李鹏,边志伟,吴万里,裴艳霞,赵敏,曾洪云,艾伦·沃森,陆颖,申仕康.美国国家公园科学构成及其演变趋势分析.国家公园,2023,1(3): - .
Li P, Bian Z W, Wu W L, Pei Y X, Zhao M, Zeng H Y, Alan · Watson, Lu Y, Shen S K.The constitute framework and evolution trend of park science in the United States National System.National Park,2023,1(3): - .

美国国家公园科学构成及其演变趋势分析

李 鹏[1,4],边志伟[2],吴万里[3],裴艳霞[1],赵 敏[2,4,*],曾洪云[5],艾伦·沃森[7],陆 颖[6],申仕康[8]

1 中国云南大学工商管理与旅游管理学院,昆明 650500
2 中国云南大学建筑与规划学院,昆明 650500
3 加拿大不列颠哥伦比亚大学林学院国家公园研究中心,温哥华 BC V6T 1Z4
4 中国国家林业和草原局国家公园管理局国家公园规划研究中心,昆明 650216
5 中国云南大学地球科学学院,昆明 650500
6 美国农业部林务局落基山研究院奥尔多·利奥波德荒野研究所,米苏拉 MT 59801
7 中国云南大学国际河流与生态安全研究院,昆明 650500
8 中国云南大学生态与环境学院,昆明 650500

摘要:美国国家公园体系(National Park System, NPS)发展引领了世界自然保护地建设,也形成了较为完善的国家公园科学。遴选 150 多年来与 NPS 相关的 10954 篇科学论文,运用 TF-IDF 与 LDA 两种文本算法,分析国家公园科学的总体构成与发展趋势。主要结果发现:①NPS 公园科学形成了“四梁八柱”的总体框架,“四梁”是植物、动物、自然环境、人类行为 4 种主要关注对象,“八柱”为公共管理、地质与土壤等 8 个关键研究领域。②18 个代表性特征词的研究热度演变表明公园科学存在明显分层,并具有整体上升、过程各异的特点。高热度区间是土地等永恒话题,中热度区间是生物等基础研究和气候变化等新兴领域,低热度区间多为火等偶现性研究。③公园科学与 NPS 发展过程密切相关:体制初创期围绕自然资源普查以及体制建立的驱动因素;体系完善期聚焦于国家公园制度和基础设施;时事导向期围绕着大萧条、二战等重大事件;多学科融合期呈现出以生态学为基础的多元发展。认识 NPS 公园科学对于中国国家公园体系建设和科学研究具有非常重要的借鉴意义。

关键词:美国国家公园体系(NPS);公园科学;总体构成;演变趋势;四种关注对象;八个关键领域

The constitute framework and evolution trend of park science in the United States National System

LI Peng[1,4], BIAN Zhiwei[2], WU Wanli[3], PEI Yanxia[1], ZHAO Min[2,4,*], ZENG Hongyun[5], Alan · WATSON[7], LU Ying[6], SHEN Shikang[8]

1 *School of Business and Tourism Management, Yunnan University, Kunming* 650500, *China*
2 *School of Architecture and Planning, Yunnan University, Kunming* 650500, *China*
3 *National Parks Research Center, Faculty of Forestry, The University of British Columbia, Vancouver BC V6T* 1Z4, *Canada*
4 *National Park Planning and Research Center, National Park Administration, National Forestry and Grassland Administration, Kunming* 650216, *China*
5 *School of Earth Sciences, Yunnan University, Kunming* 650500, *China*
6 *Aldo Leopold Wilderness Research Institute, Rocky Mountain Research Station, U. S. Forest Service, U. S. Department of Agriculture, Missoula MT* 59801, *America*
7 *Institute of International Rivers and Eco-Security, Yunnan University, Kunming* 650500, *China*
8 *School of Ecology and Environmental Science, Yunnan University, Kunming* 650500, *China*

基金项目:中国国家自然科学基金项目(42261057, 52268016);中国国家重点研发计划 (2022YFF1302405);美国富布莱特项目(FSP-P000287)
收稿日期:2023-01-15; **采用日期**:2023- -

* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: zhaomin@ ynu.edu.cn

Abstract: The National Park System (NPS) in the United States leads the development of protected areas in the world, and also formed a relatively complete national park science. This paper selects 10954 scientific papers related to NPS in the past 150 years, and combined with TF-IDF and LDA text analysis algorithms, obtained the composition and evolution trend of national parks science. The results show that: ①The composition of NPS science has formed the overall framework of "four beams and eight pillars". "Four beams" refer to the four interest objects, which are plants, animals, natural environment and human behavior, and "eight pillars" refer to the eight research fields, including public administration, recreation, geology, etc. ② The evolution of research popularity of 18 representative words shows that park science has obvious stratification, and has the characteristics of overall rise and different processes. The high-heat area is eternal topics such as land, the medium-heat area is basic research such as biology and emerging fields such as climate change, and the low-heat area is mostly occasional research such as fire.③ Park science is closely related to the development process of the NPS: the initial stage of the NPS focuses on the natural resources survey and the driving factors for NPS establishment; the system improvement stage focuses on the institutional and infrastructure of NPS; the current affairs-oriented stage focuses on major events such as the Great Depression and World War II. ; The multidisciplinary integration period presents development of different disciplines based on ecology. Understanding NPS science has very important significance for the development and science of China's national park system.

Key Words: National Park System (NPS); park science; constitute framework; evolution trend ; four interest objects; eight key research fields

科学研究与国家公园关系十分密切。一方面,国家公园为科学研究提供了重要的场景支持。科学研究是国家公园基本功能之一,国家公园代表了非凡的科学资产[1],是研究生态过程的自然实验室。在许多领域,国家公园作为控制地点(control locations for research)和变化基准,为科学研究提供了许多机会[2]。另一方面,科学研究为国家公园发展提供了重要支撑,为国家公园的保护措施、管理机制、科普教育、游憩活动等提供了坚实的理论基础[3—4]。国家公园面临的问题繁多而且复杂,从简单的资源普查到复杂的管理战略制定[5],没有科学的支持是无法解决的[6]。针对国家公园这个载体,世界各国开展了长期持久的广泛研究,积累了庞大的调查数据和丰富的研究成果,共同构成了国家公园科学体系,可称之为国家公园科学、公园科学或者国家公园学[7](National Park Science/Parks Science)。也就是将国家公园相关的所有知识体系整合成国家公园科学。

美国是世界上最早建立国家公园的国家,但国家公园体系(National Park System, NPS) 早期建设是在对其生态系统缺乏科学认知的背景下展开的,甚至"研究"一词都未出现在 1916 年的《国家公园管理法》中。由于科学指导的缺位,导致国家公园生态系统完整性丧失,加大了游客和自然资源管理之间的冲突[3]。主要表现有:一是国家公园原有生态系统遭破坏。如将公园中的狼、美洲狮、土狼和灰熊捕杀,而人工喂养鹿和麋鹿,建设牲畜牧场,引进外来鱼类和植物等;大量的森林被砍伐,并大力抑制自然野火。二是国家公园建设中存在不合理地开发。地热和温泉边设立游泳池和洗衣店;在野生动物栖息地或自然风光区建设酒店与道路;改变山体形态修建滑雪缆车,在生态敏感区建设大型特许经营综合体等[3]。

为了认识国家公园与科学研究的关系,促进国家公园体系健康发展,NPS 组织美国科学院等专业机构出具了多份评估报告。1963 年,国家公园管理局咨询委员会发布了《国家公园的野生动物管理》[8](又称《利奥波德报告》)和《关于研究的报告》[9](又称《罗宾斯报告》)。这两份具有里程碑意义的文件,敦促科学研究在 NPS 发展中发挥更大作用,促进了自然资源管理。1992 年,美国国家公园管理局出版了《科学和国家公园》评估报告,提出了公园科学(parks for science)与科学公园(science for the parks)的发展理念[3]。同时指出,公园科学包括两个方面:①理论研究,主要是自然资源表征与认知;②管理实践,主要是政策制定与有效实施[10]。

为了梳理和提取国家公园科学或者国家公园相关的科学(Science in the National Parks)的知识体系,学者

们从不同学科和多种角度对已有研究进行综述。一是围绕国家公园科学研究中某一个问题开展综述,大致分为两类。①国家公园中构成要素的研究综述:如国家公园中的声景(soundscapes)[11—12]、生态服务[13]、外来生物入侵[14]、景观评价[15]等;②与国家公园相关的人类行为综述。游憩活动[16—17]、环境教育[18]、场景设计[19]、基础设施建设[20]和政府治理[21]等;二是整体分析国家公园科学。如回顾南非百年国家公园科学的演变[7],或者从资源环境等方面对近 30 年来国外国家公园研究内容进行总结[22]。

尽管如此,关于 NPS 公园科学构成的提取和归纳仍然存在一定的局限性。①虽然 NPS 系列评估报告是跨学科的,但其主要是针对实际问题,无法满足公园科学系统性和理论性的要求。②大部分综述性论文聚焦短时期的单一领域,面对 150 多年来国家公园发展历程中形成的海量文献,难以满足国家公园科学知识体系连续性和完整性要求。

2015 年之后,中国开始国家公园体制建设,相关研究大量涌现,呈现出数量多、学科门类广等特点,但是学科的系统性和完整性较为欠缺。鉴于此,以 150 年来的 NPS 研究论文为基础,采用数据挖掘等方法提取 NPS 公园科学研究的关注对象、关键领域和总体构成,分析 NPS 科学的发展趋势,以促进中国国家公园体系高质量发展。

1　研究方案

1.1　数据来源与处理

本研究以 Elsevier、Taylor& Francis SSH、Wiley Online library、JSTOR、Springer 五大国际期刊数据库以及美国国家公园管理局出版《Park Science》期刊作为来源。《Park Science》创刊于 1980 年,主要刊登有关 NPS 自然、社会文化及管理等方面的论文。检索的文献类型只含期刊(Journals)科学论文(Article),不含书章节(book chapters)和书评(reviews)等。

为提高论文检索结果精确度,针对不同数据库选择不同检索式进行检索(表 1)。以“National Park”作为检索词进行检索:①采用人工阅读方式剔除 1970 年前非 NPS 的论文;②对于 1970 年后发表的论文,增加了“USA”一词作为检索条件进行限制,将非 NPS(如加拿大、新西兰等国)的期刊论文排除在外。最终获取的论文共计 10978 篇,其中 5 大数据库 9882 篇,《Park Science》期刊 1096 篇。

表 1　不同文献数据库中美国国家公园科学论文检索式

Table 1　The formulas used in different literature databases to search for scientific papers of the U.S. National Parks

时间 Time	检索式 Search statement	数据库 Database				
		JSTOR	Elsevier	Springer	Taylor & Francis SSH	Wiley Online Library
1872—2020	国家公园	(ti:("national park *") OR ab:("national park *"))	Title, abstract, keywords: "national park"	title contains: "national park *"	Publication Title: " national park *"	"national park *" in abstract
	美国国家公园	((ti:("national park *") OR ab:("national park *")) AND ("USA"))	Title, abstract, keywords: "national park" Find articles with these terms: "USA"	title contains: "national park *" Result(s) for '"USA"' within Article	[Publication Title: "national park *"] AND [All: "USA"]	""national park *"" in abstract and ""USA"" anywhere

ti:标题 title;ab:摘要 abstract

数据处理包括五个步骤:①读取论文文件并导入;②统一内容分析格式;③删除特殊字符;④删除无意义单词[23];⑤单词简化。其中, 24 篇论文文件存在内容加密难以分析,最终确定的论文数量为 10954 篇。论文数量表明,1980 年是 NPS 论文数量的分水岭:在 1980 年之前,论文总量也较少,数量增长较为缓慢;20 世纪 90 年代之后,尤其是 21 世纪之后,NPS 相关论文数量的急剧增长(图 1)。

1.2　研究方法

1.2.1　TF-IDF 特征词分析

TF-IDF(term frequency-inverse document frequency)最早由 Salton[24]提出,由词频(TF)和逆文档频率

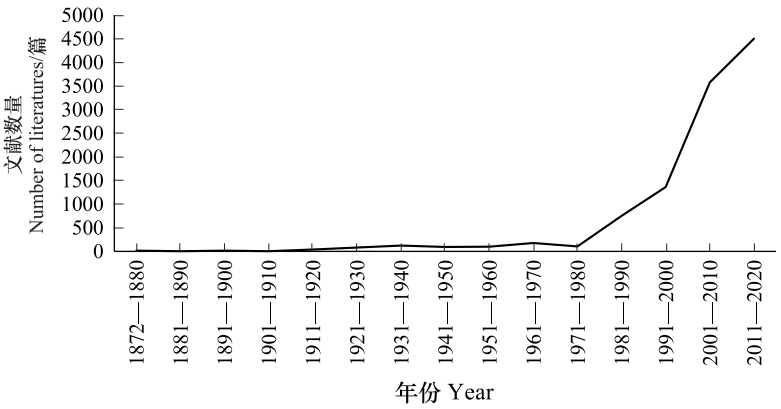

图 1 美国国家公园体系相关科学论文数量时段分布(1872—2020 年间)

Fig.1 Temporal distribution of the number of scientific papers studying the U.S. NPS (1872—2020)

(IDF)两部分构成,两者乘积为 TF-IDF 值。通过 TF-IDF 值得到的特征词,可以满足全局代表性和类别代表性。该方法常用来评估某一个特征词在整个文档集的重要性:特征词重要性随着其在文档集中出现次数的增加而上升,但同时会随着含该特征词论文数量的增多而减少。TF-IDF 计算公式如下:

$$\mathrm{TF_IDF} = \frac{n_w}{n_c} \times \log \frac{N_c}{N_w + 1} \tag{1}$$

式中,n_w表示特征词 w 在文档集中的出现频次,n_c表示文档集中的单词总数,Nc 表示文档集中文档总数,N_w表示含有特征词 w 的文档数目。

特征词可反映论文的主要关注对象,特别是对 TF-IDF 值较高的特征词进行解析,能够直观地揭示出研究的聚焦点。本文筛选出 NPS 研究中 TF-IDF 值排名靠前的 top-100 特征词进行分析。

1.2.2 LDA 主题模型分析

LDA(Latent dirichlet allocation)主题模型由 Blei 等人[25]开发,旨在揭示文档集中隐藏语义结构的概率。LDA 模型包含词、主题和文档三层结构,其逻辑思路是文章以一定概率选择了某个主题,并从这个主题中以一定概率选择某个词语[26]。由 LDA 模型计算所得到的主题,是由多个主题词构成的向量而非准确主题名称,需要人工判断每个主题中主题词内在逻辑联系,并推断每个主题实际含义。

为了细化各个时期 NPS 科学研究热点和主题,将所有论文按 10 年一个时段拆分成 15 个语料库。针对这些语料库,采用 LDA 模型进行主题选取、划分与释义。LDA 模型的相关参数设置,参照 Blei 的最优参数设置原则[25],各时段论文主题数由集合内论文数量加以确定。

1.2.3 研究热度计算

研究热度是指文献集中出现某一特定单词的文献篇数,该特定单词只要在文中出现一次即可[27]。如 2001—2010 年间共有 3579 篇论文,含有特征单词“fire”的论文数为 1020 篇,则认为在 2001—2010 年时间段内,特征词“fire”的研究热度值为 0.28。具体计算公式如下:

$$H = \frac{I_w}{L} \tag{2}$$

式中,I_w表示有 I 篇文献中含有指定单词 w,L 为文献总数。

1.3 技术路线

针对 NPS 这个特定对象,学术界已经积累了一定数量的知识元素,如不同学科中的概念和科学术语等。这些知识元素之间又相互联系和相互影响,形成了一定的命题表达和规律陈述,构成了相对稳定的知识体系。通过文本分析,可以识别出科学概念的语言形式,发现语言形式背后的思想内涵和内在逻辑。以往,大多研究

将 TF-IDF 与 LDA 两种算法的结果进行单独分析,本文尝试将两种算法的分析结果合并使用,由“分散式操作”变为“集成式作业”,试图进一步挖掘两种方法所得到结果间的内在联系。

关注对象是科学研究的基础,研究领域则是科学研究的切入点。厘清国家公园科学的主要关注对象和关键研究领域,可进一步勾勒出国家公园科学的总体框架[28]。本研究主要包括论文获取——结构化处理——框架确定——趋势分析四个步骤。TF-IDF 计算结果确定主要关注对象,LDA 计算结果获取研究方向,两者结合共同确定 NPS 的关键研究领域。分析特征词热度变化以及研究主题阶段划分,总结出科学研究的变化趋势。

2　研究结果

2.1　主要关注对象

参考生态系统构成,针对前 100 个的特征词(top-100)(表 2)进行人工聚类,得到 NPS 研究的 4 种主要关注对象:动物、植物、自然环境和人类行为。

表 2　美国国家公园科学论文中的 top-100 特征词

Table 2　Top-100 Feature Words by TF-IDF Values of papers for the U.S. National Parks

位序 Ranking	特征词 Feature Words	值 Values	位序 Ranking	特征词 Feature Words	值 Values	位序 Ranking	特征词 Feature Words	值 Values	位序 Ranking	特征词 Feature Words	值 Values
1	fire	0.1259	26	habitat	0.0594	51	cover	0.0486	76	effect	0.0430
2	soil	0.1228	27	biomass	0.0588	52	genetic	0.0481	77	road	0.0429
3	wolf	0.1146	28	conservation	0.0584	53	treatment	0.0480	78	grassland	0.0428
4	bear	0.1138	29	elevation	0.0575	54	survival	0.0479	79	cell	0.0428
5	tree	0.1118	30	temperature	0.0575	55	carbon	0.0479	80	land	0.0424
6	elk	0.1107	31	tourism	0.0572	56	nitrogen	0.0478	81	tropical	0.0422
7	forest	0.1056	32	climate	0.0569	57	abundance	0.0475	82	herd	0.0421
8	lake	0.0890	33	vegetation	0.0568	58	people	0.0474	83	ecol	0.0419
9	model	0.0860	34	prey	0.0563	59	fish	0.0472	84	class	0.0418
10	plant	0.0818	35	wildlife	0.0563	60	island	0.0469	85	protected	0.0418
11	seed	0.0806	36	seedling	0.0547	61	patch	0.0468	86	spatial	0.0417
12	bison	0.0752	37	bird	0.0546	62	deposition	0.0460	87	depth	0.0416
13	species	0.0749	38	community	0.0546	63	grizzly	0.0460	88	diversity	0.0415
14	concentration	0.0738	39	grass	0.0524	64	savanna	0.0458	89	predation	0.0414
15	population	0.0714	40	landscape	0.0522	65	animal	0.0457	90	rock	0.0413
16	visitor	0.0703	41	sample	0.0522	66	social	0.0453	91	organic	0.0413
17	leaf	0.0701	42	canopy	0.0513	67	surface	0.0452	92	everglades	0.0412
18	stream	0.0694	43	richness	0.0511	68	deer	0.0450	93	ecosystem	0.0412
19	water	0.0673	44	trout	0.0506	69	stem	0.0444	94	disease	0.0411
20	elephant	0.0657	45	mountain	0.0505	70	growth	0.0441	95	predator	0.0410
21	chimpanzee	0.0649	46	creek	0.0503	71	primate	0.0440	96	burned	0.0407
22	river	0.0644	47	spring	0.0495	72	ecology	0.0432	97	canyon	0.0405
23	density	0.0633	48	wetland	0.0491	73	human	0.0432	98	aspen	0.0403
24	sediment	0.0612	49	management	0.0488	74	trail	0.0431	99	coral	0.0403
25	pine	0.0608	50	mortality	0.0488	75	lion	0.0431	100	disturbance	0.0402

2.1.1　动物

在 top-100 特征词中,与动物相关的词数量最多。①动物类别名词。如狼(wolf)、熊(bear)、麋鹿(elk)、野牛(bison)等 10 余种动物,这些动物大多位于食物链顶端或是生态系统中的关键种,而且陆生动物比两栖、

水生动物更受关注;②科学术语和概念。如用物种分布模型(Species distribution models, SDMs)表征气候变化对麋鹿种群数量的影响[29];从空间异质性探讨蝴蝶物种丰富度(richness)[30];分析黄石国家公园重新引入狼群后它动物幼崽存活率(survival)与死亡率(mortality)的变化[31];还有捕食行为(predation,predator)[32]、多样性(diversity)、受保护的(protected)、疾病(disease)等。

2.1.2 植物

植物是NPS研究中另一个重要关注对象。①主要集中在植物群落(community)和植被生态系统(vegetation ecosystem)层次,相关特征词有森林(forest)、植被(vegetation)、稀树草原(savanna)等。提及物种的植物类特征词,仅有松树(pine)与白杨(aspen),与动物研究中物种特征词占比高有较大不同;②对植物个体结构进行释义的特征词位序较高,如种子(seed)、叶(leaf)、幼苗(seedling)、树冠(canopy)、茎(stem)等;③较多特征词是在植物学基础上衍生的,如揭示气候变化对杉树生长形态变化的影响[33];森林生态系统中的生物量(biomass)测算[34];针叶混交林的空间斑块(patch)模型构建[35]等;④还有部分特征词是动植物所共用,如分类(class)、疾病(disease)、基因(genetic)、密度(density)、生态(ecology)等。

2.1.3 自然环境

自然环境是所有生物赖以生存的非人为环境因素和条件,如大气、水、土壤和生物等。相较其它三种关注对象,自然环境涉及的特征词种类最多:①地质与土壤有山脉、土地、土壤等地学类特征词[36—38],以及生境(habitat)所代表的是自然环境与生物体之间的耦合[39];②水体有河流、湖泊、溪流(creek)、湿地(wetland)等特征词;③气候和大气有温度气候因子以及碳、氮大气组分等特征词[40];④火,有火(fire)、燃烧(burned)等特征词[41]。

2.1.4 人类行为

人类行为也是NPS的关注对象之一,但论文数量明显低于其他三个关注对象。在top-100特征词中,仅旅游业(tourism)和管理(management)两个特征词与人类行为有直接联系。主要内容包括:一是公共管理,如管理模式[42]、效果评价[43]、专项管理[44—45]等;二是旅游和游憩:①游憩活动中物的研究,游憩设施[46],包括步道(trail)、交通道路(road)等特征词以及区域游憩价值评价[47]等; ②游憩活动中人的研究,如访客(visitor)的行为规律,游憩活动所产生的环境影响[48]等。从全球范围来看,与国家公园相关的人群主要有管理者、游客和社区居民三大类,但是NPS中几乎没有社区居民的存在,该部分研究相对较少。

2.2 关键研究领域

从15个时段中的语料库获得109个主题(见附表),对其进行整理、判读和聚类,得到NPS科学研究中的8大关键领域。按研究出现时间先后依次如下。

2.2.1 公共管理

治理是NPS建立的基石。公共管理领域研究主要是对政府对NPS治理行为的探讨,相关论文数量占比为13.85%。在黄石国家公园成立之初,该领域就已经有论文出现,集中在NPS建设必要性、管理机构设置等,而且一直贯穿NPS发展的全过程。主要研究方向有:①自然资源普查与保护。对动物、地质地貌等自然因素进行普查并形成调查报告(T1、41;见附表,下同),资源保护的法律建设(T8);②管理体制。国会、内政部、国家公园管理局、国家公园园长(superintendent)等管理机构形成及其分工等(T4、10、17、36、37);③规划与建设。调查土地、森林、野生动物等自然资源状况,协调各方利益关系,规范管理行为,加强NPS内部管理等(T26、44、55、77、95)。④社区参与。虽然美国绝大部分国家园内没有社区居民,但国家公园管理局还是寻求社会各界参与国家公园相关事务,如周边社区、公益组织、私有土地所有者等[49](T81)。

2.2.2 游憩与旅游

游憩与旅游是NPS建设的主要目的之一,也是NPS研究的重要内容。19世纪90年代,主题中就出现了“visitor”一词,相关论文数量占比为4.66%(T5)。主要研究方向有:①以营地为代表的游憩设施建设(T14、23);②协调自然资源保护与旅游开发之间的矛盾(T51、76);③比较不同景观尺度下的访客游憩体验(T69)。

另外,国家公园单元的游憩访问量越多,其研究热度也越高。采用皮尔逊法,对国家公园单元研究热度值与游憩访问量的相关性进行了检验。国家公园单元游憩访问量数据来自于官方统计数据,采用各单元2011—2020 年间游憩访问量的平均值。结果表明,游憩访问量和国家公园单元研究热度值之间的相关系数为 0.522(P<0.01),研究热度值随其游憩访问量增加而递增。游憩访问量前五的国家公园,其研究热度值排名分别为 4、8、5、2、1,访问量折线与热度值折线的峰值区基本一致(图 2)。

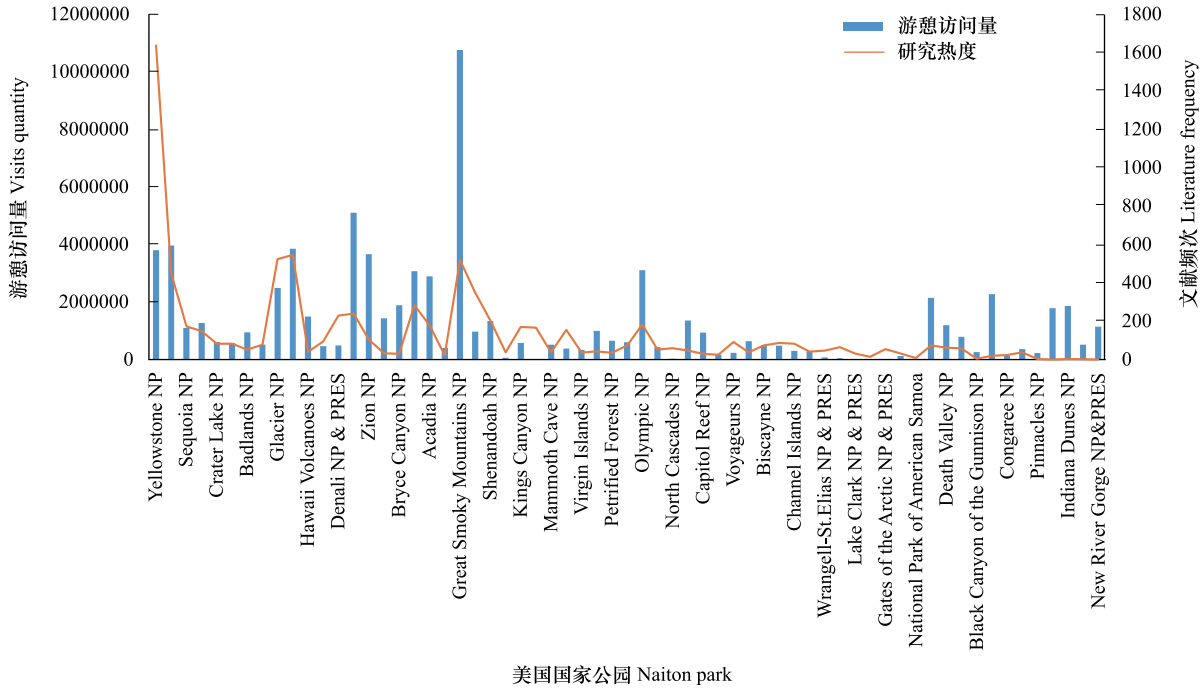

图 2　不同美国国家公园单元的游憩访问量及其研究热度

Fig.2　Visits quantity and research hot values for different units in the U.S. National Parks

2.2.3　地质与土壤

火山与地质是 NPS 研究最早研究领域之一。主要方向有:①火山与地热。从黄石国家公园建立伊始,火山喷发及地热资源就成为了研究关注的重点对象(T2);②地质构造。岩浆冷凝固结所形成的岩浆岩(T6、11、13)以及岩层或岩体发生变形、位移所形成的山峰、河谷等形态 (T63);③火山生态学。火山喷发之后,新生生态系统(T7)特点及其演化等;④土壤资源。确定土壤的物理和化学特征并绘制分布图,指导管理和开发,防止土壤非自然侵蚀和流失、污染,以及土壤对其他资源污染(T46)。

火山与地质领域在 NPS 科学研究中并不凸显,相关论文数量仅占 0.78%,但占 NPS 前 60 年论文数量的 20%以上。主要原因有:一是在创建初期,NPS 发展对自然资源本底普查有较大需求;二是地质学在 19 世纪初就已经发展成熟,能为 NPS 科学研究提供可能和支撑。

2.2.4　植物生态

植物生态是 NPS 研究最多的领域,论文数量占比高达 30.56%,在个体、种群、群落、生态系统四个层级均有体现。主要内容有:①植物形态学。内容包括植物形态、植物分类、植物标本制作等(T3、35);②物种丰富度与生物多样性。如山地(T18、25、29)、热带雨林(T59、72、102)等不同环境下的植物物种丰度与多样性;③环境因子的影响。不同环境因子(如光照)对植物个体生长的影响(T20、38、74、89、92);分析环境、密度干扰、土壤、气候、火等因素对植物群落的影响(T56、60、68、90、108);人为放牧、动物觅食等行为对植物生物量的影响(T66、85、94、107)。④植被生态学。从植被群落、植被生境到区域生态系统(T15、24、30、32、39、45、64、82)的不同尺度,研究植被的景观格局(T53、80)、生态系统的服务价值(T54)等。

2.2.5 动物生态

动物生态是NPS研究中第二大领域,相关论文数量占比为25.21%。主要研究方向有:①形态与分类。早期研究也侧重于动物形态与分类,如对鸟类、鱼类的调查、分类、监测(T12、19、22、28、34、50、58);②动物生活习性与行为特征。该方向涉及主题数最多,也是研究重点。包括对哺乳类动物迁徙、繁殖、捕食等方面(T40、42、47、86、99、100)以及鸟类个体行为的研究(T43、52、67、91);③动物生境。不同生境下的种群密度分析(T62、70、97)、以山地、岛屿为代表的生境特点研究(T78、98)、生境多样性对物种的影响(T65)、人类活动对动物生境的影响(T83);④疾病与遗传。这些新热点主要出现在近10年的论文之中,包括疾病对动物种群数量(T101)以及物种遗传(T105)的影响等。

2.2.6 水体

水体是江、河、湖、海、地下水、冰川等形态的总称,相关论文数量占比约13.54%。NPS内主要有河流、湖泊和冰川等陆地水域。关于水体的最早研究是1901-1910年间对冰川国家公园中雪崩湖(Avalanche Lake)的研究(T9);往后,又扩展到河谷、湖泊、河流、海平面等不同类型的水体(T16、21、27、31、93);进一步关注水质、水温、酸碱度(T33、49、61、73、87、103、109)以及河流与降雨之间的关联(T88),以及以水为基础的生境(T75)等。

2.2.7 火

火是一个不十分显著但很重要的领域,论文占比仅为1.58%,在1988年黄石大火前后才开始凸显。①1988年黄石大火之前(1971—1980年间),火的研究多从微观尺度出发,主要集中在火灾对牲畜放牧、植物群落以及荒地生态环境的影响等方面(T48)。②1988年黄石大火之后,研究尺度由微观转向宏观,开始探讨火对森林生境结构、植被景观格局、气候等宏观尺度的影响(T57、71、84)。火分成自然野火与人为纵火,自然野火是生态系统的组成部分,定期的自然野火有利于保持生态系统完整性。NPS中的自然野火发生率并不高,管理者认为需要对人为纵火加以管控[50]。

2.2.8 气候变化

全球气候变化是NPS研究的新领域,相关论文数量占比为6.32%。关于气候(climate)的研究始见于20世纪90年代,相关研究主题在后3个时段中均得以凸显,已经成为当前NPS研究的重点领域。①全球气候变化已经对NPS造成了巨大威胁,包括冰雪消融、降雨减少、海平面上升和野生动植物丧失等[51—52]。②研究领域同时涉及NPS的水体、植物、植被和生态系统等,如森林火灾(T104)、植被规模(T96)、海洋与湿地生态系统(T79、106)等,具有明显的复合性特点。

综上,NPS公园科学形成了"四梁八柱"的总体框架(图3)。"四梁"即4种主要关注对象:动物、植物、自然环境和人类行为,围绕该4种对象的科学论文占比高达96.5%。"八柱"即公共管理、游憩、火山与地质、植物生态、动物生态、水体、火、气候8大关键研究领域。

2.3 演变趋势

2.3.1 特征词热度演变趋势

在确定特征词的基础上,分析15个时段的特征词研究热度变化(表3)。1910年前的论文数量较少,研究热度表现不明显,故以1911—1920年间作为起始时间段。大多数特征词的研究热度随时间呈上升趋势,但演变趋势呈现出较大差异性(表3,图4)。根据峰值差异,18个代表性特征词分别属于高($H_h \in (0.7—1]$)、中($H_m \in (0.4—0.7]$)、低($H_l \in (0—0.4]$)三个热度区间。

(1)高热度区间的特征词有逐步增强的趋势。1911—1920年间,由于土地权属、边界范围等与NPS建立直接相关,land方面的研究就得到关注,而且热度保持至今(图4)。management、population、community、conservation、effect、ecology这6个特征词的热度走势相似,热度值均从1910年代的0.2以下上升到如今的0.8左右。1960年之前,ecosystem研究一直较少;1960年之后,基于生态系统的科学研究得到广泛关注,ecosystem一词开始逐步出现,是18个代表性特征词中热度增长最快的,从走势图上来看仍具有上升趋势。

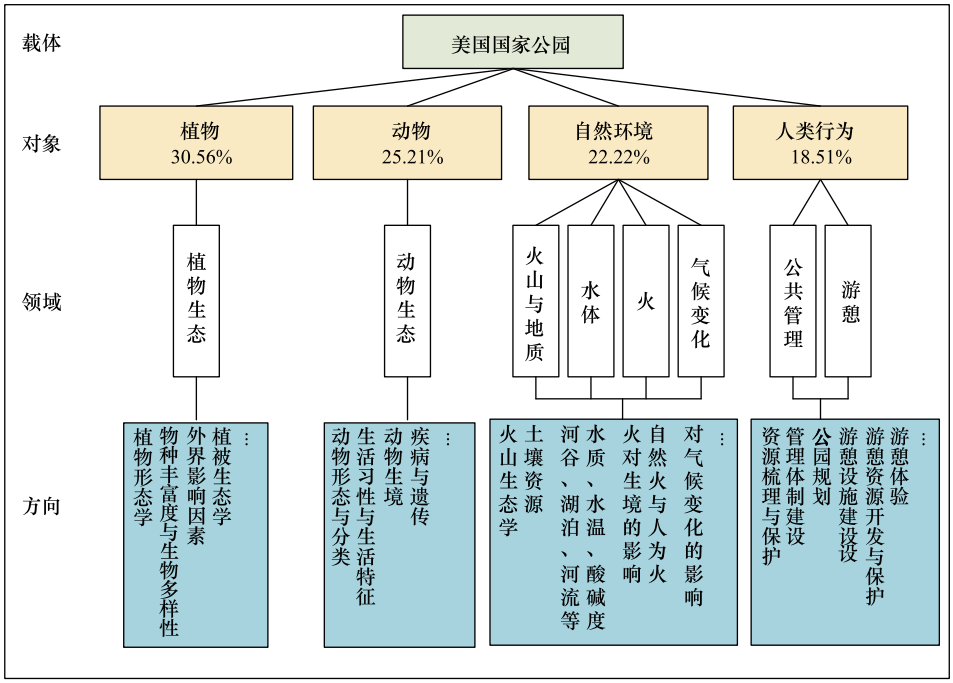

图 3　美国国家公园科学体系构成

Fig.3　The framework of science in the U.S. National Parks

①表中数值为四种关注对象相关论文数量的占比;②四种关注对象的研究论文在整个 NPS 研究中占到了 96.5%,3.5%的论文难以确定

表 3　美国国家公园科学代表性特征词及其研究热度区间

Table 3　The representative feature words and and its research hot range in the U.S. National Parks

关注对象 Focus object	核心特征词 Core feature words	共同特征词 Common feature words	热度区间 Hot range	代表性特征词 Representative feature words
动物 Animal	animal	species population community diversity	高热度区间 (0.7—1]	land management population community
植物 Plant	plant			conservation effect ecology ecosystem
自然环境 Natural environment	land climate	protected conservation fire effect ecology ecosystem disturbance	中热度区间 (0.4—0.7]	animal plant climate species protected diversity
人类行为 Human behavior	management tourism visitor		低热度区间 (0—0.4]	fire visitor tourism disturbance

(2)中热度区间的特征词热度整体上升、阶段起伏。1970 年以前,animal 和 plant 两词的研究热度呈现出不同走势,animal 热度值变化为小幅度上涨后回落,又继续突增,plant 热度值则是在突增后有短暂的回落,又平缓上升。species 与 protected 两词的研究热度走势相类似,20 世纪 90 年代以前呈下降趋势,近 30 年间又逐渐得到较高关注。在 20 世纪 90 年代以前,有关 climate 和 diversity 的研究并未得到重视,近 30 年来其热度值

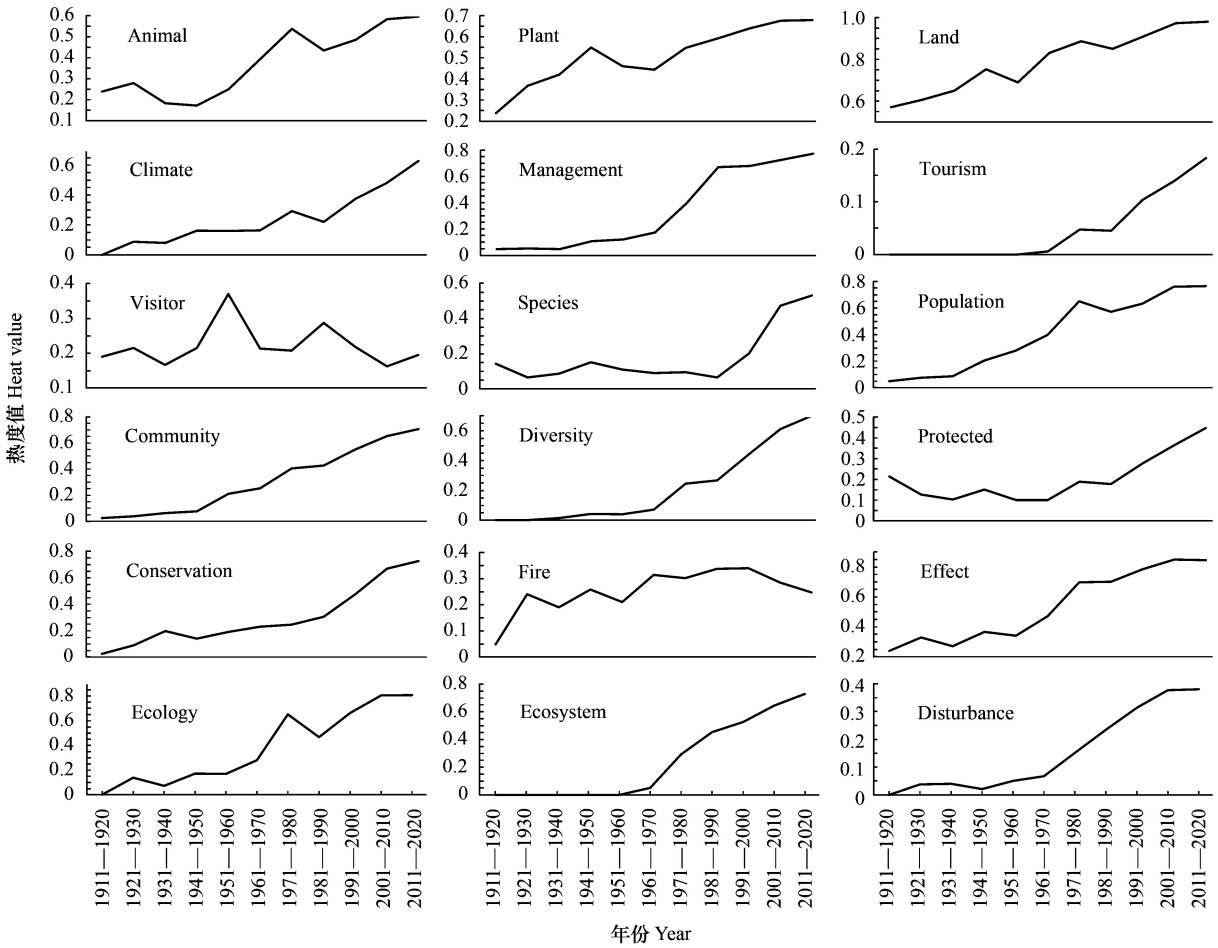

图 4 美国国家公园科学论文特征词热度趋势

Fig.4 The trends in heat values of representative feature words of papers in the U.S. National Parks

上升了约 40%,并有继续上升趋势。

(3)低热度区间的整体热度走势各有差异,大都为偶现性研究。Fire 一词的研究热度趋势平稳,热度值一直维持在 0.25 左右。Tourist 一词的研究热度波动频繁,1951—1960 年间形成一个热度峰值,原因是二战结束后,NPS 开始大量建设基础设施和旅游服务设施,导致国家公园游客大量增加,对 NPS 造成了巨大压力,旅游行为和旅游产业受到了广泛关注。Disturbance 一词的研究热度在 20 世纪 60 年代之前一直平缓发展,之后经历了一个高速增长的时期,但近 20 年该词研究热度已经有所减缓。

2.3.2 研究主题演化特征

科学研究内容变化可以反映 NPS 发展历程。NPS 发展经历了四个重要历史事件:1872 年黄石国家公园成立、1916 年国家公园管理局建立、1933 年罗斯福新政、1966 年之后诸多保护法案颁布。结合这些重要历史事件,整个 NPS 发展过程可划分为体制初创(1872—1916 年)、体系完善(1916—1933 年)、时事导向(1933—1966 年)、多学科融合(1966 年至今)四个时期,科学研究主题演化与四个时期的主要特点相一致(表 4)。

(1)体制初创期,论文数量较少,具有更多的调查报告特点,主要研究内容是现状调查、资源勘测及 NPS 设立等。独特的自然环境和地质景观是黄石成为国家公园的基本条件,峡谷、湖泊、热泉、间歇泉、瀑布等自然奇观也是吸引探险者的重要原因,RT1 也表明了这一点。RT2—4 揭示了 NPS 成立的两大驱动因素:①探险者关于黄石地区自然美景的宣传推动了国会立法,在 NPS 建立过程中起到了关键作用;②面对黄石地区可能成为新旅游目的地带来的机遇,北太平洋铁路公司试图垄断交通,客观上也推动了国家公园成立。RT5—7 则

反映体制初创期自然科学的研究方向:植物物种识别、地质勘探和森林保护。

表 4　不同阶段下美国国家公园科学论文中的代表性主题

Table 4　Representative topics of papers at different stages in science of the U.S. National Parks

阶段 Stage	主题词 Topic words	代表性主题 Representative topics (RT)
体制初创 Initial stage of system establishment 1872—1916	steam rock camp trail fire eruption mud lake hole way	1
	region animal lake range science creek expedition country nature purpose	2
	lake herd forest land survey river limit nature road visitor	3
	protection congress fork rock place superintendent bison tourist territory force	4
	species grass meadow plant leaf petal botanical flower gazette creek	5
	rock geology river fossil peak survey lava area geological water	6
	mass plant forest secured area science law appeared nature land	7
体系完善 System improvement 1916—1933	building forest area public problem purpose interior development canyon land	8
	view printing light office hand living science effect human characteristic	9
	mountain camp area valley canyon tree region road river range	10
	historical report office government director quarterly superintendent	11
	bird canyon map animal lake survey river line water wild	12
	view building locality evidence valley scientific occur region build highest	13
	forest area land society boundary public mountain region tree feature	14
时事导向 Current affairs oriented 1933—1966	ice water survey report river mountain stream lake research surface	15
	area land government public purpose building structure development natural geology	16
	road land forest system interior public department report problem society	17
	species plant flora lake abundant forest area genus specimen collected	18
	species collection bird science specimen young society list lake collected	19
	rainfall grass population dry rain young animal seasonal count movement	20
多学科融合 Multidisciplinary integration 1966—今	population range animal habitat individual wildlife behavior activity ecology observed	21
	population egg density animal predation ecology individual growth control mortality	22
	water river fish spring stream sample lake species population condition	23
	population habitat range animal forest land density survey member individual	24
	density model mortality survival population effect mass value parameter difference	25
	population survival wildlife effect animal disease mortality management individual fish	26
	species island bird plant habitat diversity population flora collection distribution	27
	species habitat bird mountain trail elevation range vegetation mammal road	28
	wildlife road habitat human home management location activity animal movement	29
	conservation management land wildlife people resource reserve protected policy human	30
	population sample genetic individual diversity sequence structure molecular evolution wild	31
	forest cover shrub soil vegetation plant tree slope community dominant	32
	forest cover value community sample pattern index plant tree elevation	33
	forest habitat bird conservation land reserve island tropical community ecology	34
	elevation analysis growth model slope sample value pattern location relationship	35
	plant leaf growth population species effect density ecology nutrient difference	36
	vegetation soil forest species cover disturbance tree community shrub plant	37
	tree forest species density dry ecology class plant leaf rain	38
	soil plant biomass grass grassland grazing effect ecosystem	39
	soil plant leaf sample concentration organic dry value level water	40
	plant seed leaf forest tree dispersal ecology tropical stem light	41
	model scale spatial elevation landscape distribution pattern patch vegetation habitat	42
	climate temperature water elevation precipitation wetland response effect drought global	43
	impact value visitor environmental level analysis landscape social based method	44
	wildlife road habitat human home management location activity animal movement	45
	management resource research program natural visitor system service information project	46
	land forest conservation service development management wildlife boundary environmental resource	47
	management conservation land resource people community development environmental service protected	48

(2)体系完善期,研究大多围绕国家公园体系建设开展,科学论文具有更多的工作报告特点。RT8 反映了国家公园管理局成立初期面临的建设问题,涉及各地国家公园之间公路网修建和单元内部道路、服务设施、游憩区建设与管理等内容。RT9—10 表明了该时段 NPS 出现了野营自助设施、手册和指南等内容,也提出了工程修建不能破坏原始景观的要求。RT11—14 揭示了 NPS 管理体制的弊端,名义上是内政部对 NPS 进行统一管理,但实际的管理工作由各个公园园长负责,缺乏有效的规章制度,导致土地处置、边界勘定、野生物种管理等问题较为突出。

(3)时事导向期,国家公园发展受到了美国国内外宏观形势的影响,科学研究与重大事件紧密相关。受经济大萧条,罗斯福新政力图通过 NPS 建设解决了成千上万的年轻人就业问题,并成立“公民保护团”(Civilian Conservation Corps)进行大量公用设施的建设;“二战”期间,NPS 更是承担了公众就业和提供物资的双重任务。RT15 中有关地质勘察工作,也与 NPS 内的道路修建密切相关;RT16—17 中所提到的区域开发和部门报告,表明二战结束后,居民收入的增加、公路发展和汽车使用共同刺激了游憩和旅游需求,访客数量大幅增加造成 NPS 的巨大压力;RT18—19 为鸟类和植物采集类主题,反映了 NPS 在 1950 年代开始关注生物资源管理。在这一时期,国家公园建设偏向于旅游景区或游憩区建设的特点。

(4)多学科融合期,以生态学方法为基础的研究论文有大幅度增长。①植物:RT32—34 涉及了森林群落中的植被覆盖、群落结构、群落生态等领域,RT35—42 中的海拔、气候、密度、干扰、土壤、光照、景观体现了生态学研究的广泛性。②动物:RT20—31 集中在中微观尺度,主要有动物行为、种群规模、生境、多样性保护 4 个显著领域。③自然环境:包含河流、降雨、地表水等水体研究主题;有关火的主题则是与植被、放牧、生境、景观多学科融合;RT43 中的全球气候变化是比较前沿的研究方向。④人类行为:RT44—46 分别讨论了不同景观格局下的游客体验差异、游憩活动对公园的生态影响,以及探讨游憩与资源保护两者之间的平衡。RT47—48 分别为人类行为主导下的自然资源管理与国家公园建设。国家公园建设在这一时期更多的表现了自然保护地建设的特点。

3 结论与讨论

3.1 讨论

中美两国的科学论文内容反映出来中美两国在国家科学研究领域存在较大差异。

在中国学术期刊全文数据库(CNKI)中,通过“篇关摘”方式检索,截至 2023 年 10 月底,获取期刊论文数量为 6381 篇。2015 年之前,相关论文数量较少,内容大都是介绍美加等国外国家公园体系和地方国家公园探索(如云南)为主。2015 年之后,国家发展改革委颁布了《建立国家公园体制试点方案》,论文数量开始明显上升。中国国家公园科学论文快速增加主要是体系建设的驱动,国家公园建设得到了政府的关注和支持逐步成为国家行为,甚至引起了最高领导人的关注,极大地激发了学术界的兴趣和动力。1980 年之后,美国国家公园科学论文快速增加主要源自学科成熟和研究范式转变,主要是以生态学为代表的支持科学的逐步成熟,促进了国家公园科学的形成。

核心学科由旅游转变为环境科学与资源利用,反映了中国国家公园体制建设目的的变化,由原有注重自然资源开发利用转向科学保护和合理利用。2015 年以前,中国国家公园科学论文分布前五位的学科分别是旅游(21.17%)、建筑科学与工程(15.77%)、环境科学与资源利用(12.51%)、林业(10.86%)、生物学(7.56%)。2015 年之后,中国国家公园科学分布前五位的学科分别环境科学与资源利用(32.38%)、建筑科学与工程(13.32%)、旅游(10.99%)、林业(8.12%)、生物学(6.67%)。

中国国家公园科学研究中,自然环境和人类行为的占比远高于动、植物。环境科学与资源利用、建筑科学与工程、旅游是中国国家公园科学研究中占比前三的学科,这三个学科可归属于自然环境和人类行为对象。而归属于动、植物对象的林业、生物学、野生动物保护等学科,仅占中国国家公园科学研究的 20%不到。以气候变化为代表的新兴领域在中国国家公园研究中出现较少。主要是因为中国国家公园的建设起步晚,很多国

家公园成立之前已完成资源调查等工作和研究;而且,中国国家公园建设尚处体制初创阶段,大量研究集中在基础设施建设、制度探索等领域;另外,以国家公园中动、植物对象为代表的基础研究很少发表在中文期刊。

3.2　结论

本文创新性地将文本分析方式从传统的“分散式操作”修正为“集成式作业”,以把握 NPS 公园科学的发展脉络,得到了如下结论:

(1) NPS 公园科学形成了“四梁八柱”的总体框架。4 种主要关注对象是动物、植物、自然环境和人类行为,8 大关键研究领域包括公共管理、游憩、火山与地质、植物生态、动物生态、水体、火、气候。

(2)绝大部分代表性特征词的研究热度呈上升趋势。高热度值区间特征词有 land 等 8 个,其热度走势表现为早期低迷、中后期突增;中热度区间特征词有如 animal 等 6 个,其热度走势均为整体上升、阶段波动;低热度区间有 fire 等 4 个特征词,其热度走势各不相同,大都为偶现性研究。以动物、植物、管理、生态学等特征词为代表的基础学科研究较为成熟,气候等特征词为代表的新兴领域仍有上升趋势,也是未来研究的重点。

(3)公园科学主题演化与 NPS 发展过程相一致。体制初创期,研究主要围绕着资源调查和 NPS 建立的驱动因素展开;体系完善期,研究聚焦在单元内部的基础设施和服务设施建设方面;时事导向期,大萧条、罗斯福新政、二次世界大战、“66 计划”等诸多重大事件对 NPS 产生了巨大影响,研究多围绕重大事件展开;多学科融合期,NPS 科学研究则转向以生态学为基础的各种学科融合,呈现出综合发展的趋势。

(4) 中美两国公园科学在四个主要关注对象上存在较大差异。中国国家公园科学研究中,自然环境和人类行为的占比远高于动、植物;美国国家公园科学研究中,动、植物和自然环境的占比远高于人类行为。中国国家公园科学迫切需要加强以动、植物为关注对象的基础研究和气候变化为关键领域的前沿研究。

当然,本文也有不足之处:一是部分对象、领域分类存在交叉重叠。国家公园科学中不同学科融合是十分普遍的现象,某一问题或者某一篇论文可能涉及不同的关注对象和多个领域,这是很难以完全避免的。二是论文仅从检索方式上加以区分,难以完全做到论文研究内容准确化。美国作为国家公园的发源地,在其他国家国家公园的研究中难以绕开,使得部分论文是研究其他国家公园体系。但这些研究属于国家公园体系研究,本研究是从具体对象之中抽取共性规律,故对研究结果的影响是有限的。未来研究,可选择更加科学的检索方式以建立精准的数据集,从而增强研究的科学性。

参考文献(References):

[1] Machlis G, McNutt M. Parks for science. Science, 2015, 348(6241): 1291.

[2] Laurance W F. Parks for science, science for parks. Science, 2015, 349(6249): 699.

[3] National Research Council. Science and the national parks. Washington, D.C.: National Academy Press, 1992.

[4] Dudley N. Guidelines for applying protected area management categories. IUCN, 2008.

[5] Sauvajot Raymond M. Science for our National Parks′ second century: a view from the top. Ecosphere, 2016, 7(11): e01607.

[6] Paul E. National Park service sets out the welcome mat for science. BioScience, 1999, 49(12): 958.

[7] Carruthers J. National Park Science: a century of research in South Africa. Cambridge University Press, 2017.

[8] Wright R. Wildlife management in the National Parks: questions in search of answers. Ecological Applications, 1999, 9: 30-36.

[9] National Research Council. A report by the advisory committee to the National Park Service on research. 1963.

[10] States U, Earle S A, States U. National Park Service Science in the 21st Century: A National Parks Science Committee Report to the National Park System Advisory Board. Second edition. Washington, DC: National Park System Advisory Board, U.S. Department of the Interior, 2009.

[11] Miller N P. US National Parks and management of park soundscapes: a review. Applied Acoustics, 2008, 69(2): 77-92.

[12] 许晓青, 杨锐, 彼得·纽曼, 德瑞克·塔夫. 国家公园声景研究综述. 中国园林, 2016, 32(7): 25-30.

[13] 谢嘉淇, 徐曼, 王薇菡, 虞依娜. 国家公园生态系统服务研究与展望. 生态学杂志,2023,42(01):219-227.

[14] Merino M L, Carpinetti B N, Abba A M. Invasive mammals in the National Parks system of *Argentina*. Natural Areas Journal, 2009, 29(1): 42-49.

[15] 徐琳琳, 虞虎. 国外国家公园景观评价与保护利用研究进展及对中国的启示. 资源科学, 2022, 44(7): 1520-1532.

[16] Jordan M. Ecological impacts of recreational use of trails: a literature review. Nature Conservation, 2000, 1: 1-6.

[17] 李洪义, 吴儒练, 田逢军. 近 20 年国内外国家公园游憩研究综述. 资源科学, 2020, 42(11): 2210-2223.

[18] Dean S N. National Park interpretation and place-based education: an integrative literature review. Journal of Experiential Education, 2021, 44(4): 363-377.

[19] 虞虎, 钟林生. 基于国际经验的我国国家公园遴选探讨. 生态学报, 2019, 39(4): 1309-1317.
[20] Spernbauer B, Monz C, Smith J W. The effects and trade-offs of alternative transportation systems in U.S. National Park Service units: an integrative review. Journal of Environmental Management, 2022, 315: 115138.
[21] 孙琨, 钟林生. 国家公园公益化管理国外相关研究及启示. 地理科学进展, 2021, 40(2): 314-329.
[22] 肖练练, 钟林生, 周睿, 虞虎. 近30年来国外国家公园研究进展与启示. 地理科学进展, 2017, 36(2): 244-255.
[23] Jia S. Motivation and satisfaction of Chinese and U.S. tourists in restaurants: a cross-cultural text mining of online reviews. Tourism Management, 2020, 78: 104071.
[24] Salton G, Buckley C. Term-weighting approaches in automatic text retrieval. Information Processing & Management, 1988, 24(5): 513-523.
[25] Blei D M, Ng A Y, Jordan M I. Latent Dirichlet allocation. Journal of Machine Learning Research, 2003, 3: 993-1022.
[26] Bastani K, Namavari H, Shaffer J. Latent Dirichlet allocation (LDA) for topic modeling of the CFPB consumer complaints. Expert Systems With Applications, 2019, 127: 256-271.
[27] 荣慧芳, 陶卓民. 基于网络数据的乡村旅游热点识别及成因分析——以江苏省为例. 自然资源学报, 2020, 35(12): 2848-2861.
[28] 钱学森. 现代科学的结构——再论科学技术体系学. 哲学研究, 1982(3): 19-22.
[29] Wang G M, Hobbs N T, Singer F J, Ojima D S, Lubow B C. Impacts of climate changes on elk population dynamics in rocky Mountain National Park, Colorado, U.S.A. Climatic Change, 2002, 54(1): 205-223.
[30] Kumar S, Simonson S E, Stohlgren T J. Effects of spatial heterogeneity on butterfly species richness in Rocky Mountain National Park, CO, USA. Biodiversity and Conservation, 2009, 18(3): 739-763.
[31] Barber-Meyer S M, Mech L D, White P J. Elk calf survival and mortality following wolf restoration to Yellowstone National Park. Wildlife Monographs, 2008, 169: 1-30.
[32] Metz M C, Smith D W, Vucetich J A, Stahler D R, Peterson R O. Seasonal patterns of predation for gray wolves in the multi-prey system of Yellowstone National Park. The Journal of Animal Ecology, 2012, 81(3): 553-563.
[33] Hessl A E, Baker W L. Spruce-fir growth form changes in the forest-tundra ecotone of Rocky Mountain National Park, Colorado, USA. Ecography, 1997, 20(4): 356-367.
[34] Kim Y, Yang Z Q, Cohen W B, Pflugmacher D, Lauver C L, Vankat J L. Distinguishing between live and dead standing tree biomass on the North Rim of Grand Canyon National Park, USA using small-footprint lidar data. Remote Sensing of Environment, 2009, 113(11): 2499-2510.
[35] Mast J N, Wolf J J. Spatial patch patterns and altered forest structure in middle elevation versus upper ecotonal mixed-conifer forests, Grand Canyon National Park, Arizona, USA. Forest Ecology and Management, 2006, 236(2/3): 241-250.
[36] Kearsley L H, Schmidt J C, Warren K D. Effects of glen canyon dam on Colorado River sand deposits used as campsites in grand canyon National Park, USA. Regulated Rivers: Research & Management, 1994, 9(3): 137-149.
[37] Madej M A, Weaver W E, Hagans D K. Analysis of bank erosion on the Merced River, Yosemite Valley, Yosemite National Park, California, USA. Environmental Management, 1994, 18(2): 235-250.
[38] Marston R A, Mills J D, Wrazien D R, Bassett B, Splinter D K. Effects of Jackson Lake dam on the snake river and its floodplain, grand teton National Park, Wyoming, USA. Geomorphology, 2005, 71(1/2): 79-98.
[39] Golden Kroner R E, Krithivasan R, Mascia M B. Effects of protected area downsizing on habitat fragmentation in Yosemite National Park (USA), 1864—2014. Ecology and Society, 2016, 21(3): art22.
[40] Smoak J M, Breithaupt J L, Smith T J, Sanders C J. Sediment accretion and organic carbon burial relative to sea-level rise and storm events in two mangrove forests in Everglades National Park. CATENA, 2013, 104: 58-66.
[41] Van Wagtendonk J W, Lutz J A. Fire regime attributes of wildland fires in yosemite National Park, USA. Fire Ecology, 2007, 3(2): 34-52.
[42] Lawson S R, Manning R E, Valliere W A, Wang B. Proactive monitoring and adaptive management of social carrying capacity in Arches National Park: an application of computer simulation modeling. Journal of Environmental Management, 2003, 68(3): 305-313.
[43] Leung Y F, Marion J L. Assessing trail conditions in protected areas: application of a problem-assessment method in Great Smoky Mountains National Park, USA. Environmental Conservation, 1999, 26(4): 270-279.
[44] Marion J L, Farrell T A. Management practices that concentrate visitor activities: camping impact management at Isle Royale National Park, USA. Journal of Environmental Management, 2002, 66(2): 201-212.
[45] Wesstrom S, Creany N, Monz C, Miller A, D'Antonio A. The effect of a vehicle diversion traffic management strategy on spatio-temporal park use: a study in rocky Mountain National Park, Colorado, USA. Journal of Park and Recreation Administration, 2021, 39(2): 83-97.
[46] Whittaker D, Shelby B, Meldrum B H, DeGroot H, Bacon J. Transportation, recreation, and capacities in yosemite National Park. The George Wright Forum. George Wright Society, 2012, 29(3): 338-350.
[47] Krutilla J V. Conservation reconsidered. The American Economic Review, 1967, 57(4): 777-786.
[48] Hammitt W, Cole D, Monz C. Wildland recreation: ecology and management, 3rd edition.. John Wiley & Sons, 2015.
[49] 李新婷, 魏钰, 张丛林, 黄宝荣. 国家公园如何平衡生态保护与社区发展: 国际经验与中国探索. 国家公园, 2023, 1(1): 44-52.
[50] National Park Service. Management policies 2006. https://www.nps.gov/subjects/policy/upload/MP_2006.pdf, 2022-6-20.
[51] Saunders S, Easley T, Farver S, Logan J A, Spencer T. National parks in peril: The threats of climate disruption: A report. Rocky Mountain Climate Organization, 2009.
[52] 王小珊, 乔纳森·贾维斯, 赵智聪, 杨锐. 美国国家公园气候变化应对关键机制及启示. 国家公园, 2023, 1(1): 34-43.

附表　15 个时段下 NPS 科学论文 LDA 主题挖掘结果表

Attached Tab　LDA theme mining results of NPS literature under 15 periods

时段 Period	主题 Topic	主题词 Topic words	论文数量 Number of literature
1	1	region animal creek deposit country nature science rock report question	6
	2	steam range eruption lake mound boiling beautiful camp rock region	5
2	3	species grass meadow plant leaf petal botanical flower gazette creek	2
	4	protection congress fork rock place superintendent bison tourist territory force	2
	5	lake herd forest land survey river limit nature road visitor	2
3	6	rock geology river fossil peak survey lava area geological water	3
	7	water species geyser hot spring region flora air place theory	7
	8	mass plant forest secured area science law appeared nature land	3
4	9	lake water avalanche mountain fish ice trail cliff place surface	2
5	10	building forest area public problem purpose interior development canyon land	10
	11	water spring surface science rock amount range shown region mass	8
	12	bird species list lake water animal river description wild collection	7
6	13	spring water hot rock surface river area region valley level	10
	14	mountain camp area valley canyon tree region road river range	13
	15	forest area land society boundary public mountain region tree feature	15
	16	water stream mountain river elevation valley altitude higher lake observation	1
	17	historical report office government director quarterly superintendent people cover mountain	5
	18	species tree specimen science abundant lake forest collected section collection	12
	19	bird canyon map animal lake survey river line water wild	5
7	20	pine tree growth diameter level area water mountain species dry	2
	21	ice water survey report river mountain stream lake research surface	37
	22	species collection bird science specimen young society list lake collected	8
	23	trail dark species mountain area ridge camp road forest structure	6
	24	forest area spring tree species method plant fairly island mountain	1
	25	plant creek place lake slope canyon abundant pine soil dry	16
	26	area land government public purpose building structure development natural geology	8
8	27	valley stream rock lake water fish creek mountain river area	4
	28	bird young species observed observation pond begin region tree individual	3
	29	species plant flora lake abundant forest area genus specimen collected	10
	30	plant root soil system species mountain altitude dry slope habitat	21
	31	line level continued surface activity bottom value shown water position	2
9	32	forest tree species slope plant soil community vegetation cover mountain	10
	33	lake water sample value creek section surface development level result	13
	34	bird species list visitor lake mountain region map nature account	10
	35	species specimen genus locality flora collected section collection character rock	36
	36	historical commission society program public plan map region survey system	14
10	37	road land forest system interior public department report problem society	37
	38	temperature spring water river growth value soil species sample plant	37
	39	species tree plant forest mountain soil specimen collected elevation genus	29
	40	light population range wildlife movement spring result observation method reduced	6
	41	canyon culture survey historical structure report river section san historic	32
11	42	rainfall grass population dry rain young animal seasonal count movement	7
	43	bird behavior observation observed individual population habitat tree social frequency	15
	44	service mountain management forest land research report natural department government	5
	45	forest cover shrub soil vegetation plant tree slope community dominant	17

续表

时段 Period	主题 Topic	主题词 Topic words	论文数量 Number of literature
	46	soil temperature plant energy water value feeding concentration sample level	7
	47	population egg density animal predation ecology individual growth control mortality	10
	48	fire animal grazing activity class interaction social behavior relatively forest	11
	49	spring temperature light water hot activity effect experiment concentration ph	9
	50	lake fish creek river stream specimen complex valley rock water	13
12	51	management resource research program natural visitor system service information project	267
	52	animal individual feeding population young behavior observed result sample range	63
	53	elevation analysis growth model slope sample value pattern location relationship	27
	54	stream value ecosystem plant control natural problem biological development resource	14
	55	land forest conservation service development management wildlife boundary environmental resource	35
	56	plant leaf growth population species effect density ecology nutrient difference	53
	57	fire forest natural effect structure community model habitat vegetation tree	16
	58	water river fish spring stream sample lake species population condition	32
	59	grass community species diversity vegetation temperature ecology pattern ecosystem dry	21
	60	vegetation soil forest species cover disturbance tree community shrub plant	33
	61	soil lake concentration level ph nutrient sample air effect water	49
	62	population habitat range animal forest land density survey member individual	16
	63	mountain section peak surface region valley lake structure model research	45
	64	tree forest species density dry ecology class plant leaf rain	42
	65	species island bird plant habitat diversity population flora collection distribution	39
13	66	soil plant biomass grass grassland grazing effect ecosystem response range	77
	67	population range animal habitat individual wildlife behavior activity ecology observed	213
	68	soil plant leaf sample concentration organic dry value level water	34
	69	impact value visitor environmental level analysis landscape social based method	129
	70	density model mortality survival population effect mass value parameter difference	79
	71	fire seed cover vegetation species shrub landscape forest plant patch	63
	72	species plant tree forest community abundance diversity ecology tropical habitat	58
	73	water stream temperature model spring surface sample value analysis creek	46
	74	forest tree pine canopy growth species vegetation density class slope	81
	75	water river land system map spring management resource habitat stream	63
	76	resource management program visitor project system monitoring manager science plan	93
	77	conservation management land wildlife people resource reserve protected policy human	98
	78	species habitat bird mountain trail elevation range vegetation mammal road	67
	79	lake fish water species mountain river climate organic basin core	81
14	80	model scale spatial elevation landscape distribution pattern patch vegetation habitat	416
	81	management conservation land resource people community development environmental service protected	548
	82	forest habitat bird conservation land reserve island tropical community ecology	324
	83	wildlife road habitat human home management location activity animal movement	197
	84	fire pine forest climate tree regime interval vegetation frequency disturbance	83
	85	density biomass abundance ecology feeding foraging mass effect resource availability	101
	86	population model individual predation genetic effect survival predator sample ecology	249
	87	water lake stream concentration sample river fish aquatic collected environmental	297
	88	model water river survival effect parameter management growth rainfall regression	225
	89	plant seed leaf forest tree dispersal ecology tropical stem light	215
	90	soil temperature plant water root ecosystem carbon nutrient moisture dry	159

续表

时段 Period	主题 Topic	主题词 Topic words	论文数量 Number of literature
	91	individual wild sample animal social behavior genus observed society family	180
	92	tree forest growth canopy stem diameter tropical gap class density	349
	93	surface spring water cell rock sample temperature marine region basin	122
	94	plant vegetation community grass cover effect treatment grazing grassland shrub	114
15	95	management conservation resource people community wildlife service human social development	714
	96	vegetation cover climate temperature elevation remote precipitation map spatial scale	278
	97	population density survey wildlife island conservation individual animal home habitat	185
	98	habitat mountain road location patch selection wildlife elevation scale resource	147
	99	individual ecology prey animal effect predator behavior human pattern risk	391
	100	bird detection survey sampling monitoring sample abundance spatial breeding ecology	152
	101	population survival fish effect mortality wildlife growth management disease individual	256
	102	forest land conservation diversity community biodiversity protected richness landscape habitat	248
	103	river stream water temperature surface basin process depth survey valley	233
	104	fire population genetic structure ecology landscape burn pine individual climate	135
	105	sample sequence collected genus cell taxon region molecular observed diversity	411
	106	water climate wetland sea coastal marine scenario island ecosystem impact	198
	107	soil plant community effect leaf ecology vegetation grass biomass root	513
	108	forest tree density growth canopy pine disturbance ecology mortality tropical	261
	109	lake concentration water sample spring organic air environ surface nitrogen	380