

电子应用技术丛书

5

信息学漫谈

钟义信 著



科学普及出版社

电子应用技术丛书 5

信息学漫谈

鍾义信 著

科学普及出版社

内 容 提 要

信息是知识的源泉,是解开自然之谜的向导。一切真知都是由信息提炼出来的。因此,了解和研究信息是一个极为重要的科学课题。本书的目的就是试图通俗地介绍信息问题的基本知识,包括:什么是信息,它与人类的关系,它在人类生活中的地位和作用,怎样利用信息来为人类服务,等等;同时,也阐述了信息理论的形成和发展,描绘了信息科学的诱人前景。

本书可供具有中学程度的读者阅读,并可作为学习信息学的人门书。

电子应用技术丛书 5

信息学漫谈

鍾义信 著

责任编辑:纪思

插图:梁权国

封面设计:陈德宝

*

科学普及出版社 出版(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京四季青印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 4¹/₂ 字数: 92千字

1984年6月第1版 1984年6月第1次印刷

印数: 1-15,640册 定价: 0.50元

统一书号: 15051·1094 本社书号: 0783

电子应用技术丛书已出版书目

- | | | | |
|---------------|-----|-----|---|
| 1. 今日电子学 | | 冯秉铨 | 著 |
| 2. 录音机原理及使用常识 | 肖和祥 | 刘宪坤 | |
| | | 席金生 | 著 |
| 3. 微电脑趣谈 | 袁幼卿 | 吴宝坤 | 著 |
| 4. 电子管的使命 | | 柯学 | 著 |

4452/4 D2

电子应用技术丛书编委会成员

主 编	孟昭英				
副 主 编	杜连耀				
常务编委	甘本祓				
责任编委	周炯槃				
编 委	毕德显	吴朔平	叶培大	任 朗	吴鸿逵
	童志鹏	陶 杖	顾德仁	王守觉	张恩虬
	邱绪环	何国伟	秦诒纯	陈芳允	周炯槃
	周锡龄	王玉珠			

前 言

电子科学技术是一门发展迅速、应用广泛的近代科学技术，而先进的电子技术又是现代化的重要标志。为了尽快普及电子科技知识，中国电子学会和出版部门聘请有关专家、学者组成编委会，组织编写三套各有特点的、较系统的普及丛书。本丛书是“电子应用技术丛书”，由科学普及出版社出版；其余两套是“无线电爱好者丛书”由人民邮电出版社出版，“电子学基础知识丛书”由科学出版社出版。

“电子应用技术丛书”以具有中等文化水平的干部、知识青年和电子技术爱好者为对象，着重介绍电子技术的应用，兼顾有关基础知识、发展史和展望未来，俾使读者对电子科技获得比较完整的概念和知识。

我们竭诚地期望广大读者和电子科技人员对这套丛书提出宝贵意见，对缺点或错误提出严正批评，使本丛书不断完善，从而更好地适应“四化”建设的需要。

作 者 的 话

自然界，真是一座五光十色、无限丰富的天然宝库！它无所不包，无奇不有。人类在自然界生存和发展的过程，实际上是一个不断探索自然，开发和利用自然的过程。探索得愈深入，开发和利用得愈充分。

然而，要真正揭开自然的奥秘，却又谈何容易！

多少世代，多少勇敢的探险者，多少杰出的科学家和广大的劳动人民，一直坚持不懈，奋斗不息，追求着这个激动人心的目标。但是，自然界好象故意要跟人类开玩笑，总是把那些最精采的宝藏，巧妙地深藏起来，却又把一些信息留在外面供人们去追踪。这样，信息就成了人们探索自然秘密的线索。可惜，信息也并不那么温顺老实，它经常变幻莫测。因此，在探测自然信息的过程中，人类常常感到自己的眼力不够，听觉不灵，于是产生过“千里眼”、“顺风耳”一类神话幻想。特别是，人们常常感到脑力不济，希望有所谓“万灵脑”来帮助分析和处理信息。总之，在探索自然，与信息打交道的过程中，人类曾经创造过许许多多象美猴王孙悟空这样一类耳聪目明，能够辨“魔”识“妖”的神话英雄，来寄托他们渴望征服自然的理想。

今天，人类终于有了第一批可用的“千里眼”、“顺风耳”和“万灵脑”，那就是望远镜、显微镜、雷达、电视、遥测、遥控、遥感、无线电广播、无线电通信、计算机、学习机、翻译机……，它们观察信息、传递、处理和识别信息。

的能力，在不少方面已经比人眼、人耳和人脑高明了许多。有了它们的帮助，人类已经踏进了自然宝库的门坎。

不过，这仅仅是初步，还只刚刚触到自然宝库的外围。我们必须继续探索，继续攀登，向着宝库的广度和深度挺进。可以想象，一旦人类有了更加锐利的千里眼、顺风耳和万灵脑，一旦人类观察、接收、传递、处理、识别和利用信息的能力有了新的更大的飞跃，那么，困扰了人类多少世代的自然之谜就将迎刃而解，人类长期探索的宝库的精华就会立即展现在我们眼前。

研究扩展人类接收信息，处理、识别和利用信息的功能的科学，叫做信息科学。它与材料科学、能量科学一起，被称为当代自然科学技术的三大支柱。信息科学的理论基础，是研究信息本质和度量方法的信息论。

一切有志献身于科学事业的青年朋友们，振奋你们的勇气和智慧，加入探险者的行列，在科学的崎岖山路上挺进，去迎接那壮丽盛典的到来吧！

目 录

第一章 信息	(1)
一、从烽火台到卫星通信	
源远流长的信息学	(1)
二、看不见的激流	
作为消息传递的信息	(5)
三、计算机的神通	
用于运算和处理的信息	(8)
四、人类是怎样进化的?	
作为感知来源的信息	(10)
五、不识庐山真面目	
只缘身在此山中	(12)
六、万物生生不息	
信息观念的精确化	(15)
七、巧妇与拙夫	
信息与材料、能量的三足鼎立	(18)
八、机器能胜过人吗?	
信息问题的哲学论争	(21)
第二章 狭义信息论	(24)
一、仙农与狭义信息论	
简要的历史注记	(24)

二、日益模糊的边界

信息论的研究范畴..... (28)

三、在偶然中寻求必然

狭义信息论的科学观..... (31)

四、形式化的窍门

狭义信息度量的关键之一..... (33)

五、不定性的奥妙

狭义信息度量的关键之二..... (35)

六、一段有趣的历史插曲

麦克斯韦妖魔与负熵..... (42)

七、通信本质的揭示

信息传输的刻画..... (44)

八、数量与质量的约束

信息论编码定理..... (49)

九、仙农理论的意义

本章的简单结语..... (52)

第三章 工程一瞥..... (54)

一、“善”与“恶”的搏斗

信号处理导言..... (54)

二、去粗取精

有效性编码..... (56)

三、由此及彼

信号的预测..... (61)

四、物尽其用

多元及多路传输..... (63)

五、化弊为利

抗干扰编码.....	(70)
六、以长补短	
频谱扩展技术.....	(77)
七、相反相成	
通信的电子对抗.....	(80)
八、由表及里	
最佳检测理论.....	(84)
第四章 澎湃的新潮.....	(91)
一、“信息热”的背后	
狭义理论的局限.....	(91)
二、语法、语义和语用	
信息问题的三个层次.....	(94)
三、概率信息的拓广	
语义信息论的雏型.....	(97)
四、非此即彼与亦此亦彼	
模糊信息的意义	(100)
五、比“模糊”更加模糊	
定性信息的代数结构	(106)
六、信息度量的一体化	
广义信息模型的初阶	(108)
第五章 奇妙的明天	(114)
一、迅猛兴起的边缘科学	
广义信息论概说	(114)
二、历史与现实的联接	
控制论的奥秘	(116)

三、综合优化与序化

系统论的精髓 (121)

四、向生物界学几手

仿生学的潜力 (125)

五、造就新“人”

人工智能的前景 (127)

六、认识过程技术化

信息科学的展望 (129)

后记 (131)

第一章 信 息

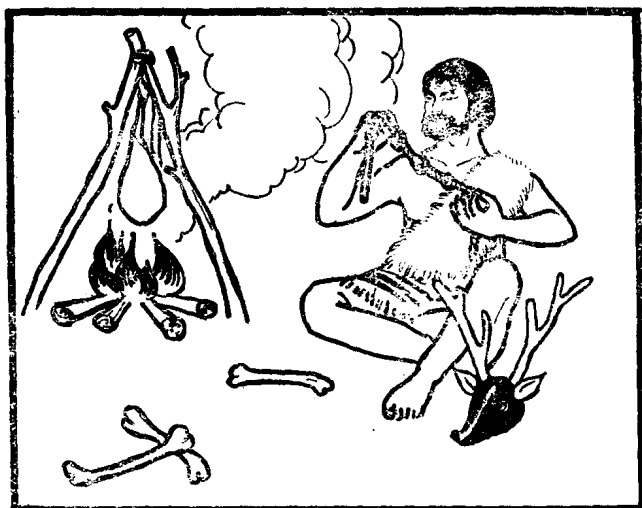
什么是信息？它有什么用途？为什么要研究信息？这些，是读者迫切希望知道的问题。我们的话题就从这里开始。

一、从烽火台到卫星通信 源远流长的信息学

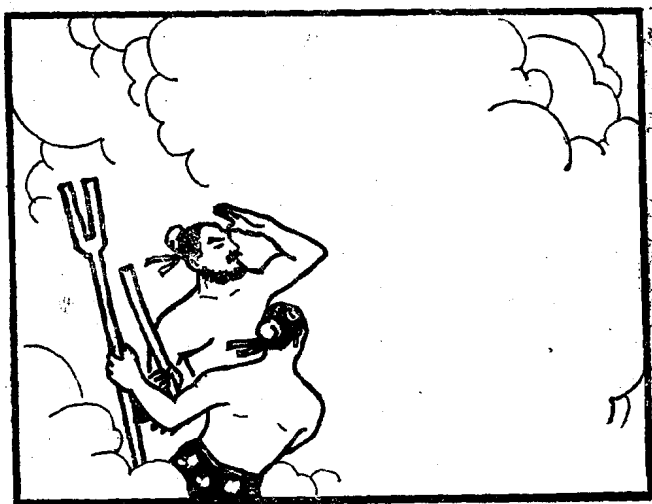
人类从产生那天起，就在信息的海洋中生活。早在原始社会，人类与信息就已形影不离了。原始人在森林中搜寻野果、野兽的信息；探悉各种猎物的信息。当时，这些信息既是人们维持自己生存的必要条件，又是防范和躲避强敌的重要屏障。

人类不仅自古以来就在利用信息，而且很早就有了一些初步的研究，了解了信息的很多性质，并利用这些性质来达到特定的目的（图1）。

远古时期，人们已经知道信息可以被掩盖和被检测。蚩尤同黄帝作战，总要利用大雾来使黄帝迷失方向。黄帝发明了指南车，成功地从大雾中检测了方向的信息，于是最终赢得了胜利。同时，人们也已经知道信息可以被存贮。于是，有所谓“结绳记事”之类的传说。之后，人们又很快懂得了信息可以被传送。于是，远在殷商时代，我国就有了“烽火告警”的创举——在许多遥相对望的山头上筑起烽火台，一

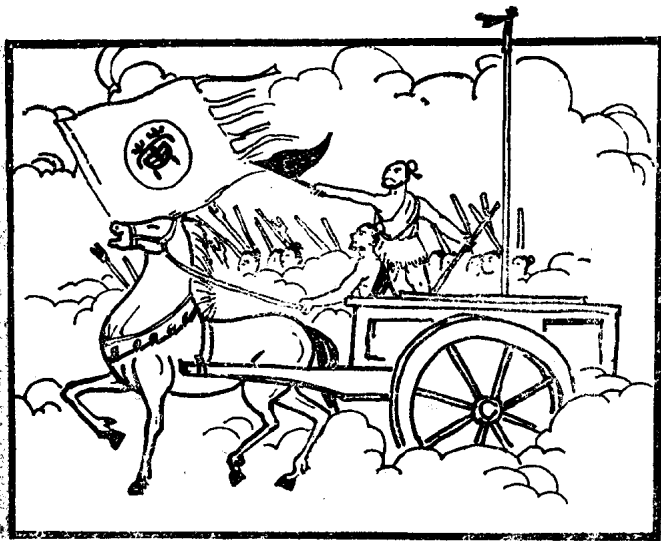


(a) 结绳记事——信息的存储

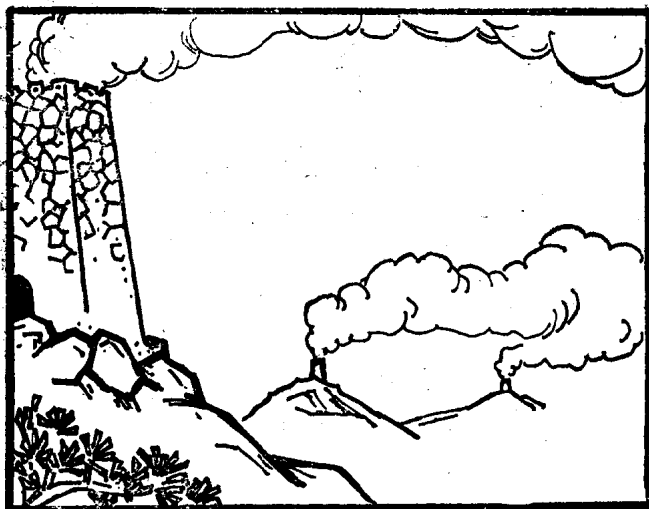


(b) 蚩尤利用大雾——信息的掩盖

图 1 古代对信息



(c) 黄帝发明指南车——信息的检测



(d) 烽火告警——信息的传送

的研究与利用

旦有事，告急的信息就借助烽火信号逐台向远方的大本营传送。如此壮观的原始光学通信系统，几乎可以同今日的无线电通信相比美！

事实上，古老的“烽火告警”为现代化的通信系统——微波接力通信提供了发人深省的原始模型。从形式上看，现代化的微波接力通信与古代的烽火告警是多么相象：微波站同烽火台一样座落在高山之巅，各站天线两两相望，携带信息的无线电波象烽火信号一样依次逐站向远方传送，直到信息的接收终端。

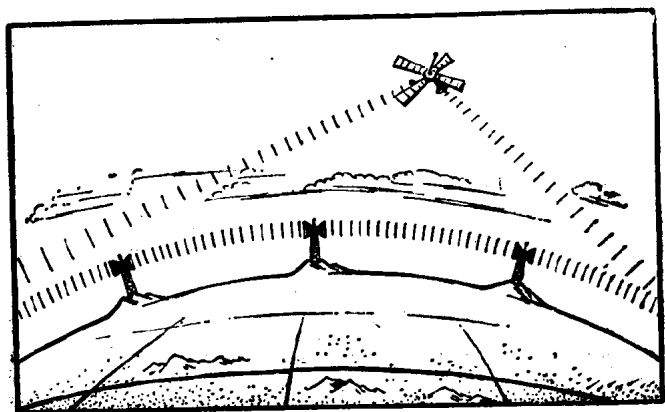


图 2 微波接力通信与卫星通信

当然，这种相似主要是形式上的。在这个意义上，我们甚至可以说，即使是最现代化的卫星通信，也依然带着烽火告警系统的某种痕迹。因为，它是从微波接力通信系统直接演化出来的，只是其中一个微波接力站设在离地面四万公里左右的卫星上，“站得高，看得远”，因此，不再需要那么多的中间接力站了（图 2）。

从指南车到现代的导航定位技术，从烽火告警到今天的

卫星通信，这期间，信息科学走过了多么漫长的发展路程啊！信息问题不是突然出现的，而是伴随着人类的进化，自古以来就存在的。信息不仅是人类现代文明的一个基本要素，而且从来就与人类的生存休戚相关。由于社会发展的需要，由于其它科学技术的推动，今天，古老的信息科学正面临着—个崭新的巨大飞跃。真正威力强大的千里眼、顺风耳和万灵脑，甚至具有惊人的信息接受和处理能力的智能机器人，将在我们这代人的手中诞生。有了它们作为替身，人类自身从自然界的束缚下彻底解放出来的日子，为期不远了！

下面，我们就来逐一谈谈信息科学的基本问题，包括它的基本观念、方法和意义。

二、看不见的激流

作为消息传递的信息

信息的含义之一，是作为通信的消息来理解的。在这种意义下，信息是人们在通信时所要告诉对方的某种内容。

比如，月球探险者通过无线电通信系统向地面指挥中心发回的报告，就是他们所观察到的关于月球的某些信息，而地面指挥中心发出的，则是关于探险者们应当如何行动的信息；利用广播或电视转播球赛时，它所转播的是关于比赛进展情况的信息；你给朋友一封书信，你所告诉他的，是关于你的学习、工作、生活或其它方面的信息；等等。总之，这些通信者所要告诉对方的消息，就是我们所说的“信息”。

一般，我们可以把任意两点之间的通信以及信息在其间流通的情形，归结为下图所示的简化模型（图8）。通信者