

微型计算机 数据传输基础与实践

RS232C/高级规程/远程技术

宫崎诚一 著
陆玉库 于翼 译

● 人民邮电出版

微型计算机数据传输基础与实践

TP36

版社

微型计算机数据传输基础与实践

RS 232 C/高级规程/远程技术

【日】宫崎诚一 著

陆玉库 于 翼 译

人民邮电出版社

JS 448/14

マイクロコンピュータ・データ伝送の基礎と実際

RS-232C/ハイレベル手順/距離を延ばす技術

宮崎誠一

1984

内 容 提 要

本书由浅入深地介绍了传输的基本概念、实际电路以及在计算机系统与网络中的应用。

全书共分11章。第1章至第3章着重介绍在距离较短，速度不很高的情况下，传输的一些基本知识，如数据传递方法、传输方式，以及在微计算机系统中的应用技术等。第4章至第8章是全书的重点，介绍传输距离加长，速度增高时的固有技术，包括传输的差错控制、传输线路的特性以及传输中的同步技术等。最后三章介绍了数据传输的应用，这三章较详细地叙述了传输协议，其中包括基本规程和高级传输规程，并对局域网中的网络传输以及传输系统的软、硬件设计等进行了具体的讨论。

本书内容既浅显易懂，又具体实用，对计算机通信专业的工程技术人员以及大专院校师生是一本很有价值的参考书。

微型计算机数据传输基础与实践

RS 232 C/高级规程/远程技术

〔日〕宫崎诚一著

陆玉库 于 翼 译

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

广益印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

开本：850×1168 1/32 1990年4月 第一版

印张：9 16/32 页数：152 1990年4月 北京第1次印刷

字数：250千字

印数：1—2500册

ISBN 7-115-03806-6/TP·022

定价：4.30元

译者序

最近十几年，电子技术领域中发展最为突飞猛进的要算是微型计算机的广泛应用了。当前微型计算机种类之繁多，应用之广阔是任何其他电子设备所无法比拟的。

随着我国国民经济的发展，微型计算机的应用已经在家庭、学校以至各行各业的管理和控制等方面带来了很高的效益。某个部门应用微型计算机的程度，可以说是该部门实现现代化管理水平的一个标志。

由于用微型计算机处理的业务不断增加，很多部门感到单机运用已经满足不了需要，迫切要求将多台微型计算机连成局域网络。在建立计算机局域网络中，掌握数据传输技术是绝不可少的。在世界新的技术革命挑战面前，计算机网络和数据通信技术所处的地位和作用是不言而喻的。

当前，全面介绍数据传输的书籍还很少，为此，译者选择了这本书。本书的内容从传输的基础理论、实际电路到系统设计的应用举例，由浅入深地进行了讲述，无论是对网络知识很少的初学者，还是对从事网络设计的专业技术人员都是一本难得的参考书。如果本书能对从事数据传输工作的技术人员起到微薄的作用，将是译者最大的荣幸。

在本书翻译过程中承蒙北京铁路局计算中心周贤鸿同志校阅，并提出了宝贵的意见，借此机会表示衷心的感谢。由于译者水平有限，译文难免有不妥之处，敬请读者批评指正。

译者

1988年1月于北京

前 言

微型计算机与数据传输

微型计算机正以惊人的速度迅速普及，与此同时，在微型计算机系统中，数据传输技术的使用也在不断增多。

单纯的个人计算机和打印机之间，实际上已经使用了数据传输技术。作为真正数据传输系统的局域网络现在也已进入实用阶段。

以前，对于连接多台终端机的小型计算机联机系统，或者在同时使用多台个人计算机时，需要在每台个人计算机上都各自连接价格昂贵的打印机及磁盘存储器。如果采用局域网络技术，就可以在整个系统中共享这些设备资源。另外，在组成用微型计算机进行控制和数据收集的系統时，采用数据传输技术就能避免分别布线。

另一方面，在数据传输设备中也使用很多微型计算机。微型计算机除了组成完整的计算机系统(如个人计算机)外，还经常做为机器的一部分使用。这时微型计算机只作为机器的一个控制部件。在数据传输装置中的控制部分也装有微型计算机。

从上面这两方面意义上可以看出，微型计算机和数据传输是相互共存、不可分割的。

数据传输技术

数据传输历来被认为是一种很特殊的技术，但是今天，它已不再是什么特殊技术，而是谁都应该掌握的一般技术了。随着微型计算机的普及，计算机技术不仅对专门从事计算机的技术人员，而且对所有技术人员都是必须具备的技术了。

数据传输技术与计算机技术一样，它必将成为每个技术人员不可缺少的技术。

今天再提到微型计算机入门的书，有些人已经不感兴趣了，可是目前在数据传输方面合适的入门书还不多。

本书是以具有一定电子技术知识的技术人员为对象而编写的入

门与具体实践的参考书，它不要求对数据传输有什么预备知识。对电子技术也只要求具有一般的基础知识就足够了，不要求具备更高深的专门知识。

虽然本书是一本入门书，但是对数据传输做了全面介绍。同时，本书不是单纯的知识性介绍，而是把重点放在数据传输的基本设计方面。因此，对于正在从事数据传输工作的人员来说也是一本很好的参考书。

如前所述，微型计算机与数据传输之间的关系有两个方面，本书将以微型计算机系统中所采用的数据传输为主。也就是说，不介绍太复杂的大规模的数据传输，而是以介绍比较简单的数据传输为主。

本书的目的是使读者能够设计微型计算机系统中所采用的一般传输系统。

本书的内容

在数据传输入门书籍中，大多只讲它的应用，不介绍数据传输本身。本书主要叙述数据传输本身。从这个意义上讲几乎没有同类书籍。反之，本书对数据传输的应用方法涉及不多，这方面的内容请参阅其他书籍⁽¹⁾。

全书内容分为三大部分。

[第1章～第3章]

这部分介绍数据传输的一般入门知识。数据传输在传输距离短、传输速度也不很高的情况下，几乎不需要传输的固有技术。这部分的目的是要在不涉及数据传输固有技术的条件下，能够进行传输的设计。

[第4章～第8章]

这部分介绍在进行长距离、高速度传输时数据传输中的固有技术，这是本书的中心部分。除第4章外，讲的都是硬件的有关技术。理解了这几章之后，就可以进行长距离、高速度传输的设计。

[第9章～第11章]

这部分介绍数据传输的应用。

目 录

第1章 信号的传输

——传输技术及其必要性.....(1)

1.1 TTL 电平的传输——传输的界限及措施.....(1)

1.2 信号与数据——字符的表示.....(6)

1.3 数据传递方法——同步的概念.....(8)

1.4 数据传输的种类与方式.....(19)

【补充说明】微型计算机中的数据传输.....(26)

第2章 串行传输

——同步方式/异步方式传输.....(28)

2.1 串行传输及规格.....(28)

2.2 同步的方法.....(29)

2.3 传输的方向性.....(31)

2.4 串行传输用的 LSI 概要.....(32)

2.5 USART 8251 A 的使用方法.....(35)

第3章 通用接口

——在微型机系统中的应用.....(58)

3.1 调制解调器接口.....(58)

3.2 RS-232 C.....(62)

3.3 RS-422 与 RS-423.....(74)

3.4 电流环.....(78)

第4章 传输差错控制.....(83)

——提高数据的可靠性.....(83)

4.1 什么是差错控制.....(83)

4.2 差错检测方式.....(87)

4.3 重发.....(96)

4.4	循环传输	(102)
4.5	误码率	(104)
第5章 传输线路的特性		
	——传输差错原因的分析	(106)
5.1	传输差错与波形失真	(106)
5.2	传输电缆	(109)
5.3	衰减与频率特性	(111)
5.4	反射	(115)
	【补充说明】非线性终端	(127)
第6章 噪声及措施		
	——防止传输差错的方法	(130)
6.1	噪声及产生噪声的形式	(130)
6.2	共态噪声的消除	(135)
6.3	脉冲变压器与光耦合器	(147)
第7章 线路驱动器/接收器		
	——隔离电路的设计	(155)
7.1	变压器隔离方式	(155)
7.2	光耦合器隔离方式——电流环	(169)
第8章 同步技术		
	——向高级应用展开	(179)
8.1	同步的种类	(179)
8.2	使数据中含有时钟信号的传输	(184)
	【补充说明】双极性编码的频带	(187)
8.3	传输差错与失步	(189)
8.4	PLL 的使用	(192)
第9章 传输协议		
	——基本规程及高级传输规程	(201)
9.1	概要	(201)
9.2	无规程	(203)

9.3	基本规程与二元同步通信	(204)
9.4	争用与轮询	(208)
9.5	HDLC 与 SDLC	(210)
9.6	HDLC 专用 LSI	(226)
9.7	Z 80 SIO 的使用方法	(231)
第10章 网络传输		
	——在 LAN 中的应用	(245)
10.1	网络传输的概念	(245)
10.2	网络的形式	(247)
10.3	信息包方式	(251)
10.4	网络协议	(256)
	[补充说明]通信量分析	(262)
第11章 传输系统的设计		
	——个人计算机网络	(264)
11.1	系统规格	(264)
11.2	硬件设计	(270)
11.3	软件设计	(274)
附录 · 字符码 (286)		
参考、引用文献 (292)		
英文缩写词索引 (293)		

第 1 章 信号的传输

——传输技术及其必要性

1.1 TTL电平的传输

——传输的界限及措施

(1) LS-TTL 的传输

首先让我们看一看 TTL(Transistor Transistor Logic, 晶体管-晶体管逻辑)电平传输的情况。TTL 电路是数字集成电路中使用最多的一种。这里以TTL电路中最普通的 LS(Low-power Schot_tky, 低功率肖特基) 电路为例加以讨论。

把一个集成电路的输出端与另一个集成电路的输入端连接起来,就可以进行传输了。印刷电路板上的布线就是一个传输线路(图 1.1)。但是这样的传输人们往往并未意识到是数据传输,而把它看成是集成电路的扇入、扇出问题。

有时噪声干扰会成为问题,这一问题对模拟电路来说比较普遍,但是在数字电路中只要将电源旁路电容器连接得可靠,一般是不成问题的,不过这只是指在同一个箱体中进行短距离传输的情况。如图 1.2 所示,在两个装置间进行长距离的传输时,就不那么简单了。让我们做下面的实验吧!

图 1.3 表示用 74LS00 进行传输的波形图。当两装置距离为 1 m 时[图(a)],完全没有问题。但是当距离为 8 m 时[图(b)],波形就出现了失真。在这一例子中,虽然输入波形②很不好,但是由于输出波形③经过了整形,正确地传输信号是毫无问题的。

这只是在条件非常好的情况下的实验,实际上在传输时会附加

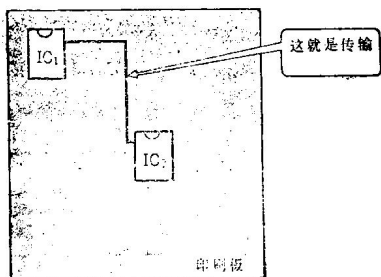


图 1.1 最简单的传输(印刷板内的传输)

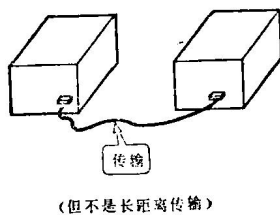


图 1.2 两个装置间的传输

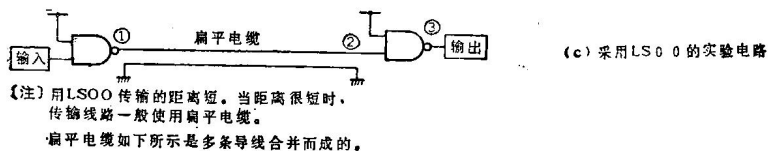
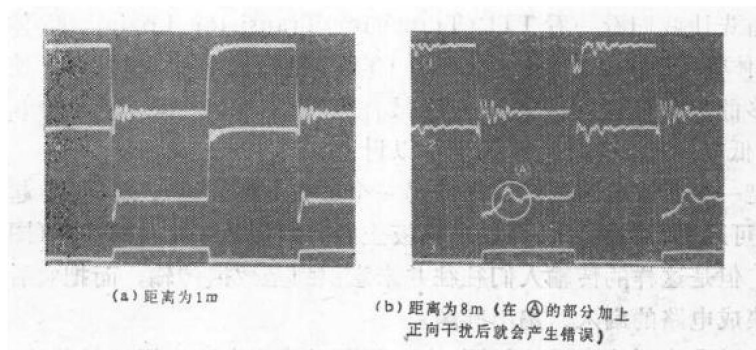


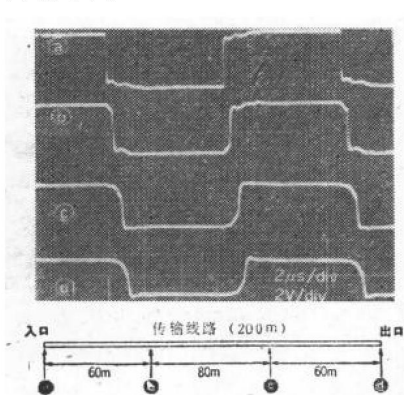
图 1.3 LS00传输的波形[①、②为2V/div, ③为10V/div、200ns/div]

各种各样的噪声干扰。例如图 1.3 (b) 中波形④的部分，如果噪声干扰超过了 TTL 的门限电平(注)，就会使本来的“0”信号变为“1”信号。

对于机器内部的布线，只要充分注意就能够防止因噪声干扰而引起的误动作，但是机器外部的布线无论如何也避免不了在噪声干扰下的恶劣环境的影响，波形随之而变坏，因此必须特别注意。TTL 信号的传输，通常只适用于 1 m 以内的距离。

那么，图 1.3 (b) 的波形失真是如何产生的呢？

信号是按一定的速度在传输线路中以波动形式传输的(图1.4)。它象池塘中水波遇到岸边时会反射一样，信号到达传输线路的末端也会反射(图1.5)。这样的反射就是信号失真的主要原因。反射是传输中的重要问题，所以在第 5 章将进行详细说明。



在传输线路中，输入波形以一定的速度传输，因此波形如照片所示依次滞后，信号在传输线路传输的速度约为 $5 \mu\text{s}/\text{km}$ 。全部滞后约为 $1 \mu\text{s}$

图 1.4 信号按一定速度在传输线路中传输

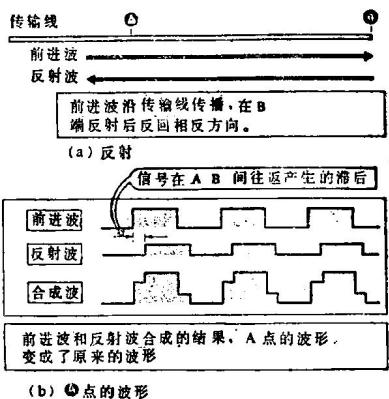


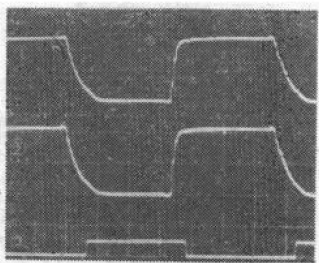
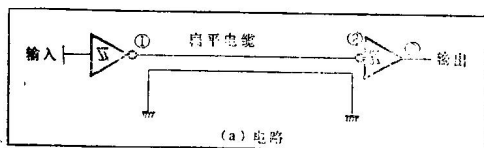
图 1.5 反射引起的波形失真

(注) 门限电平就是信号电平是“0”还是“1”的界限值，图 1.3 (b) 的门限电平为 0.8 V 。

(2) C-MOS 的传输

人们总是希望在传输时消除反射所引起的波形失真。其方法之一就是加长信号的上升沿和下降沿。

由于 C-MOS 电路(4000/4500B 系列)比 TTL 电路的上升沿和下降沿要长,所以不会出现因反射而造成的波形失真,如图 1.6 所示。在 C-MOS 电路中,信号上升沿和下降沿的长短与 C-MOS 的负载电容成正比(图 1.7)。而且传输线路本身有静电电容,其电容量与线路的长度成正比。由于 C-MOS 电路有这两个性质,使得传输线路越长,信号的上升沿和下降沿也越长。因此,线路再长,也不致于出现反射而造成的波形失真。这就是采用 C-MOS 电路的优点。它的缺点是不能进行高速长距离的传输。



(b) 波形 (距离为 8m) (①, ② 2 V/div, ③ 10V/div, 1 μ s/div)

图 1.6 C-MOS 电路的传输

(3) 集电极开路的传输

在传输线路的末端连接一个电阻是实现高速、无波形失真的传输方法。这个电阻称为终端电阻。有关终端电阻的详细说明将在第 5 章中叙述。在线路末端连接一个约 100Ω 的终端电阻时,就可以防止产生反射。但是,为了提供终端电阻上流过的电流,必须加驱动器件。这对普通的 TTL 电路是办不到的,必须采用能提供大电

流的集电极开路的集成电路。图1.8是该电路的原理图，图1.9是它的波形图。采用这种电路后，传输线路长度即使为100 m 也不会产生波形失真。

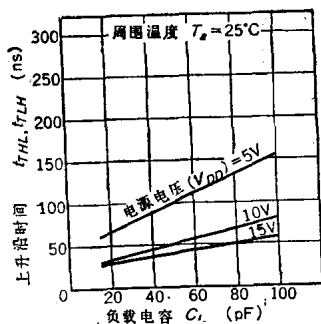


图 1.7⁽²⁾ C-MOS 的上升沿时间



- 双绞线电缆：CPEV 0.65φ (CPEV 是通信电缆的代表)。
- 终端电阻是 150Ω 与 300Ω 的并联，合成电阻为 100Ω。
- 双绞线电缆比扁平电缆的抗干扰性强，因此，长距离时最好采用双绞线电缆。

图 1.8 75452的传输电路

虽然传输线路长度为 300m 仍然没有因反射而造成的波形失真，但图中③处的输出信号却产生了失真。这是由于传输线路的电阻产生的电压降，使输入端的“L”电平提高到了器件门限电平的临界值所造成的。也就是说，虽然因反射所引起的波形失真被消除了，但是传输线路上的电压衰减却又成了问题。图1.8的实验电路是使用较粗传输线时的情况，如果使用细的传输线，该电路最长只能传输 30m 左右。

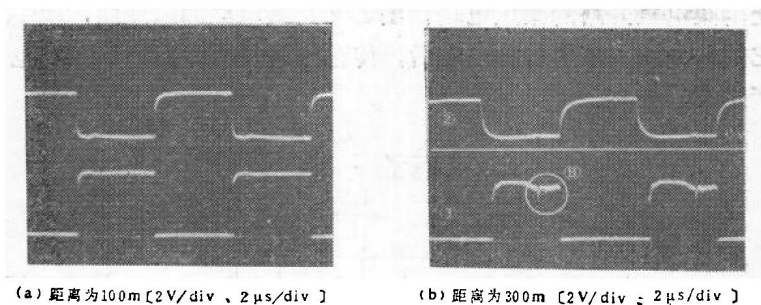


图 1.9 75452 的传输波形

(4) 问题及解决措施

如上所述, TTL 电平的传输不能直接用于距离较长的传输, 否则传输线路末端产生的反射问题和传输线路本身产生的电压衰减就是不可忽视的, 这样就无法对信号进行正确的传输。为此, 必须采取相应的措施。

对于反射问题可以采用终端接电阻的方法解决, 但是其中重要的是驱动器的选择。对于传输线路本身, 必须选择适当的电缆, 并且对信号的发送方式和接收方式多下功夫。

有关这些传输的固有技术将在第 5 章~第 7 章详细说明。

1.2 信号与数据——字符的表示

在数据传输中需要传输各种数据。数据的种类很多, 其中以字符为主体。

TTL 电路的信号是一种“H”(高电平)和“L”(低电平)的二值信号, 它适于表示“0”、“1”逻辑值和二进制数, 不能直接用来表示其他信息。

用二值信号表示字符称为代码。表示字符的方式在历史上最有名的是莫尔斯编码。莫尔斯编码不是用“H”与“L”表示二值, 而是

用长、短脉冲的脉冲长度来表示二值。再通过长、短脉冲的组合表示字符(见图1.10)。字符与字符之间用一个长的间歇加以分割。由图可知,一个字符的位数不是固定的。传输中,单位时间能传输多少信息也不是一定的。如果传输速度相同,位数越少,单位时间能传输的信息当然就越多。

罗马字的莫尔斯代码考虑了这一情况,对各种字符的使用频度进行了调查,对使用频度高的字符分配了短的代码。在电报传入日本时,日本对日文假名也配了相应的莫尔斯代码,遗憾的是,当时并未考虑使用频度的问题。

莫尔斯代码在传输效率方面具有优良的特性。如果传输速度适当,人的耳朵就可以辨别代码的内容,直到今天莫尔斯代码仍在电报领域中使用。但是,从传输以外的观点看,莫尔斯代码的长短随字符的不同而不同,反而不方便。因此,还是以固定位数表示字符更为有利。从传输的角度看,一个字符的位数越短越好,通常用5~6位表示一个字符。但是,这样一来所能表示字符的种类又受到很大限制,从通用性的观点看,一个字符用7~8位表示较为方便。

A:-	—
B:-	— — —
C:-	— — — —
E:-	—
イ:-	— —
□:-	— — —
ハ:-	— — —

图 1.10 莫尔斯代码

A:	0 1 0 0 0 0 0 1
B:	0 1 0 0 0 0 1 0
C:	0 1 0 0 0 0 1 1
E:	0 1 0 0 0 1 0 1
イ:	1 0 1 1 0 0 1 0
□:	1 1 0 1 1 0 1 1
ハ:	1 1 0 0 1 0 1 0

图 1.11 JIS 代码(8位代码)

JIS 代码^(注)是具有代表性的 7~8 位的字符代码。图 1.11 列出了部分 JIS 代码。这里所说的字符也包括数字、标点符号及其他符

(注) JIS (Japanese Industrial Standards, 日本工业标准) 代码是以国际标准 ISO 为基础, 并加入日本特有的假名。此外还有 ASCII 代码, 它是 ISO 的美国标准。

号, 此外还有控制用的代码。它用于传输过程中对传输的控制, 如图 1.12 所示。附录中列出了有各种代表性的代码。

STX:00000010; 表示从此开始正文
ETX:00000011; 表示正文传输已结束
ACK:00000110; 肯定应答
NAK:00010101; 否定应答

图 1.12 控制用的代码 (JIS)

1.3 数据传递方法——同步的概念

(1) 并行传输和串行传输

数据传输中所传输的大多是字符, 因此数据传输在计算机系统中用得越来越多了。由于计算机的信息是以字节(8位)或字(1个~几个字节)为单位进行处理的, 所以, 以字节或字为单位传输比较方便。字符或字的各条引线相互并行, 字符或字一次同时传输的方式称为并行传输(图 1.13)。

反之, 在同一条线路上, 以位为单位、按时间分割、逐位传输的称为串行传输(图 1.14)。即便是并行传输也不是只传输一次就完毕, 如以字符和字为单位看, 仍然是按时间分割逐个传输的。从逐个传输这一点来说, 并行传输与串行传输是相同的。

由于计算机内部的数据一般是并行处理的, 因此数据传输时, 如果传输的数据形式也与内部形式一样是并行的话, 就不必进行任何转换。但是, 如果采用串行传输, 就必须使用移位寄存器进行并行—串行、串行—并行转换。尽管如此, 考虑到传输线成本的问题, 现在数据传输仍然采用串行传输。

数据传输一般是指长距离的传输。因此布线费用占很大比重。如果通信干线装得少, 就会增加其他方面的费用, 但是总的费用还是低的。特别是最近串行传输用的 LSI(大规模集成电路)价格很便宜, 所以可使串行传输的成本很低, 甚至距离只有几米远, 也采用