

Principles 新编高等院校信息管理与信息系统专业核心教材 Principles

计算机系统原理

Principles of Computer

张基温 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

www.phei.com.cn

新编高等院校信息管理与信息系统专业核心教材

计算机系统原理

Principles of Computer

张基温 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机系统原理/张基温编著. —北京:电子工业出版社,2002.11
新编高等院校信息管理与信息系统专业核心教材
ISBN 7-5053-8168-7

I. 计… II. 张… III. 电子计算机-高等学校-教材 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 090505 号

责任编辑:刘宪兰 特约编辑:程清源

印刷:北京天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经销:各地新华书店

开本:787×980 1/16 印张:19.5 字数:405 千字

版次:2002 年 11 月第 1 版 2002 年 11 月第 1 次印刷

印数:5 000 册 定价:25.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077

总序

Z O N G X U

20 世纪 70 年代,当强大的信息化巨潮还蕴藏在大洋深处,我们的陆地只有一阵微风吹来之时,有识之士们就开始推动信息化专业人才的培养计划,为迎接即将到来的信息化巨潮扩军备战。他们一方面推动着信息技术的普及;一方面根据不同领域的需求,从不同的角度创办了不同类型的信息化专业,这就是管理信息系统专业、经济信息管理专业、科技信息管理专业、医学信息管理专业、林业信息管理专业、农业信息管理专业……实际上,这些专业培养目标可以概括为:为各行业、各部门培养以 CIO 为目标的信息化专门人才。从这一点上看,这些专业的课程设置应当具有相当大的共同性。1996 年,出于多种考虑,教育部将这些专业合并为一个——信息管理与信息系统专业。

以 CIO 为目标的信息化专门人才是一类管理人才。但是他们所管理的主要对象是信息。这样的知识需求,将信息管理与信息系统专业定位于管理学科,与信息学、经济学、法学等学科交叉。这样的学科特点,给课程建设和教材建设带来不少困难。近 30 年来,尽管我们与许多的同行已经进行了不懈的努力,把信息管理与信息系统专业的课程建设和教材建设向前推进了一大步,但是仍然不尽人意,许多课程和教材还没有体现信息管理专业的特色和需要。在多次有关的研讨会上,大家一致呼吁编写一套真正体现信息管理与信息系统专业特色的教材。

新编和出版一套专业教材是要冒风险的。而编写和出版一套以瞬息万变的信息和信息技术为管理对象的专业教材就要冒更大的风险。国内信息业界著名的出版商——电子工业出版社,以超人的胆略愿意同我们一道承担这一风险,组织编写出版一套新的信息管理与信息系统专业核心教材。这套教材冠以“新编”二字,是试图在其体系上能比已有教材更体现信息专业的特色,同时在内容上要能反映最新信息技术的进步以及最新信息管理思想和方法。

目前,国内开设信息管理与信息系统专业的高等院校已经超过 200 所。这样一个数字一方面表明信息化已经深入人心,信息化队伍的规模正在急速扩大,信息化队伍的素质正在不断提高;另一方面,也给我们添加了巨大的压力,

使我们深感责任重大。好在国内本领域的三位知名学者——黄梯云、陈禹、马费成以及其他一批有名专家和后起之秀愿意与我们共担风险，鼓舞了我们挑起这副重担的勇气。同时，我们也把这套教材的不断精化寄希望于广大的同仁，愿我们把这套教材越改越好，永改永新。

新编高等院校信息管理与信息系统
专业核心教材编委会
2002年5月

前言

Q I A N Y A N

信息时代的到来,将信息技术推进到各个领域、各个地方,成为许多专业的必修课。从学科的角度,信息管理与信息系统专业处于“管理科学与工程”和“计算机科学与技术”专业的交叉点上,属管理门类,但仍需要对信息技术深入了解却又没有计算机类专业那样多的学时数。因此,如何利用有限的学时数,高效率地学习有关信息技术的知识,成为当前信息管理与信息系统专业教学改革的一个难点和重点。本书就是在这方面的一个尝试。它试图站在系统的高度,让学习者从硬件和软件两个方面对计算机系统工作原理有一个全面的了解。

实际上,计算机技术的发展已经使硬件与软件“你中有我、我中有你”,难舍难分了。就计算机芯片的制造来说,没有编译系统、操作系统的支持,虚拟存储、流水线等技术将难于有突破性的发展。何况硬件与软件的可相互替代性已被理论和实践证明。另外,对于信息管理与信息系统专业来说,对信息技术的了解仅仅是在应用层,而不是在设计与制造层。

对计算机系统结构的研究,有两个不同的角度,即从软件开发(在机器语言或汇编语言级进行软件设计)人员的角度和从计算机设计人员的角度。前者关心的是怎样合理地进行硬、软件功能的分配,为软件人员提供更适合的环境;后者关心的是怎样实现功能和指标的分配,通过部件的逻辑设计、物理实现、合理的连接和与软件之间的分工合作,以确定如何提高计算机系统的性能价格比。考虑到信息管理与信息系统专业的培养目标,本书兼顾了这两个方面,相当于综合计算机专业的计算机组成原理、操作系统以及体系结构的内容,但不涉及电路细节。同时,由于信息管理与信息系统专业还要开设计算机网络课程,因而这部分内容也不列入本书。

本书涉及面较广,既要讲清计算机的系统结构和工作原理,又要力求反映计算机科学中的新技术和新思想,还要考虑学时数的限制,加之作者的水平有限、成书仓促,错误和问题在所难免,非常希望得到更多的批评和建设性意见。

李伟、张秋菊、李爱军、赵忠孝和朱嘉钢参加了本书的部分编写工作。电子工业出版社刘宪兰在本书的出版过程中付出了极为艰巨的辛勤劳动。在此谨向他们表示诚挚的谢意。

张基温
2002年5月

目 录

第 1 章 计算机系统原理概述	(1)
1.1 计算机元器件技术	(2)
1.1.1 机械计算机	(2)
1.1.2 电子计算机	(3)
1.1.3 计算机器件展望	(4)
1.2 计算机组成原理	(7)
1.2.1 计算机系统的功能部件	(7)
1.2.2 计算机的工作过程	(9)
1.2.3 Neumann 原理	(15)
1.3 计算机操作系统	(16)
1.3.1 操作系统的概念与计算机系统结构	(16)
1.3.2 操作系统的功能	(17)
1.3.3 操作系统的结构类型	(20)
1.3.4 操作系统的类型	(26)
1.3.5 进程和重定位	(28)
1.4 现代计算机系统评价与发展	(29)
1.4.1 现代计算机的基本特征	(29)
1.4.2 计算机的性能	(30)
1.4.3 计算机系统结构的发展	(31)
习题	(34)
第 2 章 编码与运算基础	(37)
2.1 数值数据的二进制编码	(38)
2.1.1 二进制数与十进制数间的对应关系	(38)
2.1.2 二进制运算基础	(39)
2.1.3 八进制 (Octal) 和十六进制 (Hexadecimal)	(40)
2.1.4 二十进制 (BCD) 码	(41)
2.1.5 机器数	(42)
2.1.6 机器数的浮点与定点表示法	(46)

2.2	运算逻辑基础	(47)
2.2.1	加法器	(47)
2.2.2	逻辑运算与逻辑电路	(49)
2.3	非数值数据的二进制编码	(53)
2.3.1	ASCII 字符编码	(53)
2.3.2	汉字编码	(54)
2.3.3	多媒体数据编码	(56)
2.4	指令编码	(58)
2.4.1	指令的语法	(59)
2.4.2	指令的语义和指令的种类	(59)
2.5	数据检验码	(60)
2.5.1	奇偶检验码	(60)
2.5.2	汉明码	(62)
2.5.3	循环冗余检验码 (CRC)	(63)
	习题	(65)
第3章	I/O 系统	(71)
3.1	外部设备	(72)
3.1.1	外部设备的分类	(72)
3.1.2	人-机界面技术的进步	(74)
3.2	I/O 数据传送的控制	(77)
3.2.1	直接程序传送控制	(77)
3.2.2	程序中断控制	(79)
3.2.3	DMA 控制	(89)
3.2.4	通道控制	(94)
3.2.5	IOP 和 PPU	(100)
3.3	I/O 接口	(101)
3.3.1	外部设备与主机的连接	(101)
3.3.2	缓冲技术	(102)
3.3.3	并行通信和并行接口	(104)
3.3.4	串行通信和串行接口	(107)
3.4	设备分配	(111)
3.4.1	I/O 设备分配的一般问题	(111)
3.4.2	独占设备的分配——虚拟设备技术	(113)

3.4.3	共享设备的分配——磁盘调度策略	(114)
3.5	设备驱动程序	(115)
3.5.1	设备驱动程序的功能与结构	(115)
3.5.2	设备驱动程序接口标准	(116)
3.6	I/O 系统结构	(117)
3.6.1	I/O 系统的层次结构	(117)
3.6.2	UNIX/Linux 的设备管理	(118)
3.6.3	Windows 2000/XP 的 I/O 系统	(119)
	习题	(121)
第 4 章	总线	(123)
4.1	总线概述	(124)
4.1.1	总线及其类型	(124)
4.1.2	总线通信的定时方式	(125)
4.1.3	总线的组成与仲裁	(127)
4.1.4	总线特性与性能指标	(130)
4.1.5	总线结构	(133)
4.2	系统总线	(136)
4.2.1	ISA 总线	(136)
4.2.2	微通道结构 MCA	(137)
4.2.3	EISA 总线	(137)
4.3	局部总线	(138)
4.3.1	VL-Bus 局部总线	(138)
4.3.2	PCI 局部总线	(140)
4.3.3	AGP 总线	(141)
4.4	设备总线	(142)
4.4.1	RS-232C/RS-449 串行接口标准	(142)
4.4.2	IDE 接口与 SCSI 总线	(144)
4.4.3	USB 总线	(146)
4.4.4	IEEE 1394 总线	(147)
	习题	(149)
第 5 章	存储系统	(151)
5.1	分级存储体系的形成	(152)
5.1.1	对存储系统的性能要求	(152)

5.1.2	存储系统的分级结构	(154)
5.2	主存储器的组成	(157)
5.2.1	半导体记忆元件	(157)
5.2.2	主存储器结构	(160)
5.2.3	并行存储结构	(167)
5.3	存储管理	(169)
5.3.1	连续分配存储管理	(170)
5.3.2	内存扩充技术——覆盖和交换	(172)
5.3.3	不连续分配——页式和段式存储管理	(173)
5.3.4	虚拟存储器	(177)
5.4	cache	(180)
5.4.1	cache 的特点	(180)
5.4.2	cache 的读/写过程	(180)
5.4.3	cache 结构和工作原理	(181)
5.5	辅助存储器	(182)
5.5.1	辅助存储器的主要技术指标	(183)
5.5.2	磁表面存储原理	(184)
5.5.3	磁盘存储器	(187)
5.5.4	磁盘阵列 RAID	(193)
5.5.5	磁带存储器	(194)
5.5.6	光盘存储器	(195)
5.5.7	闪速存储器	(201)
5.6	文件系统	(201)
5.6.1	文件的逻辑结构与物理结构	(201)
5.6.2	文件的控制结构和目录	(205)
5.6.3	文件保护	(206)
5.6.4	文件系统结构	(207)
	习题	(208)
第 6 章	处理器及其管理	(213)
6.1	指令系统	(214)
6.1.1	指令系统的意义	(214)
6.1.2	机器语言与汇编语言	(215)
6.1.3	寻址方式	(217)

6.1.4	80x86 和 Pentium CPU 中的可编程寄存器	(223)
6.1.5	数据传送指令	(225)
6.1.6	算术运算指令	(227)
6.1.7	逻辑指令	(228)
6.1.8	串操作指令	(229)
6.1.9	程序控制指令	(229)
6.2	控制器基本逻辑	(230)
6.2.1	指令的时序	(230)
6.2.2	控制器的基本组成	(233)
6.2.3	组合逻辑控制器	(234)
6.2.4	微程序控制器	(237)
6.3	流水线技术	(242)
6.3.1	提高计算机处理能力的基本思路	(242)
6.3.2	流水线结构	(243)
6.3.3	流水线中的访存冲突和相关处理	(246)
6.3.4	流水线中的多发射技术	(249)
6.3.5	Pentium CPU	(252)
6.4	RISC 处理器	(255)
6.4.1	CISC 与 RISC	(255)
6.4.2	RISC 技术要点	(258)
6.4.3	Power PC	(263)
6.4.4	RISC, CISC 和 VLIW 技术的融合	(264)
6.5	阵列处理机	(266)
6.5.1	阵列处理机的特点与结构	(266)
6.5.2	并行系统中的存储组织	(268)
6.6	进程及处理机管理	(269)
6.6.1	计算机中的并行处理技术与进程的引入	(269)
6.6.2	进程的特征	(272)
6.6.3	进程模型与进程描述	(273)
6.6.4	进程调度	(276)
6.6.5	进程通信	(278)
6.6.6	线程	(285)
	习题	(288)
	参考文献	(295)

第 1 章

计算机系统 原理概述

本章的目的是帮助初学者建立有关计算机系统的基本轮廓。但是,这种轮廓的建立是非常困难的,因为人们对初步接触事物的了解往往如瞎子摸象,只能从局部或一个角度去认识,这样得出的结论自然是非常片面的。而消除片面性的有效办法就是首先从不同位置摸一摸,从多个角度看一看。

计算机系统是在功能需求、元器件技术发展和体系结构改进三股力量的推动下不断发展进步的。

本章内容包括:

- 计算机的元器件技术——元器件视角;
- 计算机组成原理——基本功能视角和体系结构视角;
- 计算机操作系统——扩充功能视角和体系结构视角;
- 计算机系统的评价和发展——综合视角。

1.1 计算机元器件技术

1.1.1 机械计算机

人类的劳动和智慧创造了工具，用以扩展并延伸自己的功能：用机械工具扩展并延伸四肢的功能，用测试工具扩展并延伸感官的功能，用计算工具扩展和延伸大脑的计算和信息处理功能。

远古时期，人类没有文字，只能通过刻木记事、结绳记事、穴石记事的方法记载发生过的事件。但是随着时间的推移，这些刻痕、绳结、石块所代表的具体事件往往不再可被分辨，留下的仅仅是事件的多少。这便是“数”的开始。显然，这个时期的“记事”不过是“记数”而已，用以记事的刻痕、绳结、石块实质上是记数的工具。

人类社会的生产力稍有提高，从刻木记事、结绳记事、穴石记事中所获得的简单的“多”与“少”的概念，便不能满足要求了。为了准确地进行数的比较，多数人选择了最自然、最熟悉、使用起来最方便的十指对数进行统一度量。从此，人类由记数进步到计数，人的十指除了劳动之外还兼做了计数和计算的工具。人类用十指扩展了自己大脑的计算功能。这种天赋的计算工具迄今还常被人们用来进行简单的计算。

用十指数，产生了相应的十进制计数法。在此基础上，逐步形成了今天的具有一整套公理和计算方法的数学体系。

当生产力进一步发展到 10 个手指所提供的运算精度不能满足科学和技术需要的时候，人们便不得不开始寻找非自然的计算工具。算盘便是历史上所记载的、最早的、功能较完善的机械式计算工具。算盘由边、梁、档、珠 4 部分组成，每一档模拟一个人，每档梁上的 2 个珠子模拟了一个人的双手，梁下 5 个珠子模拟了一只手的 5 个指头，增加档数便可成倍地提高运算精度。

用算盘计算称为珠算。珠算除了要使用算盘之外，还要使用口诀。口诀是针对算盘的结构特点所设计的基本操作集，用今天计算机的术语，可以称为算盘的指令系统或珠算语言。对不同的计算，要使用这个指令系统中的操作的不同序列。

珠算的发明是人类计算工具史上的一次大飞跃，它的科学性经住了长期实践的考验，在今天仍然有着极其顽强的生命力。这是中华民族为人类文明所做的重大贡献之一。据记载，公元前五六世纪，中国便开始使用算盘。15、16 世纪中国的算盘传至日本，并影响到欧洲，激励了各国计算工具的发展。

在欧洲，人们所知道的最早能做加、减法的计算机是 Pascal 于 1642 年设计的。这种机器曾在法国用于计算税收，取得了很大的成功。1673 年数学家 Leibnitz 改进了 Pascal 的设计，为其增加了乘、除运算功能。这两种机器发明虽早，可惜由于当时的生产技术

水平低，还不能提供廉价、精密的零件，使得大约经历了两个世纪，直到 19 世纪，手摇计算机才得以商品化生产。

1.1.2 电子计算机

1854 年，英国数学家 George Boole 发表了《布尔代数》，把逻辑理论建立在了“0”、“1”两种值和“与”、“或”、“非”3 种基本逻辑运算之上，为采用二进制的数字计算机提供了理论基础。

1919 年，W.H.Ecclers 和 F.W.Jordan 用两只三极电子管接成了 E-J 双稳态触发器，提供了用电子元件表示二进制数的能力，为计算机提供了新的元件。20 世纪 40 年代，无线电技术和电子工业进入高度活跃期，从而进一步打开了电子技术与计算技术相结合的道路。

1939 年 12 月，美国依阿华大学的物理学教授 J.V.Atanosoff 首次试用电子元件按二进制逻辑制造了一台电子管数字计算机。这项工作曾因战争一度中断，1942 年才又在研究生 Clifford Berry 的帮助下制成一台很小的电子管计算机 ABC (Atanosoff Berry Computer)。

1943 年 4 月，由于当时的第二次世界大战急需高速、准确的计算工具来解决弹道计算问题，按照与美国陆军阿伯丁弹道试验室的合同，宾夕法尼亚大学摩尔电工学院开始试制一台被称为 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) 的电子数字计算机。J.W.Mauchly 和 J.P.Eckert 按 Atanosoff 的方案，于 1946 年 2 月 15 日制造出了这台机器。ENIAC 共用了 18 800 个电子管，体积为 85 m^3 (3 000 立方英尺)，耗电 150 kW，重达 30 t，占地 170 m^2 ，真算是一个庞然大物。人们一般认为，计算机从此进入了电子时代。电子技术的使用使计算机的运算速度大大提高，ENIAC 的计算速度一下子被提高到 5 000 次加法 / 秒。

元器件的进步一直是计算机技术不断发展、计算机性能不断提高的最积极因素之一。在电子计算机的发展过程中，现代科学技术，尤其是电子技术总是不断地为人类最重要的工具——计算机提供最先进的技术装备，使得电子计算机有了惊人的发展。从第一台电子计算机诞生到现在短短的 50 多年间，电子计算机却已经历了真空管、晶体管分立元件、集成电路、大规模集成电路、超大规模集成电路等五代。微元件技术的进步，又反过来使得电子计算机系统的设计和应用环境发生了深刻的变化。元件的微小化，使得电子计算机的记忆能力显著增强、运算速度急剧提高。表 1.1 为近 30 年间微处理器芯片集成度的发展状况，以及对应的影响运算速度关键指标的主频提高状况。主频时钟好像是做广播体操时的节拍，主频越高，各部件动作越快，运算速度越高。

表 1.1 近 30 年间计算机微处理器芯片集成度的发展状况

年 份	集 成 度 (晶体管数/万只)	线 宽 (μm)	主 频 时 钟 (MHz)	代 表 芯 片
1971	0.2	2	2	Intel 4004
1978	3	1.5	5~8	Intel 8086
1989	100	1	35~40	Intel 80486
1993	300	0.6	60~150	Intel Pentium
2000	1000	0.18	1.4×10^3	Intel P4

线宽是芯片集成度的主要制造工艺指标。目前正在研制 $0.13 \mu\text{m}$ 的芯片。今后，电子计算机的运算速度还将继续提高，但已有研究表明，集成电路块内电子元件的尺寸缩小已接近物理极限。如当电路线宽小于 $0.1 \mu\text{m}$ 时，电路内将产生电子波动，电子元件的有序将被破坏，因而迫切需要另辟蹊径。

1.1.3 计算机器件展望

1. 光学计算机

光速是物质所能达到的最快的速度。电子的传播速度只能达到 593 km/s ，而光子的速度是 $3 \times 10^5 \text{ km/s}$ 。同时，光的互联数大、互联密度高、功耗低、抗干扰能力强，光路间可以交叉，也可以与电子信号交叉，不产生互相干扰。因此光技术是超并行、高容错、超高速、高带宽、强抗扰计算机的理想技术。

早在 1940 年，现代计算机之父，美籍匈牙利科学家 Von Neumann 就曾经提出过利用光学原理制造数字计算机的设想。但是由于技术方面的难度，光学计算机的研制一直处于缓慢的前进状态。到了 1960 年，第一台激光器的诞生才为光学器件的研制奠定了基础。而又过了近 20 年，即在 1979 年，第一个半导体光学双稳态器件才研制成功。从此，把光学计算机的研制逐步推向高潮。1985 年，美国 AT&T 公司贝尔实验室终于研制成利用自由光效应 (SEED) 的光处理机。1990 年，该实验室又研制成使用对称 SEED (S-SEED) 器件的第一台全光数字计算机。目前的主要困难在于没有与之匹配的存储器件。

2. 超导器件计算机

随着半导体器件集成度的提高，硅半导体工艺越来越接近极限，于是不少人把希望寄予超导 (superconductivity) 现象的研究。

超导现象是金属、合金和化合物在温度低于某一临界温度 T_c 时，电阻陡然降为零的现象。在一个超导回路中，电流将无限流动，只有外加磁场或升高温度时，才会中断该超导性。具有这种特性的物体称为超导体。

超导体还有一个非常特殊的现象：若把两个超导体构成一个隧道结，两者之间用绝缘层相隔，则当此绝缘层减薄到一定程度并将此结置于临界温度之下时，无需加电压，就有电流通过此绝缘层。这种电流称为隧道效应超导电流，这种现象称为超导约瑟夫逊效应（Josephson Effect of Superconductivity），基于这种效应的器件称为约瑟夫逊器件。而当电流超过此超导电流的阈值时，结电阻会陡变为高电阻，并且，可以通过外加磁场来减少约瑟夫逊结的有效面积以减小阈值电流，将约瑟夫逊结器件由超导态变为常态，从而使约瑟夫逊器件呈可控的二态性。

约瑟夫逊结现象是 20 世纪 60 年代被发现的。它的诱人前景立即被计算机专家看好。美、日等国的许多大公司投入了巨资进行研究。1985 年，前苏联科学家 Likharev 等人发现了快速单磁通量子（RSFQ, Rapid Single-Flux-Quantum）：利用穿过超导环的磁通量具有量子特征，以磁通量表示数字信息并用铌代替铝合金制成超导薄膜，可以使基于 RSFQ 的逻辑电路的时钟频率达到几百吉赫兹，而功率消耗只有 0.3 微瓦每门，从而实现了数字电路技术上的一次突破。但是，超导计算机的研究还有许多问题没有解决。

3. 生物计算机

早在 20 世纪 80 年代，科学家就制造出了蛋白质分子电路，这种电路由视紫红蛋白组成。视紫红蛋白有一种特性：用一定能量的绿色激光照射，分子就会打结，在红色激光照射下，又会恢复原状。从而形成一种蛋白质分子开关，为制造生物计算机迈出了可喜的一步。

科学家们还发现，DNA 上含有大量遗传密码，通过生物化学反应可以完成遗传信息的传递。这些密码就是存储的信息。DNA 分子之间可以在某种酶的作用下瞬间完成生物化学反应，从一种基因代码变为另一种基因代码，借此实现运算。而反应前的基因代码可以作为输入信息，反应后的基因代码可以作为输出信息。1994 年 11 月，在美国《科学》杂志上最早公布 DNA 计算机的南加利福尼亚大学的伦纳德·阿德拉曼博士在试管中成功地实现了计算过程。他认为，DNA 计算机能解决非常复杂的数学难题。DNA 计算机能像人脑一样进行模糊计算，其判断结果再不是简单的 1（是）或 0（非），而是 0~1 之间的模糊值。从而向智能化前进了一大步。

DNA 分子的尺寸非常小，直径在 1.8~2.3 nm 之间，其上又含有大量的遗传密码，存储容量非常大，1 m³ 的 DNA 溶液可存储 1 万亿亿（ 1×10^{20} ）位的信息，相当于目前世界上所有的计算机的总存储容量，而消耗的能量只有一台普通计算机的十亿分之一。专家们估计，将来一台 DNA 计算机同时可进行 10 亿亿（ 1×10^{17} ）次计算，因而可以获得极高的运算速度，几天的运算就相当于目前世界上所有计算机问世以来的总运算量。

DNA 生物化学计算机是人类一直梦寐以求的愿望，它可以实现现有计算机无法真正实现的模糊推理和神经网络运算，是智能计算机以至“人造大脑”最有希望的突破口。