

服务热线: 400-615-1233

★ 配套精品教学资源包

www.hustangedu.com.cn

路由与交换技术

LUYOU YU JIAOHUAN JISHU

策划编辑: 王少松
责任编辑: 高宇
封面设计: 刘文东

ISBN 978-7-5635-7778-1



9 787563 577781

定价: 53.00元

校企“双元”合作新形态教材

路由与交换技术

主编 金忠伟 卢彩虹 程传磊

北京邮电大学出版社



校企“双元”合作新形态教材



路由与交换技术

主编 金忠伟 卢彩虹 程传磊
主审 洪卫忠

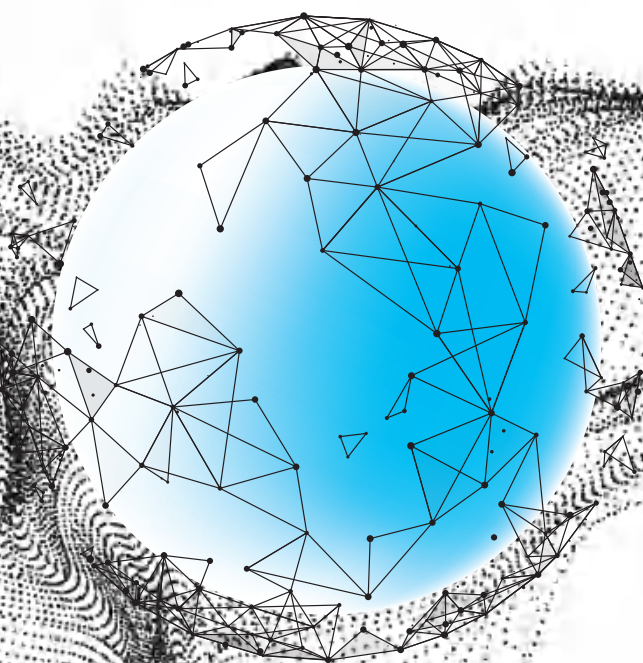


北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

校企“双元”合作新形态教材

路由与交换技术

主编 金忠伟 卢彩虹 程传磊
主审 洪卫忠



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

全书共 5 个项目,所有实验均可通过华为真机设备以及华为官方模拟器 eNSP 进行操作,内容涵盖了 IPv4 网络规划、交换技术搭建局域网、路由技术实现网络互通、网络安全管理与优化、IPv6 网络基础应用等内容。

本书可作为高等职业教育网络技术课程的教材,也可供相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

路由与交换技术 / 金忠伟, 卢彩虹, 程传磊主编.

北京: 北京邮电大学出版社, 2025. -- ISBN 978-7-5635-7778-1

I. TN915.05

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025J8P743 号

策划编辑: 王少松

责任编辑: 高 宇

封面设计: 刘文东

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码: 100876

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市骏杰印刷有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 15.75

字 数: 326 千字

版 次: 2025 年 11 月第 1 版

印 次: 2025 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-7778-1

定 价: 53.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

服务电话: 400-615-1233

前言

党的二十大报告明确提出“实施科教兴国战略，强化现代化建设人才支撑”，强调职业教育要深化产教融合、校企合作，培养高素质技术技能人才。本书以党的二十大精神为指引，紧密对接国家网络强国战略和数字经济发展需求，立足华为数据通信 HCIA 认证标准，深度融合成果导向（OBE）教育理念与工程教育认证要求，构建了“岗课赛证”四位一体的新型高职计算机教材体系，旨在培养具备扎实网络技术功底、创新实践能力与职业素养的新时代网络工程师。

一、教材编写理念

1. 成果导向，能力本位

基于黑龙江职业学院“成果导向+行动学习”教学改革成果，本书以“沟通合作、学习创新、专业技能、问题解决、责任关怀、职业素养”六大核心能力为框架，将华为 HCIA 认证标准与课程教学目标深度对接，形成可量化、可评价的能力达成路径。通过“培养目标—核心能力—课程模块—任务单元”四级映射，确保学生能力成长与企业岗位需求无缝衔接。

2. 产教融合，课证融通

本书内容紧密围绕华为数据通信工程师岗位技能要求，将 HCIA 认证考试知识点融入项目任务设计，实现“课程即认证、学习即上岗”。例如，在“网络安全管理与优化”项目中，通过 AAA 认证、ACL 流量控制、DHCP 地址分配等任务，直接对应 HCIA 认证考试大纲，助力学生“双证”获取。

3. 项目驱动，活页重构

采用“项目—任务”活页式编写模式，设计 5 大真实企业项目、24 个典型工作任务，每个任务独立成册，支持灵活组合与动态更新。任务单、信息单、评量单“三位一体”设计模式，兼顾操作步骤、理论支撑与考核标准，强化“做中学、学中评”的闭环学习路径。

二、教材特色与创新

1. 技术前沿性与实用性并重

本书紧跟 IPv6+ 网络发展趋势，系统覆盖 IPv4/IPv6 双栈规划、SDN 交换技术、



OSPF 多区域路由等前沿技术，同时融入华为网络设备实战案例。例如，在“IPv6 网络基础应用”项目中，通过企业园区网 IPv6 迁移案例，详解地址规划、静态路由配置及双栈过渡策略，直击行业痛点。

2. 思政元素与职业素养融合

将“网络强国”战略、数据安全法规、工匠精神等思政要素融入教学场景。例如，在“创建 AAA 账户管理网络设备”任务中，强调权限分配的合规性与信息安全责任；在“配置链路聚合提高网络性能”任务中，通过设备选型与参数优化，培养学生严谨细致的职业态度。

3. 数字化资源赋能教学创新

配套开发虚拟仿真实验平台、微课视频库、在线题库等数字化资源，支持“虚实结合”混合式教学。例如，通过 eNSP 模拟器完成“OSPF 动态路由”实验，利用 Packet Tracer 实现“VLAN 间通信”仿真，破解实训设备不足难题。

三、内容架构

本书以“网络规划—局域网搭建—路由互通—安全优化—IPv6 应用”为逻辑主线，构建五大项目模块。

项目一聚焦子网划分、设备选型与基础配置，解决企业 IP 地址浪费与设备适配难题。

项目二涵盖 VLAN 隔离、STP 环路消除、链路聚合等核心技术，提升局域网性能与可靠性。

项目三解析静态路由、OSPF 动态路由、NAT 地址转换等协议，构建高效广域网架构。

项目四围绕 AAA 认证、ACL 访问控制、DHCP 服务、Telnet/FTP 管理等任务，筑牢网络安全防线。

项目五详解 IPv6 地址体系、双栈部署与路由配置，助力企业数字化转型。

本书由黑龙江职业学院金忠伟、黑龙江农业工程职业学院卢彩虹、黑龙江职业学院程传磊担任主编。编写分工如下：项目二和项目三由金忠伟负责编写，项目四和项目五由卢彩虹负责编写，项目一由程传磊负责编写。此外，中国移动通信集团黑龙江有限公司哈尔滨分公司的洪卫忠作为本书的主审，在本书的编写过程中提供了全方位的指导和诸多修改意见，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏之处，敬请广大读者不吝赐教，提出宝贵意见，以便进一步完善本书。

编者

目录

项目

1

IPv4 网络规划

1

- 任务 1.1 根据子网数量划分网段 4
- 任务 1.2 根据主机数量划分网段 14
- 任务 1.3 合理选用路由器和交换机 24
- 任务 1.4 使用命令行完成基础配置 30

项目

2

使用交换技术搭建局域网

44

- 任务 2.1 单台交换机实现广播域隔离 48
- 任务 2.2 跨交换机相同 VLAN 间成员通信 60
- 任务 2.3 配置 Hybrid 接口实现不同 VLAN 间成员互访 ... 70
- 任务 2.4 使用生成树解决网络环路问题 77
- 任务 2.5 使用快速生成树缩短收敛时间 87
- 任务 2.6 配置链路聚合提高网络性能 94

项目

3

通过路由技术实现网络互通

107

- 任务 3.1 配置静态路由实现不同网段间互通 110
- 任务 3.2 配置单臂路由实现不同网段间互通 120
- 任务 3.3 通过三层路由简化网络架构 126
- 任务 3.4 配置单区域 OSPF 动态路由 134
- 任务 3.5 配置多区域 OSPF 动态路由 146

任务 3.6	使用 NAT 技术连接内外网	157
任务 3.7	利用 WLAN 技术扩充网络连接	169

项目

4

网络安全管理与优化

183

任务 4.1	创建 AAA 账户管理网络设备	186
任务 4.2	使用 ACL 控制流量行为	193
任务 4.3	配置 DHCP 分配 IP 地址	201
任务 4.4	发起 Telnet 连接远程维护设备	208
任务 4.5	通过 FTP 功能管理文件系统	214

项目

5

IPv6 网络基础应用

224

任务 5.1	配置 IPv6 网络地址	227
任务 5.2	使用 IPv6 静态路由实现网络互通	236

附录

244

项目1

IPv4 网络规划

项目目标



知识目标

- (1) 牢记网络基本概念，熟知 OSI、TCP/IP 模型结构及各层功能。
- (2) 深刻理解交换和路由技术工作原理，掌握 IPv4 子网划分方法及常用管理协议原理。

技能目标

- (1) 熟练应用 IP 地址规划与划分方法，合理规划企业网络 IP 地址。
- (2) 熟练运用交换机和路由器的各种技术。

素质目标

- (1) 积极与他人协作，共同完成网络构建与配置任务，提升团队合作能力。
- (2) 遵循网络管理规范和企业要求，保障网络正常通信。



项目背景



在数字化浪潮下，企业网络是现代商业运作的关键支撑。构建稳定高效的网络环境，对企业数字化发展意义重大。而 IPv4 地址规划、网络设备选型和基础配置，正是搭建优质网络的核心。

学员将深入探究 IP 地址知识：从 A、B、C、D、E 五类地址分类，到子网掩码作用；从依据业务划分子网，到灵活运用私有和特殊地址；再到掌握 VLSM 与 CIDR 技术，精准规划地址空间，最大化利用资源，这是对企业网络需求的深度理解。

面对众多路由器和交换机，学员要像网络架构师一样，从网络规模、层次布局，到端口数量、背板带宽、包转发率等细节，再到功能与型号匹配，综合考量，构建高效的数据传输网络。

在 VRP 系统中，学员要熟练切换用户、系统、接口、协议四大视图，从 Console 线缆连接，到使用命令行快捷键，再到精准保存和查询配置文件、个性化命名设备，精准管理网络。这不仅是技术操作，更是对网络管理艺术的领悟。

完成此项目学习，学员不仅能掌握网络构建核心技能，更能具备推动企业数字化变革的战略眼光，传承数字化时代的创新精神。



项目分析

需求分析

- (1) 网络规划与资源分配。由于企业网络规模不同，须精准规划 IP 地址。
- (2) 设备选型与性能保障。依据网络规模、层次和应用需求选择设备。
- (3) 网络管理与维护便捷性。统一设备命名，便于管理；掌握基础配置命令，可保障设备正常运行与维护。

技术分析

(1) IPv4 地址划分技术。子网划分将主机位作为子网位来确定掩码，优化地址分配，可变长度子网掩码（variable length sub-net mask, VLSM）按需用不同掩码进一步提高利用率，无类别域间路由选择（classless inter-domain routing, CIDR）汇总路由，提升转发效率。

(2) 路由器与交换机技术原理。路由器网络层转发数据、选择路由，有防火墙等功能；交换机链路层交换数据，虚拟局域网（virtual local area network, VLAN）划分离广播域，不同端口类型支持多样连接。

(3) 网络配置命令与技巧。通过 Console 登录本地调试，在 VRP 系统视图下执行命

令，利用快捷键和在线帮助提升配置效率。

实施分析

(1) 项目实施步骤与流程。划分地址时先分析拓扑和终端，选择合适的方法计算掩码等并制作表格；在设备选型方面，应综合考量各种因素；在配置阶段，依规划表完成各项设置并测试连通性。

(2) 项目实施难点与解决方案。由于子网划分易出错，用工具辅助并加强原理学习；设备选型要考虑的因素较多，须深入了解需求和设备特性；配置命令难记，应多练多查。



项目启示

(1) 严谨对待地址划分。在 IPv4 地址划分中，精确计算子网掩码，合理分配 IP 地址，必须严谨细致。

(2) 耐心专注设备配置。在配置路由器和交换机时，面对众多命令参数和复杂功能，要有耐心、保持专注。

(3) 勇于尝试新功能。选用路由器和交换机时，了解不同型号设备的先进功能，鼓励技术人员在实践中大胆尝试，优化网络架构。



华为认证能力指标

(1) 构建互连互通的 IP 网络。

(2) 构建以太交换网络。



任务

1.1

根据子网数量划分网段

1.1.1 任务单

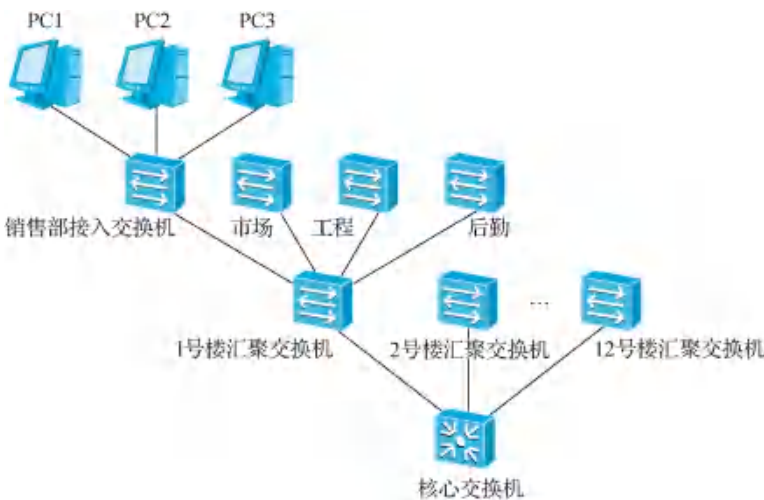
项目编号	Lyjh001	项目名称	根据子网数量划分网段
设备环境	1 台核心交换机，12 台汇聚交换机，接入交换机若干，终端若干，直通网线若干		
实施专业		实施班级	
实施地点	网络技术一体化实训室	人员数量	3 人
指导教师		联系方式	
项目难度	初级	实施日期	年 月 日
建立拓扑			

图 1-1 根据子网数量划分网段拓扑图

1. 划分各子公司的所属网段

有 12 栋办公楼，那么就有 $2^n \geq 12$ ， n 的最小值为 4。因此，网络位需要向主机位借 4 位。可以从 172.16.0.0/16 这个大网段中划出 $2^4=16$ 个子网。

详细过程：

将 172.16.0.0/16 用二进制表示为 10101100.00010000.00000000.00000000/16。

借 4 位后，可划分出以下 16 个子网。

- (1) 10101100.00010000.00000000.00000000/20 【 172.16.0.0/20 】。
- (2) 10101100.00010000.00010000.00000000/20 【 172.16.16.0/20 】。
- (3) 10101100.00010000.00100000.00000000/20 【 172.16.32.0/20 】。
- (4) 10101100.00010000.00110000.00000000/20 【 172.16.48.0/20 】。
- (5) 10101100.00010000.01000000.00000000/20 【 172.16.64.0/20 】。
- (6) 10101100.00010000.01010000.00000000/20 【 172.16.80.0/20 】。
- (7) 10101100.00010000.01100000.00000000/20 【 172.16.96.0/20 】。
- (8) 10101100.00010000.01110000.00000000/20 【 172.16.112.0/20 】。
- (9) 10101100.00010000.10000000.00000000/20 【 172.16.128.0/20 】。
- (10) 10101100.00010000.10010000.00000000/20 【 172.16.144.0/20 】。
- (11) 10101100.00010000.10100000.00000000/20 【 172.16.160.0/20 】。
- (12) 10101100.00010000.10110000.00000000/20 【 172.16.176.0/20 】。
- (13) 10101100.00010000.11000000.00000000/20 【 172.16.192.0/20 】。
- (14) 10101100.00010000.11010000.00000000/20 【 172.16.208.0/20 】。
- (15) 10101100.00010000.11100000.00000000/20 【 172.16.224.0/20 】。
- (16) 10101100.00010000.11110000.00000000/20 【 172.16.240.0/20 】。

从这 16 个子网中选择 12 个即可，就将前 12 个分给下面的各办公楼。每栋办公楼最多容纳主机数目为 $2^{12}-2=4\ 094$ 。

2. 划分各办公楼各部门的所属网段

以 1 号楼获得 172.16.0.0/20 为例，其他办公楼的部门网段划分同 1 号楼。

有 4 个部门，那么就有 $2^n \geq 4$ ， n 的最小值为 2。因此，网络位需要向主机位借 2 位。可以从 172.16.0.0/20 这个网段中再划出 $2^2=4$ 个子网，符合要求。

详细过程：

先将 172.16.0.0/20 用二进制表示为

10101100.00010000.00000000.00000000/20

管理规划

借 2 位后, 可划分出以下 4 个子网。

- (1) 10101100.00010000.00000000.00000000/22 【 172.16.0.0/22 】。
- (2) 10101100.00010000.00000100.00000000/22 【 172.16.4.0/22 】。
- (3) 10101100.00010000.00001000.00000000/22 【 172.16.8.0/22 】。
- (4) 10101100.00010000.00001100.00000000/22 【 172.16.12.0/22 】。

将这 4 个网段分给 1 号楼的 4 个部门即可。每个部门最多容纳主机数目为 $2^{10}-2=1\ 022$, 数量大于 100 台, 满足项目需求。

配置任务

步骤一: 按照规划将 1 号楼销售部 PC1 的 IP 地址配置为 172.16.0.1/22、PC2 的 IP 地址配置为 172.16.0.2/22、PC3 的 IP 地址配置为 172.16.0.3/22, 仅需配置 IP 地址和子网掩码。配置完成后单击“应用”按钮并启动设备。配置 PC1 的具体操作如图 1-2 所示。



图 1-2 PC1 终端地址配置

配置 PC2 与 PC3 的过程同上。

步骤二: 启动 1 号楼销售部的接入交换机及下属终端 PC, 如图 1-3 所示。

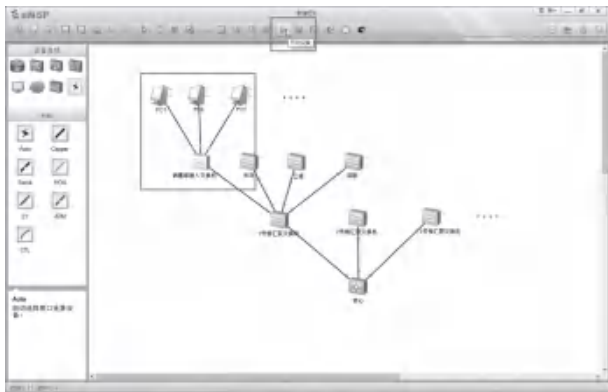


图 1-3 启动设备 1

配置
任务

步骤三：启动所有设备后，在 PC1 上 ping 其他 PC，观察连通性，如下所示。

```
PC>ping 172.16.0.2
Ping 172.16.0.2: 32 data bytes, Press Ctrl_C to break
From 172.16.0.2: bytes=32 seq=1 ttl=128 time=47 ms
From 172.16.0.2: bytes=32 seq=2 ttl=128 time=31 ms
From 172.16.0.2: bytes=32 seq=3 ttl=128 time=62 ms
From 172.16.0.2: bytes=32 seq=4 ttl=128 time=63 ms
From 172.16.0.2: bytes=32 seq=5 ttl=128 time=46 ms
--- 172.16.0.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 31/49/63 ms
PC>ping 172.16.0.3
Ping 172.16.0.3: 32 data bytes, Press Ctrl_C to break
From 172.16.0.3: bytes=32 seq=1 ttl=128 time=32 ms
From 172.16.0.3: bytes=32 seq=2 ttl=128 time=47 ms
From 172.16.0.3: bytes=32 seq=3 ttl=128 time=47 ms
From 172.16.0.3: bytes=32 seq=4 ttl=128 time=31 ms
From 172.16.0.3: bytes=32 seq=5 ttl=128 time=47 ms
--- 172.16.0.3 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 31/40/47 ms
```

上面的输出信息显示，当把 PC 连接到交换机上时，这些 PC 无须做任何配置即可相互通信。但是按照上述规划将会有大量 IP 地址浪费，是否有其他分配方式可以减少 IP 地址浪费？

答：

1.1.2 信息单

项目 编号	Lyjh001	项目 名称	根据子网数量划分网段
1. 企业网络架构 企业网络架构通常分为以下两种。 (1) 小型企业：结构简单，设备较少，一台路由器、一台交换机可能就够了。 (2) 大型企业：设备较多，服务器较多。网络设计为分层的结构，包括接入层、汇聚层和核心层。 ① 接入层：与终端相连。 ② 汇聚层：将数据向上层转发，做一些策略。 ③ 核心层：高速转发数据。 2. 网络的分类 按照范围可以将网络分为以下三种 (1) 局域网：企业内部的设备相互通信。不与其他公司互联，只能在本地相互访问。 (2) 广域网：企业与企业之间，距离比较远。 (3) 城域网：范围比广域网小，广域网可能跨省，跨国。城域网可能都属于一个城市，如公司与营业网点之间。 3. 常见线缆 常见线缆分为双绞线和光纤。 (1) 平时用的网线即为双绞线，它里面是 4 对（共 8 根）线， ① 按一定的线序进行排列，共有以下两套标准。 a. 568A：白绿、绿、白橙、蓝、白蓝、橙、白棕、棕。 b. 568B：白橙、橙、白绿、蓝、白蓝、绿、白棕、棕。 ② 按照双绞线两端线序的排列方式分为直通线和交叉线。 a. 直通线（不同种设备互联时使用）：双绞线两端使用同一标准。例如，都是 568B 或都是 568A。不同种设备：路由器和交换机、PC 和交换机等。 b. 交叉线（同种设备）：双绞线两端标准不同，一端是 568A，另一端是 568B。同种设备：路由器和 PC。 (2) 光纤传播距离较远，用于长距离传输。根据组成结构的差异，光纤分为单模光纤和多模光纤。 a. 单模光纤只能传输一种模式的光，不存在模间色散，因此适用于长距离高速传输。			

b. 多模光纤允许不同模式的光在一根光纤上传输，由于模间色散较大而导致信号脉冲展宽严重，因此，多模光纤主要用于局域网中的短距离传输。

4. OSI 参考模型

OSI 参考模型包括以下七层。

- (1) 物理层：在设备之间传输比特流，规定了电平、速度和电缆针脚。
- (2) 数据链路层：将比特组合成字节，再将字节组合成帧，使用链路层地址（以太网使用 MAC 地址）来访问介质，并进行差错检测。
- (3) 网络层：提供逻辑地址，供路由器确定路径。
- (4) 传输层：提供面向连接或非面向连接的数据传递及进行重传前的差错检测。
- (5) 会话层：负责建立、管理和终止表示层实体之间的通信会话。该层的通信由不同设备中的应用程序之间的服务请求和响应组成。
- (6) 表示层：提供各种用于应用层数据的编码和转换功能，确保一个系统的应用层发送的数据能被另一个系统的应用层识别。
- (7) 应用层：OSI 参考模型中最靠近用户的一层，为应用程序提供网络服务。

5. TCP/IP 模型

TCP/IP 模型将网络分为应用层、传输层、网络层和网络接口层。

TCP/IP 模型不关注底层物理介质，主要关注终端之间的逻辑数据流转发。

TCP/IP 模型的核心是网络层和传输层：网络层解决网络之间的逻辑转发问题，传输层保证源端到目的端的可靠传输。最上层的应用层通过各种协议向终端用户提供业务应用。

6. 数据封装

应用数据需要经过 TCP/IP 每一层处理之后才能通过网络传输到目的端，每一层上都使用该层的协议数据单元（protocol data unit, PDU）彼此交换信息。不同层的 PDU 中包含不同的信息，因此，PDU 在不同层被赋予了不同的名称。

- (1) 上层数据在传输层添加 TCP 报头后得到的 PDU 被称为 segment（数据段）。
- (2) 数据段被传递给网络层，网络层添加 IP 报头得到的 PDU 被称为 packet（数据包）。
- (3) 数据包被传递到数据链路层，封装数据链路层报头得到的 PDU 被称为 frame（数据帧）。
- (4) 最后，帧被转换为比特，通过网络介质传输。这种协议栈逐层向下传递数据并添加报头和报尾的过程称为封装。

7. Ethernet II 的帧格式

Ethernet II 的帧格式如图 1-4 所示，其各字段说明如下。

(1) D.MAC (destination MAC) 是目的 MAC 地址。D.MAC 字段长度为 6 字节 (B)，标识帧的接收者。

(2) S.MAC (source MAC) 是源 MAC 地址。S.MAC 字段长度为 6 (B)，标识帧的发送者。

(3) 类型字段 (type) 用于标识数据字段中包含的高层协议，该字段长度为 2 B。类型字段取值为 0x0800 的帧代表 IP 协议帧；类型字段取值为 0x0806 的帧代表 ARP 协议帧。

(4) 数据字段 (data) 是网络层数据，最小长度必须为 46 B 以保证帧长至少为 64 字节，数据字段的最大长度为 1 500 B。

(5) 帧校验序列 (frame check sequence, FCS) 字段提供了一种错误检测机制。该字段长度为 4 B。

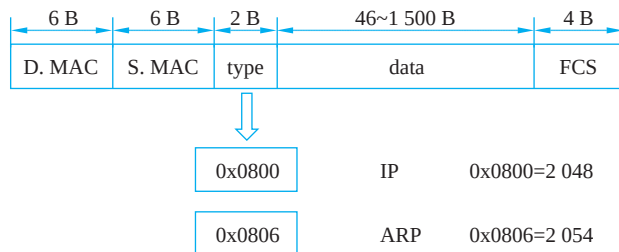


图 1-4 Ethernet II 的帧格式

8. MAC 地址

MAC 地址由两部分组成，分别是供应商代码和序列号。其中，前 24 位代表供应商代码，由 IEEE 管理和分配。剩下的 24 位序列号由厂商自行分配。

MAC 地址共分为 3 种，分别为单播 MAC 地址、广播 MAC 地址、组播 MAC 地址。

(1) 单播 MAC 地址：从单一的源端发送到单一的目的端。每个主机接口由一个 MAC 地址唯一标识，在 MAC 地址的组织唯一标识符 (organization unique identifier, OUI) 中，第一个字节第 8 个比特表示地址类型。对于主机 MAC 地址，这个比特固定为 0，表示目的 MAC 地址为此 MAC 地址的帧都是发送到某个唯一的目的端的。

(2) 广播 MAC 地址：表示帧从单一的源发送到共享以太网上的所有主机。广播帧的目的 MAC 地址为十六进制的 FF:FF:FF:FF:FF:FF，所有收到该广播帧的主机都要接收并处理这个帧。

(3) 组播 MAC 地址：组播比广播更加高效。组播转发可以理解为选择性的广播，主机侦听特定组播地址，接收并处理目的 MAC 地址的帧。组播 MAC 地址和单播 MAC 地址是通过第一个字节中的第 8 个比特区分的。

9. IP 编址

IP 地址分为网络部分和主机部分，如图 1-5 所示。
IP 地址由 32 个二进制位组成，通常用点分十进制形式表示。

网络位	主机位
192.168.1	.1
11000000.10101000.00000001	.00000001

图 1-5 IP 地址格式

每个网段上都有两个特殊地址不能分配给主机或网络设备。第一个是该网段的网络地址，该 IP 地址的主机位为全 0，表示一个网段。第二个地址是该网段中的广播地址，目的地址为广播地址的报文会被该网段中的所有网络设备接收。广播地址的主机位为全 1。除网络地址和广播地址以外的其他 IP 地址可以作为网络设备的 IP 地址。

10. 子网掩码

子网掩码用于区分网络部分和主机部分。子网掩码与 IP 地址的表示方法相同，如图 1-6 所示。每个 IP 地址和子网掩码一起可以用来唯一地标识一个网段中的某台网络设备。子网掩码中的 1 表示网络位，0 表示主机位。

网络位	主机位
192.168.1	.1
11000000.10101000.00000001	.00000001
子网掩码	
255.255.255	.0
11111111.11111111.11111111	.00000000

图 1-6 子网掩码格式

11. IP 地址分类

IP 地址被划分为 A、B、C、D、E 五类，每类地址的网络号包含不同的字节数。A 类、B 类和 C 类地址为可分配 IP 地址，每类地址支持的网络数和主机数不同，如图 1-7 所示。

	0. 0. 0. 0~127. 255. 255. 255	
A类	0 网络位(8 bit)	主机位(24 bit)
	128. 0. 0. 0~191. 255. 255. 255	
B类	10 网络位(16 bit)	主机位(16 bit)
	192. 0. 0. 0~223. 255. 255. 255	
C类	110	主机位(8 bit)
	224. 0. 0. 0~239. 255. 255. 255	
D类	1110	组播
	240. 0. 0. 0~255. 255. 255. 255	
E类	1111	保留

图 1-7 IP 地址分类

12. IP 地址规划

通过子网掩码可以判断主机所属的网段、网段上的广播地址，以及网段上支持的主机数量。例如，主机 IP 地址为 192.168.1.7，子网掩码为 24 位（C 类 IP 地址的默认掩码），从中可以判断该主机位于 192.168.1.0/24 网段。将 IP 地址中的主机位全部置为 1，并转换为十进制数，即可得到该网段的广播地址 192.168.1.255。网段中支持的主机数为 $2^n - 2$ ， 2^n 为主机位的个数。本例中 $n=8$ ， $2^8=256$ ，减去本网段的网络地址和广播地址，可知该网段支持 254 个有效主机地址，如图 1-8 所示。

IP地址	192	. 168	. 1	. 7
子网掩码	255	. 255	. 255	. 0
	11000000	. 10101000	. 00000001	. 00000111
	11111111	. 11111111	. 11111111	. 00000000
网络地址 (二进制)	11000000	. 10101000	. 00000001	. 00000000
网络地址	192	. 168	. 1	. 0
主机位: 2^n	256			
可用主机位: $2^n - 2$	254			

图 1-8 IP 规划

1.1.3 评量单

项目 编号	Lyjh001		项目 名称	根据子网数量划分网段		
评量 项目			自评、小组评定、教师复评			
			自评	小组评定	教师复评	
课堂 表现	学习表现					
	团队合作					
	问答撰写					
技能 操作	地址划分					
	环境搭建					
	IP 配置					
	互通测试					
学生 签字	年 月 日		教师 签字	年 月 日		
评 量 规 准						
项目		A	B	C	D	E
课堂 表现	学习表现	全程参与学习； 未从事学习外 活动	从事学习外的 其他活动 1 次	从事学习外的 其他活动 2 次	从事学习外的 其他活动 3 次	从事学习外的 其他活动 3 次 以上
	团队合作	完全参与小组 学习	经常参与小组 学习	较少参与小组 学习	偶尔参与小组 学习	未 参 与 小 组 学习
	问答撰写	全部撰写，结 果正确	结果错误或未 撰写 1 处	结果错误或未 撰写 2 处	结果错误或未 撰写 3 处	未撰写问答
技能 操作	地址划分	按给定拓扑正 确 搭 建 网 络 环境	设备选型错误； 连线正确	设备选型正确； 连线错误	设备选型错误； 连线错误	未搭建环境
	环境搭建	按给定拓扑正 确 搭 建 网 络 环境	设备选型错误； 连线正确	设备选型正确； 连线错误	设备选型错误； 连线错误	未搭建环境
	IP 配置	IP 地址配置 正确	IP 地址配置错 误 1 处	IP 地址配置错 误 2 处	IP 地址配置错 误 3 处	未配置 IP 地址
	互通测试	完成所有 PC 间 测试	部分完成所有 PC 间测试	部分完成所有 PC 间测试	部分完成所有 PC 间测试	未测试

任务 1.2 根据主机数量划分网段

1.2.1 任务单

项目编号	Lyjh002	项目名称	根据主机数量划分网段
设备环境	2 台路由器，2 台接入交换机，3 台终端 PC，直通网线若干		
实施专业		实施班级	
实施地点	网络技术一体化实训室	人员数量	3 人
指导教师		联系方式	
项目难度	初级	实施日期	年 月 日
建立拓扑	图 1-9 根据主机数量划分网段拓扑图		
管理规划	将 192.168.5.0/24 划分成 3 个网段，1 楼一个网段，至少拥有 101 个可用 IP 地址；2 楼一个网段，至少拥有 54 个可用 IP 地址；1 楼和 2 楼的路由器互连用一个网段，需要 2 个 IP 地址。 在划分子网时优先考虑最大主机数。本例先使用最大主机数来划分子网。101 个可用 IP 地址，那就要保证至少 7 位的主机位可用（$2^m - 2 \geq 101$，m 的最小值为 7）。如果保留 7 位主机位，就只能划分出两个网段，剩下的		

一个网段就划不出来了。但是剩下的一个网段只需要 2 个 IP 地址且 2 楼的网段只需要 54 个可用 IP 地址，因此，可以从第一次划分出的两个网段中选择一个网段来继续划分 2 楼的网段和路由器互连使用的网段。

1. 根据大的主机数需求划分子网

因为要保证 1 楼网段至少有 101 个可用 IP 地址，所以主机位要保留至少 7 位。

将 192.168.5.0/24 用二进制表示如下。

11000000.10101000.00000101.00000000/24

主机位保留 7 位，即在现有基础上网络位向主机位借 1 位（可划分出 2 个子网）。

(1) 11000000.10101000.00000101.00000000/25（192.168.5.0/25）。

(2) 11000000.10101000.00000101.10000000/25（192.168.5.128/25）。

1 楼网段从这两个子网段中选择一个即可，这里选择 192.168.5.0/25。

2 楼网段和路由器互连使用的网段从 192.168.5.128/25 中再次划分得到。

2. 划分 2 楼使用的网段

2 楼使用的网段从 192.168.5.128/25 这个子网段中再次划分子网获得。因为 2 楼至少要有 54 个可用 IP 地址，所以主机位至少要保留 6 位（ $2^m - 2 \geq 54$ ， m 的最小值为 6）。

将 192.168.5.128/25 用二进制表示如下。

11000000.10101000.00000101.10000000/25

主机位保留 6 位，即在现有基础上网络位向主机位借 1 位（可划分出 2 个子网）。

(1) 11000000.10101000.00000101.10000000/26（192.168.5.128/26）。

(2) 11000000.10101000.00000101.11000000/26（192.168.5.192/26）。

2 楼网段从这两个子网段中选择一个即可，这里选择 192.168.5.128/26。

路由器互连使用的网段从 192.168.5.192/26 中再次划分得到。

3. 最后划分路由器互连使用的网段

路由器互连使用的网段从 192.168.5.192/26 这个子网段中再次划分子网获得。因为只需要 2 个可用 IP 地址，所以主机位保留 2 位即可（ $2^m - 2 \geq 2$ ， m 的最小值为 2）。将 192.168.5.192/26 用二进制表示如下。

11000000.10101000.00000101.11000000/26

主机位保留 2 位，即在现有基础上网络位向主机位借 4 位（可划分出 16 个子网）。

- (1) 11000000.10101000.00000101.11000000/30 (192.168.5.192/30)。
- (2) 11000000.10101000.00000101.11000100/30 (192.168.5.196/30)。
- (3) 11000000.10101000.00000101.11001000/30 (192.168.5.200/30)。
- ...
- (14) 11000000.10101000.00000101.11110100/30 (192.168.5.244/30)。
- (15) 11000000.10101000.00000101.11111000/30 (192.168.5.248/30)。
- (16) 11000000.10101000.00000101.11111100/30 (192.168.5.252/30)。

路由器互连网段从这 16 个子网中选择一个即可，这里选择 192.168.5.252/30。

4. 整理本例的规划地址

1 楼：

网络地址：192.168.5.0/25。

主机 IP 地址：192.168.5.1/25 ~ 192.168.5.126/25。

广播地址：192.168.5.127/25。

2 楼：

网络地址：192.168.5.128/26。

主机 IP 地址：192.168.5.129/26 ~ 192.168.5.190/26。

广播地址：192.168.5.191/26。

路由器互连：

网络地址：192.168.5.252/30。

两个 IP 地址：192.168.5.253/30、192.168.5.254/30。

广播地址：192.168.5.255/30。

下面采用一种更快速的方法来根据主机数划分子网。

项目需要将 192.168.5.0/24 这个网络地址划分成能容纳 101/54/2 个主机的子网。因此要先确定主机位，然后根据主机位决定网络位，最后确定详细的 IP 地址。

(1) 确定主机位。将需要的主机数自大而小排列出来：101/54/2，然后根据网络拥有的 IP 地址数目确定每个子网的主机位：如果 $2^n - 2 \geq$ 该网段的 IP 地址数目，那么主机位就等于 n 。于是，得到 7/6/2。

(2) 根据主机位决定网络位。用 32 减去主机位剩下的数值就是网络位，得到 25/26/30。

(3) 确定详细的 IP 地址。在二进制中用网络位数值掩盖 IP 前面相应的位数，然后后面的为 IP 位。选取每个子网的第一个 IP 为网络地址，最后一个为广播地址，之间的为有效 IP。如下所示。

管理规划	【网络地址】	【有效 IP】	【广播地址】
	【192.168.5.0/25】	【192.168.5.1/25 ~ 192.168.5.126/25】	【192.168.5.127/25】
	【192.168.5.128/26】	【192.168.5.129/26 ~ 192.168.5.190/26】	【192.168.5.191/26】
	【192.168.5.192/30】	【192.168.5.193/30 ~ 192.168.5.194/30】	【192.168.5.195/30】

步骤一：按照规划将 PC1 的 IP 地址配置为 192.168.5.1/25、PC2 的 IP 地址配置为 192.168.5.2/25、PC3 的 IP 地址配置为 192.168.5.3/25，仅需配置 IP 地址和子网掩码。配置完成后单击“应用”按钮并启动设备。具体操作如图 1-10 所示。



图 1-10 终端地址配置

配置 PC2 与 PC3 的过程同上。

步骤二：启动 1 楼的接入交换机及下属终端 PC，如图 1-11 所示。

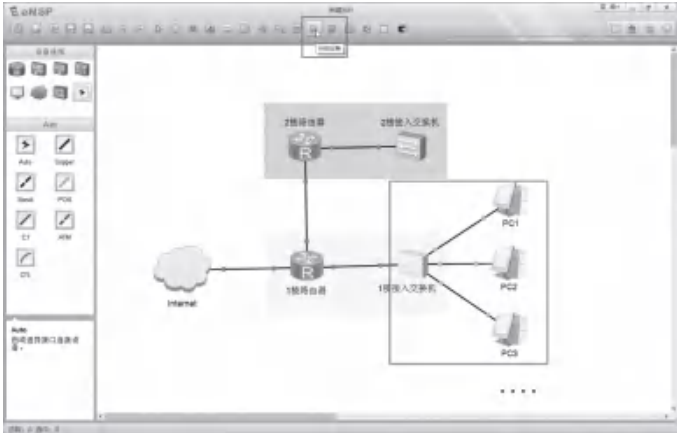


图 1-11 启动设备 2

步骤三：启动所有设备后，在 PC1 上去 ping 其他 PC，观察连通性，如下所示。

```
PC>ping 192.168.5.2
Ping 192.168.5.2: 32 data bytes, Press Ctrl_C to break
From 192.168.5.2: bytes=32 seq=1 ttl=128 time=47 ms
From 192.168.5.2: bytes=32 seq=2 ttl=128 time=47 ms
From 192.168.5.2: bytes=32 seq=3 ttl=128 time=31 ms
From 192.168.5.2: bytes=32 seq=4 ttl=128 time=47 ms
From 192.168.5.2: bytes=32 seq=5 ttl=128 time=47 ms
--- 192.168.5.2 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 31/43/47 ms
PC>ping 192.168.5.3
Ping 192.168.5.3: 32 data bytes, Press Ctrl_C to break
From 192.168.5.3: bytes=32 seq=1 ttl=128 time=47 ms
From 192.168.5.3: bytes=32 seq=2 ttl=128 time=46 ms
From 192.168.5.3: bytes=32 seq=3 ttl=128 time=32 ms
From 192.168.5.3: bytes=32 seq=4 ttl=128 time=47 ms
From 192.168.5.3: bytes=32 seq=5 ttl=128 time=31 ms
--- 192.168.5.3 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 31/40/47 ms
```

上面的输出信息显示，把 PC 连接到交换机上时，无须做任何配置，即可相互通信。但是如果按上述配置，1 楼和 2 楼的终端是否能成功通信呢？

答：

1.2.2 信息单

项目 编号	Lyjh002	项目 名称	根据主机数量划分网段
1. 网络通信 源主机必须要知道目的主机的 IP 地址后才能将数据发送到目的地。源主机向其他目的主机发送报文之前，需要检查目的 IP 地址和源 IP 地址是否属于同一个网段。若是，则报文将被交由底层协议进行以太网封装处理。如果目的地址和源地址属于不同网段，则主机需要获取下一跳路由器的 IP 地址，然后将报文交由底层协议进行以太网封装处理。 2. IP 地址类型 (1) 私有地址范围。 ① 10.0.0.0 ~ 10.255.255.255 ② 172.16.0.0 ~ 172.31.255.255 ③ 192.168.0.0 ~ 192.168.255.255 (2) 特殊地址。 ① 127.0.0.0 ~ 127.255.255.255 ② 0.0.0.0 ③ 255.255.255.255 3. 默认子网掩码 每类 IP 地址都有一个默认子网掩码。A 类 IP 地址的默认子网掩码为 8 位，即第一个字节表示网络位，其他三个字节表示主机位。B 类 IP 地址的默认子网掩码为 16 位，因此 B 类 IP 地址支持更多的网络，但是主机数也相应减少。C 类 IP 地址的默认子网掩码为 24 位，支持的网络最多，但也限制了单个网络中主机的数量，如图 1-12 所示。 A 类 255 . 0 . 0 . 0 B 类 255 . 255 . 0 . 0 C 类 255 . 255 . 255 . 0 图 1-12 默认子网掩码 4. 有类 IP 编址的缺陷 如果企业网络中希望通过规划多个网段来隔离物理网络上的主机，使用默认子网掩码就会存在一定的局限性。网络中划分多个网段后，每个网段中的实际主机数量可			

能很有限，导致地址使用率低下。在图 1-13 所示的场景下，如果使用默认子网掩码的编址方案，则地址使用率很低。

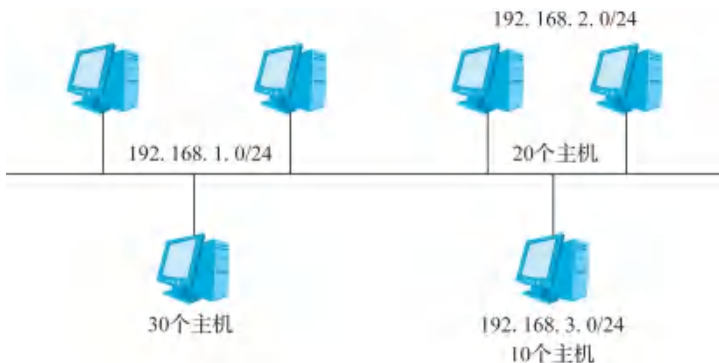


图 1-13 有类 IP 编址的缺陷

5. 变长子网掩码

默认子网掩码可以进一步划分成变长子网掩码（VLSM）。通过改变子网掩码长度，可以将网络划分为多个子网。本例中的地址为 C 类地址，默认子网掩码为 24 位。现借用一个主机位作为网络位，借用的主机位变成子网位。一个子网位有两个取值 0 和 1，因此可划分为两个子网。该比特位设置为 0，则子网号为 0；该比特位设置为 1，则子网号为 128。将剩余的主机位都设置为 0，即可得到划分后的子网地址；将剩余的主机位都设置为 1，即可得到子网的广播地址。每个子网支持的主机数为 2^7-2 （减去子网地址和广播地址），即 126 个主机地址，如图 1-14 所示。

IP地址	192	. 168	. 1	. 7
子网掩码	255	. 255	. 255	. 128
	11000000	. 10101000	. 00000001	. 00000111
	11111111	. 11111111	. 11111111	. 00000000
网络地址 (二进制)	11000000	. 10101000	. 00000001	. 00000000
网络地址	192	. 168	. 1	. 0
主机位: 2^n	256			
可用主机位: 2^n-2	254			

图 1-14 变长子网掩码

6. 无类别域间路由选择

无类别域间路由选择（CIDR）由 RFC1817 定义。CIDR 突破了传统 IP 地址的分类边界，将路由表中的若干条路由汇聚为一条路由，缩小了路由表的规模，提高了路由器的可扩展性。

如图 1-15 所示，一个企业分配到了一段 CIDR 地址 10.24.0.0/24。该企业准备把这些 CIDR 分配给各个用户群，目前已经分配了四个网段给用户。如果没有实施 CIDR 技术，企业路由器的路由表中会有四条下连网段的路由条目，并且会把它们通告给其他路由器。通过实施 CIDR 技术，可以在企业的路由器上把这四条路由 10.24.0.0/24、10.24.1.0/24、10.24.2.0/24、10.24.3.0/24 汇总成一条路由 10.24.0.0/24。这样，企业路由器只需通告 10.24.0.0/24 这一条路由，大大缩小了路由表的规模。

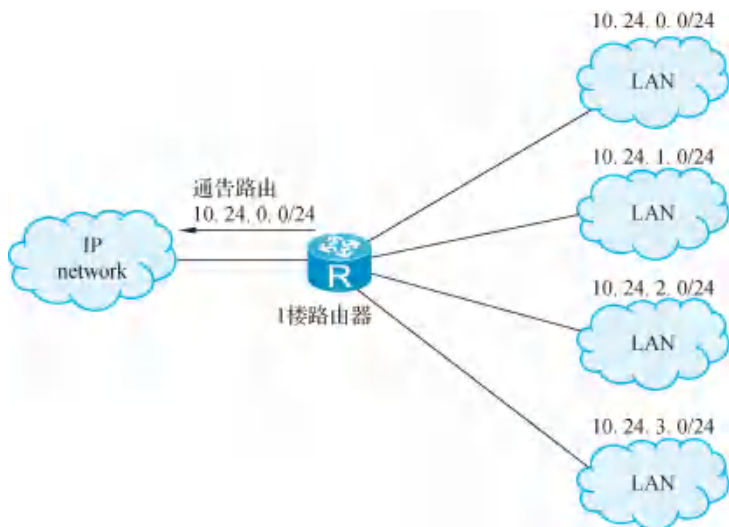


图 1-15 无类别域间路由

7. 网关

在报文转发过程中，首先需要确定转发路径及通往目的网段的接口，然后将报文封装在以太帧中通过指定的物理接口转发出去。如果目的主机与源主机不在同一个网段，需要先将报文转发到网关，然后通过网关将报文转发到目的网段。

网关是指负责将本地网段主机发送、目标地址不在本网段的报文转发到目的网段的设备。为实现此功能，网关必须知道目的网段的 IP 地址。网关设备上连接本地网段的接口地址即该网段的默认网关地址。

8. IP 报文头部

IP 报文头部如图 1-16 所示。

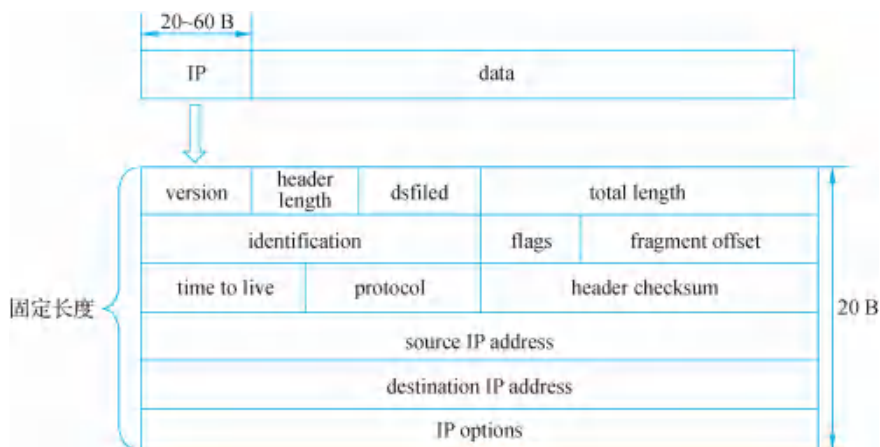


图 1-16 IP 报文头部

9. 生存时间

报文在网段间转发时，如果网络设备上的路由规划不合理，就可能会出现环路，导致报文在网络中无限循环，无法到达目的端。环路发生后，所有发往这个目的地的报文都会被循环转发，随着这种报文逐渐增多，网络将发生拥塞。

为避免环路导致的网络拥塞，IP 报文头部中包含一个生存时间（time to live, TTL）字段。报文每经过一台三层设备，TTL 值减 1。初始 TTL 值由源端设备设置。当报文中的 TTL 降为 0 时，报文会被丢弃。同时，丢弃报文的设备会根据报文头中的源 IP 地址向源端发送 ICMP 错误消息，如图 1-17 所示。

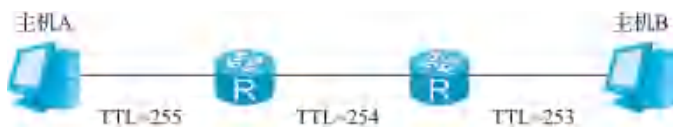


图 1-17 生存时间

1.2.3 评量单

项目 编号	Lyjh002		项目 名称	根据主机数量划分网段		
评量 项目			自评、小组评定、教师复评			
			自评	小组评定	教师复评	
课堂 表现	学习表现					
	团队合作					
	问答撰写					
技能 操作	地址划分					
	环境搭建					
	IP 配置					
	互通测试					
学生 签字	年 月 日		教师 签字	年 月 日		
评 量 规 准						
项目		A	B	C	D	E
课堂 表现	学习表现	全程参与学习； 未从事学习外 活动	从事学习外的 其他活动 1 次	从事学习外的 其他活动 2 次	从事学习外的 其他活动 3 次	从事学习外的 其他活动 3 次 以上
	团队合作	完全参与小组 学习	经常参与小组 学习	较少参与小组 学习	偶尔参与小组 学习	未参与小组 学习
	问答撰写	全部撰写，结 果正确	结果错误或未 撰写 1 处	结果错误或未 撰写 2 处	结果错误或未 撰写 3 处	未撰写问答
技能 操作	地址划分	按给定拓扑正 确 搭 建 网 络 环境	设备选型错误； 连线正确	设备选型正确； 连线错误	设备选型错误； 连线错误	未搭建环境
	环境搭建	按给定拓扑正 确 搭 建 网 络 环境	设备选型错误； 连线正确	设备选型正确； 连线错误	设备选型错误； 连线错误	未搭建环境
	IP 配置	IP 地址配置 正确	IP 地址配置错 误 1 处	IP 地址配置错 误 2 处	IP 地址配置错 误 3 处	未配置 IP 地址
	互通测试	完 成 所 有 PC 间测试	部分完成所有 PC 间测试	部分完成所有 PC 间测试	部分完成所有 PC 间测试	未测试

任务

1.3

合理选用路由器和交换机

1.3.1 任务单

项目编号	Lyjh003	项目名称	合理选用路由器和交换机
设备环境	2 台路由器，1 台核心交换机，6 台接入交换机，PC 若干，直通网线若干		
实施专业		实施班级	
实施地点	网络技术一体化实训室	人员数量	3 人
指导教师		联系方式	
项目难度	初级	实施日期	年 月 日
建立拓扑	图 1-18 企业内部网络架构图		

选择网络设备一般遵循以下六个步骤。

1. 网络规模与层次性

依据网络规模，主要分为中小型网络、大中型网络与交换机 / 路由器应用层次设计要求。

在选择交换机时可通过 OSI 参考模型来挑选，企业如果只是单纯地做数据转发，那么建议使用二层交换机。如果划分了部门，让部门之间产生隔离，那么建议选择三层交换机，如果需要设置网关、防火墙等功能，则需要更高级的防火墙级别交换机。

规划网络层次性：网络结构决定了使用什么设备，有的小型网络只有核心层与接入层，那么核心交换机相对来说就好选择一些，压力不大。例如，某些小型监控网络只在内网中进行，那么选择二层交换机即可。

在大型网络中，只有接入层与核心层难以协调分配，这时就需要三层（核心层、汇聚层、接入层）结构，用汇聚层来分担核心交换机的压力，涉及 VLAN 的划分、网络管理等功能，就需要三层交换机了。

2. 交换机 / 路由器的端口数量

交换机支持的物理端口数量决定该交换机接入的终端或二级接收设备的数量，需要根据实际需要选择。当然也需要考虑后续的网络扩展。交换机的接入端口用于连接内网终端，上联端口用于连接上级设备。

如果点位数不大于 16 个，且长期数量变化不大，可以选择 24 口交换机，若点位数超过 16 个，且还有其他网络设备，则需要对端口数量做一定的冗余设计，可以选择 48 口交换机。

3. 端口的参数

端口的参数主要需要考虑端口速率（如百兆、千兆、万兆）、端口类型（如 RJ45、SFP/ 光口、PoE 供电网口等）及各种类型和速率的端口数量配置。

4. 交换机 / 路由器的功能支持

考虑交换机的功能支持，是否具有网管功能、模块冗余、路由冗余、四层交换、可扩展性等。同时需要考虑交换机的安全功能。例如，访问控制、802.1X 认证、环路检测、四元绑定、IGMP Snooping 等。

5. 背板带宽

背板带宽也称交换容量，是交换机接口处理器和数据总线间所能吞吐的最大数据量，就像是立交桥所拥有的车道的总和。由于所有端口间的通信都需要通过背板完成，背板所能提供的带宽就成为端口间并发通信时的瓶颈。

管理
规划

带宽越大，提供给各端口的可用带宽越大，数据交换速度越快；带宽越小，给各端口提供的可用带宽越小，数据交换速度也就越慢。也就是说，背板带宽决定着交换机的数据处理能力，背板带宽越大，交换机的处理数据能力就越强。若要实现网络的全双工无阻塞传输，则必须满足最大背板带宽的要求。

6. 包转发率

网络中的数据是由一个个数据包组成的，对每个数据包的处理要消耗资源。转发速率（也称吞吐量）是指在不丢包的情况下单位时间内通过的数据包数量。吞吐量就像是立交桥的车流量，是三层交换机最重要的一个参数，标志着交换机的具体性能。如果吞吐量太小，其就会成为网络瓶颈，给整个网络的传输效率带来负面影响。

交换机应当能够实现线速交换，即交换速率达到传输线上的数据传输速率，从而最大限度地消除交换瓶颈。对于三层核心交换机而言，若要实现网络的无阻塞传输，这个速率大于等于标称二层包转发速率和标称三层包转发速率，则交换机在做第二层和第三层交换时可以做到线速。

配置
任务

步骤一：路由器的选择。

（1）根据需求描述：企业的主要应用为内部文件共享、办公自动化系统（OA）、对外提供邮件和网站服务等；外地分支机构需要和总部互连；企业有员工 200 人，如果按并发率 1 : 2 来计算，同时会有 100 人上网（通常达不到如此高的并发率），按申请 2 Mb/s 的 DDN 来计算，每人会有大约 20 Kb/s 的带宽，对于正常的数据访问是足够用的；对于分支机构来说，信息点较少，可以采用次级的路由器产品。

（2）在设备的选择上，总部选用 1 台 AR3260 路由器，分支机构选择 1 台 AR2220 路由器，如图 1-19 和图 1-20 所示。



图 1-19 AR3260

配置任务



图 1-20 AR2220

步骤二：交换机的选择。

- (1) 企业应用为内部文件共享、办公自动化系统 (OA)、收发邮件和网站服务等，这些都是非时间敏感型应用，并非一刻不能停机，因此没有必要设置核心设备的冗余。
- (2) 内部点位数为 200 个，平均每层 40 个点位，每层采用 1 台 S3700 设备带 2 个 24GE 模块即可，每台设备有 48 个端口，大于每层 40 个点位数量，如图 1-21 所示。
- (3) 在一层网络中心处使用 1 台 S5700，带有一个万兆接口，满足日常使用要求，如图 1-22 所示。



图 1-21 S3700



图 1-22 S5700

1.3.2 信息单

项目编号	Lyjh003	项目名称	合理选用路由器和交换机
1. 背板带宽 背板带宽计算公式如下。 $\text{背板带宽} = \text{端口数量} \times \text{端口速率} \times 2$ 提示：对于三层交换机而言，只有转发速率和背板带宽都达到最低要求，才是合格的交换机，二者缺一不可。例如： 若一款交换机有 24 个端口，每个端口速率为千兆，则背板带宽 =48 000 Mb/s= 48 Gb/s。			

2. 包转发率

包转发率公式如下。

吞吐量 (Mpps)= 万兆位端口数量 $\times$ 14.88 Mpps+ 千兆位端口数量 $\times$ 1.488 Mpps+ 百兆位端口数量 $\times$ 0.1488 Mpps

如果算出的吞吐量小于交换机的吞吐量，就可以做到线速。这里面如果有万兆位端口与百兆位端口，就算上去，否则可以不用算。例如：

对于一台拥有 24 个千兆位端口的交换机而言，其满配置吞吐量至少应达到 $24 \times 1.488 \text{ Mpps} \approx 35.71 \text{ Mpps}$ ，才能够确保在所有端口均线速工作时实现无阻塞的包交换。

3. 交换机

交换机是工作在数据链路层的设备。交换机可以将一个共享式以太网分割为多个冲突域。链路层流量被隔离在不同的冲突域中进行转发，如此便极大地提升了以太网的性能。更进一步说，通常主机和交换机之间及交换机与交换机之间都使用全双工技术进行通信，这时冲突现象会被彻底消除。

4. 路由器

交换机虽然能够隔离冲突域，但是当一台设备发送广播帧时，其他设备仍然会接收到该广播帧。随着网络规模的增大，广播会越来越多，这样就会影响网络的效率。路由器可以用来分割广播域，减少广播对网络效率的影响。

5. 华为 AR 系列路由器

华为 AR 系列路由器有多个型号，包括 AR150、AR200、AR1200、AR2200、AR3200。它们是华为第三代路由器产品，提供路由、交换、无线、语音和安全等功能。AR 路由器被部署在企业网络和公网之间，作为两个网络间传输数据的入口和出口。在 AR 路由器上部署多种业务能降低企业的网络建设成本和运维成本。根据一个企业的用户数量和业务的复杂程度可以选择不同型号的 AR 路由器来部署到网络中。

6. 华为 S 系列交换机

华为 S 系列交换机提供数据交换功能，满足企业网络多业务的可靠接入和高质量传输的需求。这个系列的交换机定位于企业网络的接入层、汇聚层和核心层，提供大容量交换、高密度端口，实现高效的报文转发。S 系列交换机包括 S1700、S2700、S3700、S5700、S7700、S9700 等。

1.3.3 评量单

项目 编号	Lyjh003		项目 名称	合理选用路由器和交换机		
评量 项目			自评、小组评定、教师复评			
			自评	小组评定	教师复评	
课堂 表现	学习表现					
	团队合作					
	问答撰写					
技能 操作	交换机选取					
	路由器选取					
	环境搭建					
学生 签字	年 月 日		教师 签字	年 月 日		
评 量 规 准						
项目		A	B	C	D	E
课堂 表现	学习表现	全程参与学习； 未从事学习外的 其他活动	从事学习外的 其他活动 1 次	从事学习外的 其他活动 2 次	从事学习外的 其他活动 3 次	从事学习外的 其他活动 3 次 以上
	团队合作	完全参与小组 学习	经常参与小组 学习	较少参与小组 学习	偶尔参与小组 学习	未 参 与 小 组 学习
	问答撰写	全部撰写，结 果正确	结果错误或未 撰写 1 处	结果错误或未 撰写 2 处	结果错误或未 撰写 3 处	未撰写问答
技能 操作	环境搭建	按给定拓扑正 确搭建网络环 境；VLAN 划 分正确	设备选型错误； 连线正确；缺 少 1 个 VLAN	设备选型正确； 连线错误；缺 少 2 个 VLAN	设备选型错误； 连线错误；未 完成 VLAN 划分	未 搭 建 环 境； 未 完 成 VLAN 划分
	互通测试	完成所有 PC 间测试	部分完成所有 PC 间测试	部分完成所有 PC 间测试	部分完成所有 PC 间测试	未测试



任务

1.4

使用命令行完成基础配置

1.4.1 任务单

项目编号	Lyjh004	项目名称	使用命令行完成基础配置																								
设备环境	1 台路由器, 1 台 PC, 直通网线 1 根																										
实施专业		实施班级																									
实施地点	网络技术一体化实训室	人员数量	3 人																								
指导教师		联系方式																									
项目难度	初级	实施日期	年 月 日																								
建立拓扑	 图 1-23 基础拓扑																										
管理规划	(1) 物理设备命名如表 1-1 所示。 表 1-1 设备命名表 <table> <tr> <th>序号</th><th>功能区</th><th>设备用途</th><th>设备名称</th></tr> <tr> <td>1</td><td>生产网</td><td>广域网路由器_01</td><td>XYKZC-SJS-YW-MSR5660-1</td></tr> <tr> <td>2</td><td>生产网</td><td>广域网路由器_02</td><td>XYKZC-SJS-YW-MSR5660-2</td></tr> <tr> <td>3</td><td>生产网</td><td>核心交换机_01</td><td>XYKZC-SJS-YW-Core-S7506E-1</td></tr> <tr> <td>4</td><td>生产网</td><td>核心交换机_02</td><td>XYKZC-SJS-YW-Core-S7506E-2</td></tr> <tr> <td>5</td><td>生产网</td><td>电销汇聚交换机_01</td><td>XYKZC-SJS-YW-DX-S7506E-1</td></tr> </table>			序号	功能区	设备用途	设备名称	1	生产网	广域网路由器_01	XYKZC-SJS-YW-MSR5660-1	2	生产网	广域网路由器_02	XYKZC-SJS-YW-MSR5660-2	3	生产网	核心交换机_01	XYKZC-SJS-YW-Core-S7506E-1	4	生产网	核心交换机_02	XYKZC-SJS-YW-Core-S7506E-2	5	生产网	电销汇聚交换机_01	XYKZC-SJS-YW-DX-S7506E-1
序号	功能区	设备用途	设备名称																								
1	生产网	广域网路由器_01	XYKZC-SJS-YW-MSR5660-1																								
2	生产网	广域网路由器_02	XYKZC-SJS-YW-MSR5660-2																								
3	生产网	核心交换机_01	XYKZC-SJS-YW-Core-S7506E-1																								
4	生产网	核心交换机_02	XYKZC-SJS-YW-Core-S7506E-2																								
5	生产网	电销汇聚交换机_01	XYKZC-SJS-YW-DX-S7506E-1																								

序号	功能区	设备用途	设备名称
6	生产网	电销汇聚交换机_02	XYKZC-SJS-YW-DX-S7506E-2
7	生产网	客服汇聚交换机_01	XYKZC-SJS-YW-KF-S7506E-1
8	生产网	客服汇聚交换机_02	XYKZC-SJS-YW-KF-S7506E-2
9	生产网	保险接入防火墙_01	XYKZC-SJS-YW-BX-F5000-1
10	生产网	保险接入防火墙_02	XYKZC-SJS-YW-BX-F5000-2

(2) 为所有设备分配 IP 地址, 如表 1-2 所示。

表 1-2 IP 地址表

本端设备	端口	本端 IP 地址
XYKZC-SJS-YW-MSR5660-1	G2/0/0	106.240.4.2/30
	G2/1/0	106.240.4.9/30
	G2/2/0	106.240.4.13/30
XYKZC-SJS-YW-MSR5660-2	G2/0/0	106.240.4.6/30
	G2/2/0	106.240.4.17/30
XYKZC-SJS-YW-Core-S7506E-1	G5/0/48 G7/0/48	106.240.4.21/30
	G7/0/1	106.240.4.50/29
	G7/0/2	106.240.4.25/30
	G7/0/3	106.240.4.29/30
XYKZC-SJS-YW-Core-S7506E-2	G7/0/1	106.240.4.51/29
	G7/0/2	106.240.4.33/30
	G7/0/3	106.240.4.37/30
XYKZC-SJS-YW-DX-S7506E-1	TG2/0/28 TG3/0/28	106.240.4.41/30
XYKZC-SJS-YW-KF-S7506E-1	G5/0/48 G7/0/48	106.240.4.45/30
XYKZC-SJS-YW-BX-F5000-1	G0/0/23	106.240.4.58/29
XYKZC-SJS-YW-BX-F5000-2	G0/0/23	106.240.4.59/29

(3) 保存设备配置。

(4) 重启设备。

步骤一：启动设备，通过 Console 方式登录到 Router 的命令行界面。

由于实验采用的是华为 eNSP 模拟器，所以在模拟器中直接双击设备即可进入设备的命令行界面（command line interface，CLI），如图 1-24 所示。

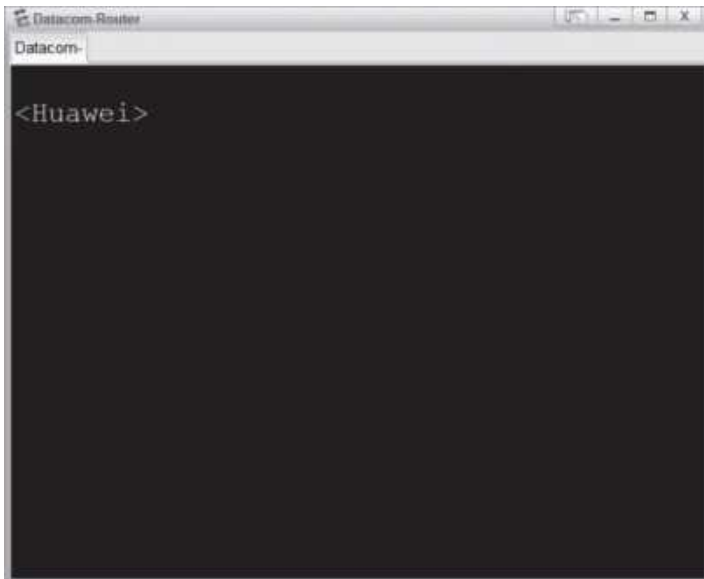


图 1-24 CLI 界面

步骤二：查看设备基本信息。

```
<Huawei>display version
Huawei Versatile Routing Platform Software
VRP (R) software, Version 5.160 (AR651C V300R019C00
SPC100)
Copyright (C) 2011-2016 HUAWEI TECH CO., LTD
Huawei AR651C Router uptime is 0 week, 0 day, 0 hour,
53 minutes
BKP 0 version information:
1.PCB Version : AR01BAK2C VER.B
2.If Supporting PoE : No
3.Board Type: AR651C
4.MPU Slot Quantity : 1
5.LPU Slot Quantity : 1
```

步骤三：完成设备基本配置。

（1）修改 Router 的名字为 Datacom-Router。

配置
任务

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

此时设备名称已经被修改为 Datacom-Router。

(2) 进入接口，配置接口的 IP 地址。

```
[Datacom-Router]interface GigabitEthernet 0/0/1
[Datacom-Router-GigabitEthernet0/0/1]ip address
192.168.1.1 24
```

(3) 查看配置是否生效。

```
[Datacom-Router-GigabitEthernet0/0/1]dis this
interface GigabitEthernet0/0/1
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
```

(4) 查看设备当前配置。

```
[Datacom-Router-GigabitEthernet0/0/1]quit
[Datacom-Router]display current-configuration
[V200R003C00]
#
sysname Datacom-Router
#
snmp-agent local-engineid 800007DB03000000000000
snmp-agent
#
clock timezone China-Standard-Time minus 08:00:00
#
portal local-server load portalpage.zip
#
drop illegal-mac alarm
#
set cpu-usage threshold 80 restore 75
#
aaa
```


配置
任务

```
authentication-scheme default
authorization-scheme default
accounting-scheme default
domain default
domain default_admin
local-user admin passwordcipher %$$$K8m.Nt84DZ}
e#<0`8bmE3Uw)%$$$
local-user admin service-type http
#
---- More ----
```

步骤四：保存设备当前配置。

(1) 返回到用户视图。

```
[Datacom-Router]quit
<Datacom-Router>
```

(2) 保存配置。

```
<Datacom-Router>save

The current configuration will be written to the device.
Are you sure to continue?(y/n)[n]:y // 需要输入 y 来确认继续
It will take several minutes to save configuration
file, please wait.....
Configuration file had been saved successfully
Note: The configuration file will take effect after
being activated
```

当前保存的配置下次启动时是否会生效？

答：

步骤五：操作设备的文件系统。

(1) 查看当前目录下的文件列表。

配置
任务

```
<Datacom-Router>dir
Directory of flash:/
Idx      Attr Size(Byte) Date  Time (LMT)      FileName
0 -rw-126,538,240   Jul 04 2016 17:57:22 ar651c-
v300r019c00Sspc100.cc
1 -rw-22,622      Feb 20 2020 10:35:18 mon_file.txt
2 -rw-737 Feb 20 2020 10:38:36 vrpcfg.zip
3 drw--   Jul 04 2016 18:51:04 CPM_ENCRYPTED_FOLDER
4 -rw-783 Jul 10 2018 14:46:16 default_local.cer
5 -rw-0   Sep 11 2017 00:00:54 brdxpon_snmp_cfg.efs
6 drw--   Sep 11 2017 00:01:22 update
7 drw--   Sep 11 2017 00:01:48 shelldir
8 drw--   Sep 21 2019 17:14:24 localuser
9 drw--   Sep 15 2017 04:35:52 dhcp
10 -rw- 509 Feb 20 2020 10:38:40 private-data.txt
11 -rw- 2,686 Dec 19 2019 15:05:18 mon_lpu_file.
txt
12 -rw- 3,072 Dec 18 2019 18:15:54 Boot_LogFile
```

(2) 保存当前的配置并命名为 test.cfg。

```
<Datacom-Router>save test.cfg
Are you sure to save the configuration to test.cfg? (y/
n)[n]:y
It will take several minutes to save configuration
file, please wait.....
Configuration file had been saved successfully
Note: The configuration file will take effect after
being activated
```

(3) 再次查看当前目录下的文件列表。

```
<Datacom-Router>dir
Directory of flash:/
Idx      Attr Size(Byte) Date  Time (LMT)      FileName
0 -rw- 126,538,240   Jul 04 2016 17:57:22 ar651c-
v300r019c00Sspc100.cc
1 -rw- 22,622      Feb 20 2020 10:35:18 mon_file.txt
```

配置
任务

```
2 -rw- 737 Feb 20 2020 10:38:36 vrpcfg.zip
3 drw-- Jul 04 2016 18:51:04 CPM_ENCRYPTED_FOLDER
4 -rw- 783 Jul 10 2018 14:46:16 default_local.cer
5 -rw- 0 Sep 11 2017 00:00:54 brdxpon_snmp_cfg.efs
6 drw-- Sep 11 2017 00:01:22 update
7 drw-- Sep 11 2017 00:01:48 shelldir
8 drw-- Sep 21 2019 17:14:24 localuser
9 drw-- Sep 15 2017 04:35:52 dhcp
10 -rw- 1,404 Feb 20 2020 11:55:17 test.cfg
11 -rw- 509 Feb 20 2020 11:55:18 private-data.txt
12 -rw- 2,686 Dec 19 2019 15:05:18 mon_lpu_file.txt
13 -rw- 3,072 Dec 18 2019 18:15:54 Boot_LogFile
```

510,484 KB total available (386,452 KB free)

(4) 把该文件设置为设备下一次启动时所使用的配置文件。

```
<Datacom-Router>startup saved-configuration test.cfg
This operation will take several minutes, please wait....
Info: Succeeded in setting the file for booting system
```

(5) 查看下一次启动时所用的文件。

```
<Datacom-Router>display startup
MainBoard:
Startup system software: flash:/ ar651c-
v300r019c00Sspc100.cc
Next startup system software: flash:/ ar651c-
v300r019c00Sspc100.cc
Backup system software for next startup: null
Startup saved-configuration file: flash:/vrpcfg.zip
Next startup saved-configuration file: flash:/test.cfg
Startup license file: null
Next startup license file: null
Startup patch package: null
Next startup patch package: null
Startup voice-files: null
Next startup voice-files: null
```

配置任务

(6) 清空配置文件。

```
<Datacom-Router>reset saved-configuration
This will delete the configuration in the flash memory.
The device configurationns
will be erased to reconfigure.
Are you sure? (y/n)[n]:y
Clear the configuration in the device successfully.
```

步骤六：重启设备。

```
<Datacom-Router>reboot
Info: The system is comparing the configuration,
please wait.
System will reboot! Continue ? [y/n]:y
Info: system is rebooting ,please wait...
```

按照上述步骤，对照配置规划表中的内容来配置设备。

1.4.2 信息单

项目 编号	Lyjh004	项目 名称	使用命令行完成基础配置
----------	---------	----------	-------------

1.Console 登录

使用 Console 线缆来连接交换机或路由器的 Console 接口与计算机的 COM 接口，利用计算机实现本地调试和维护，如图 1-25 所示。

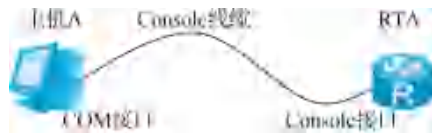


图 1-25 Console 线连接

2. 命令行视图

VRP 采用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。本例介绍了常见的命令行视图。每个命令都注册在一个或多个命令视图下，用

户只有先进入这个命令所在的视图，才能运行相应的命令。

进入 VRP 系统的配置界面后，VRP 上最先出现的视图是用户视图。在该视图下，用户可以查看设备的运行状态和统计信息。

用户视图的显示为 <Huawei>。

若要修改系统参数，则用户必须进入系统视图。

系统视图的显示为 [Huawei]。

用户还可以通过系统视图进入其他功能配置视图，如接口视图和协议视图。

(1) 接口视图的显示为 [Huawei-GigabitEthernet0/0/0]。

(2) 协议视图的显示为 [Huawei-ospf-1]。

3. 命令行功能

为了简化操作，系统提供了快捷键，使用户能够快速执行操作。以下是系统定义的快捷键，功能如下。

- (1) Ctrl+A：把鼠标光标移动到当前命令行的最前端。
- (2) Ctrl+C：停止当前命令的运行。
- (3) Ctrl+Z：回到用户视图。
- (4) Ctrl+]：终止当前连接或切换连接。
- (5) Ctrl+B：将鼠标光标向左移动一个字符。
- (6) Ctrl+D：删除当前鼠标光标所在位置的字符。
- (7) Ctrl+E：将鼠标光标移动到当前行的末尾。
- (8) Ctrl+F：将鼠标光标向右移动一个字符。
- (9) Ctrl+H：删除光标左侧的一个字符。
- (10) Ctrl+N：显示历史命令缓冲区中的后一条命令。
- (11) Ctrl+P：显示历史命令缓冲区中的前一条命令。
- (12) Ctrl+W：删除鼠标光标左侧的一个字符串。
- (13) Ctrl+X：删除鼠标光标左侧所有的字符。
- (14) Ctrl+Y：删除鼠标光标所在位置及其右侧所有的字符。
- (15) Esc+B：将鼠标光标向左移动一个字符串。
- (16) Esc+D：删除鼠标光标右侧的一个字符串。
- (17) Esc+F：将鼠标光标向右移动一个字符串。

4. 命令行在线帮助

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获取以该字符串开头的所有关键字的提示，如图 1-26 所示。

完全帮助指的是在任一命令视图下，用户可以通过输入“?”并按“Enter”键来获取该命令视图下所有的命令及其简单描述；如果输入一个命令关键字，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，如图 1-26 所示。

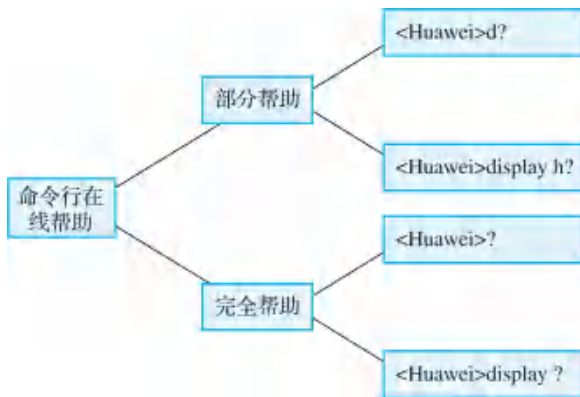


图 1-26 命令行在线帮助

5. 命令等级

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，对应命令级 0、1，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，包括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。

6. 设备命名

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。在进行设备调试时，首要任务是设置设备名。设备名用来唯一地标识一台设备。华为路由器和交换机默认的设备名是 huawei。设备名称一旦设置，立刻生效。

7. 配置接口 IP 地址

要在接口运行 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，也有可能为接口配置一个次要 IP 地址。例如，当路由器 AR2200 的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 AR2200 访问其他网络，可以配置一个主要 IP 地址和一个次要 IP 地址。一个接口只能有一个主要 IP 地址，如果接口配置了新的主要 IP 地址，那么新的主要 IP 地址就替代了原来的主要 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，在这个命令中，`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。

Loopback 接口是一个逻辑接口，可用来虚拟一个网络或一个 IP 主机。在运行多种协议时，由于 Loopback 接口稳定可靠，也可以用来做管理接口。

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` 打开该接口。

8. 配置文件保存

`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。

执行 `save` 命令后，当前配置被保存到了设备的默认储存路径，默认文件名为 `vrpcfg.zip`。

9. 系统启动文件查询

`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。

- （1）Startup system software 表示的是本次系统启动所使用的 VRP 文件。
- （2）Next startup system software 表示的是下次系统启动所使用的 VRP 文件。
- （3）Startup saved-configuration file 表示的是本次系统启动所使用的配置文件。
- （4）Next startup saved-configuration file 表示的是下次系统启动所使用的配置文件。

10. 系统启动配置文件修改

设备启动时，会从存储设备中加载配置文件并进行初始化。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。

`startup saved-configuration [configuration-file]` 命令用来指定系统下次启动时使用的配置文件，`configuration-file` 参数为系统启动配置文件的名称。

这个命令可以直接加载事先配置好的配置文件，减少工作量。

11. 配置文件重置

`reset saved-configuration` 命令用来清除存储设备中启动配置文件的内容。

执行该命令后，如果不使用命令 `startup saved-configuration` 重新指定设备下次启动时使用的配置文件，也不使用 `save` 命令保存配置文件，则设备下次启动时会采用默认的配置参数进行初始化。

1.4.3 评量单

项目 编号	Lyjh004		项目 名称	使用命令行完成基础配置		
评量 项目			自评、小组评定、教师复评			
			自评	小组评定	教师复评	
课堂 表现	学习表现					
	团队合作					
	问答撰写					
技能 操作	环境搭建					
	设备命名					
	配置 IP 地址					
	保存配置					
学生 签字	年 月 日		教师 签字	年 月 日		
评 量 规 准						
项目		A	B	C	D	E
课堂 表现	学习表现	全程参与学习， 未从事学习外的 其他活动	从事学习外的 其他活动 1 次	从事学习外的 其他活动 2 次	从事学习外的 其他活动 3 次	从事学习外的 其他活动 3 次 以上
	团队合作	完全参与小组 学习	经常参与小组 学习	较少参与小组 学习	偶尔参与小组 学习	未 参 与 小 组 学习
	问答撰写	全部撰写，结 果正确	结果错误或未 撰写 1 处	结果错误或未 撰写 2 处	结果错误或未 撰写 3 处	未撰写问答
技能 操作	环境搭建	按给定拓扑正 确 搭 建 网 络 环境	设备选型错误， 连线正确	设备选型正确， 连线错误	设备选型错误， 连线错误	未搭建环境
	设备命名	命令正确	缺少 1 台设备 命名	缺少 2 台设备 命名	缺少 3 台设备 命名	设备未命名
	配置 IP 地址	配置正确	缺少 1 台设备 IP 地址	缺少 2 台设备 IP 地址	缺少 3 台设备 IP 地址	未配置 IP 地址
	保存配置	所有设备保存 配置成功	1 台设备未保 存配置	2 台设备未保 存配置	3 台设备未保 存配置	所有设备均未 保存配置



项目拓展

一个公司有 A、B、C、D、E 5 个部门，A 部门 55 人，B 部门 45 人，C 部门 30 人，D 部门 15 人，E 部门 6 人。你身为公司的管理员，现有 192.168.10.0/24，需要对 IP 地址做详细的划分，尽可能节省 IP 地址，请给出合理的规划方案（从 A 部门开始划分）。



项目测试

一、填空题

1. OSI 参考模型：物理层、_____、_____、传输层、会话层、表示层、应用层。
2. IP 报文中基本的头部长度有 _____ 字节。
3. B 类地址可用 IP 地址数量为 _____，C 类地址可用 IP 地址数量为 _____。
4. A 类地址第 1 个字节范围为 _____，B 类地址第 1 个字节范围为 _____，C 类地址第 1 个字节范围为 _____。
5. MAC 地址分为组播 MAC、_____、_____。

二、判断题

1. ICMP 是一个应用层协议。 ()
2. TCP 拥有数据的排序、重传和拥塞控制等功能。 ()
3. IP 地址的数量是无限的。 ()
4. 要为华为交换机配置主机名 SWA，可采用 sysname SWA。 ()
5. 局域网对应 OSI 参考模型的物理层和数据链路层。 ()

三、选择题

1. IPv4 地址的长度为 () b。
A. 32 B. 48 C. 80 D. 128
2. () 用于检测 IP 地址冲突。
A. 反向 ARP B. 逆向 ARP C. 免费 ARP D. ARP
3. 在 TCP 三次握手建立连接的过程中，第一个需要发送的 TCP 报文标志位为 ()。

- A. ACK B. RST C. SYN D. PSH
4. MAC 地址的前 () 位用于区分设备厂商。
A. 16 B. 24 C. 32 D. 40
5. () 是合法的子网掩码。
A. 255.255.160.0 B. 192.255.0.0
C. 0.0.0.255.255 D. 255.240.0.0
6. TCP/IP 并不是按照 OSI 参考模型来划分的, 相对于 OSI 的七层网络模型, 它没有定义 ()。
A. 物理层与链路层 B. 链路层与网络层
C. 网络层与传输层 D. 会话层与表示层
7. IP 地址 172.3.9.1 属于 ()。
A. A 类地址 B. B 类地址
C. C 类地址 D. D 类地址
8. 端口号是 TCP/IP () 层的标志性特征。
A. 网络接口 B. 网络 C. 传输 D. 应用
9. 在以太网中, ARP 报文分为 ARP 请求和 ARP 应答, 其中, ARP 请求在网络中是 () 传送, ARP 应答是 () 传送。
A. 广播 B. 单播 C. 组播 D. 多播
10. 10.254.255.19/255.255.255.248 的广播地址是 ()。
A. 10.254.255.23 B. 10.254.255.24
C. 10.254.255.255 D. 10.255.255.255
11. 在 tracert 过程中, 一定不会用到 ()。
A. ICMP B. ARP C. TCP D. UDP
12. 172.16.10.32/255.255.255.224 代表的是 () 地址。
A. 主机 B. 网络 C. 组播 D. 广播
13. 在 IP 报文头的字段中, () 内容和 IP 报文分片有直接的关系。
A. 源 IP 地址 B. 目的 IP 地址 C. 协议字段 D. 片偏移
14. 使用子网规划的目的是 ()。
A. 将大的网络分为多个更小的网络
B. 提高 IP 地址的利用率
C. 增强网络的可管理性
D. 以上都是
15. IP 报文中一部分字段专门用来描述报文的生命周期 (TTL 值), 它的最大值是 ()。
A. 255 B. 256 C. 63 D. 64