

## “新课标与教学改革”系列报道之六

编者按:

《义务教育课程方案(2022年版)》明确了“深化教学改革”的四条原则,即“坚持素养导向,强化学科实践,推进综合学习,落实因材施教”。学科实践所指向的就是体现学科性质的问题解决的学习实践。

加强中小学技术与工程教育是国家创新驱动发展战略的一部分,是转变育人模式,培养创新人才的重要途径。让学生们经历面向真实的、开放性地解决问题的学习实践,才是有价值的学习。近日,浙江省教育学会技术与工程教育分会成立大会召开,其目的就是更为重视青少年工程思维的培养,彰显工程教育的意义。本期研讨——

## 播撒创新的种子 开启新的学习方式



## 中小学工程启蒙教育的浙江路径

□省教育厅教研室 管光海

科技、创新是党的二十大报告中的关键词。党的二十大报告提出,完善科技创新体系,坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位。2021年9月,习近平总书记在中央人才工作会议上指出,“要探索形成中国特色、世界水平的工程师培养体系,努力建设一支爱党报国、敬业奉献、具有突出技术创新能力、善于解决复杂工程问题的工程师队伍”。

加强中小学技术与工程教育具有重要的意义

一是加强技术与工程教育是提高国民科技实践与创新能力,促进社会经济发展的重要途径。科学、技术、工程三者既密切联系,又有明显差别。科学是对自然界客观规律的探索,科学知识的基本形式是科学概念、科学假说和科学定律,科学活动的典型形式是科学实验和理论研究等基础科学研究。技术是改造世界的手段、方法和过程,技术知识的基本形式是技术原理和操作方法,技术活动的典型方式是发明、创新和转移等技术开发。工程是实际的改造世界的物质实践活动和改造实施过程。技术与工程教育和科学教育有着不同的使命。目前中国是世界上最大的制造国,在基础教育阶段加强以培养学生创新精神和实践能力为目标的技术与工程教育,是中国走向设计强国之路的重要一步。

二是加强技术与工程教育是丰富基础教育课程内涵,转变育人模式的重要抓手。工程教育所培养的工程师思维是一种筹划、设计、建造以满足人的需要为目的的实践理性思维,包括系统思考能力、创造力、乐观、合作、沟通能力。工程教育中的创意、设计、实践、产品等重要属性和要素可以极大地丰富基础教育课程的内涵和育人价值,使包括科学(综合或分科)在内的相关课程在培养学生创新、实践和解决问题能力上有最直接的支撑点,为培养创新人才提供更为真切的途径。技术与工程教育的重要意义在于强调应用型课程与跨学科课程,有助于弥补以往基础性课程中学术性课程比例过高、分科过于严重的缺陷。

我们还要体会超越工程学科价值的教育意义。加强技术与工程教育的意义,并不完全在于培养工程师,而是探索

教育教学的变革与寻衡,从偏重“学术取向”的学习向兼顾“应用取向”的学习发展,从“知识积累”的学习向同时注重“素养发展”“思维发展”的学习发展,逐步将理论性的科学思维、试错性的工程思维和现实性的设计思维相结合,使学生真正实现“认知学习”和“人的社会性成长”的平衡。

三是加强技术与工程教育是帮助学生进行职业规划的重要手段。在技术与工程教育中融入职业教育,可以帮助学生了解技术与工程领域的职业,培养学生对技术与工程领域职业的兴趣。

浙江探索中小学工程启蒙教育的四大路径

近年来,浙江省除了在科学课程中积极实施工程内容之外,还积极探索多路径实施中小学工程启蒙教育来推动基础教育科技创新教育,培养学生的综合科技素养和创新能力。

路径一:依托普通高中通用技术课程,探索工程思维的有效教学。普通高中通用技术课程是落实工程启蒙教育的重要阵地。浙江省高度重视通用技术课程,将其纳入高考科目。在通用技术教育实践中,通过项目化学习、关注工程思维培养推动课程从常态化实施走向有质量实施,形成了以工程思维培养为目标的“问题嵌入式”实践教学模式。该模式以本质问题为引领、基本问题为脚手架,让学生在真实情境中围绕真实问题和任务展开技术实践活动,培养学生像工程师那样思考和解决问题,促进学科的深度学习。2019年对浙江省2017—2019届选考技术的学生进行了问卷调查,在收到的11640份网络问卷中,有55%的学生认为技术课程提高了自身的工程思维和实践能力,72%的学生认为工程思维有助于大学相关专业的学习。

路径二:在STEAM教育实施中普及工程教育,强化技术与工程实践。浙江省于2017年提出探索以STEAM教育为切入点的科技创新教育。为了推动实践,浙江省通过研修活动,培养了600多名掌握工程设计教学的种子教师,并在学校进行教学实践。随后通过网络公开课、项目化学习慕课、教师挑战赛与资源众筹建设等活动,形成一批工程特色鲜明的学习项目,普及了工程设计、系统分析、优化迭代等工程教育的核心内容。例如,杭州市卖鱼桥小学的“交通工具狂

想曲”项目,以生活中的交通污染和交通拥堵两大交通问题为背景,以“如何设计一款经济环保的有利于低碳出行、减少拥堵的未来交通工具”为驱动性问题,引发学生探究并开展工程设计;杭州市文海实验学校的“未来太空基地建设”项目,基于太空探索背景,以“如何在月球表面建造一座符合项目要求的具有科学性、永久性的太空科研基地”为驱动性问题,让学生设计方案,获取并分析、处理数据,建立模型进行迭代优化。

路径三:探索设计教育,降低工程教育的门槛。要从根本上解决创新人才匮乏的问题,在基础教育阶段提升青少年的设计能力逐渐凸显出其必要性和紧迫性。浙江省于2018年启动设计课程实验,开发了聚焦设计思维的中小学设计课程,确定“感知与设计”“技术与设计”“系统与”三个方向为课程主轴,形成从启蒙体验到应用实践贯穿小学到高中的系列设计项目。设计课程让学生体会身边的工程实践。不同年龄的学生都可以在经历同理心思考、问题定义、方案设计、制作测试的过程中,理解基本的工程思维,体验开放性解决问题的挑战,提升思维与实践能力。引入设计思维,降低了工程教育的门槛,受到了学校的广泛欢迎。2020年5月,浙江省召开设计课程成果推广会,共有10万多人次教师在线观看一天的活动。一些学校进行深入的设计思维探索,开发并实施设计思维教育项目。

路径四:深化劳动教育,嵌入工程启蒙教育。近年来,党中央、国务院高度重视大中小学劳动教育。劳动不只是简单劳动,还包括创造性劳动,还需紧跟科技发展和产业变革,彰显时代特征。对于浙江这一以先进制造业与现代服务业为发展重点的省份,其中小学劳动教育也要体现“浙江服务+浙江制造”模式下的劳动新形态。技术与工程领域中的劳动是有组织、有规划、知识密集型的创造性劳动。技术与工程教育中的创意、设计、实践、产品等重要属性和要素可以成为劳动教育课程的主要内容。2012年以来,浙江省探索将技术与设计作为劳动教育的主要线索之一,2020年进一步提出“以亲历劳动实践与工程启蒙教育共同推动新时代劳动教育实施”。在劳动教育中嵌入工程启蒙教育,在普及技术与工程实践的同时,也深化了学校劳动教育的实施。



□省教育厅教研室副主任 张丰

2018年和2019年,浙江省教育厅连续两年组织中小学STEM教育研修团赴美国印第安纳州(以下简称印州)、新泽西州(以下简称新州)学习考察。考察过程中,美国对中小学技术与工程教育的高度重视,区域和学校层面的多样化实施给我们留下了深刻印象。美国中小学技术与工程教育具有以下特点:

美国国家层面高度重视技术与工程教育,在科学教育标准和技术与工程教育标准中得以体现。美国国际技术教育协会(ITEEA)在1996年出版《面向所有美国人的技术:技术学习的原理与结构》,2000年颁布《技术素养标准》(国内出版时翻译为《美国国家技术教育标准》)。21世纪以来,美国为保持国家经济的全球领导地位,不断加大投入,出台一系列重要法案、议案,以进一步加强K-12 STEM教育。这些政策的出台推动了工程教育的发展。

2013年,美国制定了《新一代科学教育标准》(NGSS),进一步凸显对中小学工程教育的重视。该标准将工程设计提升到与科学探究同等的高度,通过强调工程设计与技术应用的核心概念,从而将“科学与工程”纳入到科学教育之中。2020年,美国国际技术与工程教育协会(ITEEA)发布修订后的技术素养标准,并将其发展为《技术与工程素养标准》。

技术与工程教育已被纳入美国各州基础教育课程框架,并多样态实施。在美国各州的中小学课程标准中,已有关于工程与设计的学习内容标准。新州将工程相关标准分散在科学标准和技术标准中,贯穿K-12年级。印州在《中学工程与技术教育标准》中建议六至八年级学生每年接受工程与技术教育,具体包括四个领域:一般工程和技术概念、工程设计和开发、生产和使用技术,以及技术职业。印州高中课程标准目录中包含20个工程课程标准,包括工程基础类(工程原理、中学工程技术)、工程与设计类(工程设计概论、设计基础、设计过程简介、工程设计与开发)、计算机类(计算机集成制造、计算机在设计与生产中的应用、机器人设计与创新)、制造类(制造业概论、先进制造与物流概论、先进制造I、先进制造II)、建筑类(建筑概论、土木工程与建筑工程)、通信类(通信导论、数字电子学),以及航空航天工程、交通运输、可持续的环境。这说明高中阶段部分学生已涉猎这些领域。

在印州,高中4年中,有兴趣的学生每学期均可选择工程类课程,每周5课时。初中阶段则要求学生每年至少在农业、商业、家庭和消费科学以及技术与工程教育中选修两个领域,并建议学生每年接受技术与工程教育。小学阶段的技术与工程教育主要渗透在科学及综合主题课程中,在这些学习活动中,学生经历了工程思考与探索,以及设计性的学习。

教育研究机构、企业在技术与工程教育中发挥了重要的支持作用。美国K-12工程教育受到各种社会力量的支持。许多教育部门、大学研究机构、企业、学会为学校提供课程计划、教科书、在线学习课程等一系列的学习资源,还为相关教师提供培训。例如美国国际技术与工程教育协会开发的“工程设计”“项目引路”,公司开发的“技术之门”“工程”,美国工程教育学会与多所大学共同开发的“教工程”,新泽西学院开发的“设计和工程探索”等,如此众多的项目大大推动了技术与工程课程的实施。而这些项目实施难度各不相同,可以满足不同层次学校的需求。

高校重视技术与工程教育专业建设与师资培养。与K-12技术与工程教育实践相适应,美国斯坦福大学、普渡大学等设立技术与工程教师教育专业,系统培养K-12技术与工程课程教师。从州层面看,技术与工程教师教育与培养体系完备。例如,印州已建立较为完备的STEM教师培养及培训体系,包括职前培养、入职培养和职后培养三个阶段。

## 美国中小学技术与工程教育的考察分析



## 杭州市保俶塔实验学校:立足素养培育 构建生长课程

□杭州市保俶塔实验学校校长 沙立国

作为全国STEM领航学校和浙江省首批STEM种子学校,杭州市保俶塔实验学校积极开展工程启蒙教育的实践探索,培育学生创造能力,提升学生分析能力,迁移学生实践能力,形成了独具特色的实践创新路径。

一、“课程群”是学校工程启蒙教育的生长样态

遵循“为理解应用而学”的跨学科学习理念,学校以三元智力理论为依托,基于项目学习,建构了六大领域20余门课程组成的“技术与工程课程群”,跨学科

特色鲜明。

结合学校特色,在上好劳动教育课的同时,将“智能编程、遥控测向、奇迹建模、设计课程”等体现技术与工程维度的内容融入学校课程体系,在基础性课程和拓展性课程中以学科实践和创新实践两种类型实施,培育学生基本素养,关注学生全面发展,满足学生个性需求。

二、“项目制”是学校工程启蒙教育的实践方式

学校进行“项目制”实践,依托学科课程标准和纲要,以“分析—项目—建构—应用”的螺旋迭代闭环为主线,遵循“书中学+做中学”的原则,把知识技能与运用实践融为一体,引导学生“像科学家

一样思考,像工程师一样解决问题”。如拓展性课程“关怀与创造”引领学生以关怀之心发现校园中的真实问题,融合多学科知识创造性设计作品。

三、“抱团式”是学校工程启蒙教育的研修方式

学习方式的变革源于教学形式的研磨,学校以“全域参与,多元跨界”明确教学特点,安排具有科学、信息、劳技等各工程技术学科背景的教师进行课程教学和资源开发。开展“抱团”教研,每双周四组织主题研修,进行技术与工程教学内容的轮流主讲,邀请教研员与专家进入课堂,以工程视角看问题,以设计思维求创新,提升课堂教学能力。

## 杭州绿城育华亲亲学校:创造力导向的工程教育

□杭州绿城育华亲亲学校 陆颖 陈燕燕

工程教育关注学生创新意识、高阶思维和实践能力的发展。在解决真实问题的项目实践和创造性劳动中,学生的工程素养得以启蒙与发展。

一、思维的学习支架

设计思维是让世界变得更美好而发生的创意和探索过程。工程思维是在限制性条件下解决问题的筹划型思维,它更关注产品是否符合标准,是否好用,是否在要求的期限内完成。

在一个真实的项目中,若缺少设计思维,项目产出可能会缺乏创新和社会价值;若缺少工程思维,产品会有很大的不确定性。两者是相辅相成、相互促进的。我们鼓励学生追求最好适用、最新发现、最佳效能等目标,面对多个解决方案,学会分析可行性、实用性、性价比,权衡取舍,不断梳理、化解、平衡矛盾冲突,不断迭代设计,最终化为产品呈现。

二、融合创造的学习样态

在解决一个真实问题的时候,涉及的知识技能不会仅仅停留在单一学科,往往需要综合应用跨学科知识和能

力,是一种多学科融合学习。

以教科版小学科学六年级上册教材中的《工具与技术》单元为例,我们设计了“儿童玩具收纳柜”项目学习。学生运用杠杆原理,选择百叶设计拉伸门,结合轮轴的原理,制作轻便型的带轮子的移动式收纳柜,使得收纳柜能在家里的各个地方轻松移动。学生对科学学科中的机械原理有了深度的研究和应用体验,同时也学会了从机械学习出发,去思考如何解决真实生活中的问题。这个项目实践中,涉及数学的测量、计算,美术素描的空间透视,语文的说明文写作等多学科领域的学习,是一种跨学科的融合学习。



扫一扫,关注“浙江教育报 前沿观察”微信公众号,了解教育前沿观点