

PEARSON  
Prentice  
Hall

# 小型企业

# 通信技术

Frank Panzarino 著  
谢文亮 译

- 一本针对非技术出身的企业家和管理者的通信指导手册
- 内容涉及从基础到前沿的网络、设备和服务等技术
- 说明如何选择合适的高速Internet服务：xDSL、电缆、卫星，等等

PEARSON  
Education

清华大学出版社

# 小型企业通信技术

Frank Panzarino 著

谢文亮 译

清华大学出版社

北 京

Simplified Chinese edition copyright © 2004 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and TSINGHUA UNIVERSITY PRESS.

Original English language title from Proprietor's edition of the Work.

Original English language title: Telecommunications Technologies for Small Business, 1st by Frank Panzarino, Copyright © 2002

EISBN: 0-13-093742-8

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall PTR. This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macao).

本书中文简体翻译版由 Prentice Hall PTR 授权给清华大学出版社在中国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区)出版发行。

北京市版权局著作权合同登记号 图号: 01-2002-3034

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有 Pearson Education(培生教育出版集团)激光防伪标签, 无标签者不得销售。

#### 图书在版编目(CIP)数据

小型企业通信技术/(美)潘扎里诺(Panzarino, F.)著; 谢文亮译. —北京: 清华大学出版社, 2005. 8

书名原文: Telecommunications Technologies for Small Business

ISBN 7-302-11310-6

I. 小… II. ①潘… ②谢… III. 通信技术—应用—小型企业—企业管理 IV. F276.3-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 074707 号

出版者: 清华大学出版社 地址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

责任编辑: 常晓波

封面设计: 立日新

印 装 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185 × 230 印 张: 16.25 字 数: 364 千字

版 次: 2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-11310-6/TP · 7450

印 数: 1 ~ 3000

定 价: 35.00 元

# 前 言

艰难求生的小型企業需要了解个人計算和通信方面的知识。本书为您提供在小型企业或者家庭环境中得以生存发展的基本工具。

当今许多技术发展迅速,在高速宽带网络迅速发展的领域保证技术没有过时是很困难的。本书让读者概括性地了解网络和设备如何连接以及通信行业的最新发展趋势。探讨通信设备(包括个人计算机)的目的是让家庭和小型企业用户都获益。

## 通信技术和本书结构

第一部分“通信系统和服务”,简单回顾了电子学理论的基础知识并讨论了现有的电话网络:它的突出优点和它的局限性。模拟和数字通信网络与标准电话网络技术在本部分中都有着重介绍。音频和视频服务,包括有线和卫星传输系统,及高速宽带因特网接入都是这部分讨论的话题。

第二部分“声音和数据终端通信设备”,为个人和企业计算提供了重要的知识。该部分描述了标准办公室所需的设备和服务,还介绍了建立家庭办公室或者小型企业环境所需的软件。安全性方面的考虑事项是小型企业网络安装必备条件中经常被忽略但却又十分重要的部分。很不幸,发生在纽约世界贸易中心的那场灾难表明备份和恢复系统和网络的重要性。该部分还介绍了隐私和安全性。这里也介绍了比如像应答机、无绳电话和电话这样对于家庭和小型企业来讲都非常重要的一些其他设备。

第三部分“未来的通信技术”将展望未来通信环境使用的新技术。其中部分话题围绕更快的速度、更快的交换和家庭集成技术展开。无线服务一定会成为将来通信服务的一个重要领域。用于家庭环境的计算机接口目前正在开发当中。现有技术的合成和会聚将对我们的生活产生深远影响。

本书从始至终都尽量避免使用公式和枯燥的统计分析,这样就让本书通俗易懂,并且寓教于乐。

由于本书的目的是让读者对小型企业的通信技术有一个基本的理解,而不是了解不断变化的移动商务环境的通信技术,因此没有详细阐述蜂窝服务。另外,本书也没有介绍如 ATM 和 SONET(同步光纤网络)这样的高级技术,因为这些技术主要用于通信网络或者大型企业,在普通家庭和小型企业中一般不需要使用这些技术。

## 当今的通信环境

通信技术和服务在同时发生变化。我们习惯于以更低的成本获得越来越多的信息。我们在任何环境中都需要随时随地获得最新的信息。

随着技术领域所发生的这些变化,人们的交流方式也很快发生了变化。社会环境、商业环境和经济环境与技术同步发展,同时也影响到了我们自身。例如,电子邮件已经取代了书面书信,长途电话也已经取代了许多形式的书面通信。我们现在可以轻松地召开视频会议、发送短消息、交换图片和音乐。由此可以看到,通信技术融入到我们的社会中对我们的生活产生了深远的影响,为了保持自身的竞争能力,我们必须掌握今天的通信技术。

## 关于教学

本书还可以作为学生和商业人士学习当前通信服务和技术入门教材。高中、技校和大学的技术和网络基础课程都可以将本书作为教材。

本书中插入了许多图解以强调对学生有帮助的话题。对于具有强烈求知欲的人来讲,表格图像与文字相结合是再好不过的信息资源了。本书内容由浅入深。老师们可以根据具体情况着重讲解。例如,学生可以集中精力学习有关多媒体声频和视频传输部分的内容。

我在一些学校教授过通信课程,并收到许多同学的反馈信息。学生可能了解通信和网络技术的一个特定领域,但是对音频、视频和数据并没有全面的了解。在将数据分成位和字节进行传输之前,学生应该要看到“全景”。

本书对于想要了解通信技术基础知识的非工程类或计算机专业的人来讲,是一本理想的入门书籍。

## 致谢

创作本书的经历耐人寻味。要想学习就要记录自己的思想和想法,这本书也不例外。我是通过研究许多教科书、文章、网站、文件和新闻,以及通过我在通信行业的工作经验才得以完成本书的。

我感谢新泽西州 Hoboken 的史蒂文斯理工学院的 Wesley J. Howe 技术管理学院。我在这个学院从事通信管理项目的研究可以追溯到 10 多年以前,最开始我还是个学生,后来成为一名助教。要特别感谢 Kazem Sohraby 博士和 Kevin Ryan 博士,他们鼓励我并向我提供开发和教授通信技术课程的机会。这项工作让我受益匪浅。

还要感谢 MCI Worldcom 公司的朋友和同事。我们在一起分享了许多技术和经验。我们将继续在通信这个发展快速的商业领域中生存和发展。

我对我的家庭感激之至：

我的父亲，向我灌输持之以恒的工作思想。

我的女儿，Vanessa，希望将来上大学学习工科专业，称赞我是个好父亲。

我的儿子，Christian，非常想成为一名警官。

我的妻子，Beth，为了我完成这本书付出了几个月的等待时间。当我踌躇时，是你给与力量。

## 读者反馈

我永远欢迎读者们建设性的反馈信息。你们可以通过下面的电子邮件与我直接联系：

fpanzari@engineer.com

或者通过 Prentice Hall PTR：

ptr\_feedback@prenhall.com

我将尽快答复。

## 作者简介

Frank Panzarino 拥有 20 多年的通信行业工作经验,原来为 RCA Global Communications 公司工作,现为 MCI Worldcom 公司工作。在这些公司中做过各种职位:技术员、程序员、项目经理和工程师。Panzarino 先生在 DeVry 学院开始执教生涯,目前是新泽西州 Hoboken 斯蒂文斯理工学院的副教授。他的教学工作也包括策划、准备和编制学院里通信管理项目的基础课程。

# 目 录

## 第一部分 通信系统和服务

|                           |    |
|---------------------------|----|
| <b>第1章 通信基础知识</b> .....   | 2  |
| 基本电子电路理论 .....            | 2  |
| 频率、调制和带宽 .....            | 9  |
| 噪声、衰减和串扰 .....            | 13 |
| 导波传输媒体 .....              | 14 |
| 非导波传输媒体 .....             | 17 |
| 小结 .....                  | 23 |
| <b>第2章 传统的电话业务</b> .....  | 24 |
| 早期的电话通信 .....             | 24 |
| 电话网络接入 .....              | 35 |
| 电话交换 .....                | 38 |
| 电话信令 .....                | 43 |
| 电话网络数据服务 .....            | 46 |
| 小结 .....                  | 49 |
| <b>第3章 数字时代的通信业</b> ..... | 50 |
| 数字传输系统 .....              | 50 |
| 通信连接 .....                | 57 |
| 物理拓扑 .....                | 61 |
| 通信传输方法 .....              | 68 |
| 压缩通信信号 .....              | 70 |
| 小结 .....                  | 74 |
| <b>第4章 通信和电视服务</b> .....  | 75 |
| 电视服务的发展 .....             | 75 |
| 电视技术 .....                | 77 |
| 录放机 .....                 | 83 |

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| 有线电视 .....                         | 86         |
| 数字电视 .....                         | 89         |
| 小结 .....                           | 92         |
| <b>第 5 章 高速数据服务 .....</b>          | <b>93</b>  |
| 分组交换和因特网访问 .....                   | 93         |
| 网际协议和连通性 .....                     | 98         |
| 使用本地回路的宽带服务 .....                  | 102        |
| 使用同轴电缆的宽带服务 .....                  | 110        |
| 使用 DBS 卫星的宽带服务 .....               | 112        |
| 小结 .....                           | 113        |
| <b>第 6 章 虚拟专用网络 .....</b>          | <b>115</b> |
| 虚拟专用网络 .....                       | 115        |
| X. 25 服务 .....                     | 116        |
| 帧中继服务 .....                        | 118        |
| 帧中继与 X. 25 比较 .....                | 121        |
| 小型企业的 VPN .....                    | 121        |
| 小结 .....                           | 122        |
| <b>第二部分 语音和数据终端通信设备</b>            |            |
| <b>第 7 章 个人计算机硬件 .....</b>         | <b>124</b> |
| 个人计算机体系结构 .....                    | 124        |
| 内部设备与外部设备的连接 .....                 | 147        |
| 个人计算机输出设备 .....                    | 156        |
| 个人计算机网络 .....                      | 161        |
| 小结 .....                           | 168        |
| <b>第 8 章 个人计算机软件 and 安全性 .....</b> | <b>169</b> |
| 操作系统 .....                         | 170        |
| 应用软件 .....                         | 176        |
| 数据保存及安全性 .....                     | 178        |
| 电子邮件和隐私 .....                      | 185        |
| 浏览器和隐私 .....                       | 188        |
| 病毒攻击 .....                         | 192        |
| 安全性和隐私性 .....                      | 195        |

---

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| 小结·····                  | 197        |
| <b>第9章 本地设备和网络·····</b>  | <b>198</b> |
| 传统的声音设备·····             | 198        |
| 无绳设备·····                | 205        |
| 成像设备·····                | 208        |
| 节省能源和安全性·····            | 211        |
| 本地网络·····                | 214        |
| 小结·····                  | 216        |
| <br><b>第三部分 未来的通信技术</b>  |            |
| <b>第10章 未来的网络技术·····</b> | <b>218</b> |
| 因特网技术发展·····             | 218        |
| 骨干传输技术发展·····            | 221        |
| 广播技术发展·····              | 222        |
| 无线宽带技术发展·····            | 224        |
| 本地网络技术发展·····            | 228        |
| 集成·····                  | 230        |
| 小结·····                  | 234        |
| <b>词汇表·····</b>          | <b>235</b> |

# 第一部分 通信系统和服务

# 第 1 章 通信基础知识

任何通信系统的基本目的都是将消息从一端发送到另一端。为了实现这个目的,就需要用于传输和接收信息的电子电路和网络线路。电子电路也能够存储、编码、解码和处理信息。

随着电子技术的发展,用户设备迅速过时,而网络变得更加快速、廉价、智能化。微处理器的发展不断减小传输、接收信息所需设备的体积和复杂度。

计算机产业引发了又一次的工业革命,我们已经从电子时代进入到了信息时代。计算机应用范围从每天简单的日常工作(比如计算清单)扩展到更复杂的科学工作(比如分析数据)。在通信领域,计算机用作现今商业环境中通信的用户终端设备。

但是,单独一台计算机并不起什么作用,因为我们必须与本地以外的环境进行交流。这就是通信对于当今的企业来讲如此重要的原因。调制解调器、路由器和交换终端能够让我们将信息发送到用户终端设备(计算机)以外的地方。

在讨论小型企业通信和技术的最新趋势和发展之前,必须理解创建简单通信电路的基础知识。我们还将仔细地说明从一点到另一点传输信息所需要的布线。

本章分为 5 个小节。第 1 小节介绍基本的电子电路理论,包括电阻、电流、电压和功率。第 2 小节包括频率、调制和带宽,每个概念都有实例和解释。第 3 小节简要地介绍电路中的噪声、衰减和串扰。第 4 小节介绍导波传输媒体;特别是双绞线、同轴电缆和光纤电缆。第 5 小节介绍非导波传输,包括广播电视。

## 基本电子电路理论

基本电子电路理论应用在通信电路和系统中。今天,带有智能设备和光纤线路的网络都非常复杂,包含电阻、电压和电流的电路总是必需的。首先让我们介绍基本的铜线。

### 导体、绝缘体和半导体

基本的铜线是电的导体。导体包含可以将电荷从一个物体传输到另一个物体的材料。比如,铜和铝都是导体。电线大多是包含一个导体材料的内芯,能够让电子流动。绝缘体(或者非导体)包含阻碍电荷流动的材料。电线总是覆盖一层绝缘体。比如,塑料、

木头和陶瓷都是很好的绝缘体。电线的外皮或覆盖物应该包含绝缘材料,这样电线才能够不相互接触。

有些材料,如半导体,既包含导体也包含半导体元素。晶体管就是一个典型例子。晶体管的另一个名称叫半导体。

现在,我们已经确定电荷可以通过导体材料传输,那么还必须确定构建一个电路所需要的其他条件。

## 电路中的电流

电流被定义为沿着某个特定方向通过铜线或者导体的带电粒子流。在铜线中流动的带电粒子叫做电子。电子从电源的负极流向电源的正极。电流就好比水管中的水流,水如同是电子,水管是铜线。

水流速度是快、是慢还是不存在? 电流中也有同样的问题。如果电路中有一个电池,电流开始流动得非常快,但是随着电池电量的减少,电流可能会很微弱。当然,废弃的电池根本不会产生电流。

电流有两种类型:直流(DC)和交流(AC)。直流指电流单方向流动。电池可以被认为是直流电源。如前所述,电流从负极流向正极。直流也可以被认为是单向电流。

交流电流随着时间而改变。家庭或者公寓使用的都是交流电,每秒钟 60 个周期。在完整周期的一半时间内电流处于正周期,另一半时间内处于负周期。这个正负周期等于每秒发生 60 次的正弦波。

电流的单位是安培或安(A)。

## 电路中的电压

电路电压是电场中两点间电势的差值。电压可以形容为电路压力,类似于水管中的水压,有水压时就有水流。

电压源(如电池)将一种形式的能量转化为电势能。这个电压源包含一个正极和一个负极。电池可以认为是包含已存储化学能的电压源。电池将化学能转化为电能,为电路提供电压和电流。在高电压系统中,电压源的负极一般接地。

电压的单位是伏特(V)。

## 电路中的电阻

电阻是对电流的阻碍量。不良导体的电线将对电流产生电阻,并且因此会影响电路的整体性能。电线的电阻由以下因素决定:

- 导体的材料类型(表 1.1)
- 材料的长度
- 材料的横截面积(表 1.2)
- 材料的温度

导体温度越高,电阻越大。当使用纯金属时,电阻一般与温度成比例。例如,全铜线在 100℃ 时的电阻一般比在 0℃ 时大约多 43%。

电线的尺寸叫做美国线规(AWG)。这个规格设置任何材料的横截面积标准。通常,线规增加三个号就意味着电阻要乘以 2。相反,线规减少三个号就意味着将面积加倍并使电阻减少一半。用户总是乐意使用电路能用的最小(成本最少)电线。但如果电线太小,那么可能会由于电线的电阻太大而使电流不能流动,电线也因此可能断开或者烧毁。

电线长度可能会导致信号损失。这称作信号衰减。衰减是通信电路设计时需要考虑的重要因素。总之,导体或者电线的电阻与长度成正比,并且与横截面积成反比。

电阻的单位是欧姆( $\Omega$ )。

表 1.1 材料的电阻

| 材料名称  | 电阻率( $\Omega \cdot m$ ) |     |
|-------|-------------------------|-----|
| 铝     | $2.83 \times 10^{-8}$   | 导体  |
| 铜     | $1.72 \times 10^{-8}$   | 导体  |
| 锗     | $47 \times 10^{-2}$     | 半导体 |
| 金     | $2.45 \times 10^{-8}$   | 导体  |
| 云母    | $2.02 \times 10^{10}$   | 绝缘体 |
| 硅     | $64 \times 10^2$        | 半导体 |
| 银     | $1.64 \times 10^{-8}$   | 导体  |
| 聚四氟乙烯 | $3 \times 10^{15}$      | 绝缘体 |

译者注:电阻率是材料在 20℃ 下,长为 1m,横截面积为  $1m^2$  时的电阻。

电路负载可能是连接在电源两端的设备。负载设备具有电阻以阻碍电流流动。例如,可以认为电话终端是一个负载设备。可以认为这个设备及其相关的内部组件是电路中具有电阻的负载。

表 1.2 列出了美国线规(AWG)和铜线的电阻。

表 1.2 美国线规和铜线的电阻

| AWG | 外径       |            | 截面积<br>( $mm^2$ ) | 电阻值<br>( $\Omega/km$ ) | AWG | 外径       |            | 截面积<br>( $mm^2$ ) | 电阻值<br>( $\Omega/km$ ) |
|-----|----------|------------|-------------------|------------------------|-----|----------|------------|-------------------|------------------------|
|     | 公制<br>mm | 英制<br>inch |                   |                        |     | 公制<br>mm | 英制<br>inch |                   |                        |
| 4/0 | 11.68    | 0.46       | 107.22            | 0.17                   | 2/0 | 9.27     | 0.3648     | 67.43             | 0.26                   |
| 3/0 | 10.40    | 0.4096     | 85.01             | 0.21                   | 1/0 | 8.25     | 0.3249     | 53.49             | 0.33                   |

(续表)

| AWG | 外径       |            | 截面积<br>(mm <sup>2</sup> ) | 电阻值<br>(Ω/km) | AWG | 外径       |            | 截面积<br>(mm <sup>2</sup> ) | 电阻值<br>(Ω/km) |
|-----|----------|------------|---------------------------|---------------|-----|----------|------------|---------------------------|---------------|
|     | 公制<br>mm | 英制<br>inch |                           |               |     | 公制<br>mm | 英制<br>inch |                           |               |
| 1   | 7.35     | 0.2893     | 42.41                     | 0.42          | 24  | 0.511    | 0.0201     | 0.2047                    | 89.4          |
| 2   | 6.54     | 0.2576     | 33.62                     | 0.53          | 25  | 0.44     | 0.0179     | 0.1624                    | 79.6          |
| 3   | 5.83     | 0.2294     | 26.67                     | 0.66          | 26  | 0.404    | 0.0159     | 0.1281                    | 143           |
| 4   | 5.19     | 0.2043     | 21.15                     | 0.84          | 27  | 0.361    | 0.0142     | 0.1021                    | 128           |
| 5   | 4.62     | 0.1819     | 16.77                     | 1.06          | 28  | 0.32     | 0.0126     | 0.0804                    | 227           |
| 6   | 4.11     | 0.1620     | 13.30                     | 1.33          | 29  | 0.287    | 0.0113     | 0.0647                    | 289           |
| 7   | 3.67     | 0.1443     | 10.55                     | 1.68          | 30  | 0.254    | 0.0100     | 0.0507                    | 361           |
| 8   | 3.26     | 0.1285     | 8.37                      | 2.11          | 31  | 0.226    | 0.0089     | 0.0401                    | 321           |
| 9   | 2.91     | 0.1144     | 6.63                      | 2.67          | 32  | 0.203    | 0.0080     | 0.0316                    | 583           |
| 10  | 2.59     | 0.1019     | 5.26                      | 3.36          | 33  | 0.18     | 0.0071     | 0.0255                    | 944           |
| 11  | 2.30     | 0.0907     | 4.17                      | 4.24          | 34  | 0.16     | 0.0063     | 0.0201                    | 956           |
| 12  | 2.05     | 0.0808     | 3.332                     | 5.31          | 35  | 0.142    | 0.0056     | 0.0169                    | 1 200         |
| 13  | 1.82     | 0.0720     | 2.627                     | 6.69          | 36  | 0.127    | 0.0050     | 0.0127                    | 1 530         |
| 14  | 1.63     | 0.0641     | 2.075                     | 8.45          | 37  | 0.114    | 0.0045     | 0.0098                    | 1 377         |
| 15  | 1.45     | 0.0571     | 1.646                     | 10.6          | 38  | 0.102    | 0.0040     | 0.0081                    | 2 400         |
| 16  | 1.29     | 0.0508     | 1.318                     | 13.5          | 39  | 0.089    | 0.0035     | 0.0062                    | 2 100         |
| 17  | 1.15     | 0.0453     | 1.026                     | 16.3          | 40  | 0.079    | 0.0031     | 0.0049                    | 4 080         |
| 18  | 1.02     | 0.0403     | 0.8107                    | 21.4          | 41  | 0.071    | 0.0028     | 0.0040                    | 3 685         |
| 19  | 0.912    | 0.0359     | 0.5667                    | 26.9          | 42  | 0.064    | 0.0025     | 0.0032                    | 6 300         |
| 20  | 0.813    | 0.0320     | 0.5189                    | 33.9          | 43  | 0.056    | 0.0022     | 0.0025                    | 5 544         |
| 21  | 0.724    | 0.0285     | 0.4116                    | 42.7          | 44  | 0.051    | 0.0020     | 0.0020                    | 10 200        |
| 22  | 0.643    | 0.0253     | 0.3247                    | 54.3          | 45  | 0.046    | 0.0018     | 0.0016                    | 9 180         |
| 23  | 0.574    | 0.0226     | 0.2588                    | 48.5          | 46  | 0.041    | 0.0016     | 0.0013                    | 16 300        |

注:其中,4/0表示0000,3/0表示000,2/0表示00,1/0表示0。

译者注:由于原书本表有误,故替换为由中国电子工程师网提供的AWG对照表。中国电子工程师网的网址是:

[Http://www.eebyte.com/](http://www.eebyte.com/)。

## 欧姆定律

欧姆定律是用来计算电路中电流、电压或者电阻的公式。欧姆定律表明:当电路电压升高时,电流与实际电压同比例升高。因此,电压和电流之间的比率是不变的。

$$I(\text{电流}) = E(\text{电压}) \div R(\text{电阻})$$

或者

$$I = E \div R$$

通过欧姆定律,如果已知其他两个变量,三个变量中的另一个就可以确定。例如,如果电路的电压是 12V,并且这个电路的电阻是  $10\Omega$ ,那么电流就一定是 1.2A,如图 1.1 所示。

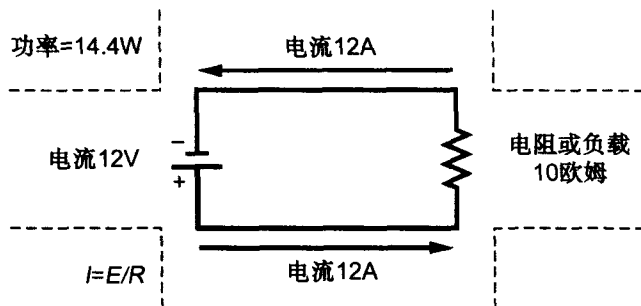


图 1.1 电路中的功率和欧姆定律

## 电路功率

功率是做功速度或者能量消耗速度。它表示在特定时间内能够完成多少工作。在电路中,电路的功率就是电流和电压的乘积。功率的单位是瓦特(W)。

$$P(\text{瓦特}) = E(\text{电压}) \times I(\text{电流})$$

例如,如果电路电压是 12V,并且电路电流是 1.2A,那么功率一定是 14.4W。注意如何再次使用欧姆定律获得功率值(图 1.1)。

## 分贝

分贝(dB)由电话公司定义,用来表示通信网络中信号的增益或者衰减。当输出功率和输入功率相等时,功率比为 1,分贝比率是 0 dB。分贝使用对数刻度,不是线性刻度。例如,功率增加 1 倍可能使电路提高 3dB。类似地,功率增加或者减少(一半)可能使电路减少 -3dB。

因为分贝是对数,所以以 dB 表示的信号增强可以增加(或者减少),而不是相乘(或者相除)。举例如下:

天线放大器有 3dB 的增益,而连接到天线上的同轴电缆有 1.5dB 的衰减。电缆连接的调谐器有 36dB 增益,该调谐器又连接到一个 9dB 的放大器上。扬声器产生 6dB 衰减。简单的加/减就可得到:  $3 - 1.5 + 36 + 9 - 6 = 40.5\text{dB}$  增益。

## 铜线中的噪声

铜线中总是存在噪声。长铜线就好像是一个天线。天线可能接收到不需要的假信号,也会传输不需要的假信号(在适当的条件下)。例如,没有正确调整的卡车可能发射出会被铜电话线接收到的信号。这些类型的信号叫做脉冲噪声,就是有时候在模拟通信电路中人们会听到的砰砰或者嘀哒声。

通信设备、电源、荧光灯和 AC 电线都可以将噪声引入电路。正确的设备和网络设计本身应该能够将噪声降到最低。

## 信噪比

进一步讨论分贝这个概念。可以比较背景噪声和模拟信号,并得出两个信号的比率。这种信号的测量法叫做信噪比,在通信电路中被广泛使用。

可以用音频设备来类比信噪比。模拟唱片可能有 50dB 的信噪比,但是数字压缩光盘(CD)可能有 95 分贝的信噪比。我们的耳朵可以分辨出唱片和 CD 声音质量之间的区别。数字信号的总体质量要更好一些。第 3 章将要讨论其中的原因。

## 基本通信电路

现在,已经理解了构成电路的基本组件,让我们将这些知识应用到实际的通信电路中(图 1.2)。

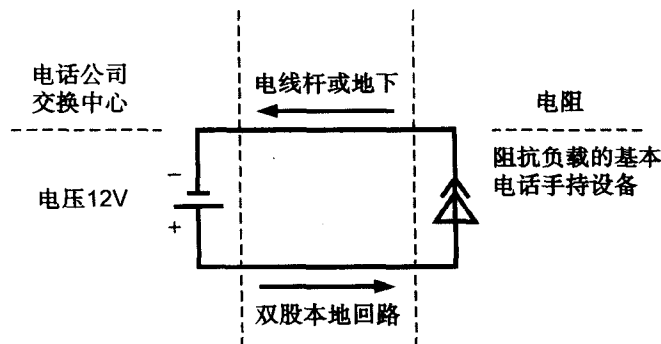


图 1.2 基本通信电路

电话公司交换中心包含标准电话服务所需要的本地电话线和设备。这个中心包含今天语音通信所需要的 12V 的电池。这些电池也有一个备份发电机,可以在停电或者电力