



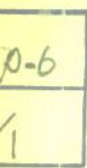
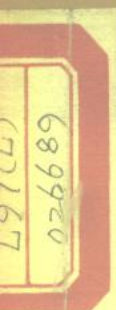
微计算机应用技术丛书

微型计算机 故障诊断与维修

〔美〕约翰·德·伦克 著

刘甲耀 严桂兰 吴洪来 译

电子工业出版社



微型计算机故障诊断与维修

〔美〕约翰德·伦克 著
刘甲耀 严桂兰 吴洪来 译

电子工业出版社

内 容 提 要

本书介绍了微型计算机故障诊断与维修的原理、方法与步骤。全书共分四章。第一章介绍各种外围设备的工作原理和故障诊断方法；第二章介绍进行故障诊断所用的各种测试设备；第三章介绍微型计算机各部件的电路及其故障诊断的方法；第四章将前三章所介绍的各种技术综合应用于微型计算机整体的故障诊断及维修上。各章都列举了大量有代表性的实例来说明进行故障诊断的具体方法和步骤。

该书原理与应用相结合，工具与方法并述，对广大从事微型计算机应用和维修的人员来说，是一本实用的好书。

微型计算机故障诊断与维修

〔美〕约翰·德·伦克 著

刘甲耀 严桂兰 吴洪来 译

责任编辑：王昌铭

电子工业出版社出版（北京市万寿路）

北京市密云卫新综合印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

开本：787×1092 1/16 印张：11 字数：251千字

1988年1月第1版 1988年1月第1次印刷

印数：16,000 定价：2.50元

统一书号：15290·560

ISBE 7-5053-0162-4/TN81

译 者 的 话

微型计算机是应用最为广泛的一种计算机。微型计算机的开发应用程度如何，乃是衡量一个国家信息社会化的重要尺度。当前，我国已有微型机上十万台之多，在数量上相当可观，它已应用于社会各行各业，深入到社会各个领域。然而，在其使用过程中，不可避免地有时会出现这样或那样的故障，因此，如何尽快地、有效地对其进行故障检测和修理就成为微型机推广应用中急待解决的关键性问题。而目前我国尚无这方面的专著，为适应当前社会之急需，为提高微型机的利用率，帮助广大微型机使用者维护和检修微型机，为适应大专院校开设“微型计算机故障诊断与维护”这类课程的需要，我们特翻译了这本书。

本书的特点是，原理与应用相结合，工具与方法并述，其诊断的原理、方法与工具均适用于任何类型的微型计算机，具有一定的实用性与通用性。本书可供各行各业从事微型机应用的人员使用，也可作为大专院校有关专业的教学参考用书。

本书由刘甲耀、严桂兰、吴洪来同志翻译，刘甲耀对全书进行了修定。向世清、章应绍同志对全书进行了审校。

限于水平，书中错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

译 者

原 序

如果你是对技术问题感兴趣的计算机的爱好者或者是寻求有效修理方法的职业技术人员,本书将在确定任何微型计算机的中央或外围系统的缺点或故障原因方面提供独特的帮助。本书论及任何计算机或者采用微处理器作为主控元件的控制系统。被纳入本定义中的有,诸如键盘、显示器、盒式磁带或软磁盘之类的外围设备操作的个人计算机,以及各种工业和商业控制系统(过程控制,超级市场检查计算机,电视游戏,等等)。

本书着重于检查微型计算机故障的基本方法,这种方法可用于正在开发的微处理器存储程序系统,将要制造的那些系统,以及现在使用的以微处理器为基础的设备。

作者首先介绍各类外围设备的工作原理,然后描述检查有关的每一种电路或系统(电源、线性元件、数字阴极射线管、存储程序以及机械部分)的故障的方法。

第二章详细介绍旨在展示任何以微处理器为基础的系统中的故障的位置和原因的测试方法。这些方法说明如何去分析诸如对输入信号的响应,脉冲存在或不存在以及信号电平高低,通过每一程序步逐步跟踪指令和数据等许多测试结果。考察了与特定计算机系统解题有关的、旨在用于实际计算机工作的各式各样的测试设备。

在第三章中,你将了解各种现代微型计算机电路是如何工作的。所涉及的范围有,基本微型计算机系统、CRT显示终端、存储器扩充模块、并行接口、串行接口和纸带输入机/穿孔机。在透彻地研究这些电路之后,在理解任何微型计算机的原理图和框图方面,你就没有困难了——对检查逻辑故障而言,这种理解是至关重要的。

从总体上检修故障的基本方法在第四章中介绍。作者表明了如何把第一章的基础和第二章中讨论的测试技术和第三章中介绍的典型电路知识结合起来,确定各种类型的微处理器系统中的具体故障。重点突出适用于所有微型计算机的通用测试、维护和检查故障的方法。同时还适当地强调了软件和故障检查之间的关系。

本书中的材料引自作者所写的,由Reston出版公司出版的《微型计算机故障检查实用手册》。

目 录

第一章 外围设备及其工作原理	(1)
一 对外围设备的要求.....	(1)
二 电动打字机或电传打字机(TTY)	(2)
三 显示终端(键盘/CRT)	(5)
四 纸带阅读机和穿孔机.....	(6)
五 输出打印机.....	(8)
六 磁记录的基本原理.....	(10)
七 磁带记录的基本原理.....	(11)
八 塑料磁盘(软磁盘)记录的基本原理.....	(17)
第二章 微型计算机故障诊断设备	(25)
一 微型计算机故障诊断的安全措施.....	(25)
二 逻辑探针.....	(26)
三 逻辑脉冲发生器.....	(28)
四 电流跟踪器.....	(30)
五 逻辑夹.....	(32)
六 逻辑比较器.....	(33)
七 微型计算机故障诊断的基本方法.....	(33)
八 HP1611A型逻辑状态分析仪.....	(38)
九 HP1610A型逻辑状态分析仪.....	(42)
十 HP1602A型逻辑状态分析仪.....	(49)
十一 Tektronix7D01逻辑分析仪和DF1显示格式器.....	(51)
第三章 典型的微型计算机电路与故障诊断	(59)
一 HEATHKIT H11型计算机系统.....	(59)
二 HCATHKIT H11-1型4K存储器扩展模块.....	(79)
三 HEATHKIT H11-2型并行接口模块.....	(82)
四 HEATHKIT H11-5型串行接口模块.....	(86)
五 HEATHKIT H9型显示终端.....	(89)
六 HEATHKIT H10型纸带阅读机/穿孔机.....	(117)
第四章 微型计算机故障诊断方法	(127)
一 基本数字IC故障诊断方法.....	(127)
二 研制开发阶段的故障诊断.....	(135)
三 在故障检测中分析微型计算机程序流程.....	(141)
四 HP1610A 逻辑状态分析仪的使用.....	(144)
五 Tektronix7D01逻辑分析仪的使用.....	(159)
六 串行模式识别问题.....	(164)

第一章 外围设备及其工作原理

第一章完全着重于微型计算机所用的外围设备。这种设备同比较大型的通用计算机和小型计算机的外围设备基本上相同。举一个例子来说，一台典型的微型计算机可以与一台显示终端（键盘和显示器CRT）或一台电动打字机或电传打字机（TTY）进行操作。同样，微型计算机可以用控制台型的磁带记录仪（或者，更可能是用磁盘和盒式磁带）作大批量数据存储。当然，这需要将外围设备特性同微型计算机特性匹配起来的合适的I/O设备或软件程序（或者两者的组合）。

一 对外围设备的要求

外围设备的主要功能是把人的指令和数据转换成微型计算机语言（二进制数据字节），并把微型计算机语言转换成适合于读出的一种形式。实际上，外围设备（连同I/O集成电路）使“外部世界”与微型计算机协调一致。

这种协调或转换的主要原因有两个：第一，外部世界很少用二进制数据字节表示任何事情（通常，外部世界使用数字、字母、字、等等）。然而，微型计算机总是使用二进制数据字节（通常用脉冲形式）。第二，与外界相比，微型计算机的工作速度非常之高。例如，按一下输入打字机某键的零点几秒内，微型计算机就能执行好几百个或者成千上万个操作。

数据处理的外围设备

在数据处理应用方面，为了利用微型计算机高速度的优点，要预先准备和存储即需处理的信息。普通的存储器形式包括纸带，穿孔卡片，磁带，磁鼓，或磁盘。数据处理和外围设备之间的基本关系如图1-1所示。

应当指出，术语“联机”和“脱机”用来表示与微型计算机的直接和间接连接。例如，一台电动打字机操作的纸带穿孔机就是一台间接输入的脱机设备。把纸带上的孔转换成脉冲加到微型计

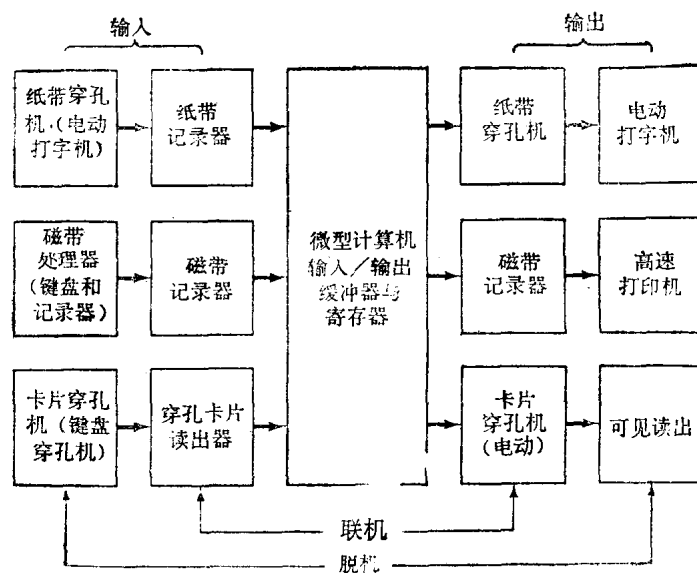


图1-1 在数据处理应用中微型计算机和输入/输出附件之间的基本关系

计算机上的纸带输入机就是一台直接输入的联机设备。由操作员先把信息送入脱机设备,然后,联机设备就自动地把该信息转换为微型计算机所使用的数据字节(用脉冲形式)。联机设备只要求操作员把带和卡片装上,并接通设备即可。

过程控制用的外部设备

许多微型计算机连续地接受变化的输入,并产生相应的读出。采用微型计算机来监视(与控制)工业过程就是一个例子。这类系统,一般没有脱机设备,这些微型计算机从把诸如过程温度、流量、容量等工业过程因素转换为电压的传感器接收输入。由模-数转换电路(这是一种译码器形式)把温度、流量和容量的模拟电压转换成数据字节。从微型计算机自动读出的信息,除了提供给打字机或打印机作永久性记录之外,还用于控制工业过程。在微型计算机输出端,由数-模转换电路(另一个译码器形式)把数据字节转换为相应的电压。于是,按照控制工业过程的需要,把输出电压用来控制电压、开关、阀门等等。

二 电动打字机或电传打字机(TTY)

电动打字机和TTY都对微型计算机提供输入与输出。通常用同样的I/O集成电路提供输入和输出两种功能。

基本输入电路

图1-2示出了一台外围打字机或TTY与一台典型的微型计算机之间的输入关系。对于任何外围打字机系统来说,在键盘和微型计算机之间必须有电路:(1)把数据指令转换成与微型计算机电路相一致的字节,(2)在不破坏正常工作情况下存储字节直到它们能进入微型计算机为止。通常把此过程称为服务程序。

这种转换由译码器电路来完成,而存储和定时则由寄存器和缓冲器来完成。目前的设计趋势是,把存储器和缓冲器的功能放进I/O集成电路中,并把译码器的功能放进打字机中。

应当指出,数据字节能以串行和并行两种形式从外围设备传递给微型计算机。并行方法传递速度最快,而且微型计算机需要的I/O电路最简单。然而,TTY终端电路通常在单股电话线上(或双股电话线)传递它们的数据字节。对于典型的8位并行系统来说,则需要8根线,再加一些控制、特征位、服务请求或中断线。因此,TTY终端(和所有串行数据传输设备)需要专门的串行I/O集成电路(通常称为通用I/O或异步I/O)。

串行数据传输 通常用类似于图1-3所示的固定格式传输串行数据。当用户在TTY键盘上按某一个键(如M)时,就把该字符表示的信息转换为它的ASCII码(用十六进制表示为4D),并以串行数据位流出现在TTY的输出端。应当注意,图1-3标出了每一个字符数据位(b_0 到 b_7),是用一个起始位B和两个停止位FF以及他们之间的所有位构成的。按照惯例(协定),对于每秒10个字符的数据传输,采用两个停止位,而对较高的数据传送速度则采用一个停止位。

在图1-3上还示出了奇偶检验位P。只有在7个数据位含有1的个数为奇数时,奇偶检

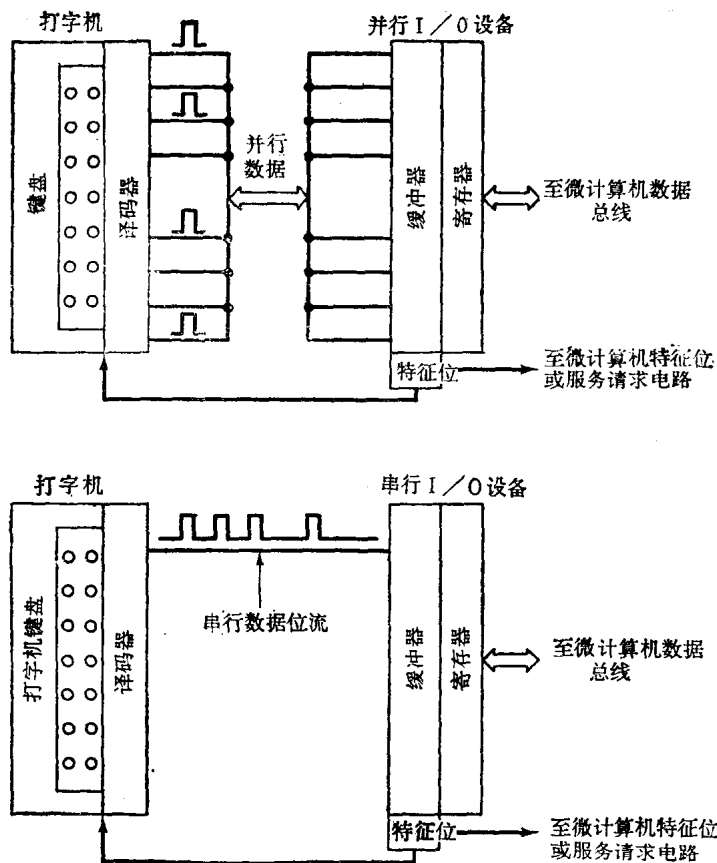


图1-2 串行和并行两种操作的外围打字机与微型计算机之间的输入关系

验位才为1。8个有效位（7个数据位和1个奇偶检验位）中1的总个数始终为偶数。这种规定称为ASCII码数据传输的偶数奇偶检验选择（通常，用于TTY和大多数串行设备传输数据中。因为字母M的ASCII码有4位（偶数）是1，所以，在图1-3中，奇偶检验位为零。

输入定时序列 不管是串行传输还是并行传输，都必须以精确的定时序列把数据/指令从打字机传送到微型计算机电路。如图1-2所示，把译

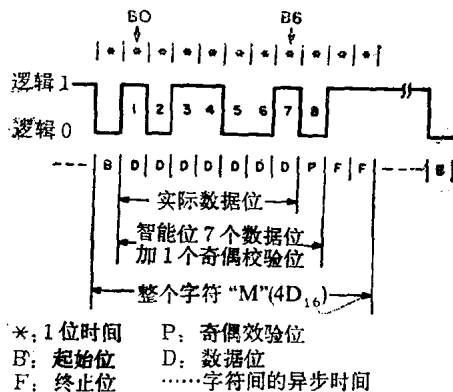


图1-3 TTY串行数据传输格式(示出字符M)

码器输出加到寄存器/缓冲器。根据来自微型计算机的脉冲或控制信号打开和关闭缓冲器，以响应来自打字机的服务请求（也称为特征位，中断，等等）。这就使得微型计算机的高速度和打字机的低速度协调起来。例如，假定每秒可以打开和关闭缓冲器10,000次，而且按下和松开打字机键一次却要用1秒钟。不管什么时候从键盘开始和停止打入数据字节，缓冲器/寄存器都进行成千上万次的读入，存储，和从计算机中读出数据字节。

为了防止打字机和微型计算机电路之间产生不希望的冲突，服务请求信号和定时信号的这种组合是必要的。例如，假定在键盘输入前，微型计算机正在执行一系列数据字

节的数学计算，而且操作员开始输入更多的数据，按照正常的顺序，通过打字机发送服务请求（实际上，对每个数据字节发送一个服务要求，或者每次敲一个打字机键）。向微型计算机提出服务请求即表示所有的新信息进入了缓冲器。如果缓冲器中的旧信息被复位置零，而输入新数据，那么就把其读出给微型计算机。

现在假定微型计算机没有准备好接收新信息（前面的数据字节还在进行处理，则缓冲器就接收新数据，但在电路准备就绪之前不把数据传送给微型计算机，而是将它存储起来。因为微型计算机以非常高的速度进行操作，所以，操作员不需要等待到计算机完成前一操作，才按下一个键。

基本输出电路

微型计算机的输出电路实际上是输入电路的逆电路。电动打字机或电传打字机的电路必须：（1）把所处理的数据字节转换成与打字机按键相一致的形式（通常是数字，字母，字，等等）；（2）使高速处理器输出与低速的打字机同步。

如同输入的情况一样，由译码电路（通常在打字机内部）完成转换，由I/O缓冲器/寄存器实现同步，它按照微型计算机和打字机信号的组合而工作。

图1-4示出了外围打字机或电传打字机和典型的微型计算机之间的输出关系。在读出方式时，由来自译码器的电压操作按键。当缓冲器/寄存器开启时，就把数据字节送到译码器，译码器依次将操作控制电压施加给适当的打字机按键。这就使相应的按键按下，并打印出有关的字节（数字，字母，符号等等）。

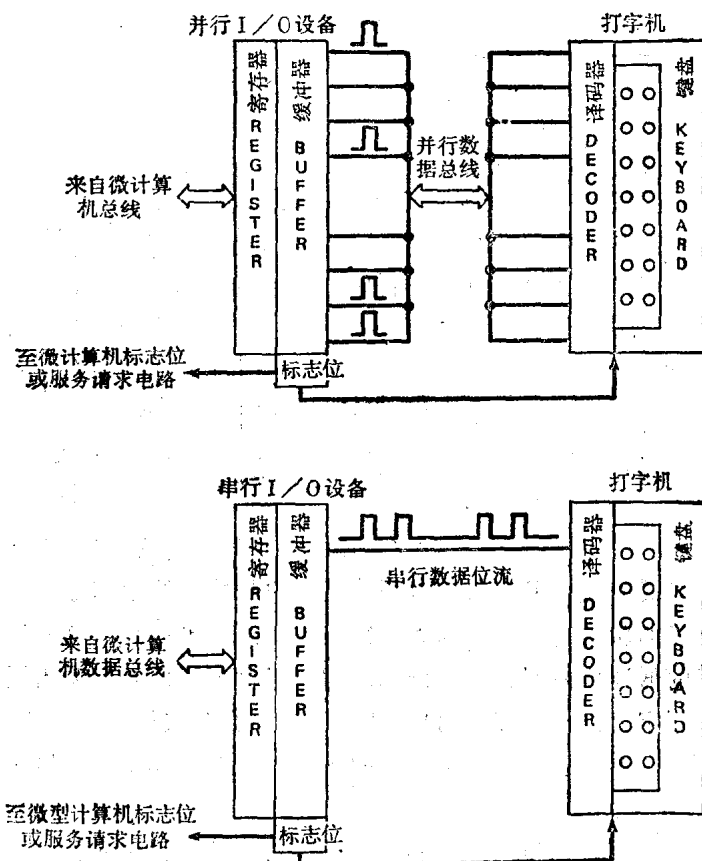


图1-4 串行和并行两种操作的外围打字机与微型计算机之间的输出关系

按正常的顺序,由打字机发出服务请求,它告诉微型计算机键盘已准备好,可以从缓冲器接收数据。寄存器置零,从微型计算机输入新数据字节,缓冲器开启,并把数据字节传送给译码器。随后,译码器控制相应的键工作。

显然,微型计算机解题比键盘打印要快得多。这就意味着必然出现两种情况:第一,输出缓冲器必须对现有状态保持足够长的时间以供键打,第二,必须中断微型计算机的正常程序,以便当输出缓冲器保持开启时,不致于去计算几个问题。实际上,中断发生在微型计算机操作的某一合适的点上(通常在定时周期末尾)。

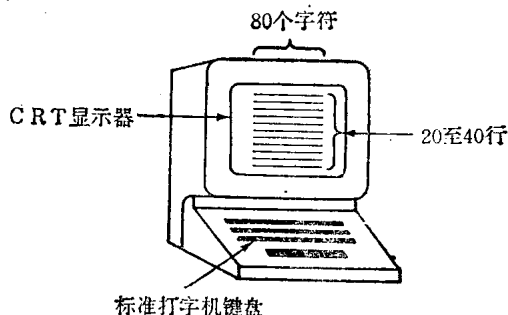
三 显示终端(键盘/CRT)

显示终端可以用作微型计算机的输入/输出设备,特别是对于需要立即使用信息的询问/应答情况更是如此。如果没有与显示终端的CRT相连的打印设备,就无法保持永久性的显示数据记录。

如图1-5所示,显示终端实际上是一个阴极射线管或CRT所需的高压电源和垂直/水平扫描电路,类似于电视机和示波器加上一个键盘。当显示终端接收从微型计算机送来或从键盘输入的信息之后,就立即在CRT屏幕上显示出来。

显示终端的输入功能由键盘来完成,也就是说,由译码器(通常是显示终端的一部分)把键盘输出信号转换成数据字节(适用于微型计算机的机器语言形式)。

输出功能由CRT来执行。CRT的垂直和水平扫描偏转电路是标准的。电子束每秒钟经过CRT屏幕扫描数百(或上



千)次,典型的偏转电路扫描20行或40行,每行扫描分成80个空格(对80个字符而言)的水平字符(字母、数字、或符号)线。产生字符所用的方法有很多,但大多数显示终端都用某种型式的字符发生器,通常用IC形式。这种字符发生器是一种译码器形式,它把二进制数据字节转换成电压,以便根据跟踪屏幕的需要改变或控制CRT电子束。

典型的字符发生器工作原理

图1-6示出一种字符发生器的工作过程。在该系统中按照电子束对CRT屏幕上某一给定点进行扫描,用在精确时间间隔发生的时标调制CRT电子束强度来产生字符。时标脉冲则由字符发生器的输出来进行控制。

与水平和垂直偏转电压有关的时标脉冲由主时标脉冲进行同步。在该例中示出,对每个字符需要两次垂直扫描。因此,要在一行上产生80个字符,则主脉冲必须对每次水平扫描触发160次垂直扫描。

主脉冲加到由字符发生器控制(为调制电子束)的一个门上。随后,字符发生器接收来自微型计算机输出端的输入信号(通常从I/O IC)在字符发生器没有输出时,就没

有脉冲传送到CRT，因而屏幕被消隐，即使垂直和水平偏转电压是有效的，也没有字符出现。当微型计算机输出端有数据字节时，此数据字节就被加到字节发生器，在垂直和水平扫描的适当点上增辉屏幕。

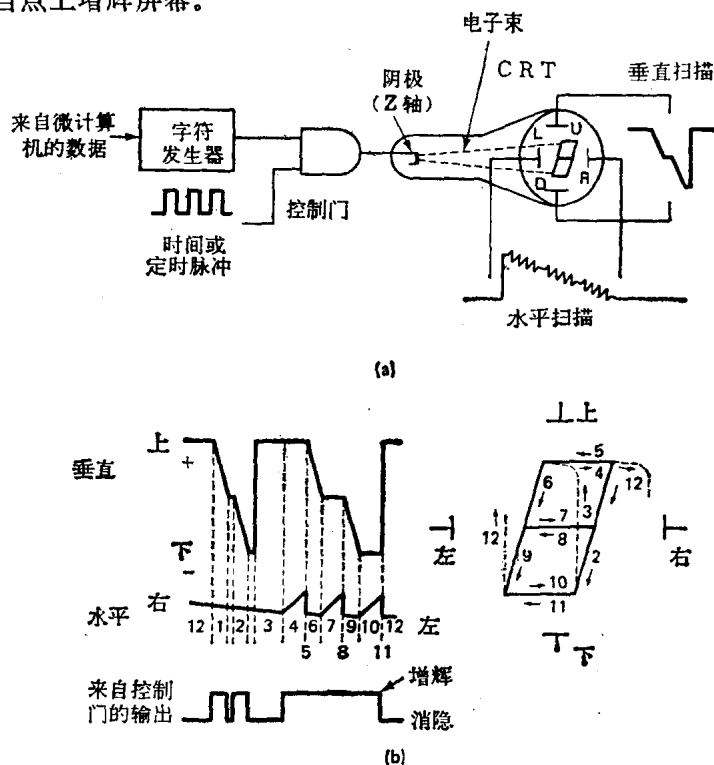


图1-6 在显示终端上直观显示的形成

垂直和水平偏转电压以及消隐和增辉（调制）之间的关系如同1-6b所示。垂直和水平扫描中的粗黑线表示，CRT增辉并产生一个字符（在此情况为数字8）。例如，为了构成数字8的右上边（在时间间隔1内任意标出），上垂直偏转板接通负电压，使电子束下移。在同样的时间间隔1内，右水平板稍微变负，使电子束稍微向左移动。在时间间隔1中，电子束是不消隐的，因而描出8的右上部分。

数字8的其余部分，可以在一个完全的字符周期（两次垂直扫描）内，比较水平和垂直扫描电压的状态以及消隐状态来描出。应该指出，垂直和水平扫描都不是完全线性的。

在所有显示终端系统中，CRT屏幕的余辉都是很短的。这对于在一个适当的时间内清除读出是必要的（以允许输入新的数据字节）。有些显示终端含有存储寄存器，它允许在屏幕上保留（或再生）显示的字符，直到操作员完全清除读出为止。

四 纸带阅读机和穿孔机

纸带阅读机通过读纸（或薄金属）带上预先穿孔的数据可直接给微型计算机提供输入。纸带穿孔机则将微型计算机的输出信息在纸带上穿孔来提供永久性记录输出。通常一台装置兼有这两种功能。纸带装置的一种公共用途是把微型计算机程序转换成机器语

言。例如，可以利用汇编语言和汇编程序把程序送入计算机（主计算机，分时计算机，支援模拟器等等）。来自该计算机的输出是用纸带穿成孔的机器语言程序。而穿孔的纸带程序则以机器语言方式输入到微型计算机中。

应该指出，纸带机在计算机/数据处理应用方面通常是有用的。实际上，在微型计算机使用之前早就使用了纸带机。例如，纸带上的记录通常是由机器完成的，它将直接从打字机或键盘穿孔机或通过电话线接收穿孔机数据来实现。有时可以用纸带阅读器输出来直接驱动打字机或直接通到电话线上。

纸带阅读机

如图 1-7 所示，在纸带上储存的信息是以沿带的长度方向平行的磁道上（或信道）穿成的圆孔的模式来进行记录的。用横向经过纸带的一排穿孔来表示一个字符。纸带宽度随其所含的信道个数而异。标准的纸带有五个信道和八个信道两种规格。

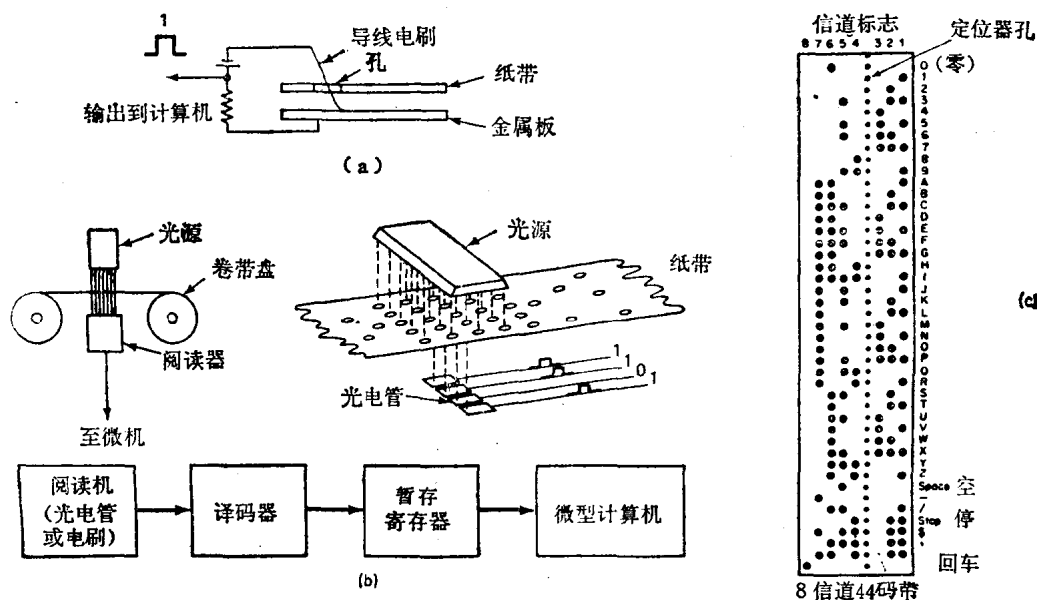


图1-7 纸带阅读机基本电路

纸带系统是理想的适用于微型计算机所用的二进制（或二态）记数，因为纸带的基本标记不是有孔就是无孔。读出二进制位的两种方法如图1-7所示。

在图1-7a系统中，导线电刷接通经过带孔到带底下的金属板的电路。由于该带经过金属板，因而电刷不是通过一个孔接通电路（产生一个输出脉冲），就是因为没有孔而不能接通电路（不产生输出脉冲）。通常，一个输出脉冲（孔）代表一个二进制数1，而无输出脉冲（无孔）则代表一个二进制数0。应当注意，每个磁道或信道使用一个电刷。

在图1-7b系统中，把光源放在纸带的一方，而把光电管放在另一方，每个磁道或信道使用一个光电管。当纸带移动时，每逢有一个孔光就照到一个光电管，因而产生一个输出信号或二进制数1。当无孔时，由于光不能穿过相应的孔，因而不产生输出信号（二进制数为0）。

纸带上的孔只能安排在预定的位置上,如图1-7c所示。纸带横向的一排孔代表一个字符。而一系列字符则组成一个字。定位孔引导纸带通过阅读器,并在适当的位置阅读孔带。在每个字符上,停止片刻以便读带,然后将字符储存在暂存器中。在阅读器和微型计算机输入缓冲器之间采用暂存寄存器,可补偿阅读器和微型计算机在速度上的差别。在某些系统中,暂存寄存器是微型计算机I/O集成电路的一部分。

如果纸带不是用机器语言穿孔(典型的是8位二进制数据字节),则在纸带阅读器和微型计算机输入之间需要有一个译码器。译码器把来自阅读器的五信道或八信道输出信号转换成适合于微型计算机的一种格式(机器语言)。

纸带穿孔机

在微型计算机输出端采用纸带时,则用纸带穿孔机的螺线管操作的金属打孔器来穿孔。每个磁道或信道都有一个打孔器,如图1-8所示。把微型计算机的输出信号通过一个译码器送到穿孔螺线管(如果纸带用机器语言穿孔,则可以省去译码器)。译码器把根据机器语言加工的信息转换成可应用的五信道或八信道代码。

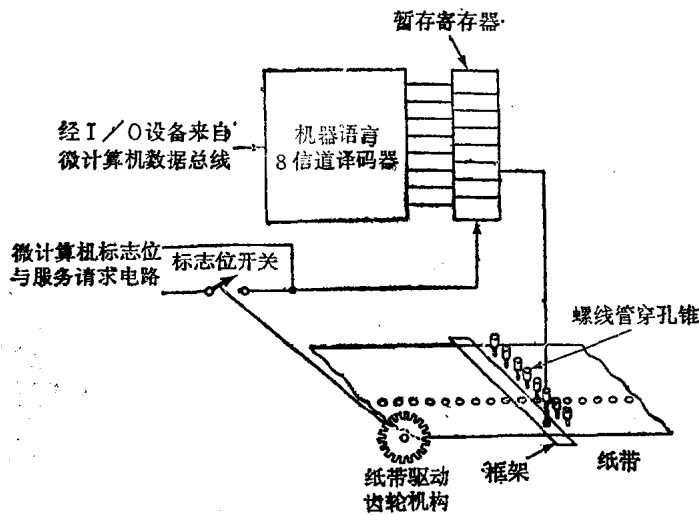


图1-8 纸带穿孔机基本电路

与阅读纸带同样的齿轮传动机带动纸带通过穿孔器。在每个框架上(或横跨宽度的一排孔)都有一个定位孔。当把框架拉进穿孔器下方的位置时,就有一个服务请求信号发送给微型计算机。如果在微型计算机输出端有可用的数据字节,服务请求就允许把I/O缓冲器打开,以便把数据字节传递给穿孔螺线管。如果没有可用的数据字节,就停止纸带驱动,直到得到新的信息为止。因此,微型计算机输出信号与纸带穿孔机的定时是同步的。当然,在正常的情况下,微型计算机产生输出的过程要比纸带穿孔快得多。为此,通常在微型计算机和纸带机之间采用一个暂存寄存器。在某些情况下,暂存寄存器是I/O集成电路的一部分。

五 输出打印机

当需要微型计算机读出有限量的信息时,使用电动打字机是最方便的,而且是最常用

的。这类打印机常常称为控制台、报文、或管理打印机。把长卷纸放进打字托架，以记录输入的数据（由操作员在键盘上输入）和读出处理的数据。

当需要高速读出或者需要读出大量信息时，可以采用各种形式的打印机。应当注意，早在发明计算机之前，许多诸如此类的打印机就已经在电子机械的数据处理设备上了。对于打字机来说，一次只能打印一个字母，而且，打字机的打印杆上下移动也比计算机慢得多。而输出打印机却解决了这些问题。

打印机的基本类型有两种：

1. 行式打印机 (Line-at-a-time printers), 它在给定的行上同时打印全部字符。
2. 字符式打印机 (Character-at-a-time printers)。它顺序地一次在一个位置上打印一个字符，类似于打字机的打印方式（但以很高的速度工作）。

不管采用什么样的打印机，打印机都从译码器或字符发生器接收字符，而译码器或字符发生器则把来自微型计算机的数据转换成与打印机相一致的形式。在某些打印机中，字符发生器类似于把机器语言转换成字符所用的显示终端。不管采用什么样的系统，微型计算机输出缓冲器都根据服务请求信号与输出打印机进行同步。也就是说，当打印机准备就绪接收下一个数据字节（或字符）时，打印机就发一个服务请求信号给微型计算机。

行式打印机

行式打印机包括杆式或群穿孔打印机，以及字轮式，鼓式，或链式打印机和静电印刷机。由于种类很多，这里仅讨论鼓式打印机。

鼓式打印机基本原理 鼓式打印机采用一个实心的圆柱形鼓轮，在鼓轮的周围有凸起的字符，如图1-9所示。鼓轮以恒定的速度转动。当A行通过打印行时，在纸背后的字锤就对着字鼓敲击纸带，打印出一个或多个A字。当B行移动到位时，用同样的方法打印出任何位置需要的字母B。打印出一行就需要鼓轮旋转一周。

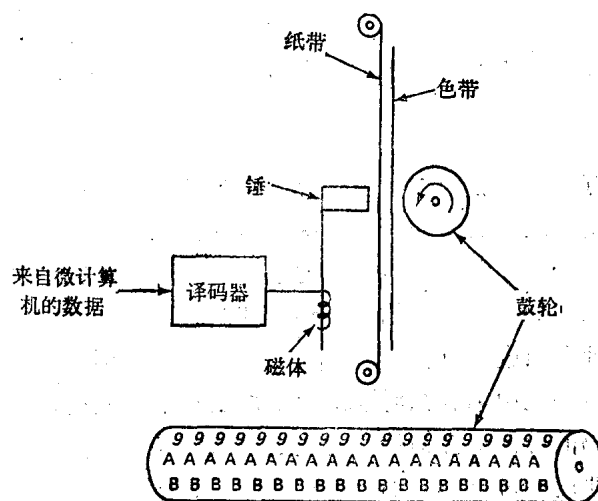


图1-9 鼓式打印机基本结构

Seiko（精工）打印机如图1-10所示，有一个连续转动的打印鼓轮，所用的这种技术称为轮式打印机技术。把打印鼓轮和棘轮轴啮合在一起，并以图示的方向连续转动。在不打印期间，由于触发拉杆弹簧的关系，使得触发拉杆离开棘轮。在不打印的情况下，触发磁体不被激励，并由锤子拉杆弹簧把锤子举到中性的位置。

当激励时，触发磁体激励拉杆强迫触发拉杆对着棘轮的另一端。当它下一次转动时，棘轮与触发拉杆的右端啮合，使得锤子右端向下运动，从而使锤子通过色带打印机进行敲击使其打印出字符来。

棘轮轴转动对42个字符的每一个字符产生信号TP和TL。TP定时为制动磁体提供激励，而TL则去除激励。鼓轮转动一次所得到的波形如图1-10所示。

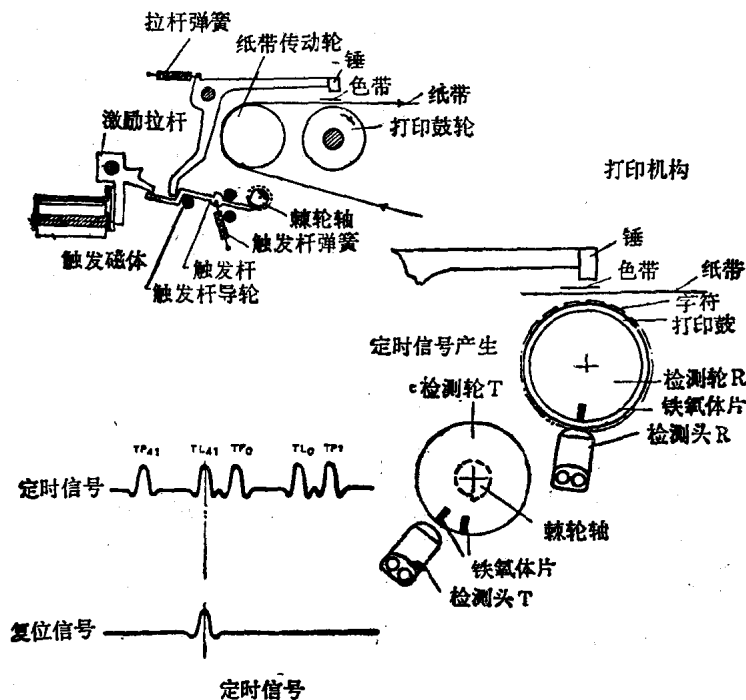


图1-10 Seiko打印机构、定时信号产生和定时信号

字符式打印机

点阵式打印机 是由 5×7 的点阵钢针所组成,如图1-11所示。当一些适当的钢针对着纸冲击时就形成了字符(在某些点阵式打印机中钢针在对准的纸上烧出点子,然而,这种烧印技术一般不用了)。根据来自译码的脉冲选择钢针,有些点阵式打印机每分钟大约可以打印700~800行,这种设备在速度上可以与大部分行式打印机相比拟。

六 磁记录的基本原理

磁带，磁鼓，磁盘，以及铁氧体磁心存储器都是根据电磁学原理工作的。因此，当其

应用于微处理机存储或数据存储时，我们需要复习一下电磁学。

如图1-12所示，电流通过线圈就产生一个磁场。如果放在这个磁场中的金属能被磁化的话，则该金属会以一个方向磁化。如果把电流反向，则该金属又会以相反的方向磁化。如图1-13所示，如果金属在一个方向已被磁化，而施加一个相反方向的磁化电流来改变磁性的方向，则变化的

磁场就在另一导体（或靠近磁场的导体）上产生（或感应）一个电流。然而，如果施加的磁化电流不改变磁方向，则没有磁场变化，也就没有感应电压。因此磁化的金属就具有“存储”的能力，它适用于微型计算机所用的二态二进制数（1或0）。

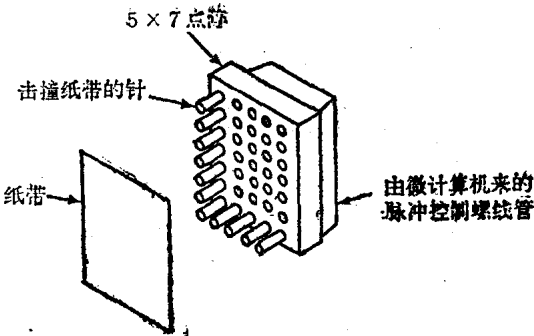


图1-11 基本点阵式打印机

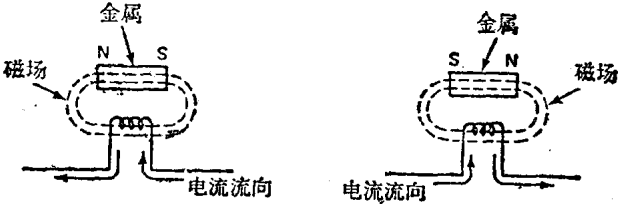
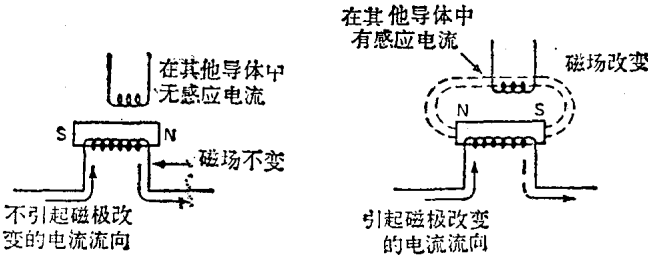


图1-12 以通过相应的电流使金属在相应方向磁化来表示磁存储器的基本原理



N和S = 磁铁中磁的原始极性

图1-13 表示电流对预先磁化金属存储元件的影响的磁存储或存储器的基本原理

根据这些磁化原理，可以用其两种状态。就磁带，磁鼓和磁盘来说，就是利用存在磁性和不存在磁性来表示二进制状态。通常，用存在磁性表示二进制1，而用磁性不存在表示二进制0。

就铁氧体磁心来说，则用磁性的方向来表示状态（1或0）。应当指出，对微型计算机来说，一般不采用铁氧体存储器，但对比较大型的计算机来说，则常常采用铁氧体存储器。

七 磁带记录的基本原理

对于微型计算机来说，常常采用磁带机作外部数据存储设备。磁带机提供高速的数据读入与读出。用于微型计算机的常见的磁带记录型式是盒式磁带式。