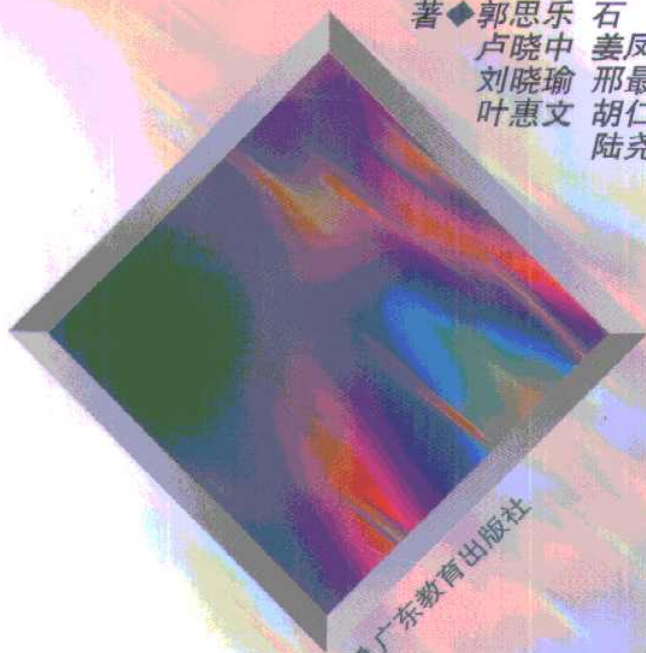


21世纪

基础教育研究丛书

现代 教育科学 实验学

著◆郭思乐 石俊
卢晓中 姜凤华
刘晓瑜 邢最智
叶惠文 胡仁胜
陆尧胜



广东教育出版社

G40-03

G956

广东教育出版社

现代 教育科学 实验学

书

著 ◆ 郭思乐
石俊
卢晓中
姜凤华
刘晓瑜
邢最智
叶惠文
胡仁胜
陆尧胜

前 言

我们处于时代进步和社会变革之中。在整个世界范围内，经济竞争加剧，经济增长迅猛，社会发生了巨大的变化；在我国，社会主义市场经济取代了计划经济；经济结构正转向多元化，社会分工发生了“大裂变”，人才和就业者从第一产业向第二、第三产业流动；人们的活动范围从小社会走向大社会。这些现实，为教育改革和发展提供了良好的条件。

在这样的态势之下出现了大教育：教育从精英教育走向素质教育；从有限的学校教育走向终身教育；从统一的教育模式到发展个性的因材施教；从着重为高一级学校培养人才扩大到也注重为当地培养人才；从培养守成思维到培养创造性，等等。在大教育中，教育科学研究的重要性日益为人们所认识，开始出现了社会重视教育，教育呼唤科研的良好态势。教育科研如同其他的科学研究一样，正在进入决策、规划和应用的领域，逐步成为社会生活的不可缺少的部分，教育科研的业务范围不断扩展，科学兴教的呼声日益强烈，与此同时，也就对教育科学研究提出了更高的要求。

改革开放以来，教育科研取得了很大的成果，获得了一定的进展。但是，教育科研工作者必须认识到，许多教育科研成果的科学性问题仍然没有很好解决。这问题与教育科研能否适应现代人的需要，能否解决教育实践中的大量现实课题有直接

关系。过去,科研成果存在在科学上论证不足的现象,首先是因为过去教育科研的手段和方法落后,更重要的是因为不注意教育科研观念的更新。仅仅用一般研究文史哲的方法或者自然实验法去研究教育规律,在教育发展的一定的历史时期,虽然起过很大作用,但这类方法欠缺一定的精度和可靠性,目前许多教育科研的成果,仍不能在条件类似的情况下重复出现(即得不到更多的事实论证)。因此得不到社会公认,达不到社会传播的要求。这种情况不能不引起人们对教育是否存在客观规律,如果存在,这些客观规律又是否可以认识等一连串疑虑。所以,教育科研必须科学化。

这一问题在今天更为突出了。进步的时代、变革的社会、大教育的实施等,同过去的情况比较,是单元素变成多元素,小系统转变成大系统,线性关联转变成非线性的关联,简单的对人行为的结果的研究,转变成复杂的过程性的素质性的研究。所有这一切,都使教育对宏观和微观现象的认识和预测变得复杂了。如果说,在小系统或单元素的讨论中,教育研究可以从小量自然数据的计算来解决的话,那么,今天我们面临大信息量的情况,则需要将大样本的研究转向用现代手段研究,以提高研究的效率、精度和信度。在如此纷繁的因素海洋中,许多教育管理者感到单凭经验或简单的调查研究已经不能作出正确的决策了。教育的大系统化、多元化、非线性化,使教育决策科学化成为不可逆转的进程。这就要求教育的测量分析要计算机化和软件化;要把直接观察法和自然实验法,与依靠现代科学技术的间接测定法与实验室研究法结合起来,使教育科学研究的结论更具客观性和精确性。

教育科学研究条件现代化的观念和方法手段的更新,还来

自于现代信息社会所提供的现实条件。事实上,在20年代,已经有人提出了教育科学必须借鉴自然科学的问题,然而这种努力很快就无声无息了,其原因在于当时根本不具备必要的研究手段。现在这种情况起了变化,计算机,特别是多媒体计算机以及信息工具所引起的信息革命,以人们意想不到的速度和规模,影响着教育、教学和社会生活,同时也深刻地影响着教育科学研究。例如,过去需要数月乃至半年才能收集到的大样本,而在信息高速公路中只需若干小时就可以完成了。又如,个体学习过程的思维活动,过去只能靠现场观察和“开声想”^①,而现在,可以用现代化的摄录手段,配之以生物电和脑电的测试等,作出科学的记录,并利用记录结果建立起函数和数学模型,去刻画人的思维活动情况,从而揭示学习规律。现代教育科学实验正在成为一种很有希望的、具有很强生命力的教育科研手段,它是一种强有力的主动要求客观世界回答问题的研究方式,将给教育活动带来丰富的、确凿的信息,使教育研究更加科学化,从而为奠定教育科学的学术地位作出贡献。

基于这样的认识,我们依据近年来对教育科学研究法的研究,特别是利用教育科学实验室进行研究生教学和教育科学研究的实践,撰写了本书。我们认为,现代教育科学研究方法的特点,是在新的层次上解决了如何更客观、更精确地揭示教育科学规律的问题。在表征上,是观测手段的现代化、计算机化、软件化和信息高速公路的采用。这一过程反映了对教育对象和教育过程本质认识的深化。事实上,教育对象不仅是社会的人。

^① “开声想”:要求测试对象一边思考一边说。可从“开声想”中了解学生解决问题的思维过程。

而且始终是作为物质和能量活动意义上的自然人。也就是说，人的教育活动尽管十分复杂和多变，但总离不开能量和物质的变换。而这种变换是可以观察和记录的。也就是说，教育研究可以转入到与自然科学的研究相一致的方面去。这样，就产生了一个新的思路：借鉴自然科学研究的彻底精神，借鉴它的间接研究方法，以及重视微观研究，通过对微观的考察来把握宏观事物的本质和规律，借鉴自然科学研究中对事物的质给予量的规定性的做法，大量使用数学模型，使用现代信息工具等研究措施来给教育科学注入新的生命。为此，本书作了如下安排：第一章第一节阐述现代教育实验学的概念和研究对象；第二节着重说明教育科学向自然科学借鉴的问题，阐明借助自然科学的观念和手段来研究教育科学，并不是改变教育科学的性质，而是更深层地揭示教育现象本质和规律（事实上，在教育科学研究中早就有许多成功的先例）；第三节举出教育学科或其他相关学科运用现代手段进行研究的例证。在第二章中，主要是介绍现代教育科学实验学的软技术学，其中第一节阐述教育实验的一般过程，说明数量化是现代教育实验的特征；第二节介绍现代教育科学实验的数据搜集、处理和技术；第三节阐述教育过程诸因素中的主成分分析方法，指出在教育过程中存在多个变量，但其中总可以找到一个决定性的变量；第四节介绍教育科学中的数学模型和数字模拟。说明无论是教育过程的计算机模拟，还是对观测结果的处理，都离不开数学模型，阐述了数学建模的基本方法；第三章介绍现代教育科学实验的硬技术设备。这里主要介绍了较为常用的教育科学实验中的信息化手段、教育科学实验室中计算机软件和现代教育科学实验室的设备及系统构成。后者主要包括教育行为观察实验室、教育生理

测试实验室等。

本书前言和第一章的第一、二节由郭思乐编写，而其中第一节的第二部分，由石俊编写，第三节由郭思乐选编；第二章的第一节由卢晓中编写，第二节由姜凤华编写，第三节由刘晓瑜编写，第四节由邢最智编写；第三章的第一节由叶惠文编写，第二、三节由胡仁胜编写，第四节由石俊编写，第五节由陆尧胜编写。郭思乐提出全书的设想，并与各章作者进行了多次讨论，最后由郭思乐对全书进行了统稿。

本书在编写过程中，得到华南师范大学王国健副校长和电教系李克东教授的指导，华南师范大学附属小学的曹宜南校长、深圳市华富小学沈亦芬校长，对广东省教育科学研究所实验室的教育科学实验给予了具体的支持。在此，谨致深深的谢意。

本书是《21世纪基础教育研究丛书》中的一种。本书同时是国家教委九·五重点科研项目“现代基础教育科学实验技术研究”的成果之一。

第一章 引 论

第一节 现代教育科学实验学的 研究对象

在教育研究中经常采用思辨方法和实验方法。随着教育研究的深入，人们越来越不满足于思辨，而是更多地采用实验方法了。教育实验研究中所采用的基本步骤，主要是实验假说、实验设计、实验过程、实验结果的解释等。就这些基本程序而言，教育实验与自然科学的实验，以及既有的教育实验和我们所说的现代教育实验，都是一致的。其原因在于这些实验对客观性、可重复性都有着共同的追求。但是，教育科学实验的对象是具有自我组织能力的人，而不是自然物。由于研究对象的特殊性，教育

科学无论在研究的规范性、研究变量确定、区分和筛选、变量控制等诸方面，都显得粗糙和缺少精确性。自然科学主要是采用实验室实验法。而教育科学实验一般采用直接法，即班级现场实验法和大规模的行动研究法，因而在实验条件控制、过程监测量和结果归因、成果评价等基本的方面，都受到很大的局限。教育研究方法的落后，使得教育科学研究对教育本身所作的贡献，同教育事业的发展十分不适应，因此，更新教育科学研究方法，已成为教育科学发展的历史必然。

现代教育提出了许多必须通过科学研究才能解决的问题。教育对科研的需求十分强烈。一方面，教育是关系到人的事业，任何教育政策或措施，都应进行先期的论证，或在小范围进行实验研究，然后才付诸实行。这是因为一旦采取了不当的教育措施，其不良后果就会在儿童身上反映出来，而对儿童的教育，严格来说是不可复位的。另一方面，教育思想和教育方法的取向，涉及人的生理、心理和社会诸因素，为了确定取向是否正确，其观察、分析和数据收集，特别是进行定量研究，都需要采用更为精确和有效的科学手段。只有这样，才有利于对教育思想和教育方法进行深入、准确的分析研究和传递。总之，教育的宗旨和性质，决定了教育对科学研究的依赖，这种依赖甚至较其他事业对科学研究的依赖更为明显。但是长期以来，由于采用缺少规范的、手工业式的研究手段，教育科学研究的确切度是很不理想的。

特别是，在现代社会中，教育涉及的问题更为复杂，因此对教育科研的客观性、精确性、彻底性提出了更高的要求。而且社会也给教育实验的现代化提供了前所未有的物质条件，使人们更深入地更彻底地研究人的教育现象的梦想有了实现的可能。这种变化表现在：第一，观察记录手段的现代化，使某时某地的、自

然的观察可以记录下来,供以后研究时反复观察和提取信息之用。第二,利用信息高速公路收集教育科学研究数据,改变以往教育信息收集时间长、数量少、精确度差的情况。例如,使用普通的广域网即可在一分钟内传递 10 余万字节的信息;只要建立了中心与基地的联系网,就能使教育研究在收集了大量数据的基础上,依据概率或模糊数学的理论,作出精确的判断。第三,利用计算机进行教育科学实验过程的数学模拟,如教育科学实验过程或者教育事业的某一发展趋势,一般可以用数学模型来刻画,把握了相关的数学模型,就可以作出实验或发展趋势的软件包,从计算机中对输入的数据进行数学处理后,得出实验或发展趋势的判断。第四,确立了对教育的间接研究方法,相关的手段与方法也得到极大丰富。以上这些,都是以信息技术的发展而带来方法、手段的现代化为特征的。都会引致教育科学采用实验室,集中现代化手段进行研究的思考。可以说,目前教育科学实验已进入了一个新时期,出现了主要利用实验室集中现代科技来进行实验的新的教育科学实验——现代教育科学实验。

本书分两个部分来讨论现代教育科学实验的理论和实践问题:

一、现代教育科学实验思想

现代教育科学实验区别于传统的教育科学实验的特征是:第一,具有研究的彻底性;第二,具有理想实验环境,能对实验的主要因素与结果的因果关系作出明确的而非模糊的回答;第三,运用现代手段,特别是在可能的领域中使用电子计算机;第四,研究的数量化趋向;第五,多学科研究的协同参与。或简言之,研究的彻底性、高度的精确性、大数量化、研究的间接性和手段的

现代化。在实际操作上，这些特征是要靠建立教育科学实验室来实现的。这也正是本书所论的现代教育科学实验和过去的一般教育科学实验的根本区别。

1. 研究的彻底性

实现研究的彻底性，是所有科学实验毋庸置疑的追求。只是由于教育过程的复杂性——心理精神因素和社会因素带来的复杂变量的存在，以及研究手段的落后，才使研究的彻底性成为教育科学研究的一个亟需解决的问题。教育科学研究的对象是客观存在的客体——教育教学的（微观）规律或教育事业的发展（宏观）规律。教育研究工作者必须对这一规律的存在及可知，有明确的肯定，并且彻底地揭示它。在过去的教育研究中，有许多结论是依据经验而作出判断的。正因其仅仅依赖经验，就产生了如下问题：（1）它是否准确？（2）它的适用范围是什么？（3）这一经验的本质是什么？正是因为这些经验判断缺少了本质的揭示，就很难获得公认和推广。彻底地、科学地、精确地揭示本质和规律，是教育科学赖以生存和发展的根本。我们认为，运用现代教育科学实验手段，教育科学研究的彻底的客观性是可以实现的。这是因为：（1）教育本来就是一个客观的过程；（2）如同一切客观过程一样，教育过程也呈现着客观规律；（3）教育的过程可以“投影”到一个背景上进行考察和研究：如果，我们把它投影到全面的教育行为中不利于考察的话，可以考虑把它投影到教育行为的一些片断，或者投影到教育行为的某些效果上，使之易于考察——这些效果是以某些可观测的物质和能量的变化来表现的，而不是仅仅简单地靠分数来体现；（4）研究手段的现代化，使彻底的研究成为可能。可以说，现代教育科学实验的出发点，就是要实现研究的彻底性的追求。

2. 研究的确切性

这是指研究的结果是有根据的、可信的。这涉及到教育科学实验的信度和效度或者说是误差控制的问题。在过去的教育科学实验中,控制误差尽管也曾作为一个问题提出,但严格来说,在实验方法和研究方法落后的情况下,如果整个实验欠缺精确性的基础,“控制误差”几乎是没有意义的。譬如,对学生学习效果的测量,尽管是采用了统一的试卷,而且某两个学生的分数(行为结果)是一样的,但却可以有完全不同的归因。又如,一个班级的教育方法实验,因素十分复杂,其中有教师素质的因素,也有教学方法的因素。尽管对实验班与对比班采用了不同的教法,得到了不同的结果,但却很难确定,究竟是教学方法因素在起主要作用,还是教师的素质在起主要的作用,又或是学生的群体因素在起主要的作用。在这种情况下,尽管我们对测试的过程和结果进行了严格的控制,以使得其计算误差尽可能地缩小,但是,因为前述诸因素所带来的不精确是巨大的,而计算的误差控制所能补偿的部分,相对来说是微乎其微的,因此,就产生了这样的问题:如何把这种对教育方法科学性的研究用另一个有更强分辨率的实验来代替。为此,可以采取这种方法:首先分解某一教学方法的要素,用严格控制的方法对要素的效能进行测定,借以确定该教育方法的效益。这种高精确度的要求,通常要借助于实验室中的研究才能达到。

3. 大数量化

同一切事物一样,教育过程也存在质的规定性和量的规定性。质的规定性也通过量的规定性表现出来。在过去的教育科学实验中,早就考虑过用量来刻画过程的规律,但实际情况是,由于技术原因,所取样本往往过小,数据的处理过慢,不能及时地、充

分地反映有关规律。在这一方面，我们借助于计算机和信息高速公路，把研究中心实验室和基地的实验室连接起来，可以在极短的时间内，取得大容量的信息，大大提高研究的信度和效度。而旧的研究方法论，往往把这种变化看成是单纯的取样多少的量的变化，而没有看到它使教育科学研究的过程真正完成了数量化覆盖，使研究从粗放走向精确，引起了质的变化。现代教育科学实验，正是大数量化的支持下产生和发展起来的、与传统的教育科学实验有质的区别的实验。

4. 研究的间接性

直接和感受式的研究，例如靠肉眼观察或班级实验，除了变量难于控制、周期过长难于把握之外，它还干预了受试，甚至有可能改变教学或教育的过程，使实验失去信度和效度，并且把实验成败风险转嫁到受教育者身上，这是不合理的。所以，教育研究除了采用原有途径外，还要另辟途径，采用间接的方法来研究。这是现代教育实验的一个显著的特征，同时也就增强了教育科学实验室研究方面的思考。

5. 研究手段的现代化

教育科学研究不外乎是信息收集和处理分析的过程，它必然受到信息革命的影响和支配。信息革命的巨大成果，为研究手段现代化提供了充分的可能性。教育科学实验室是利用信息手段的一种顺理成章的方式。

现代教育科学的理论和实践的发生，是当代教育发展的必然现象。它目前正在起步，犹如自然科学刚刚从一般的综合观察走向分析实验研究的时候一样。因此，它必然要借鉴自然科学。我们将专门来探讨这一问题。而且，我们还将考察其他有关学科使用现代技术进行实验的一些实例，这将对形成教育实验的现

代思想和方法有所帮助。

二、现代教育实验的软技术学和硬技术学

在实验室研究工作中，最关键的问题是技术问题。就教育实验室研究活动自身的特点而言，技术问题可分为两类：硬技术和软技术。相应地，在本书中我们按“软技术学”和“硬技术学”两部分来描述这些技术。

简言之，“软技术学”主要是解决教育实验研究中的理论规范、专业性理论工具的问题。“硬技术学”则主要是解决教育实验室研究中的设备硬件、设备系统配置和各种实际的实验操作技术问题。显然，软技术学所反映的主要是实验室研究中思维层面的操作技术，而硬技术学所反映的则主要是实验室研究中实践过程的实际操作技术。

1. 软技术学

在本书中，软技术学主要描述了教育实验室研究工作中的设计、实施、数据收集和数据处理的一般技术。具体来说，含有开展实验研究工作的设计和实施过程的技术分析，以及在教育实验室中探索对教育过程的计算机模拟（或者说进行教育仿真），它把教育统计学的有关技术与教育实验室研究的背景有机揉合，而成为软技术学中一个重要的知识内容。

2. 硬技术学

硬技术学的讨论对象是：有关教育实验室的设备、系统配置技术的知识，内含各种类型的教育研究实验的设备及其系统配置技术，以及教育实验室中的一些主要设备的技术性能指示及评价的知识；有关教育实验室中计算机应用技术的知识：关于计算机教育研究的作用及技术基础的知识。现代信息高速公路的新技术，

可以把研究中心与实验基地联结起来,实现数据大数量化和数据处理高速化。计算机软件是在教育实验室中使用计算机进行工作最不能缺少的物质基础。随着现代计算机技术日新月异的发展,软件技术日益显得重要。教育研究者要应用好计算机,也必需对计算机软件(特别是教育实验室中应用的软件)的概况有一个较好的了解。因而,信息高速公路技术及计算机软件技术,也理所当然地成为现代教育科学实验学的研究对象。

我们认为,现代教育实验学的学科知识体系是开放的,随着教育实验活动的不断发展,以及教育实验研究者对教育实验活动规律的认识的不断深化,这门学科的知识结构、内容都将会不断地调整和充实。

第二节 教育科学研究向自然科学 借鉴些什么

如前所述,作为人文学科,教育研究涉及人际关系、心理、社会,以及有关学科等许多复杂因素,其实验研究基本上采取自然的、直接的方式。这既难于控制因素,也难于准确测量与评价,在许多情况下不得不依靠思辨和约定来判断真假。不必讳言,其研究成果的客观性、严密性以及逻辑性,总是处在十分需要提高的档次上。这也许是教育科学还未能走向成熟,甚至被许多人怀疑是否符合科学性的原因。

从科学发展史看,自然科学和人文科学都出现过因方法改进而发生巨大变化的例子。例如,生物数学的出现引起了生物学的

长足进步；而同样是大系统和多因素的经济学，当引进经济数学，把经济学和数学模型结合起来，转由计算机处理之后，便起了质的变化，进入利用仿真、模拟，在实验室中进行研究的阶段。然而返观教育研究的现状，不难看到，它与现代观察记录手段、用计算机处理等，几乎无缘，这当然是一种缺陷。对教育科学研究来说，非常富有吸引力的和富有挑战性的是在自然科学研究方法的启示下，进行自身研究方法的更新。

一、借鉴自然科学论证的彻底精神

自然科学论证的彻底精神，来自几个方面：一是对所论事物具有客观规律性的肯定；二是对物质世界和客观规律的可知性的肯定；三是物质世界存在质和量的规定性的肯定；四是对在客观存在的（正确的）前提下进行严格逻辑论证的结果的肯定。这些肯定，特别是第一种肯定是进行科学研究的出发点，没有这些肯定，在科学研究中，就失去了科学研究寻找或否定实证的决心和信念。其实，即使是对自然科学来说，对此也有一个认识过程。在自然科学史上，思考和认识外部世界的存在性，一直是自然科学哲学家们所关注的问题。最先思考这个问题的哲学家荷克利特承认外部世界的存在，同时认为世界上一切都在变化着，断言“不可能两次跳入同一个激流”。然而柏拉图的见解与此不同，他甚至认为天文学不是研究天体运动的，研究这门科学首先“应对天上的东西不予注意”，“因为真正的天文学所研究的是在数学天空中星球运动的规律，有形的天空不过是这一数学天空的不完全的表现而已”。事实上，产生柏拉图思想的原因，是当时观察天象已经达到肉眼所能及的极限。而后的许多科学家鲜明地肯定了外部世界的客观性和可知性。亚里士多德不仅肯定了对人类来说外部世

界是存在的，而且认为我们关于周围世界的概念是对物质世界的抽象而得到的。自然科学就整体而言，应当从事对周围世界的研究，从中找出关于周围世界的真理。到了文艺复兴时代，西欧更是出现了现代哲学，并随之兴起了对自然科学的探索。现代哲学的奠基人是笛卡儿，他认为，整个物理世界不是别的，而是一个按规律动作的大机器。而人类运用自己的智慧，找出各种方法，包括数学推理的方法，可以发现其规律。

正因为对自然事物的客观存在性和运动规律性作出了明确肯定，自然科学实验才如同我们今天所见到的那样发展起来，为人类作出了如此巨大的贡献。而在教育领域，人们却产生了疑虑：教育是否也如同一般的自然科学那样，存在着确定的规律呢？人们认为，教育这个“激流”比之于教育之外的其他过程更加变化多端，我们很难看到对象在过程中重复运动的情形，更加不能“两次跳进去”；一个关于教育科学的试验，得到的结果并不像研制新药的药方一样，可以让人依法炮制，如果不考虑实际情况而照搬别人的试验方法，就往往会失效。科学是严格地按照经验是否可重复来作为判别真假的标准的。我们既然缺少有力的手段，去揭示教育过程难于进行重复实验的机理，当然就很难摆脱对教育是否存在客观规律性的疑虑了。

事实上，这个问题，可以从教育与自然科学的关系来认识。人作为教育对象，既是社会的，又是自然的。作为自然的人，不仅仅具有自然本能，更根本的是具有生命和行为，这就必然有物质的存在和能量的转换。教育中所涉及无论是生理的还是心理的因素，都具有相应的物质和能量形式，都受到物质和能量的变化规律支配。而物质和能量的存在与变化又是可以为自然科学的研究方法所察知的。就这个意义来说，只要自然事物存在客观规律，教