



工业和信息化“十三五”规划教材



名师名校新形态通识教育
“十三五”规划教材

大学计算机

——理解和运用计算思维

UNIVERSITY COMPUTERS

UNDERSTANDING AND
USING COMPUTATIONAL THINKING

慕课版

战德臣 / 著

通过习与练去体会计算思维的魅力
以讲授计算思维，训练学生计算思维为目标
配套慕课视频，共享名师资源



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化部“十三五”规划教材



名师名校新形态通识教育
“十三五”规划教材

大学计算机

——理解和运用计算思维

UNIVERSITY COMPUTERS

UNDERSTANDING AND
USING COMPUTATIONAL THINKING

慕课版

战德臣/著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

大学计算机：理解和运用计算思维 / 战德臣著. —
北京：人民邮电出版社，2018.9
名师名校新形态通识教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-115-48629-5

I. ①大… II. ①战… III. ①电子计算机—高等学校
—教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第123914号

内 容 提 要

本书以精练的语言讲述计算思维，以丰富的示例帮助读者在学习的过程中理解和运用计算思维，以问题引导、案例分析、多视角讨论、图示化手段等，引导读者对计算思维从一个较浅的理解层次逐步过渡到较深的理解层次。

全书共分 15 章，主要内容包括：计算思维概述、计算思维基础、机器程序的执行、程序构造基础、递归与迭代、计算机语言与程序编写、计算思维与管理、问题求解策略与算法表达、数据管理思维、数据库系统与数据库语言、数据与社会、计算机网络、信息组织与信息传播的基本思维、互联的世界等。

本书适合作为计算机专业的计算机（专业）导论课程，非计算机专业的大学计算机课程、计算思维导论课程、计算科学导论课程等的教材，也适合从事信息技术、人工智能等相关行业从业人员参考学习。

-
- ◆ 著 战德臣
责任编辑 税梦玲
责任印制 焦志炜
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市君旺印务有限公司印刷
 - ◆ 开本：787×1092 1/16
印张：18.25 2018 年 9 月第 1 版
字数：400 千字 2018 年 9 月河北第 1 次印刷
-

定价：45.00 元

读者服务热线：(010)81055256 印装质量热线：(010)81055316

反盗版热线：(010)81055315

广告经营许可证：京东工商广登字 20170147 号

计算思维被认为是与理论思维、实验思维并列的第3种思维模式，是“互联网+”、大数据和人工智能时代所有人都应具备的一种思维模式。近些年来，国家推行了一系列信息技术引领的行动计划，如“‘互联网+’行动计划”“新一代人工智能发展规划”等，这些计划的关键和基础是要培养一批具有“互联网+”思维、“大数据”思维和“人工智能”思维的人才，这种思维本质上都是一种计算思维。这种思维，既不能狭义地理解为“各种计算机硬件/软件的应用”，也不能狭义地理解为“计算机语言程序设计训练”，它其实是解决社会、自然问题的一种思维方式。例如，计算机管理“磁盘”所使用的“化整为零、还零为整”思维，对如何进行现实中不同性能资源（如物流仓储配送中的资源）的高效管理具有指导意义；管理“程序执行”的“分工—合作—协同”思维，对现实中管理和执行宏观任务也是有借鉴作用的。因此，计算思维对培养既有宏观协调能力又有微观精细化执行能力的新时代人才有重要的意义。2015地平线报告指出“强调计算思维教育，可以帮助学习者解读真实世界的系统并解决全球范围的复杂问题”，这应该是计算思维教育的终极目的之一。

在这种背景下，各高等学校都开设了“大学计算机”课程，要求各学科各专业的学生都要学习这门课程。那么，“大学计算机”应该是一门什么样的课程呢？它应是面向大学低年级学生开设的，与“大学数学”“大学物理”有一样地位的技术型通识类思维教育课程。它不应只是讲授计算机及其软件（如Office、Access、IE等）使用的课程，也不应是仅仅训练学生程序设计能力的课程，它应是讲授每个大学生都应具备的计算思维的课程。大学生创造性思维的培养离不开计算思维的培养，互联网公司（如阿里巴巴、Facebook、Apple、腾讯等）的成功应归属于计算思维运用的成功。当前，国家正在大力推动新工科建设，其中一个重要方面就是强调“各学科+计算机”，其根本应是“各学科+计算思维”。

那么，又应如何学习“大学计算机”课程呢？我认为，应更多地强调“思维”，而不应仅着眼于“知识”（即事实的学习）。你可以不知道“计算思维”的定义，那仅是概念，但你应该知道“符号化—计算化—自动化”，你应该知道“计算系统与程序的关系”，你应该知道“程序是如何被机器自动执行的”……这些都是体现计算思维的直观例子。以潜移默化的方式理解和接受计算思维，是把握和学习本门课程最重要的方式。举个例子，中医里讲究“穴位”，不同的穴位连接起来就是“脉络”，不同的脉络在临床诊断时有不同的意义，这是中医的基本认识。但即使你知道了脉络，为什么还不能治病呢？这是因为你没有能力让气息在脉络间流动。要做到这点，就需要长期训练。因此，知识好比是“穴位”，而一年级时学习“大学计算机”课程，好比是在学习“脉络”，你要熟悉这些“脉络”，然后才能进行“诊断”。当你经过若干年的不断努力，深入理解了知识，能将知识融会贯通时，你就能将思维转变成能力——运用计算思维的能力。

前言

本书从最基本的“计算”讲起，从“计算+”讲到“大数据+”“互联网+”，覆盖了计算学科经典的、重要的计算思维，并从学习者的角度组织教学内容：首先，站在学科高度，凝练教学内容，提取重点之重点，以精练的语言进行讲述；然后，通过大量的、丰富的示例题目，引导读者对教学内容进行渐进式的、有一定深度的探索；最后，将教学内容转换成不同深度的示例题目，在场景、练习、模拟中，实现对教学内容不同深度的理解，进而达成“不仅是了解计算思维，而且能够理解和运用计算思维”的目标。同时，作者在中国大学 MOOC 等平台开设有“大学计算机——计算思维导论”和“计算机专业导论”慕课课程，读者可参考并学习。

本书适合各类专业的大学本科生学习（建议在大学一年级学习）。考虑到教学进度和学生接受程度，总学时安排 48 学时为宜（不含实验学时）。如果非计算机专业不再开设高级语言程序设计课程，则需增加实验，需分配 64 学时；如果还有高级语言程序设计课程，则建议本课程不含实验，因为实验会涉及很多细节性内容，在学时有限的情况下会影响对计算思维的理解，学校可依据实际情况，结合表中给出的内容与学时建议进行调整和设置。另外，书中标记“扩展学习”的内容，可作为课程的延伸内容，由教师引导，学生自主学习。示例题目前标记“*”的，表明该题有一定难度。

学时安排表

章名	主要内容	标准版： 48 学时	专业版： 40 学时	含程序 设计版： 64 学时	偏理工 科版：40 学时	偏文科 版：32 学时	最少学 时版：18 学时
第 1 章 什么是计算思维	通过趣味示例使读者体验计算思维的魅力，把握计算思维的本质	2 学时	2 学时	2 学时	2 学时	2 学时	2 学时
第 2 章 计算思维基础：0 和 1 与逻辑		4 学时	4 学时	4 学时	4 学时	4 学时	2 学时
第 3 章 计算思维基础：0 和 1 与机器程序	通过简单示例使读者理解机器如何能够自动执行程序，这是理解计算思维的基础	4 学时	4 学时	4 学时	4 学时	2 学时	2 学时
第 4 章 机器程序的执行		4 学时	4 学时	4 学时	4 学时	2 学时	2 学时
第 5 章 程序构造是一种计算思维	通过跟随练习使读者体验程序构造的基本手段，这是计算思维的本质之一	4 学时	4 学时	4 学时	4 学时	2 学时	2 学时
第 6 章 程序的基本构造手段：递归与迭代		4 学时	4 学时	6 学时	4 学时	2 学时	2 学时

续表

章名	主要内容	标准版: 48 学时	专业版: 40 学时	含程序设 计版: 64 学时	偏理工 科版: 40 学时	偏文科 版: 32 学时	最少学 时版:18 学时
第 7 章 计算机语言与程序编写	简明介绍计算机语言与程序编写	4 学时	4 学时	10 学时	4 学时	4 学时	2 学时
第 8 章 理解复杂计算环境: 计算思维与管理	从资源管理的视角, 讲解复杂计算环境, 这也是计算思维在管理领域的应用	2 学时	2 学时	2 学时	2 学时	2 学时	2 学时
第 9 章 问题求解策略与算法表达	介绍问题求解与算法, 这是计算思维的本质之二	4 学时	4 学时	10 学时	4 学时	4 学时	2 学时
第 10 章 数据管理思维也是一种计算思维	引导读者探索数据化思维系统与数据库语言	2 学时	—	2 学时	—	2 学时	—
第 11 章 数据库系统与数据库语言		4 学时	—	6 学时	—	4 学时	—
第 12 章 数据与社会: 数据也是生产力		2 学时	2 学时	2 学时	—	2 学时	—
第 13 章 网络化社会基础: 计算机网络	引导读者探索网络化思维, 数据化思维和网络化思维本质上都是计算思维	4 学时	—	4 学时	4 学时	—	—
第 14 章 信息网络: 信息组织与信息传播的基本思维		2 学时	—	2 学时	2 学时	—	—
第 15 章 网络与社会: 互联的世界		2 学时	2 学时	2 学时	2 学时	—	—
对学校自主调整内容和学时的建议		—	补充 4 学时: 学科介绍、专业介绍以及本校本专业培养方向	外加学时主要为实验学时, 强化程序设计训练和算法表达	—	相比标准版, 变化学时主要淡化一些技术内容	—

前言

本书得到教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会的大力支持，在此表示感谢。在本书编写过程中，很多学校的一线教师提出了很好的建议，在此对他们表示感谢。另外，感谢哈尔滨工业大学本科生院、计算机学院对本书编写和出版工作所给予的大力支持。

“大学计算机——理解和运用计算思维”是一门发展中的课程，教材中的内容难免有不完善之处，敬请广大读者谅解，并诚挚地欢迎读者提出宝贵建议。

作者于哈尔滨工业大学
2018年5月1日

Chapter1

第 1 章 什么是计算思维	1
1.1 趣味故事：用小白鼠检验毒水瓶	1
1.2 什么是计算思维	2
1.2.1 二进制思维	2
1.2.2 二分法——人类普遍应用的思维	3
1.2.3 过程化与符号变换思维	4
1.2.4 计算思维的概念	5
1.3 扩展学习：计算思维的价值在哪里	5
1.3.1 0 和 1 及其特性	6
1.3.2 偶校验：判断数据传输有无错误	7
1.3.3 类比小白鼠问题判断哪一位出错	8
1.4 基础知识：进位制及其相互转换	10
1.4.1 二进制、十进制与 r 进制	10
1.4.2 进位制之间的相互转换	12
1.5 计算之树——大学计算思维教育空间	14
1.6 为什么要学习和怎样学习计算思维	15
1.6.1 为什么：设计、构造和应用典型的计算工具需要计算思维	15
1.6.2 怎样学：了解认知学习的不同深度	16
1.6.3 怎样学：对比—联想式学习方法	16

Chapter2

第 2 章 计算思维基础：0 和 1 与逻辑	17
2.1 用 0 和 1 表示万事万物	17

目录



2.1.1 用 0 和 1 进行编码	17
2.1.2 用 0 和 1 编码表示英文字母与符号	18
2.1.3 用 0 和 1 表示中文文字	19
2.1.4 用 0 和 1 表示图像	21
2.1.5 习与练：识别 0/1 串表示的语义	22
2.1.6 扩展学习：用 0 和 1 表示万事万物	23
2.2 用 0 和 1 与逻辑表达计算	26
2.2.1 基本逻辑运算：与、或、非、异或	26
2.2.2 基于 0 和 1 表达的逻辑运算	27
2.2.3 习与练：应用逻辑运算表达复杂计算关系	28
2.3 用 0 和 1 与逻辑实现自动化	31
2.3.1 用开关性元件实现基本逻辑运算	31
2.3.2 用另一种符号表达逻辑运算	31
2.3.3 习与练：应用逻辑运算认识电子电路	32
2.4 为什么要学习和怎样学习本章内容	33
2.4.1 为什么：符号化—计算化—自动化思维是计算机最本质的思维模式	33
2.4.2 怎样学：习练式学习方法	34
Chapter3	
第 3 章 计算思维基础：0 和 1 与机器程序	35
3.1 如何让机器自动计算一个多项式	35
3.2 用 0 和 1 表达机器中的数据：机器数	36
3.2.1 机器存储数据的一些限制	36
3.2.2 有符号数及符号的表达	37
3.2.3 扩展学习：小数点的表达	39
3.2.4 扩展学习：减法是可以加法实现的	40
3.3 用 0 和 1 表达机器能够完成的动作（指令）：一种形式的编码	42

3.4 用 0 和 1 表达机器程序	43
3.4.1 习与练：读一读机器程序	43
3.4.2 习与练：改一改机器程序	44
3.5 基础知识：机器语言、汇编语言与高级语言	45
3.5.1 计算机语言	45
3.5.2 机器语言及微程序语言	46
3.5.3 汇编语言	46
3.5.4 高级语言	46
3.6 为什么要学习和怎样学习本章内容	48
3.6.1 为什么：数据、指令和程序是计算思维最基本的内容	48
3.6.2 怎样学：体验式学习方法	48

Chapter4

第 4 章 机器程序的执行	49
4.1 机器数据和机器程序的保存与读写：存储器	49
4.1.1 存储单元：存储地址与存储内容的区别	49
4.1.2 习与练：读一读存储器中的程序与数据	51
4.2 从概念层面理解机器程序的执行	54
4.3 从内部结构层面理解机器程序的执行	55
4.3.1 运算器：实现基本运算的部件	55
4.3.2 控制器：机器程序的解读与执行部件	55
4.3.3 一台完整的计算机	56
4.3.4 扩展学习：信号传递次序的控制机制——时钟与节拍	57
4.4 从动态执行过程层面理解机器程序的执行	58
4.4.1 机器指令的执行：取指令与执行指令	58
4.4.2 习与练：场景中模拟机器程序的执行	60
4.5 为什么要学习和怎样学习本章内容	63

目录

4.5.1 为什么：学习计算机，首先要理解机器程序是如何被执行的.....	63
4.5.2 怎样学：场景理解式学习方法	63

Chapter5

第 5 章 程序构造是一种计算思维	65
-------------------------	----

5.1 表达程序的一种简单方法：数值与运算组合式	65
--------------------------------	----

5.1.1 一种简单的语言：运算组合式	65
---------------------------	----

5.1.2 习与练：用运算组合式进行组合构造训练	67
--------------------------------	----

5.2 程序构造基本——命名计算对象	69
--------------------------	----

5.2.1 计算对象的命名、再构造与计算执行	69
------------------------------	----

5.2.2 习与练：计算对象的命名、再构造与计算执行	70
----------------------------------	----

5.3 程序构造基本：定义新运算/新过程	70
----------------------------	----

5.3.1 定义新运算符，即新的运算（或新的过程）	70
---------------------------------	----

5.3.2 习与练：新运算符的定义、使用与计算执行	72
---------------------------------	----

5.3.3 运算组合式的两种计算模式	75
--------------------------	----

5.4 扩展学习：复杂程序的构造	75
------------------------	----

5.4.1 运算组合式中条件的表达方法	75
---------------------------	----

5.4.2 习与练：用条件运算组合式构造复杂的程序	77
---------------------------------	----

5.5 为什么要学习和怎样学习本章内容	79
---------------------------	----

5.5.1 为什么：程序是体现计算系统千变万化功能的表达手段	79
--------------------------------------	----

5.5.2 怎样学：练中学与学中练	80
-------------------------	----

Chapter6

第 6 章 程序的基本构造手段：递归与迭代	81
-----------------------------	----

6.1 一些需要递归表达的示例	81
-----------------------	----

6.2 计算中的递推式与递归函数	83
6.2.1 递推式与递归函数的概念	83
6.2.2 习与练：体验递归函数的构造魅力	84
6.3 体验两种不同递归函数的魅力	86
6.3.1 习与练：体验两种递归函数的计算过程	86
6.3.2 两种递归函数的计算过程分析	87
6.4 习与练：递归与迭代的运用	88
6.4.1 语言语法要素的递归定义及运用	88
6.4.2 汉诺塔——一种似乎只能用递归求解的问题	91
6.5 扩展学习：递归程序的执行过程	92
6.5.1 实现阶乘运算的递归程序和迭代程序执行过程比较	92
6.5.2 实现斐波那契数列的递归程序和迭代程序执行过程比较	94
6.6 为什么要学习和怎样学习本章内容	96
6.6.1 为什么：递归和迭代是表达机器重复执行动作的基本方法	96
6.6.2 怎样学：模拟式学习方法	96
Chapter7	
第7章 计算机语言与程序编写	97
7.1 一个高级语言程序设计的示例及分析	97
7.2 高级语言程序的基本要素	100
7.2.1 常量、变量与赋值语句	100
7.2.2 算术表达式、比较表达式与逻辑表达式	101
7.2.3 分支结构控制语句 If	102
7.2.4 有界循环结构控制语句 For	103
7.2.5 条件循环结构控制语句 Do While	104

目录

88	7.2.6 函数结构语句	104
88	7.2.7 系统函数及其调用	106
88	7.2.8 几种计算机语言的程序基本要素书写规范比较	106
88	7.3 习与练：用高级语言编写程序	108
88	7.3.1 基本表达式及赋值语句的书写练习	108
78	7.3.2 基本程序控制语句的书写练习	109
88	7.3.3 啤酒瓶问题求解的程序设计	110
88	7.3.4 利用差分法求解多项式的程序设计：迭代法	111
88	7.3.5 阅读并模拟执行高级语言程序	113
78	7.4 为什么要学习和怎样学习本章内容	115
88	7.4.1 为什么：计算机语言是人与机器交流的工具	115
88	7.4.2 怎样学：写程序与读程序	115
88	Chapter8	
88	第8章 理解复杂计算环境：计算思维与管理	116
88	8.1 基本的计算环境：存储体系	116
88	8.1.1 不同类型的存储器	116
88	8.1.2 不同类型的存储器需组合使用，实现性能—价格的 优化	117
88	8.1.3 现代计算机的基本计算环境	119
88	8.2 计算环境的管理者：操作系统	120
88	8.2.1 操作系统的作用	120
88	8.2.2 “分工—合作—协同”思维理解操作系统	121
88	8.3 习与练：存储资源的化整为零与还零为整	123
88	8.3.1 一个化整为零的示例	123
88	8.3.2 磁盘与文件管理	124
88	8.3.3 进一步理解化整为零与还零为整	127

8.4 现代计算机的演进与发展	130
-----------------------	-----

8.4.1 了解操作系统管理 CPU 的方式	130
------------------------------	-----

8.4.2 现代计算机的演进与发展	132
-------------------------	-----

8.5 为什么要学习和怎样学习本章内容	134
---------------------------	-----

8.5.1 为什么：由理解“计算资源的管理”到理解“社会资源的管理”	134
--	-----

8.5.2 怎样学：化复杂为简单	135
------------------------	-----

Chapter9

第 9 章 问题求解策略与算法表达	136
-------------------------	-----

9.1 问题求解与算法：两个问题的提出	136
---------------------------	-----

9.2 算法及其基本表达方法	139
----------------------	-----

9.2.1 一种问题求解思维及算法的概念	139
----------------------------	-----

9.2.2 算法的 3 种基本表达方法	140
---------------------------	-----

9.2.3 习与练：基本算法的表达	142
-------------------------	-----

9.3 习与练：用遍历策略与贪心策略进行问题求解	147
--------------------------------	-----

9.3.1 用遍历策略求解 TSP 问题与背包问题	147
---------------------------------	-----

9.3.2 遍历策略求解存在什么问题	149
--------------------------	-----

9.3.3 用贪心策略求解 TSP 问题与背包问题	151
---------------------------------	-----

*9.4 习与练：算法表达	153
---------------------	-----

9.4.1 TSP 问题求解的算法表达	153
---------------------------	-----

9.4.2 背包问题求解的算法表达	154
-------------------------	-----

9.5 为什么要学习和怎样学习本章内容	156
---------------------------	-----

9.5.1 为什么：所有的计算问题都体现为算法	156
-------------------------------	-----

9.5.2 怎样学：阅读算法、表达算法与构造算法	156
--------------------------------	-----

目录

Chapter10

第 10 章 数据管理思维也是一种计算思维.....158

10.1 数据与数据管理 158

10.2 数据的基本形态：表与关系159

10.2.1 熟悉表及其相关的术语 159

10.2.2 习与练：深入理解“表/关系”的特性 161

10.3 数据表的基本操作：关系操作 164

10.3.1 熟悉表的基本操作：关系操作 164

10.3.2 习与练：用关系操作及其组合操纵数据 165

10.4 扩展学习：关系及关系代数170

10.4.1 关系：“表”的数学定义 170

10.4.2 关系代数：“表”操作的数学定义 172

10.5 为什么要学习和怎样学习本章内容175

10.5.1 为什么：数据管理需要抽象、理论和设计 175

10.5.2 怎样学：理解—区分—命名—表达 176

Chapter11

第 11 章 数据库系统与数据库语言177

11.1 数据库系统与数据库管理系统177

11.1.1 数据库系统 177

11.1.2 关系数据库管理系统的基本思维模式 179

11.2 关系数据库语言 SQL 180

11.2.1 由关系模型初步认识 SQL 180

11.2.2 SQL 语言总体概览	181
11.2.3 熟悉建立数据库的 SQL 语句	182
11.2.4 习与练：利用 SQL 语言建立数据库	183
11.3 习与练：用 SQL 语言进行数据查询	184
11.3.1 熟悉 SELECT-FROM-WHERE-ORDER BY 语句	184
11.3.2 习与练：用 SELECT-FROM-WHERE-ORDER BY 语句进行数据查询	185
11.4 习与练：用 SQL 语言进行数据统计计算	189
11.4.1 熟悉 SELECT-FROM-WHERE-GROUP BY 语句	189
11.4.2 习与练：用 SELECT-FROM-WHERE-GROUP BY 语句进行统计计算	189
*11.5 扩展学习：用 SQL 语言进行复杂查询	192
11.5.1 熟悉子查询	192
11.5.2 利用子查询进行复杂查询	193
*11.6 扩展学习：数据库管理系统的功能	194
11.7 为什么要学习和怎样学习本章内容	196
11.7.1 为什么：数据管理也是计算思维	196
11.7.2 怎样学：案例式对比式学习	196

Chapter12

第 12 章 数据与社会：数据也是生产力	197
12.1 什么是大数据	197
12.2 数据分析示例：多维数据分析	198
12.2.1 一个例子：超市数据库	198
12.2.2 熟悉最基本的数据分析方法——二维交叉表	200
12.2.3 由二维数据分析发展为多维数据分析	201

目录

12.3 数据挖掘示例：炒股不看股盘看微博	204
12.3.1 啤酒与尿布的故事	204
12.3.2 理解一些基本概念	204
12.3.3 由事务数据库挖掘关联规则——数据挖掘示例	206
12.3.4 还能挖掘什么样的规则	209
12.3.5 还能从哪些形式数据中挖掘	210
12.4 大数据与社会	211
12.4.1 大数据运用的一个例子	211
12.4.2 大数据价值发现：不一样的思维	212
12.4.3 大数据的隐私问题	213
*12.5 扩展学习：大数据的管理	213
12.5.1 大数据管理：由结构化到非结构化	213
12.5.2 各种资源聚集成库	215
12.6 为什么要学习和怎样学习本章内容	216
12.6.1 为什么：大数据改变了人的观念，不可能的也许就是可能	216
12.6.2 怎样学习：思维上要浮想联翩，技术上要不求甚解	216

Chapter13

第 13 章 网络化社会基础：计算机网络.....218

13.1 计算机网络——社会互联的基础	218
13.1.1 通信基础	218
13.1.2 协议、分层与不同的编解码器	223
13.1.3 计算机网络的分类	226
13.2 对比邮政网络，理解计算机网络	228
13.2.1 解剖邮政网络	228
13.2.2 对比邮政网络，理解计算机网络中的有关层次及概念	229