

模块化网络实验指导丛书

Series of Modular Network Experiment Guides

路由、交换和无线项目 实验指导书

Routing, Switching and
Wireless Project Experiment Guide

◎ 贺 平 沈 岳 汪双顶 等编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

清华大学出版社网络课程

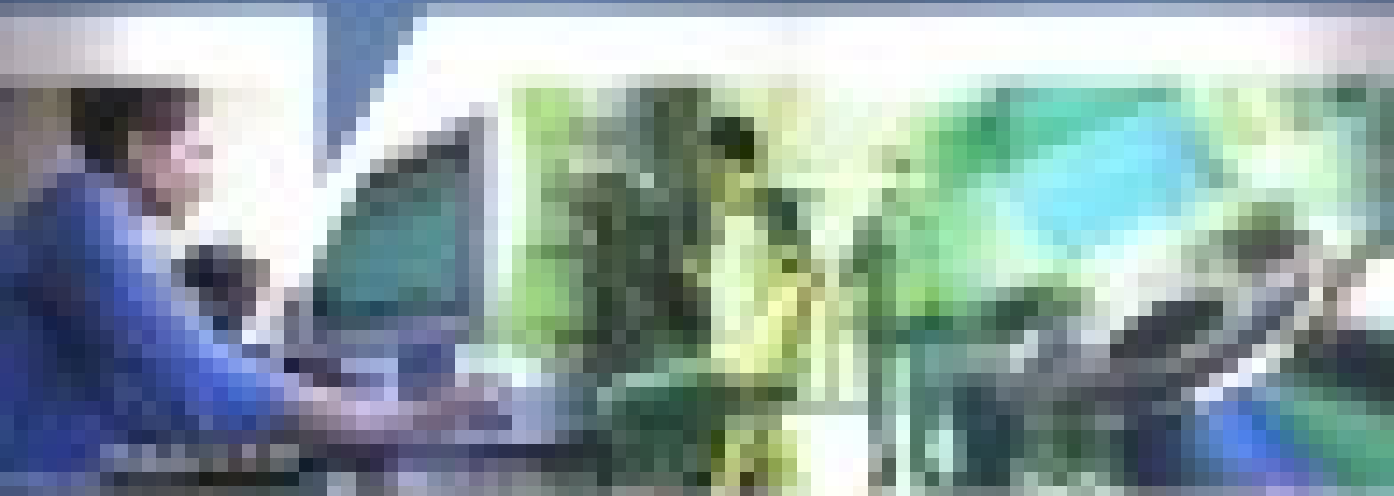
清华大学出版社网络课程



路由、交换和无线项目 实验指导书

Routing, Switching and
Wireless Project Experiment Guide

作者：李 强、王 强、王 强、王 强



清华大学出版社

清华大学出版社

模块化网络实验指导丛书

路由、交换和无线项目实验指导书

贺 平 沈 岳 汪双顶 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书主要介绍基础网络构建过程中使用到的简单的交换路由基础知识。主要内容由三部分组成：一是交换技术，包括组建交换网络的基本操作技术、VLAN 的基础操作技术、生成树、端口聚合和冗余备份链路等几个基本操作技术模块；二是路由技术，包括组建路由网络的基础网络操作技术、静态路由、RIP 路由协议、OSPF 单区域路由和 IP 标准访问控制列表技术；三是无线局域网技术，包括组建无线局域网的基础实验知识、无线局域网 Ad-Hoc 模式无线网络、基础结构模式无线网络、无线分布式系统模式网络、无线接入点客户端模式联网、SSID 隐藏技术、MAC 地址过滤技术和 WEP 加密技术等几个网络知识模块。

本书主要面向高等院校及部分大中专院校计算机网络专业的教师和学生，可以作为教师开展实验教学的指导教程，也可作为其他专业学生和社会认证的实验指导书。

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

路由、交换和无线项目实验指导书 / 贺平等编著. —北京：电子工业出版社，2007.12
(模块化网络实验指导丛书)

ISBN 978-7-121-05367-2

I. 路… II. 贺… III. ① 计算机网络—路由选择 ② 计算机网络—信息交换机 IV. TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 176512 号

策划编辑：施玉新

责任编辑：张燕虹 李 蕊

印 刷：北京市李史山胶印厂
装 订：

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：787×1 092 1/16 印张：9.5 字数：243 千字

印 次：2007 年 12 月第 1 次印刷

印 数：4 000 册 定价：33.00 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 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

创新网络技术教材编委会

《模块化网络实验指导丛书》编写小组成员

姚 羽	博士	东北大学信息科学与工程学院
王 玲	教授	四川师范大学计算机科学学院
沈 岳	副教授	湖南农业大学信息科学技术学院
贺 平	教授	广东番禺职业技术学院
宋真君	副教授	辽宁省交通高等专科学校
张国清	副教授	辽宁省交通高等专科学校
安淑梅	工程师	福建星网锐捷网络有限公司
刘 亮	工程师	福建星网锐捷网络有限公司
汪双顶	工程师	福建星网锐捷网络有限公司
方 洋	工程师	福建星网锐捷网络有限公司
杨 靖	工程师	福建星网锐捷网络有限公司
石 林	工程师	福建星网锐捷网络有限公司
李文宇	工程师	福建星网锐捷网络有限公司
叶 榕	产品经理	福建星网锐捷网络有限公司
刘 鹏	产品经理	福建星网锐捷网络有限公司
刘学斌	产品经理	福建星网锐捷网络有限公司
李海全	产品经理	福建星网锐捷网络有限公司
朱继明	产品经理	福建星网锐捷网络有限公司
陈 俊	产品经理	福建星网锐捷网络有限公司
季 翔	产品经理	福建星网锐捷网络有限公司
张 勇	产品经理	福建星网锐捷网络有限公司
谷会波	产品经理	福建星网锐捷网络有限公司

序

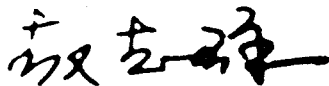
进入 21 世纪,随着信息技术的快速发展和普及,计算机网络的地位越来越重要,人们在日常生活、工作和学习中越来越依赖于网络。培养一大批熟练掌握网络技术并具有综合应用能力的人才,已成为当前我国社会发展的迫切需要。网络技术学习和网络人才培养在各级、各类教育中也占据了重要的地位。在当前课程和教学改革如火如荼的大环境下,各院校都在努力对传统的计算机网络专业教学进行发展和完善,以满足不同专业和不同层次教学的需求,这也对新型的课程和教材提出了新的要求。

学会工作,将所学知识和技能快速应用于现实工作中并圆满完成实际工作任务,是现代教育的特点和灵魂。毕业生完成综合性工作的质量的高低,是衡量各类教育、教学质量的重要标志。如何有效地把理论知识、实践技能与实际应用有机结合在一起,是整个教学活动的核心。由于计算机网络是一门理论性和实践性都很强的技术,因此,要想真正掌握网络技术并创造性地解决实际技术问题,达到融会贯通、学以致用目的,仅仅学习书本上的知识是远远不够的。只有在特定的网络实训环境中,通过大量的、综合性的工作与学习任务的学习,理论联系实际,才能取得较好的学习效果。

如何针对传统课程的缺点进行课程模式和教学方法的改革?专业教学如何适应飞速发展的网络技术的日新月异的技术标准?如何使毕业生尽快适应企业的工作需求?这些都是目前网络技术教育工作者思考和探索的问题。创新网络技术教材编委会编写的这套《模块化网络实验指导丛书》,正是针对这一思考和探索的反应。这套由一线教师、国内著名网络设备和方案解决厂商共同编写的网络实验、实训指导丛书,以网络实用技术为脉络,将当前网络行业发展的最新实用技术传递到教学第一线,把企业在实际工程项目中积累的丰富经验带到了教学第一线。丛书中的所有内容都来自于企业的实际工程项目,并通过一线教师验证和审阅。在网络实验室中搭建出工程项目,知识的展示和诠释上按照企业实际工作情境和工作过程循序渐进地进行,体现了从实际出发、帮助学习者积累项目经验、以尽快具备企业所需要的实际工作能力的教学指导思想。

我真诚地希望这套丛书能够帮助相关院校更快、更好和更容易地培养出社会所需要的网络技术人才,为我国网络技术教育送上一股不断创新的改革东风,为网络技术教育的发展锦上添花。

北京师范大学技术与职业教育研究所



2007-11-15

出版说明

纵观网络技术的发展历史,新知识、新技术、新标准层出不穷,日新月异,技术的更新远远超过其他专业,导致学校网络专业教学一直处于一个尴尬的境地,教材的更新远远慢于技术的换代,教学内容的陈旧给网络技术人才培养及网络专业教学提出了极大挑战,新教材的编写和更新也显得日益迫切。正是在这样的背景下,创新网络技术教材编委会联合院校、锐捷网络厂商、出版社编写了这套网络实验、实训指导丛书。丛书以网络实用技术为脉络,将目前网络行业的最实用、最新的技术传递到教学一线,把厂商积累的工程项目带到教学一线,以期网络技术教学和学习提供更多的实验、实践教学参考与借鉴。

本套丛书在一年前推出了电子版,深受广大中专院校教师的喜爱,纷纷给出反馈,希望能印刷出版。经过精心筹划推出的《模块化网络实验指导丛书》,包括交换技术、路由技术、无线技术、防火墙技术、VPN 技术、网络管理技术、IPv6 技术、存储技术、VoIP 技术、综合案例、身份认证、融合通信共 12 个网络知识模块。在成书之际,又进行了精心修改和补充,使内容更符合大中专院校网络专业的教学需求,因此具有与其他类型的教材不同的体系架构和风格,具有突出的特点。

(1) 理念的创新。采用模块抽取的结构组织知识体系。首先,对于技术内容的抽取,每个学校可以根据课程设置、课时安排,灵活地从丛书提供的各类实验指导模块中选取与理论教材配套的实验指导模块,组成适合于各学校教学需要的实验内容。其次,对于实验内容的数量抽取,丛书为每项技术都设计了一定数量的实验,教师可以根据学生的能力及课时安排,针对每种技术讲授,选择开展哪些实验模块内容。

(2) 形式的创新。从设计开始就考虑到实验更新的及时性、灵活性,采用模块化的结构方式,把网络专业知识教学体系中涉及的知识内容,按照知识体系编成几个大的知识模块,以便于教师从中遴选实验,同时根据教学需要将自己设计的实验加入所属类别的模块中。每个子模块又细分成几个小的模块,读者可以根据自己的知识基础,按照目前掌握知识的程度,选择自己需要的内容,抽取出来改编成册,以有效地配合网络专业技术的理论教学需求,强化对网络原理的更深入的理解。

(3) 内容的创新。将网络技术按照技术分门别类。所有技术都是当今网络界流行的主流技术,将这些先进的网络技术融入传统课堂中,本身就是一项教学创新。同时,每个实验都附有实验目的、背景描述、实验设备、实验拓扑、实验步骤等内容。

本套丛书在规划过程中,希望选编的网络知识专业化、体系化、全面化,能体现和代表最新的网络技术的发展方向,因此在内容选择上和传统教材有很大的区别,实际上是弥补传统教材在知识更新方面的不足。同时,为满足各级包括本科类院校、高职类院校、职业类院校等不同层次的教学要求,本套丛书在知识体系的编排上采用模块化的结构方式,把网络专业知识教学体系中涉及的知识内容,按照知识体系结编成几个大的知识模块,每个子模块又细分成几个小的模块,读者可以根据自己的知识基础,按照目前掌握知识的程度,选择自己需要的内容,抽取出来结编成册,开展实验、实训教学,以有效地配合网络专业技术的理论教

学需求,培养学生的网络实践能力,强化对网络原理的更深入的理解。

本套丛书中的所有知识模块都来自于企业多年积累的工程项目,在知识的诠释上按照再现企业工程项目的组织方式进行串接,每个实验或实训都详细介绍了实验名称、实验背景、技术原理、实验功能、实验目的、实验设备、实验拓扑、实验规划、实验步骤、结果验证等多个环境,循序渐进地展现企业工程项目,并把这些工程项目在网络实验室中搭建出来。真正做到了从实际出发,强化实际应用,积累学习者的项目经验,尽快适应企业工作岗位能力的教学指导思想。

本套丛书可作为计算机网络基础或者计算机网络原理等理论课程的实验课程补充,也可以作为计算机网络专业学生在学习完全部理论课程之后,为适应就业岗位的需要,单独开展的基于企业工作过程的独立技能训练课程,同时也可以作为独立的职业资格认证课程的教材。

为顺利实施本教程,除需要对网络技术有学习的热情之外,还需要具备基本的计算机和网络基础知识,以帮助理解实验指导书中的网络技术原理。更重要的是应具有可以为本套丛书开展项目的网络实验室,即一个可以再现企业网络项目工程和实施网络项目的工作环境。

这种网络工作环境包括一个可以容纳 40 人左右的网络实验室,不少于 4 组的工作台,至少配备 1 台/2 人的 PC。每组还需要可以用来组建网络的实验设备:三层交换机设备(2 台)、二层交换机设备(2 台)、模块化路由器设备(4 台)、测试计算机 4 台(每组)和若干根网络连接线,这些都是组建基础网络必需的基本设备。

此外,如果需要开展网络安全技术原理和网络安全操作技能的学习,则应为每组实验台配置网络防火墙、VPN 等安全设备若干;如果需要开展无线网络技术原理和无线局域网络操作技能的学习,则应为每组实验台配置无线接入设备 AP、无线网卡、无线网桥等无线设备若干;如果需要开展网络存储技术原理和网络存储设备操作技能的学习,则应为每组实验台配置网络存储设备若干;如果需要开展网络管理原理和网络管理操作技能的学习,则应为每组实验台配置网络管理软件包等。学习者可以根据自己的需要合理进行模块化组合和安排。

本套丛书对关键技术解释和方案实施中涉及到一些网络专业术语和词汇,参考实际工作中惯有的风格和惯例,使用下述约定。

! (虚线): 表示在几个选项中选择,并且这些选项是互相排斥的。

[] (方括号): 表示可选择的参数。

{ } (大括号): 表示一个必需的选择参数。

! (感叹号): 表示对该行命令的解释和说明。



: 路由器。



: 二层交换机。



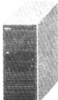
: 三层交换机。



: 核心交换机。



: PC。



: 服务器。

: Internet。

: 防火墙。

: 无线接入设备 AP。

: IDS 安全设备。

虽然本书的实验、实践内容主要针对锐捷网络开发的 RGNOS 系统，但书中出现的基本命令和术语同样具有通用性，能兼容目前网络工程中的所有主流设备。并且，书中讲述的技术原理和针对网络问题提出的解决方案，同样适用于所有现实网络的工作场景。

尽管得到了众多一线授课教师及业内专家的建议，但面对如此繁杂的编撰工作，我们深知仍然难免错漏，还望读者批评指正。同时也欢迎读者多提宝贵意见，邮件请发至 labserv@ruijie.com.cn，不胜感激！

创新网络技术教材编委会

2007 年 11 月

前言



随着计算机网络的发展、应用和普及,信息化已经成为现代企业生存和发展的必备条件。信息化的基础设施网络技术也得到了前所未有的发展,各类网络技术和设备层出不穷,产品的应用也日新月异,令人目不暇接。全面了解和掌握当前最新的网络技术和设备的使用方法,对于每个网络管理人员来说是非常必要的。

讲解路由、交换和无线技术的教材很多,学习者可以通过各种方式学习技能知识,而关于路由、交换和无线技术在实践中如何应用,如何与工程项目有机地结合的描述却很少。大多数学习者在学习路由、交换和无线技术的过程中,接触到的都是纯理论的知识,应用技能很差,这是因为没有将学到的知识建立在应用上,基础很难扎实,时间一长,必然遗忘。

本书主要面向那些想要获得路由、交换和无线配置技术,以及希望了解如何在实践中应用技术,如何将技术与实践有机地结合的学习者,尤其适用于在众多学校中学习路由、交换和无线技术而又没有机会接触到工程项目的学习者。通过从企业中收集到的大量工程项目,学习者可以在实验室搭建的环境中来实施和完成这些工程项目,同时他们将会发现在实验室动手练习,可以帮助自己更好地完成学习任务。正是出于这个目的,本书提供的实验都是可以独立或以小组形式完成的综合性实验。

本书是为满足学校及社会中存在的这些应用需求而编写的创新网络教材,可满足理论和实践教学需求。全书主要介绍了网络互连技术学习过程中涉及到的交换技术、路由技术和无线局域网技术三个基础网络知识实验模块,其中每一个模块中又包含多个子实验模块。在知识内容的规划上,由浅入深、体系化地选编了基础网络教学过程中涉及到的所有实验。其中,在交换技术实验指导模块中,按照实际工作对网络技能的需要,安排了交换机组网的基本操作技术、VLAN 的基础操作技术、生成树、端口聚合和冗余备份链路的基本操作技术等几个模块。在路由技术实验指导模块中,安排了路由器在组网过程中的基本操作技术、静态路由、RIP 路由协议、OSPF 单区域路由和 IP 标准访问控制列表技术等模块。在无线局域网技术实验指导模块中,安排了 Ad-Hoc 模式无线网络实验、基础结构模式无线网络、无线分布式系统模式网络、无线接入点客户端模式联网、SSID 隐藏技术、MAC 地址过滤技术和 WEP 加密技术等几个知识模块。

全书由广东番禺职业技术学院院长贺平教授、湖南农业大学信息科学技术学院院长沈岳教授和来自工程一线的资深网络专业工程师汪双顶联合编写。此外,来自锐捷网络的工程师张勇、季翔、安淑梅、刘亮、杨靖、石林、叶榕、刘鹏、刘学斌、李海全、朱继明、陈俊等也为全书提供了来自企业的大工程案例和项目,他们的加盟支持为最后的成书在项目的真实化、课程的工作化提供了很好的保证,体现了学校和企业的有机结合。全书在规划过程中,

选编的网络知识具有专业化、体系化、全面化等特点，能体现和代表最新的网络技术发展方向。书中的所有知识模块都来自企业多年积累的工程项目，在知识的诠释上按照再现企业工程项目的组织方式进行串接。

本实验指导书可作为计算机网络基础或者计算机网络原理等理论课程的实验教材，也可以作为计算机网络专业学生在学习完全部理论课程之后，为适应就业岗位的需要，单独开展的基于企业工作过程的独立技能训练教材，同时也可以作为独立的职业资格认证参考书。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

创新网络技术教材编委会

2007 年 11 月



目 录

第一篇 交换技术实验指导

实验一	交换机基本配置	3
实验二	交换机全局配置	6
实验三	交换机端口基本配置	7
实验四	查看交换机系统和配置信息	9
实验五	交换机端口隔离	12
实验六	跨交换机实现 VLAN	15
实验七	端口聚合提供冗余备份链路	19
实验八	快速生成树配置	23

第二篇 路由技术实验指导

实验一	路由器的命令行界面配置	35
实验二	路由器的全局配置	38
实验三	路由器端口的的基本配置	39
实验四	查看路由器的系统和配置信息	43
实验五	静态路由	46
实验六	RIP 路由协议	52
实验七	OSPF 单区域路由	57
实验八	标准 IP 访问列表进行网络流量控制	65

第三篇 无线局域网技术实验指导

实验一	搭建自组网 (Ad-Hoc) 模式无线网络	73
实验二	搭建基础结构 (Infrastructure) 模式无线网络	80
实验三	搭建无线分布式系统 (WDS) 模式无线网络	89
实验四	无线接入点客户端 (Station) 模式联网	98
实验五	SSID 隐藏技术	104
实验六	MAC 地址过滤技术	112
实验七	WEP 加密技术	123
附录 A	网络实验室的使用 1——利用 Console 端口管理网络设备	130
附录 B	网络实验室的使用 2——RCMS 实验台的使用	134

第一篇 交换技术实验指导



实验一 交换机基本配置

【实验名称】

交换机基本配置

【实验目的】

掌握交换机命令行各种操作模式的区别，理解交换机各种不同工作模式之间的切换技术。

【背景描述】

小王是某公司新入职的网管，负责网络中心的设备管理工作。公司内部安装的网络产品是全系列锐捷网络产品，小王需要熟悉它们，因此首先要登录配置交换机，了解并掌握交换机的命令行操作。

【技术原理】

交换机的管理方式基本分为两种：带内管理和带外管理。通过交换机的 Console 端口管理交换机属于带外管理，这种管理方式不占用交换机的网络端口，其特点是需要使用配置线缆，近距离配置。第一次配置交换机时必须利用 Console 端口进行配置。

交换机的命令行操作模式主要包括：用户模式、特权模式、全局配置模式和端口模式等。

(1) 用户模式。它是用户进入交换机后得到的第一个操作模式，在该模式下可以查看交换机的软、硬件版本信息，并进行简单的测试。用户模式提示符为 Switch>。

(2) 特权模式。它是由用户模式进入的下一级模式，在该模式下可以对交换机的配置文件进行管理，查看交换机的配置信息，进行网络的测试和调试等。特权模式提示符为 Switch#。

(3) 全局配置模式。它属于特权模式的下一级模式，在该模式下可以配置交换机的全局性参数（如主机名、登录信息等）。在该模式下还可以进入下一级的配置模式，对交换机的具体功能进行配置。全局模式提示符为 Switch(config)#。

(4) 端口模式。它属于全局模式的下一级模式，在该模式下可以对交换机的端口进行参数配置。端口模式提示符为 Switch(config-if)#。

Exit 命令：它使用户退回到上一级操作模式。

end 命令：使用户从特权模式以下级别直接返回到特权模式。

交换机命令行支持获取帮助信息、命令的简写、命令的自动补齐和快捷键功能。

【实现功能】

熟练掌握交换机的命令行配置和操作模式。

【实验设备】

交换机设备（1台）、配置主机（1台）、配置线（1条）。

【实验拓扑】

交换机基本配置的网络拓扑如图 1-1-1 所示。

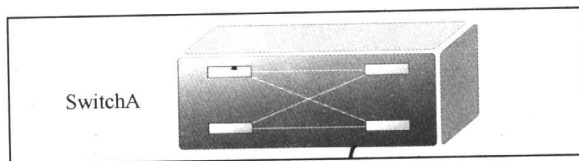


图 1-1-1 交换机基本配置网络拓扑

【实验步骤】

(1) 交换机命令行操作模式的进入:

Switch>enable	!进入特权模式
Switch#	
Switch#configure terminal	!进入全局配置模式
Switch(config)#	
Switch(config)#interface Fastethernet 0/5	!进入交换机 F0/5 的端口模式
Switch(config-if)#	
Switch(config-if)#exit	!退回到上一级操作模式
Switch(config)#	
Switch(config-if)#end	!直接退回到特权模式
Switch#	

(2) 交换机命令行具有下述基本功能。

① 帮助信息:

Switch> ?	!显示当前模式下所有可执行的命令
disable	Turn off privileged commands
enable	Turn on privileged commands
exit	Exit from the EXEC
help	Description of the interactive help system
ping	Send echo messages
command	Run command on remote Switch
show	Show running system information
telnet	Open a telnet connection
trace route	Trace route to destination

Switch#co?

!显示当前模式下所有以 co 开头的命令

configure copy

Switch#copy?

!显示 copy 命令后可执行的参数

flash:

Copy from flash: file system

running-config

Copy from current system configuration

startup-config

Copy from startup configuration

tftp:

Copy from tftp: file system

xmodem

Copy from xmodem file system

② 命令的简写:

Switch#conf ter

!交换机命令行支持命令的简写, 该命令代表 configure terminal

Switch(config)#

③ 命令的自动补齐:

Switch#con

!(按键盘的 Tab 键自动补齐 configure)交换机支持命令的自动补齐

Switch#configure

④ 命令的快捷键功能:

Switch(config-if)# ^Z

!Ctrl+Z 退回到特权模式

Switch#

Switch#ping 1.1.1.1

sending 5, 100-byte ICMP Echoes to 1.1.1.1,

timeout is 2000 milliseconds.

Switch#

例如上文中在交换机特权模式下执行 ping 1.1.1.1 命令, 发现不能 ping 通目标地址。交换机在默认情况下需要发送 5 个数据包, 如果不想等到 5 个数据包均不能 ping 通目标地址的反馈出现, 可在 5 个数据包未发出之前通过执行 Ctrl+C 终止当前操作。

【注意事项】

(1) 命令行操作进行自动补齐或命令简写时, 要求所简写的字母必须能够唯一区别该命令。例如 Switch#conf 可以代表 configure, 但 Switch#co 无法代表 configure, 因为以 co 开头的命令有两个, 即 copy 和 configure, 设备无法区别。

(2) 注意区别每个操作模式下可执行的命令种类, 交换机不可以跨模式执行命令。

(3) 不同型号和不同版本操作系统的交换机设备, 配置信息显示的结果可能会因操作系统的不同而有所差别, 但基本操作过程、配置方法和命令的格式是相似的。