

中 英 对 照

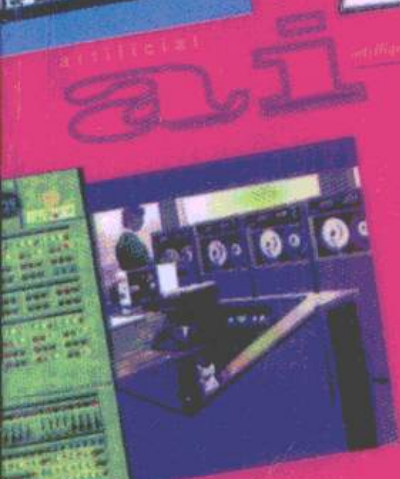
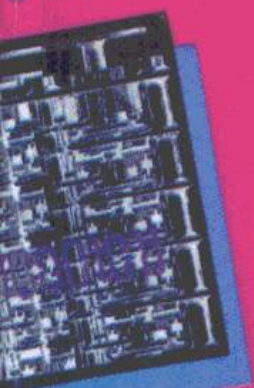
turing
& the computer

THE BIG IDEA

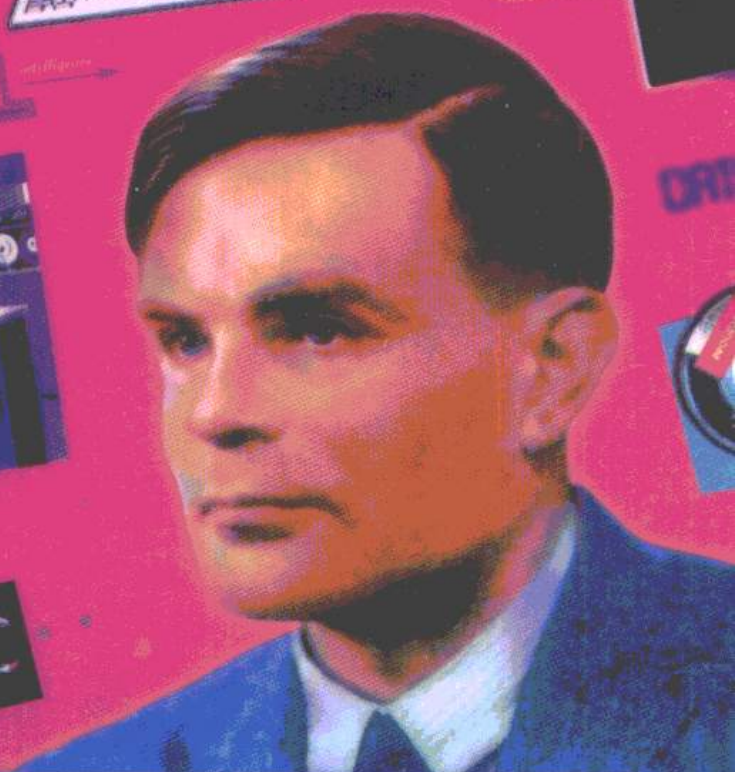
大科学家及其理论

图 灵

与 计 算 机



5.616.16



图灵：斯特拉温斯基 著
杨 越 译，吴文忠 出

图灵：斯特拉温斯基 著
杨 越 译，吴文忠 出

609

K835.616.16

782

大科学家及其理论

图灵与计算机

Turing & The Computer

保罗·斯特拉瑟恩 著

马 越 译

吴文忠 审

辽宁教育出版社
贝塔斯曼亚洲出版公司

版权合同登记: 图字 06-2000-018 号

图书在版编目 (CIP) 数据

图灵与计算机: 英汉对照/ (美) 斯特拉瑟恩著;
马越译. - 沈阳: 辽宁教育出版社, 2000.7

(大科学家及其理论)

ISBN 7-5382-3155-2

书名原文: Turing & The Computer

I. 图… II. ①斯… ②马… III. ①图灵 - 生平事迹 - 对照读物 - 英、汉 ②电子计算机 - 对照读物 - 英、汉 IV. K835.616.16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 31277 号

Copyright: 1997, 1998 BY PAUL STRATHERN

This Edition Arranged With LUCAS ALEXANDER WHITLEY (LAW)

Through Big Apple Tuttle-Mori Agency, Inc., and

Beijing International Rights Agency

English/Simplified Chinese Edition Copyright:

2000 LIAONING EDUCATION PUBLISHING HOUSE

All Rights Reserved.

辽宁教育出版社出版

(沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮政编码 110003)

沈阳新华印刷厂印刷 辽宁万有图书发行有限公司发行

开本: 850 × 1168 毫米 1/32 字数: 86 千字 印张: 5

印数: 1—5,000 册

2000 年 7 月第 1 版

2000 年 7 月第 1 次印刷

责任编辑: 许苏葵 杨军梅 责任校对: 王 玲

封面设计: 吴光前

版式设计: 赵怡轩

定 价: 8.50 元

引 言

计算机的发展过程足以证明它是人类最伟大的科技成果之一。计算机已经可以与火的使用、车轮的发明以及电的应用等相提并论，但这些人
类在过去取得的进步，开发、利用的是一些最基本的力量，而计算机开发的则是智慧本身。

在古今所有的科学家中，百分之九十以上的人依然健在。计算机每天正成倍地提高他们的工作速度。（也正是由于计算机，成功地绘出人类基因图谱将有可能比当初发现其结构时所预期的提前半个世纪实现。）

但是，我们也不应该把人们对计算机的期望值抬得过高。在不到 150 年前，人们对蒸汽机有过类似的期望，这种期望一直伴随它的整个发展过程。人们对计算尺的期望也持续了将近一个世纪。能够使计算机过剩的巨大进步是难以想象的，因为人们对这一进步本身还没有充分的认识。

甚至在第一台计算机出现之前，我们就在理论上了解了它的局限性。我们了解它到底能计算什么。我们在最早的计算机制造出来之前就明白它的潜在力量：即它能够最终形成它自己的人工智能。以上这些认识的获得与一个人有关，他就是艾伦·图灵。

图灵是个奇特的人，他渐渐地把自己看成某种计算机。图灵也曾参与了大型自动计算机“巨人”的研制工作。二战期间，该机成功地破译了德国“疑你码”密码。像阿基米德一样，为了拯救他的祖国，图灵不得不将他辉煌的数学事业搁置一边。阿基米德失败了，他死在一名罗马士兵的刀下。图灵实现了自己的愿望，但本应对他充满感激之情的祖国却以同性恋罪起诉他。

图灵英年早逝，不久便在许多人的记忆中消逝了。然而，今天越来越多的人认为图灵是计算机发展史上一个举足轻重的人物。

BC 时代——早期的计算机

计 算机最早的雏形当然是算盘。这种计算方法的发明甚至比轮子的出现还要早。（显然我们不愿被人欺骗的愿望远比享受舒适旅行的愿望要强烈得多。）考古证据表明了公元前 4000 年左右在中国和近东人们就在使用某种形式的算盘了。算盘在这两个地方分别发展起来，彼此没有联系。有人据此推断数学在人类生活中的首屈一指的地位，计算的迫切需要显然是人类生存条件中一个必不可少的重要因素。

英文“abacus”（算盘）一词源自巴比伦语“abag”，意思是“尘土”。学者们对这种风马牛不相及的联系做了许多绝妙的解释。其中一种解释认为，最初所有的计算都是在地上的尘土中完成的，所以尘土一词成了所有计算的代名词。或者，按照另一种说法，用算盘计算的方法是由最初在地上划出各种线和道计算演变而来的。

事实上，算盘并不是严格意义上的计算机。因为所有的实际运算是由算盘的使用者完成的，而要做到这点，则必须掌握程序（即必要的运算法则）。

不论算盘是计算机与否，在欧洲和亚洲，人们一直将算盘及其程序用于计算直到中世纪。当时，零的概念被引入数学，它导致和算盘有关的一切产生了混乱。结果，这种早期的计算工具很快招致严肃的数学家们的蔑视。然而，在以后的几个世纪中，算盘继续被人们用作计算器具、现金收记机、计算机或其他什么你能想到的用途。实际上，算盘至今在亚洲和俄罗斯某些地方的经济中仍起着关键作用。

现知最早的计算机在人们心中一直是个谜。1900年，一些希腊潜水采集海绵者在安提基赛尔的一座爱琴岛附近发现了一艘公元前1世纪的沉船。在那些破碎的雕像和瓦罐中，他们发现了一些锈迹斑斑的铜片，它们像是一部机器的碎片。专家们在50年后才终于将这些碎片拼到一起，组成一个整体。后来证实该机器是一种用于天文学方面的计算器具。它的作用很像一台现代的模拟计算机，靠机械手段完成计算。该器具通过一个曲柄的转动控制齿轮传动装置，传动装置又控制着罗盘。罗盘上可以显示出太阳和行星在黄道带的位置。

这一发现的惊人之处在于它是绝无仅有的。在同一时期我们从未发现过任何与之有丝毫相像的东西。

古希腊的文学作品也从未提到这种或者相似的器具。而且，从来没有一位哲学家、诗人、数学家、科学家或天文学家曾提到此物。根据我们今天对古希腊科学进步程度的了解，当时的希腊不存在能够产生这种器具的条件和技术。这部最早的计算机看来像是一个无法解释的不明之物，亦或是一件玩具。它出自某位在历史上消失的机械制造天才之手。它是一件没有产生任何影响的奇特之物；又像彗星一般，瞬间消失。之后，1500年过去了，什么也没有出现。

一般认为，最早的“真实”的具有机械装置的计算器具，是由威廉·希卡尔德，一位图宾根大学的希伯来语教授，在1623年制造的。希卡尔德是天文学家约翰内斯·开普勒的朋友。开普勒曾发现了行星运动定律。开普勒唤醒了这位希伯来语教授内心深处对数学的兴趣。但多年以后，他的运算技能已明显生疏了。这促使他下决心制造一部机器帮他进行这些运算。希卡尔德的机器被称为“运算之钟”。他打算用这部机器帮助天文学家计算出星历表（即太阳、月亮及行星的未来位置）。

不幸的是，我们将永远无法知道这部机器是否成功了，或者准确地说，它是如何运转的。因为第一台也是惟一的一台原型已经残缺不全了。当年这台机器连同希卡尔德的设计蓝图，在“三十年战争”中毁于一场大火。希卡尔德也因此从计算技术产生以来一项

最重要技术的发明者，退居为一个小小的历史注脚。

然而我们知道希卡尔德的机器是数字计算机的先驱，它以数字形式进行输入。其他形式的计算机，即模拟计算机，其输入（和输出）的数字由一种可以测量的量来代替，比如电压、重量或者长度。上面列举的最后一项曾用在最早的模拟计算机上，即是 17 世纪 30 年代发明的计算尺。最简单的计算尺由两个标有对数刻度的尺子组成。通过滑动尺子将一个数与另外一个数对应起来，就可以得到它们相乘和相除的结果。

威廉·奥特雷德发明了计算尺。他的父亲在埃顿为人代笔写信，教不识字的孩子读书写字。奥特雷德听从主的召唤做了名牧师，但受父亲的影响也兼职教一些书。17 世纪 30 年代，他制出了第一个直形计算尺（由两把直尺组成）。几年后，他提出了圆形计算尺的设想（用一个可以移动的圆环取代了滑动的尺子）。可惜的是，他的一个学生剽窃了他的想法并抢先将其发表，把他的成果据为己有。奥特雷德对此感到不悦，但他毕竟是个乐天派，这件事对他影响并不大。他是个彻头彻尾的保皇派，据说他是在听到查理二世重登皇位的消息时，由于兴奋过度而死的。

最初的计算尺在几年间发展成为一种能够进行复杂运算的工具。詹姆斯·瓦特是对此有过贡献的人物之一。他在 18 世纪 80 年代将计算尺用在第一批蒸汽

机设计的运算中。一位法国炮兵军官阿马戴·马南进一步改进了计算尺。马南在学生期间就设计出了一种先进的计算尺。凭借该尺，他在考试中成绩突出。他也因此走上了辉煌的军旅生涯。马南的计算尺在 20 世纪上半叶的应用如此广泛，以至成为了当时每位科学家衬衣口袋里的必备饰物。

现在让我们回到数字计算机。这一领域的又一重大进步是由法国数学家布莱赛·帕斯卡取得的。他出生于 1623 年，正巧与希卡尔德发明独创的“运算之钟”是同一年。帕斯卡的父亲是一位皇家税务专员。他对收现金已感到了难以应付，更不用说为皇家财务署准备的必要账目。为了帮助父亲，智力超前的儿子开始着手设计一台收账机。帕斯卡在 19 岁时已经制出了一台样机。数字通过转盘输进机器，这些转盘又是用齿轮传动装置与杆连接起来。帕斯卡的机器可以完成八位数以内的加、减运算。这台计算装置复杂到了极点，将当时的机械制造技术发展到了极致，有些地方甚至超越了当时的技术局限。该装置受到了齿轮问题的困扰。帕斯卡是个崇尚完美的人，他声称已经制出 50 多个样机，而且无一雷同。帕斯卡不仅是位伟大的数学家，同时也是那个时代最为杰出的笃信宗教的哲学家。他的健康状况每况愈下，而他的宗教热情却与日俱增。尽管他对数学概率的兴趣有所减退，但他对数学的研究伴随他的一生。在他看来，虽然人

们可以计算上帝是否存在的可能性，但最好还是赌上帝确实存在。因为如果上帝不存在，你也不会输掉什么。

帕斯卡的装置有 7 台得以保存下来。它们是无与伦比的杰作。它们运用了一些至今仍用于机械装置计算机的一些原理。这些得以保存下来的装置中有许多还可以使用，虽然还没有人能搞清楚如何用它们计算上帝存在的可能性。

德国哲学家戈特弗雷德·莱布尼兹，是又一个对数字计算机做出过重大贡献的人。莱布尼兹是那个时代的列奥纳多式的多产人物。在他的众多成果中包括两种哲学思想（一个是乐观的，另一个是悲观的思想），一个人侵埃及的详细计划、长达 15 卷的汉诺威王朝历史和一台性能大大超过帕斯卡的机器的更为先进的计算装置。

莱布尼兹对计算装置的兴趣不仅限于其实用性。大学期间，他就曾发表过一篇论述一切计算器具的理论基础及应用的论文。（这是一项为近 300 年后，图灵在这一领域的创新思想的提出指明方向的成果。）同一时期，他又发明了二进制数学，也就是后来成为计算机语言的二进制，尽管他没能将二者结合起来。

莱布尼兹在看过巴黎存放的帕斯卡的一台机器之后，于 1673 年推出了自己的计算机器。令人遗憾的是，由于他当时的经济状况窘迫，他必须考虑使他的

机器适合商业需求。因此他的许多设想无法实现。（相比之下，帕斯卡的机器过于复杂，除了他本人没有人能够造出他的机器。）不久，莱布尼兹跨过海峡将成果展示给伦敦皇家学院的学者们。学院的会员没有被他说动，他因此在机器的原型阶段就中止了这项研究。

虽然受到如此多的条件限制，莱布尼兹的机器仍然十分出色。与帕斯卡的机器一样，这一装置也是由连续的嵌齿驱动，但它的功能却强大得多。他的机器最初便具有乘法运算的功能（通过重复相加实现）。不久，莱布尼兹通过增加部件使其兼备除法运算和开平方的功能。

虽然莱布尼兹再没有时间在这一领域进行任何实际的钻研，但他认为计算机器有非常好的发展前景。他活跃的思维并未因此停止思考有关计算机器及其在未来世界可能发挥的作用等问题。在他看来，有一天，计算机器将可以解决所有的伦理道德方面的争论。你只要将不同见解输入给计算机器，它们自然会“计算”出哪种见解更为合理。（进行这种计算的理论基础与计算上帝存在的可能性如出一辙。除了想出这些运算的天才们，对大众来说这始终是令人费解的。）

不仅如此，莱布尼兹还预言很快计算机器将使法官的数量过剩。他相信未来的法庭将由计算机器主持，它们将做出各种裁定和判决。这种语出惊人的预

言也许会让人突发奇想，编出有关计算机终极的恐怖小说。但莱布尼兹不这样看。他基本上是个乐观主义者。他相信，“在这个可能是最好的世界上，所有的愿望都是出于好意”。假如他可以把他罕见的精力再多一些地投入到计算机器的研制上，那么他所取得的成就将是不可限量的。

数字计算领域的另一个具有重大意义的成果，是由一个地道的局外人创造的。约瑟夫·玛丽·雅卡尔是法国纺织业一名技术人员。19 世纪初，他研制出一台全新的提花织机。它由穿孔卡片控制织出各种图案。虽然雅卡尔对他的发明的重大意义不甚了解，但用程序控制机器的观念从此应运而生。他完善了他的想法，他的织机非常成功。19 世纪 20 年代，雅卡尔提花织机在里昂引起骚乱。当时，过剩的纺织工人挤满了工厂并捣毁了许多织机。今天许多复杂的图案仍用雅卡尔的方法完成。

具有复杂机械装置的计算机器；用程序设计的想法以及有关可计算数的理论；这些现代计算机的基本要素开始出现。但是，我们还需要一位天才把这些表面上互不相干的要素结合起来。查尔斯·巴贝奇被公认为计算机之父。像许多从事实际研究的天才一样，他缺乏的恰恰就是实际精神。然而，他的发现及成就超越了他的时代整整一个世纪。

巴贝奇生于 1791 年并继承了一笔可观的财产。

他是个和善的年轻人，他在数学方面的超常潜质很快就显露出来。在他的努力下，莱布尼兹的微积分很快被介绍到英国。（英国的数学家坚持使用牛顿独创的但却已落后的用法，以此表示他们的爱国情怀，但他们也因此使自己在一个世纪的时间里无法了解欧洲大陆的成果。）

巴贝奇接着转向另一个妨碍英国科学家的麻烦事，也就是众所周知的乘法错误。在天文学及数学表中这些错误随处可见。例如，第一版《用于海上经纬度定位的星历表》一书中错误之处竟达 1000 处之多！

巴贝奇相信解决这些数学表中的错误只有一个办法：有必要制造一台庞大的、多用途并且运算可靠的计算机器。在得到政府的专项拨款支持后，巴贝奇着手研制他的著名“差分机 1 号”。这是一项重大的、雄心勃勃的举措。按照他的设想他的机器将能够进行 20 位数字的运算；能够存储一组数字并将它们相加。由于这部机器将采用倍数差分的方法，因此它的运算限制在加法的范畴之内。这是利用了多项式（即包含多个项的代数公式）和常数差的原理。用最简单的公式表示为：

$$\text{当 } f(x) = 2x + 1$$

$$x = 1 \ 2 \ 3 \ 4 \cdots$$

$$f(x) = 3 \ 5 \ 7 \ 9 \cdots$$

$$\text{那么, 差分} = 2 \ 2 \ 2 \ 2 \cdots$$

当然复杂的函数就没有这么简单了。但是我们可以从差之间的差（或者差之间差的差的差）中找到一个常数差。在大多数情况下，如果一个多项式有一个 x^n 项，那么就应该先计算 n 的差，然后再得出一个常数差。要计算出 x 连续值的多项式，正如计算数学表时所要求的那样，计算机器先将常数差相加，然后再回来加差数比进行一系列复杂乘法运算要简单容易得多。对数函数和三角函数这样的函数运算通常不采用这种方式，它们可以简化成近似多项式。

与以前的机器一样，“差分机 1 号”使用齿轮驱动并在十进制的基础上运算。但它在制造上的复杂程度要远远超过以前的机器，它的制造需要一系列机械工程方面技术革新的支持。

巴贝奇过去善于即兴发挥，堪称大师，所以他完全胜任这项任务。他在研制他的机器过程中不断把随时出现的新的想法、创造性的构想体现在机器上。“差分机 1 号”是在 1823 年开始制造的，但却一直不能完成。10 年的时间，他的最初设计经过不断改进最后竟变成需要制造一台由 25 000 个部件组成的机器（只造出了其中的 12 000 个部件），而制造成本也涨到 17 470 英镑（当时，这笔钱已经足够造出几个战争狂人）。巴贝奇本人出了很大一部分资金，但政府还是决定终止这个项目。政府认为把资金用在发展海军要比造一台计算机器更有价值，因为制造这样一

台费用如此庞大的机器，最终可能会使政府背上只有这台机器才能计算得出的债务。尽管困难重重，1827年巴贝奇已经用机器惟一运行的部分（仅由 2000 个部件构成），计算出从 1 到 108 000 的对数表。一般认为“差分机 1 号”可运行的这部分是第一台自动计算机。将数字输入该机器后，计算结果就可以打印出来（进一步降低了人工出错的可能性）。

对于巴贝奇来说，这一切还仅仅刚开始。1830年后他已经开始准备“差分机 2 号”了。它的原理代表了计算技术领域的一次重大进步。它将成为第一台分析计算机：即由外部程序控制其运行的机器。巴贝奇曾听说过雅卡尔用穿孔卡片控制计算机器的机械部分的做法，并决定将其用在自己的机器上。这样，他的机器就能够根据插入的穿孔卡片上的指令完成任何一种算术运算。与第一台差分机一样，新机器也将拥有可以存储数字的存储器。不同的是，它将具有对这些存储数字进行一系列运算的功能。巴贝奇已经设想出现代计算机的基本特征。

体现这些特征的中心加工厂即将成为困难集中的地方。该机器将包含 1000 个轴杆和超过 50 000 个齿轮。它将采用十进制，可以进行 50 位数的运算。

令人失望的是政府不愿被它的这些令人生畏的可能性吓倒。他们拒绝出资以避免财政再次出现巨大的亏空。面对多年的艰苦钻研没有任何结果，巴贝奇感

到心力交瘁。曾经是剑桥的翩翩少年，如今却落得踱步伦敦街头、性情暴躁令人讨厌的老家伙。他被街头音乐艺人的噪音搞得心烦意乱，他们“常常会招来一些破衣烂衫的小混混乱舞乱跳，有时是一些半醉半醒的酒鬼，他们偶尔还会伴着嘈杂的音乐乱唱一通……街头音乐的另一群支持者是那些品行难以定论有着大众情怀的女士们。对她们来说，这种场合为她们提供了一次自我展示的机会。”巴贝奇发动了一次取缔街头演奏的运动，理由是他们使他无法安静地工作。街头音乐家聚集在他窗前以示抗议。巴贝奇回想此事时说：“那是惟一一次一支铜管乐队连续演奏5个小时，中间只有几次短短的间歇。”

巴贝奇现在已将他的大部分私人资产都花在制造差分机的梦想上了。他得到了艾达—拉弗莱斯夫人的多年的资助。艾达是诗人拜伦的女儿，同时也是当时最出色的女数学家之一。（美国国防部将他们的编程语言命名为ADA，这是对她在计算机历史上的贡献的巨大承认。）拉弗莱斯夫人还帮巴贝奇挽回了不少个人资产。他们曾共同工作试图研制出一套精确可行的赌马系统。幸好，初期的测试就证明这套系统的造价与差分机不相上下。

虽屡遭挫折，巴贝奇仍有不少成果，包括发明火车排障器，根据树木的年轮了解气候信息等。巴贝奇于1871年去世。他去世后，他的“差分机2号”的