

# 基于 NVivo10 质性分析的高效数学学习心理结构模型\*

王光明 余文娟 宋金锦

(天津师范大学教师教育学院, 天津 300387)

**摘要** 近些年来多项课题与研究都围绕高效数学学习学生心理结构展开,研究领域涉及心理学、数学教育等。影响学习效率的因素众多使得已有研究主题分布广泛。以质性分析的方法基于 NVivo10 软件对 47 篇相关文献进行质性分析,初步建立了高效数学学习学生的心理结构模型。数学学习效率高的学生应当以非智力因素为学习的动力源泉,以较为完善的心理机制作为前提,以高水平的元认知作为监控系统,以有效的学习策略作为学习保障,以较高的数学学习素养作为学习过程中的思维品质的体现。当这五部分结构要素全部或者部分之间相互促进,高效率数学学习就发生了。

**关键词** 高效数学学习,心理结构,质性分析。

**分类号** B842.3

## 1 问题提出

提高学习效率,是减轻过重学习负担的手段之一。数学是基础教育阶段的重要课程,但在学生的智力水平相当,学习环境一致的情况下,往往数学学习表现差异显著,学习数学时间最长的学生未必是数学学业成就突出的学生,这种现象的出现应当归因于学生的数学学习效率不高。数学学习效率成为了数学教育领域与心理学领域的共同重视的研究问题。近些年来,随着教育学与心理学领域的相互融合,研究者越来越多的关注学生学习高效率的深层次原因,这也使得对高效率(本文简称“高效”)数学学习学生的研究,更关注其心理特征研究。心理学和数学教育领域的专家学者对高效数学学习的心理特征均做了有意义研究工作,本研究旨在系统梳理已有研究成果,借助 NVivo10 软件对文献进行质性分析,依据分析结果,构建高效数学学习学生的心理结构模型,并指明未来的研究方向。

Osborne 和 Wittrock (1983) 提出了高效学习的代表性观点。他们认为高效率学习过程不是始于感觉经验,而是从感觉经验的选择性注意开始的。元认知是实现高效率学习的监控系统,能够帮助调控自己的学习、提高学习的能力、高效率地完成学习任务。学习策略是实现高效率学习的保障。学习策略能够使根据不同的学习情境与学习内容来调控自己的学习活动,选择适合自己学习的方法,达到自

己的学习目标。非智力因素是不直接参与认知过程,但又对认知过程有着调节和制约作用的心理因素,对个人成才有决定作用,包括动机、兴趣、情绪、意志、气质、性格等。而全国教育科学“十五”规划“数学教学效率论”课题组(2005)更关注影响数学学习效率的数学学习领域的重要因素,如学生的数学能力、数学思维品质等。从心理学视角看,高效率学习的学生的心理特征包括选择性注意、元认知、学习策略、非智力因素以及内隐学习,但这些特征并未完全体现数学学科的特点。

## 2 研究方法

### 2.1 文献搜集与文献对象选择

依据本研究主题,将研究对象确定为国内心理学核心期刊、教育类核心期刊以及一些国外期刊,主要包括《心理学报》,《心理科学》,《心理与行为研究》,《应用心理学》,《数学教育学报》,《ZDM》,《Learning and Individual Differences》等。

选取文献时间范围:2000—2013 年。主题范围:(1)直接研究数学学习效率的文献。(2)研究数学高材生、数学资优生,并与数学学习效率有关的文献。(3)有些文献尽管研究影响数学学习成绩的因素,未直接研究数学学习效率的因素,但由于数学学习效率同样关心数学学习成绩,一些研究影响数学学习成绩的因素,并与数学学习效率有关的重要研究论文也作为文献选择对象。(4)研究高效率学习学生的心理机制,对高效数学学习心理特征有重

收稿日期:2013-10-25

\* 本研究得到教育部人文社科一般项目“高中生高效学习的心理特征研究”(13YJA190012)以及天津市高校“中青年骨干创新人才培养计划”的资助。

作者简介:王光明,男,天津师范大学教师教育学院教授,博士。E-mail:bd690310@163.com。

要推论价值的文献。

基于上述范围,首先,选取标题与本研究主题非常一致的文献。其次,通过阅读摘要和正文,选取标题中虽然不涉及数学,但正文中涉及数学学习或与数学相关的内容,如图形、问题解决能力、几何证明等内容的文献。然后,排除观点非常一致的文献。最终确定了47篇文献,分别是白学军等(2003)、蔡丹等(2013)、陈琨(2009)、傅安球等(2002)、黄静(2012)、姜洋洋(2012)、康玥媛(2009)、刘君(2008)、李梦丽等(2009)、李晓东等(2002)、李新宇等(2004)、梁好翠等(2011、2013)、刘书堃(2006)、莫秀锋等(2005、2007)、沈德立等(2006)、史可富等(2006)、“数学教学效率论”江西子课题组(2005)、宋广文等(2005)、王光明等(2009)、汪家玲(2006)、熊春连等(2009)、喻平(2004)、张厚品(2006、2007)、张海燕(2011)、章建跃等(2000)、张丽华等(2011)、张文宇等(2008)、赵红霞(2011)、周详(2007)、周瑜君(2006)、Blackwell等(2007)、Brousard等(2004)、Chiu M M等(2007)、Cohors-Fresenborg等(2010)、den Bos I F等(2013)、Elia等(2009)、Hoffman等(2008)、Kesici等(2011)、Lavasani等(2011)、Lee等(2013)、Raghubar等(2010)、Schneider等(2010)、Stevens等(2012)、Yang K L(2012)。这些作者的研究成果作为了文献分析对象。

## 2.2 研究工具选择

NVivo是由QSR公司开发设计的一款计算机辅助质性数据分析软件,其最大的优势在于其强大的编码功能,可以将众多文献与某一研究主题相关的全部信息汇总起来,并可对广泛的研究主题进行整合,可以使得研究者快速捕捉文献中的信息点。关于高效数学学习的研究,涉及文献较多,研究主题分布广泛,研究观点较为分散。本研究借助计算机辅助质性数据分析软件——NVivo10,分析、探索、挖掘已有研究的信息,以期构建高效数学学习的心理特征。

## 2.3 文献编码方法

基于NVivo软件对47篇文献的基本编码过程如下:第一,收集材料、统一格式、编辑顺序;第二,导入;第三,编码,将文件中的信息对应编码至节点,形成编码参考点;第四,导出节点编码统计表;第五,生成结果,利用“探索”工具中的模型功能给出高效数学学习心理结构模型。

## 3 结果与分析

### 3.1 关于文献基本情况的分析

通过在NVivo软件中对所选47篇文献基本情况的编码统计,对文献进行了表层分析。(见图1)



图1 文献基本情况分布图

从文献类型来看,期刊文献接近全部资料的80%,其研究主题多为某一因素或几个因素间的相互关系,而硕博学位论文则多以数学学习效率为核心议题展开,辐射范围更广,涉及因素比较全面。

从研究方法看,呈现出比较固定的取向。心理学的文献多以实验为依托,适当结合临床谈话法,而数学教育视角则更倾向于进行个案访谈结合问卷调查的方式进行分析。

从研究时间看,自进入21世纪以来,世纪初期的研究处于平缓状态,2006-2010年研究数量显著增长,而从近三年的文献状况看,心理学界以及数学教育学界都对高效数学学习保持了高度关注,研究成果日趋完善、充实。

### 3.2 一级节点及其关系

NVivo编码形成的各级节点是从属关系,三级节点是从文献资料中提取的原始信息点,二级节点是将相似含义的三级节点整合而得,一级节点是基于理论框架,融合心理学及数学教育两个视角的研究内容产生的,是高效数学学习学生心理结构核心要素。软件统计得到的不同级别的编码参考点数体现了已有研究的热点及薄弱点,其中高频次节点说明在47篇文献资料中出现频繁,是研究者的关注焦点,在高效数学学习学生的心理结构中是必不可少的内容。

#### 3.2.1 一级节点的产生及其分析

基于研究的框架基础可知,高效数学学习学生的心理结构可从心理学及数学教育两个角度入手,其中元认知、学习策略以及非智力因素是两个视角下的共同要素。不仅如此,这三个要素内涵盖的具

体内容也比较相似,相关研究文献比较充足。在此基础上,心理学视角的相关研究认为高效率学习学生的心理特征还包括选择性注意以及内隐学习,但这些特征的研究成果多建立在心理学的研究范式上并且未能充分与数学学科相结合。而数学教育视角下的研究却更多的从数学学科入手,关注学生的数学观以及数学能力的发展等。因此,依据上述分析,借助 NVivo 软件对文献资料中涉及的一级节点进行编码统计对文献资料中讨论内容涉及多个一级节点的分别计入不同的一级节点。结果如图 2:

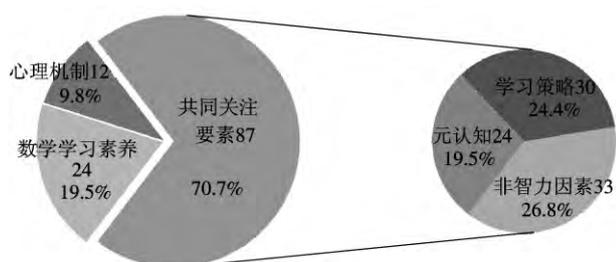


图2 一级节点编码参考点数统计复合饼图

由图2可知,两个视角下研究的“交集”——共同关注要素编码参考点数为87,占一级节点编码参考点数的70.7%,有较多的文献材料支撑,又因数学教育视角下十分关注数学学习的相关内容,因此数学学习素养的编码参考点数也较多,占19.5%,而心理机制要素的编码点数则仅占9.8%,相对其

他一级节点较少,这与其研究缺乏数学背景有着必然联系。基于上述分析,首先确定元认知、学习策略以及非智力因素为三个核心要素,再将心理学视角下的相关内容整合为心理机制,数学教育视角下的内容整合为数学学习素养,又可形成两个核心要素。由此,本研究的高效数学学习学生的心理结构模型中的五个核心要素得以确定,在软件编码过程中作为五个一级节点。一级节点及其下属的二级节点在 NVivo 中的编码参考点数汇总如表1:

第一、心理机制。该部分中的工作记忆与内隐学习的编码参考点数较选择性注意更多。但由表1可知,心理机制部分的编码参考点数虽然整体偏少,但包含内容却相对丰富,对学生数学学习效率的影响往往不易直接观察。

第二、元认知。通过编码参考点的统计,元认知监控的出现频次高达25,远远超过元认知知识,而元认知的另一方面——元认知体验,几乎没有涉及,说明元认知要素对学生学习效率的影响突出体现在对学习过程的整体监控和调整上。

第三、学习策略。学习策略中的二级节点,特别是认知策略的编码参考点数为28,但资源管理策略的编码参考点数仅为10,这一结果反映出学生自身时间管理、知识获取途径等方面虽在一定程度上影响着学生数学学习效率,但并非主要因素。

第四、非智力因素。该部分含有多个高频词汇,

表1 一级节点及其下属二级节点的编码参考点数

一级节点	二级节点	编码参考点数	一级节点	二级节点	编码参考点数
心理机制	选择性注意	2	元认知	元认知知识	8
	工作记忆	6		元认知监控	25
	内隐学习	6		意志	14
学习策略	认知策略	28	非智力因素	学业情绪	4
	元认知策略	16		性格与人格特质	3
	资源管理策略	10		学习态度	20
数学学习素养	数学能力	23	认知风格	2	
	数学观	16	学习动机	19	
	学习方法习惯	17	数学成就动机	15	
			外界因素影响	3	

\* 注:二级节点频次为自身编码频次与下属三级节点频次之和。

如学习态度、学习动机等。由表1知,非智力因素中的二级节点编码参考点数间差异较大,这同样说明在非智力因素中不同的因素对学生数学学习效率的

影响程度有较大差异。而高频节点众多也与其对学生数学学习效率的间接影响特点有关,这一要素是不可忽略的。

第五、数学学习素养。该部分是源于数学教育视角下的热点话题,由表1知,这一部分编码频次相对均衡,其中数学观、数学的学习方法习惯的编码参考点数分别为16和17,在整体编码结果中,属于较高频次,这直接反映了高效与低效数学学习学生之间对数学认知的差异。

### 3.2.2 一级节点的关系

表1中的5个节点在学生的数学学习过程中扮演着不同的角色,但之间并非毫无关联,47篇文献资料有26篇讨论的相关内容涉及两个及两个以上的一级节点。

为清晰梳理其分布情况,将一级节点的编码参考点数汇总。由于一级节点间关系复杂,因此,将每个一级节点作为一个“节点圈”,图中由不同“节点圈”相交围成的区域即为讨论这些节点关系的编码数,如心理机制、学习策略与非智力因素三个“节点圈”围成区域中显示数字“1”,即在资料编码过程中仅有一处分析了这三个节点的相关性。通过对47篇文献资料的内容分析,将讨论主题依据具体涉及的一级节点分别编码,并将编码参考点数标识于对应区域,形成了图3。

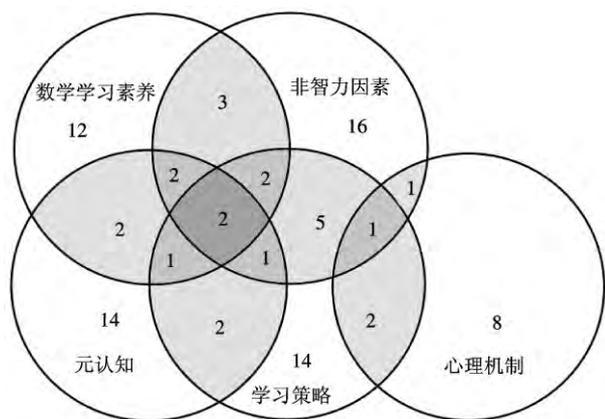


图3 一级节点及其相互关系的编码参考点数

由图3可知,五个一级节点的分布情况比较均衡,其中心理机制的文献数量相对较少,且仅涉及与非智力因素及学习策略间相关性的讨论,这是已有研究中的不足之处。而其他四个一级节点之间则相互联系紧密,有较强的文献研究支撑,其中学习策略与非智力因素这两个一级节点尤为突出。不仅如此,非智力因素与学习策略间的相关性讨论也是研究的热点之一,从图中看出,越来越多的研究者开始关注非智力因素对学生在学习策略的选择及使用中的影响。这五个核心要素之间并非是绝对的因果关系,也不是分阶段在学生的学习过程中发挥作用的,

它们相互联系,共同对学生的学习效率产生影响。依据该图,为高效数学学习心理结构模型的构建奠定了基础。

### 3.3 研究结果

在 NVivo 中,依据图3,可使用“关系”工具给出五个一级节点间的相互联系,为构建模型做铺垫,进而使用“探索”工具中的模型功能,依据一级节点及其关系共同构建新的高效数学学习学生心理结构模型。

根据表1共得到五个一级节点:心理机制、元认知、学习策略、非智力因素和数学学习素养。再基于 NVivo 软件,可知这5个一级节点是高效数学学习心理特征的五个结构要素,而且它们之间存在着不同程度的关系,进而获得高效数学学习心理特征的初步模型,见图4。其中,双向箭头表示它们相互之间存在明显的相互作用,虚线表示它们之间还存在需要进一步验证的相互作用关系。

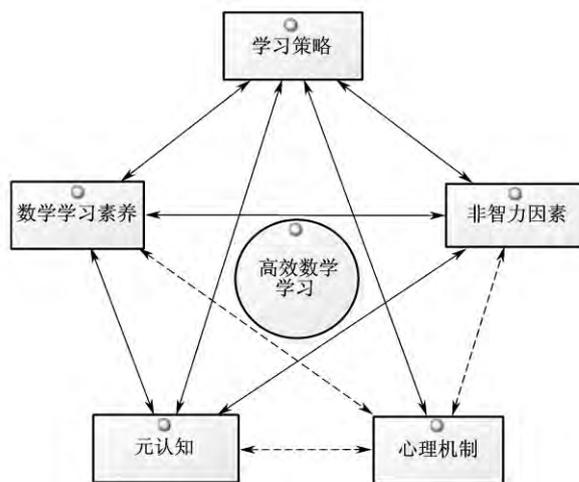


图4 高效数学学习学生心理结构模型

## 4 讨论

将高效数学学习置于五大心理结构要素构成模型的中心,而未用箭头连接各要素,是由于五个结构要素本身包含着丰富的内容,而这些因素是否直接作用于高效数学学习还需要更加系统的研究予以证实。

本研究通过对已有研究的质性分析,初步构建了高效数学学习学生的心理结构模型。高效数学学习学生心理结构是非常复杂的,其中包含因素众多,且相互之间并不相互独立,本文中建构的高效数学学习学生心理结构的模型只是亟待证实的结论。首

先 模型中虚线部分的文献支撑不够,只能初步说明其间存在某种程度的关系;其次,有些国内研究成果对高效数学学习学生及其操作定义的界定不够明确或缺乏,定量研究中存在以数学成绩作为数学学习效率的替代指标,造成操作概念与定义概念的不统一;最后,研究主题较国外相关研究显得过于泛化,几乎没有考虑不同学段学生高效数学学习的心理结构之间的不同。由于这些原因,本文基于 NVivo 研究方法构建的高效数学学习学生心理结构模型还是一种假设。今后的研究重点是:以高中学生为主要研究对象。首先,以数学学科为背景,结合心理学的相关理论及研究范式对数学学习素养进行测量,以探究二者之间的关系,并对高中学生进行如元认知水平、人格特质等的测量,以适当的统计学方式对心理机制与这些因素间的关联性进行合理分析;其次,考虑智能对学生数学学习效率的影响,通过加德纳多元智能量表测量学生的数理逻辑以及空间这两个维度的成绩,再结合其他方面筛选出高效数学学习学生,全面考虑高效率数学学习心理结构中各因素的相互影响或干扰,如各项非智力因素与元认知各因素间的相互作用,及它们对高效率数学学习者的作用路径。最后,通过进一步的实证研究,验证并完善高效数学学习学生心理结构模型。

## 5 结论

心理机制、元认知、学习策略、非智力因素和数学学习素养是高效数学学习心理特征的五个结构要素,而且它们之间存在着不同程度的关系。一位数学学习效率高的学生应当以非智力因素为学习的动力源泉,以较为完善的心理机制作为前提,以高水平的元认知作为监控系统,以有效的学习策略作为学习保障,以较高的数学学习素养作为学习过程中的思维品质的体现。

## 参 考 文 献

- 白学军,咸桂彩.(2003).不同认知风格小学生的外显和内隐记忆发展研究.心理与行为研究,1(1),57-61.
- 蔡丹,李其维,邓赐平.(2013).数学学业不良初中生的工作记忆特点:领域普遍性还是特殊性?.心理学报,45(2),193-205.
- 陈琨.(2009).影响高中生数学学习效率的因素分析.硕士学位论文.广西师范大学.
- 傅安球,李艳平,聂晶,金蓓蓓,崔君红.(2002).关于动力系统中自我强化和学生期待对学习率影响的实验研究.心理科学,25(4),425-428.
- 黄静.(2012).初中生数学学习兴趣、自我效能感、学业情绪与数学学业成绩的关系研究.硕士学位论文.四川师范大学.
- 姜洋洋.(2012).小学五年级学生人格特质、数学自我效能感对数学成绩的影响.硕士学位论文.东北师范大学.
- 康玥媛.(2009).高中数学高才生数学学习的个案研究.硕士学位论文.天津师范大学.
- 刘君.(2008).情感因素和思维对高中生数学成绩影响的分析及解决策略.硕士学位论文.东北师范大学.
- 李梦丽,杨海波,白学军.(2009).不同年级学困生与学优生数学学习内隐态度的比较.辽宁师范大学学报(社会科学版),32(1),42-45.
- 李晓东,张向葵,沃建中.(2002).小学三年级数学学优生与学困生解决比较问题的差异.心理学报,34(4),400-406.
- 李新宇,李伟健.(2004).初中生数学成就动机与自我调节学习及学业成就之关系研究.数学教育学报,13(2),52-54.
- 梁好翠.(2013).初中生数学自我概念对数学成就影响机制的研究.数学教育学报,22(1),51-54.
- 梁好翠,黄岳俊.(2011).数学自我监控及学习动机对数学成绩影响机理的研究.数学教育学报,20(1),58-60.
- 刘书堃.(2006).高中生数学学习归因、学习策略与数学学习成绩关系的研究.硕士学位论文.山东师范大学.
- 莫秀锋,刘电芝.(2005).初中生数学学习策略的可控心理影响机制.心理与行为研究,3(4),286-290.
- 莫秀锋,刘电芝.(2007).初中生数学学习策略的个体差异研究.数学教育学报,16(4),56-58.
- 沈德立.(2006).高效率学习的心理学研究.北京:教育科学出版社.
- 沈德立,白学军.(2006).高效率学习的心理机制研究.心理科学,29(1),2-6.
- 史可富,孙志慧,李冬胜.(2006).高效数学学习的学生心理特征模型.数学教育学报,15(4),79-82.
- “数学教学效率论”江西子课题组.(2005).中学生数学学习效率成因研究.数学教育学报,14(3),53-56.
- 宋广文,蔡成后.(2005).平面几何图形内隐学习的优势效应.心理科学,28(3),69-72.
- 王光明,刁颖.(2009).高效数学学习的心理特征研究.数学教育学报,18(5),51-56.
- 汪家玲.(2006).关于高中生数学学习效率影响因素的实证研究.硕士学位论文.东北师范大学.
- 熊春连,王延文,王光明.(2009).数学优秀生的学习心理特征.数学教育学报,18(2),42-45.
- 喻平.(2004).中学生自我监控能力和 CPFS 结构对数学学业成绩的影响.数学教育学报,13(1),23-26.
- 张厚品.(2005).关于高中数学优秀生成功因素的调查研究.硕士学位论文.华东师范大学.
- 张厚品.(2007).高中数学优秀生的数学观和数学行为.数学通报,46(8),16-19.
- 张海燕.(2011).高一数学资优生数学学习的个案研究.硕士学位论文.苏州大学.
- 章建跃,林崇德.(2000).中学生数学学科自我监控能力的发展.中国教育学刊,(4),46-49.
- 张丽华,尚小铭.(2011).数学学优生与学困生两种抑制能力的比较研究.辽宁师范大学学报(社会科学版),34(1),34-37.
- 张文宇,范文贵,张守波.(2008).中学生数学学习选择能力与学

- 习成绩相关性研究. *数学教育学报*, 17(1), 59-61.
- 赵红霞. (2011). 影响初中生学业成绩差异的机制研究. 博士学位论文. 华东师范大学.
- 周详. (2007). 高效率学习中情绪干扰抑制的研究. 博士后出站报告. 华东师范大学.
- 周瑜君. (2006). 初中数学高材生与普通生学习心理特征的比较研究. 硕士学位论文. 天津师范大学.
- Blackwell, L. S., Trzesniewski, K. H., & Dweck, C. S. (2007). Implicit Theories of Intelligence Predict Achievement across an Adolescent Transition: A Longitudinal Study and an Intervention. *Child Development*, 78(1), 246-263.
- Broussard, S. C., & Garrison, M. E. (2004). The Relationship Between Classroom Motivation and Academic Achievement in Elementary-School-Aged Children. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 33(2), 106-120.
- Chiu, M. M., Chow, B. W. Y., & McBride-Chang, C. (2007). Universals and specifics in learning strategies: Explaining adolescent mathematics, science, and reading achievement across 34 countries. *Learning and Individual Differences*, 17(4), 344-365.
- Cohors-Fresenborg, E., Kramer, S., Pundsack, F., Sjuts, J., & Sommer, N. (2010). The role of metacognitive monitoring in explaining differences in mathematics achievement. *ZDM*, 42(2), 231-244.
- den Bos, I. F. V., van der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., & van Luit, J. E. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 10, 29-44.
- Elia, I., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Kolovou, A. (2009). Exploring strategy use and strategy flexibility in non-routine problem solving by primary school high achievers in mathematics. *ZDM*, 41(5), 605-618.
- Hoffman, B., & Spataru, A. (2008). The influence of self-efficacy and metacognitive prompting on math problem-solving efficiency. *Contemporary Educational Psychology*, 33(4), 875-893.
- Kesici, S., Erdogan, A., & özteke, H. I. (2011). Are the dimensions of metacognitive awareness differing in prediction of mathematics and geometry achievement? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 2658-2662.
- Lavasani, M. G., Hejazi, E., & Varzaneh, J. Y. (2011). The predicting model of math anxiety: The role of classroom goal structure, self-regulation and math self-efficacy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 557-562.
- Lee, J., & Stankov, L. (2013). Higher-order structure of noncognitive constructs and prediction of PISA 2003 mathematics achievement. *Learning and Individual Differences*, 26, 119-130.
- Osborne, R. J., & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: A generative process. *Science education*, 67(4), 489-508.
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 110-122.
- Schneider, W., & Artelt, C. (2010). Metacognition and mathematics education. *ZDM*, 42(2), 149-161.
- Stevens, C., & Bavelier, D. (2012). The role of selective attention on academic foundations: A cognitive neuroscience perspective. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2(Suppl.1), S30-S48.
- Yang, K. L. (2012). Structures of cognitive and metacognitive reading strategy use for reading comprehension of geometry proof. *Education Studies in Mathematics*, 80(3), 307-326.

## The Psychological Structures Model of Highly Effective Mathematics Learning Based on the NVivo10 Qualitative Analysis

Wang Guangming She Wenjuan Song Jinjin

(College of Teacher Education, Tianjin Normal University, Tianjin 300387)

### Abstract

In recent years, there are many projects and studies focused on the psychological structures of highly effective mathematics learning. These current research fields related to psychology, mathematics education and so on. Many factors affecting the learning efficiency make the existing research subjects widely distributed. To analyze 47 literatures with the method of qualitative analysis based on NVivo10 software and build the initial psychological structures model of highly effective mathematics learning. The students with highly mathematics learning efficiency should take non-intelligence factors as the driving force, the psychological mechanism as the premise, a high level of metacognition as monitoring system, and using effective learning strategies as learning support, with higher mathematics learning literacy as the embodiment of thinking quality. When all or parts of these five structural elements promote each other, the highly effective mathematics learning will happen.

**Key words** highly effective mathematics learning, psychological structures, qualitative analysis.