

DOI: 10.5846/stxb201512182527

曹永强, 郭明, 刘思然, 杨俊. 基于文献计量分析的生态修复现状研究. 生态学报, 2016, 36(8): - - .

基于文献计量分析的生态修复现状研究

曹永强, 郭明, 刘思然, 杨俊

辽宁师范大学 城市与环境学院, 大连 116029

摘要:本文以中国知网学术期刊网络出版总库和 WEB OF SCIENCE 中 1997-2015 年的期刊论文为数据源,以“生态修复 (ecological remediation 和 ecological restoration)”为关键词进行检索,利用共词分析方法,同时结合 Bibexcel 软件对检索结果进行分析,最后利用 Ucinet 和 Netdraw 软件绘制出共词网络可视图,并通过 SPSS 软件进行多维尺度分析,以此来研究高频关键词之间的内在联系,探讨国内外生态修复领域中的研究热点以及研究现状。本论文期望以文献计量学的分析方法客观的评价国内外生态修复的研究概况及研究热点,明确生态修复技术研究探索的方向,从而为加强生态修复技术的研究提供理论依据。

关键词:生态修复;关键词;共词分析;聚类分析;多维尺度分析

生态修复研究起源于 20 世纪初的欧美国家,由于当时采矿业和地下水开采造成严重的环境问题^[1],因此,最初在生态修复方面的工作自然地集中在开矿后废弃植被的恢复方面^[2]。20 世纪 80 年代以来,随着各类生态系统的日益退化及环境问题的加剧^[3],不同程度退化下生态系统恢复与重建的研究更加受到重视^[4]。

自 20 世纪 50 年代初起,随着国内生态环境恶化,生态系统退化的进一步加剧,生态环境问题已经引起了社会各界的广泛关注和各级政府的高度重视。我国有关专家学者开始深入研究由于人类不合理的干扰大自然以及不合理利用自然资源所引起的生态退化、环境恶化等问题^[5]。金建丽^[6]等提出了湖泊富营养化生态修复策略;毛智勇^[7]研究了重金属污染的生态修复,并提出了相应的治理办法。

共词分析法是一种重要的情报研究方法,属于内容分析法的一种,共词分析法最早出现于 20 世纪 70 年代中后期,是由法国研究人员在开发“LEXIMAPPE”系统时提出的,当时被称为“leximappe program”,其思想来源于文献计量学中的引文耦合与共被引分析^[8]。目前,共词分析法已经运用到社会多种领域当中,用于揭示该领域内的研究主题、研究热点以及考察研究主题发展的历史脉络和演化态势等,并在多个领域已经取得丰硕的研究成果。

近年来我国关于生态修复方面的研究逐渐增多,但多数文章基于湖泊、河流、湿地或某一具体位置进行研究分析,运用文献计量学方法从宏观上把握生态修复的研究现状以及发展趋势的相关论文却很少,本文以国内外较权威的数据库网站 WEB OF SCIENCE 及中国知网 (CNKI) 中的文献资料为基础,运用共词分析法对国内外生态修复研究的热点领域及发展方向进行宏观上的分析,以期为加强生态修复技术研究提供理论依据,并为生态修复技术的进一步研究提供方向。

1 国外生态修复数据来源途径及分析

1.1 国外生态修复文章逐年发表数量分析

以 WEB OF SCIENCE 数据库中 WEB OF SCIENCE™ 核心合集作为数据源,以“ecological remediation 和 ecological restoration”作为关键词进行检索。检索时间范围为 1997-2015 年,检索文献类型为 Article,共检测出 7434 条结果,每年的发文量如图 1。

基金项目:国家自然科学基金 (51279072);流域水循环模拟与调控国家重点实验室开放基 (IWHR-SKL-201501)

收稿日期:2015-12-18; **修订日期:**2015-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: caoyongqiang@lnnu.edu.cn

由图 1 所示,国外有关生态修复方面的文章整体呈稳步上升趋势,分别在 2010 及 2014 年出现了两个小高峰。随着可持续发展要求不断深入,生态修复研究也逐渐加深,2013 年开始生态修复发文量呈现出大幅增长现象。由于检索日期为 2015 年 11 月 13 日整年文献资料不完全,因此 2015 年的文献资料数量相比 2014 年有所回落。

1.2 关键词频次分析

使用文献计量分析软件 Bibexcel 统计关键词的词频,由于关键词较多,为了更好的探索生态修复的研究热点,选用词频大于 40 的关键词,共计 62 个进行分析。由于关键词存在多词同意现象,因此对含义相同或相近的关键词进行了合并,如:“River restoration”、“Stream

restoration”都是河流恢复的意思,故统一用“River restoration”表示。除去频次最高的关键词“Remediation”,对合并后的 58 个关键词进行统计分析,这 58 个高频关键词在一定程度上反映了国际上生态修复领域的研究核心与热点,结果如表 1 所示。

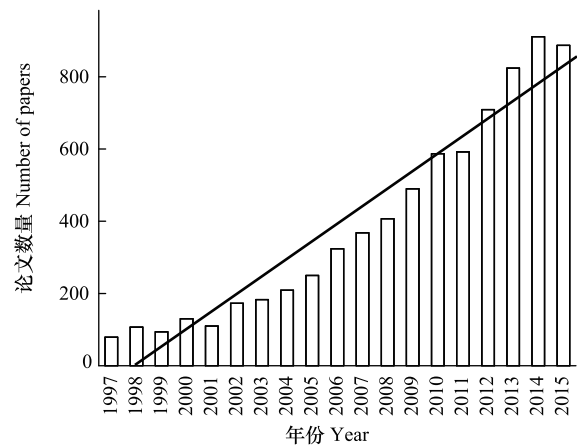


图 1 国外生态修复文献数量分布图

Fig.1 The number of foreign ecological restoration literature

表 1 国外“生态修复”期刊论文中高频关键词及词频

Table 1 High-frequency keywords and frequency of Foreign Periodicals in ecological restoration

词频	关键词	词频	关键词	词频	关键词
698	Ecological restoration	77	Species richness	52	Wetland restoration
243	Biodiversity	72	Remediation	52	Hydrology
181	River restoration	72	Rehabilitation	50	Grassland
173	Conservation	72	Phosphorus	50	Risk assessment
171	Wetland	70	GIS	48	Reforestation
140	Ecosystem services	69	Macroinvertebrates	47	Habitat
140	Climate change	65	Fire	46	Floodplain
122	Pinus ponderosa	65	Habitat restoration	46	Sediment
113	Eutrophication	61	Vegetation	46	Forest management
108	Water quality	61	Diversity	46	Land use
103	Disturbance	61	Revegetation	45	Ecology
99	Monitoring	60	Nitrogen	45	Heavy metals
96	Restoration ecology	59	Ecological engineering	45	Connectivity
95	Succession	58	Water Framework Directive	45	Ecosystem function
89	Forest restoration	58	Prescribed fire	43	Everglades
88	Management	57	Fish	43	Sustainability
81	Invasive species	52	Ecosystem management	43	Landscape ecology
80	Adaptive management	52	China	41	Recovery
77	Resilience	52	Remote sensing	41	Ecological risk assessment

从表 1 得出:(1) 研究最热的领域出现在“Ecological restoration (生态恢复)”、“Biodiversity (生物多样性)”、“River restoration (河流恢复)”当中,关键词词频超过了 180,占统计高频关键词的 22.4%,平均占比为 17.2%,远高出平均水平。研究范围相对较明确,内容更加具体。(2) 有关“Risk assessment (风险评估)”及“Ecological risk assessment (生态风险评价)”的研究占统计高频关键词的 2%,就内容而言研究较深入,说明国际上对于生态风险评估、评价方面关注度很高。(3) 有关“Sediment (沉积物)”、“Water quality (水质)”及

“Ecological restoration(生态恢复)”、“Biodiversity(生物多样性)”、“Ecosystem services(生态系统服务)”为研究中心的主体结构,表明“Ecological restoration(生态恢复)”、“Biodiversity(生物多样性)”、“Ecosystem services(生态系统服务)”是生态修复工作研究的热点方向。

1.4 关键词聚类分析

聚类分析(Cluster Analysis)是物以类聚的一种统计分析方法。用于对事物类别的面貌尚不清楚,甚至在事前连分类数量都不能确定的情况下进行分类的场合。聚类分析实质上是寻找一种能客观反映元素之间亲疏关系,即个体间的相似程度与差异程度的统计量,然后根据这种统计量把元素分成若干类^[11]。

以上文构造的 58 * 58 相异矩阵为基础,运用 SPSS 软件中的系统聚类方式对高频关键词进行聚类分析,得出系统聚类树状图,如图 3 所示,高频关键词整体可以分为四个群集,群集分布情况如图 4 所示,根据图 3、4 将高频关键词进行群体划分,划分结果如表 2。

从表 2 得出,群集 1 的内容比较复杂,涉及了生态环境中的诸多方面,并且都是针对某一特定领域的研究。群集 2 表明,中国在国际上生态修复研究工作的重点集中在生态工程方面,并且更侧重于工程性建设。群集 3 整体是对生态修复的宏观把握,如:“Risk assessment(风险评估)”、“Ecological risk assessment(生态风险评价)”等。群集 4 有力地说明了富营养化的形成原因是氮磷元素超标,生态修复更倾向于这方面的研究。

为了更加显著的看出关键词之间的聚类群体,采用 SPSS 统计软件中的多维尺度分析来构建多维尺度可视化图谱(图 5),从可视化图谱中可以直观、形象的得出关键词之间的聚类群体,更好地显示出分类情况,相同群集的关键词分布情况与系统聚类的结果基本一致。

表 2 国外“生态修复”聚类群体划分

Table 2 Cluster of “ecological restoration” in foreign countries

集群	关键词
群集 1	Adaptive management、Biodiversity、Climate change、Competition、Conservation、Connectivity、Diversity、Disturbance、Ecological restoration、Ecosystem function、Ecology、Ecosystem management、Ecosystem services、Fish、Fire、Everglades、Floodplain、Forest management、GIS、Grassland、Forest restoration、Habitat、Habitat restoration、Hydrology、Invasive species、Land use、Macroinvertebrates、Management、Landscape ecology、Monitoring、Prescribed fire、Pinups ponderosa、Reforestation、Rehabilitation、Resilience、Remote sensing、Restoration ecology、River restoration、Species richness、Succession、Sustainability、Vegetation、Water Framework、Directive、Water quality Wetland、Wetland restoration
群集 2	China、Ecological engineering
群集 3	Risk assessment、Sediment、Ecological risk assessment、Heavy metals、Remediation、Recovery Revegetation
群集 4	Eutrophication、Phosphorus、Nitrogen

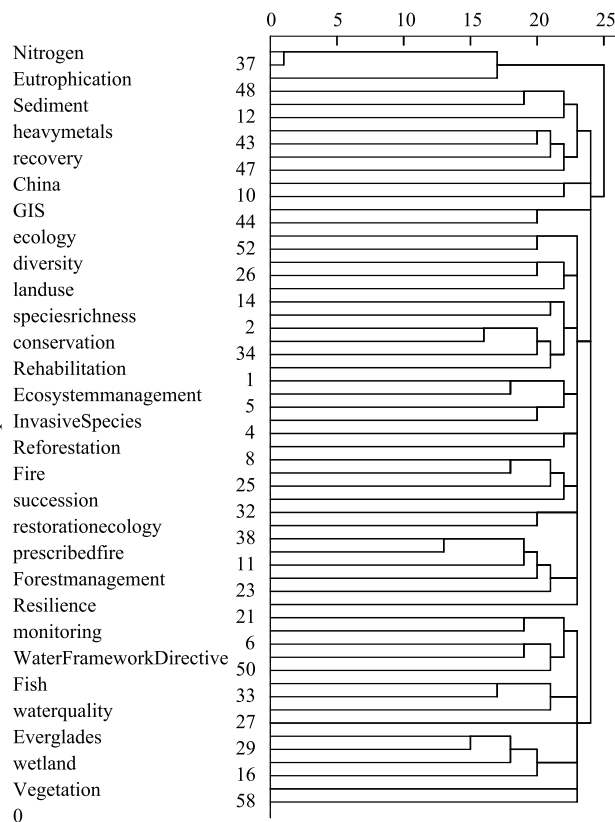


图 3 国外“生态修复”聚类树状图

Fig.3 Overseas “ecological restoration” clustering tree

2 国内生态修复数据来源途径及分析

2.1 国内生态修复文章逐年发表数量分析

以 CNKI 中国知网学术期刊网络出版总库作为统计源,以“生态修复”作为关键词进行检索。检索时间范

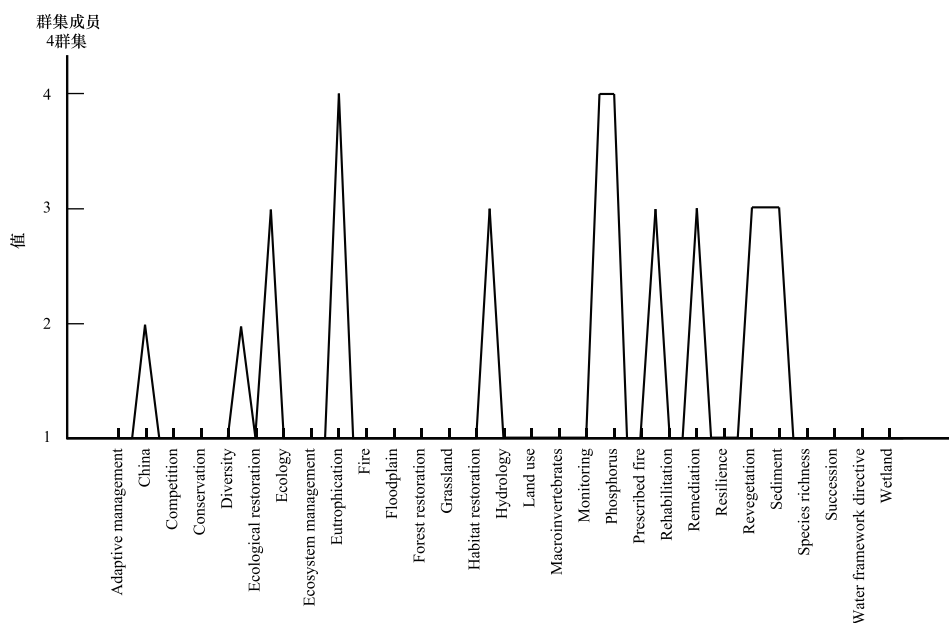


图4 国外“生态修复”群集划分线图

Fig.4 Overseas “ecological restoration” cluster division line map

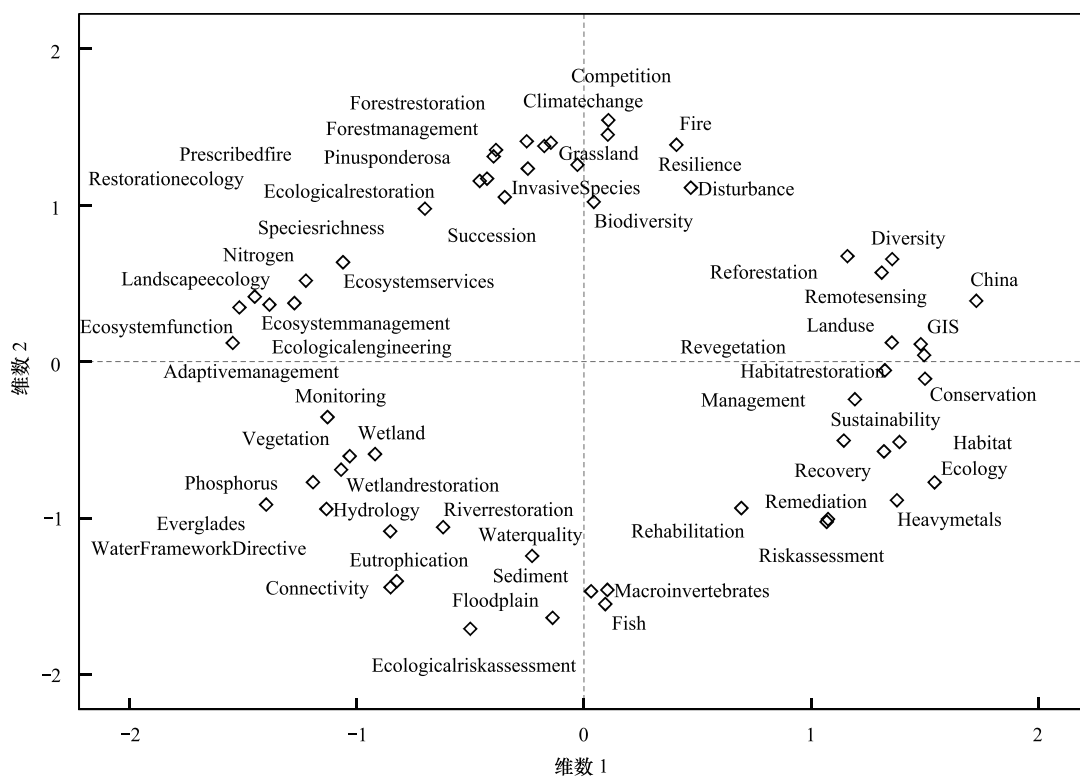


图5 国外“生态修复”线性拟合散点图

Fig.5 The linear fitting of the abroad ecological restoration

围为 1997-2015 年,共检索出 4578 条结果,每年的发文数量及发文趋势如图 6 所示。

从图 6 中可以明确得出,在 2008 年、2013 年和 2014 年出现了三个高峰,由于我国目前着重建设环境友好型、可持续发展型生态环境,生态修复的发文量近 10 年增长幅度逐年加快。由于 2015 年有部分论文还没有发表,因此该年文献数量比较少。整体来看,在研究初期 1997 年、1998 年和 1999 年三年发文量很少,其他年

份的发文量整体呈现平稳上升趋势。

2.2 关键词频次分析

利用文献计量分析软件 Bibexcel 统计关键词的词频,由于检索出的文献数量较少,且为了更好的研究高频关键词间的关联度,本文选取词频大于 25 的关键词,共计 64 个。由于不同的论文对相同含义的词表述有所不同,所以本文将同义词进行合并。例如:对策、措施合并为对策;治理、综合治理合并为治理等。此外,除去频次最高的关键词“生态修复”,对合并后的 54 个关键词进行统计分析,这 54 个关键词在一定程度上反映了国内生态修复领域的研究核心与研究热点,选取的高频关键词和词频如表 3 所示。

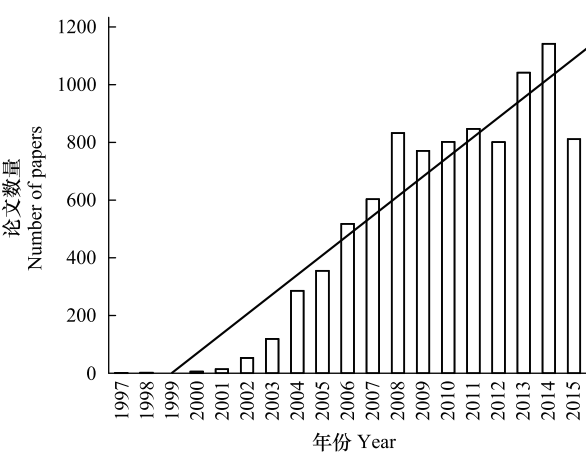


图 6 国内“生态修复”文献数量分布图
Fig.6 The number of domestic “ecological restoration” Literature

表 3 国内“生态修复”期刊论文中高频关键词及词频

Table 3 High-frequency keywords and frequency of domestic “ecological restoration” Journals

词频	关键词	词频	关键词	词频	关键词
483	水土保持	54	可持续发展	30	现状
259	生态	53	修复	29	污染治理
144	生态恢复	52	水土保持生态	29	污染
142	生态建设	51	湖泊	29	模式
139	富营养化	50	水环境	29	建议
135	水土流失	49	风景园林	28	土壤
131	治理	46	重金属	28	河道治理
122	对策	42	生态治理	28	黄土高原
114	湿地	40	重金属污染	27	景观水体
108	生态文明	39	环境治理	27	植物修复
88	河流	37	开发建设项目	27	矿区
80	生态系统	35	石漠化	26	生态安全
72	小流域治理	34	湖滨带	26	技术
68	水生植物	33	生态补偿	26	生物多样性
61	河道	33	水质	26	水土流失防治
58	植被恢复	32	问题	26	土地复垦
56	监测	30	成效	25	土壤侵蚀
54	生态保护	30	小流域	25	环境修复

从表 3 得出:(1)关于“生态修复”方面的期刊关注水土保持的较多,词频高达 483 次,仅次于生态修复,占统计高频关键词的 13.6%,平均占比为 18.5%接近平均水平。说明水土保持一直是近年来的研究热点;(2)在频次大于 80 的 12 个高频关键词中,有关生态方面的关键词有 5 个,占统计高频关键词的 20.7%,这说明生态修复涉及生态各个方面,研究频繁;(3)富营养化、水土流失方面的研究也很多,这解释了近年来有关生态修复方面的期刊研究热点内容,说明我国对生态修复的研究涉及水土污染调查及保护两个方面,研究内容切合实际;(4)生态文明方面的研究也相对较多,体现了研究过程中对环境及生态保护的重视,表明近年来生态修复正在不断的向可持续方向发展;(5)对策、治理也是生态修复研究中的主要内容,得到了广泛的关注;(6)湿地、河流作为新兴的研究方向,体现了生态修复已涉及到生态环境多个领域的研究中。

2.3 关键词可视化分析与聚类分析

为了更加直观的得到关键词之间的相互联系,采用了 Ochiai 系数方法,计算出 54 * 54 的相异矩阵后,运用了可视化软件 Ucinet 得出了高频关键词的可视化网络图,如图 7 所示。

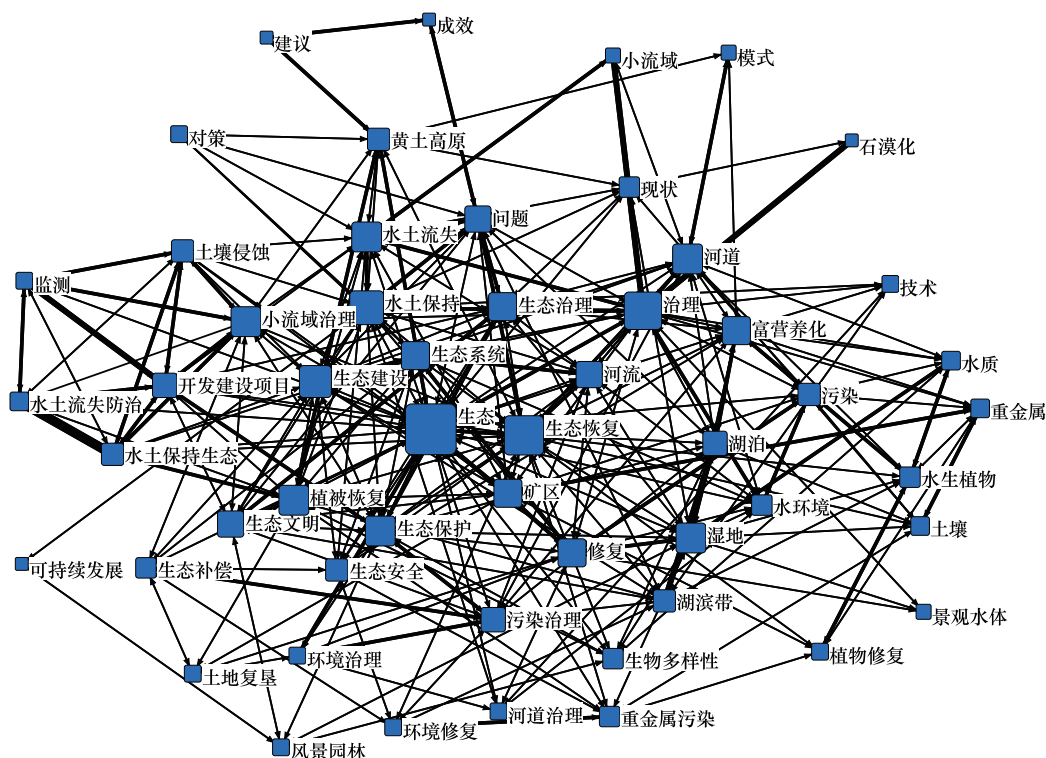


图7 国内高频关键词共现网络可视图

Fig.7 The domestic high frequency key words common network visual graph

采用与上述国外生态修复研究相同的方法,分别得到系统聚类树状图(图8)、群集划分线图(图9)、聚类群体划分表(表4)以及线性拟合散点图(图10)。从表4得出,群集1注重于水土流失方面的研究,我国西北的黄土高原地区长期受到黄沙困扰,近几十年来我国已采取大量防风固沙的措施,以防黄土高原进一步沙漠化。群集2是对生态各个领域的研究,总体可以概括为大气、水、土壤方面的生态修复。群集3致力于保护措施方面的研究,强调做好防治措施。

3 结论与讨论

(1)从数量上看,1997-2015年间,国内外生态修复研究文献数量都呈快速增长趋势,特别是2014年国内外的发文量均出现小高峰,说明生态修复的研究在国内外受到高度重视。

(2)纵观研究热点,国外研究热点为“Ecological restoration”、“Biodiversity”、“Ecosystem services”等,而国内研究热点为“生态”、“水土保持”、“生态恢复”等,说明国内外的研究热点有所不同。国外更侧重于学科发展,国内更加关注社会需求,但总体都是朝着更高层次的生态修复领域发展。

(3)从群集分类上看,国内外的群集划分情况基本相

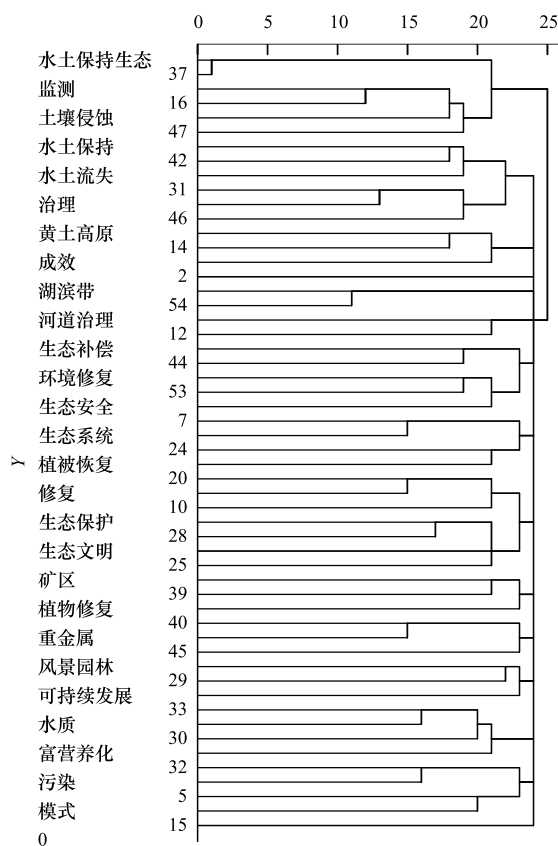


图8 国内“生态修复”聚类树状图

Fig.8 The domestic “ecological restoration” clustering tree

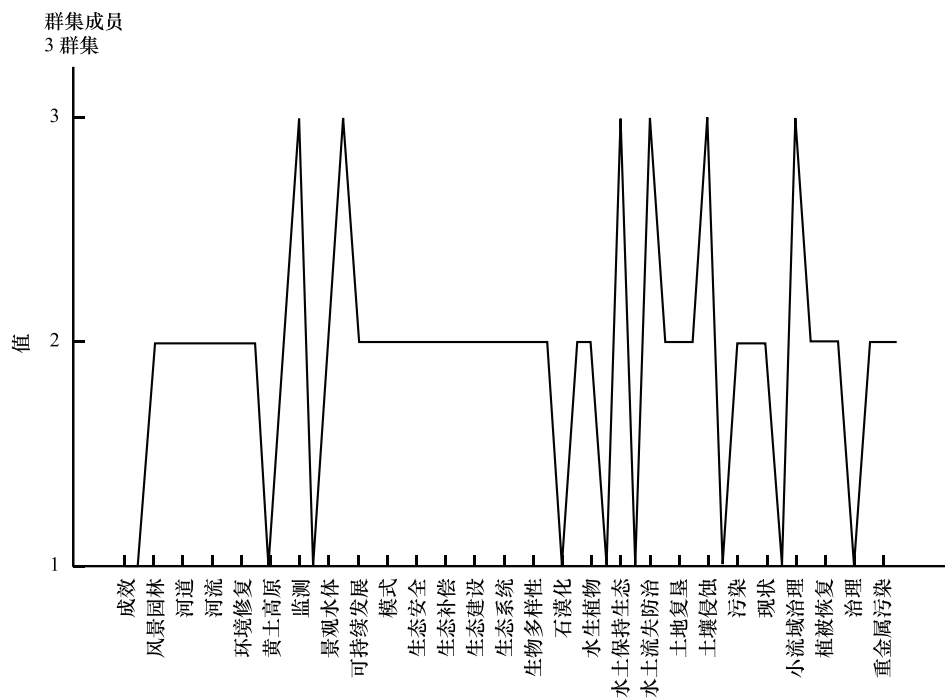


图9 国内“生态修复”群集划分线图

Fig.9 The domestic “ecological restoration” of the cluster partition line

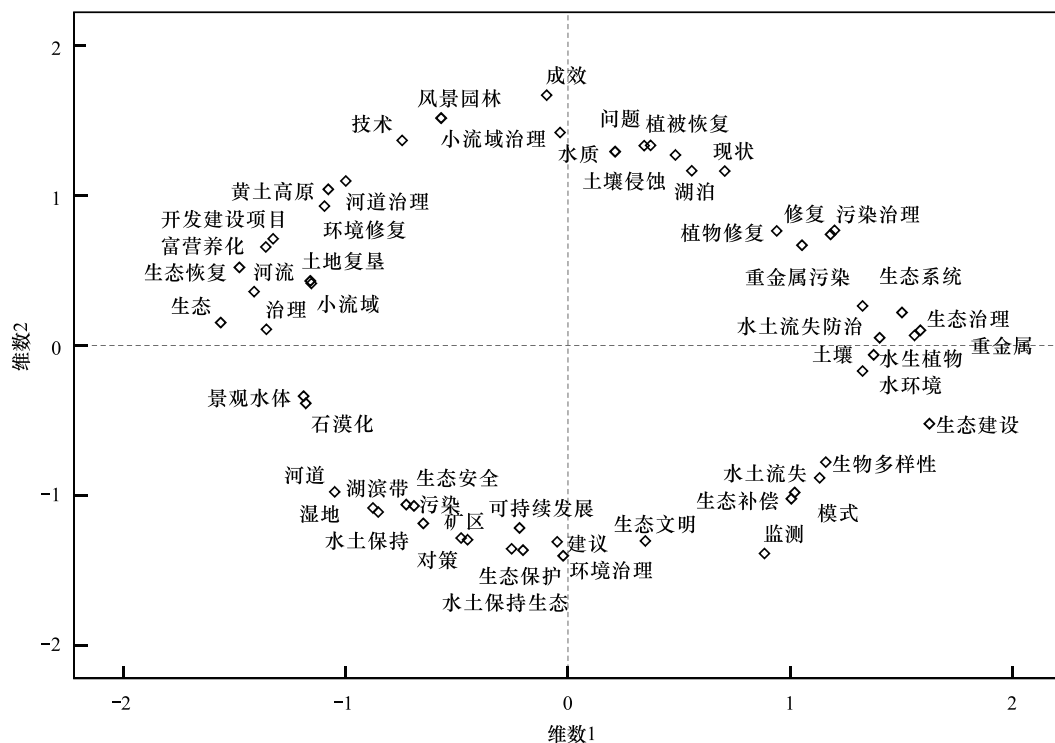


图10 国内生态修复线性拟合散点图

Fig.10 The linear fitting of the domestic ecological restoration

同,可以概括为生态修复环境要素分类、生态修复治理对策、方法及生态修复宏观综述三类。

(4) 本文选取累积出现频次达到 40 的前 62 个英文关键词和累积频次达到 25 的前 64 个中文关键词作为高频关键词,其集中性和囊括范围比较适中。但是,并不排除一些频次较低的关键词未来可能成为研究热点。

利用共词分析法探讨学科领域的研究热点,其结果受关键词统计的完整程度、专业水平和学科门类等影响,存在一定的局限性。因此,这种共词聚类方法主要针对近 20 年的研究,对于预测未来发展趋势上还不够说服力,还需进一步研究。

表 4 国内“生态修复”聚类群体划分
Table 4 Cluster of ecological restoration in China

群集	关键词
群集 1	成效 对策 黄土高原 建议 石漠化 水土保持 水土流失 问题 小流域 治理
群集 2	风景园林 富营养化 河道 河道治理 河流 湖滨带 环境修复 环境治理 技术 景观水体 可持续发展 矿区模式 生态 生态安全 生态保护 生态补偿 生态恢复 生态建设 生态文明 生态系统 生态治理 生物多样性 湿地 水环境 水生植物 水质 土地复垦 土壤 污染 污染治理 现状 修复 植被恢复 植物修复 重金属 重金属污染 湖泊
群集 3	监测 开发建设项目 水土保持生态 水土流失防治 土壤侵蚀 小流域治理

参考文献 (References):

- [1] 李俊,董锁成,李泽红等.中国城市化过程中生态环境研究的文献计量分析.生态学报,2014,5(3): 211-221.
- [2] 吕明权,吴胜军,陈春娣等.三峡消落带生态系统研究文献计量分析.生态学报,2015,35(11): 3504-3517.
- [3] 宋长青,谭文峰.基于文献计量分析的近 30 年国内外土壤科学发展过程解析.土壤学报,2015,52(5):957-969.
- [4] 荣先林.生态修复技术在园林中应用[D].杭州:浙江大学,2010.
- [5] 金建丽,石兰英,杨春文.湖泊富营养化的生态修复策略.国土与自然资源研究,2012,45-46.
- [6] 毛智勇.重金属污染与生态修复问题研究.都洋湖学刊,2013, 5-15.
- [7] Le Mare M, Courtial J P, Senkovaka E D, et al. The dynamics of research in the psychology of work from 1973 to 1987: From the study of companies to the study of professions. Scientometrics, 1991, 21(1): 69-86.
- [8] 柴彦.基于共词聚类分析方法的知识管理国内研究述评.情报科学,2015,33(4):149-153.
- [9] 费钟琳,王京安.社会网络分析:一种管理研究方法和视角.科技管理研究,2010,(24):216-219.
- [10] 钟伟金,李佳,杨兴菊.共词分析法研究(三)共词聚类分析法的原理与特点.情报杂志,2008,7:118-120.
- [11] 张存刚,李明,陆德梅.社会网络分析——一种重要的社会学研究方法.甘肃社会科学,2004,(2):109-111.
- [12] 张勤,徐绪松.定性定量结合的分析方法.技术经济,2010,29(6):20-25.