

因果关系的内涵解释及对科学教育的作用

The Connotation Explanation of Causality and Its Role on Science Education

周峰 /ZHOU Feng¹ 于蔚森 /YU Weisen²

(1. 首都师范大学教育学院, 北京, 100048; 2. 首都师范大学初等教育学院, 北京, 100048)

(1. College of Education, Capital Normal University, Beijing, 100048;

2. College of Elementary Education, Capital Normal University, Beijing, 100048)

摘要: 因果关系不仅是哲学研究中的一个重要逻辑概念, 同时是科学教育领域基础研究中的重要范式。所谓因果关系即一个事件(原因)导致另一个事件(结果)的发生, 因果关系主要研究事物发生的原理。从古至今关于因果关系的争论和探索从未止步, 新时代新征程, 伴随进一步全面深化改革, 如何守正创新将因果概念运用到科学教育领域以实现其实用价值是需要探讨的。本文梳理了因果关系的历史研究进程; 对于哲学上的因果概念, 逻辑上的因果思维, 认知世界的因果方法做了辨析; 基于科学视角, 引入科学认知方法, 试图从新的角度对因果进行认知, 回答了一些争论与问题; 分析了因果关系对于小学科学教学中学生核心素养培养的作用, 小学教师应如何正确理解、应用因果关系以达到培养学术科学核心素养的目标等一系列关键问题。

关键词: 因果关系 因果方法 科学核心素养

Abstract: Causal relationship is not only an important logical concept in philosophical research, but also an important paradigm in basic research in the field of science education. The so-called causal relationship refers to the principle that one event (cause) leads to the occurrence of another event (result), and causal relationship mainly studies the occurrence of things. The debate and exploration of causal relationships from ancient times to the present have never stopped. In the new era and new journey, accompanied by further comprehensive and deepening reforms, it is necessary to explore how to adhere to the concept of causality and apply it to the field of scientific education to achieve its practical value. This article outlines the historical research process of causal relationships; I have analyzed the concept of causality in philosophy, logical causal thinking, and causal methods for understanding the world; Based on a scientific perspective, introducing scientific cognitive methods, attempting to understand causality from a new perspective, answering some debates and questions; Analyzed the role of causal relationships in cultivating core competencies in primary school science teaching, and a series of key issues such as how primary school teachers should correctly understand and apply causal relationships to achieve the goal of cultivating academic and scientific core competencies.

Key Words: Causal relationship; Causal method; Scientific core literacy

中图分类号: B025.5; N031 DOI: 10.15994/j.1000-0763.2024.02.008 CSTR: 32281.14.jdn.2025.02.008

基金项目: 中国高校产学研创新基金项目“自然科学基础知识图谱及新型教学资源建设研究”(项目编号: 2022XF011)。

收稿日期: 2024年5月2日

作者简介: 周峰(1984-)男, 四川眉山人, 首都师范大学教育学院博士研究生, 研究方向为教育领导与管理、科学教育、中国哲学等。Email: cnuwzb@126.com

于蔚森(2001-)男, 北京人, 首都师范大学初等教育学院硕士研究生, 研究方向为科学教育及小学教师教育。Email: 2690389674@qq.com

人类立身于世间，对整个世界和人类社会进行感知、观察、认识、思考，并通过文字、语言等形式对其进行描述。在此过程中，不难发现一个现象：人仿佛总是那么好奇，无时不刻都在追问“为什么”。从孩提至垂暮，从普通大众至哲学家，人类追问天为什么是蓝的、生命为什么会存在等看起来具有神秘主义色彩的现象。并且试图给“为什么”找到解释，人们最喜欢做的一件事就是为所发生的事情解释原因。人类一直在探求事物的因果，这个探究的过程是为了满足人的内在需求。作为个体立身于世间，个体通过自我视角描述世界运动的方式，阐释世界运动的规律，并得出使自己觉得合理并信服的结论。人的本质属性便是社会属性，个体在世间生存不可避免的与其它个体产生交集，不同的个体具有不同的观念，在交汇的过程中使其它个体认同自身的观点或修正自我本身的观点以达到合理的平衡，让自己信服。追求因果其实就是在寻找平衡与调整的过程。

在探求因果的过程中，个体发展水平、时空条件、事物本身复杂程度等因素制约因果探究过程。对于因果探寻最大的影响，是个体本身。对于事物的探索很大程度上受限于个体的水平因素限制。个体是否进行过表征背后的原因联系思考，个体是否具有能够解释相关现象的水平能力，个体基于本身思考问题的角度。同时也受所处的时空条件的限制，如社会生产力水平，科技水平，社会文化等因素的制约。^[1]因果关系本身是一种抽象的逻辑思维，我们无法判断其真实存在性，因此对于因果的解释面临着巨大的挑战。因果关系在现实生活中是一个无法回避的问题。在日常生活中人们无时不刻不在利用因果方法解释和认识世界。在科学教育领域，对于自然世界的探索，也脱离不开探索因果关系。如何正确的理解因果关系，利用好因果方法，提升学生的科学核心素养，是科学教师必须思考的。利用好今天探索出的因果规律与方法，才能对过去进行科学解释，并对未来进行推断。

一、因果：内涵、历史与发展

因果概念在现实生活中无处不在。一个结果的出现我们往往会赋予其意义，因果概念往往与人的思考方式密切相关，并带有玄学色彩。佛家说昨日之因，今日之果，有因必有果，有果必有因；道家说因是能生，果是所生。不可否认的是其虽带有玄学色彩，但人类社会历史从未放弃总结与探究世间事物的运行规律。本文所谈的因果，指的是人们对于因果本体的理解，对于因果认识的思考，以及对于因果方法的运用。要想全面清晰准确认识人类社会对因果概念的理解必须从概念的发展历程出发。

对于因果的探索，可追溯至远古时期。人们用巫术、神等概念对难以解释的自然现象来进行描述，这一阶段称为早期原始因果论。因果论最早的文字记载出现在古希腊时期，苏格拉底提出了他的因果法则：今天的结果，是昨天造成的，而今天也为明天的果种下了因，世界是遵循着因果进行运行的，都是因果法则运行的结果。亚里士多德继承并完善了其学说，提出四因说。“四因说”（*Doctrine of four causes*），即万物存在皆由“四因”引发，分别是“质料因”（*material cause*）、“形式因”（*formal cause*）、“动力因”（*efficient or moving cause*）和“目的因”（*final cause*）。^[2]亚里士多德认为因果法则的确定，就确定了世界的走势。

决定论和机械论在亚里士多德“四因说”基础上有所发展，这也是人们相信因果存在的一种具体表现。代表人物为拉普拉斯，拉普拉斯提出了“拉普拉斯的恶魔”：如果一个恶魔拥有足够的算力，它现在知道了世界上每个原子的位置，它就可以通过计算得出下一秒原子的位置，进而得到整个宇宙运行的规律。^[3]我们这个世界，其实就像一个特别大的机械，如果我们能够掌握这个世界的运行规律，那么我们就判断出将来世界的发展趋势。

人类对因果的认识过程并不是一帆风顺的。休谟问题的出现使因果论覆盖了一片乌云。休谟没有直接质疑因果论的逻辑思维法则，而是质疑我们为什么会产生因果论现象、因果论的本质是什么等一系列哲学问题。我们无从得

知因果之间的本质关系,只能得知某些事总会连结在一起。而这些事物在过去的经验里又是不曾分开过的存在。^[4]我们并不能从逻辑上证明因果论的存在,同时不确定性因素也在挑战着因果论的科学性。自休谟之后,人们对因果是否存在产生了巨大的争议,同时也产生了基于因果理论与非因果解释的对立。其中还原主义成为了辩述因果解释的路径。初维峰在一文中论述了还原主义,所谓还原主义,不存在真正非因果解释,那些看似非因果的解释的例子,本质上仍为因果解释。^[5]索伯(E. Sober)、刘易斯、米勒(R. Miller)和思科(B. Skow)等人也都持有这种观点。虽然这些学者的观点各异,但他们都不约而同地采取了一个策略,那就是从广义上理解因果关系。

对于因果关系的讨论,有一条道路是讨论因果可不可以控制,为因果关系操控思想,后发展为干预因果主义理论,实际上是一种一元主义的道路。作为探究因果的思路,李珍在文章中叙述了其发展过程:最早可追溯至1940年柯林伍德(R. Collingwood)的《形而上学的本质》(*An Essay on Metaphysics*)和加斯金(D. Gasking)的《因果关系指南》(*Causation and Recipes*)。冯·赖特1971年系统提出操控因果理论。如果p是q的原因,那么可以通过操控导致p发生,从而导致q的发生。操控因果论受到了哲学家的质疑,但之后在很多领域开始流行。20世纪90年代之后操控的因果理论在哲学界逐渐又复兴了起来,主要沿着两条进路发展,一条是以孟席斯(P. Menzies)和普赖斯(H. Price)为代表的自主体因果理论(agency theory of causation),他们把因果关系看成是第二性质的概念;另一条就是以珀尔(J. Pearl)、伍德沃德(J. Woodward)、希契科克(C. Hitchcock)等人为代表的干预主义因果理论。^[6]在国内的研究中,关于干预主义,钟磊发表了“Sophisticated Exclusion and Sophisticated Causation”一文,讲述了一种双重条件的干预主义的因果理论。^[7]叶峰发表了“因果理论与排斥论证”一文。^[8]裘江杰发表了“双重条件的干预主义与心智因果”一文,^[9]并于2022年

又发表了“干预主义、机制与实际的性质因果”一文。^[10]

同时存在论证因果是否存在的方法,为反事实论证,反事实论证作为一个比较常用的思考因果的办法。费多益在“倾向:因果观念重建”一文中,梳理了反事实因果论证的发展历程。在过去三十年中,就核心哲学洞见而言,运用反事实依赖概念来刻画因果关联成为最主流的因果理论框架。其中既有以可能世界语义学为基础来分析因果性的进路,如赖特(G. H. Von Wright)、孟席斯(P. Menzies)、普赖斯(H. Price),也有通过假想干预(而非可能世界之间相似性)来理解关于反事实条件句真值的干预主义,如伍德沃德(J. Woodward)、希契科克(C. Hitchcock),还有采用结构方程框架的反事实因果关系方法,如霍尔(N. Hall)、珀尔(J. Pearl)、舒尔茨(K. Schulz)、布兰查德(T. Blanchard)和谢弗(J. Schaffer)等。^[11]国内学者裘江杰发表了“实际因果的反事实定义”一文。^[12]

随着逻辑学、数学等学科的兴起,人们开始运用逻辑论证、模型搭建等方式对因果关系进行探究。赵心树发表了“因果关系的类型和概率分布”一文。^[13]吴小安发表了“因果模型与传递性”一文。^[14]裘江杰发表了“形式模型、机制与实际因果的分类”一文。^[15]张鑫发表了“因果关系数理形式化描述的可行性研究——基于霍尔的因果涌现理论”一文。^[16]这都为探索因果提供了新的思维角度。

二、因果辨析:因果之争

本部分将从本体论、认识论、方法论等角度对因果概念进行讨论,旨在全面系统地认识因果关系之争的多元性。从科学地角度对矛盾进行归纳总结,以期形成对因果的科学认知。

人类认识世界首先通过感受器官形成感知觉,通过人脑的加工,从而形成对于世界的认识。^[17]人文学科和社会学科虽然对因果的分类不同,研究方法也不同,但一定是基于某一领域之中的现象,通过寻找其特点,对其进

行描述,进而达到对其进行研究的过程。休谟在其著作之中指出:印象也就是我们所说的感觉,比如看到的或者听到的东西,它们是构成一切思想的来源和材料,印象作为当下的感觉是生动的。人们观察到某些现象之后,自然而然地就想了解这个现象是怎么产生的等一系列问题,这个探究过程就是寻找事物因果的过程。在a时间点看到了某种现象,在b时间点也看到了某种现象(a时间提前于b时间),偶然间发现了a与b同时出现,人类脑中便形成了一种认识思维,并发现这些思维背后是有重复性和规律性的,人类用这种思维去解释其他事物发现也是讲的通的,于是就惯用这种方法去解释其它事物。在举一反三的过程中形成了对于因果的认识,我们在此基础上对于其进行概括、总结,寻找到一般规律。

从本体论角度来看,由于因果本身看不见摸不到,因而对其本质进行讨论就存在着一定难度。赵汀阳在“寻找动词的形而上学”中,对于因果有所提示,他认为因果是人类的思维模式,客观事实的世界是存在的,而人类的思维是否是真正存在的物质,以及因果是否真的存在,我们无法将其显形。从科学的角度来看,对于无法显形的物体,我们需要采取一定的方法来进行揭示,通过事物的具象化来证明其存在。例如人们最开始对于磁的认识,磁本身是看不见摸不到的,我们需要通过一定方法来证明其存在,例如通电线圈在磁场中发生运动,就证明了磁场的存在。因而我们需要进一步发展认识方法来实现对因果的认知。

从认识论角度来看,对于因果的认识体现为思维方法。哲学家们需要对事物进行归纳和演绎,最后得到一般规律应用到相关领域之中。对于什么事物的研究就会得到相应的科学,例如一个物理学家,在其探索完物理学的相关知识之后,他能得到物理学的相关知识,然后它可以通过物理学中的现象等,得到物理学中的规律,得到物理哲学。生物学家如此,地球科学家如此,以及人文学家亦如此。每一个哲学家都是基于自己所处的领域展开研究,在具备深入性的同时也必会存在局限性,将研究成果

推广至所有领域是不现实的。规律总结的过程从科学的视角来说就是进行了归纳总结形成了认识。再进行演绎推理到所有领域之中,但归纳总结是不尽的,前提条件变了结果是会出错的,不同的领域所归纳出的规律最后要用一句话来概括,是肯定会引发争论和问题的,同时这个认识的过程也不是完美无缺的。认识作为一种思维方式,其本身也是要遵守一定的规则,要建立在逻辑学基础之上的,需要遵守排他性、一致性等原则。

从方法论角度来看,在探索因果的过程之中,人类利用了因果的方法进行探索,通过因果的方法认知世界后进行总结概括,最终得出哲学因果概念的结果。在因果研究过程中,有时往往会把方法本身与最终结果相混淆。因此,只有不断地修正因果方法,扩展因果方法,才能实现对事物发展的规律性认识。那种认为可以通过一种方法去解释所有事物的做法,是不切实际的,因为方法的适用是需要有前提的,超出前提要求方法就可能失效。

通过以上分析,对于因果辩论的认识变得比较清晰了。长时间以来,我们一直想用一种方法来解释一个固定的哲学名词,用一种方法去解决所有问题都是不切实际的,是忽视了方法的适用性。终极哲学概念是一个不断深化的过程,必须坚持发展过程中的守正创新。

三、因果新角度:科学视角看因果

在科学探究之中,以武谷三男为代表的科学发展阶段论,提出科学发展的三个阶段,^[18]第一个是现象论阶段,是在观察分类的基础上对科学现象的描述,然后是本体论阶段,即对表现出科学现象的实体及其发生规律的认识,最后是本质论阶段,即解释实体及产生规律的内在原因的认识。^[19]

科学发展阶段论,从本质上讲是对现象进行描述,从而总结规律,是一种认知方法。作为认知方法,也可以将其运用到解释因果的过程当中。通过科学阶段发展论来看因果,仿佛能认识并解决一些问题:第一,为什么关于因

果之争会如此激烈。第二,不同的学科具有不同的发展阶段,我们对于其解释也应该符合其发展的特性。因果之争中所辩论的首先是因果是否存在的问题。休谟指出,因果其实是不存在的,人们所说的因果其实只是两种事情之间有联系,一个事件的到来往往伴随着另一个事件的到来,但我们并不能观察到两件事之间的联系。牛顿坚信因果法则的存在,世界内的一切,都是按照严格的定律发生的,因为有因果关系的存在。爱因斯坦在给波尔的信中也提到,你信仰上帝掷骰子,我却相信完备的定律。

从科学发展阶段论的视角来看,对于因果本体论的讨论可以找到合理的答案。科学发展阶段理论所讨论的是科学的相关事物,科学的相关事物都有实体的。对于客观事物,有存在实体的事物,也有不存在实体的事物。科学发展阶段论的研究方法既可以适用具象事物研究,也可以适用于抽象事物的研究。对于因果的研究阶段我们对于其现象已经有了清晰的描述,但对于这样一个看不见摸不到没有实体的事物,我们对于其本体论阶段的研究还未能有所突破,更不用谈对于其本质论的研究了。而从科学阶段发展论来看,哲学家,逻辑学家所追寻的其实是对本质的盖棺定论,这一定程度上违背了认识的原则要求,因而出现争论是很常见的。

因果作为一种思维方式,对应不同的认知阶段起到不同的作用。例如在物理化学等物质科学领域,我们大部分问题的研究已经进入到本质论的研究阶段。我们可以解释为什么苹果会掉落到地面上,因为万有引力。在生命科学领域,由于我们大部分的内容,都是在描述生命科学的事实,例如一个群落是什么样子的,因此不适合用因果论来对其内容进行解释,我们采取的是目的论的方式。再如地球科学领域之中,我们停留在现象论阶段之中,我们并不能解释为什么会出现月球这个星球,我们的大陆为什么会是这样,我们只能用假说的形式来解释。在人文科学领域,对于为什么人口都向北京市迁移这种看不见摸不着的问题,我们就可以通过因果的方法进行解释,人口的迁移有

政治要素、经济要素、地理环境要素等。

以科学的视角来对待因果论,就可以回答许多问题。为什么对于因果的争论如此之大,是因为我们对于事物认知阶段的局限性,对于因果本身的认识仍停留在现象描述中,并没有认识到其本质。其次,对于使用因果方法进行解释,我们也常常脱离现实情况。对于不同发展阶段的不同事物,我们都想用因果进行解释,哲学家们在解释自己的概念时,发现有的生活中的例子可以解释,有的不可以解释,究其原因没有做到因地制宜。

四、因果应用:科学教育巧用因果

因果推理能力对于发展学生核心素养具有重要作用。《义务教育科学课程标准(2022年版)》中指出科学课程旨在培养学生的核心素养,核心素养中包括学生的科学思维:“科学思维是从科学的视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识方式。”而要达到培养学生科学思维的目的,可以通过培养学生的推理能力来实现。^[20]胡卫平在其文章中指出,科学教育研究和实践中的科学推理,是指从已知的科学命题得出新命题的思维过程或思维形式,是需要运用多种高水平认知的复杂活动过程,不仅包括逻辑学中的归纳推理、演绎推理和类比推理,还包括分析与综合、比较与分类等方法,以及控制变量、组合推理、概率推理、相关推理、因果推理等形式。通过上述定义与描述可看出,所谓培养学生的科学推理能力,其本质是基于学生已有的认知水平,运用相关方法,找到命题的原因,得到新的命题的结果。在这个过程中的思考能力即为科学思维能力。

基于对因果的概念认识,以及科学阶段发展论的研究视角,教师在培养学生的科学思维中要做到:第一,教师首先要明确寻找前因后果的意义,因果是人类思维的结果,是人的认识,教师首先要对因果有正确的认识,要学会正确的运用因果方法,将学生的科学思维培养引向规范之路。第二,因果作为思维方法,其

本身是归纳演绎的过程，对于归纳演绎过程中存在的缺陷，教师要正确认识不能忽视。第三，对于在教学中无法解释因果现象的，要明确认识到由于条件限制并不是所有事物都可以用因果逻辑进行解释。

在小学科学种子萌发这一课例中，我们需要探索种子萌发所需要的条件，是什么原因让种子能够正常的萌发或导致发芽失败。案例如下：

课程目标：找到影响种子萌发的因素，通过实验方法得出相关结论。

学生在设计相关实验的过程之中，需要对影响种子萌发的相关因素进行思考：例如水，温度，光照，种子的情况等等。这个过程就是学生搜寻相关原因，搭建出因果相关结论联系的过程，是学生科学思维的体现。学生通过已有经验，做出自己的判断，例如水会影响种子萌发。这个过程是对已有经验进行归纳，演绎出新的命题，是寻找因果的认识的过程。学生通过利用干预主义的相关理论，即控制变量，通过改变一个因素去影响实验结果，实际上是对于因果方法的运用，干预主义因果理论为学生提供了方法上的支撑。在此案例过程之中学生需要首先对于因果有一个认知搭建，即对因果进行认识，什么因素会导致种子萌发的结果，在探究的过程中需要使用适当的因果方法，如干预法，对照法。

在小学科学实验探究的过程中，对于推论与结果发生悖论的现象，要追本溯源，探求产生各种现象的原因。例如在教科版小学三年级水的沸腾一课中，学生在进行科学探究的过程中以北京地区为例，常常会测出超过100摄氏度的情况，而在面对出现与推论相悖的情况时，教师的处理往往是让学生直接填写100摄氏度而达到课程的相关要求，并没有带领学生去探索出现此现象的原因。在此实验中水的沸腾温度超过100摄氏度是不符合日常逻辑的，教师应该带领学生坚持问题导向，质疑实验结果的合理性，探求出现现象的原因：是否是温度计不准、当地气压是否有变化等因素影响了实验结果。培养学生利用因果方法，找到产生异常

现象的原因，是培养学生科学思维与科学态度的重要方式。

学生在进行科学探究的过程中，对于一些复杂的现象，应引导学生理解产生现象的因果中的“因”是多维的。以制作生态瓶主题科学活动为例，生态瓶能否成功，是由多方面因素决定的，需要考虑生态瓶中的组成成分：生产者、分解者、消费者、无机成分、有机成分等。关于生态瓶的制作成功与否，可以说是带有随机性的，每一个因素都有可能成为制作生态瓶成功或失败的原因。在此过程中，学生可以进行还原主义的做法，进行假设：例如生态瓶制作失败了，可能推断是生态瓶中缺乏食物，学生可以调整生态瓶中的组成部分，来检验自己推断的因果是否能成立。通过因果方法，从多维度寻找产生结果的原因，从而达到培养学生的科学思维与科学态度的目的。

总 结

总而言之，本文从因果论的起源出发，进而从本体论、认识论、方法论的角度对因果进行了深入分析，解答了为什么对于因果会有如此大的争议这一基本问题。因果实际是人类在认识过程中形成思维的过程，在形成认识的过程中我们运用了一些方法，去解释因果，称之为因果方法。此外，通过引入科学发展阶段理论，让我们更加清晰地看到关于因果的研究处于的发展阶段。我们要不断更新价值认识与研究方法，对于处在不同发展阶段的学科，要根据学科认知阶段的特点，坚持具体问题具体分析，运用不同的方法对其进行因果解释。

[参 考 文 献]

- [1] 赵绍鸿. 马克思主义哲学原理 [M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2011.
- [2] 严群. 亚里士多德及其思想 [M]. 北京: 商务印书馆, 2019.
- [3] 亨利·伯格森. 创造进化论 [M]. 肖聿译, 南京: 译林出版社, 2014, 348.
- [4] 休谟. 人类理智研究 [M]. 吕大吉译, 北京: 商务印书馆, 1999.

- [5] 初维峰. 应对非因果解释的三条路径及其问题[J]. 自然辩证法通讯, 2023, 45(10): 47-54.
- [6] 李珍. 浅析干预主义因果理论[J]. 科学技术哲学研究, 2013, 30(2): 14-19.
- [7] Lei, Z. 'Sophisticated Exclusion and Sophisticated Causation'[J]. *Journal of Philosophy*, 2014, 111(7): 341-360.
- [8] 叶峰. 因果理论与排斥论证[J]. 自然辩证法通讯, 2017, 39(1): 11-20.
- [9] 裘江杰. 双重条件的干预主义与心智因果[J]. 自然辩证法通讯, 2019, 41(8): 24-31.
- [10] 裘江杰. 干预主义、机制与实际的性质因果[J]. 自然辩证法通讯, 2022, 44(1): 1-9.
- [11] 费多益. 倾向: 因果观念重建[J]. 中国社会科学, 2023, (9): 122-143; 207.
- [12] 裘江杰. 实际因果的反事实定义[J]. 自然辩证法通讯, 2020, 42(8): 10-17.
- [13] 赵心树. 因果关系的类型和概率分布[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2007, (1): 32-44.
- [14] 吴小安. 因果模型与传递性[J]. 自然辩证法通讯, 2020, 42(8): 1-9.
- [15] 裘江杰. 形式模型、机制与实际因果的分类[J]. 自然辩证法通讯, 2023, 45(8): 27-37.
- [16] 张鑫. 因果关系数理形式化描述的可行性研究——基于霍尔的因果涌现理论[J]. 自然辩证法通讯, 2023, 45(10): 29-37.
- [17] 邬茂鹏、朱永红. 认知: 从感觉到思维[M]. 广州: 广东人民出版社, 2018.
- [18] 徐玉华. 武谷三男“三阶段论”方法论的哲学意义[J]. 社会科学辑刊, 1983, (3): 11-20.
- [19] 叶宝生. 小学生科学认识的现象论特征与教学策略[J]. 课程·教材·教法, 2016, 36(11): 91-94.
- [20] 中华人民共和国教育部. 义务教育科学课程标准(2022年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.

[责任编辑 王巍 谭笑]

