

探赜科学态度与责任素养

翁庆双 蔡铁权

【摘要】科学态度与责任素养是基础教育科学领域学科核心素养的重要内容,目前对这一素养的理论研究相对不足。从物理学科核心素养四个方面内在关系的梳理出发,明确其相互之间的复杂联系,为科学态度与责任素养的内涵和结构的全面解析提供一定的理论基础,在理论架构中承载起科学态度与责任素养,坚实的理论学科群也使这一素养的丰富内涵得到有力的依托,实现了对科学态度与责任素养的多维观照和全景展示,以促使这一素养在教学实践中的落地见效。

【关键词】科学态度与责任;核心素养;物理教育;内涵结构;理论建构;内在联系

一、科学态度与责任素养的内涵与结构

科学态度与责任素养是一个核心素养的两个方面。科学态度在国外很早就引起关注,罗伯特·L·埃贝尔认为科学态度与科学方法既相关又不相同:虽然所有的科学都使用被称为科学方法的一般程序,但严格地说,没有一种具体的科学方法,心理学家对他的问题并不使用与生物学家完全相同的方法,而生物学家则使用或多或少对物理学家是完全陌生的技术。但无论具体的方法是什么,其中的每一步都来自科学态度的某个阶段。然而,科学态度的每一个阶段都在科学方法的某个步骤中得到表达,而不是相反的。因为科学态度涉及利用知识和获取知识,涉及避免某些类型活动的倾向以及追求其他类型活动的倾向。因此,虽然科学态度和科学方法是绝对相关的,但它们绝不是相同的。根据这样的认识,埃贝尔提出的科学态度包括:①准备好相信人类的智慧能够理解自然的现象,通过这种理解能够控制生命的力量;②准备寻求对自然现象的真正理解;③准备在工作和思维中寻求正确性,以便真理被发现^[1]。高尔德则指出:多年来,科学教育工作者一直将科学态度的发展纳入科学教育的一般目标,科学态度代表了将知识和技能(如客观性、开放性、怀疑、对证据的重视等)转化为行动的动机,遗憾的是,在课堂上却很少强调这一目标^[2]。

国际上对“科学态度”这一问题的研究通常分为“科学的态度”和“对科学的态度”两类。“科学的态度”指的是个体在解决和评估问题、作出决策时所持

有的谦虚谨慎、实事求是的行事方式和原则,以及从中体现出来的个人优秀品质。“对科学的态度”是个体在从事科学工作或者在与科学相关的人和事物产生交互作用的过程中所形成的一种感觉、意见或信念,具体的构成要素又有不同的视角^[3]。当然,不同的学者对科学态度的构成会有不同的观点^[4]。

我们认为科学态度大致可以包括:求真、务实、有恒、质疑、探究、开拓、专注、谦恭、奋斗、创新;敢于担当、百折不挠、睿智审慎、实事求是、真诚理性、探赜索隐、无所畏惧、勇于献身、好奇敏求;为科学而科学,为求知而求知,宁静淡泊,不为名利,不求闻达、不唯实用等。

我国对社会责任的解读集中体现了我国社会发展对个人的要求:所谓责任,是社会成员对个人履行社会任务的自觉认同与承诺,即社会成员充分考虑自己的个人能力和所处的社会关系,经过个人的自由选择,自觉自愿地承担相应的社会任务和履行一定义务^[5]。这一解读既明确了个体对他人、集体、社会和国家所应负有的担当与贡献,又形成了个体实现自主全面发展的不竭动力,更是响应社会和国家对人才需求价值取向的集中体现。综合有代表性的国际组织、国家和地区有关责任的内涵描述,可以认为社会责任素养的特征为:①已成为国际社会的共识;②可以与具体学科或主题相融合,也可以成为一个跨学科的独立指标;③内涵界定包括具体对象和心理过程。社会责任最终将具体化为某一学段某门学科的内容,不同学段学生有不同的认知水平和心

理水平及能力特点,不同学科具备不同的学科特点和特定的教育任务与功能。同时,也是一种跨学科的素养,需要多个学科、多种知识体系和多样能力聚合成一体而完成。

对于科学本质观的研究,最早可以追溯到1907年美国中央科学与数学教师协会对“理解数学中的科学方法和科学过程”这一议题的重视。1916年,杜威提出“理解科学方法比获得科学知识更重要”,在他看来,真正的科学就是优良的思维方式和思维习惯,需要用思维、经验、行动等方法、态度的意义来进行诠释。到了20世纪90年代,许多科学教育的国际会议对科学本质都给予了极大的关注。特别是迈克康马斯在1998年提出的关于科学本质内容的14条认识,是他对当时8个国际科学教育标准文件中关于科学本质的诠释进行归纳得出的,一经问世就得到广泛的关注和认可,并得以在各个国家迅速传播。我国关于科学本质的理解很大程度上承袭了著名社会学家贝尔纳的观点。2019年,赫里克分析了美国国家科学教育标准文件中对科学本质相关维度的阐释,可以说是科学本质观研究中的一个新的成果^[6]。国际科学教育中科学本质观是一个热点论题,其论点也十分丰富^[7-8]。

根据课程标准和以上的阐述,我们对科学态度与责任素养的内涵作出表述(图1)。

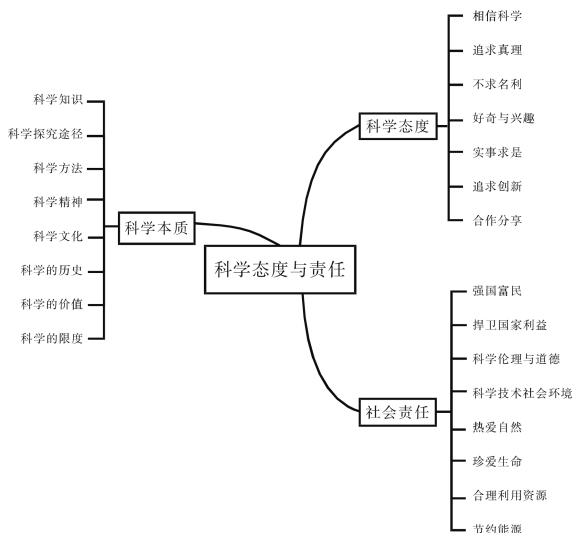


图1 科学态度与责任内涵结构图

要将核心素养有效落实到具体学科的教育教学之中,让中小学教师全面深入地理解学科核心素养,还需澄清核心素养的逻辑起点。我国基础教育课程改革的核心素养译自于“Key competences”, compe-

tence与汉语“胜任力”相对应,而中文“素养”一般指的是经由训练和实践获得的平素的修养,在理论、知识、艺术、思想等方面均有一定发展水平。从字面意思来看“素养”的解释缺少了与能力相关的内容,而更侧重和强调知识与道德层面的内容。Competence是一个更具复合性的概念,更能体现个体能力层面的发展,是在特定情境下成功完成某项任务必不可少的部分^[9]。鉴于这种由于对“核心素养”一词翻译所带来的局限,对人的全面发展没有得到足够重视的偏颇,对教育本体价值和内在使命功能的忽视,我们在对科学态度与责任素养的理解与教学实施中必须拓展思路,放开眼界,要有更全面的宽泛意义上的理解,不能纠缠于只言片语所带来的理解上的片面化。科学态度与社会责任是彼此相关、融合一体的,是一枚硬币的两个侧面。

二、科学态度与责任与其他物理学科核心素养的内在联系

物理学科教育中四个核心素养相互联系,有机融合为一体,基于对科学态度与责任素养内涵的理解与内部结构的建构研究,从对物理学科各个核心素养的认识和相互联系的见解出发,建构了物理学科核心素养内在联系图(图2)。

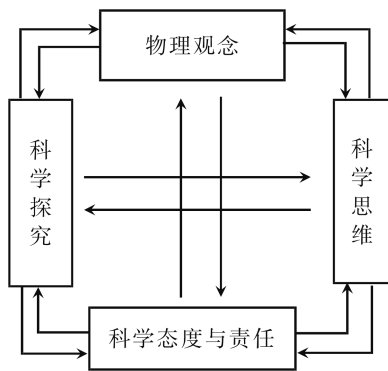


图2 物理学科核心素养内在联系图

我们一贯认为,物理观念是四个物理学科核心素养的中心,具有统摄意义,最终要致力于物理观念的养成,当然,物理观念对其他核心素养具有反作用。科学探究是获得知识与能力及态度的途径,是物理学习的主导方式,贯穿全部物理学教与学的过程。科学思维是物理学习的关键要素,没有达到物理学习的高阶思维水平,物理学习不可能达到深度的目标,也实现不了物理观念的最终形成,也成不了物理人才。科学探究中时时贯穿着科学思维,科学思维又推进科学探究的实施,并推动从探究走向实

践,完成跨学科的学习,形成跨学科素养。而物理教学中的科学思维又有自己独特的形式和特征^[10]。

科学态度与责任在四个核心素养中处于基础地位,承载起物理学科核心素养的整个体系,科学本质解决“科学究竟是什么”的重大问题——什么是真科学的关键问题^[11],可以认为是物理学科核心素养的理论基础。这既解决了认识物理学是什么的本体论问题,也解决了如何认识物理学的认识论问题,并解决了物理学有什么用的价值论问题。如果把科学本质看作科学态度与责任素养的一个部分,科学态度与责任素养的基础性地位更为凸显、明确,我们对物理学科核心素养内在联系的认识更有理论价值。

社会责任的实质是个体对责任承担的一种“意向”、一种“意愿”,有责任心,其本身就是表现出来的态度,是态度外显的形式。从心理学的角度看,态度是由认知因素、情感因素和行为倾向因素三个方面共同构成的。态度的认知因素离不开“一致性的需要”这一基本前提,人类力求在思想、信念、态度和行为方面与其他个体保持一致;在态度的变化中包含情绪状态的变化,如积极、喜欢、热爱等;态度是某种行为的倾向或准备,为具体的行动提供了前提和倾向^[12]。这也表明了态度蕴涵了认识论、价值论和实践论。

科学态度与责任素养推崇探究,追求创新,强调合作分享,倡导好奇与兴趣,颂扬实事求是,正是科学探究中必须遵从和执行的 principle 和关键因素。科学探究能力的核心要素中,问题、证据、解释、交流与上述态度如出一辙,问题来自探究意识,源于好奇与兴趣,发轫于追求创新;证据来自调查、观察、实验等,而准确有效的数据和证据的获得必须建基于实事求是的工作之上;解释是分析与论证的过程,根据数据和证据所进行的推理和论证、评价的结果,是科学方法的具体应用。交流就是合作分享的具体体现。任何科研成果必须公布于众,因为科学是一种公共事业,无论对他人的成果提出建设性的建议,还是对自己的结论与结果的开诚布公。科学思维是促进学生科学探究能力发展、使学生真正理解科学探究本质的关键,激活学生积极思维主要在激起学生的认知冲突,让学生产生学习科学的兴趣、动机,积极学习的态度和高度学习责任心。

科学态度与责任素养提出的不迷信权威、不盲从已有结论、大胆质疑、真诚理性、探赜索隐、好奇敏求、对科学方法的重视和合理运用等内容,与科学思

维中的模型建构、推理论证、创新思维等要素完美契合。建构模型需要运用多种科学方法与思维方式,如类比、模拟、理想化、数学、推演、实验、假设、想象以至系统方法和复杂性理论等,没有合适的模型,物理学的研究便失去了依托,陷入一筹莫展的境地,物理学知识的获得,概念转变与理解,对物理学本质和内在规律的深刻认识,从现象、经验、事实到概念、规律、原理,无不需要科学推理作助推剂,结论的得到,理论的建立,观念的形成,都离不开论证思维,而这一切都服从于科学理性的思考,探赜索隐的精神。批判性思维是创新的源头,是21世纪的关键能力,而批判性思维的养成,首先要不迷信权威,不盲从已有结论。从地心说到日心说,从天体圆周运动到椭圆运动,从绝对时空到相对时空,从能量连续到能量量子化,无一不是对已有结论的否定,对权威地位的动摇。批判性思维是开拓创新的原点,是科学革命的滥觞,但批判性思维并非简单地怀疑一切,而是有证据的质疑,理性的追究,基于事实的否定,这些同科学态度与责任素养的内涵也是不谋而合的。

科学态度与责任素养中科学本质、科学态度、社会责任的全部内容都是承载物理观念的坚实基础。当前的国际科学教育研究与实践,纷纷强调核心概念、大观念、跨学科主题实践以至超学科综合。我国的物理学科核心素养中首先提出了物理观念,并将其诠释为“概念和规律等在头脑中的提炼与升华”,这体现了对物理学知识和原理的深度理解和灵活应用的重视。科学本质观也将科学知识置于重要的地位,科学教育也一贯重视概念的学习,从起源于20世纪前期的前概念、迷思概念、概念转变的相关研究,发展到20世纪90年代涌现的学习进阶和大概概念、核心概念、跨学科主题实践等热点话题,与我国提出的物理观念是一脉相承的。概念学习的不断深化与研究的逐步深入,即实现对知识和原理的深度理解。而科学态度与责任素养中,注重强国富民、捍卫国家利益、热爱自然、合理利用资源、节约能源、珍爱生命,关注科学、技术、社会、环境,着重科学研究与实践中的伦理道德,是对物理观念灵活应用的具体诠释和实际要求,物理观念在物理教学中居于重要的地位,物理观念具有丰富的教育功能^[13]。物理观念地位的凸显与教育功能的实现,也必须结合科学态度与责任素养,离不开科学态度与责任素养的内涵作为理论与实践的保障。

科学态度与责任素养也揭橥了科学的精神功

能和人文意义,正如萨顿所说的:“科学不仅是改变物质世界最强大的力量,而且是改变精神世界最强大的力量……”^[14]。物理学家爱因斯坦的名言:“人是为别人而生存的”“不要统治,但要服务”“从自我解放出来”以及他对贪图安逸享乐的“猪栏理想”的鄙弃和对“财产、虚荣、奢侈生活”的鄙视,无一不使人有高山景行之叹^[15]。这种极力反对个人崇拜,人格的超凡脱俗,远超越于作为杰出科学家的爱因斯坦。

科学态度与责任素养在物理学科核心素养中的定位和内在联系的认识,有利于我们对这一素养的深入理解,帮助我们在物理教学中作出正确的目标认定,在教学实践中有效落实。

三、科学态度与责任素养的理论基础构建

对于物理学科中的科学态度与责任素养,我们构建了学科关系图(图3),作为素养构成的理论基础。

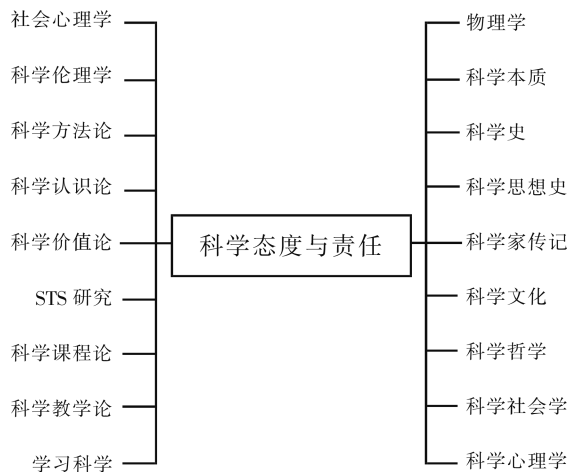


图3 科学态度与责任理论基础构建的相应学科关系图

科学态度与责任素养的理论基础由众多学科共同构建。在这些学科中,可以再分成几类,物理学是物理学科核心素养建立的学科理论基础,确定了学科核心素养的学科本质与特点。科学本质(NOS)的大量研究成果,构成了科学态度与责任素养中的科学本质观内容,是不可或缺的根本性的组成部分。科学本质观涉及的内涵十分广泛,要论证“科学究竟是什么”这样的宏大主题,其复杂的蕴涵必须有丰富的理论为基础,科学史、科学思想史、科学家传记、科学哲学、科学社会学、科学心理学、社会心理学、科技伦理学以及科学方法论、科学认识论、科学价值论、科学文化(包括科学与人文关系的研究)、STS研究等,都是题中的应有之义,没有这些学科的

研究成果,难以形成对科学本质的深刻认识。科学态度的内涵涉及的学科将包括科学史、科学家传记、科学哲学、科学心理学、社会心理学、科学文化、科学课程论、科学教学论和学习科学等,离开了这些学科的大量研究成果,科学态度的内涵就无法正确理解。社会责任的内涵涉及的学科将涵盖科技伦理学、STS研究、科学社会学、科学家传记、科学史、科学价值论、科学课程论、科学教学论和学习科学等,失去了这些学科的理论研究成果的支持,社会责任的内涵就没有了依托。

由于本文篇幅的限制,我们无法对每个学科作细致的分析,阐述它们的理论成果及其在科学态度与责任素养中的作用,选择解析科学家传记(也可以属于科学社会学和科学史、科学思想史等学科之中的部分内容)中的一些片段,以管窥科学态度与责任素养理论基础的复杂和丰富多彩。

本-戴维从社会学的角度出发,对科学家在社会中的角色展开了研究,他指出:“一种新的社会角色产生于更为广阔的社会环境,就科学家角色而言,价值观改变是指通过逻辑和实验来寻求真理,能够被社会认可为一种值得做的智力上的工作,这就修改了哲学和宗教的权威,提升了技术性知识的尊严,从总体上创建了关乎学术自由的概念和规范,并最终深远影响了几乎所有的传统社会的布局。”^[16]科学家,尤其是杰出科学家群体,无疑是社会中的精英代表,他们是科学的灵魂,是科学教育中学生的楷模,一切行为效仿的榜样和追求的目标,科学家的态度与社会责任也将是学生养成科学态度与责任的范例。同时,对科学家的不端行为的了解,例如在从事科学研究时编造虚假研究内容,抄袭、剽窃他人研究成果^[17],从另一方面可以成为科学态度与责任教育的宝贵资源。通过对这些不端行为的确认和深刻认识,学生形成了强烈的心灵震撼,这对教育学生具有深远的意义。

古代社会中还没有形成科学家这一社会角色,科学家的社会责任无从谈起。在17世纪的英格兰首次出现了“科学家”这样的社会角色,这是伴随着近代科学的兴起而诞生的产物。科学家的社会责任问题则是在两百多年后才被首次明确提出,其标志是1939年的贝尔纳的名著《科学的社会功能》一书的出版。第二次世界大战把这一问题更加凸显出来,战后世界范围内的和平运动是科学家对其社会责任问题的总爆发。20世纪70年代以来,新的科学

技术革命对科学共同体提出了新的“社会责任”问题。

李醒民以爱因斯坦为典型,曾提出了当代科学家的社会责任、对待科学特有的态度和高尚的情操^[18]。1955年《罗素-爱因斯坦宣言》向全人类发出了这样的呼吁:“记住你们的人性,忘掉其他”^[19],同时也掀起了著名的帕格沃什运动——一场自始至终都在强调科学家的伦理和道德责任、呼吁科学家对科学技术的研发和使用应持有审慎态度的国际和平运动,充分体现科学家的科学精神和理性思维的力量,反映出科学家崇高的思想和强烈的社会责任感。

当然,各个学科不是与素养内涵一一对应的,而是相互交叠,一个学科对应多方面素养内涵,同时也可以多个学科对应一个方面的素养内涵,这足以使我们体会到构成科学态度与责任素养的理论基础内容是十分复杂和丰富的。

四、结语

我们对科学态度与责任素养进行探赜索隐的求证,在于这一素养的内涵是复杂多样的。内涵的揭橥,有利于我们全面而深入地理解科学态度与责任素养,尤其是对其中所蕴含的本质通晓领悟。四个核心素养相互之间有紧密的内在联系,是一个完美的整体,对其内在联系的梳理,明确了各个素养的地位与作用,在物理教学时,便于正确处理相互关系,正确阐明教学目标、制订教学策略、实行教学评价。科学态度与责任素养理论基础的建构是我们的一种创新性思考,是主要的探索内容,没有一个强有力的丰富多样的理论体系作载体,素养的内涵就没有依托,也会妨碍我们对素养本质及内涵的诠释和研究。这样,我们对科学态度与责任素养有了一个多维度的观照,全景式的展示,使科学态度与责任素养以靓丽的姿态呈现。

参考文献:

- [1] Robert L. Ebel. What is the scientific attitude? [J]. Science Education, 1939, 22(2): 75-81.
- [2] Colin Gauld. The scientific attitude and science education: A critical reappraisal [J]. Science Education, 1982, 66(1): 109-121.
- [3] 魏晓东. 国外科学态度测评研究进展与启示 [J]. 外国中小学教育, 2019(11): 20-28.
- [4] 顾志跃. 科学教育概论 [M]. 北京: 科学出版社, 1999:

63-64.

[5] 刘国华, 张积家. 论责任心及其培养 [J]. 烟台师范学院学报(哲学社会科学版), 1997(3): 66-71.

[6] 蔡铁权, 谢佳莹. 从科学本质的视角解读物理学科核心素养 [J]. 物理教学, 2022, 44(6): 2-6.

[7] Dimitrios Sichizas, Dimitris Psillos, Gevrrge Stamou. Nature of science or nature of the sciences? [J]. Science Education, 2016, 100(4): 706-733.

[8] Ashwin Mohan, Gregorg J. Kelly. nature of science and nature of scientists [J]. Science and Education, 2020, 29(9): 1097-1116.

[9] 马健生, 李洋. 核心素养的边界与限度——一种比较分析 [J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2018(3): 28-40.

[10] 蔡铁权, 谢佳莹. 物理教学中的科学思维阐释 [J]. 物理教学探讨, 2022, 40(8): 15-19.

[11] William F. McComas. The nature of science in science education rationales and strategies [M]. New Zealand: Kluwer Academic Publishers, 1998: 4-9.

[12] R. M. 加涅. 学习的条件和教学论 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1999: 220-226.

[13] 蔡铁权, 郑瑶. 物理观念的物理教育价值——物理观念教育思考 [J]. 物理教学, 2018, 40(12): 4-7.

[14] 萨顿. 科学的历史研究 [M]. 刘兵, 译. 北京: 科学出版社, 1990: 20.

[15] 李醒民. 科学的社会功能与价值 [M]. 北京: 商务印书馆, 2014: 254-255.

[16] 约瑟夫·本·戴维. 科学家在社会中的角色——一项比较研究 [M]. 刘晓, 译. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 2020: 21.

[17] 山崎茂明. 科学家的不端行为——捏造、篡改、剽窃 [M]. 杨舰, 译. 北京: 清华大学出版社, 2005: 64-68.

[18] 李醒民. 论科学家的科学良心: 爱因斯坦的启示 [J]. 科学文化评论, 2005, 2(2): 92-99.

[19] 游战洪, 刘钝. 论帕格沃什运动的历史经验及其意义 [J]. 自然科学史研究, 2005, 24(4): 345-363.

【作者简介】翁庆双(1965-),男,浙江省瑞安教育发展研究院教授级高级教师,初中科学教研员,研究方向为初中科学教育、科学教育评价(浙江瑞安 325200);蔡铁权(通讯作者)(1948-),男,浙江师范大学课程与教学研究所教授,主要从事课程与教学论、物理教育、科学教育研究(浙江 金华 321004)。

【原文出处】摘自《物理教学探讨》(重庆), 2023. 12. 18 ~ 22, 67