

学科战略情报研究方法与实践

谭宗颖

中国科学院文献情报中心 北京 100080

[摘要] 阐述学科战略情报研究的内涵、主要内容、研究层面、研究的理论基础与方法;重点阐述了测度体系的构建及其应用,包括测度体系的选择和构建,定量分析指标及其应用;结合笔者进行的学科战略情报研究实践,并列相关实例加以分析。

[关键词] 学科战略情报 研究方法 学科优势 测度体系

[分类号] G35

The Method and Application of Strategic Discipline Information Research

Tan Zongying

Library of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080

[Abstract] Combined with the practice of strategic discipline information research, the author expounds on the connotation, content, research levels, theoretical basis and methods of strategic discipline information research. In the meanwhile, this paper also introduces the construction and application of measurement system including the selection of measurement and the application of analytical targets.

[Keywords] strategic discipline information research method discipline superiority measurement

在建设创新型国家的过程中,世界各国对科学的战略决策依赖日益增强,学科战略情报研究是科技战略决策研究的组成部分,它对战略决策尤其是科技发展战略决策的科学化起着重要作用。本文拟阐述学科战略情报研究的内涵和主要内容、研究层面、研究的理论基础与方法、科学技术测度体系的构建及其应用;并结合笔者进行的学科战略情报研究实践,列出若干实例片段加以分析说明。

1 学科战略情报研究的内涵与主要内容

学科战略情报研究的目的是服务于战略决策,尤其是科技战略决策的。战略决策主要是依靠科学的方法,根据影响组织发展的内外环境及其未来的发展趋势对组织作出的全局性、综合性、长远性的重大方向任务的决定^[1]。战略决策研究是将自然科学、社会科学、工程科学、信息科学和数理分析方法等应用于科学决策的研究领域。科技战略决策研究日益成为各国政府和相关机构创新管理的重要支撑。

学科战略情报研究是科技战略决策研究的重要组成部分。文献情报研究机构从事学科战略情报研究主要从信息分析、情报研究、决策支持的角度出发,以全球化、跨学科、跨部门的视角,关注国内外的重大科技规划、科技发展战略与相关政策、学科前沿热点与发展趋势、学科布局与优先领域、研究机构的创新能力等,采用定性和定量分析及其相结合的方法,利用信息监测和分析工具,进行比较研究与分析,并在

为科技战略决策服务的全过程中把握用户的需求,其流程如图1所示,以达到为科技战略决策提出可靠和有效的决策支持依据的目的。

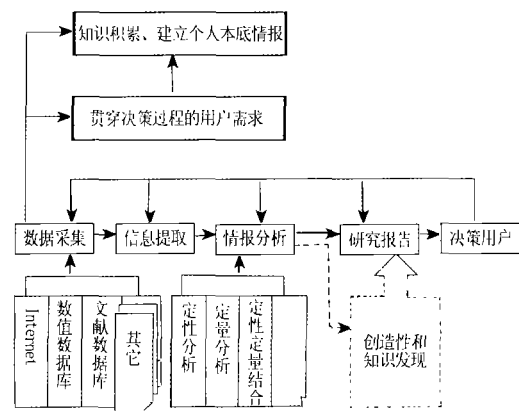


图1 学科战略情报研究流程

2 研究的层面

战略是国家、地区、部门、企业以及任何有长远规划的机构需要考虑的问题。目前不同层面对战略决策尤其是科技战略与创新决策的需求日益增强。

学科战略情报的研究层次在很大程度上依赖于科技战略决策的需求来划分。如上所述,科技战略决策的层面主要有全球层、国家层、区域层、部门层、机构层(研究机构、大学、企业)等层面;学科战略情报研究的层次按行政属性分层同样涉

收稿日期:2006-04-07 修回日期:2006-04-10

及国际层、国家层、机构层等;按学科属性分层,还涉及学科领域层、学科分支领域层、研究主题层或研究方向层等。

3 学科战略研究的理论基础与方法

学科战略情报研究还处于发展阶段,尚未形成成熟的科学体系和规范化的研究方法,尤其是在定量研究分析方面,往往要借鉴或引用其它学科的分析手段。现常用方法大致可分为如下几类^[1-4]:

3.1 定性分析

定性分析主要依靠研究者的学识和经验作出分析判断,是形成概念、观点,作出判断,得出结论的基础。定性分析可以在定量分析或逻辑推理的基础上形成观点,找出规律,得出结论。

运用定性分析方法需重点关注以下几点:①获取信息:熟悉信息源,掌握信息传播渠道,熟练掌握各种类型的检索系统,尽可能全面、准确、及时地收集到解决问题所需的信息;②知识积累有专攻,有自己专注的领域和发展方向,对有关问题的认识有一定的深度和广度,才可能对所研究的对象作出科学的判断和深入研究,从而提出有效的决策依据;③准确地运用抽象、归纳与演绎、分析与综合等定性研究的方法。

3.2 定量分析

采用定量分析主要是为利用情报分析和数理分析工具,找到研究对象内在的规律,表现各种现象之间深层次的关系,或发现从表面上难以发现的规律,定量分析可使研究分析向深层次发展。

定量分析方法主要有经济统计方法、技术经济分析法,系统分析方法、文献计量、科学计量方法和专利分析法等。定量分析尤其是文献计量学和科学计量学主要是通过构建一系列指标体系来实现的。

3.3 定量分析与定性分析相结合的方法

它是上述两种方法的有机结合。在实际应用中,往往可将定性信息定量化,如:多目标综合分析方法(模糊数学、层次分析、灰色系统理论等方法)和内容分析法。将多种因素综合考虑,构建科学技术的测度体系是比较实用的方法。

4 测度体系的构建及其应用

4.1 测度体系的选择和构建

测度体系的选择主要依据研究对象本身的目标和性质而定。正如考斯托夫(Kostoff)所说:“每个科技测度体系与之相关联的数据都应该有一个决策焦点,它应该有助于对一个问题求解,而这个求解又应是对未来行动的对策建议的基础”^[4]。测度体系可以包含一个或多个指标,而指标是专门描述或代表一个既定事件或现象的测度值。一般地可以将指标分为三

组^[4]:①单指标集:反应单一指标或统计量,它是定量分析的基础;②主题指标:围绕某一特定领域或主题而将单一指标组合为一组指标,这种方法需要确定以某种方式联系或相关的核心指标集;③复合指标:将主题指标进一步合成的综合指标,它是由一组指标组成并作为一个单一指标使用的。

有学者认为,目前较关键的科学技术测度体系主要有以下8种^[4]:①科技投入/投资;②经济/财务;③商业和经营;④文献计量(包括引文分析);⑤专利;⑥同行评议;⑦组织的战略和管理;⑧成果过程。每个测度体系下都有相应的指标集合。本文认为这8大科技测度体系既有单指标集,也有主题指标,但还没有复合指标。

学科战略情报研究人员可以根据其研究目的,选择测度体系、构建测度指标集并跟踪收集与之相关的数据集、事件和事实,再根据国际可比标准进行分析或比较。本文择重考虑科学计量测度体系所涉及的指标。

4.2 测度体系的主要指标及其应用^[4-8]

4.2.1 反应科技活动的指标 ①论文数:反应科学产出。它可大致定量测度个人、研究机构和国家等的生产量并反应其在某具体领域或学科的研究动态和变化趋势;②引文数:引文可用来测度被引文章的影响。可用于反应科学与技术链之间的相互作用;③引文份额:指某国或地区的论文被引数量占全世界引文总量的百分比。可用于测度机构、国家科学产出的影响;④学科相对强度:学科相对强度指每个学科引文数占世界相应学科的引文份额。可用于测度机构、国家在学科领域产出的相对优势;⑤合著论文数:反应国际或国家层面或机构间的合作。用于测度不同层面的科学家团队从事的研究;⑥专利数;⑦专利引文。

4.2.2 关系指标 反应两个及其以上要素之间的联系。关系指标主要有以下8项:①联合出版物,测度科学与网络、团队、机构和国家之间的科学关系。②吸引力指数,指在同期相似的两个国家间的国际合作关系。用以评价在给定时间段(或科学领域)国家A和国家B之间相对的科学交流率。适用于国家、机构或区域等层面。③通过引文测度科学联系,用以测度影响科学共同体之间的网络并追踪影响不同科学共同体之间的网络。④科学论文与专利之间的相关性,用以表明科学论文与技术专利之间的相互作用。⑤产业或技术活动的强度指标。用以测度产业等领域的技术强度。⑥共引,用以测度两篇论文同时被后来的一篇或多篇论文所引用。可用于表明主题网络和作者的影响。可应用于共引聚类,揭示学科结构。⑦共词,比较适用于微观层面的分析,如研究人员用以描述政府机构的作用和表达高分子化学中的网络形成。

4.2.3 对科学领域和国家的可视化呈现 尽可能展示不同科学领域和子领域研究结构的关系网络图,它对国家之间或科学领域之间的联系比统计结果更为清晰。

5 实证研究举例与分析

本节主要结合笔者进行的学科战略情报研究实践,有针对性地列举若干实例片段,以实例体现科学技术测度体系选择及其指标体系的构建的应用。

5.1 发展趋势分析

趋势分析主要体现研究对象随时间的发展变化,主要由以下四方面构成主题指标:①总生产率:用论文总数来测度,测度其随时间的变化趋势;②增长率指标:在两个不同时间段中生产率的变化趋势,同时考虑在相同时间段中世界平均增长率(图2所示);③相对增长指标(相对于世界平均值):不仅看论文绝对数的增长或占论文总数的比例,而要看按领域分的论文数相对于世界平均值的的增长;④相对集中的领域:那些领域的产出相对集中(图3、图4所示),它们可基本反映各研究层面的发展趋势,其备选参数也可以是论文数、专利、引文量、研发经费等。

实例一:图2给出了10个国家在1998-2002年的物理论文相对于世界平均的增长速度。美、英、德、法和俄罗斯,物理论文5年平均增长速度低于世界在同期平均增长速度(1.32%),中国、印度、韩国、巴西以及日本等国5年国际物理论文平均增长速度均高于世界同期的平均增长速度(1.32%),中国的平均增长速度高达68.6%,其次是韩国(38.5%)和巴西(29.5%)。这些可能与各国研发经费等资源的投入和科技政策与经济发展有关。

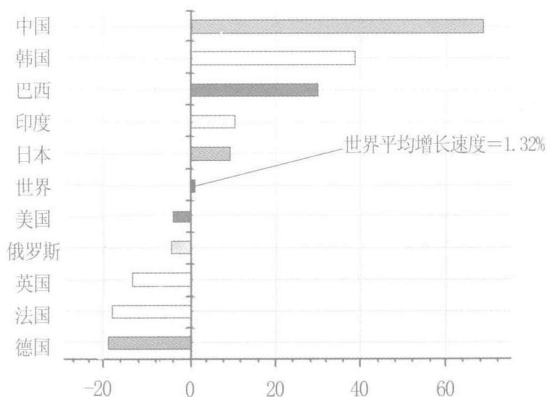


图2 1998-2002年10国物理论文平均增长速度

*资料来源:《我国及中国科学院物理学优先发展领域及影响的国际比较分析》课题报告

实例二:图3反映了世界20个学科领域的高质量论文产出和引文影响的概貌。本例采集了ESI数据库共3000多个世界机构数据。论文和引文数相对集中的领域是临床医学,其论文占世界论文的28.2%;物理、化学论文所占比例超过10%、工程、生物与生物化学、动植物的论文占5%以上。临床医学、生物与生物化学、神经科学与行为学、分子生物学与遗传学等分支领域的引文占世界总引文的百分比均超过其论文占世界总论文的百分比,空间科学、微生物学、免疫学也如此。由此表明这些分支领域的论文产出在科学界引起更多的关注。

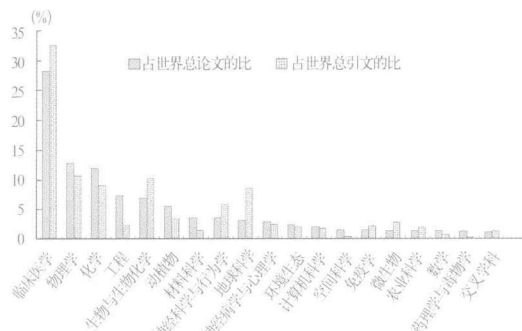


图3 1991-2005年世界各学科领域论文累计占论文总数的比与引文占引文总数的比

*资料来源:《中国科学院发展态势对比分析》课题报告

实例三:图4给出了1996-2004年世界范围内高被引的纳米相关论文的分布,图中列出了178个分支领域的前20个相对集中的分支领域。排名前10位的为材料科学的交叉学科、物理化学、应用物理、跨学科科学、化学跨学科、凝聚态物理、生物化学与分子生物学、物理跨学科、原子分子与化学物理,其中聚合物科学占世界纳米相关论文的被引次数为69.01%。物理化学、应用物理、跨学科科学、化学跨学科的被引次数在10万次以上;凝聚态物理在9万以上;生物化学、分子生物学及物理跨学科约5万次;表明以上学科是备受世界关注的纳米技术相关领域。

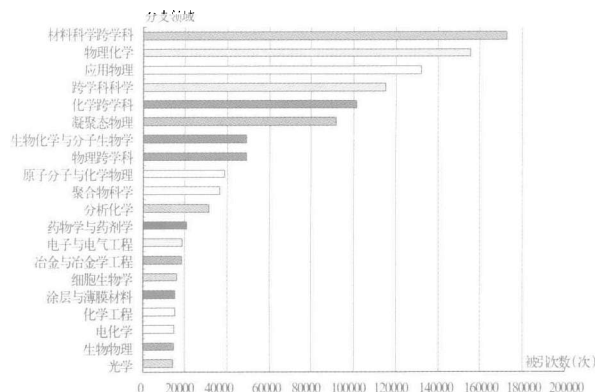


图4 1996-2001年与纳米相关的论文的被引次数排名

*资料来源:《近5年世界纳米科技回顾与分析》课题报告

5.2 学科发展的相对比较优势及其国际影响力

下面从国家层面、机构层面和学科领域层面举例说明。

实例一:国家间的比较。科学产出影响及学科相对优势的“国际比较”。以引文份额与学科相对比较强度作为集成指标,以国际可比标准来测度分析国家的科学产出影响及学科相对优势,如图5、图6所示。图5呈现了用这一指标比较美国、英国、德国等国家在不同学科的研究产出影响以及其学科的相对优势。图中包络线所示的范围越大,表示该国在该学科上的国际影响力(限于科学产出方面)越大。由图5可见,美国比英国和德国学科产出影响和引文影响的包络线所覆盖的面积要大得多。美国在20个学科领域的总引文占世界总引文份额的40%以上;各学科的引文数量占世界相应学科的引文份额

都在21.7%—61%之间,远高于其他国家,美国科学实力全面领先于世界各国。尤其是在生命科学和空间科学等学科的引文占世界相应学科引文的份额更大。英国各学科的引文所占世界相应学科引文的份额则在4.7%—10.3%之间,德国在3.5%—11.3%之间。中国、巴西和印度的研究产出影响和学科相对比较优势包络线的学科分布图形极不对称(图6所示)。中国在材料科学占4.47%、数学占3.17%、化学占2.59%、工程学占2.46%、物理学占2.27%,这些学科的引文远高于生命科学领域。巴西在农业占7.79%,计算机学科占4.59%,这两门学科的影响远大于其他学科的影响。

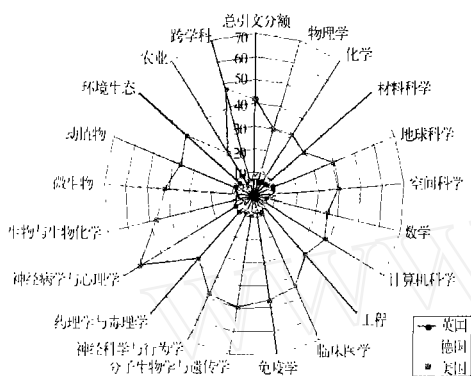


图5 美、英、德3国在20个学科的科学影响比较

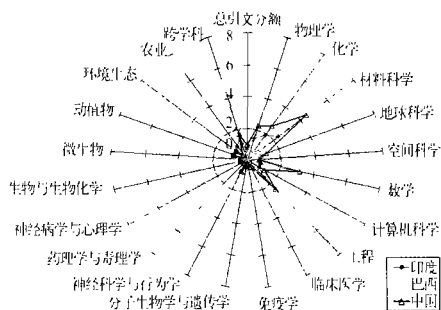


图6 中国、印度、巴西3国在20个学科的科学影响比较

实例二:机构层面科学产出的国际影响和学科的相对比较优势。以国际对比机构各自的总引文占世界总引文的份额和每个学科占世界相应学科的引文份额为指标,对国际上8个国家的11个研究机构进行比较,了解它们在国际上的位置、各机构自身的学科分布及具有相对比较优势的学科。仅以德国马普学会和法国科研中心的科学影响比较(见图7)、日本理化所的科学影响比较(见图8)。从图中所看到马普学会(MPG)的包络线覆盖面积最大,其次是法国科研中心(CNRS),它们的包络线相对比较对称,表明MPG和CNRS的研究产出总体影响较之所比的其它机构大。日本理化所的影响包络线可在一定程度上反映出其学科布局的特点,除物理、化学、材料科学和工程外,更多地是与生物和医学交叉的领域。

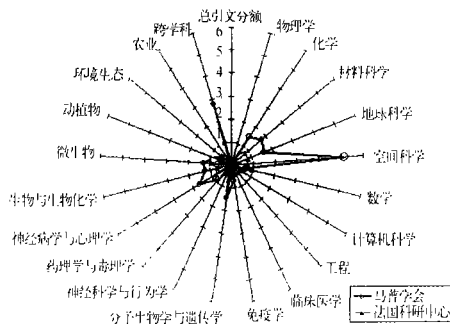


图7 马普学会和法国科研中心科学影响比较

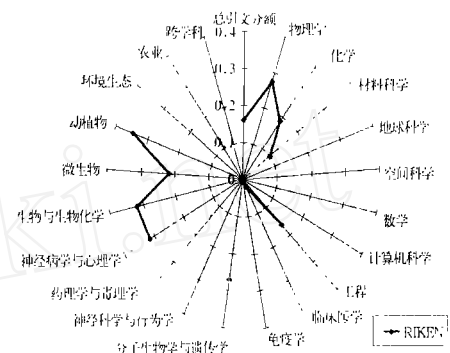


图8 日本理化所(RIKEN)的科学影响分布

实例三:学科层面论文相对影响的国际比较。以物理学学科为例,对其科学产出的相对影响进行国际比较。图9非常直观地显示出了23个国家和地区1997—2001年的物理论文的相对引文影响的分析比较结果:论文被引次数比世界平均值高的国家有瑞士、美国、荷兰、德国、英国、意大利、加拿大、比利时、澳大利亚等,表明这些国家物理论文的相对引文影响高于世界平均引文影响的水平,其物理论文的质量相对较高。排名第一的是瑞士,其论文被引次数比世界平均值高88%。中国、日本、巴西、印度、韩国等国家物理论文的相对引文影响均低于世界平均引文影响。

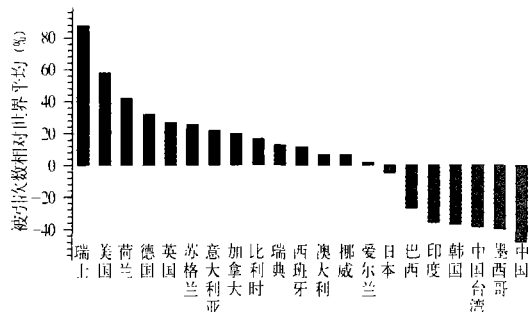


图9 1997—2001年23个国家和地区物理论文的影响比较

*资料来源:《我国及中国科学院物理学优先发展领域及影响的国际比较分析》课题报告。

实例四:物理学61个分支领域相对于世界平均的位置。利用相对比较优势指标(PI)对61个物理分支领域的相对比较优势领域进行比较,分析不同国家在相同时段的研究重点。相对比较优势指标值大于1、小于1和等于1,分别表示某国在具体领域的论文产出高于、低于和等于世界平均值。在此仅以原子和分子物理为例说明中国等10个国家与世界平均水

的比较,如图10所示。中国有4个相对比较优势的分支领域:原子和分子理论(代码为p31);原子光谱及原子与光子相互作用(代码为p32);原子和分子的特性;实验设备和技术(代码为p35);具体原子和分子的研究(代码为p36)。分子光谱及分子与光子相互作用(代码为p33)是我国接近世界平均的分支领域。

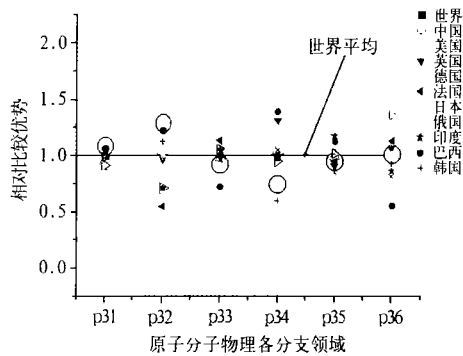


图10 中国等10国在原子分子物理领域的相对比较优势领域

*资料来源:《中国及中国科学院物理学优先发展领域及影响的国际比较分析》课题报告

实例五:目标机构与对比机构在学科领域的影响力比较。此例采用了与科学产出、影响、研究图谱和国际合作等方面的相关指标体系,辅以对这些机构的科研活动相关的研发经费、科研人员、研究项目、研究方向、战略定位等要素进行综合比较分析。

在此,关注中国科学院物理所和国际著名研究机构在学科领域的影响比较,在11个领域相对于世界的位置以及在各领域的相对优势。以“CPP/FCSm”,即某机构篇均引文数与其发表于ISI期刊的某领域论文的平均引文数之比为主要指标,该指标值大于1,表明该机构的论文被引的频率较之世界平均值的高,反之亦然,分析各机构在11个领域相对于世界的位置以及在各领域的相对优势。表1和图11以原子分子与

表1 各机构在1998-2000与2002-2004时间段在物理分支学科领域的相关指标

| 时间段 | 领域 | 论文总数(P) | 引文总数(C) | 篇均引文数(CPP) | 1CSm | CPP/FCSm | 机构 |
|-----------|------------|---------|---------|------------|------|----------|----------|
| 1998-2000 | 原子、分子与化学物理 | 30 | 613 | 20.43 | 5.52 | 3.70 | MIT 物理系 |
| | | 65 | 373 | 5.71 | 5.52 | 1.04 | 北京大学物理学院 |
| | | 17 | 116 | 6.82 | 5.52 | 1.24 | 东京大学物性所 |
| | | 39 | 612 | 16.16 | 5.52 | 2.98 | 卡文迪什实验室 |
| | | 14 | 110 | 7.86 | 5.52 | 1.42 | 马普物理所 |
| 2002-2004 | 原子、分子与化学物理 | 42 | 366 | 8.71 | 5.52 | 1.58 | 中国科学院物理所 |
| 31 | | 189 | 5.56 | 1.63 | 3.41 | MIT 物理系 | |
| 50 | | 79 | 1.58 | 1.63 | 0.97 | 北京大学物理学院 | |
| 32 | | 28 | 0.88 | 1.63 | 0.51 | 东京大学物性所 | |
| 41 | | 168 | 3.82 | 1.63 | 2.31 | 卡文迪什实验室 | |
| | | 35 | 71 | 2.03 | 1.63 | 1.21 | 马普物理所 |
| | | 58 | 163 | 2.81 | 1.63 | 1.72 | 中国科学院物理所 |

注:“FCSm”:某机构发表于ISI期刊的某领域论文的平均引文数
CPP/FCSm:某机构篇均引文数与其发表于ISI期刊的某领域论文的平均引文数之比

化学领域为例,比较中国科学院物理所、北京大学物理学院、MIT物理系、日本东京大学物性所、马普物理所、卡文迪什实验室等机构在各分支领域相对于世界平均的水平。北京大学物理学院的CPP/FCSm值接近1,其余各机构的CPP/FCSm值都在1以上。中国科学院物理所的CPP/FCSm值高于马普物理所的值,也高于北京大学物理学院。表明它们的研究产出被引的频次高于世界平均水平,具有相对比较优势。

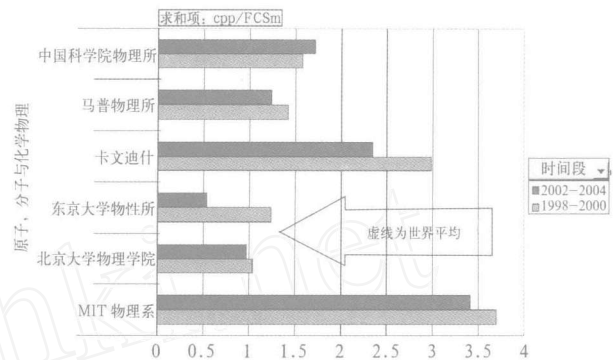


图11 原子、分子与化学物理领域各机构在2000-2002与2002-2004年的影响比较

*资料来源:《世界科学中的中国科学院——所情分析》课题报告

上面仅谈及了学科战略情报研究方法的一部分,其所涉及的测度体系每一种都有局限性。对学科战略情报研究的实践不仅仅是上面的定量分析,在实践中往往是将各种事实、事件和客观调查、文献和专利数据等信息按需求加以综合分析,再结合政策含义等得到可供决策依据的研究报告。对学科战略情报而言,还有揭示学科内部的知识结构、学科的发展方向及其变化等内容,并以可视化方式对这些予以呈现。

参考文献:

- 李思一. 战略决策与信息分析. 北京: 科学技术文献出版社. 2001.1-29
- 罗式胜. 从文献计量学、科学计量学到科学技术计量学, 图书馆论坛, 2003,23(6):151-153
- 黄亚明, 何钦成. 科技评估中常用的方法, 中华医学科研管理杂志, 2004,17(1):12-14
- Geisler E 著, 周萍等译. 科学技术测度体系. 北京: 科学技术文献出版社. 2004.70-85
- Bibliometric indicators and analysis of research system.[2005-12-11].http://www.oecd.org/
- King D A. The scientific impact of nations. Nature 2004, (6997): 311-316
- 庞景安. 科学计量研究方法论. 北京: 科学技术文献出版社. 2002.275
- Eliezer G. The measurement of scientific activity. Scientometrics, 2005,62(2):155-163
- 谭宗颖. 12国科学产出影响及学科优势的国际比较——基于引文统计的分析. 中国基础科学, 2006,8(2):32-36

[作者简介] 谭宗颖,女,1957年生,研究员,硕士生导师,发表文章40余篇,撰写研究报告40余篇。