**人机协同视域下教师数智素养之内涵、功能与发展**

许亚锋 彭 鲜 曹 玥 杨小峻

（西藏民族大学 教育学院，陕西咸阳 712082）

[摘 要]人机协同教学场景对教师的现有能力结构提出了新的挑战，以融合数据素养和AI 素养为基本属性的教师数智素养是教师应对挑战的必然选择，它将成为未来复杂多变社会中教师核心素养的重要组成部分。教师数智素养是教师在数智时代为了完成学习、工作和生活等多方面目标，而合理、有效、符合伦理地融合使用人工智能技术，以及多种类型数据的能力。教师数智素养包括基本数智知识与技能、高阶数智思维能力、数智信念与伦理三个方面的内容，其在解决人机协同教学问题的每个阶段都发挥着关键作用。未来强人工智能的出现，将会使教师数智素养更为强调高阶思维能力和数智伦理。基于以实践为中心的教师教育发展趋势，教师数智素养的培养应该围绕一组“数智核心实践”进行组织，不断促进教师数智知识、技能和信念的发展。

[关键词]数智素养；数据素养；人工智能素养；人机协同；核心实践

**一、问题的提出**

近年来，随着新一代人工智能对社会各领域的影响与作用日趋扩大，教育界开始思考人工智能、“人工智能+教育”对教师而言，意味着什么？研究者的关注点从最初的“教师是否会被替代”，逐渐转移到“未来教师应该具备哪些能力”。关于前一个话题，研究者普遍认为教师不会被机器替代，但“人机协同”将成为未来的主流教学形态[1]；后一个话题则强调了人工智能对教师的知识与技能提出的新要求，例如，已有学者提出了AI-TPACK①AI-TPACK（Artificial Intelligence-Technological Pedagogical Content Knowledge）即整合人工智能技术的学科教学知识。的议题，将人工智能技术整合到教师TPACK②TPACK（Technological Pedagogical Content Knowledge）即整合技术的学科教学知识。框架中[2]。

面向未来社会，有关教师必备品格与关键能力的教师核心素养研究，一直是国际社会关注的热点。联合国教科文组织（UNESCO）、欧盟（EU）、经济合作与发展组织（OECD）等国际组织以及美国、新加坡、荷兰等国家，都先后开展了相关研究，并采用“core competences”“core propositions”“21st century knowledge and skills”等术语，来指代教师的核心素养。近几年，我国研究者围绕新时期教师的特征[3]、教师核心素养的构成等主题进行了探索[4]。然而，受限于提出时间、研究者的条件与学科背景等因素，现有的研究都尚未对数智时代的教师核心素养做出新的回应。例如，在《欧盟教师素养和资格共同原则》提出的教师应具备的三大核心素养中，仅有“使用知识、技术与信息”一项与技术相关，且仅强调对信息通信技术（ICT）的熟练使用能力；王光明等人[5]提出的教师核心素养，并未包含信息技术相关内容。

当前，大数据与人工智能技术正在趋向融合，在“数智融合”驱动下的智能时代，教师不仅要具备人工智能素养和数据素养，更为关键的是要能够将二者有机融合在一起。为此，本文将“数据素养”（Data Literacy）与“人工智能素养”（AI Literacy）的融合称作“数智素养”。

一方面，教师只有具备“数智素养”，才能避免在人机协同的教学环境中被边缘化。人类与机器存在三种关系：“人类主导”“机器主导”以及“人机结合”[6]，基于人类安全和伦理问题，“人类主导” 和“人机结合”这两种方式应该是我们追求的目标。但这并不意味着教师的主导地位甚至人机平等地位可自然获得，教师只有知道如何借助AI 来提升自己基于数据的决策水平与能力，并深入理解AI 的决策机理，才能够在人机协同的教学中作出正确的教学判断，获得对教学的主导权，让机器更好地为人类服务。

另一方面，教师只有具备数智素养，才能有效开展教学。在数智时代，能否有效运用数据将对教师的教学决策产生决定性的影响。教师面对的是由教学环境、教学行为、教学过程、学生特征以及学习表现所构成的教学大数据。这些数据不仅在存储方式、结构特征和处理方法上与传统结构化数据不同，更为重要的是它们根植于智能教学环境中，当教师对其进行处理、分析和应用时，需要借助人工智能来拓展计算、感知和认知能力，并通过人机协同来选择和实施合适的策略。因此，教师必须将数据素养和人工智能素养结合起来，才能有效完成整个教学过程。

换言之，只有那些具备了“数智素养”的教师，才能在人机协同教学中占据主动，成为人机协同的主导者和共生者，并与机器一起更好地支持学生的学习与能力发展。基于此，本文提出了将教师“数智素养”作为未来教师核心素养的观点，并对教师“数智素养”的内涵、构成要素、作用机制和发展路径进行论述，以期为数智时代的教师更好地适应人机协同等智能化教学环境，提供理论支持。

**二、概念内涵：数智素养与教师数智素养**

**（一）人机协同环境下的数智素养**

1.内涵界定

不同的技术环境，对人们的能力结构有着不同的要求。具体而言，在数字化环境中，“数字素养”被视作一项关键素养，是人们应具备的数字技能和数字思维；在大数据环境中，“数据素养”被视为人们进行科学决策的必备能力；在人工智能环境中，“人工智能素养”又被提炼出来以适应人工智能社会的需要；而在数智融合的人机协同环境中，单一的某项素养已经无法满足实际需求，人们需要将数据素养与人工智能素养有机融合起来，我们将其称作“数智素养”。

所谓“数智素养”是指人们在数智时代为了完成学习、工作和生活等多方面的目标，合理、有效且符合伦理地融合使用人工智能技术，以及处理、分析多种类型数据的能力。那么，为何融合？融合何以可能？融合后的实践样态是怎样的？解答这三个问题，可以使我们对数智素养的内涵有较为清晰的认识。

首先，为何要融合数据素养与人工智能素养？在人机协同的环境中，解决现实问题往往需要基于数据开展决策，由于人们通常面对的是海量多样的大数据，此时，仅依靠人类的感知和计算能力已经无法收集、分析和解释这些数据，人工智能的介入就成为必然，数智融合也成为一种现实需要。在借助AI 得到分析结果和决策建议后，人们还需要审慎、批判性地看待这些结果，以作出符合现实需要和伦理道德的决策。整个过程要求人们对数智融合的基本理念、工作原理以及伦理风险等有着清晰的认识，并能够结合自身的专业知识做出准确判断。数据素养与人工智能素养的融合，也是数智时代对人们提出的新要求。

其次，融合数据素养与人工智能素养何以可能？数据素养是指个人实施基于数据的决策（Date-based Decision Making，DBDM）的能力，包括设定目标、收集、分析和解释数据以及采取干预行动的能力[7]；人工智能素养关注的则是个体适应人工智能时代的工作、学习和生活所需的能力。在人机协同环境中，数据素养完全可以借助AI 得以增强，AI 同样有潜力帮助人类完成从设定目标到收集数据，再到分析和解释数据，直至采取协同干预的DBDM 全过程。因此，从数据素养和人工智能素养的作用机制来看，二者都是基于数据开展决策，这为二者的融合提供了技术基础，数据素养与人工智能素养的融合成为可能。

再次，二者融合后的实践样态是怎样的？这主要取决于两个因素：一是AI 的发展与应用水平；二是个体的数智素养水平。在目前的弱人工智能阶段，AI的感知、计算和认知能力可以帮助个体收集并分析各种类型的数据，为个体提供信息参考。未来随着强人工智能阶段的到来，AI 还将在设定目标、提出解决方案以及采取行动等方面，为人类提供多方面的支持，甚至可以实现独立运作。另一个因素则因人而异，个体的数智素养会对现实场景产生重要影响，有效融合个体的数据素养和人工智能素养，将在很大程度上提升其工作效率和解决复杂问题的能力。

2.相关术语辨析

与数智素养相关的术语包括数字素养、数据素养以及人工智能素养，对这些术语进行辨析，有助于我们明晰各个术语之间的内涵边界。“数字素养”（Digital Literacy）这一概念最早由吉尔斯特（P.Gilster）于1997年提出，他将其界定为“理解和使用来源广泛的、通过计算机呈现的多种格式信息的能力”[8]。随着数字技术的深入应用以及社交媒体的普及，研究者对数字素养的内涵进行了拓展，最近的界定则更为强调学生高阶思维与能力的发展[9]。

数据素养概念的产生背景最早可以追溯到循证医学，后来，这一理念被移植到教育领域中，便产生了循证教育。在循证教育理念和教育政策的双重推动下，数据驱动决策成为美国教育界的广泛共识和共同行动愿景。近年来，由于研究者认识到教育决策的复杂性，基于数据的决策开始替代数据驱动决策成为主流话语[10]。古梅尔（E.Gummer）和曼迪纳契（E.Mandinach）[11]提出了“教师数据素养”（Data Literacy for Teachers，DLFT）的概念，并着重界定了教师在教学中的数据素养。“教学数据素养”（Data Literacy for Teaching）是指通过收集、分析和解释各种类型的数据，将信息转化为可操作的教学知识和实践的能力，以帮助教师确定教学步骤。这在一定意义上将教师收集、分析和解释数据的能力与其他专业能力，特别是学科教学知识相结合，充分展示了教师使用数据指导教学实践的复杂性。

人工智能素养关注的是个体适应人工智能时代工作、学习和生活所需的能力。国内学者汪明[12]较早关注到这一话题，他借鉴信息素养的内涵结构，将智能素养分成智能知识、智能能力、智能情意及智能伦理四个维度。与之相似，香港大学黄家伟博士[13]将人工智能素养划分成人工智能概念、人工智能应用和人工智能伦理安全三方面内容。美国乔治亚理工学院（Georgia Institute of Technology）的两位学者提出了一个包含五个主题的人工智能素养框架，详尽地列出了人工智能素养的17 项具体能力[14]，这些能力大多属于知识维度和伦理维度，对于AI 应用方面的能力涉及较少。总体来看，人工智能时代不仅需要人们掌握AI 相关知识，符合伦理地看待和使用AI，更需要人们能够合理有效地使用AI 来满足个体和社会的发展需求，而这也应该是人工智能素养的关键所在。

基于以上分析，我们利用韦恩图来示意各概念之间的从属关系。如图1所示，数字素养包含人工智能素养；数字素养与数据素养两个概念间虽有重合但却不是从属关系，从数字环境中采集、处理和利用数据属于数字素养的范畴；数智素养虽然与上述术语之间存在着密切的联系，但却与它们有着较为清晰的界限，它是数据素养和人工智能素养二者的融合，以实现相关任务目标的能力。

图1 数智素养与相关术语之间的关系

**（二）人机协同环境下的教师角色分析**

思考人机协同环境下的教师角色问题，关键是要明确两组关系：一是学生与教师、学生与机器（AI）之间的关系；二是教师与机器之间的关系。前者从学生的视角关注教师和机器的角色；后者则关注了教师与机器的分工协作问题。

在人机协同环境下，教师和机器都将是学生学习的促进者，这一点毋庸置疑。根据社会文化理论，个体高级心理技能的获得需要文化制品的中介[15]。这里，教师和机器也是通过中介作用来支持学生的学习，具体形式包括：利用教学策略为学生搭建脚手架，设计个性化学习活动来帮助学生内化知识，通过互动和交流促进学生调控心理发展等。明确了这一点，就可以描绘出人机协同环境下教师、机器与学生之间的关系。教师与机器同为学生学习与发展的促进者，二者之间存在着相互作用的关系，其目的就是要促进学生学习，通过发展学生的核心素养来帮助他们适应数智时代社会发展的需求。机器能够帮助教师感知教学场景、提供计算服务、影响教学决策，二者之间的互动结果，会通过中介作用来影响学生的学习。

已有较多关于教师与机器在人机协同环境下如何分工的讨论，研究者主要根据AI 的智能发展阶段来分析教师在其中的角色。例如，余胜泉、王琦[16]分析了“AI+教师”协同教学的四种形态：AI 代理、AI 助手、AI 教师和AI 伙伴，阐述了教师在其中扮演的学习服务设计与开发者、个性化学习指导者、综合学习活动组织者、社会网络连接指导者、心理健康引导者、人机教育决策者等角色。

可见，教师角色与AI 的智能化程度密切相关，随着AI 智能层面的提升，教师可以从简单的教学工作中得以解脱，将更多精力投入到对学生高阶思维培养、教学设计、情感互动等人类更擅长的工作中。但对于机器负责和完成的工作，教师应该秉持一种什么样的态度？是放任不管，还是全程监督？对此周琴、文欣月[17]认为，教师将会主导人机协同的教学，但未来随着技术进步和伦理规范的完善，人机之间将会从“人机协同”走向“人机融合”，最终达到“人机共生”的理想状态。当前，人机协同教学尚处于起步阶段，教师不仅要扮演分工协作者的角色，还要扮演人机协同教学过程监督者的角色，在完成好自己分工的同时，还要有能力掌握和分析机器的教学工作。因此，教师不能对机器的决策过程和结果一无所知，而完全交由机器主导整个教学过程，只有做好监管者的角色，才能保障伦理安全，做出科学决策。

根据上述分析，我们描绘了人机协同环境下教师、机器与学生三者之间的关系。如图2所示，教师与机器既通过二者间的相互作用来支持学生学习，又可以与学生进行个别互动。在三者的互动过程中，教师、机器与学生的智能都得到了增强：教师加持了智能机器提供的强大功能，学生同时拥有了教师与机器的支持，机器则习得了更多的场景和数据。从人机协同到人机深度融合，再到人机共生，教师在三个阶段的主导地位不断被弱化，当然其前提是人工智能伦理困境得以破解。

图2 教师、机器与学生三者之间的关系

**（三）教师数智素养的定位与内涵特征**

1.教师数智素养的“双重定位”

作为落实立德树人根本任务的关键角色，教师既要通过数智融合，组织开展教学活动，完成学科内容的教学任务，又要在这一过程中促使学生加深对数智融合的理解，帮助他们以有效的方式来使用数智技术，从而为学生参与数智时代的学习、工作和生活做好准备。后者是教师数智素养与其他专业人员数智素养的差异所在，这体现了教师数智素养的特殊性，但无疑也给教师带来了新的挑战。

我们认为，教师数智素养具有“双重定位”：一是定位于主导人机协同的教学过程，在数智时代的教学场景中，教师要主导人机协同教学，就必须了解数智教学环境的运作方式，掌握数智化教学相关的知识与技能，并能够在与机器的相互作用中做出正确决策；二是定位于对学生发展数智素养的支持，教师需要从发展学生数智素养的视角出发来设计教学，帮助学生在参与学习活动的过程中提升数智素养。这两个定位同时也是教师需要担负的“双重责任”，既决定了教师数智素养的复杂性以及教师与其他专业领域人员的差异，也是探索教师数智素养问题的起点。

2.教师数智素养的内涵特征

基于此，我们从教师数智素养的本质、特性、构成、实践和发展五个方面，分析其内涵特征，具体如图3所示。

图3 教师数智素养的内涵特征

第一，从本质上讲，教师数智素养既是教师在数智时代实施教学的一种方法论，又是教师解决具体教学问题的一种能力。所谓方法论，指的是教师数智素养体现的是基于数据的教学决策范式，强调教师运用DBDM 的方法来提升教学效果。从这个意义上讲，教师数智素养的运用过程，可视为智能技术增强教师数据决策的过程。所谓具体能力，指的是教师数智素养是包含了一组知识、技能和态度组成的能力结构，目的在于解决数智时代教师所遇到的具体教学问题。

第二，从特性上讲，数智融合是教师数智素养的基本属性。在数智时代，教师的数据素养是人工智能技术有效影响教学实践的基础；人工智能技术则是基于数据开展教学干预的主要技术手段。仅具备数据素养与人工智能素养中的一个或对其单独应用，都无法适应数智时代的教学场景。对数智的融合能力，体现了教师的数智素养水平，因此，“融合”成为教师数智素养的基本属性。

第三，从构成上讲，高阶思维能力是教师数智素养的关键要素。数智时代为教师基于数据开展教学活动提供智能化支持的同时，也对教师素养提出了新的要求。相较于搜集、计算和分析数据的能力，教师数智素养更为强调教师设定目标、解释数据、做出正确决策以及借助智能技术干预教学的能力。在智能技术的加持下，收集数据和分析数据都变得更加便利，教师可以在不用掌握具体数理统计方法的情况下得到可视化、互动性强的处理结果。但同时，教师需要综合考虑教学环境设定教学目标，解释各类教学大数据和传统结构化数据的分析结果，在和智能机器的互动中做出合理决策，借助智能技术采取合适的教学干预策略等。这些都需要教师具备一系列高阶思维能力，包括深度理解数智时代的教学特点，灵活、批判性、创造性地使用数智方法和技术来完成任务。

第四，从实践上讲，数智素养与教师其它专业知识的结合是影响教学的关键。教师的专业特点决定了教师数智素养无法单独存在，更无法独立发挥作用，它必须要和教师的学科知识、教学法知识结合在一起，并综合考虑教学目标、学生特征、教学环境等实际教学情境，才能有效影响教学实践，促进教学效果的提升，并支持学生数智素养的发展。这一点与教师TPACK 框架、教师数字素养框架等与技术相关的教师素养框架非常相似，体现了教学实践的复杂性。

第五，从发展上讲，教师数智素养的发展具有阶段性。尽管人们对教师数智素养的发展过程与规律还缺乏相应研究，但依据教师数字素养、教师专业发展等方面的研究结果[18-19]，教师将新技术应用于教学，大致会经历认识、采纳、适应、掌握和创新五个阶段。作为数智时代的一种新素养，教师数智素养的发展也具有阶段性，从识别数智融合在教学中的潜力作为发展起点，通过反思性实践不断地提升自身的数智素养水平，最终只有少部分教师能够完成从适应到掌握再到创新的跨越历程。这其中，从“适应”到“掌握”，可能是教师发展数智素养面临的一个门槛，教师需要理解这些“人工制品”对教学所具有的重要作用，并有意识地将数智素养、学科知识、教学法以及实际情境结合起来，开展教学实践与探索。

**三、理论框架：教师数智素养的构成要素与作用机制**

根据框架的价值取向，大致可将教师素养领域的相关框架分成两类：一类是认知取向的框架，我们将其称作教师素养的概念框架，这类框架旨在通过对教师素养内涵、要素及其相互关系的分析，达到对概念的深度理解；另一类是实用取向的框架，我们将其称作教师素养的内容框架，这类框架旨在阐述教师素养在学习与工作场景中的表现形式，通过罗列教师所应具备的知识、技能与态度，来指导教师素养的发展与评估。

**（一）教师数智素养的概念框架**

根据教师数智素养的内涵特征，我们提出了以教师知识为基础，以基本数智知识与技能、高阶数智思维能力、数智信念与伦理三个维度为核心，以数智教学和数智发展为目标的教师数智素养概念框架（见图4）。

图4 教师数智素养概念框架

（1）教师知识：舒尔曼（L.Shulman）将教师知识分成七类，包括内容知识、一般教学法知识、课程知识、学科教学知识、学习者知识、教育情境知识、教育目标与价值知识，它们为教师发展和应用数智素养提供了知识基础。（2）基本数智知识与技能：是指教师在日常生活、教学与管理中普遍应用的数智知识与技能，包括数智融合原理知识、基于数据的教学决策知识、与AI 协同工作技能、数智教学干预技能等。（3）高阶数智思维能力：要求教师能够在理解数智融合的基础上，自信、批判性、创造性地分析数智教学的目标、策略和结果，并做出正确判断和决策，它是教师数智素养的关键组成。（4）数智信念与伦理：它关注的是教师符合伦理、有道德地使用数智方法和技术的能力，教师需要反思数智方法和技术对人类发展的影响以及如何积极应对教学中可能出现的伦理与道德困境。（5）数智教学：是教师发展和应用数智素养的主要目标，要求教师将专业知识与数智素养相结合以实现教学目标。（6）数智发展：是教师发展和应用数智素养的另一个目标，要求教师在数智教学的过程中积极发展学生的数智素养。

该框架大致可以分成目标层、内容层和基础层三个层面。其中，目标层体现了教师数智素养的两大定位：数智教学与数智发展；内容层明确了教师数智素养的三个领域，这三个领域之间相互关联，基本数智知识与技能是教师发展高阶数智思维能力的基础，数智信念与伦理则是另两个领域都应该遵循的信念态度、技术伦理与道德规范；基础层描述了教师数智素养的知识基础，说明教师在实践中必须要将教学知识与专业知识结合起来共同应用于数智素养。

**（二）教师数智素养的构成要素**

依据前文中提出的教师数智素养概念框架，我们从基本数智知识与技能、高阶数智思维能力、数智信念与伦理三个方面，进一步提出了教师数智素养的10 个构成要素（见表1）。

表1 教师数智素养的构成要素

这10 个要素充分体现了数智融合的理念，将教师在数智时代的角色变化、数智融合理念与工作原理、基于AI 增强DBDM，视作数智时代教师的必备基础知识与技能。高阶数智思维能力则是教师数智素养的核心内容，它强调在大数据和AI 帮助下，教师在完成收集数据、探索和分析数据、呈现数据分析结果等工作后，教师的关注重心应该转向如何发现和提出问题、解释和批判性地评估机器给出的结果与建议，并做出合理的决策。这些能力将是数智时代教师主导人机协同教学的关键所在。最后，数智信念与伦理的重要性在数智时代将空前凸显，无论教师的年龄、经验、教授何种学科，都必须意识到数智融合对教学产生的重大影响。更为重要的是，教师还要充分认识到数智时代对现有伦理规范所带来的挑战，并有能力在教学中妥善应对与处理。

**（三）教师数智素养的作用机制**

所谓作用机制是指教师数智素养对专业实践的影响过程。具体而言，就是教师融合数据素养和人工智能素养，来发现（教学/专业发展）问题、验证假设、开展行动、提升效果的过程。基于数据的决策理论，将数据在教学中的使用过程，分为设定目标、搜集数据、分析数据、解释数据、采取教学行动五个步骤。在传统环境中，整个数据使用过程主要由数据使用者（如学校管理人员、教师）依靠自身的经验和能力独力完成；进入数智时代，人工智能融入到DBDM 过程，不同的人工智能发展阶段将会对融入方式产生影响，教师数智素养的作用机制也会有所差异。

塞尔（J.R.Searle）曾将人工智能划分为“弱人工智能”和“强人工智能”两个阶段：前一阶段的人工智能技术没有自我意识；后一阶段的人工智能技术则有主观感受和思维能力[20]。因此，在“弱人工智能”阶段，教师需要借助智能技术，与人工智能协同工作，来开展基于数据的教学决策。参考通用的人工智能架构方案以及奇普（W.B.Kippers）等人[21]提出的数据使用行动理论，本研究大致描绘了“弱人工智能”阶段教师数智素养的作用机制。

如图5所示，数智素养在教师解决教学问题的每个阶段都发挥着关键作用。首先，教师要明确教学问题、设定教学干预目标，然后在数据平台的支持下，搜集、存储相关数据，并继续依托数据平台对数据进行清洗、过滤、探索、分析，将数据转换成信息。在信息转换成知识的过程中，教师的教学经验和专业知识将起到关键作用。继而，教师还需要参考模型训练所产生的数据模型，综合两方面的内容以实现对数据的深入理解，确定教学决策。最后，教师要拥有采用人机协同方式开展教学干预行动的能力。行动结果会反馈给数据平台，教师需要对比结果与目标之间的差距，根据实际情况，确定是否开展下一轮干预。整个数据使用过程所产生的新数据，又将汇聚于大数据平台，从而进一步优化数据模型，提升用户体验。

图5 教师数智素养的作用机制（弱人工智能阶段）

未来，随着强人工智能的出现，AI 可以完成从问题识别到问题解决的大多数工作，教师数智素养将更为强调伦理审查、判断决策合理性、人机协同干预教学以及评估干预效果等方面的内容。

如图6所示，在强人工智能阶段，教师数智素养的作用主要体现在以下四个环节：一是对AI 收集数据的过程进行伦理审查，能及时发现违反数智伦理规范的数据收集行为，并予以纠正；二是对AI 做出的决策进行批判性评估，确认决策的合理性；三是与AI 协同完成教学干预过程；四是对干预效果进行评估。可以发现，强人工智能将更为强调教师数智素养中的高阶思维能力和数智伦理。

图6 教师数智素养的作用机制（强人工智能阶段）

**四、发展路径：教师数智素养的培养方式**

**（一）“核心实践”培养路径的提出**

在教师教育领域，教师专业素养的培养理念和发展路径，经历了两次重大转折，如图7所示。

进入21世纪，一些研究者对以教师专业知识为核心的教师素养培养路径，进行了反思与批判，认为这种培养方式以开设基础课程与方法课程作为主要手段，前者以学习教育教学理论知识为主，后者以学习教育教学方法为主，二者在教师教育课程中通常是分离的，这给教师整合二者来解决教学问题带来了困难。另外，课程学习与实际教学场景之间也是分离的，这会导致教师无法在实践中运用所学的诸多知识，教师在课程中习得的往往是抽象出来的概念、原理，由于缺乏与实际应用场景的结合，这些知识往往无法被教师直接应用到真实的教学情境中[22]。针对知识与反思培养路径存在的这类问题，研究者又提出要基于教学实践发展教师的专业素养，并将从侧重教师知识转向侧重教学实践视为教师教育领域经历的一个重大转变[23]，而罗斯曼（P.Grossman）等人[24]提出的“核心实践”（Core Practices）即是这一转变的代表。

“核心实践”培养路径强调，教师专业素养的培养应该围绕一组核心实践重新组织课程，旨在帮助教师发展专业知识、技能和专业认同[25]。与早期的教师技能清单不同，“核心实践”将教师的专业素养与教学实践结合在一起，从而为教师提供一个体验和尝试复杂教学实践的机会，帮助他们在较短时间内做好应对真实教学情境的准备。而这种机会在传统培养路径中通常由教师自己去创造，这对于教师特别是职前教师和初任教师而言，十分困难。作为一种在近年来兴起的教师专业素养发展路径，以实践为基础的教师教育改革，已经在全球范围内得到了高度重视，它对于我们理解教学的复杂性、实践性和个性化，提升教师专业素养培养的有效性，都有着重要的意义。

**（二）基于“核心实践”发展教师的数智素养**

根据社会文化理论，教师数智素养并不能自动获取，也不是一个单纯的技能习得过程，它需要教师有意义地参与真实数智教学环境中的社会实践，方能获得，这与“核心实践”在基本理念上具有一致性。另外，尽管教师数智素养将人工智能素养与数据素养融合到了一起，但DBDM 所涵盖的五个步骤，仍然是教师数智素养应用于实践的基本流程，这就为“数智核心实践”的提炼奠定了基础。

基于上述两点考虑，我们提出要基于数智核心实践培养教师的数智素养，并借鉴麦克唐纳（M.McDonald）等人[26]提出的核心实践学习框架，构建起一个教师发展数智素养的学习圈模型。该模型遵循的基本假设是：教师数智素养的发展，需要教师在真实情境中有意义参与；而数智核心实践包含了数智化教学中频繁出现的实践，融合了学科教学与数智素养。因此，它能够为教师提供丰富的机会进行这种“有意义参与”，以支持教师数智素养的不断发展。

如图8所示，模型围绕不同的数智核心实践展开，教师依据数智核心实践设计数智活动，通过准备、预演、实施、反思等阶段，来发展教师的数智素养。具体来看，模型的四个象限分别代表着数智核心实践开展的不同阶段，第一到第四象限分别是：（1）教师教育者准备数智活动；（2）师生共同预演数智活动；（3）在真实情境中实施活动；（4）教师自我反思与活动分析。这四个象限间的循环则具有两层含义：一是发展教师的数智素养可以从任一象限开始。例如，首先可以由教师教育者准备数智活动；然后师生（教师教育者和教师）模拟真实情境进行活动预演；再者进入真实教学情境或工作情境实施活动；最后教师分析存在的问题，进入下一轮改进过程。再比如，还可以先实施活动，经过反思，再准备新的数智活动，并进行预演。二是教师的数智素养发展是一个不断迭代、提升的过程，教师可以围绕某个活动开展持续学习，直至达到发展目标。每个象限都有相对应的教学法，能够为教师教育者和教师完成每个阶段的任务提供有效支持。

图7 教师素养培养路径变迁历程

图8 教师发展数智素养的学习圈模型

教师发展数智素养的关键在于界定数智核心实践，并以此为基础，开展数智教学与培训活动。罗斯曼（P.Grossman）等人[27]认为，“核心实践”应该具备六个标准，包括：（1）教学中频繁出现的实践；（2）新手可以在不同课程或教学方法的课堂上实施的实践；（3）新手可以掌握的练习；（4）让初学者更多地了解学生和教学的实践；（5）保持教学完整性和复杂性的实践；（6）有可能提高学生表现的实践。根据教师数智素养的作用机制，数智核心实践应围绕如何识别数智环境中的教学问题，如何依托数据平台搜集和分析数据，如何理解和解释AI 给出的数据分析结果，如何与智能机器协同开展教学等方面展开设计，并将数智素养与学科教学融合在一起。这些核心问题，可识别出适用于各个学科和教学场景的实践活动。

显然，界定数智核心实践将是一项艰巨的任务，它不仅需要教师教育专家、教育技术专家、学科教学专家和一线教师共同协商，而且还需要创建数智核心实践的通用语言和共享规范，以帮助研究者与实践者以更有意义的方式，合作并发展起“核心实践”。

**五、结语**

作为智能化社会的主流生产和服务方式，人机协同得到了社会各领域的广泛关注。在教育界，教师与机器的关系在很大程度上决定着智能化的教学场景和实践形态。为此，研究者普遍聚焦于教师与机器的分工、协作和技术实现方面，并普遍认同教师在人机协同中所具备的独特价值。本文尝试从教师素养的角度出发进行思考，并提出了数智素养这一命题。我们认为，它将是教师在人机协同教学场景中所必备的一种能力，强调教师要将数据素养与人工智能素养有机结合在一起，灵巧地、批判性地、创造性地使用数智方法和技术，来完成人机协同的工作任务。可见，教师数智素养的提出，能够对人机协同环境下教师的能力结构研究提供理论参考；同时，也对培养职前和在职教师的数智融合能力，提供路径指导。

当然，作为一个新命题的提出，教师数智素养的内涵、构成以及发展规律等方面，都还有待于我们继续探索和深入实践。特别是对教师数智素养如何在人机协同教学中发挥作用，还需要实践验证，由于当前的人机协同尚处在低层次、离散型阶段，真正能够提供教师与机器协同教学的产品还很少。因此，本研究提出的弱人工智能与强人工智能阶段的作用机制是否符合实际，尚需进一步探讨。但随着以人机交互协同为核心的智能3.0 的到来，其必然会对教师的现有能力框架提出新的挑战，而融合了数据素养与人工智能素养的“数智素养”，将成为教师应对挑战的强有力武器。

[参考文献]

[1]余胜泉.人工智能教师的未来角色[J].开放教育研究，2018（1）:16-28.

[2]闫志明，付加留，朱友良，等.整合人工智能技术的学科教学知识（AI-TPACK）：内涵、教学实践与未来议题[J].远程教育杂志，2020（5）:23-34.

[3]张光陆.教师核心素养内涵与框架的比较研究[J].宁波大学学报（教育科学版），2018（5）:101-106.

[4][5]王光明，张楠，李健，等.教师核心素养和能力的结构体系及发展建议[J].中国教育学刊，2019（3）:81-88.

[6][19]徐鹏.人工智能时代的教师专业发展——访美国俄勒冈州立大学玛格丽特·尼斯教授[J].开放教育研究，2019（4）:4-9.

[7][21]Kippers W B，Poortman C L，Schildkamp K，Visscher A J.Data literacy:What do educators learn and struggle with during a data use intervention?[J].Studies in Educational Evaluation，2018，56:21-31.

[8]Gilster P.Digital literacy[M].New York:John Wiley，1997.

[9]Chan B S，Churchill D，Chiu T K.Digital literacy learning in higher education through digital storytelling approach[J].Journal of International Education Research（JIER），2017，13（1）:1-16.

[10]Brown C，Schildkamp K，Hubers M D.Combining the best of two worlds:A conceptual proposal for evidence-informed school improvement[J].Educational Research，2017，59（2）:154-172.

[11]Gummer E，Mandinach E.Building a conceptual framework for data literacy[J].Teachers College Record，2015，117（4）:1-22.

[12]汪明.基于核心素养的学生智能素养构建及其培育[J].当代教育科学，2018（2）:83-85.

[13]黄家伟.远程学习模式为计算思维发展的机遇和挑战[EB/OL].[2020-07-13].https://mp.weixin.qq.com/s/Ly5wDxNRePUIrxMkxms7DA.

[14]Long D，Magerko B.What is AI literacy? Competencies and design considerations[C]//Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems，Honolulu，Hawaii，USA，2020:1-16.

[15]姜孟.从社会文化理论透视二语习得[J].英语研究，2012（3）:59-64.

[16]余胜泉，王琦.“AI+教师”的协作路径发展分析[J].电化教育研究，2019（4）:14-22，29.

[17]周琴，文欣月.智能化时代“AI+教师”协同教学的实践形态[J].远程教育杂志，2020（2）:37-45.

[18]Krumsvik R J.Teacher educators’ digital competence[J].Scandinavian Journal of Educational Research，2014，58（3）:269-280.

[20]舒跃育，汪李玲.人工智能发展处于弱人工智能阶段[N].中国社会科学报，2017-04-25（5）.

[22][25][27]Grossman P，Hammerness K，Mcdonald M.Redefining teaching，re-imagining teacher education[J].Teachers & Teaching，2009，15（2）:273-289.

[23][26]Mcdonald M，Kazemi E，Kavanagh S S.Core practices and pedagogies of teacher education:A call for a common language and collective activity[J].Journal of Teacher Education，2013，64（5）:378-386.

[24]Grossman P，Pupik Dean C G.Negotiating a common language and shared understanding about core practices:The case of discussion[J].Teaching and Teacher Education，2019，80:157-166.

**The Connotation，Function and Development of Teachers’ Data Intelligence Competence from the Perspective of Human-Machine Cooperation**

Xu Yafeng，Peng Xian，Cao Yue & Yang Xiaojun  
（School of Education，Xizang Minzu University，Xianyang Shaanxi 712082）

【Abstract】 The human-machine collaborative teaching scenario poses a new challenge to the existing ability structure of teachers.The Teachers’ Data Intelligence Competence(TDIC)with the basic attributes of integrating data competence and AI competence is an inevitable choice for teachers to cope with the challenge，and it will become an important component of teachers’ core competence in the complex and changing society in the future.TDIC is the ability of teachers to rationally，effectively and ethically use artificial intelligence technology and various types of data in order to achieve their goals in study，work and life.TDIC includes basic data intelligence knowledge and skills，higher-order data intelligence thinking ability，data intelligence belief and ethics，which plays a key role in solving human-machine collaborative teaching problems at each stage.The emergence of strong artificial intelligence will make TDIC emphasize more on higher-order thinking ability and data intelligence ethics.According to the development trend of practicecentered teacher education，the cultivation of TDIC should be developed based on “core practices of data intelligence”to help teachers develop their knowledge，skills and beliefs of data intelligence.

【Keywords】 Data Intelligence Competence；Data Literacy；Artificial Intelligence Literacy；Human-machine Cooperation；Core Practices

[中图分类号]G420

[文献标识码]A

[文章编号]1672-0008（2020）06-0013-09

\* 基金项目：本文系国家社科基金一般项目“西藏中小学理科教育现状与对策研究”（18BMZ083）；西藏民族大学“藏秦喜马拉雅·人才发展支持计划”和重大项目培育计划资助项目“新时代民族地区教师素养模型研究”（20MDZ02）的阶段性成果。