

2014 研究前沿

中国科学院文献情报中心
汤森路透知识产权与科技事业部
新兴技术未来分析联合研究中心

2014 年 10 月

“研究前沿” (Research Front) 的分析数据揭示了不同研究者在探究相关的科学问题时会产生一定的关联，尽管这些研究人员的背景不同或来自不同的学科领域。

方法论和数据说明

1. 背景介绍

2013 年汤森路透发布了《2013 研究前沿—自然科学和社会科学的前 100 个探索领域》的白皮书，揭示了 2013 年的研究聚焦和关键的研究领域，为科研管理人员和政策制定者辨析研究趋势、识别研究前沿方向提供了一个独特的视角，引起全球广泛的关注。

2014 年汤森路透与中国科学院文献情报中心成立的“新兴技术未来分析联合研究中心”推出《2014 研究前沿》分析报告。该报告仍然以共被引分析方法为基础，基于汤森路透的 Essential Science Indicators (ESI) 数据库中的 9700 多个研究前沿，遴选出了 2014 年排名最前的 100 个热点前沿和 44 个新兴前沿，涉及自然科学和社会科学的 10 个大学科领域。

2. 方法论和数据说明

整个工作分为两个部分：研究前沿的遴选和数据提供由汤森路透完成；重点研究前沿的遴选和数据分析及解读由中国科学院文献情报中心完成。此次分析基于 2008-2013 年的论文数据，数据下载时间为 2014 年 3 月。

2.1 研究前沿的遴选和数据提供

《2014 研究前沿》分析报告反映了当前自然科学和社会科学的 10 个大学科领域的 144 个研究前沿（包括 100 个热点前沿和 44 个新兴前沿）。我们以 ESI 数据库中的 9700 多个研究前沿为起点，遴选目标是要找到那些较为活跃或发展迅速的研究前沿。

报告中所列的 144 个研究前沿的具体筛选过程如下：

2.1.1 热点前沿的遴选

先把 ESI 数据库中 21 个学科领域的 9700 多个研究前沿划分到 10 个高度聚合的大学科领域中，然后对

每个大学科领域中的研究前沿的核心论文，按照总被引频次进行排序，提取排在前 10% 的最大或最具影响力的研究前沿。再基于核心论文出版年的平均值重新排序，找出那些“最年轻”的研究前沿论文。通过上述两个步骤在每个大学科领域分别选出 10 个热点前沿，共计 100 个热点前沿。因为每个学科领域具有不同的特点和引用行为，有些学科领域中的很多研究前沿在核心论文和引用论文的数量上会相对较小，所以从 10 个大学科领域中分别遴选出的排名前 10 的热点前沿，代表各大学科领域中最具影响力的研究前沿，但并不一定代表跨数据库（所有学科）中最大最热的研究前沿。

2.1.2 新兴前沿的遴选

一个有很多新近的核心论文的研究前沿，通常提示其是一个快速发展的专业研究方向。为了选取新兴的前沿，组成研究前沿的基础文献即核心论文的时效性是优先考虑的因素。这就是为什么我们称其为“新兴前沿”。为了识别新兴前沿，我们对研究前沿中的核心论文的出版年赋予了更多的权重或优先权，只有平均核心论文出版年在 2012 年下半年之后的研究前沿才被考虑，然后再按被引频次从高到低排列，选取被引频次在 100 以上的研究前沿，从而遴选出了 44 个新兴前沿（见附表）。遴选不限定学科，因此 44 个新兴前沿在 10 个大学科领域中分布并不平均，例如化学领域选出了 14 个新兴前沿，而农业科学领域则为空白。

通过以上两种方法，这份报告突出显示了 10 个高度聚合的大学科领域中的 100 个热点前沿和 44 个新兴前沿。

2.2 重点研究前沿的遴选和解读

本报告在汤森路透遴选的 144 个研究前沿数据的基础上,中国科学院文献情报中心的科技情报研究人员对 10 个大学科领域中的 19 个重点研究前沿进行了详细的分析解读。

研究前沿是由一组高被引的核心论文和一组共同引用核心论文的施引论文组成。核心论文来自于 ESI 数据库中的高被引论文,即在同学科同年度中根据被引频次排在前 1% 的论文。这些有影响力的核心论文的作者、机构、国家在该领域也做出了不可磨灭的贡献,本报告也对其进行了深入分析和解读。

引用这些核心论文的施引论文可以反映出核心论文所提出的技术、数据、理论在发表之后是如何被进一步发展的,即使这些引用核心论文的论文本身并不是高被引论文。

2.2.1 重点研究前沿的遴选

本报告设计了遴选重点研究前沿的指标 CPT,从 144 个前沿中遴选出 19 个重点研究前沿:

遴选重点研究前沿的指标 (CPT),是施引论文数即引用核心论文的论文数量 (C)除以核心论文数 (P),再除以施引论文所发生的年数 (T)。

$$CPT = (C/P) / T$$

CPT 实际上是一个研究前沿的平均引文影响力和施引论文发生年数的比值,该指标越高代表该前沿越热或越具有影响力。它反映了某研究前沿的引文影响力的广泛性和及时性。该指标既考虑了某研究前沿受到关注的程度,即有多少施引论文引用研究前沿中的核心论文,又反映了该研究前沿受关注的年代趋势,即施引论文所发生的年度,从最早的施引论文出版年到现在的累计年度。

在研究前沿被持续引用的前提下,

当两个研究前沿的 P 和 T 值分别相等时,则 C 值较大的研究前沿的 CPT 值也随之较大,指示该研究前沿引文影响力较大。

当两个研究前沿的 C 和 P 值分别相等时,则 T 值较小的研究前沿的 CPT 值相反会较大,指示该研究前沿较热。

当两个研究前沿的 C 和 T 值分别相等时,P 值较小的研究前沿的 CPT 反而会较大,指示该研究前沿引文影响力较大。

2.2.2 重点研究前沿的解读

2.2.2.1 重点热点前沿的解读

对于每个学科领域,第一张表展示各自的前 10 个热点前沿的核心论文的数量、被引用频次以及核心论文平均出版年。然后,对每个学科领域的 10 个热点前沿依据 CPT 指标遴选出 1 个研究前沿进行深入分析和解读,在第一张表中用灰色的底纹标出。因为分析数据基于 2008-2013 年的论文,核心论文平均出版年份会在 2008-2013 年之间摆动¹。如:显示的平均出版年为 2009.6,表示其平均出版年为 2009 年 8 月。

每个学科领域的 10 个研究前沿中引用核心论文的论文 (施引论文) 的年度分布用气泡图的方式展示。重点热点前沿用红色气泡表示。气泡大小表示每年施引论文的数量,对于那些施引论文数大,而引用年少的研究前沿,也就是 CPT 值的前两种情况,可以从图中直观地看出哪些是重点热点前沿。但是对于核心论文数 (P) 较小的情况,则需要结合数据来看。例如:地球科学领域遴选的前沿是《区域气候模式在预测地表温度和降水方面的应用及模型优化研究》,从图 3 来看,其施引论文的年与同学科的其它前沿相同,都是从 2007 年开始,而该前沿的气泡大小也就是施引论文数也不是最大的,但是因为该研究前沿的核心论文最少,因此计算出来的 CPT 值是最大的。因此选了该研究前沿作为重点热点前沿进行分析。

¹ 有时论文的出版年会出现 2007 年,这是因为这些论文的数据加工年即数据年为 2008。

气泡图也有助于对研究前沿发展态势的理解。大部分研究前沿的施引论文每年均有一定程度的增长。但是对于医学前沿“危重病人的强化胰岛素治疗与羟乙基淀粉液体复苏”来说，该前沿的CPT值最大，图4中施引论文的年度分布显示2010年之后每年的施引论文则呈下降趋势。深入研读该前沿，发现“危重病人的强化胰岛素治疗与羟乙基淀粉液体复苏”实际上包括两个主题，“危重病人的强化胰岛素治疗”和“危重病人的羟乙基淀粉液体复苏”。

“危重病人的强化胰岛素治疗”主题上，2009年的NICE-SUGAR研究结果对2001年提出的Leuven方案即强化胰岛素治疗的意义提出了质疑，随后引发了激烈的讨论，该论文的被引频次达到了1171次。2011年2月15日《Annals of Internal Medicine》发表了美国医师协会（ACP）发布的住院患者强化胰岛素治疗临床指南，反对“使用强化胰岛素治疗方案将SICU/MICU患者的血糖控制到正常水平”。该指南也是该前沿的核心论文。美国医师协会指南给先前如火如荼的危重病人胰岛素强化治疗方案踩了刹车。在此之后，没有胰岛素强化治疗这方面的论文入选该前沿的核心论文。这也解释了图4中该前沿的施引论文在2010年之后呈下降趋势的原因。

每个学科领域的第二张表和第三张表分别从核心论文的国家、机构和作者的活跃状况进行了分析。揭示出哪些国家、机构在某重点热点前沿中有较大贡献，同时也可以发现该前沿中的卓越科研人员。第四张表则对施引论文中的国家和机构进行了分析，探讨机构、国家在这些研究前沿的发展中的研究布局。

2.2.2.2 重点新兴前沿的解读

新兴前沿的体量较小。通过科技情报研究人员对重点新兴前沿的核心论文及相关信息进行解读，可以了解重点新兴前沿的发展脉络和研究力量布局，及发展前景。

表格阅读说明：

- 排名：按研究前沿的核心文献的平均出版年排序，即核心文献最新的排在前面
- 研究前沿：每个大学科领域中的每个研究前沿的名称
- 核心文献：对给定的某个研究前沿，其核心文献的篇数
- 被引频次：核心文献的被引用次数，提示一个研究前沿的大小
- 核心文献平均出版年：核心文献出版年的平均值
- 阴影栏：每个表单中，被选中做进一步数据分析和讨论的那个研究前沿。

农业、植物学和动物学

1. 热点前沿

1.1 农业、植物学和动物学 Top 10 研究前沿发展态势

表 1 农业、植物学和动物学领域 Top 10 研究前沿

排名	研究前沿	核心论文	被引频次	核心论文平均出版年
1	美国食源性疾病的统计和经济损失评价	6	873	2011.7
2	拟南芥生物钟调控	20	998	2011.1
3	生长素生物合成与调控	18	855	2011
4	植物内生真菌物种识别的系统发育方法	31	1150	2010.8
5	黑曲霉属真菌的识别、生长发育和毒素产生	18	973	2010.8
6	物种形成的基因学理论	12	1061	2010.7
7	细胞器 RNA 编辑	27	1473	2010.6
8	利用 DNA 测序研究根际真菌群落	18	1040	2010.6
9	C4 光合作用的进化及二氧化碳浓度对叶肉导度的影响	22	1171	2010.5
10	入侵害虫的天敌生物防治	14	953	2010.5

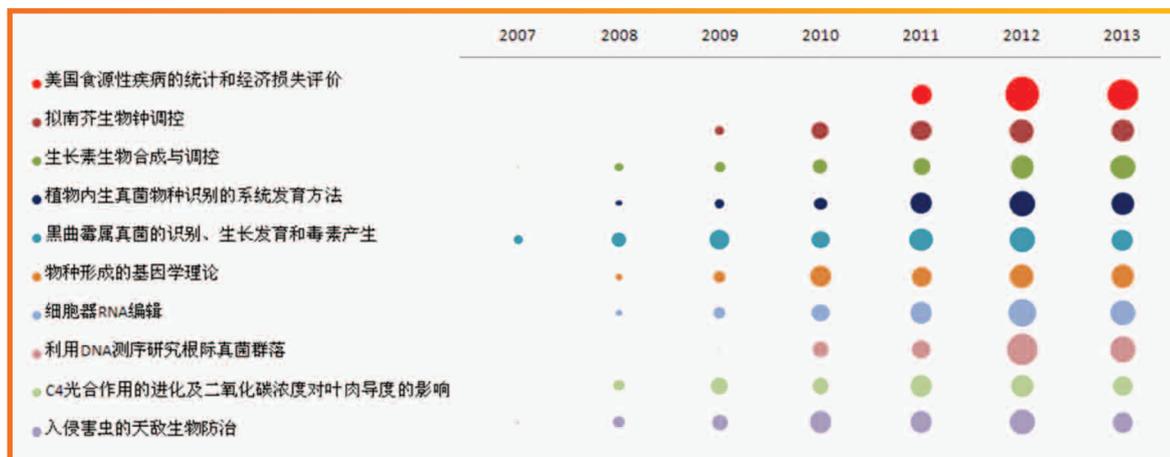


图 1 农业、植物学和动物学领域 Top 10 研究前沿施引论文

1.2 重点热点前沿 —— “美国食源性疾病的统计和经济损失评价”

食源性疾病是指通过食物进入人体内的致病因子导致的感染或中毒,大多数食源性疾病是由细菌、病毒、蠕虫和真菌引起的。根据流行病学监测数据显示,在过去 10 多年间全球食源性疾病发病率不断上升,且有严重暴发的趋势。目前世界上只有少数几个国家建立了食源性疾病年度报告制度,包括美国、英国、加拿大及日本。该重点热点前沿主要研究食源性疾病发生的原因及监测评估方法、美国食品供应链上的病原体危害对公共健康的影响、主要食源性疾病所造成的经济负担等。

1.2.1 国家和机构的活跃状况分析

“美国食源性疾病的统计和经济损失评价”这一重点热点前沿的 6 篇核心论文的产出国家是美国和丹麦(表 2),其中美国 5 篇,丹麦 1 篇。在该重点热点前沿中具有影响力的机构包括美国的科罗拉多公共卫生研究院、疾病预防控制中心、美国农业部经济研究院和佛罗里达大学等。这在一个侧面反映出美国在该研究方向上的影响力,这种影响力在某种程度上得益于美国完善的食源性疾病监测系统的建立。

表 2 美国食源性疾病的统计和经济损失评价研究前沿中 6 篇核心论文的 Top 产出国家和产出机构

国家排名	国家	核心论文	比例	机构排名	机构	核心论文	比例
1	美国	5	83.3%	1	科罗拉多公共卫生研究院(美国)	2	33.3%
2	丹麦	1	16.7%	1	美国疾病预防控制中心(美国)	2	33.3%
				1	美国农业部经济研究局(美国)	2	33.3%
				1	佛罗里达大学(美国)	2	33.3%
				5	俄亥俄州立大学(美国)	1	16.7%
				5	未来资源研究所(美国)	1	16.7%
				5	丹麦技术大学(丹麦)	1	16.7%

1.2.2 作者的活跃状况分析

在“美国食源性疾病的统计和经济损失评价”热点前沿中，具有影响力的作者分别是来自科罗拉多公共卫生研究院、佛罗里达大学、丹麦技术大学、美国农业部经济研究局和俄亥俄州立大学的研究人员（表3）。其中 Elaine Scallan 博士（女）在该前沿表现最为突出，她是美国科罗拉多公共卫生研究院的一名副教授，其主要研究方向包括食源性疾病和肠道疾病指标、食源性疾病的归因和风险因素、食源性疾病监测和流行病学及肠道疾病疫情调查和应对等。Elaine Scallan 博士在该前沿 6 篇核心论文中

贡献了 2 篇，而且这 2 篇论文于 2011 年发表在同一期的《Emerging Infectious Diseases》上，其被引频次远远高于其他论文。特别是其中一篇利用监测及其他来源数据，评估了 31 种主要病原体在美国引起的食源性疾病状况，同时对评估方法进行了研究改进，这篇论文的被引频次达到 694；另一篇论文利用来自调查医院记录和死亡证明的数据，评估了在美国除上述 31 种主要病原体之外的其他未指定的病原物引起的食源性疾病状况，被引频次为 98 次，大于其他 4 篇的被引频次之和。

表 3 “美国食源性疾病的统计和经济损失评价”研究前沿中 6 篇核心论文的 Top 通讯作者

排名	通讯作者	通讯机构	国家	核心论文
1	Scallan, E	科罗拉多公共卫生研究院	美国	2
2	Batz, MB	佛罗里达大学	美国	1
2	Domingues, AR	丹麦技术大学	丹麦	1
2	Hoffmann, S	美国农业部经济研究局	美国	1
2	Scharff, RL	俄亥俄州立大学	美国	1

1.2.3 国家和机构的发展状况分析

从后续引用该前沿 6 篇核心论文的施引论文数量看，美国的施引论文最多（表 4），有 457 篇，占总施引论文量的 79.6%。中国以 28 篇的数量排名第二，占总施引论文量的 4.9%；位居其后的依次为加拿大、英国、比利时、荷兰、波兰、德国、法国和西班牙。施引论文量排名前 10 的 12 个机构均来自美国，其中美国疾病预防控制中心的施引论文最多，有 77 篇，

占总施引论文量的 13.4%，排名第二和第三的分别是美国农业部和美国食品药品监督管理局。该前沿核心论文与施引论文统计结果表明，美国在“食源性疾病的统计和经济损失评价”研究中具有很强的影响力。中国虽然没有产出核心论文，但是其有 28 篇施引论文，这从一定程度上反映出中国对该研究前沿的关注与跟进。

表 4 “美国食源性疾病的统计和经济损失评价”研究前沿中施引论文的 Top 产出国家和产出机构

国家排名	国家	施引论文	比例	机构排名	机构	施引论文	比例
1	美国	457	79.6%	1	美国疾病预防控制中心（美国）	77	13.4%
2	中国	28	4.9%	2	美国农业部（美国）	76	13.2%
3	加拿大	27	4.7%	3	美国食品和药物管理局（美国）	74	12.9%
4	英国	23	4.0%	4	北卡罗来纳州立大学（美国）	23	4.0%
5	比利时	12	2.1%	5	俄亥俄州立大学（美国）	22	3.8%
6	荷兰	12	2.1%	6	阿肯色大学（美国）	21	3.7%
7	波兰	10	1.7%	7	明尼苏达卫生部（美国）	18	3.1%
8	德国	10	1.7%	8	乔治亚大学（美国）	16	2.8%
9	法国	10	1.7%	9	科罗拉多州公共卫生环境部（美国）	15	2.6%
10	西班牙	10	1.7%	10	田纳西州卫生部（美国）	14	2.4%
				10	田纳西大学诺克斯维尔分校（美国）	14	2.4%
				10	康奈尔大学（美国）	14	2.4%

生态与环境科学

1. 热点前沿

1.1 生态与环境科学领域 Top 10 研究前沿发展态势

表 5 生态与环境科学领域 Top 10 研究前沿

排名	研究前沿	核心论文	被引频次	核心论文平均出版年
1	气候干旱和炎热引发的树木死亡	21	1889	2011.3
2	植被物候对气候变化的响应	15	1154	2010.1
3	海洋酸化对海洋生态系统的影响	24	2186	2009.8
4	Maxent 等物种分布模型预测物种的潜在分布	36	5614	2009.6
5	物种分化速率和适应辐射	28	2554	2009.4
6	景观遗传研究	13	1077	2009.4
7	生物碳修正对环境的影响	19	1538	2009.3
8	氨氧化古菌和细菌的生态群落	30	3865	2009.2
9	动植物共生网络	11	1176	2009.2
10	同位素生态学	12	1654	2009.1



图 2 生态与环境科学领域 Top 10 研究前沿施引论文

1.2 重点热点前沿 —— “Maxent 等物种分布模型预测物种的潜在分布”

物种分布模型 (SDMs) 主要是利用物种的分布数据 (主要是出现数据) 与环境数据, 依据特定的算法估计物种的生态位, 并投影到景观中, 以概率的形式反映物种对生境的偏好程度, 结果可以解释为物种出现的概率、生境适宜度或物种丰富度等。它在环境科学的研究、自然资源的管理和生物多样性的保护方面具有重要的应用价值, 这些应用包括生物多样性评估、自然保护区的设计、生态恢复中物种的选择、物种迁地保护生境的筛选、环境风险评估、入侵物种的管理、群落和生态系统分布的模拟、全球环境变化对物种和生态系统影响等方面。

SDMs 的研究起源于早期植物群落与环境梯度关系的研究, 特别是物种对环境因子响应曲线的研究。20 世纪 80 年代, 由于计算机技术和统计科学的发展, 使得 SDMs 逐渐转向以预测为目的的研究; 20 世纪 90 年代以后, GIS 技术的快速发展以及遥感数据获得越来越容易, 大大加强了 SDMs 的应用能力, 大量的物种分布模型及软件涌现出来。

Maxent 模型是近年来应用最广的物种分布模型, 由美国 AT&T 实验室的 Phillips, SJ 等在 2006 年开发的。该模型被广泛地应用于物种保护区规划、入侵物种的潜在分布预测以及物种的空间分布对气候变化的响应等研究。这篇发表在《Ecological Modelling》上的论文至今被引了 2158 次, 也从另一个侧面说明了相关研究领域对该模型的认可程度。在 36 篇核心论文中, Phillips, SJ 发表于 2008 年的文章收到 687 次被引, 是该前沿中最有影响的论文。这篇文章对 Maxent 模型进行了新的扩展和综合评价。

表 6 和表 8 总结了为该前沿的核心论文和施引论文做出重要贡献的国家与机构。美国是 “Maxent 等物种分布模型预测物种的潜在分布” 研究前沿中最为活跃的国家, 36 篇核心论文有 28 篇来自美国, 占到了 77.8% 的比例。澳大利亚、瑞士、西班牙和新西兰分别贡献了 10 篇、7 篇、5 篇和 4 篇核心论文。

表 6 “Maxent 等物种分布模型预测物种的潜在分布” 研究前沿中 36 篇核心论文的 Top 产出国家和产出机构

国家排名	国家	核心论文	比例	机构排名	机构	核心论文	比例
1	美国	28	77.8%	1	堪萨斯大学 (美国)	11	30.6%
2	澳大利亚	10	27.8%	2	洛桑大学 (瑞士)	6	16.7%
3	瑞士	7	19.4%	3	墨尔本大学 (澳大利亚)	5	13.9%
4	西班牙	5	13.9%	4	AT&T 实验室 (美国)	4	11.1%
5	新西兰	4	11.1%	4	纽约州立大学石溪分校 (美国)	4	11.1%
				4	西班牙科学研究理事会 (西班牙)	4	11.1%

美国的堪萨斯大学在核心论文的产出和引用中都居于领先地位，贡献了 30.6% 的核心论文 (11 篇) 和 83 篇施引论文。该大学的生物多样性研究所的 Peterson, AT 教授是该前沿的领军人物，他专注于生态位模型的研究。Peterson, AT 教授参与了 7 篇核心论文，其中他作为通讯作者的有 4 篇。Peterson, AT 教授在施引论文中也是最高产的通讯作者，贡献了 16 篇论文 (表 7)。

澳大利亚墨尔本大学的 Elith, J 教授也非常活跃，她的研究兴趣是用定量方法模拟生物多样性，目前主要研究气候变化和外来物种入侵的应用。2009-2011

年，墨尔本大学贡献了 5 篇核心论文，Elith, J 教授均有参与。三年中她作为通讯作者论文每年入选一篇核心论文，同时这 3 篇核心论文的被引频次与同一年度的论文相比均列第一。其中发表于 2009 年的一篇文章收到 483 次被引，被引频次仅次于 Phillips, SJ 发表于 2008 年的文章。

西班牙科学研究理事会的 Lobo, JM 有 3 篇核心论文 (表 7)，而且与同一年度的其他论文相比，他的论文的被引频次较高，特别是发表于 2008 年的“AUC: 预测分布模型的性能一个误导性指标”，引起广泛关注，收到 401 次被引。

表 7 “Maxent 等物种分布模型预测物种的潜在分布”研究前沿中 36 篇核心论文的 Top 通讯作者

排名	通讯作者	通讯机构	国家	核心论文
1	Peterson, AT	堪萨斯大学	美国	4
2	Elith, J	墨尔本大学	澳大利亚	3
3	Lobo, JM	西班牙科学研究理事会	西班牙	3

从后续引用该前沿 36 篇核心论文的施引论文的国家分布来看（表 8），Top 10 国家分为三个梯队，其中第一梯队只有美国，其施引论文有 768 篇，占总施引论文量的 41.2%，是第二名英国的 3.3 倍。英国、澳大利亚、西班牙和德国的施引论文数在 198-230 篇之间，构成第二梯队。法国、瑞士、葡萄牙、和巴西的施引论文数在 97-142 之间，属于第三梯队。

施引论文量排名前 10 的机构中，前两位的是西班牙的科学研究理事会和美国的堪萨斯大学，施引论文分别为 95 和 83 篇。第三名澳大利亚联邦科学与工业组织贡献了 57 篇施引论文。随后是美国地质调查局、瑞士的洛桑大学和澳大利亚的墨尔本大学分别参与了 50 篇左右的施引论文产出。中国科学院在施引论文 Top 机构中位于第 7 位，产出了 44 篇论文，显示中国科学院对该研究前沿有了一定的关注（表 8）。

表 8 “Maxent 等物种分布模型预测物种的潜在分布”研究前沿中施引论文的 Top 产出国家和产出机构

国家排名	国家	施引论文	比例	机构排名	机构	施引论文	比例
1	美国	768	41.2%	1	西班牙科学研究理事会（西班牙）	95	5.1%
2	英国	230	12.3%	2	堪萨斯大学（美国）	83	4.5%
3	澳大利亚	228	12.2%	3	澳大利亚联邦科学与工业组织（澳大利亚）	57	3.1%
4	西班牙	210	11.3%	4	美国地质调查局（美国）	50	2.7%
5	德国	198	10.6%	5	洛桑大学（瑞士）	49	2.6%
6	法国	142	7.6%	6	墨尔本大学（澳大利亚）	48	2.6%
7	瑞士	125	6.7%	7	中国科学院（中国）	44	2.4%
8	加拿大	104	5.6%	8	加州大学伯克利分校（美国）	41	2.2%
9	葡萄牙	99	5.3%	9	加州大学戴维斯分校（美国）	40	2.1%
10	巴西	97	5.2%	9	美国农业部（美国）	40	2.1%
				9	特里尔大学（德国）	40	2.1%
				9	墨西哥国立自治大学（墨西哥）	40	2.1%

2. 新兴前沿 —— “利用水生生物群体评估欧洲地表水的生态状况”

2000年10月23日，欧洲议会和欧盟理事会制定了《欧盟水框架指令》(EU Water Framework Directive)，并于2000年12月22日正式实施。该指令是近几十年来，欧盟在水资源领域颁布实施的最重要的指令。所有欧盟成员国以及准备加入欧盟的国家都必须使本国的水资源管理体系符合水框架指令(WFD)的要求，并引入共同参与的流域管理。

近些年来，欧洲水与环境管理的主要任务是贯彻欧盟水框架指令(WFD)(EC2000)。该指令的总目标是2015年以前欧洲的所有水体在数量上和质量上都必须达标。为此，需要一些能解决诸多技术问题的办法，例如水管理区特性描述，水体描述、分类和组分，人为影响评估，发展趋势、压力和影响评估，措施计划的制定及其评价等等。此外，WFD还提出了让利益相关方和公众参与水综合管理。WFD的成功贯彻需要合适的工具和模型以支持对各个阶段各种技术与社会问题的管理。

2012年德国杜伊斯堡-埃森大学的Birk, S教授等发表了一篇关于欧洲实施水框架指令(WFD)的国家利用水生生物群体评估欧洲地表水的状态的综述，对欧洲地表水的297种评价方法进行了总结。这些方法来自28个国家，应用于河流，沿海水域，湖泊和过渡水域的占比分别是30%，26%，25%和19%。欧盟水框架指令(WFD)的实施有力地支持了过渡水域的研究。该前沿的8篇核心论文有3篇讨论了河口和沿海水域等过渡水域的生态状况的管理和评估。其中英国赫尔大学的Elliott, M教授的发表于2011年的关于河口生态学和管理范式转换的论文收到了37次被引，是8篇核心论文中被引频次最高的。过渡水域的生态价值与经济价值开始受到重视。

生态质量指标的推导，性能，灵敏度和固有的不确定性已经成为开发海洋、过渡和沿海水域管理工具的主要议题。该研究前沿由8篇核心论文组成，其中发表在2013年的5篇核心论文主要集中在这个主题上。要解决欧洲水框架指令(WFD)未来的挑战，新的生物指标陆续被提出，并进行评估。

地球科学

1. 热点前沿

1.1 地球科学领域 Top 10 研究前沿发展态势

表 9 地球科学领域 Top 10 研究前沿

排名	研究前沿	核心论文	被引频次	核心论文平均出版年
1	对瑞道特火山和艾雅法拉火山喷发的监测、预警和影响因素研究	31	1035	2011.9
2	末次间冰期以来深海与大气之间的 CO ₂ 交换导致全球变暖	25	1326	2011.1
3	2011 年东日本大地震与海啸观测研究	35	2311	2010.7
4	中国华北克拉通的地质构造模型研究	34	2188	2010.5
5	格陵兰注出冰川加速融化的成因和影响因素研究	29	2533	2010.3
6	区域气候模式在预测地表温度和降水方面的应用及模型优化研究	14	1086	2010.2
7	藏南锆石的地质年代学	25	1636	2010.1
8	全球海平面升高及其影响因素研究	42	3870	2010
9	大气气溶胶成核和生长的机理研究	33	2502	2010
10	大气中异戊二烯二次有机气溶胶的生成机理研究	18	1647	2009.9



图 3 地球科学领域 Top 10 研究前沿施引论文

1.2 重点热点前沿 —— “区域气候模式在预测地表温度和降水方面的应用及模型优化研究”

联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）2013年发布的评估报告²指出，全球气候变暖已经成为毋庸置疑的事实。对全球和区域气候变化的理解、对未来气候变化的预测，是科学家、公众以及决策者共同关心的问题，并与各个国家和地区制定长远社会经济发展计划息息相关。“气候模式”这一模拟工具正是在该背景下应运而生的，而且随着全球气候观测系统的不断完善、计算机性能的不断提高，其模拟性能也在不断得到改善。

区域气候的成因是多方面的，大尺度的影响在某种程度上起主导作用，但特殊地形和下垫面特征，往往造成区域气候的特殊变化规律。近年来世界各地不断出现气候异常现象，这些气候异常往往带有区域性特征，它们虽然与大尺度气候变化有着一定的关系，但可能与区域尺度的气候形成和变化关系更加密切。2008年1月中下旬至2月上旬，中国南方地区曾发生历史罕见的大范围低温雨雪冰冻灾害，对当地交通运输、能源和电力供应、农业、生态以及社会生活造成了严重的影响和巨大损失，就是脆弱的区域气候环境对外界强迫发生敏感响应的一个例子。

目前描述气候变化的气候模式可以分为“大气环流模式”（GCM）和“区域气候模式”（RCM）两种，其中GCM可以描述较大尺度区域的气候变化，但分辨率降低，不能很好地模拟区域尺度温度和降水的平均气候和变率，难以进一步估计气候年际变率对区域水资源、生态环境和大尺度环流的可能影响；而RCM因为具有较高的分辨率，能够对复杂地形、

弯曲的海岸线和下垫面细部特征进行详细描述，从而能够反映局地强迫引起的气候特征，而在有限区域气候研究中得到了广泛应用。中国的许多地区处于东亚季风区，地形及下垫面状况复杂，人口密集，是世界气候变率较大的地区之一，RCM在这种下垫面性质不均匀、受到具有不同尺度变率的大气环流影响的区域的气候变化研究中便显得尤为重要。地表温度和降水，则是气候变化研究中的两个主要元素。在以上背景下，“区域气候模式在预测地表温度和降水方面的应用及模型优化研究”成为重点热点前沿，也就不足为奇了。

1.2.1 国家和机构的活跃状况分析

根据核心论文的产出国家和产出机构的分析（表10），可以看出，英国在本研究领域的表现最为突出，对本领域14篇核心论文其中的8篇都有所贡献。另一方面，本领域并不是一个由单个国家独领风骚的领域，德国、法国、丹麦、挪威、葡萄牙也都有较出色的表现，从各国在核心论文中所占的比例，也可以看出本领域的国际合作十分普遍，有很多核心论文都是由多国研究人员合作完成的。但是，14篇核心论文的产出国家和产出机构全部都位于欧洲，这显示了欧洲国家在区域气候模式研究中的强大实力。的确，气候模式的建立和优化都需要以高时空分辨率的观测数据为基础，而无论是地面观测站、测风、探空、卫星、雷达等观测能力的建设，还是区域格点观测资料库的建设、计算网格的优化，都需要长时间的耕耘和积累，这或许也是中国等新兴国家难以迅速在这一领域崭露头角的原因之一。

表10 “区域气候模式在预测地表温度和降水方面的应用及模型优化研究”研究前沿中14篇核心论文的Top产出国家和产出机构

国家排名	国家	核心论文	比例	机构排名	机构	核心论文	比例
1	英国	8	57.1%	1	英国气象局（英国）	5	35.7%
2	德国	6	42.9%	2	马普学会（德国）	4	28.6%
3	法国	4	28.6%	3	丹麦气象局（丹麦）	3	21.4%
4	丹麦	3	21.4%	3	里斯本大学（葡萄牙）	3	21.4%
4	荷兰	3	21.4%	3	英国自然环境研究理事会生态与水文研究中心（英国）	3	21.4%
4	葡萄牙	3	21.4%				

注² https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml

1.2.2 作者的活跃状况分析

本领域 14 篇核心论文的通讯作者中，除来自意大利萨拉姆国际理论物理中心的 Piani, C 拥有 2 篇核心论文外，其他 12 位通讯作者均贡献了 1 篇核心论文，可以说不同的作者基本上平分秋色（表 11）。然而其中英国的作者有 4 位，分别来自英国的 4 个不同机构；丹麦作者有 2 位，都来自丹麦气象研究所。因此，从核心论文的通讯作者来看，本领域的活跃作者较多，但是仍然集中在欧洲的少数几个国家和机构。

表 11 “区域气候模式在预测地表温度和降水方面的应用及模型优化研究”研究前沿中 14 篇核心论文的 Top 通讯作者

排名	通讯作者	通讯机构	国家	核心论文
1	Piani, C	意大利萨拉姆国际理论物理中心	意大利	2
2	Best, MJ	英国气象局	英国	1
2	Boberg, F	丹麦气象局	丹麦	1
2	Christensen, JH	丹麦气象局	丹麦	1
2	Clark, DB	英国自然环境研究理事会生态与水文研究中心	英国	1
2	Deque, M	法国气象局	法国	1
2	Fowler, HJ	纽卡斯尔大学	英国	1
2	Haddeland, I	挪威水资源能源局	挪威	1
2	Leander, R	荷兰皇家气象研究所	荷兰	1
2	Maraun, D	吉森大学	德国	1
2	Quesada, B	凡尔赛大学	法国	1
2	Themessl, MJ	格拉兹大学	奥地利	1
2	Weedon, GP	英国自然环境研究理事会生态与水文研究中心	英国	1

1.2.3 国家和机构的发展状况分析

本领域施引论文的 Top 产出国家和产出机构与核心论文的产出国家和产出机构相比, 差别较为明显。尽管在核心论文的 Top 产出国家中并没有欧洲以外国家的身影, 但是从施引论文数量来看, 美国跃居第一位, 加拿大和澳大利亚分别居于第 5 和第 6 位, 并且澳大利亚有两个机构进入了施引论文数量的 Top 10, 这些都从侧面反映了区域气候模式研究的热点地区从欧洲向北美、大洋洲等地区发展、扩散的趋势(表 12)。在未来, 区域气候模式研究还将向着获取更高的空间分辨率、建立更完善的区域格点观测资料库、更确切地模拟地面气候过程时空演变规律等目标发展, 可以预见这还将是一个大有可为的研究领域。

表 12 “区域气候模式在预测地表温度和降水方面的应用及模型优化研究”研究前沿中施引论文的 Top 产出国家和产出机构

国家排名	国家	施引论文	比例	机构排名	机构	施引论文	比例
1	美国	138	22.3%	1	马普学会(德国)	37	6.0%
2	英国	137	22.1%	2	英国气象局(英国)	30	4.8%
3	德国	107	17.3%	3	英国自然环境研究理事会生态与水文中心(英国)	28	4.5%
4	荷兰	75	12.1%	3	澳大利亚联邦科学与工业研究组织(澳大利亚)	28	4.5%
5	加拿大	60	9.7%	5	苏黎世联邦理工大学(瑞士)	24	3.9%
6	澳大利亚	59	9.5%	6	瓦赫宁根大学(荷兰)	22	3.5%
7	法国	56	9.0%	7	代尔夫特三角洲研究中心(荷兰)	18	2.9%
8	瑞士	40	6.5%	7	奥斯陆大学(挪威)	18	2.9%
9	意大利	38	6.1%	7	雷丁大学(英国)	18	2.9%
10	西班牙	32	5.2%	10	新南威尔士大学(澳大利亚)	17	2.7%

2. 新兴前沿 —— “对大气中臭氧、甲烷、碳黑等非二氧化碳温室气体以及羟基、人为源二氧化硫等的模型分析”

在气候模式比较计划 (CMIP) 中开展的模拟研究为政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第四次评估报告中对气候的敏感性、历史气候及气候预测的研究工作提供了有价值的信息资源, 但不同模型对辐射强迫进行模拟时的假设条件千差万别, 包括物理过程和大气成分等, 特别是对气溶胶或除二氧化碳之外其他的气体考虑不周, 与生物圈有关的信息也有必要纳入气候模式。此外, 大量与大气化学有关的新观测结果也将帮助我们加深对化学和气候的理解。

在国际岩石圈 - 生物圈计划 (IGBP) 子计划——全球大气化学国际计划 (IGAC) 和世界气候研究计划 (WCRP) 子计划——平流层过程及其对气候的作用计划 (SPARC) 的研究项目大气化学和气候 (AC&C) 计划的支持下, 2009 年召开了旨在对“大气化学 - 气候模式比较计划 (ACCMIP)”进行优化定义的首次会议, 2011 年 ACCMIP 召开首届研讨会, 2012 年召开第二届研讨会。ACCMIP 将对气候模式, 特别是对对流层臭氧和气溶胶模拟进行广泛的评估, 充分利用上述测量结果。从论文产出方面看, 在该计划的推动下, 对大气中臭氧、甲烷、碳黑等非二氧化碳温室气体的模型分析研究迅速发展, 同时促进了对羟基、人为源二氧化硫等气溶胶及其前体物的大气化学模拟和观测研究, 使之成为地球科学领域的新兴前沿。从国家层面看, 美国对该计划的响应最热烈, 9 篇核心论文中有 6 篇的通讯作者在美国研究机构工作。

临床医学

1. 热点前沿

1.1 临床医学领域 Top 10 研究前沿发展态势

表 13 临床医学领域 Top 10 研究前沿

排名	研究前沿	核心论文	被引频次	核心论文平均出版年
1	经导管去肾脏交感神经治疗顽固性高血压	19	1707	2011.7
2	结核合并 HIV 感染及多耐药肺结核的治疗与 XPERT MTB/RIF 快速诊断	47	2907	2011.4
3	经导管主动脉瓣植入	47	6255	2011
4	粪菌移植治疗复发性难辨梭菌感染	35	3509	2011
5	脑深部电刺激治疗帕金森疾病与难治性抑郁症	32	2521	2011
6	前列腺肿瘤相关突变、基因融合与预后	25	2443	2011
7	危重病患者的强化胰岛素治疗与羟乙基淀粉液体复苏	33	4876	2010.9
8	系统性红斑狼疮免疫治疗临床试验	24	2030	2010.9
9	脉络膜增强频域光学层析成像	27	1869	2010.9
10	良性前列腺增生与前列腺癌及相关下尿路感染的药物治疗	22	1788	2010.9



图 4 临床医学领域 Top 10 研究前沿施引论文

1.2 重点热点前沿 —— “危重病人的强化胰岛素治疗与羟乙基淀粉液体复苏”

受激素应激性胰岛素抵抗及炎性细胞因子等作用影响，危重病患者出现高血糖现象非常普遍。显著的高血糖状态会使机体内环境紊乱、细胞免疫功能受损，并导致许多严重并发症的发生。合理控制危重病患者的血糖是危重病医学的常规工作之一。Van Den Bergh 等人在 2001 年指出降低危重病死亡率的标准血糖水平为 4.4-6.1 mmol/L(又称 Leuven 方案)，最早提出强化胰岛素治疗概念 (即将血糖控制在 4.4-6.1 mmol/L)，并证明强化胰岛素治疗能明显降低危重病患者病死率与并发症。尽管有些研究支持 Leuven 方案，该前沿的一些核心论文对危重病患者强化胰岛素治疗的意义提出了质疑。

危重病治疗中另一个有争议的话题是羟乙基淀粉液体复苏治疗的安全性。羟乙基淀粉自 20 世纪 60 年代便广泛用于多种危重病的复苏治疗。第三代羟乙基淀粉 130/0.4 分子量小 (130 kd)，替换程度低 (0.4)，肾脏代谢速度快，不易造成血液聚集。美国食品药品监督管理局于 2007 年批准羟乙基淀粉 130/0.4 的临床应用，但鉴于不同研究提出羟乙基淀粉 130/0.4 安全性尤其是肾功能影响截然不同的结论，使得医学科研人员格外重视羟乙基淀粉 130/0.4 液体复苏方案的安全性与治疗效果。

德国耶拿大学的 Reinhart, K 作为通讯作者发表在《New England Journal of Medicine》2008 年第 358 卷上的论文 “Intensive Insulin Therapy and Pentastarch Resuscitation in Severe Sepsis” 入选该前沿的核心论文，被引频次高达 984 次。该论文对重症脓毒症进行强化胰岛素治疗的意义以及羟乙基淀粉 (HES 200/0.4) 液体复苏治疗的安全性提出了质

疑。Reinhart K 指出与常规胰岛素治疗相比，强化胰岛素治疗并没有降低患者的死亡率，而低血糖风险却显著增高 (17.0% vs. 4.1%, $P < 0.001$)，并导致该部分临床实验提前终止。同时，羟乙基淀粉液体复苏与也会增加患者急性肾功能衰竭风险 (对照组使用 Ringer's 液体复苏)。

2009 年，澳大利亚和新西兰重症医学会牵头并联合加拿大及欧洲共 42 家医疗机构参与的 NICE-SUGAR 研究，也对强化胰岛素治疗的意义提出了质疑。NICE-SUGAR 试验共纳入了 6104 名患者。这篇发表在《New England Journal of Medicine》上的论文 “Intensive versus Conventional Glucose Control in Critically Ill Patients” 入选该前沿的核心论文，被引频次更是高达 1171 次。论文结果显示，强化血糖控制治疗组 [目标血糖水平为 81 ~ 108 mg/dl (4.5 ~ 6.0 mmol/L)] 与常规血糖控制组 [目标血糖水平 \leq 180 mg/dl (\leq 10.0 mmol/L)] 的患者死亡率、重症监护病房住院天数、人工呼吸天数无显著差异 (27.5% vs. 24.9%, $P = 0.02$)，但强化血糖控制组严重低血糖发生率明显高于常规血糖控制治疗组 (6.8% vs. 0.5%, $P < 0.001$)。

2011 年，美国俄勒冈健康与科学大学的 Devan Kansagara 博士及其同事发表了一篇关于住院患者强化胰岛素治疗的系统综述 (入选该前沿的核心论文)。综述中他们对 21 项 ICU、围手术期医护、心肌梗死、卒中或脑损伤患者强化胰岛素治疗的临床试验进行了 Meta 分析，发现强化胰岛素疗法并没有改善患者短期死亡率、长期死亡率、感染率、住院天数或肾脏替代治疗，而其中有 10 项研究发现强化胰岛素治疗严重低血糖的风险增加了 6 倍。

鉴于以上这些对强化胰岛素治疗的质疑，2011年2月15日《Annals of Internal Medicine》发表了美国医师协会（ACP）发布的住院患者强化胰岛素治疗临床指南，反对“在非外科重症监护病房（SICU）/内科重症监护病房（MICU）使用强化胰岛素治疗控制血糖³”、反对“使用强化胰岛素治疗方案将SICU/MICU患者的血糖控制到正常水平”。该指南入选该前沿的核心论文，美国医师协会（ACP）临床政策学主任 Qaseem, A 为通讯作者（见表15）。

美国医师协会指南给先前如火如荼的危重病人胰岛素强化治疗方案踩了刹车。在此之后，没有胰岛素强化治疗这方面的论文入选该前沿的核心论文。

在“危重病人的强化胰岛素治疗与羟乙基淀粉液体复苏”热点前沿研究中，美国的优势地位明显，平均3篇核心论文中就有1篇有美国研究机构和研究者的参与（表14）。澳大利亚、加拿大、德国和英国对该领域研究的贡献也相当突出。这与这些国家的医学科研实力相符。4家澳大利亚机构占据核心论文产出机构 Top 4，反映这些机构近年对该前沿的持续关注程度高。

表14 “危重病人的强化胰岛素治疗与羟乙基淀粉液体复苏”研究前沿中33篇核心论文的Top产出国家和产出机构

国家排名	国家	核心论文	比例	机构排名	机构	核心论文	比例
1	美国	12	36.4%	1	悉尼大学（澳大利亚）	5	15.2%
2	澳大利亚	7	21.2%	2	悉尼皇家北岸医院（澳大利亚）	4	12.1%
3	加拿大	6	18.2%	3	奥斯汀医院（澳大利亚）	3	9.1%
4	德国	5	15.2%	3	悉尼圣乔治医院（澳大利亚）	3	9.1%
4	英国	5	15.2%	3	匹兹堡大学（美国）	3	9.1%
				3	耶拿大学（德国）	3	9.1%

注³http://www.cn-healthcare.com/news/qianyan/2013-06-03/content_424539.html

该热点前沿 33 篇核心论文的通讯作者遍及欧洲、美洲、澳洲、西亚、南非等地（表 15），反映该领域的研究已在全球多数范围得到广泛关注，尤以欧洲的关注程度最高（有 21 个通讯作者来自欧洲）。

表 15 “危重病人的强化胰岛素治疗与羟乙基淀粉液体复苏”研究前沿中 33 篇核心论文的 Top 通讯作者

排名	通讯作者	通讯机构	国家	核心论文
1	Reinhart, K	耶拿大学	德国	3
2	Shaw, AD	杜克大学	美国	2
3	Arabi, YM	沙特国王大学	沙特阿拉伯	1
3	Bellomo, R	奥斯汀医院	澳大利亚	1
3	Gattas, DJ	阿尔弗雷德王子医院	澳大利亚	1
3	Gattas, DJ	悉尼大学	澳大利亚	1
3	Griesdale, DEG	英属哥伦比亚大学	加拿大	1
3	Guidet, B	圣安东尼医院	法国	1
3	Haase, N	哥本哈根大学	丹麦	1
3	Hermanides, J	阿姆斯特丹大学	荷兰	1
3	James, MFM	开普敦大学	南非	1
3	Kansagara, D	俄勒冈健康与科学大学	美国	1
3	Krinsley, JS	哥伦比亚大学	美国	1
3	Lobo, DN	诺丁汉大学	英国	1
3	Marik, PE	东弗吉尼亚医学院	美国	1
3	Martin, C	马赛公共医学中心	法国	1
3	Moghissi, ES	玛丽娜德雷医院	美国	1
3	Myburgh, JA	悉尼大学	澳大利亚	1
3	Patel, A	帝国理工学院	英国	1
3	Perel, P	伦敦大学	英国	1
3	Perner, A	哥本哈根大学	丹麦	1
3	Preiser, JC	列日大学	比利时	1
3	Qaseem, A	美国内科医师学会	美国	1
3	Spies, C	柏林夏洛蒂医科大学	德国	1
3	Van den Berghe, G	鲁汶天主教大学	比利时	1
3	Weiskopf, RB	加利福尼亚大学旧金山分校	美国	1
3	Wiener, RS	美国退伍军人事务部医学中心	美国	1
3	Zarychanski, R	马尼托巴大学	加拿大	1

施引论文 Top 产出国家前 6 位中的 5 位与核心论文产出国家一致 (表 16), 体现美国、加拿大、德国、英国、澳大利亚等国在该前沿领域研究的主导地位。美国的施引论文产出量最大, 远超过其他国家, 这与美国全球领先的医学科研水平相匹配。另外值得关注

的是阿姆斯特丹大学, 其施引论文几乎占荷兰施引论文数的一半 ($52/113=46.02\%$), 反映阿姆斯特丹大学在该领域不仅具有较好的研究成果, 而且具有较高的国内、国际影响力。

表 16 “危重病人的强化胰岛素治疗与羟乙基淀粉液体复苏”研究前沿中施引论文的 Top 产出国家和产出机构

国家排名	国家	施引论文	比例	机构排名	机构	施引论文	比例
1	美国	716	41.9%	1	哈佛大学 (美国)	64	3.7%
2	德国	190	11.1%	2	阿姆斯特丹大学 (荷兰)	52	3.0%
3	英国	167	9.8%	3	多伦多大学 (加拿大)	47	2.8%
4	加拿大	141	8.3%	4	耶拿大学 (德国)	44	2.6%
5	比利时	121	7.1%	4	埃默里大学 (美国)	44	2.6%
6	澳大利亚	119	7.0%	6	梅奥诊所 (美国)	37	2.2%
7	荷兰	113	6.6%	7	匹兹堡大学 (美国)	36	2.1%
8	法国	94	5.5%	7	悉尼大学 (澳大利亚)	36	2.1%
9	意大利	85	5.0%	9	自由布鲁塞尔大学 (比利时)	34	2.0%
10	瑞士	61	3.6%	10	麦克马斯特大学 (加拿大)	33	1.9%

2. 新兴前沿 —— “静脉血栓复发的药物预防”

静脉血栓栓塞是指血液受到静脉管腔内不正常凝结阻塞而导致回流不畅的一类疾病, 主要包括深静脉血栓和肺栓塞, 已是心血管疾病致死的三大原因之一。血栓发生后, 再发血栓的风险增高, 因此需要长期用药。静脉血栓发生后常规采用抗凝药物治疗, 美国心胸外科协会建议的抗凝治疗时间是 3 个月以上。但长期抗凝治疗有增加出血的风险, 同时还需要不断的监测并调整用药剂量, 无限期的抗凝治疗并不是最好的选择。抗凝治疗后持续治疗期的用药问题是静脉血栓防治面临的重要挑战。

“静脉血栓复发的药物预防”新兴前沿的核心论文只有 4 篇, 意大利 Perugia 大学在该前沿的研究表现出色, 贡献了其中 2 篇。4 篇核心论文探讨了抗血小板聚集抑制剂阿司匹林和新型口服抗凝药阿哌沙班与达比加群酯对血栓复发的预防效果, 指出阿司匹林、药阿哌沙班和达比加群酯药理作用更安全, 无需常规抗凝监测, 都能够降低静脉血栓复发风险, 同时不增加出血事件发生率, 可以作为静脉血栓复发的预防用药。

生物科学

1. 热点前沿

1.1 生物科学 Top 10 研究前沿发展态势

表 17 生物科学领域 Top 10 研究前沿

排名	研究前沿	核心论文	被引频次	核心论文平均出版年
1	C9orf72 六核苷酸重复扩增与额颞叶痴呆和肌萎缩性侧索硬化症	37	2285	2012.2
2	利用荧光指示剂示踪体内神经元活动并成像	48	2657	2011.8
3	草药类产品中合成大麻素和卡西酮衍生物的危害与检测	39	1442	2011.6
4	树突状细胞、巨噬细胞与免疫治疗	18	1676	2011.3
5	利用全基因组关联方法研究人类疾病	13	3492	2011.1
6	成纤维细胞直接重编程转化为神经元细胞或心肌细胞	15	3009	2011.1
7	免疫系统感应蛋白相关信号途径的研究	36	4870	2011
8	基因组编辑技术——转录激活因子样效应蛋白核酸酶 (TALEN)	18	2098	2011
9	褪黑素在氧化胁迫中的作用	20	1915	2011
10	氯胺酮快速抗抑郁的分子机理	21	1798	2011



图 5 生物科学领域 Top 10 研究前沿的施引论文

1.2 重点热点前沿 —— “利用全基因组关联方法研究人类疾病”

全基因组关联分析 (Genome Wide Association Study, GWAS) 是一种高通量分析分子标记与表型间关联关系的方法, 主要利用遍布于整个基因组的分子标记(主要是 SNP) 与统计学工具对影响复杂性状的遗传变异进行鉴定和分析。GWAS 目前主要应用于多基因控制的人类疾病等复杂性状的分析, 并已鉴定出大量相关的遗传变异, 成为研究人类基因组学的关键手段。该研究前沿的论文主要是从遗传统计学角度探讨和研究 GWAS 方法、相关分析工具及软件, 旨在实现低成本、高效率检测更多与身高、智力、疾病等复杂性状相关的新 SNP, 同时解决 GWAS 分析过程中出现的“遗传性缺失” (missing heritability) 等问题。

1.2.1 国家和机构的活跃状况分析

澳大利亚和美国在这一重点热点前沿中表现最为活跃, 是核心论文的主要产出国家。在 13 篇核心论文中 (表 18), 澳大利亚和美国各有 9 篇, 占核心论文总量的 69.2%。在核心论文量排名前五的机构中, 澳大利亚的机构占据 3 个, 分别为昆士兰医学研究所、墨尔本大学和澳大利亚初级产业部, 相应的核心论文数量占比分别为 69.2%、53.8% 和 46.2%。美国的哈佛大学和圣路易斯华盛顿大学进入前五排名, 核心论文数量占比分别为 46.2% 和 38.5%。

表 18 “利用全基因组关联方法研究人类疾病” 研究前沿中 13 篇核心论文的 Top 产出国家和产出机构

国家排名	国家	核心论文	比例	机构排名	机构	核心论文	比例
1	澳大利亚	9	69.2%	1	昆士兰医学研究所 (澳大利亚)	9	69.2%
1	美国	9	69.2%	2	墨尔本大学 (澳大利亚)	7	53.8%
3	英国	7	53.8%	3	哈佛大学 (美国)	6	46.2%
4	冰岛	4	30.8%	3	澳大利亚初级产业部 (澳大利亚)	6	46.2%
4	瑞典	4	30.8%	5	圣路易斯华盛顿大学 (美国)	5	38.5%

1.2.2 作者的活跃状况分析

在热点前沿排名前 5 位的核心论文通讯作者中，澳大利亚、美国和英国的研究人员分别有 4 位和 3 位研究人员位列其中（表 19）。Visscher, P 教授是该前沿领域中较有影响力的研究人员，共拥有 4 篇核心论文，3 篇通讯机构为昆士兰医学研究所，1 篇通讯机构为爱丁堡大学；其中被引频次为 539 次的核心论文于 2010 年发表在《Nature Genetics》上，证实了“遗传性缺失”现象是由因果突变和 SNP 基因分型之间的不完全连锁所引起的。这篇论文在该前沿 13 篇核心论文中影响力列第 2 位。

美国国家人类基因组研究所的 Manolio, T 是该前沿最有影响的通讯作者，他 2009 年发表在 NATURE 上的一篇综述论文被引频次超过 1712 次。该综述文章主要分析了 GWAS 中“遗传性缺失”现象的可能来源，并提出相关的研究策略以阐明复杂疾病的遗传机理，从而提高 GWAS 在有效预防或治疗疾病中的潜力。

表 19 “利用全基因组关联方法研究人类疾病”研究前沿中 13 篇核心论文的 Top 通讯作者

排名	通讯作者	通讯机构	国家	核心论文
1	Visscher, PM	昆士兰医学研究所	澳大利亚	3
2	Allen, HL	埃克斯特大学	英国	1
2	Benjamin, DJ	康奈尔大学	美国	1
2	Chabris, CF	联合学院	美国	1
2	Eichler, EE	华盛顿大学	美国	1
2	Manolio, TA	美国国立人类基因组研究所	美国	1
2	Plomin, R	伦敦国王学院	英国	1
2	Vinkhuyzen, AAE	昆士兰大学	澳大利亚	1
2	Visscher, PM	爱丁堡大学	英国	1
2	Wray, NR	昆士兰大学	澳大利亚	1
2	Yang, JA	昆士兰医学研究所	澳大利亚	1

1.2.3 国家和机构的发展状况分析

对热点前沿施引论文的国家 and 机构进行分析（表 20），可以看出，施引论文数量排名第一的国家为美国，施引论文数量为 1262 篇；位居其后的依次为英国、德国、澳大利亚和荷兰。在施引论文量排名前 10 的机构中，美国有 6 个，英国为 2 个，澳大利亚为 1 个。对热点前沿核心论文和施引论文产出结果的综合分析表明，美国和澳大利亚非常重视“全基因组

关联分析在人类疾病等复杂性状研究中的应用”这一前沿领域，持续有研究成果，其中美国哈佛大学和华盛顿大学西雅图校区是该领域具有重要影响力的机构。英国、德国和荷兰等欧洲国家的研究人员近年来开始涉足并积极跟进该热点前沿的研究，其中英国牛津大学、爱丁堡大学和伦敦国王学院近几年表现突出，已成为该研究领域内的后起之秀。

表 20 “利用全基因组关联方法研究人类疾病”研究前沿中施引论文的 Top 产出国家和产出机构

国家排名	国家	施引论文	比例	机构排名	机构	施引论文	比例
1	美国	1262	57.6%	1	哈佛大学（美国）	257	11.7%
2	英国	516	23.6%	2	牛津大学（英国）	121	5.5%
3	德国	238	10.9%	3	华盛顿大学西雅图校区（美国）	115	5.2%
4	澳大利亚	228	10.4%	4	爱丁堡大学（英国）	109	5.0%
5	荷兰	212	9.7%	5	哈佛-麻省理工博德研究所（美国）	105	4.8%
6	加拿大	158	7.2%	6	伦敦国王学院（英国）	98	4.5%
7	法国	156	7.1%	7	圣路易斯华盛顿大学（美国）	86	3.9%
8	瑞典	136	6.2%	8	北卡罗来纳州大学教堂山分校（美国）	83	3.8%
9	中国	124	5.7%	9	斯坦福大学（美国）	82	3.7%
10	意大利	119	5.4%	9	昆士兰大学（澳大利亚）	82	3.7%

2. 新兴前沿 —— “CRISPR/Cas 基因组编辑技术”

近两年兴起的基因组定点编辑新技术——CRISPR/Cas 系统，是一种基于细菌获得性免疫系统改造而成的全新人工核酸酶。其原理与先前的 ZFNs 及 TALENs 等基因组编辑技术一样，在 DNA 靶位点产生 DNA 双链断裂，通过控制 DNA 修复途径实现对基因组的定点编辑。由于该系统具有操作简单、效率高、成本低、可同时沉默任意数量的基因等优点，因而被认为是一种非常具有潜力的技术，目前已被成功应用于多个动植物物种的功能研究中。

2013 年以来，CRISPR/Cas 技术的研究异常活跃，相关研究论文数量超过 50 篇，并被美国《科学》杂志评选为 2013 年度的十大科学突破之一。目前，研究人员正在对 CRISPR 技术中的 Cas9 蛋白进行优化、改造或寻找其他更好的 Cas 蛋白，以设法解决该技术脱靶、错配等问题。

化学与材料科学

1. 热点前沿

1.1 化学与材料科学领域 Top 10 研究前沿发展态势

表 21 化学与材料科学领域 Top 10 研究前沿

排名	研究前沿	核心论文	被引频次	核心论文平均出版年
1	钠离子电池电极材料研究	45	1607	2012.2
2	功能性金属有机骨架化合物	8	2976	2012
3	柱 [5/6] 芳烃的合成与主客体化学	41	2058	2011.7
4	铱催化的碳氢键活化反应	36	1802	2011.7
5	基于石墨烯的光催化剂	19	1537	2011.7
6	石墨烯量子点的合成与应用	31	2340	2011.5
7	碳酸酐酶抑制剂的研究	27	2252	2011.1
8	石墨烯及其氧化物在生物医学领域的应用	44	5259	2011
9	基于聚合物的场效应晶体管 and 光伏器件	35	3255	2011
10	高对映选择性合成螺环化合物	22	1884	2011



图 6 化学与材料科学领域 Top 10 研究前沿施引论文

1.2 重点热点前沿 —— “功能性金属有机骨架化合物”

金属有机骨架化合物 (metal-organic frameworks, MOFs) 是一种由金属离子或簇和有机配体通过配位作用自组装形成的固态多孔材料, 具有组成和结构丰富、比表面积大 (最大可超过 10000 m²/g)、孔道尺寸可调及骨架可修饰等优点, 被广泛用于吸附与分离、储氢、化学传感、荧光、催化和生物医药等多个方面。上世纪末, 美国加州大学教授 Yaghi, OM

提出了 MOFs 的概念。此后十几年, MOFs 以惊人的速度发展, 目前每年报道的新结构超过 6000 种。MOFs 已经成为化学领域的重要前沿研究热点。在汤森路透公司 2010 年发布的引文桂冠与诺贝尔奖预测中, 日本京都大学教授 Kitagawa, S 与美国 Yaghi, OM 因在 MOFs 领域的突出贡献而名列其中。2011 年, 汤森路透公司为庆祝国际化学年推出 2000-2010 年全球顶尖 100 化学家名单, 有 7 位 MOFs 领域的化学家上榜⁴。

表 22 “功能性金属有机骨架化合物” 研究前沿中 8 篇核心论文的 Top 产出国家和产出机构

国家排名	国家	核心论文	比例	机构排名	机构	核心论文	比例
1	美国	5	62.5%	1	蒙彼利埃第二大学 (法国)	1	12.5%
2	韩国	2	25.0%	1	巴黎第十一大学 (法国)	1	12.5%
3	法国	1	12.5%	1	凡尔赛大学 (法国)	1	12.5%
3	中国	1	12.5%	1	浙江大学 (中国)	1	12.5%
3	英国	1	12.5%	1	浦项科技大学 (韩国)	1	12.5%
				1	首尔国立大学 (韩国)	1	12.5%
				1	圣安德鲁斯大学 (英国)	1	12.5%
				1	美国西北大学 (美国)	1	12.5%
				1	罗格斯大学纽华克分校 (美国)	1	12.5%
				1	桑迪亚国家实验室 (美国)	1	12.5%
				1	德州农工大学 (美国)	1	12.5%
				1	加州大学伯克利分校 (美国)	1	12.5%
				1	德克萨斯大学圣安东尼奥分校 (美国)	1	12.5%

^{注4} 古志远, 基于金属有机骨架材料的气相色谱分离和肽富集新方法, 博士毕业论文, 南开大学, 2011, 页码 1-2

化学领域权威期刊美国化学会综述性杂志《Chemical Reviews》在 2012 年设立了一期关于 MOFs 的特刊，此次 8 篇核心论文全部来自这一期特刊。这不是 MOFs 第一次在权威期刊上享受特刊待遇，2009 年另一权威综述性刊物英国皇家化学会的《Chemical Society Review》就有此先例。这两期特刊都邀请美国加州大学伯克利分校教授 Long, JR 和 Yaghi, OM 出任编辑，充分反映了这两人在 MOFs 领域的杰出地位，Long, RL 的一篇综述也入选了核心论文集(表 23)。在《Chemical Reviews》的这一期特刊中，还有一些关于 MOFs 合成和结构方面的文章，但脱颖而出的是这 8 篇关于 MOFs 应用方面的综述，反映了当前该领域的研究热点更侧重于具体应用方面。

在这 8 篇核心论文中，来自美国研究机构的文章有 5 篇，其中 4 篇是美国作者为通讯作者(表 22、表 23)，这与美国在 MOFs 领域整体的优势地位相符。其中来自 Texas A&M Univ 的 Zhou, HC 教授的论文收到 541 次被引，是 8 篇核心论文中被引频次最高的。Long, JR 的论文收到 495 次被引。中国虽然只有浙江大学的钱国栋教授的 1 篇论文入选核心论文，但其被引频次达到 530 次，表现出较高的受关注程度。韩国贡献了 2 篇核心论文。法国也有 1 篇核心论文。

表 23 “功能性金属有机骨架化合物”研究前沿中 8 篇核心论文的 Top 通讯作者

排名	通讯作者	通讯机构	国家	核心论文
1	Allendorf, M	桑迪亚国家实验室	美国	1
1	Horcajada, P	凡尔赛大学	法国	1
1	Kim, K	浦项科技大学	韩国	1
1	Li, J	罗格斯大学纽华克分校	美国	1
1	Long, JR	加州大学伯克利分校	美国	1
1	Qian, GD	浙江大学	中国	1
1	Suh, MP	首尔国立大学	韩国	1
1	Zhou, HC	德州农工大学	美国	1

中国领衔施引论文的 Top 国家，其施引论文数占该前沿的 49%。在施引论文的 Top 机构中（表 24），中国科学院、南京大学、南开大学、浙江大学等 7 个来自中国的机构占据了主要位置。上述院校均是国内分子筛领域的研究重镇，而 MOFs 正是分子筛的一种，长久的积淀使这些机构在 MOFs 领域具有较强的科研实力。

表 24 “功能性金属有机骨架化合物”研究前沿中施引论文的 Top 产出国家和产出机构

国家排名	国家	施引论文	比例	机构排名	机构	施引论文	比例
1	中国	577	49.0%	1	中国科学院（中国）	126	10.7%
2	美国	270	22.9%	2	南京大学（中国）	39	3.3%
3	法国	66	5.6%	3	凡尔赛大学（法国）	34	2.9%
4	韩国	66	5.6%	4	南开大学（中国）	33	2.8%
5	德国	60	5.1%	4	南佛罗里达大学（美国）	33	2.8%
6	日本	55	4.7%	4	吉林大学（中国）	33	2.8%
7	印度	54	4.6%	7	浙江大学（中国）	30	2.5%
8	英国	44	3.7%	8	东北师范大学（中国）	26	2.2%
9	西班牙	39	3.3%	9	京都大学（日本）	25	2.1%
10	澳大利亚	36	3.1%	10	德克萨斯大学圣安东尼奥分校（美国）	24	2.0%
				10	北京化工大学（中国）	24	2.0%

2. 新兴前沿 —— “高能量转换效率聚合物太阳能电池”

能源问题是当今世界普遍面临的困难，寻找和开发新型清洁可再生能源已成为各国的当务之急。作为一种清洁可再生能源，太阳能因其取之不尽用之不竭的优点而受到大量的关注。太阳能电池是利用光生伏打效应将光能转化成电能的器件。聚合物太阳能电池以其成本低廉且能够利用“卷对卷”技术大面积生产的优点，成为第三代太阳能电池中的研究热点。2013年，“‘卷对卷’加工的聚合物太阳能电池”进入汤森路透当年 Top 100 研究热点前沿领域。今年，聚合物太阳能电池又在新兴前沿领域中现身。聚合物太阳能电池商业化的门槛是能量转换效率达到 10%。4 篇

核心论文全部围绕该目标展开。中国华南理工大学吴宏滨教授设计了反向结构太阳能电池，能量转换效率提高到 9.2%。美国加州大学洛杉矶分校的 Li, G 和 Yang, Y 则在反向结构的基础上更进一步，将两个子电池串联起来形成叠层结构，能量转换效率首次突破 10%，达到 10.6%。荷兰埃因霍芬理工大学 Janssen, RAJ 更加前卫，设计了三叠层太阳能电池，可以进一步提高能量转换效率。沿着这一思路，2014 年 7 月，Yang, Y⁵ 采用反向机构，设计了一种三叠层太阳能电池，能量转换效率提升至 11.55%，创造了新的纪录。

⁵ Chun-Chao Chen, Wei-Hsuan Chang, ..., Yang Yang. An Efficient Triple-Junction Polymer Solar Cell Having a Power Conversion Efficiency Exceeding 11%. *Advanced Materials*. 2014, 26 (32):5670-5677.

物理

1. 热点前沿

1.1 物理领域 Top 10 研究前沿发展态势

表 25 物理领域 Top 10 研究前沿

排名	研究前沿	核心论文	被引频次	核心论文平均出版年
1	希格斯玻色子观测	2	1905	2012
2	中微子振荡数据的全局分析	12	2350	2011.8
3	非线性有质量引力	32	1814	2011.8
4	硅烯的生长和特性研究	25	1859	2011.7
5	二硫化钼的特性及其在晶体管中的应用	20	3147	2011.5
6	自旋-轨道耦合的超冷费米气体	43	3246	2011.4
7	碱金属掺杂铁硒超导体 $A_xFe_{2-y}Se_2$	35	2995	2011.2
8	石墨烯等离激元	15	1711	2011.1
9	拓扑莫特绝缘体	33	2326	2011
10	相对论重离子碰撞的流体动力学研究	29	2020	2011

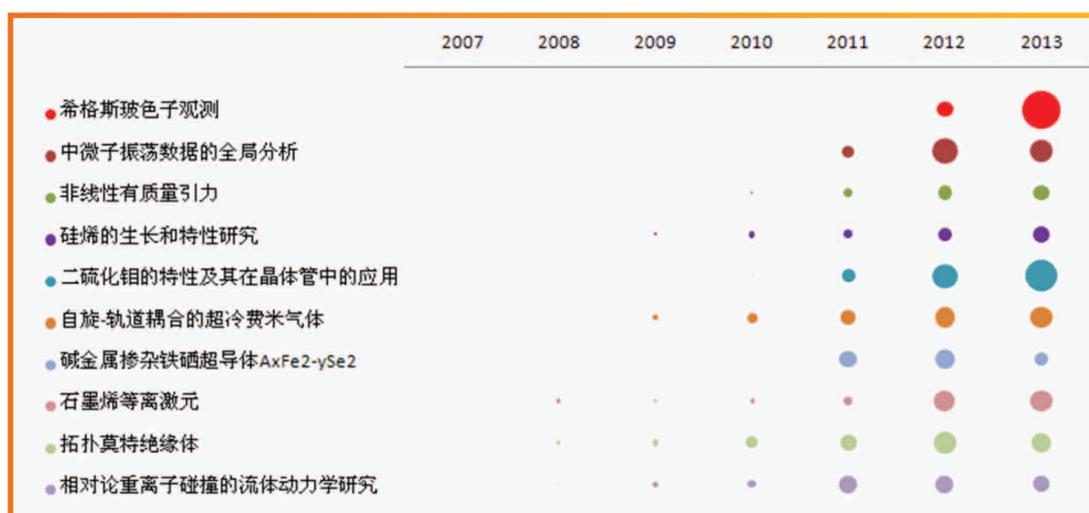


图 7 物理领域 Top 10 研究前沿施引论文

1.2 重点热点前沿 —— “希格斯玻色子观测”

希格斯玻色子是自旋为零、具有质量、不带电荷的粒子，是标准模型中最后一种待被发现的粒子。希格斯玻色子是整个标准模型的基石，如果希格斯粒子不存在，意味着整个标准模型将失效。此外，希格斯玻色子也被认为是基本粒子的质量来源。上世纪 80 年代开始，各国政府投入巨资以及大量的科学家都投身于希格斯玻色子的搜寻中，但一直没有获得重大的发现。2012 年 7 月，欧洲核子研究中心（CERN）宣布，超环面仪器（ATLAS）和紧凑 μ 子线圈（CMS）两个实验发现质量为 125-126 GeV 的新玻色子，置信度为 5 个标准差（即 99.99994% 的置信度，新粒子发现的判据），CERN 把这个粒子称为“类似希格斯粒子”。2012 年 9 月，这些研究成果发表。

前沿“希格斯玻色子观测”的所有核心论文就是 ATLAS 和 CMS 团队发表的这两篇论文。2013 年诺贝尔物理学奖授予了比利时理论物理学家弗朗索瓦·恩格勒和英国理论物理学家彼得·希格斯，其获奖理由是“理论发现了一种有助于理解亚原子粒子质量起源的机制，最近欧洲大型强子对撞机 ATLAS 和 CMS 实验发现了这一预测的基本粒子，该机制获得了确认”，直接指向了这两篇论文。截至 2013 年底，这两篇论文的被引频次为 1905 次，是 2012-2013 年间发表的

被引频次最多的物理学研究论文。关于希格斯玻色子的研究前沿在汤森路透去年发布的《2013 研究前沿》就有所提及，它是 2013 年物理学领域中的新兴前沿。

目前，大型强子对撞机处于关闭升级期，2015 年升级完毕后，其功率将增加一倍，能产生更多的碰撞和数据，将有助于进一步了解希格斯玻色子。

对施引论文进行分析（表 26），可以发现，美国的施引论文最多，有 302 篇，占总施引论文量的 37.5%。德国以 193 篇的数量排名第二，占总施引论文量的 23.9%；位居其后的为瑞士、英国、意大利等国家，中国位列第七，施引论文为 111 篇。施引论文量排名前 10 的机构中，意大利国家核物理研究所和欧洲核子研究中心的施引论文最多，分别为 104 和 103 篇，各占总施引论文量的近 13%，美国费米国家加速器实验室位列第三，施引论文数为 64 篇，随后是中国科学院和美国威斯康星大学麦迪逊分校，各有 60 篇。上述分析表明，美国是“希格斯玻色子观测”研究的积极参与者，主要参与机构包括其国家实验室和一些大学；瑞士和意大利也是积极参与者，其主要参与机构分别为欧洲核子研究中心和意大利国家核物理研究所。中国的施引论文量也比较多，这从一定程度上反映出中国对该研究前沿的关注与跟进，中国科学院是主要参与机构之一。

表 26 “希格斯玻色子观测”研究前沿中施引论文的 Top 产出国家和产出机构

国家排名	国家	施引论文	比例	机构排名	机构	施引论文	比例
1	美国	302	37.5%	1	意大利国家核物理研究院(意大利)	104	12.9%
2	德国	193	23.9%	2	欧洲核研究组织	103	12.8%
3	瑞士	134	16.6%	3	费米国家加速器实验室(美国)	64	7.9%
4	英国	133	16.5%	4	中国科学院(中国)	60	7.4%
5	意大利	120	14.9%	4	威斯康星大学麦迪逊分校(美国)	60	7.4%
6	西班牙	113	14.0%	6	阿贡国家实验室(美国)	58	7.2%
7	法国	111	13.8%	6	杜布纳联合核子研究所(俄罗斯)	58	7.2%
7	中国	111	13.8%	8	德国电子同步加速器研究所(德国)	56	6.9%
9	日本	110	13.6%	9	俄罗斯理论与实验物理所(俄罗斯)	52	6.5%
10	韩国	85	10.5%	10	莫斯科大学(俄罗斯)	50	6.2%
				10	法国原子能委员会(法国)	50	6.2%
				10	麻省理工学院(美国)	50	6.2%
				10	东京大学(日本)	50	6.2%

2. 新兴前沿 —— “搜寻轻的顶夸克超对称伙伴 (STOP)”

为了使粒子物理的理论更加完善，人们提出了一系列标准模型以外的新物理模型，其中，超对称模型被广泛认为是对标准模型扩展的众多模型中的最有力竞争者之一。近几十年来有许多关于超对称的理论研究，然而其正确性的检验最终还是要取决于实验结果。因此，寻找超对称粒子也成为了大型强子对撞机 (LHC) 的首要任务之一。在超对称模型中，所有的基本粒子都有他们的超对称伙伴，其中，顶夸克超对称伙伴 (STOP) 比其它粒子的超对称伙伴轻，能在较低的能标下产生，能够稳定希格斯粒子的质量。此外，希格斯玻色子质量的确定，为轻 STOP 的存在提供了更多的线索。

2012-2013 年，“搜寻轻的顶夸克超对称伙伴”的研究非常活跃，成为了物理学领域的新兴前沿之一。6 篇核心论文均是在最小超对称模型下开展的在 LHC 上直接搜寻轻 STOP 信号的理论研究工作，其中，中国科学院高能物理所、美国约翰·霍普金斯大学以及美国 SLAC 国家加速器实验室的论文被引频次较高。

天文学与天体物理

1. 热点前沿

1.1 天文与天文物理领域 Top 10 研究前沿发展态势

表 27 天文与天文物理领域 Top 10 研究前沿

排名	研究前沿	核心论文	被引频次	核心论文平均出版年
1	斯隆数字巡天第三期工程重子振荡光谱巡天	13	2103	2011.5
2	基于“开普勒空间望远镜”(Kepler)和“高精度径向速度行星搜索器”(HARPS)等任务开展系外行星搜寻及其性质研究	49	4450	2011.3
3	赫歇尔空间天文台任务、科学仪器性能表现及观测计划	7	2122	2010.4
4	利用天基和地基天文台探测高红移星系	24	2704	2010.3
5	费米伽玛射线空间望远镜搭载的大天区望远镜的观测结果及其性能表现	11	2356	2010.2
6	通过实验室探测、天文观测、推导和拟合等多种手段研究中微子和反中微子	17	1949	2010.2
7	伽利略宇宙论及伽利略场研究	18	1894	2010.1
8	基于“日出”望远镜(Hinode)和“太阳动力学天文台”(SDO)等太阳物理任务观测数据的太阳大气和太阳磁场研究	26	4134	2010
9	致密双星(中子星/黑洞)合并理论及观测方法研究	38	3786	2009.8
10	恒星、星系形成理论与实验研究(CO/H ₂ 转换因子在研究恒星形成速率中的作用)	29	4983	2009.3

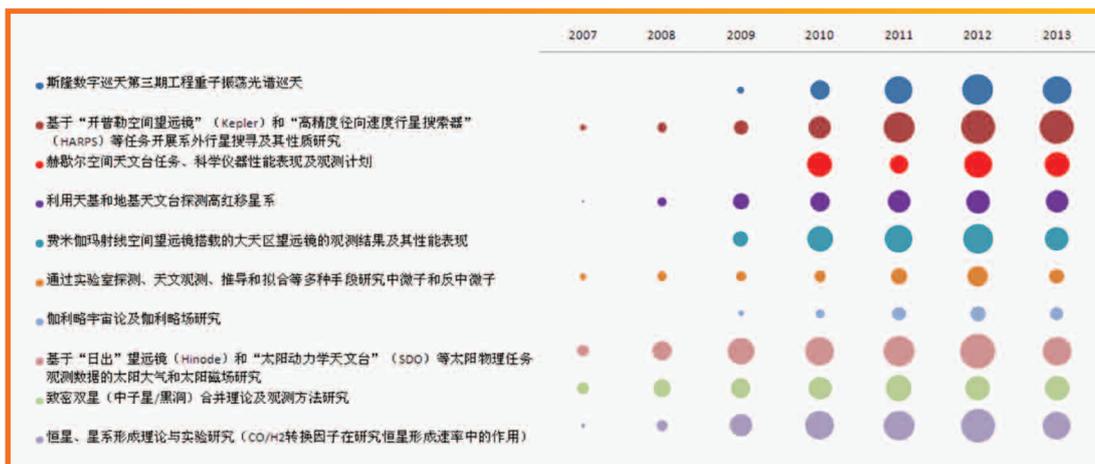


图 8 天文与天文物理领域 Top 10 研究前沿施引论文

1.2 重点热点前沿 —— “赫歇尔空间天文台任务、科学仪器性能表现及观测计划”

宇宙中的大部分区域都非常寒冷，在可见光以及波长更短的波段是探测不到的。对于这些寒冷的天体，只能在红外或波长更长的光谱范围进行观测。于 2009 年 5 月 14 日发射升空的赫歇尔空间天文台（Herschel Space Observatory）是一个光谱观测范围从远红外至亚毫米波段（波长 55-672 微米）的大型空间望远镜，可探测到宇宙中最冷、最遥远的天体所发出的长波辐射。

赫歇尔空间天文台由欧洲空间局投资建造，原名为“远红外和亚毫米望远镜”（Far Infrared and Submillimetre Telescope，简称 FIRST），之后为纪念在 1800 年发现太阳红外辐射的天文学家 William Herschel 而更名。赫歇尔空间天文台的四大科学目标是：早期宇宙中的星系的形成和演化，恒星的形成以及恒星与星际介质间的相互作用，行星、彗星和卫星的大气和地表的化学构成，宇宙的化学。

赫歇尔空间天文台采用卡塞格林式设计，主镜口径达 3.5 米，是当时有史以来所发射的最大的天文望远镜，整个任务耗资高达 11 亿欧元⁶。赫歇尔上搭载的三大科学仪器是：远红外外差仪（HIFI）、光电探测器阵列和光谱仪（PACS）以及光谱和测光成像接收机（SPIRE）。赫歇尔空间天文台的设计寿命为 3 年，延长寿命约 1 年，每年有 7000 小时的科学时间，全世界的天文学家都可获取使用。2013 年 4 月 29 日，因液氦冷却剂耗尽结束了科学观测^{7, 8}。

该热点前沿仅包括 7 篇核心论文，以这一世界瞩目的大型空间天文学项目为主题，在短短 4 年时间里产生了广泛而重大的影响。正如 ESA 科学和机器人探索部主管、ESA 欧洲空间天文学中心（ESTEC ESA）主管 Alvaro Giménez 所说，对于赫歇尔空间天文台的观测必须争分夺秒，因为运行的时间非常有限，而基于所获得的观测数据将在未来 10 年甚至更长时间内不断产生新的科学发现⁹。

注⁶ <http://esamultimedia.esa.int/docs/herschel/Herschel-Factsheet.pdf>

注⁷ <http://sci.esa.int/herschel/47356-fact-sheet/>

注⁸ <http://sci.esa.int/herschel/34682-summary/>

注⁹ <http://www.bbc.com/news/science-environment-22914076>

7篇核心论文中的5篇来自知名的天文学和天体物理学领域期刊《Astronomy & Astrophysics》于2010年第518期推出的“赫歇尔：首批科学亮点”（Herschel: the first science highlights）专栏¹⁰，该专栏包括1篇编辑评论和152篇研究快报，得到了研究界的高度关注。这5篇论文主要是关于赫歇尔空间天文台任务、三大科学仪器及其性能表现方面的内容。其他2篇论文分别关于在恒星形成区域寻找水及相关分子的探测目标和策略，以及HIFI的在轨性能。

赫歇尔空间天文台是一项大型的国际合作项目，由ESA主导，10个国家的40余个组织合作开展¹¹。这种国际合作特色同样体现在该前沿的7篇核心论文上。除一篇介绍赫歇尔空间天文台项目总体情况的论文由来自ESA三个分中心的11位作者合作完成之外，其他6篇核心论文的作者数均在50人以上，其中2篇论文的作者数超过150人。在核心论文的产出国家和产出机构方面，分布非常广泛且差距并不明显，体现出国际合作的强度较大。其中ESA分中心所在国家、项目的重要参与国和组织表现较为突出，而这些Top产出国家和机构本身在天文学研究领域也极具影响（表28）。

表28 “赫歇尔空间天文台任务、科学仪器性能表现及观测计划”研究前沿中7篇核心论文的Top产出国家和产出机构

国家排名	国家	核心论文	比例	机构排名	机构	核心论文	比例
1	西班牙	7	100.0%	1	欧洲空间局欧洲空间天文学中心（西班牙）	6	85.7%
2	法国	6	85.7%	2	意大利国家天文物理研究所（意大利）	5	71.4%
2	德国	6	85.7%	2	加州理工学院（美国）	5	71.4%
2	美国	6	85.7%	3	斯德哥尔摩大学（瑞典）	4	57.1%
5	加拿大	5	71.4%	3	苏黎世联邦理工大学（瑞士）	4	57.1%
5	意大利	5	71.4%	3	马普学会（德国）	4	57.1%
5	荷兰	5	71.4%	3	法国国家科学研究中心（法国）	4	57.1%

注¹⁰ http://www.aanda.org/index.php?option=com_toc&url=/articles/aa/abs/2010/10/contents/contents.html

注¹¹ <http://www.herschel.caltech.edu/page/partners>

在7篇核心论文的通讯作者中(表29),有2位来自位于荷兰格罗宁根大学的荷兰空间研究组织(SRON),这里也是赫歇尔空间天文台三大科学仪器之一的远红外外差仪(HIFI)的首席科学家所在机构。ESA欧洲空间研究与技术中心的Pilbratt, GL是赫歇尔空间天文台的项目科学家。Pilbratt, GL作为通讯作者的一篇论文收到720次被引。马克斯·普朗克学会地外物理研究所(MPE)的Poglitsch, A是赫歇尔另一科学仪器——光电探测器阵列和光谱仪

(PACS)的首席科学家,他的关于PACS的论文被引519次,仅次于Pilbratt, GL的论文。卢瑟福·阿普尔顿实验室是光谱和测光成像接收机(SPIRE)的控制中心所在地。英国卡迪夫大学的Griffin, MJ教授是负责“SPIRE”照相机项目的首席科学家。以他为第一作者的介绍“SPIRE”照相机及其飞行性能的一篇核心论文被引455次,被引频次排在7篇核心论文的第3位。莱顿大学的Van Dishoeck, EF是利用赫歇尔在恒星形成区域寻找水(WISH)项目的总协调人。

表29 “赫歇尔空间天文台任务、科学仪器性能表现及观测计划”研究前沿中7篇核心论文Top通讯作者

排名	通讯作者	通讯机构	国家	核心论文
1	De Graauw, T	格罗宁根大学	荷兰	1
1	Pilbratt, GL	欧洲空间局欧洲空间研究与技术中心	荷兰	1
1	Poglitsch, A	马普学会	德国	1
1	Roelfsema, PR	格罗宁根大学	荷兰	1
1	Griffin, MJ ¹²	卡迪夫大学	英国	1
1	Swinyard, BM	卢瑟福·阿普尔顿实验室	英国	1
1	van Dishoeck, EF	莱顿大学	荷兰	1

由于赫歇尔空间天文台是大型的国际合作项目,施引论文的产出仍集中在项目的重要参与国和组织。德国马普学会是德国在该前沿施引论文产出的重要机构,德国76%的施引论文来自该机构(表30)。

同样美国加州理工学院贡献了54%的施引论文。同样意大利90%的施引论文出自意大利国家天文物理研究所(INAF)。

表30 “赫歇尔空间天文台任务、科学仪器性能表现及观测计划”研究前沿中施引论文的Top产出国家和产出机构

国家排名	国家	施引论文	比例	机构排名	机构	施引论文	比例
1	美国	655	76.3%	1	马普学会(德国)	391	45.6%
2	法国	552	64.3%	2	加州理工学院(美国)	351	40.9%
3	德国	516	60.1%	3	意大利国家天文物理研究所(意大利)	323	37.6%
4	英国	486	56.6%	4	法国国家科学研究中心(法国)	247	28.8%
5	西班牙	422	49.2%	5	卡迪夫大学(英国)	209	24.4%
6	意大利	359	41.8%	5	莱顿大学(荷兰)	209	24.4%
7	荷兰	340	39.6%	7	巴黎第七大学(法国)	208	24.2%
8	加拿大	319	37.2%	8	欧洲空间局欧洲空间天文学中心(荷兰)	197	23.0%
9	比利时	185	21.6%	9	爱丁堡大学(英国)	183	21.3%
10	智利	138	16.1%	10	美国航空航天局(美国)	182	21.2%

¹² Griffin, MJ为第一作者,原文中未标记通讯作者。

2. 新兴前沿 —— “基于阿尔法磁谱仪 (AMS) 精确测量宇宙线中的正电子比例”

按照现有的理论,暗物质是一种被称为WIMP的粒子,这种粒子有质量,参与引力作用,但并不参与电磁作用,因此既不发光也不吸光。目前这种粒子从来没有在任何实验中被观测到过。理论预言WIMP粒子本身即是它的反物质,因此当两个暗物质粒子碰撞时会湮灭成能量。根据爱因斯坦的质能公式,这些能量又会创造出正物质和反物质,如电子和正电子。因此,宇宙中就应该多出一些由暗物质粒子湮灭而产生的正电子,它们会在一定的能量范围内出现,而在超出一定能量范围时又突然消失。

2008年,意大利的PAMELA卫星首次发现了多出来的正电子,2011年,美国“费米伽马射线空间望远镜”证实了这一发现。

阿尔法磁谱仪(AMS)实验是丁肇中教授领导的一项大型国际合作项目,吸引了16个国家的56家机构参与其中。AMS实验分为两个阶段:1998年6月,AMS-01在“发现”号航天飞机上进行了为期10天的飞行,验证了空间探测器概念的可行性。2011年5月16日,耗资约15亿美元、重达8.5吨的AMS-02由“奋进”号航天飞机运抵国际空间站(ISS)。

2013年4月2日,丁肇中教授在欧洲核子研究中心(CERN)公布了AMS-02实验的首批研究成果¹³,在这一成果随后发表在《物理评论快报》上¹⁴。研究结果是基于AMS在18个月的时间内对250亿个宇宙射线事例记录得出的。实验结果显示,在100亿至2500亿电子伏特的区间内,正电子数量占电子、正电子数量之和的比例递增;但在200亿至2500亿电子伏区间,正电子比例增加率减小1个数量级。实验还显示,实验数据随着时间推移并没有发生显著的变化,也与宇宙射线来源方向没有显著关系。该实验结果符合宇宙中暗物质粒子碰撞湮灭产生正电子的理论,但还不能排除另一种解释,即正电子起源于分布在银道面附近的脉冲星。超对称理论同时还预测了当正电子能量超过暗物质粒子的质量范围时,观测到的事例会显著下降,但这一点还未在实验中观测到。

AMS-02将在ISS上运行至2028年,目前取得的数据只占未来全部数据总量的8%。随着AMS采集到的数据量的逐渐增长,测量精度将越来越高,对这些多出来的正电子是否来源于暗物质粒子,最终给出一个定论。

¹³ <http://press.web.cern.ch/press-releases/2013/04/ams-experiment-measures-antimatter-excess-space>

¹⁴ Aguilar, M., Alberti, G., Alpat, B., et al. First Result from the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station: Precision Measurement of the Positron Fraction in Primary Cosmic Rays of 0.5–350 GeV. *Physical Review Letters*, 2013, 110(14): 141102.

数学、计算机科学与工程

1. 热点前沿

1.1 数学、计算机科学与工程领域 Top 10 研究前沿发展态势

表 31 数学、计算机科学与工程领域 Top 10 研究前沿

排名	研究前沿	核心论文	被引频次	核心论文平均出版年
1	基于粒子群算法的搜索优化	41	961	2011.5
2	生物柴油燃料发动机使用性能与排放物监测	23	919	2011.5
3	弹性应变梯度理论	37	1174	2011.4
4	模糊李亚普诺夫方法	36	1116	2011.2
5	G-度量空间中的偶合不动点定理	30	985	2011.1
6	微分方程的应用	34	869	2011.1
7	电力电子及驱动的预测控制	35	1167	2011
8	钒氧化还原液流电池	22	1218	2010.9
9	锂离子电池用大容量电极	16	1004	2010.7
10	通过耗散理论研究实现换热器优化设计	26	942	2010.7

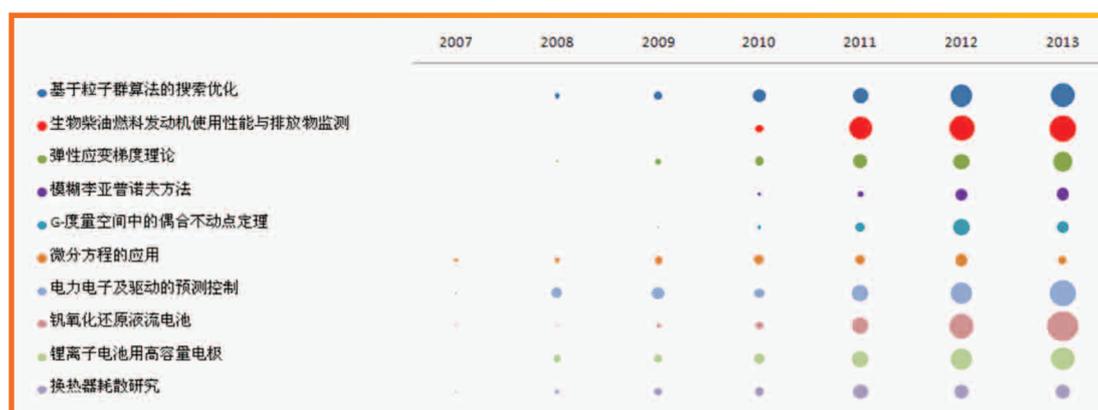


图 9 数学、计算机科学与工程领域 Top 10 研究前沿施引论文

1.2 重点热点前沿 —— “生物柴油的发动机使用性能与排放物监测”

生物柴油 (biodiesel) 是指以动植物油脂、微生物油脂、餐饮垃圾油等为原料油通过酯交换工艺制成可代替石化柴油的液体燃料, 与柴油相溶性极佳, 能够与标准柴油混合或单独使用, 是典型的清洁、可再生“绿色能源”, 是石油等不可再生资源的理想替代品。为了避免燃料与食物之间的竞争, 降低生物柴油燃料生产成本, 生物柴油的原料从食用油脂 (如菜籽油、豆油等) 发展到非食用油脂 (如棕榈油、桐子油、麻疯树油、地沟油等), 并进一步发展到使用非油脂类生物质作为原料。相应的, 生物柴油的合成方法和工艺也不断更新, 近年来, 生物柴油已经实现在汽车、飞机等发动机上的燃料试用。该研究前沿主要研究生物柴油及生物柴油混合物 (与标准柴油混合) 的燃料性能、发动机使用性能 (如怠速性能等) 和排放特性, 为进一步研究提高生物柴油燃料的燃烧比、减少发动机废气排放、提高生物柴油环保特性打下基础, 从而提高生物柴油作为可替代燃料的适用性, 为生物柴油燃料的推广使用提供实验理论参考。

1.2.1 国家和机构的活跃状况分析

根据核心论文的产出国家和产出机构的分析 (如表 32 所示), 可以看出, 马来西亚在该领域的表现出色, 该领域的 23 篇核心论文中, 马来西亚占 11 篇, 该国的马来西亚大学拥有核心论文 6 篇, 诺丁汉大学马

来西亚校区拥有核心论文 2 篇, 成为该领域的主要研发机构。马来西亚在该领域的突出表现得益于马来西亚政府的战略决策。马来西亚是世界上最大的棕油生产国, 马来西亚政府力争凭借这一优势, 使马来西亚成为全球最大的生物柴油生产国和推广使用国, 在资金和政策的支持下, 马来西亚在生物柴油燃料的生产和推广使用方面都走在了世界的前列。

在马来西亚之后, 中国、印度、印度尼西亚、土耳其也成果显著, 印度尼西亚棉兰理工学院与马来西亚大学在该领域长期合作, 拥有该领域核心论文 2 篇。29 家 Top 产出机构中, 中国大陆及台湾地区占据了 12 家, 可见生物柴油的生产及推广使用在中国研究范围广泛。

另外, 2013 年的 4 篇核心论文中, 有 3 篇论文都来自于马来西亚大学机械工程学院团队关于生物柴油燃料的性能与排放的研究, 这些研究为生物柴油燃料的推广使用打下基础, 相应的, 该国也计划在 2014 年全面推广生物柴油燃料的使用。

从总体数据来看, 该领域的研究国家和机构主要集中在亚洲, 究其原因, 生物柴油作为一种可替代燃料, 其对原料的依赖程度较高, 同时较适用于传统能源较匮乏地区, 所以这些亚洲国家具有开发研究生物燃料的强大动力和原料基础, 从而进一步形成了该领域的强大研究实力。

表 32 “生物柴油的发动机使用性能与排放物监测”研究前沿中 23 篇核心论文的 Top 产出国家和产出机构

国家排名	国家	核心论文	比例	机构排名	机构	核心论文	比例
1	马来西亚	11	47.8%	1	马来西亚大学 (马来西亚)	6	26.1%
2	中国	7	30.4%	2	棉兰州立理工大学 (印度尼西亚)	2	8.7%
3	印度	2	8.7%	2	诺丁汉大学马来西亚分校 (马来西亚)	2	8.7%
3	印度尼西亚	2	8.7%	2	Sila Science: Energy Reserch Development Marketing Publishing Project Information Unlimited Co., Üniversite Mah. (土耳其)	2	8.7%
3	土耳其	2	8.7%	5	国能大学 (马来西亚)	1	4.3%
				5	华东理工大学 (中国)	1	4.3%
				5	贵州大学 (中国)	1	4.3%
				5	江苏大学 (中国)	1	4.3%
				5	天津大学 (中国)	1	4.3%
				5	同济大学 (中国)	1	4.3%
				5	清华大学 (中国)	1	4.3%
				5	香港大学 (中国)	1	4.3%
				5	澳门大学 (中国)	1	4.3%
				5	贵阳学院 (中国)	1	4.3%
				5	淮阴工学院 (中国)	1	4.3%
				5	国立公州大学 (韩国)	1	4.3%
				5	喀土穆大学 (苏丹)	1	4.3%
				5	马拉达伦大学 (瑞典)	1	4.3%
				5	瑞典皇家理工学院 (瑞典)	1	4.3%
				5	台湾中油股份有限公司 (中国台湾)	1	4.3%
				5	国立中山大学 (中国台湾)	1	4.3%
				5	内布拉斯加大学林肯分校 (美国)	1	4.3%
				5	马来西亚博特拉大学 (马来西亚)	1	4.3%
				5	诺丁汉大学 (英国)	1	4.3%
				5	马来西亚沙巴大学 (马来西亚)	1	4.3%
				5	英属哥伦比亚大学 (加拿大)	1	4.3%
				5	安那大学 (印度)	1	4.3%
				5	德里技术大学 (印度)	1	4.3%

1.2.2 作者的活跃状况分析

如表 33 所示, 本领域 23 篇核心论文的通讯作者中, 诺丁汉大学马来西亚校区的 Ng, HK 拥有 3 篇发表于 2012 年的核心论文, 排在第 1 位, 马来西亚大学机械工程学院的 Atabani, AE 以及土耳其 Sila Science: Energy Reserch Development Marketing Publishing Project Information Unlimited Co., Üniversite Mah. 的 Balat, M 都拥有 2 篇该领域的核心论文, 排在第 2 名,

他们是该领域的领军人物。其中, 土耳其的 Balat, M 的一篇综述总结了生物柴油制备的四种主要技术: 稀释, 微乳化, 热解, 和酯交换反应。这篇综述受到较高的关注, 被引 111 次。其中酯交换法是最常用的生物柴油制备方法。而中国香港大学的 Leung, DYC 虽然只有一篇核心论文, 但这篇关于采用催化酯交换反应生产生物柴油的综述收到 229 次被引。

表 33 “生物柴油的发动机使用性能与排放物监测”研究前沿中 23 篇核心论文的 Top 通讯作者

排名	通讯作者	通讯机构	国家	核心论文
1	Ng, HK	诺丁汉大学马来西亚分校	马来西亚	3
2	Atabani, AE	马来西亚大学	马来西亚	2
2	Balat, M	Sila Science: Energy Research Development Marketing Publishing Project Information Unlimited Co., Üniversite Mah.	土耳其	2
4	Arbab, MI	马来西亚大学	马来西亚	1
4	Aroua, MK	马来西亚大学	马来西亚	1
4	Chauhan, BS	德里技术大学	印度	1
4	Ellis, N	英属哥伦比亚大学	加拿大	1
4	Fattah, IMR	马来西亚大学	马来西亚	1
4	Ghazi, TIM	马来西亚博特拉大学	马来西亚	1
4	Leung, DYC	香港大学	中国	1
4	Lin, YC	国立中山大学	中国台湾	1
4	Ma, HL	江苏大学	中国	1
4	Mofijur, M	马来西亚大学	马来西亚	1
4	Renganathan, S	安那大学	印度	1
4	Tan, PQ	同济大学	中国	1
4	Wang, JF	清华大学	中国	1
4	Wong, PK	澳门大学	中国	1
4	Yang, S	贵州大学	中国	1
4	Yu, XH	华东理工大学	中国	1

1.2.3 国家和机构的发展状况分析

如表 34 所示, 该前沿的施引论文的 Top 产出国家与核心论文的产出国家相比, 存在一些差异。马来西亚、中国依然位列前 2 位, 印度、中国台湾地区、印度尼西亚也依然进入榜单, 分别位列 4、7、8 位。巴西、美国、西班牙、伊朗、法国也进入了施引论文 Top 列表, 其中巴西位列第 3 名。这些可以看出生物柴油的使用和排放性能研究正在向更多的国家扩散。

在机构层面, 尽管进入施引论文的 Top 产出机构榜单的依然是来自马来西亚、中国大陆和台湾地区的

机构, 马来西亚大学仍位列榜首, 但是, 施引论文 Top 产出机构和核心论文 Top 产出机构大多数是不同的, 以中国科学院为例, 它没有出现在核心论文 Top 机构列表, 却出现在施引论文 Top 机构列表中, 可以说明中国科学院在跟进开展该领域的相关研究。

综上, 该前沿施引论文的 Top 产出国家和产出机构与核心论文的 Top 产出国家和产出机构对比表明, 生物柴油的发动机使用性能与排放物监测领域的研究正在发展扩散过程中, 在全球面临能源短缺的当下, 尝试发展推广生物柴油成为各个国家的选择。

表 34 “生物柴油的发动机使用性能与排放物监测”研究前沿中施引论文的 Top 产出国家和产出机构

国家排名	国家	施引论文	比例	机构排名	机构	施引论文	比例
1	马来西亚	90	18.3%	1	马来西亚大学 (马来西亚)	48	9.8%
2	中国	87	17.7%	2	马来西亚理工大学 (马来西亚)	17	3.5%
3	巴西	44	9.0%	3	华南理工大学 (中国)	9	1.8%
4	印度	44	9.0%	3	中国科学院 (中国)	9	1.8%
5	美国	36	7.3%	5	国能大学 (马来西亚)	8	1.6%
6	西班牙	29	5.9%	5	台湾国立成功大学 (中国台湾)	8	1.6%
7	中国台湾	21	4.3%	5	棉兰州立理工大学 (印度尼西亚)	8	1.6%
8	印度尼西亚	20	4.1%	8	国立台湾科技大学 (中国台湾)	7	1.4%
9	伊朗	17	3.5%	8	诺丁汉大学 (英国)	7	1.4%
10	法国	16	3.3%	8	江苏大学 (中国)	7	1.4%

2. 新兴前沿 —— “高阶剪切理论下功能梯度材料梁、板、壳结构力学研究”

功能梯度材料是一种新型非均匀复合材料, 它以连续变化的材料组份梯度来代替传统的复合材料的突变界面, 从而消除了其物理性能的不连续性, 并可使构件中的热应力集中降至最低。功能梯度材料在航空航天、核反应堆、内燃机、微机电、激光加热等工程技术领域中具有潜在的应用前景。近十年来功能梯度材料结构一直是复合材料结构力学领域的研究热点和前沿。在这 13 篇核心论文中, 大部分工作采用解析和数值方法寻求高阶剪切理论、正弦剪切理

论、双曲剪切理论下功能梯度材料梁、板、壳的静态响应、动态响应、在热载荷下响应研究的解析或数值解。采用的数值方法大多为有限元法、微分求积法、Galerkin 变分法等。在综合考虑了剪切变形、轴向、横向、转动以及拉-弯耦合惯性力对固有频率的影响后的功能梯度材料梁、板的自由振动控制微分方程十分复杂, 难以用解析法求解, 有部分研究工作采用数值打靶法求解功能梯度材料梁的自由振动问题。

经济学、心理学以及其他社会科学

1. 热点前沿

1.1 经济学、心理学以及其他社会科学领域 Top 10 研究前沿发展态势

表 35 经济学、心理学以及其他社会科学领域 Top 10 研究前沿

排名	研究前沿	核心论文	被引频次	核心论文平均出版年
1	创新创业关键问题研究	49	1250	2011.4
2	实验心理学的统计验证和重复验证	20	1007	2011.3
3	南部非洲石器时代的人类居住和行为	25	1032	2011
4	家族企业管理与绩效研究	26	1001	2010.8
5	移动健康技术研究	20	1396	2010.7
6	基于人格特征分析的精神紊乱疾病诊断与统计研究(DSM -5)	12	881	2010.7
7	环境服务及其支付问题与生态景观可持续性研究	29	1705	2010.6
8	早期智人的起源和演变	29	1149	2010.6
9	互联网社交的舆论和意见领袖形成机制及其商业应用	20	968	2010.5
10	多区域投入产出分析工具等结构分解分析方法在温室气体排放研究中的应用	44	2258	2010.3



图 10 经济学、心理学以及其他社会科学领域 Top 10 研究前沿施引论文

1.2 重点热点前沿 —— “移动健康技术研究”

随着移动互联网技术的发展，移动健康（MHealth）已成为近年来全球学术界和产业界关注的热点话题。移动健康是一类科技应用的总和，可以让身处各地的病人或医生进行临床交互。例如，通过电子邮件、短消息、智能手机应用、存储并转发图片以及网络视频等手段交换医疗信息。移动健康市场正受到智能手机行业增长的再次激发。

事实上，根据我们的数据库显示，移动健康技术研究是经济学、心理学以及其他社会科学领域时下最热的研究前沿，在2010年7月前后，出现了20篇移动健康技术的核心论文，被引频次达到1396次，这些共同构成了这个研究前沿。

1.2.1 国家和机构的活跃状况分析

论文数据显示（表36），目前，移动健康技术方面的研究主要集中在美国、英国、澳大利亚、肯尼亚和新西兰等国家，以上国家关于移动健康技术的核心论文均有2篇以上，其中美国的核心论文最多，占据14篇，达到70%。

排名前10的机构中美国占据了6个，分别是加州大学圣地亚哥分校、波士顿大学、乔治城大学、哥伦比亚大学、哈佛大学和匹兹堡大学，其他4所大学中有3所来自英国，分别是伦敦大学卫生和热带医学院、伦敦大学帝国理工学院和华威大学，而另一所机构是新西兰的奥克兰大学。

表36 “移动健康技术研究”研究前沿中20篇核心论文的Top产出国家和产出机构

国家排名	国家	核心论文	比例	机构排名	机构	核心论文	比例
1	美国	14	70.0%	1	加州大学圣地亚哥分校（美国）	4	20.0%
2	英国	5	25.0%	2	波士顿大学（美国）	2	10.0%
3	澳大利亚	3	15.0%	2	乔治城大学（美国）	2	10.0%
3	肯尼亚	3	15.0%	2	奥克兰大学（新西兰）	2	10.0%
5	新西兰	2	10.0%	2	伦敦卫生与热带医学院（英国）	2	10.0%
				2	伦敦帝国理工学院（英国）	2	10.0%
				2	华威大学（英国）	2	10.0%
				2	哥伦比亚大学（美国）	2	10.0%
				2	哈佛大学（美国）	2	10.0%
				2	匹兹堡大学（美国）	2	10.0%

1.2.2 作者的活跃状况分析

从通讯作者的分析中可以看出（表 37），核心论文最多的是伦敦大学卫生和热带医学院的 Free, C 有 3 篇核心论文，其次是美国加州大学圣地亚哥分校的 Patrick, K 有 2 篇核心论文，其他 15 位通讯作者均贡献了 1 篇核心论文。

从作者所在的国家 and 机构看，17 位作者中美国有 11 位，并且供职于美国的不同机构；其他 6 位作者有 2 位来自澳大利亚，4 位分别来自英国、加拿大、新西兰和肯尼亚的机构。

以上分析可以看出，目前没有哪个机构或作者在这方面有特别突出的产出表现，但就国家来看，美国无疑是此领域的领头羊，处于第二梯队的则是英国、澳大利亚、新西兰和肯尼亚。

表 37 “移动健康技术研究”研究前沿中 20 篇核心论文的 Top 通讯作者

排名	通讯作者	通讯机构	国家	核心论文
1	Free, C	伦敦大学	英国	3
2	Patrick, K	加利福尼亚大学圣地亚哥分校	美国	2
3	Abroms, LC	乔治华盛顿大学	美国	1
3	Burke, LE	匹兹堡大学	美国	1
3	Cole-Lewis, H	耶鲁大学	美国	1
3	Fjeldsoe, BS	昆士兰大学	澳大利亚	1
3	Granholm, E	圣地亚哥医疗保健系统	美国	1
3	Hardy, H	百时美施贵宝公司	美国	1
3	Hellard, ME	奥斯汀研究所	澳大利亚	1
3	Krishna, S	圣路易斯大学	美国	1
3	Lester, RT	加拿大大不列颠哥伦比亚省疾病控制中心	加拿大	1
3	Petrie, KJ	奥克兰大学	新西兰	1
3	Shiffman, S	匹兹堡大学	美国	1
3	Smyth, JM	雪城大学	美国	1
3	Stockwell, MS	哥伦比亚大学	美国	1
3	Thirumurthy, H	世界银行	美国	1
3	Zurovac, D	肯尼亚医学研究所	肯尼亚	1

1.2.3 国家和机构的发展状况分析

从表 38 的数据可以看出，美国的施引论文最多，有 473 篇，占到了 63.8%。英国的施引论文数为 115 篇，位列第二，占 15.5%。施引论文 Top 机构中美国有 9 个，分别是哈佛大学、匹兹堡大学、哥伦比亚大学、加州大学旧金山分校、密歇根大学、加州大学圣地亚哥分校、北卡罗莱纳州教堂山大学、加州大学洛杉矶分校、宾夕法尼亚大学。英国伦敦国王学院位列施引论文 Top 机构列表的第 8 位。

表 38 “移动健康技术研究” 研究前沿中施引论文的 Top 产出国家和产出机构

国家排名	国家	施引论文	比例	机构排名	机构	施引论文	比例
1	美国	473	63.8%	1	哈佛大学（美国）	37	5.0%
2	英国	115	15.5%	2	匹兹堡大学（美国）	31	4.2%
3	澳大利亚	51	6.9%	3	哥伦比亚大学（美国）	27	3.6%
4	荷兰	45	6.1%	4	加州大学旧金山分校（美国）	24	3.2%
5	德国	38	5.1%	4	密歇根大学（美国）	24	3.2%
6	加拿大	34	4.6%	6	加州大学圣地亚哥分校（美国）	23	3.1%
7	瑞士	28	3.8%	7	北卡罗来纳州大学教堂山分校（美国）	20	2.7%
8	肯尼亚	21	2.8%	8	伦敦国王学院（英国）	19	2.6%
9	瑞典	20	2.7%	9	加州大学洛杉矶分校（美国）	18	2.4%
10	法国	17	2.3%	9	宾夕法尼亚大学（美国）	18	2.4%

2. 新兴前沿 —— “非洲血吸虫病控制与药物治疗研究”

血吸虫病是由裂体吸虫属血吸虫引起的一种慢性寄生虫病，主要流行于亚、非、拉美等热带和亚热带卫生条件差的地区，在无法获得安全饮水和缺乏适当环卫设施的贫穷地区尤为严重。血吸虫病可通过皮肤，黏膜与疫水接触感染。因为非洲多数地区处于热带，加上医疗卫生条件差，较易感染这种潜伏性热带疾病，成为血吸虫病的高发地，统计估计至少 90% 需要得到血吸虫治疗的患者生活在非洲。血吸虫病主要分两种类型，一种是肠血吸虫病，主要为曼氏血吸虫和日本血吸虫引起；另一种是尿路血吸虫病，由埃及血吸虫引起。

从数据可以看出，自 2011 年以来，关于非洲血吸虫病防治的核心论文剧增，同时被引频次也增长迅速，这 13 篇核心论文主要来自英国、美国等欧美发达国家。

非洲的血吸虫病主要是由曼氏血吸虫引起的肠血吸虫病和埃及血吸虫引起的尿路血吸虫病。婴幼儿和学龄前儿童是血吸虫病的高危人群之一，也是非洲血吸虫病受害最为严重的人群之一，因此，在关于“非洲血吸虫病控制与药物治疗研究”的核心论文中，婴幼儿、学龄前和学龄儿童是最主要的研究对象，13 篇文章中有 8 篇（约占 61.5%）的研究对象是或主要是婴幼儿、学龄前或学龄儿童。

吡喹酮药物为目前治疗血吸虫病的首选药物，具有高效、低毒、副作用轻、口服、疗程短等优点，对幼虫、童虫及成虫均有杀灭作用。在核心论文中所涉及到的药物研究中的药物多为吡喹酮。发表于 2010 年，被引用了 29 次的英国国家历史博物馆 Stothard, JR 的论文主要关注了吡喹酮的合适剂量在乌干达学龄前儿童中的效果和副作用；2013 年，尼日尔的 Garba, A 研究了双剂量吡喹酮对感染埃及血吸虫和曼氏血吸虫的适龄儿童的疗效和安全性，并通过跟踪调研，分析了血吸虫病再感染的模式；同年发表的喀麦隆血吸虫病和寄生虫学中心的 Tchuente, LAT 和英国伦敦大学科尔科学技术与医药帝国学院 Tchuente, LAT 的论文则利用不同国家的数据分析了吡喹酮的治疗效果和血吸虫病的感染模式。

此外，丹麦哥本哈根大学的 Stensgaard, AS 研究了全球变暖等气候变化问题对非洲肠血吸虫病的影响，提出全球变暖将导致该区域传染病的快速传播。

附表 44 个新兴前沿

序号	学科	中文名	核心论文	被引频次	核心论文平均出版年
1	生态与环境科学	利用水生生物群体评估欧洲地表水的生态状况	8	121	2012.5
2	地球科学	对大气中臭氧、甲烷、碳黑等非二氧化碳温室气体以及羟基、人为源二氧化硫等的模型分析	9	110	2012.9
3	临床医学	2013 年中国东部地区人感染 H7N9 禽流感的临床特征、病毒学与流行病学研究	20	404	2013
4	临床医学	Waldenstrom 巨球蛋白血症患者 MYD88 L265P 体细胞突变研究	6	104	2012.8
5	临床医学	老年神经胶质瘤的替莫唑胺辅助化疗	7	192	2012.7
6	临床医学	儿童接种 H1N1 流感疫苗的不良作用：发作性嗜睡	6	126	2012.7
7	临床医学	静脉血栓复发的药物预防	4	190	2012.5
8	临床医学	中东呼吸综合征病毒感染临床特征与病毒学研究	27	626	2012.8
9	临床医学	转移性乳腺癌肿瘤循环细胞监测	13	212	2012.9
10	临床医学	吸烟致死情况调查与戒烟益处	6	143	2012.5
11	临床医学	慢性鼻窦炎与过敏反应 / 哮喘	5	133	2012.6
12	临床医学	日变化与运动员无氧运动能力	12	197	2012.5
13	生物科学	RIFI 蛋白调控 DNA 修复机理的研究	6	111	2013
14	生物科学	CRISPR/Cas 基因组编辑技术	7	687	2012.9
15	生物科学	延伸因子 EF-P 在蛋白质合成中作用机理的研究	4	100	2012.8
16	生物科学	环状 RNA 相关功能及特征研究	4	119	2012.8
17	生物科学	具有有丝分裂活性的人 / 鼠卵原细胞的纯化	4	115	2012.5
18	生物科学	生物信息学在预测蛋白质结构和核小体定位等方面的应用	15	336	2012.6
19	生物科学	磁共振成像在功能连接组学中的应用	11	538	2012.5
20	生物科学	人类致病菌（巨病毒、细菌）的培养、分离鉴定及其特征研究	11	199	2012.5
21	化学与材料科学	高能量转换效率聚合物太阳能电池	4	516	2012.8
22	化学与材料科学	使用手性阴离子的不对称催化	3	108	2012.7
23	化学与材料科学	体异质结聚合物太阳能电池	6	116	2012.7
24	化学与材料科学	基于纳米孔碳电极的超级电容器	5	129	2012.6
25	化学与材料科学	金纳米棒的合成	6	131	2012.7
26	化学与材料科学	活性增强的可见光光催化剂	5	151	2012.6
27	化学与材料科学	选择性吸附 CO ₂ 的金属有机骨架化合物	4	118	2012.8
28	化学与材料科学	直接芳基化缩聚法制备共聚物	7	158	2012.6
29	化学与材料科学	烯胺催化不对称合成	8	292	2012.5
30	化学与材料科学	磁性纳米可回收催化剂	8	135	2012.8
31	化学与材料科学	双活化型金有机催化	9	274	2012.6
32	化学与材料科学	高性能的钙钛矿型太阳能电池	14	381	2012.6
33	化学与材料科学	钌催化的脱羧酰化反应	10	199	2012.6
34	化学与材料科学	光引发聚合和光引发剂	6	183	2012.5
35	物理	二硫化铋基超导体	9	144	2012.7
36	物理	对称保护拓扑相	8	160	2012.8
37	物理	铂薄膜（Pt films）的逆自旋霍尔效应和自旋塞贝克效应	17	258	2012.8
38	物理	搜寻顶夸克超对称伙伴（STOP）	6	106	2012.5
39	物理	TeV 能量下质子 - 铅碰撞的角关联	7	113	2012.9
40	物理	类聚偶素结构	8	159	2012.8
41	天文学与天体物理	恒星在暗物质质量中的形成及吸积历史研究	4	113	2012.8
42	天文学与天体物理	基于阿尔法磁谱仪（AMS）精确测量宇宙线中的正电子比例	4	130	2012.8
43	数学、计算机科学与工程	功能梯度板的高阶剪切变形理论	13	144	2012.6
44	经济学、心理学以及其他社会科学	非洲血吸虫病控制与药物治疗研究	13	137	2012.5

研究前沿综述：寻找科学的结构

作者：David Pendlebury

Eugene Garfield 1955 年第一次提出科学引文索引概念之际，即强调了引文索引区别于传统学科分类索引的几点优势^[1]。因为引文索引会对每一篇文章的参考文献做索引，检索者就可以从一些已知的论文出发，去跟踪新近出版的引用了这些已知论文的论文。此外，无论是顺序或回溯引用论文，引文索引都是高产与高效的。

因为引文索引是基于研究人员自身的见多识广的判断，并反映在他们文章的参考文献中，而图书情报索引专家对出版物的内容并不如作者熟悉只靠分类来做索引。Garfield 将这些作者称作“引文索引部队”，同时他认为这种索引是一张“创意联盟索引”。他认为引文是各种思想、概念、主题、方法的标志：

“引文索引可以精确地、毫不模糊地呈现主题，不需要过多的解释，并对术语的变化具备免疫力^[2]。”除此之外，引文索引具有跨学科属性，打破了来源文献覆盖范围的局限性。引文所呈现出的联系不局限于一个或几个领域——这种联系遍布整个研究世界。对科学而言，自从学科交叉被公认为研究发现的沃土，引文索引便呈现出独特的优势。诺贝尔奖得主 Joshua Lederberg 是 Garfield 这一思想较早的支持者，他在自己的遗传学研究领域与生物化学、统计学、农业、医学的交叉互动中受益匪浅。Science Citation Index(现在的 Web of Science) 创建于 1964 年，今年恰逢 Science Citation Index 问世 50 周年^[3]。虽然 Science Citation Index 经过很多年才被图书情报人员以及学术圈完全认可，但是引文索引理念的影响力以及它在操作过程中产生的实质作用是无法被否认的。

虽然 Science Citation Index 的主要用途是信息检索，但是从其诞生之初，Garfield 就很清楚他的数据可以被利用来分析科学研究本身。首先，他意识到论文的被引频次可以界定“影响力”显著的论文，而这些高被引论文的聚类分析结果可以指向具体的领域。不仅如此，他还深刻理解到大量的论文之间的引用与被引用揭示了科学的结构，虽然它极其复杂。他发表于 1963 年的一篇论文“Citation Indexes for Sociological and Historical Research”，论述了利用

引文分析客观探寻研究前沿的方法^[4]。这篇文章背后的逻辑与利用引文索引进行信息检索的逻辑如出一辙：引文不仅仅体现了智力活动之间的相互连接，还体现了研究者社会属性的相互联系，它是研究人员做出的智力判断，反映了学术领域学者行为的高度自治与自律。Garfield 在 1964 年与同事 Irving H. Sher 及 Richard J. Torpie 第一次将引文关系佐证下指向的具备影响力的相关理论按时期进行线性描述，制作出 DNA 的发现过程及其结构研究的一幅科学历史脉络图^[5]。Garfield 清楚地看到引文数据是呈现科学结构的最好素材。到目前为止，除了利用引文数据绘制了特定研究领域的历史图谱外，尚未出现一幅展示更为宏大的科学结构的图谱。

在这个领域 Garfield 并不孤独。同期，物理学、科学史学家 Derek J. de Solla Price 也在试图探寻科学研究的本质与结构。作为耶鲁大学的教授，他首先使用科学计量方法对科学研究活动进行了测量，并且分别于 1961 年与 1963 年出版了两本颇具影响的书，证明了为什么 17 世纪以来无论是研究人员数量还是学术出版数量都呈现指数增长态势^[6,7]。但是在他的工作中鲜有对科学研究活动本身的统计分析，因为在他不知疲倦的探究之路上，获取、质询、解读研究活动的想法还没有提上日程。Price 与 Garfield 正是在此时相识了。Price，这位裁缝的儿子，收到了来自 Garfield 的数据，他这样描述当时的情景：“我从 ISI 计算机房的剪裁板上取得了这些数据”^[8]。

1965 年，Price 发表了“科学研究论文网络”一文，文中利用了大量的引文分析数据描述他所定义的“科学研究前沿”的本质^[9]。之前，他使用“研究前沿”这个词语时采用的是其字面意思，即某些卓越科学家在最前沿所进行的领先研究。但是在这篇论文中，他以 N-射线研究为例(该研究领域的生命周期很短)，基于按时间顺序排列的论文及其互引模式构成的网络，从出版物的密度以及不同时期活跃度的角度对研究前沿进行了描述。Price 观察到研究前沿是建立在新近发表的“高密度”论文上，这些论文之间呈现出联系紧密的网状关系图。

“研究前沿从来都不是像编织那样一行一行编出来的。相反，它常常被漏针编织成小块儿或者小条儿。这些‘条’被客观描述成‘主题’，对‘主题’的描述虽然随着时间推移会发生巨大变化，但是作为智力活动的内在含义保持了相对稳定性。如果有人想探寻这种‘条’的本质，也许就会指向一种勾勒当前科学论文‘地形图’的方法。这种‘地形图’形成过程中，人们可以通过期刊在地图中的位置以及在‘条’中的战略中心地位来识别期刊（实际上是国家、个人或单篇论文）的共同及各自相对的重要性”^[10]。

时间到了1972年，年轻的科学史学者 Henry Small 离开位于纽约的美国物理学会，加入费城的美国科技信息所，他加入的最初动机是希望可以利用 Science Citation Index 的数据以及题名和关键词的价值。但是很快他就调整了方向，把注意力从“文字”转向了“文章间相互引用行为”，这种转变背后的动机与 Garfield 和 Price 不谋而合：引文的力量及其发展潜力。1973年，Small 在 Garfield 1955 年介绍引文思想论文的基础上，开拓出了自己全新的方向，发表了论文“Co-citation in the scientific literature: A new measure of relationship between two documents”，这篇论文介绍了一种新的研究方法——“共被引分析”，将描述科学学科结构的研究带入了一个新的时期^[11]。Small 利用两篇论文被共同被引用的次数来描述这两篇论文的相似程度，换句话说就是统计“共被引频率”来确认相似度。

他利用当时新发表的粒子物理领域的论文分析来阐述自己的方法。Small 发现，这些通过“共被引”联系在一起的论文常常在研究主题上有高度的相似度，是相互关联的思想集合。他认为基于论文被引用频率的分析，可以用来寻找领域中关键的概念、方法和实验，是进行“共被引分析”的起点。前者用客观的方式揭示了学科领域的智力、社会和社会认知结构。像 Price 做研究前沿的研究一样，Small 将最近发表的通过引用关系紧密编织在一起的论文聚成组，接着通过“共被引”分析，发现分析结果指向了自然关联在一起的“研究单元”，而不是传统定义的“学科”或较大的领域。Small 将“共被引分析”

比作一部完整的电影，而不是一张孤立的图片，以表达他对该方法潜力的极大信任。他认为，通过重要论文间的相互引用模式分析，可以呈现某个研究领域的结构图，这幅结构图会随着时间的推移而发生变化，通过研究这种不断变化的结构，“共被引分析”可以帮助我们跟踪科学研究的进展，以及评估不同研究领域的相互影响程度。

还有一位值得注意的科学家是俄罗斯研究信息科学的 Irina V. Marshakova-Shaikevich。她也在1973年提出了“共被引分析”的思想^[12]。但是 Small 与 Marshakova-Shaikevich 并不了解彼此的工作，因此他们的工作可以被看作是相互独立、不谋而合的研究。科学社会学家 Robert K. Merton 将这种现象称作“共同发现”，这在科学史上是非常常见的现象，而很多人却没有意识到这种常见现象的存在^[13,14]。Small 与 Marshakova-Shaikevich 都将“共被引分析”与“文献耦合”现象进行了对比，后者是 Myer Kessler 于1963年阐释的思想^[15]。

“文献耦合”也是用来度量两篇论文研究内容相似程度的方法，该方法基于两篇论文中出现相同参考文献的频次来度量它们的相似程度，即如果两篇论文共同引用了同一篇参考文献，他们的研究内容就可能存在相似关系，相同的参考文献越多，相似度越大。“共被引分析”则是“文献耦合”分析的“逆”方向：不用两篇文章共同引用的参考文献频次做内容相似度研究的线索，而是将“共同被引用”的参考文献聚类，通过“共被引分析”度量这些参考文献的相似度。“文献耦合”方法所判断两篇文章之间的相似度是“静态”的，因为当文章发表后，其文后的参考文献不会再发生变化，也就是说两篇论文之间的相似关系被固定下来了；但是“共被引”分析是一个逆过程，你永远无法预知哪些论文会被未来发表的论文“共同被引用”，它会随着研究的发展发生动态的变化。Small 更倾向于使用“共被引分析”，他认为这样的逆过程能够反映科学活动、科学家认知随着时间发生的变化^[16]。

接下来的一年,即1974年,Small与位于费城Drexel University的Belver C. Griffith共同发表了两篇该领域里程碑式的著作,阐释了利用“共被引分析”寻找“研究单元”的方法,并且利用“研究单元”间的相似度做图呈现研究工作的结构^[17,18]。虽然此后该方法有过一些重大的调整,但是它的基本原理与实施方式从来没有改变过。首先遴选高被引论文合集作为“共被引分析”的种子。将这样的高被引论文合集限定在一定规模范围内,这些论文被假定可以作为其相关研究领域关键概念的代表论文,对该领域起着重要的影响作用,作为寻找这些论文的线索,“被引用历史”成为关键点,利用引用频次建立的统计分析模型可以证明这些论文的确具有学科代表性与稳定性。一旦这样的合集被筛选出来,就要对该合集做“共被引”扫描。合集中,同时被同一篇论文引用的论文被结成对,称作“共被引论文对”,当然会出现很多结不成对的“O”结果。当很多“共被引论文对”被找到时,接下来会检查这些“共被引论文对”之间是否存在“手拉手”的关系,举例来说:如果通过“共被引扫描”发现了“共被引论文对A和B”、“共被引论文对C和D”、“共被引论文对B和C”,那么由于论文B和C的共被引出现,“共被引论文对A和B”与“共被引论文对C和D”就被联系到一起了。我们就认为两个“共被引论文对”出现了一次交叉或者“拉手”。因为这一次交叉,就将这两个“共被引论文对”合并聚成簇,也就是说两个“共被引论文对”间只需要一次“拉手”就能形成联系。

通过调高或调低共被引强度阈值可以得到规模大小不同的“聚类”或者“群”。阈值越低,越多的论文得以聚类,形成的“群”越大,阈值过低则会形成不间断的“论文链”。如果调高阈值,就可以形成离散的专业领域,但是如果相似度阈值设得太高,就会形成太多分裂的“孤岛”。

在构建研究前沿方法中采用的“共被引相似度”计量方法以及共被引强度阈值随着时间的推移有所不同。今天我们采用余弦相似性(cosine similarity)方法计量“共被引相似度”,即用共被引频次除以两篇

论文的引用次数的平方根。而“共被引强度”最小阈值是相似度.1的余弦,不过这个值是可以逐渐调高的,一旦调高就会将大的“聚类”变小。通常如果研究前沿聚类核心论文超过最大值50时,我们就会这样做。反复试验表明这种做法能产生有意义的研究前沿。

现在我们做个总结,研究前沿是由一组高被引论文和引用这些论文的相关论文组成的,这些高被引论文的共被引相似度强度位于设定的阈值之上。

事实上,研究前沿聚类应该同时包含两个组成部分,一部分是通过共被引找到的核心论文,这些论文代表了该领域的奠基工作;另外一部分就是对这些核心论文进行引用的施引论文,它们中最新发表的论文反映了该领域的新进展。研究前沿的名称则是从这些核心论文或施引论文的题名总结来的。ESI数据库中研究前沿的命名主要是基于核心论文的题名。有些前沿的命名也参考了施引论文。因为正是这些施引论文的作者通过共被引决定了重要论文的对应关系,也是这些施引论文作者赋予研究前沿以意义。研究前沿的命名并不是通过算法来进行的,仔细地、一篇一篇通过人工探寻这些核心论文和施引论文,无疑会对研究前沿工作本质的描述更加精确。

Garfield这样评价Small与Griffith的工作,“他们的工作是我们的飞行器得以起飞的最后一块理论基石”^[21]。Garfield——一位实干家,他将自己的理论研究转化成了数据库产品,无论是信息检索还是分析领域都受益良多。这个飞行器以1981年出版的ISI科学地图:生物化学和分子生物学(ISI Atlas of Science: ABiochemistry and Molecular Biology, 1978/80)而宣告起飞^[22],可以说这本书所呈现的工作与Small的工作有着内在的联系。这本书分析了102个研究前沿,每一个前沿都包括一张图谱,包含了前沿背后的核心论文,以及多角度展示这些论文间的相互关系。每一组核心论文被详细列出,并且给出它们的被引用次数,那些重要的施引论文也会在清单中,还会基于核心论文的被引用次数给出每个前沿的相关权重。

伴随这些分析数据的还有来自各前沿专业领域的专家撰写的综述。书的最后, 是这 102 个研究前沿汇总在一起的巨大图谱, 显示出他们之间的相似关系。这绝对是跨时代的工作, 但对于市场来说无异于一场赌博, 这就是 Garfield 的个性写真。

Small 与 Griffith 1974 年共同发表的第二篇论文中, 可以看到对不同研究前沿相似度的度量^[19]。通过共被引分析构建的研究前沿及其核心论文, 是建立在这些论文本身的相似度基础上的。同样, 用这种方法形成的不同研究前沿之间的相似度也是可以描述的, 从而发现那些彼此联系紧密的研究前沿。在他们的研究前沿图谱中, Small 与 Griffith 通过不同角度剖析、缩放数据以期接近这两个维度的研究方向。

对 Small 与 Griffith 的工作, 尤其是从以上两个维度解析通过共被引分析聚类论文图谱的工作, Price 认为“看上去这是非常深奥的工作, 也是革命性的突破。”他强调“他们的发现似乎预示着科学研究存在内在的结构与秩序, 需要我们进一步去发现、辨识、诊断。我们惯常用分类、主题词的方式去描述它, 看上去与它自然内在的结构是背道而驰的。如果我们真想发现科学研究结构的话, 无疑需要分析海量的科学论文, 生成巨型地图。这个过程是动态的, 不断随着时间而变化, 这使得我们在第一时间就能捕捉到它的进展与特性^[20]。”

在出版了另一本书和一系列综述性期刊之后^[23,24], ISI Atlas of Science 作为系列出版物终止于上世纪 80 年代。出于商业考虑, 那时还有更优先的事情需要做。但是 Garfield 与 Small 继续执着地行走在科学图谱这条道路上, 他们几十年来做了各种研究与实验。1985 年, Small 发表了两篇论文介绍他关于研究前沿定义方法的重要修正: 分数共被引聚类法 (Fractional Co-Citation Clustering)^[25]。

根据引用论文的参考文献的多少, 通过计算分数被引频次调整领域内平均引用率差异, 籍此消除整体计数给高引用领域 (如生物医药领域) 带来的系统偏差。随着方法的改进, 数学显得愈发重要, 而在整数计数时代, 数学曾被忽视。他还提出基于相似度可以将不同研究前沿聚类, 这超越了单个研究前沿聚组的工作^[26]。同年, Garfield 与 Small 发表了

“The geography of science: disciplinary and national mappings”, 阐述了他们研究的新进展。该论文汇集了 Science Citation Index 与 Social Sciences Citation Index 数据, 勾勒出全球该领域的研究状况, 从全球的整体图出发, 他们还进一步探索了更小分割单位的研究图谱^[27]。这些宏 - 聚类间的关系与具体研究内容同样重要。这些关联如同丝线, 织出了科学之网。

接下来的几年里, Garfield 致力于发展他的科学历史图谱, 并在 Alexander I. Pudovkin 与 Vladimir S. Istomin 的协助下, 开发了 HistCite 这一软件工具。HistCite 不仅能够基于引用关系自动生成一组论文的历史图谱, 提供某一特定研究领域论文发展演化的缩略图, 还可以帮助识别相关论文, 这些相关论文有可能在最初检索时没有被检索到, 或者没有被识别出来。因此, HistCite 不仅是一个科学历史图谱的分析软件, 也是帮助论文检索的工具^[28,29]。

Small 继续完善着他的共被引分析聚类方法, 并且试图基于某个学科领域前沿之间显示的认知关系图谱探索更多的细节内容^[30,31]。背后的驱动力是对科学统一性的强烈兴趣。为了显示这种统一性, Small 展示了通过强大的共被引关系, 如何从一个研究主题漫游到另一个主题, 并且跨越了学科界限, 甚至从经济学跨越到天体物理学^[32,33]。对此 Small 与 E.O.Wilson 有类似的看法, 后者在 1998 年出版的名叫 Consilience: The Unity of Knowledge 的一书中表达了类似的思想^[34]。上个世纪 90 年代早期, Small 发展了 Sci-Map, 这是一个基于个人电脑的论文互动图形系统^[35]。后来的数年中, 他将研究前沿的研究数据放到了 Essential Science Indicators (ESI) 数据库中。

Essential Science Indicators (ESI) 主要用来做研究绩效分析。ESI 中的研究前沿, 以及有关排名的数据每两个月更新一次。这时候, Small 对虚拟现实软件产生了极大的兴趣, 因为这类软件可以产生模拟真实情况的三维虚拟图形, 可以实时处理海量数据^[36,37]。例如, 上世纪 90 年代末期, Small 领导了一个科学论文虚拟图形项目, 在桑迪亚国家实验室成功开发了共被引分析虚拟现实软件 VxInsight^[38,39]。

由于桑迪亚国家实验室高级研究经理 Charles E. Meyers 富有远见的支持，在动态实时图形化学术论文领域，该研究无疑迈出了巨大的一步，这也是一个未来发展迅速的领域。该软件可以将论文的密度及显著特征用山形描绘出来。可以放大、缩小图形的比例尺，允许用户通过这样的比例尺缩放游走在不同层级学科领域。基础数据的查询结果被突出显示，一目了然。

事实上，上世纪 90 年代末期对于科学图谱研究来说是一个转折点，之后，有关如何界定研究领域，以及领域间关系的可视化研究都得到了迅猛发展。全球现在有很多学术中心致力于科学图谱的研究，他们使用的方法与工具不尽相同。印第安纳大学的 Katy Borner 教授在其 2010 年出版的一本书：Atlas of Science —— Visualizing What We Know 中对该领域过去 10 年取得的进展做了总结，当然这本书的名字听上去似曾相识^[40]。

从共被引聚类生成科学图谱诞生，到今天这个领域如此繁荣，大约经历了 25 年的时间。很有意思的是，引文思想从产生到 Science Citation Index 的商业成功也大约经历了 25 年。当我们回顾这个进程时，清楚地看到相对于它们所处的时代来说两者都有些超前。如果说 Science Citation Index 面临的挑战来自于图书馆界根深蒂固的传统思想与模式（进一步说就是来自研究人员检索论文的习惯性行为），那么，科学图谱，作为一个全新的领域，之所以迟迟未被采纳，其原因应归为，在当时的条件下，缺乏获取研究所需的大量数据的渠道，并受到落后的数据存储、运算、分析技术的限制。直到上实际 90 年代，这些问题才得到根本解决。目前正以前所未有的速度为分析工作提供海量的分析数据，个人计算机与软件的发展也使个人计算机可以胜任这些分析工作。今天，我们利用 Web of Science 进行信息检索、结果分析、研究前沿分析、图谱生成，以及科学活动分析，它不仅拥有了用户，还拥有了忠诚的拥趸与宣传者。

Garfield 与 Small 辛勤播种，很多年后这些种子得以生根、发芽，在很多领域迸发出勃勃生机。有人这样定义什么是了不起的人生——“在人生随后的岁月中，将年轻时萌发的梦想变成现实”。从这个角度说，他们两人不仅开创了信息科学的先锋领域，而且成就了他们富有传奇的人生。汤森路透将继续支持并推进这个传奇的持续发展。

参考文献

- [1] Eugene Garfield. Citation indexes for science: a new dimension in documentation through association of ideas. *Science*, 122 (3159): 108-111, 1955.
- [2] Eugene Garfield. *Citation Indexing: its Theory and Application in Science, Technology, and Humanities*. New York: John Wiley & Sons, 1979, 3.
- [3] *Genetics Citation Index*. Philadelphia: Institute for Scientific Information, 1963.
- [4] Eugene Garfield. Citation indexes in sociological and historic research. *American Documentation*, 14 (4): 289-291, 1963.
- [5] Eugene Garfield, Irving H. Sher, Richard J. Torpie. *The Use of Citation Data in Writing the History of Science*. Philadelphia: Institute For Scientific Information, 1964.
- [6] Derek J. de Solla Price. *Science Since Babylon*. New Haven: Yale University Press, 1961. [See also the enlarged edition of 1975]
- [7] Derek J. de Solla Price. *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press, 1963. [See also the edition *Little Science, Big Science and Beyond*, 1986, including nine influential papers by Price in addition to the original book]
- [8] Derek J. de Solla Price. Foreword. in Eugene Garfield, *Essays of an Information Scientist*, Volume 3, 1977-1978, Philadelphia: Institute For Scientific Information, 1979, v-ix.
- [9] Derek J. de Solla Price. Networks of scientific papers: the pattern of bibliographic references indicates the nature of the scientific research front. *Science*, 149 (3683): 510-515, 1965.
- [10] *ibid.*
- [11] Henry Small. Co-citation in scientific literature: a new measure of the relationship between two documents. *Journal of the American Society for Information Science*, 24 (4): 265-269, 1973.
- [12] Irena V. Marshakova-Shaikovich. System of document connections based on references. *Nauchno Tekhnicheskaya, Informatsiya Seriya 2, SSR*, [Scientific and Technical Information Serial of VINITI], 6: 3-8, 1973.
- [13] Robert K. Merton. Singletons and multiples in scientific discovery: a chapter in the sociology of science. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 105 (5): 470-486, 1961.
- [14] Robert K. Merton. Resistance to the systematic study of multiple discoveries in science. *Archives Européennes de Sociologie*, 4 (2): 237-282, 1963.
- [15] Myer M. Kessler. Bibliographic coupling between scientific papers. *American Documentation*, 14 (1): 10-25, 1963.
- [16] Henry Small. Cogitations on co-citations. *Current Contents*, 10: 20, march 9, 1992.
- [17] Henry Small, Berver C. Griffith. The structure of scientific literatures I: Identifying and graphing specialties. *Science Studies*, 4 (1): 17-40, 1974.
- [18] Berver C. Griffith, Henry G. Small, Judith A. Stonehill, Sandra Dey. The structure of scientific literatures II: Toward a macro- and microstructure for science. *Science Studies*, 4 (4): 339-365, 1974.
- [19] *ibid.*
- [20] See note 8 above.
- [21] Eugene Garfield. *Introducing the ISI Atlas of Science: Biochemistry and Molecular Biology, 1978/80*. *Current Contents*, 42, 5-13, October 19, 1981 [reprinted in Eugene Garfield, *Essays of an Information Scientist*, Vol. 5, 1981-1982, Philadelphia: Institute for Scientific Information, 1983, 279-287]
- [22] *ISI Atlas of Science: Biochemistry and Molecular Biology, 1978/80*, Philadelphia: Institute for Scientific Information, 1981.

- [23] ISI Atlas of Science: Biotechnology and Molecular Genetics, 1981/82, Philadelphia: Institute for Scientific Information, 1984.
- [24] Eugene Garfield. Launching the ISI Atlas of Science:for the new year, a new generation of reviews. Current Contents, 1: 3-8, January 5, 1987. [reprinted in Eugene Garfield, Essays of an Information Scientist, vol. 10,1987, Philadelphia: Institute for Scientific Information,1988, 1-6]
- [25] Henry Small, ED Sweeney. Clustering the Science Citation Index using co-citations. I. A comparison of methods.Scientometrics, 7 (3-6): 391-409, 1985.
- [26] Henry Small, ED Sweeney, Edward Greenlee. Clustering the Science Citation Index using co-citations. II. Mapping science. Scientometrics, 8 (5-6): 321-340, 1985.
- [27] Henry Small , Eugene Garfield. The geography of science:disciplinary and national mappings. Journal of Information Science, 11 (4): 147-159, 1985.
- [28] Eugene Garfield, Alexander I. Pudovkin, Vladimir S.Istomin. Why do we need algorithmic historiography?. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 54(5): 400-412, 2003.
- [29] Eugene Garfield.Historiographic mapping of knowledge domains literature. Journal of Information Science, 30(2):119-145,2004.
- [30] Henry Small. The synthesis of specialty narratives from co-citation clusters. Journal of the American Society for Information Science, 37 (3): 97-110, 1986.
- [31] Henry Small. Macro-level changes in the structure of cocitation clusters: 1983-1989. Scientometrics, 26 (1): 5-20, 1993.
- [32] Henry Small. A passage through science: crossing disciplinary boundaries. Library Trends, 48 (1): 72-108, 1999.
- [33] Henry Small. Charting pathways through science:exploring Garfield's vision of a unified index to science. In Blaise Cronin and Helen Barsky Atkins, editors, The Web of Knowledge: A Festschrift in Honor of Eugene Garfield,Medford, NJ: American Society for Information Science, 2000,449-473.
- [34] Edward O. Wilson. Consilience: The Unity of Knowledge,New York: Alfred A. Knopf, 1998.
- [35] Henry small. A Sci-MAP case study: building a map of AIDs Research. Scientometrics, 30 (1): 229-241, 1994.
- [36] Henry Small. Update on science mapping: creating large document spaces. Scientometrics, 38 (2): 275-293, 1997.
- [37] Henry Small. Visualizing science by citation mapping.Journal of the American Society for Information Science, 50 (9):799-813, 1999.
- [38] George S. Davidson, Bruce Hendrickson, David K.Johnson, Charles E. Meyers, Brian N. Wylie. Knowledge mining with Vxinsight®: discovery through interaction.Journal of Intelligent Information Systems, 11 (3): 259-285,1998.
- [39] Kevin W. Boyack, Brian N. Wylie, George S. Davidson.Domain visualization using Vxinsight for science and technology Management. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 53 (9): 764-774,2002.
- [40] Katy Börner. Atlas of Science: Visualizing What We Know,Cambridge, MA: MIT Press, 2010.

编纂委员会

指导顾问:

中国科学院文献情报中心 张晓林

汤森路透知识产权与科技事业部 郭利

总体组（方法研制、数据统计及统稿等）:

汤森路透知识产权与科技事业部 David Pendlebury、岳卫平

中国科学院文献情报中心 冷伏海、周秋菊

前沿解读组（前沿命名与重点前沿解读分析）:

农业、植物学和动物学: 袁建霞、邢颖

生态与环境科学: 周秋菊

地球科学: 杨帆、郭世杰

临床医学: 李赞梅、李军莲

生物科学: 杨艳萍、董瑜

化学与材料科学: 边文越

物理: 黄龙光

天文学与天文物理: 韩淋、王海名、吕晓蓉

数学、计算机科学与工程: 刘小平（数学）、

计算机科学（李泽霞）、张迪（工程）

经济学、心理学以及其他社会科学: 裴瑞敏

数据支持组:

汤森路透知识产权与科技事业部

中国科学院文献情报中心 王小梅、李国鹏

中国科学院文献情报中心简介

中国科学院文献情报中心是中国科学院直属事业法人单位。该中心立足中国科学院，面向全国，负责全院文献情报服务的组织、管理和协调，全院科技文献资源保障体系建设，公共文献信息服务的建设和管理，为科研人员提供自然科学和高技术领域的科技文献信息资源保障和战略情报研究服务，并开展科学交流与科学文化传播服务。该中心是国际图书馆协会联合会（IFLA）的重要成员，同时也是图书馆电子信息联盟（EIFL）和开放获取知识库联盟（COAR）的重要成员。

汤森路透知识产权与科技事业部简介

汤森路透旗下的知识产权与科技事业部长期致力于为全球学术界与企业界的研发和创新提供强大的科技与知识产权信息解决方案。我们的智能研究平台和服务将权威、准确与及时的信息和强大的分析工具相结合：帮助科研人员迅速发现相关的学术文献，跟踪最新的科学成果，加强科研管理和决策；加速医药企业发现新的药物并更快地推向市场；助力企业迅速获取研发所需的关键信息，跟踪行业与竞争对手的动态，发展和优化企业的知识产权。

新兴技术未来分析联合研究中心

成立于2011年9月6日，由中国科学院文献情报中心和汤森路透知识产权与科技事业部合作共建。双方依托丰富的数据资源、强大的分析工具和专业的文献情报分析团队共同推进新兴技术的未来分析，监测全球科技发展态势及将为科技和产业带来革命性变化的趋势，开展科研要面向产业的研究和实践，以满足中国科学院和中国科学界在科技情报服务方面的重大需求。合作的开展采用项目和结果驱动的机制，联合发布报告或其他产品。

中国科学院文献情报中心

北京中关村北四环西路33号
邮编：100190
电话：010-86626611
传真：010-82626600
邮箱：office@mail.las.ac.cn
网址：<http://www.las.ac.cn>

汤森路透知识产权与科技事业部 中国办公室

北京海淀区科学院南路2号融科资讯中心C座北楼610单元
邮编：100190
电话：+86-10 57601200
传真：+86-10 82862088
邮箱：info.china@thomsonreuters.com
网址：ip-science.thomsonreuters.com.cn



中国科学院
文献情报中心
NATIONAL SCIENCE LIBRARY
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES



THOMSON REUTERS
汤森路透