

基于文献计量分析的中德科研合作现状研究

沈云怡, 南方, 韩炳阳, 任孝平, 杨云
(科技部科技评估中心, 北京 100081)

摘要: 2022 年是中德建交 50 周年, 也是中德政府间科技合作协定签订 44 周年。为客观呈现中国与德国的科研合作现状, 本文以 WoS 数据库收录的 SCI 论文为基础, 分析了 1990 至 2021 年间中国与德国合作发表的科研论文, 深入研究了中德科研合作的规模、领域、机构和影响力, 以及中国主要地区对德科研合作的规模、学科、主要合作机构等, 为指导新时期对德开展差异化合作提供证据信息, 也为促进中德两国科技创新合作关系高质量发展提供支撑。

关键词: 中国; 德国; 文献计量; 科研合作

中图分类号: G321.5 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2022.10.005

德国是世界第四大经济强国, 欧洲最大经济体, 也是欧盟主要的领导型大国之一, 在世界科技创新格局中占有特殊地位。该国科研体系较为完整, 不仅拥有四大科学联合会, 还有上百所高校和企业研发机构^[1]。2021 年, 世界知识产权组织发布的全球创新指数报告显示, 德国的创新指数位列全球第 10、欧洲第 7^[2], 显示了其领先世界的科技创新水平。

中德科技创新合作基础良好。自 1978 年两国签署政府间科技合作协定以来, 双方形成了较为完整的科技合作框架^[3], 各领域创新合作日趋深入。研究显示^[4], 在中国所有的科研合作伙伴国中, 德国位列第 6 位。2014 年 3 月, 中国国家主席习近平访问德国期间, 双方宣布建立全方位战略伙伴关系^[5]; 同年两国共同发布《中德合作行动纲要》, 确定建立互利共赢的创新伙伴关系。2016 年 11 月, 中国科学技术部发布《科技创新共塑未来·德国战略》, 同时将创新政策、前沿研究、核心技术研发、

科技创新基地、人员机构交流、科技教育等作为两国科技创新合作的战略重点^[6]。截至 2022 年 7 月, 两国共举办了 25 次中德科技合作联委会, 科技创新合作成果丰硕, 有力支撑了中德全方位战略伙伴关系深入发展^[7]。新冠肺炎疫情暴发以来, 中德相互捐赠物资, 德国也是欧洲第一个试行“快捷通道”的国家, 进一步增强了德国民众对中国的好感度。中德两国也在疫情方面联合开展了多项务实合作并取得积极进展。2021 年 12 月, 习近平主席同德国总理朔尔茨通电话, 表达了共同努力推动中德、中欧关系迈上新台阶的愿望^[8]。

2022 年是中德建交 50 周年, 2023 年又将迎来中德政府间科技合作协定签订 45 周年, 中德科技创新合作在面临新机遇、新契机的同时, 也同样受中美、中欧关系以及俄乌局势的影响。因此, 深入分析中德科学家的合作现状与趋势, 并在此基础上提出相关政策建议, 对促进中德两国创新合作关系高质量发展具有重要的作用和意义。

第一作者简介: 沈云怡 (1995—), 女, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向为科技评估。

通讯作者简介: 杨云 (1972—), 女, 硕士, 副总评估师、研究员, 主要研究方向为科技评估、科技政策。邮箱: yangyun@ncste.org

项目来源: 基础研究国际合作跨境数据管理研究 (L2124029); 中德科学中心资助绩效评估 (2019PG030)。

收稿日期: 2022-06-28

1 研究现状

中德合作受到各方学者的广泛关注,分别从科技^[9-11]、文化^[12-14]、教育^[15-17]、产业^[18-20]等角度开展了对比分析和研究。在科技创新合作方面,受两国政府资助的各类科研项目合作,是两国科学家开展合作的主要途径,合作发表的论文也成为两国科研合作的重要成果产出。因此,国际科研合作论文成为研究中德科研合作的重要对象^[21]。目前,国内外学者对中德科研合作论文研究的范畴,主要包括合作概况、机构合作、领域合作等^[22]。

在科研合作概况方面,梁立明等^[23]基于1979—2003年的中德合著SCI论文,揭示了两国科技合作特征和热点研究方向。南方等^[24]从多边合作的角度,研究了2007—2017年德国参与中欧合作及发文情况,即中国、德国与其他欧盟成员国共同发表科研论文的规模、影响力及合作领域。原帅等^[25]研究了2009—2018年各主要国家的科研论文规模,中国从2009年的20.4万篇(占全球9.37%)增长到2018年的49万篇(占全球18.61%),同期德国科研论文的全球份额为6.5%。2021年,自然指数研究显示,德国是中国第二大科研合作伙伴^[26]。

在机构间科研合作方面,中德科研合作最早是在中国科学院和德国马普学会之间开展的^[27]。任孝平等^[28]研究发现,2006—2015年间,与中国合作发表科研论文规模最大的10个国外科研机构中,德国马普学会位列第6。在中欧多边合作框架下,2007—2017年间科研合作论文规模最大的10个科研机构中,德国亥姆霍兹联合会和马普学会分列第3和第4位。此外,宋赛赛等^[29]还从资助机构的角度,对比了2008—2012年间德国洪堡基金和中国博士后科学基金资助的科研论文以及学科领域分布情况。

在科研合作领域方面,德国马普学会对华主要合作领域为物理学、空间科学、化学和材料科学等;德国亥姆霍兹联合会对华主要合作领域为物理学、地球科学、化学和工程学等。2021年12月,科技日报社和科睿唯安公司联合研究了主要国家在气候变化领域的发文情况,中国和德国分列全球第2和第4位^[30]。万琪等^[31]从海洋学领域的角度对比了中国、德国各自的合作论文,发现中国在海洋学领

域开展国际合作晚于德国,尽管近年合作论文规模超过了德国,但质量及影响力仍较弱。此外,胡小洋等^[32]、杨鑫等^[33]还分别从信息、草业领域的角度研究了德国的科学研究水平。

在融入全球科研网络方面,周小林等研究发现,德国的国际科研合作中心度从2006—2010年间的6.1增加至2011—2015年间的6.7,而中国则从2.0增加至3.4。虽然中国的国际科研合作活跃度整体呈上升趋势,但较德国等科技强国仍有差距。科睿唯安公司每年基于科研论文数据,开展“高被引科学家”名单发布工作,分析高被引科学家的国籍、研究领域、所在单位等^[34]。2021年,全球约6600人次科学家入选该名单^[35],中德分别有935人、331人入选。此外,该公司还从国别、行业等维度对比了包含中德机构在内的全世界百强创新性机构^[36]。

总体来看,现有研究从科研合作的概况、领域合作、机构合作、科研合作中心度和科学家等不同角度对中德科研开展了分析,但近15年来,未有系统、全面的针对中德科研合作现状的研究,尤其是近年来中德科研合作的主要区域、发展态势等更是鲜有文献资料。因此,本文基于Web of Science (WoS)数据库,全面分析了1990—2021年的中德科研合作论文现状,重点分析了两国区域间、机构间、学科间的科研合作特点,并据此提出促进中德科技创新合作迈上新台阶的相关政策建议。

2 中德科研合作现状分析

2.1 数据来源和分析方法

本文研究的文献数据来源于WoS数据库中的SCI论文,以1990年1月1日至2021年12月31日为检索时间跨度,并对作者发文单位及所在国家(地区)进行筛选,共收集到88356篇中德联合发表的论文。通过对合作论文的年度论文数量、学科规范化引文影响力(CNCI)、论文所属学科领域、合作机构、合作地区和规模进行梳理、对比和分析,分析中德科研合作的现状与趋势。此外,本文主要以中国大陆地区科学家与德国开展的科研合作论文为研究对象,并用论文数量来反映中德科研合作的规模,用学科规范化引文影响力来反映中德科研合作的影响力。

2.2 科研合作的规模及影响力

在合作规模方面, 中德整体合作呈快速增长趋势(见图1), 两国合作发表的论文从1990年的153篇上升至2021年的10 883篇, 增长了约70倍。尤其是在中德两国于2006年建立战略对话机制后, 合作规模指数型加倍增长。在合作影响力方面, 中德合

作论文的平均影响力为2.0, 约为中国同期整体科研论文影响力(1.02)的2倍, 而中国同期科研论文的影响力与全球水平基本持平, 可见中德合作论文的影响力较高。此外, 中德合作论文的影响力呈波动上升趋势, 尤其是1999年以后显著上升, 直至2021年影响力稳定在2.0左右。

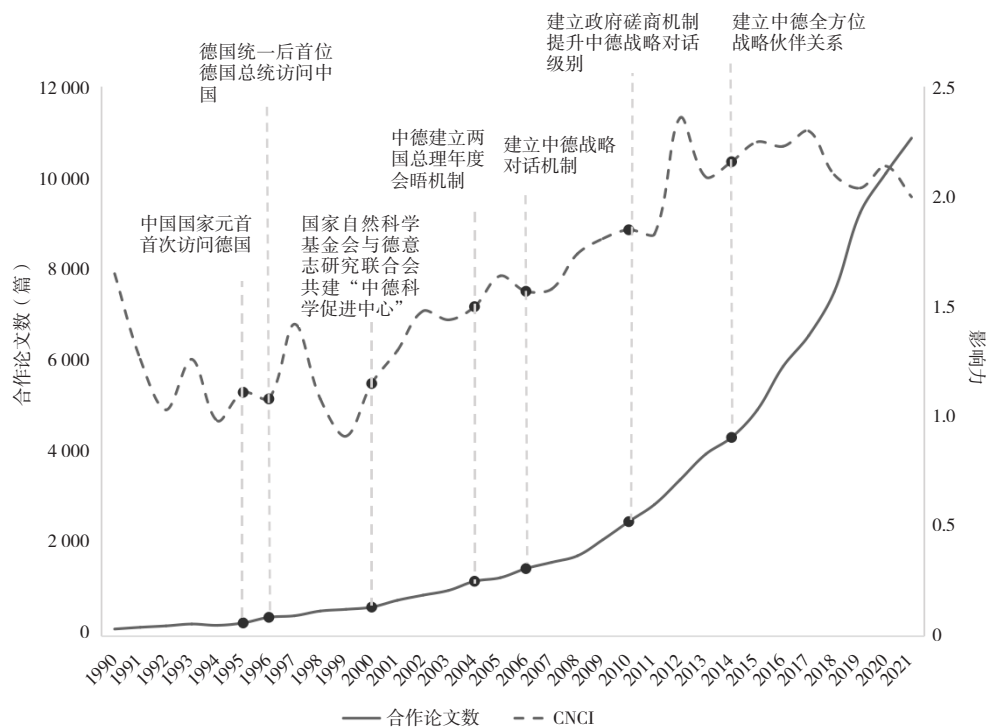


图1 1990—2021年中德科研合作论文规模和影响力变化趋势

2.3 科研合作的学科分布

1990—2021年, 中德合作规模最大的10个学科及合作论文的影响力见图2。两国合作的主要学科领域为粒子与场物理、天文学与天体物理和跨学科材料科学。其中, 两国在核物理、跨学科物理与应用物理领域的合作论文规模均超过了5 000篇。此外, 两国在这10个学科的科研合作影响力也普遍高于全球水平, 尤其是在核物理学与跨学科物理领域, 合作论文的影响力均超过了3.0。

为了分析中德科研合作的学科领域与中德政府间科技合作项目的资助对应关系, 本文分析了“十三五”以来中德政府间科技合作项目的资助领域, 包括制造业、交通运输等。与两国发表的科研合作论文学科领域相比, 有对应关系的领域包括环境科学、材料科学等; 而天文学与天体物理、

粒子与场物理等领域虽然并非政府间科技合作项目的主要资助领域, 但仍受到了两国科学家的关注。

2.4 科研合作的机构分布

1990—2021年间, 中国与德国合作规模最大的机构分别为中国科学院、北京大学、清华大学、中国科学院大学等, 其次是中国科学技术大学、上海交通大学等(见图3)。其中, 上海交通大学与德国科研合作的影响力最高达3.56(见图4), 中山大学和南京大学与德国科研合作的影响力也均超过3.0。

德国方面, 与中国合作论文规模最大机构中, 亥姆霍兹联合会和马普学会合作论文超过1万篇, 其次是海德堡大学、亚琛工业大学等(见图3)。其中, 海德堡大学与中国科研合作影响力最高, 为3.86(见图4), 其次是柏林洪堡大学、汉堡大学等机构。

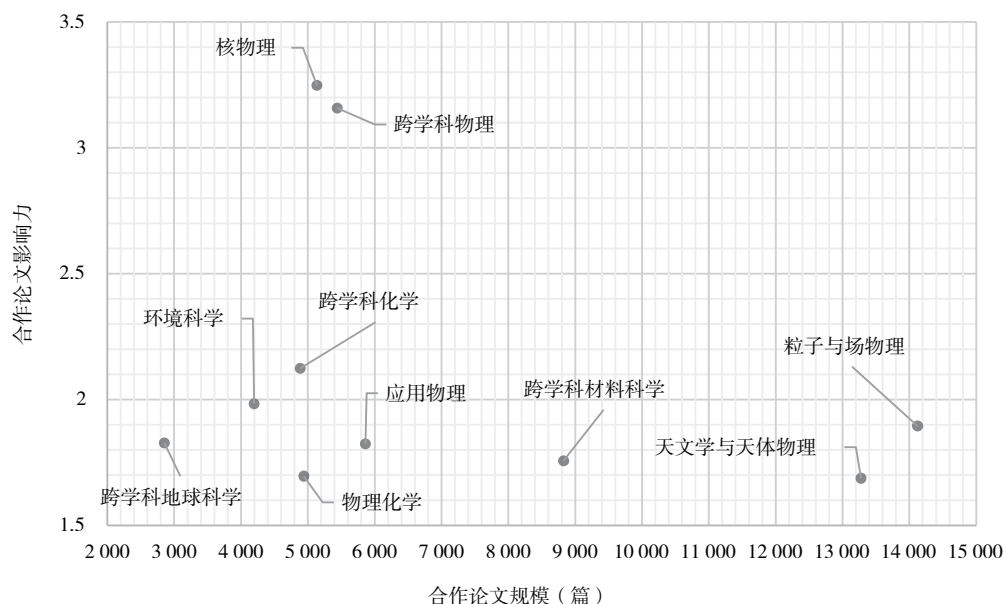


图 2 1990—2021 年中德合作论文规模最大的学科



* 部分中国科学院对德合作的论文无法甄别所属研究所信息，因此合作论文数按院计，远高于其他机构。

图 3 1990—2021 年中德科研论文合作规模最大的机构分布



图 4 1990—2021 年中德科研论文合作规模最大机构的论文影响力分布

中德合作规模前十所机构中, 中国科学院、亥姆霍兹联合会和马普学会因为包含多家研究机构, 因此发文量远多于高校, 但其论文影响力却没有部分高校高。在合作规模前十的高校中, 中国排名靠前的前四所高校与排名靠后的四所高校发文量差距较大, 而德国除海德堡大学以外, 其他高校发文量相对平均。此外, 从中德合作规模前十所机构的影响力看, 德国机构的影响力整体上要比中国机构高。

2.5 各地区对德科研合作分析

2.5.1 各地区合作规模

1990—2021年期间, 中国大陆31个省(自治区、直辖市)与德国合作论文规模及影响力见表1。北京与德国的合作论文规模远远高于其他地区, 其次是上海、江苏、广东等。湖北、安徽、浙江、山东等地处于对德科研合作的第二梯队。青海、宁夏、西藏等地对德科研合作的规模仍然偏小。

表1 1990—2021年各省(自治区、直辖市)与德国的合作规模和影响力

序号	省(自治区、直辖市)	合作论文数(篇)	引文影响力(CNCI)
1	北京	34 433	2.40
2	上海	14 918	2.57
3	江苏	10 887	2.33
4	广东	9 587	2.72
5	湖北	7 707	2.56
6	安徽	6 747	2.04
7	浙江	6 209	1.96
8	山东	5 268	2.18
9	四川	4 043	2.15
10	辽宁	3 484	1.87
11	湖南	2 947	2.49
12	天津	2 629	2.46
13	甘肃	2 597	1.89
14	陕西	2 296	1.78
15	福建	2 123	2.39

续表

序号	省(自治区、直辖市)	合作论文数(篇)	引文影响力(CNCI)
16	吉林	1 890	1.95
17	云南	1 715	2.64
18	河南	1 683	1.96
19	黑龙江	1 457	2.30
20	重庆	1 452	2.87
21	山西	1 234	1.30
22	广西	862	2.22
23	河北	701	1.71
24	新疆	645	2.10
25	江西	619	2.27
26	贵州	469	2.76
27	海南	297	2.52
28	内蒙古	294	2.95
29	青海	178	1.35
30	宁夏	76	2.79
31	西藏	72	2.35

2.5.2 各地区发文影响力

以对德科研合作论文超过5 000篇的地区为对象进行分析, 对德合作规模前8的地区主要在天文学与天体物理、粒子与场物理、跨学科材料科学、应用物理、跨学科化学等学科领域对德开展合作(见图5)。与此同时, 这些地区还结合本地发展需求, 呈现出不同的合作特色。如安徽在流体与等离子物理和核科学与技术领域、湖北在地球物理与地球化学领域均与德国有一定的合作产出。此外, 在合作影响力方面(见图6), 湖北与德国在跨学科物理学领域合作的论文影响力最高, 为3.81。

2.5.3 各地区主要对德合作科研机构

进一步分析各省市对德合作的主要科研机构 and 高校, 有利于推动各机构对德开展合作。数据显示^①, 北京对德合作的主要机构为北京大学、清华大学、中国科学院高能物理研究所等(见表2)。

① 由于引文影响力受论文规模的影响, 因此表2~表9中的引文影响力排名均基于该省市对德合作规模前5的机构。

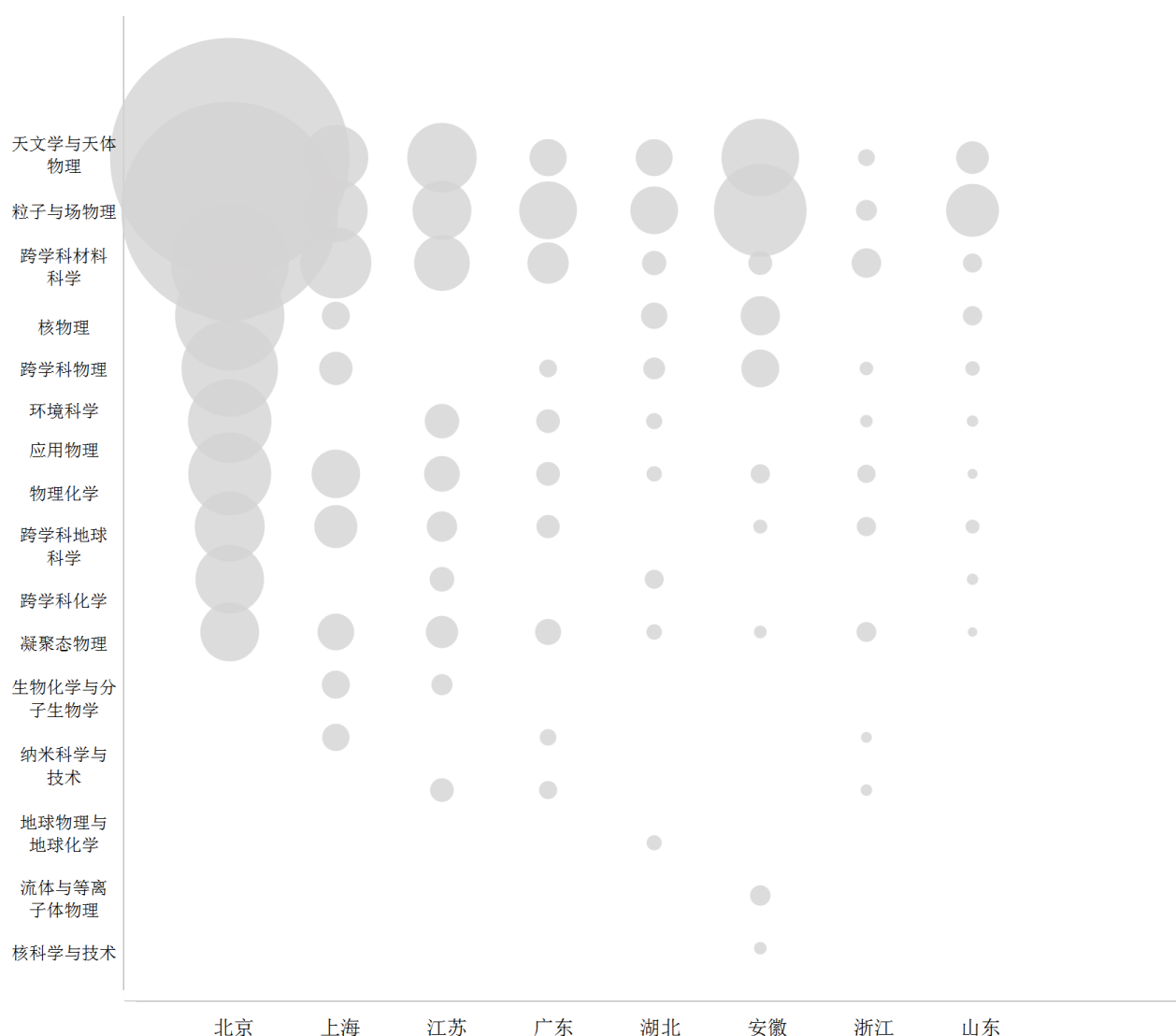


图5 1990—2021年与德合作主要8省市的学科合作规模

上海对德合作主要高校为上海交通大学、复旦大学和同济大学等(见表3)。此外,江苏的南京大学(见表4),广东的中山大学(见表5),湖北的华中科技大学、武汉大学和华中师范大学(见表6),安徽的中国科学技术大学(见表7),浙江的浙江大学(见表8),山东的山东大学(见表9)等对德合作均达到一定规模,引领了本地区对德的科研合作。

3 结束语

“十三五”时期,中国大力推进政府间和民间国际科研合作,形成全方位、多层次、广领域的科技创新合作局面。其中,中德科技创新合作已成

为中国开展国际合作的典范^[37],科学家间的科研合作是推动双边关系持续健康发展的重要力量。在中德政府间磋商机制及科技合作协定框架下,两国科研合作论文规模快速扩大、合作影响力稳步提升且显著高于全球平均水平,合作领域广泛分布于天文学与天体物理、跨学科化学、跨学科物理、粒子与场物理等学科,这些学科正是德国具有优势的学科,两国的科研合作既体现了双方创新合作互补的特点,又显现了未来巨大的合作空间。

尽管中德科研合作领域广泛、合作成效显著,但中德科研合作还有进一步深化和拓展的空间。尤其是随着中国高质量发展和科技创新实力的快速提升,德国部分政客群体对华疑虑有所上升,对华政

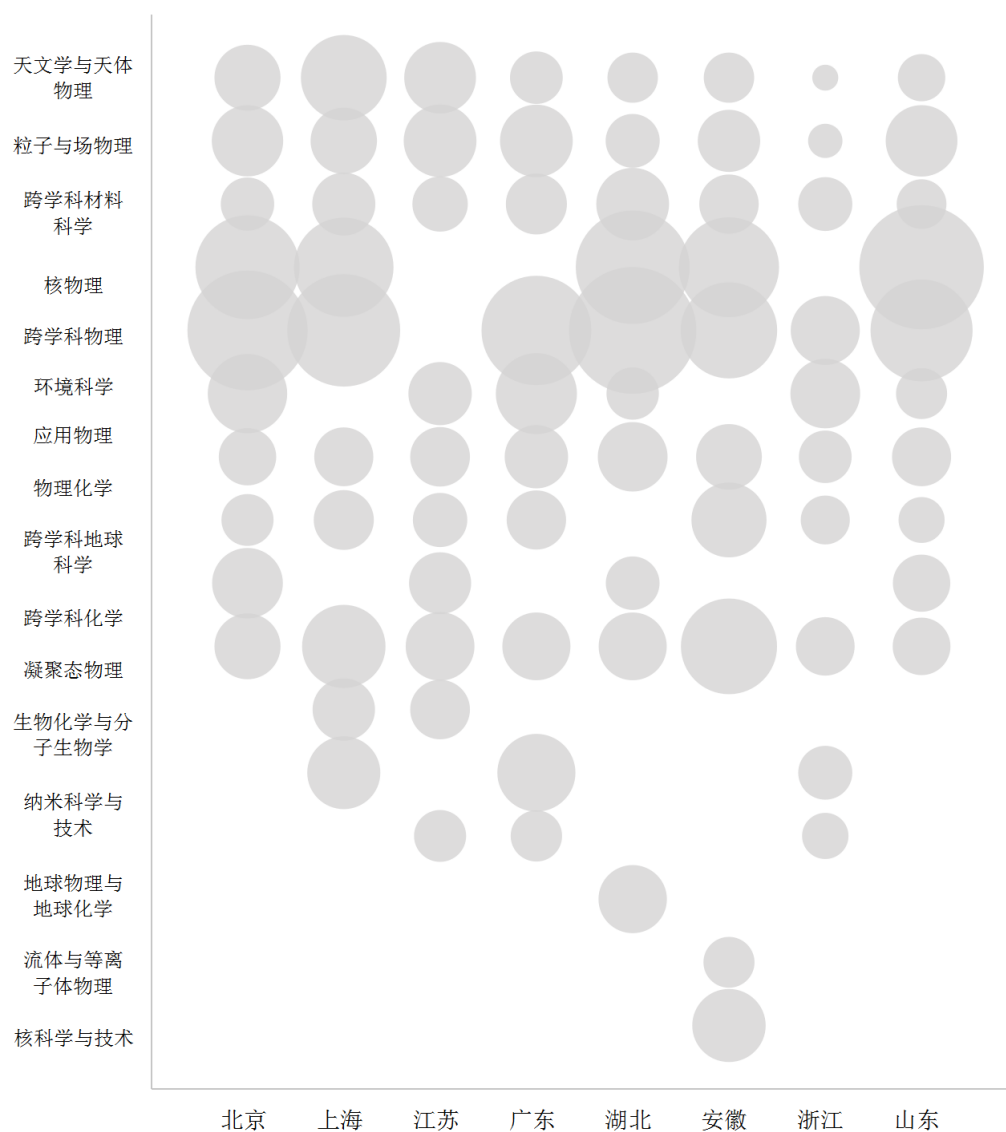


图 6 1990—2021 年与德合作主要 8 省市的学科合作影响力

表 2 1990—2021 年北京对德国合作规模最大的机构

序号	机构	合作论文数 (篇)	序号	机构	引文影响力 (CNCI)
1	* 中国科学院	27 863	1	清华大学	2.87
2	北京大学	6 967	2	中国科学院高能物理研究所	2.53
3	清华大学	5 572	3	北京大学	2.50
4	中国科学院高能物理研究所	4 626	4	* 中国科学院	2.10
5	北京航空航天大学	1 889	5	北京航空航天大学	1.72

* 部分中国科学院对德合作的论文无法区分所属研究所信息, 因此合作论文数远高于其他机构。

表3 1990—2021年上海对德国合作规模最大的机构

序号	机构	合作论文数(篇)	序号	机构	引文影响力(CNCI)
1	上海交通大学	4 009	1	复旦大学	3.64
2	复旦大学	2 817	2	上海交通大学	3.56
3	同济大学	1 721	3	中国科学院上海生命科学研究院	2.49
4	华东师范大学	711	4	同济大学	1.95
5	中国科学院上海生命科学研究院	651	5	华东师范大学	1.93

表4 1990—2021年江苏对德国合作规模最大的机构

序号	机构	合作论文数(篇)	序号	机构	引文影响力(CNCI)
1	南京大学	3 453	1	南京大学	3.07
2	苏州大学	1 206	2	中国科学院南京天文光学技术研究所	2.67
3	东南大学	954	3	东南大学	2.20
4	南京师范大学	788	4	苏州大学	1.89
5	中国科学院南京天文光学技术研究所	640	5	南京师范大学	1.83

表5 1990—2021年广东对德国合作规模最大的机构

序号	机构	合作论文数(篇)	序号	机构	引文影响力(CNCI)
1	中山大学	3 472	1	中山大学	3.26
2	华南理工大学	717	2	南方科技大学	3.31
3	南方科技大学	513	3	深圳大学	2.58
4	暨南大学	503	4	华南理工大学	2.45
5	深圳大学	439	5	暨南大学	2.14

表6 1990—2021年湖北对德国合作规模最大的机构

序号	机构	合作论文数(篇)	序号	机构	引文影响力(CNCI)
1	华中科技大学	1 939	1	武汉大学	3.52
2	武汉大学	1 916	2	华中农业大学	3.24
3	华中师范大学	1 819	3	华中师范大学	2.51
4	华中农业大学	426	4	华中科技大学	2.31
5	武汉理工大学	317	5	武汉理工大学	2.00

表7 1990—2021年安徽对德国合作规模最大的机构

序号	机构	合作论文数(篇)	序号	机构	引文影响力(CNCI)
1	中国科学技术大学	5 240	1	中国科学技术大学	2.18
2	安徽医科大学	220	2	安徽医科大学	2.17
3	合肥工业大学	194	3	合肥工业大学	1.77
4	安徽大学	112	4	中国科学院安徽光学精密机械研究所	1.67
5	中国科学院安徽光学精密机械研究所	89	5	安徽大学	1.33

表 8 1990—2021 年浙江对德国合作规模最大的机构

序号	机构	合作论文数(篇)	序号	机构	引文影响力(CNCI)
1	浙江大学	3 492	1	温州医科大学	3.45
2	杭州师范大学	534	2	浙江大学	1.93
3	浙江理工大学	348	3	杭州师范大学	1.70
4	温州医科大学	256	4	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	1.64
5	中国科学院宁波材料技术与工程研究所	198	5	浙江理工大学	1.45

表 9 1990—2021 年山东对德国合作规模最大的机构

序号	机构	合作论文数(篇)	序号	机构	引文影响力(CNCI)
1	山东大学	2 988	1	青岛大学	2.81
2	中国海洋大学	452	2	山东大学	2.34
3	济南大学	325	3	中国科学院海洋研究所	1.69
4	青岛大学	240	4	中国海洋大学	1.56
5	中国科学院海洋研究所	236	5	济南大学	1.40

策的竞争倾向更为明确。稳定中德科研合作关系, 不仅有利于中德、中欧关系, 而且对构建稳定均衡的大国关系等都具有重要意义。为进一步激发中德两国科学家科研合作的潜力与动力, 促进中德关系迈入更加光明的新 50 年, 提出政策建议如下:

(1) 充分发挥中德科技合作联委会的统筹协调作用。加大政府间高层交往, 提升统筹协调作用, 从战略高度引领中德科技合作关系健康发展。积极参与中德政府磋商, 围绕热点、重点科技领域开展对话交流。发挥好各层级对话机制的积极作用, 持续稳定固有合作基础。加强中德全球治理合作, 继续在联合国框架、二十国集团体制内开展建设性务实合作, 包括应对能源、资源、气候、环境、粮食安全等全球性挑战。支持德国的多边主义立场, 寻求在多边合作机制下的新增长点。提高中国科研成果、科技政策与人才政策的开放和透明度, 提升德国民众对中国的好感, 打消德国研究人员对华顾虑与误解。

(2) 加强优势领域强强联合, 深化互补领域的开放合作。以建交 50 周年为契机, 推动两国在多领域深层次发展, 深入实施对德政府间科技合作项目和地方性联合研发资助计划的优势领域合作, 积极开辟新能源、绿色和数字经济等新领域创新合

作。探索拓展中德与第三国别多边科研领域合作, 实现科研资源优势互补, 在竞争激烈的优势领域抢抓机遇、化危为机, 在国际科技合作新时期深化科研领域开放协作, 为中德两国科研合作贡献更多内容。加强在抗疫药物和疫苗研发等领域的协调配合, 为全球抗疫贡献中德力量。积极开拓传统媒体与新媒体相结合的科技传播渠道, 加大重要合作成果的宣传力度, 为中德创新合作注入信心动力。

(3) 深化两国科研机构、高校、企业的科技创新合作。支持两国高校开展合作办学, 促进教师和学生互访, 支持学生参加对方的短期课程或夏令营等。持续扩大在德国的科学研究和创新发展投资, 推动“走出去”科研综合平台建设, 如建立海外创新合作服务平台、海外协同创新中心、海外离岸孵化器等服务平台。持续优化营商环境, 吸引德国企业扩大对华投资, 重点吸引德国知名大学、科研机构、跨国公司等来华设立研发机构或国际技术转移机构等创新载体。激发研究人员对中国开展交流合作与研究的兴趣, 吸引更多优秀德国人才来华工作、交流 and 创新发展。

(4) 发挥区域特色、优势, 引领中德创新合作稳健发展。利用各地方对德科技合作区位优势, 带动经贸、教育、技术创新、友城往来等多个领域

对德合作。以新能源智能汽车、智能装备、工业互联网等领域为抓手,加强北京中德产业园的孵化作用。依托上海友好城市网络等,巩固和拓展中德城市间科技创新合作。依托粤港澳大湾区,推动广东与德国在生物医药产品研发、业务模式创新、市场拓展等方面的合作。支持江苏中德(常州)创新产业园的健康发展,加强在数字经济、创新平台、双元制教育等领域的务实合作。■

参考文献:

- [1] 李志民. 德国科研机构概览 [J]. 世界教育信息, 2018, 31(6): 9-10.
- [2] WIPO. Global Innovation Index 2021: Tracking Innovation Through the COVID-19 Crisis[R/OL]. (2021-09-20) [2022-02-22]. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf.
- [3] 中国科学技术部. 中德政府间科技合作协定签订四十周年暨第五届中德创新大会在京举行 [EB/OL]. (2018-03-01) [2022-02-22]. http://www.most.gov.cn/ztzl/lhzt/lhzt2018/xwfbhlhzt2018/201803/t20180301_138289.html.
- [4] 国家科技评估中心. 中国国际科研合作“质”和“量”双重突破 [EB/OL]. [2022-03-30]. <http://www.ncste.org/importantnews/1937.html>.
- [5] 中华人民共和国中央人民政府. 中德关于建立中德全方位战略伙伴关系的联合声明(全文) [EB/OL]. (2014-03-29) [2022-02-22]. http://www.gov.cn/xinwen/2014-03/29/content_2649216.htm.
- [6] 中国科学技术部. 科技创新共塑未来德国战略[R]. 北京: 中国科学技术部, 2016.
- [7] 机械工业仪器仪表综合技术经济研究所. 砥砺前行 扎实推进中德智能制造科技创新合作——中德科技合作联委会第25次会议成功召开 [J]. 仪器仪表标准化与计量, 2021(1): 15.
- [8] 中华人民共和国中央人民政府. 习近平同德国总理朔尔茨通电话 [EB/OL]. (2021-12-21) [2022-02-22]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-12/21/content_5663879.htm.
- [9] 许鸿. 新时期中国与德国科技创新合作对策思考 [J]. 安徽科技, 2020(11): 37-39.
- [10] 李山. 科技合作成中德全方位战略伙伴关系重要内涵 [N]. 科技日报, 2019-10-22(2).
- [11] 潘亚玲, 妮莎. “一带一路”背景下中德科技创新合作的机遇与挑战 [J]. 科学管理研究, 2018, 36(6): 116-119.
- [12] 王宇康. 跨文化交际视角下不同国家饮食文化差异及原因研究——以中德两国为例 [J]. 文化创新比较研究, 2020, 4(11): 196-198.
- [13] 杨晓明. 文化视野下的近代中德关系研究 [J]. 汕头大学学报(人文社会科学版), 2019, 35(9): 89-94, 97.
- [14] 于芳. 中德人文交流的发展历程及启示 [J]. 学术探索, 2018(4): 134-140.
- [15] 丁巧芳. 中德职业教育模式对比的启示 [J]. 产业与科技论坛, 2018, 17(21): 110-111.
- [16] 刘莹. 中德教育体制对比浅析 [J]. 文学教育(上), 2017(8): 177.
- [17] 陈红岩. 中德两国职业教育对比及启示 [J]. 市场周刊(财经论坛), 2003(7): 84-85.
- [18] 郭楚乔. 中德汽车产业技术创新能力评价与比较 [D]. 昆明: 云南大学, 2017.
- [19] 张亚芹, 张玉一, 巴天星. 中德产业园交通基础设施规划研究 [J]. 中华建设, 2020(2): 88-89.
- [20] 李晓燕, 包明齐. 中德新制造业战略下新兴产业领域深化合作的策略研究 [J]. 对外经贸实务, 2020(2): 38-41.
- [21] 国家科技评估中心. 科技评估方法与实务 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2019: 235-250.
- [22] 周小林, 任孝平, 张志辉, 等. 中国国际科研合作现状分析与启示——基于文献计量分析的视角 [J]. 情报工程, 2019, 5(3): 86-98.
- [23] 梁立明, 马肖华. 从中德合著SCI论文看中德科技合作 [J]. 科学学与科学技术管理, 2006(11): 22-28.
- [24] 南方, 杨云, 邵昊华, 等. 中国-欧盟科技合作现状分析与建议 [J]. 世界科技研究与发展, 2019, 41(6): 621-633.
- [25] 原帅, 何洁, 贺飞. 世界主要国家近十年科技研发投入产出对比分析 [J]. 科技导报, 2020, 38(19): 58-67.
- [26] Nature Index. China [EB/OL]. [2022-03-30]. <https://www.natureindex.com/country-outputs/China>.
- [27] 马肖华. 改革开放以来中德科技合作形式与内容研究——中德合著SCI论文的计量分析(1979—2003) [D]. 新乡: 河南师范大学, 2005.
- [28] 任孝平, 杨云, 周小林, 等. 2006-2015年国内科研机构国际合作现状研究 [J]. 情报工程, 2019, 5(4): 70-78.

- [29] 宋赛赛, 刘云, 杨芳娟, 等. 德国洪堡基金与中国博士后科学基金资助产出比较——基于文献计量分析[J]. 现代情报, 2014, 34(5): 112-117, 130.
- [30] 科技日报社, 科睿唯安. 科技支撑全球通往碳中和之路——世界碳中和科技发展报告 2021 之气候变化[EB/OL]. (2021-12-27) [2022-02-22]. <https://www.shangyexinzhicom/article/4476670.html>.
- [31] 万琪, 华薇娜. 中德海洋学核心期刊论文国际合著的比较分析[J]. 现代情报, 2016, 36(2): 150-156.
- [32] 胡小洋, 李小涛, 余厚, 等. “信息可视化”主题下的多学科知识结构探究——基于 2004—2013 年 WoS 数据库的文献计量和内容分析[J]. 图书馆学研究, 2015(5): 88-95.
- [33] 杨鑫, 唐庄生, 鱼小军, 等. 近二十年中外文草地遥感研究热点及前沿演进——基于 CiteSpace 的数据可视化分析[J]. 草地学报, 2021, 29(6): 1 136-1 147.
- [34] Clarivate Analytics. Highly Cited Researchers 2019[R/OL]. (2019-11-19) [2022-02-22]. https://clarivate.com/webofsciencegroup/wp-content/uploads/sites/2/dlm_uploads/2019/11/WS370932093-HCR-Report-2019-A4-RGB-v16.pdf.
- [35] Clarivate Analytics. Highly Cited Researchers 2021[R/OL]. (2021-11-16) [2022-02-22]. https://clarivate.com/wp-content/uploads/dlm_uploads/2021/11/Executive_Summary_Highly_Cited_Researchers_2021.pdf.
- [36] Clarivate Analytics. Top 100 Global Innovators 2022[R/OL]. [2022-03-11]. https://clarivate.com/wp-content/uploads/dlm_uploads/2022/02/Top-100-Global-innovators-2022-report-v9-RGB-SIN_AC.pdf.
- [37] 外交部. 驻德使馆举办庆祝中国改革开放四十周年暨中德政府间科技合作协定签订四十周年招待会[EB/OL]. (2022-02-22) [2022-05-22]. <https://www.fmprc.gov.cn/ce/cede/chn/kjcx/zdkjcxjlyhz/t1608891.htm>.

Research on the Sino-German Science and Technology Cooperation Based on Bibliometric Analysis

SHEN Yun-yi, NAN Fang, HAN Bing-yang, REN Xiao-ping, YANG Yun
(National Center for Science and Technology Evaluation, Beijing 100081)

Abstract: The year 2022 marks the 50th anniversary of China-Germany diplomatic relations, as well as the 44th anniversary of establishing of the Sino-German science and technology cooperation mechanism. This paper analyzes the Sino-German co-published SCI papers collected from the Web of Science (WoS) database between the year 1990 to 2021, to illustrate the Sino-German scientific research cooperation from a bibliometrics perspective. In-depth study was done on the scale, fields, institutions and influence of co-published papers between the two countries, as well as Chinese provinces that are most active in Sino-German science and technology cooperation, with their cooperation scope, disciplines and main institutions. This paper aims to provide evidence for directing a diversified cooperation, and promote a highly innovative relationship between China and Germany in the new era.

Keywords: China; Germany; bibliometrics; science and research cooperation