



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

普通高校本科计算机专业特色教材精选·网络与通信

新编网络工程技术与实验教程

程晓荣 赵惠兰 张铭泉 李梅 编著

清华大学出版社



普通高校本科计算机专业特色教材精选·网络与通信

新编网络工程技术与实验教程

程晓荣 赵惠兰 张铭泉 李梅 编著

常州大学图书馆
藏书章

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

这本计算机网络实验与实践教程主要分为两大部分,第一部分涵盖了计算机网络课程基本内容的实验,每个实验包括知识储备、实验目的、实验方法、实验步骤、实验结果分析等内容,旨在培养学生掌握学习计算机网络课程的基本技能;第二部分是计算机网络实践研究内容,反映了近几年计算机网络领域的最新技术和研究内容,体现了技术新、研究性与实践性强等特点。本书的旨在提高学生分析与研究问题的能力,配合高校面向卓越工程师的培养计划,实现高等院校对学生创新能力、工程能力的培养。

本书为计算机网络课程实践教学提供有价值的教材和工程实践指导,可供研究生、本科生进行计算机网络开放实践、综合实验、课程设计、毕业设计、研究生论文选题等教学环节的教学使用和参考,也可为工程技术人员的学习提供参考和帮助。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

新编网络工程技术与实验教程/程晓荣等编著. —北京:清华大学出版社,2012.8

(普通高校本科计算机专业特色教材精选·网络与通信)

ISBN 978-7-302-28189-4

I. ①新… II. ①程… III. ①计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第035146号

责任编辑:汪汉友 徐跃进

封面设计:傅瑞学

责任校对:时翠兰

责任印制:沈露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印刷者:北京市人民文学印刷厂

装订者:三河市兴旺装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:8.25 字 数:198千字

版 次:2012年8月第1版 印 次:2012年8月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:19.00元

出版说明

在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等学校将会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为此,教育部已经启动了“高等学校教学质量和教学改革工程”,强调要以信息技术为手段,深化教学改革和人才培养模式改革。如何根据社会的实际需要,根据各行各业的具体人才需求,培养具有显著特色的人才,是我们共同面临的重大问题。具体地说,培养具有一定专业特色和特定能力的计算机专业应用型人才是计算机教育要解决的重要问题。

为了适应 21 世纪人才培养的需要,培养具有特色的计算机人才,急需一批适合各种人才培养特点的计算机专业教材。目前,一些高校在计算机专业教学和教材改革方面已经做了大量工作,许多教师在计算机专业教学和科研方面已经积累了许多宝贵经验。将他们的教学和科研成果转化为教材的形式,向全国其他学校推广,对于深化我国高等学校的教学改革具有十分重要的意义。

清华大学出版社在经过大量调查研究的基础上,决定组织编写《普通高校本科计算机专业特色教材精选》丛书。本套教材是针对当前高等教育改革的新形势,以社会对人才的需求为导向,主要以培养应用型计算机人才为目标,立足课程改革和教材创新,广泛吸纳全国各地高等院校优秀教师参与编写,从中精选出版确实反映计算机专业教学改革成果的特色教材,供普通高等院校计算机专业学生使用。

本套教材具有以下特点。

1. 编写目的明确

本套教材是在深入研究各学校办学特色的基础上,面向普通高校的计算机专业学生编写的。学生通过本套教材,主要学习计算机专业的基本理论和基本知识,接受利用计算机解决实际问题的基本训练,培养研究和开发计算机系统,特别是应用系统的基本能力。

2. 理论知识与实践训练相结合

根据计算学科的三个学科形态及其关系,本套教材力求突出学科的理论与实践紧密结合的特征,结合实例讲解理论,使理论来源于实践,又进一步指导实践。学生通过实践深化对理论的理解,更重要的是使学生学会理论方法的实际运用。在编写教材时突出实用性,并做到通俗易懂、易教易学,使学生不仅知其然,还要知其所以然,更要会其如何然。

3. 注意培养学生的动手能力

力求做到:既注重培养学生分析问题的能力,也注重培养学生解决问题的能力,以适应新经济时代对人才的需要,满足就业要求。对每种教材都增加了能力训练部分的内容,使学生通过学习和练习,能比较熟练地应用计算机知识解决实际问题。

4. 注重教材的立体化配套

对大多数教材都将陆续配套教师用课件、习题及其解答提示、学生上机实验指导等辅助教学资源。对有些教材还提供能在我社网站上下载的文件,以方便教学。

由于各学校的培养目标、教学要求和办学特色所不同,所以对特色教学的理解也不尽一

致。我们恳切希望大家在使用教材的过程中,及时提出批评和改进意见,以便我们做好教材的修订改版工作,使其日趋完善。

我们相信经过大家的共同努力,这套教材一定能成为特色鲜明、质量上乘的优秀教材。同时,我们也希望通过本套教材的编写与出版,为“高等学校教学质量和教学改革工程”作出贡献。

清华大学出版社

前 言

计算机网络课程在计算机科学与技术专业教学中具有重要的地位和作用,它是计算机科学与技术一级学科和计算机应用技术、计算机软件与理论、计算机系统结构等二级学科专业的专业必修课程,也可作为其他专业的选修课程,市场需求量大。本书通过实验实例、实例分析、典型案例、技术试验验证、研究开发等相关内容,培养学生独立分析问题和解决问题的能力,使学生具有良好的科学研究技能和方法,注重创新能力的培养,与工程技术相结合能解决工程中遇到的实际问题和难题。本书编写目的是为了能够更好地配合高校面向卓越工程师的培养计划,在计算机网络课程的实践教学中学生实现创新能力、工程能力的培养。同时本书的编写工作也是在华北电力大学校级重大教改项目《计算机专业实践教学体系和工程化培养模式探索与研究》的支持下完成的。

本教程特色在于把教学与实践、科学研究相结合,与最新网络技术研究课题结合,通过实例分析、典型案例、技术试验验证、研究开发等手段使学生具有良好的科学研究技能和方法,培养学生独立分析问题和解决问题的能力,解决工程中遇到的实际问题和难题,实现创新能力培养。本教程反映了近几年计算机网络领域的最新技术和研究成果,体现了内容广、技术新、研究性与实践性强等特点,旨在让读者了解学习计算机网络基础理论知识后,必须进行相关的实验学习和训练才能真正地实现理论与实践相结合。只有通过实践和实验及科学研究技能和方法的学习,培养独立分析问题和解决问题的能力,读者才能解决工程中遇到的实际问题和难题,才能适应社会和企业对人才的需求。本教程还注重让读者了解新技术的发展、研究课题和研究方法,拓展思路,培养创新思维和能力。

本书为计算机网络课程实践教学提供有价值的教材和工程实践指导,可作为研究生、本科生进行计算机网络开放实践、综合实验、课程设计、毕业设计、研究生论文选题等教学环节的教学使用和参考,也可为工程技术人员的学习提供参考和帮助。

由于各高校对学生的培养目标、教学要求和办学特色等尚有差别,因此希望大家在使用教材的过程中及时提出批评和改进意见,以便进一步地修改和完善。书中难免有错误出现和不足之处,恳请读者批评指正。笔者对国内外计算机网络技术相关课程和教材进行了深入的调研,参考和借鉴了书后所列文献的部分成果,在此对这些作者表示深深的谢意和敬意。

在教材的编写过程中得到了清华大学出版社的大力支持和协助,特别感谢华北电力大学鲁斌老师的帮助,在其帮助下才使此书出版成为可能。北京交通大学的王根英老师认真地审阅了初稿,改正了书中的不妥之处,提出了许多宝贵的建议,在此表示衷心的感谢。另外,华北电力大学史光丽老师,倪阳旦、李明轩、郎夙、王颖对本书的图稿进行了文字整理工作,在教材编写过程中还得到其他人员的帮助和支持,在此一并表示诚挚的谢意。

作 者

2012年3月

目 录

第 1 篇 网络课程实验教程

第 1 章 RJ-45 插头制作及连线	3
1.1 实验内容	3
1.2 实验步骤	3
第 2 章 路由器和交换机基础知识与基本配置	4
2.1 初始化配置对话模式	4
2.2 通过控制台端口建立路由器或交换机的配置环境	4
2.2.1 操作内容与环境	4
2.2.2 操作步骤	4
2.3 常用命令	5
第 3 章 虚拟局域网的划分	7
3.1 VLAN 基础知识	7
3.2 单个交换机 VLAN 配置	8
3.2.1 配置图	8
3.2.2 配置步骤	8
第 4 章 网络地址转换	10
4.1 NAT 基础知识	10
4.2 静态内部源地址转换	10
4.3 动态内部源地址转换	12
第 5 章 路由选择协议配置	16
5.1 静态路由配置	16
5.1.1 基础知识	16
5.1.2 实验内容和环境	17
5.1.3 实验步骤	17
5.2 动态路由协议(RIP)配置	22
5.2.1 基础知识	22
5.2.2 实验内容和环境	23
5.2.3 实验步骤	23
5.3 单区域广域网 OSPF 协议配置	29

5.3.1	基础知识	29
5.3.2	实验内容和环境	29
5.3.3	实验步骤	29
5.4	多区域 OSPF 协议配置	33
5.4.1	基础知识	33
5.4.2	实验内容和环境	34
5.4.3	实验步骤	35
第 6 章	运输层实验	44
6.1	Socket 支持下网上点对点通信的实现	44
6.2	多客户并发服务程序实现	45
第 7 章	IPv6 配置	46
7.1	IPv6 下计算机 IP 地址的配置	46
7.1.1	实验内容与环境	46
7.1.2	IPv6 协议安装过程	46
7.2	IPv6 路由配置	47
7.2.1	实验内容与环境	47
7.2.2	实验步骤	48
7.3	IPv6 与 IPv4 地址转化	51
7.3.1	实验内容与环境	51
7.3.2	实验步骤	52
第 8 章	网络管理实验	56
8.1	网络管理的功能与协议	56
8.1.1	网络管理的功能	56
8.1.2	简单网络管理协议	57
8.2	SNMP 服务的配置	58
8.2.1	在 Windows 系统上启用 SNMP 服务	58
8.2.2	实验环境与实验步骤	58
8.3	Snmputil 工具的使用与 SNMP 报文捕获	62
8.3.1	Snmputil 工具的使用	62
8.3.2	SNMP 报文捕获	62
第 9 章	基本的 MPLS 配置	67
9.1	MPLS 基础知识	67
9.2	实验内容与环境	68
9.3	MPLS 基本配置过程及相关命令	68
9.4	MPLS 配置步骤	69

9.4.1 配置	69
9.4.2 查看 MPLS 信息	72

第 2 篇 网络实践研究教程

第 10 章 AdHoc 网络	77
10.1 AdHoc 网络 MAC 协议研究	77
10.2 AdHoc 网络关键技术研究	78
10.3 基于移动 Agent 的 AdHoc 网络管理体系结构的研究与应用	79
10.4 移动 AdHoc 网络安全策略研究	80
第 11 章 无线传感器网络	82
11.1 无线传感器网络服务质量控制相关问题研究	82
11.2 基于 Zigbee 的多信道无线传感器网络的研究与实现	83
11.3 无线传感器网络中的路由算法研究	84
11.4 基于无线传感器网络定位系统的分析和实现	84
第 12 章 光网络	86
12.1 光突发交换网络关键技术研究	86
12.2 面向业务的智能光网络路由与生存性关键技术研究	87
12.3 GMPLS 控制下的动态光网络	88
12.4 面向业务的下一代光网络体系研究	89
第 13 章 P2P 技术	91
13.1 P2P 流媒体内容分发与服务关键技术研究	91
13.2 P2P 网络中的 NAT 穿透机制研究	92
13.3 基于 DHT 的结构化 P2P 路由协议 Chord 的研究与改进	92
13.4 移动 P2P 数据分发技术研究	93
第 14 章 IPv6 协议	95
14.1 IPv6 协议在光网络和移动网络中的应用技术研究	95
14.2 IPv6 下网络攻击的研究与实现	96
14.3 双栈移动 IPv6 协议的研究与实现	97
14.4 IPv6 网络性能和过渡技术研究	98
第 15 章 MPLS	99
15.1 MPLS VPN 研究与实现	99
15.2 MPLS 流量工程研究及应用	99
15.3 基于 MPLS 的移动 AdHoc 网络多路由机制研究	100

15.4	专用 MPLS 网络信令技术的研究	101
第 16 章	网络安全	103
16.1	基于数据挖掘的网络流量异常检测系统研究	103
16.2	基于中间件技术的多级网络安全管理系统	104
16.3	网络入侵检测系统关键技术研究	104
16.4	多域网络安全管理系统策略一致性的研究与设计	105
第 17 章	网络服务与管理	107
17.1	Web Services 管理及其在网络管理中的应用	107
17.2	下一代网络业务管理的研究	108
17.3	基于业务感知的自治 QoS 系统设计	109
17.4	智能客户端技术在网络管理系统中的应用	110
第 18 章	网络流量建模预测	112
18.1	IP 网络业务流量多重分形建模和预测研究	112
18.2	基于小波和 FIR 神经网络的流量预测模型研究	113
18.3	网络流量特性分析及预测研究	113
18.4	基于混沌时间序列分析与支持向量机的网络流量预测	114
第 19 章	网络风险评估	116
19.1	基于告警关联的网络安全风险评估方法的研究与实现	116
19.2	基于网络安全风险评估方法的通用联动系统的研究与实现	116
19.3	网络安全定量风险评估及预测技术研究	117
19.4	基于模型的网络安全风险评估的研究	119
参考文献	121

第 1 篇 网络课程实验教程

第 1 章 RJ-45 插头制作及连线

1.1 实验内容

掌握 RJ-45 插头的两种打线标准。

1.2 实验步骤

- (1) 先抽出一小段线,然后把外皮剥除一段。
- (2) 将双绞线反向绕开(剥去外皮后的 5 类线见图 1-1)。
- (3) 根据 T568A 或 T568B 标准排线。
- (4) 剪齐线头并插入插头(见图 1-2)。



图 1-1 剥去外皮的 5 类线

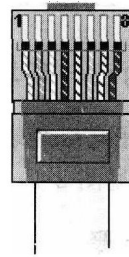


图 1-2 将线插入插头

- (5) 用打线钳夹紧。
- (6) 重复(1)~(5)步制作另一端。
- (7) 使用测试仪测试。

T568A 标准: 1 绿白, 2 绿, 3 橙白, 4 蓝, 5 蓝白, 6 橙, 7 棕白, 8 棕。

T568B 标准: 1 橙白, 2 橙, 3 绿白, 4 蓝, 5 蓝白, 6 绿, 7 棕白, 8 棕。

T568A/T568B 二者没有本质的区别, 只是颜色上的区别。本质的问题是要保证: 1、2 线对是一个绕对; 3、6 线对是一个绕对; 4、5 线对是一个绕对; 7、8 线对是一个绕对。工程中使用比较多的是 T568B 打线方法

直通线两端都采用 T568A 或都采用 T568B, 如计算机连集线器。交叉线一端采用 T568A; 另一端采用 T568B, 如计算机连计算机。

第 2 章 路由器和交换机基础知识与基本配置

2.1 初始化配置对话模式

在启动的时候,如果路由器(或交换机)没有进行配置,则路由器(或交换机)会提示用户进入系统配置对话模式。提示语句如下:

```
Would you like to enter the initial configuration dialog?[yes/no]:
```

如果输入 n,则进入 IOS 的命令行界面 CLI(Command Line Interface),以命令行方式对路由器(或交换机)进行配置;如果输入 y 进入对话模式,那么系统会通过一系列的问题指导用户对路由器(或交换机)进行配置。

2.2 通过控制台端口建立路由器或交换机的配置环境

2.2.1 操作内容与环境

在 PC 上使用超级终端仿真软件,通过控制台端口(console 口)建立与路由器(或交换机)的配置会话(见图 2-1)。

2.2.2 操作步骤

可以通过不同的途径来访问和配置路由器(或交换机),但是第一次配置 Cisco 设备时,必须首先通过控制台端口直接与其建立连接,进行初始配置。因此,通过控制台端口搭建路由器(或交换机)的配置环境是一种最基本的也是最常用的配置方式。

实际操作中,使用一台 PC 作为配置和管理路由器和交换机的终端,PC 操作系统为 Windows 98/2000/XP/2003,并配置有 RS-232 串行接口(COM1)。配置和管理路由器和交换机需要用到终端应用程序“超级终端”来连接 PC 和路由器(或交换机)的控制台端口。具体步骤如下。

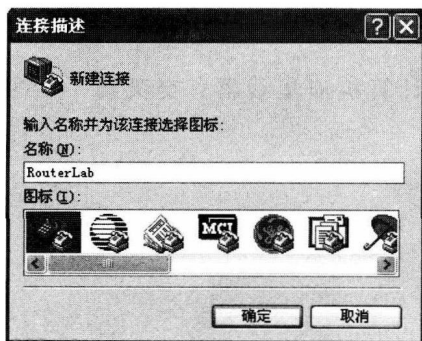


图 2-2 新建连接

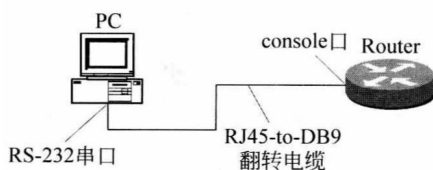


图 2-1 通过 console 口建立路由器或交换机的配置环境

(1) 完成硬件连接并给路由器(或交换机)加电。

(2) 在 PC 上创建超级终端,进入 Windows XP 操作系统,选择“开始”→“程序”→“附件”→“通信”→“超级终端”命令,进入如图 2-2 所示的界面。

(3) 选择 COM1 串行口,在“连接时使用”项目里选择适当的串行口,如图 2-3 所示。

(4) 端口参数设置,如图 2-4 所示。

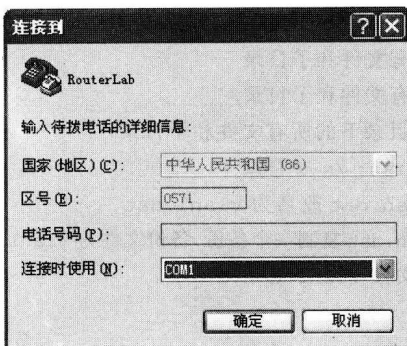


图 2-3 选择接口

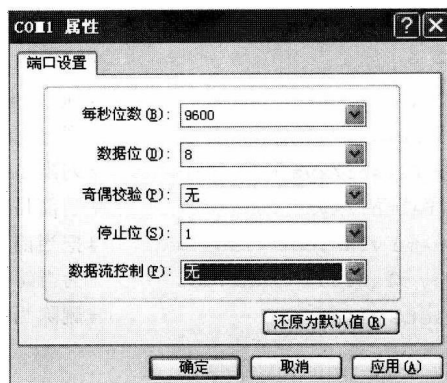


图 2-4 端口参数设置

设置完成后,单击“确定”按钮,通过控制台端口与路由器(或交换机)成功建立 EXEC 会话。

2.3 常用命令

(1) 查看当前设备配置信息:

```
Switch# show running-config
```

(2) 保存当前配置信息:

```
Switch# copy running-config startup-config
```

(3) 查看保存在 NVRAM 中的配置信息:

```
Switch# copy startup-config running-config #将保存的启动配置文件复制到当前配置  
Switch# show running-config
```

(4) 删除 nvram 中的配置信息。

```
Switch# delete nvram: startup-config
```

(5) 重新启动路由器(或交换机)。

```
Switch# reload
```

(6) erase 和 write 命令:

```
erase startup-config #删除 startup-config 文件(启动配置文件)  
erase flash #删除 flash 中的所有文件,包括 IOS 映像文件,慎用  
erase nvram #删除 nvram 中的所有文件,包括 startup-config 文件  
write erase #删除 startup-config 文件,等价于 erase startup-config  
write memory #等价于 copy running-config startup-config
```

上述命令在特权 EXEC 模式下执行。

(7) dir、cd、rename、copy、delete 命令。

dir 列出当前目录、设备(flash、nvram 等)或指定目录下的文件,例如:

```
dir                                #列出当前目录下的文件和子目录
dir nvram:                          #列出 nvram 中的所有文件和子目录
dir falsh:                          #列出 falsh 中的所有文件和子目录
dir falsh:/xyz                      #列出 falsh: /xyz 目录下的所有文件和子目录
cd falsh:/xyz                       #当前目录转换到 falsh: /xyz 目录
rename vlan.dat vlan1.dat           #把当前目录下的 vlan.dat 改名为 vlan1.dat
copy vlan.dat vlan1.dat             #为当前目录下的 vlan.dat 复制一个备份,备份文件为 vlan1.dat
delete vlan1.dat                    #删除当前目录下的文件 vlan1.dat
```

(8) exec-timeout 命令。

exec-timeout 定义了 console 线、VTY 线线路空闲的超时时间,当超时时,线路自动断开。

格式:

```
exec-timeout minutes[seconds]
```

其中,minutes 为分钟数,seconds 为秒数。

(9) 显示系统软件版本。

```
Switch#show version
```

(10) 设置多种口令。Cisco 路由器(或交换机)中可设置以下几种口令。控制口(console)口令:从 console 口用仿真终端访问路由器(或交换机)时,需要本口令。VTY 口令:使用 TELNET 访问路由器(或交换机)时,需要本口令。进入特权模式的 enable 口令:明文显示的进入特权模式的口令。进入特权模式的 enable secret 口令:密文显示的进入特权模式的口令。

设置 console 登录口令。其命令如下:

```
Switch>enable
Switch#config terminal
Switch(config)#line console 0
Switch(config-line)#password cisco123 #设置 console 口登录时的密码为 cisco123
Switch(config-line)#login
Switch(config-line)#exec-timeout 20 5 #设置控制台超时时间为 20 分钟 5 秒
Switch(config-line)#end #用 end 命令一次可以退到最外层
#exit 命令一次只能外退一层

Switch#
```

当重新启动时,屏幕显示:

```
User Access Verification
Password: cisco123(不显示) #输入 console 口登录时的密码 cisco123
#则登录到用户 EXEC 模式
```


第 3 章 虚拟局域网的划分

3.1 VLAN 基础知识

VLAN(Virtual Local Area Network,虚拟局域网)技术的出现,主要为了解决交换机在进行局域网互联时无法限制广播的问题。这种技术可以把一个 LAN 划分成多个逻辑的 LAN——VLAN,每个 VLAN 是一个广播域,VLAN 内的主机间通信就和在一个 LAN 内一样,而 VLAN 间则不能直接互通,这样,广播报文被限制在一个 VLAN 内,如图 3-1 所示。

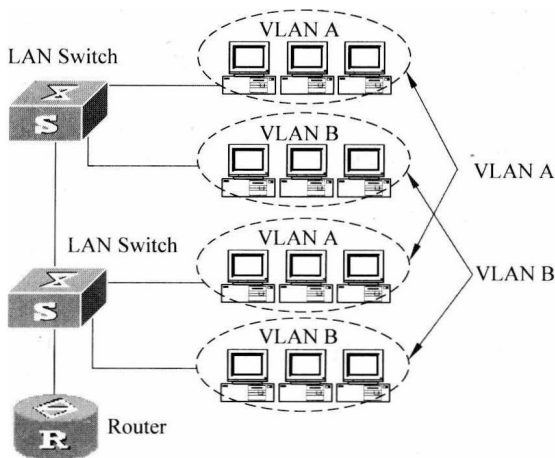


图 3-1 VLAN 示意图

VLAN 的划分不受物理位置的限制:不在同一物理位置范围的主机可以属于同一个 VLAN;一个 VLAN 包含的用户可以连接在同一个交换机上,也可以跨越交换机。

VLAN 的优点如下。

- (1) 限制广播域。广播域被限制在一个 VLAN 内,节省了带宽,提高了网络处理能力。
- (2) 增强局域网的安全性。不同 VLAN 内的报文在传输时是相互隔离的,即一个 VLAN 内的用户不能和其他 VLAN 内的用户直接通信,如果不同 VLAN 要进行通信,则需要通过路由器或三层交换机等三层设备。
- (3) 灵活构建虚拟工作组。用 VLAN 可以划分不同的用户到不同的工作组,同一工作组的用户也不必局限于某一固定的物理范围,网络构建和维护更方便灵活。

VLAN 根据划分方式不同可以分为不同类型,下面列出了 5 种最常见的 VLAN 类型:

- (1) 基于端口的 VLAN;
- (2) 基于 MAC 地址的 VLAN;
- (3) 基于协议的 VLAN;
- (4) 基于 IP 子网的 VLAN;
- (5) 基于策略的 VLAN。