

美国科学指标

1985 年报告

美国国家科学理事会 编



科学出版社

美国科学指标

(1985年报告)

美国国家科学理事会 编

中国科学院科技政策与管理科学研究所 组译
国家科委中国科学指标课题组

韩建国 齐志英 郝致京 顾昕译

顾淑林 校

科学出版社

1991

内 容 简 介

本书是美国国家科学理事会就美国和世界科学技术发展状况向美国总统提交的1985年度报告,也是国际科技发展与政策评价的背景材料之一。本书对80年代初美国科学技术事业和国际科学技术体系进行了全面评价,并就美国科学研究的支持水平、科学和工程人员、工业科学和技术、大学的科学和工程、大学前的科学和数学教育、公众对科学技术的态度和科学与工程进展等都作了专题讨论。书中提供的大量科技活动的各类数字指标和对发展趋势的分析都具有十分重要的参考价值。

本书可供科技政策制订者和研究者、科技统计和管理科学工作者,以及相关专业科研人员和大专院校师生参考阅读。

SCIENCE INDICATORS

THE 1985 REPORT

National Science Board

美国科学指标

(1985年报告)

美国国家科学理事会 编

中国科学院科技政策与管理科学研究所 组译
国家科委中国科学指标课题组

韩建国 齐志英 郝致京 顾昕译
顾淑林 校

责任编辑 王龙华 李崇惠

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100707

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

*

1991年3月第一版 开本: 787×1092 1/32

1991年3月第一次印刷 印张: 17 1/4

印数: 0001—1300 字数: 387 000

ISBN 7-03-001886-9/Z·109

定价: 16.00元

第一章 国际科学技术体系

提 要

* 美国的研究与发展活动规模居世界之首，其它国家正在奋起直追。在相互依存的国际科学技术体系中，美国处于领先地位。美国的研究与发展活动大大超过其它任何工业化市场经济国家，并且贡献了相当大比例的研究论文、发明和革新。但是，近年来一些主要国家迅速提高了它们的科学技术活动水平。美国继续对科学技术新知识的国际传播做出重要贡献，同时，欧洲的科学和日本的商业技术对美国的科学和工程越来越重要了。

* 所有主要国家都加强了研究与发展。自1970年中期以来，世界五个最发达的市场经济国家都大幅度提高了研究与发展经费。按定值美元计算，1982年美国、日本、联邦德国、法国和英国的总经费比1975年增加了40%。美国的研究与发展经费仍然略高于其它四个国家的总和。在所有这些国家中，研究与发展经费占国民生产总值的比例，以及从事研究与发展工作的科学家和工程师占有效劳动力的比例都有稳定的增长。

* 在主要的市场经济国家中，美国拥有最强大的研究与发展队伍。美国、日本、联邦德国和英国的研究与发展经费在国民生产总值中所占的比例大约都在2.5%的水平。但是，如果把与国防有关的研究与发展经费除外，联邦德国民用研究与发展活动及其在国民生产总值中所占的比例就大大超过

了美国、法国和英国1.6—1.8%的水平。

* 苏联保持了相当大规模的研究与发展活动。有关苏联科学技术资源的数据并不像其它主要国家那样完善，但它的研究与发展工作不论在数量上还是占国民生产总值的比重都居世界首位。尽管苏联对工程师的定义要比美国广泛得多，估计苏联每千名劳动力中有9—11名科学家和工程师从事研究与发展工作，大大高于美国的水平（每千名劳动力有7名科学家和工程师从事研究与发展工作）。

* 美国的科学学位领先，苏联和日本的工程学位领先。1982年，美国授予了106 000个物质科学、生命科学和数学一级学位，这个数字超过了苏联的两倍，几乎是日本的四倍。但在工程方面，1982年美国授与了约64 000个一级学位，而日本是74 000个，苏联是330 000个。

* 美国在发表文章和专利方面的领先程度正在减小。多年来美国一直保持着科学技术方面的领先地位。但是，新科学知识、发明活动，以及科学技术对经济影响的产出指标表明，美国的领先地位已经削弱。美国科学家和工程师在主要刊物上发表研究论文的比例已经从1973年的38%下降到1982年的35%。1969—1982年间，美国公民在国外的专利数目下降了50%，而同期日本在国外的专利申请几乎增加了55%。

* 国际市场对美国高技术产业的重要性日益增加。1981年，11种高技术产品的出口额相当于这些产业增值的39%，而1972年仅为23%。在其它制造业，美国的出口额仅相当于其增值的9%。

* 美国在高技术贸易中的顺差已经下降。美国高技术产品贸易的顺差状况表示着它在国际市场中的竞争能力。1980—1982年间，按定值美元计算，美国高技术产品的贸易顺差下降了40%多。不过，美国主要贸易伙伴的高技术产品进口

总量在同一时期却下降了65%。这样，尽管由于美元坚挺而使美国在出口方面遇到了麻烦，但美国产品还是在日益缩小的国际市场中增加了自己的比重。

* 各种形式的商业技术转移都有下降。除了为商业技术国际传播的贸易之外，其它所有渠道近几年来都已收缩。虽然高技术产品贸易有所减少，但它在国际技术转移中所占的比重却在增加。1977—1982年间，美国、日本、联邦德国和英国高技术产品的进出口比，以及专利使用费的收支比都有提高。因此，这些国家都在推行允许具有新技术的产品进口，以及允许外国人通过许可证贸易获得技术的政策。但是，只有美国和英国是纯粹的技术输出国家，它们的许可证贸易收支比是大于1的。

* 在一些高技术产业中，美国在世界研究与发展活动中居支配地位。美国企业相对来说非常重视航天、仪器仪表、计算机和办公室设备领域中的研究与发展。1981年，五个最大工业化市场经济国家私人提供的研究与发展投资中美国占84%；在所有产业中美国占60%。商业技术专化的影响已扩大到专利活动：就所有技术领域美国所占主要国家专利数的比例来说，美国发明家获得的激光技术专利超过平均水平的32%，但在机器人技术方面则低于平均水平的41%。

* 美国研究生院中外国学生人数上升；一些学科的许多外国留学生毕业后留在了美国。1982年，美国大学把约3 900个科学和工程博士学位，即科学和工程博士学位的23%，授予了外国人。授予外国留学生的工程和数学博士学位分别占总数的53%和1/3以上。获得美国博士学位的外国人中近80%持非永久居留签证，因此他们在取得学位之后应该离开美国。但是，1983年获得计算机科学博士学位的此类外国学生中竟有60%多在美国找到了工作，此类工程博士学位获得者中

有40%也是如此。

* 美国年轻科学家和工程师对外国同行工作的第一手了解不如从前。1971—1982年间，美国刚刚获得科学和工程博士学位并准备去国外做博士后研究的人数从约400人下降到约225人，即从占取得科学和工程博士学位的美国公民的2.3%下降到1.5%。尽管欧洲的高能物理研究卓有成效，但在国外研究物理的美国博士学位获得者却从1971年的84人降至1982年的17人。美国科学家和工程师越来越多地通过其它渠道了解国外的科学。例如，1983年发给外国学者的短期访美学术交流签证第一次超过了90 000份，这些学者主要来自日本和西欧。1982年，美国科学家和工程师在主要刊物上发表的研究论文中46%的参考文献引自外国出版物，而在1973年这个数字为41%。1982年，美国化学论文中62%的引文出自外国科学家的著作。

* 美国科学家和工程师加强了与外国同行的合作。在主要刊物上发表的来自不同机构研究人员合著的所有论文中，美国科学家和工程师与外国同行合著论文的比例从1973年的14%上升到1982年的18%。

有组织知识探索是一项国际性的活动。一个国家的科学技术成就可以成为其它国家的实验室进行深入研究的基础，科学交流很少受到国界的限制。当革新者利用自己的优势在国际市场上获取利益的时候，商业技术新知识的应用就跨越了国界。不同国家的科学家和工程师互相访问，通信交流，并且他们在阅读文献时不会去介意论文作者的国籍。一个国家利用科学技术成果的能力决定了它在国际政治和经济竞争中的能力。因此，国家政策的制定者们利用国际科学技术指标来评价他们国家在这些方面的努力是否恰当。这样的分析仍将具有重要的意义。如同趋势分析一样，国际对此可以

就特定科学技术变量的“一般”或“竞争”水平提供重要信息。

当然，国际指标还有可能给出另一类重要信息。描述国际科学技术体系的指标可用来检查国内研究、发展和创新的环境。这种检查越来越有助于确定和分析国内科技政策所面临的国际制约和时机，因而能使这种政策与国际科学技术体系协调发展。本章的一个目的是形成能够清楚描述国际科学技术体系关键环节的国际科学指标体系。

这一章还将确定科学技术活动所需的国际体系，分析这个体系对美国科学技术、科技政策和美国经济产生的影响，讨论美国在这个体系里所发挥的作用。本章第一节要比较美国与其它国家科学技术活动的各种指标，目的在于评价美国在科学技术方面的领导作用。第二节讨论了国际经济体系与商业技术发展的关系。国际市场是奖励成功的创新活动，资助民间持续的研究与发展活动的重要经济源泉，而迅速的技术进步则是在众多竞争激烈的国际产品市场上立于不败之地的关键因素。最后，第三节强调了科学的国际发展与传播，包括国外的进展对美国研究工作的贡献、外国研究生与美国研究机构的共生关系，以及国际间的科学交流情况。

美国在国际科学技术体系中的地位

对比美国与其它主要发达工业化国家的科学技术活动，可以看出美国科学技术活动的实力。这个体系的健康发展在一定程度上取决于研究与发展和其它科学技术活动的充分投入。这些投入包括用于研究与发展的人力资源和财力资源、也包括国家高等院校每年培养的各科学和工程学科的学生。

通过对科学技术活动成果的观察也可以获得有关美国科学技术实力的总体印象。科学文献报道成功的研究项目，而

世界专利系统又为众多的发明提供保护。强大的技术活动最终导致生产力的提高。

用于科学技术体系的资源

近年来美国和其它国家研究与发展活动的规模增加了。图 1-1 给出了美国和其它四个主要市场经济国家的研究与发展投资总额，并考虑到通货膨胀和各国货币购买力的差别，按购买力比价，折合成1972年定值美元。在1981年(这五个国家有统计数据的最近一年)，它们的研究与发展活动大约占拥有24个成员国的经济合作开发组织(OECO)总量的88%，这个组织几乎包括了世界上所有的工业化市场经济国家。如果再加上苏联，这几个国家几乎承担了全世界所有的科学技术活动。

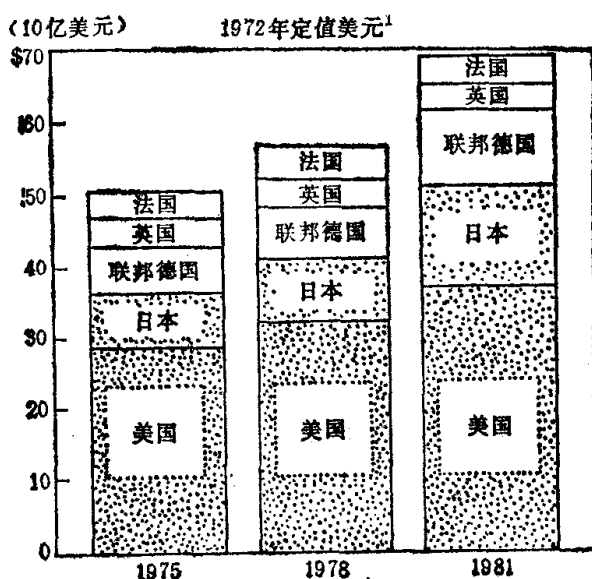


图 1-1 某些工业化国家研究与发展的投资

1. 根据国民生产总值中包含的物价折算率将现值美元换算成1972年定值美元。

参见附表1-5。

从图 1-1 中的 7 年对比可以看出，在主要国家的研究与发展经费中美国所占的比例基本保持不变。研究与发展经费的实际水平可能稍有增长，但在这里讨论的五个国家的经费分布没有明显变化。美国的研究与发展经费约占这五个国家总经费的一半，日本大约是 $1/5$ ，其它三个国家的投资相对来说要少一些。

这里需要慎重对待这些主要国家研究与发展经费的增长。在 70 年代，按国民生产总值通货膨胀扣除率来衡量的研究与发展活动投入的增长速度高于总体价格水平的增长。联邦德国和日本的研究与发展相对价格增长大于美国，所以尽管美国在这五个国家中所占的比例稍有下降（这对联邦德国和日本有利）但意义不大。如果研究与发展费用的相对大幅度增长趋势持续到 80 年代，那么图 1-1 可能就夸大了用于研究与发展资源的实际增长情况。

对从事研究与发展工作的科学家和工程师的人数进行分析，可以避免与变化着的经费数据有关的问题。这里的变数常因时间和国家而异。虽然各国在统计从事研究与发展工作的科学家和工程师时所用的定义有所差异，但这些定义多年来没有变化。因此可以对研究与发展活动的趋势进行比较可靠的分析。

图 1-2 根据劳动力人口中科学家和工程师所占的比例，比较了六个主要国家研究与发展相对规模。这些数据证实了图 1-1 的结论，即近几年来无论从绝对数量还是相对数量来看这些研究与发展大国的研究与发展活动都有显著的增长。自 1976 年起，美国劳动力大军中从事研究与发展工作的人数所占的比重一直稳步增加，同时，其它主要国家也相对加强了它们的研究与发展。

所有这些国家从事研究与发展工作的科学家和工程师的

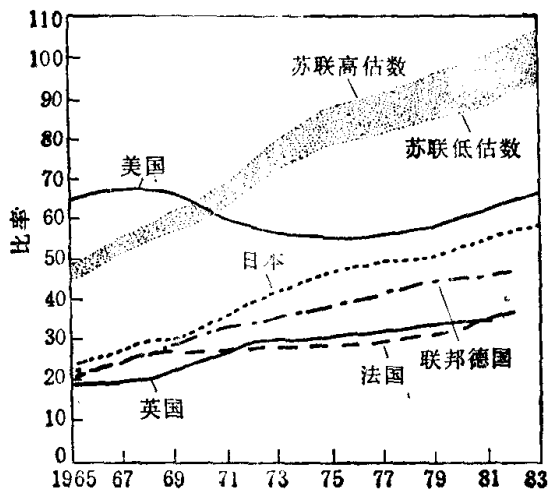


图1-2 每万名劳动力人口中从事研究与发展工作的科学家和工程师¹人数
(按国家划分)

1. 包括折合成全时工作的全部科学家工程师(日本除外, 日本的数据包括主要从事研究与发展的人数)。

注: 对苏联给出了一个区间, 因为很难确定苏联对应的科学家工程师数目。参见附表1-1。

绝对人数都有著显增长(见附表1-1)。1965—1982年间, 除美国之外的所有国家的这一统计数字都翻了一番, 1982年美国从事研究工作的科学家和工程师比1965年增加了约45%。美国劳动力总数同期大约也增长45%。

随着美国和其它研究与发展大国从事研究与发展工作人员的增加, 这些国家也增加了对研究与发展投资。经过长时间的下降之后, 从1978年起, 美国用于研究与发展经费在国民生产总值中所占的比例有了稳定增长。近年来, 其它市场经济大国也加强了研究与发展工作。这样, 美国、日本、联邦德国和英国对研究与发展都给予了几乎同等程度的重视, 而法国对研究与发展相对投资则略低一些。

从图1-2和图1-3可以看出, 苏联的研究与发展规

模比美国或其它市场经济国家都更大些。10多年来，苏联研究与发展经费占其国民生产总值的比例，以及从事研究与发展工作的科学家和工程师占其总劳动力的比例都显然高于美国或这里谈到的其它任何国家。由于苏联的体制与市场经济国家差别很大，所以在对比它们之间的活动水平时要格外谨慎。然而，由于对从事研究与发展工作的科学家和工程师在总劳动力中所占比例，以及国民生产总值中研究与发展经费所占比例是按照确定的定义进行估算^[1]，所以分析所表明的趋势具有一定的可信性。最近10多年的趋势不太明确，因为国民生产总值中研究与发展经费的比例变化不大。

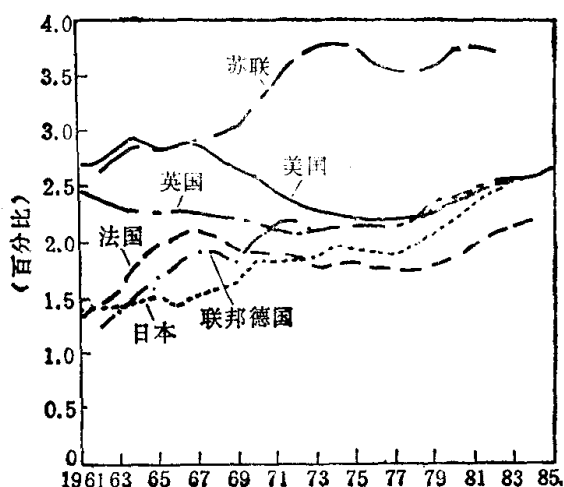


图 1-3 各国研究与发展的全国支出¹在国民生产总值中所占的比例

1. 研究与发展的毛支出包括辅助的固定资金支出(美国例外,美国的固定资金支出总数未予采用),对1972—1980年的估计表明,把美国的固定资金支出包括进去对每年百分比的影响不足十分之一。

参见附表 1-2。

苏联研究与发展活动的增长主要是由于“部门隶属系统”中技术活动的增加,其中包括产业部门的实验室(见附表 1-3)。1970—1982 年间,部门隶属系统中科学工作者^[2]的增长率超过了 96%,超过了科学工作者人数的总体增长水平。

因而苏联不断增长的研究与发展活动大多集中在部门隶属的“应用性”机构。与此同时，苏联高等院校和苏联科学院所属研究所中研究人员的增长率则低得多（1970—1982年为21—68%之间）。不论是绝对增长，还是相对于市场经济国家而言，苏联研究与发展增长的重要性，很大程度上依赖于对苏联产业部门中应用性研究与发展工作效率的分析。

分析市场经济国家的研究与发展活动，必须把同国防有关的研究与发展和其它研究与发展区别开来。与国防有关的研究与发展，其着眼点不在于加强国家的贸易竞争能力，改善医疗卫生条件，它和研究与发展的其它非国防目的也大相径庭。本章把非国防研究与发展定义为国家研究与发展总支出和政府支持的、同国防有关的研究与发展支出的差。这种看法将5个最大的工业化市场经济国家分为两类。日本和联邦德国把国家收入的较大部分用于非国防研究与发展，而美国、英国和法国用于这方面的相对支出较少。尽管联邦德国和日本的研究与发展总经费有了显著增加，但政府在国防研究与发展上的支出仍然较低。相比之下，美国、法国和英国70年代初期和中期增加的研究与发展经费主要用于国防领域，所以国民生产总值中用于非国防研究与发展部分并没有增长，甚至有所下降。只是到了最近十年，这些国家非国防研究与发展经费在国民生产总值中所占比例才有所增长。

各国国民生产总值用于非国防研究与发展比例关系（见图1-4），与这些国家研究与发展经费中企业界投资的比例关系很接近（见附表1-4）。^[3] 1981年美国、英国和法国的全国研究与发展活动有41%至49%由私人资助，而在联邦德国和日本则分别为57%和62%。美国、英国和法国政府同期研究与发展经费总额的49%到55%用于国防研究与发

展，而联邦德国为 9%，日本仅为 2%。随着一个国家与国防有关的活动在全国研究与发展工作所占比例的提高，它向商业研究与发展活动提供的资源必然就会减少。联邦德国和日本政府在国防研究与发展方面的低投资，部分原因是受到二次世界大战结束时的宪法和法律的限制。虽然目前美国、法国和英国的政策鼓励日本和联邦德国加强防卫能力，日本和联邦德国的国防研究与发展工作仍然很少，尤其与它们非国防研究与发展活动的数量相比更是如此。

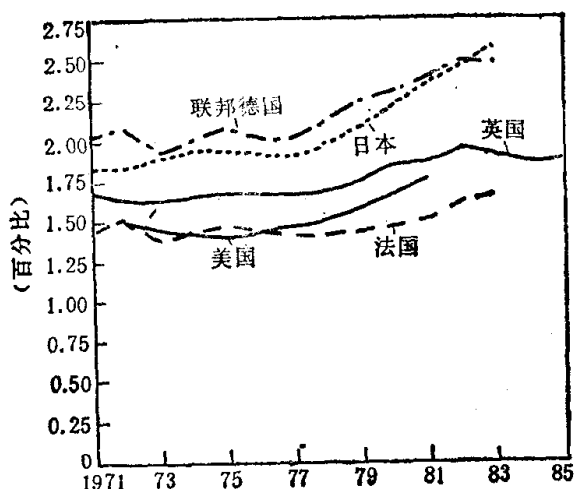


图 1-4 某些国家非国防研究与发展支出¹在国民生产总值中的估计比例

1. 除去政府对防务研究与发展资助的全国支出。

参见附表 1-4。

上述数据描述了各国研究与发展工作的规模。从长远来看，这方面的努力取决于各国科学教育系统培养新一代科学家和工程师的能力。但是，由于各国课程设置的差异，学位和证书意义的不同，因此，对比它们高等教育系统的“产品”是很困难的。尽管各国大学系统的入学或毕业生人数不能直接表明这些国家未来的实力，但它们也许可以反映出其学科

重点，而学位获得者人数的趋势可以反映出各国研究与发展工作的整个状况。

总的来说，苏联每年授予的科学和工程一级学位为美国的两倍（见图 1-5）。苏联教育十分偏重于工程领域——1982 年苏联授予的学士学位中工程占 39%，而美国只有 7%。日本高等教育也注重工程。1982 年日本大约授予了 74 000 个工程学学位（美国为 64 000 个），占其科学和工程一级学位的 74%。日本和苏联的大学本科课程与美国不相上下。但美国课程的弹性要大些，而且比日本和苏联更加强调创造性和应用能力。

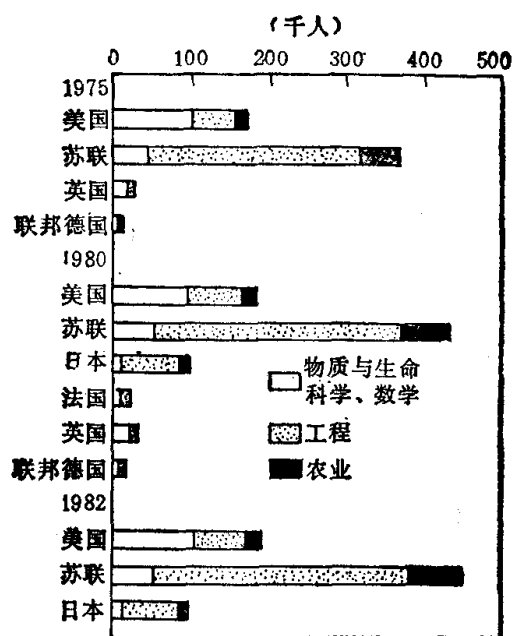


图 1-5 某些国家高等教育机构在自然科学和工程领域授予的一级学位
参见附表 1-6。

与上述其它国家相比(英国除外，它培养的工程师也相对较少)，美国的高等院校更加注重物质科学、生命科学，以及所有科学和工程学科有关的数学教育。美国获得这三个学科

学士学位的人数为苏联的两倍(美国为 106 000 人, 苏联为 52 100 人)。美国物质科学、生命科学和数学学士学位获得者占自然科学和工程学士学位的一半以上(56%), 而日本和苏联仅为 12%。联邦德国和法国培养的工程师在自然科学和工程学士学位获得者中所占的比例高于美国 and 英国, 但低于日本和苏联。

科学技术的产出

新知识的发现或发展往往以某些可辨识的事件为标志, 这些事件又常常计入或作为研究与发展的产出指标。研究人员在刊物上发表论文, 这些论文又通过各种渠道编成索引, 为后来的研究人员查阅参考提供方便。这类索引为有关重要论文的区域和学科分布提供了重要信息。人们开发能够在世界市场上销售并有利可图的新产品和改进型产品。为防止发明被模仿而导致不利的竞争, 发明家会在新产品将要出售的国家申请专利。各个专利机构发布的专利数常常反映了发明家们产生的具有潜在利益的新想法; 这就是发明活动的指标。

科学文献 美国科学家和工程师在世界主要刊物上发表论文的比例, 尤其是在基础和应用研究方面, 反映出美国科学技术的相对实力(见表 1-1)。过去 10 年里, 美国科学家发表的论文比例略有下降, 下降最多的是数学和生物学。这可以说是一项重要的比较指标, 它分析了与国外同行相比之下美国科学家的产出情况。本章第三节将进一步讨论其它国家科学活动的发展对美国科学的影响, 特别是那些研究成果便于为美国研究人员利用的地区。

分析美国科学对后来工作的贡献, 能够进一步评价美国科学的实力。科学进步包括对早先研究成果的不断补充、否

表1-1 美国在世界科学和技术论文中所占的比例¹：1973，
1981和1982年

领域 ²	1973	1981	1983
	百分比		
所有领域.....	38	35	35
临床医学.....	43	41	41
生物医学.....	39	39	40
生物学.....	46	37	38
化学.....	23	20	21
物理学.....	33	28	27
地球和空间科学.....	47	42	42
工程技术.....	42	38	38
数学.....	48	36	37

1. 基于“科学引文索引”所包括有影响刊物上的论文、短文和评论而得到。
1973年数据以1973年索引中所含2100多种刊物为基础，1981和1982年
数据来自1981年索引的3500种刊物。

2. 关于这些领域分支学科的情况请参见附表1-8。

参见附表1-7。

定和综合。一篇论文对科学的贡献可以从它被后来出版物引用的次数上反映出来。由于可被引用的美国论文较多，为使比较标准化，表1-2将各科学领域中美国出版物的引用率除以这个领域中美国出版物的比例。总的来看，美国研究工作对后来科学有着重要影响。在各领域中美国论文的引用率在18—80%之间，都高出美国出版物相应的比例。

专利 专利活动的数据能够使人们全面对比各国发明家的产出情况。发明家可以在许多国家为他(或她)的发明寻求专利保护。但是，申请专利需要许多费用，例如申请费和保持费，以及准备专利申请和保护的开支。在每一个国家里都是由发明者来决定扣除了专利保护的各項费用以后专利的