



美国科学 及工程指标

1989

[美] 全国科学理事会 著

张桂珍 宋化民 肖佑恩 梁志 郭金楠 王晓明 傅道臣 译 龙祥符 龙华校

中国地质大学出版社

中国地质大学出版社出版
1989年10月

美国科学及工程指标——1989

(美) 全国科学理事会 著

张桂珍 宋化民 肖佑恩 龙 华 校
梁 志 郭金楠 王小明 傅道臣 译 龙祥符

中国地质大学出版社

1991

052891

内 容 提 要

本书是每两年一卷的《科学及工程指标》丛书的第9卷；其第8、第7卷已分别由科学技术文献出版社和科学出版社于1991年出版。本卷以更丰富、更新颖、更详实的统计数据、综合图表和总结性文字，广泛深入探讨了1972—1989年美国科学及工程方面的基本状况、发展趋势、与英法德日加和香港等国家和地区的指标对比，用以呈送美国总统及国会参阅，作为有关各界及部门制定政策的广泛定量信息基础。本书论述了科学及工程的劳动力、研究与发展活动的财源、高教界的研究与发展活动、产业界的研究与发展活动及技术状况、美国技术的全球市场、公众的科学素养和公众对科学技术的态度，并从远期和近期人才储备的角度，用较多篇幅探讨了美国的大学、中学及小学的科学及数学教育状况和国际对比评估。本书的指标、数据、图表和分析讨论结果不仅对我国科技界、教育界、产业界、商贸财金界、专利界、统计界、图书馆界和情报界甚为有用，尤其对我国各级计划管理部门、咨询研究部门和决策者有重大参考价值。

SCIENCE & ENGINEERING INDICATORS—1989

U. S. National Science Board

Washington, D. C. 1989

美国科学及工程指标——1989

(美) 全国科学理事会 著

张桂珍 宋化民 肖佑恩

梁 志 郭金楠 王晓明 傅道臣

译

龙祥符 龙 华 校

责任编辑：龙祥符 责任校对：梁 志

☆

中国地质大学出版社出版发行

(武汉市 430074)

中国地质大学印刷厂印刷

☆

开本 787×1092 1/16 印张 27.75 字数 708 千字

1991年4月第1版 1991年4月第1次印刷 印数 1—1200册

ISBN 7-5625-0630-2/G·101 定价 19.00元

译 校 者 序

科学及工程学的持续创新和发展是社会进步、国家富强和人民安乐幸福的最重要基础条件；当今的国际竞争，归根到底，首先是各国科技能力的竞争。因此，美国总统、国会及各界政策制定者都密切关注和大力支持其科技事业，意欲努力保持其世界领先地位。

但是科学及工程学的成果输出又主要是难以捉摸的知识和思想，难以直接量度。美国的智囊人物自 1972 年以来，积 20 年的经验，仍把科技事业作为一套活动来对待，并优选出一套指标来度量其进展和优劣，客观地进行纵横向对比研究和评估，这是很值得我国各级组织及广大科技和教育工作者参考借鉴的。

科技事业的核心是人才。欲保持其发展优势，就必须以人才培养为先导。因而本书以很多篇幅来论述美国的大学、中学甚至小学的科学及数学教育状况，进行广泛的国际对比，找出差距，发现“危机”，作好远期和近期的人才储备。这种高瞻远瞩的战略目光，尤其值得我国上下深思。

本书的译文分工如下：导言，美国科学技术综述，宋化民；第 1 章，张桂珍、郭金楠；第 2 章，梁志；第 3 章，张桂珍；第 4 章，郭金楠；第 5 章，梁志、王晓明；第 6 章，肖佑恩（正文）、宋化民（附表）；第 7 章，傅道臣；第 8 章，王晓明。由龙华（第 6、7、8 章）、龙祥符全文校订润饰统稿。

热忱欢迎读者对本书的误谬不足给以批评指正。

(美) 全国科学理事会

M. L. Good, (主席), 联合信号公司技术高级副总裁

T. B. Day, (副主席), 州立圣迭戈大学校长

R. L. Adkisson, 得克萨斯农业及机械大学校长

A. G. Adderson, 胡佛研究所高级研究员

W. J. Baker, 圣路易斯—奥彼斯波, 加州州立工业大学校长

A. Bement, 汤普森·拉莫·伍尔德里奇公司技术资源副总裁

C. Black, 洛杉矶, 自然历史博物馆主任

E. Bloch, (当然成员) 国家科学基金会主任

D. A. Bromley, 耶鲁大学莱特核结构实验室主任

F. P. Brooks, 北卡罗来纳大学计算机科学教授

R. R. Colwell, 马里兰生物工艺学研究所所长, 微生物学教授

F. A. Cotton, 得克萨斯农业及机械大学 Doherty—Welch 基金会著名的化学教授, 分子结构和分子键实验室主任

D. C. Drucker, 佛罗里达大学宇航工程机械和工程科学系研究生导师及研究教授

J. J. Duderstadt, 密歇根大学当选校长

J. C. Hancock, 联合电信公司共同发展与技术执行副总裁

J. B. Holderman, 南卡罗来纳大学校长

C. L. Hosler, 宾夕法尼亚州立大学研究生院院长, 研究高级副总裁

K. J. Lindstedt—Siva, 大西洋里奇菲尔得公司环境科学经理

K. L. Nordtvedt, 蒙大拿州立大学物理学教授

J. L. Powell, 里德学院院长

F. H. T Rhodes, 康奈尔大学校长

R. W. Schmitt, 伦斯勒综合工业学院院长

H. A. Schneiderman, 蒙圣托公司研究与发展高级副总裁和首席科学家

T. Ubois, 执行主任

理事会科学及工程指标小组委员会——1989

K. J. Lindstedt—Siva, 主席, 环境科学家, 大西洋里奇菲尔得公司经理

J. L. Powell, 里德学院院长

致 总 统 函

1989年12月1日

敬爱的总统先生：

按修订的1950年国家科学基金会法案第4节(j)(1)款，我荣幸地将每两年一卷的“科学指标”报告系列丛书的第九卷——《科学及工程指标——1989》呈报给您，并通过您转呈国会。

这些报告的构思是要为有关美国的科学研究、工程研究、教育及美国技术在全球的作用提供一个广阔的定量信息基础，以服务于诸多公私政策制定者在有关上述各种活动中做出他们的种种决策。

本卷的数据和分析，在本世纪急剧变化的全球经济、政治和社会中追求我国的优势和制定相应计划方面特别重要。科学和技术在实现我们的国家目标中之关键作用已为政府和产业界公认，并且反映在他们对科学技术的资助上。

本报告在前几卷报告基础上，继续提供有关美国和外国的基本信息：

- 研究与发展工作，资助和绩效；
- 中小学的科学与数学教育；
- 科学及工程方面的高等教育；
- 科学及工程的劳动力；
- 技术创新与高技术贸易；
- 公众的科学素养和公众对科学技术的态度。

本卷的新特点是论述了中学的科学及数学修业情况，各州对研究与发展资助的“模拟了”科学及工程的劳动力市场，比较了美国和日本在美国取得的专利，分析了高技术产品的生产和贸易的“全球性”数据，比较了美国和英国公众对科学技术的态度。

我和全国科学理事会的同事们希望本报告将有助于您的政府、国会和那些有关科学技术政策制定和分析的人们。

全国科学理事会主席

Mary L. Good 呈

华盛顿特区，20500

白宫

尊敬的美国总统

导 言

本书是每两年一卷的《科学指标》丛书的第9卷(改名为《科学及工程指标》的第2卷),该丛书由全国科学理事会(NSB)创办于1972年。这套丛书提供有关美国科学技术(S&T)结构和功能的广泛的定量的基础信息,并与其它先进产业国家比较。其目的既为那些给科技活动分配资源的国家决策者提供信息,也作为一种信息资源为广大科学技术界服务。

科学技术政策的基本问题

在全球急剧变化的当今时代,国家对关键性的科技政策的关切是:对全国科学及工程的研究与发展(R&D)和教育活动的成果性质、水平和重点作出鉴定,以便:

- 在认识自然现象和社会现象的广阔前沿保持持续的进展(基础研究);
- 促进朝气蓬勃的创新活动,以取得连续的技术进步(应用研究和发展);
- 将认识和创新融合成为有益于社会且成本低廉的产品、工艺和服务(创新);
- 确保受过高级培训的、有才干的科学家与工程师的充分供给,以满足国家的需求。

创立各种科学技术指标

与我们社会的其它主要功能领域,如卫生、农业和经济相比,科学、工程和技术系统是比较难量度的。这在很大程度上由其基本产出——知识和思想的性质所决定。人们创造、交流和传播思想;而人们从事这些活动需要金钱支持。我们能够并且正在跟踪这些人的活动和资金,但欲量度作为思想主体的科学或欲量度科学与社会和经济秩序的联系,我们还不老练。因此,直到现在,我们的指标仍然主要停留在把科学与工程的各方面作为一套活动来进行量度,而未把它们作为特殊的知识主体来量度。

美国科学、工程和技术系统的种种要素可归纳为:

- 人力资源,包括在职科学家、工程师以及他们的技术辅助人员、技术管理人员和企业家;
- 从事研究与发展和技术教育的各种组织机构的运营状况;
- 主要体现在科学与工程文献中的重大发现、研究方法和理论;
- 物质基础,包括性能最先进的研究与教学设施及设备;
- 为以上所有要素提供的必要财政支持;
- 支持以上各种成就的文化、经济和法律背景。

尽管原则上容易确定这些要素,但要描述该系统的各要素及子要素却有很多疑难问题需要研究。例如,用什么样的切实定义来衡量科学家与工程师?应当是他们的正式学位?还是他们过去的工作经验?或者是他们目前的工作活力?如果三个指标都要,应当如何综合?美国批准的专利数据在何等意义上反映了技术创新的速率?科学论文合著作者数的急剧增加是否反映了研究行为的实际变化?

更加困难的是这些无法完善量度的要素间相互作用的追踪和分析问题——系统动态特性。

连续调研 these 问题是改进指标的必要条件,因此,国家科学基金会(NSF)也已向从事该领域研究的会外单位提供适当资助(见科学指标组计划公告,索要即供)。现已实施的由基金会资助的课题在课题提要FY1987(NSF87-315)中已有描述。

本卷中约有一半的定量信息来自各种全国性调研,这种调研在国家科学基金会科学资源调研处(SRS)指导下持续进行。该处的1978-1988出版目录(NSF88-335)详列了这些研究,目录中还说明怎样从各种调查(在计算机磁盘上)中获得详细的统计表,以及怎样从科学资源调研处电子公报中获取数据集。此外,出版目录还引述了由科学资源调研处资助研究得来的外部出版物。索取更多的信息可叫电话(202)634-4634。

本卷也包含从国家科学基金会以外获得的大量信息。信息来源在正文和附表中已注明。特别约定为本卷分析的人员、科学指标组的工作人员可提供更多的信息。可叫电话(202)634-4682。

什么是本卷的新内容?

按照《科学及工程指标——1987》的广泛结构变化,本卷的安排已加强和精练了这些变化。但是,本卷还具有许多新特点:

- 在大学前教育章中(第1章),分析了有关中学学业情况的主要新研究成果。
- 在高等教育章(第2章)首次将有关学院和大学的数据按卡内基大学分类法进行了处理。
- 在劳动力章(第3章)提出了用来分析科学与工程劳动力市场动态的“贮存—流动”模型。
- 对研究与发展的财政章(第4章)纳入了新的一节,以讨论各州对研究与发展的资助。
- 在大学的研究与发展章,有产业界对大学研究与发展资助的新论述,还有科学论文合著作者增长的文献计量学的新信息(第5章)。
- 在产业研究与发展章(第6章)对日本和美国在美国取得专利的情况进行了新的比较。
- 关于国际章的题目改为“美国技术的全球市场”,反映对这一领域研究的新进展,其中把高技术产品的国内市场也作为本章分析的组成部分(第7章)。
- 创始于1987年的指标,即公众对科学技术的态度的国际对比材料分析,本卷继续以英国的相应调查作为比较数据(第8章)。

此外,为提高易读性和读者的接受力,我们引入了几种新编的表达技术,这些包括伴随主要正文的“花边”文字,改变了提要的版式,每章前再加目录,还有缩略语表。

组织责任

从后面的致谢和附录I中可以看出,本卷是合作的成果。全国科学理事会依法对本报告负全部责任,[已修订的1950年国家科学基金会法案第4节(j)(1)款]。全国科学理事会的一特别委员会监督和指导科学资源调研处特别分析研究科的科学指标组成员,在已有报告和有关研究基础上独立地工作。科学资源调研处以及国家科学基金会管理局的其他职员协助完

成了手稿,大量外界专家评审者以及用户,帮助塑造、精练了各种指标。本报告的组织责任(staff responsibility)由国家自然科学基金会科学技术和国际事务部承担。

致 谢

全国科学理事会对国家自然科学基金会的下列成员在准备此报告中提供的大力协助表示感谢。

组织责任由科学技术与国际事务部(STIA)承担:

R. J. Green, 助理部长(到88年12月15日止)

R. R. Ries, 执行助理部长(到89年9月1日止)

F. K. Wellenbrock, 助理部长(从89年9月1日起)

草稿在科学资源调研处指导下完成:

W. L. Stewart, 处长

L. L. Lederman, 特别分析研究科科长

C. E. Kruybosch, 科学指标组组长

付印稿由下列的国家自然科学基金会职员编写:

科学资源调研处科学指标组:

L. Burton——第2、4章,参与第5章

D. E. Buzzelli——第8章和第6章的一部分

B. B. Mandula——第5章

L. M. Rausch——第7章和第6章的一部分

科学资源调研处就业研究组:

R. K. Wilkinson——第3章

科学与工程教育管理处:

R. M. Berry——第1章

生产过程由 L. M. Rausch 指导;基本的统计由科学资源调研处的 Theodosia (Dottie) Jacobs 协助;秘书服务由 J. Streeter 为首的科学资源调研处行政支持组提供;编辑和生产事务由 N. Congress 及 P. Hughes 作了有价值的指导。

全国科学理事会还要感谢《科学及工程指标——1989》的特别供稿人和审稿人,其全部姓名已列入附录

I。

目 录

致总统函	III
导言	XII
致谢	XIV
美国科学技术综述	1
提要	1
美国在世界背景中的研究与发展投资	2
人力资源	3
国际比较	3
美国科学家与工程师在私营部门的就业	4
科学及工程界的妇女	4
大学前的科学与数学教育	4
高等教育	8
知识创新及专利申请	9
研究与发展	10
科学技术市场	10
美国高技术在全球市场中的绩效	10
美国产业的科学技术	11
公众对科学技术的态度	12
第一章 大学前的科学与数学教育	16
提要	16
学生成绩	19
科学成绩	19
少数民族学生成绩	20
女生的成绩	20
学生的科学通晓水平	21
数学成绩	22
少数民族学生成绩	22
女生的成绩	23
花边文字：考试成绩变化的幕后因素	24
学生的数学通晓水平	25
科学及数学成绩的国际评估	25
国际教育进步评估	26
IEA 的国际科学评估	28
计算机使用能力	28
拟上大学的中学最高年级学生对科学与工程的兴趣	30
高能少数民族学生入大学攻读的持久性	30
学习科学与数学的机会	31
中学生课程注册	31

少数民族学生选课趋势	32
女生的选课趋势	32
花边文字：不同种族、不同社会经济状况的中学生学习科学和数学的机会	33
中小学的科学与数学教育	33
课堂活动	33
其他国家的科学与数学课堂教学	35
学生报告的课堂活动	35
教学中计算器和计算机的使用	36
科学课与数学课的家庭作业量	36
教学或教育的质量指标和数量指标	36
教师预备情况	36
小学教师	37
初中教师	37
中学教师	38
教师的专业发展	38
教师的供与求	38
教师的任教经历模式，按教学专长分	39
教育改革运动	40
州的教改运动	40
学生培养方面的改革	41
教师与教学方面的改革	41
新的机构调整	42
各州改革对地区学校的影响	42
参考文献	43
第二章 高等理工科教育	47
提要	47
高等理工科学校	49
1970 年以来学校的变化	49
1986 年授予的理工科学位	50
学校分类和学位类别	50
理工科学生居民群	51
变化中的人口统计	51
新生的意向	52
工程类专业注册情况	52
工程技术类专业注册情况	52
1987 级新生的意向	52
优秀生的意向	54
研究生注册情况	54
理工科注册总数	54
在册研究生的国籍	54
在册研究生的性别	55
在册研究生的种族分布	55

半工半读生注册数	56
在册研究生的学科分布	57
博士后职位	57
理工科学位	57
学位的总体趋势	57
博士学位获得者的国籍	58
博士学位获得者的性别	58
博士学位获得者的种族	59
为理工科研究生提供的资助	60
资助来源	60
资助方式	60
联邦的资助型式	61
高等教育的理工科教师队伍	62
总体就业趋势	62
高校的就业方式	62
大学教师的职称与年龄	63
参考文献	64
第三章 科学与工程劳动力	66
提要	66
产业界的科学及工程职位型式	67
服务产业	68
实业及有关服务业	68
金融服务业	68
服务业增长的幕后因素	69
货物生产产业	69
职业结构	70
科学与工程人员的使用	71
就业水平及人口统计趋势	71
科学和工程就业的总体增长与密度	71
妇女和少数民族的就业	71
博士科学家与博士工程师	74
科学和工程人才的供与求——劳动力市场指标	74
劳动力参与率	75
失业率	76
科学和工程领域就业率	76
就业率的性别分布	76
就业率的种族分布	77
科学和工程领域新毕业生的经历	78
失业率	78
科学和工程领域的就业率	79
流动性	79

雇主面临的科学和工程人力短缺	80
高技术人力招聘指标	80
小结	81
产业界对科学和工程人力需求的预测	81
服务产业	81
实业及有关服务业	82
金融服务	83
货物生产产业	83
职业结构	83
科学和工程人力供给展望	84
科学与工程劳动力市场的贮与流	84
自然科学家、工程师和计算机专家的流出	87
自然科学家、工程师和计算机专家的流入	87
可能重新成为自然科学家、工程师和计算机专家的贮存	88
小结	88
展望	89
科学家与工程师就业的国际比较	90
参考文献	93
第四章 研究与发展的财政资源	95
提要	95
全国研究与发展的投资型式	97
长期趋势	97
当前趋势	97
1989年的型式	97
花边文字：定义	99
基础研究、应用研究与发展	99
宏观的全国型式	99
联邦对研究与发展的拨款	99
联邦机构的资助型式	100
联邦内实验室（研究所）	101
特定研究与发展机构和执行者型式	102
科学与工程领域	103
联邦的国防与非国防拨款	103
独立的研究与发展	104
由国家目标支持的联邦研究与发展	105
产业界的研究与发展	106
国际比较	107
研究与发展投资占国民生产总值的百分比	107
国防与非国防的研究与发展支出	107
基础研究占全部研究与发展的比例	107
按社会经济目标划分的研究与发展	108

花边文字：高校的研究与发展领域	109
州一级对科学技术的资助	109
历史	109
从莫里尔法到 1980 年	110
八十年代	112
新体制的发展	112
各州对研究与发展的投资	113
高校的研究与发展	113
州立机构的研究与发展支出	114
参考文献	115
第五章 高等学校的研究与发展：资助、人力与产出	117
提要	117
高等学校的研究与发展：资助	119
资助部门	120
联邦对高校研究与发展活动的资助	121
联邦对高校科学及工程活动的资助	121
联邦机构对高校研究与发展活动的资助	121
大学管理的由联邦投资的研究与发展中心	122
研究与发展资金在特定高校中的分配	122
产业部门对特定高校研究与发展活动的资助	122
按学科及资金来源划分的研究与发展支出	123
高校研究与发展用的设施和设备	124
设施	124
设备	125
超级计算机装备	126
图书馆的期刊费用	127
科学期刊的费用最高	127
外国期刊的价格也在上涨	127
高价要求严格挑选	127
花边文字：图书馆的科学期刊支出实例	127
活跃在研究领域的博士科学家与工程师	128
高校各领域的研究员人数	128
高校研究与发展中的妇女	128
高校研究与发展中的少数民族	129
高校与非高校基础研究中的博士科学家与工程师	129
就业部门	129
从事基础研究的少数民族和妇女	130
博士科学家与工程师在各就业部门与研究活动中作为研究员的保持率	132
各就业部门的保持率	132
博士科学家与工程师在各研究领域的保持率	133
高校研究与发展产出：科学文献、专利和产品	133
世界的科学与工程文献：比较及相互渗透	134

美国在世界科学与工程文献中的份额	134
外国在世界文献中的份额	134
多作者论文	135
国际多作者的著作活动	135
美国科学与工程出版物的部门间合作	136
美国各部门的著作及合作活动	136
大学和产业的合作论文	136
科学文献的引用分析	136
美国引用外国的参考文献	137
美国与外国论文间的引用型式	137
美国论文的跨部门引用	138
在工程与技术论文中的引用	138
授予大学的专利	138
专利分类	139
获得最多专利的美国大学的特点	139
花边文字：制造业对高校研究的依赖	139
参考文献	140
第六章 产业的研究与发展及产业技术	142
提要	142
美国产业的研究与发展支出	144
公司和联邦的投资趋势	145
各种产业的研究与发展支出	145
已获专利的发明	147
在美国获得专利的发明者及其所有者	148
按授予日期划分的专利——总趋势	148
趋势的解释	148
授予美国人的专利，按部门分	149
授予外国发明者的专利，按国家分	149
按申请日期划分的专利	149
各国发明人擅长的专利领域	151
美国和日本发明者擅长领域的比较	151
其他国家发明者擅长的领域	154
不同国家发明者在不同产业中的专利活动	154
专利中对以往专利的引用	155
对专利的引用，按国家分	155
对专利的引用，按国家及产业分	156
对美国自有专利的引用，按所有者部门划分	157
高技术领域中的小实业	157
小型高技术企业的特点	158
公司的领域分布	158
公司的州属分布	158
公司的收入与所有权	158

高技术小实业机构的绩效	158
风险资本与高技术企业	160
小实业与生物技术	162
参考文献	162
第七章 美国技术的全球市场	165
提要	165
美国的市场竞争力	166
高技术产品的全球市场	167
高技术产品的美国市场	168
与其他市场比较	168
美国市场	169
其他国家的国内市场	169
小结	170
高技术产品的国外市场	170
美国的经历	170
其他国家的经历	170
美国各部门的出口	171
小结	171
美国技术向国际扩散的间接渠道	171
美国的海外直接投资	172
美国海外投资的动力	172
美国直接投资的趋势	172
美国高技术跨国公司的直接投资	173
专利许可证、版税和技术协议	174
美国技术在全球市场中的展望	176
政策之发展	176
经济因素	177
参考文献	178
第八章 公众的科学素养和公众对科学与技术的态度	180
提要	180
公众的科学素养	182
科学与技术信息的获取	183
杂志和电视	183
对科学术语与科学方法的了解	184
科学术语	184
科学方法	184
对科学结论的了解	185
物理学与地球科学	185
天文学	185
概率论	186
卫生	187
人类起源	188

科学及其它的世界性情景.....	189
接受或抵制科学结论的公众的特点.....	189
科学方法的局限性.....	189
非科学观念.....	190
公众的态度.....	191
对科学的一般态度.....	191
对科学家的态度.....	192
对具体政策领域的态度.....	195
公共开支的优先权.....	195
各种科学与技术领域的政府法规.....	196
公众关于计算机与自动化对就业影响的态度.....	197
对动物研究的态度.....	197
公众对太空探索和核动力的支持情况.....	197
参考文献.....	199
附录 I 统计表.....	201
附录 I 供稿人及审稿人.....	424
附录 III 缩略词.....	426