



材料科学十年：中国与世界

——基于2004—2013年WoS论文的文献计量分析[☆]

谭宗颖^{1*} 龚旭² 刘小玲¹ 朱相丽¹ 陶斯宇¹ 万昊^{1,3} 卫垌圻⁴ 鲁晶晶⁵ 王婷⁶ 张超星⁶

1 中国科学院文献情报中心 北京 100190

2 国家自然科学基金委员会 北京 100085

3 中国科学院大学 北京 100049

4 中国科学院心理研究所 北京 100101

5 中国公安大学 北京 100038

6 中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190

*通讯作者E-mail: tanzy@mail.las.ac.cn

[摘要] 该文以2004—2013年间中国与世界材料科学的WoS论文为样本，对论文的产出规模、学术影响力、高被引论文表现、国际合作、分支学科领域布局等相关指标进行了文献计量分析，旨在了解中国与世界材料科学的发展态势，比较中国与世界相关国家的研究实力，分析中国材料科学领域的优势与不足，为制定材料科学发展战略和学科政策提供参考。

[关键词] 材料科学 学科评估 学科布局 国际合作 科学计量

DOI: 10.15978/j.cnki.1673-5668.201703001

1 引言

材料科学是研究材料成分、制备与加工、组织结构与性能、材料使用性能诸要素以及各要素之间相互关系的科学，它既是以探索材料科学技术自身规律为目标的基础学科，又是与工程技术密切相关的应用学科。因材

料科学在人类生产生活中举足轻重的地位，许多发达国家和新兴经济体都高度重视材料科学的研究与应用。近年来，我国材料科学发展迅速，进展显著，科研规模和影响力已居世界前列，但仍然存在发展的“短板”。为了解在国际背景下我国材料科学领域的现状、优势与不足，有必要绘制材料科学发展“地貌图”，为制定我国

[☆] 本文系国家自然科学基金委员会政策局软课题《材料科学学科发展态势评估》（项目编号：L1422011）研究成果。

《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社编者注：本文中涉及香港、台湾的“国家”均应为“国家（地区）”，“国”均应为“国（地区）”，“countries”均应为“countries（regions）”。



材料科学的发展战略提供依据和参考,使得材料科学更好地服务于我国经济发展与社会进步。

本文以科睿唯安 (Clarivate Analytics) (原汤森路透) 的 *Web of Science*¹ (缩写 *WoS*) 数据库在2004—2013年间的SCI论文 (以下简称 *WoS* 论文) 为样本,对中国与世界主要国家材料科学论文产出规模、学术影响力、高被引论文表现、国际合作、分支学科领域布局等进行评估,为了解中国与世界材料科学的发展态势提供参考,为制定材料科学发展战略和合理配置科技资源提供依据。

2 总体发展态势

2.1 论文产出规模

论文是科研产出的主要形式之一,论文数量可在一定程度上反映研究规模的大小。

2004—2013年,世界材料科学 *WoS* 论文总量近110万篇,以7.0%的年均增长率逐年增长,从2004年的约7.9万篇增至2013年的约14.5万篇。同期,中国材料科学 *WoS* 论文数以17.3%的年均增长率快速增长,从2004年的约1.01万篇增至2013年的约4.25万篇,增长超过3倍 (图1,表1)。

这10年间,中国材料科学 *WoS* 论文总数为24.0万篇,占同期世界本领域论文总数的22.0%;在前后两个5年期,中国材料科学 *WoS* 论文数的世界排名从第2位上升至第1位,世界份额也从16.7%增至25.8%。自2009年起,中国材料科学 *WoS* 论文总数超过美国而稳居世界第一位;2009—2013年,美国、日本、德国分别排名世界第2、第3和第4位 (图1,表1)。

2.2 学术影响力

论文的被引频次是反映科研成果受关注程度和影响力的基本指标,本文采用论文的总被引频次、篇均被引频次和相对引文影响 (RCI)² 这三个指标,分别测度一个国家论文学术影响力的整体状况、平均状况以及与世界平均水平相比的相对状况。

从材料科学 *WoS* 论文的总被引频次来看,2004—2013年,美国总被引频次的世界份额为33.7%,居世界首位;中国的世界份额为16.8%,排名世界第2位。中国材料科学 *WoS* 论文被引频次在前后两个5年期的世界份额增长了近一倍,从12.8%上升到23.2%,与美国的差距显著缩小 (图2,表2)。

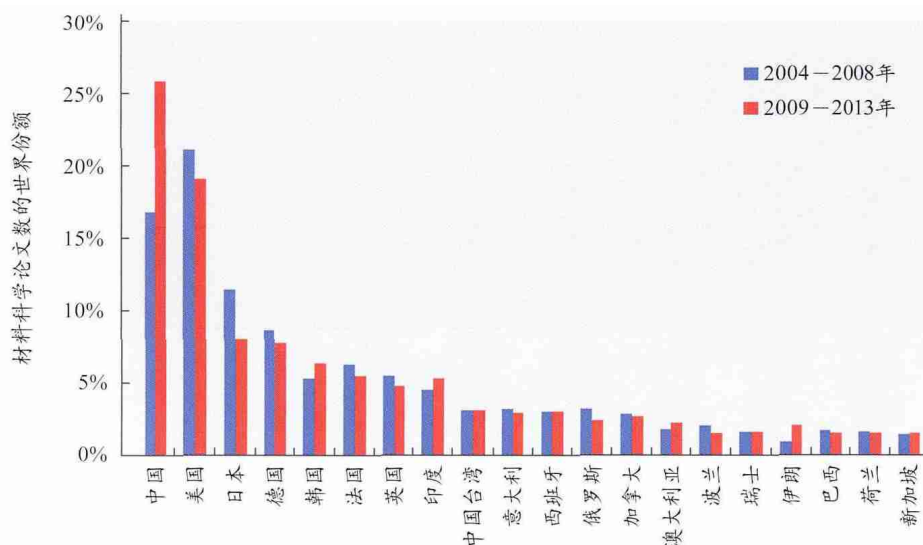


图1 材料科学领域Top20国/地区在两个5年期WoS论文数的世界份额

¹ *Web of Science*.

http://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=Z2sZUUS6GBtEwMwmUul&preferencesSaved=

² 注: 相对引文影响 (relative citation impact, RCI) 指标表示某国在某领域发表论文的篇均被引频次与世界该领域论文的篇均被引频次之比。该指标用以测度一个国家 (机构或领域) 的论文在世界的相对影响力。RCI指标大于 (小于) 1, 表示该国该领域的论文在给定时期的影响高于 (低于) 世界该领域论文的平均影响; RCI等于1, 表示该国该领域论文影响与世界该领域的影响相当。

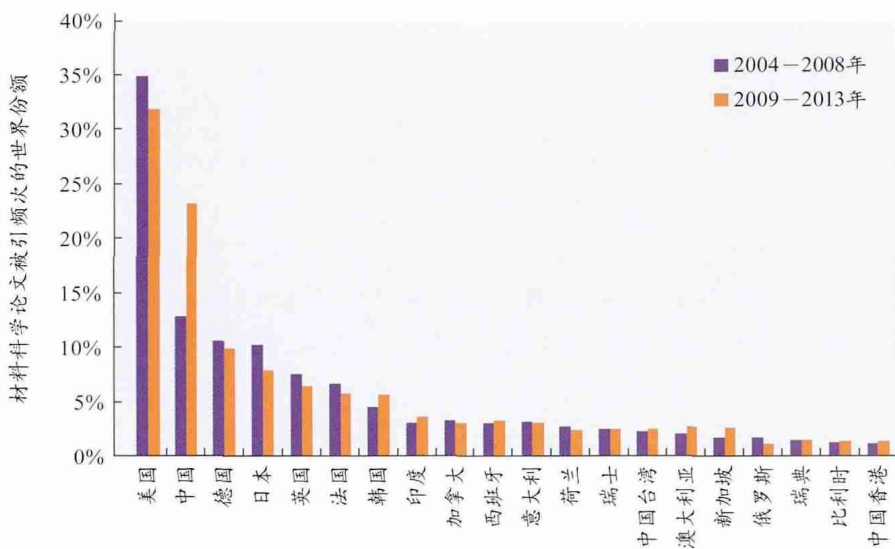


图2 材料科学领域Top20国/地区在两个5年期WoS论文被引频次的世界份额

从材料科学WoS论文的篇均被引频次来看，2004—2013年及其前后两个5年期，中国材料科学领域论文的篇均被引频次分别为12.5次/篇、18.5次/篇和9.6次/篇，均低于同期世界均值，更低于美国、英国和德国。但从后一个5年（即2009—2013年）的数据看，中国与上述几个国家的差距在缩小（表3）。

从材料科学WoS论文的相对引文影响来看，2004—2013年间的后5年与前5年相比，中国、美国、德国和日本的相对引文影响均呈上升态势，但中国的RCI值仍低于同期世界均值（即RCI=1），更低于美国、英国和德国。此外，比较相关国家材料科学WoS论文的相对引文影响与论文规模的变化趋势可见，中国的RCI值提升

幅度低于论文规模的增长幅度，德国的RCI值提升幅度超过其论文规模的增长幅度，英国的RCI值则略有下降（图3，表1）。

2.3 高被引论文表现

学术界通常将论文被引频次居本领域世界前1%的论文作为高被引论文，简称“Top1%高被引论文”，它们可在一定程度上代表高质量的科研成果，也用以衡量卓越科学研究的产出。一国获得某领域Top1%高被引论文的世界份额越高，表明该国在该领域的高水平科研成果越多，科研实力越强。

2004—2013年，美国材料科学领域Top1%高被引

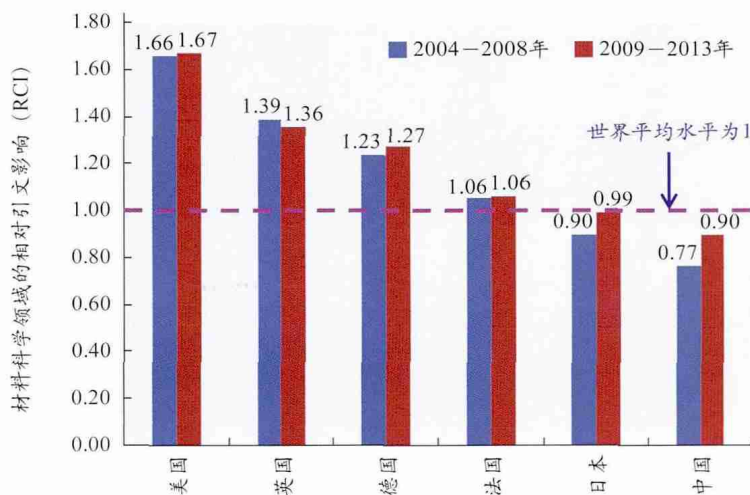


图3 两个5年期材料科学领域6国论文的相对引文影响



表1 材料科学Top20国/地区的论文数、世界份额及排名 (按2004-2013年论文数排名)

国家/地区	2004-2013年			2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2004-2008年			2009-2013年			份额变化/%	排名变化
	论文数/篇	世界份额/%	世界排名											论文数/篇	世界份额/%	世界排名	论文数/篇	世界份额/%	世界排名		
世界	1093364	-	-	78801	82166	91348	99638	105716	112392	116991	128251	133111	144950	457669	635695	-	-	-	-	-	-
中国	240341	22.0	1	10108	12203	15604	18020	20605	25169	27418	32554	36208	42452	76540	163801	16.7	2	25.8	1	+9.1	+1
美国	217368	19.9	2	17240	18001	19369	20609	21081	21467	23168	24438	25406	26589	96300	121068	21.0	1	19.0	2	-2.0	-1
日本	102606	9.4	3	10510	9908	10219	11042	10424	10442	9843	10288	9798	10132	52103	50503	11.4	3	7.9	3	-3.5	0
德国	88438	8.1	4	7219	7341	7708	8449	8487	8946	9382	10250	10035	10621	39204	49234	8.6	4	7.7	4	-0.9	0
韩国	63702	5.8	5	4042	4081	4652	5228	5861	6490	7080	8261	8710	9297	23864	39838	5.2	7	6.3	5	+1.1	+2
法国	62932	5.8	6	5079	5312	5638	5999	6548	6548	6513	6940	6922	7433	28576	34356	6.2	5	5.4	6	-0.8	-1
英国	54665	5.0	7	4631	4679	4942	5217	5417	5477	5686	6030	6131	6455	24886	29779	5.4	6	4.7	8	-0.7	-2
印度	53565	4.9	8	2949	3313	4082	4740	5325	5822	6039	6604	6754	7937	20409	33156	4.5	8	5.2	7	+0.7	+1
中国台湾	33274	3.0	9	2153	2341	3082	3126	3353	3668	3738	3964	3805	4044	14055	19219	3.1	11	3.0	9	-0.1	+2
意大利	33003	3.0	10	2777	2687	2683	3119	3188	3346	3493	3832	3692	4186	14454	18549	3.2	9	2.9	11	-0.3	-2
西班牙	32766	3.0	11	2365	2468	2737	2985	3090	3355	3552	3806	4121	4287	13645	19121	3.0	12	3.0	10	0.0	+2
俄罗斯	29397	2.7	12	2971	2737	2819	3003	2867	2867	2780	3055	3164	3134	14397	15000	3.1	10	2.4	13	-0.7	-3
加拿大	29104	2.7	13	2170	2348	2605	2668	2925	2959	3085	3354	3422	3568	12716	16388	2.8	13	2.6	12	-0.2	+1
澳大利亚	21599	2.0	14	1263	1413	1544	1694	1921	2170	2460	2705	2980	3449	7835	13764	1.7	15	2.2	14	+0.5	+1
波兰	18824	1.7	15	1817	1691	1779	1921	2105	1804	1744	1857	2002	2104	9313	9511	2.0	14	1.5	17	-0.5	-3
瑞士	16784	1.5	16	1260	1290	1385	1564	1543	1686	1845	1985	2095	2131	7042	9742	1.5	18	1.5	16	0.0	2
伊朗	16780	1.5	17	389	498	704	908	1279	1807	2235	2712	2975	3273	3778	13002	0.8	27	2.0	15	+1.2	+12
巴西	16695	1.5	18	1360	1265	1405	1506	1842	1768	1810	1717	1913	2109	7378	9317	1.6	16	1.5	20	-0.1	-4
荷兰	16596	1.5	19	1414	1434	1476	1523	1519	1779	1828	1837	1846	1940	7366	9230	1.6	17	1.5	21	-0.1	-4
新加坡	15642	1.4	20	1082	1121	1369	1252	1438	1491	1741	1944	2043	2161	6262	9380	1.4	19	1.5	19	+0.1	0
土耳其	15577	1.4	21	931	981	1213	1471	1522	1727	1650	1874	1985	2223	6118	9459	1.3	21	1.5	18	+0.2	+3
瑞典	14191	1.3	22	1144	1213	1264	1294	1269	1363	1473	1624	1686	1861	6184	8007	1.4	20	1.3	22	-0.1	-2

注：“排名变化”列中，正数表示进步的位次，负数表示退步的位次，0表示排名位次未变。



表2 材料科学Top20国/地区的论文总被引频次、世界份额及排名 (按2004-2013年论文被引频次排名)

国家/地区	2004-2013年			2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2004-2008年			2009-2013年			份额变化/%	排名变化
	被引频次/次	世界份额/%	世界排名											被引频次/次	世界份额/%	世界排名	被引频次/次	世界份额/%	世界排名		
世界	17904389	-	-	2189995	2239836	2212556	2207076	2230922	2038803	1774007	1475563	1026658	508973	11080385	-	-	-	-	-	-	-
美国	6034891	33.7	1	796480	794168	773691	755831	745360	664903	588940	452459	313601	149458	3865530	34.9	1	2169361	31.8	1	-3.1	0
中国	3000047	16.8	2	202578	246711	287616	316758	365999	399481	384549	367607	279679	149069	1419662	12.8	2	1580385	23.2	2	+10.4	0
德国	1844334	10.3	3	228111	233481	226810	228971	254620	204982	176494	144077	98196	48592	1171993	10.6	3	672341	9.9	3	-0.7	0
日本	1667189	9.3	4	265178	247656	215370	205229	196769	172431	139535	113733	76332	34956	1130202	10.2	4	536987	7.9	4	-2.3	0
英国	1271138	7.1	5	163260	172642	171897	176026	153413	132473	113339	90002	65432	32654	837238	7.6	5	433900	6.4	5	-1.2	0
法国	1122065	6.3	6	144888	150284	153919	137165	144192	125352	100955	81655	55174	28481	730448	6.6	6	391617	5.7	6	-0.9	0
韩国	882404	4.9	7	95046	99482	96797	101044	103478	100994	101809	88528	64538	30688	495847	4.5	7	386557	5.7	7	+1.2	0
印度	582109	3.3	8	59553	60183	67873	76831	74188	76564	59842	50585	35568	20922	338628	3.1	10	243481	3.6	8	+0.5	+2
加拿大	566564	3.2	9	72149	73478	72548	70719	67912	62026	53603	47751	31633	14745	356806	3.2	8	209758	3.1	10	-0.1	-2
西班牙	559397	3.1	10	60451	65462	70398	73074	66417	60004	59492	49585	36984	17530	335802	3.0	11	223595	3.3	9	+0.3	+2
意大利	551537	3.1	11	68311	79014	63632	65345	67311	61430	53940	45358	30712	16484	343613	3.1	9	207924	3.0	11	-0.1	-2
荷兰	450766	2.5	12	57621	64398	59107	60560	50818	49431	42685	31530	24164	10452	292504	2.6	12	158262	2.3	16	-0.3	-4
瑞士	444888	2.5	13	50108	59949	53612	55624	54394	48478	43546	38990	27162	13025	273687	2.5	13	171201	2.5	14	0.0	-1
中国台湾	416760	2.3	14	44866	49188	53592	51556	49035	52053	42866	37262	25224	11118	248237	2.2	14	168523	2.5	15	+0.3	-1
澳大利亚	406285	2.3	15	38360	39752	45311	42758	54036	51978	49019	39831	29801	15439	220217	2.0	15	186068	2.7	12	+0.7	+3
新加坡	359364	2.0	16	32227	38643	36231	35406	40981	41902	47163	38206	32600	16005	183488	1.7	17	175876	2.6	13	+0.9	+4
俄罗斯	266535	1.5	17	56140	39632	31731	32766	28402	24389	19375	15567	12548	5985	188671	1.7	16	77864	1.1	21	-0.6	-5
瑞典	265691	1.5	18	35151	35496	32846	35752	27199	28058	26915	21548	14920	7806	166444	1.5	18	99247	1.5	17	0.0	+1
比利时	219343	1.2	19	26654	24874	26715	26331	26731	24943	21168	20865	14080	6982	131305	1.2	19	88038	1.3	19	+0.1	0
中国香港	218183	1.2	20	26756	25561	27367	24746	24483	22805	22061	21287	15559	7558	128913	1.2	20	89270	1.3	18	+0.1	+2
伊朗	141235	0.8	27	6051	7474	9983	15117	17095	22103	23148	20176	13231	6857	55720	0.5	31	85515	1.3	20	+0.8	+11

注：“排名变化”列中，正数表示进步的位次，负数表示退步的位次，0表示排名位次未变。



表3 2004—2013年6国材料科学论文的篇均被引频次(次/篇)

国家	2004—2013年	2004—2008年	2009—2013年
世界平均水平	16.4	24.2	10.7
中国	12.5	18.5	9.6
美国	27.8	40.1	17.9
日本	16.2	21.7	10.6
德国	20.9	29.9	13.7
法国	17.8	25.6	11.4
英国	23.3	33.6	14.6

论文数的世界份额为48.5%，排名世界第1位，中国、德国、英国和日本分列第2至第5位，世界份额分别为18.0%、10.9%、8.5%和7.5%（表4）。

这10年间，中国材料科学领域Top1%高被引论文数增长迅猛，从2004年的46篇增长至2013年的446篇，增长了近9倍。比较2004—2013年的前后两个5年期，中国材料科学领域Top1%高被引论文数所占世界份额从8.2%提升至25.0%，与美国的差距也显著缩小（表4）。

3 国际合作状况

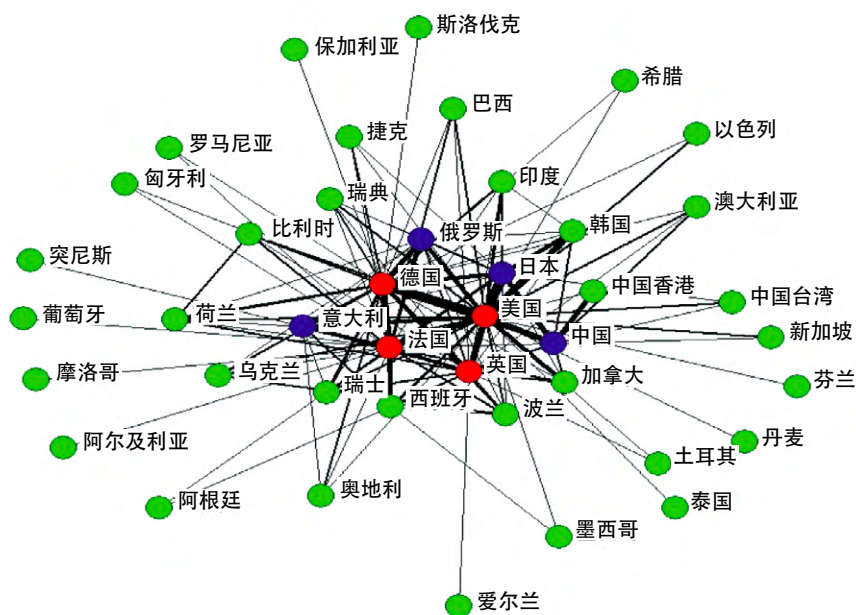
3.1 全球合作网络

在全球化时代，国际合作日益成为各国促进科技发展的重要手段之一。本文引入社会网络方法，通过构建材料科学领域主要国家国际合作论文的关联网络并结合整体中心度的定量分析，揭示主要国家国际合作对象的广泛程度及其在全球合作网络中的地位和作用。

2004—2013年，材料科学领域在全球范围内呈现出国际合作更加广泛、国家间合作强度不断加强的发展态势。图4和图5分别展现了不同年份主要国家材料科学领域论文的国际合作网络，图中的节点表示国家，节点的大小表示论文数的多寡，节点间连线及粗细表示国家间的合作关系及强弱（图4、图5）。

在相同的合著论文数阈值下，2004年，美国、英国、德国和法国处于合作网络的核心区域（红色点），是其他国家的主要合作对象；2013年，中国、日本、意大利、西班牙等国也进入国际合作网络核心区域（红色点）。2013年与2004年相比，材料科学领域的国际合作网络呈现出更加密集的特征，表明有更多国家参与该领域的合作研究（图4、图5）。

整体中心度用以测度各国在国际合作中合作对象的

图4 2004年材料科学领域国际合作网络³

³ 2004年和2013年的国际合作网络图均只显示合著论文数大于等于40的国家和连线；国家节点的颜色不同表明与其合作国家数量的差异，其中标注红色的国家表示与其合作国家的数量大于等于20，蓝色表示与其合作国家的数量大于等于10但小于20，绿色表示与其合作国家的数量小于10；2004年图的节点数为42个，连线数为132条，2013年图的节点数为53个，连线数为300条。



表4 材料科学Top20国/地区Top1%高被引论文数世界份额及排名(按2004-2013年Top1%高被引论文数排名)

国家/地区	2004-2013年			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2004-2008年			2009-2013年			份额变化/%	排名变化
	论文数/篇	世界份额/%	世界排名										论文数/篇	世界份额/%	世界排名	论文数/篇	世界份额/%	世界排名		
世界	11065	-	-	791	833	917	1002	1068	1133	1179	1287	1494	4611	-	-	-	-	-	-	-
美国	5367	48.5	1	433	425	486	512	550	589	593	595	621	2406	52.2	1	2961	45.9	1	-6.3	0
中国	1989	18.0	2	46	66	64	86	115	188	257	336	446	377	8.2	4	1612	25.0	2	+16.8	+2
德国	1209	10.9	3	88	97	110	111	121	130	126	149	150	527	11.4	2	682	10.6	3	-0.8	-1
英国	945	8.5	4	55	75	93	118	100	89	99	91	115	441	9.6	3	504	7.8	4	-1.8	-1
日本	825	7.5	5	76	78	62	71	81	79	84	96	107	368	8.0	5	457	7.1	5	-0.9	0
法国	581	5.3	6	46	49	56	63	53	63	53	53	89	267	5.8	6	314	4.9	7	-0.9	-1
韩国	531	4.8	7	29	28	36	32	44	45	58	79	91	169	3.7	8	362	5.6	6	+1.9	+2
荷兰	368	3.3	8	29	29	41	41	34	36	28	36	53	174	3.8	7	194	3.0	13	-0.8	-6
瑞士	367	3.3	9	22	30	27	35	50	38	32	43	44	164	3.6	9	203	3.1	12	-0.5	-3
新加坡	365	3.3	10	10	16	19	16	28	26	45	53	76	89	1.9	13	276	4.3	8	+2.4	+5
西班牙	357	3.2	11	18	15	28	40	28	26	41	47	54	129	2.8	11	228	3.5	9	+0.7	+2
加拿大	352	3.2	12	25	23	31	36	25	33	39	49	50	140	3.0	10	212	3.3	10	+0.3	0
意大利	302	2.7	13	14	32	21	30	29	27	32	34	37	126	2.7	12	176	2.7	14	0.0	-2
澳大利亚	290	2.6	14	11	15	19	19	21	29	36	44	53	85	1.8	14	205	3.2	11	+1.4	+3
印度	175	1.6	15	12	11	9	18	15	22	19	15	21	65	1.4	16	110	1.7	15	+0.3	+1
瑞典	160	1.4	16	11	11	13	24	14	12	13	15	27	73	1.6	15	87	1.3	18	-0.3	-3
中国香港	156	1.4	17	12	8	8	9	11	8	17	21	35	48	1.0	19	108	1.7	16	+0.7	+3
中国台湾	150	1.4	18	5	8	10	14	7	14	18	17	34	44	1.0	22	106	1.6	17	+0.6	+5
丹麦	139	1.3	19	13	9	9	15	13	17	18	15	16	59	1.3	17	80	1.2	20	-0.1	-3
比利时	129	1.2	20	6	3	10	12	14	14	12	16	18	45	1.0	21	84	1.3	19	+0.3	+2
以色列	110	1.0	21	10	11	5	10	14	9	8	14	12	17	1.1	18	60	0.9	21	-0.2	-3
俄罗斯	98	0.9	22	15	5	10	4	12	11	8	9	10	14	1.0	20	52	0.8	24	-0.2	-4

注：“排名变化”列中，正数表示进步的位次，负数表示退步的位次，0表示排名位次未变。

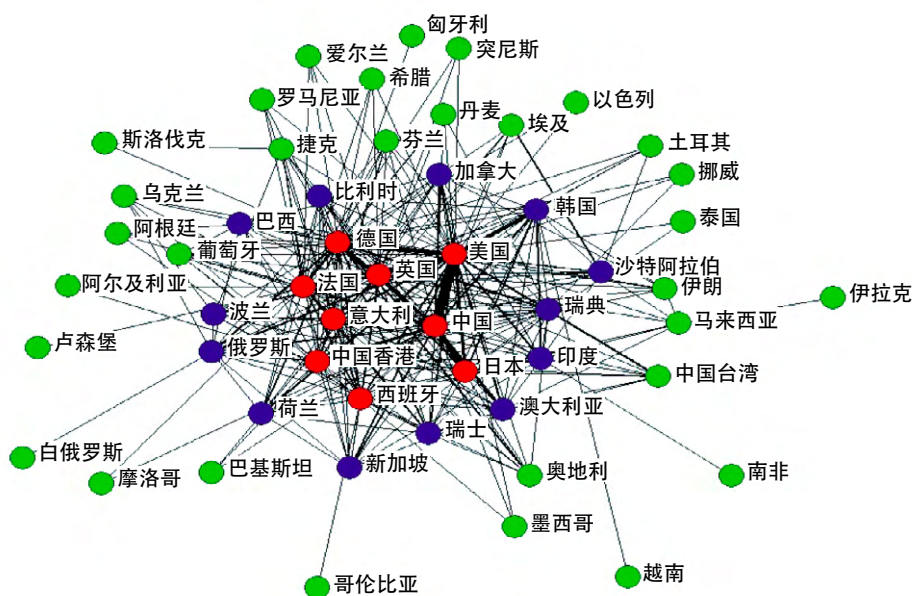


图5 2013年材料科学领域国际合作网络

广泛程度及其在全球合作网络中的地位。一国的整体中心度值越接近于1，表明与该国合作的国家越多，该国在合作网络中的作用也越大。

2004—2013年，主要国家的整体中心度普遍提升。美国是其他国家最主要的合作对象，其整体中心度始终居世界首位，英国和法国分别稳居第2位和第3位（表5）。中国的整体中心度大幅提升，世界排名从第20位上升至第4位，表明这10年间中国在材料科学领域的合作对象增多，在全球合作网络中的地位加强，且已进入国际合作核心国家之列。

3.2 国际合作研究与自主研究

本文将国际合作论文定义为署名国家超过一个的论文，自主研究论文界定为署名只有一个国家的论文。对于既定国家而言，国际合作论文与自主研究论文构成了该国的全部论文，且两者的份额关系是此消彼长的，即国际合作论文份额的上升会引起自主研究论文份额的下降。在基于WoS论文的国际合作分析中，某国国际合作论文与自主研究论文的份额可以揭示其国际合作与自主研究工作的相对强度。

2004—2013年，欧洲研究区的许多国家在材料科学领域的国际合作论文份额均超过50%，高于本国的自主研究份额；而美国、日本、中国等国仍以自主研究为

主。这10年间的前后两个5年期相比，许多国家在材料科学领域的国际合作研究均呈增强态势，英国、美国、日本、德国和中国的材料科学国际合作论文份额分别增长8.9、7.6、7.0、3.5和2.3个百分点（表6）。

总体来看，国际合作有助于提高本国材料科学WoS论文的影响力，只有美国是个例外。2004—2013年，在本文所涉及的所有国家中，美国的材料科学领域自主研究论文高于其国际合作论文的影响力，即其自主研究论文的篇均被引频次（28.9次/篇）高于其国际合作论文的篇均被引频次（25.7次/篇）。相比之下，其他各国在材料科学领域开展国际合作均有助于提升其国家科学论文的影响力。中国的材料科学领域国际合作论文篇均被引频次（18.4次/篇）高于其自主研究论文的篇均被引频次（11.0次/篇）。德国、日本、英国、法国等国也有类似特征（表8）。

国际合作还有助于中国在材料科学领域产生高影响力的论文。2004—2013年，中国材料科学Top1%高被引论文的国际合作论文份额为44.8%，远高于中国该领域所有论文的国际合作论文份额（20.3%）。其他国家的Top1%高被引论文的国际合作论文份额也不同程度高于其在材料科学领域所有论文的国际合作论文份额（表6、表7）。



表5 2004和2013年材料科学国际合作网络中Top25国/地区整体中心度 (Top25国/地区按照整体中心度遴选)

2004年			2013年		
排名	国家/地区	整体中心度	排名	国家/地区	整体中心度
1	美国	0.753	1	美国	0.795
2	英国	0.723	2	英国	0.742
3	法国	0.719	3	法国	0.742
4	德国	0.711	4	中国	0.721
5	意大利	0.674	5	德国	0.721
6	日本	0.670	6	意大利	0.714
7	加拿大	0.663	7	西班牙	0.703
8	俄罗斯	0.640	8	加拿大	0.690
9	西班牙	0.640	9	印度	0.684
10	瑞典	0.631	10	日本	0.677
11	荷兰	0.627	11	韩国	0.671
12	瑞士	0.624	12	瑞典	0.662
13	波兰	0.621	13	马来西亚	0.662
14	比利时	0.615	14	澳大利亚	0.659
15	印度	0.615	15	俄罗斯	0.653
16	奥地利	0.610	16	比利时	0.653
17	澳大利亚	0.607	17	瑞士	0.650
18	乌克兰	0.607	18	波兰	0.650
19	芬兰	0.604	19	荷兰	0.648
20	中国	0.604	20	奥地利	0.642
21	捷克	0.601	21	巴西	0.642
22	巴西	0.601	22	土耳其	0.642
23	韩国	0.598	23	沙特阿拉伯	0.636
24	以色列	0.593	24	葡萄牙	0.636
25	墨西哥	0.590	25	中国台湾	0.628



表6 材料科学Top20国/地区的自主研究、国际合作论文数及占该国份额(按2004-2013年论文数排名)

国家/地区	2004-2013年						2004-2008年						2009-2013年					
	自主研究		国际合作		论文数/篇	国际合作的论文数/篇	自主研究		国际合作		论文数/篇	自主研究		国际合作				
	论文数/篇	份额/%	论文数/篇	份额/%			论文数/篇	份额/%	论文数/篇	份额/%		论文数/篇	份额/%	论文数/篇	份额/%	论文数/篇	份额/%	
中国	240341	191540	79.7	48802	20.3	76540	62191	81.3	14349	18.7	163801	129349	79.0	34453	21.0			
美国	217368	140297	64.5	77071	35.5	96300	66245	68.8	30055	31.2	121068	74052	61.2	47016	38.8			
日本	102606	74657	72.8	27950	27.2	52103	39685	76.2	12419	23.8	50503	34972	69.2	15531	30.8			
德国	88438	42061	47.6	46377	52.4	39204	19407	49.5	19797	50.5	49234	22654	46.0	26580	54.0			
韩国	63702	45672	71.7	18030	28.3	23864	17507	73.4	6357	26.6	39838	28165	70.7	11673	29.3			
法国	62932	27989	44.5	34943	55.5	28576	13182	46.1	15394	53.9	34356	14807	43.1	19549	56.9			
英国	54665	25053	45.8	29612	54.2	24886	12611	50.7	12275	49.3	29779	12442	41.8	17337	58.2			
印度	53565	41707	77.9	11858	22.1	20409	16150	79.1	4259	20.9	33156	25557	77.1	7599	22.9			
中国台湾	33274	27441	82.5	5833	17.5	14055	11926	84.9	2129	15.1	19219	15515	80.7	3704	19.3			
意大利	33003	17235	52.2	15768	47.8	14454	7886	54.6	6568	45.4	18549	9349	50.4	9200	49.6			
西班牙	32766	15777	48.2	16989	51.8	13645	6996	51.3	6649	48.7	19121	8781	45.9	10340	54.1			
俄罗斯	29397	16460	56.0	12937	44.0	14397	7847	54.5	6550	45.5	15000	8613	57.4	6387	42.6			
加拿大	29104	16050	55.1	13054	44.9	12716	7269	57.2	5447	42.8	16388	8781	53.6	7607	46.4			
澳大利亚	21599	9963	46.1	11636	53.9	7835	4069	51.9	3766	48.1	13764	5894	42.8	7870	57.2			
波兰	18824	10354	55.0	8470	45.0	9313	4997	53.7	4316	46.3	9511	5357	56.3	4154	43.7			
瑞士	16784	5902	35.2	10882	64.8	7042	2762	39.2	4280	60.8	9742	3140	32.2	6602	67.8			
伊朗	16780	13584	81.0	3196	19.0	3778	3025	80.1	753	19.9	13002	10559	81.2	2443	18.8			
巴西	16695	10692	64.0	6003	36.0	7378	4749	64.4	2629	35.6	9317	5943	63.8	3374	36.2			
荷兰	16596	7177	43.2	9419	56.8	7366	3561	48.3	3805	51.7	9230	3616	39.2	5614	60.8			
新加坡	15642	8524	54.5	7118	45.5	6262	3986	63.7	2276	36.3	9380	4538	48.4	4842	51.6			
土耳其	15577	11910	76.5	3667	23.5	6118	4819	78.8	1299	21.2	9459	7091	75.0	2368	25.0			
瑞典	14191	5956	42.0	8235	58.0	6184	2864	46.3	3320	53.7	8007	3092	38.6	4915	61.4			

注：“排名变化”列中，正数表示进步的位次，负数表示退步的位次，0表示排名位次未变。



表7 材料科学Top20国/地区的自主研究Top1%高被引论文数及相应份额、国际合作Top1%高被引论文数及相应份额 (按2004-2013年Top1%高被引论文数排名)

国家/地区	2004-2013年				2004-2008年				2009-2013年						
	自主研究		国际合作		论文数/篇	自主研究		国际合作		论文数/篇	自主研究		国际合作		
	论文数/篇	份额/%	论文数/篇	份额/%		论文数/篇	份额/%	论文数/篇	份额/%		论文数/篇	份额/%	论文数/篇	份额/%	
美国	5367	3414	63.6	1953	36.4	2406	1712	71.2	694	28.8	2961	1702	57.5	1259	42.5
中国	1989	1097	55.2	892	44.8	377	208	55.2	169	44.8	1612	889	55.1	723	44.9
德国	1209	482	39.9	727	60.1	527	237	45.0	290	55.0	682	245	35.9	437	64.1
英国	945	359	38.0	586	62.0	441	188	42.6	253	57.4	504	171	33.9	333	66.1
日本	825	440	53.3	385	46.7	368	221	60.1	147	39.9	457	219	47.9	238	52.1
法国	581	179	30.8	402	69.2	267	91	34.1	176	65.9	314	88	28.0	226	72.0
韩国	531	227	42.7	304	57.3	169	90	53.3	79	46.7	362	137	37.8	225	62.2
荷兰	368	133	36.1	235	63.9	174	87	50.0	87	50.0	194	46	23.7	148	76.3
瑞士	367	107	29.2	260	70.8	164	54	32.9	110	67.1	203	53	26.1	150	73.9
新加坡	365	178	48.8	187	51.2	89	58	65.2	31	34.8	276	120	43.5	156	56.5
西班牙	357	132	37.0	225	63.0	129	47	36.4	82	63.6	228	85	37.3	143	62.7
加拿大	352	168	47.7	184	52.3	140	77	55.0	63	45.0	212	91	42.9	121	57.1
意大利	302	79	26.2	223	73.8	126	39	31.0	87	69.0	176	40	22.7	136	77.3
澳大利亚	290	79	27.2	211	72.8	85	31	36.5	54	63.5	205	48	23.4	157	76.6
印度	175	98	56.0	77	44.0	65	43	66.2	22	33.8	110	55	50.0	55	50.0
瑞典	160	29	18.1	131	81.9	73	17	23.3	56	76.7	87	12	13.8	75	86.2
中国香港	156	44	28.2	112	71.8	48	25	52.1	23	47.9	108	19	17.6	89	82.4
中国台湾	150	80	53.3	70	46.7	44	29	65.9	15	34.1	106	51	48.1	55	51.9
丹麦	139	60	43.2	79	56.8	59	29	49.2	30	50.8	80	31	38.8	49	61.3
比利时	129	33	25.6	96	74.4	45	13	28.9	32	71.1	84	20	23.8	64	76.2
以色列	110	54	49.1	56	50.9	50	22	44.0	28	56.0	60	32	53.3	28	46.7
俄罗斯	98	6	6.1	92	93.9	46	2	4.3	44	95.7	52	4	7.7	48	92.3

注：“排名变化”列中，正数表示进步的位次，负数表示退步的位次，0表示排名位次未变。



表8 材料科学领域6国全部论文、自主研究论文、国际合作论文的篇均被引频次比较 (次/篇)

国家/地区	2004-2013年			2004-2008年			2009-2013年		
	全部论文	自主研究	国际合作	全部论文	自主研究	国际合作	全部论文	自主研究	国际合作
中国	12.5	11.0	18.4	18.5	16.4	27.8	9.6	8.4	14.4
美国	27.8	28.9	25.7	40.1	41.0	38.2	17.9	18.0	17.8
日本	16.2	15.1	19.3	21.7	20.1	26.8	10.6	9.4	13.4
德国	20.9	20.0	21.7	29.9	29.0	30.8	13.7	12.2	14.9
法国	17.8	16.4	19.0	25.6	23.6	27.3	11.4	10.0	12.4
英国	23.3	22.0	24.3	33.6	30.4	36.9	14.6	13.5	15.3

3.3 中国的主要合作国家

中国在材料科学领域合作最多的前5个国家是美国、日本、德国、澳大利亚和英国。2004-2013年,美国与中国在材料科学领域的合作论文数占中国该领域国

际合作论文总数的27.0%。2009-2013相较2004-2008年,中国与美国、英国、澳大利亚、新加坡的合作进一步加强,其中与美国、澳大利亚合作的论文份额增幅较大;与日本、德国、法国、韩国合作论文份额有所下降(表9)。

表9 材料领域2004-2013年及其前后5年期与中国合作论文数排名前10的国家/地区

2004-2013年			2004-2008年			2009-2013年		
国家/地区	论文数/篇	份额/%	国家/地区	论文数/篇	份额/%	国家/地区	论文数/篇	份额/%
美国	15 376	27.0	美国	3 636	22.4	美国	11 740	28.9
日本	6 431	11.3	日本	2 372	14.6	日本	4 059	10.0
中国香港	5 845	10.3	中国香港	2 178	13.4	中国香港	3 667	9.0
德国	3 663	6.4	德国	1 159	7.1	澳大利亚	2 590	6.4
澳大利亚	3 409	6.0	英国	910	5.6	德国	2 504	6.2
英国	3 318	5.8	澳大利亚	819	5.0	英国	2 408	5.9
新加坡	2 785	4.9	新加坡	761	4.7	新加坡	2 024	5.0
韩国	2 324	4.1	韩国	713	4.4	韩国	1 611	4.0
加拿大	2 225	3.9	加拿大	651	4.0	加拿大	1 574	3.9
法国	2 037	3.6	法国	618	3.8	法国	1 419	3.5



4 分支学科布局

根据研究对象、研究内容、材料的功能与结构等方面的差异,可以将材料科学划分为钢铁材料、轻合金材料、高温合金材料、先进陶瓷材料、超硬材料、传统无机非金属材料、通用高分子材料、先进碳材料、生物医用材料、新能源材料、磁性材料、信息功能材料、催化材料、智能与仿生材料、生态环境材料、纳米材料、复合材料、亚稳材料、计算材料学、材料制备与加工等20个分支学科。本节将对主要国家材料科学的这20个分支学科布局结构进行分析,旨在比较不同国家在分支学科层面的结构特点。

4.1 世界分支领域学科布局

各分支领域SCI论文规模和影响力很大程度上可反映该学科整体发展态势的基本特征。

2004—2013年,材料科学20个分支学科领域世界论文数及增长速度差距较大。从论文规模看,占材料科学领域论文总数的份额超过15.0%的前3个分支领域是:材料制备与加工(27.4%)、纳米材料(21.7%)和信息功能材料(15.7%);在5.0%~15.0%之间的10个分支领域是:先进碳材料、新能源材料、生物医用材料、复合材料、通用高分子材料、磁性材料、催化材料、计算材料

学、生态环境材料和钢铁材料;低于5.0%的7个分支领域是:传统无机非金属材料、轻合金材料、亚稳材料、智能与仿生材料、先进陶瓷材料、超硬材料和高温合金材料。从发展速度看,这20个分支领域中以高于材料科学总体论文数年均增长率(7.0%)增长的有下述9个学科领域:纳米材料、先进碳材料、生物医用材料、催化材料、新能源材料、生态环境材料、智能与仿生材料、复合材料以及计算材料学(图6,表10)。

4.2 主要国家分支领域布局

表11展示了2004—2013年主要国家材料科学各分支领域的论文数及其占世界相应份额(即学科贡献率⁴),表12则列出这10年间的前后两个5年期主要国家各分支学科领域论文数的世界份额排名变化情况。

2004—2013年,中国材料科学各分支领域论文数的学科贡献率普遍大于其他国家/地区,其中15个分支领域学科贡献率超过了20%,从高至低分别是:轻合金材料、催化材料、复合材料、钢铁材料、先进陶瓷材料、纳米材料、材料制备与加工、先进碳材料、生态环境材料、智能与仿生材料、通用高分子材料、高温合金材料、亚稳材料、超硬材料和磁性材料,另外5个学科贡献率低于20%的分支领域由高及低分别是:生物医用材料、新能源材料、信息功能材料、计算材料学和传统

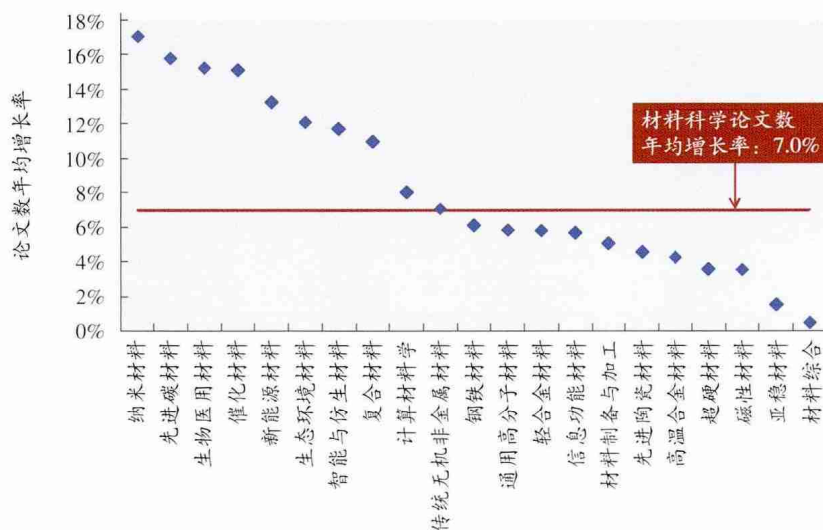


图6 2004—2013年材料科学总体及各分支领域世界论文数的年均增长率

⁴ 学科贡献率指某国各分支领域论文数(或被引频次)占世界相应分支领域论文数(或被引频次)的份额,即学科贡献率指标,可用以揭示该国在各分支领域对世界的贡献率,分析该国材料科学的学科布局。



表10 2004—2013年材料科学分支领域的论文数、占材料科学论文总数的份额及排名

材料科学/分支领域	2004—2013年		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2004—2008年		2009—2013年		排名变化		
	论文数/篇	份额/%											排名	论文数/篇	份额/%	排名		论文数/篇	份额/%
材料科学	1093364	—	78801	82166	91348	99638	105716	112392	116991	128251	133111	144950	457669	—	—	—	—	—	
材料制备与加工	299038	27.4	1	23320	24574	27105	27883	30179	31195	33840	33835	36440	133061	29.1	1	1	1	-3.0	0
纳米材料	237280	21.7	2	9352	11614	14396	19125	22578	24482	33386	35550	38541	77065	16.8	2	2	2	+8.4	0
信息功能材料	171970	15.7	3	12863	14204	15418	16203	17004	18303	19077	19255	21139	75692	16.5	3	3	3	-1.4	0
材料综合	106838	9.8	4	10774	10820	10861	10995	10921	9873	10157	10403	11306	54371	11.9	4	4	4	-3.6	-3
先进碳材料	83460	7.6	5	3914	4556	5283	6383	7333	8113	9356	11408	14609	27469	6.0	9	9	9	+2.8	5
新能源材料	82498	7.5	6	4378	5710	6456	7091	8567	8905	11303	11185	13425	29113	6.4	8	8	8	+2.0	2
生物医用材料	82423	7.5	7	3960	4717	5203	6293	6936	8237	9874	12177	14153	27109	5.9	10	10	10	+2.8	5
复合材料	80251	7.3	8	4878	5445	6318	6936	7496	8603	9655	10601	12437	31073	6.8	6	6	6	+0.9	-2
通用高分子材料	77441	7.1	9	5932	6280	7129	7381	7508	8081	8490	9123	9886	34230	7.5	5	5	5	-0.7	-4
磁性材料	68707	6.3	10	6241	5207	5839	7127	6348	7018	7525	7914	8557	30762	6.7	7	7	7	-0.7	-4
催化材料	57307	5.2	11	2676	3173	3662	4429	5300	5874	7735	8385	9473	19240	4.2	17	17	17	+1.8	7
计算材料学	56854	5.2	12	3781	4065	4627	5057	5595	6007	6454	7340	7567	23125	5.1	12	12	12	+0.2	-1
生态环境材料	55958	5.1	13	2807	3293	4532	4619	5245	6490	7333	7302	7834	20496	4.5	14	14	14	+1.1	2
钢铁	55804	5.1	14	4215	4225	4844	4796	5669	5578	6487	6756	7207	23749	5.2	11	11	11	-0.2	-3
传统无机非金属材料	46525	4.3	15	3382	3635	3948	4245	4369	4678	5315	5679	6260	19579	4.3	16	16	16	-0.1	1
轻合金	45921	4.2	16	3475	3643	4144	4166	4566	4857	5255	5295	5784	19994	4.4	15	15	15	-0.3	-1
亚稳材料	44182	4.0	17	4033	3675	4509	4785	4729	4298	4579	4597	4638	21731	4.7	13	13	13	-1.2	-5
智能与仿生材料	40771	3.7	18	2306	2445	3104	3503	3847	4332	5033	5467	6240	15205	3.3	19	19	19	+0.7	2
先进陶瓷	39065	3.6	19	3280	3165	3530	3921	3905	3817	3993	4522	4906	17801	3.9	18	18	18	-0.6	-1
超硬材料	23329	2.1	20	1933	1953	2154	2144	2438	2608	2515	2592	2656	10622	2.3	20	20	20	-0.3	0
高温合金	18122	1.7	21	1451	1542	1561	1678	1859	1891	2098	2084	2112	8091	1.8	21	21	21	-0.2	0

注：“排名变化”列中，正数表示进步的位次，负数表示退步的位次，0表示排名位次未变。



表11 2004-2013年材料科学分支领域主要国家的论文数及世界份额

	中国	美国	日本	德国	法国	英国	意大利	加拿大	俄罗斯	印度	巴西	南非	韩国	澳大利亚
钢铁	论文数/篇	14358	6558	5540	3913	2709	2409	1008	1749	1651	1101	104	2905	1666
	世界份额/%	25.7	11.8	9.9	7.0	4.9	4.3	1.8	3.1	3.0	2.0	0.2	5.2	3.0
轻合金	论文数/篇	17625	5075	4861	2465	1717	1755	617	1523	2009	622	75	2248	1445
	世界份额/%	38.4	11.1	10.6	5.4	3.7	3.8	1.3	3.3	4.4	1.4	0.2	4.9	3.1
高温合金	论文数/篇	3979	2336	1631	1350	1175	978	375	604	830	257	43	633	450
	世界份额/%	22.0	12.9	9.0	7.4	6.5	5.4	2.1	3.3	6.1	1.4	0.2	3.5	2.5
先进陶瓷	论文数/篇	10074	4049	4487	2177	1604	1315	930	311	2063	724	49	3073	487
	世界份额/%	25.8	10.4	11.5	5.6	4.1	3.4	2.4	0.8	5.3	1.9	0.1	7.9	1.2
超硬材料	论文数/篇	4792	4428	2947	2280	1722	1238	801	368	852	396	138	1011	490
	世界份额/%	20.5	19.0	12.6	9.8	7.4	5.3	3.4	1.6	4.8	1.7	0.6	4.3	2.1
传统无机非金属材料	论文数/篇	7085	7354	3052	3262	3188	2407	1770	1373	2902	966	122	2150	931
	世界份额/%	15.2	15.8	6.6	7.0	6.9	5.2	3.8	3.0	7.0	2.1	0.3	4.6	2.0
通用高分子材料	论文数/篇	17579	13459	5741	4833	3540	2855	2066	2093	4923	1549	284	4615	1271
	世界份额/%	22.7	17.4	7.4	6.2	4.6	3.7	2.7	2.7	6.4	2.0	0.4	6.0	1.6
先进碳材料	论文数/篇	20174	21490	8122	6141	4051	4427	2506	1954	3016	1176	282	6300	1909
	世界份额/%	24.2	25.7	9.7	7.4	4.9	5.3	3.0	2.3	2.6	1.4	0.3	7.5	2.3
生物医用材料	论文数/篇	15733	21308	6982	5666	3398	4907	3131	2831	3700	1639	152	4766	2074
	世界份额/%	19.1	25.9	8.5	6.9	4.1	6.0	3.8	3.4	4.5	2.0	0.2	5.8	2.5
新能源材料	论文数/篇	15078	19143	9116	7898	4687	4029	2321	2750	3804	798	181	5587	1823
	世界份额/%	18.3	23.2	11.0	9.6	5.7	4.9	2.8	3.3	1.9	1.0	0.2	6.8	2.2
磁性材料	论文数/篇	13842	12869	8293	7285	5332	3383	2110	1453	4198	1754	116	3758	1075
	世界份额/%	20.1	18.7	12.1	10.6	7.8	4.9	3.1	2.1	4.2	2.6	0.2	5.5	1.6



续表

	中国	美国	日本	德国	法国	英国	意大利	加拿大	俄罗斯	印度	巴西	南非	韩国	澳大利亚
信息功能材料	论文数/篇	30228	19120	17988	12191	8965	5824	4024	5646	9718	2571	283	10875	2363
	世界份额/%	17.6	21.7	11.1	10.5	7.1	3.4	2.3	3.3	5.7	1.5	0.2	6.3	1.4
催化材料	论文数/篇	16368	11875	6535	3804	2342	1456	1482	604	2255	561	156	3190	931
	世界份额/%	28.6	20.7	11.4	6.6	4.0	2.5	2.6	1.1	3.9	1.0	0.3	5.6	1.6
智能与仿生材料	论文数/篇	9514	10024	3767	3005	1737	1189	1056	651	1782	511	60	2500	848
	世界份额/%	23.3	24.6	9.2	7.4	4.3	2.9	2.6	1.6	4.4	1.3	0.1	6.1	2.1
生态环境材料	论文数/篇	13096	9294	3550	2418	2210	1721	1862	289	3156	1335	206	2931	1346
	世界份额/%	23.4	16.6	6.3	4.3	5.3	3.1	3.3	0.5	5.6	2.4	0.4	5.2	2.4
纳米材料	论文数/篇	58851	58810	18068	18378	10543	7226	6018	3827	12555	2999	573	17860	4961
	世界份额/%	24.8	24.8	7.6	7.7	4.4	3.0	2.5	1.6	5.3	1.3	24.1	7.5	2.1
复合材料	论文数/篇	21820	13520	4463	4254	3702	2488	2287	690	5654	1391	350	4826	1902
	世界份额/%	27.2	16.8	5.6	5.3	4.6	3.1	2.8	0.9	7.0	1.7	0.4	6.0	2.4
亚稳材料	论文数/篇	9188	7782	4832	3720	1632	1431	877	1196	2564	851	65	2454	736
	世界份额/%	20.8	17.6	10.9	8.4	6.9	3.7	3.2	2.7	5.8	1.9	0.1	5.6	1.7
计算材料学	论文数/篇	9584	17798	4024	6899	3869	2349	1628	1161	1940	830	104	1858	1247
	世界份额/%	16.9	31.3	7.1	12.1	7.6	4.1	2.9	2.0	3.4	1.5	0.2	3.3	2.2
材料制备与加工	论文数/篇	73778	48225	28755	22051	12631	7736	7697	7103	16950	4169	914	19186	5762
	世界份额/%	24.7	16.1	9.6	7.4	5.3	2.6	2.6	2.4	5.7	1.4	0.3	6.4	1.9
材料综合	论文数/篇	18159	24321	10475	10419	7199	3215	3010	3060	4156	1399	318	4685	2106
	世界份额/%	17.0	22.8	9.8	9.8	6.9	3.0	2.8	2.9	3.9	1.3	0.3	4.4	2.0



表12 主要国家材料科学分支领域论文数占世界相应份额排名前5位的分支领域

分支领域	中国	美国	日本	德国	法国	英国	意大利	加拿大	俄罗斯	印度	巴西	南非	韩国	澳大利亚
钢铁材料	4, V							4		3	4			2, II
轻合金材料	1, I							II						1, I
高温合金材料						4, V		5, I	2, II					4, III
先进陶瓷材料	3, IV		4, V						3, IV				1, I	
超硬材料材料			2, I	5, IV	3, III	5	3		5, III		5	1, I		
传统无机非金属材料					4		4, II		1, I	4, III	III			
通用高分子材料										1, IV	IV	3, IV		
先进碳材料		2, IV				3, IV						4, V	II	
生物医用材料		3, III				2, II	2, III	2, III			V			5, IV
新能源材料			5, IV	4, V				1, V						
磁性材料			1	2, II	1, II				4, V	II	1, II			
信息功能材料			II	3, III	5, IV	III	V			V				V
催化材料	5, II		3, III											
智能与仿生材料		5, II											4	
生态环境材料								3, IV		5	2, I	5, III		V
纳米材料		4, V											2, III	
复合材料	2, III						IV			2, I		2, II	5	3
亚稳材料					V		5				3			
计算材料学		1, I		1, I	2, I	1, I	1, I							
材料制备与加工														3

注：表中阿拉伯数字表示2004-2008年期的排名，罗马数字表示2009-2013年期的排名。



无机非金属材料(表11)。在这10年间的前后两个5年期,虽然中国排在世界前5位的分支领域均为轻合金材料、催化材料、复合材料、先进陶瓷材料和钢铁材料,但催化材料从第一个5年期的第5位上升至第二个5年期的第2位,钢铁材料从第4位下降为第5位,其他排名不变(表12)。

2004—2013年,美国材料科学的各分支领域中,有8个分支领域的学科贡献率高于20%,由高及低分别是:计算材料学、生物医用材料、先进碳材料、纳米材料、智能与仿生材料、新能源材料、信息功能材料、催化材料,有12个分支领域的学科贡献率低于20%,从高至低包括:超硬材料、磁性材料、亚稳材料、通用高分子材料、复合材料、生态环境材料、材料制备与加工、传统无机非金属材料、高温合金材料、钢铁材料、轻合金材料和先进陶瓷材料(表11)。

2009—2013年,美国学科贡献率排名前5位的分支领域为:计算材料学、智能与仿生材料、生物医用材料、先进碳材料和纳米材料;日本和德国前5位的分支领域布局相似,都有超硬材料、新能源材料、磁性材料和信息功能材料。美国、德国、英国、法国和意大利的计算材料学均排在本国材料科学分支领域的首位(表12)。

图7至图18展现了12个主要国家材料科学各分支领域由论文数所体现的学科布局及其贡献率大小。每个国家各分支领域间的连线所包围的面积越大,表示该国在国际上科学产出的贡献越大(如果采用论文被引频次为指标,则连线所包围的面积越大,其影响力就越大)。如图所示,中国与美国等科技发达国家在材料科学领域表现出相对均衡又各有特点的学科结构。中国与美国在20个分支领域的学科贡献率普遍大于英国、德国、法国和日本等国。同期的印度也表现出较为均衡的学科结构。

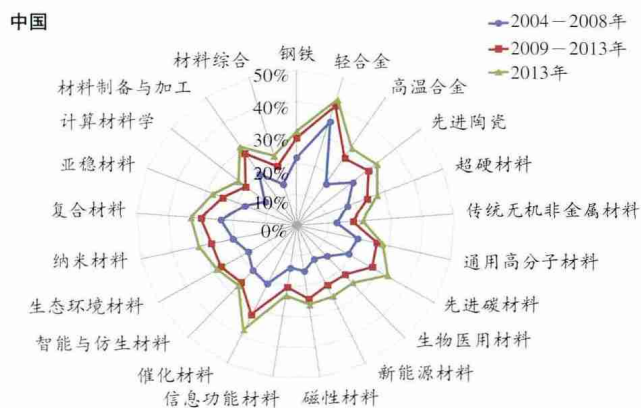


图7 中国材料科学各分支领域论文数的世界份额

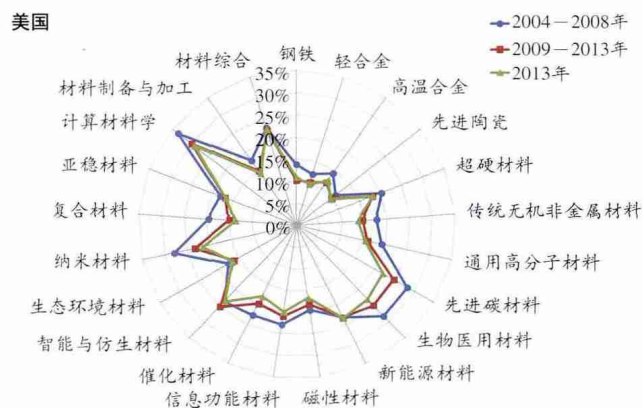


图8 美国材料科学各分支领域论文数的世界份额

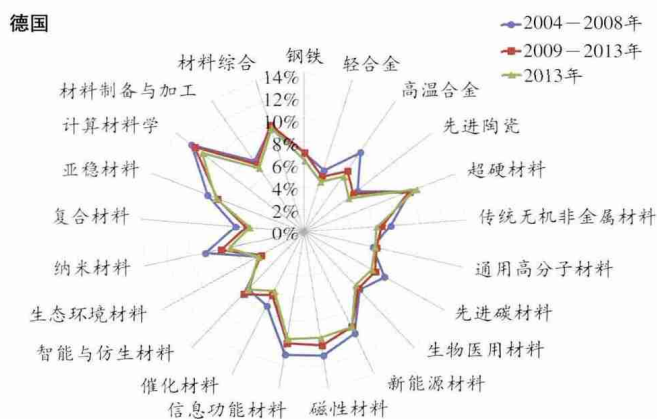


图9 德国材料科学各分支领域论文数的世界份额

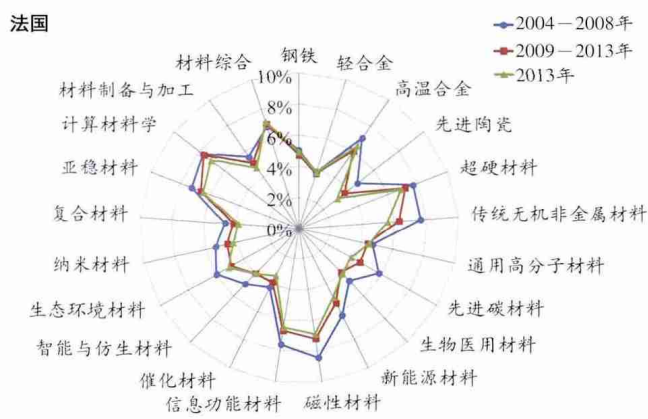
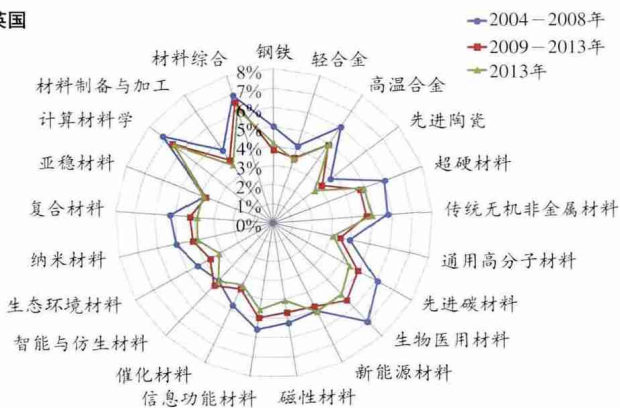


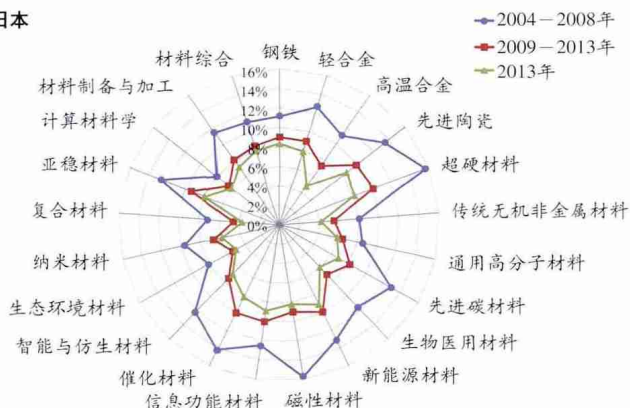
图10 法国材料科学各分支领域论文数的世界份额



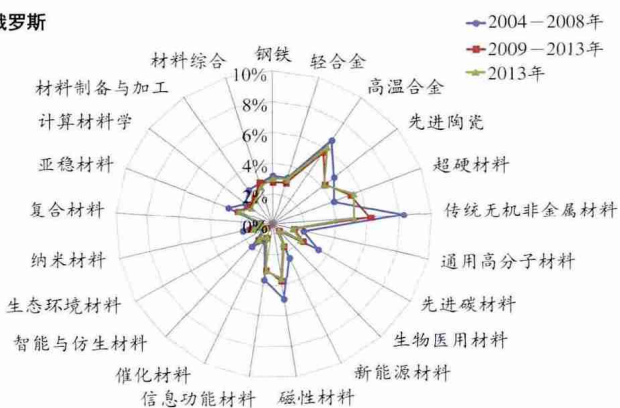
英国



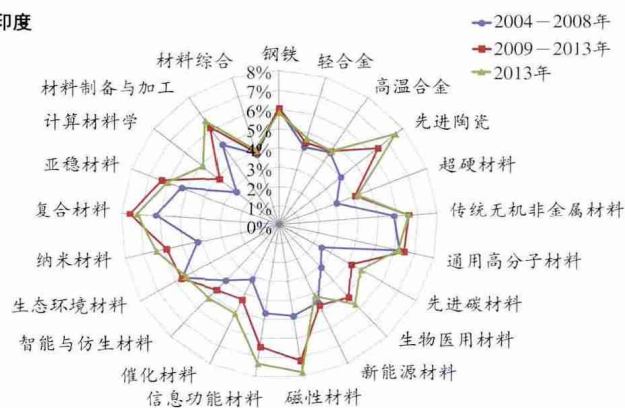
日本



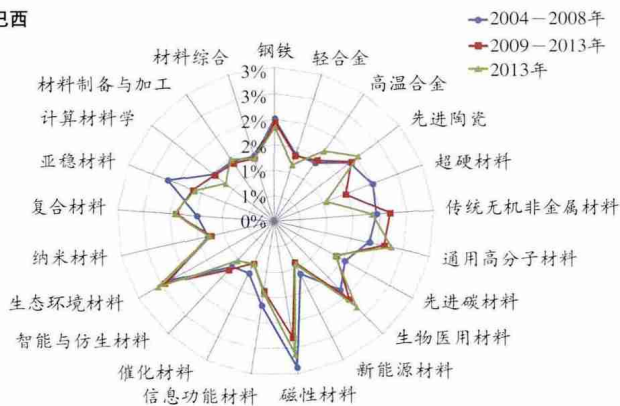
俄罗斯



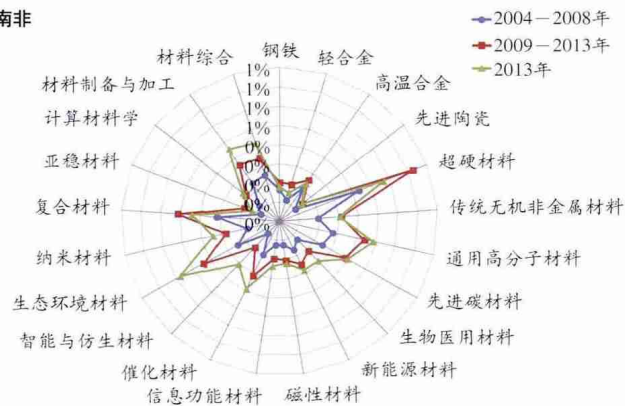
印度



巴西



南非



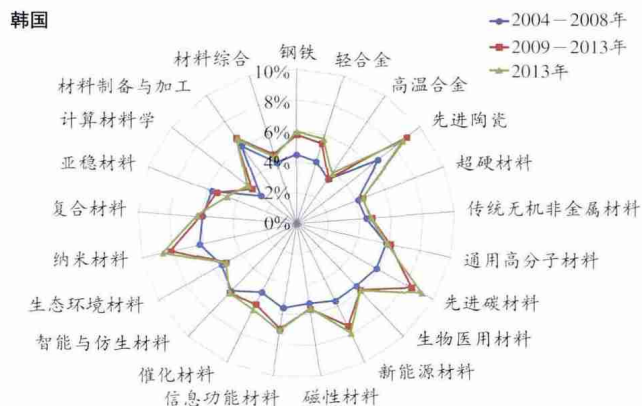


图17 韩国材料科学各分支领域论文数的世界份额

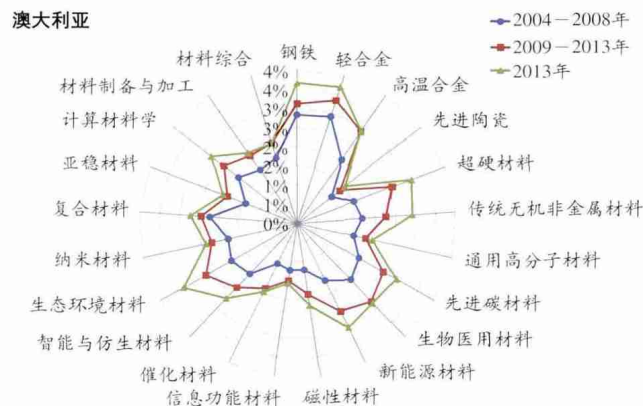


图18 澳大利亚材料科学各分支领域论文数的世界份额

5 受资助论文分析

科研资助是科学研究活动的重要保障。通过分析论文的受资助情况，可以在一定程度上反映科研论文产出与科研资助的关系，为了解科研资助绩效提供参考。

2009—2013年，中国材料科学领域WoS论文受资助比例逐年上升⁵。2009年，中国材料科学领域受资助论文数占该年中国材料科学领域论文总数的76.4%，2013年上升至90.6%，科研资助对中国材料科学领域WoS论文出发发挥日益重要的作用（图19）。国家自然科学基金委员会（以下简称NSFC）、科技部、教育部和中国科

学院是中国材料科学领域论文的主要资助部门和机构。受NSFC资助的中国材料科学论文比例从2009—2011年的59.3%上升至2011—2013年的68.2%，同期科技部和教育部的这一份额分别从31.6%和20.9%上升至34.1%和26.5%，中科院的份额保持在7.5%左右（图20）。

中国材料科学领域受资助的论文影响力更大。2009年中国材料科学领域受资助论文的被引频次占中国材料科学领域论文总被引频次的87.4%，2013年上升至96.2%，均高于受资助论文数量所占相应份额（2009年和2013年分别为76.4%和90.6%）。2009—2011年和2011—



图19 2009—2013年中国材料科学领域受资助论文数量与百分比

⁵ 由于SCI数据库从2009年开始论文才标注有比较完整的资助信息，因此该部分的分析时间为2009—2013年。此外，由于个别论文的资助信息标注可能不准确或不完整，因此统计数据可能存在一定偏差。

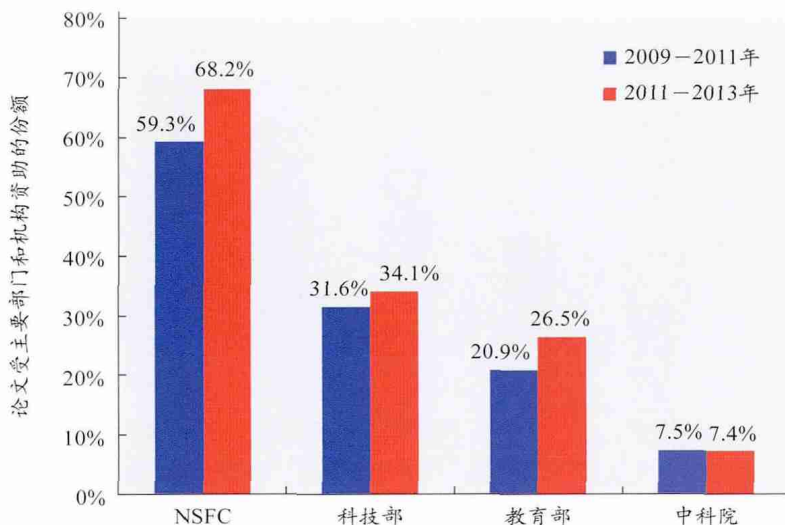


图20 主要部门/机构资助的中国材料科学论文数占中国材料科学论文总数的份额

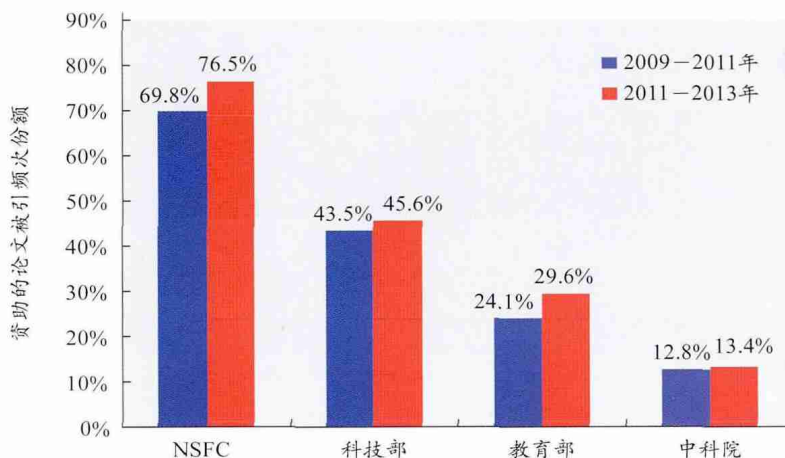


图21 中国材料科学领域受主要部门/机构资助论文被引频次占中国材料科学领域论文总被引频次的份额

2013年，NSFC、科技部、中国科学院资助论文的被引频次所占份额均高于其资助论文数所占份额（图20，图21）。

科研资助促进中国材料科学领域高影响力论文的产出。中国材料科学领域Top1%高被引论文受资助的比例明显高于中国材料科学领域全部论文的受资助率，前者2009年和2013年分别为91.0%和97.5%（图22），后者同期分别为76.4%和90.6%（图19）。NSFC、科技部和中科院在高影响力材料科学论文产出中发挥了重要作用。中国材料科学领域Top1%高被引论文中受NSFC资助的份额从2009—2011年的75.2%上升至2011—2013年的79.5%，高于科技部、教育部和中国科学院同期所占相应份额（图23）。NSFC、科技部和中国科学院资助的

Top1%高被引论文份额均明显高于其资助的材料科学领域论文数所占份额。

6 结语

材料科学具有多学科交叉和应用领域广泛的特征，无论是科学家的定性研判还是运用科学计量等定量分析，均难以深入细致地揭示材料科学发展态势的全貌。尽管如此，利用海量数据和科学计量等的客观分析，仍可在一定程度上勾画出材料科学产出的宏观发展态势和主要国家在世界的相对位置。

对材料科学论文产出的科学计量分析表明：2004—



图22 2009—2013年中国材料科学领域受资助的Top1%高被引论文数量与比例

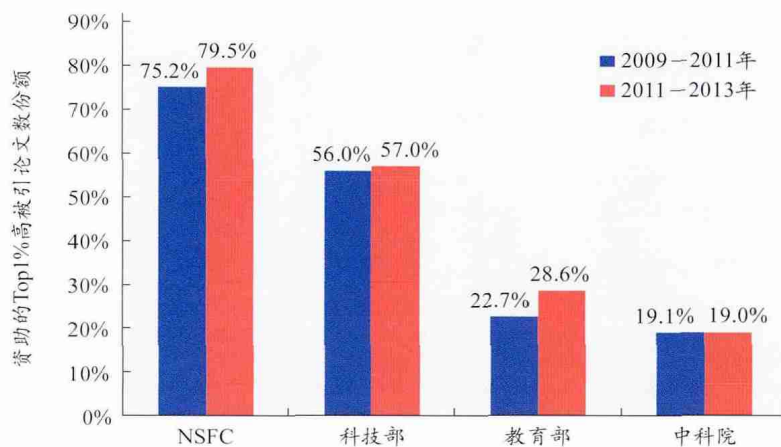


图23 主要部门/机构资助的中国材料科学领域Top1%高被引论文数占中国材料科学Top1%高被引论文总数的份额

2013年，中国是材料科学领域SCI论文产出大国之一，研究规模领先优势突出；自2009年之后，中国材料科学领域论文数占世界该领域论文总数的份额稳居世界第一位；近5年，中国材料科学领域科研产出的影响力提升显著，论文总被引频次仅低于美国而居世界第2位，但中国材料科学总体以及大多数分支领域（复合材料、新能源材料、先进碳材料和生物医用材料4个分支领域除外）的论文篇均被引频次和相对引文影响仍低于世界平均水平，相对引文影响的增幅低于其论文规模的增幅；中国材料科学Top1%高被引论文的世界份额仅低于美国而居世界第2位，近年来缩小了与美国的差距；中国在材料科学领域全球合作网络中的地位不断增强，2013年已进入国际合作网络的核心区域，

国际合作论文的本国份额呈上升态势；在分支学科布局方面，中国侧重于轻合金材料、复合材料、催化材料、先进陶瓷材料、先进碳材料和纳米材料等领域，美国则侧重于计算材料学、先进碳材料、智能与仿生材料、纳米材料和生物医用材料等领域，德国与日本都侧重于超硬材料、磁性材料、信息功能材料和新能源材料等领域；中国材料科学领域*WoS*论文受资助比例逐年上升，科研资助促进中国材料科学领域高影响力论文的产出。

回顾过去，展望未来，世界材料科学需要中国的贡献，中国材料科学需要在与世界的合作交流中进一步前行。祝愿中国科学家在材料科学领域继续进步更上一层楼，为把我国建设成为创新型国家做出更大贡献。



致谢

感谢NSFC的高瑞平主任、工程与材料学部的车成卫主任对本文内容和材料科学分支领域构成等提出的建设性意见；感谢NSFC政策局郑永和局长提出的宝贵建议；感谢NSFC政策局孙粒副研究员对本文的修改意见；感谢

NSFC工程与材料科学部的丁玉琴、郑雁军、陈克新、苗鸿雁、马劲、陈元维等老师们对材料科学数据集构建和本文的修改等给予的大力帮助！

Material Science 2004-2013: China in the World

Tan Zongying^{1*}, Gong Xu², Liu Xiaoling¹, Zhu Xiangli¹, Tao Siyu¹, Wan Hao^{1,3}, Wei Tongqi⁴, Lu Jingjing⁵, Wang Ting⁶, Zhang Chaoxing⁶

1 National Science Library, CAS, Beijing 100190, China

2 National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085, China

3 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

4 Institute of Psychology, CAS, Beijing 100101, China

5 People's Public Security University of China, Beijing 100038, China

6 Institutes of Science and Development CAS, Beijing 100190, China

*Corresponding Author, E-mail: tanzy@mail.las.ac.cn

[Abstract] This paper take SCI papers of Clarivate Analytics *Web of Science* database from 2004 to 2013 as samples to assess material science of China and major countries through several indicators such as the output scale of papers, academic impact of papers, highly cited papers, international cooperation and independent research, disciplinary layout and so on. The paper is helpful to understand materials science development trend of China and the world. It also can provide basis for the formulation of development strategy and policy of material science and the rational allocation of scientific and technological resources.

[Keywords] material science, discipline assessment, disciplinary layout, international cooperation, scientometric analysis

科学新闻

孕期发烧增加孩子自闭症风险

美国科学家6月13日称，母亲在怀孕期间发烧，有可能增加孩子罹患自闭症的风险。

该研究分析了1999年至2009年之间出生的近10万名挪威儿童及其母亲的健康数据，其中约16%的母亲报告曾在怀孕期间发烧，最终诊断患有自闭症的儿童共计583人。

结果显示，母亲孕期发烧一到两次会让孩子患自闭症的风险增加34%，其中在孕中期发烧则使风险升高约40%。那些在孕12周后报告发烧3次及以上的女性，其孩子患自闭症的风险提升超过3倍。

论文第一作者、美国哥伦比亚大学流行病学副教授马迪·霍尼格在一份声明中说：“我们的研究表明，

母亲在孕期发生感染和对感染的先天性免疫反应，至少在一些自闭症病例的发病过程中起到了作用。”

发表在英国新一期《分子精神病学》杂志的这项研究还分析了发烧孕妇服用乙酰氨基酚和布洛芬两种退烧药对孩子患自闭症风险的影响。结果显示，服用乙酰氨基酚对降低孩子自闭症风险无明显影响。服用布洛芬的发烧孕妇所生孩子无一得自闭症，但由于服用布洛芬的孕妇人数太少，研究无法确定布洛芬是否对预防自闭症有效。

(来源：新华社 林小春)