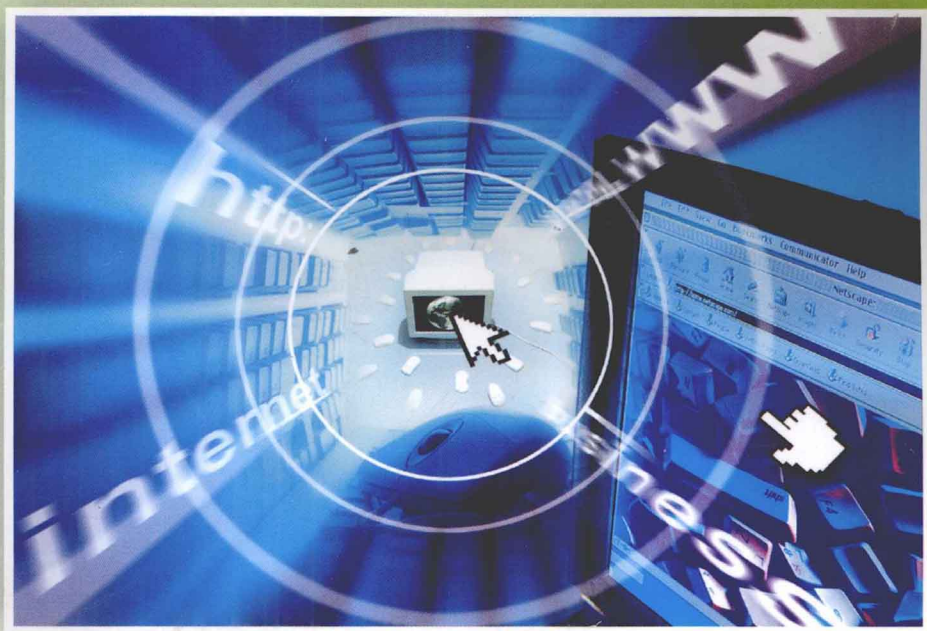


高等学校十二五规划教材·实验技能类

计算机组成原理实验

JISUANJI ZUCHENGYUANLI SHIYAN

主编 樊莉



西北工业大学出版社

计算机组成原理实验

主 编 樊 莉

编 者 毕经存 杨卫军 樊 莉

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书实验内容主要面向“计算机组成原理”课程,是以充实、固定、延伸课程学习,培养科学实验技能、严谨的工作作风和创新实践能力为目标而编写的。

本书详细介绍了计算机组成原理实验系统,并结合实验系统设计了基本运算器、超前进位加法器、静态随机存储器、Cache 控制器设计、时序发生器、微程序控制器、系统总线、简单模型机、硬布线控制器模型机和复杂模型机、带中断处理能力和带 DMA 控制功能的模型机、精简指令计算机和基于流水技术处理机等实验项目。实验项目强调原理性、针对性、创新性,实验原理论述详尽,指导性强。

本书可作为高等学校计算机科学与技术等相关专业开设计算机组成原理实验课程的教材,也可供从事该领域工作的相关人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理实验/樊莉主编. —西安:西北工业大学出版社,2011.12

ISBN 978-7-5612-3246-0

I. ①计… II. ①樊… III. ①计算机体系结构—实验 IV. ①TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 257008 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:陕西兴平报社印刷厂

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:8.625

字 数:206 千字

版 次:2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷

定 价:19.00 元

前 言

计算机组成原理是计算机专业的核心课程之一,主要讲述计算机系统各大部件的组成和工作原理,各大部件集成整机的工作机制,并建立计算机工作的整体概念,是一门实践性很强的课程,其实验环节在教学中占有很重要的地位。通过实验教学,进一步融会贯通理论教材内容,更好掌握计算机各功能模块的组成及工作原理,掌握各模块的相互联系,完整地时间上和空间上建立计算机的整机概念;掌握计算机硬件系统的分析、设计、组装和调试的基本技能。

本书的实验内容主要面向计算机组成原理课程,并兼顾计算机系统结构课程实验,是以充实、巩固、延伸课程学习,培养科学实验技能、严谨的工作作风和创新实践能力为目标而编写的。

全书共有 9 章内容。第 1 章对实验系统进行概述,主要介绍了 TD-CMA 实验教学系统的硬、软件配置及时序电路单元,为后续实验做准备。第 2~5 章介绍了基本运算器、超前进位加法器、静态随机存储器、Cache 控制器设计、时序发生器、微程序控制器、系统总线等 9 个关键单元模块的实验原理和实验内容。第 6 章从简单模型机、硬布线控制器模型机和复杂模型机三个方面介绍了模型计算机的设计思路和设计过程。第 7 章进一步加深拓展对模型计算机的认识,分别介绍了带中断处理能力和带 DMA 控制功能的模型机的综合设计思想和过程。第 8~9 章从精简指令计算机和基于流水技术处理机等方面讨论了计算机的系统结构。

本书可作为高等学校计算机科学与技术等相关专业开设计算机组成原理实验课程的教材,也可供从事该领域工作的相关人员自学参考。

本书由樊莉、毕经存、杨卫军等同志编写,其中樊莉负责编写第 1~5 章,毕经存负责编写第 6,7 章,杨卫军负责编写第 8,9 章和附录。王淑平高级实验师审核,樊莉统稿,杨卫军校对。在编写过程中,基础实验中心罗积军主任、专业基础实验中心刘延飞副主任、毛端海高级实验师、许剑锋实验师、方秦讲师、王玲实验师给予了大力支持,提出了许多指导性意见,为本书的编写提供了很多帮助,在此一并表示感谢。

由于时间仓促及水平有限,书中难免有错误和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者
2011 年 8 月

目 录

第 1 章 实验系统概述	1
1.1 系统功能及特点	1
1.2 系统构成	2
1.3 TD-CMA 系统的配置与安装	4
1.4 TD-CMA 集成软件操作说明	6
1.5 实验系统时序单元	14
第 2 章 运算器	16
2.1 基本运算器实验	16
2.2 超前进位加法器设计实验	22
第 3 章 存储系统	29
3.1 静态随机存储器实验	29
3.2 Cache 控制器设计实验	33
第 4 章 控制器	40
4.1 时序发生器设计实验	40
4.2 微程序控制器实验	43
第 5 章 系统总线与总线接口	53
5.1 系统总线和具有基本输入、输出功能的总线接口实验	53
5.2 具有中断控制功能的总线接口实验	57
5.3 具有 DMA 控制功能的总线接口实验	59
第 6 章 模型计算机	62
6.1 CPU 与简单模型机设计实验	62
6.2 硬布线控制器模型机设计实验	70
6.3 复杂模型机设计实验	74
第 7 章 输入、输出系统	89
7.1 带中断处理能力的模型机设计实验	89

7.2 带 DMA 控制功能的模型机设计实验	104
第 8 章 精简指令系统计算机	111
8.1 计算机的指令系统	111
8.2 基于 RISC 技术的模型机设计实验	113
第 9 章 流水线处理机	119
9.1 流水线的原理及基本思想	119
9.2 基于流水技术的模型机设计实验	121
附 录 实验用芯片介绍	129
参考文献	132

第 1 章 实验系统概述

“TD-CMA 计算机组成原理与系统结构教学实验系统”是西安唐都教学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,高效率地支持“计算机组成原理”和“计算机系统结构”等课程和开放性实验教学,为高校各个教学层次的计算机原理教学提供较好的方案。

1.1 系统功能及特点

1. 先进丰富的课程内容

使用实时动态图形调试实验方法,进行计算机组成原理的实验教学,比传统的实验设备增加了并行运算器、Cache 高速缓存、CPU 设计、外总线接口设计、中断、DMA 等实验内容,并可开展 CISC、RISC、重叠、流水等先进计算机系统结构的设计和实验研究。

2. 先进设计方法和开发工具

采用 VHDL 语言、ALTREA 公司最新 MAX II 系列 CPLD 和先进设计开发工具 QU-ARTUS II 来开展设计性的实验,具有更好的实用价值。

3. 先进的实时动态图形调试方式

系统为各计算机部件(运算器、存储器、控制器)分别提供了实时动态图形调试工具,使学生可以轻松了解复杂部件的内部结构和操作方法,并可实时跟踪部件的工作状态。在模型计算机整机调试的图形调试工具方面,系统除提供数据通路图、微程序流程图两种图形调试方式外,还增加了交互式微程序自动生成和当前微指令功能的模拟、系统调试过程的保存及回放等多种先进和实用的调试功能,这些图形调试方式及功能使得实验过程更为形象直观,具有优秀的示教效果。

4. 先进的运算器部件

运算器部件由一片 CPLD 来实现,内含算术、逻辑和移位 3 个运算部件,其中移位运算采用桶形移位器,各部件独立并行工作,体现了主流运算器设计思想。

5. Cache 控制器部件设计

提供 Cache 高速缓存控制器设计实验,可深刻理解高速缓存的基本原理和设计思想。

6. 开放的控制部件设计

微程序控制器部件由微程序存储器、微命令寄存器、微地址寄存器、微命令译码器、编程电路等构成,其微指令格式和微指令定义可由用户自行设计确定,也可以使用 CPLD 构造组合逻辑控制器,实现计算机硬布线控制器的设计。

7. 先进的系统总线和总线接口设计

系统提供了先进的系统总线结构,与主流的 Intel X 86 微机具有相似的系统总线和总线接口设计。实验构建的模型计算机总线接口信号,除数据总线、地址总线外,其控制总线是需

要根据计算机功能的要求来设计的,由此便可以开展关于计算机总线接口的设计实验。如:基本输入、输出功能的总线接口设计实验,具有中断控制功能和 DMA 控制功能的总线接口设计实验等。

8. 更为灵活、实用的时序发生电路和操作台设计

系统提供的时序发生器,其机器周期可以在 2 节拍和 4 节拍之间选择,这为实验教学提供了更大的灵活性;系统的本地操作控制台也是全新的设计,使得系统在独立使用时,操作起来更为合理、方便和实用。

9. 系统电路的保护性设计保证了系统的安全性

系统除了采用具有抗短路、抗过流的高性能稳压电源来保证产品的安全性外,还增加了总线竞争报警等多处保护性电路设计,可进一步保证系统的安全运行。

10. 系统电路检测功能和实验电路查错功能

系统提供了系统电路检测功能和实验电路查错功能,既可对系统电路进行维护性检测,又可对实验电路连线的正确与否进行检查,能够精确检查到用户的每一根实验电路连线。

1.2 系统构成

1. TD-CMA 实验系统硬件内容(见表 1-2-1)

表 1-2-1 TD-CMA 系统硬件内容

MC 单元	微程序存储器,微命令寄存器,微地址寄存器,微命令译码器等
ALU® 单元	算术逻辑移位运算部件,A,B 显示灯,4 个通用寄存器
PC&AR 单元	程序计数器,地址寄存器
IR 单元	指令寄存器,指令译码逻辑,寄存器译码逻辑
CPU 内总线	CPU 内部数据排线座
控制总线	读写译码逻辑,CPU 中断使能寄存器,DMA 控制逻辑
数据总线	LED 显示灯,数据排线座
地址总线	LED 显示灯,地址译码电路,数据排线座
扩展总线	LED 显示灯,扩展总线排线座
IN 单元	8 位开关,LED 显示灯
OUT 单元	数码管,数码管显示译码电路
MEM 单元	SRAM6116
8259 单元	8259 一片
8237 单元	8237 一片
8253 单元	8253 一片
CON 单元	3 组 8 位开关,系统清零按钮

续 表

时序与操作台单元	时序发生电路,555 多谐振荡电路,单脉冲电路,本地主/控存编程、校验电路,本地机器调试及运行操作控制电路
SYS 单元	系统监视电路,总线竞争报警电路
逻辑测量单元	4 路逻辑示波器
扩展单元	LED 显示灯,扩展接线座
CPLD 扩展板	ALTREA MAXII EPM1270T144C5,下载电路,LED 显示灯

2. 系统硬件布局图

系统硬件的电路布局是按照计算机组成结构来设计的,如图 1-2-1 所示,最上面一部分是 SYS 单元,这个单元是非操作区,其余单元均为操作区,在 SYS 单元之上架有 CPLD 扩展板,逻辑测量单元位于 SYS 单元的左侧,时序与操作台单元位于 SYS 单元的右侧。所有构成 CPU 的单元放在中间区域的左边,并标注有“CPU”,CPU 对外表现的是三总线,即控制总线、数据总线和地址总线,三总线并排位于 CPU 右侧。与三总线挂接的主存和各种 I/O 设备,都集中放在系统总线的右侧。在实验箱中上部对 CPU、系统总线、主存及外设分别有清晰的丝印标注,通过这 3 部分的模块可以方便地构造各种不同复杂程度的模型计算机。

当系统独立运行时,为了对微控制器或是主存进行读写操作,在实验箱下方的 CON 单元中安排了一个开关组 SD07~SD00,专门用来给出主/控存的地址。在进行部件实验时,有很多的控制信号需要用二进制开关模拟给出,因此在实验箱的最下方安排的是控制开关单元 CON 单元。

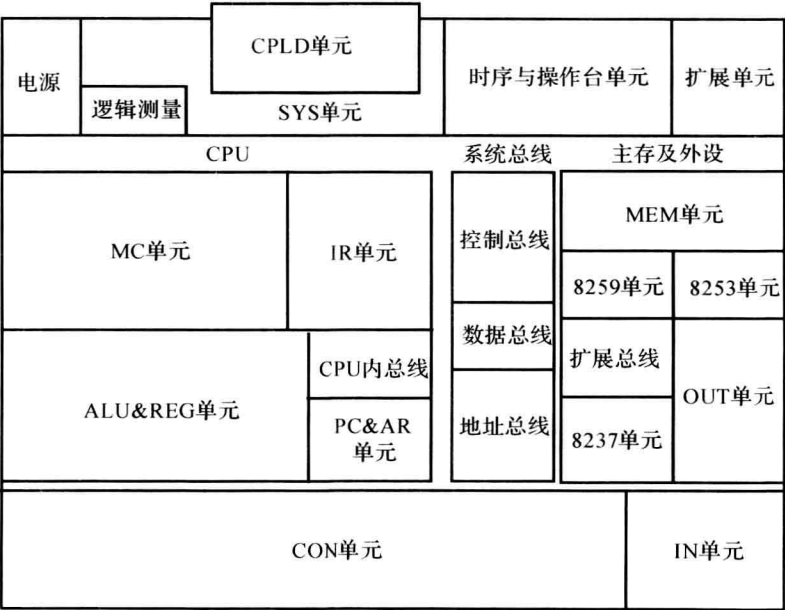


图 1-2-1 TD-CMA 系统布局图

1.3 TD-CMA 系统的配置与安装

1. 系统配置

TD-CMA 实验系统的主要元件配置情况见表 1-3-1。

表 1-3-1 TD-CMA 实验系统的主要元件配置

项 目	内 容	数 量	项 目	内 容	数 量
微程序控制器	2816	3	程序地址计数器	CPLD	1
	74LS245	5		74LS245	1
	74LS04	1	控制总线	74LS7	3
	74LS74	3		GAL16V8	1
	74LS273	2	IN 单元	拨动开关	8
	74LS175	1		74LS245	2
	74LS138	2	地址总线	74LS139	1
	GAL16V8	1	CON 单元	74LS245	1
	三挡开关	1		拨动开关	24
运算器	ALU	1		清零按钮	1
	74LS245	4	CPLD 扩展板	EPM1270T144C	1
SYS 单元	单片机	1		LED 灯	16
	MAX232	1	指令译码器	GAL20V8	1
	74LS245	5	寄存器译码器	GAL16V8	1
	74LS374	1	8259 单元	8259	1
	74LS138	2	8237 单元	8237	1
	74LS00	1	8253 单元	8253	1
	74LS04	1	扩展单元	LED 灯	8
	74LS32	1	数据总线	74LS245	1
时序单元	三挡开关	5	通信电缆	RS-232C	1
	555	1	下载电缆	ByteBlaster	1
	75LS00	1	机内电源	5V, $\pm 12V$	1
	微动按钮	2	实验用排线		若干

续 表

项 目	内 容	数 量	项 目	内 容	数 量
OUT 单元	7 段数码管	2	程序存储器	74LS245	3
	74LS273	1		6116	1
	GAL16V8	2		74LS374	1
集成操作软件		1			

2. 系统的安装

(1) TD-CMA 系统与 PC 微机相连。用 RS-232C 通信电缆一根,按图 1-3-1 所示,将 PC 微机串口和 TD-CMA 系统中的串口连接在一起。本系统软件是通过 PC 机串行口向 TD-CMA 上的单片机控制单元发送指令,从而使用单片机直接对程序存储器、微程序控制器进行读写,并可实现单步微程序、单步机器指令和程序连续运行等操作。

系统与 PC 微机采用的通信协议规定如下:57600 bps,8 位数据位,1 位停止位,无校验位,通信电缆连接方式如图 1-3-1 所示。

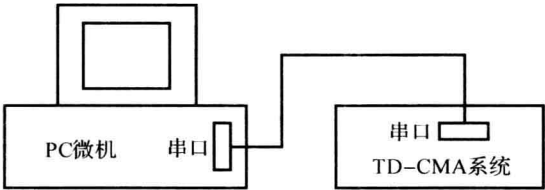


图 1-3-1 TD-CMA 系统与 PC 微机联机示意图

串行通信电缆的接线情况如图 1-3-2 所示。

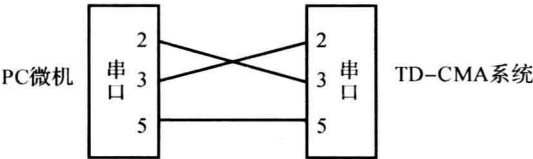


图 1-3-2 串口连接示意图

(2)TD-CMA 系统联机软件的安装。

软件运行环境:

操作系统:Windows 98/NT/2000/XP

最低配置:

CPU:奔腾 300MHz

内存:64MB

显示卡:标准 VGA,256 色显示模式以上

硬盘:20MB 以上

光驱:标准 CD-ROM

安装软件与运行:

可以通过“资源管理器”,找到光盘驱动器本软件安装目录下的“安装 CMA. EXE”,双击执行它,按屏幕提示进行安装操作。“TD-CMA”软件安装成功后,在“开始”的“程序”里将出现“CMA”程序组,点击“CMA”即可执行程序。

1.4 TD-CMA 集成软件操作说明

1.4.1 界面窗口介绍

TD-CMA 的主界面如图 1-4-1 所示,由指令区、输出区和图形区 3 部分组成。

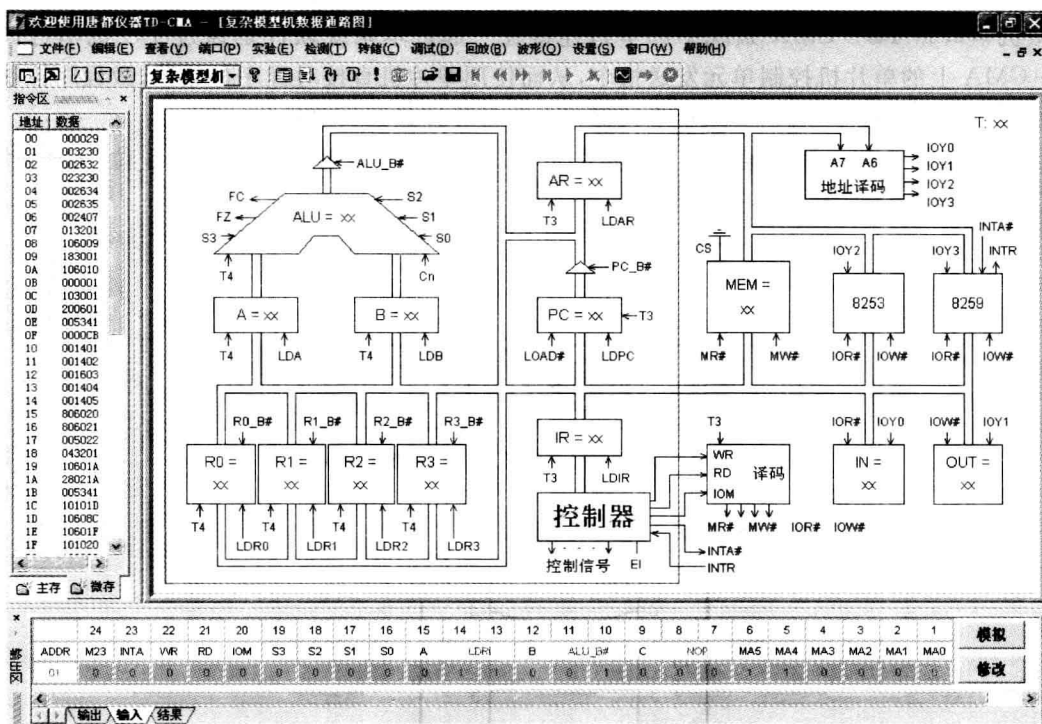


图 1-4-1 软件主界面

(1)指令区。指令区分为机器指令区和微指令区,指令区下方有两个 Tab 按钮,可通过按钮在两者之间切换。

1)机器指令区:分为两列,第一列为主存地址(00~FF,共 256 个单元),第二列为每个地址所对应的数值。串口通信正常且串口无其他操作,可以直接修改指定单元的内容,用鼠标单击要修改单元的数据,此时单元格会变成一个编辑框,即可输入数据,编辑框只接收两位合法的 16 进制数,按回车键确认,或用鼠标点击别的区域,即可完成修改工作。按 ESC 键可取消修改,编辑框会自动消失,恢复显示原来的值,也可以通过上、下方向键移动编辑框。

2)微指令区:分为两列,第一列为微控器地址(00~3F,共 64 个单元),第二列为每个地址所对应的微指令,共 6 字节。修改微指令操作和修改机器指令一样,只不过微指令是 6 位,而

机器指令是 2 位。

(2)输出区。输出区由输出页、输入页和结果页组成。

1)输出页。在数据通路图打开,且该通路中用到微程序控制器,运行程序时,输出区用来实时显示当前正在执行的微指令和下条将要执行的微指令的 24 位微码及其微地址。当前正在执行微指令的显示可通过菜单命令“【设置】—【当前微指令】”进行开关。

2)输入页。可以对微指令进行按位输入及模拟,鼠标左键单击 ADDR 值,此时单元格会变成一个编辑框,即可输入微地址,输入完毕后按回车键,编辑框消失,后面的 24 位代表当前地址的 24 位微码,微码值用红色显示,鼠标左键单击微码值可使该值在 0 和 1 之间切换。在数据通路图打开时,按动“模拟”按钮,可以在数据通路中模拟该微指令的功能,按动“修改”按钮则可以将当前显示的微码值下载到下位机。

3)结果页。用来显示一些提示信息或错误信息,保存和装载程序时会在这—区域显示一些提示信息。当系统检测时,也会在这—区域显示检测状态和检测结果。

(3)图形区。可以在此区域编辑指令,显示各个实验的数据通路图、示波器界面等。

1.4.2 菜单功能介绍

1. 文件菜单项

文件菜单(见图 1-4-2)提供了以下命令:

(1)新建(N)。在 CMA 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)。在一个新的窗口中打开一个现存的文档。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)。关闭包含活动文档的所有窗口。CMA 会建议在关闭文档之前保存对文档所做的改动。如果没有保存而关闭了一个文档,将会失去自从用户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,CMA 会显示另存为对话框,建议命名和保存文档。

(4)保存(S)。将活动文档保存到它的当前的文件名和目录下。当第一次保存文档时,CMA 显示另存为对话框以便命名文档。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)。保存并命名活动文档。CMA 会显示另存为对话框以使用户命名文档。

(6)打印(P)。打印一个文档。在此命令提供的打印对话框中,可以指明要打印的页数范围、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)。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。

新建(N)	Ctrl+N
打开(O)...	Ctrl+O
关闭(C)	
保存(S)	Ctrl+S
另存为(A)...	
打印(P)...	Ctrl+P
打印预览(V)	
打印设置(S)...	
最近文件	
退出(X)	

图 1-4-2 文件菜单项

(8)打印设置(R)。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,用户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 4 个。

(10)退出(X)。结束 CMA 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

编辑菜单(见图 1-4-3)提供了以下命令:

(1)撤销(U)。撤销上一步编辑操作。

(2)剪切(T)。将当前被选取的数据从文档中删除并放置于剪贴板上。如果当前没有数据被选取,此命令则不可用。

(3)复制(C)。将被选取的数据复制到剪贴板上。如果当前无数据被选取时,此命令则不可用。

(4)粘贴(P)。将剪贴板上内容的一个副本插入到插入点处。如果剪贴板是空的,此命令则不可用。



图 1-4-3 编辑菜单项



图 1-4-4 查看菜单

3. 查看菜单项

查看菜单(见图 1-4-4)提供了以下命令:

(1)工具栏(T)。显示和隐藏工具栏,工具栏包括了 CMA 中一些最普通命令的按钮。当工具栏被显示时,在菜单项目的旁边会出现一个打钩记号。

(2)指令区(W)。显示和隐藏指令区,当指令区被显示时,在菜单项目的旁边会出现一个打钩记号。

(3)输出区(O)。显示和隐藏输出区,当输出区被显示时,在菜单项目的旁边会出现一个打钩记号。

(4)状态栏(S)。显示和隐藏状态栏,状态栏描述了被选取的菜单项目或被按下的工具栏按钮,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钩记号。

4. 端口菜单项

端口菜单(见图 1-4-5)提供了以下命令:

(1)串口选择。选择通信端口,选择该命令时会弹出如图 1-4-6所示对话框。该命令会自动检测当前系统可用的串口号,并列于组合框中,选择某一串口后,按确定键,对选定串口进行初始化操作,并进行联机测试,报告测试结果,如果联机成功,则会将

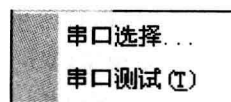


图 1-4-5 端口菜单项

指令区初始化。

(2)串口测试(T)。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,则会将指令区初始化。如果串口不能正常初始化,此命令则不可用。

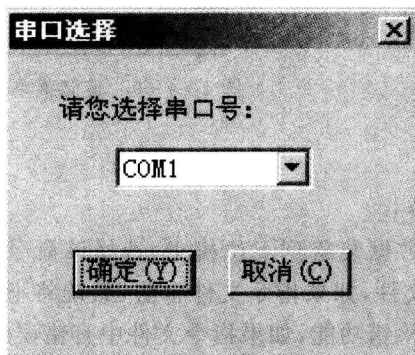


图 1-4-6 串口选择对话框

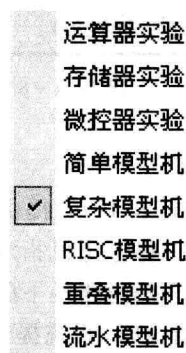


图 1-4-7 实验菜单项

5. 实验菜单项

实验菜单(见图 1-4-7)提供了以下命令:

(1)运算器实验。打开运算器实验数据通路图,如果该通路图已经打开,则把通路激活并置于最前面显示。

(2)存储器实验。打开存储器实验数据通路图,如果该通路图已经打开,则把通路激活并置于最前面显示。

(3)微控器实验。打开微控器实验数据通路图,如果该通路图已经打开,则把通路激活并置于最前面显示。

(4)简单模型机。打开简单模型机数据通路图,如果该通路图已经打开,则把通路激活并置于最前面显示。

(5)复杂模型机。打开复杂模型机数据通路图,如果该通路图已经打开,则把通路激活并置于最前面显示。

(6)RISC 模型机。打开 RISC 模型机数据通路图,如果该通路图已经打开,则把通路激活并置于最前面显示。

(7)重叠模型机。打开重叠模型机数据通路图,如果该通路图已经打开,则把通路激活并置于最前面显示。

(8)流水模型机。打开流水模型机数据通路图,如果该通路图已经打开,则把通路激活并置于最前面显示。

6. 检测菜单项

检测菜单(见图 1-4-8)提供了以下命令:

(1)连线检测(C)。

1)简单模型机。对简单模型机的连线进行检测,并在“输出区”的“结果页”显示相关信息。

2)复杂模型机。对复杂模型机的连线进行检测,并在“输出区”的“结果页”显示相关信息。

(2)系统检测(T)。启动系统检测,可以进行部件或是整机检测。

(3)停止检测(S)。停止系统检测。

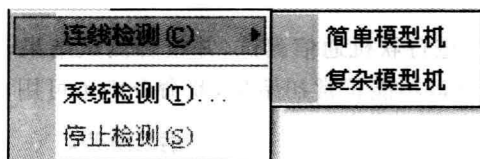


图 1-4-8 检测菜单项

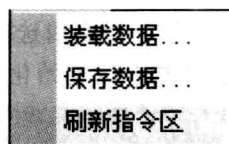


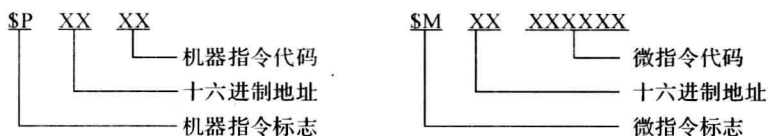
图 1-4-9 转储菜单项

7. 转储菜单项

转储菜单(见图 1-4-9)提供了以下命令：

(1) 装载数据。将上位机指定文件中的数据装载到下位机中，选择该命令会弹出打开文件对话框。可以打开任意路径下的 *.TXT 文件，如果指令文件合法，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。

指令文件中指令书写格式如下：



例如机器指令 \$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 \$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) 保存数据。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数据对话框，如图 1-4-10 所示。

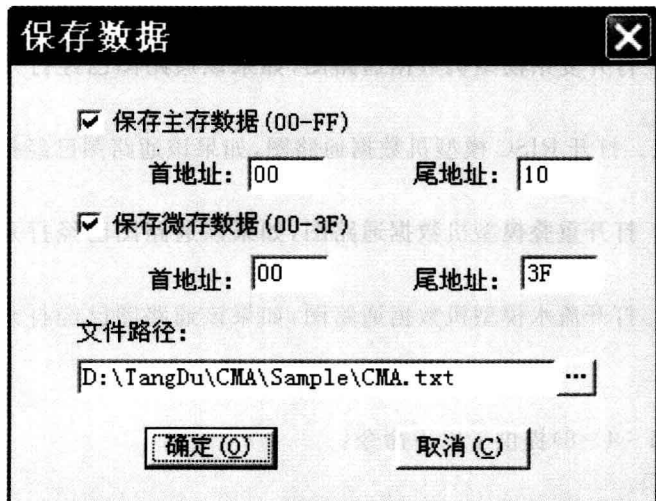


图 1-4-10 保存数据对话框

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用户可以指定需要保存的首尾地址，微指令也是如此，数据到保存指定路

径的*.TXT 格式文件中。

(3) 刷新指令区。从下位机读取所有机器指令和微指令,并在指令区显示。

8. 调试菜单项

调试菜单(见图1-4-11)提供了以下命令:

(1) 微程序流程图。当微控器实验、简单模型机和综合性实验中任一数据通路图打开时,可用此命令来打开指定的微程序流程图,选择该命令会弹出打开文件对话框。

(2) 单节拍。向下位机发送单节拍命令,下位机完成一个节拍的工作。

(3) 单周期。向下位机发送单周期命令,下位机完成一个机器周期的工作。

(4) 单机器指令。向下位机发送单机器指令命令,下位机运行一条机器指令。

(5) 连续运行。向下位机发送连续运行命令,下位机将会进入连续运行状态。

(6) 停止运行。如果下位机处于连续运行状态,此命令可以使得下位机停止运行。

9. 回放菜单项

回放菜单(见图1-4-12)提供了以下命令:

(1) 打开。打开现存的数据文件。

(2) 保存。保存当前的数据到数据文件。

(3) 首端。跳转到首页。

(4) 向前。向前翻一页。

(5) 向后。向后翻一页。

(6) 末端。跳转到末页。

(7) 播放。连续向后翻页。

(8) 停止播放。停止连续向后翻页。

10. 波形菜单项

波形菜单(见图1-4-13)提供了以下命令:

(1) 打开(O)。打开示波器窗口。

(2) 运行(R)。启动示波器,如果下位机正运行程序则不启动。

(3) 停止(S)。停止处于启动状态的示波器。

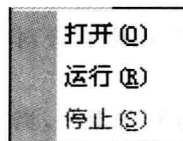


图 1-4-13 波形菜单项

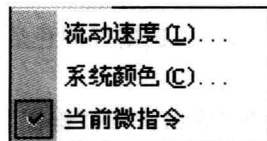


图 1-4-14 设置菜单项

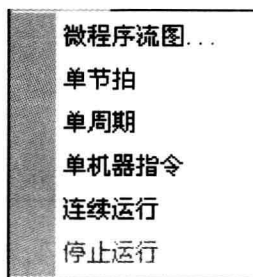


图 1-4-11 调试菜单项

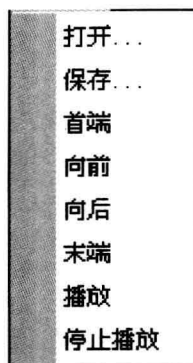


图 1-4-12 回放菜单项

11. 设置菜单项

设置菜单(见图1-4-14)提供了以下命令:

(1) 流动速度(L)。设置数据通路图中数据的流动速度,选择该命令会弹出一个流动速度