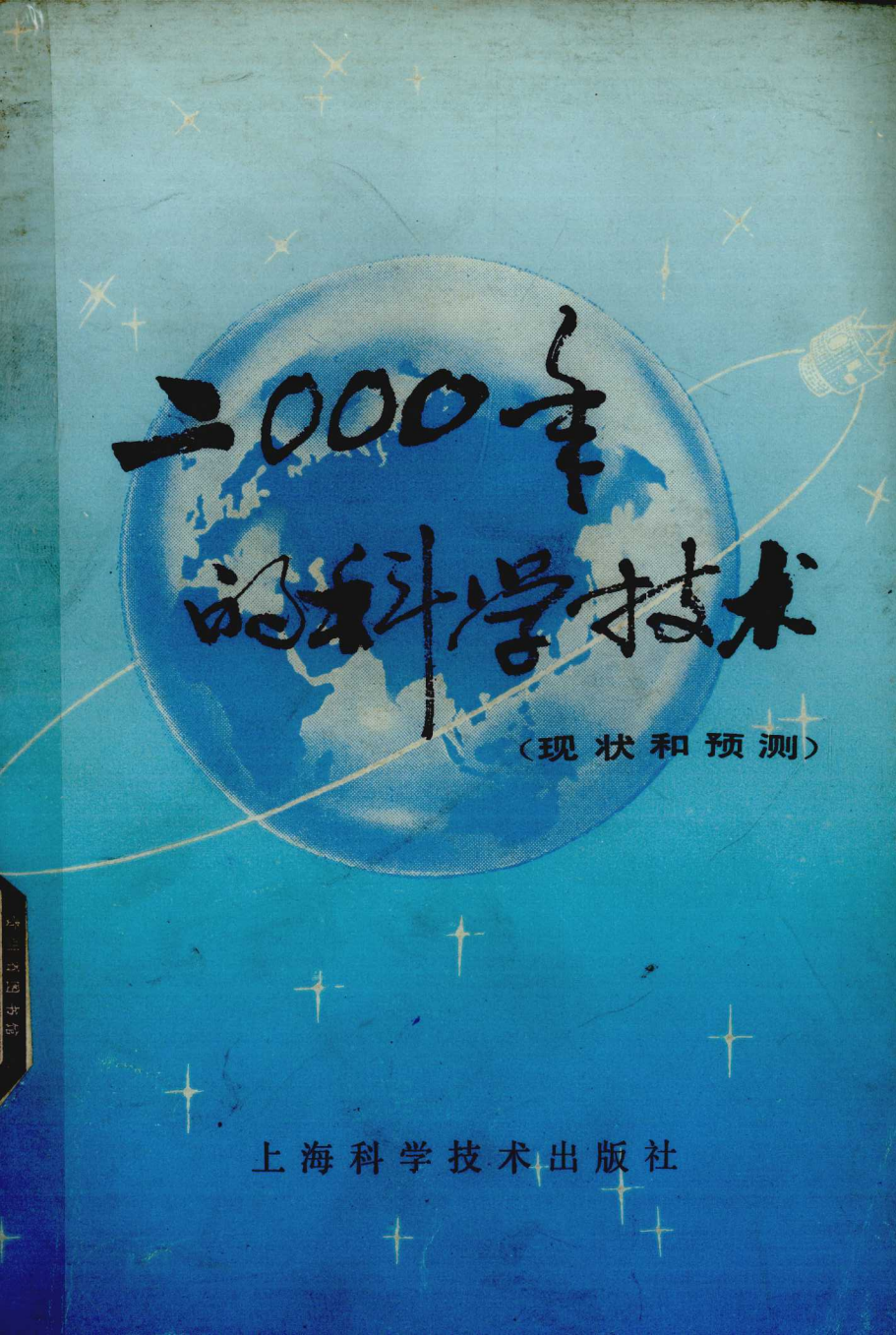




二〇〇〇年 的科学技术

(现状和预测)

上海科学技术出版社

二〇〇〇年的科学技术

(现状和预测)

顾镜清 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海中华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 11 字数 230,000

1978年7月第1版 1978年7月第1次印刷

书 号: 13119·739 定 价: 0.89 元

出版说明

科学预测学是国外近年来出现的一门新学科。科学技术发展的预测,对于指出研究方向,揭示发展趋势,确定重点项目,组织科技力量等有十分重要的作用,世界各科技先进的国家对之都十分重视。

基于我国实现四个现代化,特别是科学技术现代化的需要,我们组织出版本书供读者参考。书中内容主要编集自一些国外文献,也参照了部分国内资料,希望它能成为一种反映世界科学技术发展趋势和进度的有益读物。

科学技术的预测运用了科学的方法,有其科学上的基础。但由于这是一门新的学科,其理论尚在形成中,与社会条件之间的相互作用又十分复杂,因此,对于所测的内容,是会有测对,测错,测得早了,测得迟了,以及没有测到等情况的。本书,也反映了这一点。这是要请读者注意的。

本书只收集了自然科学大类和部分重大技术的预测内容,对于世界农业、工业技术的现代水平及其预测,我们将另行组织书稿。

上海科学技术出版社

一九七八年六月

前 言

在二十世纪内全面实现农业、工业、国防和科学技术的现代化，把我们的国家建设成为社会主义的现代化强国，是我国人民肩负的伟大历史使命。在四个现代化中，科学技术现代化又是关键。现代科学的成就，为生产技术的进步开辟了道路。现代技术的力量，使社会物质生产的各个领域日新月异。现在，人们都在回顾科学技术发展的历程，关心科学技术发展的未来，需要对今后科学技术可能达到的水平和出现的趋势有一个估测。

为了配合这个需要，现根据国内外有关文献资料，编辑了这本《二〇〇〇年的科学技术》（现状和预测），综合介绍一下世界科学技术的发展历程、发展趋势，及其在近期和到二〇〇〇年前后的预测，提供给关心四个现代化，热心四个现代化，献身于四个现代化的同志们参考。

本书承蒙中国科学院上海有机化学研究所汪猷同志，中国科学院上海天文台李珩同志，复旦大学谈家桢、倪光炯、赵寿元同志，上海师范大学褚绍唐、张瑞琨、吴敬华同志等审阅和指导，表示衷心感谢。在编写过程中，还得到了李云翔、杨维廉、王新、王从周、黄标、俞辉、周成业、甘信仁、何英介、复旦大学数学研究所同志的帮助和支持，一并致谢。

本书所依据的资料凡属公开的，都尽可能把出处列在各章节之后，以备读者进一步查考。由于本书内容牵涉面极广，

目 录

第一章 概说	(1)
第一节 科学和技术的关系	(1)
第二节 科学技术发展的特点	(5)
第三节 科学技术的预测	(11)
第四节 科学技术预测的实例(美、日)	(14)
主要参考文献	
第二章 科学的预测	(41)
第一节 数学	(43)
一、概率论	(45)
二、微分方程	(46)
三、泛函分析	(48)
四、最优化数学	(50)
五、运筹学	(51)
六、数学的未来	(51)
主要参考文献	
第二节 物理学	(53)
一、预测简史	(54)
二、光学	(57)
三、声学	(69)
四、核物理	(71)
五、理论物理	(73)

六、物理学的未来..... (81)

主要参考文献

第三节 化学 (83)

一、预测简史..... (87)

二、合成化学..... (90)

三、结构化学..... (93)

四、现代分析化学..... (95)

五、理论化学..... (96)

六、化学动态学..... (97)

七、计算化学..... (99)

八、催化..... (100)

九、激光化学和光化学..... (101)

十、稀土化学..... (102)

十一、化学反应工程学..... (103)

十二、高分子化学..... (105)

十三、电化学..... (108)

十四、放射化学..... (109)

十五、感光化学..... (110)

十六、仿生化学..... (111)

十七、分子工程学..... (112)

主要参考文献

第四节 天文学 (114)

一、天体物理学..... (116)

二、X射线天文学..... (117)

三、空间物理学..... (118)

四、行星和月球..... (120)

五、方位天文学..... (123)

主要参考文献

第五节 地学	(125)
一、地质学	(127)
二、地球化学	(129)
三、探矿	(131)
四、地震学	(133)
五、空间技术对地学的影响	(137)
主要参考文献	
第六节 生物学	(139)
一、生命的起源和进化	(142)
二、细胞学	(144)
三、分子生物学	(146)
四、遗传学	(151)
五、遗传工程	(154)
六、光合作用	(156)
七、生物固氮	(159)
八、生态学	(160)
九、仿生学	(161)
十、生物化学	(166)
十一、生物物理学	(167)
十二、生物工程学	(168)
十三、生物学的未来	(169)
主要参考文献	
第三章 技术的预测	(171)
第一节 能源技术	(174)
一、石油	(176)
二、煤	(179)
三、电力	(182)
四、风力	(184)

五、地热	(186)
六、磁流体发电	(188)
七、氢能	(189)
八、太阳能	(190)
九、原子能	(192)
十、受控热核反应	(198)
十一、二〇〇〇年前后的研究课题	(200)

主要参考文献

第二节 材料技术	(202)
一、金属材料	(203)
二、冶金技术	(207)
三、半导体材料	(219)
四、非金属材料	(223)
五、复合材料	(225)
六、合成材料	(227)
七、化工技术	(231)

主要参考文献

第三节 电子计算机技术	(247)
一、预测简史	(248)
二、计算机发展速度	(255)
三、大型、巨型机	(256)
四、小型、微型机	(258)
五、新型计算机	(263)
六、硬件	(265)
七、软件	(267)
八、应用领域	(267)
九、美国的若干预测	(269)

主要参考文献

第四节 空间技术····· (271)

一、空间技术现状····· (273)

二、空间技术预测····· (276)

三、空间工业化设想····· (281)

主要参考文献

第五节 通信、交通运输、机械制造、矿山技术····· (283)

一、通信技术····· (283)

二、交通运输技术····· (287)

三、机械制造技术····· (294)

四、矿山技术····· (303)

主要参考文献

第六节 海洋、环境、医学技术····· (310)

一、海洋技术····· (310)

二、环境技术····· (318)

三、医学技术····· (327)

主要参考文献

第一章 概 说

第一节 科学和技术的关系

在十六世纪之前，世界上科学和技术是相互分离的。自然科学的发展比较缓慢，技术掌握在手工匠人手里。到十九世纪中期，技术革新和科学知识的关系仍然不大，如那时电学和磁学的各个定律，大部分已被英国人法拉第和麦克斯韦所发现，且已充分表达为数学式了，但在英国，仍未出现电气机械。相反，当时的科学却从技术方面获得了不少好处，如热力学的发展，在一定程度上靠了提高蒸汽机效率的研究。到一八五〇年以后，科学才开始用于技术；到了二十世纪，大部分重大技术发明都来源于自然科学的成就。

虽然在一八五〇年以前科学知识对工业技术的发展所起作用不大，但科学方法还是起着重要作用的。如瓦特在改良大机器时就采用了小型模拟试验方法，且在蒸汽机发展中取得了很大的成效。工业的大规模发展，要求制造大量精密而又可以互换的标准化机器零部件，这就要研究精密工程学，并使用高精度的工作母机制造出来的织布机、纺纱机、蒸汽机等。它们不仅生产能力大，精度高，而且转速很快。如十八世纪纽可门蒸汽机，每分钟最多只能运转二十次，但到十九世纪下半叶就可达二百五十次以上。

机器的精密化和高速化，使钢这种新材料获得了重要位

置。一八五六年贝塞麦发明了转炉炼钢法，一八六七年西门子发明了平炉炼钢法后，实现了钢的大量生产。

钢和工具机使十九世纪下半叶的技术发展有了新的特点，出现了大规模生产的标准机器，同时热力学又为蒸汽机的改进和其他热机的发展提供了理论基础，其中特别重要的是内燃机和蒸汽涡轮机。一八七六年德国人奥托制成了四冲程内燃机，一八八九年法国人拉瓦尔制成了涡轮机。

同涡轮机相比，发电机更是应用科学的产物。电力工业的大多数设备都在一定程度上依赖于科学，如一八〇〇年意大利人伏打发明伏打电池，促进了电镀的发展；一八二六年英国人查理·惠斯顿制成了可实用的电报机；一八五四年美国人戴维·休斯发明了自动信号记录器和收报机；一八六六年德国人西门子改用强有力的电磁铁代替磁钢，发明了产生电流以供电的电机；一八七六年美国人贝尔和爱迪生发明了电话；一八七九年英国人约瑟夫·斯万和美国人爱迪生各自独立地发明了电灯。一八八二年爱迪生在纽约建立了第一个发电站，一八八三年发现了爱迪生效应，一九〇四年弗莱明发明了电子管。电子管的发明，促进了许多复杂的电子装置的发展，其中特别重要的是以后电子计算机的发展。

对于应用科学的巨大作用和后果，在本世纪初还没有普遍为人们所觉察。瓦特简直不曾预见到工厂用了他的蒸汽机后，会出现城市人口集中的情况。法拉第也没有预见到人们利用他的研究成果来帮助解决公共交通和电力输送的问题之后，就会出现卫星城市，从而减轻了中心城市的拥挤。科学的长期发展，导致了一些为人们最初料想不到的结果。如可以

用来代替许多小型蒸汽机的发电站，开始时只是为一个较大的地区服务的，但不久人们就发现，把几个地区的发电站通过电网联成一气，甚至建立一个全国性的大电网，就可大大提高工作效率。

基础科学可以大大推动技术的提高，促进工农业生产的发展。如上面提到的热力学理论，是在蒸汽机广泛使用的基础上发展起来的。但要提高热机的效率，又离不开理论指导。十九世纪二十年代前，不少人由于没有从理论上进行研究，所以尽管对蒸汽机的设计作了改进，但效率始终提高不多。后来卡诺用分析方法研究了热机的基本原理，总结出了“卡诺循环”，并提出只要设法增大两个热源的温差，就能提高热机的效率。这就从根本上找到了提高热机效率的有效途径。

科学理论的巨大作用，还表现在它能指导人们实践的方向，指明哪些是可行的，哪些又是不可行的。例如自古以来不少人醉心于永动机的研究，他们想象运动能无中生有，不耗费劳动即可获得成果。虽然他们的方案在实践中均遭失败，以致十八世纪中叶法国科学院宣布不再接受永动机的设计方案，但由于当时未能从理论上指出其错误所在，因此永动机的设计方案仍络绎不绝。直到一八四二年，能量守恒和转化规律（热力学第一定律）发现后，才对这一类永动机的设计从根本上予以否定。一八五一年热力学第二定律的发现，又从理论上指出了第二类永动机的不可能，从此除了极少数无知者外，就很少再有人去搞永动机了。

又如英国普列斯特利实际上在一七七四年已经发现了氧气，但他相信燃素说这种错误理论，所以未能正确指出所发现

的是一种新的元素，而错误地把它称为无燃素气体。在现代物理中，德国布希在一九二八年发现用 α 粒子轰击 ${}^9_4\text{Be}$ 时，得到一种不带电而穿透力很强的射线，实际上是中子，但他硬说是硬的 γ 射线。一九三二年约里奥·居里夫妇对此作了重复试验，并通过进一步观测和计算，指出它不是 γ 射线，但也搞不清到底是什么东西。同年，英国查德威克在卢瑟福领导的实验室里也进行了类似的实验，由于卢瑟福早在一九二〇年就预言过，原子核内有中性粒子存在，查德威克据此对实验材料进行分析，很快证明这新发现的粒子就是卢瑟福早先预言的中子。这说明科学理论对生产实践和科学实验具有巨大的指导作用。

但是，基础理论研究的效果一般也是间接的，不容易一下子看出来。如量子力学是一门描述微观粒子运动规律的基础科学，它的建立确实不是为了直接解决当时生产上的问题，它是从研究黑体辐射、光电效应、原子的光谱线系和固体在低温下的比热等为古典物理学所无法解释的现象的过程中诞生的。它的出现使人类对自然界的认识开始从宏观领域推进到微观领域，为进一步探索微观世界的奥秘打开了大门。它现已成功地应用于原子、分子、固体和原子核等许多方面，且是人们理解这些现象的理论基础。几十年来，与量子力学理论有关的新兴学科如量子电子学、量子化学、量子生物学等不断出现，现代许多新技术如半导体技术、激光技术和超导技术等，也是以量子力学理论为指导的。

科学技术史证明，一旦自然科学理论通过实践取得重大突破，就会大大推动技术和生产的进步。

第二节 科学技术发展的特点

科学技术可分为近代和现代两类。近代科学技术开始于十五世纪后半叶资本主义萌芽时期的意大利，大体到十九世纪七十年代结束，前后约四百年。当时科学技术的特点是，工作方式系个体劳动，没有社会化。如牛顿发现万有引力定律，是发展了刻卜勒的工作后捉摸出来的；瓦特所研究和改进的蒸汽机，迎来了大工业的诞生，是他带着徒弟，一共几个人干出来的；法拉第发现电磁感应定律，也是由他和一两个助手，利用一个工作台、几根电线、几块磁铁和电池搞出来的。

现代科学技术开始于十九世纪末叶，一八八一年美国发明家爱迪生个人投资组建了世界上第一个科学技术研究所，科研工作开始从个体劳动转变为社会化的集体劳动，并且研究领域不局限于一个个事物、一个个现象，而是研究事物、现象的变化发展过程，研究事物相互之间的关系，发展成为严密的综合体系。现代科学技术的发展具有一系列特点。

第一，科学研究的力量大大加强。

据统计，一八九六年全世界的科研人员只有五万人，其中一万五千人在研究现代科学。到一九五三年，至少有四十万人。到一九七五年，已发展到五百万人以上，其中苏联有一百二十万人，美国有一百万人，日本有六十五万人，西德有四十一万人。上述各国科研人员约占该国人口总数的千分之四至六。

第二，科学研究经费普遍增加。

据称一八九六年时全世界的科研经费还不到五十万磅，

到一九五三年时达到二十亿镑以上,大体增加四百倍,约等于每年增长百分之十。到一九七四年,美国的科研经费为三百一十一亿美元,苏联为二百十二亿美元,西德为八十一亿美元,日本为七十八亿美元。科研经费占国民生产总值的百分比,美国为百分之三,苏联为百分之四强,西德为百分之二·三六,日本为百分之一·七八。据一九七六年的材料,各国科研经费在国民生产总值中的比例又有提高,如西德为百分之二·四二,日本为百分之二·〇三。

第三, 开发速度不断加快。

从科学发展的历史看,在十九世纪和二十世纪初期,在科学上的发现到技术的实现之间,相隔二十至四十年时间是很平常的事情。如蒸汽机从赛维利一六九八年取得专利的第一个装置算起,其后经过纽可门的发展,直到一七八二年瓦特的全面改进,从而开始实际应用,相隔八十多年。无线电广播如果从赫兹一八八八年的著名实验开始,到一九二一年在美国匹兹堡出现第一个正规的广播电台,经历了三十多年。只是近五十年来,这种间隔大大缩短了。如奥托·哈恩一九三九年发现核裂变后,仅仅经过六年,到一九四五年就爆炸了第一颗原子弹。汤斯和肖洛在一九五八年提出了实现激光的设想,两年后由梅曼制成了第一台红宝石激光器,而不过一年时间就有多种激光器投入应用。若干产品的开发周期列于表1-1。

虽然二十世纪的大部分技术是在十九世纪科学成就的基础上发展起来的,但那些完全依靠现代科学成就创造出来的东西,已经得到显著效果。如雷达、电视、塑料、合成纤维、激素、抗菌素等,都是二十世纪出现的新事物。

表 1-1 若干项目的开发过程

发明或发现项目	开始研制或 发明年份	出产品年份	发明到投产 所需年份
硝化纤维	1655	1885	230
照相术	1727	1839	112
第一台机器	1680	1780	100
水泥	1756	1844	88
滴滴涕	1874	1939	65
电影原理	1832	1895	63
电动机	1829	1886	57
电话	1820	1876	56
卡普隆	1899	1939	40
无线电	1867	1902	35
真空管	1869	1902	33
电子管	1884	1915	31
汽车	1868	1895	27
柴油机	1878	1897	19
X射线管	1902	1920	18
雷达	1925	1940	15
飞机	1897	1911	14
电视机	1922	1934	12
晶体管	1948	1953	5
尼龙	1935	1939	4
太阳电池	1953	1955	2
脉塞(微波受激放大)	1954	1955	1

分析证明, 发明创造到实际使用的间隔之所以较长, 往往是由于发明时某些关键部件还没有解决。如飞机的近代样机, 发明家凯利等在十九世纪已经做出来了, 但是因为没有内