

# 从文献计量看世界各国科技发展态势

张玉华 潘云涛 马峥

科技的发展必然带来科技文献量的增加。科技论文是基础研究工作的主要产出形式，而专利则代表了一个国家的创新能力，科技论文数量和专利拥有量已经成为评价一个国家（地区）科研和创新能力的依据，也是衡量一个国家综合国力的指标。

纵观近期各国科技论文数量和专利拥有量，以此粗略了解一些国家乃至世界的科技发展走向。

本文就下列四个方面进行统计和简要分析：

- 一、从世界和各国论文总数的变化趋势看世界科技的发展
- 二、世界两大研究热点（基因和纳米）产出论文的状况分析
- 三、从各国专利数的变化看其创新能力
- 四、从世界科技期刊的影响变化看世界交流的活跃性

本文选择了包括中国在内的十二个国家和地区作为比较研究的对象，分别是：

- 一、科技发达国家和地区：美国、英国、日本、德国、法国和俄罗斯
- 二、科技发展国家和地区：中国、印度、巴西、韩国、新加坡和中国台湾省

数据来源选用美国科学信息研究所（ISI）出品的科学引文索引（SCI）和期刊引证报告（JCR），数据时段为 1997 年至 2001 年。

## 一、从世界和各国论文总数的变化趋势看世界科技的发展

1997 年至 2001 年的五年中，世界科技论文数总体上呈现出逐年增长的趋势，图 1 是根据 SCI 统计得到的世界科技论文总数在五年中的变化。图 2 分别列出了 12 个国家和地区论文数的变化情况。从中可以看出，除了俄罗斯因前期国家政治体制较大变动所带来的影响而使之论文数有所减少外，各个国家和地区的论文数都有不同程度的增长，显示出世界科技向前发展的趋势。

图 1 1997-2001 年世界科技论文总数变化

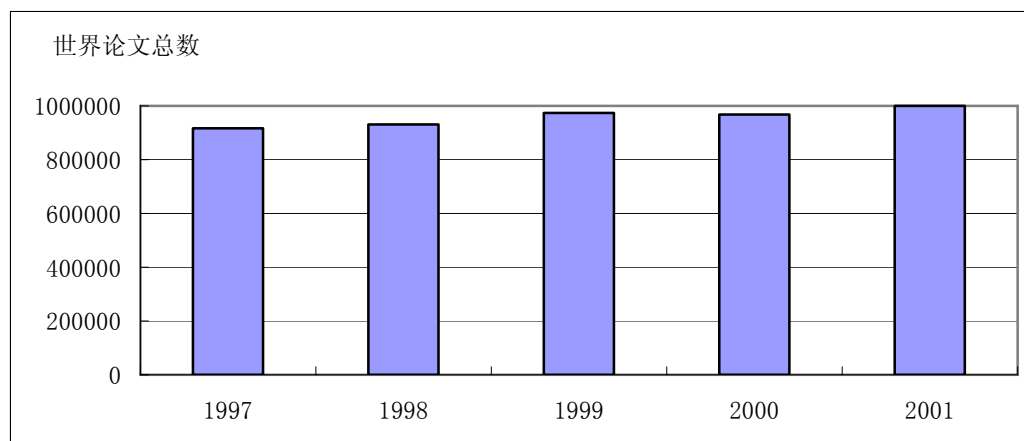
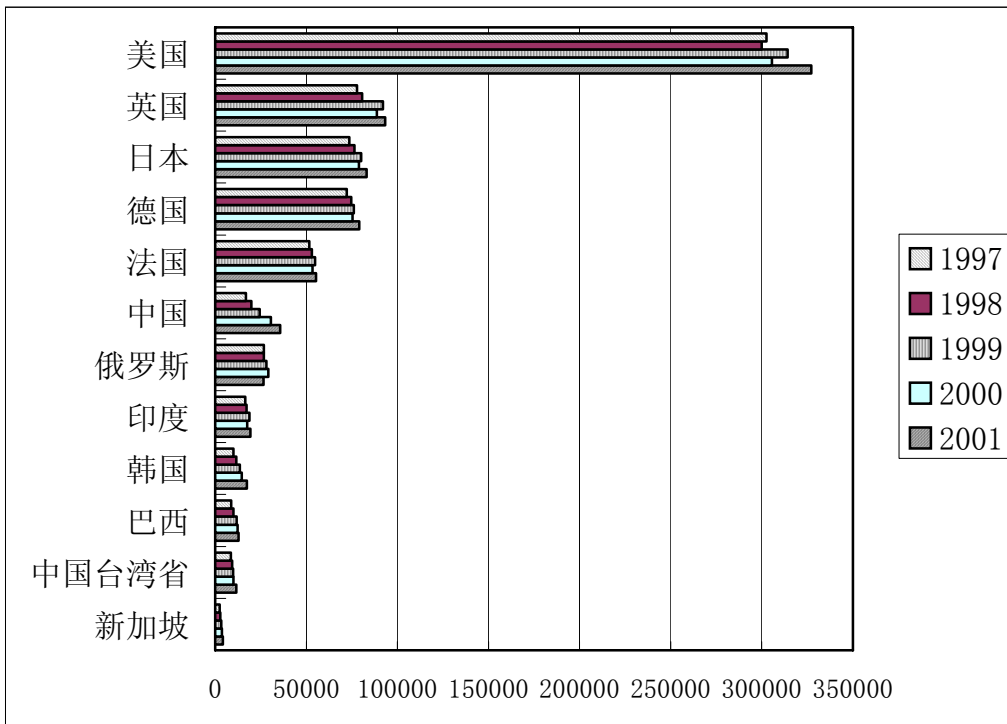
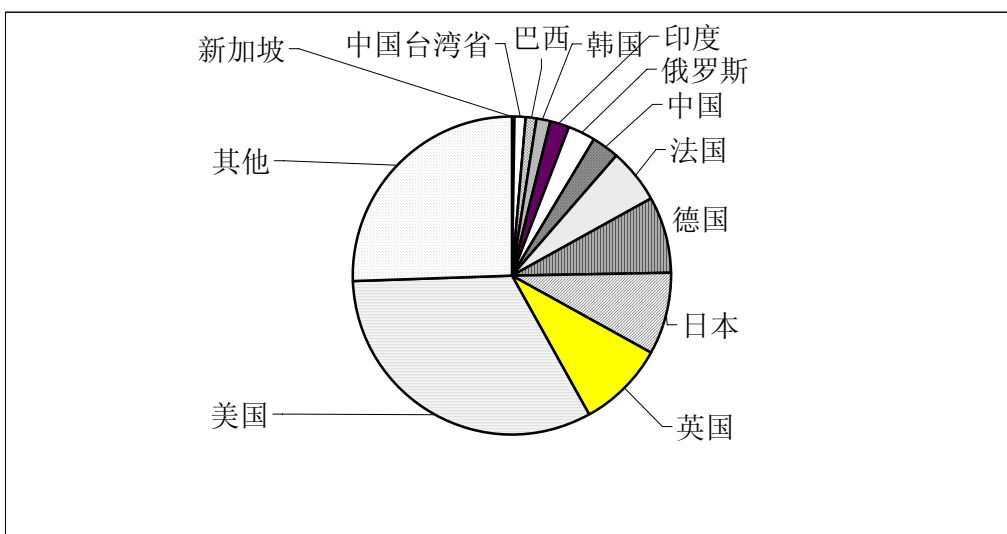


图 2 1997-2001 年 12 个国家和地区科技论文数变化



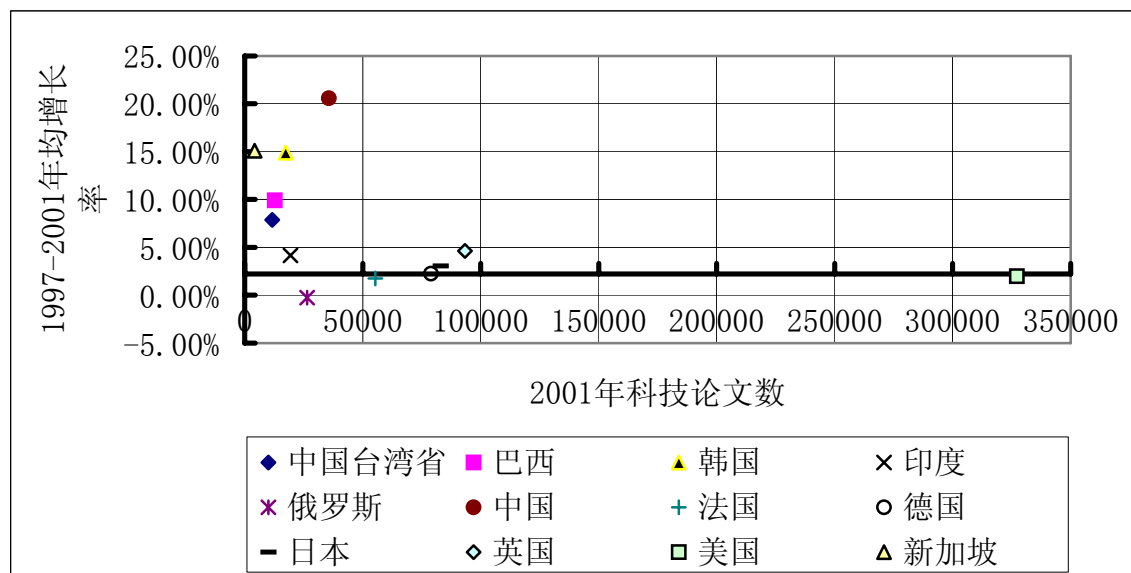
从五年中各国论文总数占世界份额看，科技发达国家占有绝对的优势。通过图 3 可以看出，美国、英国、日本、德国和法国五年的论文总数达到 4,787,483 篇，占世界论文总数的份额为 63.06%。美国的论文总数为 1,549,388 篇，约占世界论文总数的三分之一。与之相比，发展中国家的所占的比例较低。虽然中国近期论文数量增长较快，但所占份额只有 2.66%。

图 3 1997-2001 年 12 个国家和地区累计科技论文总数占世界论文总数的比例



五年中世界论文的年均增长率为 2.21%。从图 4 可以看到，科技发达国家中的美国、法国和俄罗斯的年均增长率低于世界年均增长率，而发展中国家和地区的年均增长率全部高于世界年均增长率。中国的科技论文年均增长率达到 20.62%，是世界年均增长率的近 10 倍。增长率超过 10% 的发展中国家还有新加坡、韩国和巴西。

图 4 12 个国家和地区 2001 年科技论文数和 1997-2001 年平均增长率的对比



总的来说，对于世界科技论文数的产出，发达国家占的份额十分大，但增长率却较低，高于世界增长率的只是英国和德国。而发展中国家虽然科技论文产量还较低，但增长率却是非常高的。

## 二、世界两大研究热点（基因和纳米）论文产出状况分析

21 世纪是生命科技和信息科技高速发展和广泛应用的时代，而纳米科学和技术将促进包含这两个领域的所有技术的发展。目前所有科技发达国家的政府和企业都对纳米科技研究给予大量的投入，试图抢占 21 世纪科技战略制高点。许多西方国家和企业已经将纳米技术列为国家机密和商业机密，严格控制对外出口。包括中国在内的欠发达国家也不甘落后，向纳米研究领域进行了一定的投入，开展研究和开发利用。

目前在生命科学的研究中，基因研究相当活跃，研究成果大量涌现。2002 年 6 月 26 日，美国、日本、德国、法国、英国和中国六国科学家同时宣布人类基因工作草图绘制完成。这项重大研究成果标志着人类在研究自身的过程中迈出了关键的一步。

这两项热点研究领域，仍将有许多新理论有待探索和发现，目前还主要以研究论文的形式发表。因此，从各个国家和地区纳米和基因研究论文发表的数量及其变化趋势的统计，可以反映出各个国家和地区科技研究能力和在国际上所处的地位，还可以看出该学科发展的趋势走向。

(一) 基因论文

1, 1997-2001 年世界基因论文的产出情况

基因作为生命科学领域的一个研究热点，研究成果丰硕，以文献形式发表的数量很大。从表 1 看，随着 SCI 论文总数的逐年增加，基因论文产出量也是逐年上升，与总数的比例基本上保持在 2.1%，趋于平稳增长。

表 1 世界基因论文数和所占比例

年代	基因论文数	SCI 论文总数	所占百分比%
1997	15994	745819	2.1
1998	16557	770591	2.1
1999	16542	785222	2.1
2000	16371	778453	2.1
2001	17098	815463	2.1

2, 各比较国和台湾省的基因论文数产出情况

1997-2001 年的五年间，各年的基因论文数呈逐年上升之势。通过表 2 看出，美国、日本、英国、德国和法国五个科技强国所产出的基因论文数占基因论文总数的比例已经达到 81.33%。与之相比，发展中国家的中国和韩国在此期间产出的基因论文数占总数的比例分别为 1.61%和 1.68%，稍高于俄罗斯。而其他的发展中国家和地区都达不到 1%。

表 2 《SCI》收录的基因论文数及部分国家地区相关情况

年代	世界	美国	英国	德国	法国	日本	俄罗斯	中国	印度	巴西	韩国	新加坡	中国台湾省
1997	15994	7254	1436	1356	1055	2131	161	145	76	69	201	27	135
1998	16557	7080	1603	1446	1192	2299	180	196	106	92	254	30	134
1999	16542	7096	1577	1455	1156	2319	146	239	77	136	256	39	123
2000	16371	6833	1338	1427	1098	2234	204	330	91	140	313	42	191
2001	17098	7295	1303	1539	1156	2469	225	422	133	142	365	47	210
总计	82562	35558	7257	7223	5657	11452	916	1332	483	579	1389	185	793
份额 (%)	100	43.07	8.79	8.75	6.85	13.87	1.11	1.61	0.59	0.70	1.68	0.22	0.96
年均增长 (%)	1.71	0.22	-1.94	3.30	2.56	3.90	10.73	30.77	19.11	21.38	16.51	15.18	14.07

但从各年基因论文数占总论文数的比例比较，中国呈现出快速增长的趋势，1997-2001 年所占的百分比分别为 0.9%、1.2%、1.4%、2.0%和 2.5%。而美国则呈现出下降的趋势，1997-2001 年所占的百分比分别为 45.4%、42.8%、42.9%、41.7%和 42.7%。

1997-2002 年世界基因论文年均增长率为 1.71%。日本、德国和法国高于此值，美国和英国低于此值，而且英国出现了负增长。中国、印度、巴西、韩国和新加坡的情况比较接近，论文数所占比例较低，但论文数的年增长率都高于世界年均值。中国台湾省的增长率也超过了世界年均值。中国的年均增长率是最高的，达到 30.77%。

## （二）纳米论文

### 1, 1997-2001 年世界纳米论文的产出情况

纳米作为另一世界研究热点话题，发展非常迅速，加之广泛的应用前景，使各国都加大了科技投入。因此从论文的产出数量看，呈现出逐年上升的趋势，纳米论文数占 SCI 论文总数的比例也呈现出逐年上升的趋势。从表 3 可以看出，1997-2001 年的五年间，纳米论文数由 2798 篇增加到 7656 篇，增加了近 3 倍，所占总数的比例由 0.38% 增到 0.94%，增加了 2.5 倍，增长势头仍在继续。

表 3 世界纳米论文数和所占比例

年代	纳米论文数	SCI 论文总数	所占百分比%
1997	2798	745819	0.38
1998	3599	770591	0.47
1999	4866	785222	0.62
2000	5439	778453	0.70
2001	7656	815463	0.94

### 2, 各比较国和台湾省的纳米论文产出情况

1997-2001 年的五年间纳米论文产出呈现出上升趋势，论文产出总数为 24358 篇。通过表 4 可以看出，科技发达的五个国家美国、英国、日本、德国和法国共计 14673 篇，占总数的 60.23%。中国在此期间的论文数为 2482 篇，占总数的比例为 10.19%。按照五年产生的纳米论文数排位，中国居世界第三位，仅次于美国和日本。1997-2001 年中国各年纳米论文产出数占世界纳米论文总数的比例分别为 8.22%，7.83%，9.57%，10.86% 和 11.92%，其增长趋势也是十分明显的。2001 年的数据与 1997 年相比，美国纳米论文产出所占的份额由 28.31% 增加到 32.38%，增加了 3.97 个百分点；日本纳米论文产出所占的份额由 12.76% 增加到 13.35%，增加了 0.59 个百分点；中国则增加了 3.70 个百分点。

表 4 《SCI》收录的纳米论文数及部分国家地区相关情况

年代	世界	美国	英国	德国	法国	日本	俄罗斯	中国	印度	巴西	韩国	新加坡	中国台湾省
1997	2798	795	103	258	209	357	134	230	42	8	27	8	23
1998	3599	1041	130	332	220	450	144	282	62	10	48	15	29
1999	4866	1269	165	412	288	564	200	466	95	28	116	34	45
2000	5439	1333	188	475	334	648	215	591	109	36	151	50	52
2001	7656	2479	337	733	531	1022	318	913	224	85	329	85	122
总计	24358	6917	923	2210	1582	3041	1011	2482	532	167	671	192	271
份额 (%)	100	28.40	3.79	9.07	6.49	12.48	4.15	10.19	2.18	0.69	2.75	0.79	1.11
年均增长 (%)	29.09	35.97	36.58	30.60	27.78	31.00	25.44	42.29	55.27	92.42	91.87	82.81	57.86

从 1997-2001 年世界和 12 个国家和地区的纳米论文数的平均增长率来看，世界均值为 29.09%，在科技发达的五个国家中，除法国外，都高于世界平均增长率，而对于包含中国在内的发展中国家和地区，年均增长率都大大高于世界平均增长率，特别是论文数所占比例还不高的巴西、韩国、新加坡、印度和中国台湾省，年均增长率不仅高于世界，也高于中国。

由以上两个世界热点研究领域的研究产出论文的数据分析，大致可以得出以下结论：  
1997-2001年两大热点的研究产出论文仍呈上升之势。

两大热点研究领域，五年累计基因论文数为 82562 篇，纳米论文数为 24358 篇，前者是后者的 3.4 倍。这显示出生命科学时代已经来临；而从年平均增长率看，基因论文数的世界年平均增长率为 1.71%，而纳米论文数的世界年平均增长率为 29.09%，后者是前者的 17 倍。这显示纳米研究的发展速度超出了基因研究。

从世界各个国家和地区两大热点研究领域的论文产出量看，科技发达的美国、英国、日本、德国和法国等五个国家所占有的份额在基因领域中约为 80%，在纳米领域中约为 60%。由此看来，大量的有关科研成果仍被这些科技强国掌握。但是中国在纳米研究领域已有所突破，拥有较多的论文产出，所占世界份额已经超过了 10%。

就两大热点研究领域产出论文的年平均增长率来看，虽然发展中国家和地区产出论文的绝对数量所占份额较低，但增长率却高于世界平均水平，而且更远远超过科技发达国家，显示出发展中国家和地区的发展后劲。

### 三、从我国专利数的变化看创新能力

美国不仅是基础研究产出大国，也是专利拥有量大国，美国本土专利或其它国家获得的美国专利较为集中体现了世界各国的创新能力。从美国专利商标局 2002 年 4 月在技术评估与预测报告《Technology Assessment and Forecast Report》中发布的美国和世界各国在美国获取的专利数量看：

表 5 美国专利局授予的各国专利数（1997-2001）

	1997	1998	1999	2000	2001	5年累计	所占比例
世界总数	124146	163209	169146	176084	184051	816636	100.00%
美国	69922	90701	94090	97014	98663	450390	55.15%
日本	24191	32118	32514	32923	34890	156636	19.18%
德国	7292	9582	9895	10822	11894	49485	6.06%
法国	3202	3991	4097	4173	4456	19919	2.44%
英国	2904	3726	3900	4090	4356	18976	2.32%
中国台湾省	2597	3805	4526	5806	6545	23279	2.85%
韩国	1965	3362	3679	3472	3763	16241	1.99%
新加坡	100	136	152	242	304	934	0.11%
巴西	67	88	98	113	125	491	0.06%
中国	66	88	99	163	266	682	0.08%
印度	48	94	114	131	179	566	0.07%

通过表 5 可以看出：

1997-2001 年的五年中，美国专利数为 2548929 件，美国本土为 450390 件，只占总数的 55.15%，即是说，近一半的专利是其它国家（地区）在美国获取的。从此看出，在美国本土上出现的世界各国的技术竞争也是很激烈的。美国的技术优势相当部分也被其它国家占领。

从各年和五年累计的专利数看，包括美国在内的各国（地区）都是呈正增长态势，显示出的世界各国创新能力愈发强劲。

从在美国取得的专利数和所占比例看，显然科技发达国家具有较大的优势，首先是日本，专利数占美国专利总数的份额已接近 20%，德国、法国和英国也占有 2% 以上的份额。相比之下，发展中国家就较弱，但韩国专利数所占美国专利份额已接近 2%，中国专利数较少，所占份额较低，显示出的技术创新能力还较弱。至少在与美国的技术竞争中还处于劣势。

#### 四、从世界科技期刊的影响变化看世界科技交流的活跃性。

科技期刊是展示科学技术发展的一扇窗口，也是科技人员进行学术交流的重要阵地。许多重大的科学发现，以及各类科研成果都会以各类文献的形式发表于科技期刊中。

以下通过 ISI 近 5 年来选用科技期刊的数量变化，以及评估期刊的主要文献计量指标影响因子和总被引频次的变化，看世界科技的信息交流的活跃程度。

随着学科的发展，高新技术的出现，以及学科的交叉和细分，科技期刊的数量呈逐年上升之势，世界科技期刊已接近 10 万种。ISI 有一套较为科学和合理的选刊原则，有由 21 位专家（含 2 位诺贝尔奖获得者）组成的评估小组，为适应世界科技的发展变化，每年都将对新出现的期刊或较有影响的国际期刊进行评估，并将适时地将具有一定质量和具有代表性的国际科技期刊增加到 SCI 数据库中，以作为检索和科研成果评估之用。可以说，选用期刊数量的变化也反映了世界科技的发展。

表 6 从世界科技期刊的影响变化看世界科技交流的活跃程度

年度	1997	1998	1999	2000	2001	增长率%
ISI 评估的世界期刊数	4963	5467	5553	5685	5748	15.8
ISI 评估的中国期刊数	20	32	36	47	60	200.0
评估期刊的平均影响因子值	1.279	1.276	1.365	1.400	1.467	14.7
评估中国期刊的平均影响因子值	0.214	0.22	0.275	0.299	0.386	80.4
评估期刊的平均被引频次	2773	2729	2863	2889	3013	8.7
评估的中国期刊的平均被引频次	241	221	277	293	357	48.1

在 1997-2001 年中，ISI 评估的期刊数量逐年递增，由 4963 种增至 5748 种，增长了 15.8%；我国期刊被评估的数量也是逐年上升，由 20 种增至 60 种，增长率达 200.0%。

期刊的影响因子的概念是美国 SCI 数据库开创者 E.加菲尔德 1972 年提出的，它可表示期刊影响力的大小，从数值上看，它显示的是期刊中刊载文献的平均被引用数，被引用数愈高则影响愈大。从五年中评估期刊的平均影响因子值变化看，由 1997 的 1.279 增至 1.467，增加 0.188，增长率 14.7%；同期中国被评估期刊的影响因子值由 0.214 增至 0.386，增加 0.172，增长率 80.4%，由此数据看，世界被评估期刊的影响力在加大，相比，中国被评估期刊的影响力也在加大，而且增长率超过世界值，只不过绝对数值低于世界平均值，期刊的影响力低于世界平均水平。

期刊的总被引频次的概念也是首发于 E.加菲尔德，是评估期刊实际作用的又一指标，指期刊创刊以来发表的文献在评估当年获得的被引用绝对数，显然，被引用数愈高，期刊获得的应用愈多。随着科技的发展和交流的活跃，一般来说，期刊中文献获得的应用愈广。如 1997-2001 年 5 年中，评估的世界期刊的平均总被引频次由 2773 次增至 3013 次，五年中平均增加了 240 次，增长了 8.7%；与此同时，中国被评估期刊的该项值由 241 次增至 357 次，

增加 116 次，增长了 48.1%。与影响因子情况相同，中国期刊的该值的增长率高于世界平均值，绝对数值低于世界平均值。从世界期刊和中国期刊的指标变化增长来看，国际科技交流的速度在加快，中国的科技虽然与世界水平还有差距，但是发展速度非常快。

参考文献:

1. ISI, Journal Citation Report 1997-2001
2. ISI, SCI CDE 1997-2001
3. ISI, SCIE 1997-2001
4. US PATENT Trademark Office, Technology Assessment and Forecast Report, 2002.4