

实例讲解
实训强化
培养技能
面向就业

全国高等职业教育计算机类规划教材·实例与实训教程系列

网络设备配置与 调试项目实训

◎ 张国清 主编 郭金辉 何宗刚 王丹 副主编



- ◆ 全书采用“项目驱动”的方式编写，包含了15个教学项目，33个教学模块
- ◆ 每个模块按照“教学目标”→“工作任务”→“相关实践知识”→“相关理论知识”的结构进行内容组织

本书曾作为省精品课的网络互联技术教材，也多次作为网络技术骨干教师培训教材及网络技术职业资格认证的培训教材



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

全国高等职业教育计算机类规划教材·实例与实训教程系列

网络设备配置与 调试项目实训

张国清 主编

郭金辉 何宗刚 王丹 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书根据网络工程实际工作过程所需要的知识和技能抽象出若干个教学项目,其中,较复杂的项目还包括几个教学模块,从而形成了为高职院校学生量身定做的计算机网络技术专业的课程教材。

本书共分 15 个教学项目,33 个教学模块。以园区网络规划与设计项目开始,通过网络互联设备分类与选型、交换机基本配置与管理、网络隔离与广播风暴控制、管理交换网络中的冗余链路等项目完成网络交换技能训练;通过路由器基本配置与管理、路由器静态路由协议、路由器动态路由协议、三层交换机路由配置、广域网协议封装与验证配置等项目完成网络路由技能训练;通过交换机端口安全、安全策略与数据流量过滤、访问互联网 NAPT 现实等项目完成网络安全技能训练;最后以园区网络综合调试项目结束整个网络技能训练。

本书以知识“必需、够用”为原则,从职业岗位分析入手,展开教学内容,强化学生的技能训练,在训练过程中巩固所学知识。全书先提出工作任务,然后再提供完成工作任务所应掌握的操作技能及相关理论知识,部分项目还设置了拓展知识,供学有余力的学生学习,同时安排了课外实训项目,提出思考题,供学生学习参考。

本书既可以作为高职院校网络技术专业理论与实训一体化教材使用,也可以作为社会培训教材,还可以作为网络技术实训指导书使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

网络设备配置与调试项目实训 / 张国清主编. —北京:电子工业出版社,2008.5
(全国高等职业教育计算机类规划教材·实例与实训教程系列)

ISBN 978-7-121-06475-3

I. 网… II. 张… III. 计算机网络—高等学校:技术学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 058547 号

责任编辑:陈健德 王昭松

印 刷:北京市天竺颖华印刷厂

装 订:三河市金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:17.75 字数:454.4 千字

印 次:2008 年 5 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:28.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

言 序

20世纪90年代以来,以计算机和通信技术为推动力的信息产业在我国获得前所未有的发展,全国各企事业单位对信息技术人才求贤若渴,高等教育计算机及相关专业毕业生供不应求。随后几年,我国各高等院校、众多培训机构相继开设计算机及相关专业,积极扩大招生规模,不久即出现了计算机及相关专业毕业生供大于求的局面。纵观近十年的就业市场变化,计算机专业毕业生经历了“一夜成名、求之不得”的宠幸,也遭遇了“千呼百应、尽失风流”的冷落。

这个时代深深地镌刻着信息的烙印,这个时代是信息技术人才尽情展示才能的舞台。目前我国的劳动力市场,求职人数过剩,但满足企业要求的专业人才又很稀缺。这种结构性的人才市场供求矛盾是我国高等教育亟待解决的问题,更是“以人为本,面向人人”为目标的职业教育不可推卸的责任。

电子工业出版社,作为我国出版职业教育教材最早的出版社之一,是计算机及相关专业高等职业教材重要的出版基地。多年来,我们一直在教材领域为战斗在职业教育第一线的广大职业院校教育工作者贡献着我们的力量,积累了丰富的职业教材出版经验。目前,计算机专业高等教育正处于发展中的关键时期,我们有义务、有能力协同全国各高等职业院校,共同探寻适合社会发展需要的人才培养模式,建设满足高等职业教育需求的教学资源——这是我们出版“全国高等职业教育计算机类规划教材·实例与实训教程系列”的初衷。

关于本系列教材的出版,我们力求做到以下几点:

- (1) 面向社会人才市场需求,以培养学生技能为目标。工学结合、校企结合是职业教育发展的客观要求,面向就业是职业教育的根本落脚点。本系列教材内容体系的制定是广大高职教育专家、一线高职教师共同智慧的结晶。我们力求教材内容丰富而不臃肿、精简而不残缺,实用为主、够用为度。

- (2) 面向高职学校教师,以方便教学为宗旨。针对每个课程的教学特点和授课方法,我们为其配备相应的实训指导、习题解答、电子教案、教学素材、阅读资料、程序源代码、电子课件、网站支持等一系列教学资源,广大教师均可从华信教育资源网(www.huaxin.edu.cn)免费获得。

- (3) 面向高职学校学生,以易学、乐学为标准。以实例讲述理论、以项目驱动教学是本系列教材的显著特色。这符合现阶段我国高职学生的认知规律,能够提高他们的学习兴趣,增强他们的学习效果。

这是一个崭新的开始,但永远没有尽头。高等职业教育教材的建设离不开广大职业教育工作者的支持,尤其离不开众多高等职业院校教师的支持。我们诚挚欢迎致力于职业教育事业发展的有识之士、致力于高等职业教材建设的有才之士加入到我们的队伍中来,多批评,勤点拨,广结友,共繁荣,为我国高等职业教育的发展贡献我们最大的力量!

电子工业出版社高等职业教育分社

前言

随着计算机网络技术的迅速发展和日益普及,计算机网络已成为人们生活的一个重要组成部分,计算机网络技术已被人们逐渐认识和重视,培养一大批熟练掌握网络技术的高技能应用型人才是当前社会发展的迫切需要。计算机网络(尤其是网络互联技术)是一门实践性很强的课程,要想真正掌握网络应用技术,必须在学习一定理论基础之后,通过大量的实践操作训练,理论联系实际,方能取得理想的学习效果。

作者总结了多年的计算机网络工程实践及高职教学的经验,根据网络工程实际工作过程所需要的知识和技能抽象出若干个教学项目,较复杂的项目还包括几个教学模块,形成了为高职院校学生量身定做的计算机网络技术专业课程教材。本书曾作为省精品课程的网络互联技术教材,也作为省中职学校网络技术骨干教师培训教材及网络技术职业认证培训教材。

本书共分 15 个教学项目,33 个教学模块。以园区网络规划与设计项目开始,通过网络互联设备分类与选型、交换机基本配置与管理、网络隔离与广播风暴控制、管理交换网络中的冗余链路等项目完成网络交换技能训练;通过路由器基本配置与管理、路由器静态路由、路由器动态路由协议、三层交换机路由配置、广域网协议封装与验证配置等项目完成网络路由技能训练;通过交换机端口安全、安全策略与数据流量过滤、访问互联网 NAPT 现实等项目完成网络安全技能训练;最后以园区网络综合调试项目结束整个网络技能训练。

本书以知识“必需、够用”为原则,从职业岗位分析入手展开教学内容,强化学生的技能训练,在训练过程中巩固所学知识。全书先提出工作任务,然后再提供完成工作所应掌握的操作技能及相关理论知识,部分项目还设置了拓展知识,供学有余力的学生学习,同时安排了课外实训项目,提出思考题,供学生学习参考。

本书既可以作为高职院校网络技术专业理论与实训一体化教材使用,也可以作为社会培训教材,还可以作为网络技术实训指导书使用。书中配置的实训项目中的实训环境,以锐捷 S2126G 交换机、R2624 路由器为主要平台。在实际应用过程中,教师可根据本校的实训环境,将所使用的命令及配置做适当调整。

本书在编写过程中得到了锐捷网络技术公司的大力支持,在此表示深深的谢意。本书由张国清组织编写并统稿,其中项目 1、项目 2 部分由何宗刚编写,项目 3、项目 4 部分由郭金辉编写,项目 5、项目 9 部分由王丹编写,项目 6、项目 7 部分由周晓姝、吴学毅编写,其他部分由张国清编写。

由于作者水平有限,书中难免有不妥和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2008 年 1 月

目 录

项目 1 园区网络规划与设计	(1)
模块 1.1 园区网络结构规划与设计	(1)
1.1.1 教学目标	(1)
1.1.2 工作任务	(1)
1.1.3 相关实践知识	(2)
1.1.4 相关理论知识	(3)
模块 1.2 园区网络 IP 地址分配	(9)
1.2.1 教学目标	(9)
1.2.2 工作任务	(10)
1.2.3 相关实践知识	(10)
1.2.4 相关理论知识	(12)
本项目练习	(25)
项目 2 网络互联设备分类与选型	(26)
2.1.1 教学目标	(26)
2.1.2 工作任务	(26)
2.1.3 相关实践知识	(26)
2.1.4 相关理论知识	(29)
2.1.5 拓展知识	(31)
本项目练习	(32)
项目 3 交换机基本配置与管理	(33)
模块 3.1 交换机管理方式选择及参数配置	(33)
3.1.1 教学目标	(33)
3.1.2 工作任务	(33)
3.1.3 相关实践知识	(34)
3.1.4 相关理论知识	(36)
3.1.5 拓展知识	(44)
模块 3.2 备份交换机配置文件	(48)
3.2.1 教学目标	(48)
3.2.2 工作任务	(48)
3.2.3 相关实践知识	(48)
3.2.4 相关理论知识	(51)
模块 3.3 利用 TFTP 方式升级交换机操作系统	(52)
3.3.1 教学目标	(52)
3.3.2 工作任务	(52)
3.3.3 相关实践知识	(52)
3.3.4 相关理论知识	(54)

模块 3.4 利用 ROM 方式重写交换机操作系统	(55)
3.4.1 教学目标	(55)
3.4.2 工作任务	(55)
3.4.3 相关实践知识	(55)
(1) 本项目练习	(57)
项目 4 网络隔离与广播风暴控制	(59)
(1) 模块 4.1 交换机 VLAN 的建立与端口分配	(59)
(1) 4.1.1 教学目标	(59)
(2) 4.1.2 工作任务	(59)
(3) 4.1.3 相关实践知识	(59)
(4) 4.1.4 相关理论知识	(61)
(5) 4.1.5 拓展知识	(65)
(10) 模块 4.2 跨交换机相同 VLAN 的通信与控制	(67)
(10) 4.2.1 教学目标	(67)
(11) 4.2.2 工作任务	(67)
(12) 4.2.3 相关实践知识	(67)
(13) 4.2.4 相关理论知识	(73)
(14) 4.2.5 拓展知识	(77)
(15) 本项目练习	(78)
项目 5 管理交换网络中的冗余链路	(79)
(16) 模块 5.1 生成树协议配置	(79)
(16) 5.1.1 教学目标	(79)
(17) 5.1.2 工作任务	(79)
(18) 5.1.3 相关实践知识	(80)
(19) 5.1.4 相关理论知识	(81)
(20) 5.1.5 拓展知识	(88)
(21) 模块 5.2 快速生成树协议的配置	(89)
(21) 5.2.1 教学目标	(89)
(22) 5.2.2 工作任务	(90)
(23) 5.2.3 相关实践知识	(90)
(24) 5.2.4 相关理论知识	(92)
(25) 模块 5.3 交换机聚合端口的建立	(94)
(25) 5.3.1 教学目标	(94)
(26) 5.3.2 工作任务	(94)
(27) 5.3.3 相关实践知识	(95)
(28) 5.3.4 相关理论知识	(96)
(29) 5.3.5 拓展知识	(98)
(30) 本项目练习	(100)
项目 6 路由器基本配置与管理	(101)
(31) 模块 6.1 路由器的管理方式选择与参数配置	(101)

6.1.1	教学目标	(101)
6.1.2	工作任务	(101)
6.1.3	相关实践知识	(101)
6.1.4	相关理论知识	(104)
6.1.5	拓展知识	(112)
模块 6.2	路由器配置文件备份	(114)
6.2.1	教学目标	(114)
6.2.2	工作任务	(115)
6.2.3	相关实践知识	(115)
6.2.4	相关理论知识	(116)
模块 6.3	利用 TFTP 方式升级路由器操作系统	(119)
6.3.1	教学目标	(119)
6.3.2	工作任务	(119)
6.3.3	相关实践知识	(120)
6.3.4	相关理论知识	(121)
模块 6.4	利用 ROM 方式重写路由器操作系统	(122)
6.4.1	教学目标	(122)
6.4.2	工作任务	(122)
6.4.3	相关实践知识	(122)
6.4.4	相关理论知识	(123)
	本项目练习	(126)
项目 7	路由器静态路由	(127)
7.1.1	教学目标	(127)
7.1.2	工作任务	(127)
7.1.3	相关实践知识	(127)
7.1.4	相关理论知识	(130)
7.1.5	拓展知识	(134)
	本项目练习	(136)
项目 8	路由器动态路由协议	(137)
模块 8.1	动态路由协议 RIP 的配置	(137)
8.1.1	教学目标	(137)
8.1.2	工作任务	(137)
8.1.3	相关实践知识	(137)
8.1.4	相关理论知识	(140)
8.1.5	拓展知识	(146)
模块 8.2	动态路由协议 OSPF 的配置	(148)
8.2.1	教学目标	(148)
8.2.2	工作任务	(149)
8.2.3	相关实践知识	(149)
8.2.4	相关理论知识	(152)

8.2.5 拓展知识	(154)
本项目练习	(155)
项目 9 三层交换机路由配置	(156)
模块 9.1 三层交换机 VLAN 间路由建立	(156)
9.1.1 教学目标	(156)
9.1.2 工作任务	(156)
9.1.3 相关实践知识	(156)
9.1.4 相关理论知识	(158)
9.1.5 拓展知识	(159)
模块 9.2 三层交换机与路由器间静态路由的建立	(159)
9.2.1 教学目标	(159)
9.2.2 工作任务	(159)
9.2.3 相关实践知识	(160)
9.2.4 相关理论知识	(165)
模块 9.3 三层交换机与路由器间动态路由协议的配置	(167)
9.3.1 教学目标	(167)
9.3.2 工作任务	(167)
9.3.3 相关实践知识	(167)
本项目练习	(170)
项目 10 广域网协议封装与验证配置	(171)
模块 10.1 广域网 PPP 协议封装	(171)
10.1.1 教学目标	(171)
10.1.2 工作任务	(171)
10.1.3 相关实践知识	(171)
10.1.4 相关理论知识	(174)
10.1.5 拓展知识	(177)
模块 10.2 广域网 PAP 验证配置	(179)
10.2.1 教学目标	(179)
10.2.2 工作任务	(179)
10.2.3 相关实践知识	(179)
10.2.4 相关理论知识	(183)
模块 10.3 广域网 CHAP 验证协议配置	(183)
10.3.1 教学目标	(183)
10.3.2 工作任务	(183)
10.3.3 相关实践知识	(184)
10.3.4 相关理论知识	(187)
本项目练习	(188)
项目 11 交换机端口安全	(189)
11.1.1 教学目标	(189)
11.1.2 工作任务	(189)

11.1.3	相关实践知识	(189)
11.1.4	相关理论知识	(190)
11.1.5	拓展知识	(195)
本项目练习		(196)
项目 12	安全策略与数据流量过滤	(197)
模块 12.1	IP 标准访问控制列表的建立及应用	(197)
12.1.1	教学目标	(197)
12.1.2	工作任务	(197)
12.1.3	相关实践知识	(197)
12.1.4	相关理论知识	(201)
模块 12.2	IP 扩展访问控制列表的建立及应用	(204)
12.2.1	教学目标	(204)
12.2.2	工作任务	(204)
12.2.3	相关实践知识	(205)
12.2.4	相关理论知识	(208)
模块 12.3	基于时间的访问列表建立与应用	(213)
12.3.1	教学目标	(213)
12.3.2	工作任务	(213)
12.3.3	相关实践知识	(213)
12.3.4	相关理论知识	(215)
本项目练习		(217)
项目 13	访问互联网的 NAPT 实现	(218)
模块 13.1	路由器的动态 NAPT 配置及应用	(218)
13.1.1	教学目标	(218)
13.1.2	工作任务	(218)
13.1.3	相关实践知识	(218)
13.1.4	相关理论知识	(220)
13.1.5	拓展知识	(225)
本项目练习		(226)
项目 14	防火墙分类与基本配置	(227)
模块 14.1	配置透明模式防火墙	(227)
14.1.1	教学目标	(227)
14.1.2	工作任务	(227)
14.1.3	相关实践知识	(228)
14.1.4	相关理论知识	(229)
模块 14.2	配置路由模式防火墙	(236)
14.2.1	教学目标	(236)
14.2.2	工作任务	(236)
14.2.3	相关实践知识	(237)
模块 14.3	配置混合模式防火墙	(239)

14.3.1	教学目标	(239)
14.3.2	工作任务	(239)
14.3.3	相关实践知识	(240)
	本项目练习	(242)
项目 15	园区网络综合调试	(243)
15.1	中小企业双出口网络综合调试	(243)
15.1.1	教学目标	(243)
15.1.2	工作任务	(243)
15.1.3	相关实践知识	(243)
15.2	大型(单核心)网络综合调试	(253)
15.2.1	教学目标	(253)
15.2.2	工作任务	(253)
15.2.3	相关实践知识	(253)
15.3	大型(双核心)网络综合调试	(263)
15.3.1	教学目标	(263)
15.3.2	工作任务	(263)
15.3.3	相关实践知识	(263)
	参考文献	(272)

点种的各期用网先亦流量大, 影响大并具特网国对部网整整整整, 米需五上合整
 益以米于味香蒸腊双腊交心对张氏用米点米小中米网对, 将宝麻的米网干骨网国通五米式

项目 1 园区网络规划与设计

教学目标

能够合理地规划与设计园区计算机网络, 并准确分配网络 IP 地址, 具体包括以下几个方面。

- (1) 掌握网络层次化设计的优点。
- (2) 理解网络各层的功能及特点。
- (3) 掌握在层次化网络中各种网络设备的应用场合。
- (4) 掌握 IP 地址分类及子网划分方法。

工作任务

规划与设计一个校园网络, 满足用户对网络的需求, 并说明园区网络规划与设计任务、步骤等; 根据 IP 理论和实际划分与分配规则, 为一个园区进行网络划分与 IP 地址分配, 并说明 IP 划分与分配原则。

模块 1.1 园区网络结构规划与设计

1.1.1 教学目标

- (1) 掌握网络层次化设计的优点。
- (2) 理解网络各层的功能及特点。
- (3) 掌握在层次化网络中各种网络设备的应用场合。

1.1.2 工作任务

某学校建设了新的校区后, 新校区占地面积 60 亩, 总建筑面积 45 858 平方米, 总投资 6 亿元, 整个校园建设主要有教学楼、实验楼、行政楼、文化体育中心、学生公寓、400 米田径场、篮排球场等。学生人数 2 000 余人, 班级规模为 48 个班级。学校对新校区网络建设提出了高要求, 主要体现在以下几个方面。

- (1) 高可靠性。支持全面数字化, 支持语音、数据、视频集成, 7×24 小时不间断可靠运行。
- (2) 服务质量保证。根据不同的教学和管理应用, 实施不同的服务质量, 并做到端到端的服务质量保证。
- (3) 高安全性。具备病毒防范、用户访问控制、虚拟专网和阻止病毒传播能力。
- (4) 易管理性。要求具备集中远程管理功能, 各类设备统一的人机管理界面, 易安装和使用。
- (5) 投资保护。高性价比, 满足目前需要, 通过灵活性和模块化的方式平滑升级网络功能和扩展网络规模, 满足不断增长的教学和管理的网络需求。

1.1.3 相关实践知识

综合上述需求，考虑到建成后的校园网将具有大规模、大流量分布式应用服务的特点，为保证校园网骨干网络的稳定性，校网络中心节点采用万兆核心交换机双机热备和千兆双链路冗余备份。

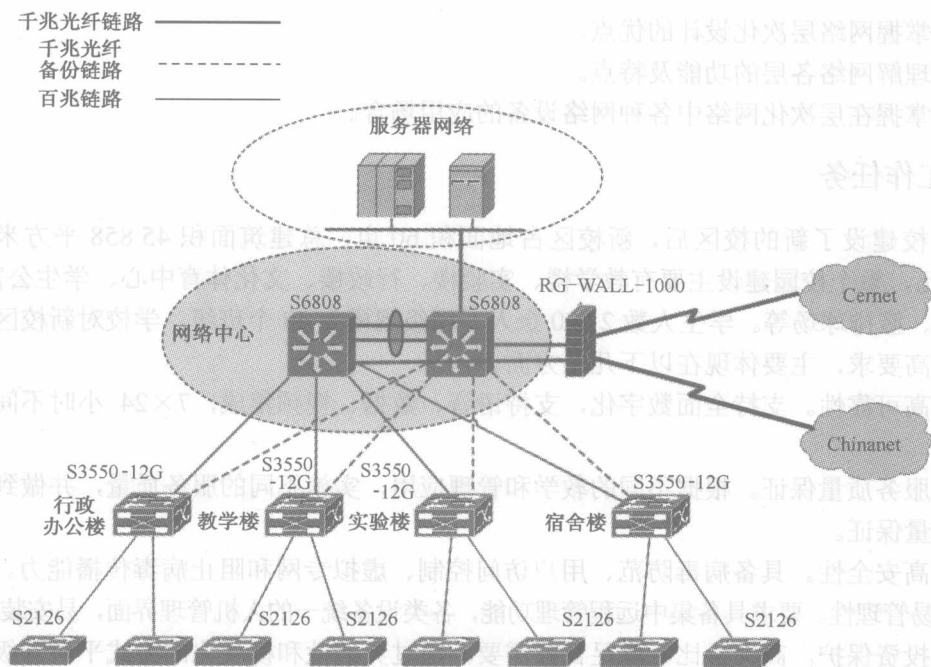
网络中心节点作为校园网络的“心脏”，必须提供全线速的数据交换，当网络流量较大时，对关键业务的服务质量提供保障。另外，作为整个网络的交换中心，在保证高性能、无阻塞交换的同时，还必须保证稳定可靠的运行。因此，在核心节点的设备选型和结构设计上必须考虑整体网络的高性能和高可靠性。为充分利用原有设备，校园网核心层采用两台 S6800 双机热备作为核心层路由交换设备，从而保证整个校园网的应用需求。

考虑到每栋楼内节点的数量和对网络的需求，以及相对独立的功能，每栋楼设置一台汇聚交换机 S3550-12G，采用千兆线双链路上连到两台核心交换机上。

核心与汇聚之间的链路为千兆冗余，从而彻底消除了网络结构的单点故障，充分保证网络的可靠性。方案中还可配置一台 RG-WALL-1000 高性能千兆防火墙，专门实现 NAT、出口安全过滤、策略路由等复杂功能，从而完全解决了 NAT、出口安全、策略路由等应用的问题。

接入层采用交换机 STAR-S2126G，启用 802.1x 与 RG-SAM 安全认证管理体系进行联动配合，实现在接入层对入网用户的控制，通过准确的身份认证和物理定位保障网络的安全。在网络中心增加 RG-SAM 安全计费管理系统，配置接入层设备 STAR-S2126G，实现全网的安全控制。RG-SAM 与 S2126G 还提供功能强大灵活的接入时段控制，一天 24 小时独立控制，对节假日、周末、平常三个层次区分控制，可以通过一次设置保证全年的时段控制。利用此功能，可以对用户尤其是学生的上网时间进行有效的控制，从而保证校园网的使用不至于影响学生的学习和休息。

网络拓扑结构图如图 1.1 所示。



1.1.4 相关理论知识

1. 网络概述

计算机网络是利用通信设备和传输线路，将分布在不同地理位置的具有独立功能的多个计算机系统连接起来，通过网络通信协议、网络操作系统实现资源共享及传递信息的系统。

建设计算机网络的目的是提供服务和降低设备费用。网络使得计算机之间可以共享资源，对于用户来说，计算机网络提供的是一种透明的传输机构，用户在访问网络共享资源时，可以不考虑这些资源的物理位置，以网络服务的形式来提供网络功能和透明性访问。主要的网络服务有文件服务、打印服务、电子邮件服务（E-mail）、信息发布服务等。

计算机网络与计算机通信网不同，人们常将两者混淆，后者指的是实现计算机通信的通信系统。利用这些现成的通信网，可以把分布在各处的计算机网络连接起来。常用的公用通信网如表 1.1 所示。

表 1.1 常用公用通信网

公用网	传输速率(Kb/s)	主要特点
模拟电话网 PSTN	模拟电话，中低速数据，最大 56	经济、普及、速率低
综合业务数据网 ISDN	电话、传真、数据综合业务 (BRI: 128, PRI: 2048)	经济、灵活
电信宽带 ADSL	电话、传真、数据综合业务 (512—8192)	经济、灵活
分组交换网 X.25	中低速数据 2.4—64	经济、可靠
数字数据网 DDN	中高速数据 64—2048	经济、可靠、费用高
帧中继 FRN	中高速数据 64—2048	经济、可靠、价格低

2. 网络分类

按网络所覆盖的地理范围，计算机网络可分为局域网、城域网、广域网。三者之间的差异主要体现在覆盖范围和传输速度上。

(1) 局域网。覆盖范围较小，通常限于几公里之内。如一个办公室、几栋楼、一个大院区。传输速率为 10~100Mb/s，甚至可以达到 100Mb/s。局域网主要用来构建一个单位的内部网络，如学校的校园网、企业的企业网等。局域网通常属单位所有，单位拥有自主管理权，以共享网络资源为主要目的，例如共享打印机和数据库。局域网的特点是：传输速度快；组网灵活；成本低。

(2) 城域网。覆盖范围通常为一座城市，从几公里到几十公里，传输速率为 64Kb/s（几 Gb/s）。城域网是对局域网的延伸，用于局域网之间的连接。城域网主要指城市范围内的政府部门、大型企业、机关、公司、ISP、电信部门、有线电视台和市政府构建的专用网络和公用网络，可以实现大量用户的多媒体信息的传输，包括语音、动画和视频图像，以及电子邮件及超文本网页等。

(3) 广域网。其覆盖范围很大，几个城市，一个国家，甚至全球。广域网主要指使用公用通信网所组成的计算机网络，如 Internet。广域网的特点是：地理范围没有限制；由于长距离的数据传输，容易出现错误；可以连接多种局域网；成本高。

3. 网络组成

一个计算机网络的基本组成如图 1.2 所示。

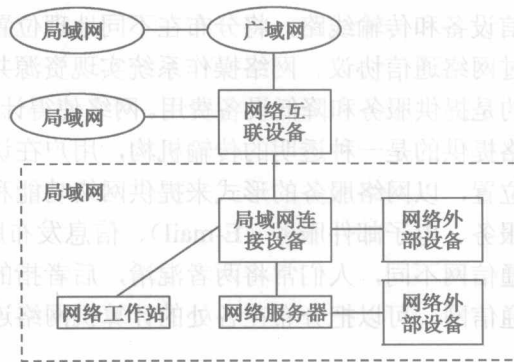


图 1.2 计算机网络的基本组成

(1) 网络工作站。计算机网络的用户终端设备，通常是微计算机，主要是完成数据传输、信息浏览和桌面数据处理等功能。

(2) 网络服务器。被工作站访问的计算机系统，是网络的核心设备，通常是一台高性能计算机，它包括各种网络信息资源，并负责管理资源和协调网络用户对资源的访问。

(3) 传输设备。

传输介质：连接发送端和接收端的传输通路，主要有电缆、光缆、微波等。

网卡 (NIC)：用于连接计算机与线缆，种类很多，与传输介质、传输速度有关。

(4) 网络外部设备。网络用户共享的硬件设备之一，如高性能网络打印机、磁盘阵列、绘图仪等。

(5) 局域网连接设备。将网络工作站、网络服务器、网络外部设备等连接起来，实现计算机间相互通信的设备，常用的有交换机、集线器等。

(6) 网络互联设备。

局域网互联：不同类型局域网的互联，可通过网桥和路由器实现；同类局域网的互联，可用中继器实现。

局域网与广域网互联：一种是通过数字数据通信网（如 ISDN、ADSL、DDN、X.25、帧中继）互联，常用路由器实现；一种是通过模拟电话网（如 PSTN）互联，常使用访问服务器（Access Server）和调制解调器池（Modem Pool）来实现。

(7) 网络软件。主要包括以下两种。

网络操作系统：主要是对网络资源进行有效管理，常用的有 UNIX、Windows 2000、NETWARE。

网络应用软件：根据应用而开发的基于网络环境的应用系统，常用的有办公自动化 (OA)、管理信息系统 (MIS)、数据库管理系统、电子邮件等。

4. 传输介质

(1) 网络传输概述。

数据通信：是指通过数据通信系统将数据以某种信号的方式从一处安全可靠地传送到另一处。

数据编码技术：为了便于数据的传输和处理，将数据表示成适当的信号形式。主要的数

据编码技术包括数字数据的模拟信号编码、数字数据的数字信号编码、模拟数据的数字信号编码。

传输速率：指每秒能传输的位数，用 b/s 表示。

多路复用技术：在数据传输系统中，传输介质的带宽大于传输单一信号所需的带宽，为了有效地提高传输系统的利用率，通常采用多路复用技术以同时携带多路信号来高效地使用传输介质，如图 1.3 所示。

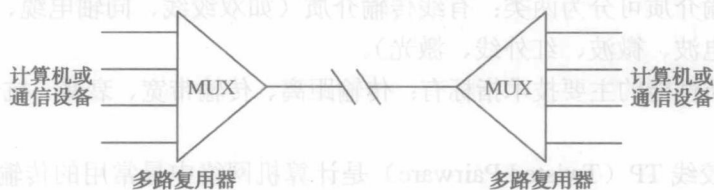


图 1.3 多路复用 (MUX) 技术

常用的多路复用技术有以下两种。

频分多路复用 FDM：传输介质的可用带宽必须超过各路信号所需带宽的总和。将这几路信号中的每路信号都以不同的载波频率进行调制，而且各路的载波频率之间都有一定的间隔，使各路信号带宽不会相互重叠，这些信号可以同时上传输。

时分多路复用 TDM：传输介质能到达的数据传输率必须超过各路信号所需数据传输率的总和。每个信号按照时间先后轮流交替地使用单一信道，多个数字信号可以在宏观上同时进行。

(2) 通信操作方式。一个通信系统至少由三部分组成，分别是发送器、传输介质和接收器。发送器产生信号，经过传输介质传送给接收器，由接收器接收这个信号就完成信号从一端到另一端的传送。根据信号传输方向和时间的关系，可以将通信操作方式分成以下三种。

单工通信：发送器和接收器之间只有一个传输通道，信息单方向从发送器到接收器。如火警，只是将警报发给消防队，而不需要从消防队接收什么消息。

半双工通信：发送器和接收器之间有两个传输通道，信息只能轮流进行双向的传送，在某一时刻只能沿单方向从发送器到接收器。如大楼内的保安通过对讲机传递消息，一位完成讲话，必须释放对讲机的传送键，以便另一位保安能够发出响应。

全双工通信：发送器和接收器之间有两个传输通道，信息可以同时双向的传输。如打电话，交谈的双方任何时候都可以说话。

(3) 传输同步方式。在计算机通信中，一个最基本的要求是发送端和接收端之间以某种方式保持同步，接收端必须知道它所接收的数据流每一位的开始时间和结束时间，以确保数据接收的正确性。因此，通信双方必须遵循同一通信规程，使用相同的同步方式进行数据传输。同步方式可以分成两种。

异步传输：以字符为单位的数据传输，由于每个字符都要附加 1 位起始位和 1 位停止位，以标记字符的开始和结束，因此传输效率低。

同步传输：以数据块为单位的数据传输，每个数据块的头部和尾部都要附加一个特殊的字符或比特序列，标记一个数据块的开始和结束。常用的同步传输方式有两种，分别是面向字符的同步传输和面向位流的同步传输。

(4) 差错控制。计算机通信系统的基本任务是高效且无差错地传送数据，但任何通信线路上都存在噪声，使发送的数据和接收的数据不一致，造成传输差错。