

科学教师培养系统的设计及其实施

——美国培养新一代科学教师的经验与启示

薛松¹, 李佳涛², 崔鸿²

(1. 淮阴师范学院 生命科学学院, 江苏 淮安 223300; 2. 华中师范大学 生命科学学院, 湖北 武汉 430079)

摘要:教师培养系统是建设高素质专业化创新型教师队伍的重要支撑。为培养新一代科学教师,美国颁布了《2020 科学教师培养标准》,并结合教师认证标准、教学标准等进行了系统设计,建立了以“主体-环境”为架构、以“绩效-标准”为导向、聚焦教师核心素养发展的教师培养系统。美国科学教师培养系统的实施路径是:加强培养标准与科学教育框架的统一性,注重科学教学与文化的同步性和实践性,重视职前与职后培养的一体性,强化教师培养评价的精准性。深入分析美国科学教师培养系统的设计与实践,可以给我国科学教师培养带来如下启示:构建教师培养系统,为推进科学教师培养奠定基础;完善教师教育标准体系,为创设科学教师培养环境提供依据;凝练教师核心素养,为科学教师培养明确目标定位;创新教师教育评价体系,为实现科学教师专业持续发展提供保障。

关键词:科学教师;培养系统;系统设计;专业发展;实施路径;美国

中图分类号:G659 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-8129(2023)06-0068-10

基金项目:江苏省教育科学“十四五”规划专项课题“新时代高质量教师教育评价体系构建研究”(C/2022/01/54),项目负责人:薛松;江苏省高等教育教学改革研究一般课题“供需结构要素融合的地方高校本科人才培养体系研究”(2021JSJG224),项目负责人:罗玉明,张瞳。

作者简介:薛松,教育学博士,淮阴师范学院生命科学学院讲师;李佳涛,华中师范大学生命科学学院博士研究生;崔鸿(通信作者),教育学博士,华中师范大学生命科学学院教授,博士生导师。

教师质量是21世纪教育质量的核心要素,发展高质量专业化的教师教育已成为世界各国提高教育质量的重要抓手^[1]。20世纪80年代教育标准化运动兴起,美国积极推动教师教育标准化改革,形成了一套规范教师培养的标准体系^[2]。主要包括:美国教师培养认证委员会(Council for the Accreditation of Educator Preparation,简称CAEP)发布的《2022 认证标准》(2022 CAEP Standards)^[3];美国教师评估与发展州际联盟(Interstate Teacher Assessment and Support Consortium,简称InTASC)于2011年发布的《示范性核心教学标准:用于州际互通》(InTASC Model Core Teaching Standards: A Resource for State Dialogue (April 2011),简称InTASC MCTS)^[4];InTASC于2013年发布的《示范性核心教学标准与教师

学习进阶1.0》(InTASC Model Core Teaching Standards and Learning Progressions for Teachers 1.0,简称MCTS & LPT 1.0)^[5];等等。在科学教师培养方面,美国科学教师协会(National Science Teacher Association,简称NSTA)和科学教师教育协会(Association for Science Teacher Education,简称ASTE)于2019年联合颁布了《2020 科学教师培养标准》(2020 NSTA/ASTE Standards for Science Teacher Preparation,简称2020 SSTP)^[6]。2020 SSTP既是各类科学教师培养项目的设计依据,也是州立机构制定科学教师培养工作标准的指南^[6]。美国基于上述标准对科学教师培养系统进行设计,其经验可为我国科学教师培养提供借鉴。

一、美国培养新一代科学教师的现实背景

(一)培养新一代科学教师是科学教育改革与发展的时代诉求

培养具有胜任力的科学教师是落实科学教育改革与发展相关政策要求的基础。2011年,美国颁布的《K-12 科学教育框架:实践、跨学科概念与核心概念》以下简称《K-12 科学教育框架》(*A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*)指出,科学教师的培养要与框架中提出的科学教育愿景一致,如此才能支撑 K-12 科学教育的实施^[7]。因此,NSTA 于 2014 年将《K-12 科学教育框架》作为中小学科学与工程教育的指导原则,要求科学教师明确知道具备哪些知识和能力才能确保为 K-12 年级学生提供高质量的科学教育^[8]。另外,《K-12 科学教育框架》还提出,科学教育应将“学科核心概念”“跨学科概念”和“科学与工程实践”融入教学全过程,并抓住科学课程、教学和评价三个关键点,为此,科学教师培养工作应进行调整,以便与这些要求相适应。科学教师只有深刻领会科学课程的理念与宗旨,才能进行科学教学设计,并使学生在科学探究与实践活动中发展科学素养。因此,培养新一代科学教师是顺应科学教育改革发展趋势以及回应时代诉求的重要举措。

(二)科学教师培养与专业发展所面临的现实困境

近年来,美国科学教师培养与教师队伍建设面临严峻挑战。K-12 教师教育与教师队伍发展现状的系列研究报告显示,美国陷入 K-12 教师短缺的境地^[9]。其主要原因:一方面是职前教师注册率降低,美国教师教育学院协会(American Association of Colleges for Teacher Education)公布的一项报告显示,美国教师教育学院的入学注册人数持续下降,2018 年的注册人数比 2010 年减少了 30% 以上,尤其在科学、数学和特殊教育等领域^[10-11];另一方面是在职教师流失率上升,2019 年美国进步中心(Center for American Progress)公布的报告指出,教师流失是造成教师短缺的关键因素,教师离职主要原因不是正常退休,而是缺乏充足

的职前培训以及绩效问责机制带来的压力等,这一比例高达 70%。此外,通过教师培养项目(Teacher Preparation Programs)和资格认证途径培养的教师,与教师教育学院培养的教师相比,前者的离职率要高于后者,原因在于前者要求完成的课程学习与教学实习比后者少,这造成教师的职前培训不足、专业发展受限^[12]。该问题的产生主要归结于 2012 年版《科学教师培养标准》与《K-12 科学教育框架》和《新一代科学教育标准》(*Next Generation Science Standards*,简称 NGSS)不匹配。为应对困境,教育政策制定者需要依据最新的、与 K-12 科学教育相统一的科学教师培养标准来制订新的科学教师培养方案,以确保教师能够胜任 K-12 科学教育工作,并获得专业持续发展,避免其中途流失。

二、美国科学教师培养系统设计

美国科学教师培养非常重视系统设计。美国科学教师培养系统是以 2020 SSTP、教师认证标准、教学标准等为基础框架,通过整合教师专业发展所需的核心要素来推动科学教师职前职后一体化发展,为培养新一代科学教师提供有力支撑。

(一)科学教师培养系统的整体架构:主体-环境

教育生态学视域下,教育是一个有机的、复杂的、统一的系统,包括主体和环境两个组成部分,是社会生态系统中相对独立的子系统,具有开放性,与社会生态系统相互作用^[13]。美国科学教师培养系统,具体见图 1。其主体部分是申请科学教师资格的学习者,这一部分涵盖了教师发展所要经历的职前和职后等阶段。此外,主体部分还包括课程建设专家、课程主讲教师、教育管理者以及中小学一线教师等。环境部分依据教师职前培养阶段与职后发展阶段分为两类:一类是以高等院校和教师教育机构等为主的高校(机构)培养环境,对应教师职前培养阶段,职前教师在该培养环境中选修教师培养课程,学习专业知识、教学法、环境创设以及安全保障等;另一类是以中小学校为主的中小学培养环境,对应教师教育实习与职后发展阶段,学习者在此培养环境中运用所学专业知识与教学法等,开展教育实践活动,

在实践中实现专业持续发展。高校(机构)培养环境与中小学培养环境相互交融,共同构成教师培养环境。教师培养系统是主体与环境相互作用、彼此融合而形成的统一整体,为教师成长与发展提供了坚实保障。

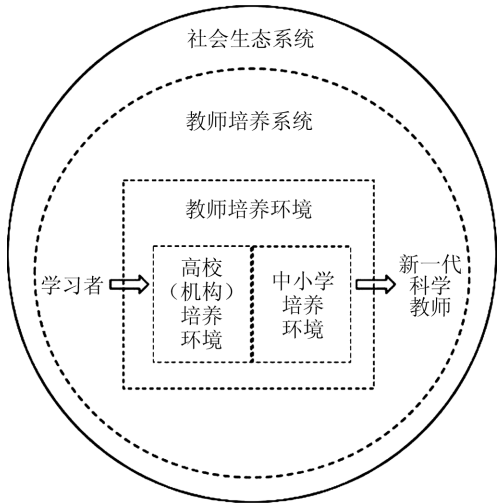


图 1 美国科学教师培养系统

(二)科学教师培养系统的指导理念:绩效-标准

美国科学教师培养系统以绩效-标准本位教师教育(Performance Standards-Based Teacher Education)为思想指导,该理念是由 20 世纪 60 至 70 年代盛行于美国的表现(能力)本位教师教育(Competency or Performance-Based Teacher Education)转化而来,反映了美国对教师工作绩效(主要是学生的学业成绩)的重视和对问责要求的回应^[2]。在该理念指导下,科学教师

培养系统重点突出 3 个方面:(1)专业化定位,即教师不是机械地布置任务,而是对来自学生、家长以及其他专业人员的各类问题作出准确而专业的判断,能在应对各类复杂问题的过程中获得专业持续发展;(2)绩效产出,即学校要重视教学绩效而不只是关注教学行为表现,教师应以学习者为中心,关注学习环境对学习过程的影响,此外,教师还应基于对学生、社区、课程等的理解,创设情境使知识与学习者的生活“相遇”,从而帮助学习者获得学习成果;(3)现场评价,即对教师教学的评价应发生在真实教学现场中,包括教学的准备、实施和反思等环节,重视教师在教学实践过程中所表现出的责任意识、决策应对能力,以及学习者的学习质量等^[14]。概言之,美国对新一代科学教师的评价虽重视绩效,但也未忽视教师的表现(能力),这是对科学教学过程和结果的全面关注。

(三)科学教师培养系统的目标宗旨:发展教师核心素养

美国 2020 SSTP 包含 6 项标准,即内容知识(content knowledge)、内容教学法(content pedagogy)、学习环境(learning environments)、安全(safety)、对学生学习的影响(impact on student learning)和专业知识与技能(professional knowledge and skills)等。美国 2020 SSTP 对科学教师的要求,具体见表 1。

表 1 美国 2020 SSTP 对科学教师的要求^[6]

标准	具体要求
内容知识	能阐明当代科学与工程领域的知识及实践 能在许可领域将学科核心概念、跨学科概念、科学与工程实践等融会贯通
内容教学法	能根据对学生如何学习、如何发展科学知识、技能和思维习惯的理解,为所有学生规划学习单元的内容,并提供公平的、与学生文化背景相适应的学习机会 能在教学计划中包含科学与工程实践、跨学科概念的知识连接点
学习环境	能通过确定合适的学习目标来制订使所有学生都参与的科学学习计划 能使学习目标与学生如何学习科学知识以及科学教育标准相一致 能使计划反映教师对各种教学资源的选择和利用,且符合课堂和社区的文化背景以及安全要求 能使学生认识科学的本质并积极参与各种科学与工程实践活动 能通过创造一个反偏见、文化多元和社会公正的学习环境来实现教育目标
安全	能在教室和工作场所展示生物学、化学和物理安全协议 能对生命体实施人道处理,并维护许可领域内相关设备和化学品安全
对学生学习的影响	能提供证明学生通过教学指导已学会并能应用学科核心概念、跨学科概念以及科学与工程实践的证据 能分析学生个体、班级以及按人口统计分类的学生子群体的学习成果,并利用这些信息为规划和教学提供帮助
专业知识与技能	能不断丰富科学内容和教学法等方面的知识,包括解决不平等问题的方法以及让所有学生融入科学活动的途径 能认同科学共同体理念并促使自己成为其中一员

美国 2020 SSTP 反映了新一代科学教师应具备的核心素养,即专业品性、必备知识和关键能力。(1)专业品性:品性(Disposition)指向教师的专业态度、信念和价值观^[15],美国 2020 SSTP 渗透着科学教师所应具有的专业品性,即理解 K-12 科学教育的现实诉求与未来愿景,为学生提供公平且有质量的科学学习环境,确保所有学生能够参与科学与工程实践活动,从而提升每名学生的科学素养。(2)学科知识:美国 2020 SSTP 要求科学教师系统而扎实地掌握 K-12 科学教育所包含的内容知识,包括科学学科核心概念、跨学科概念以及科学与工程实践等,此外,还应重视关于科学本身的知识。(3)教育实践能力:美国 2020 SSTP 要求科学教师从教学法、学习环境、安全保障和学生评价等 4 个方面发展教育实践能力,具体表现为创设基于学生文化背景的学习环境、选用合适的教学方法与策略、帮助学生将科学知识应用于科学与工程实践中等。(4)专业发展能力:美国 2020 SSTP 要求科学教师注重终身学习与发展,不断进行自我反思,深化对学科核心概念、跨学科概念以及科学与工程实践的认识。美国 2020 SSTP 中的标准框架与科学教师核心素养对应关系,具体见图 2。

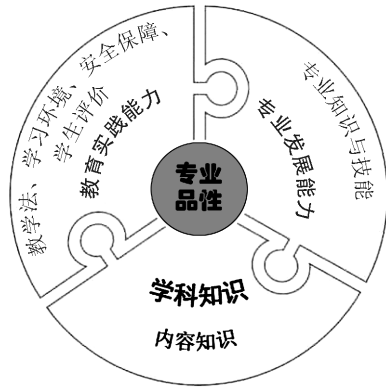


图 2 美国 2020 SSTP 中的标准框架与科学教师核心素养对应关系

三、美国科学教师培养系统的实施

美国科学教师培养系统对教师培养课程内容、教学法与教学实践、专业发展等都作出了明确规定,这为创设科学教师培养环境提供了依据,也为构建职前职后一体化培养体系奠定了基础。

(一)加强培养标准与科学教育框架的统一性
掌握扎实的专业知识是成为新一代科学

教师的必要基础。整合技术的学科教学知识(Technological Pedagogical Content Knowledge,简称 TPACK)的发展要求教师必须具备与学科内容知识相对应的专业教学知识,美国 2020 SSTP 要求科学教师能清楚地阐明生命科学、物质科学、地球科学以及工程技术等领域的主要概念、原则、理论和相互关系,理解科学的本质以及科学知识在发展过程中所承载的文化属性和价值观念等。2022 CAEP Standards 和 InTASC MCTS 均要求教师理解所教学科的核心概念、学科结构等,由此建构知识网络,帮助学习者解决真实问题。美国 2020 SSTP 中的内容分析表(Content Analysis Form)明确了新一代科学教师的必备学科知识,这大大加强了其与《K-12 科学教育框架》的统一性^[8]。

一方面,内容知识由概念陈述嬗变为概念性问题(Conceptual Questions),这与《K-12 科学教育框架》中学科核心概念和跨学科概念相对应。例如:学科核心概念从分子到生物体的结构与过程转化为生物体如何生存、生长、繁殖以及对环境作出反应,学科核心概念所包含的这些内容以问题形式呈现,如“在单细胞和多细胞生物体内,细胞如何发挥其功能的统一性和特异性”等。以概念性问题呈现内容知识,可以避免简单接受知识和机械记忆知识。由于职前教师需要对概念性问题给出合理的答案,职前教师与内容知识之间建立了一种“人-知”互动关系,其本质是职前教师与知识之间展开了以问答为媒介的“对话”^[16]。这种“对话”价值体现在两个方面:一是推动职前教师与内容知识进行对话交流,使之在无形中营造出一种交互氛围,从而使职前教师对知识有了深层次理解;二是促使职前教师对学习效果进行自我评价,在自我评价和反馈中,职前教师逐步牢固地掌握了内容知识。

另一方面,学段延展从幼儿园到十二年级,形成基于概念性问题的学习进阶路径。美国 2020 SSTP 首次包含了从幼儿园到二年级和从三年级到五年级两个学段的内容知识,在此之前的各版标准均只针对六年级到十二年级。美国 2020 SSTP 中的内容分析表所呈现的从幼儿园到二年级、从三年级到五年级、从六年级到八年级和从九年级到十二年级等学

段的内容知识,与 NGSS 一致,由此形成了大概念统领下的学习进阶路径。不同之处在于,美国 2020 SSTP 中的内容分析表是基于概念性问题而构建出的学习进阶路径。因此,职前科学教师先要厘清相关概念的发展脉络,然后在解决概念性问题的过程中,建构知识网络,这是由人与一个(或多个)知识的单维对话向人与知识串(网)的多维对话转化的过程,深化了“人-知”互动关系,促进了教师对内容知识的深度理解。

(二)注重科学教学与文化的同步性和实践性

开展有效的教育实践是新一代科学教师发展的核心内容。科学教育目标能够实现的关键在于每名学生都能融入科学学习过程。为此,科学教师应创设文化同步的学习环境,使学生在科学与工程实践中发展科学素养。

一方面,科学教师要创设文化同步的学习环境。美国是一个有多种族文化的国家,学生在学校中面对的很可能是与自己种族文化背景完全不同的教师,这种情况被称为“文化的非同步性”(Cultural Desynchrony),该情况会对不同文化背景 and 不同语言的学生产生潜在的不公,有时甚至会造成压迫性的、让人难以接受的心理阴影^[17]。为解决该问题,科学教师需要创设文化同步的学习环境。美国 2020 SSTP 在“学习环境”标准中指出,科学教师应“创造一个非偏见、多元文化和社会公正的学习环境”^[6]。因此,科学教师运用的教学指导方法要具有文化相关性,即科学教师要熟练掌握文化相关教学法(Culturally Relevant Pedagogy)。所谓的“文化相关教学法”,是指科学教师在设计科学教学时要充分考虑学生在种族、语言、信仰和文化等方面的差异,提供多样化的教学方案以满足不同学生的需求,帮助学生学习学科核心概念、跨学科概念等,并在智力、文化和社会等不同层面发展学生的能力^[18-19]。因此,创设文化同步学习环境是文化相关教学法实施的基础,是开展教学实践的必要条件。

另一方面,科学教师要实施科学与工程实践。美国《K-12 科学教育框架》和 NGSS 颁布后,科学与工程实践备受重视,文件要求科学教师必须在科学教学中引导学生开展科学与工程实践。因此,实施科学与工程实践成为了美国 2020 SSTP 的中心任务之一,对科学与工

程实践的理解和运用以及其与学科核心概念、跨学科概念之间的关系在美国 2020 SSTP 中均有描述。但是,美国 2020 SSTP 中的内容分析表并未包含工程方面的概念性问题,美国 K-12 工程教育标准委员会于 2010 年发布的《K-12 工程教育标准?》(Standards for K-12 Engineering Education?)报告也指出,关于 K-12 阶段工程学习的研究依然不充足,还不足以支撑标准的研制,所以现阶段的工程教育应纳入到科学课程中^[20]。基于以上原因,为了避免在科学教师培养计划或方案的课程体系中重复出现工程类课程,科学教师培养标准中不再包含工程方面的概念性问题,而是将工程技术方面的内容进行整合,而后将其融入科学知识的实践与应用。这样处理并未影响科学与工程实践在科学教学中的重要地位。因此,不同文化背景的学生都应在与之相适应的学习环境中运用科学与工程技术等方面的知识,在实践中解决问题。

(三)重视职前与职后培养的一体性

专业持续发展是教师成长为新一代科学教师的必备条件。教师专业发展涵盖了教师职前和职后全过程,这个过程构成了教师持续发展的整体,即教师教育一体化^[21]。美国科学教师培养系统实行一体化培养模式,以确保教师专业发展的持续性,具体体现在两个方面。

一方面,职前培养与职后专业发展连贯一体。美国 2020 SSTP 对科学教师职前和职后两个阶段的专业发展均有明确规定,以便于实现一体化培养。职前阶段,职前科学教师通过培养课程和教育实践活动,掌握一定的专业知识和发展相应的教育实践能力,其目标重在达标;职后阶段,科学教师通过积极参与各类促进专业发展的活动,不断加强有关科学内容和教学法等方面知识的学习,不断对专业学习进行批判性反思,从而深化对科学教育的理解,其目标重在由合格走向优秀。

另一方面,职前培养与职后专业标准内在一致。美国科学教师标准与教师资格认证标准、新教师教学标准等在核心宗旨上有内在一致性,均指向教师核心素养的发展。CAEP 认证标准、InTASC MCTS 以及 MCTS & LPT 1.0 等均关注教师在学习者学习(the learner and learning)、内容知识(content knowledge)、教学

实践 (instructional practice) 以及专业责任 (professional responsibility) 等 4 个方面的表现^[3-5]。美国 2020 SSTP 所包含的 6 项标准与上述 4 个方面是紧密联系的,体现了教师教育标准体系的一致性和科学教师专业发展的连续性。美国 2020 SSTP 对接教师培养认证标准新教师核心教学标准,具体见表 2。

表 2 美国 2020 SSTP 对接教师培养认证标准和教师核心教学标准

2022 CAEP Standards、InTASC MCTS 和 MCTS & LPT 1.0	2020 SSTP
学习者与学习(学习者发展、学习能力差异、学习环境)	内容教学法 学习环境
内容(内容知识、内容应用)	内容知识
教学实践(评价、教学计划、教学策略)	安全 对学生学习的影响
专业责任(专业学习与道德实践、领导与协作)	专业知识与技能

表 3 与 2020 SSTP 中的标准相匹配的多元评价体系

2020 SSTP 中的标准	评价方法					
	州认证 内容考试	附加的综合内 容考试或 GPA	单元 计划	学生教学 观察表	对学生学习 的影响评价	使用不同的 途径方法
内容知识	○	○	○			
内容教学法			○			
学习环境			○			
安全				○		
对学生学习的影响					○	
专业知识与技能						○

注:“○”表示该评价方法与 2020 SSTP 中的标准相匹配。

与 2020 SSTP 中的标准相匹配的评价,从内容上看,可以分为 3 个方面:(1)内容知识评价,包括“州认证内容考试”和“附加的综合内容考试或 GPA”,这是州一级组织实施的测试,主要针对科学学科各领域的专业知识,如基本概念、原理、规律、理论等,其与美国 2020 SSTP 中的内容分析表相一致,对应着学科核心概念、跨学科概念以及工程技术方面的知识;(2)教育实践能力评价,包括“单元计划”“学生教学观察表”和“对学生学习的影响评价”,其主要聚焦科学教学设计、学生学习过程指导和对学生学习的评价反馈等学科教学关键能力;(3)自我专业成长与发展评价,指科学教师通过多种途径,如参加专业进修项目、教育研究计划等,逐步成为科学与工程技术专业领域和科学教育领域的专家^[22]。职前科学教师只

(四)强化教师培养评价的精准性

保持培养系统的动态平衡是培养新一代科学教师的重要保障。因此,建立完善的评价体系以提供准确的反馈信息,就显得尤为必要。美国 2020 SSTP 结合教师资格认证要求,精确设计出与各项标准相匹配的评价方法,由此建立了一套精准的评价体系。这些评价方法包括:州认证内容考试(state content exam for certification)、附加的综合内容考试或 GPA(an additional comprehensive content exam or GPA)、单元计划(unit plan)、学生教学观察表(student teaching observation form)、对学生学习的影响评价(impact on student learning)、使用不同的途径方法(using different means)等。与 2020 SSTP 中的标准相匹配的多元评价体系,具体见表 3。

有达到每一项评价要求,才能通过科学教师资格认证,成为合格的科学教师。因此,精准反馈职前科学教师的发展状况与培养环境的变化,及时作出调整与改进,是维持培养系统动态平衡的关键。

四、建议与启示

现阶段,我国科学教师队伍建设面临一系列问题,主要是科学教师供不应求、兼任教师比例偏高、教师专业发展水平参差不齐等^[23],这些问题在小学阶段尤为明显。研究表明,2022 年以来,小学科学教师的需求数量逐年增加,据推测该需求值将在 2027 年达到顶点^[24]。2022 年,教育部办公厅发布的《教育部办公厅关于加强小学科学教师培养的通知》明确提出,要培养一批高素质专业化创新型小学科学

教师后备人才^[25]。自 2001 年设置具有综合性的科学教育本科专业起,我国科学教师培养已历经 20 余年的探索与实践,目前仍需要进一步健全培养机制,完善培养体系。美国 2020 SSTP 颁布以来,其科学教师资格认证、科学课程设计等均以此为标准^[26],并不断完善标准体系和强化科学教师培养系统设计。这对我国科学教师培养而言,可以有如下启示:

(一)构建教师培养系统,为推进科学教师培养奠定基础

我国已经建立的教师培养系统,为贯彻教师队伍建设的政策指示、落实教师教育任务要求、推动卓越教师培养进程奠定了基础。美国 NSTA、ASTE、CAEP 以及 InTASC 等组织机构在研制教师培养标准、认证标准、教学标准等过程中遵循统一标准,建立起了一体化教师教育机制^[27],构建了较完整的教师培养系统。目前,我国在教师培养方面存在的突出问题是职前与职后教师培养体系相互脱节、培养机构之间联系不够紧密等,这严重影响了教师职前培养质量和职后专业发展^[21]。鉴于此,我国应结合本土特点,以高等师范院校为主体,协同地方政府教育部门和中小学校等单位,构建更为完善的教师培养系统,为培养科学教师提供

强有力的支撑。

教师培养系统应兼具独立性和开放性的特点,既能与社会紧密联系,又能保持自身的动态平衡。教师培养系统,具体见图 3。从结构方面看,教师培养系统的主体部分是师范生,同时也包括实施教师教育课程与实践活动的教师、从事教师教育的专家以及教育管理者等。环境的创设主要基于教师培养相关标准,分为两个层面:微观层面主要包括高等师范院校培养环境、地方政府教育部门和中小学等培养环境,是师范生等进行教师教育课程学习以及开展教育教学实践活动的主要场域;宏观层面主要指社会环境,是可以为学校系统输入文化、教育资源的体系。从功能方面看,师范生在教师培养系统中,与环境各要素之间相互作用,并在此过程中逐步发展出了教师核心素养,成长为既能满足教育改革与发展需求,又能满足中小学一线教学需求的卓越教师。从运行方面看,反馈调节是系统维持动态平衡的基础,教师培养系统依据各相关标准开展多元评价并及时反馈,使师范生与培养环境之间维持着“平衡—不平衡—新平衡”的运动状态,基于评价反馈维持动态平衡,可以促进教师专业持续改进与发展。

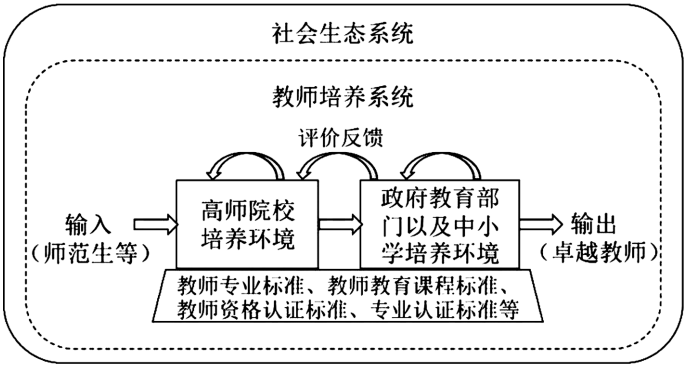


图 3 教师培养系统

(二)完善教师教育标准体系,为创设科学教师培养环境提供依据

教师教育标准是教师培养与专业发展的基准线,为教师培养提供了行为准则,助力于教师培养环境的创设。NSTA 和 ASTE 等组织机构以科学教师培养标准为基础,对科学教

师培养方案的制订、资格认证的组织实施等事项进行规范,建立了较为完善的标准体系。我国在教师教育相关标准研制方面起步较晚,2011 年,教育部颁布《教师教育课程标准(试行)》^[28];同年,又颁布《中小学教师和幼儿园教师资格考试标准(试行)》,为教师资格考试提供了

基本依据;2012年,教育部颁布了中小学及幼儿园教师专业试行标准,旨在构建教师专业标准体系,引领教师专业发展^[29]。上述标准在实施过程中遇到了一些问题,如教师专业标准条目较多且不聚焦、标准描述趋静态化、标准可操作性不强、职前培养无法精准定位等^[30]。

因此,进一步完善以教师专业标准、教师教育课程标准和教师资格认证标准等为主要组成部分的教师教育标准体系,以及创设教师培养环境,都是十分必要的。具体而言:一是研制科学教师专业标准,包含教师发展应具备的科学专业知识与技能、科学学科教学知识与实践能力、科学专业发展能力等,为科学教师的培养、准入、培训、考核等工作提供量规,为高等院校科学教育专业建设与发展以及中小学教师培养或培训等提供依据;二是制定科学教师教育课程标准,基于科学教师专业标准细化科学教师教育课程门类,使科学教育专业师范生清楚各类必修课程和教育实践活动内容,为教师教育管理者、培训者等提供课程设计与实施准则;三是确立科学教师资格认证标准,资格认证是对职前教师学习与发展阶段的成果进行全面检验,其重点在于评判职前教师的专业知识与品格、教学实践能力等是否达标,是教师入职的依据。此外,还应明确科学教师教育专业认证标准,以便对上述标准和基于标准建设的培养环境等进行质量认证。

(三)凝练教师核心素养,为科学教师培养明确目标定位

发展教师核心素养是科学教师教育的主要目标,是对科学教师专业发展的具体定位。美国科学教师培养系统从专业品性、学科知识、教育实践能力和专业发展能力等4个方面发展科学教师的核心素养。我国针对教师核心素养的研究深度和广度都不够。虽然有教师专业标准规定了教师应具备的专业理念与师德、专业知识和专业能力等,也有研究者提出了以道德修养、教育精神、文化修养等为主要内容的教师核心素养和以教育教学能力、学习与创新能力、沟通与合作能力等为主要内容的

核心能力为两大结构体系^[31],但目前学界还未形成共识。

明确科学教师培养目标定位,需要凝练教师核心素养。教师核心素养构成要素应包括:(1)理念方面,明确科学素养的内涵,坚持科学探究与实践,发展全体学生科学素养;(2)知识方面,既要具备科学和工程领域的核心概念,又要发展物理、化学、生物学、地球与空间科学以及工程技术学等专业素养,既要具备数学、信息技术、人文艺术、社会学等通识素养,又要具备融合不同学科的跨学科素养;(3)教学实践方面,深刻领会以探究、实践为主的多种科学教学方法和策略,能依据具体教学内容引导学生在探究与实践过程中深度学习科学知识、发展科学思维、理解科学本质等;(4)专业发展方面,注重自我反思与终身学习,时刻关注科学学科领域的最新发展与研究动态,积极开展科学教学研究,不断创新科学教育方法、拓宽科学实践路径,实现专业持续发展。

(四)创新教师教育评价体系,为实现科学教师专业持续发展提供保障

对教师教育过程进行及时有效的评价和反馈,是教师专业持续发展的坚实保障。美国对职前科学教师建立了多元化的评价体系,该体系具有方法多样、关注全程、重视关键能力表现、绩效(成果)产出量化等特点。目前,我国教师教育评价虽然正在走向多元化,但对职前教师的学习过程及能力表现还是不够重视。因此,对教师教育评价体系进行创新,要以提升教师培养质量为突破口。具体而言:(1)评价方法方面,在传统测试的基础上,运用视频分析、话语与行为表现分析、档案归整与分析等方法,综合评价职前科学教师在教师核心素养各个维度上的表现与发展水平;(2)评价策略方面,注重培养过程并进行持续评价,运用信息技术等手段有针对性地记录职前科学教师的专业学习过程、教育实践过程,并对过程中的典型事例作出即时评价和反馈等,通过建立完整的成长档案,实现对科学教师培养的全过程评价,从而避免评价的碎片化,此外,我国

科学教师教育评价还要重视关键能力表现,对职前科学教师在教育实践和专业发展过程中的各种做法以及取得的成果等进行表现性评价;(3)评价结果方面,教师要将评价结果及时反馈给职前科学教师,对不足之处要督促其改进,最终形成职前科学教师的各类学习成果,其中主要包括专业知识测试成绩,教育实践过程中的教学单元设计、学习表现观察记录、学习指导设计,以及专业发展的自我评价陈述等,以此推动科学教师教育实践能力持续提升与专业水平持续发展。

参考文献:

- [1] EVANS M. Teacher education around the world: changing policies and practices [J]. British Journal of Educational Studies, 2013, 61(3): 377-380.
- [2] 蒋喜峰, 刘小强. 美国 INTASC/InTASC 核心教学标准评析[J]. 比较教育研究, 2019 (5): 58-66.
- [3] Council for the Accreditation of Educator Preparation. 2022 CAEP standards [EB/OL]. [2022-12-23]. <http://www.caepnet.org/standards/2022-itp/introduction>.
- [4] Council of Chief State School Officers. InTASC model core teaching standards: a resource for state dialogue (April 2011) [EB/OL]. (2013-04-11) [2022-12-19]. <https://ccsso.org/resource-library/intasc-model-core-teaching-standards>.
- [5] Council of Chief State School Officers. InTASC model core teaching standards and learning progressions for teachers 1.0 [EB/OL]. (2013-04-11) [2022-12-19]. <https://ccsso.org/resource-library/intasc-model-core-teaching-standards-and-learning-progressions-teachers-10>.
- [6] National Science Teacher Association, Association for Science Teacher Education. 2020 NSTA/ASTE standards for science teacher preparation [EB/OL]. (2019-01-07) [2022-12-12]. <https://theaste.org/2020-nsta-aste-standards-for-science-teacher-preparation/>.
- [7] National Research Council. A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas [M]. Washington, DC: The National Academies Press, 2012: 255-257.
- [8] MORRELL P D, PARK R M A, PYLE E J, et al. Preparing teachers of science for 2020 and beyond: highlighting changes to the NSTA/ASTE standards for science teacher preparation [J]. Journal of Science Teacher Education, 2020, 31 (1): 1-7.
- [9] Learning Policy Institute. Understanding teacher shortages: 2018 update: a state-by-state analysis of the factors influencing teacher supply, demand, and equity [EB/OL]. (2018-08-24) [2020-12-06]. <https://learningpolicyinstitute.org/product/understanding-teacher-shortages-interactive>.
- [10] American Association of Colleges for Teacher Education. Colleges of education: a national portrait [EB/OL]. (2018-08-09) [2022-12-06]. <https://aacte.org/colleges-of-education-a-national-portrait/>.
- [11] Center for American Progress. What to make of declining enrollment in teacher preparation programs [EB/OL]. (2019-12-03) [2022-12-06]. <https://www.american-progress.org/issues/education-k-12/reports/2019/12/03/477311/make-declining-enrollment-teacher-preparation-programs>.
- [12] Learning Policy Institute. Teacher turnover: why it matters and what we can do about it [EB/OL]. (2017-08-16) [2022-12-06]. <https://learningpolicyinstitute.org/product/teacher-turnover-report>.
- [13] 范国睿. 教育生态学 [M]. 北京: 人民教育出版社, 2000: 26-31.
- [14] VALLI L, RENNERT-ARIEV P. New standards and assessments? Curriculum transformation in teacher education [J]. Journal of Curriculum Studies, 2002, 34 (2): 201-225.
- [15] 王凯. 专业品性: 美国教师教育标准的新元素 [J]. 教育研究与实验, 2011 (3): 76-80.
- [16] 郭元祥. 论学科育人的逻辑起点、内在条件与实践诉求 [J]. 教育研究, 2020 (4): 4-15.
- [17] IRVINE J J. Educating teachers for diversity: seeing with a cultural eye [M]. New York: Teachers College Press, 2003: 15-17.
- [18] LADSON-BILLINGS G. Toward a theory of culturally relevant pedagogy [J]. American Educational Research Journal, 1995, 32 (3): 465-491.
- [19] WHITAKER M C, VALTIERRA K M. The dispositions for culturally responsive pedagogy scale [J]. Journal for Multicultural Education, 2018, 12 (1): 10-24.
- [20] National Research Council. Standards for K-12 engineering education? [M]. Washington, DC: National Academies Press, 2010: 15-19.
- [21] 陈时见, 王雪. 教师教育一体化课程体系的构建与实施 [J]. 教育研究, 2015 (8): 109-112.
- [22] VEAL W R, ALLAN E. Understanding the 2012 NSTA science standards for teacher preparation [J]. Journal of Science Teacher Education, 2014, 25 (5): 567-580.
- [23] 黄健毅, 廖伯琴. 我国 2016—2020 年义务教育科学教师缺口量预测 [J]. 教师教育研究, 2015 (4): 27-30.
- [24] 左成光. 2018-2030 年我国小学科学教师需求预测及对策研究 [J]. 教师教育学报, 2019 (6): 78-85.
- [25] 教育部办公厅关于加强小学科学教师培养的通知 [EB/OL].

- OL]. (2022-05-19)[2022-12-06]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-05/28/content_5692779.htm.
- [26] 张一鸣,王健,白欣,等. 美国 NSTA 科学教师培养标准变革及启示[J]. 课程·教材·教法,2021(12):130-136.
- [27] 洪明. 教师教育专业化路径与选择性路径的对峙与融合——NCATE 与 TEAC 教师培养标准与认证的比较研究[J]. 全球教育展望,2010(7):48-53.
- [28] 胡惠闵,崔允灏.《教师教育课程标准》研制历程与问题回应[J]. 全球教育展望,2012(6):10-21.
- [29] 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《幼儿园教师专业标准(试行)》《小学教师专业标准(试行)》和《中学教师专业标准(试行)》的通知[EB/OL]. (2012-09-13)[2022-12-06]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s6991/201209/t20120913_145603.html.
- [30] 苗学杰,秦妍. 欧盟教师核心素养框架及其培育路径探析[J]. 外国教育研究,2020(7):18-30.
- [31] 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]. 中国教育学报,2019(3):81-88.

Design and Implementation of Science Teacher Preparation System: Experience and Insights from Preparing a Next Generation of Science Teachers in the US

XUE Song¹, LI Jiatao², CUI Hong²

(1. School of Life Science, Huaiyin Normal University, Huai'an 223300, China;
2. School of Life Sciences, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract: Teacher preparation system is an important support for the construction of high-quality, professional and innovative teaching staff. In order to cultivate the next generation science teachers, America promulgated the 2020 NSTA/ASTE Standards for Science Teacher Preparation. Combined with teacher certification standards and teaching standards, a teacher preparation system with “Subject and Environment” as its framework is constructed, which is guided by “Performance and Standards” and focuses on the key competencies. The implementation path of the science teacher preparation system is to strengthen the unity of training standards and the frame work for science education, the cultural synchronization and practicality of science teaching, the coherence of pre-service and post-service preparation, and the precision of teacher education evaluation. An in-depth interpretation of design and implementation of the preparation system brings some insights to the preparation of science teachers in China. It is necessary to construct a teacher education system to lay a foundation of science teacher education, improve the education standard system to establish the environment of teacher preparation, generalize the key competencies of science teacher to make clear the target orientation for teacher education, and innovate teacher education evaluation to provide a solid guarantee for professional continuous development.

Key words: science teacher; preparation system; system design; professional development; implementation path; the United State of America

责任编辑 邱香华