

基于计算思维培养的C语言课程教学改革实践

于清

新疆大学计算机科学与工程学院，新疆乌鲁木齐

摘要：道格拉斯·霍夫施塔特关于“生命即计算”的哲学命题，揭示了计算思维在认知建构中的核心价值。基于这一理念面向理工科非计算机专业学生的计算机基础C语言课程教学改革实践着力突破三大教学困境：语法基础薄弱导致“代码恐惧”；抽象思维欠缺加剧“学用割裂”；调试能力不足引发“挫败循环”，提出“三维赋能”体系：认知赋能，环境赋能，评价赋能的教学改革。实践表明，该体系有效促进了学生计算思维向编程领域的迁移，为通识性编程教育提供了可复制的范式。

关键词：计算思维；语法知识体系；线上线下混合教学；多种测试平台；评价体系

Practice on Teaching Reform of C Language Course Based on Computational Thinking Cultivation

Qing Yu

College of Computer Science and Engineering of Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang

Abstract: Douglas Hofstadter's philosophical proposition that "life is computation" reveals the core value of computational thinking in cognitive construction. Based on this concept, the teaching reform practice of the basic computer C language course for non-computer science students in science and engineering focuses on breaking through three major teaching dilemmas: "code fear" caused by weak grammatical foundations; "separation of learning and application" exacerbated by insufficient abstract thinking; and "frustration cycles" triggered by inadequate debugging capabilities. It proposes a "three-dimensional empowerment" system: cognitive empowerment, environmental empowerment, and evaluation empowerment. Practice has shown that this system effectively promotes the transfer of students' computational thinking to the field of programming, providing a replicable paradigm for general programming education.

Keywords: Computational Thinking; Grammatical Knowledge System; Online and Offline Hybrid Teaching; Multiple Testing Platforms; Evaluation System

* 基金项目：中国工程院战略研究与咨询项目“数智医疗健康国际合作技术方法与机制研究”（项目编号：2024-XZ-10）。

作者简介：于清（1973-）女，汉，湖北黄陂人，副教授，硕士，主要研究方向：自然语言处理，智能信息。

2016年以来深度学习、大模型等技术不断突破,推动AI应用场景爆发式增长,传统产业面临数字化、智能化升级,亟需大量具备编程能力的复合型人才[1]。2017年国务院明确提出《新一代人工智能发展规划》[2-4]战略,强调编程教育普及,这既是应对全球科技竞争的关键举措;是实现教育现代化与产业升级的系统布局;也是构建我国从“技术跟跑”到“创新引领”转型的大格局。经典计算理论揭示,编程的本质是将人类思维转化为机器可执行的符号系统,既继承人类百万年进化的生物神经网络,又嫁接人工智能硅基思维算法,在比特与基因双螺旋中书写新文明代码。由此面对非计算机专业大学生,C语言课程不仅是编程工具的学习,更是逻辑建模能力与系统性思维能力培养的关键载体。然而,当前教学实践面临双重困境:政策推动下的教育理想与现实课堂中的能力断层,激励传统教学模式不断推陈出新,本文提出以“计算思维培养”为核心,“三维赋能”的教学模式。

1 认知赋能

学习编程,首先要突破传统思维模式,生活和编程密切相关。在没有学习编程语言前,每个人每天面对不同的问题,思考解决方案,也是编程,信息进入我们大脑,由大脑处理信息,用语言和行为输出结果。学习了编程语言,我们把数据输入电脑,由计算机控制程序代码自动执行,处理结果输出到显示器;在计算机技术普及以前,人类更多依靠心算、纸笔或算盘完成计算任务,这种传统计算方式需具备极强的逻辑思维与空间想象力,现代社会中,计算演变成“逻辑思维+编程+机器执行”的普及模式;以财务报销为例:传统会计需手工核对票据、逐项计算总额,而掌握C语言编程后,可设计开发自动化财务系统,通过循环结构遍历数据、条件语句校验规则、函数封装复用流程,将繁琐的人工操作转化为精准的代码自动运行。诸如以上,在教学过程中不断开启学生从生活场景映射到程序实现,生活即是编程,编程就是生活[5],编程提高我们生活的自动化水平。

时代发展,计算不再局限于简单的数字运算,

更多涉及数据处理、算法设计和AI编程等新领域。生活中越来越多的决策,尤其是商业、科学研究和日常管理等,更加依赖计算机工具进行大规模数据分析与模拟计算,进行更精准的预测。C语言作为计算机领域的基础语言,其核心逻辑与人类解决问题的思维模式高度同构。无论是超市收银系统的自动结算,还是城市交通信号灯的自动控制...背后与人类思维一样,都蕴含着“输入-处理-输出”的思考架构,编程并非遥不可及的抽象技能,而是与我们日常生活深度交织的思维工具。所谓计算思维[6-9]是指运用计算机科学基本原理分析问题、设计解决方案的思维模式,其本质是将现实世界的复杂问题转化为可计算、可操作的模型,并通过系统化的步骤实现问题求解。它并非专属于程序员,而是数字时代每个公民都应具备的核心素养,如同读写能力一样基础和重要。同时,计算能力与人的思维方式和行为决策相关,一个人的计算能力强,通常意味着他能够更好地处理复杂信息,进行逻辑推理,这种能力影响他对问题的分析方式,从而形成不同的思维模式。由此编程绝不是简单的语法学习过程,而是培育学生将生活中复杂问题拆解为顺序、分支、循环三类基础结构的创造性思维过程,通过将C语言学习锚定在真实生活场景中,训练学生“发现问题-抽象模型-代码实现-迭代优化”的思维模式[10],不仅提升学生编程能力,更塑造了他们在数字时代不可或缺的计算思维创造力。大学生是社会未来中坚力量,鼓励他们参与学校及社会举办的各类创新创业大赛,促进跨学科融合,将个人成长与国家和社会未来关联,激发他们主动编程意识及通过编程发挥他们的创造力,高校向社会输出的将是既能熟练驾驭编程工具,又能运用计算思维创新未来的高端人才,正吻合国家编程教育普及战略。

2 环境赋能

认知赋能,有效解决教学中的痛点问题学用分离,进一步通过编程实践,启发学生“自然思维→计算思维”的认知转换,验证编程不是“孤立的语法游戏”,而是生动的再创造过程。本文提出构建

多维度编程学习生态系统，环境赋能解决学生语法基础薄弱，调试能力不足问题。

2.1 线上线下混合教学模式，营造多样化语法学习环境

本课程教学采用线上线下混合模式：线上教学采用昆明理工大学方娇莉团队建设的《C君带你玩编程》MOOC课程，该课程特点是面向零基础学习者，无门槛学习，教学团队使用各种富媒体手段，诠释生涩的知识要点，引经据典、纵贯古今、融通中外、寓教于乐，秉承“在玩中学，在学中玩”，以轻松愉快的方式引导学习者快乐学习，教学视频内容与线下授课内容基本一致；线下教学采用团队自编教材《C语言程序设计（微课版）》，与以往教材不同处在于教材中重点，难点，习题等，附有微课二维码，结合这种微课程的新形式，能更好向学生传授短小精悍的知识点，学生在较短的时间内掌握核心概念；授课教师还自建翻转课堂，将线下授课相关课件及教学资源上传MOOC平台。多种教学资源，为学生随时自主预习、复习及巩固C语言语法知识，创造了学习生态系统，增强了学生学习体验感。

此外，本课程教学团队还组建了QQ群，以及以班级为单位的QQ学习社区，MOOC互动问答等，教学中发现问题、学生们提出的问题等，得以快速响应，协调解决。

线下课堂，教师授课重点放在重要的章节和较难掌握的知识点，教师通过插入MOOC短视频、板书举例、对比引用、案例式教学、提出问题引发

思考等多种教学方式，先引出本节课语法核心内容以及其与前面所学内容间的关联，避免死记硬背，而是通过理解和推理，将不同的语法知识点串联起来，形成知识网络，如表1所示。

表1可见，由整型、字符型、实型基本数据类型，延伸出新的数据类型整型一维数组、字符型一维数组、实型一维数组；由一维数组延伸出二维数组；由整型变量延伸出指针变量...由指向不同类型的指针变量又可推演出更多类型指针变量。编程核心要素是数据定义和数据处理。

数据定义部分：帮助学生快速学习并灵活应用新数据类型，应注意：一、新的数据类型如何定义？初始化？引用？二、新数据类型与构成它的基本数据类型间的关系以及区别？便于学生理解、记忆和应用，而不被新数据类型复杂定义形式困扰。如：“int *a[];”，因为[]优先级高，a[]先结合表示数组，*a[]表示数组a每个元素是指针变量，int决定每个指针变量指向整型数据；又如“int(*a)[];”，(*a)优先级高，表示a是一个指针，(*a)[]表示该指针变量指向一维数组，int决定指针变量指向一维整型数组。通过分析、推理、对比，既理解它们之间的相关性，又区分差异性，通过已知学习未知，引导学生建立C语言知识之间的关联，便于学生牢固掌握C语言语法知识体系。

数据处理部分：引导学生归纳总结，数据处理部分常用语法如下。

（1）数据输入和数据输出语句

scanf()和printf()是常用的输入输出函数，此外 getchar()、putchar()、gets()、puts()用于字符或字符串

表1. C语言语法知识间的关联

数据类型定义	备注
int a;	定义一个整型变量a，默认占用2个字节。
char c;	定义一个字符型变量c，占用1个字节。
float b;	定义一个实型变量b，默认占用4个字节。
int a[10];	对比整型变量定义，增加了下标[10],表示定义了一个包含10个整型变量元素的一维数组。
char c[10];	对比字符型变量定义，增加了下标[10],表示定义了一个包含10个字符型变量元素的一维数组。
float b[10];	对比实型变量定义，增加了下标[10],表示定义了一个包含10个实型变量元素的一维数组。
int a[10][4];	对比一维数组定义，又增加了下标[4],表示定义了一个包含10个元素的一维数组，而一维数组的每个元素，又是一个包含4个整型变量元素的一维数组。
int *a;	对比整型变量定义，增加了*,表示定义了一个存放整型变量地址的变量。

数据的输入和输出，以及fgetc()、fputc()、fgets()、fputs()、fscanf()、fprintf()、fread()、fwrite()等是更高级别的数据输入输出函数，不同的输入和输出函数语句，功能及调用格式均有差异，需要编程训练，提高灵活应用。

(2) 运算符表达式语句

C语言提供了丰富的运算符（约45个），这些运算符是数据处理的核心工具，能够实现复杂的逻辑、算术、位操作等。常用运算符有：算术运算符、关系运算符、逻辑运算符、位运算符、赋值运算符、其他运算符（条件运算符、逗号运算符、指针运算符、sizeof运算符等）。不同运算符，在数据处理中作用不同，如：算术、关系、逻辑运算符组合表达式，可实现数值计算与逻辑控制；位运算符可直接操作内存或硬件寄存器；sizeof用于动态内存分配；类型转换运算符确保数据兼容性等。运算符在应用时，需考虑优先级与结合性，优先级决定运算执行顺序，同级运算符执行顺序由自左向右、自右向左结合性决定，为避免歧义，也可以使用括号明确优先级，丰富的运算符组合成丰富的表达式，实现对数据的处理。

(3) 控制语句

实现数据处理主要的控制语句有：选择结构语句、循环执行语句、跳转语句。掌握这些控制语句，可以灵活实现程序的逻辑分支、循环迭代和流程跳转。选择结构语句主要包括：单分支if语句、双分支if语句和switch多分支语句；循环执行语句主要包括：for语句，while语句，do...while语句，它们的语法都包含四部分：进入循环的初始条件，循环判定条件，改变循环变量值的条件，以及循环体，根据不同问题需要，分析设计出这四部分，就能提高循环控制语句代码编写水平。

(4) 函数调用语句

函数的作用在于提高代码效率，减少重复劳动，掌握函数调用语句是构建模块化、可复用代码的基础。学习函数时，函数的声明、定义、调用、返回值是关键，重点关注不同函数调用时参数的传递机制、返回值，还需熟悉不同函数的功能，才能灵活应用。函数调用时，系统会在栈内存中为函数

分配空间，存储参数、局部变量和返回地址，函数调用结束后，栈被释放，一些关键数据被返回主调函数，通过函数实现数据处理。

以上这种线上线下混合教学模式，极大提高学生参与度，满足了不同学生多样化的学习需求，同时加强学生逻辑思维及编程能力训练，这种多维度编程学习生态系统构建，学生学习到的语法知识更扎实，应用语法知识编写程序的正确性得以有效保障。

2.2 线上线下多种测试平台，贯通语法到编程实践

每次课堂教学前，学生登录雨课堂完成签到和测试，促进学生复习上节课内容；

课堂教学，先教授语法知识，后专项训练，以案例式教学为例，例举的编程样题基本覆盖本节课学习到的语法知识。与以往教学不同，首先，针对不同编程样题，启发学生思考，这是一个什么问题？解决这个问题需要定义哪些数据类型？传统解决方法是什么？用编程实现，需要用选择结构还是循环结构，具体算法步骤怎样描述？启发学生用NS图表示出解决问题的算法步骤，培养学生计算思维能力；其次，引导学生利用学过的语法知识，将与NS图一一对应的代码编写出来；最后，调试运行，并让学生在课堂上，用dev-C++环境，体验类似编程样题，评估每位学生编程状况，因材施教。

通常，一个问题的程序代码，遵循固定的编程范式：数据类型定义；输入数据；对输入数据进行处理；输出结果。而面对不同编程问题，程序代码基本不完全相同，主要的变化在于不同问题需要输入的数据类型不同，数据处理语句也不相同。难点往往在于设计数据处理语句，而这也是有规律遵循的，数据处理语句主要包括：选择结构语句，循环结构语句，丰富的运算符表达式语句，函数调用语句等，通过专项训练，不变中的变化，变化中的不变，学生逐步找到编程规律，主动链接语法知识，领悟不同类型数据的功能，运用不同数据处理语句解决实际问题的能力逐渐提升。

为辅助课堂教学效果，教学团队还搭建了万维

表2. 评价体系

评价维度	评估工具	能力映射
语法知识掌握	MOOC章节测试+雨课堂课前检测	语法、算法掌握度
自主学习能力	视频学习进度+C考试平台练习轨迹	学习持续性及目标管理能力
编程实践能力	C考试平台自动评测	代码规范性及编程实现能力
问题解决能力	课堂提问+线上讨论	逻辑思维及创新能力
学习态度	考勤系统+互动频次统计	学习投入度及专注度

表3. 2021-2024年学生成绩分析表

班级（人数）	平时成绩平均分	期末成绩平均分	总评成绩平均分
2021（191人）	89.9	57.5	73.7
2022（131人）	88.0	49.8	68.9
2023（145人）	94.5	59.7	77.1
2024（193人）	95.9	62.8	79.3

考试平台，对学生开放，每章有两套编程训练题，每套有2-3道题，学生随时来机房练习，可以反复操作提交，平台记录最高分；另外，设定了五次阶段性测试，评价学生编程水平。

综上所述：围绕C语言教学，课程组为学生设计了“阶梯式”练习体系，辅助不同层级的学生编程能力提升。初级练习阶段，学生完成《C君带你玩编程》MOOC视频学习，参与每章后的章节测试以及课前的雨课堂测试，巩固基础语法知识；中级练习阶段，学生通过万维考试平台进行练习和测试，加强编程、调试实践；高级练习阶段，学生登录希冀、头歌平台训练和测试，此阶段适合有意愿参赛的同学，训练题目范围广，难度高，更高层面提升他们竞赛水平和编程实际应用能力。以上分层训练体系，为学生提供全面、多维度的编程体验，促进他们在C语言学习方面持续进步。

3 评价赋能

学期末，评估学生C语言编程水平，不再以期末最终成绩作为唯一衡量指标，而是从学生语法知识掌握，自主学习能力，编程实践能力，问题解决能力，学习态度等多个维度设置评价指标，如表2所示。

以上方面的评价占期末总成绩的50%，其余50%由期末考试成绩决定。根据近四年教学改革实践，学生期末总评成绩平均分从73.7提升到79.3，

如表3所示。

由表3分析：“三维赋能”新体系教学模式下，近四年学生期末总评成绩平均分逐年升高。2022年出现异常，总评成绩平均分降低为68.9，是因为疫情期间，教学任务主要通过线上MOOC完成，学生线下实践机会少，也进一步验证，本文提出线上线下多维度编程学习生态系统构建对学生学习编程的重要性。

4 总结展望

本文提出“基于计算思维培养的C语言课程教学改革实践”，以“计算思维培养”为改革内核，构建“三维赋能”教学体系：认知赋能层面，通过“问题-算法-编程”渐进映射，突破学生学用分离；实践赋能层面，设计多维度学习环境，建立编程能力与专项训练强耦合，同时阶梯式测试激励学生编程动力迭代。教学改革实践表明，当编程教学突破“工具论”局限，转向“思维塑造+价值认同”时，有力推动了课程体系从工具技能培训向跨学科思维培养跃迁，伴随AI大模型等技术应用场景越来越广泛，“计算思维+X学科”课程矩阵建设是未来趋势，编程教育将成为连接人工智能技术与专业领域创新的关键枢纽。

参考文献

[1] Hofstadter, Douglas Richard 侯世达 Hofstadter, Douglas

- Richard -.概念与类比[M].机械工业出版社,2022.
- [2] 中国政府网.国务院印发《新一代人工智能发展规划》[J]. 广播电视信息, 2017(8): 1. DOI:CNKI:SUN:GBXX.0.2017-08-004.
- [3] 王喜闻. 智能+:《新一代人工智能发展规划》解读[M]. 机械工业出版社, 2019.
- [4] 江丰光,熊博龙,张超.我国人工智能如何实现战略突破——基于中美4份人工智能发展报告的比较与解读[J]. 现代远程教育研究, 2020.
- [5] 胡颖. 走近生活 关注计算[J]. 2024.
- [6] 刘仕杰.主题式教学法在培养学生计算思维中的应用研究[D]. 广东技术师范大学, 2022.
- [7] 李廉. 计算思维2.0与新工科[J]. 计算机教育, 2020(6): 5.
- [8] 孙丽.融入计算思维理念的问题驱动教学模式研究与实践[D]. 辽宁师范大学2025.
- [9] 陈兴冶,董玉琦,杨伊. 促进计算思维发展的学习设计模型开发——基于上海市实验学校的实践[J]. 全球教育展望, 2024, 53(6): 115-127.
- [10] 廖丽鸳. 信息科技”算法”逻辑主线的解析与实践[J]. 中国信息技术教育, 2025(2).

