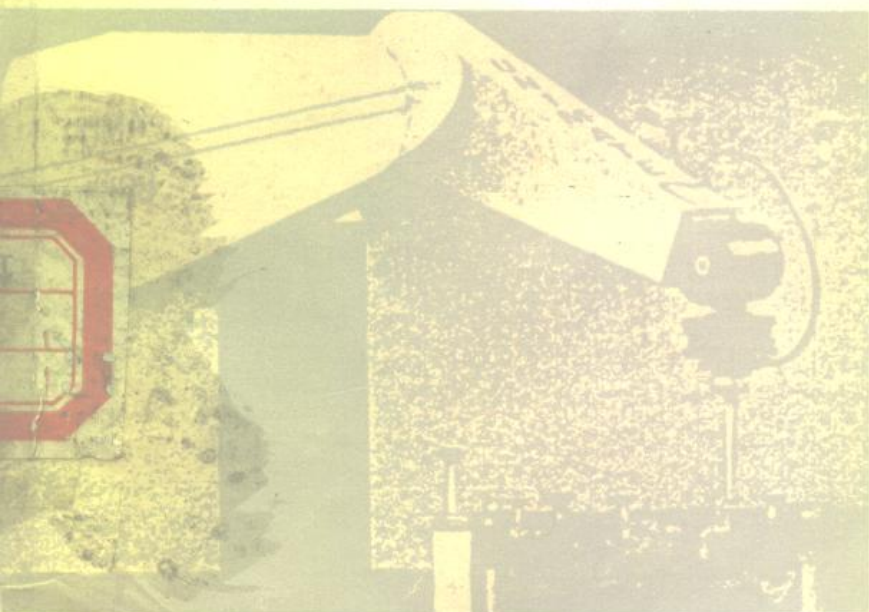


美国科学、工程和公共政策委员会 编



科学技术的前沿学科展望



科学技术的前沿学科展望

美国科学、工程和公共政策委员会 编

佟丕济 余志华 王秀盈 王秀芳 译

科学出版社

1986

DT81/30
15

内 容 简 介

本书是美国国家科学院、国家工程科学院和全国医学学会根据美国科学基金会的要求,组织各方面科学家,经过讨论、评议后编写的;叙述的主要是当代新技术革命中的核心部分,包括生物分子技术、遗传工程、激素和神经递质、精神生物学、表面科学及其应用、流体湍流、激光和下一代机器人等八个领域,提出了目前存在的具有广泛意义和重大影响的科学技术新问题,以及解决这些问题的可能性和局限性。

本书可供相关学科的科研人员、需要了解各前沿学科动态的广大读者阅读、参考。

Committee on Science, Engineering,
and Public Policy (U. S. A.)

FRONTIERS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY: A SELECTED OUTLOOK

W. H. Freeman and Company, 1983

科学技术的前沿学科展望

美国科学、工程和公共政策委员会 编

佟玉洁 余志华 王秀盈 王秀芳 译

责任编辑 朱博平

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院开封印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1986年 10月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1986年 10月第一次印刷 印张: 9 1/8

印数: 0001—6,380

字数: 169,000

统一书号: 13031 · 3194

本社书号: 4160 13-18

定价: 3.40元

前 言

《科学技术的前沿学科展望》(Frontiers in Science and Technology: A Selected Outlook) 是美国科学技术五年前景展望系列报告的第三部分。本报告(本书)由美国科学、工程和公共政策委员会(COSEPUP), 即美国国家科学院、国家工程科学院和全国医学会联合委员会组织撰写, 并由索尔克研究所的布卢姆(Floyd E. Bloom)主持编写工作。该委员会负责选择题目, 为每章安排等量的评论, 并对各领域所涉及到的内容从更为广泛的意义上做出分析。委员会还复审了全部报告, 并对其内容负完全责任。

五年前景展望报告是根据1976年通过的美国国家科技政策、组织机构和优先项目条例(NSTPOPA)的精神拟就的。后来重组的美国总统事务办公室委托美国国家基金会负责提出该前景展望的报告。本报告是应国家科学基金会的要求, 由COSEPUP代表美国国家科学院和美国国家医学会而撰写的。

1976年通过的上述条例明文规定, 五年前景展望报告旨在向国会呈报下述内容:

1. 通过科学研究确认的具有国家意义的现存问题和新问题, 即从科学技术的角度考虑具有重要影响的课题。
2. 利用新的和现有的科学技术能力的可能性与局限

性；这些科学技术能力对解决上述问题可能做出的重大的贡献。

本报告所涉及的资料是符合上述精神的，它探讨了已产生和有希望产生重要社会影响的八个研究领域，并反映出当代科学技术的多样性、相互依赖性和激动人心的特点。本报告在引论的部分还讨论到这八个领域中对国家今后工作安排的意义，这是以往的前景展望报告中所没有的。由于增加了这一讨论部分，COSEPUP希望能更充分地满足国会要求制定五年前景展望报告的意图。

本报告承蒙大家共同努力才得以完成。美国国家科学院艾伯特 (James D. Ebert) 副院长在规划本报告时起了重要的作用。在此谨向参加撰写本报告的诸位作者和评审人深致谢意，感谢为重要意义的讨论部分撰稿的伊格尔 (Philip Yeager)；还要特别感谢为本五年前景展望报告孜孜不倦地工作的富有献身精神的布卢姆主席。是上述诸位撰写了我们在此向各位推荐的这个重要而又值得一读的报告。

美国科学、工程和公共政策委员会主席

G. M. 劳 (George M. Low)

1983年3月

目 录

前言	(v)
引论：科学技术与（美国）国策	(1)
深远的意义——从遗传学到机器人技术	(2)
广泛的影响	(9)
1 多细胞生物的遗传程序	(20)
遗传学基础知识	(21)
利用遗传工程研究复杂的基因组	(26)
当代生物学知识综述	(29)
活跃的研究领域	(33)
展望未来	(55)
参考文献	(58)
2 植物研究中的分子技术和遗传工程	(60)
植物基因	(61)
利用根癌土壤杆菌进行转化	(67)
利用其他载体进行转化	(69)
利用植物细胞接收转化的DNA	(72)
由植物的单细胞再生成完整的植株	(73)
应用选择标记的必要性	(78)
单倍体细胞与单倍体植株的优点	(80)
展望未来	(83)
参考文献	(86)
3 激素与神经递质的细胞受体	(88)
激素与神经递质	(89)
激素受体与神经递质受体的发现及其性质	(90)
性腺和肾上腺皮质类固醇激素受体	(96)
胰岛素受体	(104)

胆碱能受体.....	(107)
肾上腺素能受体与作为激素和神经递质的 儿茶酚胺的关系.....	(110)
前景.....	(114)
展望未来.....	(117)
参考文献.....	(119)
4 精神生物学.....	(121)
神经系统概述.....	(123)
脑的生长与发育.....	(126)
脑的神经递质系统.....	(129)
激素.....	(133)
感觉和知觉的神经基础.....	(135)
学习与记忆.....	(139)
大脑皮层的组织结构.....	(144)
脑的电活动.....	(145)
展望未来.....	(149)
参考文献.....	(152)
5 表面科学及其应用.....	(154)
表面科学的本质.....	(155)
表面实验.....	(158)
表面的组成.....	(160)
表面的几何结构.....	(161)
表面的电子结构.....	(166)
表面的原子运动.....	(168)
表面科学与表面技术.....	(169)
展望未来.....	(180)
参考文献.....	(183)
6 流体湍流.....	(185)
湍流的发生.....	(186)

剪切流的不稳定性·····	(189)
对流湍流·····	(197)
简单系统中的无序状态·····	(204)
展望未来·····	(211)
参考文献·····	(212)
7 激 光·····	(214)
激光与相干光·····	(214)
新型激光器和激光系统·····	(216)
高分辨率光谱技术·····	(222)
用于光波通信的激光器·····	(227)
激光分离同位素·····	(234)
激光的用途·····	(236)
展望未来·····	(242)
参考文献·····	(244)
8 下一代机器人·····	(246)
当代机器人系统的硬件和软件的局限性·····	(247)
从经济上来考虑应用·····	(248)
美国和日本的机器人·····	(251)
当今机器人的局限性·····	(252)
机器人的程序语言·····	(256)
机器人的传感器·····	(261)
研究方面的其他问题·····	(266)
未来的应用·····	(274)
培养一代机器人专业技术人员·····	(277)
机器人的社会影响·····	(278)
展望未来·····	(279)
参考文献·····	(281)

引论：科学技术与(美国)国策

《科学技术的前沿学科展望》是对科学技术几个领域的前景详细探讨的第三部分。这三个报告，均是根据国会（指美国国会，下同——译者注）对科学技术“五年前景展望”进行定期规划的需要而撰写的。国会特别要求本报告应提出具有国家意义的科学技术问题，还要求概述科学技术在应用方面独有的可能性与局限性。

一则由于科学技术进展迅猛，加之国会优先考虑事项之侧重点随时在变化，因此国会的要求曾经是、并将继续是令人为难的要求。很明显，国会还要求选择科学与工程在某些领域进行分析，甚至要求在某个领域内选择具体的课题进行分析，这简直是难上加难。

但是，我们相信本卷内容，即美国科学技术中的八大发展领域的现状和未来的研究工作报告，是符合国会的要求的，它比较全面地提出了国家必须处理的纷繁而又变化迅速的国家事务与科学技术间的关系。

也许本报告中反映出的最重要的命题是，美国在科学技术上所具有的颇可称道的惊人实力。例如，新知识为了解疾病病因提供了新途径。在表面物理和湍流理论这些基础研究领域内，已找到解决老问题的新技术和控制方法。

假如能够确保研究经费真正得到增加，那么美国就有希望在二十世纪八十年代及其后的年代里，在一切科学的前沿领域里处于确实领先地位。

深远的意义——从遗传学到机器人技术

本报告每章都讨论其涉及国策的意义。以下将扼要叙述这些意义，但我们建议阅读每章的摘要，或者通读全文，那会收益更大。

多细胞生物的遗传程序（1章）

二十世纪七十年代以前，由于缺少实验方法，限制了对比细菌和病毒复杂的生物基因的研究工作。随着重组DNA和其他方法的出现，人类已可能对动植物，乃至对人的基因进行直接研究。随后，分离到具有特定功能的基因，测定了它们的结构，并弄清了它们行使功能的控制方式。

我们不妨说，人就是基因制造的产物，因此在过去十年，遗传学的发现具有普遍的意义——我们对一个生物如何从单一的受精卵开始发育、生长，以至于衰老的过程有了新的认识。我们还对癌的某些根本性质有了新的认识。例如，DNA结构重排可能是引起癌变（包括由化学致癌原和由病毒引起的）的共同原因。本文支持由重在治癌转向重在防癌的观点。另外，我们现在正跨入一个能理解许多遗传病、减轻这些遗传病的症状，并为一些过去认为是不

治之症的疾病找到新的治疗方法的新阶段。

对基因结构的新认识以及使这种认识成为可能的研究方法和技術，已发展出新的生产技術，这些技術能大批地制造通常难以制造、往往不易得到而又极其昂贵的分子。这些分子包括治疗人类糖尿病而又不必冒免疫副作用危险的胰岛素；预防生长异常的生长激素，以及可能治疗某些癌症的干扰素。

总的来说，在过去十年中，分子生物学是以取得成就、创造新技术并使其更臻成熟，以及更明确地确定有待探讨的一些问题为特点的新兴学科。今后五年将对有待于探讨的问题提供答案，并将提出更多的新问题。此外，新知识将会产生富有想象力的解决长期存在的问题的方法。今后将能制造出更优良的新药和疫苗；培育出新型的改良作物；提高现有作物的产量；改进诊断疾病的方法；增添治疗某些疾病的新疗法。

植物研究中的分子技术和遗传工程（2章）

某些植物，如胡萝卜，能从单细胞迅速长成植株；另一些植物，如大豆，则不能。没有人知道其原因何在。这反映出我们对植物基因的调控和结构的根本性质，以及控制植物生长的因素还不了解。获得这方面的知识有可能加快培育出新型植物的速度和提高产量，并把农耕扩大到贫瘠的土地上。

目前，对植物遗传学的了解落后于动物遗传学，因此

植物遗传学的潜力大小尚不能肯定，但是其潜力无疑是巨大的。不过，提高对植物遗传学的了解能否一定培育出可以作为庄稼的新型植物，还很难说。然而，大学-企业合作的进展已加速了植物遗传学这一领域的研究步伐，这必将有利于培育出更有实用价值的农作物。提高植物抗病、耐盐碱、耐干旱和更有效地进行光合作用的能力，都是提高植物遗传学知识水平的目标，也是我们控制植物遗传能力的目标。

我们也许还需要了解有关如何促进种子积累更多优质蛋白质、提高硝酸盐利用率以及控制植物生长和发育的一些知识。由于我们对植物基因的知识已有所增加，因此我们有更大的能力找到又快又省钱的方法来培育能适应不断变化的需要和条件的作物。

激素与神经递质的细胞受体（3章）

一切生物为求得生存与繁殖，不论是动物还是植物的细胞都必须以协调一致的方式发挥其功能。反过来说，这种协调一致性取决于细胞对激素和神经递质这样的化学信号的识别和反应能力。这种识别和反应能力取决于细胞内受体的特异分子或结构。分子遗传学中关于受体的功能以及对受体如何发挥功能的了解，在过去十年内，已取得迅速的进展。

简言之，受体能使细胞对来自其他细胞的化学指令做出反应。如果受体不能发挥正常功能或不复存在，细胞就

会出现功能紊乱；如果受体被某些药物或自体抗体占据时，细胞就有可能觉察不到自然的信号。有关受体的知识在不断的增加，特别是从二十世纪七十年代中期以来，受体得到了一系列应用；还识别出许多可能的“受体疾病”，这些病在以往都不知其病因。

另外，对受体的研究已产生出鉴别健康细胞和患病细胞对药物做出反应的快速而高度特异的方法。细胞能调节其应激性的机理已经清楚。现在，已有了更好的治疗人类乳腺癌的方法；这些方法可能给对激素具有反应的其他癌症的治疗带来启示。有关胰岛素如何行使功能的较详细的知识，使我们能进一步了解各种形式的糖尿病。

今后几年，我们将对特异化学信使的受体的确切机理有更全面的理解，从而丰富我们从分子水平上理解某一已知激素或神经递质如何准确发挥其效应的知识。

这类知识必然会被用来设计药物 是用于发现能调节、增加或阻断特定的化学信使在其受体上的作用的物质。因此，我们也许可以期望作用更为专一的新一代药物的出现，并将能从分子水平上理解其药理作用。同样，通过提高我们对细胞如何彼此“通话”的了解，必将改变诊断疾病、解释疾病的症状和设计治疗方案的手段。

精神生物学（4章）

大脑的神经细胞，借助化学信号和电信号的联系来处理我们行动和思考的复杂通路的信息。人们不断地、艰难

地寻找理解行为与精神的物质基础的方法，并一步一步地获得成果。对脑的研究正给人们一系列的启示，包括提高对精神病和神经病、学习的物质基础和衰老原因的理解。通过用动物做实验，我们现在已对行为异常的某些躁狂抑郁状态有了较深刻的理解。

在理解某些类型耳聋方面已取得相当大的进展，由此便提出对这些耳聋病人可能采取哪些治疗措施的问题。感觉生理学的进展导致电子仪器的应用，这些仪器能以有限的方式替代损坏了的眼睛和耳朵，还可减轻某些类型的慢性疼痛。对产前和围产期的研究已阐明某些类型脑损伤的原因，而对出生后脑发育的研究将有助于提高对儿童的教育，并可能帮助儿童发挥其全部的智能。

表面科学及其应用（5章）

表面科学主要研究固体表面的几个原子层，并测定这几层对材料本体和对其他材料的效应。一切固体，不管是天然的还是人工合成的，都有表面。这些表面的特性——它们的结构、电子性能和组成它们的原子——都能影响到整个固体的物理和化学性质，还能影响固体与其他原子和分子的相互作用，以及与外部辐射的相互作用。

随着电子设备迅速的微型化，集成电路的表面原子部分——及其重要性——都在扩大。附在表面上的原子能形成“表面分子”，在某些情况下它们具有在气相中未曾发现的结构。因此，对表面的化学研究能提供有关洞察分子

相互作用的新知识——尽管这些知识具有科学意义与经济价值，但人们还没有很好掌握。化学工业和石油提炼工业都需要加速特定化学反应的催化剂；通过对表面的研究来提高对催化剂如何发挥作用的理 解，将能产生更经济的化学处理过程，并减少副产品，从而减轻了环境污染。

对表面的研究，可能导致耐腐蚀材料和防腐涂层的改进。表面分析技术提高了我们对脆性和结构断裂的认识。这个领域还分支出意想不到的学科，如土地经营管理。由于大部土壤化学是真正的胶体化学，于是，它转变成一门研究小颗粒上固-液表面的表面科学的分支学科。

流体湍流（6章）

运动的流体，不论它们是空气、血液、海水、飘浮的云、管道中流动的石油、漂移大陆的岩石层，还是诸星系，都倾向于产生湍流。湍流是无序流体运动，了解湍流的发生与持续对更好地预测和控制湍流是很必要的。

在实际问题中，湍流分析局限在对实际湍流的统计近似上，这与湍流的真实情况不同。目前，没有几个能定量预测湍流的方法。结果是，不能把对一特定涡轮机的研究成果成功地推广到另一不同类型涡轮机的设计上。目前进行的工作是为提出看清湍流的新观点作准备，这会加深理解湍流的普遍特征。

对湍流的研究可能导致改良轴流式压缩机和泵、军用和民用飞机、化学反应堆和混合器的设计，还能更准确地

预测洋流和天气趋势。最后，关于自然体系中的无序事件起源的研究的新知识，不仅在理解流体湍流方面，而且在经济学和生态学中建立模式方面，都可能做出贡献。

激光（7章）

激光器是以相应于分离能级间的间隔的频率使原子、分子或离子辐射的装置。它所产生的基本上是属于单波长和单相位的光——相干光。这种光是单色光，也就是具有—种颜色；高定向，以窄而集中的光束发出的光；还具有高强度。自从激光发现以来的二十五年间，激光波长范围大大加宽，并有了许多新用途。在今后几年，激光的用途和能力都将会有所扩大。激光不仅曾做出过显著的成绩，而且在目前重要的应用范围内也将发挥显著的作用。这些重要的应用范围包括从光波通信以至新型的激光医学外科；从诊断学以至分离铀同位素。

当前，激光科学与其技术在设备物理学与需要之间受到—种互相影响的反复促进：—种得到验证的应用会刺激相应激光器的发展；而—种新型激光器又会促进激光的新的应用。这些例子中包括流动细胞定量技术，即按照细胞大小、形态和反射特性把细胞分离开，—步根据细胞的形态和DNA含量又把细胞进行分类——所有这些工作在几分钟内即可完成。另—个例子是锁模激光器能使科学家观测发生在一万亿分之一秒（ 10^{-12} 秒——译者注）内的情况，如在受光子激发的叶绿体分子中的化学变化，这能

使我们提高了解光合作用开始阶段的知识。

下一代机器人（8章）

机器人是一种由计算机控制的装置，它们能够很好地重复人类的感觉、动作和运动去完成有用的工作。目前，有许多生产工厂正在安装机器人，今后几年，机器人的用途和性能将会很快扩大。

目前的机器人一般是固定的独臂结构，精度有限，感觉能力差，处理任何意外事件的能力即使有也很差，因此它们仅能在高度结构化的工业现场有效地工作。

然而，现在正利用在过去十年积累的技术手段来改变这些局限性，例如，新的计算机语言将能使人与机器人之间更迅速、更精确地交流信息。新型传感器会使机器人能看、有感觉、会行走，以及识别各种指令。目前正在发展集中这些新特点的机器人系统。并且，在不久的将来可能制造出能处理杂乱无章事物——如在一大箱混乱零件中拣出某一特定零件——的新一代机器人。最终，机器人在数量上和应用范围方面都将会有所增长，并将成为工业繁荣和变革的主要因素。

广泛的影响

现在我们可以更广泛地探讨由前述几章引出的普遍意义，即：