

基于文献计量分析的中国城市园林绿化垃圾资源化处理利用研究

Research on the Recycling and Utilization of Urban Garden Waste in China Based on Bibliometric Analysis

蔡文婷 陈 艳 伏 凯 张 黎 王 钰 王香春*
CAI Wenting CHEN Yan FU Kai ZHANG Li WANG Yu WANG Xiangchun*

基金项目:
中国城市建设研究院有限公司自立科研项目“公园城市建设研究与实践探索”(编号: YY29Y21029)
中国城市建设研究院有限公司自立科研项目“城市园林垃圾资源化处理模式研究”(编号: Y84H19425)

文章编号: 1000-0283 (2021) 08-0054-09
DOI: 10.12193/j.laing.2021.08.0054.009
中图分类号: TU986
文献标识码: A
收稿日期: 2021-04-25
修回日期: 2021-07-02

蔡文婷
1983年生/女/江苏常州人/硕士/中国城市建设研究院有限公司城乡生态文明研究院生态园林研究中心主任, 副研究员/研究方向为生态园林技术管理与政策研究(北京 100120)

陈 艳
1989年生/女/重庆人/硕士/中国城市建设研究院有限公司城乡生态文明研究院助理工程师/研究方向为城市有机废弃物资源化、生态环境保护与修复(北京 100120)

王香春
1968年生/女/湖北浠水人/中国城市建设研究院有限公司城乡生态文明研究院院长, 正高级工程师/研究方向为生态与园林绿化建设管理(北京 100120)

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: chenyanhengtai@cuod.cn

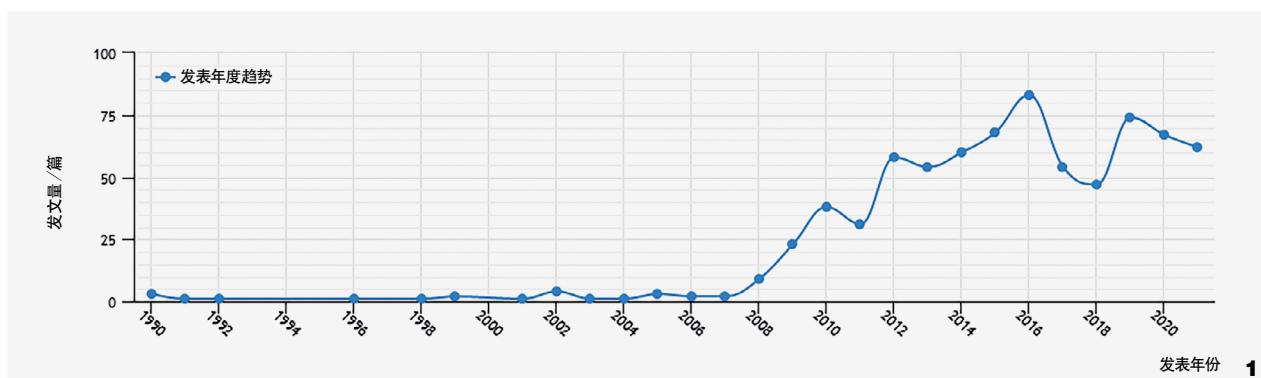
摘要
园林绿化垃圾作为城市有机废弃物的一种, 其资源化处理与利用是生态文明建设、城市绿色可持续发展的重要内容之一。利用VOSviewer和CiteSpace等可视化分析软件, 以CNKI知网数据库检索文献为数据来源和研究对象, 对文献数量和来源、研究主体、热点主题、研究阶段与前沿趋势等进行分析总结, 指出目前园林绿化垃圾资源化利用相关研究内容、主题变化特征、研究与实践中存在的问题等, 并针对园林绿化垃圾研究时效、政策保障体系建设、前沿技术研发等提出建议。

关键词
文献计量分析; 园林绿化垃圾; 资源化

Abstract
The recycling and utilization of garden waste that belongs to the important urban organic waste, is one of the essential contents of ecological civilization construction and urban green sustainable development. This article is conducted through the tool of VOSviewer and Citespace that use CNKI literature as the main data resource and research target, to analyze and summarize the number and sources of literature, research subjects, hot topics, research stages and frontier trends, which mainly revealed the current research content, the change of theme characteristics, and problems existing in practice of garden waste recycling and utilization. Some suggestions in respect of prescription of research, systematical construction of policies and cutting-edge technologies etc. have been put forward based on previous analysis.

Key words
bibliometric analysis; garden waste; resource recycling

随着社会经济发展水平的不断提升, 城市绿地总量不断增加, 各类绿地养护管理精细化程度越来越高, 由此各地园林绿化垃圾产生量快速增长, 日渐成为城市管理中不可忽视的重要问题。园林绿化垃圾以木质素、纤维素等有机质和部分营养元素为主要成分, 具有较好的资源化利用潜能^[1]。目前中国不少城市如北京、上海、广州、深圳、昆山等地先行先试, 开启了园林绿化垃圾资源化利用探索实践, 取得了一定成效, 但也存在认识不到位、技术瓶颈突显、政策保障力度不足等问题。对此, 学术界开展了颇多研究, 为



1. CNKI检索来源有关城市园林绿化垃圾发文数量趋势图

更好地推动园林绿化垃圾资源化工作奠定了基础。文章利用VOSviewer和CiteSpace等分析软件,从学术研究角度出发,对目前我国城市园林绿化垃圾资源化处理利用研究热点内容及发展变化展开分析,为助推园林绿化垃圾资源化处理利用健康发展提供参考。

1 数据来源与研究方法

本研究分析所用学术文献数据均来源于中国知网CNKI数据库,以“园林垃圾+园林废弃物+绿化垃圾+绿化废弃物+绿色垃圾+绿色废弃物+植物废弃物+林木废弃物”和“处理+利用”为检索主题词,检索时间不限,共获取698篇文献,排除会议论文、报纸文章、广告、短篇、新闻等,筛选出与研究主题相关的文献共计497篇,其中期刊文献402篇、硕博论文95篇。利用VOSviewer、CiteSpace、Excel和Endnote等软件,统计分析我国城市园林绿化垃圾资源化处理利用学术文献概况、研究主题和热点演化过程。

2 学术文献概况研究

2.1 文献数量与来源

2.1.1 文献数量

从整体上看,CNKI检索到的园林绿化垃圾资源化处理利用研究相关文献数量呈逐渐上升趋势(图1),表明园林绿化垃圾的关注度逐渐提升,越来越多的专家、学者和政府管理者意识到,园林绿化垃圾作为宝贵生物质资源在维持生态系统平衡、城市绿色可持续发展中的重要作用。将文献发表年限大体

分为三个阶段,具体分析如下:

(1) 2007年及之前,该阶段研究较少,17年间文献总量不足20篇。研究对象多为园林绿化垃圾堆肥技术,约占该阶段文献总量的50%。

(2) 2008—2015年,研究文献数量迅速增长,年均发表文献数量约30篇。2007年,原建设部出台《关于建设节约型城市园林绿化的意见》(建城〔2007〕215号)中明确提出“鼓励通过堆肥、发展生物质燃料、有机营养基质和深加工等方式处理修剪的树枝,减少占用垃圾填埋库容,实现循环利用”。2009年,北京市园林绿化局发布了《北京市园林绿化科技发展规划(2009—2020年)》,将“生物质能源开发与园林绿化废弃物处理和资源化利用”纳入规划中的“高效益产业体系建设科技支撑工程”。深圳市于2009年发布《树枝粉碎堆肥技术规范》(DB440300/T38-2009),用以规范堆肥工艺流程。广州市于2010年发布了地方技术规范《城市绿化废弃物循环利用技术通用规范》(DBJ440100/Tx59-2010)。可见论文数量的变化与国家政策、地方工作的推动不无关系。此后,文献量大幅增加。此阶段研究对象多以园林绿化垃圾资源化处理技术为主,在前期堆肥技术研究的基础上对园林有机覆盖物制备和生物质燃料制备等相关技术研究增多,文献量分别占30.6%、12.8%、0.04%。其中,以地方实践为目标的研究文献量约占此阶段研究文献量的17.8%。

(3) 2016年1月至2021年1月,年均发表文献数量约50篇。2015年,我国出台了国家标准《绿化植物废弃物处置和应用技术规程》(GB/T31755-2015),2017年,国家发改委出台《关于推进资源循环利用基地建设的指导意见》(发改办环资

〔2017〕 1778号), 文件明确指出资源循环利用基地包含了“园林废弃物”集中处理场所, 建设资源循环利用基地对实现城市发展与生态环境和谐共生具有重要意义。国家政策与技术标准的出台进一步推进了我国城市园林绿化垃圾资源化相关处理技术研究, 同时在此基础上增加了法规政策、未来发展思路、设备设施研发等研究。其中有关处理技术研究文献量约占63%, 包括堆肥、有机覆盖物、厌氧发酵、生物质燃料制备等不同技术研究, 以及堆肥过程控制、堆肥产物腐熟效果、产品对土壤改良及植物生长影响、用于园林绿化垃圾降解的专类微生物菌剂研发等; 综述类文献量约占18%, 包括对我国园林绿化垃圾处理技术综述、我国园林垃圾资源化发展对策建议、产业化现状和发展思考等; 园林垃圾法规政策、剩余物统计研究、园林绿化垃圾处理设备研发等约占18%; 地方实践工作研究类文献量约占1%。

2.1.2 文献来源

经统计分析, 497篇文献分别发表于199种期刊杂志上, 发文量较高的期刊杂志主要有《现代园艺》《园林》《绿色科技》等, 发表园林绿化垃圾相关论文8篇及以上的期刊杂志如表1所示, 发表文献数量约占文献总量的21.5%。从发文期刊专业来看, 园林绿化垃圾资源化处理作为风景园林和环卫行业的交叉工作, 已受到两个领域从业者的共同关注, 且研究各有侧重, 如《园林》《园林科技》等期刊发文关注堆肥产物形成的土壤改良剂或栽培基质对植物生长的影响等, 而《环境工程学报》《环境卫生工程》等发文更侧重于堆肥、厌氧发酵等处理关键技术的探索研究。

表1 发文量较高期刊杂志统计

序号	发文量较高期刊	发表文章数量/篇
1	《现代园艺》	28
2	《园林》	14
3	《绿色科技》	13
4	《安徽农业科学》	10
5	《浙江农林大学学报》	9
6	《中国农学通报》	9
7	《中国园艺文摘》	8
8	《花卉》	8
9	《中国园林》	8

2.2 研究主体分析

2.2.1 研究作者

本文检索筛选的497篇文献共有965人, 发文量较多的是孙向阳、方海兰、李素艳、龚小强、梁晶、张璐、付冰妍、吕子文等人, 多数为高校教师、科研机构研究人员, 其研究侧重点不同(图2)。研究内容包括从园林绿化垃圾资源处理技术理论、方法、装置设备研发、专利申请到城市层面的实践应用以及少量法规政策分析等, 但多数研究均停留在技术研究探讨, 缺乏实际的产业化应用(表2)。

2.2.2 研究机构

通过CiteSpace机构合作分析以及文献统计分析发现, 园林绿化垃圾资源化处理利用相关研究的机构呈现学术特色明显、专业性强、地域相关性强、机构合作交流度偏低的突出特征。

表2 研究作者分析

序号	作者	发表文章数量/篇	研究侧重点
1	孙向阳	42	重点研究堆肥或制作有机覆盖物, 主要包括不同控制性措施对堆肥的影响以及产物对植物生长影响; 国内外园林绿化垃圾现状及发展对策分析
2	方海兰	23	从土壤污染修复角度研究园林绿化垃圾堆肥产物使用对土壤改良效果; 参与国标、地标编制
3	李素艳	22	重点研究园林绿化垃圾堆肥产物施用对土壤改良的效果
4	龚小强	21	重点研究不同配比的堆肥原料对堆肥产物以及植物生长、土壤改良的影响
5	梁晶	15	从土壤修复角度研究园林绿化垃圾资源化处理产物对土壤污染修复、改良的作用
7	吕子文	14	从土壤修复角度研究园林绿化垃圾堆肥对植物生长、土壤修复改善的作用; 国内外园林绿化垃圾资源化处理现状分析及对策思考
8	张璐	14	重点研究复合型有机改良剂对园林绿化垃圾堆肥的影响
9	付冰妍	15	重点研究降解园林绿化垃圾的固体复合菌种



2. 研究作者聚类图

(1) 学术特色明显。研究机构主要以高等院校、科研机构为主, 企业、政府机构等为辅, 其中北京林业大学、上海市园林科学规划研究院(原上海市园林科学研究所)等发表论文数量较多、引文计数较高(表3)。

(2) 专业性强。研究作者、机构分析可看出, 研究者文献贡献率较大的有孙向阳(北京林业大学)、方海兰(上海市园林科学规划研究院)、梁晶(上海市园林科学规划研究院)、付冰妍(国家林业和草原局盐碱地研究中心)等, 研究背景具有强烈的土壤学色彩, 以北京林业大学林业院土壤学教授孙向阳为代表, 上述学者的研究方向多从土壤修复、土壤改良角度展开, 专业特色鲜明。

(3) 地域相关性强。不少研究与其地方先行先试的实践探索密不可分。尤其是我国经济较发达城市, 如北京、上海、深圳、广州等城市率先意识到园林绿化垃圾的重要性, 研究主

表3 研究机构引文计数分析

序号	机构	引文计数/篇
1	北京林业大学	230
2	上海市园林科学规划研究院 (其中包括内设部门上海城市困难立地绿化工程技术研究中心102, 前身上海市园林科学研究所24)	229
3	佛山科学技术学院	102
4	中国林业科学研究院天津林业科学研究所	101
5	上海化工研究院有限公司	100
6	国家林业和草原局盐碱地研究中心	94
7	沈阳农业大学农学院	93
8	浙江农林大学	91
9	诚邦生态环境股份有限公司	91

要关注城市园林绿化垃圾资源化处理的现状分析及对应实施策略、可采用技术路线、产品以及管理措施等。

(4) 机构合作交流程度偏低。从合作机构分析图谱(图3)可看出,整体上机构分布散、合作交流较少,呈现南北以上海市园林科学规划研究院和北京林业大学为主研机构的态势,此两家机构与其他机构分别有部分合作。如上海市园林科学规划研究院与上海市静安区绿化管理局、上海辰山植物园、上海市绿化林业工程管理事务站等机构均有合作;北京林业大学与北京市园林绿化局、深圳市铁汉生态环境股份有限公司等开展合作以及北京林业大学内部院系存在一定合作。

2.2.3 资助基金

从整体上看,研究资助基金较少,多为自发研究。其中,基金支持研究仅发表119篇文献,占文献总量约23.9%,基金

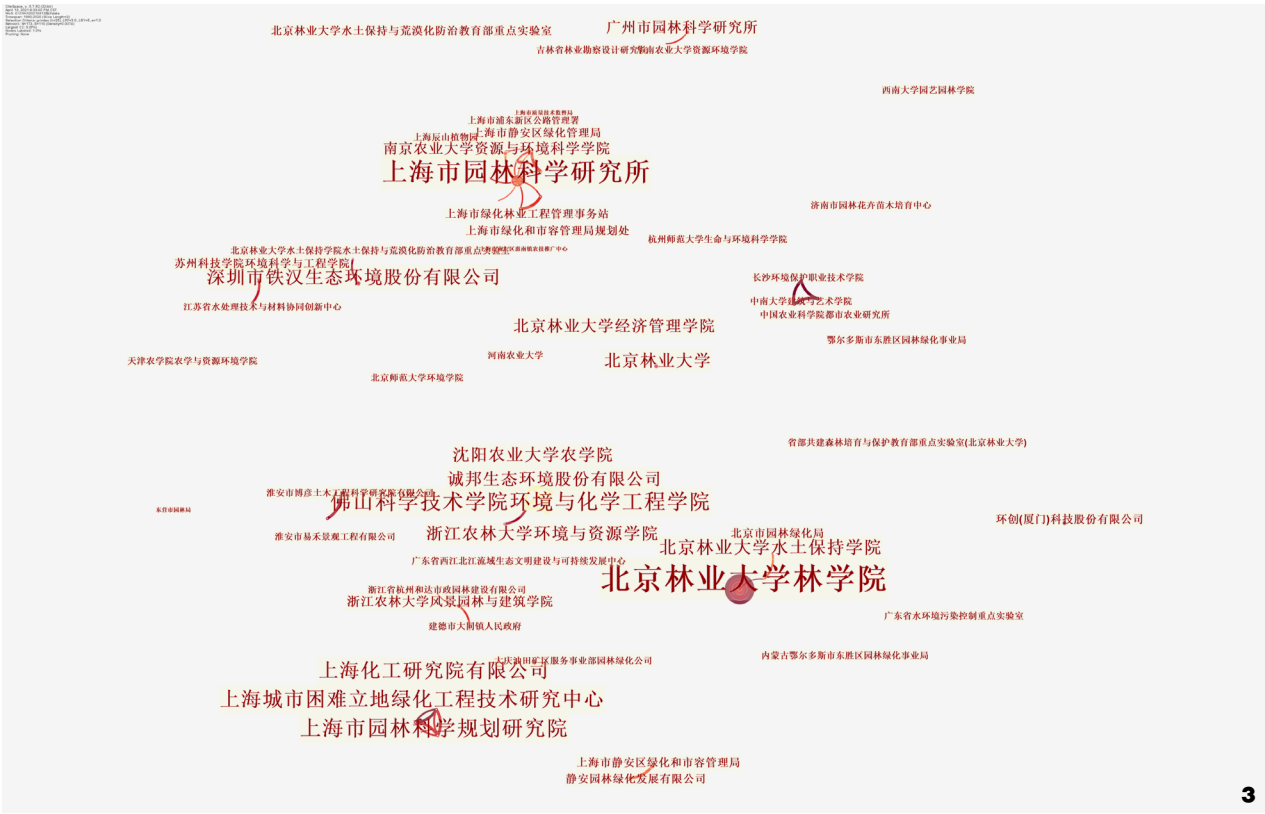
来源主要包括国家自然科学基金、国家科技支撑计划、国家重点研发计划、北京市科技计划项目以及其他省级或地方性研究计划或基金等(图4)。其中国家自然科学基金、国家科技支撑计划立项研究相对较早,且研究多为立项内容中的子课题,研究范围较为局限,偏重理论、学术研究,涉及堆肥、热裂解技术研究等。地方基金研究问题与目标导向性较强,以满足当地实际需求为主,对地方工作指导性较强,如北京市科技计划项目、北京市自然科学基金立项内容涉及堆肥产品应用研究等。

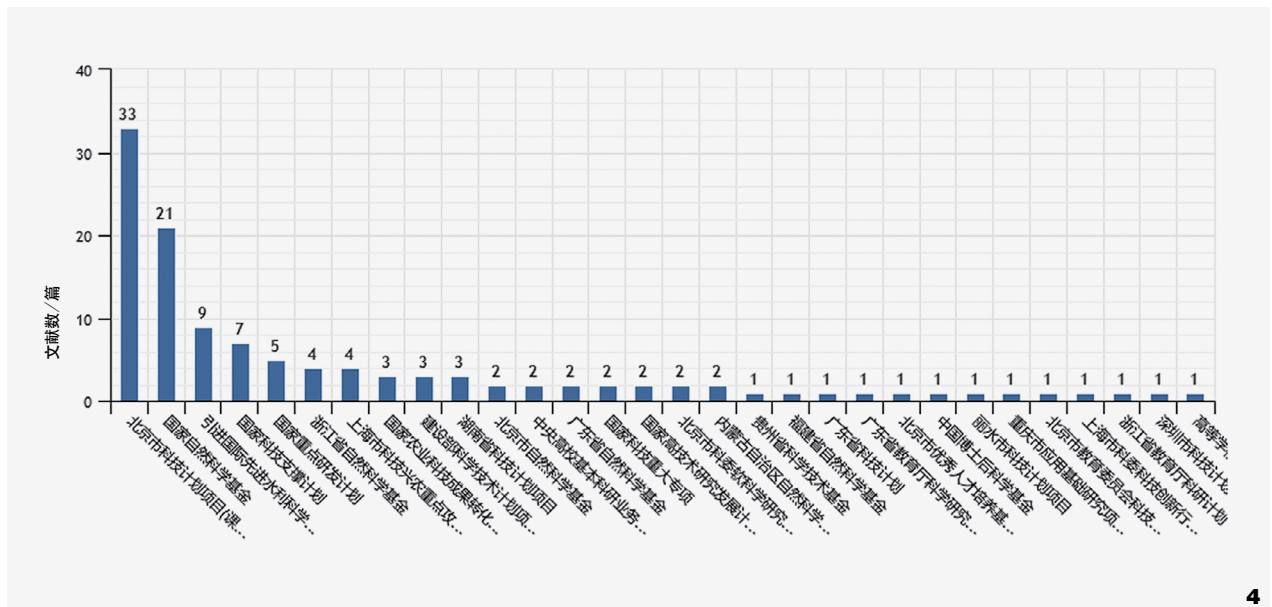
3 研究热点主题分析

3.1 关键词聚类分析

通过VOSviewer软件进行关键词聚类分析,生成关键词聚类图谱(图5)。根据聚类颜色不同以及聚类关键词可知,园

3. 研究发文机构合作分析图谱





4. CNKI检索来源研究资助基金分析图

林绿化垃圾资源化处理利用研究聚焦在处理技术方法试验分析、产品应用和效益分析、地方实践以及政策研究等方面,其中园林绿化垃圾资源化处理技术包括对堆肥的过程控制研究(关键词:菌剂、碳氮比、外援添加剂等)、厌氧发酵技术(关键词:厌氧消化、沼气)、生物质炭制备技术(关键词:生物炭、热解)、协同堆肥技术研究(关键词:污泥、餐厨垃圾、蚯蚓等)、园林有机覆盖物制备技术。产品应用和效益分析方面可以从屋顶绿化、容器苗、花卉栽培基质、矮牵牛、土壤改良、重金属、吸附等关键词中看出,园林绿化垃圾部分研究从土壤修复角度切入。从北京、朝阳区等关键词可看出,目前已开展地方实践研究,且研究时间均在近10年内。从政策、现状等关键词,并结合对文献的详细研读可知,目前已有学者关注到政策保障体系对园林绿化垃圾资源化工作的重要性。

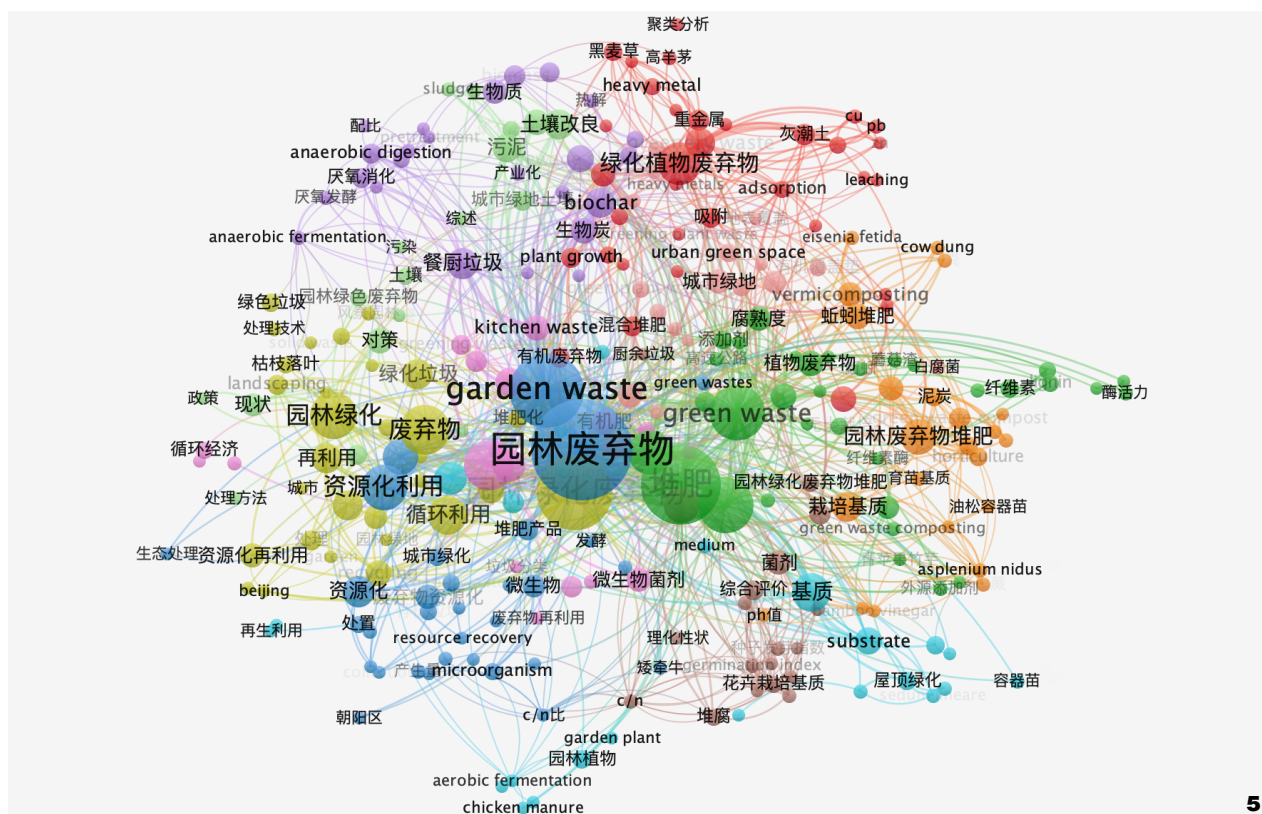
3.2 研究阶段与前沿趋势分析

3.2.1 研究阶段分析

关键词聚类图谱和聚类时间轴图谱(图6)显示,我国城市园林绿化垃圾资源化处理利用研究可基本分为三个阶段:

(1) 1990—2000年为园林绿化垃圾资源化之初探期。随着耕地、林地等土壤环境质量的降低,园林绿化垃圾作为一种富含木质素、纤维素等有机质的宝贵资源,其资源化利用初期研究多伴随着土壤修复和治理而进行,通过施用部分园林绿化垃圾堆肥产物于土壤中以达到改良土壤的目的,相关研究主要包括堆肥发酵过程如堆肥原料粒径控制、外源添加剂等理化性质变化情况及对植物生长的影响等^[2-3]。另外也有少量报道关于利用园林绿化垃圾提取纤维素、叶蛋白,生产薪炭、酒精等^[4-6]。

(2) 2001—2010年,随着国家可持续发展战略的深化、资源短缺现象的出现,园林绿化、环境保护从业者逐渐认识到资源的优化配置与合理利用的重要性,且在2007年原建设部出台的《关于建设节约型城市园林绿化的意见》(建城〔2007〕215号)的倡导下,园林绿化垃圾资源化处理利用研究逐步启动,以堆肥发酵过程控制、产品腐熟度研究为主。经调查发现,我国城市园林绿化垃圾资源化处理工作的推动,更多地是自下而上的形式,各地相继开展地方实践研究、政策标准制定,如北京市、上海市分别出台地方标准《园林绿化废弃物堆肥技术规程》(DB11/T840-2011)、《绿



5. 研究关键词聚类图谱

化植物废弃物处置技术规范》(DB31/T404-2009), 在标准指引下启动各类实践项目, 探索城市园林绿化垃圾资源化利用。北京市科委和北京市园林绿化局, 以奥运会为契机, 组织相关单位开展北京市园林绿化垃圾再利用情况调查, 并着手布局北京市园林绿化垃圾资源化发展, 建设园林绿化垃圾资源化处理基地, 并于2010年编制出台《北京市园林绿化废弃物资源化利用及林业生物质能源产业“十二五”发展规划》。上海部分学者在充分考察借鉴美国、日本等发达国家先进经验的基础上, 对我国园林绿化垃圾有效处置和利用提出了建设性意见^[7-8]。

(3) 2010—2021年, 国家越来越重视资源循环利用, 且随着城市固体废弃物管理和处置的更加科学和合理, 园林绿化垃圾作为城市固废的一种, 不仅受到园林绿化行业从业者的关注, 部分环境卫生管理者、学者也纷纷注意到园林绿化垃

圾的资源特性, 同时为缓解日益紧张的生活垃圾处理设施压力, 提出园林绿化垃圾不应随生活垃圾进行填埋或焚烧处置。不少城市已明确园林绿化垃圾不纳入生活垃圾收运处理系统, 园林绿化垃圾资源化处理利用才是更加绿色、生态、经济之道, 这说明推进这项工作迫在眉睫。此阶段除传统的堆肥工艺流程研究^[9], 更多关注了园林绿化垃圾与餐厨垃圾、厨余垃圾、城市污泥、农业废弃物等的协同处理技术研究以及制取高附加值产品工艺的相关研究^[10-15], 同时对于目前我国存在的园林绿化垃圾资源化处理利用缺乏法规政策引导、处置场地得不到保障落实、缺少资金支持等问题, 部分学者基于对我国或部分城市的现状剖析, 提出了法规政策、技术标准、资源化体系化建设相关的对策建议^[16-17], 在一定程度上推动了领域内研究的发展, 也为今后园林绿化垃圾资源化工作可持续发展提供了方向。

3.2.2 前沿趋势分析

基于对关键词聚类结果的延伸及相关文献更深层次的研读分析,近年来我国城市园林绿化垃圾资源化处理利用研究前沿趋势主要有以下两个方面:

(1) 聚焦资源化技术提升。不少专家学者不仅探讨了堆肥、园林有机覆盖物制备等传统资源化技术^[18-20],还更多地关注到了与餐厨垃圾、城市污泥、动物粪便等的协同堆肥技术以及生物固体燃料、生物质炭、生物乙醇制备等新型资源化技术^[10-15],为今后构建系统、多元化的城市有机废物处理体系提供了技术支撑。

(2) 重视资源化处理体系优化。目前已有不少专家学者意识到园林绿化垃圾资源化处理利用受限的根本原因,通过调研国内园林绿化垃圾资源化工作先行先试的城市,也充分认同其根源在于顶层设计缺位,法律法规、政策、标准体系不完善,处理场地无法落实保障等问题导致园林绿化垃圾资源化

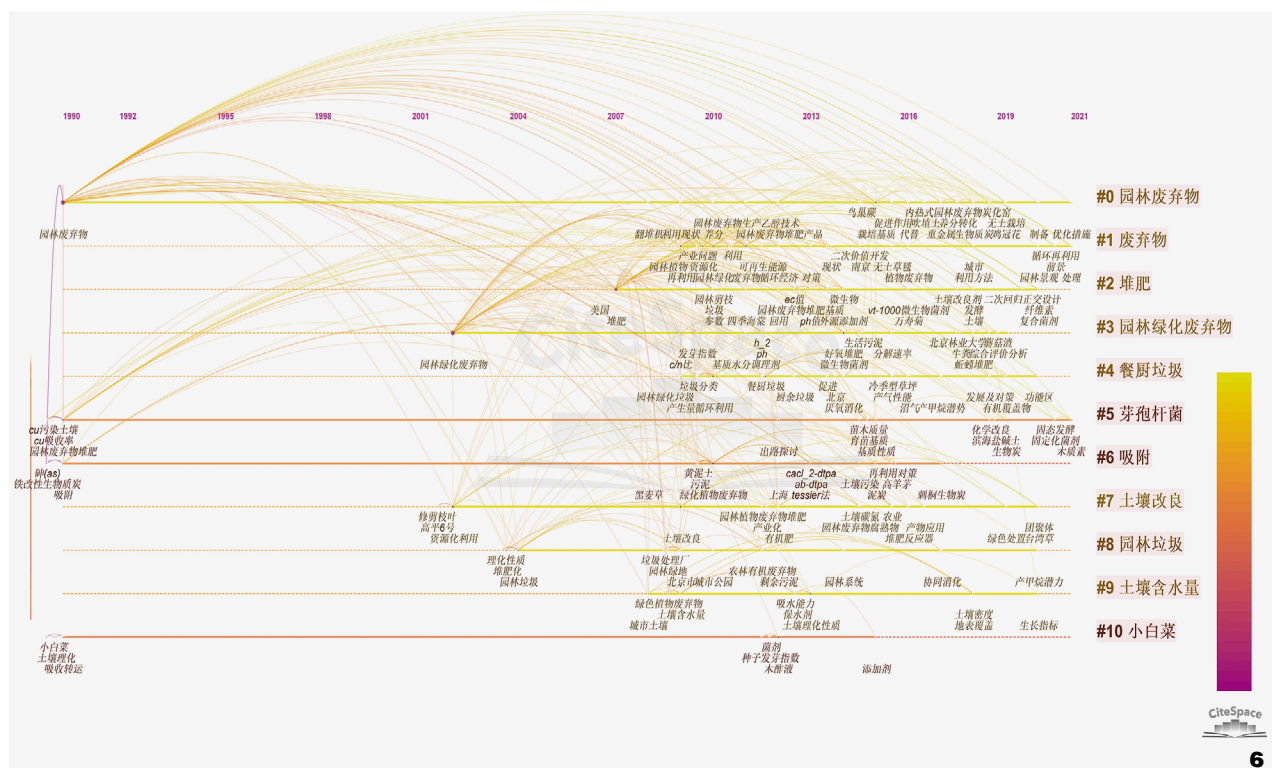
工作受阻。习近平总书记在2020年推进长三角一体化发展座谈会上强调“要推进环太湖地区城乡有机废弃物处理利用”,由此看来,如何从城市或区域层面系统、科学布局园林绿化垃圾分类收集、运输、处理、产品应用和设施设备、场地等建设,以及政策保障体系、技术标准体系构建、优化等是促进园林绿化垃圾资源化处理利用可持续发展的关键。

4 结论与建议

本文通过文献梳理和分析,总结目前我国城市园林绿化垃圾资源化处理利用学术研究现状,提出发展建议。

(1) 研究多始于地方需求,但缺乏长期跟踪与示范推广。目前园林绿化垃圾资源化处理利用逐步受到了环卫从业者的关注,多地相关主管部门结合垃圾分类工作,提出了园林绿化垃圾资源化处理的工作要求,地方实践研究已成为推动园林绿化垃圾资源化处理利用的核心力量。研究大多

6. 关键词聚类时间轴图谱



围绕地方实际需求或领域内需解决的问题，从城市现状分析入手为地方园林绿化垃圾资源化处理利用实践提供研究基础与依据。但多数研究尤其是在技术研究层面多为试验类研究，存在研究时效的问题，缺乏基于理论与试验研究的落地推广，因此建议一方面把握和利用好地方研究成果，以垃圾分类、有机废物资源化处理为契机，深入开展从分类收集、预处理、运输、资源化处理到产品应用全流程示范试点和跟踪研究。另一方面，宜加强如城市园林绿化垃圾资源化处理技术优化方案落地、产品生产与市场化等相关专项跟踪研究及示范应用。

(2) 研究热点变化已显示相关政策保障研究受到关注，但研究数量少、深度不足，建议加强政策保障体系研究。为更好地推进园林绿化垃圾资源化处理利用工作，切实保障各项工作可落地、可操作性，应加大顶层设计研究，从园林绿化垃圾定位以及资源化工作所涉及的用地规划、管理、资金保障、激励机制、社会公众参与等各个环节进行政策制度的优化设计和引导，破解制约园林绿化垃圾资源化工作瓶颈，使工作更加系统化、体系化和科学化，切实保障园林绿化垃圾资源化可持续发展。

(3) 研究多聚焦园林绿化垃圾资源化处理技术研发，应深化并加强以实现城市有机废弃物资源化处理为总体目标的体系化研究与新技术应用。在解决城市处理园林绿化垃圾实际技术问题的前期研究成果基础上，合理、科学、统筹安排城市有机废弃物资源化处理，将园林绿化垃圾纳入资源化处理体系，系统解决相关工艺、设备等技术问题。一是加强园林绿化垃圾与厨余垃圾、城市污泥等协同处理技术研发推广，系统处置生活垃圾与园林绿化垃圾，达到场地好落实、经济更节约、产品质量更高的目的。二是充分借鉴餐厨垃圾处理设备研发经验，淘汰、升级处理园林绿化垃圾的老旧设备，联合物联网、互联网、大数据分析等先进技术，做好从分类收集、运输、资源化处理和后端产品应用全流程监测和管理。三是优化园林绿化垃圾堆肥处理工艺流程，基于市场调研分析，把握城市发展走向和产业需求，从各项参数指标控制到后续针对不同客户需求的产品研发，着力解决园林绿化垃圾堆肥周期长、产品质量不高、市场化渠道不明晰等问题。四是根据城市需求以及产业发展态势，以生产高附加值产品为目标，进一步挖掘生物乙醇、垃圾衍生燃料(RDF)等生物质能源开发技术。LA

参考文献

- [1] 陈艳, 王春春, 蔡文婷, 等. 园林垃圾资源化处理技术研究进展——基于Citespace和VOSViewer知识图谱分析[J]. 环境卫生工程, 2021, 29(02): 22-34.
- [2] 江定钦, 徐志平, 阮琳. 园林垃圾堆肥过程中理化性质的变化及堆肥对几种园林植物生长的影响[J]. 中国园林, 2004, 20(8): 63-65.
- [3] 李新民, 王克勤, 刘春来, 等. 林木废弃物松树皮对大豆孢囊线虫病防治效果及大豆生长的影响[J]. 大豆科学, 2002, 21(2): 144-146.
- [4] 晓立. 利用植物纤维废弃物生产薪炭[J]. 金属再生, 1991(04): 26.
- [5] ROLF C, PIOTR H, 贾晓葵. 利用绿色植物废弃物生产浓缩叶蛋白[J]. 农业环境与发展, 1992(01): 39-41.
- [6] 赵怀礼, 贺廷龄. 植物纤维废弃物生产酒精燃料的研究[J]. 西南造纸, 2002(04): 46-49.
- [7] 梁晶, 吕子文, 方海兰. 园林绿色废弃物堆肥处理的国外现状与我国的出路[J]. 中国园林, 2009, 25(04): 1-6.
- [8] 吕子文, 方海兰, 黄彩娣. 美国园林废弃物的处置及对我国的启示[J]. 中国园林, 2007(08): 90-94.
- [9] 张俊涛, 陈莹, 叶少萍. 园林绿化废弃物堆肥资源化技术探讨[J]. 园林, 2012(02): 18-21.
- [10] 沈洪艳, 李敏, 杨金迪, 等. 餐厨垃圾和绿化废弃物混合堆肥的试用[J]. 环境工程学报, 2014, 8(07): 2997-3004.
- [11] 司莉青, 陈利民, 郑景明, 等. 城市污泥与园林废弃物堆肥混合添加对土壤改良的影响[J]. 草业科学, 2018, 35(01): 1-9.
- [12] 邢文龙, 张蒙蒙, 朱赫男, 等. 城市生活垃圾与园林废物的热解实验[J]. 环境工程, 2019, 37(03): 152-157.
- [13] 张登晓, 周惠民, 潘根兴, 等. 城市园林废弃物生物炭对小白菜生长、硝酸盐含量及氮素利用率的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(06): 1569-1576.
- [14] 刘雪静. 园林废弃物与新能源——生物质能处理的新方式[J]. 现代园艺, 2012(04): 88-89.
- [15] 李智. 浅谈新能源发展模式: 园林废弃物生产乙醇技术[J]. 生态经济, 2011(11): 161-165.
- [16] 梁晶, 方海兰, 严巍. 我国绿化植物废弃物资源化利用运营机制探讨[J]. 环境与可持续发展, 2016, 41(05): 55-59.
- [17] 刘宏钊, 陈德敏. 论城市园林绿化废弃物循环利用的法律规制[J]. 中国园林, 2015, 31(10): 104-108.
- [18] 周肖红. 绿化废弃物堆肥化处理模式和技术环节的探讨[J]. 中国园林, 2009, 25(04): 7-11.
- [19] 孙克君, 阮琳, 林鸿辉. 园林有机废弃物堆肥处理技术及堆肥产品的应用[J]. 中国园林, 2009, 25(04): 12-14.
- [20] 张璐. 园林绿化废弃物堆肥化的过程控制及其产品改良与应用研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2015.