



普通高等教育“十一五”国家级规划教材 计算机系列教材

计算机网络课程设计

任兴田 王勇 杨建红 编著

清华大学出版社

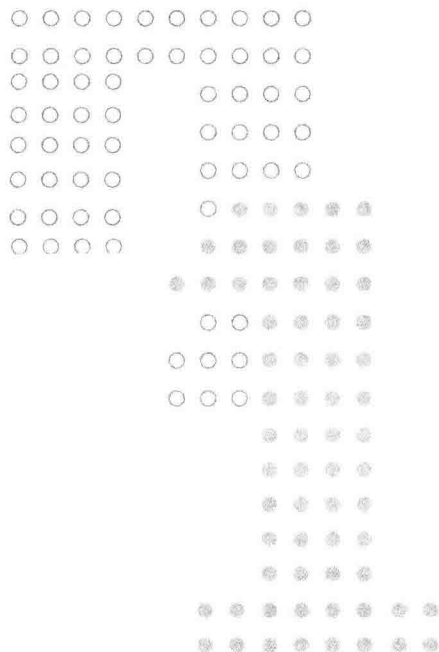




普通高等教育“十一五”国家级规划教材 计算机系列教材

任兴田 王勇 杨建红 编著

计算机网络课程设计



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书重点讲述了实际网络的组建、网络协议的分析和网络编程的基本方法,介绍了交换机和路由器等常用网络设备的配置和管理;本书从众多网络协议中选出数据链路层、网络层、传输层和应用层的7个常用网络协议进行了分析,并且精心设计了11个网络编程。每一个课程设计都简要介绍相关协议的工作原理,不需要读者再去查阅其他资料;涵盖实际网络的组建、常用网络协议的分析和网络程序的设计与实现等方面;可以根据课程设计的课时情况,选择其中的某些课程设计作为教学内容,便于组织教学实践。

本书既可以作为高等院校计算机、物联网、软件工程、电子信息及相关专业的计算机网络课程设计教材,也可作为计算机网络工程技术人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络课程设计/任兴田,王勇,杨建红编著. —北京:清华大学出版社,2016

计算机系列教材

ISBN 978-7-302-42159-7

I. ①计… II. ①任… ②王… ③杨… III. ①计算机网络—课程设计—高等学校—教材
IV. ①TP393-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 271785 号

责任编辑:张 民 李 晔

封面设计:常雪影

责任校对:时翠兰

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:15.25

字 数:354 千字

版 次:2016 年 1 月第 1 版

印 次:2016 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.50 元

产品编号:067180-01

计算机网络课程是一门实践性很强的课程,实践教学环节在教学过程中起着举足轻重的作用。通过课程设计不仅可以使学生加深对网络协议工作原理的理解和掌握,而且可以培养学生的网络运行管理和维护能力、网络协议分析能力以及网络编程开发能力。

本书重点讲述了实际网络的组建、网络协议的分析 and 网络编程的基本方法,介绍了交换机和路由器等常用网络设备的配置和管理;本书从众多网络协议中选出数据链路层、网络层、传输层和应用层的 7 个常用网络协议进行了分析,并且精心设计了 11 个网络编程。

本书的主要特色体现在以下 4 个方面:

(1) 理论实践相结合。每一个课程设计都简要介绍相关协议的工作原理,不需要读者再去查阅其他资料。

(2) 覆盖面广。本书涵盖实际网络的组建、常用网络协议的分析 and 网络程序的设计与实现等方面。

(3) 对网络环境的要求较低。网络组建只需要由 PC、交换机和路由器组成的基本网络环境。协议分析只需要实际连接 Internet 的环境。网络编程是基于套接口的,不需要大量的网络设备和复杂的网络环境,就可以进行各层协议的编程开发。

(4) 灵活性高。可以根据课程设计的课时情况,选择其中的某些课程设计作为教学内容,便于组织教学实践。

全书共分 3 章。第 1 章介绍实际网络的组建,包括网线制作、路由器配置、虚拟局域网(VLAN)划分、访问控制列表(ACL)配置以及动态主机配置协议(DHCP)配置等。在配置和管理实际网络过程中,加深理解网络协议的基本工作原理,掌握网络的运行维护和管理。第 2 章介绍网络协议分析,利用 Wireshark 捕获在局域网中传输的数据包,对以太网、ARP、IP、ICMP、UDP、TCP 和 HTTP 等常用网络协议进行分析,以便更好地理解这些协议的数据包结构,掌握这些协议的工作原理。第 3 章介绍网络编程,包括以太网 ARP 请求发送程序、以太网 ARP 响应分析程序、ping 程序、多播客户/服务器程序、UDP 报文发送程序、TCP SYN 报文发送程序、UDP 客户/服务器程序、TCP 客户/服务器程序、服务器接口监测程序、邮件客户端程序和聊天客户/服务器程序等。通过数据链路层、网络层、传输层和应用层的常用协议的设计与实现,加深理解这些协议的工作原理,掌握网络编程的基本流程和基本方法,培养编程开发能力。

本书在编写过程中参考了国内外最新文献资料,可以作为高等院校计算机、物联网、软件工程、电子信息类及相关专业的配套的课程设计教材,也可作为从事计算机网络的工

程技术人员的参考书。作者在教学中利用这些内容做了一些尝试,并取得了较好的教学效果。

本书由任兴田、王勇和杨建红共同编写,由任兴田完成全书的统稿。

限于作者的学术水平,书中难免存在不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2015 年 7 月

F O R E W O R D

第 1 章 网络组建 /1

1.1 网线制作 /1

1.1.1 课程设计目的 /1

1.1.2 课程设计内容 /1

1.1.3 相关知识 /1

1.1.4 课程设计步骤 /2

1.2 路由器配置 /3

1.2.1 课程设计目的 /3

1.2.2 课程设计内容 /3

1.2.3 相关知识 /3

1.2.4 课程设计步骤 /7

1.3 VLAN 配置 /10

1.3.1 课程设计目的 /10

1.3.2 课程设计内容 /11

1.3.3 相关知识 /11

1.3.4 课程设计步骤 /13

1.4 ACL 配置 /14

1.4.1 课程设计目的 /14

1.4.2 课程设计内容 /14

1.4.3 相关知识 /15

1.4.4 课程设计步骤 /18

1.5 DHCP 配置 /19

1.5.1 课程设计目的 /19

1.5.2 课程设计内容 /19

1.5.3 相关知识 /20

1.5.4 课程设计步骤 /20

第 2 章 网络协议分析 /23

2.1 Wireshark 使用 /23

2.1.1 课程设计目的 /23

2.1.2 课程设计内容 /23

2.1.3 相关知识 /23

2.1.4	课程设计步骤	/24
2.2	以太网协议分析	/29
2.2.1	课程设计目的	/29
2.2.2	课程设计内容	/29
2.2.3	相关知识	/29
2.2.4	课程设计步骤	/30
2.3	ARP 协议分析	/31
2.3.1	课程设计目的	/31
2.3.2	课程设计内容	/31
2.3.3	相关知识	/31
2.3.4	课程设计步骤	/32
2.4	IP 协议分析	/34
2.4.1	课程设计目的	/34
2.4.2	课程设计内容	/34
2.4.3	相关知识	/34
2.4.4	课程设计步骤	/35
2.5	ICMP 协议分析	/38
2.5.1	课程设计目的	/38
2.5.2	课程设计内容	/38
2.5.3	相关知识	/38
2.5.4	课程设计步骤	/40
2.6	UDP 协议分析	/41
2.6.1	课程设计目的	/41
2.6.2	课程设计内容	/42
2.6.3	相关知识	/42
2.6.4	课程设计步骤	/43
2.7	TCP 协议分析	/44
2.7.1	课程设计目的	/44
2.7.2	课程设计内容	/44
2.7.3	相关知识	/44
2.7.4	课程设计步骤	/47
2.8	HTTP 协议分析	/52

- 2.8.1 课程设计目的 /52
- 2.8.2 课程设计内容 /52
- 2.8.3 相关知识 /52
- 2.8.4 课程设计步骤 /54

第3章 网络编程 /57

- 3.1 以太网 ARP 请求发送程序 /57
 - 3.1.1 课程设计目的 /57
 - 3.1.2 课程设计内容 /57
 - 3.1.3 相关知识 /57
 - 3.1.4 课程设计分析 /57
 - 3.1.5 进一步的扩展 /61
- 3.2 以太网 ARP 响应分析程序 /61
 - 3.2.1 课程设计目的 /61
 - 3.2.2 课程设计内容 /62
 - 3.2.3 相关知识 /62
 - 3.2.4 课程设计分析 /62
 - 3.2.5 进一步的扩展 /64
- 3.3 ping 程序 /65
 - 3.3.1 课程设计目的 /65
 - 3.3.2 课程设计内容 /65
 - 3.3.3 相关知识 /65
 - 3.3.4 课程设计分析 /66
 - 3.3.5 进一步的扩展 /70
- 3.4 多播客户/服务器程序 /71
 - 3.4.1 课程设计目的 /71
 - 3.4.2 课程设计内容 /71
 - 3.4.3 相关知识 /71
 - 3.4.4 课程设计分析 /73
- 3.5 UDP 报文发送程序 /75
 - 3.5.1 课程设计目的 /75
 - 3.5.2 课程设计内容 /75

3.5.3	相关知识	/75
3.5.4	课程设计分析	/75
3.5.5	进一步的扩展	/78
3.6	TCP SYN 报文发送程序	/79
3.6.1	课程设计目的	/79
3.6.2	课程设计内容	/79
3.6.3	相关知识	/79
3.6.4	课程设计分析	/79
3.6.5	进一步的扩展	/84
3.7	UDP 客户/服务器程序	/84
3.7.1	课程设计目的	/84
3.7.2	课程设计内容	/84
3.7.3	相关知识	/84
3.7.4	课程设计分析	/84
3.7.5	进一步的扩展	/86
3.8	TCP 客户/服务器程序	/87
3.8.1	课程设计目的	/87
3.8.2	课程设计内容	/87
3.8.3	相关知识	/87
3.8.4	课程设计分析	/87
3.8.5	进一步的扩展	/90
3.9	服务器接口流量监测程序	/90
3.9.1	课程设计目的	/90
3.9.2	课程设计内容	/90
3.9.3	相关知识	/90
3.9.4	课程设计分析	/96
3.9.5	进一步的扩展	/97
3.10	邮件客户端程序	/98
3.10.1	课程设计目的	/98
3.10.2	课程设计内容	/98
3.10.3	相关知识	/98
3.10.4	课程设计分析	/101

3.10.5	进一步的扩展	/109
3.11	聊天客户/服务器程序	/109
3.11.1	课程设计目的	/109
3.11.2	课程设计内容	/109
3.11.3	相关知识	/110
3.11.4	课程设计分析	/110
3.11.5	进一步的扩展	/122

附录 /124

附录 A 网络编程的参考答案 /124

A.1	以太网 ARP 请求发送程序参考答案	/124
A.2	以太网 ARP 响应分析程序参考答案	/128
A.3	ping 程序参考答案	/130
A.4	多播客户/服务器程序参考答案	/136
A.5	UDP 报文发送程序参考答案	/139
A.6	TCP SYN 报文发送程序参考答案	/145
A.7	UDP 客户/服务器程序参考答案	/151
A.8	TCP 客户/服务器程序	/153
A.9	服务器接口流量监测程序参考答案	/157
A.10	邮件客户端程序参考答案	/161
A.11	聊天客户/服务器程序参考答案	/187

附录 B Linux 网络编程基础知识 /215

B.1	地址结构	/215
B.2	相关函数	/216

附录 C Java 网络编程基础知识 /228

C.1	客户套接口	/228
C.2	服务器套接口	/231

参考文献 /234

第1章 网络组建

本章主要是学习动手组建实际的网络环境。在配置和管理实际网络中,理解网络协议的基本原理,掌握网络的运行维护和管理。

在介绍了双绞线的规格、作用和制作方法之后,重点讲述路由器和交换机等网络设备的基本功能和基本配置,包括在路由器上配置静态路由、路由信息协议(Routing Information Protocol,RIP)动态路由和开放最短路径优先(Open Shortest Path First,OSPF)协议动态路由,在交换机上划分虚拟局域网(Virtual LAN,VLAN),配置访问控制列表(Access Control List,ACL)以及配置动态主机配置协议(Dynamic Host Control Protocol,DHCP)等内容。

1.1 网线制作

1.1.1 课程设计目的

本课程设计的主要目的是掌握直通线和交叉线的规格、作用和制作方法,学习网线测试工具的使用。

1.1.2 课程设计内容

本课程设计要求制作和测试网线,具体的内容如下:

- (1) 制作直通线和交叉线;
- (2) 使用网线测试仪检测制作网线的连通情况。

1.1.3 相关知识

1. 双绞线

双绞线由两根相互绝缘的铜线组成,当两根线绞合在一起后,不同电线产生的干扰波会相互抵消,可以显著降低电线的辐射。双绞线可分为屏蔽双绞线和非屏蔽双绞线两大类。非屏蔽双绞线由多对双绞线和一个塑料外皮构成。屏蔽双绞线电缆的外层由铝箔包裹,以减少辐射,但并不能完全消除辐射。非屏蔽双绞线分为3类、5类和6类等,屏蔽双绞线为7类。

2. RJ-45 连接器

RJ-45 连接器也称水晶头。通常它被安装在双绞线两头,以便于网卡、集线器、ADSL

调制解调器、交换机、路由器等网络设备相连。它共有八个金属引脚,当插入 RJ-45 插座时,分别与插座中的八个引脚相连,各引脚作用各不相同,有排列次序关系。当金属引脚面对我们时,引脚从左至右序号分别为 1~8。

3. 压线钳

压线钳通常具有剪线、剥线和压线三项功能。

4. 网线测试仪及使用方法

将网线两端的水晶头分别插入主测试仪和远程测试端的 RJ-45 端口,将开关拨到“ON”(S 为慢速挡)。

(1) 直通连线的测试。测试直通连线时,主测试仪的指示灯应该从 1~8 逐个顺序闪亮,而远程测试端的指示灯也应该从 1~8 逐个顺序闪亮。如果是这种现象,就说明直通线的连通性没问题,否则就得重做。

(2) 交错线连线的测试。测试交错连线时,主测试仪的指示灯也应该从 1~8 逐个顺序闪亮,而远程测试端的指示灯应该是按着 3、6、1、4、5、2、7、8 的顺序逐个闪亮。如果是这样,说明交错线连通性没问题,否则就得重做。

5. 双绞线接线标准与接线方法

双绞线接线通常有 EIA/TIA568A 和 568B 两种国际标准,其排列顺序如下所示。

568B: 橙白 橙 绿白 蓝 蓝白 绿 棕白 棕

568A: 绿白 绿 橙白 蓝 蓝白 橙 棕白 棕

通常双绞线连接的方法有直通线缆和交叉线缆两种方法。直通线缆两端的水晶头遵循 568A 或 568B 标准(通常以 B 标准为多),双绞线的每组线在两端是一一对应的,颜色相同的在两端水晶头的相应槽中保持一致。交叉线的一端采用 568A 标准,另一端采用 568B 标准。

1.1.4 课程设计步骤

1. 直通线制作

直通线一端的制作步骤:

- (1) 准备好双绞线、水晶头和压线钳。
- (2) 用压线钳的剥线刀口将双绞线的外保护套划开,刀口距双绞线的端头至少 2cm,将划开的外保护套管剥去,露出 5 类线缆中的 4 对双绞线。
- (3) 按照 568B 标准(橙白、橙、绿白、蓝、蓝白、绿、棕白、棕)将导线排好。
- (4) 用压线钳的剪线刀口将剥去保护套的 8 根导线多余部分剪去,留下约 1.2cm。
- (5) 将剪去多余部分后的导线插入 RJ-45 插头,试试长短(要插到底),电缆线的外保护套应能在 RJ-45 插头内的凹陷处被压实。反复进行调整。

(6) 将 RJ-45 插头放入压线钳的压头槽内压实。

按照上述方法制作双绞线的另一端,就完成直通线的制作了。

2. 交叉线制作

交叉线一端的制作方法和导线的线序与直通线相同,另一端将 8 根导线按绿白、绿、橙白、蓝、蓝白、橙、棕白、棕的顺序平行排列,其他步骤与直通线的相同。

3. 网线测试

将双绞线两端的水晶头安装完成后,还需要用网线测试仪进行测试。

(1) 直通线的测试。测试直通连线时,主测试仪的指示灯应该从 1~8 逐个顺序闪亮,而远程测试端的指示灯也应该从 1~8 逐个顺序闪亮。如果是这种现象,说明直通线的连通性没问题,否则就得重做。

(2) 交叉线的测试。测试交叉线时,主测试仪的指示灯也应该从 1~8 逐个顺序闪亮,而远程测试端的指示灯应该是按着 3、6、1、4、5、2、7、8 的顺序逐个闪亮。如果是这样,则说明交叉线连通没问题,否则就得重做。

1.2 路由器配置

1.2.1 课程设计目的

本课程设计的主要目的是理解路由器工作原理,掌握静态路由协议和动态路由协议的配置以及基本的测试命令。

1.2.2 课程设计内容

本课程设计要求配置路由器,具体的内容如下:

- (1) 配置路由器的接口;
- (2) 配置路由器的静态路由,使得各网络能够互相连通;
- (3) 配置路由器的 RIP 动态路由,使得各网络能够互相连通;
- (4) 配置路由器的 OSPF 动态路由,使得各网络能够互相连通;
- (5) 配置 PC 的地址和默认路由,使得各 PC 能够互相连通;
- (6) 测试网络连通性。

1.2.3 相关知识

1. 路由

路由是指通过相互连接的网络把数据包从源地点传送到目标地点的活动。在路由过

程中,数据包至少会经过一个或多个中间结点。而路由器是执行这种行为动作的网络通信设备,它工作在网络层,具有连接不同类型网络的能力,并能够选择数据传送路径的网络设备。

2. 路由表

为了给经过结点(主机、路由器等)的每个数据包寻找一条最佳传输路径,在结点中要保存各种传输路径的相关信息,供路由选择时使用,结点中保存的这种传输路径的相关信息称为路由表。路由表中保存着目的地址、前缀长度、接口和下一跳地址等内容。路由表可以由系统管理员根据网络情况预先设定,不能根据当前测量或估计的网络流量和拓扑结构的变化更新路由表,这种路由表称为静态路由表。其特点是简单,开销少,但灵活性差。也可以根据网络流量和拓扑结构的变化更新路由表,这种路由表称为动态路由表。其特点是健壮性和灵活性好,但开销大。

3. 路由器组成

CPU 负责执行路由器操作系统的指令以及通过控制台或者通过远程登录连接而输入的用户口令。CPU 的处理功能直接与路由器的处理能力相关。

RAM/DRAM 用于存储临时的运算结果,例如,存储路由选择表、快速交换缓存、数据包缓冲器以及数据包控制队列。RAM 中的数据在路由器断电后会丢失。

NVRAM 为非易失性 RAM,用于存储路由器的备份配置文件。路由器断电后,NVRAM 中的内容仍然保存。

Flash 为可擦除、可编程的 ROM,用于存放路由器的 IOS,Flash 的可擦除特性允许更新、升级 IOS,而不用更换路由器内部的芯片。路由器断电后,Flash 的内容不会丢失。当 Flash 容量较大时,可以存放多个 IOS 版本。

ROM 为只读存储器,包含开机诊断程序、引导程序和特殊版本的 IOS 软件。

数据包进入和离开路由器的网络连接必须通过接口才能实现。路由器的接口类型非常多,它们各自用于不同的网络连接。路由器接口类型主要分为与局域网设备之间的连接和与广域网设备之间的连接两种类型接口。

4. 路由协议分类

静态路由协议是一种特殊的路由,根据互联网的拓扑结构和连接方式,由网络管理员采用手工方法在路由器中配置而成。这种方法适合规模较小、路由表相对简单的网络中使用。静态路由的优点是简单,开销少。

动态路由协议分为距离矢量协议和链路状态协议。

距离矢量协议是一种动态路由协议,采用距离矢量算法。距离矢量算法就是相邻的路由器之间互相交换整个路由表,并进行矢量的叠加,最终达到了解整个网络路由。它适合于小型到中型、多路径、动态的互联网环境,如 RIP 协议。

链路状态协议使用链路状态算法,最适宜较大型到特大型、多路径、动态的互联网环境,如 OSPF 协议。

5. 路由器的配置模式

路由器常见的配置模式如图 1-1 所示。

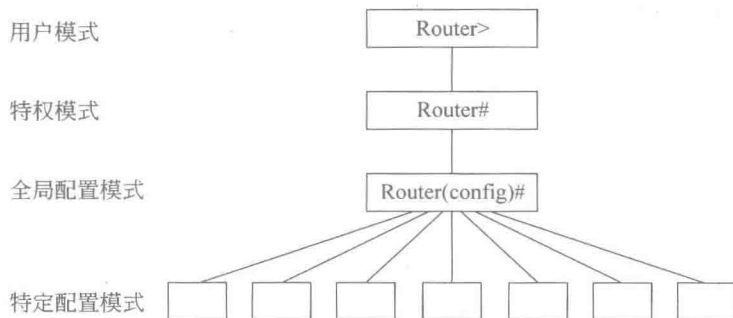


图 1-1 路由器常见的配置模式

用户模式(User EXEC mode)。在该命令模式下,用户只能运行少数的命令,只能查看一些路由器当前的使用状态。在用户模式下无法做任何的配置,要配置路由器,必须转入特权模式。

```

Router>                                //用户模式
Router>show interface                  //查看接口信息
Router>show ip router                  //查看路由表信息
  
```

特权模式(Privileged EXEC mode)。这种模式支持调试和测试命令,详细检查路由器,配置文件操作和访问配置模式。

```

Router>enable                          //特权模式
Router#
  
```

全局配置模式(Global configuration mode)。这种模式实现强大的执行简单配置任务的单行命令。

```

Router#configure terminal
Router(config)#                        //全局配置模式
  
```

特定配置模式(Specific configuration modes)包括接口配置模式、路由协议配置模式等,这些模式提供更详细的配置。

```

Router(config)#interface fastEthernet 0/1
Router(config-if)#                      //接口配置子模式
Router(config-if)#exit
Router(config)#router rip
Router(config-router)#                  //路由配置子模式
  
```

6. 路由器配置常用命令

1) 帮助

无论在何种状态和位置,都可以通过输入“?”得到系统的帮助。

2) 改变状态命令

进入特权命令: `enable`

退出特权命令状态: `disable`

进入设置对话状态: `setup`

进入全局设置状态: `config`

进入接口设置状态: `interface type slot/number`^①

退出局部设置状态: `exit`

进入子接口设置状态: `interface type number.subinterface[point-to-point | multipoint]`

进入线路设置状态: `line type slot/number`

进入路由设置状态: `router protocol`

退出局部设置状态: `exit`

3) 显示命令

查看版本及引导信息: `show version`

查看运行设置: `show running-config`

查看开机设置: `show startup-config`

显示路由信息: `show ip router`

显示接口信息: `show interface type slot/number`

4) 基本设置命令

全局设置: `config terminal`

设置特权密码: `enable secret password`

设置访问用户及密码: `username username password password`

设置路由器名: `hostname name`

设置登录密码: `password password`

设置静态路由: `ip route destination subnet-mask next-hop`

启动 IP 路由: `ip routing`

设置 IP 地址: `ip address address subnet-mask`

激活接口: `no shutdown`

启动登录进程: `login[local | tacacs server]`

^① 本书的命令中必须由实际值进行替代的部分采用斜体表示。

1.2.4 课程设计步骤

1. 配置静态路由

配置静态路由的拓扑图如图 1-2 所示。假设 X 为 1 组,Y 为 2 组,根据图 1-2 连接设备,配置路由器的静态路由,使 192.168.0.0/24 网络、192.168.1.0/24 网络和 192.168.2.0/24 网络能相互通信。

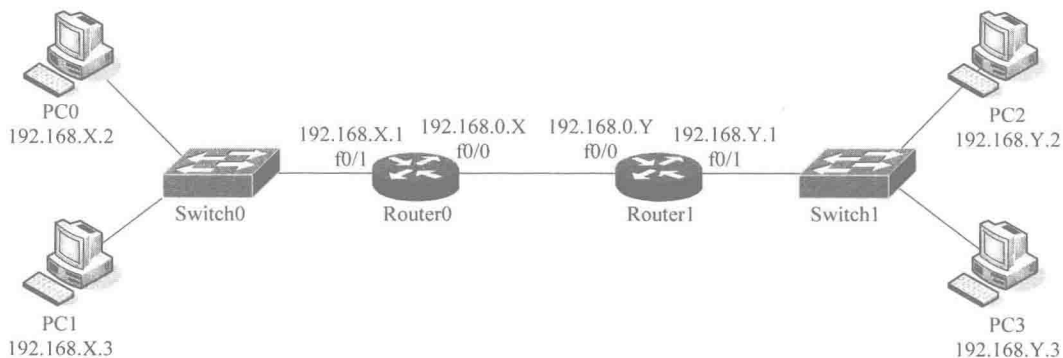


图 1-2 路由器配置拓扑图(注:图中 X、Y 为组号)

(1) 根据图 1-2,连接设备。

(2) 配置路由器接口的 IP 地址,配置静态路由,并查看路由配置。

① 在 Router0 上配置静态路由。

```
Router>
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#hostname Router0
//配置路由器 f0/0 接口
Router0(config)#interface f0/0
//配置 f0/0 接口的 IP 为 192.168.0.1,子网掩码为 255.255.255.0
Router0(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
//激活接口
Router0(config-if)#no shutdown
Router0(config-if)#exit
//配置路由器 f0/1 接口
Router0(config)#interface f0/1
Router0(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router0(config-if)#no shutdown
Router0(config-if)#exit
//配置静态路由。目的网络为 192.168.2.0/24 和下一跳地址为 192.168.0.2
Router0(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.0.2
Router0(config)#end
```