



第 1 章

序曲：从古到今话计算

我们人类对计算的需要，可能起源于逐渐开始积累物质财产这个大的背景。这样的需要很快演变成为我们需要记录家庭或部落所拥有的财产，比如多少头牛和羊，等等。一旦可以做简单的加减法，与之相关的“记录信息的需要”也随之而来，有了记录，信息保存的时间可以更长，而且还可以分享给其他的人。早期用来记录信息的载体是鹅卵石或实物，但发展到后来，人们发现可以用符号来代替。

人类不断进化并开始以部落的方式定居之后，产生了其他的需要，比如需要测量砖瓦的尺寸和标定地界。一旦有空闲时间，我们人类又在好奇心的驱使下想要计算时空的距离和恒星的位置。

很快，与计算有关的活儿被视为是一种繁重而乏味的体力活儿。于是，很快出现了可以帮助提高计算速度的机械装置。算盘是第一个具有开创性的计算器。

最后，不同的决策支持工具先后问世。对快速计算、永久性数据存储和复杂决策的需要是最终启发我们人类设计和开发计算机及相关软件的关键因素。

人类对计算的需要

这样一本讲软件工程和计算机发展史的书，不应该开门见山就直接从某个具体的时间（比如 1930 年）开始。没错，数字计算机和软件设计的确是 1930 年到 1939 年之间才首次明确提出来的，但它们的出现实际上离不开历史上几千年以来的许多发明。

古往今来，人类对计算有不同形式和类型的需要。当然，更需要以固定格式来保存计算结果。

还有一种不太容易明确的需要是对不同的选项进行逻辑分析。一个典型的例子是产品的市场化是走平稳的长线还是走快而陡峭的短线。再比如，某块特定的土地最适合种植哪一种农作物？

更重要的决策还有某个部落是否应该对另一个部落发动战争。在今天，有些决策关系到健康，甚至生死攸关，比如，对付抗药性肺结核这一类大病，究竟用什么疗法才最有效？

再有就是影响到经济发展的决策。一个典型的例子是共和党与民主党。哪些选择对美国经济最有利，双方的观点截然不同。

要在不同的对立选项之间做出选择，虽然不可能双方都对，但双方显然都有可能选错。（也可能有其他更好的选择或压根儿就没有什么更好的选择）通过对民主党与共和党的辩论进行分析，我们发现双方貌似都是错的，而且，无论采取哪个党派的执政路线，最后都可能不利于美国经济健康发展。

在计算机或软件设计专业人员看来，建一个强大的数学模型来比较提高税收（民主党目标）、减少开支（共和党目标）或兼顾两者所造成的经济影响，应该不是特别困难吧。

然而，民主党与共和党都没有用真实的财政模型来展开理性的辩论，而是停留在巧言辞令的层面，没有任何实质性的信息或论据来支撑自己的论断。共和党与民主党的演讲简直让人大跌眼镜，双方都在极其能事指责对方，

但都拿不出什么确凿可信的数据。

这类问题在美国很多州和市也发生过。比如，2012 年美国大选前，罗德岛州议会通过一项不明智的决议，每个投票站的选民人数提高一倍，目的是使投票站的数量减半。

这个愚蠢的决定造成一个不可避免的后果，选民必须排成长队，足足等上四个小时才能投票，有些投票站甚至还得开放到深夜。

这个问题并不是特别复杂。每个投票站每小时的人流量在很多年前就是知道的。但罗德岛州议会疏忽了对投票站减半后之于选民等待时间的影响进行充分而必要的计算。

结果，2012 年大选中，罗德岛州很多选民等不起四个小时，有的甚至没有投票就直接走人。他们的选举权被这个“脑残”议会所通过的愚蠢决议给剥夺了。议会的这项决议太差劲了，在没有对投票站减半对投票时间的影响进行建模之前，绝对不应该予以通过。

今天，政府出台的法律是否明智，颁布的法规有没有经过大脑，其决策影响评估都可以用计算机和软件轻松算出来，甚至还能够从根源上消除可能出台类似愚蠢决议的任何想法。

事实上，古往今来，人类一直都在运用数学知识做出逻辑选择，记录数据和信息，在这样的大背景下演绎出软件和计算机的发展历程。下面几个问题与软件和计算机的发展史紧密相关：

- 我们用的是什么类型的计算？
- 我们需要保存什么类型的信息或数据？
- 对于需要长期保留的信息，哪些存储方法最合适？
- 面对复杂的选项或决策，哪些分析方法对我们有帮助？
- 在进行数据与知识的交流时，有哪些最佳方法？

穿越古今，从大历史观的角度来考虑这五个问题，纵览计算机和软件逐步用于解决这些问题的过程，是非常有意思的。

对数字序列的早期认识

说起来，我们人类可能是先学会说话，后来才慢慢开始学会数数的，至少可以数手指头，从1数到10。早在3.5万年以前，尼安德特人^①和克罗马农人^②可能就会数数，有考古发现为证：捷克斯洛伐克距今3.3万年的狼骨和非洲距今3.5万年的狒狒骨，上面都有并排的划痕。

这些划痕记录的是过去了多少天，还是多少件物品，或只是单纯记录过去了多少时间，我们对此不得而知。狼骨最有意思，因为上面的55个划痕被分成5组，很有可能是用来记录物品或时间的。

考古还发现，距今5万年的乳齿象象牙上有16个孔，这些孔的用途也是个未解之谜。尼安德特人和克罗马农人在公元前4.3万年~公元前3万年之间融合，所以这些饰品可能来自其中任何一方，也可能来自同时代但现在已经灭绝的其他部落。

有趣的是，虽然现代人额前叶更宽、更高，但尼安德特人和克罗马农人的头颅和脑容量都略大于现代人。虽然脑容量与智力水平并不直接相关，但确实可以表明很早以前就存在某种形式的抽象和推理。岩洞壁画的历史可以追溯到4万年以前，这说明人类在当时至少已具备某种形式的抽象能力。

除了计算物品和财产，对时间流逝保留类似的跟踪记录也十分重要。对于年，人类有主观的了解可能是距今1万年前的事。随着1万年前农业时代的到来，了解特定农作物的种植时间和收割时间对粮食生产有很大的帮助。

① 编注：尼安德特人（*Homo neanderthalensis*），因其化石发现于德国尼安德特山洞而得名，也译为尼安德塔人，简称尼人或远古智人，他们会制造细小的尖状器和刮削器，创造过“莫斯特文化”。从12万年前开始，他们统治着整个欧洲、亚洲西部以及非洲北部，但到2.4万年前，这些古人类消失了。

② 编注：克罗马农人（*Cro-Magnon man*），因发现于法国克罗马农山洞的化石而得名，他们寿命不长但智慧较高，又称晚期智人或直接称为智人。经DNA检测，克罗马农人是欧洲人的祖先。

目前已知的第一批人类定居点是公元前 7000 年土耳其的加泰土丘。这个泥砖构造的小镇大概有几百个居民。考古人员在此发现了农业时代的小麦、大麦和豌豆。肉类食品来自牛和其他野生动物。

箭头、锤头、陶器、铜和铅等考古发现表明这里发生过某些形式的交易。如果没有物品记录方法，交易是很难实现的。此外还有许多壁画，或许可以说明人们对艺术有兴趣。

早期人类对数学的认知可能来源于几个关键问题。

- 史前的数字和数学知识
 - 通过计算物品来记录主权（所有权）
 - 理解加法和减法两种基本运算
 - 测量角度，比如东向或西向，以免迷路
 - 计算时节，用来辅助农业生产
 - 计算日常时间，用来协调集体活动
- 早期文明后出现的数学和数学知识
 - 为建筑用途而计算实际的长宽高
 - 为交换物品而计算重量和体积
 - 计算长途距离，比如两个城市之间
 - 计算山体的高度以及太阳高出地平线的位置
 - 理解乘除法数学运算
- 牧师或巫师传授的数字或数学知识
 - 计算天文时间，比如日食，比如恒星的运行位置
 - 测量运动物体的速度
 - 测量曲线、圆和不规则的多边形
 - 测量加速度等变化率
 - 测量音速和光速等不可见的物理现象
- 数学家提出并发展起来的数字和数学知识
 - 对博弈和赌博中的概率进行分析

- 理解抽象概念，比如 0 和负数
- 理解复利等复杂问题
- 理解非常复杂的问题，比如无限性和不确定性
- 理解抽象概念，比如无理数及量子的不确定性原理

经过仔细观察，借助于石头或划痕以及用来测量长度的木棒，史前的数字和数学知识很容易理解和掌握。加减法的演示也很容易，从一堆石头中简单增减石头即可。

早期文明中，为了了解数字和数学知识，需要物理设备与抽象推理相结合。显然，有些刻度尺用来称重，有些角度计算器用来测量山体高度。有些记录方法用来跟踪系列事件，例如长时间观测和记录恒星在空中的位移。

来自祭司或巫师的数字和数学知识，结合了抽象推理、精准计时、精准实测，让人清楚认识到数学所代表的东西是看不见、摸不到或不能直接测量的。这就要求有人花时间做智力研究，不再像以前那样继续从事农耕或狩猎。

数学家提出并发展起来的数字和数学知识，可能是促成计算设备以及计算机和软件最终问世的主要原因。要求对以前的事物有系统化的认知，同时还要结合精准的测量以及对数学推导有强烈的求知欲。这些知识可能起源于数学素养良好并可以在新的方向以创造性思维扩展早期数学概念的人。

考古发现，古城摩亨朱-达罗^①曾经有过复杂的数学运用。事实上，天平秤和称重计就是在这里发现的。

古城摩亨朱-达罗在巅峰时期可能有 3.5 万居民。它的街道布局为紧凑的网格状，砖和建筑物都有标准的尺寸，显示出重复使用的迹象。显然，这些都是需要精确测量的。

摩亨朱-达罗和印度北部城市哈拉帕在建筑风格上很相似，表明古印度曾经有过中央机关。两个古城都发现过一大批描有动物图像和符号的石版，

^① 编注：摩亨朱-达罗，意为“死者的遗丘”，大约 3700 年前建于印度北部，印度河畔的古城，遗址在今天的巴基斯坦信德省，距印度河右岸 5 公里，南距卡拉奇 320 公里。古城周长 5 公里多，平面为方形；有南北大道和东西大道为直角交叉，大道格子内的小径也为直角交叉。

只不过其含义目前还无法破译。有些石版的封泥时期甚至可以追溯到公元前 3300 年。

其他古代文明也发展了计数、算术以及长度、重量和尺度单位。埃及和巴比伦在公元前 2000 年就有算术。

随着城市成为定居点并逐渐扩大，人们的闲暇时间也增多，出现了非体力劳动和狩猎的职业。这些职业不依赖于体力，毫无疑问，牧师和巫师就属于这一类。他们的时间从生存和觅食中脱离出来之后，开始进一步理解以更多形式出现的数学知识。

长期跟踪恒星的运行轨迹，测量更远的距离，如不同村庄的产权边界和距离，测量船只的航行轨迹和位移，这些都需要更复杂的数学计算，需要精确测量角度和时间段的变化。造船业的到来，还需要更高深的数学知识，因为船体必须要能弯曲，单是直线测量还不够。

在河里或海边荡舟或划船，不需要太多或根本不需要用到任何数学知识。但是，一旦驶入大海开始远航，就必须认识星座，以免迷失方向。

由于大陆漂移的原因，澳大利亚远离其他所有大陆，没有陆桥在任何位置与它连接。然而，大约距今 4 万年前，就有人类在此定居，显然是通过长途远洋航行过去的。波利尼西亚群岛和复活节岛也远离所有大陆，但几千年前也有人定居，这说明人们对星座有早期认识，也用到过某些数学知识。

埃及、美索不达米亚、中国、印度和南美等很多古文明很快就积累了相当复杂的数学知识。这些数学知识往往都与基本功扎实的专业人员有关。

大家都知道，许多古文明，如中国、苏美尔人、巴比伦人、埃及人、希腊人，都在儿童教育上投入了大量时间和精力。但很多人不知道，印度、中美洲和南美洲其实也曾经大力提供类似的训练，比如奥尔梅克人、玛雅人、印加人以及后来的阿兹特克人。

日本也有正规的培养体系。针对上层阶级，日本的培养体系既包括兵器的运用，也包括智力教育，比如阅读、写作和数学。所有这些古文明都建立了正规的儿童培养体系和信息记录方法。

印度北部那兰陀大学^①大约建立于公元前 472 年，后来一直持续到大约 12 世纪。公元 500 年左右，这所大学的招生规模达到顶峰。这是古代人员规模最大的大学之一，有 1 万多名来自亚洲及世界各地的学生，教职人员 2000 多名。它是世界上第一批开展数学、物理、医学、天文和外语教育的大学。

那兰陀大学曾经有一个活跃的翻译团队，他们把梵语和印度语的文献翻译成了多种其他语言。事实上，那兰陀大学图书馆在 12 世纪穆斯林入侵印度时被毁于一旦，关于那兰陀大学的许多信息都来自中国保存下来的中文翻译文献。据说图书馆规模很大，大火一直持续了六个星期。

即使与希腊和罗马相比，印度的学者也很先进。零的概念和对星座的认识都早于欧洲（美洲中部奥尔梅克人对零的了解和运用也早于希腊人）。

在古代，每 1000 个人中超过 950 人是文盲或只会简单的计数和简单的测量。然而，有极少数人有能力学会更复杂的计算，天文、建房搭桥、导航和造船等行业的发展需要用到这些数学知识。

那些为数学发展提供原动力的发明

自从开始知道计数和数字概念，使用数字化信息的人就饱受困扰，因为总是需要运算速度更快、结果更可靠（相较于不借助于任何设备的人脑）。为了解计算机和软件的重要性，我们有必要先了解早期人类为提高计算性能而做出的许多尝试。

同时，更有必要思考计算机和软件的真实作用及价值。各种计算装置为人类思维能力提供的服务包括但不限于：

- 加减乘除基本运算
- 科学数学，包括功率、正弦和余弦等

^① 编注：Nalanda，又译“那烂陀”，意为“施无厌”。公元 613 年，32 岁的唐僧玄奘法师来到这里并在此学习了 5 年。

- 金融数学，包括单利、复利和利率等投资回报率
- 逻辑计算，比如不同替代方案的路径和选择
- 时间、距离、高度和速度的计算
- 从大量分散信息的集合中推导收敛，得出有用的归纳和总结
- 演绎逻辑，从规律中得出结论

在为写本章内容而展开调研时，我从网上搜到大量有趣、有用的资源。比如，IBM 制作了一个图解数学史，甚至还可以下载到 iPad 上看。^①维基百科和其他网站资源也有数十个计算机硬件史以及多个软件发展史。现在全球各地已经有十多个计算机博物馆，比如英国的伦敦科学博物馆，就陈列了一个还可以正常使用的巴贝奇分析机。

本书将综合介绍六大发明，它们彼此促进，最后相互关联并促成了现代软件的诞生。

在这六大发明中，排在第一位的是数学。计算设备、计算机和软件的初衷都是为了加快数值计算。数学运算大概是从加减运算开始，而后才引入乘除运算。再之后，出现其他更多更抽象的运算形式，比如几何、三角、代数和微积分等。

第二种形式的发明是记下想法和信息，以便于分享、传播和长期保管。这类发明包括写入系统和物理存储设备。针对写下的数据，存储方式包括石板、泥版、纸莎草、动物皮、纸以及最后出现的磁存储和光存储。存储位置包括手稿、书籍、图书馆以及最后出现的数据库和云存储。

^① 编注：这款 app 简称 MM（《现代数学思想》，Minds of Modern Mathematics），回顾了 1000—1960 年的数学发展史，另外包含 9 段 2 分钟左右的动画，介绍了一些基础的数学概念，比如拓扑结构和指数函数等。这款 app 可以在 iTunes 下载，Eames Office 开发的，其创始人对建筑、艺术、科学等各个领域怀有浓厚的兴趣。有兴趣的读者可以从优酷上搜索 TED 演讲“查尔斯和蕾·伊默斯的设计天才”，了解他们的故事。查尔斯有一个观点：“信息时代的下一步就是选择时代（Beyond the age of information is the age of choices）”。

第三种形式的发明是物理计算设备，用于协助人类学者进行（比单凭人的脑力和体力）更快、更准确的计算。常用数值表是第一个用来加快计算速度的方法。物理设备包括算盘、量角器、星盘、测量设备、机械计算器、计算尺、模拟计算机和最后出现的电子数字计算机。

第四种形式的发明是信息发行渠道。毫无疑问，第一种渠道是口头传播，让学生或学徒记下来。但不久之后，出现了信息的传递，包括石头和骨头上的划痕，泥版上留下的记号，最后出现的象形文字、表意文字（比如汉字这样的方块字）和最后的字母表。

第五种形式的发明是软件。这是最近出现的，2013 年所用的所有软件使用年限都不到 50 年，50% 以上的软件使用年限可能还不到 20 年。

第六种形式的发明是间接发明。这些催生发明的发明虽然与计算机或软件不直接相关，但有助于促成发明本身的问世。这些激发新发明的发明中，一个是专利系统，另一个不容忽视的是塑料。

数学和计算

表 1.1 描述了数学、计算设备和软件从史前到现代的大致发展历程，时间不一定很精确，主要意图是展示整个发明过程全景。这个时间表旨在说明发明本身，而不是逐一点名列出牛顿、莱布尼兹和图灵等人。在表 1.1 中，斜体显示的表明它们对计算机和软件是有影响的。

表 1.1 数学、计算设备和软件的演变

数学、计算设备和软件	距 2013 年的大致时间（年）
物品计数	35 000
加减	30 000
测量角度	25 000
按年计时	20 000
<i>用鹅卵石计算</i>	<i>20 000</i>
按天计时	19 000

第 1 章 序曲：从古到今话计算

续表

数学、计算设备和软件	距 2013 年的大致时间（年）
丈量物体长宽高	18 000
测量重量与体积	15 000
测量城镇距离	10 000
测定天文时间	7 000
几何	5 500
日晷	5 500
测量太阳和山体高度	5 000
乘除运算	4 500
测量运动物体的速度	4 000
<i>模拟计算器</i>	<i>4 000</i>
代数学	4 000
三角学	4 000
分数	4 000
乘法表	3 900
滴水时钟	3 300
十进制数	3 100
机械时钟	3 000
<i>算盘和机械计算</i>	<i>3 000</i>
二进制数	2 700
零	2 600
测量曲线、圆和不规则的物体	2 500
测量温度	2 500
<i>安提凯希拉机器</i>	<i>2 200</i>
<i>星盘</i>	<i>2 100</i>
零和负数的抽象主题	2 000
沙漏计时	1 500
复杂计算，例如复利等	1 400
博弈中的概率计算	1 000

续表

数学、计算设备和软件	距 2013 年的大致时间 (年)
记账	900
数据图	800
计算尺	575
变化率与加速度的测量	500
加减法的机械计算器	425
测量功率	400
轨迹计算	400
乘除法的机械计算器	375
对不可见的现象进行测量, 如声音	350
无理数和不确定性等抽象主题	350
打孔卡片计算机	350
微积分	350
瞬时计算 (<1 秒)	300
大规模统计研究 (百万级采样)	250
更加复杂的主题, 如无限性和不确定性	250
数字天气预报	250
电磁现象的测量	200
机械制表机	200
布尔代数	175
集合论	150
模糊集合	145
相对论	105
强力、弱力和万有引力的测量	100
数字计算机	70
运筹学	65
程序设计语言	65
排序算法	55
数据库	55

续表

数学、计算设备和软件	距 2013 年的大致时间（年）
便携计算器	50
数学软件应用	50
科学软件应用	50
财务软件应用	45
统计软件应用	40
会计软件应用	40
建筑工程应用	40
游戏图形渲染引擎	35

表 1.1 说明，早在远古时代，甚至可以追溯到使用语言之前，我们人类就懂得使用数学。主要是因为数学知识是人类开始群居并且与其他人进行交易的关键。

以狩猎和采集野生植物维生的人不需要用到数学，并且他们只需要通过各种方式进行经验交流。但随着农业的发展、部落的形成并且与其他部落进行贸易往来，就需要人懂得重量、度量、季节变化和最简单的数学运算（比如加减）。

信息的记录

只要开始运算，就会产生永久或以固定格式记载信息的需要，以便与其他人分享或保存，供日后重复使用。从表 1.2 可以看出，古往今来，所有信息记载方式都是永久性的。

表 1.2 记录方式和工具的演化

记录方式和工具	距 2013 年的大致时间（年）
石头或骨头	50 000
泥版	6 000
象形文字	4 500
莎草纸	4 000

续表

记录方式和工具	距 2013 年的大致时间（年）
表意文字（如汉字）	4 000
加密	2 500
字母信息	2 500
牛皮纸	2 000
纸	2 000
全彩色	700
绘图	400
打孔卡片	350
触摸符号，如盲人点字法	250
纸带	250
相机和胶片	160
录音	130
磁带	125
黑胶片	125
全帧动态影像	100
缩微胶片	80
三维记录	75
磁盘	55
光盘	50
固态设备	35
多媒体的使用	30
数码相机的使用	25
电子书	25
智能手机	10
量子比特的使用	5
异构数据库（大数据）	5

从表 1.2 可以看出，记录信息是一项非常古老的活动，可以追溯到发明文字和数字的时代。如果信息没有载体，其他人就无法对物品进行计算或无

法知道物主是谁，或者在后期交易时缺乏检验依据。

后面几章要讲到一个问题，即我们需要面对这样的现实：不管采取什么存储方式，都不是永久性的，我们不确定书面记录或计算机保存的记录可以维持多长的时间。

纸张易燃，而且还容易受潮和发霉。磁盘的使用寿命长，但也不是永久性的，更糟糕的是，任何方式的磁干扰都可以破坏甚至毁坏磁道。光盘可以保持数据一百年甚至更长时间，但它本身的寿命有限，并且盘面容易磨损、碳化、着火或受到机械性的损坏。

最后可以看出，在所有已知的信息载体中，最早采用的（刻在石头和泥版上），可能也是最持久的。

信息的交流

表 1.3 列举了一些发明，展示了执行完计算并以某种方式保存结果之后人与人之间是如何传播和分享信息的。显然，几乎所有信息都不是个人专属的，所以数学和交流与信息分享是同时产生的，都具有悠久的历史。

表 1.3 交流渠道的演变

交流方式	距 2013 年的大致时间（年）
口头相传	50 000
信使	6 000
闪光灯	5 000
烟雾信号	5 000
乐谱	4 500
信鸽	3 500
代号和密码	2 500
手稿	2 500
镜子或抛光镜面	2 000
手语	1 750
绳结	1 500

续表

交流方式	距 2013 年的大致时间（年）
印刷书籍	1 000
数值图表	800
报纸	350
杂志	300
信令长度（摩尔斯码）	175
盲文	175
电报	175
无线电广播	150
电话	130
电视	70
卫星	60
潜意识信号	50
睡眠学习	40
超低频声音（例如与深海的潜艇通信）	35
互联网	30
助听器（人工耳蜗）	30
电子书	25
激光	25
自动语言翻译	25
局域网	20
虚拟世界角色替身	15
博客	12
网络研讨会或播客	12
维基网站	10
社交网络	10
动画多感官交互方法	5

几百年来，人类先后开发出大量有趣、有用的方法来传递信息。经常存在这样的需求：信息需要传到遥远的地方。直到近代，人们才开始用信鸽来

远距离传递信息。

军队很早就认识到，在能见度高的山顶或其他海拔较高的地方，白天可以用任何一种抛光镜面或者晚上可以用火光来实现信息的远距离传递。还记得保罗·里维尔（Paul Revere, 1735—1818）午夜飞马送信的故事，老北教堂灯塔点灯，表示英军入侵预警：“……从陆路来，就亮一个灯，从海上来就亮两个灯。”

超低频通信出现后，与水下潜艇通信难的情况才有所改观。

密码和保密通信也有几千年的悠久历史。本书后面几章将讨论二战期间所用的几种密码和密码通信，其中包括著名的美国原住民译码员所用的密码（来源于纳瓦霍人^①、乔克托人^②和其他美国原住民的语言）。

很早以前，人们就意识到传播与交流的必要性。在公元前 3 世纪的佛经中，有一段经文提到佛祖讨论他的教导如何进行传播。他随口提到，在地球上，他的教导以声音的形式传播，但在其他界，则通过光、气味或其他非语言手段进行传播。

信息的存储

表 1.4 列出了信息的存取方式。所有学者和研究人员都知道，一旦信息量大到几本书或几十个书面文档都装不下，就必须进行分类或编制目录，确保能够及时找到眼前就需要的信息。

信息存取是计算机的关键特性，而在改进信息检索方面，软件所起的作用不容忽视。

① 编注：美国印第安部落中人数最多的一支，20 世纪晚期约有 17 万人。散居于新墨西哥州西北部、亚利桑那州东北部及犹他州东南部。纳瓦霍人说阿帕切语，该语属阿萨巴斯卡语系。

② 编注：美国印第安部落中的一支，20 世纪晚期，居住在俄克拉荷马州东部的乔克托人后裔约 1.7 万人，密西西比州有一处乔克托人居留地。乔克托人说穆斯科格语，很难学，最重要的节日是绿谷节（仲夏时举行的初果和新火仪式）。

从表 1.4 可以看出，几千年来，对大量信息进行存取一直都很不简单，实际上，现在正在变得越来越困难。在过去漫长的人类历史进程中，即使是大型图书馆，馆藏记录也很少超过 1 万的量。现在，所有书籍、杂志、学术论文、图像或以其他形式记录的知识，差不多已经有几十亿条记录。每周发布、记录和添加到云图书馆或其他形式存储的信息越来越多。这种趋势看似没有停下来的迹象。

表 1.4 信息存取方式的演变

信息存取	距 2013 年的大致时间（年）
个人藏书	6 000
图书馆或公众藏书	4 500
法律和法律准则专题收藏	2 000
医疗和法律图书专题收藏	1 200
综合性主题信息	1 000
生物和科研机构分类学	300
杜威十进制图书分类系统	135
顺序信息数据库	65
随机信息数据库	55
关系型信息数据库	50
根据以往偏好来推荐	35
用来选择关键字信息的网络搜索引擎	25
用来选择关联信息的智能代理	15
大数据分析工具	10

目前，迫切需要持续研究如何以最好的方式来记录那些年代久远的文献中的信息，开发出更好的方法体系来对几十亿条记录进行分类排序，发现并按照特定需求的相关性进行主题汇总。最近兴起的“大数据”概念已经开始着手解决这些问题，但究竟成效如何，还需要假以时日。

通过图书馆来存取数据是最早也是保存时间最长久的手段之一。在整个人类文明史中，许多著名图书馆都是面向学者和研究人员开放的。古代有很多著名的图书馆，比如亚历山大图书馆^①、那兰陀大学图书馆^②、帕加马的图书馆、乌加里特的五大图书馆、图拉真在位时的罗马图书馆和君士坦丁堡图书馆。

现代图书馆，比如美国国会图书馆和哈佛大学图书馆，以及许多大型的高校图书馆仍然是学生和研究人员最主要的信息宝藏。

书籍的历史可以追溯到几千年前，一直是承载和传承人类文化知识的工具，尤其是师生之间。参考书数据库是所有行业的标配，包括工程、法律和医学，当然还有软件工程。

最近，电子书、网络搜索引擎和智能代理技术正在创造一种新的可能，使个人和学者能够以更大的数量级访问更多数据和信息，这在 25 年前人类历史上任何时间都是无法想象的。

使计算机和软件成为可能

表 1.5 所展示的信息稍微有些偏离计算机和软件发明的主线。表中涉及的一些发明促成了计算机和软件的问世，而且在后来，随着计算机和软件的重要性日益加强，它们的重要性也日益凸显。

① 编注：埃及国王托勒密一世修建于公元前三世纪，著名收藏有包括《几何原本》在内的古希腊数学家欧几里得的许多真迹原件、荷马的全部诗稿、古希腊三大悲剧作家的手稿真迹及第一本希腊文《旧约圣经》的译稿七十士译本（在公元前 270 年左右由七十名犹太学者编译完），古希腊哲学科学家亚里斯多德和学者阿基米德等对医学也有贡献的学者均有著作手迹留此。亚历山大图书馆在其存在的六百多年中，对古希腊和古罗马的学术发展（尤其对书籍出版）有重要的影响。

② 编注：那兰陀大学有三个图书馆，分别为宝海、宝增和宝色，藏书 9 万卷。12 世纪末，寺内藏书被毁于一旦，大火烧了好久才完全熄灭。

表 1.5 促成计算机和软件问世的发明

催生计算机和软件的发明	距 2013 年的大致时间 (年)
现代专利制度	800
布尔代数	175
用来做机箱、屏幕、连接线的塑料	125
真空管	120
打孔卡片	120
CRT 显像管	80
冯·诺依曼体系结构	75
纸带	75
集成电路	70
晶体管	70
磁带	70
高级编程语言	65
磁盘	60
操作系统	55
银行支票磁性油墨	55
磁条信用卡	50
图形显示适配器	40
激光打印机	40
软盘	40
点阵打印机	35
以太网	35
LED 显示屏	30
喷墨打印机	25
固态存储器	20
闪存盘	15

专利制度本身，最能够激发计算机和软件发明。据英国最早的专利记录显示，1331 年英国纺织工匠约翰·坎普（John Kempe）被授予专利。^①随后 1421 年，意大利也出现了专利授权^②，这种专利类似于现代的专利，并通过 1474 年威尼斯共和国颁布的专利法强制执行。

美国第一个专利由马萨诸塞殖民地常设法院 1641 年授予塞缪尔·温斯洛（Samuel Winslow）的新式制盐技术。1790 年 10 月，美国通过第一部联邦专利法，标题为“促进实用技术进步法案”。

说明

“专利”这个名字来源于短语“信件专利”和“信件密封”。信封口折叠位置有封印，要读信，必须先破印。信件专利的封印或封章加盖到文档底部，即使不破坏封章，也可以读到信中的内容。

软件专利的历史非常曲折，一度摇摆不定，以前曾经禁止申请的，最近又开放申请了。但也不能保证软件专利可以一直获得美国专利局的允许。20 世纪 60 年代，软件专利是禁止申请的，许多诉讼都被冻结，法院一致认为软件不可以申请专利。

1981 年，美国高院开始涉足 Diamond 诉 Diehr 案^③，并认为至少在特殊情况下，软件具有专利性。这迫使专利局改变流程。但软件申请专利仍然存在大量含糊或二义性的情况，很大程度上都只能按个案进行处理，没有任何实际可用的指南或严格的条例。

① 编注：专利起源于欧洲中世纪君主赐给工商业者对某些商品进行垄断经营的特权。有历史记载的首项专利由英国国王爱德华三世授予，获准他在纺织、漂洗与印染技术方面“独专其利”。

② 编注：指的是佛罗伦萨建筑师菲利波·布鲁内列斯基（Filippo Brunelleschi）为亚诺河大理石的运输设计的配备有起重机的运输船，获得威尼斯政府三年的技术专利。

③ 编注：可以参见四川英济律师事务所蔡新华律师的详细解读，网址为 http://article.chinalawinfo.com/ArticleHtml/Article_24312.shtml。

1998 年，在美国道富银行诉签记金融集团公司（Signature Financial Group）这一著名的案子中，何种形式的软件可以申请专利终于尘埃落定。这个案子涉及的是处理共同基金的轮辐式方法。^①最高法院的裁决为“包括嵌入式软件在内的商业流程是可以申请专利的”。

之前其他一些发明也很重要。例如，如果没有晶体管和集成电路，就不会有任何便携式计算机、嵌入式计算机或任何类型的小型电子设备，更不会有今天我们用的所有软件。

塑料外壳和屏幕、集成电路、晶体管、显卡和 LED 显示器，这些发明都是计算机不可或缺的组成部件。

还有一些发明对计算机的使用及软件的使用产生了重大的影响。例如，如果没有 1960 年 IBM 的专利（可应用在塑料上的磁条），就不会有信用卡。没有磁性油墨的发明，银行支票仍然需要按字母顺序进行手工排序，而不是按照数字顺序自动排序。

软件相关的关键发明

以上各表列出的每一项发明都很重要。不过，其中一些发明对软件的影响更深远，下面讨论这些有着决定性影响的发明。

字母语言

使用象形文字（如古埃及象形文字）记录的信息优雅美观，而且已经形成一种有艺术性的书法，但这样的系统并不便于快速数据输入和计算机化。使用表意文字来记录信息也是这样的，比如汉字和日本汉字（采用的是中国

^① 编注：1993 年的第 5193056 号专利，轮毂轮辐式金融服务配置数据处理系统。该商业操作方法是管理多个共同基金而设计的，要点在于把各个共同基金作为轮辐，置于轮毂（即投资组合）下控制和实施集中管理，以节约管理成本、提高管理效率和避税等，在这个操作过程中，需要用到计算机。

的方块字）有成千上万个字符，很难输入计算机。

二战期间，日本代号为“Purple”（紫）的密码机实际使用的是两台美国 Underwood 打印机，纯文本使用的是英文字符。字母语言输入起来速度最快。

二进制和十进制数字以及零

计算机和软件处理数字可以使用任何一种进制，比如二进制、八进制、十进制或十六进制。然而，使用二进制的电子电路来执行数学运算，更容易设计一些。八进制（即具有 8 个基数）系统很容易从二进制转换而来。（一些美国土著民族采用八进制，因为他们计数不是数手指头，而是数手指缝）一些计算机基于八进制，比如 DEC PDP 系列。

十六进制（即具有 16 个基数）的数字也用于计算机，而且因为十六进制数刚好匹配计算机的字节定义，所以用起来很方便。然而，我们人类日常的大量计算都基于十进制，即以 10 为基础。在某种意义上，十进制数字有些类似于 QWERTY 打字键盘：（对计算机使用而言）尽管不是最优的方式，但因其使用广泛，换成其他方式需要付出很高的代价，因此在日常应用中基本上不可以换成其他进制。

小数点貌似起源于 9 世纪的印度，然而直到 1620 年左右，约翰·纳皮耶（John Napier）使这个概念引起了西方数学界的重视。纳皮耶还发明了对数和一种有趣的手动计算器“纳皮耶的骨头”，对数用于最初的计算尺中，此后一直是模拟计算的重要基础。

零的概念貌似有几种不同的来源。在巴比伦，它在 60 进制数学计算中一直用到现在，但显然只是用作占位符，并没有参与真正的计算，这种用法大约发生在 2.5 万年前。

奥梅克人和玛雅人都将零作为真正的数字。零被用于非常复杂的日历计算。零的这种用法似乎可以追溯到公元 400 年左右。

零在印度的使用要追溯到公元 458 年，是在一份数学文献中发现的。这

是印度本土的发明还是继承了巴比伦的文化，无从考证。公元 600 年，著名的印度数学家婆罗摩笈多（Brahmagupta, 598-670）^①写了一篇文章来讲零的用法，把小于零的数字定为负数。

十进制数、小数点和零都是引领计算机和软件向前发展的重要先驱。

数字计算机

本书后面的章节会讨论数字计算机的演化，以及从 19 世纪 30 年代中期到 2010 年间计算机上使用的软件的演化，并对软件到 2019 年的发展进行预测。一言以蔽之，开发出来的软件，就是用来在数字计算机上运行的。没有数字计算机，就不会有软件；没有软件，数字计算机也就没有存在的意义，也不可能取代模拟计算机。

高级编程语言

19 世纪 60 年代，我开始成为一名年轻的程序员。我第一次给 IBM 1401 计算机编程时，用的是机器语言（主要用于补丁和缺陷修复）和最基本的汇编语言。

我的切身经验是，用机器语言来编程很容易出错，而且由于需要长时间高度集中注意力，人很快会疲劳。汇编语言朝着正确的方向前进了一步，但并不是很大的一步。必须用大量汇编指令去处理计算或调整打印输出格式，这些工作都非常耗时而且相当枯燥。高级语言开始于 ALGOL，COBOL，FORTRAN，PL/I，APL 等，它们减少了编码时间，大大减少了编码错误，把编程打造为一种有用的职业。

随机存取存储器

数据顺序存储在纸带、卡片组或磁带中，使用寿命是很长，但使用效率

^① 编注：印度天文学家，出生于印度拉贾斯坦邦宾马尔，当时隶属于哈尔沙帝国。他在担任乌贾因天文台台长期间，写了两部关于天文和数学的书，包括《婆罗摩历算书》。

太低。要想提高效率，磁带的转速必须非常非常高。磁盘驱动器和随机访问存储器的发明能够支持数据的快速处理及使用复杂的搜索算法。这些发明开辟出一条道路，最终带领我们来到今天的“大数据”时代，为解决许多特别问题而需要处理数十亿条记录和访问几百万个文件。

没有随机访问，现代计算和软件只能处理重要的数据分析问题里的一小部分。随机访问也引出了关系数据库概念、数据排序以及大量强大的查询语言，这些语言都属于结构化查询语言（SQL）家族。

软件对人类和社会的影响

计算机和软件的发展只有 70 多年的历史，但它们对个人和社会的影响不亚于印刷出版物、飞机、电视机和汽车等。

造福社会的工具和应用程序

下面总结的这些工具和应用改变了商业运作模式、战争的形式，每个人都能用来收集信息，与他人交流，或消磨时光。令人惊讶的是，这些都起源于过去 50 年的时间，有一半工具和应用的发明时间甚至还不到 25 年。

- 商业工具
 - 会计
 - 精算研究
 - 网络广告
 - 农业规划
 - 分析
 - 条码扫描器
 - 大数据
 - 预算分析
 - 云计算
 - 竞争分析

- 成本和资源跟踪
- 成本估算
- 众包
- 客户关系管理（CRM）
- 客户满意度分析
- 客户支持
- 分布式优化分析
- 电网控制
- 企业资源规划（ERP）软件包
- 金融
- 治理
- 人力资源管理
- 库存
- 投资
- 即时库存控制
- 法律支持
- 营销
- 石油勘探
- 订单输入
- 订单跟踪
- 规划和调度
- 过程控制
- 预订系统
- 风险估计和分析
- 机器人制造
- 销售支持
- 供应链管理

- 调查和意见分析
- 电话网络控制
- 水的净化
- 网络零售
- 数据库
 - 图形和图像
 - 音乐
 - 信号和模拟
 - 文本和数字
- 数据仓库
 - 混合数据形式
- 教育工具
 - 比较教育统计^①
 - 课程规划
 - 针对学生的个性化网上学习
 - 技能储备分析
 - 残疾人专用工具
 - 学生使用网络进行研究工作虚拟教室
- 嵌入式设备
 - 汽车引擎和刹车
 - 汽车安全系统
 - 航空
 - GPS 导航
 - 助听器

^① 编注：比较教育学是一门研究不同国家教育理论与实践的学科，而教育统计则是教育学与数理统计学相结合的一门交叉学科。

- 制造
- 医疗
- 信号处理
- 智能家电
- 电信
- 政府工具
 - 空中交通管制
 - 背景验证
 - 预算分析
 - 人口普查
 - 庭审记录
 - 灾难预防
 - 经济分析
 - 就业统计
 - 环境监测
 - 财务控制
 - 健康和长寿的统计
 - 高速公路的选址、设计和施工
 - 身份验证
 - 土地管理
 - 执法
 - 立法记录
 - 管制命令和规章制度
 - 国防
 - 专利分析
 - 政治记录
 - 污染监测

- 监狱
- 财产评估
- 重划选区
- 监管机构
- 风险分析
- 税收
- 交通分析和控制
- 失业保障
- 投票记录
- 给水控制
- 福利
- 区域划分
- 休闲
 - 蓝光和数字视频
 - 计算机游戏
 - 数字音乐格式
 - 地理藏宝游戏
 - 音乐播放列表
 - 在线杂志
 - 流媒体视频
 - 虚拟现实世界
- 医疗
 - 医疗团队之间的实时协调
 - 体外设备
 - 植入装置
 - 保险记录
 - 实验室试验

- 医院病人监控
- 病历
- 机器人手术设备
- 全国或全球医疗数据统计
- 国防
 - 反导弹防御罩
 - 作战仿真
 - 指挥与控制
 - 网络安全
 - 深海监测
 - 早期威胁预警
 - 加密和解密
 - 情报收集和协调
 - 物流分析
 - 国家安全局进行的信号截获
 - 卫星监测
 - 保密通信
 - 威胁分析
- 个人工具
 - 博客
 - 计算机
 - 联系人列表
 - 每日新闻
 - 数字家电
 - 数码相机
 - 数字图像处理
 - 数字手表

- 电子书
- 电子邮件
- 图形
- 手持全功能数字计算器
- 聋盲等残障人士支持
- 家庭理财
- 即时在线聊天
- 音乐
- 自然语言翻译
- **PPT**
- 日程安排
- 搜索引擎
- 智能手机
- 社交网络
- 电子表格
- 统计
- 平板电脑
- 文本转语音
- 视频处理
- 网页浏览器
- 文字处理
- 专业工具
 - 会计
 - 解析
 - 动画和图形艺术
 - 建筑
 - 土木工程

- 计算机动画
- 数据挖掘
- 绘图
- 经济分析
- 在线学习
- 加密和解密
- 工程学
- 智能网络扫描
- 执法
- 法律支持
- 数学
- 医疗支持
- 作曲
- 音乐的录音、播放和混音
- 国家安全
- 专利分析
- 制药
- 项目管理
- 物业管理
- 出版
- 地产楼盘
- 拼写检查和语法检查程序
- 统计
- 编程工具
 - 应用规模估算
 - 自动化测试
 - 复杂度分析

- 配置控制
- 持续集成
- 成本和进度估算
- 遗留应用程序的数据挖掘
- 调试
- 检查支持
- 维护和支持估计
- 测量和基准
- 编程语言编译器
- 质量评估
- 需求和设计分析
- 需求建模
- 重用性分析
- 风险评估
- 静态分析
- 测试工具（设计和执行）
- 虚拟化
- 网站设计与制作
- 保护工具
 - 反垃圾邮件
 - 反间谍程序
 - 反病毒软件
 - 智能报警系统
- 科学工具
 - 考古分析
 - 天文分析
 - 生物学分析

- 化学分析
- 计算机增强型图像校准
- 计算机稳定型光学器件
- 深海勘探
- DNA 分析
- 流行病学分析
- 法医分析
- 地质勘探（侧向扫描雷达）
- 语言分析
- 冶金
- 气象分析和天气预测
- 纳米技术
- 核装置控制
- 物理研究设备
- 聋盲等残障人士使用的自瞄准望远镜
- 物理现象仿真
- 空间飞行器，太空探险车，卫星
- 可视化

从这份列表中可以看出，计算机和软件已经给人类生活的每个方面带来了深刻的改变：教育、工作、战争、娱乐、医疗、法律和其他的一切。

有害的发明

计算机和软件也引发了很多有害的发明，如下面列表所示，其中一些以前并不存在。计算机和软件引发的有害发明有身份盗窃、木马和计算机病毒。这些是新型的、令人担忧的犯罪活动。

- 浏览器劫持
- 计算机僵尸网络

- 计算机键盘跟踪
- 计算机垃圾邮件
- 计算机间谍软件
- 计算机病毒
- 计算机蠕虫
- 自动客户应答
- 计算机化的数据误差校正的困难
- 无备份的电子投票机
- 黑客工具
- 身份盗窃
- 钓鱼
- 盗版
- 机器人电话^①
- 机器人武器系统
- 智能武器：炸弹、无人机、导弹
- 垃圾信息
- 攻击工业设备的特殊病毒
- 间谍软件
- 没有异常关闭机制的股市软件
- 不够智能的电话语音菜单
- 网络色情

这些威胁都相对较新，并且危害在不断加大。事实上，身份盗窃已经成为人类历史上最大、最普遍的一种犯罪。这是一种新型的犯罪，罪犯与受害人可能从来不曾见过，甚至可能相隔 1.2 万英里。

^① 编注：计算机根据指令自动拨打电话并播放预先录制的语音，多用于营销或宣传，政府也可能会使用来播发公共事件紧急通知等。

这些计算机和软件的害处催生了新的法律和新型的细分产业，这些产业提供病毒防护、黑客攻击保险和其他形式的保护。

这些发明也导致所有主要的警察部队、美国联邦调查局、中央情报局、特工处、国防部和美国各军种、国土安全部和其他政府机构新成立特殊的网络犯罪单位。国会网络安全中心的出现，标志着这些新型的网络犯罪引起了政府最高度的关注。

权衡风险

计算机和软件正在对人类生活的各个方面形成意义深远的改变。许多读者在社交网络上有好几个“朋友”，甚至更多读者通过“推文”或朋友圈关注名人与密友的日常生活与活动。文本信息的使用正在开始超越电话。

购买电子书的风头最近已经压过了购买普通的纸质书。银行现在从网上提供电子报表，要对提供纸质银行报账单收取额外的费用。我们所有的医疗和教育记录正在被计算机化并存储在数据库中。

如果没有计算机和软件，预订飞机航班或宾馆都是不可能的。的确，在暴风雪或飓风之后，如果电力瘫痪，各行各业的许多企业都会停止运营，因为已经不可能再像以前那样有条件进行人工处理。计算机游戏，包括有上千名玩家同时在线的很多互动游戏，是现在几亿年轻人的首选娱乐方式。现代电影采用的逼真的现实主义特效，也是由计算机产生的。甚至还可以通过计算机和软件“复活”已经离世的演员。

计算机和软件的影响已经成为一把双刃剑。当然，发送邮件和文本信息的能力以及在网上寻找信息的能力，对我们的日常生活非常有用。我们每次旅行，特别是到一个新的、不熟悉的地区时，几乎都会用到智能手机上的GPS地图。

医生能与同行实时进行交流，这对医疗实践有帮助。计算机化的医疗诊断仪器（比如CAT扫描和核磁共振设备）也大有裨益。人工电子耳蜗已经修复了几万名深度耳聋患者的听力。机器人制造相比许多复杂设备的制造更

便宜，有时甚至更精细。

但是，身份盗贼的风险也在增加，我们的计算机和电子设备需要不断防止来自黑客和数据窃贼的威胁，这造成了长期性的安全隐患，也造成了不菲的开销。

在评估计算机和软件的优缺点时，现有的证据证明，软件和计算机对人类生活环境的改变利大于弊，当然，被伤害过的人可能不同意这个说法。

用统计的眼光看待所有计算机和软件在现代社会中的已知用途，计算机和软件已经为我们的通信、经营业务、开展科研和工程工作带来了显著的效益。任何科学家或工程师试图停止使用计算机和软件的想法都是匪夷所思的，对于许多别的工作，比如医疗保健、法律实施、会计甚至房地产，也不例外。

小结

这一章展示了许多领域的演变和融合，它们最后结合在一起，形成了现在的计算机和软件。数学、数据存储和检索、通信方法和软件本身汇集在一起，即将开启个人软件和个人计算的新纪元。

本书随后的章节将讨论软件工程的发展过程，从 19 世纪 30 年代空想主义者最早的梦想，一直到 20 世纪末人类历史上最庞大、最富有的公司的成长。



第 2 章

1930—1939：数字计算的基础

20 世纪 30 年代早期，有几篇原创论文的发表为数字计算机的设计指引了前进的方向。在这十年的末期，几台数字计算机所发挥的效用，证明了电子计算机的可行性。同样在这十年，世界大战随时可能爆发，促使各国政府纷纷加大军事投入，研制军用模拟计算机来实现舰炮控制、鱼雷发射和轰炸瞄准等用途。

现代计算的先驱

如今，我们都知道 1930—1939 年这十年是没有软件的。但我们在两个方面取得了丰硕的成果：软件底层逻辑思想的建立和物理计算设备的设计。

临近这十年的末期，二战一触即发。政府迫切需要投入大量资金来研制快速计算装置并将其用于弹道计算、后勤和密码分析等军事目的。

所有国家都在大举投入模拟计算机的研制并将其用于舰炮控制、潜艇鱼雷瞄准和投弹瞄准器等军事目的。这十年中，有很多这样的模拟设备问世并通过了测试，但具体内容要留到下一章结合其实战情境进行讨论，这样做效

果更好。

1930年，范内瓦·布什（Vannevar Bush，1890—1974）^①开发了一种微分计算器，证明计算设备可以处理一系列数学问题，而非只是局限于狭义的计算。它是个模拟器，还不是数字计算机，所以和今天的数字计算机还没有什么直接的关系。

1934年，德国科学家康拉德·楚泽（Konard Zuse，1910—1995）^②率先提出一个想法，计算机或计算引擎需要一个控制单元、内存和运算单元。楚泽是计算架构和编程语言的先驱。然而，到二战结束之后，他的科研成果才在美国被公开。他被列入第一台计算机的制造者名单。在接下来的十年里，他一手制作的最成功的计算机问世了。

1935年，IBM聘请了三位女性员工，这对科技公司而言尚属创举。IBM主席托马斯·J.沃森^③宣布，不论性别，都同工同酬、权利平等。后来，IBM对屡受歧视的少数民族员工也实行这个政策。此后几十年，相对于机械和电子工程等传统技术领域，计算机和软件行业的就业机会更公平一些。在计算机和软件领域，由一家大公司（IBM）来倡议平等权利和同工同酬，这样的举措也引发了社会学的兴趣。

1936年，楚泽开始动手做继电器式计算机，代号为Z1，它类似于美国人乔治·斯蒂比兹（George Stibitz，1904—1995）^④的发明。Z1的完成时间是1938年，但由于机械原因，性能还不稳定。然而，它确实有可编程的功能。

后来，楚泽又研制了Z2。1941年，他完成了可高级编程的Z3。楚泽的

① 编注：曼哈顿计划组织者和领导者，因提出MEMEX概念而被誉为“互联网先知”。

② 编注：被誉为“数字计算机之父”，是一名土木建筑工程师。

③ 编注：1914—1956年出任国际商用机器公司（IBM）第1任首席执行官，1920—1950年，带领IBM发展成为国际知名的商业机构。

④ 编注：贝尔实验室研究员，被誉为“第一代现代数字计算机之父”和“计算机远程遥控之父”。可以访问 http://blog.csdn.net/singer_song/article/details/2892734，了解更多他的故事。

计算机使用二进制数，被认为是现代计算机的先驱。第一台计算机到底是楚泽制造的，还是阿塔纳索夫（（John Vincent Atanasoff））和贝瑞（（Clifford Berry））^①制造的，仍然有一些争论。到底谁更值得人们赞赏呢？事实上，他们都是独立工作的，而且都值得我们钦佩和赞赏。

1936 年，英国著名数学家图灵（Alan Turing，1912—1954）^②发表了一篇开创性的论文《论可计算数及其在判定问题上的应用》（On Computable Numbers），这是公认的对带有可执行程序的可工作计算机的描述。图灵的成果具有实践性和理论性，带来了意义深远的未来的发明和用于密码分析的可工作计算机。

图灵机是对可工作计算机的一种抽象的描述，即按顺序处理指令并执行数学与逻辑运算。即使在今天，一台成功的计算机的标准定义也是“图灵完整性”或必须体现图灵这篇开创性论文中提出的所有概念。

图灵还开发和定义了算法的概念，并对可以由计算机来解决的问题和无法由计算机解决的问题提出了重要的见解。图灵在布莱切利园（二战期间的密码破译中心，别名“X 站”）的工作对二战胜利做了很大的贡献，具体将在下一章介绍。

1937 年，香农（Claude Elwood Shannon，1916—2001）^③是麻省理工学院的研究生。他写了一篇论文，证明电子继电器可以实现布尔符号逻辑的概念。香农的研究促进了数字电路的发展，对数字计算机的运算机制有很大的帮助。

早在 1935 年，莫斯科州立大学的俄罗斯研究员维克多·雪斯塔可夫（Victor Shestakov，1907—1987）就曾经提出一套与香农类似的理论。然而，

① 编注：阿塔纳索夫是爱荷华州立大学教授，贝瑞是他的研究生。他们一起研制的阿塔纳索夫-贝瑞计算机。

② 编注：英国数学家、逻辑学家，计算机科学之父，人工智能之父。

③ 编注：美国数学家，信息论的创始人，提出信息熵的概念，为信息论和数字通信奠定了基础。

雪斯塔可夫的概念直到 1941 年才发表，所以人们普遍认为香农的思想是最早提出的。

1854 年，英国数学家布尔（George Boole）在《思维定律研究》（*An Investigation on the Laws of Thought*）一书中提出逻辑符号的概念。香农和雪斯塔可夫都认为可以通过继电器和电子电路处理符号逻辑，可以处理逻辑决策及执行数学运算。

逻辑处理和数学处理的结合使现代计算机（和软件）具有强大的解决问题能力。计算机和软件不仅能进行快速的数学计算，还能处理电话选路等复杂的逻辑问题。

1937 年 11 月，贝尔实验室的数学家乔治·斯蒂比兹在家里的餐桌上制造出一个原型装置，用两个电话继电器和一些手电筒灯泡来表示二进制数字 0 和 1。斯蒂比兹也意识到这个实验设备能够扩展用于处理涉及乘除法的快速计算。

从最初的漠不关心，贝尔实验室的高管后来终于决定为出钱制作一个比斯蒂比兹继电器机原型更大的工作版本。耗资约 2 万美元后，1938 年终于研制成功，并将该计算机命名为 Model I。

Model I 计算机大约有 450 个继电器，最初能处理加减乘除四则运算。这台机器用二进制数表示十进制值，当然也成为现在计算机的主要运算方式。斯蒂比兹还将继续改进计算机，这些内容将在下一章讨论。

斯蒂比兹的原型机有一个有趣的尝试，它使用电传打字机的键盘来进行输入和输出。这意味着计算设备不必与输入装置挨着放。几年之后，也就是 1940 年，斯蒂比兹演示了在 20 多英里远的地方通过电话线进行远程输入和输出。早期的这种远程计算最终扩展到今天大家都很熟悉的互联网。

1938 年，威廉·休利特（William Hewlett）和戴维·帕卡德（David Packard）创办惠普公司（HP）。这家公司最初销售各种电子设备，如示波器和音频振荡器。在接下来的几年里，惠普成为笔记本电脑、打印机和用户应用软件的主要供应商。

1939 年，阿塔那索夫和贝瑞开发了一个原型计算机 ABC（以发明者名字的首字母命名）。这台机器自称是世界上第一台数字计算机，当然，这存在着相当大的争议，甚至涉及到现代计算机起源的法律诉讼案。霍尼韦尔公司（Honeywell）和斯佩里-通用自动计算机公司（Sperry-Univac）著名的法律诉讼案将在第 5 章和第 6 章讨论。

1939 年，位于纽约恩迪科特的 IBM 实验室开始制造另一台计算机，命名为 Harvard Mark 1，它的正式名称是“自动顺序控制计算机”。

Mark 1 型计算机是哈佛大学数学家艾金和霍珀等几个 IBM 工程师设计的，其设计受 19 世纪 70 年代巴贝奇设计的早期机械式计算设备的影响。

说明

可工作的巴贝奇分析机直到 1891 年才实现。直到 1891 年建成之前，对于这台分析机是否可以有效工作，一直存在着争议。但它确实能工作且实际上是具备图灵完整性的数字计算机。19 世纪 70 年代巴贝奇之后，直到 20 世纪 50 年代才再次出现具备图灵完整性的数字计算机。

Mark 1 型计算机是一种使用继电器、存储轮和旋转开关的机电设备。它能够通过纸带将连续指令输入到计算机内进行“编程”。这台计算机的开发开始于 1939 年，但直到 1944 年才完成，所以将在下一章进行详细讨论。

小型数学应用程序

在这十年中，常见的一般都是非常小的数学应用程序。那时还没有真正意义上的编程语言，程序和数据存储容量也很小，更不必提那些简陋的输入/输出设备了。

表 2.1 显示了 1930—1939 年分布在全球的大部分软件应用程序。它们主要是小型实验性“程序”，通过机器语言或某种形式的键盘输入来实现。由此可以看出在这十年里起主导作用的是科学应用程序。

表 2.1 1930 年到 1939 年全球的软件应用

应用类型	应用数量 (个)	百分比
科学	15	60.00%
军事及防御	10	40.00%
政府	0	0.00%
系统和中间件	0	0.00%
嵌入式软件	0	0.00%
商业	0	0.00%
信息技术	0	0.00%
美国外包	0	0.00%
离岸外包	0	0.00%
网络应用	0	0.00%
游戏和娱乐	0	0.00%
开源	0	0.00%
合计	25	100.00%

正如今天我们所知道的那样，20 世纪 30 年代并不存在真正意义上的计算机编程。相反，各种控件的作用是改变机电计算设备的假设。楚泽的 Z1 型计算机是可编程的，但工作起来不可靠。

本书后面将讨论应用程序大小、生产率和质量。在 20 世纪 30 年代，数据无法证实这种分析是可行的。后面的章节将使用 1000 个功能点作为标准，它相当于 Java 等语言的 5 万行代码。

20 世纪 30 年代，由于计算设备的功能限制，最大的数学应用程序（没有其他类型）可能还不到 10 个功能点且不到 500 行代码。大多数“程序”就只有一两个功能点或不到 100 行代码。

1930—1939 年，世界正面临着一场大规模的战争。战争需要大量计算来处理后勤、弹道学和密码分析等问题。

1939 年，英国海军在英王乔治五世号战舰上安装了模拟火控计算机，这台计算机耗资约 21.3 万英镑，大致相当于今天的 2000 万美元。数字计算

机要想获得这么多的研究经费，还需要好多年的时间，数字计算机精密到足以取代海军舰艇和飞机上的模拟计算机，也需要好多年的时间。

这十年中，全球化的军事威胁使各国迫切需要快速、可靠的高速数学运算，推动着计算设备从单纯的数学扩展到解决逻辑问题的领域。

图灵、香农、楚泽、阿塔纳索夫、艾金、斯蒂比兹和其他人的开创性理论和论文，使数字计算机能够在人类历史中比快于以前几千倍的速度处理逻辑和数学问题。

几年后，这些概念对二战的結果产生了实质性的影响。

小结

20 世纪 30 年代初，人们已经认识到需要快速计算，但单凭当时的知识还无法造出这类设备。在这十年的末期，令人瞩目的研究成果对数字计算机的理论基础进行了验证。可工作的计算机还有待开发。这十年也见证了包含符号逻辑的计算机设计，随后将很快开发大量新型应用程序来处理电话选路和其他形式的决策等逻辑问题。计算机不再是一种单纯用来进行快速数学计算的工貝，它还可以帮助解决复杂的逻辑问题。大量新型模拟计算机被用于军事目的，比如海军重炮控制、投弹瞄准器和潜艇鱼雷发射。