

TP801

Z80单板计算机使用手册

前 言

本《使用手册》共分四章。第一章概述 TP801—Z80 单板计算机的主要技术特性、功能、操作步骤及使用注意事项,并对《Z80 袖珍设计手册》作了简单说明。第二章扼要介绍了监控程序 TPBUG 及 TPBUG-A; 结合实际操作举例较为详细地叙述了各个按键的操作使用。第三章是 TP801 的结构和原理说明,主要介绍了 CPU、存储器、I/O 接口三个部件。第四章为一些实用程序举例,以供读者学习一些程序设计的方法和技巧。

为便于读者从软件和硬件两方面了解 TP801,本《使用手册》的附录编入了 TP801 的监控程序 TPBUG、线路原理图、安装位置图和零件表。此外,还编入 TP801 所使用的全部集成电路的引脚图,以使用户维修和测试本机时校对。

微处理器应用软件的编制往往使用手编程序。为方便广大 TP801 用户,我们同时提供美国 MOSTEK 公司编的《Z80 袖珍设计手册》(北京工业大学微型机应用与自动化研究室译)。其中编入了 Z80—CPU 的指令系统和 Z80 其它芯片的编程要点。

考虑到 TP801 用户中初学微处理器的读者在使用本手册时可能会遇到一些困难,我们还随产品一起提供北京工业大学微型机应用与自动化研究室编写的《微处理器实用教材——基础知识和 Z80 器件的使用》。

本《使用手册》与上述《微处理器实用教材》两本书,将作为对 TP801 用户提供技术培训时的教材。当然,这两本书也可供各类专业的技术人员和大专院校学生学习使用微型计算机入门参考。讲授这两本书约需 40~60 学时,实验课程约 24~30 学时,无需其它选修课程。学完本课程后,学员将能初步掌握 Z80 系列器件的使用、TP801 单板机的使用,并学会手编微型计算机程序的初步技巧。有条件的话,也可以通过听课或自学来读通监控程序 TPBUG(2K 字节)。

本《使用手册》第一、三章由北京工业大学微型机应用与自动化研究室徐家栋编写,第四章由该室吴定荣编写,第二章由吴定荣、徐家栋合写。该室侯伯文参加了本《使用手册》的修改定稿工作,并和徐家栋一起对监控程序的文本进行了修订和注释。

恳切希望广大 TP801 的用户及本书读者对书中的错误和不当之处提出指正。

北京工业大学电子厂

广州无线电专用设备厂

香港京業公司

1981年4月30日

再 版 说 明

为满足广大 TP801 用户和读者的需要，本《使用手册》与《微处理器实用教材》两本书又重新排版付印。这次再版纠正了原版中一些印刷错误，并在文字上作了一些修改。由于目前大部分 TP801 用户均使用 TPBUG-A 监控程序，故在《使用手册》的第二章增写了“TPBUG-A 新增加的命令键”一节，并在第四章程序举例中，也相应的以使用 TPBUG-A 的命令为主来写。

这次再版，分胶版纸和古版纸两种纸张印刷，以降低本书的售价，减轻读者的负担。读者可根据需要选购。

编 者

1981 年 10 月 10 日

第一章 概述.....	(1)
1.1 引言.....	(1)
1.2 主要技术特性.....	(1)
1.3 功能简介.....	(2)
1.4 操作步骤及注意事项.....	(8)
1.5 《Z80 袖珍设计手册》使用说明.....	(4)
第二章 键盘操作说明.....	(5)
2.1 监控程序 TPBUG 简介.....	(5)
2.2 复位(RESET)按钮.....	(6)
2.3 16 个十六进制数字键.....	(6)
2.4 MON (MONitor 监控) 键.....	(7)
2.5 MEM EXAM(MEMory EXAMine 存储单元检查) 键.....	
2.6 PORT EXAM (PORT EXAMine 口检查) 键.....	
2.7 REG EXAM (REGister EXAMine 寄存器检查) 键.....	
2.8 REG' EXAM(alternative REGister EXAMine 辅助寄存器检查)键.....	(12)
2.9 BREAK POINT(设置断点) 键.....	(14)
2.10 SINGLE STEP (单步执行程序)键.....	(15)
2.11 EXEC (EXECute 连续执行程序)键.....	(16)
2.12 CASS DUMP (CASSette DUMP 信息转储磁带)键.....	(16)
2.13 CASS LOAD (CASSette LOAD 磁带输入)键.....	(16)
2.14 PROM PROG (ePRON PROGammer EPROM 写入) 键.....	(17)
2.5 新增的命令键.....	(18)
1—Z80 单板计算机的结构和原理.....	(24)
3.1 概~.....	(24)
3.2 时钟电路.....	(24)
3.3 Z80—CPU.....	(25)
3.4 存储器.....	(25)
一、存储空间分配.....	(25)
二、存储器译码.....	(25)
三、系统RAM.....	(27)
四、PRAM1.....	(27)

五、PROM2—EPROM	(27)
3.5 I/O 接口	(29)
一、I/O 译码及空间分配	(29)
二、Z80—PIO	(30)
三、Z80—CTC	(30)
四、键盘和显示	(31)
五、录音机接口电路 (一) — 转储	(33)
六、录音机接口电路 (二) — 输入	(34)
3.6 其它部分	(34)
一、单步逻辑	(34)
二、中断电路	(34)
三、复位电路	(34)
四、电压保护电路	(35)
五、S—100 总线	(35)
六、布线区	(35)
第四章 程序举例	(36)
4.1 熟悉键盘操作和 TPBUG-A 命令的使用	(36)
4.2 相对转移指令中偏移量的计算	(41)
4.3 软件延时	(45)
4.4 Z80—CTC 的应用	(46)
4.5 Z80—PIO 的应用	(50)
4.6 EPROM 的写入程序	(51)
4.7 求十进制数的算术和	(55)
附录一 TP801 原理图、安装位置图、零件表	(57)
附录二: TP801 所用集成电路引脚图	(63)
附录三: TPBUG 监控程序	(69)
附录四: 实验指导书	(133)

第一章 概 述

1.1 引 言

近年来,微处理器/微型计算机的发展十分迅速。它的应用已深入到工业、农业、国防、科研、教育、管理以及日常生活(如家用电器、玩具)等各个领域。在自动控制和仪器仪表方面的应用尤为突出。随着大规模集成电路的发展,微处理器/微型计算机必将对计算机工业和计算机应用产生深远的影响。

为了推广微型计算机的应用,北京工业大学和香港京業公司合作,研制了一种新型的价格便宜而性能优良的 TP801—Z80 单板计算机。该机是使用 Z80 系列器件,做在一块印刷电路板上的完整的微型计算机。它结构简单,布局合理,功能齐全,用途广泛。

TP801—Z80 单板计算机作为“智能”部件,可用于生产过程控制、各种仪器和仪表或机械的单机控制、数据处理等等。它既可独立应用在小型自动控制系统中,又可用于分布系统中的前沿控制。该机尤其适合于初学者学习微型计算机的硬件、指令系统、编写程序的方法和技巧。因此,对大专院校学生和各行各业需要应用微型计算机的科技工作者来说,TP801—Z80 单板计算机也是一种经济实用的实验教学设备。

TP801—Z80 单板计算机还具有简易的开发功能,如在用户程序内可设置多至五个断点,可单步执行存于 RAM 或 PROM 中的程序,可对 2716/2758 EPROM 进行编程等。因而,可以将它用作调试样机,也可以直接将它用于微型机化(μc -based)产品中。TP801 可以在其布线区和两个 S—100 总线插座上扩展存储器板和 I/O 接口板等。为方便用户,已为 TP801 配置了 RAM 扩充板,微型点阵式打印机,以及 ADC(模数转换器)和 DAC(数模转换器)板等,供用户选用。

1.2 主要技术特性

1. 中央处理单元为 Z80—CPU。
2. 时钟(ϕ)频率为 1.9968MHz,便于使用 8080A 的接口电路。晶体振荡器的频率为 3.9936MHz。
3. RAM 为 4K 字节的 2114 静态读写存储器,也可只使用 2K 字节。
4. ROM 为 2K 字节,编入监控程序 TPBUG 或 TPBUG-A。
5. PROM 插座两个。可插入 4K 字节的 PROM 或 EPROM。
6. Z80—PIO 并行 I/O 接口芯片一个,它有两个 8 位的可编程的 I/O 口,全供用户使用。
7. Z80—CTC 计数器/定时器芯片一个,它有四个通道,通道 0 供用户使用,其余由 TPBUG 或 TPBUG-A 使用。

8. 按键共 28 个, 16 个为十六进制数字键, 12 个为命令键。当使用 TPBUG 时, 12 个命令键的功能为:

MEM EXAM (存储单元检查) 键
PORT EXAM (口检查) 键
REG EXAM (寄存器检查) 键
REG' EXAM (辅助寄存器检查) 键
EXEC (连续执行程序) 键
SINGLE STEP (单步执行程序) 键
MON (监控) 键
NEXT 键
BREAK POINT (设置断点) 键
PROM PROG (EPROM 写入) 键
CASS LOAD (磁带输入) 键
CASS DUMP (信息转储磁带) 键

若使用 TPBUG-A, 则 12 个命令键具有二十种功能:

MON' (换上挡的监控) 键
MON (换下挡的监控) 键
STEP (单步执行程序) 键
EXEC (连续执行程序) 键
DISP/MEM (偏移量计算/存储单元检查) 键
REG/REG' (寄存器检查/辅助寄存器检查) 键
DUMP/LAST (信息转储磁带/查上一个存储单元) 键
LOAD/NEXT (磁带输入/下一) 键
2FB8/PROM (用户定义功能/EPROM 写入) 键
2FBA/MOVE (用户定义功能/存储块移动) 键
2FBC/PORT (用户定义功能/口检查) 键
2FBE/BP (用户定义功能/设置断点) 键

9. 显示器有六位 LED 数字显示, 通常左四位显示地址, 右两位显示数据。

10. 配有音频盒式磁带机接口。

11. 布线区为 2.5×7 英寸。

12. S-100 总线插孔两组。

13. 电源为 $+5V \pm 5\%$, 1A。本机可以增配 7805 稳压器件, 这时输入须接 $\geq +7V$ 直流电源。若要对 EPROM 进行写入, 尚须接入 $+25V \pm 1V$, 30mA 的电源。

1.3 功能简介

TP801—Z80 单板计算机系使用 Z80 系列器件。Z80—CPU 的指令系统有指令 158 条, 其中包含了 8080A 的全部指令。此外, 还增加了数据块传送与查找、位操作(置

1、置0、测试)、相对转移、变址寻址、16位的算术运算等。Z80—CPU的内部寄存器也较8080A多,增设了IX、IY,以及一套辅助寄存器。这些特点大大增强了Z80—CPU的处理功能,并非常便于程序设计。Z80的软件可以与8080A的软件相兼容。

本机使用八个廉价的静态读写存储器2114,容量为4K字节。板上配有2K字节的ROM,存放监控程序TPBUG或TPBUG-A,便于用户利用键盘或盒式磁带输入程序和数据,以及提供其他的软件功能。板上设有一个完整的EPROM编程器,允许用户将信息写入2716/2758EPROM中,编程所需的电压为直流 $+25V \pm 1V$,最大电流为30mA。

本机配有音频盒式磁带机接口,用转录线将盒式磁带录音机与机上插孔相连,可以方便地存取数据和程序。单板机上的红色发光二极管能指示磁带上有无信息。利用这只二极管的指示,可在一盘磁带上录制几个文件。RAM和磁带之间的存取由命令键控制。板上配有六位数码显示,供显示地址和数据。通常左四位显示地址,右两位显示数据(对于PC,SP,IX,IY等16位寄存器而言,右四位显示数据)。板上还配有16个十六进制的数字键和12个命令键,它们的功能在第二章里介绍。

本机配有三个按钮和开关:按钮S1用来对整机提供RESET(复位)信号。开关S2有两个位置可供选择,如果置向MON RST位置,则在复位后,显示器上出现“-”或“P”,并扫描键盘的输入;如果指向PROM1 RST位置,则在初始化后进入PROM1中的用户程序。开关S3用来选择PROM2中的EPROM处于“写入(PGM)”或“读出(READ)”的状态。

此外,板的左上方有两组S—100总线的插座孔。Z80—CPU的地址、数据、控制总线都接到S—100总线插孔,以便在插座上扩充存储器板及I/O接口板。板的左方有 2.5×7 英寸的布线区,约可安装25片IC(集成电路)。连接到布线区的信号有:

Z80—CPU的数据、地址和控制总线;

Z80—PIO两个口(Port)的数据线和联络线;

Z80—CTC通道0的输入和输出。

1.4 操作步骤及注意事项

一、请按以下规定连线:

1. 直流稳压电源、盒式录音机均接至交流220V;
2. 用转录线将单板机上的AUX插孔与录音机上的MIC插孔相连;
3. 用转录线将单板机上的EAR插孔与录音机上的MONITOR OUT或EARPHONE插孔相连;
4. 将单板机上的电源线接入直流稳压电源的+5V输出。

二、设定单板机上的开关位置:

1. 通常将开关S2设定在MON RST位置;
2. 通常将开关S3设定在READ位置。

三、开机:

1. 接通直流稳压电源上的+5V开关;

2. 按下 RESET 按钮 SI, 计算机进入监控程序 TPBUG 或 TPBUG-A, 显示器上显示“-”或“P”, 表明机器可接收命令。

四、输入用户程序, 并进行相应的调试和操作。请参阅第二、四章。

五、如果进行第三步时不出现“-”或“P”, 则须立即关闭电源, 仔细检查导线连接有无出错, 器件与插座的接触是否可靠, 各开关位置的设定是否正确, 直流稳压电源的输出电压是否满足 $+5V \pm 5\%$ 。

六、切忌用手直接接触集成电路, 切忌对本机直接使用电源电压为交流 220V 的电烙铁, 以防损坏芯片。必须使用电烙铁时, 应将电源断开, 利用烙铁的热量进行焊接。

1.5 《Z80袖珍设计手册》使用说明

TP801-Z30 单板计算机提供用户一本《Z80 袖珍设计手册》。这本小册子扼要叙述了 Z80—CPU 指令系统及其他芯片的编程要点。

本手册第 1 页是 Z80—CPU 内可供用户使用的寄存器。其中有一套与 8080A 兼容的主寄存器, 另有一套相同的辅助寄存器, 此外还有一套专用寄存器。它们的使用请参考《微处理器实用教材—基础知识和 Z80 器件的使用》。第 2、3 页是摘要表示指令是如何影响各个标志位的。第 4 页是 8 位传送指令组, 黑体字的指令操作码与 8080A 相兼容, 其余的是 Z80 所独有的新指令。新指令是变址的传送指令。第 5 页是对这些传送指令进行更为详细的说明。第 6、7 页是 16 位传送指令组, BC 和 DE 的内容可以直接由存储单元输入, 而不必通过 HL 寄存器。第 8、9 页是交换指令组和数据块传送和查找指令组。第 10、11 页是 8 位算术和逻辑指令组, 其中大多数与 8080A 相兼容, 新增加的指令也是一些变址操作指令。第 12、13 页是其他指令组, 其中有求补码指令和中断方式选择指令。中断方式 0 是仿照 8080A 的, 而方式 2 为 Z80 系列接口芯片所使用。

第 14、15 页是 16 位算术指令组。除增加了变址操作外, 还增加了两种只有在小型计算机才具备的 ADC 和 SBC 指令。第 16、17 页提供了远较 8080A 更丰富的移位和循环移位操作的指令组。这些操作还能在以 HL, IX 和 IY 作为指针的存储单元上进行, 就象 6800 那样。此外还能将存储单元中的 BCD 数字与累加器 A 进行移位操作。第 18、19 页是位操作指令, 每一位都可被置位、复位和测试。第 20、21 页是转移指令组, 其中有二字节的相对转移, 而 8080A 只有三字节的转移指令。第 22、23 页是子程序调用和返回指令组, 其中只增加了两条新指令, RETI 和 RETN。这两条是从中断和不可屏蔽中断返回的指令。第 24、25 页是输入/输出指令。新增加的指令为以 C 寄存器作为 I/O 的指针, 数据传送的对象可以是 CPU 内 8 位寄存器。此外还可以进行数据块的输入/输出。第 26 页是 Z80—CPU 的中断结构。第 27、28 页是 Z80—PIO 和 CTC 的编程要点。第 29、30、31 页是 Z80—SIO 的编程要点。最后是 ASCII 字符表。

第二章 键盘操作说明

在这一章，逐个介绍本机中各个按键的使用，先扼要介绍监控程序 TPBUG 及相应的命令键的操作，最后一节介绍 TPBUG-A 及新增设的命令键的操作。更为详细的说明请参阅第四章及附录三。

2.1 监控程序 TPBUG 简介

TPBUG 固化在可擦的可编程序只读存储器 (EPROM) 中，在存储空间中它占用的地址为 0000—07FFH，此外，TPBUG 还使用了 112 个 RAM 单元。有了 TPBUG，就可以通过键盘向计算机输入机器语言水平的程序和数据。

TPBUG 可以划分为下列四个主要程序段：(1) 初始化、显示和键盘分析程序；(2) 键盘动作程序；(3) 实用子程序；(4) 表格。

一、初始化、显示和键盘分析程序

1. 初始化 (0000—00F3H)

它设定栈指针 $SP = 2FC0H$ ，并将其保存在 2FE2—2FE3H 单元，然后设定 TPBUG 的栈指针 $SP = 2FA8H$ 。清除键盘状态标志。在最左端显示器所对应的显示单元 DISMEM 中填入“-”的代码 11H，其余填入空格的代码 10H。

2. 显示 DISUP (00F4—0122H)

它将六个用于显示的显示缓冲单元 (DISMEM—DSMEM5) 的内容依次轮流取出，送往 LED 显示器，每位数字保持显示一毫秒。

3. 键盘分析 (0123—01CAH)

它等待并搜索键盘的输入。若没有按键压下，则又回到显示 DISUP 程序。若有按键压下，则对所按下的键进行分析。如果是数字键，则送入相应的显示单元；如果是命令键，则进入与该键功能相对应的键盘动作程序。

二、键盘动作程序 (0230—0633H)

本机有十二个命令键，相应的有十二个按键动作程序。这些动作程序的内容将在后面关于键盘操作的叙述中作简要介绍。

三、实用子程序 (0634—07A5H)

这些子程序都是供 TPBUG 中上述程序段使用的，也可以由用户调用。其中也包括一些中断服务程序。(TPBUG-A 中的实用子程序及入口地址与 TPBUG 相同)。

下面介绍几种常用的子程序。

1. UIX3 (起始地址为 0634H)

它使 IX 寄存器增 8，B 寄存器减 1。该子程序只影响 IX，B，F 三个寄存器。

2. UFOR1 (起始地址为 063CH)

它将累加器 A 中的高 4 位作为一个十六进制数字写入 (IX) 单元，将低 4 位写入 (IX+1) 单元。该程序影响的寄存器有 A，B，F。

3. D20MS (起始地址为 064FH)

它仅起延时 20ms 的作用，即调用这个子程序后，经过 20ms 后才返回。该程序影响的寄存器有 H，L，F。

4. UABIN (起始地址为 06B3H)。

它将累加器 A 中的一个 ASCII 字符转换为二进制数，再送回累加器 A。该程序使用的寄存器有 A 和 F。

5. UBASC (起始地址为 06BBH)

它将累加器 A 中的低 4 位作为一个十六进制数字，转换为 ASCII 字符，再送回累加器 A。该程序使用的寄存器有 A 和 F。

四、表格 (07A6—07FFH)

2.2 复位(RESET)按钮

本机中有两种实现复位的方法：一种是上电复位，即一合上电源即自动地提供复位信号；另一种是压下印刷电路板右方按钮开关 S1。

当开关 S3 处于 READ 位置，S2 处于 MON RST 位置时，复位按钮的作用如下：

1. 使 Z80—CPU 处于初始状态。这些初始状态包括：

- 1) 中断允许触发器处于禁止状态；
- 2) 置寄存器 I，R 的内容为 00H；
- 3) 置程序计数器 PC 的内容为 0000H；
- 4) 置中断方式为 IM0。

在复位信号有效期间，地址总线 and 数据总线处于浮动状态，所有的输出信号均为无效。

2. 使本机从 0000H 开始执行监控程序的初始化部分，详细内容请参阅上节及附录三。此时，显示器的最左端应显示 TPBUG 的待命标志符号“-”。若是 TPBUG-A。则待命标志符号为“P”（以下不再重复说明）。

3. 如果在用户程序中用 BREAK POINT (或 BP) 键设置了断点，则压下复位按钮后，所设置的断点被清除。

4. 如果开关 S2 处于 PROM1 RST 位置，则 TPBUG 执行完初始化程序后，自动转移到 PROM1 中起始地址为 0800H 的用户程序。这个功能使用户能方便地转入 PROM1 中的用户程序，而不必从键盘输入命令。

2.3 16 个十六进制数字键

这些键用来向计算机输入十六进制数字。这些数字可以是存储单元的地址、I/O 口

地址、寄存器标号、指令码，也可以是一些数据。每压下一个数字键，此数字即存入相应的显示缓冲单元。最先输入的数字送 (DISMEM = 2FF7H) 单元，依次为 (DSMEM1 = 2FF8H)，…… (DSMEM5 = 2FFCH)，(DSMEM6 = 2FFDH)，(DSMEM7 = 2FFE H)。并将前六个单元的内容显示于六位LED显示器上，(DISMEM) 单元在最左边的 LED 上显示出来，具体操作如表 2.1 所示。

数字键与命令键的联合使用见以下各节。

表 2.1 数 字 键 使 用 举 例

按 键	显 示	说 明
MON	—	压下 MON 键或按复位按钮，显示“—”
2	2	压下第一个数字键 2
0	2 0	再压下数字键 0
3 4	2 0 3 4	先后压下数字键 3，4
B 6	2 0 3 4 B 6	先后压下数字键 B，6
7	2 0 3 4 B 6	压下第七个数字键 7 没有任何反应
8	—	压下第八个数字键 TPBUG 进行处理，由于没有命令键输入，连续输入 8 个数字毫无意义，所以控制进入 TPBUG 的初始化部分

2.4 MON (MONitor 监控键)

MON 键有两种功能。一是中止现行程序的执行，当计算机执行 RAM 中的用户程序时（也即用户已压下过 EXEC 键），压下 MON 键，通过 U15 单稳电路向 CTC 通道 2 的 C/T2 输入一个脉冲。由于在 EXEC 键的键盘动作程序（起始地址为 0230H）中，将 CTC 通道 2 设定为计数器工作方式，其初始常数为 01H，因而，C/T2 的脉冲导致 ZC2 上产生一个脉冲。这个脉冲通过 U33 和 U34 送往 CPU 的 NMI 输入端，从而产生不可屏蔽中断，程序转入 0066H 及 01CBH 的中断服务程序。

这种功能在分析程序故障时尤其有用。例如，如果由于程序设计上的错误，或者由

于执行了一条暂停 (HALT) 指令, 或者由于陷入无休止循环, 那么用户可以使用 MON 键, 使控制返回到监控程序 TPCUG 并能保护 CPU 寄存器内容。这样, 用户就能知道压下 MON 键时程序执行到何处。

MON 键的另一种功能是, 中止或者退出当前的命令状态或输入数据, 使控制返回到 TPCUG 的初始化部分, 等待下一个按键输入, 以便输入新的命令或数字。

通常要进行一种新的操作方式之前, 均需压下 MON 键, 使显示器上出现 “-” 后, 才能压下新的命令键或数字键。

MON 键与复位按钮的作用相似, 都是使控制返回到 TPCUG。其不同点是: MON 键能保护 CPU 寄存器的状态以及 TPCUG 所使用的某些 RAM 专用单元(主要是键盘状态标志)。表 2.2 是说明 MON 键使用的例子。

表 2.2 MON 键使用举例

按 键	显 示	说 明
MON	—	准备接受命令
2 0 0 0	2 0 0 0	输入四个数字, 作为存储单元地址
MEM EXAM	2 0 0 0 × ×	检查 2000 单元, × × 为读出值
MON	—	退出以上工作方式
8 4	8 4	输入口地址
PORT EXAM	8 4 × ×	检查口 84, × × 为读出值

2.5 MEM EXAM (MEMory EXAMine 存储单元检查) 键

MEM EXAM 键用来检查或更改 RAM 单元的内容, 也就是通过键盘命令对 RAM 单元进行读、写操作。此外, 也可对 ROM 或 PROM 进行读操作。

当显示器最左端出现 “-” 标志后, 通过键盘输入表示地址的四个十六进制数字。先送地址的高位数字, 后送低位数字。每送入一个数字, 就立即显示在显示器上, 最高位显示在最左端。然后压下 MEM EXAM 键, 则在最右边两个显示器上出现该存储单元的内容。如果还没有送完四个数字的地址就压下 MEM EXAM 键, 那么压下此键不起任何作用, 右边

两个显示器上不会出现数字，也不影响以前输入的数字。在这种情况下，如果继续输入数字，在送完地址的四个数字之后再一次压下 MEM EXAM 键，那么在显示器上仍能出现该单元的内容。

表 2.3 MEM EXAM 键 使 用 举 例

按 键	显 示	说 明
<u>2</u> <u>1</u>	2 1	压下两个数字键
MEM EXAM	2 1	此键不起任何作用
<u>3</u> <u>4</u>	2 1 3 4	继续输入数字 3、4
MEM EXAM	2 1 3 4 5 6	显示该单元内容 5、6

其次，介绍如何更改存储单元的内容。（参阅表2.4）

在完成上述检查存储单元内容的操作之后，显示器上有六个数字，左边四个数字为地址，右边两个数字为存储单元的内容。如果再输入两个数字，这两个数字即被写入该存储单元，并被显示出来，原先的存储单元内容随即消失。值得注意的是，只有送完两个数字后，显示才会更新。如果只输入一个数字，则这个数字保存在(DSMEM6=2FFDH)单元中，不起任何作用。只有当第二个数字输入后，才会将这两个数字写入该存储单元中，然后从此存储单元中送至DSMEM4和DSMEM5单元中，并被显示出来。如果由于偶然的疏忽，用户企图更改ROM或空单元的内容，虽然在DSMEM6和DSMEM7单元会保存新输入的数字，但是它无法通过存储单元而进入DSMEM4和DSMEM5单元，从而不会更改右边显示的内容。此时用户会意识到自己的操作错误。

如果连续压下MEM EXAM键，则其结果只是重复读出并显示出该存储单元的地址和内容。如果压下NEXT键，则显示下一个单元的地址和内容。

2.6 PORT EXAM (PORT EXAMine 口检查) 键

PORT EXAM 键的功能与 MEM EXAM键相似，它用来检查或更改口的内容。

当显示器最左端出现“-”标志后，通过键盘输入口地址的两个十六进制数字，先送地址的高位数字，后送地址的低位数字。由于最多只能访问256个I/O口，所以口地址只需要两个十六进制数字。然后压下 PORT EXAM 键，则在最右边两个显示器上将出现该口的内容。由于它的功能与 MEM EXAM 键相似，请读者参阅上节和本节的例题，例中将扼要地介绍这些特性，从而不再作文字的叙述。

表 2.4

用 MEM EXAM 键更改存储单元的内容

按 键	显 示	说 明
<u>MON</u>	—	或按复位按钮
<u>2</u> <u>0</u> <u>0</u> <u>0</u>	2 0 0 0	依次输入存储单元地址
<u>MEM EXAM</u>	2 0 0 0 × ×	× × 为原读出值
<u>9</u> <u>6</u>	2 0 0 0 0 6	用 0 6 更改原来内容
<u>4</u>	2 0 0 0 0 6	只输入一个数字, 不会更改原来内容
<u>5</u>	2 0 0 0 4 5	送完两个数后, 更改原来内容
<u>NEXT</u>	2 0 0 1 × ×	显示下一单元的地址和内容
<u>7</u> <u>B</u>	2 0 0 1 7 B	用 7B 更改原来内容
<u>MON</u>	—	准备检查新单元 0000H
<u>0</u> <u>0</u> <u>0</u> <u>6</u>	0 0 0 6	地址号错了, 应是 0000
<u>MON</u>	—	消去上述数字
<u>0</u> <u>0</u> <u>0</u> <u>0</u>	0 0 0 0	输入正确的地址号
<u>MEM EXAM</u>	0 0 0 0 3 1	读出 0000H 单元内容
<u>4</u> <u>5</u>	0 0 0 0 3 1	再输入两个数字, 但无效, 因为不能更改 ROM 的内容

值得注意的是，如果连续压下 PORT EXAM 键，则将连续显示该口的内容。这种特性对于 CTC 芯片是很有用的，通过这种操作可以了解 CTC 芯片中减 1 计数器的内容的变化情况。

压下 MON 键，可以使之退出 PORT EXAM 工作方式。

本机中共用 11 个 I/O 口，如表 2.5 所示。顺便指出，有些口只能读出，有些口只能写入，有些口（如 PIO）包含若干个寄存器，读出和写入的操作与操作方式有关，使用时应予注意。

表 2.5 TP801 使用的 I/O 口

口 地 址	口	说 明
80 H	PIO A 口数据寄存器	口内有数据输入寄存器和数据输出寄存器，读写过程与操作方式有关
81 H	PIO B 口数据寄存器	同 上
82 H	PIO A 口控制寄存器	只能写入，不能读出
83 H	PIO B 口控制寄存器	同 上
84 H	CTC 通道 0	可读写，但读出的是减 1 计数器内容
85 H	CTC 通道 1	同 上
86 H	CTC 通道 2	同 上
87 H	CTC 通道 3	同 上
88—8BH	七段选择锁存器 SEGLH	只能写入，不能读出
8C—8FH	数字选择锁存器 DIGLH	同 上
90—93 H	键盘选择三态输入缓冲器 KBSEL	只能读出，不能写入

2.7 REG EXAM (REGister EXAMine 寄存器检查) 键

REG EXAM 键用来检查或更改下列 CPU 寄存器的内容：A, B, C, D, E, F, H, L, I, IFF, PC, IX 和 IY。SP 寄存器的内容只能被检查，不能被更改。此键的使用与 MEM EXAM 相似，唯一的不同是，它不能和 NEXT 键配合使用，因为 CPU 寄存器没有地址。

先压下代表寄存器号的数字键，在显示器的左边出现该数字。然后压下 REG EXAM 键，显示器右边的两个或四个数字即为寄存器中的内容。IFF 是中断允许触发器的状态，00 表示禁止中断，04 表示允许中断。

表 2.6

PORT EXAM 键使用举例

按 键	显 示	说 明
<u>MON</u>	7	准备接受命令
<u>8</u>	8	输入口地址
<u>PORT EXAM</u>	8	未输完口地址即压下 PORT EXAM 键, 不起任何 作用
<u>0</u>	8 0	输完口地址 80
<u>PORT EXAM</u>	8 0 × ×	查口的内容, × × 为读出值
<u>NEXT</u>	8 1 × ×	查下一个口的内容, × × 为读出值
<u>MON</u>	—	准备接受命令, 检查口 90
<u>8 8</u>	8 8	输入错误的口地址 88, 应 为 90
<u>MON</u>	—	准备接受新的命令
<u>9 0</u>	9 0	输入正确的口地址 90
<u>PORT EXAM</u>	9 0 7 F	检查口 90 的内容

如果要改变所显示寄存器的内容; 只需再压下两个数字键 (若是 IX、IY 或 PC, 则需要输入四个数字)。

用户可以压下 MON 键使之退出 REC EXAM 工作方式, 或检查另一个寄存器。

在 TPBUG 的大多数按键工作方式下, CPU 寄存器的内容都保存在 RAM 的“用户寄存器存放区”。每当压下 EXEC 键 (连续执行程序) 或 SINGLE STEP 键 (单步执行程序) 而进入这两个按键的键盘动作程序时, 此动作程序首先将“用户寄存器存放区”的内容送入各 CPU 寄存器而后进入用户程序。每当执行程序时遇到了断点或者单步执行程序结束时, 或者用 MON 键中止用户程序的执行时, 也就是说, 每当退出用户程序而进入 TPBUG 的控制时, CPU 中各个寄存器的内容又推入“用户寄存器存放区”, 以使用户进行更改和读出。

2.8 REG' EXAM (alternate REGister EXAMine 辅助寄存器检查) 键

REG' EXAM 键用来检查或更改下列 CPU 辅助寄存器的内容: A', B', C, D',