第 13 卷第 1 期
2004 年 2 月

数 学 教 育 学 报
JOURNAL OF MATHEMATICS EDUCATION

Vol.13, No.1
Feb., 2004

中学生自我监控能力和 CPFS 结构对数学学业成绩的影响

喻 平

（南京师范大学 数学与计算机科学学院，江苏 南京 210097）

摘要：探讨个体的自我监控、CPFS 结构与数学学业成绩之间的关系对指导数学教学具有重要作用．研究结果表明：（1）解题自我监控能力和个体的 CPFS 结构与数学学业成绩之间有密切联系．（2）数学成绩优良组与数学成绩不良组的被试，在解题自我监控能力和 CPFS 结构方面都存在显著性差异．（3）数学自我监控能力和个体 CPFS 结构对数学学业成绩有显著影响．其中，个体 CPFS 结构对数学成绩的影响更大．（4）解题自我监控能力与个体 CPFS 结构在解答数学问题中有独立的作用，2 者没有显著性相关，但可以相互补偿．

关键词：自我监控；CPFS 结构；数学成绩；相关性

中图分类号：G421 文献标识码：A 文章编号：1004–9894（2004）01–0023–04

1 问题提出

自我监控是元认知的一种成分，它是指个体为了达到预定的目标，将自身正在进行的实践活动过程作为对象，不断地对其进行自觉地计划、监察、检查、评价、反馈、控制和调节的过程．近些年来，心理学家对自我监控与学习的关系做了大量的研究[1]，包括自我监控的结构、自我监控与思维品质的关系、阅读理解中的自我监控、记忆活动中的自我监控、写作中的自我监控等．

Schoenfeld[2]采用解题记录分析法，对专家和新手在解题中阅读、分析、探索、计划、实施、检验诸阶段的时间分配差异做比较，从而找出专家与新手在解题中自我监控能力的差异．Lester[2]将人在解题中的认知成分分为导引、组织、执行与验证等 4 个项目，在导引阶段，元认知可以引导解题者去寻找题目的关键字，确认解题方向；在组织阶段，元认知有助于解题者模式识别和解题迁移；在执行阶段，元认知起调控解题者行为的作用；在验证阶段，元认知可以促使解题者对解题进行反思．

张庆林等[3]对小学生表征应用题的元认知分析进行了实验研究．结果表明，学生在应用题的结构表征和语句表征上，元认知监视能力较低，但文字表征的监视能力高于结构表征的监视能力．对优、中、差生的比较，成绩越好，元认知监视和元认知控制的得分也越高，即元认知监控是优生经常使用的认知策略．

在文[4]中，我们提出了数学学习心理的 CPFS 结构理论，在文[5]中，又研究了个体的 CPFS 结构与数学问题表征的相关关系，那么个体的数学解题自我监控能力与形成的 CPFS 结构有什么关系？这 2 个因素的交互作用对数学成绩有多大的影响？本文将对此进行探讨．

自我监控应该以知识作为基础，我们认为个体形成完善的 CPFS 结构，即形成符合数学学习特征的图式，是解题自我监控能力发展的一个前提，优良的 CPFS 结构有助于自我监控的运作和实现，2 者有密切的关系．正因为如此，个体的自我监控、CPFS 结构的交互作用就可能会对解题成绩产生较大影响．

2 研究方法

（1）被试．

广西桂林某中学初中二年级、高中三年级学生，其中初二学生 90 人，男生 44 人，女生 46 人；高三年级学生 53 人，男生 29 人，女生 24 人．

（2）材料．

材料 1 编制“数学解题自我监控能力问卷”．参照章建跃编制的“中学生数学学科自我监控能力问卷”[6]，修订后编制“数学解题自我监控能力问卷”．

该问卷由 37 个问题组成，其结构由计划、调节、检验、管理和评价这 5 个要素组成．在广西柳

收稿日期：2003–10–25
基金项目：全国教育科学十五规划重点课题（EHA030431）
作者简介：喻平（1956—），男，重庆人，南京师范大学数学与计算机科学学院教授，博士生导师，主要从事数学课程与教学论研究．

州3中进行预测，然后征求教育专家、中学特、高级数学教师的意见再进行修改，最后制订出测查项目为31个，总体同质信度为0.864 2．问卷记分采用李克特计分法．

材料2：编制“个体CPFS结构测试问卷”．个体形成CPFS结构本质上是认知结构的一个组成部分，因而，参照认知结构的测查方法并结合数学知识体系及CPFS结构的特征去编制问题．

在认知结构的测查中，概念图（Concept Map）是一种行之有效的方法．自Novak等于1983年提出“概念图”以来，许多学者都采用这一方法去测查认知结构[7]．这种方法是让学生就对于某块知识的理解，用图的方法来表现其中的概念以及概念之间的联系．一个概念图就是由结点和连线构成的结构性表征，其中，结点对应某领域中代表各种概念的重要术语名词，连线代表一对概念之间的关系，而连线上的标注则说明这是什么样的关系．2个结点与一个带标注的连线共同构成一个命题（Shavelson等，1996）．通过让学生把某领域中的概念连起来，并标明这种联系的性质，可以说明某知识领域的关键概念在学生头脑中是怎样组织的．概念图旨在反映学习者的陈述性知识组织特征．Novak（1984）、Lomask（1992）、Goldsmith等（1991）对概念图的评分做了细致研究．

我们吸取了概念图的思想并结合联想法，编制了“个体CPFS结构测试问题”共2份，其中初中水平1份，高中水平1份．现举几例说明．

在初中问卷中有如下问题：$|x-5|\le 2$ 的几何意义是什么？

答：(1) 用语言表述：__________________．

(2) 用图形表述：__________________．

这个问题是考查被试是否形成了“绝对值”的概念域，因为绝对值概念可以从数和形2个侧面去理解，如果被试不能从2个方面去认识绝对值，那么他就没有形成绝对值的概念域．

又如第2题：2个非负实数的和等于零，则这2个非负实数必定为零．

答：(1) 上述命题用数学语言表述为：____．

(2)“如果 a，b 是实数，且 $a^2+b^2=0$，那么 $a=b=0$．”这是上述命题的一种等价说法．请你给出其它一些等价说法（尽量多写）．

这个问题是考察被试是否形成了所给命题的命题域．

第8题：要证明2条线段相等，常使用哪些定理或方法．

由于证明2条线段长相等可以采用许多定理或方法，如果某些定理或方法能用于解决某个具体的问题，那么这些定理与这个具体问题就在同一命题系中．现让被试尽量多地找出证明2线段长相等常使用的定理或方法，实质是测查被试是否形成了关于“证明2线段长相等”的命题系．

高中问卷的测题设计也体现了上述功能，这里不再举例详细说明．

计分方法：给出一个正确回答计1分．

材料3 数学成绩．我们分别取被试2000—2001年第二学期平时数学测验的2次成绩以及期中考试的一次成绩，共3次测验成绩的平均分作为被试的数学成绩．

(3) 程序．

在同一时间内，对初、高中被试同时进行“数学解题自我监控能力问卷”测试，时间为15分钟．第二天，同时对初、高中被试进行“个体CPFS结构测试问卷”的测验，时间为30分钟．在具体测试时，上述2个问卷的标题改为：学习问卷1，学习问卷2．这样，可以排除无关因素的干扰．

3 结　果

(1) 解题自我监控、个体CPFS结构与数学成绩的关系，其结果见表1．

表1　自我监控、个体CPFS结构与数学成绩的相关

			数学成绩	自我监控	CPFS
初中组	数学成绩	r		0.337**	0.453**
		P		0.001	0.000
	自我监控	r			0.230*
		P			0.029
高中组	数学成绩	r		0.397**	0.656**
		P		0.003	0.000
	自我监控	r			0.230
		p			0.097

从表1中可以看出，无论是初中组还是高中组，数学成绩与解题自我监控能力及个体形成的CPFS结构都存在0.01水平上的高相关，而且数学成绩与CPFS结构的相关系数更高，这说明数学学业成绩与解题自我监控能力有密切联系；数学学业成绩与个体的CPFS结构有较前者更紧密的联系．

另一方面，初中组被试的自我监控能力与其CPFS结构存在0.05水平上的相关，高中组被试的这2个要素没有显著的相关．

(2) 不同数学成绩组被试，在数学自我监控能

力、个体 CPFS 结构方面的差异．

初中组被试的数学平均成绩为 94.6，标准差是 9.67，我们以均分为基础，上下浮动（s –5）分，取近似值，得到：100 分（含 100 分）以上的被试为数学成绩优秀组，90 分（含 90 分）以下的被试为数学成绩不良组．优秀组与不良组的人数分别为 28 人、20 人．

对高中组的被试进行同样分类．高中组被试的数学平均成绩为 103 分，标准差 s =16.22．以均分为基准，上下浮动：114 分（含 114 分）以上的被试为数学成绩优秀组．88 分（含 88 分）以下的被试为数学成绩不良组．优秀组和不良组的人数分别为 14 人、12 人．

为了考察成绩优秀组与成绩不良组在解题自我监控能力及个体 CPFS 结构方面的差异，我们做了表 2 的数据统计．

表 2　不同组被试自我监控与 CPFS 的差异比较

		自我监控		CPFS	
		平均分	标准差	平均分	标准差
初中组	数学成绩优秀组	101.64	13.29	34.21	8.06
	数学成绩不良组	92.30	9.08	23.30	10.47
	t 检验	P=0.009<0.01		P=0.000<0.01	
高中组	数学成绩优秀组	103.21	7.90	33.71	6.45
	数学成绩不良组	95.91	7.40	18.66	4.77
	t 检验	P=0.024<0.05		P=0.000<0.01	

从表 2 中可以看出，不同数学成绩的 2 组被试在数学解题自我监控能力及个体 CPFS 结构方面都存在显著或极显著差异，数学成绩优秀组的学生的自我监控能力及 CPFS 结构水平都普遍高于数学成绩不良组的学生．这一结果表明，被试数学成绩的等级差异不仅与解题自我监控能力有关，而且也与个体是否形成完善的 CPFS 结构有关．

（3）解题自我监控能力、个体 CPFS 结构对数学成绩的影响．

为了进一步考察自我监控能力、个体 CPFS 结构对数学成绩的影响，我们对测试数据进行了二因素方差分析．

根据“数学解题自我监控能力问卷”和“个体 CPFS 结构测试问卷”的测试得分，分别对初、高中被试分组：高监控高 CPFS 组、高监控低 CPFS 组、低监控高 CPFS 组、低监控低 CPFS 组．这样，就可以对初、高中各 4 组被试在数学成绩指标（因变量）上进行 2×2 方差分析．

具体分组情况如下：

初中组．自我监控的测试平均分为 98.4 分，CPFS 测试平均分为 28.8．因此，将自我监控测试得分大于等于 100 分的被试分为高监控组，CPFS 测试得分大于等于 30 分的被试分为高 CPFS 组，这样，在自我监控测试中得分小于 100 分，在 CPFS 测试中得到小于 30 分的分别为低监控组和低 CPFS 组，由此得到 4 组的人数：高监控高 CPFS 组 27 人，高监控低 CPFS 组 16 人，低监控高 CPFS 组 25 人，低监控低 CPFS 组 22 人．

同样，对高中组进行分组，得到：高监控高 CPFS 组 14 人，高监控低 CPFS 组 11 人，低监控高 CPFS 组 13 人，低监控低 CPFS 组 15 人．其中自我监控测试中，得分大于等于 100 分的为高监组，得分小于 100 分的为低监控组．在 CPFS 结构测试中，得分大于等于 30 分的为高 CPFS 组，得分小于 30 分的为低 CPFS 组．

表 3　自我监控及 CPFS 对数学成绩的方差分析

	来源	平方和	自由度	均方	F	P
初中组	自我监控（A）	596.38	1	596.38	8.422	0.005
	CPFS（B）	1278.44	1	1278.44	18.054	0.000
	交互作用（A×B）	193.64	1	193.64	2.734	0.102
高中组	自我监控（A）	3321.06	1	3321.06	19.473	0.000
	CPFS（B）	1452.19	1	1452.19	8.515	0.005
	交互作用（A×B）	37.95	1	37.95	0.223	0.639

从表 3 中可以看出，在初中组中，自我监控因素的 P 值为 0.005（小于 0.01），CPFS 结构因素的 P 值为 0.000（小于 0.01），因而，被试的自我监控能力及 CPFS 结构对数学成绩有显著性影响．同样，高中组被试的数据也显示了相同的结论．但是，交互作用因素 A×B 的 P 值分别为 0.102（大于 0.05），0.639（大于 0.05），因而自我监控和 CPFS 结构的交互作用对数学成绩没有显著性影响．

进一步，我们将初、高中的各 4 组被试进行同组合并，即高监控高 CPFS 的合为一组，其余组的同理合并．这样，所有的被试被分为：高监控高 CPFS、高监控低 CPFS、低监控高 CPFS、低监控低 CPFS 共 4 个组（分别记为 A_1、A_2、A_3、A_4 组），然后对这 4 个组的数学成绩进行单因素 4 水平的方差分析，结果见表 4．

表 4　数学成绩的方差分析

	平方和	自由度	均方	F 值	P
组间	6 214.08	3	2 071.36	15.62	0.000
组内	18 435.22	139	132.63		
总计	24 649.30	142			

再对 4 个组的数学成绩进行两两比较，结果见表 5．

表 4 中可见，4 组之间的数学成绩存在显著差异．由表 5 可知，差异主要体现在低监控 CPFS 组与其它 3 组之间，而高监控高 CPFS 组与高监控低

CPFS 组之间也有 0.05 水平上的差异，其余组之间的数学成绩没有显著性差异．

表 5　数学成绩的多重比较

类型	类型	均方	标准误	*P*
A_1	A_2	7.468*	2.854	0.010
	A_3	4.498	2.593	0.085
	A_4	17.349**	2.611	0.000
A_2	A_3	–2.971	2.899	0.307
	A_4	9.880**	2.915	0.001
A_3	A_4	12.851**	2.660	0.000

4 讨　论

由以上结果可知，个体是否形成完善的 CPFS 结构对其数学学业成绩有显著的影响，我们的研究还表明：个体的 CPFS 结构直接影响问题的表征和知识、方法的迁移，这是 CPFS 结构影响数学学业成绩的重要原因．事实上，进一步分析产生这种现象的原因，就会发现它涉及“对数学的理解”．

Hiebert 认为，对一个数学概念或方法或事实的理解，就是形成了一个内部的网络结构．理解的程度由网络中联系的数目和强度来确定．个体的 CPFS 结构是个体知识网络的核心成分，因而它构成了数学理解的必要前提，直接影响数学理解的深度、广度和精度，反映在解题行为上便产生了能力的差异．表 2 中的结论充分地阐释了这一点，数学学业成绩优良的学生，其 CPFS 结构测试得分与数学学业成绩不良的学生有显著性差异，这种差异反映出 2 者在数学理解方面的差异．

上述研究结果还表明，自我监控与个体 CPFS 结构之间的交互作用对解题成绩的影响不大，2 者比较，个体 CPFS 结构比解题自我监控能力对数学成绩的影响大．事实上，表 5 反映出高监控高 CPFS 组与高监控低 CPFS 组的被试在数学成绩上存在差异，由于均为高监控，那么造成差异的原因是 2 组被试具有不同的 CPFS 结构．同时可以看出，高监控高 CPFS 组与低监控高 CPFS 组的被试在数学成绩上没有差异，这表明个体具备完善的 CPFS 结构比解题自我监控能力对解题能力的提高有更直接的作用．而具备优良 CPFS 结构的学生，即使自我监控能力较差，那么也可以用个体的 CPFS 结构去做一定程度的补偿，这一点可以从表 5 中高监控低 CPFS 组与低监控高 CPFS 组被试在数学成绩上没有显著性差异给出说明，高监控对低 CPFS 做了补偿、高 CPFS 对低监控做了补偿，从而达到数学成绩的一种相对平衡．

由于解题自我监控与个体 CPFS 结构在解答数学问题中的关系不十分密切（表 1），即 2 者有相互独立的一面，因而在数学解题教学中，应该注意分别对这 2 个要素的专门训练、积累和培养．

5 结　论

（1）解题自我监控能力和个体的 CPFS 结构与数学学业成绩之间有密切联系．

（2）数学成绩优良组与数学成绩不良组的被试，在解题自我监控能力和 CPFS 结构方面都存在显著性差异．

（3）数学自我监控能力和个体 CPFS 结构对数学学业成绩有显著影响．其中，个体 CPFS 结构对数学成绩的影响更大．

（4）解题自我监控能力与个体 CPFS 结构在解答数学问题中有独立的作用，2 者没有显著性相关，但可以相互补偿．

[参 考 文 献]

[1] 董奇，周勇，陈红兵．自我监控与智力[M]．杭州：浙江人民出版社，1996．

[2] Grouws D. Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning [M]. Macmillan Publishing Company, 1992.

[3] 张庆林，管鹏．小学生表征应用题的元认知分析[J]．心理发展与教育，1997，(3)：15–18．

[4] 喻平，单墫．数学学习心理的 CPFS 结构理论[J]．数学教育学报，2002，11（1）：12–16．

[5] 喻平．个体 CPFS 结构与数学问题表征的相关性研究[J]．数学教育学报，2003，12（3）：10–12．

[6] 章建跃．中学生数学学科自我监控能力[M]．上海：华东师范大学出版社，2003．

[7] Novak J D. The Use of Concept Mapping and Knowledge Vee Mapping with Junior High School Science Students [J]. Science Education, 1983, 67(6): 625–645.

[下转第 35 页]

要勤分析、多思考，要循序渐进、逐步积累，要扎　　扎实实打好基础、练好基本功．

[参考文献]

[1] 米山国藏．数学的精神思想和方法[M]．毛正中，吴素华译．成都：四川教育出版社，1986．

[2] 石中英．当前基础教育改革的若干认识论问题[J]．人民教育，2002，(1)：1–5．

[3] Kapur J N．数学家谈数学本质[M]．王庆人译．北京：北京大学出版社，1989．

[4] 单墫．数学是思维的科学[J]．数学通报，2001，6．

[5] 张顺燕．数学与文化[J]．数学通报，2001，1．

[6] 孙喜亭．基础教育的基础何在[J]．教育理论与实践，2001，(5)：14–18．

[7] 杨骞．试论数学学习原则[J]．课程・教材・教法，1992，4．

Mathematics Education and Humanism——on Mathematics Curricula Reform

YANG Qian[1], SHAN Zun[2]

(1.The Middle School Attached to Liaoning Normal University, Liaoning Dalian 116023, China;

2. Nanjing Normal University, Jiangsu Nanjing 210097, China)

Abstract: The Modern Western Humanism had a great effect on mathematics education in three ways, and the effect was profound and omni directional, it included the value, target, curricula contents, classroom teaching of mathematics education and the students' learning of it, etc.

Key words: humanism; mathematics Education; curricula reform; the development of the students

[责任编校：周学智]

[上接第 26 页]

Influence of Self-controlling Ability and CPFS Structure on the Mathematical Achievement in High School Students

YU Ping

(Institute of Mathematics and Computer Science, Nanjing Normal University, Jiangsu Nanjing 210097, China)

Abstract: The influence of self-controlling ability and CPFS structure on the mathematical achievement in high school students were studied. The result showed: (1) Individual's self-controlling ability and CPFS structure had an important effect on the mathematical achievement. (2) Comparing students of high-achievement with students of low-achievement, there existed distinct difference between self-controlling ability and CPFS structure. (3) Individual's math self-controlling ability and CPFS structure had distinct effect on their math performance, and the CPFS structure had greater effect on self-controlling ability. (4) Individual's math self-controlling ability and their CPFS structure had relatively independent effect, however, there was no distinct relativity, but they complement each other.

Key words: self-controlling ability; CPFS structure; mathematics grade; correlation

[责任编校：周学智]