

# 计算思维:信息技术学科核心素养培养的核心议题

张立国, 王国华

(陕西师范大学 教育学院, 陕西 西安 710000)

**[摘要]** 计算思维作为信息技术学科核心素养之一,是信息化社会中数字公民所应具备的基本素养。文章通过对国内外的18个计算思维概念的核心词汇进行抽取,理清了计算思维的核心本质,并对其概念进行了界定,同时阐明了计算思维对于信息技术学科核心素养的价值。文章认为,计算思维本质上是人们理解自然系统与社会系统的思维方法和思维活动,是使用科学工具进行抽象模拟以寻求问题解决最优化方案的系统过程;计算思维既是信息技术学科核心素养的根基,也是联结基础操作与行为思想的核心要素,更是信息技术核心素养培养的着力点。在对国内外文献分析及计算思维特征分析的基础上,提出基于游戏化理念、问题解决理念、可视化理念的计算思维培养的教学策略。

**[关键词]** 核心素养; 学科素养; 信息技术; 计算思维

**[中图分类号]** G434 **[文献标志码]** A

**[作者简介]** 张立国(1965—),男,陕西榆林人。教授,博士,主要从事远程教育、数字化学习研究。E-mail:zhangliguok@126.com。

## 一、前言

2016年9月,《中国学生发展核心素养》正式发布,确立了以“全面发展的人”为核心的学生发展核心素养体系,阐述了中国学生培养的基本立场,对中国教育发展及人才培养方向给定了明确目标。2018年1月,教育部印发《普通高中信息技术课程标准(2017版)》,突出“立德树人”的核心目标,新课程标准内隐的“信息意识、计算思维、数字化学习与创新、信息社会责任”等4大信息技术学科核心素养也逐渐进入人们的视野。信息技术学科核心素养是学生发展核心素养在信息技术学科具体化与操作化的表述,是学生发展核心素养培养的基础之一。计算思维作为信息技术学科核心素养之一,以其“面向学科”的特性受到格外关注。因此,科学把握计算思维的内涵及本质,理清计算思维在信息技术学科核心素养体系的价值定位,对于人们清晰地认识信息技术学科核心素养体系以及学生信息技术学科素养的培养具有重要现实意义。

## 二、计算思维及其概念辨析

新颁布的《普通高中信息技术课程标准(2017版)》将计算思维确定为一项重要的信息技术学科核心素养,足见计算思维在基础教育阶段学生核心素养发展中的重要作用,在进一步探讨计算思维之于信息技术学科核心素养定位之前,需要首先明晰什么是计算思维。

卡内基·梅隆大学华裔计算机科学家周以真于2006年在《Communications of the ACM》杂志首先提出“计算思维”的概念,计算思维概念的提出在计算机等信息技术学科掀起阵阵波澜。2009年,美国“国家研究委员会”组织了两场关于计算思维的研讨会,重点提及计算思维在教育领域应用的可能性及前景。2011年,“国际教育技术协会”和“计算机科学教育协会”制定了面向基础教育的计算思维课程内容及框架。2012年,英国教育部公布了以计算思维为核心内容的计算(Computing)课程,用以取代原有的中小学信息技术(Information and Communication

基金项目:陕西师范大学研究生教育教学改革研究项目“远程教育专题研究”(项目编号:GERP-15-35);陕西师范大学2017年度校级教学改革研究项目(综合教改)“师范生TPACK能力培养的教学创新研究”(项目编号:17JG12)

Technology, ICT)课程。2016年11月,由美国计算机协会、计算机科学教师协会、网络教育创新中心等多家跨州、跨学区组成的专家组联合发布了《K-12 计算机科学框架》,该框架更是将计算思维确立为美国基础教育阶段计算机课程的核心内容。通过以上内容不难发现,计算思维的教育价值得到普遍的认可,众多国家及地区正将计算思维作为基础教育阶段信息技术课程的指导理念及核心要素付诸实践。

关于计算思维,周以真在提出该概念的同时,也对其进行了界定:计算思维就是运用计算机科学的思维方式及基础概念进行问题解答和系统设计,像计算机科学家一样思考问题、理解问题、解决问题等一系列涵盖计算机科学的思维活动。<sup>[1]</sup>虽然该定义是较为经典的定义,但是其权威性并未得到业界的一致认可,尤其是计算思维的本质、内涵及外延等都不是很明显,因此,本研究将通过相关定义的梳理与总结对计算思维做出界定。

### (一)技术路线

计算思维是探求信息技术核心素养的基础范畴,准确界定其内涵与外延关乎计算思维发展与信息技术核心素养培养能否成功。根据已有研究可知,国内外不同学者从各自的角度对计算思维进行了界定。尽管不同概念本质上有些相似之处,但其概念、内涵及外延也不乏相异,无疑对共识的形成构成挑战。关于基本概念的研究,传统的做法是对相关概念进行加和,以此形成自己的解释,然而需要注意的是,该方法既不能从根本上理清其内涵与外延,也无法探究其相关概念的本质,更无法体现研究的科学性。因此,本研究拟摆脱传统思路及方法的桎梏,运用词频分析法筛选已有概念的核心词汇,通过核心词汇的词频、出现率等指标反映其重要性,以此界定计算思维的核心本质。

### (二)数据来源

以中国知网(CNKI)数据库平台为依托,以篇名“计算思维”并“概念”的形式进行检索,得到文献185篇,通过人为筛选共计选摘录18个相关概念,其中国内关于计算思维的界定概念8个,国外相关界定10个。研究者往往以“种差+属名”的形式进行基本概念的表述,即以“差别表述+基本内核”的方式界定基本概念,如果需要了解一个概念的内核则需要发掘其“属名”。<sup>[2]</sup>在研读文献的过程中我们发现,概念界定基本都是以“形容词+名词”或“形容词+动词”的形式进行表述,那么这些“名词”和“动词”自然就成为概念“属名”的来源,通过抽取这些“属名”来直观反映计算思维的内核无疑兼具科学性及客观性。当然“属名”的

抽取也要根据不同文献表述做出适当修改,同时要对相关近义词进行适当替换以防止“属名”的重复。

### (三)计算思维的概念

通过文献检索,使用“种差+属名”的方法抽取计算思维概念的核心词汇,其简略表见表1。通过表1初步统计,共得到核心词汇38个,但是存在大量意义相近的近义词,例如“问题求解”、“问题解决”和“问题解答”,“思维策略”和“思维方法”等,通过近义词的合并与整理,共计得到14个核心词汇,其中出现频次3次以上的有8个,具体见表2。

表1 计算思维概念列表及核心词汇(部分)

序号	作者	概念	核心词汇
1	周以真	计算思维就是运用计算机科学的思维方式及基础概念进行问题解答和系统设计,像计算机科学家一样思考问题、理解问题、解决问题等涵盖计算机科学的思维活动	问题解答、系统设计、思维活动
2	普通高中信息技术课程标准修订组	个体在运用计算机科学领域的思想方法形成问题解决方案的过程中产生的一系列思维活动	问题求解、思维过程、思维活动
.....	.....	.....	.....
17	九校联盟	计算思维的核心是基于计算模型(环境)和约束的问题求解	计算模型、问题求解
18	Bill Wuff	计算思维应该聚焦的是解决问题的过程和能够抽象为过程的现象	解决问题过程、抽象过程

表2 计算思维核心词汇统计表

序号	核心词汇	出现频次	出现率
1	问题解决	9	50%
2	系统	5	28%
3	思维过程	4	22%
4	计算过程	4	22%
5	思维活动	3	17%
6	思维方法	3	17%
7	科学工具	3	17%
8	模拟	3	17%

通过计算思维核心词汇的统计不难发现,关于计算思维概念已有的界定存在如下几种说法:

第一,问题解决说。问题解决说是业界关于计算思维较为共性的认识,计算思维可能存在多种属性,但是问题解决是其必备的属性之一。例如,周以真在

2006年及2011年给出定义的时候,计算思维的内核都是问题解决。美国的教育技术协会、Google等组织在界定计算思维概念时也都在向问题解决的范畴靠拢。而我国研究者深受周以真及相关组织影响,倾向于使用问题解决来确定计算思维的基本框架及范畴,例如,我国新印发的《普通高中信息技术课程标准》中就将计算思维表述为“问题解决过程中的一系列思维活动”<sup>[3]</sup>。

第二,系统说。如果说计算思维的问题解决说受到美系学术组织及个人影响的话,系统说则深受英国学术组织的影响,尤其英联邦国家更加明显。例如,英国学校计算课程工作小组和英国皇家科学院都将计算思维界定为人对自然、社会及相关交互的深度理解,是一种系统性的思维,而不仅仅将计算思维作为问题解决方法来对待,更加注重人对现实世界及其规律的认识。与英国关系较为密切的国家,例如爱尔兰等也基本遵循了相关思路,对计算思维概念进行了界定,虽然表述略有差别,但是其内核都是系统说。

第三,过程说。过程说的发展具有一定的历史,从黄崇福指出“计算思维就是思维过程或功能的模拟方法论”<sup>[4]</sup>,到王飞跃的“以定量化的方式进行思考的过程”<sup>[5]</sup>,再到Wuff将计算思维界定为“抽象为过程的现象”,众多研究者从计算机技术的视角将计算思维界定为一种思维模拟或信息处理的过程,同时为了有效区别问题解决的过程,过程说更加突出计算思维概念中的计算特质。

第四,活动及方法说。另外不少研究者从行为学角度出发,认为计算思维本质上是一种活动,同时也是思考问题的方法,是人们认识世界及改造世界的方法论及实践论。例如,李廉认为计算思维实际上是“一种构造思维的框架,是人们‘设计’与‘建造’现实世界的思维方法”<sup>[6]</sup>,计算机科学的发展加速了这种新型思维方式的形成。Settle和Perkovic则认为“计算思维是一种系统的思维方法,以及该思维方法指导下的协作、记忆、评估等活动”<sup>[7]</sup>。

第五,工具说。工具说在计算机工程领域,尤其在机器学习方向较为流行,“工具理性主义”倾向较为显著,其基本观点可以表述为:计算思维是解决现实问题的工具。虽然也与问题解决相互关联,但其并没有凸显问题解决过程中个人思维训练的价值,该说法削弱了计算思维的“思维”特征,其显著特征是“自动化”“信息模拟”“计算模拟”等。

通过上述内容分析不难发现,“问题解决说”更加注重问题解决过程的系统分析及设计,“系统说”更加

注重培养人对自然及社会的深入理解,“过程说”突出了复杂系统设计及计算的过程,“活动及方法说”更加注重人们的现实行为,“工具说”则将计算思维看作问题解决的工具。计算思维概念的发展经历了“计算机科学中的思维方法”到“社会领域的思维方法”的转变,其聚焦对象也从“计算机算法”转向了社会主体“人”。不同概念的界定有其社会及技术发展的局限性,无论是“问题解决说”还是“系统说”乃至“过程说”,都不能有效地涵盖计算思维的核心意蕴,不足以凸显基础教育阶段信息技术课程的“基础性”“思想性”及“社会性”的价值。因此,为了清晰明了地说明计算思维是什么,力图最大化地呈现计算思维所蕴含的价值,本研究将在核心词汇分析及相关概念辨析的基础上界定计算思维的概念及内涵。

由表2可知,核心词汇“问题解决”和“系统”拥有较高频次及出现率,将计算思维表述为“问题解决”和“认识自然及社会系统”具有较高的合理性,这两个核心词汇可以认为是计算思维的重要内涵,即计算思维的“属名”就是“问题解决”和“系统”。“思维过程”“思维方法”“思维活动”等具有较高的出现频率,计算思维往往以“思维”“活动”“方法”等存在,是计算思维外在的存在形式,故可以认为这三个词汇是计算思维的外延。“计算过程”及“模拟”等出现频次较低,具有一定的边缘性,其可以看作计算思维功能的表现形式。“组织”“分析”“简化”等是计算思维实践的过程要素。根据上述分析,我们尝试从更高的思想层次对计算思维进行界定以凸显其在基础教育中的“基础性”及“思想性”,从技术层次对计算思维进行界定以凸显其实践中的“操作性”;计算思维本质上是人们理解自然系统与社会系统的思维方法和思维活动,是使用科学工具进行抽象模拟以寻求问题解决最优化方案的系统过程,从计算思维实践上来看,其包括组织、分析、简化、抽象、建模、递归、回溯等基本过程。

### 三、计算思维是信息技术学科核心素养培养的核心议题

计算思维作为信息时代人们认识世界、改造世界重要的方法论,有着举足轻重的作用,无论是我国新发布的信息技术学科核心素养,还是欧美日等国家及地区的学生素养框架,都直接或间接地凸显计算思维之于学生发展的重要性。然而需要注意的是,无论国内还是国外都缺乏对计算思维定位的阐述,计算思维作为信息技术学科核心素养中重要内容,在核心素养体系中其究竟处于什么样的地位?如果对其价值定位

不清晰,难免会影响信息技术学科核心素养体系的系统性,给学生核心素养的培养带来困惑。

### (一) 计算思维是信息技术学科核心素养的根基

信息技术学科核心素养立足于“立德树人”的根本任务,深入围绕“人”“技术”“自然”“社会”“问题”之间的关系展开,意图通过多元化课程结构、课程内容、教学活动、评价体系等将学生培养成为合格数字公民,让学生在过程中深刻理解身处的自然系统与社会系统,学会使用技术工具解决现实问题。不难发现,信息技术学科核心素养的核心理念及要素都是“社会系统”“自然系统”与“问题解决”,而这些要素与本研究对计算思维本质概念的界定具有极高的一致性。

将贴近学生生活的现实问题呈现在学生面前,能够激发其使用信息技术解决问题的兴趣及欲望,培养学生思维,有效提升学生使用现代信息技术解决现实问题的能力,这正是信息技术课程的内在价值。因此,信息技术学科的本质在于提升学生信息技术操作技能,在于掌握解决问题的步骤及流程,更在于培养学生使用现代信息技术进行问题解决的思维方式,而这种思维方式就是计算思维。<sup>[8]</sup>

信息技术学科核心素养包括计算思维、信息意识、数字化学习与创新、信息社会责任 4 部分内容,各个部分内容之间既相互联系,又相互区别,统一于信息技术学科核心素养发展的始终。<sup>[9]</sup>信息社会责任是学科素养之上的概念,其强调信息社会中学生品性的培育,使学生在信息道德及责任担当层面有所发展,是学生发展及其社会化的必然要求,是其他核心要素的归宿。数字化学习与创新注重人与技术关系的刻画,其目的在于数字化资源及环境在促进学生问题解决中的运用,是其他 3 个要素在学习中的具体体现。信息意识是客观信息活动在人脑中的反映,从信息技术核心素养中对信息意识的描述来看,其包含了信息搜集、信息甄别、信息处理、信息分享等内容,<sup>[9]</sup>其处在学生解决问题的初始层——“信息分析”层。计算思维是基础教育阶段信息技术学科的本质体现,计算思维将信息社会责任、数字化学习与创新、信息意识牢牢地联结在一起,形成相互作用的统一整体,构筑信息技术学科核心素养体系,隐含于信息技术学科之中。从以上内容来讲,计算思维是信息技术学科核心素养的本质,是信息技术学科核心素养培养的根基,其结构如图 1 所示。

### (二) 计算思维是联结基础操作与行为思想的核心要素

从信息技术课程价值取向的发展来看,其大致分

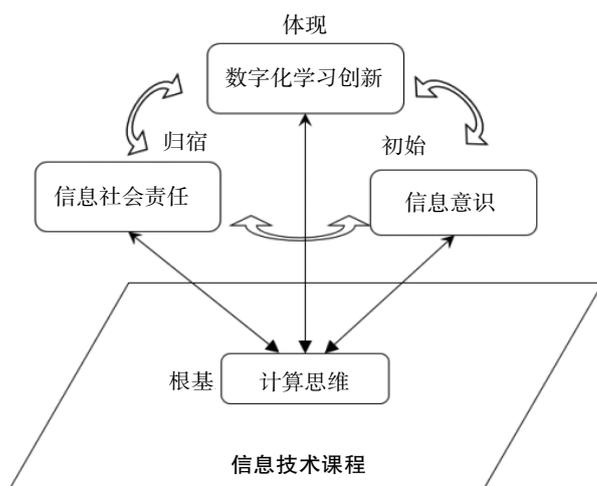


图 1 信息技术学科核心素养结构

为三个阶段。第一阶段,技术工具取向。技术工具取向的信息技术课程左右了我国基础教育信息技术课程早期的发展,该阶段以技术工具的认识及应用为核心特征,特别是早期编程语言及其语法的教学应用,虽然该种取向的信息技术课程在早期信息技术教育启蒙过程中发挥了重要作用,但是其精英主义教育方式和远离生活实际的现实状况使其倍受批评。<sup>[10]</sup>第二阶段,主题活动取向。在对技术工具取向进行批判与反思的基础上,人们认识到信息技术课程理应超越技术工具本身,回归生活,提倡生活中的应用,主题活动取向成为一段时期内信息技术课程发展的指引性思想。<sup>[11]</sup>第三阶段,技术思想取向。面向信息技术学科核心素养的新一轮高中信息技术课程目标改革,力图通过强化数字智慧、培养合格的数字公民,改变信息技术课程广为诟病的依附主义及工具主义倾向,提升信息技术课程的思维价值。

通过对信息技术课程价值的不断探索,人们的认识也更加接近信息技术课程的本质,而事实上,信息技术课程的价值也涵盖了技术工具应用(技术工具操作及基础知识)、技术活动的参与(使用技术工具解决问题的过程与方法)、技术思想的培育(形成对技术社会的理解及问题本质的追问)由低至高的三种层次。<sup>[10]</sup>信息技术课程能否培养出符合信息社会发展的人才是信息技术价值实现与否的根本标志,而新时期信息技术课程价值的实现必须依托于学生的信息技术学科核心素养培养来实现。为了更进一步探究计算思维与信息技术课程三层价值的关系,我们建立了计算思维核心概念与信息技术价值的映射关系图,如图 2 所示。

从其映射关系来看,在技术工具层面,其摒弃了最基本的诸如认识计算机、认识信息设备等知识,涵盖了

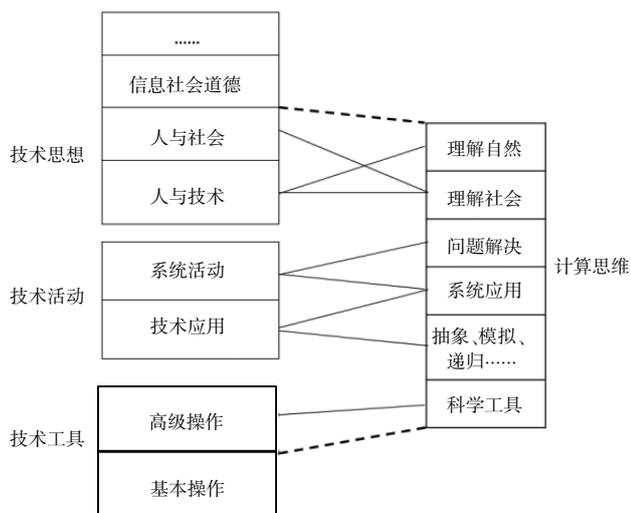


图2 计算思维与信息技术价值映射关系

技术工具操作的诸如使用信息工具进行作品的设计与制作等高级阶段;在技术活动层面,计算思维涵盖了围绕现实生活主题的学习活动开展,突出计算思维的信息技术本质特性,强调使用信息技术进行现实问题的解决思路及方法,及问题背后规律的发现与总结,在此基础上,我们认为计算思维可以覆盖信息技术主题活动的全部内容;在技术思想方面,技术思想是技术工具和技术活动的升华与归宿,包括信息社会的责任、信息社会的认识与理解、信息社会的意识与素养、信息社会本质的追问等内容,计算思维强调通过学生的问题解决培养学生理解信息社会、理解自然的思维方式,从这方面来看,计算思维涵盖了技术思想的一部分内容。从以上计算思维与信息技术课程三层价值映射及重合度来看,计算思维包含了信息技术活动价值的全部内容,向下延伸至技术工具的高级应用,向上拓展至技术思想培育的一部分。技术工具、技术活动与技术思想虽有相关性,但其联系不具有必然性,其本质上仍然是脱离状态,信息技术课程教学中割裂操作与思维的现象依然广泛存在。<sup>[11]</sup>例如,编程语言的认识、程序设计与通过设计程序解决问题三者之间并没有必然的联系性,如果仅仅认识编程语言而没有进行程序设计,则两者之间是分离的,如果没有使用程序解决现实问题,则三者之间也就不存在关联性。因此,将计算思维培养融入信息技术课程,计算思维系统化的培养及应用正是弥合技术工具、技术活动、技术思想三者纹裂的应然工具,而这正是信息社会信息技术课程的价值追求,也是信息技术学科核心素养价值实现的基本理路,在这层意义上,我们可以认为计算思维是联结基础操作与行为思想的核心要素。

### (三)计算思维是信息技术核心素养培养的着力点

从人们认识世界的过程而言,科学的规律存在于无数的事实之中,而科学的首要任务就是有效提炼与概括这些事实,发现其发展规律,并将其提升到原理的高度,以便于人们更加快速有效地认识世界。<sup>[12]</sup>然而,世界发展是复杂的,仅仅通过书本知识难以使学生对世界产生深刻的认识,而动手、实践等往往限于现实条件无法实现,实际经验与理论知识产生脱节。计算思维倡导简约化、抽象化的思维方式,通过对复杂问题的分析,对事物进行简化处理,剥离表象抽象事物本质,更加直观地认识世界的规律,这既契合了学生认知发展的规律,也在一定程度上削弱了现实条件对教学活动开展的制约。以高中信息技术课程中的“图书借阅系统”为例,图书借阅系统包括读者、读者借书证号码、管理者、管理者工号、图书作者、图书名称、图书编号等多个元素,且元素与元素之间存在多重隶属与交叉的关系,是较为复杂的运作系统,学生对该系统设计及运作的理解难以深入。而受过计算思维训练的学生会将图书借阅系统抽象为一个系统模型,简化不必要的信息干扰,通过将实体抽象化、身份抽象化、隶属关系抽象化,建立图书借阅系统结构模型,使系统直观化,更加利于系统理解及系统设计。因此,计算思维的培养是可行的、科学的,而这已然是业界的基本共识。

从信息技术学科核心素养的培养来看,无论是信息意识、数字化学习与创新还是信息社会责任都无法直接培养,而必须依托于特定学科活动来开展。计算思维作为信息技术课程本质的学科属性标示,依托计算思维来进行学生核心素养的培养,使得核心素养的处理不再笼统,具有更好的操作性。以计算思维为主线进行信息技术学科核心素养的培养,一是凸显了学科思维,避免多重线索可能引发的混乱;二是运用计算思维解决问题的活动中,其他核心素养也得以渗透其中,并与计算思维一起共同支撑起学科育人价值培养的使命。<sup>[13]</sup>在这层意义上讲,计算思维是信息技术学科核心素养培养的着力点。

## 四、计算思维培养的教学策略

计算思维在学生信息技术学科核心素养的培养中起着举足轻重的地位,因此做好学生计算思维的培养具有重要价值。通过对国内外相关研究的梳理发现,大多数实践性的研究过度聚焦于微观教学要素的设计与干预,例如教学情境创设、机器人程序设计、学习活动设计等,这些微观研究虽然具有参考价值,却

也缺乏一定的宏观高度,对后来研究者的指引性不足。因此,本研究通过对国内外实践研究的梳理与分析,总结出以下几种对计算思维培养较为有效的宏观教学策略。

### (一)基于游戏化理念的教学策略

游戏化是使用游戏机制和游戏化体验设计,数字化地鼓励和激励人们实现自己的目标。<sup>[14]</sup>游戏化是一种数字化的激励方式,这意味着与用户交互的是电脑、手机等数字设备,其目标是激励人们改变行为、发展技能或者驱动创新,进而使用户达成自己的个人目标及团队目标。个人计算思维的发展受到思维发展规律的支配。在思维类教学活动中,宜采用游戏化的教学方法进行思维培养,在寓教于乐的自由、宽松环境中,学生往往敢于大胆猜测、思维多向发散,能够较大限度发挥想象力,以达到思维培养的目的。<sup>[15]</sup>国际上对此已有不少成功的案例证明游戏化教学对学生计算思维培养具有不俗的效果,例如,Berland 通过大型的桌面网络游戏来进行学习者群体计算思维的培养,通过对定性样本的分析发现网络游戏能够有效促进学生计算思维的发展。<sup>[16]</sup>Anton 通过开设的游戏设计课程让学生学习益智小游戏的设计与开发,将计算思维的内容融入课程之中,在游戏设计的过程中培养学生的计算思维,研究结果也证明了该方法的有效性。<sup>[17]</sup>总体而言,利用游戏化教学策略培养学生计算思维的方式有两种形式,第一种是将计算思维的内容理念等融入游戏中,在学生的游戏过程中进行计算思维的培养;第二种,通过教会学生游戏设计或编写指令的方式,让学生自己在游戏设计过程中提升计算思维。让学生参与设计的方式能够较好地培养学生计算思维,也是当前相关研究关注的焦点。

### (二)基于问题解决理念的教学策略

基于问题解决的教学理念是指以现实问题的解决作为教学活动开展的主线,通过设置系统、复杂的现实问题情境,让学习者在复杂的问题解决过程中进行知识、技能习得,在此基础上实现学生高阶思维能力的培养。<sup>[18]</sup>问题解决作为计算思维的核心要素,两者之间具有诸多的相似相通之处,首先,两者都是为学生更高层次的思维培养、现实问题解决为归宿;其次,计算思维与问题解决能力的培养都为新时代的技术及知识创新提供了基础;最后,从教学过程来

看,两者基本都遵循情景创建、问题分析、方案建构、解决问题的基本理路。而事实上,已有研究者对问题解决与计算思维之间的关系进行了探索,例如,Silapachote<sup>[19]</sup>和 Standl<sup>[20]</sup>的研究都证明计算思维与问题解决之间存在众多相关性,且学习者问题解决能力显著影响学习者的计算思维发展。在以上基础上,我们认为通过问题解决的教学方法能够较为有效地提升学生的计算思维。

### (三)基于可视化理念的教学策略

计算思维是人们认识世界、改造世界的一系列高级思维活动,仍然属于思维的范畴。而从思维训练及培养的方法来看,可视化技术在人的高阶思维培养过程中有不俗的效果,其有利于个体主动地进行知识建构,构造自身的知识网络,更加有利于表征个体的思维过程,促进其思维能力的发展。例如,苹果公司已经成熟地使用思维实时可视化工具来对程序员思维进行高效的训练。从计算思维在信息技术教学活动中的培养及应用状况来看,“简化”“抽象”“建模”等行为都与思维可视化脱不开关系,集中表现为“概念表征图示”“问题解决流程图”“逻辑图示”等。可视化技术对计算思维培养方式基本遵循了“隐性思维显性化—显性思维工具化—高效思维自动化”的规律。<sup>[21]</sup>从国际计算机学会(Association for Computing Machinery, ACM)2015及2016年会所提交的学术论文研究来看,有不少研究者对可视化工具技术促进学习者计算思维培养的研究进行了实证探索,从而说明可视化技术提升学习者计算思维不仅理论上可行,而且具有实践可行性。

## 五、结束语

计算思维是信息技术学科核心素养培养的核心议题,将计算思维融入中小学信息技术课程,对于提升信息技术课程的“思维性”及“基础性”具有重要价值。通过对相关概念的科学界定,能够帮助我们更加理性、客观地认识计算思维的本质,有利于我们认识其在信息技术学科核心素养体系中的地位。然而,科学地认识计算思维仅仅是“万里长征一小步”,通过设计有效的课程体系,开展教学实践,构建有效的评价体系,将计算思维贯穿于教育活动全过程,提升学生的思维品质,将是计算思维研究的核心内容。

### [参考文献]

- [1] WING J M. Computational thinking[J]. Communications of the acm, 2006, 49(3):33-35.  
[2] 周光礼,武建鑫.什么是世界一流学科[J]. 中国高教研究, 2016, 4(1):65-73.

- [3] 李锋,赵健.高中信息技术课程标准修订:理念与内容[J].中国电化教育,2016(12):4-9.
- [4] 黄崇福.信息扩散原理与计算思维及其在地震工程中的应用[D].北京:北京师范大学,1992.
- [5] 王飞跃.面向计算社会的计算素质培养:计算思维与计算文化[J].工业和信息化教育,2013(6):4-8.
- [6] 李廉.计算思维——概念与挑战[J].中国大学教学,2012(1):7-12.
- [7] 林旺,孙洪涛.基于软件应用的计算思维能力培养教学设计[J].中国电化教育,2014(11):122-127.
- [8] 张晓卉.我国信息技术课程发展的路向与策略研究[D].长春:东北师范大学,2016.
- [9] 解月光,杨鑫,付海东.高中学生信息技术学科核心素养的描述与分级[J].中国电化教育,2017(5):8-14.
- [10] 钟柏昌,李艺.信息技术课程内容组织的三层架构[J].电化教育研究,2012(5):17-21.
- [11] 李艺,钟柏昌.重构信息技术课程——从经验选择走向思想投射[J].电化教育研究,2015(10):5-11.
- [12] 陈昌曙.自然科学家谈认识世界[J].教学与研究,1980(2):25-28.
- [13] 于颖,周东岱.基于核心素养的信息技术教材结构设计——以高中“数据管理与分析”选修模块为例[J].中国电化教育,2017(5):19-25.
- [14] BURKE B.游戏化设计[M].刘腾,译.武汉:华中科技大学出版社,2017.
- [15] 高娇.基于游戏化教学的计算思维培养研究[D].西安:陕西师范大学,2014.
- [16] BERLAND M,WILENSKY U.Comparing virtual and physical robotics environments for supporting complex systems and computational thinking[J]. Journal of science education & technology,2015,24(5):628-647.
- [17] ANTON G,BARANY A.Power of play:exploring computational thinking through game design[J]. Velvet light trap,2013,72(1):74-75.
- [18] 王国华,聂胜欣,袁梦霞,俞树煜.使用问题解决法促进批判性思维发展的研究——基于交互文本的分析[J].电化教育研究,2016,37(5):66-73.
- [19] SILAPACHOTE P,SRISUPHAB A. Teaching and learning computational thinking through solving problems in Artificial Intelligence: On designing introductory engineering and computing courses [C]//IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering. IEEE,2017.
- [20] STANDL B.Uniting Computational Thinking Problem Solving Strategies with MIT Inventor[C]//International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives. 2016.
- [21] 赵国庆.概念图、思维导图教学应用若干重要问题的探讨[J].电化教育研究,2012,33(5):78-84.

## Computational Thinking: A Key Issue of Cultivating Core Literacy of Information Technology

ZHANG Liguó, WANG Guohua

(College of Education, Shaanxi Normal University, Xi'an Shaanxi 710000)

**[Abstract]** As one of the key competencies of information technology, computational thinking is the basic competency for digital citizens in the information society. This paper extracts 18 core vocabulary of the concept of computational thinking at home and abroad, clarify the essence of computational thinking, defines the concept of computational thinking and expounds the value of computational thinking to the core literacy of information technology. According to the article, computational thinking is essentially the thinking method and thinking activity for people to understand natural system and social system, and a systematic process of using scientific tools for abstract simulation to seek optimum solutions to problems. Computational thinking is not only the foundation of key competencies of information technology, but also the core element of connecting basic operation and behavior thought, and it is also the focus of core literacy of information technology. Based on the analysis of domestic and foreign literature and computational thinking, this paper puts forward a teaching strategy for training computational thinking based on the concept of gamification, problem solving and visualization.

**[Keywords]** Core Literacy; Discipline Literacy; Information Technology; Computational Thinking