

# 基于劳森科学推理能力测验的师范院校本科 学生科学推理能力调查

吕德超<sup>1</sup>, 李雨琪<sup>1</sup>, 梁嘉康<sup>2</sup>, 叶问雨<sup>3</sup>, 祝宇红<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>杭州师范大学物理学院, 浙江 杭州

<sup>2</sup>杭州师范大学数学学院, 浙江 杭州

<sup>3</sup>杭州师范大学马克思主义学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2026年5月10日; 录用日期: 2026年6月19日; 发布日期: 2026年6月30日

## 摘要

科学推理能力是科学思维的重要组成部分, 也是科学素养的重要指标。为了解师范院校低年级本科学生科学推理能力的发展状况, 本研究采用劳森科学推理能力测试卷(LCTSR 2000), 对浙江某师范大学436名大一、大二学生进行测评。研究表明: 大学阶段学生科学推理能力整体处于中等偏上水平, 得分稳定呈现明显的平台期特征; 不同推理维度发展存在结构差异, 守恒推理与比例推理水平较高, 而相关推理与概率推理相对薄弱; 不同专业学生在科学推理能力上存在显著差异。

## 关键词

科学推理能力, 劳森科学推理能力测验, 师范本科生, 发展特征, 差异

# An Investigation into the Scientific Reasoning Ability of Undergraduate Students in Teacher Training Institutions Based on LCTSR

Dechao Lyu<sup>1</sup>, Yuqi Li<sup>1</sup>, Jiakang Liang<sup>2</sup>, Wenyu Ye<sup>3</sup>, Yuhong Zhu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>School of Physics, Hangzhou Normal University, Hangzhou Zhejiang

<sup>2</sup>School of Mathematics, Hangzhou Normal University, Hangzhou Zhejiang

<sup>3</sup>School of Marxism, Hangzhou Normal University, Hangzhou Zhejiang

Received: May 10, 2026; accepted: June 19, 2026; published: June 30, 2026

\*通讯作者。

文章引用: 吕德超, 李雨琪, 梁嘉康, 叶问雨, 祝宇红. 基于劳森科学推理能力测验的师范院校本科学生科学推理能力调查[J]. 社会科学前沿, 2026, 15(6): 694-704. DOI: 10.12677/ass.2026.156524

## Abstract

Scientific reasoning ability is a crucial component of scientific thinking and a key indicator of scientific literacy. To examine the development of scientific reasoning skills among junior undergraduate students in teacher-training universities, this study employed the Lawson Scientific Reasoning Test (LCTSR 2000) to assess 436 first-and second-year students at a teacher-training university in Zhejiang. The findings indicate that university students' scientific reasoning abilities generally remain at an above-average level, with scores showing a stable plateau pattern; structural differences exist across reasoning dimensions, with conservation reasoning and proportion reasoning demonstrating higher proficiency, while correlation reasoning and probability reasoning are relatively weaker; significant variations in scientific reasoning abilities are observed among students across different academic disciplines.

## Keywords

Scientific Reasoning Ability, LCTSR, Undergraduate Teacher Education Students, Developmental Characteristics, Differences

Copyright © 2026 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. 引言

立足全球教育发展新格局，科学素养已成为 21 世纪创新型人才的核心竞争力。OECD 在 PISA2025 科学素养测评框架中指出，科学素养包括科学解释现象、建构并评估科学探究设计、批判解释科学数据与证据、研究和评价并使用科学信息促进决策及行动等能力[1]。而我国近日发布的《普通高中物理课程标准日常修订版(2017 年版 2025 年修订)》[2]中也强调，要继续深化落实包括科学思维在内的物理学科核心素养。科学思维作为贯通科学素养各维度、构建学生高阶创新思维的关键内核，已成为教育界研究的热点问题。

科学思维是指具有意识的人脑对科学事物的本质属性、内在规律及事物间的相互联系和关系的间接与概括的反映[3]。而科学推理能力作为科学思维的重要组成部分，体现了个体在多变量系统中进行逻辑判断、变量控制和因果推断的能力[4]。因此，开展有关科学推理能力的研究，是发展学生科学素养的必然要求。

在测量科学推理能力方面，美国学者 Lawson 编制的科学推理能力测试卷(Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning, 简称“LCTSR”)因其涵盖守恒推理、比例推理、控制变量推理、概率推理、相关推理和假设演绎推理六个维度而被广泛应用于教育实证研究中[5]。目前大量研究表明，学生在守恒推理、概率推理和比例推理等维度表现较好，但在控制变量、相关推理和假设演绎推理等高级维度上表现普遍较差[6]-[9]。同时，Bao 等[10]-[12]基于 LCTSR 测试比较了中美大学生在科学推理能力的发展水平，发现中美学生在科学推理能力上无显著差异。而郭玉英等[13] [14]利用 LCTSR 研究了我国学生科学推理能力随年级发展的规律，发现高中阶段是学生科学推理能力发展的关键阶段。

师范专业学生，作为职前教师，无论什么学科，其包括科学推理能力在内的科学素养的高低，可能会影响到其以后所教授学生的科学素养的培养。但目前针对大学生科学推理能力的研究相对匮乏。鉴于

此, 本研究以师范院校的低年级大学生作为对象, 使用 LCTSR 2000 测试卷测量他们的科学推理能力发展状况, 旨在填补相关研究空白, 为师范院校本科教育阶段的课程设计与教学改革提供参考。

## 2. 研究方法

### 2.1. 测量方法

LCTSR 2000 测试卷共有 24 道单项选择题, 主要测量六个维度的科学推理能力, 分别为守恒推理、比例推理、控制变量推理、概率推理、相关推理和假设演绎推理。各维度对应题号见表 1。

**Table 1.** Question distribution of the LCTSR 2000 test paper

**表 1.** LCTSR 2000 测试卷的题目分布

守恒推理	比例推理	控制变量推理	概率推理	相关推理	假设演绎推理
1~4	5~8	9~14	15~18	19~20	21~24
4	4	6	4	2	4

本次测试由 24 道单项选择题构成, 每 2 道题目为一组, 共描述了 12 个问题情景。每组题目中, 前一道问题提出问题, 后一道题目要求被试回答原因。本次研究采用独立计分法进行计分, 即被试每答对 1 道题目计 1 分, 答错计 0 分, 测试卷的总分为 24 分。

此外, 为考察学生自我感知的思维倾向与科学推理能力之间的关系, 本研究设置单题自评项目, 要求被试在“偏记忆”和“偏逻辑”两种思维方式中选择更符合自身特点的一项。其中, “偏记忆”指更多依赖知识记忆、经验调用和范例套用; “偏逻辑”指更多依赖概念分析、逻辑推演和证据判断。该变量为单题分类变量, 仅作为探索性背景变量使用, 相关结果需谨慎解释。

### 2.2. 研究样本

本研究以浙江省某师范大学大一和大二本科学生为研究对象, 共获得有效样本 436 份。被试作答时间为 30 分钟。为提高样本描述的透明度和可重复性, 本文从性别、年级、专业类别和思维倾向四个方面对有效样本进行汇总, 具体见表 2。

**Table 2.** Distribution of valid subjects

**表 2.** 有效被试分布信息

变量	类别	人数	百分比
性别	男	95	21.79%
	女	341	78.21%
年级	大一	170	38.99%
	大二	266	61.01%
专业类别	理工科	264	60.55%
	人文社科	120	27.52%
	教育学科	52	11.93%
思维倾向	偏记忆	206	47.25%
	偏逻辑	230	52.75%
合计	—	436	100.00%

### 3. 研究结果

#### 3.1. 测试卷的测量学指标

##### 3.1.1. 测试卷的难度

用全体被试得分率来表征每道题目的难度系数，数值越小说明题目难度越大，基于收集数据计算得到所有题目的难度系数，结果见表 3。

**Table 3.** Difficulty coefficients of the 24 questions

**表 3.** 24 道试题的难度系数

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
难度系数	0.97	0.96	0.88	0.86	0.95	0.95	0.87	0.66
题号	9	10	11	12	13	14	15	16
难度系数	0.90	0.89	0.73	0.33	0.74	0.69	0.57	0.55
题号	17	18	19	20	21	22	23	24
难度系数	0.54	0.50	0.64	0.62	0.75	0.71	0.78	0.83

由表 3 可知，试题难度系数大小介于 0.33 到 0.97 之间，难度较低的是第 1、2 题和第 5、6 题，难度最大的是第 12 题，其难度系数达到了 0.33。以 0.6 和 0.7 为界，简单、适中和较难试题的比例为 15:4:5，表明该测试卷的难度分布较为合理。

##### 3.1.2. 测试卷的区分度

利用高低分组法计算了测试卷每道题目的区分度，结果见表 4。

**Table 4.** Discrimination power of 24 test items

**表 4.** 24 道测试题的区分度

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
区分度	0.07	0.07	0.24	0.27	0.17	0.15	0.26	0.11
题号	9	10	11	12	13	14	15	16
区分度	0.17	0.20	0.38	0.32	0.44	0.40	0.72	0.73
题号	17	18	19	20	21	22	23	24
区分度	0.72	0.71	0.44	0.43	0.44	0.42	0.30	0.26

由表 4 可知，除第 1、2、5、6、8、9 题的区分度较低外，其他题目的区分度均较为合理。上述 6 道题目的区分度过低与题目的难度过小有关，大一或者大二学生已经对此类题目有了相当准确的认知水平，难以通过这几道题有效区分能力差异。但是试卷整体上仍具有较好的区分度。

#### 3.2. 科学推理能力情况

##### 3.2.1. 科学推理能力发展规律

本次 LCTSR 测试结果显示，大一和大二学生的科学推理能力得分分别是  $17.58 \pm 3.6273$  和  $18.08 \pm 3.313$  (满分 24 分)。结合已有研究[15]-[17]，可以绘制出从小学三年级到大学四年级的科学推理能力的整体规律分布(见图 1)。

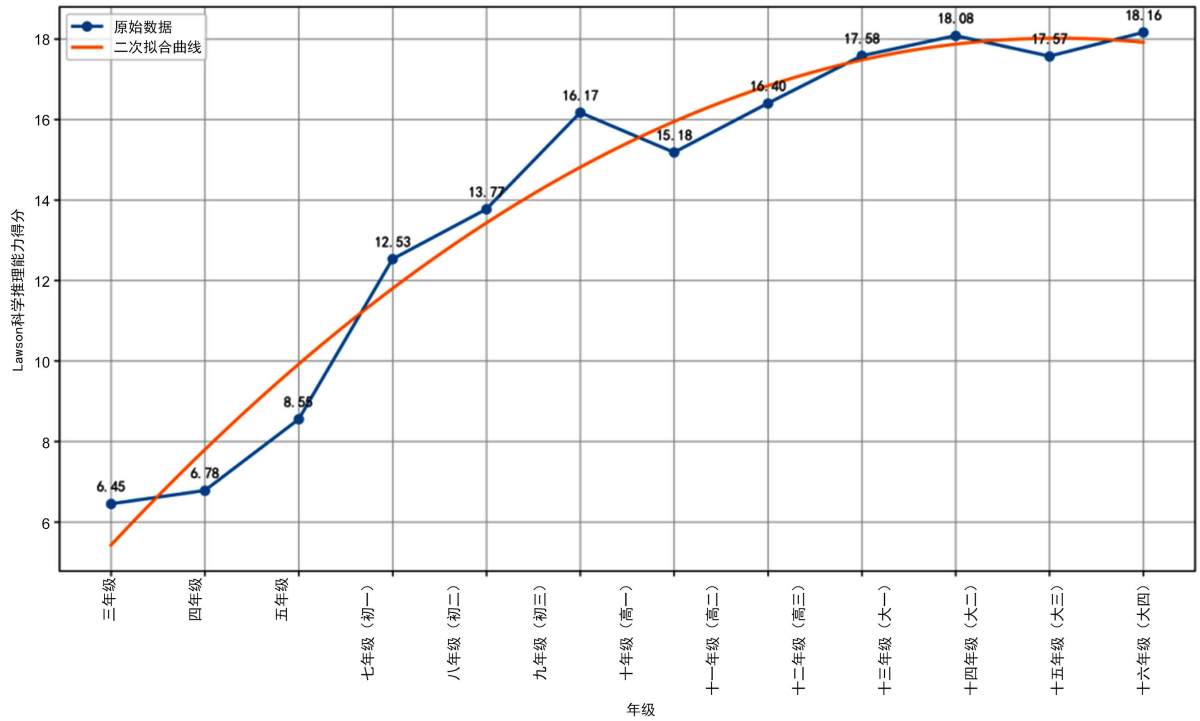


Figure 1. Developmental patterns of scientific reasoning ability  
图 1. 自科学推理能力发展规律

通过二次函数拟合曲线可以看出，学生的科学推理能力在初中至高中阶段呈现显著提升趋势；而从大一到大四，得分基本稳定在 18 分附近，说明大学阶段的科学推理能力进入平台期。

### 3.2.2. 得分分布情况

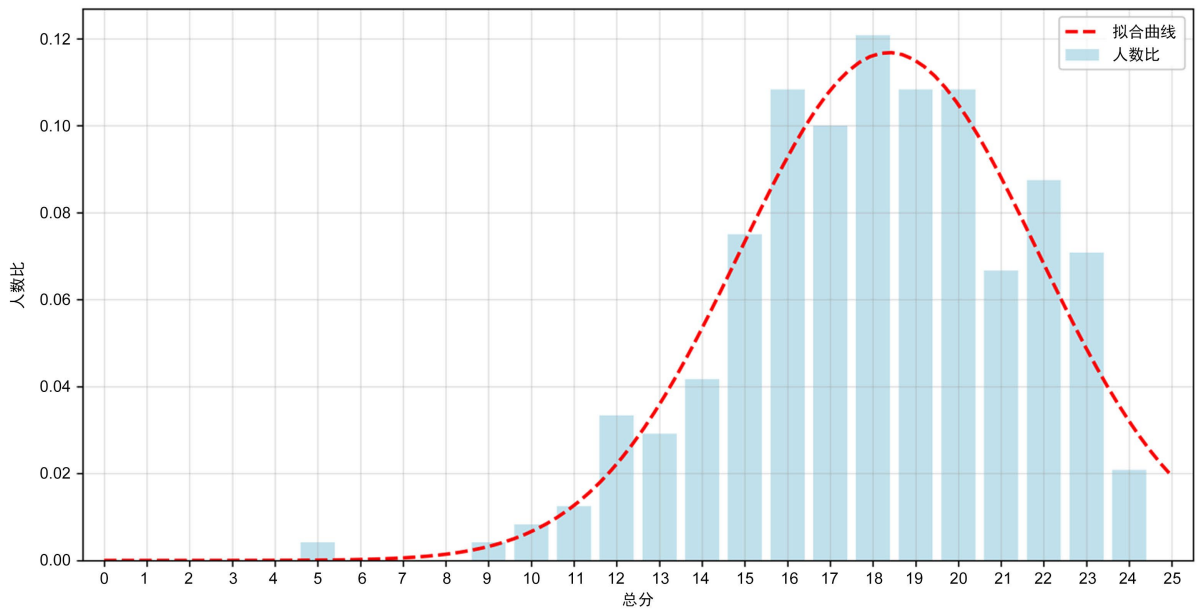


Figure 2. Distribution of scientific reasoning ability scores  
图 2. 科学推理能力得分分布

由图 2 可知, 学生科学推理能力的得分区间为 5~24 分, 大部分被试的科学推理能力处于中等偏上水平, 位于 18~20 分数段的人数最多, 与 Bao 等[10]调查发现大学生的科学推理能力得分峰值出现在 20 分左右的结论相吻合, 但相较李梦宇等[18]研究中高二学生科学推理能力主要位于 17~18 分数段的结果, 本研究中大学生的科学推理能力整体水平更高, 得分区间也更为宽泛。

### 3.2.3. 各维度得分情况

计算出被试在各科学推理能力维度的均值和标准差, 结果见表 5。

**Table 5.** Means and standard deviations of all dimensions of scientific reasoning ability  
**表 5.** 科学推理能力各维度均值与标准差

	守恒推理	比例推理	控制变量推理	概率推理	相关推理	假设演绎推理	总分
平均值	3.68	3.42	4.28	2.17	1.27	3.07	17.89
标准差	0.754	0.884	1.345	1.821	0.937	1.057	6.798
得分率	92.00%	85.50%	66.67%	53.50%	31.75%	76.75%	74.54%

由表 5 可见, 被试守恒推理、比例推理水平较高, 假设演绎推理、控制变量推理次之, 相关推理与概率推理水平较低, 且后两者标准差较大, 表明个体差异显著。与高中生相比, 大学生的相关推理能力虽有所提升但仍显薄弱, 概率推理能力甚至略有下降。

### 3.2.4. 被试画像刻画

区别于中小学关于科学推理能力的调查, 针对大学生的调查, 研究特别关注了不同专业类别对科学推理能力的影响。研究将专业划分为 3 大类, 分别为理工科、人文社科以及教育学科。其中, 教育学科学生(共 52 人)的科学推理能力最强( $18.83 \pm 3.443$ ), 其次为理工科学生(共 264 人)的得分( $17.93 \pm 3.360$ ), 科学推理能力最弱的是人文社科学生(共 120 人) ( $17.38 \pm 3.572$ )。

通过交叉表和卡方检验, 研究发现被试的性别、年级、专业类别与思维倾向存在一定关联(见表 6)。男性中偏逻辑思维倾向比例高于女性,  $\chi^2 = 6.398$ ,  $p = 0.011$ , Cramér's  $V = 0.121$ ; 大二学生中偏逻辑思维倾向比例高于大一学生,  $\chi^2 = 4.412$ ,  $p = 0.036$ , Cramér's  $V = 0.101$ ; 不同专业类别学生的思维倾向分布存在显著差异,  $\chi^2 = 48.418$ ,  $p < 0.001$ , Cramér's  $V = 0.333$ 。总体来看, 理工科和教育学科学生更倾向于逻辑思维, 人文社科学生更倾向于记忆。

**Table 6.** Distribution of subjects by gender, grade level, and cognitive orientation  
**表 6.** 被试性别、年级、思维倾向分布

	偏记忆(人数)	偏逻辑(人数)	显著性
男性	34	61	$\chi^2 = 6.398, p = 0.011, V = 0.121$
女性	172	169	
大一学生	91	79	$\chi^2 = 4.412, p = 0.036, V = 0.101$
大二学生	115	151	
理工科	96	168	$\chi^2 = 48.418, p < 0.001, V = 0.333$
人文社科	89	31	
教育学科	21	31	

### 3.2.5. 性别与科学推理能力

通过独立样本  $t$  检验, 研究发现不同性别被试在科学推理能力总分上不存在显著差异,  $t(434)=0.326$ ,  $p=0.745$ ,  $Cohen's d=0.04$ 。进一步比较各维度得分发现, 不同性别被试仅在守恒推理维度上存在显著差异,  $t(434)=2.400$ ,  $p=0.017$ ,  $Cohen's d=0.28$ , 男生得分略高于女生; 其余维度差异均未达到显著水平(见表 7)。总体来看, 性别对科学推理能力的影响较小。

**Table 7.** Gender differences in scores across dimensions of scientific reasoning ability

**表 7.** 科学推理能力各维度得分的性别差异

维度	守恒推理		比例推理		控制变量		概率推理		相关性推理		假设推理	
	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女	男	女
平均值	3.84	3.63	3.35	3.43	4.33	4.27	2.06	2.21	1.26	1.27	3.15	3.05
标准差	0.57	0.79	0.95	0.86	1.39	1.33	1.81	1.82	0.94	0.94	1.06	1.05
t 值	2.4000		-0.844		0.361		-0.672		-0.061		0.819	
显著性	0.017*		0.399		0.718		0.502		0.951		0.413	
效应量 d	0.28		-0.09		0.04		-0.08		-0.01		0.10	

注: \* $p < 0.05$ , 下同。

### 3.2.6. 年级与科学推理能力

通过独立样本  $t$  检验, 研究发现不同年级被试在科学推理能力总分上不存在显著差异,  $t(434)=-1.482$ ,  $p=0.139$ ,  $Cohen's d=-0.15$ 。进一步比较各维度得分发现, 大二学生在比例推理和假设推理维度上显著高于大一学生, 其中比例推理差异显著,  $t(434)=-2.523$ ,  $p=0.012$ ,  $Cohen's d=-0.25$ ; 假设推理差异显著,  $t(434)=-2.590$ ,  $p=0.010$ ,  $Cohen's d=-0.25$ 。其余维度差异均未达到显著水平(见表 8)。这表明大一至大二阶段学生科学推理能力总分变化不明显, 但部分推理维度有所提升。

**Table 8.** Grade-level differences in scores across dimensions of scientific reasoning ability

**表 8.** 科学推理能力各维度得分的年级差异

维度	守恒推理		比例推理		控制变量		概率推理		相关性推理		假设推理	
	大一	大二	大一	大二	大一	大二	大一	大二	大一	大二	大一	大二
平均值	3.72	3.65	3.28	3.50	4.21	4.33	2.21	2.15	1.25	1.28	2.91	3.17
标准差	0.72	0.77	1.02	0.78	1.47	1.26	1.82	1.83	0.96	0.93	1.13	1.00
t 值	1.118		-2.523		-0.945		0.289		-0.274		-2.590	
显著性	0.264		0.012*		0.345		0.773		0.784		0.010*	
效应量 d	0.09		-0.25		-0.09		0.03		-0.03		-0.25	

### 3.2.7. 思维倾向与科学推理能力

通过独立样本  $t$  检验, 研究发现不同思维倾向被试在科学推理能力总分上不存在显著差异,  $t(434)=-1.615$ ,  $p=0.107$ ,  $Cohen's d=-0.15$ 。进一步比较各维度得分发现, 自认为“偏逻辑”的学生在守恒推理和控制变量推理维度上显著高于“偏记忆”的学生, 其中守恒推理差异显著,  $t(434)=-3.329$ ,  $p=0.001$ ,  $Cohen's d=-0.32$ ; 控制变量推理差异显著,  $t(434)=-3.476$ ,  $p=0.001$ ,  $Cohen's d=-0.33$ 。其余维度差异均未达到显著水平(见表 9)。这说明学生自我感知的逻辑思维倾向与部分科学推理维度表现存在一定关联。

**Table 9.** Cognitive orientation differences in scores across dimensions of scientific reasoning ability**表 9.** 不同思维倾向学生的科学推理能力各维度得分差异

维度	守恒推理		比例推理		控制变量		概率推理		相关性推理		假设推理	
	记忆	逻辑	记忆	逻辑	记忆	逻辑	记忆	逻辑	记忆	逻辑	记忆	逻辑
平均值	3.55	3.79	3.38	3.45	4.05	4.49	2.35	2.02	1.28	1.26	3.00	3.13
标准差	0.87	0.61	0.94	0.83	1.34	1.32	1.78	1.85	0.94	0.94	1.12	1.00
t 值	1.118		-2.523		-0.945		0.289		-0.274		-2.590	
显著性	0.001*		0.415		0.001*		0.057		0.781		0.169	
效应量 d	-0.32		-0.08		-0.33		0.18		0.02		-0.12	

### 3.2.8. 专业与科学推理能力

通过单因素方差分析考察不同专业类别学生科学推理能力总分的差异。结果显示，不同专业学生的科学推理能力总分存在显著差异， $F(2, 433) = 3.277$ ,  $p = 0.039$ ,  $\eta^2 = 0.015$  (见表 10)，说明专业类别对科学推理能力总分的影响达到统计显著，但效应量较小。进一步采用 LSD 法进行事后比较，结果显示，人文社科学生与教育学科学生在科学推理能力总分上存在显著差异， $p = 0.011$ ；理工科学生与人文社科学生、理工科学生与教育学科学生之间差异均未达到显著水平(见表 11)。此外，在各维度比较中，理工科学生与人文社科学生在比例推理维度上存在显著差异， $p = 0.006$ ；人文社科学生与教育学科学生在控制变量推理维度上存在显著差异， $p = 0.018$ 。总体来看，专业类别与学生科学推理能力表现存在一定关联，但该差异的实际效应较小。

**Table 10.** Variance analysis of scientific reasoning ability among students from different majors**表 10.** 不同专业学生关于科学推理能力的方差分析

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	p 值
组间	76.911	2	38.456	3.277	0.039
组内	5080.582	433	11.733	-	-
总计	5157.493	435	-	-	-

**Table 11.** LSD post-hoc comparison of total scores for scientific reasoning ability among students from different majors**表 11.** 不同专业学生科学推理能力总分的 LSD 事后比较

比较组别	平均差(I-J)	标准误	p 值	95%置信区间
理工科 - 人文社科	0.548	0.377	0.147	[-0.19, 1.29]
理工科 - 教育学科	-0.895	0.520	0.086	[-1.92, 0.13]
人文社科 - 教育学科	-1.444	0.569	0.011*	[-2.56, -0.33]

## 3.3. 讨论

### 3.3.1. 科学推理能力发展具有明显的阶段特征

科学推理能力通常被视为一种跨领域的一般认知能力，并不依附于具体学科知识。本研究结果表明，科学推理能力在初中至高中阶段呈持续上升趋势，而进入大学阶段后整体趋于稳定，表现出一定的平台期特征。已有高中阶段调查显示[18]，学生在高二阶段已达到中等偏上水平，但尚未完全成熟，仍具有发展空间。与之相比，本研究中的大学生整体得分虽略有提高，但增长幅度有限，说明科学推理能力的主

要发展阶段可能集中在中学阶段，而大学阶段若缺乏持续的认知训练，其自然提升空间相对有限。这一结果可以从认知发展理论角度加以理解。皮亚杰认知发展理论认为，个体进入形式运算阶段后开始具备抽象逻辑推理、假设演绎推理和变量控制等能力[19]。但形式运算能力并不意味着所有个体都能在所有任务中稳定表现出高水平推理，具体任务情境、知识经验和训练方式仍会影响学生的实际表现。从科学推理能力发展研究来看，科学推理并非单纯的知识积累，而是涉及变量识别、证据评价、假设检验和结论判断等复杂认知过程[20]。因此，大学阶段科学推理能力的“平台期”并不意味着能力发展已经完成，而可能反映出大学课程中针对科学探究、数据分析和证据论证的持续训练不足。这表明科学推理能力并非随年龄增长而自然成熟，若缺乏系统性的认知训练，其在大学阶段的自然发展空间较小。因此，科学教育应高度重视中学阶段的关键窗口期，同时大学阶段需针对性地设计补偿性课程，以打破发展瓶颈。

### 3.3.2. 推理维度发展的结构性失衡

从不同维度的表现来看，本研究呈现出明显的结构性差异：比例推理与守恒推理水平相对较高，而相关推理与概率推理整体较弱，这一结果与已有针对中学生群体的研究结论基本一致。相较于比例推理和守恒推理主要依赖数量关系理解与基本逻辑判断，相关推理与概率推理涉及变量关系分析、不确定性判断以及证据整合，对抽象逻辑能力的要求更高，因此其发展周期往往更长。本研究中，概率推理和相关推理得分率相对较低，说明学生在面对随机事件、变量关系和不确定证据时仍存在一定困难。已有研究指出，科学学习不仅要求学生掌握概念知识，还需要学生能够生成、评价和解释科学证据[21]。因此，科学推理能力的发展并非各维度同步提升，而是会受到具体任务类型和学习经验的影响。对于师范院校本科生而言，如果课程学习中较少涉及真实数据分析、变量关系判断和概率统计推理，其相关推理和概率推理能力便可能发展不足。同时，本研究中相关推理与概率推理的标准差较大，也表明学生在这些维度上的个体差异更加明显。这一结构性差异说明，科学推理能力的发展并非整体同步提升，而是呈现出不同维度发展速度不一致的特点，因此在科学教育过程中应更加关注高阶推理能力的培养，通过强化变量控制、数据解释与假设检验等高阶思维学习活动的专项训练，以促进不同推理维度的协调发展。

### 3.3.3. 专业背景与思维方式的影响

本研究发现不同专业学生在科学推理能力上存在显著差异。既有研究表明，学科偏好与思维方式倾向会对推理表现产生影响[16]。理工及教育类专业课程更强调逻辑分析、变量控制与论证过程，倾向于逻辑思维；而人文社科课程更侧重文本理解与价值判断，倾向于记忆力思维，长期训练模式的差异可能逐渐塑造不同的推理能力结构。因此，专业差异更可能反映学习经验与思维训练路径的差异，而非能力本质差异。需要注意的是，专业类别差异还可能受到学生入学前学科基础、选科经历、专业兴趣和课程结构等因素影响。因此，本研究结果更适宜被理解为专业背景与科学推理能力表现之间存在关联，而不能直接解释为某一专业学习导致科学推理能力更高。这一结果提示，在非理工类课程中适度融入数据分析与逻辑推理训练，有助于促进科学推理能力的均衡发展尤为重要。

### 3.3.4. 性别因素的间接作用

关于科学推理能力是否存在性别差异，既有研究结论并不完全一致。初中阶段曾观察到一定差异，但在控制学科偏好与思维方式倾向后差异明显减弱[16]；高中和大学阶段的差异则趋于不显著。本研究发现，男生与女生在科学推理能力总分上不存在显著差异，仅在守恒推理维度上存在显著差异，且效应量较小。这一变化趋势表明，性别本身可能并非直接决定因素，其影响更可能通过学科兴趣与认知训练路径间接发挥作用。换言之，性别本身可能并非影响科学推理能力稳定的直接因素，其作用更可能通过学科兴趣、学习经验、课程训练和思维方式倾向等因素间接体现。结合本研究所呈现的专业差异，可以推测，思维方式与学习经验可能是影响科学推理能力的重要机制变量。与其强调性别差异，不如聚焦如何

通过平等的教育情境与训练方式来消除潜在的认知偏差。

### 3.3.5. 教学启示与研究展望

本研究表明,科学推理能力的发展具有明显的阶段性与结构性特征:整体水平在高中阶段后逐渐趋于稳定,不同推理维度的发展也存在不均衡,同时专业背景与学习经验对其表现产生一定影响。这说明科学推理能力并不会随着年龄增长而自然提升,而需要通过持续的学习经验与认知训练加以促进。因此,在不同教育阶段应采取具有针对性的培养策略。

第一,夯实中学关键期。中学阶段是科学推理能力发展的关键时期。研究表明,初中至高中阶段是学生科学推理能力增长最快的时期,此时学生逐渐由具体运算向形式运算过渡,逻辑推理、变量控制与因果分析能力迅速发展。因此,中学科学课程应更加重视推理过程的学习,通过实验探究、情境问题和数据分析等学习活动,引导学生经历提出假设、控制变量、收集证据与解释结果的完整推理过程,并在评价中适当增加对推理过程和论证结构的考查,以促进学生科学思维能力的发展。

第二,实施大学补偿性培养。本研究发现大学阶段学生的科学推理能力增长幅度较小,同时教育类与理工类专业学生整体表现优于人文社科学生,这表明强调逻辑分析与论证过程的学习经验有助于推理能力的发展。因此,针对大学阶段的平台期,在大学课程中可适当融入数据分析、证据论证和复杂问题解决等学习任务,并通过案例分析与论证表达等学习活动,引导学生在真实问题情境中进行系统推理,从而促进科学推理能力的进一步发展。

第三,强化高阶思维训练。针对推理能力结构失衡,教学中应加强基于真实数据和真实问题情境的专项训练。可在教育研究方法、统计基础、科学教育和学科教学法等课程中,引入实验数据、教育调查数据或课堂测验数据,引导学生判断变量之间的相关关系,区分相关与因果,并通过随机抽样、模拟实验和样本比较等活动理解概率、随机性和不确定性。对于师范生而言,还可结合未来教学实践,设计课堂数据分析、教学效果判断和基于证据的教学改进任务,从而提升其在真实教育情境中的科学推理能力。

未来研究可在更大范围样本基础上开展纵向研究,以进一步揭示不同教育阶段科学推理能力的发展轨迹,并探讨课程结构与学习经验对其发展的长期影响机制,为科学教育课程改革提供更加系统的实证依据。

### 3.3.6. 局限性

本研究仍存在一定局限。首先,本研究采用横断面设计,主要通过不同年级学生和既有研究数据的比较来分析科学推理能力发展趋势,尚不能直接揭示同一批学生随时间变化的个体发展轨迹。因此,关于大学阶段科学推理能力进入“平台期”的判断应理解为基于现有数据的趋势性推测。其次,本研究样本来自浙江省某一所师范院校,且主要集中于大一和大二学生,样本代表性仍有一定限制,研究结论更适用于与本研究样本特征相似的师范院校低年级本科学生。再次,本研究中“偏记忆”和“偏逻辑”思维倾向采用单题自评方式测量,尚未形成成熟量表,因此相关结果仅作为探索性发现。后续研究可扩大样本范围,采用纵向追踪设计,并结合访谈、课堂观察等方法,进一步揭示科学推理能力发展的影响因素和培养路径。

## 参考文献

- [1] 唐科莉. 评估全球科学教育的整体成效——OECD《PISA2025 科学素养测评框架(草案)》解读[J]. 上海教育, 2023(24): 8-14.
- [2] 彭前程, 马贤荣. 坚持素养导向培养时代新人——《普通高中物理课程标准日常修订版(2017年版 2025年修订)》解读[J]. 中学物理, 2026, 44(3): 2-5.
- [3] 胡卫平. 物理学科核心素养的建构[J]. 中学物理教学参考, 2017, 46(13): 1-3.

- [4] Kuhn, D. (1989) Children and Adults as Intuitive Scientists. *Psychological Review*, **96**, 674-689. <https://doi.org/10.1037//0033-295x.96.4.674>
- [5] Lawson, A.E. (1978) The Development and Validation of a Classroom Test of Formal Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, **15**, 11-24. <https://doi.org/10.1002/tea.3660150103>
- [6] 梁美怡. 初中物理学习与科学推理能力相关性分析与研究[J]. 物理教师, 2014, 35(5): 37-39.
- [7] 杨燕, 郭玉英, 魏昕, 等. 高师理科教学与学生科学推理能力的培养[J]. 教育学报, 2010, 6(2): 42-47+53.
- [8] 夏旭, 姜玉梅, 柏杨, 等. 2021 年高考物理试题中科学推理能力考查的定量分析[J]. 物理通报, 2022(4): 134-136+152.
- [9] 杨燕. 对高中学生科学控制变量推理能力的调查研究[J]. 中学物理, 2010, 28(7): 52-55.
- [10] Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., et al. (2009) Learning and Scientific Reasoning. *Science*, **323**, 586-587. <https://doi.org/10.1126/science.1167740>
- [11] 周少娜, Bao, L., 陈佐满, 等. 中美中小学生学习科学推理能力发展的差异研究[J]. 课程教学研究, 2020(2): 77-86.
- [12] 冯秀梅, 包雷, 余子侠. 中美大学生科学推理能力的性别差异探讨[J]. 高等教育研究, 2013, 34(7): 70-74.
- [13] 郭玉英, 魏昕, 仲扣庄, 等. 高师物理专业本科生科学推理能力研究[J]. 物理教师, 2011, 32(1): 1-6.
- [14] 魏昕, 郭玉英, 徐燕. 中小学生学习科学推理能力发展现状研究——以北京市中小学生学习为样本[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2011, 47(5): 461-464.
- [15] 刘成英. 学生科学推理能力测评与分析[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2020.
- [16] 胡杉彤, 陈行锴, 李璇, 等. 初中生科学推理能力性别差异调查[J]. 基础教育研究, 2025(13): 45-49.
- [17] 罗琦. 高中生科学推理能力的调查研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津师范大学, 2017.
- [18] 李梦宇, 李建彬, 胡象岭. 高二学生科学推理能力现状调查[J]. 物理教师, 2018, 39(9): 18-21.
- [19] Inhelder, B. and Piaget, J. (1958) The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence: An Essay on the Construction of Formal Operational Structures. Basic Books.
- [20] Zimmerman, C. (2000) The Development of Scientific Reasoning Skills. *Developmental Review*, **20**, 99-149. <https://doi.org/10.1006/drev.1999.0497>
- [21] National Research Council (2007) Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8. The National Academies Press.