

对沥青路面排水技术发展的科学计量与可视化分析

尚永正 张鹏 贾晨灼 李晨阳^{通讯作者}

(吉林建筑大学, 吉林 长春 130022)

【摘要】随着科学技术的不断提高,路面建筑的材料和技术在不断改善和发展,对路面的排水技术问题一直是困扰研究者的一项难题,涉及到路面安全甚至是环境污染。近年来国内外对路面基层排水的研究突飞猛进,对多孔沥青排水基层材料和模拟方法的探索达到了一个崭新的高度,研究热点也在朝着更绿色的建筑材料进行创新。利用科学的计量工具可以对某一特定研究领域的发展趋势更加准确的描述和分析,通过Citespace软件对沥青路面排水领域进行科学计量可视化分析,可以更快地把握此领域的研究热点以及未来的创新方向。

【关键词】citespace; 沥青路面; 排水; 可视化分析

水是造成路面损坏的一个重要因素,在欧洲早期对路面排水已成为一个重要研究方向,可见对路面排水的研究历史悠久。近年来对排水基层的研究,研究热点围绕制作多孔、多层混凝土排水基层,以达到高渗透、高强度和持续稳定的排水系统。如吴江涛基于多孔沥青混合料的强度和压实特性,对透排水沥青路面的承载力进行研究,分析了三种路面结构的受力特征并对其承载能力进行检验,评价其在不同交通组成下的适用性。

孙皓提出于将废橡胶粉和非晶态 α -烯烃共聚物复合的改性沥青用于排水沥青混合料,研究了不同配比混合料的性能,得出了高温稳定性、水稳定性表现优秀,排水性能良好且可用于非严寒地区的排水沥青混合料配合比。但对于排水基层材料的创新和研究方法还有非常大的发展空间。

Citespace是一个信息可视化分析程序软件^[1],用于科学引文分析并根据统计数据生成趋势图表及共现网络,可以清晰地看出研究主题随时间变化趋势、热点关键词演变等潜在信息,进一步分析研究技术与影响因素之间的相互关系。利用科学计量法对沥青路面排水技术进行更综合、精准的全方位分析和预测,揭示此技术的发展规律,为未来推动此技术的研究提供科学的理论依据。

一、研究工具及数据来源

Web of Science是大型综合性、多学科、核心期刊引文索引数据库,是世界领先的科学引文搜索

和分析信息平台,是一直被用于学者查找引文或进行引文分析的起点和重要工具^[2]。鉴于此,本文采用Citespace(R4.2.1)和RStudio软件(3.1.4版本)基于沥青路面排水技术领域对文献数据的发文量、期刊来源、作者和研究热点进行可视化分析,数据为Web of Science核心数据集,搜索关键词:Topic=pavement*or asphalt pavement(主题)and drainage*(主题),时间范围为1981-2022年。对检索数据进行记录和统计,保留论文排除其他综述论文、会议摘要等类型,最终确定804篇文献为本文研究对象。

二、数据结果与分析

(一) 研究论文发表数量

为分析对沥青路面排水技术的研究历程,对近40年发表文章数量进行图谱的可视化分析,生成年度出版物数量图(见图1)。如图所示,沥青路面排水技术的发展大致有三个阶段,1981年前在此领域已经进行了较长时间零星的发展研究,但一直到1991年年发文量平均仅1篇。早期研究者对路面排水的研究多出于实地勘察阶段,通过到特定路面调查当地地表径流、降雨量以及地下水流动量对路面损坏和耐久度做出评估。

1994年开始,此领域每年的发文量逐渐增多,有稳定增长的趋势。2012年是一个转折点,文章发表数量开始快速增长,2021年年内发文量达到顶峰,说明在科学技术突飞猛进的社会背景下,学术界对

沥青路面排水技术领域给予了高度关注，并进行了顶尖技术研究。

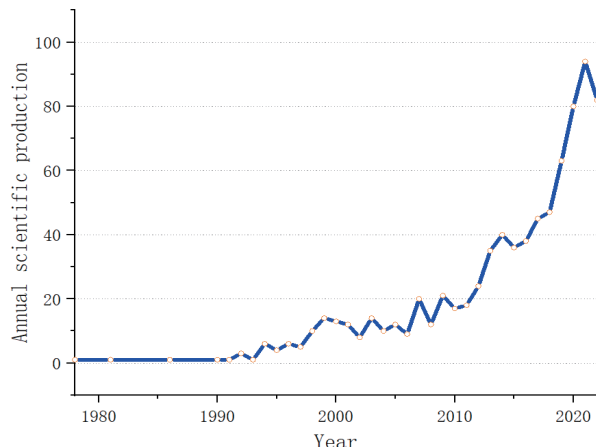


图1 年发文量趋势图

(二) 对国家协作网络的分析

为探索世界各国之间对路面排水领域的协作关系，利用 RStudio 软件对数据进行分析。据统计，中国在研究领域的发文量以 167 篇位居世界第一，美国以 161 篇仅次于中国，两个国家对沥青路面排水技术的创新与发展有着非常深远的影响。其中，美国的中心性 (centrality) 高达 0.58，在该研究领域内的突显强度最高，说明美国在该领域发表的文章不仅具有很高的研究价值，而且对促进该领域的发展具有重要作用。在美国之后有三个国家的中心性大于 0.20，分别是英格兰、中国和意大利，其他国家虽在发文量和中心性方面较低，但他们对该领域做出的贡献是不容忽视的。

(三) 前十名被引期刊分析

通过对路面排水领域期刊来源进行分析，得到主要相关研究期刊来源前 5 名排行表 (如表 1)，数据按 h 指数降序排列。其中，h-index (h 指数) 是 Jorge E. Hirsch^[3] 提出的混合量化指标，可用于评估研究人员的学术产出水平，其反应了在该领域的发表学术成果的数量和质量，TC 是指期刊在沥青路面排水领域的总引用次数，NP 是指期刊在该领域的出版物数量，PY_start 指的是期刊在该领域第一批文献出版的年份。本研究利用上述 4 个指标来探索沥青路面排水领域被引期刊的特点，如表 1 所示。其中，期刊《CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS》的 TC 指数高达 1159 次，h-index 和

NP 均领先与其他期刊，可见此期刊文章的内容和质量被此领域学者广泛认可。Nguyen 研究了透水混凝土配合比设计的一种改进方法，在确定 w/c 比值的条件下，其具有 42 适用于任何类型和大小的砾石且考虑了压实效果的优势，经过数据证实了此方法制作的混凝土效果良好，为沥青路面透水材料的发展提供了一种创新思路。期刊《JOURNAL OF HYDROLOGY》的被引量位居第二，其中 Kuang 通过一系列模型来研究 CPP (即水泥基渗透性路面) 的孔隙结构和水力性质 k 值 (即透水路面的导水性) 并提出一种改进的 Kozeny-Carman 模型 (参数化的孔隙结构模型)，利用比表面积和加权弯曲度等来预测 k 值。

表1 前5名被引期刊

No.	Journal	h-index	TC	NP	PY_start
1	CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS	18	1159	45	2009
2	INTERNATIONAL JOURNAL OF PAVEMENT ENGINEERING	12	406	28	2009
3	JOURNAL OF HYDROLOGY	12	847	15	2010
4	TRANSPORTATION RESEARCH RECORD	12	395	43	2007
5	WATER	10	310	31	2014

(四) 作者共被引分析

为评估文章质量，通过 RStudio 软件对被引用次数进行分析，来反映作者在其学术领域的影响力 (如图 2)，文章被引用次数越多，说明其价值越高，对路面排水领域的贡献也越大。

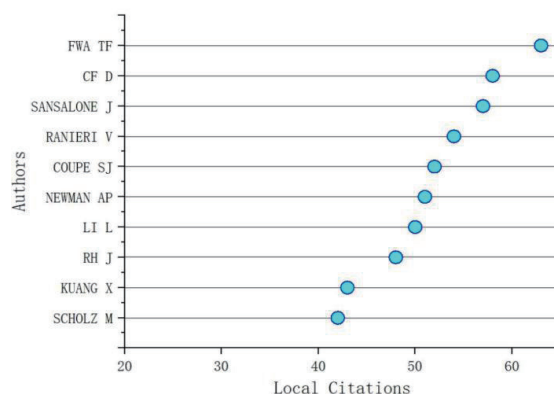


图2 作者共被引分析

在此研究领域中，FWA TF 的贡献尤为突出，如图 2 可见，FWA TF 发表的文章被引次数达 63 次居于首位，可见其在沥青路面领域中的关键地位，如 FWA TF 模拟了四种渗透基材在被不同类型的堵塞材料堵塞时，其试件渗透性的劣化，利用 Kozeny-Carmen 方程推导出级配与粒径对孔隙的影响规律，以及特定堵塞材料的不利影响。在《CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS》发表的文章中，FWA TF 评估了多孔沥青混合料的排水能力、抗滑性和吸声性能受到堵塞时的影响，为路面工程师在面对不同路面信息时选择多孔沥青面层设计提供了有价值的数据分析。

Castro-Fresno D 和 Sansalone J 的被引量仅次于 FWA TF，及其后的被引作者在沥青路面排水领域的各个方面皆做出不同的贡献。如 Castro 通过建立 32 次连续降雨模拟，比较不同路面材料的雨水滞留和径流衰减能力，发现了表面类型和基层集料均对透水路面的衰减和保持能力有影响，多孔沥青面层与再生集料底基组合的蓄雨能力最高。

（五）关键词趋势分析

利用 RStudio 软件，从 Web of Science 数据库中提取文献高频关键词并进行趋势分析，关键词代表了文章研究重点，通过关键词可视化，可清楚观察其之间的相关性，识别研究周期中的前沿热点问题并分析研究趋势（如图 3）。

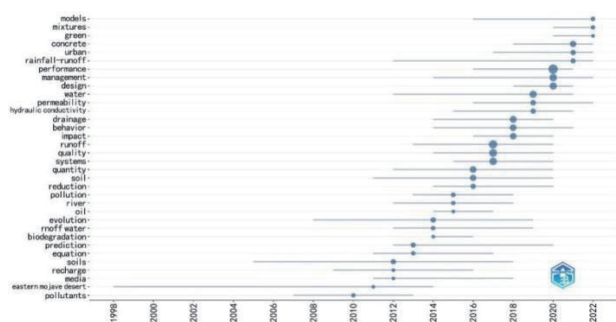


图 3 关键词趋势图

可见，对路面排水的材料制备和分析模拟越来越新颖和多样化，且通过图 3 可以看出，对关键词“models”、“mixtures”和“green”的研究正处于热点时期，新模型和新材料（复合材料、绿色建筑材料等）的研发对沥青路面排水研究具有非常大的发展空间和潜力。Zhang 利用自制

的新型渗水试验装置，研究了沥青混凝土、沥青玛蹄脂碎石等五种集料级配的路面排水特性，分析了空隙率对不同沥青混合料排水特性的影响。Rodriguez 通过探索性空间数据分析的应用，探索绿色基础设施位置对城市排水系统弹性的空间影响，提出的框架可用作地理标志空间规划的工具，有助于开发一种以弹性性能为导向的地理标志设计和规划的系统方法。

三、结论

本文通过利用 Citespace 软件在该领域对其发文量、期刊来源、作者和研究热点进行可视化分析，展示了历年学者在沥青路面研究领域的研究，对多孔透水混凝土材料展开横向深度研究，其重点放在了对混凝土配合比、孔隙结构及基层集料的改进，研究向更专业、更细致的方向发展，且充分利用各种模拟软件及实验模拟装置能够更精准的对有效排水进行力学、水文学等预测分析，符合大数据的发展趋势。未来的研究将继续对透水型沥青路面材料和分析模型进行制备和改良，朝着绿色环保的建筑材料和设施发展，本文为沥青路面排水的研究和新型技术的发展提供宝贵的思路和数据依据。

参考文献：

- [1]Chen, C.CiteSpace II : Detecting and Visualizing Emerging Trends[J].Journal of the American Society for Information Science & Technology,2006,57(3):359-377.
- [2]Meho, L.I.and K.Yang, Impact of Data Sources on Citation Counts and Rankings of LIS Faculty: Web of Science vs.Scopus and Google Scholar[J].Journal of the American Society for Information Science & Technology,2007(05):3468-3471.
- [3]Hirsch, J.E., An index to quantify an individual's scientific research output[J].Proceedings of the National academy of Sciences,2005,102(46):16569-16572.

作者简介：尚永正（1999—），男，汉族，山东德州人，硕士研究生在读，吉林建筑大学，研究方向为市政工程。