

培养中学生计算思维能力的校本课程实践

朱颖

(人大附中深圳学校 广东 深圳 518119)

摘要：作为三大科学思维支柱之一的计算思维，它是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一系列的思维活动。本研究紧跟时代对创新人才能力培养的需要，关注当前中学生计算思维能力培养存在不足的现状，以 C++ 程序设计语言作为计算思维的载体，在初中和高中两个学段进行计算思维校本课程的教学实践，旨在培养学生的计算思维能力，为构建中学生计算思维培养模式提供新思路和新方法。

关键词：计算思维；C++；程序设计；校本课程；信息技术

2006 年 3 月，美国卡内基·梅隆大学计算机科学技术系主任周以真教授在计算机权威期刊《Communications of the ACM》杂志上首次提出计算思维(Computational Thinking)的概念。她认为：计算思维是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]。计算思维作为一种基于计算机科学形成的思维形态，将改变人们的传统学习和思维方式，成为 21 世纪中叶每个人的基本能力，帮助人们快速应对复杂现实问题的求解。具备计算思维的人，在信息活动中能够采用计算机可以处理的方式界定问题、抽象特征、建立结构模型、合理组织数据；通过判断、分析与综合各种信息资源，运用合理的算法形成解决问题的方案；总结利用计算机解决问题的过程与方法，并迁移到与之相关的其他问题解决中。

2007 年美国国家科学基金会 NSF (National Science Foundation) 的 CISE 董事会启动了旨在振兴美国计算教育的国家计划 CPATH (CISE Pathways to Revitalized Undergraduate Computing Education)，它的目的在于通过计算思维从根本上改变本科计算教育的内容。2008 年 NSF 启动了重大基金资助计划 CDI (Cyber-Enabled Discovery and Innovation)。CDI 旨在使用计算思维特别是在该领域产生的新思想、新方法促进美国自然科学和工程技术领域产生革命性的成果。2011 年，NSF 又启动了 CE21(Computing Education for the 21st Century) 计划，其目的是提高 K-14 (中小学和大学一、二年级) 老师与学生的计算思维能力，这种思维范式的改变最终将会提高美国人民的生活质量。2017 年 7 月 8 日，国务院发布了《新一代人工智能发展规划》，开始从整体上部署我国的人工智能发展规划，提出了面向 2030 年我国新一代人工智能发展的指导思想、战略目标、重点任务和保障措施。2030 年，就是当今中学生将要面临的时代，他们必须具备良好的计算思维能力，才能更好地与机器进行交流、协同工作。

《普通高中信息技术课程标准》(2017 年版) 中提到的信息意识、计算思维、数字化学习与创新、信息社会责任是高中信息技术学科的四大核心素养^[2]。计算思维作为核心素养的关键要素，影响其他三个核心素养发展的质量，一定程度上决定学科核心素养的优劣。因此，计算思维在信息技术学科核心素养中处于重要的地位，其相关评价能在一定程度上体现学生的信息技术能力的水平。

2010 年，北京大学、清华大学、西安交通大学等 9 所高校发表了《九校联盟(C9)计算机基础教学发展战略联合声明》，旗帜鲜明地把“计算思维能力的培养”作为计算机基础教学的核心任务，并由此建设更加完备的计算机基础课程体系和教学内容，进而为全国高校的计算机基础教学改革树立标杆。然而国内的研究更加关注计算思维对大学计算机教育的影响，有关中学生的计算思维培养的研究很少。原因在于计算机教育在中学阶段不受重视，学校、家长和学生存在一个认识误区，把信息技术学科等同于学会使用计算机工具的课程。由于信息技术不是升学考试科目，得不到重视，课时长短的设置随意性大，因此学生计算思维的培养遇到很大的现实阻碍。计算机对人类而言绝不仅仅是运行应用软件的工具，而且蕴含着一种科学的方法论，因此，对于学生计算思维的培养需要上升到和数学、物理、化学、生物等课程同等重要的地位，让青少年从小树立起正确的信息意识、具备良好的计算思维能力，对于学生的终身发展、国家创新型人才的培养具有重要的实际意义。

一、中学生计算思维培养现状分析

解决科学问题的三种思维方式包括理论思维、实验思维和计算

思维。理论思维强调推理，以数学学科为基础；实验思维强调归纳，以物理学科为基础；计算思维强调的是问题的自动求解，以计算机科学为基础。我国从义务教育阶段就开始培养学生的理论思维和实验思维，而计算思维的培养则滞后于时代的发展，中小学的信息技术学科被视为一个教会学生使用电脑软件的工具学科。我国中学生年龄一般处于 12-18 岁的时段，此时期思维特点是，一般能摆脱具体事物的限制，运用概念、提出假设、检验假设来进行抽象逻辑思维。中学生的思维具有预见性特征，即能在复杂活动或问题解决之前有计划、有策略；具有形式化特征，即中学生能时常有意或无意地运用逻辑规律来解决问题。中学生在思维活动中不但能考虑如何解决实际问题，还能对自己的思维进行自我反省、自我调控，确保思维的正确性和高效；其思维独创性突出表现是能不断提出新的假设和理论，反映出其思维的敏捷性、灵活性、深刻性和批判性明显增强。

计算机程序设计语言是人与机器交流的媒介，程序设计语言中的函数、递归和模块等知识点都承载着分解、抽象和自动化求解问题的计算思维，是计算思维的载体。计算思维是模型加算法，在程序设计语言中，把解决的问题抽象成与其相应的模型，然后确定算法，最后编写程序求解问题。当今的中学生从小就在网络环境下成长，对计算机基础知识和应用已经具备相当好的基础，但对于学习程序设计显得力不从心。相对于其他学科知识来说，程序设计内容抽象，难以理解，学习起来难度很大。由于中学生的年龄特点，心理发育还不成熟，意志品格相对于成年人不够坚定，遇到困难容易退缩，久而久之丧失了对事物的耐心和兴趣。因此如何通过程序设计课程的学习有效提升中学生的计算思维能力，这是我们作为中学教师应该去思考的。

二、中学生计算思维校本课程设计

校本课程设计需要考虑选择哪一种程序设计语言作为培养计算思维能力的载体。广东省小学六年级信息技术教材中的 GoC 编程绘图软件，结合了 Logo 语言和 C++ 语言特点，让学生初步认识了顺序、选择和循环结构。C++ 作为一种面向对象的程序设计语言，功能强大，语法非常严谨、精确，标准定义很细致，在中学阶段学习 C++ 语言，能够很好地承接学生在小学阶段学习过的 GoC 图形化编程内容，更适宜培养学生的计算思维能力。另一方面，C++ 语言还是全国青少年信息学奥林匹克竞赛 (NOI) 的首选参赛语言，该项竞赛旨在选拔优秀的计算机人才，教师在日常的校本课程讲授过程中可以发掘若干计算思维能力较好的学生参加 NOI 竞赛，充分发挥他们的学科特长，为将来的生涯规划打好基础。

校本课程的实施对象是数学基础较好的初中学生和高一、高二学生 (本校为十二年一贯制学校)，但他们大部分是零编程基础，个别学生曾经接触过 Python 或 C++ 语言，但不能编写完整的程序。校本课程讲授周期为一学年，每学期 32 节课时，每周 2 节课时，共 16 周，课程内容分为 C++ 语言基础、基础算法和数据结构三大部分，其内容设计如图 1 所示。

三、中学生计算思维校本课程实施

考虑到初中生和高中生思维水平发展的不同差异，校本课程中较难的知识点 (带 章节) 仅对高中生讲授。在教学中理论和上机实践相结合，引导学生积极思考问题、大胆动手实践，逐步培养使用计算机对实际问题进行抽象、建模和自动化解决的思维方式。本学期的校本课程教学对象为初中生 30 人和高中生 40 人，讲授前五

(下转第 43 页)

(上接第 41 页)

章的内容,大部分学生能坚持学下来,少数学生因为觉得较难而中途退出。可以预见在后续指针、基础算法和数据结构部分,坚持学习下来的学生人数将会减少,因此下学期将改变集中面授+上机实践的教學模式,主要采用项目式学习和以学生自主学习、老师指导答疑的方式进行。为了让学生在课堂之外能够继续训练计算思维能力,鼓励学生到在线编程网站进行学习交流,这些网站有大量的练习题、历年全国信息学竞赛初中组和高中组试题供学生使用。

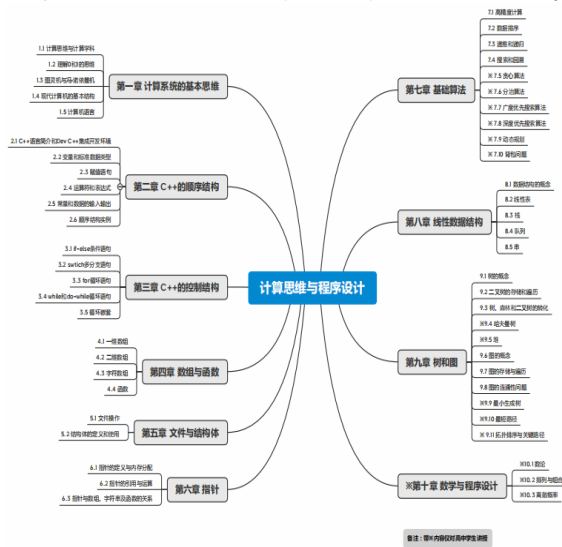


图 1 计算思维校本课程的内容设计框架

校本课程的学习效果评价采用学生调查问卷、上机练习、项目作品以及参加信息技术学科竞赛活动进行全程评估。调查问卷在本

学期校本课程开设前、后分别进行;上机练习随课时布置,当堂完成;项目作品让学生分成若干小组,每个小组完成一个项目,本学期的最后一节课提交、展示和交流;鼓励学生积极参加中小学生学习电脑制作活动、全国青少年信息学竞赛等活动。本学期校本课程结束后,作者随机抽取了 3 位初中生和 3 位高中生进行了访谈,他们表示学习了校本课程后,对计算思维有了深刻的认识,利用计算机分析问题、设计算法和实现编程的能力大为提高,他们在其他学科的学习上思维更加活跃,遇到问题他们会尝试一题多解的方法实现,让他们受益匪浅。

四、结语

本研究紧跟时代对创新人才能力培养的需要,关注当前中学生计算思维能力培养存在不足的现状,以 C++ 程序设计语言作为计算思维的载体,在本校初中和高中两个学段进行计算思维校本课程的教学实践,让学生把实际的问题进行抽象建模,然后确定算法,最后编写程序求解问题,逐步培养学生的计算思维能力,本研究为构建基于 C++ 语言的中学生计算思维教学模式提供新思路和新方法。然而,计算思维能力的培养不是一蹴而就的,如同学习数学是为了培养学生的逻辑思维能力,计算思维能力的培养是一个长期的过程,需要教育工作者将计算思维的理念融入到日常教学过程中,培养学生计算思维能力,才能让这种思维方式成为学生应对人工智能社会挑战的有力武器。

参考文献:

- [1] Wing J M. Computational Thinking[J]. Communications of the ACM, 2006(3): 33 - 35.
- [2] 教育部. 普通高中信息技术课程标准[M]. 北京: 人民教育出版社, 2017.

基金: 2019 年深圳市教育科学规划课题“基于 C++ 语言的中学生计算思维培养研究”(课题编号 zdzz19019)

作者简介: 朱颖(1980-), 女, 江西彭泽人, 博士, 人大附中深圳学校高中信息技术教师, 中学一级教师