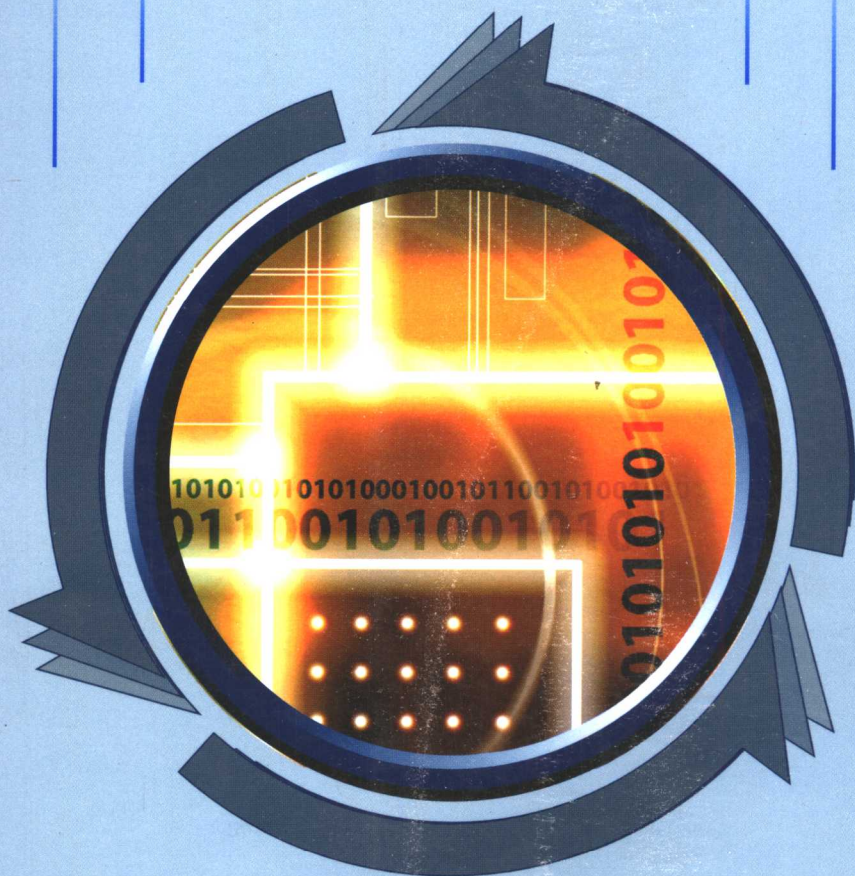


现代通信高技术丛书

现代网络管理

雷雪梅 主编
苏力萍 孙辰宇 吴齐跃 赵 鹏 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

现代通信高技术丛书

现代网络管理

Xiandai Wangluo Guanli

□ □ □ □

雷雪梅 主编

苏力萍 孙辰宇 编著

吴齐跃 赵 鹏

国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

内 容 简 介

本书从理论和实践 2 方面出发,比较全面、系统地介绍了网络管理的基础知识和实践应用,以及网络管理最新的发展趋势。

全书共 12 章:第 1 章至第 6 章对网络管理的相关基础知识和理论进行了全面的概述,详细介绍了网络管理的体系结构、模型,以及目前网络管理中的主要协议——SNMP;第 7 章至第 12 章介绍网络管理应用的相关知识,包括网络管理的功能、网络管理工具的实现,并从实际需求出发,介绍如何设计网络管理系统的相关案例,最后从技术和应用需求 2 个方面介绍网络管理今后的发展趋势。

本书既有理论又有实践,内容丰富、全面,具有很高的实用价值,适合于高等院校计算机、通信、信息等专业师生和网络管理的科研人员和工程技术人员选作参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代网络管理 / 雷雪梅主编;苏力萍等编著. —北京:
国防工业出版社, 2005. 8

(现代通信高技术丛书/周贤伟, 邓忠礼, 郑雪峰主编)

ISBN 7-118-03939-X

I. 现... II. ①雷...②苏... III. 通信网—管理
IV. TN915.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 057903 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 15¼ 350 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

印数:1—5000 册 定价:26.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行传真:(010)68411535

发行邮购:(010)68414474

发行业务:(010)68472764

《现代通信高技术丛书》编委会

名誉主任 周炯槃(院士)

总 编 宋俊德

主 编 周贤伟 邓忠礼 郑雪峰

副主编 曾广平 景晓军 雷雪梅 王丽娜 杨裕亮 马伍新

王祖珮 班晓娟 刘蕴络 王昭顺 王建萍 黄旗明

李新宇 杨 军 覃伯平 薛 楠

编 委 (按姓名笔画排序)

马伍新 王 丹 王 华 王 培 王 强 王庆梅

王丽娜 王建萍 王祖珮 王昭顺 王淑伟 韦 炜

尹立芳 邓忠礼 申吉红 付娅丽 白浩瀚 冯 震

冯晓莹 吕 越 朱 刚 闫 波 安 然 刘 宁

刘 宾 刘 潇 刘志强 刘晓娟 刘蕴络 关靖远

孙 硕 孙亚军 孙辰宇 孙晓辉 李 杰 李宏明

李新宇 苏力萍 肖超恩 吴齐跃 宋俊德 张海波

张臻贤 陈建军 林 亮 杨 军 杨文星 杨裕亮

周 蓉 周贤伟 郑如鹏 郑雪峰 孟 潭 赵鹏(男)

赵鹏(女) 赵会敏 胡周杰 施德军 姜 美 姚恒艳

班晓娟 崔 旭 黄旗明 韩 旭 韩丽楠 覃伯平

景晓军 曾广平 雷雪梅 薛 楠 霍秀丽 戴昕昱

丛书策划 王祖珮

序

当今世界已经进入了信息时代,信息成为一种重要的战略资源,信息科学成为最为活跃的学科领域之一,信息技术改变着人们的生活和工作方式,信息产业已经成为国民经济的主导产业,作为信息传输基础的通信技术则成为信息产业中发展最为迅速,进步最快的行业。目前,个人通信系统和超高速通信网络迅猛发展,推动了信息科学的进一步发展,并成为 21 世纪国际社会和全球经济的强大动力。

随着通信技术日新月异,学习通信专业知识不但需要扎实的专业基础,而且需要学习和了解更多的现代通信技术和理论,特别是数字通信、卫星通信以及传感器网络的现代通信技术方面的知识。从有线通信到无线通信,从固定设备间的通信到移动通信,从无线通信到无线因特网,到传感器网络技术。未来的通信将为人们提供全方位以及无缝的移动性接入,最终实现任何人在任何地方、任何时间进行任何方式的通信,使得通信技术适应社会的发展需要呈现经久不衰的势头。

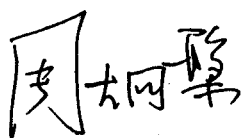
网络技术的飞速发展,通信技术在经济发展中的重要地位日趋重要,世界各国特别重视通信技术的理论研究和通信技术专业人才的培养,国外有关通信领域的文献资料和专著较多。就国内来讲,通信专业人才大量急需,为适应社会经济发展的需要,各高校和科研单位都在培养社会所需的通信专业人才。

为了增进通信及安全技术领域的学术交流,为了满足通信及信息安全专业领域的读者的需要,提供一套能系统、全面地介绍和讲解通信技术原理及新技术的系列丛书,北京科技大学等组织编写了这套《现代通信高技术丛书》。这套丛书内容涵盖了通信技术的主要专业领域,既可作为高等院校通信类、信息类、电子类、计算机类专业高年级本科生或研究生的教材,又可作为有关通信技术和科研人员的技术参考书。

我觉得这套丛书的特点是内容全面、技术新颖、理论联系实际,针对目前

我国通信技术发展情况与目前已有的相关出版物之间已有一定距离这一情况,本丛书立足于现在,通过对基本的技术进行分析,由浅入深,努力反映通信技术领域的新成果、新技术和进展,是国内目前较为全面、技术领先、适用面广的一套丛书。在我国大量培养通信专业人才的今天,这套丛书的出版是非常及时和十分有益的。

我代表编委会对丛书的作者和广大读者表示感谢!欢迎广大读者提出宝贵意见,以使丛书进一步修改完善。

A handwritten signature in black ink, reading '周炯槃' (Zhou Jiongpan). The characters are stylized and fluid, with the first character '周' being particularly prominent.

2005年3月20日

前 言

随着 IT 技术的迅猛发展,网络的应用范围不断扩大,其功能越来越复杂,网络也因此成为人们生活中不可缺少的一部分,它的快速发展给网络管理带来了新的挑战。

从传统意义来讲,网络管理有五大功能:故障管理、配置管理、性能管理、安全管理和计费管理。在网络管理协议中,CMIP、SNMP 是使用最普遍的协议;网络管理所采用的方式也都是服务器/客户端方式,即 C/S 结构,它们在以往的网络管理系统建设中起了非常重要的作用。但随着 IT 技术本身的发展和用户需求不断的提高,网络管理的内容得到了扩充,采用的方式多样化,新的技术手段也不断地被引入到网络管理应用中来。

为了使读者更好地掌握网络管理的基础知识和实践应用技术,我们编写了这本《现代网络管理》,书中分别对网络管理的体系结构、SNMP 协议、网络管理实用技术做了讲解,并对未来的发展趋势做了介绍,全书共 12 章。第 1 章简单介绍了网络管理概念,阐述了网络管理的重要性和网络管理的发展过程;第 2 章介绍了 OSI、IETF 2 个网络管理的标准及其相关协议;第 3 章从网络管理一般模型结构、系统功能结构、管理平台和管理体系 4 个方面讲述了网络管理的体系结构;第 4 章介绍了 SNMP 协议的基本内容;第 5 章讲述了在 SNMPv1 基础上改进后的 SNMPv2,以及 RMON;第 6 章讲述了 SNMPv3 的基本结构;第 7 章主要描述了 ISO 标准中包含的网络管理功能域并简单介绍了其他相关管理功能以及这些功能的应用实现;第 8 章介绍了网络管理工具的分类,并重点对管理平台和集成工具进行了描述;第 9 章以一个实际网络为案例,讲述了如何设计网络管理解决方案;第 10 章介绍了正在被广泛采用的基于 Web 方式的网络管理的相关知识;第 11 章为 IT 服务管理的相关内容;第 12 章对目前应用于网络管理的新技术做了简单介绍,并对网络管理发展的趋势加以探讨。

本书不仅有理论知识,还有实际应用案例,内容丰富、全面,具有很高的实用价值。本书可作为高等院校计算机、通信、信息等专业师生的教材,也可作为网络管理的科研人员和工程技术人员的参考书。

在本书的编写过程中,得到了夏晖、刘潇、孟潭等同志的大力帮助,他们进行了大量的卓有成效的工作,在此表示诚挚地感谢。同时也得到了国防工业出版社的大力支持,在此一并深表谢意。

由于作者学识和水平有限,书中难免有欠妥乃至错误之处,敬请读者不吝指正。

编著者

2005 年 5 月于北京

目 录

第1章 网络管理概述	1
1.1 什么是网络	1
1.1.1 计算机网络的分类	1
1.1.2 网络拓扑结构	2
1.1.3 参考模型	5
1.1.4 服务、接口和协议	7
1.2 什么是网络管理	7
1.2.1 网络管理的概念	8
1.2.2 网络管理的重要性	10
1.2.3 网络管理的发展过程	11
1.3 小结	13
1.4 习题	13
第2章 网络管理标准	14
2.1 网络的标准化	14
2.2 OSI的标准化工作	16
2.2.1 OSI管理框架	16
2.2.2 OSI系统管理概述	17
2.2.3 CMIS与CMIP	19
2.2.4 CMIS/CMIP与CMOT	22
2.3 IETF的标准化工作	22
2.3.1 Internet网络管理与SNMP	22
2.3.2 SNMPv1的不足与SNMPv2的发展	24
2.3.3 SNMPv3的产生	25
2.3.4 OSI与IETF标准化工作的比较	26
2.4 电信网络的管理标准	27
2.5 小结	29
2.6 习题	29
第3章 网络管理体系结构	30
3.1 网络管理一般模型及子模型	30
3.1.1 网络管理信息模型	32
3.1.2 网络管理组织模型	37
3.1.3 网络管理通信模型	38

3.1.4 网络管理功能模型	39
3.1.5 网络管理的驱动	42
3.2 网络管理系统功能结构	43
3.3 网络管理平台	44
3.4 网络管理体系结构	47
3.4.1 集中式的体系结构	47
3.4.2 分层体系结构	48
3.4.3 分布式体系结构	49
3.5 小结	49
3.6 习题	50
第4章 SNMP 网络管理	51
4.1 SNMP 网络管理模型	51
4.2 SNMP 组织模型	52
4.3 SNMP 管理信息结构	54
4.3.1 对象类型命名	54
4.3.2 对象类型语法	55
4.3.3 对象类型编码	58
4.4 管理信息库	58
4.5 SNMP 协议	66
4.5.1 SNMP 共同体	66
4.5.2 SNMP 协议	67
4.6 小结	68
4.7 习题	68
第5章 SNMPv2	69
5.1 SNMPv2 系统结构	69
5.2 SNMPv2 的 SMIv2 和 MIB	70
5.2.1 SNMPv2 管理信息结构	70
5.2.2 SNMPv2 管理信息库	73
5.3 SNMPv2 协议	76
5.4 SNMPv2 分布式网络管理	77
5.5 同 SNMPv1 的兼容	78
5.6 RMON	80
5.6.1 基本概念	80
5.6.2 RMON SMI 和 MIB	81
5.7 小结	84
5.8 习题	84
第6章 SNMPv3	86
6.1 SNMPv3 概述	86
6.1.1 设计要求	86

6.1.2 文档概述	87
6.2 SNMP 结构	89
6.2.1 SNMP 实体	89
6.2.2 抽象服务接口	92
6.3 SNMPv3 应用	94
6.3.1 指令发生器应用	94
6.3.2 指令应答器应用	95
6.3.3 通告发生器应用	95
6.3.4 通告接收器应用	96
6.3.5 代理服务器转发器应用	96
6.4 SNMPv3 应用中的 MIB	96
6.4.1 管理目标 MIB	96
6.4.2 通告 MIB	97
6.4.3 代理服务器 MIB	99
6.5 SNMPv3:USM	100
6.5.1 身份验证	103
6.5.2 加密	104
6.6 SNMPv3:VACM	104
6.6.1 VACM 模型的元素	105
6.6.2 VACM 控制处理	106
6.6.3 VACM MIB	107
6.7 小结	109
6.8 习题	109
第 7 章 网络管理系统的功能及其应用实现	110
7.1 概述	110
7.2 配置管理	110
7.2.1 配置的定义	110
7.2.2 配置管理的内容及参数	111
7.2.3 配置管理的系统功能	112
7.2.4 配置管理应用	113
7.2.5 配置管理的应用实现	115
7.3 故障管理	115
7.3.1 故障管理定义	115
7.3.2 故障管理的内容	116
7.3.3 故障管理方法和技术	116
7.3.4 故障管理功能的实现	119
7.4 性能管理	121
7.4.1 概述	121
7.4.2 性能管理的定义	122

7.4.3 性能管理的目标	122
7.4.4 性能管理的内容	123
7.4.5 性能指标的设定	125
7.4.6 性能管理功能的实现	125
7.5 安全管理	126
7.5.1 概述	126
7.5.2 网络安全	127
7.5.3 网络安全策略和安全管理	129
7.5.4 安全机制与服务	131
7.5.5 网络安全技术	134
7.6 计费管理	135
7.6.1 概述	135
7.6.2 计费管理功能	136
7.6.3 计费管理功能的实现	137
7.7 规划管理	138
7.7.1 概述	138
7.7.2 网络规划的功能	138
7.7.3 规划管理功能的实现	140
7.8 资产管理和人员管理	141
7.9 网络管理功能之间的关系	141
7.10 小结	146
7.11 习题	146
第8章 网络管理工具	147
8.1 概述	147
8.2 管理平台	149
8.2.1 管理平台的体系结构	150
8.2.2 基本应用模块	152
8.2.3 管理应用模块	154
8.2.4 平台选择标准	154
8.3 网络和系统管理工具	155
8.4 集成工具	157
8.4.1 企业管理系统	158
8.4.2 故障处理管理系统	159
8.4.3 文档系统	161
8.5 小结	162
8.6 习题	162
第9章 网络管理应用	163
9.1 概述	163
9.2 网络管理的需求与任务	164

9.2.1 网络管理的层次	165
9.2.2 信息管理的组织	167
9.2.3 网络管理的要求	167
9.3 网络应用分析	168
9.3.1 基本情况介绍	168
9.3.2 网络管理要求	170
9.3.3 方案设计	171
9.3.4 解决方案	174
9.4 流程管理	184
9.5 小结	185
9.6 习题	185
第 10 章 基于 Web 的网络管理	186
10.1 WBM 的产生	186
10.2 WBM 优势	187
10.3 WBM 的实现方式	187
10.4 WBM 的安全性	189
10.5 WBM 的实现技术	189
10.6 WBM 实现的典型结构	190
10.7 WBM 标准	193
10.7.1 WBEM	193
10.7.2 JMX	194
10.8 WMI: Windows 管理工具	196
10.9 基于 Web 的嵌入式网络管理系统的实例	198
10.10 小结	199
10.11 习题	199
第 11 章 IT 管理与 IT 服务管理	200
11.1 概述	200
11.1.1 IT 管理与 IT 服务管理的产生与发展	200
11.1.2 IT 服务管理的定义及其核心思想	200
11.1.3 IT 服务管理的基本原理	202
11.1.4 IT 服务管理的范围	203
11.1.5 IT 服务管理的价值	204
11.2 IT 服务管理基础知识	205
11.2.1 服务和 service 管理	205
11.2.2 服务质量管理	207
11.2.3 流程和流程管理	207
11.2.4 最佳实践	208
11.3 IT 服务管理知识框架(ITIL 简介)	208
11.4 IT 服务管理与网络管理	212

11.5 IT 服务管理与传统的 IT 管理的区别	213
11.6 小结	217
11.7 习题	217
第 12 章 网络管理发展的新趋势	218
12.1 分布式网络管理	218
12.2 基于 CORBA 技术的网络管理	219
12.2.1 CORBA 简介	219
12.2.2 CORBA 的特点	221
12.2.3 基于 CORBA 的网络管理	221
12.2.4 基于 CORBA 的网络管理实例	224
12.3 基于 Web Service 的网络管理	225
12.3.1 Web Service 简述	225
12.3.2 Web Service 相关技术	226
12.3.3 选用 Web Service 架构网络管理应用	227
12.4 智能化网络管理	229
12.5 综合化网络管理	230
12.6 面向业务的网络管理	232
12.7 小结	233
12.8 习题	233
参考文献	235

第1章 网络管理概述

1.1 什么是网络

在信息领域中,传统上网络按功能可以划分为3种:第1种是主要用于双方交流信息的通信网络(电话网);第2种是主要用于向大众单向传播信息的传媒网络(广播电视网);第3种是主要用于信息资源和计算能力共享的计算机网络(互联网, Internet)。随着技术的发展和进步,3种网络正在走向融合,即用一种网络实现交流信息、传播信息、共享信息的3种功能。

近年来由于计算机的普遍应用和人们对信息资源共享的需求,计算机网络迅速地发展起来。而随着人们在日常生活中对计算机网络应用的日益频繁,计算机网络已经渐渐成为了人们工作生活中不可缺少的部分,对计算机网络应用的范围也越来越广。实际上,在多数人的概念里,网络就是指计算机网络。

本书的内容主要是针对计算机网络的管理,在本书的叙述过程中,如果没有特别指出,网络指的就是计算机网络。希望读者在此后的阅读中注意。

计算机诞生不久,人们就想方设法将它们连接起来。一个有代表性的事件是1969年美国的ARPANET正式启用,虽然它只是计算机网络的雏形,但是它的产生,尤其是基于ARPANET所进行的研究对后来的计算机网络发展起了很大的作用。

计算机网络是一种地理上分散的、具有独立功能的多台计算机通过通信设备和线路连接起来,在配有相应的网络软件的情况下实现资源共享和信息交流的系统。1台主机和多台从属机的系统不能称为网络。同样的,带有大量终端的大型机也不能称为网络。处于网络中的计算机应具有独立性,如果一台计算机可以强制的启动、停止或控制另一台计算机,这些可以被控制的计算机就不具有独立性。计算机网络是微电子技术、通信技术和计算机技术结合发展的产物,它充分体现了信息传输与分配手段和信息处理手段的有机结合。

计算机网络的实现为企业事业单位构造分布式的网络环境提供了基础。它具有如下主要功能:一是硬件资源共享,通过网络可以让分布在不同地理位置的微型计算机或终端来访问网络上的所有主机;二是软件和数据共享,连接在网络的任何微机和终端都可以访问主机的数据库、软件、图书资料和新闻信息等;三是用户通信,用户之间可以采用电子邮件和文件传输协议等方式交换信息和数据等。这里的关键是“共享”,它是指对数据和服务进行的共享,既涉及相互进行通信的数据和信息,也涉及使用这些数据和信息用户。共享的思想是网络的精髓,没有共享,就不成为网络。

1.1.1 计算机网络的分类

可以从不同的角度将网络进行分类。按网络操作系统的不同,我们可以将网络分为

Windows 网络、UNIX 网络、NetWare 网络等;按传输技术划分,计算机网络可划分为广播式网络和点到点网络;按网络的数据传输与交换系统的所有权划分,又可分为专用网和公用网;按网络的拓扑结构划分可分为:总线型网络、星型网络、环型网络等;按传输的信道可以分为模拟信道网络和数字信道网络;等等。

总之,划分的标准非常多。下面就以常见的几种分类做介绍。

1) 根据距离分类

传统的分类方法是以距离为依据的。局域网(LAN, Local Area Network)连接小范围内的计算机,一般系统覆盖范围半径是几百米到几千米,它是随着 PC 机的发展而发展起来的。广域网(WAN, Wide Area Network)可以连接地理位置比较分散的计算机,因特网(Internet)是最大的广域网,它连接了不同大陆的数百万个网络和数千万台计算机。覆盖范围介于局域网和广域网之间的是城域网(MAN, Metropolitan Area Network),我们通常所说的校园网就属于这一类。

2) 根据应用模型分类

如果从应用模型的角度考虑,计算机网络可以划分为 2 类:基于服务器(Server - Based)的网络和对等(Peer - to - Peer)的网络。

基于服务器的网络是指网络上的一些计算机只提供服务不索取服务,而另外一些计算机只索取服务不提供服务。前者称为服务器,后者称为客户机。许多企业的技术部门有专用的服务器存放数据,部门中的员工利用桌面计算机访问这台服务器,查询或更改服务器上的数据,这就是典型的基于服务器的网络的例子。微软的 Windows NT/2000 Server 就可以作为服务器的操作系统,而客户机可以使用 Winsows9. X、Windows NT Workstation、Windows 2000/XP Professional 等等。

对等的网络是指网络上的计算机在功能上是平等的,没有客户机与服务器之分,每台计算机既可以提供服务,又可以索取服务。在开发部门里,一个工作小组中的每个设计人员都需要获取他人计算机上的数据,也需要将自己的数据与他人共享,这是典型的对等网络的例子。微软的 Windows 9. X/2000 是使用最多的对等网络操作系统,它可以方便地将本级数据共享,也可以连接至他人的计算机。

3) 根据网络的数据传输与交换系统的所有权分类

公用网由电信部门组建,一般由政府电信部门管理和控制,网络内的传输和交换装置可提供(或租用)给任何部门和单位使用。专用网是由某个部门或公司组建,不允许其他部门或单位使用。专用网也可以租用电信部门的传输线路。

1.1.2 网络拓扑结构

网络中各个节点相互连接的方法和形式称为网络拓扑。典型的拓扑结构主要有星型拓扑、总线型拓扑、环型拓扑、树型拓扑和混合型拓扑。

1) 星型拓扑

星型拓扑由中央节点和通过点到点链路接到中央节点各终点的组成。如图 1-1 所示。星型拓扑一般采用双绞线和光纤来组建。

星型拓扑的主要优点是方便服务,每个连接只连接一个设备,以集中方式进行控制和故障诊断;访问协议简单。其缺点是使用电缆较多和安装比较困难,稳定性依赖于中央节点。

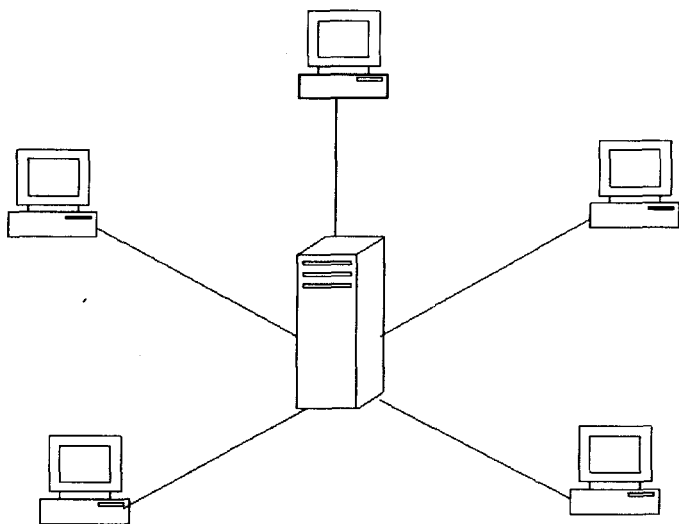


图 1-1 网络星型拓扑连接方式

2) 总线型拓扑

总线型拓扑结构采用单根传输线作为传输介质,所有的站点都通过相应的硬件接口直接连接到传输介质上,或称为总线上,如图 1-2 所示。总线采用的介质可以是同轴电缆、双绞线、光纤等。

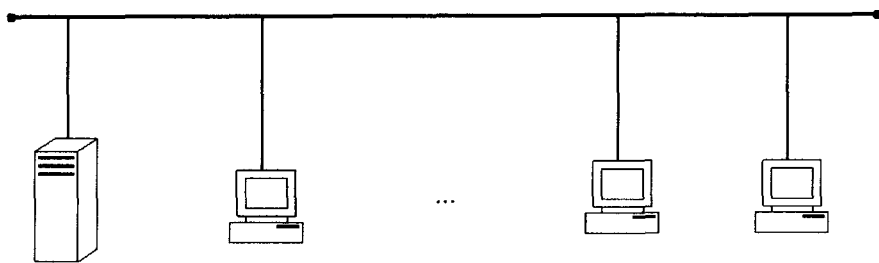


图 1-2 网络总线型拓扑连接方式

总线型拓扑的优点是电缆长度短;可靠性较高;易于扩充。其缺点是故障诊断困难;中继器配置复杂;终端必须是智能的。

3) 环型拓扑

环型拓扑结构的网络由一些中继器的点对点链路组成一个闭合环,如图 1-3 所示。环路一般采用双绞线和光纤来组建。

环型拓扑的优点是电缆长度短;网络延迟确定;实时性好。其缺点是诊断故障困难;不能以中心配置网络;扩展困难。

4) 树型拓扑

树型拓扑结构是从总线拓扑演变过来的,形状像一棵倒立的树,顶端有一个带分支的根,每个分支还可延伸出子分支,如图 1-4 所示。

树型拓扑的优点是易于扩展;故障隔离容易。其缺点是对根(中心节点)的依赖性太

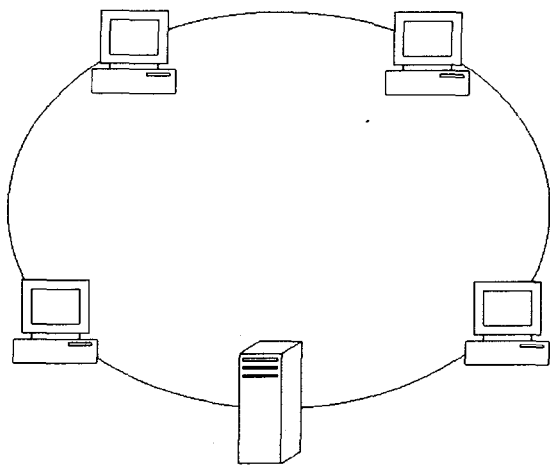


图 1-3 网络环型拓扑连接方式

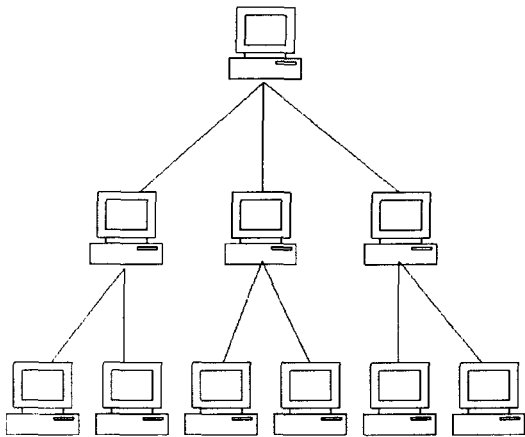


图 1-4 网络树型拓扑连接方式

强,当中心节点出了故障,会造成整个系统瘫痪。

5) 混合型拓扑

混合型拓扑结构是指网络拓扑结构中可能包含多种形式的拓扑,或者由于性能、可靠性等方面的原因,需要用一些不规则的网络连接。例如星型和环型的混合型拓扑结构。特别是在广域网连接中混合型拓扑用得较多。

另外还有 2 种网络拓扑结构不常用在局域网中,分别是网状(Mesh)拓扑和蜂窝状(Cellular)拓扑。

网状拓扑是在网络中所有设备之间实现点对点的连接,网络中任何 2 台机器之间都有线缆相连。网状拓扑随着设备数的增加,电缆数将呈几何级数增长,这就是网络成本增加而且带来了巨大的安装工作量,使网络建设极其困难。网络拓扑的容错性能极好,多用于某些对安全性、可靠性要求高的场合,如:军事领域、飞行控制等。

蜂窝拓扑是专用于无线网络的一种拓扑形式。它以无线发射站的位置为中心,为了