

基于 PISA2018 的中职学生科学素养成绩多元回归模型研究

杨增辉 李顺才

(江苏师范大学机电工程学院, 江苏徐州 221116)

摘要: 我国中等职业教育以培养应用型人才为目标, 同时也非常重视学生科学素养的培养。中职学生科学素养的形成及高低受到多种因素的影响, 研究学生阅读能力和数学逻辑能力对学生科学素养的影响具有较好的研究意义, 可为职业技术教育工作者优化教学方案、课程标准和人才培养计划提供定量性参考。本文基于国际学生评估项目 PISA2018 测试数据, 通过方差分析得到地理位置对学生科学素养成绩的影响显著; 利用灰色关联度理论计算得到了阅读能力、数学能力对学生科学素养成绩的影响程度; 通过最小二乘法建立了科学素养成绩的多元回归模型。研究发现: (1) 不同国家地区的学生, 其科学素养成绩存在显著的差异; (2) 数学能力与科学素养成绩之间的相对灰色关联度为 0.99, 说明数学能力对科学素养的影响十分显著; (3) 所建立的科学素养成绩回归模型拟合度很好, 相关系数为 0.9884, 表明利用该模型通过给定学生的阅读成绩和数学成绩, 可很好地预测学生的科学素养成绩。

关键词: 科学素养 方差分析 灰色关联度 最小二乘法 二元回归模型

职业教育是与经济社会发展联系最紧密的教育类型, 作为人力资源的供给侧, 其供给质量和效率直接影响经济社会发展。在培养职业技术应用型人才的过程中, 学生科学素养的培养不可忽视。科学素养是新时代学生发展的核心素养, 决定着国家创新和综合国力, 对于个体发展与国家竞争力提升有重要意义。在国际学生评估项目 (PISA) 中, 评估了 15 岁学生运用阅读、数学、科学知识和技能应对实际挑战的能力。该项目旨在通过测试学生的技能和知识进而评估教育体系, 其关注点不仅包括学生的成绩, 还包括学生的终身发展和教育政策的改进。通过分析 PISA2018 中学生的科学素养成绩数据, 可探明中职学生入学时阅读能力、数学能力和科学素养之间的关联性, 为制定合适的课堂教学计划、课程标准、专业培养方案提供定量性参考, 进而助力培养具有科学素养的应用型人才。

目前, 已有众多学者基于 PISA2018 数据, 开展了各个方面的探究。黄盼盼基于北京、上海、江苏和浙江四省市学生的测评数据, 探究了阅读任务对学生阅读素养的影响。夏林丽分析了阅读元认知策略对学生数学成绩的影响。钱荃探索了中国 4 省市阅读教学的典型模式对学生学习的影响。钱阿剑分析了作业辅导服务、额外阅读课程教学服务、课外活动服务方面的国际趋势和国内四省市实际水平。伍远岳基于 PISA 的数据对教育质量评价进行了异质性探析。李海龙探索了信息素养对学生阅读能力的影响。李文焯探索了学校氛围对于学生发展的影响。阳敏分析了理解记忆策略、信息概述策略、信息评鉴策略对城乡学生科学素养的影响。叶晓梅分析了“一带一路”不同文化区的中学生科学素养差异性。占小红、缪圣研究了教育时间、父母对学生科学素养的影响。

综上所述, 学者们基于 PISA2018 数据运用了多元线性回归模型、分位数回归模型、三维理论模型等, 从理解与记忆策略、信息概述策略、信息评鉴策略等多种维度对学生主体展开了探究。但是, 目前国内的研究成果引用的数据大多基于 PISA2018 中北京、上海、江苏和浙江四省市学生的测评数据, 研究成果大多集中在学生的阅读能力方面, 基于全球各地区的数据进行分析的成果较少, 以职业技术教育为研究领域进行探究的研究成果更少, 分析学生阅读成绩、数学成绩与科学素养成绩之间关系的研究成果鲜有报道。目前, 我国的中等职业技术教育以培养应用型人才为目标, 但学生的科学素养培养也不容忽视。因此, 本研究拟基于 PISA2018 的全球数据, 以 77 个国家 (地区) 学生的阅读成绩 r 、数学成绩 m 为自变量, 以科学成绩 s 为因变量, 建立二次回归模型, 为职业技术教育领域工作者优化课程标准、教学方案和人才培养计划提供定量性参考, 这具有重要的研究意义。

一、研究方法

(一) 数据来源

本研究数据来源于 PISA2018 测试数据, 以全球 78 个国家地区为研究对象; 删除存在缺失数据的国家地区后, 共有 77 个国家地区样本。

(二) 数据分析处理步骤

本研究首先将 77 个国家地区按地理位置进行分类处理, 选出亚洲、欧洲、北美洲、南美洲中科学素养成绩排行前五位 (从高到低) 的数据, 基于 Shapiro-Wilk 检验法进行正态性检验; 然后, 基于单因素方差分析, 探究地理位置对 15 岁学生科学素养成绩的影响; 接着, 基于灰色关联度理论, 探究阅读成绩和数学成绩对科学素养成绩影响的差异性; 最后基于二元回归模型和最小二乘法, 探究阅读成绩和数学成绩对科学素养成绩的影响, 能够进一步揭示三者之间的定量关系。

二、数据分析

(一) 科学素养成绩的正态性检验

对 PISA2018 中 77 个国家地区学生的科学素养成绩数据进行处理, 分别选取亚洲、欧洲、北美洲、南美洲中排行前 5 位的国家地区分为 4 个组, 如表 1 所示。

表 1 PISA2018 科学素养成绩表

地理位置	国家 / 地区	科学素养成绩 / 分
亚洲	中国	590
	新加坡	551
	日本	529
	韩国	519
	土耳其	468
欧洲	爱沙尼亚	530
	芬兰	522
	波兰	511
	斯洛文尼亚	507
	英国	505
北美洲	加拿大	518
	美国	502
	墨西哥	419
	哥斯达黎加	416
	巴拿马	365

南美洲	智利	444
	乌拉圭	426
	哥伦比亚	413
	阿根廷	404
	巴西	404

利用 SPSS 软件对数据进行正态性检验, 结果如表 2 所示。

表 2 正态性检验结果

检验方法	统计	自由度	显著性
Kolmogorov-Smirnov	0.208	20	0.023
Shapiro-Wilk	0.934	20	0.183*

由于样本数为 20, 因此采用 Shapiro-Wilk 检验法。由表 2 可知, p 值为 0.183, 大于 0.05。因此, 分组处理后的数据为正态分布。

(二) 单因素方差分析

进一步对表 1 的数据进行方差分析, 探究地理位置对 15 岁学生科学素养成绩的影响。利用 Excel 软件对表 2 中的数据进行单因素方差分析, 得到单因素方差分析结果如表 3 所示。

表 3 方差分析结果

差异源	SS	df	MS	F	显著性
组间	44748.55	3	14916.18	9.1447	**
组内	26098	16	1631.125		
总和	70846.55	19			

由表 3 可知, $F=9.1447$ 。查 F 分布表可得 $F_{0.05}(df_A, df_e) = 3.24$, $F_{0.01}(df_A, df_e) = 5.29$ 。所以地理位置对 15 岁学生的科学素养成绩有非常显著的影响。

(三) 灰色关联度分析

灰色关联度可根据因素之间发展趋势的相似程度, 进而衡量两种因素间的关联程度。目前, 已有学者将其应用于职业教育领域。采用灰色关联度分析 15 岁学生阅读成绩 (r) 和数学成绩 (m) 对科学素养成绩 (s) 的影响程度, 分析阅读能力和数学能力对科学素养的影响。相对灰色关联度的值越大, 表明该参数的影响越大。选用了 PISA2018 中 77 个国家地区的测试成绩进行灰色关联度分析。

首先, 为消除量纲, 先求出各参数的平均值, 再用各次试验测量的实际值除以对应的平均值, 即可得到各个试验参数的均值像。记科学素养成绩均值像为 X_0 , 阅读成绩均值像为 X_1 , 数学成绩均值像为 X_2 。为找出影响最大的参数, 选用灰色相对关联理论进行分析。基于 MATLAB 软件及编程, 可以求出灰色相对关联度的值, 如表 4 所示。

表 4 科学素养成绩灰色相对关联度计算结果

编号	科学素养成绩	影响参数	灰色相对关联度	显著性
1	X_0	X_1 (阅读成绩)	0.8903	2
2	X_0	X_2 (数学成绩)	0.9999	1

由表 4 可知, 灰色关联度的值均大于 0.8, 表明阅读成绩和数学成绩对科学素养成绩均具有显著性的影响。这表明学生的阅读能力和数学能力对科学素养都有显著的影响。其中, 数学成绩的灰色关联度为 0.9999, 对科学素养成绩的影响程度最大。

三、科学素养成绩的二元回归模型

最小二乘法可用于预测学生的成绩。基于最小二乘法建立了科学成绩的二元回归模型。模型的拟合公式设为:

$$\tilde{s} = Cr^x m^y \quad (1)$$

式中 \tilde{s} 为 PISA 报告中学生科学素养成绩的预测值, C , x , y 为拟合公式中的待定系数。

通过 MATLAB 软件利用最小二乘法, 得到模型的回归方程为:

$$\tilde{s} = 1.4165r^{0.5299} m^{0.4141} \quad (2)$$

拟合相关度达到 0.9884。根据预测的结果绘制学生科学素养成绩实际值与预测值的对比曲线如图 1 所示。根据给定学生的阅读成绩、数学成绩, 可较好地预测学生的科学素养成绩。

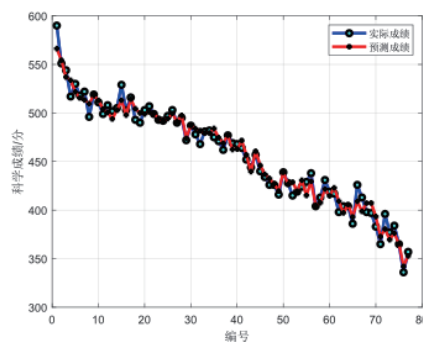


图 1 科学素养成绩实际值与拟合值的对比

四、结论

1. 地理位置对学生的科学素养成绩存在显著的影响。其中涉及到文化差异、学习时间和各国家地区政策等因素的影响, 有待进一步深入探究。

2. 学生的阅读能力和数学能力对科学素养存在显著的影响。相对于阅读能力, 数学能力对 15 岁学生的科学素养影响更显著。

3. 所建立模型的拟合度较好, 根据给定学生的阅读成绩和数学成绩, 可较好地预测学生的科学素养成绩。

参考文献

- [1] 郑凌玲, 王静, 周爱菊. 供给侧改革视角下高职院校生活化学实验的设计与教学实践[J]. 化学教育(中英文), 2021, 42(06): 83-87.
- [2] 何二林, 叶晓梅, 范扬. 数字化能否提升青少年的科学素养——基于中国与新加坡的比较研究[J]. 教育学术月刊, 2023(11): 103-112.
- [3] 雷万鹏, 向荣. 学生科学素养提升之家庭归因——基于中国 PISA 2015 数据的分析[J]. 全球教育展望, 2020, 49(09): 66-78.
- [4] 李宇. PISA 测试的方法论问题反思及其对教育政策和实践的影响[J]. 教育与考试, 2023(03): 52-57+62.
- [5] 张娜, 王玥. PISA2015 科学素养优异学生特点比较——基于 PISA2015 中国四省市、美国和日本学生的数据[J]. 教育发展研究, 2019, 39(22): 32-37.
- [6] 黄盼盼. 阅读任务对中学生阅读素养的影响与启示——基于 PISA 2018 的数据分析[J]. 教育测量与评价, 2022(01): 31-40.

基金项目:

江苏师范大学(校级)2024 年研究生科研与实践创新计划项目: 基于 OBE 理念的混合式虚拟仿真教学应用研究(编号: 2024XKT0684)。

作者简介:

杨增辉, 男, 1996 年出生, 硕士研究生, 主要研究方向为中等职业技术教育(加工制造)。

李顺才(通信作者), 女, 1969 年出生, 博士, 教授, 主要研究方向为职业技术教育、工程力学教学及高等教育国际化管理研究。