

信息融合技术

阎福旺 李山林 袁延芝 编著



海洋出版社

信息融合技术

阎福旺 李山林 袁延艺 编著

海军出版社

2001年·北京

内 容 简 介

本书全面系统地阐述了信息、信息融合及信息融合技术等方面的概念,指出了信息融合技术面临的机遇和挑战,介绍了信息取向、信息的不确定性、信息需求量、信息结构等有关的信息融合技术的基础知识,阐述了信息融合准备的要求及信息融合技术实施的方法,介绍了比较典型的信息融合技术,如统计处理、逻辑分析、类比推理、趋势外推、模糊集理论、博弈、不确定性因素的优化处理及信息融合的直接合成法等,指出了信息融合的效果评判原则。

本书可供决策、管理及科研等人员使用,也可供与信息有关专业的大学本科生、研究生和教师作为教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

信息融合技术/阎福旺等编著. 北京: 海洋出版社,
2001. 5
ISBN 7-5027-5261-7

I. 信… II. 阎… III. 信息处理-信息技术 N. 6202

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第19547号

责任编辑 赵士青

责任印制 严国晋

海洋出版社 出版发行

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

(100081 北京市海淀区大慧寺路8号)

北京市燕山印刷厂印刷 新华书店发行所经销

2001年6月第1版 2001年6月北京第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 10.75

字数: 280千字 印数: 1—800册

定价: 25.00元

海洋版图书印、装错误可随时退换

责任编辑：赵士青 / 封面设计：何英

分 类	编 号
登 记 号	

读者注意

1. 爱护公共图书切勿任意卷折和涂写，损坏或遗失照章赔偿。
2. 请在借书期限前送还以便他人阅读请赐予合作。

成1106-1

前 言

信息是音信、消息、情报、资料、数据、新闻等各个方面的结晶，是这诸多方面所追求的实质内容。在不同的场合里，信息的形式是不同的。在各个学科领域中，由于信号的形式不同也导致从中提取的信息形式不同。在社会科学和自然科学中任何一项研究成果，其中包括对信息的需求量及信息的取向都是与所需的信息有关。在解决问题的过程中，每前进一步都依赖于信息。因此，人们在决策、管理和科研过程中，都是将大量的信息融合而得出自己的行动方向并找到行动目标。信息融合是将几种不同的信息合成一体，形成一个新的信息，这新的信息对于最终决策起着重要作用。正确的信息融合来自合理的信息融合技术，信息融合技术是获得正确、合理的信息融合的关键。

研究信息融合技术主要目的就是促使我们的信息融合工作由经验型向科学型迈进，由初级向高级发展。许多专家和高级决策人员在信息融合技术的实践中做出了突出的贡献。我们仅以此书献给为信息融合工作作出贡献的工作者，并希望对信息融合技术的发展起到应有的作用。

本书全面系统地论述了信息融合技术所涉及的各个方面，内容丰富。全书共分 19 章。第一章，概述；第二章，信息融合技术面临的机遇；第三章，信息融合技术面临的挑战；第四章，信息的取向；第五章，信息的不确定性；第六章，信息需求量；第七章，信息结构；第八章，信息融合技术基础；第九章，信息融合准备；第十章，信息融合技术实施；第十一章，统计处理；第十二章，逻辑分析；第十三章，类比推理；第十四章，趋势外推；第十五章，模糊集理论，第十六章，博弈；第十七章，不确定性因素的优化处理；第十八章，信息融合的直接合成法；第十九章，信息融合的效果评判。

阎福旺负责本书的全部编撰工作。阎福旺和李山林完成全书的内容拟定。在本书编著中，李山林起草第二章和第三章，袁延艺起草第十六章，其余各章由阎福旺起草。

著名水声学专家、中国科学院院士侯朝焕为本书作序，这是对作者们的鼓励、支持与期望，在此深表感谢。

由于水平有限，书中错误和不足之处在所难免，热忱希望读者批评指正。

编著者

2000 年 9 月

目 次

第一章 概述	(1)
1.1 信息	(1)
1.2 信息融合	(3)
1.3 信息融合技术	(4)
1.4 研究信息融合技术的目的	(5)
第二章 信息融合技术面临的机遇	(6)
2.1 划时代的信息社会的到来	(6)
2.2 信息已成为不寻常的资源	(7)
2.3 信息社会的催生技术发展迅速	(9)
2.4 信息高速公路的发展迈开了建设信息社会的第一步	(15)
第三章 信息融合技术面临的挑战	(18)
3.1 数字信息技术的快速发展	(18)
3.2 信息技术正在全面向数字化过渡	(19)
3.3 新技术发展迅速	(21)
3.4 人类社会向信息化过渡	(22)
3.5 在信息社会中占有主动已成为目标	(22)
第四章 信息的取向	(27)
4.1 信息取向的内涵	(27)
4.2 信息取向与发明创造	(27)
4.3 信息取向与未来趋势	(32)
第五章 信息的不确定性	(34)
5.1 引言	(34)
5.2 信息的不确定性描述	(35)
5.3 信息不确定性的比较	(36)
5.4 不确定性原理	(36)
5.5 随机性与不确定性	(37)
第六章 信息需求量	(38)
6.1 引言	(38)
6.2 降低不确定性的信息量	(38)
6.3 离散信息的基本要求	(39)
第七章 信息结构	(43)
7.1 引言	(43)
7.2 信息的三维结构	(44)

7.3 信息融合的活动矩阵	(44)
7.4 信息结构的数学描述	(45)
7.5 信息的数学描述原则	(47)
第八章 信息融合技术基础	(50)
8.1 似然估计	(50)
8.2 系统工程	(58)
8.3 科学思维	(69)
第九章 信息融合准备	(71)
9.1 信息价值判断	(71)
9.2 信息质量保障	(72)
9.3 信息融合技术的择优	(73)
第十章 信息融合技术实施	(74)
10.1 信息融合者应与使用相结合	(74)
10.2 重视研究与开发信息产品	(74)
10.3 控制信息融合的风险	(75)
10.4 遵循信息融合的规程	(77)
10.5 注意区别不同需求的融合	(77)
10.6 实践中再认识	(78)
第十一章 统计处理	(80)
11.1 概率论	(80)
11.2 数理统计	(85)
11.3 统计模拟	(89)
第十二章 逻辑分析	(94)
12.1 信息融合是科学逻辑发展的结果	(94)
12.2 逻辑推理与数学	(96)
第十三章 类比推理	(105)
13.1 引言	(105)
13.2 类推法的基本原则	(105)
13.3 类推的具体方面	(106)
第十四章 趋势外推	(108)
14.1 引言	(108)
14.2 线性趋势外推法	(108)
14.3 曲线趋势外推法	(109)
14.4 时间序列趋势外推法	(110)
14.5 回归分析在时间序列外推和因果关系模型中的应用	(111)
第十五章 模糊集理论	(113)
15.1 模糊数学	(113)
15.2 模糊集理论的基本内容	(114)
15.3 语言变量	(118)

15.4 模糊集理论的有关应用	(120)
第十六章 博弈	(123)
16.1 引言	(123)
16.2 参与者得失相等的情况	(124)
16.3 参与者得失不相等的情况	(125)
16.4 二人零和博弈举例	(127)
16.5 二人非零和博弈举例	(128)
16.6 最小最大定理证明	(132)
第十七章 不确定性因素的优化处理	(134)
17.1 引言	(134)
17.2 系统的统计优化方法	(135)
17.3 灵敏度分析的基本概念	(142)
17.4 离散系统的灵敏度分析	(145)
第十八章 信息融合的直接合成法	(153)
18.1 引言	(153)
18.2 直接合成法的基本概念	(154)
18.3 成双式合成法	(154)
18.4 分解合成法	(155)
18.5 内插式合成法	(156)
18.6 辐射式合成法	(156)
第十九章 信息融合的效果评判	(159)
19.1 引言	(159)
19.2 “三参数”的涵义	(159)
19.3 评判程序	(161)
参考文献及资料	(162)

第一章 概 述

1.1 信 息

在现代汉语的解释中，信息是音信、消息。在英文词“information”的注解中，将情报、资料、数据、信息、新闻等同对待。实际上，信息是音信、消息、情报、资料、数据、新闻等各个方面的结晶，是在这些诸多方面所追求的实质内容。因此，在不同的场合里信息的形式是不同的。在各个学科领域中，由于信号的形式不同，也导致从中提取的信息形式不同。在电学领域中，目标与环境的信息被电磁波信号所携带；在光学领域中，目标与环境的信息被光波信号所携带；在声学领域中，目标与环境的信息被声波信号所携带。不同形式的波所携带的信息形式自然不同。在信息论中，信息是指用符号传递的报导，报导的内容是接收符号者预先不知道的。在磁场中，依磁力线的走向可知磁极方向，也可知切割磁场的导线中的电流方向，无论是磁极方向还是切割磁场的导线中的电流方向，这些都是磁场中提供的信息。在声场中，声强的大小可以表明目标性质的信息，也可以表明声场中对声能衰减能力的信息。在各个行政管辖的领域中，人员的流动可以表明事业的活跃信息，也可以表明领域内外的交流状况的信息；经济的繁荣可以表明该行政管辖领域内生产力的发展与生产关系相协调的信息，也可以表明发展经济的政策与客观规律相符合的信息。总之，在不同的情况下信息的形式有不同的表征，这种不同的表征是客观存在的。

在社会学和自然科学中，任何一项研究成果都是与所需的信息有关，其中包括对信息的需求量以及信息的取向。在解决问题的过程中，必须把问题所涉及的各个方面都了解清楚才行。要了解问题在开始时的情况，后来有什么变化，自始至终是一个什么样的过程，矛盾的各方又是怎么处理的，对所有这些都了解清楚之后自然就可以找出一个比较好的解决办法。在解决这个问题的全过程中，每前进一步都依赖于信息。人们的社会存在决定了人们的思想，这实际上是指人们生活在社会中会接收到各种各样的信息，这些信息会使人们产生各种各样的想法，这些想法就会构成人们的现实思想。通常我们把由本人确认的看法称作信念。在技术进步与经济发展的背景下，情况是在不断地变化着的，要使自己的思想与行动更好地适应已经变化了的情况，自己就要学习，要研究新情况，解决新问题。研究新情况、解决新问题的过程，就是不断地接收新信息、研究新信息的过程。假如在我们前进的过程中遇到一条河，要想过河就必须了解与河及过河有关的问题，其中与河有关的问题可能是河的宽窄、深浅、流动状态、河底和边界情况以及河水的颜色等；与过河有关的问题可能是桥的状况、渡船状况、气象状况、水文状况，等等。所有与河及与过河有关的各个方面的问题都可称之为信息。只有充分了解和掌握这些有关的且必需的信息，才可以为正确地解决过河问题作出决断。

从人类产生的时候起，人们就生活在信息的海洋中。早期的人类就与信息形影不离，所谓“结绳记事”之类的传说就是例证。然而信息又是一门新兴的学科，这是因为把信息真正作为一门科学来研究的历史还不太长。在当今时代，整个人类社会正朝着信息化社会迈进，信息对于人类的生活、工作、学习和科研的重要性日益显示出来，越来越受到人类的重视，加速对信息的研究和利用已是时代的要求。

通常，信息可有正式和非正式之分。正式信息是较有规律的，是经常性的信息。这种正式信息是从大量的事实中提炼出来的有规律性的特征，而非正式信息是不大有规律的，它往往是一种推断性的，也可作为正式信息的补充，而且在某种情况会是一种非常重要的信息。因此，我们可以认为从客观存在的事实出发而直接筛选出来的有规律的特征是正式信息，而在客观事实的基础上外推和分析而得出的有关特征是非正式信息。从这点的上去研究问题时，非正式信息不仅是正式信息的一种重要补充，而且非正式信息是正式信息的取向确定后在某一方面的深化。

在一般的场合中，我们常常遇到把数据与信息混淆的情况。数据一般被认为是语言、数学或其他代表人、物体、事件和概念的特征符号，而信息是用一种方式建立数学模型，对它们进行格式安排，把它们组织起来或对它们进行转换的结果。因此，有人将这种结果称作知识，也就是信息。如此说来，数据可被认为是反映客观的记录符号，而信息是潜在于数据中的意义，只有当人们认为数据中潜在的意义与自己相关的时候，这样的数据才成为人们所需的信息。例如，在一个给定的时刻，一份科研合同为财务人员提供了一个信息，财务人员将根据合同中的规定来收款或汇款，但在一般的情况下，这种科研合同对于人事部门的人来说只是一些与己无关的数据。因此，当我们从另一方面去认识问题，也即将数据作为客观存在的事实中的一种而信息又来源于数据时，我们可认为数据与信息之间有联系。从这种观点出发，我们可以将数据比作制造术中所用的原材料，而信息是由原材料制成的产品。

信息是事物的特征，是事物发展变化的反映。它通常具有以下六个性质：

(1) 依存性和能动性：信息是事物发展变化的反映，从这一点来说，信息依存于事物的发展及事物的特征，这说明信息具有依存性。信息的变化又影响事物的特征选取及事物的客观发展，所以信息又具有能动性。

(2) 时间性：时间影响到信息的价值，因为信息所以有价值是因它能及时为决策提供依据，所以信息的及时性会直接影响到信息的价值。也就是说，过时的信息不可能对正确决策提供依据，有时还可能造成错误决策。

(3) 真实性：信息是客观实际情况的反映，因此信息必然具有真实性，不符合真实情况的所谓“信息”不但没有价值，反而会导致负面效应。因此，反映真实情况、表明事物的真实特征，是信息的首要性质。

(4) 不完全性：关于客观事实的全部信息是不可能都得到的，这是由于人们对客观事物不是一下子都会掌握的，在时间上有一个过程，在使用的技术上有一定的局限性，因此客观造成了信息的不完全性。

(5) 可融合性：大量的信息会使人们从中浓缩和分析而帮助人们只得出一个结论，而这一个结论显然是大量的信息所融合的结果。这种情况下，人们可以将多个信息合成一体，这也称之为可融合性。

(6) 可共享性：在信息交换中，虽然甲方告诉了乙方一个信息而使乙方得到了信息，但是甲方依然有这个信息，这种情况说明了甲乙双方共享着这个信息。信息的共享性是信息交换中的固有特点。

在人类的生产和科研等各项实践活动中，信息、技术和人才这三个要素是至关重要的。信息对于技术和人才起着重大的作用，它调节着技术和人才的发展方向、速度和目标，驾驭着技术和人才的运动趋势。因此，从某种意义上说，技术和人才的实践活动实际上是一种获取信息、筛选信息和利用信息的信息运动。

1.2 信息融合

融合是几种不同的事物合成一体。它的直观理解是以不同的事物为前提，采用合成的手段，最后形成一个新事物。需要注意，合成是由部分求出整体，合成之后的整体具有新的性质，这时整体的性质已不同于原各个部分的性质。信息融合是将几种不同的信息合成一体。它的直观理解是以不同的信息为前提，采用合成的手段，最后形成一个新的信息。需要注意的是形成的新的信息对于最终的决策起着至关重要的作用，这当然是以正确的信息融合为前提。在力学研究中，力的合成是依照平行四边形法则；在化学中，各种化学成分的合成是依照各种化学成分的化学性质而进行化合作用；在信息论中，信息融合是在发送、传递和接收信息的各个环节中，将不同的信息进行综合、浓缩。

我们在信息的“可融合性”的性质中，曾经讲到“大量的信息会使人们从中浓缩和分析而帮助人们只得出一个结论，而这一个结论显然是大量的信息所融合的结果。这种情况下，人们可以将多个信息合成一体，这也称之为可融合性。”在这里，较明确地谈到两个方面，一是将大量的信息进行浓缩和分析；二是将多个信息合成一体。无论是对大量的信息进行浓缩和分析，还是将多个信息进行合成，实际上都是从多个信息中发掘出一个新的信息或几个新的信息。信息的可融合性的性质决定了信息融合的特征，信息融合的特征主要体现在信息的取向方面，融合出的新信息可以是希望的信息取向的进一步深入，也可以是信息取向生枝的信息。信息取向往往是根据人们在各种生产实践和科学研究实践中的客观目标与主观目标来决定的。例如，人才信息的取向就是人们在各行各业的生产实践中对人才渴求的目标；技术信息的取向就是人们在各种技术实践中对技术渴求的目标；经济信息的取向就是人们在各种经济活动实践中对各种经济发展渴求的目标。

如果只从表面上去理解信息的综合或浓缩，是难以与融合相适应的。我们在融合的前提下讲综合和浓缩仍然是要综合和浓缩出新的信息，而不是得出多个信息的主题信息。所谓新的信息是指在原来的多个信息中加深原来的信息取向的信息及在原来的多个信息中使信息取向生枝的信息。这里的所谓信息取向生枝是指在原来的信息取向基础上所增加的信息取向。信息取向生枝可能会给信息决策带来好处，会对信息决策的全面化及合理化有所促进，也会给信息决策带来复杂性和难度。

信息融合是从多个信息中根据信息取向要求而发掘出新的信息，以供信息决策使用。从多个信息中发掘新信息的过程实际上是经多个信息融合后信息取向的选择问题。对于任何一个事物，我们通常可以通过视觉信息、听觉信息及其他感观信息等的融合而得出

欲研究事物某一方面而所需的信息。对于任何一个问题的解决，我们通常可以通过问题的初始信息、过程信息、环境条件信息及问题本身的状态信息等的融合而得出欲解决问题的某一方面所需的信息。在目标定位中，我们通常可以通过目标的航迹信息、方位信息、多普勒信息、目标特征信息等的融合而得出研究目标最终位置的信息。在对目标识别中，我们通常可以通过目标的外相特征信息、内相特征信息以及其他的不变特征的信息的融合而得出对目标可完成准确识别的信息。在创造发明的工作中，我们通常可以通过基础技术的信息、技术应用的信息、作战使用的信息及其他的需求信息等的融合而得出所需的与欲达到创造发明目的的有关信息。

在社会发展的过程中，任何一次变革的决策都是信息融合的结果。自 20 世纪 80 年代以来，数字技术、多媒体技术、高清晰度电视技术、通信技术和计算机技术等均进入了飞速发展的时代，这些方方面面的技术发展的信息促使我们想到了一个问题，这就是信息的发展可能将产生大的飞跃。因此，为了适应信息发展的需要，信息高速公路和信息网站的取向将驱动着信息技术的发展。通常，我们认为社会发展的三要素为信息、能源和材料。所以能确定这三者为社会发展的关键，也是信息融合的结果。信息的需求和信息技术的发展使人们感觉到信息社会的味道，能源是人类的各种活动中所不可缺少的，而任何物质都是由各种材料组成。因此，信息、能源和材料在任何一个社会发展时期都是非常重要的。这三者发展的信息的融合可以告诉人们一个信息，那就是社会的发展有了物质基础；这三个要素中若有一个要素处于落后状态，那么就会使社会发展缺乏一个重要的物质基础，从而会降低社会发展的速度，甚至会使社会发展出现畸形。

信息融合紧紧地与要达到的目标相联系。对所用的信息要有取向，对信息融合的结果要根据目标的要求而有所选择，这是应时刻注意的。在信息—取向—融合—决策的过程中，由信息到决策必须要经过两个重要的环节，即信息取向和信息融合，核心是融合，因为融合肯定要在信息的某种取向下进行。

1.3 信息融合技术

正确的信息融合可以支持正确、合理的决策，不正确的信息融合不能支持正确、合理的决策，而正确的信息融合来自合理的信息融合技术。因此，信息融合技术是获得正确、合理的信息融合的关键。在信息—取向—融合—决策的过程中，融合技术显然与这一过程中信息融合所处的位置相联系。信息融合技术达成的信息融合应该与信息的取向及需求量相匹配，也应与决策的要求相匹配。

通常，信息融合技术涉及到信息的取向及需求量、信息融合的技术以及信息融合技术与信息决策相适应等方面。信息的取向及需求量是信息融合的基础，信息融合技术与信息决策相适应的方面大都属于信息融合的优选与优化，信息融合的技术涉及到信息结构的分类、信息价值的判断、信息的选择、信息的比较、信息的等价性、信息与目标的相关性等。总之，我们讨论信息融合技术时，一般包括以下内容，即信息取向、信息的不确定性、信息需求量、信息结构分类、信息价值判断、信息的选择、信息的比较、信息的等价性、信息与目标的相关性、信息融合的优选、信息融合的优化和逻辑处理等。

1.4 研究信息融合技术的目的

研究信息融合技术的主要目的就是促使我们的信息融合工作由经验型向科学型迈进，由初级向高级发展。信息融合技术是科学，既然是科学就应以老老实实的态度去正视之、发展之。在人类长期的社会活动、生产活动和科学实验中，经历过各种各样的信息融合工作。为了使我们的社会活动、生产活动和科学实验不断地进步，不断地创新，不断地发展，充分研究信息融合技术，有效地利用信息融合技术是重要的环节，是取得发明创造和科学决策的重要保障。人类总得不断地总结经验，有所发现、有所发明、有所创造、有所前进。从这样的观点出发，我们研究信息融合技术也是企图将各种各样的信息融合工作加以总结，以使我们所用的信息融合技术不断出新。

研究信息融合技术当然有其直接目的，这就是在社会活动、生产活动和科学实验中获得更多的发明创造，充分调动人的积极性和主观能动性，在人类发展和进步的主题中使信息融合技术真正成为中流砥柱。

第二章 信息融合技术面临的机遇

2.1 划时代的信息社会的到来

多年来，人们一直在热烈地议论信息革命，盼望着信息时代的早日来临，积极地准备进入信息社会。那么，什么是信息社会，它的特征是什么，如何才能有效地建设它，促进它的发展进程呢？

有一种观点比较精辟，它全面地概括了信息社会的内涵：信息社会是由于以微电子技术为基础的计算机技术和通信技术的高度发展、广泛应用，通过信息的流通、信息的积累、信息的处理以及信息的利用，导致经济、社会形态均发生质的变化的社会。因而这样一个信息化社会的必要特征是：拥有一个将产业、社会、生活的所有领域有机结合在一起的四通八达的网络，通过高速的信息处理系统和高度可靠的信息管理系统为各种社会团体和个人提供多种多样的信息服务，满足多数人的各种生产、经济、社会活动和生活素质提高的需要。例如理想的经济应是一种高效能、低能耗的经济，信息就要能够满足信息时代各类经济活动为实现这个目标的各种需要。因此，很自然，关键是信息必需发展成为具有主导生产资料和劳动力的属性。

在现代的信息社会中，以下几个方面的发展显得非常明显：

(1) 在信息流的管理和调控下，实现人力、物资资源和资金流动达到最佳配置和合理流转。

(2) 通过由信息支持的对经济建设和发展的宏观决策以及对市场经济的微观及时调控、指导，逐步建立起一个有序、理性的市场经济，从而大幅度减少供需矛盾，自发调节市场和盲目竞争带来的资源损失和成本提高。

(3) 信息技术的发展导致就业结构和工作方式的质变。工作方式，例如办公方式由集中走向分散，因而大大缓解社会对能源的需求，减轻对交通的压力。

(4) 通过信息高速公路和各大数据库、信息源的联接，我们能够迅速地利用人类文明创造的各类信息，选择的可能性和自由度将非常大，因此人类获取知识的方式将发生根本变化。例如以计算机网络和卫星通信为基础，以交互式、多媒体的形式可以使任何学生都有机会就读于最好的“学校”，选择最喜欢、最优秀教师授课和解答难题。事实上，现在的多媒体电子书籍（光盘）已经允许“学生”自由选择某位权威来解释感兴趣的问题。

(5) 开创一个新的军事武器时代。海湾战争被认为是战争史上一个新的里程碑，即从热武器时代进入高技术武器时代。海湾战争的结局充分体现了信息在现代战争中的关键作用，展示了未来战争的演变方向。现代军事理论虽然基本上还没有能够突破孙子兵法的思想，但信息技术提供了完美地实施孙子兵法的可能性。信息技术适用于各种类型

战争的四条基本原则如下：

主动——牵着敌人的鼻子走；

灵敏——始终比敌人快；

纵深——在任何必要的时间和空间打击敌人的要害；

协调——利用各种力量，以需要的时间、地点和方式打击敌人，使之产生最大效应。

实践这些原则的基础就是强大的信息系统和先进的信息技术。在海湾战争中为贯彻这些原则，美军动用了三大信息系统（技术），即

一是电子战软武器——赢得声波、光、电磁波全频谱控制权的侦察、通信、预警、武器监控、干扰等的电子信息战武器；

二是C³I（指挥、通信、监控、情报）系统——实现敌我双方各类信息、情报资料的综合分析，提供产生决策方案、下达行动指令、实施协同作战的中枢系统。例如海湾地区50多万军事人员的后勤保障供应行动中95%（物资的99%）是由这类系统自动调度完成的；

三是精确制导武器和“灵巧”炸弹——内含信息系统（占武器总价值的70%）的具有强突防能力、自动寻的和高中精度的武器，这类武器命中率高达90%以上，是有效地打击敌方关键设施的主力。

（6）科研开发和工农业生产的改观。大规模的工业生产方式转向为能满足顾客个性要求的柔性生产技术方式，农业生产可以逐步达到以最节省水、肥、能源的方式营造作物最佳的生长环境和条件，而科研、设计、产品开发工作可以按项目或系统中各类部件、各种技术所要求的优势，或就人才密集地区，或就技术优势地区，或就生产加工能力发达地区，或就信息（市场）源地区分别就近进行，充分发挥国际范围内的优势组合力量。

（7）一系列提高生活质量的变革。例如可以随时点播节目，选看电影的有线电视，包括电子转帐、电子选购、交易事务处理、电子数据交换等的电子商务，电子医疗网络可以随时随地调集病人病历和各种诊断资料，包括X光照片、层析画面等，可以方便地实现全世界著名医生和医院间的会诊，同时可以及时为偏远地区提供高质量医疗服务。

以上这些已经发生或可以预见到的变化就足以说明信息、信息技术、信息系统、信息服务将促使我们的经济、科研和社会活动等产生一个新的质的飞跃。

2.2 信息已成为不寻常的资源

信息的表现形态很简单，主要是数据、文字、声音、图像四种，但现在信息已是一个内涵广泛的概念。作为美国国家标准的《IEEE 电学和电子学名词标准词典》（1988年7月第四版）中把信息（information）定义为“信息是按已知协议赋予一定含义的数据”。数据是构筑信息的“原材料”和基础，但它本身又可以是数字或符号化了的信息。“科技是第一生产力”，科技的核心是知识，而知识可以理解为信息的升华——经过概括、提升、验证了的信息。反过来，当知识用于指导生产、规范社会生活时，它仍然充分体现出来的是它的信息属性，因此也有人狭义地认为信息就是知识。但不管对信息的定义如何理解，今天人们已经认同信息是一种资源，一种资产，是现代社会中与物资、能源同样重

要的三大资源之一。

信息像其他资源一样,要使它产生经济或社会效益,形成人类的有形或无形资产,需要有一个完整的运作环节,主要是:采集和生成信息,处理和加工信息,存储和管理信息,传送和交换信息以及操作和应用信息。因为本书讨论的信息融合问题涉及到生成信息、处理和加工信息等环节的内涵,所以只需要特别说明的是后三个环节。

存储和管理信息——信息作为资源,又不同于其他资源的特性之一是,同一信息可以反复多次地被利用。一个信息可以被许多人应用并可能对某一用途而言会逐渐过时,失去价值,但对历史、教育、知识而言可能仍有其价值。因此,被利用过的,尚未被发掘

出其价值的信息和正在被广泛应用的信息一样需要存储归档。可以想像,人类已拥有的和正在以越来越快的速度采集、生成的信息数量是名符其实“海量”的,既要能够有序、快捷、方便地在大海中“捞针”,又要保证人类共有的信息系统的可靠、安全、保密的需要。信息的控制和管理系统几乎起到了信息系统的脑袋作用。

传送和交换信息——我们祖先创造的“顺风耳”、“千里眼”神话说明,人类很久很久以来就期望通信技术能够达到一种理想的境界:无论在何时、何地都能够与所希望的任何一人交换任何一种媒体信息。高度信息化社会所追寻的信息传输能力正是和这种理想相一致的。

任何时间、任何地点、任何人之间的通信要求通信系统摆脱传统的通信终端/线路物理地址号码的束缚和限制,建立起一个综合利用各类有线、无线通信技术,按个人逻辑号码确定用户的位置,自动设定路由,建立最佳通信线路的全球个人通信系统。

不仅如此,如表 2.1 所列,人类通过视觉获得的信息占 80% 以上,并且由于如图 2.1 所示,声色俱备、图文并茂的信息人类吸收最佳,所以要求通信网络具有同时、同路并且以交互方式传送数据、文字、图像、声音、活动图像等多种信息媒体的能力。

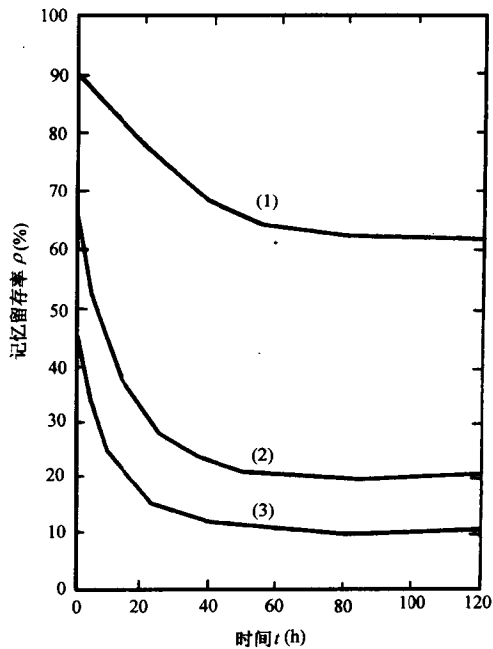


图 2.1 获取信息的方式和被调查人吸收能力之间的关系：
 (1) 声、像并重（例如电视）；
 (2) 图、文并茂（例如杂志）；
 (3) 对话（例如电话）

表 2.1 人类感觉器官获取信息的程度

感 官	百分比 (%)
视 觉	83
听 觉	11
触 觉	3
味 觉	2
嗅 觉	1

操作和应用信息——信息资源的另一个特点是它的价值只有通过应用才能体现出来，而且它的价值和功能可能随时间大起大落，谈不上保值，但应用越广，重复应用次数越多，其创造的价值越大。

信息虽然无形却也是一种工具，例如 CAD 是产品的设计开发工具。仿真和虚拟灵境技术除了娱乐之外，在生产经济活动中是那些大型复杂系统，特别是那些无法直接试验或者难于实际验证的复杂体系和产品的模拟论证工具、检测工具和验证工具，而在文化教育中则是培训工具。最典型的是在现代战争中，不光是体现在信息战中，而且在各种整体战的战略战术中，信息都是防御和进攻的工具。因此信息也需要“操作”，而且“操作”技术是能否最有效地发挥信息作用的关键之一。

由此可见，信息社会的运行还必须建立和完善由四大部分构成的信息基础设施：

(1) 信息终端。信息输入、输出和处理加工的机具。信息社会既然要满足大部分人的需求，信息终端不应是单用途和分散的，要能适合各类居民，如老人、孩子、工程师、家庭主妇的各种需求；

(2) 超高速宽带、自由灵活的通信网络；

(3) 信息资源库，包括数据库、图书馆、博物馆、电影库、资料库等。

(4) 信息网络的管理系统。

这些系统的开发和建设必需要高新技术的支持。事实上，建设信息基础设施和信息高速公路等能够成为当前的热门议题并列入计划，正是因为现在已经具备实施的技术基础并已看到了实现这些理想的技术前景。

2.3 信息社会的催生技术发展迅速

信息社会的实质是高技术社会，它的发展和成熟需要各个领域的高新技术协同支持。新技术的发展速度越来越快，它的开发周期越来越短。例如微处理器的运算速度已由原来的每 3 a 增加一倍，提高到每 1.5 a 增加一倍，专用集成电路的集成度和工作频率以每年分别提高 40% 和 20% 的速度增长；又如网络技术，几乎与微机一样每 2~3 a 就会有一种新技术出世。因此要较全面地预测例如 10 a 后的情况是困难的，但有一些技术是信息社会的催生婆和发育成长的基础，这些催生技术发展非常迅速。

2.3.1 数字技术

信息需要多样化和综合化，但它在传送、处理和再现显示过程中却必须要有一个单一的、可统一操作、能被各种机器明白无误识别和接受的载体。已经证明可行的并且目前是最好的单一媒体就是以 0, 1 两个数字为基础的数码。一个典型例子就是有声活动图像。它早在 60 多年前已在电视中出现，但在计算机上只是近年来的事，落后了 30 a，因为前者是模拟的，而计算机只辨认数码。数码有点像高速公路上的汽车，不管这些汽车运载的是什么，怎么编队的，只需要在规定车速范围内运行就可以了，这些数码通过机器的编码器或解码器均能被重新操作或还原再现。不仅如此，数字技术还有一系列其他特性也是保障信息系统高质量、高效能且具有兼容性等的关键。

“全球个人通信系统”的发展需求强有力地推动了移动通信技术的发展。在其发展过