

2018 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

2018 Research Fronts and Analysis



科学出版社

2018 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

2018 Research Fronts and Analysis

科学出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

2018研究前沿及分析解读 / 中国科学院科技战略咨询研究院等著. — 北京: 科学出版社, 2019.8

ISBN 978-7-03-062077-4

I. ①2… II. ①中… III. ①社会科学-发展-世界-2018 ②自然科学-发展-世界-2018 IV. ①C11 ②N11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第177198号

责任编辑: 邹 聪 刘巧巧 / 责任校对: 韩 杨

责任印制: 师艳茹 / 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>

北京汇瑞嘉合文化发展有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019年8月第一版 开本: 787×1092 1/16

2019年8月第一次印刷 印张: 10 1/4

字数: 200 000

定价: 98.00 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	丁仲礼	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				

2018 研究前沿

总体组

科睿唯安 David Pendlebury 岳卫平 王 琳
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
生态与环境科学 邢 颖
地球科学 范唯唯 王海名 杨 帆
临床医学 李赞梅 李军莲 冀玉静
生物科学 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、计算机科学与工程学 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

冀玉静 边文越 张超星 黄龙光 韩 淋 王海霞 裴瑞敏 岳卫平

王 琳 Christopher M. King

2018 研究前沿热度指数

策 划 潘教峰

指数设计 冷伏海

数据分析与报告撰写 周秋菊

统稿把关 冷伏海 杨 帆 岳卫平

咨询顾问 张 凤 刘 清 郭 利

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 周秋菊 冷伏海

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
3.2 新兴前沿及重点新兴前沿解读	18
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	29
第 6 章 生物科学	31
6.1 热点前沿及重点热点前沿解读	31
6.2 新兴前沿及重点新兴前沿解读	36
第 7 章 化学与材料科学	39
7.1 热点前沿及重点热点前沿解读	39
7.2 新兴前沿及重点新兴前沿解读	43
第 8 章 物理学	45
8.1 热点前沿及重点热点前沿解读	45
8.2 新兴前沿及重点新兴前沿解读	49

第 9 章 天文学与天体物理学	51
9.1 热点前沿及重点热点前沿解读	51
9.2 新兴前沿及重点新兴前沿解读	56
第 10 章 数学、计算机科学与工程学	59
10.1 热点前沿及重点热点前沿解读	59
10.2 新兴前沿及重点新兴前沿解读	66
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
11.2 新兴前沿及重点新兴前沿解读	74
第 12 章 2018 研究前沿热度指数	77
12.1 研究前沿热度指数指标体系	77
12.2 10 个学科领域整体国家研究前沿热度指数排名	79
12.3 国家研究前沿热度指数分领域分析	85
第 13 章 中美研究前沿科研实力比较研究	107
13.1 评价方法	108
13.2 中美在各领域的科研实力整体比较分析	110
13.3 中美在各主要领域具体前沿科研实力比较分析	115
13.4 讨论	145
附录 研究前沿综述：寻找科学的结构	149

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将对其工作产生重大的意义。

为此，科睿唯安发布了“研究前沿”（Research Fronts）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，或者概念和假设，并反映在科学家在论文中引用其他科学家的这个学术行为之中。

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文献的分析，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 年和 2017 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》和《2017 研究前沿》分析报告，这一系列报告引起了全球广泛关注。2018 年，在以往系列研究前沿报告的基础上，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推出了《2018 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 10 143 个研究前沿，遴选出了 2018 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 38 个新兴前沿。

1.2 方法论

整个分析工作分为两个部分：①研究前沿的遴选。138 个研究前沿的核心论文及其施引文献的数据提供由科睿唯安完成。②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。该部分由中国科学院科技战略咨询研究院战略情报研究所主持完成。此次分析基于 2012 ~ 2017 年的论文数据，数据下载时间为 2018 年 3 月。

1.2.1 研究前沿的遴选

《2018 研究前沿》分析报告反映了当前自然科学与社会科学的 10 个大学科领域的 138 个研究前沿（包括 100 个热点前沿和 38 个新兴前沿）。我们以 ESI 数据库中的 10 143 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 138 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

首先把 ESI 数据库的 21 个学科划分到 10 个高度聚合的大学科领域中，然后对每个 ESI 学科中的研究前沿的核心论文，按照总被引频次进行排序，提取排在每个 ESI 学科前 10% 的最具引文影响力的研究前沿，并将其整合到 10 个大学科领域中，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，遴选出每个领域中那些“最年轻”的研究前沿。通过上述几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，只有核心论文平均出版年在2016年6月之后的研究前沿才被考虑。将每个ESI学科中超过出版年阈值的研究前沿按被引频次从高到低排序，选取被引频次排在前10%的研究前沿，然后各学科战略情报研究人员经过调研和评审，遴选出每个ESI学科中的新兴前沿，并将其整合到10个大学科领域中，从而遴选出了10个大学科领域的38个新兴前沿，这38个新兴前沿最早的平均出版年是2016年6月。遴选不限定学科，因此38个新兴前沿在10个大学科领域中分布并不均匀，如生态与环境科学，地球科学，经济学、心理学及其他社会科学领域只有1个新兴前沿，而化学与材料科学领域选出了8个新兴前沿。

通过以上两种方法，本书突出显示了10个高度聚合的学科领域中的100个热点前沿和38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138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31个重点研究前沿进行了详细的解读（见第2至第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文献组成的。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/地区在该领域也做出了不可磨灭的贡献，本书也对其进行了解析和解读。同时，引用这些核心论文的施引文献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文献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) 核心论文数（ 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 指标

CPT是核心论文的总被引频次（ C ）除以 P ，再除以施引文献所发生的年数（ T ）。“施引文献所发生的年数”指施引文献集合中最新发表的施引文献与最早发表的施引文献的发表时间的差值。如最新发表的施引文献的发表时间为2017年，最

早发表的施引文献的发表时间为 2012 年, 则该施引文献所发生的年数为 5。

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

CPT 实际上是一个研究前沿的平均引文影响力和施引文献发生年数的比值, 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, 即施引文献所发生的年度。

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, 指示该研究前沿在短期内受关注度较高; 当两个研究前沿的 C 值和 T 值分别相等时, 则 P 值较小的研究前沿的 CPT 值反而会较大, 指示该研究前沿中核心论文的平均引文影响力较大。

《2018 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 和 CPT 指标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。一般首先选择 P 最高的两个前沿, 比较两个前沿哪个对解决重大问题更有意义, 例如, “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”, 很明显后者更有意义, 因此选择后者。然后, 用 CPT 指标结合专业判断再各遴选出一个重点热点前沿。其中数学、计算机科学与工程学领域包括三个不同的 ESI 学科领域, 为了均衡起见, 三个领域分别遴选 1 个热点前沿进行重点解读。因此通过这两种方法共遴选出 21 个重点热点前沿。对于 38 个新兴前沿, 利用 CPT 指标结合战略情报研究人员的判断遴选出 10 个重点新兴前沿。因此对于 138 个研究前沿, 共遴选出 31 个重点前沿进行深入解读。

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 2012 ~ 2017 年的论文, 所以核心论文平均出版年份会在 2012 ~ 2017 年。

每个领域的 10 个研究前沿中引用核心论文的论文(施引文献)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 指标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文献的数量, 对于那些施引文献量大, 而施引文献所发生的

年数少的前沿，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 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文献每年均有一定程度的增长，因此气泡图也有助于读者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

文献中的国家/地区和机构进行了分析，探讨机构、国家/地区在这些研究前沿的发展中的研究布局。

2) 新兴前沿分析及重点新兴前沿的解读

新兴前沿的体量（核心论文及其施引文献）较小，因此，统计数据和分析意义不大。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、植物学和动物学领域 Top10 热点前沿发展态势

农业、植物学和动物学领域居于 Top10 的热点前沿主要分布在植物基因网络调控与基因组编辑、作物病虫害防治、食品营养与安全、光合作用研究、植物根际微生物群落研究、水产动物免疫研究、林木培育等方向上(表 2.1 和图 2.1)。

在植物基因网络调控与基因组编辑方向,“作物产量相关性状的遗传网络分析”“植物中药用化合物生物合成的基因调控”“CRISPR/Cas9 基因编辑技术在作物基因组编辑中的应用”成为热点前沿,其中基因编辑技术及其在农作物中的应用在 2017 年也是 Top10 热点前沿之一。

作物病虫害防治一直是农业领域关注的重要问题,以往的研究前沿每年都有相关研究进入 Top10 热点前沿,如 2014 年的

“入侵害虫的天敌生物防治”、2015 年的“害虫 Bt 抗性与生物防治”、2016 年的“害虫天敌蝙蝠的白鼻综合征”和 2017 年的“斑翅果蝇的入侵生物学研究”。2018 年又有“斑翅果蝇的入侵生物学和防治策略”跻身 Top10,该前沿在 2017 年开展生物学研究的基础上拓展了防治策略的研究。

食品营养与安全也持续受到关注,继 2014 年的“美国食源性疾病的统计和经济损失评价”,2015 年的“高光谱成像和计算机视觉技术在食品加工与检测中的应用”,2016 年的“食品检测中的高光谱成像技术”、“生鲜食品微生物污染的爆发与防控”和“营养物质纳米乳递送系统”等成为 Top10 热点前沿后,2018 年“食品和动物饲料中霉菌毒素污染及其毒性研究”和“纳米乳液研发及其在食品工业中的应用”进入 Top10 热点前沿。

光合作用也一直是农业和植物学领域的研究重点,2014 年的“C₄ 光合作用的进化及二氧化碳浓度对叶肉导度的影响”、

2016年的“光合作用曝光蛋白复合物的结构与功能”进入 Top10 热点前沿，2018年该方向上亦有一个进入 Top10 的热点前沿——“叶绿素荧光遥感在植物初级生产力模拟中的应用”。在植物根系微生物群落研究方面，2014年的“利用 DNA 测序研究根际微生物群落”、2017年的“丛枝菌根的共生关系及营养与信号机制研

究”是 Top10 热点前沿，2018年“根际微生物群落及其与植物间的互动”又成为 Top10 热点前沿之一。

另两个 Top10 热点前沿“饲料添加剂对鱼类免疫力的增强作用”和“林木树种混交对林分质量和生产力的影响”所属的水产动物免疫研究、林木培育是新出现的热点前沿研究方向。

表 2.1 农业、植物学和动物学领域 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	作物产量相关性状的遗传网络分析	18	1329	2014.8
2	斑翅果蝇的入侵生物学和防治策略	19	972	2014.8
3	叶绿素荧光遥感在植物初级生产力模拟中的应用	14	767	2014.8
4	CRISPR/Cas9 基因编辑技术在作物基因组编辑中的应用	14	1285	2014.6
5	植物中药用化合物生物合成的基因调控	16	993	2014.6
6	饲料添加剂对鱼类免疫力的增强作用	14	814	2014.6
7	纳米乳液研发及其在食品工业中的应用	33	1561	2014.5
8	林木树种混交对林分质量和生产力的影响	15	1092	2014.5
9	根际微生物群落及其与植物间的互动	44	4983	2014.4
10	食品和动物饲料中霉菌毒素污染及其毒性研究	27	1803	2014.4



图 2.1 农业、植物学和动物学领域 Top10 热点前沿的施引论文

2.1.2 重点热点前沿——作物产量相关性状的遗传网络分析

在粮食安全需求压力下，高产始终是农业生产不懈追求的目标。在近代育种历史上，矮化育种和杂交育种曾使作物单产水平产生过两次大的飞跃。当前，随着生命科学领域的不断突破，生物育种成为变革性的育种新技术，因此，要使单产水平取得进一步突破，需对产量相关性状的遗传网络进行解析，发现和利用其中的关键基因，挖掘作物产量的遗传潜力，从而提出新的育种途径和方法。近十几年来，作物基因组测序的完成、基于PCR技术的分子标记的应用、各类突变体库和数据库的建立、第二代测序技术的发展等促使产量性状形成的分子机制及其遗传调控网络正成为热点研究前沿。

该前沿共有18篇核心论文，其中大部分研究控制水稻籽粒大小、宽度、形状、重量或株型等产量相关性状的基因及其遗传网络。主要研究成果包括：2016年在水稻中鉴别出了一个负责谷粒大小和重量的数量性状基因座GS2，它编码了

一个转录因子OsGRF4，并发现该因子受到OsmiR396的调控；同年还发现了另一个控制水稻籽粒大小的数量性状基因座GLW7，其编码的转录因子OsPLS13对籽粒大小进行正向调控；此外，还发现了籽粒的其他调控因子GL2和GW5及调控水稻株型的IPI1蛋白等。有少量核心论文涉及水稻基因组重测序，这些研究为水稻基因资源挖掘提供了重要基础。另有一篇2012年发表在《植物科学趋势》上的综述文章指出，植物生长与器官大小的遗传网络解析正在成为植物科学的高度优先领域。

从核心论文的产出国家和机构来看(表2.2)，18篇核心论文来自13个国家，其中中国是核心论文的最主要来源国，共有12篇，占论文总数的66.7%；美国和日本各有核心论文4篇和3篇，占比分别是22.2%和16.7%；其他国家的核心论文数较少，大多数只有1篇。从机构来看，中国科学院、中国农业科学院和日本农业生物资源研究所的核心论文数最多，分别有9篇、8篇和3篇。

表 2.2 “作物产量相关性状的遗传网络分析”研究前沿中18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	中国	12	66.7	1	中国科学院	中国	9	50.0
2	美国	4	22.2	2	中国农业科学院	中国	8	44.4
3	日本	3	16.7	3	日本农业生物资源研究所	日本	3	16.7
4	菲律宾	2	11.1	4	根特大学	比利时	2	11.1
4	比利时	2	11.1	4	国际水稻研究所	菲律宾	2	11.1

从施引论文的来源国家和机构来看(表2.3)，中国也是施引论文的最大

来源国，有450篇，占施引论文总数的43.6%；美国排第2位，有205篇，占

19.9%，日本排第3位，有130篇，占12.6%；印度、德国、比利时和法国施引论文数量相近，为61~68篇，占比在6%左右。施引论文机构中，中国农业科学院

和中国科学院的施引论文最多，分别有125篇和111篇，比利时的根特大学有51篇，排第3位，其余机构施引论文在50篇以下。

表 2.3 “作物产量相关性状的遗传网络分析”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	中国	450	43.6	1	中国农业科学院	中国	125	12.1
2	美国	205	19.9	2	中国科学院	中国	111	10.8
3	日本	130	12.6	3	根特大学	比利时	51	4.9
4	印度	68	6.6	4	南京农业大学	中国	44	4.3
5	德国	64	6.2	5	日本农业生物资源研究所	日本	39	3.8
6	比利时	62	6.0	6	华中农业大学	中国	35	3.4
7	法国	61	5.9	7	美国农业部	美国	29	2.8
8	菲律宾	56	5.4	8	康奈尔大学	美国	26	2.5
9	韩国	50	4.8	9	法国农业科学研究院	法国	25	2.4
10	英国	42	4.1	10	中国农业大学	中国	24	2.3

2.1.3 重点热点前沿——根际微生物群落及其与植物间的互作

根际是指位于植物根系周围、受根系影响的狭窄（几毫米宽）土体，其中包含难以计数的微生物和无脊椎动物，是地球上最活跃的界面之一。在农业生态系统中，存在于根际的微生物群对作物生长、营养和健康有着深刻的影响。自1904年，由德国微生物学家 Lorenz Hiltner 首次提出根际以来，根际研究受到了研究者的广泛关注，100多年来根际研究方兴未艾。根际微生物生态过程受植物生理过程影响的同时，其对植物生长也产生了不同程度的影响。根际微生物既可以通过养分竞争、拮抗作用和诱导系统抗性机制抑制

土壤病原菌促进植物生长，也可以通过病原菌的积累导致植株大量死亡，这使得根际微生物与植物间的相互作用成为研究热点之一。

该热点前沿有44篇核心论文，主要研究植物根际微生物群落的界定、结构、变异、组装机制、多样性、遗传力及功能等，植物种类涉及拟南芥、水稻、大豆、玉米、大麦、葡萄、毛白杨、龙舌兰等。其中有2篇论文利用宏基因组分析方法揭示了水稻根际内生菌群落的功能特性，1篇论文阐述了根际微生物群落与植物健康之间的关系。另有论文分析了玉米根际微生物群的多样性和遗传力、大豆根际分类与功能微生物群落选择、根际微生物驱动磷胁迫与免疫的直接整合等。