

微型计算机检修与维护

吴星星 莫日华编

广东科技出版社

0.7

4

360.7
XX/1

微型计算机检修与维护

吴星星 莫日华 编

广东科技出版社

J5279/14

微型计算机检修与维护

吴星星 莫日华 编

广东科技出版社出版发行
广东省新华书店经销
广东番禺印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 4插页 10印张 208,000字

1991年2月第1版 1991年2月第1次印刷

印数 1—2,700册

ISBN 7-5359-0588-9

TP·16 定价5.80元



内 容 简 介

本书以国内广泛使用的TRS-80微型计算机为例，兼顾一般微型计算机的共同特点，从具体电路分析着手，详尽介绍了排除微机故障的技巧和方法，并提供了详细的故障诊断流程图，以供检修时参考。

本书适合于从事微型电子计算机检修与维护的工程技术人员阅读，亦可供计算机硬件工作者参考。

前 言

目前,微型计算机正在迅速推广普及使用,众多用户急切需要掌握微型计算机的检修和维护知识。本书就是为适应这种需要而编写的。

本书以TRS-80微型计算机为例,并且兼顾了一般微型计算机的共同特点,从基本电路分析着手,详细介绍了如何根据故障现象去查找和排除故障的方法和技巧。每个单元电路都附有故障分析或检修实例。对每一部分都提供了详细的故障诊断流程图。

全书共分七章,对于熟悉TRS-80微型计算机的读者,可从第三章开始阅读。第三、四章和第五至第七章各成系统,可选择阅读。如果要熟悉微型计算机检修的基本方法及原则,可先阅读第四章。

本书不仅可作TRS-80微型计算机检修之工具书,亦可供检修其它型号的微型计算机时参考。如第六章叙述的软磁盘驱动器与美国IBM PC、IBM PC/XT、IBM PC/AT等机所采用的驱动器的线路与结构大致相同,产品均由“TANDON”厂家制造;第七章叙述的打印机也是广泛使用的 μ 80打印机,它与其它各种各样的并行打印机在原理上都是大同小异的。

本书是根据作者的维修经验写成,由于水平所限和时间仓促,书中难免有不少缺点和错误,恳切希望读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 概述	1
第一节 TRS-80 微型机系统	2
第二节 主机与外围设备	3
一、主机	3
二、显示器	3
三、磁带机	3
四、扩展接口器	3
五、软磁盘驱动器	3
六、打印机	4
第二章 主机工作原理	5
第一节 主机结构	5
第二节 CPU 及总线	6
一、CPU	6
二、地址总线	7
三、数据总线	7
四、控制总线	8
五、系统时钟发生器	9
第三节 存储器及键盘	9
一、ROM	9
二、RAM	9
三、视频RAM (显示RAM)	9
四、键盘	10
第四节 显示处理	10
一、视频信号合成回路	10
二、显示地址产生回路	10
三、多路转换器	10
第五节 地址分配	11
第三章 主机的主要电路及其检修	13
第一节 CPU 及其附属电路	13
一、系统时钟和CPU时钟	13
二、开机清零启动和系统复位	14
三、总线信号与缓冲电路	15
第二节 地址译码器	18

一、ROM 译码	20
二、键盘译码	22
三、显示 RAM 译码	22
四、RAM 译码	23
第三节 RAM 电路	24
一、RAM 地址的安排	24
二、RAM 地址的输入	24
三、RAM数据的读/写	25
四、4K RAM 改16K RAM 的电路变换	25
第四节 视频信号源电路	27
一、显示方式选择回路	28
二、显示地址产生回路	30
三、显示 RAM 地址转换	32
第五节 视频信号形成电路	33
一、显示 RAM 与 ASCII 码	34
二、数据门锁电路	36
三、字符和图形发生器	36
四、字符和图形移位 寄存器	38
五、行场同步生成与 合成电路	39
六、视频信号合成电路	40
第六节 键盘	43
第七节 磁带机接口电路	45
一、端口地址 和控制电路	45
二、音频信号的生成与发送	46
三、音频信号的接收与处理	47
第八节 系统电源	49
一、交流变压器	50
二、+12伏电源	50
三、+5伏电源	51
四、-5伏电源	51
第四章 主机故障诊断方法	54
第一节 机器的正确使用	54
一、稳压电源的正确使用	54
二、主机的正确连接	54
三、开机和关机次序	54
四、更换集成器件注意 事项	54
第二节 门电路、地址线和数据线的检查	55
一、计算机的几种 常见信号	55

二、门电路的检查	56
三、地址线和数据线的检查	56
第三节 主机故障诊断流程	57
一、系统失灵故障检查流程	57
二、显示处理部分故障检查流程	61
三、系统电源故障检查流程	61
第四节 主机联调	63
一、显示画面位置的调整	63
二、系统测试	63
第五章 扩展接口器及其检修	65
第一节 扩展器的结构与性能	65
第二节 地址译码逻辑电路	66
第三节 扩展 RAM 电路	69
第四节 软磁盘驱动器接口电路	70
一、FDC芯片的内部结构及功能	70
二、FDC芯片的处理器接口	72
三、FDC芯片的磁盘驱动器接口	73
四、FDC外部接口电路	73
第五节 打印机接口电路	74
第六节 磁带机接口电路	75
第七节 实时钟电路	75
第八节 扩展接口器故障检查流程图	76
第九节 扩展接口器各接线口信号表	79
第六章 软磁盘驱动器及其检修	82
第一节 软磁盘与磁盘驱动器	82
一、概述	82
二、磁盘驱动器结构与工作原理简介	83
三、TM-100 驱动器逻辑电路组成原理	83
第二节 主逻辑电路板的故障检修	87
一、驱动器选择与电机工作信号电路	87
二、进给方向与步进脉冲电路	90
三、磁盘面选择信号电路	93
四、索引脉冲电路	94
五、零磁道信号与写保护电路	95
六、写入电路	97
七、读出电路	101
第三节 辅电路板的故障检修	105
一、驱动电机速度控制电路的检修	105

63	.....	108
63	.....	110
二、电源电压调整与电路故障修理	.....	110
第四节 使用调试软件对驱动器的检测与调整	.....	115
一、Alignment 调试软件的使用方法	.....	117
二、DDT 调试软件的使用方法	.....	123
第五节 软磁盘驱动器故障检修流程	.....	123
第七章 $\mu 80$ 行式打印机的检修	.....	123
第一节 概述	.....	123
一、基本原理	.....	124
二、 $\mu 80$ 行印机技术特性及控制功能码	.....	125
三、 $\mu 80$ 行印机输入输出接口信号	.....	126
第二节 $\mu 80$ 行印机电路原理	.....	126
一、电路介绍	.....	128
二、电路工作原理	.....	131
第三节 $\mu 80$ 行印机一般故障处理	.....	133
一、开关状态设置	.....	140
二、常见故障检修	.....	
三、故障诊断流程图	.....	

第一章 概 述

TRS-80 微型电子计算机（下称微型机）系统是美国邓电（TANDY）公司 Radio Shack 分部的产品。

TRS-80 微型机是我国较早引进的微型机种之一，目前，已广泛应用于各个领域。从科学计算与分析、辅助教学、辅助设计、数据采集与处理到工业控制、行政与商务管理、军事指挥与训练、农业工程应用；从电磁、光谱、地震、石油化工、建筑工程、海洋工程、机械制图、地图测绘等研究应用领域到医学诊断、心理教育、健康普查、体育统计、行政档案管理、财务统计、工资管理、物资管理等都在使用着 TRS-80 微型机。

人们在使用 TRS-80 微型机的过程中，无论是在软件或硬件方面都在逐步地熟悉和了解它，扩充和完善它。特别是在软件方面，当该机刚刚引进来的时候，只有二、三十种系统和应用软件。在实践中经过对系统软件的修改、扩增、移植和对应用软件的扩充、研制，才发展到了目前的上千种实用软件，并且开发了多种类型的中文系统软件。

国内目前使用的 TRS-80 微型机主要有如下三种型号：TRS-80 I 型（MODEL I）、TRS 80 II 型（MODEL II）和 TRS-80 III 型（MODEL III）。其中 TRS-80 I 型占总量的绝大多数。这三种机器的主要部件及性能比较见表 1-1。

表1-1 TRS-80 I、II、III 型微型机比较表

项 目	I 型	II 型	III 型
CPU	Z-80, Z-80A	Z-80A	Z-80, Z-80A
CPU 时钟	1.78MHz	4 MHz	2 MHz
RAM	48K	64K	48K
ROM	12K	2 K	14K
显示 RAM	1 K	2 K	1 K
可连接软盘驱动器个数	4 个	4 个	4 个
软盘尺寸	5 $\frac{1}{4}$ 英寸	8 英寸	5 $\frac{1}{4}$ 英寸
软盘容量(每片)	89KB	0.5MB	180KB
磁带机	有	无	有
打印机	并行接口	并行接口	并行接口
主机线路结构	单板式	插板式	单板式

下面，我们将以 TRS-80 I 型微型机系统为例，系统地介绍其主机及外部设备的故障检修。书中凡出现“TRS-80 微型机”字样，若没有特别说明，则均指 TRS-80 I 型微型机。

第一节 TRS-80 微型机系统

TRS-80 微型机系统采用八位的中央处理器 Z-80，其时钟频率为 1.78MHz。系统提供的随机存贮器容量为 48K 字节（1K=1024 个字节），只读存贮器（又称固定存贮器）容量为 12K 字节。此外还配有 4×89K 字节的外存磁盘等。

TRS-80 微型机系统配置的软件有：机器语言、汇编语言和 BASIC、FORTRAN、COBOL、PASCAL、FORTH 等高级语言以及一些应用软件。该机使用的操作系统是 TRS-DOS、NEW DOS、CP/M 等磁盘操作系统。

TRS-80 微型机系统采用了非常灵活的积木式结构，既可以在基本系统下工作，又可以连接成完整系统工作，这给维护和检修带来了很大的方便。

所谓基本系统是指由主机（包括键盘）、一台显示器和一台磁带机（卡式录音机）所组成的系统。更简单的组成则只有主机与显示器。这种基本系统只能运行机器语言程序、汇编语言程序和 BASIC 语言解释程序。

所谓完整系统又称大型系统，是指由主机、一台显示器、一或两台磁带机、一个扩展接口器、一台打印机（又称行印机）和四个软磁盘驱动器等所组成的系统。完整系统除了运行机器语言程序、汇编语言程序和 BASIC 语言程序外，还可运行磁盘 BASIC、编译 BASIC、FORTRAN、COBOL、PASCAL、FORTH 等高级语言程序。完整系统在软件、硬件各方面的功能都比基本系统强得多。

从基本系统扩充到完整系统，完全是根据用户需要而灵活掌握的。在基本系统的基础上配置一个扩展接口器后，就可随时配接一台打印机，1~4 个磁盘驱动器，还可以增加一台磁带机。此外，视用户需要，TRS-80 微型机系统还可配接一些特殊的外围设备，如通讯设备、绘图仪等等。

TRS-80 微型机系统各部分的组成如图 1-1 所示。

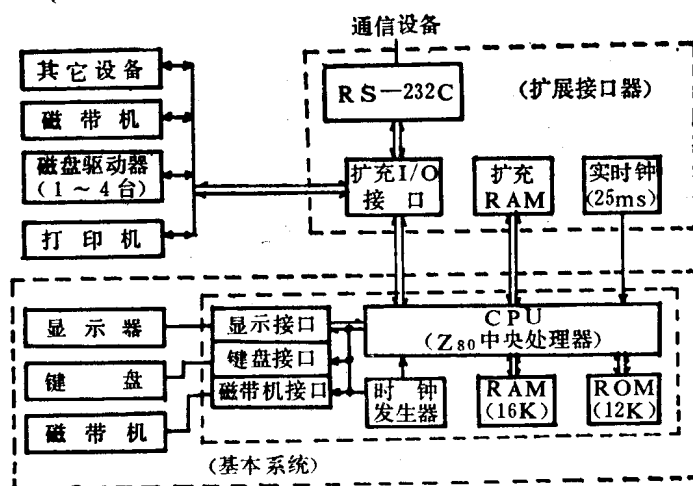


图 1-1 TRS-80 微型机系统结构示意图

从图1-1可以看出, TRS-80微型机系统的组成, 也和其它所有的计算机系统一样, 都是由下面三大部分所组成的。

- 一、运算器和控制器(即中央处理器);
- 二、存贮器(包括随机存贮器、只读存贮器、磁盘驱动器、磁带机等);
- 三、输入、输出设备(包括键盘、显示器、打印机等)。

第二节 主机与外围设备

一、主机

主机是整个系统的中心设备, 它包括: Z-80中央处理器(CPU)、随机存贮器(RAM)、只读存贮器(ROM)以及显示、键盘、磁带接口电路等, 如图1-1右下部虚线方框所示。这些部件全部集中在一块主机印刷电路板上。此外, 由于主机印刷电路板是安装在键盘底部的, 主机板与键盘板组成了一个整体, 因此, 人们习惯上把键盘也视为主机的一部分, 统称为主机。

主机负责把从键盘输入或从外存取出的信息送入主机内存, 然后按使用者的要求(程序)对信息进行加工、处理、运算, 并把中间结果和最终结果送到外部设备显示、打印或贮存起来。

二、显示器

显示器是系统作为显示用的输出设备, 它的任务是把主机送来的字符、图形等信息在荧光屏上显示出来。显示器是系统进行人机对话不可缺少的设备。显示器比家用电视机还要简单, 可以认为显示器是一部没有高频头和中放部分的专用电视机。亦有许多八位微型机系统如APPLE II、EG-3003等直接采用黑白或彩色电视机作为显示器。

三、磁带机

磁带机实际上是人们所熟悉的卡式录音机, 它的任务是把主机送来的音频串行数据记录在磁带上, 并把存贮在磁带上的数据取出送往主机。磁带机是一种慢速的外存设备, 它价格便宜、操作简单、使用方便, 但其存取速度、可靠性等都不如磁盘驱动器高。

一般具有外部放音、录音(最好还有辅助“AUX”)插孔的家用录音机, 都可作为TRS-80微型机系统的磁带机。

四、扩展接口器

扩展接口器是沟通主机与磁盘驱动器、打印机、双磁带机等外部设备的“桥梁”。在它的内部, 包含着磁盘驱动器、打印机、双磁带机等多种接口电路。扩展接口器的任务是在主机与外部设备之间转换、传递各种信息。而且, 它还可扩增内存32K字节。此外, 当在扩展接口器里面接入RS-232C串行接口板后, 就可直接与其它通讯设备、绘图仪等相连接。

五、软磁盘驱动器

软磁盘驱动器通常简称为磁盘驱动器或驱动器, 亦称为磁盘机或磁碟机。它是一种常用的外存设备, 具有存贮容量大、速度快、可靠性高等优点。没有它, 主机就不能运行磁盘操作系统, 因而也就不能支持多种高级语言。

每个磁盘驱动器可放入一个 $5\frac{1}{4}$ 英寸、单面单密度、容量为89K字节的软磁盘(又称软

磁碟或简称磁盘、磁碟等)。本系统至多可连接四个磁盘驱动器,即同一时刻至多可为系统提供356K(4×89K)字节的外存容量。

磁盘驱动器的任务是把主机经扩展接口器送来的串行数据记录在磁盘上或从磁盘上读出串行数据经扩展接口器转换后送往主机。软磁盘通常用来存贮操作系统公共程序、语言处理程序、应用程序以及用户需要的大批数据资料。存放在软磁盘上的信息就象记录在唱片上的歌曲一样能长时间地使用和保存。

不同类型的软磁盘驱动器,其逻辑电路、驱动电路大体上相同,但其机械结构却有所不同。它们有皮带传动式和齿轮耦合传动式磁盘驱动结构;有导轨式、螺杆式和转盘式磁头径向移动结构。

六、打印机

打印机又称行印机,它是一种重要的输出设备,它的任务是把主机经扩展接口器送来的并行数据转换成人们所熟悉的字符、图形打印在打印纸上,以便使用者重复阅读、反复修改和永久保存。打印机能够把显示屏幕上的字符图形清晰地打印在纸上。

打印机的种类繁多,有热敏式和针式(撞击式)的,有窄行和宽行的,有单向打印和双向打印的,有慢速打印和快速打印的,有只能打印英文和英文、日文、中文及图形等都能打印的,有七针、九针、十二针、十六针和二十四针的等等。不同类型的打印机其功能、价格差别都很大。

TRS-80 微型机系统最常使用的是 μ 80 针式、单向打印机,打印针共有七根,每行可打印80个字符,能打印英文、日文和简单图表等。由于本系统采用的主机价格低廉,因此一般较少配接价格昂贵的高级打印机。

第二章 主机工作原理

上一章我们概括地介绍了完整的 TRS-80 微型机系统，这一章我们将对其中的主机的硬件结构和工作原理作扼要的叙述。

第一节 主机结构

不同类型的微型机系统，其主机的硬件结构配置不尽相同。对于 TRS-80 微型机系统，设计上把中央处理器 CPU、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM 和键盘等装配在一起称为主机。TRS-80 主机的硬件结构如图 2-1 所示。

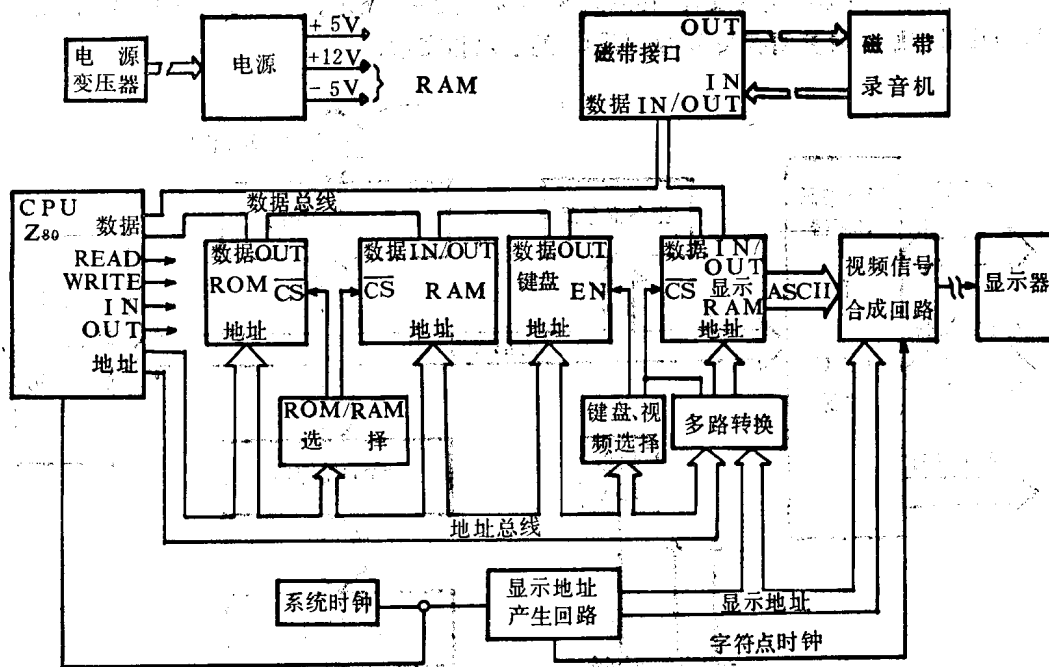


图 2-1 TRS-80 主机结构方框图

从图中可以看出，主机分别由十个主要部件组成。除了键盘部分之外，其余各部件全部集中在一块装有 76 块集成电路芯片的印刷电路板上。下面各节将对各个部件的工作原理作简要的叙述。

第二节 CPU 及 总 线

一、CPU

CPU 是 Central Processing Unit 的缩写，中文意思为中央处理器或微处理器。TRS-80CPU 采用八位并行中央处理器Z-80。Z-80CPU是主机的核心，是实现运算和控制功能的部件。它对主机各部件及外部设备送来的信息进行加工处理，确定存储器读、写操作的地址码及 I/O设备通道口地址，产生系统控制和实时控制信号，控制各部件之间及 I/O设备与各部件之间的信息交换。Z-80 CPU 的整个工作过程都是在软件系统（指ROM和磁盘操作系统等）的管理下进行的。

Z-80 CPU 是由一块大规模集成电路芯片，用标准40脚双列直插式封装装配而成。它使用单相 1.78MHz 的时钟频率工作，只需要单一一种+5V电源供电，输入/输出与 TTL 兼容。

Z-80 CPU 的一个特点是，它内部含有一个动态存储器刷新电路，使动态 RAM 能与系统总线直接相连接而不需要外加刷新电路。

Z-80 CPU 内部的结构及其与外界的联系如图 2-2 所示。关于 Z-80 CPU 详细的内部结构及工作原理请参阅有关 Z-80 CPU 的书籍和文章。

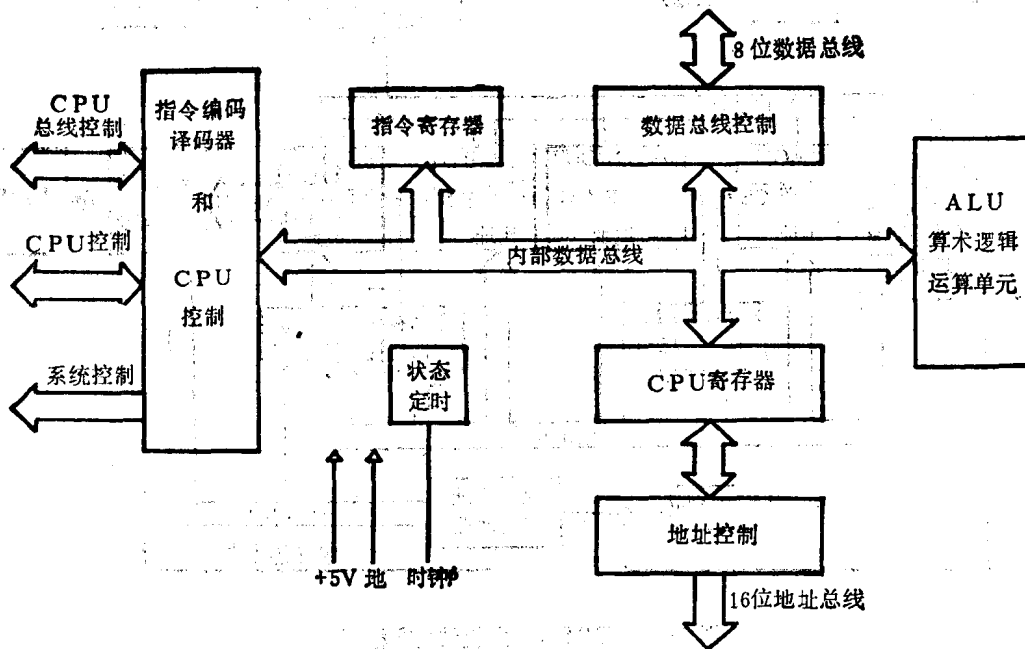


图 2-2 Z-80 CPU 内部结构示意图

从图 2-2 看出，CPU 与外部进行信息传送交换，是通过数据总线、地址总线和控制总线进行的。

Z-80 CPU 与外部连接的信号线共40根，其中有地址总线16根，数据总线8根，控制总线13根。这三组共37根总线总称为系统总线。其余3根线分别为5V电源线、地线和CPU

时钟输入线。

上述系统总线的各条信号线名及其对应的引脚如图 2-3 所示。

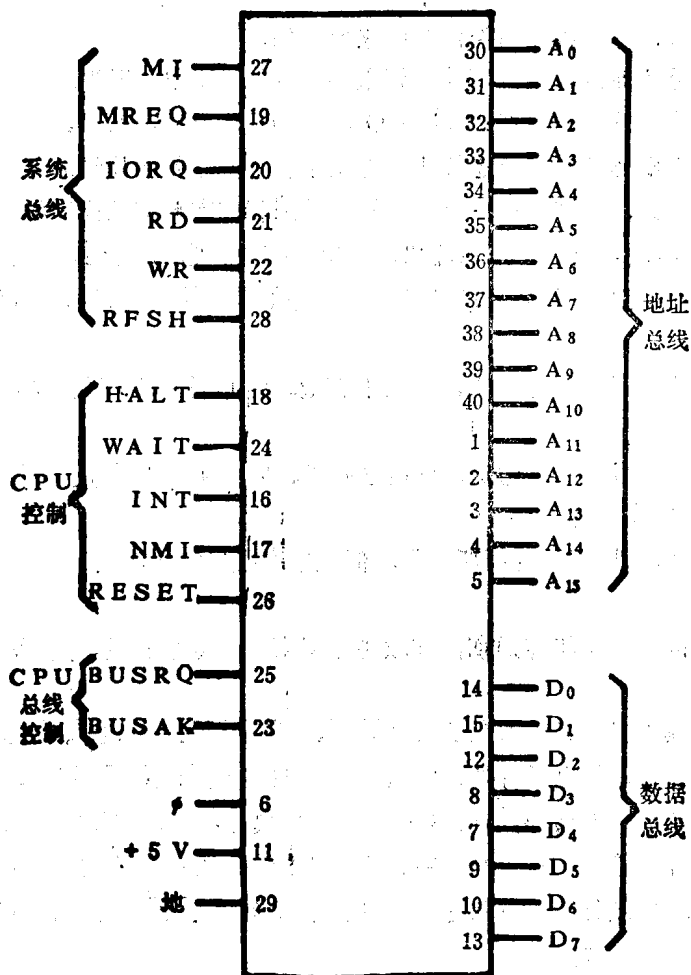


图 2-3 Z-80 CPU 外部引线图

二、地址总线

16根地址总线 A₁₅~A₀ 是单向数据传输线，三态输出，高电平有效。A₁₅表示最高有效位，A₀表示最低有效位。CPU利用这组总线发出信息（命令或数据）的存放地址和定时送出单向控制信号，通过加到16根线上的二进制码进行操作指示。为了与扩展接口器相连接，这组地址总线也送到连接扩展接口器的接头上。

三、数据总线

8根数据总线 D₇~D₀ 是双向数据传输线，三态信号，高电平有效，D₇ 和 D₀ 分别为最高和最低有效位。数据总线一方面是把由 CPU 指定地址的数据或命令送到 CPU 内；另一方面把 CPU 要送出的数据或命令放到所指定的地址中去。这组总线也同样连接到扩展接口

器的接头上。

四、控制总线

在按地址进行信息传送过程中, CPU 还要严格控制信息传送的时序及方向, 即要控制什么时候进行读或者写和什么时候对哪个部件或 I/O 设备进行读、写, 此外 CPU 还要应急处理外部各种情况, 这些都是由控制总线来完成的。

控制总线可细分为系统控制、CPU 控制、CPU 总线控制等三类。

1. 系统控制 (共六条信号线: $\overline{\text{MREQ}}$ 、 $\overline{\text{IORQ}}$ 、 $\overline{\text{RD}}$ 、 $\overline{\text{WR}}$ 、 $\overline{\text{RFSH}}$ 、 $\overline{\text{M}_1}$)

$\overline{\text{MREQ}}$ ——存储器请求。三态输出, 低电平有效。它指明地址总线上保持着存储器读或写操作需要的地址码, 允许 $\overline{\text{RD}}$ 、 $\overline{\text{WR}}$ 信号, 送到相应存储器的读写控制端。

$\overline{\text{IORQ}}$ ——输入/输出请求。三态输出, 低电平有效。它指明地址总线的低八位 $A_7 \sim A_0$ 保持着 I/O 设备读或写操作所需要的地址码, 允许 $\overline{\text{RD}}$ 、 $\overline{\text{WR}}$ 送到相应 I/O 设备的读写控制端。

$\overline{\text{RD}}$ ——读数据信号。三态输出, 低电平有效。它指明 CPU 欲从存储器或 I/O 设备读取数据。

$\overline{\text{WR}}$ ——写数据信号。三态输出, 低电平有效。它指明 CPU 数据总线上的数据被写入选定的存储器或 I/O 设备。

$\overline{\text{RFSH}}$ ——动态 RAM 的刷新信号, 低电平有效。它指明地址总线的低七位为动态 RAM 的刷新地址。

$\overline{\text{M}_1}$ ——指令的第一个机器周期, 即取指令周期。低电平有效。用于取出下一条待执行的指令的操作码。

2. CPU 控制 (共五条信号线: $\overline{\text{HALT}}$ 、 $\overline{\text{WAIT}}$ 、 $\overline{\text{INT}}$ 、 $\overline{\text{NMI}}$ 、 $\overline{\text{RESET}}$)

$\overline{\text{HALT}}$ ——暂停。低电平有效。它指明 CPU 执行了 $\overline{\text{HALT}}$ 指令, 并正在等待不可屏蔽中断或可屏蔽中断。在暂停期间, CPU 执行空操作指令, 保持存储器刷新操作。

$\overline{\text{WAIT}}$ ——等待输入。低电平有效。它指明所寻址的存储器或 I/O 设备还未为数据传送作好准备, CPU 继续处于等待状态, 直到此信号无效。 $\overline{\text{WAIT}}$ 信号可使低速度的存储器或 I/O 设备与 CPU 同步。

$\overline{\text{INT}}$ ——中断请求。低电平有效。该信号发自 I/O 设备。当 CPU 接受中断时, 在下一个指令周期的开始将发出响应信号 (M_1 期间发出 $\overline{\text{IORQ}}$ 信号)。

$\overline{\text{NMI}}$ ——非屏蔽中断。下降沿触发。 $\overline{\text{NMI}}$ 的级别比 $\overline{\text{INT}}$ 高。 $\overline{\text{NMI}}$ 使 CPU 自动从 $0066\text{H}^{\text{①}}$ 单元开始执行程序。

$\overline{\text{RESET}}$ ——复位。低电平有效。它使 CPU 置于复位状态。在复位瞬间, 地址总线和数据总线均转为高阻抗状态 (简称高阻态), 所有输出控制信号都无效。

3. CPU 总线控制 (共两条信号线: $\overline{\text{BUSRQ}}$ 、 $\overline{\text{BUSA\overline{K}}}$)

$\overline{\text{BUSRQ}}$ ——总线请求。低电平有效。该信号请求 CPU 把地址总线、数据总线和系统控制总线转为高阻态。当 $\overline{\text{BUSRQ}}$ 有效时, CPU 在现机器周期一结束就将这些总线置为高阻

^①下标 H 表示 0066 为十六进制数, 下同。