

1802微型计算机开发系统的研制*

李烈彪 陈 林 曹惠玉

(机电系)

摘 要 本文在论述微机开发系统一般问题的基础上,介绍了1820微型计算机开发系统的设计思想及主要特点。该系统设计合理,具有较强的功能,对1802通讯主机的进一步应用和开发有着很好的实用价值。

关键词 开发系统, 1802CPU, 在线仿真器

1 微机开发系统

微机开发系统 (Microcomputer Development System, 简称MDS) 是一个能对微机实时应用软件和硬件进行调试, 检修的专用微型计算机系统。它一般由通用计算机 (又称宿主机) 和在线仿真器 (In Circuit Emulator简称ICE) 组成。用户可利用MDS的软件和硬件资源以及在线仿真器, 调试检查自己设计的微机系统和智能式控制模块 (或称为目标样机), 目标样机中包括硬件和软件系统。用户通过MDS中的命令来控制仿真器的运行, 并可观察到运行的结果和出现的问题, 从而进一步地改进目标样机。

通常MDS所具有的基本功能有:

1) 实时在线仿真功能

用户利用MDS中的一个CPU (称仿真CPU) 来替代目标样机中的CPU, 从而完成目标样机的各种控制功能, 而且仿真CPU对用户必须具有较高的“透明性”和“可控”性。

2) 存储空间映象功能

MDS系统中的部分存储器可以映象成目标样机的存储器。对用户来讲, 映象存储器与目标样机存储器在空间逻辑上是一致的, 可以用来加载和运行程序或为工作单元、数据单元。

3) 硬件跟踪与追溯功能

MDS能对CPU的地址总线、数据总线和控制总线的活动进行监督和存储, 并可提供给用户进行分析。

本文1991年7月5日收到。

* 本项目属国家科技攻关项目中子项目。

4) 设置断点功能

能根据需要设置多种断点，使用户可以对硬件、软件调试工作进行更加灵活的控制。

5) 可以单步、多步或连续地执行目标程序，能保留丰富的软件、硬件运行现场供用户查询。

一个开发系统的优劣主要取决于上述功能的强弱；仿真CPU与目标样机中实际CPU的差别大小；仿真CPU占用实际CPU的软件、硬件资源的多少；仿真CPU运行结果和时序与实际CPU运行结果和时序的差异。即首先评价在线仿真器(ICE)的透明性和可控性。当然，还要看主机装备及主机所运行的开发系统的功能是否齐全，是否容易掌握，维护及再开发是否方便。

2 1802微机开发系统的设计目标

我们研制1802开发系统的目的，是为了消化、开发、调试和维护从国外引进的一套军用多用户通讯主机。该机属于一个多CPU的分布式计算机系统。机内由一块主控板和18块不同的功能模板组成，每块板上都有一个1802CPU，各模块之间每隔20ms通过中断系统和DMA系统进行数据通讯。这对于1802开发系统提出了很高的设计要求，即开发系统不仅能对18块功能模块进行单独仿真和调试，而且还可以对整机进行实时仿真。另外还要考虑到用户将来维护通讯机的方便，以及所设计的1802仿真控制器必须能够自成一个系统。

3 1802CPU概述

自1975年初由美国RCA公司提供了第一个用CMOS工艺制造的八位CMOS CPU以来，CMOS微处理机在国外已有了广泛的应用。当时的型号为CDP-1801，构成CPU需两片集成片。1976年底，在提高集成度的前提下将两片合二为一，即现在流行的CDP1802，以后又经不断地改进，从CDP 1802A发展为CDP 1802D。

RCA CDP 1802微处理器是面向寄存器的8位单片CMOS的CPU。它广泛地适用于各种专用和通用计算机系统，以及各类计算机产品。由于它本身所具有的独特性能，特别适合于军品、航天、通讯等领域。

CDP 1802 CPU的性能特点：

- 1) 温度范围符合美国军事标准(MIL)，即 $-55\sim 125^{\circ}\text{C}$ 。
- 2) 极高的噪声容限，平均可达 V_{DD} 的45%，特别适宜在工业和航天技术中应用。
- 3) 极宽的工作电压范围，4~12V，单电源。
- 4) 静态CMOS电路，在 $V_{DD}=10\text{V}$ ，时钟频率6.4MHz时，最大功率 W_{max} 为100mW。
- 5) 丰富的指令系统。有91种指令，93%是单字节指令。
- 6) 设有16个16位便笺寄存器。16个寄存器中的任何一个都可作为程序计数器PC、数据地址指示器和通用寄存器。每个寄存器都可分为两个八位寄存器，并能对每个八位寄存器进行单独地操作。没有专门的程序计数器PC和堆栈指示器SP，这是1802 CPU与现在流行的Z-80和8088 CPU的一个重要区别。
- 7) 八条地址线，分时操作形成16位地址信号。寻址范围可达64KB。

8) 具有片内DMA控制器。

9) 仅有四条I/O接口输出线。

10) 有两个中断源, DMA中断源和 \overline{INT} 中断源。中断控制系统比较简单。

11) 有1800系列专用接口芯片和专用的RAM芯片, ROM芯片。例如CDP1851并行I/O接口芯片, CDP 1834 ROM芯片, MWS 5114 RAM芯片。图1为CDP 1802 CPU的结构原理。

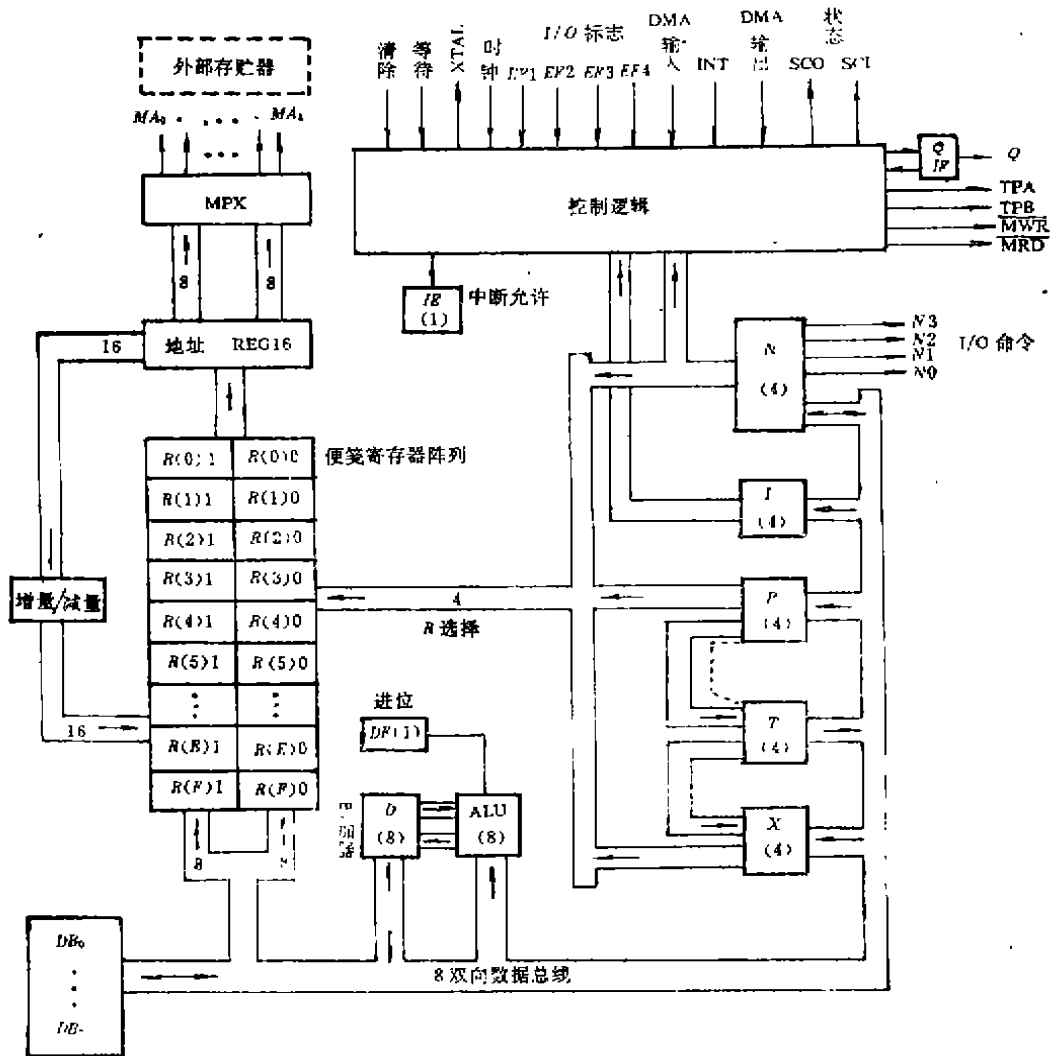


图1 CDP 1802 CPU的结构

从图中可看出, CDP 1802 CPU的结构是以寄存器阵列为基础的, 该阵列包括了16个寄存器, 每个字长为16位, 16个寄存器的编号分别为0, 1, 2, ..., E, F, 并由一组四位码对它们选址。符号为N、P和X的三个四位寄存器用于选择某个16位便笺寄存器, 分别用于存储器的双字节地址寄存器, 程序计数器和数据地址指针。因此, 被选择的寄存器中的16位

代码可以作为存储器的双字节地址，依次地送到8位地址线上供存储器读/写操作。同时其中的任何一个字节又可以通过数据总线被转移到口寄存器。由于16个寄存器中的码值也能通过增量/减量寄存器实现加一或减一操作后再返回，因而可作为计数器用。

4 1802开发系统的设计思想

根据设计目标以及我国1800系列微机现状，在资料少，且无专用外围接口芯片的情况下，我们在研制1802开发系统时，参照了国内、外各种单片机开发系统的技术指标和某些设计思想，选择了国内最为流行的长城286和长城0520或其它兼容机作为宿主机。设计的出发点是：

- 1) 立足高档的仿真技术指标。
- 2) 利用国内较为流行的74HC系列芯片取代1800系列专用接口芯片。
- 3) 充分利用宿主机的资源。
- 4) 为方便用户系统软件采用了菜单、窗口和Help等技术。软件的结构方式为集成模块化结构。
- 5) 考虑了将来通讯用户的利益。

5 1802开发系统的结构

1802开发系统由七个功能模块组成：1) 宿主机；2) 仿真模块；3) 仿真存储器模块；4) 断点逻辑模块；5) 跟踪模块；6) 仿真管理及系统管理模块；7) 系统扩展模块。结构图见图2。

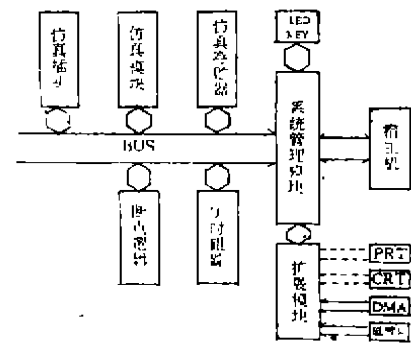


图2 1802开发系统结构图

6 1802开发系统设计的特点

6.1 有较高的仿真透明性

设计开发系统最困难的问题是仿真透明性。它包括物理及电气性能上的透明性，即仿真CPU引脚的驱动能力和电气性能应接近实际CPU；时序上的透明性，即要求仿真CPU的工作时序应与实际CPU相同；功能上的透明性，即仿真CPU提供的内部资源以及工作过程应与实际CPU的相同。

为了满足以上透明性要求，我们选择了1802 CPU 作为仿真CPU，并做了如下处理：

1) 开发系统让出了所有的I/O接口线，开发系统内采用统一编址的方法访问I/O设备。

2) 仿真CPU的地址线、数据线及输出控制线和部分输入控制线直接引到仿真插头。

一些系统必须使用的仿真CPU引脚，例如 \overline{INT} 和 \overline{Reset} 等引脚，采用负或逻辑，并选用尽可能与CDP 1802输入电气性能一致的芯片。对 \overline{INT} 引脚功能还采用软开关技术，能完全提供给目标样机使用。

3) 系统中的各种总线与仿真CPU引脚之间的联系都通过缓冲芯片进行, 并且这些芯片都为输入阻抗特高的74HC系列芯片, 因而减少了对仿真CPU引脚驱动能力的影响。

由于采用了上述多种方法, 使仿真CPU的电气性能很接近实际1802 CPU引脚的电气性能, 只是在线间的电抗特性上还有些差别。

4) 尽量释放仿真CPU内部资源, 如片内寄存器, 指令系统以及中断处理系统, DMA控制系统。开发系统仅利用了仿真CPU内16个寄存器中的Rc作为系统专用寄存器, 其余15个寄存器全部留给用户使用。中断系统和DMA系统也都由用户使用。因系统使用了寄存器Rc, 所以指令系统中有关Rc的指令用户不能使用, 其余指令的使用则不受任何限制。

6.2 58KB的用户存储空间

1802开发系统可提供58KB的存储空间供用户调试程序。系统64K存储空间中, 4KB为系统仿真程序和管理程序占用, 2KB为系统内I/O接口编址和扩展口占用。虽然牺牲了2KB内存空间, 但把CPU仅有的四根I/O线完全留给了用户。

6.3 具有断点设置, 跟踪, 单步等多项功能

开发系统的单步运行控制采用两种方式: 其一是硬件单步控制方式。利用1802单步工作方式, 便于用户检测系统各种总线上的状态。其二是软件单步控制方式。这种工作方式是本系统的一种独特的工作方式。采用这种方式运行时, 用户能了解到指令运行的结果, 了解I/O总线、数据总线、地址总线上的信息, 以及各寄存器、累加器D和CPU的各种状态寄存器中的内容。

以上两种单步运行方式都不占用CPU的中断系统。

6.4 显示和修改方便

采用了内存单元映象CPU寄存器技术, 用户可通过仿真管理控制程序, 方便地修改和显示CPU内各种寄存器中的内容。

6.5 1802在线仿真控制器自成系统, 并具有很强的扩展能力

考虑到今后通讯机用户维护的需求, 1802在线仿真控制器具有单独开发能力和很强的扩展能力, 可以在没有宿主机的场所调试通讯机, 其仿真功能与有主机时相同。实际上仿真控制器自成系统, 具有键盘输入和LED显示功能, 另外还有仿真口, 扩展口、DMA口、RS232口、磁带机口等。通过接口用户可连打印机和CRT以及其它外部设备。

6.6 系统软件功能齐全、使用方便

该开发系统的软件是根据用户的需求, 以及应达到的目标和性能指标而设计的。系统软件的设计是采用了结构化程序设计方法, 由一个主模块和十二个独立的功能子模块所构成。系统软件的结构见图3。

在系统软件的设计中主要考虑了三个方面的问题:

- 1) 在功能和系统响应上要符合要求。
- 2) 要有良好的、清晰的内部结构。另外还要考虑今后系统的扩充和维护。
- 3) 系统软件应具有友好的人机界面。设计中系统采用了交互式工作方式, 并且使用了多层

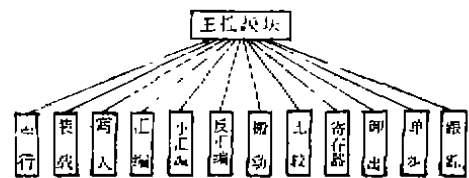


图3 1802开发系统软件的结构

窗口, 实时监测窗口, 以及菜单选择和Help提示等多种技术, 为用户使用该系统提供了一个良好的环境。

7 小 结

在研制1802开发系统的过程中, 由于1802 CPU专用的接口芯片在国内很少见, 所以采用了国内容易买到的74CH芯片进行了替代, 有效地解决了芯片之间的时序配合问题, 效果是令人满意的。另外, 因CDP 1802 CPU是面向寄存器CPU, 其指令系统、时序关系、设计思想, 都与国内其它较为流行的CPU (如Z80, 6502, 68000, 48, 59系列单片机等) 有所不同, 在资料少, 且无任何样机参考的情况下, 我们克服了许多困难, 根据用户要求按时地完成了1802开发系统的软硬件的研制工作。该系统的总体设计合理, 具有较强的功能, 并有着很好的适应性和可维护性。当然该系统还可以在一些方面做些改进, 例如: 开关设置还可适当地减少; 键盘也可以采用标准键盘等。总之1802开发系统的研制, 对1802通讯主机的进一步应用和开发有着很高的实用价值, 为今后其它开发系统的研制提供了可供参考的方法和手段。

(辑编: 刘家凯)

INVESTIGATION OF DEVELOPMENT SYSTEM OF 1802 MICROCOMPUTER

Li Liebiao Chen Ling Cao Huiyu

(Department of Mechanical and Electrical Engineering)

ABSTRACT Based on general concepts of microcomputer development system, the design concept and main characteristics of 1802 microcomputer development system are introduced in this paper. This system is rationally designed, powerful in function and very useful for further development and application of 1802 host computer in communication.

KEY WORDS microcomputer development system(MDS), 1802 central processing unit(CPU), in circuit emulator(ICE)