

科学思维 培育学

胡卫平 著



科学出版社
www.sciencep.com

B804
H514:1

科学思维培育学

胡卫平 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统地分析了国内外思维培育理论与方法的研究进展,介绍了科学思维培育的心理学基础,提出了科学思维的基本理论和科学思维培育的基本理论。在此基础上,详细论述了科学抽象思维、科学形象思维、科学直觉思维、科学创造性思维的培育途径和方法,以及在科学实验教学、科学概念教学、科学规律教学、科学问题解决和科学探究过程中思维培育的具体措施。最后,阐述了科学学习对科学思维发展的影响,以及中学生科学学习动机、科学学习兴趣和科学学习中自我监控能力的发展与培育。

本书可作为大专院校物理、化学、生物、教育等专业学生、研究生及广大中学科学教师、科学教学研究人员阅读、参考。

图书在版编目(CIP)数据

科学思维培育学/胡卫平著. —北京:科学出版社,
2004.8

ISBN 7-03-013516-4

I. 科… II. 胡… III. 思维方法-能力培养
IV. B804

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第061318号

责任编辑:曾美玉/责任校对:曾 茹
责任印制:白 羽/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年8月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2004年8月第一次印刷 印张: 13 3/4

印数: 1—2 500 字数: 267 000

定价: 25.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈新欣〉)

前 言

在知识的教学和科学探究过程中，使学生掌握科学研究问题的基本方法，培养学生的科学能力，是中学科学教学的重要目标之一。在中学科学教学过程中，我们既需要培养学生学习、观察、实验、思维等基本能力，也需要培养提出问题、分析问题、解决问题的能力 and 收集、处理、交流信息等综合能力，进而培养学生的创造能力和实践能力。在这些能力中，思维能力是核心，观察实验、解决问题、科学探究、科学创造都离不开思维。因此，培养学生的思维能力，对大幅度提高教学质量、实施素质教育具有重要的意义。

作者从 1991 年起，在我国著名物理教育家阎金铎教授和田世昆教授的指导下，开始研究物理思维问题，并于 1996 年出版了《物理思维论》（与田世昆教授合著），建构了物理思维的基本理论。《科学思维培育学》是全国教育科学“十五”规划重点课题“青少年科学思维能力的发展与培养”和教育部优秀青年教师资助计划项目“中小学生科学思维能力的发展与促进”的研究成果，是《物理思维论》的继续与发展。书中收集了作者关于中学生科学思维能力的理论、发展与培养的研究成果。第一章介绍了思维培育的研究进展，包括教育与心理学家的思维培育思想、思维培育的理论和方法；第二章介绍了科学思维的基本理论，包括科学思维的概念、特征、过程、形式、方法、品质等问题；第三章介绍了中学生认知发展的特点、科学抽象思维能力的发展、科学形象思维能力的发展研究和学习的心理学理论；第四章提出了科学思维培育的基本理论，内容包括中学生科学能力的结构、中学生科学思维能力的结构与表现以及科学思维培育的基本措施；第五章介绍了科学抽象思维、科学形象思维、科学直觉思维 3 种基本科学思维能力的培育方法与途径；第六章讨论了中学生的科学创造性思维及其培育；第七章介绍了科学教学过程中如何培养学生的科学思维能力，包括科学实验教学、科学概念教学、科学规律教学、科学问题解决、科学探究过程等；第八章介绍了科学思维培育与科学学习的关系，包括中学生科学学习的动机及其培养、科学学习的兴趣及其培养、科学学习的自我监控能力及其培养。

在本书完稿之际，要特别感谢北京师范大学林崇德教授、阎金铎教授、申继亮教授，没有他们的鼓励、支持和指导，我们不可能坚持 10 多年研究科学思维及其培养问题，更不可能有今天的成果。同时，还要感谢英国伦敦大学 Philip Adey 教授，他多年来一直与我们合作，研究儿童、青少年科学思维能力的发展与培养，使中英青少年科学创造力发展与培养的跨文化研究得以实现。全国教育

规划办、山西省教育规划办、山西师范大学课程与教学研究所的研究人员及研究生对本书的完成也给予了很大的帮助。此外，本书在撰写过程中，参考了国内外大量的文献。在此，一并表示衷心的感谢。

由于作者水平所限，书中科学思维培育的理论与方法可能有许多不足之处，请专家学者及广大读者批评指正。

作者

2004年4月20日于山西师范大学

目 录

前 言

第一章 思维培育的研究进展	1
第一节 教育与心理学家的思维培育思想	1
第二节 思维培育理论的研究进展	4
第三节 几种重要的思维培育课程和方法	14
第二章 科学思维的基本理论	22
第一节 科学思维的基本特征	22
第二节 科学思维的一般过程	27
第三节 科学思维的基本形式	31
第四节 科学思维的基本方法	37
第五节 科学思维的主要品质	41
第三章 科学思维培育的心理学基础	45
第一节 中学生认知发展的特点	45
第二节 中学生科学抽象思维能力的发展	50
第三节 中学生科学形象思维能力的发展	56
第四节 中学生科学创造性思维的发展	60
第五节 学习的心理学理论	81
第四章 科学思维培育的基本理论	89
第一节 中学生科学能力的结构	89
第二节 中学生科学思维能力的结构与表现	93
第三节 科学思维培育的基本措施	97
第五章 基本科学思维的培育	107
第一节 科学抽象思维的培育	107
第二节 科学形象思维的培育	113
第三节 科学直觉思维的培育	121
第六章 科学创造性思维的培育	128
第一节 科学创造性思维分析	128
第二节 科学创造性思维的培养方案	133
第三节 中学生科学创造性思维的训练	141
第七章 科学教学过程中思维的培育	155
第一节 科学实验教学过程中思维的培育	155
第二节 科学概念教学过程中思维的培育	165
第三节 科学规律教学过程中思维的培育	172
第四节 科学问题解决过程中思维的培育	178

第五节 科学探究过程中思维的培育	187
第八章 科学思维培育与科学学习	191
第一节 中学生科学学习中的动机	191
第二节 中学生科学学习中的兴趣	200
第三节 科学学习中的自我监控能力	206



第一章 思维培育的研究进展

从古代中外思想家与教育家的论著中可以看到，对思维培育的研究已有悠久的历史。但是，对其做科学的研究，直到科学心理学，特别是教育心理学诞生之后才真正开始。本章我们将简单介绍思维培育的研究进展，以便了解这方面的研究现状，从而总结过去的经验，指导未来的研究。

第一节 教育与心理学家的思维培育思想

一、西方教育与心理学家的思维培育思想

1. 杜威的思维培育思想

杜威(J. Dewey)是哲学家、心理学家和教育家，是美国机能主义心理学的创始人之一，也是美国教育学的创始人之一。1896~1904年，他在4~13岁的儿童中实验自己的教育主张，即主张儿童活动中心，重视学生的生活经验，通过“从做中学”来调动学生的积极性，促进他们的生长。

关于思维的培育，杜威提出了“反省的思维的分析”^①，他认为思维或反省思维是一种观念，观念来自于事实。当一个含有困惑或疑难的情景产生时，置身于这一情景的人，可以采用几种不同的方法，便开始反省了。反省包括观察、暗示，事实与观察是反省中相关的不可缺少的因素。在此基础上，杜威提出了思维的5个步骤，称之为“反省思维的5个形态”，即：第一，暗示，思维跃进了一个可能的解决；第二，感觉（直接经验）的困难或迷惑的理智化，成为一个待解决的问题，一个必须找到答案的疑问；第三，用一个又一个的暗示，作为领导观念或假设，以发起或引导其他心智活动搜集事实材料；第四，推演观念或假设的含义；第五，在外表的或想像的行动中检验假设。反省思维的5个形态存在于每个思维单位的两端，一端为“开始”，是一个迷惑、困难或纷乱的情景；另一端为“结束”，是一个澄清、统一或解决的情景。后来，他将这5个步骤应用于教学过程，提出了教学过程的5个阶段：从情景中发现疑难；从疑难中提出问题；做出解决问题的各种假设；

^① 赵祥麟. 1981. 杜威教育论著选. 上海: 华东师范大学出版社. 198~302

推断哪一种假设能解决问题；经过检验来修正假设、获得结论^①。这是一种“从做中学”的教学步骤，在“做”中思维，通过思维提出问题和解决问题，并在“做”中验证效果。杜威的上述思想，目的是促使学生能动地思考问题，发现知识情景，发展思维能力。但是杜威的思维理论和教学理论的基础，是儿童的盲目探索的“做”，忽视教师的指导，这就使他的理论有着局限性和缺乏科学性。

2. 布鲁纳的思维培育思想

布鲁纳 (J.S. Bruner) 是美国当代的心理学家和教育家。他在心理学思想上，主要是接受并发展皮亚杰 (J. Piaget) 的发生认识论的观点；在教育理论方面，属于“过程-结构”主义的教育哲学派别。

布鲁纳所著的《教育过程》一书，体现了 20 世纪 60 年代美国教育改革思想，他关心教育质量与智育目标，主张搞好中小学课程设计，编写出“既重视内容范围，又重视结构体系的教材”^②。布鲁纳教学理论的中心思想有 3 个方面：第一，学习学科的基本结构。所谓结构，就是一个系统内部诸要素之间所构成的稳定的组合形式。所谓学科结构，就是反映该学科每部分知识之间的内部逻辑联系。布鲁纳指出：“不论我们选教什么学科，务必使学生理解学科的基本结构”^③；第二，早期教学。布鲁纳提倡早期教学，他指出：“任何学科的基础都可用某种形式教给任何年龄的任何人”^④；第三，发现学习 (learning by discovery)。布鲁纳指出：“发现并不限于寻求人类尚未知晓的事物，确切地说，它包括用自己的头脑获得知识的一切方法”^⑤。在此基础上，布鲁纳提出了动机原则、结构原则、程序原则和反馈原则等教学原则。

布鲁纳思维培育的思想体现在他所提倡的“发现学习”中。“发现学习”是主张由学生自己发现问题和解决问题的一种教学方法，它以培养学生独立思考、发展探究性思维为目标，以基本材料为内容，使学生通过再发现的步骤来进行学习。它强调，直觉学习是发现学习的前奏；学习情境的结构性是有效学习的必要条件；探索发现的正误答案同具反馈价值等等。布鲁纳主张“发现法”是主要的学习方法，他指出，概念教学中最重要的一点，就是要帮助学生不断地由具体思维向在概念上更恰当的思维方式前进。在教学时，试图远离学生思维方式，只是用枯燥无味的逻辑进行形式的说明，肯定是徒劳无益的。同时，讲授科学概念，即使是小学水平，也不应奴性地跟随学生认知发展的自然过程，而应向学生提供挑战性的但是合适的机会，促使学生的思维不断发展。

① 王道俊，王汉澜主编.1989.教育学.北京：人民教育出版社.188~189

② 布鲁纳.1982.教育过程.北京：文化教育出版社.24

③ 布鲁纳.1982.教育过程.北京：文化教育出版社.8

④ 布鲁纳.1982.教育过程.北京：文化教育出版社.8, 23

⑤ 邵瑞珍.1979.布鲁纳的课程论.见：中小学教学改革的理论和实践.北京：人民教育出版社.27

二、前苏联教育与心理学家的思维培育思想

1. 赞可夫的思维培育思想

赞可夫是前苏联心理学家和教育家，1957年开始在小学进行了近20年的“教学与发展”实验，1975年发表了《教学与发展》一书。

赞可夫实验的出发点是对传统教学理论的批判，因为传统教学的重点是如何使学生掌握现成的知识，而不重视他们智力的培养。他的实验研究是紧紧围绕着学生心理发展的问题而展开的，主要研究观察能力、思维能力和实际操作能力，强调在各科教学中要注意培养学生的逻辑思维，培养学生思维的灵活性和创造性。在实验中，赞可夫使用了各种方法来研究思维，其中有些方法是比较简单和接近儿童的学习活动的，有些则是复杂的，并且与教学没有必然的联系。这是因为“发展虽然同知识掌握是密切联系的，但是，掌握知识和发展毕竟是两回事”^①。通过实验，学生的思维能力有了明显的提高。

赞可夫教学实验的主要思想是，以最好的教学效果来达到学生最理想的发展水平。体现这一思想并指导各科教学工作的是5条教学原则，即高难度教学原则、高速度教学原则、理论知识起主导作用的教学原则、使学生理解学习过程的原则、使所有学生包括差等生都得到一般发展的原则。

2. 艾利康宁的思维培育思想

艾利康宁是前苏联教育学家和心理学家，20世纪60年代以后，与他的学生达维多夫一起，在维果斯基思想的基础上，按主导活动将儿童青少年的发展划分为6个阶段：第一，直接情感的交往阶段（0~1岁）；第二，摆弄实物的活动阶段（1~3岁）；第三，游戏活动阶段（3~7岁）；第四，学习活动阶段（7~11岁）；第五，在社会公益活动系统中的交往活动阶段（11~15岁）；第六，专业的学习活动阶段（15~17岁）。其中，3岁、7岁、11~12岁是转变年龄，或叫做危机年龄。在此基础上，他们在前苏联教育科学院心理研究所的附属学校进行了实验教学。

艾利康宁和达维多夫实验教学的理论基础是：第一，从学生的主导活动——教学出发，提出教学应通过儿童所掌握的知识内容，来实现他在智力发展中的主导作用；第二，从维果斯基的教学-发展观出发，提出教学内容的选择要走在学生思维发展的前面，以便促进学生思维的发展；第三，提出教学要求要适合于学生心理发展的可能性；第四，提出思维发展是学龄初期的主要任务；提出从小要重视理论思维的培养；提出教学内容要适合学生心理发展的阶段论。

由以上的讨论可以看出，艾利康宁重视学生的学习活动和学生思维能力的培

^① 赞可夫.1980.和教师的谈话.杜殿坤译.北京:教育科学出版社.159

养，他们深入研究了不同年龄阶段学生学习活动的特征，确定了学习活动或学生主导活动的指标；研究了发展学生思维的途径，探讨了教学过程中学生思维发展比较有效的方式。实验表明，学生所掌握知识的理论水平有了很大的提高，同时有效地促进了他们思维能力的发展。

3. 苏霍姆林斯基的思维培育思想

苏霍姆林斯基是前苏联教育学家，他有30多年的教育实践经验，为了解决中小学教育的实际问题，切实提高教育教学质量，他专为中小学教师写了一本《给教师的一百条建议》。该书集中反映了苏霍姆林斯基的教育思想和思维培育思想。

苏霍姆林斯基重视发展儿童的思维和智力，他指出：“怎样发展学生的智慧，加深他们的智力——在我看来，这是整个学校教育的最尖锐而又尚未加以充分研究的问题之一。传授知识，这只是智育的一个方面，我们不能离开智育的另一个方面（形成和发展智力）来考察它。”苏霍姆林斯基将思维分为形象思维和逻辑思维，并提倡开设“思维课”来训练学生的思维能力。他指出：“人的思维有两种基本类型：一种是逻辑——分析思维或称数学逻辑，一种是艺术思维或称形象思维。”“具有艺术思维的儿童，能够兴致勃勃地讲述他们所见到的情景。在他们的讲述里有鲜明的形象。他们是用画面、形象（色彩、声音、动作）来思维的。他们对于周围自然界的音乐以及一般地对于自然界的美是非常敏感的。”“而对另一些儿童，好像并不存在美的和谐。……在这些儿童眼前，首先展示的并不是世界的形象的一面，而是逻辑的、因果关系的一面。这就是逻辑——分析思维，或数学思维。”“这两种思维是客观存在的。教师应当了解，在每一个儿童身上，哪一种类型占优势。这一点对于从教育学上正确地指导脑力劳动极为重要。要教给学生思考，发展他的思维，——这就意味着要在每一个儿童身上发展两种思维领域，即形象思维领域和逻辑——分析思维领域，既不要给以片面发展，又要善于把每个学生的智力发展引导到最适宜于他的先天素质的轨道上去。”“多年来的经验表明，有必要给学生上一门专门的‘思维课’。……所谓‘思维课’，就是生动地、直接地感知周围世界中的形象、画面、现象和事物，并进行逻辑分析，获取新知识，进行思维练习，找因果关系。”^①

第二节 思维培育理论的研究进展

近几十年以来，思维培育得到越来越多的研究者的重视，人们提出了各种各样的思维培育理论，这些理论不仅可以指导一般思维能力的培育，而且可以指导学科思维能力的培育。本节介绍几种重要的思维培育理论。

^① 苏霍姆林斯基.1984.给教师的建议.杜殿坤译.北京:教育科学出版社.90~94,99

一、威廉姆斯的创造性思维培育理论^①

威廉姆斯 (F. E. Williams) 提出了一种创造性思维培育的理论, 叫做认知 - 情感交互作用理论 (cognitive-affective interaction theory), 简称 CAI 理论。在这一理论的指导下, 他设计了思维培育方案。整个方案包括如下几个部分: 第一, 指导手册 (包括: 鉴别和测量创造潜能; 激发创造潜能; 教师用书; 教学资料; 激发思维和情感的课堂教学策略); 第二, 张贴部分 (思维 - 情感过程; 教学策略); 第三, 磁带 (教师培训磁带; 示范课磁带)。

威廉姆斯的创造性思维培育的理论是一种强调教师通过课堂教学, 运用启发创造性思维的策略以提高学生创造性思维的教学模式, 如图 1-1 所示。图中所呈现的是一个三维空间结构模型, 它强调在不同的学科教学中 (第一维), 通过教师采用各种教学方法 (第二维), 培育学生的 4 种认知和 4 种情感 (第三维)。

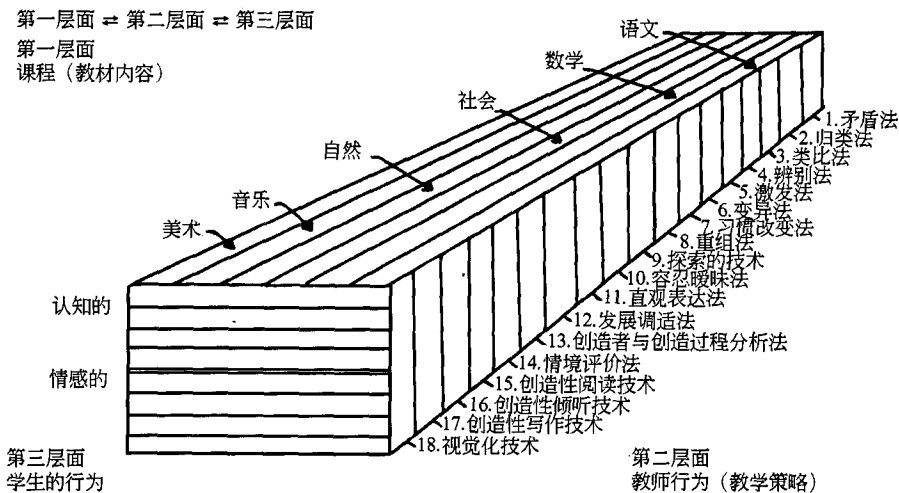


图 1-1 威廉姆斯创造性思维教学模式

第一维列举了语文、数学、社会、自然、音乐、美术等 6 门中小学课程。

第二维列举了 18 种教学策略。这 18 种教学策略及其定义如表 1-1 所示。

第三维是学生的行为, 包括创造性思维能力的 8 种重要方面。其中, 思维的流畅性、思维的灵活性、思维的独创性、思维的精致性属于创造性思维能力的认知成分; 好奇心、冒险精神、挑战性、想像力等属于创造性思维的情感因素。情感因素与学生的态度、动机、价值观、欣赏力等特质有关, 这些特质促使学生与

^① Williams, F. E. 1972. A Total Creativity Program for Individualizing and Humanizing the Learning Process. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications

知识、事实、资料等发生实际的联结，产生有意义的学习。这种理论不仅重视学生的智力因素的训练，而且重视学生非智力因素的训练，从而更有效地提高学生的创造性思维。学生行为的 8 个主要方面及其定义如表 1-2 所示。

表 1-1 18 种创造性思维教学策略

名 称	定 义
1. 矛盾法	发现一般观念未必正确 发现各种对立的陈述或现象
2. 归类法	发现事物的属性 指出约定俗成的象征或意义 发现特质并予以归类
3. 类比法	比较类似的各种情况 发现事物之间的相似之处 将某事物与另一适当的事物做适当的比喻
4. 辨别法	发现知识领域不足之处或缺陷 寻找各种信息中遗漏的环节 发现知识中未知的部分
5. 激发法	多方面追求各项事物的新意义 引发探索知识的动机 探索并发现新知或新发明
6. 变异法	演示事物的动态本质 提供各种选择、修正及替代的机会
7. 习惯改变法	确定习惯思想的作用 改变功能固着的观念及方式，增进对事物的敏感性
8. 重组法	改组一种旧的结构 创立一种新的结构 在零乱无序的情况中发现、组织并提出新的处理方式
9. 探索的技术	探求前人处理问题的方式（历史研究法） 确立新事物的地位与意义（描述研究法） 建立实验的环境，并观察结果（实验法）
10. 容忍暧昧法	提供各种困扰、悬念或具有挑战性的情境，让学生思考 提出各种开放答案不唯一的问题，鼓励学生发散思考

续表

名称	定义
11. 直观表达法	学习通过感官感觉事物、表达感情的技巧 启发对事物直觉的敏感性
12. 发展调适法	从错误或失败中进行学习 在工作中积极发展而非被动适应 引导发展多种选择性或可能性
13. 创造者与创造过程分析法	分析杰出而具有创造力的人的特质, 以学习洞察、发明、周密思考及解决问题的过程
14. 情境评价法	根据事物的结果及含义来决定其可能性 检查或验证原先对事物的猜测是否正确
15. 创造性阅读技术	培养运用由阅读中所获得知识的心理能力 学习从阅读中产生新的观念
16. 创造性倾听技术	学习从倾听中产生新观念的技巧 倾听由一事物导致另一事物的信息
17. 创造性写作技术	学习由写作来沟通观念的技巧 学习从写作中产生新观念的技巧
18. 视觉化技术	以具体的方式来表达各种观念 具体说明思想和表达情感 通过图解来描述经验

表 1-2 学生创造性思维能力的 8 个方面

领域	名称	定义
认知	思维的流畅性 (想起最多的……)	量的推演 思路的流利 反应数目的多少
	思维的灵活性 (采取不同的方式思考)	提出各种不同的意见 具有转换类别的能力 富有迂回变化的思路
	思维的独创性 (以新奇而独特的方式思考)	持有特异的反应 提出聪敏的主意 产生不同凡响的结果
	思维的精致性 (对……有所增益)	能够修饰观念 拓展简单的主意或反应使其更趋完美

续表

领域	名称	定义
情感	好奇心 (乐于……)	富有寻根究底的精神 与一种主意周旋到底, 以求彻底了解 愿意接触暧昧迷离的情境与问题 肯深入思索事物的奥妙 能观察特殊的征象, 观察其结果
	冒险精神 (能够勇于……)	勇于面对失败或批评 勇于猜测 勇于在复杂的事物中辩护自己的想法及观点
	挑战性 (能面临……的挑战)	积极寻找各种可能性 明确事物的可能与与现实间的差异 能够从混乱中理出头绪 愿意探究复杂的问题或主意
	想像力 (富于……)	将各种形象具体化, 善于想像从未发生过的事物 依据直觉的推测 能够超越感官及现实的界限

威廉姆斯的创造性思维培育理论可以有效地指导中小学教学, 教师可渗透到各学科的课堂教学中, 也可以利用课外活动进行。教学中宜采取游戏的活动方式, 以便学生在宽松自由的氛围中, 大胆猜测, 多方向发散, 最大限度地发挥自己的想像力, 从而有效地培养学生的创造性思维能力。

二、吉尔福德的思维培育理论^①

美国心理学家吉尔福德 (J.P. Guilford) 提出了智力的三维结构模型 (the structure of intelligence), 简称 SOI 模型。他用因素分析及形态综合 (morphological synthesis) 的方法, 研究了智力的构成, 认为智力是由操作 (即思维方法, 包括认知、记忆、发散性思维、集中性思维、评价 5 种成分)、内容 (即思维的对象, 包括图形、符号、语义、行动 4 种成分) 和结果 (即把某种操作应用于某种内容的产物, 包括单元、种类、关系、系统、转换、含意 6 种成分) 所构成的三维空间结构 (图 1-2 所示)。从吉尔福德的 SOI 理论模型可以看出, 人类智力包括 120 种不同的因素, 这些因素可以从模型中的操作、内容和结果三个维度的相互作用构成。

吉尔福德依据他所提出的智力结构模型, 设计了一种以解决问题为主的思维

^① Guilford, J.P. 1967. The nature of human intelligence. New York: McGraw-Hill

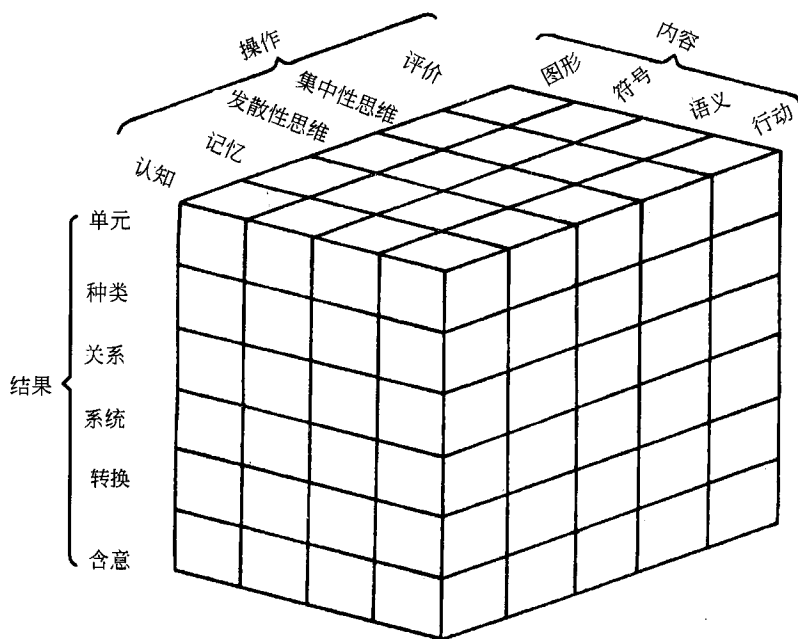


图 1-2 吉尔福德的三维智力结构模型

培育教学模式，如图 1-3 所示。强调记忆储存（知识经验）是问题解决的基础，问题解决的过程始于环境和个体的资料对系统的输入，经过注意的过程以个人的知识经验基础对资料加以过滤选择，然后引起认知操作，了解问题的存在及本质。接着进行发散思维，酝酿各种解决问题的方法，通过集中思维选择解决问题的方案。有时可能未经发散思维而直接以集中思维解决问题，而在这一过程中，如有反对观点时，则必须靠评价的运用，但在发散思维的情况下，有些取出的资料则避开评价的作用，也就是所谓的“拒绝批判”，这在创造性思维能力的培育中是非常重要的。模式中所有朝下指向记忆储存库的箭头，表示我们所进行的每一阶段的资料已纳入记忆库。

吉尔福德的研究表明，在所有的能力中，与思维能力密切相关的是集中思维和发散思维。吉尔福德智力结构模型中操作维的集中思维和发散思维与其他两个维度的所有成分相互作用，就构成了 48 种思维能力的成分，我们可以分别对其进行训练，从而使学生的思维能力得到提高。这 48 种思维能力的成分是：

图形单元的发散思维、图形单元的集中思维；图形种类的发散思维、图形种类集中思维；图形关系的发散思维、图形关系的集中思维；图形系统的发散思维、图形系统的集中思维；图形转换的发散思维、图形转换的集中思维；图形含意的发散思维、图形含意的集中思维；符号单元的发散思维、符号单元的集中思

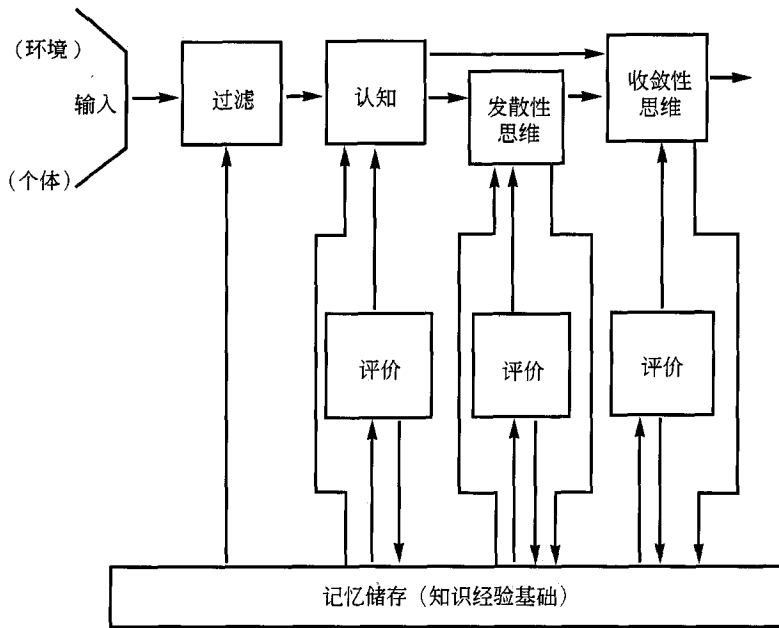


图 1-3 吉尔福德的思维培育教学模式

维；符号种类的发散思维、符号种类的集中思维；符号关系的发散思维、符号关系的集中思维；符号系统的发散思维、符号系统的集中思维；符号转换的发散思维、符号转换的集中思维；符号含意的发散思维、符号含意的集中思维；语义单元的发散思维、语义单元的集中思维；语义种类的发散思维、语义种类的集中思维；语义关系的发散思维、语义关系的集中思维；语义系统的发散思维、语义系统的集中思维；语义转换的发散思维、语义转换的集中思维；语义含意的发散思维、语义含意的集中思维；行动单元的发散思维、行动单元的集中思维；行动种类的发散思维、行动种类的集中思维；行动关系的发散思维、行动关系的集中思维；行动系统的发散思维、行动系统的集中思维；行动转换的发散思维、行动转换的集中思维；行动含意的发散思维、行动含意的集中思维。

三、斯腾伯格的思维培育理论^①

斯腾伯格 (R. J. Sternberg) 是当代美国著名心理学家，他于 1996 年提出了智力（思维）的三元理论，认为成功智力是由分析性智力（思维）、创造性智力

^① Sternberg, R. J. & Spear-Swerling, L. 2001. 思维教学. 赵海燕译. 北京: 中国轻工业出版社