

重点大学计算机专业系列教材

网络测试与故障诊断 实验教程

曹庆华 主编

洪飞 周华 张力军 吴健 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书作为网络测试与故障诊断实验教材,共有 13 个实验,内容分为线缆测试、网络测试、故障诊断 3 部分,包括电缆和故障线的制作、布线测试、线缆传输测试、光缆测试、组网测试、链路层测试、以太网链路流量分析、IP 测试、VLAN 测试、网络管理、交换机端口流量测试和长期流量测试以及网络故障诊断案例分析。每个实验均设计了预习报告和实验报告,并提供相应实验课件,以方便实验教学使用。

本书在实验设计中力图覆盖线缆和网络测试基本原理的主要知识点,通过实验使学生系统、深入地分析和理解网络测试原理和实现过程,同时面向更为复杂的网络测试工程实践,通过实际操作网络测试设备和模拟真实的网络故障,提高学生的工程实践能力。

本书可作为高等院校计算机专业本科生和研究生的实验教材,对从事计算机网络管理和测试工作的工程技术人员也有参考价值。

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

网络测试与故障诊断实验教程 / 曹庆华主编;洪飞等编著. —北京:清华大学出版社,2006.8

(重点大学计算机专业系列教材)

ISBN 7-302-13400-6

I. 网… II. ①曹… ②洪… III. ①计算机网络—测试—高等学校—教材 ②计算机网络—故障诊断—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 078062 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: 付弘宇

封面设计: 刘艳芝

印 装 者: 北京嘉实印刷有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 11.25 字数: 261 千字

版 次: 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-13400-6/TP·8413

印 数: 1~3000

定 价: 17.00 元

随着国家信息化步伐的加快和高等教育规模的扩大，社会对计算机专业人才的需求不仅体现在数量的增加上，而且体现在质量要求的提高上，培养具有研究和实践能力的高层次的计算机专业人才已成为许多重点大学计算机专业教育的主要目标。目前，我国共有 16 个国家重点学科、20 个博士点一级学科、28 个博士点二级学科集中在教育部部属重点大学，这些高校在计算机教学和科研方面具有一定优势，并且大多以国际著名大学计算机教育为参照系，具有系统完善的教学课程体系、教学实验体系、教学质量保证体系和人才培养评估体系等综合体系，形成了培养一流人才的教学和科研环境。

重点大学计算机学科的教学与科研氛围是培养一流计算机人才的基础，其中专业教材的使用和建设则是这种氛围的重要组成部分，一批具有学科方向特色优势的计算机专业教材作为各重点大学的重点建设项目成果得到肯定。为了展示和发扬各重点大学在计算机专业教育上的优势，特别是专业教材建设上的优势，同时配合各重点大学的计算机学科建设和专业课程教学需要，在教育部相关教学指导委员会专家的建议和各重点大学的大力支持下，清华大学出版社规划并出版本系列教材。本系列教材的建设旨在“汇聚学科精英、引领学科建设、培育专业英才”，同时以教材示范各重点大学的优秀教学理念、教学方法、教学手段和教学内容等。

本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本组织原则和特点。

1. 面向学科发展的前沿，适应当前社会对计算机专业高级人才的培养需求。教材内容以基本理论为基础，反映基本理论和原理的综合应用，重视实践和应用环节。

2. 反映教学需要，促进教学发展。教材要能适应多样化的教学需要，正确把握教学内容和课程体系的改革方向。在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养，为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

3. 实施精品战略，突出重点，保证质量。规划教材建设的重点依然是专业基础课和专业主干课；特别注意选择并安排了一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版，逐步形成精品教材；提倡并鼓励编写体现重点大学计算机专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

4. 主张一纲多本，合理配套。专业基础课和专业主干课教材要配套，同一门课程可以有多本具有不同内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化的关系；基本教材与辅助教材以及教学参考书的关系；文字教材与软件教材的关系，实现教材系列资源配套。

5. 依靠专家，择优落实。在制订教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时，要引入竞争机制，通过申报、评审确定主编。书稿完成后要认真实行审稿程序，确保出书质量。

繁荣教材出版事业，提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量，希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

教材编委会

前言

随着 Internet 技术和网络业务的飞速发展，用户对网络资源的需求空前增长，网络也变得越来越复杂。不断增加的网络用户和网络应用导致网络负担沉重，网络设备超负荷运转，从而引起网络性能下降等各种故障。这就需要对网络各项指标进行提取与分析，对网络整体结构进行改进，因此网络测试便应运而生。发现网络瓶颈，优化网络配置，并进一步发现网络中可能存在的潜在危险，从而更加有效地进行网络性能管理，提供网络服务质量的验证和控制，对网络服务提供商的服务质量指标进行量化、比较和验证，是网络测试的主要目的。而建设先进的网络测试实验体系和实验教材，对于培养网络时代的高质量人才有着重要的意义。

目前，国内大部分高校为计算机学科的本科生和研究生开设了计算机网络类课程，并配套开设了具体的实验课程。但这些实验课大多侧重于网络基本原理验证、协议分析和简单的测试等，远未涉及全面、系统的网络测试和故障诊断技术。网络测试实验体系在国内高校中十分少见，而与之配套的实验教材更是缺乏。

本书是在北京航空航天大学先进计算机网络实验基地的建设过程中逐步形成的。通过与美国 Fluke 网络公司(Fluke Networks)合作建设北航 - Fluke网络测试实验室，以及总结近两年本科生和研究生网络实验课的教学实践，我们认为，编写和出版网络测试与故障诊断实验教程的时机已经成熟。

本书作为高等院校计算机专业网络测试与故障诊断实验教材，内容分为线缆测试、网络测试、故障诊断三部分。在内容的安排上力求循序渐进，先通过基础的原理实验来加深对网络测试原理和技术的理解，进而逐步涉及到难度较大的实际故障诊断案例分析。

本书第一部分是线缆测试（实验 1~ 实验 4），包括电缆和故障线的制作、布线测试、线缆传输测试和光缆测试。第二部分是网络测试（实验 5~ 实验 12），主要包括组网测试、链路层测试、以太网链路流量分析、IP 测试、VLAN 测试、网络管理、交换机端口流量测试和长期流量测试。第三部分

是网络故障诊断案例分析（实验 13），包括端口扫描和病毒检测。

本书是在参考国内外最新文献资料和 Fluke 网络公司培训教材的基础上，结合我们自己的教学和科研实践而编写的。本书使用 Fluke 网络测试设备设计和开发实验，将直接适用于拥有 Fluke 网络测试设备的实验室。

本书的读者需要具备比较扎实的、计算机网络原理相关的基础知识。每个实验均附有预习报告和实验报告，并提供相应的实验课件，以方便读者使用。需要的读者可与编者联系：hongfei@buaa.edu.cn。

本书由北航教学实验中心主任曹庆华副教授任主编，负责统一规划和设计编写提纲。全书共有 13 个实验，实验 1 至实验 4、实验 6 至实验 13 由洪飞博士编写，实验 5 由连林江编写，张力军博士、Fluke 网络公司的周华先生以及工程师吴健参与了具体实验的设计。研究生李国胜、王海省和丁楠等也参加了部分编写工作。

本书部分实验内容参考了 Fluke 网络公司的培训教材和有关资料，Fluke 网络公司的周华先生以及工程师吴健、丁炜等对教材编写工作给予了很大的支持和帮助。北航计算机学院马殿富院长、刘旭东副院长、张莉副院长等也给予了多方面的支持和帮助，谨在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，且编写工作进行得较为仓促，本书难免有不妥和错误之处，望专家和读者批评指正。

编 者

2006 年 6 月

于北京航空航天大学

实验 1 水平电缆和故障线的制作	1
1.1 实验原理介绍	1
1.1.1 综合布线系统介绍	1
1.1.2 打线工具介绍	13
1.2 标准网线的制作	13
1.2.1 实验环境及分组	13
1.2.2 实验步骤	13
1.2.3 实验总结	14
1.3 实验电缆插座的制作	14
1.3.1 实验环境及分组	14
1.3.2 实验步骤	15
1.4 制作 UTP 的 DEMO 故障盒	15
1.4.1 实验环境	15
1.4.2 实验步骤	16
1.4.3 实验总结	17
实验 2 布线系统测试	18
2.1 布线系统测试基础	18
2.1.1 综合布线系统概述	18
2.1.2 综合布线系统的测试标准	22
2.1.3 布线系统故障分类	27
2.1.4 综合布线测试连接方式定义	28
2.1.5 现场测试	29
2.1.6 测试工具介绍	30
2.2 接线图测试	32
2.2.1 实验目的	32

2.2.2	实验内容	32
2.2.3	实验原理	32
2.2.4	实验环境	35
2.2.5	接线图测试步骤	36
2.2.6	实验总结	36
2.3	线缆长度的测试	36
2.3.1	实验目的	36
2.3.2	实验内容	36
2.3.3	实验原理	36
2.3.4	实验环境	38
2.3.5	实验步骤	38
2.3.6	实验总结	38
2.4	传输时延和时延偏离测试	38
2.4.1	实验目的	38
2.4.2	实验内容	38
2.4.3	实验原理	38
2.4.4	实验环境	39
2.4.5	实验步骤	39
2.4.6	实验总结	40
2.5	衰减的测试	40
2.5.1	实验目的	40
2.5.2	实验内容	40
2.5.3	实验原理	40
2.5.4	实验环境	41
2.5.5	实验步骤	41
2.5.6	实验总结	42
2.6	串扰的测试	42
2.6.1	实验目的	42
2.6.2	实验内容	42
2.6.3	实验原理	42
2.6.4	实验环境	43
2.6.5	实验步骤	43
2.6.6	实验总结	44
2.7	综合近端串扰	44
2.7.1	实验目的	44
2.7.2	实验内容	44
2.7.3	实验原理	44
2.7.4	实验环境	44

2.7.5	实验步骤	45
2.7.6	实验总结	45
实验 3	线缆传输测试	46
3.1	实验基础知识介绍	46
3.2	衰减串扰比	47
3.2.1	实验目的	47
3.2.2	实验内容	48
3.2.3	实验原理	48
3.2.4	实验环境	48
3.2.5	实验步骤	48
3.2.6	实验总结	49
3.3	回波损耗	49
3.3.1	实验目的	49
3.3.2	实验内容	49
3.3.3	实验原理	49
3.3.4	实验环境	49
3.3.5	实验步骤	49
3.3.6	实验总结	50
3.4	等效远端串扰和综合等效远端串扰	50
3.4.1	实验目的	50
3.4.2	实验内容	50
3.4.3	实验原理	50
3.4.4	实验环境	51
3.4.5	实验步骤	51
3.4.6	实验总结	51
实验 4	光缆测试	52
4.1	光纤理论与光纤结构	52
4.1.1	光及其特性	52
4.1.2	光纤结构及种类	52
4.1.3	光纤的衰减	53
4.1.4	光纤的优点	54
4.2	光纤测试标准	54
4.2.1	标准参考	54
4.2.2	光缆测试参数和测试方法	55
4.3	光纤长度测试	57
4.3.1	实验目的	57

4.3.2	实验内容	57
4.3.3	实验环境	57
4.3.4	实验步骤	57
4.3.5	实验总结	57
4.4	光纤损耗测试.....	57
4.4.1	实验目的	57
4.4.2	实验内容	58
4.4.3	实验环境	58
4.4.4	实验步骤	58
4.4.5	实验总结	58
实验 5	组网实验	59
5.1	交换机简介及配置.....	59
5.1.1	交换机简介	59
5.1.2	交换机基本配置	61
5.2	路由器简介及配置.....	64
5.2.1	路由器简介	64
5.2.2	路由器基本配置	65
5.3	简单组网实验.....	67
5.3.1	实验目的	67
5.3.2	实验内容	67
5.3.3	实验环境及分组	67
5.3.4	实验组网图	68
5.3.5	实验步骤	68
5.3.6	实验总结	68
5.4	通过地址转换访问 Internet	69
5.4.1	实验目的	69
5.4.2	实验内容	69
5.4.3	实验原理	69
5.4.4	实验环境及分组	70
5.4.5	实验组网图	70
5.4.6	实验步骤	70
5.4.7	实验总结	71
实验 6	链路层实验	72
6.1	实验基础知识介绍.....	72
6.2	自适应测试.....	73
6.2.1	实验目的	73

6.2.2	实验内容	73
6.2.3	实验原理	73
6.2.4	实验环境	74
6.2.5	实验步骤	74
6.2.6	实验总结	76
6.3	电平测试.....	76
6.3.1	实验目的	76
6.3.2	实验内容	76
6.3.3	实验原理	76
6.3.4	实验环境	77
6.3.5	实验步骤	77
6.3.6	实验总结	77
6.4	工作模式测试——半双工和全双工.....	77
6.4.1	实验目的	77
6.4.2	实验内容	77
6.4.3	实验原理	77
6.4.4	实验环境	78
6.4.5	实验步骤	78
6.4.6	实验总结	80
实验7 以太网数据链路层流量分析		81
7.1	实验基础知识介绍.....	81
7.2	帧流量分析.....	82
7.2.1	实验目的	82
7.2.2	实验内容	82
7.2.3	实验环境	83
7.2.4	实验步骤	83
7.2.5	实验总结	85
7.3	单播数据帧格式的分析.....	85
7.3.1	实验目的	85
7.3.2	实验内容	85
7.3.3	实验原理	85
7.3.4	实验环境	86
7.3.5	实验步骤	86
7.3.6	实验总结	87
7.4	广播数据帧格式分析.....	87
7.4.1	实验目的	87
7.4.2	实验内容	87

7.4.3	实验原理	87
7.4.4	实验环境	88
7.4.5	实验步骤	88
7.4.6	实验总结	89
7.5	错误帧的分析(长帧、错帧、FCS 错误)	89
7.5.1	实验目的	89
7.5.2	实验内容	89
7.5.3	实验环境	89
7.5.4	实验步骤	89
7.5.5	实验总结	91
7.6	帧冲突.....	91
7.6.1	实验目的	91
7.6.2	实验内容	91
7.6.3	实验环境	91
7.6.4	实验步骤	91
7.6.5	实验总结	91
实验 8	IP 测试	92
8.1	实验基础知识介绍.....	92
8.1.1	IP 地址的概念	92
8.1.2	IP 地址的编址方式	92
8.1.3	IP 子网掩码	93
8.1.4	ARP 的原理.....	93
8.1.5	ping 命令的工作原理	94
8.1.6	tracert 命令的工作原理	95
8.2	设备搜索清单.....	95
8.2.1	实验目的	95
8.2.2	实验内容	95
8.2.3	实验环境	95
8.2.4	实验步骤	95
8.2.5	实验总结	98
8.3	网络结构地址规划报告.....	98
8.3.1	实验目的	98
8.3.2	实验内容	98
8.3.3	实验环境	98
8.3.4	实验步骤	98
8.3.5	实验总结	99

实验 9 VLAN 测试	100
9.1 实验基础知识介绍	100
9.2 VLAN 配置报告	101
9.2.1 实验目的	101
9.2.2 实验内容	101
9.2.3 实验原理	101
9.2.4 实验环境	102
9.2.5 实验步骤	103
9.2.6 实验总结	103
实验 10 网络管理基本实验	105
10.1 实验原理和背景知识	105
10.1.1 网络管理的基本概念	105
10.1.2 SNMP 概述	106
10.1.3 SNMP 工作方式	107
10.1.4 SNMP 的协议数据单元	108
10.1.5 管理信息库	110
10.1.6 管理信息结构	113
10.1.7 RMON 管理	115
10.2 实验过程	116
10.2.1 实验环境及分组	116
10.2.2 实验组网	116
10.2.3 实验步骤	117
10.3 实验总结	124
实验 11 交换机端口流量测试	125
11.1 实验目的	125
11.2 实验内容	125
11.3 实验原理和背景知识	125
11.4 实验过程	127
11.4.1 实验环境及分组	127
11.4.2 实验组网	127
11.4.3 实验步骤	127
11.5 实验总结	134
实验 12 交换机端口长期流量测试	135
12.1 实验目的	135

12.2	实验内容.....	135
12.3	实验原理和背景知识.....	135
12.3.1	Fluke Networks 公司的 OPV 软件概述	135
12.3.2	网络文档备案测试.....	136
12.4	实验过程.....	138
12.4.1	实验环境及分组.....	138
12.4.2	实验组网.....	138
12.4.3	实验步骤.....	138
12.5	实验总结.....	150
实验 13	网络故障诊断案例实验	151
13.1	端口扫描.....	151
13.1.1	实验目的.....	151
13.1.2	实验内容.....	151
13.1.3	实验原理.....	151
13.1.4	实验过程.....	156
13.2	病毒防护与流量分析.....	159
13.2.1	实验目的.....	159
13.2.2	实验内容.....	159
13.2.3	实验原理.....	159
13.2.4	实验过程.....	161
参考文献	164

水平电缆和故障线的制作

实验 1

实验内容

- 布线系统基本知识
- 几种通信介质
- 打线的基本方法介绍
- 制作水平电缆的步骤
- 制作故障线的步骤

1.1 实验原理介绍

1.1.1 综合布线系统介绍

1. 概述

数据布线在经历了 20 年的发展历程后,在传统布线基础上,形成了结构化综合布线技术。综合布线是一种模块化的、灵活性极高的建筑物内或建筑群之间的信息传输通道。它既能使语音、数据、图像设备、交换设备与其他信息管理系统彼此相连,也能使这些设备与外部相连接。它还包括建筑物外部网络或电信线路的连接点与应用系统设备之间的所有线缆及相关的连接部件。综合布线由不同系列和规格的部件组成,其中包括:传输介质、相关连接硬件(如配线架、连接器、插座、插头、适配器)以及电气保护设备等。这些部件可用于构建各种子系统,它们都有各自的具体用途,不仅易于实施,而且能随需求的变化而平稳升级。

综合布线系统是一种预布线系统,能够适应较长一段时间的需求。一般一个综合布线系统的设计使用年限是 15 年左右。

本章将先就综合布线系统中用到的物理介质(电缆)和它们的连接方式进行介绍。

2. 通信介质的类型

当前数据网络主要使用 4 种类型的通信介质(电缆):非屏蔽双绞线(UTP)、屏蔽或网屏双绞线(STP 或 ScTP)、同轴电缆和光纤(FO)。区分骨干电缆和水平电缆是很重要的。骨干电缆连接网络设备,比如服务器、交换机、路由器,还连接设备间和通信间。水平电缆连接通信间与墙壁插座。对于新建布线系统来说,骨干电缆通常使用多芯电缆,水平电缆主要使用 UTP。

(1) 双绞线

双绞线(Twisted Pairwire, TP)是综合布线工程中最常用的一种传输介质。双绞线由两根具有绝缘保护层的铜导线组成,是目前最经济、使用最广泛的电缆。双绞线不仅比其他介质便宜,而且安装也更简单,需要使用的工具也不是很昂贵。把两根绝缘的铜导线按一定密度互相绞在一起,可降低信号干扰的程度,每一根导线在传输中辐射的电波会被另一根线上发出的电波抵消。双绞线一般由两根 22~26 号绝缘铜导线相互缠绕而成。把一对或多对双绞线放在一个绝缘套管中便形成了双绞线电缆。在双绞线电缆(也称双扭线电缆)内,不同线对具有不同的扭绞长度,一般来说,扭绞长度在 14~38.1cm,按逆时针方向扭绞,相邻线对的扭绞长度在 12.7cm 以上。与其他传输介质相比,双绞线在传输距离、信道宽度和数据传输速度等方面均受到一定限制,但价格较为低廉。目前,双绞线可分为非屏蔽双绞线(Unshielded Twisted Pair, UTP)和屏蔽双绞线(Shielded Twisted Pair, STP)。ScTP 是 STP 的一种变体。

虽然双绞线主要是用来传输模拟声音信息的,但同样适用于数字信号的传输,特别适用于较短距离的信息传输。在传输期间,信号的衰减比较大,并且产生波形畸变。采用双绞线的局域网的带宽取决于所用导线的质量、长度及传输技术。只要精心选择和安装双绞线,就可以在有限距离内达到每秒几百万位的可靠传输率。当距离很短并且采用特殊的电子传输技术时,传输速率可达 100~155Mbps。由于利用双绞线传输信息时要向周围辐射,信息很容易被窃听,因此要花费额外的代价加以屏蔽。屏蔽双绞线电缆的外层由铝箔包裹,以减小辐射,但并不能完全消除辐射。屏蔽双绞线价格相对较高,安装时要比非屏蔽双绞线电缆困难。它类似于同轴电缆,必须配有支持屏蔽功能的特殊连接器和相应的安装技术,但它有较高的传输速率,100 米内的速率可达到 155Mbps。

双绞线分为屏蔽双绞线与非屏蔽双绞线两大类。在这两大类中又分 100 Ω 电缆、双体电缆、大对数电缆、150 Ω 屏蔽电缆。具体型号有多种,如图 1-1 所示,图中 AWG 为美国线缆规格。

(2) 非屏蔽双绞线(UTP)

非屏蔽双绞线(UTP)如图 1-2 所示,它很早就用于电话系统,但用于局域网是在 20 世纪 80 年代末期,随着 10Base-T 标准的出现而开始的。UTP 的性价比很高、易于安装,而且它的带宽在不断提高。

UTP 布线似乎只能达到双绞线电缆的最低性能,它流行的主要原因是便宜和易于安装。每当工程师们开发出新一代的 UTP 电缆时,他们总是认为已经达到了 UTP 电缆

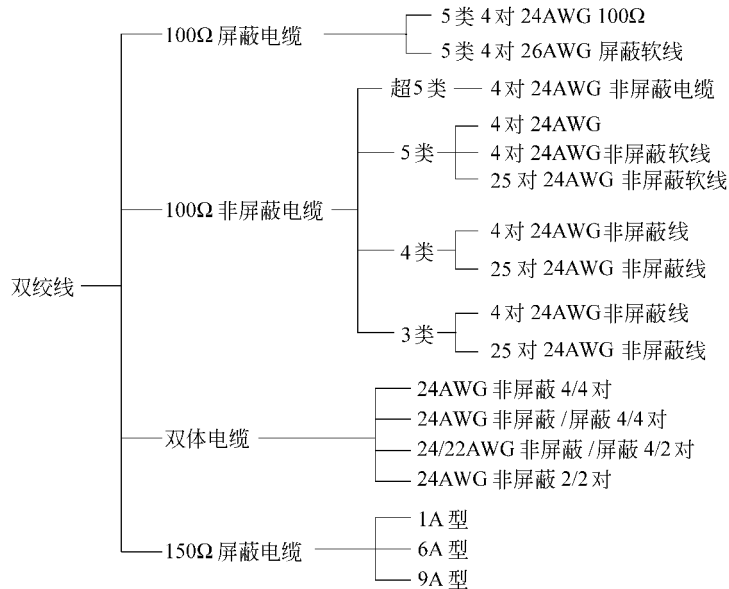


图 1-1 双绞线的分类

的极限,然而电缆厂商在继续发展它的能力。在开发 10Base-T 和之前的一些专有 UTP 以太网系统时,评论家曾经说 UTP 永远不可能支持 10Mbps 的数据传输速率;之后,他们又说 UTP 不可能支持 100Mbps 的数据传输速率。在 1999 年 7 月,IEEE 通过了 1000Base-T 标准,它允许在 5 类电缆上运行千兆以太网。表 1-1 列出了 EIA/TIA 协会制定的双绞线电缆标准。为了灵活运用网络电缆组网,我们需要熟悉用于现代网络的一些标准,特别是 3 类和 5 类 UTP。

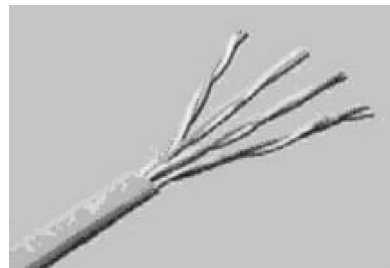


图 1-2 非屏蔽双绞线

表 1-1 UTP 双绞线分类

双绞线类型	图 1-1 描述
1 类线 (Cat 1)	一种包括两个电线对的 UTP 形式;主要用于传输语音(1 类标准主要用于 20 世纪 80 年代初之前的电话线缆),不用于数据传输
2 类线 (Cat 2)	一种包括 4 个电线对的 UTP 形式;传输频率为 1MHz,用于语音传输和最高传输速率为 4Mbps 的数据传输,常见于使用 4Mbps 规范令牌传输协议的、旧的令牌网
3 类线 (Cat 3)	一种包括 4 个电线对的 UTP 形式;指目前在 ANSI 和 EIA/TIA 568 标准中指定的电缆;该电缆的传输频率为 16MHz,用于语音传输及最高传输速率为 10Mbps 的数据传输,主要用于 10Base-T;3 类线一般用于 10Mbps 的 Ethernet 或 4Mbps 的 Token Ring;虽然 3 类线比 5 类线便宜,但为了获得更高的吞吐量,5 类线已经普遍代替了 3 类线