

数学的哲学思想与创造性思维的培养

王开荣

(重庆大学 数理学院,重庆 400044)

摘要:数学是自然科学的工具,是科技人员科技水平、科技素质的重要组成部分。文章分别介绍了数学的特点,古今中外数学的哲学思想以及数学的思维方法。阐明创新能力与国家强盛、民族昌盛息息相关,而数学的哲学思想和数学的思维方法是培养创造性思维能力的重要载体,在创新能力的培养方面具有其它学科不可替代的独特作用。文章也对创造性思维能力的培养提出了几点实用性建议。

关键词:数学哲学;数学思维;数学能力;创新思维;创新能力

中图分类号:B023 **文献标识码:**B **文章编号:**1008-5831(2003)06-0049-02

一、数学的特点及在科技活动中的作用

数学的研究对象和研究方法决定数学具有高度的抽象性、严密的逻辑性和广泛的应用性等特点,这些特点也是数学区别于其它学科的重要标志。数学的抽象性不仅指数学理论的抽象性,而且也指数学研究方法的抽象性。自然科学中的概念在现实世界中都有其直接原型,如物理学中的“场”虽然是一个十分抽象的概念,看不见摸不着,但它是客观存在的物理量,如电场、磁场、引力场等。而数学概念所反映的却不是现实存在的东西,如“1”并不仅指称1个人、1个碗等具体的物,而且也指称一种关系——作为测量的单位,也指一种次序——测量活动的最初动作,所以多个人也可以“是”1,如1个家庭的成员、1个班的学生,多个碗和多个盘也可以“是”1,如1套餐具,等等。在自然科学研究中,虽然理论方法很重要,但实验方法却占有基本地位。而且某些实验对理论具有判据的作用,如虽然麦克斯韦(Maxwell)利用理论方法预言了电磁波的存在,但人们接受电磁波还是在赫兹(Hertz)的电磁波实验成功之后。数学的研究方法主要采用的思维方法有逻辑思维方法、归纳与类比方法、发散与收敛思维方法、逆向思维方法等,而且常常采用的是演绎推理—证明的方法。逻辑的严密性是数学的显著特点,数学的逻辑不仅指数学知识的逻辑,更重要的是数学的逻辑推理分析方法。一个数学命题能否成立并不取决于实验证明,而是取决于严格的数理逻辑证明。广泛的应用性不仅指数学知识内容的应用,也指数学思维方法的应用。这是由于客观事物都是质与量的统一体,所以作为定量分析的数学就“无孔不入”,它的应用很自然地渗透于客观世界的各个方面,贯穿于一切科学领域。数学美也是数学的重要特点。如数学的符号语言与解题算式的简洁美;几何图形与数字排列的对称美;数学的结构与公式定理的统一美;黄金分割与数量关系的和谐美,等等。这些美的因素有利于形象思维的发展,而且在形象思维的基础上也能够发展人的抽象思维能力,从而促进创造性思维能力的提高。世界上不同的国家、不同的地区其文化、思想、习惯有所不同,表达方式也有差异,但其数学思想却具有一致性,这就是数学的统一性。而且数学的符号语言是一种全球通用的语言。法国数学家、天文学家拉普拉斯(Laplace)说:“数学是自然科学的工具”。数学的发展是一切科学技术发展的基础,很多成熟的学科都是直接应用数学的成果,如哥白尼(Copernicus)、开普勒(Kepler)的天文学,伽利略(Galilei)、牛顿(Newton)的力学都是应用数学的结果。马克思认为,科学只有当它能够成功地运用数学的时候,才算达到成熟的地步。我国数学家胡世华认为:“数学不仅是人类文化的组成部分,而且还是各文化的基本文化”。数学文化的发展是科学技术发展的基础;数学水平也是一个国家民族文化素质和智力水平的量度,是衡量一个国家和民族的经济和科技水平

的重要尺度。

二、数学的哲学思想与思维方法

(一)数学的哲学思想

数学哲学是研究数学的对象、性质、方法等方面的本体论、认识论、方法论以及其它诸问题。对数学中的重大问题作本体论、认识论、方法论的分析是数学哲学的中心内容。数学中的许多概念和方法都体现了辩证唯物主义观点,具有深刻的哲理性,如有限与无限、极限与连续的量变和质变,微分与积分的对立统一,理论的推导以及“反证法”的思辨性等无一不包含深刻的哲学道理。(1)古代的数学哲学。我国古代早就有了数学的哲学思想,三国时期的刘徽就具有朴素而明确的唯物主义思想,他对数的来源解释为“至于以法相传,亦犹规矩、度量可得而共,非特难也”。规矩是作图的工具,是空间形式;度量则是数量关系。这说明数学方法是来源于客观世界。《庄子》中的“一尺之捶,日取其半,万世不竭”就具有无限和极限的思想;刘徽的割圆术也是极限的思想在几何上的应用。我国古代很早也从辩证思想产生了运筹学的思想,“田忌赛马”就是一个例证。田忌听从孙臧的建议,用自己的上等马对齐王的中等马,用中等马对齐王的下等马,用下等马对齐王的上等马,结果是二胜一负而获得全局的胜利。古希腊的思想家如毕达哥拉斯(Pythagoras)、柏拉图(Plato)、亚里斯多德(Aristotle)等使数学有了重大发展,并产生了严密的逻辑体系。毕达哥拉斯学派认为“数是万物的本源”,所以人们称毕达哥拉斯学派的哲学为“唯数论”哲学,“唯数论”观点得出的是纯粹“先入为主”的主观主义表现。柏拉图学派的“数学实在论”观点认为:数学对象是一种独立、不依赖人类思维的客观存在。与毕达哥拉斯学派的区别是毕达哥拉斯学派认为,数学对象存在于独立的可感事物之中;柏拉图则认为,数学对象独立存在于可感事物之外。柏拉图的唯心主义数学观是关于数学绝对真理性的朴素信念在哲学中的歪曲反映。亚里斯多德对数学哲学进行了深刻反思,在否定了毕达哥拉斯学派和柏拉图的观点后提出了他的观点“数学的对象是一种抽象存在”,并认为数学是研究数量的科学,这个观点对后世以及现在都有着重要影响。(2)近代的数学哲学。在16、17世纪的所有科学中,数学不仅是最成熟的学科,而且也是当时的带头学科。当时的思想界和数学家受毕达哥拉斯、柏拉图以及中世纪神学某些思想的影响,认为自然界的现象不仅互相联系,而且是按照统一的规律运转,这个统一的基础他们认为是数学。如伽利略认为“数学知识不但是绝对真理,而且像圣经那样,每句每行都是神圣不可侵犯的。实际上数学更优越,因为对圣经还有许多不同的意见,而对数学真理,则不会有不同的意见”。这是毕达哥拉斯学派观点的继续,毕达哥拉斯主义者实际上是用数学规律取代上帝创造宇宙并使之和谐的学说,该学说虽然含有

收稿日期:2003-09-19

作者简介:王开荣(1965-),男,重庆人,重庆大学数理学院讲师,博士研究生,主要从事应用数学教学研究。

数学广泛应用的合理成分,但作为一种哲学观点是错误的。因为承认数学理论具有真理性是一回事,但数学理论是否需要由实践检验却又是另外一回事。在17、18世纪出现了一些新的数学观:(i)唯理论的数学观。该观点重视数学的演算于逻辑推理,强调演绎法;认为包括数学在内的科学是人们理性或“天赋观念”的产物,只承认科学的普遍性与必然性,否认感性认识的真理性。其代表人物有笛卡尔(Descartes)、莱布尼茨(Leibniz)等。笛卡尔认为“数学的特征:它确定了基本的初始原理,这原理是清楚明晰的,所以是真实的,从这一原理可以演绎和系统地得出一切其他原理。如果出发原理是真实的,那么整个知识体系也是真实的。”笛卡尔的观点指出了数学的“真实性”,但却否认了数学知识的客观性。莱布尼茨也认为数学知识是天赋的,但他认为数学的原则是先天无矛盾的逻辑分析,从而开启了逻辑主义的先河。(ii)经验论的数学观。该观点重视观察和实验,强调经验和归纳法,只承认感性认识的真理性,认为科学知识是感觉经验的组合物,否认科学知识的必然性和普遍性。其代表人物有休谟(Hume)等。休谟认为“数学是观念的知识,具有直觉的确定性或解证的确定性”,而且“只凭思想作用就可以把它们发现出来,并不必依赖于宇宙中任何地方存在的任何东西”。(iii)先验论的数学观。这种观点是唯理论和经验论的折衷。以康德(Kant)为代表人物。康德认为,数学命题是“先天综合判断”,他将知识分成三类:由先天分析判断得出的分析命题,由后天综合判断得出的经验命题和由先天综合判断得出的综合命题。康德强调了意识的能动性与其认识的作用,但他把这种能动作用先验化了。19世纪数学的发展就宣告了康德先验论数学观的破产。如非欧几何的产生就否定了欧氏几何的先天必然性,集合论的产生就否定了有穷算术的先天必然性等等。(3)现代的数学哲学。19世纪,随着非欧几何、群论、复变函数论、黎曼空间、多维几何、集合论等的相继产生,而且这些重要的数学概念、命题和理论并不是从现实世界中直接抽象出来,也没有明显的直观背景,而是依靠抽象和逻辑的力量发展出来的。所以从19世纪初到20世纪初这段期间,演绎法成为数学发展的主流,数学的发展表现为一系列的逻辑推理,数学的成果若没有严密的逻辑论证是不会得到数学界承认的。关于数学的体论西方有以下几个重要观点:(i)数学的实在论。该观点认为数学本身是一种独立于人的认识之外的、不依赖于人类思维的独立存在。实在论是一种错误的理论,是对数学的研究对象的曲解。数学的历史表明,正是由众多数学家的创造性思维活动,才使得数学的理论和概念得到不断地丰富和发展。(ii)数学的概念论。该观点强调数学对象对于人类思维的依赖性,认为数学的对象不是一种真实的存在,而只是一种概念,是“合理”的思维活动的产物。由于这种概念代表了一种“思维的构造”,所以具有一定的实际意义。(iii)数学中的形式主义,现代形式主义者认为,形式系统的本身就是数学的研究对象,也即一切数学对象都是没有实际意义的符号的“自由组合”。尽管有不少数学家对“自由组合”提出了批评,但形式主义在西方仍具有一定的影响。数学理论的真理性问题是数学哲学中认识论的主要问题。19世纪以来随着数学的巨大发展,唯理论成为主流,这时的数学家们从不同的哲学立场提出了不同的数学真理观,而且各学派的立场并不完全一致。但根据辩证唯物主义,数学作为研究客观事物量的侧面理论,不管现代数学是多么抽象、深奥,归根到底还是来源于客观世界,它不是人脑先天所固有的。因此在本体论上,数学是经验的,不是先验的;是客观的,不是主观的。数学理论不仅具有真理性,而且检验真理的标准是社会实践。但由于数学的对象并不涉及物质世界的具体事物,所以,数学的真理性就不能用通常的科学实验来检验。虽然不易直接得到社会实践的检验,但仍可通过其它科学作间接检验。一个正确的数学理论要得到实践证实,常常要经过几十年、几百年,甚至上千年的时间。方法论是认识世界和改造世界的方法的理论。数学的高度抽象性和逻辑的严密性决定了数学离不开归纳和演绎、分析和综合。所以在方法论问题上数学具有演绎的性质。由于现代科学数学化的趋势越来越明显,以及数学作为横断科学的地位日益加强,这就决定了数学方法是位于哲学方法和各门学科方法的横断地位。我国的数学哲学界一

般认为,就认识论而言,数学归根到底起源于经验,在任何时候,数学发展主流总是同物质世界具有直接或间接的联系;就方法论而言,经验的材料是用演绎法叙述的,而且随着数学的发展,抽象性越高,演绎法就越显得重要。

(二)常见的数学思维方法

数学思维方法是获取数学知识的手段,是数学能力的核心,它比数学知识更具有普遍的适用性。(1)逻辑思维方法:数学逻辑思维的严密性已得到共识,根据已知条件逐条推理得出所需结论就是逻辑思维方法;数学中定理、命题的推导,例题和习题的证明都是利用数理逻辑推理方法而得到。(2)归纳与类比方法:归纳与类比方法是重要的创造性思维方法,许多重大的科学发明与发现均来源于归纳和类比;归纳是指由一系列具体的事实概括出一般原理;如由物理学中的即时速度和数学中的切线引入的导数就是归纳方法的应用。类比是根据两种事物的相似特征推断出相似的性质,推断的正确性有待于实践证明;如一元函数与多元函数性质的类比等。(3)发散与收敛思维:根据已知信息寻求一个问题的多种解决方法的思维方式就是发散思维;而收敛思维是以某个研究对象为中心,从发散思维提出的多种方法中找出最佳方法或唯一方法的思维方式。数学中例题和习题的一题多解,以及从多种解法中选择简单易懂的方法便是发散与收敛思维的应用。发散与收敛思维的培养与训练对学生今后在工作中做决策和科学研究有很大帮助,根据所需解决问题的要求提出多种方案,并从中选出最佳、可行的方案。(4)逆向思维方法:逆向思维方法是将常规的思维方法倒转过来,即在已知结论或可能结果条件下,寻找或构造结论成立的条件和原因。从平面几何中作辅助线和数学中构造辅助函数,以及在经济领域和工程应用中数学模型的建立都是逆向思维方法的具体应用。

二、创造性思维能力的培养

(一)创造性思维及其重要性

创造性思维就是不受现成、常规性思维的束缚,寻求对所考查问题的全新、独创性的解决方法的思维过程。创造性思维是创新能力的基石,是创新活动的核心。创造性思维是多种思维形式的有机整合,主要表现在形象与逻辑思维的整合,归纳与类比思维的整合,发散与收敛思维的整合。而且在创造性思维活动中,发散思维和收敛思维占据主导地位;二者密切结合,既互为条件又互为基础,在创造活动中交叉进行。人类的进化,文明的提高,国家的强弱,民族的昌盛都与创新能力的发展息息相关。随着高新技术的不断发展,培养大学生创造性思维能力已成为世界各国大学教育的发展趋势。数学的哲学思想和数学的思维在培养创新思维中起重要作用。数学是人类思维的体操,在培养人的聪明才智和发展思维能力方面具有其它学科不可替代的独特作用。加强数学思维和数学方法的培养是全面提高学生数学能力和创新能力的专业途径。

(二)创造性思维能力的培养

数学的创造性思维不同于一般的数学思维,它既是概括性、论证性、灵活性、独特性等各种数学思维相互结合与高度协调的产物,又是逻辑思维 and 形象思维的辩证统一。人们的创造性思维能力并不是先天就有,而是在后天根据所受到教育、训练等实践活动有意识地训练、培养的结果。为了有效培养学生创造性思维能力,应从以下几方面着手:首先注重知识的积累,知识是创造性思维的基础,没有足够的知识储备,根本就谈不上创造和发明。教学中要加强形象思维的训练,形象思维是借助丰富的形象材料来思维,它不受已有理论、框架、逻辑规则的约束,是一种创造性思维方法。教学中也要加强逆向思维的训练,由于逆向思维突破了习惯思维的框架,克服了思维定势的束缚,所以逆向思维最能激发人的创造能力,它是培养大学生创新思维的重要手段。教学中发散思维与收敛思维的培养具有重要意义。在创造性思维中,新观念、新思想、新方案、新思路常常是通过发散思维而获得,所以说发散思维是创造性思维的重要特征。在创新活动中其表现形式为:收敛思维→发散思维→收敛思维→发散思维→收敛思维→……这样循序渐进,交叉互补进行。这是因为只有通过收敛思维形成所需解决的问题,并为所需解决的问题准备了相关材料后,发散思维才有前提和基础。其次只有发散了才能为更高层次的收敛提供材料,才能在每次收敛之后产生新的成(下转第54页)

善学者将词形分析的基础简单地理解为他们常见的前、后缀,再加上词形分析又是显而易见的词汇学习策略,因此不善学者倾向于使用这种策略。这一实例说明,研究学习策略与成绩的关系时不仅要看学习者使用某种策略的“量”,更重要的是想办法了解策略使用的“质”。

动机与测试成绩的相关系数呈现出两组明显对比:表层动机与成绩负相关,说明越是为了某种经济利益或前程去学英语、记单词,测试成绩越差;而深层动机与测试成绩在0.01的显著性水平上正相关,说明越是出于爱好去学习越能产生对单词的兴趣和好奇心,单词记忆效果越好。当然,“成效性动机”也能促进单词习得效果的提高,但本研究未将其量化。

表3 策略、动机与词汇成绩之间的相关性

策略及动机	Mean	Std. Deviation
元 认 知 策 略		
01、预先计划	0.578**	0.000
02、选择性注意	0.282	0.101
03、自我监督	-0.015	0.932
04、自我评估	-0.042	0.811
认 知 策 略		
05、复记策略	0.192	0.296
06、机械记忆	-0.024	0.892
07、查找策略	0.023	0.897
08、联想策略	0.051	0.771
09、词形分析	-0.115	0.511
10、上下文策略	0.489**	0.003
11、活用策略	0.414*	0.013
12、练习策略	-0.108	0.535
13、猜测策略	0.474**	0.004
动 机		
01、表层动机	-0.110	0.528
02、深层动机	0.461**	0.005

四、总结

本次研究结果表明:(1)为增强单词学习效果,学习者普遍采用了多种学习策略。(2)并非所有学习策略对词汇学习都有明显促进作用,只有那些对信息处理有较好深度的策略能提高单词学习效果。(3)由于学习者认知能力高低不同,学习者在策略使用上的“质”与“量”都有显著差异。所使用策略的“质”与“量”(尤其是“质”)都影响词汇学习的成效。(4)善学者与不善学者相比,前者能清楚地意识到所用的策略,

并能高质量、灵活地运用词汇学习策略。(5)动机调查显示只有当单词记忆成为学习者的兴趣所在时,记忆效果才会好。

本次研究也存在不少问题,如利用问卷调查的方式了解学习者的策略使用情况只能得知他们所使用策略的量,而无从得知策略使用的质。本研究已经发现所使用策略的质对词汇习得成效的影响不容忽视,但如何设计科学的方案考察它对词汇习得成效的影响还是一个亟待解决的问题。

参考文献:

- [1] AHMED O. Vocabulary Learning Strategies[A]. P MEARA(eds.). Beyond Words[C]. London: CILT, 1989.
- [2] BROWN T, F PERRY. A comparison of three learning strategies for ESL vocabulary acquisition[J]. TESOL Quarterly, 1991, 25: 655-670.
- [3] CLARK D, I S P Nation. Guessing words from context: strategy and techniques[J]. System, 1980, 8(3): 211-220.
- [4] COHEN A D. Language Learning: Insights for Learners, Teachers and Researchers [M]. Boston: Heinle & Heinle Publisher, 1990.
- [5] COHEN A, E Aphek. Retention of second language vocabulary over time: investigating the role of mnemonic associations[J]. System, 1980, 8(3): 221-235.
- [6] KRASHEN S. We acquire vocabulary and spelling by reading: Additional evidence for the Input Hypothesis [J]. The Modern Language Journal, 1989, 73(4): 440-464.
- [7] MEDANI A. Vocabulary learning strategies of “good” and “poor” learners[A]. P Meara (eds.). Beyond Words [C]. London: CILT, 1989.
- [8] NAGY W, P HERMAN, R ANDERSON. Learning words from context[J]. Reading Research Quarterly, 1985, 20(2): 233-253.
- [9] NATION I S P. Teaching and Learning Vocabulary [M]. Boston: Heinle & Heinle Publisher, 1990.
- [10] O' MALLEY J, A CHAMOT. Learning Strategies in Second Language Acquisition[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [11] PARRY K. Building a vocabulary through academic reading [J]. TESOL Quarterly, 1991, 25(4): 629-653.
- [12] 王文宇. 观念、策略与英语词汇记忆[J]. 外语教学与研究, 1998, (1): 47-51.
- [13] 吴霞, 王蕾. 非英语专业本科生词汇学习策略[J]. 外语教学与研究, 1998, (1): 53-57.
- [14] 张萍. 硕士研究生基础英语和专业英语词汇学习策略研究[J]. 外语教学与研究, 2001, (6): 442-449.

(上接第50页)果,才能逐步向最终需解决的问题逼近。在数学教学中应注意鼓励学生大胆思考,大胆设想,训练他们的非常规思维,引导学生找寻学习思路。在数学学习过程中也要善于利用观察与实验、归纳与类比、发散与收敛、联想与想象等方法建立关于数学思想、数学论证的解题思路和各种猜想,然后用严格的数理逻辑方法验证并进行必要的取舍,这既有助于牢固掌握知识,又能帮助发展思维能力,特别是创造性思维能力的培养。

参考文献:

- [1] 周述岐. 数学思想和数学哲学[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1993.

- [2] 王鸿钧, 孙宏安. 数学思想方法引论[M]. 北京: 人民教育出版社, 1992.
- [3] 丁润生, 何跃, 瞿建才. 思维科学探析[M]. 香港: 香港天马图书有限公司, 2002.
- [4] 常顺英. 大学生创造性思维培养研究[J]. 中国高教研究, 2001, (11).
- [5] 王光明, 等. 数学教育中创造性思维的培养[J]. 天津师范大学学报(基础教育版), 2001, (6).
- [6] 宋枚, 等. 在高等数学教学中培养学生创造性思维能力[J]. 山东师大学报(自然科学版), 2002, (3).
- [7] 陈刚. 创造性思维及其在数学中的应用特征[J]. 工科数学, 2002, (6).