

1970年以来美国地质调查局科研工作的发展与演化 ——基于论文计量分析

赵纪东¹, 郑军卫¹, 唐金荣²

ZHAO Jidong¹, ZHENG Junwei¹, TANG Jinrong²

1. 中国科学院兰州文献情报中心, 甘肃 兰州 730000;

2. 中国地质调查局, 北京 100037

1. Lanzhou Library, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, Gansu, China;

2. China Geological Survey, Beijing 100037, China

摘要:拥有130多年历史的美国地质调查局经久不衰,关键在于其时常将满足不断变化的国家与社会需求作为生存与发展之本。对GeoRef数据库收录的自1970年以来的科研论文的定量分析发现,美国地质调查局的科学研究在1990年左右发生了重大转折:论文产出数量摆脱长期低迷状态,开始大幅增长;形成完整学科体系,学科综合度保持稳定;科研工作从以资源研究为主的供给型地质学转向以环境研究为主的需求型地质学;基于学科持续度指标识别出9个重点学科,它们在1990年之后进入相对稳定的发展态势,未来水文地质学和环境地质学或许仍是重点所在。基于关键词的研究热点分析,结合重点学科的发展演化,可以发现其研究重心发生明显转移。

关键词:美国地质调查局;GeoRef数据库;学科体系;文献计量;学科综合度;学科持续度

中图分类号:P5 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-2552(2017)09-1674-08

Zhao J D, Zheng J W, Tang J R. The development and evolution of United States Geological Survey's scientific research from 1970—Evidence from bibliometrics. *Geological Bulletin of China*, 2017, 36(9):1674-1681

Abstract: The United States Geological Survey has a history of more than 130 years, BS the key to its enduring development is to make the changing needs of the country and society serve as the basis of survival. Quantified analysis of its research papers in GeoRef database since 1970 shows that United States Geological Survey's scientific research experienced a major turning point in 1990. At the beginning of the 1990s, the number of papers began to increase significantly instead of being stagnant, and since then, a complete system of discipline has been formed and the integrity of disciplines has kept stable all the time; the research work has shifted from the resource-based supply type to environment-based demand type; in addition, nine key disciplines which were identified based on the degree of discipline continuity have started a relatively stable development trend since 1990; hydrogeology and environmental geology perhaps is still the focus in future; the clear shift of research focus can be found through keyword-based hotspot analysis and the development of key disciplines.

Key words: United States Geological Survey; GeoRef database; discipline system; bibliometrics; degree of discipline integrity; degree of discipline continuity

美国地质调查局(USGS)成立于1879年,至今已有130多年的历史。它是美国少有的几个在如此长的时间里保持名称不变,同时任务不断深化和丰

富的机构。作为当今全球地质调查工作的领导者,美国地质调查局虽历经生存危机(最严重的是1995年被国会列入“反应迟钝或无关痛痒的机构黑名

收稿日期:2015-12-09;修订日期:2017-01-24

资助项目:中国地质调查局项目《地质调查发展路线图与管理政策研究》(编号:DD20160087)和中国科学院青年创新促进会(编号:2017465)

作者简介:赵纪东(1981-),男,硕士,副研究员,从事地学与资源科技情报研究。E-mail: zhaojd@llas.ac.cn

单”,险些被撤销),但经久不衰,关键在于其时常将社会需求作为发展的驱动力,不断修正和调整战略方向与工作重点^[1-3]。进入21世纪,面对新的机遇与挑战,美国地质调查局在2007年提出新的科学战略^[4],2010年对其管理结构和预算结构进行了调整,同时将原来以学科为基础的组织结构(如地理学、地质学、生物学、水文学等),调整为以重大问题为基础的组织结构(气候和土地利用变化、生态系统、能源与矿产、环境健康、自然灾害、水资源、核心科学体系)。

长久以来,研究地质科学发展战略大多数是通过各国地质科学发展战略报告和国家科学计划,结合学科综述性总结和地质学术大会的主旨报告等来进行^[5]。由于科学文献是科研活动产出和交流的主要形式之一,因此通过对文献的定量分析,可以揭示出科研生产率、研究方向、成果质量等特征。基于此,产生了文献计量学^[6-7],并在近年得到了广泛应用^[8-11]。董树文等^[5,11]通过对20世纪地质学科体系的量化研究,认为运用学术论文定量分析地质科学长周期发展规律,用数据反映地质学科的百年兴衰,是研究地质科学发展战略的新思路、新方法。本文采用文献计量方法,以GeoRef数据库为分析源,剖析了40多年来(1970—2014年)美国地质调查局的学科体系、研究方向、科研重点的发展与演化,以期能够为中国的地质工作提供参考和借鉴。

1 数据来源及分析

在数据来源方面,选择GeoRef——目前全球最全面的地球科学数据库之一。GeoRef是美国地质学会(American Geological Institute)创立的重要文摘数据库,内容覆盖来自世界各地的地质学、地球物理学等方面的科技文献,包括1785年至今的北美地质学文献,以及1933年至今的世界其他地区的地质概况。它涉及四大出版物:北美地质学书目、北美地质学专著书目索引、地球物理学文摘和地质学书目索引,以及U.S. Geological Survey所有出版物的参考文献,各协会的专刊书目、年度主题和作者索引,美国和加拿大各大学的博士、硕士研究生论文等。

本文采取的分析方法是,在Proquest的GeoRef数据库中,以机构名称“US Geol Survey or United States Geological Survey or U.S. Geological Survey”为检索式,得到美国地质调查局1970—2014年间发

表的文章(包括期刊论文、报告等)90831篇,然后利用美国汤森路透(Thomson Reuters)公司开发的Thomson Data Analyzer软件(简称TDA,具有强大的文本挖掘能力,可对文本数据进行多角度的数据挖掘和可视化分析)进行文献数据挖掘和分析,借助UCINET工具(UCINET 6 for Windows,是目前最常用的网络分析工具,具有很强的矩阵分析能力)进行可视化分析。

2 美国地质调查局业务结构演化

2.1 论文数量变化

1970—2014年,美国地质调查局共计发表了90831篇GeoRef收录的论文。从论文数量的变化情况看(图1),20世纪90年代前,美国地质调查局每年发表的论文数量很低,基本没有超过500篇;从1991年开始,其论文数量快速增加,在1993年达到历史最高峰5000多篇;之后,论文数量开始快速下降,2001年跌至3300多篇;然后,在4000篇左右相对稳定地发展了5年左右;之后,又开始快速下降,2014年降低到2000多篇。

整体而言,根据论文产出数量的变化,美国地质调查局的研究可大致划分出2个发展阶段,即1970—1990年和1991—2014年。前一阶段,论文数量在低水平持续;后一阶段,论文数量在高水平剧烈波动,但平均水平明显高于前一阶段。

2.2 学科综合度变化

从目前的现状看,美国地质调查局的科学研究涉及的学科非常丰富。根据GeoRef的学科分类,以及按照中国学科分类(参照国家标准GB/T13745—2009《学科分类与代码》)对GeoRef学科分类所做的整合,美国地质调查局的科研主要涉及21个学科,分别是地层学、地貌学、地球化学、地球物理学、地震地质学、地质年代学、第四纪地质学、工程地质学、构造地质学、古生物学、海洋地质学、行星地质学、环境地质学、区域地质学、水文地质学、土壤学、岩石学、矿物学、数学地质学及其他、矿床学、能源地质学。

相对于现在的学科类别而言,20世纪70年代,美国地质调查局在一些领域并没有开展相关的科学研究工作。为了便于分析学科综合程度,笔者提出了学科综合度这一指标,即以某年的学科类别数量与总学科类别数量的比值来表示该年的学科综

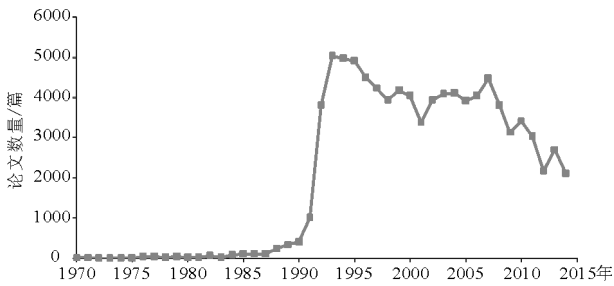


图1 1970—2014年美国地质调查局的论文数量变化
Fig. 1 The number of papers of USGS from 1970 to 2014

合程度。从图2(1.00表示涵盖全部21个学科,其他依次类推)可以看出,从1970—1989年,美国地质调查局的学科综合度以波动态势不断提高,从0.4最终上升到1.0。

具体看,USGS在1970年基本没有开展地质年代学、古生物学、岩石学、矿物学等方面的研究,1975年基本没有进行地貌学、地球物理学、古生物学、岩石学、矿物学等方面的研究,1980年基本没有开展地震地质学、古生物学、矿物学等方面的研究,1985年基本没有进行海洋地质学方面的研究。直到1989年,USGS的研究才完全覆盖了今天其所涉及的全部学科。

总体看,可以将美国地质调查局的学科演化大致分为2个阶段,即1970—1988年和1989—2014年。前一阶段学科综合度不断上升,逐步逼近完整的地球科学体系,后一个阶段则是在完整体系背景下各个学科不断发展。

2.3 主要科研方向变化

2.3.1 1970—1988年:以基础地质为主,同时重视资源科学

大约每5年的学科领域变化(图3)主要表现出如下特征。

(1)1970年:以水文地质学、矿床学、能源地质学为主,这3个学科占当年论文量的59%。其中,特别关注水文地质学,其占当年论文总数的23%。

(2)1975年:以水文地质学、地层学、构造地质学、能源地质学为主,这4个学科占当年文献量的72%。其中,较关注水文地质学,占当年论文总量的22%,而地层学、构造地质学、能源地质学占当年论文总量的比例均为17%。

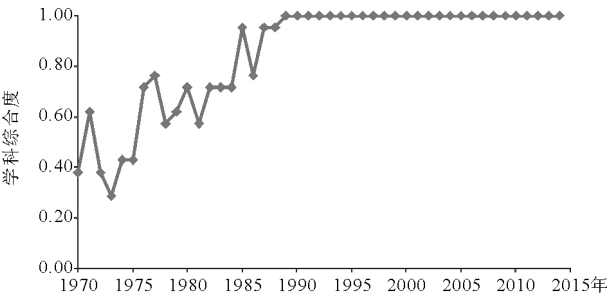


图2 1970—2014年美国地质调查局的学科综合度变化
Fig. 2 The degree of discipline integrity of USGS from 1970 to 2014

(3)1980年:以区域地质学、能源地质学、地层学为主,这3个学科占当年文献量的44%。其中,较关注区域地质学和能源地质学,这2个学科占当年论文总数的35%。

(4)1985年:以行星地质学、地球化学、地球物理学、地震地质学为主,这4个学科占当年文献量的52%。其中,较关注行星地质学,其占当年论文总数的18%。

(5)1988年:以地球物理学、岩石学、地球化学、构造地质学为主,这4个学科约占当年文献量的48%。其中,较关注地球物理学和岩石学,其合计占当年论文总数27%左右。

为了量化查明该时间段的重点学科领域,分析了各学科的论文数占该阶段论文总量的比例。结果表明(表1),该阶段学科以地球物理学、地球化学为主,这2个学科的占比均在10%以上,总比例接

表1 1970—1988年美国地质调查局各学科论文的总比例分布

Table 1 The total proportion of different disciplines' papers of USGS from 1970 to 1988

序号	学科	比例/%	序号	学科	比例/%
1	地球物理学	13.09	12	区域地质学	3.18
2	地球化学	10.62	13	工程地质学	2.76
3	环境地质学	8.85	14	行星地质学	2.26
4	水文地质学	8.85	15	海洋地质学	2.19
5	岩石学	8.21	16	地貌学	1.98
6	矿床学	7.50	17	地质年代学	1.98
7	能源地质学	6.65	18	矿物学	1.27
8	构造地质学	4.95	19	数学地质学及其他	1.06
9	地层学	4.95	20	古生物学	0.64
10	地震地质学	4.60	21	土壤学	0.50
11	第四纪地质学	3.89			

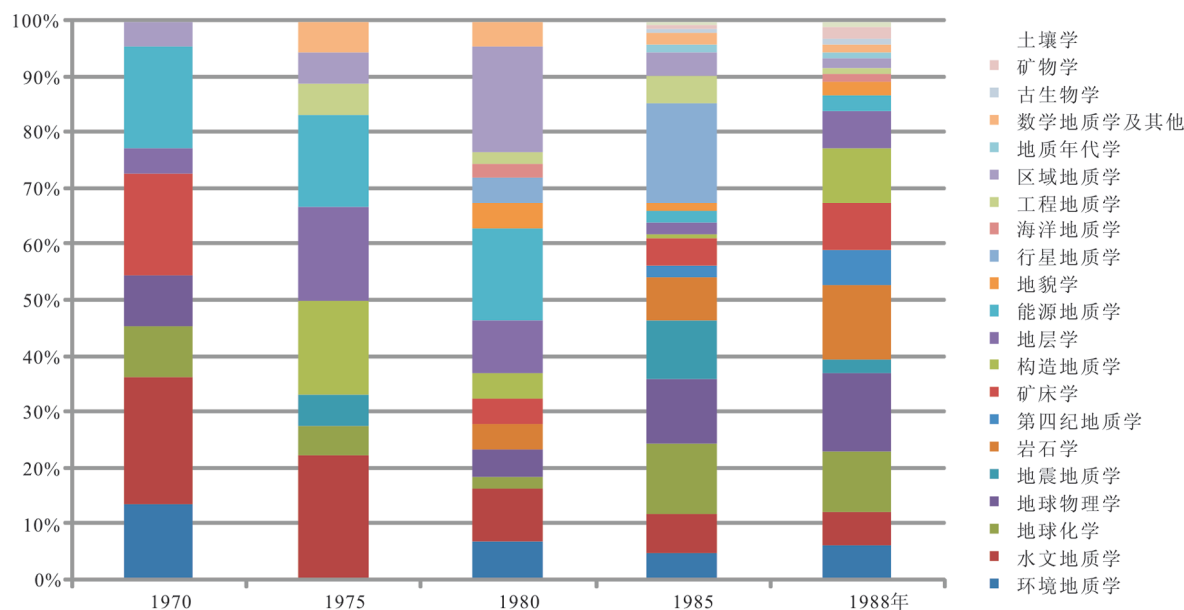


图3 1970—1988年美国地质调查局各学科的论文比例分布

Fig. 3 The proportion of different disciplines' papers of USGS from 1970 to 1988

近24%;同时,对环境地质学、水文地质学、岩石学、矿床学、能源地质学等也有很大关注,各学科论文占比均在6.5%以上。

因此可以认为,该阶段以基础地质研究为主,同时对资源有一定程度的重视。也可认为,该阶段处于传统的供给型地质学阶段,在某种程度是一种以矿产为主的资源型地球科学体系(地球物理学、

地球化学等服务与矿产资源供应)。

2.3.2 1989—2014年:以环境地质为主,基础地质同步发展

每5年的学科领域变化(图4)主要表现出如下特征。

(1)1989年:以水文地质学、环境地质学、地球物理学、岩石学为主,这4个学科约占当年文献量的

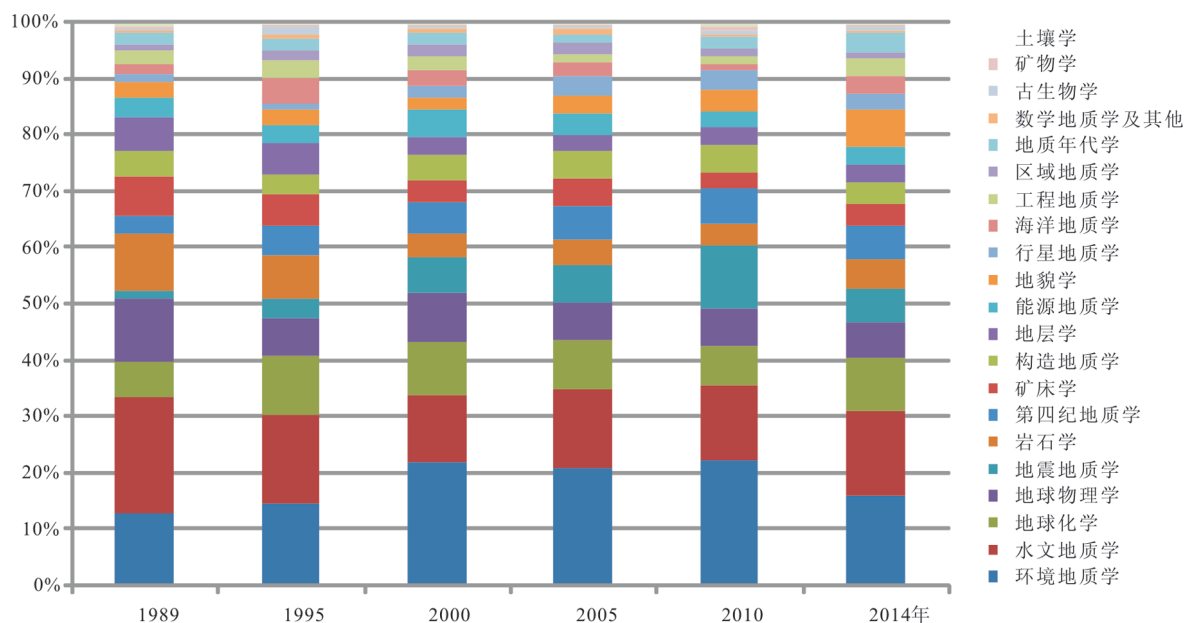


图4 1989—2014年美国地质调查局各学科的论文比例分布

Fig. 4 The proportion of different disciplines' papers of USGS from 1989 to 2014

55%。其中,较关注水文地质学,其论文占比达21%。

(1)1995年:以环境地质学、水文地质学、地球化学和地球物理学为主,这4个学科约占48%的文献量。其中,较关注水文地质学和环境地质学,其论文占比均超过15%。

(2)2000年:以环境地质学、水文地质学、地球化学、地球物理学为主,这4个学科约占当年文献量的52%。其中,较关注环境地质学,其论文占比超过22%。

(3)2005年:以环境地质学、水文地质学、地球化学、地球物理学为主,这4个学科约占当年文献量的51%。其中,较关注环境地质学,其论文占比接近21%。

(4)2010年:以环境地质学、水文地质学、地震地质学为主,这3个学科约占当年文献量的47%。其中,较关注环境地质学,其论文占比超过21%。

(5)2014年:以环境地质学、水文地质学、地球化学为主,这3个学科约占当年文献量的41%。其中,较关注环境地质学和水文地质学,其论文占比均在16%左右。

总的来看(表2),该阶段美国地质调查局十分注重环境地质学研究(占比在18%以上),同时也较注重水文地质学研究(占比接近14%),在一定程度上说明该阶段转向了需求型地质学,形成了以环境作为优先领域的新型地球科学体系。

同时,在基础地质方面,如地球化学、地球物理学等(占比均在6.5%以上)仍是研究的重点,尽管其

所占比例较前一阶段有所下降,但这些学科领域的最低论文数量(2014年地球化学和地球物理学的论文量分别为286篇和189篇)至少是前一阶段最大论文数量(1988年地球化学和地球物理学的论文量分别为34篇和43篇)的8倍和4倍以上,因此,该阶段这些学科领域仍在不断发展。

此外,还可发现,地震地质学(占比在6%以上)也是研究的主要学科之一,可能是巨大的地震灾害导致的应对需求。

2.4 重点学科演化

2.4.1 基于持续度的重点学科识别

截至目前,美国地质调查局的研究领域共涉及21个学科。从时间维度看,这一复杂的科学体系并不是一开始就形成的,而是逐渐发展完善的。尽管有的学科方向在最初的几年没有涉及,后来才慢慢出现并得以发展,但是,有一些学科从1970—2014年几乎每年都有论文发表,表明相关研究基本没有中断过,同时,也说明这些学科是美国地质调查局地球科学体系的重要基础。

为此,提出学科持续度这一指标,量化表征各学科的持续度。具体分析方法是:如果某个学科在某年有论文发表,记为1;然后,将整个时间段(如1970—2014)的此类数据相加,并与持续时间(如45年)相比,得到表征学科持续度的具体数值。如果该数值为1或接近1,即表示该学科有非常好的持续性,在该时间段内相关科学研究很少中断过。

分析结果表明(表3),水文地质学、环境地质学、地球化学、矿床学、能源地质学、地球物理学、岩石学、构造地质学和区域地质学是美国地质调查局

表2 1989—2014年美国地质调查局各学科论文的总比例分布

Table 2 The total proportion of different disciplines' papers of USGS from 1989 to 2014

序号	学科	比例/%	序号	学科	比例/%
1	环境地质学	18.31	12	地貌学	3.02
2	水文地质学	13.36	13	行星地质学	2.63
3	地球化学	9.92	14	海洋地质学	2.51
4	地球物理学	6.89	15	工程地质学	2.32
5	地震地质学	6.25	16	区域地质学	2.16
6	第四纪地质学	5.58	17	地质年代学	1.85
7	岩石学	5.57	18	数学地质学及其他	0.99
8	矿床学	4.70	19	古生物学	0.84
9	构造地质学	4.53	20	矿物学	0.51
10	地层学	4.02	21	土壤学	0.46
11	能源地质学	3.58			

表3 美国地质调查局各学科的持续度

Table 3 The degree of discipline continuity of USGS

序号	学科	持续度	序号	学科	持续度
1	水文地质学	1.00	12	第四纪地质学	0.87
2	环境地质学	0.98	13	工程地质学	0.87
3	地球化学	0.98	14	地貌学	0.82
4	矿床学	0.96	15	海洋地质学	0.80
5	能源地质学	0.96	16	地质年代学	0.76
6	地球物理学	0.91	17	数学地质学及其他	0.76
7	岩石学	0.91	18	行星地质学	0.69
8	构造地质学	0.91	19	古生物学	0.69
9	区域地质学	0.91	20	矿物学	0.69
10	地层学	0.89	21	土壤学	0.64
11	地震地质学	0.87			

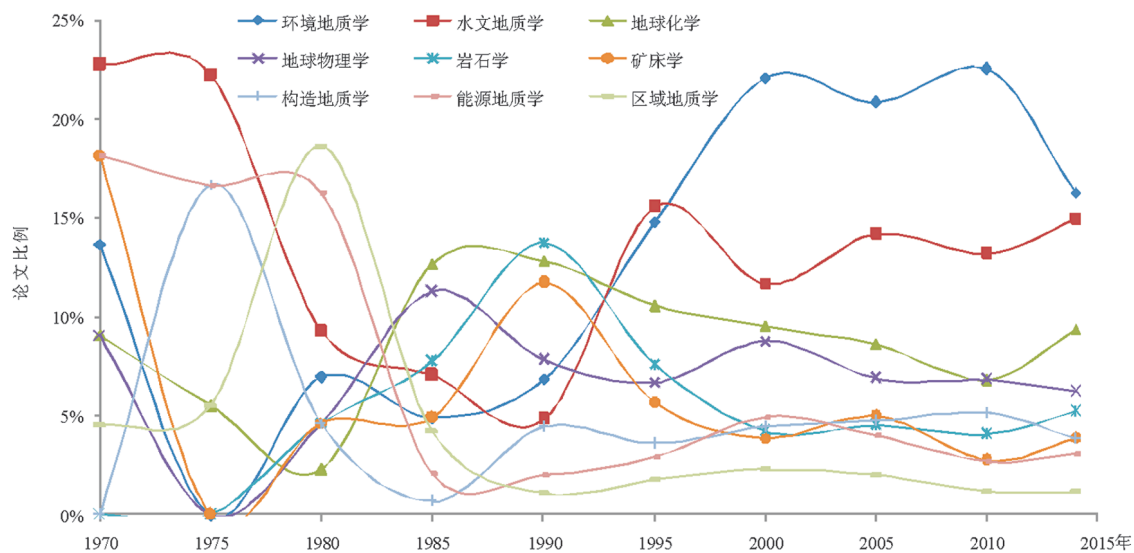


图5 1970—2014年美国地质调查局9个重点学科的论文比例变化

Fig. 5 The proportion of nine key disciplines' papers of USGS from 1970 to 2014

9个持续发展的学科(学科持续度较高,均在0.90以上),据此认为它们是美国地质调查局的重点学科。

2.4.2 重点学科的演化

从上述重点学科的论文量占各年论文总数的

比例看(图5),1990年之前,这一比例的变化基本处于一种剧烈波动的状态,有上升也有下降,并且各学科比重变化的时间点也不一致;1990年之后,各个学科的发展态势基本趋于稳定。由此说明,1990

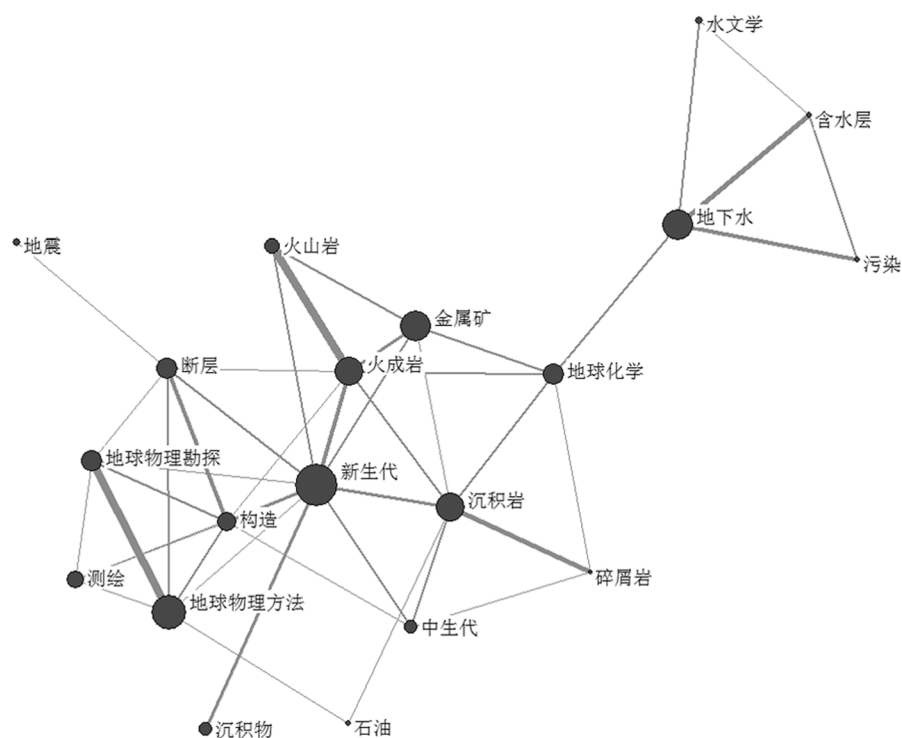


图6 1970—1988年美国地质调查局研究热点

Fig. 6 The research hotspots of USGS from 1970 to 1988

年之前,美国地质调查局的科研业务结构可能处于一个不断调整的过程,而在此之后相对稳定。

具体来看,1990年之后,各重点学科的发展也各有不同:①环境地质学、水文地质学的比重快速上升,分别在2000年和1995年达到其最高水平,之后进入持续的波动状态,从此其发展或相关研究进入了一个相对稳定的时期;②地球化学、地球物理学的比重在中等水平逐步缓慢降低,但在2010年之后,地球化学的比重又开始上升,或许表明其重新获得了重视;③岩石学、矿床学、构造地质学、能源地质学和区域地质学在低水平徘徊,但一直有相关研究在持续开展。

总体而言,在当前及未来一段时间,环境地质和水文地质仍将可能是美国地质调查局科研工作的重心所在,其他几个学科的地位虽低于这2个学科,但仍是不能放弃的重要基础和无法忽视的基本支撑所在。这些学科将作为美国地质调查局的业务工作基础,不断推进美国地质调查局的地学研究向前发展。

2.5 研究热点变化

基于 GeoRef 提供的每篇文章的关键词,利用

Thomson Data Analyzer(TDA)得到高频词的关联矩阵,然后将此矩阵导入 UCINET,得到研究热点的关联可视化图(图中点的大小代表论文数量的多少,点与点之间的连线代表关联的强弱,连线越粗说明关联越强,反之越弱)。

从图6可以看出,1970—1988年,美国地质调查局的科学研究可以分为两部分。一部分以地球物理方法为主,地球化学方法为辅,在岩石学(火成岩、沉积岩等)、金属矿、构造等方面开展了大量相关工作;另一部分则是与地下水污染相关的研究。总体来看,该阶段的研究以基础地质和矿产资源为主。

从图7可以看出,1989—2014年,美国地质调查局的科研全面转向了以水资源为主的环境地质学研究,以地下水为重点目标,在污染、水文、地球化学等方面开展了大量丰富的工作,同时,也十分关注加利福尼亚州的地震灾害研究。

3 结 论

通过对 GeoRef 数据库收录的美国地质调查局论文的挖掘和分析,可以发现,1970—2014年其科学研究呈现如下特征。

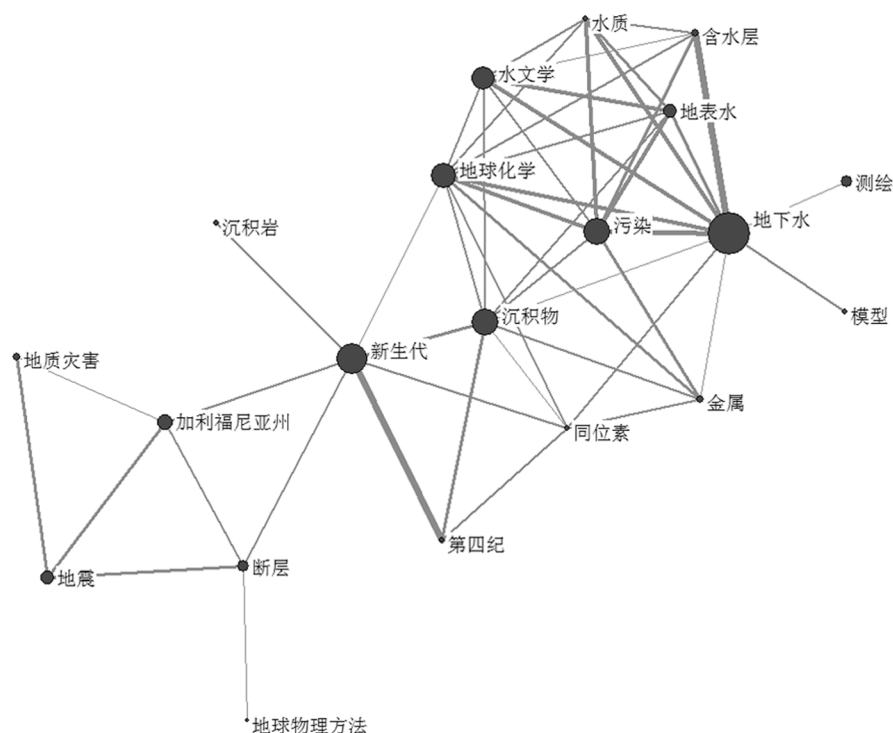


图7 1989—2014年美国地质调查局研究热点

Fig. 7 The research hotspots of USGS from 1989 to 2014

(1)从论文数量的维度看,1970—1990年处于低水平的筑底阶段,1991—2014年处于先快速增长,后高水平波动的阶段。

(2)从学科综合度的维度看,1970—1988年的学科综合度波动上升,业务结构不断完善,逐步逼近完整的地球科学体系;1989—2014年在完整的业务结构下,各学科不断发展。

(3)从研究方向的发展变化看,1970—1988年以基础地质为主,同时重视资源科学,具体时间(如1970年、1975年、1980年等)的科研业务侧重点有较大差异;1989—2014年以环境地质为主,基础地质同步发展,具体时间(如1989年、1995年、1990年等)的科研业务侧重点明显趋同。

(4)从持续性的维度看,水文地质学、环境地质学、地球化学等9个学科在1970—2014年具有很强的持续性,可以认为是重点学科。1990年之后,这些学科各自进入相对稳定的发展态势。未来,环境地质和水文地质或将仍是重中之重,但其他重点学科也将继续向前发展,不可能被忽视。

(5)基于关键词的研究热点分析表明,1970—1988年,美国地质调查局在岩石学、金属矿、构造等方面开展了大量与基础地质和矿产资源相关的工作;1989—2014年,美国地质调查局的科研全面转向以水资源为主的环境地质学研究,这与之前研究方向的发展变化吻合。

参考文献

- [1]杨宗喜,唐金荣,周平,等.大数据时代下美国地质调查局的科学新观[J].地质通报,2013,32(9):1337-1343.
- [2]张涛,唐金荣,周平,等.美国地质调查局能源和矿产资源战略对我国的启示和建议[J].国土资源科技管理,2014,31(6):127-132.
- [3]施俊法,唐金荣,周平,等.世界地质调查工作发展趋势及其对中国的启示[J].地质通报,2014,33(10):1465-1472.
- [4]U.S.Geological Survey. Facing tomorrow's challenges U.S. Geological Survey science in the decade 2007-2017[EB/OL] (2007-04) [2013-07-17] <http://pubs.usgs.gov/circ/2007/1309/pdf/C1309.pdf>, 2007.
- [5]董树文,陈宣华,史静,等.20世纪地质科学学科体系的发展与演变——根据地质论文统计分析[J].地质论评,2005,51(3):275-287.
- [6]Lamwani S M. Bibliometrics:Its theoretical foundations,methods and applications[J]. International Journal of Libraries and Information Services,1981,31(4):294-315.
- [7]邱均平,段宇锋,陈敬全,等.我国文献计量学发展的回顾与展望[J].科学学研究,2003,21(2):143-148.
- [8]郑军卫,史斗.从文献计量角度看国际天然气水合物研发态势[J].天然气地球科学,2005,16(6):825-829.
- [9]赵纪东,张志强,张树良.以文献计量看中亚成矿域研究发展态势[J].地球学报,2011,32(4):500-506.
- [10]史静,肖仙桃,王鑫,等.2000~2013年美英日地质调查机构科研态势分析——基于文献计量学方法研究[J].地质学报,2014,88(8):1616-1622.
- [11]董树文,陈宣华,史静,等.国际地质科学发展动向[M].北京:地质出版社,2005.