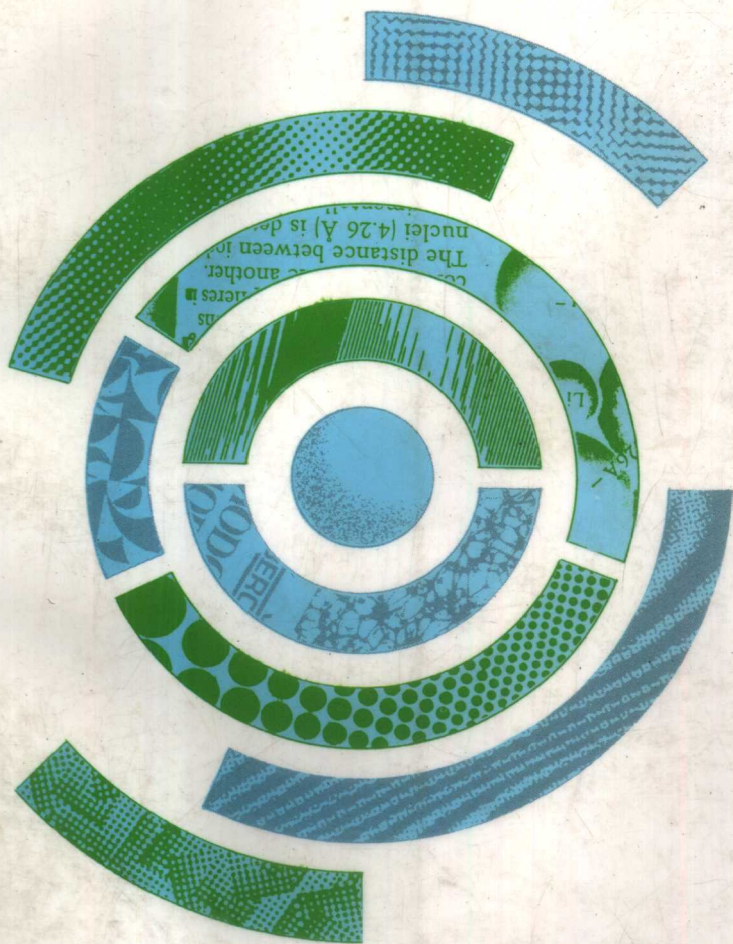


北京市社会科学理论著作出版基金资助项目

# 信息科学与认识论

冯国瑞 著



北京大学出版社

北京市社会科学理论著作出版基金资助项目

# 信息科学与认识论

冯国瑞 著

北京大学出版社

# 新登字(京)159 号

## 图书在版编目 (CIP) 数据

信息科学与认识论/冯国瑞著. -北京:北京大学出版社,  
1994.10

ISBN 7-301-02560-2

I. 信… II. 冯… III. 认识论-研究 IV. B023

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 03050 号

## 内 容 提 要

本书系统地介绍了信息科学的形成过程、基本内容、主要方法、重要特点和发展趋势,并以全新的视角论述了信息科学对马克思主义认识论的理论贡献和对社会主义现代化建设的实践助力。全书坚持以马克思主义哲学为指导,探讨了在现代科学大背景下发展马克思主义认识论的若干重要理论问题,同时辩证地评析了“信息时代”、“信息社会”等观点。

本书可作为高等院校的研究生、进修教师和本科高年级学生的教材,也可供大、中学教师、科技人员、党政干部和管理人员参考。

出版者地址:北京大学校内

邮 政 编 码:100871

排 印 者:国防科工委印刷厂

发 行 者:北京大学出版社

经 销 者:新华书店

850×1168 毫米 32 开本 10.375 印张 270 千字

1994 年 11 月第一版 1994 年 11 月第一次印刷

印数:00001—2000册

定 价:9.80 元

## 前 言

在现代科学技术蓬勃发展的大好形势下，如何改革哲学的教学、研究和宣传工作，既坚持以马克思主义哲学为指导，又及时地研究、吸收现代科学的前沿成果，经过提炼和升华，既丰富、深化、发展马克思主义哲学，又从理论思维方面为社会主义现代化建设的实践服务，同时为培养跨世纪的高层次的人才作出贡献，这是时代提出来的一项重要的理论课题。十多年来，笔者在为研究生、进修教师讲授“系统论信息论控制论与马克思主义认识论”课程的过程中，酝酿并且开出了“信息科学与认识论”的课程。奉献给广大读者的这本著作，就是笔者在此基础上整理而成的。这本著作与拙著《系统论信息论控制论与马克思主义认识论》是姊妹篇。

这本著作是笔者吸取集体智慧的初步成果。在备课和写作的过程中，笔者得到校内外各方面人士的支持和帮助。例如，我一直参加钱学森教授倡导的系统学讨论班，较长时期地参加了由赵凯华教授、朱照宣教授主持的北京大学非线性科学讨论班，同时，发起组织并且协助赵光武教授主持北京大学现代科学与马克思主义认识论讨论班。在参加这些讨论班的过程中，得到了各方面专家、教授的帮助，的确获益匪浅。多年来，北京邮电学院副院长、著名信息学家钟义信教授非常热情地给笔者以很大的帮助，而且，听我课程的研究生、进修教师和本科高年级学生也给我以热情的支持和巨大的鼓励。我还参阅了国内外大量的文献资料。北京大学哲学系、北京大学社会科学处对书稿进行了初步评审，北京市社会科学理论著作出版基金部门精心地延请专家对书稿进行了评

审，并且热情地予以资助。对所有帮助过我的各方面人士，笔者均表示由衷的谢忱。

由于本课题是填补空白项目的研究领域，应当考虑的相关学科和各种因素比较繁多，需要研究的问题也相当复杂，而笔者各方面的学力均受限制，因此，书中的缺点、错误在所难免，敬请各方面人士批评指正。

### 著 者

1993年7月1日初稿

1993年12月至1994年1月修改定稿

于北京大学蔚秀园

# 目 录

|                     |         |
|---------------------|---------|
| 前 言                 | ( 1 )   |
| 引 论                 | ( 1 )   |
| 第一章 信息科学概述          | ( 7 )   |
| 第一节 从信息论到信息科学       | ( 7 )   |
| 第二节 信息科学的基本内容       | ( 13 )  |
| 第三节 信息科学的主要方法       | ( 17 )  |
| 第四节 信息科学的重要特点       | ( 24 )  |
| 第五节 信息科学的发展趋势       | ( 34 )  |
| 第二章 信息科学与社会实践       | ( 47 )  |
| 第一节 信息科学与实践过程       | ( 47 )  |
| 第二节 信息科学与实践对象       | ( 58 )  |
| 第三节 信息网络与实践主体       | ( 65 )  |
| 第四节 信息科学的发展与实践的中介系统 | ( 71 )  |
| 第五节 信息转化与实践目的       | ( 77 )  |
| 第六节 信息反馈与实践检验       | ( 85 )  |
| 第三章 信息科学与认识问题       | ( 93 )  |
| 第一节 信息发现与认识对象       | ( 93 )  |
| 第二节 信息运动与感性认识过程     | ( 100 ) |
| 第三节 信息运动与理性认识过程     | ( 106 ) |
| 第四节 信息科学与认识规律       | ( 121 ) |
| 第五节 信息科学与认识方法       | ( 136 ) |
| 第六节 信息科学与思维方式       | ( 145 ) |

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| <b>第四章 信息科学、认识论与相关学科</b> .....       | (158) |
| 第一节 信息科学、认识论与伦理学.....                | (158) |
| 第二节 信息科学、认识论与美学.....                 | (171) |
| 第三节 信息科学、认识论与语言科学.....               | (184) |
| 第四节 信息科学、认识论与逻辑学.....                | (197) |
| 第五节 信息科学、认识论与计算机科学.....              | (205) |
| <b>第五章 信息科学与认识论研究中的方法论问题</b> .....   | (221) |
| 第一节 坚持马克思主义哲学的指导.....                | (221) |
| 第二节 走向现代科学的新综合.....                  | (231) |
| 第三节 发展深层次的学科交叉.....                  | (254) |
| 第四节 正确处理基础研究与应用研究的<br>辩证关系.....      | (259) |
| <b>第六章 信息科学与社会主义现代化建设</b> .....      | (269) |
| 第一节 社会主义现代化建设是一项复杂的信息控制<br>网络系统..... | (269) |
| 第二节 信息科学与优化决策.....                   | (275) |
| 第三节 信息科学与优化目标.....                   | (279) |
| 第四节 信息科学与优化管理.....                   | (284) |
| 第五节 信息科学与优化人员的综合素质.....              | (292) |
| <b>第七章 “信息时代”、“信息社会”评析</b> .....     | (297) |
| 第一节 时代的不同含义.....                     | (297) |
| 第二节 所谓“信息社会”.....                    | (301) |
| 第三节 社会信息化与社会智能化.....                 | (309) |
| 第四节 面向科技新革命,注意批判“趋同论”.....           | (315) |
| <b>主要参考文献</b> .....                  | (321) |
| <b>后 记</b> .....                     | (325) |

## 引 论

信息科学与认识论是一个崭新的研究课题。研究这个课题，具有重要的理论意义和实践意义。

首先，促进交叉科学的发展。

当前，交叉科学的发展方兴未艾，展现出光辉灿烂的美好前景。它的蓬勃发展的趋势和巨大的实践意义，已经引起各国科学界和哲学界的广泛兴趣，也使得各国政府竞相组织力量对之加以研究和推广应用。

信息科学是交叉科学中的横断学科。它是在大自然观、大科学观、大实践观的总背景之下，在社会实践与认识的矛盾运动过程中，在系统论、信息论、控制论、计算机科学以及相关学科综合交叉的基础上，于本世纪 70 年代才兴起的一门崭新的科学。

研究信息科学，就应当把它放在交叉科学的网络系统中加以思考和处置。面对交叉科学蓬勃发展的喜人形势，我们应当在马克思主义哲学的指导之下，从交叉科学的网络系统的动态整体出发，站在科学发展的战略高度，把信息科学与相关的交叉科学联系起来，把信息科学与马克思主义哲学沟通起来，在不同层次的结合部位和交叉地带，寻求新的学科生长点，开发新的研究课题，从而促进信息科学与交叉科学的发展。

不仅如此，而且研究信息科学与认识论，可以从马克思主义哲学那里，获得精神武装，使对信息科学和交叉科学的研究，以日益展示客观世界的复杂网络为基础，以对科学知识的理论思维与辩证综合为契机，统观全局，高屋建瓴地把握交叉科学的复杂网络，从而促进对交叉科学的研究，并引导其健康地向前发展。

其次，推动马克思主义哲学的前进。

哲学是时代精神的精华。马克思主义哲学是关于自然、社会、人类思维领域最一般规律的学说。而且，马克思主义哲学是一个开放的、动态的系统，它应当在不断地总结社会实践的发展与经验以及科学技术的进步与成果的动态过程中，不断地丰富、深化和发展自己。恩格斯指出：“随着自然科学领域中每一个划时代的发现，唯物主义也必然要改变自己的形式”<sup>①</sup>。列宁认为：“要继承黑格尔和马克思的事业，就应当辩证地探讨人类思想、科学和技术的历史。”<sup>②</sup>他还主张，要发展哲学理论，就应当研究和吸取“自然科学史和哲学史+技术发展史的精华。”<sup>③</sup>而作为一种代表现代时代水平的信息科学及其科学前驱与相关学科，如系统论、信息论、控制论和人工智能等现代科学技术，为发展马克思主义哲学提供了丰富的思想素材。胡乔木同志曾经指出：“建议社会科学工作者要大力学习、宣传和应用控制论、信息论、系统论和人工智能，要发展马克思主义，离开科学上的这些重大发展是不可想象的。”<sup>④</sup>作为时代精神之精华的马克思主义哲学，就更应当从信息科学以及其科学前驱和相关学科如系统论、信息论、控制论、人工智能等这些具有时代水平的科学技术成果中汲取营养，从而不断地丰富、深化、发展自己。

从认识论的角度来看，研究信息科学等现代科学技术的最新成就，对丰富、深化、发展马克思主义认识论，从而对丰富、深化、发展马克思主义哲学，也是很有意义的一个重要方面。信息科学等现代科学技术的发展，一方面提供了丰富而又崭新的理论观点、认识方法、思维方式和认识手段，一方面又展示了需要深

---

① 《马克思恩格斯选集》第4卷，第224页。

②③ 《列宁全集》第55卷（中文第二版，下同），第122、134页。

④ 胡乔木：《关于从哲学方面阐明经济改革问题的初步思考》，《光明日报》1985年4月13日。

入研究的大量的认识论问题，诸如认识对象、社会实践、认识过程、认识方法以及真、善、美相统一的网络系统等等问题。对这些方面的问题，都需要在马克思主义哲学的指导之下，从认识论角度加以深入的探讨和总结。早在本世纪 70 年代，前苏联的一些学者就论述了信息科学的前驱之一——信息论——对现代认识论的研究所具有的重要意义。他们指出：“不充分利用理论信息论的概念和原则，就不能在现代水平上研究认识论。”<sup>①</sup>

不仅如此，而且还应当看到，信息科学是现代科学的重要组成部分。因此，研究信息科学与认识论的问题，应当放在现代科学与马克思主义认识论这个大背景下来加以探讨。一方面，应当以马克思主义认识论为指导，去总结、升华现代科学的最新成果，从而给现代科学的发展提供正确的方向和理论的原则。一方面，马克思主义认识论又应当在对信息科学与整个现代科学交叉网络的研究过程中，在对现代科学总体成果及其认识论问题考察的过程中，不断地吸取现代科学的精神营养，从而不断地丰富、深化和发展自己。马克思主义认识论的丰富、深化和发展，无疑又能推动整个马克思主义哲学的前进。

第三，有助于社会主义现代化建设事业的发展。

社会主义现代化建设事业是一项全面的、复杂的、动态的社会系统工程，它与社会主义改革事业组成一项特大的、复杂的社会系统工程。对这两项彼此联系而又必须整体优化的社会系统工程，无论从对客观实际情况的了解，还是在它们的运行过程中，对社会系统工程内外情况和关系的把握，对种种随机因素干扰情况的考察，或者是对社会系统工程的网络决策和动态调控，都必须借助于信息科学等现代科学技术的理论、方法和手段。这样，才

---

<sup>①</sup> Ф. Б. 拉萨列夫、М. К. 德利夫若娃：《认识结构和科学革命》，莫斯科 1978 年版，第 89 页。

能使对社会主义现代化建设和社会主义改革这项特大的、复杂的社会系统工程的决策、运行和管理，奠定在信息科学等现代科学技术的基础之上。这是从宏观战略上考察问题的一个层面。

不仅如此，而且从现代科学技术与整个社会主义现代化建设相互关系这一层面来看，信息科学等现代科学技术也具有十分重要的意义。我们知道，科学技术的现代化是实现整个工业、农业、国防现代化的关键。只有科学技术现代化了，才能为工业、农业、国防等社会主义现代化建设的各个领域、各个部门提供现代科学技术的武装，从而才能使物质文明建设飞速发展，精神文明建设蓬勃向上，才有助于人们的综合素质的不断提高。

信息科学是现代科学技术中的一个重要领域，它在与整个现代科学技术交互作用的过程中，有大量的认识论问题需要研究。而社会主义现代化建设与社会主义改革又是中国历史上的一个崭新的实践过程，在这一过程中，研究信息科学与认识论的问题，从深入到整个现代科学技术同社会主义现代化建设与社会主义改革交互作用这一过程来看，的确有助于社会主义现代化建设事业的前进。

第四，有利于廓清理论上的一些是非。

在信息科学及与其相关问题的研究中，存在着一些理论上的是非问题，需要加以探讨和廓清。探讨和廓清这些理论上的是非问题，当然首先应当以马克思主义哲学作为精神武器，同时，应当注意信息科学等现代科学技术的最新成果和当代社会实践中与之交叉、揉杂的一些问题。

那末，有哪些重要的理论是非问题需要探讨和廓清呢？就笔者耳闻目睹所及，至少有以下几个问题。

1. 信息科学究竟是什么性质的科学？国内外的许多学者认为，信息科学是交叉科学中的一门横断科学。它在人类知识体系网络结构中的地位，高于具体的自然科学、技术科学，但低于哲学特

别是低于马克思主义哲学。然而,也有些学者不同意这种看法,他们认为,信息科学就是认识论科学,有人认为信息科学的前驱之一——信息论——就是辩证唯物主义的反映论,甚至有人主张以信息论和控制论来取代马克思主义认识论。这是一个重大的理论是非问题,应当加以探讨和廓清。

我们知道,辩证唯物主义的反映论是能动的、革命的反映论。马克思主义认识论是研究客观与主观、实践与认识领域中最一般规律的科学。而信息论、信息科学只是交叉科学中的横断科学,将它们的理论和方法引进马克思主义认识论的研究中来,无疑可以丰富、深化、发展马克思主义认识论。但是,信息论、信息科学远不就是马克思主义认识论,因为它们的学科地位要比马克思主义认识论低许多,它们在研究范围和层次上远不如马克思主义认识论那么广阔和深入,它们在对认识过程基本矛盾的把握上更不如马克思主义认识论那么突出和集中,等等。从这些方面来看,应当从人类知识体系的动态网络结构中,从对信息科学的对象、矛盾、内容等等方面的深入剖析中,实事求是地把握信息科学的学科性质,而不能脱离实际地无限拔高。当然,也不能对之任意贬低,应当具体分析,论断恰当。

2. 信息革命能不能作为当代知识革命的最新前沿? 信息革命经历了历史的发展过程。第一次信息革命是语言的产生,第二次信息革命是文字的创造,第三次信息革命是印刷术的发明,第四次信息革命是电报、电话和广播的使用。当前,第五次信息革命是计算机的广泛应用,尤其是计算机通讯把计算机与通讯系统结合起来,实现远程数据处理,使通讯成为“信息时代的生命线”<sup>①</sup>。即使第五次信息革命,能不能作为当代知识革命的最新前沿呢? 我们的回答是否定的。因为信息革命的发展趋势是智能革命,而智

---

① 参见童天湘:《论智能革命》,《中国社会科学》1988年第6期。

能革命包括知识革命与智能革命这样两个互相衔接的阶段。由于人工智能的专家系统和知识工程等的创立和发展，将引发一场世界性的知识革命，而知识革命实质上是一场智能革命<sup>①</sup>。同时，人工智能的发展，可能导致复合智能的出现。这是由于，人工智能的发展，必将与生物技术相结合，促使人工智能、脑科学、心理学与思维科学等学科的结合，从而可能在这个交叉带、结合部找到人工智能的新的突破口，以形成思维工程，即运用人脑工作的原理，研制出仿脑型的思维机器乃至辩证思维的机器，使智能机器由自动的系统发展为自为的系统。甚至可能研制出超微型的思维机器，直接植入人的大脑皮层，形成脑—机共生体，从而形成复合智能，把智能革命由初级阶段的知识革命推进到思维革命这样一个高级阶段<sup>②</sup>。

这样看来，信息革命只是知识革命的起始前提，而智能革命包括知识革命和思维革命这样两个阶段。由此可见，不能把信息革命作为当代知识革命的最新前沿，而只能把信息革命作为向知识革命过渡的必经阶梯。

当然，研究信息科学与认识论的课题，需要廓清的理论是远远不止这些，还有诸如如何看待信息社会的问题，等等。对这些问题，本书另有专章论述，这里恕不赘叙。总之，研究信息科学与认识论的课题，应当在马克思主义哲学的指导之下，深入探讨信息科学等现代科学技术的重大贡献以及由此引起的社会运动过程变化的一些问题。对这些问题的研究，都应当实事求是，具体分析，既不应拔高信息科学等现代科学技术的作用，也不能贬低它们的科学贡献和社会作用。

---

① 参见《人工智能对世界的挑战》，1984年版；童天湘：《论现代自然科学与社会科学的结合》，湖南人民出版社1986年版。

② 参见冯国瑞：《关于人工智能的认识论思考》，《中国高等教育》1988年第1期；冯国瑞：《人工智能与人类智能》，《思维科学》1988年第4期。

# 第一章 信息科学概述

本章将从现代科学技术纵横交错发展的网络系统中，扼要地介绍信息科学形成的历史过程、基本内容、主要方法、重要特点和发展趋势。一方面侧重从复杂网络的横向角度简要地展示信息科学的主要框架，另一方面又为以后各章的理论探索提供科学依据。

## 第一节 从信息论到信息科学

信息论是本世纪 40 年代末新兴的一门横断学科。它最早仅限于研究通讯领域的信息问题，由于现代科学技术发展的相互渗透、彼此交叉和综合化、整体化趋势的日益加强，信息论与系统论、控制论、数学、生物学、生理学、脑科学、心理学和某些社会科学以及电子计算机、系统工程、遥测等技术科学彼此结合，它的内容已经由通讯领域迅速地渗透进广泛的领域，而形成一门更为复杂的交叉科学——信息科学。

信息论虽然诞生于本世纪 40 年代末，但在各国历史上，人们早就在探讨和应用着信息。

在我国古代，人们在实际生活和文化典籍中不断地应用着信息。如“结绳记事”、“举烽火为号”。在《易经》的《彖传》（*tuàn*）中，就有多处用到“消息”一词，如“君子尚消息盈虚，天行也。”“天地盈虚，与时消息，而况人乎，况于鬼神乎。”这里的“消息”本意是指消亡、生息，但隐含有信息的意义。在我国古代诗歌总集《诗经》中，运用信息达意表情的事例更是比比皆是。据

新《辞源》考证，一千多年前，我国唐代诗人李中在《暮春怀故人》这首诗中，就用了“梦断美人沉信息，目穿长路倚楼台”的诗句。这在我国可能是“信息”一词见诸文字最早的记载。唐代诗人李商隐在《丹丘》这首诗中也有这样的诗句：“丹丘万里无消息，几对梧桐忆凤凰。”明代《剪灯余话》中有“荡子江湖信息稀，疲兵关塞肌肤裂”的诗句。当然，这些“信息”不是指现代科学意义上的信息，而是指消息、音信。真正对信息及其本质从科学的意义上进行探讨，这是本世纪 20 年代特别是 40 年代以来的事情。

从本世纪 20 年代开始，由于社会实践的需要和科学技术发展的推动，人们对信息的研究逐渐兴盛起来。1924 年，奈奎斯特 (Nyquist, H.) 发表了《影响电报速度的某些因素》(《Certain Factors Affecting telegraph speed》) 一文，探讨了电讯信号的传输速率与通讯系统的信道频带宽度之间的关系。1928 年，哈特莱 (Hartley, L. V. R.) 发表了《信息传输》(《Transmission of Information》) 一文，第一次阐明了消息是代码、符号，消息是具体的、多样的，而信息则是蕴含于具体消息中的抽象量。这就为申农 (Shannon, C. E.) 创建信息论奠定了初步的理论基础。1948 年，申农发表了著名论文《通讯的数学理论》(《The mathematical Theory of Communication》)。1949 年，他发表了另一篇文章《噪声中的通讯》(《Communication in the presence of Noise》)。这两篇著名论文的发表，标志着信息论的正式诞生。

信息论从诞生以来，经过三个阶段，于本世纪 70 年代末叶已经初步形成成为信息科学。这三个发展阶段是：

1. 狭义信息论。这就是申农创立的信息论。这种信息论主要研究通讯过程中消息的信息量、信道容量和消息的编码等问题。具体地说，这种信息论要涉及信源、编码（包括作为编码反变换的解码或译码）、信道和信宿的问题。请见下图：

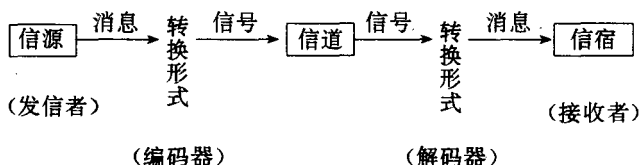


图1.1 信息论的通讯系统简图

此外，狭义信息论也要考虑滤波的问题。这是因为，信息由信源发出，在传输过程中，由于内部环境和外部噪声的干扰，常常会出现种种失真情况。为了尽量减少信息的失真损失，达到较优的传输和接收的效果，在信息论的研究中就提出了滤波理论。通讯与控制中的滤波问题，指的是从获得的信号与干扰中尽可能地滤除干扰，分离出所期望的消息；或者说，是通过对一系列带有误差的实际测量值的处理，得出所期望数据的估计值。滤波理论正是基于这种实践的需要和认识逼真性的要求，来揭示通讯与控制过程中消息的过滤问题的本质的。

在狭义信息论阶段，用的是维纳 (Wiener, N.) 滤波理论。维纳滤波理论比较集中地体现在维纳—辛钦 (Хинчин, А. Я.) 定理中。维纳在第二次世界大战期间，主要采用偏差反馈的方法，研究关于防空火力控制系统如何经过滤波，才能获得满意效果的问题。维纳将统计的方法引进通讯与控制系统的研究中来，力图证明在一定的条件之下，时间序列的总体平均可以用时间平均来代替。如果平稳过程对任一函数的有限时间平均或有限样本平均（以概率1）收敛于总体平均，则称这个过程为各态历经过程。对于平稳的各态历经过程，其自相关函数为其功率密度的傅里叶反变换。这就是著名的维纳—辛钦定理。

2. 一般信息论。这种信息论虽然主要仍在研究通讯问题，但新加进了噪声理论，信号滤波与预测，调制与信息处理等问题。

在一般信息论阶段，处理噪声问题用的是卡尔曼 (Kalman, R. E.) 滤波理论。卡尔曼滤波理论是本世纪 60 年代初提出来的。1960 年和 1961 年，美籍匈牙利学者卡尔曼和美国学者布西 (Bush, V.) 提出了递推滤波算法，成功地将状态变量方法引进滤波理论中来。这种方法以消息与干扰的状态空间模型代替了通常用来描述它们的协方差函数，而将状态空间描述与离散时间更新联系起来。这样，就适合于计算机直接进行运算，而不必去寻求滤波器冲击、响应的明确公式。这种算法得出的是表征状态空间估计值及其均方差的微分方程，给出的是递推的算法。这就是卡尔曼滤波理论或卡尔曼—布西滤波理论。

一般信息论更重视调制问题。调制问题是为了在译码（解码）过程中经过对信息的调制，使信息的接收者收到的信息具有确定性，即消除了信源发出的消息的不确定性。这样，才能使接收者了解发信者所发出的消息的客观内容。这里的关键条件是要经过译码和调制。因为对于接收信息者来说，在他获得信息以前，消息的内容是未知的，而通讯的目的则是要使接收者获得信息，以便作出正确的判断和决策。这就要求把不确定的、未知的知识（消息）转化为确定的、已知的知识（信息），实现这种转化的重要条件就是要经过译码和调制。

3. 广义信息论。这种信息论不仅包括前述的狭义信息论和一般信息论的主要内容，而且研究与信息有关的广阔领域，如计算机科学特别是人工智能问题、神经生理学、生理心理学、社会学、经济学等等领域。

广义信息论的诞生，是由于现代科学技术纵横交错的发展而逐渐形成的。鉴于申农信息论的局限性——只研究信息的技术问题，而不研究信息的语义问题和效用问题，同时由于现代科学技术的相互渗透、综合交叉，各国学者从本世纪 70 年代以来在信息论的研究方面不断地取得了新的进展。柏格 (Berger, T.) 写书