

· 科学论坛 ·

国家自然科学基金资助大气科学领域 国内论文统计与研究热点分析*

曹玲¹ 周广西² 朱紫阳³

(1 南京信息工程大学经济管理学院, 南京 210044; 2 南京理工大学图书馆, 南京 210094;
3 南京信息工程大学图书馆, 南京 210044)

[摘要] 本文对2000—2009年间国家自然科学基金大气科学类资助项目进行了回顾,着重对10年间CNKI收录的大气科学国家自然科学基金论文进行了文献计量分析,统计了历年发表论文数量、高产作者及主要发表刊物,并采用共词分析及社会网络分析(SNA)方法总结出当前我国大气科学研究的热点,绘制了我国大气科学自然科学基金论文共词知识图谱,并加以简要评价。

[关键词] 国家自然科学基金, 大气科学, 共词分析, 社会网络分析

国家自然科学基金有力地推动了我国自然科学基础研究的发展,在促进基础学科建设和发展、培养优秀科技人才等方面取得了巨大成绩^[1]。对大气科学类自然科学基金资助项目及发表论文进行定量评价,有助于揭示该领域主要研究现状与趋势。本文采用共词分析及社会网络分析方法进行研究热点的解读。

1 数据来源与研究方法

国家自然科学基金资助项目情况根据国家自然科学基金委员会官方网站(<http://www.nsf.gov.cn>)地球科学部(D)大气科学(D05)学科的相关数据统计得出。相关论文从CNKI《中国期刊全文数据库》中检索,检索范围为“理工A-气象学(注:大气科学在过去的文献分类中被称之为气象学)”,检索项为“基金”,检索词为“国家自然科学基金”,时间范围限定为2000—2009年,共得到6626篇论文作为基础数据(检索时间为2010年11月6日)。进一步运用文献计量学和社会网络分析法,对论文的年代分布、高产作者、来源期刊以及关键词词频统计及共现分析,探讨我国大气科学国家自然科学基金资助项目论文的主要特征。

2 基金资助项目与发表论文文献计量学统计

2.1 基金资助项目与论文数量统计分析

国家自然科学基金资助状况现已成为一种体现学术生产能力,衡量各地区、各部门、各单位科研实力和水平的重要标志。2000—2009年,国家自然科学基金大气科学学科共资助1342个项目(见表1),平均每年约资助134项。如果把这10年分为两段,即2000—2004年和2005—2009年,则前5年平均每年资助约89项,后5年平均每年资助约180项,增幅达1倍多,反映了国家对大气科学研究的重视,且支持力度不断加大。同样,学科的发展情况一定程度上也可以从每年的论文发表数量中体现出来。10年间发表论文总量为6626篇,呈逐年增长趋势,前5年平均每年发表论文约350篇,2005年后增幅变大,后5年平均发论文约975篇,增幅约为178%。2009年的论文数量少于2008年,估计是由于数据库收录的时滞性造成的。这种文献量的线性增长呈现出与历年基金资助项目数量变化正相关的趋势。

* 国家自然科学基金资助项目。

本文于2011年4月26日收到。

表1 2000—2009年大气科学国家自然科学基金
立项与发表论文数量统计

年份	立项数量(项)/ 论文数量(篇)	年份	立项数量(项)/ 论文数量(篇)
2000	43/274	2005	150/680
2001	56/300	2006	165/847
2002	100/293	2007	177/1086
2003	101/368	2008	202/1155
2004	144/517	2009	204/1106

2.2 资助项目学科统计分析

大气科学是集观测、理论与试验为一体的研究领域。按大气学科代码分为13类(见表2),其中气候学与气候系统共计332项,占总数的28%;天气动力学共计160项,占总数的14%;大气遥感和大气探测共计123项,占总数的10%;数值预报与数值模拟共计100项,占总数的8%。从表2中可以发现气候学与气候系统学科无论项目数量还是经费总额均是大气科学资助项目中的重点分类学科,天气动力学居第二位,其他学科相对平均,气象观测原理、方法及数据分析学科10年中虽然仅获得3个项目,但其总经费达232万元,项目平均经费77.33万元,位居各分学科之首。

表2 各分类学科立项数量与经费统计

学科	项目数 (项)	项目经费 (万元)	平均经费 (万元)
对流层大气物理学	35	1545.80	44.12
边界层大气物理与大气湍流	70	3354.60	47.92
大气遥感和大气探测	123	4064.50	33.04
中层与行星大气物理学	19	1016.00	53.47
天气学	50	1947.00	38.94
天气动力学	160	7421.95	46.39
气候学与气候系统	332	14280.45	43.01
数值预报与数值模拟	100	3015.20	30.15
应用气象学	42	1212.20	28.86
大气化学	87	3445.10	39.60
云雾物理化学与人工影响天气	67	2325.50	34.71
大气环境与全球气候变化	95	3614.35	38.05
气象观测原理、方法及数据分析	3	232.00	77.33

注:有159个大气科学学科资助项目不属于这13个分类。

2.3 高产作者发文情况分析

自然科学基金论文的数量可以从一个侧面反映项目的科研产出效率,同时发表论文的数量是考量科研人员贡献度的一个十分重要的指标,基于此理念,本文以CNKI为数据源对其收录的国家自然科学基金资助大气科学领域论文的作者情况进行探讨,以定量手段揭示科研人员的影响程度与学术水平。首先对第一作者发表论文数量加以分析。根据普赖斯定理提出的计算公式 $M=0.749(N_{MAX})^{1/2}$, M 为核心作者的论文篇数, N_{MAX} 为统计样本中最高产作者的发表论文数,定义发文 M 篇以上的作者为核心作者^[2]。经计算得出,发文量4篇及以上的为

核心作者(表3列出了发文12篇以上的主要核心作者)。我国大气科学研究队伍主要集中在中国科学院、有关高等院校、中国气象局等相关科研单位^[3]。从表3来看,核心作者的工作单位也集中于这些机构。核心作者构成了大气科学领域年富力强的骨干研究力量,在各自学科研究领域是具有一定声望的学术带头人,其中张强、严华生、杜军、岳彩军和陈忠明发表论文数量排在前五位。张强在中国气象局兰州干旱气象研究所工作,他在大气边界层、大气湍流、干旱区气候和绿洲小气候、干旱区陆面过程等领域取得了许多研究成果。杜军在西藏自治区气候中心工作,主要从事农业气象与农业遥感研究。陈忠明目前主要从事中尺度天气动力学与灾害性天气预报研究,同时开展气候与生态环境变化方面的分析工作。核心作者所属单位一定程度上也可反映出近年来自然科学基金对我国西部地区资助力度加大,并取得了丰硕的科研成果。

表3 核心第一作者发表论文数量列表

作者	发文数	单位
张强	30	中国气象局
严华生	19	云南大学
杜军	19	西藏自治区气候中心
岳彩军	19	中国气象局
陈忠明	18	贵州省气象局
刘树华	17	北京大学
郑永光	15	国家气象中心
鄒秀书	14	中科院大气物理研究所
任宏利	13	国家气候中心
郑彬	13	中国气象局
卢爱刚	13	北京师范大学
曹杰	13	云南大学
吴兑	12	中国气象局
龚道溢	12	北京师范大学
罗哲贤	12	南京信息工程大学
施能	12	南京信息工程大学
张韧	12	解放军理工大学
江志红	12	南京信息工程大学

注:本文统计忽略了可能存在的作者重名现象,作者单位以最近发表论文标注为准,表中为作者所属一级单位。

考虑到科学研究鼓励团队合作,本文对大气科学自然科学基金论文的全部作者(不区分第一作者与合作者)进行了统计,限于篇幅,表4仅列出前16名高产作者。对比第一作者论文数可以看出,多数高产作者也是大气科学研究的核心理作者。其中何金海、寿绍文、孙照渤参与合作发表的自然科学基金论文数量位居前列,三人均在南京信息工程大学从事教学科研工作多年,长期以来形成了稳定的科研合作团队,培养了众多中青年气象学者。需要指出的是,从学科发展来看,论文数量产出并不能充分反映学科质量与科研效率,更应该注重科研论文质量与数量之间的平衡。加之本文中核心作者及高产作者

的分析仅限于 CNKI 的样本数据,无法代表学科最高质量与最有影响的成果。

表4 高产作者发表论文数量列表

排序	作者	论文总量	第一作者论文数	排序	作者	论文总量	第一作者论文数
1	何金海	106	6	9	王盘兴	56	5
2	寿绍文	93	2	10	陆汉城	47	7
3	孙照渤	76	1	11	郑永光	45	13
4	钱永甫	74	7	11	张耀存	45	7
5	吕世华	72	4	13	蒋维楣	44	4
6	牛生杰	68	6	14	王振会	41	4
7	张强	65	30	15	丁一汇	39	3
8	胡非	63	4	16	宇如聪	36	1

2.4 主要刊载期刊的统计分析

本文对发表大气科学自然科学基金论文的期刊进行分析排名,其中发文数量80篇以上的期刊共有16种,详见表5,可以看出《高原气象》、《大气科学》、《气象学报》、《南京信息工程大学学报》等高质量核心期刊很重视对自然科学基金论文的刊载,其中2000—2009年10年间共录用1960篇自然科学基金论文,约占全部论文总数的30%。其他刊载率较高的期刊还有《气象科学》、《热带气象学报》、《气候与环境研究》等。

表5 主要发表期刊列表

排名	刊名	发文数量(篇)	排名	刊名	发文数量(篇)
1	高原气象	608	9	中国沙漠	145
2	大气科学	558	10	地球物理学报	139
3	气象学报	402	11	气象	123
4	南京信息工程大学学报	392	12	冰川冻土	115
5	气象科学	279	13	地球科学进展	111
6	热带气象学报	269	14	自然科学进展	102
7	气候与环境研究	258	15	科学通报	87
8	应用气象学报	227	16	自然灾害学报	80

3 国家自然科学基金资助大气科学学科论文的共词分析

关键词共现(共词)分析技术认为,关键词能够充分反映文献研究内容,当两个关键词同时出现在一篇文献中时,我们就称这两个关键词存在共词关系,亦称共现关系^[4]。关键词共现的频次越多,表示它们研究的主题越接近,它们之间的关系就越密切,通过可视化技术,可以将研究主题反映在知识图谱上。本文主要采用聚类分析法得到研究热点的微观结构,以共词矩阵为基础对高频关键词之间的连接强度进行分析,并且通过 NETDRAW 绘制关键词结构图谱,可以直观地看到大气学科研究领域的结构特征。

3.1 高频关键词排名

2000—2009年发表的国家自然科学基金大气科学学科论文6626篇,累计有26549个关键词,平均每篇论文约有4个关键词。为了进一步揭示关键词频次与研究热点,本文采用词频统计与共现分析的方法,选取了出现30次以上的51个高频关键词构建共词矩阵,并采用共词分析技术探讨国家自然科学基金大气科学学科论文的主要研究热点问题。

分析表6可见,“气候变化”、“数值模拟”、“降水”频次最高,其次为青藏高原、暴雨、沙尘暴等,根据这些高频次的关键词,可以推断出较多的大气科学基金论文主要围绕气候变化、数值模拟、降雨情况以及青藏高原等气象特征进行科研探讨等。

表6 高频词排名及频次

排名	关键词/频次	排名	关键词/频次
1	气候变化/348	27	变化趋势/46
2	数值模拟/318	28	反演/46
3	降水/232	29	中尺度对流系统/44
4	青藏高原/220	30	遥感/43
5	暴雨/183	31	多普勒雷达/43
6	沙尘暴/149	32	区域气候模式/42
7	气温/129	33	南海夏季风/41
8	年代际变化/122	34	时空分布/41
9	热带气旋/99	35	梅雨/40
10	年际变化/84	36	MODIS/40
11	台风/83	37	相关分析/39
12	大气环流/77	38	沙尘天气/37
13	小波分析/73	39	气候/36
14	降水量/71	40	平流层/35
15	ENSO/69	41	地形/35
16	东亚夏季风/65	42	非线性/33
17	夏季降水/63	43	大气边界层/33
18	中国/62	44	黄土高原/33
19	诊断分析/62	45	西北地区/32
20	副热带高压/59	46	干旱/31
21	数值试验/59	47	集合预报/31
22	气候特征/58	48	夏季风/31
23	季节变化/55	49	空间分布/30
24	气溶胶/55	50	变化特征/30
25	水汽输送/54	51	气候变暖/30
26	温度/50		

3.2 高频关键词共现聚类分析

表6列举的高频关键词在一定程度上反映出当前大气科学的研究热点。但是仅按出现频次对这些关键词进行线性排列,并不能全面反映出它们之间的关系。基于共现分析理论:两个关键词在文献中同时出现的频率高,说明它们之间的关系密切。由此笔者借助文献计量学软件 Bibexcel 对这些高频关键词构造 51×51 共词矩阵,进一步两两统计它们在同一篇论文中出现的次数,并在 SPSS17.0 中进行相关分析,计算 Pearson 系数,生成相关矩阵,以此为基础进行层次聚类分析,选择“组间平均链锁(Between-group linkage)距离”,即个体与小类中每个

个体距离的平均值。此种方法利用了个体与小类的所有距离的信息,克服了极端值造成的影响,聚类结果可以反映出这些词与词之间的亲疏关系。限于篇幅关系,凝聚状态表和聚类树状图此处省略。

聚类后可将 51 个关键词归结为 5 大词团。第 1 词团可定义为气候变化群组,包括 9 个关键词:气温、温度、ENSO、小波分析、变化趋势、气候变化、地形、区域气候模式、青藏高原,其中热点高频词为气候变化、青藏高原和气温。第 2 词团是季风群组,包括 9 个关键词:大气环境、气候特征、集合预报、水汽输送、东亚夏季风、空间分布、夏季风、黄土高原、小波分析。热点高频词为东亚夏季风和大气环境。第 3 词团降水群组包括 17 个关键词:年际变化、气候、季节变化、年代际变化、夏季降水、副热带高压、平流层、沙尘天气、西北地区、梅雨、降水、降水量、气候变暖、相关分析、中国、干旱、变化特征,其中热点高频词为降水、年代际变化、年际变化。第 4 词团为暴雨及数值模拟群组,包括 11 个关键词:暴雨、非线性、诊断分析、大气边界层、沙尘暴、南海夏季风、数值模拟、数值试验、台风、中尺度对流系统、热带气旋。第 5 词团大气观测群组主要包括多普勒雷达、反演、MODIS、遥感、气溶胶等关键词。

为了更好地验证试验结果的科学性和可靠性,进一步与国家重点基础研究发展计划(“973”计划)2010 年度“资源环境领域”涉及大气科学的 3 个重要支持方向(植被、大气环境和气候相互影响的过程

机理;气溶胶-云-辐射反馈过程及其与亚洲季风的相互作用;南海海气相互作用与海洋环流和涡旋演变规律)进行比对^[5],可以看出,本文分析出的自然科学基金资助论文热点与国家建设重点支持领域的主要研究项目相符。

3.3 高频关键词共现社会网络分析

社会网络指的是社会行为者及其相互关系之间的集合。一个社会网络是由多个点(社会行为者)和各点之间的连线(行为者之间的关系)组成的集合。用点和线来表达网络,是社会网络的可视化界定,关系明确,比较直观^[6]。本文研究的社会行为者是大气科学自然科学基金论文高频关键词,进行共词网络分析的主要目的是采用 NETDRAW 绘制这些关键词之间的概念网络图谱,进而可视化地描述出某一领域的研究主题^[7]。要对关键词进行共现网络分析,首先需要将关键词共现矩阵导入 NETDRAW,绘制知识图谱(见图 1),可以直观地了解论文关键词的共现情况,并且通过每个关键词的连线数量,可以分析推测出自然科学基金大气科学学科论文研究的热点。一个关键词的被连线数量越多,说明和它关联的研究主题越丰富,该关键词就是这个网络的中心点之一,此种分析可以直观地体现出主题研究的丰富性和集中性。将图 1 中 SNA 可视化结果与上文的共词分析五大词团相对照,进一步可以印证出聚类分析结果的可靠性。

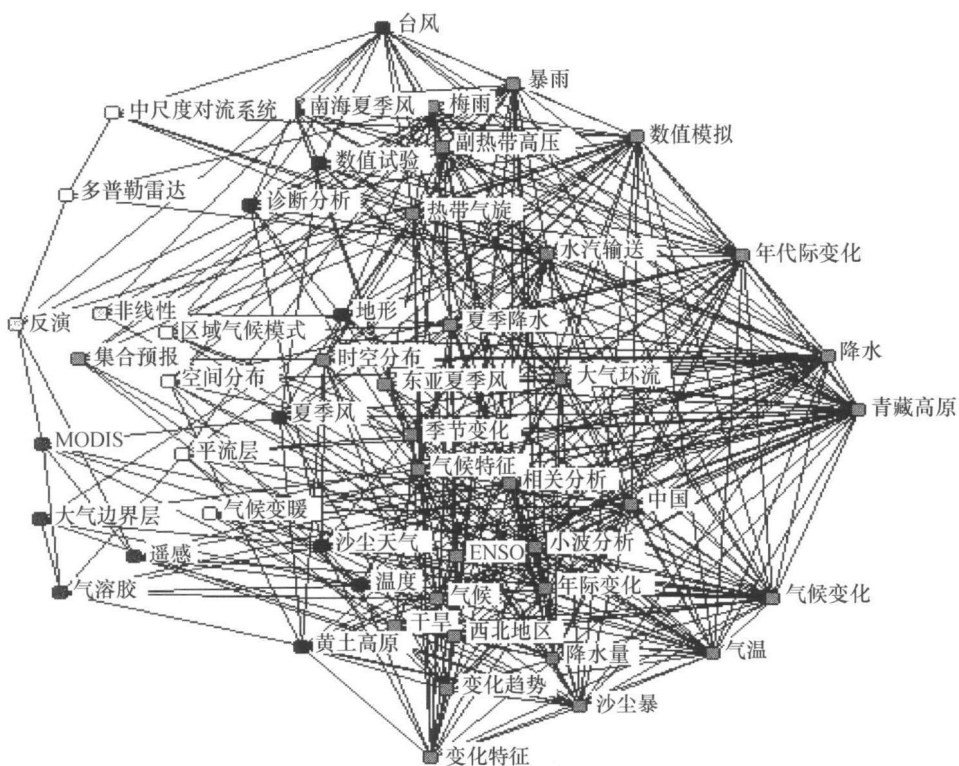


图 1 关键词网络图

4 结论

本文在统计2000—2009年10年间国家自然科学基金大气科学资助项目及发表论文的基础上,对论文高频关键词进行可视化分析,得到如下结论:

10年间国家自然科学基金大气科学学科资助项目共计1342项,数量呈逐年上升态势,表明国家对大气科学发展的重视。通过对中国期刊网收录大气科学自然科学基金论文进行文献计量分析,自然科学基金大气科学学科论文共计6626篇,2000—2009年历年发表论文数与项目数同步增长。进一步统计分析论文核心作者、高产作者、主要刊载期刊的情况,经统计,论文中共有作者23703人次,篇均作者3.58人,发文4篇以上为核心作者,从基金论文的发表来看,目前大气科学领域已经形成了较为稳定的核心作者群。发文36篇以上高产作者16人,共计发文960篇。对高产期刊的分析,《高原气象》、《大气科学》、《气象学报》等期刊很重视对国家自然科学基金大气科学学科资助项目的刊载,刊载率居于前三位。

对于高频关键词的分析结果显示,“气候变化”、“数值模拟”、“降水”频次最高,其次为“青藏高原”、“暴雨”、“沙尘暴”等,以这些高频词为基础构建共词矩阵,分别进行共词聚类和社会网络分析得到大气科学自然科学基金论文的5大研究热点方向。

本文的不足之处在于选取的论文样本来源,仅限于CNKI收录的国内期刊文献,并没有涉及其他

文献类型,如硕博学位论文、会议论文等,存在着样本数量与类型的局限,特别是近年来随着科研实力的提升,越来越多的基金项目科研成果发表在国外高级别科技期刊上,因此本研究中的样本数据并不能代表大气科学最高质量和最有影响力的成果,无法反映大气科学研究领域的整体水平和质量。此外本文研究过程中,在统计关键词时发现有些作者进行关键词标引时存在离散现象,大量泛指词及无实质性意义的词掺杂其中,这些词对文章的标引及检索存在负面影响,为使读者能够快速、准确地发现、获取、利用文献,规范关键词的标引尤为重要。

参 考 文 献

- [1] 汪云林,李丁,付允等.国家自然科学基金合作网络分析:以中国西部环境和生态科学为例.研究与发展管理.2008.20(2):102—106.
- [2] 邱均平.信息计量学.武汉:武汉大学出版社,2007,101—112.
- [3] 周小刚,罗云峰.1986—2006年国家自然科学基金大气科学领域面上项目基金资助及成果统计分析.地球科学进展.2007.22(5):541—545.
- [4] 冯璐,冷伏海.共词分析方法理论进展.中国图书馆学报.2006(2):88—92.
- [5] “973”计划2010年度重要支持方向.神州学人.2010(4):43—44. <http://www.chisa.edu.cn/subject/monthly/2010-04.pdf>.
- [6] 刘军.社会网络分析导论.北京:社会科学文献出版社,2004:123.
- [7] 刘则渊,尹丽春.国际科学主题共词网络的可视化研究.情报学报.2006(5):34—40.

STATISTICS AND HOT TOPICS ANALYSIS ON THE LITERATURES OF PROJECTS IN ATMOSPHERIC SCIENCE FUNDED BY THE NATIONAL NATURAL SCIENCE FOUNDATION

Cao Ling¹ Zhou Guangxi² Zhu Ziyang³

(1 School of Economics and Management, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044;

2 Library of Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094;

3 Library of Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044)

Abstract Based on the review of the annual projects in atmospheric science field funded by the National Natural Science Foundation of China (NSFC) from 2000 to 2009, this paper analyses the literatures of this field collected by CNKI in the 10 years. The paper summarizes the amount of literatures each year and the prolific authors and journals. By use of co-words analysis and social network analysis (SNA), it concludes the hot research topics and draws the co-words knowledge map to reveal the situation of atmospheric science research in recent 10 years.

Key words National Natural Science Foundation, atmospheric science, co-words analysis, social network analysis