

文献计量分析南海及其 U 形海疆线的遥感研究热点

唐丹玲^{1,2,5}, 刘旺^{1,2,5}, 隋广军³, 王颖⁴, 王素芬^{1,2,5}

1. 中国科学院南海海洋研究所, 热带海洋环境国家重点实验室, 广东省海洋遥感重点实验室, 广东 广州 511458;
2. 南方海洋科学与工程广东省实验室(广州), 广东 广州 511458;
3. 广东外语外贸大学广东国际战略研究院, 广东 广州 510420;
4. 南京大学地理与海洋科学学院, 江苏 南京 210023;
5. 中国科学院大学, 北京 100049

摘要: 为综合评估遥感技术在南海、尤其在南海 U 形海疆国界线(简称南海 U 形海疆线)研究中的应用情况, 本文以中国知识基础设施工程(China National Knowledge Infrastructure, CNKI)和 Web of Science 核心合集 (Web of Science Core Collection, WOSCC)分别作为中文与外文期刊论文数据库来源, 筛选出截至 2019 年已发表的相关主题的中外期刊文献, 进行文献计量分析。按照关键词筛选的三类论文为: 南海自然科学研究(中文 10150 篇, 外文 10130 篇), 南海遥感研究(中文 560 篇, 外文 1296 篇)与南海 U 形海疆线相关研究(中文 303 篇, 外文 33 篇)。文献计量分析表明: 南海自然科学研究总发文量最大的国家为中国(18253 篇), 总发文量排名前列的研究机构(如排名第一的中国科学院南海海洋研究所)与期刊(如排名第一的《热带海洋学报》)也主要来自中国; 年发文量变化趋势显示, 南海自然科学研究呈现四个阶段(缓慢起步、缓慢增长、快速增长和回降), 南海遥感研究有两个阶段(缓慢起步与快速增长), 南海 U 形海疆线研究中文论文呈现三个阶段(缓慢起步、快速增长与回降); 热点研究显示, 南海自然科学研究围绕季风、天然气水合物与台风开展, 南海遥感研究关注海表温度、叶绿素与台风, 南海 U 形海疆线研究关注南海争端和地质特征。遥感数据于 1974 年开始被用于南海台风研究, 2019 年被用于南海 U 形海疆线的生态环境研究。发展海洋遥感技术, 深化南海台风“风泵”生态效应与灾害研究, 拓展南海 U 形海疆线走廊立体的综合科学研究和增强南海的自然科学与社会科学的交叉研究, 意义重大。

关键词: 南海; 南海 U 形海疆线; 海洋遥感; 文献计量学; NoteExpress

中图分类号: G353.1; P722.7 文献标识码: A 文章编号: 1009-5470(2021)03-0083-13

A bibliometric analysis of remote sensing research hotspots on the South China Sea and its U-boundary

TANG Danling^{1,2,5}, LIU Wang^{1,2,5}, SUI Guangjun³, WANG Ying⁴, WANG Sufen^{1,2,5}

1. Guangdong Key Laboratory of Ocean Remote Sensing (LORS), State Key Laboratory of Tropical Oceanography, South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 511458, China;
2. Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory (Guangzhou), Guangzhou 511458, China;

收稿日期: 2020-08-24; 修订日期: 2020-12-04。林强编辑

基金项目: 国家自然科学基金项目(41876136、重点项目 41430968); 广东省特支计划创新团队项目(2019BT02H594); 广东省自然科学基金平台项目(2017B030301005); 南方海洋科学与工程广东省实验室(广州)人才团队引进重大专项(GML2019ZD0602); 中国科学院知识创新工程项目(ISEE2019ZR02); 国家科技基础资源调查专项资助(2018FY100100)

作者简介: 唐丹玲(1959—), 女, 湖北省武汉市人, 教授, 博士, 主要从事海洋生态与环境遥感研究。email: lingzistdl@126.com

通信作者: 唐丹玲。email: lingzistdl@126.com

Received date: 2020-08-24; **Revised date:** 2020-12-04. Editor: LIN Qiang

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (41876136, Key Project 41430968); Guangdong Key Program (2019BT02H594); Natural Science Foundation of Guangdong Province (2017B030301005); Key Special Project for Introduced Talents Team of Southern Marine Science and Engineering Guangdong Laboratory (Guangzhou) (GML2019ZD0602); Knowledge Innovation Program of the Chinese Academy of Sciences (ISEE2019ZR02); National Science & Technology Fundamental Resources Investigation Program of China (2018FY100100)

Corresponding author: TANG Danling. email: lingzistdl@126.com

3. Guangdong Institute for International Strategies, Guangdong University of Foreign Studies, Guangzhou 510420, China;
 4. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210023, China;
 5. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: We use bibliometrics to analyze journal articles with related themes published in and before 2019, to comprehensively evaluate ocean remote sensing applications in the South China Sea (SCS), especially in terms of its U-boundary. We employed CNKI (China National Knowledge Infrastructure) and WOSCC (Web of Science Core Collection) as the representatives of journal article databases in Chinese and in foreign languages, respectively. The classifying selection results are as follows: 10150 articles in Chinese and 10130 in foreign languages were published on natural sciences of SCS, 560 in Chinese and 1296 in foreign languages on remote sensing of SCS, and 303 in Chinese and 33 in foreign languages on the U-boundary of SCS. The bibliometric analysis shows that the country with the most articles in all kinds of languages was China (18253), where the top publishing institutions (such as No. 1 South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences) and the journals (such as No. 1 Journal of Tropical Oceanography) were primarily from. The annual article qualities on SCS natural sciences experienced four stages (slow start, slow growth, fast growth, and fallback), those on SCS remote sensing experienced two stages (slow start and fast growth), while those on the U-boundary experienced three stages (slow start, fast growth and fallback). The research hotspots of SCS natural sciences were monsoon, gas hydrate and typhoon, while the research hotspots of SCS remote sensing were sea surface temperature, chlorophyll and typhoon, and those of the U-boundary were SCS disputes and geologic features. Our study finds that it was in 1974 that remote sensing data were first applied to the research of SCS typhoons, and it was in 2019 that remote sensing data were first used on ecological environment research of the U-boundary. It is of great significance to develop comprehensive scientific research on the U-boundary corridor in SCS by developing remote sensing technology.

Key words: South China Sea (SCS); U-boundary of SCS; ocean remote sensing; bibliometrics; NoteExpress

南海(South China Sea, SCS)是中国最大最深的边缘海与西北太平洋最大的半封闭孤立海盆(刘宇鹏等, 2019), 位于欧亚、菲律宾和印度洋三大板块的交汇处, 在经历了新生代的古南海萎缩以及新南海形成与萎缩的演化过程后, 形成了具有中央洋壳、大陆坡和大陆架的边缘海构造格局(张功成等, 2018)。南海拥有关键的海运枢纽地位和丰富的自然资源, 在地缘政治和经济民生方面具有重要的战略意义。中国南海 U 形海疆国界线(简称南海 U 形海疆线)(图 1)总长大于 4000km, 线内范围包括 3°N—25°N, 105°E—125°E(唐丹玲等, 2018; 刘宇鹏等, 2019), 其走向、形态与下伏地形特征基本相符合(唐盟等, 2016), 根据海底地形的平缓、波峰、波谷和递增四大特征, 被分为东北、西北、正东、正西和正南 5 个区间(刘宇鹏等, 2019)。

海洋观测技术是研究认识南海的重要手段。常用的观测手段包括船只走航调查、机载探测器飞行测量和遥感技术等。常规船只走航调查或机载探测器飞行测量可提供海洋实测数据与验证模拟数据。起步于 20 世纪 60 年代的卫星遥感技术, 具备大范围、全天时和实时成像观测等独特优势, 极大地丰富了海表各物理参量的时空变化数据(Phillips, 1988; 林明森等, 2015), 被广泛应用在海洋监测保护

(Yang et al, 2013)、生态防灾(Clark, 1993)、维权开发(Santos, 2000)、海洋军事(许凤晖等, 2014)等领域。海洋遥感技术具多种优势, 目前已成为南海观测的重要手段。

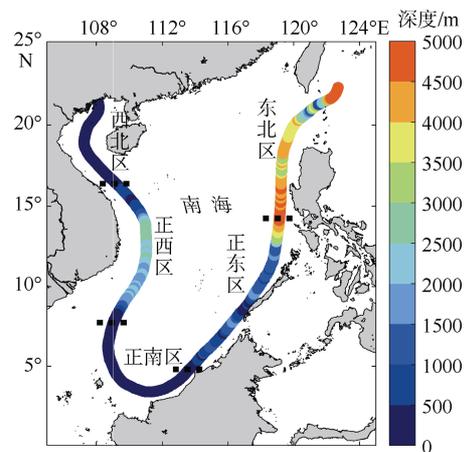


图 1 南海 U 形海疆线 5 区间的水深特性图

填色表示水深 1~5000m, 黑虚线表示南海 U 形海疆线 5 区间位置。修改引用自刘宇鹏等(2019)

Fig. 1 Water depth in five zones of U-boundary. Color means water depth of 0-5000m and black dotted lines show the five zones. Modified from Liu et al (2019)

基于南海和南海 U 形海疆线的重要战略地位和价值, 相关研究已经成为学术界的热点话题。为全面了解国内外在南海与南海 U 形海疆线的自然科学

方面的科研动态,分析南海研究相关机构与期刊的科研定位,并评估遥感技术在南海 U 形海疆线的应用潜力,进而为南海这一国家核心利益问题提供理论支撑,本文首次借助 NoteExpress V3.2 软件,从文献计量角度处理中文数据库中国知识基础设施工程(China National Knowledge Infrastructure, CNKI)和外文数据库 Web of Science 核心合集(Web of Science Core Collection, WOSCC)中筛选出的相关期刊论文题录。本研究收集的信息时间跨度大、内容广,可为展望遥感技术在南海及其 U 形海疆线的应用前景、维护南海权益研究提供重要参考,以深厚的历史沿革基础与和平协作的理念捍卫南海主权,推动“海洋强国”的建设。

南海环流(Liu et al, 2008; Zhu et al, 2019)、油气资源(Clark et al, 1993; 公衍芬 等, 2012)、内孤立波(Zheng et al, 2012; Huang et al, 2016)、地热(唐晓音等, 2013)、冷泉(赵斌 等, 2018)等资源环境现象与地质演化机理(朱照宇 等, 2002; 张君珏 等, 2018)被广泛讨论;南海台风引发的环境生态效应和自然灾害备受关注(Tang et al, 2014; 隋广军 等, 2015; 周磊 等, 2018)。对于相关文献的计量分析,孙智超(2016)基于 CNKI 中 2005~2015 年间的文献总结了“南海问题”、“南海舰队”与“南海北部”等南海研究热点关键词;唐苗苗等(2019)统计了 WOSCC 中 2009—2018 年间海洋遥感技术相关论文的发表国

家、研究方向与发表语种等资料。但仍需深入挖掘与全面探讨遥感技术在南海与南海 U 形海疆线研究中的应用状况与科研意义(唐丹玲 等, 2018; 刘宇鹏 等, 2019)。

1 数据处理和研究方法

1.1 数据处理

本文以“南海”为检索词,在 CNKI 与 WOSCC 中分别检索出截至 2019 年发表的关于南海自然科学研究的中、外文期刊论文题录。剔除重复和不相关的文献,得到文献计量分析所需的最终有效题录(表 1),即本文所有的数据与结论皆基于期刊论文。数据采集时间为 2020 年 1 月 1 日。CNKI 与 WOSCC 收录的最早的期刊论文分别发表自 1915 和 1900 年。

1.2 研究方法

通过设定不同的逻辑检索词,本文提取出三大类题录,即南海自然科学、南海遥感与南海 U 形海疆线。最终题录分类(表 1)中,“CNKI”代表该分类为来自 CNKI 的中文期刊论文题录;“WOSCC”代表该分类为来自 WOSCC 的外文期刊论文题录。通过分析各分类期刊论文的发文量、研究机构、期刊、国家、关键词与被引频次等指标,可以揭示南海的自然科学研究动态,评估南海 U 形海疆线的遥感应应用趋势。

表 1 南海各分类研究期刊论文的基本信息(分类名称的括号内容分别代表来源数据库为 CNKI 与 WOSCC)

Tab. 1 Basic information of journal articles on SCS studies. CNKI: Chinese article databases; WOSCC: foreign language article databases

分类名称	检索依据	文献总量	发表时间
南海自然科学(CNKI)	检索词: 南海; 文献分类: 基础科学、工程科技、农业科技、医药卫生科技与信息科技; 语言: 中文	10150 篇	1935—2019
南海自然科学(WOSCC)	检索词: South China Sea; 文献类型: Article、Review; 类别: Geosciences、Oceanography 等自然科学领域; 语言: 非中文	10130 篇(英语 10067 篇、俄语 36 篇、法语 10 篇、日语 7 篇、德语 5 篇、马来西亚语 4 篇与西班牙语 1 篇)	1921—2019
南海遥感(CNKI)	检索词: “南海”和“遥感”、“南海”和“卫星”; 语言: 中文	560 篇	1974—2019
南海遥感(WOSCC)	检索词: “South China Sea” and “Remote Sensing”、“South China Sea” and “Satellite”; 文献类型: Article、Review; 语言: 非中文	1296 篇(英语 1295 篇、法语 1 篇)	1977—2019
南海 U 形海疆线(CNKI)	检索词: 南海 U 形海疆线、U 形线、九段线、断续线、十一段线; 语言: 中文	303 篇	1983—2019
南海 U 形海疆线(WOSCC)	检索词: “the U-boundary line”、“U-shaped line”、“nine-dotted line”、“nine-dash line” and “South China Sea”; 文献类型: Article、Review; 语言: 非中文	33 篇(英语 33 篇)	2006—2019

2 结果

2.1 分类研究年发文量变化

南海各分类研究的年发文量在不同阶段增减态

势差异明显,诠释出南海各自然科学研究主题的发展历程(图 2)。

南海自然科学研究的总发文量(表 1)在 CNKI 中为 10150 篇,在 WOSCC 中为 10130 篇。年发文量

变化在 CNKI 中呈现为四个阶段(图 2): 缓慢起步(1935—1972)、缓慢增长(1973—1976)、快速增长(1977—2017)、回降(2018—2019); 在 WOSCC 中呈现为三个阶段(图 2): 缓慢起步(1921—1976)、缓慢增长(1977—1989)、快速增长(1990—2019)。WOSCC 对南海自然科学研究的关注比 CNKI 早 8 年, 但 CNKI 的年发文量阶段更替快于 WOSCC。目前, WOSCC 仍处于快速增长阶段, 而 CNKI 结束了快速增长进入回降阶段。WOSCC 的年发文量增长速率整体大于 CNKI, 并从 2008 年开始年发文量超过 CNKI(图 2a)。

南海遥感研究的总发文量(表 1)在 CNKI 中为 560 篇, 在 WOSCC 中为 1296 篇。年发文量变化在 CNKI 中呈现为两个阶段(图 2): 缓慢起步(1974—1995)、快速增长(1996—2019); 在 WOSCC 中也呈现为缓慢起步(1977—1993)和快速增长(1994—2019)两个阶段。CNKI 对南海遥感的关注比 WOSCC 早 2 年, 缓慢起步阶段比 WOSCC 长 4 年(图 2a、c)。目

前二者的年发文量都处于快速增长阶段, 但 WOSCC 中的年发文量增长速率整体大于 CNKI, 并从 2005 年起年发文量超过 CNKI(图 2c)。WOSCC(约 12.80%)的南海遥感研究论文总量占南海自然科学研究论文总量的比重大于 CNKI(约 5.52%)。

南海 U 形海疆线(包括“南海 U 形海疆线”“U 形线”“九段线”“断续线”“十一段线”等旧称)研究的总发文量(表 1), 在 CNKI 中为 303 篇, 在 WOSCC 中为 33 篇。年发文量变化在 CNKI 中呈现为三个阶段(图 2c): 缓慢起步(1983—2007)、快速增长(2008—2016)、下降(2017—2019); 在 WOSCC 中一直为缓慢发展阶段(2006—2019)。WOSCC 的 33 篇发文(表 2)中, 8 篇来自中国(5 篇来自中国台湾); 亚洲其他国家 9 篇(韩国 5 篇, 日本、印度尼西亚、菲律宾、越南(与英国合作)各 1 篇); 欧洲 9 篇(英国 6 篇, 瑞士、丹麦与芬兰各 1 篇); 澳洲 4 篇(其中 1 篇与中国合作); 北美洲 4 篇(美国 3 篇, 加拿大 1 篇); 南美洲 1 篇(智利)。

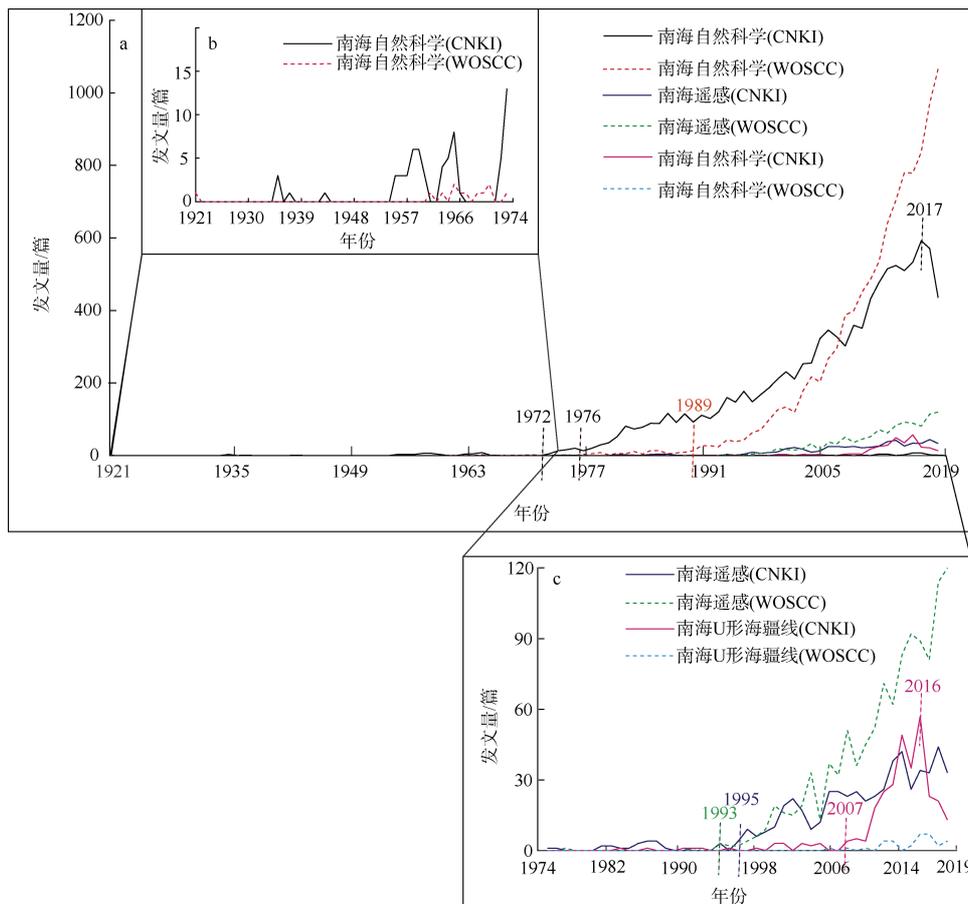


图 2 CNKI 和 WOSCC 中南海研究期刊论文的年发文量

a. 发表于 1921—2019 年的 6 种研究分类的期刊论文; b. 发表于 1921—1974 年的南海自然科学研究的期刊论文; c. 发表于 1974—2019 年的 4 种研究分类的期刊论文

Fig. 2 Annual quantities of journal articles of SCS from CNKI and WOSCC. (a) Published from 1921 to 2019; (b) published from 1921 to 1974; (c) published from 1974 to 2019

2.2 研究机构与期刊的总发文量和总被引频次

进一步筛选出各类题录中总发文量排名前 5 或前 10 的研究机构与期刊, 并统计相应的总被引频次, 分析南海相关研究的主要机构、期刊、关键词和国家分布。

2.2.1 主要机构

在 CNKI 与 WOSCC 中: 南海自然科学研究总发文量排名前 10 的机构(图 3a、b)全部来自中国, 总发文量与总被引频次排名第 1 的机构皆为中国科学院南海海洋研究所(South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, 简称中

科院南海所)。

CNKI 与 WOSCC 中南海遥感研究总发文量排名前 5 的机构(图 3c、d)除美国国家航空航天局(National Aeronautics and Space Administration, NASA)外全部来自中国, 并都包含中国科学院大学与中国海洋大学, 且总发文量排名第 1 的机构都为中科院南海所。而 CNKI 和 WOSCC 中总被引频次排名第 1 的机构分别是中科院南海所和美国 NASA。

CNKI 的南海 U 形海疆线研究总发文量排名前 5 的机构(图 3e)中, 厦门大学与武汉大学的总发文量排名并列第 1, 总被引频次分别排名第 1 与第 2。

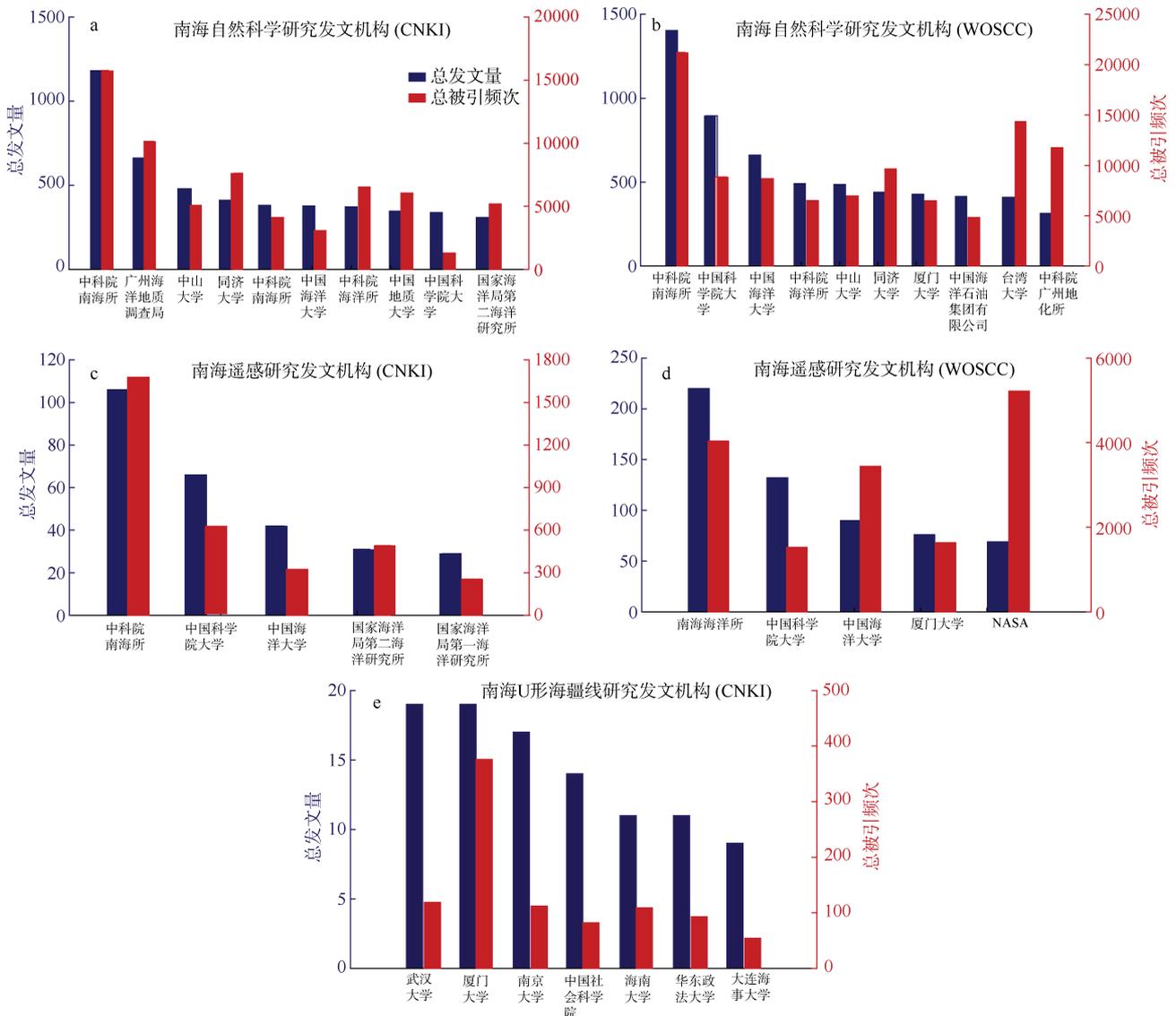


图 3 研究南海的主要机构

a. CNKI 中南海自然科学研究总发文量排名前 10 的机构; b. WOSCC 中南海自然科学研究总发文量排名前 10 的机构; c. CNKI 中南海遥感研究总发文量排名前 5 的机构; d. WOSCC 中南海遥感研究总发文量排名前 5 的机构; e. CNKI 中南海 U 形海疆线研究总发文量排名前 5 的机构。国家海洋局第一、第二海洋研究所现为自然资源部第一、第二海洋研究所

Fig. 3 Major institutes on SCS studies. (a) Top 10 institutes on studies of SCS natural sciences from CNKI; (b) top 10 institutes on studies of SCS natural sciences from WOSCC; (c) top five institutes on studies of SCS remote sensing from CNKI; (d) top five institutes on studies of SCS remote sensing from WOSCC; (e) top five institutes on studies of the U-boundary from CNKI

WOSCC 中, 台湾师范大学(Taiwan Normal University, China)与台湾海洋大学(Taiwan Ocean University, China)各有两篇发文, 其他机构如剑桥大学、南京大学与墨尔本大学等各有 1 篇英文发文。

2.2.2 主要期刊

CNKI 的南海自然科学与南海遥感研究的主要发文期刊(图 4a、c)中: 总发文量与总被引频次排名第 1 的期刊皆为《热带海洋学报》(Journal of Tropical Oceanography, 中科院南海所主办); 总发文量排名前 10 的期刊还都包括《海洋学报》中文版(Haiyang Xuebao)、《热带气象学报》(Journal of Tropical Meteorology)、《海洋与湖沼》(Oceanologia et Limnologia Sinica)与《科学通报》(Chinese Science Bulletin)。

WOSCC 中南海自然科学研究总发文量排名前 10 的期刊(图 4b)依次为 Acta Oceanologica Sinica(《海洋学报》英文版, 中国出版)、Journal of Geophysical Research: Oceans(《地球物理学研究杂志: 海洋》, 美国出版)、Journal of Asian Earth Sciences(《亚洲地球科学期刊》, 英国出版)、Marine and Petroleum Geology(《海洋和石油地质学》, 荷兰出版)、Journal of Climate(《气候杂志》, 美国出版)、Chinese Science Bulletin、Chinese Journal of Oceanology and limnology(《中国海洋湖沼学报》, 中国出版)、Geophysical Research Letters(《地球物理学研究快报》, 美国出版)、Climate Dynamics(《气候动力学》, 德国出版)与 Marine Geology(《海洋地质学》, 荷兰出版)。

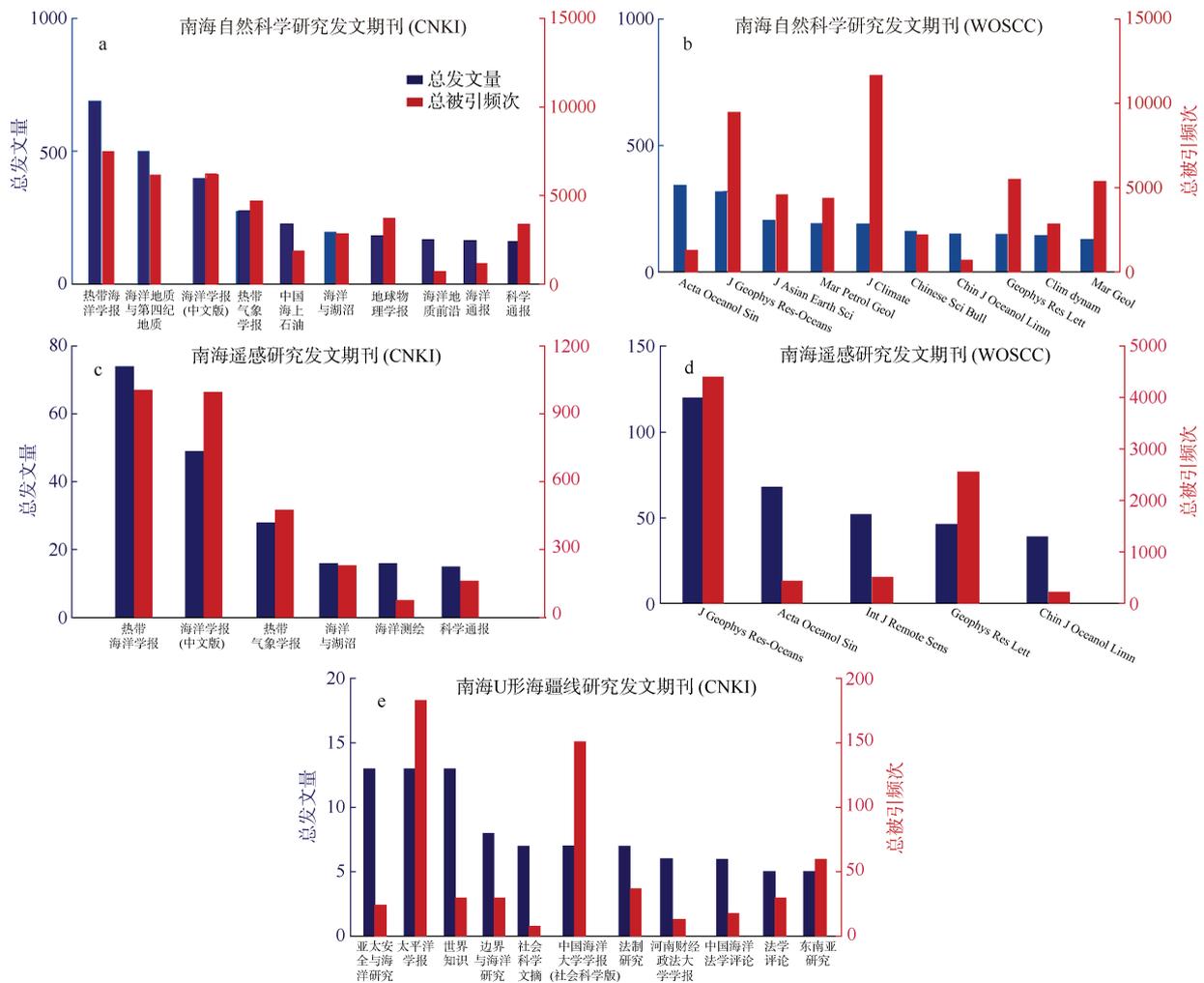


图 4 研究南海的主要期刊

a. CNKI 中南海自然科学研究总发文量排名前 10 的期刊; b. WOSCC 中南海自然科学研究总发文量排名前 10 的期刊; c. CNKI 中南海遥感研究总发文量排名前 5 的期刊; d. WOSCC 中南海研究总发文量排名前 5 的期刊; e. CNKI 中南海 U 形海疆线研究总发文量排名前 10 的期刊

Fig. 4 Major journals on SCS studies. (a) Top 10 journals on studies of SCS natural sciences from CNKI; (b) top 10 journals on studies of SCS natural sciences from WOSCC; (c) top five journals on studies of SCS remote sensing from CNKI; (d) top five journals on studies of SCS remote sensing from WOSCC; (e) top 10 journals on studies of the U-boundary from CNKI

WOSCC 中南海遥感研究总发文量排名前 5 的期刊(图 4d)依次为 J Geophys Res-Oceans、Acta Oceanologica Sinica、International Journal of Remote Sensing(《国际遥感杂志》, 英国出版)、Geophysical Research Letters 与 Chinese Journal of Oceanology and Limnology。

CNKI 中南海 U 形海疆线研究总发文量排名前 10 的期刊(图 4e)聚焦在人文社会领域, 《太平洋学报》(Pacific Journal)的总发文量排名与总被引频次皆排名第 1。WOSCC 的研究南海 U 形海疆线的 18 个发文期刊(表 2)中: Ocean Development and

International Law(《海洋发展和国际法》, 英国出版)的总发文量最高, Journal of East Asia and International Law(《东亚国际法研究》, 韩国出版)其次, International Journal of Marine and Coastal Law(《海洋与海岸法国际杂志》, 荷兰出版)排名第 3; 英国的 4 家期刊出版了 10 篇与南海 U 形海疆线相关的研究论文, 韩国的 5 家共出版 10 篇, 美国的 5 家共出版 7 篇, 荷兰的 1 家出版了 3 篇, 中国的两家与智利的 1 家期刊各出版了 1 篇。美国的 American Journal of International Law(《美国国际法杂志》)的论文被引频次最高(63 次), 远超其他期刊。

表 2 WOSCC 中南海 U 形海疆线研究的发文期刊的基本信息(2006—2019)

Tab. 2 Basic information of journal articles on the U-boundary from WOSCC (2006-2019)

期刊名	出版国	发文量	发文机构所在地
OCEAN DEVELOPMENT AND INTERNATIONAL LAW	英国	7 篇	中国台湾(3 篇)、英国(2 篇)、菲律宾(1 篇)、越南与英国合作 1 篇
AUSTRALIAN JOURNAL OF INTERNATIONAL AFFAIRS(《澳大利亚国际事务杂志》)	英国	1 篇	英国
CHINA INFORMATION(《中国信息》)	英国	1 篇	澳大利亚
PACIFIC REVIEW(《太平洋评论》)	英国	1 篇	中国
JOURNAL OF EAST ASIA AND INTERNATIONAL LAW	韩国	6 篇	澳大利亚(2 篇)、印度尼西亚(1 篇)、中国台湾(1 篇)、瑞士(1)与芬兰(1 篇)
INHA LAW REVIEW(《韩国仁荷法律评论》)	韩国	1 篇	韩国
KOREA INTERNATIONAL LAW REVIEW(《韩国国际法评论》)	韩国	1 篇	韩国
MARITIME LAW REVIEW(《海事法律评论》)	韩国	1 篇	韩国
OCEAN POLICY RESEARCH(《海洋政策调查》)	韩国	1 篇	韩国
ASIAN SURVEY(《亚洲调查》)	美国	2 篇	美国
MODERN CHINA(《现代中国》)	美国	2 篇	英国(1 篇)、加拿大(1 篇)
AMERICAN JOURNAL OF INTERNATIONAL LAW(《美国国际法杂志》)	美国	1 篇	中国台湾
PACIFIC FOCUS(《太平洋焦点》)	美国	1 篇	韩国
CORNELL INTERNATIONAL LAW JOURNAL(《康奈尔国际法期刊》)	美国	1 篇	美国
INTERNATIONAL JOURNAL OF MARINE AND COASTAL LAW	荷兰	3 篇	英国(1 篇)、丹麦(1 篇)、澳大利亚与中国合作 1 篇
ACTA OCEANOLOGICA SINICA	中国	1 篇	中国
CHINA REVIEW-AN INTERDISCIPLINARY JOURNAL ON GREATER CHINA(《中国大中华跨学科期刊综述》)	中国	1 篇	日本
REVISTA CHILENA DE DERECHO(《智利法律杂志》)	智利	1 篇	智利

2.3 主要关键词

CNKI 与 WOSCC 中, 南海自然科学研究总出现频次排名前 10 的关键词(图 5a、b)都含“南海北部(northern SCS)”、“天然气水合物(gas hydrate)”、“季风(monsoon)”与“台风(typhoon)”; 对“天然气水合物”与“季风”的首次关注时间都在 1995 年前后, “南海北部”与“台风”首次受到中文论文(1955、1965)的关注时间远早于外文论文(1998、2007)。

CNKI 与 WOSCC 中, 南海遥感研究的总出现频次排名前 10 的关键词(图 5c、d)都含“海表温度

(SST)”、“黑潮(Kuroshio)”、“季风(monsoon)”、“叶绿素(chlorophyll)”、“台风(typhoon)”、“中尺度涡(mesoscale eddy)”、“吕宋海峡(Luzon Strait)”与“南海北部”; 中文和外文论文对“黑潮”、“叶绿素”、“中尺度涡”与“吕宋海峡”的首次关注时间都在 2000 年前后, 但中文论文对“海表温度”、“季风”、“台风”与“南海北部”的首次关注时间(1980 年前后)远早于外文论文(2005 年前后)。

CNKI 中南海 U 形海疆线研究的总出现频次排名前 10 的关键词(图 5e)包括“南海诸岛”, “南海争

端”、“九段线”、“断续线”与“联合国海洋法公约 (United Nations Convention on the Law of the Sea, UNCLOS)”等, 均出现于 1995 年前后。WOSCC 中的关键词主要为“九段线(nine-dash line, nine-

dashed line and nine dotted line)”、“南海诸岛 (islands)”(主要包括南沙群岛(7 次)与西沙群岛(5 次))、“U 形线”与“UNCLOS”, 主要出现于 2016 年左右。

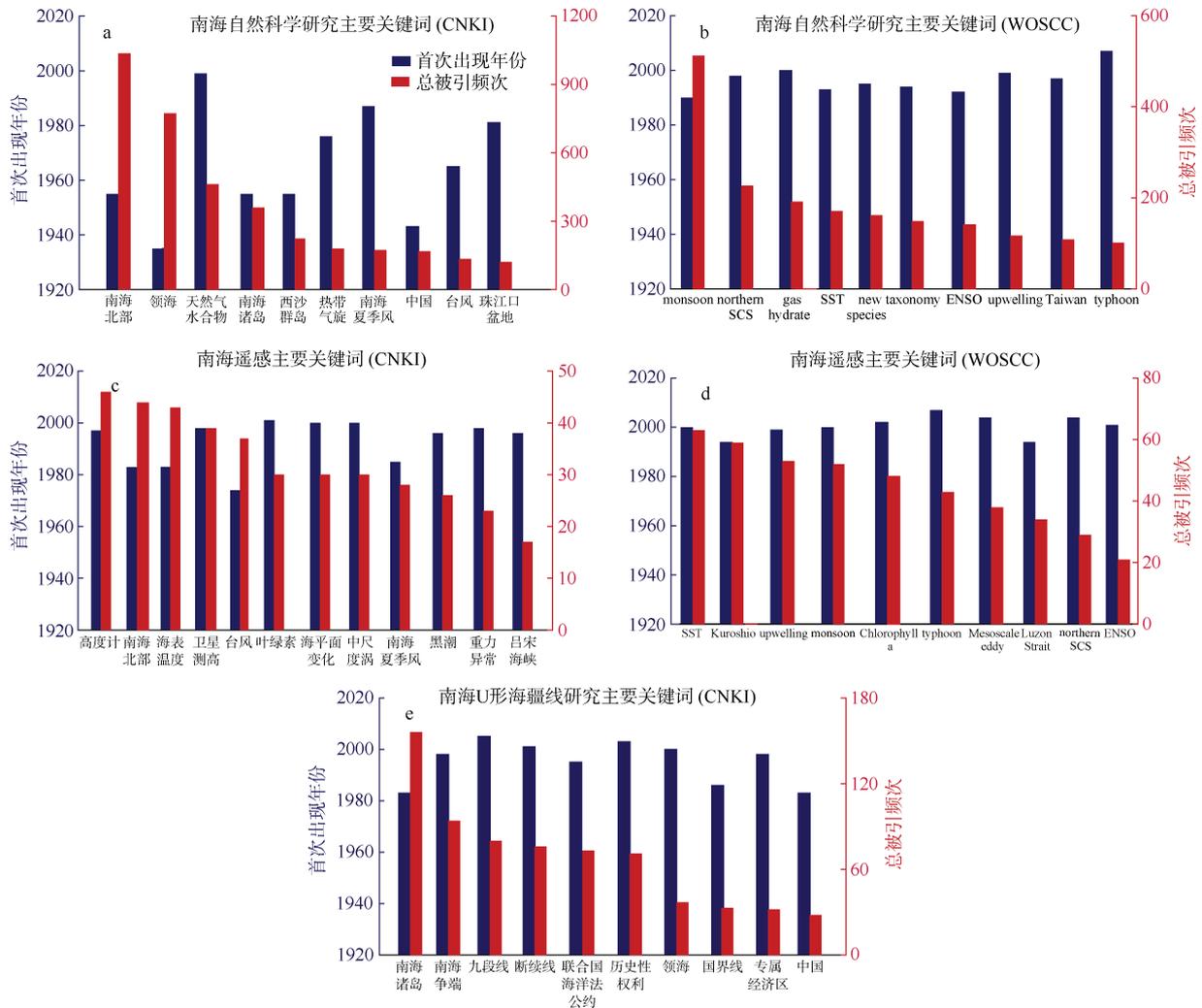


图 5 南海研究的出现频次排名前 10 的关键词

a. CNKI 中的南海自然科学研究; b. WOSCC 中的南海自然科学研究; c. CNKI 中的南海遥感研究; d. WOSCC 中的南海遥感研究; e. CNKI 中的南海 U 形海疆线研究

Fig. 5 Top 10 keywords with highest frequency of occurrence on SCS studies. (a) Studies on SCS natural sciences from CNKI; (b) studies on SCS natural sciences from WOSCC; (c) studies on SCS remote sensing from CNKI; (d) studies on SCS remote sensing from WOSCC; (e) studies on the U-boundary from CNKI

2.4 WOSCC 中研究南海的主要国家

WOSCC 的南海研究总发文量排名前 10 的国家(图 6a)中, 中国排名第 1(由于未能从 WOSCC 中筛选出由中国澳门发表的南海研究相关论文, 此处只包括中国大陆、中国香港和中国台湾的发文量), 总发文量约为美国(排名第 2)的 4.05 倍, 约为越南(排名第 10)的 41.55 倍; 中国相关文献的总被引频次也排名第 1, 约为美国(排名第 2)的 1.96 倍, 约为马来西亚(排名第 10)的 23.54 倍。在总被引频次与总发文量的比值的排名(图 6b)中, 法国最高,

德国第 2, 美国第 3, 越南第 6, 中国第 9, 马来西亚第 10。

3 讨论

3.1 年发文量变化与国际形势发展

由收录于 CNKI 与 WOSCC 的南海研究中外文期刊论文的总发文量(图 2)可知, 中文与外文论文对南海自然科学研究的关注度极为相近; 南海遥感研究受外文论文的关注度远高于中文论文; 南海 U 形海疆线研究受中文论文的关注度明显高于外文论文。

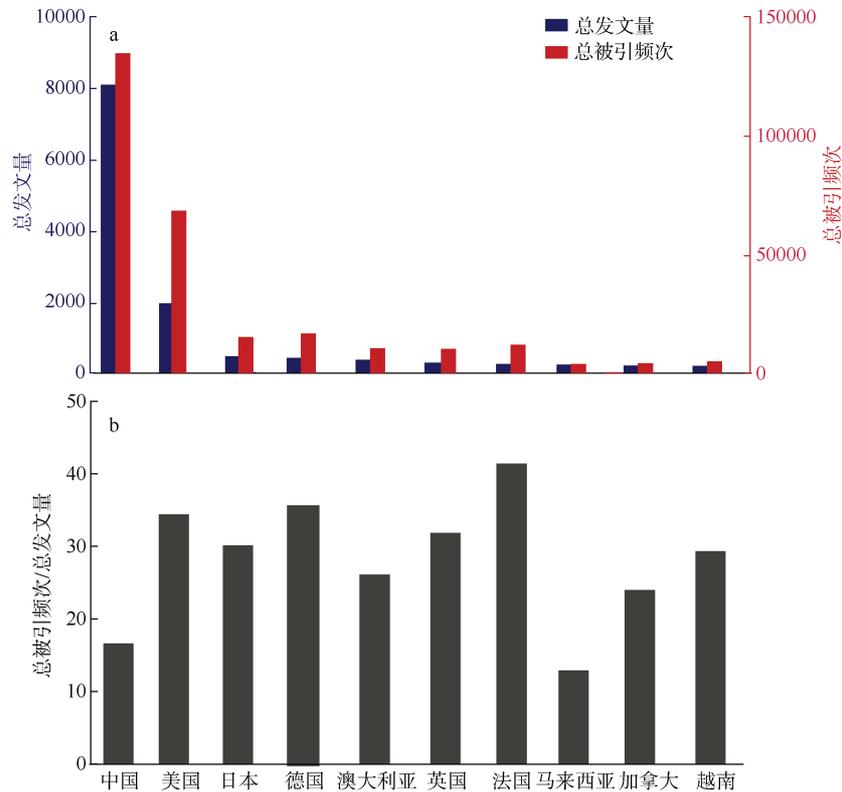


图 6 WOSCC 中南海自然科学研究总发文量排名前 10 的国家

a. 总发文量与总被引频次; b. 总被引频次与总发文量的比值。由于未从 WOSCC 中筛选由中国澳门发表的南海相关期刊论文, 所以此处仅包含中国大陆、中国香港和中国台湾的发文量。横坐标序号代表总发文量排名

Fig. 6 Top 10 countries with highest total quantities of journal articles on SCS natural science from WOSCC. (a) Total quantity and total citation frequency of journal articles; (b) the ratio of total citation frequency to total quantity. Quantities of journal articles from mainland China, Hong Kong and Taiwan are included since no journal article related to SCS published by Macao was found. The sequence numbers in abscissa represents rankings of total quantity of journal articles

由年发文量变化态势(图 2)可知, 南海自然科学研究的外文论文比中文论文发展更平稳, 预计其年发文量仍将保持快速增长; 南海遥感研究的外文论文增长比中文论文更为迅猛; 南海 U 形海疆线研究的中文论文比外文论文发展更成熟。

南海研究的中外文论文发文量趋势变化反映了国际与国内的形势发展。南海自然科学研究的年发文量变化与新中国教育发展各阶段吻合(杨东平, 2006)(图 2): 南海自然科学研究借助新中国对教育平等的愈加重视(1949—1965)而逐渐起步, 当中国的科技经济继续发展但速度较缓(1966—1976)时, 南海自然科学研究也开始缓慢增长; 当中国恢复高考(1977), 南海自然科学研究的年发文量迅速增长; 当中国的教育规模与数量急剧扩张(1995—), 南海自然科学研究年发文量的增速也进一步提高。南海自然科学研究与南海 U 形海疆线研究的年发文量在 2016 年达到峰值与当时南海形势颇受关注有关(图 2)。

南海遥感研究的中外文论文年发文量变化同样

反映遥感技术的发展。从苏联在 1957 年 10 月 4 日发射世界上第一颗人造卫星, 到美国、法国、日本与英国分别于 1958、1965、1970 与 1971 年发射本国的第一颗人造卫星(杨照德, 2005; Tang, 2011), 再到中国从 1970 年至今初步建立起自己的海洋水色卫星、海洋动力环境卫星和海洋监视监测卫星三大海洋遥感体系(刘畅等, 2018), 南海遥感研究的中外文论文也分别于 1974 年(CNKI)和 1977 年(WOSCC)开始发展(表 1)(Tang et al, 1996, 1998, 1999)。发文量通常还与国际形势、时事等因素紧密相关, 反映科学界对某一领域的关注程度、及该领域的发展历程与速度。随着世界海洋遥感技术的发展, 南海遥感研究得到开拓, 备受国际科研界瞩目。

3.2 发文机构、期刊反映国际学术地位

南海自然科学研究的最主要机构是中科院南海所, 最主要期刊分别是《热带海洋学报》与 Journal of Climate; 南海遥感研究的最主要机构分别是中国科学院南海海洋研究所与美国 NASA, 最主要期刊是《热带海洋学报》与 J Geophys Res-Oceans; 南海 U 形

海疆线研究的最主要机构包括厦门大学与台湾师范大学,主要的期刊包括《太平洋学报》与 *Ocean Development and International Law*。从发文量和出版期刊可见,中国科学院南海海洋研究所是南海研究的重要科研机构。

从事南海研究的机构主要分布于中国沿海的海洋研究所和相关院校(图 4);从事南海研究的外文期刊主要出版国为美国与中国,美国与荷兰出版的外文期刊的总被引频次较高(图 5);南海自然科学研究主要关注珊瑚礁、南海诸岛、地壳结构、浮游植物、冷泉、台风与中尺度涡;南海遥感研究主要关注中尺度涡、台风、上升流、反气旋涡、吕宋海峡、黑潮、卫星测高和珊瑚礁;南海 U 形海疆线研究主要关注历史性权利、《联合国海洋法公约》与专属经济区。

机构的发文量和被引频次反映了一个机构的专长领域和科研实力。从事南海海洋科学研究的主要机构拥有大量相关研究领域的人才,保证了科研成果的稳定产出。确定相关研究领域的主要发期刊可以帮助科研工作者聚焦和锁定合适的投稿目标。关于南海 U 形海疆线,还需开展系统的自然科学和社会科学交叉研究,形成更全面的理论体系。中国的研究机构与期刊在保证发文量的同时,也正在增强国际学术影响力和国际学术地位。

3.3 主要关键词反映研究热点和趋势

南海自然科学研究的热点主要有季风、天然气水合物和台风(图 5a、b);南海遥感研究的热点主要有海表温度、黑潮、季风、叶绿素、台风与中尺度涡(图 5c、d);南海 U 形海疆线研究的热点主要为南海争端与地质特征(图 5e);南海的热点研究区域主要为南海诸岛,尤其西沙群岛(图 5)。

南海研究的主要关键词反映了南海理论的热点和趋势。东亚季风与台风在南海的作用给中国带来频繁且严重的气候灾害(陈奇礼, 1993; Katsaros et al, 2014; Tang et al, 2014; 邵劲超, 2015),但季风爆发过程对全球能量与水循环的改变(邵颢等, 2014)、台风诱发的上升流、垂向混合与夹卷过程对浮游植物繁殖生长的促进也给人类带来积极影响(Zheng et al, 2007)。台风“风泵”的生态环境效应是近几年南海遥感应用研究的新课题和热点之一(Tang et al, 2014),包括台风“风泵”对藻华、SST、CO₂、溶解氧(Xu et al, 2019a, b; Ye et al, 2019; Liu et al, 2020; 孙庆杨等, 2020)、海洋生产力和渔业资源的影响(Yu et al, 2013, 2014)。南海 U 形线东北区的生态环境受台风“风泵效应”影响较大(Liu et al, 2019)。因此掌握季风与台

风的作用机制对于保障民生安全,具有重大意义(隋广军等, 2015)。吕宋海峡和台湾海峡是南海环流与周围进行水体交换的重要渠道,而季风和黑潮是南海环流的主要驱动因素(张洪涛等, 2007)。南海具备中国最好的天然气水合物成矿条件和找矿前景,尤其在南海北部陆坡区(邵磊等, 2008),探究其地质构造和成藏特征可为南海演化和油气资源的开采奠定基础。西沙群岛更具备优越的热带海洋与海岛旅游资源(游长江等, 2015),综合建设也越来越完善。南海环境与资源正愈加受到国际关注,因此加强中国对南海诸岛的主权捍卫力度迫在眉睫。

南海 U 形海疆线是南海和南海遥感研究的重要课题,其相关研究比较关注称谓与下伏地形。南京大学王颖等(2003, 2014)指出,从历史上看断续线是中国在南海的传统疆界线,国际上对其承认已达半个世纪之久;南海诸岛外围的断续线段是中国在南海的海疆国界线,其划定有充分的地形依据(唐盟等, 2016),并有历史沿革与重要外交意义(Wang et al, 2017)。中科院南海所的唐丹玲于 2018 年发现了 1951 年 4 月出版的、用国界线和行政区线表示南海 U 形海疆线的地图,并首次提议用“南海 U 形海疆线”更形象、准确、完整、科学地表征中国南海的海疆线(2018);唐丹玲团队还率先将卫星遥感技术应用用于南海 U 形海疆线的自然科学研究(刘宇鹏等, 2019),根据线下水深变化与海底地形特征将 U 形海疆线分为 5 个区间(图 1)。唐丹玲团队发表在《科学通报》和《海洋学报》等重要学术刊物的相关成果引起国内外广泛关注。自然科学学者以发现的反映南海 U 形海疆线的《南洋群岛新地图》(骆遥等, 2019)支持南海 U 形海疆线的称谓;社会科学学者包括海洋法学者支持在对外宣传时使用称呼“U 形线”(傅崑成等, 2019)。“南海 U 形海疆线”这个称谓和其反映的关键地位受到多方肯定。

南海 U 形海疆线长度大于 4000km,处于海陆作用交汇带和地质构造分界线,覆盖海域体现着多尺度和非线性强的动力过程。南海 U 形海疆线的海底地质、下伏水体和上层大气组成走廊状研究区域(图 7),其自然属性有很大的科学探讨空间。拓展遥感技术在传统能源探勘、灾害监测与海洋划界中的应用,探讨南海 U 形海疆线走廊的各种海洋要素及生态现象(Tang et al, 2002a, b, 2003; 唐丹玲等, 2018; 刘宇鹏等, 2019),完善南海 U 形海疆线的自然科学与社会科学研究,有助于保护南海海洋环境与资源,捍卫中国南海主权。

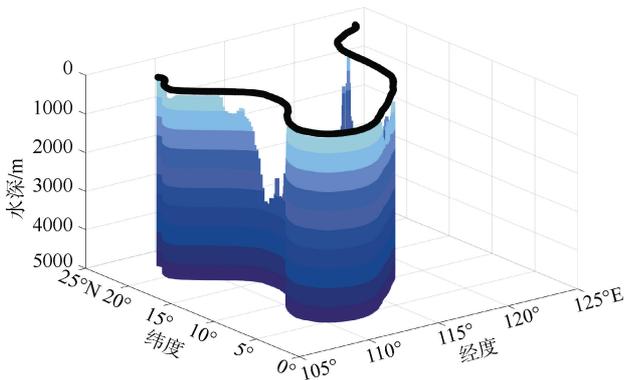


图 7 南海 U 形海疆线走廊水下部分示意图

Fig. 7 Sketch of underwater part of the U-boundary corridor in the South China Sea

3.4 主要发文国家与在南海的国际话语权

中国、英国、美国、韩国和澳大利亚为研究南海 U 形海疆线的主要国家, 越南、菲律宾与印尼对南海 U 形海疆线十分关注, 瑞士、丹麦、芬兰与智利也逐渐重视南海 U 形海疆线研究。国际对南海 U 形海疆线的研究处于缓慢发展阶段, 且以社会科学为主题(表 2)。中国和美国都有强烈的海洋意识, 对南海科研的重视程度较高; 得益于综合国力的强大与科研经费的充足, 欧洲的德国、英国、法国与大洋洲的澳大利亚虽不与南海接壤, 但其总发文量与总被引频次高于马来西亚与越南等南海周边国家。随着各国海洋意识与综合国力的增强, 南海与南海 U 形海疆线的受关注度也会升高。对中国来说, 加

强与南海周边国家的合作协商, 结合遥感技术探索南海 U 形海疆线的自然科学属性, 稳固并全面提升学术影响力尤为必要。

4 总结与结论

本文以文献计量学方法评估了 1921 年以来近百年时间尺度上海洋科学研究与遥感技术在南海与南海 U 形海疆线的发展状况, 研究揭示: (1)中国南海受到中国各领域学者的高度重视, 中国在南海研究方面拥有最高的发文量; (2)南海的研究主题为油气资源开发、地质构造演化、海-气相互作用及南海主权, 南海自然研究的主要关键词为季风、天然气水合物和台风等, 其中台风的“风泵”生态效应是一个新热点; (3)南海 U 形海疆线研究的主要关键词为地质特征与南海争端; (4)南海遥感研究的年发文量处于快速增长阶段, 体现了遥感技术对南海综合研究的有力支撑。

南海、特别是南海 U 形海疆线走廊具有多样的地质构造、优越的资源优势与重大的战略价值, 预计未来油气资源、季风与台风仍为南海自然科学研究的焦点。中国应充分发挥国产卫星优势, 综合考虑海底地质、中心水体与海气界面的相互作用, 重点关注台风的“风泵”生态效应, 对南海 U 形线走廊开展立体的、系统的调查研究, 为维护国家主权提供新的、可靠的、关键的科学证据, 促进国际海洋合作和治理。

参考文献 References

- 陈奇礼, 1993. 对南海季风进退及强度的气候分析[J]. 热带气象学报, 9(2): 124-132. CHEN QILI, 1993. A climatological analysis of advancing/retreating movement of South China Sea monsoon and its intensity[J]. Journal of Tropical Meteorology, 9(2): 124-132 (in Chinese with English abstract).
- 傅岷成, 崔浩然, 2019. 南海 U 形线的法律性质与历史性权利的内涵[J]. 厦门大学学报(哲学社会科学版), (4): 66-75. FU KUNCHENG, CUI HAORAN, 2019. The U-shaped line's legal nature and historic rights of the South China Sea[J]. Journal of Xiamen University (Arts & Social Sciences), (4): 66-75 (in Chinese with English abstract).
- 公衍芬, 杨文斌, 谭树东, 2012. 南海油气资源综述及开发战略设想[J]. 海洋地质与第四纪地质, 32(5): 137-147. GONG YANFEN, YANG WENBIN, TAN SHUDONG, 2012. Oil and gas resources in the South China Sea and its development strategy: a review[J]. Marine Geology & Quaternary Geology, 32(5): 137-147 (in Chinese with English abstract).
- 林明森, 张有广, 袁欣哲, 2015. 海洋遥感卫星发展历程与趋势展望[J]. 海洋学报, 37(1): 1-10. LIN MINGSEN, ZHANG YOUQUANG, YUAN XINZHE, 2015. The development course and trend of ocean remote sensing satellite[J]. Acta Oceanologica Sinica, 37(1): 1-10 (in Chinese with English abstract).
- 刘畅, 白强, 唐高, 等, 2018. 中国海洋遥感技术进展[J]. 船舶与海洋工程, 34(1): 1-6. LIU CHANG, BAI QIANG, TANG GAO, et al, 2018. Development of marine remote sensing technology in China[J]. Naval Architecture and Ocean Engineering, 34(1): 1-6 (in Chinese with English abstract).
- 刘宇鹏, 唐丹玲, 吴常霞, 等, 2019. 南海 U 形海疆线的生态环境分区特征[J]. 海洋学报, 41(2): 14-30. LIU YUPENG, TANG DANLING, WU CHANGXIA, et al, 2019. Zoning of the U-boundary in the South China Sea and its ecological environment characteristics[J]. Acta Oceanologica Sinica, 41(2): 14-30 (in Chinese with English abstract).
- 骆遥, 李敬敏, 张文志, 等, 2019. 反映南海 U 形海疆线的《南洋群岛新地图》[J]. 科学通报, 64(23): 2390-2394. LUO YAO, LI JINGMIN, ZHANG WENZHI, et al, 2019. A historical Map of East Indies representing the U-boundary in the South China Sea as an international boundary[J]. Chinese

- Science Bulletin, 64(23): 2390–2394 (in Chinese with English abstract).
- 邵磊, 庞雄, 乔培军, 等, 2008. 珠江口盆地的沉积充填与珠江的形成演变[J]. 沉积学报, 26(2): 179–185. SHAO LEI, PANG XIONG, QIAO PEIJUN, et al, 2008. Sedimentary filling of the Pearl River Mouth Basin and its response to the evolution of the Pearl River[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 26(2): 179–185 (in Chinese with English abstract).
- 邵劲超, 2015. 热带气旋移动速度和强度对南海北部叶绿素浓度的影响[D]. 湛江: 广东海洋大学. SHAO JINCHAO, 2015. The impact of tropical cyclone translation speed and intensity on phytoplankton chlorophyll-a concentration in the northern South China Sea[D]. Zhanjiang: Guangdong Ocean University (in Chinese with English abstract).
- 邵颢, 黄平, 黄荣辉, 2014. 南海夏季风爆发的研究进展[J]. 地球科学进展, 29(10): 1126–1137. SHAO XIE, HUANG PING, HUANG RONGHUI, 2014. A review of the South China Sea summer monsoon onset[J]. Advances in Earth Science, 29(10): 1126–1137 (in Chinese with English abstract).
- 隋广军, 唐丹玲, 2015. 台风灾害评估与应急管理[M]. 北京: 科学出版社: 10–26. SUI GUANGJUN, TANG DANLING, 2015. Typhoon disaster assessment and emergency management[M]. Beijing: Science Press: 10–26 (in Chinese).
- 孙庆杨, 林静柔, 唐丹玲, 等, 2020. 南海海气 CO₂ 交换对两个热带气旋“风泵”的不同响应机理分析[J]. 生态科学, 39(3): 9–16. SUN QINGYANG, LIN JINGROU, TANG DANLING, et al, 2020. Different mechanisms of air-sea CO₂ exchange responding to “Wind Pump” effects of two tropical cyclones in South China Sea[J]. Ecological Science, 39(3): 9–16 (in Chinese with English abstract).
- 孙智超, 2016. 基于词频分析的十余年国内南海研究热点探析[J]. 晋图学刊, (5): 57–63. SUN ZHICHAO, 2016. The analysis based on word frequency for over 10 years of domestic South China Sea study hotspot[J]. Shanxi Library Journal, (5): 57–63 (in Chinese with English abstract).
- 唐丹玲, 刘宇鹏, 郝晓光, 等, 2018. 国界线和行政区线表示南海 U 形海疆线的地图[J]. 科学通报, 63(9): 856–864. TANG DANLING, LIU YUPENG, HAO XIAO GUANG, et al, 2018. A newly-discovered historical map using both national boundary and administrative line to represent the U-boundary in the South China Sea[J]. Chinese Science Bulletin, 63(9): 856–864 (in Chinese with English abstract).
- 唐盟, 马劲松, 王颖, 等, 2016. 1947 年中国南海断续线精准划定的地形依据[J]. 地理学报, 71(6): 914–927. TANG MENG, MA JINSONG, WANG YING, et al, 2016. Spatial demarcation principles of the Dotted Line in the South China Sea[J]. Acta Geographica Sinica, 71(6): 914–927 (in Chinese with English abstract).
- 唐苗苗, 李晓峰, 2019. 海洋遥感技术资料的计量分析[J]. 河北渔业, (6): 54–57. TANG MIAOMIAO, LI XIAOFENG, 2019. Metrological analysis on papers about ocean remote sensing[J]. Hebei Fisheries, (6): 54–57 (in Chinese with English abstract).
- 唐晓音, 杨树春, 张功成, 等, 2013. 南海地热研究综述[J]. 地球物理学进展, 28(2): 988–997. TANG XIAOYIN, YANG SHUCHUN, ZHANG GONGCHENG, et al, 2013. Overview on geothermal investigation of the South China Sea[J]. Progress in Geophysics, 28(2): 988–997 (in Chinese with English abstract).
- 王颖, 马劲松, 2003. 南海海底特征、资源区位与疆界断续线[J]. 南京大学学报(自然科学版), 39(6): 797–805. WANG YING, MA JINSONG, 2003. Characteristics of submarine geomorphology, natural resources distribution and border intermittent lines of the South China Sea[J]. Journal of Nanjing University (Natural Science), 39(6): 797–805 (in Chinese with English abstract).
- 王颖, 葛晨东, 邹欣庆, 2014. 论证南海海疆国界线[J]. 海洋学报, 36(10): 1–11. WANG YING, GE CHENDONG, ZOU XINQING, 2014. Evidence of China's maritime boundary in the South China Sea[J]. Acta Oceanologica Sinica, 36(10): 1–11 (in Chinese with English abstract).
- 许夙晖, 慕晓冬, 柯冰, 等, 2014. 基于遥感影像的军事阵地动态监测技术研究[J]. 遥感技术与应用, 29(3): 511–516. XU SUHUI, MU XIAODONG, KE BING, et al, 2014. Dynamic monitoring of military position based on remote sensing image[J]. Remote Sensing Technology and Application, 29(3): 511–516 (in Chinese with English abstract).
- 杨东平, 2006. 从权利平等到机会均等——新中国教育公平的轨迹[J]. 北京大学教育评论, 4(2): 2–11. YANG DONGPING, 2006. From equality of right to equality of opportunity: the slot of educational equity in new China[J]. Peking University Education Review, 4(2): 2–11 (in Chinese with English abstract).
- 杨照德, 2005. 卫星上天蕴涵的文化意义——纪念我国第一颗人造卫星上天 35 周年[J]. 国防科技工业, (4): 28–29.
- 游长江, 侯佩旭, 邓灿芳, 等, 2015. 西沙群岛海岛旅游资源综合评价[J]. 热带地理, 35(6): 926–933. YOU CHANGJIANG, HOU PEIXU, DENG CANFANG, et al, 2015. Comprehensive evaluation on tourism resources in the Xisha Islands[J]. Tropical Geography, 35(6): 926–933 (in Chinese with English abstract).
- 张功成, 贾庆军, 王万银, 等, 2018. 南海构造格局及其演化[J]. 地球物理学报, 61(10): 4194–4215. ZHANG GONGCHENG, JIA QINGJUN, WANG WANYIN, et al, 2018. On tectonic framework and evolution of the South China Sea[J]. Chinese Journal of Geophysics, 61(10): 4194–4215 (in Chinese with English abstract).
- 张洪涛, 张海启, 祝有海, 2007. 中国天然气水合物调查研究现状及其进展[J]. 中国地质, 34(6): 953–961. ZHANG HONGTAO, ZHANG HAIQI, ZHU YOUHAI, 2007. Gas hydrate investigation and research in China: present status and progress[J]. Geology in China, 34(6): 953–961 (in Chinese with English abstract).
- 张君珏, 苏奋振, 王雯玥, 2018. 南海资源环境地理研究综述[J]. 地理科学进展, 37(11): 1443–1453. ZHANG JUNJUE, SU FENZHEN, WANG WENYUE. A review of geographical information research on resources and environment of the South China Sea region[J]. Progress in Geography, 37(11): 1443–1453 (in Chinese with English abstract).
- 赵斌, 刘胜旋, 李丽青, 等, 2018. 南海冷泉分布特征及油气地

- 质意义[J]. 海洋地质前沿, 34(10): 32–43. ZHAO BIN, LIU SHENGXUAN, LI LIQING, et al, 2018. Distribution pattern of cold seeps in South China Sea and its geological significance[J]. Marine Geology Frontiers, 34(10): 32–43 (in Chinese with English abstract).
- 周磊, 陈大可, 雷小途, 等, 2018. 海洋与台风相互作用研究进展[J]. 科学通报, 64(1): 60–72. ZHOU LEI, CHEN DAKE, LEI XIAOTU, et al, 2018. Progress and perspective on interactions between ocean and typhoon[J]. Chinese Science Bulletin, 64(1): 60–72 (in Chinese with English abstract).
- 朱照宇, 邱燕, 周厚云, 等, 2002. 南海全球变化研究进展[J]. 地质力学学报, 8(4): 315–322+314. ZHU ZHAOYU, QIU YAN, ZHOU HOUYUN, et al, 2002. A summary review of research progress on global change in the South China Sea[J]. Journal of Geomechanics, 8(4): 315–322+314 (in Chinese with English abstract).
- CLARK A, LI CHANG, 1993. Marine mineral resources of the South China sea[J]. Marine Georesources & Geotechnology, 11(1): 101–126.
- CLARK C D, 1993. Satellite remote sensing for marine pollution investigations[J]. Marine Pollution Bulletin, 26(7): 357–368.
- HUANG XIAODONG, CHEN ZHAOHUI, ZHAO WEI, et al, 2016. An extreme internal solitary wave event observed in the northern South China Sea[J]. Scientific Reports, 6: 30041.
- KATSAROS B K, MITNIK L, BLACK P, 2014. Microwave instruments for observing tropical cyclones[M]/TANG DANLING, SUI GUANGJUN. Typhoon impact and crisis management. Berlin: Springer: 5–61.
- LIU QINYU, KANEKO A, SU JILAN, 2008. Recent progress in studies of the South China Sea circulation[J]. Journal of Oceanography, 64(5): 753–762.
- LIU YUPENG, TANG DANLING, EVGENY M, 2019. Chlorophyll concentration response to the typhoon wind-pump induced upper ocean processes considering air-sea heat exchange[J]. Remote Sensing, 11(15): 1825.
- LIU YUPENG, TANG DANLING, TANG SHILIN, et al, 2020. A case study of Chlorophyll a response to tropical cyclone Wind Pump considering Kuroshio invasion and air-sea heat exchange[J]. Science of the Total Environment, 741: 140290.
- PHILLIPS O M, 1988. Remote sensing of the sea surface[J]. Annual Review of Fluid Mechanics, 20: 89–109.
- SANTOS A M P, 2000. Fisheries oceanography using satellite and airborne remote sensing methods: a review[J]. Fisheries Research, 49(1): 1–20.
- TANG DANLING, 2011. Remote sensing of the changing oceans[M]. Berlin: Springer: 1–7.
- TANG DANLING, KAWAMURA H, LUIS A J, 2002a. Short-term variability of phytoplankton blooms associated with a cold eddy in the northwestern Arabian Sea[J]. Remote Sensing of Environment, 81(1): 82–89.
- TANG DANLING, KESTER D R, NI I H, et al, 2002b. Upwelling in the Taiwan Strait during the summer monsoon detected by satellite and shipboard measurements[J]. Remote Sensing of Environment, 83(3): 457–471.
- TANG DANLING, KESTER D R, WANG ZHAODING, et al, 2003. AVHRR satellite remote sensing and shipboard measurements of the thermal plume from the Daya Bay, nuclear power station, China[J]. Remote Sensing of Environment, 84(4): 506–515.
- TANG DANLING, NI I H, 1996. Remote sensing of Hong Kong waters: spatial and temporal changes of sea surface temperature[J]. Acta Oceanographica Taiwanica, 35: 173–186.
- TANG DANLING, NI I H, KESTER D R, et al, 1999. Remote sensing observations of winter phytoplankton blooms southwest of the Luzon Strait in the South China Sea[J]. Marine Ecology Progress Series, 191: 43–51.
- TANG DANLING, NI I H, MÜLLER-KARGER F E, et al, 1998. Analysis of annual and spatial patterns of CZCS-derived pigment concentration on the continental shelf of China[J]. Continental Shelf Research, 18(12): 1493–1515.
- TANG DANLING, SUI GUANGJUN, 2014. Typhoon impact and crisis management[M]. Berlin: Springer: 1–4.
- WANG YING, GE CHENDONG, ZOU XINQING, 2017. Evidence of China's sea boundary in the South China Sea[J]. Acta Oceanologica Sinica, 36(4): 1–12.
- XU HUABING, TANG DANLING, LIU YUPENG, et al, 2019a. Dissolved oxygen responses to tropical cyclones "Wind Pump" on pre-existing cyclonic and anticyclonic eddies in the Bay of Bengal[J]. Marine Pollution Bulletin, 146: 838–847.
- XU HUABING, TANG DANLING, SHENG JINYU, et al, 2019b. Study of dissolved oxygen responses to tropical cyclones in the Bay of Bengal based on Argo and satellite observations[J]. Science of the Total Environment, 659: 912–922.
- YANG JUN, GONG PENG, FU RONG, et al, 2013. Erratum: the role of satellite remote sensing in climate change studies[J]. Nature Climate Change, 3(11): 1001.
- YE HAIJUN, SHENG JINYU, TANG DANLING, et al, 2019. Examining the impact of tropical cyclones on air-sea CO₂ exchanges in the Bay of Bengal based on satellite data and in situ observations[J]. Journal of Geophysical Research: Oceans, 124(1): 555–576.
- YU JIE, TANG DANLING, CHEN GUOBAO, et al, 2014. The positive effects of typhoons on the fish CPUE in the South China Sea[J]. Continental Shelf Research, 84: 1–12.
- YU JIE, TANG DANLING, LI YONGZHEN, et al, 2013. Increase in fish abundance during two typhoons in the South China Sea[J]. Advances in Space Research, 51(9): 1734–1749.
- ZHENG GUANGMING, TANG DANLING, 2007. Offshore and nearshore chlorophyll increases induced by typhoon winds and subsequent terrestrial rainwater runoff[J]. Marine Ecology Progress Series, 333: 61–74.
- ZHENG YI, YUE JUN, SUN XIAOFENG, et al, 2012. Studies of filtering effect on internal solitary wave flow field data in the South China Sea using EMD[J]. Advanced Materials Research, 518–523: 1422–1425.
- ZHU YAOHUA, SUN JUNCHUAN, WANG YONGGANG, et al, 2019. Overview of the multi-layer circulation in the South China Sea[J]. Progress in Oceanography, 175: 171–182.