

应用教育科学书系

YINGYONG
JIAOYU
KEXUE
SHUXI

张铁明 著

教学信息量化原理 与应用

四川教育出版社
云南教育出版社

应用教育科学书系

教学信息量化原理与应用

张铁明 著

四川教育出版社
云南教育出版社

责任编辑：钟丽曦 周 林

封面设计：邱云松

版面设计：唐 瑛

教学信息量化原理与应用 张铁明 著

四川教育出版社出版发行 (成都盐道街三号)

四川省新华书店经销 攀枝花新华印刷厂印刷

开本850×1168毫米1/32印张6.75 插页 2 字数140千

1991年1月第一版

1991年1月第一次印刷

印数：1—1560册

ISBN7-5408-1341-5/G·1300 定价：2.60元

内 容 提 要

教学信息论是系统科学（信息论、控制论、系统论、协同学等）与教育理论相结合而产生的一门新学科。本书着重于教学信息论研究中最关键的理论观点和最具操作性的实用技术，旨在为广大教师、校长实现教学过程、教学质量管理过程科学化提供新的认识、新的技术或工具，为教育理论工作者提供新的思路、新的实验技术手段。书中详细介绍了教学信息论的研究领域、理论体系和学科贡献，以及这门新学科的基本概念和原理，深入论述了教学系统的规律以及在教学系统中如何运用教学信息数量化规律，实现教学过程的客观调控等问题。该书是国内第一部对教学过程进行信息量化研究的理论专著。

前 言

教学信息论是系统科学（信息论、控制论、系统论、协同学等）与教育理论相结合的新生儿。它的创立开拓了教育理论研究的新领域，顺应了我国教育实践要科学化、教育理论研究要现代化的迫切需要，也顺应了国际上教育科学发展的新潮流。“教学信息论”这一命题，是我与邹有华教授于1983年在长春召开的全国教育学会年会上首先明确地提出来的。在此之前，它经历了一个重要而广泛的理论孕育期；其后，一些有志于该领域研究的专家学者，及在各级各类学校教学或管理工作第一线的同志，也进行了不同程度的理论探究和实践。可以说，教学信息论是由我国的教育理论工作者倡导的，由多方面学科专家共同努力的智慧结晶。近10年来，随着科学技术的不断发展及在我国的广泛传播，教学信息论在不断获得新学科注入的活力的同时，经过理论完善和实践验证，作为一门新学科的内涵与方向也在逐渐明确化，并且得到了越来越多的教育理论工作者和实践工作者的理解、认可、扶植、应用

和介绍。本书实际上是作者从近10年以来的研究成果中，抽取出最关键的理论观点和最具操作性的应用技术系统而成的。希望能为广大教师、校长实现教学过程、教学质量过程科学化提供新的认识、新的技术或工具；为教育理论工作者提供新的思路、新的实验技术手段。教学信息论作为一门新生学科，其幼稚或不成熟肯定是难免的，加之作者的孤陋寡闻，学识肤浅，其中讹误也不是没有的，这里只求以浅陋引深邃，抛砖引玉，祈望广大读者不吝指正，并使这一教育科学丛中的娇嫩幼苗能长乘春风，茁壮成长。

对于教学信息论的产生、发展，首先要深深感激尊敬的导师邹有华教授；此外，著名科学家钱学森教授，教育家、中国教育学会副会长王屏山副省长，信息与控制专家、学部委员张钟俊教授，模糊数学专家汪培庄教授，教育控制论倡导者李诚忠教授，教学论专家吴杰教授，心理学家陈汝懋教授，教育管理专家江月孙副教授，及广东省教育科学研究所所长徐名滴副教授等，也都曾给予我大力支持与帮助。本书得于付梓，还得到了厦门大学高教所王伟廉同志的大力帮助，在此一并致谢。

作者 1988年12月于广州

目 录

1	前言
1	第一章 教学信息论的研究领域、理论体系和学科贡献
1	第一节 教学信息论研究的对象与发展
7	第二节 教学信息论的理论结构
9	第三节 教学信息论的学科地位
11	第四节 教学信息论研究的角度与方法
12	第五节 创立教学信息论的意义
19	第二章 教学系统发展的基本规律与应用
19	第一节 教学过程系统分析及其整体最优化
20	一、教学过程是一个多维结构的社会系统
26	二、教学系统的基本属性
30	三、保证教学系统整体最优化的条件
36	第二节 教学系统的社会效能最优化
36	一、教学过程是一个动态的社会功能系统

37	二、教学系统的功能
41	三、保证教学系统社会效能的最优化
47	第三节 教学系统发展的根本动力
48	一、教学系统的主要矛盾的两个方面
53	二、教学双方联系的耦合是教学系统发展的内部根据
57	第四节 教学系统发展的基本规律
57	一、教学过程基本规律
66	二、教学基本原则
72	第三章 教学信息及其数量化规律的应用分析
72	第一节 教学信息及其过程最优化
73	一、教学过程是一个信息系统
74	二、教学信息的内容
76	三、教学信息的变换形式
82	四、教学信息过程中教学双方的发展
89	第二节 教学信息数量化的理论取向
89	一、经典信息论数量化研究及其实质
93	二、教育现象的数量特征——教育是一种模糊的社会现象
98	三、教学信息量的内涵与实质
98	四、教学信息量化的数学方法及其着眼点
100	第三节 教学信息量化模型与质的内涵
100	一、模糊综合评判数学模型在教学状态量化中的适用性修订
108	二、教学效率数量化的模型及其理论根据
117	第四节 教学效率数量化指标、权重及其

	确定的数学方法
118	一、教学效率评价指标体系确定的原则
118	二、教学效率评价指标体系确立或修订的数量化方法
143	三、学校教学效率评价指标体系举要
156	第四章 实现教学过程组织管理调控的科学化
156	第一节 教学控制系统及其分级调控最优化
156	一、教学过程是一个可控制系统
158	二、教学控制的含义
159	三、目的性与教学控制的形式
161	四、教学系统分级控制分析
163	五、教学分级控制的优化
167	第二节 教学过程评价和管理调控的目的和原则
168	一、教学的现代化管理
169	二、学校教学工作效率评判的目的
170	三、教学工作效率评判的原则
171	第三节 教学过程综合评判的方法步骤
171	一、教师教授工作状态评判数据的获取与工作方法步骤
176	二、学生学习状态评判数据的获取与工作方法步骤
179	三、教学双方的工作效率的综合判定
181	第四节 教学过程组织调控科学化实施
181	一、教师对教学活动过程的组织调控
182	二、学生对学习活动的能动组织

184	三、学校对教学工作的科学管理
190	四、教育领导部门、督导部门对学校教 学工作的督促、指导和宏观控制
191	五、教学实验中的变量控制
192	第五节 教学过程科学评价调控的基本条件
196	附录一 教学效率量化的CASIO fx-120计 算器工作程序
200	附录二 主观等级评定的可靠性、一致性检 验方法。

第一章

教学信息论的研究领域、 理论体系和学科贡献

20世纪的科学技术革命，正在迅速而深刻地影响、改变着人们的社会观念、生活方式、思维方式，甚至于整个社会。每个人都深深感受到富于挑战性的、千变万化的，并需要严肃对待的现实与未来。教育作为社会竞争背后的科技或人才竞争的基础工程，尤其直接地感受到了信息时代的强烈震撼。教育理论要更新，教育实践要变革。教学信息论的创立正是反映了人们试图驾驭社会，把握教育活动规律的这一强烈愿望和巨大潜力。那么，什么是教学信息论，它的研究对象、目的任务、观察角度、研究方法是什么，理论体系的建构及其学科创立的意义又怎样，等等，都是必须首先了解的。本章对此详加阐述，既为研究和应用教学信息论之导索，也为本书之引论。

第一节 教学信息论研究的对象与发展

教学信息论主要是运用信息论的原理来研究教学过程的一门科学。

信息论是一门通讯系统理论。自美国数学家申农于1948年奠定了现代信息论基础以来，50年代是它向各门学科冲击的时期。人们尽可能从广泛的意义来解释信息论，并试图把它的概念和方法

用于解决某些学科中的问题。60年代主要是信息论应用的反思时期,在这一时期,信息论得到了普及、提高,并推广、应用到了生物学、神经生理学等领域。70年代以后,由于数字计算机的广泛应用,使通讯系统的能力得到了极大提高,而信息则成了可以与材料、能源一样的,能够充分利用和共享的重要资源。因此,信息论的概念和方法运用得更广泛,并渗透到了各个学科领域,而且开始突破申农信息论的狭隘范围,逐步成了一种运用狭义信息论观点来研究一切问题的基础理论,即广义信息论或信息科学。当然这也就推动了许多新兴学科的产生或进一步发展。可以说,教学信息论正是其中之一。

信息的最初含义与教学过程研究相联结,可以说是从德国心理学家勒温(1890~1947)所创立的场学说开始。勒温最初潜心研究格式塔心理学,不久兴趣移至性格心理、社会心理、集体力学,提出了独到的场学说,试图引进拓扑和矢量等数学模型来说明心理过程。他强调动机在学习过程中的作用,认为动机对于学习场中有意义的符号操作具有重大意义。而由于动机是由学习场中的信号符号所赋有的社会意义所决定的,因此可以通过操作信号符号控制学习过程。他认为,形成学习场需要具备如下三个条件:第一,要有教师(信号输出者)以及教师使用的信号符号的设定与操作,以便构成有求知欲的学生的认知场;第二,教师要熟悉按一定目标而设定的信号符号,学生(信号接收者)要将其结构化;第三,为形成凭借单一或多种媒体的信号通道形成师生双方的认知场,要有设定并利用信号符号在场中作为刺激而组织并设计的教育信号的内容。^①可以看到,尽管勒温的场学说还没能真正地使用现代的信息论概念于学习过程研究,但其中的

^①参见坂元昂:《教育工艺学简述》,钟启泉译,人民教育出版社1979年版,第13~14页。

“信号”、“场”的概念与信息论的“信息”、“信道”概念是较接近的。勒温的理论丰富发展了格式塔心理学。这也是格式塔心理学能成为在70年代已达到成熟水平的“认知的信息加工模型理论”（或“信息加工心理学”）的重要来源之一的原因。^①

信息的概念真正应用到教学过程之中，最早可以追溯到信息论、控制论的经典作家维纳那里。他在专著《人当作人来使用》中的第三章“呆板和学习：通讯行为的两种模式”，就把“信息”、“反馈”与学习联系在一起了。他认为：“策略反馈可以并经常被看作是条件反射或学习那样的过程”；“学习，就像反馈的较初级的形式，它是一种过程，学习前和学习后是不同的”；“信息是我们……同外部世界进行交换的内容的名称”；人的语言、声音、行为、模式都可以作为消息传递，而“人的语言，人的感知能力能达到哪里，人的控制而且人的躯体在一定意义上也能达到哪里”。^②

而后，在60年代得到飞速发展的程序教学理论，借用信息通讯理论、控制论的基本思想，把“即时反馈”作为提高学习效果的最基本要素之一，认为：“信息的即时反馈……这一情况极为重要，因为强化学说强调学生从反应的结果而不是从进行反应本身去学习。学生在每一步上就是这样被告以他做得如何。核对使他避免一错再错”；而且，“教育领域与信息（或可称之为知识）的一般问题之间，有特殊的联系，教育者（教师、学校行政人员、研究人员）与信息（知识）打交道，正如他们和人打交道一样频繁。从存贮、取出和呈现信息问题，选择、重整和传递信息问题，到接收、学习和运用信息问题，教育过程和信息问题都是多方面交织

^①参见H·A·塞蒙：《认知的信息加工模型》，朱家明译，《心理科学通讯》1981年第3期，第17页。

^②维纳：《维纳著作选》，钟劭译，上海译文出版社1978年版，第18～19页、第35～36页、第4页、第83～84页、第24页、第40～45页。

在一起的。……任何一个站得住脚的学习理论，最终一定是个信息理论。”^①

由于控制论、信息论的广泛影响，在程序教学理论发展的50年代，苏联科学家对人的心理现象中的认知、记忆、理解过程的“信息”或“控制”分析，就已有不少探讨。^②至60年代，明确地把信息论的概念应用于心理学研究就在全世界范围中展开了。而且已从研究最简单的感觉运动机能，发展到了记忆和思维的复杂过程，其中对记忆的“信息块”、“信息段”、“信息量”的探讨是富有成效的。^③“算法教学理论”创始人，苏联心理学家Л·Н·兰达从1961年以来，就十分明确地把控制论、信息论的概念、原理引入了教学过程研究。他1962年发表的《在某些教学问题上运用数理逻辑和信息论的试验》一文，反映了借助于信息论计算合理的语法、算法的试验情况；他在1962年发表的《关于教学理论的控制论观点》一文中，也专门讨论了“教学中的反馈联系”问题，其中也提及教学过程“教学目的条件的信息”，提出了“信息量”、“信息流”扩大对教师和信息加工或感知思考的影响这一“新问题”。^④

到了70年代，把信息论以及控制论、系统论引进教学过程的研究，出现了图式模型分析的新特点，并由此而更广泛、更深入了。1977年，温纳和R·W·马克斯就“教师作用”问题提出的课堂中教师作用的图解，实际上是一个以信息论观点来描述课堂教学

①普莱西、斯金纳、克劳德等：《程序教学 and 教学机器》，刘范等译，人民教育出版社1979年版，第4页、第27页、第119页、第323~325页、第331页、第369页。

②梅舍利亚科夫：《控制论与某些生理心理学问题》，曹传咏译，《心理学译报》1957年第5期，第62页。

③Л·Н·陈干科等：《记忆心理学问题与信息论》，吴文侃译，《心理学研究动态》1963年第4期，第18页。

④参见《关于教学理论的控制论观点》，《心理学研究动态》1963年第4期，第11页，第14~16页。

心理结构的模式(见图1—1)。这一图式说明,课堂教学的概念应该

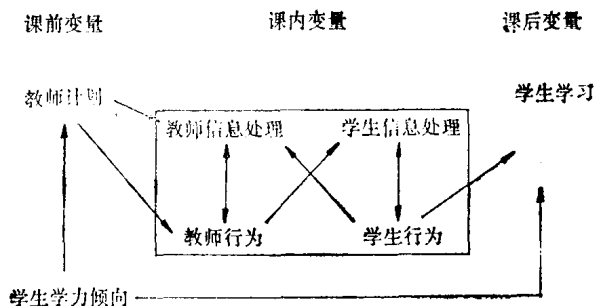


图1—1①

扩展到课前课后,课堂教学是一种信息活动过程,而在这一信息活动中,包含着各种错综复杂的相互作用,即既有教师的信息处理与教学行为,又有学生的信息处理和学习行为,以及两方面的相互作用等。②日本的教育心理学家大桥正夫,对教学过程中的通讯方式也构作了一幅示意图,并对图中所列的各要素作了详细说明。③70年代末开始,我国教育工作者也进入了这一领域的研究。李诚忠在《教学控制论》一文中专门讨论了“教学的信息传递”问题,并辅以不少图式。④邹有华在1979年全国教育学会年会提交的论文《分析教学过程,探索教学规律》中,则首先提出了“可利用信息论原理”研究教学现象的观点。⑤此后,我国

①参见杨文群:《课堂教学中的信息活动》,《外国心理学》1981年第1期,第28~30页。

②同上,第28页。

③大桥正夫:《教育心理学》,钟启泉译,上海教育出版社1980年版,第130页,第131~132页。

④参见《教育研究丛刊》1980年第3期;又参见李诚忠:《关于“教学控制论”问题》,《教育研究丛刊》1979年第1期。

⑤参见全国教育学会编:《遵循教学规律 提高教育质量》,人民教育出版社1980年版,第61页。

教育理论工作者自觉地从“三论”角度去探讨教育现象，无论是在地域范围上还是内容范围上，都越来越广泛了。其中，从“三论”的基本原理出发，一般地提出教育理论与数学结缘问题是在1979年前后。^①而到明确地提出“教育理论数量化研究”命题，并把这一命题切实地着眼于教学过程中的教学信息量这一关键点，则是在1983年提出“教学信息论”这一理论命题前后就逐步明朗的了。^②

从以上对教学与信息问题研究的简单历史回顾，可以看到信息论与控制论、系统论等都有着密切联系和共同实质；而作为一门年轻学科的教学信息论，就是要运用信息论以及控制论、系统论等在内的系统科学基本原理和技术方法于教学过程研究，并确定教学过程是一种存在着丰富的信息流通的特殊的可控系统。教学信息论的研究对象就是教学信息过程及教学信息依存的教学系统的组织调控现象。它的首要任务是要从崭新的角度去揭示教育教学实践活动的规律性，为建立具有中国特色的现代的社会主义教育体系服务；再就是要通过理论的大胆变革，有力地促进整个教育科学理论的完善发展。为了达到这些目的，教学信息论不专门探讨学科教学信息问题，或德、智、体、美等单方面教育问题，而将集中于研究教学信息过程的一般问题，以便能够抽象出带普遍意义的规律性，去指导诸学科诸方面的教育实践及其理论研究。因此，单从这个意义上也可以说，教学信息论是具有一般的基础学科性质的。

①参见钱学森：《科学学，科学技术体系学，马克思主义哲学》，《哲学研究》1979年第1期，第22页；耿峰：《三论教育工程》，《光明日报》1979年3月1日；张铁明：《也谈教育工程》，《华南师范学院学报》1981年第2期，第45～47页。

②参见张铁明：《简论教学相适应思想》，《教育研究》1983年第6期，第19～20页；邹有华、张铁明：《教学信息论》，《课程教材教法》1984年第4期，第26～30页。

第二节 教学信息论的理论结构

教学信息论是一门联结理论与实践的中间科学。

“哲学家们只是用不同的方式解释世界，而问题在于改变世界。”^①教育科学研究也应以改变世界为根本目的，去寻求最合宜的思路和方式。教学信息论的创立，正是把教学理论研究的眼光，转向社会主义学校教育教学改革的实际。它作为新兴学科的特征之一就在于，既重一般理论探讨而具有方法论意义，又重技术理论方法的研究而具有应用学科性质，并且是把两方面有机地结合起来的一门中间学科。因此，它就有不同于纯基础理论或纯应用学科的，介于两者之间的理论结构：

基本概念——教学信息论与其它学科一样有着自己特殊的概念系统。严格的概念本身就包含着一定的理论原理。教学信息论的基本概念与系统科学中的基本概念息息相关，实际上就是系统科学的基本原理在教学理论中的运用，它们又同样阐发并包含了丰富的理论观点和实践中的工作原则。掌握这些基本概念，是深入了解这一学科内涵的基本前提。教学信息论的基本概念有教学系统、教学功能、教学信息、教学反馈、教学控制和教学模型等，展开来还可以有教学要素、教学结构、教学状态、教学信息变换、教学信息输入和输出、教学噪声（干扰信息）、教学适应、教学协同、教学调整、教学运筹、教学对策等等。通过对这些概念在教学过程中的表现形式、性质内容、特征及其条件等的阐述，其实就是通过多方面、多角度，完整地认识教学过程这么一个多棱体，以求最终能掌握它、改造它。而由这些概念组成的概念体系，则

^①参见马克思：《关于费尔巴哈的提纲》，《马克思恩格斯选集》第1卷，人民出版社1972年版，第19页。