

# 控制论、信息论、系统论 与教育科学

查有梁 著

四川省社会科学院出版社

一九八六·四·成都

责任编辑：吴 畏

封面设计：傅子英

控制论、信息论、系统论  
与教育科学

---

查 有 梁 著           四川省社会科学院出版社出版  
四川省新华书店发行       成都市前进印刷厂印刷

开本：850×1168毫米   1/32 印张：8.5 字数：220千  
1986年8月第一版 成都第一次印刷 印数：1—20,000册

---

书号：7316·3

定价：1.80元

# 前 言

本书为什么要取名为《控制论、信息论、系统论与教育科学》呢？是因为本书试图着重强调现代科学中，控制论、信息论、系统论是现代教育科学所不可缺少的重要的科学基础。当读者阅读完本书后，将不会认为控制论、信息论、系统论与教育科学没有关系，将不会认为本书只是简单的术语变换或新瓶装旧酒。

控制论、信息论、系统论是相互有关的科学群。有的人试图统称为系统科学，也有人试图统称为信息科学——这都有争议。作者认为即使今后控制论、信息论、系统论可以统一起来，这“三论”也各有自己较为特殊的研究领域。可以称控制论、信息论、系统论，简称“三论”科学或“三论”，也可统称系统科学。

从“三论”创立的科学技术背景、“三论”对科学技术产生的影响及“三论”的进一步发展，可以明显看出“三论”与教育科学的关系密切。自动化技术、通讯技术、电子计算机技术这三者是相互联系的，其发展直接推动了“三论”的创立和发展。反过来，“三论”的发展，又推动了自动化技术、通讯技术、电子计算机技术的发展。“三论”不是纯物理科学的产物，不是纯生物科学的产物，不是纯数学科学的产物。“三论”是物理科学、

生物科学、数学科学三者结合的产物。反过来，“三论”的发展，又促进了物理科学、生物科学、数学科学的交叉和综合。

“三论”的发展大大推动了哲学、自然科学、社会科学、思维科学的渗透和统一。控制论、信息论、系统论的发展导致了下列学科的创立和发展：大脑科学、人工智能、语言科学、认知科学、系统工程、系统分析、管理科学，等等。可以用图1表示上述关系。

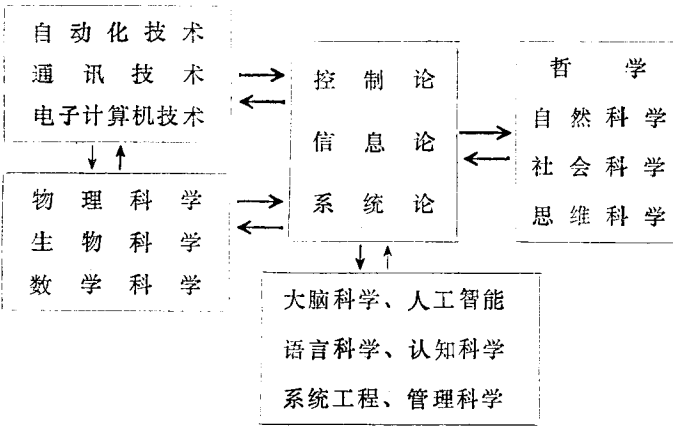


图1，控制论、信息论、系统论的产生、影响及发展

由图1可知，“三论”及其发展涉及如此广泛而深远，必然将愈来愈影响教育科学。我们应当主动地积极地吸取“三论”的新成果，发展教育科学。心理学的成就，曾经有力地促进了教育科学的发展。“三论”的成就，已启发了许多学科的进展，包括心理学在内，为什么我们不应该重视“三论”科学在教育中的应用呢？难道早一些吸取“三论”的成果不比迟一些更好吗？

近代教育科学大多是建立在哲学、心理学、教育实践的基础上。本书应用系统论的思想，论述了教育科学应当建立在现代科学，特别是“三论”科学的基础上。教育应该有自己的科学基

基础，其中还包括教育哲学、教育技术、教育艺术等等。“三论”的发展大大丰富了哲学、心理学、技术、美学等等学科的范畴和方法。因此，“三论”科学是现代教育科学所不可忽视的。事实上，无论在中国还是在外国，已经有不少人应用“三论”的观点和方法指导教育实践，并已取得一些成效。“三论”科学是教育科学的重要基础之一。显然，任何教育理论都必须接受教育实践的检验。教育实践既是教育科学的重要基础，同时也是检验任何教育理论是否正确的唯一的和最终的标准。可以用图2来表示上述观点。

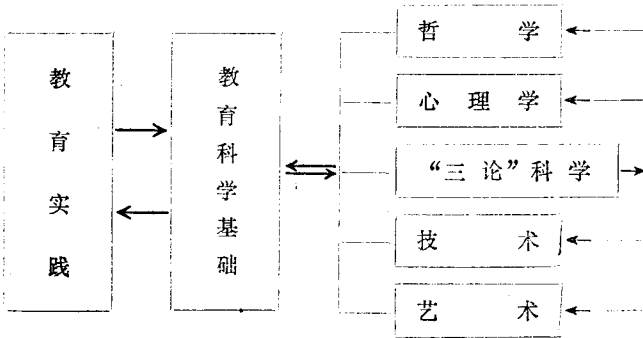


图2，教育科学的基础

应用系统的思想分析一门学科，《孙子兵法》作出了典范。孙武在研究兵法时，一开始就指出：“故经之以五事，校之以计而索其情：一曰道，二曰天，三曰地，四曰将，五曰法。”<sup>①</sup>即指出，要从道、天、地、将、法五个方面分析研究，比较敌对双方的各种条件，以控制和预测战争胜负的情况。然后孙武又逐个地研究了道、天、地、将、法这五个子系统。《孙子兵法》充满了应用系统分析去决策的思想，这有普遍的启发性。启发了我们在研究教育科学时，不能只从单方面去研究教育科学的基础，而应当用系统分析的思想，从多方面去建立教育科学的基础。

础，如图 2 所示的那样。

## 二

控制论、信息论、系统论与中国传统的科学技术有何关系呢？本书与传统的教育理论又有何关系呢？

控制论、信息论、系统论都产生于本世纪四十年代末期的西方。我们当然不能拒绝接受这些科学理论的合理内容。我们应当承认近三百年来中国科学技术落后的客观事实，从而奋起直追。但是，我们用不着妄自菲薄。在历史上，东学西渐，西学东渐，表明各有千秋。特别是在近代，由于各国之间的频繁交流，当代科学早已是走向世界性的科学了。其中“三论”也有中国科学家的贡献。李郁荣、钱学森等科学家贡献就很大。还应注意到，控制论、信息论、系统论与中国传统的科学技术思想是一脉相承的。

美国学者尤里塔写道：“世界科学如果没有中国科学对它作出的贡献是不可能发展成现在这个样子的。……现代的科学思想体系并非西方的私有产物或财富，并非仅仅属于亚里斯多德、欧几里德、哥白尼或牛顿，同时也记载着属于中国的老子、邹衍、沈括、朱熹的功绩。”②

马克思指出：“火药、指南针、印刷术——这是预告资产阶级社会到来的三大发明。”③中国的这些发明分别在能源、交通、信息、教育等方面引起了重大变革。贝尔纳写道：“在西方文艺复兴时期——明代初期——从希腊的抽象数理科学转变为近代机械的、物理的科学的过程中，中国在技术上的贡献——指南针、火药、纸和印刷术——曾起了作用，而且也许是有决定意义的作用。”④

我们不仅应当看到中国古代有四大发明贡献于世界，而且还应当看到中国古代的五大理论成就的重大意义和世界影响。否

则，就难以理解为什么包括“三论”在内的现代科学，在以否定之否定的方式，回到中国传统科学的“有机自然观”，而形成现代的系统自然观。

中国古代的五大理论成就是：

- 管子—朱载堉的律学理论；
- 老子—邹衍的系统哲学；
- 落下闳—祖冲之的数理天文；
- 《内经》—《伤寒论》的医学体系；
- 孙武—诸葛亮的决策思想。

管子提出“三分损益律”建立律学理论。朱载堉在世界上最先提出“十二平均律”。老子的《道德经》五千言，包含深刻的辩证法和系统思想。邹衍提出“五行说”，堪称世界上最早而完善的系统论的原型。落下闳造浑仪、观天象、“运算转历”，建立《太初历》的完整体系，包括二十八宿、二十四节气等系统。祖冲之造《大明历》，作《缀术》，应用逼近法，为中国古代的数理天文奠定了基础。《内经》应用“阴阳”、“五行”学说的系统思想，提出了“人与天地相应”的整体观，其体系包括经络系统等，为医学理论奠定了基础。《伤寒论》等在《内经》的基础上，通过大量的医学实践，总结出一系列辨正施治的完整理论，形成中国医学的特有的体系，至今都受到世界的重视。孙武的《孙子兵法》，以及诸葛亮等人的决策思想，应用了系统论的原理，建立了战略和战术的决策理论和具体模式，至今受到高度的评价，仍有极大的启发性。这五大理论都有各自的逻辑性、系统性、完整性、实用性。这五大理论又是相互渗透、相互联系的。律学理论与数理天文关系密切，都广泛应用数学，强调定量分析；医学体系与决策思想联系甚多，都涉及到应用系统方法解决问题；其中心是系统哲学，它与其它四大理论都息息相关，共同形成中国古代科学所特有的“有机自然观”。系统论正

是有机自然观的现代发展。

控制论、信息论、系统论的出现改变了世界科学的图象，改变了科学思维的方式。然而，把控制论、信息论、系统论应用于教育科学，决不意味着完全否定传统的教育理论。以历史上的教育理论为例，孔子的《论语》、《礼记·学记》、《荀子·劝学》、韩愈的《师说》等等，直至近代夸美纽斯的《大教学论》等等，有许多他们论述的教育原理、原则、方法是与控制论、信息论、系统论的思想一致的。但是，过去传统的教育理论所缺少的科学基础、系统思想等等，恰恰可以通过控制论、信息论、系统论应用于教育领域而得到新的启发和提高。

由传统科学理论向现代科学理论发展，可分为三种发展模式：其一是否定模式；其二是包容模式；其三是包容扩展模式，如图3所示：

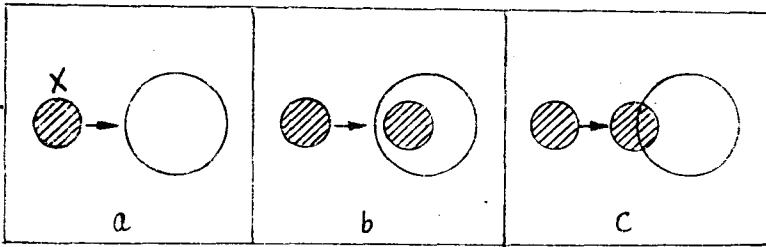


图3，科学理论发展的三种模式

a. 否定式； b. 包容式； c. 包容扩展式

从科学史上看，托勒密的天体理论，发展到哥白尼—开普勒的天体理论，便是一种否定模式。电磁理论发展到爱因斯坦的相对论，便是一种包容式。在一般情况下，爱因斯坦的相对论与电磁理论是一致的、对应的。本书所采用的模式是包容扩展式。传统教育理论中的合理部分，应尽量包容在新的教育理论之中，同时，又力求在现代科学的基础上，主要是在控制论（Cybernetics）、



信息论 (Information Theory)、系统论 (System Theory) 的基础上, 建立教育科学 (Educational Science) 的新的结构。如图 4 所示, 也是封面图示的意义。

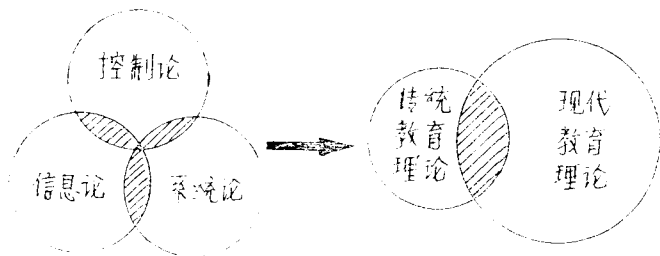


图 4, 控制论、信息论、系统论与传统教育理论及现代教育理论的关系

现代教育理论应当包括教育经验的概括、教育哲学的指导、教育科学的基础、以及教育心理、教育技术、教育艺术, 等等, 如图 5 所示:

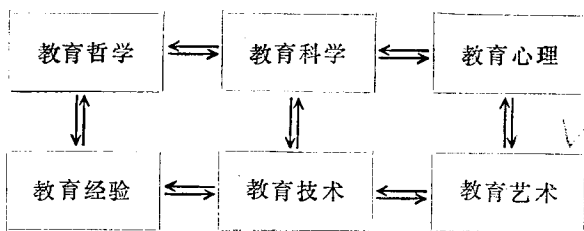


图 5, 现代教育理论

### 三

本书的特点和结构是怎样的呢?

控制论、信息论、系统论是一个发展中的科学群, 并已有一套较为完整的数学工具。如果我们将这些较为高深的数学方法一

一搬到教育科学中，首先这是不可能的，因为教育系统、教学系统、人脑系统等非常复杂，随机因素很多。在相当长的时期内，是难以实现教育科学的定量描述。不可能象数学在物理科学中应用得那样充分和有效。其次，教育科学即使可能作较完善的定量描述，应用“三论”中涉及的一大堆高等数学的符号，也不是非学数理科学的教育工作者所一时可以接受的。实际上，控制论、信息论、系统论对教育科学，主要还是起一种观点上的更新、思想上的启发、方法上的借鉴。不可能将“三论”的内容逐次的简单的移植到教育科学中。作者通过对“三论”科学和教育科学的研究，认为“三论”科学对教育科学的意义，首先是观点、思想、方法。所以本书着重从“三论”中抽出一般的原理、原则、范畴，并阐述这些原理、原则、范畴对教育科学的意义。其次，对能够应用数学工具描述的规律，本书尽量简化到用初等数学表述，尽量回避作高等数学的描写。这样，便能使各级各类的广大教师和各级各类师范院校的学生都能理解本书的内容。采用定性描述和初步定量相结合的方法，这是本书的特点之一。

本书分为十章。第一章科学与教育，从科学史进行分析，论述“三论”的重要地位以及科学与教育的密切关系。第二、三、四章，分别介绍什么是控制论、信息论、系统论，及其对教育科学的意义。第五章论述了“三论”的基本原理和主要范畴对教育科学的意义。第六、七、八章在“三论”科学的启发下，分别论述了教育哲学的规律、教育技术和教育艺术的原则。第九章论述了爱因斯坦与现代教育。爱因斯坦的教育观是现代教育理论所不能不加以研究的。第十章，在前面九章的基础上，作者提出了教学辩证法的体系。这个体系中，除了上述几章已介绍过的大教育观、教育哲学的三条规律、“三论”科学的三条原理、教育技术的三条原则、教育艺术的三条原则之外，第十章论述了教学法的三条原则以及教学的三组范畴。本书的整体结构如图6所示。

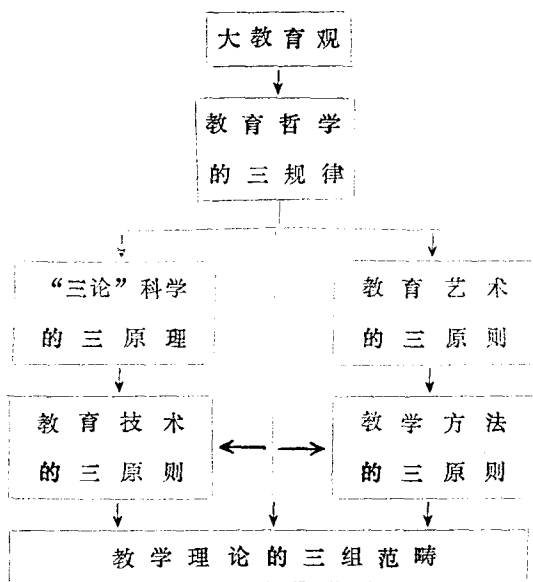


图 6，本书的基本结构

图 6 只是本书结构的简明概要。通过阅读本书的各章之后，在整体结构的指导下去理解各部分的内容和作用，进而形成一个有丰富内容的整体结构（见本书图 10—1）。遵照整体→部分→整体的方法论述，这也是本书的特点之一。

作者从事过二十多年的教学实践、教育研究和科学研究工作。对中学生、大学生、研究生、职工和干部都讲授过一些课程。作者应用本书的思想作指导，在教学实践中取得一定成效。所以，才鼓起勇气，把前后花了二十年的研究成果写成此书。1984年 5 月，作者在《教育研究》上，发表了《控制论、信息论、系统论及其对于教育科学的意义》一文后，收到了一些读者的来信，并到十多所大学、中学报告有关内容。1985年 11 月，作者应张敷荣教授邀请，回到母校西南师范大学，为来自全国十多

省市教育院校的博士生、硕士生和有关教师主讲了“现代教育科学基础”，主要就是介绍本书的部分内容。作者深感本书的研究仍是非常初步的，有待进一步充实和提高，仅供广大教师选择、思考、批评、研究。如果本书能够给予读者点滴的启发，能有助于教育质量的提高，那正是作者所期待的。

一九八六年元旦

写于成都华西坝

---

**编者附注：**为便于读者查阅有关资料及文献，本书书末编有《注释与参考文献》，均按章为单位编号，注码插在文内。同一章中注释与参考文献相同的，均只采用第一次的注码。需要标明卷数的，用罗马数字表示；标明页数的，用阿拉伯数字表示。如 [②，Ⅱ，291]，即见《注释与参考文献》该章第二条所指书目，第二卷，第291页。

---

# 目 录

前 言	( 1 )
<b>第一章 科学与教育</b>	
第一节 从科学史看“三论”	( 1 )
第二节 科学革命与教育革命	( 4 )
第三节 教育发达与科学兴旺	( 6 )
<b>第二章 控制论与教育科学</b>	
第一节 控制论的意义	( 14 )
第二节 香农-维纳公式	( 23 )
第三节 保持公式	( 35 )
第四节 控制论的发展与教育	( 45 )
<b>第三章 信息论与教育科学</b>	
第一节 信息论的意义	( 54 )
第二节 信息与思维	( 65 )
第三节 认知心理学与教育	( 75 )
<b>第四章 系统论与教育科学</b>	
第一节 系统论的意义	( 83 )
第二节 系统论与大教育观	( 97 )
<b>第五章 “三论”与教育科学</b>	
第一节 “三论”的基本原理与教育科学	( 106 )
第二节 “三论”的重要范畴与教育科学	( 120 )

<b>第六章 “三论”与教育哲学</b>	
第一节 原理：适应与转化·····	( 135 )
第二节 目的：发展与创造·····	( 139 )
第三节 手段：系统与控制·····	( 143 )
<b>第七章 “三论”与教育技术</b>	
第一节 教育技术·····	( 149 )
第二节 教育技术三原则·····	( 159 )
第三节 “三论”与电化教育·····	( 166 )
第四节 “三论”与课程改革·····	( 169 )
<b>第八章 “三论”与教育艺术</b>	
第一节 什么是科学美·····	( 173 )
第二节 情感转移原理·····	( 176 )
第三节 和谐奇异原理·····	( 178 )
第四节 多样统一原理·····	( 181 )
<b>第九章 爱因斯坦的教育思想</b>	
第一节 教育的动力·····	( 185 )
第二节 教育的方法·····	( 192 )
第三节 教育的目标·····	( 203 )
<b>第十章 教学辩证法体系</b>	
第一节 从科学美看教学论·····	( 210 )
第二节 教学的基本原则·····	( 214 )
第三节 教学的基本原则·····	( 218 )
第四节 教学的主要范畴·····	( 226 )
<b>注释与参考文献</b> ·····	( 246 )
<b>后 记</b> ·····	( 256 )

# 第一章 科学与教育

## 第一节 从科学史看“三论”

恩格斯把细胞的发现、能的转化的发现以及达尔文的生物进化论，称之为十九世纪的“三个伟大发现”。恩格斯指出：“由于有这三个伟大发现和自然科学的其它巨大成就，我们现在不仅能够发现那存在于自然界个别领域内种种过程之间的联系，而且整个说来也能发现把这些个别领域结合起来的联系了。这样，依靠实验的自然科学本身所提供的材料，就可以用颇有系统的形式描绘出自然界这一有联系的整体面貌。”①从揭示自然界的普遍联系，对自然科学的发展以巨大影响来看，十九世纪自然科学的重大成就有：

- 细胞学说。
- 生物进化论。
- 能量守恒和转化定律。
- 电磁理论。
- 化学元素周期律。

细胞学说打破了植物与动物的绝对界线，揭示了植物与动物的联系，指出了一切有机体是按共同规律发育和成长的。生物进化论，揭示了生物界的发展过程和普遍联系。能量守恒和转化定律，则揭示了在无机界中各种物质运动的普遍联系和相互转化。电

磁理论，揭示了电、磁、光的联系。化学元素周期律，揭示了化学元素的联系和规律。如果我们把研究无机界的科学统称为物理科学，把研究有机界的科学统称为生物科学，那么，我们可以说，十九世纪自然科学的上述重大成就，主要是分别揭示了无机界和有机界的普遍联系及其统一性。主要是分别阐明了物理科学和生物科学的规律。

按照揭示自然界的普遍联系，对自然科学的发展产生巨大影响来看，二十世纪自然科学的重大成就有：②

- 狭义相对论，广义相对论。
- 原子结构，“基本”粒子，量子物理。
- 电子计算机，控制论、信息论、系统论。
- 分子生物学，（核酸结构，遗传密码）。
- 非平衡热力学和统计物理（耗散结构，协同学）。

狭义相对论揭示了时间与空间的联系，广义相对论揭示了物质运动与时间空间的联系。原子结构更深刻揭示出化学元素周期律的本质，量子物理揭示了波与粒子的联系。分子生物学更深刻揭示出细胞遗传、生物发育的普遍规律。非平衡热力学和统计物理，揭示出自然界有序与无序的联系。上述成就原则上都可以说是分别属于物理科学或生物科学。但是，控制论、信息论、系统论则处于十分独特的突出地位。它们是物理科学和生物科学交叉、渗透、综合发展的产物。“三论”揭示了无机界和有机界的普遍联系和共同规律。从科学发展史来看，控制论、信息论、系统论具有十分重大的意义。它们促进了科学向综合化、整体化的发展趋势。促进了科学转向人体、思维、社会这些复杂领域的更深入的研究。

站在十九世纪末期的科学高峰上，可以遥视到二十世纪，物理科学将有重大突破和飞跃进展。现在，站在二十世纪末期的科学高峰上，有人预言二十一世纪，生物科学将有重大突破和飞跃



进展。从控制论、信息论、系统论的创立和发展趋势看，我们宁可预言二十一世纪，在物理科学与生物科学的综合上将有重大突破和飞跃进展。控制论、信息论、系统论在科学史上的地位和意义是十分重大的。

控制论、信息论、系统论是由物理科学和生物科学的交叉、渗透发展起来的。“三论”的创立受到计算机技术、自动化技术、通讯技术的有力促进，同时，又反过来大大推动了这些技术的进步。作为一种强有力的科学方法论，“三论”大大促进了自然科学、社会科学、数学向整体化、综合化发展的趋势，反过来，自然科学、社会科学、数学的渗透、合流，又大大推动了“三论”的发展。作为“三论”的直接发展，不少内容已成为当前科学研究的前沿：人工智能、认知心理、系统科学、信息科学、大脑科学、电脑科学、人体科学、思维科学，等等，这些领域当然也是相互联系、相互影响、相互渗透的。“三论”的进一步发展对教育的启示是十分丰富和深刻的。

我们应当看到“三论”的进一步发展，将对教育产生深刻的影响。教育的发展从来就是同科学的发展相互影响、相互促进的。教育发达，科学才能兴旺；科学进步，教育才能提高。我们可以从孔子——夸美纽斯——皮亚杰的著作中，看出教育与科学有多么紧密的关系。当代科学研究的前沿，可以举出以下几项：

- 粒子物理、天体物理、统计物理。
- 空间科学、环境科学、生态科学。
- 分子生物学、生物医学工程。
- 人工智能、认知心理、大脑科学。
- 系统科学、人体科学、思维科学。

些前沿研究又彼此交叉、渗透。可以预言，在这些领域内，今后取得的重大成果，不少将成为二十一世纪科学技术的重大成就。这些未来可能作出的重大成就，又将对教育科学产生什