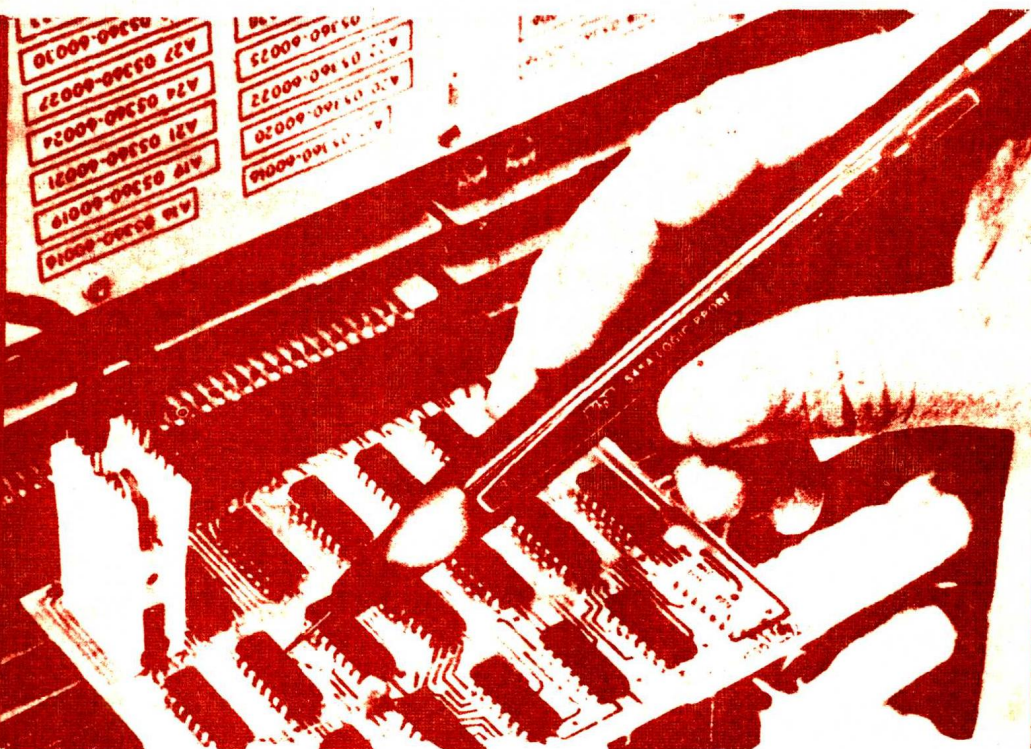


TP30-217C3

[美] 约翰·德·兰克 著
裴国焰 李藻 译

微型计算机 故障检测与维修



陕西省科技期刊编辑协会 出版
《陕西电子》编辑部

译者的话

随着我中华经济振兴,科学技术、工、农、林、牧、渔和第三产业的迅速发展,为微型计算机的应用开辟了广阔的天地,正日益渗透到国民经济的一切领域中。在科研、生产、设备应用和管理中将出现数据信息处理的微型计算机化。当前,我国大量生产和引进各种型号的微型计算机,以满足各行各业的众多需要。由于微型机的大量应用与普及,必然面临着如何对微型机进行维护、故障检测和修理问题。鉴于目前尚无这方面的中文专著,为提高微型计算机的利用率,帮助广大微型计算机硬件设计、生产和使用维护人员检测故障和进行修理,我们翻译了JOHN D. LENK所著的“微型计算机故障检测与维修”(How to Troubleshoot and Repair Microcomputers)一书,以满足这方面的需要。本书的主要内容取材于作者写的“实用的微型计算机故障检测手册”一书,不仅介绍了一般微型计算机故障检测的方法,还详述了典型微机电路故障检测方法,特别对帧打字机、软盘等外围设备和各种测试设备以及对电子电平检测和系流键检测的介绍非常适合当前国内微型机的生产与使用状况。虽以Hewlett公司生产的设备为例,但它与我国大量引进的IBM机器的主要电路是相同的,具有一定的代表性,可谓一本对微型机和使用数字集成电路的设备进行故障检测和维修的有益工具书。

本书共分四章。第一章介绍微型计算机外围设备及其操作使用问题。第二章介绍微型计算机的故障检测设备,主要介绍必备的诸如逻辑探针、逻辑脉冲发生器、电流示踪器、逻辑夹和逻辑比较器等设备。第三章着重介绍各种典型微型计算机用数字集成电路故障检测法,并给出大量的电路图例。第四章详细介绍了微型计算机故障检测的方法和步骤。本书第二、三章由裴国焰同志翻译,第一、四章由李藻同志翻译,姜恩春同志对全书作了技术校对。

承蒙西北电讯工程学院的赵树芴付教授对译文进行了审阅以及刘庆华、黄晓利等同志给予我们大力的支持与帮助,在此谨致谢意。

由于时间仓促,译文中错误之处在所难免,殷切希望读者批评指正。

译者

一九八五年五月

目 录

第一章 外围设备及其工作原理

1、对外围设备的要求	1
2、电动打字机或电传打字机终端	2
3、视频终端 (键盘/CRT)	6
4、纸带读出器与穿孔机	7
5、输出打印机	9
6、磁记录的基本原理	14
7、磁带记录的基本原理	15
8、软磁盘记录基本原理	22

第二章 微型计算机故障检测设备

1、微型计算机故障检测中的安全措施	31
2、逻辑探针	32
3、逻辑脉冲源	35
4、电流示踪器	35
5、逻辑夹	39
6、逻辑比较器	41
7、微型计算机故障检测的基本方法	41
8、HEWLETT PACKARD 1611A 型逻辑状态分析仪	47
9、HEWLETT PACKARD 1610A 型逻辑状态分析仪	52
10、HEWLETT PACKARD 1602A型逻辑状态分析仪	60
11、TEKTRONIX 7D01逻辑分析仪和DF1显示格式器	62

第三章 典型的微型计算机电路原理与故障检测

1、HEATHKIT H11型计算机系统	73
2、HEATHKIT H11—14K存储器扩展模块	97
3、HEATHKIT H11—2 并行接口模块	100
4、HEATHKIT H11—5 串行接口模块	104
5、HEATHKIT模块H9 视频终端	108
6、HEATHKIT模块H10 纸带读出器/穿孔机	136

第四章 微型计算机故障检测方法

1、基本的数字集成电路故障检测技术.....	147
2、研制开发阶段的故障检测	157
3、故障检测中分析微型计算机程序流程	166
4、HEWLETT PACKARD 1610A逻辑状态分析仪的使用	170
5、TEKTRONIX 7D01逻辑分析仪的使用	189
6、串行图形模式识别问题	195

第一章

外围设备及其工作原理

本章主要介绍与微型计算机连用的外围设备。它基本上与大型通用计算机和小型计算机的外围设备相同。例如,一台典型的微型计算机可以与视频终端(键盘和阴极射线管显示器)、电动打字机或电传打字机一起工作。同样,为了存储大量数据,一台微型计算机也可以与控制台式磁带机(更可能的是与磁盘和盒式磁带机)连用。当然,这就要求相应的I/O设备或软件(或者二者的组合),使外围设备与微型计算机匹配。

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为微型计算机语言(二进制数组),以及把微型计算机语言转换成适合于读出的型式。实际上,外围设备(连同I/O集成电路一起)的作用使“外界”与微型计算机协调一致。

这种协调或转换功能之所以需要,有两方面的主要原因。第一,因为“外界”几乎没什么东西是以二进制数表示(一般,“外界”是用数字,字母和字等表示)的,然而,微型计算机总是用二进制数(通常以脉冲形式表示)工作的。第二,与外界相比,微型计算机是以极高的速度工作的。在按一下输入打字机的键所需要的零点几秒内,微型计算机就可以完成千百次操作。

数据处理中的外围设备

在数据处理应用中,为了利用微型计算机的高速优点,要处理的信息是预先准备好并存储起来的。存储形式通常包括纸带、穿孔卡片、磁带以及磁鼓或磁盘,一部数据处理微型计算机和外围设备间的基本关系示于图1-1中。

应当指出,“联机”和“脱机”这两个名词被用来表示对微型计算机的直接和间接连接。例如,由一部电动打字机控制的一台纸带穿孔机是间接输入的一种脱机外设。把纸带上的孔变换成脉冲加到微型计算机上的纸带读出机是直接输入的一种联机外设。脱机外设的信息是由操作员加上的。用于微型计算机中的联机外设则自动地把信息转换为数据(以脉冲形式表示)。它仅要求操作员装上纸带或卡片并接通设备即可。

工艺控制应用中的外围设备

许多微型计算机连续地接收变化的输入,并产生相应的输出。用于监视和控制生产工艺过程的微型计算机就是一例。通常,这样的系统中没有脱机外设。微型计算机从传感

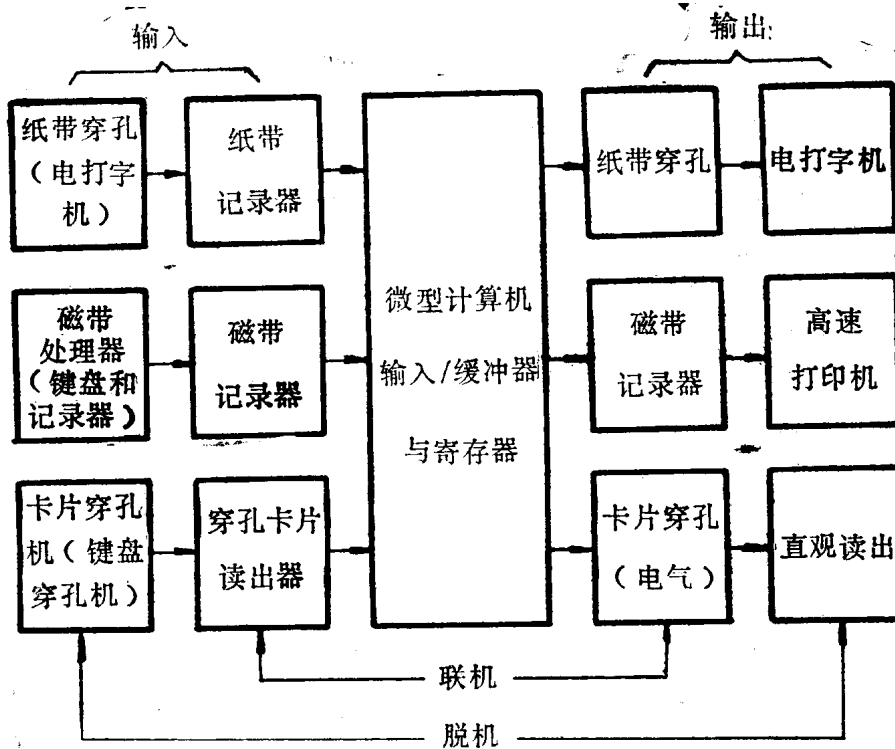


图1—1 在数据处理应用中微型计算机与输入/输出设备间的基本关系

器接收输入，将诸如温度、流量和体积等工艺过程因素变换为电压。经过模拟—数字变换电路（这是一种译码电路）将电压（它是温度、流量和体积模拟量）变换为数据字节。而来自微型计算机的自动读出除提供打字机或打印机作永久记录外，也用于控制工艺过程，微型计算机输出的数据，由数—模转换电路（另一种型式的译码器）变换为相应的电压。因此，输出电压作为控制工艺过程的开关、阀门等所需要的控制电压。

二 电动打字机或电传打字机终端

电动打字机和电传打字机可以作为微型计算机的输入或输出设备。通常对输入和输出两种功能使用相同的I/O集成电路。

基本输入电路

图1—2示出外围打字机或电传打字机与典型微型计算机间输入关系。在任何具有打字机的系统中，键盘和微型计算机输入端之间，必须有一些电路，首先它把数据指令变换成微型计算机电路所用的字节。第二，为不影响正常的操作，它存储字节直到可以进入微型计算机电路时止。这个过程有时称之为服务程序。

这种变换由译码电路完成，而寄存器和缓冲器完成存储定时。当前的设计趋向是微型

计算机的I/O集成电路中包括寄存器和缓冲器功能，在打字机中包括译码器功能。

应当指出，数据能以并行和串行两种方式从外围设备传输到微型计算机。并行方法是最快的方法，而且在微型计算机中要求最简单的I/O电路。然而，电传打字机终端通常在单股电话线（或双股线）上传输数据字节。典型情况下，对于8位并行系统，要求八条线再加上控制、标记、服务请求或中断线。而电传打字机（以及所有串行数据传送设备）要求一个专用的串行I/O集成电路（通常称做异步或通用I/O）。

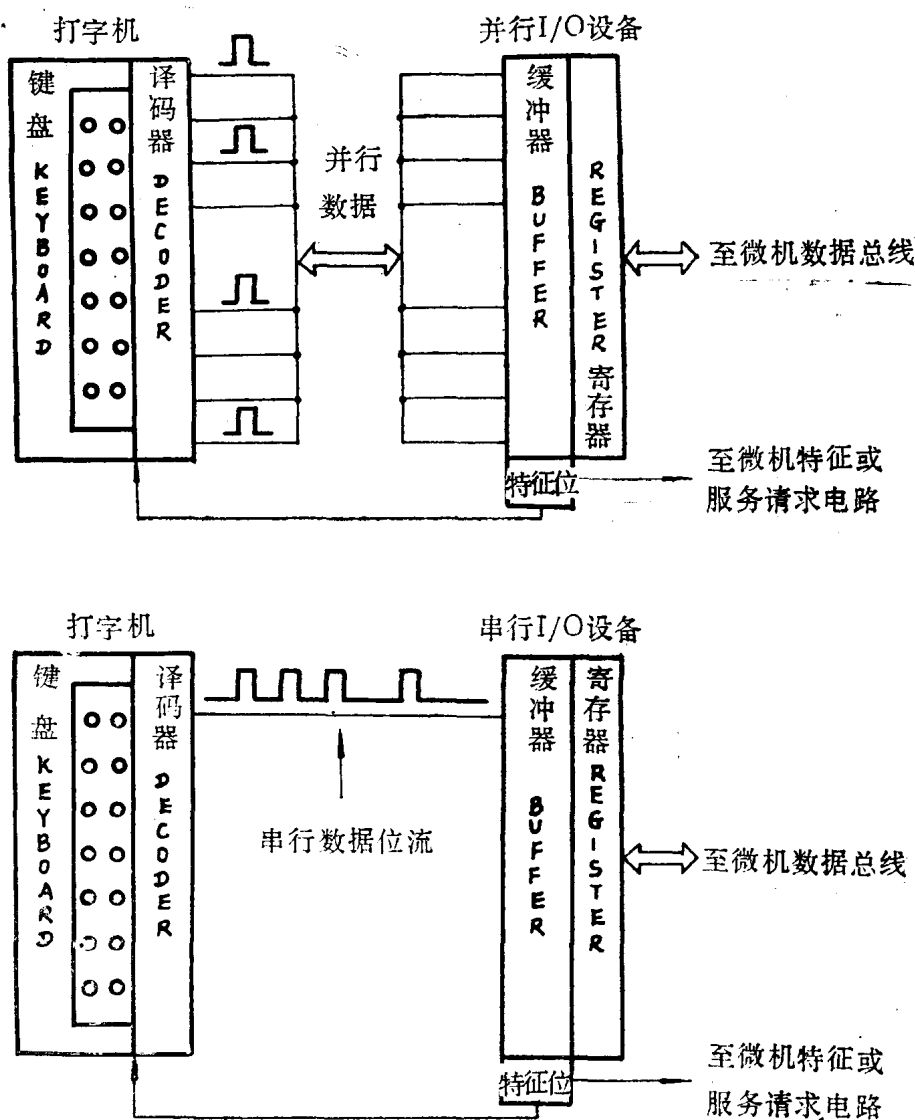


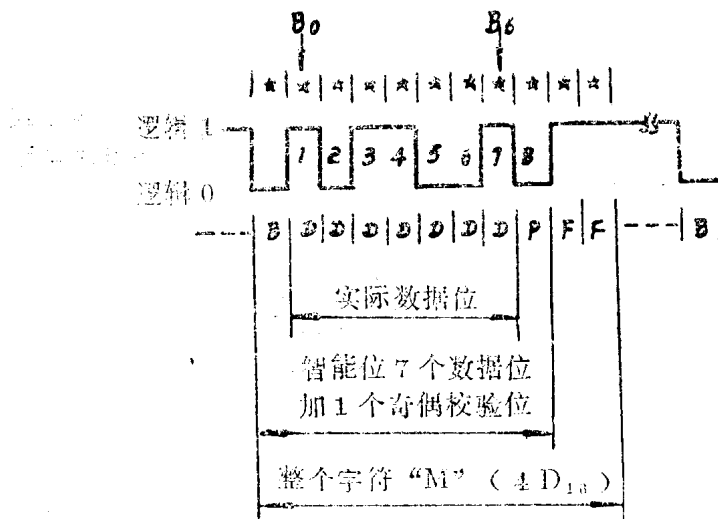
图1—2 串行和并行操作中外围打字机与微型计算机间输入关系

串行数据传输 通常用图1—3所示的固定格式传输串行数据。当用户在电传打字机键盘上按一个键（例如，M）时，字符信息被变换为ASCII码（16进制4D），并作为一个

串行数据流出现在电传打字机输出端。应当指出,在图1—3中,字符数据的每一位(从 b_6 至 b_1 是等同的,字符(字母M)是从起始位B到两个停止位FF之间的所有位构成的。按照惯例(或规程),两个停止位用于以每秒10个字符的速度传输数据,一个停止位具有较高的数据传输速度。

一位奇偶校验位P也示于图1—3中,只有当七个数据中所包括1的个数为奇数时,奇偶校验才是1。因此,在八个有效位(七个数据位加一个奇偶校验位)中1的个数总是偶数。这种变换称做ASCII码数传输的偶校验(一般用于电传打字机和大多数串行数据传输设备中)。因此,由于图1-3中所示的字母M的ASCII码中有四位(偶数)1,则奇偶校验位是0。

输入时序 不管是串行或并行传输数据/指令必须按精确的时序从打字机进入微型计算机电路。如图1—2所示,译码器输出加至寄存器/缓冲器。缓冲器由来自微型计算机的脉冲或控制信号开闭、以响应来自打字机的服务请求(也称标志、中断)。这就协调了打字机的低速度与微型计算机的高速之间的操作问题。例如,假定缓冲器每秒可以开闭10,000次,而按和释放电传打字机的键一次却要用1秒钟。不管来自键盘的数据什么时候起始和终止,缓冲器/寄存器却有几千次对微型计算机读入、存储和读出数据字节。



- : 1 位时间
- B : 起始位
- F : 终止位
- P : 奇偶校验位
- D : 数据位
- 字符间异步时间

图1—3 电传打字机串行传输格式(示出字符M)

为防止打字机与微型计算机电路间不希望的冲突,服务请求信号与定时信号的这种组合是必须的。例如,假定计算正在按原先由键盘输入的数据字节完成一系列数学计算,同时操作员开始输入更多的数据。在正常时序情况下,打字机发出服务请求。

(实际上,服务请求是每个数据字节、或每按一次打字机键盘发送一次)服务请求告诉微型计算机,有新的信息送入缓冲器。如果缓冲器中旧信息被置零,则新的数据被输

入并读出到微型计算机。

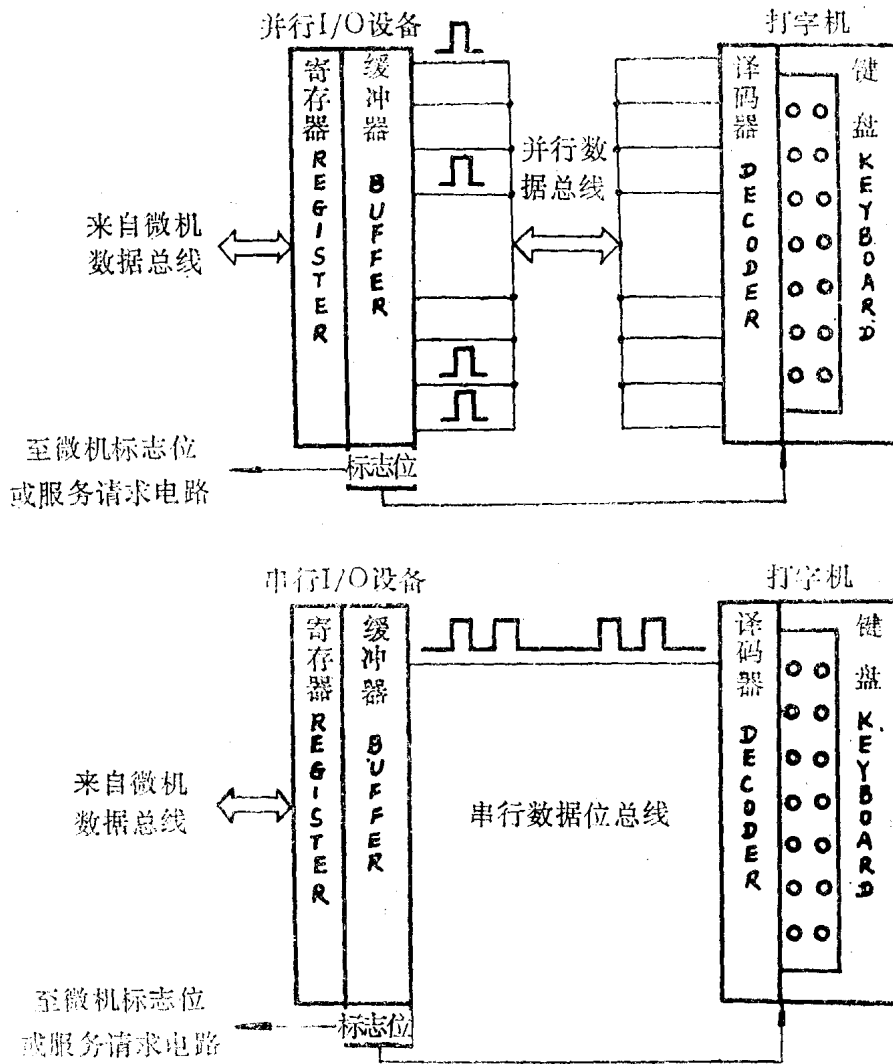


图1—4 串行和并行运算的外围打字机与微型计算机之间的关系

假定微型计算机处于未准备好状态，不能接收信息（正在处理前面的数据字节），则缓冲器接收新数据，但直到电路处于就绪状态之前不把缓冲器接通到微型计算机。应当记住，由于微型计算机以极高的速度工作，因此，操作员根本不必等待微型计算机完成前一操作才按下下一个键。

基本输出电路

微型计算机输出电路实际上是输入电路的反演形式。对于电动打字机或电传打字机而言，输出电路首先必须变换已处理的数据为打字机键适用的形式（通常为数字、字母、字等），其次使高速微型计算机输出与低速打字机同步。

如同在输入情况下一样,这种变换是由一个译码电路(一般在打字机内)完成的,而同步是由I/O缓冲器/寄存器完成的,它是按照微型计算机和打字机信号的组合而工作的。

图1—4示出外围打字机或电传打字机与典型微型计算机之间的输出关系。在这种读出方式中,键是受译码器电压控制的。当缓冲器/寄存器开启时,把数据字节加到译码器上,译码器依次将操作控制电压加到相应的打字机键上。这导致相应的键动作并打印出所对应的字符(数字、字母、符号等)。

在正常时序情况下,打字机发出服务请求。它告诉微型计算机键盘已准备好从缓冲器接收数据。寄存器置零,新的数据字节由微型计算机输入,缓冲器开启,则数据字节加到译码器。然后,译码器控制相应的键动作。

显然,微型计算机解题要比键盘打印出结果更加快得多。这就意味着必然出现两种情况。第一,为了敲击键,输出缓冲器必须保持足够长的受激状态时间。第二,必须中断微型计算机的正常程序,以使在输出缓冲器中保持开启时计算机不致于计算好几个问题的解。在实际中,中断出现在微型计算机工作中某些方便的时刻(通常在定时周期的末尾。)

三 视频终端(键盘/CRT)

视频终端可以作为微型计算机的一种输入/输出设备,特别是适用于要求快速使用信息的询问/应答情况。除非视频终端的CRT部分附有打印设备外,它不能保持显示数据的永久记录。

正如图1—5所示,视频终端实际上是一个CRT(包括高压电源和垂直/水平扫描电路,与电视机和示波器相似)加键盘。从微型计算机接收到或从键盘输入信息之后的瞬时,就把信息显示在CRT屏幕上。

视频终端的输入功能是由键盘实现的。即键盘的输出由译码器(它通常是视频终端的一部分)变换为数据字节(适合于微型计算机的机器语言)。

输出功能由CRT来完成。CRT的水平和垂直扫描偏转电路都是标准电路。电子束在CRT屏幕上每秒钟扫描数百次(或上千次)。一般,偏转电路扫出20行、40行(水平线)字符(字母、数字或符号),每条线分为80个空格(为80个字符用)。

有许多系统用于产生字符。大多数视频终端使用某种型号的集成电路形式的符号产生器。这些符号产生器是译码器的一种形式,它使二进制数据字节变换为电压,此电压改变或控制CRT电子束在屏面上扫描出字符。

典型的字符产生器工作原理

图1—6示出一个字符产生器的工作过程。在此系统中,当电子束通过CRT屏面上的给定点时,用在精确时间间隔出现的定时脉冲调制CRT电子束强度以产生字符。定时脉冲是由字符产生器的输出控制的。

定时脉冲与水平和垂直偏转电压间的关系由主定时脉冲同步。图1—6的例子表明,每

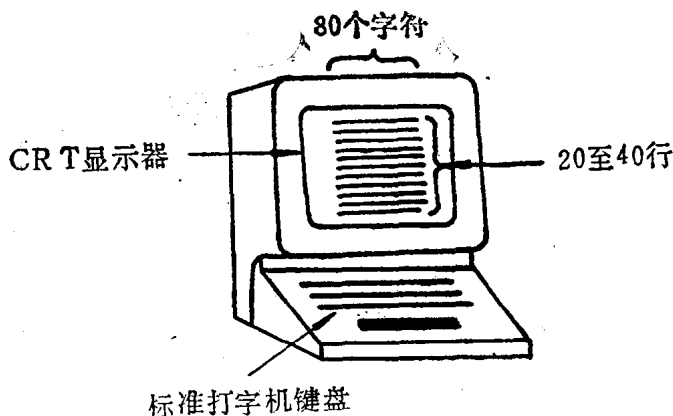


图1—5 典型的视频终端 (CRT显示器/键盘)

个字符要求两次垂直扫描。那么,为了在一条线上产生80个字符,对每次水平扫描,主脉冲必须触发160次垂直扫描。

主定时脉冲加到一个受字符产生器控制的选通门上(以便调制电子束)。然后,字符产生器接收来自微型计算机输出端(通常来自I/O集成电路)的输入信号。在字符产生器无输出时,就没有脉冲到达CRT,屏幕就被消隐,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一个数据字节时,这个数据字节就被加至字符产生器,在垂直和水平扫描的适当的点上辉亮屏幕。

垂直和水平偏转电压以及消隐和显示(调制)之间的关系示于图1—6b。垂直和水平扫描中的粗线表示CRT未被消隐并产生一个字符(在这里为数字8)。例如,为了构成数字8的右上边(在标记为1的时间间隔里),上垂直偏转板通负压,使电子束向下运动。在相同的时间间隔内,右边的水平偏转板也稍稍变负,使电子束稍稍向左运动。在时间间隔1中,电子束是不消隐的。这样就扫掠出8字的右上边。

数字8的其余部分可以通过比较整个字符周期内(两次垂直扫描)水平和垂直扫描电压的状态和消隐状态扫掠出来。应当指出,不管垂直扫描电压,还是水平扫描电压,都应是完全线性的。

在所有视频终端系统中,CRT屏幕上余辉持续时间是相当短的。这对于在适当时间周期内消除读出是必须的(以允许新数据字节输入)。某些视频终端含有存储寄存器,它使屏幕上所显示的字符能够保留(或刷新),直到操作员清除读出为止。

四 纸带读出器与穿孔机

纸带读出器(阅读器)通过读在纸带(或薄金属带)上预先穿孔的数据可直接对微型计算机提供输入。纸带穿孔机将微型计算机的输出信息在纸带上穿孔,提供永久性记录输出。通常,一种设备兼有这两种功能。对于纸带装置,一种公共的用途是把微型计算机程序变换为机器语言。例如,一种程序可以采用汇编语言和汇编程序输入计算机

(主计算机、分时计算机, 支援模拟器等)。来自该计算机的输出是一种机器语言程序(在纸带上穿孔), 而穿孔纸带程序则以机器语言方式读入到微型计算机中。

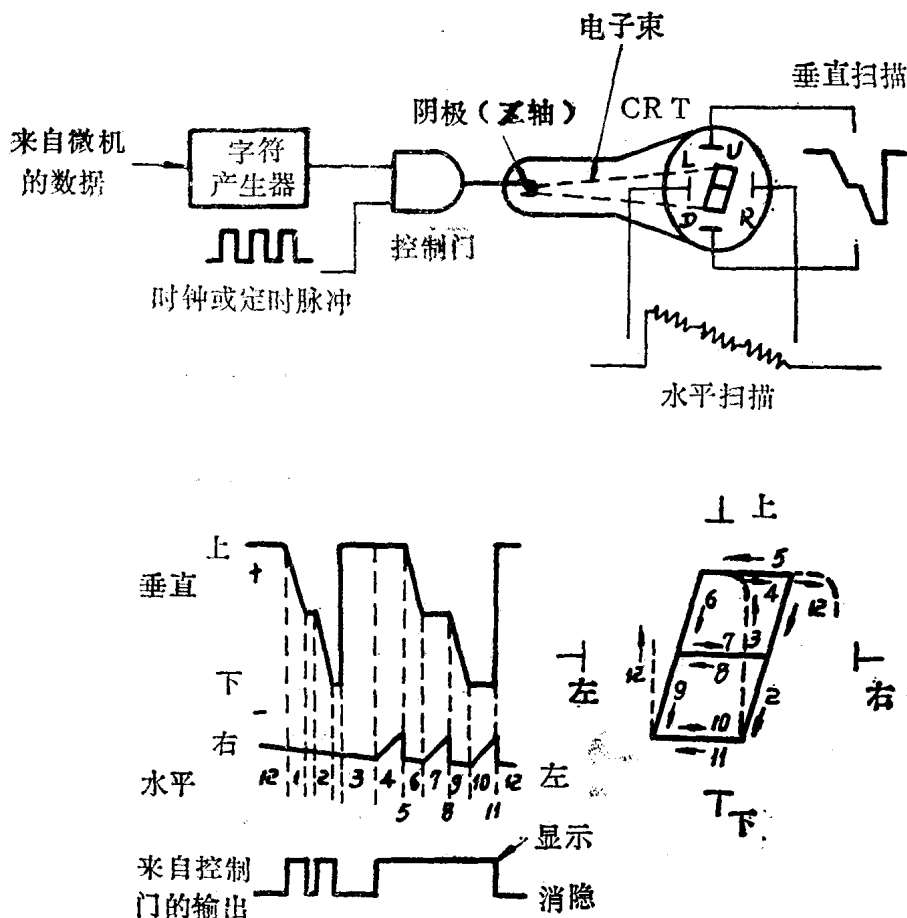


图1—6 在视频终端上直观显示的形成 (a, b)

应当指出, 纸带机在计算机/数据处理应用中一般是有用的, 而且是在微型计算机使用之前就长期使用着。例如, 在纸带上记录, 通常是由机器完成的, 它将直接从打字机、键盘穿孔机或电话线上接收的数据穿孔。纸带读出机输出有时用于直接驱动打字机或通到电话线上。

纸带读出器

正如图1—7所示, 存储在纸带上的信息是以与纸带长度方向平行的孔道上穿孔的方式记录下来的。沿纸带宽度方向的一组孔表示一个字符。纸带随其所含道数而异。一般, 纸带有5道或8道。

由于纸带的基本表示方式不是有孔就是无孔, 因此, 纸带系统是理想地适合于微型计算机用的二进制(或双态制)。检测二进制位的两种方法示于图1—7中。

在图1—7a的系统中, 金属线刷穿过纸带孔至纸带下的金属板, 接通一个通路。当

纸带在金属板上拉过时，或者是线刷通过一个孔接通过路（产生一个脉冲），或者是没有孔不接通过路（不产生脉冲）。通常，有输出脉冲（孔）表示一个二进制1，而无输出脉冲（无孔）表示0，应当指出，每个孔道使用一个线刷。

在图1—7b系统中，光源位于纸带一边，光电池则位于另一边。一个孔通道使用一个光电池。当纸带移动时，若有孔光照射到光电池上，就产生输出（称二进制1）。若没有孔，由于光不能通过相对应的光电池，故不产生输出（二进制0）。

纸带上的孔只能位于预定的位置上，如图1—7c所示。纸带横向的一组孔表示一个字符。一组字符组成一个字。定位孔引导纸带通过读出器，并且使纸带保持在适当位置，以便进行阅读。在每个字符上，纸带暂时停顿，以便阅读。然后字符储存在暂存寄存器中。在阅读器和微型计算机输入缓冲器中间用暂存寄存器，可补偿阅读器与微型计算机的速度差。在一些系统中，暂存寄存器为微型计算机I/O集成电路的一部分。

如果纸带不是以机器语言穿孔（一般为8位二进制数据），则在纸带阅读器和微型计算机之间要求一个译码器。译码器变换阅读器的5道或8道输出为适合于微型计算机的格式（机器语言）。

纸带穿孔机

当纸带用作微型计算机输出时，在纸带穿孔机上由螺管线圈操纵的金属穿孔锥穿孔。每个道使用一个穿孔锥，如图1—8所示。将微型计算机输出通过译码器加至穿孔螺管线圈（若纸带以机器语言穿孔，译码器可以省略）。译码器将已处理的信息从机器语言按要求变换成5道或8道码。

采用与阅读纸带相同的齿轮机构带动纸带通过穿孔锥。对于每帧（沿宽度方向上的一排孔）来说，纸带上有一个定位孔。当该帧拉到穿孔锥下面位置时，一个服务请求信号就送到微型计算机。如果在微型计算机输出端可得到一个数据字节的话，服务请求使I/O缓冲器开启，以便数据字节送到穿孔螺管线圈。如果没有数据字节，纸带驱动停止，直至新的可用信息到来为止。因此，微型计算机输出就与纸带穿孔定时同步。当然，在正常情况下，微型计算机产生输出的速度快于纸带设备穿孔速度。正因为如此，在微型计算机与纸带孔机之间经常用一个暂存寄存器。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

当仅有有限量信息从微型计算机中读出时，电动打字机是最方便的，而且是最通用的。这种打印机有时叫作所谓控制台，报文或管理打印机。把大卷的纸带装在打字机的轮架上，记录输入数据（由操作员在键盘上输入）和已处理的读出数据。

当要求高速度读出，或者是大量信息读出时，采用各种不同型式的打印机。应当指出，早在计算机被发明以前，其中许多打印机就是与机电数据处理设备联用的。采用打字机一次只能打印一个字母。而且打字机的打印杆上下移动，对计算机来说要慢的多。输出打印机克服了这些难题。

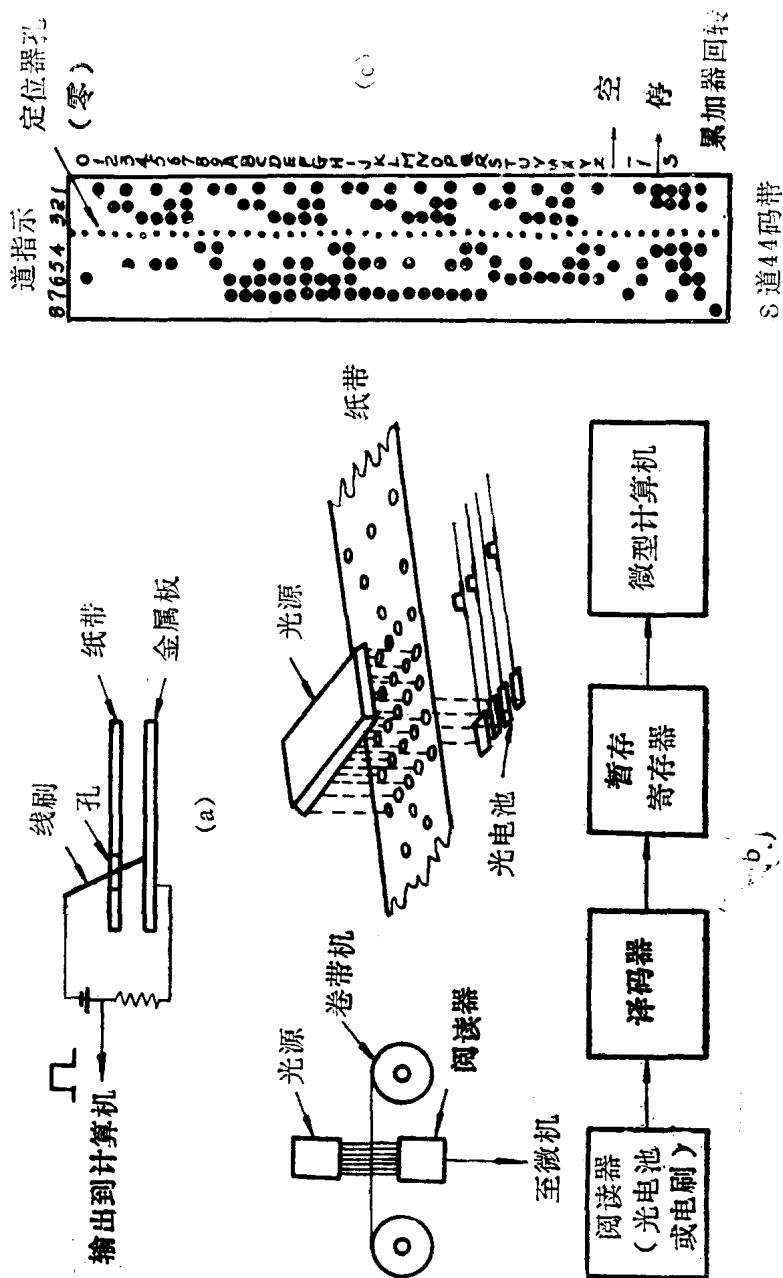


图1—7 基本纸带阅读器电路

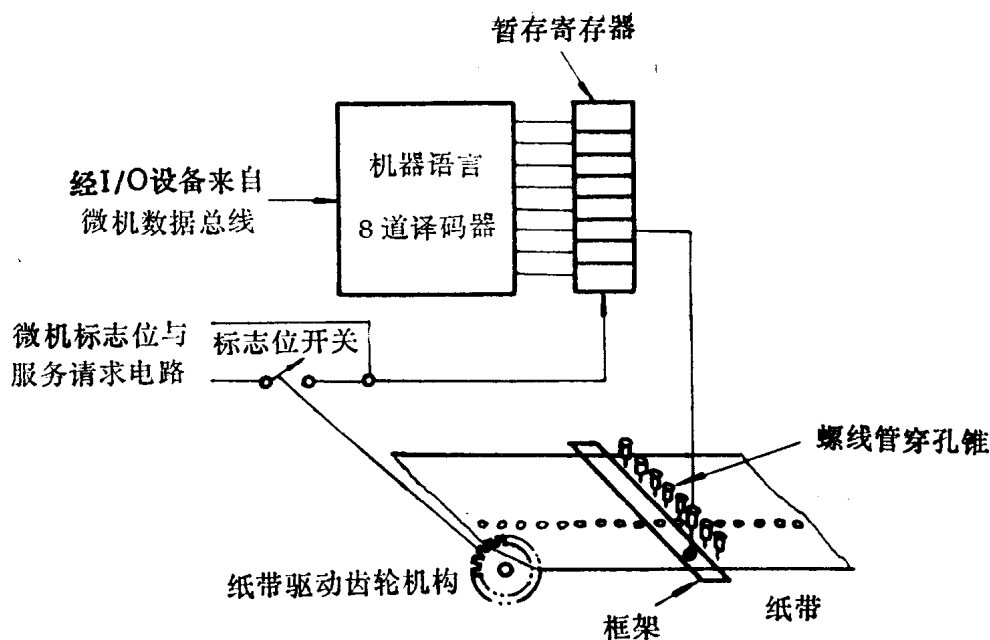


图1—8 基本纸带穿孔机电路

打印机有两种基本型式：

1. 行式打印机，它在给定的行上同时打印全部字符。
2. 单字符打印机，它一次在一个位置上打印一个字符，类似于电动打字机的打印方式（但其速度比打字机高得多）。

不管使用什么打印机，打印机都从译码器或字符发生器接收信号，译码器将微型计算机来的数据变换成与打印机相兼容的形式。在一些打印机中，采用类似于视频终端里所介绍的字符发生器将机器语言变换为字符。无论使用什么系统，微型计算机输出缓冲器是通过服务请求信号与输出打印机同步的。当打印机准备好接收下一个数据字节（或字符）时，它就发送一个服务请求信号到微型计算机。

行式打印机

行式打印机包括杆式打印机以及字轮式字鼓或链式打印机和静电打印机。由于型号很多，这里将仅限于讨论鼓式打印机。

鼓式打印机的基本原理：一部鼓式打印机使用一个实心柱形鼓，围绕鼓有凸起字符，如图1—9所示。字鼓以恒定的速度转动。当A行通过打印线时，纸后面的字锤对着字鼓敲击纸带，打印出一个A或多个A字。当B行移动到位时，任何需要打印的位置都以同样的方法打印出字母B。打印一列就要求字鼓旋转一周。

图1—10所示的Seiko（精工）打印机，有一个连续旋转打印鼓机构，将这种使用的机构称之为飞击式打印技术。打印鼓和棘轮轴啮合在一起，且在给定的方向上连续转动。

在不打印状态下，制动杆的右端由制动杆弹簧使它离开棘轮。在不打印时，制动磁铁不被激励，则打印锤由锤的制动弹簧升到平衡位置。

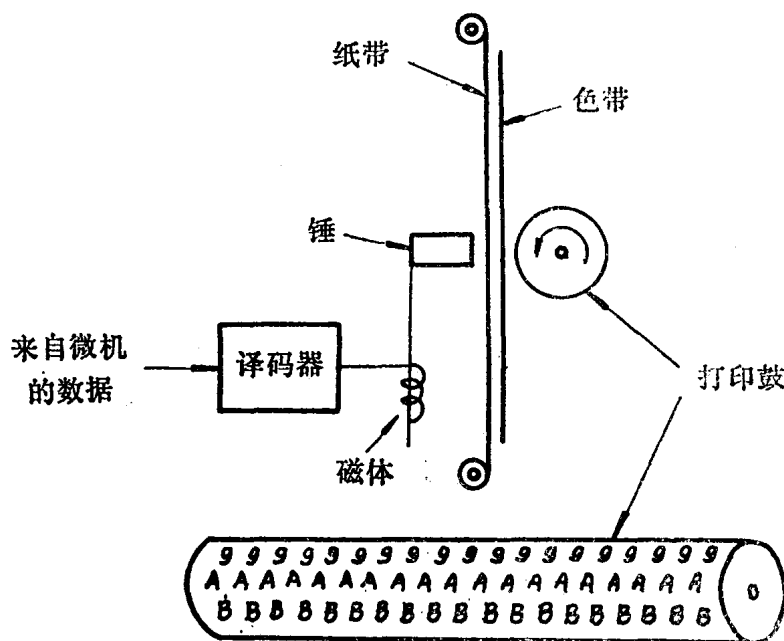


图1—9 基本的鼓式打印机

当磁铁激励时，制动磁铁激励杠杆迫使制动杆另一端压向棘轮。在棘轮下次转动中，其轴啮合制动杠杆的右端，使打印锤的右端产生一个向下的移动，则打印锤通过加墨水的打印色带敲击，打印出字符来。

42个字符(数字、字母加上诸如\$,*等专用字符)中的任意一个都被排列成一个21列格式。每一列位置上都有42个字符等距地分布在鼓周围。由于42:1的传动比，鼓每转动一周，棘轮转42周。那么，当鼓每转动一周，这组字符的每一个就可位于打印锤下一次。

译码器和控制电路按照定时信号正好在准确的时间激励打印锤，定时信号是由铁氧体片(磁铁)或检测头(如图示)产生的电磁定时信号。铁氧体磁铁每通过检测头一次就产生一个定时信号或脉冲。

单字符打印机

电传打字机类似于电动打字机的打印方法，一次打印一个字符。然而，全部字模是在一个方块上，而不是在各个字锤上。字块从左向右移动，在每个打印位置上定位相应的字符，当字块停在每个位置上时，锤从后面敲打相应的字符。字符压向染墨色带，依次把字符印在纸上。典型的打字机式打印机打印速度是每分钟8行。

点阵式打印机是由装成5×7点阵针所组成的，如图1—11所示。当一些针撞击纸时，就形成字符(在某些点阵打印机中，针在对准纸上的位置烧出点子。然而，这种烧

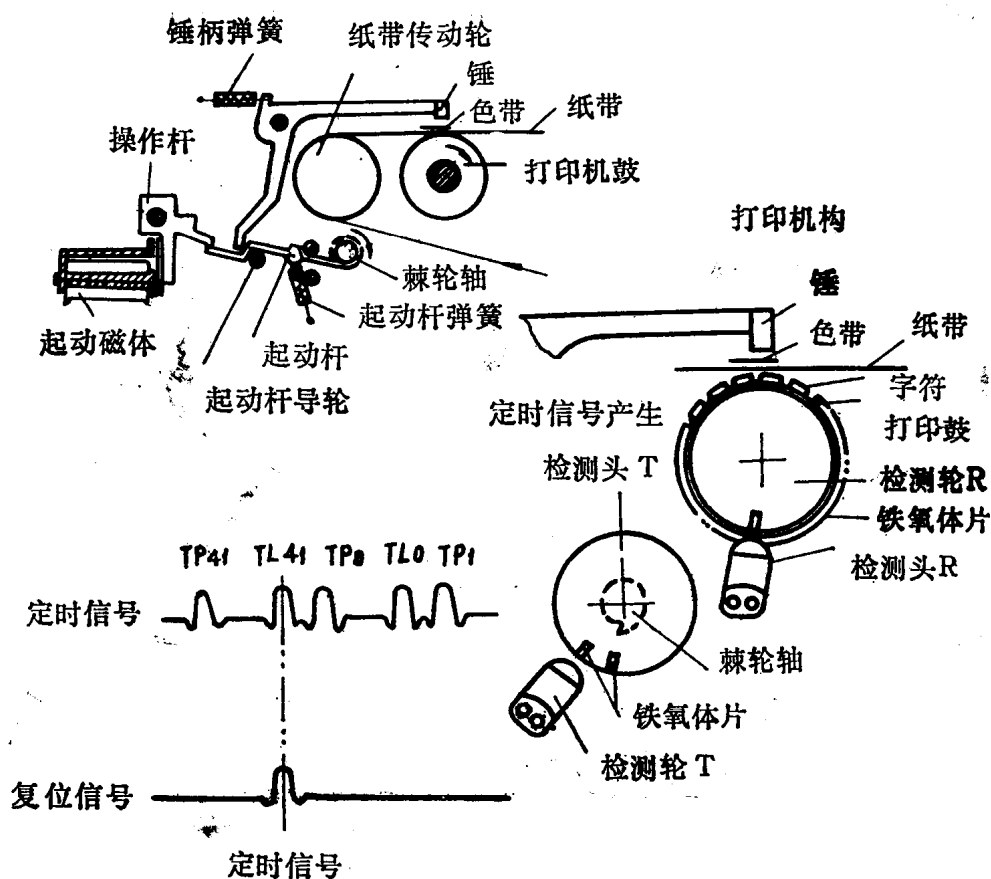


图1—10 Seiko打印原理，定时信号产生与定时信号

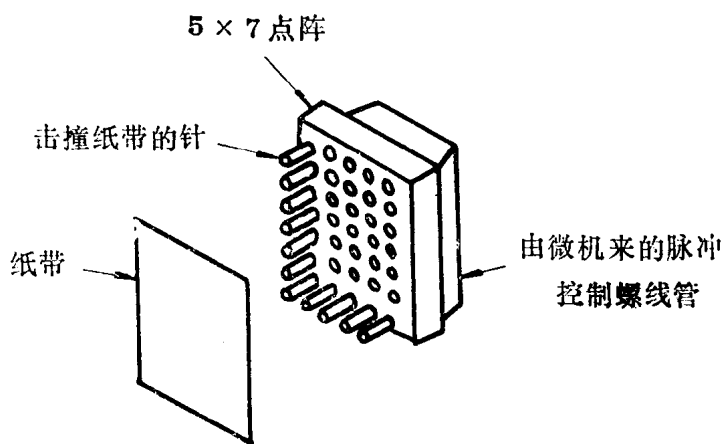


图1—11 典型的点阵式打印机