

# 学生综合素养对语言学习的影响程度研究

邵宇轩

北方工业大学理学院, 北京

收稿日期: 2024年7月26日; 录用日期: 2024年8月17日; 发布日期: 2024年8月29日

## 摘要

现有的文献资料已经证明了各项综合素质对学生语言学习的影响, 但是不同综合素质对语言学习影响程度的研究仍未得到很好的确立。因此, 本次研究以S市某小学的学生为研究对象。用等级法测量中年级段学生的六项综合素养能力(数理逻辑、肢体运动、视觉空间、音乐、实践技能、道德素质与自我管理)和三项语言能力(基础、阅读、写作)后, 用聚类算法进行影响程度比较, 用多元回归方程建立预测模型, 将其预测结果与随机森林算法进行比较, 验证模型的可靠性。最后得到数理逻辑对基础和阅读的影响程度最为明显, 回归系数分别为0.7622和0.6651, 空间视觉、实践技能对基础的影响分别为正面(回归系数为0.1391)和负面(回归系数为-0.1199)。音乐、道德素质与自我管理和阅读均为正相关, 且音乐(回归系数为0.2396)与阅读的相关性大于道德素质与自我管理(回归系数为0.1966)。基础、阅读与写作均为正相关, 且阅读(回归系数为0.6452)对写作的影响程度大于基础(回归系数为0.1871)。可以得到一个综合素质对语言学习的影响程度体系, 从而更好地指导学生进行语言学习。

## 关键词

语言学习, 综合素养, 影响程度

# Study on Impact of Students' Comprehensive Competence on Their Language Learning

Yuxuan Shao

College of Science, North China University of Technology, Beijing

Received: Jul. 26<sup>th</sup>, 2024; accepted: Aug. 17<sup>th</sup>, 2024; published: Aug. 29<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Existing literature has proved the influence of various comprehensive competences on students' language learning, but the degree of influence of different comprehensive competences on language learning is still not well established. Therefore, this paper takes students from a primary school in S

city as the research object. After measuring the six comprehensive competences (mathematical logic, motor, visual-spatial, music, practice, and moral quality and self-management) and three language abilities (language basics, reading, and writing) of middle-grade students by the grade method, the clustering algorithm was used to compare the influence degree, and the prediction model was set up by the multiple regression equation. The prediction results were compared with the random forest algorithm to verify the model's reliability. Finally, it was found that mathematical logic had the most obvious influence on language basics and reading, with regression coefficients of 0.7622 and 0.6651 respectively, and spatial vision and practical skills had a positive influence on the language basics (regression coefficient of 0.1391) and negative influence (regression coefficient of -0.1199) respectively. Music, moral quality, self-management and reading were all positively correlated, and the correlation between music (regression coefficient of 0.2396) and reading was greater than that between moral quality and self-management (regression coefficient of 0.1966). Language basics, reading and writing are all positively correlated, and the impact of reading (regression coefficient is 0.6452) on writing is greater than that of language basics (regression coefficient is 0.1871). A comprehensive competence influence system on language learning can be obtained, so as to better guide students in language learning.

## Keywords

Language Learning, Comprehensive Competence, Degree of Influence

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 背景介绍

儿童时期，语言是对外探索的桥梁。他们通过语言交流了解周围的事物，建立人际关系，增强认知发展。同时，语言学习塑造人们的三观和情感。因此，掌握并熟练使用语言对于个人未来成长非常有必要。Nishanthi [1]的研究强调语言在认知发展、文化联系和语言学习中的作用。Beka [2]和 Ozfidan [3]的研究表明，熟练使用语言能够使得学生增强自信心、沟通清晰度和学业成绩。该研究还强调学生对于语言的掌握程度会影响他们入学率和融入社会的进程。然而，小学中段的学生在学习母语时面临各种困难，这会影响到他们的整体语言发展，降低他们对学习语言的积极性。

学生综合素养中各项能力的发展对学生的语言学习会产生一定影响。通过 Chambers [4]的研究表明，在学前教育中开展创意课程，如数学、科学、社会研究、艺术和技术有利于儿童对语言能力的掌握。Peng 等[5]通过对语言与数学之间的关系进行了荟萃分析后发现，复杂的语言和数学技能之间存在较强的相关关系。Chen-Hafteck 等[6]指出，从人类学、认知心理学、发展心理学和神经科学等不同学科的研究中收集到的证据表明，音乐和语言在发展过程中是密切相关的。Groys [7]认为，语言存在于空间视觉背后，现代图像作品作为载体如同语言一样传递信息。Abdelkarim 等[8]通过对德国 6~8 岁儿童运动能力和认知能力的调查发现，运动能力和语言等的认知能力有着相关性。Shiobara 和 Niboshi [9]、Butler 和 Zeng [10]都强调将实践技能纳入语言学习的潜在好处，例如增加动机和扩大词汇量。

但是，有关综合素养的各方面能力对语言学习的影响程度的研究仍较为欠缺。因此，本文通过聚类分析和多元回归的方法将学生综合素质能力各方面的表现与语言学习表现建立联系，研究不同综合素质对语言学习的影响程度，并将分析的结果与当前优秀的机器学习算法随机森林进行比较，检验结论的可靠性，从而提出一些能够更有效地提升学生语言学习的建议。

## 2. 研究方法

### 2.1. 参与者与收集数据内容

本次实验的研究对象为 S 市某小学中年级段学生共 309 名，对所选取的学生进行为期一个学期的跟踪调查，将其中 269 名学生，作为关系分析的样本。另 40 名学生，作为验证结论的样本。按照视觉空间、数理逻辑、肢体运动、音乐、实践技能、道德素质与自我管理六个方面记录学生在校期间的各项能力的表现情况，并与学生的任课老师以及班主任进行交流，从而给出每个学生各项能力的评级。其中，每项能力均有四个等级，分别为“优秀”、“良好”、“一般”、“合格”。六项能力及其所对应的表现与权重如表 1 所示。

**Table 1.** Corresponding performance and weighting of comprehensive quality competence  
**表 1.** 综合素质能力对应表现及权重

能力	表现	表现权重
数理逻辑能力	数学能力测试表现	50%
	数学课堂表现	30%
	数学家庭作业表现	20%
肢体运动能力	体质测试成绩	50%
	体育课表现情况	30%
	课外体育活动情况	20%
视觉空间能力	美术作品成绩	50%
	美术课堂表现	30%
	美术类特长表现	20%
音乐能力	音律感受与表达能力	50%
	音乐课堂表现	30%
	音乐类特长表现	20%
实践技能能力	校内实践活动情况	50%
	校外参与志愿者的活动情况	50%
道德素质与自我管理能力	在校遵守纪律情况	50%
	日常行为表现	50%

为了更为细致地分析语言与六项能力的关系，将语言能力分为基础、阅读、写作三个方面。收集学生在语言运用这三个方面的具体表现情况，其具体表现情况见表 2，并与学生的语文老师进行交流，给予基础、阅读、写作表现的不同权重，从而给出学生三方面的表现等级。

**Table 2.** Corresponding performance and weighting of language proficiency  
**表 2.** 语言能力对应表现及权重

能力	表现	表现权重
基础	交流中语言使用与自我表达	40%
	听写与默写情况	30%
	测试时语法成绩	30%

续表

阅读	测验中阅读成绩	70%
	课外书籍阅读情况	30%
写作	测验中写作成绩	70%
	日常书面表达能力	30%

## 2.2. 效度分析

参考了1980年由哈福大学教授霍华德·加德纳提出的多元智能理论[11]，同时结合中国素质教育的评价体系[12]以及当地教育专家的讨论意见。本次研究对学生的视觉空间能力、数理逻辑能力、体育运动能力、音乐能力、实践技能能力、道德素质与自我约束能力的评估项目。

对学生的语言能力表现评估项目[13]则是与该地区副高级教师商议后制定的，这些专家更了解中国小学教育中学生在语言能力方面的表现情况，这确保了该实验数据收集的有效性。

## 2.3. 统计分析与结果论证

### 2.3.1. 聚类算法

K-聚类算法利用数据分布的底层结构，定义规则对具有相似特征的数据进行分组。这个过程的结果是在没有任何关于数据集的先验知识的情况下，根据聚类标准对给定数据集进行分。K-means 作为最经典的聚类算法被认为是研究界最强大、最流行的数据挖掘算法之一[14]。K-means 算法首先从样本集  $S$  中任意选择  $K$  个样本作为初始聚类中心。然后根据规则算法进行数据对象间距离，通过获得的数据对象分组情况迭代计算直至中心无变化，得到  $K$  个聚类结果。算法的具体实现流程如下：

1) 在 K-means 聚类算法中，设定算法输入样本集中包括  $n$  个数据对象和  $K$  个聚类个数。

2) 根据聚类样本聚类，计算得到各样本与中心之间的距离，然后根据获得的最小计算距离重新划分对象。设两个  $p$  维数据点  $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$  和  $x_j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jp})$  间的欧氏距离，如式(1)所示：

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{(x_{i1} - x_{j1})^2 + (x_{i2} - x_{j2})^2 + \dots + (x_{ip} - x_{jp})^2} \quad (1)$$

确定所有样本的平均距离如式(2)所示：

$$\text{Meandist}(S) = \frac{2}{n(n-1)} \times \sum_{i \neq j, i, j=1}^n d(x_i, x_j) \quad (2)$$

3) 重新计算获得每个样本的均值后，返回步骤 2)，直到目标函数值不变或小于指定阈值。确定目标函数的平方误差准则函数，如式(3)所示：

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_i} (x_i - c_i)^2}{|C_i| - 1}} \quad (3)$$

式中， $c_i$  为相同类别数据的质心点，定义  $c_i$  计算公式如式(4)所示：

$$c_i = \frac{1}{|C_i|} \sum_{x_j \in T_i} x_j \quad (4)$$

4) 结束，获得  $K$  个聚类。

K-means 聚类算法的伪代码描述如下：

**算法 1. K-means 算法**


---

```

输入: K:number of clusters, D = {d1,d2,.....dn}:a data set
输出: K clusters: C={C1, C2,... , CK}
1:   centre=initClusterCenter(K)
2:   while centre does not change do
3:       C=assignPoint2Center(D,centre)
4:       centre=reComputeClusterCenter(C)
5:   end while
6:   return C

```

---

**2.3.2. 多元回归分析**

多元回归分析是一种统计方法，用于研究一个因变量(或响应变量)与多个自变量(或预测变量)之间的关系。[15]建立了一个数学模型，描述了因变量如何受到多个自变量的影响，并通过拟合这个模型来对因变量进行预测或解释。通常的多元回归分析方程如式(5)所示：

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (5)$$

式中， $Y$  是因变量， $X_1, X_2, \dots, X_n$  是自变量， $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  是回归系数，表示了每个自变量对因变量的影响， $\varepsilon$  是误差项，表示了模型无法解释的随机误差。

多元回归分析可以通过拟合这个方程来估计回归系数，并通过各种统计指标来评估模型的拟合优度和每个自变量的影响程度。这种方法在许多领域都有广泛的应用，包括经济学、社会科学、生物统计学等。

**2.3.3. 随机森林**

随机森林(Random Forest)是一种集成学习方法，用于解决分类和回归问题。它基于决策树构建，通过构建多个决策树并将它们的结果集成起来以提高预测的准确性和稳定性。随机森林通过随机抽取数据和特征来构建决策树，从而降低了过拟合的风险[16]。

随机森林的预测分为训练和预测两个阶段。在训练阶段，随机森林使用 bootstrap 采样从输入训练数据集中采集多个不同的子训练数据集来依次训练多个不同决策树；在预测阶段，随机森林将内部多个决策树的预测结果取平均得到最终的结果。

随机森林的伪代码如下所示：

**算法 2. 随机森林预测**


---

```

输入: training dataset D, number of trees N_tree, number of features max_features
输出: Random Forest Model
1:   For i = 1 to N_tree.
2:       Randomly select a subset of samples D_i from D (with put-back sampling)
3:       Randomly select max_features from the feature set
4:       Construct a decision tree T_i using D_i and selected features
5:   End For
6:   Return Random Forest Model {T_1, T_2, ... , T_N_tree}

```

---

所有的统计分析都借助 Python 软件进行完成，将“优秀”、“良好”、“一般”、“合格”分别对应为“1”、“2”、“3”、“4”。通过比较关系分析的样本和验证结论的样本的分布，得出两者分布相同，具有可分析性。先使用聚类算法，寻找出六项能力中与基础、阅读、写作相关的能力，再通过多元回归分析检验其相关性。剔除  $p$  值大于 0.05 的能力后重新进行相关性检验，同时建立相应的多元回归方程。将得到的方程对抽样数据进行验证，同时比较该验证结果与机器学习中的高准确性的随机森林算

法进行比较, 评估得到结果的可靠性。

### 3. 结果

#### 3.1. 数据分析

通过观察柱状图 1 和图 2 可以得到, 在关系分析数据中, 学生六项能力与三项语言能力的分布基本相似, 呈现为优秀等级最多, 合格等级最少, 且每一个等级的人数逐次减少, 在验证结论数据中, 学生不同能力也呈现优秀、良好总数大于一般和合格的人数。因此, 两份数据的分布基本相同, 呈现较为明显的右偏分布。其原因是该学校具有较好的师资力量、良好的教育和学习环境, 大部分学生家长能够支持和配合学校工作且重视孩子的全面发展。

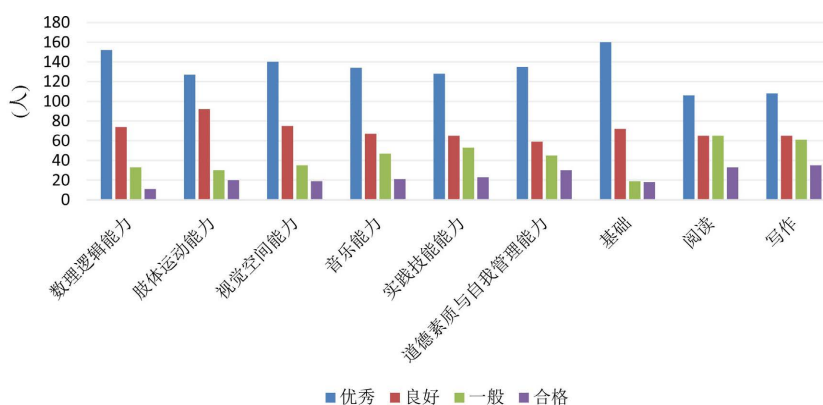


Figure 1. Distribution diagram of student abilities in the relational analysis data sample  
图 1. 关系分析数据样本中学生能力分布图

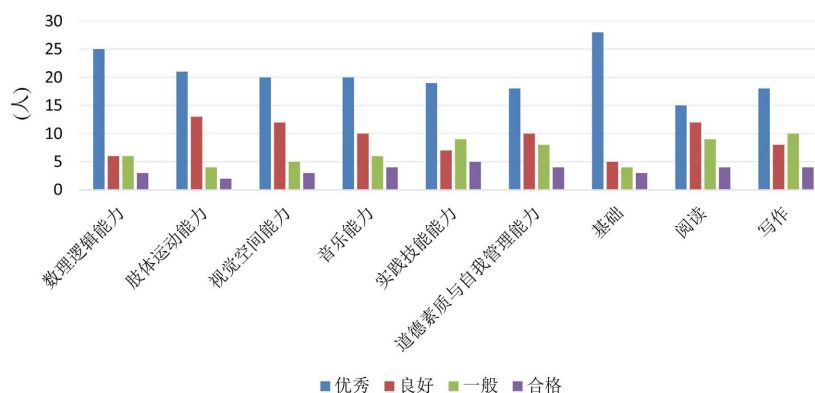


Figure 2. Distribution diagram of student abilities in the validation data sample  
图 2. 验证数据样本中学生能力分布图

#### 3.2. K-Means 聚类分析

为了更好地探究语言与学生综合能力的关系, 分别将基础、阅读、写作三项语言能力与综合能力进行 K-means 聚类分析。

首先, 使用轮廓系数法分别确定三个语言能力与综合能力聚类的聚类点个数。

由图 3 分析可知, 基础、阅读、写作与其余六项能力的最优聚点个数分别为 3、7、3。因此, 选用



各自最优聚点数，分别进行聚类，其得到的分类结果如下表 3 所示。

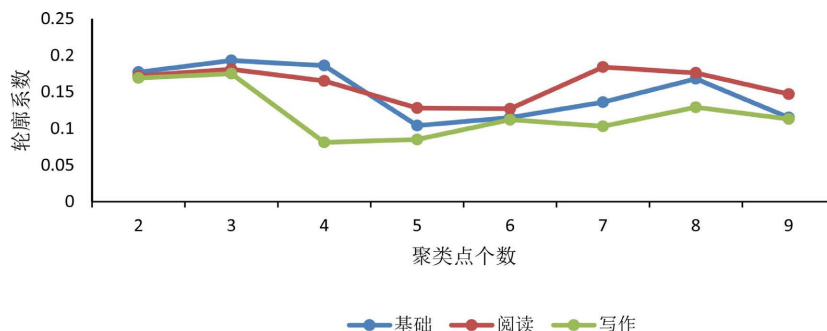


Figure 3. Line graph of the silhouette coefficient of language proficiency and comprehensive competence

图 3. 语言能力与综合能力轮廓系数折线图

Table 3. Clustering table

表 3. 聚类情况表

聚类对象	聚类类别	聚类样本数量
基础与六项能力	1	145
	2	74
	3	50
阅读与六项能力	1	24
	2	51
	3	39
写作与六项能力	4	31
	5	31
	6	24

为了更为直观地研究语言中的基础、阅读和写作与综合能力在每一个聚类中的关系，根据上述的聚类情况绘制了聚类特征的雷达图，见图 4。其中，雷达图中各类别的点越靠近雷达中心，则代表该类学生该项水平越接近优秀等级，反之则代表更接近合格等级。

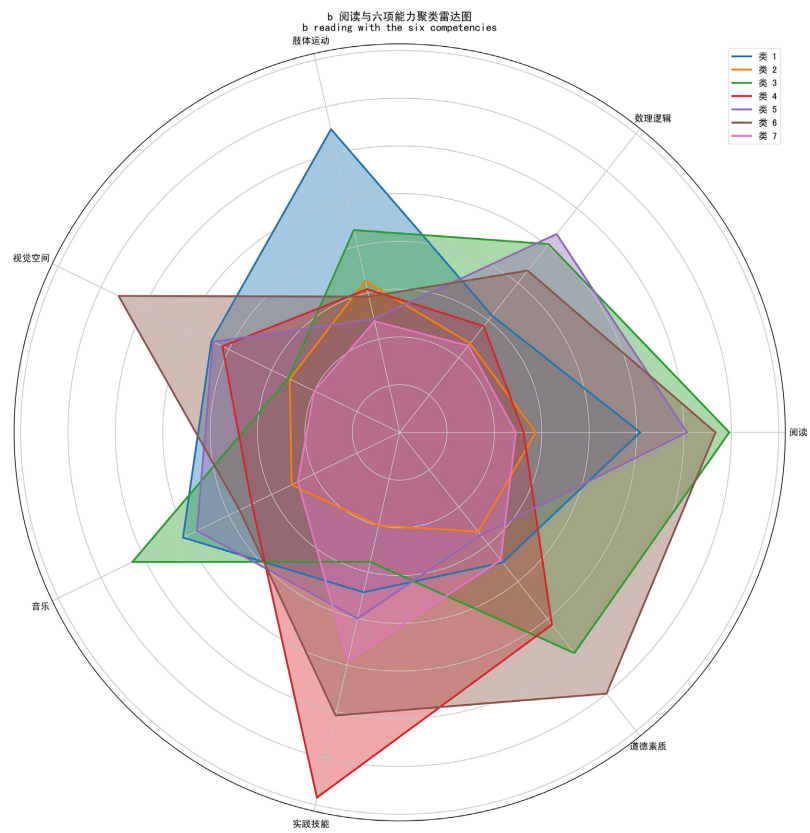
由图 4(a)可得，基础较好的学生被归为聚类 1 中，基础合格的学生被归为聚类 3 中。其中，基础较好的学生同时在数理逻辑能力和视觉空间能力方面也表现较好，而在肢体运动能力方面表现较弱。而基础较弱的学生在数理逻辑能力和音乐能力领域的表现更不尽如人意，但在实践技能能力领域的表现较好。

由图 4(b)可得，阅读较好的学生被归为聚类 7 中，阅读合格的学生被归为聚类 3 中，其中阅读较好的学生在视觉空间能力、肢体运动能力和数理逻辑能力方面也具有不错的表现，而在实践技能能力方面表现不佳，而阅读合格的学生在音乐能力、道德素质与自我管理能力、肢体运动能力方面表现也欠佳，但在视觉空间能力和实践技能能力方面表现不错。

由图 4(c)可得，写作较好的学生被归为聚类 1，写作合格的学生被归为聚类 3 中，写作较好的学生在数理逻辑能力、音乐能力、视觉空间能力、实践技能能力方面表现较好，但在肢体运动能力方面表现合格，而写作合格的学生在音乐能力、数理逻辑能力、道德素质与自我管理能力方面表现也合格，但在肢体运动能力方面表现不错。

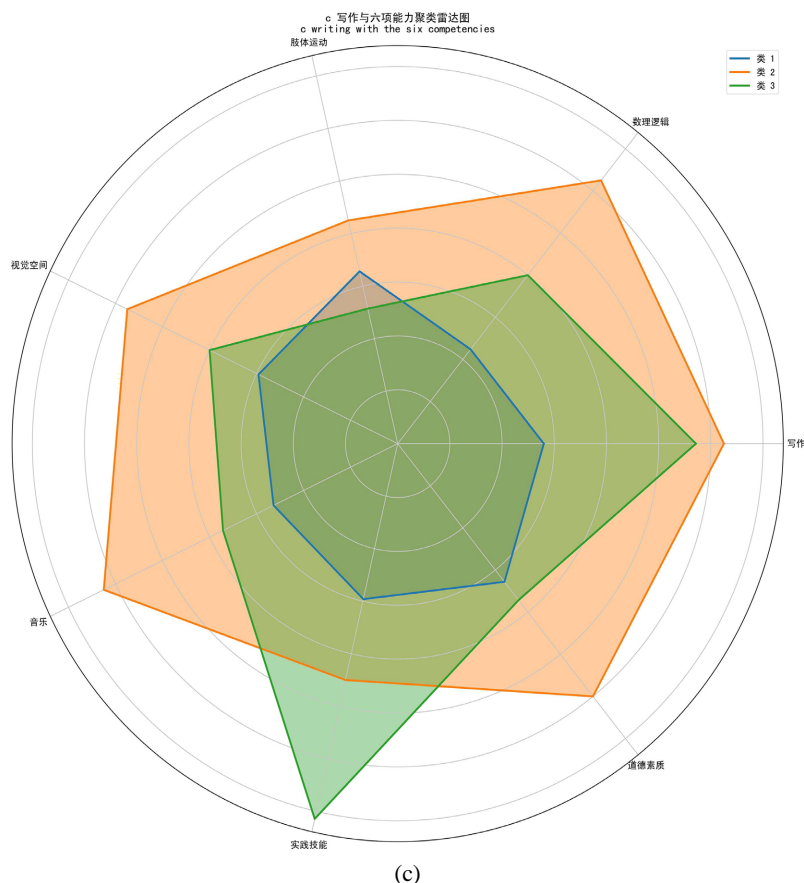


(a)



(b)





**Figure 4.** Clustered radar charts of language basics, reading, writing, and the six competencies: (a) Clustered radar chart of language basics and six competencies; (b) Clustered radar chart of reading and six competencies; (c) Clustered radar chart of writing and six competencies

**图 4.** 基础、阅读、写作与六项能力的聚类雷达图: (a) 基础与六项能力聚类雷达图; (b) 阅读与六项能力聚类雷达图; (c) 基础与六项能力聚类雷达图

### 3.3. 建立多元回归模型

通过聚类分析可得数理逻辑能力、音乐能力、视觉空间能力与学生的语言学习关系最为密切，其次道德素质与自我管理能力、实践技能能力和肢体运动能力也与语言学习存在一定联系。为了深入量化语言学习和六种能力的关系，我们试图用六种能力分别与基础、阅读、写作建立对应的多元回归模型，从而探索语言能力与综合素质能力之间的线性关系，有助于理解能力之间的相互作用、影响程度以及可能存在的复杂关系。同时，通过搭建语言能力和综合素质能力的模型，可以更好地建立有助于学生语言学习能力提升的模型，从而使得学生更高效地进行学习语言。

首先，基于收集数据的特点，选择定性变量的回归模型，将“优秀”、“良好”、“一般”、“合格”作为四个特性分别量化为 1、2、3、4。

其次，将基础、阅读、写作依次和六项能力做最小二乘分析，剔除掉相关性低的能力，建立多元回归模型。

#### 1) 基础与六项能力的回归方程

由最小二乘回归的结果可得，音乐、肢体运动、道德素质与自我管理和基础统计显著性较低。因此，剔除这三项能力重新对基础做回归分析，得到的结果如表 4 所示。

**Table 4.** Regression analysis of language basics and comprehensive competences**表 4.** 基础与综合素质的回归分析

变量	回归系数 (Coef)	标准误 (Std. Err)	t-test	p-value	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> 调整后
常数	0.3467	0.101	3.419	<0.001		
数理逻辑	0.7622	0.043	17.813	<0.001	0.589	0.585
视觉空间	0.1391	0.041	3.433	<0.001		
实践技能	-0.1199	0.035	-3.428	<0.001		
n = 269		R <sup>2</sup> = 0.589	R <sub>a</sub> <sup>2</sup> = 0.585	$\hat{\sigma}$ = 0.576		d.f = 265

该回归方程的决定系数(R<sup>2</sup>)为 0.589, 且调整后的决定系数为 0.585, 由此可以说明, 该回归方程能够从一定程度上反映基础与三项能力的关系。通过分析协方差的数值可以得到数理逻辑能力和基础有显著的正相关关系, 视觉空间能力和基础有着一定的正相关关系, 而实践技能能力和基础存在一定的负相关关系, 这和聚类分析得到的结论大致相同。因此, 我们可以得到一个关于语言基础的评分模型:

$$y = 0.3467 + 0.7622 \times \text{数理逻辑能力} + 0.1391 \times \text{视觉空间能力} - 0.1199 \times \text{实践技能能力} \quad (6)$$

### 2) 阅读与六项能力的回归方程

从表中结果可得, 视觉空间、肢体运动、实践技能和阅读统计显著性较低。因此, 剔除这三项能力重新对阅读做回归分析, 得到的结果如表 5 所示。

**Table 5.** Regression analysis of reading and comprehensive competence**表 5.** 阅读与综合素质的回归分析

变量	回归系数 (Coef)	标准误 (Std. Err)	t-test	p-value	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> 调整后
常数	0.1574	0.134	1.175	<0.001		
数理逻辑	0.6858	0.057	11.991	<0.001	0.512	0.506
音乐	0.2396	0.049	4.844	<0.001		
道德素质与自我管理能力	0.1966	0.046	4.275	<0.001		
n = 269		R <sup>2</sup> = 0.512	R <sub>a</sub> <sup>2</sup> = 0.509	$\hat{\sigma}$ = 0.744		d.f = 265

从表中结果可得, 该回归方程的决定系数(R<sup>2</sup>)为 0.512, 且调整后的决定系数为 0.506, 由此可以说明, 该回归方程能够从一定程度上反映阅读与三项能力的关系。进一步分析协方差系数可以得到, 数理逻辑能力和阅读有显著的正相关关系, 音乐能力、道德素质与自我管理能力与阅读存在一定的正相关关系。从而建立阅读对应的多元回归方程:

$$y = 0.1574 + 0.6858 \times \text{数理逻辑能力} + 0.2396 \times \text{音乐能力} + 0.1966 \times \text{道德素质与自我管理能力} \quad (7)$$

### 3) 写作与基础和阅读的回归方程

在对写作能力与其余六项能力做回归时, 得到回归方程的决定系数(R<sup>2</sup>)仅为 0.359, 未能有效解释六项能力与写作能力的关系, 但是我们发现基础和阅读与写作能力存在一定的关系, 于是我们将写作与基础和阅读建立回归模型, 得到的结果如表 6 所示。

**Table 6.** Regression analysis of writing with language basics and reading  
**表 6.** 写作与基础和阅读的回归分析

变量	回归系数 (Coef)	标准误 (Std. Err)	t-test	p-value	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> 调整后
常数	0.5486	0.100	5.494	<0.001		
基础	0.1871	0.064	2.933	0.004	0.566	0.562
阅读	0.6452	0.054	11.998	<0.001		
n = 269	R <sup>2</sup> = 0.566	R <sub>a</sub> <sup>2</sup> = 0.562	$\hat{\sigma}$ = 0.706	d.f = 266		

从表中结果可得,该回归方程的决定系数(R<sup>2</sup>)为 0.566,且调整后的决定系数为 0.562,由此可以说明,该回归方程能够从一定程度上反映写作与基础和阅读能力的关系。进一步分析协方差系数和 p 值可以得到,阅读和写作有显著的正相关关系,基础也与写作存在一定的正相关关系。由于学生的基础和数理逻辑、空间视觉、实践技能有关、而阅读和数理逻辑、音乐、道德素质和自我管理有关,这与聚类分析中得到的写作较好的学生在数理逻辑能力、音乐能力、视觉空间能力表现较好,而写作合格的学生在音乐能力、数理逻辑能力、道德素质与自我管理能力方面表现也合格的结果大致相同。于是可以建立写作与基础和阅读的回归方程:

$$y = 0.5486 + 0.1871 \times \text{基础} + 0.6452 \times \text{阅读} \quad (8)$$

### 3.4. 模型检验

随机森林是一种优秀的机器学习算法,它具有对缺失值和异常值不敏感、能够估计特征的重要性、抗过拟合能力强等特点,因此经常被用于验证模型。因此,我们将随机森林算法作为基准模型比较我们所得模型的效果。

我们从抽样中选取 40 个学生作为预测样本,收集他们的各项能力指标。使用随机森林和经过优化后的回归模型进行预测。得到的结果如表 7 所示。

**Table 7.** Comparison of prediction accuracy between random forest and regression models  
**表 7.** 随机森林与回归模型预测准确度比较

方法	基础能力预测准确度	阅读能力预测准确度	写作能力预测准确度
随机森林	90.0%**	75.0%**	70.0%**
回归模型(整体)	80.0%	72.5%	70.0%**
回归模型(优秀等级)	82.1%	66.7%	77.8%*
回归模型(良好等级)	80.0%	83.3%*	75.0%*
回归模型(一般等级)	100.0%*	55.6%	50.0%
回归模型(合格等级)	33.3%	100.0%*	50.0%

注: \*\*表示两种方法中较好的一种, \*表示回归模型中高于随机森林的部分。

从表中可以看出,随机森林在整体预测中有着相对优势,而所设计的回归模型在写作能力预测上具有一定优势,在基础、阅读能力预测准确度,较为接近随机森林得到的预测结果。仔细分析多元回归结果,发现用随机森林的基础能力结果和用多元回归分析得到的差距较大。其中,回归模型在一般等级的预测上表现较好为 100%,但是在较优、良好、合格三个等级上表现一般。原因是基础一般的学生所对应

的逻辑能力也为一般，而逻辑能力与学生基础有显著关系，所以在一般等级上能做到准确率 100%。在阅读能力的预测结果中，较好的是良好和合格等级，预测准确率分布为 83.3% 和 100%，其原因是阅读处于合格等级的学生逻辑也往往处于合格水平，并且逻辑能力与学生阅读有显著关系，而表现阅读良好的学生一般逻辑能力良好且音乐能力往往不是优秀。写作能力预测结果中较好的优秀和良好等级分别为 77.8% 和 75%，原因是在基础和阅读表现为良好及以上的学生往往在写作方面也有相似表现且一般和其在阅读方面的表现相同。

## 4. 讨论

本次研究调查通过使用聚类分析、多元回归的方法验证中年级段学生的语言学习与综合素质能力的关系。目前的结果印证且补充了之前的研究，证明：1) 综合能力对学生语言学习尤其是基础和阅读有关且影响程度不同；2) 学生写作能力和基础和阅读有关。

### 4.1. 数理逻辑能力与语言学习

整体来看，在六项综合能力中，数理逻辑能力对学生语言学习的作用最为明显，其与学生的基础(coef = 0.7622)以及阅读(coef = 0.6858)都呈现显著的正相关关系，而基础和阅读又与写作呈现正相关关系，分别为 coef = 0.1871 和 coef = 0.6452，从而得出数理逻辑能力也对写作有着一定程度的正相关性。

学生在进行词汇记忆和语法学习的时候得运用一定的抽象性和逻辑性的思维。如中文词汇，若是理解单个字的含义则可以通过组词记忆的方式快速扩充词汇量，而语法则须结合上下文语境进行分析才能做到正确使用。2022 年公布的 PISA 测试中(所选样本为北京 - 上海 - 江苏 - 浙江)，中国学生的抽象性思维的流行程度为 44%，是国际平均程度的四倍。同时，中国学生倾向于使用符号策略，这也使得学生会在学习词汇和语法时更具优势[17]。因此，拥有较好数理逻辑的学生在词汇积累和语法使用方面表现不错。

学生在进行阅读时，需要抓住关键信息，结合上下文进行思考，从而提炼出自己想要的东西，在这个过程中，逻辑推理能力就显得尤为重要。逻辑推理能力可以帮助学生快速梳理出文章的脉络结构，从而完成阅读。Friedrich 和 Friederici [18]指出，尽管数理逻辑中的计算能力不直接有助于阅读，但支持联想记忆和形成符号 - 概念关系的大脑和认知系统有助于事实检索和单词检索，从而提高学生的阅读效率。Ünal 等[19]指出，阅读和数学逻辑能力相关性和注意力控制有关，其假设注意力控制可以选择性地激活任务相关系统，这种方法可以与 Kovacs 和 Conway [20]模型的各个方面相结合。从而得出，一组有限的大脑和认知过程可能有对特定阅读和特定数学能力存在相互帮助。

语句逻辑连贯是体现学生写作能力和写作水平的重要指标，也是写作技能课教学过程中不可缺少的重要教学内容之一[21]。同时，语句逻辑连贯是写作的首要原则，句子各部分的清晰、逻辑性排列是准确、清晰地表达观点的基本前提。在实际写作过程中，语义不清晰、逻辑不够流畅、句子逻辑连贯性差都是影响中低年级写作质量和水平的主要因素[22]。而数理逻辑强的学生能够快速进行逻辑连接、识别和匹配技能。这不仅可以帮助学生更清晰地组织和表达自己的想法，而且可以提高写作的效率和质量。

### 4.2. 空间视觉和语言学习

视觉空间能力(coef = 0.1391)与基础存在一定的正相关关系。中国汉字是象形文字，因此文字会具有所描述物体的大致形状，空间视觉较好的学生，能够迅速建立起两者联系，从而达到掌握词汇的目的。闫睿琛[23]在分析卡通图像对幼小衔接阶段语言学习效果时发现，借助卡通能够有效地激发了儿童的学习兴趣，简化了复杂概念，拓展了词汇量。Cohn [24]将绘画的认知结构与语言的认知结构进行了比较，得出绘画与语言一样，从图式“词典”中调取图案，按照点 - 线 - 面的步骤进行绘制，而语言学习也是按照字 - 词 - 句步骤进行组合。从而可以得出学生在视觉空间和绘图方面有优势时，他们会借助对视觉空



间和绘图的认知调整自己的语言学习方法,从而促进学生在语言词句和语法方面的进步。

阅读和写作与视觉空间也存在一定的正相关关系,但是所收集的数据不能够显著证明。而通过其他相关研究发现,视觉空间整合有助于语言的早期读写能力。Chung 等[25]发现,复制几何图形与非字母语言的阅读和写作之间存在显著相关性。Malikka 等[26]采用横断面设计,对来自香港的 369 名中国儿童进行了调查。参与者完成了 DTVMI 测试,以测量视觉空间整合、执行功能评估、中文单词阅读和单词听写。在控制了年龄、性别和母亲教育程度后,层次回归分析显示,视觉空间整合对读写能力有独特的影响。

### 4.3. 音乐和语言学习

理论上,音乐和语言有共同的起源[27]。从历史上看,世界各地的语言和前语言社会都使用音乐作为最早的交流方式之一[28]。而在本次研究中,音乐(coef = 0.2396)也与语言学习中的阅读呈现正相关性。哲学家笛卡尔(1618)所提出的,音乐有三个基本组成部分,它们相互作用:物理声音、感官感知和音乐感知对听者的影响。当人们听音乐时,他们不仅从物理声音(即噪音)中接受输入,而且还从情感上感知它,并将其与以前的经历联系起来。当人们解读语言的物理声音时,当他们剖析语言的韵律和节奏时,当他们感知感官输入时,以及在他们们的生活背景下理解语言时,他们都会体验到同样的感受,因此音乐对初级语言学习者的语言习得过程非常有益[29]。根据周璨[30]的研究,聆听偏好的先导音乐促进语言理解。一旦儿童掌握了一门语言的基础知识,音乐可以继续支持读写能力的发展,阅读、听力、写作和口语技能,所有这些都是语言的应用[31]。中国的古诗词就是很好的音乐和阅读结合的产物[32],将故事用歌唱的形式讲述出来。此外,身处不同地区的人民将所要表达的情感编成山歌,结合当地流行的民歌唱腔,用歌唱的方式进行表达[33]。音乐能力强的学生也能快速找到阅读文章中的重点和所想表达的思想。通过在调查班级中调研发现,在音乐欣赏课上听《动物狂欢节》,某位同学能从钢琴的弹奏中感受到微波粼粼的湖面、明媚的阳光、嬉戏的鱼儿,体会到欢快的激情。同样,在写看图作文时,这位同学能快速抓住动物的特点,展开想象进行描写,如“孔雀穿上了华丽的舞裙,拖着美丽的裙摆,昂着头,优雅地走上舞台”。

在赏析课上能听懂《动物狂欢节》的孩子也是能写出想象丰富的作文。那个常常把普通的一篇写作一不小心写成了被老师当成范文的同学,在音乐课上也是音乐老师经常表扬的孩子。作文优秀的孩子在音乐欣赏课上尤为突出。

### 4.4. 肢体运动和语言学习

目前的很多研究都证明,运动能力强的学生在语言学习方面也表现的优异[34]。但是在本次调查中,运动能力与学生语言学习的关系在统计学意义上并不显著( $p > 0.05$ ),一个可能的原因是当前中国素质教育对学生身体素质提出了一定要求。学校开设了大量的体育运动课程(每周四课时),同时要求学生每天校内校外运动时间得保证一个小时。这使得学生的身体素质和运动能力都得到了一定提升,从而削弱了肢体运动能力对语言学习的直观影响。De Miguel 等[35]提出,运动锻炼能提高那些对大脑具有保护作用的抗炎因子水平。当研究人员将运动小鼠血浆中的这些抗炎因子转移到不锻炼的小鼠体内,也能提高它们的学习和记忆力。而我们通过对学生的跟踪调查发现,当学生的课程位于室外活动课之后时,学生上课的注意力和活跃程度会有一定提升,这也与芝加哥体育老师进行零点体育课后学生阅读能力提升幅度大于对照组的结论相一致[36]。

### 4.5. 实践技能和语言学习

实践技能(coef = -0.1199)与语言学习是所在研究中唯一与语言学习呈现负作用的变量。该情况的出现和学生与家长仍看重学生学业成绩有关[37]。尽管中国从 1994 年就提出“素质教育”的理念[12],并且制定了一系列的多元评价标准,但由于高考制度的存在,尤其是名牌大学的名额有限,进入大学和学

院的竞争异常激烈[38],使得学生不得不将更多时间投入到学业中,从而忽视了实践技能的培养和应用。一般来说,学习成绩越好,在学业上投入时间会越多,从而在实践技能方面表现会越差。在调查中发现,听写或者默写优秀的孩子他们更关注自己的学业,先把自己的作业完成,再去完成值日工作。而一些听写表现较差的孩子却喜欢积极地完成自己的值日工作。早上发下批改好的听写。听写优秀的孩子,会到学校先看自己的听写成绩,发现自己有一个词听写错误,立刻拿出书查找正确的书写,然后拿起起笔进行改正,拿到老师那里复批。整理好自己的作业,看时间允许再去完成自己的值日工作。相反,听写较差的孩子在看到听写纸上一连串的错误,只是把听写纸放置一边,去搞卫生,自己扫完教室,非常乐意帮那些没有完成任务的孩子打扫包干区。而订正听写却要在老师一再催促下订正。在订正中,只是凭着直觉进行订正,只是把错的形式换成了另一种。在老师的提醒下才不情愿地拿出书,寻找正确答案。

#### 4.6. 道德素质与自我管理能力和语言学习

道德素质与自我管理能力(coef = 0.1966)与阅读呈现一定的正相关关系,而阅读(coef = 0.6452)与写作呈现显著的正相关性,因此,我们认为道德素质和自我管理能力和学生写作也存在一定程度上的正相关性。一般地,我们认为语言具有传递社会文化的功能,塑造人的三观,使其懂得自然规律和社会运行准则,从而能够对自己的行为做出管控[39]。而现代文阅读大多基于当时的社会背景,因此道德素质能力好的学生更容易带入文章的社会背景,从而能更好地了解文章所想表达的思想含义[40],与之相对的是,如果学生阅读古代文学和外国文学,学生需要在老师的引导下了解一定的相关背景才能明白作者表达的意思。良好的道德素养有助于语文学习。同时,在调查中发现,学生在做阅读理解中关于价值观方面的是非判断题时,其选择往往和自身的道德素质有关,例如:“有同学认为:喜欢翠鸟,把它捉来好好饲养,不伤害它也是可以的。你认同他的观点吗?”没有对生命的敬畏,对生灵的尊重,那么这些孩子的观点会选择支持,如:有同学的理由是喜欢它就应该把它捉来放在自己身边。联系其平时的表现,其常常不爱惜班级学校的公共财物。有意思的是,部分孩子选择了不认同,但是给出的理由缺少说服力,说这只翠鸟很漂亮,或者说翠鸟住在山崖上很难抓。这部分孩子往往是与同学交往时发生矛盾比较多的孩子。

选择阅读练习的文章往往是正向的、积极的、阳光而温暖的,把握文章主题的时候,那些品质优秀的孩子明显优于不佳的孩子。这些孩子会很快地、敏锐地抓住文章中出现的那些正向的关键词语,来帮助他把握主题和中心。即使找不到,他们也会很快地联系生活找到相应的词语来概括。如在学习寓言故事《陶罐和铁罐》说一说你明白了哪些道理?除了“取长补短,相互尊重,和睦相处”共性的道理,优秀的学生的答案还会有“理智对待别人的奚落。退一步海阔天空的大格局”。课后询问,为什么想到这些答案。有同学说:“平时和同学相处就是需要理智,不能冲动,不然就不能和同学和睦相处”。而该同学不论他的同桌是多么调皮,他都能和睦相处,不会影响到自己的学习。平时对自己的约束要求自然也在阅读理解中体现出来了。

同样地,写作表达,文章的主题要求也是要正向的、温暖的、积极的。那些平时乐于帮助别人,心怀感恩的他们写作前所用的思考时间更少,下笔写出来的文字更有表现力。读他们的文章能深深感受到同学情、师生情、父母情。相反,平时总喜欢顶撞父母的孩子,不遵从班级规章制度的孩子写作前需要老师花很大力气进行点拨,写下的文字同样也是干巴巴的,没有真情流露。

#### 4.7. 写作和基础以及阅读

基础(coef = 0.1871)和阅读(coef = 0.6452)都与写作呈现正相关的关系,并且阅读与写作的相关性远高于基础。在语言学习中,词汇与语法是基础,学生拥有了一定的词汇储备和语法常识才能进行阅读,而学生通过阅读拥有丰富的语料输入,从而为写作奠定基础[41]。Robertson [42]强调词汇在阅读和写作中的



关键作用，词汇量低会阻碍这些技能。Nation [43]也支持这一点，他讨论了词汇学习和精读之间的关系，表明丰富的词汇量对于有效的阅读至关重要。此外，Nation [44]强调了广泛阅读在词汇学习中的重要性，这反过来又可以提高阅读和写作能力。这些研究共同强调了词汇、语法、阅读和写作之间的相互联系，其中词汇在这些语言技能中发挥着核心作用。

## 5. 结论

目前的研究表明，数理逻辑、视觉空间、实践技能和学生基础为多元线性关系，影响程度为：数理逻辑 > 视觉空间 > 实践技能，且前两者为正向作用，第三项为负向作用。

数理逻辑、音乐、思想道德和自我约束与学生阅读呈现多元线性关系，影响程度为：数理逻辑 > 音乐 > 思想道德和自我约束，且三项均为正相关关系。基础、阅读与写作呈多元线性关系，且阅读影响程度大于基础，两项均为正相关关系。

根据这些调查研究结果我们提出，在小学中段，若想要促进学生的语言学习，应该着重培养学生的数理逻辑能力，同时要让学生艺术创造(唱歌、绘画、舞蹈等)和鉴赏融入语言教学中，在语言教学过程中加入思想道德教育，给予学生正向引导。另外，可以鼓励学生在语言课前进行一些轻量运动，从而提升学生学习语言的积极性和活跃度。

## 参考文献

- [1] Nishanthi, R. (2020) Understanding of the Importance of Mother Tongue Learning. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, **5**, 77-80.
- [2] Beka, M.B. (2016) Mother Tongue as a Medium of Instruction: Benefits and Challenges. *International Journal of Innovative, Literature and Arts Studies*, **4**, 16-26.
- [3] Ozfidan, B. (2017) Right of Knowing and Using Mother Tongue: A Mixed Method Study. *English Language Teaching*, **10**, 15-23. <https://doi.org/10.5539/elt.v10n12p15>
- [4] Chambers, B., Cheung, A.C.K. and Slavin, R.E. (2016) Literacy and Language Outcomes of Comprehensive and Developmental-Constructivist Approaches to Early Childhood Education: A Systematic Review. *Educational Research Review*, **18**, 88-111. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.03.003>
- [5] Peng, P., Namkung, J., Barnes, M. and Sun, C. (2016) A Meta-Analysis of Mathematics and Working Memory: Moderating Effects of Working Memory Domain, Type of Mathematics Skill, and Sample Characteristics. *Journal of Educational Psychology*, **108**, 455-473. <https://doi.org/10.1037/edu0000079>
- [6] Chen-Hafteck, L., Mang, E., Welch, F.G., et al. (2018) Music and Language in Early Childhood Development and Learning. *Music Learning and Teaching in Infancy, Childhood, and Adolescence*, **2**, 40-57.
- [7] Groys, B. (2011) The Border between Word and Image. *Theory, Culture & Society*, **28**, 94-108. <https://doi.org/10.1177/0263276410396911>
- [8] Abdelkarim, O., Ammar, A., Chtourou, H., Wagner, M., Knisel, E., Hökelmann, A., et al. (2017) Relationship between Motor and Cognitive Learning Abilities among Primary School-Aged Children. *Alexandria Journal of Medicine*, **53**, 325-331. <https://doi.org/10.1016/j.ajme.2016.12.004>
- [9] Shiobara, F. and Niboshi, R. (2022) Encouraging Language Development in Young Learners through Craft Activities. In: Ferguson, P. and Derrah, R., Eds., *Reflections and New Perspectives*, JALT Postconference Publication, 2-3. <https://doi.org/10.37546/jaltpcp2021-01>
- [10] Butler, Y.G. and Zeng, W. (2014) Young Foreign Language Learners' Interactions during Task-Based Paired Assessments. *Language Assessment Quarterly*, **11**, 45-75. <https://doi.org/10.1080/15434303.2013.869814>
- [11] 雷涵琳. 多元智能理论对小学教育的启示[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中师范大学, 2014.
- [12] 吕佳琳. 数字孪生视角下小学生综合素质评价模型的构建研究[D]: [硕士学位论文]. 无锡: 江南大学, 2023.
- [13] 程丽丽. 小学生语文核心素养评价研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 东北师范大学, 2016.
- [14] Ahmed, M., Seraj, R. and Islam, S.M.S. (2020) The K-Means Algorithm: A Comprehensive Survey and Performance Evaluation. *Electronics*, **9**, Article 1295. <https://doi.org/10.3390/electronics9081295>
- [15] Jeon, E.H. (2015) Multiple Regression. In: Plonsky, L., Ed., *Advancing Quantitative Methods in Second Language Research*, Routledge, 131-158. <https://doi.org/10.4324/9781315870908-7>

- [16] Speiser, J.L., Miller, M.E., Tooze, J. and Ip, E. (2019) A Comparison of Random Forest Variable Selection Methods for Classification Prediction Modeling. *Expert Systems with Applications*, **134**, 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.05.028>
- [17] Ding, M., Wu, Y., Liu, Q. and Cai, J. (2022) Mathematics Learning in Chinese Contexts. *ZDM—Mathematics Education*, **54**, 477-496. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01385-z>
- [18] Friedrich, R.M. and Friederici, A.D. (2013) Mathematical Logic in the Human Brain: Semantics. *PLOS ONE*, **8**, e53699. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053699>
- [19] Ünal, Z.E., Greene, N.R., Lin, X. and Geary, D.C. (2023) What Is the Source of the Correlation between Reading and Mathematics Achievement? Two Meta-Analytic Studies. *Educational Psychology Review*, **35**, Article No. 2. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09717-5>
- [20] Kovacs, K. and Conway, A.R.A. (2016) Process Overlap Theory: A Unified Account of the General Factor of Intelligence. *Psychological Inquiry*, **27**, 151-177. <https://doi.org/10.1080/1047840x.2016.1153946>
- [21] 陆佳. 小学高年级学生写作素养研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海师范大学, 2018.
- [22] 周小彤. 小学语文与数学结合教学的实践研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海师范大学, 2019.
- [23] 闫睿琛. 卡通元素对幼小衔接阶段儿童语言学习的影响[J]. 汉字文化, 2024(12): 138-140.
- [24] Cohn, N. (2014) Framing “I Can’t Draw”: The Influence of Cultural Frames on the Development of Drawing. *Culture & Psychology*, **20**, 102-117. <https://doi.org/10.1177/1354067x13515936>
- [25] Chung, K.K.H., Lam, C.B. and Cheung, K.C. (2017) Visuomotor Integration and Executive Functioning Are Uniquely Linked to Chinese Word Reading and Writing in Kindergarten Children. *Reading and Writing*, **31**, 155-171. <https://doi.org/10.1007/s11145-017-9779-4>
- [26] Mohamed, M.B.H. and O’Brien, B.A. (2021) Defining the Relationship between Fine Motor Visual-Spatial Integration and Reading and Spelling. *Reading and Writing*, **35**, 877-898. <https://doi.org/10.1007/s11145-021-10165-2>
- [27] Mithen, S.J. (2006) *The Singing Neanderthals: The Origins of Music, Language, Mind, and Body*. Harvard University Press.
- [28] Besson, M., Chobert, J. and Marie, C. (2011) Transfer of Training between Music and Speech: Common Processing, Attention, and Memory. *Frontiers in Psychology*, **2**, Article 94. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00094>
- [29] 王星. 和弦影响量名搭配加工的 ERP 研究[D]: [博士学位论文]. 曲阜: 曲阜师范大学, 2023.
- [30] 周璨. 聆听不同偏好的音乐对语言理解的影响效应[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海师范大学, 2021.
- [31] Culp, M.E. (2017) The Relationship between Phonological Awareness and Music Aptitude. *Journal of Research in Music Education*, **65**, 328-346. <https://doi.org/10.1177/0022429417729655>
- [32] 侯玉瑶. 论中国古诗词艺术歌曲的演唱特征与意境塑造[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2024.
- [33] 段人卉. 柳州山歌文化与语文课程资源开发利用研究[D]: [硕士学位论文]. 桂林: 广西师范大学, 2016.
- [34] 李燕升. 初中生体育锻炼对学业成绩的影响[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2024.
- [35] De Miguel, Z., Khoury, N., Betley, M.J., Lehallier, B., Willoughby, D., Olsson, N., et al. (2021) Exercise Plasma Boosts Memory and Dampens Brain Inflammation via Clusterin. *Nature*, **600**, 494-499. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-04183-x>
- [36] 史鹏. 零点体育课及其推广的可行性分析[J]. 当代体育科技, 2018, 8(19): 41-42.
- [37] 尹霞, 刘永存, 张和平, 等. 家长期望偏差与教育焦虑[J]. 青年研究, 2022(1): 40-48, 95.
- [38] 李小龙, 谭静, 徐升艳. 高考招生制度改革的路径: 竞争和配额的折衷[J]. 经济研究, 2014, 49(2): 155-170.
- [39] 周逸凡. 课程思政理念在小学语文阅读教学中的实践研究[D]: [硕士学位论文]. 扬州: 扬州大学, 2024.
- [40] Khan, N.A. (2021) Relationship between Literature and Life. *Scholars Journal of Arts, Humanities and Social Sciences*, **9**, 79-82.
- [41] 杨丹. 基于群文阅读初中语文以读促写的教学实践研究[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州师范大学, 2024.
- [42] Robertson, F. (2015) Reading, Writing and the Importance of Vocabulary. *Headteacher Update*, **2015**, 28-30. <https://doi.org/10.12968/htup.2015.3.28>
- [43] Nation, P. (2004) Vocabulary Learning and Intensive Reading. *English Australia Journal*, **21**, 20-29.
- [44] Nation, P. (2015) Principles Guiding Vocabulary Learning through Extensive Reading. *Reading as a Foreign Language*, **27**, 136-145.