



2017 研究前沿及分析解读

中国科学院科技战略咨询研究院
中国科学院文献情报中心
〔英〕科睿唯安

2017 Research Fronts and Analysis



2017 研究前沿及分析解读

中国科学院科技战略咨询研究院
中国科学院文献情报中心
〔英〕科睿唯安

2017 Research Fronts and Analysis

科学出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

2017研究前沿及分析解读 / 中国科学院科技战略咨询研究院, 中国科学院文献情报中心, 英国科睿唯安著. —北京: 科学出版社, 2018.7

ISBN 978-7-03-058161-7

I. ①2… II. ①中… ②中… ③英… III. ①社会科学-发展-世界-2017 ②自然科学-发展-世界-2017 IV. ①C1 ②N1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第138994号

责任编辑: 邹 聪 李世霞 / 责任校对: 邹慧卿

责任印制: 张克忠 / 封面设计: 无极书装

联系电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail.sciencep.com

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年7月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018年7月第一次印刷 印张: 10

字数: 190 000

定价: 78.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



编纂委员会

专家指导委员会

主 任	白春礼						
副 主 任	张 涛						
执行副主任	潘教峰	刘会洲	郭 利				
委 员	于 录	李国杰	方荣祥	李永舫	姚檀栋	李树深	
	翟明国	喻树迅	李晋闽	张 凤	张晓林	刘 清	
	何国威	肖立业	程代展	朱 祯	高彩霞	单保慈	
	赵 冰	张建玲	刘会贞	田 野	史建波	施 一	
	张正斌	张 雯	何 畅				

2017 研究前沿

总体组

科睿唯安 David Pendlebury 岳卫平 张志辉
中国科学院科技战略咨询研究院 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 范唯唯 王海名 杨 帆
临床医学 李赞梅 李军莲 毕新刚 冀玉静
生物科学 周 群 周秋菊
化学与材料科学 边文越 张超星
物理学 黄龙光

天文学与天体物理学 韩 淋 王海名 杨 帆

数学、计算机科学与工程 王海名 王海霞

经济学、心理学及其他社会科学 裴瑞敏

英文翻译组

袁建霞 邢 颖 周秋菊 范唯唯 王海名 杨 帆 李赞梅 李军莲

周 群 边文越 张超星 黄龙光 韩 淋 王海霞 裴瑞敏 岳卫平

张志辉 Christopher M. King

2017 研究前沿热度指数

策 划 潘教峰

指数设计 冷伏海

数据分析、报告撰写及统稿 周秋菊 杨 帆 冷伏海

统 稿 岳卫平 张志辉

中美研究前沿科研实力比较研究

数据分析、报告撰写及统稿 冷伏海 赵庆峰 周秋菊

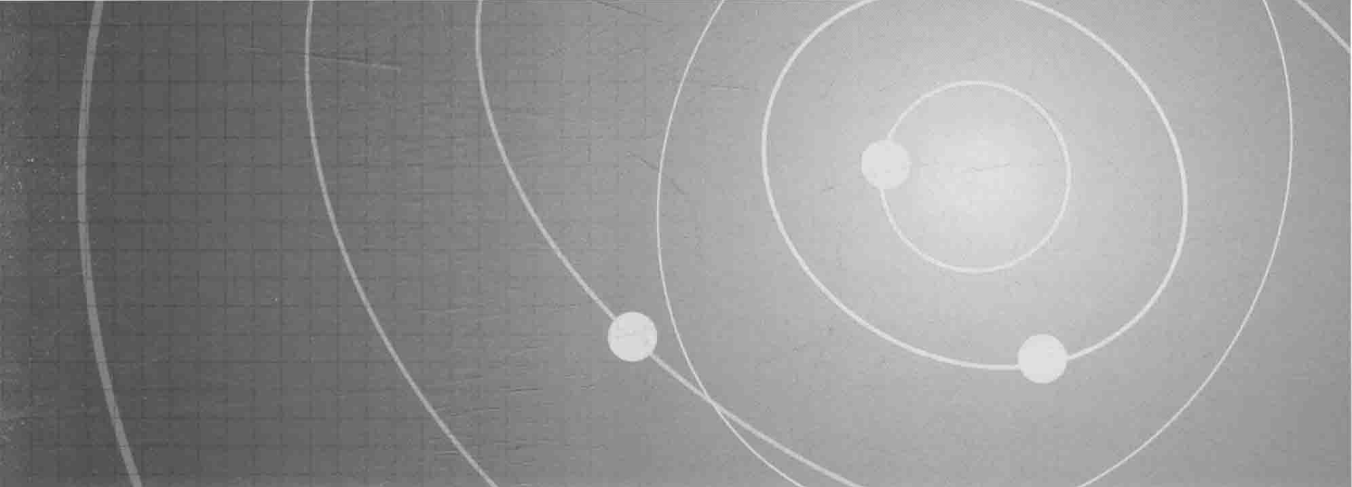
数据支持组

科睿唯安

中国科学院科技战略咨询研究院 王小梅 李国鹏

第1章 方法论和数据说明	1
1.1 背景介绍	1
1.2 方法论	2
第2章 农业、植物学和动物学	7
2.1 热点前沿及重点热点前沿解读	7
2.2 新兴前沿及重点新兴前沿解读	12
第3章 生态与环境科学	13
3.1 热点前沿及重点热点前沿解读	13
第4章 地球科学	19
4.1 热点前沿及重点热点前沿解读	19
4.2 新兴前沿及重点新兴前沿解读	24
第5章 临床医学	25
5.1 热点前沿及重点热点前沿解读	25
5.2 新兴前沿及重点新兴前沿解读	30
第6章 生物科学	33
6.1 热点前沿及重点热点前沿解读	33
6.2 新兴前沿及重点新兴前沿解读	39
第7章 化学与材料科学	41
7.1 热点前沿及重点热点前沿解读	41
7.2 新兴前沿及重点新兴前沿解读	46
第8章 物理学	49
8.1 热点前沿及重点热点前沿解读	49
8.2 新兴前沿及重点新兴前沿解读	53

第 9 章 天文学与天体物理学	55
9.1 热点前沿及重点热点前沿解读	55
9.2 新兴前沿及重点新兴前沿解读	61
第 10 章 数学、计算机科学与工程	63
10.1 热点前沿及重点热点前沿解读	63
第 11 章 经济学、心理学及其他社会科学	69
11.1 热点前沿及重点热点前沿解读	69
第 12 章 2017 研究前沿热度指数	75
12.1 研究前沿热度指数指标体系	75
12.2 国家研究前沿热度指数十领域综合排名	77
12.3 国家研究前沿热度指数分领域分析	83
第 13 章 中美研究前沿科研实力比较研究	105
13.1 农业、植物学和动物学领域	106
13.2 生态与环境科学领域	109
13.3 地球科学领域	112
13.4 临床医学领域	115
13.5 生物科学领域	116
13.6 化学与材料科学领域	120
13.7 物理学领域	129
13.8 天文学与天体物理学领域	133
13.9 数学、计算机科学与工程领域	133
13.10 经济学、心理学及其他社会科学领域	140
附录 研究前沿综述：寻找科学的结构	145



第1章 方法论和数据说明

1.1 背景介绍

科学研究的世界呈现出蔓延生长、不断演化的景象。科研管理者和政策制定者需要掌握科研的进展和动态，以有限的资源来支持和推进科学进步。对于他们而言，洞察科研动向，尤其是跟踪新兴专业领域对其工作具有重大的意义。

为此，科睿唯安发布了“研究前沿”（research front）数据和报告。定义一个被称作研究前沿的专业领域的办法，源自科学研究之间存在的某种特定的共性。这种共性可能来自实验数据，也可能来自研究方法、概念或假设，并反映在科学家在论文中引用其他科学家的工作这个学术行为之中。

通过持续跟踪全球最重要的科研和学术论文，研究分析论文被引用的模式和聚类，特别是成簇的高被引论文频繁地共同被引用的情况，可以发现研究前沿。当一簇高被引论文共同被引用的情形达到一定

的活跃度和连贯性时，就形成一个研究前沿，而这一簇高被引论文便是组成该研究前沿的“核心论文”。研究前沿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。

总之，研究前沿的分析提供了一个独特的视角来揭示科学研究的脉络。研究前沿的分析不依赖于对文献的人工标引和分类（因为这种方法可能会有标引分类人员判断的主观性），而是基于研究人员的相互引用而形成的知识之间和人之间的联络。这些研究前沿的数据连续记载了分散的研究领域的发生、汇聚、发展（或者是萎缩、消散），以及分化和自组织成更近的研究活动节点。在演进的过程中，每组核心论文的基本情况，如主要的论文、作者、研究机构等，都可以被查明和跟踪。通过对该研究前沿的施引论文的分析，可以发现该领域的最新进展和发展方向。

2013年，科睿唯安发布了《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。2014 年和 2015 年,科睿唯安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”推出了《2014 研究前沿》和《2015 研究前沿》分析报告。2016 年,中国科学院科技战略咨询研究院、中国科学院文献情报中心和科睿唯安联合发布了《2016 研究前沿》分析报告,这一系列报告引起了全球广泛的关注。2017 年,在以往系列研究前沿报告的基础上,推出了《2017 研究前沿》分析报告。报告仍然以文献计量学中的共被引分析方法为基础,基于科睿唯安的 Essential Science Indicators (ESI) 数据库中的 9690 个研究前沿,遴选出了 2017 年自然科学和社会科学的 10 个大学科领域排名最前的 100 个热点前沿和 43 个新兴前沿。

1.2 方法论

整个分析工作分为两个部分:第一部分,研究前沿的遴选、143 个研究前沿的核心论文及其施引论文的数据提供由科睿唯安完成;第二部分,研究前沿的分析及重点研究前沿(即重点热点前沿和重点新兴前沿)的遴选和解读由中国科学院科技战略咨询研究院科技战略情报研究所主持完成。此次分析基于 2011~2016 年的论文数据,数据下载时间为 2017 年 3 月。

1.2.1 研究前沿的遴选

《2017 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 143 个研究前沿(包括 100 个热点前沿和 43 个新兴前沿)。报告以 ESI 数据库中的 9690 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 143 个研究前沿的具体筛选过程如下。

1.2.1.1 热点前沿的遴选

先把 ESI 数据库中 21 个学科领域的 9690 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% 的最具引文影响力的研究前沿。以此数据为基础,再根据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。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数和总被引频次上会相对较小,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。

1.2.1.2 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,只有核心论文平均出版年在2015年6月之后的研究前沿才被考虑,然后再按被引频次从高到低排序,选取被引频次在100以上的研究前沿,从而遴选出43个新兴前沿,这43个新兴前沿最早的平均出版年是2015年6月。遴选不限定学科,因此43个新兴前沿在10个大学科领域中分布并不均匀,生态与环境科学、数学、计算机科学与工程、经济学、心理学及其他社会科学领域没有新兴前沿,而化学与材料科学领域选出了16个新兴前沿。

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43个新兴前沿。

1.2.2 研究前沿的分析及重点研究前沿的遴选和解读

本书在科睿唯安遴选的143个研究前沿数据的基础上,由中国科学院科技战略咨询研究院的战略情报研究人员对10个大学科领域的100个热点前沿的发展趋势进行了分析,并对27个重点研究前沿进行了详细的解读(见本书第2~11章)。重点研究前沿包括重点热点前沿和重点新兴前沿两部分。

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的。核心论文来自ESI数据库中的高被引论文,即在同学科、同年度中被引频次排在前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,本书也对其进行了深入分析和解读。同时,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施引论文本身并不是高被引论文。

1.2.2.1 重点研究前沿的遴选

2014年研究前沿设计了遴选重点研究前沿的指标(CPT),2015年在CPT指标的基础上,又增加了规模指标,即核心论文数(P)。

1) P

ESI数据库用共被引文献簇(核心论文)来表征研究前沿,并根据文献簇的元数据及其统计揭示研究前沿的发展态势,其中 P 总量标志着研究前沿的大小,文献簇的平均出版年和论文的时间分布标志着研究前沿的进度。 P 表达了研究前沿中知识基础的重要程度。在一定时间段内,一个前沿的 P 越大,表明该前沿越活跃。

2) CPT

CPT是核心论文的总被引频次(C)除以 P ,再除以施引论文所发生的年数(T)。施引论文所发生的年数指施引论文集合中最新发表的施引论文与最早发表的施引论文的发表时间的差值。如最新发表的施引论文的发表时间为2016年,最早发表的施引论文的发表时间为2012年,则该施引论文所发生的年数为4。

$$CPT = (C/P)/T = \frac{C}{P \cdot T}$$

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,可以用于探测研究前沿的突现、发展以及预测研究前沿下一个时期可能的发展。该指标既考虑了某研究前沿受到关注的程度,即核心论文的总被引频次,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。

在研究前沿被持续引用的前提下,当两个研究前沿的 P 值和 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 值和 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,指示该研究前沿在近期受关注度较高。

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

《2017 研究前沿》在遴选重点研究前沿过程中,对每个大学科领域的 10 个热点前沿用 P 结合战略情报研究人员的专业判断各遴选出一个重点热点前沿,专业判断主要考虑该前沿是否对解决重大问题有重要意义,一般选择 P 值最高的两个前沿,比较两个前沿哪个对解决重大问题更有重要意义,如“电子烟的用户偏好、有毒物质释放、管制以及对戒烟的影响”和“区域产业的环境效益和能源效率评价”,很明显后者更有重要意义,因此选择后者。然后,用 CPT 结合专业判断再各遴选出一个重点热点前沿。

因此通过这两种方法共遴选出 20 个重点热点前沿。对于 43 个新兴前沿,利用 CPT 结合战略情报研究人员的判断遴选出 7 个重点新兴前沿。因此对于 143 个研究前沿,共遴选出 27 个重点研究前沿进行深入解读。

1.2.2.2 研究前沿的分析和解读

1) 热点前沿分析及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、被引频次以及核心论文平均出版年,每个学科领域遴选出的重点热点前沿在表中用绿色底纹标出。然后,对每个学科领域遴选出的重点热点前沿进行深入分析和解读。因为分析数据基于 2011~2016 年的论文,核心论文平均出版年份会介于 2011~2016 年。

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。基于 P 遴选的重点热点前沿用蓝色气泡表示,基于 CPT 遴选的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,对于那些施引论文量大,而施引论文所发生的年数少的前沿,可以从图中直观地看出哪些是重点热点前沿。但是对于 P 较少的情况,则需要结合数据来看。大部分研究前沿的施引论文每年均有一定程度的增长,因此气泡图也有助于对研究前沿发展态势的理解。

每个学科领域的第二张表对核心论文的国家(地区)、机构活跃状况进行了分

析,揭示出哪些国家(地区)、机构在某重点热点前沿中有较大贡献。第三张表则对施引论文中的国家(地区)和机构进行了分析,探讨国家(地区)、机构在这些研究前沿发展中的研究布局。

2) 新兴前沿分析及重点新兴前沿的解读

新兴前沿的体量(核心论文及其施引论文)较小,因此,统计数据的分析意义不大。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内容方面的解读,可以了解重点新兴前沿的发展脉络、研究力量布局及发展前景。

第2章 农业、植物学和动物学

2.1 热点前沿及重点热点前沿解读

2.1.1 农业、植物学和动物学 Top10 热点前沿发展态势

农业、植物学和动物学领域 Top10 热点前沿主要包括植物基因组技术研究、植物营养机制研究、农业资源研究等(表 2.1 和图 2.1)。植物基因组技术相关研究有 3 个前沿入选 Top10 热点前沿,包括“植物基因组编辑技术及其在农作物中的应用研究”“植物 DNA 甲基化的调控机理及其作用”“棉花基因组序列与重要性状 QTL 分析”。其中“植物基因组编辑技术及其在农作物中的应用研究”前沿是植

物生物技术领域的重大突破,发展迅猛。植物营养机制相关研究有 2 个前沿,包括“丛枝菌根的共生关系及营养与信号机制研究”和“植物中钾离子的吸收、传输与植物耐盐胁迫的生理机制和调控”,该前沿还是 2015 年的新兴前沿。农业资源相关研究有 2 个前沿,包括“海洋渔业资源评估及基于生态系统的管理策略”和“全球土壤碳高分辨率地图”。关于植物学的研究前沿还包括“植物细胞壁纤维素的生物合成机理”。动物学的研究前沿是水果害虫“斑翅果蝇的入侵生物学研究”。微生物的研究前沿是“子囊菌和半知菌的分类学与系统发育学”,该前沿连续两年入选 Top10 热点前沿。

表 2.1 农业、植物学和动物学 Top10 热点前沿

排名	热点前沿	核心论文 / 篇	被引频次	核心论文平均出版年
1	植物基因组编辑技术及其在农作物中的应用研究	44	2227	2014.5
2	斑翅果蝇的入侵生物学研究	23	850	2014.2
3	植物中钾离子的吸收、传输与植物耐盐胁迫的生理机制和调控	18	809	2014.1

续表

排名	热点前沿	核心论文 / 篇	被引频次	核心论文平均出版年
4	海洋渔业资源评估及基于生态系统的管理策略	36	2312	2013.9
5	植物 DNA 甲基化的调控机理及其作用	11	1115	2013.9
6	棉花基因组序列与重要性状 QTL 分析	7	829	2013.9
7	子囊菌和半知菌的分类学与系统发育学	33	1933	2013.8
8	植物细胞壁纤维素的生物合成机理	23	1163	2013.8
9	丛枝菌根的共生关系及营养与信号机制研究	14	1025	2013.8
10	全球土壤碳高分辨率地图	10	605	2013.8



图 2.1 农业、植物学和动物学 Top10 热点前沿的施引论文

2.1.2 重点热点前沿——植物基因组编辑技术及其在农作物中的应用研究

基因组编辑技术作为生命科学技术发展中的一项突破性技术，实现了针对基因的精准修改。而 CRISPR 技术的出现和发展，使基因组编辑技术在原有的 ZFN 和 TALEN 技术的基础上，变得更加简便和经济，进而在基础研究、基因治疗及遗传改良等方面展现出巨大的潜力，在生物技术领域掀起了研究的热潮。2012

年，*Science* 期刊将 TALEN 技术列入年度十大科学进展；2013 年，*Science* 期刊将操作更简便灵活、成本更低的 CRISPR/Cas9 技术列入年度十大科学进展；2014 年，*Nature Methods* 期刊将基因组编辑技术评为过去 10 年间对生物学研究最有影响力的 10 个研究方法之一；2015 年，“CRISPR/Cas9 系统免疫机制及其在基因组编辑的应用”入选生物学领域 Top10 热点前沿；2016 年，*MIT Technology Review* 将植物基因组编辑技术评为 2016 年 10 大

技术突破。该热点前沿共有 44 篇核心论文。大部分研究是应用基因组编辑技术对特定植物基因组的定向诱变和修饰，其中主要是利用 CRISPR/Cas9 技术，针对拟南芥、烟草等模式植物，以及水稻、大豆等重要作物的基因组编辑，也有一些研究聚焦基因组编辑的工具方法。

统计分析核心论文产出的国家和机构（表 2.2）。44 篇核心论文来自 11 个国家。其中，美国是核心论文最主要的来源国，共有 25 篇，占论文总数的 56.8%；中国和日本的核心论文数分别有 15 篇和 6 篇，分别占 34.1% 和 13.6%；其他国家的论文数较少。机构中，美国明尼苏达大学双城分校、中国科学院、美国艾奥瓦州立大学的核心论文数最多，分别为 8 篇、7 篇和 6 篇。

从施引论文的来源国家和机构来看

（表 2.3），美国仍是施引论文的最大来源国，有 309 篇论文，占施引论文总数的 40.7%；中国排第 2 位，有 179 篇论文，占施引论文总数的 23.6%；德国、日本和英国的施引论文数相近，分别有 77 篇、71 篇和 62 篇，均不超过施引论文总数的约 10%。施引论文的来源机构中，中国科学院、美国明尼苏达大学双城分校、美国艾奥瓦州立大学的施引论文最多，分别有 57 篇、33 篇和 27 篇。

数据表明，美国、中国在该领域表现突出。其中美国研究成果最多、优势明显，研究机构实力强大，主导了植物基因组编辑领域的研发；中国继美国之后，在成果产出、后续跟进研究、机构实力上也具有较突出的表现。

表 2.2 “植物基因组编辑技术及其在农作物中的应用研究”研究前沿中 44 篇核心论文的 Top 产出国家和机构

排名	国家	核心论文 / 篇	比例 / %	排名	机构	国家	核心论文 / 篇	比例 / %
1	美国	25	56.8	1	明尼苏达大学双城分校	美国	8	18.2
2	中国	15	34.1	2	中国科学院	中国	7	15.9
3	日本	6	13.6	3	艾奥瓦州立大学	美国	6	13.6
4	英国	3	6.8	4	西南大学	中国	3	6.8
4	德国	3	6.8	4	日本农业生物资源研究所	日本	3	6.8
6	法国	2	4.5	4	横滨市立大学	日本	3	6.8
6	韩国	2	4.5	4	Collectis 植物科学公司	美国	3	6.8
8	菲律宾	1	2.3	4	普渡大学	美国	3	6.8
8	捷克	1	2.3	4	内布拉斯加大学林肯分校	美国	3	6.8
8	丹麦	1	2.3					
8	澳大利亚	1	2.3					

表 2.3 “植物基因组编辑技术及其在农作物中的应用研究”研究前沿中施引论文的 Top 产出国家和机构

排名	国家	施引论文 / 篇	比例 / %	排名	机构	国家	施引论文 / 篇	比例 / %
1	美国	309	40.7	1	中国科学院	中国	57	7.5
2	中国	179	23.6	2	明尼苏达州双城分校	美国	33	4.3
3	德国	77	10.1	3	艾奥瓦州立大学	美国	27	3.6
4	日本	71	9.3	4	美国农业部	美国	19	2.5
5	英国	62	8.2	4	加利福尼亚大学戴维斯分校	美国	19	2.5
6	澳大利亚	36	4.7	6	中国农业科学院	中国	18	2.4
7	意大利	32	4.2	6	京都大学	日本	18	2.4
8	印度	31	4.1	6	康奈尔大学	美国	18	2.4
9	法国	30	3.9	9	日本农业生物资源研究所	日本	15	2.0
10	加拿大	19	2.5					

2.1.3 重点热点前沿——植物 DNA 甲基化的调控机理及其作用

DNA 甲基化是在 DNA 甲基转移酶作用下将甲基选择性地结合到胞嘧啶上形成 5-甲基胞嘧啶的过程，是表观遗传修饰的主要方式之一，在调控基因表达、基因组防御、维持基因组稳定和调节植物生长发育等方面发挥着重要作用。自从 1988 年 DNA 甲基化相关酶及基因被发现以来，DNA 甲基化研究日益开展起来，目前已成为新的研究热点之一。围绕 DNA 甲基化的建立和维持机制、胁迫环境下 DNA 甲基化的改变及其对基因表达的影响，以及 DNA 甲基化检测技术等开展了大量研究。

“植物 DNA 甲基化的调控机理及其作用”热点前沿共有核心论文 11 篇。其中 5 篇主要研究拟南芥（4 篇）和玉米（1 篇）中 DNA 甲基化的调控机理，包括 DNA 甲基化调节因子的鉴定及其在 DNA

甲基化中的功能、环境和遗传变化等对 DNA 甲基化的影响、DNA 甲基化的进化模式和进化机制等。另外 6 篇主要以拟南芥为对象，研究 DNA 甲基化的作用，包括对转座子的调控、对蛋白修饰和非编码小 RNA 的作用、与遗传变异之间的关联及对复杂性状（如开花时间和初生根长）的影响。

从核心论文的国家（地区）和机构分布来看（表 2.4），共有 12 个国家（地区）参与了这 11 篇核心论文的发表，其中美国是主要产出国，参与发表了 10 篇论文，占该前沿核心论文总量的 90.9%。法国和德国各参与发表了 2 篇，其余 9 个国家（地区）各参与发表了 1 篇。在机构层面，法国国家科学研究中心、法国国家农业科学研究院、德国的马普学会及美国的纪念斯隆-凯特琳癌症中心和加利福尼亚大学洛杉矶分校属于发表核心论文较多的机构，各参与发表了 2 篇。