



Scientific Hotspots
科普热点



数字化潮

新世纪科普热点丛书

A Series of Scientific Hotspots in the New Century

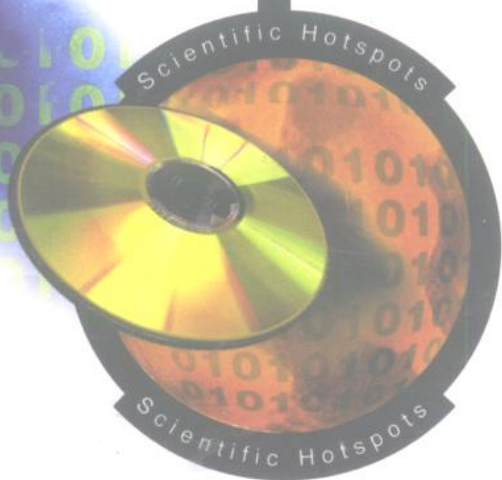
数字化与人类未来

Tide of Digitization — Digitization and the Future of Man



陈志良 明德 主编

陈志良等 编著



科学普及出版社
POPULAR SCIENCE PRESS

4311.72-43
C65

429208



新世纪科普热点丛书

A Series of Scientific Hotspots in the New Century

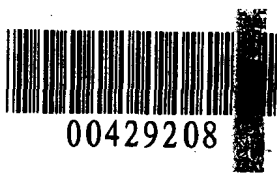
数字化潮 ——数字化与人类未来

Title of Digitization

——Digitization and the
Future of Man

陈志良 明德 主编

陈志良 等编著



00429208

科学普及出版社
POPULAR SCIENCE PRESS

·北京·

D224/03
图书在版编目(CIP)数据

数字化潮——数字化与人类未来/陈志良等编著. —北京:
科学普及出版社, 1999. 1

(新世纪科普热点丛书/陈志良, 明德 主编)

ISBN 7-110-04548-X

I. 数… II. 杨… III. 数字技术 - 普及读物
IV. TN911.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 30016 号

科学普及出版社出版

北京海淀区白石桥路 32 号 邮政编码: 100081

电话: 62179148 62173865

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

北京国防印刷厂印刷

*

开本: 850 毫米 × 1168 毫米 1/32 印张: 9.875 字数: 230 千字

1999 年 1 月第 1 版 1999 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1 - 10000 册 (软精装) 定价: 18.00 元

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)



时代向前推进，我们正走向新的世纪。

新世纪是一个高科技的世纪，知识经济的时代，一个科学与文化高度交融的世纪。人类将面临一个蓬勃发展的全新的文明形态！

高科技发展已经成为全球瞩目的热点。纵观世界，发达国家摩拳擦掌，发展中国家跃跃欲试，高科技领域的竞争几近白热化。事实上，高科技的高速发展正掀起一场波澜壮阔的新科技革命，从而导致了人类文明加速度运动。在这样一个时代，固步自封和徘徊观望就等于自行隐退、自取灭亡。国家、民族不分强弱大小、先进落后，都必须搭乘上高科技发展的快车，去迎接生存的挑战，获取发展的机遇。

高科技无所不在，它在向世界各国、各民族展示那强大无比的奔腾势头的同时，也向每一个生活在新世纪的普通人发出了坦诚的邀请。这邀请更是使命！它要求每一个人具备高科技的知识、高科技的技能，以及一颗紧扣高科技发展脉搏而跳动的心灵。现在以及不久的将来，我们不但要在高科技的环境中工作，还要在高科技的背景下学习，不仅要在高科技的发展中求生存，更重要的是，要在高科技提供的便利中愉快地生活。每一个人，都应该把视线投向高科技。

高科技绝不神秘，高科技的“高”并不意味着艰深、高贵。恰恰相反，越是尖端的科技运用起来越是友好，越是接近常人的生活。几年前，电脑还是专家机房里的贵重仪器，如今，一个小学二年级的孩子

熟练地驾驭电脑已经犹如家常便饭；“Internet”曾经让人觉得神秘莫测，而今天，一个普通的工薪族轻击鼠标在因特网上冲浪已经是茶余饭后的消闲了。

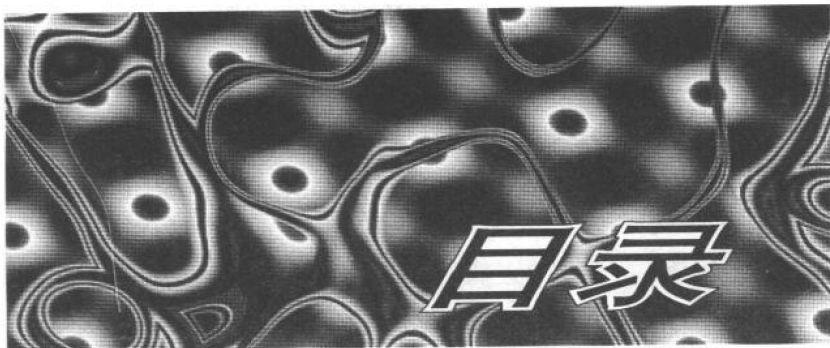
高科技正以一种我们几乎无法感知的速度熏陶着我们的生活。激光影碟、多媒体把最新的娱乐信息大规模地传递给各种人群；计算机制作导致了“泰坦尼克”的“沉没”；数字化技术把清晰的语音与图像在瞬间传递到大洋彼岸；家庭影院让人们坐在家中观看电影如同身临其境；克隆技术的最新研究打破了阴阳和合繁殖生命的专利，生物工程的进步使得改造生命、攻克癌症成为可能；而尖端武器的进一步发展也使得人类更加意识到和平与发展的极端重要……一旦把视线投向这个领域，人们会恍然大悟，高科技的发展早已改变了我们的生活。

高科技的发展是人类的福音，凭借着高科技，人们从笨重、危险的工作中解放出来，凭借着高科技，人类变得更聪明。高科技使得人们的知识与智力成千上万倍地放大，人类社会形成了以知识产业为主导的产业结构和社会结构，与此同时，也彻底地改变了人们的生活方式、行为方式、学习方式、交往方式和就业方式，人们的生活质量得到了无可比拟的提高。

新世纪，高科技将为人类社会创造出一个前所未有的、充满多样性的发展空间。

高科技进一步发展，每一个人将激发出巨大的潜力，创造出前所未有的人生价值。

一切来自高科技，一切归功于每一个人对高科技的创造与运用。为此，一批以博士为主体的当代科技研究专家联袂推出《新世纪科普热点丛书》，全方位扫描高科技的运用与走向，把高科技的智慧送至您的手中！



第一篇 数字化浪潮席卷了人类社会与生活

入门谈话:模拟与数字 (2)

两类信号概念——模拟信号与数字信号 (2)

“1000 = 8”——数字信号中数的表示法 (4)

“真实的谎言”——变模拟信号为数字信号 (6)

数字化——吹响信息时代的号角 (12)

“信息”横观纵览 (14)

“神秘”的信息,平常的答案 (17)

思接千载,关山飞渡——信息传递 (28)

无形之物的形体——信息媒体和载体 (35)

迎面驶来的信息时代 (36)

数字化正风起云涌——信息高速公路铺设到脚下 (41)

美国、加拿大抢占先机 (41)

欧洲力争居上 (48)

日本奋起直追 (49)

信息高速公路是人类未来之路 (52)

第二篇 眼之所见,耳之所闻

数字化视听新感觉 (58)

电视更新换代——数字化电视及其他 (58)

电脑电视化与电视电脑化 (65)

真正高保真——数字化音频 (69)

数字化存储——激光光盘 (74)

飞利浦公司的创造 (74)

跟随光的轨迹 (75)

数字化的神经中枢——数字计算机 (81)

巨型化、微型化、网络化、智能化——计算机的今天与
明天 (81)

计算机走入社会的诸多功用 (83)

高智慧的悖论——计算机所引发的现代生活变革 (86)

随心所欲多媒体 (91)

“全知全能”的多媒体技术 (91)

结识多媒体数据 (93)

虚拟现实——真亦幻来幻亦真 (100)

第三篇 秀才不出门……

数字通信:在遥远的时空倾听你的声音 (108)

莫尔斯:换一种方式交流 (109)

时空能力的拓展 (113)

人在终端:心灵和数据的交换 (121)

数字通信背景下的现在与未来 (128)

世纪之交:信息的天罗地网 (135)

- 剥离繁复结构,进入网络空间 (135)
- 出示通行证:网桥、路由器和网关 (138)
- 冲浪因特网 (140)
- 美国国防部的“阴谋”——TCP/IP 协议 (143)
- ATM——面向未来的高速协议 (146)

在数字化的信息高速公路上漫游 (150)

- 信息高速公路的“路” (152)
- 信息高速公路的“交通规则” (164)
- 信息高速公路的“灵魂” (169)
- 信息高速公路的“车” (180)
- 信息高速公路的“乘客” (182)

第四篇 数字化社会与社会数字化

无所不在的数字化印记 (192)

- 数字化的人和数字化的物 (192)
- 数字化:触手可及的神话 (193)
- 数字化的生活 (195)
- 突破“瓶颈”和未来的经济繁荣 (196)
- 战争和军队,数字化的轮盘赌 (202)

数字信息产业的兴起 (206)

- 第四产业:需要的和所能得到的 (206)
- 信息大联盟:一个新的联合国 (208)

信息犯罪——数字化的隐忧 (218)

- 林子大了,什么鸟都有 (218)

天才与罪犯 (221)

未来信息社会数字化展望 (224)

找一个存储信息的仓库 (224)

发达国家在干什么 (231)

现实与不远的现实 (238)

把忙碌从生存中驱逐 (243)

美梦成真的那一天 (264)

第五篇 数字化挑战中国

这是第几次浪潮 (269)

消失的界限,无限的空间 (269)

文明的变迁和信息巨人 (271)

在信息社会中主动生存 (275)

社会信息化水平的衡量 (279)

现代化信息建设与“金”字工程 (281)

信息基础设施:给未来一份信心 (282)

初步建设:我们不再是一张白纸 (284)

公用数据网及国家经济信息网络的建设 (287)

在信息潮中淘金:“金”字系列工程 (291)

决心、信心、平常心 (299)



第一篇

数字化浪潮
席卷了
人类社会与生活

入门谈话： 模拟与数字

在日常生活中，我们与各种各样的环境、人物和事件在打交道，其间接触着各种各样的信息。比如在某个炎热的夏季，当你正在吃冰激凌的时候，同伴说：“今天的天气很热，气温高达 35°C 呢”。不知此时，你是否意识到，在这句话中你已经同时碰到了模拟量与数字量这两个概念了。其实，模拟与数字并不是多么学术的词汇，它就存在于日常生活之中。像上面那句话中的“很热”便是一个表示温度的模拟量，即温度高；而“ 35°C ”则是一个表示温度的数字量，具体给出了当时的温度值。

那么模拟与数字的确切含义是什么呢？

两类信号概念——模拟信号与数字信号

普通钟用指针的连续旋转来表示一天中任一个时刻，它可以对时间作连续的表示。比如某时刻时钟指针所指约 7 时零 1 分，实际表示的时间可能是 7 小时 0 分

0.667172……秒，表示秒的 0.667172……可能有无限多位，我们无法分辨，这就是模拟量。所谓模拟，就是用指针旋转的角度大小模拟真正的时间，其特点是能够连续地表示一个物理量。

在日常生活中接触的原始信号一般都是模拟信号，数据用随时间连续变化的物理量形式来表示。例如，耳朵听到的声音，从电话送话器获得的电压信号、从电视摄像机输出的图像信号等都是模拟信号。

在车站、码头的大厅中看到的电子钟，在它的表面上直接显示数字 7 时零 1 分，等过了 1 分钟，电子钟才再跳到 7 时零 2 分。这种电子钟从 7 时零 1 分到 7 时零 2 分是跳跃变化，而不是连续变化，它是按规定的基本单位——“1 分钟”作跳跃变化的，这就是数字量。其特点是只能以基本单位不连续地表示一个物理量。其实，在日常生活中遇到类似的事情太多了。如用尺子和算盘来计量，尺子量出的长度是模拟量，算盘表示的是数字量。

在人类发明计数方法以前的远古社会里，可以说人们最多只具有模拟的概念。在人们学会计数以后，不仅大大提高了人类的数学思维和劳动能力，而且带来了数字化的革命。在时间上和幅度上均离散的量称为数字量，一般可用“0”和“1”这两个状态表示或多个离散的、具有跳跃间隔的状态表示。比如大家在电子手表上看到的时、分、秒，电传打字机输出“0”和“1”码构成的电信号。

与模拟量和数字量相对应，在电子设备中碰到的电信号也可分两类。一类是连续变化的模拟信号，另一类是不连续的数字信号。

大家知道，电话是利用送话器把声音变成电流。当人对着送话器讲话时，送话器中的炭粒电阻就会改变。因



此，也就改变了通过送话器的电流值。在每一时刻，电流的幅度大小与讲话人声音大小成正比，它们之间一一对应。我们把这种电流叫做电信号。这种电信号就像人的声音一样，是一种连续变化的电信号，称为模拟信号。

再看一下电视产生的电信号。我们知道电视是用来传送活动图像的。以黑白电视为例，它利用电视摄像管的光电转换作用，将摄得的光学图像转变成相应的电信号，由电视发射机用无线电波发射出去。电视接收机收到无线电波后，在显像管的荧光屏上还原出活动的图像。电视摄像机把图像变成电信号是一种光电转换，它产生的电信号的电流幅度随图像的亮暗而变化，也就是说，电视的视频信号也是一种模拟信号。此外，属于模拟信号的还有传真信号、广播信号等等。采用模拟信号进行通信的称为模拟通信。模拟通信已使用得相当广泛，如：载波通信、微波中继通信。

什么是数字信号呢？比如电报信号，各种字母、标点等符号都用空号（无电流）、传号（有电流）的不同组合来代表，这类不连续的电信号就是数字信号。此外，电子计算机、数据终端机输出的数据信号以及使用经过数字化处理的脉冲信号的各种电话、电视、传真信号等与模拟通信相对应，采用数字信号进行通信的称为数字通信。

100-3——数字信号中数的表示法

提到数，读者会很自然会想到1、2、3……9、10。每数十个数，就向高一位进1。这是人们习惯的十进制计数。而在计算机中，采用的是二进制计数。

什么是二进制呢？它是“逢二进一”的计数制。二进



制数中只有“0”和“1”两个代表数字的符号。二进制的数1就是最大的个位数。1加1等于2，但二进制数中没有2，只好逢二进一，变成“10”，这就相当于“二”。再加一是“三”，也就是“11”。四就是“100”；五就是“101”；六就是“110”；七就是“111”；八就是“1000”；九就是“1001”。读者您看！二进制光用“0”和“1”两个数码，就把1、2、3、4、5、6、7、8、9都表示出来了。当然再大的数（位数多的），也都能用“0”和“1”这两种符号表示出来。显然，用二进制数表示不仅很不习惯，而且位数增多，书写和认读都很不方便。

那么，数字信号中的数的表示为什么要采用二进制数呢？这是因为在二进制数具有下列主要优点：

第一，二进制数的表示方法比较简单，在设备中容易实现。二进制的“0”和“1”两个数字符号正好对应电路的接通、断开；灯泡的亮、灭；电路中脉冲的有、无；电位的高、低；三极管的截止、导通等两种状态。例如，用有脉冲表示“1”，无脉冲表示“0”；高电压表示“1”，低电压表示“0”；灯亮表示“1”，灯灭表示“0”等等。这在电路上实现起来非常方便。若要用十进制数就需要有十种不同状态来表示0~9这十个符号，这在电路上是很难实现的。

第二，二进制数运算简单，利用电子计算机运算的速度很快，每秒钟可达几百万次，甚至近亿次，能够高速率的传送信息。二进制数的英文缩写为“bit”，通常音译为“比特”。在数字世界中用“比特”作为信息量的度量单位。二进制数中的一位叫做一个码元，它的信息量就是1比特。如有8位二进制数“10011001”，它有8个码元，信息量就是8比特。这里，从比特可以引伸出一种在数字



通信中用来表示信息传输速率的单位，叫做比特率。它指每秒钟所传送的二进制码元数，单位是“比特/秒”。如果一台数据终端机每秒传送 4 800 个码元，信息速率即为 4 800 比特/秒；每秒传送 9 600 个码元，信息速率就是 9 600 比特/秒。比特率越高，表示传输信息越快。有些读者可能在自己家里通过电话线和“猫”（调制解调器 Modem 的昵称）上过 Internet，就会知道在网络中比特率又被称为波特率，波特率越高的 Modem，你会觉得上网越快，即网络上的信息传输率越快。

由上面介绍的二进制数的表示方法，推而广之，采用“0”和“1”两种数字符号也可以表示其他信息。

真实的话言——变模拟信号为数字信号

同一物理量既可以用模拟量来表示，也可以用数字量来表示，这说明两种量之间存在着内在联系，相互可以转换。那么，模拟量如何转变为数字量呢？或者说，模拟信号如何转变为数字信号呢？

模拟信号的数字化处理要经过取样、量化和编码三个步骤。

1. 取样

模拟信号要转变为数字信号，第一步就是取样，那么，什么是取样呢？

读者在电影院里看过电影吧？当你坐在电影院里欣赏着银幕上演员真挚细腻、富有激情的表演时，总是赞不绝口，从来也不曾感觉到演员的动作有什么不连贯的地方。其实，在拍摄电影时，不可能用胶片把演员的连续动作全部连续地拍摄下来，只能按一定速度摄下一幅一幅不连续



(离散)的画面。每幅画面只是取出了演员动作在某一瞬间的“样子”，这就叫做“取样”。如果各个离散画面之间的时间间隔很长，也就是每秒钟内取样的数目不够多，那么我们看到的只能像幻灯片那样是一些不连贯的跳变动作。当取样数目足够多，如每秒取样不少于 24 幅，那么，在放映时，由于眼睛有视觉暂留的特性，在银幕上看到的就不是像幻灯片那样一幅一幅离散的画片，而是连续的动作，有真实感的场面了。

这告诉我们只要满足一定条件，离散的“取样”可以构成连续的动作。同样，人们从实践中发现，要想传输一个电话信号，可以不必把信号的各个瞬时电流都连续地送出去，而只需要每隔一定的时间对信号幅度取一个瞬时值传出去就可以了。例如要传送连续的电话信号，只需在 t_1 时刻传送当时的幅值 A_1 ，在 t_2 时刻传送幅值 A_2 ，在 t_3 时刻传送幅值 A_3 ……。把这些离散的幅值传送到对方以后，对方就可以根据这些离散的幅值，恢复出原来的连续的电话信号。和拍电影一样，取样的数目必须达到一定的值(足够密)最终才能恢复到原来的样子。当然，这毕竟只是感觉上的复原。这种情况，或许可以戏称为“真实的谎言”。

那么，取样要按照怎样的速率进行，才能真实地反应取样前的信号呢？经过理论分析和实验证明，得到了这样一个重要的法则：“取样速率至少应为信号最高频率的两倍，才能反映出原信号的真实情况”，这就是著名的取样定理。例如电话信号的最高频率为 4 000 赫兹，因而取样速率每秒不能低于 8 000 次。取样的方法是将输入的信号通过一个取样门开关，取样门的作用就像我们常见的门一样，当开始取样时，取样门打开(开关接通)，让信号通



过；当取样完毕后，取样门关闭（开关断开），阻止信号通过。取样门的开和关是由一组特定的脉冲来控制的。这组脉冲叫做取样脉冲。经过取样后，信号就成为离散的、不连续的信号了。

2. 量化

模拟信号经取样后，各个取样值的幅度可能都不是整数，而且在小数点后面有许多的位数。如 57.668234 毫伏、46.328239 毫伏，等等，仍然是一个模拟量，若不加处理地用“0”和“1”的二进制数码来表示，则这些取样值所需的位数将变得十分庞大，十分复杂。为了实现数字化，必须先把这些幅度加以处理，每个取样值用一些近似的数值来表示，将 57.668234 用 57.7 来表示，46.328239 用 46.3 来表示……，这个把取样值进行化“整”，即类似于用四舍五入的办法取同样有效位数的过程叫做量化。

量化这个概念我们并不陌生，它在自然科学和日常生活中是被大量采用的。仅以电压测量为例，设被测电压在 0~100 毫伏范围内，使用的电压表为均匀刻度，每一个最小刻度为 1 毫伏，若被测电压的实际数值为 57.668234 毫伏，表头上的读数只能读出 58 毫伏，尾数大于 0.5 毫伏就算做 1 毫伏了。这是在测量上我们习以为常的量化办法。

同样，设取样信号在 0~8 范围内变化，我们可以把这个范围内分成 0、1、2、……7、8 共 8 个等分。如取样值落在任何一个等分中，都以这个等分的中间值来表示，这样就 把信号分成 8 级（0~7 级）。即信号 0~1 范围内用第 0 级来表示（设第 0 级的基准为 0.5），则落在 0~1 范围内的信号都应当作 0.5；信号在 1~2 范围内用第 1 级来表示（第一级基准值为 1.5）；……信号在 7~8 范围内用

