浅谈中小学生计算思维的培养与评价

摘要：计算思维作为21世纪数字公民的基本素养，计算机科学的核心，引起了越来越多教育者的关注。中小学作为我国基础教育阶段的重要时期，培养中小学生的计算思维被广大教育者重点关注。信息技术课程标准指出计算思维是信息技术学科的核心素养之一，结合国内外研究文献，本研究主要以中小学生的可视化编程课程为出发点，对文献进行分析。计算思维是人们的一种思维能力，其本质是抽象。中小学阶段计算思维的培养模式主要以问题引导式、任务驱动和WPBL模式为主，为学习者创设真实的问题情境，在情境中运用计算思维解决问题。计算思维评价分为形成性评价、总结性评价和其他评价方式，每一种评价方式都有自身特点，为我们以后的研究指明了方向。计算思维的培养和评价重点在师资，培养一批优秀的教师队伍将会是我们以后的重要方向，也是计算思维培养的重要前提。

关键词：计算思维；计算思维培养模式；评价方式；

一、引言

21世纪科学技术迅猛发展，从古代算筹到计算机，信息化和计算化无时无刻不影响着我们生活和学习，人们的生活方式和思维方式也在发生着重大的转变。近年来，计算思维逐渐成为与人类读写能力一样的基本思维方式。

计算思维作为计算机科学的核心，21世纪数字公民的一项基本素养，其最早由美国卡内基梅隆大学周以真教授提出，他认为计算思维指运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计以及人类行为理解等涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动[1]。根据周以真教授的观点，我们可以将计算思维理解为是人们运用计算机科学的思维方式解决遇到的问题，或利用计算机科学的思维方式来设计解决问题的步骤设计，最终解决问题。

近年来，计算思维的培养与研究在国内外持续升温，博得了海内外学者的广泛关注，并由最初的高等教育阶段逐步跨入K-12基础教育阶段，越来越多的国家开始将计算思维培养纳入自己的课程标准。C9高校联盟在2010年发布的《九校联盟（C9）计算机基础教学发展战略联合声明》中强调，要把培养学生计算思维能力作为计算机基础教学的一项重要的、长期的和复杂的核心任务[2]。2011年，美国将计算思维纳入《CSTA K-12标准（2011修订版）》；2016年1月，美国再次推出“为了全体的计算机科学”计划，投入大量的资金来推动各州和各学区的K-12计算机科学教育[3]。11月，美国发布最新版《K-12计算机科学框架》，该框架以《美国教育技术标准》该框架制定依据，框架中将K-12阶段科学教育横切概念整合到每个核心概念的具体学习进程中，形成了科学教育的核心概念与核心实践二维模式；核心概念为我们提供科学教育的方向和趋势，而核心实践教会我们具体的教学过程[4]。新西兰于2011年中学课程中开始实施的“技术背景知识和技能”计划，强调“编程与计算机科学”等五项数字技术核心培养内容，更加注重学生计算思维的培养[5]；随后，英国2013年“新课程计划”、澳大利亚2015年“新课程方案”也都将计算思维作为其新信息技术课程的重要内容[6]。

二、中小学阶段对计算思维的认知与理解

（一）对计算思维的认知与理解

计算思维最早起源于20世纪下半叶，起初人们一直认为计算思维与计算机编程密切相关，几乎等同于计算机编程中的程序思维、算法思维；随着计算机技术的迅猛发展，2006年周以真第一次系统地描述了计算思维，并将计算思维定义为一种思维方式；随后越来越多的学者开始更加关注计算思维，根据近十年的研究综述，目前国内对计算思维主要有两种认知：其一为董荣胜、蒋宗礼等人，他们认为计算思维是人类的一种思维方式，是人们在解决问题过程中，利用计算机程序的思想、设计和工具，不仅包含思考，更包含着一系列的活动（或者是方法与能力）；其二为任友群等人，他们认为计算思维是一种解决问题的过程，是人们理解和分析复杂问题的思想方法，利用该方法形成一系列解决问题的方案[7]。

不同的学者所持观点不同，但是万变不离其宗，虽然各个学者对于计算思维的切入角度不同，但是归根结底都是在强调计算思维作为学习者解决问题的能力体现。目前国内对计算思维定义比较权威的为2017年普通高中信息技术课程标准中对计算思维的定义：计算思维是指个体运用计算机科学领域的思想方法，在形成问题解决方案的过程中产生的一系列思维活动；是学习者在活动过程中采用计算机处理问题的方式来界定问题、抽象特征、建立结构模型、合理组织数据；并形成与计算机算法类似的方案，将其迁移到与之相关的其他问题解决中[8]。

（二）计算思维与中小学可视化编程

中小学信息技术课堂是培养学生计算思维的主阵地，中学信息技术课程中的可视化编程尤其能够提高学生的计算思维。中学阶段可视化编程主要以Scratch模块化编程为主，Scratch是一款由MIT设计开发的编程工具，该程序不涉及编程语言，只需要学习者运用积木搭建的方法进行编程，因此成为了国内中小学阶段学习编程的最佳选择。

学科核心素养是各个学科育人价值的集中体现，计算思维作为信息技术课程的核心素养之一，对信息技术课程的实施有着纲领性的指引作用。因此在中学阶段计算思维的培养与信息技术课程息息相关。

三、中小学阶段计算思维的培养实践

计算思维的培养是中小学信息技术课程重中之重，作为中小学生必须掌握的一项基本思维能力， STEM教育注重学生创新思维与实践能力的培养[9]，二者刚好吻合，且恰巧与《框架》中的精神不谋而合。我国中小学信息技术课程，教学任务一般围绕计算机操作进行，学生真正探究实践较少，将计算思维与STEAM教育进行融合，更能够提高中小学生的动手、动脑和实践能力。

我国许多学者对计算思维培养开展研究实践，并且取得了一定得研究成果：鲍宇[10]依据普通高校专业学生的特征和培养过程，提出基于计算思维的问题引导式的自主培养教学模型，该模型中以不同层次问题为引导，引导学生思维锻炼方向，并借助于学习辅助平台，由问题引导学习者运用计算思维思考，进而完成学习者计算思维能力的自主培养；牟琴[11]结合任务驱动式教学和教学模式的特点构建出基于计算思维的任务驱动式教学模型，该模型中将教学者和学习者之间通过各种任务相连接，以任务为教学主线，采用主导-主体的教学模式，该模型中需要教学者运用计算思维的方式准备课程，能够更好的培养学习者的自我知识建构和创新思维能力；张蕾[12]基于高中VB程序设计课程提出了面向计算思维的WPBL教学模型，该模型中同样强调教师首先要设计一系列面向计算思维的、层次递进的问题，将问题置于某些情境中，利用网络教学平台引导学生自主开展关于此情境的一系列学习活动，经过案例实证研究，证实了该模型的有效性。

四、计算思维在中学阶段培养的评价

评价作为教师教学效果的考量标准，在教学过程中有着非常重要的作用。计算思维作为一种学习者的思维方式，培养的是一个思维方式和问题解决方法内化的过程，因此计算思维的评价对于教学实践地开展有着举足轻重的地位。计算思维的本质是抽象，因此关于计算思维的评价一直以来是研究者们仍未到达的领域，计算机技术和人工智能技术的发展与应用，综合国内外研究实践成果，对计算思维培养的评价初见成效。

计算思维培养的核心内容，其实是方法的训练习得和思维的迁移养成，基于这一转变，许多研究者创设问题情境、教学实证探究和基于真实数据进行考察和测量；计算思维是在学习者问题解决的思维过程，该过程在具体问题情境中产生，针对当前研究，梳理出了以下关于计算思维的评价方式。

（一）计算思维形成性评价

形成性评价主要是在教学过程中，为调节和完善教学活动，保证教学目标得以实现而进行的确定学生学习成果的评价。计算思维的培养在教学过程中能够得到充分地发挥，因此形成性评价尤为重要。

目前国内外学者对计算思维形成性评价方式主要有作品分析和文本话语分析。作品分析就是利用Scrap、CTP等分析工具对学生已经做好的作品进行分析，Brennan和Resnick[13]采用Scrape分析Scratch项目中所使用的模块信息，依据学生对某些模块的使用频率来分析学习者计算思维能力的程度；Koh [14]等人以测试Blockly模块化编程测试提出CTP图，来检测学习者计算思维能力的发展。

（二）计算思维总结性评价

总结性评价是以预先设定的教学目标为依据，对学习者达成目标的程度进行评价。计算思维的总结性评价形式多样，目前主要以计算思维量表和访谈法为主。Román-González[15]提出了针对中小学生的包含28个题目的计算思维测量量表，测试内容为计算概念，部分涉及计算实践。该量表经过24所1251名学生进行测试，证明了其有效性和可靠性；该测量工具与空间能力、推理能力及问题解决能力测试中度相关，证实了计算思维实质上是问题解决能力，更加证明了量表内容的有效性和可靠性；访谈法主要是在学习者完成作品之后，测试者努力让其回忆在完成任务过程中的思维活动，更加关注学生对计算思维的深度表达，并提取出与计算思维测评相关的词语，进行分析，但是由于被访谈者全凭回忆来叙述，因此该评价方式会出现一些偏差，比如被访谈者出现记忆缺失。

（三）计算思维其他评价方式

计算思维近几年一直被研究者所关注，因此世界各地关注计算思维的发展，目前计算思维挑战赛陆续在世界各地开展，立陶宛于2003年成立了Bebras测试，该测试主要通过一系列的情境问题来考察学生的计算思维水平，大赛每年采用一套全新试题，并且越来越贴近生活实际和热点问题[16]。

除此之外，国内外一些学者将计算思维与心理学研究结合，制定学习者编程自我效能感量表，主要针对学习者编程知识和编程技能进行测试；另外作品档案分析法将作品分析与学习者学习过程进行记录、分析，得到最终结果[17]。

五、总结与展望

计算思维作为算法思维和工程思维的发展产物，不论将其作为一种思维技能还是思维过程，在当前中小学阶段乃至高等教育阶段教育教学中都有着不可磨灭的地位，计算思维的培养同时奠定了计算科学领域的发展基础，在教育领域培养学生的计算思维能力仍是研究的主要内容。对于国内学者来说，如何在我国现有情况下提高中小学生的计算思维，并进行有效的评价，是当前研究者应该关注的重点。因此，我国研究者在借鉴国外计算思维理论和教学模式的基础上，结合我国教学实际情况，进一步探究符合我国教育实践的计算思维培养模式与评价方式。其次，计算思维的培养，需要更多的优秀且具有更高能力的教师，因此更要致力于教师专业发展体系，培养更多优秀教师，利用多种平台和评价工具，为我国中小学生计算思维培养提供更加有针对性的指导。

参考文献：

[1] J eannette M. Wing. Computational Thinking[J].Communications of the ACM,2006, 49(3):33-35.

[2] 九校联盟（ C9 ）计算机基础教学发展战略联合声明 [J]. 中国大学教

学，2010 （ 09 ）： 4+9.

[3] 郁晓华，肖敏，王美玲，陈妍. 基于可视化编程的计算思维培养模式研究-兼论信息技术课堂中计算思维的培养[J].远程教育杂志，2017（09）:12-20

[4] 赵蔚，李士平，姜强，郎咸蒙. 培养计算思维，发展STEM教育 -2016美国《K-12计算机科学框架》解读及启示[J].中国电化教育，2017（05）:47-53

[5] 如何培养计算思维-基于2006-2016年研究文献及最新国际会议论文

[6] 肖广德，高丹阳 . 计算思维的培养：高中信息技术课程的新选择 [J].

现代教育技术， 2015 （ 07 ） :38-43.

[7] 范文翔，张一春，李艺. 国内外计算思维研究与发展综述[J].远程教育杂志，2018（01）:3-17

[8] 普通高中信息技术课程标准2017年版，中华人民共和国教育部制定.

[9] 余胜泉, 胡翔. STEM教育理念与跨学科整合模式[J]. 开放教育研

究,2015,(4):13-22.

[10] 鲍宇，孟凡荣，张艳群. “阶梯式”引导的计算思维自主养成模式[J].电化教育研究，2015（06）：87-99.

[11] 牟琴，谭良，周雄峻. 基于计算思维的任务驱动式教学模式的研究[J].现代教育技术，2011（06）:44-49.

[12] 张蕾. 面向计算思维的 W PBL 教学模式研究[J].电化教育研究，2014（03）:100-105.

[13]Brennan K ,Resnick M. New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking[C]//The 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association ,2012:1-25.

[14] Koh，K. , H．Basawapatna，A．，Bennett，V．，＆ Repenning，A． (2010)． Towards the automatic recognition of computational thinking for adaptive visual language learning［A］． Visual Languages and Human-Centric Computing ( VL/HCC)，2010 IEEE Symposium on ［C］．:59-66．

[15]Román-González，M . Pérez-González，J．C.＆Jiménez-Fernández，C．(2017)． Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the computational thinking test［J］． Computers in Human Behavior，72: 678-691．

[16][17] 陈鹏，黄荣怀，梁跃，张进宝. 如何培养计算思维-基于2006-2016年研究文献及最新国际会议论文[J]. 现代远程教育研究，2018（01）：98-112.