

编者按: 自然资源综合研究是中国的最大亮点与特色。半个多世纪以来,在老一辈资源科技工作者特别是孙鸿烈、石玉林、李文华、孙九林等院士的带领下,中国自然资源研究经历了艰难波折的发展历程,也积淀了丰硕的理论与实践成果,建立了中国自然资源学会等学术共同体,培养了一批自然资源学科专业人才。展望新时代,中国自然资源研究还面临各种机遇与挑战,特别是新的自然资源综合科学考察与研究 and 自然资源治理体系建设的国家战略需求,未来的资源科学学科建设、人才培养需要更多跨学科和跨部门之间的交叉与融合。在中国科学院地理科学与资源研究所建所80周年暨中国自然资源综合科学考察65周年之际,本专栏邀请资源科学领域的相关学者,分别从历史回顾、发展机遇、新一轮科学考察、资源治理、人才培养和学科发展撰写相关文章,以期总结过去、立足现在、面向未来,期待广大读者进一步充分交流和献计献策。无论中国的自然资源综合研究还是自然资源学科建设发展,都已跨过耳顺之年。真诚希望能有更多的资源科学研究者在理论创新、方法探索、决策应用、人才培养等方面提供宝贵的真知灼见和丰富知识,为资源科学理论与方法论的建设和创新贡献自己的力量。

中国自然资源研究的发展历程及展望

成升魁¹, 沈 镭^{1,2}, 封志明^{1,2}, 钟 帅^{1,2}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 自20世纪50年代以来,在以服务国家战略需求为导向的大规模、长时期、持续的自然资源综合考察活动推动下,中国自然资源研究形成了跨部门、跨学科、跨地区的综合集成的发展特色,并且在“任务带学科”的发展过程中也逐步创建了较为系统的资源科学理论基础和实证方法论体系。面对自然资源部成立以来国家对自然资源综合管理体制深化改革的重大需求,推动建立并完善独立的资源科学学科体系,已成为当前我国自然资源研究领域的重要任务。本文系统梳理了20世纪50年代至21世纪初中国自然资源综合考察和研究的发展过程,着重论述了不同时期的重点发展方向及特点,完成了对不同时期历史机遇的总结与展望。可以发现:中国自然资源研究已经形成了国家需求导向并引领学科建设的发展趋势,未来应继续坚持以多学科整合为特色的综合研究范式,开拓中国特色的资源科学系统研究新视角;加快形成完整的学科体系,完善资源科学人才培养体系;加强资源科学的学科史研究,厘定资源科学与地理学、地质学、生态学、环境科学等相关学科的相互关系,积极引入大数据理论框架及技术优势,创新“自然资源大数据”或“资源利用大数据”等相关理论及技术,建立自然资源开发利用过程动态评价方法,为生态文明建设和可持续发展战略提供自然资源本底及其与生态环境综合影响评价方面的决策支持,探索解析自然资源利用过程中自然规律和社会经济规律以及两者之间的系统关联机制。

关键词: 自然资源;综合考察;综合研究;展望;中国

收稿日期: 2020-06-08; 修订日期: 2020-07-03

基金项目: 中国科学院战略性先导科技专项(XDA19040102); 科技部国家重点研发计划(2016YFA0602802); 国家自然科学基金项目(41771566)

作者简介: 成升魁(1957-), 男, 陕西合阳人, 博士, 研究员, 主要从事资源生态与区域发展研究。

E-mail: chengsk@igsnrr.ac.cn

通讯作者: 钟帅(1985-), 男, 海南文昌人, 博士, 副研究员, 主要从事能源和矿产资源经济与政策研究。

E-mail: zhongshuai@igsnrr.ac.cn

2020年是中国科学院地理科学与资源研究所建所80周年暨中国自然资源综合科学考察65周年。以自然资源综合考察和研究为特色的自然资源学,已初步形成了具有中国本土特色的学科体系,即资源科学或自然资源学。然而,资源科学还很年轻,在国家学科体系中尚未形成独立地位,这与国家组建自然资源部以及当前大力推进自然资源综合管理和生态文明建设的实践要求极不协调。为此,本文回顾了中国自然资源研究发展历程,系统梳理出具有标志性意义的主要机遇与挑战,旨在为未来自然资源研究创新与发展提供参考。

自然资源研究是建立在现代科学范式确立及完善、先进观测技术突破及大范围应用,以及成建制大规模野外考察工作等基础之上形成的综合性领域。人类科技文明的历程也是自然资源开发利用能力不断强化的过程,但资源科学作为一门独立的综合性学科是最近几十年才逐渐形成。发达国家的自然资源研究与其历次科技革命的过程及重点领域密切相关,如以蒸汽机发明和使用为发端的第一次科技革命带来了大机器生产方式,第一次深刻改变了人类利用农业资源的方式;第二次科技革命则全面改变了人类对能源的认识及利用方式,标志着电气化时代来临,也启动了自然资源利用的规模化进程;第三次科技革命即信息技术革命,意味着人类对自然资源的认识、开发、利用及管理过程产生了模式化、集成化、自动化的变革。三次科技革命都发生于发达国家,开启了矿产、能源、土地、水及森林、草原、海洋等自然资源开发利用的科技进程,形成了门类化、标准化、制度化的科技发展体系和公共管理结构。例如,英国率先利用航空遥感技术建立了国家土地资源及利用监测体系;前苏联为能源、矿产、土地、水资源等建立了一整套基于地球科学的评价指标;美国地质调查局(USGS)自1879年成立,100多年以来始终坚持基本方向,其中“对全国范围的自然资源进行长期监测及评估”是长期承担的主要任务之一。因此,发达国家的自然资源研究既服务于工业发展,形成了门类化发展特征,也服务于国家战略,建立了基于地球科学的系统性框架。然而,门类化的发展路径尽管可以不断深化对某一类自然资源的认识及利用程度,但也限制了从自然系统和社会系统的整体出发对多种自然资源利用过程的综合性认识,也由此催生了“地球系统科学”的提出及发展,即从地球整体特征出发,探索对自然资源的更深入认识及多元化和组合化利用,但其依然嵌套于地理学、地质学、环境学和生态学的研究范式之中。中国的自然资源研究发端于成建制大规模综合科学考察,走出了另一条发展路径,是在借鉴并完善发达国家的自然资源研究范式、引进并改进先进技术并积极应用于考察工作实践等基础上,逐渐形成了跨部门、跨学科、跨地区综合集成的发展特色。

自20世纪50年代中期以来,大规模综合性和专题性的自然资源科学考察和研究在全国范围内持续组织与实施,创立了自然资源综合研究的独特学科体系,为现代资源科学的理论与方法研究奠定了坚实的工作基础^[1]。据统计,自1951—1999年,先后组织完成了32项大规模的综合科学考察队、10余项专业考察队和21项关于自然资源综合研究任务(表1)。这种围绕自然资源开展的大规模且长期持续的综合科学考察及研究活动在世界上史无前例。

回顾过去65年来,中国的自然资源综合研究始终以服务于国家战略需求为首任。在20世纪50年代中期至80年代中期完成了持续性的大规模多门类及多区域考察;到20世纪80年代中期至90年代中后期建立了多学科集成的学科理论基础和实证方法论体系,形

表1 1951—1999年自然资源综合考察与研究的历史任务

Table 1 Historical tasks of comprehensive survey and research of natural resources in 1951-1999

任务类型	名称 (时间和范围)
综合考察 (32项)	中国科学院 (以下简称中科院) 黄河中游水土保持综合考察队 (1953—1958年, 黄河中游); 中国—苏联科学院云南紫胶工作队 (1955—1957年, 云南); 中科院土壤队 (1955—1960年, 长江和黄河流域); 中科院黑龙江流域综合考察队 (1956—1960年, 黑龙江流域); 中科院新疆综合考察队 (1956—1961年, 新疆); 中科院盐湖科学考察队 (1957—1960年, 青海柴达木盆地为主, 延伸到新疆、甘肃、宁夏、内蒙古和山西); 中科院华南热带生物资源综合考察队 (1957—1970年, 广东、广西和闽南地区); 中科院珠穆朗玛峰登山科学考察队 (1958—1960年, 西藏); 中科院青海甘肃综合考察队 (1958—1960年, 青海、甘肃及内蒙古西部); 中科院云南热带生物资源综合考察队 (1958—1970年, 云南及四川与贵州南部); 中科院西部地区南水北调综合考察队 (1959—1961年, 川西、滇北); 中科院治沙队 (1959—1964年, 西北6省区); 中科院西藏综合考察队 (1960—1962年, 西藏); 中科院内蒙古宁夏综合考察队 (1961—1964年, 内蒙古、宁夏); 中科院西南山区综合科学考察队 (1963—1966年, 川滇黔三省); 中科院西藏综合考察队 (1966—1968年, 西藏); 紫胶考察队 (1966—1970年, 云南、贵州及四川); 中科院青藏高原 (西藏) 综合科学考察队 (1973—1980年, 西藏); 中科院珠穆朗玛峰科学考察分队 (1975年, 珠穆朗玛峰地区); 贵州省山区资源综合利用调查队 (1976—1977年, 贵州); 中科院托木尔峰登山科学考察队 (1977—1978年, 新疆); 中科院南方山区综合科学考察队 (1980—1990年, 南方亚热带东部9省区); 中科院青藏高原 (横断山区) 综合科学考察队 (1981—1985年, 横断山区); 中科院登山科学考察队 (1982—1984年, 南迦巴瓦峰); 中科院黄土高原综合科学考察队 (1984—1989年, 黄土高原); 中科院新疆资源开发综合考察队 (1985—1989年, 新疆); 中科院西南地区资源开发考察队 (1986—1988年, 川滇黔桂渝四省区一市); 中科院青藏高原 (喀喇昆仑山—昆仑山区) 综合科学考察队 (1987—1990年, 喀喇昆仑山和昆仑山区); 青海可可西里综合科学考察队 (1989—1990年, 可可西里); 中科院青藏高原综合科学考察队 (1989—1997年, 西藏“一江两河”及藏南、藏东); 青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究 (1992—1995年, 青藏高原); 青藏高原环境变迁与可持续发展研究 (1997—2000年, 青藏高原)
专项考察 (10项)	西北炼焦基地考察组 (1965—1966年, 新青甘三省区); 河西荒地考察队 (1965—1968年, 河西地区); 祁连山考察队 (1966—1968年, 祁连山区); 青海玉树草场考察队 (1970年, 青海玉树); 陕西考察队 (1970年, 陕南和陕北); 青海海南荒地考察队 (1970年, 青海海南州); 黑龙江省尚志县土地资源综合考察规划队 (1976年, 黑龙江省尚志县); 黑龙江省伊春地区荒地资源综合考察队 (1977年, 黑龙江省伊春地区); 内蒙古乌盟后山滩川地考察队 (1977年, 内蒙古乌兰察布盟); 中科院—湖南省桃源农业现代化综合科学实验基地县考察队 (1989—1997年, 湖南省桃源县)
区域可持续发展考察研究 (11项)	黄河上游沿岸多民族地区经济发展战略研究 (1991—1992年); 晋陕蒙接壤地区工业与能源发展及布局 (1991—1993年); 长江中游沿江产业带建设 (1991—1993年); 大福州地区外向型经济发展与投资环境综合研究 (1992年); 河西走廊地区经济发展与环境整治的综合研究 (1994—1995年); 京九铁路经济带开发研究 (1994年); 晋陕鲁豫接壤地区区域发展与环境整治 (1994—1995年); 中国环北部湾地区总体开发与协调发展研究 (1994—1996年); 南昆铁路沿线产业协调发展的建议 (1997年); 中国西部区域类型与产业转移综合研究 (1997—1999年); 黄河沿岸地带水资源可持续利用与生态经济协调发展研究 (1999—2001年)
自然资源综合研究 (21项)	中国宜农荒地资源研究 (1978—1985年); 南水北调工程东线和中线引水综合研究 (1978—1982年); 中国自然保护区研究 (1983—1984年); 中国山区自然经济状况及其分区的初定研究 (1983—1984年); 参与组织编著《中国自然资源丛书》与撰写丛书的《综合卷》(1983—1986年); 中国农业气候资源研究 (1983—1993年); 2000年中国的自然资源研究 (1985—1988年); 中华人民共和国1:100土地资源图研究与编制 (1979—1990年); 中国1:100草地资源图研究与编制 (1979—1990年); 中国土地资源生产能力及人口承载量研究 (1986—1991年); 《中国自然资源手册》编撰 (1988—1990年); 《中国的世界纪录丛书》第三卷《地理资源卷》编撰 (1989—1990年); 全球资源态势与中国对策研究 (1990—1992年); 重点产粮区主要农作物遥感估产研究 (1991—1995年); 中国资源态势与开发方略研究 (1991—1997年); 中国森林资源研究 (1994—1996年); 农业自然资源研究 (1995—1996年); 中国的自然资源研究 (1998—2001年); 西部资源潜力与可持续发展研究 (1999—2000年); 中国百年 (1950—2050年) 资源、环境与经济演变趋势研究 (1998—2001年); 中国自然资源数据库研究 (1987—1990年)

成了浓厚的“任务带学科”发展特征；进入21世纪以来，面对国家自然资源综合管理体制开始推行深化改革的新时期及新机遇，自然资源综合研究依靠长期建立的三个重要阵地，即成建制机构、学术共同体和人才培养体系，持续不断地探索推动建立资源科学的独立学科体系。

1 自然资源综合研究直接服务于国家战略需求

20世纪50年代中期到80年代中期的30年是自然资源调查和研究并举的黄金时期。1956年，中国科学院自然资源综合考察委员会（以下简称综考会，地理学家竺可桢兼首任主任，经济学家顾准为副主任）成立。以此为标志，中国创立了首个独立从事自然资源科学研究的专门机构。在2016年出版的综考会会志中，非常详实地阐述了自然资源综合科学考察的含义、指导思想、工作任务和体制机制等。归纳这时期的综合调查与研究具有以下四个显著特点：

(1) 承担国家重大战略任务，分阶段填补中国自然资源本底的空白。从19世纪末到1949年之前，西方科学家及1930年代设立的“资源委员会”对中国的自然资源考察都是零星分散的小型活动，缺乏成建制的大规模综合考察能力和条件，在中国自然资源版图上留下了诸多空白。1949年后，国家经济社会发展亟待摸清区域自然条件和资源本底，1950年代初期中国科学院（以下简称中科院）组织了多学科的资源调查工作队，并于1955年的第一次国家科学技术发展规划制定后的第二年组建了综考会，掀开了一系列大规模的自然资源综合科学考察与研究序幕。当时的国家重大战略任务主要是《1956—1967年科学技术发展远景规划》（简称第一次“十二年规划”）、《1963—1972年科学技术发展规划》（第二次“十年规划”）和《1978—1985年全国科学技术发展规划纲要》（第三次科技规划）中有关自然资源的调查研究需求。与此同时，中科院也制定了《青藏高原1973—1980年综合科学考察规划》，国家相关部委（如原来的水利部、国家计委、国家体委、国家科委）及地方政府（如西藏、新疆、内蒙古等自治区）也纷纷要求对其资料空白区展开大规模的资源调查。当时中苏关系合作密切，为响应苏联科学院的倡议，还联合组织了黑龙江流域综合考察。这个时期的重点是“查明资源，提出方案”，竺可桢先生称为“建设计划的计划”，突出强调“综合”，后来概括为“政治挂帅，经济为纲，科学论证”的“综合考察十二字方针”。

随着国家科技发展规划任务由第一次到第三次的调整，自然资源综合考察也由水土保持、土壤、盐湖、生物资源、紫胶等综合考察向钢铁炼焦、荒地、草地等专项调查转变。但是无论如何变化，综合考察始终坚持以国家需求为主线从未改变。如1951—1955年围绕西藏矿产及农牧业资源、黄河水利、云南紫胶等重大问题的考察，是为配合解决国家经济恢复时期对战略资源的紧迫需要；1956—1967年组织完成自然资源考察和区域开发战略研究，尤其是青藏高原和横断山区，新疆、青海、甘肃、内蒙古等地区，华南热带生物资源，盐湖，黑龙江流域等考察（表1），是为落实国家“十二年规划”的57项任务，成果影响深远。在第二次“十年规划”重点完成了西南、西北和西藏的综合考察专项，是配合国家“三线”建设，尽管在文化大革命期间的考察被迫停顿或推迟，但中科院依然独立制定了青藏高原综合考察规划，青藏综合考察仍未中断。为配合国家第三次科技规划与《全国自然科学学科规划》和“1979—1985年农业自然资源和农业区划研

究计划要点”同时发布，综考会提出了“立足资源，加强综合，为国土整治服务”的重大战略调整。

(2) 解决重大工程问题，深入开展调查与科学论证。自然资源综合考察和研究的最大优势是能够聚集多学科专家对某一重大问题展开深入调查和论证。围绕治理黄河水害和开发黄河水利开展的水土保持和治沙考察、南水北调线路的考察论证就是典型例子。1953—1958年，由马溶之、林谔、陈道明等负责完成的中科院黄河中游水土保持综合考察，编辑出版14部考察报告，编制了水土保持手册和1:20万水土保持土地利用合理区划图等，为根治黄河、开发利用黄河水利资源和防治水土流失提供科学依据。1959年以来，由冯仲云、郭敬辉等负责的西部地区南水北调考察队，编撰了40余份考察报告、7部研究报告，提出了调水线路方案及随附的丰富资料，填补了相关问题的空白。

(3) 整合长期考察成果，理清自然资源开发利用相关重大科技问题。一大批资源科技工作者在长期综合科学考察的实践中为区域经济发展和生态环境整治提出了很多有益建议，也带动了资源科学及相关学科发展，尤其是在支持区域发展方面，全面摸清了全国及典型地区农业自然资源、能源与矿产资源的本底和格局，为自然资源合理开发利用与布局提供了系统资料和科学依据。例如，第一次新疆科考提出重点建设粮棉毛果等8大农业基地和8个农业远景开发区，提出了盐碱土改良、沙漠开发与改造等重大问题的解决途径。在黑龙江流域、西藏“一江两河”中部流域、尼洋河流域、昌都三江流域、西南和南方地区等，形成了很多农业综合开发的重大建议。在工农业开发布局与环境治理方面的建议还有：柴达木盐湖资源综合开发、白云鄂博钢铁与稀土资源利用并重、西藏羊卓雍湖开发、宁夏与甘肃有关黄河干流黑三峡水利工程建设、南方“宜林”还是“宜草”之争、洱海水资源单项还是综合利用、包兰铁路中卫县沙坡头治沙、黄土高原农林牧草水综合体的水土流失治理、南方红壤丘陵以开发带水土治理、青藏高原草畜平衡、南草北运、北畜南育，等等。

(4) 培养领军型科学家，创建一大批自然资源综合研究队伍。在近半个世纪内，综合科学考察动员了850多个单位、上百个专业、约2万人次参与，覆盖全国31个省区，形成了40多个大中型考察队、10多个专题科考组、近10个科学试验示范点，培养了一大批包括院士在内的专业性和综合性自然资源科考与研究人才。特别是在青藏高原、新疆、南方山区、西南及华南等地区的综合考察为后续的相关研究打造了一批优秀队伍。“珠穆朗玛峰地区科学考察”成果还获得1978年全国科学大会奖、1986年中科院科技进步特等奖和1987年国家自然科学奖一等奖。

2 “任务带学科”建立了资源科学的学科基础

“任务带学科”是自然资源综合考察和研究形成的另一项针对学科建设与人才培养的重要特征。多年科考实践证明，重视自然资源学的学科发展和提高专业人员的科技水平是解决自然资源重大科技问题的关键所在。中国自然资源研究已初步形成了较为完整且独立的科学体系，20世纪80年代中期至90年代中后期的10多年是学科建设的高峰期。尤其是20世纪90年代，国内大规模综合科学考察活动已基本接近尾声、转向以区域开发总结、深入研究、决策咨询为主的重大调整。

从第四次国家科技发展规划即《1986—2000年科学技术发展规划》发布之后，自然

资源综合科学研究转向点上试验示范和面上总结提升时期。在水土资源合理利用、农业综合开发和扶贫、草地畜牧业、国土整治等方面开始了定位观测。1983年起,由房维中、刘江、孙鸿烈等负责了《中国自然资源丛书》^[2]共42本专著的编写;侯光良研究员组织了中国农业气候资源研究;郭绍礼和赵训经研究员负责了中国山区自然经济状况及其分区初步研究;李文华院士和赵献英研究员组织了中国自然保护区研究;赵存兴、钟烈元、石竹筠等研究员组织了中国宜农荒地资源研究;1985年,石玉林院士负责了国务院技术经济研究中心组织的“六五”期间重点科研项目“2000年的中国”的专题研究“2000年中国的自然资源”,首次系统地总结了包括气候、土地、水、森林、草地等地表资源国情,成果获1988年国家科技进步奖一等奖;期间,还完成了1:100万土地资源图和草地资源图编研,开创了中国土地及草地资源生产能力与人口承载力研究和当前资源环境综合承载力研究之先河;1987年,由周立三院士领衔开展了国情分析研究,提出了“建立资源节约型国民经济体系”和“双向自然资源发展战略”建议,如今成为与人口并重的重大国策;1988年由程鸿和何希吾负责编制了《中国自然资源手册》^[3];1990年由孙鸿烈院士为主任组织了区域开发前期研究,部署了三期共11个典型区域和重大问题研究项目;同期,李文华院士和郎一环研究员负责了全球资源态势与中国对策研究;1991年,由孙九林院士和王乃斌研究员组织了全国重点产粮区主要农作物遥感估产研究;何希吾和姚建华研究员负责了中国资源态势与开发方略研究;1994年,李文华院士和李飞研究员负责了中国森林资源研究;1995年,黄文秀、李飞、陈传友等研究员组织了中国农业自然资源研究;1998年,霍明远研究员组织了中国的自然资源研究;姚建华研究员组织了西部资源潜力与可持续发展研究;董锁成研究员负责了中国百年(1950—2050年)资源、环境与经济演变趋势研究;孙九林院士和施惠中、李泽辉等研究员负责了中国自然资源数据库研究,等等。这些重大研究成果对于中国自然资源综合研究具有重要的标志性意义,对资源科学的历史贡献功不可没。

面向国家需求的长期持续性自然资源综合研究和考察工作呈现了视角不断拓宽和范畴不断扩展的过程,也为学科建设打下了良好的社会认知基础。其中,对于“资源科学”和“自然资源科学”的核心概念区分,表现了社会大众和学界对于“资源”一词的认识和理解不断丰富过程,实质上意味着社会认知要求学界对自然系统和社会系统的交叉与融合进行更为充分地界定。将“资源”一词置于自然系统之中,是指对人类生产生活有用的、并可被人类开发利用的物质和能量,也即自然资源;将“资源”一词置于社会系统之中,其概念在有用性的基础上得到扩展,囊括了参与人类社会发展的生产生活要素,如劳动力、资本、科技、信息,旅游等等,即人文资源和社会资源。对“资源科学”的定义仅限于自然资源范畴,是中国自然资源综合研究和考察工作的传统。随着对自然系统和社会系统相互联系的认识不断深化,确实有必要系统界定自然资源研究和人文及社会资源研究的核心科学主题及其视角范围,识别相互关联或交互作用的复杂问题及其演化机理,形成对人类行为模式的自然影响和社会影响的综合性及规律性认识。而现阶段作为独立学科建设并满足社会发展和公共管理等需要,也应明确界定“自然资源科学”或者“自然资源学”的学科领域,将其与人文资源、社会资源进行系统区分,凸显自然资源研究的学科特性,并与地理学、地质学、生态学和环科学建立更加全面的学科关联体系,与当前社会经济发展需求密切联系(图1)。

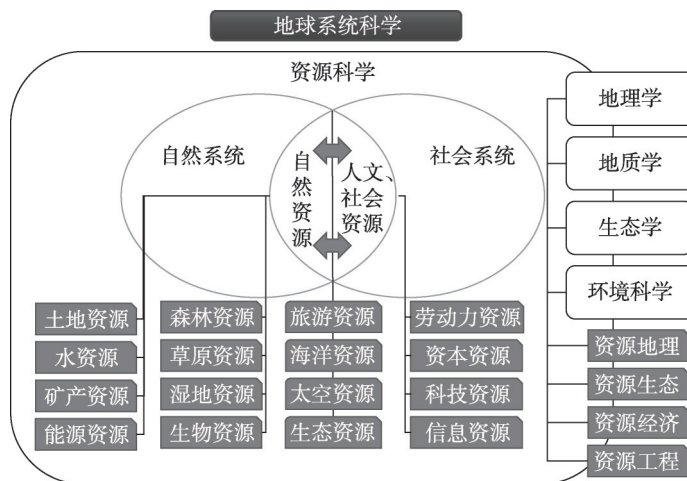


图1 资源科学的学科体系建设及其核心主题

Fig. 1 The discipline system construction of resources science and its core themes

对于学科建设和人才培养而言，成建制大规模的自然资源综合考察和研究的作用主要体现在三个方面：一是确立了中国特色的自然资源综合研究理论框架，即立足于跨部门、跨学科和跨区域需求以及交叉学科主题，逐渐建立了较为完整的学科门类体系、专业队伍和专业培养体系，并密切关注社会经济发展和公共管理改革进程，形成了蓬勃发展的态势，也为建立长期可持续的人才培养机制开拓了广阔的成长空间；二是建立了符合中国自然资源国情并面向资源安全目标的学科方法论体系，即在参考借鉴发达国家门类化、标准化和制度化的学科建设特征的基础上，面向不同时期的国家发展战略目标，不断拓展新的研究视角，持续引进、改进、完善、创新并加速推广先进的观察、监测及分析技术，实现了集成问题导向和学科导向的综合研究范式及其方法论体系，也为自然资源综合研究及大规模考察实践营造了兼顾多元化、专业化和动态化的人才培养环境；三是依托大批成建制考察队伍及其长期野外经验，建立了独具特色的传承机制，兼收并蓄了欧式“师傅带徒弟”和美式“团队建设”的人才培养模式，即以“师傅带徒弟”模式开展综合考察和研究，结合面向国家战略的问题导向“团队建设”模式，创建了“任务带学科”特征的学科建设和人才培养相互促进和协同发展路径。

3 自然资源综合研究的历史机遇推动了资源科学学科体系的初步创建

自2006年起，科技部首次启动实施了科技基础性工作专项，目的是对基本科学问题和自然现象、数据、资料和相关信息进行系统的考察、调查、采集、鉴定、评价和综合分析，主要包括科学考察与调查、科技资料深度加工与立典、标准物质与规范等。其中单独列出的科学考察与调查相关任务为我国自然资源综合科学考察提供了难得的机遇，意味着自然资源综合研究内容从多学科支持的宏观面上分析转向多种资源门类及相互关系的微观典型分析，也表明“综合”的概念得到进一步扩展和深化。2006—2019年，共立项235项，其中与自然资源考察与研究相关项目145项。2016年之后重新整合设立了“科技基础资源调查专项”（表2）。总体看，科技部基础性工作专项（2006—2015年）和

表2 2006—2015年科技部基础性工作专项和2017—2019年科技基础资源调查专项历年项目汇总

Table 2 Summary of the projects of the Ministry of Science and Technology for basic work (2006-2015) and scientific and technological basic resources survey for the past years (2017-2019)

年份	立项 数量/个	科学考察 与调查/个	与自然资源相关的考察与调查内容	承担单位
2006	15	6	法医人类学信息资源、西北干旱地区农业经济用水量、中国外来入侵物种及其安全性、库木塔格沙漠、中国儿童青少年心理发育特征、华北地下精细结构	公安部物证鉴定中心、西北农林科技大学、中国农业科学院植物保护研究所、中国林业科学研究院林业研究所、北京师范大学、中国地震局地球物理研究所
2007	21	12	信息资源的科学分类与调查、中国近海重要药用生物和药用矿物资源、森林土壤资源调查及标本搜集、高风险农药助剂残留水平及动态变化调查、秦巴山区生态群落与生物种质资源、我国东部整层大气重要参数高分辨垂直分布、珍稀濒危和大宗常用药用植物资源、沿海地区抗旱耐盐碱优异性状农作物种质资源、东北森林植物种质资源专项、中国北方及其毗邻地区、中国古人类遗址、青藏高原特殊生境下野生植物种质资源	国家信息中心、中国海洋大学、北京林业大学、中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所、西北农林科技大学、中科院合肥物质科学研究院、中国中医科学院中药研究所、中国农业科学院作物科学研究所、中科院沈阳应用生态研究所、中科院地理科学与资源研究所、中科院古脊椎动物与古人类研究所、中科院昆明植物研究所
2008	22	10	长途通信光缆在我国自然环境中的服役性能、我国产品伤害棉花病害种类生理小种分布为害、茶树病虫害和天敌资源、典型煤矸石堆场对周边地区生态环境影响、中国干旱地区苦咸水、全国有机氯农药及其他持久性有机污染物、非粮柴油能源植物与相关微生物资源、澜沧江中下游与大香格里拉地区考察、青藏高原多年冻土本底、南海海洋断面	电信科学技术第五研究所、中国标准化研究院、中国农业科学院作物科学研究所、中国农业科学院茶叶研究所、中国环境科学研究院、北京师范大学、中科院生态环境研究中心、中科院华南植物园、中科院地理科学与资源研究所、中科院寒区旱区环境与工程研究所、中科院南海海洋研究所
2009	11	4	主要国家重点研发领域及主要科技计划和重大专项发展现状、西南地区食用菌特种质资源、中国树木溃疡病原多样性及其生态地理分布和危害、国民重要心理特征	中国科学技术信息研究所、中华全国供销合作总社昆明食用菌研究所、中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所、中科院心理研究所
2011	5	3	格网化资源环境综合科学调查规范、华北地区自然植物群落资源、西北干旱区抗逆农作物种质资源	中科院地理科学与资源研究所、北京大学、中国农业科学院作物科学研究所
2012	37	23	中国材料腐蚀现状及材料腐蚀对自然环境污染情况、中国产油微藻、阿克苏河上游吉尔吉斯斯坦基础数据、新疆跨境河流水生生态及鱼类资源、中国盐湖资源变化、典型海岛及邻近海域固碳生物资源、南海中北部珊瑚礁本底、渤海海洋动力环境和生态环境、东北温带阔混交林区生物多样性、我国温带草原重点牧区草地资源退化状况与成因、我国南方丘陵地区、库姆塔格沙漠(二期)、新疆天山野果林多样性与资源现状、青藏高原资料匮乏区、金沙江流域鱼类资源、环京津地区天敌昆虫、畜禽重要疫病流行病学、中国少数民族地区人群疾病谱、中越边境地区苔藓植物资源、我国西南边境地区棉花种质资源、西南民族地区重要工业原料植物、贵州农业生物资源、我国优势产区落叶果树农家品种资源	北京科技大学、中科院水生生物研究所、中科院新疆生态与地理研究所、华中农业大学、中科院青海盐湖研究所、国家海洋局第一海洋研究所、中科院南海海洋研究所、中国海洋大学、北京师范大学、兰州大学、中科院地理科学与资源研究所、中国林业科学研究院、中科院新疆生态与地理研究所、中科院青藏高原研究所、中科院动物研究所、中科院动物研究所、中国动物卫生与流行病学中心、中国人民解放军总医院、华东师范大学、中国农业科学院棉花研究所、中科院昆明植物研究所、中国农业科学院作物科学研究所、中国农业科学院郑州果树研究所

续表2

年份	立项数量/个	科学考察与调查/个	与自然资源相关的考察与调查内容	承担单位
2013	32	18	不同体质人群中医正常脉诊生理参数、藏彝走廊世居群体遗传多样性、母婴健康与生理常数、东北地区重要自然宿主及媒介昆虫携带病毒病原本底、我国重要自然宿主及媒介昆虫的病毒病原、全国农产品加工原料真菌毒素及其产毒菌污染、动物源性食品中全氟烷基物质的残留水平、典型城市人居环境质量、中国水生植物标本采集生物多样性编目和植被资源普查、中国典型河口动力沉积地貌本底数据、全国丹霞地貌基础数据、中国沼泽湿地资源及其主要生态环境效益、中国森林植被、罗霄山脉地区生物多样性、中国西部主要冰川作用中心冰量变化、西太平洋暖池区域水文气象、黄渤海滨海带环境污染与生态系统状况、阿勒泰中俄哈蒙边境地区特有动物与生物地理区系	中国中医科学院医学实验中心、西安交通大学、华中科技大学、中国人民解放军军事医学科学院、中科院武汉病毒研究所、中国农业科学院农产品加工研究所、深圳市检验检疫科学研究院、西安交通大学、武汉大学、华东师范大学、中山大学、中科院东北地理与农业生态研究所、中国林业科学研究院、中山大学、中科院寒区旱区环境与工程研究所、中科院海洋研究所、中科院生态环境研究中心、中科院动物研究所
2014	27	20	藏北典型湖泊水生生物资源本底、我国典型潮间带沉积物本底及质量、罗布泊地区自然与文化遗产、东北大小兴安岭地区菌物资源、东北草地植物资源、黄土高原生态系统与环境变化、长白山区药用植物资源、中国人群眼科出生缺陷及遗传性疾病、华南地区地方猪种质资源、中国森林土壤、我国水环境基准基础数据、三峡库区水生生物多样性、西南喀斯特地区特色微生物资源及多样性、我国主要畜禽饲料资源及其矿物元素含量与分布、我国水泥工业环境状况、西部重点矿区土地退化因素、中国重大出生缺陷与遗传病、中国湖泊沉积物底质、泥河湾盆地古人类遗址、武陵山区生物多样性	中科院水生生物研究所、中科院烟台海岸带研究所、中科院地质与地球物理研究所、中科院微生物研究所、中科院植物研究所、中科院水利部水土保持研究所、中国医学科学院药用植物研究所、国家卫生计生委科学技术研究所、中山大学、中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所、中国环境科学研究院、中科院水生生物研究所、中国农业科学院北京畜牧兽医研究所、武汉理工大学、中国矿业大学、四川大学、中科院南京地理与湖泊研究所、中科院古脊椎动物与古人类研究所、中科院动物研究所
2015	7	4	水果和蔬菜中农药化学污染物残留水平、重金属污染区人体镉等生物效应剂量与早期损害常数、南水北调（中线）水源地生物群落环境、西藏地区极端特色微生物资源及其多样性	中国检验检疫科学研究院、中南大学、中科院武汉植物园、中科院微生物研究所
2017	14	14	中国西南地区极小种群野生植物、中国荒漠主要植物群落、中国湖泊微生物多样性及资源、京津冀地区地下水饮用水源地基础环境状况、中国积雪特性及分布、中国南方草地牧草资源、红树林生物资源、西太平洋典型海山生态系统、中国南北过渡带、中国沙漠变迁的地质记录和人类活动遗址、中国0~18岁儿童营养与健康、我国区域人群气象敏感性疾病、中蒙俄国际经济走廊、南海及其附属岛礁海洋科学考察历史资料系统整编	中科院昆明植物研究所、中科院寒区旱区环境与工程研究所、中科院南京地理与湖泊研究所、中国水利水电科学研究院、中科院寒区旱区环境与工程研究所、中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所、中科院南海海洋研究所、中科院海洋研究所、中科院地理科学与资源研究所、浙江大学、中国疾病预防控制中心营养与健康所、中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所、中科院地理科学与资源研究所、中科院南海海洋研究所
2018	17	12	我国近海有毒有害藻类与藻毒素、中国东部农区土壤动物多样性、我国大宗粮油食材营养品质、中国东部传粉昆虫资源、我国害虫抗药性基因和敏感基因资源、中巴经济走廊自然灾害基础数据、南海地壳横断面精细结构与典型海岛立体地球科学、中沙群岛、我国大样本人群与生物暴露参数、全国地方病高发区地下水环境质量、中草药毒性药材的基源、“一带一路”沿线国家传统草药品种本底	（尚未正式公布）

续表2

年份	立项 数量/个	科学考察 与调查/个	与自然资源相关的考察与调查内容	承担单位
2019	27	19	新疆第三次综合科学考察典型区域、农牧交错区 有害动物物种多样性、主要草原区有害昆虫多样性、东北禁伐林区野生经济植物资源、主要沼泽植物种质资源、主要沿海滩涂特色微生物资源、主要木本油料植物种质资源、轻纺用野生纤维资源植物、我国孕产妇营养与健康、中国消化系统肿瘤高一低发区域影响因素、感染病原菌药物敏感性和耐药性的现状、典型生态系统碳氮水通量数据整编及其功能性状、“一带一路”沿线材料腐蚀及典型环境特征、中国主要自然疫源性病毒资源、不同气候带典型山区资源环境和生物多样性、图们江流域资源环境与生物多样性、大别山区生物多样性、西江流域资源环境与生物多样性、蒙古高原(跨界)生物多样性	(尚未正式公布)

科技基础资源调查专项(2016年以后)的考察与调查重点转向多种资源门类的特性、参数及变化影响因素调查,如森林、土壤、地下水、动植物、生物多样性等,考察地区包括国内典型地区和境外“一带一路”重点走廊地区,如秦巴山区、南方丘陵山区、典型河口、阿勒泰中俄哈蒙边境地区、中蒙俄国际经济走廊、中巴经济走廊、中越边境地区、大香格里拉地区和澜沧江—湄公河流域等等;承担单位包括中科院、教育部、环保部、农业部、卫计委等若干机构。2019年,新一轮面向2035年的中长期科技发展规划启动,将为自然资源综合研究提供新的重大机遇。

任何一门学科的建设与发展必须依靠三个重要阵地,即成建制机构、学术共同体和人才培养体系。资源科学也不例外,它曾经创建了独立的自然资源综合考察及系统研究机构,现在也拥有资源科学的学术共同体(即中国自然资源学会和系列学术期刊)和逐渐完善并蓬勃发展的资源科学教育与人才培养体系。

(1)成建制机构。1999年,综考会与中科院地理研究所整合后成为现在的中科院地理科学与资源研究所(以下简称“地理资源所”),尽管独立的自然资源研究机构不复存在,但聚焦自然资源综合研究领域的相关机构依然活跃,如自然资源部下属的中国自然资源经济研究院和咨询研究中心、国务院发展研究中心资源与环境政策研究所以及中科院地理资源所资源利用与环境修复重点实验室。

(2)学术共同体。中国自然资源学会的成立极大地推动了学科发展,它是国内首个以自然资源综合研究为手段、以创建资源科学为宗旨的科技社团^[4]。学会以创立和发展中国特色的资源科学为己任。自1983年成立后的30多年来,开展了大量工作,取得了诸多具有重要影响和标志性意义的成果,尤其是20世纪90年代中期以后,分别组织完成了《中国资源科学百科全书》^[5](1995—2000年)、《资源科学技术名词2008》^[6](2003—2008年)、《资源科学》^[7](2006年)、《中国资源报告》(2002年、2010年、新时期中国资源安全透视,共三本)^[8-10]、《资源科学学科发展报告》(2006—2007年、2008—2009年、2011—2012年、2016—2017年,共四本)^[11-14]、《中国资源科学学科史》^[15](2017年)等,标志着中国特色的现代资源科学学科理论体系的建立。自2004年起,学会开始推行学术年会制度,至2019年已经成功举办了16届,参会人数由最初的350人发展到1200多人,

并陆续创立了全国资源学院院长论坛、研究生论坛、青年科学家论坛等一系列具有品牌效应的学术平台。学会于2011年被民政部授予了首批4A级全国性学术类社会团体，2012年又被中国科协评为210个学会中的25个优秀学会之一并获“中国科协优秀科技社团三等奖”、2015年获“中国科协学会创新和服务能力提升工程优秀科技社团建设项目三等奖”。截至2020年3月底，学会已拥有全国会员8100多名，下设了分支机构34个，其中专业委员会26个，工作委员会4个，分会4个。

学会主办了学术期刊6种，分别是《自然资源学报》《资源科学》《干旱区资源与环境》《应用基础与工程科学学报》《干旱区科学（英文）》《资源与生态学报（英文）》等，在目前国内期刊评价体系中均得到较多的认可。其中，《自然资源学报》和《资源科学》在中科院文献情报中心“中国科学引文数据库来源期刊（Chinese Science Citation Database, CSCD）”“南京大学的中文社会科学引文索引（Chinese Social Sciences Citation Index, CSSCI）”、北京大学图书馆“中文核心期刊”、中国科学技术信息研究所“中国科技论文统计源期刊（又称中国科技核心期刊）”等影响力较大的期刊目录中均名列前茅。2019年3月25日，南京大学中国人文社会科学综合评价研究院发布最新版（2019—2020版）CSSCI扩展版来源期刊目录，特别增加了“自然资源与环境”学科目录，把《干旱区资源与环境》《自然资源学报》和《资源科学》列入其中。

（3）人才培养体系。1981年南京大学包浩生教授率先提出了创设自然资源专业，1983年正式招生培养我国自然资源专业人才。1984年3月，南京大学成立了我国高校首个自然资源专业，1986年更名为自然资源管理专业，1999年又更名为资源环境与城乡规划管理专业。1993年，北京师范大学率先在地理系与环境科学研究所联合组建了资源与环境学院，1997年在史培军教授倡导下成立了国内首家成建制的资源科学研究所，2003年改名为资源学院。2002年后，国内各高校和科研院所相继自主增设了65个涉及资源科学的二级学科，培养了一大批博士和硕士研究生。2003年，教育部批准设立资源科学与工程本科专业，北京师范大学、华南理工大学开始招生。2012年，教育部将“资源环境与城乡规划管理”专业拆分为“人文地理与城乡规划”和“自然地理与资源环境”两个专业，2013年开始招收首批本科。据统计，目前全国含有“资源”关键词且与自然资源相关的本科专业共12个，招生单位476家^[1]；其中，研究生专业有77个，招生单位420家，其中开设“土地资源管理”“自然地理与资源环境”专业的机构最多，合计占比接近40%（图2）。

然而，资源科学在国家学科体系建设中尚未形成独立发展道路，已经制约了学科自身的健康发展及人才的长期培养。尽管中国自然资源学会、地理资源所、北京师范大学和南京大学等机构一直努力推动构建本科—硕士—博士完整的资源科学人才培养体系，并且2005—2012年间，先后四次向国家有关部门提交重大建议报告申请设立资源科学一级学科体系，但尚未成功。北京师范大学于2005年向国务院学位办提交了“关于增设资源科学与工程一级学科的请示”、2006年再次提出“关于增设资源科学与工程硕士与博士学科体系的请示”。2010年，在中国自然资源学会支持下，北京师范大学和中科院研究生院共同向国务院学位办提交了“自然资源科学一级学科调整建议书”，史培军教授和沈镭研究员参与了向国务院学位办的汇报，获得了国内16所高校、近20位院士及专家的签名支持；2012年刘纪远理事长以全国政协委员提案的方式提交了关于设立资源科学一级学科的建议报告，得到的回复是继续关注 and 进一步论证^[4]。尽管如此，地理资源所自

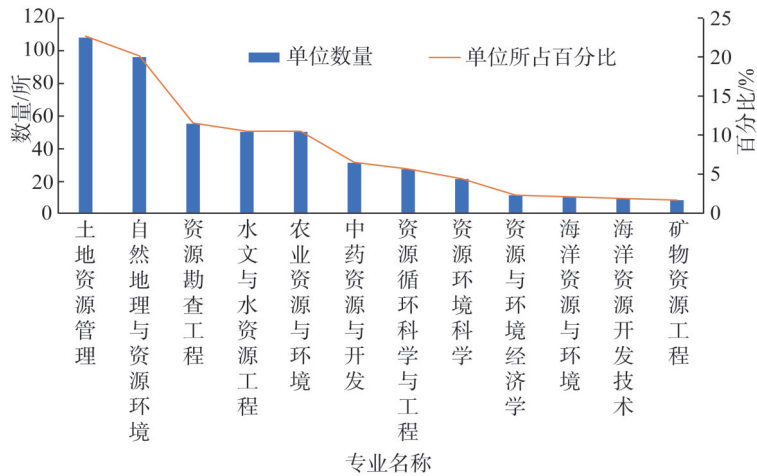


图2 中国高校招收资源领域本科专业的单位数量及其所占比例情况

Fig. 2 The number of undergraduates majoring in resources in Chinese universities and their proportions

2005年起在地理学方向下自主设立了自然资源学二级学科，目前负责中科院大学资源与环境学院资源科学教研室的教学工作。自2005—2019年的15年间，已培养自然资源学方向的博士约100人、硕士200多人。

4 未来发展趋势与展望

(1) 中国自然资源研究已经形成了国家需求导向并引领学科建设的发展趋势。综观60多年的发展历程，中国自然资源研究抓住了一系列历史机遇，给自然资源研究的理论探索和实践工作都产生了重大影响和丰硕成果(图3)。将2000年作为转折点，前40年自然资源研究处于面向国家需求导向的创建与发展重要时期，后20年则是自然资源研究走向专业细化和整合调整时期。1950年代的首次国家科技发展规划明确提出在资料空白地区开展大规模的自然资源综合科学考察，开展了第一次新疆科考和黑龙江流域及黄河中游考察；1960年代围绕西北和西南地区的三线建设，组织了区域科考研究，启动了两次西藏科考；1970年代重点在青藏高原组织了综合科考与登山研究，启动了第一次青藏高原科考；1980年代继续开展了青藏高原科考和第二次新疆科考，在黄土高原及西南地区广泛开展研究调查。在资源综合考察与研究基础上，倡导成立了中国自然资源研究会。1993年将该研究会改名为学会，标志着中国自然资源研究在历经数十年的发展之后，逐渐从面向国家重大问题的需求导向转变为引领学科建设和发展，并且这种趋势特征日益明显。尤其是进入21世纪，自然资源综合研究继续面向国家“两个百年”目标以及联合国可持续发展目标(SDGs)，在第7次和第8次“十年规划”以及第9次“十五年规划”中陆续出版了一系列学术著作，奠定了作为一门新兴系统科学的学科理论体系及方法论范式。在当前时期，自然资源研究服务国家战略需求的主要领域将体现在三个方面：自然资源的减量、节约及高效利用技术发展路径；传统资源的新兴创新利用能力，如煤制油、煤制气等；新兴资源的储量评估、经济开发及高效利用和再利用模式，如人工矿产。相应地，学科建设着力点不仅需要继续深入挖掘资源科学的核心主题，理清系统科学问题；还要从地理学、地质学、生态学和环境科学的现有范式中进行“分离”“改进”并“整合”，形成资源科学独有的综合研究范式；同时也需要基于对自然系统和社会

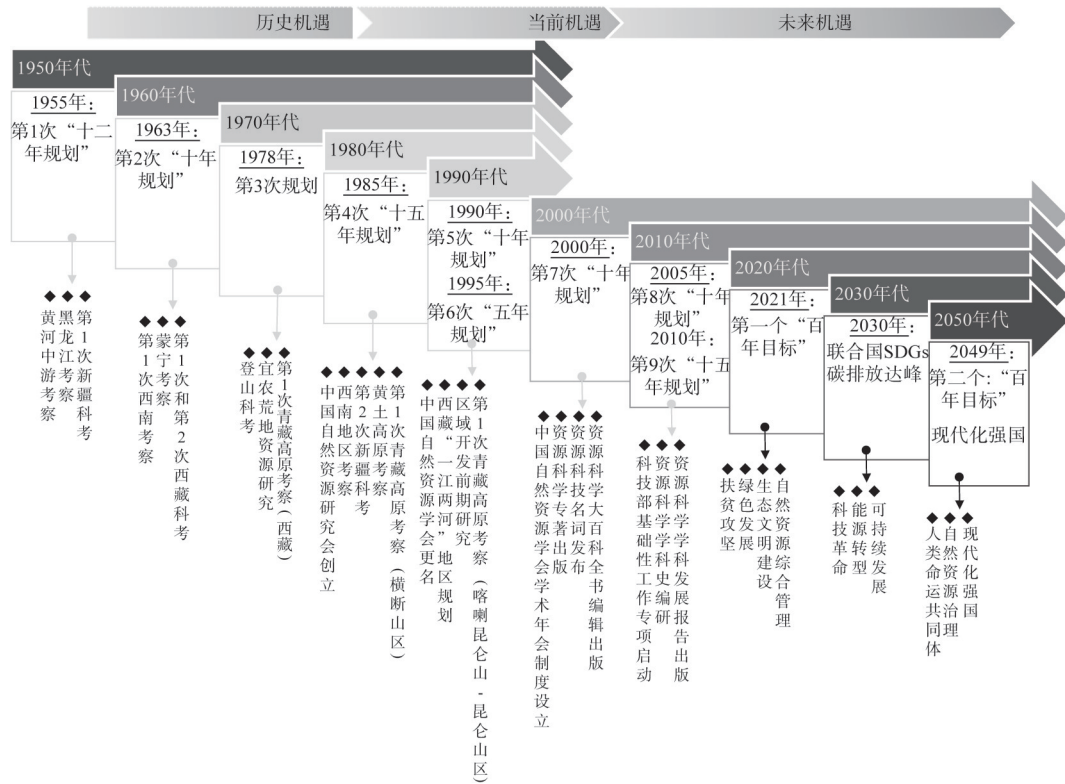


图3 中国自然资源研究面临的历史机遇及响应过程

Fig. 3 The historical opportunities and response process faced by China's natural resources research

系统的关联过程及交互作用过程的整体性认识，开拓新的资源科学学科领域，提出新兴主题方向及关键词集合，如“资源监测”“资源行为”“资源数据挖掘”，等等。

(2) 强化学科交叉和坚持资源综合研究，创新中国特色的资源科学体系。资源科学的学科建设还落后于地理学、地质学、生态学和环... 资源科学的理论思想方法并进行大胆的创新。约十年前，学术界对资源科学还存在着不同的误解和分歧，认为资源学科的边界宽泛、内涵不清并且与其他学科存在包含与重叠。时至今日，也有人认为地理研究对象包含了自然资源，研究自然要素和人文要素的空间格局及分异，而自然资源属于自然要素。这种认识尽管从学理来看是合理的，但其学科视野限制了对人类行为在自然资源利用特征、过程及变化规律的全面认识。自然资源客观存在，是人类对自然资源开发利用的行为赋予其新的认识、价值及社会意义。资源科学是把自然资源变化过程及人类对资源利用机理作为研究对象，即把反映人类利用自然资源的资源—行为关联系统作为整体进行综合研究，揭示其共同属性（可用性、稀缺性、有偿性等）和共同规律（资源评价、资源开发、资源利用、资源管理、资源保护等），建构资源科学的理论体系。还有学者提出自然资源综合研究的服务对象和现实意义并不明确（即为“谁”综合？）。显然，当前国家生态文明建设和自然资源综合管理的重大科技任务已经对自然资源综合研究提出了紧迫需求，坚持跨部门、跨学科、跨地区的发展特色和长期形成的系统研究基础，将会继续在解决国家重大科技问题中发挥重要作用。

在理论探索和实践创新的重大问题研究上，资源科学完全可以立足人类对资源开发

利用的不同视角,加强与地理、地质、生态、环境等学科之间相互渗透、跨学科交流,形成新的独特的资源系统科学视角。资源科学具有自己独特的研究范式,如资源综合考察形成的“面—线—点相结合”实践模式,从系统化地全景扫描到定点透视,资源利用的多宜性、关联性和综合性的评估方法,对土地、森林、草地、矿产、水等进行实地考察和采样分析采样地剖面测量等实证分析,以及对关键性资源利用问题的反复论证并形成政策建议等等。

(3) 加快形成学科体系建设的独立发展模式,完善资源科学人才培养体系的建设。目前国内外高等院校在资源科学的人才培养方面尚未形成独立的体系。美国、加拿大、欧洲及日本、澳大利亚等发达国家在农业自然资源和森林及海洋资源等方面设有本科生、硕士生及博士生培养专业。国内的中科院地理资源所、国科大、南京大学、北京师范大学、中国农业大学、中国地质大学等也有自然资源、土地资源、地质资源工程或资源产业经济与管理等方面的本科和研究生方向,但尚未形成独立的发展体系。建议由中国自然资源学会再次联合国内资源科学领域相关研究机构的学科带头人,向国务院学位办申报资源科学或自然资源学作为一级学科,形成独立的学科体系。同时,鉴于“资源”的定义在不同学科及其研究视角存在较大差异,“资源科学”研究范围可能由于认识过于宽泛而难以界定,建议将“自然资源学”作为资源科学的一级学科名称,各重点院校整合土地、水、能源、矿产等资源科学领域专业方向,召开本科及研究生等人才培养经验交流会,开展贯通式联合培养和相关教材的编研等工作。

(4) 加强资源科学史研究,厘定资源科学与地理、地质、环境、生态等相关学科的相互关系。进入21世纪以来,全球经济快速发展引发了形势更为严峻的资源问题、环境问题、生态问题,迫使人们不断反思并持续关注对自然资源的开发利用和资源流动过程及其影响与响应,探索资源损耗低、利用效率高且长期可持续发展模式。这种全局性问题既需要追寻人类开发利用自然资源的历史演进中“纵向”发展规律,也需要立足人类对自然资源开发利用的内涵、属性及特征,探究其与山川、河流、生物、生态等自然要素以及空气、土地、水、能量等环境要素的“横向”相互作用,而且纵向过程和横向过程彼此关联,共同形成地球系统科学认知的有机组成部分。针对纵向研究需求,建议在中国自然资源学会设立资源科学史研究专业委员会,吸收广大科学史爱好者,特别是青年科技人员全方位展开系统和深入研究,在全国高等院校为高年级本科生和研究生开设资源科学史课程,包括学科发展史和学术思想史,同时建立资源科学史研究专项基金,系统收集并整理我国自然资源综合考察及研究形成的长期史料,建立资源科学史数据库。面向横向研究需求,建议根据国家战略目标和社会经济可持续发展的要求,在国家自然科学基金和科技部设立自然资源跨学科综合研究专项基金。其中,国家自然科学基金专项侧重资源科学的理论基础完善与扩展,重点方向是系统界定资源科学与地理学、地质学、生态学和环境科学的学科边界、核心概念体系、理论框架的独立、分异与关联等;科技部专项则注重结合国家当前及长期经济社会与科技发展规划,开展重点地区或关键资源的综合考察,聚焦国家对内建设“绿水青山”、对外推动“一带一路”建设的新时代大背景,建立重点地区及关键资源清单,实现动态监控和优化管理;资源科学的纵向回溯研究和横向关联研究之间可以系统整合,为地球系统科学开辟新的发展领域,还可以根据不同的研究目标适当引入当前取得巨大商业进展的大数据理论及技术,形成“自然资源大数据”或“资源利用大数据”等相关理论及技术创新,建立自然资源开发利用过程综合评价及动态监测网络,为国家生态文明建设和可持续发展提供自然资

源本底及其与生态环境之间的综合影响决策支持,厘清自然资源利用过程的自然规律和社会经济规律以及两者之间的系统关联机制。

参考文献(References):

- [1] 沈镛. 不断创新和发展的自然资源科学. 见: 踏遍神州情未了: 中国科学院自然资源综合考察委员会科学考察回忆录: 1956—1999. 北京: 科学出版社, 2016: 66-68. [SHEN L. Natural resources science with continuous innovation and development. In: The Journey to China is Coming: The Memoirs of the Scientific Investigation of the Natural Resources Comprehensive Investigation Committee of the Chinese Academy of Sciences: 1956-1999. Beijing: Science Press, 2016: 66-68.]
- [2] 中国自然资源丛书编撰委员会. 中国自然资源丛书. 北京: 中国环境科学出版社, 1996. [China Natural Resources Series Compilation Committee. China Natural Resources Series. Beijing: China Environmental Science Press, 1996.]
- [3] 程鸿 主编. 中国自然资源手册. 北京: 科学出版社, 1990. [CHENG H (Editor-in-Chief). China Natural Resources Handbook. Beijing: Science Press, 2016.]
- [4] 沈镛. 三十年来中国自然资源学会的发展与展望. 自然资源学报, 2013, 28(9): 1464-1478. [SHEN L. Some thoughts on development and prospective of its thirties years of China Society of Natural Resources. Journal of Natural Resources, 2013, 28(9): 1464-1478.]
- [5] 孙鸿烈 主编. 中国资源科学百科全书. 北京: 石油大学出版社, 2000. [SUN H L (Editor-in-Chief). Chinese Resource Science Encyclopedia. Beijing: Petroleum University Press, 2000.]
- [6] 全国科学技术名词审定委员会. 资源科学技术名词2008. 北京: 科学出版社, 2008. [National Science and Technology Nomenclature Verification Committee. Resource Science and Technology Nomenclature 2008. Beijing: Science Press, 2008.]
- [7] 石玉林 主编. 资源科学. 北京: 高等教育出版社, 2006. [SHI Y L (Editor-in-Chief). Resources Science. Beijing: Higher Education Press, 2006.]
- [8] 成升魁, 谷树忠, 王礼茂, 等 编著. 中国资源报告2002. 北京: 商务印书馆, 2003. [CHENG S K, GU S Z, WANG L M, et al (Editor). China Resources Report 2002. Beijing: The Commercial Press, 2003.]
- [9] 成升魁, 沈镛, 徐增让 编著. 中国资源报告2010. 北京: 科学出版社, 2011. [CHENG S K, SHEN L, XU Z R (Editor). China Resources Report 2010. Beijing: Science Press, 2011.]
- [10] 谷树忠, 成升魁, 等. 中国资源报告: 新时期中国资源安全透视. 北京: 商务印书馆, 2010. [GU S Z, CHENG S K, et al. China Resources Report 2002: Perspective of China's Resource Security in the New Period. Beijing: The Commercial Press, 2010.]
- [11] 中国科学技术协会 主编, 中国自然资源学会 编著. 资源科学学科发展报告(2006—2007). 北京: 中国科学技术出版社, 2007. [China Science and Technology Association (Editor-in-Chief), Chinese Society of Natural Resources (Editor). Report on the Development of the Discipline of Resources Science (2006-2007). Beijing: China Science and Technology Press, 2007.]
- [12] 中国科学技术协会 主编, 中国自然资源学会 编著. 资源科学学科发展报告(2008—2009). 北京: 中国科学技术出版社, 2009. [China Science and Technology Association (Editor-in-Chief), Chinese Society of Natural Resources (Editor). Report on the Development of the Discipline of Resources Science (2008-2009). Beijing: China Science and Technology Press, 2009.]
- [13] 中国科学技术协会 主编, 中国自然资源学会 编著. 资源科学学科发展报告(2011—2012). 北京: 中国科学技术出版社, 2012. [China Science and Technology Association (Editor-in-Chief), Chinese Society of Natural Resources (Editor). Report on the Development of the Discipline of Resources Science (2011-2012). Beijing: China Science and Technology Press, 2012.]
- [14] 中国科学技术协会 主编, 中国自然资源学会 编著. 资源科学学科发展报告(2016—2017). 北京: 中国科学技术出版社, 2017. [China Science and Technology Association (Editor-in-Chief), Chinese Society of Natural Resources (Editor). Report on the Development of the Discipline of Resources Science (2016-2017). Beijing: China Science and Technology Press, 2017.]
- [15] 中国科学技术协会 主编, 中国自然资源学会 编著. 中国资源科学学科史. 北京: 中国科学技术出版社, 2017. [China Science and Technology Association (Editor-in-Chief), Chinese Society of Natural Resources (Editor). History of the Discipline of Chinese Resources Science. Beijing: China Science and Technology Press, 2017.]

The development history and prospect of natural resources research in China

CHENG Sheng-kui¹, SHEN Lei^{1,2}, FENG Zhi-ming^{1,2}, ZHONG Shuai^{1,2}

(1. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Since the 1950s, driven by large-scale, long-term and continuous comprehensive investigations of natural resources oriented to serve national strategic needs, China's natural resources research has formed a comprehensive and integrated development characteristics, and the development process of "task with discipline" has also gradually created a more systematic resources science theoretical basis and empirical methodology system. Faced with the country's major demand for deepening the reform of the comprehensive management system of natural resources since the establishment of the Ministry of Natural Resources, promoting the establishment and improvement of an independent resources science discipline system has become an important task in the field of natural resources research in China. This article systematically sorts out the development process of comprehensive investigation and research on China's natural resources from the 1950s to the early 2000s, focusing on the key development directions and characteristics of different periods. Combining the summary and prospects of historical opportunities in different periods, we believe that China's natural resources research has formed a national demand-oriented and leading discipline development trend. In the future, we should continue to adhere to the comprehensive research paradigm featured by multi-disciplinary integration; open up new perspectives on resources science system research with Chinese characteristics; accelerate the formation of a complete discipline system; improve the talent training system of resources science; strengthen the study of the discipline history of resources science; determine the relationship between resources science and geography, geology, ecology, environmental science and other related disciplines; actively introduce the big data theoretical framework and technical advantages to innovate "Natural Resources Big Data" or "Resource Utilization Big Data" and other related theories and technologies and to establish a dynamic evaluation method for the process of natural resources development and utilization; provide the background of natural resources and its comprehensive impact assessment with the ecology and environment for ecological civilization construction and sustainable development strategies support for decision-making; explore and analyze natural laws, socio-economic laws and the systematic association between the two in the process of natural resources utilization.

Keywords: natural resources; comprehensive survey; comprehensive research; prospect; China