

今后三十年内
若干重要科学技术发明
和革新的预测

丹尼斯·加柏 著

今后三十年内
若干重要科学技术发明
和革新的预测

丹尼斯·加柏 著

范 毅 译

内 容 简 介

本书是根据丹尼斯·加柏 (Dennis Gabor) 所著《Innovations: Scientific, Technological and Social》一书节译而成的。作者参考了许多科学家对于到本世纪末为止科学技术上的重大发明创造的预测, 加上他本人的判断, 提出了一百项有关技术和生物学方面的重大突破项目, 并逐一评述其研究工作的现状和推测其实现的可能性。书中所引资料较新, 可供科学工作者、工程技术人员和大专院校师生参考。

Dennis Gabor

INNOVATIONS: SCIENTIFIC,
TECHNOLOGICAL AND SOCIAL

Oxford University Press, 1970

今后三十年内 若干重要科学技术发明 和革新的预测

丹尼斯·加柏 著
范 毅 译

*

科学出版社出版

北京朝内门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1974 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1974 年 3 月第一次印刷 印张: 2 5/16

印数: 0001—40,202 字数: 50,000

统一书号: 13031·224

本社书号: 374·13—18

定价: 0.21 元

内 部 发 行

译 序

本书原名《科学、技术和社会方面的革新创造》(Innovations: Scientific, Technological and Social),为使读者确切了解本书的内容,译为《今后三十年内若干重要科学技术发明和革新的预测》。

本书作者丹尼斯·加柏(Dennis Gabor)是一个著名的物理学家,于1963年发明了在科学技术上有重要影响的全息照相。作者参考许多科学家关于到本世纪末为止的科学技术重大发明创造的预测,加上他本人的判断,提出了一百项有关技术和生物学方面重大科学技术突破的项目,并逐一评述其研究工作的现状和推测其实现的可能性。这种评述和预测当然有很多主观和客观条件的局限,许多见解并不正确。所提出的项目也是挂一漏万的。但因原书出版于1970年,所依据的材料较新,叙述也还简明扼要,有可供参考之处,故为译出。

作者在评述这一百个项目的时候,有时还加上一些社会后果方面的议论,都是从英美资本主义社会的情况和资产阶级学者的观点出发的。对于这些荒谬、错误的议论,翻译时大体上已经删去。另外,作者还提出了三十七项所谓“社会变革”的项目(原书第四章),这更全然是谬误的,在译本中就全部删掉了。

请读者对这本节译本提出批评意见。

译 者

一九七三年五月

目 录

第一章 引言	1
1.1 科学与技术	1
1.2 对以后章节所列发明和技术革新项目的说明	3
第二章 有关技术方面的发明和革新	6
2.1 材料	6
2.2 动力	11
2.3 化学	19
2.4 运输	22
2.5 通讯	26
2.6 电子计算机和数据处理	29
2.7 机器手和机器人	41
2.8 自动化	43
2.9 文化和娱乐	46
2.10 空间探索	51
2.11 海洋的探索 and 开发	53
2.12 为和平目的而服务的发明和革新	55
第三章 有关生物学方面的发明和革新	56
3.1 粮食	56
3.2 生物工程学	60

第一章 引言

1.1 科学与技术

直到文艺复兴以前，欧洲的科学和技术是相互分离的。当时，自然科学的发展不但停顿了，而且在欧洲几乎已完全被人们所遗忘，而技术却在手工匠人的手里，依靠自己的力量向前迈进。远在文艺复兴前几个世纪，手工匠人们就作出许多重要的创造发明，比如合用的挽具、铁犁、眼镜等。伽利略（Galileo 1564—1642 年）可能是兼为科学家和工艺师的第一个人了。在他生活着的那些年代，科学必须同“实用工艺”相结合的思想得到非常迅速的传播，以致外行的弗朗西斯·培根（Francis Bacon）——一个律师，也充分认识到这个道理，并成为第一个科学团体——英国皇家学会（1660 年）的创办人。这是一个在思想界中产生进步概念的伟大年代。

但是，科学和技术并不就这样一下子结合的，而是通过其后三个世纪才逐步结合起来。甚至到十九世纪，科学和技术的结合也还是不完全的。虽然那时电学和磁学的各个定律，大部分已被法拉第（Faraday）和麦克斯韦（Maxwell）所发现并已充分表达为公式了，但在英国，仍然还没有出现任何一种电气机械。别的国家也是一样。1868 年麦克斯韦的方程式已经预言电磁波的存在，1887 年德国人赫兹（H. Hertz）用实验证明了电磁波，但还要等到 1896 年马可尼（Marconi）采用了天线，才开始有了无线电。在十九世纪和二十世纪初，在科学上的发现及其技术的实现当中，间隔着二十年至四十年

的时间，是很平常的事情。只是到了我们这些年代，从科学发现到技术实现的周期才显著地缩短了。奥托·哈恩 (Otto Hahn) 发现核裂变之后，仅仅经过六年，就爆炸了第一颗原子弹 (1945 年)；而且实现这个历史上第一个大规模科学技术计划的人，大抵是自然科学工作者们，多数还是理论物理学家。

这并不意味着在我们这个年代，科学发现到技术实现之间不存在间隔。如果发明家们忽视那些几年以前的自然科学成果，那将是很不明智的。激光的理论，在 1917 年爱因斯坦的方程式中早已孕育着了，但直到 1958 年，汤斯和肖洛 (Townes 和 Schawlow) 才提出实现激光的设想，两年以后，梅曼 (T. H. Maiman) 制成第一台红宝石激光器，接着贾文 (A. Javan) 制成第一台氦-氖激光器。

这种较长时间的间隔，往往是由于在发明中的某些关键部分条件还不具备。飞机的近代样机，在十九世纪时的发明者凯利、斯特林费洛和佩诺德 (Cayley, Stringfellow, Pénau) 以及其他人手已经做出来了，但是它不能离地飞翔，因为当时还没有内燃机。燃气轮机也是这样，早期试验之所以失败，是由于缺乏合适的压缩机和耐高温、高强度的材料。喷气发动机的成功，是依靠尼莫尼克镍铬合金 (Nimonic) 和其他合金材料的及时研制过关。用离心法分离铀 235 的原理试验，早在 1940 年就证实了，但是它的实际使用一直要等到二十五年以后 (1965 年)，因为那时才有了两相的高抗张强度的材料。全息照相，在 1948 年已经是成功的学院式实验，但要等到 1963 年把激光技术用于全息照相后，这项发明才能大功告成。

现代的一些紧迫的大型科学技术任务的计划，有时能给某些新技术的发明“施加压力”而促使其出现。比如，开始实行北极星导弹核潜艇的研制计划之后，为了保证它成功，就促

使四个重要发明出现：核驱动力、水下的准确定位、固体火箭和惯性导航。也许还可以再算上第五项发明——PERT图^{*}，这是一种保证从一万一千多个制造厂家及时准确地取得几百万种部件的供应并将它们装配起来的计划管理方法。

如果说北极星导弹核潜艇是一项工程技术上的典型事例的话，那么，晶体管的发明可以作为科学和技术的界限难以划分的典型事例。肖克莱、巴丁和布拉顿(Shockley, Bardeen, Brattain)从着手研制固体器件的放大器开始，在十年内发展了各种结型晶体管，而这个技术发明的过程是同对电流在半导体中流动的物理学上的探索研究同时并进的。在这里，象伽利略一样，科学家和工艺师就结合在同一个人身上了。

1.2 对以后章节所列发明和技术革新项目的说明

当我初次以未定稿的形式列举以后章节所叙述的项目时¹⁾，我得到赫尔曼·卡恩(Herman Kahn)和维纳(A. J. Wiener)所汇编的一百项发明和技术革新项目表²⁾的很大帮助。在写这本书的时候，我还要深深感谢他们。他们的表和我这本书的不同之处，主要还不在于我删去了表上的一些项目而加上了我个人提出的一些项目，而在于探讨讨论的方式。

* PERT 是 Program Evaluation and Review Technique 的缩写，可译为对计划进度进行检查和调整的技术图表。它是 1958 年由美国人提出并使用的一种检查工程计划进度的方法。它用图表方式把施工进度及与其有关的各种因素的进展情况综合表示出来，以便于进行调整和改进，以达到有效地使用人力、材料和设备的目的。——译者注

1) 这是我在 1968 年 2 月 14 日和 2 月 18 日对伦敦“科学的科学基金会”(Science of Science Foundation)的两次讲演中提出的。

2) Herman Kahn, Anthony J. Wiener, *The next thirty-three years. A framework for speculation, Daedalus*, 1967 年夏季, pp. 705—32. 其后不久以书籍的形式出版，书名为 *The year 2000, a framework for speculation on the next thirty-three years*, Macmillan, New York, 1967, 431pp.

卡恩和维纳的表所列项目,是征询了专家、发明家们所预测的发明革新实现年代,而按顺序排列的;我这里则是按自己的观点来表述这些项目的需要程度和其他内容。

我还要深深感谢奥拉夫·海尔默 (Olaf Helmer),他和他的同事们起初在兰德 (Rand) 公司、后来在威斯里扬 (Wesleyan) 大学的“将来研究所” (Institute for the Future, 简称 IFF) 里,发展了一种预测科学和技术发展的方法,叫做 DELPHI。这种方法是提出一个将在未来实现的科学技术发明或革新的项目¹⁾,向有关专家作普遍调查,请他们按自己的主观概率,预测三个可能实现的年代,即 10% 的可能性、50% 可能性和 90% 的可能性在哪一年实现。然后,根据普查所得的不同的年代的数据,进行统计数学的处理,按 25%、50%、75% 计算,得出四分之一值、平均中值和四分之三值。DELPHI 方法的好处是普查结果是无记名的。

这个“将来研究所”的最近出版物中,刊载了七十六项科技发明革新的预测结果。当我这本书里的项目和他们发表的项目一致时,我就在这个项目的后面注上将来研究所预测的实现年代。例如: (IFF: 1975-1985-1995, 专家估计 1990 年)。这个备注的意思是: 第一个四分之一值是 1975 年,中值是 1985 年,四分之三值是 1995 年,而在答复者中专家们预测的平均数是 1990 年。我在本书中没有提出我自己的预测,但在多数情况下,我心目中估计的时间要比“将来研究所”发

1) Theodore J. Gordon, Robert H. Ament, *Forecasts of some technological and scientific developments and their societal consequences*, IFF R. 6, Sept. 1969. Olaf Helmer, T. J. Gordon, Selwyn Enzer, Raul de Brigard, Richard Rochberg, *Developments of long-range forecasting methods for Connecticut, a summary*, IFF, R. 5, Sept. 1969. Olaf Helmer, *Political analysis of the future*, IFF, R. 1, Aug. 1969.

表的平均数时间晚一些。在本书中，我列出 137 项发明和革新，其中 73 项是有关技术方面的，27 项是有关生物学方面的，37 项是有关社会方面的。对于有关生物学方面的项目，我主要是采用“将来研究所”出版的项目表而写出的。

第二章 有关技术方面的发明和革新*

在发明和重大技术改进之间,本来就没有明确、截然的界线。下面所列出的项目,几乎只包括那些技术上的改进。在讲到下列各个项目将来可能成功或还不能成功的时候,我对有关研究工作的当前状况作了概略的述评。许多是根据这方面的有关专家们提供的情报而写的。我在相应的地方注明了他们的帮助。很遗憾的是我很难说出这些技术的发明者,因为这些发明和革新还处于草创阶段,许多工作是在大公司或政府研究机构中进行的,如果归功于某个个人,不仅是困难的,而且很难不引起异议。因此,这个任务还是留给将来的历史学者去完成为好。

我在下面极少注出参考书或期刊的来源,因为这些很快就过时了。大部分的项目,工作都在迅速发展中,读者可以从专门科技期刊中看到它每周、每月的新进展,甚至能在日报上看到它的最新消息,在这里注上参考文献就成为不必要的了。

2.1 材 料

1. 高强度材料

这是一些复合的、两相的材料,由极纤细的纤维(碳、铍、

* 本章原标题为:“‘硬件’的发明和革新”(‘Hardware’ inventions and innovations),‘硬件’是借用电子计算机的名词。为便于我国读者了解,故改为“有关技术方面的发明和革新”。——译者注

石英或其他纤维)模塑而成(通常是用塑料)。已经发现和发展了坚硬的、强度高的碳纤维,它具有非常高的抗张强度和弹性模量,由聚丙烯腈丝制成,这是英国皇家航空研究所在英国原子能管理局和罗伊斯-罗斯航空公司协助下研制的。这些纤维用于增强塑料。罗伊斯-罗斯公司已用这种增强塑料制成亚音速运输机 RB211 发动机上的大型压缩机的叶片,商品名称为“Hyfil”。

这类材料还有许多潜在用途,特别是在航空工业方面。但它的应用进度决定于能否研制出成本低的、大规模生产的设备。英国国会的一个委员会最近建议建立一个碳纤维生产工厂,以便把碳纤维增强塑料成本降到每磅十先令¹⁾。

这类材料的最重要的应用之一,可能是用于分离出铀 235 的离心分离机上。因为甚至最高强度的金属材料在这样高速的离心力下,都已超过它的屈服点。在我写这本书的时候,已知有两个离心分离铀 235 的工厂在设计,一个在英国的卡彭赫斯特,一个在荷兰的阿耳默洛,两个厂都在 1972 年投入生产。铀 235 是氢弹的引爆剂,目前只能在大规模的热扩散法工厂中生产。

(IFF: 用晶须的复合材料,其价格可与其他材料相竞争, 1975-1985-1990, 专家估计 1975 年。)

2. 耐热、高强度塑料;优良性能的织物

除了一般用途塑料(如聚乙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯等)及其模压制成品的大量发展外,工程塑料(尼龙、缩醛类及它的后代)将广泛应用于汽车、船体、耐用家庭用具、办公室设备、

1) 以上情况由罗伊斯-罗斯航空公司首席科学家布雷格(S. L. Bragg)和英国原子能管理局加工工艺部主任约翰逊(K. D. B. Johnson)提供。

建筑工程方面。工程塑料将会更轻,几乎不会被腐蚀,而且比生产同样的金属部件节约大量工时。

象聚酰和碳氟等一类塑料将要获得一些新的性能,如耐高温、耐老化、不用滑润剂而具有低摩擦性等。纤维状的高分子化合物将加工成穿着用和家用的织物,彻底取消了烦琐的传统纺织过程。空间技术研制出的各种“超级织物”,将在工业中得到应用¹⁾。

人们企图用核辐射方法得到交链聚合物,以制造耐非常高温的塑料,这个尝试到目前为止还不很乐观。但是,这是一个值得探索的途径。因为已有实验表明,经过辐照的有机化合物能获得非常高的介电强度,这可能使电容器成为“轻的蓄电池”。苏联物理学家约飞在四十年前就认为这是在不远的将来就能实现的事情。

3. 精密铸造、锻压和成型工艺

不仅铝和铜,而且钢和铁也能精密铸造了,这样可使切削加工减少到最小限度。爆炸成形、冷轧、水压挤压等新工艺已能对一些最难加工的希有金属进行加工。这是一个很活跃的研制领域,将来有可能使复杂形状的金属零部件几乎同塑料一样轻而且易于成形。

4. 超高压过程和瞬时超高温过程的结合

这种工艺过程已成功地用以生产人造金刚石和巴拉松(borazon, 一种超硬材料)。到目前为止,只发现有几种材料只用超高压就能经历一种不可逆的变化,但是,如果超高压同

1) 以上情况是帝国化学公司塑料部主任威尔伯恩(A. E. Willbourn)提供的。

瞬时超高温过程结合起来，就有可能产出一类有工业应用价值的“化石”化合物。

石英有两种有趣的压缩状态：coesite 和 stichovite。这两种状态都是首先在陨石中发现的(前者是 Loring Coes、后者是 S. M. Stichov 所发现的，所以以他们的名字命名)。在 stichovite 中(已经在 16 万大气压的高压和 1200℃ 高温下把它复制出来)，每一个硅原子的周围是五个等距离的氧原子而不是四个。

5. 稀有金属的代用材料及其再生

到目前为止，稀有金属的最成功的代用材料是工程塑料。近期以内，象铜、铅、锡、锌等金属资源还不至于发生严重的枯竭，但到本世纪末，这种情况就有可能发生了。到那时，铜矿石可能需要大量地从海洋的大陆架中开采。而铅锌的使用，目前是很不节约的，将来应该加以限制，并研究其再生的方法。原子动力的日趋廉价，将使铝成为很便宜的金属，而且再生也很方便。

6. 水

在目前，水也不再是用之不竭的材料了。马耳他群岛就用船装运淡水。有些国家，如埃及等，能否有充足的水的供应，成为极严重的问题。在工业化的国家里，河流污染已产生严重问题，如在西德，一个工厂的废水就灭绝了来因河中全部的鱼类。用需氧细菌或厌氧细菌净化城市的一般废水，已经成为有效方法，能使废水变成肥料（有活性肥效的污泥）。但是，现在已经出现一些新的废液（如某些洗涤剂），不能用这些方法解决，这就产生了新的问题。

海水的淡化问题，不仅对沙漠国家重要，而且对象美国加

利福尼亚州南部这样的地方也很重要。现在海水淡化几乎就是廉价动力和低成本的问题了。淡化海水的两种主要方法：分馏和冷冻，其所需动力将可从核电站中取得，但淡化装置还太贵，因此只是在某些特殊地区才能采用。但是，随着人口的增加，这种状况也许会改变。将首先在干旱地区用淡化海水灌溉农田，那时田地里的水将不会任其自然蒸发，而应引入地下不渗透的渠道，在灌溉地面用一层防蒸发的薄膜覆盖。

到本世纪末，供应纯净、丰足的水，将是比所有材料都重要得多的一个大问题。

(IFF: 成本为每千加仑两角美金的水，1973-1980-1985, 专家估计 1980 年。)

7. 纯净空气

许多大城市已经成功地解决了煤烟问题：建立无烟区，规定工厂烟囱不准冒黑烟等，但还没有解决汽车的污染问题。纯净空气的问题，与本节的其他问题不同，因为它既不是要制造纯净空气，也不是要净化空气，而是要制止空气污染。我们将在汽车项下讨论这个问题。

另一个有关大气的热烈争论是：大气中的二氧化碳 (CO_2) 含量究竟要不要控制。有迹象表明，到本世纪末，大气中 CO_2 含量将增加到足够使气候发生相当变化的程度，这是因为燃烧量是越来越大的，而绿色植物的面积逐步缩小的趋势也还不能制止。仅仅看到这个世纪末，这一过程似乎是有利的，因为气候变暖是好事；但从长远来看，如果这个过程继续下去，极地冰带开始融化，那就会产生一个很难解决的国际性问题了。也许需要在一部分海面，覆盖上绿色植物（即使在现在，海中植物微生物产生 70% 的氧，而陆地植物只产生

30%的氧)。

2.2 动 力

工业发展依赖于动力。动力的总消耗量,一般用煤当量百万吨作为单位。根据壳牌国际石油公司 1969—1970 年情报手册估计,全世界 1968 年的动力消耗量为 4371 百万吨煤当量 (MMTCE)。根据联合国《世界动力供应》一书估计则为 6000 MMTCE。这两个估计数字出入较大。但两者都认为:电能的消耗量将每年增长 8%。根据哈罗德·哈特利 (Harold Hartley) 的估计(英《新科学家》,1969 年 11 月 13 日),到公元 2000 年,动力需要量为:

固体燃料	液体燃料	气体燃料	核能和水力	总 计
4500	9500	8000	8000	30000MMTCE

这个数字是很惊人的。

8. 核裂变动力

仅仅经过二十年的研究发展,现在核电站不仅在每度电的发电成本上,而且在每瓩的建设投资上,已能够优于一般燃料电站。美国最新建成的核电站,每度电的价格仅 0.3 美分。在五十年内,核电站的电价还可能为现在价格的五十分之一。

当前,最成熟的反应堆是轻水锅炉型反应堆。它的设备投资,要比效率稍高的先进气冷堆便宜。在当前铀的价格较低的情况下(氧化铀每公斤 15 美元左右),轻水锅炉型反应堆在本世纪末以前还将占主要地位。到本世纪末,它将被增殖堆所替代,因为增殖堆能更经济地利用核燃料,它把部分铀 238 转变成燃料铀 235 。但是,鉴于低品位铀矿储量非常丰富,是否一定要大量采用增殖堆,还是一个有待探讨的问题(见第 9 项)。

许多研究机构对核动力作了估计，大体上都认为到 1985 年在全世界电力产量中，核电站的比重将占 20—25%；到 2000 年，将占 40—50%。

9. 开发低品位铀矿和从海水中提铀

在瑞典的 Ranstad 所进行的试验证明：从含铀 0.03% 的花岗岩中提取铀，其价格约为国际价格的两倍。

英国原子能管理局的斯彭斯 (R. Spence) 和他的同事提出，海水中每立方米约含铀 0.3 毫克，如加以利用，其成本不会贵得太多。海洋是铀的几乎用之不竭的资源，每年从河流中冲刷几千吨铀入海。尽管人类对动力的需要量是很巨大的，但是仅从海水中提铀一项，就可足供人类几百万年之用了。

10. 不能用于制造原子武器的反应堆(略)

11. 可控热核反应

在讲过裂变能的成功故事后，我们来说聚变能遇到的挫折。在五十年代初期，人们普遍相信，通过海水中含量很大的重氢的聚变而发生的巨量能量，将可供应人类几百万年之需，而且这种设想可能很快实现。在美、英、苏都有大批杰出的科学家们进攻这个问题，并都配备有大型电子计算机和某些最大、最优良的装备。结果却是科学技术发展史上最大的失望之一。为了实现聚变，必须使氘、氚的等离子体置于一个“磁瓶”之内，并使之达到几百万度的高温。“磁瓶”本应要非常密闭，不能让一个离子逃逸出去。但离子却是成群成群地跑了出来。

经过将近十二年的努力，美国和英国这方面的研究费用