

第5章 物理层

本书自本章起,较详细地介绍计算机网络体系结构的有关知识。首先介绍物理层的基本概念和接口特性;然后介绍物理层的常用标准;再对数字传输系统进行简单介绍;最后讨论几种常用的宽带接入技术。

本章最重要的内容:物理层的基本概念和接口特性;物理层常用标准 RS-232 和 RJ-45;数字传输系统;各种宽带接入技术。

* 5.1 物理层概述

物理层是网络体系结构中的最低层,但它既不是指连接计算机的具体物理设备,也不是指负责信号传输的具体物理介质,而是指在连接开放系统的传输媒体上为上邻的数据链路层提供传送比特流的一个物理连接。用 OSI 的术语来说,物理层的主要功能就是为它的服务用户(即数据链路层的实体)在具体的传输媒体上提供发送或接收比特流的能力。这种能力具体体现为物理层首先要建立(或激活)一个连接,然后在整个通信过程中保持这种连接,通信结束时再释放(或去活)这种连接。

目前,可供计算机网络使用的物理设备和传输介质种类很多,特性各异。物理层的作用就在于要屏蔽这些差异,使得数据链路层不必去考虑物理设备和传输媒体的具体特性,而只要考虑完成本层的协议和服务。

物理层的协议(也称为通信规程)与具体的物理设备、传输媒体及通信手段有关。物理层的许多协议是在 OSI 模型公布之前制定的,并为众多的制造商接受和采纳,显然这些物理层协议与 OSI 的严格要求相比存在一定的差距,因为它们既没有按照 OSI 那样严格的分层来制定,也没有像 OSI 那样将服务定义和协议规范严格地区分开来。因此,对物理层协议就不便利用 OSI 的术语加以阐述,而只能将物理层实现的主要功能描述为与传输媒体接口有关的一些特性,即机械特性、电气特性、功能特性和规程特性。物理层就是通过这 4 个方面特性,在数据终端设备(Data Terminal Equipment,DTE)和数据电路终接设备(Data Circuit-Terminating Equipment,DCE)之间实现物理通路的连接的。

* 5.2 物理层接口特性

物理层协议实际上是 DTE 与 DCE 之间的一组约定。这组约定规定了 DTE 与 DCE 之间的标准接口特性。在具体说明接口特性之前,有必要先介绍 DTE 和 DCE 的含义及作用。

DTE 是一种具有一定的数据处理和转发能力的设备。它还具有根据协议控制数据通信的功能。此类设备既可以是数据的源点或终点,也可以既是源点又是终点。DTE 是对属于用户所有的组网设备或工作站的总称。由于多数数据处理设备的数据传输能力有限,因而必须在数据处理设备与传输线路之间嵌入一个中间设备,这个中间设备称为数据电路终

接设备 DCE。DCE 的作用是在 DTE 和传输线路之间提供信号变换和编码的功能,并且负责建立、保持和释放数据链路。DCE 是对网络设备的通称,调制解调器是典型的 DCE。图 5-1 为 DTE 与 DCE 的连接示意图。



图 5-1 DTE 与 DCE 的连接示意图

图 5-1 中,DTE/DCE 接口是 DTE 与 DCE 之间的界面。在这个界面上设有多条信号线和控制线,而且控制线上的信号操作是高度协调的。为了减轻数据处理设备用户的负担,同时使不同制造商生产的产品能够互连和互通,DTE 与 DCE 之间在插接方式、引线分配、电气特性、功能定义以及应答关系等方面均应符合统一的标准和规范。也就是说,DTE/DCE 接口必须是标准化的。标准化的 DTE/DCE 接口具有以下 4 个方面的特性。

5.2.1 机械特性

DTE/DCE 标准接口的机械特性涉及接口的物理结构,DTE 与 DCE 之间通常采用接线器来实现机械上的连接。机械特性就是对所用接线器(包括插头和插座的形状及尺寸、插针或插孔的数目及其排列、固定或锁定装置等)做出详细的规定。

在 ISO 标准中,涉及 DTE/DCE 接口机械特性的标准如下。

- (1) ISO 2110 数据通信——25 芯 DTE/DCE 接口接线器及引线分配。用于串行和并行音频调制解调器、公用数据网接口、电报(包括用户电报)接口和自动呼叫设备。
- (2) ISO 2593 高速数据终端设备用接线器和引线分配。34 芯接线器用于 ITU-T V.35 的宽带调制解调器。
- (3) ISO 4902 数据通信——37 芯和 9 芯 DTE/DCE 接口接线器和引线分配。用于串行音频和宽带调制解调器。
- (4) ISO 4903 数据通信——15 芯 DTE/DCE 接口接线器和引线分配。用于由 ITU-T X.20、X.21 和 X.22 所规定的公用数据网接口。

5.2.2 电气特性

DTE/DCE 标准接口的电气特性规定了 DTE/DCE 之间接口电缆多条信号线的电气连接及有关电路特性,通常包括发送器和接收器的电路特性(如发送信号电平、发送器的输出阻抗、接收器的输入阻抗、平衡特性等)、负载要求、传输速率和连接距离等,以及互连电缆的有关规定。表 5-1 和表 5-2 分别列出了普通电话交换网接口电气特性的主要规定和 ITU-T V.28、V.10/X.26、V.11/X.27 有关建议的某些电气特性。

表 5-1 普通电话交换网接口电气特性的主要规定

发送电平	接收电平	阻 抗	平衡特性
≤0dBm	-35~-5dBm,视各种 Modem 而定	600Ω	平衡输入输出

表 5-2 ITU-T V/X 系列有关建议的某些电气特性

ITU-T 建议	V.28	V.10/X.26	V.11/X.27
1 信号电平	-15~-5V(对地)	-6~-4V(对地)	-6~-2V(差动)
0 信号电平	+5~+15V(对地)	+4~+6V(对地)	+2~+6V(差动)
速率范围	≤20kb/s	≤300kb/s	≤10Mb/s

DTE/DCE 标准接口的电气连接有以下 3 种方式。

(1) 非平衡方式。如图 5-2(a)所示,这种方式应用于按分立元件设计的非平衡接口。此时,发送器和接收器是单端入/出的,收发两端共用一根信号地线。一般情况下,信号地线与收、发端的逻辑地是相连的,但当两端的逻辑地之间存在电位差时,就极易造成接收误差。这种接口电路的不对称性会使信号由 1 到 0 和由 0 到 1 的过渡时间不相同。当连接电缆增长时,线间电容随之增大,从而引起信号的严重畸变。一般适用于低于 20kb/s 的数据传输速率,传输距离不大于 15m。ITU-T V.28 采用了这种电气连接方式,EIA RS-232-C 基本上与之兼容。

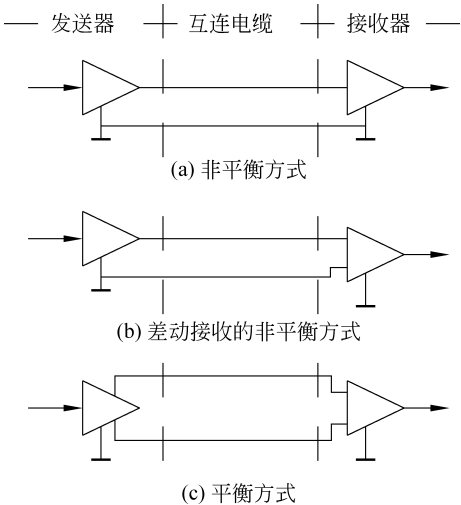


图 5-2 DTE/DCE 接口的 3 种电气连接方式

(2) 差动接收的非平衡方式。如图 5-2(b)所示,这种方式应用于按集成电路元件设计的非平衡接口。与前者相比,发送器虽仍采用非平衡方式,但接收器采用差动输入方式,因而有效地减少了逻辑地电位差及外界干扰信号的影响。因发送端的信号电平为+4~+6V 和-6~-4V,接收端的信号电平为+0.2~+6V 和-6~-0.2V,故信号电平允许变化范围(又称为噪声容限)为 3.8V。数据传输速率与传输电缆长度有关,当速率为 3kb/s 时,电缆长度可达 1000m;而当速率为 300kb/s 时,电缆长度仅为 10m。ITU-T V.10/X.26 采用了这种电气连接方式,EIA RS-423A 与之兼容。

(3) 平衡方式。如图 5-2(c)所示,这种方式应用于按集成电路元件设计的平衡接口。这种接口的发送器是平衡方式的,接收器则采用差动输入方式,两者用一对称平衡电缆连接。对平衡型发送器来说,两根输出引线对地电位的代数和是恒定不变的,对地的阻抗应相

等。由于接收器采用差动输入,有效地减少逻辑地电位差及外界干扰的影响。发送端的信号电平为+2~+6V和-6~-2V,接收端的信号电平为+0.2~+6V和-6~-0.2V,则噪声容限为1.8V。数据传输速率与传输长度有关,当速率为100kb/s时,电缆长度可达1000m;而当速率为10Mb/s时,电缆长度仅为10m。ITU-T V.11/X.27采用了这种电气连接方式,EIA RS-422A与之兼容。

5.2.3 功能特性

DTE/DCE标准接口的功能特性主要是对各接口信号线做出确切的功能定义以及相互间的操作关系定义。对每根接口信号线的定义通常采用两种方法:一种是一线一义法,即每根信号线定义为一种功能,ITU-T V.24、EIA RS-232-C、EIA RS-449等都采用这种方法;另一种是一线多义法,指每根信号线被定义为多种功能,此法有利于减少接口信号线的数目,它被ITU-T X.24、ITU-T X.21所采用。

接口信号线按其功能一般可分为接地线、数据线、控制线、定时线等类型。对各信号线的命名通常采用数字、字母组合或英文缩写3种形式。如EIA RS-232-C采用字母组合,EIA RS-449采用英文缩写,而ITU-T V.24则以数字命名。在ITU-T V.24建议中,对DTE/DCE接口信号线的命名以1开头,所以通常将其称为100系列接口线;而用于DTE/ACE接口信号线命名以2开头,故将它称为200系列接口信号线。

为了使读者对不同标准接口功能特性的兼容性有所了解,表5-3列出了EIA RS-232-C、EIA RS-449和ITU-T V.24 3种常用标准接口信号线的对应关系。

表 5-3 3 种常用标准接口信号线的对应关系

EIA RS-232-C		EIA RS-449		ITU-T V.24(100 系列)	
AB	信号地线	SG SC RC	信号地线 发送公共回线 接收公共回线	102 102a 102b	信号地线 DTE 公共回线 DCE 公共回线
CE CD CC	振铃指示 数据终端就绪 数据设备就绪	TS IC TR DM	终端服务 入呼 终端就绪 数据模式	125 108/2 107	呼叫指示器 数据终端就绪 数据设备就绪
BA BB	发送数据 接收数据	SD RD	发送数据 接收数据	103 104	发送数据 接收数据
DA DB DD	发送器信号码元定时 (DTE 源) 发送器信号码元定时 (DCE 源) 接收器信号码元定时	TT ST RT	终端定时 发送定时 接收定时	113 114 115	发送器信号码元定时(DTE 源) 发送器信号码元定时(DCE 源) 接收器信号码元定时

续表

EIA RS-232-C		EIA RS-449		ITU-T V.24(100 系列)	
CA	请求发送	RS	请求发送	105	请求发送
CB	允许发送	CS	清除发送	106	允许发送
CF	接收线路信号检测器	RR	接收器就绪	109	接收线路信号检测器
CG	信号质量检测器	SQ	信号质量	110	数据信号质量检测器
CH	数据信号速率选择器	NS	新信号	126	选择发送频率
	(DTE 源)	SF	选择频率	111	数据信号速率选择器(DTE 源)
CI	数据信号速率选择器	SR	信号速率选择器	112	数据信号速率选择器(DCE 源)
	(DCE 源)	SI	信号速率指示器		
SBA	辅助信道发送数据	SSD	辅助信道发送数据	118	发送反向信道数据
SBB	辅助信道接收数据	SRD	辅助信道接收数据	119	接收反向信道数据
SCA	辅助信道请求发送	SRS	辅助信道请求发送	120	发送反向信道线路信号
SCB	辅助信道允许发送	SCS	辅助信道清除发送	121	反向信道就绪
SCF	辅助信道接收线路信号检测器	SRR	辅助信道接收器就绪	122	反向信道接收线路检测器
		LL	本地环路返回	141	本地环路返回
		RL	远程环路返回	140	远程环路返回
		TM	测试模式	142	测试指示器
		SS	选择备用设备	116	选择备用信道
		SB	备用设备指示器	117	备用信道指示器

5.2.4 规程特性

DTE/DCE 标准接口的规程特性规定了 DTE/DCE 接口各信号线之间的相互关系、动作顺序和时序,以及维护测试操作等内容。规程特性反映了通信双方在数据通信过程中可能发生的各种事件。由于这些可能事件出现的先后次序不尽相同,而且又有多种组合,因而规程特性往往比较复杂。描述规程特性一种较好的方法是利用状态变迁图。因为状态变迁图反映了系统状态的迁移过程,而系统状态迁移正是由当前状态和所发生的事件(指当时所发生的控制信号)所决定的。

目前,用于物理层规程特性的标准有 ITU-T V.24、V.25、V.54、X.20、X.20bis、X.21、X.21bis、X.22、X.150 等。

表 5-4 列出了 EIA、ITU-T 和 ISO 有关 DTE/DCE 主要接口标准及其兼容关系。

表 5-4 DTE/DCE 的主要接口标准及其兼容关系

接口特性	EIA	ITU-T	ISO	说 明
机械特性	RS-232-C RS-366-A	X.24、X.20bis X.21bis	ISO 2110	25 芯引脚
	RS-449		ISO 4902	37 芯及 9 芯引脚
		X.20、X.21	ISO 4903	15 芯引脚
			ISO 2593	34 芯引脚
电气特性	RS-232-C	V.28、X.20 (DTE)* X.20bis、X.21bis	ISO 2110	用于非平衡电路
	RS-423-A	V.10/X.26、X.20 X.21、X.21bis (DTE)*	ISO 4903	用于集成电路的非平衡电路
	RS-422-A	V.11/X.27、X.21 X.20 (DTE)*	ISO 4903	用于集成电路的平衡电路
功能特性	RS-232-C RS-449 RS-366-A	V.24、X.20bis X.21bis	ISO 1177	接口间互换电路的规定
		X.20		用于异步公用数据网
		X.21		用于同步公用数据网
规程特性	RS-232-C RS-449 RS-366-A	V.24、X.20bis X.21bis	ISO 1177	接口间互换电路的工作过程
		X.20		用于异步公用数据网
		X.21		用于同步公用数据网

* 表示只在 DTE 侧适用。对于 X.20,当 DTE 侧采用 V.28 而 DCE 侧采用 V.10 时,接口电路中应接入一个 ISO 2110 至 ISO 4903 的适配器。

5.3 物理层的常用标准

5.3.1 EIA RS-232

EIA RS-232 是美国电子工业协会 EIA 于 1962 年制定的著名物理层异步通信接口标准。在该标准的标识中,RS 表示 EIA 的一种推荐标准,232 为编号。在 1969 年修订为 RS-232-C,C 是 RS-232 标准的第 3 个修订版本。该标准最初是为了促进使用公用电话网进行远程数据通信而制定的,但目前也广泛地应用于主机与终端间的近程连接。

EIA RS-232-C 的机械特性建议使用 25 芯的接线器,并对该接线器的尺寸及芯针排列位置做了确切的使用说明。它与 ISO 2110 标准是兼容的。通常,RS-232-C 在 DTE 一侧采用针式(凸插头)结构,而在 DCE 一侧采用孔式(凹插座)结构。需要注意的是,针式和孔式结构插头座的引线排列顺序是不相同的。另外,在实际使用中,由于并非一定要用到该标准

的全集(即各条信号线的功能),因此也可以采用芯针较少的标准接线器,如9芯接线器。

EIA RS-232-C 的电气特性规定采用单端发送单端接收、双极性电源供电电路,其逻辑1电平为 $-15\sim-5\text{V}$,逻辑0电平为 $+5\sim+15\text{V}$,在 $-3\sim+3\text{V}$ 的过渡区,逻辑状态是不定的。因此,噪声容限为2V。表5-5列出了有关EIA RS-232-C接口的电气特性。

表 5-5 EIA RS-232-C 接口的电气特性

名 称	说 明
驱动器输出电平($3\sim7\text{k}\Omega$)	逻辑 0: $+5\sim+15\text{V}$ 逻辑 1: $-15\sim-5\text{V}$
驱动器输出电平(无负载)	$-25\sim+25\text{V}$
驱动器通断时的输出阻抗	$>300\Omega$
输出短路电流	$<0.5\text{A}$
驱动器转换速率	$<30\text{V}/\mu\text{s}$
接收器输入阻抗	$3\sim7\text{k}\Omega$
接收器输入电压允许范围	$-25\sim+25\text{V}$
接收器输出(输入开路时)	逻辑 1
接收器输出(输入经 300Ω 接地)	逻辑 1
接收器输出($+3\text{V}$ 输入)	逻辑 0
接收器输出(-3V 输入)	逻辑 1
最大负载电容	2500pF

由表5-5可见,RS-232-C的接口电平不能和TTL、DTL输出、输入的电平(1为2.4V,0为0.4V)相兼容,而必须外加传输线驱动/接收器(如MC 1488和MC 1489)实现电平的转换。另外,目前使用的多芯电缆线间电容为 $150\text{pF}/\text{m}$,而该标准要求信号线上最大负载电容不能超过 2500pF ,所以,RS-232-C的最大传输距离为15m。数据传输速率一般为50b/s、75b/s、110b/s、150b/s、300b/s、600b/s、1200b/s、2400b/s、4800b/s、9600b/s、19200b/s等。实际的数据传输速率应根据传输距离和信道质量加以选择,一般是距离远、信道误码率高,宜选择低速率。反之,则选择高速率。

EIA RS-232-C的功能特性将25芯接线器中的20条信号线分为4类:数据线(4条)、控制线(11条)、定时线(3条)和地线(2条),余下的5条是未定义的或专用的。表5-6列出了这些信号线的功能定义。RS-232-C接口有主、辅两种信道。辅信道用于在互连的设备之间传送一些辅助的控制信息,其速率要比主信道低得多,通常很少使用。在表5-6中,信号线名后面冠以*的是最常用的(共有10条)。

表 5-6 EIA RS-232-C 接口各信号线的功能定义

接线 编号	信号线名称	方 向		类 型			
		DTE→DCE	DCE→DTE	数据	控制	定时	地线
1	屏蔽地线*						$\triangle$
2	发送数据*	$\triangle$		$\triangle$			
3	接收数据*		$\triangle$	$\triangle$			

续表

接线 编号	信号线名称	方 向		类 型			
		DTE→DCE	DCE→DTE	数据	控制	定时	地线
4	请求发送*	△			△		
5	允许发送*		△		△		
6	数据设备就绪*		△		△		
7	信号地/公共地*						△
8	载波检测*		△		△		
9	数据组检测(保留)						
10	数据组检测(保留)						
11	未定义						
12	辅信道载波检测		△		△		
13	辅信道允许发送		△		△		
14	辅信道发送数据	△		△			
15	发送器定时		△			△	
16	辅信道接收数据		△	△			
17	接收器定时		△			△	
18	未定义						
19	辅信道请求发送	△			△		
20	数据终端就绪*	△			△		
21	信号质量检测		△		△		
22	振铃指示*		△		△		
23	数据信号速率选择	△			△		
24	发送器定时	△				△	
25	未定义						

EIA RS-232-C 的规程特性描述了在不同的条件下,各条信号线呈现“接通”(正电平,逻辑 0)或“断开”(负电平,逻辑 1)状态的顺序和关系。例如,在 DTE 与 DCE 连接时,只有当 CC(数据设备就绪)和 CD(数据终端就绪)均处于“接通”状态时,两者才可能进行通信。随后,如果 DTE 要发送数据,则先将 CA(请求发送)呈“接通”状态,等待 CB(允许发送)线上的“接通”应答出现之后,才能在 BA(发送数据)线上发送串行数据。因此,CB 线呈“接通”状态表示 DCE 确认已经做好了向传输线路发送数据的准备。由此可见,DTE 若想将数据发往传输线路,必须做到 CC、CD、CA、CB 这 4 条控制线全部呈“接通”状态,也就是既做到设备就绪,又做到线路就绪。

通过对 EIA RS-232-C 以上特性的简单分析,不难看出,RS-232-C 对许多用户环境有所限制。当然,用户迫切要求对原有的特性加以改善,提高数据传输速率和增大传输距离,追加某些必要的功能(如环回测试等),以及解决机械接口问题,并完善设计,使许多不相容的接口可以相互连接。为达到这一目的,EIA 于 1987 年 1 月,将 RS-232-C 修订为 RS-232-D。1991 年,又修订为 RS-232-E。1997 年,再次修订为 RS-232-F。由于标准的内容修改得并不

多(主要是追加了环回测试功能等),所以许多制造商仍使用原来的名称。

RS-232-C 接口用于通信时常用的物理连接方法如图 5-3 所示。图 5-3(a)表示远程连接,图 5-3(b)表示近程连接,这是一种称为零调制解调器方式(Null Modem)。这里,所谓零调制解调器其实是一段连接电缆,这段连接电缆采用交叉跳接信号线的方法,使得连接在电缆两端的 DTE 通过电缆看对方都好像是 DCE 一样,从而满足了 RS-232-C 接口需要 DTE/DCE 成对使用的要求。

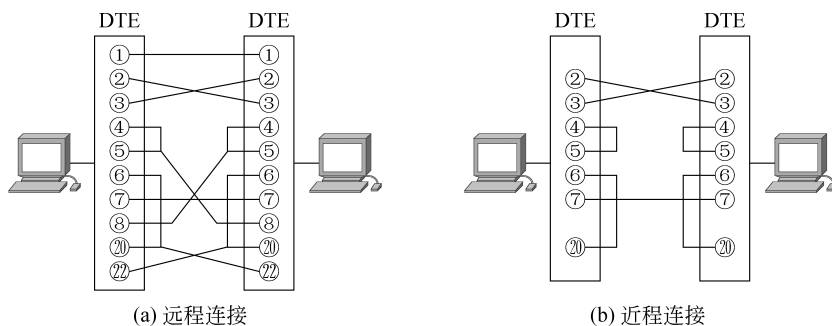


图 5-3 EIA RS-232-C 接口的物理连接

5.3.2 EIA RS-449

改进 RS-232-C 性能的另一途径是沿用 RS-232-C 的基本概念,并在 ITU-T X.21 的基础上,制定一个新的标准。于是,EIA 于 1977 年公布的 RS-449 意欲取代 RS-232-C。实际上,RS-449 需与 RS-422-A 及 RS-423-A 配套使用。这是因为 RS-449 仅规定了接口的机械特性、功能特性和规程特性。

RS-449 的机械特性规定使用 37 芯和 9 芯接线器,后者仅用于辅信道操作。接线器的引脚 1 是为连接屏蔽电缆而设计的。

RS-449 的电气特性涉及 RS-422-A 和 RS-423-A 两个标准。RS-423-A 规定了接口采用差动接收的非平衡电气连接方式的电气特性。由于采用差动接收方式,信号电平采用 $\pm 6V$ 的负逻辑, $-4 \sim +4V$ 的过渡区,使传输距离和速率比 RS-232-C 有较大提高。当传输距离为 100m 时,速率为 10kb/s;当距离为 10m 时,速率为 300kb/s。RS-422-A 规定了接口采用平衡电气连接方式的电气特性,因采用双线平衡传输,大大地提高了抗干扰性能。又由于信号电平采用 $\pm 6V$ 的负逻辑, $-2 \sim +2V$ 的过渡区。传输距离为 1km 时,速率为 100kb/s;当在距离为 10m 时,速率可达 10 Mb/s。由此可见,其性能远优于 RS-232-C。通常,对于速率高于 20kb/s 的交换电路,只能使用 RS-422-A 标准,而速率低于 20kb/s,则使用 RS-422-A 和 RS-423-A 均可。

RS-449 的功能特性对 30 条信号线做了功能性定义。与 RS-232-C 相比,新增的信号线主要是为了解决环回测试和其他功能的问题。这些信号线包括:发送公共回线(SC)、接收公共回线(RC)、本地环路返回(LL)、远程环路返回(RL)和测试模式(TM)等。图 5-4 给出了 DTE/DCE

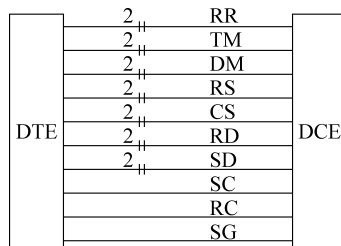


图 5-4 RS-449 的主要信号线

接口采用 RS-449 标准的主要信号线。图中,数字 2 表示该信号线的数目。

RS-449 的规程特性沿用了 RS-232-C 的规程特性。对于环路测试规程是基于“作用-反作用对”实现的。例如,DTE 请求(作用)本地环返回来实现环测试。接着,DTE 进入等待状态。当 DCE 建立起环返回时,就打开其测试电路(反作用),指明环已被建立。此时,DTE 开始发送数据,且发送的任一数据都被本地环所返回。对于拆除环返回,也可按同理进行。

通常,EIA RS-232/ ITU-T V.24 用于标准电话线路(一个话路)的物理层接口,而 RS-449/ ITU-T V.35 则用于宽带线路的点到点同步传输,其典型的传输速率为 48~168kb/s。

5.3.3 RJ-45

RJ(Registered Jack)是一个常用名称,来源于贝尔系统的通用服务分类代码(Universal Service Ordering Codes,USOC)。USOC 是由贝尔系统开发的一系列已注册的插孔及其接线方式,用于将用户的设备连接到公共网络的代码。RJ-45 连接器指的是由 IEC(60)603-7 标准化的接插件标准定义的 8 芯的模块化插孔或插座,又称 RJ-45 插头。IEC(60)603-7 也是 ISO/IEC 11801 国际通用综合布线标准的连接硬件的参考标准。

RJ-45 插头是一种只能沿固定方向插入并自动防止脱落的塑料接头,俗称“水晶头”。之所以这样称它,是因为它的外表是晶莹透亮的。网线的两端都必须都安装 8 芯 RJ-45 公插头,以便插入网卡 NIC、集线器或交换机的 RJ-45 接口的母插座上。图 5-5 所示为 RJ-45 水晶插头。



图 5-5 RJ-45 水晶插头

RJ-45 插头用于局域网与 ADSL 宽带上网用户的网络设备间网线的连接。EIA/TIA 的布线标准中规定了 RJ-45 插头上的网线排序有两种方式。

第一种是 T568A 线序,用于网络设备需要交叉互连的场合。“交叉”是指网线的一端和另一端的 RJ-45 网线插头的接法不同,一端按 T568A 线序连接,另一端按 T568B 线序连接,也就是有几根网线在另一端是先做了交叉才接到 RJ-45 插头上的(见图 5-6)。交叉连接适用于连接两个网络设备,如两台计算机、集线器或交换机之间。

第二种是 T568B 线序,用于网络设备直接互连的场合。“直通”是指网线两端都使用 T568B 线序(见图 5-7)。直通连接适用于布线系统用户工作区的墙壁插座到计算机,以及两台不同网络设备之间的连接。使用直通连接是因为集线器、交换机等设备的内部已做好了交叉设置。但需注意的是,现在市场上的很多网络设备具备自动翻转功能,所以无论是直通连接还是交叉连接都可使网线两端的设备连通。

图 5-8 表示 RJ-45 插头上的网线排序。图中,T568A 线序:1—绿白,2—绿,3—橙白,4—蓝,5—蓝白,6—橙,7—棕白,8—棕。T568B 线序:1—橙白,2—橙,3—绿白,4—蓝,5—