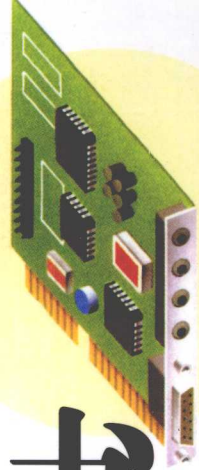


· 畅销全球的经典科普读物 ·

本书由专业的创作团队编撰而成，呈现了最全面的科学内容和最前沿的科学观点，是一部兼具知识性和趣味性，极具指导意义和启迪作用的百科全书。自面世以来，该书便得到了广泛好评，成为畅销经典。

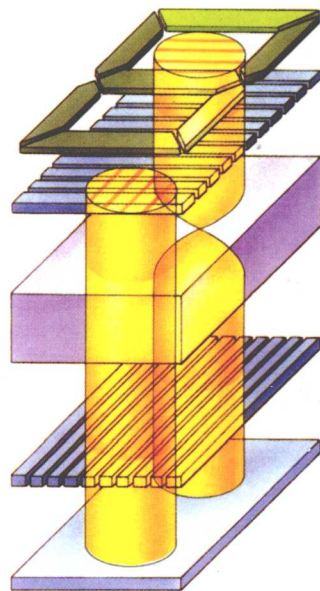


科学大百科全书

4

计算机 进化与遗传

(英) 托尼·多德 (英) 麦克·阿勒比 (英) 吉尔·贝利 本册主编
郭和益 苏莹雪 本册译者



NLIC2970805379

中国华侨出版社



科学大百科 全书

4 计算机 进化与遗传

(英) 托尼·多德 (英) 麦克·阿勒比 (英) 吉尔·贝利 本册主编
郭和益 苏莹雪 本册译者



目 录

计算机

时间表	8
-----------	---

1. 计数和度量.....13

数字系统	14
测量我们的世界	16
模拟记录和数字记录	18
计算机设备	20
集成电路	22
逻辑电路	24
什么是计算机?	26

2. 芯片和硬件.....27

中央处理器	28
总线通道	30
内 存	32

存储设备	34
计算机外围设备	36
与他人通信	38

3. 软件内部39

信息成为数据	40
编写程序	42
操作系统	44
用户界面	46
让计算机更友好	50

4. 软件应用51

文字处理	52
电子表格	54
数据库	56
图 形	58

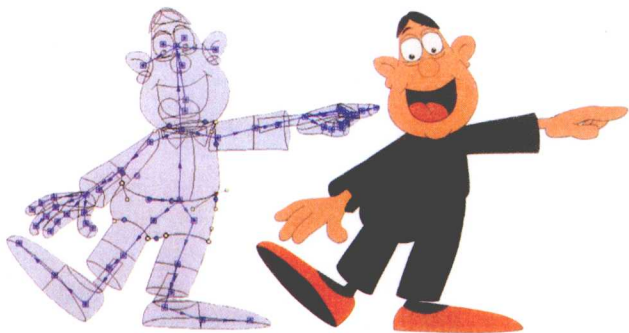
5. 系统与架构.....59

工作站	60
主 机	62
网 络	64
嵌入式系统	66

6. 日常使用的计算机.....67

学校和家庭中的计算机	68
办公室里的计算机	70
在工厂	72
智能机器人	74
在设计工作室	76
人体内的计算机	78
远程通信	80
建模预报	82
趋势预测	84





故障保护系统 86

数据保护 88

7. 计算机科学的未来.....89

并行处理 90

开放式架构 92

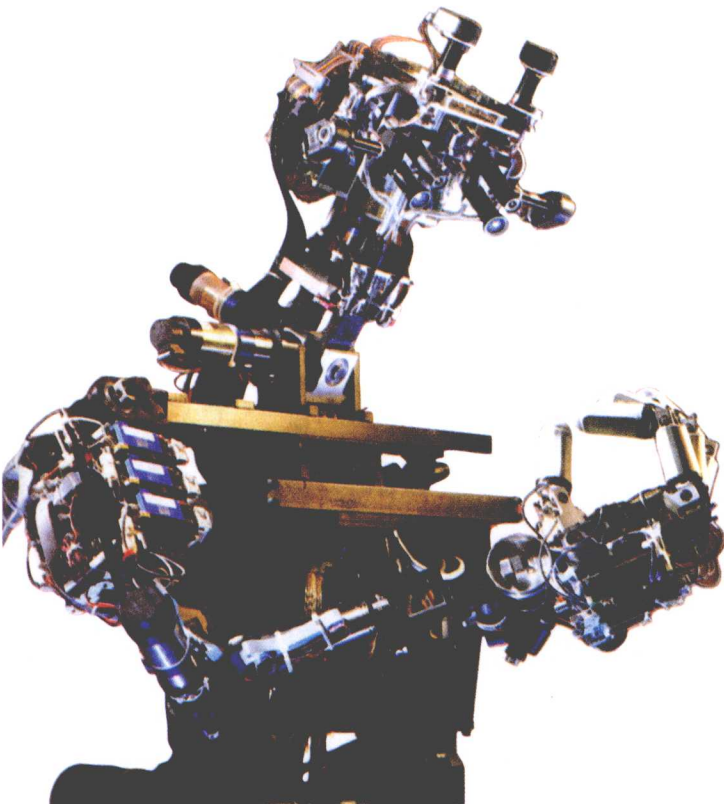
多媒体 94

信息高速公路 96

万维网 98

虚拟现实 100

远程呈现 102



纳米技术 104

人工智能 106

非电子计算机 108

进化与遗传

时间表 112

1. 生命的结构.....117

活细胞 118

细胞核内部 120

追踪分子 122

制造信息 124

传道信息 126

细菌和病毒 128

2. 为生命编码.....129

蛋白质及核酸 130

遗传代码 132

解 码 134

基因开闭 136

程序化发育 138

生命的局限 140

3. 遗传模式141

有性生殖 142

性别决定 144

无性生殖 146

孟德尔的突破 148

基因混合 150

等级模式 152

4. 进化和变异.....153

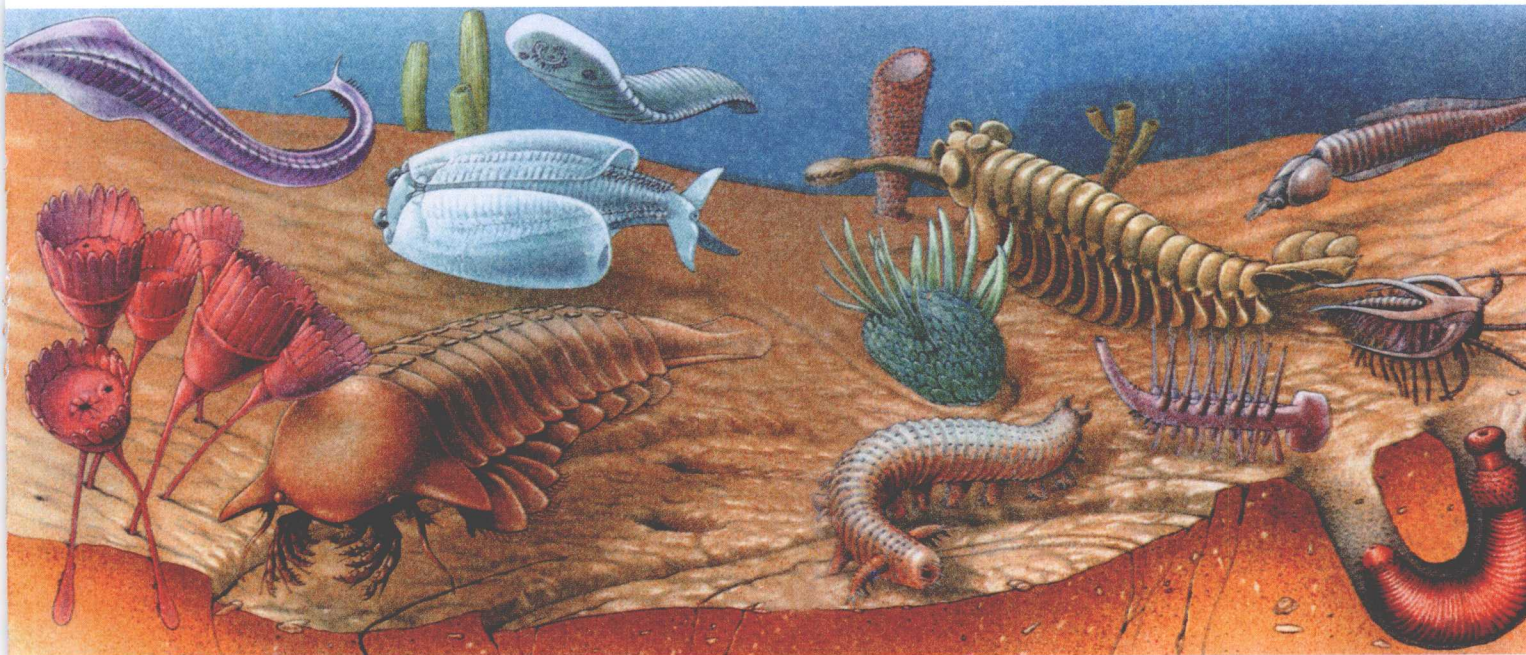
基于自然选择的进化 154

遗传漂变 156

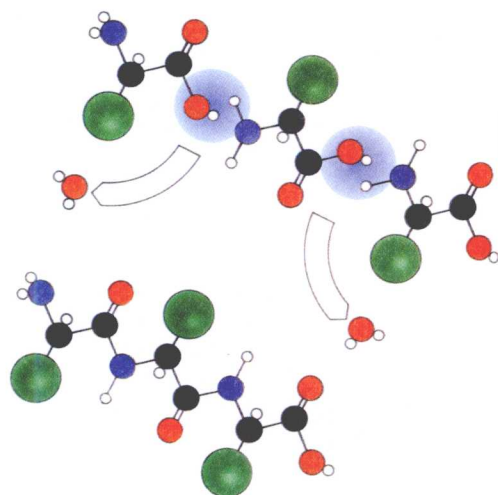
变异和生存 158

生存策略 160

基因代码中的变异 162



物种的兴衰	164
物种和其他亲缘	166
共同进化	168
化石	170
通往过去的隐藏线索	172
相关还是适应	174



5. 地球上的生命史	175
最早的生命形式	176
生命的爆发	178
生命登陆	180

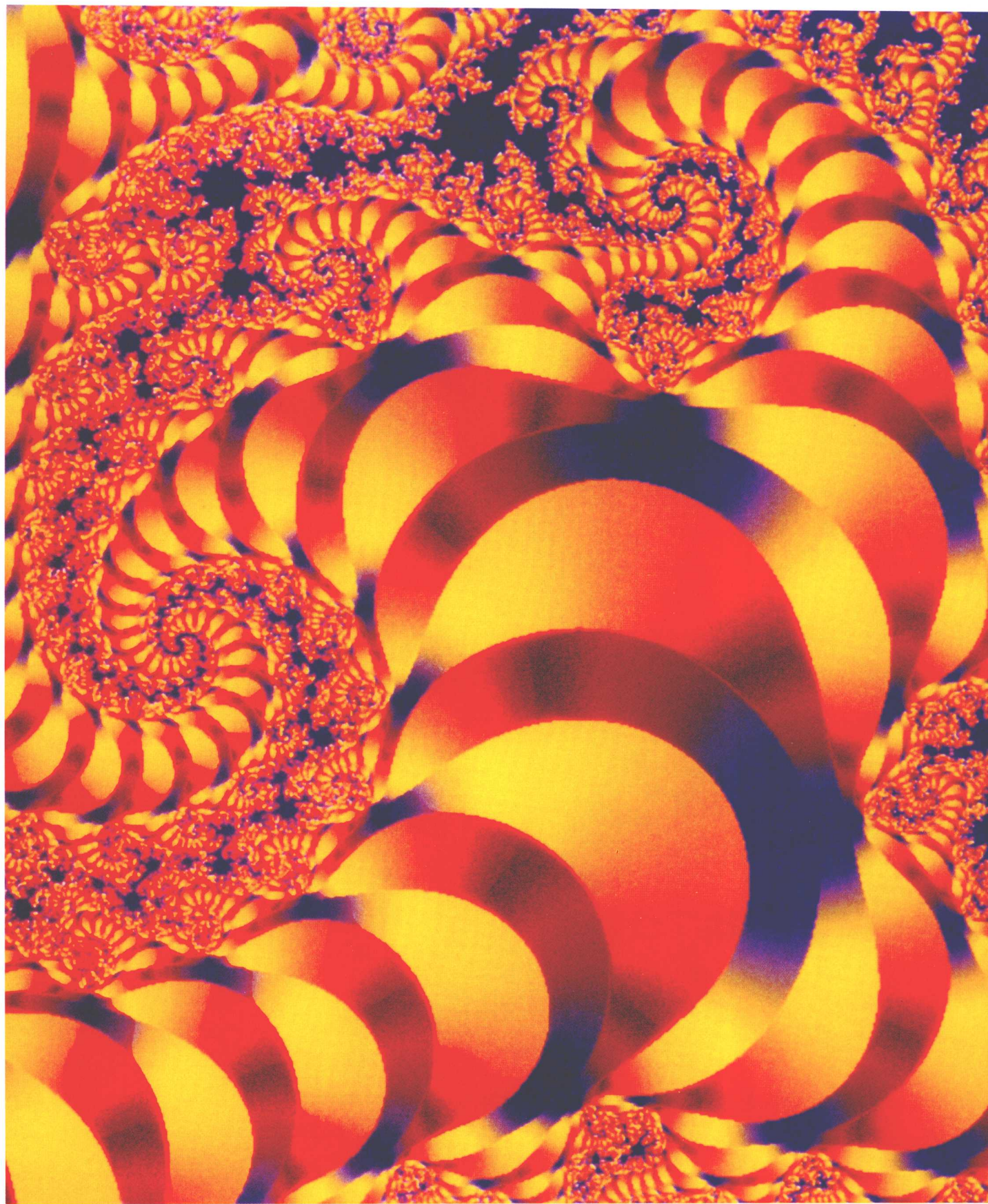
成王败寇	182
人类的进化	184
遗传分子	186

6. 设计新生命.....187

重组 DNA	188
发现基因	190
人类基因组计划	192
生命工厂	194
克隆	196
新农业革命	198

7. 人类遗传学.....199

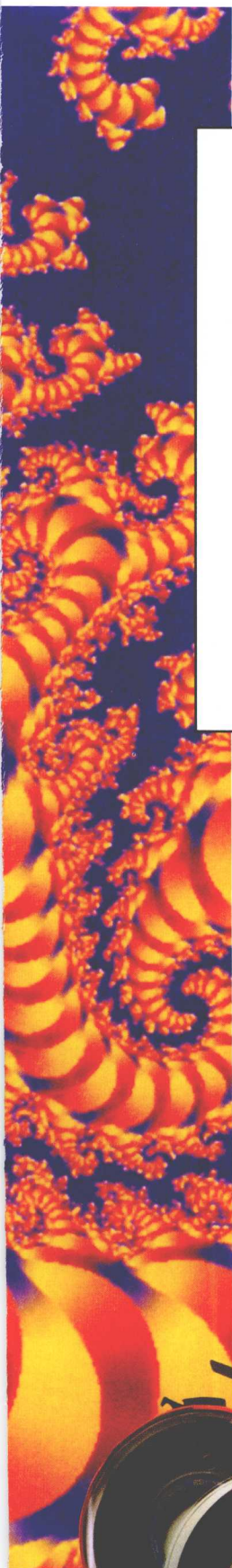
基因中的疾病	200
癌症遗传学	202
遗传学药物	204
新疾病的进化	206
临床及法医遗传学	208
免疫系统	210
阻碍及伦理学	212
术语表	214





计算机

COMPUTING



时间表

有这样一个不算新颖的观点，认为人类对于一个自然现象知之甚少，直到我们能够测量这一现象并以数字的形式表示。两千多年以前，古希腊哲学家毕达哥拉斯指出：数字是理解宇宙

的钥匙。从毕达哥拉斯的时代以来，所有科学的进展都有同样的特征，即需要更为精确的测量——无论是对自然现象还是人造物体和事件——以及解释这些测量结果的理论的发展。

由于如此众多的科学依赖于数学描述，因此总是需要有精确而强大的计算工具，第一步进展是苏格兰数学家约翰·纳皮尔在 1614 年发明了对数。很快，一系列利用对数的数学计算工具随之产生，

美索不达米亚人发展出一种位置数字系统，在这种系统中，一个符号的值依赖于它在数字中的位置（约公元前 2500 年）。

法国科学家和数学家巴莱斯·帕斯卡制造了一台机械式计算器，可以进行加减运算（1642 年）。

法国纺织品生产商约瑟夫·玛利·雅卡尔发明了一种由打孔卡片控制的自动织机（1801 年）。

阿拉伯数字传入欧洲（约 1200 年）。

荷兰天文学家克里斯蒂安·惠更斯在荷兰设计了第一台实用摆钟（1657 年）。

英国人查尔斯·巴贝奇开始制造一种原型机械计算机，即差分机，是一种用于计算对数和三角函数的工具。最早的程序由他的同伴爱达·拉夫拉斯伯爵夫人在 1835 年编写（1822 年）。

第一台机械钟在欧洲被制造出来（1300 年）。

德国数学家戈特弗雷德·莱布尼兹发明了二进制算术，只用两个符号表示数字（1679 年）。

英国数学家乔治·布尔发表了他的“符号逻辑”系统，现在被称为布尔代数（1854 年）。

法国国民议会创立了公制，将北极点到赤道的距离的千万分之一定义为 1 米（1793 年）。

美国科学家德李·德福雷斯特利用热阴极电子管发明了电子开关（1906 年）。

中国人和巴比伦人发明了算盘，是加法机的最早形式（约公元前 3000 年）。

约翰纳斯·古登堡在德国发明了活字印版（15 世纪 40 年代）。

英国哲学家弗朗西斯·培根在他的《新亚特兰蒂斯》一书中预言了机器人、电话、录音带和电动机（1627 年）。

苏格兰科学家亚历山大·格拉汉姆·贝尔发明了电话（1876 年）。

丹麦工程师浦尔生作了最早的数据磁记录（1900 年）。

英国发明家威廉·奥特雷德发明了计算尺——一种基于对数的计算工具（1615 年）。

最早的自动电话交换线路在美国印第安纳州的拉波特开通（1892 年）。

苏格兰数学家约翰·纳皮尔发明了对数，可以通过简单的加减运算来完成乘除运算（1614 年）。

赫尔曼·霍尔瑞斯发明了打孔卡片阅读器，用于美国人口普查的自动分析（1890 年）。

数学

测量学

计算机和计算器

信息技术

远程通信

公元元年

1600

1700

1900

例如计算尺（发明于 1615 年，并且直到 20 世纪仍在广泛使用）。机械式的计算器在 1642 年出现，当时年轻的法国数学家巴莱斯·帕斯卡制造了一台加减法机，由一系列的齿轮和轮子操控，可以相加八位的数字。类似的机器直到 20 世纪 60 年代仍在普遍使用。

具有一种可变程序的通用计算设备最早在英国数学家查尔斯·巴贝奇的著作中出现，在 19 世纪 20 年代，他设计了一架“分析引擎”，来执行通过打孔卡片输入的运算（从 1801 年雅卡尔发明的提花织布机借鉴的一个想法）。这种设备从来没有被制造出来（它将需要 5 万个活动部件），但是这一概念包含了许多现代计算机运行的基础原理。

最早的一台实用型计算机（也就是通用计算机器）——可以根

据存储在机器上的程序执行任务——出现在 20 世纪 40 年代，它们用真空管建造，体积巨大而且效率低下。最早的全电子计算机，叫做“埃尼阿克”（ENIAC），重达 30 吨，包含 1.8 万个电子管，非常巨大，要占据一个大房间。这些电子管寿命很短，以至于 ENIAC 持续运行 10 分钟就会出现电子管损坏的情况，而且必须水冷防止过热。

英国数学家阿兰·图灵发表了论文《计算机的数学原理》（1937 年）。

美国人格雷斯·赫柏发现哈佛的“马克 II”计算机里面有一只大飞蛾，导致了一个错误。她将这只昆虫除去，“除虫”（清除软件漏洞）这一说法因而被创造出来（1945 年）。

第一台通用的全电子数字计算机 ENIAC（中文称为“埃尼阿克”，全称为“电子计数器、积分器、分析器和计算机”）在美国的宾夕法尼亚大学被制造出来（1945 年）。

美国德州仪器公司的高登·蒂尔以硅为材料制作出晶体管（1954 年）。

美国人乔治·德沃为一个可编程机械手臂申请了专利，开创了工业机器人时代（1954 年）。

第一种高级计算机语言 FORTRAN 在美国由 IBM 公司开发出来（1957 年）。

美国人约翰·冯·诺伊曼发展了游戏的数学原理（1944 年）。

第一台商业化生产的计算机“FERRANTI MARK I”投放市场。格雷斯·赫柏发明了计算机编译程序（1951 年）。

第一台晶体管计算机“崔迪克”（TRADIC）由美国的贝尔实验室制造出来（1955 年）。

美国德州仪器公司的杰克·基尔比制成了第一块集成电路（1958 年）。

美国数学家克劳德·香农展示了电子开关电路可以执行逻辑操作（1938 年）。

英国科学家制造了一台被称为“巨人”的计算机，用于破解敌军密码（1943 年）。

第一台存储程序计算机“马克 I”在英国的曼彻斯特大学完成建造（1948 年）。

约翰·巴丁、沃尔特·布拉坦因和威廉·肖克利在美国新泽西州的贝尔电话实验室发明了晶体管（1948 年）。

美国数学家克劳德·香农以一篇意义重大的关于通信的数学理论的论文开创了信息论（1948 年）。

美国人诺伯特·维纳发表了《控制论》，这是一部关于反馈和自动化过程的数学专著（1948 年）。

第一条跨大西洋电话线缆——Tat1 被铺设在苏格兰和纽芬兰之间，它可以同时传输 36 路电话通话（1956 年）。

美国 Unimation 公司制造了一个原型工业机器人，称为 Unimate（通用机械手），可以举起并移动物体（1959 年）。

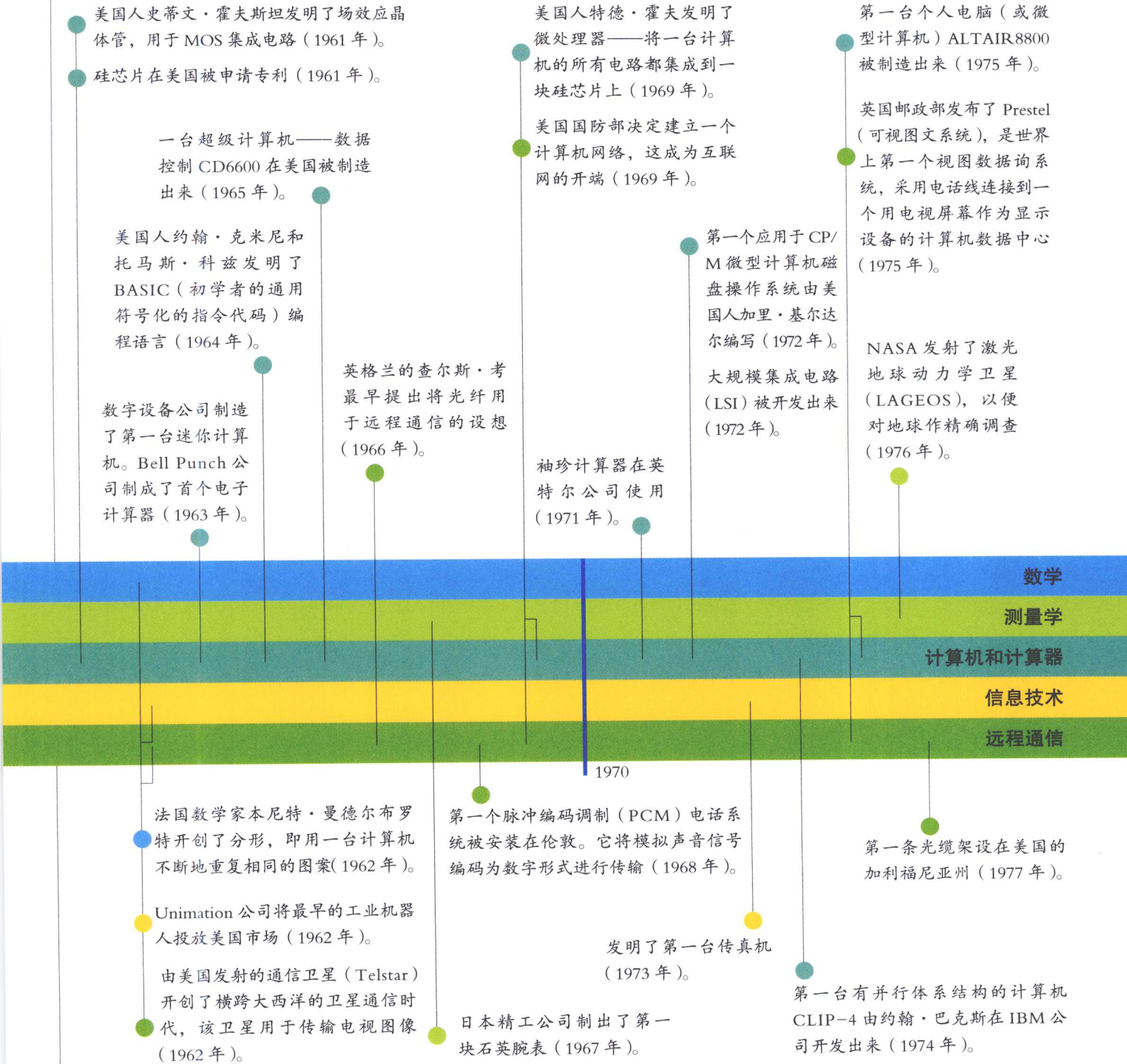
康拉德·祖泽在德国制造了一台简单的电子可编程计算机（1941 年）。

1950

制造实用计算机的突破是1948年晶体管的发明，这使得电子管被更小、更高效的固体设备所取代。随后出现了集成电路，晶体管和电路被集成在单块的印刷电路板上。最后出现了超大规模集成电路，将计算机的中央处理器缩减到很小的尺寸，蚀刻在

一块硅芯片上，具有强大的计算能力和记忆功能。结果，计算机在运行性能和处理速度上得到极大提升，而成本却大幅下降。ENIAC中的所有电路现在都被包含在一块硅芯片上，而这块芯片只有小孩的指甲一般大小。

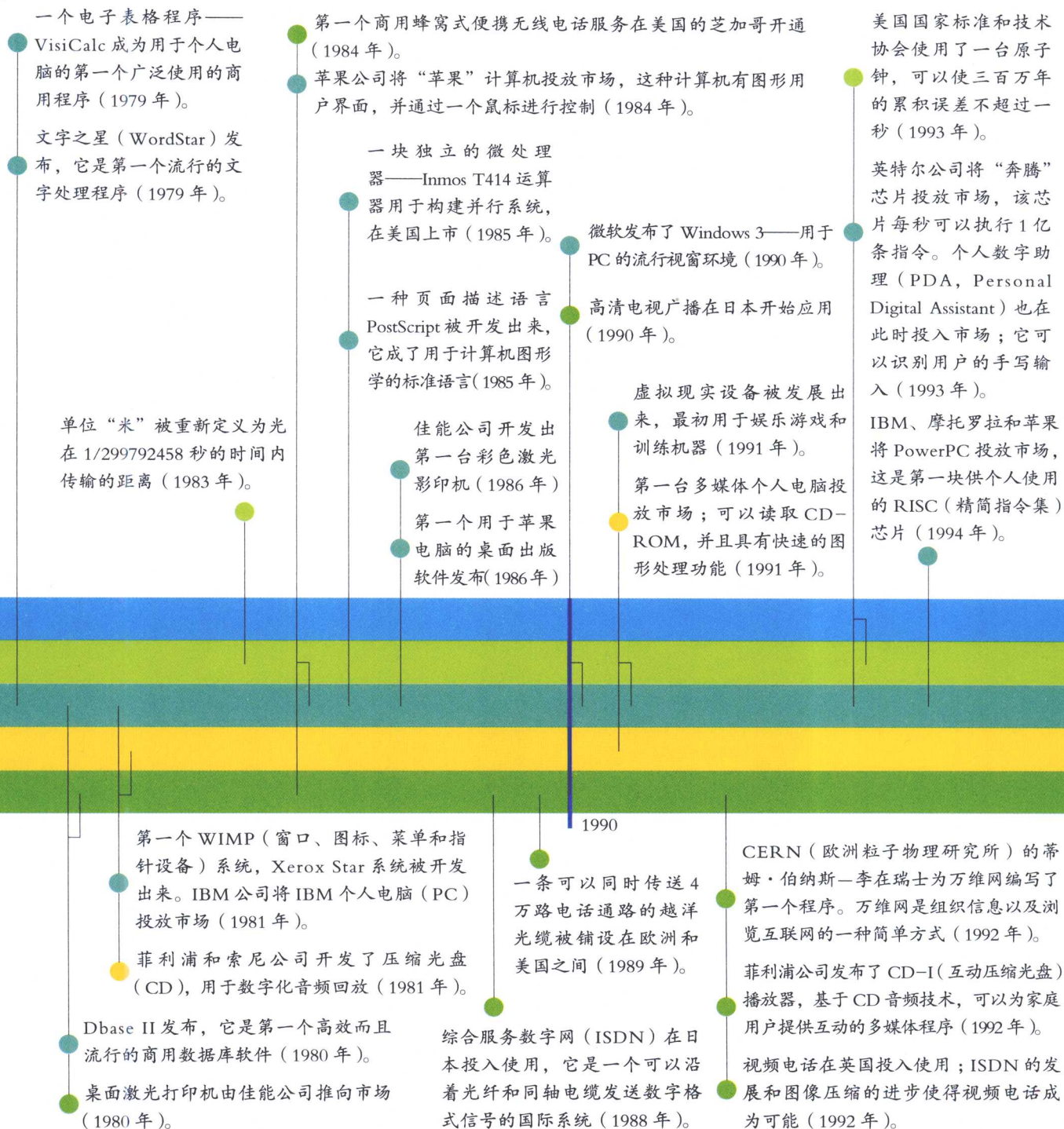
今天的桌面计算机——也就是PC机（或称个人电脑）——比ENIAC的功能强大了很多倍，而且它的普及程度也远远超出了计算机先驱们的想象。早期的计算机必须使用一种一般人无法理解的语言编程，并且只能接受以打孔卡片的形式提供的数据。然而，由于

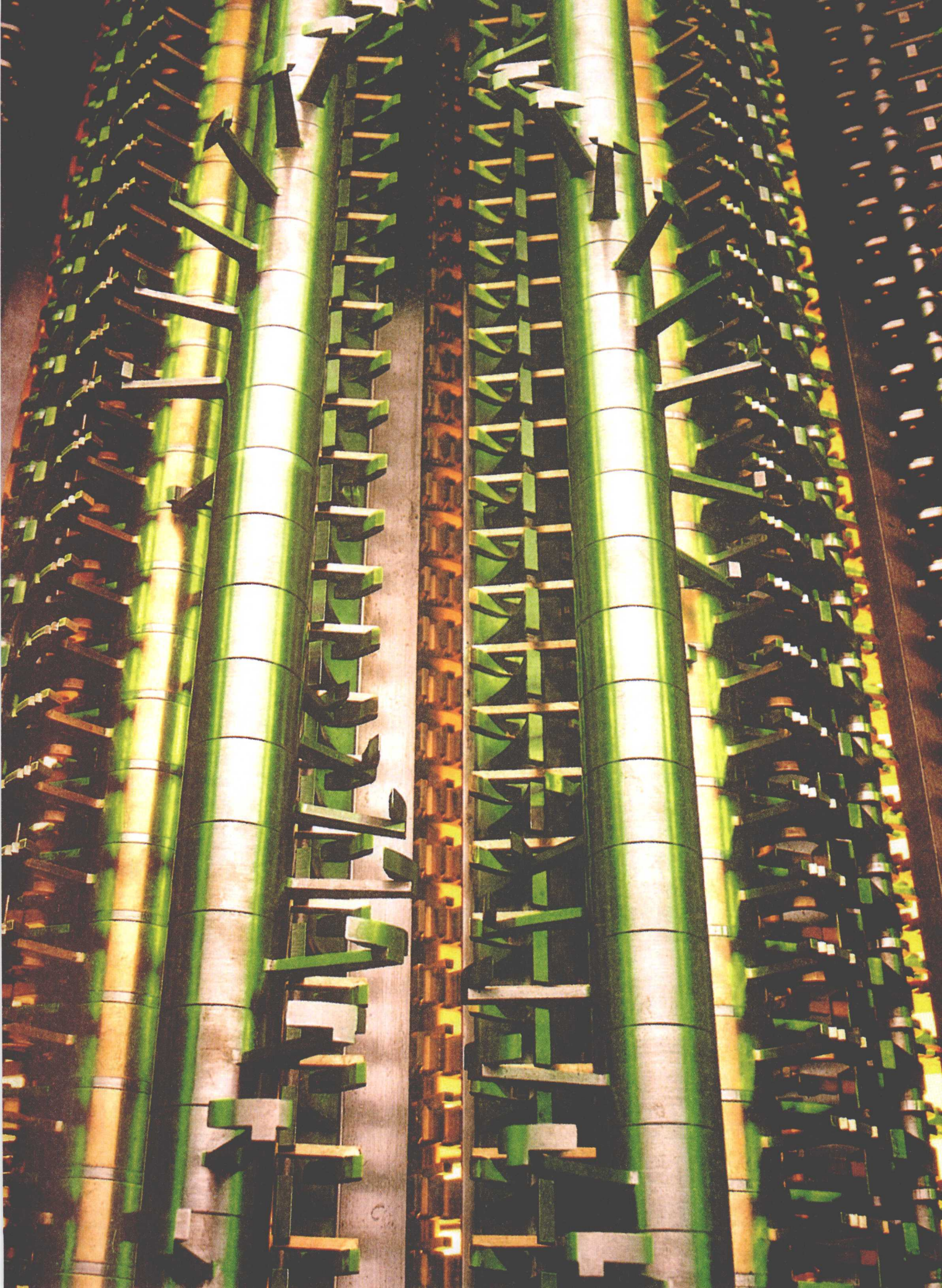


添加了键盘和可视显示器、廉价轻便的存储设备以及用于商业、生活和娱乐等各个方面的功能强大的应用软件，使得计算机在 20 世纪末成为无处不在的机器。

已经和计算机的发展紧密相系在一起的领域是远程通信。视频、音频和文字信息的数字化已经带来了很多新的存储技术，使得操作和传输数据变得更加迅速，而且计算机本身的发展也从中受益，连接世界各地的计算机的网络因此而不断增长。全球网络有效地将计算机结合进单个的系统，允许信息的即时传播以及资源共享。

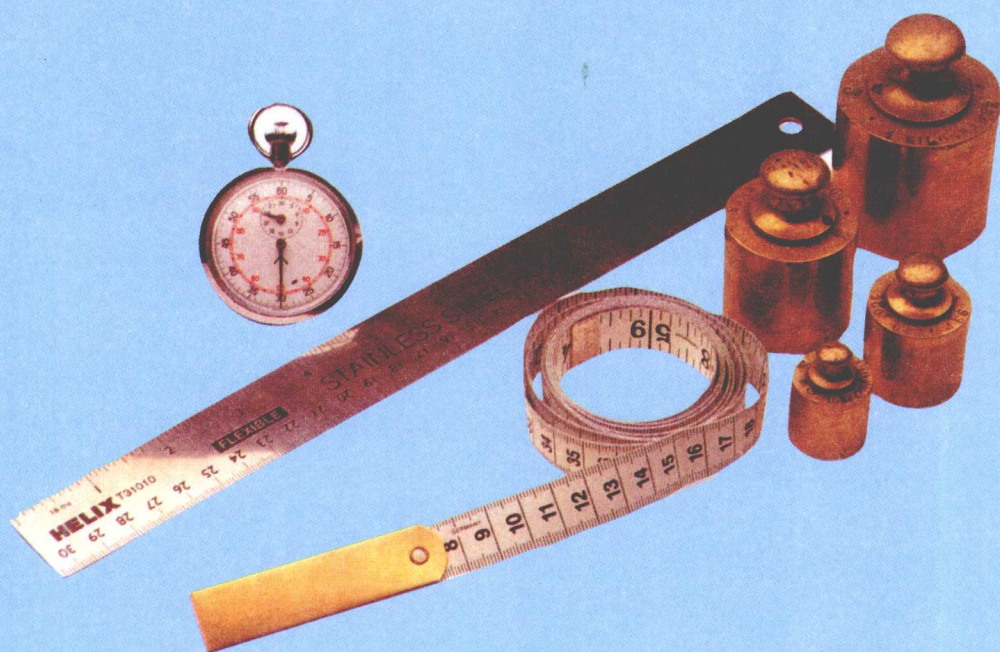
在改变人们工作方式的同时，计算机科学也催生出了全新的科学，例如混沌理论。计算机也在很多其他领域帮助科学家进行复杂的运算，并以一种精密的方式进行数据处理，通常生成增强效果的图像，例如地图，更好地辅助分析。





1 计数和度量

COUNTING AND MEASURING



无论是由人类还是由机器执行，数字系统是所有计算的基础。这些系统中我们最熟悉的是十进制系统——日常生活中的数字都以十、十的倍数和它们的倒数为基础：百和百分之一，百万和百万分之一，诸如此类。我们用数字计数整数的东西，然后扩展到度量那些不为整数的量。

计算需要赋予数字一些简单的规则，从而获得结果。例如，孩子们在学校会学到加法和乘法的规则。计算机为了完成计算，采用了这些规则的简化版本。第一步简化是它们的计数系统是二进制的，也就是说，只以0和1这两个数字为基础。尽管如此——只使用这两个数字来表示每一个数字——使计算机完成加法和乘法的电路仍然十分复杂。

然而，一个可以做加法和乘法的设备仍然不会比一个掌上计算器的简单模型好到哪儿去。为了使机器可以进行一系列的运算，就需要有一种机制（或称为程序）来自动控制计算器；只有当一台机器可以通过编程来实现计算的一个序列时，我们才能恰如其分地称之为计算机。

数字系统

大多数现代语言都有最简单的数字的名字，从“1”到“10”或者“20”。如果有人不知道“7”这个词，那么他就数不了总数为七个的一堆东西。还有更多的数字不可能有独立的名称，然而，只要设计出一个简单的数字系统，我们就可以很方便地应用这些数字。例如，一个从前没有遇到过 1567802444 这个数字的人可以数出这一数量的物品（给予足够的时间）。这是因为，对于每个可能的数字而言，我们利用一个小的数字符号的集合（0~9）以及一些简单的书写规则，命名并应用那些超过 10 的数字的无限集合，而不是采用全新的名字和书写符号来表示它。

然而，我们并不总是使用上述的简单规则。古希腊人利用他们字母表中的字母发明数字。罗马人采用的是基于字母的数字（例如 I, V, X, M, 分别代表 1, 5, 10 和 1000）。和我们一样，他们说话的时候也是通过阐述有多少个“百”，多少个“十”和多少个“一”（单位）来表达一个数字，但是以罗马方式书写大的数字要比采用现代的阿拉伯数字更加难以操作。



我们现在使用的数字书写系统是在公元 1000 年之后由阿拉伯数学家开发出来的，这就是我们所知的一种十进制系统，数字“10”是该系统的基数。大的数则采用十、百、千等各个单位的倍数进行表示。

尽管阿拉伯数字在西方国家已经成为标准数字，然而除了“10”之外的其他基数仍然应用于在各种计算之中。法国在 60 到 100 之间的数字的命名，表明“20”曾经是古老的基数（而不是“10”）。另

←不同的数字系统使用不同的基数。今天世界通用的阿拉伯系统采用 10 为基数，意味着它有 9 个数字和 1 个 0；数字 10 表示十。罗马数字系统更加复杂，这种系统中没有零，而且采用不同的字母表示诸如 5（V）、10（X）和 50（L）这样的关键数字。在二进制或以二为基数的数字系统中，只有 1 和 0 这两个数字，并且数字 10 表示 2。二进制数字很快就显得笨拙；计算机科学家更喜欢使用十六进制系统（hex），这种系统以 16 为基数。在十六进制中，数字 10 表示 16，并且存在 15 个数字（1~9 和 A~F）。这个表显示了数字 28 在每个系统中的书写形式。

→大多数现代度量系统都是十进制的，但是并非从来就是这样。直到 1972 年，英国的货币仍在使用以 12 和 20 为基数的度量系统。度量净重、贵重金属以及化学家所使用的度量系统都采用了不同的基数。二进制系统有时也会被采用。酿酒商对香槟装瓶时使用二进制度量：两个标准瓶构成一个夸脱瓶，两个夸脱瓶构成一个杰罗勃瓶，两个杰罗勃瓶构成一个玛士撒拉，两个玛士撒拉构成一个巴尔萨泽。

半标准瓶



十进制	罗马数字	二进制	十六进制
0	0	0 0 0 0 0 0	0 0
1	I	0 0 0 0 0 1	0 1
2	II	0 0 0 0 1 0	0 2
3	III	0 0 0 0 1 1	0 3
4	IV	0 0 0 1 0 0	0 4
5	V	0 0 0 1 0 1	0 5
6	VI	0 0 0 1 1 0	0 6
7	VII	0 0 0 1 1 1	0 7
8	VIII	0 0 1 0 0 0	0 8
9	IX	0 0 1 0 0 1	0 9
10	X	0 0 1 0 1 0	0 A
11	XI	0 0 1 0 1 1	0 B
12	XII	0 0 1 1 0 0	0 C
13	XIII	0 0 1 1 0 1	0 D
14	XIV	0 0 1 1 1 0	0 E
15	XV	0 0 1 1 1 1	0 F
16	XVI	1 0 0 0 0 0	1 0
28	XXVIII	1 1 1 0 0 0	1 C

外一个计数系统以二为基数，这种系统已有很长的历史，在传统的酿酒行业中依然能发现。酒瓶的尺寸是两两度量的：两个标准瓶等于一个夸脱瓶，两个夸脱瓶是一个杰罗勃瓶，两个杰罗勃瓶是一个玛士撒拉，两个玛士撒拉是一个巴尔萨泽。这些度量单位可以构成另外一种计数系统的基础；采用这种系统，无论要提供多大的量，酿酒商都不需要两个相同尺寸的瓶子。例如，十一个标准瓶就是：零个巴尔萨泽，一个玛士撒拉，零个杰罗勃瓶，一个夸脱瓶和一个标准瓶。酿酒商可以把它写成 01011 这种形式。

这种算术系统就叫做二进制系统。数字“2”就是二进制系统的基数，唯一的两个数字是 0 和 1，它们也就是二进制数位（或称“位”）。把一个数字写成位的形式需要比阿拉伯数字占用更多的空间，但是操作规则却非常简单：总共只有四种基本的加法和乘

←在发展出算术和度量之前，我们首先学会的是用数字进行计数。当我们学会计数之后，我们首先学会了从 0 到 9 的数字。当我们写出了第一个用到的大于 1 的数字时，就完成了一次巨大的进步。然后我们学会了相加多个数字，必要时从一列向下一列进位。一旦我们理解了这一原理，就可以很容易地相加非常大的数字。在我们学会数字相乘之前，我们必须先把任意两个位数字相乘的结果记在脑子里。之后，乘法法则也很自然地成为常用规则。

法运算，而十进制系统却有将近 200 种之多。这些二进制数遵循简单的逻辑和算术法则。

计算机科学家在设计数字处理机器的过程中也采用了二进制系统，因为响应两种电流类型（开和闭）的电路更容易建立——如果要建立响应十级的电路则很困难。



测量我们的世界

测量是将世界中许许多多、各种各样现象简化表达为数字，可以用于计算改变这些现象的影响，或者用于表示其他一些不易测量的现象。度量的某些形式和计数没有大的区别：人口普查人员通过计数来度量人口数量，而最终的数据总是一个整数——因为不可能会有半个人。其他度量可能需要其他类型的数字，例如，某人进行一项储蓄平衡结算时，如果帐户透支，那么他就需要用到负数。比零大的数字叫做正数或自然数。任何一个完整的数字，无论是正数、零，还是负数，都称为整数。

我们经常需要度量不能用一个完整的数字来表示的量，例如，一条线段的长度并不一定是一个整的毫米数。一个非整数可以写成一个分数来表示——先把这个整数等分成若干份，再看度量的这一部分中包含多少份。一个整数的 $\frac{5}{8}$ 意味着先将整数平分成 8 份，而那一部分等于其中的 5 份。加减这样的分数比较复杂，而采用十进制分数就相对简单，在这种方法中，整数的一部分用许多个十分之一加上许多个百分之一，依此类推，直到该分数可



↑ 测量是通过和一个标准的比较来完成。一支刻度尺上面标记了各种标准长度，我们就通过比较物体相对刻度尺上的标记来测量长度。称重需要标准重量和一个设备，例如一台天平，来显示一个物体的重量是否小于、等于或大于另一个的重量。很长一段时间，公制系统的标准长度和重量都由保存在巴黎的物体来指定。直到今天，标准千克仍是这样一种情况。时间的最终度量曾经是地球绕太阳一周所花的时间。利用今天的精密仪器，人们发现这一周期并不是一个非常恒定的时间，而 1 秒的现在的定义利用了铯-133 原子的跃迁。

以准确地表示这个部分为止。

有些数字根本不能写成分数：无论分量划分得多小，这个数字也不能精确地表示成这个分量的倍数。这些就是我们所知的无理数，一个简单的例子：画一个边长为 10 厘米的正方形，然后再去量它的对角线长度。这个问题极大地困扰了古希腊的数学家们。一个被度量的量到达十进制特定数位，即可以说是准确的，意味着进位到数位的数正是正确的，但其余数不一定正确。

一个二进制的计数器用 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{4}$ 和 $\frac{1}{8}$ 来表示分数。二进制数 11.101 表示 2 加上 1，加上 $\frac{1}{2}$ ，再加上 $\frac{1}{8}$ ，等于十进制系统的 3.625（或者 3 加上 5 个 $\frac{1}{8}$ ）。

如果要使一个度量值有用，那么就必须对应于某个标准。科学家们不断地重新定义他们的标准来保证度量值具有通用性。度量的现代 SI 系统尽可能依靠物理上的绝对。所以，秒是通过某个特定原子的振

→ 这幅地图显示了世界洋底的轮廓，由海洋资源卫星在 20 世纪 70 年代晚期制成。它展现了高过珠穆朗玛峰的水下山脉，以及陷入海床以下 10 千米深度的海沟。在 3 个月的时间里，海洋资源卫星能够标注超过 5 000 万个位置的高度，精度在 10 厘米以内。

