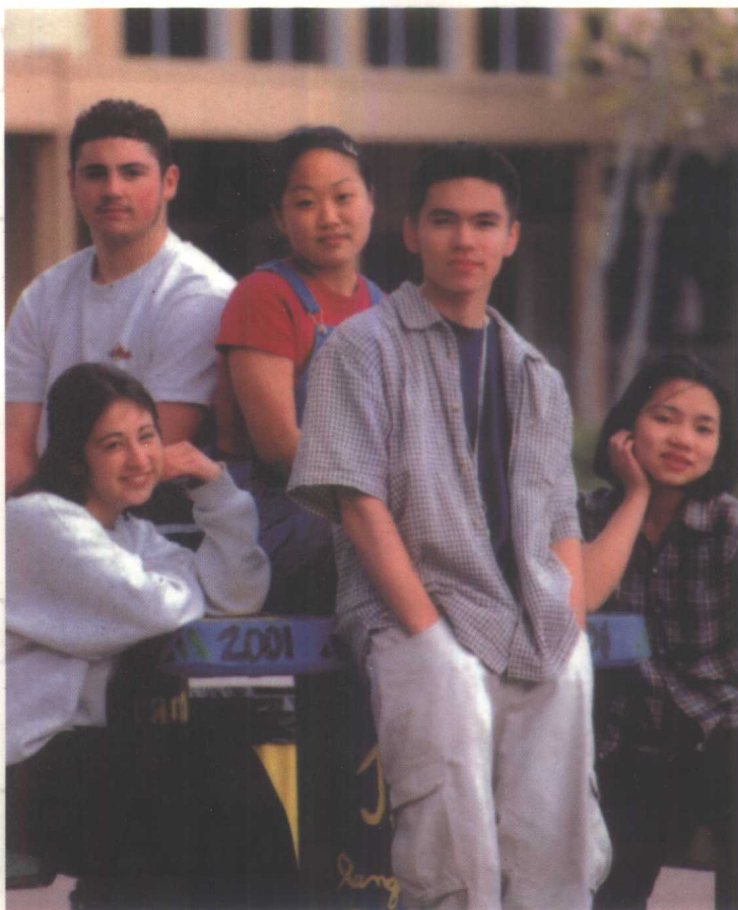


Authorized curriculum for the  
Cisco Systems Networking Academy



编著：  
[美] Vito Amato  
译：  
韩江 马刚

# 思科网络技术学院教程

(下册)

CISCO NETWORKING  
ACADEMY PROGRAM:  
SECOND-YEAR COMPANION GUIDE

人民邮电出版社  
[www.pptph.com.cn](http://www.pptph.com.cn)

CISCO SYSTEMS  
CISCO PRESS  
[www.ciscopress.com](http://www.ciscopress.com)

# 思科网络技术学院教程

## (下 册)

[美] Vito Amato 编著

韩 江 马 刚 译

人 民 邮 电 出 版 社

## 内 容 提 要

思科网络技术学院 (*Cisco networking Academy*) 是 Cisco System 公司在全球范围推出的一个主要面向初级网络工程技术人员培训项目, 其培训内容与 CCNA 类似。

本书为思科网络技术学院的配套书面教程的下册, 主要内容包括: 局域网中可能出现的问题及解决方法, VLAN 和网间交换的概况, 局域网设计的全过程, 如何用路由器来连接多个网络, 标准的和扩展的访问控制列表 (ACL), Novell IPX 协议的操作和配置, 广域网中应用的各种协议和技术, 广域网设计方法的概况, PPP 通信的基本组成部分、过程和操作及 PPP 的配置和验证, ISDN 的服务内容、标准、组成部分、操作和配置, 帧中继的服务、标准、组成部分和操作。每章的最后提供了复习题。

书中以华盛顿项目作为实际的案例, 帮助读者理解和应用已经学到的知识, 它贯穿全书。在进行此项目的过程中, 还有一份工程师日记。

附录 A 是每章结尾复习题的答案; 附录 B 描述和定义了与 Cisco 路由器配置和使用相关的命令; 附录 C 为词汇表, 详述了书中使用的有关网络的专用名词和缩写。

# 版权声明

Vito Amato: Cisco Networking Academy Program:  
Second-Year Companion Guide.

Authorized translation from English language edition  
published by Cisco Press.

Copyright © 2000 by Cisco Press.

All rights reserved. For sale in Mainland China only.

本书中文简体字版由美国 Cisco Press 出版公司授权人民  
邮电出版社出版。未经出版者书面许可，对本书的任何部分  
不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有，侵权必究。

# 前 言

*Cisco Networking Academy Program: Second-Year Companion Guide* 被设计成一个对思科网络技术学院教程理论和实验课程的补充, 掌握这些内容可以使你有能力在计算机网络领域从容应聘或是接受更高级的教育和培训。

此书的内容比你在思科网络技术学院教程中学到的在线培训教材更深入, 本书的主题、内容都适用于 CCNA 考试。此书遵循了在线教程中的样式及风格。另外, 此书沿用了思科网络技术学院教程中的两学期课程模式。

这本书可以使你增长在交换机、局域网、虚拟局域网的设计、配置及维护方面的知识和实际经验。此书中包含的概念可以帮你提高在局域网、广域网、Novell 网络、IPX 路由、IGRP 协议配置和处理网络故障方面的技能。另外, 此书还可以使你了解广域网、ISDN、PPP 和帧中继的设计、配置和维护的实际操作。

## 1. 华盛顿项目

第 4 章中介绍了华盛顿项目。此项目是个实际的案例, 来帮助你理解并实际应用已经学到的知识。华盛顿项目在教程的第 1 学期课程中有介绍, 但是, 实际方案直到第 3、4 学期课程才开始实施, 它将贯穿全书。当书中介绍有关概念时, 你将学到如何应用它们。本书每一章都包括可以帮你掌握完成华盛顿项目所需知识的内容、概念和主题。

亚利桑那州凤凰城的一个区域被作为华盛顿项目的现场模型, 你将会得到这个区域的各个学校的建筑图(电子的)和实地的线路图(也是电子格式的)。你的教师将向你提供完整的设计思想、说明书和技术要求作为资料。在进行此项目的过程中, 你会被要求做一份工程学日记; 在接近第 4 学期课程结束时, 你会被要求提交一份最后的设计方案, 并且对此项目做口头表述。

## 2. 编写此书的目的

这本书的目的是教会你有关 Cisco 支持的网络技术, 帮助你理解如何设计和建立网络, 如何配置 Cisco 路由器。它既可以与思科网络技术学院教程共同使用, 也可以作为一本独立的参考书。

### 3. 本书的读者群

这本书是为任何一个想要学习网络技术的人编写的。此书面向的第一个读者群主要是高中、大中专院校学生。特别是，在教学环境中，此书既能在课堂上作为教科书使用，也可以在机房中作为实验手册使用。

第二个读者群是公司的培训人员和公司的职员。为了使公司和科研机构能够充分利用网络功能，很多人需要接受网络设计和开发方面的培训。

第三个读者群是一般的用户。这本书对用户友好的态度和决不枯燥难懂的表述方式应该会吸引那些愿意远离专业技术手册的读者。

# 目 录

<b>第 1 章 OSI 参考模型和路由</b> .....	1
1.1 简介 .....	2
1.2 层次网络模型: OSI 参考模型 .....	2
1.2.1 端到端通信 .....	3
1.2.2 数据封装 .....	4
1.3 物理层 .....	5
1.4 数据链路层 .....	6
1.5 网络层 .....	7
1.5.1 IP 寻址和子网 .....	8
1.5.2 路径判断 .....	9
1.5.3 路径通信 .....	9
1.5.4 ICMP .....	10
1.5.5 ARP .....	12
1.5.6 路由选择 .....	12
1.5.7 被动路由协议与路由选择协议 .....	14
1.5.8 IP 路由配置任务 .....	17
1.6 传输层 .....	18
1.6.1 分段高层应用 .....	18
1.6.2 建立一个连接 .....	19
1.6.3 数据传输 .....	19
1.6.4 用窗口实现可靠性 .....	19
1.6.5 确认技术 .....	20
1.7 总结 .....	20
1.8 复习题 .....	21
1.9 主要术语 .....	22
<b>第 2 章 局域网交换</b> .....	29
2.1 简介 .....	30
2.2 网络要求 .....	30

2.2.1 以太网/802.3 接口 .....	30
2.2.2 使用中继器扩展共享介质 LAN .....	32
2.3 提高 LAN 性能 .....	33
2.3.1 全双工以太网 .....	33
2.3.2 LAN 分段 .....	34
2.4 交换和桥接概述 .....	37
2.4.1 LAN 交换延时 .....	37
2.4.2 第 2 层和第 3 层交换 .....	37
2.4.3 LAN 交换机如何学习地址 .....	38
2.4.4 交换机的作用 .....	39
2.4.5 对称和不对称的交换机 .....	39
2.4.6 存储器缓冲区 .....	40
2.4.7 两种交换方法 .....	40
2.4.8 VLAN .....	41
2.5 生成树协议 .....	41
2.6 总结 .....	42
2.7 复习题 .....	42
2.8 主要术语 .....	43
<b>第 3 章 虚拟局域网 .....</b>	<b>49</b>
3.1 简介 .....	50
3.2 VLAN 综述 .....	50
3.3 用交换体系结构进行分段 .....	51
3.3.1 VLAN 和物理边界 .....	51
3.3.2 通过主干传递 VLAN 信息 .....	52
3.3.3 VLAN 中的路由器 .....	53
3.3.4 交换式网络的配置 .....	53
3.4 VLAN 的实现 .....	54
3.4.1 端口为中心的 VLAN .....	55
3.4.2 静态 VLAN .....	55
3.4.3 动态 VLAN .....	55
3.5 VLAN 的优点 .....	56
3.5.1 增加、移动或改变用户的位置 .....	56
3.5.2 控制广播活动 .....	57
3.5.3 提供较好的网络安全性 .....	58
3.5.4 利用现有的集线器以节省开支 .....	58
3.6 总结 .....	59
3.7 复习题 .....	60
3.8 关键术语 .....	61



<b>第 4 章 局域网设计</b> .....	65
4.1 简介 .....	66
4.2 网络设计目标 .....	66
4.3 网络设计的组成部分 .....	67
4.3.1 服务器的功能和所处的位置 .....	67
4.3.2 Intranet .....	69
4.3.3 冲突检测 .....	69
4.3.4 分段 .....	69
4.3.5 带宽域与广播域的比较 .....	70
4.4 网络设计方法 .....	71
4.4.1 收集用户需求 .....	71
4.4.2 分析需求 .....	72
4.4.3 有效性和网络流量 .....	72
4.4.4 网络拓扑结构的设计 .....	73
4.5 总结 .....	88
4.6 华盛顿学校园区网络项目任务：局域网设计 .....	88
4.7 复习题 .....	88
4.8 主要术语 .....	89
<b>第 5 章 路由选择协议：IGRP</b> .....	95
5.1 简介 .....	96
5.2 网络层基础 .....	96
5.2.1 网络层路由选择 .....	96
5.2.2 路由选择表 .....	97
5.2.3 使用计量标准来描述位距 .....	97
5.2.4 网络层通信路径 .....	97
5.2.5 网络地址和主机地址 .....	99
5.3 路由协议和路由选择协议 .....	99
5.4 IP 路由选择协议 .....	99
5.4.1 最优路由 .....	100
5.4.2 简单性和高效性 .....	100
5.4.3 健壮性 .....	101
5.4.4 快速收敛 .....	101
5.4.5 灵活性 .....	101
5.4.6 静态路由选择 .....	102
5.4.7 动态路由选择 .....	102
5.4.8 路由选择的分类 .....	102
5.5 IP 路由选择的配置 .....	102
5.6 了解 IGRP 的有关操作 .....	103

5.6.1	内部系统和外部 IGRP 路由	103
5.6.2	创建 IGRP 路由选择过程	104
5.6.3	提高 IGRP 的稳定性	105
5.6.4	IGRP 计量标准信息	107
5.6.5	IGRP 更新消息	107
5.6.6	最大跳数	107
5.7	总结	108
5.8	华盛顿学校园区网络项目任务: 路由选择协议及配置 IGRP	108
5.9	复习题	109
5.10	主要术语	110
<b>第 6 章</b>	<b>访问控制列表</b>	<b>113</b>
6.1	简介	114
6.2	ACL 概述	114
6.2.1	为什么要建立 ACL	115
6.2.2	按正确顺序创建 ACL	116
6.2.3	使用 ACL	117
6.2.4	ACL 是如何工作的	117
6.3	ACL 配置任务	119
6.3.1	把 ACL 分组到各个接口	120
6.3.2	为每个 ACL 分配唯一的表号	120
6.3.3	怎样使用通配符掩码位	121
6.3.4	如何使用通配符 any	123
6.3.5	如何使用通配符 host	124
6.4	标准访问控制列表	124
6.4.1	标准 ACL 的有关例子	125
6.4.2	标准 ACL 例子 1: 允许一个源的通信流量通过	127
6.4.3	标准 ACL 例子 2: 拒绝一个特定主机的通信流量	128
6.4.4	标准 ACL 例子 3: 拒绝一个特定子网的通信流量	128
6.5	扩展访问控制列表	129
6.5.1	扩展 ACL 的有关例子	130
6.5.2	扩展 ACL 例子 1: 拒绝 FTP 通信流量通过 E0	132
6.5.3	扩展 ACL 例子 2: 只拒绝通过 E0 的 Telnet 通信流量	133
6.6	使用命名访问控制列表	134
6.6.1	deny 命令	135
6.6.2	permit 命令	135
6.7	使用带协议的访问控制列表	136
6.8	正确放置 ACL	137
6.8.1	使用带防火墙功能的 ACL	138
6.8.2	搭建防火墙体系结构	138

6.9 验证访问控制列表 .....	140
6.10 总结 .....	141
6.11 华盛顿学校园区网络项目任务：使用 ACL .....	141
6.12 复习题 .....	141
6.13 主要术语 .....	142
<b>第 7 章 Novell IPX .....</b>	<b>145</b>
7.1 简介 .....	146
7.2 NetWare 网络中的 Cisco 路由器 .....	146
7.3 IPX 概述 .....	147
7.4 Novell 封装 .....	150
7.4.1 Cisco 封装的命名情况 .....	151
7.4.2 IPX 数据包格式 .....	152
7.5 使用 RIP 进行 Novell 路由选择 .....	153
7.6 服务通告协议 .....	156
7.7 接通最近服务器协议 .....	157
7.8 Novell IPX 配置任务 .....	158
7.8.1 Novell IPX 全局配置 .....	158
7.8.2 给接口分配 IPX 网络号 .....	158
7.8.3 验证 IPX 操作 .....	160
7.9 监视和管理 IPX 网络 .....	160
7.9.1 监视 IPX 接口状态 .....	161
7.9.2 监视 IPX 路由选择表 .....	161
7.9.3 监视 Novell IPX 服务器 .....	163
7.9.4 监视 IPX 通信流量 .....	164
7.9.5 IPX 路由选择的故障检修 .....	167
7.9.6 IPX SAP 的故障检修 .....	167
7.9.7 IPX ping 命令 .....	168
7.9.8 特权 IPX ping 命令 .....	168
7.9.9 用户 IPX ping 命令 .....	169
7.10 总结 .....	170
7.11 华盛顿学校园区网络项目设计：配置 Novell IPX .....	171
7.12 复习题 .....	171
7.13 主要术语 .....	172
<b>第 8 章 广域网 .....</b>	<b>175</b>
8.1 简介 .....	176
8.2 广域网技术概述 .....	176
8.2.1 广域网服务 .....	176
8.2.2 广域网服务供应商 .....	177

8.2.3 广域网虚电路 .....	178
8.2.4 广域网信令标准和速率 .....	179
8.3 广域网设备 .....	180
8.3.1 路由器 .....	180
8.3.2 广域网交换机 .....	180
8.3.3 调制解调器 .....	181
8.3.4 CSU/DSU .....	181
8.3.5 ISDN 终端适配器 .....	182
8.4 广域网和 OSI 参考模型 .....	182
8.4.1 广域网物理层 .....	182
8.4.2 广域网数据链路层 .....	183
8.5 广域网帧封装格式 .....	184
8.5.1 PPP 封装 .....	185
8.5.2 HDLC 封装 .....	185
8.6 广域网链路选项 .....	186
8.6.1 专线 .....	186
8.6.2 包交换连接 .....	187
8.6.3 电路交换连接 .....	188
8.7 总结 .....	190
8.8 华盛顿学校园区工程任务: 广域网 .....	191
8.9 复习题 .....	191
8.10 主要术语 .....	192
<b>第9章 广域网设计 .....</b>	<b>197</b>
9.1 简介 .....	198
9.2 广域网通信 .....	198
9.3 广域网设计第一步 .....	200
9.3.1 收集需求 .....	201
9.3.2 分析需求 .....	202
9.3.3 敏感性测试 .....	204
9.4 认识和选择网络性能 .....	204
9.4.1 认识和选择网络模型 .....	204
9.4.2 分层网络设计模型 .....	205
9.4.3 分层广域网设计的优势 .....	209
9.4.4 帧中继和 ISDN 广域网链路 .....	212
9.5 华盛顿学校园区项目任务: 广域网设计 .....	213
9.6 总结 .....	213
9.7 复习题 .....	213
9.8 主要术语 .....	215

<b>第 10 章 PPP</b> .....	217
10.1 简介 .....	218
10.2 PPP 概述 .....	218
10.2.1 PPP 的组成 .....	219
10.2.2 PPP 中各层的功能 .....	219
10.2.3 PPP 帧格式 .....	220
10.3 PPP 会话的建立过程 .....	220
10.3.1 阶段 1: 链路建立和配置协调 .....	221
10.3.2 阶段 2: 链路质量检测 .....	221
10.3.3 阶段 3: 网络层协议配置协调 .....	221
10.3.4 阶段 4: 关闭链路 .....	222
10.4 PPP 认证 .....	222
10.4.1 配置 PPP 认证 .....	223
10.4.2 配置 CHAP 认证 .....	224
10.5 总结 .....	224
10.6 华盛顿校园区项目任务: PPP .....	225
10.7 复习题 .....	225
10.8 主要术语 .....	226
<b>第 11 章 ISDN</b> .....	229
11.1 简介 .....	230
11.2 ISDN 概述 .....	230
11.2.1 ISDN 的组成 .....	231
11.2.2 ISDN 参考点 .....	231
11.2.3 ISDN 交换类型 .....	233
11.2.4 ISDN 服务类型标识 .....	233
11.2.5 ISDN 的标准化 .....	233
11.3 ISDN 和 OSI 参考模型 .....	234
11.3.1 ISDN 物理层 .....	234
11.3.2 ISDN 数据链路层 .....	235
11.3.3 ISDN 网络层 .....	236
11.4 ISDN 封装 .....	237
11.5 ISDN 的用途 .....	238
11.5.1 远程接入 .....	238
11.5.2 远程节点 .....	238
11.5.3 SOHO 互连 .....	239
11.6 ISDN 服务: BRI 和 PRI .....	240
11.6.1 建立 BRI 连接 .....	241
11.6.2 BRI 硬件 .....	242

11.7 ISDN 配置任务 .....	242
11.7.1 配置 ISDN BRI .....	243
11.7.2 定义交换类型 .....	243
11.7.3 定义 SPID .....	244
11.7.4 BRI 配置实例 .....	245
11.7.5 验证 BRI 的操作 .....	246
11.8 按需拨号路由选择 .....	246
11.8.1 验证 DDR .....	247
11.8.2 DDR 调试操作 .....	247
11.9 总结 .....	248
11.10 华盛顿学校园区项目任务: ISDN .....	248
11.11 复习题 .....	249
11.12 主要术语 .....	250
<b>第 12 章 帧中继 .....</b>	<b>253</b>
12.1 简介 .....	254
12.2 帧中继技术概述 .....	254
12.2.1 帧中继术语 .....	255
12.2.2 帧中继的操作 .....	256
12.2.3 帧中继的数据链路连接标识符 (DLCI) .....	257
12.2.4 帧中继的帧格式 .....	258
12.2.5 帧中继编址方式 .....	259
12.3 Cisco 的帧中继实现方案: LMI .....	259
12.3.1 LMI 操作 .....	259
12.3.2 LMI 扩展 .....	260
12.3.3 LMI 帧格式 .....	260
12.4 全局寻址 .....	261
12.4.1 多目发送 .....	262
12.4.2 逆向 ARP .....	262
12.4.3 帧中继映射 .....	262
12.4.4 帧中继交换表 .....	263
12.5 帧中继子接口 .....	265
12.5.1 水平分割路由选择环境 .....	266
12.5.2 使用子接口解决可达性问题 .....	267
12.6 基本帧中继的配置 .....	267
12.6.1 验证帧中继的有关操作 .....	269
12.6.2 检验线路是否处于连通状态 .....	269
12.6.3 检验帧中继映射是否成功 .....	270
12.6.4 检验到中心站点路由器的连通性 .....	270
12.6.5 配置帧中继连接的串行接口 .....	271

12.6.6 验证帧中继的配置情况 .....	271
12.6.7 配置子接口 .....	272
12.6.8 配置可选的命令 .....	274
12.7 总结 .....	276
12.8 华盛顿学校园区网络项目设计：帧中继 .....	276
12.9 复习题 .....	276
12.10 主要术语 .....	278
<b>附录 A 复习题答案 .....</b>	<b>281</b>
第 1 章 .....	281
第 2 章 .....	282
第 3 章 .....	282
第 4 章 .....	283
第 5 章 .....	283
第 6 章 .....	284
第 7 章 .....	284
第 8 章 .....	284
第 9 章 .....	285
第 10 章 .....	285
第 11 章 .....	286
第 12 章 .....	286
<b>附录 B 命令总结 .....</b>	<b>287</b>
<b>附录 C 词汇表 .....</b>	<b>291</b>

# 第 1 章

## OSI 参考模型和路由

在学习完本章之后，你将能够：

- 描述 OSI 参考模型的全部功能和它解决的问题；
- 描述 OSI 参考模型的物理层的特性；
- 描述 OSI 参考模型的数据链路层的特性；
- 描述 OSI 参考模型的网络层的特性；
- 描述 OSI 参考模型的传输层的特性；
- 描述网络中路由的功能；
- 理解路由协议的不同分类。



## 1.1 简介

网络是一个复杂的环境，它牵涉到多种媒体、多种协议，它还能与某组织中心办公室外部的网络互联。设计精良并仔细安装的网络能减少随着网络环境的发展带来的问题。

设计、构建并维护一个网络是一个具有挑战性的任务。即使是一个仅包含 50 个路由节点的小型网络也可能导致后果不可预料的复杂问题。有成千个节点的大型网络会产生更多复杂的问题。尽管设备的性能和介质性能都提高了，但设计和构造一个网络仍是困难的。

本章对开放系统互联（OSI）参考模型进行了回顾，并对网络规划和路由的设计进行概要介绍。使用 OSI 参考模型作为网络设计的参考对网络的变化很有利。使用 OSI 的层次结构参考模型能让你按层次来设计网络。OSI 参考模型是构建和设计网络的核心，在每一层都执行一定的任务来促进数据通信。在网络领域，参考模型的 1 到 4 层是重点。这四层定义了：

- LAN 和 WAN 所用介质的类型和速度；
- 数据如何通过介质发送；
- 使用的地址方案类型；
- 数据如何通过网络可靠传输，如何进行流量控制；
- 使用的路由协议类型。

## 1.2 层次网络模型：OSI 参考模型

网络模型使用分层来简化网络功能。网络功能的分离叫分层（layering）。为了解分层的重要性，让我们来考虑一下 OSI 参考模型，它是用来理解和实施计算机通信的分层模型。OSI 参考模型通过使用层次简化了两台计算机相互通信所要求的任务。每一层集中完成一定的功能，因此允许网络设计者为每层选择适当的网络设备和功能。在 OSI 参考模型中，它的 7 层分别表示了不同的网络功能。

这种按网络功能划分的原因包括：

- 层把网络操作分成低复杂性的单元。
- 层定义了用于即插即用兼容性的标准接口。
- 层使设计者能专心设计和开发模块功能。
- 层提高了不同网络模块功能的匀称性，让它们能很好地一起工作。
- 层使一个区域的改变不会影响其他区域，这样每个区域能发展更快。
- 层把网络的复杂性分成了孤立的、更容易学习的操作。

如图 1-1 所示，OSI 参考模型的每一层完成特定的功能：

应用层（第 7 层）——这一层给用户应用提供网络服务。例如，一个字处理应用使用了这一层的文件传输服务。

表示层（第 6 层）——这一层提供了数据表示和代码格式，还有数据传输语法的协商。它确保从网络进来的数据能被应用使用，应用发送的信息能在网络上传送。

会话层（第 5 层）——这一层建立、维持和管理应用之间的会话。