的教学、科研工作;

马水生(1974 - ),男,本科,助工,从事变电所自动化产品的开发工作。

## Research on the high-performanced universal platform of relay protection

XIONGLie-bin<sup>1</sup>, CHEN De-ming<sup>1</sup>, MA Shui-sheng<sup>2</sup>

(1. Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China; 2. Xi Group Corporation, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** With the development of electronic technology, relay equipment has realized microcomputerization and digitalization, and consequently the integrated automatic system for traction substation needs optimal performance of relay. Based on ADSP2181 and 80386EX, a high-performanced universal platform of relay protection is introduced, and the interface technique between 80386EX and ADSP2181 is analysed.

**Key words:** automation; relay protection; 80386EX; ADSP2181