

温寒江

陈立华

魏淑娟

◎ 编著

脑科学·思维·教育丛书

温寒江 主编



小学数学两种思维结合学习论

——马芯兰教学法的研究与实践



《学习与思维》课题25年研究成果选集 小学卷



教育科学出版社
Educational Science Publishing House

脑科学·思维·教育丛书

小学数学两种思维结合学习论

——马芯兰教学法的研究与实践

温寒江

陈立华

魏淑娟

◎ 编著

教育科学出版社
· 北 京 ·

出版人 李 东
项目统筹 郑 莉
责任编辑 郑 莉
版式设计 刘 莹 沈晓萌
责任校对 张 珍 金 霞
责任印制 叶小峰

图书在版编目 (CIP) 数据

小学数学两种思维结合学习论：马芯兰教学法的研究与实践 / 温寒江，陈立华，魏淑娟编著. —北京：教育科学出版社，2016.5

(脑科学·思维·教育丛书)

ISBN 978-7-5191-0357-6

I. ①小… II. ①温… ②陈… ③魏… III. ①小学数学课—教学法 IV. ①G623.502

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 020181 号

脑科学·思维·教育丛书

小学数学两种思维结合学习论——马芯兰教学法的研究与实践

XIAOXUE SHUXUE LIANG ZHONG SIWEI JIEHE XUEXILUN——MA XINLAN

JIAOXUEFA DE YANJIU YU SHIJIAN

出版发行 教育科学出版社

社 址 北京·朝阳区安慧北里安园甲9号

邮 编 100101

传 真 010-64891796

市场部电话 010-64989009

编辑部电话 010-64981357

网 址 <http://www.esph.com.cn>

经 销 各地新华书店

制 作 北京金奥都图文制作中心

印 刷 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 165毫米×239毫米 16开

印 张 19.5

字 数 248千

版 次 2016年5月第1版

印 次 2016年5月第1次印刷

印 数 1—2 000册

定 价 45.00元

如有印装质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

一项有战略意义的研究

全面实施素质教育是为了适应现代社会对人的素质的需要，也是为了适应现代社会中人的自身发展的需要。提出提高人的全面素质，当然是针对原有教育模式中存在的全面的地方，这些不全面的地方主要是指对培养人的创新精神和实践能力重视不够。因此，改革人才培养模式，加强对人的创新精神和实践能力的培养就成为实现全面素质教育的重要课题。

培养创新精神的关键是培养人的创新思维，而这一过程实际是开发人的潜能，特别是开发人的大脑潜能的过程。现代脑科学的研究已越来越被各国政府和科学家所重视，因为从某种意义上说，一个国家的综合国力取决于经济实力，经济实力取决于科技实力，科技实力取决于创新实力，创新实力取决于人才实力，而人才实力则取决于人脑功能的开发水平。因此，加强脑科学的研究以服务于人脑潜能的全面开发

就成为综合国力竞争的有战略意义的重点。

我国著名教育家温寒江同志，多年以来，以其深厚的教育理论素养和丰富的教育实践经验，根据脑科学研究成果指导了形象思维的研究与教育改革实验，并取得了重大进展。近几年，又将脑科学应用于基础教育中培养创新精神的理论与实践的研究，取得了可喜成果，这套丛书就是这一成果的展示。本丛书凝聚着许多优秀教育工作者进行的理论与实践探索的心血与智慧，无论对全面教育改革，还是学科教学论的发展，都会产生重要的影响。

我衷心希望，培养创新精神的研究会有助于教育的创新，会有助于从更深的层面上理解和实践全面素质教育的深刻内涵。

陶西平

2010年3月

一、教育的困惑

新中国成立 60 多年来，我国教育事业有了很大的发展，取得了巨大的成绩。但是，我们也看到，当前中小学课堂教学相当普遍地存在枯燥乏味、抽象难懂、死记硬背、高分低能的现象。教育还不能适应经济社会发展的形势，还不能适应国家对人才培养的要求。问题的症结在哪里？教育理论是否存在缺失？教学改革路在何方？对此，我们常常感到困惑。

二、脑科学的启示

20 世纪 70 年代末至 80 年代，是思想解放的年代。在对教育问题的思索中，有几件事情对我们的影响是深刻的。首先，《毛主席给陈毅同志谈诗的一封信》发表后，在毛主席肯定形象思维的鼓舞下，文艺界展开了新中国成立以来第三次关于形象思维的大讨论，

对形象思维在文艺中的作用，文艺界取得了比较一致的认识。其次，我国著名科学家钱学森，大力提倡形象思维，把形象思维作为人类思维的基本方式之一，并建议把形象思维作为思维科学研究的突破口。最后，美国心理学家斯佩里（R. Sperry）对裂脑人的实验研究，揭示了大脑两半球功能的不对称性和右半球的许多高级功能，获得了1981年诺贝尔生理学或医学奖。

裂脑人的实验成果表明，人们可以用语言（概念）来思维，也可以用非语言的表象来思维，从而打破了行为主义心理学研究行为而不研究意识（思维）的禁区，也打破了“只有唯心主义者……才能谈到没有语言的思维”（斯大林语）的神话，大大解放了人们的思想。

斯佩里的裂脑人实验和钱学森的倡导，使我们教学改革思索，聚焦到脑科学、思维、教育这三者的结合上来，以脑科学的新成果为依据，探索一条教学改革的新路。

脑科学和教育科学是两个不同领域的学科，脑科学成果在教育中的应用，要找到结合点或切入点。我们选择的切入点是“思维”。因为思维既是脑科学的重点研究内容，又是学习科学的核心。思维是这两个学科最大的共同点。这样，我们的课题就直接把脑科学关于思维、表象、记忆、语言学习等重要研究成果同中小学的各科教学、同人的全面发展联系起来了。

我们的课题是北京市哲学社会科学“八五”、“九五”、“十五”、“十一五”规划重点课题。“八五”课题名称为“开发右脑，发展形象思维的教学实验与研究”，“九五”、“十五”为“发展形象思维的理论研究与教学实验”，“十一五”为“学习中思维的全面、协

调和可持续发展研究”，总称为“学习与思维”。1998年春，我们有幸向李岚清副总理汇报课题研究的进展和阶段成果，李岚清副总理对课题研究的充分肯定和重视，使课题组全体成员受到莫大的鼓舞。

三、时代·问题·目标

（一）问题

马克思说：问题就是公开的、无畏的、左右一切个人的时代声音。

我们正处在建设富强民主、文明和谐的社会主义现代化国家，实现中华民族伟大复兴的时代。我们又处在人的思维方式、社会媒体深刻变革的时代。

处在这样一个伟大的时代，我们怎样把握教育的问题？当前教育存在的问题是什么？在课题开始时，我们并不十分清楚。其原因正如古诗所说，“不识庐山真面目，只缘身在此山中”。随着研究的深入，特别是“十一五”期间，在科学发展观的指导下，我们开展学习过程中思维全面、协调、可持续发展的研究，对当前教育存在的主要问题感到清晰了。概括起来，可以从教学实践和学习理论两个方面来说。

在实践上，课堂教学相当普遍地存在四种现象：枯燥乏味，抽象难懂，死记硬背，高分低能。

在理论上，可以从以下四个方面进行阐述：

（1）从学习与发展的内涵来说，人的全面发展（德、智、体、美）内在联系的机制是什么？为什么说科学与艺术是相通的？

（2）从学习与发展的顺序来说，学习从已知到未

知，新旧知识(技能)内在联系的机制是什么？(目前国外有多种学习迁移理论，但没有统一的学习迁移理论)

(3)从学习与发展的层次来说，技能、能力、创新能力内在联系的机制是什么？能否培养中小学生的创新能力？

(4)从学习与媒体的关系来说，当代信息技术迅速发展，信息技术(网络、多媒体)如何同学科教学整合？

这四个问题是教育理论的基础性问题。这几个问题解决了，学习的其他一些重要问题，如认识活动与身心发展、知识的理解、学习的效率、学习可持续发展等问题，也就比较容易解决了。

我们的研究表明，上述当前教育存在的问题，其根源在于忽视思维或思维的片面性。

(二)目标

课题研究有以下三个目标：

(1)全面发展思维；

(2)教会每一个学生，使学习可持续发展；

(3)培养能力、创新能力，让青少年智力得到最佳发展。

四、教学必须深入改革

20多年来，课题研究以马克思主义认识论和科学发展观为指导，以脑科学的新成果为依据，全面发展思维，深入教学改革，探索一条教学改革的新路——教学改革的回归与创新。

所谓“回归”，我们认为，当前教学的改革，应从

各种忽视思维、脱离思维的学习理论及其影响中，回到学习的基本命题即学习与思维上来。正如温家宝同志所指出的：“教学改革还要回到学、思、知、行这四个方面的结合，就是学思要联系，知行要统一。”所谓“创新”，就是学习落实科学发展观，以思维的全面、协调、可持续发展为核心，走学习可持续发展、最佳发展的创新之路。

五、改革的思路、方法与成果

我们研究的思路是：在学习过程中，开发大脑潜能(开发右脑)—发展形象思维—思维的全面发展—思维的全面协调可持续发展—学习的可持续发展。通过发展思维，把教育与脑科学有机地结合起来。

我们研究的基本方法是：理论结合实践，我们采取边研究边总结的方法，把理论研究和教改实验结合起来。理论研究的成果为教学实验提供依据，学校改革实践又检验与丰富了理论研究的成果。

20 多年的研究与实验取得了丰硕的成果。

(1) 我们在理论结合实践下，用中国的学术话语，解决并回答了当前教育存在的上述问题，完成了课题研究的目标。

(2) 编辑出版了 40 多本理论研究与教学实验的成果，其中有总课题出版的专著、论文集 31 本，实验学校出版的专著、校本教材 12 种。

《脑科学·思维·教育丛书》是从上述课题成果中精选出来的研究成果。

课题的研究工作得到了中央和北京市教育部门的

领导，得到了北京市社科联、北京市哲学社会科学规划办公室、北京教育学院、北京市教育学会的关心和大力支持。清华大学美术学院教授、博士生导师史习平先生听闻“学习与思维”课题 25 年研究成果选集出版在即，特为此治印祝贺。在此，谨对为本课题的研究、实验、出版给予关心、支持和帮助的领导、专家、学者和有关工作人员致以衷心的感谢！

本丛书由北京市社会科学理论著作出版基金资助出版。

温寒江

2014 年 12 月

马芯兰同志在 20 世纪 70 年代末和 80 年代初，对小学数学进行了两轮创造性的改革实验，实验取得了巨大的成功：教学时间明显缩短，教学质量显著提高，学生学习兴趣浓厚，思维和能力得到很大增强。

深入系统的改革，创造了新的数学教学法——马芯兰数学教学法。1984 年，北京市教育局发出向马芯兰同志学习的通知，组织人员编写小学数学实验教材（以下简称“实验教材”），在全市开展推广实验。全国先后有 24 个省、市、自治区的 2700 多所学校进行推广实验，取得了令人瞩目的效果。

马芯兰数学教学法是对小学数学教材、教法的全面创新，内涵丰富，具有鲜明的时代性和前瞻性。马芯兰是把思维能力的培养放在学科教学中心的先行者，也是把培养数学能力和创新能力落实到学科教学的先行者。她改革的主要经验是：以形象思维与抽象思维两种思维相结合为中心，抓概念教学，构建学生良好的知识结构；在基本概念和技能基础上，通过思维训练，培养学生的数学能力和创新能力。

笔者学习、研究马芯兰教学思想 30 年，获益匪浅。研究、总结优秀教师教育、教学的先进经验，是有中国特色社会主义教育的重要组成部分。北京市朝阳区实验小学非常珍惜马芯兰同志教学改革的宝贵思想财富，教师们都在努力学习她这种在教学中刻苦钻研、不断创新的精神，学习她热爱教育事业、热爱学生、无私奉献的敬业精神。朝阳区实验小学全体数学老师认真学习、努力实践马芯兰数学教学法，取得了很好的教学效果。

为此，结合马芯兰老师及朝阳区实验小学部分教师的教学实例，我们编写了《小学数学两种思维结合学习论——马芯兰教学法的研究与实践》一书。本书比较好地体现了马芯兰数学教学法的精髓。本书的出版，对推进素质教育、实现教育现代化，都有十分重要的意义。

本书各章节的作者如下：第一章，温寒江；第二章，朱兴云、周婷婷；第三章，魏淑娟；第四章，陈立华；第五章，马芯兰、李鸿丽；第六章，魏淑娟、李鸿丽、石雷；第七章，陈立华、王彦燕；第八章，刘春节、齐岩；第九章，苏虹。

由于我们水平有限，书中难免有不尽如人意之处，欢迎读者批评指正。

温寒江

2015 年 7 月

第一章 绪论	···001
第一节 数学的本质	···001
第二节 数学教学与思维发展	···003
第三节 马芯兰数学教学法概述	···012
第二章 活动与思维——抽象思维的起步	···026
第一节 对“数位”、“计数单位”的认识与 “数位筒”的教学	···027
第二节 小学生数量关系的第一个基本概念 ——“和”	···031
第三节 课例	···049
第三章 数学概念教学	···056
第一节 数学知识的内在联系及其概括性、结构性	···057
第二节 把最基本概念放在中心位置	···059
第三节 几个基本概念的教学——“同样多”、 “份”、“倍”	···067
第四节 课例	···078
第四章 计算技能的形成与训练	···094
第一节 计算技能形成的过程	···094
第二节 技能训练的特点	···115

第五章	知识的迁移与渗透	…126
第一节	小学数学知识的网络	…126
第二节	备课要从整体来把握教材	…131
第三节	迁移的概念在数学教学中的运用	…137
第四节	渗透是对迁移法的创新	…144
第六章	形象思维的发展	…159
第一节	图形教学与形象思维的发展	…159
第二节	应用题教学中的线段图教学	…171
第三节	课例	…183
第七章	小学生数学能力的结构与培养(上)	…191
第一节	技能与能力	…191
第二节	概念教学是发展数学能力的基础	…195
第三节	“问题结构”教学	…210
第四节	应用题问题结构教学	…212
第五节	课例	…223
第八章	小学生数学能力的结构与培养(下)	…238
第一节	解应用题过程的分析、推理能力	…238
第二节	培养学生解题的灵活性	…244
第三节	课例	…258
第九章	小学生数学创新能力的培养	…262
第一节	数学创新能力	…262
第二节	能力和创新能力	…270
第三节	能力培养与创造性思维培养	…273
后 记		…297

第一节 数学的本质

数学是研究现实世界数量关系和空间形式的科学，事物的数量和空间形式是事物的重要特征。随着生产力、科学技术的不断发展，人们越来越多地要求对自然现象做定量的研究，辩证法中“量变质变规律”，就是总结了自然界、社会和思维发展的一条普遍规律。形状与结构是物体的一个基本特征，脑科学的研究认为，形状与结构的视觉分析，在人的视感知中起着首要作用。因此，对客观事物的数量关系和空间形式的研究，是对现实世界的深刻反映，它对于人类认识自然和改变自然起着十分重要的作用。因此，数学成为学生学习的一门基础课程。

客观具体事物是多种多样、形形色色的，数学的研究舍弃它的具体内容和质的特点，只研究其数量或空间形式的关系和规律。比如说，三个人、三张桌子、三块布。我们不是去研究三个人是男人或女人，三张桌子是书桌或餐桌，三块布是白布或花布等内容，而是研究它们共同的数量“三”，研究这个数和其他数的关系。又如一堵长方形的墙、一块长方形的黑板、一张长方形的纸，我们不去研



究这堵墙、这块黑板、这张纸用什么材料做的，以及它的质地等，而只是研究“长方形”和其他图形的关系。正是由于数学的这个本质特点，必然导致数学的研究是抽象的，它的推导是逻辑的。

数学的抽象性和逻辑性的特点，容易使人错误地认为数学是一门由纯粹的思维所产生而不是从经验中产生的科学，历史上就有这种错误的思想。我们必须指出，这种认识是错误的。数学是反映现实世界的，它的最初的基本概念和原理，是以经验为基础的。关于这一点，恩格斯有精辟的论述：“数和形的概念不是从其他任何地方，而是从现实世界中得来的。人们曾用来学习计数，从而用来做第一次算术运算的十个指头，可以是任何别的东西，但是总不是悟性的自由创造物。为了计数，不仅要有可以计数的对象，还要有一种在考察对象时撇开对象的其他一切特性而仅仅顾及数目的能力，而这种能力是长期的以经验为依据的历史发展的结果。和数的概念一样，形的概念也完全是从外部世界得来的，而不是在头脑中由纯粹的思维产生出来的。必须先存在具有一定形状的物体，把这些形状加以比较，然后才能构成形的概念。纯数学的对象是现实世界的空间形式和数量关系，所以是非常现实的材料。这些材料以极度抽象的形式出现，这只能在表面上掩盖它起源于外部世界的事实。但是，为了能够从纯粹的状态中研究这些形式和关系，必须使它们完全脱离自己的内容，把内容作为无关重要的东西放在一边；这样，我们就得到没有长宽高的点、没有厚度和宽度的线， a 和 b 与 x 和 y ，即常数和变数；只是在最后才得到悟性的自由创造物和想象物，即虚数。甚至数学上各种数量的明显的相互导出，也并不证明它们的先验的来源，而只是证明它们的合理的相互关系。矩形绕自己的一边旋转而得到圆柱形，在产生这样的观念以前，一定先研究了一定数量的现实的矩形和圆柱形，即使它们在形式上是很不完全的。和其他一切科学一样，数学是从人的需要中产生的：是从丈量土地和测量容积，从计算时间和制造器皿产生的。但是，正如同在其他一切思维领域中一样，从现实世界抽象出来的规律，在一定的发展