

# Research Status and Prospects of Fly Ash as Improved Materials in China—Based on CNKI Database Literature Analysis

Ruiqing Zhang<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>2</sup>Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>3</sup>Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

<sup>4</sup>Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi  
Email: 78666975@qq.com

Received: Sep. 30<sup>th</sup>, 2019; accepted: Oct. 22<sup>nd</sup>, 2019; published: Oct. 29<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

In order to objectively and comprehensively analyze the development and research dynamics of China's fly ash as an improved material for industrial and agricultural production, this study uses the publication year of CNKI China Journal Full-Text Database, the number of papers, research institutions, funding funds and other indicators. This paper systematically expounds the research status of fly ash as a modified material in China, and comprehensively analyzes the main hot spots and trends in this field. The results show that the institution which published the most related researches is China University of Geosciences; the research on fly ash is mainly guided by the National Natural Science Foundation; the most frequently cited journal is "Ecological Environment", which is from the soil and agricultural sustainable development countries key laboratory/Chen Yiqun, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences; China's fly ash reuse hotspots are mainly concentrated in soil improvement, improved soil, and unconfined compressive strength. In general, the research on the improvement of fly ash in China is mainly based on transportation, environmental protection, building science and agricultural resources and environment, and has a tendency to develop towards environmental protection.

## Keywords

Fly Ash, Improvement, Material Research, CNKI

---

# 我国粉煤灰作为改良材料研究现状及展望——基于CNKI数据库文献分析

张瑞庆<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

<sup>2</sup>陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

<sup>3</sup>自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

<sup>4</sup>陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

Email: 78666975@qq.com

收稿日期: 2019年9月30日; 录用日期: 2019年10月22日; 发布日期: 2019年10月29日

## 摘要

为了客观全面地分析我国粉煤灰作为改良材料用于工农业生产方面的发展脉络和研究动态, 本研究利用 CNKI 中国期刊全文数据库的出版年份、论文数量、研究机构、资助资金等多个指标, 系统阐述我国粉煤灰作为改良材料再利用的研究状况, 综合分析该领域的主要热点和趋势。结果表明: 发表相关研究最多的机构是中国地质大学; 粉煤灰领域研究主要受到国家自然科学基金的引导; 被引用频次最高的期刊为《生态环境》, 该论文来自土壤与农业可持续发展国家重点实验室/中国科学院南京土壤研究所陈义群教授; 我国粉煤灰再利用的热点主要集中在土壤改良、改良土、无侧限抗压强度等方面。总的来说, 我国粉煤灰改良研究以交通运输、环境保护、建筑科学和农业资源与环境为主, 并且有向环境保护方面发展的趋势。

## 关键词

粉煤灰, 改良, 材料研究, CNKI

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着国民经济的快速发展、人口的不断增加、城市化进程的持续加快, 我国面临着人口、土地资源、能源矿产与社会经济协调发展的严峻挑战。粉煤灰是煤粉燃烧后自锅炉中排放出来的粉状残渣, 是一种松散的固体集合物, 是燃煤电厂排出的主要固体废物[1]。中国是一个煤炭大国, 自 20 世纪 20 年代大规模燃煤发电以来, 已生成了数亿吨的粉煤灰及其相关副产物, 而且每年的粉煤灰产量不断增加, 2015 年已经达到 6.2 亿吨[2]。大量粉煤灰的产生, 不仅污染环境, 而且占用了大量的土地资源, 加剧了土地利用的矛盾[3]。为了合理利用资源, 保护生态环境, 已经逐步将粉煤灰作为一种改良材料在土地整治、污水治理等工农业生产领域获得广泛应用[4] [5] [6], 并取得了显著的成绩。然而有关于粉煤灰作为改良材料的研究众多, 以文献阅读、归纳总结、定性探讨等为主要方法的传统文献综述存在一定的局限性, 无法客观和全面地反映该领域的发展动态和热点。因此, 本文拟采用文献计量的方法, 利用目前中国收录文献最全、更新时间最快、涉及学科范围最广的中文数据库 CNKI 数据库, 对国内粉煤灰相关研究进行归纳分析, 明确研究的进展, 为粉煤灰的合理利用提供理论借鉴。

## 2. 数据来源与方法

### 2.1. 数据来源

本文以 CNKI 中国期刊全文数据库为数据源分析粉煤灰作为改良剂的发展态势及研究进展。以“粉

煤灰”和“改良”为检索词进行主题检索，围绕全部期刊，时间跨度为1983~2019年，检索截止时间为2019年4月26日，获得相关文献688篇，逐篇剔除不相关文献18篇，分析研究进展及发展态势。

## 2.2. 研究方法

运用文献计量学方法进行统计分析。按照不同年份国家、机构、期刊、作者等统计分类信息筛选后，利用CNKI自带的统计功能，结合CNKI统计内容进行整理计算，绘图。以论文数、主要研究力量、主要期刊、研究热点等指标分析粉煤灰作为改良剂的主要因素，揭示我国粉煤灰研究领域的动态和趋势，节点类型选取被引文献和关键词，文献选取标准为每个时间间隔内被引量前50的论文。

## 3. 结果分析与讨论

### 3.1. 文献数量年度变化趋势

论文的年度发表数量直观反映了粉煤灰作为改良材料研究领域的关注度。通过CNKI检索发现，1983年发表在《河南科技》的《粉煤灰改良土壤试验研究初报》是我国有关粉煤灰作为改良材料最早的研究[7]，文中指出加入粉煤灰能够使膨胀土的胀缩性控制在设计允许范围之内，借以提出造价经济的工程设计方案。1983~2019年见刊文章数量如图1所示，由图1可知，1983~1999年16年内关于粉煤灰作为改良剂材料的研究非常少，仅53篇，占文献研究总数的10%。从2000年开始，关于粉煤灰作为改良剂材料的研究逐渐增多，随时间几乎呈直线式增长。这是由于在近年来，粉煤灰作为一种可利用的字眼，已经逐步在建筑材料、污水处理、生物化肥和土壤蓄水保墒等工农业生产领域获得广泛的应用。

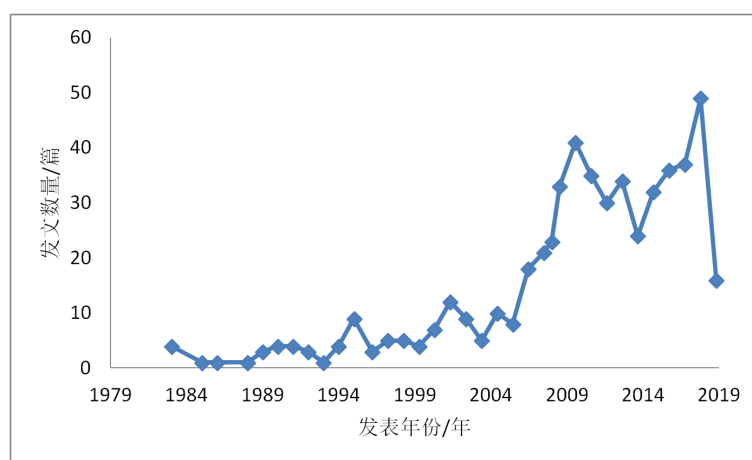


Figure 1. Number of published ash as a modifier material from 1983 to 2019  
图 1. 1983~2019 年粉煤灰作为改良剂材料研究发文数量

### 3.2. 主要期刊分析

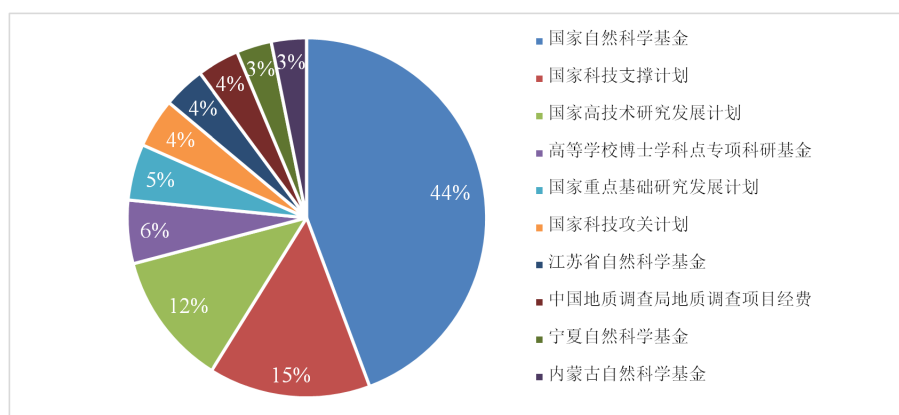
研究粉煤灰作为改良材料领域的文章发表期刊，有助于科研人员掌握该领域内的相关期刊和研究方向，有针对性的开展文献阅读和论文投稿。表1为我国在粉煤灰作为改良材料研究方面发表论文前20位的相关期刊，发表论文共计159篇，占全部论文的23.11%。其中《粉煤灰综合利用》期刊发表相关论文19篇，是发表研究领域内论文最多的期刊。其次是《吉林大学学报》和《安徽农业科学》等杂志，发表相关论文的核心以上期刊较少，表明粉煤灰作为改良材料的研究尚未取得重大突破，仍需要进行深入研究。

**Table 1.** China's fly ash as a modified material research published in the top 20 journals**表 1.** 我国粉煤灰作为改良材料研究发文量居前 20 位的期刊

序号	期刊	发文量/篇	序号	期刊	发文量/篇
1	粉煤灰综合利用	19	11	公路工程	6
2	吉林大学学报	16	12	土壤通报	6
3	安徽农业科学	15	13	中国地质大学(北京)	6
4	路基工程	9	14	粉煤灰	6
5	兰州大学	8	15	安徽理工大学	6
6	公路交通科技	8	16	农业环境科学学报	6
7	浙江大学	7	17	成都理工大学	5
8	长安大学	7	18	山西建筑	5
9	水土保持学报	7	19	岩土力学	5
10	西北农林科技大学	7	20	铁道标准设计	5

### 3.3. 资金资助

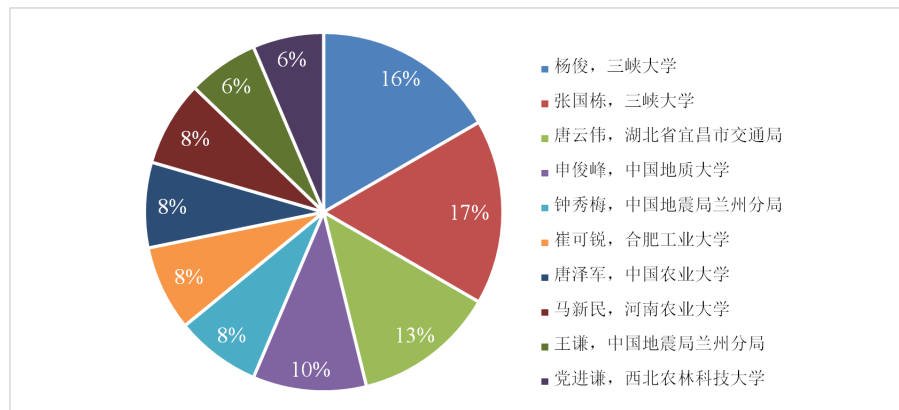
某研究领域的基金资助可以反映该领域的关注程度。通过 CNKI 统计发现, 670 篇有关粉煤灰改良的论文涉及基金 198 项, 其中国家级的资助基金(国家自然科学基金、国家科技支撑计划、国家高技术研究发展计划、国家重点基础研究发展计划、国家科技攻关计划)等支撑的论文 119 篇, 占总发表论文的 17.8% (图 2), 其中国家自然科学基金资助的研究占前 10 名资助基金的 44%, 可见该领域研究受到了国家层面的高度关注和重视。此外, 该领域还受到了高等学校专项基金以及地方自然基金的资助, 其中江苏省自然科学基金资助的文章较多, 主要与南京农业大学、中科院南京土壤所的研究机构有关。

**Figure 2.** The top 10 funded projects**图 2.** 前 10 位基金资助项目

### 3.4. 主要作者和高被引文献

通过对粉煤灰改良研究领域的人员分析, 有助于了解我国在该领域的主要作者, 有利用读者了解作者的研究概况, 促进粉煤灰改良研究的学科交流。图 3 为我国粉煤灰改良领域研究发文量前 10 位的作者情况, 他们共计发表论文 122 篇, 占总发文量的 18.2%。发文量前五名的作者分别是张国栋、杨俊、唐云伟、申俊峰和马新明。其中杨俊、张国栋和唐云伟均来自三峡大学, 从 2013 年开始粉煤灰作

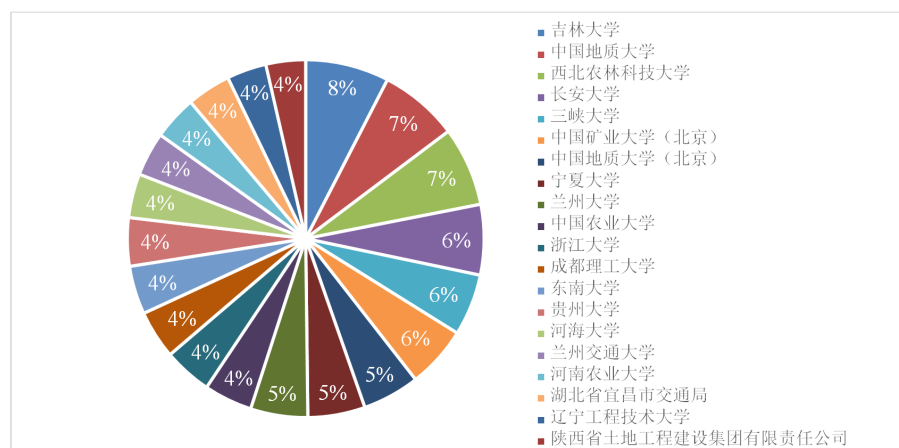
为改良材料研究，主要是围绕粉煤灰作为改良材料对膨胀土的抗压强度、抗剪强度等力学指标的影响进行研究，主要侧重于改良膨胀土壤的力学性质。申俊峰从 2001 年开始粉煤灰改良研究，主要是利用粉煤灰及他固体废弃物材料对土壤重金属的累积，荒漠化土壤的持水、物理性质和化学性质进行了研究应用。马新民则是从 2000 年开始开展粉煤灰改良围绕砂姜黑土对冬小麦植物和土壤的影响研究。从发文量前五的作者研究方向来看，粉煤灰作为改良剂对土壤物理性质和对重金属物理修复技术是两大主要研究方向。



**Figure 3.** The author of the top 10 published articles on the improvement of fly ash in China  
**图 3.** 我国粉煤灰改良研究发文量居前 10 位的作者

### 3.5. 主要研究机构分析

期刊论文被重要数据库收录的数量和被引频次反映了该研究机构的整体科研能力和影响力[8]。通过对粉煤灰改良研究领域的相关机构的分析，有助于了解我国在该领域的主要研究单位，使得相关领域的学者可以有更佳交流途径。图 4 为我国粉煤灰改良研究发文量居前 20 位的机构，占据了所有发文单位论文量的 36.11%。其中中国地质大学发表论文章数最多，共发表相关论文 18 篇，主要以牛华朋教授所研究的粉煤灰——伊利石复合材料研究为主，用于土壤改良和重金属修复[9] [10] [11]。从发文机构前五来看，依次为中国地质大学、吉林大学、长安大学、西北农林科技大学和三峡大学等院校，主要涉及建筑施工和土壤改良方面。



**Figure 4.** Top 20 institutions of China's fly ash improvement study issued the  
**图 4.** 我国粉煤灰改良研究发文量居前 20 位的机构

### 3.6. 主要研究热点分析

随着我国发展的不断加快，对于环境保护的要求越来越严格，对于大量废弃的粉煤灰的改良利用逐渐成为研究热门。尤其在传统的农业和环境领域掀起了研究热潮，为土壤的改善和重金属的修复提供了有效途径。由图 5 可知，搜索“粉煤灰 + 改良”的热点研究主要集中于土壤改良、重金属修复等两大方面，这也是粉煤灰改良利用未来的主要方向。

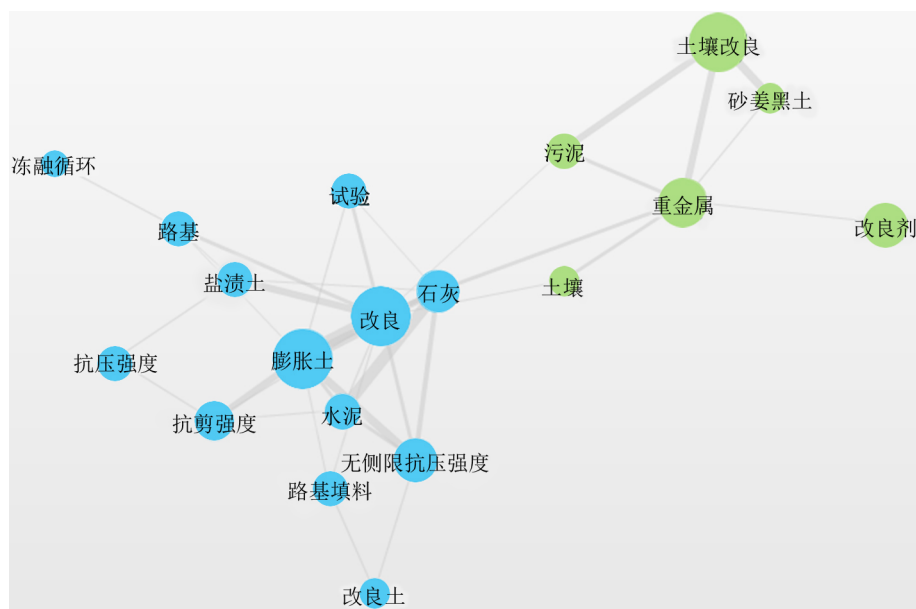


Figure 5. China's fly ash improvement research hotspot  
图 5. 我国粉煤灰改良研究热点

## 4. 结论

相关研究表明，发表相关研究最多的机构是中国地质大学；粉煤灰领域研究主要受到国家自然科学基金的引导；被引用频次最高的期刊为《生态环境》，该论文来自土壤与农业可持续发展国家重点实验室/中国科学院南京土壤研究所陈义群教授；我国粉煤灰再利用的热点主要集中在土壤改良、改良土、无侧限抗压强度等方面。总的来说，我国粉煤灰改良研究以交通运输、环境保护、建筑科学和农业资源与环境为主，并且有向环境保护方面发展的趋势。

## 参考文献

- [1] Ahmaruzzaman, A. (2010) A Review on the Utilization of Fly Ash. *Progress in Energy and Combustion Science*, **36**, 327-363. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2009.11.003>
- [2] 胡靖国, 王井怀. 我国粉煤灰产多用少亟待开发[N]. 经济参考报, 2015-09-28.
- [3] 毛倩如, 金丽馥. 关于农村耕地整治发展与建议[J]. 农机化研究, 2015, 37(1): 265-268.
- [4] 关红飞, 张雷, 张瑞庆. 粉煤灰在土壤改良和土地整治中的作用[J]. 农业工程, 2017, 7(5): 86-89.
- [5] 赵宣, 孙婴婴. 材料在土地整治工程领域的应用进展[J]. 农业工程, 2017, 7(6): 124-131.
- [6] 宁松瑞, 韩霖昌, 张扬, 等. 粉煤灰在土地整治工程中的研究及应用现状[J]. 环境工程, 2016(s1): 1025-1028.
- [7] 刘永敏. 粉煤灰改良土壤试验研究初报[J]. 河南科技, 1983(12): 18-22.
- [8] 安显金, 李维. 基于 CNKI 的我国生物炭研究趋势文献计量学分析[J]. 农业资源与环境学报, 2018, 35(6): 483-491.

- [9] 牛花朋, 李胜荣, 申俊峰, 等. 粉煤灰与若干有机固体废弃物配施改良土壤的研究进展[J]. 地球与环境, 2006, 34(2): 27-34.
- [10] 牛花朋, 李胜荣, 申俊峰, 等. 利用粉煤灰污泥混料改良石灰岩质土壤后的重金属累积状况[J]. 土壤通报, 2007, 38(2): 352-356.
- [11] 牛花朋, 李胜荣, 申俊峰, 等. 粉煤灰与若干有机固体废弃物配施改良土壤的研究进展[J]. 地球与环境, 2006, 34(2): 27-34.