

我国低龄儿童对科学本质理解的现状及提升对策研究

李秀菊 郑超超

(中国科普研究所, 北京 100081)

[摘要]在教育强国、科技强国背景下,科学教育的重要性日益凸显。科学本质作为科学教育的重要目标,有助于学生更好地理解科学知识、发展科学思维、提升好奇心和想象力。在儿童早期开展关于科学本质的教学对于确保学生对科学本质形成准确的认识至关重要。然而对低龄儿童的调查结果显示,现阶段我国低龄儿童对科学本质理解的总体水平较低,且存在地区和学校差异,西部地区及办学条件薄弱的学校处于相对弱势地位。对幼儿教师的调查结果显示,幼儿教师自身对科学本质认识不足,并且对科学本质教育的重要性认识也严重不足。据此,本研究提出,在宏观层面要尽早开展科学本质的教育实践、优化资源配置;在中观层面注重机构赋能与生态构建,提高科学教师对科学本质的理解及重视、打造开放、多元且包容的探究环境、构建幼小衔接的科学教育体系;在微观层面注重教学实践与互动内化,通过科学实验探究、科学对话和家园互动等形式促进低龄儿童对科学本质的理解。

[关键词]科学本质 低龄儿童 学前科学教育

[中图分类号] N4; G610 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.06.006

1 问题提出

在科技强国背景下,科学教育的重要性日益凸显。2023年,教育部等十八部门联合印发《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》,明确以科学教育培养科技创新后备人才、提升全民科学素质、增强国家科技竞争力^[1]。国际上,美国《学前儿童科学教育标准》同样强调要发展儿童的好奇心和发现问题、解决问题的能力^[2]。基础教育阶段是“孵化”学生科学精神、创新素质的决定性阶段,

在儿童早期加强科学教育既是当务之急,也是面向未来的战略布局^[3]。

科学本质(Nature of Science, NOS)关注诸如科学是什么、科学如何运作等问题^[4],以及科学家在发展其科学知识时所作的价值判断和假设^[5],是科学素养的关键部分^[6-8]。美国科学促进协会明确将科学本质纳入科学教育,将其作为发展学生科学素养的一种手段。美国国家科学教师协会也明确指出,所有参与科学教学和学习的人都应该对科学本

收稿日期: 2025-08-25

基金项目: 2025年度教育部人文社会科学研究青年基金项目“中小学科学类课后服务的供给模式与成效评价研究”(25YJC880116)。

作者简介: 李秀菊,中国科普研究所研究员,研究方向:科学素养测评、青少年科学教育, E-mail: littleju@126.com。

质有一个共同、准确的认识^[9]。《K-12 科学教育框架》指出,“对于受过教育的公民来说,应该对理解科学事业的特性存在强烈的共识”^[10]。一个具有科学素养的个体不仅需要形成对科学的概念、原理、理论和过程的理解,更重要的是,要形成对科学本质的认识^[11]。美国《下一代科学标准》中指出,学生应该知道“科学能做什么和不能做什么”^[8]。科学本质有助于理解科学的优势和局限性、科学在社会决策中的作用,以及展示科学家在试图理解自然世界时的思想历程^[9]。学生需要理解科学的局限性,以便在处理与科学相关的社会问题时作出科学的决策^[12]。

理解科学本质不仅是科学教育目标的基本组成,也为提升学生科学素养提供了支持和保障。一项对学生学习的研究结果表明,学生对科学的动态信念与更综合的理解相关联^[13]。学习科学涉及意义的重建,科学本质将有助于学生学习^[14],有助于学习和理解科学内容,以及科学问题的决策^[15]。此外,科学本质教学强调科学知识是暂定的、主观的与创造性的,鼓励学生不盲从权威,为学生提供了一个可以质疑、可以失败、可以重新想象的认知框架,从而激发学生好奇心、想象力与探求欲^[16]。因此,对科学本质的培养也可以促进学生好奇心、想象力以及批判性思维的发展。

在儿童早期进行科学本质的培养不仅可行,而且至关重要^[17]。研究表明,幼儿已具有推理能力和问题解决能力^[18],具备评估信息可靠性的关键策略^[19],且0~6岁是人脑可塑性最高的阶段^[20]。几十年来,研究人员通过多种研究方法证明,幼儿在某些领域的认知水平与成人相近^[21],如幼儿可在自然观察智能方面达到较高水平^[22],儿童与科学家一样有强烈的好奇心和求知欲,能通过经历科学探究过程获得探究结果^[23]。此外,年长的学生因接触对科学本质不准确描述的时间更长,往

往持有更绝对的观念和对科学的误解^[24]。因此,有必要在儿童早期还没有过多接触关于科学的错误认识时就开展有关科学本质的教育。

当前学前科学教育存在对科学本质关注不够等问题。20世纪八九十年代,我国幼儿的科学教育为常识教育^[25],忽略了儿童兴趣、态度和实践。2012年,教育部颁布的《3—6岁儿童学习与发展指南》指出,幼儿科学教育要以培养幼儿的兴趣、态度、丰富经验为主,鼓励培养幼儿在探究过程中主动参与、乐于探究和勤于动手动脑等各种能力^[26],这表明学前科学教育不是常识教育。然而由于长期以来受知识本位教育观的影响,当前幼儿教师仍倾向将知识灌输给幼儿,缺乏对幼儿科学方法、科学态度、科学精神等内容的教育^[27]。同时,在幼儿园阶段,除了生活技能和习惯外,公众较关注幼儿的汉字识字量、数字计算技能,甚至是英语词汇量^[28-29],而对科学本质的重视不足。此外,近年来教育部高度重视中小学科学教育,相继出台了《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》《关于加强中小学科技教育的意见》等文件,然而反观幼儿园教育,对其科学教育的重视程度则相对不足。无论是政策,还是实践层面,我国对低龄儿童关于科学本质理解的关注均不足。

基于此,本研究通过调查以掌握我国低龄儿童科学本质教育的现状,回答我国低龄儿童对科学本质的理解状况如何;是否存在地区差异;我国幼儿教师对科学本质的认识状况如何等问题,并据此提出提升低龄儿童科学本质的建议。

2 研究设计

2.1 调查工具

科学本质的教育目标是让学习者了解已知的关于科学如何运作的知识^[30]。关于科学

本质的哪些要素应该纳入 K-12 科学课程存在众多的研究^[5, 31-35]。总的来说,科学教育中的科学本质包括 3 个方面,分别是关于科学知识的本质、关于科学探究的本质,以及社会和文化背景下的科学^[30]。

考虑到幼儿发展阶段的特殊性,对其科学本质的要求应符合其发展规律,而不应一味求全。对于科学本质中与个人认识世界相接近的内容更应作为优先培养的内容。为此,本研究对低龄儿童科学本质的调查重点关注科学本质中与科学知识和科学探究相关的内容。将科学本质定义为,关于科学知识及其获取过程的本体论和认识论,包括科学

知识具有暂定性和主观性,科学知识由观察和推理组成,科学基于实证,科学探究始于问题,使用数据回答问题,科学探究使用的科学方法不唯一等。

诺曼·莱德曼(Lederman N.G.)教授团队针对 K-12 年级学生应具备的对科学本质的理解开展了深入研究^[5, 36]。该团队在其研究基础上,编制了一套专门面向低龄儿童的科学本质问卷(Young Children's Views of Science Questionnaire, YCVS)。问卷的指标包括科学知识的本质和科学探究的本质两个一级指标,每个一级指标包含 4 个二级指标,每个二级指标下有 3~5 个测试题目(见表 1)。

表 1 面向低龄儿童的科学本质问卷(YCVS)的指标内涵

一级指标	二级指标	指标内涵	题项/个
科学知识的本质	暂定性	所有科学知识都可能发生变化	3
	主观性	科学知识在某种程度上受个人背景、信仰、喜好、知识的影响	5
	观察与推论	所有科学知识都是由观察和部分推理组成的	4
	科学基于实证	科学知识至少部分是参照经验世界而发展起来的	3
科学探究的本质	科学探究以问题开始	科学探究涉及提问、回答问题和将答案与科学家已知的世界相比较	4
	收集数据以回答问题	科学通过使用经验证据来解释世界的运作方式区别于其他认知方式,科学家们专注于从所观察的现象中获得准确的数据	5
	使用数据和先验知识回答问题	科学家利用观察(证据)和他们对世界的了解(科学知识)进行解释	4
	科学探究使用的科学方法不唯一	没有任何一套或一系列步骤可以表征所有的科学研究。除了经典的实验设计,描述性和相关性调查也是开发科学知识的有效方法。科学家根据他们试图回答的问题使用不同种类的方案	4

此外,本研究还设计了幼儿教师调查问卷,旨在探究他们对科学本质及其对科学本质在科学教育中的重要性的认识状况。

2.2 调查对象

本研究的学生样本为刚升入小学的一年级学生,分析其在 3~6 岁接受学前科学教育后对科学本质的理解状况。同时,由于小学一年级学生识字量有限,调查采用访谈的形式开展,访谈法有助于研究者更好地掌握学生对科学本质理解的状况。调查样本选取我国不同地理位置的省份 4 个,每个省份选取省会城市、地级市、县级市各 1 个,每个城市内选取办学条件好、中等、有待提升的不同学校

类型的一年级学生参与访谈,学生人数共计 673 人,其中东部地区学生 260 名、中部 203 名、西部 210 名,男生 321 人、女生 352 人。

此外,本研究还通过问卷调查获取幼儿教师背景信息及其对科学本质、科学本质重要性等的认识。调查样本包括来自 4 个省份省会城市、地级市、县级市的教师共计 359 名,其中具有大专以下学历的占 18.66%,具有本科学历的占 79.67%,具有硕士及以上学历的占 1.67%;所学专业为理科的占 10.58%,文科占 50.97%,专业不分文理科的占 38.44%^①。

2.3 数据分析

对回答 YCVS 问卷的学生按其科学本

①编辑部注:因四舍五入后保留两位小数,故百分比相加总和与 100% 有所出入。

质状况的理解分为 3 个水平:(1) 较低水平或朴素水平 (naive), 处于该水平的学生对科学本质存在错误的理解;(2) 中等水平或中间水平 (mixed level), 处于该水平的学生对科学本质的理解不完善, 概念仍在转变中;(3) 较高水平或理性水平 (informed), 处于该水平的学生对科学本质具有科学的理解。

本研究采用 SPSS 27.0 进行数据处理。对学生样本的分析, 首先对其在科学本质各个指标的表现进行描述统计, 随后对不同背景学生的表现差异进行多元方差分析。多元方差分析 (multivariate analysis of variance, MANOVA) 能同时分析有多个因变量的问题, 在统计准确性和效率上具有优势^[37]。对教师样本的分析, 首先对其关于科学本质的认识进行编码, 随后分析其对科学本质的认识和对科学本质重要性的认识。

3 研究结果

3.1 我国低龄儿童对科学本质理解的发展状况

调查结果显示, 低龄儿童对科学本质理解的总体水平较低, 绝大多数均处于较低的朴素水平 (见表 2)。其中, 低龄儿童对科学知识本质的理解强于对科学探究本质的理解。

表 2 低龄儿童对科学本质理解各个指标的表现状况				
一级指标	二级指标	较低水平 /%	中等水平 /%	较高水平 /%
科学知识 的本质	暂定性	54.0	44.6	1.3
	主观性	90.6	8.9	0.4
	观察与推论	91.5	8.5	0.0
	科学基于实证	92.6	7.4	0.0
科学探究 的本质	科学探究以问题开始	98.8	1.2	0.0
	收集数据以回答问题	93.0	7.0	0.0
	使用数据和先验知识回答问题	91.5	8.3	0.1
	科学探究使用的科学方法不唯一	92.4	7.3	0.3

具体来看, 在科学知识的本质各个指标上, 有 1.3% 的低龄儿童在“暂定性”指标上达到较高水平, 44.6% 达到中等水平, 但仍有 54.0% 的低龄儿童处于较低的朴素水平。有 0.4% 的低龄儿童在“主观性”指标上达到较高水平, 8.9% 达到中等水平; 在“观察与

推论”和“科学基于实证”两个二级指标上, 没有低龄儿童达到较高水平; 有超过 90% 的低龄儿童在这 3 个二级指标上处于较低水平。

在科学探究的本质各个指标上, 仅 0.3% 和 0.1% 的低龄儿童在“科学探究使用的科学方法不唯一”和“使用数据和先验知识回答问题”两个二级指标上达到较高的理性水平; 有超过 90% 的低龄儿童在这 4 个二级指标上均处于较低水平。

3.2 低龄儿童对科学本质理解的地区和学校差异

利用 MANOVA 分析不同性别、地区 (东、中、西) 和学校类型 (指办学条件差异) 的学生在科学本质各个指标上的表现差异, 将科学本质各指标的得分作为因变量, 性别、地区和学校类型作为固定因子进行多元方差分析。博克斯等同性检验结果表明不同组之间协方差矩阵不等同, 即组间人数不相等, 采用比莱轨迹进行检验。多变量检验结果显示, 性别 ($F=1.350, p=0.216$) 主效应不显著, 表明科学本质不存在性别差异; 地区 ($F=8.940, p<0.001$)、学校类型 ($F=4.313, p<0.001$) 主效应显著, 即科学本质存在显著的地区和学校差异。性别 * 地区 ($F=0.477, p=0.958$)、性别 * 学校类型

($F=0.355, p=0.991$) 交互作用均不显著, 不同地区和学校的男女生之间不存在显著差异。不同群体间差异的分析结果如表 3 所示, 其中不同地区低龄儿童在科学探究本质的理解上存在显著差异, 不同办学条件下学校的低龄儿童在科学知识本质和科学探究本质的理解上均存在显著差异, 表现均为东部地区强于西部、学校办学条件越好表现越好 (见图 1)。具体 8 个二级指标的差异状况与一级指标一致。

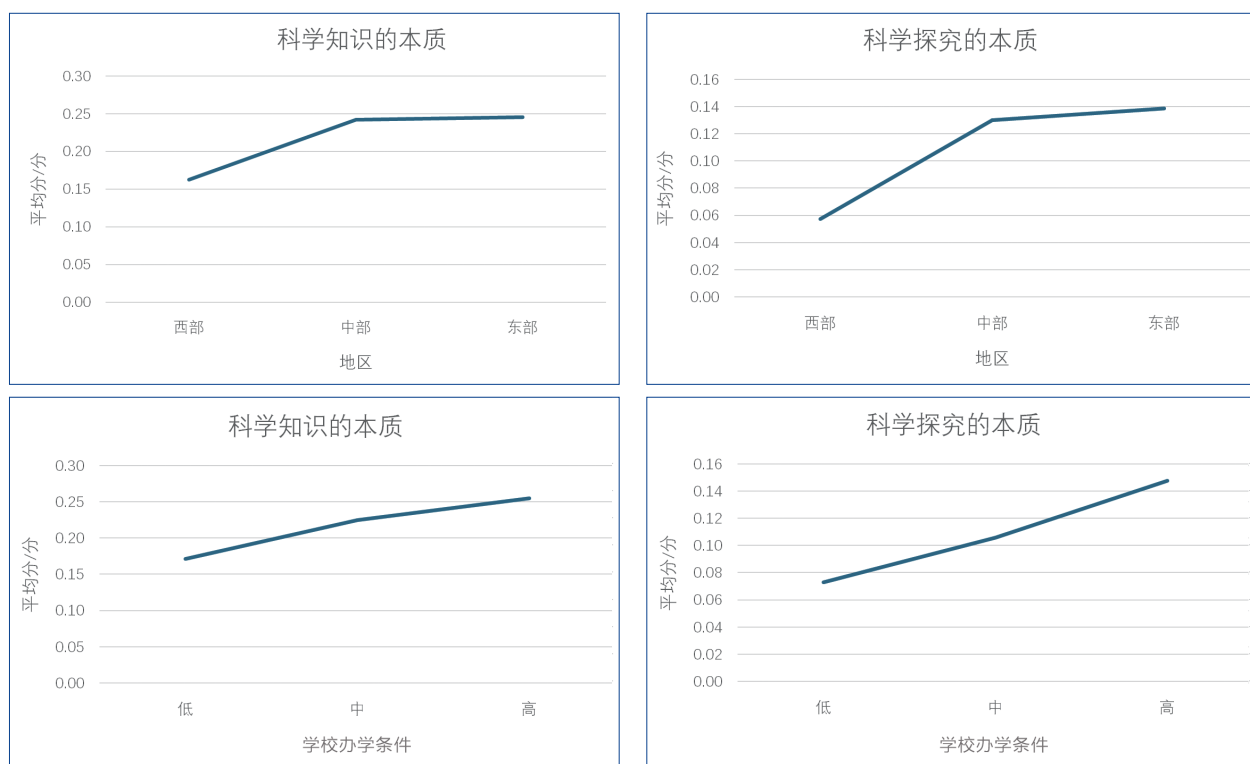


图1 不同地区和办学条件学校低龄儿童在科学本质各个指标上的差异表现

注：学校办学条件的低、中、高分别对应学校办学条件的薄弱、一般、好。

表3 科学本质一级指标主体间效应检验结果

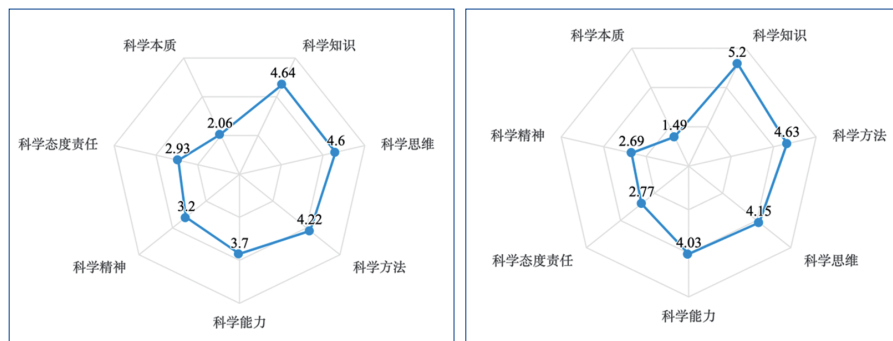
源	因变量	III 类平方和	df	均方	F	Sig.
性别	科学知识的本质	0.083	1	0.083	1.653	0.199
	科学探究的本质	0.091	1	0.091	1.473	0.225
地区	科学知识的本质	0.238	2	0.119	2.357	0.095
	科学探究的本质	0.943	2	0.472	7.633	0.001
学校类型	科学知识的本质	1.234	2	0.617	12.219	0.000
	科学探究的本质	0.972	2	0.486	7.869	0.000
性别 * 地区	科学知识的本质	0.067	2	0.033	0.663	0.515
	科学探究的本质	0.018	2	0.009	0.148	0.863
性别 * 学校类型	科学知识的本质	0.095	2	0.047	0.937	0.392
	科学探究的本质	0.052	2	0.026	0.420	0.657

图2。教师作答结果显示，重要性程度和收获情况排在第一位的均是“科学知识”，排在第二至第四位的是“科学思维”“科学方法”和“科学能力”；排在最后三位的均为“科学精神”“科学态度责任”和“科学

3.3 幼儿教师对科学本质及其重要性的认识

幼儿教师对科学教育中各内容按其重要性和学生在接受科学教育后收获的情况进行排序，“科学本质”均排在最后一位。调查要求教师在众多科学教育内容中，按其重要性和收获情况进行排序，并对不同位次赋予不同分值进行加权汇总，结果见

本质”。这表现出学前科学教育具有重知识、方法和能力，轻态度、精神和科学本质的倾向



对科学本质重要性的评分

对科学本质教学收获的评分

图2 幼儿教师对科学本质重要性及其教学收获的评分

向，特别是科学本质，其重要性和收获的得分均严重低于其他维度。

在 359 份问卷中，有 181 位教师未给出有效回答或明确表示对科学本质“不明白”“不知道”或“了解不多”，占比超过一半，说明幼儿教师对科学本质的认知存在困难。其他教师的作答结果见表 4。其一，有超过 20% 的教师认为科学本质有探究和实证的特点，能指出科学知识基于实证、依赖观察和实验，这是教师回答中的两类主要类型，表明教师普遍认同科学是动手做和找证据的活动。其二，有 18.9% 的教师从幼儿的视角出发，认为科学的本质是贴近幼儿的生活和体验，将科学本质与幼儿的学习方式结合起来。其三，约 10% 的教师认为科学本质是“事物存在的客观规律”，是事物的内在特点和规律。其四，有 8.9% 的教师认为科学本质具有好奇、严谨、求真等态度因素，如“对世间万物都有好奇心，具备探索精神”。其五，仅不足 10% 的教师提及科学知识具有暂定性和可证伪性，是所有类别中人数最少的。

表 4 教师关于“科学本质”认识的典型类别

典型类别	作答特点	频次 / 次	占比 / %
探究过程	认为科学是主动探索、发现问题、解决问题的动态过程	102	28.4
实证主义	强调基于证据、依赖观察与实验	77	21.4
幼儿发展	从幼儿视角出发，贴近幼儿生活、游戏化、感官体验	68	18.9
客观规律	客观存在的自然规律	37	10.3
精神与态度	认为科学本质是好奇心、严谨、求真等科学态度	32	8.9
暂定性	认为知识可修正、非绝对性、迭代更新	25	7.0
可证伪性	提及科学知识可证伪、可被推翻等特点	11	3.1

4 结论与讨论

对学生的访谈结果显示，现阶段我国低龄儿童对科学本质的理解总体发展水平低下，无论是对科学知识本质的理解，还是对科学探究本质的认识均有待加强。此外，低龄儿童对科学本质的理解存在显著的地区和学校差异，西部地区及办学条件薄弱的学校处于相对弱势地位。对教师的调查发现，幼儿教师

自身对科学本质的理解及其对科学本质重要性的认识存在不足。这些现象背后反映了科学本质教育方面的问题。

4.1 科学本质教育实践不足导致低龄儿童理解水平低下

《3—6 岁儿童学习与发展指南》指出，幼儿的思维特点是以具体形象思维为主，其科学学习应以探究为主，在探究具体事物和解决实际问题中，尝试发现事物间的异同和联系的过程。然而研究结果表明，低龄儿童对科学本质理解的表现总体水平低下，这与现阶段我国幼儿园科学本质教育实践不足有关。我国在职幼儿教师将科学本质排在众多科学教育内容的最后一位，不仅远不如科学知识、科学思维和科学方法，还落后于科学精神、科学态度责任。

尽管科学本质被认为是科学素养的关键部分^[6-8]，并在科学教育研究中得到了高度的重视^[38-43]，但在 K-12 阶段科学本质的教育实践滞后于其研究^[44]。在幼儿园阶段，教师缺乏对幼儿科学方法、科学精神等更本质内容的

关注^[27]；公众较关注幼儿的识字量、计算技能、英语词汇量^[28-29]，而对科学素养的关注不足，更别提对科学本质的重视。

各类科学课程标准

文件中，对科学本质的重视程度也存在不足。研究者通过对 9 个国际标准文件的分析发现，只有 4 个文件在学生期望中包含了科学本质的内容，其中只有一个在整个文件中始终如一地包含科学本质^[45]，并且部分文件中所包含的科学本质内容并不完全准确，甚至部分措辞本身可能导致对科学本质的误解。

4.2 幼儿教师缺乏科学本质观及其对其重要性的认识

准确的科学本质教学必须从教师准确理

解科学本质开始^[39]。然而本研究发现,不仅幼儿对科学本质的理解处于较低水平,幼儿教师自身的科学本质观也极为不足,这与已有研究中指出的在职和预备幼儿教师对科学本质的理解相当有限的结论一致^[46]。幼儿教师对科学本质理解的不足可能会影响他们的教学选择和幼儿对科学本质的理解^[47],提高教师对科学本质的认识非常必要^[48]。因此,迫切需要提升我国幼儿教师的科学本质观。

为了帮助教师理解和教授科学本质的培训并不常见。本研究调查了幼儿教师接受科学教育和科学本质教育的情况,约71.7%和71.1%的教师接受过科学教育的职前和在职培训;但仅43.2%和46.5%的教师表示接受过科学本质的职前和在职培训。我国绝大多数科学教师很少关注与科学本质相关的教学问题^[49]。教师本身持有不准确的科学本质观,并将其作为关于科学本质的真理来教授,将导致学生无法对科学本质形成正确的认识^[50]。虽然我国幼儿园对科学教育的重视程度不断提高,但不少教师忽视对幼儿兴趣和态度的培养,对科学探究的过程和方法重视不够^[28]。因此,对幼儿教师进行科学本质的培训势在必行。

4.3 科学教育资源的相对短缺影响薄弱地区学生的发展

西部地区和办学条件薄弱学校的学生科学本质的表现显著落后于东部地区和办学条件好的学校中的学生,这可能与科学教育资源的分配不均有关。一项针对我国西部地区3~9岁儿童科学教育现状的研究发现,西部地区幼儿园实验器材存在设施数量、种类较少、有不同程度的损坏,科学教师自身科学素养不高,非正式科学教育场所短缺等问题^[51]。当地科学教育资源的相对短缺可能造成西部及薄弱学校的学生对科学本质理解发展滞后。

5 提升对策

在学前教育中包含科学本质有助于理解科学概念、获取科学技能和形成对科学的积极态度^[47],具有重要的意义。本研究建议从以下3个层面提升低龄儿童对科学本质的理解。

5.1 宏观层面: 制度设计与资源保障

5.1.1 尽早开展科学本质的教育实践

近年来,教育部等部门相继印发了《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》和《关于加强中小学科技教育的意见》,高度重视中小学科学教育。相较而言,政府相关部门应重视学前阶段的科学教育,树立实施科学教育的科学课程观和教师观,探究促进幼儿学习科学及科学本质的方法和策略,尽早开展科学本质的教育实践。

研究指出,幼儿早期已具备接受科学教育的条件,让幼儿及早接触并形成对科学本质的正确认识,是可能更是必要的。开展科学本质的教育实践将为低龄儿童理解科学概念、获取科学技能和形成对科学的积极态度奠定基础^[47],需要充分认识其价值与作用。

5.1.2 助力薄弱地区儿童科学本质的发展

加强对薄弱地区低龄儿童科学本质的培育,是促进我国西部地区、办学条件薄弱学校学生科学素养提升乃至提升西部地区教育发展质量的重要举措。

为改善西部和办学条件薄弱学校低龄儿童对科学本质理解相对滞后的状况,社会、学校及教师需采取一系列措施。其一,幼儿园园长应重视教师的专业发展,鼓励教师通过学历培训、园本教研、教师交流等方式提升科学教育教学能力。其二,教师培训计划可设置西部教师专项计划等,着重提升薄弱地区科学教师的科学素质和科学本质观。其三,可通过建立联盟校、一体校等方式,由优质校牵头共享课程、师资,统一教研、评

价,提升师资队伍和课程建设,促进西部地区和办学条件薄弱幼儿园幼儿科学本质的发展。其四,可建立区域性的科学教育资源中心,促进优质资源的流动与共享,解决资源结构性短缺问题。其五,可探索多元化的经费筹措渠道,如众筹、公益募捐、企业赞助等,保障西部地区和办学条件薄弱幼儿园科学教育经费。

5.2 中观层面:机构赋能与生态构建

5.2.1 加强对教师科学本质及其教学能力的培养

准确的科学本质教学必须从教师准确理解科学本质开始。培养高质量的教师队伍是重中之重。这里的科学教师,既包括传统学校中科学教师群体,也包括校外从事科学教育工作的人员。要形成和发展学生对科学本质的思考,科学教师首先必须对此问题持有适当的观点^[52]。提高教师对科学本质的看法对于有效的科学教学非常必要^[48]。应通过职前和在职培训,不断提升幼儿教师的科学本质观。

此外,应加强对教师开展关于科学本质教学的理论和实践指导,引导教师掌握并应用科学本质的教学方法。如在教学实践中,教师要尊重幼儿生活经验,以幼儿为中心,创设适宜的条件,强调跨学科学习,支持幼儿以多种方式探索,鼓励其建构有意义的学习等^[53]。

5.2.2 打造开放、多元且包容的探究环境

关于科学本质的教学一般有两种方法,一种是通过科学过程技能教学或参与科学探究活动来改进对科学本质的理解;另一种是将科学知识的本质和科学探究的本质直接作为教学目标,利用科学史和科学哲学的元素,直接讨论和反思有关科学本质的问题,来加深对科学本质的理解。在改进对科学本质理解的教学中,两种方法都是有效的^[39]。低龄儿童可以在科学探究实践的过程中更好地体会和理解科学本质,更易引起概念的转变。

基于科学探究培养低龄儿童对科学本质的理解,需要在低龄儿童日常学习和生活环境中,创设开放且包容的科学探究活动环境。比如,幼儿园可以设置自然角、植物区、实验区等,通过布置有挑战的环境(让低龄儿童可以与环境进行交互),通过观察、比较和动手操作等方式,培养低龄儿童的科学兴趣和探究能力^[54]。家庭相较于学校是一个儿童更安心的环境^[55],因而家长应为低龄儿童提供探究和试错的空间,保护低龄儿童的好奇心和求知欲。研究发现,家长在低龄儿童参加科学实践活动的过程中(尤其是遇到问题时)进行指导和教育,可以加深低龄儿童对科学的理解^[56]。社会也应充分发挥资源优势,整合社会力量,为培养低龄儿童对科学本质的理解提供助力,如利用科技馆、博物馆等科普场所,积极探索针对低龄儿童的科学本质专题教育展览和实践活动,创设既能为低龄儿童提供操作机会,又能激发其主动性、积极性和创造性的环境,让低龄儿童在自由探索中增进对科学本质的认识。全社会合力构建校家社协同育人环境,充分利用校内外科学教育场所^[57],共同为低龄儿童创设开放、多元且包容的探究环境,鼓励低龄儿童探索和试错,为其发展对科学本质的理解创设良好的环境。

5.2.3 构建幼小衔接的科学教育体系

幼儿园可以从科学教育内容、方式方法、评价等方面做好幼小衔接,促进低龄儿童对科学本质理解的发展。在课程上,幼儿园与小学在同一内容主题上,既要保持连贯性,又要体现出螺旋上升的发展性;在方法上,在幼儿园阶段的科学探究实践活动中,可以让低龄儿童用语言或图画等方式进行记录,到了小学阶段再逐步转向文字和图表记录,但其中的探究活动需保持一定的相似性;在评价方面,可以采用成长记录袋等方式,

完整记录低龄儿童在幼儿园阶段的各种猜想、实验、反思和作品，为未来小学教师提供他们对科学本质理解的发展路径。

5.3 微观层面：教学实践与互动内化

5.3.1 科学探究实验促进对科学本质的理解

幼儿的思维特点是以具体形象思维为主，应注重引导幼儿通过直接感知、亲身体验和实际操作进行科学学习^[26]。科学教育中应侧重于“补齐感性经验”，而非强行填鸭式灌输。科学探究实验可以使低龄儿童直观地看到科学探究和发现的过程，体验合作探究的乐趣^[58]。探究活动通常以班级或小组为单位，教师应带领低龄儿童对科学现象及其产生原因进行初步的猜想，通过观察和记录验证猜想，并进一步对相关问题进行思考，鼓励低龄儿童和同伴合作搜集资料、进行合作探究和讨论分享，最终得到探究成果。

探究活动的设计与指导要从多个维度考虑如何选择合理的科学活动，根据低龄儿童的兴趣和最近发展区进行有针对性的设计，注重探究活动过程。在活动中，教师应采取层层递进的教学策略，给低龄儿童提供相对宽松的探究环境，在探究活动中伴以递进式的提问、苏格拉底式的追问等方式启发低龄儿童思考，让低龄儿童在活动中敢想、敢问、敢尝试，促进其对理解科学本质的积极性和主动性，帮助低龄儿童获得对科学本质的理解。

5.3.2 科学对话内化对科学本质的理解

教师应通过重构课堂对话体系来深化低龄儿童对科学本质的理解。在提问方式上，通过转变提问策略，将“是什么”的事实性追问转向“怎么知道的”元认知设问，借助“依据什么证据判断”“怎么判断”等提问，引导低龄儿童关注证据和论证。在回应方式上，主动去权威化，采用与低龄儿童共同探

究的方式，一起猜想、一起寻找证据，从而构建以证据为中心、允许认知冲突与迭代的话语生态，使科学本质在师幼互动中实现自然内化。

5.3.3 家园互动延伸对科学本质的理解

家园互动是延伸科学本质理解的重要方式。家长应在教师指导下，延续幼儿园的科学本质教育方式。在亲子活动中，应根据低龄儿童的年龄特点，选择有趣的游戏主题，激发低龄儿童的学习兴趣，调动幼儿的积极性与主动性。在对话方式上，家长也应去权威化，不直接给出低龄儿童“对不对”“是什么”的结果性答案，而应主动引导低龄儿童去回答“发现了什么让你这么想”等探究性话语，确保家园语言方式的一致性，进而将科学本质的核心理念从学校教育自然延伸至家庭日常。

6 结语

在教育强国、科技强国的时代背景下，应高度重视作为科学教育核心目标之一的科学本质。它不仅是学生构建科学知识体系的基石，也有助于促进科学思维，激发好奇心、想象力及创造力。本研究通过对低龄儿童及幼儿教师的调查，揭示了当前我国低龄儿童对科学本质理解的整体水平偏低的现实困境，同时指出幼儿教师对科学本质的认知与重视程度不足。未来应注重低龄儿童科学本质的教育与评价研究。基于低龄儿童特点，开发适用于低龄儿童的科学本质教学模式，并追踪教学效果，为提升低龄儿童科学本质教育提供借鉴。此外，科学构建面向低龄儿童、兼顾文化适切性的科学本质教育与评价体系，让科学本质真正成为每个中国儿童可感、可测、可生长的基础素养，为建设教育强国和科技强国奠定坚实的基础。

参考文献

- [1] 教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见 [EB/OL]. (2023-05-26) [2025-06-30]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202305/t20230529_1061838.html.
- [2] 张俊. 幼儿园科学教育 [M]. 北京: 人民教育出版社, 2004.
- [3] 吴丹. 在教育“双减”中做好科学教育加法 [EB/OL]. (2023-06-19) [2025-07-01]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5148/202306/t20230619_1064850.html.
- [4] Clough M P. Learners' Responses to the Demands of Conceptual Change: Considerations for Effective Nature of Science Instruction[J]. Science & Education, 2006, 15: 463-494.
- [5] Lederman N G. Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research[J]. Journal of Research in Science Teaching, 1992, 29: 331-359.
- [6] American Association for the Advancement of Sciences. Science for all Americans: Project 2061[M]. New York: Oxford University Press, 1989.
- [7] National Research Council. National Science Education Standards[M]. Washington, DC: The National Academies Press, 1996.
- [8] NGSS Lead States. Next Generation Science Standards: For States, by States[M]. Washington, DC: The National Academies Press, 2013.
- [9] Clough M P. Teaching and Assessing the Nature of Science: How to Effectively Incorporate the Nature of Science in Your Classroom[J]. The Science Teacher, 2011, 78.
- [10] National Research Council[NRC]. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas[M]. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.
- [11] Abd-El-Khalick F, Boujaoude S. An Exploratory Study of the Knowledge Base for Science Teaching[J]. Journal of Research in Science Teaching, 1997, 34.
- [12] Khishfe R. Nature of Science and Decision-Making[J]. International Journal of Science Education, 2012, 34: 67-100.
- [13] Songer N B, Linn M C. How Do Students' Views of Science Influence Knowledge Integration?[J]. Journal of Research in Science Teaching, 1991, 28.
- [14] Hodson D. Towards a Philosophically More Valid Science Curriculum[J]. Science Education, 1988, 72.
- [15] Driver R, Leach J, Millar R, et al. Young People's Images of Science[M]. Bristol, PA: Open University Press, 1996.
- [16] 蒋灵斌. 如何加强新时代科学教育? [J]. 金属世界, 2024(2): 63-65.
- [17] Akerson V L, Carter I, Pongsanon K, et al. Teaching and Learning Nature of Science in Elementary Classrooms[J]. Science & Education, 2019, 28(3): 391-411.
- [18] O'Reilly C, Devitt A, Hayes N. Critical Thinking in the Preschool Classroom-A Systematic Literature Review[J]. Thinking Skills and Creativity, 2022, 46: 101110.
- [19] Koenig M A, Harris P L. Preschoolers Mistrust Ignorant and Inaccurate Speakers[J]. Child Development, 2005, 76(6): 1261-1277.
- [20] National Research Council (US) and Institute of Medicine (US) Committee On Integrating the Science of Early Childhood Development. From Neurons to Neighborhoods: The Science of Early Childhood Development[M]. Washington (DC) : National Academies Press (US), 2000.
- [21] 朱家雄. 超越儿童认知发展的普遍性 [J]. 学前教育研究, 2002(5): 6-8.
- [22] 陈杰琦, 埃米勒·艾斯贝格, 玛拉·克瑞克维斯基. 多元智能理论与儿童学习活动 [M]. 何敏, 李季涓, 译. 北京: 北京师范大学出版社, 2002.
- [23] Miller P H. Theories of Developmental Psychology[M]. 6th Edition. New York: Worth Publishers, 2016.
- [24] Lederman J S, Bartels S, Lederman N G, et al. Demystifying Nature of Science: Two Activities Help Young Children Understand Nature of Science[J]. Science and Children, 2014, 52(1): 40-45.
- [25] 李槐青. 当前幼儿园科学教育中的问题及对策研究 [D]. 武汉: 湖南师范大学, 2017.
- [26] 教育部关于印发《3-6 岁儿童学习与发展指南》的通知 [EB/OL]. (2012-10-09) [2025-11-15]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A06/s3327/201210/t20121009_143254.html.
- [27] 李玉. 当前幼儿园科学教育存在的问题及解决策略 [J]. 科学咨询 (教育科研), 2018: 122.
- [28] 杜平. 当前我国学前儿童科学教育存在的问题及原因分析 [J]. 才智, 2014(5): 88.
- [29] 郭芳旭. 幼儿园教育小学化倾向的现状分析与对策研究——以 X 市 A 幼儿园为例 [J]. 教育进展, 2024, 14: 1602.
- [30] Mccomas W F. Principal Elements of Nature of Science: Informing Science Teaching while Dispelling the Myths[M]//Mccomas W F. Nature of Science in Science Instruction: Rationales and Strategies. Cham: Springer International Publishing, 2020: 35-65.
- [31] American Association for the Advancement of Science (AAAS). Atlas of Science Literacy: Vol.I[M]. Washington, DC: Author, 2001.

- [32] American Association for the Advancement of Science (AAAS). Atlas of Science Literacy: Vol.II[M]. Washington, DC: Author, 2007.
- [33] Lederman N G, Lederman J S. Revising Instruction to Teach Nature of Science[J]. Science Teacher, 2004, 71.
- [34] McComas W F. Keys to Teaching the Nature of Science: Focusing on the Nature of Science in the Science Classroom[J]. The Science Teacher, 2004, 71.
- [35] Osborne J, Collins S, Ratcliffe M, et al. What “Ideas-About-Science” Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2003, 40.
- [36] Lederman N G, Lederman J S. Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry: Building Instructional Capacity Through Professional Development[M]//Fraser B J, Tobin K, McRobbie C J. Second International Handbook of Science Education. Dordrecht: Springer, 2012.
- [37] 刘红云. 高级心理统计 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2019.
- [38] Abd-El-Khalick F, Lederman N G. Improving Science Teachers’ Conceptions of Nature of Science: A Critical Review of the Literature[J]. International Journal of Science Education, 2000, 22.
- [39] Abd-El-Khalick F. Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains[J]. Science & Education, 2013, 22.
- [40] Akerson V L, Volrich M L. Teaching Nature of Science Explicitly in A First-Grade Internship Setting[J]. Journal of Research in Science Teaching, 2006, 43.
- [41] Allchin D, Andersen H M, Nielsen K. Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice[J]. Science Education, 2014, 98(3): 461-486.
- [42] Lederman N G. Nature of Science: Past, Present, and Future[M]//Abell S K, Lederman N G. Handbook of Research on Science Education. Mahwah: Erlbaum, 2007.
- [43] 陈宗英, 刘瑞, 刘畅. 国外小学生科学本质教学的研究综述 [J]. 化学教育 (中英文), 2024: 109-117.
- [44] Capps D, Crawford B. Inquiry-Based Instruction and Teaching About Nature of Science: Are They Happening?[J]. Journal of Science Teacher Education, 2013, 24.
- [45] Olson J K. The Inclusion of the Nature of Science in Nine Recent International Science Education Standards Documents[J]. Science & Education, 2018, 27(7): 637-660.
- [46] 高潇怡, 李维. 幼儿教师科学本质观的调查研究 [J]. 教师教育研究, 2019, 31(1): 58-65.
- [47] Ampatzidis G, Ergazaki M. Pre-Service Early Years Teachers’ Understanding of Nature of Science[J]. Research in Science Education, 2025.
- [48] McComas W F, Olson J K. The Nature of Science in International Science Education Standards Documents[M]//McComas W F. The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- [49] 季薛庆. 显性途径的科学本质教学探索——以“太阳系”教学为例 [J]. 课程·教材·教法, 2010, 30(7): 72-76.
- [50] Hodson D, Wong S L. Going Beyond the Consensus View: Broadening and Enriching the Scope of NOS-Oriented Curricula[J]. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 2017, 17.
- [51] 张洋. “双减”背景下西部地区 3~9 岁儿童科学教育现状及对策研究 [J]. 教育进展, 2024, 14: 85.
- [52] Murcia K, Schibeci R. Primary Student Teachers’ Conceptions of the Nature of Science[J]. International Journal of Science Education, 1999, 21.
- [53] 刘玉娟. 发展学生优势智能的课堂教学策略研究 [J]. 中国教育学刊, 2003(1): 34-37.
- [54] 王芳. 幼儿园科学领域学科教学的有效开展探究 [J]. 智力, 2022, 692(26): 163-166.
- [55] Smith E R, Murphy J, Coats S. Attachment to Groups: Theory and Management[J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1999, 77(1): 94-110.
- [56] 薛松. 小学生对科学本质的理解及其影响因素研究 [D]. 武汉: 华中师范大学, 2021.
- [57] 郭伟, 陈旭远. 在教育“双减”中做好科学教育加法的路径探索 [J]. 人民教育, 2023: 45-47.
- [58] 李娟. 幼儿科学领域的核心经验及其获得方式 [J]. 教育教学论坛, 2020: 97-98.

(编辑 颜 燕 和树美)

China, Zhejiang Province has cultivated distinctive experiences in promoting the synergistic evolution of these two domains. This paper focuses on the core issue of how Zhejiang facilitates its coordinated advancement and explores the underlying mechanisms. Employing empirical analysis combined with case studies, This paper utilize the entropy method and the coupling coordination model to quantitatively assess the coupling coordination degree across Zhejiang's 11 prefecture-level cities in 2023. Through integrating practical case studies from the province, The research identify the intrinsic mechanisms governing their synergistic evolution while revealing existing challenges: uneven resource allocation between innovation and popularization, low conversion efficiency, insufficient public engagement, and lagging evaluation mechanisms. Systematically summarizing these intrinsic mechanisms, This paper propose targeted improvement recommendations based on our findings, This includes four aspects: establishing a cross-regional resource coordination and compensation mechanism, establishing a collaborative transformation system for scientific research and science popularization, cultivating a science popularization ecosystem involving multiple entities, and improving dynamic evaluation and governance feedback mechanisms. offering transferable insights for other Chinese regions pursuing coordinated “dual-engine” development.

Keywords: innovation of science and technology; science popularization; coupling coordination model

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.06.005

Research on the Current Situation and Enhancement Strategies of Understanding the Nature of Science in Early Childhood

Li Xiuju Jia Chaochao

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing100081)

Abstract: Under the background of a strong country in education and science and technology, the importance of science education is increasingly prominent. As an important goal of science education, the nature of science helps students better understand scientific knowledge, develop scientific thinking, and enhance curiosity and imagination. Teaching the nature of science in early childhood is crucial to ensuring that students have an accurate understanding of the nature of science. However, the survey results show that the overall development level of kindergarten graduates' understanding of the nature of science is low, and there are regional and school differences in China. Schools in the western region and schools with weak conditions are in a relatively vulnerable position. Besides, the survey results of kindergarten teachers also reveal that kindergarten teachers themselves have a poor understanding of the nature of science, and a serious lack of understanding of the importance of the nature of science. Based on this, this study proposes a multi-level framework for promoting the understanding of the nature of science in early education. At the macro level, it advocates for the early implementation of relevant educational practices and the optimization of resource allocation. the meso level, the focus shifts to institutional empowerment and ecological development, aiming to enhance science teachers' comprehension and appreciation of the nature of science, foster an open, diverse, and inclusive environment for exploration, and establish a coherent science education system bridging kindergarten and primary school.

At the micro level, the emphasis is placed on the internalization of teaching practices and interactive pedagogies. Through modalities such as hands-on experiments, scientific dialogue, and home-school collaboration, the framework seeks to advance young children's grasp of the fundamental understanding of the nature of science.

Keywords: the nature of science; young children; early childhood science education

CLC Numbers: N4; G610 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.06.006

Artificial Intelligence Empowering Early Childhood Science Education: Theoretical Foundations, Application Practices, and Risk Responses

Zhao Yujin¹ Pan Maoming^{1,2} Xu Xiaohui³

(School of Education, Capital Normal University, Beijing 100048)¹

(School of Education, The Open University of China, Beijing 100039)²

(School of Early Childhood Education, Capital Normal University, Beijing 100048)³

Abstract: As artificial intelligence increasingly permeates the field of education, early childhood science education is encountering both new opportunities and emerging challenges. Grounded in multimodal learning theory, this paper reviews the applications of artificial intelligence in scientific context creation, inquiry process support, and learning process evaluation, and analyzes the potential risks it may pose to child development, teacher professionalism, and educational ethics. The analysis indicates that artificial intelligence can enrich children's learning methods and enhance the quality of science education through multimodal presentation, instant feedback, and continuous evaluation. However, its deep involvement may also weaken children's experiential inquiry, diminish teachers' professional judgment, and, in certain contexts, lead to the encroachment of technical logic upon educational values. In response, this paper proposes strategies across three dimensions: educational philosophies, teacher professionalism, and institutional safeguards. These strategies include upholding inquiry-based learning, strengthening teachers' professional judgment, and improving ethical norms and data security mechanisms, aiming to promote the appropriate and effective empowerment of early childhood science education by artificial intelligence, ensuring that technological innovation genuinely serves children's scientific learning and development.

Keywords: artificial intelligence; early childhood science education; science learning; multimodal learning

CLC Numbers: G610; TP18 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2025.06.007

Value Reshaping and Future Transformation of Early Childhood Science Education in the New Era

Hong Xiumin¹ Xu Xingfang^{1,2}