

基于知识图谱的泥浆护壁研究热点及发展趋势分析

王少文¹, 徐冠虎¹, 彭昭志¹, 孙鹏¹, 王罗喜^{2*}, 龚钰凯², 韩培锋^{2,3}, 陈代果²

¹山东省公路桥梁集团建设有限公司, 山东 济南

²西南科技大学土木工程与建筑学院, 四川 绵阳

³非饱和土力学特性及工程技术四川高校工程研究中心, 四川 成都

收稿日期: 2024年3月20日; 录用日期: 2024年4月23日; 发布日期: 2024年4月30日

摘要

随着我国对可持续发展的重视度不断提高, 在新型建筑材料中的应用逐步增多, 以“泥浆护壁”为主题词讨论“泥浆护壁”的应用发展状况及目前研究现状, 通过CiteSpace文献数据分析软件对1992~2023年CNKI中国知网上搜集到的253条文献数据进行可视化分析。结合CiteSpace分析出的图谱, 研究结果表明: 1) 泥浆护壁研究领域经历了稳定-增长的发展阶段, 泥浆护壁领域引起国内学者重视较晚, 但近10年研究处于稳步增长状态。2) 陈忠平、李洪亮、伊利华、刘勇、张留俊等学者是该领域的核心研究人员。天津市市政工程设计研究院是该领域的核心机构, 广东盛瑞科技股份有限公司、中交第一公路勘察设计院有限公司和长安大学公路学院紧跟其后, 发文量在10篇以上。就整体合作情况来看, 每个机构彼此间都有合作关系, 其中天津是市政工程设计研究院和多家公司有着合作关系。3) 最近几年的热点主要集中在“数值分析”、“铁路特征”、“动力特性”、“铁路路基”上, 学者通过对泥浆护壁特性的研究拓展其新的应用领域。本文旨在为读者清晰梳理泥浆护壁近年来的知识脉络及研究成果, 从而便于相关学者系统阐述该领域前沿热点及研究状况。

关键词

泥浆护壁, CiteSpace, 文献分析, 可视化分析, 知识图谱

Analysis of Research Hotspots and Development Trend of Lightweight Foam Soil Based on Knowledge Map

Shaowen Wang¹, Guanhu Xu¹, Zhaozhi Peng¹, Peng Sun¹, Luoxi Wang^{2*}, Yukai Gong², Peifeng Han^{2,3}, Daiguo Chen²

*通讯作者。

文章引用: 王少文, 徐冠虎, 彭昭志, 孙鹏, 王罗喜, 龚钰凯, 韩培锋, 陈代果. 基于知识图谱的泥浆护壁研究热点及发展趋势分析[J]. 材料科学, 2024, 14(4): 517-527. DOI: 10.12677/ms.2024.144058

¹Shandong Road and Bridge Construction Group Co., Ltd., Jinan Shandong

²School of Civil Engineering and Architecture, Southwest University of Science and Technology, Mianyang Sichuan

³Unsaturated Soil Mechanical Properties and Engineering Technology Sichuan University Engineering Research Center, Chengdu Sichuan

Received: Mar. 20th, 2024; accepted: Apr. 23rd, 2024; published: Apr. 30th, 2024

Abstract

With the continuous improvement of China's attention to sustainable development, the application of new building materials is gradually increasing. The application development status and current research status of "foam light soil" are discussed with "foam light soil" as the main topic. Through the CiteSpace literature data analysis software, the 494 literature data collected by CNKI from 1992 to 2023 were visualized and analyzed. Combined with the atlas analyzed by CiteSpace, the research results show that: 1) the research field of foamed light soil has experienced a development stage of stability-growth, and the field of foamed light soil has attracted the attention of domestic scholars late, but the research has been in a steady growth state in the past 10 years. 2) Zhongping Chen, Hongliang Li, Lihua Yi, Yong Liu, Liu Jun Zhang and other scholars are the core researchers in this field. Tianjin Municipal Engineering Design and Research Institute is the core institution in this field, followed by Guangdong Shengrui Technology Co., LTD, China Communications First Highway Survey and Design Research Institute Co., LTD, and Highway College of Chang'an University, with more than 10 papers. In terms of the overall cooperation, each institution has a cooperative relationship with each other, among which Tianjin Municipal Engineering Design and Research Institute has a cooperative relationship with a number of companies. 3) In recent years, the hot spots mainly focus on "numerical analysis", "railway characteristics", "dynamic characteristics" and "railway roadbed", and scholars have expanded their new application fields by studying the characteristics of foamed light soil. This paper aims to clarify the knowledge context and research results of mudguard in recent years for readers, so as to facilitate relevant scholars to systematically describe the frontier hot spots and research status in this field.

Keywords

Mudguard, CiteSpace, Literature Analysis, Visual Analytics, Knowledge Graphs

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

泥浆护壁常在地下连续墙成槽、灌注桩钻孔、桥梁工程及地下结构物的施作中起着重要作用，以及随着人们对城市地下空间的利用开发，泥浆护壁在实际工程的应用逐渐引起重视，而泥浆护壁的应用对于实现工程基础建设中灌注桩施工、桩径稳定性问题具有重要意义。泥浆护壁中泥浆具有携渣和冷却、润滑机具作用，具有一定粘度的泥浆可以携同泥渣一起排出，泥浆可以作机具的润滑和冷却剂，在冲洗机具的同时，也可以冷却机具。防止槽壁坍塌或剥落，并维持挖成的形状不变，增加施工过程中的安全性。目前针对泥浆护壁的研究内容逐渐深入，应用范围逐步扩大，但是长久以来对泥浆护壁的研究整体

分析还有待提升,缺乏较系统的定量分析。基于此利用 CiteSpace 文献计量分析软件,区别以往对泥浆护壁的研究分析方向,对国内学者近 30 年来的研究成果进行数据可视化分析,从而具体量化本领域研究的发展历程、热点变迁及预测未来研究的方向,为泥浆护壁领域未来的研究提供参考。

目前,针对“泥浆护壁”领域国内相关学者已发表了一系列的相关性文章,黄茂松等学者采用强度折减法讨论不同泥浆渗透阶段下砂土地层槽段稳定性问题[1];胡志明等结合理论分析、数值模拟和现场试验的方法,对泥浆重度和填充高度对淤质土中钻孔灌注桩孔壁稳定性影响展开研究[2];姜鹏等采用朗肯土压力理论方法,对各种土层土力学参数组合条件进行分析计算,得出泥浆比重控制的参考标准,有效解决施工中对泥浆比重控制不当的问题,以及依靠经验造成的成桩质量问题[3];邵生俊等针对护壁泥浆因渗透而形成的泥皮展开了讨论,考虑泥皮的抗渗作用,对传统的防渗墙抗渗设计方法进行了修正,提出了缺陷混凝土防渗墙的设计方法,并对比分析了混凝土防渗墙结构完整和存在缺陷时墙厚设计值的变化[4]。

可视化分析是指采用相关计量软件挖掘文本数据信息,分析研究领域热点,通过科学计量算法,整合分析文献数据进行科学绘图作出直观易懂的图谱等,对某一研究领域的认识有引导作用。自 2006 年, CiteSpace 引入国内后,许多学者开始应用可视化分析的方法对相关知识领域进行研究分析。如张志等利用 CiteSpace 将 1990~2021 年间中国知网(CNKI)数据库为信息数据基础,对中国城市地下空间研究进行了可视化分析,总结了不同时段的研究热点和演化过程;阮洁基于 CiteSpace 检索出 1408 篇中医治疗肺纤维化期刊论文,利用 CiteSpace 对该领域内论文的作者、机构、关键词进行文献计量和可视化分析。本文将基于 CiteSpace 对我国泥浆护壁研究内容进行可视化计量分析,利用 CiteSpace 软件特点得出脉络图谱,系统分析泥浆护壁领域研究深度、热点及发展方向,为后期研究提供借鉴。

2. 数据来源和分析方法

2.1. 数据来源

为进一步了解“泥浆护壁”发展状况,结合相关领域机构、国家、作者、关键词分析其研究热点、知识脉络等多方位阐述泥浆护壁方向上的发展状况,以便拓展对泥浆护壁的认识,采用中国知网(CNKI)的数据库进行文献检索,以“泥浆护壁”为主题对 1992 年~2023 年的相关文献进行检索,共检索出 254 条相关文献,检索时间为 2023 年 12 月 25 日下午 14:07,通过整理与审核,剔除重复文献及通知、报告、书评等非学术性文献后,最终获得有效样本 253 条。

2.2. 分析方法

2.2.1. 分析方向

基于检索得到 253 篇文献,通过 CiteSpace V 对文献内容展开分析, CiteSpace 中无法分析 CNKI 的被引文献、作者、期刊三个部分,因此文献分析以合作作者、关键词、国家、机构四个节点为数据重点进行知识图谱可视化分析,多方位、深层次探索该领域各部分间的合作情况,对学科发展趋势和研究前沿借助共现程度和节点样态进一步探究,节点越大,该词出现的频次越高。

2.2.2. CiteSpace 软件分析

通过知网下载数据源,运用 CiteSpace 文献统计软件,设置参数对下载数据源分析从而得出科学知识图谱,利用所得图谱能够直观的对其知识域进行分析了解某学科内部间的结构和规律,并探索未来发展趋势和结构之间彼此的联系。CiteSpace 是一项需要 Java 运行环境支持的可视化文献分析软件,通过可视化图谱呈现学科领域中相互关系。当前, CiteSpace 主要用于知识图谱研究综述,快速锁定主题和科学文献,探测研究领域的核心信息、动态、整体发展历程和未来发展趋势等。该工具最初被用于教育、经济

管理学等专业, 近几年, 在多学科交叉的影响下, 初步在医疗、土木工程等学科领域发展。

2.2.3. LLR 对数似然算法

LLR 对数似然算法的结果表达聚类代表性。Ochia 相似系数能表现出文本之间的共现率

$$\cos(A, B) = \frac{|A \cap B|}{\sqrt{|A| |B|}} (A \geq 0, B \geq 0)$$

A, B 分别代表关键词的出现频次, $A \cap B$ 代表关键词的共现频率, 所以依据三角函数定理, 当 $\cos(A, B) = 0$ 时, A, B 之间关联度为 0, 当 $\cos(A, B) = 1$ 时, A, B 之间关联度为最大。

3. 结果与分析

3.1. 文献历年发文量分析

为进一步剖析近年来学术界在泥浆护壁领域的主要研究成果及研究热点, 本文以中国知网数据库 (CNKI) 为依据, “泥浆护壁” 为关键词开展文献数据检索, 共计检索到 253 篇有关文献, 去除重复文献以及通知、报告、书评等非学术性文献后, 得到 1992 年 1 月到 2024 年 2 月之间的 253 篇有效文献, 并对其内容展开数据分析。下图 1 给出了 1992 年~2023 年有关泥浆护壁相关的文献, 利用统计出的各时间段发文数量探究该研究领域的发展趋势和研究热度, 具体数据由图 1 所示。

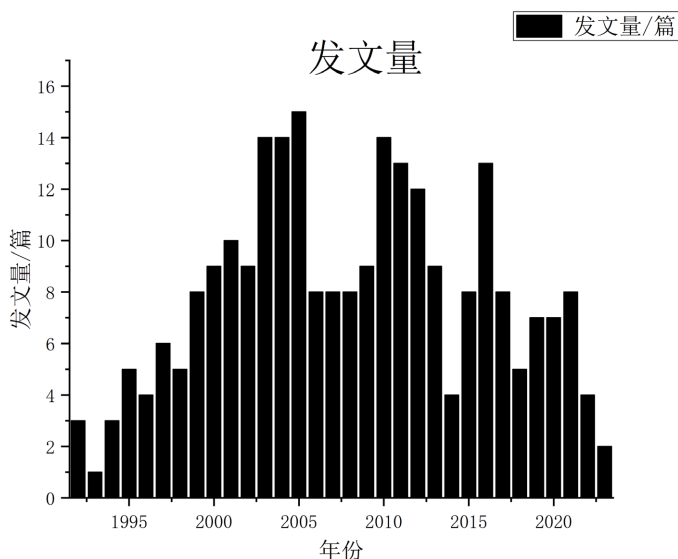


Figure 1. Analysis of the number of articles published on “Mud-guard” in China, 1992~2023

图 1. 1992~2023 年中国“泥浆护壁”发文数量分析图

根据图 1 所显示, 关于泥浆护壁的每年的论文总量在近年来呈现出波动性变化的态势, 在 1992~2023 年间, 每年发文量变化起伏较大, 其中 2005 年在所有年份中的发文数量最高, 共发表了 15 篇文献, 2003~2005 和 2010~2012 此间连续三年发文量皆为 10 以上, 可能是由于此段期间科学技术的进步、地铁发展、以及地下空间的利用增多, 引起国内学者的重视从而增加对泥浆护壁的研究。1992~2002 为起步阶段国内个别学者逐步展开了对泥浆护壁的研究并每年发文量不超过 10 篇; 其余年间发文量呈现出上下波动状态, 有关泥浆护壁的发文数量不稳定, 且总体数量偏少; 近两年来每年发文量分别是 4 篇和 2 篇, 数量减少且每年发文量不超过 5 篇, 国内学者应加强对泥浆护壁的研究, 以便更好的用于实际应用

3.2. 文献作者群体分析

CiteSpace v. 5.10.R (64-bit) Basic
February 23, 2024 at 3:29:12 PM CST
OSBCT: E:\during the graduate student period\泥浆护壁\cnk8\data
Timespan: 1992-2023 (Slice Length=1)
Selection: Greedy (m=25, L=10, Q=1.0, LN=10, LBY=5, e=1.0)
Network: 14-53 (k=115 (Density=0.0043))
Modularity Q: 0.9256
Nodes Labeled: 1.0%
Pruning: None

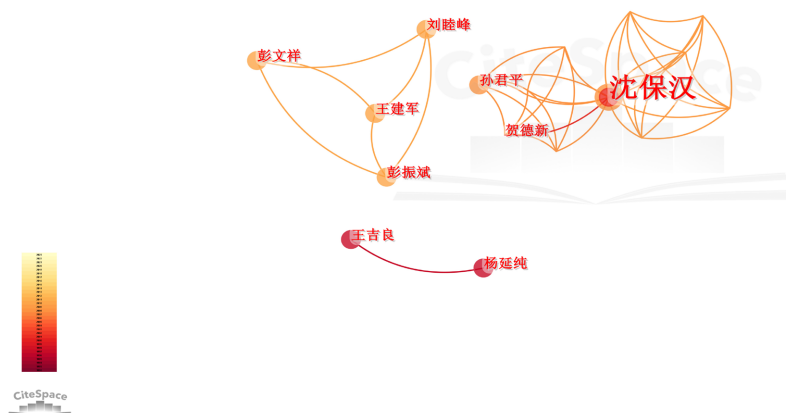


Figure 2. Number of publications by authors on “Mudguard” in China, 1992~2023

图 2. 中国 1992~2023 年“泥浆护壁”作者发文量

Table 1. Statistics on publications by authors of “Mudguard” in China, 1992~2023

表 1. 1992~2023 年中国“泥浆护壁”作者发文统计

序号	发文数量/篇	作者
1	8	沈保汉
2	3	周志军
3	2	胡晓敏
4	2	吴春林
5	2	张挺
6	2	张德伟
7	2	邵生俊
8	2	陈锦剑
9	2	彭振斌
10	2	杨松

为分析泥浆护壁领域中科研者文献发表间的学术联系,通过 CiteSpace 对发文作者合作网络进行可视化分析,图 2 中每个节点代表一位作者,文献发表量的数量由节点大小来表示,节点间连线则是指作者间存在的联系和合作关系。经可视化分析可得,该图谱中共计 537 个节点,615 个连接,网络密度 $Density = 0.0043$ 。在泥浆护壁研究领域,作者合作网络图谱图以“整体-局部”的形态呈现出来,部分学者间相互联系,团队内部联系紧密,形成学术合作团队,以沈保汉、王建军等人为中心构成了 2 个团体,大部分数学者处于独立研究的状态。由表 1 分析可知,以泥浆护壁为核心的科研文献已有相关研究,但科研人员发文数量整体偏少,发文量最多的为沈保汉共计 8 篇,其次为周志军,发文量为 3 篇,该领域中

其他研究者发文量不超过两篇，且部分研究泥浆护壁的科研人员较为独立。目前而言，已经形成了以沈保汉、孙君平、贺德新三人为中心的研究团体，该团队间作者间合作密切人员数量庞大，彼此间形成良好的互动；少部分学者间存在相互合作的关系，任有少数学者任是处于独自研究此学科领域的状态，暂未与他人形成合作关系，而团队与团队间鲜有合作。经图 2 分析可知，目前我国泥浆护壁以围绕核心作者为中心的网络合作已经初级规模，但任有部分学者处于较分散的状态。由图谱分析，泥浆护壁领域作者合作关系网络会越来越完善，团队间应加强合作交流以便让泥浆护壁的研究走向成熟。

3.3. 机构合作分析

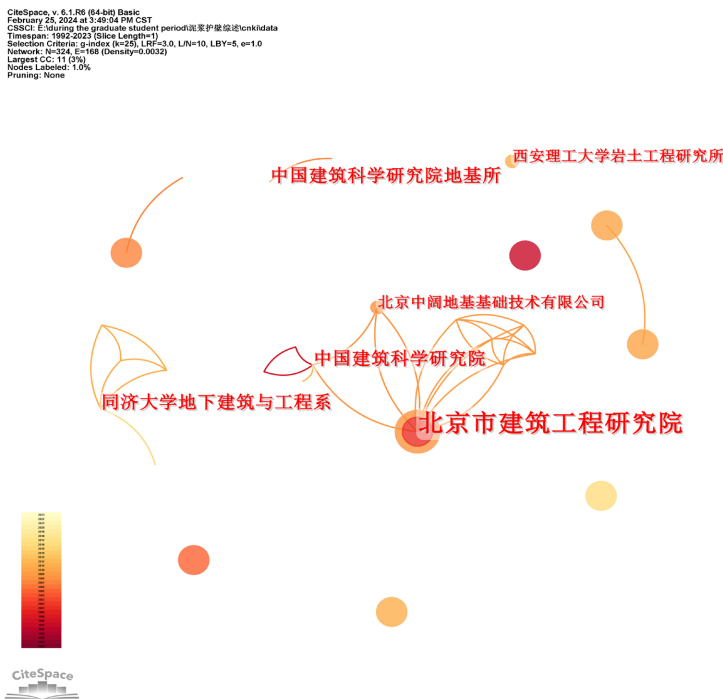


Figure 3. Mapping of mudguard issuing organizations in China, 1992~2023
图 3. 1992~2023 年中国泥浆护壁发文机构图谱

Table 2. Ranking of authorized institutions for “Mudguard” in China, 1992~2023

表 2. 1992~2023 年中国“泥浆护壁”发文机构排名

序号	频次	机构
1	8	北京市建筑工程研究院
2	4	中国建筑科学研究院地基所
3	4	同济大学地下建筑与工程系
4	4	中国建筑科学研究院
5	3	长安大学公路学院
6	3	西安理工大学岩土工程研究所
7	3	北京中阔地基基础技术有限公司
8	2	中铁建设集团有限公司

以机构为节点类型进行检索，共获得的 253 条文献开展可视化网络分析，设置基础参数，时间切片

设置为 1，取 1992~2023 年为该次检索区间，阈值设置为 50，即每时间切片的排名前 50 位机构，得到泥浆护壁发文机构图谱如图 3 所示，经数据统计后得出表 2。

由数据分析可得，该图谱节点有 324，连接线 $E = 168$ ，网络密度 $density = 0.0032$ ，结合表 2、图 3 分析得出，几个主要核心机构间相互有联系，国内泥浆护壁研究机构合作网络较为密切，北京市建筑工程研究院的发文成果最为突出，中国建筑科学研究院地基所、同济大学地下建筑与工程系、同济大学地下建筑与工程系的发文量紧跟其后，皆为 4 篇，可以看出泥浆护壁的实际应用上在地下建筑应用上较为广泛，相关机构对其展开研究，国内对泥浆护壁领域的研究方向还需进一步推广，各个机构还需加强团队合作。

3.4. 关键词分析

3.4.1. 关键词共现图谱分析

通常一个领域中的关键词间互相存在着联系，通过关键词共现分析可以得出研究领域内关键的研究方向，以及逐年热点的演化与发展，通过图谱能直观的得出不同时段内的热点领域、关联强度的变化。首先，对 CiteSpace 中的基础数据进行调整，得出关键词共现图谱，图谱中，节点颜色代表讨论热度，越红则热度越高，节点大小则表示关键词出现的频率，进而可根据节点间连线情况、节点颜色变化和节点大小来推论研究领域中的迭代情况及未来趋势。下图 4 为 1992~2023 年泥浆护壁关键词图谱。

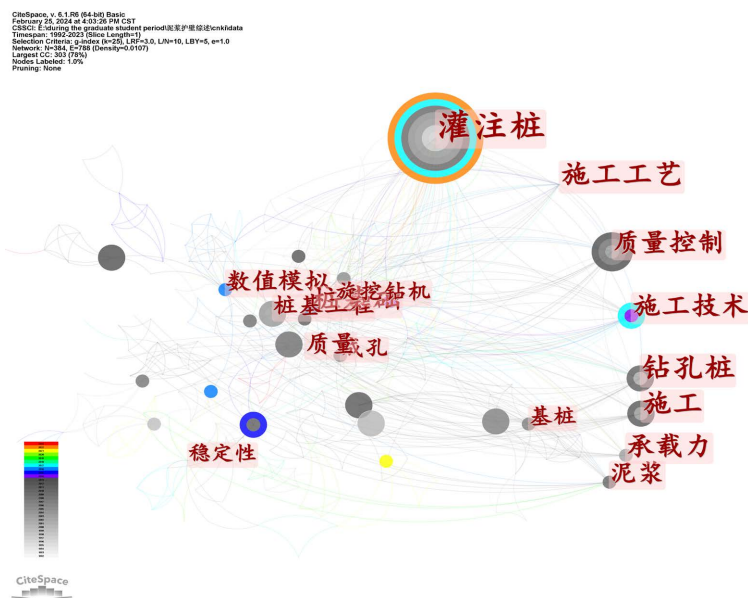


Figure 4. Knowledge map of mudguard keywords in China, 1992~2023

图 4. 1992~2023 年中国泥浆护壁关键词知识图谱

根据图 4 分析可得，“灌注桩”、“稳定性”、“施工技术”、“数值模拟”等为最近几年的热点词汇；高频关键词分别是“灌注桩”、“施工工艺”、“质量控制”、“施工技术”等，“数值模拟”、“稳定性”虽然整体出现的频次不高，但是是近几年的研究热点，30 年来我国快速发展，我国基础设施逐渐完善对泥浆护壁相关研究也逐步降低，关键词中心度(Centrality)反映的是该关键词与其他关键词的共现程度，表现的是该关键词的连接作用的大小度。通过 CiteSpace 对关键词中心度分析，可以进一步了解整个时间过程中，研究领域的重点方向。通过关键词的量化，使结果更加可靠，取 Top N = 10 的数据，对全部时间范围内进行统计得到下表 3。

Table 3. Keyword center of “Mudguard” in China, 1992~2023**表 3.** 1992~2023 年中国“泥浆护壁”关键词中心度

序号	关键词	频次	中心度
1	灌注桩	24	0.30
2	施工工艺	12	0.11
3	质量控制	11	0.09
4	施工技术	11	0.04
5	钻孔桩	10	0.14
6	施工	10	0.15
7	承载力	8	0.11
8	泥浆	8	0.09
9	桩基础	7	0.11
10	数值模拟	7	0.10

结合表 4 可知，“灌注桩”、“施工”、“钻孔桩”、“施工工艺”、“承载力”、“桩基础”分别为中心度较高的前 4 位关键词。表明泥浆护壁主要在地下相关工程、基础工程中有广泛应用；对于泥浆护壁在各种复杂环境、状态下不同的施工工艺和施工技术的实施对泥浆护壁的作用效能发挥具有重要影响。泥浆护壁是确保地下连续墙成槽、灌注桩中稳定的关键因素。

3.4.2. 关键词聚类 LLR 算法分析

通过 CiteSpace 聚类分析，并基于 LLR 对数似然算法(Log-Likelihood Ratio)，可以研究泥浆护壁热点研究结构紧密程度，判断研究热点。利用 CiteSpace V 中快速聚类法，调整阈值，提取关键词，得到图 5 所示的知识图谱。该图中，模块值(Modularity)为 $Q = 0.7362 > 0.3$ 说明聚类结果显著，平均轮廓值(Mean)为 $S = 0.9272 > 0.7$ ，说明聚类结果的可信度是非常高的。由此可得，1992~2023 年对泥浆护壁的研究，主要对图 5 中 8 大聚类模块展开分析。利用聚类结构特征可以将学科研究分成特定的板块阐述学科研究方向，结合平均年份则可以研究学科领域的演化进程。我国早在 1992 年就开展了对泥浆护壁的研究，2003 年前鲜有学者对该方向进项研究，而 2003~2013 这十年间平均发文量较高，这十年间我国建筑业快速发展，规模不断扩大，泥浆护壁在基础建设中起着重要作用，对其研究也逐步增加。而 2013 年之后，建筑发展逐渐趋于稳定，但地下空间的开发利用还在不断被发掘，国内学者对泥浆护壁的应用可以加大研究力度。

对泥浆护壁研究初期以吴建康、沈保汉为主主要围绕着泥浆护壁灌注桩在各种环境条件下的应用问题开展初步研究。吴建康[5]提出泥浆护壁钻孔灌注桩桩底压力注浆能够提高承载力，并将在以后的基础工程中得到广泛的应用；研究中期(2003~2013 年)主要讨论施工技术在泥浆护壁中，原材料间配合比对其力学特性的影响；研究近期(2013 年~至今)主要是在对泥浆护壁开挖稳定性相关问题展开研究，大部分聚类词平均年份较晚，对泥浆护壁领域研究主要集中在 2010 年后几年内，随着社会发展，公路、高速铁路等修建增多，道路、建筑间导致沉降问题增多，提高对地基的水文地质条件的认识，可以提高泥浆护壁失稳的科学预见性，提前或及时采取有效措施预防突发失稳事件的发生。

经过对关键词聚类分析法的资料收集，将每个聚类排名前三的关键词列表，对聚类进行量化分析(Summary of Clusters)，节点代表关键词，聚类包含关键词越多，ID 值越小，其分析范围更加广阔。据下表四显示，涉及关键数量前三个为的分别为泥浆护壁、施工工艺、钻孔桩，表明对泥浆护壁的施工工艺

一水平线上,同时不同聚类之间的联系也可以清晰展现在图中,Time-Line 更加可以清晰直观的体现聚类的时间跨度以及历史进程,从而可以清晰展示泥浆护壁的演进。如图 6 所示,大部分关键词从 1994 年开始显现,#4 灌注桩的应用出现最长,从 1994 年开始一直有热度;#0 灌注桩中质量问题在初期讨论最多,结合时间图谱泥浆护壁在灌注桩施工中一直是讨论的方向,根据时间图谱和突现词可预测在未来该研究领域的前沿、热点和迭代情况继续是此两类,并且会拓展更多的应用方向。

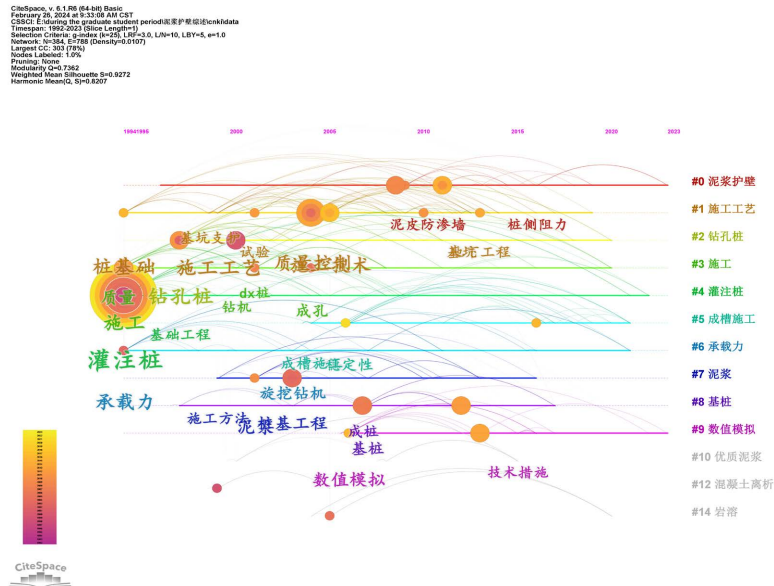


Figure 6. Timeline clustering mapping of mudguard in China, 1992~2023
图 6. 1992~2023 年中国泥浆护壁时间线聚类图谱

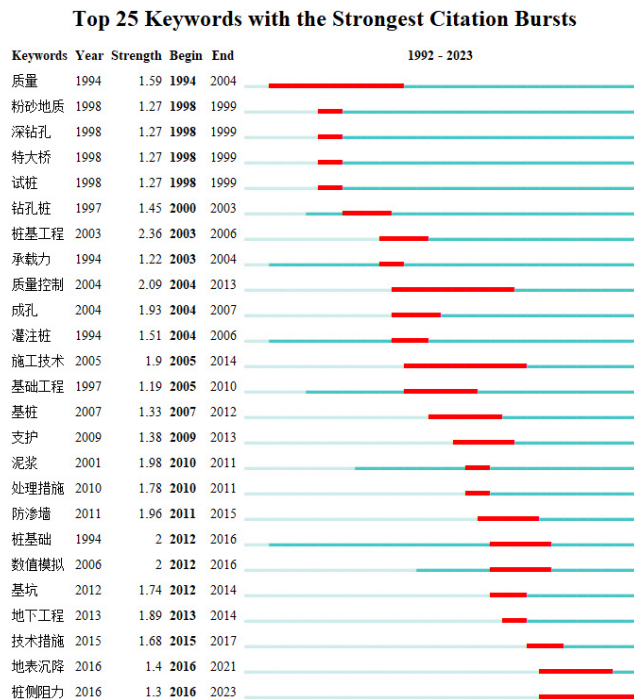


Figure 7. Mapping of mudguard emergence terms in China, 1992~2023
图 7. 1992~2023 年中国泥浆护壁突现词图谱

3.4.3. 研究主题演进与研究前沿分析

运用 CiteSpace 软件的 Burst Detection 功能可以得出一段时期内研究较为集中的关键词。针对本次讨论 30 年来发展情况, 对各部分进行参数设置, 最小持续时间设置为 3 年, γ [0,1] 设置为 0.5, 其余保持默认值, 获取 25 个突现词, 见图 7。从图 7 可以看出“质量”活跃时间最长, 强度最强; “地表沉降”、“桩侧助力”两个突现词是最近几年的热点话题, 护壁泥浆不同的配合比及性能指标对桩侧阻力和桩基承载力产生一定影响, 相比传统膨润土泥浆, 新型泥浆的研发与应用开始有学者进行研究。

泥浆护壁凭借其优良的物理力学性能和便于提高工程中施工的安全性, 积极将泥浆护壁应用于实际工程建设中, 但也由于初期对泥浆护壁研究较少, 对泥浆护壁的应用局限于成槽技术、钻孔灌注桩、地下连续墙等相关实际工程中; 我国的轨道交通工程依旧在蓬勃发展, 有关地下连续墙施工技术在未来的工程施工中也会面临各种挑战, 施工条件对泥浆的要求越来越严苛, 有关新型护壁泥浆的研发或引进和使用可以成为日后泥浆护壁应用的关注重点。

4. 结论与展望

以 CNKI 数据库为本次数据来源, 结合 CiteSpace 软件对泥浆护壁领域 31 年内发展情况展开研究, 根据其年发文量, 学者合作情况, 机构发文数量、聚类分析及关键词等得出的汇总数据进行知识图谱结构分析, 根据上述讨论得出以下结果: 1) 自 1992 年起, 国内学者开始了对泥浆护壁的研究, 泥浆护壁凭借开挖稳定性能够有效保证施工顺利进行而引起学者重视让泥浆护壁的研究早在 1992 年就有了相关认识, 在研究人员和发文的数量上还需进一步提升。此外, 随着对泥浆护壁的认识, 应用范围不再局限于作为成槽技术的应用, 随后在水利与卫生填埋工程中的防渗墙, 以及土木工程中的桩基础和地下连续墙等施工领域也得到了广泛的应用和发展[5], 将其推广至更广阔的领域, 以促进泥浆护壁的研究。2) 在泥浆护壁研究领域中, 北京市建筑工程研究院形成了一家独大的局面, 其次是中国建筑科学研究院地基所, 同济大学地下建筑与工程系的发文量紧跟其后, 目前国内泥浆护壁的研究机构还未形成一个成熟的合作网络, 国内对泥浆护壁领域的研究还需多方面、深层次探讨, 各个机构间需要加强团队之间的合作。3) 通过图谱中相关信息等分析, 得出“桩侧阻力”、“地表沉降”、“技术措施”等关键词是国内学者近几年关注的热点, 随着社会经济发展的需要, 钻孔桩的桩长和桩径不断加大, 单桩承载力越来越高, 设计和施工质量要求越来越严苛, 持续推进泥浆护壁在各种复杂条件下对开挖稳定性的影响的研究, 以减少质量事故的发生, 避免人员伤亡。

基金项目

山东省公路桥梁建设集团有限公司广元磨石坡至曾家山公路 2023 年科技项目经费资助; 非饱和土力学特性及工程技术四川高校工程研究中心开放基金项目资助(SC-FBHT2022-01)。

参考文献

- [1] 黄茂松, 宁剑新, 俞剑, 等. 砂土地层中泥浆护壁地连墙成槽稳定性分析[J]. 岩石力学与工程学报, 2023, 42(7): 1767-1777. <https://doi.org/10.13722/j.cnki.jrme.2022.0939>
- [2] 胡志明, 张艳林, 刘超龙, 等. 泥浆护壁对灌注桩孔壁稳定性的影响研究[J]. 建筑结构, 2022, 52(S1): 2814-2818. <https://doi.org/10.19701/j.jzjg.22S1603>
- [3] 姜鹏, 章剑青, 朱征平. 钻孔灌注桩施工中泥浆比重控制研究[J]. 公路, 2019, 64(7): 145-148..
- [4] 邵生俊, 杨春鸣. 粗粒土泥浆护壁防渗墙的抗渗设计方法研究[J]. 水利学报, 2015, 46(S1): 46-53. <https://doi.org/10.13243/j.cnki.slx.2015.S1.009>
- [5] 吴建康. 泥浆护壁钻孔灌注桩的桩底压力注浆[J]. 建筑施工, 1994(2): 20-22.