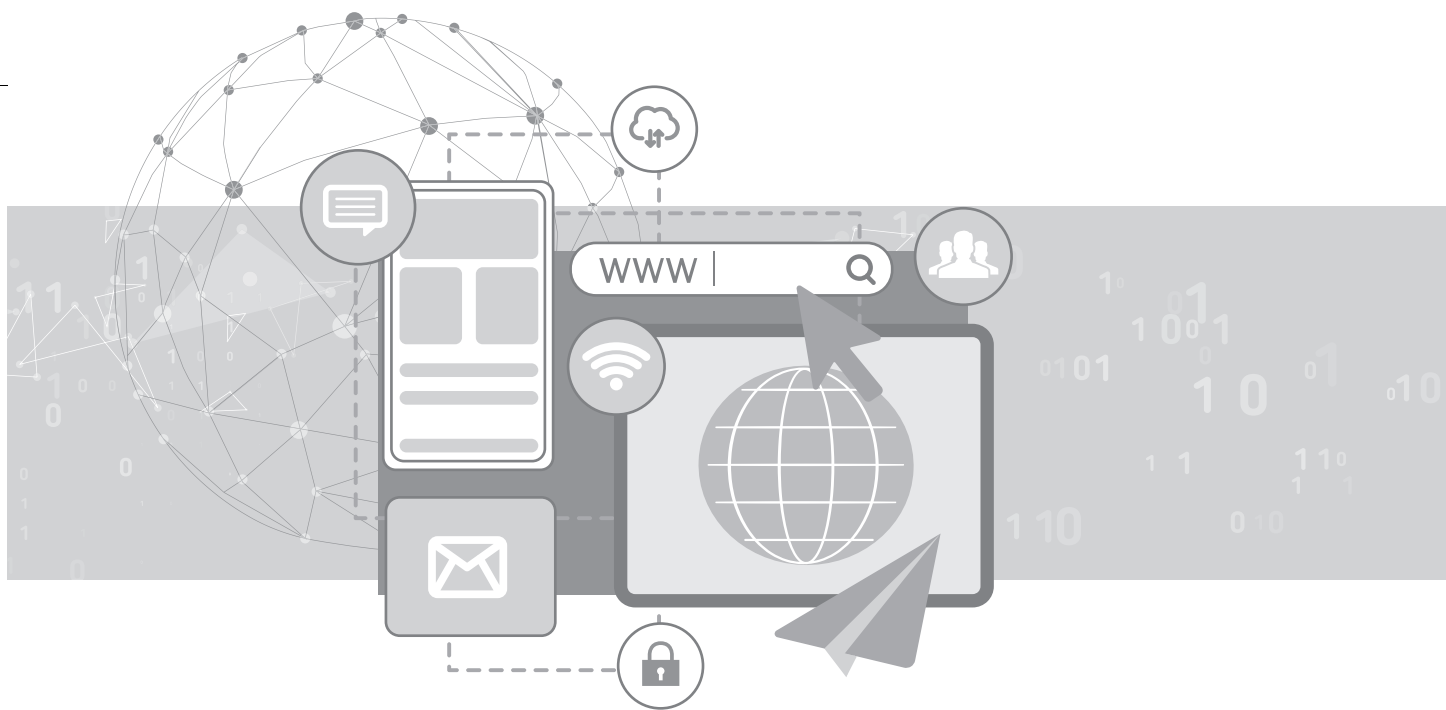


高等学校应用型特色规划教材

计算机 网络基础

主 编◎刘振湖 唐运波

副主编◎彭小庆 董 川 罗文嘉 黄 飞 王旭升



人民邮电出版社
北 京



图书在版编目(CIP)数据

计算机网络基础 / 刘振湖, 唐运波主编. -- 北京 :
人民邮电出版社, 2023.7
高等学校应用型特色规划教材
ISBN 978-7-115-61826-9

I. ①计… II. ①刘… ②唐… III. ①计算机网络—
高等学校—教材 IV. ①TP393

中国国家版本馆CIP数据核字(2023)第091259号

内 容 简 介

本书以计算机网络体系结构与协议为基础, 紧密结合网络新技术, 系统地介绍了计算机网络的基本概念、数据通信基础知识、计算机网络体系结构、局域网技术、网络互联技术、广域网技术、WLAN 技术、网络安全基础知识、SDN 与 NFV 等内容, 并设置了一个案例实践——校园网组网。

本书在编写时突出内容的针对性、应用性和技术性, 在章节设置上环环相扣, 逐步增加知识难度。此外, 本书配有微课视频, 可以帮助读者随时巩固所学内容。

本书可作为高等学校电子信息类专业的教材, 也可作为计算机网络的自学教材。

-
- ◆ 主 编 刘振湖 唐运波
 - 副 主 编 彭小庆 董 川 罗文嘉 黄 飞 王旭升
 - 责任编辑 张晓芬
 - 责任印制 马振武
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
 - 邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 三河市君旺印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1000 1/16
 - 印张: 12.5 2023 年 6 月第 1 版
 - 字数: 266 千字 2023 年 6 月河北第 1 次印刷

定价: 45.00 元

读者服务热线: (010)81055493 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315



前 言

随着计算机网络技术的发展，特别是互联网在全球范围内的普及，计算机网络突破了以往人们在信息交流中所受到的时间和空间限制，成为人们获取信息、交换信息的重要途径和不可缺少的工具，并对社会发展、经济结构及人们日常的生活方式产生了深刻影响。当谈到计算机网络时，人们自然会想到“网络强国”“互联网+”“信息安全”等名词。目前，我国的电子信息产业正在快速发展，我国从网络应用大国变为网络强国；为了发挥“互联网+”的优势，传统行业正在进行优化升级和转型，以适应当下的发展；要捍卫国家信息安全，培养网络技术人才变得愈发重要和紧迫。对于高等学校电子信息类专业的学生来说，“计算机网络”课程不仅是一门必修课，也是一门重要的专业课。

本书按照《高等学校课程思政建设指导纲要》的要求，结合高等学校电子信息类专业人才培养目标，以岗位技能需求为起点，以技能竞赛为导向，融合“1+X”证书制度，拓展学生就业创业本领，缓解结构性就业矛盾，做到“政、岗、课、赛、证”五位一体融合，使学生系统地学习计算机网络的基础知识、运行机制、实现原理，对计算机网络形成一个整体的认识与理解。在具体的网络应用实践中，本书希望能帮助学生不仅知道“怎么做”，而且知道“为什么这么做”，为他们以后学习专业技术打下扎实的基础。

本书以能力培养为目标，精心设计知识框架和相关内容：每章先明确教学目标，然后从易到难地介绍各个知识点，最后以案例实训的形式加深学生对重点知识的理

解。同时，每章配有微课视频，对重点难点知识进行讲解，便于学生自学和复习。本书中的案例实训均采用华为模拟软件来实现。

本书将计算机网络的理论知识和工程应用结合起来，具有较强的可读性和可操作性。此外，本书还提供了大量的网络实验与网络仿真实训，突出培养学生的动手实践能力和知识应用能力，因而具有很强的实用性、针对性和技术性。

由于编者的知识水平和经验有限，书中难免存在不妥之处，敬请各位专家和读者提出宝贵意见，以便进一步完善相关内容。为了配合教学，本书免费提供教学课件、微课视频等资料，读者可扫描并关注下方或封底的“信通社区”二维码，回复数字 61826 进行获取。



“信通社区”二维码



目 录

第 1 章 计算机网络概论	1
1.1 计算机网络的形成、发展及定义	1
1.1.1 计算机网络的形成	1
1.1.2 计算机网络的发展	2
1.1.3 计算机网络的定义	3
1.2 计算机网络的功能与分类	4
1.2.1 计算机网络的功能	4
1.2.2 计算机网络的分类	5
1.3 计算机网络的组成与结构	7
1.3.1 早期计算机网络的组成与结构	7
1.3.2 互联网的组成与结构	9
1.4 计算机网络拓扑类型	9
1.4.1 计算机网络拓扑的定义	9
1.4.2 计算机网络拓扑的分类	10
1.5 网络协议与网络体系结构	15
1.5.1 基本概念	15
1.5.2 OSI 参考模型	17
1.5.3 TCP/IP 模型	21
习题	24
第 2 章 数据通信基础	25
2.1 物理层及其应用	25
2.1.1 物理层的功能	26
2.1.2 物理层接口标准	26
2.1.3 常见的物理层设备	30
2.2 数据通信系统	30
2.2.1 数据通信系统模型	30



计算机网络基础

2.2.2	数据通信的基本概念	31
2.2.3	传输介质的分类及特性	34
2.3	数据通信方式	37
2.3.1	串行通信和并行通信	38
2.3.2	单工、全双工和半双工通信	39
2.4	数据传输方式	39
2.4.1	数字信号与模拟信号	40
2.4.2	频带、基带、宽带传输	41
2.4.3	信源编码方法	42
2.5	多路复用技术	46
2.5.1	频分多路复用	46
2.5.2	时分多路复用	47
2.5.3	波分复用	48
2.5.4	码分复用	48
2.5.5	扩展内容: 同步技术	49
2.6	数据交换技术	50
2.6.1	电路交换	50
2.6.2	存储转发交换	51
	习题	54
第 3 章	数据链路层及其应用	56
3.1	数据传输差错的产生原因及控制方法	56
3.1.1	数据传输差错	57
3.1.2	差错的产生原因	57
3.1.3	差错的控制方法	58
3.2	检错法和纠错法	60
3.2.1	奇偶校验	60
3.2.2	循环冗余校验	61
3.2.3	汉明码	63
3.3	数据链路层的基本概念	65
3.3.1	链路与数据链路	65
3.3.2	数据链路层的功能	66
3.3.3	数据链路层的协议	67
	习题	69
第 4 章	网络层与 IP	70
4.1	网络层的功能	70
4.2	IP 的发展与演变	72



4.3 IPv4 地址	72
4.3.1 IP 地址、子网掩码及 MAC 地址	72
4.3.2 子网划分	75
4.3.3 无类别域间路由选择	78
4.4 IPv6 地址	79
4.4.1 IPv6 的特点	79
4.4.2 IPv6 的地址表示	80
习题	81
第 5 章 局域网技术	82
5.1 VRP 系统	83
5.1.1 VRP 系统的简介与安装	83
5.1.2 VRP 系统的配置命令	88
5.2 VLAN 原理	90
5.2.1 VLAN 的作用	92
5.2.2 VLAN 的划分	93
5.2.3 VLAN 的接口类型	94
5.2.4 VLAN 配置示例	95
5.3 VLAN 间通信	98
5.3.1 使用路由器实现 VLAN 间通信	98
5.3.2 使用 VLANIF 技术实现 VLAN 间通信	102
5.4 生成树	104
5.4.1 环路的危害	104
5.4.2 STP 的工作原理	106
5.4.3 MSTP 简介及配置	108
5.5 链路聚合	109
5.5.1 链路聚合的基本概念	109
5.5.2 链路聚合的作用	110
5.5.3 链路聚合的模式	110
习题	112
第 6 章 网络互联技术	114
6.1 IP 路由基础	114
6.1.1 路由概述	115
6.1.2 静态路由及其配置	119
6.1.3 动态路由协议介绍	120
6.2 OSPF 基础	121
6.2.1 OSPF 的基本概念	122



6.2.2	OSPF 的配置示例	122
6.3	ACL	124
6.4	ACL 的配置示例	126
	习题	128
第 7 章	广域网技术	130
7.1	广域网概述	130
7.1.1	广域网的结构	131
7.1.2	广域网的特点	131
7.1.3	广域网的类型	132
7.2	HDLC 原理	133
7.2.1	HDLC 简介及特点	133
7.2.2	HDLC 的基本配置	134
7.2.3	HDLC 帧结构	135
7.3	PPP 与 PPPoE	137
7.3.1	PPP 原理	138
7.3.2	PPP 的工作过程	139
7.3.3	PPPoE 简介	142
7.3.4	PPPoE 的工作过程	143
	习题	146
第 8 章	WLAN	147
8.1	WLAN 概述	147
8.1.1	什么是 WLAN	148
8.1.2	WLAN 与 Wi-Fi	151
8.2	WLAN 的常见设备	152
8.2.1	无线 AP 概述	152
8.2.2	无线 AC	153
8.2.3	PoE 交换机	154
8.3	WLAN 的组网方式	156
8.3.1	Fat AP 的架构	156
8.3.2	Fit AP+AC 的架构	157
8.3.3	有线侧组网概述	158
8.3.4	无线侧组网概述	159
8.4	WLAN 的工作流程	162
8.4.1	AP 上线	162
8.4.2	AC 业务配置下发	163
8.4.3	STA 接入	164



习题	164
第 9 章 网络安全简介	166
9.1 网络安全基础知识	166
9.1.1 网络安全基础	166
9.1.2 网络安全技术	167
9.1.3 网络防御	172
9.2 防火墙简介	173
习题	175
第 10 章 网络部署与运维	176
10.1 SDN 与 NFV 概述	176
10.1.1 SDN 概述	177
10.1.2 SDN 控制器与南向接口	179
10.1.3 SDN 控制器与北向接口	180
10.1.4 NFV 概述	181
10.1.5 SDN 与 NFV 之间的联系	182
10.2 网络管理与运维	183
10.2.1 网络管理	183
10.2.2 网络运维	185
习题	186
第 11 章 案例实践——校园网组网	187
参考文献	189

5.2.2 VLAN 的划分

1. VLAN 的划分方法

VLAN 的划分方法有基于接口、MAC 地址、IP 子网、基于协议和基于策略这几种。目前，实际网络中应用最多的是基于接口的划分方法。

基于接口划分 VLAN 的原则如下。将 VLAN 标识（VLAN ID）配置到交换机的物理接口上，计算机发送的不带标签（Untagged）的数据帧进入交换机时，会被打上 VLAN Tag（标签）。VLAN Tag 中的 VLAN ID 就是收到数据帧的交换机接口所属的 VLAN。当计算机接入交换机的端口发生变化时，该计算机发送的数据帧的 VLAN Tag 可能会发生变化。

2. VLAN Tag

IEEE 802.1Q 标准规定，以太网数据帧中要加入 4 B 的 VLAN Tag，该标签被简称为 Tag。在图 5-23 中，交换机 SW1 识别出某个数据帧属于哪个 VLAN 后，会在该帧的特定位置上添加一个 Tag。这个 Tag 明确地标识了这个数据帧属于哪个 VLAN。交换机 SW2 在收到这个带标签的数据帧后，便能轻而易举地直接根据 Tag 信息识别出该帧属于哪个 VLAN。

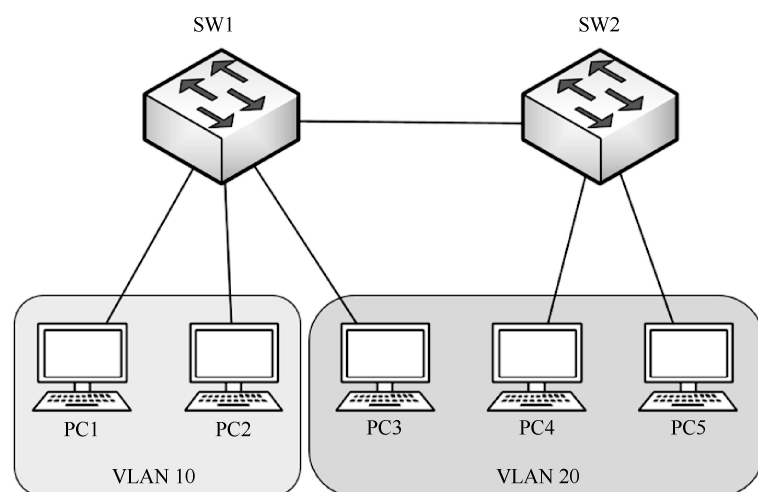


图 5-23 基于接口划分 VLAN 的网络

在图 5-23 所示的基于接口划分 VLAN 的网络中，交换机 SW1 连接的终端 PC1 和 PC2 被划分到 VLAN 10 中，PC3 被划分到 VLAN 20 中。交换机 SW2 连接的终端



PC4 和 PC5 被划分到 VLAN 20 中。此时，PC3 不能和 PC1 与 PC2 通信，而 PC1 和 PC2 之间能相互通信。

每个交换机的接口会配置一个端口 VLAN 标识（Port VLAN ID，PVID）。到达该端口的 Untagged 数据帧将会被交换机划分到 PVID 所标识的 VLAN 中。在默认情况下，PVID 的值为 1。

5.2.3 VLAN 的接口类型

VLAN 的接口有 3 种，分别是 Access 接口、Trunk 接口和 Hybrid 接口。

1. Access 接口

Access 接口仅允许 VLAN ID 与 PVID 相同的数据帧通过。

2. Trunk 接口

Trunk 接口仅允许 VLAN ID 在允许通过列表中的数据帧通过。

Trunk 接口可以允许多个 VLAN 的数据帧带 Tag（Tagged 帧）通过，但只允许一个 VLAN 的数据帧从该类接口上发送时不带 Tag（即剥除 Tag）。

（1）接收数据帧

当 Trunk 接口从链路上收到一个 Untagged 帧时，交换机会先在该帧中添加 VLAN ID 为 PVID 的 Tag，然后查看 PVID 是否在允许通过的 VLAN ID 列表中。如果在列表中，则交换机转发 Tagged 帧；如果不在列表中，则交换机丢弃 Tagged 帧。

当 Trunk 接口从链路上收到一个 Tagged 帧时，交换机会检查该帧 Tag 中的 VLAN ID 是否在允许通过的 VLAN ID 列表中。如果在列表中，则交换机转发 Tagged 帧；如果不在列表中，则交换机丢弃 Tagged 帧。

（2）发送数据帧

当 Tagged 帧从交换机的其他接口到达 Trunk 接口时，如果该帧 Tag 中的 VLAN ID 不在允许通过的 VLAN ID 列表中，则该 Tagged 帧会被交换机丢弃。

当 Tagged 帧从交换机的其他接口到达 Trunk 接口后，如果该帧 Tag 中的 VLAN ID 在允许通过的 VLAN ID 列表中，则交换机会比较该 Tag 中的 VLAN ID 是否与接口的 PVID 相同。如果相同，则交换机会对 Tagged 帧的 Tag 进行剥离，然后将得到的 Untagged 帧通过链路发送出去。如果不同，则交换机不会对 Tagged 帧的 Tag 进行剥离，而是直接将它从链路上发送出去。

3. Hybrid 接口

Hybrid 接口可以允许多个 VLAN 的数据帧带 Tag 通过,且允许交换机对经其发出的数据帧根据需要来配置是否带 Tag。

Hybrid 接口与 Trunk 接口最主要的区别是 Hybrid 接口能够支持多个 VLAN 的数据帧不带标签通过。

5.2.4 VLAN 配置示例

某企业的交换机连接了很多用户,且相同业务的用户通过不同的设备接入该网络。为了通信的安全性,企业希望业务相同的用户之间可以互相访问,业务不同的用户则不能直接访问。

要满足该企业的需求,我们可以在交换机上配置基于接口划分的 VLAN,把业务相同的用户所连接的接口划分到同一个 VLAN 中,从而实现属于不同 VLAN 的用户不能直接进行通信、属于相同 VLAN 的用户可以直接通信的目标。该企业网络的 VLAN 划分方案如图 5-24 所示。

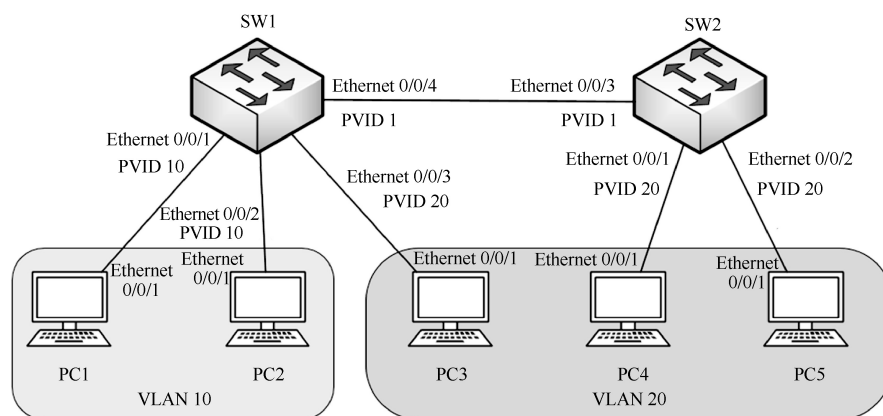


图 5-24 该企业网络的 VLAN 划分方案

该企业网络的 IP 地址及 VLAN 规划见表 5-1。

表 5-1 IP 地址及 VLAN 规划

设备接口	IP 地址	VLAN
PC1-Ethernet 0/0/1	192.168.10.1/24	10
PC2-Ethernet 0/0/1	192.168.10.2/24	10
PC3-Ethernet 0/0/1	192.168.20.3/24	20

(续表)

设备接口	IP 地址	VLAN
PC4-Ethernet 0/0/1	192.168.20.4/24	20
PC5-Ethernet 0/0/1	192.168.20.5/24	20

SW1 在 VRP 系统中的配置命令如下。

```

<Huawei>system-view                # 进入系统视图
[Huawei]sysname SW1                  # 修改设备名为 SW1
[SW1]vlan 10                         # 创建 VLAN 10
[SW1-vlan10]vlan 20                  # 创建 VLAN 20
[SW1-vlan20]quit                     # 退出，返回系统视图
[SW1]interface Ethernet 0/0/1        # 进入 Ethernet0/0/1 接口
[SW1-Ethernet0/0/1]port link-type access # 设置接口类型为 Access 类型
[SW1-Ethernet0/0/1]port default vlan 10 # 将接口规划在 VLAN 10 内
[SW1-Ethernet0/0/1]interface Ethernet 0/0/2
[SW1-Ethernet0/0/2]port link-type access
[SW1-Ethernet0/0/2]port default vlan 10
[SW1-Ethernet0/0/2]interface Ethernet 0/0/3
[SW1-Ethernet0/0/3]port link-type access
[SW1-Ethernet0/0/3]port default vlan 20
[SW1-Ethernet0/0/3]interface Ethernet 0/0/4
[SW1-Ethernet0/0/4]port link-type trunk # 设置接口类型为 Trunk
[SW1-Ethernet0/0/4]port trunk allow-pass vlan 10 20 # 设置接口允许通过 VLAN 10 和 VLAN
                                                    20 的数据帧
    
```

SW2 在 VRP 系统中的配置命令如下。

```

<Huawei>system-view
[Huawei]sysname SW2
[SW2]vlan batch 10 20
[SW2]interface Ethernet 0/0/1
[SW2-Ethernet0/0/1]port link-type access
[SW2-Ethernet0/0/1]port default vlan 20
[SW2-Ethernet0/0/1]interface Ethernet 0/0/2
[SW2-Ethernet0/0/2]port link-type access
[SW2-Ethernet0/0/2]port default vlan 20
[SW2-Ethernet0/0/2]interface Ethernet 0/0/3
[SW2-Ethernet0/0/3]port link-type trunk
[SW2-Ethernet0/0/3]port trunk allow-pass vlan 10 20
    
```