



## 基于输出的课堂教学模式改革探索与实践

陈强<sup>1\*</sup>, 祁鑫<sup>1,2</sup>, 宋会英<sup>1,2</sup>

1. 山东石油化工学院, 大数据与基础科学学院, 山东, 东营, 257061  
2. 中国石油大学(华东), 计算机科学与技术学院, 山东, 青岛, 266580

\*通讯作者: 陈强

**摘要:** 本文以实证为基础, 探索基于输出的计算机软件类课程教学模式。本文针对计算机软件类课程教学过程中存在的问题, 以提高计算思维能力, 培养计算机专业应用型创新人才为目标, 在课程教学模式方面, 探讨了如下计入输出的教学方法: 1. 课前的练习、结对讲解与讨论, 促进学生提出问题, 提高学生的课堂参与度; 2. 课堂的辩论与自我修正, 促进知识的内化; 3. 课后的拓展知识体系, 助力学生学以致用。本文提出, 通过迭代的多层次、多维度的输出, 可以增强了学生对知识的理解深度和广度, 促进学生的学习能力、思维能力和对知识进行迁移的能力。

**[基金项目]** 2021 年度山东省本科高校教学改革研究项目: 新工科背景下计算机专业课程群课程思政协同建设与实施路径研究(Z2021209)

2021 年度山东石油化工学院教学改革研究项目: 新工科背景下程序设计语言课程思政改革研究与实践——以《程序设计语言(C 与 C++)》为例

2020 年度山东石油化工学院课程思政教改项目: 依托一流本科课程建设, 探索“三融合、体系化”的数据结构与算法课程思政改革

2019 年山东省教育科学规划课题: 新工科背景下基于“智能物联”的物联网工程专业课程体系及教学策略研究(BYZN201920)

**[作者简介]** 陈强(1979-), 男, 山东东营人, 硕士, 山东石油化工学院大数据与基础科学学院副教授, 主要从事物联网技术、智能控制的研究工作, 1517054023@qq.com;

祁鑫(1978-), 女, 河北吴桥人, 硕士, 山东石油化工学院大数据与基础科学学院副教授, 主要从事软件工程、高性能计算的研究工作;

宋会英(1968-), 女, 山东东营人, 博士, 山东石油化工学院大数据与基础科学学院教授, 主要从事软件工程、计算机仿真技术的研究工作。

2789-5521/© Shuangqing Academic Publishing House Limited All rights reserved.

Article history: Received October 5, 2022 Accepted October 18, 2022 Available online October 19, 2022

To cite this paper: 陈强, 祁鑫, 宋会英(2022). 基于输出的课堂教学模式改革探索与实践. *教育研究前沿进展*.

第2卷, 第2期, 41-47.

Doi: <https://doi.org/10.55375/jerp.2022.2.13>

**关键词：**输出, 计算思维能力, 高效学习能力, 迁移能力

## 一、绪论

学习的目的是输出知识。学习的目的不是为了记住知识, 而是通过学习建立自己行之有效的思维框架, 将知识运用到实践中, 解决生活和工作中的实际问题<sup>[1]</sup>。如果以输出为前提获取信息, 就会从一开始对信息进行整理和记忆, 输入的效率会大幅提升<sup>[2]</sup>。另外, 从输出角度切入的学习可以帮助学生更有效地整理输入的知识, 增加对知识的理解, 从而更高效地牢记<sup>[2]</sup>。

“先学后教”教学模式<sup>[3]</sup>有利于培养学生的自主学习能力、展示能力、协作交流能力, 而且在目标维度方面消融了素质教育和掌握双基间的对立。计算机软件类课程模块性、应用性、实践性强, 学生可以在课前进行知识点的自主学习, 课堂上完成相关软件的设计和知识点的内化, 再加上同学之间的交流和教师的启发引导, 就能够及时解决遇到的问题。因此, 计算机软件类课程非常适合采用先学后教的翻转课堂教学模式。

但是, 在翻转课堂的实施过程中, 遇到了以下主要问题: (1)部分学生提不出问题, 课堂讨论的积极性和参与度不高; (2)微视频是针对某一知识点的片段, 不利于学生对知识体系结构的全面理解; (3)学生利用计算机解决问题的计算思维能力亟待提高; (4)学生对专业知识、技能的迁移能力比较薄弱。

针对上述问题, 本文探讨适合计算机软件类课程的基于输出的教学模式。本文提出, 基于输出的教学模式应采用循环迭代的输出, 随着迭代的不断深入, 通过多层次、多维度地输出, 学生对所学内容的理解逐渐深入, 广度逐渐拓宽, 形成了学生持续自我提升和学习的良性循环。

## 二、教学模式的实证基础

### 1. 内容留存率决定学习的效能

内容留存率是能把所学知识理解并转化为长时记忆的比例。要想提高学习的效能, 就要提升学习的内容留存率。只有内容留存率达到 90%以上, 才算是高质量的学习。根据“学习金字塔”模型<sup>[1]</sup>, 教授给他人时内容留存率可达到 90%, 因此, 以教代学的学习方式是高效能的学习模式。

输出知识就是在扮演教师的角色, 在教授他人的过程中, 大脑自动检查学到的知识哪里有问题, 哪里不够明白, 不仅能发现知识的阻塞环节, 而且能进一步打通已学会的内容, 与自己的知识体系建立紧密的连接, 也就是具有强化记忆、加深理解的作用。

以教代学的方式, 有助于语言组织和表达能力的提高。在输出的过程中, 通过对所学知识进行多次的提炼、浓缩, 使内容易于表达和通俗易懂。采用这种方式, 学习者在短时间内就会在多个方面取得巨大进步。众所周知, 结成学习小组的做法是提高学习效果的有效措施。学习者在小组学习时取得的进步是在独立学习时不可能取得的<sup>[4]</sup>。对于同一个问题, 两个人

的想法可能是互相对立的，争议是深度学习的切入点<sup>[1]</sup>，辩论会促进个体修正自己的想法，而个体自身无法意识到自己思维中存在的漏洞，协作学习效果会更好<sup>[5]</sup>。

## 2. 兼顾好原有经验与新知识的联接过程

人们需要结合原有经验来学习新知识。但是，在多数情况下，学生并没有足够的原有经验来与新内容建立有机联系。因此，让学生首先结合问题对案例进行探索体验，体验要解决的问题，积累经验，使随后的讲解更易理解。类似于用一部新手机时，先使用，遇到问题再查看说明书，这种方式比先记住说明书上的内容再使用新手机的效率要高很多。

## 3. 提取与输出促进思维的明晰化，有利于提高思维能力

学习过程中的思维是隐性的，即使学生本身也不清楚自己的思维是什么样的，要想提升思维能力，就要让学生把大脑中是怎么想的明确地提取并输出。输出不是进行知识的再现，而是会把提取的内容进行二次梳理、组合，提取使脑内的思维更加明晰，输出使脑内的思维得以显性化、结构化<sup>[1]</sup>。

## 4. 与图像结合，理解更深刻、记忆更长久

理解不充分是记忆和运用知识的大敌。如果对信息相关联，信息就有了意义，理解和记忆的速度就会迅速加快<sup>[6, 7, 8]</sup>。在把零散信息整理成图的过程中，大脑要进行深入思考，分析知识之间的关系，如何进行关联，标注知识的要点，使注意力集中在最关键与本质的信息，这个过程不仅加深了对信息的理解和对整体与本质的把握，而且也有助于记忆。

我们希望寻找高效的学习方式，即在每次学习新知识时，再对原有的框架进行增补和修正<sup>[8]</sup>。对于计算机软件类课程，知识体系框架相似度很高，很多知识点背后的原理相通。建立良好的知识体系框架，有利于计算机专业知识、技能迁移能力的提高。

## 5. 原理性思维

对所学知识进行深入加工时，一定要搞清它的原理，弄清其背后的结构和支柱，这对提高内容留存率具有极大的甚至是决定性的作用<sup>[1]</sup>。只要掌握知识的原理，就能大幅度地降低对于“记忆量”的依赖，不需要记忆太多的内容就能理解一个知识点，能够有效地提高学习效率。

## 三、教学模式的设计与实施

在教学过程中，我们不仅要注重学生的高效输入，而且需要通过多重迭代进行多层次、多维度的输出，促进学生不断提取大脑中的相关信息，逐渐加深理解、修正不恰当、实现知识的内化和自我提升。

基于输出的计算机软件类课程教学模式，本文整理了四个迭代，如表 1 所示。

表 1 基于输出的计算机软件类课程教学模式

教学环节	作用	迭代次序
问题体验→案例精讲→课前测试	探究	课前，第一个迭代
结对讲解→发现问题→问题讨论	深究	课前，第二个迭代
辩论修正→释疑解惑→拓展练习	内化	课堂，第三个迭代

## (一)第一个迭代：高效输入与初步提取与输出

### 1. 高效输入

高效输入是输出的前提。在案例讲解之前，先通过动画演示、实际场景视频等方式，让学生对问题进行探索体验。体验要精准地与目标内容相呼应。例如，把世界著名的运动员按身高排列成一排，要把班上的一个学生按其身高插入进去，插入后仍然按身高排列。通过动画演示，学生很容易搞清楚从哪里开始移动，如何移动，到哪里结束。通过体验，在随后的案例中，学生就会很容易得出循环变量的起始值、终止值、变化过程等。也就是说，精准的体验，会让后续新知识的学习起到事半功倍的效果。即使在学生的原有经验中，并没有与新知识直接相关的“经验”，也可以通过“类比”的方式建立起联接。

微课中的课件以知识体系框架作为导航，学生在把握各部分联系的基础上，再进行各部分知识的学习，既能够加深细节的理解，又能够把握整体中各局部之间的关系。这样，对局部、整体和全面覆盖的把握上，能够使理解更深刻，记忆更长久，运用更灵活。

### 2. 初步地提取与输出

课前测试，学生对深刻理解的知识点很容易完成相关测试题。对模棱两可或不理解的知识点，需要引导学生进行二次学习和对比，写出一系列的“为什么”。

## (二)第二个迭代：结对讲解与讨论

两个同学组成一组，结对讲解。为了把自己理解的内容讲出来，在讲解之前要反复思考其中重要的知识点、提炼语言、理清思路，对语言表达进行组织，进行第二次更加深入的提取和输出；在讲解过程中，学生可以发现有理解不深入的问题，自己讲不通的地方，听的同学也会提出疑问，然后两人进行讨论，进行第三次提取和输出。

通过讨论，对能够理解的知识点，实现了新知识与已有知识系统的融合。对不能完全理解的知识点，学生可以通过拍照、文字描述或录制视频的方式发给教师。如果是个别同学存在的问题，教师要及时解答；如果是普遍性的问题，教师可以录制视频在群里解答或根据需要在课堂上解决。教师根据课前测试的情况和学生提出的问题进行二次备课。

## (三)第三个迭代：课堂辩论与自我修正，内化知识

内化知识是一切学习的终极目标<sup>[1]</sup>。针对学生提出的问题，教师有的放矢地运用类比、归纳、变易等教学方法加以启发、引导学生进行辩论与自我修正，学生在这个过程中不断地吸收和精炼，促进知识的内化。在学生的疑问逐渐解决、理解逐渐深入的基础上，再进一步进行拓展练习。为了真正做到因材施教，在拓展练习部分，可以给出不同难度的多个练习题，而学生可以根据自己的情况完成部分或全部练习，进行第四次的提取与输出。

## (四)第四个迭代：拓展知识体系，学以致用

课后学习是学生对知识进行深度挖掘和学以致用的必不可少且极其重要的阶段。

### 1. 细化知识体系框架，形成自己的知识地图

学生在课堂进行知识内化的基础上，对微视频中的知识框架进行细化，进而形成自己的知识地图。

## 2. 凝练知识地图，明确知识核心，形成自己的知识体系

学生对自己的知识地图进行凝练，直到一节课，甚至一章的知识地图能用一到几句话表达出其核心内容，并把这几句话加入到知识地图的适当位置。凝练和采用不同的表征形式对所学内容进行描述，需要学生先对所学内容进行有效的梳理，并理清脉络，再进行总结概括。学生琢磨的越深入，梳理的越清楚，核心越明确，对知识的掌握也就越透彻，应用也就越灵活。

一项知识无论包含多少概念和分支，它都有一个至关重要的核心，这个核心是理解和吸收该知识的钥匙和关键。另外，凝练知识就是完善自身的思维模型，从知识中总结和提炼知识要点，就是对思维能力的锻炼。一边学习有用的知识，一边提升思维能力。凝练所学知识的过程，其实就是不断地用简洁的语言解释知识的过程，经过凝练的知识，能在大脑中把要点更有效地转化为长时记忆，从而影响大脑的思维和决策，使知识发挥力量。这些要点起着索引的作用，当需要使用该知识时，大脑能够按图检索，或者叫做按图索骥，快速地将内容调取出来，做到学以致用，达到事半功倍的效果。

教师课件中提供的知识体系框架和由学生通过细化得到的知识地图，能够助力学生把在一个情境中学到的知识和技能迁移到新情境中的迁移能力，学习完一门程序设计语言课，可采用相关技能自主学习其他程序语言课程，提高了计算机专业学生的专业素质；

学生讲解算法、调试算法、集成算法，多层次的输出，可以有效地提高学生利用已学知识解决实际问题的计算思维能力。

## 3. 精进和创新

学生在学习的过程中，不仅要解决教学案例、上机练习中的问题，而且要拓展到生活中的实际问题。从理论到算法分析与设计、再到算法调试与解决实际问题，通过大量的持续练习，拓展对知识的认知深度，提高认知视野，才可能在已有知识的基础上进行创新。

# 四、教学评价

评价体系以图 1 所示的多层次、多维度的输出结果作为依据，通过对各输出结果进行综合评价，实现了理论和实践并重、能力和过程为中心的评价体系。

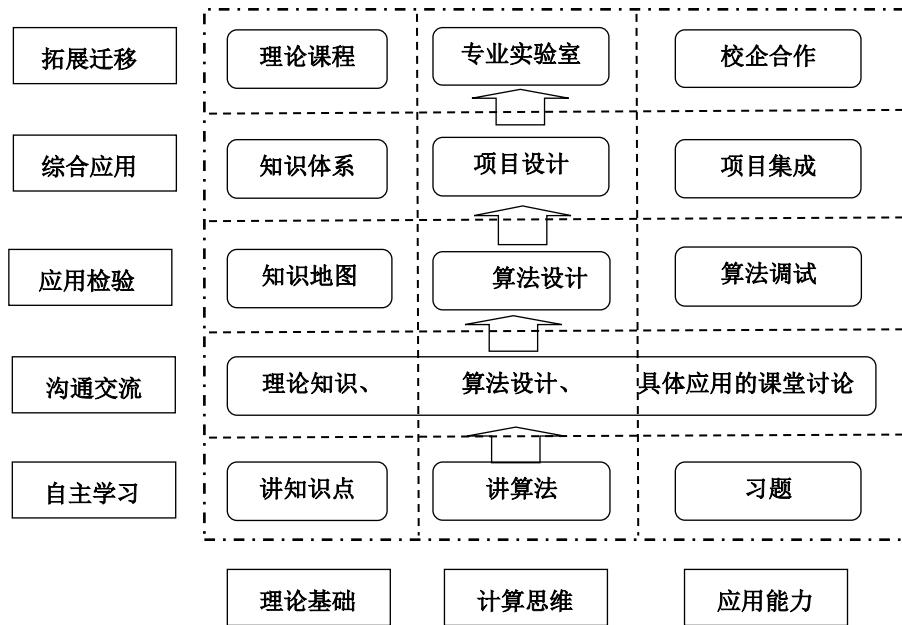


图1 多层次、多维度输出式学习的输出方案

## 五、结论

基于输出的计算机软件类课程教学模式,通过多层次、多维度地提取与输出,使学生的隐性思维不断地明晰化、结构化,在大脑中形成长时记忆。随着迭代的深入,学生对知识的理解逐渐深入、广度逐渐拓展。在持续自我提升的循环过程中,学生的计算思维能力、交流协作能力、高效学习能力、知识与技能迁移能力得到明显提高,计算机专业人才培养效果显著。

该教学模式更新了教与学的理念,探索出了一条适合计算机软件类课程特点的教学改革之路,在山东石油化工学院和中国石油大学(华东)的实践取得了很好的效果。我们认为对同类高校具有一定的示范性和较高的推广价值。

## 参考文献:

1. 尹红心,李伟著.费曼学习法[M].南京:江苏凤凰文艺出版社,2021
2. 和田秀树[日]著,蓝朔 译.高效学习:高效能人士的7个学习习惯[M].北京:北京联合出版公司,2018
3. 汪昌华 编.先学后教课堂教学模式典型教学课例研究[M].合肥:安徽大学出版社,2016
4. 安德烈·焦尔当[法]著,杭零 译.学习的本质[M].上海:华东师范大学出版社,2015
5. 丹尼尔 L. 施瓦茨[美]等著,郭曼文译.科学学习:斯坦福黄金学习法则[M].北京:机械工业出版社,2020
6. 永田丰志[日]著,马潇译.图解式学习法[M].北京:人民邮电出版社, 2014
7. 斯科特·扬[加]著,程冕 译.如何高效学习[M].北京:机械工业出版社,2018
8. 王世民,缪志聪著.学习力:颠覆职场学习的高效方法[M].北京:电子工业出版社,2018

# The practice of the Teaching Mode of Computer Software Courses in Output

CHEN Qiang<sup>1\*</sup> SONG Huiying<sup>1,2</sup>, QI Xin<sup>1,2</sup>,

1. College of Basic Science, Shandong Petrochemical College, Qingdao, Shandong, 266580;
2. College of Computer Science and Technology, China University of Petroleum (East China), Qingdao, Shandong, 266580, China

**Abstract:** Aiming at solving the problems that exist in computer software courses, improving students' computational thinking ability, as well as educating practical and creative professionals in computer science, we as educators effectively apply the knowledge in the field of neuroscience and cognitive science. We also explore and apply output-based teaching modes that are based on solid evidence. We use before-class exercises and group teaching, and discussions. These methods encourage students to come up with questions and their involvement in class. As a result of the in-class discussions and self-corrections, students understand the knowledge at a deeper level. Additionally, after-class explorations, students learn to apply the knowledge they learned to meet their practical needs in the computer science field. Through students' multilevel and multidimensional output in an iterative manner, they develop their understanding of courses in greater depth and breadth. In addition, students develop greater learning abilities, computational thinking abilities, and knowledge-transferring abilities.

**Keyword:** output; computational thinking ability; more remarkable learning ability, transferring ability