

责任编辑：刘 洵 助理编辑：孟海江
封面设计：唐韵设计

智能时代网络人才培养系列教材

- 智能物联网导论
- 计算机网络基础
- 计算机网络系统集成
- 计算机网络技术与应用
- 云计算基础与应用
- 云计算网络技术与应用
- ▶ 路由交换技术
- 移动通信技术
- 网络综合布线
- 局域网组建与维护
- 5G网络规划与工程实践
- 网络安全技术应用
- 网络虚拟化技术应用
- 数据库原理与应用教程
- Linux网络服务器配置与管理
- Python网络自动化运维实战
- Windows Server操作系统项目化教程

ISBN 978-7-5121-5518-3



定价：47.00元

甘肃省“十四五”职业教育省级规划教材建设项目

路由交换技术

主编◎卢宏才 牛泉林 成思豪

北京交通大学出版社

甘肃省“十四五”职业教育省级规划教材建设项目

路由交换技术

主编◎卢宏才 牛泉林 成思豪



北京交通大学出版社
<http://www.bjtup.com.cn>

甘肃省“十四五”职业教育省级规划教材建设项目

路由交换技术

主编◎卢宏才 牛泉林 成思豪



北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是主要面向高等职业教育的计算机网络项目化教材，集网络规划与运维技术能力培养于一体，较全面地介绍了计算机网络的基础知识以及路由器、交换机、防火墙等设备的基本操作技能。本书在内容组织上注重理实相结合、课堂实验与案例场景相结合，使读者能够对企业网络的基础原理和应用有比较直观的认识。本书通过项目实验帮助读者巩固理论知识；基于“工作过程”的模式编排案例，将企业一些典型的案例项目引入教材中，充分体现项目教学和案例教学的思想，从而帮助读者加深理解，强化应用，提高实际操作能力。本书内容丰富，结构合理，适用于网络工程初学者零基础入门，可作为计算机相关专业路由交换技术课程的教材，也可作为企业网络运维技术指导书，供广大的网络技术工作者及爱好者参考和使用。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

路由交换技术 / 卢宏才，牛泉林，成思豪主编. -- 北京：北京交通大学出版社，
2025. 8. -- ISBN 978-7-5121-5518-3

I . TN915. 05

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025PY3464 号

路由交换技术

LUYOU JIAOHUAN JISHU

责任编辑：刘 洵 助理编辑：孟海江

出版发行：北京交通大学出版社 电话：010-51686414 <http://www.bjtup.com.cn>

地 址：北京市海淀区高粱桥斜街 44 号 邮编：100044

印 刷 者：三河市华骏印务包装有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：210 mm × 285 mm 印张：14.5 字数：438 千字

版 印 次：2025 年 8 月第 1 版 2025 年 8 月第 1 次印刷

印 数：1—3 000 册 定价：47.00 元

本书如有质量问题，请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评，我们表示欢迎和感谢。

投诉电话：010-51686043，51686008；传真：010-62225406；E-mail：press@bjtu.edu.cn。



编委会

主 编：卢宏才 牛泉林 成思豪

副主编：李孝周 谢江龙 满国栋

丁万军 刘亚琦 张 凯

温春芳 包建伟 漆爱红

黄彩玲 陈 尧

前言

本教材编写紧紧围绕网络强国建设目标,坚持贯彻立德树人根本任务,优化职业教育类型定位,以服务发展为宗旨,以促进就业为导向,贯彻落实党的二十大精神,牢牢把握“培养什么人、怎样培养人、为谁培养人”这一问题,坚持为党育人、为国育才。本教材系统设计思政元素,让思政元素有机融入教材中。本教材通过“项目导读”“学习目标”“智识引航”“时代印记”等环节,将教材中的概念与现实生活融合,将知识与技能融合,将工作岗位需求与工匠精神融合,使学生在专业学习的同时,提高道德修养,丰富思想精神,接受文化精神洗礼,明确新时代网络技术人才的历史责任和未来使命。本教材以华为通信设备中路由器、交换机、防火墙等网络设备的基本操作技能为核心,以培养学生成为一名新时代优秀的网络工程师为目标,旨在为我国网络强国的建设培养高素质人才。

教材以企业“建网、用网、管网”为主线,运用理实一体教学方式对企业网络在路由器、交换机、防火墙等技术方面的应用展开介绍,将企业网络在建设过程中对各种技术的应用案例进行拆解,并将其引入教学中,帮助学生树立“学即用、用即会、会即精”的学习理念,培养学生在网络建设和网络运维方面的能力。教材分为12个项目,内容包括网络通信基础,IP编址,VRP基础,交换机基础,STP、RSTP和MSTP,VLAN原理及配置,路由基础知识,动态路由基础及配置,DHCP和VRRP技术,防火墙技术,网络地址转换技术及IPv6技术。教材内容力求细致全面、重点突出,理论知识的讲授注重言简意赅、通俗易懂,并强调案例的针对性和实用性。

教材以华为交换机、路由器、防火墙等设备的操作教学为核心,注重学生动手能力的培养,编者在教材编写过程中邀请了在企业工作超过15年的高级工程师作为技术指导,将一些典型网络运维案例引入教材中,讲授解决问题的方法,帮助学生厘清网络运行思路,注重引导学生进行独立思考。本教材在编写过程中,专门成立了教材编写委员会,编写成员“老带新,传帮带”,通过多次不定期线上、线下沟通交流,圆满完成了教材编写任务,同时也带出了一批年轻优秀教师及网络工程师。此外,企业人员也参与了教材编写,在教材中融入企业案例,并将本教材作为其公司新入职员工的培训手册。本教材还配有教学课件、电子教案、课程标准等丰富的教学资源,有需要者可致电教学助手13810412048或发邮件至2393867076@qq.com领取。

教材编写委员会成员及分工如下。

本教材由甘肃工业职业技术大学卢宏才、牛泉林、成思豪担任主编,其中卢宏才主要编

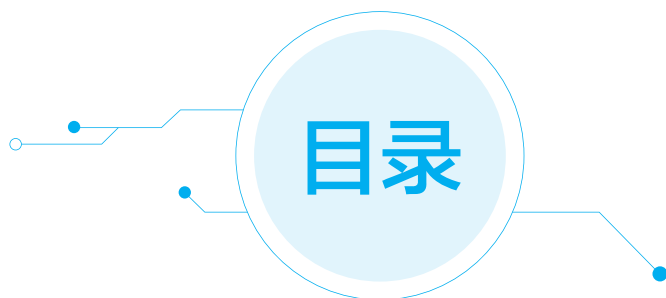


写了项目 1 至项目 3、项目 10，并负责教材中所涉及思政内容的审校；牛泉林主要编写了项目 5 至项目 9、项目 12，并负责教材中所涉及思政内容的整理；成思豪编写了项目 10、项目 11。副主编中，李孝周、丁万军、黄彩玲负责教材 PPT 的制作；谢江龙、刘亚琦编写了项目 4；兰州艾科斯信息技术有限公司高级工程师满国栋进行案例编写，并将此教材作为其公司新入职员工的培训指导书；张凯、陈尧核对并验证了项目 4 至项目 6 中的案例代码及实验结果；温春芳、包建伟、漆爱红验证项目 9 至项目 12 中的案例代码及实验结果。本教材还邀请了华为技术有限公司多名 IP 网络的工程师，对本教材中的企业真实案例编写进行了全方位指导，教材中的部分典型案例出自华为 HCIP 工程师认证实验手册。

由于我们的研究实践受应用领域的局限，因此本书在研究的水平、广度和深度上还不够，其中的错误和不足之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

2025 年 2 月



项目1 网络通信基础 1

任务1.1 了解计算机网络 2

- 1.1.1 计算机网络的概念 2
- 1.1.2 计算机网络的特征 5
- 1.1.3 计算机网络的发展过程 6
- 1.1.4 计算机网络的未来发展趋势 7

任务1.2 探索计算机网络的应用 8

- 1.2.1 主要作用 8
- 1.2.2 日常应用 9

任务1.3 区分计算机网络的类型 10

- 1.3.1 常见计算机网络分类 10
- 1.3.2 常见的标准化组织 11

任务1.4 了解计算机网络的拓扑结构 12

- 1.4.1 总线拓扑结构 12
- 1.4.2 环形拓扑结构 13
- 1.4.3 星形拓扑结构 14
- 1.4.4 网状拓扑结构 14
- 1.4.5 树状拓扑结构 15

任务1.5 认识协议与分层 15

- 1.5.1 网络协议的组成 16
- 1.5.2 分层的概念 16

- 1.5.3 层次化结构的优点 16

任务1.6 掌握ISO/OSI参考模型 17

- 1.6.1 ISO/OSI参考模型层次划分原则 17
- 1.6.2 OSI参考模型结构及各层的主要功能 17
- 1.6.3 OSI参考模型中的各层含义 18

任务1.7 理解TCP/IP体系结构 20

- 1.7.1 TCP/IP体系结构的层次划分 20
- 1.7.2 TCP/IP各层标准协议 21

项目2 IP编址 23

任务2.1 了解IP地址 24

- 2.1.1 IP地址的构成 24
- 2.1.2 IP地址的版本 24

任务2.2 区分IP地址的类型 25

- 2.2.1 网络号、主机号的含义 26
- 2.2.2 IP地址分类 26
- 2.2.3 各类IP地址对应网络数和主机数 28

任务2.3 认识特殊IP地址形式 28

- 2.3.1 私有地址 28
- 2.3.2 其他特殊的网络IP地址 28



任务2.4 计算子网掩码	31	任务3.4 掌握文件系统基础	55
2.4.1 子网掩码概念	31	3.4.1 基本查询命令	55
2.4.2 子网掩码的计算方法	31	3.4.2 目录操作	56
任务2.5 理解变长掩码和无类域间路由	33	3.4.3 文件操作	56
2.5.1 变长子网掩码	33	3.4.4 配置文件管理	57
2.5.2 无类域间路由	34	3.4.5 存储设备	58
2.5.3 CIDR实验搭建及规划	35	项目4 交换机基础	59
任务2.6 认识IPv6地址	35	任务4.1 理解交换机基本原理	60
2.6.1 IPv6地址的格式	36	4.1.1 交换机的工作原理及转发方式	60
2.6.2 IPv6的优势	37	4.1.2 交换机的冲突域和广播域	61
2.6.3 互联网设备发展趋势及其对IPv6的需求	38	任务4.2 了解交换机的基本配置方法	62
2.6.4 IPv6 + 新技术	39	4.2.1 以太网交换机	62
项目3 VRP基础	41	4.2.2 交换机配置方法	63
任务3.1 了解VRP	42	任务4.3 掌握交换机的常用命令	65
3.1.1 VRP基础体系结构和版本	42	4.3.1 交换机的命令视图	65
3.1.2 华为路由器、交换机、防火墙	42	4.3.2 交换机的常用帮助	66
3.1.3 华为其他通信产品	44	4.3.3 交换机常用配置命令	66
任务3.2 登录网络设备	44	任务4.4 升级交换机软件	69
3.2.1 登录设备的连接方式	44	4.4.1 FTP协议介绍	69
3.2.2 登录设备的方法	45	4.4.2 项目需求	69
3.2.3 登录管理方法	46	4.4.3 配置思路	70
任务3.3 掌握命令行基础	47	4.4.4 配置步骤	70
3.3.1 命令行界面	47	任务4.5 配置交换机端口	71
3.3.2 命令行功能及视图交互	48	4.5.1 交换机端口	71
3.3.3 基本配置步骤	50	4.5.2 端口配置常见命令说明	73
		任务4.6 应用链路聚合技术	74
		4.6.1 概念介绍	74

4.6.2	项目需求	75	6.1.2	VLAN的优点	99
4.6.3	配置思路	75	6.1.3	VLAN接口	99
4.6.4	配置步骤	75	6.1.4	VLAN类型	99
项目5	STP、RSTP、MSTP	77	任务6.2	了解基于端口的VLAN	100
任务5.1	掌握STP基础知识	78	6.2.1	链路类型	100
5.1.1	STP原理	78	6.2.2	以太网端口的默认 VLAN ID	100
5.1.2	STP选举	78	6.2.3	交换机端口出入数据处理 规则	101
任务5.2	进行STP基本配置	80	任务6.3	掌握VLAN配置基础	102
5.2.1	项目需求	80	6.3.1	划分VLAN	102
5.2.2	配置思路	80	6.3.2	验证配置结果	103
5.2.3	配置步骤	80	6.3.3	配置端口类型	103
任务5.3	明确RSTP基本概念	87	6.3.4	添加端口到VLAN	103
5.3.1	STP在网络应用中的不足	87	6.3.5	配置Trunk端口	103
5.3.2	RSTP原理	88	6.3.6	配置Hybrid端口	103
任务5.4	进行RSTP基本配置	89	6.3.7	配置Voice VLAN	104
5.4.1	项目需求	89	任务6.4	配置VLAN	104
5.4.2	配置思路	89	6.4.1	项目需求	104
5.4.3	操作步骤	89	6.4.2	配置思路	105
任务5.5	了解MSTP基本概念	91	6.4.3	操作步骤	105
5.5.1	单生成树存在的弊端	91	任务6.5	配置VLAN间路由	106
5.5.2	MSTP概念及应用场景	93	6.5.1	项目需求	106
任务5.6	进行MSTP基础配置	93	6.5.2	配置思路	106
5.6.1	项目需求	93	6.5.3	操作步骤	106
5.6.2	配置思路	93	任务6.6	实现VLAN典型配置	107
5.6.3	操作步骤	94	6.6.1	实验说明	107
项目6	VLAN原理及配置	97	6.6.2	配置思路	108
任务6.1	认识VLAN技术	98	6.6.3	操作步骤	108
6.1.1	VLAN 概述	98			

**项目7 路由基础知识 111****任务7.1 明确路由的概念 112**

7.1.1 基本概念 112

7.1.2 路由表和转发表 113

任务7.2 掌握路由基础 113

7.2.1 自治系统 113

7.2.2 LAN和广播域 114

7.2.3 路由选路 114

7.2.4 路由表和路由选择过程 114

7.2.5 路由的分类 116

任务7.3 了解静态路由 117

7.3.1 静态路由的优点和缺点 117

7.3.2 静态路由配置说明 117

任务7.4 配置静态路由 118

7.4.1 组网需求 118

7.4.2 配置思路 118

7.4.3 操作步骤 118

任务7.5 分析静态路由配置原理 122

7.5.1 组网需求 122

7.5.2 配置思路 122

7.5.3 操作步骤 122

任务7.6 配置浮动静态路由和默认**路由 124**

7.6.1 组网需求 124

7.6.2 配置思路 124

7.6.3 操作步骤 124

任务7.7 实现默认路由及路由汇总 127

7.7.1 默认路由的优点和缺点 128

7.7.2 组网需求 128

7.7.3 配置思路 128

7.7.4 操作步骤 128

项目8 动态路由基础及配置 131**任务8.1 掌握动态路由基础 132**

8.1.1 动态路由基本概念 132

8.1.2 动态路由中的专业名词
解释 1328.1.3 静态路由与动态路由的
比较 132**任务8.2 认识RIP协议 133**

8.2.1 距离矢量路由协议的特点 133

8.2.2 RIP的工作原理 133

任务8.3 配置RIP协议 135

8.3.1 组网需求 135

8.3.2 配置思路 135

8.3.3 操作步骤 135

任务8.4 了解OSPF协议基础 137

8.4.1 OSPF原理 137

8.4.2 组网需求 138

8.4.3 配置思路 138

8.4.4 操作步骤 138

任务8.5 实现OSPF多区域配置 140

8.5.1 组网需求 140

8.5.2 配置思路 141

8.5.3 操作步骤 141

任务8.6 了解路由引入 142**任务8.7 实现路由引入 143**

8.7.1 组网需求 143

8.7.2 配置思路 143

8.7.3 操作步骤 143

任务8.8 了解IS-IS基础配置 145

8.8.1 IS-IS基础知识 145

8.8.2 NET地址 145

8.8.3 IS-IS路由器的分类	146
8.8.4 IS-IS中的DIS	146
任务8.9 进行IS-IS基础配置	147
8.9.1 组网需求	147
8.9.2 配置思路	148
8.9.3 操作步骤	148
项目9 DHCP和VRRP技术	151
任务9.1 理解DHCP基础知识	152
9.1.1 DHCP基本概念	152
9.1.2 DHCP的工作原理 (无中继)	152
9.1.3 DHCP的工作原理 (中继)	153
任务9.2 进行DHCP基础配置	155
9.2.1 组网需求	155
9.2.2 配置思路	155
9.2.3 操作步骤	155
任务9.3 实现DHCP中继技术	157
9.3.1 DHCP中继概念及原理	157
9.3.2 组网需求	157
9.3.3 配置思路	157
9.3.4 操作步骤	157
任务9.4 理解VRRP基础知识	159
9.4.1 VRRP 基础概念	159
9.4.2 VRRP 工作原理	160
任务9.5 进行VRRP基础配置	160
9.5.1 项目需求	160
9.5.2 配置思路	161
9.5.3 操作步骤	161

项目10 防火墙技术	167
任务10.1 认识防火墙	168
10.1.1 防火墙的概念	168
10.1.2 防火墙的基本特性	168
10.1.3 防火墙的分类	168
10.1.4 防火墙的安全区域	170
任务10.2 管理防火墙设备	171
10.2.1 防火墙设备管理概述	171
10.2.2 设备登录管理	171
任务10.3 探索防火墙应用场景	173
10.3.1 大中型企业边界防护	173
10.3.2 内网管控与安全隔离	174
10.3.3 数据中心边界防护	175
10.3.4 VPN实现分支机构互联 与移动办公	175
10.3.5 云计算网关	176
10.3.6 云数据中心中的VXLAN 网关	176
任务10.4 eNSP防火墙的web界面登录	177
10.4.1 防火墙插件导入	177
10.4.2 防火墙环境搭建	177
10.4.3 防火墙配置	179
10.4.4 登录防火墙web界面	179
任务10.5 理解防火墙安全策略	181
10.5.1 包过滤技术	181
10.5.2 安全策略	181
10.5.3 安全策略分类	182
10.5.4 防火墙安全策略配置 及应用	183
任务10.6 实现静态地址入网	187
10.6.1 组网需求	187



10.6.2	配置思路	187
10.6.3	操作步骤	187
任务10.7	双机热备直路部署	188
10.7.1	组网需求	188
10.7.2	配置思路	189
10.7.3	操作步骤	189
任务10.8	使用防火墙防范DDoS攻击	192
10.8.1	组网需求	192
10.8.2	配置思路	192
10.8.3	操作步骤	192
任务10.9	开启防火墙动态限流	193
10.9.1	组网需求	193
10.9.2	配置思路	193
10.9.3	操作步骤	193
项目11	网络地址转换技术	195
任务11.1	了解网络地址转换技术	196
11.1.1	NAT的简介	196
11.1.2	NAT的分类	196
11.1.3	NAT的基本原理	196
11.1.4	NAT的优点和缺点	197
任务11.2	配置基于源IP地址NAT	197
11.2.1	基于源IP地址转换配置	197
11.2.2	NAT地址池	198
任务11.3	配置基于目的IP地址NAT	198
任务11.4	配置NAT Outbound	199
11.4.1	组网需求	199
11.4.2	配置思路	200
11.4.3	操作步骤	200
任务11.5	配置NAT Inbound	201
11.5.1	组网需求	201

11.5.2	配置思路	202
11.5.3	操作步骤	202
任务11.6	配置双出口NAT	203
11.6.1	组网需求	203
11.6.2	配置思路	204
11.6.3	操作步骤	204
项目12	IPv6技术	207
任务12.1	探索IPv6典型应用场景	208
任务12.2	实现IPv6无状态地址自动配置	208
12.2.1	了解IPv6无状态地址自动配置技术	208
12.2.2	配置命令说明	209
12.2.3	配置注意事项	209
12.2.4	配置举例	210
任务12.3	配置IPv6基础功能	210
12.3.1	组网需求	210
12.3.2	配置思路	210
12.3.3	操作步骤	210
任务12.4	配置IPv6静态路由	212
12.4.1	组网需求	212
12.4.2	配置思路	213
12.4.3	操作步骤	213
任务12.5	配置OSPFv3网络	215
12.5.1	组网需求	215
12.5.2	配置思路	215
12.5.3	操作步骤	215

参考文献	219
-------------	------------

项目3 VRP基础

项目导读

VRP (versatile routing platform), 中文名称为通用路由平台, 是华为数据通信网络设备的操作系统, 是华为公司在通信领域多年的研究经验结晶, 是华为所有基于 IP/ATM 构架的数据通信产品操作系统平台。VRP 操作系统为华为的路由器、交换机、防火墙、无线控制器等设备提供核心功能支持。通过 VRP 操作系统, 网络设备可以实现路由、交换、安全防护、无线管理等功能。

学习目标

知识目标

- (1) 了解 VRP 的基础知识。
- (2) 了解设备登录方式及登录工具软件。

能力目标

- (1) 能够掌握 VRP 命令行的基础知识。
- (2) 能够利用 VRP 命令行进行基本的配置。

素质目标

- (1) 提升使用常用工具软件的能力。
- (2) 增强对未知问题的探索意识, 培养主动学习的能力。
- (3) 通过学习华为通用操作系统平台, 提升社会实践能力, 增强文化自信。



任务3.1 了解VRP



3.1.1 VRP 基础体系结构和版本

VRP 以 TCP/IP 协议栈为核心, 提供了数据链路层、网络层和应用层的多种协议, 在操作系统中集成了路由技术、QoS 技术、VPN 技术、安全技术和 IP 语音技术等数据通信要件, 并以 IP 转发引擎技术为基础, 为网络设备提供了出色的数据转发能力。其体系结构如下。

IP 转发引擎: 包括传统 IP 报文转发、IP 快速转发、QoS (服务质量)、策略路由、安全能力及防火墙等。

广域网互连: 支持 PPP/MP、SLIP、HDLC/SDLC、X.25、Frame Relay、LAPB、ISDN 和 Ethernet 等。

路由协议: 支持 RIP、OSPF、BGP、IGRP、EIGRP、PIM、DVMRP、BGMP 等。

IP 业务: 支持 ARP/Proxy ARP、NAT、DNS、DHCP 中继、VLAN、SNA、VoIP 和 VPN 等。

配置管理能力: 支持命令行配置、日志告警、调试信息、SNMP 管理等。

随着网络技术和应用的飞速发展, VRP 平台在处理机制、业务能力、产品支持等方面也在持续演进。到目前为止, VRP 已经开发出了 5 个版本 (图 3-1), 分别是 VRP1、VRP2、VRP3、VRP5 和 VRP8。

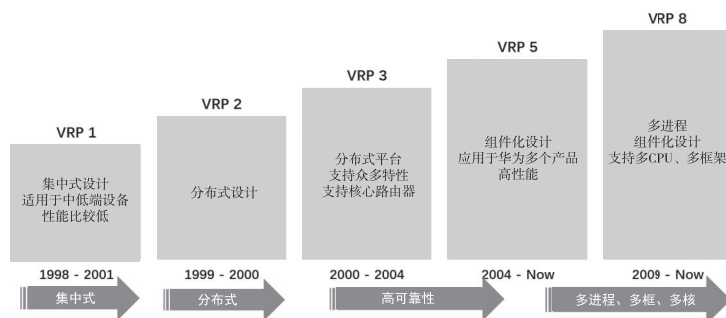


图 3-1 VRP 系统的 5 个版本

VRP5 是一款分布式网络操作系统, 具有高可靠性、高性能、可扩展的架构设计。目前, 绝大多数华为设备使用的都是 VRP5 版本。

VRP8 是新一代网络操作系统, 具有分布式、多进程、组件化架构等特点, 支持分布式应用和虚拟化技术, 能够适应未来的硬件发展趋势和企业急剧膨胀的业务需求。



3.1.2 华为路由器、交换机、防火墙

1. 路由器

AR 系列企业路由器产品非常丰富, 涵盖企业骨干路由器 NE5000E、城域路由器 ATN 900 系列、CX6600 系列、ME60 系列、NE 系列、OptiX PTN 系列、SIG9800 系列等。接入路由器 AR 系列、NE16EX、物联网关、Agile Controller-IoT、IoT Gateway 系列等, 在多场景实现融合性应用, 凭借领先业界的系统性能和可扩展能力, 能够充分满足未来业务扩展的多元化应用需求, 提供一体化的解决方案。

华为 AR 系列盒式路由器如图 3-2 所示。

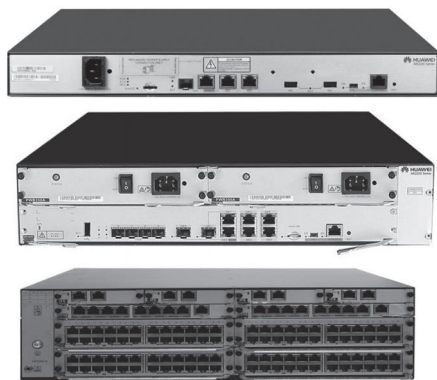


图 3-2 华为 AR 系列盒式路由器

智 识 引 航

中国努力摆脱依赖外国 IT，国产替代海外产品逐步扩大

自 2019 年以来，以美国为首的西方多国对我国高科技企业进行了多轮无理由制裁，由此，我国市场得出结论，中国企业需要尽可能多地自主研发并更换操作系统，包括个人计算机、服务器、路由器、芯片、操作系统、数据库和工业软件。

2. 交换机

华为交换机主要有园区交换机 Sx7 系列、Sx8 系列、S7900 系列、S9300 系列及数据中心交换机 CE 系列，涵盖了数据中心网络和园区产品组合，帮助客户从容面对数字化转型的商业诉求和满足虚拟化、大数据、云计算等业务快速增长的需要。华为 S5700 系列交换机如图 3-3 所示。

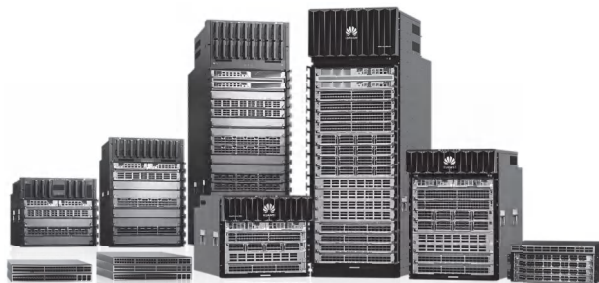


图 3-3 华为 S5700 系列交换机

3. 防火墙

华为网络安全设备通过基于 AI 技术的威胁检测、软件定义网络与安全的联动防御及安全策略智能调优，防患于未然，以适应不断变化的网络安全威胁环境。这种智能化的管理方式不仅提高了网络安全防护的效率，也体现了网络治理能力和水平的不断提升。目前常见的防火墙产品有 USG 系列、NGFW Module、SVN5600 系列、入侵防御与检测系统 IPS 系列、NIP 系列、Anti DDoS 网关 Anti DDoS 系列、高级威胁防御系列 LogCenter、eLog、HiSec Endpoint、应用安全 ASG 系列、Secospace WAF、UMA 系列、



WAF5000 系列等。华为 USG 下一代企业级防火墙如图 3-4 所示。



图 3-4 华为 USG 下一代企业级防火墙



3.1.3 华为其他通信产品

华为数据通信设备贯穿整个网络，包括接入、互联、无线、核心、服务器、操作系统等各个方面，可通过华为官方网站了解华为相关商用产品及行业解决方案，并免费获取相关学习资料，如图 3-5 所示。

HUAWEI					
个人及家庭产品		商用产品及方案		服务支持	
合作伙伴与开发者		关于华为			
产品		服务		行业解决方案	
热点话题					
联接	计算	云	运营商服务	电信	数字城市
运营商网络	鲲鹏计算	华为云	政企服务	金融	加速行业智能化
企业网络	昇腾AI计算	上云服务	电力	油气	
企业光网络	数据存储		制造	教育	
企业无线			更多行业方案 >		

图 3-5 华为官网提供的资料

任务3.2 登录网络设备



3.2.1 登录设备的连接方式

若要根据要求对某台设备进行配置，首先要登录到设备中才能实施配置，登录设备的方式有多种，下面将重点讲解登录华为设备的几种方法。

AR 系列路由器和 X7 系列交换机、防火墙都提供了 Console 口作为管理口，AR2200 路由器额外提供了 Mini USB 接口作为管理口，如图 3-6 和图 3-7 所示。



图 3-6 交换机 Console 口



图 3-7 路由器 Console 口和 Mini USB 接口



登录设备的方法

1. Console口登录

使用 Console 线来连接交换机或路由器的 Console 口与计算机的 COM 口，这样就可以通过计算机实现对本地设备的调试和维护，如图 3-8 所示。S5700 和 AR2200 的 Console 口是一种符合 RS232 串口标准的 RJ45 接口。目前大多数台式计算机提供的 COM 口都可以与 Console 口连接。笔记本电脑一般不提供 COM 口，需要使用 USB 到 RS232 的转换接口。

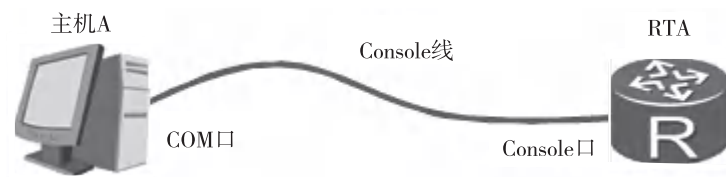


图 3-8 使用 Console 线缆登录路由器

2. Mini口登录

华为 AR2200 系列路由器还支持通过 Mini USB 口与主机 USB 口建立连接（图 3-9），实现对设备的调试和维护，设备 Mini 口如图 3-10 所示。需要注意的是，在管理设备时，Console 接口和 Mini USB 接口互斥，即同一时刻只能使用其中的一个接口连接到 VRP。



图 3-9 通过 Mini USB 口与主机 USB 口建立连接



图 3-10 AR2200 系列路由器 Mini 接口



3. 无线蓝牙登录设备

利用无线蓝牙登录设备，即使用蓝牙传输功能代替 Console 线完成设备登录，如图 3-11 所示。

企业设备在使用过程中，不是全部都统一放置在机柜或者某个触手可及的位置，为了防止出现一些可能影响网络正常使用情况，设备通常是分散放置或置于墙壁高处等位置，非授权的专业网络工程维护人员不得随意改变设备位置，这给运维工程师在对设备进行维护时造成了不便，因此，一种无线连接设备应运而生，串口蓝牙模块（图 3-12）是当前网络工程师使用最多的连接设备。



图 3-11 移动端蓝牙和使用串口蓝牙模块的设备连接



图 3-12 串口蓝牙模块

3.2.3

登录管理方法

完成设备的连接后需要使用 putty 或 CRT 工具软件对设备进行管理，具体操作步骤如下。

第 1 步：在设备管理器中查看 COM 接口编号，如图 3-13 所示。

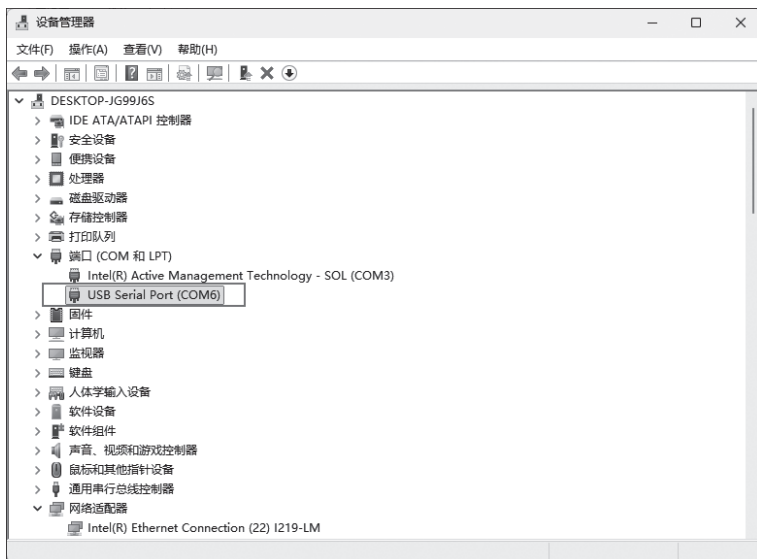


图 3-13 设备管理器通信端口

第 2 步：以 putty 为例，连接类型选择串口连接 Serial，输入 COM 接口编号，Speed 通常设置为

“9600”，putty 环境设置如图 3-14 所示，单击“Open”按钮后会登录到该设备的 VRP 上，即命令行界面。

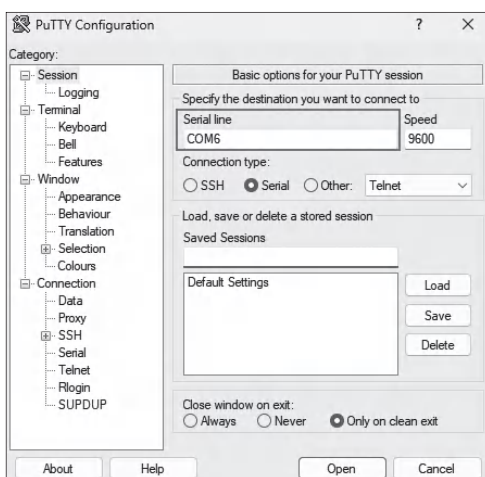


图 3-14 putty 环境设置

任务3.3 掌握命令行基础

如果要访问在通用路由平台（VRP）上运行的华为产品，首先要进入启动程序。开机界面信息提供了系统启动的运行程序和正在运行的 VRP 版本及其加载路径。启动完成以后，系统提示目前正在运行的是自动配置模式。用户可以选择继续使用自动配置模式或进入手动配置模式。如果选择手动配置模式，在提示符处输入“Y”。在没有特别要求的情况下，一般选择手动配置模式。

```

BIOS Creation Date : Jan  5 2024, 18:00:24
DDR DRAM init: OK
Start Memory Test? ( 'T' or 't' is test): skip
Copying Data: Done
Uncompressing: Done
.....
Press Ctrl+B to break auto startup ... 1
Now boot from sd1:/AR2220-V200R003C00SPC200.cc,
.....
<Huawei>
Warning: Auto-Config is working. Before configuring the device, stop Auto-Config. If you perform
configurations when Auto-Config is running, the DHCP, routing, DNS, and VTY configurations will be
lost. Do you want to stop Auto-Config? [Y/N]:Y

```

3.3.1 命令行界面

命令行界面（command line interface, CLI）是用户与设备进行交互的常用工具。用户登录到路由器，出现命令行提示符后，即进入命令行界面。

VRP 分层的命令结构定义了很多命令行视图，每条命令只能在特定的视图中执行。VRP 有四种视图模式，分别是用户视图、系统视图、接口视图和协议视图。

1. 用户视图

VRP 上最先出现的视图是用户视图，也就是初始视图，通常使用“<>”括起来，如 <Huawei>。在该视图下用户仅可以查看设备的运行状态和统计信息，操作权非常有限。

2. 系统视图

若要对设备进行高级管理、运维或修改，用户必须进入系统视图，华为设备使用“[]”来表示该视图，用户可使用 <Huawei>system-view 命令进入系统视图，如图 3-15 所示。若要继续进入接口视图或协议视图，则必须要先进入系统视图。若要退回到用户视图，可使用快捷键“Ctrl+Z”或 quit 命令。

```
<Huawei>system-view
Enter system view, return user view with Ctrl+Z.
```

图 3-15 进入系统视图命令

3. 接口视图

接口视图是管理员对设备接口进行管理配置的视图，凡是对接口进行功能使用，则必须要进入到接口视图中。设备通常会有多个接口，在使用命令进入接口时需要输入正确的接口编号，如图 3-16 所示。进入设备的 0 号接口，则必须使用完整的命令。

```
<Huawei>system-view
Enter system view, return user view with Ctrl+Z.
[Huawei]interface GigabitEthernet 0/0/0
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0]
```

图 3-16 进入接口视图命令

4. 协议视图

协议视图是指设备为了实现某种动态路由功能或实现网络自动发现而运行的协议，在后续的课程中路由协议是学习的重点，下面以企业网络中典型的动态路由协议 OSPF 为例。

```
[Huawei]ospf
[Huawei-ospf-1] // 进入 ospf 协议视图，-1 为自动添加的进程号。
```



3.3.2 命令行功能及视图交互

(1) 华为路由器交换机常用命令如表 3-1 所示。

表 3-1 华为路由器交换机常用命令

命令行示例	功能
<Huawei>system-view [Huawei]	进入系统视图
[Huawei]quit <Huawei>	返回上级视图
[Huawei-Ethernet0/0/1]return <Huawei>	返回用户视图

续表

命令行示例	功能
<B1-R>language-mode chinese Change language mode, confirm? [Y/N]y	切换命令的注释语言模式
[Huawei]sysname HQ-AS-1	更改设备名
[Huawei]display version	查看系统版本
<Huawei>display clock 2024-10-09 11:42:37 Wednesday Time Zone(DefaultZoneName) : UTC	查看系统时钟
<Huawei>clock datetime 11:22:33 2024-07-15	更改系统时钟
<Huawei>display current-configuration	查看当前配置
<Huawei>display saved-configuration	查看已保存配置
<Huawei>save	保存当前配置
<Huawei>reset saved-configuration	清除保存的配置
<Huawei>reboot	重启设备
[Huawei-Ethernet0/0/1]display this # interface Ethernet0/0/1 undo ntdp enable undo ndp enable	查看当前视图配置
[Huawei]interface Ethernet0/0/1 [Huawei-Ethernet0/0/1]	进入接口
[Huawei-Ethernet0/0/1]description to_HQ-CS-A_E0/1	设置接口描述
[Huawei-Ethernet0/0/1]ip address 10.1.6.230 255.255.255.252 [Huawei-Ethernet0/0/1]ip address 10.1.6.230 30	配置接口IP地址
[Huawei-Ethernet0/0/1]shutdown [Huawei-Ethernet0/0/1]undo shutdown	打开/关闭接口
[Huawei-Ethernet0/0/1]ping 10.1.6.231	接口测试
<Huawei>display ip routing-table	显示IP路由表
[Huawei]display interface Ethernet 0/0/1	查看特定接口信息
[Huawei]display ip interface brief //路由器配置 [Huawei]display interface brief //交换机配置	查看接口简要信息
<Huawei>terminal monitor //开启信息发送到当前终端功能 <Huawei>terminal debugging //设置调试信息发送到当前终端 <Huawei>debugging stp event	显示调试信息，如STP事件
<Huawei>undo debugging all	关闭所有调试信息
<Huawei>ping 10.1.6.231	测试目的可达性
<Huawei>tracert 10.1.6.231	追踪目的地址路径
<Huawei>telnet 10.1.6.231	登录其他设备

(2) 常用快捷键如表 3-2 所示。



表 3-2 常用快捷键

快捷键	作用
↑ 或 <Ctrl+P>	上一条历史记录
↓ 或 <Ctrl+N>	下一条历史记录
Tab键或<Ctrl+I>	自动补充当前命令
<Ctrl+C>	停止显示及执行命令
<Ctrl+W>	清除当前输入
<Ctrl+O>	关闭所有调试信息
<Ctrl+G>	显示当前配置

(3) 命令行错误信息如表 3-3 所示。

表 3-3 命令行错误信息

英文错误信息	错误原因
Unrecognized command	没有查找到命令
	没有查找到关键字
	参数类型错误
	参数值越界
Incomplete command	输入命令不完整
Too many parameters	输入参数太多
Ambiguous command	输入参数不明确

(4) 命令行在线帮助如表 3-4 所示。

表 3-4 命令行在线帮助

命令行示例	功能
<Huawei> d? <Huawei> display h?	部分帮助
<Huawei>? <Huawei>display?	完全帮助

VRP 提供两种帮助功能，分别是部分帮助和完全帮助。

部分帮助指的是，当用户输入命令时，如果只记得此命令关键字的开头一个或几个字符，可以使用命令行的部分帮助功能获取以该字符或字符串开头的所有关键字的提示。

完全帮助指的是，在任一命令视图下，用户可以输入“?”获取该命令视图下所有的命令及其简单描述；如果输入一条命令关键字，后接以空格分隔的“?”，如果该位置为关键字，则列出全部关键字及其描述。



3.3.3 基本配置步骤

1. 配置设备名称

网络上一般都会部署不止一台设备，管理员需要对这些设备进行统一管理。在进行设备调试的时候，首要任务是设置设备名。设备名用来唯一地标识一台设备。AR2200 路由器默认的设备名是 huawei，而

S5700 系列默认的设备名是 Quidway。设备名称一旦设置，立刻生效。

命令：sysname；功能：配置设置名称。

配置示例：

```
<Huawei>system-view
Enter system view, return user view with Ctrl+Z.
[Huawei]sysname R1
[R1]
```

2. 配置系统时钟

系统时钟是设备上的系统时间戳。由于地域的不同，用户可以根据当地规定设置系统时钟。用户必须正确设置系统时钟以确保其与其他设备保持同步。

设置系统时钟的公式为：UTC + 时区偏移量 + 夏时制时间偏移量。

可使用 clock datetime 命令设置 HH:MM:SS YYYY-MM-DD 格式的系统时钟。但是需要注意的是，如果没有设定时区，或者时区设定为零，那么设定的日期和时间将被认为是 UTC 时间，所以建议在对系统时间和日期进行配置前先设置时区。

clock timezone 命令用来对本地时区信息进行设置，具体的命令参数为 time-zone-name { add | minus } offset。其中，参数 add 表示与 UTC 时间相比，time-zone-name 增加的时间偏移量，即在系统默认的 UTC 时区的基础上，加上 offset，就可以得到 time-zone-name 所标识的时区时间；参数 minus 指的是与 UTC 时间相比，time-zone-name 减少的时间偏移量，即在系统默认的 UTC 时区的基础上，减去 offset，就可以得到 time-zone-name 所标识的时区时间。

有的地区实行夏令时制，因此当进入夏令时实施区间的一刻，系统时间要根据用户的设定进行夏令时时间的调整。VRP 支持夏令时功能。比如在英国，从三月的最后一个星期天到十月最后一个星期天是夏令时区间，那么可以通过执行命令指定夏令时的开始和结束时间。

配置系统时钟的命令与功能如表 3-5 所示。

表 3-5 配置系统时钟的命令与功能

命令	功能
clock timezone	设置所在时区
clock datetime	设置当前时间和日期
clock daylight-saving-time	设置采用夏令时制

配置示例：

```
<Huawei>clock timezone BJ add 08:00:00
<Huawei>clock datetime 10:20:29 2024-09-11
<Huawei>display clock
2024-09-11 10:20:48
Tuesday
Time Zone (BJ) : UTC+08:00
```

3. 配置标题消息

header 命令用来设置用户登录设备时终端上显示的标题信息。

login 参数指定当用户在设备登录认证过程中，激活终端连接时显示的标题信息。

shell 参数指定当用户成功登录到设备上，已经建立了会话时显示的标题信息。

header 的内容可以是字符串或文件名。当 header 的内容为字符串时，标题信息以第一个英文字符作为起始符号，最后一个相同的英文字符作为结束符号；通常情况下，建议使用英文特殊符号，并需要确



保存在信息正文中没有此符号。

下例中，header 的内容是字符串。字符串可以包含 1～2000 个字符，可以包含空格。使用 header { login | shell } information text 命令可以设置字符串形式的 header。

若要设置文件形式的 header，可使用 header { login | shell } file file-name 命令。file-name 参数指定了标题信息所使用的文件名，登录前后，该文件的内容将以文本的形式显示。

配置标题消息的命令与功能如表 3-6 所示。

表 3-6 配置标题消息的命令与功能

命令	功能
header login	配置在用户登录前显示的标题消息
header shell	配置在用户登录后显示的标题消息

配置示例：

```
[Huawei]header login information "welcome to huawei certification!"
[Huawei]header shell information "Please don't reboot the device!"
...
welcome to huawei certification!
Login authentication
Password:
Please don't reboot the device!
```

4. 配置命令等级

系统对命令进行分级管理，以增加设备的安全性。设备管理员可以设置用户级别，一定级别的用户可以使用对应级别的命令行。默认情况下命令级别分为 0～3 级，用户级别分为 0～15 级。用户 0 级为访问级别，对应网络诊断工具命令（ping、tracert）、从本设备出发访问外部设备的命令（Telnet 客户端）、部分 display 命令等。用户 1 级为监控级别，对应命令等级 0、1 级，包括用于系统维护的命令及 display 等命令。用户 2 级是配置级别，能够向用户提供直接网络服务，包括路由、各个网络层次的命令。用户 3～15 级是管理级别，对应命令等级 3 级，该级别的命令主要是用于系统运行的命令，对业务起支撑作用，包括文件系统、FTP、TFTP 下载、文件交换配置、电源供应控制、备份板控制、用户管理、命令级别设置、系统内部参数设置及用于业务故障诊断的 debugging 命令。用户等级、命令等级及名称如表 3-7 所示。

表 3-7 用户等级、命令等级及名称

用户等级	命令等级	名称
0	0	访问级
1	0, 1	监控级
2	0, 1, 2	配置级
3～15	0, 1, 2, 3	管理级

在具体使用中，如果我们有多个管理员帐号，但只允许某一个管理员保存系统配置，则可以将 save 命令的级别提高到 4 级，并定义只有该管理员有 4 级权限。这样在不影响其他用户的情况下，可以实现对命令的使用控制。

下例展示了如何修改命令级别，在用户视图下执行 save 命令需要 3 级的权限。

配置示例：

```
<Huawei> system-view
[Huawei]command-privilege level 3 view user save
```

5. 配置用户界面类型

每类用户界面都有对应的用户界面视图。用户界面（user interface，UI）视图是系统提供的一种命令行视图，用来配置和管理所有工作在异步交互方式下的物理接口和逻辑接口，从而达到统一管理各种用户界面的目的。在连接到设备前，用户要设置用户界面参数。系统支持的用户界面包括 Console 用户界面和 VTY 用户界面。控制口（console port）是一种通信串行端口，由设备的主控板提供。虚拟类型终端（virtual type terminal，VTY）是一种虚拟线路端口，用户通过终端与设备建立 Telnet 或 SSH 连接后，也就建立了一条 VTY，用户可以通过 VTY 方式登录设备。设备一般最多支持 15 个用户同时通过 VTY 方式访问。

使用不同的设备或不同版本的 VRP 软件系统，具体可使用的 VTY 接口的最大数量可能不同，VTY 接口最大可配范围为 0～14。

用户界面类型对应编号如表 3-8 所示。

表 3-8 用户界面类型对应编号

用户界面类型	编号
Console	0
VTY	0～4

配置示例：

```
<Huawei>system-view
[Huawei]user-interface vty 0 4
[Huawei-ui-vty0-4]
```

6. 配置用户界面命令

用户可以通过设置 Console 界面和 VTY 界面的属性来提高系统安全性。如果一个连接上设备的用户一直处于空闲状态而不断开，可能会给系统带来很大风险，所以在等待一个超时时间后，系统会自动中断连接。这个超时时间又称闲置切断时间，默认为 10 分钟。

当 display 命令输出的信息超过一页时，系统会对输出内容进行分页，用户可以使用空格键切换下一页。

如果一页输出的信息过少或过多，用户可以执行 screen-length 命令修改输出信息时一页的行数。默认行数为 24，最大支持 512 行。不建议将行数设置为 0，因为那样将不会显示任何输出内容。

每条命令执行过后，执行的记录都保存在历史命令缓存区。用户可以利用“↑”“↓”“Ctrl+P”“Ctrl+N”这些快捷键调用这些命令。历史命令缓存区中默认能存储 10 条命令，可以通过运行 history-command max-size 命令改变可存储的命令数，最多可存储 256 条。

配置用户界面命令及功能如表 3-9 所示。

表 3-9 配置用户界面命令及功能

命令	功能
idle-timeout	设置超时时间
screen-length	设置指定终端屏幕的临时显示行数
history-command max-size	设置历史命令缓存区的大小



配置示例：

```
<Huawei>system-view
[Huawei]user-interface console 0
[Huawei-ui-console0]history-command max-size 20
# Set the timeout duration to 1 minute and 30 seconds.
[Huawei-ui-console0]idle-timeout 1 30
```

7. 配置登录权限

如果没有权限限制，未授权的用户也可以使用设备获取信息并更改配置。从设备安全的角度考虑，限制用户的访问和操作权限是很有必要的。设置用户权限和用户认证是提升终端安全性的两种方式。用户权限要求规定用户的级别，一定级别的用户只能执行特定级别的命令。

配置用户界面的用户认证方式是指用户在登录设备时，需要输入密码进行认证，这样就限制了用户访问设备的权限。在通过 VTY 进行 Telnet 连接时，所有接入设备的用户都必须经过认证。

设备提供三种认证模式，包括 AAA 认证模式、密码认证模式和不认证模式。AAA 认证模式具有很高的安全性，因为用户登录时必须输入用户名和密码。密码认证只需要输入登录密码即可，所以所有的用户使用的都是同一个密码。不认证模式是指用户无需经过认证可直接登录到设备。需要注意的是，Console 界面默认使用不认证模式。

对于 Telnet 登录方式，用户授权是非常必要的，最好设置用户名、密码及指定和账号相关联的权限。配置登录权限命令及功能如表 3-10 所示。

表 3-10 配置登录权限命令及功能

命令	功能
user privilege	配置指定用户界面下的用户级别
set authentication password	配置本地认证密码

配置示例：

```
<Huawei>system-view
[Huawei]user-interface vty 0
[Huawei-ui-vty0]user privilege level 2
[Huawei-ui-vty0-4]set authentication password cipher Huawei
```

8. 配置接口IP地址

要实现在接口运行 IP 服务，必须为接口配置一个 IP 地址。一个接口一般只需要一个 IP 地址。在特殊情况下，也有可能还要为接口配置一个次要 IP 地址。例如，当路由器接口连接到一个物理网络时，该物理网络中的主机属于两个网段。为了让两个网段的主机都可以通过路由器访问其他网络，可以为其配置一个主 IP 地址和一个次要 IP 地址。一个接口只能有一个主 IP 地址，如果接口配置了新的主 IP 地址，那么新的主 IP 地址就替代了原来的主 IP 地址。

用户可以利用 ip address <ip-address> { mask | mask-length } 命令为接口配置 IP 地址，这个命令中，mask 代表的是 32 比特的子网掩码，如 255.255.255.0；mask-length 代表的是可替换的掩码长度值，如 24，这两者可以交换使用，如图 3-17 所示。

```
[AR1]interface GigabitEthernet 0/0/0
[AR1-GigabitEthernet0/0/0]ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
[AR1-GigabitEthernet0/0/0]
Sep  2 2021 17:26:12-08:00 AR1 %01IFNET/4/LINK_STATE(1)[3]:The line protocol IP
on the interface GigabitEthernet0/0/0 has entered the UP state.
[AR1-GigabitEthernet0/0/0]interface GigabitEthernet 0/0/1
[AR1-GigabitEthernet0/0/1]ip address 202.1.1.1 255.255.255.0
[AR1-GigabitEthernet0/0/1]
Sep  2 2021 17:27:53-08:00 AR1 %01IFPDT/4/IF_STATE(1)[4]:Interface GigabitEther
net0/0/1 has turned into UP state.
[AR1-GigabitEthernet0/0/1]
Sep  2 2021 17:27:53-08:00 AR1 %01IFNET/4/LINK_STATE(1)[5]:The line protocol IP
on the interface GigabitEthernet0/0/1 has entered the UP state.
```

图 3-17 为设备接口配置 IP 地址

Loopback 接口是一个逻辑接口，可用来虚拟一个网络或者一个 IP 主机。在运行多种协议的时候，Loopback 接口因为稳定可靠，所以也可以用作管理接口。在未创建之前，Loopback 接口并不存在。从创建开始，Loopback 接口将一直存在，并一直保持 up 状态，除非被手动关闭，如图 3-18 所示。

```
<Huawei>display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
-----
Routing Tables: Public
Destinations : 4          Routes : 4

Destination/Mask    Proto    Pre    Cost    Flags NextHop         Interface
-----
127.0.0.0/8        Direct   0       0       D    127.0.0.1       InLoopBack0
127.0.0.1/32       Direct   0       0       D    127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32 Direct   0       0       D    127.0.0.1       InLoopBack0
255.255.255.255/32 Direct   0       0       D    127.0.0.1       InLoopBack0
```

图 3-18 设备默认的逻辑接口

在给物理接口配置 IP 地址时，需要关注该接口的物理状态。默认情况下，华为路由器和交换机的接口状态为 up。如果该接口曾被手动关闭，则在配置完 IP 地址后，应使用 undo shutdown 命令打开该接口。

配置示例：

```
<Huawei>system-view
[Huawei]interface gigabitethernet 0/0/0
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0]ip address 10.0.12.1 255.255.255.0
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0]interface loopback 0
[Huawei-LoopBack0]ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
```

在上例中，为路由器的 gigabitethernet 0/0/0 接口配置了一个 IP 地址：IP 为 10.0.12.1，子网掩码为 255.255.255.0；同时为逻辑接口配置了一个 IP 地址：IP 为 1.1.1.1，子网掩码为 255.255.255.255。

任务3.4

掌握文件系统基础

华为网络设备的配置文件和 VRP 系统文件都保存在物理存储介质中，所以文件系统是 VRP 正常运行的基础。只有掌握了文件系统的基本操作，才能对设备的配置文件和 VRP 系统文件进行高效的管理。



3.4.1

基本查询命令

VRP 基于文件系统来管理设备上的文件和目录。在管理文件和目录时，经常会使用一些基本命令来查询文件或者目录的信息，常用的查询命令包括 pwd、dir [/all] [filename | directory] 和 more [/binary] filename [offset] [all]。

pwd 命令用来显示当前工作目录。



`dir [/all] [filename|directory]` 命令用来查看当前目录下的文件信息。

`more [/binary] filename [offset] [all]` 命令用来查看文本文件的具体内容。

配置示例：

```
<Huawei>dir
Directory of flash:/

IdxAttr      Size(Byte)  Date           Time           FileName
0  drw-        -   Aug 07 2023 13:51:14   src
1  drw-        -   Oct 10 2024 15:26:00   pmdata
2  drw-        -   Oct 10 2024 15:26:10   dhcp
3  -rw-       28   Oct 10 2024 15:26:10   private-data.txt
32,004 KB total (31,995 KB free)
```

上例中，在用户视图使用 `dir` 命令，可以查看 `flash` 中的文件信息。



3.4.2 目录操作

常用的目录操作命令包括：`cd`、`mkdir` 和 `rmdir`。

`cd` 命令用来修改用户当前的工作目录。

`mkdir` 命令能够创建一个新的目录。目录名称可以包含 1～64 个字符。

`rmdir` 命令能够删除文件系统中的目录，此处需要注意的是，只有空目录才能被删除。

配置示例：

```
<Huawei>mkdir ceshi
Info: Create directory flash:/ceshi...Done.
<Huawei>dir
Directory of flash:/

IdxAttr      Size(Byte)  Date           Time           FileName
0  drw-        -   Aug 07 2023 13:51:14   src
1  drw-        -   Oct 10 2024 15:26:00   pmdata
2  drw-        -   Oct 10 2024 15:26:10   dhcp
3  -rw-       28   Oct 10 2024 15:26:10   private-data.txt
4  drw-        -   Oct 10 2024 15:29:07   ceshi
32,004 KB total (31,994 KB free)
```

上例中使用 `mkdir` 命令创建了一个新的目录 `ceshi`，通过 `dir` 命令可以查看到新目录 `ceshi` 已经创建成功。



3.4.3 文件操作

文件操作包括复制、移动、重命名、删除、恢复等。

`copy source-filename destination-filename` 命令可以用来复制文件。如果目标文件已存在，系统会提示此文件将被替换。目标文件不能与系统启动文件同名，否则系统将会出现错误提示。

`move source-filename destination-filename` 命令可以用来将文件移动到其他目录下。该命令只适用于在同一存储设备中移动文件。

`rename old-name new-name` 命令可以用来对目录或文件进行重命名。

`delete [ /unreserved ] [ /force ] { filename | devicename }` 命令可以用来删除文件。一般情况下，被删除的文件将直接被移动到回收站。回收站中的文件也可以通过执行 `undelete` 命令进行恢复，但是如果执行

delete 命令时指定了 unreserved 参数，则文件将被永久删除。在删除文件时，系统会提示“是否确定删除文件”，但如果命令中指定了 force 参数，系统将不会给出任何提示信息。filename 参数指的是需要删除的文件的名称，devicename 参数指定了存储设备的名称。

reset recycle-bin [filename | devicename] 命令可以用来永久删除回收站中的文件，filename 参数指定了需要永久删除的文件的名称，devicename 参数指定了存储设备的名称。

配置示例：

```
<Huawei>rename ceshi.txt huawei.txt
Rename flash:/test.txt to flash:/huawei.txt ?[Y/N]:y
Info: Rename file flash:/test.txt to flash:/huawei.txt ...Done.
<Huawei>dir
Directory of flash:/
IdxAttr      Size(Byte)  Date          Time          FileName
0   drw-      -           Apr 10 2024   09:30:35     src
1   -rw-      28          Apr 10 2024   09:31:38     private-data.txt
2   -rw-      120         Apr 10 2024   09:32:38     wzbkl.cfg
3   -rw-      12          Apr 10 2024   09:53:11     huawei.txt
.....
32,004 KB total (31,995 KB free)
```

上例中使用 rename 命令将 ceshi.txt 的名称修改为 huawei.txt。

```
<Huawei>delete /unreserved flash:/huawei.txt
<Huawei>dir
Directory of flash:/
IdxAttr      Size(Byte)  Date          Time          FileName
0   drw-      -           Apr 10 2024   09:30:35     src
1   -rw-      28          Apr 10 2024   09:31:38     private-data.txt
2   -rw-      120         Apr 10 2024   09:32:38     wzbkl.cfg
.....
32,004 KB total (30,995 KB free)
```

上例中使用 delete 命令删除了名称为 huawei.txt 的文件。



3.4.4 配置文件管理

设备中的配置文件分为两种类型：当前配置文件和保存的配置文件。当前配置文件存储在设备的 RAM（随机存储器）中。用户可以通过命令行对设备进行配置，配置完成后使用 save 命令保存当前配置到存储设备中，形成保存的配置文件。保存的配置文件都是以“.cfg”或“.zip”作为扩展名，存放在存储设备的根目录下。

在设备启动时，会从默认的存储路径下加载保存的配置文件到 RAM 中。如果默认存储路径中没有保存的配置文件，则设备会使用默认参数进行初始化配置。

save [configuration-file] 命令可以用来保存当前配置信息到系统默认的存储路径中。configuration-file 为配置文件的文件名，此参数可选，默认文件名为 vrpcfg.zip。

display current-configuration 命令用来查看当前配置文件。

display saved-configuration 命令用来查看保存的配置文件。

display startup 命令用来查看设备本次及下次启动相关的系统软件、备份系统软件、配置文件、License 文件、补丁文件及语音文件。startup system software 表示的是本次系统启动所使用的 VRP 文件。next startup system software 表示的是下次系统启动所使用的 VRP 文件。startup saved-configuration file 表



示的是本次系统启动所使用的配置文件。next startup saved-configuration file 表示的是下次系统启动所使用的配置文件。

设备启动时，会从存储设备中加载配置文件并对其进行初始化。如果存储设备中没有配置文件，设备将会使用默认参数进行初始化。



3.4.5 存储设备

存储设备包括 SDRAM、Flash、NVRAM、SD 卡、U 盘等。

display version 命令可以用来查看华为存储设备的版本信息。

fixdisk 命令用来对文件系统出现异常的存储设备进行修复。当存储设备上的文件系统出现异常时，终端会给出提示信息，此时建议使用此命令进行修复，但不确保修复成功。执行此命令后，如果仍然收到系统建议修复的提示，则表示物理介质可能已经损坏。此命令是问题修复类命令，在系统未出现问题时，建议用户不要执行此命令。

时代印记



时代印记

知识巩固与测验



知识巩固与
测验

项目4 交换机基础

项目导读

交换机（switch）也译为“开关”，是一种用于信号转发的网络设备。它可以为接入交换机的任意两个网络节点提供独享的电信号通路。最常见的交换机是以太网交换机，其他常见的还有电话语音交换机、光纤交换机等。交换技术是指利用交换机实现网络通信的技术，具有简化、低价、高性能和高端口密集等特点，体现了桥接技术中的复杂交换技术在 OSI 参考模型的第二层操作。与桥接器一样，交换机按每一个包中的 MAC 地址相对简单地做出决策实现信息转发，而这种转发决策一般不考虑包中隐藏的更深的其他信息。

学习目标

知识目标

- （1）熟悉交换机的常用配置命令。
- （2）熟悉文件系统的基本操作。
- （3）熟悉使用 Console 线配置交换机的方法。
- （4）熟悉交换机接口的基本配置。
- （5）熟悉 VRP 升级的方法。

能力目标

- （1）能够掌握交换机的基本配置方法。
- （2）能够掌握交换机接口的配置方法。

素质目标

- （1）培养多动手、勤思考的学习习惯，提升工作能力，加强职业素养。
- （2）了解交换机的发展历史，储备网络基础知识，为探索新的技术奠定基础。
- （3）加强自我知识储备，自觉践行社会主义核心价值观。



任务4.1

理解交换机基本原理

如果交换机转发数据的端口都是以太网端口，则这样的交换机称为以太网交换机（ethernet switch）；如果交换机转发数据的端口都是令牌环端口，则这样的交换机称为令牌环交换机（token ring switch）。不管是以太网交换机，还是令牌环交换机，都属于局域网交换机（LAN switch）。从理论上讲，交换机的种类很多，但实际上，除了以太网交换机外，其他的交换机已经基本被淘汰了。所以目前以太网交换机和局域网交换机基本是一个概念，华为 S5700 系列交换机如图 4-1 所示。

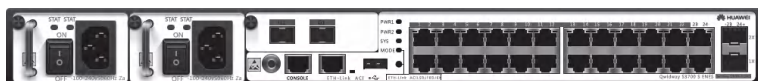


图 4-1 华为 S5700 系列交换机



4.1.1 交换机的工作原理及转发方式

交换机的工作原理主要是指交换机对传输介质中进入其端口的帧进行数据转发的过程（在下面的描述中会出现很多的 MAC 地址，读者可在此先作记忆，后续课程中会详细解释 MAC 地址）。每台交换机中都有一个 MAC 地址表，它存放着 MAC 地址和交换机端口编号之间的映射关系。MAC 地址表存在于交换机的内存中，交换机刚通电时，MAC 地址表中是空白的，随着交换机不断地发送数据并进行地址学习，MAC 地址表会慢慢丰富起来。当交换机取消通电或重启时，MAC 地址表中的内容也会清除，交换机的转发过程如图 4-2 所示。

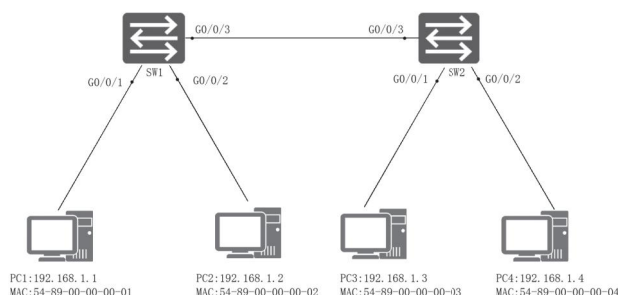


图 4-2 交换机转发过程

若要实现 PC1 向 PC4 发送数据帧，交换机如何转发？具体步骤如下。

（1）交换机 SW1 在接收到数据帧后，执行以下操作。

- ①交换机 SW1 查看 MAC 地址表。
- ②交换机 SW1 学习 PC1 的 MAC 地址。
- ③交换机 SW1 向除接收端口外的其他所有端口发送广播。

（2）交换机 SW2 在接收到数据帧后，执行以下操作。

- ①交换机 SW2 查看 MAC 地址表。
- ②交换机 SW2 学习源 MAC 地址和端口号。
- ③交换机 SW2 向除接收端口以外的所有端口广播数据帧。

- (3) PC4 处理完数据帧后，将其回复给 PC1。
 - (4) 交换机 SW2 在接收到数据帧后，执行以下操作。
 - ①交换机 SW2 学习源 MAC 地址和端口号。
 - ②交换机 SW2 查看 MAC 地址表，根据 MAC 地址表中的条目，单播转发数据到端口 3。
 - (5) 交换机 SW1 在接收到数据帧后，执行以下操作。
 - ①交换机 SW1 学习源 MAC 地址和端口号。
 - ②交换机 SW1 查看 MAC 地址表，根据 MAC 地址表中的条目，单播转发数据到端口 1。
 - (6) PC1 收到数据帧。
- 总之，交换机的基本工作原理可以简单概括如下。

- (1) 如果从传输介质进入交换机的帧是一个单播帧，则交换机会在 MAC 地址表中查找这个帧的目的 MAC 地址。查找完成后从目的 MAC 地址所对应的端口转发出去，如果没有查找到则丢弃。
- (2) 如果从传输介质进入交换机的帧是一个广播帧，则交换机不会去查找 MAC 地址表，而是直接对该帧进行泛洪操作。

4.1.2 交换机的冲突域和广播域

冲突域是指在同一时间内只能有一台设备发送信息的范围。如果在同一个冲突域内有多台设备同时发送数据，就会发生冲突，导致数据包的丢失。广播域是指一个网络中能够接收到任意设备发出的广播帧的所有设备的集合。

通常来说，一个局域网就是一个广播域（往往是指一个 IP 段内），广播域中的机器可以收到域中其他任何一台机器的广播，而不能收到域外机器的广播，域外终端也不能收到域内机器发的广播。

一个站点向另一个站点发出信号，除目的站点外，所有能收到信号的站点就构成一个冲突域。HUB 所有端口都在同一个广播域、冲突域内，交换机所有端口都在同一个广播域内，而每一个端口就是一个冲突域，交换机的冲突域和广播域如图 4-3 所示。

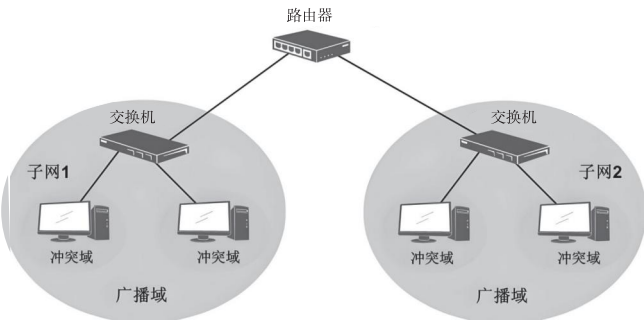


图 4-3 交换机冲突域、广播域

- (1) 冲突域指的是会产生冲突的最小范围，在计算机和计算机通过设备互联时，会建立一条通道，如果这条通道在极短的时间内只允许一个数据报文通过，那么有两个或更多的数据报文同时想从这里通过时就会出现冲突了。冲突域的大小可以衡量设备的性能，多端口 HUB 的冲突域也只有一个，即所有端口上的数据报文都要排队等待通过。
- (2) 如果一个数据报文的目标地址是这个网段的广播地址或者目标计算机的 MAC 地址是 FF-FF-FF-FF-FF-FF，那么这个数据报文就会被这个网段的所有计算机接收并响应，这就叫做广播。二层的交换机是转发广播的，所以不能分割广播域；而路由器一般不转发广播，所以可以分割或定义广播域。在



局域网里面，大量主机之间的通信都是通过 ARP 广播来决定目的主机的地址的，如图 4-4 所示。

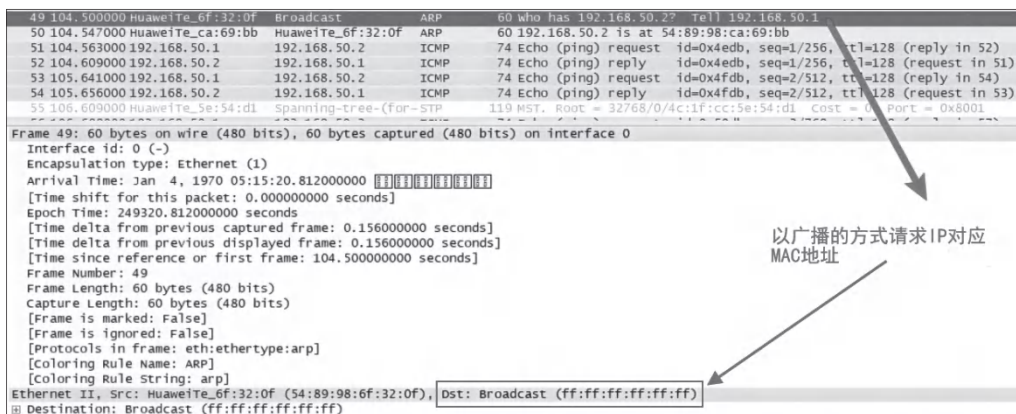


图 4-4 ARP 以广播的方式请求 MAC 地址

一个制造网卡的企业在生产网卡之前，必须先向 IEEE 注册获取一个长度为 24 bit (3 个字节) 的厂商代码，也称为 OUI (组织唯一标识符)。后续的 24 bit (3 个字节，MAC 地址的后半段) 由厂商自行分配。OUI 和厂商的分配的序列号共同确保不同企业制造的网卡有唯一编号。

MAC 地址可以分为 3 种类型。

(1) 单播 MAC 地址：也称物理 MAC 地址，这种类型的 MAC 地址唯一地标识了以太网上的每一个终端，该地址为全球唯一的硬件地址。

单播 MAC 地址用于标识链路上的一个单一节点，目的 MAC 地址将单播 MAC 地址的帧发往一个单一的节点，单播 MAC 地址可以作为源地址或目的地址。

注意：单播 MAC 地址具有全球唯一性，当一个二层网络中接入了两台具有相同单播 MAC 地址的终端时 (如误操作等)，将会引发通信故障 (如这两台终端无法相互通信)，且其他设备与它们之间的通信也会存在问题。

(2) 广播 MAC 地址：全 1 的 MAC 地址 (FF-FF-FF-FF-FF-FF)，用来表示局域网上的所有终端设备。

广播 MAC 地址可以理解作为一种特殊的组播 MAC 地址。目的 MAC 地址将广播 MAC 地址的帧发往链路上的所有节点。

(3) 组播 MAC 地址：除广播地址外，第 7 bit 为 1 的 MAC 地址为组播 MAC 地址 (例如 01-00-00-00-00-00)，用来代表局域网上一组终端。

组播 MAC 地址用于标识链路上的一组节点，目的 MAC 地址将组播 MAC 地址的帧发往一组节点，组播 MAC 地址不能作为源地址，只能作为目的地址。

任务4.2

了解交换机的基本配置方法



4.2.1

以太网交换机

1. 以太网交换机基础

以太网的最初形态就是在一段同轴电缆上连接多台计算机，所有计算机都共享这段电缆。所以每当

某台计算机占用电缆时，其他计算机都需等待传输结束。在这种传统的共享中，以太网极大地受到计算机数量的影响。为了解决上述问题，可以减少冲突域内的主机数量，这就是以太网交换机采取的有效措施。以太网交换机在数据链路层进行数据转发时需要确认数据帧应该发送到哪一端口，而不是简单地向所有端口转发，这就是交换机 MAC 地址表的功能，如图 4-5 所示。以太网交换机包含很多重要的硬件组成部分，如业务接口、主板、CPU、内存、Flash、电源系统。以太网交换机的软件主要包括引导程序和核心操作系统两部分。

<Huawei>display mac-address						
MAC address table of slot 0:						

MAC Address	VLAN/ VSI/SI	PEVLAN	CEVLAN	Port	Type	LSP/LSR-ID MAC-Tunnel

5489-983e-708d	1	-	-	GE0/0/2	dynamic	0/-

Total matching items on slot 0 displayed = 1						

图 4-5 交换机中的 MAC 地址表

2. 以太网交换机配置方式

以太网交换机的配置方式很多，如本地 Console 口配置、Telnet 远程登录配置、FTP 和 TFTP 配置及哑终端配置。其中最为常用的配置方式就是 Console 口配置和 Telnet 远程登录配置。

4.2.2 交换机配置方法

1. Console口配置

本例使用华为 S3700 交换机来组建实验环境。拓扑结构如图 4-6 所示。将标准 Console 线缆的水晶头一端插在交换机的 Console 口上，另一端插在 PC 机上的 COM 口上。同时为了实现 Telnet 配置，将网线的一端连接交换机的以太网口，另一端连接 PC 机的网口。



图 4-6 实验拓扑结构

用 Console 口对交换机进行配置是最标准、最常见的配置方法。用 Console 口配置交换机时需要使用专用的串口配置电缆连接交换机的 Console 口和主机的串口。实验前需要检查配置电缆是否连接正确并确定使用主机的第几个串口，在创建超级终端时需要此参数。完成物理连线后，创建超级终端。

具体配置步骤如下。

(1) 在 PC 端的接口处连接 Console 线，并在设备管理器中的端口（COM 和 LPT）列表中查看计算机识别的 Console 线的端口号，如图 4-7 所示。

注意：该 COM 端口号可能会因 Console 线的不同而不同；不同机器的 COM 端口号是不同的。

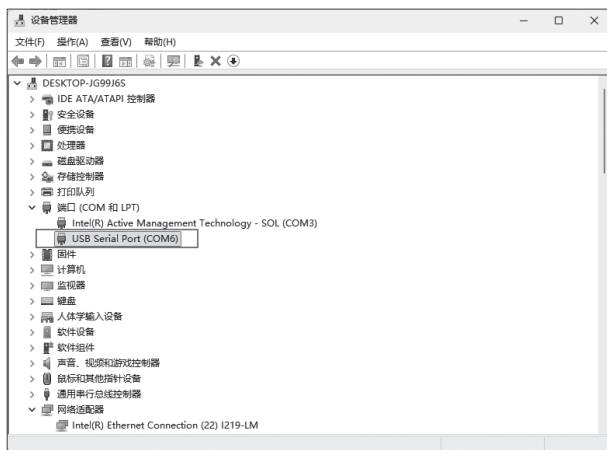


图 4-7 Console 线的 COM 端口号

(2) 打开 SecureCRT 软件, 在“文件”菜单中选择“快速连接”, 打开“快速连接”界面, 在协议中选择 Serial 串口, 在端口中选择 COM6, 其他连接参数如图 4-8 所示。

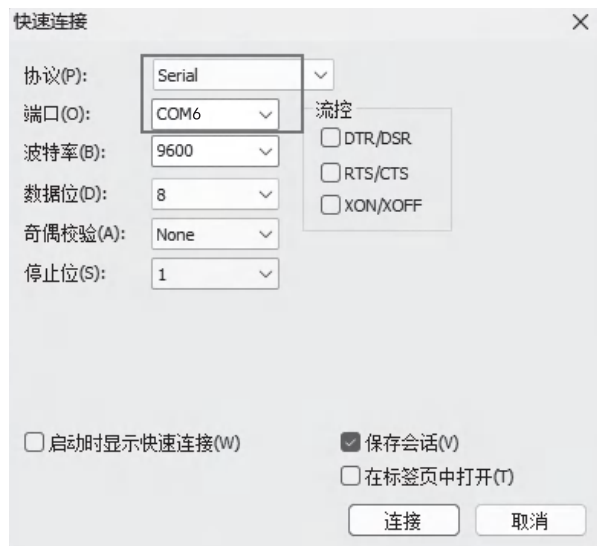


图 4-8 CRT 串口的参数配置

单击“连接”按钮即可正常建立与交换机的通信。如果交换机已经启动, 按 Enter 键即可进入交换机的普通用户视图。若还没有启动, 打开交换机电源会看到交换机的启动过程, 启动完成后同样进入普通用户视图。

(3) 完成设置以后, 单击“确定”按钮即可与 VRP 建立连接。如果设备是初次启动, VRP 系统会要求用户设置登录密码。如果没有任何反应, 用户需要检查软件参数配置, 特别是 COM 端口是否正确。

```
Please configure the login password (maximum length 16)
Enter password: huawei
Confirm password: huawei
<Huawei>
```

2. Telnet配置

如果交换机配置了 IP 地址, 我们就可以在本地或者远程使用 Telnet 登录到交换机上进行配置, 和使用 Console 口配置的界面完全相同, 这样方便了网络维护人员对设备进行维护。在此需要注意的是, 配置时使用的主机是通过以太网口与交换机进行通信的, 因此必须保证该以太网口可用。

使用 Telnet 配置交换机的步骤如下。

(1) 配置交换机的 IP 地址。首先要在系统视图下使用 `interface vlan vlan-number` 命令进入 VLAN 接口配置视图，然后使用 `ip address` 命令配置 IP 地址。

(2) 配置用户登录口令。在默认情况下，交换机允许连入 5 个 VTY 用户，但都没有配置登录口令。为了提高网络安全性，华为交换机要求远程登录用户必须配置登录口令，否则不能登录。

(3) 配置用户口令。远程登录用户要想进入用户视图，必须使用用户密码。在系统视图下使用命令即可设置。

```
<Huawei> system-view
[Huawei] AAA // 进入 aaa 模式配置口令
[Huawei-aaa] local-user huawei service-type telnet
[Huawei-aaa] local-user huawei password simple huawei
```

具体示例如下。

(1) 配置交换机的 IP 地址：S3700 交换机可以在 VLAN 虚拟接口上分别配置 1 个 IP 地址。

我们首先要在系统视图下使用 `interface Vlanif [vlan-number]` 命令进入 VLAN 接口配置视图，然后使用 `ip address` 命令配置 IP 地址。

```
<Huawei> system-view
[Huawei] interface Vlanif 1 // 进入 VLAN 接口
[Huawei-Vlanif1] ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
```

(2) 配置用户登录口令：在系统视图下使用 `user-interface vty 0 4` 命令进入 vty 用户界面视图，然后使用 `password` 命令即可配置用户登录口令。

```
[Huawei] user-interface vty 0 4 // 进入用户
[Huawei-ui-vty0-4] authentication-mode password // 配置口令
[Huawei-ui-vty0-4] set authentication password simple 123456
```

配置 PC 与交换机在同一网段，它的 IP 地址为 192.168.0.5，掩码为 255.255.255.0。

完成上述准备即可通过 Telnet 登录到交换机进行配置。

(3) 登录成功后用户的级别为 level 0，此时只能对交换机的用户界面进行查看，不能进行操作。在交换机上设置权限密码，命令如下。

```
[Huawei-aaa] local-user huawei privilege level 3 // 配置用户等级
```

在 Telnet 配置成功后退出用户视图，再输入刚才设置的密码“123456”即可获得管理员权限，此时就可以对交换机进行远程登录控制。

任务4.3 掌握交换机的常用命令

4.3.1

交换机的命令视图

交换机有以下几种常见的命令视图。

用户视图：交换机开机后直接进入用户视图，此时交换机在超级终端的标识符为 <Huawei>。

系统视图：在用户视图下输入 `system-view` 命令后回车，即可进入系统视图。在此视图下交换机的标



识符为 [Huawei]。

接口视图：在系统视图下输入 `interface` 命令即可进入接口视图。在此视图下交换机的标识符为 [Huawei-Ethernet0/1]。

VLAN 配置视图：在系统视图下输入 `vlan vlan-number` 命令即可进入 VLAN 配置视图。在此视图下交换机的标识符为 [Huawei-Vlan1]。

VTY 用户界面视图：在系统视图下输入 `user-interface vty number` 命令即可进入 VTY 用户界面视图。在此视图下交换机的标识符为 [Huawei-ui-vty0]。

进行配置时，需要注意配置视图的变化，特定的命令只能在特定的配置视图下执行。



4.3.2 交换机的常用帮助

在使用命令进行配置的时候，可以借助交换机提供的帮助功能快速完成命令的查找和配置。

完全帮助：在任何视图下，输入 “?” 可获取该视图下的所有命令及其简单描述。

部分帮助：输入一条命令，后接以空格分隔的 “?”，如果该位置为关键字，则列出全部关键字及其描述；如果该位置为参数，则列出有关的参数描述。在部分帮助里面，还有其他形式的帮助，如输入一个字符串，其后紧接 “?”，交换机将列出所有以该字符串开头的命令；或者输入一条命令后接一个字符串，紧接 “?”，交换机将列出命令以该字符串开头的所有关键字。



4.3.3 交换机常用配置命令

华为全系列交换机命令行十分丰富，下面简单介绍一些常用的配置命令。

1. display current-configuration命令

该命令用来查看以太网交换机当前生效的配置参数。当用户完成一组参数配置之后，需要验证参数是否配置正确，这时可以通过执行 `display current-configuration` 命令来查看当前生效的参数。对于某些参数，虽然用户已经配置，但如果这些参数的功能没有生效，则不予显示。

```
<Huawei>display current-configuration
#
sysname Huawei
#
cluster enable
ntdp enable
ndp enable
#
drop illegal-mac alarm
#
diffserv domain default
#
drop-profile default
#
aaa
    authentication-scheme default
    authorization-scheme default
    accounting-scheme default
    domain default
```

```

    domain default_admin
    local-user admin password simple admin
    local-user admin service-type http
#
interface Vlanif1
#
interface MEth0/0/1
#
interface Ethernet0/0/1
#
interface Ethernet0/0/2
#
.....
#
interface GigabitEthernet0/0/1
#
interface GigabitEthernet0/0/2
#
interface NULL0
#
user-interface con 0
user-interface vty 0 4
#
return

```

通常，我们可以在交换机配置完成后，通过这一条命令来查看参数信息是否完全配置正确。

2. display saved-configuration命令

该命令用来显示 Flash 中以太网交换机的配置文件，即以太网交换机下次上电启动时所用的配置文件。如果以太网交换机上电之后工作不正常，可以执行 `display saved-configuration` 命令查看以太网交换机的启动配置。需要注意的是，`display current-configuration` 命令用来显示 RAM 中的配置信息，此条命令用来显示 Flash 中的配置信息。

```

<Huawei>display saved-configuration
#
sysname Huawei
#
cluster enable
ntdp enable
ndp enable
#
drop illegal-mac alarm
#
diffserv domain default
#
drop-profile default
#
aaa
    authentication-scheme default
    authorization-scheme default
    accounting-scheme default
    domain default
    domain default_admin
    local-user admin password simple admin
    local-user admin service-type http

```



```
local-user huawei password simple huawei
local-user huawei privilege level 3
local-user huawei service-type telnet
#
interface Vlanif1
#
interface MEth0/0/1
#
interface GigabitEthernet0/0/1
#
interface GigabitEthernet0/0/2
#
interface GigabitEthernet0/0/23
#
interface GigabitEthernet0/0/24
#
interface NULL0
#
user-interface con 0
user-interface vty 0 4
set authentication password simple 123456
#
return
```

3. save命令

该命令用来将当前配置文件保存到 Flash 中。当完成一组参数配置，并且已经达到预定功能，则应将当前配置文件保存到 Flash 中。

```
<Huawei>save // 保存
The current configuration will be written to the device.
Are you sure to continue? [Y/N]y // 再次确认
Now saving the current configuration to the slot 0.
Oct 11 2024 15:25:39-08:00 Huawei %%01CFM/4/SAVE (1) [51]: The user chose Y when deciding
whether to save the configuration to the device.
Save the configuration successfully. // 已成功保存
```

4. reset saved-configuration命令

该命令用来擦除 Flash 中以太网交换机的配置文件。慎重执行该命令，最好在技术支持人员指导下使用。该命令一般在以下几种情况使用：以太网交换机软件升级之后，Flash 中的配置文件可能与新版本软件不匹配，这时可以使用 reset saved-configuration 命令擦除旧的配置文件；将一台已经使用过的以太网交换机用于新的应用环境，原有的配置文件不能适应新环境的需求，需要对以太网交换机重新进行配置，这时可以在擦除原配置文件后，重新配置。

```
<Huawei>reset saved-configuration // 重置
Warning: The action will delete the saved configuration in the device.
The configuration will be erased to reconfigure. Continue? [Y/N]: y // 再次确认
Warning: Now clearing the configuration in the device.
Oct 11 2024 15:28:16-08:00 Huawei %%01CFM/4/RST_CFG (1) [52]:The user chose Y when deciding
whether to reset the saved configuration.
Info: Succeeded in clearing the configuration in the device.
```

5. reboot命令

该命令用来复位单板。reboot 命令的功能其实就是将以太网交换机重启。当以太网交换机出现故障需

要重启时，可以通过 `reboot` 命令来复位单板。`reset saved-configuration` 命令用于擦除 Flash 中的配置信息，但是存储在交换机 RAM 中的配置信息仍然在工作，只有重启交换机才能够彻底清除交换机 RAM 和 Flash 中的配置信息。`reboot` 命令可以与 `reset saved-configuration` 命令共同使用，清除交换机的配置信息。

```
<Huawei>reboot
```

后续命令省略。

6. display version命令

该命令用来显示系统版本信息。不同版本的软件有不同的功能，查看版本信息可以了解软件所支持的功能特性。

```
<Huawei>display version // 查看 VRP 版本
Huawei Versatile Routing Platform Software
VRP (R) software, Version 5.110 (S3700 V200R001C00)
Copyright (c) 2000-2011 HUAWEI TECH CO., LTD
Quidway S3700-26C-HI Routing Switch uptime is 0 week, 0 day, 0 hour, 15 minutes
<Huawei>
```

任务4.4

升级交换机软件

4.4.1

FTP 协议介绍

FTP（file transfer protocol）是 TCP/IP 协议族中的一种应用层协议，称为文件传输协议。FTP 的主要功能是向用户提供本地和远程主机之间的文件传输。在进行版本升级、日志下载和配置保存等业务操作时，会广泛地使用到 FTP。FTP 采用两个 TCP 连接：控制连接和数据连接。其中控制连接用于连接控制端口，传输控制命令；数据连接用于连接数据端口，传输数据。在控制连接建立后，数据连接通过控制端口的命令建立，进行数据的传输。FTP 数据连接的建立模式有两种：主动模式和被动模式，二者的区别在于数据连接是由服务器发起还是由客户端发起。

4.4.2

项目需求

某公司现有 1 台华为 Sx700 系列交换机作为接入层设备在使用，现根据需求对其进行升级，拓扑连接及 IP 地址规划如图 4-9 所示。



图 4-9 拓扑连接及 IP 地址规划



4.4.3

配置思路

- (1) 网络连接及基础配置。
- (2) 在 PC 上安装 FTP 服务器软件，并进行配置。
- (3) 交换机接口优先级配置。

4.4.4

配置步骤

- (1) 按照拓扑图配置 PC 和交换机的 IP，并测试网络联通性。配置 PC 的 IP 地址，以下为交换机配置。

```
[Quidway] interface Vlanif 1
[Quidway-Vlanif1] ip address 10.1.4.1 24
```

- (2) 在 PC 上安装 FTP 服务器软件并进行相关设置，下面以 Pablo's FTP Server 为例。设置步骤：新建用户→设置密码、下载权限和目录→单击“Apply”按钮，运行服务器，如图 4-10 所示。

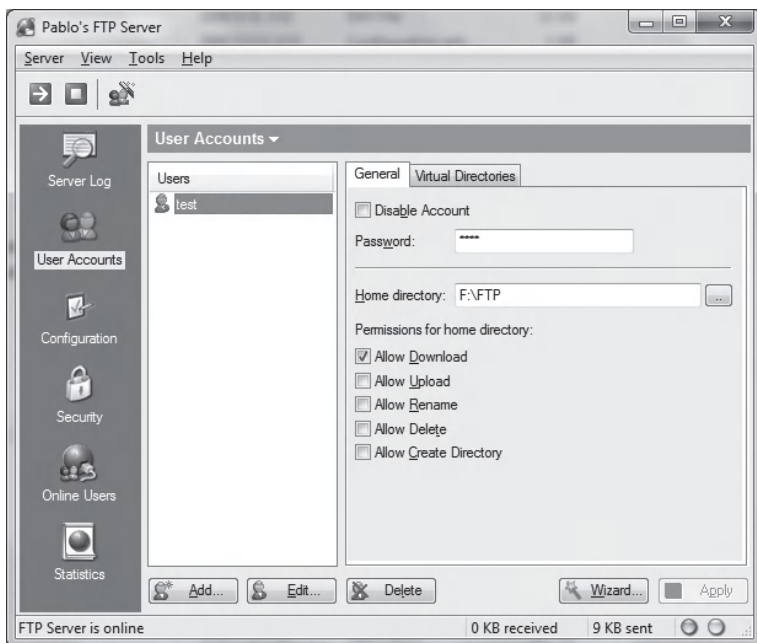


图 4-10 Pablo's FTP Server 设置

- (3) 下载 VRP 系统文件。在下载文件之前需确认设备存储空间是否足够，如果不够需要删除多余的文件。对于有些设备的存储空间不够存放两个 VRP 文件的情况，需要对设备进行格式化后才能下载。

格式化设备命令如下。

```
<Quidway>format flash: // 格式化
All data (include configuration and system startup file) on flash: will be lost, proceed with
format ? [Y/N]: y // 确认
```

在确定存储空间足够的情况下下载 VRP 系统文件。

连接 Pablo's FTP Server，输入用户名和密码。

```
<Quidway>ftp 10.1.4.2 // 登录 FTP 服务器
Trying 10.1.4.2...
Press CTRL+K to abort
Connected to 10.1.4.2.
```

```
220 Welcome to Pablo's FTP Server
User (10.1.4.2 :(none)):test
331 Password required for test
Password:
230 User successfully logged in.
```

查看服务器目录文件，记录文件名和文件大小。

```
[Ftp]dir
200 Port command successful.
150 Opening ASCII mode data connection for directory list.
-rwx----- 1 user group 8191404 Feb 10 2024 S3700-V100R005C01SPC100.cc
226 Transfer complete
FTP: 79 byte(s) received in 0.150 second(s) 526.66byte(s)/sec.
```

设置 FTP 下载传输为二进制模式。

```
[Ftp] binary
200 Type set to I
```

下载 VRP 文件。

```
[Ftp] get S3700-V100R005C01SPC100.cc
200 Port command successful.
150 Opening BINARY mode data connection for file transfer.
226 Transfer complete
FTP: 8191404 byte(s) received in 139.440 second(s) 58.74Kbyte(s)/sec.
[Ftp] bye
```

下载完成后查看文件，主要注意文件大小是否和服务器中相同，如不相同需重新下载。

```
<huawei>dir
Directory of flash:/
0 -rw- 8191404 Oct 11 2024 21:46:56 s3700-v100r005c01spc100.cc
```

(4) 设置交换机启动项，保证下次启动时使用下载的 VRP 系统文件。

对于有的 VRP 版本在设置启动项过程中会提示是否升级 BOOTROM，请务必选择“是”。

```
<Huawei>startup system-software s3700-v100r005c01spc100.cc
[Unit 0]:
Warning: Basic BOOTROM will be upgraded. Continue?(Y/N) [N]: y
BOOTROM begin to be upgraded! Please wait for a moment...
Masterboard set startup system file succeeded!
```

(5) 重启后使用 display version 命令查看版本信息，验证升级是否成功。

任务4.5 配置交换机端口

4.5.1 交换机端口

1. 交换机端口基础

随着网络技术的不断发展，需要网络互联处理的事务越来越多。为了适应网络需求，以太网技术也完成了一代又一代的技术更新。为了兼容不同的网络标准，端口技术变得尤为重要。端口技术主要包含



端口自协商、网络智能识别、流量控制、端口聚合及端口镜像等技术，这些技术很好地解决了各种以太网标准互联互通过程中存在的问题。

目前，我们正处在信息化、网络化、智能化的新时代。党的二十大报告明确提出“要加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合，打造具有国际竞争力的数字产业集群”。

以太网主要有 3 种类型，分别是标准以太网、快速以太网和千兆以太网。它们分别有不同的端口速度和工作视图。

2. 端口速率自协商

标准以太网的端口速率固定为 10Mbps。快速以太网支持的端口速率有 10Mbps、100Mbps 和自适应 3 种方式。千兆以太网支持的端口速率有 10Mbps、100Mbps、1000Mbps 和自适应 4 种方式。以太网交换机支持端口速率的手工配置和自适应。在默认情况下，所有端口都是自适应工作方式，通过相互交换自协商报文进行匹配。

端口匹配结果如表 4-1 所示。

表 4-1 端口匹配结果

类型	标准以太网	快速以太网	千兆以太网
标准以太网	10Mbps	100Mbps	1000Mbps
快速以太网	10Mbps	100Mbps	1000Mbps
千兆以太网	10Mbps	100Mbps	1000Mbps

当链路一端为自协商，另一端为固定速率时，建议修改两端的端口速率，使其保持一致。修改端口速率的配置命令如下。

```
[Huawei-Ethernet0/0/1] speed {10|100|1000|auto}
```

如果两端都以固定速率工作，而工作速率不一致时，工作时很容易出现通信故障，这种现象应该尽量避免。

3. 端口工作视图

交换机端口有半双工和全双工两种端口视图。目前交换机可以通过手工配置或自动协商来决定端口在何种视图下工作。修改工作视图的配置命令如下。

```
[Huawei-Ethernet0/0/1] duplex {full | half}
```

4. 端口的接口类型

目前以太网接口有 MDI 和 MDIX 两种类型。MDI 称为介质相关接口，MDIX 称为交叉模式介质相关接口。常见的以太网交换机所提供的端口都属于 MDIX 接口，而路由器和 PC 提供的端口都属于 MDI 接口。有的交换机同时支持上述两种接口，我们可以强制制订交换机端口的接口类型，其配置命令如下。

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/1] mdi {normal | cross | auto}
```

normal 表示端口为 MDI 接口。

cross 表示端口为 MDIX 接口。

auto 表示端口工作在自协商视图。

5. 流量控制

由于标准以太网、快速以太网和千兆以太网可以混合组网，在某些网络接口不可避免地会出现流量过大的现象，导致端口阻塞。为了减轻或避免端口阻塞问题，标准协议专门规定了解决这一问题的流量

控制技术。在交换机中所有端口默认情况下都禁用了流量控制功能。开启和关闭流量控制功能的配置命令如下。

```
[Huawei-Ethernet0/0/1] flow-control           // 开启流量控制
[Huawei-Ethernet0/0/1] undo flow-control       // 关闭流量控制
```

4.5.2 端口配置常见命令说明

本例使用两台交换机进行组网，两台交换机用一根双绞线相连，拓扑结构如图 4-11 所示。



图 4-11 交换机端口配置拓扑结构

华为交换机提供了丰富多彩的功能特性，其中包含端口自协商等，同时还提供了端口描述等功能。

1.description命令

通过这条命令，可以对以太网端口设置必要的描述，以区分各个端口。在以太网端口视图下进行以下配置。例如，在 S3700 物理接口 Ethernet0/0/1 上配置如下命令。

```
[Huawei-Ethernet0/0/1] description S3700B
```

也可以采用默认情况下端口的描述字符串。

2.duplex命令

以太网端口可以工作在全双工或者半双工状态下，通过接口视图下的 duplex 命令，可以对以太网端口的双工状态（全双工、半双工或自协商状态）进行设置。在默认情况下，以太网端口的双工状态为 auto（自协商）状态，即自动与对端交换机协商确定工作是在全双工状态还是半双工状态下进行；但在实际组网中与对端交换机对接时，一般强制双方的端口都在全双工状态下工作。在以太网端口视图下进行以下配置。

```
[Huawei-Ethernet0/0/1] duplex full
```

3.speed命令

在对端交换机中可以通过 speed 命令，根据需要选择合适的端口速率。在默认情况下，以太网端口的速率为 auto，即在实际组网时通过与所连接的对端交换机自动协商，确定本端的速率。在以太网端口视图下进行以下配置。

```
[Huawei-Ethernet0/0/1] speed 100
```

通过这条命令，将端口速率设定为 100Mbps，两端速率应该设为一致。

4.flow-control命令

可以通过这条命令启动或关闭以太网端口的流量控制功能。在默认情况下，以太网端口的流量控制为关闭状态。

```
[Huawei-Ethernet0/0/1] flow-control
```



5.display interface命令

这条命令用来显示当前接口的配置信息。

```
[Huawei] interface Ethernet 0/0/1 // 进入接口
[Huawei-Ethernet0/0/1] display interface Ethernet 0/0/1 // 查看接口信息
Ethernet0/0/1 current state: UP
Line protocol current state: UP
Description: S3700B
Switch Port, PVID: 1, TPID: 8100(Hex), The Maximum Frame Length is 9216
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 4c1f-ccb5-6b3f
Last physical up time : 2024-10-11 16:44:56 UTC-08:00
Last physical down time: 2024-10-11 16:44:53 UTC-08:00
Current system time: 2024-10-11 16:48:05-08:00
Hardware address is 4c1f-ccb5-6b3f
Last 300 seconds input rate 0 bytes/sec, 0 packets/sec
Last 300 seconds output rate 0 bytes/sec, 0 packets/sec
  Input: 238 bytes, 2 packets
  Output: 10591 bytes, 89 packets
  Input:
    Unicast: 0 packets, Multicast: 2 packets
    Broadcast: 0 packets
  Output:
    Unicast: 0 packets, Multicast: 89 packets
    Broadcast: 0 packets
  Input bandwidth utilization: 0%
  Output bandwidth utilization: 0%
```

从上例中我们可以看到所配置的信息。

任务4.6

应用链路聚合技术



4.6.1 概念介绍

链路聚合（link aggregation）是一个计算机网络术语，是指将多个物理端口捆绑在一起，形成一个逻辑端口，以实现出/入流量在各成员端口中的负荷分担，交换机根据用户配置的端口负荷分担策略决定报文从哪一个成员端口发送到对端的交换机。当交换机检测到其中一个成员端口的链路发生故障时，就停止在此端口上发送报文，并根据负荷分担策略在剩下的链路中重新计算报文发送的端口，故障端口恢复后再次重新计算报文发送端口。链路聚合技术在增加链路带宽、实现链路传输弹性和改善工程冗余等方面发挥重要作用。

值得注意的是，同一汇聚组内的以太网端口类型必须一致，并且端口号必须连续，即如果组内的端口是同一槽内的端口，则端口号必须连续。端口干路不支持两个设备以上的应用，只适用于 802.3 协议族的 MAC 机制，并且只能工作在全双工模式下，而且所有捆绑端口速率必须一致。

链路聚合有如下优点。

- (1) 增加链路带宽。链路聚合可以将多个链路捆绑成为一个逻辑链路，捆绑后的链路带宽是每个独立链路的带宽总和。
- (2) 提高网络连接的可靠性。链路聚合中的多个链路互为备份，当有一条链路断开，流量会自动在剩下的链路间重新分配。

4.6.2 项目需求

根据需求搭建如图 4-12 所示的网络拓扑结构，并进行接口连接。某公司使用 2 台华为 Sx700 系列交换机进行组网，承担公司汇聚层网络的工作任务，2 台交换机通过 3 条双绞线连接。

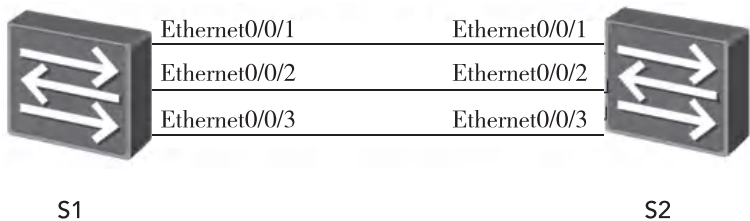


图 4-12 链路聚合配置拓扑结构

4.6.3 配置思路

- (1) 交换机接口基础配置。
- (2) 交换机接口模式及速率配置。
- (3) 聚合组配置及将成员接口加入到聚合组中。

4.6.4 配置步骤

(1) 交换机接口基础配置。进入 S1 交换机的以太网端口，将 Ethernet0/0/1、Ethernet0/0/2、Ethernet0/0/3 接口的接口模式修改为全双工模式，并将端口速率修改为 100Mbps。

```
[S1-Ethernet0/0/1] duplex full      // 将接口模式修改为全双工模式
[S1-Ethernet0/0/1] Speed 100        // 端口速率为 100Mbps
[S1-Ethernet0/0/2] duplex full
[S1-Ethernet0/0/2] Speed 100
[S1-Ethernet0/0/3] duplex full
[S1-Ethernet0/0/3] Speed 100
```

进入 S2 交换机的以太网端口，将 Ethernet0/0/1、Ethernet0/0/2、Ethernet0/0/3 接口的接口模式修改为全双工模式，并将端口速率修改为 100Mbps，进入以太网端口 Ethernet0/0/1。

```
[S2-Ethernet0/0/1] duplex full
[S2-Ethernet0/0/1] Speed 100
[S2-Ethernet0/0/2] duplex full
[S2-Ethernet0/0/2] Speed 100
[S2-Ethernet0/0/3] duplex full
[S2-Ethernet0/0/3] Speed 100
```

(2) 创建链路聚合组，将成员接口加入到聚合组中。在 S1 和 S2 上分别创建 Eth-Trunk 1，然后将 Ethernet0/0/1、Ethernet0/0/2 和 Ethernet0/0/3 接口加入 Eth-Trunk 1。



需要注意的是，将接口加入 Eth-Trunk 1 前需确认成员接口下没有任何配置。

在 S1 上创建 Eth-Trunk 1，将 Ethernet0/0/1、Ethernet0/0/2 和 Ethernet0/0/3 接口加入 Eth-Trunk 1。

```
[S1] interface Eth-Trunk 1                                // 创建 Eth-Trunk 1
[S1-Eth-Trunk 1] quit
[S1] interface Ethernet0/0/1
[S1-Ethernet0/0/1] eth-trunk 1                            // 将接口加入到 Eth-Trunk 1
[S1-Ethernet0/0/1] quit
[S1-Ethernet0/0/1] interface Ethernet 0/0/2
[S1-Ethernet0/0/2] eth-trunk 1
[S1-Ethernet0/0/2] interface Ethernet 0/0/3
[S1-Ethernet0/0/3] eth-trunk 1
```

在 S2 上创建 Eth-Trunk 1，将 Ethernet0/0/1、Ethernet0/0/2 和 Ethernet0/0/3 接口加入 Eth-Trunk 1。

```
[S2] interface Eth-Trunk 1
[S2-Eth-Trunk 1] quit
[S2] interface Ethernet0/0/1
[S2-Ethernet0/0/1] eth-trunk 1
[S2-Ethernet0/0/1] quit
[S2-Ethernet0/0/1] interface Ethernet 0/0/2
[S2-Ethernet0/0/2] eth-trunk 1
[S2-Ethernet0/0/2] interface Ethernet 0/0/3
[S2-Ethernet0/0/3] eth-trunk 1
```

手动链路聚合组配置完成。

时代印记



时代印记

知识巩固与测验



知识巩固与
测验