

十三五

高等职业教育“十三五”规划教材（计算机类）

路由交换技术

LUYOU JIAOHUAN JISHU

谭营军 娄松涛◎主 编

- 全书共10个项目，内容包括IOS配置基础、交换机配置基础、配置虚拟局域网、STP原理与配置、路由器配置基础、配置RIP、配置OSPF、路由策略与优化、配置ACL实现流量过滤以及实现网络地址转换。融合下一代互联网技术，加入了IPv6、RIPng、OSPFv3等相关内容，以适应行业发展需求。
- 每个项目包含情境引入、学习目标、任务分解、项目小结、项目练习和项目实训等环节，并配备大量综合实例和练习，便于教师课堂讲授及学生上机操作学习。

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子课件

高等职业教育“十三五”规划教材（计算机类）

路由交换技术

主 编 谭营军 娄松涛
副主编 张 艳 韩 敏
参 编 丁玉涛



机械工业出版社

本书共 10 个项目, 详细介绍了路由和交换的相关技术。主要内容包括路由器和交换机的基本软硬件组成、IOS 系统文件及基本的设备配置命令、交换机的工作原理及基本配置、VLAN 技术及配置、交换网络中的链路冗余及生成树协议、路由器的相关概念、配置 RIP、配置 OSPF、路由策略与优化、配置 ACL 和网络地址转换。在具体章节上融合下一代互联网技术, 以适应行业发展需求, 如在介绍路由基础知识的时候加入了 IPv6 的相关配置, 在配置 RIP 章节中加入了 RIPng 的相关内容, 在配置 OSPF 章节中加入了 OSPFv3 的介绍和配置。本书以项目任务的形式展开基础知识的讲解, 并配有真实的项目实例, 既便于教师课堂讲授演示, 又适合学生对照进行上机操作学习。同时在每章最后都配有习题和实训内容, 用来巩固和应用重要概念及加强学生对章节内容的理解, 也便于教师更好地开展实训。

本书内容丰富、层次清晰、通俗易懂、图文并茂、易教易学, 注重知识性、基本原理和方法的介绍, 更注重上机实践环节。本书适合高职院校计算机网络技术、计算机应用技术和计算机通信等专业使用, 也可作为中等职业院校和各类计算机培训班的教材和自学参考书。

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

路由交换技术 / 谭营军, 姜松涛主编. —北京: 机械工业出版社, 2017. 1

高等职业教育“十三五”规划教材·计算机类
ISBN 978-7-111-55724-1

I. ①路… II. ①谭… ②姜… III. ①计算机网络-路由选择-高等职业教育-教材 ②计算机网络-信息交换机-高等职业教育-教材 IV. ①TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 306564 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

责任校对: 张晓蓉 封面设计: 陈 沛

责任印制: 李 洋

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2017 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·13.75 印张·346 千字

0 001-3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-55724-1

定价: 30.00 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

前 言

随着计算机应用技术和网络技术的迅速发展和日益普及,计算机网络已经成为人们生活的一个重要组成部分,培养大批熟练掌握网络技术的高端技能型人才是当今社会发展的迫切需要。“路由交换技术”是一门实践性非常强的课程,要想掌握网络设备的配置及应用技术,必须在学习一定理论知识的基础上,以实际的项目为依托进行训练,做到理论与实践相结合,方能取得理想的学习效果。

本书是结合“计算机网络技术”省级特色专业建设项目、河南省职业教育特色院校建设项目的要求所申请的教材建设项目,编者长期从事计算机网络技术专业的教学工作,在进行深度校企合作和教学改革实践的基础上,作为项目研究成果,旨在推出一本能体现网络技术技能型人才培养目标与特色的项目化教材。本书在编写过程中,摒弃了枯燥的理论体系,采用项目任务式架构呈现课程内容。在内容和形式上,力求学以致用、简繁适度、突出重点。

本书共包括 10 个项目,分别是 IOS 配置基础、交换机配置基础、配置虚拟局域网、STP 原理与配置、路由器配置基础、配置 RIP、配置 OSPF、路由策略与优化、配置 ACL 实现流量过滤和网络地址转换。每个项目中包含情境引入、学习目标、任务分解、项目小结、项目练习和项目实训。全书图文并茂、条理清晰、通俗易懂、内容丰富,通过配备的大量综合实例和练习,让读者在不断的实际操作中更加牢固地掌握书中讲解的内容。

本书由河南职业技术学院的谭营军和娄松涛担任主编,负责组织策划工作,张艳和韩敏担任副主编,丁玉涛参加编写。其中,项目 1、项目 5 和项目 8 由谭营军编写;项目 9 和项目 10 由娄松涛编写;项目 6 和项目 7 由张艳编写;项目 2、项目 3 和项目 4 由韩敏编写;各章项目实训由丁玉涛编写。

由于作者水平有限,书中难免有不妥和错误之处,欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

前 言

项目 1	IOS 配置基础	1
任务 1	了解 IOS	1
任务 2	掌握 IOS 模式	4
任务 3	利用 IOS 进行基本配置	12
项目小结	.....	20
项目练习	.....	20
项目实训	.....	21
项目 2	交换机配置基础	22
任务 1	了解交换机的基础知识	22
任务 2	掌握交换机的基本配置	26
任务 3	配置交换机端口安全	31
项目小结	.....	33
项目练习	.....	34
项目实训	.....	34
项目 3	配置虚拟局域网	36
任务 1	了解 VLAN 的工作原理	36
任务 2	配置静态 VLAN	38
任务 3	配置中继链路	40
任务 4	了解 VLAN 间路由	43
任务 5	配置 VTP	47
项目小结	.....	49
项目练习	.....	49
项目实训	.....	50
项目 4	STP 原理与配置	52
任务 1	了解链路冗余导致的问题	52
任务 2	了解 STP 的工作原理	53
任务 3	配置 STP	55
项目小结	.....	58
项目练习	.....	58
项目实训	.....	59

项目 5 路由器配置基础	61
任务 1 认识路由器	61
任务 2 配置和查看直连路由	63
任务 3 了解路由协议的分类	66
任务 4 了解路由环路	76
项目小结	77
项目练习	78
项目实训	78
项目 6 配置 RIP	81
任务 1 认识 RIP	81
任务 2 配置 RIPv1	87
任务 3 配置 RIPv2	93
任务 4 配置 RIPng	98
任务 5 RIP 的一些讨论	102
项目小结	110
项目练习	110
项目实训	111
项目 7 配置 OSPF	113
任务 1 认识 OSPF	113
任务 2 配置 OSPFv3	126
任务 3 配置多域 OSPF	128
项目小结	137
项目练习	138
项目实训	138
项目 8 路由策略与优化	141
任务 1 路由策略的优化	141
任务 2 配置路由过滤	149
任务 3 配置策略路由	155
项目小结	157
项目练习	158
项目实训	158
项目 9 配置 ACL 实现流量过滤	161
任务 1 了解 ACL 的工作原理	161
任务 2 了解 ACL 的类型	165
任务 3 配置标准 ACL	167
任务 4 配置扩展 ACL	178

任务5 排除 ACL 故障	184
项目小结	185
项目练习	186
项目实训	187
 项目 10 网络地址转换	 188
任务1 了解 NAT 的工作原理	188
任务2 了解 NAT 的类型	189
任务3 配置 NAT	193
任务4 排除 NAT 故障	204
项目小结	208
项目练习	208
项目实训	210
 参考文献	 211

项目 1 IOS 配置基础

在常见的企业网络中，网络设备和终端设备通过整合，用来提供专门的服务。台式机和便携式计算机等终端设备使用数据线连接到网络交换机，将数据包发送到本地网络之外，网络交换机要连接到网络路由器。网络上的其他基础设施或设备包括无线接入点和专用安全设备，如防火墙。

每种设备的硬件、用途和功能都大不相同。但是无论哪种情况，能够让硬件运行的是操作系统（Operating System, OS）。连接到 Internet 的所有最终用户和网络设备几乎都要使用操作系统。最终用户设备包括智能手机、平板电脑、台式机和便携式计算机等。网络设备是指用于通过网络传输数据的设备，包括交换机、路由器、无线接入点和防火墙。网络设备上的操作系统称为网络操作系统（Internet OS, IOS）大多数网络设备，无论其大小和种类如何，都离不开 IOS。

本章学习目标

- 1) 了解 IOS 的作用。
- 2) 掌握网络设备上配置文件的作用及配置方法。
- 3) 掌握基本 IOS 命令的作用和使用方法。
- 4) 掌握对网络设备的 IOS 进行备份和恢复的方法。

任务 1 了解 IOS

类似于计算机，路由器和交换机也需要操作系统才能运行。如果没有操作系统，硬件什么事都做不了。Cisco IOS 就是为 Cisco（思科）设备配备的系统软件。它是 Cisco 的一项核心技术，应用于 Cisco 的大多数产品系列。大多数 Cisco 设备，无论其大小和种类如何，都离不开 Cisco IOS，如路由器、局域网交换机、小型无线接入点、具有几十个接口的大型路由器以及许多其他设备。

1.1.1 操作系统概述

连接到 Internet 的所有终端设备和网络设备需要使用操作系统来帮助执行功能。计算机通电后，将通常位于磁盘驱动器中的操作系统加载到随机读写存储器（RAM）中。操作系统代码中直接与计算机硬件交互的部分称为内核；与应用程序和用户连接的部分则称为外壳（Shell）。用户可以使用命令行界面（CLI）或图形用户界面（GUI）与 Shell 交互。

使用 CLI 即用户在命令行提示符下使用键盘输入命令，从而在基于文本的环境中与系统直接交互。系统执行命令通常提供文本输出。GUI 让用户能够在使用图形图像、多媒体和文字的环境中与系统交互。GUI 比 CLI 的用户友好性更高，用户只需较少的命令结构知识就能使用系统。由于这个原因，很多用户都依赖于 GUI 环境。许多操作系统既提供 GUI 也提供 CLI。

家用路由器的操作系统通常称为固件。配置家用路由器的常用方法是使用 Web 浏览器访问

一个易于使用的 GUI。发现新功能或安全漏洞时，大多数家用路由器支持更新固件。中间网络设备使用 IOS，如 Cisco 设备使用的网络操作系统名为 Cisco IOS，访问这些设备的最常用方法是使用 CLI。其他品牌的网络设备也使用 CLI，如 H3C、锐捷等。

1.1.2 操作系统的用途

网络操作系统在许多方面都类似于 PC 操作系统。操作系统在“幕后”执行许多技术功能，让用户能够：

- 1) 使用鼠标。
- 2) 在显示器上查看输出。
- 3) 输入文本命令。
- 4) 在对话框窗口中选择选项。

交换机和路由器的“幕后”功能非常相似。交换机和路由器上的 IOS 为网络技术人员提供一个界面。技术人员可以输入命令来配置设备或为设备编程，使其执行各种网络功能。不同网络设备的 IOS 运行细节不尽相同，具体取决于设备的用途和支持的功能。

Cisco IOS 有许多不同的变体：

- 1) 用于交换机、路由器和其他 Cisco 网络设备的 IOS。
- 2) 用于特定 Cisco 网络设备的 IOS 编号版本。
- 3) 提供不同功能和服务软件包的 IOS 功能集。

网络设备需要运行 IOS 的特定版本。IOS 版本取决于使用的设备类型和所需的功能。所有设备都有默认的 IOS 和功能集，但可以升级 IOS 版本或功能集，以获得更多的功能。

1.1.3 IOS 的存储位置

IOS 文件本身大小为几兆字节，它存储在称为闪存的半永久存储器区域中。闪存可提供非易失性存储，这意味着这种存储器中的内容不会在设备断电时丢失。尽管断电时闪存中的内容不会丢失，但必要时可以更改或覆盖闪存内容，这样可将 IOS 升级到新版本或添加新功能，而无需更换硬件。此外，闪存可以同时存储多个 IOS 软件版本。

在许多 Cisco 设备中，在设备启动时，IOS 将从闪存复制到 RAM。在设备工作时，IOS 从 RAM 中运行。RAM 具有许多功能，包括存储设备用于支持网络运行的数据。运行 RAM 中的 IOS 可以提高设备性能，但是由于重新通电时数据会丢失，因此 RAM 被视为易失性存储器。重新通电是指设备被有意或意外断电再重新接通电源的过程。

特定 IOS 所需要的闪存和 RAM 容量差别很大。为了便于维护和规划网络，确定每个设备的闪存和 RAM 要求非常重要，这包括最大闪存和 RAM 配置。IOS 最新版本的要求可能超过某些设备可以安装的 RAM 和闪存。

1.1.4 IOS 的功能

路由器和交换机的 IOS 能够执行各种功能，网络专家凭借这些功能来使网络正常运行。路由器和交换机执行或支持的主要功能包括以下几个：

- 1) 提供网络安全保障。
- 2) 虚拟和物理接口的 IP 编址。
- 3) 启用接口特定配置来优化对应介质的连接。
- 4) 路由。
- 5) 启用服务质量（QoS）技术。
- 6) 支持网络管理技术。

7) 帧交换和数据包转发。

每个功能或服务都有相关的配置命令集合，方便网络技术人员实施。IOS 提供的服务通常是通过 CLI 来访问的。

1.1.5 配置文件

网络设备依靠下列两类软件才能运行：操作系统和配置文件。与任何一台计算机的操作系统一样，网络设备的操作系统有助于设备硬件组件的基本运行。配置文件包括 IOS 软件命令，这些命令用于自定义设备的功能。当系统启动时或在配置模式下从 CLI 输入命令时，就会通过 IOS 软件解析这些命令。

网络管理员通过创建配置文件来定义所需的设备功能。通常配置文件的大小为几百到几千字节。每台 Cisco 网络设备包含两个配置文件：

- 1) 运行配置文件（running-configuration），用于设备的当前工作过程中；
- 2) 启动配置文件（startup-configuration），用作备份配置，在设备启动时加载。

配置文件还可以存储在远程服务器上进行备份。

1. 启动配置文件

启动配置文件用于在系统启动过程中配置设备，存储在非易失性 RAM（NVRAM）中。因为 NVRAM 具有非易失性，所以当设备关闭后，文件仍保持完好。每次路由器启动或重新加载时，都会将启动配置文件加载到内存中。该配置文件一旦加载到内存中，就被视为运行配置文件。

2. 运行配置文件

此配置文件一旦加载到内存中，即被用于运行网络设备。当网络管理员配置设备时，运行配置文件即被修改。修改运行配置文件会立即影响设备的运行。修改之后，管理员可以选择将更改保存到启动配置文件中，下次重启设备时将会使用修改后的配置。

因为运行配置文件存储在内存中，所以关闭设备电源或重新启动设备时，该配置文件会丢失。如果在设备关闭前，没有把对运行配置文件的更改保存到启动配置文件中，则这些更改也将会丢失。

1.1.6 访问 IOS 设备

可以通过多种方法访问 IOS 的 CLI 环境，最常见的方法有如下几种。

1. 控制台

控制台端口是一种管理端口，可通过该端口对设备进行带外访问。带外访问是指通过用于设备维护的专用管理通道进行访问。使用控制台端口的优势在于，即使没有配置任何网络服务，也可以访问设备，如执行网络设备的初始配置时，运行终端模拟软件的计算机使用特殊电缆连接到设备的控制台端口；用于设置交换机或路由器的配置命令可通过该计算机输入。

当网络服务出现故障导致无法远程访问设备时，也可以使用控制台端口。如果发生这种情况，连接到控制台将便于计算机确定设备的状态。默认情况下，控制台传达设备的启动、调试和错误信息。连接到设备后，网络技术人员可使用控制台会话执行任何配置命令。

对于很多 IOS 设备来说，默认情况下，控制台访问无需任何形式的安全措施。不过，若要防止未经授权的人员访问设备，应该为控制台配置密码。如果密码遗失，可通过一套特别规程来绕过密码以访问设备。此外，还应该将设备安放在上锁的房间或设备机架内，以防未经授权的人员接触设备。

控制台的主要使用情况如下：

- 1) 初次配置网络设备。
- 2) 在远程访问不可行时进行灾难恢复和故障排除。
- 3) 口令恢复过程。

2. Telnet 和 SSH

控制台提供了在本地访问 IOS CLI 的方法，但还有一些远程访问 CLI 的方法：

1) Telnet。Telnet 是通过虚拟接口在网络中建立远程设备的 CLI 会话的方法。Telnet 会话要求设备启用了网络服务，这一点与控制台不同。必须至少给网络设备的一个活动接口配置 Internet 地址，如 IPv4 地址。IOS 设备包括一个 Telnet 服务器进程，让用户能够从 Telnet 客户端输入配置命令。除支持 Telnet 服务器进程外，IOS 设备还包含一个 Telnet 客户端，让网络管理员能够通过 Telnet 从设备 CLI 连接到其他任何支持 Telnet 服务器进程的设备。

2) SSH。SSH (Secure Shell) 协议提供与 Telnet 相似的远程登录功能，不同之处在于，它使用更加安全的网络服务。SSH 提供比 Telnet 更严格的密码身份验证，并在传输会话数据时采用加密手段，这可使用户 ID、密码和管理会话的详细信息保持私密。作为最佳实践，应尽可能用 SSH 代替 Telnet。

大多数 IOS 版本都包括 SSH 服务器。在有些设备中，此服务默认被启用；而有些设备需要手动启动 SSH 服务器。IOS 设备还配备了 SSH 客户端，可用于建立到其他设备的 SSH 会话。

3. AUX 端口

建立远程 CLI 会话的传统方法是，使用连接到路由器辅助 (AUX) 端口的调制解调器进行拨号连接。类似于控制台，AUX 端口也是带外连接，且不需要在设备上配置或提供任何网络服务。在网络服务出现故障的情况下，远程管理员可以通过电话线访问交换机或路由器。

AUX 端口还有一点与控制台相似：也可以通过运行终端模拟程序的计算机直接连接到 AUX 端口，以从本地使用。然而，排除故障时应优先使用控制台端口而非 AUX 端口，因为控制台端口默认显示启动、调试和错误消息。

任务2 掌握 IOS 模式

1.2.1 IOS 模式概述

要配置、测试 Cisco 网络设备以及排除其故障，技术人员必须知道如何使用 Cisco IOS。本节介绍 IOS 模式相关的基本知识。

1. IOS 操作模式

连接设备后，就可以对该设备进行配置。网络技术人员必须在 IOS 的各种模式之间导航。交换机和路由器的 Cisco IOS 模式非常相似。对于这些模式，CLI 采用了分层结构。

按从最基本到最特殊的分层顺序，主要模式排列如下：

- 1) 用户执行模式。
- 2) 特权执行模式。
- 3) 全局配置模式。
- 4) 其他特定配置模式，如接口配置模式。

表 1-1 描述了这些 IOS 模式及其提示符。

表 1-1 主要的 IOS 模式

模 式	描 述	提示符
用户执行模式	有限的路由器检查远程访问	Router >
特权执行模式	详细检查路由器调试和测试操作文件远程访问	Router#
全局配置模式	全局配置命令	Router(config)#
其他配置模式	特定服务或接口配置	Router(config-mode)#

每种模式都有独特的提示符，使用仅适用于该模式的一组特定命令来完成特定任务。例如，全局配置模式让技术人员能够配置影响整个设备的设置，如配置设备名称。然而，如果网络技术人员要配置交换机特定端口上的安全设置，则需要进入特定端口的接口配置模式。在接口配置模式下输入的所有配置仅适用于该端口。

配置分层结构可以提高安全性，每种分层模式可能需要不同的身份验证，这样可控制向网络技术人员授予的权限级别。

2. 主要模式

作为一项安全功能，Cisco IOS 将执行会话分为两种权限模式。这两种主要的权限模式用在 Cisco CLI 层次结构中。两种模式具有相似的命令，只不过特权执行模式具有更高的执行权限级别。

(1) 命令提示符

当使用 CLI 时，每种模式由该模式独有的命令提示符来标志。命令提示符位于命令行输入区的左侧，由词语和符号组成。默认情况下，每个提示符都以设备名称开头。设备名称后的部分用于表明模式。例如，某个路由器上全局配置模式的默认提示符可能是：

```
Router(config)#
```

当执行完命令且模式改变后，提示符会相应改变以反映出当前上下文。例如，下面显示在用户执行模式下，执行 ping 命令：

```
Router >ping 192.168.10.5
```

下面的命令在终端上显示运行文件的内容：

```
Router#show running-config
```

下面的命令在特权模式下执行，将允许输入可以改变运行配置文件的命令：

```
Router#config terminal
```

下面的命令将进入特定的接口配置模式：

```
Router(config)#Interface FastEthernet0/1
```

下面的命令为特定接口配置 IP 地址和子网掩码：

```
Router(config-if)#ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
```

(2) 用户执行模式

用户执行模式功能有限，但可用于有效执行某些基本操作。用户执行模式处于模式化层次结构的顶部。此模式是 IOS 路由器 CLI 的第一个入口。

用户执行模式仅允许数量有限的基本监控命令，因此又称为仅查看模式。用户执行级别不允许执行任何可能改变设备配置的命令。

默认情况下，从控制台访问用户执行模式时无须身份验证。一种好的做法是确保在初始配置期间配置了身份验证。

用户执行模式由采用“>”符号结尾的 CLI 提示符标志。下例所示的提示符即包含“>”符号：

```
Switch>
```

(3) 特权执行模式

管理员若要执行配置和管理命令，需要使用特权执行模式或处于其下级的特定模式。

特权执行模式由采用“#”符号结尾的提示符标志，例如：

```
Switch#
```

默认情况下，特权执行不要求身份验证。好的做法应确保配置身份验证。

全局配置模式和其他所有的具体配置模式只能通过特权执行模式访问。

(4) 在用户执行模式和特权执行模式间转换

enable 和 disable 命令用于使 CLI 在用户执行模式和特权执行模式间转换。

要访问特权执行模式，请使用 enable 命令。特权执行模式有时也称为使能模式。

用于输入 enable 命令的语法为：

```
Router>enable
```

此命令无需参数或关键字。一旦按下 <Enter> 键，路由器提示符即变为：

```
Router#
```

提示符结尾处的“#”表明该路由器现在处于特权执行模式。

如果为特权执行模式配置了身份验证口令，则 IOS 会提示输入口令。例如：

```
Router>enable
```

```
password:
```

```
Router#
```

disable 命令用于从特权执行模式返回到用户执行模式，例如：

```
Router#disable
```

```
Router>
```

1.2.2 基本 IOS 命令结构

每个 IOS 命令都具有特定的格式或语法，并在相应的提示符下执行。命令大小写不敏感，常规命令语法为命令字后接相应的关键字和参数。

关键字和参数同时提供额外功能并用于向命令解释程序描述特定参数。例如，show 命令用于显示设备信息，有一些可用的关键字来设定想查看的特定信息。如可以在 show 命令后跟关键字 running-config，此关键字指明输出显示运行配置文件：

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

有些命令不需要参数。参数一般不是预定义的词，这一点与关键字不同。参数是由用户定义的值或变量。例如，要使用 description 命令为接口应用描述，可输入类似下列的命令：

```
Switch(config-if)#description MainHQ Office Switch
```

其中，命令为 description，参数为 MainHQ Office Switch。该参数由用户定义。对于此命令，参数可以是长度不超出 80 个字符的任意文本字符串。

输入命令，包括关键字和参数之后，按 <Enter> 键将该命令提交给命令解释程序。命令字后是空格或关键字或参数。

表 1-2 所示为 IOS 命令文档中的一些约定。

表 1-2 IOS 约定

约 定	说 明
黑体字	表示命令和关键字，精确显示输入内容
斜体字	表示参数值由用户输入
[X]	中括号中包含可选内容（关键或参数）
|	表示在可选的或必填的关键字或参数中进行选择
[X|Y]	中括号中以垂直线分割关键字或参数表示可选
{X|Y}	大括号中以垂直线分割关键字或参数表示必填

例如，ping 命令的语法格式如下：

```
Router>ping IP 地址
```

填上参数的例子：

```
Router>ping 10.10.10.5
```

此例中命令为 ping，参数则为 IP 地址。

同理，traceroute 命令的语法格式如下：

```
Switch>traceroute IP 地址
```

填上参数的例子：

```
Switch>traceroute 192.168.254.254
```

此例中命令为 traceroute，参数则为 IP 地址。

命令用于执行操作，关键字则用于确定执行命令的位置或方式。

例如，description 命令的语法格式如下：

```
Router(config-if)#description 字符串
```

填上参数的例子：

```
Switch(config-if)#description Interface to Building a LAN
```

此例中命令为 description，应用到该接口的参数则为文本字符串 Interface to Building a LAN。description 命令是一个基本的标记命令，将显示在配置文件中，用来帮助文档记录和排错。

1.2.3 使用 CLI 帮助

IOS 提供了多种形式的帮助，下面分别进行介绍。

1. 对上下文敏感的帮助

对上下文敏感的帮助在当前模式的上下文范围内提供一个命令列表，该列表有一系列命令

及其相关参数。要访问对上下敏感帮助，请在任何提示符后输入一个问号 (?)。系统会立即响应，无须按 <Enter> 键。

对上下文敏感的帮助的用处之一就是获取可用命令的列表。当不确定某个命令的名称时，或想知道 IOS 在特定模式下是否支持特定命令时，它就可以派上用场了。例如，要列出用户执行级别下可用的命令，请在 Router> 提示符后键入一个问号 (?)：

```
Router>?
```

上下文相关的帮助的另一个用处是显示以特定字符或字符组开头的命令或关键字列表。输入一个字符序列后，如果紧接着输入问号 (不带空格)，则 IOS 将显示一个命令或关键字列表。例如，输入 “sh?” 可获取一个命令列表，该列表中的命令都以字符序列 sh 开头。

最后，还有一类上下文相关的帮助用于确定哪些选项、关键字或参数可以设定命令匹配。当输入命令时，输入一个空格，紧接着再输入一个问号 (?) 可确定随后可以或应该输入的内容。在例 1-1 中；利用 clock 命令可以仔细观察 CLI 的帮助是如何工作的。

【例 1-1】clock 命令示例。

```
Router#cl?  
  
Clear clock  
Router#clock ? Set set the time and date  
Router#clock set  
Router#clock set ?  
  
Hh:mm:ss current time  
Router#clock set 19:50:00  
Router#clock set 19:50:00 ?  
  
<1 -31> Day of the month  
MONTH Month of the year  
Router#clock set 19:50:00 25 6  
Router#clock set 19:50:00 25 June  
Router#clock set 19:50:00 25 June ?  
  
<1993 -2035> Year  
Router#clock set 19:50:00 25 June 2007  
Cisco#
```

2. 命令语法检查

当通过按 <Enter> 键提交命令后，命令行解释程序从左向右解析该命令，以确定用户要求执行的操作。如果解释程序可以理解该命令，则用户要求执行的操作将被执行，且 CLI 将返回到相应的提示符。然而，如果解释程序无法理解用户输入的命令，它将提供反馈，说明该命令存在的问题。

错误消息分为以下 3 类：

- 1) 命令不明确。

- 2) 命令不完整。
- 3) 命令不正确（无效输入）。

IOS 返回不明确消息表明输入的字符不足，命令解释器无法识别该命令。例如：

```
Switch#C
%Ambiguous command: 'c'
```

IOS 返回不完整错误消息，指明命令行尾需要关键字或参数。例如：

```
Switch#clock set

%Incomplete command
Switch#clock set 19:50:00

%Incomplete command
```

IOS 返回 (^) 符号，指明命令解释器不能解释此命令。例如：

```
Switch#clock set 19:50:00 25 6
%Invalid input detected at |^|marker.
```

表 1-3 显示了命令语法检查帮助。

表 1-3 命令语法检查帮助

错误消息	含 义	示 例	获取帮助的方法
%Ambiguous command: 'command'	输入的字符不足，致使 IOS 无法识别该命令	Switch#c % Ambiguous command: 'c'	重新输入该命令，后 跟问号 (?)，命令与问 号之间不留空格。使用 该命令可输入的所有关 键字都会显示
%Incomplete command	未输入必填的全部关键字 或参数	Switch#clock set %Incomplete command	重新输入该命令，后 跟问号 (?)，最后一个 字后留一个空格。此时 会显示必填的关键字或 参数
%Invalid input detected at |^|marker	命令输入不正确。显示插 入标志 (^) 的位置出现了 该错误	Switch#clock set 19:50: 00 25 6 |^| %Invalid input detected at |^|marker	在 “^” 标记所指的 位置重新输入该命令， 后跟问号 (?)。可能还 需要删除最后的关键字 或参数

3. 快捷键和快捷方式

IOS CLI 提供快捷键和快捷方式，以便配置、监控和排除故障。表 1-4 列出了大多数快捷方式，分成 3 个部分：第一部分是 CLI 的编辑快捷键；第二部分是当在终端机上看到-More-提示符时可用的快捷方式（当一条命令的输出在一屏显示不下时，屏幕底端会出现此符号）；最后一部分是用来终止命令序列的快捷键。

表 1-4 快捷键和快捷方式

快捷键	说 明
CLI 行编辑	
Tab	补全部分输入的命令项
Backspace	删除光标左边的字符
Ctrl + D	删除光标所在的字符
Ctrl + K	删除从光标到命令行尾的所有字符
Esc D	删除光标所在词里的所有字符
Ctrl + U 或 Ctrl + X	删除从光标到命令行首的所有字符
Ctrl + W	删除光标左边的单字
Ctrl + A	将光标移至行首
← 或 Ctrl + B	将光标左移一个字符
Esc F	将光标左移一个单词
→ 或 Ctrl + F	将光标右移一个字符
Ctrl + E	将光标移至行尾
↑ 或 Ctrl + P	调出历史记录缓冲区的命令，从最近输入的命令开始
Ctrl + R、Ctrl + I 或 Ctrl + L	收到控制台命令后重新显示系统提示符合命令行
-more-提示符	
Enter	显示下一行
空格键	显示下一屏
其他任何字母键	返回 EXEC 模式
终止键	
Ctrl + C	在任何配置模式下，结束该配置模式并返回特权执行模式。在设置模式下，放弃并返回命令提示符
Ctrl + Z	处于任何配置模式下，结束配置模式返回到特权 EXEC 模式
Ctrl + Shift + 6	全能终止命令序列，用于终止 DNS lookups、tracerouter、ping 命令

注意：“Ctrl + 字母键”表示按住 <Ctrl> 键的同时再按其他字母键；对 escape 序列命令，则是先按 <Esc> 键并释放，再按其他字母键。

下面详细介绍几个特别有用的快捷方式：

(1) Tab

Tab 键用于补全缩写命令或战参数。当已输入足够字符，可以唯一确定命令或关键字时，请按 <Tab> 键，CLI 即显示该命令或参数剩下的部分。

此技巧在学习过程中很有用，因为它可以让用户看到命令或关键字的完整词语。

(2) Ctrl + R

按 <Ctrl + R> 键来重新显示命令行。例如，IOS 可能会在键入命令行的过程中向 CLI 返回一条消息。可以按 <Ctrl + R> 键来刷新该行，这样无须重新键入该行。