

移动通信通俗读本 (涵盖1G、2G、3G、3.9G和4G)

移动通信也可以很白话, 很生活, 很幽默, 很好玩……
从移动通信的理论基础到关键技术, 从1G到4G的技术演进,
一场妙趣横生的移动通信通俗解读, 和您一起分享!

大话移动通信

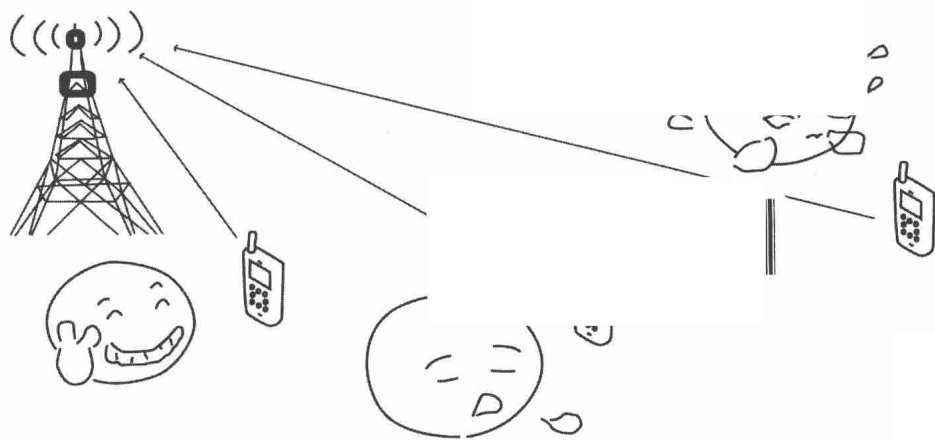
张海君 郑伟 等编著



清华大学出版社

大话移动通信

张海君 郑伟 等编著



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书是一本通俗易懂的移动通信技术读物。作者力求用最通俗、幽默、风趣的语言，从身边的通信讲起，历数古代通信到现代通信的发展历程及从最基础、最通用的通信理论与技术到 1G、2G、3G、4G 通信系统所特有的技术特点。本书用白话风格的语言和生活中的例子，将移动通信的知识娓娓道来。为了增强内容的可读性，书中穿插了多幅专门为本书绘制的漫画，并提供了大量的原理图。阅读完本书，您会发现原来移动通信技术也可以很白话，很生活，很幽默，很好玩……

本书共 12 章，分 3 篇。第 1 篇介绍了移动通信的前世今生、移动通信要用到的基础理论、基本技术、信息安全与无线资源管理技术等。第 2 篇介绍了从第一代移动通信技术到第四代移动通信技术的网络架构、关键技术、空中接口、基本呼叫与信令流程等技术的演进过程。第 3 篇介绍了移动通信的标准化，还介绍了移动通信中的网络规划及优化的基础知识与应用。

本书提供了一种全新的阅读体验，将艰深复杂的通信理论进行了通俗的解读，适用于移动开发人员、通信专业的学生、基站建设人员、基站服务人员、移动通信研究人员等阅读。对于那些没有任何通信理论基础的非专业人员，也可以在本书的引领下了解很多与我们生活密不可分的移动通信知识。希望本书能让您在一种愉悦的心境下对移动通信有一个立体而直观的认识，并能快速掌握移动通信的基础理论与基本技术，特别是对 3G 和超 3G、4G (IMT-Advanced) 的相关知识有一个初步的认识和整体的概念。

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

大话移动通信 / 张海君, 郑伟等编著. —北京: 清华大学出版社, 2011.2

ISBN 978-7-302-24420-2

I. ①大… II. ①张… ②郑… III. ①移动通信—普及读物 IV. ①TN929.5-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 255547 号

责任编辑: 夏兆彦

责任校对: 徐俊伟

责任印制: 杨 艳

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 清华大学印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 20.25 字 数: 506 千字

版 次: 2011 年 2 月第 1 版 印 次: 2011 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

定 价: 39.80 元

产品编号: 040274-01

前 言

移动也通信可以很白话，很生活，很幽默，很好玩……

从移动通信的理论基础到关键技术，从 1G 到 4G 的技术演进，一场移动通信的饕餮盛宴，期待您的品尝！

本书创作背景

移动通信技术作为当今社会信息化革命的先锋，已经成为最受瞩目的通信技术。近年来移动通信技术的发展十分迅猛，各种新技术、新标准的问世，让人眼花缭乱，目不暇接。3G 刚刚商用，4G 的标准就已经呼之欲出。3GPP 的 Release 10 规范将于 2011 年 3 月冻结。

目前图书市场上移动通信类的专业书籍有不少，无论讲基本技术原理的、信令流程的、协议解读的、系统架构的，还是讲授核心网、空中接口的，都可以说是琳琅满目，其中不乏让人拍案叫绝的经典与精品书籍。但是，这些书籍大多数学术性比较强，过于专业和晦涩艰深的语言风格让初学移动通信的读者望而却步。真正从读者的角度，用简单、通俗易懂的语言讲述移动通信技术的书籍还是寥寥无几，十分罕见。仅有的一两本或是站在通信行业管理者和市场营销人员的角度简单介绍具体应用，对移动通信技术的介绍篇幅很少，而且对初学者的关注不够；或是仅仅讲述 GSM 系统，对于 3G 知识涉及的篇幅极少，对于 B3G 和 4G 技术更是没有提及。

本书旨在给读者提供一本通俗易懂、风趣幽默，涵盖移动通信的基本原理和关键技术，以及从第一代移动通信到第四代移动通信的技术演进过程的科学普及读物。

本书力图用最通俗、幽默、风趣的语言，给读者提供一种全新的阅读体验，将艰深复杂的移动通信知识进行通俗的解读。书中以白话的方式结合日常生活中的常见例子讲解，还穿插了多幅专门为本书绘制的漫画，并提供了大量的通信原理图，让读者对移动通信的基本原理和关键技术及从第一代移动通信到第四代移动通信技术有一个全面的了解；尤其是对采用 CDMA 的 3G 系统和基于 OFDM、MIMO 技术的超 3G 系统，乃至 4G 系统的技术原理和典型商用系统或未来极可能商用的系统，有一个立体而直观的整体认识。

本书内容与写作特色

1. 行文通俗、幽默、风趣，拒绝晦涩深奥

本书大量采用了通俗幽默的语言，讲述复杂而深奥的移动通信原理与技术，尽量避免晦涩的说教。文中的语言充满了笔者的一些人生体验与经历，让读者有一种身临其境的



感觉。

2. 类比形象、直观，做到简单易懂

本书中绝大多数能用类比的技术原理，都用生活中的实例来类比讲述，使读者学习起来形象、直观、通俗、简单易懂。

3. 绘制多幅漫画，提供大量原理图，做到图文并茂，形象直观，生动有趣

为了增强内容的可读性，本书中穿插了多幅专门为本书绘制的漫画，非常生动有趣。另外，对于每一个知识点，本书提供了大量的原理图，做到文字与图画相结合的方式讲解，使读者更加直观而又深入地理解技术的基本原理。

4. 内容有取有舍，做到重点突出

本书重点介绍移动通信中常用的原理与技术，而对于不常用的技术不予介绍。对于多址技术、抗干扰技术、信息安全、无线资源管理等技术予以重点关注。

5. 涉及的技术全面，讲解鞭辟入里

本书涉及的技术面很广，不但对移动通信的前世今生做了回顾，更是从移动通信的基本理论与基本原理一直讲到常用的 GSM、IS95 的 2G、时下很火爆的 3G 和前途不可限量的 4G 等技术。

6. 跟踪技术前沿，做技术的弄潮儿

本书中 3G 与 4G 的内容占有大量篇幅，读者通过学习 LTE、LTE-Advanced 可以了解当今世界最先进、最前沿的移动通信技术，也可以了解移动通信标准的制定过程。

本书知识体系与内容介绍

第1篇 大话移动通信基础知识（第1~5章）

本篇主要介绍通信发展的前世今生及移动通信要用到的基础理论、基本原理与关键技术。主要内容如下：

第 1 章介绍通信的目的、通信的基本形式、最古老的官方通信——快马+驿站、最古老的军事通信——烽火台的狼烟、中国古代民间通信、近现代通信知识等。

第 2 章介绍信号与系统、概率论与随机过程、模拟通信系统、数字通信系统、移动通信中的三大损耗、移动通信的四种效应。

第 3 章介绍多址技术、调制、信源编码、信道编码、分集与均衡等移动通信的基础知识。

第 4 章介绍移动通信中的 2G、3G、4G 中的信息安全协议与架构。

第 5 章介绍移动通信中的无线资源管理技术，如无线资源分配、接纳控制、分组调度、功率控制、移动性管理、位置管理、负载均衡等。



第2篇 大哥大、2G、3G、4G各领风骚（第6~10章）

本篇主要介绍从第一代移动通信技术到第四代移动通信技术的网络架构、关键技术、空中接口、基本呼叫与信令流程等技术的演进过程。主要内容如下：

第6章从整体上介绍第一代移动通信系统采用的基本技术，如模拟语音技术、多址接入技术等，然后分析了大哥大的商用情况与技术上的不足。

第7章重点讲解第二代移动通信系统，包括GSM的基本技术与特点、网络架构与接口、GSM的信道、GSM的呼叫流程、IS-95的技术特点、软容量与软切换、IS-95的功率控制、IS-95的呼叫流程等。

第8章介绍第三代移动通信系统（3G）的相关知识。首先介绍GSM的演进——WCDMA，包括WCDMA的主要技术参数、网络架构与接口、关键技术、信令流程等；然后介绍IS-95的演进——CDMA2000，包括CDMA2000的主要技术参数、网络架构、信令流程；最后介绍中国人提出的移动通信标准——TD-SCDMA，包括TD-SCDMA的信道与帧结构、接力切换、智能天线等。

第9章介绍3.9G时代的LTE技术参数、正交频分复用、多输入多输出、LTE层1层2的关键技术与扁平化的网络架构。

第10章介绍LTE-Advanced的需求、载波聚合、CoMP、自组织网络、家庭基站、移增强型MIMO与中继等第四代移动通信（4G）的核心技术。

第3篇 移动通信的标准化、网络规划与优化（第11、12章）

本篇介绍了移动通信的标准化、移动通信中的网络规划及优化的基础知识与应用。

第11章介绍了移动通信标准化组织概览、3GPP的组织架构和工作方法等。

第12章介绍了移动通信网络规划与优化的基本概念与技术。

本书读者对象

- 移动通信初学者；
- 大中专院校通信专业的学生；
- 移动通信从业人员；
- 移动开发人员；
- 基站建设与服务人员；
- 移动设备服务人员；
- 移动通信爱好者与研究者。

本书作者及编委会成员

本书由张海君、郑伟主笔编写，其他参与编写的人员有陈世琼、陈欣、陈智敏、董加强、范礼、郭秋滢、郝红英、蒋春蕾、黎华、刘建准、刘霄、刘亚军、刘仲义、柳刚、罗永峰、马奎林、马味、欧阳昉。在此一并表示感谢。



本书编委会成员有欧振旭、陈杰、陈冠军、项宇峰、张帆、陈刚、程彩虹、毛红娟、聂庆亮、王志娟、武文娟、颜盟盟、姚志娟、尹继平、张昆、张薛。

由于平时科研任务繁重，笔者一般是在夜里、周末等课余时间进行写作。在这里，首先要感谢父母、家人对我长期的鼓励，你们默默的支持给了我不断的动力；感谢我的导师对我学业的指导！感谢我的老师、同窗们！最后感谢胡丹萍女士为本书绘制大部分插图！感谢编辑们的精益求精。由于时间仓促及作者学识所限，书中内容难免会有欠妥之处，恳请读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 篇 大话移动通信基础知识

第 1 章 移动通信的前世今生	2
1.1 初识通信	2
1.1.1 为何要通信——我们要信息	2
1.1.2 通信的基本形式	8
1.2 古代通信——通信基本靠吼	9
1.2.1 最古老的官方通信——快马+驿站	9
1.2.2 最古老的军事通信——烽火台的狼烟	10
1.2.3 中国古代民间通信	11
1.2.4 中外古代其他通信方式	12
1.3 近现代通信	14
1.3.1 电报——人人都是余则成	15
1.3.2 电话——人声若只是初现	17
1.3.3 移动通信——我的电话我做主	19
1.3.4 光通信——挑战速度极限	21
1.4 小结	22
第 2 章 通信基础理论	23
2.1 信号与系统	23
2.1.1 何为信号？何为系统	23
2.1.2 信号与系统的分类	26
2.1.3 卷积的概念	28
2.1.4 傅里叶级数分析与傅里叶变换	30
2.2 概率论与随机过程	31
2.2.1 概率论——掷骰子的故事	31
2.2.2 随机过程——随机过程不随机	33
2.2.3 马尔科夫过程——由爱情呼叫转移想到的	34
2.2.4 排队论——人多很拥挤？排队吧	35
2.3 模拟通信系统	37
2.3.1 初识模拟通信	37
2.3.2 模拟信号的调制	38
2.3.3 模拟系统举例——童年的收音机	42



2.4	数字通信系统	43
2.4.1	数字模拟大比武——我们喜欢容易控制的技术	43
2.4.2	模拟信号与数字信号的转换	44
2.5	移动通信中的三大损耗	51
2.5.1	路径损耗——俗称路损	52
2.5.2	慢衰落损耗——俗称慢衰	54
2.5.3	快衰落损耗——俗称快衰	54
2.6	移动通信的四大效应	56
2.6.1	阴影效应——阳光不能普照	57
2.6.2	远近效应——CDMA 特有的效应	57
2.6.3	多径效应——余音绕梁	58
2.6.4	多普勒效应——你跑得太快了，我跟不上	59
2.7	小结	59
第 3 章	移动通信基本技术概述	60
3.1	多址技术	60
3.1.1	多址与复用的纠结	60
3.1.2	寸金难买寸“频率”	62
3.1.3	FDMA——频分多址	64
3.1.4	TDMA——时分多址	65
3.1.5	CDMA——码分多址	67
3.1.6	SDMA——空分多址	69
3.1.7	OFDMA——正交频分多址	71
3.2	移动通信的调制	74
3.2.1	调制——不仅仅是搬频谱	74
3.2.2	各种调制解调方式	75
3.3	信源编码——别废话，拣主要的说	78
3.3.1	信息熵——你说的话到底有多少信息量	79
3.3.2	信源编码方式 ABC	81
3.4	信道编码	82
3.4.1	信道编码的奥秘	82
3.4.2	信道编码在移动通信系统中的应用	89
3.5	分集与均衡	91
3.5.1	分集——兼听则明	91
3.5.2	分集技术的分类	92
3.5.3	分集的合并方式	96
3.5.4	均衡——减少符号间的干扰	98
3.5.5	均衡器一览	99
3.6	小结	100
第 4 章	鉴权与加密——安全性的考虑	102
4.1	移动通信信息安全初体验	102
4.1.1	手机窃听	103
4.1.2	手机盗号	104



4.1.3	短信诈骗	105
4.2	牛刀小试——2G 中的信息安全	108
4.2.1	GSM 的信息安全——潜伏和风声的故事	108
4.2.2	IS-95 的信息安全	117
4.3	登堂入室——3G 中的信息安全	118
4.3.1	3G 信息安全概览——保镖升级	119
4.3.2	WCDMA 的信息安全	122
4.3.3	CDMA2000 的信息安全	127
4.3.4	TD-SCDMA 的信息安全	130
4.3.5	3G 的安全漏洞——缺憾美	130
4.4	轻车熟路——B3G 与 4G 的信息安全	132
4.4.1	WiMax 的系统安全架构	133
4.4.2	LTE 的安全需求	135
4.4.3	LTE 中 UE 与 EPS 之间的保密流程	137
4.4.4	WiMax 的系统安全架构	143
4.4.5	WiMax 的 PKM 协议	144
4.4.6	WiMax 的密钥使用	150
4.4.7	多播广播密钥更新算法	152
4.5	小结	154
第 5 章	无线资源管理——管理无线资源	155
5.1	无线资源分配——资源的稀缺性	156
5.1.1	无线资源分类	157
5.1.2	功率分配——传说中的注水定理	158
5.2	接纳控制——名校招生在行动	161
5.2.1	接纳控制初识——录我还是他	161
5.2.2	接纳准则——招生原则	162
5.2.3	怎么判断接纳控制准则的好坏	164
5.3	分组调度——军事指挥中的兵力调配	166
5.3.1	分组调度初识——兵力分配的学问	167
5.3.2	调度算法——怎么分配兵力	167
5.4	功率控制——别吵，我听不见了	171
5.4.1	功率控制的必要性——为啥俺就这么受欢迎呢	171
5.4.2	功率控制也要讲原则	172
5.4.3	功率控制分类——掰指数一数	175
5.5	移动性管理——也谈跳槽的艺术	181
5.5.1	切换——看好了你再跳	182
5.5.2	小区重选	193
5.5.3	LTE 系统内的移动性管理	193
5.5.4	LTE 的测量	197
5.5.5	LTE 的随机接入过程	199
5.5.6	LTE 与其他接入网间的移动性管理	201
5.5.7	LTE 宏基站与家庭基站间的切换	208



5.6	位置管理——老婆查岗	209
5.6.1	位置管理初识	210
5.6.2	跟踪区更新	210
5.7	负载均衡——平衡我的负荷	211
5.8	小结	213

第2篇 大哥大、2G、3G、4G 各领风骚

第6章	第一代移动通信大哥大一统江湖	216
6.1	模拟语音风靡江湖	216
6.1.1	大哥大的起源	216
6.1.2	什么是移动通信	217
6.1.3	模拟技术+频分多址	218
6.2	“无敌砖头”的商用情况	220
6.2.1	第一代移动通信的收费模式	220
6.2.2	商用之初	221
6.2.3	我国的商用情况	222
6.3	“大砖头”的不足之处	224
6.4	小结	225
第7章	2G时代——GSM与IS-95的捉对厮杀	226
7.1	来自欧洲的GSM——成熟商用的典范	226
7.1.1	GSM的基本技术与特点	227
7.1.2	网络架构与接口——GSM的骨架	228
7.1.3	GSM的信道——动脉	231
7.1.4	GSM的呼叫流程——电话是这么打通的	232
7.2	来自北美的后起之秀IS-95	232
7.2.1	IS-95的技术特点	233
7.2.2	软容量与软切换——弹性更好	234
7.2.3	IS-95的功率控制	235
7.2.4	IS-95的呼叫流程——电话还可以这么打	235
7.3	小结	235
第8章	3G时代来了——第三代移动通信之三足鼎立	237
8.1	WCDMA——GSM的演进	237
8.1.1	WCDMA的主要技术参数	238
8.1.2	网络架构与接口——WCDMA的骨架	239
8.1.3	WCDMA的关键技术	241
8.1.4	WCDMA的基本信令流程	242
8.2	CDMA2000——IS-95的演进	244
8.2.1	CDMA2000的主要技术参数	244
8.2.2	网络架构——CDMA2000的骨架	245

8.2.3	CDMA2000 的基本信令流程	246
8.3	TD-SCDMA—孩子还是自己的好	250
8.3.1	TD-SCDMA——中国人提的移动通信标准	250
8.3.2	网络架构——TD-SCDMA 的骨架	251
8.3.3	TD-SCDMA 的信道与帧结构	252
8.3.4	接力切换——快速准确的交接棒	253
8.3.5	智能天线——指哪打哪的六脉神剑	255
8.4	小结	256
第 9 章	UMTS 的长期演进——3.9G 时代的 LTE	257
9.1	印象 LTE	257
9.1.1	系统参数概述	258
9.1.2	两种帧结构	259
9.1.3	资源栅格	261
9.1.4	信道——功用不同的道路	262
9.2	核心技术之正交频分复用	265
9.3	核心技术之多输入多输出	266
9.3.1	传输分集	266
9.3.2	空间复用	267
9.3.3	波束赋形	268
9.4	LTE 层 1 层 2 关键技术	269
9.4.1	功率控制	270
9.4.2	干扰抑制——别干扰我说话	270
9.5	架构扁平化——精兵简政	272
9.5.1	S1 接口——校长与老师的沟通方式	273
9.5.2	X2 接口——老师之间的交流媒介	276
9.6	小结	278
第 10 章	4G 欲来风满楼——LTE- Advanced	280
10.1	LTE-Advanced 的需求	280
10.1.1	峰值速率与延迟要求	281
10.1.2	系统性能需求	281
10.2	LTE-Advanced 的技术演进	282
10.2.1	载波聚合——资源整合	282
10.2.2	CoMP——众人拾柴火焰高	283
10.2.3	自组织网络——自己的事情自己做	285
10.2.4	家庭基站——我不是 Wi-Fi	285
10.2.5	增强型 MIMO	289
10.2.6	中继——不是简单的直放站	289
10.3	小结	295



第 3 篇 移动通信的标准化、网络规划与优化

第 11 章 移动通信的标准化	298
11.1 标准化组织概览	298
11.1.1 3GPP 初识	298
11.1.2 3GPP2 简介	298
11.1.3 WiMax 标准演进	299
11.2 3GPP 的组织架构——天地会模式	299
11.2.1 组织架构	300
11.2.2 标准化文档输出	301
11.3 工作方法——一份提案的自白	302
11.3.1 工作方法	302
11.3.2 我要提提案	303
11.4 小结	303
第 12 章 网络规划与优化	304
12.1 规划与优化——为了有更好的通信质量	304
12.1.1 网络规划入门	304
12.1.2 网络优化 ABC	305
12.1.3 网规网优的自动化	305
12.2 网络规划	305
12.2.1 基站间距与天线高度	306
12.2.2 基站选址	307
12.2.3 中继与家庭基站的部署	308
12.3 网络优化——参数的调整	308
12.3.1 移动鲁棒性优化	308
12.3.2 负载均衡优化	309
12.4 小结	309
参考文献	311

第 1 篇 大话移动通信基础

知识

- ▶▶ 第 1 章 移动通信的前世今生
- ▶▶ 第 2 章 通信基础理论
- ▶▶ 第 3 章 移动通信基本技术概述
- ▶▶ 第 4 章 鉴权与加密——安全性的考虑
- ▶▶ 第 5 章 无线资源管理——管理无线资源

第 1 章 移动通信的前世今生

本章首先对通信的概念做一个全面、通俗的解读，然后介绍古人是如何实现通信的，最后介绍现代人类的通信方式，从感性上介绍移动通信的前世与今生。第 2 章，将深入讨论通信的基本概念。

本章主要涉及的知识点如下所示。

- 通信的概念：什么是通信，为何要通信。
- 古代通信：现代通信技术的前世。
- 现代通信：移动通信横空出世。

1.1 初识通信

本节将通过笔者普通的一天来了解日常生活中的通信行为，顺便介绍通信的一些基本概念及为何要通信的问题。本书说的就是移动通信那些事儿，我们的移动通信之旅，就从何为通信开始吧。

1.1.1 为何要通信——我们要信息

近年来，“通信”与“信息”这两个词语早已经深入到中国社会的各个角落中，信息化也成了当今世界不可阻挡的潮流，通信技术也已经在普通百姓的生活中生根发芽，人们的生活越来越离不开信息与通信技术。人与人之间沟通交流要通信，企业联系业务要通信，国家之间要通信，航天飞机上天也要与地面保持视频通话。

从人们的日常行为来说通信在当今社会用得有点泛滥了，无论从农村到城市，从婴儿到老人，从普通市民到专家教授，大家每天都在用通信技术和产品，如图 1.1 所示。通信是信息技术（information technology，简称 IT）的一个分支，笔者在攻读硕士学位期间的专业名称就叫做“通信与信息系统”。

从古代的邮驿到今天的手机，从手写的书信到计算机网络即时通信软件，从古代的烽火台到今天的卫星通信，从飞鸽传书到今天的物联网，人类社会进步发展的每一个脚印都可视为着通信技术发展的烙印。可以说，通信技术的进步是人类社会发展的一个缩影。

下面就先来看看生活中的通信技术吧。

1. 生活中的通信

以笔者生活中普通的一天为例，看看人们平时都用到哪些通信？

早上 7:30，恪尽职守的闹钟无情地把笔者从美梦中叫醒。闹钟的铃声传到笔者的耳



朵里，这就是一种通信，闹钟的铃声传递给笔者的信息是：你得起床了！



图 1.1 各行各业的通信

洗漱完毕，7:45，笔者走出宿舍门，按一下电梯的下行键，笔者走进电梯。笔者按电梯的按键也是一个通信的过程，按键被按下这个动作向电梯的处理系统发送有人要做电梯下楼的信息。

8:00，笔者从学生餐厅出来直冲实验室而去，路遇一美女脚步轻盈地从对面走来，轻启朱唇道：“同学，你好，我是北x大的，请问教三怎么走？”。“教三不远，你可以这么走……”如图1.2所示。

遇见美女就有通信了吗？呵呵，这个可是有。此处的通信就是不借助任何工具的美女和笔者的对话过程。我们通过对话来实现通信，一方的嘴唇充当信源（通信的源头）的时候，另外一方的耳朵扮演的是信宿（通信的归宿）的角色。在我们通信的过程中，通信的编码格式是中文的普通话，信道是空气，所以尽管这里的通信距离比较短，但还是有通信的，而且还是无线通信！

2. 几个基本通信概念

结合上面的例子，这里补充几个通信的基本概念。在通信中，如下几个概念是经常要用到的。

(1) 信源：顾名思义，信源就是信息的源头。在上面的例子中，闹钟把笔者叫醒的时候，闹钟是信源，笔者按电梯下行键的时候，笔者（或者说是笔者的手指）是信源，美女和笔者说话的时候，美女就是信源。

(2) 信宿：和信源类似，信宿就是信息的“归宿”，即信息传达的目的地。前文提



到的电梯、闹钟闹的对象——本人、本人回答美女问路时候的美女都是信宿。

(3) 信道：信道就是信源与信宿通信的媒介，空气、电缆、光缆、石头、钢管等都可以充当通信的信道。

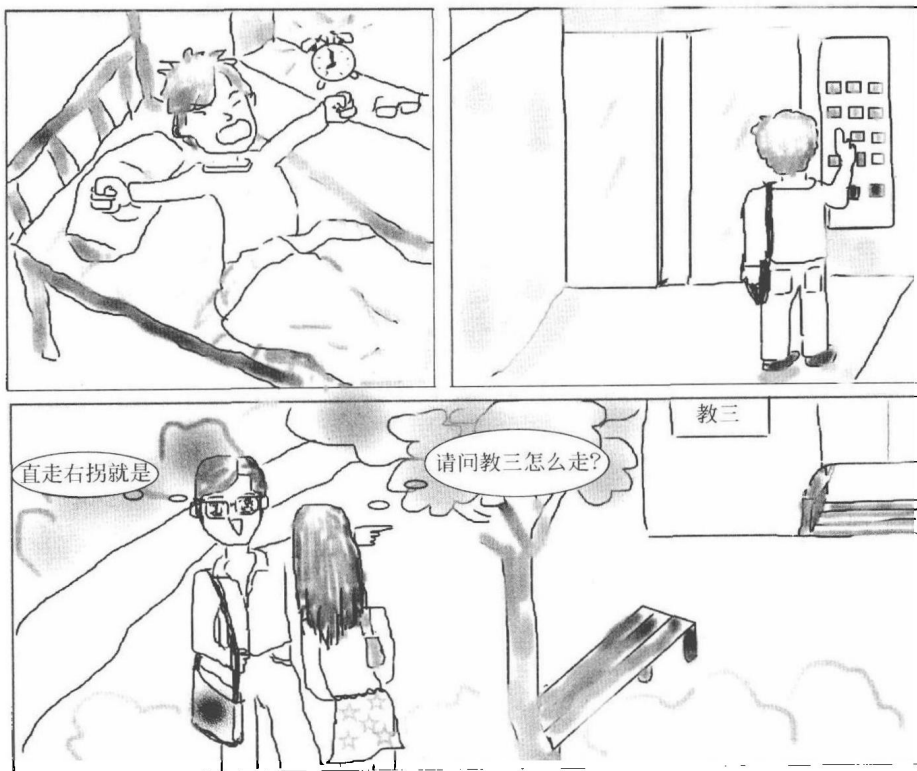


图 1.2 笔者的一天

(4) 信息：通信就是信源向信宿传递信息的过程，那什么叫信息呢？信息就是有价值的消息。有用的消息才叫信息，没用的消息不叫信息。用术语说就是通信传递的消息必须要有信息量，没用信息量的消息也就不叫信息。比如，笔者刚看过了今天美国篮球职业联赛季后赛的第三场，凯尔特人大比分输给骑士队，一个哥们过来和笔者说：

“Hey, man! 今天我皇赢了你凯！”

“Shut up! Boy! 早知道结果了，我凯在为总冠军攒人品呢！你甭和我废话！xxxx！”，这个哥们说的话对笔者来说没有任何的信息量，因为笔者早已经知道了这场比赛的结果了，所以这不是一个成功的通信过程。

上边的笔者和美女的聊天过程为什么是一次通信过程呢？因为笔者给她提供了有价值的信息，告诉了她怎样从北邮东门走到教三！

(5) 双工方式：双工方式分为双工、半双工和单工 3 种方式，简单地讲双工就是通信双方可以同时既作为信源也扮演信宿。举个不恰当的例子，夫妻两人在激烈争吵，两人同时指责对方，此时就是全双工；半双工就是一方在做信源的时候，另一方充当信宿。反之亦然，比如，前面笔者和美女的对话就是半双工，美女问笔者听着，笔者回答美女听着，这就是半双工；单工就是只能在通信的过程中，信源与信宿的角色不能互换，信源只能做信源，不能做信宿，信宿只能做信宿，不能做信源。生活中的广播电视就是单工通信的典