



> 华为ICT认证系列丛书

华为技术有限公司与泰克网络实验室 联合创作

华为技术认证

# HCNA网络技术 实验指南

华为技术有限公司 主编



 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



华为技术认证

# HCNA网络技术 实验指南

华为技术有限公司 主编



人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

HCNA网络技术实验指南 / 华为技术有限公司主编  
— 北京 : 人民邮电出版社, 2014. 5  
(华为ICT认证系列丛书)  
ISBN 978-7-115-34319-2

I. ①H… II. ①华… III. ①企业—计算机网络  
IV. ①TP393.18

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第001700号

## 内 容 提 要

为帮助广大 ICT 从业人员更好地学习信息和网络技术, 华为技术有限公司在 2012 年 9 月发布了业界首款免费的企业网络仿真软件平台 eNSP (Enterprise Network Simulation Platform)。软件平台推出至今, 下载量已超过百万, 迅速成为 ICT 从业人员学习信息和网络技术的首选工具。随着学习的深入, 越来越多的用户希望能看到与 eNSP 配套的实验学习指南, 从而更好地利用 eNSP 学习信息和网络技术, 并参加华为认证考试。

为此, 华为技术有限公司与泰克网络实验室(华为授权培训合作伙伴)联合编写了本书。本书最大的特点是依据 HCNA 的知识点, 基于 eNSP 搭建企业网络真实场景, 并给出了大量的配置案例, 将真实场景与配置实例紧密结合, 使读者能够更快速、更直观、更深刻地掌握 HCNA 所需的知识, 提高操作技能, 增强实战经验。本书主要内容包括 eNSP 使用说明、VRP 基础操作、二层交换技术和三层路由技术等, 特别适合于正在学习 HCNA 或者想进一步提高对网络知识的理解及实际操作技能的读者。



- 
- ◆ 主 编 华为技术有限公司  
责任编辑 李 静  
责任印制 杨林杰
  - ◆ 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 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 27.5 2014 年 5 月第 1 版  
字数: 631 千字 2014 年 5 月北京第 1 次印刷
- 

定价: 69.00 元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316  
反盗版热线: (010)81055315

# 华为认证简介

华为认证是华为技术有限公司凭借多年信息通信技术人才培养经验，以及对行业发展的深刻理解，基于 ICT（InformationCommunicationTechnology，信息通信技术）产业链人才个人职业发展生命周期，搭载华为“云—管—端”融合技术，推出的覆盖 IP、IT、CT 以及 ICT 融合技术领域的认证体系，是业界唯一的 ICT 全技术领域认证体系。

华为技术有限公司经过 20 多年在 ICT 行业培训和认证领域的积累，已经在全球形成了完整的培训认证体系，包括自有的培训中心、授权的培训中心以及与高校合作的教育项目，累计参加华为培训的人次已超过 300 万，培训与考试服务覆盖 160 多个国家，平均每天有逾 250 名学员在全球各地接受华为的技术培训。

对行业不同领域的人才，华为均有与之匹配的知识和技能培养解决方案，对其进行准确合理的能力评估。针对个人的职业发展历程，华为提供从工程师到资深工程师、到专家、到架构师，从单一的技术领域到 ICT 融合的职业认证；针对华为的合作伙伴，基于不同岗位，提供销售专家、解决方案专家、售后专家等专业认证。

要全面了解华为认证培训相关信息，请访问华为培训认证主页 (<http://support.huawei.com/learning>)。

要了解华为认证最新动态，请关注华为认证官方微博 (<http://e.weibo.com/hwcertification>)。

通过华为官方论坛链接 (<http://support.huawei.com/ecommunity/bbs>) 点击进入华为认证版块（华为职业认证包含的内容如图 1 所示），可以和广大用户一起进行技术问题的探讨，以及考试学习资料的分享。

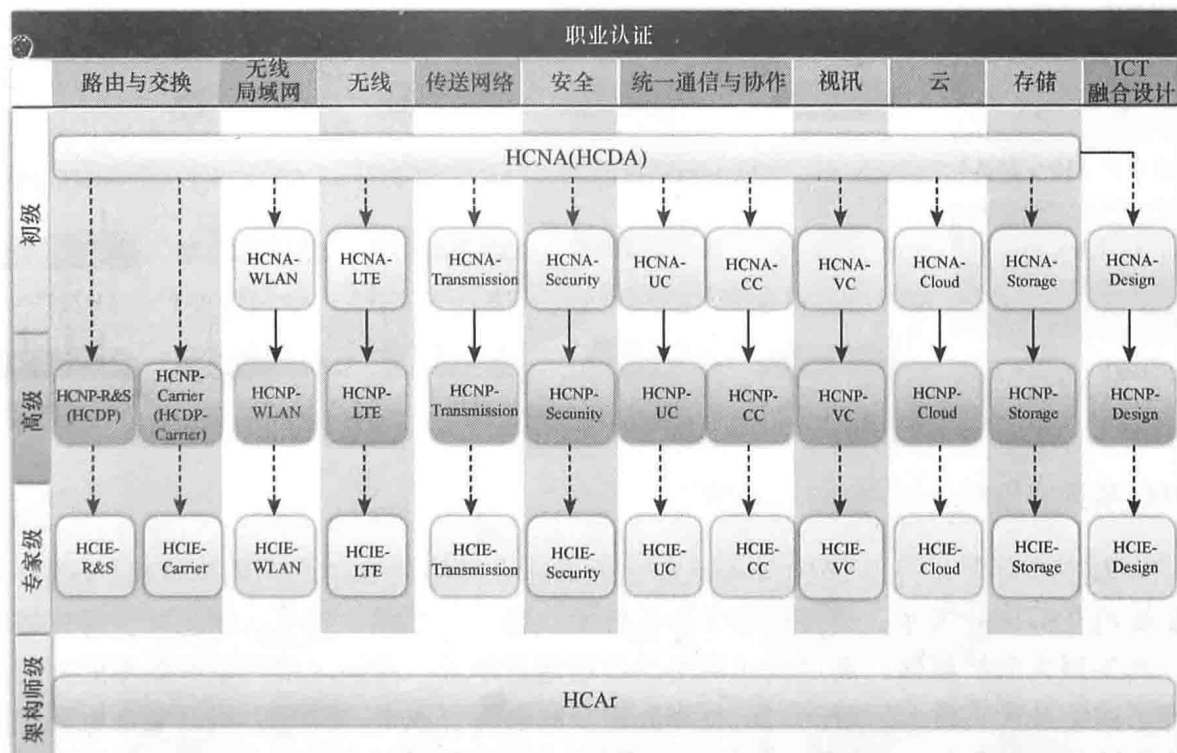


图 1 华为职业认证的内容

## 华为路由交换产品介绍

### AR 系列路由器

2011 年，华为技术有限公司发布了第三代企业接入路由器 AR G3 系列。该系列采用多核 CPU 及大容量交换网，是集安全、语音、互联、无线于一体的多业务的企业路由器，并通过了北美权威机构的评测，性能是业界水平的 2 倍以上，从根本上为企业多业务环境的优质体验提供了保证。

AR G3 系列企业路由器一般位于企业内部与外部网络的连接处，是内部与外部网络之间数据流的唯一出入口，能将多种业务部署在同一设备上，极大地降低了企业网络建设的初期投资与长期运维成本。用户可以根据企业用户规模选择不同规格的 AR G3 路由器作为出口网关设备。AR 系列路由器如图 2 所示。

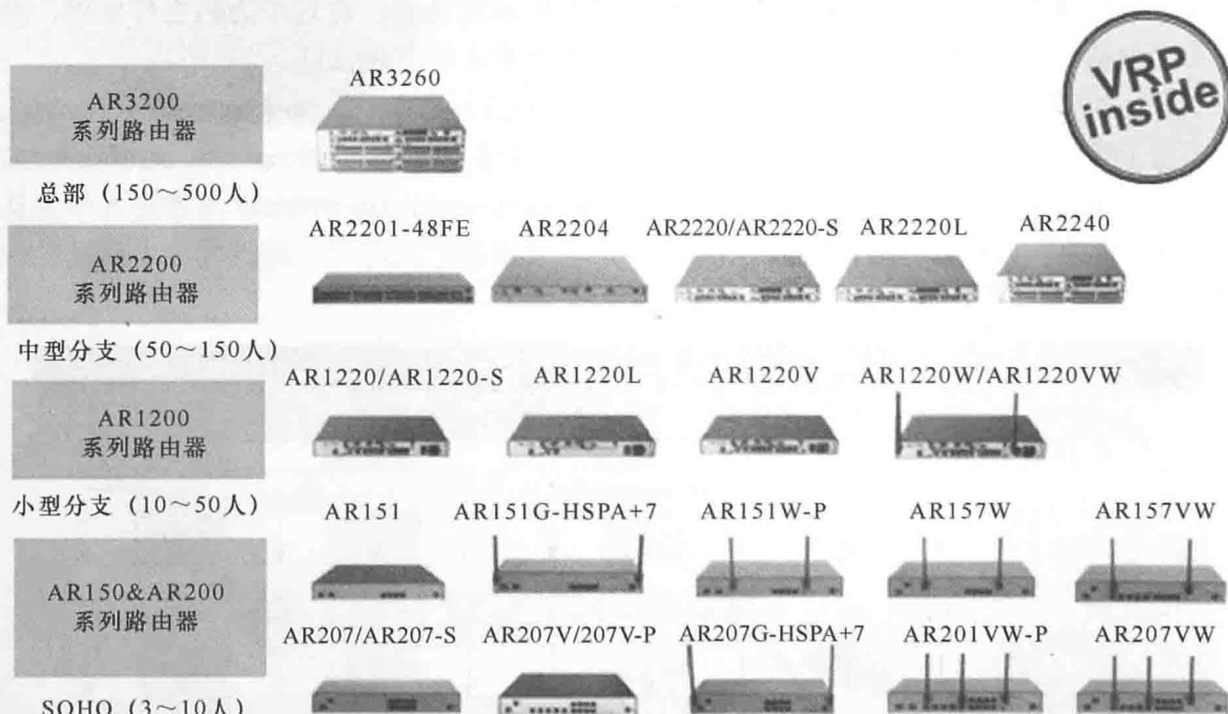


图 2 AR 系列路由器

### Sx700 系列交换机

华为技术有限公司于 2010 年 6 月推出面向企业网络的 Sx700 系列交换机。Sx700 系列交换机在提供高带宽、高性能服务的基础上，融合了可靠、安全、绿色环保等先进技术，具备强大的扩展性，满足企业网络的持续演进需求。在提高用户生产效率的同时，保证了网络最大正常运行时间，从而降低用户的总拥有成本。Sx700 系列交换机基于新一代高性能硬件和统一的 VRP 平台，主要解决局域网络的部署和建设，以及数据中心的接入应用。在资质和认证方面，华为交换机在基本功能、节能减排、可靠性、互通性等

了北美权威评测机构的全方位测试和认证，是业界不可多得的高性价比网络产品。Sx700 系列交换机如图 3 所示。

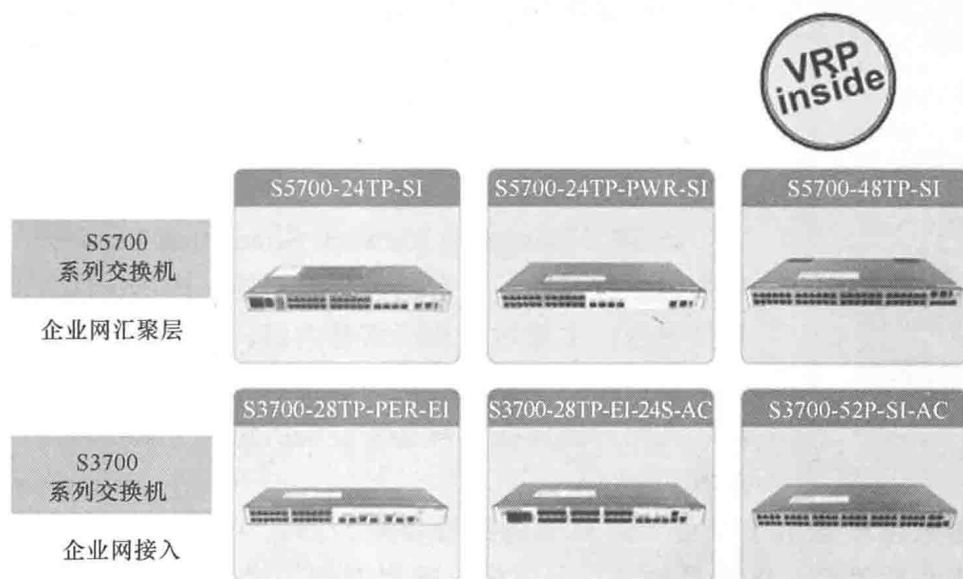


图 3 Sx700 系列交换机

## 企业网络解决方案

企业网络的构建可根据企业本身的规模大小选择不同的解决方案。例如，一个小型分支机构，可使用 S3700 作为接入层交换机直接连接到作为网络出口的 AR 系列路由器。大中型企业网络通常需要分层设计，接入层可部署 S3700 交换机，实现对不同类型用户终端的接入；汇聚层可采用 S5700 交换机，下行通过千兆接口连接接入交换机，上行通过万兆光口连接核心层路由器；核心层可根据需求选择不同规格的 AR 路由器作为核心层设备。

华为数通产品企业网络解决方案场景如图 4 所示。

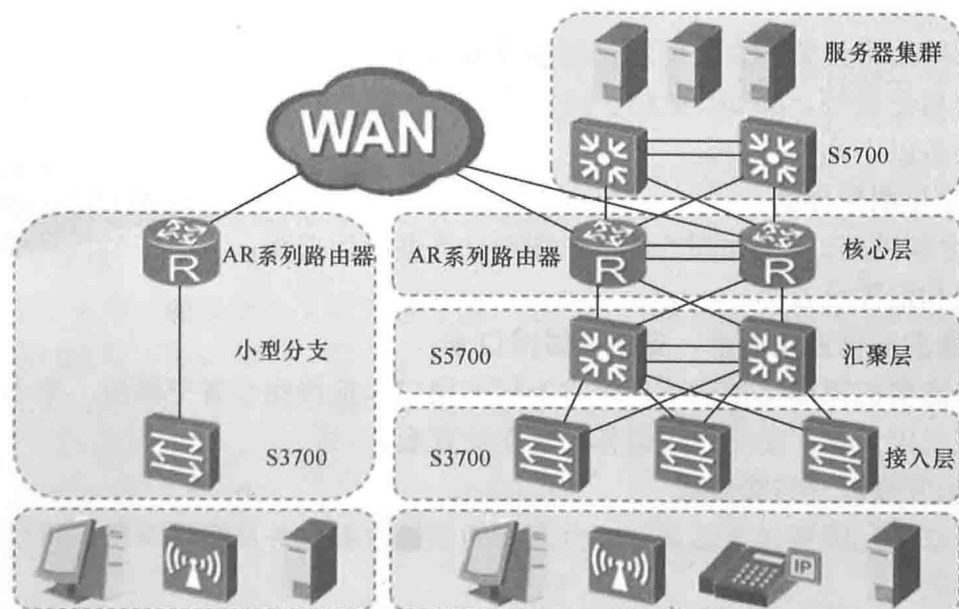


图 4 华为数通产品企业网络解决方案场景

## eNSP 介绍

### eNSP 简介



eNSP (Enterprise Network Simulation Platform) 是一款由华为自主开发的、免费的、可扩展的、图形化操作的网络仿真工具平台，主要对企业网络路由器、交换机及相关物理设备进行软件仿真，完美呈现真实设备实景，支持大型网络模拟，可以让广大用户能够在没有真实设备的情况下模拟演练，学习网络技术。

针对越来越多的 ICT 从业者对真实网络设备模拟的需求，eNSP 企业网络仿真平台拥有着仿真程度高、更新及时、界面友好、操作方便等特点。这款仿真软件运行的是与真实设备同样的 VRP 操作系统，能够最大程度地模拟真实设备环境。用户可以利用 eNSP 模拟工程开局与网络测试，高效地构建企业优质的 ICT 网络。eNSP 支持与真实设备对接，以及数据包的实时抓取，可以帮助用户深刻理解网络协议的运行原理，协助进行网络技术的钻研和探索。另外，用户还可以利用 eNSP 模拟华为认证相关实验 (HCNA、HCNP-R&S、HCIE-R&S 等)，能更轻松地获得华为认证，成就技术专家之路。

eNSP 的免费发布，将为用户提供近距离体验华为设备的机会。无论是操作数通产品、维护现网的技术工程师，还是教授网络技术的培训讲师，或者是想要获得华为认证，获得能力认可的在校学生，相信都可以从 eNSP 中受益。

### eNSP 的特点

针对影响用户体验的主要问题，例如安装是否方便、仿真度是否够高、是否可视化操作、是否可更新等，eNSP 做到了扬各家之长，避各家之短，给用户带来极佳的操作体验，它具备以下几个特点。

#### 1. 人性化图形界面

eNSP 全新的 UI 界面如图 5 所示。图形化界面不但美观，且操作时可轻松上手，包括拓扑搭建和配置设备等。

#### 2. 设备图形化直观展示，支持插拔接口卡

在设备真实的图形化视图下，可将不同的接口卡拖拽到设备空槽位，单击电源开关即可启动或关闭设备，使用户对设备的感受更直观。

#### 3. 多机互联，分布式部署

最多可在 4 台服务器上部署 200 台左右的模拟设备，并且实现互联，可以模拟大型复杂网络实验。

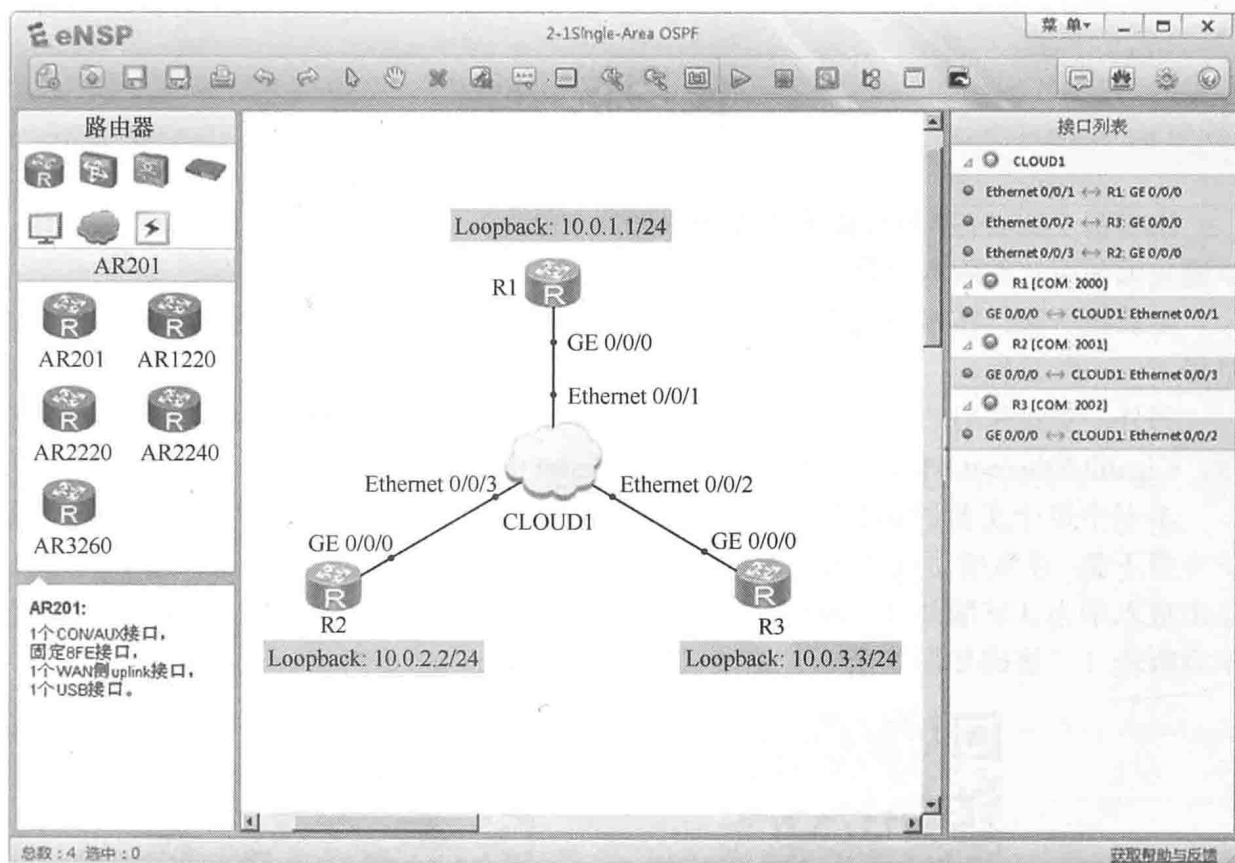


图 5 eNSP 全新的 UI 界面

#### 4. 高度仿真，实景再现，支持设备功能多

高度仿真的二层转发，运行华为通用路由平台 VRP 系统，支持对路由器、交换机各种特性的仿真和模拟（包括 STP/RSTP/MSTP、Mux VLAN、SEP、GVRP 等各种协议），提供 AR 全系列仿真款型，支持 NAT、防火墙、IPSec、SSLVPN、MQC、AC 等功能。

#### 5. 不断增加的功能特性模拟

随着真实产品的升级更新，软件将支持增加更多更新的功能特性与之对应。用户发现任何问题都可以通过华为 support-e 官网论坛进行问题反馈，华为技术有限公司有专人负责技术支持和疑问解答，亦可通过邮箱 eNetwork\_tools@huawei.com 进行反馈，反馈的问题和建议将通过后续月度版本予以快速响应。

#### 6. 完全免费

软件完全免费，面向所有人群开放下载，用户可登录 <http://enterprise.huawei.com/cn/> 华为官方网站进行下载。

## 使用说明

本书基于的 eNSP 软件版本为 V100R002C00B210，请读者于官网上对应下载使用，以避免因使用软件版本不符而造成实际实验操作与书中内容不一致。

受篇幅所限，在本书的实验现象输出命令中，凡是不与实验主题相关的部分都以省略号“……”替代。

另外，实验常用的设备接口在正文中以缩略词表示，如 Ethernet 0/0/0 以 E 0/0/0 表示；Gigabit Ethernet 0/0/0 以 GE 0/0/0 表示；Serial 0/0/0 以 S 0/0/0 表示。

本书中每个实验的拓扑图、思考题答案及最终配置都以电子文件形式在网页上提供免费下载，详情请访问华为官方论坛链接 (<http://support.huawei.com/ecomunity/bbs>) 点击进入华为认证版块（二维码如图 6 所示）；或者访问泰克网络实验室官方网站中的华为版块（二维码如图 7 所示）链接 (<http://www.tech-lab.cn/huawei>)。



图 6 华为官方论坛中华为论证版块中的二维码



图 7 泰克网络实验室官方网站中华为版块中的二维码

### 本书常用图标



# 序

作为全球领先的信息与通信解决方案供应商，华为以“丰富人们的沟通和生活”为愿景，利用在 ICT 领域的专业技术和经验，帮助不同地区的人们平等、自由地接入到信息社会，确保所有人都能享受到信息和通信服务的基本权利，致力于消除数字鸿沟。我们提倡和致力于信息和通信技术的普及，增加教育机会并培养 ICT 人才。

为帮助广大 ICT 从业人员更好地学习信息和网络技术，华为技术有限公司在 2012 年 9 月发布了业界首款免费的企业网络仿真软件平台 eNSP (Enterprise Network Simulation Platform)。这款仿真软件平台主要对企业网络路由器、交换机、防火墙、WLAN 等网络设备进行软件仿真，具备高仿真、界面友好、操作方便、版本更新及时等特点。eNSP 一经推出就受到社会的广泛关注和欢迎，下载量已超过百万，迅速成为 ICT 从业人员学习信息和网络技术的首选工具。随着学习的深入，越来越多的 ICT 从业人员希望能看到与 eNSP 配套的实验学习指南，从而更好地利用 eNSP 学习信息和网络技术，并参加华为认证考试。

为满足广大 ICT 从业者的学习需求，我们联合华为授权培训合作伙伴——泰克网络实验室，组织多名经验丰富的老师编写了本实验指南。对于一个 ICT 从业人员来说，理论知识固然重要，但动手实操能力更不可少。许多仅仅从书本上学习信息和网络技术原理的 ICT 从业人员，在面对真实的组网时往往会无所适从。本书最大的特点是依据 HCNA 的知识点，基于 eNSP 搭建企业网络真实场景，配置案例系统丰富，实验步骤细致严谨，文字描述详实准确。

这是“华为 ICT 认证系列丛书”中一本不可多得的实验学习指南，希望它能够帮助广大读者不断积累实战经验，同时系统地梳理和巩固书本上所学的技术理论知识，使得理论与实战相得益彰，从而进一步帮助读者成为 ICT 领域的专家人才，在 ICT 行业大展身手！



全球培训与认证部部长

华为企业业务集团

2014 年 4 月

# 前言

本书实验包括：“原理概述”、“实验目的”、“实验内容”、“实验拓扑”、“实验步骤”、“思考”等模块。读者应首先阅读“原理概述”和“实验目的”，了解本实验应该掌握的知识和技能，再进行实验操作。实验过程中请读者仔细阅读“实验步骤”中的说明，这些内容将很好地展示实验的思路。最后的“思考”模块，可以启发读者进行进一步思考，使读者能更加深刻地理解相关知识。

为了更便于读者学习和练习，我们把每个实验项目都做成了独立的 eNSP 实验软件包，包括每个实验的最终配置和思考题答案等内容都放到网站上提供给读者下载和学习，读者可以在本书的“使用说明”中找到这些网址。

## 适用读者对象

本书的基本定位是华为 HCNA 认证的参考书，全方位涵盖了 HCNA 的知识点。本书适合于以下几类读者。

- 使用华为路由器和交换机的用户

本书可帮助用户更加熟练地操作和使用华为设备，加深对网络技术的理解，通过实验模拟现网，增加实际项目经验。

- ICT 从业人员

本书可作为工具用书，帮助 ICT 从业人员熟悉华为设备，具备快速配置华为路由器和交换机的能力，掌握相关网络技术的应用。本书更有助于 ICT 从业人员获取华为认证，提升在企业中的个人价值。

- 高校学生

本书可作为华为信息与网络技术学院的实验教材，也可作为计算机通信等相关专业学生的自学参考书。配合 eNSP 软件，本书可以帮助学生快速地熟悉华为网络设备的操作，理解和掌握信息和网络技术，使学生能更快地积累企业网络实践经验，更早地获得华为认证，在今后的职业生涯中有一个更好的起步。

- 对信息和网络技术感兴趣的爱好者

本书可作为学习信息和网络技术的参考书籍，使爱好者了解华为产品和技术的特點，掌握华为产品和技术的应用，并为其进一步的技术研究提供工具和指导。

## 本书主要内容

全书共分为 14 章，所有实验都是基于 eNSP 作为实验工具，按照 HCNA 的知识点进行设计。

### 第 1 章：eNSP 及 VRP 基础操作

本章介绍了 eNSP 软件的基本操作方法、华为 VRP 通用路由平台的基本操作方法、

IP 基础配置、Telnet、Stelnet、FTP 的操作实例。

### 第 2 章：交换机基础配置

本章介绍了华为交换机的基本配置方法，给出了 ARP、ARP proxy 的配置实例。

### 第 3 章：VLAN

本章给出了 VLAN 的 Access 接口、Trunk 接口、Hybird 接口的配置实例，以及分别通过单臂路由和三层交换机实现 VLAN 间通信的配置实例。

### 第 4 章：生成树

本章给出了 STP 的配置实例，并详细介绍了 STP 的选举规则和定时器，给出了 RSTP 和 MSTP 的基础配置实例。

### 第 5 章：其他交换技术

本章给出了 GVRP、Smart-Link 与 Monitor-Link、Eth-trunk 的配置实例。

### 第 6 章：静态路由

本章给出了静态路由和默认路由的配置实例，并在此基础上给出了浮动静态路由和负载均衡的配置实例。

### 第 7 章：RIP

本章以 RIP 路由协议为主题，给出了包括基本配置、认证、汇总、版本兼容、故障排除等多方面特性的配置实例。

### 第 8 章：OSPF

本章以 OSPF 路由协议为主题，给出了包括单区域配置、多区域配置、认证、被动接口等多方面特性的配置实例。

### 第 9 章：VRRP

本章给出了 VRRP 的基本配置、多备份组、跟踪接口及认证的配置实例。

### 第 10 章：基础过滤工具

本章给出了常用过滤工具、基本的访问控制列表、高级的访问控制列表及前缀列表的配置实例。

### 第 11 章：广域网

本章介绍了 HDLC 和 PPP 的基础配置方法，给出了 PAP 和 CHAP 认证的配置实例，介绍了帧中继的基础配置方法，给出了帧中继网络中 OSPF 协议的配置实例。

### 第 12 章：DHCP

本章给出了基础全局地址池和基础接口地址池的 DHCP 配置实例，同时也给出了 DHCP 中继的配置实例。

### 第 13 章：IPv6

本章介绍了 IPv6 地址的基础配置，给出了 RIPng 路由协议和 OSPFv3 路由协议的配置实例。

### 第 14 章：其他特性

本章介绍了 SNMP 协议的基础配置，给出了 GRE 协议的配置实例，给出了使用 eNSP 软件与真实 PC 进行桥接的方法示例，以及 NAT 技术的配置实例。

## 鸣谢

本书由华为技术有限公司与泰克网络实验室联合编写，经过双方多位编委老师半年多时间的严格审校、修改和完善，这本实验指南终于高质量完成并得以顺利地出版上市。在此感谢泰克网络实验室各位老师的付出和大力支持，感谢人民邮电出版社各位编辑老师，以及各位编委的辛勤工作！以下是本书主要参与编写老师的介绍。

徐一鸣，具有多年 ICT 从业经验，现任华为路由交换认证架构师，华为 HCIE R&S 项目负责人，负责设计和开发华为路由交换领域的认证培训教材，以及培训授课工作；同时负责 HCIE R&S 考试的执行及面试等工作。

刘晶晶，具有多年 ICT 从业经验，华为路由交换资深讲师，华为路由交换讲师认证主考官，负责开发华为路由交换领域的认证培训教材，以及培训授课工作。

林康平，全球第一个 HCIE 的诞生地——泰克网络实验室的创始人，多家大中企业的资深技术顾问。负责过多项金融行业的 ICT 网络优化、互联网服务提供商三网合一等大型项目。他希望通过自己的技术和经验培养更多优秀的 ICT 行业人才，其座右铭是：我们一直在努力，从为自己更优秀到帮助别人更优秀。

参与本书编写和审稿的老师虽然有多年 ICT 从业经验，但因时间仓促，错漏之处在所难免，望读者不吝赐教，在此表示衷心的感谢。读者对于本书有任何意见和建议可以发送邮件至 [Learning@huawei.com](mailto:Learning@huawei.com)。

以下是参与本书编写和技术审校人员的名单。（排名不分先后）

主 编：涂文杰

编委人员：刘晶晶、徐一鸣、宋新华、林康平、邵 岩、陈 亮、陈世杰、刘大伟、  
丁林琦、彭 丹、沈义鸿

技术审校：江永红、刘 洋、张 超、李云超

# 目 录

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 第 1 章 eNSP 及 VRP 基础操作.....         | 0   |
| 1.1 认识 eNSP.....                   | 2   |
| 1.2 熟悉 VRP 基本操作.....               | 13  |
| 1.3 熟悉常用的 IP 相关命令.....             | 18  |
| 1.4 配置通过 Telnet 登录系统.....          | 25  |
| 1.5 配置通过 STelnet 登录系统.....         | 29  |
| 1.6 配置通过 FTP 进行文件操作.....           | 34  |
| 第 2 章 交换机基础配置.....                 | 40  |
| 2.1 交换机基础配置.....                   | 42  |
| 2.2 理解 ARP 及 Proxy ARP.....        | 44  |
| 第 3 章 VLAN.....                    | 54  |
| 3.1 VLAN 基础配置及 Access 接口.....      | 56  |
| 3.2 配置 Trunk 接口.....               | 60  |
| 3.3 理解 Hybrid 接口的应用.....           | 65  |
| 3.4 利用单臂路由实现 VLAN 间路由.....         | 75  |
| 3.5 利用三层交换机实现 VLAN 间路由.....        | 81  |
| 第 4 章 生成树.....                     | 86  |
| 4.1 STP 配置和选路规则.....               | 88  |
| 4.2 配置 STP 定时器.....                | 94  |
| 4.3 RSTP 基础配置.....                 | 101 |
| 4.4 MSTP 基础配置.....                 | 110 |
| 第 5 章 其他交换技术.....                  | 120 |
| 5.1 GVRP 基础配置.....                 | 122 |
| 5.2 Smart Link 与 Monitor Link..... | 129 |
| 5.3 配置 Eth-Trunk 链路聚合.....         | 134 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 第 6 章 静态路由 .....                 | 142 |
| 6.1 静态路由及默认路由基本配置 .....          | 144 |
| 6.2 浮动静态路由及负载均衡 .....            | 153 |
| 第 7 章 RIP .....                  | 162 |
| 7.1 RIP 路由协议基本配置 .....           | 164 |
| 7.2 配置 RIPv2 的认证 .....           | 168 |
| 7.3 RIP 路由协议的汇总 .....            | 175 |
| 7.4 配置 RIP 的版本兼容、定时器及协议优先级 ..... | 181 |
| 7.5 配置 RIP 抑制接口及单播更新 .....       | 187 |
| 7.6 RIP 与不连续子网 .....             | 195 |
| 7.7 RIP 的水平分割及触发更新 .....         | 204 |
| 7.8 配置 RIP 路由附加度量值 .....         | 209 |
| 7.9 RIP 的故障处理 .....              | 214 |
| 7.10 RIP 的路由引入 .....             | 226 |
| 第 8 章 OSPF .....                 | 234 |
| 8.1 OSPF 单区域配置 .....             | 236 |
| 8.2 OSPF 多区域配置 .....             | 240 |
| 8.3 配置 OSPF 的认证 .....            | 246 |
| 8.4 OSPF 被动接口配置 .....            | 252 |
| 8.5 理解 OSPF Router-ID .....      | 257 |
| 8.6 OSPF 的 DR 与 BDR .....        | 263 |
| 8.7 OSPF 开销值、协议优先级及计时器的修改 .....  | 269 |
| 8.8 连接 RIP 与 OSPF 网络 .....       | 275 |
| 8.9 使用 RIP、OSPF 发布默认路由 .....     | 279 |
| 第 9 章 VRRP .....                 | 284 |
| 9.1 VRRP 基本配置 .....              | 286 |
| 9.2 配置 VRRP 多备份组 .....           | 291 |
| 9.3 配置 VRRP 的跟踪接口及认证 .....       | 296 |
| 第 10 章 基础过滤工具 .....              | 302 |
| 10.1 配置基本的访问控制列表 .....           | 304 |
| 10.2 配置高级的访问控制列表 .....           | 308 |
| 10.3 配置前缀列表 .....                | 312 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 第 11 章 广域网 .....             | 320 |
| 11.1 WAN 接入配置 .....          | 322 |
| 11.2 PPP 的认证 .....           | 325 |
| 11.3 帧中继基本配置 .....           | 332 |
| 11.4 OSPF 在帧中继网络中的配置 .....   | 337 |
| 第 12 章 DHCP .....            | 346 |
| 12.1 配置基于接口地址池的 DHCP .....   | 348 |
| 12.2 配置基于全局地址池的 DHCP .....   | 352 |
| 12.3 配置 DHCP 中继 .....        | 358 |
| 第 13 章 IPv6 .....            | 366 |
| 13.1 IPv6 基础配置 .....         | 368 |
| 13.2 RIPng 基础配置 .....        | 372 |
| 13.3 OSPFv3 基础配置 .....       | 377 |
| 第 14 章 其他特性 .....            | 384 |
| 14.1 实现 eNSP 与真实 PC 桥接 ..... | 386 |
| 14.2 SNMP 基础配置 .....         | 391 |
| 14.3 GRE 协议基础配置 .....        | 395 |
| 14.4 配置 NAT .....            | 401 |
| 附录 命令索引 .....                | 410 |

