

教育科学与 系统科学

JIAOYUKEXUEYUXITONGKEXUE

安文铸 / 著

吉林教育
出版社

教育科学

JIAOYUKEXUE

与 YU

系统科学

XITONGKEXUE

安文铸 著

吉林教育出版社

教育科学与系统科学

安文铸 著

责任编辑：郑长利

封面设计：王劲涛

出版：吉林教育出版社 850×1168毫米32开本9.25印张 **219,000字**
精装：6 插页 平装：4 插页

发行：吉林省新华书店 1990年12月第1版 1990年12月第1次印刷

印数：1—2,000册 定价：精装：5.75元
平装：4.30元

印刷：长春科技印刷厂 ISBN 7-5383-1177-7/G·1053

前 言

本书是为教育科学工作者和探索教育科学与系统科学结合的自然科学工作者提供的一本交叉性学科专著。

本书的写作动机和指导思想在第一章导论中作了详细的阐述，所以没有许多可以当作“前言”的话了。

书名定为《教育科学与系统科学》，表明笔者并不是以建立教育系统科学的新学科体系为目标，而只是从探索两者结合的可能性和途径的角度，论及了部分重点课题。改革、完善和发展传统教育学、建立新的教育科学体系是一项十分艰巨而繁重的任务，要靠一代甚至几代科学工作者的不懈努力和通力合作才能完成。每个人从不同的方面作出一点贡献，合起来就可能形成一种突破的力量，从而推动教育科学的发展和日臻完善。

全书共分五章。第一章导论，对国外和国内探索教育科学和系统科学结合的历史进行了简要的回顾和评论。第二章从合理评价传统教育学的目的出发，论述了传统教育学的科学性、系统性和完整性，同时指出了教育学面临现代科学技术的挑战，改革和发展教育学是大势所趋。第三章由浅入深地介绍了系统科学的有关基本概念、基本理论和基本方法，突出了如何从方法论的高度来理解系统科学同社会科学的交叉与结合。第四章和第五章分别论述了微观教育系统科学和宏观教育系统科学的重点课题。

笔者在书中提出了“教育系统科学是一组学科群体”的观点，教育系统科学的广泛内容很难、甚至不可能包容在某个单一的学

科之内。我们不应该、也不必要把现代控制论、系统工程的方法简单地全盘套用到教育科学中来，而是要从教育领域的实际出发，实事求是地应用系统科学的理论和方法，解决一部分教育科学中的问题。可以预料，教育系统科学的新体系绝不是按控制论、信息论和系统工程的学科体系框架构成的。我们所需要的不是系统科学的术语，而是它的思想方法和数学手段。

笔者进行该交叉学科研究的时间不长，近三年又在国外从事科研和教学，对国内同行在该领域的研究成果学习和了解不多，而本书又成书在国外，难免有疏漏、失误和脱离实际之处，诚恳地希望同行和读者批评、指正。

在本书写作过程中，参考了国内、外有关的著作或论文。凡直接引用的原文均在页下注明，一般参考材料则在书后列有书目索引，以示感谢。

安 文 铸

1988年3月23日

于联邦德国弗伦斯堡师范大学

目 录

前言	(1)
第一章 导论	(1)
第一节 问题的提出和历史的回顾	(1)
第二节 教育科学和系统科学结合的可能性和途径	(10)
第三节 教育系统科学可能的组成部分	(20)
第二章 对传统教育学的合理评价	(22)
第一节 教育学发展史的简要回顾	(23)
第二节 传统教育学的科学性、系统性、完整性	(35)
第三节 改革和发展传统教育学是大势所趋	(54)
第三章 系统科学的基本理论和方法	(58)
第一节 现代科学研究的特点和趋势	(58)
第二节 控制论、信息论、系统论的形成	(62)
第三节 系统科学的基本概念	(78)
第四节 系统科学的基本方法	(102)
第五节 现代系统论的最新分支——耗散结构理论	(118)
第六节 系统科学的哲学范畴	(127)
第七节 系统科学的数学基础	(132)

第四章 教学控制论——微观教育系统科学(150)

第一节 概述(150)

第二节 教学控制论的心理学基础(165)

第三节 课堂教学系统的模型化、数学化探讨(182)

第四节 课堂教学结构及其优化(222)

第五节 课堂教学系统的评价方法(233)

第五章 宏观教育系统科学概论(246)

第一节 宏观教育系统科学的特点(247)

第二节 一般教育系统工程方法(253)

第三节 宏观教育系统的经济行为(260)

第四节 教育信息系统的建设(270)

参考文献目录索引(286)

第一章 导 论

第一节 问题的提出和历史的回顾

一、教育学领域的新的探索

近年来,在我国教育学界,围绕着改革、完善和发展传统教育学,建立新的教育科学体系,出现了活跃的学术空气。越来越多的关心教育科学的同志进行着认真的探索和钻研,提出了各种新的学术观点,提出了新学科的设置。这种探索开阔了人们的眼界,启发和改变着人们的思维方式。然而,各种观点和设想有一个共同的特点,即人们都试图从自然科学、数学同传统教育学的结合上,具体地说,从系统论、信息论、控制论(简称“三论”)同传统教育学的结合上探求建立新的教育科学体系的可能性。

一门传统学科在丰富、发展的过程中,一门新的学科在探索、建立的过程中,会出现各种不可避免的问题,诸如世界观、方法论、学科方向、学科结构、学科手段等方面的问题。就方法论而言,目前最根本的问题是如何正确认识、理解、适应、推动自然科学和社会科学这两大部类科学结合的问题。

众所周知,从本世纪40年代起,以系统论、信息论、控制论的诞生、电子计算机的问世和广泛应用、空间科学和生物工程学的发展为标志,现代科学和技术革命进入了一个新的阶段。从科

学研究方法论的角度看，这个阶段的^①最大特点是，在学科高度分化的同时，出现了学科之间的交叉、渗透和综合的趋势，其中包括社会科学领域内部各学科之间的交叉，自然科学领域内部各学科之间的交叉，而具有特别重大意义的是自然科学和社会科学两大领域之间的交叉。系统论、信息论、控制论正是以数学为手段、建立起学科之间横向联系、推动学科之间交叉、渗透的具有桥梁意义的方法论学科。借助这种学科之间的交叉、渗透，自然科学、社会科学和数学正在走向整体化，走向新的综合。

现在，让我们来看看教育领域的实际。要实现作为社会科学领域的重要学科——传统教育学和自然科学、数学领域的方法论学科——“三论”之间的结合，势必要靠从事这两方面研究的科学工作者的结合。而由于原有知识结构的局限，搞自然科学的人没有系统地研究过传统教育学；从事教育学研究的人又缺乏应有的、甚至是起码的自然科学和高等数学知识。因此，造成结合的双方缺乏共同的语言和思维方式。在这种情况下，自然科学工作者容易以所谓“横向转移”的姿态孤军作战，而脱离教育领域的实际；教育学工作者则可能认为“你那一套我不懂，在我这行不通，用不上”。

近年来，在教育领域的探索和创新中，影响最大的是所谓控制论教育学，或称教育控制论，也有的名之为系统教育学或教育系统工程。作为自然科学工作者，首先应深入了解和分析教育的全过程，深入钻研传统教育学中的教学原则和方法，根据原有传统教育学的基础和当前教育实践的实际，实事求是地回答“教育过程中哪些环节可以同自然科学结合，可以量化，哪些环节目前还不能”的问题，然后才能把系统论、信息论、控制论的概念、原理、方法和模型部分地应用到教育学的部分领域中。作为教育学工作者，则首先要从方法论的高度，了解系统论、信息论、控制论等

学科, 深入理解“三论”科学中所揭示的关于客观世界的普遍原理和方法对教育学的适用性, 然后才能同自然科学工作者合作, 共同探讨对传统教育学的改造和发展。然而, 无论是自然科学工作者, 还是教育学工作者都应当深入了解和研究二十多年来这种“交叉尝试”的历史和现状, 吸取国外先行者的经验和教训, 避免走外国人走过的弯路, 扎扎实实地创新出有我们自己特色的教育科学体系。任何急于求成, 急于宣布“新的学科体系业已建立”的作法都可能延缓这种探索和创新的进程, 甚至导致失败。

二、历史的回顾

如果我们考察一下历史, 便不难看出, 对传统教育学的改革和发展非自今日始, 也非自“三论”诞生以后始。早在本世纪20年代, 所谓“现代教学技术”, 即作为教学工具和手段的现代科学技术已开始进入课堂。当时的主要手段是幻灯、留声机、无线电广播和有声电影, 由于采用的这些技术手段大都是声光电器设备, 故又称为“视听教学”或“电化教学”。不能否认, 这正是自然科学和教育学的早期结合。与此同时, 视听教育的理论研究也已开始, 到30年代, “视听教育”已形成为教育领域的一个分支学科。特别值得提出的是美国俄亥俄州立大学的心理学教授普雷西(S·L·Prossy)于1924年制成了第一台教学机器, 并在美国心理学年会上展出。教学机器的出现是人类对教学系统认识上的一个大突破。

40年代末期, 控制论、信息论、系统论几乎同时诞生。这一组来源于物理科学、生物科学, 并应用了现代数学工具的方法论学科, 使人类对客观世界的认识提高到一个新的阶段。然而, 把“三论”科学的原理和方法用于教育学领域的研究是晚些时候才发生的。50年代, 教育学领域的改革主要仍然侧重于教学技术方面。由于

电子技术和自动化技术的发展，现代教学技术手段大大提高，其主要成就是磁带录音机、电视、语言实验室，程序教学和教学机器日益广泛地应用于教学。这期间对教学机器和程序教学的发展作出重大贡献的是美国心理学教授斯金纳(B·F·Skinner)，他论证了教学机器与程序教学的心理学依据，于1954年设计出了斯金纳型教学机器。这种教学机的设计程序是：储存与呈现教材并向学生提出问题；接受学生的反应或答案，并即刻指出学生答案的正误；控制学生的学习行为，如在显示一个问题时，学生不能同时看到前面或后面的问题。在程序教学方面，斯金纳根据操作条件反射的原理进行了设计，将一门课程的教材按逻辑次序分成一系列“小步”或“问题”，根据学生对“问题”的反应情况，决定下一步的学习方向是前进，还是后退，亦或是重复。尽管斯金纳当时没有提出教学机与控制论结合，没有使用控制论的概念术语，但是系统论、控制论思想的应用则是显而易见的。教学机所应用的信息反馈和反馈控制原理是典型的控制论原理。

至于现代教学技术发展 to 闭路电视和计算机辅助教学以及计算机管理教学则是60、70年代的事情。

“三论”科学和传统教育学在理论领域的结合是从60年代初期才开始的。其一方面的背景是“三论”科学本身不断发展、完善，越来越显示其生命力，它在工程领域、自动控制领域、经济领域以及管理科学领域的应用取得了飞速的进展和令人信服的成功。“三论”向教育学领域渗透已成趋势。其另一方面的背景则是60年代所出现的资本主义世界经济的动荡，特别是早些时候的石油危机，各个资本主义国家都在寻找摆脱经济危机的途径。以位于欧洲的联邦德国为例，他们的分析结果是，根本原因在于教育落后，克服和防止经济危机的途径是改革和发展教育——从理论到结构。正是在这样的背景下，区别于美洲国家以发展现代教

育技术为主的教育改革方向,联邦德国的一批自然科学家、控制论学家、数学家和少数教育学家联合起来,在几乎所有的联邦师范大学开展了教育理论结构和心理学的科学研究,具体讲,开始了控制论教育学(Kybernetische Pädagogik)和信息心理学(Informationspsychologie)的研究。控制论教育学作为一门学科而诞生的标志是(当时)柏林师范大学教授赫尔马·弗兰克(Helmar Frank)博士撰写的专著《教育学的控制论基础》(《Kybernetische Grundlagen der Pädagogik》)。

这项规模很大的研究工作涉及了柏林师范大学、柏林工业大学、柏林自由大学、法兰克福大学、科隆大学、明斯特大学、多特蒙德大学、海德堡大学等高等学校的一百多名教授和合作者。这项研究工作得到了联邦政府、有关州文化教育和科学发展部的有力财政支持,还得到了著名基金会、大公司(如大众汽车公司基金会,西门子电器公司,尼克斯多夫电子计算机公司等)的财政支持。1963年开始酝酿,1964年在柏林师范大学成立了由弗兰克教授领导的控制论研究所和国际程序教学协会(GPI)。当时,仅控制论研究所本身的固定研究人员就达到六十多人。同时创办了关于在人文科学领域实行模型化、数学化的国际性学术刊物“控制论和人文科学的基础理论”(“Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft <GRKG>”)。直到1972年,弗兰克先生领导的这个研究所一直是欧洲乃至世界上最大的控制论教育学理论研究中心。就不完全的统计,从1962年到1972年的十年间,在联邦德国杂志上发表的有关控制论教育学的正面论述和反批评的论文约三千篇,弗兰克先生本人仅从1959年到1972年间发表论文241篇。富有价值和成果的教科书、专著五十多部,其中影响较大的有:《教育学的控制论基础》(H·Frank,1962);《控制论——学科之间的桥梁》(H·Frank等,1962);《信息论和心

理学》(D·Langer, 1962);《教学机的控制论和教育学特性》(H·Frank, 1963);《控制论和教学过程》(G·Meyer, 1966);《控制论和哲学》(H·Frank, 1966);《控制论和教育科学》(W·S·Nicklis, 1967);《学和教的控制论基础》(F·Cube, 1967);《信息理论和教育科学》(K·Weltner, 1970);《控制论教育学》(H·Frank/Meder-Kindler, 1971)等等, 其中不少著作经多次修订、再版。

但是, 到1972年, 随着联邦德国一大批师范院校的解散和研究人员的分散, 控制论教育学理论研究的高潮也告一段落。不少学者回到了程序教学和教学机的教育技术领域, 有的则侧重于计算机辅助教学的研究。弗兰克先生领导的研究所除了一直坚持着控制论教育学的研究方向外, 部分地也转向了语言控制论和机器翻译。十年宝贵的研究成果没有巩固下来, 发展下去, 特别是没有在联邦德国高等学校的师范专业扎下根。目前, 在联邦德国高校教育系中, 开设控制论教育学课程的已寥寥无几。

在作者同弗兰克先生长达三年的合作和接触中, 作者感到, 弗兰克先生是一位知识渊博、思维清晰敏捷、富有组织能力、精力十分充沛的科学家, 在联邦德国学术界也享有一定的名望。但是, 为什么这项富有很大意义、且取得了可喜成果的研究工作会停下来呢?

让我们站在今天对“三论”科学理解的高度, 回过头来评价一下这段研究工作。作者认为, 至少应从三个方面吸取教训:

(一)当时没有把控制论、信息论和系统论作为一个整体, 从哲学高度提炼出其方法论的精髓, 从方法论入手与传统教育学结合。

(二)几乎全部精力集中于微观领域的“教学控制论”的研究, 忽略了教育系统的宏观控制研究, 以至不能从宏观上看到效益。

而作为微观领域的教学过程研究，又以狭义信息论中的“0—1 逻辑”为出发点，数学手段停留在初等数学和经典概率论的水平，这对解决极其复杂的教学过程，显然是不够用的。当然，必须指出，由于教学过程的特殊复杂性，即使应用现代数学工具，教学过程的定量化至多也只能部分地、极初步地解决。教学的微观控制有赖于人体科学、大脑科学和神经网络计算机的进一步发展。

(三)由自然科学家、数学家组成的这支研究队伍没有很好地同教育学工作者相结合。这支队伍从一开始就以“改造教育学”的姿态出现，不承认传统教育学作为一门经过几百年发展起来的经验科学的相对科学性。而在作为夸美纽斯、福禄贝尔、赫尔巴特这些大教育家故乡的联邦德国，传统教育学有着极深的影响。弗兰克先生在他关于控制论教育学的代表作《教育学的控制论基础》一书中，开宗明义，导论的第一节便标以“对教育学科学性的怀疑”的标题，这样的研究难免脱离教育领域的实际和脱离教育学工作者。

现在，再让我们对我国控制论教育学研究和发展的历史作一简单回顾。

1979年8月在中国教育学会第一届学术年会(兰州会议)上，李诚忠同志以《教学控制论》为题，首先提出进行控制论教育学的学科研究。九年来，越来越多的同志参加到这一研究行列中来。应该看到，我国对这个学科的探索虽然比国外起步晚近20年，但起点却高多了。从60年代初到70年代末，控制论、信息论、系统论本身进一步发展和完善了，出现了现代控制论和广义信息论，特别是一般系统论中的耗散结构理论和协同学的诞生，使人们对开放系统的认识有了长足的进步；而电子计算机的更新换代，新的数学分支——模糊数学的出现又为人们提供了更有效地分析和处理复杂系统的手段。特别是我国的科学工作者，以辩证唯物主义世

界观作指导，从方法论的角度揭示了“三论”科学之间的内在联系。钱学森同志关于建立现代科学技术体系结构和系统科学体系结构的设想给我们开阔了思路。这一切都使我们有可能站在更高的高度上，从事传统教育学和系统科学相结合的研究。

九年来，“我国在这个领域的研究取得了迅速的进展。中国教育学会教育控制论研究会(筹备会)和中国系统工程学会教育系统工程委员会(筹备会)相继建立。教育控制论学术讨论会已召开了四次，会员已达三百人。在各种学术会上交流的和在各种杂志上发表的论文已达数百篇。我们在这个交叉领域的研究工作，大致可以归纳为以下三种类型：

首先，一批原来从事传统教育学和心理研究的同志，勇于创新，克服自身知识结构带来的困难，在力求理解和消化“三论”科学基本理论和自然科学工作者的研究成果的基础上，致力于传统教育学的改造，尝试建立教育控制论的学科体系。李诚忠、王序荪同志合著的《教育控制论》一书就是这方面的突出成果。

另外，一批原来从事自然科学的同志，特别是专门研究自动控制理论和系统工程的同志，以极大的热忱参加到教育控制论的探索和研究中来，发表了大量的论文，并进行了实验。这方面成果的特点是，从把“三论”科学结合起来的角，论述教育系统的控制论特征，尝试建立教学过程以至教育过程的数学模型，并提出了教育工程学的设想。其中张启人教授的《教育系统的控制论特征》(1982年)，邵燮林同志的《教学过程的信息论控制论系统论特征》(1985年)，包国庆教授的《教学过程的网络结构》(1986年)，以及应用模糊数学研究教育评价等的一大批论文已远远超过了这个学科领域的世界水平。

特别要提出的是，有些长期从事教育科学研究的同志，经过二、三十年对自然科学和“三论”科学的系统钻研，已完善了自身

的知识结构，具备了足够深厚的自然科学和数学功底，并站在科学方法论的高度，有成效地探索着教育科学的改革。其中，查有梁同志的《控制论、信息论、系统论与教育科学》（1986年）一书就是这方面的代表作。作者以严谨的治学精神，从准确的概念和范畴入手，沿着清晰的思维逻辑，系统论述了教育科学和三论科学的关系，提出了科学、哲学、技术、艺术意义上的教育科学和系统论的大教育观。该书在一定程度上反映了我国在探索传统教育学与“三论”科学结合方面的综合水平。

当然，我们也要看到自己的不足。作者认为，我们当前面临的主要问题是使教育学工作者和自然科学工作者这两支队伍有机地、协调地结合起来，吸取国外在该领域从事研究的经验、教训，根据我国教育领域的具体情况，一步一步地前进。一个新学科的建立要靠一代人，甚至几代人的努力。控制论的创始人维纳（N·Wiener）在这方面给我们提供了良好的榜样。维纳从1933年开始，即他发表《控制论》一书之前十四年，便主持了一个每月一次的关于科学方法论的“沙龙”，那以后的十多年，在他周围聚集了几十位世界著名的科学家，其中包括生物学家、生理学家、数学家、物理学家、电子技术专家、数理逻辑专家、计算机设计师，神经科和心脏科医生和经济学专家。正是这一代科学家精英经过十多年的通力合作，才于1947年10月由维纳宣布了《控制论》作为一门独立学科的诞生。这个生动的事例对于当前正在探索传统教育学和系统科学结合的我国各界科学工作者是一个很好的启发。

第二节 教育科学和系统科学结合的可能性和途径

一、关于教育科学

首先让我们从“教育”、“教育学”和“教育科学”这些基本概念入手。

《辞海》(教育心理分册)定义“教育”为“按照一定的目的要求,对受教育者的德育、智育、体育诸方面施以影响的一种有计划的活动”。华中师范学院等五院校编写的《教育学》中,定义“教育”为“教育者根据一定社会或一定阶级的要求,对受教育者所进行的一种有目的、有计划、有组织地传授知识技能、培养思想品德、发展智力和体力的活动,以便把受教育者培养成为一定社会或一定阶级服务的人”。^①显然,这里关于教育的定义是指以儿童和青少年为对象的学校教育。与此相应,《辞海》定义“教育学”为“研究教育现象、揭示教育规律的科学。有阶级性。它研究教育的本质、目的、方针、制度,各项教育工作的任务、过程、内容、方法、组织形式,教师,学校的领导与管理等问题”。一般的教育学著作都包括了上述这些内容。显然,这应该称为“学校教育学”。近代资产阶级教育学的形成以德国赫尔巴特(J·F·Herbart, 1776—1841)的《普通教育学》为标志。社会主义教育学也是在此基础上,经过批判、继承教育遗产中的精华,总结社会主义教育规律而形成的。我们把它们统称为“传统教育学”。

教育作为一种社会现象有着更广泛的含义。

从教育的对象和内容上讲,教育是针对全社会所有成员的,

^① 《教育学》, 华中师范学院等五院校编, 人民教育出版社, 1980年版, 第5页。