遵循自顶向下的网络教学思路，简便易搭的自主实验平台

# 计算机网络及应用实验指示书

程朋 贾庆山 曹军威 编著

清华大学出版社

# 计算机网络
## 及应用实验指示书

程朋 贾庆山 曹军威 编著

清华大学出版社
北京

## 内 容 简 介

本书是清华大学自动化系“计算机网络及应用”课程的实验指导书。本书是根据 James F. Kurose 教授和 Keith W. Ross 教授编写的《计算机网络：自顶向下方法》教材设置的实验内容。本书内容涉及基本网络操作命令的使用、常用网络服务的配置、TCP/UDP 等数据包的捕获和分析、Socket 网络通信编程等。

本书适用于计算机科学与技术专业及相关专业的大学本科生和研究生，也可用于教学培训。本书能够帮助读者在实验中进一步理解计算机网络的相关知识，提高读者解决计算机网络相关实际问题的能力。



**图书在版编目(CIP)数据**

计算机网络及应用实验指示书/程朋，贾庆山，曹军威编著. —北京：清华大学出版社，2017
ISBN 978-7-302-46225-5

Ⅰ. ①计… Ⅱ. ①程… ②贾… ③曹… Ⅲ. ①计算机网络－实验－高等学校－教材 Ⅳ. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 019936 号

**责任编辑**：王一玲
**封面设计**：常雪影
**责任校对**：梁　毅
**责任印制**：宋　林

**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**：清华大学印刷厂
**经　　销**：全国新华书店
**开　　本**：185mm×230mm　　**印　　张**：6　　**字　　数**：86 千字
**版　　次**：2017 年 5 月第 1 版　　**印　　次**：2017 年 5 月第1 次印刷
**印　　数**：1～1500
**定　　价**：29.00 元

产品编号：062437-01

# 前言

FOREWORD

## 实验安排说明

结合清华大学自动化系计算机网络课程的教学内容，设计了该实验指导书。实验内容共分为7个实验环节，力求使学生通过这些实验加深理解网络基本概念，了解各项网络服务配置原理和方法，进而设计和开发网络通信程序，并通过对需要大量设备投入的实验进行软件模拟，了解网络相关设备的工作原理和实现方法。

## 实验要求

1. 预习实验指导书有关部分，做好实验内容的准备，就实验可能出现的情况提前做出思考。

2. 实验过程中认真进行相关实验和测试，观察出现的问题，记录主要情况，并做出必要说明和分析。

3. 编程实验要求提交源程序、程序设计文档及用户使用说明。

4. 在实验室进行实验，实验结束后，要求全部卸载实验中安装的软件。

5. 认真书写实验报告。实验报告包括主要实验内容，实验情况及其分析，并解答实验思考中的问题。

# 目录

CONTENTS


# 基本网络操作命令

## 1.1 实验目的

练习使用网络常用命令，进一步了解网络地址、子网掩码、域名、网关、路由、地址解析、协议和端口等基本概念；通过查看和测试网络状态，发现和解决网络可能存在的问题。

## 1.2 实验环境

安装并配置了 TCP/IP 协议的联网微机，Windows 系列操作系统（主要针对 Windows XP 操作系统，Windows 7 下基本兼容；Win 98、Win Me 等早期操作系统会与附录部分命令略有不同，可参考 Windows 命令帮助）。

## 1.3 实验内容

（1）练习使用 ipconfig 工具，检测网络配置查看并记录本地微机的 IP（v4）地址、子网掩码、DNS 服务器地址、默认网关地址，网卡物理地址等；

(2) 使用 nbtstat 工具,确定本机和相邻计算机的 netbios 信息;

(3) 使用 netstat 工具,查看并记录本机传输层协议统计信息和协议端口;

(4) 熟悉 arp 命令的基本用法,了解 IP 地址和物理地址间映射关系,查看本机、相邻主机或网关的 IP 地址和物理地址的映射关系;

(5) 练习使用 ping 命令,测试网络连通性,要求测试本机、邻居计算机、默认网关、域名服务器、远程网络地址等;

(6) 练习使用 tracert 命令,检测到达目的地址 166.111.8.28 所经过的路由器的 IP 地址。

## 1.4 实验要求

(1) 阅读实验指示书和附录,掌握常用网络命令及各种参数的使用方法。

(2) 查看并记录使用命令后信息,整理实验数据,分析网络现状和问题。

(3) 提交实验报告,报告包含如下内容:

① 实验环境包括网络环境和微机环境;

② 实验内容及主要结果;

③ 回答实验思考中的问题。

## 1.5 实验思考

(1) 在 Internet 上进行网络通信,主机必须包含的基本网络配置有哪些?必须具有哪些地址?

(2) 在使用 tracert 命令时,在路由检测的过程中可能会出现“*”,是否一定代表路由不可到达?为什么?

(3) 分别使用 ping -r 和 tracert 检验到 166.111.8.28 所通过的路径,分析到达该目标地址的相关路由,获得的路由信息有何不同?并画出到达目的地址的路径示意图。

(4) 实验中还出现了哪些你认为不该出现的或不能解释的现象？你是如何分析和理解的？

## 1.6　附录：网络常用命令

### 1. 利用 ipconfig 工具检测网络配置

| | |
|---|---|
| **/all** | 显示所有适配器的完整 TCP/IP 配置信息。在没有该参数的情况下 ipconfig 只显示 IP 地址、子网掩码和各个适配器的默认网关值。适配器可以代表物理接口(例如安装的网络适配器)或逻辑接口(例如拨号连接)。 |
| **/renew** | 更新所有适配器的 DHCP 配置。该参数仅在具有配置为自动获取 IP 地址的网卡的计算机上可用。 |
| **/release** | 发送 DHCPRELEASE 消息到 DHCP 服务器，以释放所有适配器当前 DHCP 配置并丢弃 IP 地址配置。 |
| **/flushdns** | 清理并重设 DNS 客户解析器缓存的内容。 |
| **/displaydns** | 显示 DNS 客户解析器缓存的内容。 |
| **/registerdns** | 初始化计算机上配置的 DNS 名称和 IP 地址的手工动态注册。 |
| **/showclassid** | 显示指定适配器的 DHCP 类别 ID。 |
| **/setclassid** ***Adapter*** [***ClassID***] | 配置特定适配器的 DHCP 类别 ID。 |
| **/?** | 在命令提示符显示帮助。 |

### 2. 利用 nbtstat 工具查看 NetBios 使用情况

| | |
|---|---|
| **-n** | 命令查看客户机所注册的 netbios 名称。 |
| **-c** | 显示本机 netbios 缓存信息。 |
| **-r** | 显示本机 netbios 统计信息。 |
| **-a** | 用来显示远程主机的 netbios 信息，并能获远程主机的 MAC 地址。 |

### 3. 利用 netstat 工具查看协议统计信息

| | |
|---|---|
| **-a** | 显示所有活动的 TCP 连接以及计算机侦听的 TCP 和 UDP 端口。 |
| **-e** | 显示以太网统计信息，如发送和接收的字节数、数据包数。 |
| **-n** | 显示活动的 TCP 连接。 |
| **-o** | 显示活动的 TCP 连接并包括每个连接的进程 ID (PID)。 |
| **-p** *Protocol* | 显示 *Protocol* 所指定的协议的连接。在这种情况下，*Protocol* 可以是 tcp、udp、tcpv6 或 udpv6。 |
| **-s** | 按协议显示统计信息。默认情况下，显示 TCP、UDP、ICMP 和 IP 协议的统计信息。 |
| **-r** | 显示 IP 路由表的内容。该参数与 route print 命令等价。 |

### 4. 利用 ping 工具检测网络连通性

ping 命令通过向计算机发送 ICMP 回应报文并且监听回应报文的返回，以校验与远程计算机或本地计算机的连接。只有在安装 TCP/IP 协议之后才能使用该命令。对于每个发送报文，ping 最多等待 1 秒，并打印发送和接收报文的数量。比较每个接收报文和发送报文，以校验其有效性。默认情况下，发送四个回应报文，每个报文包含 64 字节的数据(周期性的大写字母序列)。

通常在使用 ping 命令时，可以按照如下顺序测试网络连通性：

| | |
|---|---|
| ping 127.0.0.1 | 检查本机的 TCP/IP 协议安装是否正确。 |
| ping 本机 IP | 检测本机的服务和网络适配器绑定是否正确。 |
| ping 网关 IP | 检测本机和网关连接是否正常。 |
| ping 远程主机 IP | 检测网关是否能转发数据包。 |
| ping 某域名 | 检测 DNS 服务器是否能正常解释。 |

**注意**：Reply from 127.0.0.1：bytes=32 time<10ms TTL=128　通信正常。

Destination host unreachable　　目标主机不可到达。

Request timed out　　请求超时。

ping 命令的具体使用如下所示：

```
ping [ - t] [ - a] [ - n count] [ - l length] [ - f] [ - i ttl] [ - v tos] [ - r count] [ - s count]
[ - j computer - list] | [ - k computer - list] [ - w timeout] destination - list
```

| | |
|---|---|
| **-t** | 校验与指定计算机的连接，直到用户中断。 |
| **-a** | 将地址解析为计算机名。 |
| **-n count** | 发送由 count 指定数量的 ECHO 报文，默认值为 4。 |
| **-l length** | 发送包含由 length 指定数据长度的 ECHO 报文。默认值为 64 字节，最大值为 8192 字节。 |
| **-f** | 在包中发送“不分段”标志。该包将不被路由上的网关分段。 |
| **-i ttl** | 将“生存时间”字段设置为 ttl 指定的数值。 |
| **-v tos** | 将“服务类型”字段设置为 tos 指定的数值。 |
| **-r count** | 在“记录路由”字段中记录发出报文和返回报文的路由。指定的 count 值最小可以是 1，最大可以是 9。 |
| **-s count** | 指定由 count 指定的转发次数的时间戳。 |
| **-j computer-list** | 经过由 computer-list 指定的计算机列表的路由报文。中间网关可能分隔连续的计算机（松散的源路由）。允许的最大 IP 地址数目是 9。 |
| **-k computer-list** | 经过由 computer-list 指定的计算机列表的路由报文。中间网关可能分隔连续的计算机（严格源路由）。允许的最大 IP 地址数目是 9。 |
| **-w timeout** | 以毫秒为单位指定超时间隔。 |
| **destination-list** | 指定要校验连接的远程计算机。 |

### 5. 利用使用 tracert 命令跟踪路径

tracert *host_name* 或者输入 tracert *ip_address*

其中 *host_name* 或 *ip_address* 分别是远程计算机的主机名或 IP 地址。

例如，要跟踪从该计算机到 www. microsoft. com 的连接路由，请在命令提示行输入：

```
tracert www.sina.com
```

如果不希望 tracert 命令解析和显示路径中所有路由器的名称，请使用-d 参数。这会加速路径的显示。例如，要跟踪从该计算机到 www.microsoft.com 的路径而不显示路由器名称，请在命令提示符处输入下列内容：

```
tracert -d www.sina.com
```

利用“tracert 目的地址”命令来检测到达目的地址所经过的路由器的 IP 地址。使用 Tracert 166.111.8.28，显示的结果为如下形式：

```
C:\Documents and Settings\Yangqing>tracert 166.111.8.28
  Tracing route to dns-a.tsinghua.edu.cn [166.111.8.28]
  over a maximum of 30 hops:
   1    <1 ms    <1 ms    <1 ms 219.224.144.1
   2    3 ms     1 ms     1 ms 219.224.130.13
   3    <1 ms    <1 ms    <1 ms 219.224.96.73
   4    <1 ms    <1 ms    <1 ms 219.224.98.6
   5    <1 ms    <1 ms    <1 ms dns-a.tsinghua.edu.cn [166.111.8.28]
 Trace complete.
```

**6. 利用 ARP 命令显示和修改“地址解析协议(ARP)”缓存中的项目**

可使用 arp/? 在命令提示符下显示帮助。

(1) 什么是 ARP 和 ARP cache

ARP (Address Resolution Protocol)是个地址解析协议。在 TCP/IP 协议中，当 A 要给 B 发 IP 包时，需要填写 B 的 IP 为目标地址，但这个包含 IP 地址的包在以太网上传输时，还需要进行一次以太包的封装，在这个以太包中，目标地址为 B 的 MAC 地址。ARP 作用就是根据 B 的 IP 地址去获取其 MAC 地址。当 A 得到 B 的 MAC 地址后，会将 B 的 IP 地址和 MAC 地址一起存储在本机，以备下次使用。ARP cache 是个用来储存(IP,MAC)地址的缓冲区。当 ARP 被询问一个已知 IP 地址节点的 MAC 地址时，先在 ARP cache 查看，若存在，就直接返回 MAC 地址，若不存在，才发送 ARP request 向局域网查询。

(2) 显示 cache 中的 ARP 表

显示高速 cache 中的 ARP 表可以使用 arp -a 命令，因为 ARP 表在没有手工配置之前，通常为动态 ARP 表项，因此，表项的变动较大，arp -a 命令输出的结果也不大相同。如果高速 cache 中的 ARP 表项为空，则 arp -a 命令输出结果为 No ARP Entries Found；如果 ARP 表中存在 IP 地址与 MAC 地址的映射关系，则 arp -a 命令显示该映射关系。

(3) 添加 ARP 静态表项

存储在高速 cache 中的 ARP 表，既可以动态表项，也可以有静态表项。通过 arp -s inet_addr eth_addr 命令，也可以将 IP 地址与 MAC 地址的映射关系手工添加到 ARP 表中。其中，inet_addr 为 IP 地址，eth_addr 为与其相对应的 MAC 地址。通过 arp -s 命令加入的表项是静态表项，所以，系统不会自动将它从 ARP 表中删除，直到人为删除或关机。需要注意：在人为增加 ARP 表项时一定要确保 IP 地址与 MAC 地址的对应关系是正确的，否则将导致发送失败。

(4) 删除 ARP 表项

无论是动态表项还是静态表项，都可以通过 arp -d inet_addr 命令删除，其中 inet_addr 为该表项的 IP 地址。如果要删除 ARP 表中的所有表项，也可以使用“*”来代替具体的 IP 地址。

**7. 域名解析命令 nslookup：可用来诊断域名系统(DNS)基础结构的信息**

例如：

```
C:\Documents and Settings\Automation>nslookup
Default Server: dns.au.tsinghua.edu.cn
Address: 166.111.72.2
>  输入要解析的域名或 ip 地址
```

**8. 网络信使(在 Windows 7 和 Vista 系统中已经不提供信使服务，但提供了一个 msg 功能)**

XP 用户：

| | |
|---|---|
| net send{name/ * /domain[:name]|/users}message | 其中，name 为要接收发送消息的用户名、计算机名或通信名；* 为将消息发送到组中所有名称；/domain[:name]为将消息发送到计算机域中的所有名称；/users 为将消息发送到与服务器连接的所有用户；message 作为消息发送的文本 |
| net stop messenger | 停止信使服务，也可以在控制面板－服务修改 |
| net start messenger | 开始信使服务 |

Win7 或 Vista 用户：

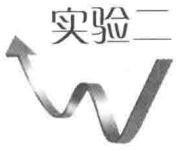
| | |
|---|---|
| MSG username | 示例：给计算机名为 Tom 的用户发信息，msg Tom See you at 1PM today |

**9. 几个 net 命令**

(1) 显示当前工作组服务器列表 net view。

(2) 查看计算机上的用户账号列表 net user。

(3) 查看网络链接 net use，记录链接 net session，例如 C:\> net session。




# 常用网络服务的配置

## 2.1 实验简介

### 2.1.1 实验目的

通过实验熟悉常用网络服务的基本原理和基于客户机/服务器的服务模式，掌握各项服务的服务原理，练习常用网络服务的配置方法。

### 2.1.2 实验内容

(1) 在 Windows 环境练习下配置 DNS 服务，理解域名服务的解析原理和层次关系及相关概念。

(2) 在 Windows 环境中用 Apache HTTP Server 开设 WWW 服务，安装配置 PHP 动态网页编辑环境。

(3) 利用 SERV-U 实现 ftp 服务，并针对不同用户、地址或端口进行授权访问。

(4) 掌握 DHCP 服务器的安装与设置，了解 DHCP 的含义及工作原理，了解 DHCP 客户机的设置。

### 2.1.3 实验环境

在以太网环境中，安装 Windows Server 2003 操作系统的联网微机一台，既作为服务器也作为客户机。多台联网微机环境中，可分别指定服务器和客户机进行测试。

## 2.2 DNS 服务器的设置

### 2.2.1 实验步骤

(1) 安装 DNS 服务器

(2) 配置新的 DNS 服务器

(3) 添加资源记录

(4) 设置 DNS 的属性

(5) 设置 DNS 客户机与测试

### 2.2.2 实验思考

(1) 存储在 DNS 数据库中的数据是静态的还是动态的？如何更新？

(2) 在创建的 DNS 中添加了正向搜索的主机记录，为什么还要添加反向搜索记录？

(3) 在上级域名服务器中修改某域名对应的 IP 地址且配置正确，在客户端测试中发现没有生效，为什么？

(4) 实验中只给出了添加主机记录的部分，如果在该域中要添加一个下级子域，如何操作？

### 2.2.3 附录：实验参考资料

**DNS 概述**