

小学生学业负担与数学成绩的关系研究： 基于潜在剖面分析*

杨亚威**¹ 张敏强^{1,2} 漆成明¹

(¹华南师范大学心理学院, 广州, 510631) (²广东省心理学会, 广州, 510631)

摘要 应用潜在剖面分析方法对广州市 58 所学校的六年级学生数学成绩进行潜在分类, 并分析不同类别学生的学业负担状况。结果表明, 学生样本按数学成绩可以分为三个类别: 数学成绩良好组、数学成绩中等组、数学成绩较差组。此外, 学业负担的轻重对不同数学成绩层次的学生会产生不同程度的影响。

关键词 潜在剖面分析 学业负担 数学成绩

1 引言

减负背景下小学生的学业负担过重现象仍然存在, 沉重的学业负担给学生带来了苦恼和压力, 使学生对学习持消极态度, 影响其学业成绩(郭志芳, 张德乾, 2012; 王小宁, 2012; 严芳, 冯帮, 2015)。就学科而言, 数学不仅是学生学业成绩的重要组成部分, 更关系到学生逻辑思维能力的培养及长远发展。这使得学校、家长和学生对数学都相当重视, 进而导致数学学科的学业负担重于其他学科(刘瑞玲, 2013; 杨欣, 陶蕾, 2013)。因此, 研究学业负担与数学成绩之间的关系有重要的现实意义。以往研究对于学业负担与数学成绩的关系探讨结果并不一致, 大多数研究者认为, 数学成绩与学业负担感受呈负相关(王云峰, 郝懿, 李美娟, 2014; Kitsantas, Cheena, & Ware, 2011)。有研究者把学习压力、作业时间等作为学业负担的具体指标, 指出两者与数学成绩呈负相关(汤春林, 傅禄建, 2008; 朱巨荣, 2014), 但也有研究者指出小学生作业时间与数学成绩没有显著的相关关系(张咏梅, 田一, 李美娟, 2012)。

迄今探讨学生学业负担状况与数学成绩关系的研究在不同的方面有很多出色的成果, 但仍存在以下两点不足。第一, 没有深入挖掘数据。先前的研

究更偏重于从理论上探讨两者之间的关系, 少数基于实证的研究更多局限于对学业负担现状进行了百分比统计、比较均值等简单分析, 得到的数据与结论不够深入、细致, 也无法进一步地探索二者间的深层次关系。第二, 忽略了学生之间的质性差异。在对学生进行分类时, 研究者们倾向于根据学业成绩或等级对学生群体进行划分(胡进, 田一, 贾福录, 2016; 刘瑞玲, 2013; 吴晶, 2014)。这种划分方法不足之处在于, 它往往忽略了组内得分相同的个体在各个题目上的作答模式是不同的, 从而导致划分出来的群体内部异质性较大。

近年来, 越来越多的研究者将潜在剖面分析(latent profiles analysis, LPA)应用于社会学、心理学、教育学等领域的类型划分(苏斌原, 张洁婷, 喻承甫, 张卫, 2015; Thomas et al., 2014)。LPA 通过统计检验和拟合指标确定类别分配, 考虑了变量的不确定性或误差, 分类结果更为客观、准确。且 LPA 不受样本量的影响, 不需要依赖严格的聚类分析假设, 对数据分布要求较为宽松, 更符合心理学、教育学研究数据的特点(Gibson, 1959; Morin, Morizot, Boudrias, & Madore, 2011), 分类效果优于系统聚类法(苏斌原等, 2015; 张洁婷, 焦璨, 张敏强, 2010; 赵丽, 李丽霞, 周舒冬, 张岩波, 郜艳晖, 2013)。

* 本研究得到广州市教育科学“十二五”规划 2014 年度重大课题“基于现代教育测量学的中小学学业质量评价应用研究”(课题编号: 1201411413)的资助。

** 通讯作者: 张敏强。E-mail: zhangmq1117@qq.com

DOI: 10.16719/j.cnki.1671-6981.20170615

本研究采用以个体为中心的方法，依据学生数学发展水平的知识模块为外显变量构建 LPA 模型，以诊断学生数学学业水平的内在结构、特点与差异，辨别学生的群体异质性，并在个体潜变量水平上，探讨不同类别学生群体学业负担与数学成绩之间的关系，剖析学业负担状况及其关键指标（学习时间、课业质量、课业难度、学习压力）与学生数学成绩的关系。

2 研究方法

2.1 数据来源

本研究数据来源于 2015 年广州市教育质量阳光评价项目，该项目在广州市 58 所学校中各随机选取一个六年级班级进行教育评价试验，评价了小学生的学业发展水平、学业负担状况。经删除无效作答问卷，获得 4830 个有效数据，其中男生 2652 名，女生 2178 名。

2.2 研究工具

2.2.1 六年级数学能力测验

六年级数学能力测验参照 TIMSS 的框架体系，测验从能力层次（理解、推理、应用）与知识维度（式与代数、几何图形、统计与概率）两个方面并行对学生的数学能力进行测查。试卷共有 50 个题目，具有良好的信度（Cronbach $\alpha = .86$ ）。

2.2.2 学业负担状况调查问卷

结合教育部对中小学生学习负担状况的评价指标框架，编制了小学生学业负担状况问卷测量学生的学业负担状况，问卷包括学习时间、课业质量、课业难度和学习压力 4 个维度 25 个题目。学习时间指学生在校学习及校外学业相关任务中花费的时间，课业质量是指课程教学、作业和考试（测验）的有效程度，课业难度是指课程教学、作业和考试（测验）的难易程度，学习压力通过学生在学习过程中表现出的快乐、疲倦、焦虑、厌学等状态反映。问卷采用李克特 5 点记分，从 1 完全不符合到 5 完全符合，

具有良好的信度（Cronbach $\alpha = .73$ ）。

2.3 数据分析

采用 Latent GOLD 5.1 软件进行潜在剖面分析及后续分析。数据分析主要包括两个步骤：首先，对小学生数学知识模块的潜在类别进行分析，从初始模型开始逐步增加模型中的类别数目，直至找到拟合数据最好的模型。第二，在步骤一的基础上，将所获得的潜在类别的分类结果作为因变量，学业负担状况作为自变量，建立多元 logistic 回归模型，探讨学业负担状况对小学生数学成绩的潜在分类的影响。

3 结果

3.1 共同方法偏差检验

本研究通过对学生进行数学测试和问卷调查来收集数据，相同数据来源使得结果可能会受到共同方法偏差的影响。Harman 单因子检验（Harman's One-factor Test）可以评估共同方法变异程度（Podsakoff, MacKenzie, Lee, & Podsakoff, 2003）。在未旋转的因素分析结果中，如果只析出一个因子或某个因子的解释力特别大，即存在严重的共同方法偏差（周浩，龙立荣，2004）。对本研究数据进行因素分析结果表明，共有 16 个特征值大于 1 的公因子，第一个公因子解释的变异量为 10.09%，解释力并不大，因此，本研究结论不受共同方法偏差影响。

3.2 小学生数学成绩的潜在剖面分析结果

潜在剖面模型分析中常通过信息评价准则（AIC、BIC、CAIC 以及 SABIC 等）来评价模型，信息指数越小表示模型拟合越好。此外，在模型估计中，参数过多会增加模型的复杂程度，不利于进一步研究。在本研究的模型比较中，随着模型类别数的增加，各拟合信息指数在三类别模型中减少的幅度达到最大并开始平缓下降，三类别类型相比于二类别分类更精确，参数个数相比于四类别更少，模型更加简约，且模型的熵值为 1。综合考虑模型的简约性与准确性，最终选择三类别模型为最佳模

表 1 潜在剖面模型拟合指数汇总表

模型	BIC(LL)	AIC(LL)	CAIC(LL)	SABIC(LL)	参数个数	模型
1-Cluster	41264.78	41225.89	41270.78	41245.72	6.00	1.00
2-Cluster	13469.09	13384.82	13482.09	13427.78	13.00	.99
3-Cluster	3370.04	3240.39	3390.04	3306.49	20.00	1.00
4-Cluster	-463.90	-638.93	-436.90	-549.70	27.00	1.00
5-Cluster	-1481.71	-1702.12	-1447.71	-1589.75	34.00	1.00
6-Cluster	-2324.21	-2590.00	-2283.21	-2454.50	41.00	1.00
7-Cluster	-2996.23	-3307.40	-2948.23	-3148.76	48.00	1.00

型,其潜在类别概率分别为 .6714、.2360、.0927。具体的模型拟合指数见表 1。

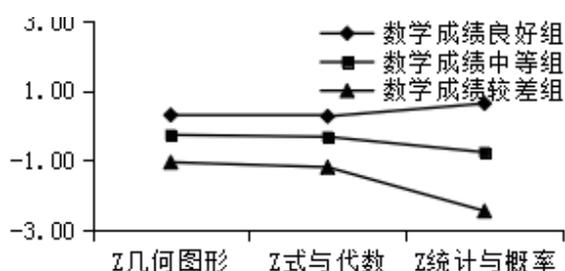


图 1 小学生数学成绩潜在类别在数学成绩各维度的标准分

在分类基础上,可进一步获得 3 个潜在类别在各维度上的标准分分布图(图 1)。类别一的学生在数学成绩各维度上的得分均高于其他类别的学生,且差异达到显著水平。类别二的学生各维度上的得分均低于一类别的学生,但高于类别三的学生,学生成绩相对中等。类别三的学生相比于其他类别整体得分较差,且在统计与概率维度上低于学生的平均分 2.46 个标准差,该类别的学生知识基础较差,各知识模块有待提升。因此,分别命名类别一、类

别二、类别三为数学成绩良好组、数学成绩中等组、数学成绩较差组。

3.3 学业负担对数学成绩的影响

使用 Latentgold 5.1 中的 STEP-3 模块进行后续分析,选取 ML 校正法,将学业负担状况及其关键指标纳入回归方程,探讨学业负担状况对不同类别学生数学成绩的影响。以学业负担状况及其关键指标为自变量,以各类别(数学成绩良好组、数学成绩中等组、数学成绩较差组)的后验概率为因变量,对校正了分类误差的 LPA 结果进行多类别 logistic 回归分析,将类别一“数学成绩良好组”作为基准参考类别,以得出回归系数反映自变量效应。使用 Odds ratio (OR) 作为 logistic 回归的效应量。logistic 回归模型的 b 值和 OR 值结果见表 2。

由表 2 可知,相对于数学成绩良好组,学习负担状况及课业难度可以正向预测数学成绩中等组、数学成绩较差组。学习时间可以负向预测数学成绩中等组,课业质量则可以负向预测数学成绩较差组,学习压力可以负向预测数学成绩较差组。

表 2 学业负担对不同类别学生的 logistic 回归

	数学成绩中等组		数学成绩较差组		Wald	p-value
	b	OR	b	OR		
学业负担状况	.49***	1.63	1.06***	2.89	124.48	.00
学习时间	-.17**	.85	.06	1.06	13.46	.00
课业质量	-.03	.97	-.31***	.74	11.35	.00
课业难度	.50***	1.64	.78***	2.17	156.05	.00
学习压力	.03	1.03	-.20**	.82	6.42	.04

*表示 $p < .05$, **表示 $p < .01$, ***表示 $p < .001$

4 讨论

4.1 小学生的数学能力结构的异质性

本研究使用以个体为中心的潜在剖面分析方法,将六年级学生的数学成绩划分成组内同质组间异质的三个组别:数学成绩良好组、数学成绩中等组、数学成绩较差组。在根据客观数据科学分类之余,亦发现了每个类别中学生的数学能力结构(不同维度上的发展水平)。数学成绩良好组的学生在各知识模块维度上得分较高,且在统计与概率维度上表现突出。数学成绩较差组的学生在各知识模块维度上表现有所欠缺,尤其在统计与概率维度上有待提高。

4.2 小学生学业负担与数学成绩的关系

在对学业负担状况效应的考察中发现,相对于

数学成绩良好组,学业负担状况、课业难度正向预测数学成绩中等组,学习时间负向预测数学成绩中等组。分析其原因可能是因为作业时间在某一范围内与数学成绩存在正向关系(黄正正,2014),数学成绩良好组的学生花费更多的时间学习数学,学生的数学成绩也相应较好。其次,学业负担感受与学生对数学的喜爱程度相关(刘瑞玲,2013)。数学成绩良好组的学生多认为课程不是很难或者在可接受的范围内,对上课和作业的态度积极,学业负担感受较轻,学生的数学成绩也相应较好。而数学成绩中等组的学生普遍认为课业难度中等,对上课和作业持不确定态度,学生在数学成绩上的表现也趋向一般。此外,教师的教学效能是影响学生学业负担的关键因素(靳玉乐,张铭凯,2015),本研究

中，数学成绩良好组和数学成绩中等组的学生均能通过听课、课后作业、考试帮助自己理解和掌握知识，因此课业质量对数学成绩中等组无显著预测作用。

相对于数学成绩良好组，学业负担状况和课业难度正向预测数学成绩较差组，而课业质量和学习压力负向预测数学成绩较差组。分析其原因可能是因为较差的课业质量和较大课业难度使数学成绩较差组的学生不能完成现有自主学习，无法积极参与到课堂的合作交流中，学生的数学成绩不理想。此外，基础薄弱使学生面临较多的课外补习或学习任务，但对学习的消极态度使其学习效果不佳，这也解释了学习时间对学业负担较差组无显著预测作用的原因。但本研究发现相对于数学成绩良好组，学习压力负向预测数学成绩较差组，这与以往研究结果有所差异（刘永林，2006）。分析其中的原因可以解释为适度的压力水平有利于学生成绩的提高，而过重或过轻的压力水平都不利于学生成长（野晓航，2003）。大多数数学成绩较差组的学生本身学习能力不强，害怕成绩达不到师长的要求，却更多的受到来自家长老师的指责和惩罚，并长期处于高度紧张的应激状态，来自数学学习的挫败感降低其自我效能感和学习兴趣，甚至使其对学习产生倦怠、厌恶等情绪，学生处于放弃状态也就无学习压力之说。

4.3 对教育工作者的启示

本研究对教育实践具有一定的启示意义。第一，尊重学生成绩的质性差异。教育归根结底要以学生为本，以了解每个学生的特质为前提，而忽略学生群体的个体差异性导致针对学业负担问题对策建议缺乏针对性。因此，教育工作者应意识到小学生数学能力结构具有潜在异质性，应针对不同类型学生进行教学辅导和教育，从而提高教育质量。第二，根据学生自身的特点教学。本研究发现不同类别学生学业负担状况不同。相对于数学成绩良好组，数学成绩中等组的学生学习时间稍少、课业难度稍大，数学成绩较差组的学生课业质量较差、课业难度较大。因此，教育者们应帮助数学成绩中等组学生掌握较好的学习策略并适当增加其数学学习时间。对于数学成绩较差组学生，教育者们应注重基础知识的构建，降低课业难度，提高课业质量，合理设置期望和学习时间，给予学生更多的耐心与关怀，缓解其学习压力。

5 结论

（1）根据六年级学生数学发展水平的知识模块把学生划分为三个类别：数学成绩良好组、数学成绩中等组、数学成绩较差组，三组学生在概率与统计方面的表现差异尤其明显。

（2）学业负担状况及其关键指标对不同成绩类别的学生影响不同。相对于数学成绩良好组，学习时间负向预测数学成绩中等组，课业质量负向预测数学成绩较差组，学业负担状况和课业难度正向预测数学成绩中等组及数学成绩较差组。

参考文献

- 郭志芳, 张德乾. (2012). 小学生厌学的主要原因: 学习负担过重. *基础教育研究*, 18, 3-5.
- 胡进, 田一, 贾福录. (2016). 北京市数学优秀水平、不合格水平学生的典型特征与发展策略——基于2013年五年级数学学生测试及问卷结果分析. *基础教育*, 13(1), 71-79.
- 黄正正. (2014). *课业负担、课外活动与学生数学素养成绩的关系研究*. 江西师范大学硕士学位论文.
- 靳玉乐, 张铭凯. (2015). 探寻学业负担与教学效能的关系——基于新世纪以来文献的分析. *课程·教材·教法*, 5, 3-11.
- 刘瑞玲. (2013). *新课改下高中数学课业负担的调查研究*. 华中师范大学硕士学位论文.
- 刘永林. (2006). 城市小学生学习压力状况及其相关因素调查研究——兼论“减负”的新思维. *教学与管理*, 2, 31-33.
- 苏斌原, 张洁婷, 喻承甫, 张卫. (2015). 大学生心理行为问题的识别: 基于潜在剖面分析. *心理发展与教育*, 31(3), 350-359.
- 汤春林, 傅禄建. (2008). 课业负担与学业成绩关系的实证研究. *教学与管理*, 28, 35-38.
- 王小宁. (2012). 小学生课业负担的调查研究. *教学与管理*, 4, 27-29.
- 王云峰, 郝懿, 李美娟. (2014). 小学生课业负担与学业成绩的关系研究. *中国教育学刊*, 10, 59-63.
- 吴晶. (2014). *初中生数学焦虑、数学自我效能与数学学业成绩的关系研究*. 南京师范大学硕士学位论文.
- 严芳, 冯帮. (2015). 减负背景下小学生学业负担现状调查研究——以湖北省H市为例. *教育与教学研究*, 29(1), 9-13.
- 杨欣, 陶蕾. (2013). 我国中小学生学习负担感受调查与分析. *现代中小学教育*, 4, 73-77.
- 野晓航. (2003). 论初中学生学习压力与学业成绩的关系. *中国教育学刊*, 8, 43-45.
- 张洁婷, 焦璨, 张敏强. (2010). 潜在类别分析技术在心理学研究中的应用. *心理科学进展*, 18(12), 1991-1998.
- 张咏梅, 田一, 李美娟. (2012). 学校背景因素和学生个体因素对学业成绩影响的研究——基于大规模测验数据的多层线性模型分析. *教育科学研究*, 4, 41-46.
- 赵丽, 李丽霞, 周舒冬, 张岩波, 郜艳晖. (2013). 潜在剖面分析和系统聚类法比较的模拟研究. *广东药学院学报*, 29(2), 206-209.
- 周浩, 龙立荣. (2004). 共同方法偏差的统计检验与控制方法. *心理科学进展*, 12(6), 942-950.
- 朱巨荣. (2014). *中学生学习压力、学习动机、学习自信心与学业成就*

关系研究. 华中师范大学硕士学位论文.

- Gibson, W. A. (1959). Three multivariate models: Factor analysis, latent structure analysis, and latent profile analysis. *Psychometrika*, *24*(3), 229–252.
- Kitsantas, A., Cheema, J., & Ware, H. W. (2011). Mathematics achievement: The role of homework and self-efficacy beliefs. *Journal of Advanced Academics*, *22*(2), 310–339.
- Morin, A. J., Morizot, J., Boudrias, J. S., & Madore, I. (2011). A multifoci person-centered perspective on workplace affective commitment: A latent profile/factor mixture analysis. *Organizational Research Methods*, *14*(1), 58–90.
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J. Y., & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, *88*(5), 879–903.
- Thomas, K. M., Hopwood, C. J., Donnellan, M. B., Wright, A. G., Sanislow, C. A., McDevitt–Murphy, M. E., et al. (2014). Personality heterogeneity in PTSD: Distinct temperament and interpersonal typologies. *Psychological Assessment*, *26*(1), 23–34.

The Relationship between Academic Burden and Mathematics Achievement of Primary School Students: A Latent Profile Analysis

Yang Yawei¹, Zhang Minqiang^{1,2}, Qi Chengming¹

(¹School of Psychology, South China Normal University, Guangzhou, 510631)

(² Guangdong Psychological Association, Guangzhou, 510631)

Abstract Reducing the burden of primary school students is one of the hot issues in the reform of compulsory education in China, and it is related to not only the physical and mental health of the students, but also the quality and character of the education they receive. Despite the efforts of lightening of students' workload, heavy academic burden is still threatening the health of primary school students, which needs our attention. As far as the subject is concerned, the academic burden of mathematics is heavier than that of other subjects. The results of previous studies on the relationship between academic burden and mathematics achievement are not consistent. Therefore, further exploration of the relationship between the primary school students' academic burden and the mathematics achievement is needed. Furthermore, previous studies have the following shortcomings. First, no in-depth analysis of data has been conducted. Second, the qualitative differences between the students have been ignored. Thus, this study aims to explore the influence of academic burden on the mathematics achievement of primary school students with different profiles.

This study used the latent profile analysis method and the STEP-3 method to analyze the data in detail, classify different categories of students based on their mathematics achievement, and explore the relationship between the impact of academic burden and influence on different types of students' mathematics achievement. The data come from the Guangzhou Sunshine education evaluation project in 2015. In the project, one group of the sixth grade was randomly selected from each school, and a total of 58 groups of students from 58 schools in Guangzhou were selected. The program combined the pencil-and-paper test and the on-line test method to evaluate the primary school students' academic achievement and academic burden. The software used in the study was LatentGOLD5.1.

Through the statistical analysis of a large sample of data, this paper reaches the following conclusions: first, based on students' performance in mathematics, student samples can be divided into three distinct types: good, average and poor, accounting for 67.14%, 23.60%, and 9.27% respectively. Students from different categories show the significant difference in the indicator of statistics and probability. Moreover, the academic burden will cause different impacts on students with different levels of mathematical achievement to a certain degree. Compared with the good mathematics achievement type, the performance of the average and poor mathematics achievement types of students could be positively predicted by learning burden and academic difficulty, and learning time can be used to negatively predict average mathematics achievement type. Also, academic quality could negatively predict poor mathematics achievement type. Similarly, learning pressure can negatively predict poor mathematics achievement type. Based on this research, the following suggestions could be made to the educators. First, educators should be aware of the potential heterogeneity of primary school students' mathematics achievement. Second, educators should teach students according to their own characters. Educators should help students with average mathematics achievement to master better learning strategies and moderately increase their math learning time. For students with poor mathematics achievement, educators should focus on the following areas: delivering fundamental knowledge, reducing their academic difficulties, improving their academic quality, setting reasonable expectations, offering them more patience and alleviating their learning pressure.

Key words latent profile analysis, academic burden, mathematics achievement