

2013—2019 年度海洋科学技术奖计量统计及其 科研合作网络分析

赵晓龙, 李保石, 王泉斌

(自然资源部第一海洋研究所 青岛 266061)

摘要:文章基于2013—2019年度海洋科学技术奖,运用计量统计、社会网络分析等研究方法,探究海洋科学技术奖获奖成果计量特征、学科分布、获奖机构及其科研合作关系等,直观揭示海洋科学技术奖所构成的科研合作范式、科研合作网络结构等,以期为海洋科研管理、科技创新和学科建设等提供科学参考。研究表明:整体上,海洋科学技术奖获奖成果呈逐年递增趋势,一等奖与二等奖的获奖等级比值呈下降趋势;学科划分上,获奖成果主要隶属于“海洋科学”学科,又以海洋生物学、海洋装备与设备、海洋化学和物理海洋学为主体;获奖机构方面,海洋科学技术奖已奖励包括中国海洋大学和中国科学院海洋研究所等涉海类高校和科研院所所在在内的各类海洋科技创新主体285家,分布在山东、浙江、广东、上海、北京、江苏等19个省(市、自治区);科研合作方面,海洋科学技术奖获奖核心机构所构建的科研合作关系紧密,以自然资源部第二海洋研究所的中心度最高,中国海洋大学的中间中心度最高,其控制该科研合作网络中其他机构之间沟通交流的力度最大。

关键词:海洋科学技术奖;社会网络分析;计量统计;科研合作网络;核心机构;中心度

中图分类号:G353.1;P7

文献标志码:A

文章编号:1005—9857(2020)11—0019—09

R & D Collaboration Network and Evolutionary Characteristics of Marine Science and Technology Awards (2013—2019)

ZHAO Xiaolong, LI Baoshi, WANG Quanbin

(The First Institute of Oceanography, MNR, Qingdao 266061, China)

Abstract: Based on the public information of Marine Science and Technology Awards during the period of 2013—2019 in China, using the methods of econometric statistics and social network analysis, this paper is to reveal the basic characteristics of the annual distribution, award-grade ratio, discipline distribution, award-winning organizations and their scientific collaboration relationship, to visually reveal collaboration patterns, structural characteristics of research and development (R&D) collaboration network formed by core award-winning organizations of Marine Science and Technology Awards, and to provide scientific references for the management of marine scientific research projects, scientific and technological innovation and optimization of discipline

收稿日期:2020-04-15;修订日期:2020-10-15

基金项目:国家海洋局海域管理技术重点实验室开放基金(201404)。

作者简介:赵晓龙,工程师,硕士,研究方向为海洋科技成果转化管理

construction. The results showed that: (1) the numbers of Marine Science and Technology Awards showed an increasing trend over time, but the award-grade ratio of the first prize to the second prize was decreasing; (2) the disciplines of the award-winning achievements were mainly subordinate to Marine Sciences, with Marine Biology, Marine Equipment Research and Development, Marine Chemistry and Physical Oceanography as the main body; (3) the main award-winning organizations were ocean-related universities and scientific research institutes, with the total number of 285, such as Ocean University of China and Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, and distributed in 19 provinces (and Municipalities), including Shandong, Zhejiang, Guangdong, Shanghai, Beijing, Jiangsu, etc.; (4) the R&D collaboration network of the core award-winning organizations was closely connected, dominated by the Second Institute of Oceanography, Ministry of Natural Resources with the highest degree centrality, and Ocean University of China with the largest between-ness centrality, who occupied the core position in the network and intensively influenced the communications among award-winning organizations.

Key words: Marine Science and Technology Award, Social Network Analysis, Econometric analysis, R&D Collaboration Networks, Core Award-winning Organization, Degree Centrality

海洋科学技术奖是在原国家海洋局海洋创新成果奖的基础上,由中国海洋学会、中国太平洋学会和中国海洋湖沼学会三家国家级学会共同设立。作为面向全国海洋行业的综合性科学技术奖,该奖励主要鼓励海洋科学研究、技术创新与开发、科技成果推广应用、高新技术产业化、科学技术普及、国际科学技术合作等方面取得的优秀成果,具有海洋科学技术领域的代表性和权威性^[1]。自 2013 年以来,海洋科学技术奖已连续奖励了一批具有重大海洋科技创新意义的科研成果、科研机构 and 科研人员,为广大海洋科技工作者、涉海科研机构提供了展示其综合科研实力的平台。

本研究基于 2013—2019 年度海洋科学技术奖公开信息,运用计量统计和社会网络分析等研究方法,多维度系统性探析该奖项奖励特点和发展历程,分析其获奖核心机构及其空间分布,并初步揭示核心获奖机构间的科研合作关系及其网络结构,以期为我国海洋科研管理、海洋科学技术奖组织与管理等提供借鉴和参考。

1 数据和方法

1.1 基础数据

本研究基础数据均为历届海洋科学技术奖公开非涉密信息,主要来源于中国海洋学会等官方平

台,包括获奖项目、获奖等级、获奖单位及获奖人员等基本内容。时间涵盖了 2013—2019 年度。获奖成果所涉及的学科划分主要参照《学科分类与代码》(GB/T 13745—2009),其中在三级学科“海洋科学”中增加了“海洋装备与设备”一项。获奖单位名称及其性质划分统一参照“全国组织机构代码统一社会信用代码服务中心”数据库、《国民经济行业分类》(GB/T 4574—2017)及国家统计局《关于执行国民经济行业分类第 1 号修改单的通知》(国统字〔2019〕66 号)等标准规范和文件通知,对已合并、撤销等调整的获奖机构,统一化并为国家工商主管机关登记备案的机构名称和性质。获奖等级遵照《海洋科学技术奖评审范围与标准(暂行)》(国家海洋局,2013 年 3 月 29 日)等管理规定。

1.2 研究方法

1.2.1 计量统计分析法

计量统计分析是一种利用数理统计,对海洋科学技术奖的获奖成果、获奖机构等外部特征进行定量分析研究的方法。本研究运用 Excel、SPSS 等统计分析软件,分别从海洋科学技术奖奖励成果的年度授予量、获奖等级比、学科分布、地域分布、核心机构和核心人员等关键指标进行系统性统计分析,以揭示海洋科学技术奖的整体发展历程。

获奖等级比(r)系指海洋科学技术奖“一等奖”项目数 m 与“二等奖”项目数 n 的比值,计算公式为:

$$r = \frac{m}{n} \quad (1)$$

该等级比 r 数值越小,说明该奖项“一等奖”的评选条件越严苛。

核心机构和核心人员分别指海洋科学技术奖的主要获奖机构和主要获奖人员,这些核心机构和核心人员往往可提升该奖项的影响力和竞争力,推动海洋科学的创新发展。核心机构的获奖量和核心人员的获奖量,分别运用普莱斯定律公式计算^[2]:

$$N_I = \sqrt{M_{I_{max}}} \quad \& \quad N_p = \sqrt{M_{p_{max}}} \quad (2)$$

式中: N_I 、 N_p 分别为核心机构的获奖量和核心人员的获奖量; $M_{I_{max}}$ 、 $M_{p_{max}}$ 分别为获奖机构、获奖人员的最大获奖量。

1.2.2 社会网络分析法

社会网络分析是通过研究社会网络中各节点间的关系来揭示科研合作关系、结构及其演变特征的一种量化研究方法^[3],其研究宗旨是要对科研合作网络各节点间的关系进行量化研究,以揭示网络各节点的网络地位、彼此关系和关系结构等量化特征,现已广泛应用于自然科学、人文与社会科学等众多领域^[4],并发挥了重要作用。本研究采用 UCINET 软件定量分析海洋科学技术奖所形成的科研合作网络结构^[5],选取网络密度、中心度和中间中心度 3 个指标来反映海洋科研合作网络定量性特征,并利用 NetDraw、ArcGIS 等软件对分析结果进行可视化展示。

网络密度(D)主要用来测度海洋科学技术奖所构建的科研合作网络中各节点之间联系的紧密程度,反映该科研合作网络的整体凝聚力水平^[6]。网络密度的取值区间为 $0 \sim 1$ ^[7],越趋近于 1,说明该科研合作网络节点之间的联系越紧密,该网络对节点产生的影响越大。

为进一步反映海洋科学技术奖获奖机构在该科研合作网络中的地位及其重要性,引入中心度和中间中心度两个指标^[8]。中心度(C_d)反映科研合作网络中与某获奖机构节点直接连接的关系边

数^[9],其数值越大,说明该机构节点与其他节点连接越密切,在该科研合作网络中的核心程度越高,在网络中越重要。中间中心度(C_b)计算的是某个获奖机构节点在多大程度上位于网络中其他节点之间,用来反映该节点在整个网络中控制信息传输的控制能力^[10],该数值越大,说明该节点越位于该网络核心,对整个网络中其他获奖机构之间沟通交流的控制力度越大。

中心度计算公式如下:

$$C_d(i) = \sum_{j=1}^N a_{ij} \quad (3)$$

式中: a_{ij} 为科研合作网络中节点 i 和节点 j 间的关系矩阵,如果两个节点之间存在联系,则 $a_{ij} = 1$,否则 $a_{ij} = 0$ 。

中间中心度计算公式如下:

$$C_b(i) = \sum_{j=1; k=1; j \neq k \neq i}^N \frac{e_{jk}(i)}{e_{jk}} \quad (4)$$

式中: e_{jk} 为网络中节点 j 和节点 k 之间的最短关系路径数, $e_{jk}(i)$ 是节点 j 和节点 k 之间存在经过节点 i 的最短关系路径数。

2 结果与分析

2.1 计量统计特征

2.1.1 获奖成果及其等级比分析

海洋科学技术奖年度授予量能反映从事海洋科学研究和技术研发等获奖机构的年度科研成果生产力,以及该奖励引导、推动科技创新的能力,可展现一个研究领域的科技创新发展和科技成果发展速度及水平。自 2013 年设立以来,海洋科学技术奖已连续对 229 项科研成果进行了奖励(图 1),年平均奖励 32.71 项。从历年奖励统计(图 1a)看,海洋科学技术奖每年奖励的成果数量呈现上升趋势,说明国内科研机构对该奖项的申报积极性持续保持上升态势。从获奖等级比统计(图 1b)看,该奖励一等奖与二等奖的多年等级比整体呈下降趋势,说明海洋科学技术奖的一等奖评奖条件和授予难度逐年提高。

对已奖励的 229 项科研成果进行保密性要求分析(图 2),其中,涉密获奖成果有 25 项,约占奖励总数的 10.9%,又以 2017 年年度涉密获奖海洋科技

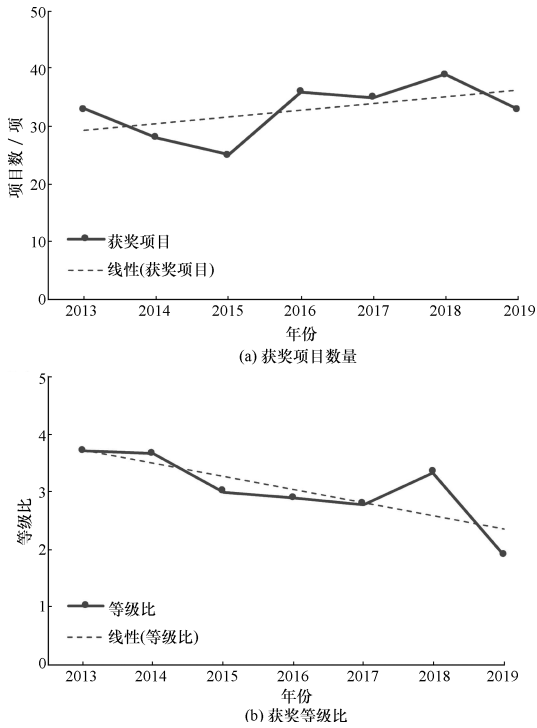


图 1 2013—2019 年海洋科学技术奖年度统计

成果为最多,数量为 9 项,2019 年年度奖励中无涉密成果;非涉密获奖科研成果有 204 项,占奖励总数的 89.1%。非涉密获奖成果是本研究主要研究对象。

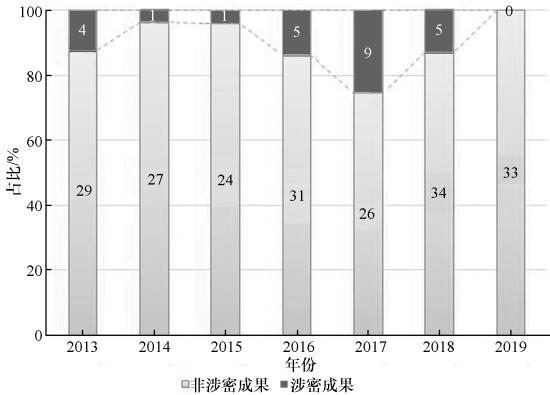


图 2 2013—2019 年获奖成果保密性统计

从获奖成果所属学科划分(图 3)看,非涉密获奖成果在二级学科上主要隶属于“海洋科学”学科(图 3a),约占非涉密获奖成果总数的 80.4%,其他二级学科类成果表现不明显。对该“海洋科学”学科类获奖成果进一步划分三级学科(图 3b),可以发现:海洋生物类、海洋装备与设备类、海洋生态类、

物理海洋类和海洋化学类等 5 类学科的科研成果占到“海洋科学”类科研成果的前五位,总数约占该类获奖成果的 70.7%。可以看出,海洋科学技术奖要更好地发挥全国海洋行业综合性科学技术奖的引领作用,还要在奖励学科布局等方面进一步统筹谋划。

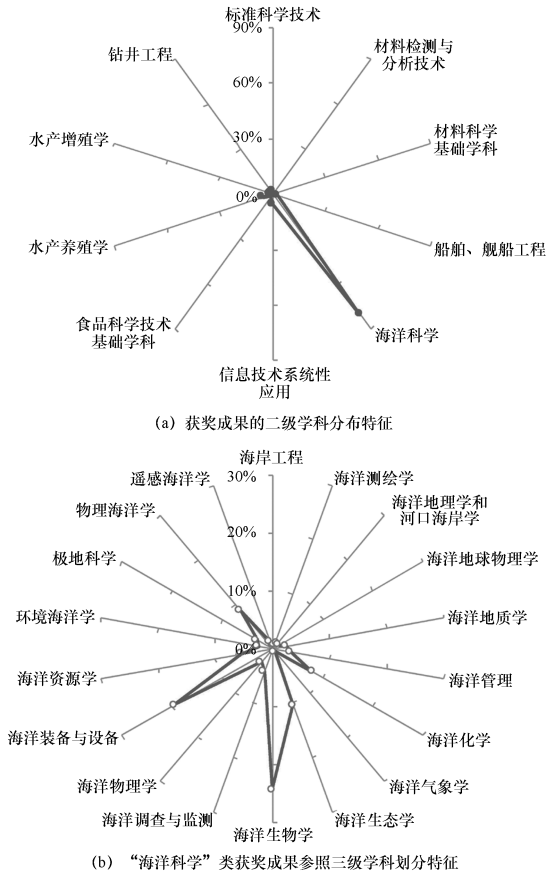


图 3 获奖项目学科分布特征

2.1.2 核心机构与核心人员

核心机构和核心人员的优秀成果可有效提升奖励的学术影响力、科研引领力和科技创新号召力^[11],有效推动奖项所在领域的创新和发展。根据对非涉密获奖成果的统计(图 4),该奖项已累计奖励相关机构 634 家次、科研人员 2 114 人次。对获奖机构进一步梳理,将已撤并、调整等的相关获奖机构统一划归为国家工商主管机关备案的机构名称和类型,获得海洋科学技术奖的获奖机构总数为 285 家。从机构行业背景看,主要为从事海洋科学研究和技术研发的涉海类高校、科研院所和企业等各类海洋科技创新主体。

整体上,海洋科学技术奖历年获奖人员和获奖机构的数量均呈上升趋势(图 4a 和图 4b),其中以获奖人员的数量增长趋势明显,说明随着海洋科学进入大科学时代^[12],海洋领域的科学研究不仅表现为科研规模的扩大,科研机构之间以及机构内部的科研合作交流也日益增强^[13]。经统计,该奖励的每项获奖成果对应的平均获奖机构数为 3.14 家、平均获奖人员数为 10.33 人。从发展趋势看,每项获奖成果的平均获奖机构数量呈较为明显的下降趋势(图 4c),而在平均获奖人员数量方面则略有上升趋势(图 4d),说明近年来国内海洋科研界更多地关注机构内部人员的科研交流与合作,而对跨机构间的合作重视度有所降低。

利用 ArcGIS 软件对获奖机构进行空间分析,获得海洋科学技术奖获奖机构的空间分布模式。海洋科学技术奖获奖机构已广泛分布在我国东部沿海地区和中西部内陆地区等的 19 个省(市、自治区),又以山东省的获奖机构活跃度最高,数量达到 54 家,其次是浙江省(38 家)、广东省(31 家)、上海市(29 家)、北京市(26 家)和江苏省(25 家)等,此 6 个省(市)的获奖机构总数约占全部获奖机构的 71%,充分说明 6 个省(市)获奖机构的海洋综合科研能力可以代表国内海洋领域的创新水平和研发实力。从聚集度看,以山东省的获奖机构表现最为突出,有力地说明了山东省作为传统海洋强省,集聚了国内主要的海洋科研创新力量,仍在引领全国海洋创新发展。另外,浙江省、广东省等地区海洋科研力量也呈现较高的水平。让人惊讶的是,海洋科学技术奖获奖机构不再仅仅分布在东部沿海 11 个省(市、自治区),国内海洋科研产出表现出了全国范围内的大暴发态势^[14],像四川省、湖北省、甘肃省、陕西省、云南省等中西部内陆省份的科技创新主体也积极参与到海洋创新发展的大浪潮中。

运用普莱斯定律^[2],统计出 2013—2019 年度海洋科学技术奖获奖量最多的机构是中国海洋大学,其最大获奖量 $M_{Imax} = 38$ 项,可计算出该奖获奖机构的普莱斯系数 $N_I \approx 6.16$,将该数值取整为 6,即海洋科学技术奖核心机构的最低获奖量为 6。据此统计 2013—2019 年荣获海洋科学技术奖 6 项以上

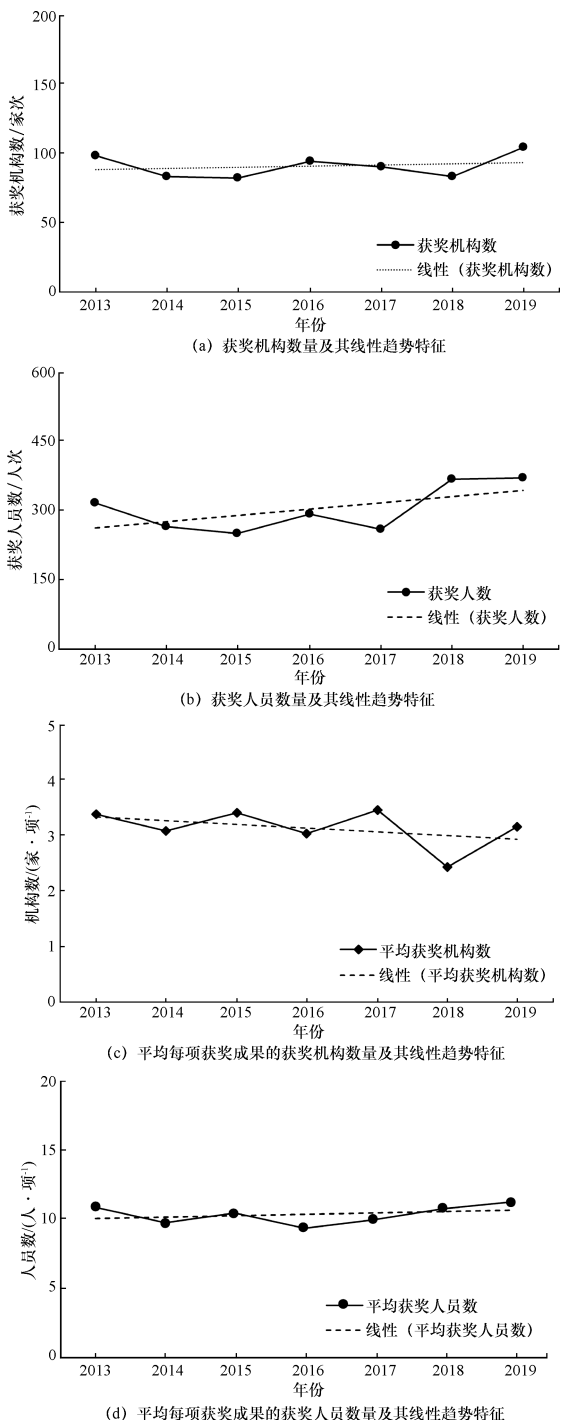


图 4 2013—2019 年获奖单位与获奖人员数量特征

的获奖核心机构共有 22 家(图 5a)。从机构行业背景看,获奖机构主要属于涉海类高校和科研院所,其中以中国海洋大学引领获奖机构队伍,足以说明其在海洋科学技术研究领域具有重要的引领作用;在科研院所中,以中国科学院海洋研究所最为突

出。这些高校和科研机构聚集了我国海洋科学研究主要科研力量和资源,不仅对海洋科学技术奖的

发展及其学术贡献较大,其成果也在一定程度上代表了研究领域的前沿、方向及趋势。

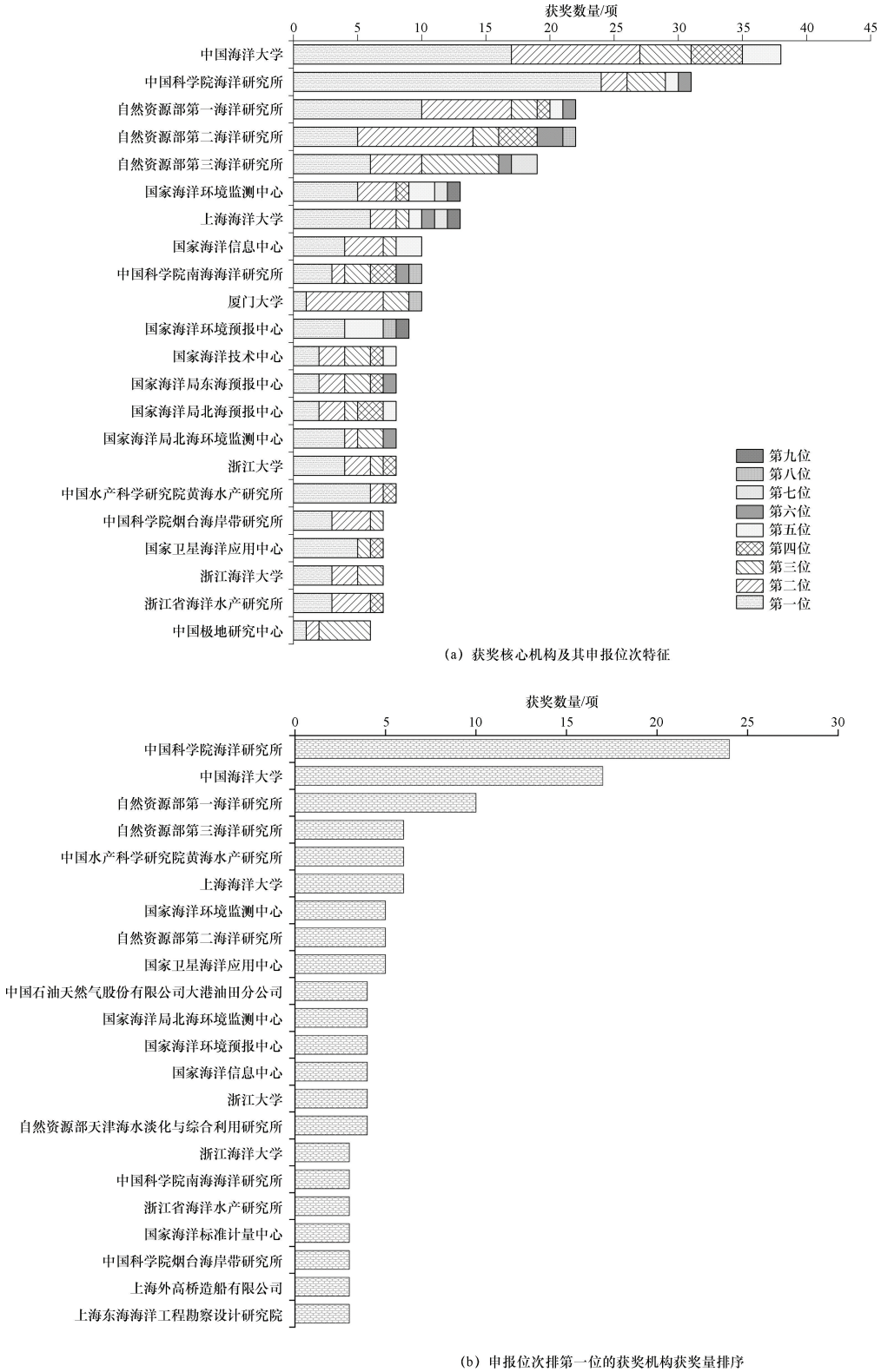


图 5 2013—2019 年获奖机构排名

在对比获奖核心机构与申报排第 1 位的机构获奖数量(图 5)时,可以看出:海洋科学技术奖的获奖核心机构与该奖励申报排第 1 位的机构排序中并不完全一致(图 5a、图 5b),除表现出同一机构的排名顺序不同,机构行业背景也不同。核心机构排序中,以中国海洋大学和中国科学院海洋研究所分别位列第 1 位和第 2 位,技术优势明显,说明该两家机构的原始创新科研能力突出、科研创新成果较多。奖励申报排第 1 位的机构往往在获奖成果的科研攻关、组织、实施等过程中起到了关键核心作用,其获奖量可以反映该机构的综合创新实力水平。中国科学院海洋研究所虽在核心机构获奖量上仅次于中国海洋大学(图 5a),但在牵头申报获奖的成果数量上,又领跑其他所有获奖机构(图 5b),表现出强劲的原始科技创新能力和科技发展引领力。从机构行业背景看,获奖核心机构以高校、科研院所为主体,而申报排第 1 位的机构排序中出现了企业创新主体类型(图 5b)。此外,核心机构中有 5 家机构未能进入申报排第 1 位的机构获奖量排序前列,约占核心机构总数的 22.7%,说明部分具有较高奖励申报积极性的核心机构,通过参与奖励申报可有效锻炼科研队伍,增加其自身优秀成果产出,为其未

来的科技创新培育发展潜力。

2013—2019 年度海洋科学技术奖获奖人员的最大获奖频次是 4 次,对应的普莱斯系数为 2,期间获奖频次超过该数值的人员总数超过了 228 人,说明该奖项获奖人员较为分散,获奖核心人员尚未明显显现。

2.2 科研合作网络分析

基于 22 家获奖核心机构,利用 UCINET 软件构建海洋科学技术奖获奖核心机构的科研合作网络(图 6)。网络中的每个节点代表获奖机构,节点之间的连线表示获奖机构之间的合作关系和合作密度,连线的粗细表示彼此合作获奖频次和成果数量,连线越粗,表示两者合作获奖成果越多、合作越频繁。从图 6 可以看出:自然资源部第一海洋研究所、自然资源部第二海洋研究所、自然资源部第三海洋研究所、国家海洋环境预报中心、国家海洋环境监测中心、中国科学院海洋研究所和中国海洋大学之间的连线较粗,表明此 7 家机构之间的科研合作最为频繁、共同获奖数量最多。经计算,该科研合作网络的密度 $D=0.9913$,说明该奖核心机构科研合作网络节点间联系紧密,机构之间的合作密切。

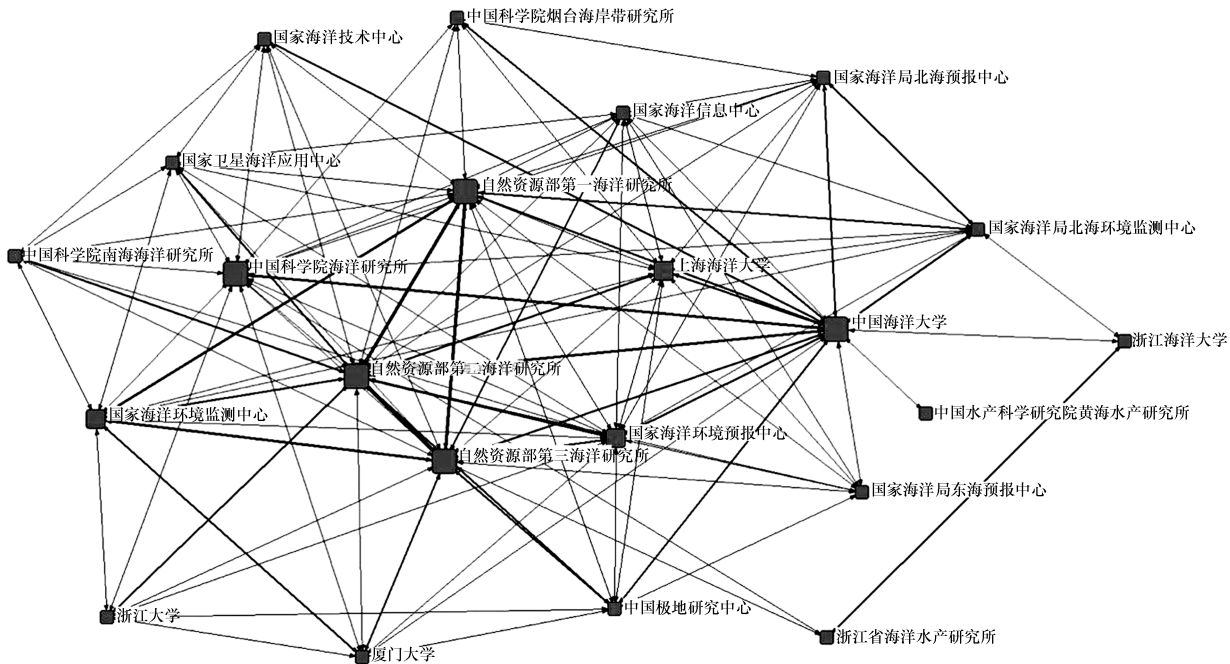


图 6 获奖核心机构间科研合作网络

从表 1 可以看出,海洋科学技术奖获奖核心机构中,核心排名第 4 位的自然资源部第二海洋研究所的中心度最高,其数值 $C_d = 59$,说明该机构在核心机构科研合作网络中占据核心地位,影响力最大;核心排名第 1 位的中国海洋大学的中间中心度数值 $C_b = 37.519$,为该科研合作网络中的最大值,说明其处于该网络的核心地位,控制网络中其他机构之间沟通交流的力度最大。核心排名第 22 位的中国极地研究中心的中心度 $C_d = 17$,在中心度排名中跃升幅度较大,说明国内围绕极地科学考察研究形成的科研合作关系正逐渐加密,但其中间中心度 C_b 仅为 1.550,又说明该机构在中国极地科学研究和极地考察研究活动中的枢纽地位不明显。

表 1 核心机构科研合作网络中心度分析

核心排名	机构名称	C_d	C_b
4	自然资源部第二海洋研究所	59	12.626
5	自然资源部第三海洋研究所	51	16.654
1	中国海洋大学	48	37.519
3	自然资源部第一海洋研究所	44	9.640
11	国家海洋环境预报中心	28	9.622
6	国家海洋环境监测中心	26	3.238
2	中国科学院海洋研究所	23	18.765
7	上海海洋大学	20	5.063
15	国家海洋局北海环境监测中心	18	5.447
8	国家海洋信息中心	17	1.910
22	中国极地研究中心	17	1.550
14	国家海洋局北海预报中心	15	0.749
10	厦门大学	15	0.960
19	国家卫星海洋应用中心	14	1.225
13	国家海洋局东海预报中心	11	0.143
9	中国科学院南海海洋研究所	11	0.310
12	国家海洋技术中心	9	0.729
16	浙江大学	9	0.286
18	中国科学院烟台海岸带研究所	9	0.091
20	浙江海洋大学	6	1.167
21	浙江省海洋水产研究所	6	1.307
17	中国水产科学研究院黄海水产研究所	2	0.000

整体上,海洋科学技术奖获奖核心机构间的科研合作网络的中间中心度平均值为 5.864,位于平均中间中心度之上的核心机构还有中国科学院海洋研究所、自然资源部第三海洋研究所、自然资源部第二海洋研究所、自然资源部第一海洋研究所和国家海洋环境预报中心等机构,说明其在该科研合作网络中也具有较重要的地位。但也有一些机构的中间中心度数值小于 1,如中国水产科学研究院黄海水产研究所等,说明这些机构处于该科研合作网络的边缘地带,控制其他机构及资源的能力弱。

3 结语

海洋科学技术奖作为国内海洋领域综合类科学技术奖项,其奖励可反映我国海洋领域创新成果发展情况,其获奖的科研成果和机构能代表着国内海洋领域的科学研究和技术研发能力水平。本研究基于 2013—2019 年度海洋科学技术奖公开信息,综合运用计量统计、社会网络分析等方法,系统探析了海洋科学技术奖发展历程及其科研合作网络结构特征,发现如下规律。

(1)海洋科学技术奖获奖成果呈逐年递增趋势,一等奖与二等奖的获奖等级比值呈下降趋势。

(2)在学科划分上,获奖成果主要隶属“海洋科学”学科,其中又以海洋生物学、海洋装备与设备、海洋化学和物理海洋学等三级学科为主体。为更好地发挥奖励对海洋事业整体推动作用,海洋科学技术奖在奖励学科布局等方面尚存在进一步优化的空间,注重其他学科重大科研成果的培育引导。

(3)海洋科学技术奖的获奖机构主要是涉海类高校、科研院所和企业等 285 家,并以中国海洋大学和中国科学院海洋研究所等涉海类高校和科研院所引领获奖队伍。这些获奖机构分布于我国东部沿海、中西部内陆等 19 个省(市、自治区),又以山东、浙江、广东、上海、北京、江苏等省(市)的获奖机构分布最为集中。

(4)获奖核心机构所构建的海洋科研合作网络节点间联系紧密,其中以自然资源部第二海洋研究所的中心度最高,影响力大;中国海洋大学的中间中心度最高,控制该科研合作网络中其他机构之间沟通交流的力度最大。

参考文献

- [1] 中国海洋学会.海洋科学技术奖[EB/OL].(2020-03-10)[2020-04-15] <http://www.cso.org.cn/a/haiyangkexue-jishujiang/>.
- [2] 刘二稳,陈光美.《山东建筑大学学报》2007—2018 年文献计量统计分析[J].山东建筑大学学报,2019,34(5):88—95.
- [3] 苏屹,韩敏睿,雷家骝.基于社会网络分析的区域创新关联网络研究[J].科研管理,2018,39(12):78—85.
- [4] CAN U,ALATAS B.A New direction in social network analysis;Online social network analysis problems and applications[J].Physica A,2019 (535):122372.
- [5] APOSTOLATO I A.An overview of software applications for social network analysis[J].International review of social research,2013,3(3):71—77.
- [6] ALIREZA A,LIAQUAT H,SHAHADAT U,et al.Evolutionary dynamics of scientific collaboration networks;multi—levels and cross—time analysis[J].Scientometrics,2011,89(2):687—710.
- [7] 刘军.整体网分析[M].上海:格致出版社、上海人民出版社,2018:16—27.
- [8] FREEMAN L C.Centrality in social network conceptual clarification[J].Social Networks,1978,1(3):215—239.
- [9] GUI Q C,LIU C L,DU D B.The structure and dynamic of scientific collaboration network among countries along the Belt and Road[J].Sustainability,2019,11(19):5187—5203.
- [10] SYED S,NÍ AODHA L,SCOUGAL C,et al.Mapping the global network of fisheries science collaboration[J].Fish and Fisheries,2019 (20):830—856.
- [11] GUI Q C,LIU C J,DU D B.Globalization of science and international scientific collaboration: A network perspective[J].Geoforum,2019,105:1—12.
- [12] FU H Z,CHU J,ZHANG M.In—depth analysis of international collaboration and inter—institutional collaboration in nuclear science and technology during 2006—2015 [J].Journal of nuclear science and technology,2018,55(1):29—40.
- [13] IVAN C,WESLEY S.Institutional collaboration in science: A typology of technological practice[J].Science, Technology & Human Values,1999,24(3):338—372.
- [14] 李晓璇,刘大海.中国海洋科研机构的空间分布特征与演化趋势[J].科研管理,2018,39(专刊):317—325.