

COMPUTER

高等院校计算机技术



“十二五”规划教材

计算机网络实验

◎ 金蓉 高明 王伟明 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

计算机网络实验

金 蓉 高 明 王伟明 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

内容简介

本书以锐捷 S2128G 交换机、锐捷 S3760-24 交换机、锐捷 R1762 路由器、锐捷 R2690 路由器为实验设备,以 Packet Tracer 5.0 为仿真软件,设计了几个基本的计算机网络实验,主要包括:基本操作、交换机基本配置、路由器基本配置、PPP、STP、VLAN、RIP、OSPF、ACL、NAT。同时本书还设计了一个大型实验:规划大型单核心网络。

本书适合作为计算机网络实验教材。同时,对于从事计算机网络的技术人员来说,也是一本很实用的技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络实验/金蓉,高明,王伟明编著. —杭州:浙江大学出版社,2012.4
ISBN 978-7-308-09748-2

I. ①计… II. ①金… ②高… ③王… III. ①计算机网络—实验—高等学校—教材 IV. TP393—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 046066 号

计算机网络实验

金 蓉 高 明 王伟明 编著

责任编辑 许佳颖

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址:<http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江时代出版服务有限公司

印 刷 富阳市育才印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 6.25

字 数 148 千

版 印 次 2012 年 4 月第 1 版 2012 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-09748-2

定 价 15.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88072522

前 言

随着计算机软硬件的不断升级换代,计算机教学内容也随之更新。计算机网络实验教学在计算机网络教育中的重要性日益突出。随着技术市场与人才市场对计算机网络专业人员的需求不断提高,产品的市场效率和技术要求也必然应该反映到教学中来。

为了适应计算机网络技术的发展和教学实验的要求,更加突出实验内容的实用性,结合多年的教学和科研的实践经验,我们编写这本计算机网络实验教材。

本教材有如下特点:

(1)结合理论与应用,每个实验均设有基础理论介绍,以及结合实际工程应用环境的实验背景;

(2)实验步骤中设置技术要点和提示,技术要点给出关键知识点的说明,提示给出针对性的具体操作提示;

(3)每个实验均设有 FAQ,即常见问题解答,同学们在做实验时若有问题,可首先自行查阅 FAQ。这样既有利于培养学生解决问题的能力,又有利于教师从大量简单重复性的答疑中解放出来,专注于更深层次的引导。

本书总共十三章,内容安排如下。第一章介绍整体实验环境和基本操作;第二到第十二章设计典型的路由交换实验,涉及基本配置、HDLC、PPP、STP、VLAN、VLAN 间路由、RIP、OSPF、ACL、NAT 等专题。第十三章为大型实验,适合用于 15 课时的课程设计。

本书由金蓉组织统稿,感谢周靖峰、李晨、陈樟元的实验验证工作。本书出版得到浙江工商大学浙江本科高校实验教学示范中心项目“网络与通信技术实验教学中心”的资助,同时感谢浙江工商大学计算机网络精品课程建设项目资助。

本书适合作为计算机网络实验教材。同时,对于从事计算机网络的技术人员来说,也是一本实用的技术参考书。

由于时间仓促,加上作者水平有限,书中难免有不妥和错误之处,恳请同行专家指正。
E-mail:jinrong@mail.zjgsu.edu.cn。

编者

2011 年 7 月于杭州

高等院校计算机技术“十二五”

规划教材编委会

顾 问

李国杰 中国工程院院士,中国科学院计算技术研究所所长,浙江大学计算机学院院长

主 任

潘云鹤 中国工程院副院长,院士,计算机专家

副主任

陈 纯 浙江大学计算机学院常务副院长、软件学院院长,教授,浙江省首批特级专家

卢湘鸿 北京语言大学教授,教育部高等学校文科计算机基础教学指导委员会秘书长

冯博琴 西安交通大学计算机教学实验中心主任,教授,2006—2010 年教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会副主任委员,全国高校第一届国家级教学名师

何钦铭 浙江大学软件学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校理工类计算机基础课程教学指导分委员会委员

委 员(按姓氏笔画排列)

马斌荣 首都医科大学教授,2006—2010 年教育部高等学校医药类计算机基础课程教学指导分委员会副主任,北京市有突出贡献专家

石教英 浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室学术委员会委员,浙江大学计算机学院教授,中国图像图形学会副理事长

刘甘娜 大连海事大学计算机学院教授,原教育部非计算机专业计算机课程教学指导分委员会委员

庄越挺 浙江大学计算机学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员

- 许端清 浙江大学计算机学院教授
- 宋方敏 南京大学计算机系副主任,教授,2006—2010 年教育部高等学校理工类计算机基础课程教学指导分委员会委员
- 张长海 吉林大学计算机学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校理工类计算机基础课程教学指导分委员会委员
- 张 森 浙江大学教授,教育部高等学校文科计算机基础教学指导委员会副主任,全国高等院校计算机基础教育研究会副理事长
- 邹逢兴 国防科技大学教授,全国高校第一届国家级教学名师
- 陈志刚 中南大学信息学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员
- 陈根才 浙江大学计算机学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校农林类计算机基础课程教学指导分委员会委员
- 陈 越 浙江大学软件学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会软件工程专业教学指导分委员会委员
- 岳丽华 中国科学技术大学教授,中国计算机学会数据库专委会委员,2006—2010 年教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员
- 耿卫东 浙江大学计算机学院教授,CAD&CG 国家重点实验室副主任
- 鲁东明 浙江大学计算机学院教授,浙江大学网络与信息中心主任

序 言

在人类进入信息社会的 21 世纪,信息作为重要的开发性资源,与材料、能源共同构成了社会物质生活的三大资源。信息产业的发展水平已成为衡量一个国家现代化水平与综合国力的重要标志。随着各行各业信息化进程的不断加速,计算机应用技术作为信息产业基石的地位和作用得到普遍重视。一方面,高等教育中,以计算机技术为核心的信息技术已成为很多专业课教学内容的有机组成部分,计算机应用能力成为衡量大学生业务素质与能力的标志之一;另一方面,初等教育中信息技术课程的普及,使高校新生的计算机基本知识起点有所提高。因此,高校中的计算机基础教学课程如何有别于计算机专业课程,体现分层、分类的特点,突出不同专业对计算机应用需求的多样性,已成为高校计算机基础教学改革的重要内容。

浙江大学出版社及时把握时机,根据教育部“非计算机专业计算机基础课程指导分委员会”发布的“关于进一步加强高等学校计算机基础教学的几点意见”以及“高等学校非计算机专业计算机基础课程教学基本要求”,针对“大学计算机基础”、“计算机程序设计基础”、“计算机硬件技术基础”、“数据库技术及应用”、“多媒体技术及应用”、“网络技术与应用”六门核心课程,组织编写了大学计算机基础教学的系列教材。

该系列教材编委会由国内计算机领域的院士与知名专家、教授组成,并且邀请了部分全国知名的计算机教育领域专家担任主审。浙江大学计算机学院各专业课程负责人、知名教授与博导牵头,组织有丰富教学经验和教材编写经验的教师参与了对教材大纲以及教材的编写工作。

该系列教材注重基本概念的介绍,在教材的整体框架设计上强调针对不同专业群体,体现不同专业类别的需求,突出计算机基础教学的应用性。同时,充分考虑了不同层次学校在人才培养目标上的差异,针对各门课程设计了面向不同对象的教材。除主教材外,还配有必要的配套实验教材、问题解答。教材内容丰富,体例新颖,通俗易懂,反映了作者们对大学计算机基础教学的最新探索与研究成果。

希望该系列教材的出版能有力地推动高校计算机基础教学课程内容的改革与发展,推动大学计算机基础教学的探索和创新,为计算机基础教学带来新的活力。

中国工程院院士
中国科学院计算技术研究所所长
浙江大学计算机学院院长



目 录

第 1 章 基本操作	(1)
1.1 实验室拓扑	(1)
1.2 登录设备	(2)
1.3 组建实验网络	(3)
1.4 实验 1:CLI 的使用及 IOS 基本命令	(4)
1.5 命令汇总	(6)
1.6 FAQ	(7)
第 2 章 交换机基本配置	(8)
2.1 交换机简介	(8)
2.2 实验 1:配置交换机支持 Telnet	(9)
2.3 实验 2:利用 TFTP 管理交换机配置	(11)
2.4 实验 3:交换机密码恢复	(12)
2.5 命令汇总.....	(13)
2.6 FAQ	(14)
第 3 章 路由器基本配置	(15)
3.1 路由器简介.....	(15)
3.2 实验 1:配置路由器支持 Telnet	(16)
3.3 实验 2:利用 TFTP 管理路由器配置	(17)
3.4 实验 3:路由器密码恢复	(18)
3.5 命令汇总.....	(19)
3.6 FAQ	(20)
第 4 章 HDLC 和 PPP	(21)
4.1 概述.....	(21)
4.2 实验 1:HDLC 和 PPP 封装	(22)
4.3 实验 2:PAP 认证	(24)
4.4 实验 3:CHAP 认证	(25)
4.5 命令汇总.....	(26)
4.6 FAQ	(26)
第 5 章 STP	(28)
5.1 STP 简介	(28)
5.2 实验 1:STP 配置	(28)

5.3	实验 2:RSTP 配置	(31)
5.4	命令汇总	(32)
5.5	FAQ	(32)
第 6 章	VLAN	(33)
6.1	VLAN 简介	(33)
6.2	实验 1:划分 VLAN	(34)
6.3	实验 2:Trunk 配置	(36)
6.4	命令汇总	(37)
6.5	FAQ	(37)
第 7 章	VLAN 间路由	(38)
7.1	VLAN 间路由简介	(38)
7.2	实验 1:单臂路由实现 VLAN 间通信	(39)
7.3	实验 2:3 层交换机实现 VLAN 间通信	(41)
7.4	命令汇总	(43)
7.5	FAQ	(43)
第 8 章	RIP	(44)
8.1	RIP 概述	(44)
8.2	实验 1:RIPv1 的基本配置	(45)
8.3	实验 2:RIPv2 基本配置	(46)
8.4	命令汇总	(48)
8.5	FAQ	(48)
第 9 章	OSPF	(50)
9.1	OSPF 概述	(50)
9.2	实验 1:单区域 OSPF	(52)
9.3	实验 2:多区域 OSPF	(55)
9.4	命令汇总	(57)
9.5	FAQ	(57)
第 10 章	ACL	(58)
10.1	ACL 概述	(58)
10.2	实验 1:标准 ACL	(59)
10.3	实验 2:扩展 ACL	(61)
10.4	命令汇总	(62)
10.5	FAQ	(63)
第 11 章	高级 ACL	(65)
11.1	实验:基于时间的 ACL	(65)
11.2	命令汇总	(67)
11.3	FAQ	(68)

第 12 章 NAT	(69)
12.1 NAT 概述	(69)
12.2 实验 1:静态 NAT 配置	(70)
12.3 实验 2:动态 NAT	(72)
12.4 实验 3:PAT	(74)
12.5 命令汇总	(76)
12.6 FAQ	(76)
第 13 章 规划大型单核心网络	(78)
附录:Packet Tracer 5.0 使用说明	(82)
一、软件简介	(82)
二、认识界面	(82)
三、设备连线介绍	(83)
四、设备使用	(84)
五、设备模块增减	(84)
六、辅助操作	(85)
参考文献	(87)

第 1 章

基本操作

本章首先简要介绍整个实验室的网络拓扑,然后介绍登录设备、组建实验网络、访问路由器的方法,最后介绍 IOS (InternetWork Operating System,网间网操作系统) 一些最基本的操作。

1.1 实验室拓扑

实验室拓扑如图 1.1 所示。所有的学生机、RCMS (Remote Control and Management System,远程监控管理系统) 控制器、防火墙、交换机、服务器处于同一局域网段 10.20.3.0,与校园网相连。

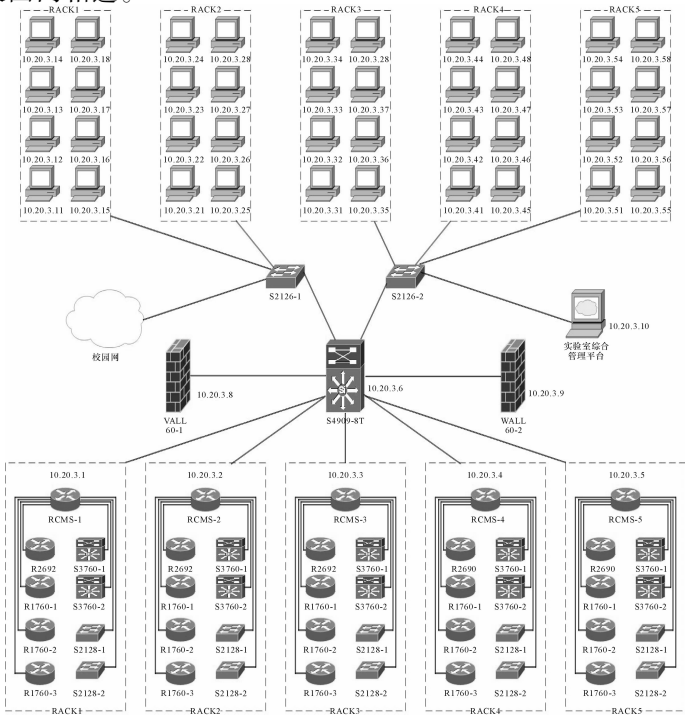


图 1.1 实验室拓扑

学生机分成 5 个大组, 每组 8 台, 以第一大组为例, 分配的 IP 地址为 10. 20. 3. 11—10. 20. 3. 18。

实验室有 5 个机柜, 每个机柜从上到下依次放置 1 台 RCMS 控制器、1 台 R2692 路由器、3 台 R1762 路由器、2 台 S3760 交换机、以及 2 台 S2128G 交换机。

对每个机柜的 RCMS 都设置了访问控制策略, 如只有第一大组的学生机可以访问第一个机柜中的设备。

1.2 登录设备

实验室有 5 个机柜, 以第一个机柜为例, 如图 1. 2 所示。

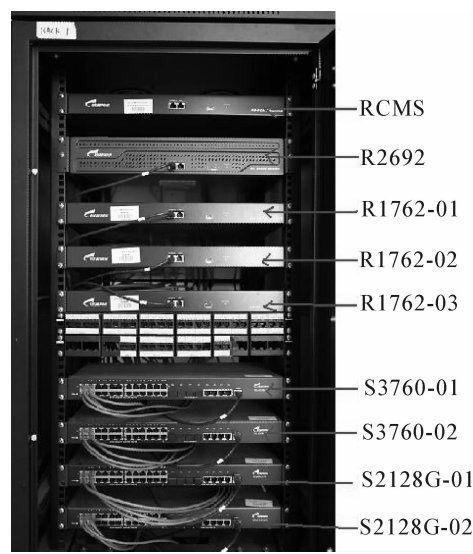


图 1. 2 机柜

稍微复杂一点的实验就会用到多台路由器或者交换机, 如果通过计算机的串口和它们相连接, 就需要经常拔插 Console 线。终端访问服务器可以解决这个问题。终端访问服务器实际上是一台有 8 个异步口的路由器, 就是拓扑图中的 RCMS。RCMS 背后有一八爪鱼接头, 如图 1. 3 所示, 从该接头引出 8 根线分别与 8 台设备的 Console 口相连。使用时, 首先登录到终端访问服务器, 然后从终端访问服务器再登录到各个路由器。



图 1. 3 八爪鱼接头

实验室的 RCMS 还配置了 Web 服务, 订制了一个网页, 以方便地访问各个设备。以

第五组学生为例,打开浏览器,地址栏中输入 `http:// 10.20.3.5: 8080` 即可访问第五组的终端访问服务器,如图 1.4 所示。单击网页中一个设备,就会弹出 telnet 窗口,登录到相应的设备中。注意,学生机虽然是通过 Telnet 登录终端访问服务器,但终端访问服务器是通过 Console 访问设备的,所以总的来讲,相当于学生机通过 Console 访问设备。



图 1.4 学生机通过 Console 访问设备

1.3 组建实验网络

图 1.1 是整个实验室组成的局域网。每个学生在实验时,需要组建自己独立的实验网络,可能包含 PC(Personal Computer,个人计算机)、路由器、交换机。这时,就需要将这些 PC、路由器、交换机进行正确的连线。

为了避免设备接口的频繁拔插,实验室将各 PC、路由器、交换机的接口均引到了机柜中间的面板上。学生只需在面板上进行正确的连线即可迅速搭建自己独立的实验网络。第一组机柜中间的面板如图 1.5 所示。共两排,上面一排自左往右依次是 R2690 的 4 个以太网接口,标识分别是 F1/0、F1/1、F3/0、F3/1;第一台 R1762 的 2 个以太网接口,标识分别是 F1/0、F1/1;第二台 R1762 的 2 个以太网接口,标识分别是 F1/0、F1/1;第三台 R1762 的 2 个以太网接口,标识分别是 F1/0、F1/1;第一台 S3760 的 4 个以太网接口,标识分别是 F0/1、F0/2、F0/3、F0/4;第二台 S3760 的 4 个以太网接口,标识分别是 F0/1、F0/2、F0/3、F0/4;第一台 S2128-G 的 4 个以太网接口,标识分别是 F0/1、F0/2、F0/3、F0/4;第二台 S2128-G 的 4 个以太网接口,标识分别是 F0/1、F0/2、F0/3、F0/4。下面一排,自左往右依次是第一组学生机的接口,标识分别是 R1-1—R1-8。

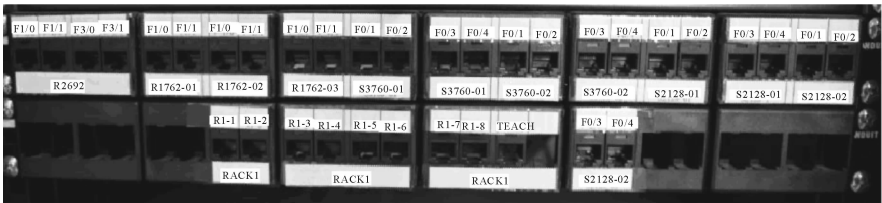


图 1.5 机柜中间的面板

例如,我们希望搭建一个实验拓扑,第一组第一台学生机与第一台 S3760 的 F0/1 相连,我们只需如图 1.6 所示连线即可。

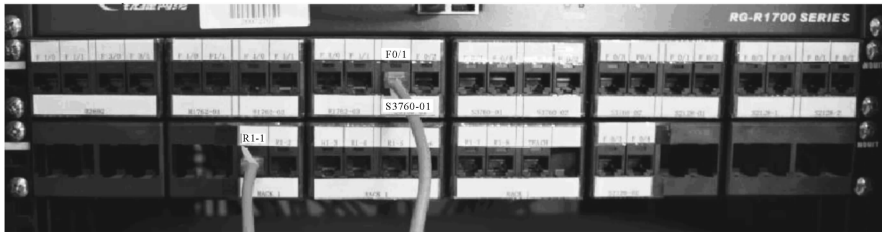


图 1.6 连线示意

每台 PC 机均有两块网卡。其中一块网卡配置 10.20.3.0/24 网段的 IP 地址,用以通过 RCMS 登录路由器或交换机;另一块网卡则是用以组建实验网络,具体 IP 地址根据具体实验设定。另外,第一块网卡也用以与校园网相连,从而可以访问 Internet。

1.4 实验:CLI 的使用及 IOS 基本命令

【实验目的】掌握路由器的 IOS 基本命令;查看路由器的有关信息。

【实验拓扑】本实验无需额外搭建实验拓扑。

【实验设备】锐捷 R2692 或锐捷 R1760 或锐捷 S3760。

1. 用户模式和特权模式的切换

```
R1762 > enable
R1762 #disable
R1762 >
```

// "R1762"是路由器的名字,">"代表处于用户模式。"enable"命令可以使路由器从用户模式进入特权模式,"disable"命令则相反,在特权模式下的提示符为"#".

2. 【?】和【Tab】键的使用

```

R1762 > en【Tab】           //用【Tab】键可以补全命令。
R1762 > enable
R1762#
R1762#?                     //【?】可以查询当前状态下能够使用的命令。
Exec commands:
    <1 - 99 >               Session number to resume
    cd                      Change current working directory
    clear                   Reset functions
    ...
    undebg                  Disable debugging functions (see also debug)
    write                   Write running configuration to memory, network, or terminal
R1762#
R1762#co?                   //【?】也可查看以某些字母开头的命令。
configure copy
R1762#co【Tab】
R1762#co                   //按【Tab】无效是因为 configure 和 copy 都是以 co 开头。
R1762#con【Tab】           //多写一个 n 以识别是 configure。
R1762#configure t【Tab】
R1762#configure terminal?  //【?】和上一个单词之间要有空格,否则效果会不一样。
    <cr >                  // <cr >表示回车。
R1762#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1762(config)#

```

3. 基本 IOS 命令

```

R1762 > enable
R1762#configure terminal
R1762(config)#hostname R1   //更改路由器名。
R1(config)#interface f1/0   //进入接口 f1/0。
R1(config-if)#ip address 192.168.1.254 255.255.255.0 //配置接口的 IP 地址。
R1(config-if)#no shutdown   //将接口打开。
R1(config-if)#exit          //回退一层。
R1(config)#exit             //回退一层。可以用【end】直接退回特权模式。
R1#copy running-config startup-config //保存配置文件。

Building configuration...

```

4. “show”命令

```
R1#show running-config

Building configuration...
Current configuration : 525 bytes
...
enable password 7 0312654b526b55          //显示 enable 密码。
...
hostname R1                                //路由器名。
...
interface FastEthernet 1/0                 //F1/0 接口信息。
    ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
    duplex auto
    speed auto
...
line vty 0 4
    login
password 7 04664a556a5679                //显示 Telnet 密码。
...
end
```

1.5 命令汇总

命令汇总见表 1.1。

表 1.1 命令汇总

命令	作用
enable	从用户模式进入特权模式
configure terminal	进入配置模式
interface f1/0	进入百兆以太网接口模式
ip address 192.168.1.254 255.255.255.0	配置接口的 IP 地址
no shutdown	打开接口
exit	退回到上一级模式
end	直接回到特权模式
copy running-config startup-config	把内存中的配置文件保存到启动文件中
show running-config	显示内存中的配置文件

1.6 FAQ

1. 为什么不能打开控制器网页?

答:按以下步骤分析可能的原因。

(1) PC 网卡是否配置了 IP 地址,搞清楚该在哪块网卡配置 IP 地址。

(2) 配置的 IP 地址是否正确? 例如,第一组第一台机器,应设为 10.20.3.1.11。

(3) ping 测试, ping 一下控制器,例如第一组 ping 10.20.3.1。若通,则进行下一步检查。

(4) 检查浏览器的地址栏是否正确输入,端口号为 8080。

2. 怎么 ping ?

答:开始→运行→输入“cmd”,即打开了 cmd 窗口,在该窗口内输入 ping 10.20.3.1 命令即可。

3. 怎样算是 ping 通?

答:ping 通的界面如图 1.7 所示。

```
C:\Documents and Settings\Administrator>ping 10.20.3.1

Pinging 10.20.3.1 with 32 bytes of data:

Reply from 10.20.3.1: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 10.20.3.1: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 10.20.3.1: bytes=32 time<1ms TTL=64
Reply from 10.20.3.1: bytes=32 time<1ms TTL=64

Ping statistics for 10.20.3.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\Documents and Settings\Administrator>_
```

图 1.7 ping 测试