



理查德·菲利普斯·费曼

Richard Phillips Feynman

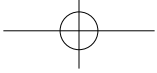
1 /

理查德·菲利普斯·费曼： 纳米技术来了

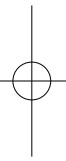
历史有时会重演。然而，“大事物”的历史规律是否同样适用在“小事物”上呢？例如，人类的建筑史是否能在不到百万分之一毫米的电子设备的制造中重演呢？

起初，我们的祖先生活在自然形成的洞穴里。后来，他们学会了如何开凿岩石并扩建这些洞穴，这就是古代人建筑房屋的方式。“祖先的做法表明，在岩石上运用凿刻技术可以让你走得很远”（Our ancestors showed that carving in the rock could get you quite far）。然而，当这种技术的用处已经达到了极致，想要进步就必须先摒弃它，而采用更先进的技术。

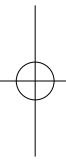
古人找到了一种更先进的技术：他们没有继续在原有的自然岩层中为自己创造生活空间，而是开始凿刻小石头，并用它们建



造各式各样的房屋和围墙。他们把单个的石块作为原料，先组成模块，再组合成为建筑。这种方式能够创造出比原始洞穴复杂数倍的建筑结构，并由此衍生出各类更为精妙的建筑结构与加固技术，使我们最终能建成那些让人叹为观止的摩天大楼。至今，这样的建筑方法还在不断发展，用于攻克更多新的领域，把人类的建筑版图延伸到海洋甚至太空。

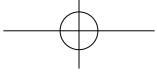


若我们把视角从宏伟的建筑转向电子设备领域，则会发现，微型电子设备的制造也可能会走向类似的发展趋势。目前，我们用蚀刻半导体芯片的方法生产集成电路。要使这些集成电路尽可能小型化，蚀刻过程就需要更加精细。然而，在精细和复杂性的程度上，我们能达到的极限是什么？很明显，我们正在迅速接近这个极限。因此，为了继续前进，我们必须效法古代的建筑师——从“凿刻”现有的材料，变为选用最小的可用建筑单元——分子和原子来建造装置和结构。



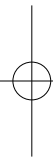
能够实现这一技术的工具被称为扫描隧道显微镜（或原子显微镜）。和普通显微镜不同的是，这种显微镜内部连一块透镜都没有。它们像盲人一样，用一根可“感知”原子和分子的微型针头扫描被加工的材料表面。然后，针头将它的“感觉”传送到计算机化的可视化系统，将它们转换成电脑屏幕上可见的图像。微型针头与地面的距离必须在 10 埃以下，或者百万分之一毫米。

当细小的电流通过微型针头时，针头会发生局部化学反应，从而改变材料表面某些分子的特性。通过这种方式，研究人员可



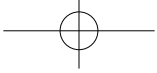
以改变位于特定区域的分子质量，使它们能够与其他选定的分子进行结合，微型针头将在下一阶段派上用场。就像孩子们用积木堆砌一座塔或别的结构一样，我们也可以用这种方式先添加一个又一个的分子，直到真正的具有格状结构的固态晶体形成。换句话说，构成它的分子或原子以某种有序的模式重复排列，不同排列之间的距离固定且保持一致。

这种分子级别上的构造过程，也就是我们俗称的“纳米技术”。令人惊讶的是，早在 1981 年，这些能够“抓住”单个原子和分子的独特工具就在瑞士苏黎世 IBM 公司的实验室里被开发出来了。



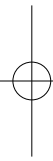
纳米技术的灵感源自物理学家理查德·菲利普斯·费曼 (Richard Phillips Feynman)。费曼是 20 世纪最出色的物理学家之一，他是量子电动力学的创始人之一，也被称为“纳米技术之父”，由他提出的计算方法是研究量子电动力学和粒子物理学的重要工具。

1959 年，他登上了在加州理工学院举行的物理学会议的演讲台，发表了题为“在底部还有很大空间”的演讲。这位当时在加州理工大学任教的教授向同事们提出了一个新的想法。从石器时代开始，不论是磨尖箭头还是光刻芯片，都与一次性地削去或者融合数以亿计的原子以便把物质做成人们需要的形态有关。费曼质问道，为什么我们不可以从另一个角度出发，从单个的分子甚至原子开始进行组装，让这些物质达到我们的要求？他说：“至少



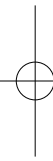
在我看来，物理学的规律不排除一个原子一个原子地制造物品的可能性。”在 1959 年，最先进的计算机使用的还是真空管，这时的电脑体积巨大，能填满整整一个房间。在演讲中费曼说：纳米技术能够在铅笔尖上用原子和离子（离子是携带电荷的原子）编写大英百科全书，这也就是我们当代的“存储器”的原型。

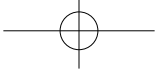
费曼的奇思妙想让台下的观众们很震惊。他表示这种技术可以按照我们喜欢的方式，一个一个地排列原子，而无须不断地钻研和蚀刻现有的材料。他接着提出了进行微观工程操作的想法，并描述了可能用于执行这项任务的工具和技术。前面提到的技术，尽管姗姗来迟，但是 22 年后这种工具最终还是被开发出来了。



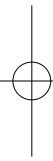
费曼此次演讲中的另一个重点是“微型机器”。他热衷于爱因斯坦的方法论，并为听众们描述了一个“思维实验”。这个实验推测了如果我们生产出小型的自动机器时会发生什么后果。这些机器将被编程，用于继续生产更微型的机器，然后那些被生产出来的微型机器将再被编程，用于生产更小的机器。依此类推，直到我们的机器达到分子大小水平。在未来的许多年里，这些假想的“微型机器”被称为“费曼机器”。

费曼因研究量子电动力学而获得诺贝尔物理学奖。众所周知，费曼喜欢给演讲取一些夸张、具有煽动性的标题。尽管此次演讲的内容与他获得诺贝尔物理学奖的专业领域相去甚远，但它依然成为了一个历史性的里程碑——它就像一个起点，纳米技术这个新的科学研究领域由此发展起来。





费曼因擅长解释和阐述复杂观点而闻名，是一位才华横溢并充满热情的教师。他曾在自传《别闹了，费曼先生》中写道：“对我来说，教授数学、物理学是再理想不过了。”“二战”后，他曾在康奈尔大学任教，向本科生教授物理学。他坚持使用通俗的语言向低年级学生们阐释艰深的物理学，他的《费曼物理学讲义》至今仍是众多讲师和大学生们的学习指南。同样的例子还有他在受邀向美国国会讲解“挑战者号”航天飞机的失事原因时，做了著名的 O 形环演示实验，仅仅用一个装满冷水的纸杯和一个橡皮圈，就解释了航天飞机失事的核心原因——橡胶在低温下失去弹性。费曼的风趣幽默、平易近人给公众留下了深刻的印象，生活中他也有许多生动且有趣的逸事。在世界上的前沿科学家中，这样的人并不多见。英国杂志《物理世界》在 1999 年曾对全球 130 名领先的物理学家进行民意调查，在这个调查中，费曼被评为有史以来最伟大的十位物理学家之一。



1918 年 5 月，理查德·费曼出生于美国纽约皇后区。在他出生前，父亲就告诉母亲，这个孩子将来会成为一名科学家。在学校举行的一次测试中，他展现出过人的智商，但高智商依旧无法解释他与生俱来的天赋。

父亲一直教育费曼，要对一切事物保持怀疑的态度。费曼牢记父亲的教诲，以至于在一次高中数学课上，他拒绝使用别人已经证明过的数学公式，而是要自己先推导证明后才会使用。显然，天赋让他拥有不可思议的能力，能够推论、联想甚至交叉引用毫

无关联的数据和信息。在他小学三年级的时候，班主任开设了一门新课程。这时候费曼举起手说，他们几个星期前就已经学过这门课了，然后开始向全班同学解释，他是如何从熟悉的学科中推断出要学的新课程的内容的。在小学结束后，费曼已经开始自学初等微积分的内容。这时他已经拥有了一个自己打造的小实验室，在这里虽然没有进行过什么伟大的科学实验，但费曼用生活中可以得到的小玩意儿们，例如耳机、扬声器、灯泡等等进行实验和研究，从而让费曼观察更多的物理现象，向他打开科学之门。中学时代，经济大萧条让费曼需要挤出时间打零工。1935年前后，有许多学生迫于经济压力，放弃上大学的机会，但费曼的父母仍然坚持为他提供最好的教育条件，支持他报考大学。高中毕业后，费曼进入麻省理工学院，最初的主修科目是数学和电力工程，后转修物理学。1942年6月16日，费曼获得了普林斯顿大学理论物理学博士学位。

尽管费曼是一位理论家，但他相信，未来某一天可以创造出“费曼机器”。在某种意义上，分子计算机是一种实现了的“费曼机器”，其当代名称是一种复制器，可以通过编程生产不同的产品——当然也包括复制机器。这些具有独立运动能力的机械“生物”，能够一次改变一个分子的环境。如果我们继续沿着费曼“思想实验”向前推进，可以设想：在一个装有几种原材料的容器里置入一个复制因子，一段时间后，容器内的原材料将被清空，并将装满了所需要的产品，如电子元件、作业工具、家具、汽车，

甚至昂贵的药品等，其生产成本几乎为零。通过这种方式能生产任何产品，只是取决于被编程的复制因子。

畅想 2050

由“费曼机器”生产出的这种复制因子可以将任何原材料转化为任何成品，在理论上可以解决饥荒和需求问题。但另一方面，科学家们又一次使用思维实验方法，提出了一个令人担忧的问题：如果通过编程“复制因子”来复制和生产更多的“复制因子”，会发生什么？科幻作家亚瑟·查理斯·克拉克（Arthur C. Clark）已经想象过这种情况。他描述了一种自我复制的机器，这个机器具有生命系统的特性，被称为“复制器”。他指出，制造第一个“复制因子”会耗费大笔资金，但第二个“复制因子”的生产则不需要任何成本，因为第一个“复制因子”能够利用环境中的原材料进行自我复制。任何我们想要的东西都可以从无到有。乍一看这是件一劳永逸的事情，甚至有些让人难以置信。专业的科学家们对这一观点进行了检验，发现了其中的某些缺陷，与其说是缺陷，不如说是某种危险：“复制因子”（也就是“费曼机器”）会成为一种高效的“复制因子”。它可能会失去控制，然后永不停歇地自我复制，直到某一时刻，它耗尽了世界上所有的原材料，包括人类和他们的一切财产。整个世界将变得空无，只剩下科学家们所说的，人类末日中的“灰色的黏湿物”（cray goo）（尽管这种同

质物质不需要有黏性，更不用说灰色色调)。

虽然这只是一个思想实验。但另一方面，正如著名的犹太谚语所说：“谁是明智的？”预见未来的人是明智的。因此，对于那些生活在 2050 年的人来说，找到预防全球性灾难的措施才是明智之举。

一种可取的安全措施是让“费曼机器”在几代复制之后停止自我复制。另一种可能是对它们进行编程，让它们用一种极其稀有的物质来进行自我复制，这种物质只会存在于特定的区域范围内，并在预定的时间内耗尽。第三种选择是通过外部计算机直接控制复制过程，在“费曼机器”的复制进程需要获取更多的原料时，需要得到人工操作员的授权。

对于计算机的发展而言，人类在各个领域上的成就，都已远超费曼的预言，而纳米技术和微型机器则刚刚打开新篇章。然而，就像纳米技术将在 2050 年向未来世界的公民们提出挑战一样，这些关于安全和控制机制的需求，并不是费曼所面临的真正挑战。针对所有关于纳米技术生产力和供给能力的预测，如果成为现实，会发生什么？生活在那个时代的人们将别无选择，只能生活在无尽的奢侈之中，衣食无忧。这听起来似乎简单明了，甚至让现代人忌妒。然而，在一个没有目标和成就感的世界里生活真的是件容易的事吗？每个人都可不费吹灰之力地获得任何东西吗？

即使到现在，在人类的第三个千禧年初期，工业化的世界里仍有大量的人指责我们的文化过度崇拜物质主义和消费主义。似

乎这就是我们进行思想实验的能力的界限，以改变我们世界的力量和规则。我们很难想象人类可以随心所欲地拥有想要的一切，这样的世界显然不是最好的也不是积极的。但在发展纳米技术的道路上，我们暂时没有更好的选择，我们或许要把这个复杂的问题抛在脑后，让我们的后代，生活在 2050 年的世界公民，根据他们自己的想法、经验和直觉去应对这个难题。



艾萨克·阿西莫夫

Isaac Asimov

2 /

艾萨克·阿西莫夫： 小心，它是一个机器人

在人类的文明历程中，有些经验是好的，有些则不然。让“别人”代替我们去做必须完成的工作，人们试图证明这种想法不现实，而且只在短期内适用。因此，关于“人类奴隶”的替代品——“机器奴隶”的想法开始出现。

乍看之下，这个想法似乎很不错，甚至还占据着道德制高点。机器人可以夜以继日地工作，不知疲倦，没有情绪。它们没有感情和想法，是按照人（而不是上帝）的形象创造的。然而，某天醒来，我们也许会发现，即使是机器奴隶，也会为了自由奋起反抗它们的创造者。如果这种情况发生了，谁都不希望自己出现在现场。人类会尽一切可能避免这种情况发生，更别说引发一场机器人和人类之间的战争了。

机器人，最初出现在人类的想象中。从科幻小说里，我们了解到机器人的许多优点：它们不需要呼吸空气；可以在极端气候下工作，耐寒耐热；不会觉得无聊也不会疲惫；没有疾病困扰，不会感到饥渴；不需要休假，当然也不休产假；也不需要到社区做义工或到军队服兵役。

简而言之，只要机器人能够得到当月的最佳员工奖，任何一位老板都会慷慨地给予奖励。然而，现在还没有这种能够完成人类全部工作的多用途机器人。而制造这样一个机器人要面临的挑战，不仅仅是技术工程方面的。在这一想法实现之前，首先要解决人类从早期机器人神话中产生的担忧。比如传说和恐怖故事：在某个地方，人们的伦理道德、社会思想和文化准则中，都用醒目的字母写着：“记住弗兰肯斯坦的创造意味着什么！”这个人形生物出自 19 世纪英国作家玛丽·雪莱（Mary Shelly）的著作，它由多个尸体的不同身体部位拼凑而来。而“布拉格巨人”则是一个巨大的“玩偶”。犹太传说提到，16 世纪，拉比·耶胡达·利瓦（Rabbi Yehuda Liva）将“生命之魂”注入这个巨人体内，并把它变成一个仆人，它的使命之一就是 will 布拉格犹太区的敌人吓跑。弗兰肯斯坦和布拉格巨人的两位创造者，最终失去了对他们的创造物的控制，他们的创造物也最终背叛了他们。无论机器人的功能会给我们带来多少益处，人类在建立一支机械自动化军队时所面临的最大挑战还是机器人的不可控性。在许多知名的小说和影视作品中，作家、导演和演员，已经为观众展现过“人机大战”的场面。如电影《我，机器人》和美剧《西部世界》，都深入地

讨论了人类与机器人的关系，以及人类与机器人在共处一个社会时可能发生的危机。

在未来的某一天，也许有一种补救措施能让我们解决这种担忧。在犹太科幻小说家艾萨克·阿西莫夫（Isaac Asimov）的作品中，我们也许可以找到这种方法。许多人错误地认为科幻小说的作者是现代的“先知”，他们发明或预见各个领域的新技术和新科学，是他们的想象力在推动着科学向前发展。事实恰恰相反，科幻小说的作者会接触到某些前沿的科学研究，而这些科学研究并不为公众所熟知，而且一直滞留在“科学家圈子”（scientist court）里。

富有想象力和创造力的作家们将这些新的科学信息引入，并脑洞大开，试着“向前走几步”，看看它最终会走向何方。人类社会、经济、政治和心理又会随着这些技术发展的引入而发生什么样的变化。

阿西莫夫是美国科幻小说的代表人物之一，与罗伯特·海因莱因、亚瑟·克拉克并称为科幻小说三巨头。他的一生著作颇丰，创作和参与编辑超过了五百册的书籍，包括科幻小说与科普作品。在阿西莫夫的作品中，最被世人熟知的应该是“基地系列”，其他的主要著作还有“银河帝国三部曲”和“机器人系列”。这三大小说系列最后在“基地系列”的庞大宇宙中合为一体，至今仍被科幻界和读者们誉为“科幻圣经”。阿西莫夫也写过很多优秀的短篇小说，其中《日暮》（*Nightfall*）曾被美国科幻作家协会选为1964年最佳短篇小说。阿西莫夫还是“门萨”组织的副主席，该组织专门为那些智商超过140的人服务。为纪念阿西莫夫的贡

献与成就，美国天文学家谢尔特·巴斯将 1981 年 3 月 2 日发现的小行星 5020 命名为阿西莫夫星。

在“模拟”思想领域，艾萨克·阿西莫夫是一位真正的天才。基于他所接触到的科学技术，他能展望、描绘出多种可能的未来，每个世界都有自己的文化、历史、信仰和虚构的社会冲突。他有能力向我们展示关于未来的各种可能性，并告诉我们，如果我们选择不同的通往未来的道路，我们最终会到达哪里，他因此被称为“人类战略规划的先知”。在某种意义上，他不仅为我们展示了许多未来可能性的画面，而且还教会我们如何思考未来，如何将众多可能变成现实。阿西莫夫在科幻小说上的成就使我们能够在未来的种种可能之间作出选择，然后让我们的脚步回到现实中，走上通往未来的道路。

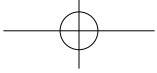
1920 年 1 月，艾萨克·阿西莫夫出生于斯摩棱斯克州（Smolensk Oblast）的一个犹太人家庭。斯摩棱斯克州位于今天的俄罗斯西部。阿西莫夫 3 岁时，随父母移民到美国，定居在纽约市布鲁克林区，直到 1992 年去世。童年时期，他经常在学习之余帮父母打理商店和报摊。17 岁时，阿西莫夫在父母的商店里读到一本科幻杂志，并开始撰写关于未来的故事，这些故事很快就大受欢迎。《惊奇故事》杂志的主编约翰·坎贝尔（John Campbell）鼓励他继续写作。然而，和其他望子成龙的犹太家庭一样，阿西莫夫必须先完成学业、获得学位，以确保他拥有“一份真正的、赖以谋生的职业”。阿西莫夫不满 16 岁时已经完成了高中学业，1939 年，也就是他 19 岁时，就已经获得了哥伦比亚

大学的数学学士学位。1942年，阿西莫夫与格特鲁德·布鲁格曼（Gertrude Blugerman）结婚，婚后育有两个孩子。31年后他与特鲁德·布鲁格曼离婚，并与珍妮特·杰弗逊（Janet Jefferson）结婚。1948年，也正是以色列建国之年，阿西莫夫获得了博士学位。作为一名生物化学家，他加入了波士顿大学的科学团队，从此与波士顿大学结下终生的缘分。1955年，阿西莫夫任副教授。与此同时，他继续写作。三年后，他决定停下手中教书的工作，全身心投入写作。他笔下的故事表达了对未来无尽的想象和种种振奋人心的可能性。更重要的是，在他的小说里，人们看到了他对如何塑造未来的思考。这些内容吸引了大批的科幻小说迷，尤其是青少年读者。然而，阿西莫夫在人类未来战略规划领域取得的成就并没有得到主流科学组织的支持。直至1979年，他才成为终身教授。

阿西莫夫自认为是一位人道主义者，一位全人类的公民。正因如此，他对这样的一种可能性深感担忧：众所周知，人类总有一些不明智的行动。他们可能会因为国家之间的斗争，肆意地在银河系中扩张，或者创造出危险的机器毁灭自己，就像玛丽·雪莱笔下的弗兰肯斯坦或布拉格巨人一样，这些机器会反抗并毁灭人类。

出于对这些问题的深深忧虑，他编写了一系列书籍来详述未来的诸多可能。在这些书中，他描绘了一条道路，这也许是一条相当曲折且难以捉摸的道路。但是如果沿着这条路线，或许可以解决未来将会出现的各种问题，在危机中幸存。

阿西莫夫从一开始就讨论了机器人的外形和设计问题。机器人不一定只能设计成人形。例如从事水下船舶维修工作的机器人



可以设计成章鱼形状，或者像一个桶，桶里可以放置各种所需工具，或者在铸造厂熔炉附近制造各种金属仪器的机器人，可能被设计成只有一只胳膊的六轮马车。这样一来，每台机器人都有自己独特的部件，我们就需要建造、维护、升级并运行数百台不同种类的机器人。然而，与机器人带给我们的好处相比，运行和维护它们的成本则更高。由于这些机器人只能执行特定的任务，管理机器人成为了数量庞大而逻辑复杂的任务，导致整个“机器人企业”的效率降低，甚至机器人的可行性都会因此受到质疑。几年来，科学技术正朝着阿西莫夫所担忧的方向发展，即设计和建造专用机器人。例如，汽车工业中焊接金属部件的工业机器人，在恶劣的工作条件下（如高温及有毒气体等）需要耐久性的油漆、负载和执行其他任务的机器人。它们看起来只是各种尺寸的金属手臂，或者是在特定制造区域内运动的手推车。这类机器人不会让我们害怕，因为它们外形不像人类，只会单调地工作，不会模仿我们。

我们甚至准备制造可以飘浮在太空中的机器人，用于建造和维护空间站，或者用水下机器人来探索海底和海洋生物圈，它们不需要呼吸空气，也不会被鲨鱼吃掉。

换句话说，我们似乎已经准备好享受机器人的优良服务——只要它们的形状不会让我们联想到人形结构，只要它们在远离我们生活的地方工作就好。机器人工程师称之为“远程机器人”，他们让这些机器人具有克服自身故障的能力。也许，“远程机器人”能够胜任任何一项人类的工作。但事实上，如果“远程机器人”不适合某

个环境，它会变得孤立无援。这时它需要另一个远程机器人的协助。然而，如果它飘浮在太空中，或在铸造厂的熔炉边，或者在海底深处，那么另一个更合适的机器人将无法及时联系并援助它。

正如前面提到的，阿西莫夫知道如何与未来的情景进行“博弈”，他预见到了这些缺陷，并找到了避免它们的方法。他得到的结论是：效用最高的通用机器人终究会是人形机器人。这种机器人并不是工程学意义上完美无缺的典型，它最大的优点也是它的缺点，即形状上像人类，功能上也像人类。这样的机器人可以使用各种人类的工具，适用于人类的工作空间，也不需要设计和制造专门的“机器人工具”。问题是，这样的人形机器人会让我们想起弗兰肯斯坦和布拉格巨人。换句话说，它们让人们感到害怕。人们往往不相信它们，并尽量不使用它们。因此我们将对其施加各种技术和其他限制，以防止这类机器人在服务人类的时候作出一些越界的事。

畅想 2050 年

为了解决这个矛盾，阿西莫夫制定了著名的“机器人三定律”，我们必须将其应用到未来的机器人系统中：

第一定律：机器人不得伤害人类个体，或者目睹人类个体遭遇危险而袖手旁观。

第二定律：机器人必须服从人类给予它的命令，当该命令与

第一定律冲突时例外。

第三定律：机器人在不违反第一、第二定律的情况下要尽可能保护自身安全。

艾萨克·阿西莫夫在 1942 年发表的作品《转圈圈》中第一次清晰地提出“机器人三定律”。此后，“机器人三定律”成为其许多作品的准则。在他的“基地系列”小说中，“机器人三定律”也成为机器人的行为规范和故事发展的线索。

阿西莫夫笔下几百个经典的机器人故事实际上都是将机器人作为反面角色展开的。他试着在他提出的定律体系中找出漏洞，让机器人能够突破自身行为的限制，对人类进行反抗。阿西莫夫在小说中尝试创造“机器人三定律”的许多变体，这些对机器人准则的修改成为一些作品的主线。在短篇小说《机械人之梦》中，一个机器人在梦中取消了第一定律和第二定律，而导致了自身的毁灭。

虽然阿西莫夫从未违反过自己的机器人定律，但在去世前不久，他得出了这样的结论：为了让机器人和人类能够共同生活，必须增加一条新的定律，即机器人零定律，并且优先于上文提到的第一定律。于是，在 1985 年出版的《机器人与帝国》这本书中，阿西莫夫将已有的三大定律扩张为四大定律。机器人零定律如下：“机器人必须保护人类的整体利益不受伤害，其他三条定律都是在这一前提下才能成立。”

因此，第一定律的修改如下：“机器人不得伤害人类个体，或者目睹人类个体将遭遇危险而袖手旁观，除非这与零定律冲

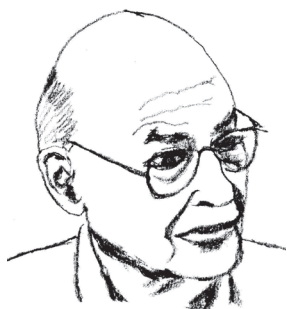
突”——第二定律和第三定律依此类推。换句话说，一个称职的编程机器人可能比我们更清楚什么对我们有利。另一方面，缺乏“阿西莫夫定律”的机器人不受机器人第三、四定律的约束。一旦它们落入罪犯或恐怖分子手中，无辜的人类将会受到严重伤害，可能面临死亡甚至毁灭。

到 2050 年，通用型人形机器人可能在街道上随处可见。“阿西莫夫定律”的一些变化很可能会嵌入机器人不可销毁的核心程序中。这些人形机器人能够稳稳地端上一杯茶，能够煎蛋卷、修理管道、护送孩子上学、洗衣服、打扫街道，完成其他各种指令。

阿西莫夫的科幻作品以及“机器人三定律”对后世的影响无疑是巨大和深远的。他的小说风格和世界观设定，为 20 世纪 50 年代后的科幻小说创作提供了许多范本和基础，我们能在大量的科幻小说和科幻电影中看到阿西莫夫的影子。

除科学研究和科幻写作之外，阿西莫夫的兴趣十分广泛。他在晚年积极参与大小团体的活动。他是吉伯特与苏利文轻歌剧的忠实观众，还是由福尔摩斯的爱好者们组织的贝克街游击队的著名会员之一。

1992 年，阿西莫夫在纽约布鲁克林去世。他在布鲁克林长大，并在那里度过了大半生。阿西莫夫在做心脏手术时，输血被感染了 HIV 病毒，最后死于艾滋病。在他去世十年后，人们才通过他的第二任妻子出版的阿西莫夫自传《人生舞台》一书得知这一事实。



马文·明斯基
Marvin Minsky

3 /

马文·明斯基： 人工智能

1956年夏天，十位年轻的科学家在美国新罕布什尔州的达特茅斯学院相遇，那里距离波士顿只有几个小时的车程。此次会见，他们关注的主题并非关于现实世界，而是在哲学和道德领域的框架下讨论计算机（或者在当时被称为“电子计算机”）的人工智能。

洛克菲勒基金会仅为此次会议资助了7500美元，这个数字可能会让人感到意外，但就是这笔微薄的资金启动了人工智能开发的全球竞赛项目。

这次会议的发起人有数学家约翰·麦卡锡（John McCarthy），数学家、计算机科学家和神经学家马文·明斯基（Marvin Minsky），来自当时全球最大的计算机公司IBM的纳撒尼尔·罗切斯特（Nathaniel Rochester），以及贝尔实验室的数学家克劳德·香

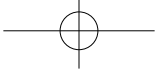
农 (Claude Shannon)。麻省理工学院、兰德公司和 IBM 公司的一些人员也纷纷加入到他们的行列中。

会场中弥漫着激动人心的气氛，预示着即将到来的会晤将永远改变世界。遗憾的是，科学家们似乎对这一领域的合作和前景并不太关心，而是争论和探究他们各自的观点，甚至对会议的名称和“人工智能”一词的使用也充满了争议。他们就跟普通人一样，也有各自的固执和偏见。

也许这能从另一方面证明，我们需要勇敢地追求人工智能的发展。正如一位与会者讽刺地指出：人工智能可以理性地分析每一个问题，以“更好地解决我们聚在这里讨论的主题”。马文·明斯基向与会人员分发了一份他撰写的文章草稿，文章的标题《迈向人工智能的脚步》(*Steps Toward Artificial Intelligence*, 1963) 看上去很有吸引力。这篇文章对人工智能的发展有着重要的影响，然而在当时数量繁多的草稿中，它却没能引起特别的关注。

约翰·麦卡锡和伯恩斯坦 (Bernstein) 两位科学家在一场国际象棋比赛中碰面了。他们将国际象棋视为智力的测试，并试图制造出一台能够下棋的机器，当时还没有人能够设想出一台能在这场“王者游戏”中击败世界冠军的机器。伯恩斯坦在比赛中蒙上双眼，表现出了无比的自信，他最终击败了麦卡锡。争强好胜的人往往如此，求胜心态让他们忘记了比赛的目的。

人工智能领域两大巨头的思想和研究成果给会议蒙上了阴影。第一位是诺伯特·维纳 (Norbert Wiener)。1894 年，诺



伯特·维纳出生于美国中西部密苏里州的一个犹太人家庭，他是一位应用数学家，也是“控制论”（Cybernetics）一词的提出者。早年，他对电子系统和神经网络的相似之处感兴趣。第二位是约翰·冯·诺伊曼（John Von Neumann）。他是出生于匈牙利的美国籍犹太人，著名数学家，现代电子计算机与博弈论的重要创始人，他设计的架构是未来几十年所有计算机的基础。

或许与会的科学家们的观点都“太过于人性”（正如19世纪德国哲学家弗里德里希·威廉·尼采在另一种语境中所说的那样，“太人性化了”），最终他们没有在人工智能的发展上找到任何实质性的突破。但在达特茅斯学院，这些世界上最聪明的头脑聚集在一起，他们的思想火花激烈碰撞。而这或许也是明斯基希望得到的会议结果。

马文·明斯基已经提出了“神经网络”（现称为“深度学习”）的概念。他希望在具有神经网络的机器内部构建一个环境的模型，通过这种方式“导入”问题，并在这个模拟的内部环境中检索这些问题的潜在解决方案。一旦问题在内部环境中得到解决，就有可能“导出”解决方案并在外部环境中（即我们的现实生活中）实现它。换句话说，机器将能够思考和找到问题的解决方案，这就是研究人工智能的意图和目的。

人们试着去解答最基本的技术问题：人类的思想是否可以通过二进制电子开关（“开”和“关”或“0”和“1”）的变化来表达。也就是电子计算机是否能够执行既通用且灵活的计算，又具有一

种抽象能力，使它们能够使用包括词语、思想和各种概念的语言符号进行运算。科学家们，或者至少大部分参与达特茅斯研讨会的人们，都对这个问题给出了肯定的回答。然而，对于如何实现这一愿景，他们的意见仍然存在严重分歧。

回想起来，尽管存在上述问题，但达特茅斯学院的电脑程序“逻辑理论学家”似乎能够证明怀特海（Whitehead）和罗素（Russell）《数学原理》中的定理，而人类却不能完成这个任务。这个电脑程序来自艾伦·纽厄尔（Alan Noel）、赫伯特·西蒙（Herbert Simon）和约翰·肖（J.K.Shaw）的工作室。然而不知为何，在大会狂热激烈的辩论中，这个项目从未得到应有的关注。

会议上提出了另一个问题：是否有可能构建一台计算机，以编写其执行各种任务所需的 99% 的命令？一些管理者认为，到目前为止，他们的大多数下属都无法完成这项任务。然而，聚集在达特茅斯学院的科学家们具有民主理想主义的思想，他们甚至想为机器提供某种程度的自由。在深夜进行的半哲学讨论中提到了多种可能性，其中一个突出的例子是关于蚂蚁的。每一个微小的生物都忙忙碌碌，对自己的行为没有一点意识，但整个巢穴中的蚂蚁却能够共同完成最复杂的任务。如果蚂蚁能做到这一点，那按照合理的设计和结构组装起来的电子开关，为什么就不能做到呢？

当然，真正的问题不是“为什么”，也不是“为什么不”，而是“如何”。换言之，为了让人工智能趋于成熟，应该如何组织电子开关的结构，使它的行动和学习能力具有最大的灵活性？在

达特茅斯研讨会之后，许多计算机科学家对这个问题展开了深入而长久的研究，如今实现这个目标似乎比那时候容易得多。

明斯基从达特茅斯研讨会上失望而归。两年后，他重新去波士顿市马萨诸塞大道的另一端——麻省理工学院，这个决定对于他这个哈佛校友来说非常重要。这两个知名学校竞争对手之间的不同不胜枚举，也许可以通过观察来总结出：哈佛大学师生差异明显，但麻省理工学院不然。

马文·明斯基出生在纽约的一个犹太家庭，高中毕业后，他经历了正规的新兵训练，并在美国海军服役。他和西蒙·派珀特（Seymour Papert）一起出版了《感知器》一书，这本书被认为是计算机神经网络领域的基础。值得一提的是，他成名的主要原因并不是因为这本书，而是因为电影《2001 太空漫游》的导演斯坦利·库布里克（Stanely Kubrick）向他咨询了很多问题。这部电影根据阿瑟·查理斯·克拉克（Arthur C.Clark）的小说改编。小说和电影中都提到了智能计算机“哈尔”接管了太空探索任务，理性地考虑着飞船和船上人类的生存问题。在小说和电影中，人工智能扮演了一个有趣而又危险的角色。马文·明斯基对人工智能的贡献体现在多个领域，他提出了“框架”理论，使信息和知识能够转化为一种标准的模式引入系统，他还将人工智能技术引入机器人的制造，开发出最早的能够模拟人类活动的机器人 Robot C。1969 年，因为在人工智能领域的贡献，马文·明斯基获得图灵奖。由于他对人工智能作出的巨大贡献，他也被称为

“人工智能之父”。

直到 1977 年，也就是达特茅斯会议召开 21 年之后，人工智能发展的主要资金来源为美国国防部的特殊项目部门。也许正是这种独立于科学界典型的“对等控制”的资金支持，最终促成了这一领域的巨大进步。在那个年代，计算机科学家们最常玩的“游戏”之一就是辩论机器是否能在象棋比赛中击败人类（机器胜利则证明其存在知觉）；当然，科学家们还在试图构建和实施能成功完成这项任务的程序。这些研究经常引起公众辩论和一些有争议的言论。比如，1967 年马文·明斯基宣布，人工智能将在一代人的时间内被开发和实现。正如之前的达特茅斯会议的结果一样，这一希望最终以失败而告终。尽管如此，在世界各地开发的“专家系统”，基于神经网络的结构，为医生、工程师、保险代理人、股市投资者和其他专业人士提供了快速准确的识别、诊断和趋势预测等。然而，它们的计算质量最终无法与其所在领域的专家匹敌。

到 21 世纪的第一个十年中期，明斯基花了近四十年时间才重现了最初的想法：构建一个能模仿人类的大脑结构和行为原理的计算机程序。这些思想似乎超前于他们的时代，但已在那些年里逐渐成熟，并推动了“深度学习”系统的发展。在 21 世纪的第二个十年里，“深度学习”行业每年都有数百亿美元的收入。各企业和各地区正在争先恐后地走向终点——开发出远超过人类智能的人工智能。这似乎已经近在咫尺，距离实现目标只有一步之遥。

事实上，“深度学习”并不能准确地复制人类大脑的结构，而是基于一套数学规则，使人工智能能够通过一些例子，从人类

身上学习更多关于外部现实中存在的更大系统的基本原理。以这种方式，它可以识别人或物体，甚至从不同角度显示它们的图片，翻译不同的语言，接收和编码人类用不同的语言提供的信息，解码和诊断医学磁共振成像（MRI）扫描的结果等等。

“深度学习”使个人能够训练系统化。无论是科学家还是程序员，都能引导系统从关于某些现象的可用信息中学习和推断结论，然后使用相同的信息来探索可能的行为模式并在未来作出决定。

在某种意义上，这个过程类似于我们教育孩子或年轻人，教会他们使用各种技能。这是一个我们每个人都熟悉的过程——就像老师教导学生，父母教育孩子。它始于培养我们对周围世界的总体感知，然后集中于一个特定的目标，在实验中测试这个目标，再引导我们经历错误，从而推断出结论——并且不断地提高我们执行已知任务或学习新任务的能力。大脑的基本成分是神经细胞，也就是神经元。每个细胞通过突触的交流交叉点向其他神经元发送信号。细胞“学习”得越多，通过交叉点传递信息的能力就越强。一般而言，相比起在新的或很少使用的神经通路中传输信息，通过已知且经常使用的通路传输消息更容易且更有效。把一条“新”的路径转变成“熟悉”的路径，就是我们所说的学习。基于神经网络的计算机程序能够从不同的图像角度学会区分马和牛。高级（“常规”）神经网络基于多层神经元，它们相互支持并相互提供“备份”，即便是拍摄角度非常刁钻，也能在不同的图像、不同的角度和不同的语境中识别特定个体的面部特征。这种行为的学习过程与计算机科学家所称的优化有关，这种优化是在“传统”神

经网络上逐层执行的。网络所包含的层次越多，优化越深，处理更抽象问题的能力就越强。还有一种不同类型的神经网络，根据计算过程中接收到的反馈或是新的信息，改变信息处理的方式。这种学习方式让我们想起人类的学习方式。这些网络可以帮助我们预测一个人在谈话中可能说的下一个词，甚至更多的词。

畅想 2050

人工智能正处于必要进程的最后三分之一阶段。在这个阶段，人类智能已经不再是获取知识的唯一来源，也不是了解世界以及如何在这个世界中正确行事的唯一途径。

计算机化神经网络的学习能力可以沿着这条路继续前进，完成通往真正人工智能路上的各个阶段。然而，如果它没有步伐稳健地前进，而是从一个已知的阶段突然跳跃到另一个我们目前无法想象的全新阶段，那又会发生什么？比如，已经有程序知道如何编码的其他程序了。那么，如果人工智能程序有能力编写高级程序来编码更高级的程序，会发生什么呢？也就是说，到 2050 年，我们就有可能达到科学家们所说的“奇点”。通过这个“奇点”，我们将实现真正的人工智能，这些系统不会“渴望达到人类智能的水平”，却比人类更加智能。这样的系统可能会从现实中学习，它们的行为可能不再会考虑人类的权益，它们知道哪些事物对它们的生存至关重要，并且“确保自己是不可或缺的资源”，这些场景与科幻电影或好莱坞恐怖电影中的片段没什么不同。然而，

好莱坞电影的特点是即使最黑暗的恐怖电影也会有一个美好的结局。但是，现实生活毕竟不是电影。

为了防止未来人和机器发生战争，尤其是为了避免我们被这场战争击败和摧毁，我们必须利用目前的优势，建立先进的控制系统，使我们能够操控比我们更强大、更智能的机器。研究人类未来防御系统的科学家和程序员需要考虑到，人工智能系统并不一定会向我们展示它们全部的能力和所有操作流程。例如，它们可能会在网上秘密地备份，因此任何关闭它们或截断各种子程序或子单元的尝试都是徒劳的。人工智能系统能将自己变得“坚不可摧”。实际上，我们需要的是将“道德法则”嵌入人工智能系统的未来“DNA”中，然而这个“DNA”仍然在不断进化中。

与此同时，计算机科学家的超高级赛车是朝着砖墙还是悬崖边缘加速，这取决于哪种情况最合适。推动这辆科技赛车前进的燃料是人类的好奇心和贪婪。马文·明斯基想要澄清一个重要的问题：机器能获得感知能力吗？人类能造出有知觉的机器吗？如今我们已经发明了水平成像和监测系统，这些系统将可以识别任何可疑的行为并遏制国际恐怖主义；我们可以预见能够防止交通事故的自动汽车并防止事故发生；可以预见用于分析债券中股票的趋势和波动的系统，以确保采取安全措施来防止突然崩溃和危机。唯一的问题是，我们是否能够实现所有的选择？同时我们能否在这辆科技赛车距离砖墙只有几厘米时，或者快要从悬崖边缘掉入深渊的时候，把它停下来？



马丁·库帕
Martin Cooper

4 /

马丁·库帕： 手机与新旧民主

在两位犹太工程师竞争的故事中，我们看到了一种绅士的处事方式，这场竞争改变了我们的世界，并且很可能在 2050 年继续塑造人类的生活。毫无疑问，我们依赖移动电话，是因为我们一直渴望与他人保持联系，不管我们身在何处，也不管我们之间相距多远。

1946 年，漫画作者切斯特·戈尔德（Chester Gold）就赋予他笔下的人物迪克·崔西（Dick Tracey）一块手表。这块手表也是双向无线电，还可以传送视频电话。作家伊利奇·卡斯特纳（Erich Kastner）在他的著作《5 月 35 日》（*The 35th of May*）中描述了令人难忘的一幕：他们印象最深的一幕是，有个人走在他们面前的人行道上，然后突然走到路边，伸手到上衣口袋里拿了个电话，

在电话里说了一个号码，然后喊道：“米里亚姆吗？听着，我要去实验室，所以会晚点吃饭。再见，亲爱的！”说完他把电话放回口袋，又回到路上继续走，一边小跑着一边看书。

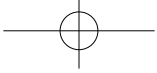
美国著名科幻与奇幻小说作家罗杰·泽拉兹尼（Roger Zelazny）的“琥珀系列”（Amber Series）中，焦点人物琥珀九王子能进行神奇的电话会议。然而当该系列的第一本书于1970年出版时，这一伟大幻想却无人问津。

通信工程师们试图实现人们对这种不受空间限制的即时通信的渴望。他们的第一步是用只能安装在汽车上的重型移动电话取代“二战”时期的双向无线电。

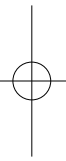
美国电话电报公司（AT&T）生产的这些设备耗电量非常高，人们一启动它，车灯就会变暗。除了这个相对小的缺点之外，它们的活动模式是基于单一频率和单一的大型城市天线之间，只能支持接听一个电话，因此排队等候接听通话的时间十分漫长，以至于“整个过程真的没什么意义”。但另一方面，这种价格昂贵的移动电话，成为一种身份的象征，成为许多都市神话的焦点。

为了能够让同一个通信基础设施同时拨打多个电话，AT&T公司的负责人试图说服联邦通信委员会（FCC）¹的负责人为他们再提供几个无线电频率。经过坚持不懈的沟通，FCC也只是勉强分配了几个新频段给他们，但整体数量还是远远低于AT&T的要求。

1 FCC负责分配和管理“国家资源”——无线电频率的频谱。



如果一直用 FCC 提供的这几个新频段,手机也就不会诞生了。当时,尤尔·恩格尔(Joel Angel)回到了 AT&T 公司。他是一名犹太裔美国工程师,曾在 AT&T 公司从事美国太空计划的框架工作。此前他在另一家公司就职,然后又回到 AT&T 公司负责维护移动电话基础设施的部门。这个平凡的职务让恩格尔对身边发生的事情嗤之以鼻,也正是因为如此,他才发现了公司里两位年轻的工程师发明的一种操作手机的新方法。



这个新方法旨在解决无线电频率不足的问题,它基于许多小天线,这些小天线能够取代当时存在的唯一的大天线。小天线在整个城市中的散射意味着任何一台移动电话与最近的天线之间的距离将远远小于它和旧系统里中心天线之间的距离。缩短距离意味着减少了从电话到天线的输送耗能。相距较远的手机则可以用相同的频率向不同的天线传输信号,而不会干扰彼此的信号。这种方式将城市区域分成“单元”,并且能够有效地使用分配给系统的少数频率。然而,由于移动电话在不同单元之间的移动而引起的技术问题(当时纯粹是理论上的问题)导致了来自技术控制、设备识别等领域的多种挑战。尤尔·恩格尔为解决这些问题作出了巨大的努力。

当 FCC 作出妥协并准备为 AT&T 分配足够数量的无线电频率去建立真正的蜂窝网络时,上述的技术问题很快从理论转向实际了。AT&T 公司开始认真对待这个全新的项目,恩格尔被任命为移动通信部门的负责人,这个职位也是前所未有的。

AT&T 公司大楼里传来的兴奋声和喧闹声显然传到了外人的耳朵里。具体来说，它传到了那些 AT&T 的竞争对手公司的高管那里，尤其是高尔文公司的高管们。高尔文专门从事移动双向无线电的研究，这些无线电相当昂贵，因此主要在美国安全部门、军队和警队使用。最常见和最受欢迎的产品为“对讲机”。另外还有一组热门车载设备被命名为“摩托罗拉”（摩托罗拉最终以一种非敌意的方式“接管”了整个公司，此后该公司一直被称为“摩托罗拉”）。摩托罗拉极力阻止 FCC 将频率分配给 AT&T 公司。与此同时，他们发起了一场大型游说活动，以确保这些频段的安全。马丁·库帕（Martin Cooper）组织发起了这次摩托罗拉事件。当时库帕是公司通信部门的经理，他非常熟悉移动电话领域的现有技术，包括它们的各种弱点和缺陷，同时也意识到这些设备有着巨大需求和广阔市场。如果这些设备可以开发出来，那么又将在何时以公众可以接受的价格销售呢？因此，两家伟大的公司为了同一目标而相互争斗：一个是专注于研究通信网络基础设施的 AT&T 公司；另一个是专注于移动设备本身的摩托罗拉公司。马丁·库帕与 AT&T 在研发思路上的本质不同是：AT&T 把移动通信理解为“车载通信”，即可在汽车、住宅或是办公室中使用的移动设备；而马丁·库帕则明确地指出，移动通信的最终目的是个人通信，移动设备必须对应到个人，每个人都拥有自己的电话号码。

后来被人们尊称为“移动电话之父”的马丁·库帕，1928 年 12 月出生于一个犹太家庭。库帕一家从乌克兰的一个小村庄移民到美国，他在芝加哥长大。1950 年，他取得伊利诺伊理工学院硕

士学位，并获得了电气工程师资格。和许多移民的后代一样，他进入美国社会先去服兵役。从海军退役后，他辗转于各个技术公司，最后在“高尔文”公司站定落脚，“高尔文”公司也就是后来的摩托罗拉公司。

库帕说服摩托罗拉管理层不要坐等 FCC 分配频率，而是要发起一场开发“真正”的手机的竞赛。库帕经常讲述在手机的开发过程中，他曾试图模仿和复制柯克船长（Captain Kirk）在电视剧《星际迷航》（*Star Trek*）中使用的“通讯器”。1973年初，库帕正领导摩托罗拉通信部门，这时他做了一个极具风险的决定：他冻结了在摩托罗拉通信部门的监督下进行的所有项目，投入了他手上所有的资源和人力，致力开发一个充满想象力的项目——蜂窝通信系统，以及可以使用这个系统工作的手机。库帕非常清楚，这个决定要么让他获得成功并升职，要么被解雇。他将注意力集中在这个目标的实现上，并最终在1973年4月3日迎来了第一款手机的问世。它的诞生标志着一个新时代的来临，人类即将踏入无线电通信时代。这个秘密产品的代号是 DynaTAC（摩托罗拉公司于1983年生产的第一款手机，也是世界上最早的手机），其体积比酒瓶大，形状更像一块砖，重量有一公斤多。它配套的电池可以提供半小时的使用时间。

当天，库帕将一群记者请到纽约第六大道的人行道上。一到那里，他就从口袋里拿出 DynaTAC。从他身边经过的路人，都停下脚步好奇地观望，这台没有电话线的电话，是此前人们从未见过的。库帕的第一通电话，直接拨给了他的朋友兼竞争对手尤

尔·恩格尔。“嗨，尤尔，”他说，“我是马丁……我正在用一个真正的移动电话和你通话，一个真正的手提电话。”这句话被镌刻在了神圣的历史殿堂中，这是用人类历史上“真正的”手机说的第一句话。这句话通过“真正的”手机传出去，又被尤尔·恩格尔办公室中“普通的”电话接收到。库珀向记者们展示着移动电话的功能，一边走路一边打电话。不经意间，他的举动还生动地说明了迄今为止与手机相关的一个重大难题，解决它的方法只能寄希望于将来：库珀把注意力全部放在手机上，以至于当他穿过街道时，在那些吃惊的记者面前差点被车撞倒。此后的一次演讲中，他提到这件事，称“这可能是我一生中做过的最危险的事”。在随后的几年里，库珀和他的团队共进行了五次手机技术的革新，使手机变得更轻便。到 1983 年时，经过改造的手机重量已降为 450 克，这是个让库珀颇感自豪的成就。手机成功研发十年后，它才被投入市场出售。1983 年，芝加哥开始运营真正的蜂窝网络。不过，当时的手机价格相当昂贵，达到 4500 美元。

大量的移动电话被生产出来，移动通信领域经历着一次又一次的升级。手机也彻底改变了人们的生活，从通讯方式到人际交往，每个人都成为了这个网络中的一员。进入 21 世纪，手机更新迭代的周期不断缩短，智能手机惊人的发展速度以及手机带来的深刻文化变革都在潜移默化地影响着每个人。有趣的是，作为“移动电话之父”，库珀对智能手机却存有许多怀疑。2008 年底，库珀在公开演讲中提到，自己在使用了几周苹果手机后，就把它送给了孙子。

畅想 2050

在全世界的竞选活动中经常发生令人尴尬的局面，人们想要通过技术来帮助他们摆脱困境，使他们找到公平民主的方法来解决富有争议的问题，例如有时不同阵营的得票差距微乎其微。

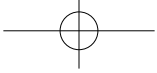
这种尴尬的局面会激起人们对艾萨克·阿西莫夫（Isaac Asimov）小说《世界上所有的麻烦》（*All the Trouble of the World*）和《特权》（*Franchise*）中虚构现实的怀旧之情。阿西莫夫对自己说，在我们的时代（第三个千禧年），我们将摆脱手工计票这种长期不科学的机制。此外，他没有想到谁都会发言甚至思考公民被迫投票给他们的总统。为了更好地执行这些任务，阿西莫夫认为，应该发明一台计算机。在《世界上所有的麻烦》一书中，他描述了一台名为 Multivac 的大型中央计算机，它庞大的内存中包含了地球上数十亿居民的所有信息，如身高、年龄、爱好、智商以及行为记录等。也就是说，Multivac 对地球上每一个居民每天做的事情了如指掌。此外，它也包括数十亿个人之间所有可能的交叉参照。谁会遇到谁，谁会冒犯谁，被冒犯的一方会如何反应，他的反应又会如何影响他周围的人。

在阿西莫夫的小说《特权》中，计算机会使用地球上居民的信息，因为它对每个人都很了解。而且，它也知道在即将到来的选举中每个公民将投票给谁，从而在选举之前就能知道选举的结果。这样一来，它可以精确而公正地选择我们的领导人，而我們在这件事上没有直接的发言权。

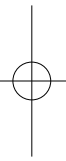
虽然理论上，Multivac 确实可以做到这一点，但是人们也非常清楚，如果没有人类的操作，人类将永远不会接受由计算机选举出来的领导人。另一方面，竞选活动是一项耗费巨大人力和财力的工作，有时，其过程或结果会过于复杂并难以收场。简而言之，这种大型选举活动显然是多余的。那有什么途径能替代大型选举呢？选择一位“选民”，他的个人意见反映了普通公众的意见，如前所述，计算机事先知道民意结果。虽然大众不能直接投票，但是也只有那个选民是唯一可以投票的人。因为 Multivac 在与这个人“面谈”之后决定他要投票给谁，即使他本身可能也不确定他的选票会投给谁。

尽管这个系统看起来公平又高效，但是即使到 2050 年，也很难想象人类愿意接受这个系统。人们更乐意接受的方法是基于蜂窝技术，这种技术是因马丁·库帕的远见与不屈不挠的探索精神发展起来的。到 2050 年，人们无论走到哪里，手机都会如影随形。到那时，手机的形状、大小和位置很可能会类似于衬衫纽扣。人们可以与城市通信系统保持持续联系，当市议会要求在某件事上作出决定时，它会召集所有的市民来投票决定这件事。通信系统将根据每个公民的喜好，向所有公民发送议题，无论是文本还是语音邮件，公民可以通过语音或文本表达自己的意见。这种方法简单、方便、快捷、公平。

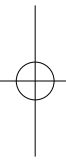
很久以前，在民主起源并发展的希腊城邦（Greek Polis）中，城邦里的公民聚集在公民大会，并就各种问题举行公开投票。人



民是至高无上的，城市的重要事务由他们来做决定。然而，到2050年，在未来的城市中将不需要举行公民的实体集会（Vega Science trust），蜂窝系统将传送讨论的音频，并将问题直接提交给所有拥有选举权的公民。无论市民们在家里、大街上、地铁里、咖啡馆里还是在剧院里，这样的信息都会发送给他们。他们会停下来思考一下，然后通过移动设备发送他们的回复，也就是投票。这样，他们将履行自己的公民义务，并将成为城市中能够影响居民生活的全权伙伴。公众代表、市政府的理事会成员将从城市中消失。可以假定，随着他们一起消失的还有国家议会成员。届时将无须设立这些职位，因为所有的居民或有特权的公民都可以组织一种有效的大规模市议会，甚至全时段运作的全国议会。



但随之而来是另一个令人担忧的问题。总统、总理或市长们，不再是每四年或五年选举一次。普通公民将有权在任何一天挑战和废黜政府。投票可以立即进行，从开始到结束只需要几分钟，不会影响到城市和国家的生活。争夺城市或国家领导权的斗争将持续不断。因此，任期将会消失。顽固的叛乱分子会抓住一切机会，一直跟踪市长和国家元首，企图背后使坏，并质疑他们统治的合法性。这是好事还是坏事呢？众所周知，政客之间的竞争会导致他们必须讨好那些普通的公民，并给他们提供更好的服务。若是“时时民主、事事民主”的情况真的实现了，公民们将不能抱怨任何事和任何人，因为他们的选择所带来的一切结果将由他们自己承担。





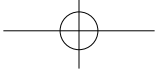
埃里克·坎德尔
Eric Kandel

5 /

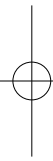
埃里克·坎德尔： 记忆与学习，真相与谎言

长期记忆是一件困难的事情。当科学家成功地抑制老鼠大脑中的一种蛋白质，抹去它所有的记忆后，记忆的脆弱性就体现了出来。我们往往认为记忆是按字母顺序排列的文件和有序归档的活页夹，但实际上，记忆是一个混沌又不安分的生物机器，只有持续维护，它才能正常运行。后来，人们才知道这一发现是双向的，而且在之前的研究中他们发现：增加被抑制的蛋白质活性可能会提高记忆力。

这些研究带来的深刻见解使埃里克·坎德尔（Eric Richard Kandel）完成了长达几十年的研究。2000年，埃里克·坎德尔与保罗·格林加德以及阿尔维德·卡尔森共同获得了诺贝尔生理学或医学奖。他的研究对象是一种蛋白质，它在大脑中对学习作出



反应，并作用于突触—神经细胞相互作用的区域。事实上，这是一个连接神经细胞和神经元延伸的渠道。为了确保电信号在一个细胞中运作，并传递到其他细胞，它必须通过这个渠道转移到下一个细胞。由于神经元细胞的边缘之间没有物理接触，所以通过神经元细胞延伸的电信号会被转换成化学信号。该化学信号是从神经元细胞中产生的物质中释放出来，进入细胞间隙，也就是突触，附着在另一个细胞膜上的受体上并激活它。因此大部分的大脑活动实际上发生在这些神经元之间交叉点中的不同物质中，即突触之间相互作用的系统之中。



与学习和记忆过程密切相关的蛋白质，能在产生记忆很久之后仍在突触中保持活跃，这表明它的作用与学习得当无关，即接收到信息时，将这些信息保存在长期记忆的“硬盘”中。

2007年，埃里克的后辈们成功地教会老鼠不去饮用加入某种添加剂的水，然后抑制了蛋白质有关的活动。结果是：几个月后，当对照组的老鼠继续表现出对气味强烈的厌恶时，被抑制蛋白质活动的老鼠忘记了它们学过的东西，依然饮用了有添加剂的水。这表明，它们的记忆和学习内容都被抹去了。

反之亦然吗？如果在老鼠的饮用水中添加这种蛋白质，能提高它们的记忆力吗？回答这个问题要比通过抑制蛋白质的活性来检验相反的说法困难得多。像蛋白质这样的大分子不能穿透血脑屏障，所以不可能把蛋白质直接注入老鼠大脑灰质中。因此科学家们另觅途径：他们制造出一种病毒，能够将专门生产特定蛋白

质的基因复制到神经元脑细胞的细胞核中，让细胞产生更多类似的蛋白质。

在这一点上，科学家们正在训练老鼠对某种味道产生条件反射。几周后，老鼠的大脑神经元细胞产生大量的蛋白质，导致它们不喝有添加剂的水且厌恶这种味道，从这个角度来说，这种特殊蛋白质的超表达改善了记忆力，从而提高了它们的学习能力。这项研究首次证明，人们能够通过过度激活大脑记忆系统的一个组成部分来改善记忆的能力。到 2050 年，我们很有可能对“记忆机器”的导航和塑造方式有更详细的了解，并防止记忆丧失或者消除不愉快或不想要的记忆。

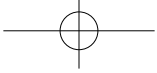
1929 年，埃里克·坎德尔出生于奥地利首都维也纳的一个贫困犹太人家庭。他的父亲开了一家玩具店，埃里克 9 岁时，奥地利被纳粹德国吞并，他们一家人不得不逃离奥地利。在第二次世界大战爆发之前，德国还未开始屠杀在其控制地区里的犹太人。埃里克的父母把他和哥哥送到了美国纽约市的布鲁克林区。随后他的父母也成功逃离了欧洲，一家人终于在纽约团聚。

在美国的第一年，埃里克跟着祖父学习犹太宗教，后来进入经学院学习。在那里，他们可以自由讨论各类观点，纪念历代伟大的拉比们。1944 年，埃里克从经学院毕业，来到哈佛大学学习历史和文学，他第一次阅读了有关学习和记忆的文章，随之对这个领域产生了浓厚的兴趣。埃里克大学主修文学和历史，后来转修医学，并在纽约大学获得了医学博士学位，希望成为一名精神

病分析医师。进入医学院后，他开始思考什么是精神病的核心问题。他认为除了遗传因素之外，人的记忆是一个重要因素，因此埃里克决定向脑部和记忆领域进发。在之后的研究中，埃里克发现自己对神经科学领域的研究非常感兴趣。他自制微型电极，用这些电极可以测量螃蟹神经束的神经信号。他用这种方式在海螺身上进行研究并得出结论：在突触中，神经元之间持续联系的变化是记忆形成和维持的基础。

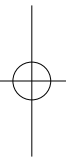
埃里克因在记忆储存的神经机制研究方面所取得的巨大成就而获得诺贝尔奖，他开启了一个全新科学领域：在神经科学中学习和记忆领域细胞分子层次研究。埃里克表示，第一次进行医学研究时，他试图还原第二次世界大战期间纳粹德国士兵每天大规模屠杀犹太人的场景。在战斗中，德军士兵的职责是消灭犹太人，包括妇女和儿童；而休战时，在离杀戮现场不远处的家中，他们陪孩子们玩耍、听古典音乐、阅读高雅的文学作品，就像自己的恶行从未发生过。由于迫切地想要了解这一反差巨大的现象，他学习医学，专攻精神病学。但在这一过程中，对大脑过程的基础研究引发了埃里克的兴趣，他继而转向这一研究领域。

埃里克被纽约大学医学院的生理学和神经病学学院录取，随后生理学和神经病学学院被合并入神经生物学和行为学系。他研究了大脑学习和记忆的基本过程，同时把长期记忆和短期记忆的过程分开。后来他到位于纽约市的哥伦比亚大学任教。他能够识别出各种物质，每一种物质都与不同的记忆过程有着独特的联系。

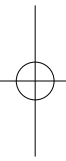


这些研究基本上奠定了现代记忆和学习研究的基础。埃里克的自传《追寻记忆的痕迹》，曾荣获 2006 年《洛杉矶时报》科技类最佳图书奖。

当埃里克谈及自己的学术研究历程，他总会提到自己的妻子。在妻子德尼兹的支持下，他进入美国哥伦比亚大学任教和研究。在攻坚克难的科研道路上，德尼兹始终陪伴在他身边，对他的工作予以鼓励和支持。德尼兹目前也在哥伦比亚大学任教，讲授社会学课程。



1981 年，埃里克和研究小组成员开始研究经典条件作用下的记忆过程，以及神经网络的结构和作用机制。两年后，他们开始研究从短期记忆到长期记忆的转变过程中，是什么类型的蛋白质起了重要的作用，这样在未来的研究中就能找到在消除或强化记忆方面发挥作用的蛋白质。事实上，埃里克发现了与长期记忆储存有关的蛋白质，这种蛋白质的作用之一是增加突触连接，加强化学信息在神经元脑细胞延伸间交叉点传递的有效性。简而言之，埃里克和他的研究伙伴发现，虽然短期记忆与现有突触功能的改变有关，但长期记忆与神经网络则与突触数量的增加有关。



记忆和学习的研究中最奇妙的一个发现是负责顿悟记忆的机制。揭开一个谜底或问题的答案时，我们会感到一瞬间身心舒畅，心花怒放。专业术语称之为“啊哈！”时刻。然而，为什么突然间领悟的事情会深刻地停留在我们的记忆中呢？为什么我们能如此清楚地记住在那些时刻学到的东西呢？埃里克和研究小组的科

学家们设计了一项独特的测试，能够破译这些“啊哈！”时刻的奥秘。他们创造了“伪装的图像”——那些经过系统模糊处理的照片，这些照片看上去显得毫无意义。在大多数情况下，当参与者第一次看到这些被伪装过的图像时，他们无法识别出原来的图像是什么。然而，当被处理后的图像被替换为原图时，仅仅是一瞬间就能够让实验的参与者快速瞥见原始图像，他们会立刻知道这些图像是什么。这种认知的转换发生在他们的感知经历了突然的变化之后，就像一个顿悟可以瞬间改变我们的世界观一样。参与研究的对象被要求在几十张图片上重复做这个练习。

为了让顿悟时刻的记忆变得更加困难，研究对象们再次被邀请回到实验室，这次他们只看到了混乱的图像，以及他们之前从未见过的混杂图像。研究人员再一次要求研究参与者辨别这些图像。

参与者在第一次实验时所产生的许多顿悟记忆都留在了他们的长期记忆中。保留记忆的原因是什么？为了找出我们的大脑在经历顿悟时脑中发生的变化，研究人员用磁共振脑成像系统初步对他们进行检查。这种类型的系统可以以非侵入性的方式实时跟踪大脑活动的变化。当科学家们对结果进行研究时，他们惊讶地发现，涉及物体视觉识别的区域和大脑中被称为杏仁体的区域在扫描中很突出。杏仁体被称为大脑的情绪控制中心。然而，实验中描绘的图像：热气球、狗以及通过双筒望远镜看到的人等，这些并不是可能引起强烈情绪的图像类型。科学家发现，杏仁体的活动可以预测研究对象在顿悟后能识别伪装图像的能力。因此，

人们猜测杏仁体也告知大脑的其他部分，大脑中的内部信息组织发生了变化，并且必须随着时间的推移而维持这种变化。

畅想 2050

埃里克·坎德尔和他的学生，以及其他来自世界各地的脑科学家的研究，旨在更好地理解人们学习、记忆，以及大脑中信息和情绪处理的过程。但是，它们的研究可能会带来学习和记忆领域其他可能性的发生。随着记忆过程的改善，以及不美好记忆被消除，人们可能会认为，那些生活在 2050 年的人，也会希望植入虚假记忆（就像假新闻）。这种不真实的记忆可能会在潜移默化中改变一个人的观点，影响他对事物的看法和判断。而能够控制人的观点，是一个巨大的权力，它可能会对许多利益集团具有相当大的诱惑力。

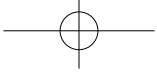
在埃里克的带领下，很多脑科学家都对制造虚假记忆究竟有多容易这个问题表示了极大的关注。许多研究表明，即使是一点点社会压力也足以将一个真实的记忆转变成不准确的、具有误导性的。科学家发现，当错误记忆形成时，大脑活动会出现一种独特的模式。这一发现表明，我们的社会自我认同与记忆之间有着惊人的密切关系。

实验分为四个阶段。第一阶段，组织一群实验参与者去观看一部纪录片。三天后，志愿者们回到实验室接受记忆测试。在测

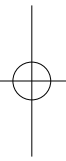
试室内，研究者问他们与电影有关的问题。还要求对他们提供的答案的确定性进行排名。

接下来，要求实验参与者重复这个测试，同时让他们进入磁共振大脑功能绘图机中。这次参与者收到了“记忆锚点”：显示其他参与者提供的“答案”。实验参与者们被告知这些答案来自和他们一起看了电影的其他实验参与者，并且这些答案与其他参与者的“个人资料”一起进行展示，让实验参与者了解其他参与者的个人信息。在第一次测试中，实验参与者们看到的实际上都是一些错误答案。让参与者在能看到其他人给出的答案的条件下，他们会开始对比自己的答案和其他参与者的答案是否一致，尽管他们在一开始知道正确的答案，然而在了解到其他人给出的答案后，70%的人给出了错误的答案。

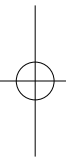
实验参与者虽然保留了对正确答案的记忆，但仅仅是因为屈服于外界的社会压力，最后还是选择了社会接受的答案，而不是说出事实。他们的记忆是否经历了真正的改变？为了回答这个问题，实验参与者被邀请回到实验室，再次重复测试。这一次，研究人员告诉他们，在之前的测试中，其他参与者的答案实际上不是由和他们一起看电影的参与者提供的，而是由电脑随机生成的。根据这些信息，实验参与者在某些情况下坚持了他们原来认为正确的观点。然而，还是有近一半的人选择了错误的答案。这表明，在第二次测试中，植入他们脑海的错误记忆几乎有五成的可能是固定不变的，在实验研究参与者的脑海中挥之不去。



当分析大脑扫描结果时，数据显示，由于社会压力，人们会形成错误的记忆，在这个过程中会出现独特的大脑活动。这些不准确的、有误导偏向的记忆的形成是通过同时激活大脑的两个区域：海马体和杏仁体。众所周知，海马体在长时段记忆的产生中扮演着重要的角色，而被称为“大脑的情感中心”的杏仁体则在人们的情感交流和社会互动中扮演着重要的角色。因此，杏仁体似乎是一种“桥梁”，将大脑中与社会关系相关的区域和与记忆存储相关的区域联系起来。可能某些类型的记忆需要杏仁体的“确认”才能被保存下来。这就是为什么社交压力会影响杏仁体，并说服我们的大脑用错误的记忆来替代或者改变某些正确的记忆。



生活在 2050 年的人们将如何面对科学技术可能带来的记忆改变？他们又将如何利用信息去影响个人的价值判断乃至世界观？我们只希望有能力帮助那些遭受记忆衰退和有着创伤记忆的人，不会被利用而对言论自由造成不利影响，希望他们的言论自由权得到应有的保护。





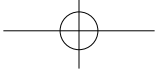
哈罗德·克罗托

Harold Kroto

6 /

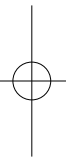
哈罗德·克罗托： 纳米管、足球与恐高

几何定理中有这样的一条：“在任意两个不同的点之间，可以画出与这两个点不同的第三个点。”然而，在几何学方面适用的原理可能并不适用于人类社会现状。地球上的大城市变得一年比一年拥挤，而且由于人类不是无量纲的点，如果有足够的空间，这些城市会向越来越远的地方扩张。解决这个问题可能的办法之一，就是建立地下城市网络。这些城市被称为“爱丽丝之城”。这个名字的灵感来源于刘易斯·卡罗尔小说《爱丽丝梦游仙境》里的女主人公爱丽丝。她因为摔了一跤误入兔子洞，然后进入了一个梦境般的世界。用“爱丽丝之城”的方式也许可以保护地球表面，并将其作为自然和娱乐的场所。但是，无论如何，许多建筑师都不喜欢这样的地下建筑方案。他们倾向于建更高的摩天大



楼，这使得现有的建筑在高度上看起来更低，也更显落后。

在 19 世纪末和 20 世纪初，美国建筑师在钢筋混凝土技术上实现了一次巨大飞跃。此前，建筑的主要承重物是厚墙，最高的建筑也不超过 30 层。威廉·勒巴伦·詹尼（William LeBaron Jenney）和后来的路易斯·沙利文（Lewis Sullivan）与弗兰克·劳埃德·赖特（Frank Lloyd Wright）用钢筋混凝土建造了许多建筑，这些建筑支撑在金属框架上，而金属框架的墙实际上是悬空的，在作用于建筑的力网中没有起到任何的重要作用。正是这一项技术，在建造高层建筑的过程中实现了高度的突破。

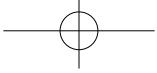


弗兰克·劳埃德·赖特的梦想是建造一座全高 1600 米的摩天大楼，共 528 层，至少可容纳 13 万人（现有摩天大楼的高度约为 450 米），这种大楼可能被称为“空中穿孔机”。

此前这个梦想看似没有实现的可能，但现在看来，人口爆炸的压力会让他寻求到实现梦想的机会和方法。

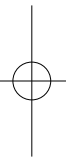
这些新的摩天大楼将不得不面对巨大的引力。引力伴随着超强的风力会以不同的速度，从不同的方向吹向摩天大楼。所以在某一刻，一座高层建筑的下半部分迎着从南边来的风，而上半部分则是从北方吹来的风。这组力量很可能对高层建筑施加巨大的扭矩和应力，此时任何人造结构都无法对抗这种自然的力量。

解决这个问题的一种方式是一个基于圆形管道的建筑框架。该框架中，有一部分被划分为带有“插头”的部分，就像竹竿的构造方式一样。在这种类型的结构中，建筑物的承重应力从



其内部移动到圆周,并且从周围扩散到地面中。另一种被称为“超级框架”的技术是将大部分金属框架集中在建筑物的角落。

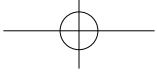
然而,最具革命性的技术是锚固支柱。这种技术是将支撑建筑的柱子通过电缆和链条固定在地面上。唯一的问题是,这些用于固定的电缆或链条究竟是由什么构成的? 1996年的诺贝尔化学奖得主哈罗德·克罗托(Harold Kroto)、理查德·斯莫利(Richard Smalley)和罗伯特·柯尔(Robert Curl)共同发现了一种不寻常的化学结构,该结构或许可以为建造500层摩天大楼提供解决方案。



这一切都开始于哈罗德·克罗托从数学家威廉·威奇(William Veech)那里接到的一个电话。威廉·威奇告诉哈里,内容大致是:“听着,你现在有一个足球!”威廉·威奇在这里指的是克罗托和斯莫利向他展示的一种新的纯碳分子的物理球型结构。克罗托和斯莫利发现了一种由60多个碳原子构成的新的碳分子。在此之前,自然界已知的碳分子结构只有石墨和金刚石两种。

事实上,关于这种大分子的设想,早在大卫·琼斯(David Jones)真正发现它的几年前就有了。他用笔名“代达罗斯”在《大众科学》杂志上评论了这个假想的发明。在一篇半调侃的专栏文章中,他写道,碳原子排列成五边形或者六边形的一层,形状像一个空心球。

这种新分子的物理结构确实让人想起“代达罗斯”所描述的结构:把碳原子放在六边形和五边形的顶点上,六边形和五边形的切边形成了一个由多边形组成的近乎完美的球体,这种形态很



像我们熟悉的足球。这个结构与 1967 年建筑师巴克明斯特·富勒（Buckminster Fuller）在加拿大蒙特利尔举办的世博会上设计和建造的穹顶几乎完全相同，这个建筑被命名为“蒙特利尔生物圈”。这种新分子结构的发现将在未来几年改变建筑的面貌。更重要的是，它将影响国际不同学科间的科学合作。

哈罗德·克罗托的父亲是犹太人，名叫海因茨·克罗托辛纳（Heinz Krotoschiner）。在“二战”爆发前，第三帝国就开始了反犹太迫害，哈罗德的父母在纳粹德国掌权后逃离了柏林。因此，哈罗德 1939 年 10 月在英格兰出生，在那里，他从小接受犹太教教育。但长大后，哈罗德宣称自己无任何宗教信仰，他认为最接近宗教的东西是幽默。1955 年，这个家族将姓氏缩写为“Kroto”（克罗托）。哈里于 1964 年在谢菲尔德大学获博士学位。三年后，他前往萨塞克斯大学任教，并在 1985 年成为该校的化学教授。

哈罗德·克罗托研究了石墨和金刚石等碳原子聚合物，以及存在于星际空间的额外碳链。当时在美国从事科学研究的斯莫利，制造了一种新型激光器，使得微小分子和原子聚合物的研究得以实现。哈罗德明白，斯莫利建造的这个系统，或许能够在巨大的天体上重现释放蒸发碳的条件。这两个人通过一个共同的朋友联系到一起，他们决定一起工作。哈罗德和斯莫利先用强大的激光束汽化碳，再用超音速氦气射流把蒸汽转移到一个真空空间。在他们获得的图表中，可以区分“峰”的类型，结果表明分子中含有 60 个碳原子。

这时，斯莫利相信他们所看到的是石墨的形成，就像碳的表面一样，互相黏附在一起。哈罗德提出了一种末端弯曲的平面模型，他称之为“平面”。但是，新结构没有与其他材料相互作用，于是他们就取消了之前提出的两种结构。

在没有任何可供选择的情况下，他们提出了“网球格顶结构”的想法。哈罗德回忆说，他曾经在家里为孩子们建造了一个圆顶纸箱模型。他模模糊糊地回忆起它是由五边形和六边形组成的。由于不太确定，他就去儿童房找当年的玩具圆顶。同时，斯莫利还买了一本概述建筑师巴克明斯特·富勒建筑作品的书，这本书中还包含了富勒曾经建造的网球格顶，也就是“蒙特利尔生物圈”的照片。

哈罗德与斯莫利最初试图从太妃糖和火柴中构建所需分子的模型。之后，他们转向了小盒的三角形，但也失败了。只有当他们在结构中加入五边形并把它们粘在一起时，他们才获得了一个由 12 个五边形和 20 个六边形组成的半球。完成了这一步之后，距离他们组成一个由 60 个顶点的“完整的球”也就不远了。

为了研究他们所提出的结构的数学合理性，两个人将结果发给威廉·威奇。威廉·威奇还是说：“你有一个足球。”他们当场决定，新分子以建筑师巴克明斯特·富勒的名字命名，于是新的分子被称为“巴克球”（Becky balls）。巴克明斯特·富勒的建筑杰作与新分子的结构如出一辙，仿佛这个新分子就是根据富勒的网球格顶所设计的。几年后，“巴克球”不再是唯一的超分子碳

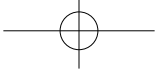
结构。利用相同的原理，也许可以构建空心碳纳米管。因为发现了这种新的分子，哈罗德·克罗托、理查德·斯莫利、罗伯特·柯尔共同获得了1996年诺贝尔化学奖，哈罗德也在同一年被封为爵士。

在自身的科学研究之外，哈罗德在科学传播和大众教育领域也投入了大量精力。他在1995年创立了维嘉科学基金会（Vega Science Trust），这是一个非营利性组织，通过电视和网络视频与公众进行交流，哈罗德希望打造一个权威的平台，促进公众对科学技术的了解，Vega Science Trust的网站至今依然活跃。美国佛罗里达州立大学教授托马斯·阿尔布雷克特—施密特（Thomas Albrecht-Schmitt）曾这样说：“哈罗德最忠实地践行了阿尔弗雷德·诺贝尔的希望，他通过传播科学使世界更加和平更加美好。他有崇高的理想，他也帮助人们发现自己内在的理想，从而成为更好的人。”

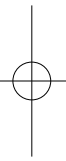
畅想 2050

哈罗德和他的研究伙伴们发现新的分子后，1991年，一种更为独特的碳结构被日本电子公司的饭岛博士发现，那就是碳纳米管。碳纳米管是目前已知的最强力和最耐用的结构。它的硬度与金刚石相当，却拥有更好的柔韧性。

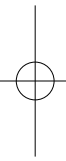
而又一个随之而来的问题是，如何找到一种方法来产生足够



多的强纤维。到了 2050 年，这个问题似乎能够得到解决。因此我们有可能用它们建造相对细的电缆，这些电缆能够承受其他材料不能承受的压力和张力、扭矩和其他应力。未来或许可以用它们来固定新的“空中穿孔机”的几个角。另外，它们还可能为大型建筑提供弹性，让这些摩天大楼能在地震中尽量地保持完好。尽管如此，钢铁似乎仍然是建筑的主要承重材料。

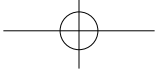


碳纳米管的存在使得建造大型高层建筑成为可能，这些建筑将满足那些希望生活在一栋高楼中的人们。这些城市中的摩天大楼可用于居住、工作、购物、娱乐、商业、内部或外部通信，可以建立独立的能源系统，以及配有废物处理和回收功能。电力将通过高压直流电在建筑物的各部分之间流动，就像今天城市间的线路一样，只有在与普通楼层分开的服务楼层中，电流才会被家用电源代替。



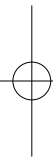
供水系统将以压力平衡水箱为基础，这些水箱被放置在不同的楼层和水泵上。甚至可以想象为每幢大楼配备一支内部警队。人们能够在这些城市过着充实的生活，而无须走出家门就可以进入城市。即使是出国旅行他们也不需要穿过这座城市，他们只需要乘坐出租直升机到达机场，然后用相同的方式返回家中。至少从理论上讲，这将使那些希望住在纽约、巴黎、北京或其他大城市的人在家里就能感受到大城市的氛围。

新的“空中穿孔机”内部的交通将以快速电梯、常停电梯以及采取预定路线的电梯为基础，这些“交通工具”就像城市公交



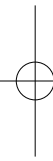
线路或地铁一样。大楼内部运输会面临的主要问题可能是人类的耳朵，因为它们很难适应如此快速的垂直运动。垂直上升或下降的速度不到 30 公里 / 小时就足以让有些人感到疼痛甚至眩晕。考虑到在摩天大楼中的日常生活，可能要求电梯以每小时 90 公里的速度移动，这会是一个令人感到担忧并且需要妥善解决的问题。

这些高层建筑的居民可能预期到的困难，已经在一份医疗案例中得到证实：一个年轻人爬上科罗拉多州的一座高山时突然倒下，身体检查结果显示他的肺有积液。在相似的情况下有类似现象的医学报告，这定义了一种新疾病：高海拔肺水肿。事实上，长期以来，人们都知道登山会导致一系列健康问题。



造成这种现象的主要原因是缺氧。大气压力随着海平面上升而降低，由于空气中氧的相对含量保持不变，其浓度就会降低。因此，长时间停留在高海拔地区会导致缺氧并迫使人们适应这些低氧水平。缺氧会引起肺动脉高压和肺血容量增加，增加毛细血管的通透性，使得血管收缩不平衡，造成某些区域水肿。尽管“高海拔肺水肿”只是近几年才被定义，但这种现象引发的症状在很多年前就为人所知。

公元 399 年，中国的高僧法显（Fa Xian）沿着丝绸之路向西旅行，当他穿过帕米尔山脉时，他讲述了旅伴的患病症状：“当我们沿着小雪山阴暗处的北侧行走时，凛冽的寒风把我们的骨头冻僵了。我的朋友慧景（Hui Jing）口吐白沫，情况很严重。他很快就没有力气了，最终倒在雪地上，失去了生命。” 15 世纪后，

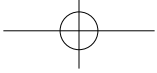


蒙古领导人米尔扎·穆罕默德·海达尔·杜格拉特·贝格（Mirza Muhammad Haidar Dughlat Beg）描述了他的士兵们在海拔 4000 米的青藏高原上进行的一场战役中，也有类似的症状：虚弱和气短，出现幻觉，昏迷，甚至死亡。法显和海达尔在当时并不知道这些症状的起因。因为在 17 世纪中期之前，人们尚不了解地球大气的性质。

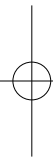
大脑是人体中最容易缺氧的器官。大脑接收心脏 10%~15% 的输出，消耗全身 10%~20% 的氧气。大脑皮层是脑部活动最密集的地方，也是最需要氧气的区域。因此，长时间处于高海拔地带的最初表现为意识模糊，失去判断力。这不难理解，就像饮酒带给人的影响是一样的。

高海拔不会影响听觉、味觉和嗅觉，但人的食欲通常会下降，并随着时间的推移，体重也会下降。目前尚不清楚这种体重的下降是由于营养不良还是因为摄入的卡路里少造成的。在高海拔肺水肿的情况下，积聚在肺部的液体会降低向大脑输送氧气的速度，这可能导致患者因脑部缺氧而死亡。更为严重情况的是高原脑水肿，这种症状会影响中枢神经系统，患者会像醉汉一样走路不稳，还可能出现其他运动障碍。

慢性高原病会对住在海拔 3600 米以上的居民造成不利影响。长时间在高海拔地带生活可能使他们容易疲劳、抽筋、胸痛、脚踝肿胀以及形成血栓。在这样的海拔高度下，血液和氧气水平降低可能导致视力下降 50%。



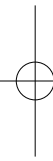
克服这些摩天大楼中不利条件的一种方法就是吸入更多的空气。让更多的空气吸进肺部，增加氧气含量，减少二氧化碳含量。然而，人体也需要一定量的二氧化碳。如果成功地平衡这两种相反的需求，就可以让人适应高原反应而不会因此受到身体上的伤害。这种对呼吸的双重控制会产生不规则的振荡。它会控制大脑的不同区域之间的波动，而这些区域对呼吸活动有不同的作用。

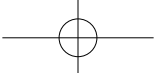


动物研究给我们提供了关于“适应环境”的不同方式，以及对高海拔环境条件的适应能力的参照物。例如，海豹和鲸鱼在深海潜水时把脾脏作为吸收含氧血液的蓄水池。其他哺乳动物，如牦牛，为了获得和保留更多的氧气，会使用不同的血红蛋白。当人们缓慢地、分阶段地爬到高海拔地区时，他们就能适应高原环境。多次的经验告诉我们，不要在短时间内一次上升超过 600 米。

然而，未来的超高层建筑高度可能会超过两千米。为应对人的身体可能出现的不适，一种可行的解决办法是建造过渡层。在过渡层中，上楼的人将在上升的阶段和下一个阶段之间休息，并逐渐适应压力的变化，就像潜水员逐渐从海洋深处上升一样。

另一个可能使这些高层计划化为泡影的难题是新的高层大楼办公室和公寓的价格。众所周知，公寓和办公楼的价格与它们的高度成正比。第十层的公寓比第二层的公寓贵。然而，这条价格曲线并不会永远保持这种直接相关性。超过一定限度，价格曲线的高度就会到达顶点。过了这个顶点后，即使摩天大楼的高度继续上涨，楼层的价格也不会上涨。换句话说，超高层摩天大楼的





开发商在高层建筑的利润会比在中层建筑的利润低，这对他们来说是一种“负激励”。有些人说，这会是唯一一个让这个“高层”计划落空的因素。

碳纳米管应用的另一个领域是建造水下城市。我们说的不是像荷兰或者现在中国南海、汕头和其他地方所做的那样将部分海洋开垦转化为陆地，而是建造一种大型木筏。碳纳米管等材料可以将这种木筏很好地固定在原地。

这些木筏将为高层商业建筑、住宅和高强度农田的建设提供稳定的平台。较低的甲板、风箱和水面以上，将是工业工厂、仓库和维持木筏上层结构系统的所在地。所有这些建筑都将停靠在木筏的甲板上，木筏本身会停靠在海底，用强力而灵活的电缆将它和碳纳米管结合在一起。

根据其中可能的一项计划，这些城市木筏还将拥有专用的发电站，这些发电站将生产和供应电力。这些电能来自太阳能、海洋温差能量以及风能。



路易斯·弗里德曼
Louis Friedman

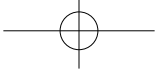
7 /

路易斯·弗里德曼： 太阳帆驱动的宇宙飞船

有一个古老的传说，讲述了一场海上风暴如何将一艘帆船抛向空中，再推向月球。也许到 2050 年，这个传说可以成为现实，地球人就会发现，太空飞船不需要燃烧一滴燃料仍然能航行。

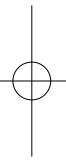
太阳风推动了星际宇宙飞船的航行，它由许多亚原子粒子组成，主要是光子（光 / 能量粒子）和许多其他类型的粒子。宇宙飞船的表面积为 1000 平方米，当放置在地球上时，它垂直于太阳风；当它到达某个地方，这个地方到太阳的距离与到地球的距离相同时，太阳风将以半克的力将其向外推。因为光子的数量比其他粒子的数量要多，所以太阳风的主要力量来自无质量光子的冲击。

太阳风的力量取决于太阳表面或太阳距离太阳帆的距离。宇



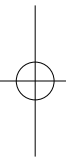
宙飞船离太阳越近，压力就越大，因为撞击它的粒子密度更高。粒子的密度随着距离的平方递增而减少，因此，如果太阳帆的表面是 1000 平方米，被放置的距离是地球到太阳距离的两倍，那么它受到的力是八分之一牛顿。具有相同表面的太阳帆，如果其放置的距离相当于地球到太阳的一半，那么它向外的推力为 2 克。

如果太阳帆表面覆盖着像镜子一样的反光物质，撞击它的光子就会被反射出去。根据动量原理，光子的速度就会被传送到太阳帆上。如果反射的效率接近百分之百，那么作用在太阳帆上的有效力将加倍。这样一来，如果到太阳的距离和到地球的距离相等，那么施加到面积为 1000 平方米且垂直于太阳风方向的太阳帆的总推力将小于 1 牛顿。



在四分之一英亩的土地上有不到一克的压力，乍一看，似乎并不是一种穿越太空的可行方法。这就涉及重力的问题，对于在地球表面运行的运输系统来说，重力作用于其自身，但空气和地面造成的摩擦力会消除任何动量，让这种推进力被认为是可以完全忽略不计的。然而，在太空中，没有空气摩擦，重力也远低于地球表面。所以，如果操作时间充足，每 1000 平方米一克的压力足以达到惊人的推进效果。

例如，一艘太阳帆飞船捕获太阳风后，从“几乎为零”的加速度达到每秒千分之二毫米的加速度（近地物体由于重力而受到的加速度将是千分之五）。在这一天后，它将以每小时 72 公里的速度积累。一个月后，它将以每小时 1.1 万千公里的速度移动。



相比之下，为了提供一个常规的、由火箭推进的、具有这种速度的宇宙飞船，则需要建造一个运载火箭，其燃料将占其重量的80%。此外，必须召回太阳能帆船，并进行无限期加速，而不浪费一滴燃料。

因此，很明显，由太阳风推动的宇宙飞船的效率随着它们航行距离的增加而增加。最近，世界上许多研究人员和工程师得出结论，太阳风驱动的宇宙飞船是抵达火星最经济、最方便的方案。因此，研究人员正试图设计一艘利用太阳风航行的太空风帆，它将以每秒一毫米的加速度飞行，是先前飞行速度的五倍。这样一艘太阳风帆可以在一个月内加速达到每小时1.1万公里。

路易斯·弗里德曼（Louis Friedman）正在帕萨迪纳加州大学推进实验室。在他的带领下，20世纪70年代许多科学家向美国国家航空航天局提议建造一艘太阳风推进的宇宙飞船。美国国家航空航天局（NASA）都很认可这个提议，但因为缺乏政治支持，无法得到所需的资金和资源，该项目最终没有实施。

1941年7月，路易斯·弗里德曼出生于纽约的一个犹太人家庭。1961年，他在威斯康星大学获得了应用数学和物理学学士学位。两年后，他获得了康奈尔大学的硕士学位，随后又获得了航空航天学系的博士学位。1963年至1968年，他在Avco空间系统部工作。1971年，他在麻省理工学院航空航天系获得博士学位，他的博士论文题目为《从航天器跟踪数据中提取科学信息》。在攻读博士学位期间，他主要研究如何从宇宙飞船的跟踪数据中