

DOI: 10.5846/stxb201802250385

何可, 张俊彪, 罗斯炫, 高鸣. 中国 1992—2016 年农业废弃物管理研究: 热点识别、路径演进与前沿探究. 生态学报, 2019, 39(9): - .

He K, Zhang J B, Luo S X, Gao M. Focus, evolution, and frontiers of agricultural waste management research in China from 1992 to 2016. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(9): - .

中国 1992—2016 年农业废弃物管理研究: 热点识别、路径演进与前沿探究

何 可^{1,2}, 张俊彪^{1,2,*}, 罗斯炫^{1,2}, 高 鸣³

1 华中农业大学经济管理学院, 武汉 430070

2 华中农业大学湖北农村发展研究中心, 武汉 430070

3 农业农村部农村经济研究中心, 北京 100810

摘要: 采用文献计量学的方法, 运用 CiteSpace 信息可视化软件, 首次对中国农业废弃物管理领域的研究热点、演进路径及研究前沿进行了系统梳理与归纳。研究发现, (1) 1992 年以来, 农业废弃物管理领域的文献出版数量总体上呈增长趋势, 经历了“平稳发展→快速增长→波动上升→波动下降”4 个阶段。(2) 中国农业废弃物管理研究的热点主要聚焦于农业废弃物资源化利用、农业废弃物对生态环境的影响、农业废弃物利用与畜牧业发展、农业废弃物资源化生态补偿等 4 个方面。(3) 从演进路径来看, 中国农业废弃物管理研究从第一阶段聚焦于畜牧业发展, 到第二阶段以“污染防治”和“资源化利用”为核心议题, 再到第三阶段细化为“畜禽养殖污染防治”与“能源化利用”两个方向, 最后形成以“低碳农业约束下的农业废弃物利用”的跨学科研究。(4) 农业废弃物管理前沿研究则表现出两种特征: 一是研究重点正从农作物秸秆转为畜禽粪便; 二是对于低碳农业约束下的农业废弃物利用(尤其是能源化利用)问题呈现出不断深化探索的趋势。

关键词: 农业废弃物管理; 文献计量; 研究热点; 路径演进; CiteSpace

Focus, evolution, and frontiers of agricultural waste management research in China from 1992 to 2016

HE Ke^{1,2}, ZHANG Junbiao^{1,2,*}, LUO Sixuan^{1,2}, GAO Ming³

1 College of Economics & Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

2 Hubei Rural Development Research Center, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

3 Research Center for Rural Economy, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, Beijing 100810, China

Abstract: The CiteSpace software was employed to systematically summarize the focus, evolution, and frontiers of agricultural waste management research in China. The results implied that (1) the total number of studies published has increased since 1992, which can be divided into a steady development stage, a rapid growth phase, a fluctuating rising stage, and a fluctuating descending phase; (2) the most important areas of research focus were resource utilization, impact on the ecological environment, reuse and livestock husbandry development, and resource ecological-compensation; (3) in terms of the evolution of the research, livestock husbandry development was the main focus in the first stage, while pollution control and resource utilization were the focus in the second stage. Pollution prevention of livestock and poultry and energy utilization were the core areas of attention in the third stage and, finally, interdisciplinary research on the utilization of agricultural waste under the constraints of low carbon agriculture has formed; (4) Two typical features of the research

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(71703051); 国家自然科学基金重点项目(71333006); 教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(15JZD014); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(2662017QD009)

收稿日期: 2018-02-25; 网络出版日期: 2018-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhangjb513@126.com

frontiers of agricultural waste management were a shift in research focus from crop straw to livestock manure and research on agricultural-waste utilization (especially energy utilization) under the constraints of low carbon agriculture.

Key Words: agricultural waste management; bibliometrics; hotspot; evolution path; CiteSpace

伴随农业的快速发展,农业废弃物的总量也随之提升。据估计,2013 年我国秸秆可收集量约 8.3 亿 t,畜禽粪便产生量约 38 亿 t^[1]。数量如此庞大的农业废弃物如果不经科学处理而直接排放,势必会对生态环境造成危害^[2]。大力推进农业废弃物资源化利用与无害化处理已成为社会各界的共识。

学界针对农业废弃物管理的研究源远流长,且近年来越来越受到广泛关注与高度重视。一部分研究集中于农业废弃物的内涵、定义及测算上^[3],一部分研究集中在农业废弃物对生产生活、生态环境的影响,及资源化路径、效益和可行性分析上^[4-6],还有一部分学者的研究集中于农业废弃物的生态价值与生态补偿问题^[7-9]。整体上,学界已涌现出一批富有价值的成果,并在研究内涵、研究视角、研究方法上不断扩展、深入与创新。尽管有关农业废弃物管理的研究方兴未艾,但目前对于该领域的研究还缺乏系统性梳理,对于研究的特征和发展脉络尚存认识上的缺失,对于如何更好地推进农业废弃物的科学处置和利用缺乏足够的认知。尤其是综述类研究的重要性已获得了学术界的广泛认可^[10],同时,知识的高速增长使定期的归纳分析尤为重要^[11]。鉴于此,及时总结中国农业废弃物管理研究的发展脉络,厘清研究现状,进而把握未来研究方向已显得极为必要和迫切。

当前,从知网数据库文献检索的最新情况来看,尚无学者从文献计量的视角入手对农业废弃物管理问题进行图谱分析的先例。事实上,通过文献计量的手段开展文献综述研究,可在一定程度上避免研究者主观性对归纳研究热点,进而增强结果的客观性与可靠性。正因此,本文愿作“引玉之砖”,运用 CiteSpace 信息可视化软件,对 1992—2016 年以来中国知网(CNKI)数据库中收录的有关农业废弃物管理方面的文献进行分析,以期厘清中国农业废弃物管理领域的研究热点、演进路径及研究前沿。本文试图回答以下 3 个问题:(1)自 1992 年以来,中国农业废弃物管理领域研究的整体概况如何?(2)农业废弃物管理领域的研究热点有哪些?是否呈现多元化趋势?这些热点随时间演进的趋势如何?围绕不同热点的文献分布又呈现怎样的特征?(3)基于已有研究的趋势分析,农业废弃物管理领域有哪些研究前沿?又呈现出哪些在未来可能富有价值的研究方向?

1 数据来源与分析方法

1.1 数据来源

本文数据来源于中国知网(China National Knowledge Infrastructure, CNKI)中的 SCI 收录刊数据库、EI 收录刊数据库、核心期刊数据库和 CSSCI 期刊数据库。为了尽可能避免漏选文献,本研究首先分别在 CNKI 中通过检索“农业废弃物”“秸秆”“粪便”“废弃农膜”“废弃农药瓶”“农业用资材废弃物”“生物质废弃物”等关键词,并按照“文献作者”分组排序方式选择文献,将排名前 5 的作者的相关论文作为主要参考依据,测试不同关键词组合情况下这 5 名学者论文入选的完整度。在多次尝试后,最终以“SCI 收录刊=Y 或者 EI 收录刊=Y 或者核心期刊=Y 或者 CSSCI 期刊=Y 并且题名=农业废弃物或者主题=畜禽粪尿或者主题=秸秆或者主题=生物质并且主题=废弃物(模糊匹配)”为检索条件展开文献搜索。为了进一步提高检索文献的合理性,本研究采用人工的方式对通过上述检索策略获得的文献进行了一一核实,具体步骤是:第一步,删除书评、会议通知、广告等与本文研究目的不相干的文献;第二步,精读剩余文献,剔除将有关自然科学实验、机械装备制造、计算机软件开发等方面的文献。最终一共获得适用于本研究的有效文献 658 篇。

1.2 分析方法

文献计量学是图书馆学、情报学和信息学等领域交叉衍生出的一种方法学,用于处理文献信息之间定量

或定性关系,并总结出一定规律^[12]。由于文献计量分析方法可以客观量化学术研究的发展规律,近年来已在经济、管理等学科领域中广受青睐^[13]。该方法强调采用数学与统计手段来考察文献的外部特征,通过对文献信息进行计量,如文献量(各种出版物,尤以期刊论文和引文居多)、作者数(个人、集体或机构)、词汇数(各种文献标识,其中以叙词居多)等,从而可以定量地描述、评价和预测某一学科领域的发展历程、研究重点以及未来的研究方向。本文采用 CiteSpace 软件展开文献计量分析。

2 文献数量、作者与机构分析

2.1 文献数量情况分析

本次检索总共得到农业废弃物管理领域研究文献 658 篇,时间范围为 1992—2016 年,平均每年出版文献的数量约为 26 篇。图 1 报告了其年度变化趋势。

按照农业废弃物管理领域研究文献数量变动轨迹来看,可划分为 4 个阶段,即平稳发展期(1992—2003 年)、快速发展期(2003—2006 年)、波动上升期(2006—2012 年)和波动下降期(2012—2016 年)。由图 1 不难发现,国内有关农业废弃物管理的研究真正起步于新世纪后,2002 年之前农业废弃物管理研究整体呈现平稳发展的态势,文献数量相对较少,年际间差异较小;2003—2006 年这一领域研究成果增长较快,整体呈直线平稳增长之势;2006—2012 年农业废弃物管理领域研究成果继续大量涌现,并表现出倒“N”型演化轨迹;2012—2016 年相关研究成果数量波动明显,整体呈现出“M”型变动轨迹,其中 2012—2015 年各年农业废弃物管理领域文献均保持在 40 篇以上。

2.2 作者分析

表 1 报告了 1992—2016 年农业废弃物管理领域作者论文发表概况。不难发现,在农业废弃物管理领域,华中农业大学经济管理学院张俊飏以 22 篇的论文数高居第一,占论文总数的 3.34%,华中农业大学经济管理学院何可居于第二,西北农林科技大学农学院杨改河排名第三。

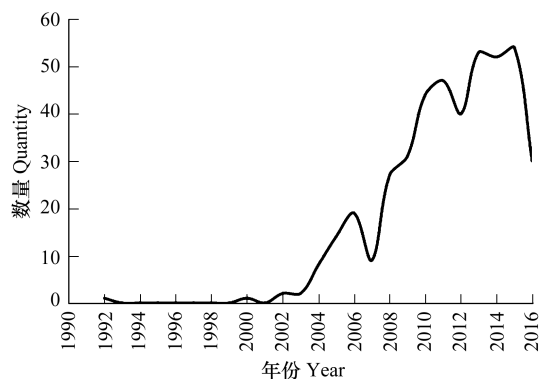


图 1 1992—2016 年农业废弃物管理领域出版中文文献数量分布图

Fig.1 Quantity distribution of Chinese literatures published in agricultural waste management field in 1992—2016

表 1 1992—2016 年农业废弃物管理领域中文论文作者发表概况

Table 1 Summary of Chinese papers published in the field of agricultural waste management in 1992—2016

排名 Ranking	作者 Author	论文发表数量 Published quantity	占 658 篇的比例/% Proportion	首篇论文发表时间 Year
1	张俊飏	22	3.34	2010
2	何可	16	2.43	2013
3	杨改河	9	1.37	2006
5	李鹏	7	1.06	2007
5	周定国	7	1.06	2000
10	颜廷武	6	0.91	2014
10	席西民	6	0.91	2008
10	谢光辉	6	0.91	2011
10	王效华	6	0.91	1994
10	仇焕广	6	0.91	2012

本表结果已经过人工核对剔除了重名

2.3 机构分析

表 2 报告了 1992—2016 年农业废弃物管理领域机构论文发表概况。不难发现,在主要研究机构排名中,华中农业大学经济管理学院尽管研究起步较晚,但后来居上,独占鳌头;中国科学院地理科学与资源研究所位居第二名;中国农业大学经济管理学院、中国农业大学资源与环境学院、西北农林科技大学资源环境学院等单位均在这一领域成绩突出。

表 2 1992—2016 年农业废弃物管理领域中文论文机构发表概况

Table 2 Introduction of Chinese paper organization in agricultural waste management field in 1992—2016

排名 Ranking	单位名称 Institution	论文发表量 Published quantity	占 658 篇的比例 Proportion/%	首篇论文 发表时间 Year
1	华中农业大学经济管理学院	24	3.65	2010
2	中国科学院地理科学与资源研究所	15	2.28	2003
4	中国农业大学经济管理学院	12	1.82	2007
4	中国农业大学资源与环境学院	12	1.82	2004
5	西北农林科技大学资源环境学院	10	1.52	2009
9	中国农业科学院农业资源与农业区划研究所	9	1.37	2009
9	西安交通大学管理学院	9	1.37	2008
9	西北农林科技大学农学院	9	1.37	2006
9	南京农业大学经济管理学院	9	1.37	2009
11	南京农业大学工学院	8	1.22	2004
11	中国农业科学院农业经济与发展研究所	8	1.22	2008

3 研究热点及代表性文献分析

选择 CiteSpace 中的“Keyword”节点,以 Top 20 为筛选策略,一共获得 68 个研究热点。通过综合考虑关键词的数量、频次与中介中心性,进一步筛选出四大主要研究热点:农业废弃物资源化利用研究、农业废弃物对生态环境的影响研究、农业废弃物利用与畜牧业发展研究、农业废弃物资源化生态补偿。需要说明的是,由于从 CNKI 数据库下载后的文献没有提供被引量数据,从而无法应用 CiteSpace 进行共引分析。因而,在代表性文献的选择上,本文以 CiteSpace 提取出的文献为基础,结合 CNKI 网站显示的被引量数据,确立了如下入选策略:首先报告关键词提取数最高的文献,其次报告被引量排名靠前的文献,最后报告出版时间相对较新的文献^[13]。

3.1 农业废弃物资源化利用研究

表 3 报告了“农业废弃物资源化利用研究”这一研究热点的关键词与代表性文献。不难发现,全部关键词频数之和高达 347 次,中介中心性之和亦达到 0.65,在四大研究热点中均位居第一,表明该研究热点在农业废弃物管理领域中处于主流地位。该研究热点较为重视农业废弃物资源化利用路径的探索,尤其是农作物秸秆资源化利用的可行性、潜力、效益和发展趋势。该研究热点可划分为 6 个主要研究方向:(1)农业废弃物资源化利用的路径研究。例如,熊承永等^[14]回顾了我国户用沼气池利用状况,探讨了导致户用沼气池秸秆利用逐渐消失的原因。(2)农业废弃物资源化利用潜力研究。例如,边淑娟等^[15]以能值生态足迹理论为基础,对福建省农业废弃物利用的年均生态盈余进行了评估。(3)农业废弃物资源化利用的效益研究。例如,姚玮玮等^[16]通过对镇江市长江乳业有限公司的案例研究,探讨了典型循环利用模式的效益;颜廷武等^[17]基于湖北省农村地区的经验证据,分析了农户对农作物秸秆资源化经济效益、生态效益、健康效益的响应程度。(4)农业废弃物资源化的发展趋势研究。例如,车长波和袁际华^[18]研究了世界生物质能源产业的发展现状与发展趋势。(5)农业废弃物资源化利用产品的消费问题研究。例如,王效华和冯祯民^[19]探讨了中国农村生物质能源消费问题。(6)农业废弃物资源化利用的效率研究。例如,李鹏等^[20]应用 DEA—HR 模型,评估了农业废

弃物资源化利用参与主体之间的协同创新绩效。

表 3 农业废弃物资源化利用中文研究的关键词与代表性文献

Table 3 The keywords and representative literatures of Chinese research on agricultural waste recycling							
关键词 Keyword				代表性文献 Representative literature			
起始年份 Year	名称 Name	频次 Frequency	中介中心性 Centrality	作者(发表年份) Author (Year)	关键词数 Number of keywords	被引数 Cited quantity	下载量 Number of downloads
1999	农作物秸秆	42	0.17	姚玮玮等(2010)	3	6	152
2002	资源化利用	75	0.18	刘宪和王国占(2010)	3	2	158
2003	可持续发展	14	0.02	王效华和冯祯民(2004)	1	115	962
2004	农业废弃物	32	0.02	熊承永等(2003)	2	60	489
2004	生物质能	30	0.1	陈智远等(2010)	1	59	1511
2005	循环经济	21	0.06	车长波和袁际华(2011)	2	46	1962
2008	秸秆发电	11	0.02	边淑娟等(2010)	1	33	683
2009	影响因素	17	0.01	颜廷武等(2016)	1	—	112
2009	沼气工程	14	0.04	李鹏等(2014)	1	4	1164

3.2 农业废弃物对生态环境的影响研究

表 4 报告了“农业废弃物对生态环境的影响研究”这一研究热点的关键词与代表性文献。不难发现,全部关键词频数之和为 169 次,中介中心性之和亦达到 0.3。该研究热点较为关注以畜禽粪尿为核心的农业废弃物排放对生态环境造成的影响,并试图寻找农业废弃物污染防治的对策措施。总体而言,该研究热点可划分为 2 个主要研究方向:(1)农业废弃物污染及其防治策略研究。例如,徐勇峰等^[21]测算了环洪泽湖地区畜禽粪尿的污染负荷当量;刘辉等^[22]探讨了畜禽粪便造成的空气、水体、土壤污染问题。(2)低碳约束下的农业废弃物利用问题研究。例如,何可等^[23]应用结构方程模型,分析了农户对生物质废弃物减碳化利用的需求问题。

表 4 农业废弃物对生态环境的影响中文研究的关键词与代表性文献

Table 4 The keywords and representative literatures of Chinese research on effects of agricultural waste on ecological environment							
关键词 Keyword				代表性文献 Representative literature			
起始年份 Year	名称 Name	频次 Frequency	中介中心性 Centrality	作者(发表年份) Author (Year)	关键词数 Number of keywords	被引数 Cited quantity	下载量 Number of downloads
2002	畜禽粪尿	83	0.22	刘培芳等(2002)	2	289	1167
2002	污染负荷	13	0	何可等(2013)	2	19	782
2007	江苏省	10	0.02	景栋林等(2011)	2	6	166
2008	生物质	21	0.03	李淑芹和胡玖坤(2003)	1	126	591
2012	环境污染	14	0	刘辉等(2010)	1	59	1015
2013	温室气体	10	0.01	刘忠和段增强(2010)	1	35	512
2013	湖北省	10	0.02	杨璐等(2016)	1	—	8
2014	耕地负荷	8	0	徐勇峰等(2016)	1	—	—

3.3 农业废弃物利用与畜牧业发展研究

表 5 报告了“农业废弃物利用与畜牧业发展研究”这一研究热点的关键词与代表性文献。不难发现,该研究热点聚焦于如何通过农业废弃物资源化利用助力畜牧业发展。在该研究热点中,较有代表性的文献有:张存根和史照林^[24]综合运用多种方法,对秸秆养牛的经济效益进行了评估;常泽军^[25]对进入 21 世纪后秸秆养牛战略的调整问题进行了探讨;黄秀声等^[26]分析了低碳经济指导下的畜牧业发展问题;孙冬岩等^[27]则提出了推动畜牧业与生态环境实现和谐发展的对策。

表 5 农业废弃物利用与畜牧业发展中文研究的关键词与代表性文献

Table 5 The keywords and representative literatures of Chinese research on utilization of agricultural wastes and development of animal husbandry

关键词 Keyword				代表性文献 Representative literature			
起始年份 Year	名称 Name	频次 Frequency	中介中心性 Centrality	作者(发表年份) Author (Year)	关键词数 Number of keywords	被引数 Cited quantity	下载量 Number of downloads
1992	养牛业发展	8	0.04	常泽军(2001)	7	1	14
1993	节粮型畜牧业	5	0.01	黄秀声等(2010)	1	16	443
1994	畜牧业发展	29	0.24	张存根和史照林(1994)	1	4	110
1994	秸秆养牛	17	0.07	孙冬岩等(2010)	2	1	97
1994	牛肉产量	7	0.04				
1998	秸秆养畜	5	0.02				

3.4 农业废弃物资源化生态补偿研究

表 6 报告了“农业废弃物资源化生态补偿研究”这一研究热点的关键词与代表性文献。该研究热点聚焦于农业废弃物资源化生态补偿标准测算、农业废弃物资源化生态补偿政策效果评价等主题。同时,从表 6 中不难发现,该研究热点关键词的中介中心性均为 0,且代表性文献出版时间多集中于 2014 或 2015 年,由此可认为,农业废弃物资源化生态补偿相关的研究方兴未艾^[13]。

表 6 农业废弃物资源化生态补偿中文研究的关键词与代表性文献

Table 6 The keywords and representative literatures of Chinese research on ecological compensation of agricultural waste recycling

关键词 Keyword				代表性文献 Representative literature			
起始年份 Year	名称 Name	频次 Frequency	中介中心性 Centrality	作者(发表年份) Author (Year)	关键词数 Number of keywords	被引数 Cited quantity	下载量 Number of downloads
2003	秸秆还田	10	0	胡立峰和张立峰(2003)	4	6	77
2003	效果评价	2	0	钱加荣等(2011)	1	21	749
2011	logit 模型	3	0	颜廷武等(2015)	1	1	202
2014	cvm	4	0	王舒娟(2014)	1	5	539
2014	支付意愿	4	0	何可等(2014)	1	4	362

4 研究热点的阶段演进分析

本文以研究热点的受关注程度(关键词频次 ≥ 5)与影响程度(关键词中介中心性 ≥ 0.1)为准则,结合关键词之间的语义联系,按照时间动态将农业废弃物管理的研究热点划分为如下 4 个阶段:

第一阶段(1992—1998 年):研究热点为农业废弃物利用与畜牧业发展。由表 7 中“畜牧业发展”“秸秆养牛”“秸秆氨化”“养牛业发展”“牛肉产量”“节粮型畜牧业”等关键词不难发现,这一阶段学术界主要关注畜牧业发展。这可能与中国当时出台的政策方针有关^[13]。具体而言,1992 年 5 月,中国政府部门颁布了《国务院办公厅转发农业部关于大力开发秸秆资源发展农区草食家畜报告的通知》(国办发[1992]30 号),要求在十个省份开展养牛示范县建设,利用秸秆发展养牛业。由此,一些学者围绕“节粮型畜牧业”“秸秆养牛”等主题进行了研究。在秸秆养畜示范基地建设取得了不俗成绩之后,中国政府部门于 1996 年 10 月发布了《国务院办公厅转发农业部关于 1996—2000 年全国秸秆养畜过腹还田项目发展纲要的通知》(国办发[1996]43 号),进一步推动秸秆养畜、过腹还田项目的落实,由此而引起了一些学者对“秸秆养畜”的关注。

第二阶段(1999—2003 年):研究热点为农业废弃物污染防治与资源化利用。由表 8 中的“畜禽粪尿”“农作物秸秆”“秸秆气化”“资源化利用”等关键词可知,相较于第一阶段,该阶段对农业废弃物管理的关注不仅仅局限于“秸秆养畜”,而是转为更为广阔的领域,并于 2002 年开始较为关注畜禽粪尿;在资源化路径的

相关研究上,也由过去的以饲料化为主的局面,转而较为关注能源化、肥料化。此外,频次 ≥ 15 且中介中心性较高的关键词还有 2001 年出现的“秸秆焚烧”。可能的解释是,在这一阶段,中国政府部门较为关切农作物秸秆焚烧的不利影响,先后颁布了《秸秆禁烧和综合利用管理办法》《关于做好 2001 年秋季秸秆禁烧工作的紧急通知》等政策文件^[13]。

表 7 农业废弃物管理领域中文研究第一阶段(1992—1998 年)的关键词

Table 7 The keywords of the first stage (1992—1998) of the Chinese study in the field of agricultural waste management

起始年份 Year	关键词 Keyword	频次 Frequency	中介中心性 Centrality	起始年份 Year	关键词 Keyword	频次 Frequency	中介中心性 Centrality
1992	养牛业发展	8	0.04	1994	秸秆氮化	10	0.11
1992	人造板	8	0.01	1994	牛肉产量	7	0.04
1993	开发利用	5	0.05	1994	农业生产	7	0.11
1993	节粮型畜牧业	5	0.01	1998	生物能源	8	0
1994	畜牧业发展	29	0.24	1998	秸秆饲料	5	0.04
1994	秸秆养牛	17	0.07	1998	秸秆养畜	5	0.02
1994	农村能源	16	0.08				

表 8 农业废弃物管理领域中文研究第二阶段(1999—2003 年)的关键词

Table 8 The keywords of the second stage (1999—2003) of the Chinese study in the field of agricultural waste management

起始年份 Year	关键词 Keyword	频次 Frequency	中介中心性 Centrality	起始年份 Year	关键词 Keyword	频次 Frequency	中介中心性 Centrality
1999	农作物秸秆	42	0.17	2002	污染负荷	13	0
1999	秸秆气化	11	0.11	2002	畜禽养殖场	6	0
1999	产业化	9	0.07	2002	经济效益	5	0
2000	秸秆利用	8	0	2003	可持续发展	14	0.02
2001	秸秆焚烧	15	0.06	2003	生态环境	10	0
2002	畜禽粪尿	83	0.22	2003	秸秆还田	10	0
2002	资源化利用	75	0.18	2003	生态农业	6	0.02

第三阶段(2004—2009 年):研究热点为农业废弃物能源化利用与畜禽养殖污染防治。由表 9 可知,这一阶段频次最高的关键词是“农业废弃物”(32 次),表明学术界开始从一个相对宏观的层面将“农作物秸秆”“畜禽粪尿”及其他类型的农业废弃物纳入同一个框架展开整体性研究。值得一提的是,2004 年出现的“生物质能”是该阶段中唯一一个中介中心性达到 0.1 的关键词,表明学术界在接下来的一段时期内将较为关注有关生物质能的研究。可能的解释是,2004 年,可再生能源在全世界范围内引起了广泛关注。例如,为推动可再生能源行业的发展,德国政府颁布了《可再生能源法 2004》,美国政府颁布了《就业机会创造法案》。之后出现的关键词如“生物质”(2008 年)、“秸秆发电”(2008 年)、“沼气工程”(2009 年)亦证明了学者们对生物质能源的关注。此外,2006 年“畜禽养殖”成为关键词,这意味着第二阶段的研究热点“畜禽粪尿污染防治”延续到了这一阶段。这可能与 2006 年 7 月《中华人民共和国畜牧法》的正式执行有关^[13]。

第四阶段(2010 年至今):研究热点为低碳约束下的农业废弃物利用问题。由表 10 呈现出的关键词可知,这一阶段下的研究热点表现出遍地开花的特征:既有从整体上分析农业废弃物资源化的研究,又有专门针对畜禽粪便的讨论;既有从理论层面提出对策建议的文献,又有从实证层面探讨农户行为或意愿的研究;既有基于正向视角分析农业废弃物对生态环境影响的文献,又有基于反向视角探讨面源污染、可再生能源中农业废弃物问题的成果。从中介中心性来看,仅仅“温室气体”(2013 年)、“湖北省”(2013 年)大于 0,表明在这一阶段中低碳约束下的农业废弃物利用问题研究和针对湖北省的区域研究,具有较强的影响力。实际上,从 CiteSpace 提取的文献来看,这一阶段的大多数文献都涉及到了有关农业废弃物资源化利用与节能减排方面的研究。可能的解释是,在 2009 年 12 月哥本哈根世界气候大会(The United Nations Climate Change

Conference) 召开之际, 中国政府提出了到 2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放量相较于 2005 年降低 40%—45% 的目标。而要实现这一目标, 就必须推进低碳农业的发展^[13], 从而在一定程度上推动了“低碳农业”于 2010 年成为关键词。

表 9 农业废弃物管理领域中文研究第三阶段 (2004—2009 年) 的关键词

Table 9 The keywords of the third stage (2004—2009) of the Chinese study in the field of agricultural waste management

起始年份 Year	关键词 Keyword	频次 Frequency	中介中心性 Centrality	起始年份 Year	关键词 Keyword	频次 Frequency	中介中心性 Centrality
2004	农业废弃物	32	0.02	2007	江苏省	10	0.02
2004	生物质能	30	0.1	2008	生物质	21	0.03
2004	能源消费	8	0	2008	秸秆发电	11	0.02
2005	循环经济	21	0.06	2009	影响因素	17	0.01
2005	发展趋势	5	0	2009	沼气工程	14	0.04
2006	畜禽养殖	30	0.09	2009	风险评价	7	0

表 10 农业废弃物管理领域中文研究第四阶段 (2010 年至今) 的关键词

Table 10 The keywords of the fourth stage (2010—present) of the Chinese study in the field of agricultural waste management

起始年份 Year	关键词 Keyword	频次 Frequency	中介中心性 Centrality	起始年份 Year	关键词 Keyword	频次 Frequency	中介中心性 Centrality
2010	面源污染	10	0	2012	时空分布	7	0
2010	可再生能源	9	0	2013	温室气体	10	0.01
2010	排放量	5	0	2013	湖北省	10	0.02
2010	低碳农业	5	0	2013	环境影响	6	0
2011	循环农业	10	0	2013	政策建议	5	0
2012	环境污染	14	0	2013	农业废弃物资源化	5	0
2012	农户行为	9	0	2014	耕地负荷	8	0
2012	粪便污染	9	0	2015	污染防治	7	0

5 研究前沿分析

本文采用突出词 (即发表文献中骤增的关键术语) 对现阶段的农业废弃物管理研究进行前沿分析, 通过对其骤增时间节点展开讨论, 可以大致确定沿时间轴发展的研究领域前沿。表 11 报告了农业废弃物管理领域的突现词。

表 11 TOP10 文献突现词

Table 11 Top 10 Keywords with the strongest citation bursts

关键词 Keyword	突现值 Strength	开始时间 Begin	结束时间 End	关键词 Keyword	突现值 Strength	开始时间 Begin	结束时间 End
秸秆氨化	4.4004	1994	1996	秸秆发电	4.1090	2008	2009
秸秆养牛	8.4440	1994	2001	农业废弃物	5.7284	2011	2013
农作物秸秆	4.4370	2005	2008	畜禽粪便	8.7938	2012	2014
综合利用	4.2156	2005	2008	资源化利用	6.0105	2013	2016
循环经济	4.3775	2005	2011				

由表 11 可知, 中国农业废弃物管理研究突现词数量为 9 个, 且得分均在 3 分以上, 最高达到 8.7938, 其次为 8.444。最先出现的两个突现词是在 1994 年, 说明 1994 年后中国农业废弃物管理研究逐渐丰富, 而 1994 年正位于前文中演化路径的第一阶段。1994—1996 年、1994—2001 年关键词变化率最高分别为“秸秆氨化”“秸秆养牛”, 说明在该阶段内, 农业废弃物初步利用与畜牧业发展是重要的前沿研究领域; 2005—2008 年关

关键词变化率最高为“农作物秸秆”“综合利用”,2005—2011 年关键词变化率最高为“循环经济”,2008—2009 年关键词变化率最高为“秸秆发电”,以上突现词基本上与前文演化路径中的第三阶段对应,说明学界将农业废弃物的资源化(尤其是能源化)利用视为农业循环经济的重要组成部分,并作为中国农业可持续发展的一种新思路、新模式进行探究。在 2010 年后,2011—2013 年、2012—2014 年及 2013—2016 年关键词变化率最高分别为“农业废弃物”“畜禽粪便”“资源化利用”。其中,畜禽粪便的突现值居于榜首,表明这一时期学者们对于农业废弃物管理研究的热点已由之前的“农作物秸秆”转变为“畜禽粪便”。一方面,随着畜禽养殖业的迅速发展,大量的畜禽粪便造成了严重的环境污染,引起了社会各界的广泛关注^[28];另一方面,畜禽粪便中富含有机质和一定量的氮、磷、钾等营养成分,是很好的有机肥料来源^[29],对于畜禽粪便的关注也契合了有关“资源化利用”的研究。因此,“农业废弃物”“畜禽粪便”和“资源化利用”成为了近期研究前沿领域的高频突现词,既反映了农业废弃物管理研究对象的转变,又体现了低碳约束下的农业废弃物利用问题呈现不断深化探索的趋势。

6 研究结论

经过 25 年的发展,中国学术界针对农业废弃物管理展开了广泛而深刻的讨论。尽管农业废弃物管理研究已经取得了长足的进步,但接下来仍有漫漫长路要走。中国加快生态文明体制改革,人民对美好生活日益增长的需要与建设美丽中国的宏伟蓝图,就是对农业废弃物管理研究不断追问、深思的长久动力。本文以中国知网(CNKI)中收录的 658 篇文献为研究对象,从文献计量学的角度入手,运用 CiteSpace 信息可视化软件,对中国农业废弃物管理研究的发展脉络进行了较为科学、系统的梳理与归纳。通过计量分析发现,1992 年以来,农业废弃物管理领域的文献出版数量总体上呈增长趋势,经历了“平稳发展→快速增长→波动上升→波动下降”4 个阶段。中国学术界的研究热点主要聚焦于农业废弃物资源化利用、农业废弃物对生态环境的影响、农业废弃物利用与畜牧业发展、农业废弃物资源化生态补偿。从时间的纵向水平来看,不同阶段的研究热点不尽相同,但整体而言,研究热点从一开始聚焦于某一个或某几个研究方向,随着研究的层层深入和成果的不断丰富,逐渐呈现出百花齐放的多元格局。从第一阶段聚焦于畜牧业发展,如“秸秆养牛”“养牛业发展”“节粮型畜牧业”等关键词,到第二阶段发展到以“污染防治”和“资源化利用”两个主题,如“畜禽粪尿”“秸秆气化”“资源化利用”等关键词,再到第三阶段细化为“畜禽养殖污染防控”与“能源化利用”,如“农业废弃物”“生物质”“秸秆发电”“沼气工程”等关键词,最后形成以低碳约束下的农业废弃物利用的综合型主体,如“面源污染”“循环农业”“温室气体”“可再生能源”“时空分布”等关键词。热点关键词的演进与变迁起到了对中国在农业废弃物管理研究发展上提纲挈领、见微知著的作用。

最新的文献表明,农业废弃物前沿研究表现出两种特征:一是对于农业废弃物管理研究的重点正从农作物秸秆转为畜禽粪便;二是对于低碳约束下的农业废弃物利用问题呈现不断深化探索的趋势。一者,畜禽粪便是农业废弃物主要贡献者之一,年产量大,对环境的污染程度高,对这一方面的研究是迫切的、必要的;再者,大规模的畜禽粪便是巨大的资源库,也是农业废弃物管理研究中面临的新的挑战与难题。这两个最新热点的发现,在一定程度上反映了未来研究发展的导向,包括畜禽粪便资源化(尤其是能源化)利用中面临的复杂的现实问题以及是否存在其他的农业废弃物资源化利用途径等都是值得在未来进一步探讨的话题。

参考文献(References):

- [1] 国家发展和改革委员会. 中国资源综合利用年度报告(2014). 再生资源与循环经济, 2014, 7(10): 3-8.
- [2] He K, Zhang J B, Feng J H, Hu T, Zhang L. The impact of social capital on farmers' willingness to reuse agricultural waste for sustainable development. Sustainable Development, 2016, 24(2): 101-108.
- [3] 韦佳培. 资源性农业废弃物的内涵、特征及经济价值. 价值工程, 2014, 33(18): 11-12.
- [4] 颜廷武, 何可, 崔蜜蜜, 张俊飏. 农民对作物秸秆资源化利用的福利响应分析——以湖北省为例. 农业技术经济, 2016, (4): 28-40.
- [5] 何可, 张俊飏, 张露, 吴雪莲. 人际信任、制度信任与农民环境治理参与意愿——以农业废弃物资源化为例. 管理世界, 2015, (5):

75-88.

- [6] 陈智远, 石东伟, 王恩学, 张正. 农业废弃物资源化利用技术的应用进展. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(12): 112-116.
- [7] 王舒娟. 小麦秸秆还田的农户支付意愿分析——基于江苏省农户的调查数据. 中国农村经济, 2014, (5): 74-85.
- [8] He K, Zhang J B, Zeng Y M, Zhang L. Households' willingness to accept compensation for agricultural waste recycling: taking biogas production from livestock manure waste in Hubei, P. R. China as an example. Journal of Cleaner Production, 2016, 131: 410-420.
- [9] 钱加荣, 穆月英, 陈阜, 邓祥宏. 我国农业技术补贴政策及其实施效果研究——以秸秆还田补贴为例. 中国农业大学学报, 2011, 16(2): 165-171.
- [10] Webster J, Watson R T. Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. MIS Quarterly, 2002, 26(2): 13-23.
- [11] Li Y, Li T, Liu H. Recent advances in feature selection and its applications. Knowledge and Information Systems, 2017, 53(3): 551-577.
- [12] 朱亮, 孟宪学. 文献计量法与内容分析法比较研究. 图书馆工作与研究, 2013, 1(6): 64-66.
- [13] 何可. 农业废弃物资源化的价值评估及其生态补偿机制研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2016.
- [14] 熊承永, 李健, 黄利宏. 户用沼气池秸秆利用浅析. 可再生能源, 2003, (3): 44-45, 57-57.
- [15] 边淑娟, 黄民生, 李娟, 陈晓丽. 基于能值生态足迹理论的福建省农业废弃物再利用方式评估. 生态学报, 2010, 30(10): 2678-2686.
- [16] 姚玮玮, 储金字, 张波, 鲁国宁. 乳业循环经济模式探讨与实践. 广东农业科学, 2010, 37(1): 185-188.
- [17] 颜廷武, 何可, 张俊飏. 社会资本对农民环保投资意愿的影响分析——来自湖北农村农业废弃物资源化的实证研究. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(1): 158-164.
- [18] 车长波, 袁际华. 世界生物质能源发展现状及方向. 天然气工业, 2011, 31(1): 104-106.
- [19] 王效华, 冯祯民. 中国农村生物质能源消费及其对环境的影响. 南京农业大学学报, 2004, 27(1): 108-110.
- [20] 李鹏, 张俊飏, 颜廷武. 农业废弃物循环利用参与主体的合作博弈及协同创新绩效研究——基于 DEA-HR 模型的 16 省份农业废弃物基质化数据验证. 管理世界, 2014, (1): 90-104.
- [21] 徐勇峰, 阮子学, 吴翼, 韩建刚, 李萍萍. 环洪泽湖地区耕地养殖污染负荷估算及其风险评价. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2016, 40(4): 35-41.
- [22] 刘辉, 王凌云, 刘忠珍, 杨少海. 我国畜禽粪便污染现状与治理对策. 广东农业科学, 2010, 37(6): 213-216.
- [23] 何可, 张俊飏, 蒋磊. 生物质资源减碳化利用需求及影响机理实证研究——基于 SEM 模型分析方法和 TAM 理论分析框架. 资源科学, 2013, 35(8): 1635-1642.
- [24] 张存根, 史照林. 秸秆养牛经济效益的初步分析. 农业技术经济, 1994, (1): 44-47.
- [25] 常泽军. 发展优质肉牛推行肉乳复合经营——以秦皇岛市为例谈 21 世纪初期农区秸秆养牛战略调整问题. 中国畜牧杂志, 2001, 37(2): 57-58.
- [26] 黄秀声, 黄勤楼, 翁伯琦, 钟珍梅, 陈钟佃, 冯德庆. 畜牧业发展与低碳经济. 中国农学通报, 2010, 26(24): 257-263.
- [27] 孙冬岩, 温俊, 孙笑非. 促进畜牧业与生态环境的和谐发展. 饲料研究, 2010, (8): 71-73.
- [28] 曹艳春, 冯永忠, 杨引禄, 杨改河. 基于 GIS 的宁夏灌区农田污染源结构特征解析. 生态学报, 2011, 31(12): 3468-3477.
- [29] 李江涛, 钟晓兰, 赵其国. 畜禽粪便施用对稻麦轮作土壤质量的影响. 生态学报, 2011, 31(10): 2837-2845.