

21 世纪 高 职 高 专 规 划 教 材

网 络 专 业 系 列

21

交换机/路由器的 配置与管理

冯 昊 黄治虎 伍技祥 编著

清华大学出版社



21 世纪 高 职 高 专 规 划 教 材

网 络 专 业 系 列

交换机/路由器的 配置与管理

冯 昊 黄 治 虎 伍 技 祥 编 著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

交换机和路由器是网络的核心设备,没有这两样设备,就没有今天的网络;作为从事网络领域的专业技术人员和网络管理人员,掌握交换机和路由器的配置和管理,显得至关重要。

本书以目前应用的 Cisco 主流交换机和路由器为例,详细地介绍了交换机的配置基础、VLAN 与 trunking 配置、生成树协议与端口安全、路由器配置基础、IP 路由配置、广域网协议及其配置、访问列表与 NAT 配置、千兆校园网规划与配置实例等实用内容。

本书配有习题与实训指导,可作为高职高专院校计算机相关专业教材,也可作为网络培训教材。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

交换机/路由器的配置与管理/冯昊,黄治虎,伍技祥编著. 北京:清华大学出版社,2005.12

(21世纪高职高专规划教材,网络专业系列)

ISBN 7-302-12006-4

I. 交… II. ①冯… ②黄… ③伍… III. ①计算机网络—信息交换机—高等学校:技术学校—教材
②计算机网络—路由选择—高等学校:技术学校—教材 IV. TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 122761 号

出 版 者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

责任编辑:曾 妍

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×230 印张:18.5 字数:378千字

版 次:2005年12月第1版 2005年12月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-12006-4/TP·7776

印 数:1~5000

定 价:25.00元

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,担负着为国家培养并输送生产、建设、管理、服务第一线高素质技术应用型人才的重任。

进入 21 世纪后,高职高专教育的改革和发展呈现出前所未有的发展势头,学生规模已占我国高等教育的半壁江山,成为我国高等教育的一支重要的生力军;办学理念上,“以就业为导向”成为高等职业教育改革与发展的主旋律。近两年来,教育部召开了三次产学研交流会,并启动四个专业的“国家技能型紧缺人才培养项目”,同时成立了 35 所示范性软件职业技术学院,进行两年制教学改革试点。这些举措都表明国家正在推动高职高专教育进行深层次的重大改革,向培养生产、服务第一线真正需要的应用型人才的方向发展。

为了顺应当前我国高职高专教育的发展形势,配合高职高专院校的教学改革和教材建设,进一步提高我国高职高专教育教材质量,在教育部的指导下,清华大学出版社组织出版“21 世纪高职高专规划教材”。

为推动规划教材的建设,清华大学出版社组织并成立“高职高专教育教材编审委员会”,旨在对清华版的全国性高职高专教材及教材选题进行评审,并向清华大学出版社推荐各院校办学特色鲜明、内容质量优秀的教材选题。教材选题由个人或各院校推荐,经编审委员会认真评审,最后由清华大学出版社出版。编审委员会的成员皆来源于教改成效大、办学特色鲜明、师资实力强的高职高专院校、普通高校以及著名企业,教材的编写者和审定者都是从事高职高专教育第一线的骨干教师和专家。

编审委员会根据教育部最新文件政策,规划教材体系,比如部分专业的两年制教材;“以就业为导向”,以“专业技能体系”为主,突出人才培养的实践性、应用性的原则,重新组织系列课程的教材结构,整合课程体系;按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”,教材的基础理论以“必要、够用”为度,突出基础理论的应用和实践技能的培养。

本套规划教材的编写原则如下:

- (1) 根据岗位群设置教材系列,并成立系列教材编审委员会;
- (2) 由编审委员会规划教材、评审教材;
- (3) 重点课程进行立体化建设,突出案例式教学体系,加强实训教材的出版,完善教学服务体系;
- (4) 教材编写者由具有丰富教学经验和多年实践经历的教师共同组成,建立“双师

型”编者体系。

本套规划教材涵盖了公共基础课、计算机、电子信息、机械、经济管理以及服务等大类的主要课程,包括专业基础课和专业主干课。目前已经规划的教材系列名称如下:

• 公共基础课

公共基础课系列

• 计算机类

计算机基础教育系列

计算机专业基础系列

计算机应用系列

网络专业系列

软件专业系列

电子商务专业系列

• 电子信息类

电子信息基础系列

微电子技术系列

通信技术系列

电气、自动化、应用电子技术系列

• 机械类

机械基础系列

机械设计与制造专业系列

数控技术系列

模具设计与制造系列

• 经济管理类

经济管理基础系列

市场营销系列

财务会计系列

企业管理系列

物流管理系列

财政金融系列

• 服务类

旅游系列

艺术设计系列

本套规划教材的系列名称根据学科基础和岗位群方向设置,为各高职高专院校提供“自助餐”形式的教材。各院校在选择课程需要的教材时,专业课程可以根据岗位群选择系列;专业基础课程可以根据学科方向选择各类的基础课系列。例如,数控技术方向的专业课程可以在“数控技术系列”选择;数控技术专业需要的基础课程,属于计算机类课程的可以在“计算机基础教育系列”和“计算机应用系列”选择,属于机械类课程的可以在“机械基础系列”选择,属于电子信息类课程的可以在“电子信息基础系列”选择。依此类推。

为方便教师授课和学生学习,清华大学出版社正在建设本套教材的教学服务体系。本套教材先期选择重点课程和专业主干课程,进行立体化教材建设;加强多媒体教学课件或电子教案、素材库、学习盘、学习指导书等形式的制作和出版,开发网络课程。学校在选用教材时,可通过邮件或电话与我们联系获取相关服务,并通过与各院校的密切交流,使其日臻完善。

高职高专教育正处于新一轮改革时期,从专业设置、课程体系建设到教材编写,依然是新课题。希望各高职高专院校在教学实践中积极提出意见和建议,并向我们推荐优秀选题。反馈意见请发送到 E-mail:gzgz@tup.tsinghua.edu.cn。清华大学出版社将对已出版的教材不断地修订、完善,提高教材质量,完善教材服务体系,为我国的高职高专教育出版优秀的高质量的教材。

高职高专教育教材编审委员会

前 言

交换机/路由器的配置与管理

随着计算机及网络技术的迅猛发展,计算机网络及应用已渗透到社会各个领域,并影响和改变着人们的生活和工作方式。在计算机网络化的今天,学习和掌握网络技术,显得至关重要和迫切。

国家信息产业部 2005 年 6 月统计显示:今后 5 年,我国从事网络建设、网络应用和网络服务的新型网络人才需求将达到 60 万~100 万人,而现有符合新型网络人才要求的还不足 20 万,网络人才严重告急。未来 10 年,全国党政机关、金融机构、企事业单位的局域网整体应用建设将进入高速增长时期,网络技术呈现出巨大的发展潜力。

大中型机构的计算机网络发展呈现出三大新特征。首先是网络规模大,网络中的用户变动通常是成百上千、甚至上万,这对网络的规划、配置和管理,对网络的安全、网络病毒、广播风暴的防范和抑制,都提出了更高的要求;其次是网络应用面越来越广,实现的功能也越来越多,比如,计算、数据存储、事务处理以及各种 Internet/Intranet 服务等;再次是变化快,硬件、软件、网络和应用不断地更新升级。因此,要保证大中型机构的复杂网络能够正常安全运行,必须依靠复合型网络人才,这就要求新型网络人才的知识体系能够涵盖网络规划与设计、配置与管理、网络安全防护、服务器配置与管理、数据库管理等多方面的知识。

交换机和路由器是构建大中型网络最核心、最重要的网络设备,这些设备必须根据网络应用的需求,进行合理正确的配置才能使用。在组建网络时,除综合布线外,最重要的是对三层交换机和路由器进行配置,在日常的使用和管理维护过程中,也经常需要对交换机、路由器的配置进行调整。这就要求网络管理人员必须充分熟悉和掌握交换机/路由器的配置和管理技术,以及将三层交换机或路由器当作防火墙或代理服务器的配置技术。

本书是作者在多年从事计算机网络教学、网络工程组建和大型网络维护的实际经验基础上编写而成的,旨在让读者能尽快熟悉并掌握交换机和路由器的配置与管理技术。

全书共 9 章,在编写上力求语言简洁、条理清晰、侧重实际应用需求。第 9 章以某千兆大型校园网为例,详细介绍了校园网的需求分析、网络规划和网络核心设备的配置。本书建议周课时 6 学时。对于网络实验设备(交换机、路由器)数量不够的学校,可结合使用

交换机/路由器模拟器软件(boson netsim)来进行实验。本书的相关资料可访问作者网站(<http://www.pcnetedu.com>)和清华大学出版社网站(www.tup.tsinghua.edu.cn)来获得。

本书第1~3章由冯昊编写,第4~6章由伍技祥编写,第7~9章由黄治虎编写。限于时间与水平,不当之处,欢迎批评指正。

作 者

2005年11月

目 录

交换机/路由器的配置与管理

第 1 章 设计交换式局域网	1
1.1 局域网技术简介	1
1.1.1 共享式以太网.....	1
1.1.2 网桥.....	5
1.1.3 交换式以太网.....	7
1.1.4 虚拟局域网.....	8
1.2 交换机的分类与性能指标	8
1.2.1 交换机的分类.....	8
1.2.2 交换机的性能指标	10
1.2.3 交换机产品简介	11
1.2.4 千兆位接口转换器简介	15
1.3 设计交换式园区网络.....	15
1.4 交换机/路由器模拟器的使用	18
1.4.1 安装模拟器软件	18
1.4.2 使用网络设计器	18
1.4.3 使用模拟器	21
习题	24
实训 1 搭建交换机/路由器模拟实验环境	26
第 2 章 交换机配置基础	27
2.1 Cisco IOS 简介	27
2.2 搭建交换机配置环境.....	28
2.2.1 通过 Console 端口连接交换机	28
2.2.2 通过 Telnet 连接交换机	29

2.3	交换机的加电启动	30
2.4	交换机的命令模式	34
2.5	交换机的基本配置	39
2.5.1	设置主机名与管理 IP 地址	39
2.5.2	查看交换机信息	42
2.6	MAC 地址与 MAC 地址表	46
2.7	配置 2 层交换机端口	49
2.7.1	端口选择	49
2.7.2	配置以太网端口	50
2.7.3	端口聚合	54
2.7.4	端口镜像	55
2.8	配置 3 层交换机端口	56
2.8.1	3 层交换机简介	56
2.8.2	配置 3 层接口	57
2.8.3	3 层端口聚合	59
2.8.4	路由配置	62
	习题	65
实训 2.1	交换机的启动及配置途径	67
实训 2.2	交换机的基本配置	68
第 3 章	虚拟局域网及其配置	71
3.1	虚拟局域网简介	71
3.2	静态 VLAN 与动态 VLAN	72
3.3	VLAN 的汇聚链接与封装协议	74
3.4	VLAN 间主机的通信	77
3.5	VLAN 的配置方法	78
3.5.1	创建 VTP 管理域	78
3.5.2	配置 trunking 和封装方法	81
3.5.3	创建 VLAN	84
3.5.4	划分 VLAN 端口	86
3.5.5	实现 VLAN 间的通信	90
3.5.6	在 VLAN 上应用访问列表	96
3.6	指定 trunk 链路中的 VLAN	97
3.6.1	静态指定 trunk 链路中的 VLAN	98

3.6.2 启用 VTP Pruning	99
3.7 配置动态 VLAN	100
3.8 配置交换机作为 DHCP 服务器	106
习题	108
实训 3.1 交换机的 VLAN 配置	109
实训 3.2 跨交换机的 VLAN 配置	110
第 4 章 生成树协议与端口安全	112
4.1 生成树协议	112
4.1.1 生成树协议的作用	112
4.1.2 生成树协议的原理	112
4.1.3 快速生成树协议	114
4.1.4 VLAN 快速生成树协议	116
4.1.5 多实例生成树协议	116
4.1.6 生成树协议的配置	117
4.1.7 生成树协议实例	119
4.1.8 生成树协议总结	121
4.2 端口安全	122
4.2.1 端口安全的作用	122
4.2.2 端口安全的原理	122
4.2.3 端口安全的配置	123
习题	125
实训 4 生成树协议配置	126
第 5 章 路由器配置基础	128
5.1 路由器简介	128
5.1.1 路由器的组成	128
5.1.2 路由器的功能	130
5.1.3 路由器的分类	130
5.2 路由器的配置途径与初始配置	131
5.2.1 路由器的配置途径	131
5.2.2 路由器的启动与初始配置	131
5.3 管理与查看路由器的配置文件	140
5.3.1 路由器的命令执行模式	140

5.3.2	配置终端会话	141
5.3.3	文件管理	143
5.4	路由器常规配置	146
5.4.1	配置主机名	146
5.4.2	设置特权密码、VTY 和 Console 端口	146
5.4.3	路由器口令的恢复	148
5.4.4	启用与禁用 DNS	150
5.5	配置路由器的端口	150
	习题	153
	实训 5 路由器常规配置操作	155
第 6 章	TCP/IP 协议与 IP 路由配置	156
6.1	TCP/IP 协议	156
6.1.1	TCP/IP 协议简介	156
6.1.2	IP 地址与子网掩码	162
6.2	路由协议概述	165
6.2.1	路由原理简介	165
6.2.2	常用路由协议简介	166
6.3	IP 路由配置	173
6.3.1	配置静态路由	174
6.3.2	配置动态路由	181
	习题	195
	实训 6 IP 路由的配置	197
第 7 章	广域网协议及其配置	198
7.1	X.25 的配置	198
7.1.1	X.25 概述	198
7.1.2	X.25 的配置	200
7.2	帧中继的配置	204
7.2.1	帧中继概述	204
7.2.2	帧中继的配置	206
7.3	DDN 的配置	210
7.3.1	DDN 概述	210
7.3.2	PPP 协议的配置	211

7.3.3 HDLC 协议的配置	214
7.4 ISDN 的配置	216
7.4.1 ISDN 概述	216
7.4.2 用 ISDN 实现 DDR 的配置	217
7.5 远程访问服务配置	221
7.5.1 远程访问概述	221
7.5.2 Modem 的配置	222
7.5.3 2 层协议配置	224
7.5.4 3 层协议配置	224
7.5.5 远程访问服务配置实例	226
习题	227
实训 7 帧中继的配置	227
第 8 章 访问列表	229
8.1 访问列表简介	229
8.1.1 访问列表概述	229
8.1.2 访问列表类型	229
8.1.3 访问列表的匹配过程	229
8.1.4 访问列表的通配符掩码	231
8.1.5 访问列表配置步骤及注意事项	232
8.2 标准 IP 访问列表	232
8.2.1 标准 IP 访问列表的配置命令	232
8.2.2 标准 IP 访问列表的配置举例	234
8.3 扩展 IP 访问列表	235
8.3.1 扩展 IP 访问列表的配置命令	235
8.3.2 扩展 IP 访问列表配置举例	236
8.4 命名 IP 访问列表	237
8.4.1 命名访问列表	237
8.4.2 命名访问列表配置举例	239
8.5 基于时间的访问列表	241
8.5.1 基于时间访问列表概述	241
8.5.2 基于时间访问列表的配置命令	241
8.5.3 基于时间访问列表的配置举例	243
8.6 通过 IP 访问列表控制 VTY 访问	245

8.7	TCP 拦截	246
8.7.1	TCP 拦截概述	246
8.7.2	TCP 拦截的配置	247
8.7.3	TCP 拦截配置举例	249
8.8	网络地址转换(NAT)	250
8.8.1	NAT 概述	250
8.8.2	NAT 分类	251
8.8.3	NAT 相关术语	251
8.8.4	NAT 配置命令及步骤	252
8.8.5	NAT 配置举例	254
	习题	256
实训 8.1	配置标准访问列表	257
实训 8.2	配置扩展访问列表	257
实训 8.3	配置 NAT	258
第 9 章	千兆校园网示例	259
9.1	千兆校园网络需求分析	259
9.2	校园网规划	260
9.3	设备的配置	264
9.3.1	核心交换机的配置	264
9.3.2	办公楼交换机配置	267
9.3.3	计算机学院交换机配置	272
9.3.4	学生宿舍交换机配置	273
9.3.5	教学楼交换机配置	275
9.3.6	远程分校交换机配置	276
9.3.7	校本部路由器配置	278
9.3.8	远程分校路由器配置	279
	参考文献	281

设计交换式局域网

1.1 局域网技术简介

计算机技术与通信技术的结合促进了计算机局域网的飞速发展,局域网经历了从单工到双工、从共享到交换、从低速到高速、从昂贵到普及的发展过程。本节主要介绍局域网技术的发展历程和主流的局域网技术。

1.1.1 共享式以太网

根据网络覆盖的范围,网络分为局域网(LAN)、城域网(MAN)和广域网(WAN) 3种。局域网(Local Area Network, LAN)也称为局部网,是指覆盖范围在 10km 之内的网络,如校园网、企业网等。

以太网是指运行 IEEE 802.3 以太网协议的网络。局域网运行的协议主要有以太网协议、令牌总线协议、令牌环网协议,通常运行的是以太网协议,在没有特别指明的情况下,局域网通常是指以太局域网。

1. 总线结构的共享式以太网

共享式以太网是早期局域网技术应用的主流,最初构建在总线型拓扑结构上,使用同轴电缆(细缆或粗缆)作为公用总线来连接其他节点,如图 1.1 所示。其中一个节点是网络服务器,提供网络通信及资源共享服务,其余节点是网络的工作站,总线的两端安装一对 50Ω 的终端电阻。

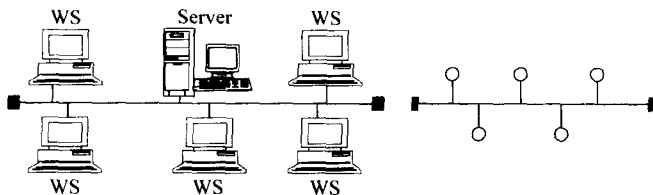


图 1.1 基于总线结构的共享式以太网

总线结构的网线使用同轴电缆(细缆或粗缆),一般多使用细同轴电缆,如图 1.2 所示。接头使用 BNC 头和 T 型分接头,如图 1.3 所示,BNC 头用于连接主机,T 型分接头用于串接总线并与连接主机的 BNC 头相连,实现对总线的分接。连接 T 型分接头时,要先将电缆剪断,然后再用 T 型分接头进行串接。

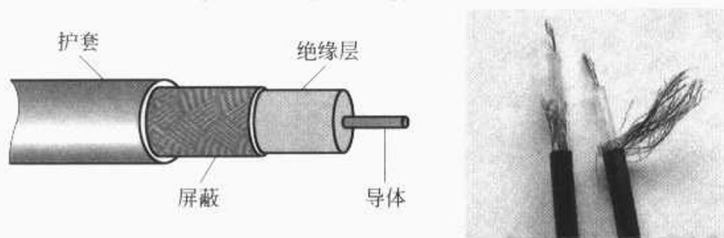


图 1.2 细同轴电缆



图 1.3 BNC 头、T 型头与 50Ω 终结头

对于同轴电缆细缆,遵循 10Base-2 标准,每一网络段的总线长度最大为 180m,最高传输率为 10Mbps;粗缆遵循 10Base-5 标准,总线长度可达 500m。总线与工作站之间的连接距离不应超过 0.2m,总线上工作站与工作站之间不应小于 0.46m。

共享式以太网采用广播方式通信,总线长度和工作站数目都是有限制的,一般为 30 台左右。总线型结构网络连接的可靠性很差,只要有一台工作站出现网络故障,就会造成整个网络瘫痪。

2. 星型结构的共享式以太网

总线结构的网络连接可靠性很差,之后就逐渐被使用集线器(Hub)和双绞线、以星型结构相连的共享式以太网所取代。利用多台集线器级联或堆叠组网,曾是局域网很流行的组网方式。

集线器是一种多端口的中继器,共享带宽,工作于 OSI 的物理层,又称为物理层设备,是星型拓扑结构的接线点,安装连接好网线,通上电源之后即可使用,不需要特殊的配置。集线器的基本功能是使用广播技术进行信息分发,将一个端口上接收到的信号,以广播方式发送到集线器的其他所有端口。各端口接收到广播信息后,就会对信息进行检查,

若发现该信息是发给自己的,则接收,否则不予理睬。其工作原理如图 1.4 所示。

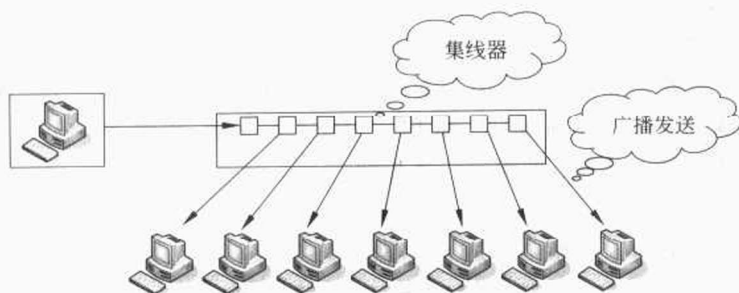


图 1.4 集线器工作原理

星型结构组网中,传输介质(网线)通常采用非屏蔽双绞线、屏蔽双绞线或光纤。使用双绞线时,其接头采用 RJ-45 水晶头,如图 1.5 所示。

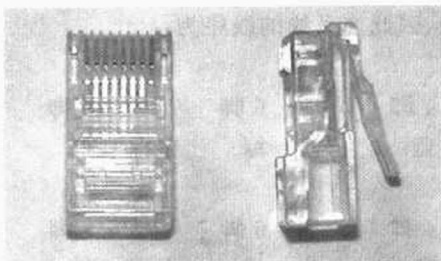


图 1.5 RJ-45 水晶头

双绞线分为屏蔽双绞线(STP)和非屏蔽双绞线(UTP)两大类。非屏蔽双绞线又分为 3 类(UTP-3)、5 类(UTP-5)、超 5 类和超 6 类等。UTP-3 是话音级的双绞线缆,数据速率可达 16Mbps;UTP-5 是数据级双绞线,在单位长度上的绞节数更多,数据速率可达 100Mbps。在以太网局域网中,UTP-3 和 UTP-5 分别作为 10Base-T 和 100Base-T 标准的通信线路,通信距离为 100m。超 5 类和 6 类非屏蔽双绞线支持 100Base-TX 标准,最高传输率为 155Mbps,最大传输距离为 120m。屏蔽双绞线分为 3 类和 5 类,电缆的外层有一层铝箔包裹用以减小辐射,价格比非屏蔽双绞线贵,制作也较麻烦,应用较少。

由于 UTP-5 最大传输距离为 100m,因此在进行局域网组网和综合布线时,通常遵循以下原则:

- 从交换机或集线器到配线架(Patch Panel)的网线长度控制在 5m 以内。
- 从配线架到办公室的 RJ-45 信息模块(Punch-down Block)的网线控制在 90m 以内。
- 从接头 RJ-45 信息插座到用户计算机的网线长度控制在 5m 以内。

双绞线由 4 对共 8 芯线组成,每对线缠绕成螺旋状,以减小线路中的电磁干扰,如图 1.6 所示。

制作 RJ-45 接头时,双绞线的线序遵循 EIA/TIA 568A 和 EIA/TIA 568B 两种标准,T568A 用于制作 10M 双绞线,T568B 用于制作 100M 双绞线。目前局域网一般均是 100M 到桌面,因此网线制作通常采用 T568B 标准,两端的线序相同。

EIA/TIA 568B 线序:

1 脚	2 脚	3 脚	4 脚	5 脚	6 脚	7 脚	8 脚
白橙	橙	白绿	蓝	白蓝	绿	白棕	棕

这种正常线序的网线用于集线器的普通口或交换机端口与用户计算机之间的连接。使用集线器的普通口与另一集线器的普通口进行级联,级联口与另一集线器的级联口进行级联以及 Cisco 交换机与 Cisco 交换机之间进行级联时、网卡与网卡之间进行连接时,应使用交叉线连接。交叉线的一端线序与 T568B 相同,但另一端进行了交叉,交叉方式是 1 和 3 对换,2 和 6 对换,因此交叉线的线序为:

A 端(正常线序)

1 脚	2 脚	3 脚	4 脚	5 脚	6 脚	7 脚	8 脚
白橙	橙	白绿	蓝	白蓝	绿	白棕	棕

B 端(交叉线序)

1 脚	2 脚	3 脚	4 脚	5 脚	6 脚	7 脚	8 脚
白绿	绿	白橙	蓝	白蓝	橙	白棕	棕

华为的交换机能自动识别和智能处理线序,华为交换机彼此间的级联以及华为交换机与 Cisco 交换机之间的连接,可直接使用正常线序,不用交叉线,华为交换机在内部会自动交换线序。目前较新的 Cisco 交换机也能自动识别和智能处理线序。

3. 以太网工作原理

以太网严格遵循载波侦听多路访问/冲突检测协议(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection,CSMA/CD)。计算机在发送数据前必须先进行载波侦听,只有当判定信道空闲时,才能发送数据。如果信道正忙,它就持续等待,直到当它侦听到信道空闲时,方将数据送出。如果两个以上的主机同时监听到信道空闲并发送数据帧,此时就会产生冲突,从而使发送的帧都成为无效帧,发送随即宣告失败,接下来主机就等待一个随机长的时间,然后重新进行载波侦听。一台主机发送数据帧时,网络中的其他主机只能接收,这属于半双工通信方式。

当集线器连接的主机数目较多,并且多台主机经常需要同时通信时,集线器的信息碰撞(冲突)、堵塞机率将显著变高,从而导致集线器的工作效率变差、速度降低。

一般而言,对于 10Mbps 集线器,其工作站点不宜超过 25 个;采用 100Mbps 集线器



图 1.6 双绞线