



当代新哲学丛书

赵剑英 肖峰 ■ 主编

# 计算主义

——一种新的世界观

符征 张江 著

中国社会科学出版社



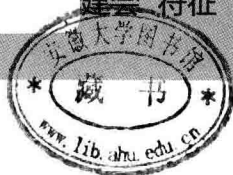
当代新哲学丛书

赵剑英 肖峰 主编

# 计算主义

一种新的世界观

建会 符征 张江 著



中国社会科学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

计算主义:一种新的世界观/李建会等著. —北京:  
中国社会科学出版社, 2012. 12  
ISBN 978-7-5161-1974-7

I. ①计… II. ①李… III. ①科学哲学—研究  
IV. ①N02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 303203 号

---

出版人 赵剑英  
责任编辑 徐 申  
责任校对 周 昊  
责任印制 王 超

---

出 版 中国社会科学出版社  
社 址 北京鼓楼西大街甲 158 号(邮编 100720)  
网 址 <http://www.csspw.cn>  
中文域名:中国社科网 010-64070619  
发 行 部 010-84083685  
门 市 部 010-84029450  
经 销 新华书店及其他书店

---

印 刷 北京君升印刷有限公司  
装 订 廊坊市广阳区广增装订厂  
版 次 2012 年 12 月第 1 版  
印 次 2012 年 12 月第 1 次印刷

---

开 本 710×1000 1/16  
印 张 19.25  
插 页 2  
字 数 268 千字  
定 价 45.00 元

---

凡购买中国社会科学出版社图书,如有质量问题请与本社联系调换  
电话:010-64009791  
版权所有 侵权必究

## 《当代新哲学丛书》总序

如果说“哲学是时代精神的精华”，那么哲学的重要使命，无疑就是要通过对时代趋势的把握，来展现出时代精神的丰富内涵，并从中提炼出新的哲学观念、哲学方法和哲学视野，去影响人们更合理地构建自己的时代。

凡存在的，都是变动演化的，由此而形成不断推陈出新的趋势，人类智力和智慧的一种“内在本能”，就是要极力把握住这种新的趋势，以获得对存在之奥妙的“明白”，消解心中因外界的变动不居而留下的疑惑，并借助实践的力量将认识世界的成果转变为改善现实的成果。所以，对新事物的把握汇聚着人类各个层次的精神探求，在这个意义上，哲学不仅仅是一种“为往圣继绝学”的传承过程，更是“为当世探新知”的“开来”活动，这就是“探求新学”的活动，我们无疑可称这个意义上的哲学为“当代新哲学”。

“新哲学”也意味着，我们的哲学是处于发展中的哲学，而我们的哲学发展也不断形成新的趋向。无论是不断强化着的“科学性”、“实践性”，还是成为焦点的“人本性”、“文化性”，都是当今学术界在探索新哲学的过程中所归结的特征，这些特征当然并没有穷尽对哲学之新的把握，而本丛书所展示的方面，可以说是对新兴哲学的又一些维度的探视。

当代新哲学的多维度存在，表明她的来源是多样化的，她所

汇聚的是多样的趋势，例如，本丛书就择取的是如下视角：

其一是追踪科学技术的前沿趋势，让哲学走进“新大陆”。科学技术是人类在探新的过程中迄今走在最前沿的领域，它长期以来为哲学的发展提供着源源不断的智力支持和问题激励，以至于追踪科学技术的前沿趋势，成为每一个时代哲学保持其生命活力的必要条件之一。本丛书我们选取了“量子信息”和“纳米科技”这两个国内哲学界从未涉足的科技前沿领域，对其发展的现状和趋势进行了哲学初探。进入这些领域，也犹如让哲学踏上“新大陆”，进入由当代科技为我们开辟的知识上的“处女地”，使我们面对从未接触过的新存在、新现象去尝试性地进行哲学分析和思辨性概括，在其中看看能否获得新的哲学发现。这个过程也是哲学与新兴学科的相互嵌入，用哲学的方式去打开这些新的“黑箱”，力求产生出智力上的“互惠”和视域上融合。

其二是把握日常生活的变动趋势，也就是让哲学走进“新生活”。生活世界的新问题是层出不穷的，它们为哲学思考提供了取之不尽的新养料，在今天由“现代性”和“后现代性”交织影响的日常生活中，女性问题、技术的人文问题以及视觉文化问题都已经成为“焦点问题”，也有的成为公众的“热门话题”，因为它们或者关系到一部分人的社会地位，或者关系到全人类的“生存还是死亡”，再或者关系到我们日常的文化社会方式问题，它们成为生活世界中不断兴起的关注点和“热词”，对其加以哲学的分析和归结，可以使形而上的哲理具象化，使抽象的哲学观点社会化。抑或说，这是一种在生活世界与哲学探究之间相互会通的尝试，体现了哲学“从生活中来，再到生活中去”的强劲趋势。

其三是反思思想学术的“转型”趋势，也就是让哲学进入“新视界”。近来，各种新兴思潮尤其是“\* \*主义”的兴起，不断掀动着思想学术或理论范式的“转型”，出现了从“物质主义”到信息主义、从实体主义到计算主义，从客观主义到社会建构主

义，呈现出新兴学术思潮冲击传统思潮的强大趋势。这些学术思潮起初发源于具体学科，分别作为“信息观”、“计算观”、“知识观”等等而存在，但由于其潜在的说明世界的普遍性方法论功能，无疑包含着成为一种新哲学的趋势；这些理论范式在走向哲学的过程为我们“重新”认识世界提供了若干新的参照系，引领我们换一个角度看世界，去看看世界究竟会是个什么样子？这无疑是一种智力探险，同时也伴随了丰富的思想成果，为当代哲学图景起到了“增光添彩”的作用，同时其“利弊得失”的“双重效果”也构成为哲学反思的新课题，正因为如此，这些选题构成为本丛书的一个重要组成部分。

总之，我们的新哲学源自于探索领域的新扩张、或是焦点问题的新延伸、或是观察视角的新转移。

世界范围内经济、政治、文化的大变迁，必然伴之以人类智慧和思想的大发展，使得哲学探新的势头日趋强劲，各个新领域、新侧面的哲学探索不断推出新的成果。如果从哲学上 20 世纪是“分析的时代”，21 世纪则是各种新哲学思想竞相争艳的时代，正是在这种背景下，各种当代新哲学连续诞生，成为人类知识宝库和文化成就中的重要组成部分，“当代新哲学”的选题就是反映 21 世纪以来最引人注目的哲学新学科，展现近几十年乃至近几年来异军突起的哲学新亮点，它们从认识论到方法论再到本体论，都带来了“新气象”。作者们力求从当代新的自然图景、社会图景和人文图景中把握总体性的新的世界图景，从而增加我们从哲学上把握世界的时代感、生动性和趋势感；这些新哲学的出现即使构不成哲学中的“全新革命”，但至少也由于其应对了时代的“挑战”而实现了哪怕是局部的“突破”和“超越”，从而形成了实实在在的“新发展”。哲学必须有它的传统和历史的积淀，才有智慧的进化；哲学也必须有对人类新发现新发明新趋势的追踪和创新性思考，才有不仅仅是作为“非物质文化遗产”的哲学存在，而且还有作为把握现实的世界观和方法论哲学的存

在。由于“存在就是推陈出新”，也由于哲学的探新精神，新哲学的涌现是没有止境的。

本丛书汇聚了一批中青年哲学工作者参与写作，其长处是他们对于“求新”的渴望，他们中不少在追踪学术前沿的过程中，已经开辟了或正在开辟新的哲学领域；同时，由于初涉这些全新的领域，所以这样的探索还只能是“初探”。当然，即便如此，我们也是力求以一种前沿性、学术性和通俗性相结合的方式，将其传播至公众和学者，力求通过焦点之新和表述之活来对更多的人产生更大的吸引力，可以称之为对哲学的一种“新传播”：提高哲学尤其是新哲学对世界的“影响力”，从而不仅仅是满足于能够以各种方式解释新的世界，而且还能够参与建构一个新世界。这或许就是当代新哲学的“力量”及其旨趣和追求。

赵剑英、肖峰

2011年8月

# 前 言

当你在音乐厅聆听音乐家演唱的时候，如果我说音乐家的演唱过程其实就是某种计算过程，你一定不会相信；当你在动物园或植物园欣赏动物身上美丽的花纹或植物的鲜艳花朵时，我说它们的形成过程是计算过程，你一定不以为然；当你在大自然看着蓝蓝的天空，碧绿的草原，雪白的云朵，我还是说，它们是自然界某种计算过程的结果，你一定还是非常怀疑。然而，当你打开电脑，甚或打开智能手机，听着电脑或手机播放的歌曲，看着电脑或手机中的动物和花朵，欣赏着电脑或手机中的蓝天、草原和白云，我说这都是计算过程的结果，你可能有些怀疑，但考虑到计算机所做的工作就是计算，而这些过程都是计算机运行的结果，所以，你最终会接受我的说法。那么，为什么电脑中的歌唱是计算过程，现实中的歌唱不是呢？为什么电脑中的动植物的美丽花纹和鲜花或电脑中的蓝天和白云是计算过程的结果，而现实世界中的不是呢？你可能会说电脑中花纹、花朵不是真正的花纹、花朵，电脑中的天空、草原、白云不是真正的天空、草原、白云，它们只是对现实世界的模拟。可歌声呢？颜色呢？电脑中的歌声不是真正的歌声吗？电脑中的颜色不是真正的颜色吗？更进一步，现实中的推理、下棋是一种智能活动，那么电脑中的推理和下棋活动就不是智能活动吗？现实中的生命过程是真实的生命，那么电脑中的生命过程



就不是真实的生命过程了吗？

对这些问题，我们很可能给出的回答都不相同，但不管怎样回答，我们都不会否认，计算机在当今时代发挥的作用越来越大。20世纪最伟大的革命莫过于信息和计算革命。这场革命不仅给我们提供了一个崭新的解决各种数字计算的工具，而且给我们提供了探索自然的一种崭新的方法：计算机仿真实验或计算机模拟方法。这种崭新的方法使得我们实现了自伽利略方法论革命以来又一场新的方法论革命。在这场新方法论革命的带领下，一系列新兴的领域或学科，像细胞自动机、分形几何学、混沌科学、人工生命、人工智能、人工神经网络、复杂性科学等等，纷纷建立。这些新兴学科不仅使我们对大自然的认知更加深入，而且也深深地改变了我们的世界观。一种新的看世界的方式，即计算主义的世界观逐步兴起并得到了越来越多的学者的支持。计算主义世界观把整个宇宙看作是一台巨大的计算机，把整个世界中的物质过程，从最小的微粒或场到最大的天体或场，都看作是自然的计算过程。这种新的世界观不仅对我们的哲学产生了广泛的影响，而且对前沿科学的研究产生了重要的影响。

计算主义的世界观的形成经历了三个阶段或过程：智能和心灵的计算理论的形成、生命的计算理论的形成、世界或宇宙的计算理论的形成。

计算理论兴起的第一个阶段，人们主要把智能或心灵活动看作是计算过程。人类较早从计算的视角审视问题的是关心人的认识本质的哲学家。笛卡尔认为，人的理解就是形成和操作恰当的表达方式。洛克认为，我们对世界的认识都要经过观念这个中介，思维事实上不过是人类大脑对这些观念进行组合或分解的过程。霍布斯更是明确提出了，推理的本质就是计算。莱布尼兹也认为，一切思维都可以看作是符号的形式操作的过程。进入20世纪，弗雷格、怀特海、罗素等通过数理逻辑使人类的思维进一

步形式化，形成了所谓的命题逻辑及一阶和高阶逻辑。在他们看来，逻辑和数学，都是根据特定的纯句法规则运作的。在这里，所有的意义都被清除出去而不予考虑。在弗雷格和罗素的基础上，维特根斯坦在他的早期哲学中把哲学史上自笛卡尔以来的原子论的理性主义传统发展到了一个新的高度。在维特根斯坦看来，世界是逻辑上独立的原子事实的总和，而不是事物的总和；原子事实是一些客体的结合，这些事实和它们的逻辑关系都在心灵中得到表达：我们在心灵中为自己建造了事实的形象。人工智能事实上就是试图在机器中实现这种理性主义理想的一门学科。不过，这还需要等到计算理论成熟之后。

在计算理论发展过程中，阿兰·图灵（A. Turing）的思想可以说是说最关键的。在1936年发表的论文中，图灵提出了著名的图灵机概念。图灵机的核心部分有三：一条带子、一个读写头、一个控制装置。带子分成许多小格，每小格存一位数，读写头受制于控制装置，以一小格为移动量相对于带子左右移动，或读小格内的数，或写符号于其上，可以把程序和数据都以数码的形式存储在带子上。这就是“通用图灵机”原理。图灵在不考虑硬件的前提下，严格描述了计算机的逻辑构造。这个理论不仅解决了纯数学基础理论问题，而且从理论上证明了研制通用数字计算机的可行性。

然而，图灵不止于此，他是从人类“计算者”模型出发得出图灵机原理的；现在，他要反过来，从图灵机概念出发，说明大脑和计算的关系。图灵认为，人的大脑应当被看作是一台离散态机器。尽管大脑的物质组成与计算机的物质组成完全不同，但它们的本质则是相同的。离散态机器的行为原则上能够被写在一张行为表上，因此与思想有关的大脑的每个特征也可以被写在一张行为表上，因而能被一台计算机所仿效。1950年，图灵发表了《计算机器和智能》的论文，对智能问题从行为主义的角度给出了定义，设计出著名的“图灵测验”，论证了心灵的计算本质，

并批驳了反对机器能够思维的 9 种可能的意见。

在图灵的影响下，麦卡锡（J. McCarthy）、明斯基（M. L. Minsky）、西蒙（H. A. Simon）和纽厄尔（A. Newell）等开创了人工智能这样一门新的学科。1955 年，纽厄尔和西蒙就得出结论，计算机操作的二进制数字串能代表任何东西，包括现实世界中的事物。因此，纽厄尔和西蒙进一步指出，人类大脑和计算机尽管在结构和机制上全然不同，但是在某一抽象的层次上，则具有共同的特征：人类大脑和恰当编程的数字计算机可被看作同一类装置的两个不同的特例，它们都通过用形式规则操作符号来生成智能行为。1981 年，纽厄尔和西蒙把它们的观点总结为一个称作“物理符号系统假设”的假设：“对于一般的智能行为来说，物理符号系统具有的手段既是必要的，也是充分的。……所谓‘必要’的意思是：任何表现出一般智能的系统，经过分析，都可以证明是一个物理符号系统。所谓‘充分’的意思是：任何足够大的物理符号系统，都可以通过进一步组织，而表现出一般智能。”这个假设的核心就是把思维看作是一种信息加工过程，把智能的本质看作是计算。符号学派主要采取的是符号操作或符号转换的方法探索认知和智能的本质，而在 1940 年代兴起的联结主义学派则从模拟大脑结构方面探索认知和智能的本质。联结主义认为，人类的认知是从大量并行的神经元的相互作用中产生的。联结主义的不再是用符号和符号操作来模拟认知过程，而是模拟发生在神经系统中的过程。联结主义的理论在 1960 年代由于受到明斯基等著名人工智能专家的反，曾一度处于低潮。然而，到了 1980 年代，鲁梅哈特（D. E. Rumelhart）、麦克里兰（James McClelland）等两卷本的《并行分布处理：认知的微观结构探索》一书的出版，使联结主义研究再度兴起，受到广泛的关注。联结主义虽然不把符号的操作看作是认知最重要的方面，但仍然把每个神经元都看作是一个计算单元。在联结主义学派看来，智能不是别的，智能是神经网络整体突现出来的特

性。神经网络的突现机制尽管跟物理符号系统不同，但神经网络的本质仍然是计算。实际上，1987年，波拉克（J. Pollack）证明，神经网络与图灵机只是形式上的差别，在本质上，它们是等价的。

计算主义发展的第二阶段，人们开始把生命的本质看作是计算。在图灵提出人的大脑是一台离散态的计算机的思想几乎同一时期，计算机科学的另一个开创者冯·诺伊曼（J. von Neumann）则开始从计算的视角思考生命的本质问题。冯·诺伊曼认为，生命的最本质特征自我繁殖。自我繁殖的机理是什么？机器能自我繁殖吗？通过一系列思想实验，冯·诺伊曼发现，任何自我繁殖的系统都必须包含一个自我描述的指令，这个指令必须具有两个不同的基本功能：一方面它必须起到计算机程序的作用，是一种在繁殖下一代时能够运行的算法；另一方面它必须起到被动数据的作用，是一个能够复制和传给下一代的描述。冯·诺伊曼的这种使生命过程形式化的思想几年之后被一项惊人发现做了令人惊异的验证，这就是1953年沃森和克里克揭示的DNA结构和DNA自我复制的机理。DNA的特性正好具备冯·诺伊曼所指出的两个要求。作为一个基因程序，DNA编入了制造细胞所需要的酶和结构蛋白的指令，作为一个基因数据仓库，DNA的双螺旋结构在每次细胞分裂为二时都能解开和自我复制。

冯·诺伊曼还接受了数学家乌拉姆（Stanislaw Ulam）的建议，从细胞自动机（简称CA）的角度重新思考自繁殖机器问题。在大量工作的基础上，终于在1953年得出了一个能自我复制的逻辑机器模型。冯·诺伊曼的自我繁殖的自动机确实存在的事实说明，一旦我们把自我繁殖作为生命的独一无二的特征，那机器也完全可以做到这一点。

冯·诺伊曼的自我繁殖自动机观念虽然非常伟大，但由于受计算能力的限制，并没有立刻引起人们的关注。直到1970年代，

由于剑桥大学约翰·康韦（John Conway）的工作，细胞自动机的思想才再次激起人们研究的热情。康韦编制了一个名为“生命”的游戏程序，该程序由几条简单的规则控制，这几条简单的规则的组合就可以使细胞自动机产生无法预测的延伸、变形和停止等复杂的模式。这一意想不到的结果吸引了一大批计算机科学家研究“生命”程序的特点。最后终于证明细胞自动机与图灵机等价。也就是说，给定适当的初始条件，细胞自动机可以模拟任何一种计算机。

1980年代，斯蒂芬·沃夫拉姆（Stephen Wolfram）对细胞自动机（CA）做了全面的研究（1984）。克里斯·兰顿（C. Langton）在前人的基础上做了大量的工作，找到了生命游戏从简单到复杂变化的规则序列。在这些研究的基础上，兰顿提出了他的生命的本质的理念。兰顿认为，生命的本质不在具体的物质，而在物质的组织形式。生命并不像物质、能量、时间和空间那样，是宇宙的基本范畴，而只是物质以特定的形式组织起来派生的范畴。这种组织原则完全可以用算法或程序的形式表达出来。所以，只要能将物质按着正确的形式构筑起来，那么这个新的系统就可以表现出生命。而这种所谓的“正确的形式”就是生命的算法或程序。所以，算法和程序是把非生命和生命连接起来的桥梁，是生命的灵魂。

实际上，不只像兰顿这样的人工生命科学家把生命的本质看作是算法；几乎同一时期，一些生物学家也开始从计算的视角来思考生命的问题。1994年11月，美国科学家阿德勒曼（L. M. Adleman）在《科学》杂志上发表的关于DNA计算机理论，从另一个方面说明了生命的算法本质。我们一般人一看到“计算机”这几个字，可能立刻会想起键盘、显示器、存储器等内容。计算机的普及已经使我们习惯了这样一个概念：计算是通过硅片上的电子组件进行的。但是，阿德勒曼反问道：计算非得采用这样一种方式不可吗？他说，“或许我们对计算的看法过于狭隘了。如

果计算无处不在，而且能够表现为多种形式，情况又如何呢？是否可能存在一种由相互作用的分子进行计算的液体计算机呢？答案是肯定的。”通过把图灵机与生物细胞内 DNA 自我复制过程的比较，阿德勒曼得出细胞就是计算机的思想。不过，阿德勒曼进一步认为，通过适当的方法完全可以设计出用 DNA 进行计算的生物计算机。阿德勒曼更关心的是如何改变 DNA 的结构使之进行各种计算，比如用 DNA 进行哈密顿路径的计算，但对我们来说，阿德勒曼关于 DNA 聚合酶系统就是计算机的观点更为重要。因为它说明了，生命系统事实上就是一台以分子算法为组织法则的多层次的计算网络。

在计算主义发展的第三阶段，人们开始把整个世界的本质看作是计算。当康韦证明细胞自动机与图灵机等价时，就有人开始把整个宇宙看作是计算机，因为特定配置的细胞自动机原则上能模拟任何真实的过程。在细胞自动机研究中作出巨大贡献的沃夫拉姆经过多年思考于 2002 年出版了名为《一类新科学》的 1200 页的巨著。在这本书中，沃夫拉姆做了大量的计算机实验和理论分析，以便说明宇宙中的一切皆为计算。实际上，在他看来，我们完全可以把宇宙看作是一个巨大的三维细胞自动机。基本粒子或其他层次物质实体可以被看作是这个细胞自动机的一个个格点，物质实体的状态可以看作是细胞自动机格点的状态，物质世界的规律可以看作是支配这些格点变化的行为规则。在这些规则的作用下，宇宙中的基本粒子发生各种变化，从而导致宇宙的演化。因为细胞自动机原则上就是计算机，所以，宇宙就是一个巨型的计算系统。

不仅一些学者从细胞自动机理论出发得出计算主义的宇宙观，一些从事物理理论研究和计算机研究的学者通过不同的途径获得几乎相同的结论。已故的著名物理学家惠勒（John Archibald Wheeler）早在 20 世纪 90 年代就提出了“万物源于比特”（It from bits）的计算主义命题。在量子引力研究方面取得

重要贡献的物理学家斯莫林（L. Smolin）2001年在《通向量子引力的三条途径》一书中认为，基本粒子“不是仅仅停留在那里的静态的物体，而是在他们相互作用的事件之间携带少量信息，并引发新过程的过程。这更像是一个基本的计算机操作，而不是传统的永恒的原子的图像”。美国著名的量子计算专家劳埃德（Seth Lloyd）2006年出版了一本引起广泛反响的著作《程序化的宇宙》，在这本书中，劳埃德认为，宇宙是一个巨大的量子计算机，我们自己和我们周围出现的一切都是这个量子计算机计算的结果。根据劳埃德，一旦我们对宇宙的规律有了完全的了解，我们就可以用一个小规模的量子计算机来完全理解整个宇宙。

在这样的思想的指导下，有一批物理学家认为，可以建立一门新的物理学：数字物理学，专门在计算机中研究整个宇宙的发展、变化和规律。数字物理学的核心理念就是宇宙是一台计算机，宇宙的发展变化事实上就是计算状态的变化。

到这里，计算主义已从一种认知的科学哲学发展到一种普遍的世界观。这样的一种世界观，也有人把它叫做泛计算主义（Pan-computationalism），或自然计算主义（Naturalist Computationalism）。这样的一种世界观不仅得到了科学家的重视和表述，而且引起了越来越多的哲学家的关注。

计算主义，特别是认知计算主义提出之后，曾遇到很多挑战，比如“空泛性”挑战，“计算的主观性”挑战，哥德尔不完备定理的挑战，塞尔的“中文屋思想实验”的挑战，“无心人”的挑战，等等。面对这些挑战，计算主义的支持者通过不同的方式化解着这些挑战。

对于计算主义，不管你是支持还是反对，有一点大家都是同意的，即在当代最前沿的科学研究中，计算主义仍然起着重要的方法论指导作用。不仅很多人工生命、人工智能、脑科学、神经科学、心理学等学科的研究者受着计算主义的指导，而且很多生

命科学、物理科学（比如复杂性科学）的研究者也受着这种思想的指导。正如语言在我们认识世界时不可或缺一样，计算在我们认识世界时同样不可或缺。

本书将追踪计算主义的兴起、发展和完善的过程，并对可能的挑战进行回应。



# 目 录

前言 .....	(1)
<b>第一章 计算主义的兴起 .....</b>	<b>(1)</b>
一 对世界的抽象化理解 .....	(2)
二 心灵的物质属性问题 .....	(6)
1. 笛卡尔:机械的身体和自由的心灵 .....	(7)
2. 拉·梅特里:人是机器 .....	(8)
三 心灵的可计算性 .....	(9)
1. 霍布斯:推理即计算 .....	(10)
2. 莱布尼兹:普遍语言 .....	(12)
3. 早期心灵观点的主要问题 .....	(14)
四 逻辑主义的兴起 .....	(15)
1. 心灵可计算思想的边缘化 .....	(15)
2. 逻辑主义的诞生 .....	(17)
3. 维特根斯坦:用逻辑改造哲学 .....	(18)
4. 硬件主题的进展 .....	(19)
<b>第二章 计算及其结构 .....</b>	<b>(20)</b>
一 图灵之前人们对算法的认识 .....	(20)
1. 计算与算法 .....	(20)