

# 思维策略训练对高中生化学问题解决能力影响的实验研究\*

吴鑫德<sup>1,2\*\*</sup> 张庆林<sup>2</sup> 陈向阳<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>湖南师范大学,长沙,410081) (<sup>2</sup>西南师范大学,重庆,400715)

**摘要** 研究思维策略训练对于高中生解决化学计算问题的有效性。被试为 1616 名高中学生,训练由经过培训的 17 名高中化学教师承担,时间为 10 周,实验采用自编的《高中生化学计算问题解决思维策略训练教程》及《自我提示卡》,在真实的课堂教学情境和正常的教学秩序下进行,以探索化学学科问题解决思维策略训练的有效性。结果表明:思维策略训练能显著地提高高中生的化学计算问题解决能力,且普通中学高中生的训练效果明显优于重点中学。

**关键词:** 高中化学 问题解决 思维策略训练

## 1 问题提出

思维策略训练是思维心理学、教育心理学、发展心理学以及教育心理学的重要课题。国内外学者主要是通过一般思维策略训练和学科思维策略训练两条途径来达到发展智力、提高问题解决能力的目的,例如,著名的 Productive 思维教程、Instrumental Enrichment 教程、CORT 思维教程和 Patterns of Problem Solving 教程就是一般思维策略训练的研究<sup>[1]</sup>;张庆林、张大均、刘电芝、连庸华、杨卫星等结合小学数学应用题、初中平面几何、物理力学等问题进行思维策略训练<sup>[2-7]</sup>就是学科思维策略训练的研究。有研究<sup>[2][3]</sup>指出,一般问题解决思维策略训练强调思维的一般规律,忽视了具体学科和具体问题的思维特性,不利于迅速提高学生的学科问题解决能力,因此,近年来越来越重视“知识丰富领域”问题解决策略的研究。

然而,国内结合学科训练学生问题解决思维策略的研究主要集中在低年级和数学、物理学科领域,而在高年级结合化学学科特点进行问题解决思维策略训练的研究却很少见。本研究就试图结合化学计算问题对高中生化学问题解决思维策略进行训练,以探索思维策略训练对于提高高中生化学问题解决能力的有效性。

## 2 研究方法

### 2.1 实验设计

本研究采用 2 × 2 实验设计。2 个自变量分别是:自变量 A 为化学计算问题解决思维策略训练,水平 a<sub>1</sub> 为接受实验训练(实验组),水平 a<sub>2</sub> 是未接受实验训练(控制组);自变量 B 为学校分类,水平 b<sub>1</sub> 为重点学校,水平 b<sub>2</sub> 为普通学校。因变量为:高中生化学计算问题解决能力,其能力的提高以化学计算能力测试成绩的提高幅度为指标。

### 2.2 实验假设

高中生化学计算问题解决思维策略训练能够有

效地提高学生的化学计算问题解决能力;重点学校高中生化学计算问题解决思维策略训练的效果与普通学校具有明显的差异。

### 2.3 被试

湖南省 6 所中学的高中一、二、三年级 34 个自然教学班,1616 名高中生。其中,高一年级 12 个班,高二年级 12 个班,高三年级 10 个班;实验组 810 人,控制组 806 人;男生 816 人,女生 800 人。

### 2.4 实验材料

化学测验翰林题库(北京理工大学出版社,1994.4);瑞文推理测验(李丹,1986);化学计算问题解决思维策略训练教程(自编,高中一、二、三年级各 1 套)及自我训练提示卡(实验组学生每人一份)。

### 2.5 研究程序及方法

2.5.1 提取高中生化学计算问题解决有效思维策略。策略的有效性是本实验成败的关键,本研究考虑到所提取的策略既要具有广泛的迁移性,又要具有可操作性<sup>[8][9]</sup>。一方面,借鉴已有研究的方法<sup>[2-7]</sup>,首先将化学计算问题解决过程分为三个阶段:分析题意、解决问题、总结反思,然后,提出每一阶段具有化学特色的问题解决思维策略;另一方面,采用出声思维口语记录法,寻找优生与差生化学计算问题解决思维过程的本质差别,最后优选出 8 种有效的思维策略:读题审题策略、综合分析策略、双向推理策略、同中求异与异中求同策略、化繁为简策略、巧设速解策略、模糊思维策略、总结反思策略。

2.5.2 编写《高中生化学计算问题解决思维策略训练教程》(以下简称《教程》)、《自我训练提示卡》和化学计算问题解决能力前后测测试题(以下简称《试题》)。《教程》和《自我训练提示卡》是根据所提取的 8 种有效的思维策略,组织各实验学校的实验组教师共同编写的,《教程》中包括教学训练目的、要求、方法、程序和 10 个教案,《自我训练提示卡》是具有自我监控作用的 10 个问题;《试题》由化学测验翰林题库随机抽取,每个年级前、后测试题各一套,

\* 全国教育科学“十五”规划教育部重点课题(课题批准号:DBB010510)资助。

\*\* 第一作者简介:吴鑫德,男,湖南师范大学副教授,西南师范大学博士生。E-mail:zhangql@swnu.edu.cn

所有《试题》均在非实验学校进行预测,以确保《试题》的信度和效度,其中前测试题共5道,总分60分,设置难度0.60,测试时间50分钟,后测试题题量、难度与前测试题相同,只是鉴于区分度考虑,比前测时量减少5分钟。

2.5.3 前测。运用瑞文推理测验和前测《试题》对6所实验学校高中三个年级的所有学生进行统一测试,并统一测试时量、测试方式、记分标准、评卷人员,经统计分析后,在每个实验学校的同一个年级中分别选取男女性别、智力水平和化学成绩均接近的两个班,随机安排一个班为实验组,另一个班为控制组。

2.5.4 实验教师集体培训。培训内容包括实验教学观念、教学方法、教学形式、教学内容、教学进度及实验时间等,总体上同一年级内部要求大致统一,每个年级由一个教师负责统一协调和安排。

2.5.5 实验教学。在正常教学秩序条件下,根据《教程》中的统一要求对实验组学生进行有意识的训练,训练时间为10周,每周1课时,每个课时主要训练一种策略,其余2周为综合训练。控制组按照平

常的教学计划进行教学。为防止实验组与控制组学生之间的交流,《教程》中的教学材料在每次上课前发给实验组学生,下课后及时收回,《自我训练提示卡》只发给实验组学生。为排除其他非实验因素的干扰,每个学校同一个年级实验组和控制组的任课教师知识水平、年龄和教龄等条件相当,并在实验组实施“单盲”,控制组实施“双盲”等措施。

2.5.6 后测。根据已有研究<sup>[1][2]</sup>,智商在实验的短期内不会有明显的提高,因此,训练结束后,对所有被试(包括实验组与控制组的学生)只进行化学计算问题解决能力测试。评分方法和程序与前测一致。

2.6 实验结果的统计处理方法。本研究收集的数据采用SPSS for windows 10.0进行统计处理。

### 3 结果与分析

#### 3.1 实验教学训练前学生的智商和化学计算成绩分析

在实验教学训练前,被试的智力和化学计算测试成绩统计结果见表1。

表1 实验训练前实验组与控制组学生的智商和化学计算成绩

年级	实验分组	人数	智商		<i>t</i>	实验前化学计算成绩		
			<i>M</i>	<i>SD</i>		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>
高一	实验组	306	117.14	6.43	1.539	32.47	16.74	-.092
	控制组	297	116.33	6.44		32.59	15.88	
高二	实验组	269	116.81	8.23	1.042	26.55	16.20	.329
	控制组	276	116.10	7.82		26.08	17.64	
高三	实验组	235	116.25	6.97	-.382	33.74	15.57	1.631
	控制组	233	116.52	8.42		31.52	13.90	

注: \* $p < 0.05$  \*\* $p < 0.01$

表1表明:在实验前,同一个年级中,实验组与控制组的智商都没有明显差异(高一: $p = .124 > .05$ ,高二: $p = .298 > .05$ ,高三: $p = .703 > .05$ ),实验组与控制组的化学计算成绩都没有明显差异(高一: $p = .927 > .05$ ,高二: $p = .742 > .05$ ,高三: $p = .104 > .05$ )。由此可见,实验前,每一个年级实验组与控制组在统计上是同质的。

3.2 思维策略的实验教学训练对化学计算问题解决能力的影响实验结束后,利用后测试题对被试的化学计算问题解决能力进行检测,排除不符合实验条件的无效数据后,对其化学计算测试成绩提高幅

度进行统计分析,以考察自变量A和自变量B对因变量的影响,结果见表2、表3和表4(表中化学计算

表2 实验组与控制组实验后化学计算成绩的提高幅度

	高一年级		高二年级		高三年级	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
实验组(a1)	17.13	16.45	19.99	14.33	16.27	15.30
控制组(a2)	9.370	15.66	12.62	15.70	8.660	13.88

表3 不同类型学校的学生经训练后化学计算成绩的提高幅度

	高一年级		高二年级		高三年级	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
重点学校(b1)	15.87	6.01	15.70	9.41	14.97	2.39
普通学校(b2)	18.42	4.74	25.07	4.44	18.43	4.04

表4 高中各年级实验分组、学校分类因素对化学计算成绩提高幅度的作用

变异来源	<i>Df</i>	高一年级		高二年级		高三年级	
		<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
实验分组(A)	1	3806.8	198.6**	2364.9	49.46**	2629.5	198.9**
学校分类(B)	1	105.97	4.560*	4208.8	85.85**	102.39	10.90**
A × B 交互作用	1	140.01	6.300*	5.7380	0.11	156.22	14.25**
A 在 b <sub>1</sub> 水平上	1	4927.3	183.4**			3116.1	156.1**
A 在 b <sub>2</sub> 水平上	1	3922.6	137.4**			3875.4	211.3**

注: \* $p < 0.05$  \*\* $p < 0.01$

成绩提高幅度 = 后测化学计算成绩 - 前测化学计算成绩)。

表2和表4的结果表明:高中每个年级的实验组化学计算成绩提高幅度都明显高于控制组( $p = .000 < .01$ )。

表3和表4的结果表明:高中每个年级的普通学校学生的化学计算成绩提高幅度都明显高于重点学校(高一, $p = .036 < .05$ ;高二, $p = .000 < .01$ ;高三, $p = .002 < .01$ )。对于高一和高三年级,虽然实验分组变量A与学校分类变量B的交互作用显著

( $p = .000 < .01$ ),但经进一步检验,无论是普通学校还是重点学校,高一和高三同一年级内,实验组化学计算成绩提高幅度都明显高于控制组( $p = .000 < .01$ )。

## 4 讨论

### 4.1 实验训练对提高化学计算问题解决能力的影响

本研究发现,对高中生进行化学计算问题解决思维策略训练能够显著地提高学生的化学计算问题解决能力,尤其是对高二年级学生进行思维策略训练效果更佳。

实验还发现,学生在训练过程中学会了学习、学会了思维,他们能够结合化学学科思维特点和具体问题情境,自我发现、自我分析、自我总结问题解决思维策略,从而真正理解和把握了解决化学计算问题的一系列高效率学习的一般方法和技巧,而不是传统“应试教学”中一些僵化的具体的问题解决途径。

值得注意的是,训练必须结合学科特点进行,如化学问题解决思维策略训练必须建立在一定数量与质量的化学基础知识上才能取得最佳的效果<sup>[10]</sup>;同时策略性知识的学习,不是理解就行,必须经过适当的练习、思考和领悟,促使策略性知识条件化、程序化、熟练化、自动化<sup>[11]</sup>;此外训练还要遵循一系列科学的原则,如目的性原则、系统性原则、迁移性原则、启发式原则、持久性原则。

因此,我们必须彻底抛弃传统的“应试教育”思想和“题海战术”教学方式,全面贯彻新课改教育理念,教学生学会学习、学会思考。

### 4.2 普通学校与重点学校实验训练效果差异

实验发现,普通学校的实验训练效果明显优于重点学校。其原因很多,主要在于三个方面:一是在传统课堂教学中,问题解决思维策略通常是隐含在例题和习题的教学过程里,需要学生自己去感悟和体会,而普通学校学生由于受知识基础和认知结构水平等限制,往往更多地关注陈述性知识内容,而较少注意策略性知识的学习、理解和运用,因而他们在平时的学习过程中运用策略解决问题的机会相对较少,问题解决的效率相对较低。二是学生没有接受专门的问题解决思维策略实验训练,并不等于没有

接受思维策略训练,只是意识水平不同。从整体上来看,重点学校教师的教学力量和学生的策略水平比普通学校要强,教师平时在教学过程中,很可能已经在潜意识水平上将问题解决的思维方法进行了归纳、总结、指导与训练,学生有更多的时间和机会得到教师潜移默化的影响。三是重点学校学生在高分段内进一步提高不如普通学校学生在低分段内容易。当然,实验的效果,还与教师对待这种思维策略训练实验的态度有关。

普通学校与重点学校实验教学训练效果存在差异的事实也提示我们,即使在同一个学校、同一个班级进行问题解决思维策略训练,也要充分考虑学生的个别差异,实施差异教学。

## 5 结论

综合以上研究,我们得出如下结论:

- 5.1 对高中生进行化学计算问题解决思维策略训练,能有效地提高他们的化学计算问题解决能力。
- 5.2 对普通学校高中生进行化学计算问题解决思维策略训练,训练效果明显优于重点学校。

## 6 参考文献

- 1 张庆林,杨东.高效率教学.北京:人民教育出版社,2002:165-162,405-435
- 2 张庆林,刘电芝,连庸华.平面几何问题解决思维策略训练的实验研究.西南师范大学学报,1997,3:37-41
- 3 姚飞,张大均.应用题结构分析训练对提高小学生问题解决能力的实验研究.心理学报,1999,(1)
- 4 张庆林,黄蓓.解决学科问题的思维策略论议.课程教材教法,1994,(8)
- 5 张庆林,连庸华.优等生解决几何问题的成功思维策略分析.西南师范大学学报,1995,1
- 6 杨卫星,张梅玲.平面几何问题解决过程中加工水平对迁移的影响.心理学报,2000,(3)
- 7 童世斌,戴宇,张庆林.初中生解答数学应用题思维策略训练.现代中小学教育,1999,(6):21-23
- 8 梁宁建,俞海运等.中学生问题解决策略的基本特征研究.心理科学,2002,(1)
- 9 张春莉.样例和练习在促进问题解决迁移能力中的作用.心理学报,2001,33(2):170-175
- 10 吴庆麟.认知教学心理学.上海:上海科学技术出版社,2000

## An Experimental Study of the Effect of Thinking Strategy Training on Senior High School Students' Ability to Solve Chemical Problems

Wu Xinde<sup>1,2</sup>, Zhang Qinglin<sup>2</sup>, Chen Xiangyang<sup>3</sup>

<sup>(1)</sup> Chemistry and Chemical Engineering College, Hunan Normal University, Changsha, 410081

<sup>(2)</sup> School of Psychology, Southwest China Normal University, Chongqing, 400715

<sup>(3)</sup> Department of Psychology, Hunan Normal University, Changsha, 410081

**Abstract** The paper studied the effectiveness of thinking strategy training of high school students' ability to solve chemical calculation problems. The subjects were 1616 high school students. The task was done by trained teachers in the schools, with the real teaching scene of the classroom and the common teaching arrangement. The materials were the training program of thinking strategies composed by the authors. The training time was 10 weeks. The results showed that the trainees made an obvious improvement in solving chemical calculation problems, and the effectiveness of the training in ordinary schools was much more obvious than in key schools.

**Key words:** chemistry in high school, problem solving, training of thinking strategy