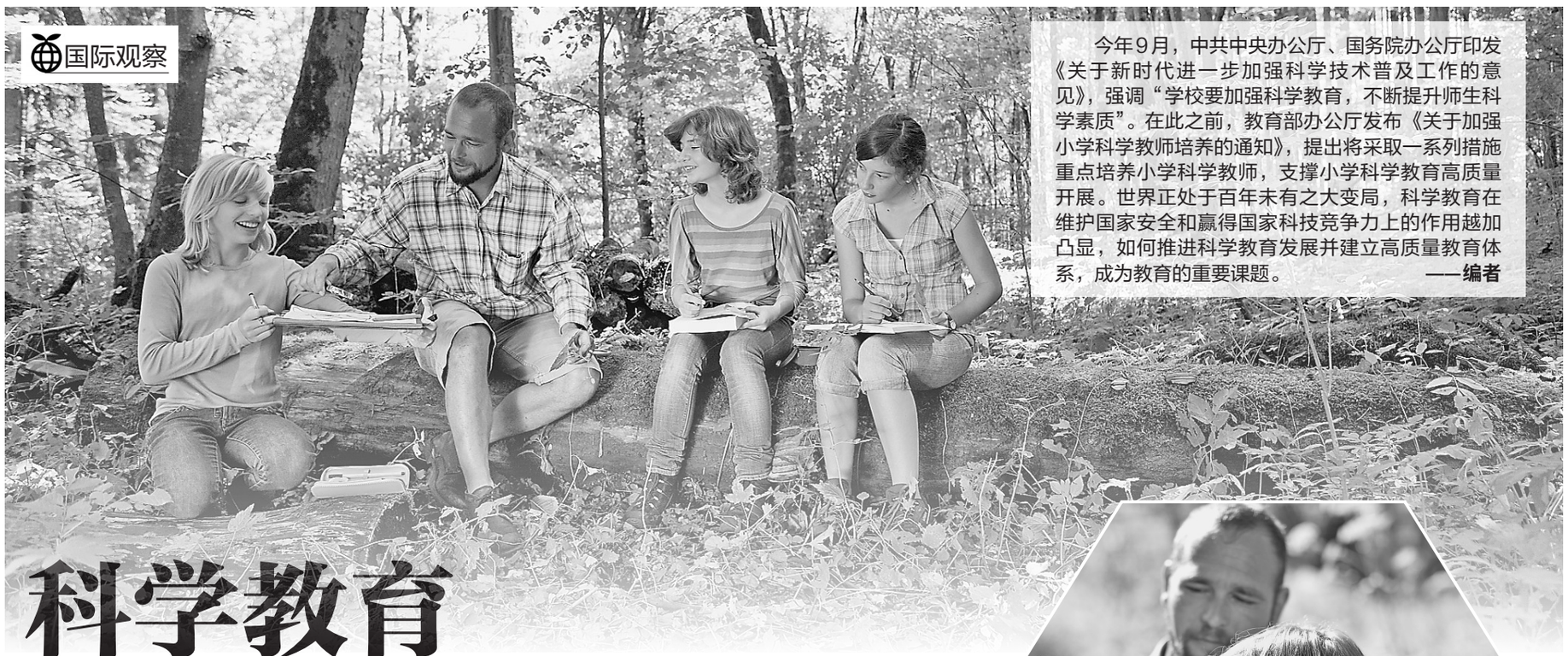
国际观察



今年9月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见》，强调“学校要加强科学教育，不断提升师生科学素质”。在此之前，教育部办公厅发布《关于加强小学科学教师培养的通知》，提出将采取一系列措施重点培养小学科学教师，支撑小学科学教育高质量开展。世界正处于百年未有之大变局，科学教育在维护国家安全和赢得国家科技竞争力上的作用越加凸显，如何推进科学教育发展并建立高质量教育体系，成为教育的重要课题。　——编者

科学教育国际经验与启示

中国教科院比较教育研究所

欧美等国家拓展校外空间开展科学教育。
视觉中国　供图

现代科学教育始于19世纪中叶，但得到大力发展则是在第二次世界大战结束后。在美苏“冷战”背景下，美国率先将科学教育提升至国家安全高度，由此引发了世界各国对科学教育的广泛关注。近年来，随着新一轮科技革命和产业变革孕育兴起、国际竞争加剧和大国力量对比变化，强化科学教育再次被提上许多国家的议事日程。欧美等发达国家在过去几十年的发展中，也逐渐形成了一些较为成熟的科学教育经验。

1 重视科学教育政策顶层设计

从欧美等国的科学教育发展历程来看，无论是教育分权制国家还是中央集权制国家，均重视在国家政策层面支持科学教育，这也是这些国家科学教育能够取得突出成就的重要原因之一。

美国早在1950年就成立国家科学基金会（NSF），开展科学教师培训和科学课程开发。此后，美国联邦政府对科学教育的重视一直没有中断：或将科学教育纳入综合性的教育法案中加以强调，或出台专门的科学教育政策，包括近年来正在推进的第二个STEM（科学、技术、工程和数学）教育发展规划“北极星计划”等。日本、韩国、俄罗斯等也有一些类似的持续性国家政策或行动。例如，日本1953年《理科教育振兴法》、1995年《科学技术基本法》、2021年《科学技术创新基本计划（2021—2025年）》等均把“发展科学教育”作为其中一项重要内容。除了全面的科学教育政策外，发达国家还针对理工科领域高天赋学生出台了专门政策，如美国《贾维茨英才学生教育法》、英国《全面卓越计划：全校超常儿童教育提升方案》、德国《中小学英才儿童教育促进计划》等。

2 对英才儿童和普通儿童实施差异化科学教育

一些发达国家在推进科学教育时针对儿童天赋开展差异化教育。

对于理工科领域的英才儿童，通常采取分组、加速、充实等方式开展差异化教育。分组，是将英才儿童作为一个群体，设立特别学校或特别班级对其进行专门培养，如以色列设置英才班。加速，是通过一定的评估机制，允许高天赋儿童提前入学、跳级或者跨年级学习、超前学习，以满足其特殊学习需求。充实，则是通过课程、学习内容或者教学形式的延伸拓展，为英才儿童提供更具深度和广度的学习活动。此外，发达国家还重视英才教育保障体系建设，如系统开展英才教育教师培养、通过专业组织和学术研究机构为英才教育提供科学引领、多元主体共同构建英才教育社会支持体系等。

对于普通学生，在高中阶段以下主要通过设置科学课程来开展科学教育，课时仅次于母语和数学课程。各国每周课时不等，英国2—3.5小时，美国3.5—4小时，澳大利亚2—3小时，加拿大1.5—2.5小时，爱尔兰2—3小时，等等。在课程与教学上，小学阶段以融合课程为主，重视兴趣培养，通常采用项目式学习、主题式学习等，中学基本采用分科教学方式，强调科学思维和科学探究能力的培养；高中阶段除普通学校外，不少国家还专门开设了以科学教育为特色的学校，如美国STEM高中、日本超级科学高中、韩国科学高中、俄罗斯专业教育和科学中心、德国文理中学等。

3 强化科学教师专业标准和队伍建设

教师是提高科学教育质量的基础与保障，为此，不少发达国家都建立了科学教师专业标准并通过多元路径推进科学教师队伍建设。

在专业标准方面，发达国家强调科学教师职前培养标准建设。例如，英国政府在1998年发布小学和中学科学教师职前培训课程，从教学知识与理解、教学方法与评估方法、科学知识与理解三方面对中小学科学教师培养提出要求。美国国家科学教师协会（NSTA）联合科学教师教育促进协会（AETS）于1998年制定了《科学教师教育标准》，并于2003年、2012年和2020年进行了三次更新。澳大利亚科学教师协会（ASTA）2002年发布《全国优秀科学教师专业标准》，从专业知识、专业实践和专业领导三个维度对高水平科学教师标准进行了界定和描述。

另外，发达国家还采取措施充实科学教师队伍，包括在师范院校和综合大学内开设科学教育专业学士学位课程、对非师范类理工科毕业生提供硕士学位课程或教育科学培训、构建科学教育共同体等，让没有相关教师资格的人参与科学教育工作。同时，采取多种途径促进科学教师专业发展，包括：通过政府出台政策，高校和科研机构提供培训服务；通过专业机构研制教师标准、提供专业认证等方式激励教师持续专业成长；吸纳社会力量广泛参与，在项目、资金等方面支持科学教师培训；等等。

4 完善科学教育支撑体系建设

建立广泛、多元、立体的支撑体系也是发达国家推进科学教育的一项重要举措。

一是重视科学教育高层次专业人才培养。欧美等国高校一般在本科、硕士研究生和博士研究生阶段开设相应课程。本科阶段的科学教育既有以培养中小学科学教师为目标的课程，也有以追求学术研究为目标的课程。在硕士研究生和博士研究生阶段，除培养从事科学教育的研究者外，还培养科学教师教育者。

二是成立专门的科学教育社会组织。除普遍成立国家科学教育协会开展决策咨询、教师培训、学术研究等外，还成立其他专业组织，如美国国家科学教师协会、英国科学学习中心、日本科学教育研究协议会、韩国科学英才教育学会等。

三是强化科研教研对科学教育的学术支持，包括创办科学教育学术期刊、推进科学教育学学科建制、在大学和研究机构建立专门的科学教育研究中心等。

四是设立专门的基金会并鼓励民间机构和组织参与。例如，隶属韩国教育部的科学创意财团主要活动有科学文化传播、数学和科学领域教育课程开发、科学英才教育支援、教育捐赠文化社会推广等。

5 构建科学教育多元协同发展生态体系

发达国家除加强学校科学学习环境建设外，还利用并拓展校外非正式学习环境，目前已形成多元协同发展的生态体系。一是发挥科技场馆沉浸式科学学习体验功能，包括开展开放式科学知识普及和互动参与活动、通过馆校合作促进科学教与学协同发展、综合运用新技术手段提高科学学习真实体验等。二是利用科研院所等社会机构丰富科学教育机会，具体举措有协力促进全民科学参与、设立多样项目和奖励激发科学学习热情、推进线上线下融合发展回应数字化时代的科学教育发展需求等。三是探索科学教育的家校社、媒体等的跨界联动，包括开展整合式项目学习、构建家校社协同育人模式、以高质量科学传播产品为中介发挥媒体的科学教育优势等。四是利用科技竞赛促进科技创新人才选拔与培养，典型做法包括通过严谨规范的赛事规则及流程选拔优秀人才、以竞赛辐射对青少年创新和问题解决等能力进行培养、给予优秀人才顶级深造机会以鼓励其投身科学事业。

6 启示：建设高质量科学教育体系

深入实施卓越拔尖人才培养计划，应加强和改进科学教育、工程教育。当前，我国正向第二个百年奋斗目标迈进，同时面临着世界百年未有之大变局，大力推进科学教育迫在眉睫。欧美等发达国家在发展科学教育方面的探索，可以为我们带来一定的启示。

从国家战略高度规划科学教育发展，并分阶段性有序推进。其中在中短期层面，可重点关注拔尖创新人才早期培养，将理工科领域的英才儿童教育纳入国家政策行动中。在中长期层面，可聚焦科学教育体系化建设，如科学教育生态创新、公众科学素养提升、科学教育与科技创新互动等。

加强科学教育贯通化与差异化发展。对于理工科领域的英才儿童，一方面应构建大中小学相互衔接的协调机制，为其提供清晰的升学发展路径与出口；另一方面应创新教育教学模式，如基础教育阶段可试点弹性教学、建立科技高中，高等教育阶段继续加强“钱学森班”等实践探索。对于多数儿童，应完善科学教育的贯通培养与终身教育机制，加强基于科学教育研究机构与科技领域机构共同参与的科学教育支持体系建设。同时，广泛邀请科学家、一线科技工作者参与科学教育标准、内容、教材的制定，提升科学教育的有效性和科技人才培养的效率。

完善科学教育支撑与保障体系建设。一是充分借鉴科普工作经验，并吸取其他国家科学教育发展停滞的教训，通过立法确立科学教育的重要地位，保障科学教育的长效发展。二是统筹制定、完善针对英才教育体系建设、科学教育内容建设、科学教育生态建设等关键领域的政策。三是体系化构建覆盖科技英才儿童筛选、科学教育内容、科学教育教学、科学教育评价、科学教师职前培养与职后培训、科学教育共建生态等要素的科学教育标准。四是加强科学教师队伍建设，在高等教育机构扩大科学教师专业人才培养规模，同时广泛吸纳有能力、有意愿的科研人员、技术人员、研究生等科技相关从业者担任兼职科学教师，并提供教学专业技能培训，填补科学教师不足的缺口。

建立多元主体参与的科学教育生态体系。我国应确立科学教育统筹单位，构建多元主体共同参与投入的科学教育生态体系。具体而言，政府部门间协同应明确科学教育边界与主体责任部门，完善各部门协同工作机制，充分释放多元主体开展科学教育的效能。政府与社会间协同应关注激发社会主体参与科学教育活力，鼓励科研院所、科技企业、科技场馆、媒体等社会主体参与投入。教育与科研协作应关注专业科研机构共同参与科学教育教学政策出台、标准制定和教材编写工作等。

（本文系中国教育科学研究院基本科研业务费专项资助项目“国际比较视野下中小学科学教育实施模式与支持体系研究”[GYI2022021]成果，执笔人：王素、张永军、袁野等）

环球视线

德国筑牢教育投资工程体系

俞可　张梦琳　鲍雪莉

一直以来，教育都是德国大选后的改革重镇。自2005年默克尔当选为德国总理以来，德国教育改革和国际化步伐加快，相关战略政策不断涌现。2021年底，德国联邦议院选举产生新一任政府总理，德国就此步入“后默克尔时代”。10月11日，中德建交50周年，回顾中德教育携手走过的路，须先审视默克尔教育政策遗产及其未来走向，为中德全方位战略伙伴关系迈上新台阶奠定基础。

以教育公益性提升社会融合力

德国实行12年义务教育制度，对公立学校实行免费教育，以确保教育的公益性。新世纪以来，《国家教育报告》《经济合作与发展组织全球教育纵览》以及国际学生评估项目（PISA）结果等纷纷直指德国教育体系的最大痼疾：个体学历与家庭背景之间的高关联度。2005年底，默尔克上任伊始便打出教育政策“组合拳”，联邦德国历史上首次形成全方位全周期的教育投资工程体系。

在幼儿教育领域，德国实现了从增量式的《儿童日托机构促进法》到提质式的联邦“早期机会”计划与《儿童日托优化法》的跨越；在基础教育领域，2020年对已经实施17年的校内课后服务计划“教育与照料：投资未来”扩量增效，并推出德国史上最大的校外课后服务项目“文化强国　教育结盟”，并发布分别针对资优生与后进生的“中小学培优”计划与中小学强校倡议；在高等教育领域，为满足高涨的深造需求而于2006年出台高校协议，由扩招、科研能力强化、教学质量提升三大支柱组成；在教师教育领域，2013年启动的“教师培养质量攻坚计划”助力师范教育创新；在教育治理领域，始于2006年的国家教育报告制度完善了基于国家教育标准的国家教育质量监测机制。

2021年底朔尔茨政府执政后，重在实施上届政府最后一项大型教育计划“后疫情时代青少年儿童追赶行动计划”。这项投资20亿欧元的计划包括四大板块：弥补由疫情落下的主课学业；促进儿童语言发展；支持寒暑假计划与校外课后活动；资助青少年社工与德意志青少年基金会。当前，朔尔茨政府正在推进文化多元化，如德国大学的多元化倡议、移民家庭学龄前联邦项目“儿童融入社会的课程：未来基石”。当务之急的联邦计划“起点机会均等”却尚未站上起点。

以教育终身性提升全民学习力

德国终身学习发展较早，1951年创办的联合国教科文组织终身学习研究所便坐落于德国汉堡。“教师教育之父”第斯多惠率先倡导教师专业成长。终身学习遍及全民，教育信息化势在必行。默克尔2011年提出“工业4.0”倡议以迎接数字化浪潮，德国政府2013年即出台“工业4.0”战略，提出强化数字化学习技术研究并运用于职业可持续发展，继而于2016年发布《数字化战略2025》，推出包含“在人生各阶段实现数字化教育”的十大战略部署。

德国作为欧洲经济火车头，数字经济与社会指数仅位于欧盟27国第13位，仅9%企业运用人工智能，计划与行动之间存在巨大鸿沟。对此，默克尔政府开启教育数字化转型，如“职业教育4.0”“高等教育数字化”“中小学数字教育协定”“终身教育数字化倡议”以及以数字化为重点的第二轮“教师培养质量攻坚计划”，但因进展缓慢而无法有效应对新冠肺炎疫情挑战。

新一届德国政府的《联合执政协议》首条便是以数字化发展与创新推进国家现代化，数字一代的培育成为首要工作。德国政府在近4个月内接连创建旨在培养人工智能顶尖人才的康拉德·楚泽学院暨人工智能人才协同创新中心，在基础教育四大课程集群分别设立数字化教学能力中心，发布首个开放教育资源战略。今年8月31日，数字化启航战略问世，下设18个项目，包含国家在线继续教育平台建设与国家教育平台建设两大教育项目。该战略强调教育的个性化与终身性，旨在到2025年推出“中小学数字化协议2.0”，完成数学、信息技术、自然科学和工程技术（MINT）行动计划2.0，发起数字教育倡议“编程女孩”，建成基于国家教育平台的教育生态系统，持续监测全民数字教育。以此观之，德国打造数字化校园的目标或能实现，但建设欧洲数字大学仍然流于畅想。

以教育战略性提升国际竞争力

默克尔在国家教育战略层面推陈出新，但成效因受制于联邦制而乏善可陈。突破联邦制羁绊，既可以强化教育的国家战略性，又可以提升教育的国际竞争力。默克尔政府2008年与2017年两度推出德国教育科学国际化战略，并打造出两张教育名片：使德国成为非英语国家中最大的留学生接纳国、把双元制职业教育模式打造成为德国最大的全球教育公共产品。默克尔政府于2013年设立职业教育国际合作交流协调机构与服务机构，分别于2013年与2019年出台职业教育国际化战略，既推动教育走出去，如2011年设立中德职教合作联盟、2013年与欧盟签署职业教育合作战略宣告欧洲学徒培训联盟诞生，又推动师生走出去，如2017年启动国家留学计划“职教师生走遍世界”。

教育开放已经成为德国外交政策的重要支柱之一。因默克尔16年任期12次访华，中德合作更加深化。顺应世界发展大势，默克尔政府于2015年10月推出德国史上第一份教科领域国别战略就是《中国战略2015—2020》。新一届德国政府既沿用2019年《欧中战略展望》对中国的定位，更沿袭默克尔的对华路线。在中德高级别人文交流框架下，两国教育优势互补，如我国基础教育数学教学模式与德国职业教育双元制模式，进而着力培育双方师生的“中国素养”与“德国素养”。默克尔以“德国，一片希望的田野”这份诗意为最后一届任期擘画一幅教育蓝图，而中德教育合作交流播撒的将会是构建新时代中德命运共同体的希望种子。

（作者单位系上海师范大学中德教育研究与协作中心）

环球快报

欧盟关注学生数学与科学学习

欧盟委员会近日发布《提高学生的数学与科学学习动力与成就感》报告，关注整个欧洲是如何组织数学和科学教学的、如何评估学生的学习成果以及学生在学习过程中遇到困难时如何获得外界支持等问题。

报告表示，数学与科学教育在欧洲未来发展方面发挥关键作用，良好的数学、科学技能能够帮助年青一代更加有效地应对未来重大挑战。这些挑战包括可持续发展、全球健康以及虚假信息的传播等。报告指出，尽管欧洲当局强调培养学生的计算能力与科学素养，但未达到基本要求的学生比例仍远高于商定的15%，因此施策提升学生相关成绩至关重要。

报告还指出，一些国家在数学和科学方面存在专业教师短缺的问题。尤其是在中小学阶段，教授数学和科学课程的教师通常为全科教师，而非专业教师。导致这一现象出现的原因之一，是其他相关行业能够提供更加丰厚的薪资报酬。对此，不同政府出台相关政策，以期解决该领域的师资短缺问题。例如，波兰政府通过延长在职教师工作时长、返聘退休教师以及聘用通过当地教育部门认证的无证教师等措施解决师资短缺问题，同时为教师提供职后培训，帮助教师发展相关专业能力。爱尔兰政府和大学合作，为教师提供免费的相关专业硕士学位课程，希望帮助全科教师提高数学、科学相关的教学技能。此外，还有一些国家采取激励措施，为愿意成为数学或科学教师的学生提供奖学金。

（孙丽君）

韩国产学研携手培养半导体人才

近日，韩国教育部与来自政府、产业以及研究界共计15家机构联合签署“半导体人才培养支援合作中心的业务协议”（以下简称“协议”），旨在为半导体人才培养方案落地提供运营基础，并负责调研半导体相关人才的培养现状与应对培养过程中出现的困难事项。

在运营网络层面，协议签署机构包括以韩国教育部、产业通商资源部、科技信息通信部为代表的政府部门和以韩国大学教育协议会、韩国专科大学教育协议会为代表的教育机构以及以三星电子、海力士和韩国半导体产业协会为核心的产业机构。韩国教育部计划以此次业务协议为契机，打造联结大学、职业学校、半导体公司以及研究机构的合作网络，通过跨机构之间的信息共享和通力合作培养高质量的半导体专业人才。合作中心预计2023年开始正式运营。

在职能分工层面，协议指出，政府部门作为统筹协调中心，将负责引进半导体相关的专家资源、制定半导体教育政策、发掘半导体前沿课题、进行半导体产业人力需求分析以及公共基础设施等事项；教育界在开发半导体人才培养课程的同时，还承担搜集产业界的人才意见、研究半导体人才培养路径并向各地区共享的职能；产业界负责支持培养半导体相关人才所需的设备、场地和资金，以及为相关人才提供现场实习的机会，反馈半导体紧缺型人才的标准等事项。此外，韩国半导体产业协会还将负责分析半导体产业人力需求前景以及半导体相关技术动向和未来展望分析等前瞻性研究。

（陈川）