

以培养计算思维为目标的高中信息技术课程教学策略

——以构建小型信息系统为例

赵建波

杭州市源清中学

摘要: 计算思维是普通高中信息技术学科的四大核心素养之一。在实施《信息系统与社会》必修课程教学时,一线教师常常为如何培养学生的计算思维而苦恼。通过对计算思维内涵的梳理,并结合计算思维训练在必修二模块中的立足点,提出了构建小型信息系统的“四阶段累积学习”策略。为该模块的教学提供了一种探索性的教学设计思路和实施策略。

关键词: 计算思维; 四阶段累积学习; 信息系统

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2024.04.160

一、问题的陈述

随着科技的进步和社会的发展,学习不再仅仅强调对知识的记忆和对高分的获取,而是为将来应用所学的知识解决实际问题,适应社会做准备^[1]。这与普通高中信息技术新课程标准(2021版)的课程理念不谋而合。高中信息技术课程有两个必修模块。必修一主要关注“数据”和“算法”两大概念,而必修二则在必修一的基础上进一步开展“信息系统”和“信息社会”两大概念的研究,从而构建完整的学科大概念体系,实现学科核心素养的培养。在具体的课程实施过程中,很多一线教师认为必修二相关的两大概念涉及众多晦涩难懂的专业名词的理解与应用,对计算思维培养的实施过程具有很大挑战。

二、问题分析

造成这个问题的原因可能如下。一是人们对计算思维内涵的理解不深入,认为计算思维本质上只与计算过程有关。例如,他们认为它只是在数据计算、计算机编程等过程中产生的。二是对必修模块设定的目标理解不到位。他们简单地将其归类为“信息系统”,而忽略了该模块所包含的学科基本概念以及相应的学科方法的应用。三是人们可能会误解“项目实践”一词在受试者中的含义,从而找不到受试者的重点,导致教学实验只是按照过程进行,而不是情境教学。造成这些问题的原因,本质上与必修二缺乏具体的计算思维教学策略和方法有关。在必修二的教学中,主要的挑战是如何处理系统的复杂性。计算思维作为一种高级思维,其培养过程需要具有挑战性的学科学习作为支撑^[2]。因此,我们可以利用计算思维的能力水平和培养阶段来解决问题,通过具体的教学策略来开展必修二的挑战性学科学习。

(1) 计算思维的内涵

计算思维是指个人在计算机科学领域为形成问题解决方案而展开的一系列思考活动。具备计算思维的学生能够以计算机处理问题的方式定义问题、抽象特征、构

建结构模型,并在信息活动中合理组织数据;他们能够通过对各种信息资源的判断、分析和整合,运用合理的算法形成解决问题的方法,并总结利用计算机解决其他相关问题的过程和方法^[3]。

(2) 计算思维能力水平

计算思维是一种解决问题的高层次思维方式。它的发展需要从低级到高级逐渐螺旋上升。如果计算思维的能力可以被划分成不同的层次,那么这个过程就可以有一个循序渐进的目标。根据《高中信息技术课程标准》中的“计算思维”能力,并细化课程标准中“计算思维”能力的描述,研究学生的能力表现,计算思维能力水平的划分如表1所示。

表1 学生计算思维能力水平划分表

等级	能力特征	课程标准
1	略懂一二	准备水平
2	简单积累	水平1
3	系统构建	水平1
4	能力转移	水平2

(3) 计算思维的培养阶段

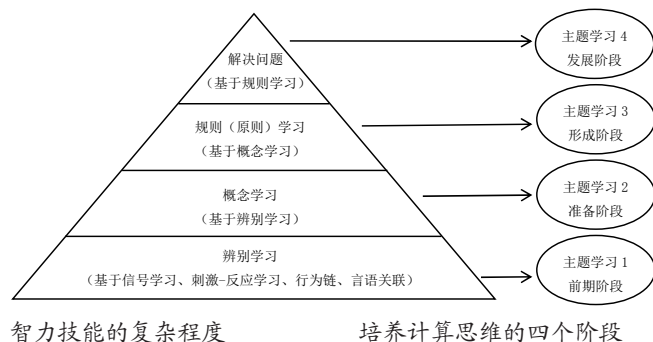
计算思维是一种高效的问题解决思维方式。观察上述提及的计算思维学生的各项能力,不难发现它是一种高阶思维,其发展需要经历一个由低阶向高阶的演变过程。若将计算思维的能力划分为不同层级,则该过程便有了一步步提升的目标。依据《高中信息技术课程标准》中的“计算思维”能力要求,对课程标准中“计算思维”能力的描述进行细化,并结合学生实际能力表现,计算思维能力等级划分如下表2所示。

表2 计算思维能力水平的划分表

阶段	描述	思维特征
1	前期阶段	感知
2	准备阶段	符号化
3	形成阶段	系统化
4	发展阶段	假设化

三、问题的对策与实施

综上所述，为制定针对计算思维培养的教学设计策略提供了思路和方法。课堂教学策略的制定离不开认知心理学的理论和基础。著名教育心理学家加涅的理论阐述了大部分课堂学习情况，并提出了实用的教学步骤。基于加涅学习理论的智力与技能复杂度层次系统，已经很好地诠释学生思维和认知能力的发展与形成过程^[4]我们产生如图1所示的“四阶段累积学习”方法论。



智力技能的复杂程度 培养计算思维的四个阶段
图1 四阶段累积学习策略

采用“四阶段累积学习”方法，将一个复杂的案例分解为4个不同的学习阶段，每个阶段的主体都是独立的，具有完整的学习周期。在整个学习阶段，目标设定和复杂性都是递增的，教学方法也是一样的，从简单到复杂，从细节到虚拟化逐步进行。

(2) “四阶段累积学习”策略的实施过程

针对必修二对计算思维的培养，我们需要在实施“四阶段累积学习”策略之前找到一个立足点。必修二的内容侧重于“信息系统”的硬件、软件、数据、通信网络和人员五个要素。其中，研究构建小型信息系统是建立在充分了解信息系统组成和信息系统工作原理的基础上，具有处理系统规划、方案设计和最终技术实现等复杂问题的先进能力。这是必修二中培养计算思维的重要立足点。尽管我们构建的是一个小型的信息系统，但“麻雀虽小，五脏俱全”，依然面临诸多复杂的系统问题，需要逐步解决。因此，本文将以构建一个小型信息系统的学习目标为支撑，把计算思维的培养过程，逐步融入各个阶段中。

具体实施阶段如下：

A. 计算思维前期准备阶段

第一阶段辨别性学习的实施主要侧重于“解构模型，识别要素”。通过解构一个小型的信息系统模型，我们可以确定信息系统的要素和结构，并开始为信息系统的建设做准备。例如，借助图2所示的小型信息系统模型，我们可以直观地了解到B/S结构的系统需要计算机网络、浏览器、服务器等元素。从而形成对这些要素以及系统的结构和环境的直观认识。然而，信息系统中的协议、数据库等非直观部分容易被忽略。似乎虽然知

识不完整，但学生需要这种直观的认知来应对系统复杂性的挑战。

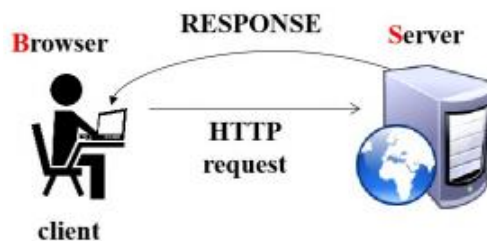


图2 一个小的信息系统模型

这一阶段的思维能力属于通过实体感知的“半理解”程度。从思维强度来看，处于低水平的前计算思维阶段，为后续学习积累力量。

B. 具有系统思维能力的计算思维的形成阶段

第二阶段规则学习的实施重点是“明确规则和学习方法”。在上述阶段的基础上，我们可以学习如何“组装”信息系统的各种要素，学习构建信息系统的规则和具体方法，从而实现系统的“无缝”组装。这既是信息系统建设的重要阶段，也是计算思维和知识体系建设的形成阶段。

例如，如图3所示，请求由客户机提交给服务器，然后服务侦听此请求并做出正确的响应。我们需要理解“请求和响应”之间的“连接”规则，以及如何设计它们。在这个阶段，学生需要学习更多这样的规则，设计更多的“连接”点，实现相邻元素之间的“无缝连接”，使系统顺利运行。

这个学习过程需要系统建构的思维能力。从思维强度的分析来看，它已经处于高层次计算思维的形成和成长阶段。

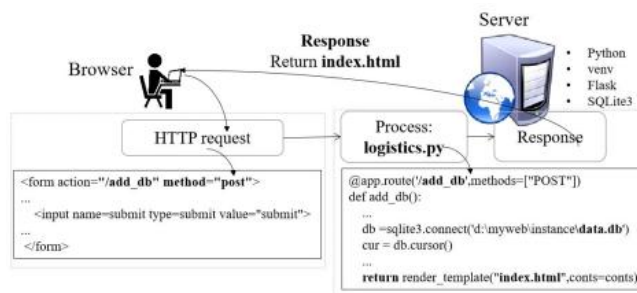


图3 请求和响应在一个小的信息系统

C. 具有系统开发能力的计算思维发展阶段

第三阶段主题学习的实施主要以“总体方案”为主题进行学习。基于以上各阶段的积累学习，本阶段主要关注小型信息系统的方案模板设计。学生作为系统设计者，根据信息系统中的数据流，按照“输入”→“存储”→“传输”→“输出”的逻辑进行总体设计，形成系统方案模板。因此，它不仅训练学生的归纳和概括能力，而且培养学生的假设和逻辑推理能力，从而获得解

决问题的计算思维能力^[5]。

(3) 分层评估促进能力转移

之所以叫“累积学习”，是因为前一阶段应该是后一阶段的学习基础。评价在积累学习的各个阶段都起着非常重要的作用，应该从头到尾保持。

比格斯提出的“观察学习结果的结构”继承和发展了皮亚杰的学生认知发展阶段理论，是一种以分层描述为特征的定性评价方法。该理论既是一个从点、线、面到立体的系统评价方法，也是一个从简单到复杂的认知过程。

根据上述培养计算思维的阶段，学生的计算思维能力需要逐步提高，如表3所示。

表3 分层推进计算思维能力的目标

结构	培养阶段	能力水平
单点结构	前期阶段	略懂一二
多点结构	准备阶段	简单积累
关系结构	形成阶段	系统构建
扩展结构	发展阶段	能力迁移

根据分层计算思维能力的目标，我们在构建小型信息系统的“四阶段积累式学习”中进一步制定了“评价形式的阶段性学习活动”，以监控每个阶段的学习水平，以问题分解为特征的计算思维能力为评价目标，具有较强的可操作性。如表4所示。

表4 分阶段学习活动评价表

能力等级	计算思维的能力和目標	等级
略懂一二	能够辨别和学习信息系统	A
简单积累	能够完成小型系统的构建；学习相关概念	B
系统构建	可以提取小型信息系统的构建规则、原则和方法	C
能力迁移	能够完成小型物流系统的构建	D

四、策略的实践反思

“四阶段累积学习”策略以高中信息技术学科的逻辑为线索，以“自上而下、逐级细化”的学科思维方法为核心，突破章节的单元壁垒，形成“概念、方法、能力”一体化的四阶段累积主题学习序列。它遵循认知规律，注重内外因素的共同作用。同时强调问题分解、统筹规划、有序实施。此外，它注重随着时间的积累能力的提高。

(1) 遵循认知规律，更好地反映能力的逐步提高

在教授构建一个小型信息系统时，人们通常从系统分析和规划开始，然后进行设计和操作。然而，当学生真正想要建立一个信息系统时，它是难以将自己的知识应用于实践。因此，他们很难从分析和计划开始，他们通常习惯于从简单的基本技能开始。鉴于此，将该策略应用于构建小型信息系统时，从识别模型到概念学习和规则提炼，逐步进行构建系统基本框架的学习。在此基础上，作为系统设计者，进一步考虑系统的需求，扩展系统的功能，完善系统方案，使其具有通用性。四阶段

累积学习策略的实施是以学生的直观认知为基础的。通过四个阶段的累积学习和评价，学生的能力得到了明显的提高。在这个过程中，逐渐培养了计算思维，并在实践中取得了良好的效果。

(2) 有效实施计算思维的培养

这四个教学步骤是根据基于加涅理论的“四阶段累积学习”策略来定义的。参照皮亚杰的认知阶段理论，将计算思维的培养能力分为四个层次。评价结构参照比格斯提出的假设认知结构。整合这三个理论，制定了“四阶段累积学习”策略，并在必修二实施。以构建一个小型信息系统为例，计算思维的有效培养分为四个阶段。

(3) “四阶段累积学习”策略需要进一步完善

但在实施过程中仍存在一些问题，需要进一步优化。比如如何同步教与学。有时上课时间不够，学生的学习能力也不一样。虽然他们是“数字原住民”，但他们的计算机操作能力却差异明显，学生需要老师“耐心指导”才能掌握一种操作方法。进行阶段评估在时间和课时上有一定的限制。因此，“四阶段累积学习”策略需要进一步优化。

结论

“四阶段累积学习”策略旨在培养必修二的计算思维，并以构建小型信息系统为例，通过四个学习阶段，逐步有效地培养计算思维。在研究指向计算思维培养的“四阶段累积学习”策略的过程中，寻求经典认知理论作为重要的理论支持。在实施该策略时，我们对复杂问题进行分解，进行系统规划和分阶段实施，体验累积学习过程，在实践中取得明显的教学效果。

计算思维的培养是一个从“量变到质变”不断积累的过程。除了加强学科知识的学习外，我们还需要进一步研究经典教育学理论，探索新一代数字原住民的学习认知能力特征，探索新技术环境下的教学策略。

参考文献

[1] 徐志和孙旭，《计算机科学概论》，第一版，北京：清华大学出版社，2018，第5章，第150页153。
 [2] 高中信息技术课程标准，2017版，北京：人民教育出版社，2020，第1章。
 [3] 聂磊、詹德东、宋强，“计算思维教学内容与方法研究——以解决“算法”与“系统”两类问题的计算思维为例”，《工业与信息教育》，第21-27页，2013年6月。
 [4] 孙磊，王晓霞，“基于皮亚杰认知发展阶段理论的计算思维训练阶段划分与教学策略探讨”，《中国教育技术》，第38-41页，2020年5月。
 [5] 陈毅，认知发展心理学，北京。中国：师范大学出版社，2013。