

# 广义语境中的物理观念

蔡铁权 (浙江师范大学科学教育研究中心 浙江 321004)

薛 真 (浙江师范大学教育学院 浙江 321004)

**摘 要** 运用科学哲学中的广义语境论对物理观念进行了广义语境分析,对物理观念在社会、文化、历史、语言、认知、自然、物理学实践与理论等语境中的内涵、表现及意义进行了深入的剖析,全面而细致地展示出物理观念的丰富而深刻的内容。在此基础上,归纳并揭示了物理观念的本质,包括“物理观念是科学本质的集中反映”等十六个方面,认识到物理观念是物理学理论的最高表现形式。深化了对物观念的认知,确立了物理观念在物理学学科核心素养中的中心地位,坚定了“观念为本”物理教学的信念和决心。

**关键词** 学科核心素养 物理观念 物理观念本质 广义语境 语境分析

**文章编号** 1002-0748(2025)1-0005

**中图分类号** G633·7

**文献标识码** B

科学是统一的,物理学是统一的,人类认识科学和物理学的不同方式也是统一的。这种统一的基础就是寻求事物内在的规律和存在的原因,人类认识科学和物理学的目的就是在不断地追问这种规律和原因。我们在对物理观念的诠释和理解中,分析了物理观念的不同层次<sup>[1]</sup>,从不同的视角对物理观念实施了多维观照<sup>[2]</sup>。这样,我们实现了纵向的分层、横向的剖析,立体地、整体地对物理观念进行了解读。

自然、人类和社会是不可分割的整体,科学是三者相互作用而凸显的人类理性活动的产物。物理学是自然科学的重要分支之一,是自然科学的典范,杰出地表征了自然科学的全部特点。自然、人类和社会是科学的背景,它们和科学一起构成广义语境。科学是在社会语境中存在和发展的,是社会语境的产物;科学是一种历史现象,是历史语境的传承物;科学也是一种文化过程,科学受不同文化形态和文化发展的影响,是文化语境的生成物;科学是特定语言语境的表征物;科学是认知现象,是认知语境的创造物;科学是理论与实践语境的凝聚物;等等。同样地,物理学和反映物理学本质的物理观念,必然与社会、文化、历史、认知、语言、物理学的理论与实践等一起构成了广义语境,成为深入理解和分析的基本依据。

## 1 语境、广义语境和语境分析

在 20 世纪科学哲学研究范式转向的过程中,语

境论的研究就是要在重新拷问“语言学转向”最初始意义的基础上,去构建一个科学哲学的理解方式或理解形式来求解当下科学哲学的一些问题。这就是今天研究语境论科学哲学方法论的历史必然性要求和意义所在<sup>[3]</sup>。

语境(context),有“与境”“境域”“史境”“语境”等多种译名,也与“背景”“情景”“环境”等有相近之处。由于“context”有上下文、前后关系等含义,教育学中又译作“情境”“情境脉络”或“境脉”。语境的提出至今已有一百多年的时间了,真正对语境有现代意义上认识的是英国著名的人类学家马林诺夫斯基。语境的本质特征表现为实在性——它是实在实体相互作用中表现出来的;结构性——语境具有结构;制约性——语境是“无形之物”,在主体事物的背后起着制约的作用;历时性——语境随时间的变化而变化;共时性——主体事物与其周围事物的关联是共处、共存、共生、互依的;基底性——语境是意义的“最后屏障”,词语或事物的意义都是由语境支撑的;整体性——语境是一个有机整体,构成要素之间的相互作用是非线性相关的;关联性——语境的构成要素或不同的语境是相互关联的<sup>[4]</sup>。

语境意指理解一个对象所依存的所有相关因素的集合。因此,离开了语境,我们就无法对物理观念进行正确而全面的分析、理解和研究。

物理学是一个边界开放的多维的有机整体,物理观念也同样如此,确实具有“横看成岭侧成峰,远

近高低各不同”的多形景观。这样一个开放的多维系统,单一语境无法确切地定义,也不可能全面地描述和阐释。物理观念必然是在广义语境中发展的,必须放在广义语境中进行全面审思、深入研究。

广义语境的各个维度之间互依、互补,整合、协同,又相互产生必要的张力,形成对物理观念的深刻内涵和丰富内容全面的表征、深度的表达,这种表征和表达就实现了对物理观念的深入理解和全面分析。

## 2 物理观念语境分析的原则和意义

物理观念的形成,从来不可能突然从天而降、横空出世的,也不是孤立存在的,必须具备合适的时机、成熟的环境、可靠的背景、杰出物理学家的出现、充分的条件。离开了这些语境,物理观念不会形成也无法理解。要多层次、多维度地分析物理观念的深刻内涵和丰富的言外之意,广义语境分析具有独特的方法论优势,这种分析必须遵从基本的原则:

①整体性原则。解释语境中的每一个基本元素都不应缺失,也不能孤立地存在。②层次性原则。语形、语用与语义存在着相互决定、彼此影响的运动变化过程,不同理论语境之间的相互关联与差异,显示了物理观念诠释理论发展的层次性和相对性。③自主性原则。当我们对物理观念深入理解和深度阐释时,研究维度的选取是关键环节,显示出其一定程度的自主性。④相对性原则。在当代,支持理论的证据来自具有稳定性、可重复性的效应、过程或现象,支持现象的证据又来自数据的获取,数据是测量或实验结果的记录,这是依赖于语境的。而这类语境又不可避免地携带着主体的设计理念,即对这种表征制备对象特征的理论、概念、符号意义以至观念的解释,就是相对于这种所依赖的语境的。⑤动态性原则。物理观念是随着物理学的发展而变化的,这种发展和变化很难确定和预料,这就使解释具有灵活性、多元性和无限性的动态变化特征。⑥开放性原则。物理学在发展的过程中,学科交叉、渗透不断发生,跨学科、超学科的研究已成为常态。物理学理论日益变得抽象、数学化,物理学发现、发明的形式日益多样化、灵活化,追求物理学绝对真理的终绝之梦正在消解,反映物理学精髓和本质的物理观念,对其进行的阐释活动也具有永无止境的开放性和发展性。<sup>[5]</sup>

物理学变革的实质是物理观念的嬗变,杰出物理学家以至科学大师的失误归咎于物理观念的陈旧

与偏执。物理学发展与变革的成果是人类伟大的文明成果的组成部分,在改变人类对世界的认识的同时,促进了社会的巨大进步和人类的发展,导致了国家与民族的兴盛和发达。物理观念的广义语境分析具有重要的学术价值和理论意义:①全面、系统地分析并解释物理观念。②为物理观念的层次划分提供语境判据及对物理观念突破引发的科学技术革命提供语境阐释。③使物理观念可以达到逻辑与历史的统一。物理观念的发生过程是从思想到理论再到物理学界的过程,这是一种发生的逻辑。从历史过程看,首先是物理学家个体或群体在认知领域对原有陈旧观念的突破,然后引发物理学理论的变革,又逐渐得到科学共同体的认可。所以,广义语境分析反映了物理观念发生突破的逻辑,也是物理观念形成的历史过程的客观反映,体现了两者的统一。④广义语境分析彰显了物理观念在不同语境中的形成与变革的历程,体现了不同语境对物理观念的效应。⑤广义语境分析可以实现辉格式与反辉格式研究传统的统一。科学史的辉格式与反辉格式研究传统并行不悖,各有千秋,因而对同样的物理观念及其历史地位与作用会有截然不同的解释和评价。广义语境分析可以在辉格式与反辉格式之间保持必要的张力,不同的语境会有不同的立场和态度,也有不同的影响与传统的来源,体现出不同的分析方式和结果。⑥广义语境分析为科学技术的发展提供了“范式”,对物理观念的突破揭示了根本的原因。科学创新的过程就是理论、观念、思维方式重大变革的过程,例如世界著名的卡文迪许实验室人才辈出,重大研究成果迭出,值得深思<sup>[6]</sup>。

## 3 物理观念语境分析的架构及诠释

基于对广义语境的认识,我们构建了物理观念广义语境分析的架构,如图 1 所示。

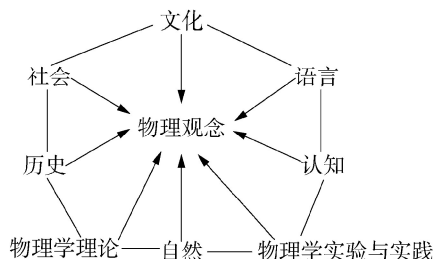


图 1 物理观念广义语境分析架构

社会语境不可缺少地包括政治、经济、军事、宗教、哲学、意识形态和社会生产与生活的影响等诸因

素。1931 年 6 月 29 日至 7 月 3 日,第二届科学史大会在英国伦敦南肯辛顿举行,苏联代表团的赫森发表了“牛顿《原理》的社会经济根源”一文,开启了之后科学史由“内史”向“外史”的转向。科学是社会的产物,也是一种社会现象,社会语境的分析由外语境和内语境两部分构成,即科学外部的影响因素与科学自身内部的因素,当然这两者是统一的而非隔离或矛盾的。社会诸因素作用于科学(物理学)的程度在不同时期(古代、中世纪、近代、现代、当代)、不同的国家、不同的文化传统中是不同的。作为物理观念,其产生、发展、形成是社会语境的生成物,从其与周围社会因素的相互作用和关联上及其内部和外部的结合上实现统一。社会语境是物理观念的根基,是其成长必不可缺的环境<sup>[7]</sup>。

物理观念必须在文化语境中做理性批判的思考,没有一种哲学的思辨,要从物理学事实的基础上形成对物理学深刻的理解、系统的认识、本质的阐释、确切的表达是不可能的。物理观念是物理学理论取得突破性进展的起因和标识,而物理学理论基础性概念、理论体系、基本思维方式的突破,是新颖物理观念产生的前提和必要条件,物理观念的转变是一种理论范式的更替、思维方式的转换,是一种本质上的改宗现象。而这样的理解需要形成对文化的整体语境分析。普里戈金在《从混沌到有序》一书中深刻指出:有一种倾向,忘记了整个科学是与人类文化紧密相连的,忘记了科学发现,哪怕那些在当时是最先进的、深奥的和难以掌握地发现,离开了它们在文化中的前因后果也是毫无意义的。

从语境的观点看,物理观念是特定历史语境的产物,是先前思想、理论和方法长期积累并与物理学家天才性创造相结合的生成物。脱离历史语境的物理观念是不存在的,脱离语境的对物理学的认识也是不存在的,理论不可能拔地而起或从天而降。物理学的成果是在前人已有成果的基础上发展起来的,牛顿的名言“站在巨人肩上”就充分表明了科学发现的历史依赖性。物理学史在某种角度看即是一部物理学思想史,是一种人的思维发展的历史记录。物理观念的形成和诠释离不开物理学发展的历史语境,离开了历史语境谈论物理观念和评价物理学理论是毫无价值的。哥白尼的天文学革命,严格地说是不科学的。燃素说、以太学说在今天看来是谬论,炼金术和炼丹术是化学之源,在当时也是科学,牛顿、拉普拉斯的因果决定论,在演化的复杂系统中看来是完全不存在的。

物理学知识通过语言表征,物理学对世界的认识借助于语言表达,是特定语言语境的产物。物理观念的语形基础即这种模型语言所具有的逻辑和句法形式。像物理学这样的形式化研究对象,其语境必然存在着相关的逻辑语法或形式算法的语形边界的限制。语境基础为解释提供形式化基底,语义规则规定了意义框架,语用边界设置了适用范围和评价标准,语形、语义、语用的统一完整地呈现出科学解释的语境结构<sup>[8]</sup>,这也是物理观念对物理学理论与实践解释的语言语境结构。

物理学是一种认知现象,是主客体相互作用的过程,是认知语境的产物。物理观念是对物理学的认知结果,当然也是认知语境的生成物。认知语境是在传统语境的概念上发展而来的,它把人的认知能力和语境结合了起来。认知语境是指人对语言使用的有关知识,是与语言使用有关的已经概念化或图形化了的知识结构状态。物理观念的认知语境构成可以认为:物理观念是物理学家对研究对象的认知结果,而这种认知结果产生于物理学家之间的交流以至争议、物理学家的思维水平和特定的思维方法,物理学家利用科学仪器,运用科学方法,建立的物理学理论或他所信仰的用于指导科学研究的物理学理论,通过特殊的认知方式而达到的认知表征物。其结构如图 2 所示。

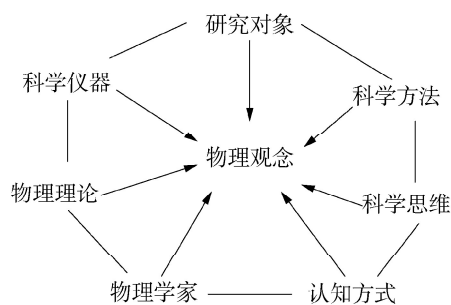


图 2 物理观念的认知语境结构

当前的体知认识论(epistemology of embodiment)是认知语境中的新趋向。这种认知理论重视对科学家如何获得其认知能力的过程研究,重视对技能性知识的实践研究,重视对科学家如何做出认知判断的现象学研究。这种认知理论所强调的技能性知识,是一种身心的整合,是一种走近发现或创造的知识。这种知识具有如下的基本特征:①实践性。强调个体的经历、参与、体验、本体感受的训练;②层次性。技能性知识有难易之分,其知识含量也有高低之别;③域境性。存在于特定的域境中,依赖于实

践的体验;④直觉性。技能性知识只有内化为人的直觉时,才能达到运用自如的通达状态,才能对情境做出直觉回应;⑤体知性。主体在亲历实践的过程中,经过试错的过程逐步内化到个体行为当中的体知型知识,技能性知识是一种个人知识。从这种观点理解科学研究实践,科学家对世界的理解,既不是主体符合客体,也不是客体符合主体,而是从主客体低层次的融合到高层次的融合,或是主体对世界的嵌入性程度的加深<sup>[9]</sup>。基于这种认知理论,我们可以理解或解释杰出科学家做出伟大科学贡献的原因,找到养成这种能力的可行途径,发现物理学家提出革命性物理观念的认知根源。

自然环境、物理学理论和物理学的实验与实践是物理观念观照的自然语境,学科语境,作为以自然为对象研究的物理学,离不开自然语境的影响。物理观念的形成中对自然语境的关注常常会被搁置,而自然环境的变近、地域的特殊形态,对人类的生存和发展产生了直接的挑战,对人类生活和生产的方式产生了显著的作用,人类对自然界的态度与认识也随之产生了急剧的变化,从而影响到人类文化的形态和文明的形式,影响到人的精神风貌和社会风俗习惯。正如李约瑟所说的:“地理因素是造成中国和欧洲文化差异以及这种格局所涉及的一切事物的极重要因素。”<sup>[10]</sup>

物理观念的物理学语境,即物理学概念与理论、物理学实验与实践的发展。随着物理学的发展与演化,物理学的概念与理论也在不断发展与变化,同样的概念,在物理学发展的不同阶段将会赋予其不同的内涵,例如物质、能量、时间、空间、运动,等等,物理观念具有内在性和自主性。物理学革命的实质表现为中心概念的变革。从法拉第到麦克斯韦的电磁学革命,就是从电力、磁力、力线、场到位移电流、涡旋电场的中心概念的更替,这种更替导致了理论、实验事实、物理观念的根本转变。对于大规模的物理学变革来说,一是要摧毁已被承认了的科学体系,二是引入新的科学体系取代旧的科学体系,即实现新理论代替旧理论的转换,实现科学理论范式的更替。随之,科学思维方式也将产生根本性的变化,例如复杂科学的演化或涌现思维方式对于牛顿的经典决定论的因果思维方式是完全颠覆式的翻转。物理学实验手段与方法的变革也对人类研究、认知、思维及概念、理论产生巨大的冲击。

物理观念的广义语境分析,从多视角去认识物理观念的深刻而丰富的内涵,为我们对物理观念本

质的论析提供了必要的基础。

#### 4 物理观念本质的广义语境解读

在广义语境中,可以对物理观念的本质进行全面、完整、深入的解读,这对物理观念的理解是需要的,对物理观念在物理教学中的实施是必要的。物理观念的本质可以归结为 16 个方面,如表 1 所示。

表 1 物理观念本质的内涵

(1) 一种物理概念	(9) 文化蕴涵
(2) 认知的结果	(10) 社会建构的产物
(3) 认识和看法	(11) 历时变化
(4) 规律的综合观点	(12) 受自然环境影响
(5) 理论的集中表达	(13) 科学本质的集中反映
(6) 实践的生成物	(14) 物理学变革的表征
(7) 思维的创造物	(15) 物理学家失误的根源
(8) 论辩推进发展	(16) 物理学理论的最高表现形式

物理观念本质蕴含了深刻而丰富的内容,我们对此作出简要而明晰的表达,而不作详尽的阐发和诠释。

(1) 物理观念是一种物理概念,用以表示物理学的内容和特征。物质、能量、时间、运动、场、量子论、日心说,等等,既是物理观念,也是物理概念。可以是阐述物理理论的术语,是界定和讨论物理问题时的基本概念,是思考的内容和思考的对象。

(2) 物理观念是物理学对物理学事实和物理学表象的认知结果。物理学家在面对特定的物理事实和物理学表象时,会产生特定的以至创造性的认知产物。法拉第对电、磁现象的认知所产生的力线、场的认知结果,为麦克斯韦的电磁场理论的建立提供了观念上的突破。

(3) 物理观念表达了人类对物理世界的认识和看法。对色彩斑斓、五光十色的物理世界,对瞬息万变、出乎意料的形形色色的物理现象,人类产生了好奇、惊惧、欢快、愉悦等复杂的心态与情绪,导致人类去探索、解释以至理解和掌握的欲望。物理观念的变革标志着人类对物理世界的认识和看法的改变,还将影响人类对整个自然界以至对世界的认识和看法的改变,进而产生对社会变革的推动。

(4) 物理观念表示了人类对物理世界规律的综合观点。物理观念是人类对物理世界规律性的认识,而不局限于个别现象或片面的简单看法,物理学的研究就是要认识物理现象的内在联系,反映这种复杂联系的规律,从而形成人类对物理世界总体的综合性的观点。

(5) 物理观念是物理理论的集中表达,并受已有理论的制约。物理观念的突破实质上是新旧物理理论的更替,是物理学研究范式的转变。相对论力学对经典力学,量子理论对经典原子理论,量子测量理论对经典测量,既是物理观念的跃变,也是对物理学理论的集中表达。但是,物理学家在形成物理观念的过程中,无法避开已有理论的制约,只有能扬弃不适合新现象的旧理论的物理学家,在物理观念上才能实现嬗变。

(6) 物理观念是物理学实践的生成物。物理学是实证科学,是建基于物理实验与实践的根基上的,离开了实验与实践,物理学的发展失去了原动力,失去检验理论正确性的准则。物理学是随着实验的改进与实践的推进而不断演进的,物理观念就是物理学实践的生成物。但又不是实践的机械反映。

(7) 物理观念是物理学家特殊的思维创造物。爱因斯坦在悼念居里夫人时曾这样评价:“她一生最伟大的科学成就就是证明放射性元素的存在并把它们分离出来。这种成就不仅要归功于大胆的直觉,更有赖于他全身心的投入,在难以想象的极端艰苦条件下顽强地工作”<sup>[11]</sup>。“大胆的直觉”是玛丽·居里发现镭时的特殊的思维方式。物理学家超常的思维能力和特殊的思维方式是他们取得杰出成就的秘诀。

(8) 物理观念在同一时代的物理学家内并不一致。由于所信仰的理论、个性、环境的不一样,对于同一物理表象或事件,不同的物理学家,尽管水平并不悬殊,但物理观念却可以大相径庭。这样导致同辈科学家之间的激烈论辩,但是,论辩推进发展,论辩催生了新的物理观念。1935年,爱因斯坦等人发表了“EPR论文”,对玻尔的量子力学哥本哈根诠释提出批评,他们借助检验两个粒子量子纠缠所呈现出来的长程(非定域)关联性行为,凸显定域实在性的要求与量子力学完备性之间的矛盾。玻尔随之作出了回应。1964年,贝尔石破天惊地提出了“贝尔不等式”,而蔡林格等又在非常严苛的条件下对贝尔不等式的违背直接进行了实验验证<sup>[12~14]</sup>。

(9) 物理观念是文化蕴涵的。物理学家生长在一定的文化域境中,自幼受到这种文化多方面的影响,他(她)们对物理学理论和事实的认识、理解无不打上文化的烙印。物理观念是文化蕴涵并受文化涵泳的,一方面内含和反映了文化,同时又被文化所滋润和营养,也受到文化的限制而影响物理学家的思维和眼界。

(10) 物理观念是社会建构的共时产物。物理观念的形成或转变不仅受到社会诸因素(如政治、经济、军事、宗教、主流意识、社会性质、社会制度等)的影响,而且物理观念必须得到科学共同体的认可,得到科学界的认同,这样,物理观念才能得到确认,才可能建立起来,才会传播开来,才会流传下去。这也决定了物理观念的公有性,是无国界的。

(11) 物理观念是历时变化的。由于物理学的发展,新的物理学事实和现象不断出现,新的发现、发明层出不穷。新的理论随时提出,要求物理观念与时俱进,适应物理学新的发展和时代的步伐。任何一种辉煌一时的物理观念,随着历史的推移,也会逐渐黯淡失色的,甚至退出历史舞台,这是一点也不值得奇怪的。

(12) 物理观念是受自然环境影响的。物理学是研究自然的,面对自然的现象、自然的特征、自然的资源、自然的变化、自然的环境,这一切都会不同。高山与平原不同,平原与海岛各异,北国与南方异貌,戈壁与湿地悬殊。人生存在自然环境中,生活繁衍在自然环境中,人不只是消极地适应,而是积极地改造,但自然环境的不同,人的认识和改造的途径和方式也是千变万化的。

(13) 物理观念是科学本质的集中反映。科学本质(nature of science)包括科学究竟是什么、科学是如何运作的、科学家是如何从事科学研究的、社会是如何作用并引导科学事业的、科学与其他人类活动如何分界、科学是如何不断向前推进的,等等。物理观念是不能违背或偏离科学本质的航道的,物理观念是科学本质的集中体现、全面彰显,是科学本质在物理学领域中的杰出代表和明显标志。科学本质是物理观念的灵魂,物理观念是科学本质在物理学理论中的表现形式。

(14) 物理观念是物理学变革的表征。从哥白尼的日心说、伽利略的运动观、牛顿经典力学体系的建立,到相对论的提出、量子理论的出现、演化物理学的兴起,其显著的标志是物理观念的突破。物理观念的突破引发了物理学变革,物理观念的嬗变是物理学变革的标志,物理学变革的产物之一就是物理观念的突破性进展。

(15) 物理观念的偏执导致杰出物理学家的失误。物理学史上著名的爱因斯坦—玻尔论战,其中主要的原因也是物理观念的不同而产生的激烈思想交锋。伟大如爱因斯坦,也有“智者千虑必有一失”的时候,约里奥—居里夫妇三次与诺贝尔奖失之交

臂。一个重要的原因,也是面对新的实验现象,固守旧的理论和观念,没有及时转变,是特别关键的因素。

(16) 物理观念是物理学理论的最高表现形式。物理观念是物理学理论的精粹,是物理学理论的集中体现,是物理学理论的凝聚体和聚焦点,是物理学理论的最高表现形式。物理观念源于物理理论,高于物理理论,它不是一般物理学理论的简单重复或再现,而是在物理学理论基础上的浓缩、提炼、升华。物理观念在对物理学学科本质的反映上,在物理学的发展中,在物理学理论的表达上,在对物理教育的引领上,具有无可替代的地位和作用。

## 5 结 语

物理观念是广义语境的产物,是在广义语境中发展的。物理观念是多向度的,多向度的物理观念只能在广义语境中得到全面的阐释,也才可能深入理解物理观念的内涵,也才可能全面阐释物理观念的本质,也才可能真正符合物理观念历史发展的实际。当我们将物理观念纳入广义语境中分析时,开阔了我们的视野,活跃了我们的思维,深化了我们对物理观念理论的认识,尤其是凸显出我们对物理观念本质的理解和认识。物理观念的本质是对物理观念广义语境分析的必然结果和得到的自然而且应然的结论,对物理观念的广义语境分析是物理观念本质得出的必要过程和重要前提。对物理观念的广义语境分析并由此得到对物理观念本质的认识,深化了我们对物理观念的理解,确立了物理观念在物理学学科核心素养内的中心地位,明确了“观念为本”的

物理教育的重要意义和价值,坚定了我们物理教育改革的信念和信心。

## 参考文献

- [1] 蔡铁权,郑瑶. 物理观念的内涵、层次和架构[J]. 物理教学, 2019(6): 2—6.
- [2] 蔡铁权,薛真. 物理观念的多维观照及其理论基础[J]. 物理教学, 2024(8): 2—8.
- [3] 郭贵春. 语境论的魅力及其历史意义[J]. 科学技术哲学研究, 2011(1): 1—4.
- [4] 魏屹东. 广义语境中的科学[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 14—15.
- [5] 郭贵春. 当代科学哲学的发展趋势[M]. 北京: 经济科学出版社, 2009: 168—171.
- [6] 苏玉娟. 科恩的科学编史思想与方法研究[M]. 北京: 科学出版社, 2016: 113—118.
- [7] 魏屹东. 论科学的社会语境[J]. 科学学研究, 2000(4): 15—19.
- [8] 郭贵春,安军. 科学解释的语境论基础[J]. 科学技术哲学研究, 2013(1): 1—6.
- [9] 成素梅. 改变观念: 量子纠缠引发的哲学革命[M]. 北京: 科学出版社, 2020: 194—220.
- [10] 李约瑟. 中国科学技术史·第一卷 导论[M]. 袁翰青,王冰,于佳,译. 北京: 科学出版社, 2018: 53.
- [11] 爱因斯坦. 我的思想与观念: 爱因斯坦自选集[C]. 张卜天,译. 天津: 天津人民出版社, 2020: 91—92.
- [12] A. Einstein. B. Podolsky and N. Rosen. Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?[J]. Physical Review, 1935. 47(5): 777—780.
- [13] N. Bohr. Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?[J]. physical Review, 1935, 47(10): 696—702.
- [14] J. S. Bell. On the Einstein Podolsky Rosen Paradox [J]. Physics, 1964, 1(3): 195—200.

(上接第 4 页)

赵先生所展现出的那种真正的学者风范,使我们看到了有别于世俗方式的另外一种生活方式的存在。赵先生也将始终是我们后辈物理人所学习、效仿的榜样。

赵凯华先生虽然离开了我们,但先生献身教育事业和人才培养的先进理念,高尚的人格魅力,乐于助人、善于助人、淡泊名利的德行,笔耕不辍、著书立说、惠及众生的学风,为我们树立了很好榜样,永远值得我们学习,让我们踏着先生的足迹,化悲痛为力量,为我国物理学及相关学科人才的培养不断努力,贡献力量。

先生之风,山高水长。

《苏幕遮·缅怀赵凯华先生》

德品高,学识广,德馨远播,赢得后辈赞。平生倾注育桃李,虚怀若谷,树立好风范。今虽去,实难舍,音容宛在,教诲铭记心。此去西方极乐界,伉俪团聚,执手未了情。——2024年11月21日下午作于北京大学物理学院赵凯华先生悼念活动。

致谢:部分文字内容参考了其他作者撰写的关于赵凯华先生的介绍文章,在此对原作者表示感谢!

## 参考文献

- [1] 北京大学物理学院. 赵凯华先生教学科研生涯回顾[J]. 物理, 2020(7).
- [2] 张赋兴. 一生倾情育桃李[N]. 科学时报, 2010-06-01.
- [3] 富鹤年. 对赵凯华大学物理教育理论与实践的研究[J]. 四川师范大学, 2009(3).