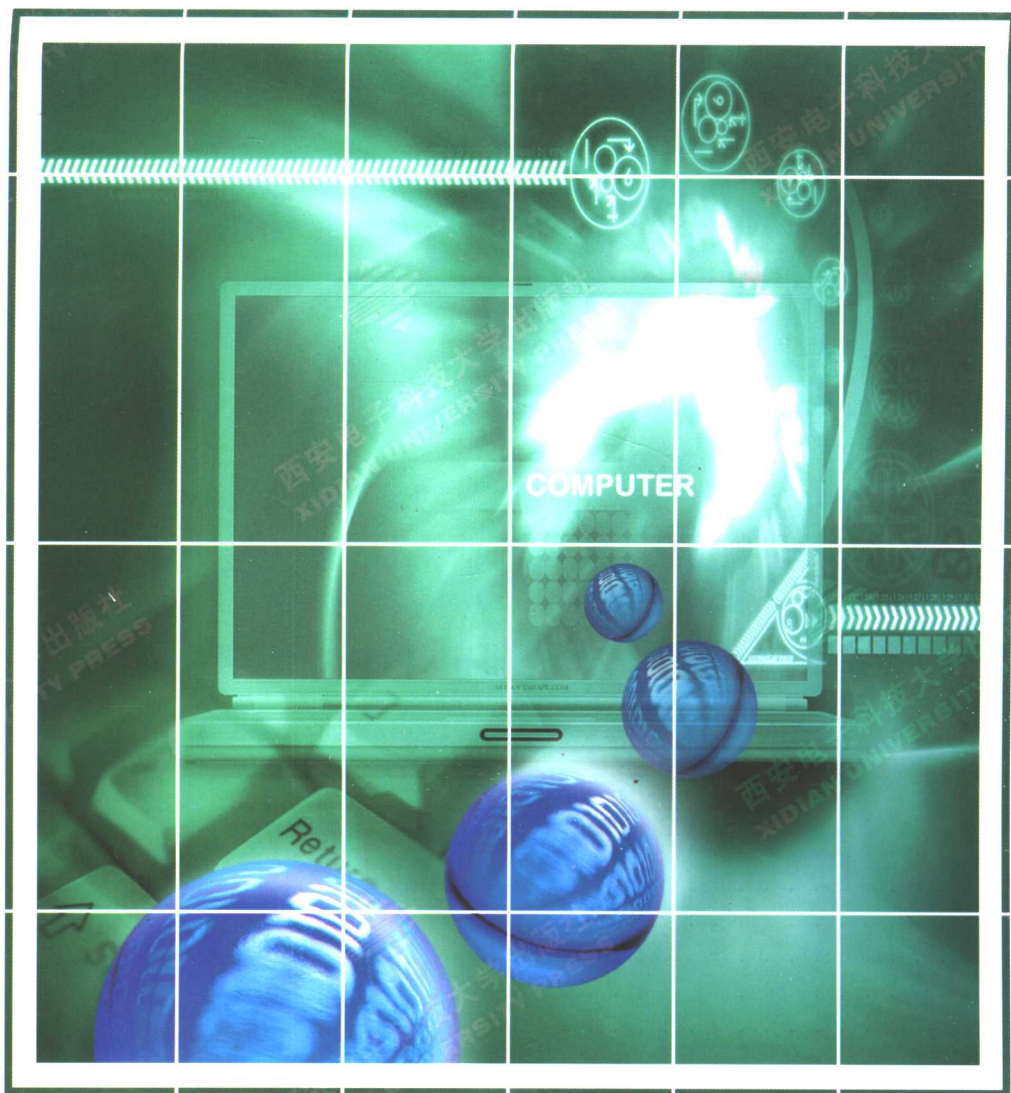


新世纪计算机类本科系列教材



# 计算机组成原理与系统结构 实验教程

杨小龙 编著

西安电子科技大学出版社  
<http://www.xduph.com>



新世纪计算机类本科系列教材

---

# 计算机组成原理 **与** 系统结构实验教程

杨小龙 编著

西安电子科技大学出版社

2004

## 内 容 简 介

本书是为了配合“计算机组成原理与系统结构”课程而编写的实验教程。本书介绍了计算机组成结构及其工作原理,并以 TDN-CM++ 教学实验系统为典型实验平台,介绍了该课程涉及的各类实验及其技术内容。全书分为两大部分,第一部分(第 1~7 章)阐述了组成计算机各个部件的结构以及由这些部件组成的一个完整计算机系统,第二部分(第 8 章)从 RISC(精简指令系统计算机)、基于重叠技术的处理机、基于流水技术的处理机等方面讨论了计算机系统结构。

本书共分为 8 章,内容包括概论、运算器、存储系统、控制器、系统总线、中央处理器、模型计算机及其设计和计算机系统结构的设计及研究。

本书可供高等院校计算机专业及相关专业学生作为实验教材使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理与系统结构实验教程 / 杨小龙编著. —西安:西安电子科技大学出版社, 2004.7  
(新世纪计算机类本科系列教材)

ISBN 7-5606-1393-4

I. 计… II. 杨… III. 计算机体系结构—实验—高等学校—教材 IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 040788 号

策 划 陈宇光

责任编辑 宁殿艳 陈宇光

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安兰翔印刷厂

版 次 2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 10.625

字 数 245 千字

印 数 1~4000 册

定 价 12.00 元

ISBN 7-5606-1393-4 / TP·0741(课)

**XDUP 1664001 - 1**

\*\*\* 如有印装问题可调换 \*\*\*

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

# 前 言

本书是唐都科教仪器公司开发生产的 TDN-CM++ “计算机组成原理及系统结构教学实验系统”的配套实验教程。书中所含实验项目丰富，内容完备。

“计算机组成原理及系统结构教学实验系统”是一套完全开放性的实验装置，通过实验，可使学生对计算机系统的基本原理有一个清晰的概念和认识，掌握设计计算机系统的原理与方法，能更好地培养学生的创新意识和设计能力。同时，可使学生对新型计算机的体系结构有一个比较深入的认识和理解。

本书分为8章。其中，第1章为系统认识实验，通过实验可使学生对计算机整机的工作过程有一个感性的认识并对本实验系统有一个初步了解；第2~5章为部件实验，研究组成计算机的每个部件的工作原理及设计方法；第6、7章为计算机整机实验，通过对几种不同复杂程度的模型计算机的设计来研究计算机各部件是如何配合工作的，并介绍了设计计算机系统的方法，在此基础上扩展到对输入/输出系统方面设计的研究；第8章为计算机体系结构方面的设计和研究，让学生学习先进的计算机体系结构方面的原理和设计方法。

各学校可以根据自己的教学计划和教学特点选取教学内容。例如，对于书中应用大规模可编程逻辑器件(CPLD)的章节，需要读者具有 CPLD 器件及其设计方法等方面的基础知识；对于没有学习过“计算机接口”课程内容的学生，也可以通过第7章的输入/输出系统部分来学习。

在本书的编写过程中，唐元华老师给予了大量的指导，并对全书做了悉心的审校，也是他提供了编写本书的机会；西安电子科技大学的李学干教授在百忙中认真审读了本书，并提出了很多宝贵的意见；还有本单位领导和同志们的大力支持，张昱东老师给予了很多宝贵的建议和帮助，陈文编写了系统软件部分等；西安电子科技大学出版社的陈宇光、宁殿艳编辑和有关工作人员也为本书的出版付出了辛苦的劳动。在此向上面提到的所有人员一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，加上计算机技术的飞速发展，新的概念和技术层出不穷，书中难免存在问题和错误，恳请广大读者批评指正。

编 者  
2004年3月

# 目 录

<b>第 1 章 概论</b> .....	1
1.1 计算机系统的基本组成 .....	1
1.2 计算机系统的层次结构 .....	3
1.3 教学实验系统简介 .....	4
1.4 系统认识实验 .....	15
<b>第 2 章 运算器</b> .....	22
2.1 基本的二进制加法器 .....	22
2.1.1 全加器 .....	22
2.1.2 并行加法器 .....	23
2.2 并行加法器设计实验 .....	24
2.3 定点乘法运算 .....	28
2.3.1 原码 1 位乘法 .....	28
2.3.2 补码 1 位乘法 .....	29
2.3.3 阵列乘法 .....	29
2.4 阵列乘法器设计实验 .....	31
2.5 多功能算术逻辑运算单元(ALU) .....	32
2.5.1 1 位 ALU 逻辑 .....	32
2.5.2 多功能算术逻辑运算单元(ALU) .....	33
2.6 算术逻辑运算实验 .....	35
2.7 进位控制实验 .....	38
2.8 移位运算实验 .....	40
<b>第 3 章 存储系统</b> .....	42
3.1 存储系统概述 .....	42
3.1.1 存储器的分类 .....	42
3.1.2 存储器的分级结构 .....	43
3.1.3 存储器的主要技术指标 .....	43
3.2 半导体存储器 .....	43
3.2.1 静态随机存储器 .....	43
3.2.2 动态随机存储器 .....	47
3.2.3 半导体只读存储器 .....	47
3.3 存储器的扩展 .....	47
3.4 双端口存储器 .....	49

3.5	高速缓冲存储器(Cache)	50
3.6	静态随机存储器实验	51
3.7	FIFO 先进先出存储器实验	53
<b>第4章</b>	<b>控制器</b>	<b>56</b>
4.1	控制器的基本功能和结构	56
4.1.1	控制器的基本功能	56
4.1.2	控制器的组成	56
4.1.3	控制器的结构	57
4.2	时序控制信号	57
4.2.1	时序部件的组成	57
4.2.2	时序控制方式	57
4.3	微程序控制器	58
4.3.1	微程序控制器的原理及结构	58
4.3.2	微指令的编码方式	60
4.3.3	微指令的格式分类	60
4.3.4	后续微地址的形成方法	60
4.4	微程序控制器实验	61
4.5	硬联控制器	68
4.5.1	硬联控制器的基本原理及结构	68
4.5.2	硬联控制器的设计步骤	69
4.6	硬联控制器实验	69
<b>第5章</b>	<b>系统总线</b>	<b>72</b>
5.1	总线的概念及分类	72
5.1.1	总线的基本概念	72
5.1.2	总线的分类	72
5.1.3	总线的连接方式	73
5.2	总线的通信方式	74
5.3	总线仲裁	75
5.4	总线基本实验	77
5.5	总线控制实验	78
<b>第6章</b>	<b>中央处理器</b>	<b>80</b>
6.1	CPU 的基本组成	80
6.1.1	中央处理器的功能	80
6.1.2	中央处理器的组成	80
6.1.3	寄存器组织	81
6.2	指令周期	81

6.3 指令系统 .....	82
6.4 寻址方式 .....	84
6.4.1 指令寻址方式 .....	84
6.4.2 操作数的寻址方式 .....	84
6.5 基本模型机设计实验 .....	85
<b>第 7 章 模型计算机及其设计 .....</b>	<b>93</b>
7.1 一台模型计算机的总体设计 .....	93
7.2 复杂模型机设计实验 .....	94
7.3 用 CPLD 实现模型计算机的设计实验 .....	102
7.4 输入/输出系统 .....	105
7.4.1 输入/输出系统概述 .....	105
7.4.2 输入/输出的基本控制方式 .....	106
7.4.3 程序中断方式 .....	107
7.5 具有中断处理功能的模型机设计实验 .....	110
7.6 扩展 8255 并行口实验 .....	118
7.7 扩展 8253 定时器/计数器实验 .....	123
<b>第 8 章 计算机系统结构的设计及研究 .....</b>	<b>126</b>
8.1 精简指令系统计算机 .....	126
8.1.1 精简指令系统思想的提出 .....	126
8.1.2 RISC 结构采用的基本技术 .....	127
8.2 基于 RISC 处理器构成模型计算机实验 .....	128
8.3 重叠处理机 .....	132
8.3.1 重叠的原理及基本思想 .....	132
8.3.2 相关处理 .....	133
8.4 基于重叠技术构成的模型计算机实验 .....	134
8.5 流水线处理机 .....	143
8.5.1 流水线的原理及基本思想 .....	143
8.5.2 相关处理 .....	144
8.6 基于流水技术构成模型计算机的实验 .....	145
<b>附录 A 实验用芯片介绍 .....</b>	<b>152</b>
<b>附录 B 国内外常用二进制逻辑元件图形符号对照表 .....</b>	<b>159</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>161</b>

# 第1章 概 论

一个完整的计算机系统是由硬件系统和软件系统两部分组成的，二者是一个有机的整体，必须协同工作才能发挥计算机的作用。硬件是计算机的物理实体，由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备五大部件组成，一般又将运算器和控制器合称中央处理器(CPU)。软件是支持计算机硬件系统工作的程序的统称，它分为系统软件和应用软件两大类。计算机系统的工作是由软件和硬件共同来完成的，有些功能既可以由硬件来完成也可以由软件来完成。

本章首先简单介绍了计算机系统的基本组成，然后从一个更高的角度介绍了计算机系统的层次划分。为了便于后续实验的学习，本章介绍了“计算机组成原理与系统结构教学实验系统”装置的结构特点及其软件的使用方法，并通过一个系统认识实验来使读者对计算机系统的基本组成及其工作原理产生一个感性认识，同时，也使读者对实验系统有一个初步的了解。

## 1.1 计算机系统的基本组成

### 1. 数字计算机的组成

一台典型的数字计算机是由五大部分组成的，即运算器、存储器、控制器、输入设备和输出设备。其基本硬件结构图如图 1.1-1 所示。

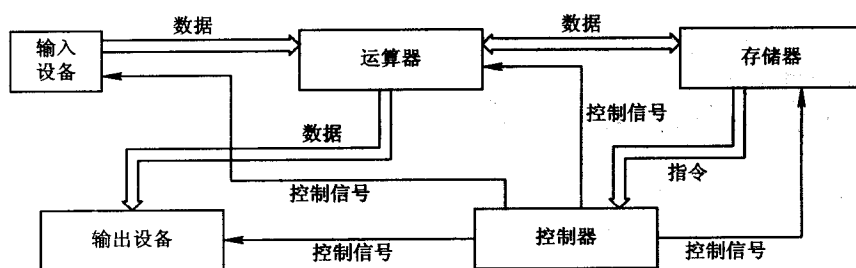


图 1.1-1 数字计算机的基本硬件结构图

**运算器：**用来进行算术和逻辑运算的部件。它由算术逻辑部件(ALU)和若干通用寄存器组成。它的主要功能是进行加、减、乘和除等算术运算和其他的逻辑运算。

**存储器：**用来存放程序和数据的部件。它以单元为单位线性编址，按地址读/写其单元。

**输入/输出设备：**计算机由输入设备接受外部信息，通过输出设备将信息送往外界。

**控制器：**负责协调上述部件的操作，发出控制命令，是计算机的指挥中心。它从存储器中取出指令，进行分析，然后发出由该指令规定的一系列微操作命令，通过控制所有其他部件来完成指令规定的功能。



通常，又把运算器和控制器合在一起称为中央处理器，即 CPU。

由图 1.1-1 可以看出，在计算机中，基本上有两股信息在流动：一种为数据信息流，即各种原始数据、中间结果、程序等；而另一股为控制信息流，即由控制器来控制装置的启动或停止，控制运算器按一定的步骤进行各种运算和处理，控制存储器进行读/写，控制输出设备输出结果等。

所以，一个计算机的操作过程可以简单地归纳为以下几步：

- (1) 通过输入设备接受信息，包括程序和数据，并将其传输到存储器中。
- (2) 经过控制器分析存放在存储器中的程序后，将其中的数据信息读取到运算器进行处理。
- (3) 通过输出设备将处理的结果送到计算机的输出设备。
- (4) 计算机内部各部件的活动均由控制器来指挥。

## 2. 数字计算机的工作原理

虽然计算机技术已经发展了几十年，计算机体系结构也发生了许多演变，但计算机一般还是基于冯·诺依曼(John Von Neumann)原理来工作的。

冯·诺依曼体制中广泛采用的工作方式的重点如下：

(1) 用二进制代码表示指令和数据。数据和指令在代码的形式上没有区别，都是以二进制形式编码的，只是它们各自的含义不同。程序本身也可以被加工和处理。

(2) 采用存储程序方式。将事先编好的程序(包括指令和数据代码)连续存放在存储器中，运行程序时自动地、连续地从存储器中依次取出指令并执行。这是计算机高速自动运行的基础。

冯·诺依曼的这种工作方式，可称为控制流(指令流)驱动方式。在这种方式下，按照指令执行的序列，依次读取指令并根据所含有的控制信息调用数据进行处理。因此，在执行的过程中，始终以控制信息流为驱动工作因素，而数据信息流则是被动地被调用处理。

为了对指令流进行控制，通过设置一个程序计数器(PC: Program Counter)来存放下一次将被执行的指令所在单元的地址。对于顺序执行的程序，每取出一条指令后 PC 的内容就自动加 1。当程序发生分支转向时，就将转向去的地址送入 PC 中，以便按转向地址读取后续指令。所以，PC 就可正确地指示并控制指令序列的执行顺序。

## 3. 计算机系统的组成

一个完整的计算机系统由硬件系统和软件系统两部分组成。其组成关系如图 1.1-2 所示。

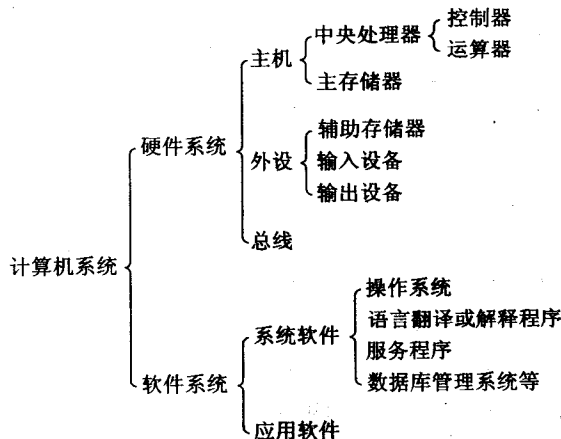


图 1.1-2 计算机系统组成关系

硬件是计算机系统的物理实体，软件是在硬件上可以运行的各类程序和文件，它们实际上是由一些算法(说明如何完成某任务的指令序列就是算法的程序体现)以及它们在计算机中的表示所构成的。

## 1.2 计算机系统的层次结构

### 1. 计算机系统的多级层次结构

计算机系统以硬件为基础，通过配置软件扩充功能，形成一个可能是相当复杂的有机组合的系统。它通常由四个以上不同的级组成，每一级都能进行程序设计，如图 1.2-1 所示。

计算机最终所能执行的只能是二进制机器指令。机器语言机器级是一个硬件级，从这一级可以看到一台实际的机器。它也是计算机软、硬件的分界面，在它的下层是计算机的硬件，它的上层是各级的软件及汇编语言级。

在机器语言级的上层是汇编语言级。汇编语言是和机器语言最接近的，它是用规定的一些助记符来编程的，助记符和指令系统一一对应。计算机只能识别机器语言，所以运行时需要把汇编语言翻译成机器码程序，再在计算机上执行。汇编语言便于记忆，比直接用机器语言编程方便得多。

高级语言机器级是运行由比汇编语言更高级的，接近于数字与人类的自然语言的语言所编写的程序的机器级。高级语言程序员在这一级上不需要了解计算机的硬件、编译及操作系统等内容。

用户程序机器级是运行具体应用软件的机器级，应用程序员不必详细了解计算机的硬件即可方便地使用机器。

多数机器是将程序设计语言编写的程序直接翻译成机器语言在硬机器级上运行，有的是先翻译成层次较低一些的中间语言，然后再交换成机器语言在硬机器级上运行。

### 2. 软件与硬件的逻辑等价性

随着大规模集成电路技术的发展和软件硬化的趋势，要明确划分硬件与软件已经显得比较困难了。有许多功能既可以直接由硬件来实现，也可以在硬件的支持下靠软件来实现，对用户来说它们在功能上是等效的。随着 CPLD/FPGA 等技术的飞速发展，设计硬件完全可以像设计软件一样方便，可以对所设计的硬件功能随时加以修改，具有在线测试、仿真等功能，这使软、硬件之间的区别更加模糊了。例如在本书后面的章节中要设计的一个乘法器实验，我们既可以在由基本单元提供的加法器和移位器功能部件的支持下，编写微程序，进行多次移位相加的方法来实现乘法，也可以由 CPLD 直接设计一个具有乘法功能的运算部件。

一般来说，功能采用硬件实现的，其速度会比较快一些，功能的变更周期也可能会长一些，但是需要增加硬件成本；采用软件实现的，虽然其速度会慢一些，但不需要增加硬

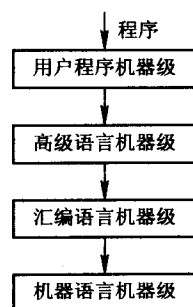


图 1.2-1 计算机系统的层次结构

件成本, 功能也较容易改变。总之, 能否选择恰当的软、硬件功能分配, 取决于所选定的设计目标、系统性能、价格、速度、可靠性、存储容量、变更周期等因素及当时的硬件技术水平等。

## 1.3 教学实验系统简介

### 1. 系统功能及特点

“计算机组成原理与系统结构教学实验系统”是西安唐都科教仪器公司推出的一套高效的、开放性的教学实验系统, 该系统可以通过对多种原理性计算机的设计、实现和调试来高效率地支持“计算机组成原理”和“计算机系统结构”等课程的开放式实验教学, 为高校各个教学层次的计算机原理教学提供了较好的解决方案。

系统功能特点如下:

(1) 结构清晰的单元式实验电路, 可构造出不同结构及不同复杂程度的原理性计算机。

系统采用部件单元式结构, 包括运算器、数据通路、存储器、控制器、信号及时序控制、内总线、外总线、外围接口及输入/输出设备、大规模可编程逻辑器件等计算机部件的单元电路, 用户可使用排线连接方式或计算机电子自动逻辑设计方式, 根据自己所设计的模型计算机结构方案来构造出不同结构及不同复杂程度的原理性计算机, 使学生能够对计算机组成结构有清楚的认识和理解。

(2) 对实验设计具有完全的开放性, 增强学生综合设计能力。

系统所具有的软、硬件结构对用户的实验设计具有完全的开放性, 其数据线、地址线、控制线都由用户来操作连接, 系统中的运算器结构、控制器结构及微程序指令的格式和定义均可由用户根据教学需要来灵活改变或重新设计。这对于用户自行设计各种结构及不同复杂程度的模型计算机提供了强大的软、硬件操作平台, 从而避免了单纯验证性的实验模式, 可极大地提高学生对计算机系统的综合设计能力。

(3) 通用逻辑器件和大规模可编程逻辑器件相结合, 可面向不同层次的学生。

系统采用通用逻辑器件和大规模可编程逻辑器件并用的方式, 既能给熟练掌握复杂逻辑系统设计的学生提供高档的实验平台, 又能对不熟悉这些内容的学生提供易操作的实验平台, 符合循序渐进、先基础后提高的教学原则。

(4) 具有实时调试功能的图形方式操作界面, 也可用于多媒体辅助教学。

系统具有与 PC 机联机实时调试的功能, 提供了图形方式的调试界面, 在调试过程中可动态实时地显示模型计算机各部件之间的数据传输以及各部件和总线上的所有信息。这种图形调试界面也可用于多媒体辅助教学, 从而获得极佳的教学效果。

(5) 多种输入/输出方式及逻辑信号测量功能, 实验操作及观察更容易。

系统提供多种输入/输出方式。通过 RS-232 串口与 PC 机联机, 可在 PC 机上进行编程并向系统装载实验程序, 在图形界面下进行动态调试及运行。另外, 还具有两路逻辑信号测量平台, 可在 PC 机上看到信号测量波形; 如单独使用本系统, 则可通过开关及 LED 以二进制码形式进行编程、显示及调试和运行。

(6) 实验电路的实时在线检测功能, 便于检查接线错误。

系统具有实验电路检测功能，通过人机交互方式可实时在线检测各实验单元电路的好坏以及模型机实验线路连接是否正确。

## 2. 系统与 PC 机联机说明

实验系统安装有一个标准的 DB 型 9 针 RS-232C 串口插座，使用配套的串行通信电缆分别插在实验系统及 PC 机的串口，即可实现系统与 PC 机的联机操作。系统配套的集成操作软件具有专为联机操作而开发的图形方式操作界面，其操作简便、直观且具有动态调试功能，可以完全根据实验系统的数据通路图来实时、动态地显示用户设计的实验数据流的流向、数据值、控制线和各单元的内容。

本系统软件是通过 PC 机串行口向实验系统上的单片机控制单元发送指令的，由实验系统的单片机直接对程序存储器、微程序控制器进行读和写，控制单拍或单步微程序、单步机器指令和程序连续运行等操作，实时监测各数据流和控制流，从而实现实时动态图形方式下的系统跟踪调试和运行。系统通信电缆连接方式如图 1.3-1 所示。

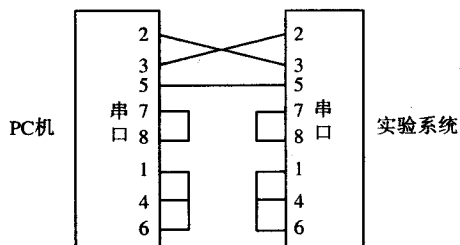


图 1.3-1 PC 机和实验系统用串行口连接方式

## 3. 软件的安装与卸载

### 1) 软件运行环境

操作系统：中、英文 Windows 95/98/2000/NT/ME。

最低配置：

CPU：奔腾 133 MHz；

内存：16 MB；

显示卡：标准 VGA，256 色显示模式以上；

硬盘：15 MB 以上；

驱动器：2X 倍速 CD-ROM 以上；

其他设备：鼠标器。

建议配置：

CPU：奔腾 166 MHz 或更高；

内存：16 MB 以上；

显示卡：SVGA，16 K 色以上显示模式，分辨率为 800×600。

其他设备同“最低配置”。

### 2) 安装软件

安装操作如下：

通过“资源管理器”找到光盘驱动器本软件安装目录下的 Setup.EXE，双击该文件名执行它，按屏幕提示进行安装操作。

“TDN-CM++1.03(W)”安装成功后，在“开始”菜单的“程序”子菜单里将出现“CMPP”程序组，单击“CMPP”即可执行该程序组。

### 3) 启动软件

软件的启动方式有如下三种：

用户可以选择【开始】→【程序】选项，在菜单中单击“CMPP”文件名即可启动该程序组。

用户也可以选择【开始】→【程序】→【启动】选项，在菜单中单击“CMPP”文件即可启动该程序组。

用户在安装“TDN-CM++1.03(W)”以后桌面上会自动出现“CMPP”快捷键，用户可以直接在桌面上双击“CMPP”快捷键就可以启动该程序组了。

#### 4) 卸载软件

联机软件提供了自动卸载功能，使用户可以方便地删除“TDN-CM++1.03(W)”的所有文件、程序组或快捷方式。选择【开始】→【程序】选项，打开“CMPP”的程序组，然后运行“卸载”项，就可执行卸载功能，按照屏幕提示操作即可以安全、快速地删除“TDN-CM++1.03(W)”软件。

### 4. 功能介绍

#### 1) 界面窗口介绍

主界面主要分为三部分：指令区、输出区和图形区，如图 1.3-2 所示。

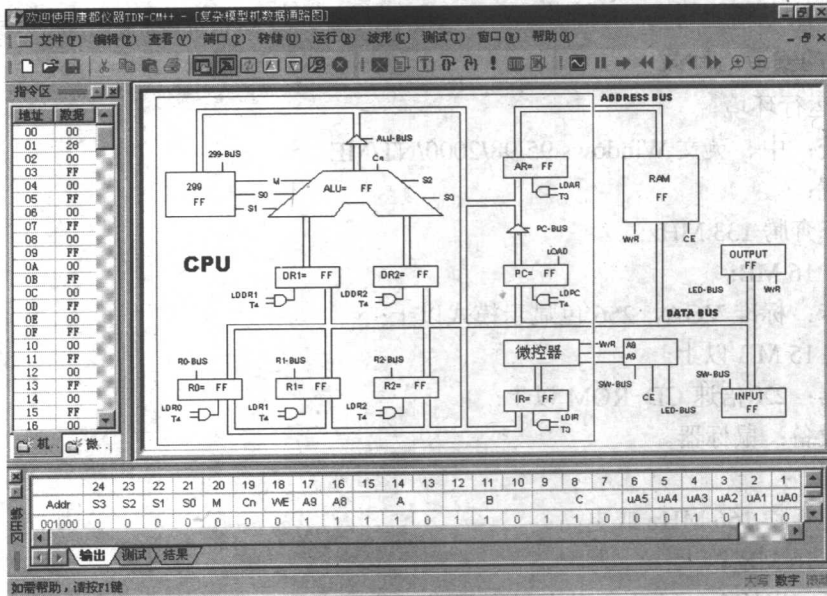


图 1.3-2 TDN-CM++界面窗口

(1) 指令区：分为两部分，即机器指令区和微指令区，在指令区的下方有两个 Tab 按钮，用户可以通过按钮在两者之间来回切换。

机器指令区：分为两列，第一列为下位机主存地址(00~FF，共 256 个单元)，第二列为每一地址中所对应的数值。如果串口通信正常且系统不忙(即串口没有被占用)，则用户可以直接修改指定单元的内容。方法是用鼠标单击要修改单元的数据，此单元格会变成一个编辑框，等待输入，该编辑框只接收两位合法的十六进制数(注意：非十六进制数不认)，如果输入正确，则可按回车键确认，或用鼠标点击别的区域，这样就完成了修改工作。如果想要结束修改，则可按下 Esc 键，编辑框就会自动消失，恢复显示原来的值。一旦编辑框

出现, 则可通过上下键让编辑框上下移动, 从而选中需要修改的地址单元。如果输入不正确, 如输入少于 2 个字符, 则不进行修改。

**微指令区:** 分为两列, 第一列为下位机微控器地址(00~3F, 共 64 个单元), 第二列为每一地址中所对应的微指令, 共 6 个字节, 对应微控器的微指令 24 位。如果串口通信正常且系统不忙(即串口没有被占用), 则用户可以直接修改指定单元的内容, 方法是用鼠标单击要修改单元的数据, 此单元格会变成一个编辑框, 等待输入, 该编辑框只接收 6 位合法的十六进制数(注意: 非十六进制数不认), 如果输入正确, 则可按回车键确认, 或用鼠标点击别的区域, 这样就完成了修改工作。如果想要结束修改, 则可按下 Esc 键, 编辑框就会自动消失。一旦编辑框出现, 用户就可以通过上下键让编辑框上下移动, 从而选中需要修改的地址单元。如果输入不正确, 如输入少于 6 位, 则不进行修改。

(2) 输出区: 分为三页: 输出页、测试页和结果页。

**输出页:** 在打开复杂模型机数据通路图或重叠模型机数据通路图并运行程序时, 用来显示下条将要执行的 24 位微码及其微地址, 这是和下位机一起实时变动的。

**测试页:** 在进行复杂模型机系统测试时为用户提供信息, 用来显示当前下位机正在测试的单元及测试结果。

**结果页:** 基本上是一个公共区域, 用来显示一些提示信息或一些错误信息, 如在 RISC 模型机中, 如果上位机检测到下位机运行有误, 就会在这一区域加以显示, 为用户提供信息。保存或装载程序时也会在这一区域为用户提供一些提示信息。

(3) 图形区: 这一区域是操作的主要区域, 用户可以在此区域编辑相应的指令, 显示各个模型机的数据通路图, 打开示波器界面等。

## 2) 功能菜单介绍

(1) 文件菜单项: 提供如图 1.3-3 所示的命令。

① **新建(N):** 用来在 CMPP 中建立一个新文档。在文件新建对话框中选择所要建立的新文件的类型。

② **打开(O)...:** 用来在一个新的窗口中打开一个现存的文档, 也可同时打开多个文档。可用窗口菜单在多个打开的文档中切换。

③ **关闭(C):** 用来关闭包含活动文档的所有窗口。CMPP 会建议在关闭文档之前保存对用户的文档所做的改动。如果没有保存而关闭了一个文档, 将会失去自从最后一次保存以来所做的所有改动。在关闭一无标题的文档之前, CMPP 会显示另存为对话框, 建议用户命名和保存文档。

④ **保存(S):** 用于将活动文档保存到当前文件名和目录下。当第一次保存文档时, CMPP 显示另存为对话框以便用户命名文档。如果在保存之前, 想改变当前文档的文件名和目录, 可选用另存为命令。

⑤ **另存为(A)...:** 用来保存并命名活动文档。CMPP 会显示另存为对话框以便命名文档。

⑥ **打印(P)...:** 用来打印一个文档。在此命令提供的打印对话框中, 用户可以指明要打

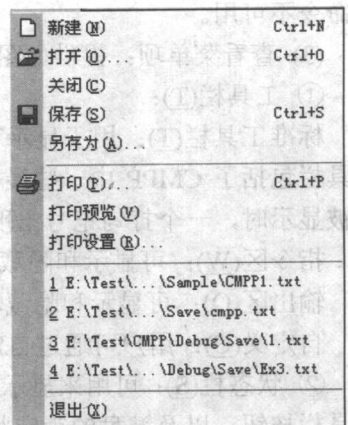


图 1.3-3 TDN-CM++文件菜单



印的页数范围、副本数、目标打印机，以及其他打印机设置选项。

⑦ 打印预览(V): 用来按要打印的格式显示活动文档。当选择此命令时, 主窗口就会被一个打印预览窗口所取代。这个窗口可以按它们被打印时的格式显示一页或两页。打印预览工具栏提供选项使用户可选择一次查看一页或两页, 在文档中前后移动、放大和缩小页面, 以及开始一个打印作业。

⑧ 打印设置(R)...: 用来选择一台打印机和一个打印机连接。在此命令提供的打印设置对话框中, 可以指定打印机及其连接。

⑨ 最近使用文件: 用户可以通过此列表, 直接打开最近打开过的文件, 共有四个。

⑩ 退出(X): 用来结束用户 CMPP 的运行阶段。用户也可使用在应用程序控制菜单上的关闭命令。

(2) 编辑菜单项: 提供如图 1.3-4 所示的命令。

① 撤消(U): 可用此命令来撤消上一步编辑操作。该命令名会根据所执行的上一步操作而变化。如果无法撤消上一步操作, 菜单上的撤消命令会变成“无法撤消”。

② 剪切(T): 用来将当前被选取的数据从文档中删除并放置于剪贴板上。若当前没有数据被选取, 则此命令不可用。

③ 复制(C): 用来将被选取的数据复制到剪切板上。若当前无数据被选取, 则此命令不可用。

④ 粘贴(P): 用来将剪贴板上的内容的一个副本插入到插入点处。如剪贴板是空的, 则此命令不可用。

(3) 查看菜单项: 提供如图 1.3-5 所示的命令。

① 工具栏(T):

标准工具栏(T): 用于显示和隐藏标准工具栏。标准工具栏包括了 CMPP 中一些最普通的命令按钮。在工具栏被显示时, 一个打勾记号出现在该菜单项目的旁边。

指令区(W): 可显示和隐藏指令区。

输出区(O): 可显示和隐藏输出区。

自定义(C): 用户可通过自定义方法定做自己的操作界面。

② 状态栏(S): 可用来显示和隐藏状态栏。状态栏描述了被选取的菜单项目或被单击的工具栏按钮, 以及键盘的锁定状态将要执行的操作。当状态栏被显示时, 在菜单项目的旁边会出现一个打勾记号。

(4) 端口菜单项: 提供如图 1.3-6 所示的命令。

① 端口 1(1): 用来选择串口 1 进行联机通信, 该命令会对串口 1 进行初始化操作, 并进行联机测试, 报告测试结果, 如果联机成功, 则将指令区初始化。

② 端口 2(2): 用来选择串口 2 进行联机通信, 该命令会对串口 2 进行初始化操作, 并进行联机测试, 报告测试结果, 如果联机成功, 则将指令区初始化。

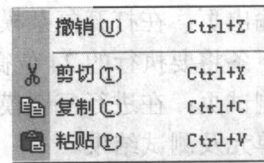


图 1.3-4 TDN-CM++编辑菜单项

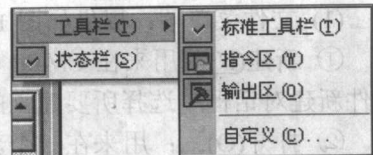


图 1.3-5 TDN-CM++查看菜单项

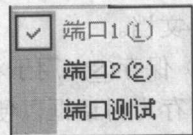


图 1.3-6 TDN-CM++端口菜单项

③ 端口测试：用来对当前选择的串口进行联机通信测试，并报告测试结果，只测一次，如果联机成功，则将指令区初始化。

(5) 转储菜单项：提供如图 1.3-7 所示的命令。

① 保存(S)：用来将下位机中(主存、微控器)的数据保存到上位机中，选择该命令会弹出一个保存对话框，如图 1.3-8 所示。

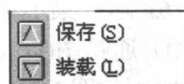


图 1.3-7 TDN-CM++转储菜单项

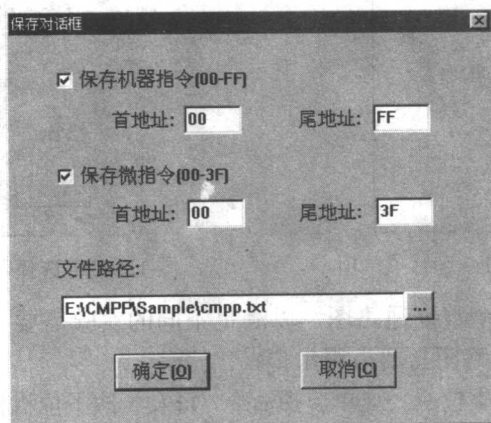


图 1.3-8 保存对话框

可以选择保存机器指令，此时首、尾地址输入框将会变亮，否则首、尾地址输入框将会变灰，在允许输入的情况下可以指定需要保存的首、尾地址，微指令也是如此。保存的数据以固定格式存入\*.TXT 格式的文件中，文件的路径由用户指定。机器指令格式为 \$P00FF，“\$”为标记号，“P”代表机器指令，“00”为机器指令的地址，“FF”为该地址中的数据。微指令格式为 \$M00AA77FF，“\$”为标记号，“M”代表微指令，“00”为机器指令的地址，“AA77FF”为该地址中的数据。

② 装载(L)：用来将上位机指定文件中的数据装载到下位机中，选择该命令会弹出一个打开文件对话框，如图 1.3-9 所示。



图 1.3-9 打开文件对话框

在打开文件对话框中可以打开任意路径下的\*.TXT 文件。如果是合法的指令文件，系统将把这些指令装载到下位机中。装载指令时，系统提供了一定的检错功能，如果指令文件中有错误的指令，将会导致系统退出装载，并提示错误的指令行。



(6) 运行菜单项：提供如图 1.3-10 所示的命令。

① 通路图(D)...：用于选择需要的数据通路图。选择该命令会弹出一个选择数据通路图对话框，如图 1.3-11 所示。

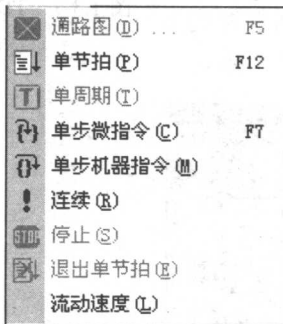


图 1.3-10 TDN-CM++运行菜单项

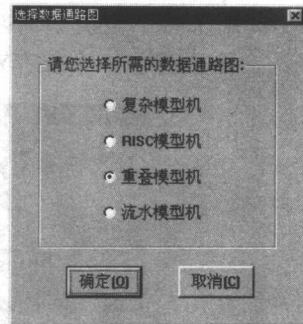


图 1.3-11 选择数据通路图对话框

系统为用户提供了四个数据通路图，以满足不同的实验需要，但是每次只允许打开一个数据通路图(因为数据通路图需要占用串口)。

② 单节拍(P)：用于向下位机发送单节拍命令，每发一次下位机将会完成一个节拍的工作。

③ 单周期(T)：用于向下位机发送单周期命令，每发一次下位机将会完成一个周期的工作。

④ 单步微指令(C)：用于向下位机发送单步微指令命令，每发一次下位机将运行完一条微指令。

⑤ 单步机器指令(M)：用于向下位机发送单步机器指令命令，每发一次下位机将会运行完一条机器指令。

⑥ 连续(R)：用于向下位机发送连续运行命令，一旦发了该命令，下位机将会进入连续运行状态，直到用户发送停止命令。

⑦ 停止(S)：如果用户已经发送了连续运行命令，使得下位机进入连续运行状态，那么此命令可以使得下位机停止运行，每次都必须在将当前指令周期运行完之后才能停止运行。

⑧ 退出单节拍(E)：用于退出单节拍运行模式，如果程序运行在单节拍模式下，是不允许用户直接修改机器指令和微指令的，只有在其退出单节拍运行模式后才能直接修改。其实退出单节拍模式就是将本周运行完毕，当用户选择单步机器指令或是连续运行时将会自动退出单节拍运行模式。

⑨ 流动速度(L)：用于指定数据通路图中数据的流动速度。选择该命令会弹出一个数据流动速度设置对话框，如图 1.3-12 所示。

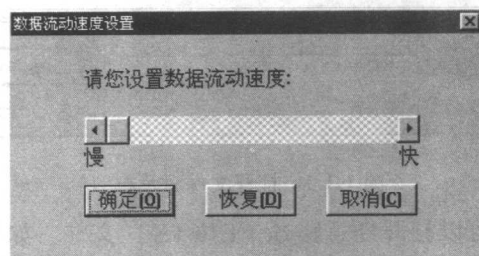


图 1.3-12 数据流动速度设置对话框