

· 研究进展 ·

中美科研实力比较研究：基于《2016 研究前沿》的分析

冷伏海^{1*} 赵庆峰^{2,3} 周秋菊¹

(1. 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190;

2. 山东科技大学 计算机科学与工程学院, 青岛 266590; 3. 中国科学院文献情报中心, 北京 100190)

[摘要] 本文从10个领域分别展开中国和美国在《2016 研究前沿》100个热点前沿和80个新兴前沿的参与和表现情况的比较分析,以期较为全面地掌握中国与美国的差距和优势。结果显示,在数学、计算机科学和工程以及化学与材料科学领域,中国在贡献度和引领度以及卓越前沿表现视角上均超过美国。在农业、植物学和动物学领域、物理领域、生态与环境科学领域和生物科学领域,中国也都有若干前沿跻身世界先进行列。但在地球科学、天文学和天体物理学领域中国缺少贡献度和引领度等各项指标都表现突出的前沿。在临床医学、天文学与天体物理学领域和经济学、心理学以及其他社会科学领域中国参与和有所表现的前沿覆盖范围较小。

[关键词] 科研实力;贡献度;引领度;卓越前沿

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 Clarivate Analytics 共同发布了《2016 研究前沿》,遴选了100个热点前沿和80个新兴前沿,分析不同国家在这些前沿中的参与情况和具体表现。报告显示在所选的180个前沿中,整体上中国与美国仍有相当大的差距,但在个别前沿,中国也有出色表现。从数据看,美国在152个前沿(占180个前沿的近85%,下同)都有通讯作者核心论文入选,约80%的(145个)前沿的通讯作者核心论文排名在前3名,且在106个前沿排名第1(约60%);英国、德国、法国和日本分别在90个(50%)、66个(36.7%)、57个(31.7%)和40个前沿(22.2%)有核心论文入选;中国在68个前沿(37.8%)有核心论文入选,在30个前沿的核心论文数为第1名(16.7%),超过英国的14个(7.8%)、德国的11个(6.1%)、法国的8个(4.4%)和日本的11个(6.1%),这显示中国具有较强的前沿贡献度,在某些重要前沿跻身世界先进行列。中国在核心论文数排名第1的前沿覆盖率仅次于美国,取得了30个前沿的第1名,分别来自8个领域,仅缺席地球科学领域和天文学和天体物理学2个领域。8个领域

中,第1名覆盖率最高的是数学、计算机科学和工程学领域,为53.8%,其次是化学和材料科学领域(37.5%)和农业、植物学和动物学领域(20%)。

本文从10个领域分别展开中国和美国在180个前沿的前沿贡献度、前沿引领度2个指标以及卓越前沿视角的比较分析,以期较为全面地掌握中国与美国这个科技强国的差距和优势。

1 评价方法

《2016 研究前沿》依据 ESI 数据库中根据高被引论文(被引频次前1%的论文)形成的12188个研究前沿,聚类为自然科学和社会科学的10个大学科领域,对每个大学科领域的所有研究前沿按照核心论文施引论文总量选择前10%的研究前沿,再对这些研究前沿根据核心论文出版年平均值重新排序找出“最年轻”的研究前沿,从而从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。《2016 研究前沿》还从研究前沿中选取核心论文平均出版年在2014年6月之后的研究前沿,按被引频次排序后选取被引频次100以上的研究前沿,遴选出80个新兴前沿。

收稿日期:2016-12-14;修回日期:2016-12-23

* 通信作者,Email:lengfh@casipm.ac.cn

我们根据各国在 100 个热点前沿和 80 个新兴前沿的表现来反映各国在世界科研前沿布局中的态势：

(1) 前沿贡献度, 当在某个前沿的核心论文中有某国作者署名时, 即认为该国已经参与该前沿的研究, 实际进入前沿的论文数为该国的前沿贡献度;

(2) 前沿引领度, 当在某个前沿的核心论文中有某国作者作为通讯作者署名时, 即认为该国已经引领该前沿的研究, 实际进入前沿的论文数为该国的前沿引领度。

另外, 根据每个国家在某个研究前沿的署名通讯作者的核心论文数量的排名定义了某个国家在该前沿的领跑、并跑或跟跑状态。具体方法是: 研究前沿的署名通讯作者的核心论文数量排名第 1 的国家处于该前沿的领跑地位; 研究前沿的署名通讯作者的核心论文数量排名第 2 或第 3 的国家处于该前沿的并跑地位; 研究前沿的署名通讯作者的核心论文数量排名第 4 至 10 的国家处于该前沿的跟跑地位。

卓越研究前沿的界定, 卓越研究前沿分为 3 种类型:

(1) 研究基础卓越(通讯作者核心论文数量国家排名第 1, 或者国家某个机构核心论文数量第 1);

(2) 研究影响力卓越(核心论文国家总被引频次第 1, 或国家某个机构核心论文总被引频次第 1, 国家某个作者的核心论文或国家某一篇核心论文被引频次第 1);

(3) 研究发展潜力卓越(国家施引论文数量第 1, 或者国家某个机构施引论文数量第 1, 或国家某个作者施引论文数量第 1)。

2 中美在各主要领域的科研实力比较分析

2.1 农业、植物学和动物学领域

农业、植物学和动物学领域共遴选出 10 个热点前沿, 比较遗憾的是, 该领域没有前沿入选 2016 年新兴前沿的行列。美国在农业、植物学和动物学领域前沿的贡献度和引领度上整体表现突出。除了“食品检测中的高光谱成像技术”和“抗氧化肽的分离与表征”2 个前沿, 美国对 8 个前沿的核心论文均有所贡献, 并在 5 个前沿, 美国贡献的核心论文数和美国通讯作者核心论文数均排名第 1(详见附表 1-I)。

虽然与美国略有差距, 中国的表现却明显优于英、德、法三国。中国在 7 个前沿中有论文入选核心论文簇, 并且在 6 个前沿有中国署名通讯作者的核

心论文, 领跑“植物先天免疫机制”和“子囊菌和半知菌的分类学与系统发育学”2 个研究前沿的发展, 在 4 个前沿获得 2—3 名。表现出了与美国差距逐渐缩小的势头。

就具体前沿而言, 在“生鲜食品微生物污染的爆发与防控”、“细菌 VI 型分泌系统的结构与调控”、“营养物质纳米乳递送系统”、“田间高通量作物根系表型分析”和“蝙蝠白鼻综合症”5 个研究前沿, 美国贡献的核心论文数和美国通讯作者核心论文数均排名第 1。可见美国在这 5 个研究前沿处于领跑的位置, 表现了最强的前沿贡献度和前沿引领度。其中“营养物质纳米乳递送系统”研究前沿, 中国贡献的核心论文数和中国署名通讯作者核心论文数均仅次于美国排在第 2 位, 可见在该前沿中国处在与美国并跑的位置。在“细菌 VI 型分泌系统的结构与调控”和“田间高通量作物根系表型分析”2 个研究前沿, 中国贡献的核心论文分别排名第 7 和第 6, 说明在这 2 个前沿中国处在跟跑的位置。

在美国缺席核心论文贡献和署名通讯作者核心论文贡献的“抗氧化肽的分离与表征”和“食品检测中的高光谱成像技术”2 个研究前沿, 中国贡献的核心论文分别排名第 1 和第 2, 中国署名通讯作者的核心论文均排名第 2, 可见在这 2 个研究前沿中国也表现了较强的前沿贡献度和前沿引领度, 处在并跑的位置。

从卓越前沿对比的视角来看, 在“生鲜食品微生物污染的爆发与防控”、“细菌 VI 型分泌系统的结构与调控”、“营养物质纳米乳递送系统”、“田间高通量作物根系表型分析”和“蝙蝠白鼻综合症”5 个研究前沿, 美国同时表现了研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。中国则缺少 3 个方面都表现卓越的前沿, 中国在“子囊菌和半知菌的分类学与系统发育学”前沿同时表现了研究基础卓越和研究发展潜力卓越, “植物先天免疫机制”前沿中国同时表现了研究基础卓越和研究影响力卓越, “抗氧化肽的分离与表征”前沿中国同时表现了研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。

从农业、植物学和动物学领域整体来看, 中国在前沿贡献度、前沿引领度指标以及卓越前沿视角对比上仅次于美国, 但在个别前沿中国也有优于美国的表现取得了领跑位置。

2.2 生态学和环 境科学领域

生态学和环 境科学领域共遴选出 10 个热点前沿和 2 个新兴前沿。从研究前沿的核心论文来看,

美国在生态与环境科学领域所有12个前沿均有所贡献,其中7个前沿美国贡献的核心论文数排名第1,其中6个前沿美国署名通讯作者核心论文数排名第1,另外,在3个前沿美国署名通讯作者核心论文数排名第2,表明美国在生态与环境科学领域前沿贡献度和前沿引领度的国际竞争中取得了一定优势(详见附表1-II)。

除美国外,英国的前沿引领度最为突出,在5个前沿进入前3。中国在5个前沿中有论文入选核心论文簇,且仅在2个前沿有中国署名通讯作者的核心论文,分别排名第1和第2。中国在“土壤和沉积物重金属污染”热点前沿的前沿贡献度和前沿引领度上均排名第1。可见在生态与环境科学领域中国整体表现与美国差距不小,但在个别前沿也表现了较强的前沿贡献度和前沿引领度。

具体而言,在“生态系统服务”、“两栖类动物的传染性疾病:壶菌病的生态学研究”、“生物多样性丧失和生态系统的变化”、“溴系阻燃剂对环境的影响及其替代者有机磷阻燃剂”、“全球性汞污染”和“生态物种形成的遗传学和基因组学研究”6个热点前沿,美国贡献的核心论文数和美国署名通讯作者的核心论文数均排名第1,凭借最强的前沿贡献度和前沿引领度,当之无愧的领跑这6个研究前沿的发展。在这6个研究前沿中,中国在4个前沿贡献了核心论文。在“溴系阻燃剂对环境的影响及其替代者有机磷阻燃剂”热点前沿中国的表现仅次于美国,两项指标均排名第2,在该前沿取得了并跑的位置。在中国参与的其他3个前沿“两栖类动物的传染性疾病:壶菌病的生态学研究”“生物多样性丧失和生态系统的变化”和“全球性汞污染”中国贡献的核心论文分别排名第6、8和3,但没有中国署名通讯作者的核心论文。说明中国在这3个热点前沿也表现了一定的前沿贡献度,但无法言及前沿引领度。“系统性的杀虫剂(烟碱和氟虫腈)对非目标生物及环境的影响”和“水结构和 chaotropicity, kosmotropicity: 使用、滥用及其生物学意义”2个新兴前沿,中国均没有核心论文贡献,美国在这2个前沿各有3篇核心论文贡献,但均不是美国署名通讯作者。

从卓越前沿对比的视角来看,在“生态系统服务”、“两栖类动物的传染性疾病:壶菌病的生态学研究”、“生物多样性丧失和生态系统的变化”、“溴系阻燃剂对环境的影响及其替代者有机磷阻燃剂”、“全球性汞污染”和“生态物种形成的遗传学和基因组学研究”6个前沿,美国同时表现了研究基础卓越、研

究影响力卓越和研究发展潜力卓越。在“海洋环境中的塑料微粒污染”、“ β 多样性”和“水结构和 chaotropicity, kosmotropicity: 使用、滥用及其生物学意义”3个前沿美国同时表现了研究基础卓越和研究发展潜力卓越。中国则在“土壤和沉积物重金属污染”热点前沿同时表现了研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。除此之外,中国仅在“溴系阻燃剂对环境的影响及其替代者有机磷阻燃剂”、“全球性汞污染”和“ β 多样性”3个前沿表现了研究发展潜力卓越。

从生态与环境科学领域整体来看,中国引领度覆盖的前沿范围明显小于美国,整体表现略逊色于美国和英国,与德国、日本和法国同处第二梯队,但也在个别前沿有出色表现。

2.3 地球科学领域

美国在地球科学领域12个前沿均有所贡献,在其中的10个前沿中,美国核心论文数与署名通讯作者论文数均排名第1,由于区域性问题的原因,“2011年东日本大地震与海啸成因研究”热点前沿和“2012年夏洛特皇后群岛地震断层带研究”新兴前沿美国核心论文数与署名通讯作者论文数均排名第2(详见附表1-III)。可见,美国在地球科学领域的前沿贡献度与前沿引领度的国际竞争中取得了绝对的优势。

从前沿贡献度和前沿引领度表现来看,中国与英、德、法三国之间也有一定差距。中国在7个前沿中有论文入选核心论文簇,并且在5个前沿有中国署名通讯作者的核心论文,中国只在“气候系统模式研究”热点前沿处于并跑的位置,在其他有所贡献的前沿贡献的核心论文数和署名通讯作者的核心论文数均排在5—11名之间,处在跟跑的位置。可见,从整体来看中国与美国在地球科学领域热点前沿的前沿贡献度和前沿引领度相比差距很大。

具体而言,中国在“气候系统模式研究”热点前沿贡献核心论文3篇,且均为中国署名通讯作者,也表现了较强的前沿贡献度和前沿引领度,处于并跑的位置。中国在“北极放大效应与中纬度极端天气的关系”、“土壤碳循环对气候变化的响应”、“地球早期海洋的演化以及与之相关的生物进化”和“高亚洲冰川质量变化研究”4个热点前沿中贡献的核心论文数排名和署名通讯作者的核心论文数排名均在5—11之间,均处于跟跑的位置,前沿贡献度和前沿引领度表现一般。而在“全球变暖趋缓(hiatus现象)”和“末次间冰期气候变化研究”热点前沿中国贡

献的核心论文分别排名第 6 和第 7,但署名通讯作者的核心论文均为空白,表明在这 2 个热点前沿中国前沿贡献度表现一般,无法言及前沿引领度。

从卓越前沿对比的视角来看,在“北极放大效应与中纬度极端天气的关系”、“土壤碳循环对气候变化的响应”、“全球变暖趋缓(hiatus 现象)”、“地球早期海洋的演化以及与之相关的生物进化”、“气候系统模式研究”、“下一代地震动衰减地面运动预测模型研究”和“末次间冰期气候变化研究”7 个前沿,美国同时表现了研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。在“高亚洲冰川质量变化研究”前沿,美国同时表现了研究基础卓越和研究影响力卓越。在“2011 年东日本大地震同震滑动研究”和“2012 年夏洛特皇后群岛地震断层带研究”2 个前沿美国同时表现了研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。在“内陆水域和海洋的碳循环”和“北大西洋和南大洋的元素组成”2 个前沿美国同时表现了研究基础卓越和研究发展潜力卓越。中国则仅在“地球早期海洋的演化以及与之相关的生物进化”、“气候系统模式研究”和“高亚洲冰川质量变化研究”3 个前沿表现了研究发展潜力卓越。

从地球科学领域整体来看,中国在前沿贡献度、前沿引领度指标以及卓越前沿对比方面,中国与美、英、德、法之间均存在差距,尤其与美国相比差距明显。同时,中国缺少在研究基础、研究影响力和研究发展潜力方面同时表现卓越的前沿。

2.4 临床医学领域

临床医学领域共遴选出 10 个热点前沿和 21 个新兴前沿,该领域美国的表现最为突出。美国在除“心房颤动患者脑卒中风险和抗凝治”前沿外,其他 30 个前沿均贡献了核心论文,前沿覆盖率达到近 97%。在前沿贡献度方面,美国在临床医学领域的 30 个前沿均排名前 3,其中有 25 个前沿核心论文数排名第 1;在引领度方面,美国在 23 个前沿排名第 1、5 和 2,另外 3 个空缺(详见附表 1-IV)。以上数据足以表明美国在临床医学领域的绝对优势。

从前沿贡献度和前沿引领度表现来看,中国不仅与美国差距明显,与英、德、法三国之间也有一定差距。引领度方面,英国、德国和法国分别参与了 17、7 和 9 个前沿,这三个国家中,英国、德国和法国分别收获 14 个、6 个和 7 个前 3 名,英国略胜一筹。在贡献度方面,中国参与了 8 个前沿,引领度方面,中国仅在 4 个前沿有所表现,但在这 4 个前沿中,中国在 2 个前沿以核心论文和署名通讯作者的核心论

文的双料冠军处于领跑位置,1 个前沿两项指标均排名第 3,处于并跑位置,另一项前沿处于跟跑位置。可见在临床医学领域中国整体表现与美国差距较大,但在个别前沿也表现了较强的前沿贡献度和前沿引领度。

具体而言,中国在引领度有所表现的 4 个前沿中,“禽流感病毒的流行病学、病理学和遗传学研究”和“长链非编码 RNA MALA T1 促进癌细胞的增殖和转移”2 个前沿中国贡献的核心论文和署名通讯作者的核心论文均排名第 1,抢占了这 2 个前沿的领跑位置。而美国在这 2 个前沿这两项指标均排名第 2,处于并跑位置。“循环肿瘤 DNA 用于肿瘤获得性耐药监测”前沿,中国贡献的核心论文和中国署名通讯作者的核心论文均排名第 3,处于并跑位置,领跑位置被美国抢占。“埃博拉病毒病流行与治疗”前沿,中国署名通讯作者的核心论文排名第 5,在前沿引领度上处在跟跑位置,领跑位置同样被美国抢占。在“东南亚恶性疟疾青蒿素抗药机制”、“单克隆抗体治疗自体免疫性疾病的临床疗效研究”、“全基因组测序在传染性疾病的快速诊断和生物进化中的作用”和“LCZ696 与依那普利对心衰患者影响比较”4 个前沿,中国均贡献了 1—2 篇核心论文,排名均在 3 名之后,并且都不是中国署名通讯作者,这 4 个前沿中国的前沿贡献度表现一般,更无法言及前沿引领度,而美国在这 4 个前沿的引领度表现上取得了 3 个领跑和 1 个并跑的位置。

从卓越前沿对比的视角来看,在“埃博拉病毒病流行与治疗”、“麦胶肠病及非麦胶肠病性麦胶敏感”、“循环肿瘤 DNA 用于肿瘤获得性耐药监测”、“抗 PD-1 药用于黑色素瘤治疗”、“PCSK9 单克隆抗体对高胆固醇血症患者 LDL 胆固醇影响”、“程序性死亡 1(PD-1)抑制剂对晚期非小细胞肺癌的治疗作用”、“儿童急性弛缓性脊髓炎与肠道病毒 D68 爆发相关”、“sofosbuvir 联合其他药物防治肝移植术后复发性丙型肝炎”、“端粒基因突变与家族性肺部疾病”、“埃博拉病毒病的传播与控制”、“13 价肺炎球菌疫苗(PCV13)防治侵袭性肺炎链球菌病”、“LCZ696 与依那普利对心衰患者影响比较”、“抗白细胞介素-5 受体 α 单克隆抗体治疗嗜酸性哮喘”和“Sorafenib 和 lenvatinib 治疗难治性甲状腺癌”14 个前沿,美国同时表现了研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。在“东南亚恶性疟疾青蒿素抗药机制”、“长链非编码 RNA MALA T1 促进癌细胞的增殖和转移”、“口服抗凝药的消化道出血

风险”、“卡铂新辅助化疗治疗三阴性乳腺癌”和“配对活检揭示非酒精性脂肪肝疾病进展”5个前沿美国同时表现了研究基础卓越和研究发展潜力卓越。中国则在“禽流感病毒的流行病学、病理学和遗传学研究”和“长链非编码 RNA MALA T1 促进癌细胞的增殖和转移”2个前沿同时表现了研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。除此之外,中国仅在“循环肿瘤 DNA 用于肿瘤获得性耐药监测”、“程序性死亡 1(PD-1)抑制剂对晚期非小细胞肺癌的治疗作用”和“乳腺癌术后区域淋巴结照射治疗的效果”3个前沿表现了研究发展潜力卓越。

从临床医学领域整体来看,中国贡献度和引领度覆盖的前沿范围只有 8 个和 4 个前沿,但在个别前沿也有出色表现。表明在该领域当前甚至很长一段时间中国将处在跟随阶段。相信通过科学家的不懈努力,中国在该领域会不断在更多的前沿有所贡献,并尽可能缩短跟随的时间,逐渐实现跟随到引领的角色转变。

2.5 生物科学领域

生物科学领域共遴选出 10 个热点前沿和 18 个新兴前沿。美国在该领域的表现还是绝对的第一把交椅。贡献度方面,美国的前沿覆盖率达到 100%,并在 28 个前沿中的 23 个前沿排名第 1,另外 5 个前沿也均排名在 2—3 位。引领度方面,除“植物提取物和纳米粒子控制蚊虫害”和“自噬与凋亡的互作”2 个前沿美国没有署名通讯作者的核心论文贡献外,美国署名通讯作者的核心论文在 20 个前沿排名第 1,5 个前沿排名第 2,1 个前沿排名第 3(详见附表 1-V)。

在生物科学领域,中国在 13 个前沿有核心论文贡献,并在 6 个前沿贡献了署名通讯作者的核心论文。中国的表现虽然与美国差距明显,但与其他各国相比,在引领度方面,在前沿覆盖率上略逊于英国、德国和法国,但在 3 个前沿抢占了领跑位置,从而在领跑前沿数上超过英、德、法三国。可见在生物科学领域中国整体表现与美国差距不小,但在个别前沿也表现了较强的前沿贡献度和前沿引领度。

具体而言,在“新型重组禽流感病毒(H5N8 和 H5N6)的鉴定及其特征”前沿中国贡献了 2 篇署名通讯作者的核心论文,两项指标均排名第 1,取得了该前沿的领跑位置,美国两项指标均排名第 3。中国在“褪黑素在植物和人类中的生物学功能”热点前沿,中国贡献核心论文 10 篇,排名第 2,其中 8 篇中国署名通讯作者,署名通讯作者核心论文与美国并

列排名第 1,共同领跑该前沿的发展。在“使用伪氨基酸组分算法预测蛋白质的结构和功能”前沿,中国贡献了 5 篇署名通讯作者的核心论文,署名通讯作者核心论文排名第 1,美国贡献了 6 篇核心论文,但仅有 1 篇美国署名通讯作者。可见,该前沿在贡献度上中国略逊于美国,但在引领度上中国超越了美国,取得了引领度的领跑位置。在“中东呼吸综合征冠状病毒的分离、鉴定与传播”、“RNA 二级结构及腺嘌呤甲基化修饰”和“利用人类表型本体数据进行遗传疾病诊断”3 个前沿,中国在贡献度和引领度表现排名上也均在美国之后,但中国贡献的署名通讯作者的核心论文均排名第 3,也表现了较强的前沿引领度。在“CRISPR RNA 引导性核酸酶脱靶效应的全基因组检测”、“雷帕霉素靶蛋白复合体 1(mTORC1)的激活”和“耳蜗毛细胞的再生及其基因表达”3 个前沿,中国贡献的核心论文数均仅次于美国排名第 2,表现了较强的前沿贡献度,但这 3 个前沿均没有中国署名通讯作者的核心论文。

从卓越前沿对比的视角来看,在“巨噬细胞起源、发育分化的分子机制”、“RNA 二级结构及腺嘌呤甲基化修饰”、“广谱中和抗体与艾滋病疫苗设计”、“PINK1/ Parkin 介导的线粒体自噬分子机理研究”、“T 细胞的分化、功能与代谢”、“C9orf72 基因六核苷酸重复扩增引起的额颞叶痴呆症和肌萎缩侧索硬化症”、“CRISPR RNA 引导性核酸酶脱靶效应的全基因组检测”、“肥胖的全基因组关联研究”、“雷帕霉素靶蛋白复合体 1(mTORC1)的激活”、“2 型先天淋巴样细胞调节米色脂肪的生物合成”、“CRISPR-Cas9 调控的基因组规模转录激活”、“染色质环接原理及染色体域结构进化”、“荧光探针在细胞骨架活细胞成像中的应用”、“遗传结构和饮食对肠道菌群组成的影响”和“耳蜗毛细胞的再生及其基因表达”15 个前沿,美国同时表现了研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。在“纳米孔测序”前沿美国同时表现了研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。在“飞秒 X 射线激光在生物大分子的纳米晶体结构测定中的应用”、“阿尔茨海默病相关基因位点的关联分析”、“利用人类表型本体数据进行遗传疾病诊断”和“肌动蛋白的组装及其网络平衡”4 个前沿美国同时表现了研究基础卓越和研究发展潜力卓越。

中国则在“使用伪氨基酸组分算法预测蛋白质的结构和功能”和“新型重组禽流感病毒(H5N8 和 H5N6)的鉴定及其特征”2 个前沿同时表现了研究

基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。在“褪黑素在植物和人类中的生物学功能”前沿中国同时表现了研究基础卓越和研究发展潜力卓越。在“阿尔茨海默病相关基因位点的关联分析”前沿表现了研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。除此之外，中国仅在“中东呼吸综合征冠状病毒的分离、鉴定与传播”、“癌症化疗中纳米载体的应用”、“自噬与凋亡的互作”和“荧光探针在细胞骨架活细胞成像中的应用”4 个前沿表现了研究发展潜力卓越。

从生物科学领域整体来看，无论在前沿覆盖范围方面还是抢占的领跑前沿数上还是在研究基础、研究影响力和研究发展潜力同时表现卓越前沿数上，中国与美国均存在较大差距，但中国也在个别前沿有不错的表现。

2.6 化学与材料科学领域

化学与材料科学领域共遴选出 32 个前沿，10 个热点前沿和 22 个新兴前沿，在 10 个领域中遴选出的前沿数量最多。化学与材料科学领域是中国在各项指标上均超过美国的领域，也是两国竞争最为激烈的领域。在前沿贡献度方面，中国的表现略超美国，中国入选核心论文的 23 个前沿，11 个第 1，22 个进入前 3，美国则在 22 个前沿贡献了核心论文，10 个第 1，20 个进入前 3。在前沿引领度方面，中国的表现同样略超美国，中国入选通讯作者核心论文的 22 个前沿，21 个进入前 3，美国则是 19 个前沿都位于前 3 名，美国和中国都得到 12 个第 1 名（详见附表 1-VI）。从化学与材料科学领域整体来看，中国的表现略胜美国，但优势不是十分明显。中美两国在该领域以较大的优势领先于英国、德国、法国和日本，形成了第一梯队。

具体而言，在 10 个热点前沿中美两国竞争比较激烈，在前沿贡献度和前沿引领度方面，中美两国全面的覆盖了 10 个热点前沿。中国领跑的 4 个热点前沿分别为“基于非富勒烯受体的聚合物太阳能”、“三氟甲磺基化反应”、“半导体/石墨烯纳米复合物光催化剂”和“白光 LED 用荧光粉”。在这 4 个热点前沿中国贡献的核心论文份额均在 50% 左右，个别前沿甚至达到 90% 以上，中国表现了最强的前沿贡献度和前沿引领度。这 4 个热点前沿美国贡献的核心论文排名在 2—4 位之间，美国署名通讯作者的核心论文数均排在 2—3 名，处在并跑的位置。

在美国领跑的“摩擦纳米发电机”、“非贵金属电解水纳米催化剂”、“金催化的有机合成”、“石墨烯过滤膜”和“钠离子电池”5 个热点前沿，中国贡献的核

心论文和署名通讯作者的核心论文均排名第 2，在这 5 个热点前沿中也表现了很强的前沿贡献度和前沿引领度而处在并跑的位置。

在该领域的 22 个新兴前沿，中美在前沿贡献度和前沿引领度方面依然竞争激烈，但竞争的特点与在热点前沿中略有差别，在热点前沿中涉及到的所有 10 个热点前沿均逐一存在竞争关系，但在新兴前沿中，有些新兴前沿内中美两国贡献存在交差性，仅在 8 个新兴前沿中两国同时贡献了核心论文，进行了正面的交锋。“镍催化芳基醚碳氧键活化反应”、“钠离子电池”、“过渡金属催化的杂芳烃交叉偶联反应”、“用于染料敏化太阳能电池的新型卟啉染料”和“纳米颗粒的细胞生物学效应”5 个前沿中国和美国均没有贡献核心论文。

从卓越前沿对比的视角来看，中国的表现依然优于美国。在“摩擦纳米发电机”、“具有大载流子扩散长度的有机铅卤化物钙钛矿单晶”、“有机铅卤化物钙钛矿材料在潮湿环境下的分解”、“钙钛矿型有机铅卤化物光电探测器”和“高性能锂硫电池”5 个前沿，美国同时表现了研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。在“非贵金属电解水纳米催化剂”、“金催化的有机合成”、“石墨烯过滤膜”、“钠离子电池”和“光活化的不对称催化反应”5 个前沿，美国同时表现了研究基础卓越和研究影响力卓越。在“非水体系锂氧电池中过氧化锂的生成机理”和“钙钛矿型太阳能电池光电转换机理研究”2 个前沿美国同时表现了研究基础卓越和研究发展潜力卓越。中国则在“基于非富勒烯受体的聚合物太阳能电池”、“三氟甲磺基化反应”、“半导体/石墨烯纳米复合物光催化剂”、“白光 LED 用荧光粉”、“具有电磁波吸收性能的核壳结构材料”、“镧系金属有机框架化合物用于荧光温度传感”、“高效单结聚合物太阳能电池”、“纳米二氧化锰超级电容器电极材料”、“基于柱芳烃的超分子聚合物”和“三价铈催化的芳烃碳氢键活化反应”10 个前沿同时表现了研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。在“非贵金属电解水纳米催化剂”、“石墨烯过滤膜”、“钠离子电池”和“碳量子点荧光材料”4 个前沿中国同时表现了研究基础卓越和研究发展潜力卓越。

从化学与材料科学领域整体来看，无论在前沿覆盖范围方面还是前沿贡献度、前沿引领度指标上，还是在研究基础、研究影响力和研究发展潜力同时表现卓越的前沿数上，中国均超越美国，但中国也有表现空白的前沿。表明在该领域中国应在保持优势

前沿的基础上不断加大有所表现的前沿覆盖率,进一步确立和巩固中国在该领域的领先优势。

2.7 物理领域

物理科学领域共遴选出 20 个前沿,10 个热点前沿和 10 个新兴前沿。美国在物理科学领域前沿贡献度和前沿引领度的国际竞争中表现突出,优势较大。在前沿贡献度方面,美国在 19 个前沿贡献了核心论文,核心论文排名在 16 个前沿进入前 3,并在 15 个前沿排名第 1;中国则入选核心论文的 13 个前沿,5 个前 3,1 个第 1。在前沿引领度方面,美国同样表现出了绝对优势,美国入选通讯作者核心论文的 18 个前沿,17 个进入前 3,11 个排名第 1;中国则在 8 个前沿有署名通讯作者的核心论文,7 个前 3,1 个第 1。可见,中美差距非常明显。该领域除了美国表现最佳以外,德国、英国也有不错表现,前沿引领度方面,德国表现更为突出,第 1 的前沿数达到 4 个,从进入前 3 名的前沿数来看,中国达到 7 个,与英国和德国相当(详见附表 1-VII)。

具体而言,“自旋轨道耦合超冷原子体系”是中国在物理领域表现最突出的前沿,中国在该前沿的两项指标均排名第 1,也是中国在该领域唯一抢占了领跑位置的前沿。表现了最强的前沿贡献度和前沿引领度。在该前沿,美国贡献的核心论文数量与中国并列第 1,但没有美国署名通讯作者的核心论文。

“暗物质间接探测之银河系中心伽玛射线超出研究”、“单层/多层黑磷的特性及其应用”、“外尔半金属的特性研究和实验实现”、“二硫化钼和二硒化钨的谷电子学研究”和“超导体硒化铁的向列性研究”5 个热点前沿中国也均贡献了份额较多的核心论文,而且署名通讯作者的核心论文均排在 2—3 名,表现了较强的前沿贡献度和前沿引领度,在这 5 个前沿基本处于并跑的位置。

从卓越前沿对比的视角来看,在“暗物质间接探测之银河系中心伽玛射线超出研究”、“外尔半金属的特性研究和实验实现”、“钇钡铜氧化物超导体的赝能隙态研究”、“双星系统的动力学演化和引力波探测”、“超表面(metasurfaces)特性研究及超表面器件设计”、“挠率牛顿-嘉当几何”、“周期驱动量子体系的特性研究”和“二硫化钼和二硒化钨的谷电子学研究”8 个前沿,美国同时表现了研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。在“单层/多层黑磷的特性及其应用”和“自驱动粒子的集群运动研究”2 个前沿,美国同时表现了研究基础卓越和研究

影响力卓越。在“非线性有质量引力”和“高级激光干涉引力波天文台及其相关工具和模拟方法”2 个前沿美国同时表现了研究基础卓越和研究发展潜力卓越。

中国在物理领域没有同时表现为研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越的前沿。在“自旋轨道耦合超冷原子体系”前沿中国同时表现了研究基础卓越和研究发展潜力卓越。在“单层/多层黑磷的特性及其应用”、“外尔半金属的特性研究”和“基于混合角 θ_{13} 最新结果的中微子振荡研究”3 个前沿中国同时表现了研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。

从物理科学领域整体来看,在前沿贡献度和前沿引领度的较量中,无论是在前沿覆盖面还是领跑前沿的数量上,美国都具有较大的优势。在卓越前沿竞争中美国同样占据了较大优势。中国在认清差距的同时,应该在已经取得并跑位置的前沿加大工作力度,并进一步扩大前沿覆盖面,争取在更多的前沿有所贡献,并力争取得研究基础、研究影响力和研究发展潜力均表现卓越的前沿。

2.8 天文学和天体物理领域

美国在所有 12 个前沿均有所贡献,并且在 12 个前沿核心论文数排名均为第 1。在 12 个前沿署名通讯作者论文排名中,美国在 10 个前沿排名第 1,另外在“基于‘普朗克’卫星(Planck)等对宇宙微波背景辐射的探测”前沿排名第 2,在“罗塞塔(Rosetta)探测器对彗星 67P/丘留莫夫-格拉西缅科的观测研究”前沿排名第 4(详见附表 1-VIII)。以上数据足以表明美国在天文学与天体物理领域前沿阵地贡献度与引领度的国际竞争中的绝对优势。

中国在该领域的表现不仅相对于其他 5 国是最弱的,相对于中国的其他领域也相对较弱。在 12 个前沿中,中国在 9 个前沿贡献了核心论文,其中仅在“基于‘郭守敬望远镜’(LAMOST)、“日内瓦-哥本哈根巡天’(GCS)、“斯隆数字巡天’(SDSS)等观测对星系结构、成分和演化的研究”前沿贡献 6 篇核心论文,排名第 3,其中 5 篇为中国署名通讯作者,通讯作者核心论文排名第 2,表明,该前沿中国表现了较强的前沿贡献度和前沿引领度,处于并跑的位置。该前沿也是中国在该领域两项指标均非空白的唯一前沿。其他中国参与的前沿核心论文排名均在 3 名以后,并且均没有中国署名通讯作者的核心论文。表明,这 8 个前沿的前沿贡献度中国表现一般,且无法言及前沿引领度。

从卓越前沿对比的视角来看,在“暗物质和星系形成及演化研究”、“基于‘开普勒空间望远镜’(Kepler)开展系外行星搜寻及性质研究”、“利用‘哈勃’空间望远镜研究高红移值星系的性质”、“系外行星的形成、演化和直接成像研究”、“基于太阳观测卫星数据(Solar-B、SDO、IRIS、STEREO等)对太阳大气和磁场的研究”、“超新星及其对应前身星性质研究”、“中子星和核物质对称能研究”、“基于‘郭守敬望远镜’(LAMOST)、“日内瓦-哥本哈根巡天’(GCS)、“斯隆数字巡天’(SDSS)等观测对星系结构、成分和演化的研究”、“基于斯隆数字巡天等多项巡天项目的重子声学振荡相关研究”和“恒星、星系形成理论与观测研究”10个前沿,美国同时表现了研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。

中国在天文学与天体物理领域没有同时表现为研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越的前沿。中国则在“基于‘郭守敬望远镜’(LAMOST)、“日内瓦-哥本哈根巡天’(GCS)、“斯隆数字巡天’(SDSS)等观测对星系结构、成分和演化的研究”前沿同时表现了研究基础卓越和研究影响力卓越。同时在“基于太阳观测卫星数据(Solar-B、SDO、IRIS、STEREO等)对太阳大气和磁场的研究”、“中子星和核物质对称能研究”和“基于斯隆数字巡天等多项巡天项目的重子声学振荡相关研究”3个前沿仅表现了研究发展潜力卓越。

从天文学与天体物理领域整体来看,美国以压倒性的优势占据了近90%前沿的领跑位置。中国有所表现的前沿覆盖率较低,仅在个别前沿表现了研究发展潜力卓越。种种迹象表明,中国在天文学与天体物理领域如果实现中美差距的缩小需要更长的时间和更多的努力。

2.9 数学、计算机科学和工程领域

在数学、计算机科学和工程领域共遴选出13个前沿,10个热点前沿,3个新兴前沿。该领域是在前沿贡献度和前沿引领度以及卓越前沿的国际竞争中,中国各项指标均超过美国,中国优势明显的又一个领域。在前沿贡献度方面,中国的表现略超美国,中国入选核心论文的12个前沿,5个第1,9个进入前3;美国则在11个前沿贡献了核心论文,3个第1,9个进入前3。在前沿引领度方面,中国的表现同样略超美国,中国入选通讯作者核心论文的11个前沿,7个第1,10个进入前3;美国则是在9个前沿有署名通讯作者的核心论文入选,8个前3,但没有排

名第1的前沿(详见附表1-IX)。可见,中国在数学、计算机科学与工程领域在遴选出的前沿中抢占了一半以上前沿的领跑位置,表现出了一定的优势。中美两国在该领域以较大的优势领先于英国、德国、法国和日本,形成了第一梯队。

具体而言,中国领跑的7个前沿分别为“犹豫模糊集理论及其在决策中的应”、“构形设计和传热分析”、“电动汽车用锂离子电池的充电状态估计和老化机制”、“应用纳米零价铁(ZVI)处理地下水和废水”、“基于临床应用的磁共振成像算法优化”、“关于Keller-Segel趋化方程的研究”和“面向企业的云制造及物联网信息服务”。这7个前沿中的前5个前沿,中国贡献的核心论文和署名通讯作者的核心论文均排名第1,表现了最强的前沿贡献度和前沿引领度,7个前沿中的后2个,中国同样以署名通讯作者核心论文排名第1处于领跑位置,这2个前沿中国贡献的核心论文数均排名第2,也表现出了较强的前沿贡献度。中国除了领跑7个前沿的发展外,还在3个前沿中处于并跑位置。美国则在8个前沿以署名通讯作者的核心论文排名在2-3位,取得了8个前沿的并跑位置。

从卓越前沿对比的视角来看,美国在数学、计算机科学与工程领域没有同时表现为研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越的前沿。美国在“面向企业的云制造及物联网信息服务”前沿同时表现了研究基础卓越和研究影响力卓越。在“生物启发式算法及其优化”前沿美国同时表现了研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。中国在数学、计算机科学与工程领域卓越前沿的表现同样优于美国,中国在“犹豫模糊集理论及其在决策中的应用”、“构形设计和传热分析”、“面向企业的云制造及物联网信息服务”、“电动汽车用锂离子电池的充电状态估计和老化机制”、“应用纳米零价铁(ZVI)处理地下水和废水”和“基于临床应用的磁共振成像算法优化”6个前沿同时表现了研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。在“关于Keller-Segel趋化方程的研究”前沿中国同时表现了研究基础卓越和研究发展潜力卓越。

从数学、计算机科学和工程领域的整体来看,在遴选出的前沿中,在贡献度和引领度的表现方面中国的前沿覆盖范围达到了近90%,并在卓越前沿的国际竞争中取得了较大优势,在该领域遴选出的前沿中近一半同时取得了研究基础、研究影响力和研究发展潜力卓越的位置,逐渐拉大了中国在该领域

领先美国的优势。

2.10 经济学、心理学以及其他社会科学领域

经济学、心理学以及其他社会科学领域共遴选出10个热点前沿,比较遗憾的是,在该领域没有任何一项研究入选2016年新兴前沿的行列。美国在经济学、心理学以及其他社会科学领域前沿覆盖率达到了100%,其中有9个前沿核心论文数和署名通讯作者的核心论文数均排名第1,另一个前沿两项指标均排名第2(详见附表1-X)。从以上数据可以看出,美国在该领域前沿贡献度和前沿引领度的国际竞争中表现突出,领跑90%前沿的发展。

除了美国以外,英国是该领域的整体表现最为突出的国家,署名通讯作者的核心论文排名在7个前沿收获了2—3名,但没有排名第1的前沿。中国则在“区域产业的环境效益和能源效率评价”、“网络成瘾的致因与行为影响”、“全球土地和自然资源争夺研究”和“家族控制(参与)对企业战略选择和创新的影响”4个前沿贡献了核心论文,并在前3个前沿有中国署名通讯作者的核心论文入选。值得关注的是,美国表现了较强的前沿贡献度和前沿引领度,贡献的核心论文和署名通讯作者的核心论文均排名第2的前沿“区域产业的环境效益和能源效率评价”恰恰是中国领跑的热点前沿,该前沿中国贡献了核心论文20篇,且有18篇中国署名通讯作者的核心论文,中国以两项指标均排名第1领跑该热点前沿的发展,表现了最强的前沿贡献度和前沿引领度。

从卓越前沿对比的视角来看,美国在前沿核心论文数和署名通讯作者的核心论文数均排名第1的9个前沿同时表现了研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。在“区域产业的环境效益和能源效率评价”前沿美国同时表现了研究基础卓越和研究发展潜力卓越。中国则仅在“区域产业的环境效益和能源效率评价”前沿同时表现了研究基础卓越、研究影响力卓越和研究发展潜力卓越。

从经济学、心理学以及其他社会科学领域的整体来看,在前沿覆盖率、前沿贡献度、前沿引领度以及卓越前沿对比多个方面美国均以绝对优势领先中国。中国在遴选出的12个前沿中,贡献度的表现涉及了4个前沿,引领度的表现只涉及了3个前沿。这与经济学、心理学以及其他社会科学领域受研究

问题地域化和研究文献语种的影响不无关系。同时表明,中国在该领域如果取得各项指标的提升,不断缩小与美国的差距需要付出更多的努力。

3 讨论

从10个领域内遴选的热点前沿和新兴前沿参与和表现情况的比较分析,较为全面地展现了中国与这个科技强国的差距和优势。结果显示,在数学、计算机科学和工程和化学与材料科学2个领域,中国在贡献度、引领度以及卓越前沿表现视角上均超过美国。表明在这些前沿中国已走在了世界前列,表现了最强的综合实力。希望通过中国科学家的进一步努力,加大中国的领先优势,并不断扩大中国在这2个领域优势前沿的覆盖范围。

在农业、植物学和动物学领域、物理领域、生态与环境科学领域和生物科学领域,中国也都有若干前沿跻身世界先进行列。在这些领域,虽然从领域整体上中国的参与和表现情况略逊于中国在数学、计算机科学和工程和化学与材料科学领域的表现,与美国尚存在差距,但每个领域中也至少有1—2个前沿中国表现了最强的综合实力,而且在这些领域中国参与的前沿覆盖范围也较广。表明在这些领域中国处在不断成长和壮大的发展阶段。相信通过中国科学家的不懈努力,中国在这些领域会不断在更多的前沿有更好的贡献和表现,不断提升前沿的综合实力。

但在地球科学、天文学和天体物理学领域中国领先的前沿数还较少。在这些领域中国缺少贡献度和引领度等多项指标都表现突出的前沿。从临床医学、天文学与天体物理学领域和经济学、心理学以及其他社会科学领域来看中国参与和有所表现的前沿覆盖范围较小。这些前沿从整体表现上来看,中国与美国差距较大。表明在这些领域需要中国科学家付出更多的努力,不断缩小差距,逐步扩大中国在这些领域的参与范围,增强中国在这些领域前沿的贡献度、前沿引领度和卓越前沿表现。

参 考 文 献

- [1] 《2016研究前沿》. <http://www.casisd.ac.cn/achievement/research-report/achievement-detail.html?id=ecfda155-bda0-4775-8e54-dde418e4b44c>.

附表 1 10 个研究领域前沿的核心论文中美国和中国贡献度和引领度以及两国的卓越前沿对比

序号	前沿名称	总论		中国贡献		美国贡献		中国通讯作者		美国通讯作者		研究基础卓越		研究影响力卓越		研究发展潜力卓越		
		文献	国家	比例	排名	比例	排名	比例	排名	比例	排名	国家核心	机构核心	国家被引	机构被引	作者被引	机构被引	作者被引
I 农业、植物学和动物学领域																		
1	食品检测中的高光谱成像技术	10	40	12	30.0%	2	/	/	8	2	/	/	★					
2	光合作用捕光蛋白复合物的结构与功能	14	30	/	/	/	4	13.3%	5	/	2	7						
3	子囊菌和半知菌的分类学与系统发育学	46	46	24	52.2%	3	13	28.3%	6	14	1	6	★				★	
4	生鲜食品微生物污染的爆发与防控	14	23	/	/	/	9	39.1%	1	/	5	1						
5	植物先天免疫机制	7	12	5	41.7%	1	4	33.3%	2	4	1	2	★				★	
6	抗氧化肽的分离与表征	6	13	6	46.2%	1	/	/	4	2	/	/	★				★	
7	细菌 VI 型分泌系统的结构与调控	8	20	1	5.0%	6	13	65.0%	1	1	3	13						
8	营养物质纳米乳递送系统	10	38	5	13.2%	2	32	84.2%	1	4	2	26						
9	田间高通量作物根系表型分析	11	30	1	3.3%	7	16	53.3%	1	/	/	15						
10	蝙蝠白鼻综合症	17	13	/	/	/	12	92.3%	1	/	/	10						
II 生态与环境科学领域																		
1	海洋环境中的塑料微粒污染	27	43	/	/	/	14	32.6%	2	/	/	10						
2	福岛核事故对环境的影响	30	20	/	/	/	6	30.0%	2	/	/	5						
3	生态系统服务	19	41	/	/	/	15	36.6%	1	/	/	9						
4	两栖类动物的传染性疾病：壶菌病的生态学研究	14	23	1	4.3%	6	20	87.0%	1	/	/	17						
5	生物多样性丧失和生态系统的变化	23	8	1	12.5%	8	8	100%	1	/	/	6						
6	溴系阻燃剂对环境的影响及其替代者有机磷阻燃剂	14	27	4	14.8%	2	15	55.6%	1	3	2	14						★
7	全球性汞污染	19	22	3	13.6%	3	21	95.5%	1	/	/	18						★
8	β 多样性	7	9	/	/	/	4	44.4%	1	/	/	2						★
9	生态物种形成的遗传学和基因组学研究	13	33	/	/	/	20	60.6%	1	/	/	14						
10	土壤重金属污染	14	31	18	58.1%	1	3	9.7%	3	16	1	5	★				★	
11	系统性的杀虫剂(烟碱和瓢虫睛)对非目标生物及环境的影响	13	7	/	/	/	3	42.9%	6	/	/	/						
12	水结构和 chaotropicity、kosmotropicity：使用、滥用及其生物学意义	12	9	/	/	/	3	33.3%	2	/	/	/						

(续表)

序号	前沿名称	中国贡献		美国贡献		中国通讯作者		美国通讯作者		研究基础卓越		研究影响力卓越		研究发展潜力卓越		
		总论文	比例	排名	比例	排名	排名	排名	国家核心期刊	国家核心期刊	机构被引	机构被引	作者被引	作者被引	机构施引	机构施引
III 地球科学领域																
1	北极放大效应与中纬度极端天气的关系	12	40	3	7.5%	5	28	70.0%	1	2	5	21	1	0	0	0
2	土壤碳循环对气候变化的响应	22	36	3	8.3%	11	31	86.1%	1	1	6	17	1	0	0	0
3	全球变暖趋缓(hiatus现象)	17	47	4	8.5%	6	40	85.1%	1	/	/	33	1	0	0	0
4	地球早期海洋的演化以及与之相关的生物进化	23	50	10	20.0%	5	41	82.0%	1	2	5	29	1	0	0	★
5	气候系统模式研究	12	31	3	9.7%	7	15	48.4%	1	3	2	12	1	0	0	★
6	高亚洲冰川质量变化研究	21	30	3	10.0%	11	12	40.0%	1	1	8	6	1	0	0	★
7	下一代地震动衰减地面运动预测模型研究	8	22	/	/	/	18	81.8%	1	/	/	18	1	0	0	0
8	2011年东日本大地震同震滑动研究	5	22	/	/	/	11	50.0%	2	/	/	7	2	0	0	0
9	内陆水域和海洋的碳循环	18	13	/	/	/	11	84.6%	1	/	/	5	1	0	0	0
10	末次间冰期气候变化研究	15	16	3	18.8%	7	9	56.3%	1	/	/	8	1	0	0	0
11	2012年夏洛特皇后群岛地震断层带研究	3	8	/	/	/	2	25.0%	2	/	/	2	2	0	0	0
12	北大西洋和南大洋的元素组成	10	11	/	/	/	9	81.8%	1	/	/	5	1	0	0	0
IV 临床医学领域																
1	索非布韦与西咪匹韦用于不同基因型丙型肝炎治疗临床试验	27	38	/	/	/	35	92.1%	1	/	/	22	1	0	0	0
2	埃博拉病毒病流行与治疗	25	40	2	5.0%	11	31	77.5%	1	1	5	23	1	0	0	0
3	麦胶肠病及非麦胶肠病性麦胶敏感	22	42	/	/	/	20	47.6%	1	/	/	12	1	0	0	0
4	东南亚恶性疟疾青蒿素抗药机制	26	19	1	5.3%	21	17	89.5%	1	/	/	7	1	0	0	0
5	循环肿瘤DNA用于肿瘤获得性耐药监测	17	17	3	17.6%	3	8	47.1%	1	2	3	6	1	0	0	★
6	抗PD-1药用于黑色素瘤治疗	19	15	/	/	/	15	100.0%	1	/	/	11	1	0	0	0
7	PCSK9单克隆抗体对高胆固醇血症患者LDL胆固醇影响	21	35	/	/	/	33	94.3%	1	/	/	27	1	0	0	0
8	禽流感病毒的流行病学、病理学和遗传学研究	13	35	22	62.9%	1	13	37.1%	2	21	1	5	2	★	★	★
9	单克隆抗体治疗自体免疫性疾病的临床研究	21	18	2	11.1%	11	15	83.3%	1	/	/	10	1	0	0	0
10	全基因组测序在传染性疾病的快速诊断和生物进化中的作用	21	21	1	4.8%	9	7	33.3%	2	/	/	3	2	0	0	0

(续表)

序号	前沿名称	贡献国家	总论文数	中国贡献			美国贡献			中国通讯作者		美国通讯作者		研究基础卓越		研究影响力卓越		研究发展潜力卓越		
				论文数	比例	排名	论文数	比例	排名	论文数	比例	排名	论文数	比例	排名	论文数	比例	排名	论文数	比例
11	程序性死亡 1(PD-1)抑制剂对晚期非小细胞肺癌的治疗作用	14	4	/	/	4	100.0%	1	/	4	1	4	1	0	0	0	0	0	0	★
12	心肺复苏临床研究中的几个热点问题	19	31	/	/	11	35.5%	1	/	9	1									
13	儿童急性弛缓性脊髓炎与肠道病毒 D68 爆发相关	2	7	/	/	6	85.7%	1	/	6	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0
14	sofosbuvir 联合其他药物防治肝移植术后复发性丙型肝炎	7	8	/	/	7	87.5%	1	/	5	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0
15	乳腺癌术后区域淋巴结照射治疗的效果	17	4	/	/	1	25.0%	7	/	/	/	/	/							★
16	心房颤动患者卒中风险和抗凝治疗	6	5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/							
17	长链非编码 RNA MALA T1 促进癌细胞的增殖和转移	3	12	11	91.7%	1	16.7%	2	10	1	2	2	2	★	★	★	★	★	★	○
18	绝经前乳腺癌卵巢抑制的辅助药物	13	3	/	/	2	66.7%	1	/	/	/	/	/							○
19	端粒基因突变与家族性肺部疾病	2	7	/	/	6	85.7%	1	/	6	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0
20	埃博拉病毒病的传播与控制	9	6	/	/	5	83.3%	1	/	5	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0
21	口服抗凝药的消化道出血风险	4	5	/	/	4	80.0%	1	/	4	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0
22	13 价肺炎球菌疫苗(PCV13)防治侵袭性肺炎链球菌病	7	8	/	/	6	75.0%	1	/	4	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0
23	LCZ696 与依那普利对心衰患者影响比较	39	2	1	50.0%	5	100.0%	1	/	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
24	抗白细胞介素-5 受体 α 单克隆抗体治疗嗜酸性哮喘	13	6	/	/	6	100.0%	1	/	4	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0
25	乳腺癌家族史中 BRCA1/2、PALB2 基因突变与乳腺癌风险评估	9	6	/	/	6	100.0%	1	/	5	1	5	1							
26	降低血糖的药物对心血管结果的影响	9	6	/	/	4	66.7%	1	/	1	1	1	1							○
27	GBCA 增强造影术后颅内钆沉积	11	6	/	/	1	16.7%	3	/	1	2	1	2							
28	Sorafenib 和 lenvatinib 治疗难治性甲状腺腺瘤	13	2	/	/	2	100.0%	1	/	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
29	皮质激素辅助治疗社区获得性肺炎	5	6	/	/	2	33.3%	1	/	1	2	1	2							○
30	卡铂新辅助化疗治疗三阴性乳腺癌	2	2	/	/	1	50.0%	1	/	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
31	配对活检揭示非酒精性脂肪肝病进展	4	4	/	/	1	25.0%	1	/	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

(续表)

序号	前沿名称	总 论 文	中国贡献			美国贡献			中国通 讯作者			研究基 础卓越			研究影响 力卓越			研究发展 潜力卓越			
			文 数	比 例	排 名	文 数	比 例	排 名	文 数	排 名	文 数	排 名	文 数	排 名	文 数	排 名	文 数	排 名	文 数	排 名	
V 生物科学领域																					
1	中东呼吸综合征冠状病毒的分离、鉴定与传播	27	47	8	17.0%	6	22	46.8%	1	6	3	10	2								★
2	褪黑素在植物和人类中的生物学功能	11	37	10	27.0%	2	26	70.3%	1	8	1	8	1	○							★
3	飞秒X射线激光在生物大分子的纳米晶体结构测定中的应用	13	23	/	/	/	17	73.9%	2	/	/	10	1	○							○
4	巨噬细胞起源、发育分化的分子机制	13	21	1	4.8%	11	18	85.7%	1	/	/	11	1	○							○
5	阿尔茨海默病相关基因位点的关联分析	23	21	/	/	/	19	90.5%	1	/	/	14	1	○							○
6	RNA 二级结构及腺嘌呤甲基化修饰	13	33	5	15.2%	2	25	75.8%	1	2	3	20	1	○							○
7	广谱中和抗体与艾滋病疫苗设计	12	32	/	/	/	32	100%	1	/	/	30	1	○							○
8	PINK1/Parkin 介导的线粒体自噬分子机理研究	7	25	/	/	/	14	56.0%	1	/	/	13	1	○							○
9	T ⁺ 细胞的分化、功能与代谢	12	39	/	/	/	38	97.4%	1	/	/	33	1	○							○
10	C9orf72 基因六核苷酸重复扩增引起的额颞叶痴呆症和肌萎缩侧索硬化症	17	34	1	2.9%	10	21	61.8%	1	/	/	18	1	○							○
11	CRISPR RNA 引导性核酸酶脱靶效应的全基因组检测	4	4	1	25.0%	2	3	75.0%	1	/	/	3	1	○							○
12	植物提取物和纳米粒子控制蚊虫害	11	12	1	8.3%	5	3	25.0%	3	/	/	/	/								○
13	肥胖的全基因组关联研究	32	3	2	66.7%	7	3	100%	1	/	/	3	1	○							○
14	雷帕霉素靶蛋白复合体 1(mTORC1)的激活	4	3	1	33.3%	2	2	66.7%	1	/	/	2	1	○							○
15	纳孔测序	6	9	/	/	/	5	55.6%	2	/	/	3	2								○
16	树枝状大分子纳米载体用于肿瘤靶向给药和基因转移	3	4	/	/	/	3	75.0%	1	/	/	1	2								○
17	使用伪氨基酸组分算法预测蛋白质的结构和功能	8	9	5	55.6%	3	6	66.7%	1	5	1	1	2	★							★
18	利用人类表型本体数据进行遗传病诊断	12	6	1	16.7%	6	5	83.3%	1	1	3	2	1	○							○
19	2型先天淋巴细胞调节米色脂肪的生物合成	4	5	/	/	/	5	100%	1	/	/	5	1	○							○
20	癌症化疗中纳米载体的应用	5	5	/	/	/	1	20.0%	2	/	/	1	2								★
21	CRISPR-Cas9 调控的基因组规模转录激活	2	2	/	/	/	2	100%	1	/	/	2	1	○							○
22	自噬与凋亡的互作	4	2	/	/	/	1	50.0%	1	/	/	/	/								○
23	染色质环接原理及染色体域结构进化	3	2	/	/	/	1	50.0%	1	/	/	1	1	○							○
24	肌动蛋白的组装及其网络平衡	2	4	/	/	/	3	75.0%	1	/	/	3	1	○							○

(续表)

序号	前沿名称	中国贡献		美国贡献		中国通讯作者		美国通讯作者		研究基础卓越		研究影响力卓越		研究发展潜力卓越				
		论文	比例	排名	比例	排名	论文	比例	排名	论文	比例	排名	论文	比例	排名	论文	比例	排名
V 生物科学领域																		
25	荧光探针在细胞骨架活细胞成像中的应用	6	4	/	/	2	50.0%	1	/	2	1	0	0	0	0	0	0	0
26	新型重组禽流感病毒(H5N8 和 H5N6)的鉴定及其特征	6	6	2	33.3%	1	16.7%	3	2	1	3	★	★	★	★	★	★	★
27	遗传结构和饮食对肠道菌群组成的影响	2	2	/	/	2	100%	1	/	2	1	0	0	0	0	0	0	0
28	耳蜗毛细胞的再生及其基因表达	3	4	1	25.0%	2	100%	1	/	4	1	0	0	0	0	0	0	0
VI 化学与材料科学领域																		
1	基于非富勒烯受体的聚合物太阳能电池	12	41	19	46.3%	1	17	41.5%	2	18	1	12	2	★	★	★	★	★
2	三氟甲磺基化反应	8	47	20	42.6%	1	10	21.3%	2	20	1	8	2	★	★	★	★	★
3	摩擦纳米发电机	7	43	37	86.0%	2	38	88.4%	1	11	2	30	1	0	0	0	0	0
4	非贵金属电催化水分解	5	26	11	42.3%	2	13	50.0%	1	10	2	13	1	0	0	0	0	0
5	金催化的有机合成	7	23	5	21.7%	2	7	30.4%	1	5	2	7	1	0	0	0	0	0
6	高效钙钛矿型太阳能电池	13	30	1	3.3%	8	4	13.3%	4	1	6	4	3	★	★	★	★	★
7	半导体/石墨烯纳米复合材料光催化剂	3	21	20	95.2%	1	1	4.8%	2	19	1	1	2	★	★	★	★	★
8	白光 LED 用荧光粉	12	44	26	59.1%	1	5	11.4%	4	22	1	3	3	★	★	★	★	★
9	石墨烯过滤膜	10	22	8	36.4%	2	10	45.5%	1	5	2	9	1	0	0	0	0	0
10	钠离子电池	4	4	1	25.0%	2	2	50.0%	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0
11	具有大载流子扩散长度的有机铅卤化物钙钛矿单晶	3	2	/	/	2	100%	1	/	1	1	1	1	0	0	0	0	0
12	有机铅卤化物钙钛矿材料在潮湿环境下的分解	10	7	/	/	1	14.3%	2	/	1	1	1	1	0	0	0	0	0
13	钙钛矿型纳米发光材料	7	7	1	14.3%	2	1	14.3%	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0
14	碳量子点荧光材料	3	3	2	66.7%	1	/	/	/	2	1	/	/	★	★	★	★	★
15	具有电磁波吸收性能的核壳结构材料	2	12	12	100%	1	/	/	/	12	1	/	/	★	★	★	★	★
16	邻亚甲基苯醌的不对称有机催化反应	3	8	3	37.5%	2	1	12.5%	3	3	2	1	3	0	0	0	0	0
17	钙钛矿型有机铅卤化物光电探测器	4	6	/	/	4	66.7%	1	/	3	1	0	0	0	0	0	0	0
18	镍催化芳基醚碳氧键活化反应	2	6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	0
19	光活化的不对称催化反应	4	5	1	20.0%	3	1	20.0%	3	/	/	1	3	0	0	0	0	0
20	铜系金属有机框架化合物用于荧光温度传感	5	6	4	66.7%	1	3	50.0%	2	4	1	/	/	★	★	★	★	★

(续表)

序号	前沿名称	总 论 文	中国贡献		美国贡献		中国通 讯作者		美国通 讯作者		研究基 础卓越		研究影响 力卓越		研究发展 潜力卓越		
			比例	排 名	比例	排 名	排 名	排 名	国 家 核 心	国 家 核 心	国 家 被 引	国 家 被 引	作 者 被 引	作 者 被 引	机 构 施 引	机 构 施 引	
VI 化学与材料科学领域																	
21	非水体系锂离子电池中过氧化锂的生成机理	5	3	/	/	1	33.3%	1	/	1	1	○	○	★	★	○	★
22	高效单结聚合物太阳能电池	4	5	4	80.0%	1	2	40.0%	2	4	1	★	★	★	★	★	★
23	钙钛矿型太阳能电池光电转换机理研究	10	12	2	16.7%	3	4	33.3%	1	1	3	○	○	○	○	○	○
24	二维过渡金属硫族化合物纳米材料	3	5	4	80.0%	2	/	/	1	2	/	/	/	★	★	★	★
25	纳米二氧化锰超级电容器电极材料	4	9	8	88.9%	1	/	/	8	1	/	★	★	★	★	★	★
26	钠离子电池	2	2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	★	★	★	★
27	基于柱芳烃的超分子聚合物	1	4	4	100%	1	/	/	4	1	/	★	★	★	★	★	★
28	过渡金属催化的杂芳烃交叉偶联反应	2	2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
29	用于染料敏化太阳能电池的新型卟啉染料	3	2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	★	★	★	★
30	纳米颗粒的细胞生物学效应	3	4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	★	★	★	★
31	三价铈催化的芳烃碳氢键活化反应	3	4	3	75.0%	1	1	25.0%	2	3	1	★	★	★	★	★	★
32	高性能锂离子电池	2	4	1	25.0%	2	3	75.0%	1	1	2	○	○	○	○	○	○
VII 物理领域																	
1	暗物质间接探测之银河系中心伽玛射线超出研究	22	49	4	8.2%	4	33	67.3%	1	3	3	○	○	○	○	○	○
2	单层/多层黑磷的特性及其应用	7	25	6	24.0%	2	17	68.0%	1	3	3	○	○	○	★	★	★
3	外尔半金属的特性研究和实验实现	12	43	20	46.5%	2	29	67.4%	1	13	2	○	○	★	★	○	★
4	钇钡氧化物超导体的赭能隙态研究	14	34	1	2.9%	10	20	58.8%	1	/	/	○	○	○	○	○	○
5	双星系统的动力学演化 and 引力波探测	26	26	3	11.5%	14	17	65.4%	1	/	/	○	○	○	○	○	○
6	基于希格斯耦合的标准模型研究	16	36	1	2.8%	12	8	22.2%	5	/	/	○	○	○	○	○	○
7	自驱动粒子的集群运动研究	8	33	/	/	/	16	48.5%	1	/	/	○	○	○	○	○	○
8	非线性有质量引力	10	30	/	/	/	15	50.0%	1	/	/	○	○	○	○	○	○
9	超表面(metasurfaces)特性研究及超表面器件设计	10	22	6	27.3%	2	15	68.2%	1	1	4	○	○	○	○	★	★
10	基于混合角 θ_{13} 最新结果的中微子振荡研究	17	18	3	16.7%	13	13	72.2%	1	3	3	★	★	★	★	○	★

(续表)

序号	前沿名称	中国贡献				美国贡献				中国通讯作者				美国通讯作者				研究基础卓越				研究影响力卓越				研究发展潜力卓越																								
		总论文	比例	排名	百分比	排名	比例	排名	百分比	排名	比例	排名	百分比	排名	比例	排名	百分比	排名	比例	排名	百分比	排名	比例	排名	百分比	排名	比例	排名	百分比	排名	比例	排名	百分比																	
IX 数学、计算机科学与工程领域																																																		
1	犹豫模糊集理论及其在决策中的应用	6	42	37	88.1%	1	/	/	/	35	1	/	/	/	35	1	/	/	/	35	1	/	/	/	35	1	/	/	/	35	1	/	/	/	35	1	/	/	/	35	1	/	/	/						
2	构形设计和传热分析	10	33	16	48.5%	1	8	24.2%	3	15	1	3	3	3	15	1	3	3	3	15	1	3	3	3	15	1	3	3	3	15	1	3	3	3	15	1	3	3	3	15	1	3	3	3						
3	关于 Keller-Segel 趋化方程的研究	11	39	16	41.0%	2	2	5.1%	6	14	1	1	7	7	14	1	1	7	7	14	1	1	7	7	14	1	1	7	7	14	1	1	7	7	14	1	1	7	7	14	1	1	7	7	14	1	1			
4	几类偏微分方程的求解	9	24	4	16.7%	3	1	4.2%	6	3	2	/	/	/	3	2	/	/	/	3	2	/	/	/	3	2	/	/	/	3	2	/	/	/	3	2	/	/	/	3	2	/	/	/	3	2	/	/		
5	面向企业的云制造及物联网信息服务	8	38	28	73.7%	2	29	76.3%	1	20	1	13	2	2	20	1	13	2	2	20	1	13	2	2	20	1	13	2	2	20	1	13	2	2	20	1	13	2	2	20	1	13	2	2	20	1	13	2		
6	多输入多输出? (MIMO)? 系统的研究与设计	8	19	1	5.3%	6	12	63.2%	1	/	/	6	2	2	/	/	6	2	2	/	/	6	2	2	/	/	6	2	2	/	/	6	2	2	/	/	6	2	2	/	/	6	2	2	/	/				
7	测试设备无关的量子密钥分配研究	18	18	3	16.7%	6	4	22.2%	2	3	2	/	/	/	3	2	/	/	/	3	2	/	/	/	3	2	/	/	/	3	2	/	/	/	3	2	/	/	/	3	2	/	/	/	3	2	/	/		
8	电动汽车用锂离子电池的充电状态估计和老化机制	10	41	18	43.9%	1	17	41.5%	2	16	1	10	2	2	16	1	10	2	2	16	1	10	2	2	16	1	10	2	2	16	1	10	2	2	16	1	10	2	2	16	1	10	2	2	16	1	10	2	2	
9	应用纳米零价铁? (ZVI)? 处理地下水和废水	13	19	8	42.1%	1	4	21.1%	2	7	1	2	2	2	7	1	2	2	2	7	1	2	2	2	7	1	2	2	7	1	2	2	7	1	2	2	7	1	2	2	7	1	2	2	7	1	2	2		
10	生物启发式算法及其优化	11	37	4	10.8%	5	10	27.0%	3	3	6	7	2	2	3	6	7	2	2	3	6	7	2	2	3	6	7	2	2	3	6	7	2	2	3	6	7	2	2	3	6	7	2	2	3	6	7	2		
11	基于临床应用磁共振成像算法优化	4	13	9	69.2%	1	9	69.2%	1	9	1	1	3	3	9	1	1	3	3	9	1	1	3	3	9	1	1	3	3	9	1	1	3	3	9	1	1	3	3	9	1	1	3	3	9	1	1	3	3	
12	混合动力电动汽车的能量管理策略	4	7	3	42.9%	2	3	42.9%	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
13	城市热岛的缓解	2	8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/			
X 经济学、心理学以及其他社会科学领域																																																		
1	电子烟的用户偏好、有毒物质释放、管制以及对戒烟的影响	12	50	/	/	/	31	62.0%	1	/	/	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27	1	27
2	亚马逊土耳其机器人与合作行为研究	7	18	/	/	/	16	88.9%	1	/	/	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14	1	14
3	美国卫生保健改革的影响与成效	1	23	/	/	/	23	100.0%	1	/	/	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23	1	23
4	全球水烟的发展及其对健康的影响	9	23	/	/	/	22	95.7%	1	/	/	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18
5	网络成瘾的成因与行为影响	23	28	3	10.7%	7	13	46.4%	1	1	6	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8	1	8		
6	自残与自杀行为研究	16	28	/	/	/	19	67.9%	1	/	/	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16		
7	家族控制(参与)对企业战略选择和创新的影响	11	28	3	10.7%	9	20	71.4%	1	/	/	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7	1	7		
8	音乐训练与认知能力	11	19	/	/	/	7	36.8%	1	/	/	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6		
9	全球土地和自然资源争夺研究	15	27	4	14.8%	4	14	51.9%	1	1	6	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10		
10	区域产业的环境效益和能源效率评价	11	35	20	57.1%	1	11	31.4%	2	18	1	10	2	2	18	1	10	2	2	18	1	10	2	2	18	1	10	2	2	18	1	10	2	2	18	1	10	2	2	18	1	10	2	2	18	1	10	2	2	

注:每个领域共遴选出10个前沿,序号1-10的为热点前沿,其余为新兴前沿,其中○表示该行对应前沿在美国取得第1,★表示该行对应前沿在该列指标上中国取得第1。

A comparative study of scientific research strength between China and the United States: an analysis based on the “Frontiers of research in 2016”

Leng Fuhai¹ Zhao Qingfeng^{2,3} Zhou Qiuju¹

(1. *Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Science, Beijing 100190;*

2. *College of Information Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590;*

3. *National Science Library, Chinese Academy of Science, Beijing 100190*)

Abstract According to “Frontiers of research in 2016”, this paper compares and analyzes the 100 hot frontiers and 80 emerging frontiers’ participation and performance from ten research fields, between China and the United States. That is aimed at comprehensively grasping the gap and advantage between China and the United States, such as science and technology power. The results show: (1) In the field of Mathematics, Computer Science and Engineering, Chemistry and Materials Science, China has surpassed the United States in the contribution and guidance; (2) In the fields of Agriculture, Botany and Zoology, Physics, Ecology and Environmental Science and Biological Sciences, China also has a number of frontiers among the World’s advanced ranks; (3) But in the field of Earth Science, Astronomy and Astrophysics, China’s lack of the frontiers which have outstanding performance on contribution and guidance; (4) In the field of Clinical Medicine, Astronomy and Astrophysics, as well as Economics, Psychology and other social sciences, China has a smaller coverage on the frontiers in which China’s participation and performance.

Key words scientific research strength; contribution index; leading index; excellent frontier

· 资料信息 ·

“重大工程的动力灾变”重大研究计划结束

“重大工程的动力灾变”重大研究计划(以下简称该计划)自 2008 年 1 月正式启动以来,共资助项目 109 项,其中培育项目 77 项,重点项目 25 项,集成项目 4 项,战略研究项目 3 项,资助总经费 19 000 万元,全部资助项目于 2015 年底顺利结题。

该计划实施以来,紧紧围绕“强地震动场和强/台风场的特性与规律”、“重大工程动力灾变的过程与机理”两大关键科学问题,通过顶层设计、重点布局、目标导向、集成创新、国际合作、学科交叉等方法 and 手段,从国家重大需求和学科发展前沿相结合出发,对强地震动场和强/台风场的建模与预测、重大工程动力灾变的关键效应、重大工程动力灾变的全过程分析和重大工程动力灾变模拟系统的集成与验证 4 个核心科学问题,开展了系统性基础研究,取得了如下重要创新与集成成果:

(1) 建立了宽频带地震动场模拟理论与方法,将确定性方法模拟强地震动场的工程精度扩展到 5 Hz,成功再现了汶川地震动场,实现了强震动场宽频带模拟,解决了工程抗震设防对宽频带地震动输入的迫切需求。

(2) 建立了具有工程应用意义的台风场精细化预测模型,实现了水平分辨率 200 m、时间分辨率 10 min 的近地面台风风场降尺度模拟;建立了实测台风场数据库,实现了结构风效应全尺寸高雷诺数模拟。

(3) 发展了库水-坝体-地基非线性耦合模型以及开裂破坏全过程模拟方法,实现了高坝、地下结构及大型洞室群地震灾变全过程数值模拟与典型震害再现。

(4) 建立了具备动力效应的混凝土构件模型及模型数据库,提出了超高层结构和大跨空间结构地震灾变模拟的高效、高精度数值模拟方法、山区高墩桥梁和大跨深水桥梁地震反应分析理论与方法,提出了多种地震灾变控制新策略与新技术,发展了大型结构的混合试验方法,并对成果进行了验证。

(5) 开发了二维和三维计算流体动力学数值仿真和桥梁结构风效应全过程精细化数值模拟平台,建立了基于多场耦合求解技术和动边界技术的膜结构流固耦合数值模拟算法。

(6) 集成了强地震动场、强/台风场模拟、重大工程灾变模拟等系统,研发了完全自主知识产权的数值仿真软件平台 SiPESC。

评估专家组认为,该重大研究计划实现了预定的重点跨越和理论升华发展目标,取得了突破性的系列研究成果,提升了我国重大工程防灾减灾基础研究与工程应用的水平,部分成果引领国际相关领域前沿研究,促进相关学科发展新态势,为保障我国重大工程防灾减灾与安全运营提供了科学支撑。

(供稿:工程与材料科学部 茹继平 李大鹏 杨璐)