

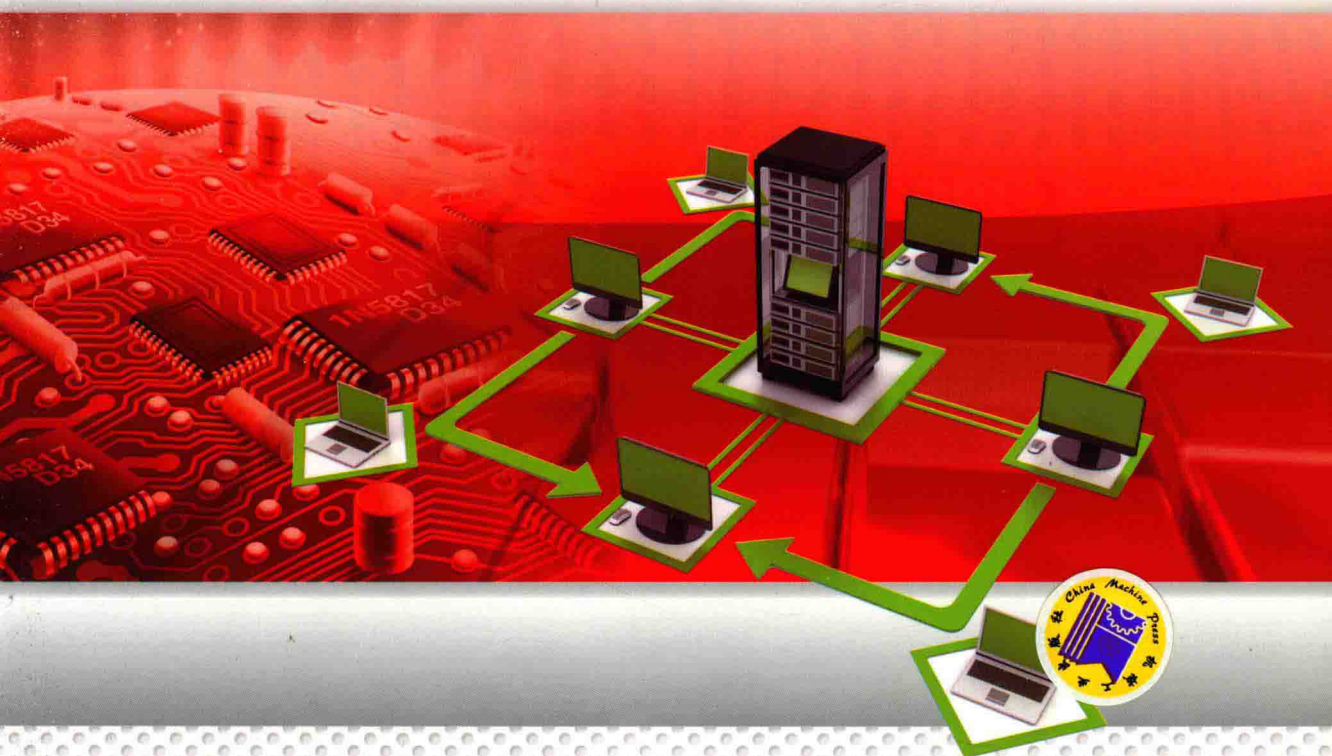


“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定
高职高专计算机类专业规划教材

计算机网络 规划与设计

第2版

吴学毅◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子课件



“十二五”职业教育国家规划教材
 经全国职业教育教材审定委员会审定
 高职高专计算机类专业规划教材

计算机网络规划与设计

第2版

主 编 吴学毅

副主编 崔 凯 杨 宇 岳经伟

参 编 张永兵 陈志宏 周鲁宁 边 境

主 审



机械工业出版社

本书是“十二五”职业教育国家规划教材，经全国职业教育教材审定委员会审定。本书在第1版的基础上，采用项目化教学方式重新安排内容，精心挑选了8个项目，具体包括小型办公室网络、小学校园网络、社区信息网络、小型政府网络、银行网络、中型企业网络、无线网络以及综合网络系统的规划与设计，将网络规划与设计的理论知识与具体项目相结合，力求符合当前高职高专计算机网络技术专业人才培养的要求。

本书内容安排合理，逻辑性强，选择的实际项目案例具有较强的代表性，适合作为高等职业院校计算机网络专业的教材，同时也可以作为网络工程技术人员的参考书。

为方便教学，本书配备电子课件等教学资源。凡选用本书作为教材的教师均可登录机械工业出版社教育服务网 www.cmpedu.com 免费下载。如有问题请致信 cmpgaozhi@sina.com，或致电 010-88379375 联系营销人员。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络规划与设计/吴学毅主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2015.9

“十二五”职业教育国家规划教材 高职高专计算机类专业规划教材
ISBN 978-7-111-51587-6

I. ①计… II. ①吴… III. ①计算机网络—设计—高等职业教育—教材
IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第216457号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:刘子峰 责任编辑:刘子峰 吴晋瑜

封面设计:陈沛 责任印制:李洋

责任校对:王欣

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2015年11月第2版第1次印刷

184mm×260mm·13.25印张·318千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-51587-6

定价:29.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

第2版前言

随着大数据与数字媒体技术的不断发展,作为信息化时代重要标志的网络已经成为当今社会必不可少的基础设施。目前,各行业都在规划、建设和应用计算机网络,迫切需要大批具有规划、设计和组建网络系统能力的人才。鉴于此,本书的编者在第1版的基础上,采用项目化教学方式重新安排内容,精心挑选了8个具体项目,将网络规划与设计的理论知识与具体项目相结合,力求符合当前高职高专计算机网络技术专业人才培养的要求。

项目1以小型办公室网络为项目载体,介绍了计算机网络的基础知识、网络规划与设计的基本任务、网络系统设计、用户需求调查与分析以及网络拓扑结构设计。

项目2通过小学校园网络的规划与设计,介绍了传输介质选择、通信子网的设计、核心层设计、网络接入层设计、边缘区域设计、路由器选择和IP地址分配。

项目3通过社区信息网络的规划与设计,介绍了网络分布层设计及设备选择、资源子网设计、网络服务器选择和网络操作系统选择。

项目4通过小型政府网络的规划与设计,介绍了解决网络瓶颈的方法、网络管理区域设计和VLAN划分。

项目5通过银行网络的规划与设计,介绍了网络安全的设计与实现。

项目6通过中型企业网络的规划与设计,介绍了远程访问的设计及设备选择。

项目7通过无线网络的规划与设计,介绍了无线局域网技术、无线局域网技术特点与设备选择。

项目8通过综合网络系统的规划与设计,复习了前面7章的内容,并介绍了广域网络设计方法。

本书具有以下几个特色:

1) 采用以项目为载体的编写形式,实现理论与实践的紧密结合。本书基于项目主导的先进教学理念,8个项目均配有相应的方案书,理论与实际操作按1:1设计,使读者在学习理论时,可参考实际案例。

2) 内容安排合理。本书简单介绍了计算机网络基础知识,删除了第1版中综合布线、计算机网络、网络安全和网络管理等方面内容,将重点放在计算机网络设计与组建上,以“理论够用”为度,避免枯燥的讲解,通过具体案例对计算机网络设计与组建过程进行详细分析与阐述。

3) 选择的实际项目案例具有代表性。本书所选择的项目案例十分具有代表性,而且项目逐渐变大,规划与设计内容逐渐增加,使读者能够很好地吸收与掌握,并具有设计能力。

4) 逻辑性强,注意分析问题能力的培养。本书在计算机网络系统分析的基础上构成系统的逻辑框架,并通过对本质问题和基本概念的分析,使读者不仅学到有关知识,而且学到分析问题的方法。

5) 编写组成员具有丰富的教学与实践经验。本书编写组成员长期从事教学、科研和工程技术工作,在计算机网络学科建设、课程建设、网络规划和网络工程实践上具有丰富的经验。

本书由辽宁省交通高等专科学校的吴学毅任主编,崔凯、杨宇、岳经伟任副主编,参加编写的还有张永兵、陈志宏、周鲁宁、边境,赵红岩任主审。本书在编写过程中,得到了多家网络公司及相关技术人员的大力支持与帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中错误及疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

目 录

第 2 版前言

项目 1 规划与设计小型办公室网络 1

1.1 教学目标	1
1.2 工作任务	1
1.3 相关实践知识	1
1.4 相关理论知识	2
1.4.1 计算机网络定义	2
1.4.2 资源子网与通信子网	4
1.4.3 网络结构	5
1.4.4 网络体系结构	7
1.4.5 网络系统设计基础	9
1.4.6 用户需求调查与分析	13
1.4.7 网络拓扑结构设计	17
1.5 小型网络方案	22
1.5.1 公司基本情况与组网目标	22
1.5.2 网络组建原则	23
1.5.3 网络总体结构设计	23
1.5.4 网络拓扑设计	23
1.5.5 网络技术选择	24
1.5.6 接入 Internet	24
1.5.7 网络设备选择	25
1.5.8 硬件设备清单	26
1.5.9 应用情况	26
习题	27

项目 2 规划与设计小学校园网络 28

2.1 教学目标	28
2.2 工作任务	28
2.3 相关实践知识	29
2.4 相关理论知识	29
2.4.1 传输介质选择	29
2.4.2 通信子网设计	33

2.4.3 核心层设计	33
2.4.4 核心层设备选择	34
2.4.5 网络接入层设计	35
2.4.6 边缘区域设计	36
2.4.7 路由器选择	37
2.4.8 IP 地址分配	41
2.4.9 IP 地址转换设置	43
2.5 小学校园网络方案	43
2.5.1 某小学校园网系统分析	43
2.5.2 网络设计	44
2.5.3 综合布线系统	46
2.5.4 网络设备及配置方案	47
2.5.5 质量保证及售后服务	48
2.5.6 网络工程进度计划表	49

习题 49

项目 3 规划与设计社区信息网络 50

3.1 教学目标	50
3.2 工作任务	50
3.3 相关实践知识	50
3.4 相关理论知识	50
3.4.1 网络分布层设计	51
3.4.2 网络分布层交换机选择	52
3.4.3 资源子网设计	52
3.4.4 网络服务器	53
3.4.5 网络服务器选择	60
3.4.6 操作系统选择	62
3.5 社区信息网络方案	64
3.5.1 背景分析	64
3.5.2 系统构成与设计思想	65
3.5.3 系统设计方案	66



3.5.4 硬件与软件系统方案·····	73	5.5.1 银行网络系统规划背景	126
3.5.5 工程实施管理·····	76	与设计需求·····	126
3.5.6 售后服务与技术支持·····	79	5.5.2 网络建设目标·····	126
3.5.7 应用情况·····	80	5.5.3 网络方案设计·····	126
习题·····	80	5.5.4 方案特点·····	131
项目 4 规划与设计小型政府网络·····	81	5.5.5 应用情况·····	131
4.1 教学目标·····	81	习题·····	131
4.2 工作任务·····	81	项目 6 规划与设计中型企业网络·····	133
4.3 相关实践知识·····	81	6.1 教学目标·····	133
4.4 相关理论知识·····	81	6.2 工作任务·····	133
4.4.1 导致网络瓶颈的原因·····	81	6.3 相关实践知识·····	133
4.4.2 解决网络瓶颈的方法·····	83	6.4 相关理论知识·····	134
4.4.3 网络管理区域设计·····	84	6.4.1 目前流行的远程访问技术·····	134
4.4.4 局域网管理软件选择·····	87	6.4.2 远程访问技术的特点·····	137
4.4.5 VLAN 划分·····	90	6.4.3 远程访问技术及设备选择·····	139
4.5 政府网络升级方案·····	92	6.5 中小型企业网络方案·····	142
4.5.1 项目概述·····	92	6.5.1 项目基本情况与实现目标·····	142
4.5.2 需求分析·····	94	6.5.2 中小企业网络组建原则·····	143
4.5.3 网络系统建设原则·····	96	6.5.3 拓扑设计·····	143
4.5.4 网络系统设计·····	97	6.5.4 方案详细设计·····	144
4.5.5 网络系统 QoS 的实现·····	103	6.5.5 项目实施计划表·····	145
4.5.6 网络运维安全设计与实现·····	103	习题·····	145
4.5.7 应用情况·····	109	项目 7 规划与设计无线网络·····	146
习题·····	109	7.1 教学目标·····	146
项目 5 规划与设计银行网络·····	110	7.2 工作任务·····	146
5.1 教学目标·····	110	7.3 相关实践知识·····	146
5.2 工作任务·····	110	7.4 相关理论知识·····	147
5.3 相关实践知识·····	110	7.4.1 无线局域网技术·····	147
5.4 相关理论知识·····	111	7.4.2 选用无线局域网的因素·····	155
5.4.1 网络安全概述·····	111	7.4.3 无线局域网技术的特点·····	156
5.4.2 网络安全技术·····	112	7.4.4 无线局域网设备选择·····	156
5.4.3 常见攻击方法·····	119	7.4.5 无线网络设备安装与调试·····	158
5.4.4 常用网络安全软件简介·····	124	7.4.6 无线网络安全技术·····	159
5.5 银行网络系统方案·····	126	7.5 无线局域网网络方案·····	160
		7.5.1 企业网络需求分析·····	160



7.5.2 企业无线局域网设计	161	8.5.3 局域网设计方案	178
习题	164	8.5.4 广域网设计方案	182
项目8 规划与设计综合网络系统	165	8.5.5 主机系统设计方案	184
8.1 教学目标	165	8.5.6 网络安全系统设计方案	187
8.2 工作任务	165	8.5.7 信息监控系统设计方案	193
8.3 相关实践知识	165	8.5.8 数据备份系统设计方案	197
8.4 相关理论知识	166	8.5.9 弱电防雷系统设计方案	199
8.4.1 局域网络设计	166	8.5.10 机柜及布线方案	200
8.4.2 广域网络设计	169	8.5.11 网络方案的特点	200
8.5 综合网络方案	175	8.5.12 项目组织与质量保证	201
8.5.1 需求分析	175	习题	204
8.5.2 设计原则	177	参考文献	205



项目 1 规划与设计小型办公室网络

1.1 教学目标

- 1) 了解计算机网络规划的作用和具体完成的任务。
- 2) 了解用户的需求，形成方案的需求分析。
- 3) 根据用户需求，设计用户网络拓扑结构。
- 4) 根据用户的需求，为用户选择基本的网络互连设备（HUB、交换机及路由器）。
- 5) 规划与设计并撰写出小型办公室网络方案。

1.2 工作任务

某公司成立了一年多，发展十分迅速，由原来的 3 个人发展到现今十余人，办公室由原来的一间增加到现在的 3 间。因网络业务的数量迅速上升，公司经研究决定构建一个小型办公室网络，以方便公司员工办理网络业务、查找网络资料，实现快速便捷的网上办公。

公司共有 3 间相邻的办公室，其中一间约 20m²，供总经理与副总经理使用；其余两间各约 40m²，供公司员工使用，一间有 6 人，另一间有 7 人。中国电信的电话网已经连入办公室内，而且提供 ADSL、ISDN、拨号上网功能，可选带宽范围为 64KB~10MB。请为该公司规划网络。

作为一名网络规划工程师，你要深入了解该公司中各位员工的基本要求，根据客户的需要与外部条件，选择合适的网络设备，为该公司设计合适的网络方案。

1.3 相关实践知识

网络方面的企业或公司可以承接诸如新建网络工程、网络应用系统开发与研究、网络工程监理和网络系统升级改造等多种业务，其中大部分必须通过投标方式来竞争获得，而其中一个重要环节就是规划和设计网络工程，形成一个合适的网络方案。

计算机网络规划与设计是全方位的工作，包括计算机网络原理、计算机网络设备、计算机网络设备适用层、网络服务器选择、网络应用软件选择、网络安全、网络管理、远程接入等。作为一名规划与设计人员，只有具有丰富的工程实践经验和深厚的理论功底，才能根据企业的实际情况设计出适合的网络方案。

网络规划与设计人员的工作要从小到大、一步一步进行，并逐步丰富自己的经验。因此



要完成小型办公室网络的规划与设计，首先应全面掌握计算机网络规划与设计的基本知识，掌握网络需求如何得到，如何形成企业网络方案。

1.4 相关理论知识

21 世纪是计算机网络的年代，通过网络可以将分散在各地的计算机紧密地联系在一起，并完成资源共享、数据传输、实时通信等任务。组建小型办公网络以便提高办公效率，是目前许多小型公司、单位的当务之急。

1.4.1 计算机网络定义

1. 网络的概念

网络就是将很多计算机连在一起工作，实现资源共享。事实上，在起步阶段，网络只是把两台计算机用通信电缆连接起来，以便数据共享。这种共享的思想一直贯穿整个网络的发展史。

图 1-1 所示为一个简单的网络，计算机 1~4 可以共享其他计算机的资源，可以共享打印机。这样，若各台计算机的用户需要打印文件，都可以直接在自己的计算机上完成打印工作，而不需要用 U 盘把文件复制下来再去别的计算机上打印。同样，它们也可以共享一个调制解调器，即 4 台计算机只需要一个调制解调器就可以和 Internet 相连。

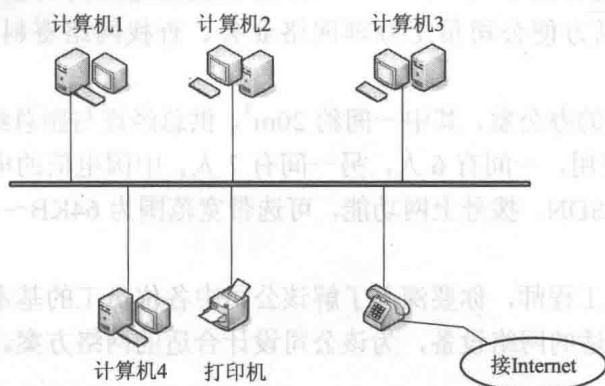


图 1-1 一个简单的网络

网络中可以共享的资源主要包括以下几类。

- 1) 硬件资源：包括大型主机、大容量磁盘、光盘库、打印机、UPS、网络通信设备等。
- 2) 软件资源：包括网络操作系统、数据库管理系统、网络管理系统、应用软件、开发工具和服务器软件等。
- 3) 数据资源：包括数据文件、数据库和各种数据，其中数据又包括文字、图表、声音、图像和视频等。数据是网络中最重要的资源。

概括起来，网络是指利用通信设备、线路连接设备和通信线路将分散在各地的具有自主功能的多个计算机系统连接起来，利用功能完善的网络软件（网络通信协议和网络操作系统



等)实现网络中的资源共享和信息传递的系统。把单个计算机连接起来组成一个网络的过程就叫作组网。

组网的目的是既实现计算机资源共享和信息传递,同时也节约费用。例如,在图 1-1 的网络中,就可以用一台打印机实现 4 台打印机的功能。大型计算机的价格往往是个人计算机的数千倍,如果在一个公司里每个职员的计算机全部用大型计算机就太昂贵了,而且也是一种资源浪费。若改成将每个职员的个人计算机组成一个网络系统,再用一台大型计算机作为服务器,那么各个职员共享的文件或数据就可存于该服务器中,而且随着公司的发展,网络系统可以不断地扩充。例如,如果硬盘容量不够,只需增大服务器的硬盘;如果工作负荷增大,则只需增加处理器就行了,这样可以不断地改进系统性能,并节省大量经费。

网络对于数据也能提供更高的可靠性。例如,计算机 1 中存有的数据文件,同时在计算机 2 和计算机 3 中存有副本,如果计算机 1 中的数据文件被破坏了,还可以用计算机 2 或计算机 3 中的副本文件。另外,现在的操作系统支持多处理器,如果一个处理器坏了,不会导致整个计算机瘫痪,可以用另外的处理器,计算机仍可以运转起来,这样就提高了计算机的可靠性。此外,通过网络还可以实现远程办公,同时它也是一个强有力的通信工具,使人们可以跨越时间和空间的障碍进行交流。

2. 网络的分类

根据分类方法的不同,可以将网络划分为不同的类别。

(1) 按照网络覆盖的范围划分

按照网络覆盖的范围划分是最为常见的方法,一般把网络分成局域网(LAN)和广域网(WAN)两种。

局域网是指在较小范围内的各种数据通信设备相互连接所构成的网络,服务区域较小,通常是用电缆实现连接,将个人计算机(或者电子办公设备)连接起来,使得用户可以互相通信,共享资源。

局域网具有如下特点:

- 1) 网络覆盖范围较小,通信一般在 1~2km 的地域范围之内,如一座办公楼、一个仓库或一个学校。
- 2) 具有较高数据传输速率的物理通信信道。
- 3) 具有低误码率,数据传输可靠。
- 4) 一般是专用的,属于一个单位或部门。
- 5) 拓扑结构比较简单,容易扩展,但所能支持的计算机数量有限。
- 6) 安全性好。

广域网是局域网的扩充,它由成千上万个局域网构成,在局域网之间借助于网桥和路由器等设备将网络范围扩大到一个地区、一个国家甚至全世界。对用户来说,广域网的功能和操作方法与局域网没有什么区别,但由于广域网中计算机之间的距离增大,其实现的方法比较复杂。广域网一般由大的通信公司来组建。

(2) 按拓扑结构划分

网络的拓扑结构是指网络中通信线路、计算机以及其他组件的物理布局。



网络按其拓扑结构划分,可分为总线型网络、环形网络、星形网络、树形网络、网状网络和混合型网络,详见1.4.7节,这里不再赘述。

网络的拓扑结构影响网络的性能,选择哪种拓扑结构与具体的网络要求相关。

3. 网络的产生和发展

网络技术与许多其他的科学技术一样,其研究发展是从一项军事研究开始的。20世纪60年代中期,美国国防部已认识到通信与计算机在未来战争中的重要性,并且美国军方内部的计算机系统已经可以让多个用户同时分享一个计算机处理器所提供的信息资源。这种分享系统的技术,成为网络的关键理论基础之一。1962年,美国国防部先进研究项目局(ARPA)把建设网络的项目交给了贝拉涅克和纽门的研究小组。1969年夏季,ARPAnet开始正式运行,其由4个计算机节点互相连接组成,其中3台计算机设在加州大学洛杉矶分校中,另外1台设在内华达州。这样,世界上的第一个网络系统就诞生了。

1970年,美国康宁玻璃公司研究出了实用的玻璃光纤,并应用于ARPAnet中,使得网络通信速度变得更快。1972年,ARPAnet实验人员首次成功地发出了世界上第一封电子邮件(E-mail)。1973年,ARPAnet和其他非地面网络系统连接成功,可以通过无线电话系统和地面移动网络系统进行连接,从此网络的发展日趋成熟。

20世纪80年代,各国政府大力投资加快了网络的发展。1982年,日本开始建设全国高级信息网络系统(ISN)。1986年,我国政府开始制定信息技术发展政策,逐步发展国家十一大类纵向信息系统,网络建设投入不断加大。

从网络的发展来看,其到目前为止大致经历了以下3个主要阶段。

1) ARPAnet阶段:从1968~1986年,这是美国的网络研究及试用阶段。在这一阶段网络应用的主要目的是提供网络通信、保障网络连通、实现网络数据共享和网络硬件设备的共享。

2) NSF网络阶段:从1986~1995年,是互联网的科研应用阶段。这一阶段主要解决了计算机联网与互连标准化问题,提出了符合计算机网络国际标准的“开放式系统互连参考模型(OSIRM)”,极大地促进了计算机网络技术的发展。此阶段网络应用已经发展到为企业提供信息共享服务的信息服务时代,以美国国家科学基金会(NSF)网络为代表。

3) 从1995年开始,大规模的国际联网发展席卷全球,这是全球网络商业化的开始阶段。

随着计算机技术和通信技术的不断发展,网络也在不断发展,具有代表性的新技术包括:高速局域网技术,带宽已经达到吉比特每秒;ATM,即异步传输技术;帧中继技术,是对X.25技术的改进;综合业务数字网。

这些新技术推进了网络的应用,而最新的应用主要包括电子邮件的多样化、远程会议系统、电子数据交换、远程教育、计算机及集成制造系统、智能大厦和结构化的综合布线系统。

从以上介绍来看,在未来的生活和工作中,网络将无处不在,其建设和发展将引导人们步入真正的信息化社会。

1.4.2 资源子网与通信子网

从逻辑功能上分类,计算机网络可以分为面向数据通信的通信子网和面向数据处理的资



源子网，如图 1-2 所示。

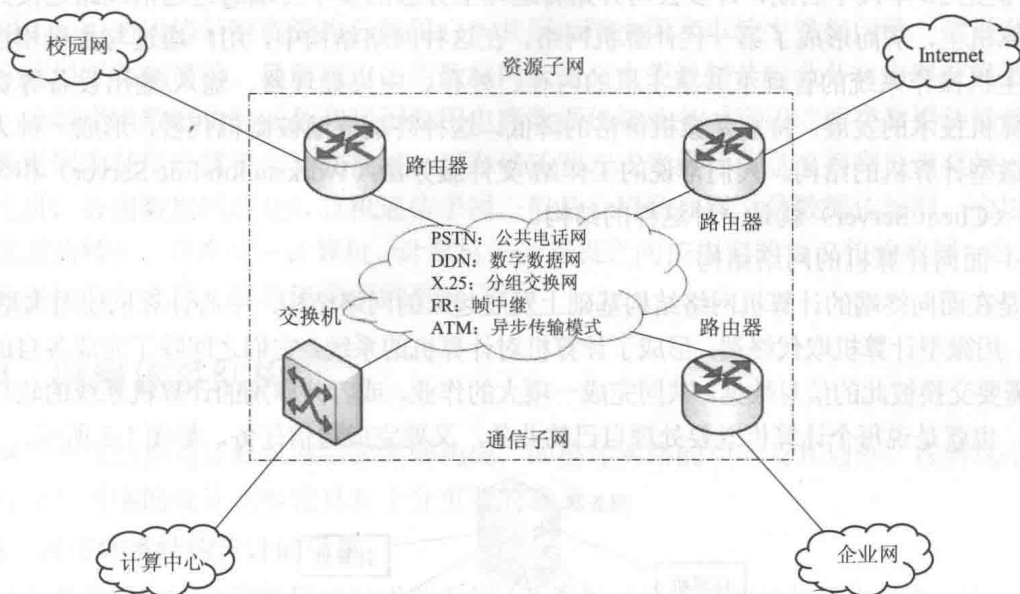


图 1-2 资源子网和通信子网

图中框内为通信子网，其中常用设备包括网络通信传输介质和通信设备，具体有网控中心、网络接口卡、通信线路、集线器、网络交换机、路由器、网桥、网关、转发器、远程服务器和调制解调器 (Modem) 等。通信子网提供网络通信功能，完成全网主机之间的数据传输、交换、控制和变换等通信任务，负责全网的数据传输、转发及通信处理等工作。

框外为资源子网，其主体为网络资源设备，包括服务器、用户计算机、网络操作系统、网络打印机、独立运行的网络设备、网络终端及机顶盒设备等。此外，还包括网络上运行的各种软件资源和数据资源。资源子网负责全网的数据处理业务，并向网络客户提供各种网络资源和网络服务。

把网络中纯通信部分的子网和以计算机为主体的资源子网分离开，这是网络层次结构思想的重要体现，使得对整个计算机网络的分析和设计大为简化。但是这种划分方法过于学术化、理想化，没有把网络结构与协议层次结合起来。例如，控制通信的网络协议就是以软件形式运行在网络中的计算机上，而且除了个别带 CPU 的网卡外，一般在网络通信过程中网卡要占据一定的主机 CPU 资源。所以，事实上无法严格区分哪些设备属于资源子网，哪些设备属于通信子网。

1.4.3 网络结构

网络结构是一个与网络设计密切相关的问题。随着计算机通信技术的发展，网络的结构经过了一个由低级到高级的演变过程，大体上可以分成以下 5 个阶段。

(1) 具有通信功能的单机点到点的网络结构

这是网络的雏形。通信线路的一端连接远程的终端，另一端连接计算机，远程终端可以使用计算机的资源。



(2) 面向终端的计算机网络结构

20 世纪 50 年代中后期，许多公司开始将地理上分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上，从而形成了第一代计算机网络。在这种网络结构中，用户通过与主机相连的终端，在主机操作系统的管理下共享主机的内存、外存、中央处理器、输入/输出设备等资源。随着计算机技术的发展，特别是微机价格的降低，这种终端逐渐被微机代替，形成一种大型计算机带微型计算机的结构。人们常说的工作站/文件服务器（Workstation/File Server）和客户机/服务器（Client/Server）就是一种这样的结构。

(3) 面向计算机的网络结构

这是在面向终端的计算机网络结构基础上发展起来的网络结构，中心计算机使用大型/小型计算机，用微型计算机取代终端，形成了计算机对计算机的系统。它们之间除了完成各自的任务外，还需要交换彼此的信息数据，共同完成一项大的作业，或者共享别的计算机系统的软件或硬件资源，也就是说每个计算机既要处理自己的业务，又要完成通信任务，如图 1-3 所示。

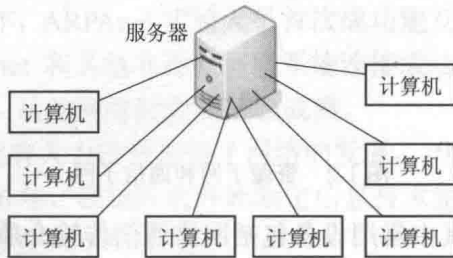


图 1-3 面向计算机的网络结构

(4) 通信子网

随着计算机网络不断扩大，计算机之间的通信任务和业务量也在增加。对于面对计算机网络结构中的计算机来说，既要承担数据处理工作，又要承担通信任务，负担太重。为此，将网络中的通信任务与数据处理工作分开，大多数计算机只负责数据处理工作而不负责通信任务，通信任务由一台计算机专门处理，将其称为接口信息处理机（IMP）。前面介绍过的 ARPAnet 就是世界上较早出现的具有通信子网的计算机网络，如图 1-4 所示。该网络具有 4 个接口信息处理机和 1 个终端接口处理器。子网一般由传输和接口信息处理机组成。传输线有时也叫信道，它在计算机之间传递二进制数据；接口信息处理机是专门的计算机，用来连接两条和多条传输线，当数据从一条传输线传入时，转接部件必须选择一条输出线，把数据继续向前发送。

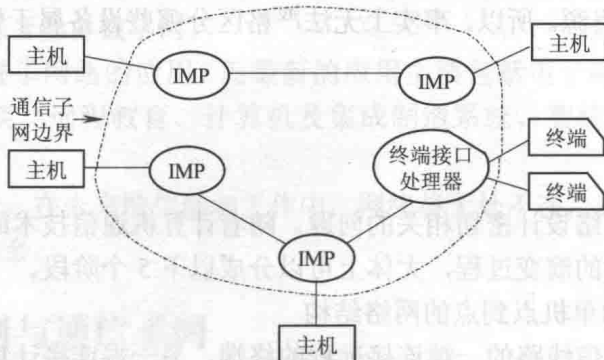


图 1-4 ARPAnet 的网络结构



(5) 公用数据网

随着计算机通信业务的发展,专用网之间的互通以及专用网用户数量的不断扩大,人们就把图 1-4 中的通信子网资源为各类用户所共用,即由国家电信主管部门统一建设公用数据网,专门用于数据通信。目前规定公用数据网承担三大类数据传输业务:电路交换数据传输业务、分组交换数据传输业务和租用专用电路数据传输业务。完成前两类数据传输业务,在公用数据网中使用计算机作为交换机,用存储转发方式来进行信息交换和分组交换,从这个意义上讲,公用数据网就是计算机通信子网。但是公用数据网又是数据传输网,它以共享子网的资源为特征,在终端—计算机、计算机—计算机之间按规定的协议传输数据。由此可见,公用数据网的含义比计算机通信子网更为广泛。

1.4.4 网络体系结构

网络体系结构是计算机网络的逻辑构成,即描述网络的功能及其划分。理解这个概念,对于计算机网络的设计及组建具有十分重要的意义。

1. 网络体系结构设计的思想

随着数据通信和计算机网络技术的发展,计算机网络系统的种类越来越多、越来越复杂。于是,计算机网络的设计采用了程序设计中的“结构化”的思想,把网络设计为分层的结构,上一层建立在下一层的基础上,每一相邻层之间有一个接口,各层之间通过接口传递信息和数据,各层内部的功能实现方式对外加以屏蔽。这样整个网络的研究就转化为对各层的研究。

研究网络体系结构的主要目的是解决网络的逻辑结构和功能划分问题,也就是用层次清晰的结构化设计方法,将计算机网络按功能分出若干个层次,以找出不同的计算机网络系统之间互连和通信的方法和结构。网络体系结构只是从功能上描述计算机网络的结构,即计算机网络设置多少层以及每层提供哪些功能,而不涉及每层硬件和软件的组成以及如何实现等问题。由此看来,网络体系结构是抽象的。

早期的 ARPAnet 把网络体系分成 6 层:应用层、系统程序层、网络控制层、主机与 IMP 连接模块层、IMP 层和物理层。其分层的基本原则是按照任务来划分,每一层都有一个相当明确的任务,如图 1-5 所示。

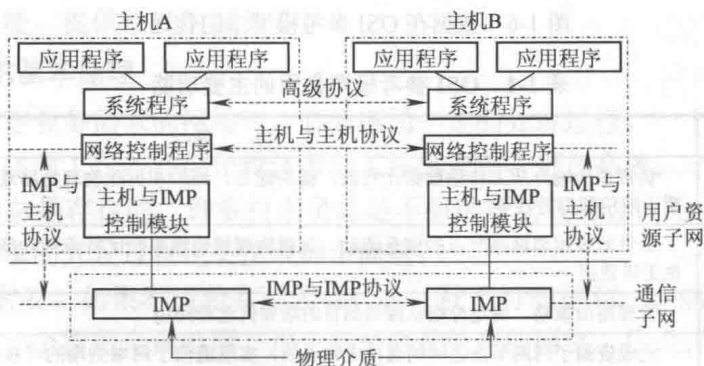


图 1-5 ARPAnet 的体系结构

从 ARPAnet 的体系结构来看,网络体系的分层一般应遵循以下原则:

- 1) 根据任务的需要来分层,每一层应当实现一个明确的功能。



- 2) 每一层的选择应当有助于制定国际标准化协议。
- 3) 各层界面的选择应尽量减少跨过接口的信息量。
- 4) 层数应足够多，以免不同的功能混杂在同一层中，使实现起来变得复杂；但层数也不能太多，否则网络体系结构过于庞大。

世界上第一个网络体系结构是1974年由IBM公司提出的“系统网络体系结构(SNA)”。之后，许多公司纷纷提出了各自的网络体系结构。所有这些体系结构都采用了分层技术，但层次的划分、功能的分配及采用的技术均不相同。随着信息技术的发展，不同结构的计算机网络互连已成为人们迫切需要解决的问题。在这个前提下，就产生了开放系统互连(OSI)参考模型。

2. OSI 参考模型

20世纪70年代以来，国外一些主要计算机生产厂家先后提出了各自的网络体系结构，但它们都属于专用的。为使不同计算机厂家的计算机能够互相通信，以便在更大的范围内建立计算机网络，有必要建立一个国际范围的网络体系结构标准。

关于网络体系模型，国际上不同的组织提出了许多的模型，其中国际标准化组织(International Standards Organization, ISO)提出的开放系统互连(OSI)参考模型最为著名，它的开放性使得任何两台遵守OSI参考模型和有关协议的系统都可以进行连接。

OSI参考模型将整个网络通信的功能划分为7个层次，如图1-6所示。它们由低到高分别是物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。每层完成一定的功能，每层都直接为上层提供服务，并且所有层次都互相支持。第四层到第七层主要负责互操作性，第一层到第三层则用于创建两个网络设备间的物理连接。各层主要功能见表1-1。

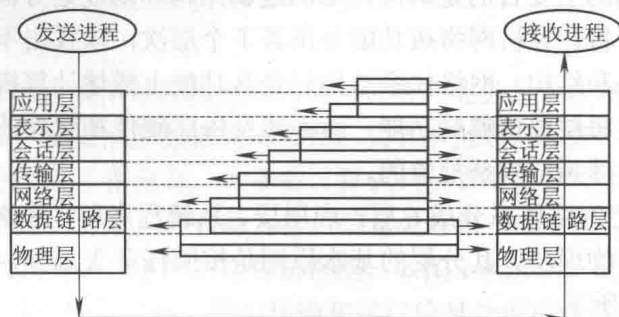


图 1-6 数据在 OSI 参考模型中的传递

表 1-1 OSI 参考模型各层的主要功能

层 次	功 能
物理层	负责在传输介质上传输数据比特流，提供建立、维护和拆除物理链路连接所需要的各种传输介质、通信接口特性等
数据链路层	负责监督相邻网络节点的信息流动，加强物理层传输原始比特流的功能，使之能够为网络层提供无错数据
网络层	管理路由策略，确定分组从源端到目的端如何选择路由
传输层	完成资源子网两节点之间的直接逻辑通信，实现通信子网端到端的可靠传输
会话层	利用传输层提供的端到端的服务向表示层或会话用户提供会话服务
表示层	表示层以下的各层只关心可靠的传输比特流，而表示层关心所传输的信息的语法和语义，完成一些特定的功能
应用层	负责与用户和应用程序进程通信，包含了各种应用协议和服务



按照 OSI 参考模型的描述,当两台计算机通过网络通信时,一台机器上的任何一层的软件都假定是在和另一台机器上的同一层进行通信。例如,一台机器上的传输层和另一台机器的传输层通信,但是第一台机器上的传输层并不关心实际上是如何通过该机器的较低层,然后通过物理媒体以及第二台机器的较低层来实现通信的。

1.4.5 网络系统设计基础

1. 网络规划的重要性

早期的网络由于速度慢、规模小,对网络设计的要求并不是那么严格,因此网络设计人员使用的很多都不是正规的、好的方法,有的甚至使用错误的方法。

事实上新企业的出现和新技术的发展速度是非常惊人的,如果人们还用计算机网络早期所形成的一些错误概念和方法来规划和设计一个网络,将会严重阻碍这个网络工程的实施。更严重的是,用错误方法开发出来的许多大型网络工程几乎无法维护,只好提前报废,造成了大量人力、物力的浪费。只有从实践出发,充分吸取和借鉴人类长期以来从事各种工程项目所积累的行之有效的原理、概念、技术和方法,吸取几十年来从事计算机软、硬件研究和开发的经验教训,才能避免这些早期发展阶段形成的一些错误观念和做法。由此出现了网络工程学科,而实施网络工程的首要工作就是要进行规划。缺乏规划的网络必然是失败的,其稳定性、扩展性、安全性、可管理性都将没有保证。

2. 网络规划的任务

网络规划的主要任务是要对系统的性能指标给出尽可能准确的定量或定性的分析和估计,这些指标包括业务的需求、网络的结构、网络管理需要、网络增长预测、网络安全要求以及与外部网络的互连。

只有顺利地完成任务,在网络具体建设的时候才能有据可依,从而避免盲目、错误的建设,避免各方面的损失。网络规划需要进行的主要工作包括以下 3 个方面。

- 1) 网络需求分析:包括业务需求分析、用户需求分析、应用需求分析等。
- 2) 网络规划与结构:包括确定规划、拓扑结构分析、与外部网络互连方案。
- 3) 网络扩展性分析:其目标是通过科学、合理的规划,用最低的成本,建立最佳的网络,达到最高的性能,提供最优的服务等。

3. 网络规划的基本原理

当设计一个特定业务需求的网络时,必须遵循一定的处理过程。一个好的、正规的设计过程不会干扰实际建网工作,并会使设计者的工作更简单、更加高效。

因为时间压力总是存在的,许多技术员总是不想进行正规的设计而“直接开始工作”。但是,即使是最简单的开发过程也会出现如下问题:

- 1) 不能满足需要。如果不清楚实际需要什么,就不可能得到一个满足需要的网络。例如,客户需要的是一个覆盖全国范围、用于传播语音信息的网络。你设计的网络虽然也能覆盖全国范围,但却是一个租用卫星传播信息的网络。在这样的网络中,由于延迟比较高,一方说一句话,另一方要等 1s 以上的时间才能听到,对用户的需求来说,它是一个失败的网络。
- 2) 蠕动需求。随着需求的增加和变化会大大增加在项目上花费的时间、精力和经费。



若有需求必须清楚地记录下来，并及时沟通和评价。

3) 延误工期或超支。随意地做项目必然要延误工期或超支，这常常是由于重复工作引起的。而且，急于求成往往容易错过缩减开支的机会。例如，在设计中忽视了某个部分，在实施的时候才发现，可能会带来严重的超支。

4) 不能令用户满意。不管一个网络看上去多好，如果它不能使最终的用户满意，就是失败的。例如在网络的设计中，选择网络运营商关系到网络费用，因此非常关键。假设你为某个公司设计一个网络，通过 CERNET（中国教育和科研计算机网）连接到 Internet，价格便宜，并且访问教育网络的速度也非常快，但是访问网易、新浪等网站的速度却很慢，这对普通用户和企业来说不可接受。因此，虽然选择了一个非常便宜的网络运营商，但用户不满意，就不是一个好的网络。

5) 不能使管理层满意。随意和不专业的开发工作将有损信誉，引起决策者们的不满。因此在网络规划设计中，除了有相当多的技术因素外，还有许多非技术因素需要引起注意。

在实施一个大型网络的规划过程中，要遵循以下一些原则：

1) 用分阶段的生命周期计划严格管理。不成功的网络项目设计大部分是由于计划不周全造成的。应该把网络规划周期划分为若干阶段，并制订出相应的切实可行的计划，严格按照计划对开发和维护进行管理。

2) 坚持进行阶段评审。无论什么项目，后期纠正错误的代价都是非常大的。因此，必须严格坚持阶段评审，及早发现和纠正错误。

3) 实行严格的产品质量控制。在现实中由于外部原因要求对需求等进行修改是难免的，但必须有严格的管理制度和措施。

4) 结果应能清楚地审查。由于网络是一种看不见、摸不着的逻辑产品，对它的检验和审查很困难。因此，应提供可视化的检验标准和方法。

5) 开发人员应少而精。网络规划人员的素质应该是较高的，人员不宜过多。人员素质低或人员过多，都会导致网络的错误率高，且开发效率下降，成本增加。

6) 承认不断改进网络工程的必须性。网络工程是一门迅速发展的学科，必须学习和跟踪先进的技术和方法，并总结经验、改进方法，不断进行技术创新。

4. 网络设计过程

网络设计过程描述了开发一个网络时必须完成的基本任务，但每个项目都有它自身的独特需求，需要稍加修改以完成不同的任务。网络设计过程主要包括问题定义、需求分析、现有网络分析、逻辑网络设计、物理网络设计、安装和维护。

(1) 问题定义

问题定义阶段必须回答的关键问题是“要解决的问题是什么？解决这个问题有行得通的解决方法吗？”如果不知道问题是什么就试图解决这个问题，显然是盲目的，只会白白浪费时间和金钱，最终得出的结果很可能是毫无意义的。尽管确切地定义问题的必要性十分明显，但是在实践中却可能是最容易被忽视的一个步骤。

通过问题定义阶段的工作，网络设计人员应该提交关于问题性质、工程目标和规划的书面报告。通过对网络系统的实际用户和使用部门负责人的访问调查，设计人员应扼要地写出