



“十二五”职业教育国家规划教材修订版

( 第2版 )

# 网络与综合布线 系统工程技术

主 编 林梦圆

副主编 张 力



北京邮电大学出版社  
[www.buptpress.com](http://www.buptpress.com)

## 内 容 简 介

本书以培养职业能力为目的,以网络与综合布线系统工程设计、施工、测试、验收等工艺流程顺序为编写主线,从网络与综合布线系统工程的实际出发,比较系统地介绍了网络与综合布线系统的需求分析、基础知识、布线介质与相关硬件、设计原则与方法、产品选型、施工实用技术、测试与验收过程等内容,基本上反映了目前网络与综合布线领域的最新技术成果。

本书内容丰富,体系完整,实用性强,既可作为高等职业教育计算机网络技术、建筑电气工程技术、建筑智能化工程技术等专业的教材,也可供相关领域的工程技术人员使用,还可以作为培训和继续教育的教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

网络与综合布线系统工程技术 / 林梦圆主编. -- 2 版. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2024. 3(2025. 8 重印)

ISBN 978-7-5635-7201-4

I. ①网… II. ①林… III. ①计算机网络—布线 IV. ①TP393.03

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2024)第 068503 号

策划编辑: 杨 洋 责任编辑: 许 青 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: 三河市龙大印装有限公司

开 本: 850 mm×1 168 mm 1/16

印 张: 18

字 数: 373 千字

版 次: 2014 年 2 月第 1 版 2024 年 3 月第 2 版

印 次: 2025 年 8 月第 2 次印刷

ISBN 978-7-5635-7201-4

定 价: 59.90 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

## 第2版前言

在数字经济深度渗透各产业领域的背景下,网络基础设施作为信息交互与数据传输的核心载体,其技术迭代与工程实践标准持续升级。随着新一代信息技术的规模化应用,网络架构日趋复杂,综合布线系统作为网络物理层的关键支撑,其规范化建设与高效运维已成为保障信息系统稳定运行的核心环节。当前,行业对于既掌握网络工程构建原理,又具备综合布线系统设计、施工、测试全流程实操能力的复合型技术技能人才的需求激增。

本书第1版出版以来,不仅受到广大师生好评,还获评“十二五”职业教育国家规划教材。近年来,编者在第1版的基础上进行修订,根据党的二十大报告中“深入实施人才强国战略,努力培养大国工匠、高技能人才”的相关要求,对部分内容进行补充和拓展,将课程思政元素融入教材,明确各个项目的知识目标、能力目标和素质目标要求,细化实践考核环节,使内容更丰富,叙述更清楚,更加贴近生产实践。修订内容包括以下方面。

(1)体现“新”的特点,依据《综合布线系统工程设计规范》和《综合布线系统工程验收规范》等现行国家标准与规范,结合行业发展现状,选取科学先进、针对性强的内容,体现新知识、新技术、新工艺、新材料、新设备、新标准。

(2)将每个项目中的“任务目标”更新为“知识目标”“能力目标”和“素质目标”。通过课程学习,读者可掌握网络与综合布线的相关常识、概念、原理、规律、工作方法、网络与综合布线工具及其使用和相关材料等知识,提升岗位能力和职业素养。

(3)增加部分工程案例及相关图纸,更新部分教材插图,修改相关文字内容,采用体现家国情怀、工匠精神、创新守正,弘扬中华优秀传统文化,践行社会主义核心价值观的图片、素材以及相关案例等。

(4)培养岗位能力,融入全国职业院校技能大赛“建筑智能化系统安装与调试”中的网络与综合布线模块内容,以及1+X职业技能等级证书“综合布线系统安装与维护”和“智能楼宇管理员”证书的相关知识与技能,实现岗、课、赛、证的有机统一。

(5)补充部分原理分析与实际操作视频,让学习更容易、更直观。

本书由北京科技职业大学林梦圆任主编,北京科技职业大学张力任副主编,北京科技职业大学张莉莉、北京财贸职业学院王琰、同方泰德国际科技(北京)有限公司徐珍喜参与编写。其中,林梦圆主要负责项目四、项目五、项目六的编写,



张力负责项目一、项目二的编写;张莉莉负责项目三的编写,王琰负责项目七的编写,徐珍喜参与项目六的编写,并为全书提供工程技术资料。作者既有来自高等职业院校教学一线的教师,也有来自企业的管理专家与技术专家,前者具有丰富的教学经验,后者具备较强的工程实践背景。全书由林梦圆统稿。

编者在编写本书的过程中参考了许多文献资料,在此,对为本书的编写提供帮助的单位、专家及同行表示衷心的感谢,尤其是同方泰德国际科技(北京)有限公司,其为本书提供了大量的工程案例与素材。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请广大专家、同行及读者批评指正。

编 者

随着信息技术的飞速发展,我国智能建筑正在蓬勃兴起,建筑智能化程度也越来越高。网络与综合布线系统工程技术是楼宇智能化工程的核心技术之一,涉及智能建筑各个领域。网络与综合布线系统能将智能化设施有机联系起来,在智能建筑中发挥着巨大的作用。

本书主要根据原建设部颁布并于2007年10月1日起实施的《综合布线系统工程设计规范》(GB 50311—2007)和《综合布线系统工程验收规范》(GB 50312—2007),同时还参考了许多国际标准,并结合全国智能建筑领先的城市(北京)在网络布线方面的经验以及高等职业院校的教育理念和培养目标,形成了本课程的理念和整体设计思路。

本书作为“十二五”职业教育国家规划教材,其基础理论以“必需、够用”为度,突出基础理论的应用和实践技能的培养,从网络与综合布线系统工程的实际应用出发,系统地介绍了网络综合布线系统的需求分析、基础知识、布线介质及相关硬件、设计原则与方法、产品选型、施工实用技术、测试与验收鉴定过程等内容,基本上反映了目前智能建筑与网络综合布线领域的最新技术和成果。

本书分为七个学习项目,每个项目包括“项目综述”“项目准备”“项目归纳总结”“知识与能力考核”“自测题”等内容,每个学习项目中又分几个典型的工作任务,每个任务中包括“任务分析及任务目标”“相关知识链接”“任务实施”等内容,将就业岗位所需的知识和技能要求有机结合到具体的学习任务中,适合开展一体化教学,实现了“学中做、做中学”的目标。

本书各项目的内容与学时分配建议如下。

| 项目名称              | 建议学时 |
|-------------------|------|
| 项目一 局域网的组建        | 8    |
| 项目二 连接 Internet   | 8    |
| 项目三 网络的测试与诊断      | 6    |
| 项目四 综合布线系统的认识     | 10   |
| 项目五 综合布线系统工程设计    | 12   |
| 项目六 综合布线系统工程施工    | 10   |
| 项目七 综合布线系统工程测试与验收 | 8    |
| 总 计               | 62   |



本书在编写过程中参考了许多文献资料和相关教材,尤其是同方股份有限公司提供了大量的工程案例与素材,在此,对为本书的编写提供帮助的单位、专家及同行表示衷心的感谢。

由于编者水平有限和时间仓促,书中难免有疏漏与不足之处,敬请广大专家、同行及读者批评指正。

编 者

## 上篇 网络工程部分

### 项目一 局域网的组建

项目综述/ 3

项目准备/ 4

#### 任务一 认识局域网/ 5

任务分析及任务目标/ 5

相关知识链接/ 5

一、局域网的概念/ 5

二、局域网的组成/ 5

任务实施/ 8

#### 任务二 组建小型局域网/ 8

任务分析及任务目标/ 8

相关知识链接/ 8

任务实施/ 9

一、硬件选择和连接/ 9

二、系统配置与设置/ 10

三、局域网内客户端设置/ 13

四、总结并绘制网络连接图和撰写说明书/ 13

#### 任务三 组建交换式局域网/ 13

任务分析及任务目标/ 13

相关知识链接/ 14

一、网络协议/ 14

二、IP 地址/ 16

三、网络拓扑结构/ 17

四、交换机的工作原理/ 19

任务实施/ 21

#### 任务四 组建虚拟局域网/ 24

任务分析及任务目标/ 24

相关知识链接/ 24

一、虚拟局域网的概念/ 24

二、使用虚拟局域网的目的/ 24

三、划分虚拟局域网的方法/ 25

任务实施/ 26

一、熟悉并掌握 VLAN 的相关命令(华为交换机)/ 26

二、单交换机划分 VLAN 的过程/ 29

三、跨交换机划分 VLAN 的过程/ 30

项目归纳总结/ 32

知识与能力考核/ 33

自测题/ 33

### 项目二 连接 Internet

项目综述/ 35

项目准备/ 36

#### 任务一 子网划分/ 36

任务分析及任务目标/ 36

相关知识链接/ 37

一、子网掩码的概念/ 37

二、划分子网的步骤/ 38

三、划分子网的目的和方法/ 38

任务实施/ 39

#### 任务二 路由器的配置/ 39

任务分析及任务目标/ 39

相关知识链接/ 40

一、路由器的结构及配置途径/ 40

二、华为路由器常用命令/ 42

任务实施/ 44

一、常规配置/ 44

二、华为 eNSP 软件的介绍/ 45

#### 任务三 Internet 的连接/ 53

任务分析及任务目标/ 53

相关知识链接/ 53

任务实施/ 55



- 一、FTTC+LAN 或 FTTB+LAN 实现局域网接入 Internet / 55
- 二、利用 ADSL+LAN 实现局域网接入 Internet / 56
- 三、代理服务器上网 / 56

项目归纳总结 / 59  
知识与能力考核 / 59  
自测题 / 60

## 项目三 网络的测试与诊断

项目综述 / 61  
项目准备 / 62

### 任务一 使用网络命令行工具进行测试诊断 / 62

任务分析及任务目标 / 62  
相关知识链接 / 62  
任务实施 / 66

### 任务二 服务器的认识与构建 / 70

任务分析及任务目标 / 70  
相关知识链接 / 70

- 一、FTP 服务器 / 70
- 二、邮件服务器 / 70
- 三、Web 服务器 / 71

任务实施 / 72

- 一、FTP 服务器的搭建 / 72
- 二、邮件服务器的搭建 / 74
- 三、Web 服务器的搭建 / 75

### 任务三 网络的安全防范 / 78

任务分析及任务目标 / 78  
相关知识链接 / 79

- 一、网络安全的概念 / 79
- 二、维护网络安全的措施 / 79
- 三、主要网络安全工具 / 80

任务实施 / 80  
项目归纳总结 / 80  
知识与能力考核 / 81  
自测题 / 81

## 下篇 综合布线系统工程部分

## 项目四 综合布线系统的认识

项目综述 / 85  
项目准备 / 86

### 任务一 初步认识综合布线系统 / 86

任务分析及任务目标 / 86  
相关知识链接 / 86

- 一、综合布线系统的概念 / 86
- 二、综合布线系统的产生 / 87
- 三、综合布线系统的作用 / 87
- 四、综合布线系统的特点 / 88
- 五、综合布线系统的优势 / 89
- 六、智能建筑与综合布线 / 89
- 七、综合布线系统的发展方向 / 91

任务实施 / 93

### 任务二 认识综合布线系统标准 / 93

任务分析及任务目标 / 93  
相关知识链接 / 94

- 一、国家布线标准 / 94
- 二、国际布线标准 / 95
- 三、综合布线系统其他相关标准 / 95
- 四、综合布线系统中国标准简介 / 96
- 五、综合布线系统的基本构成 / 99

任务实施 / 101

### 任务三 认识综合布线系统的主要部件 / 101

任务分析及任务目标 / 101  
相关知识链接 / 101

- 一、对绞电缆 / 101
- 二、对绞电缆系统连接器件 / 110
- 三、同轴电缆 / 121
- 四、同轴电缆连接器 / 123
- 五、光纤和光缆 / 124
- 六、光缆系统连接器件 / 132

任务实施 / 137

项目归纳总结/ 138  
知识与能力考核/ 138  
自测题/ 139

## 项目五 综合布线系统工程设计

项目综述/ 140  
项目准备/ 141

### 任务一 工作区的配置设计/ 141

任务分析及任务目标/ 141  
相关知识链接/ 141  
一、综合布线系统工程设计原则/ 141  
二、综合布线系统的配置设计/ 142  
三、工作区的配置设计/ 142  
任务实施/ 145

### 任务二 配线子系统的配置设计/ 145

任务分析及任务目标/ 145  
相关知识链接/ 145  
一、配线子系统的基本结构/ 145  
二、配线子系统的基本要求/ 146  
三、配线系统的设计/ 146  
四、配线子系统信息点的配置/ 147  
五、配线子系统水平缆线的设计/ 148  
六、配线子系统的管槽布线路由设计/ 152  
七、布线弯曲半径要求/ 155  
任务实施/ 155

### 任务三 干线子系统的配置设计/ 155

任务分析及任务目标/ 155  
相关知识链接/ 155  
一、干线子系统的基本要求/ 156  
二、干线系统缆线的选用/ 156  
三、干线系统缆线的端接/ 157  
四、干线系统布线路由/ 158  
任务实施/ 159

### 任务四 建筑群子系统、设备间与进线间的配置设计/ 160

任务分析及任务目标/ 160

相关知识链接/ 160

- 一、建筑群子系统的概念/ 160
- 二、建筑群子系统的配置设计步骤/ 160
- 三、建筑群系统布线缆线的选用/ 161
- 四、建筑群系统缆线铺设布放/ 161
- 五、设备间的构成/ 162
- 六、设备间的位置与空间规划/ 163
- 七、设备间的配置设计原则与要求/ 163
- 八、设备间的配置设计步骤/ 164
- 九、设备间的缆线铺设/ 165
- 十、进线间的配置设计/ 165

任务实施/ 166

### 任务五 管理子系统及防护系统的设计/ 167

任务分析及任务目标/ 167

相关知识链接/ 167

- 一、管理子系统的配置设计原则与要求/ 167
- 二、管理子系统的连接管理结构/ 167
- 三、管理子系统的管理交连方式/ 168
- 四、管理子系统的标识管理/ 170
- 五、管理子系统设计的事项/ 171
- 六、电气防护设计/ 172
- 七、接地设计/ 174
- 八、防火设计/ 174
- 九、防雷设计/ 176

任务实施/ 176

项目归纳总结/ 176

知识与能力考核/ 177

自测题/ 177

## 项目六 综合布线系统工程施工

项目综述/ 179  
项目准备/ 180

### 任务一 综合布线系统工程施工准备/ 180

任务分析及任务目标/ 180

相关知识链接/ 180

- 一、综合布线系统工程施工要点/ 180
- 二、综合布线系统工程施工的常用工具/ 184

任务实施/ 187



## 任务二 传输通道施工及缆线敷设 / 187

任务分析及任务目标 / 187

相关知识链接 / 187

一、传输通道施工 / 187

二、缆线敷设 / 192

任务实施 / 198

## 任务三 连接器件的安装 / 198

任务分析及任务目标 / 198

相关知识链接 / 198

一、信息插座的端接 / 198

二、双绞线与 RJ-45 水晶头的端接 / 199

三、电话连接线 RJ-11 头的端接 / 200

四、110 型系列配线架的端接 / 200

五、数据配线架的端接 / 202

六、综合布线各子系统的布线方法 / 203

任务实施 / 207

## 任务四 光纤布线 / 207

任务分析及任务目标 / 207

相关知识链接 / 207

一、光缆敷设前的准备 / 207

二、光缆敷设的基本要求 / 208

三、光缆敷设技术 / 208

四、吹光纤技术 / 209

五、光纤连接 / 211

六、光纤熔接技术 / 217

七、光纤冷接技术 / 219

八、盘纤 / 222

任务实施 / 223

项目归纳总结 / 224

知识与能力考核 / 224

自测题 / 225

## 项目七 综合布线系统工程测试与验收

项目综述 / 226

项目准备 / 227

### 任务一 测试准备 / 227

任务分析及任务目标 / 227

相关知识链接 / 227

一、测试类型 / 227

二、测试标准 / 228

三、认证测试模型 / 229

四、测试内容 / 231

五、认证测试参数 / 232

任务实施 / 244

### 任务二 常用测试仪器的识别 / 244

任务分析及任务目标 / 244

相关知识链接 / 244

一、常用测试仪简介 / 244

二、认证测试仪表的性能要求 / 246

三、认证测试环境要求 / 247

四、Fluke DTX-1800 特性与电缆测试 / 247

五、故障类型及解决措施 / 255

任务实施 / 257

### 任务三 光纤链路测试 / 257

任务分析及任务目标 / 257

相关知识链接 / 257

一、光纤链路的测试内容 / 257

二、光纤链路测试的基本要求 / 258

三、光纤测试的方法 / 260

任务实施 / 261

### 任务四 综合布线工程验收 / 261

任务分析及任务目标 / 261

相关知识链接 / 262

一、验收原则与依据 / 262

二、验收阶段 / 262

三、验收项目与内容 / 263

四、竣工技术文件 / 272

五、竣工验收 / 273

任务实施 / 274

项目归纳总结 / 274

知识与能力考核 / 275

自测题 / 275

参考文献 / 277

上  
篇

# 网络工程部分



# 项目一

## 局域网的组建

### 项目综述

通过对所接触网络的了解、观察和调研,掌握局域网的构成、分类、特点,明确网络的重要性和作用;熟悉网络的拓扑结构,掌握与局域网相关的基础知识及概念,如协议、IP 地址、常用网络设备、网络配置等;熟练掌握组网工具和仪器的使用。本项目重点在于小型局域网、交换式局域网、虚拟局域网的组建和配置,难点在于交换式局域网及虚拟局域网的设备选型、网络规划设计、系统配置等方面。建议多观察实际的网络系统,多利用网络资源查询相关内容和信息,要尽可能多地进行实操训练和组网练习。表 1-1 所示为局域网的组建项目综述表。

表 1-1 局域网的组建项目综述表

|         |                                                                                 |      |   |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| 教学内容    | 任务一 认识局域网<br>任务二 组建小型局域网<br>任务三 组建交换式局域网<br>任务四 组建虚拟局域网                         | 参考学时 | 8 |
| 知识目标    | 掌握局域网的组成和常用设备;掌握局域网的组网方法和步骤;掌握局域网的基本概念和名词                                       |      |   |
| 能力目标    | 会分析局域网的基本构成;能够认识常用的网络设备;会进行交换式和虚拟局域网的组建;会使用组网工具                                 |      |   |
| 素质目标    | 通过对局域网的初步认识,提升科学素养和对现代信息化技术的认知;通过局域网的发展学习,加深对网络技术的深层次了解;能结合新质生产力概念,深刻理解国家战略的重要性 |      |   |
| 教学重点    | 局域网的组建方法和步骤                                                                     |      |   |
| 教学难点    | 虚拟局域网的组建和交换机的配置                                                                 |      |   |
| 教学载体与资源 | 教材、PPT、实训室、规范、图集                                                                |      |   |
| 教学方法建议  | 引导演示,师生共同参与来完成项目                                                                |      |   |
| 教学过程    | 1. 下达任务和要求;<br>2. 教师带领学生共同分析任务;<br>3. 分组讨论后完成任务                                 |      |   |
| 考核评价    | 1. 小组内互相评价;<br>2. 教师根据任务完成情况和过程进行综合打分评价                                         |      |   |



(1)完成本项目所需的项目资源清单如表 1-2 所示,按小组配发。

表 1-2 项目一资源清单表

| 序 号 | 名 称              | 规格/型号                                                                                                         | 数 量 |
|-----|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1   | 计算机              | CPU:英特尔酷睿 i5 或 AMD Ryzen 5 及以上<br>主频:3.0GHz 以上<br>内存:16GB 或以上<br>硬盘:256GB SSD 固态硬盘(系统盘)+<br>1TB HDD 机械硬盘(数据盘) | 1   |
| 2   | 操作系统             | Windows 10 专业版或 Windows 11 专业版                                                                                | 1   |
| 3   | 亿图图示(EdrawMax)   | 15.0 版本                                                                                                       | 1   |
| 4   | 华为 eNSP          | V100R003C00                                                                                                   | 1   |
| 5   | 超五类非屏蔽双绞线        | 南孚 NF-UTP5e-305                                                                                               | 若干  |
| 6   | 六类非屏蔽双绞线         | 普科太 PUKTECH PK-UTP6-305                                                                                       | 若干  |
| 7   | 单模光纤             | 康普 AMP Cat6a 10G S/ST-OS2-2km                                                                                 | 若干  |
| 8   | 超五类非屏蔽信息模块       | 贝尔金 F1D100-BTW06                                                                                              | 若干  |
| 9   | 六类非屏蔽信息模块        | 普科太 PUKTECH PK-RJ45-6                                                                                         | 若干  |
| 10  | 光纤适配器面板          | 3M F2000-12LCS                                                                                                | 若干  |
| 11  | 110 打线配线架        | 安普 AMP 110-48T                                                                                                | 若干  |
| 12  | 光纤终端盒            | 奥古斯特 AG-FIBER-24                                                                                              | 若干  |
| 13  | 压线钳、剥线钳、网线测试仪等工具 | 克劳士比工具套装                                                                                                      | 1 套 |
| 14  | 交换机 1            | 华为 S5731-H                                                                                                    | 1   |
| 15  | 交换机 2            | H3C S3600V2                                                                                                   | 1   |
| 16  | 交换机 3            | TP-LINK TL-SG1016DT                                                                                           | 1   |
| 17  | 无线 AP            | 华为 AirEngine 5760-51                                                                                          | 1   |
| 18  | 路由器 1            | 华为 NE20E-S2                                                                                                   | 1   |
| 19  | 路由器 2            | H3C ER3108G                                                                                                   | 1   |

(2)预习要点。

- ①集线器的详细说明。
- ②家庭上网的实现调查。
- ③路由器的端口认识。
- ④交换机的端口认识。
- ⑤Visio 软件的使用方法。
- ⑥Packet Tracer 6.0 软件的使用方法。
- ⑦组网工具的用途。
- ⑧测试仪器的性能。

## 任务一 认识局域网

### 任务分析及任务目标

通过局域网的组成来认识和掌握局域网常用设备、结构、功能和应用范围,学会用自己的表述方法来描述局域网的组成、特点、拓扑结构和功能。

### 相关知识链接

#### 一、局域网的概念

局域网(local area network, LAN)是在一个局部的地理范围(如一个学校、工厂和机关)内,将各种计算机、外部设备和数据库等互相连接起来组成的计算机通信网。它可以通过数据通信网或专用数据电路与远方的局域网、数据库或处理中心连接,构成一个大范围的信息处理系统。局域网的功能如下。

- (1)资源共享:包括设备共享、访问文件系统和数据库。
- (2)通信:通过网络可以收发邮件、实时通话、传递信息。
- (3)分布式处理:将复杂问题分布到网络中的各台计算机上进行处理。

因此,企业或学校组建局域网可以提高工作效率,为办公人员提供一个很好的自动化办公平台。局域网结构示意图如图 1-1 所示。

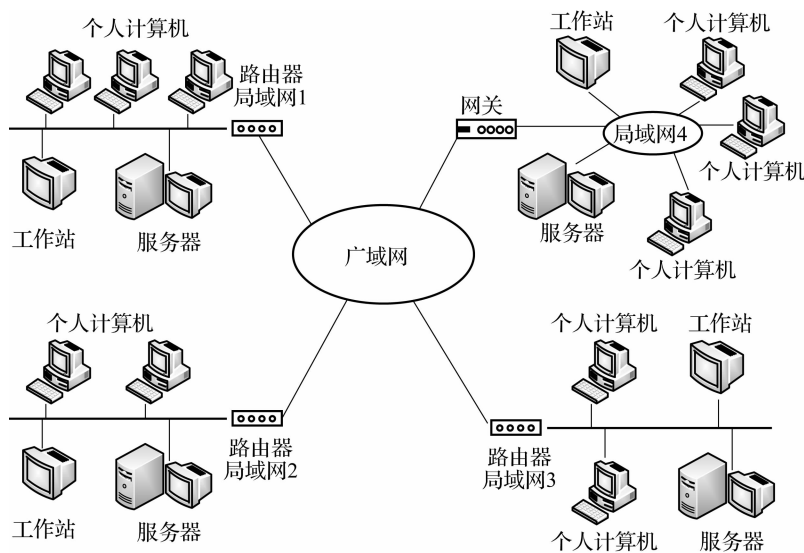


图 1-1 局域网结构示意图

#### 二、局域网的组成

##### 1. 网络服务器

网络服务器可以分为文件服务器、打印服务器、应用系统服务器和通信服务器等。

(1)文件服务器。在计算机局域网中,以文件数据共享为目标,需要将供多台计算机共享的文件存放于一台计算机中。这是一台具有特殊功能的计算机,其主要目的是向客户机提供文件服务,这台计算机就被称为文件服务器。文件服务器可以是一台能够运行其他应用程序的通用计算机,也可以是一台提供文件服务的专用计算机。



(2)打印服务器。打印服务器提供简单而高效的网络打印解决方案,如图 1-2 所示。通过交换机进行网络连接,打印机在网络中的任何位置都能够很容易地为局域网内的所有用户提供打印服务。

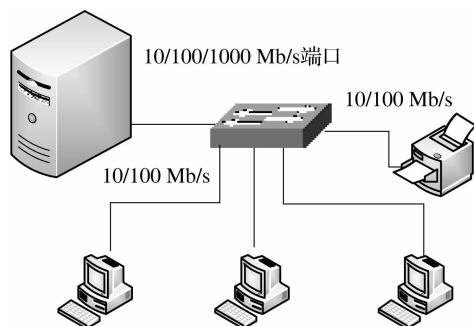


图 1-2 打印服务器

(3)应用系统服务器。应用系统服务器运行客户机/服务器应用程序的服务器端软件,该服务器一般保存着大量信息供用户查询。在执行客户端程序的查询请求后,将查询结果返回客户端。

(4)通信服务器。通信服务器负责处理本网络与其他网络的通信,以及远程用户与本网络的通信。通信服务器根据软件和硬件能力,可为一个或同时为多个用户提供通信信道。

## 2. 客户机

客户机主要运行客户机/服务器应用程序的客户端软件,网络上的每位用户可以通过客户机与网络联系。网络中的客户机能够共享服务器的资源,因此一般情况下其配置比服务器要低一些。从网络架构来看,任何一台计算机都可以作为客户机。

## 3. 网络设备

网络设备分为网络连接设备和网间互联设备,如网卡、集线器(hub)、交换机(switch)、网桥、路由器(router)和网关等。下面简单介绍其中几种设备。

(1)网卡。网卡安装在计算机上,是局域网中连接计算机和传输介质的接口。它不仅能实现与局域网传输介质之间的物理连接和电信号匹配,还涉及帧的发送与接收、帧的封装与拆封、介质访问控制、数据的编码与解码以及数据缓存功能等。网卡如图 1-3 所示。

(2)交换机。交换机是一种用于电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。较常见的交换机有以太网交换机、电话语音交换机、光纤交换机等。交换机可分为第二层交换机和第三层交换机,第二层交换机同时具备了集线器和网桥的功能;第三层交换机功能更为强大,还具有路径选择功能。

说到电信号交换的历史,应当追溯到电话出现的初期。当电话被发明后,只需要一根足够长的导线,加上末端的两台电话,就可以使相距很远的两个人实现语音交谈。电话增多后,要使每个拥有电话的人都能相互通信,又不可能在每两台电话机之间都拉上一根线,于是人们设立了电话局,每个电话用户都接一根线到电话局的一个大电路板上。当 A 希望与 B 通话时,就请求电话局的接线员接通 B 的电话。接线员用一根导线,一头插在 A 接到电路板上的孔,另一头插到 B 接到电路板上的孔,这就是接续,相当于临时给 A 和 B 拉了一条电话线,这时双方就可以通话了。当通话完毕后,接线员将电线拆下,这就是拆线。整个过程就是人工交换,它实际上就是一个合上开关和断开开关的过程。因此,把交换译为开关,从技术上讲更容易让人理解。

后来,人们发现可以利用电子技术代替人工交换。电话终端用户只要向电子设备发送一串电信号,电子设备就可以根据预先设定的程序,将请求方和被请求方的电路接通,并且独占此电路,不会与

第三方共享,这种交换方式被称为程控交换,而这种设备被称为程控交换机,如图 1-4 所示。

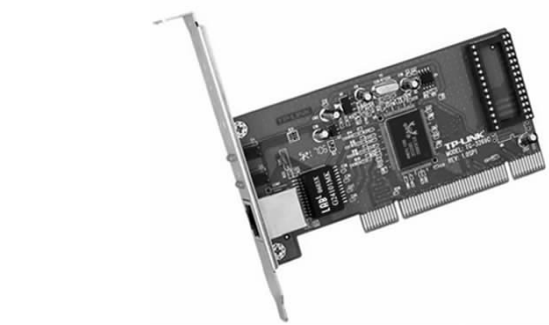


图 1-3 网卡



图 1-4 程控交换机

从广义上来看,网络交换机分为两种:广域网(WAN)交换机和局域网交换机。广域网交换机主要应用于电信领域,提供通信的基础平台;局域网交换机则应用于局域网络,用于连接终端设备,如 PC 及网络打印机等。网络交换机从传输介质和传输速度上可分为以太网交换机、快速以太网交换机、千兆以太网交换机、FDDI(光纤分布式数据接口)交换机、ATM(异步传输模式)交换机和令牌环交换机等,从规模应用上又可分为企业级交换机、部门级交换机和工作组交换机等。

交换机是一种在通信系统中完成信息交换功能的设备,它应用在数据链路层。交换机有多个端口,每个端口都具有桥接功能,可以连接一个局域网、一台高性能服务器或工作站。实际上,交换机有时被称为多端口网桥。那么交换机与集线器有什么区别吗?集线器就是一种物理层共享设备,集线器本身不能识别 MAC(介质访问控制)地址和 IP 地址,当同一局域网内的主机 A 给主机 B 传输数据时,数据包在以集线器为架构的网络上是以广播方式传输的,由每一台终端通过验证数据包头的 MAC 地址来确定是否接收。也就是说,在这种工作方式下,同一时刻网络上只能传输一组数据帧的通信,如果发生碰撞,则必须重试。这种方式就是共享网络带宽。交换机在同一时刻可进行多个端口之间的数据传输,每一端口都可视为独立的物理网段(非 IP 网段),连接在其上的网络设备独自享有全部带宽,无须同其他设备竞争使用。例如,当节点 A 向节点 D 发送数据时,节点 B 可同时向节点 C 发送数据,而且这两个传输都享有网络的全部带宽,都有自己的虚拟连接。假使这里使用的是 10 Mb/s 的以太网交换机,那么该交换机此时的总流量就等于  $2 \times 10 \text{ Mb/s} = 20 \text{ Mb/s}$ ,而使用 10 Mb/s 的共享式集线器时,一个集线器的总流量也不会超出 10 Mb/s。总之,交换机是一种基于 MAC 地址识别,能完成封装转发数据帧功能的网络设备。交换机可以“学习”MAC 地址,并将其存放在内部地址表中,通过在数据帧的始发者和目标接收者之间建立临时的交换路径,使数据帧直接从源地址到达目的地址。

(3)路由器。路由器是连接因特网中各局域网和广域网的设备,它会根据信道的情况自动选择和设定路由,以最佳路径、按前后顺序发送信号。路由器是互联网络的枢纽。

路由和交换之间的主要区别是,交换发生在 OSI(开放系统互连)参考模型的第二层,即数据链路层,而路由发生在第三层,即网络层。这一区别决定了路由和交换在移动信息的过程中需使用不同的控制信息,所以两者实现各自功能的方式是不同的。

路由器系统构成了基于 TCP/IP 的 Internet 的主体脉络,也可以说,路由器构成了 Internet 的骨架。它的处理速度是网络通信的主要瓶颈之一,它的可靠性则直接影响着网络互联的质量。

(4)网关。网关又称为协议转换器,它的作用是使网络中采用不同高层协议的主机能够相互通信,进而完成分布式应用。网关是传输设备中最复杂的一个,主要用于连接不同体系结构的网络或局域网



与主机的连接。



## 任务实施

(1) 参观学校的局域网和机房,了解局域网的硬件组成,对局域网的硬件和缆线有较全面的认识,能够画出局域网结构的简图。

(2) 查找网络设备的资料,自己列表分析集线器、交换机、路由器的区别,并能够正确识别网卡、集线器、交换机、路由器和各类缆线。

(3) 掌握 T568A、T568B 的线序标准;做两根网线,直通线和交叉线各一根,学会压线钳、网络测试仪的使用方法。

具体步骤:剪线—剥线—排线—插线—压线—测试网线。

(4) 用 Visio 软件绘制局域网结构图。

## 任务二 组建小型局域网



### 任务分析及任务目标

学习组建家庭和办公室无线局域网来实现资源共享。通过家庭和办公室组网的实践来熟悉最基本的网络设备与结构,掌握构建局域网的技能和方法,能够根据上网类型确定组网方案,并能绘制简单的网络拓扑图及线路图。



### 相关知识链接

目前,在人们的家庭和办公室中会有多台设备需要进行网络连接,组成一个小型局域网,将家庭或办公室中的所有计算机连接起来,使得所有的资源在局域网内部实现共享,便捷地互相传输数据资料、音视频等文件,能共享网络内光驱,还能共享打印机、扫描仪等。除了传统的有线连接外,无线组网成为很多情况下的首选,因此先了解此方面的相关知识。

无线 AP(access point),即无线接入点,是用于无线网络的无线交换机,也是无线网络的核心。无线 AP 是移动计算机用户进入有线网络的接入点,主要用于宽带家庭、大楼及园区内部,覆盖范围在几十米至上百米,目前无线局域网的主要技术为 IEEE 802.11 系列。大多数无线 AP 还带有接入点客户端模式,可以和其他 AP 进行无线连接,延展网络的覆盖范围。

无线 AP 是一个包含很广的名称,它不仅包含单纯性无线接入点,也同样是无线路由器(含无线网关、无线网桥)等类设备的统称。无线路由器是家庭组建网络的利器,是单纯性无线 AP 和宽带路由器合二为一的扩展型产品,除了具备单纯性无线 AP 的所有功能外,还支持 DHCP(动态主机设置协议)客户端、VPN(虚拟专用网络)、防火墙、WEP(有线等效保密)加密等,除了支持局域网用户的网络连接共享外,还可以实现无线网络中的 Internet 连接共享、宽带接入。无线路由器在使用中可自动连接网络,操作方便,原因在于其内置了虚拟拨号软件,存储用户名和密码实现拨号上网。例如,ADSL(非对称数字用户线)接入时需要拨号,而无线路由器就可以实现这个功能,无须手动拨号或使用服务器。

那么无线路由器和无线 AP 有什么不同呢?简单地讲,无线 AP 不能直接与 ADSL 调制解调器相连,必须加一台交换机或集线器。而无线路由器具备拨号功能,可以直接连接 ADSL 调制解调器。可以这样说,无线 AP 相当于一个无线交换机,接在有线交换机或路由器上,为跟它连接的无线网卡从路由器那里分得 IP;无线路由器就是无线 AP、路由功能和交换机的集合体,支持有线和无线组成同一子网,直接连接调制解调器。常见的两种家庭组网方式如图 1-5 及图 1-6 所示。

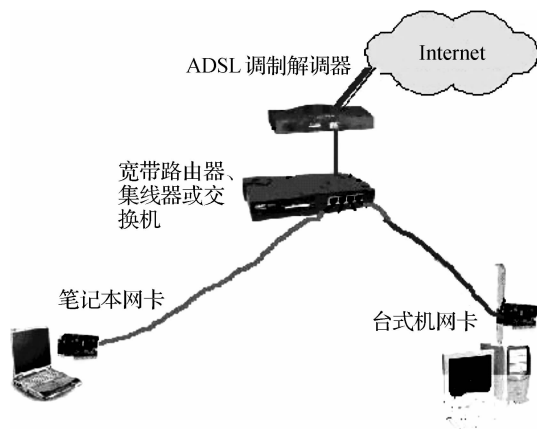


图 1-5 家庭组网方式一

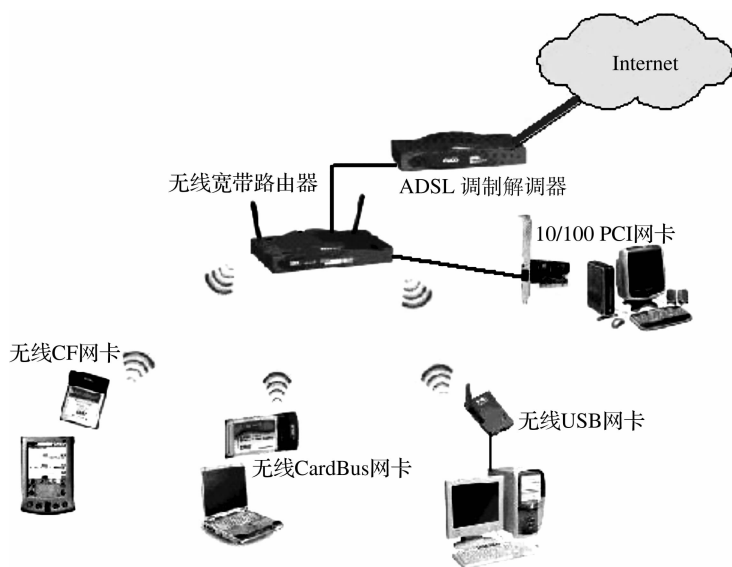


图 1-6 家庭组网方式二

## 任务实施

现在需要为办公室组建一个小型局域网,此办公室有 4 台台式机和其他电子设备(如笔记本式计算机、手机、平板电脑等)。要求各设备之间可以相互通信,又可以与外网连接。该小型局域网应具有无线和有线网络两种功能。

### 一、硬件选择和连接

对于这种小型办公网络而言,集无线 AP、路由器、4 口交换机、防火墙功能于一身的无线路由器无疑是最好的选择。当然要考虑具体的性能参数和接口类型、数量等问题。

这里选择小米路由器 AX6000,如图 1-7 所示,该路由器有 6 个高增益天线+1 根独立 AIoT 天线。小米路由器 AX6000 搭载高通 IPQ5018 处理器,集成 1 GHz NPU 网络加速引擎,配合 512 MB 内存,拥有强大的运算和数据处理能



图 1-7 小米路由器 AX6000



力;配备 4 个 2.5 G 网口,相比传统千兆网口,数据传输速度大幅提升;支持防火墙和 Wi-Fi 6 及 IPv6,传输速率为 7 000 Mb/s;适用频段为 2.4 GHz+5 GHz。其详细信息如表 1-3 所示。

表 1-3 小米路由器 AX6000 的详细信息

| 项 目            | 描 述                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 处理器            | Qualcomm IPQ5018                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 网络加速引擎         | 1.0 GHz NPU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 内存             | 512 MB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2.4G Wi-Fi     | 2×2(最高支持 IEEE 802.11ax 协议,理论最高速率可达 574 Mb/s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5G Wi-Fi       | 4×4(最高支持 IEEE 802.11ax 协议,理论最高速率可达 4 804 Mb/s)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 产品天线           | 外置高增益天线 6 根+外置 AIoT 天线 1 根                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 产品散热           | 自然散热                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 整机接口           | 1 个 10/100/1000/2500M 自适应 WAN/LAN 口(Auto MDI/MDIX)<br>1 个 10/100/1000M 自适应 WAN/LAN 口(Auto MDI/MDIX)<br>2 个 10/100/1000M 自适应 LAN 口(Auto MDI/MDIX)                                                                                                                                                                                                                                                     |
| LED 指示灯        | 7 个(SYSTEM 指示灯×1,INTERNET 指示灯×1,网口灯×4,AIoT 状态灯×1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 系统重置/Mesh 组网按键 | 1 个                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 电源输入接口         | 1 个                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 协议标准           | IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax,IEEE 802.3/3u/3ab                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 认证标准           | GB/T 9254.1—2021、GB4943.1—2022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 双频             | 2.4 GHz 和 5 GHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 无线信道           | 2.4 GHz Channel:1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13<br>5 GHz Channel:36,40,44,48,52,56,60,64,149,153,157,161,165                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 调制方式           | 11b:DSSS,DBPSK(1 Mb/s),DQPSK(2 Mb/s),CCK(5.5/11 Mb/s)<br>11a/g:OFDM:BPSK(6/9 Mb/s),QPSK(12/18 Mb/s),16QAM(24/36 Mb/s),<br>64QAM(48/54 Mb/s)<br>11n:MIMO-OFDM:BPSK,QPSK,16QAM,64QAM.<br>速率集:MCS0~MCS15<br>11ac:MIMO-OFDM:BPSK,QPSK,16QAM,64QAM,256QAM.<br>速率集:MCS0~MCS9(支持 4 条流)<br>11ax:MIMO-OFDM:BPSK,QPSK,16QAM,64QAM,256QAM,1024QAM.<br>速率集:MCS0~MCS11(支持 4 条流),4096QAM. 速率集:MCS12~MCS13(支持 2 条流) |
| 操作系统           | 基于 OpenWRT 深度定制的智能路由器操作系统 MiWiFi ROM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 无线安全           | WPA-PSK/WPA2-PSK/WPA3-SAE 加密,无线访问控制(黑白名单),SSID 隐藏,智能防蹭网                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 管理应用           | 支持 Web、Android、iOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

## 二、系统配置与设置

以小米路由器 AX6000 为例进行 Web 配置操作演示,可以通过手机和计算机对路由器进行配置。例如,在计算机浏览器地址栏中输入“192.168.31.1”(此为小米路由器配置系统地址,其他路由器参考说明书),输入密码后便可进入配置界面。图 1-8 所示为状态界面,该界面显示路由器名称、两个频段的

设备连接情况、物理地址等信息。



图 1-8 路由器状态界面

Wi-Fi 设置如图 1-9 所示，可以重新设置名称、加密方式、频段带宽、穿墙强度等。



图 1-9 基本 Wi-Fi 设置

上网设置如图 1-10 所示，可以设置上网方式、WAN 选择、WAN 速率等。



图 1-10 上网设置

图 1-11 为安全设置界面,可以设置无线访问控制和密码修改等。

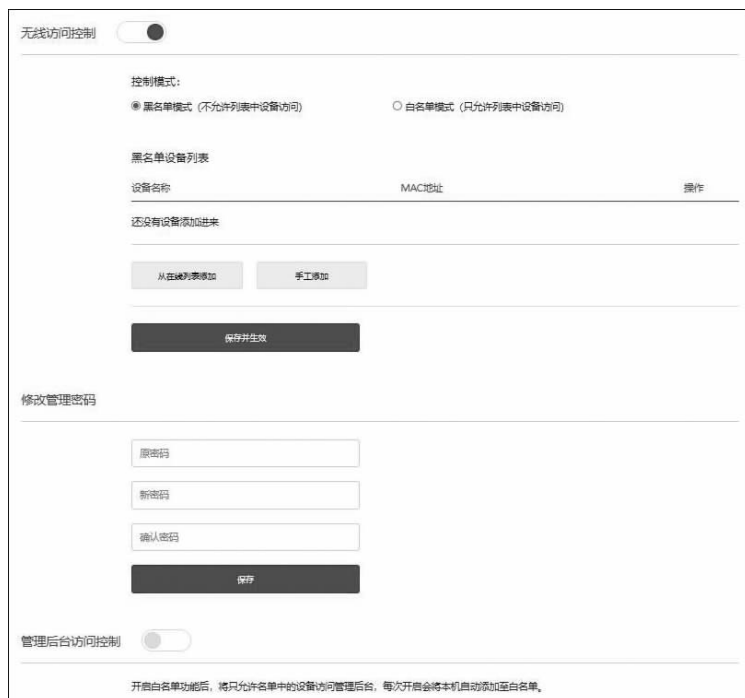


图 1-11 安全设置

其他高级设置如图 1-12~图 1-15 所示,主要涉及 QoS(服务质量)智能限速设置、DDNS(动态域名服务)设置、端口转发设置、VPN 设置。



图 1-12 QoS 智能限速设置



图 1-13 DDNS 设置



图 1-14 端口转发设置



图 1-15 VPN 设置

### 三、局域网内客户端设置

在 Windows 10 系统中,在搜索栏中搜索“控制面板”,打开控制面板,然后在控制面板页面中选择“Internet 选项”,弹出“Internet 属性”对话框,切换到“连接”选项卡,单击“局域网设置”按钮,在弹出的对话框中即可完成局域网设置。

### 四、总结并绘制网络连接图和撰写说明书

使用 Visio 软件为建立的网络绘制拓扑结构图,并对组网过程撰写说明书。

## 任务三 组建交换式局域网

### 任务分析及任务目标

在任务二中,介绍的小型局域网仅仅是办公室和家庭应用范围内的局域网,规模比较小、结构简单、配置容易。但是如果一个企业或学校需要联网的计算机数量很多,上述局域网就不能满足要求了,而且还容易出问题,性能不够稳定,故障频发。此时应该组建更为强大的局域网络,如交换式局域网。



## 相关知识链接

用集线器连接的局域网会存在以下缺点。

(1) 缺乏管理, 容易发生冲突。

(2) 可靠性差, 安全问题严重。

使用智能交换机代替集线器能提高带宽, 独享网络; 确保安全, 防止外部对内网的攻击, 监控和过滤网站信息, 监管限制网络中的 P2P(对等网络) 应用。

在组网之前, 需要介绍一些有关网络协议、IP 地址、网络拓扑结构的基础知识。

## 一、网络协议

网络协议是为在计算机网络中进行数据交换而建立的规则、标准或约定的集合。例如, 网络中一个计算机用户和一个大型主机的操作员进行通信, 由于这两个数据终端所用字符集不同, 他们所输入的命令彼此不认识。为了能进行通信, 规定每个终端都要将各自字符集中的字符先转换为标准字符集中的字符后, 才能进入网络传送, 到达目的终端之后, 再转换为该终端字符集的字符。当然, 对于不兼容终端, 除了需转换字符集字符外, 其他特性, 如显示格式、行长、行数、屏幕滚动方式等也需进行相应的转换。

不同的计算机之间必须使用相同的网络协议才能进行通信。它是网络上所有设备(网络服务器、计算机及交换机、路由器、防火墙等)之间通信规则的集合, 它规定了通信时信息必须采用的格式和这些格式的意义。

网络协议分为内部协议和外部协议两大类。其中, 内部协议 OSI 是由国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)制定的一种数据通信模型。该模型结构分为七层, 即物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层, 如图 1-16 所示。内部协议在组网中很少使用, 主要提供给网络开发人员使用, 而外部协议是组网时必须面对的。常用的协议有 TCP/IP、IPX/SPX。

为什么需要协议呢? 因为实际的计算机世界是复杂的, 有各种各样的通信终端, 如 PC、工作站, 还有各种掌上电脑和智能家电等; 有多种通信介质, 除了最常用的双绞线, 还有电话线、电缆、光纤等。因此需要一个好的标准体系来描述各种网络通信世界, 定义操作的规范, 解决不同网络互连时所遇到的兼容性问题, 只有这样, 才能组成协调互通的网络。

加入分层的概念是为了将整个体系的不同组成部分更好地按不同功能级别来划分; 同时在层次中引入了服务、接口和协议这三个概念。服务说明某层为上一层提供什么功能, 接口说明上层如何使用下一层的服务, 而协议定义如何实现本层的服务。OSI 参考模型每一层的具体作用如表 1-4 所示。



图 1-16 OSI 参考模型

表 1-4 OSI 参考模型七层结构的作用

| 结构名称  | 作用                 |
|-------|--------------------|
| 应用层   | 面向用户服务             |
| 表示层   | 数据表示               |
| 会话层   | 会话控制               |
| 传输层   | 网络间数据包递交信任监测       |
| 网络层   | 逻辑地址寻址、路由功能        |
| 数据链路层 | 物理地址寻址、拓扑结构、线路存取方法 |
| 物理层   | 电及机械的有关定义          |

七层结构的定义和具体职责如下。

(1)物理层。物理层的任务是保证点到点链路在光、电和机械上是可以传送数据流的。它定义了物理链路的电气和机械特性,以及激活、维护和关闭这条链路的各项操作,特征参数包括电压、数据传输率、最大传输距离、物理连接媒体等,处理单位是 bit。物理层定义的标准包括 EIA/TIA RS-232、EIA/TIA RS-449、V.35、RJ-45 等。

(2)数据链路层。数据链路层的主要作用是控制网络层与物理层之间的通信,包括物理地址寻址、数据的成帧、流量控制、数据的检错和重发等,保证了数据在不可靠的物理线路上进行可靠的传递。它把从网络层接收到的数据分割成特定的可被物理层传输的帧,保证了传输的可靠性。数据链路层是独立于网络层和物理层的,工作时无须关心计算机是正在运行软件还是进行其他操作,其代表产品是交换机。数据链路层协议的代表包括 SDLC、HDLC、PPP、STP、帧中继等。

(3)网络层。网络层负责对子网间的数据包进行路由选择,它通过综合考虑发送优先权、网络拥塞程度、服务质量以及可选路由的花费来决定一个网络中两个节点间的最佳路径。另外,它还可以实现拥塞控制、网际互连等功能。对于各种不同的底层技术网络,为了隐藏物理网络细节,引入了逻辑地址这个概念,对各网络中每个网络接口,无论基于何种底层技术,都用逻辑地址来编号;类似地,也引入了包(packet)这个概念,来隐藏不同物理网络数据链路的不同数据传送模式。通过逻辑信道技术,网络层解决了链路复用的问题,路由和寻径概念的引入和实现,使任意两台数据终端设备的数据连接起来,其代表产品是路由器。网络层协议的代表包括 IP、IPX、RIP、OSPF 等。

(4)传输层。网络层关注的是点到点的传递,传输层关注的是端到端的最终效果。各种通信子网在性能上有很大差异,电话交换网、分组交换网、公用数据交换网、局域网等通信子网都可互连,但它们的吞吐量、传输速率、数据延迟等各不相同,传输层要负责隐藏各通信子网的差异,通过差错恢复、流量控制等功能,最终为会话层提供可靠的、无误的数据传输。传输层面对的数据对象主要是与会话层之间的界面端口。传输层是 OSI 参考模型中最重要的一层,它是两台计算机通过网络进行数据通信时第一个端到端的层次,起缓冲作用,其代表产品有三层智能交换机。当网络层的服务质量不能满足要求时,它将提高服务,以满足高层的要求;而当网络层服务质量较好时,它只需进行很少的工作。另外,它还要处理端到端的差错控制和流量控制等问题,最终为会话层提供可靠的、无误的数据传输。传输层协议的代表包括 TCP、UDP、SPX 等。

(5)会话层。会话层维持面向连接的传输,为会话实体间建立连接;在两个会话用户之间实现有组织的、同步的数据传输,最终释放连接。

(6)表示层。不同计算机体系结构所使用的数据表示方法不同,表示层为异种机通信提供一种公共语言,完成应用层数据所需的任何转换,以便能进行相互操作。定义一系列代码和代码转换功能,保证源端数据在目的端同样能被识别,如文本数据的 ASCII 码、表示图像的 GIF 或表示动画的 MPEG 等。

(7)应用层。应用层是最高层,是直接为应用进程提供服务的。其作用是在实现多个系统应用进程相互通信的同时,完成一系列业务处理所需的服务,这些服务按其向应用程序提供的特性分成组,并称为服务元素,有些可为多种应用程序共同使用,有些则为较少的一类应用程序使用。

在数据的实际传输中,发送方将数据送到自己的应用层,加上该层的控制信息后传给表示层;表示层也将数据加上自己的标识后传给会话层;以此类推,每一层都在收到的数据上加上本层的控制信息并传给下一层;最后到达物理层时,数据通过实际的物理媒体传到接收端。接收方则执行与发送方相反的操作,由下往上,逐层将标识去掉,还原成最初的数据。由此可见,数据通信双方在对等层必须采用相同的协议,定义同一种数据标识格式,这样才可能保证数据的正确传输。

总之,OSI 参考模型有效地解决了不同网络体系互连时所遇到的兼容性问题,它的出现降低了网



络的复杂程度,一旦网络发生故障,可迅速定位故障所处层次,便于查找和纠错;通过在各层上定义标准接口,使同属一层的不同网络设备间能实现互操作;它还保证了各层之间的相对独立;高层协议可以放在多种低层协议上运行,提高了网络的效率;因为每次更新都只需在一层结构上进行,不受整体网络的制约,所以它的出现刺激了网络技术革新,是网络技术发展的原动力。

一些常用的协议如下。

TCP/IP 是最重要的一个协议,作为互联网的基础协议,没有它就不可能上网,任何与因特网有关的操作都离不开 TCP/IP。但是,TCP/IP 配置起来也是最麻烦的,单机上网还好,而如果要通过局域网访问互联网,就要详细设置 IP 地址、网关、子网掩码、DNS 服务器等参数。尽管 TCP/IP 是目前最流行的网络协议,但在局域网中的通信效率不高,用它浏览“网上邻居”中的计算机时,常会出现不能正常浏览的情况。

IPX/SPX 协议本来是 Novell 开发的专用于 NetWare 网络的协议,但是现在大部分可以联机的游戏都支持 IPX/SPX 协议。虽然这些游戏通过 TCP/IP 也能联机,但显然还是通过 IPX/SPX 更方便,因为根本不需要任何设置。除此之外,IPX/SPX 协议在局域网中的用途似乎并不是很大。如果确定不在局域网中联机玩游戏,那么这个协议可有可无。

## 二、IP 地址

IP 地址是一种给 Internet 上的主机编址的方式,也称为网际协议地址。常见的 IP 地址分为 IPv4 与 IPv6 两大类。

IP 地址被用来给 Internet 上的计算机编号。大家日常见到的情况是,每台联网的 PC 上都需要有 IP 地址才能正常通信。如果把 PC 比作一部电话,那么 IP 地址就相当于电话号码,而 Internet 中的路由器就相当于电话局的程控式交换机。按照 TCP/IP 规定,IP 地址用二进制来表示,每个 IP 地址长 32 bit,即 4 字节(byte,B)。例如,一个采用二进制形式的 IP 地址是 0000 1010 0000 0000 0000 0000 0000 0001,为了方便人们使用,IP 地址经常被写成十进制的形式,不同字节中间使用符号“.”分开,于是,上面的 IP 地址可以表示为 10.0.0.1、192.168.1.0 等。这种表示法记忆起来显然比 1 和 0 容易得多。

TCP/IP 需要针对不同的网络进行不同的设置,且每个节点一般需要一个 IP 地址、一个子网掩码和一个默认网关。不过,可以通过 DHCP 给客户端自动分配一个 IP 地址,避免出错,也简化了 TCP/IP 的设置。Internet 上的 IP 地址统一由互联网名称与数字地址分配机构(Internet Corporation for Assigned Names and Numbers,ICANN)来管理。

为了便于寻址及层次化构造网络,每个 IP 地址包括两个标识码(ID),即网络 ID 和主机 ID。同一个物理网络上的所有主机都使用同一个网络 ID,网络上的一个主机(包括网络上的工作站、服务器和路由器等)都有一个主机 ID 与其对应。网络信息中心(network information center,NIC)定义了 5 种 IP 地址类型以适合不同容量的网络,即 A~E 类。其中,A、B、C 类由 Internet NIC 在全球范围内统一分配,如表 1-5 所示。D、E 类为特殊地址,作为多播和保留使用。

表 1-5 A、B、C 三类地址详细对照表

| 网络类别 | 最大网络数     | IP 地址范围                   | 最大主机数      |
|------|-----------|---------------------------|------------|
| A    | 126       | 1.0.0.0~126.255.255.255   | 16 777 214 |
| B    | 16 384    | 128.0.0.0~191.255.255.255 | 65 534     |
| C    | 2 097 152 | 192.0.0.0~223.255.255.255 | 254        |

还有以下一些特殊的 IP 地址。

(1)IP 地址 127.0.0.1:本地回环(loopback)测试地址。

(2) IP 地址 255. 255. 255. 255: 广播地址。

(3) IP 地址 0. 0. 0. 0: 代表任何网络。

(4) 网络号全为 0: 代表本网络或本网段。

(5) 网络号全为 1: 代表所有网络。

(6) 主机位全为 0: 代表某个网段的任何主机地址。

(7) 主机位全为 1: 代表该网段的所有主机。

(8) 私有地址。为节约 IP 地址空间并增加安全性, 保留一些 IP 地址段作为私网 IP, 不会在公网上出现。处于私有 IP 地址的网络称为内网或私网, 与外部公网进行通信时必须通过网络地址翻译。下面是一些私有地址的范围。

① A 类地址中: 10. 0. 0. 0~10. 255. 255. 255。

② B 类地址中: 172. 16. 0. 0~172. 31. 255. 255。

③ C 类地址中: 192. 168. 0. 0~192. 168. 255. 255。

### 三、网络拓扑结构

网络拓扑结构是指用传输媒体互连各种设备的物理布局, 就是指用什么方式把网络中的计算机等设备连接起来。拓扑图给出网络服务器、工作站的网络配置和相互间的连接, 它的结构主要有总线型结构、环型结构、星型结构等, 如图 1-17 所示。

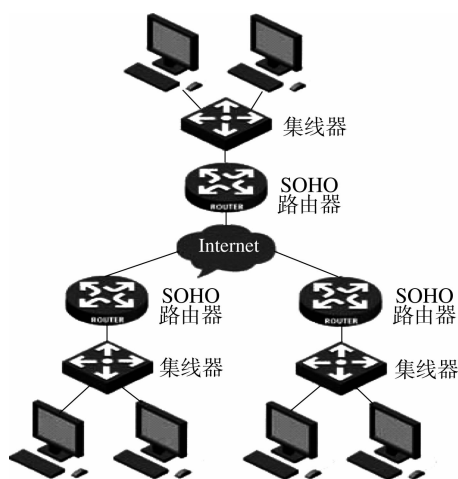


图 1-17 网络拓扑结构

#### 1. 总线型拓扑结构

总线型拓扑结构的所有设备都直接与一条称为公共总线的传输介质相连, 如图 1-18 所示。这种介质一般是同轴电缆(包括粗缆和细缆), 不过现在也有采用光缆作为总线型传输介质的, 如 ATM 网、电缆调制解调器(cable modem, CM)所采用的网络等都属于总线型网络结构。

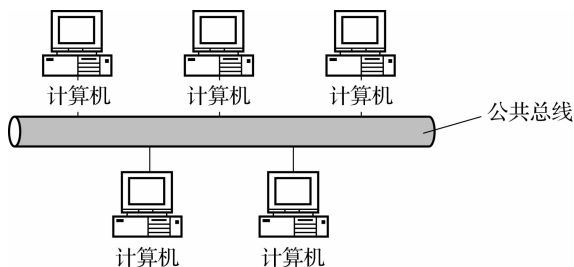


图 1-18 总线型拓扑结构



总线型拓扑结构具有以下特点。

(1)组网费用低。这样的结构根本不需要另外的互连设备,直接通过一条总线进行连接,所以组网费用较低。

(2)这种网络各节点是共用总线带宽的,因此在传输速度上会随着接入网络用户量的增多而下降。

(3)网络用户扩展较灵活。需要扩展用户时只需要添加一个接线器即可,但所能连接的用户数量有限。

(4)维护较容易。单个节点(每台计算机或集线器等设备都可以看作一个节点)失效不影响整个网络的正常通信。但是如果总线一断,则整个网络或相应主干网段就断了。

(5)一次仅能有一个端用户发送数据,其他端用户必须等待获得发送权。

## 2. 环型拓扑结构

环型拓扑结构的所有设备连接成环,信息通过环进行广播式传送,如图 1-19 所示。这种结构的网络形式主要应用于令牌环网(token ring network)中,在这种网络结构中各设备是直接通过电缆来串联的,最后形成一个闭环,整个网络发送的信息就在这个环中传递,这种网络因此而得名。

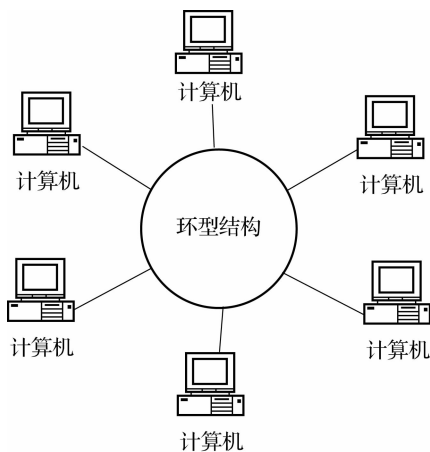


图 1-19 环型拓扑结构

环型拓扑结构主要有以下特点。

(1)一般仅适用于 IEEE 802.5 标准的令牌环网,在这种网络中,令牌在环型连接中依次传递,所用的传输介质一般是同轴电缆。

(2)实现非常简单,投资最小。从其结构示意图中可以看出,组成这个网络的,除了各工作站,就是传输介质,即同轴电缆,以及一些连接器材,没有价格昂贵的节点集中设备,如集线器和交换机等。但也正因为如此,这种网络所能实现的功能最为简单,仅能作为一般的文件服务模式。

(3)传输速度较快。在令牌环网中允许有 16 Mb/s 的传输速率,它比普通的 10 Mb/s 以太网要快许多。随着以太网的广泛应用和以太网技术的发展,以太网的速度也得到了极大提高,普遍都能提供 100 Mb/s 的网速,远比 16 Mb/s 要高。

(4)维护困难。从其网络结构可以看到,整个网络各节点间是直接串联的,任何一个节点出了故障都会造成整个网络的中断或瘫痪,维护起来非常不方便。另一方面因为同轴电缆所采用的是插针式的接触方式,所以非常容易造成接触不良或网络中断,而且查找故障非常困难。

(5)扩展性能差。它的环型结构决定了其扩展性能远不如星型结构好,如果要添加或移动节点,就必须中断整个网络,在环的两端做好连接器才能连接。

### 3. 星型拓扑结构

星型拓扑结构是目前在局域网中应用最为普遍的一种,企业网络几乎都采用这一方式,如图 1-20 所示。星型网络几乎是以太网专用的,它因网络中的各工作站节点设备通过一个网络集中设备(如集线器或交换机)连接在一起,各节点呈星状分布而得名。这类网络目前用得最多的传输介质是双绞线,如常见的五类线、超五类线等。

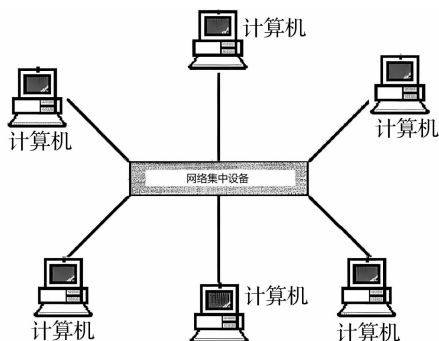


图 1-20 星型拓扑结构

星型拓扑结构的特点如下。

(1)容易实现,可靠性强。它所采用的传输介质一般都是通用的双绞线,这种传输介质比较便宜。这种拓扑结构主要应用于 IEEE 802.2、IEEE 802.3 标准的以太网局域网中。由于每个连接点只连接一个设备,所以当—个连接点出现故障时只影响相应的设备,不会影响整个网络。

(2)节点扩展、移动方便。节点扩展时只需要从集线器或交换机等集中设备中拉一条线即可,而要移动一个节点只需要把相应节点设备移到新节点即可,而且不会像环型网络那样改变一点会造成整体网络的变动。

(3)维护容易。一个节点出现故障不会影响其他节点的连接,可任意拆走故障节点,方便地将该节点从网络中删除。如果整个网络的通信都不正常,则需考虑是中心节点出现了错误。

(4)采用广播信息传送方式。任何一个节点发送信息,在整个网中的节点都可以收到,这在网络安全方面存在一定的隐患,但在局域网中使用影响不大。

(5)网络传输数据快。这一点从 1 000 Mb/s~10 Gb/s 以太网的接入速度可以看出。

星型拓扑结构是用一个节点作为中心节点,其他节点直接与中心节点相连接构成的网络。中心节点可以是文件服务器,也可以是连接设备。常见的中心节点为集线器。星型拓扑结构的网络属于集中控制型网络,整个网络由中心节点执行集中式通行控制管理,各节点间的通信都要通过中心节点。每一个要发送数据的节点都将要发送的数据发送到中心节点,再由中心节点负责将数据发送到目的节点。因此,中心节点相当复杂,而各个节点的通信处理负担都很小,只需要满足链路的简单通信要求即可。

总体来说,星型拓扑结构相对简单,便于管理,建网容易,是目前局域网普遍采用的一种拓扑结构。采用星型拓扑结构的局域网,符合综合布线标准,能够满足多种带宽需求。

### 四、交换机的工作原理

交换机可以把一个网段分为多个网段,把冲突限制在一些细分的网段里;同时又可以在不同网段之间进行 MAC 帧的转发,即连接了各个网段,使各个网段之间可以相互进行访问。交换机通过细分网段,提高了网络带宽,扩大了局域网的范围,所以,它是本任务中的核心设备。

交换机的内部都维护着一张 MAC 地址表,存放在 RAM 中,初始的 MAC 地址表是空的,如图 1-21 所示。之后接收网段上的所有数据帧,利用接收数据帧中的源 MAC 地址来建立 MAC 地址表,如图 1-22 所示。交换机的接口收到数据帧后,查找 MAC 地址表,如果没有相应表项,交换机将该数据帧泛洪到所有其他接口上;如果有相应表项,则交换机将该数据帧直接发往相应的接口,如图 1-23 所示,从而保证其他接口上的主机不会收到无关的数据帧。如果所有主机都发送过数据帧,就可以建立完整的 MAC 地址表。对于未知单播帧、广播帧执行泛洪(flooding)操作,如图 1-24 所示。总之,交换机是工作于 OSI 参考模型的第二层,即数据链路层的设备,能识别 MAC 地址,通过解析数据帧中目的主机的 MAC 地址,将数据帧快速地从源端口转发至目的端口,从而避免与其他端口发生碰撞,提高了网络的交换和传输速率。

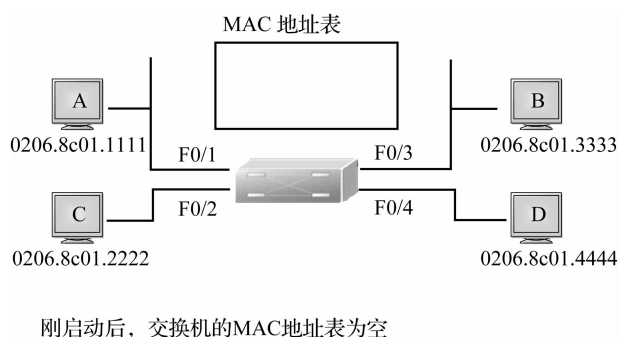


图 1-21 初始阶段

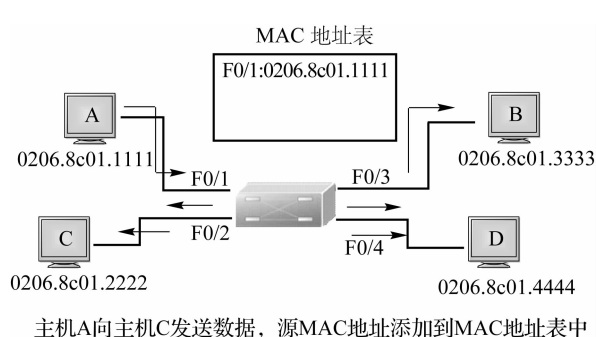


图 1-22 发送数据

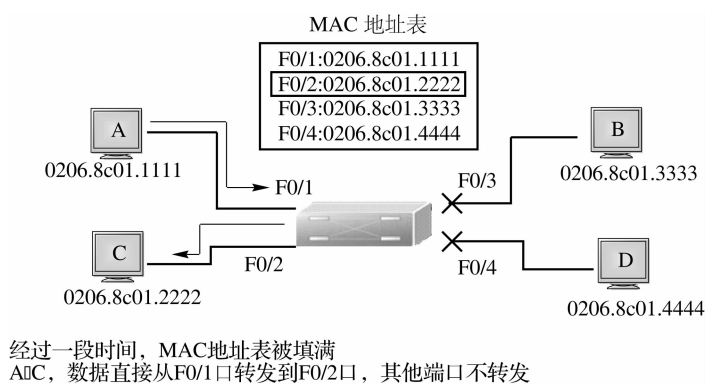


图 1-23 MAC 地址表填满

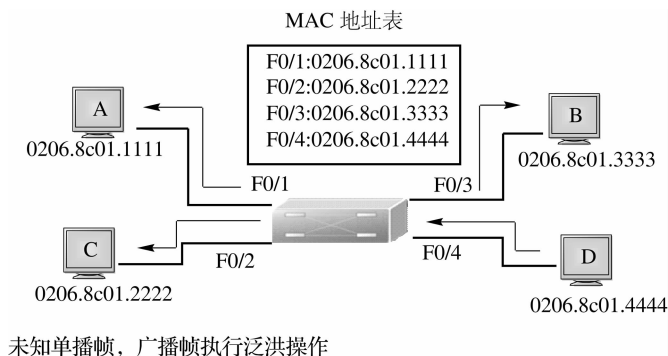


图 1-24 泛洪

三层交换机是带路由功能的交换机,可工作在 OSI 参考模型的第三层,即网络层,也可工作在第二层。三层交换机作为三层设备使用时相当于一个多端口的路由器,能根据 IP 地址转发数据包。

(1)交换式局域网中的通信有三种方式:单播、广播和组播,如图 1-25 所示。交换机可以实现各客户机单独享受全部带宽,如图 1-26 所示。

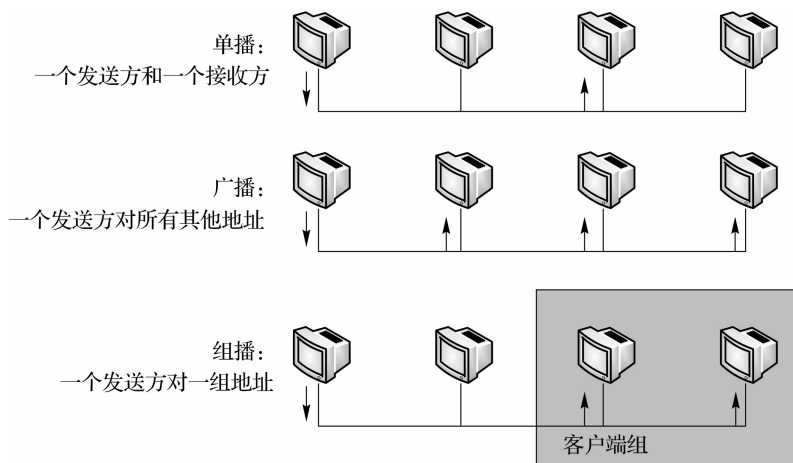


图 1-25 交换式局域网通信的三种方式

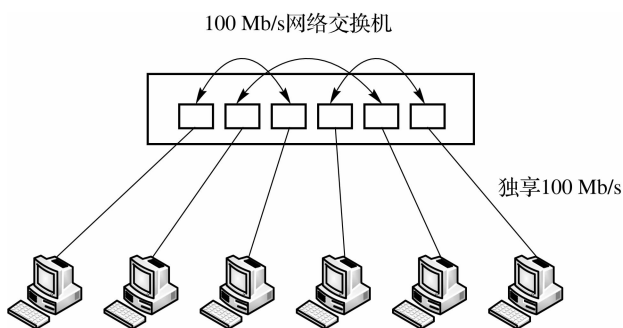


图 1-26 独享带宽

(2)交换机的转发有三种方式:直通式、存储转发式、无碎片直通方式。

①直通式。当输入接口检测到一个数据帧时只检查帧头,根据帧内的目的地址把数据帧发送到相应接口。

②存储转发式。该方式先将数据帧完整地接收下来,交换机的控制器先缓存输入端口的数据包,然后进行循环冗余校验(CRC),滤掉不正确的帧,确认包正确后,把包取出目的地址,通过内部的地址表确定相应的输出端口,然后把数据包转发到输出端口,再根据目的地址转发到指定端口。

③无碎片直通方式。该方式是介于直通式和存储转发式之间的一种解决方案,它检查数据包的长度是否达到 64 B。如果小于 64 B,说明该包是碎片(即在信息发送过程中由于冲突而产生的残缺不全的帧),则丢弃该包;如果大于 64 B,则发送该包。该方式的数据处理速度比存储转发式快,但比直通式慢。

## 任务实施

现在需要为某单位的一层办公区域建立交换式局域网,以供办公人员使用,如图 1-27 所示。为了更加透彻地理解交换式局域网,我们可以将标准提高,采用三层结构模式设计,即核心层、汇聚层和接入层,每个层次都有其特定的功能,如图 1-28 所示。在实际情况下可以降低项目难度。

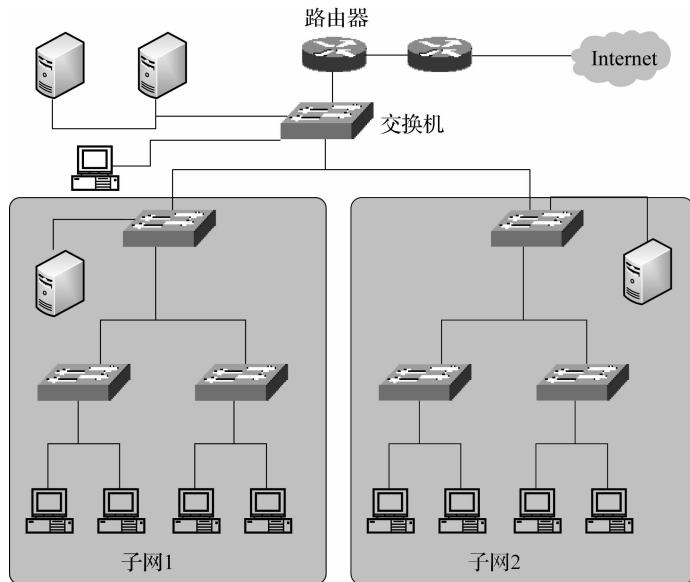


图 1-27 交换式局域网示意图

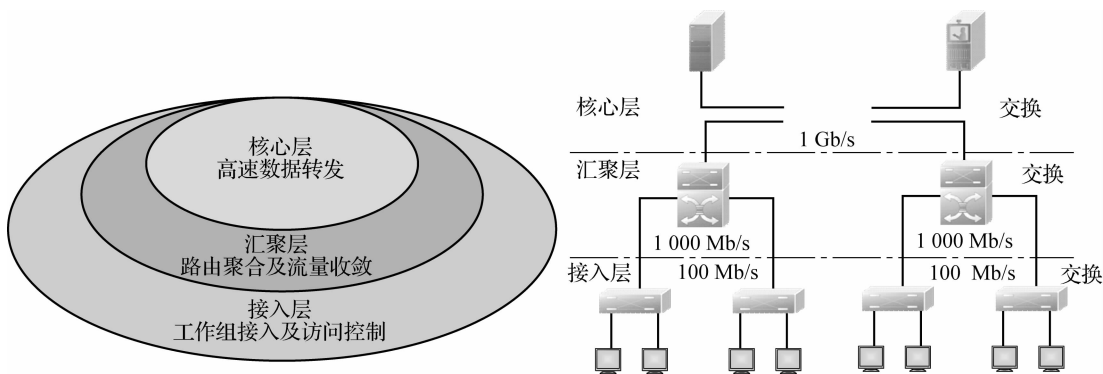


图 1-28 交换式局域网的三层结构

在机房中心放置核心交换机,根据需要配置相应足够的 100 Mb/s 以太网接口和千兆模块。应该采用模块化机架结构,既可作为局域网高密度千兆网络骨干,又可以作为高密度 10/100 Mb/s 接入交换机。在其高性能和高可靠性的基础上,还能为用户提供丰富的流量控制、优先级访问和服务质量控制、网络安全控制等多种功能手段,且具有良好的可扩展性,可充分适应现代企业和园区接入网络的商务应用需求。

在汇聚层配置相应交换机,应该通过采用基于硬件的安全转发机制实现宽带安全接入,在保证宽带接入网的性能和安全的同时,最大限度简化网络的设计和管理,轻松实现高安全、高性能的宽带接入网。

在终端用户接入层配置楼层交换机,为小区用户提供 10/100 Mb/s 到桌面的带宽。

为了保证每个用户数据通信的安全性,需要将每个客户端口连接到每个用户的 PC 上,或者在每个端口下通过二层交换机连接一组可以相互信任的用户群,这样在每个交换机下的客户端口的数据通信都将是安全的,不必担心该端口的数据通信会广播到其他端口而被窃听。此外,也可利用客户端口的特性来建立多个相对独立的网络,而不用去通过划分虚拟局域网(virtual local area network,VLAN)来实现。

交换式局域网的具体规划图如图 1-29 所示。

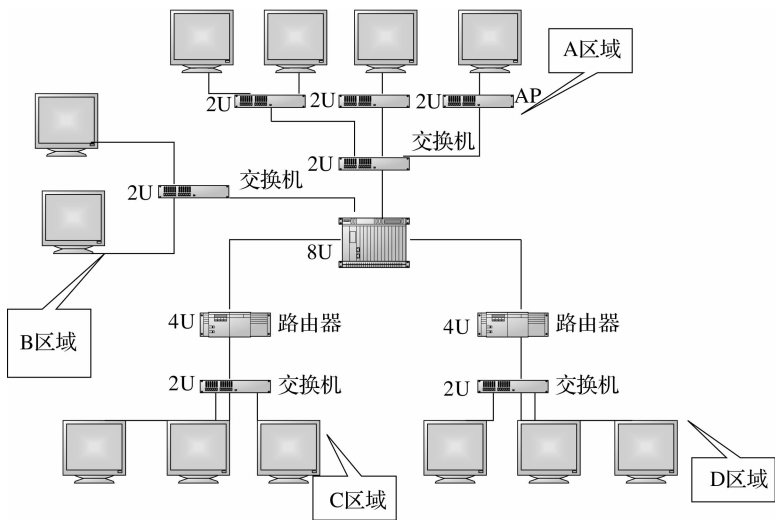


图 1-29 交换式局域网的规划图

具体规划设计和选型如下。

- (1)进行设备选型,如在 A 区域设置一台核心交换机,连接两台接入层交换机和一台无线 AP,构成 A 区域的 LAN。
- (2)具体设备的选择要依据厂商的具体产品来进行配置,最好选择同一厂商的产品,并且要依据所需性能进行选择。
- (3)了解具体设备的接口和功能,并进行设备命名及端口描述。
- (4)规划 IP 地址,可以使用 C 类私有地址。各办公区域选择不同的网段,例如, A 区域使用 192. 168. 1. 0/24 网段、B 区域使用 192. 168. 2. 0/24 网段、C 区域使用 192. 168. 3. 0/24 网段,后面进行子网划分。
- (5)路由规划和安全规划。交换机的启动顺序(以思科交换机为例)如下。

启动加载器是存储在 NVRAM 中的小程序,并且在交换机第一次开启时运行。

步骤 1:将 PC 或终端连接到控制台端口,如图 1-30 所示。

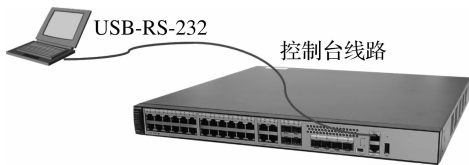


图 1-30 计算机与交换机相连

步骤 2:运行并正确配置终端仿真器应用程序(如 HyperTerminal),如图 1-31 所示。

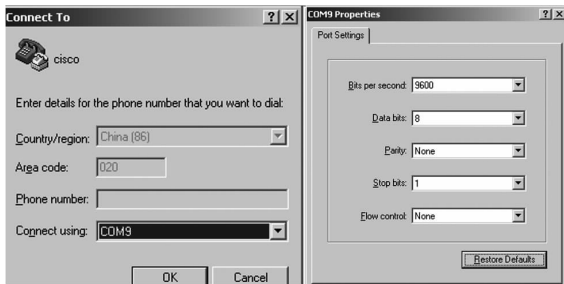


图 1-31 串口配置



**步骤 3:** 在控制台上查看启动过程,如图 1-32 所示。

```
Copyright (c) 1986-2006 by Cisco Systems, Inc.  
Compiled Fri 28-Jul-06 04:33 by yenhnh  
Image text-base: 0x00003000, data-base: 0x00AA2F34  
flashfs[1]: 602 files, 19 directories  
flashfs[1]: 0 orphaned files, 0 orphaned directories  
flashfs[1]: Total bytes: 32514048  
flashfs[1]: Bytes used: 7715328  
flashfs[1]: Bytes available: 24798720  
flashfs[1]: flashfs fsck took 1 seconds.  
flashfs[1]: Initialization complete....done Initializing  
flashfs.  
  
POST: CPU MIC register Tests : Begin  
POST: CPU MIC register Tests : End, Status Passed  
  
POST: PortASIC Memory Tests : Begin  
POST: PortASIC Memory Tests : End, Status Passed  
  
POST: CPU MIC PortASIC interface Loopback Tests : Begin  
POST: CPU MIC PortASIC interface Loopback Tests : End, Status
```

图 1-32 启动过程

**步骤 4:** 在控制台输入文本“en”,并输入口令,交换机将回送命令提示符。再输入文本“show mac address-table”,交换机就回送当前存储的端口/MAC 地址映射表。

路由器初次配置过程:通过控制配置口进行配置,用 RJ-45 一端与路由器的配置口相连,DB9 一端与计算机的串口相连;选择超级终端建立图标,在弹出的窗口中设置串口属性;路由器上电启动,自检过程参考具体手册。

## 任务四 组建虚拟局域网



### 任务分析及任务目标

用交换机组建一个虚拟局域网并进行配置。通过组建虚拟局域网了解局域网的概念和目的,掌握其优点和作用。学会使用组建虚拟局域网的相关命令,并能够根据实际需求组建虚拟局域网。



### 相关知识链接

#### 一、虚拟局域网的概念

虚拟局域网是一种将局域网设备从逻辑上划分成一个个网段,从而实现虚拟工作组的新兴数据交换技术。这些虚拟工作组中的设备和用户并不受物理网段的限制,可以根据功能、应用等因素将它们组织起来,它们之间的通信就如同在同一网段中一样。同一个 VLAN 的站点可进行广播传输,而不同 VLAN 的站点不能进行广播传输。

#### 二、使用虚拟局域网的目的

虚拟局域网是在虚拟路由器接口下创建的网段。例如,一个路由器只有一个用于终端连接的端口,这个端口被分配了 192.168.1.1/24 的地址,然而公司的销售部和研发部都要求单独成为一个子网,有单独的服务器。那么可以划分为 192.168.1.0~127/25、192.168.1.128~255/25 两个子网段。但是路由器的物理端口只可以分配一个 IP 地址,如何来区分不同的网段呢?这时就可以通过在这个物理端口下创建两个逻辑接口来实现。例如,逻辑接口 F0/0.1 分配 IP 地址 192.168.1.1/25,用于销售部,而 F0/0.2 分配 IP 地址 192.168.1.129/25,用于研发部。这样就等于用一个物理端口实现了两个逻辑接口的功能,将原本只能划分一个网段的情形扩展到了可以划分两个或更多网段的情形。这些

网段是在逻辑接口下创建的,所以称为虚拟局域网。

同样,如果想要每个交换机上的端口都分别属于不同的网段,那么有几个网段,就提供几个路由器的接口,此时虽然在路由器的物理端口上能定义这个接口可以连接哪个网段,但是在交换机的层次上,它并不能区分哪个端口属于哪个网段,唯一能够实现区分的方法,就是划分 VLAN,使用 VLAN 就能区分出某个交换机端口的终端是属于哪个网段的。

因此,当一个交换机上的所有端口中有至少一个端口属于不同网段或当路由器的一个物理端口要连接两个或者更多网段的时候,就需要使用 VLAN。

综上所述,VLAN 有以下优点。

(1)可以减少网络设备的移动、添加和修改的管理开销,增加了网络连接的灵活性。使用 VLAN 技术可以将不同地点、不同网络、不同用户组合在一起,形成一个虚拟的网络环境,降低了管理费用。

(2)可以控制广播活动。LAN 分段可以防止广播风暴波及整个网络。VLAN 可以提供建立防火墙的机制,防止交换网络的过量广播。使用 VLAN 可以将某个交换端口或用户赋予某个特定的 VLAN 组,该 VLAN 组可以在一个交换网中或跨接多个交换机,在一个 VLAN 中的广播不会送到 VLAN 之外。同样,相邻的端口不会收到其他 VLAN 产生的广播。这样可以减少广播流量,释放带宽给用户使用,减少广播的产生。

(3)可以提高网络的安全性。含有敏感数据的用户组可与网络的其余部分隔离,从而降低泄露机密信息的可能性。不同 VLAN 内的报文在传输时是相互隔离的,即一个 VLAN 内的用户不能和其他 VLAN 内的用户直接通信,如果不同 VLAN 要进行通信,则需要通过路由器或三层交换机等三层设备。

### 三、划分虚拟局域网的方法

划分虚拟局域网的方法有以下几种。

#### 1. 基于端口来划分 VLAN

可以利用交换机的端口来划分 VLAN 成员,被设定的端口都在同一个广播域中。例如,一个交换机的 1、2、6、7、8 端口被定义为虚拟网 A,同一交换机的 3、4、5 端口组成虚拟网 B。这种做法允许各端口之间的通信,并允许共享型网络升级。但是,这种划分模式将虚拟局域网限制在了了一台交换机上。单交换机端口定义的 VLAN 如图 1-33 所示。

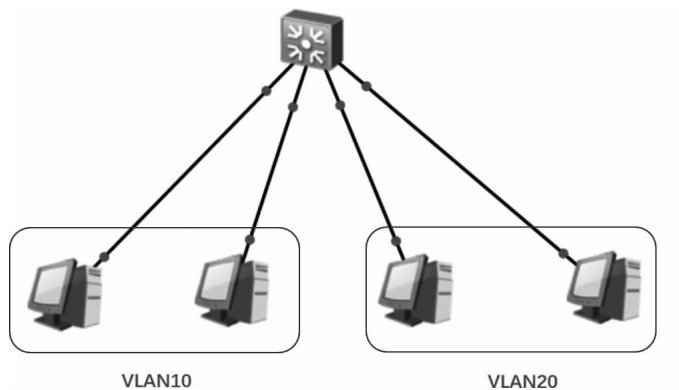


图 1-33 单交换机端口定义的 VLAN

第二代端口 VLAN 技术允许跨越多个交换机的多个不同端口划分 VLAN,不同交换机上的若干端口可以组成同一个虚拟网,如图 1-34 所示。

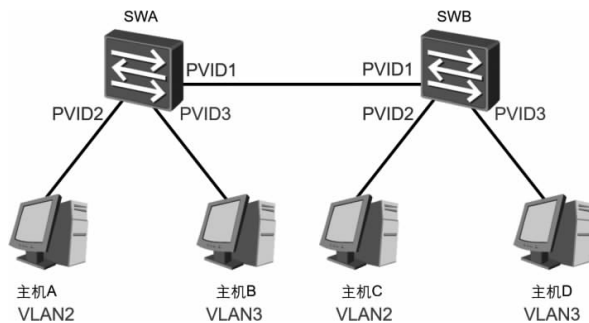


图 1-34 多交换机端口定义的 VLAN

以交换机端口来划分网络成员,其配置过程简单明了。因此,基于端口划分 VLAN 仍然是最常用的一种方式。

## 2. 基于 MAC 地址划分 VLAN

这种划分 VLAN 的方法是根据每个主机的 MAC 地址来划分的,即对每个 MAC 地址的主机都配置它属于哪个组。这种方法的优点是,当用户物理位置移动时,即从一个交换机转换到其他交换机时, VLAN 不用重新配置,因此,可以认为根据 MAC 地址的划分方法是基于用户的 VLAN。这种方法的缺点是,在初始化时,所有用户都必须进行配置,如果有几百个甚至上千个用户,那么,配置是非常烦琐的。而且这种划分方法也会导致交换机执行效率降低,因为在每个交换机的端口都可能存在很多个 VLAN 组的成员,这样就无法限制广播包了。另外,对于使用笔记本式计算机的用户来说,他们的网卡可能经常更换,这样, VLAN 就必须经常配置。

## 3. 根据网络层划分 VLAN

这种划分 VLAN 的方法是根据每个主机的网络层地址或协议类型(如果支持多协议)划分的。虽然这种划分方法是根据网络地址(如 IP 地址)划分的,但它不是路由,与网络层的路由毫无关系。

这种方法的优点是,如果用户的物理位置改变了,也不需要重新配置所属的 VLAN,而且可以根据协议类型来划分 VLAN,这对网络管理者来说很重要。这种方法不需要附加的帧标签来识别 VLAN,这样可以减少网络的通信量。

这种方法的缺点是效率低,因为检查每个数据包的网络层地址是需要处理时间的(相对于前面两种方法),一般的交换机芯片都可以自动检查网络上数据包的以太网帧头,但要让芯片能检查 IP 帧头,则需要更高的技术,同时也更费时。当然,这与各厂商的实现方法有关。

## 4. 根据 IP 组播划分 VLAN

IP 组播实际上也是一种 VLAN 的定义,即认为一个组播就是一个 VLAN,这种划分方法将 VLAN 扩大到了广域网,因此具有更大的灵活性,而且也很容易通过路由器进行扩展。这种方法不适合局域网,主要原因是效率不高。在 VLAN 中,网络通过广播通知各 IP 节点,若 IP 节点响应,就可以加入该 VLAN 中,与该 VLAN 中的其他 IP 节点通信。



### 任务实施

## 一、熟悉并掌握 VLAN 的相关命令(华为交换机)

### 1. 交换机的基本状态

```
<Switch>
```

//用户模式

```
<Switch>system-view
```

//进入系统视图

Enter system view, return user view with Ctrl+Z.

[Switch]

[Switch]sysname devicename //交换机命名

## 2. 配置用户登录

[Switch]user-interface vty 0 4 //进入 VTY 用户界面视图

[Switch-ui-vty0]authentication-mode scheme //设置验证方式

[Switch-ui-vty0]set authentication password { cipher | simple } password  
//设置本地口令验证

[Switch-ui-vty0]user privilege level level

[Switch]local-user username //本地用户名和口令验证

[Switch-luser-xxx] password { cipher | simple } your\_password

[Switch-luser-xxx] service-type telnet

## 3. display 查看指令

<Switch>display version //查看版本信息

<Switch>display current-configuration //查看当前配置

<Switch>displaysaved-configuration //查看保存配置

<Switch>display interface //显示接口信息

<Switch>displayip interface brief //显示接口 IP 状态与配置信息

<Switch>display diagnostic-information //显示系统运行统计信息

## 4. 指定交换机上的管理 VLAN

[Switch]management-vlan vlan-id //默认情况下,管理 VLAN 为 VLAN 1

[Switch]interface vlan-interface vlan-id //创建并进入管理 VLAN 接口视图

## 5. 配置管理 VLAN 接口 IP 地址

[Switch- port-type port-id]ip address ip-address mask //默认管理 VLAN 接口没有 IP 地址

## 6. 指定交换机上的管理 VLAN

[Switch]management-vlan vlan-id //默认情况下,管理 VLAN 为 VLAN 1

[Switch]interface vlan-interface vlan-id //创建并进入管理 VLAN 接口视图

[Switch] vlan vlan-id //创建 VLAN

[Switch-vlan-id] port interface-list //在 VLAN 视图将接口接入该 VLAN

[Switch] undo vlan vlan-id //删除 VLAN 前请将属于该 VLAN 所有接口从该 VLAN 中移除

## 7. 批量创建 VLAN

<Switch>system-view //进入系统视图

[Switch]vlan batch 2 to 19 //批量创建 VLAN 2-19

[Switch]display vlan //查看 VLAN 信息

[Switch]quit //退出系统设置视图

## 8. 批量删除 VLAN

<Switch>system-view //进入系统视图

[Switch]undo vlan 2 //删除 VLAN 2

[Switch]undo vlan batch 2 to 19 //批量删除 VLAN 2~19,前提是该 VLAN 下没有端口

[Switch]display vlan //查看 VLAN 信息

[Switch]quit //退出系统设置视图



## 9. 删除 VLAN 配置时需要先删除 VLANIF 信息,再删 VLAN

```
<Switch>system-view //进入系统视图
[Switch]undo interface Vlanif 10 //删除 VLANIF 10
[Switch]display vlan //查看 VLAN 配置
[Switch]display current-configuration //发现 VLAN 配置还在,VLANIF 配置已经不在
[Switch]undo vlan 10 //删除 VLAN 10
[Switch]display vlan
//查看 VLAN 配置的 VLAN 信息,发现 VLAN 10 已经不在
[Switch]display current-configuration
//发现 VLAN 配置不在,VLANIF 配置也不在,但是 port 信息还有,单独删 port 信息太慢
```

## 10. 将端口逐一添加到指定的 VLAN 中

```
[Switch]interface Ethernet0/0/2
[Switch-Ethernet0/0/2] //进入端口 2
[Switch-Ethernet0/0/2]port link-type access //端口类型设置为接入模式 access
[Switch-Ethernet0/0/2]port default vlan 10 //将端口加入创建的 VLAN 10 中
```

## 11. 批量把端口加入 VLAN(VLAN 10)

```
<Switch>system-view //进入系统视图
[Switch]port-group aaa
[Switch-port-group-aaa]group-member Ethernet 0/0/1 to Ethernet 0/0/10
//将端口 Ethernet 0/0/1 至端口 Ethernet 0/0/10 添加到 port-group 组中
[Switch-port-group-aaa]port link-type access //将 port-group 组内的端口全部改 access 端口
[Switch-port-group-aaa]port default vlan 10 //将 port-group 组内的端口全部加入 VLAN 10
[Switch-port-group-1]display vlan //查看配置的 VLAN 信息
[Switch-port-group-1]quit //退出端口组 1 的配置模式
[Switch]quit //退出系统设置视图
```

## 12. 批量删除端口信息

已经将 VLANIF 信息、VLAN 删除,但是通过 display current-configuration 发现之前创建的 port 信息还在,逐个删除太慢,因此,这里创建组进行删除。

```
<Switch>system-view //进入系统视图
[Switch]port-group 2 //创建 port 组 2
[Switch-port-group-2]group-member GigabitEthernet 0/0/1 to GigabitEthernet 0/0/6
//将端口 Ethernet 0/0/1 至端口 Ethernet 0/0/6 加入 port 组 2 中
[Switch-port-group-2]undo port default vlan //将 port 组 2 内的端口 VLAN 配置全部删除
[Switch-port-group-2]undo port link-type //将 port 组 2 内的端口类型全部恢复为默认状态
[Switch-port-group-2]display current-configuration //查看端口信息
[Switch-port-group-2]quit //退出端口组 2 的配置模式
[Switch]quit //退出系统设置视图
```

## 二、单交换机划分 VLAN 的过程

### 1. 准备实验设备

一台华为交换机,两台终端设备。PC1 和 PC2 分别连接到交换机的端口 E1/0/1 和 E1/0/2,端口分别属于 VLAN 10 和 VLAN 20。

### 2. 规划网络拓扑图

网络拓扑图如图 1-35 所示。

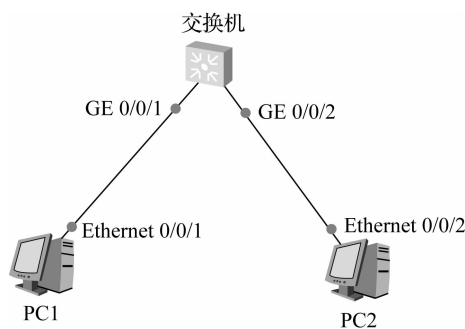


图 1-35 单交换机的物理连接

### 3. 创建 VLAN

```

[Huawei] undo terminal monitor           //关闭信息提示
[Huawei] system-view                     //进入系统视图
[Huawei] vlan 10                          //创建单一的 VLAN
[Huawei-vlan10] quit
[Huawei] vlan batch 20 30                 //同时创建多个 VLAN
[Huawei] display vlan                     //查看 VLAN 信息
  
```

### 4. 将端口加入相应的 VLAN

```

[Huawei] int Ethernet0/0/1
[Huawei-Ethernet0/0/1] port link-type access //配置端口 E0/0/1 的模式
[Huawei-Ethernet0/0/1] port default vlan 10 //配置端口 E0/0/1 的 PVID 为 10
[Huawei-Ethernet0/0/1] quit
[Huawei] port-group aaa                    //创建端口组 aaa
[Huawei-port-group-aaa] group-member Ethernet 0/0/2 to Ethernet 0/0/10
                                           //添加端口组成员
[Huawei-port-group-aaa] port link-type access //配置组成员端口的模式
[Huawei-port-group-aaa] port default vlan 20 //配置端口组的 PVID 为 20
[Huawei-port-group-aaa] quit
  
```

### 5. 为 VLAN 分配 IP 地址

```

[Huawei] interface Vlanif 10
[Huawei-Vlanif10] IP address 192.168.10.1 255.255.255.0
[Huawei-Vlanif10] undo shutdown
[Huawei-Vlanif10] quit
  
```



```
[Huawei]interface Vlanif 20
[Huawei-Vlanif20]IP address 192.168.20.1 24
[Huawei-Vlanif20]undo shutdown
[Huawei-Vlanif20]quit
```

## 6. 配置终端 IP 地址

终端 IP 地址配置如图 1-36 所示。

| 主机名:                                | PC1                        |
|-------------------------------------|----------------------------|
| MAC 地址:                             | 54-89-98-D8-2B-46          |
| IPv4 配置                             |                            |
| <input checked="" type="radio"/> 静态 | <input type="radio"/> DHCP |
| IP 地址:                              | 192 . 168 . 10 . 2         |
| 子网掩码:                               | 255 . 255 . 255 . 0        |
| 网关:                                 | 192 . 168 . 10 . 1         |

| 主机名:                                | PC2                        |
|-------------------------------------|----------------------------|
| MAC 地址:                             | 54-89-98-AA-33-E7          |
| IPv4 配置                             |                            |
| <input checked="" type="radio"/> 静态 | <input type="radio"/> DHCP |
| IP 地址:                              | 192 . 168 . 20 . 2         |
| 子网掩码:                               | 255 . 255 . 255 . 0        |
| 网关:                                 | 192 . 168 . 20 . 1         |

图 1-36 终端 IP 地址配置图

## 7. 测试结果

使用 PC1 ping 终端 PC2,不通。

# 三、跨交换机划分 VLAN 的过程

## 1. 准备实验设备

两台华为二层交换机、四台 PC。交换机 SWA、SWB 中相同 VLAN 之间可以进行通信,不同 VLAN 之间无法进行通信。

## 2. 规划网络拓扑图

跨交换机划分 VLAN 拓扑图如图 1-37 所示。

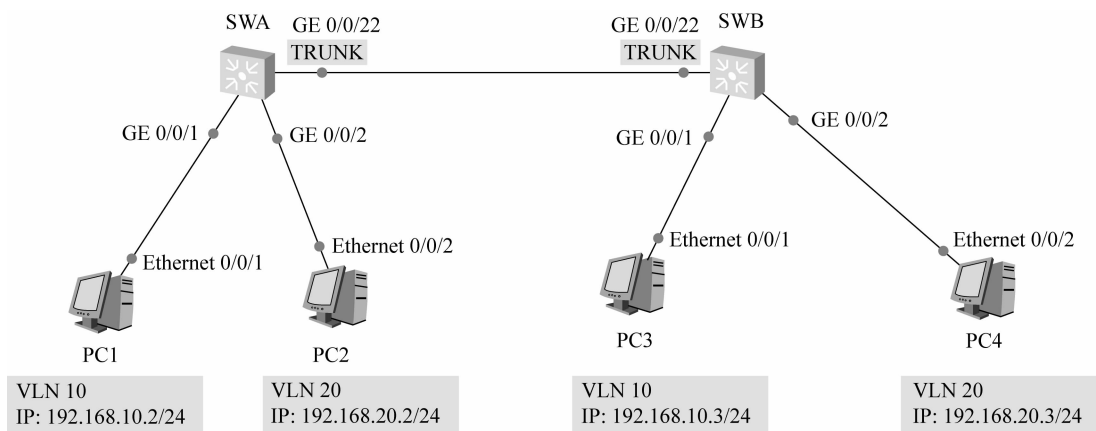


图 1-37 跨交换机划分 VLAN 拓扑图

## 3. 二层交换机 SWA 的配置

```
<Huawei>undo terminal monitor
<Huawei> system-view
```

```
[Huawei] vlan 10
[Huawei]vlan batch 20 30
[Huawei]display vlan
<Huawei>system-view
[Huawei] sysname SWA
[SWA]int Ethernet 0/0/1
[SWA-Ethernet0/0/1]port link-type access
[SWA-Ethernet0/0/1]port default vlan 10
[SWA-Ethernet0/0/1]quit
[SWA]port-groupaaa
[SWA-port-group-aaa]group-member Ethernet 0/0/2 to Ethernet 0/0/10 port link-type access
[SWA-port-group-aaa]port default vlan
[SWA-port-group-aaa]port default vlan 20
[SWA-port-group-aaa]quit
[SWA]interface Vlanif 10
[SWA-Vlanif10]IP address 192.168.10.1 255.255.255.0
[SWA-Vlanif10]undo shutdown
[SWA-Vlanif10]quit
[SWA]interface Vlanif 20
[SWA-Vlanif20]IP address 192.168.20.1 24
[SWA-Vlanif20]undo shutdown
[SWA-Vlanif20]quit
[SWA]interface Ethernet 0/0/22
[SWA-Ethernet0/0/22]port link-type trunk
[SWA-Ethernet0/0/22]port trunk allow-pass vlan all
```

#### 4. 二层交换机 SWB 的配置

```
<Huawei>undo terminal monitor
<Huawei> system-view
[Huawei] sysname SWB
[SWB]interface Ethernet 0/0/22
[SWB-Ethernet0/0/22]port link-type trunk
[SWB-Ethernet0/0/22]port trunk allow-pass vlan all
[SWB-Ethernet0/0/22]quit
[SWB]VLAN batch 10 20
[SWB]interface Vlanif 10
[SWB-Vlanif10]IP address 192.168.10.1 24
[SWB-Vlanif10]undo shutdown
[SWB-Vlanif10]quit
[SWB]interface Vlanif 20
[SWB-Vlanif20]ip address 192.168.20.1 24
[SWB-Vlanif20]undo shutdown
```



```
[SWB-Vlanif20]quit
[SWB]interface Ethernet 0/0/1
[SWB-Ethernet0/0/1]port link-type access
[SWB-Ethernet0/0/1]port default vlan 10
[SWB-Ethernet0/0/1]quit
[SWB]interface Ethernet 0/0/2
[SWB-Ethernet0/0/2]port link-type access
[SWB-Ethernet0/0/2]port default vlan 20
[SWB-Ethernet0/0/2]quit
```

## 5. 配置终端

终端 IP 地址配置如图 1-38 所示。

|                                                                           |                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 主机名: PC1                                                                  | 主机名: PC2                                                                  |
| MAC 地址: 54-89-98-D8-2B-46                                                 | MAC 地址: 54-89-98-AA-33-E7                                                 |
| IPv4 配置<br><input checked="" type="radio"/> 静态 <input type="radio"/> DHCP | IPv4 配置<br><input checked="" type="radio"/> 静态 <input type="radio"/> DHCP |
| IP 地址: 192 . 168 . 10 . 2                                                 | IP 地址: 192 . 168 . 20 . 2                                                 |
| 子网掩码: 255 . 255 . 255 . 0                                                 | 子网掩码: 255 . 255 . 255 . 0                                                 |
| 网关: 192 . 168 . 10 . 1                                                    | 网关: 192 . 168 . 20 . 1                                                    |

|                                                                           |                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 主机名: PC3                                                                  | 主机名: PC4                                                                  |
| MAC 地址: 54-89-98-3A-77-51                                                 | MAC 地址: 54-89-98-7B-48-05                                                 |
| IPv4 配置<br><input checked="" type="radio"/> 静态 <input type="radio"/> DHCP | IPv4 配置<br><input checked="" type="radio"/> 静态 <input type="radio"/> DHCP |
| IP 地址: 192 . 168 . 10 . 3                                                 | IP 地址: 192 . 168 . 20 . 3                                                 |
| 子网掩码: 255 . 255 . 255 . 0                                                 | 子网掩码: 255 . 255 . 255 . 0                                                 |
| 网关: 192 . 168 . 10 . 1                                                    | 网关: 192 . 168 . 20 . 1                                                    |

图 1-38 终端 IP 地址配置图

## 6. 测试

使用连接交换机 SWA 中 PC1 去 ping 连接交换机 SWB 中 PC3 可以 ping 通,但是 ping 连接交换机 SWB 中 PC4 不可以 ping 通。跨 VLAN 之间不可以进行通信。



## 项目归纳总结

本项目从网络基础知识入手,介绍了网络的结构、种类和作用,应熟练掌握网络的常用设备,如集线器、交换机、路由器等,明确这些设备的作用和使用方法。从家庭的小型局域网开始,着重介绍了局域网的拓扑结构、构成原理、组建方法等。对于小型局域网,要学会设备连接,重点掌握工具的使用方法和基本操作技能,如双绞线的制作、网线测试工具的使用等。在掌握小型局域网组建过程的基础上,要继续完成交换式局域网的构成操作练习,加深对交换机、路由器的认识和对网络协议的理解。交换式局域网需要进行一定的配置,熟练掌握配置步骤是非常必要的。在设置 VLAN 的过程中,要理解其含义和目的。要结合具体型号的交换机进行配置,多阅读参考手册会有很大的帮助。



## 知识与能力考核

| 课程名称:网络与综合布线系统工程技术 |                     | 授课地点: |       |      |
|--------------------|---------------------|-------|-------|------|
| 项目一:局域网的组建         |                     | 授课教师: | 授课学时: |      |
| 课程性质:理实一体课程        |                     | 综合评分: |       |      |
| 知识掌握情况评分(35 分)     |                     |       |       |      |
| 序 号                | 知识考核点               | 教师评价  | 配 分   | 实际得分 |
| 1                  | 掌握网络的基础知识           |       | 5     |      |
| 2                  | 掌握网络设备的性能和参数        |       | 10    |      |
| 3                  | 掌握交换式局域网的概念和作用      |       | 5     |      |
| 4                  | 掌握虚拟局域网的概念和作用       |       | 5     |      |
| 5                  | 掌握 IP 地址的概念         |       | 10    |      |
| 工作任务完成情况评分(65 分)   |                     |       |       |      |
| 序 号                | 能力操作考核点             | 教师评价  | 配 分   | 实际得分 |
| 1                  | 能够正确使用工具和测试仪器       |       | 15    |      |
| 2                  | 能够制作双绞线             |       | 5     |      |
| 3                  | 能够熟练使用 Visio 软件进行绘图 |       | 10    |      |
| 4                  | 能够熟练使用华为 eNSP 软件    |       | 15    |      |
| 5                  | 能够正确组建交换式局域网        |       | 10    |      |
| 6                  | 能够正确配置和划分 VLAN      |       | 10    |      |
| 违规扣分(50 分)         |                     |       |       |      |
| 序 号                | 违规内容                | 教师评价  | 配 分   | 实际扣分 |
| 1                  | 设备、仪器、仪表损坏          |       | 10    |      |
| 2                  | 课上不参与小组工作           |       | 15    |      |
| 3                  | 严重旷课、缺课             |       | 15    |      |
| 4                  | 严重干扰课堂秩序            |       | 10    |      |



## 自测题

1. 上网搜集有关局域网硬件和软件的资料,并撰写学习报告。
2. 自己在家组建一个无线局域网,并绘制网络拓扑图。
3. 到网吧进行实地调研,了解网吧的局域网构成,并绘制网络拓扑图。
4. 了解并学会使用组网工具、仪器。
5. 对两台计算机进行对等网的连接(制作直通和交叉双绞线)。



6. 什么是网络协议? 交换式局域网的核心设备有哪些?
7. 以太网交换机有何特点? 它与集线器有何区别?
8. 比较共享式局域网和交换式局域网的异同, 并撰写报告。
9. 学习局域网 802.3 标准, 并撰写报告。
10. 为什么要划分 VLAN? VLAN 的优点是什么?
11. 划分虚拟局域网的方法有哪些?