

基于知识图谱的桥头跳车病害研究及趋势分析

范秋洁^{1*}, 王月明¹, 刘 韬¹, 张 昊¹, 杨国成^{2#}, 王罗喜², 韩培锋², 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

收稿日期: 2024年5月11日; 录用日期: 2024年6月12日; 发布日期: 2024年6月25日

摘 要

为了系统地审视当今桥头跳车领域的发展态势和当前研究动向, 我们选取“桥头跳车”为主题词, 在 CiteSpace V 文献分析软件的支持下, 对2003年至2023年间在CNKI中国知网上搜集到的2252篇文献数据进行了深入的可视化分析。我们的研究结果清晰地呈现了以下几个关键方面: 1) 桥头跳车研究经历了发展缓慢期、高速增长期和下降期三个阶段。尽管该领域起步较晚, 但在过去20年间, 我国的桥头跳车研究蓬勃发展, 目前已进入一个稳定下降的阶段。2) 孙筠、李威等学者是该领域的核心研究人员, 其发表文献数量均在5篇以上。在桥头跳车研究领域, 黑龙江省公路勘察设计院、邢台路桥建设总公司、中国公路工程咨询集团有限公司和龙建路桥股份有限公司第四工程处等机构显著领先于其他机构, 但机构发表文献存在严重的两级分化现象, 实际施工与高校之间的联系不够紧密。3) 近年来, 桥头跳车研究主要关注于“优化排布”和“数值模拟”等方面, 其中一体化和跳车原因成为深入探讨的焦点。综合研究结果系统梳理了该领域的成果和研究热点, 回顾了其发展历程, 为学者提供了有益的参考, 以跟踪最新研究和未来发展。

关键词

CiteSpace, 桥头跳车, 病害研究, 公路, 知识图谱, 可视化

Research and Trend Analysis of Bridgehead Jumps Disease Based on Knowledge Graph

Qiujie Fan^{1*}, Yueming Wang¹, Tao Liu¹, Hao Zhang¹, Guocheng Yang^{2#}, Luoxi Wang², Peifeng Han², Daiguo Chen²

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

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

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 范秋洁, 王月明, 刘韬, 张昊, 杨国成, 王罗喜, 韩培锋, 陈代果. 基于知识图谱的桥头跳车病害研究及趋势分析[J]. 地球科学前沿, 2024, 14(6): 753-765. DOI: 10.12677/ag.2024.146070

Abstract

To systematically examine the current development trends and research directions in the field of bridgehead jumps, we selected "Bridgehead Jumps" as the key term and conducted in-depth visual analysis using CiteSpace V literature analysis software on a dataset comprising 2252 documents collected from the CNKI China National Knowledge Infrastructure between 2003 and 2023. Our findings vividly present several key aspects: 1) Bridge abutment scour research has experienced three stages: a slow development phase, a period of rapid growth, and a subsequent decline. Despite the relatively late start in this field, bridge abutment scour research in China has flourished over the past two decades and is currently in a phase of stable decline. 2) Scholars such as Sun Jun and Li Wei emerge as core researchers in this field, each having published five or more documents. In the realm of bridgehead jumps research, institutions like the Heilongjiang Highway Survey and Design Institute, Xingtai Road and Bridge Construction General Company, China Highway Engineering Consulting Group Co., Ltd., and the Fourth Engineering Department of Longjian Road and Bridge Co., Ltd. demonstrate significant leadership compared to others. However, there is a notable disparity in document publication among institutions, and the connection between practical construction and academia appears insufficiently robust. 3) In recent years, bridgehead jumps research has predominantly focused on aspects such as "optimized layout" and "numerical simulation," with integration and scour causes emerging as focal points for in-depth exploration. Our comprehensive study results systematically outline the achievements and research hotspots in this field, providing scholars with valuable references to track the latest research and anticipate future developments.

Keywords

CiteSpace, Bridgehead Jumps, Disease Research, Highway, Mapping Knowledge Domain, Visualization

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

桥头跳车是指由于公路桥头及伸缩缝(桥头引道)处的不同沉降或伸缩缝破坏而导致路面出现台阶,从而在车辆通过时产生跳跃的现象。高速公路上桥头跳车现象十分普遍,它严重影响了行车的舒适性和安全性,因此,在施工过程中必须对其进行控制。预防桥头跳车的关键在于降低路桥结合部位的不均匀沉降,将沉降量控制在标准范围内,以确保路桥结合部位的平稳过渡。鉴于此,我们对公路工程中桥头跳车的联合防治技术展开了研究,主要从地基、路堤和路面三个方面对桥头跳车防治技术进行了[1] [2] [3]。

桥头跳车是公路桥梁研究中的重要议题。在路面台背回填处出现不同程度的沉降和断裂(通常为 10 至 30 厘米,甚至更多达 60 厘米),导致车辆通过时产生跳跃和冲击,给桥梁结构和路面增加额外的冲击荷载,给驾驶员和乘客带来颠簸和不适感,甚至可能导致车辆急剧减速,严重时可能引发交通事故(尤其是车辆机械故障)。因此,桥头跳车问题已经成为高级公路工程质量和成本的重要影响因素[4] [5] [6]。解

决桥头跳车问题一直是市政管理工程技术人员面临的挑战之一。

引发桥头跳车的主要原因涵盖了不均匀沉降、刚度转变以及车速和车辆抗振性等因素[7]。在城市道路条件下,尤其是由于柔性道路与刚性结构物之间的连接处发生不均匀沉降,导致出现了台阶状的不平整。桥梁、路基和路面在材料组成、刚度、强度和胀缩性等方面存在差异,而桥头连接处容易受到集中应力的影响。在车辆荷载、结构自重和自然因素的作用下,桥梁和道路都会发生沉降,但它们的沉降量存在显著差异,道路的沉降量远远大于桥梁的沉降量,由此形成了不平整的台阶,导致车辆通过时出现桥头跳的现象。

目前,尽管针对桥头跳车的研究已经相当成熟且内容丰富,但对近 20 年关于桥头跳车的整体研究仍然存在不足,缺乏系统的定量分析。针对这一情况,我们使用 CiteSpace 文献计量分析软件,对近 20 年来国内学者在桥头跳车领域的研究成果进行了数据可视化分析。通过区别以往对桥头跳车研究的分析方向,我们旨在具体量化本领域研究的发展历程、热点变迁,并预测未来研究的方向。这一分析将为桥头跳车领域未来的研究提供重要参考。目前,国内相关学者在“桥头跳车”领域发表了一系列的相关性文章,如王巍等[8]研究了桥头跳车对桥梁的晃动影响,发现结果会导致桥梁结构承受的冲击变大。为了有效控制这种影响,在桥梁设计、搭板设计以及软基沉降等方面提出了一些防治桥头跳车的方法和措施。再例如李然,刘润,徐余等[9]在综合国内外研究成果,结合天津某路桥工程采用的水泥搅拌桩地基处理方案,利用 ABAQUS 软件做了数值模拟,研究了处理范围、桩长变化率以及差异桩长设计对于减轻跳车和二次跳车的影响。结果显示,水泥搅拌桩对减轻桥头跳车效果显著;处理范围增大会略微增加路桥连接处的差异沉降,但有助于减缓二次跳车现象;桩长在道路延伸方向上的变化率增加可以显著减少二次跳车现象,同时也能缓解桥头跳车。还有李海芳,温晓贵,龚晓南等[10]浙江台州浞里陈大桥成功解决了桥头跳车问题,采用了低强度混凝土桩复合地基处理方法。通过现场载荷试验、桩顶和桩间土的土压力测试以及沉降观测,对低强度桩复合地基的承载力和桩土受力特性以及沉降变化规律进行了较全面的研究。这些研究得出了一些对理论研究和工程实践都有借鉴意义的有益结论。

自 2006 年引入 CiteSpace 以来,国内各学科领域纷纷采用可视化分析方法研究和分析其知识热点。可视化分析是指利用相关计量软件挖掘文本数据信息,识别研究领域中的热点问题,运用科学计量算法,以及绘制简明的图谱等手段,对特定领域的知识走向进行定向分析。这种方法具有重要的知识导向作用[11]。例如,唐刚[12]等基于 CiteSpace 软件进行了可视化分析,共检索了 317 篇文献,对装配式研究热点的演化及趋势进行了研究,展现了装配式建筑领域发展的必然性与良好前景。又如,张富程[13]等利用 CiteSpace 软件搜集和分析了医疗卫生领域人工智能研究的相关文献 1001 条,并进行了可视化分析,生成了相关知识图谱。通过对知识图谱的分析,他们得出了我国医疗卫生领域人工智能研究的热点以及未来发展趋势和方向的预测,为该领域专家学者的深入研究提供了借鉴和参考。本文将采用全新的角度,运用 CiteSpace 可视化分析工具,对我国桥头跳车研究方向展开深入的脉络图谱分析,以探索学科领域的研究热点和发展趋势,为后续研究提供参考和指导。

2. 数据来源和分析方法

2.1. 数据来源

为了深入研究“桥头跳车”问题,以及该领域的热点问题,我们利用中国知网数据库(CNKI)作为论文数据来源。我们以“桥头跳车”为主题,在 2003 年至 2023 年的检索区间内进行检索。截止到 2024 年 2 月 3 日的检索中,我们共获得 2693 条相关文献。在进一步整理、分类以及排除重复文献、书评和信息报道后,我们得到了 2482 条相关文献。这些文献将为我们深入研究该领域的发展趋势提供重要的数据基

础。

2.2. 分析方法

2.2.1. 分析方向

本研究使用 CiteSpace V 对所得的 2482 篇基础文献进行了分析。鉴于 CNKI 仅限于处理作者与机构的合作网络分析以及关键词共现分析，因此，我们主要将通过各个知识图谱进行分析。我们的目标是通过知识图谱的分析，探索学科内作者与机构之间的关系，并基于关键词的共现程度来评估学科的发展趋势和研究热点。

2.2.2. CiteSpace 软件分析

科学知识图谱是一种新兴的计量学引文分析方法，其研究对象为知识领域，旨在直观揭示科学知识结构和规律，并探索其发展过程与结构之间的关系。CiteSpace 是一款基于 Java 开发的文献计量软件，它通过可视化图谱展示深度挖掘的科学领域知识结构。该软件目前主要用于进行知识图谱研究综述，探索知识领域的热点、动态、前沿以及发展趋势等。尽管最初主要应用于教育学、管理学等领域，但近年来，随着跨学科交叉的趋势增加，其应用范围开始扩展至城乡规划、建筑等学科领域。

2.2.3. LLR 对数似然算法

LLR 对数似然算法用于衡量聚类的紧密程度，而 Ochiai 相似系数则可展示文本之间的共现率。[13]

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

A, B 则代表着出现关键词的频次， $A \cap B$ 代表其中的共现频率，再由于三角函数的基本定律，当 $\text{Cos}(A, B) = 0$ 时，则代表着 A 和 B 关联度为零，当 $\text{Cos}(A, B) = 1$ 时，代表 A 和 B 的相关联度大[14]。

3. 结果与分析

3.1. 文献历年发文量分析

利用中国知网数据库(CNKI)，本文以关键词“桥头跳车”进行文献检索，旨在深度探讨学者们在该领域的最新研究成果和关注焦点。经过对重复文献的筛选，从 2003 年 2 月到 2023 年 2 月的文献中选取共计 2482 篇作为研究对象。图表 1 展示了 2003 年至 2023 年间关于桥头跳车的文献数量，并对其进行了深入分析，以揭示该研究领域的发展趋势。详细数据请参考图表 1。

Table 1. 2003~2023 China “Bridgehead Jumps” author published statistics

表 1. 2003~2023 年中国“桥头跳车”作者发文统计

序号	发文数量/篇	作者
1	5	孙筠
2	4	李威
3	3	项怡强
4	3	张厚强
5	3	张婷婷
6	3	金福根

根据图 1 的数据,近年来桥头跳车研究的文章数量总体上呈现逐年下降的趋势。自 2003 年至 2009 年,发文数量整体上升,其中 2009 年达到了最高水平。国内有关桥头跳车的相关数量大致可以分为以下三个阶段:

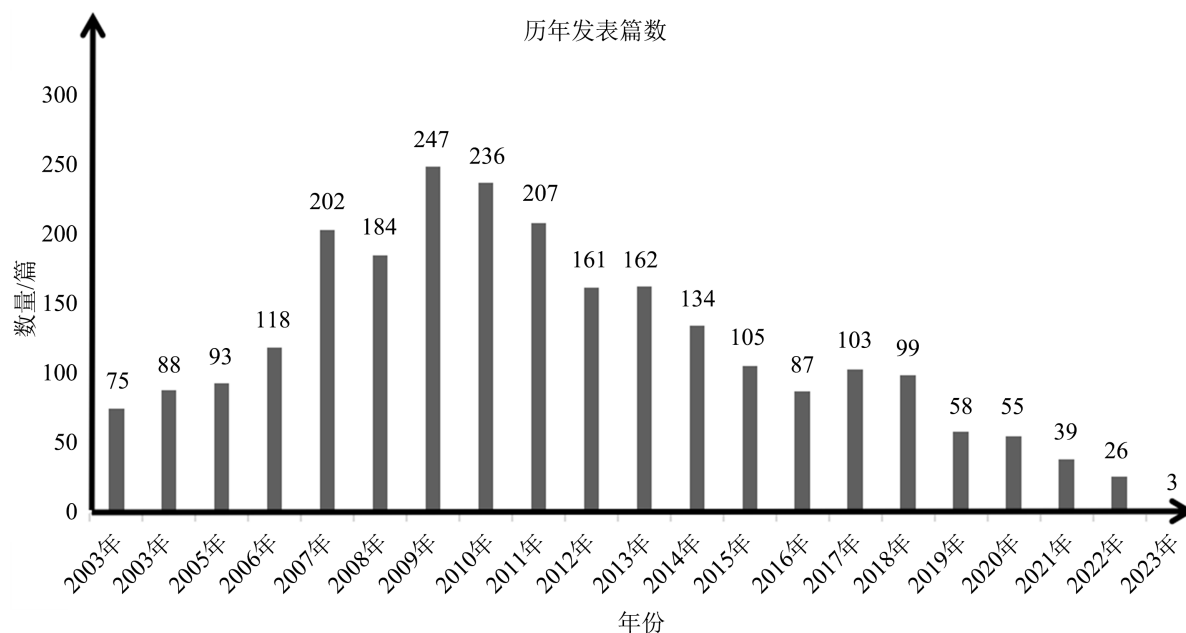


Figure 1. Analysis chart of the number of “Bridgehead Jumps” documents issued in China from 2003 to 2023

图 1. 2003~2023 年中国“桥头跳车”发文数量分析图

- 1) 2003~2009 年: 快速增长时期。在这段时间内,桥头跳车研究的文献数量呈现出整体增加的趋势,反映了该领域的快速发展。
- 2) 2009~2015 年: 发展缓慢时期。在这一阶段,桥头跳车研究逐年下降。这可能是因为这段时间内我国在高速公路和公路建设方面的问题不再那么突出,导致相关文献数量逐渐减少。
- 3) 2018~2023 年: 发展大幅减少时期。在这段时间内,桥头跳车研究的文献数量整体下滑,表明我国公路工程相关研究进入了一个稳定发展的阶段。

3.2. 文献作者群体分析

经过可视化分析,于是对有关桥头跳车研究领域的学者的相关文献发表及其相关的学术联系进行了较为透彻的探究。在图 2 中,不难发现文献发表量越大的节点尺寸越大,而节点之间的连线则代表着作者之间存在的合作关系。

具体来说,图 2 共有 283 个节点和 92 个相连接的点,其中的网络密度是 0.0023。在桥头跳车学科领域中,作者之间形成的合作网络呈现出“整体-局部”的网络结构。大部分研究人员之间存在着密切的联系,同时也存在少量学者的分散状态。

通过对表 1 的分析,我们发现在整体团队中,以孙筠、李威等为核心的研究人员发表了大量与桥头跳车相关的文献。然而,大部分作者的发文量仅在 1~2 次,这表明虽然有很多研究团队在从事桥头跳车的研究,但核心作者数量相对较少。

总的来看,我国桥头跳车研究大多数学者仍处在较为分散的状态。这预示着桥头跳车合作关系网络未来还有继续发展的合作空间。

CiteSpace, v. 6.3.R1 (64-bit) Basic
 February 23, 2024, 1:26:09 PM CST
 CNKI: D:\citespace\data
 Timespan: 2003-2023 (Slice Length=1)
 Selection Criteria: g-index (k=11), LRF=2.5, L/N=10, LBY=5, e=1.0
 Network: N=283, E=92 (Density=0.0023)
 Largest 1 CCs: 6 (2%)
 Nodes Labeled: 1.0%
 Pruning: None
 Modularity Q=0.3378
 Weighted Mean Silhouette S=0.7247
 Harmonic Mean(Q, S)=0.4608
 Excluded:

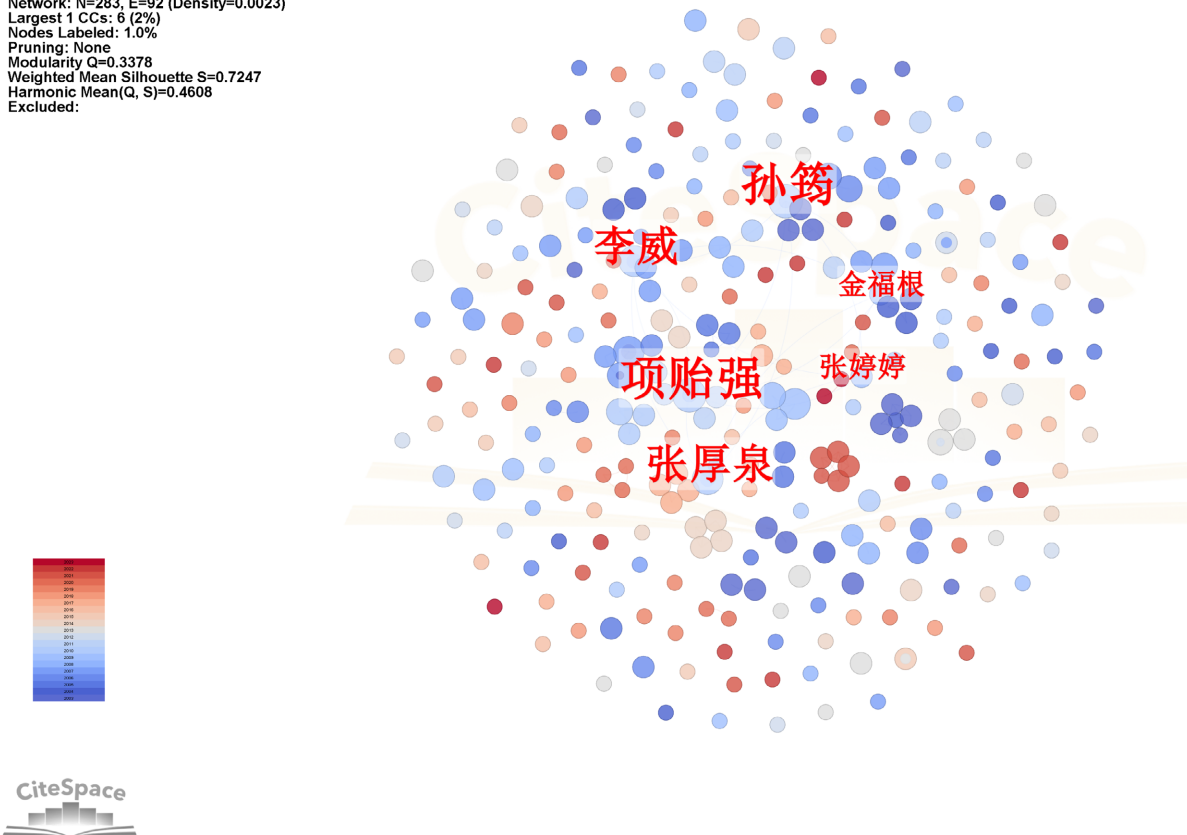


Figure 2. China 2003~2023 “Bridge Jump” author number of articles

图 2. 中国 2003~2023 年“桥头跳车”作者发文量

3.3. 机构合作分析

首先，我们对从检索得到的 2482 条文献进行了可视化机构网络分析。在此分析中，我们将节点类型设定为 “Institution”，检索区间选取了 2003 年至 2023 年，时间切片为每年一次，阈值设置为 Top 50，即每个时间切片中排名前 50 的机构。随后，我们进行了可视化分析，并调整显示仅包含发表量达到或超过 5 篇的机构。最终，我们得到了桥头跳车发文机构的图谱，具体展示如图 3 所示，并将排名整理总结如表 2 所示。

Table 2. 2003~2023 China “Bridgehead Jumps” publishing organization ranking

表 2. 2003~2023 年中国“桥头跳车”发文机构排名

序号	频次	机构
1	12	黑龙江省公路勘察设计院
2	12	邢台路桥建设总公司
3	7	中国公路工程咨询集团有限公司
4	6	龙建路桥股份有限公司第四工程处
5	6	江苏省交通科学研究院股份有限公司

续表

6	5	长安大学公路学院
7	5	衡水公路工程总公司
8	5	武汉理工大学交通学院
9	5	黑龙江农垦建工路桥有限公司

CiteSpace, v. 6.3.R1 (64-bit) Basic
 February 23, 2024, 1:30:05 PM CST
 CNKI: D:\citespace\data
 Timespan: 2003-2023 (Slice Length=1)
 Selection Criteria: g-index (k=11), LRF=2.5, L/N=10, LB=5, e=1.0
 Network: N=285, E=19 (Density=0.0005)
 Largest 1 CCs: 3 (1%)
 Nodes Labeled: 1.0%
 Pruning: None
 Modularity Q=0.3378
 Weighted Mean Silhouette S=0.7247
 Harmonic Mean(Q, S)=0.4608
 Excluded:

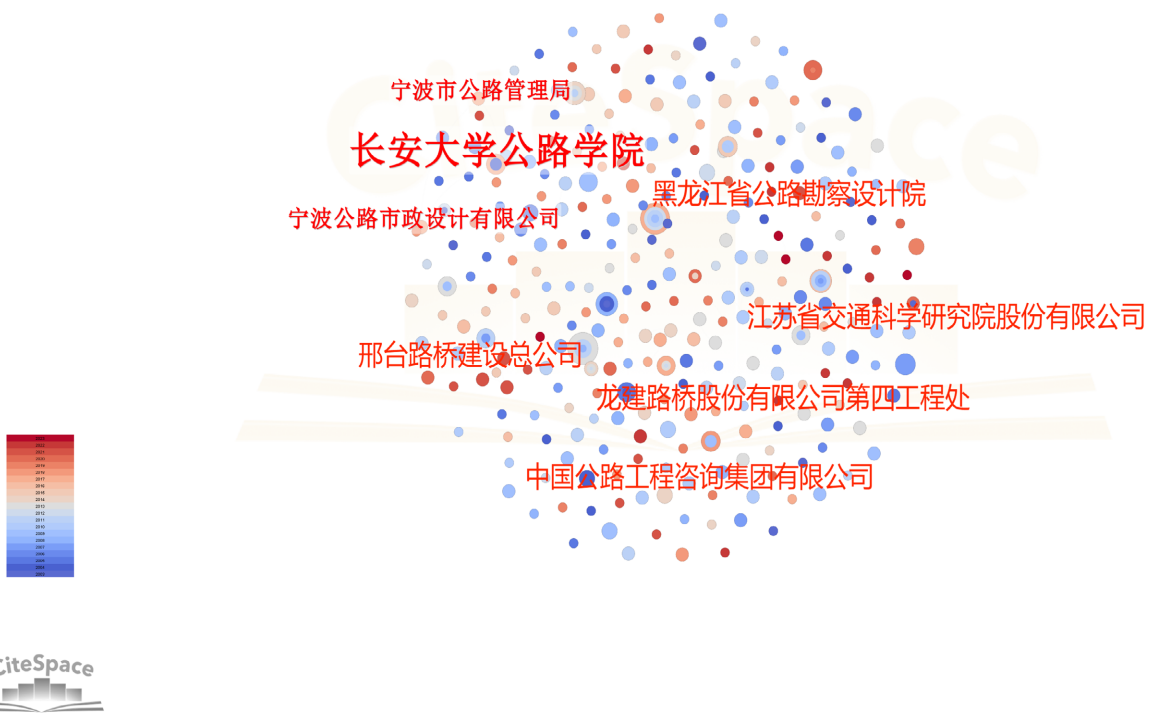


Figure 3. 2003~2023 China “Bridgehead Jumps” organization map

图 3. 2003~2023 年中国“桥头跳车”发文机构图谱

通过分析图 3，我们得知在国内桥头跳车研究中，节点数为 285，连接线数为 19，网络密度为 0.0005。结合表 2 的综合信息，图 3 的分析表明目前国内桥头跳车研究机构之间的合作网络相对稀疏，各机构之间的合作关系并不紧密。

具体来看，黑龙江省公路勘察设计院和邢台路桥建设总公司形成了一家独大的局面，其次是中国公路工程咨询集团有限公司和龙建路桥股份有限公司第四工程处的发文量紧跟其后。这表明在国内桥头跳车的研究中，主要集中在实际施工建设过程中，大多数发文机构为建筑公司。然而，在高等院校方面，只有长安大学在攻克桥头跳车的理论性研究上起到了引领作用。

综上所述，国内各机构在桥头跳车研究中，不论是在理论研究层面还是设计实践层面，仍然需要加强团队之间的合作，以促进我国在桥头跳车领域取得更为突破性的发展。

3.4. 关键词分析

3.4.1. 关键词共现图谱分析

一般来说，一篇学术文献中的关键词往往是相互关联的。通过关键词共现分析，我们可以了解学科领域内的重要研究方向，以及随时间逐步演化和发展的情况。此外，这种分析方法还能够直观地展示不同时间段内的研究热点、分析角度以及采用的研究方法的变化。在这个过程中，我们可以利用 CiteSpace 等工具，将时间切片定为 1 年，并设定 Top N = 50 来生成关键词的知识网络图谱。在这样的通过观察网络线颜色的变化，我们可以了解研究领域的新旧情况，因为图谱中，网络线的颜色通常反映了该连接首次被引用的时间。下图 4 展示了 2003 年至 2023 年之间关于桥头跳车的关键词图谱。



Figure 4. 2003~2023 “Bridgehead Jumps” keyword knowledge graph

图 4. 2003~2023 年“桥头跳车”关键词知识图谱

通过图 4 的观察，我们可以从学科发展的角度来分析。在图中，关键词节点外圈出现紫色代表该关键词具有最强的中介性中心性。同时，通过观察图 4 中的共现关系连接线，我们可以确定“桥头跳车”、“防治措施”、“公路”等关键词是近 20 年来的研究热点。关键词的中心度(Centrality)反映了该关键词与其他关键词的共现程度，即该关键词在连接网络中的重要程度。我们可以通过使用 CiteSpace 进行关键词中心度的分析，从而进一步了解整个时间过程中研究领域的重点方向。通过对关键词进行量化，可以增加分析的可靠性。在这项分析中，我们选择了 Top N = 10 的数据，并在整个时间范围内进行了统计。下表 3 显示了分析的结果。

Table 3. 2003~2023 China's "Bridgehead Jumps" keyword centrality
表 3. 2003~2023 年中国“桥头跳车”关键词中心度

序号	关键词	频次	中心度
1	桥头跳车	1405	1.02
2	防治措施	296	0.09
3	公路	159	0.06
4	原因	152	0.06
5	高速公路	138	0.08
6	原因分析	131	0.03
7	施工技术	131	0.07
8	防治	118	0.02
9	跳车	102	0.04
10	沉降	96	0.08

根据表 3 的数据显示，“桥头跳车”“防治措施”“公路”和“原因”是中心度较高的前四个关键词。这表明在研究桥头跳车现象时，与这四个关键词相关的研究较多。

3.4.2. 关键词聚类 LLR 算法分析

通过 CiteSpace 进行聚类分析，并使用 LLR 对数似然算法，可以评估桥头跳车领域研究的结构紧密程度，并确定研究热点。利用 CiteSpace V 采用快速聚类方法提取关键词，并通过调整阈值生成知识图谱，如图 5 所示。聚类结果显示了桥头跳车领域研究的 7 个主要模块，这些模块在 2003~2023 年间是该领域研究的核心内容。通过分析聚类结构特征，我们可以将学科研究分成不同的板块，从而阐述学科研究方向。同时，结合平均年份，可以研究学科领域的演化进程。研究发现，2009 年左右是该学科发展的初期阶段，此前学术文献较少，表明学术界对桥头跳车问题的重视程度不高。随后，随着我国高速公路和高速铁路建设的发展，引发了一系列与公路桥梁、铁路桥梁相关的问题，推动了国内学者对桥头跳车问题的研究。在研究初期(2003~2009 年)，国内学者主要进行了与桥头跳车实体相关的初步探讨，即聚类#1 和#2；在研究中期(2009~2011 年)，主要进行了桥头跳车的应用研究，提出了许多关键技术和理论原理，包括聚类#4、#5 和#6；而近期研究(2011 年~2021 年)主要集中在桥头跳车的技术研究上，即聚类#3。整体研究发现，大多数聚类词的平均年份较早，表明隧道模型试验领域的研究主要集中在 2009 年后几年内。随着时间推移，公路和铁路建设不断积累，使得该领域的研究进入了一个稳定发展的阶段，但后续仍需加强研究。通过整理关键聚类词，我们可以列出每个聚类中排名前三的关键词，对聚类进行量化分析。研究主要集中在模型试验、相似材料和隧道等方面，显示出研究的深入和广泛性。然而，在我国的桥头跳车研究中，聚类紧密程度小于 0.9，表明聚类效果不佳，同质性不强，关键词之间联系不够紧密。希望未来研究者能够将桥头跳车的各个分类有机联系起来，进行综合性、多角度的分析。时间线视图将聚类分析与时间结合，同一聚类的节点按时间顺序排列在同一水平线上，同时清晰展示不同聚类之间的联系，更加直观地展示了桥头跳车的演变过程。例如，如图 6 所示，聚类#1 的长度最短，从 2005 年开始出现，聚类#2 次之，出现时间为 2004 年；而聚类#0、#3、#4、#5 和#7 代表的研究时间跨度最长。可以预测，聚类#2 和#6 在 2019 年后就不再出现，表明这两类聚类研究已经相对完善，而其他聚类将继续作为研究热点进行探讨和研究。(表 4)

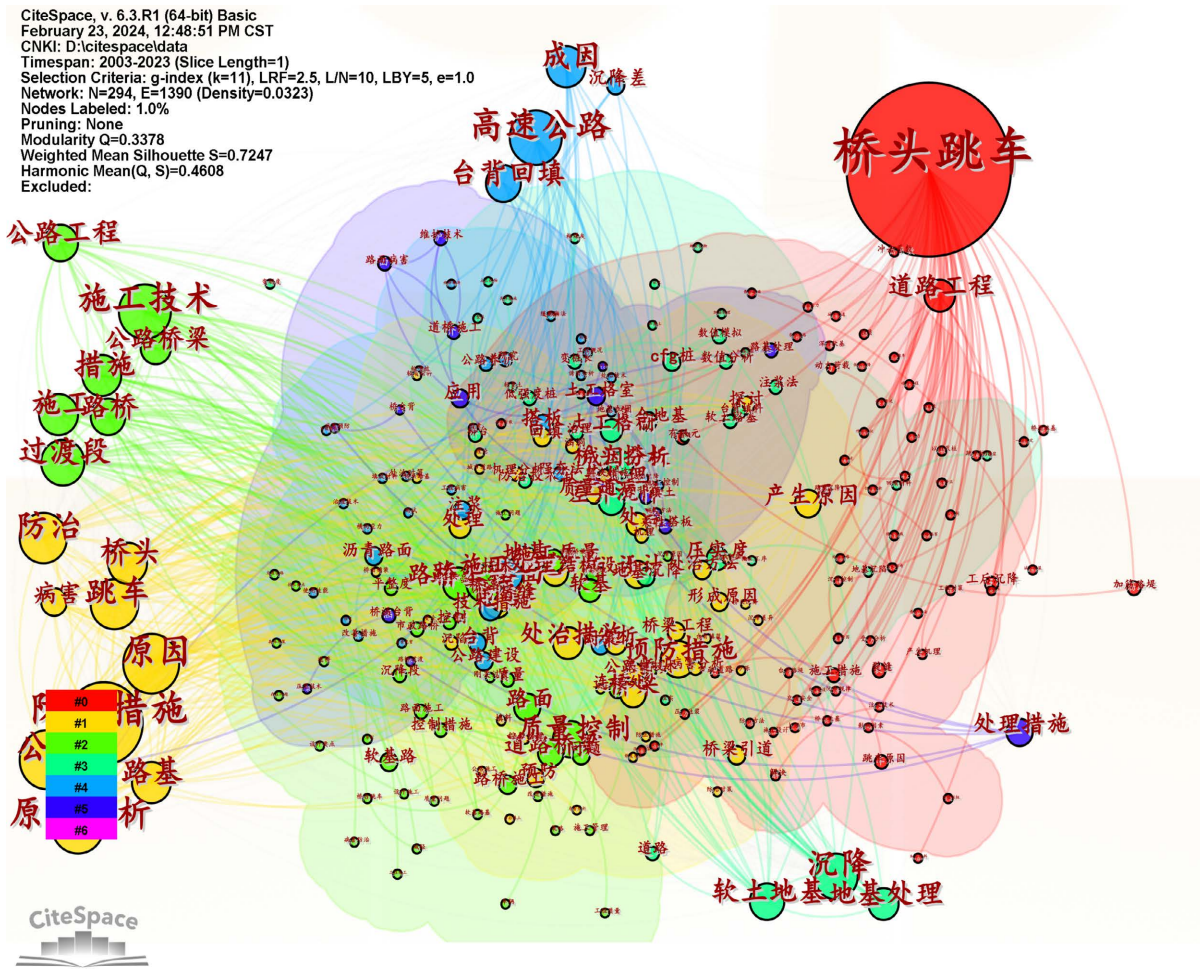


Figure 5. “Bridgehead Jumps” cluster knowledge map in China, 2001~2021

图 5. 2003~2023 中国“桥头跳车”聚类知识图谱

Table 4. 2003~2023 China “Bridgehead Jumps” cluster analysis table

表 4. 2003~2023 中国“桥头跳车”分析详表

聚类号	节点数	紧密程度	平均年份	TOP terms (重要关键词)
0#桥头跳车	83	0.848	2011	道路工程(167.59); 数值计算(57.9); 跳车(32.1); 桥梁(29.51)
1#防治措施	63	0.855	2012	相防治(67.12); 措施(44.04); 水压力(39.18); 海底隧道(38.51)
2#公路	61	0.891	2012	公路(75.77); 桥梁(70.94); 动力响应(68.68); 交通公路(46.2);
3#原因	60	0.862	2010	导致原因(141); 临界值(101.83); 桥梁隧道(69.91); 高海拔(66.98, 1.0E-4); 现场模型试验(58, 1.0E-4)
4#高速公路	59	0.845	2012	高速(168.87); 应力路径(69.59); 修复办法(64.68); 相对密实度(64.68, 1.0E-4); 沉降(40.07, 1.0E-4)
5#原因分析	54	0.878	2012	分析(121.59); 地裂缝(84.03); 地表沉降(33.64); 土压力(33.09, 1.0E-4); 列车荷载(22.24, 1.0E-4)
6#施工技术	51	0.874	2011	施工(66.98); 衬砌结构(40.47); 软岩(35.61); 逆断层(33.15)
7#防治	48	0.785	2011	防治措施(171.33); 跳车防治(28.83); 防止措施(28.83)

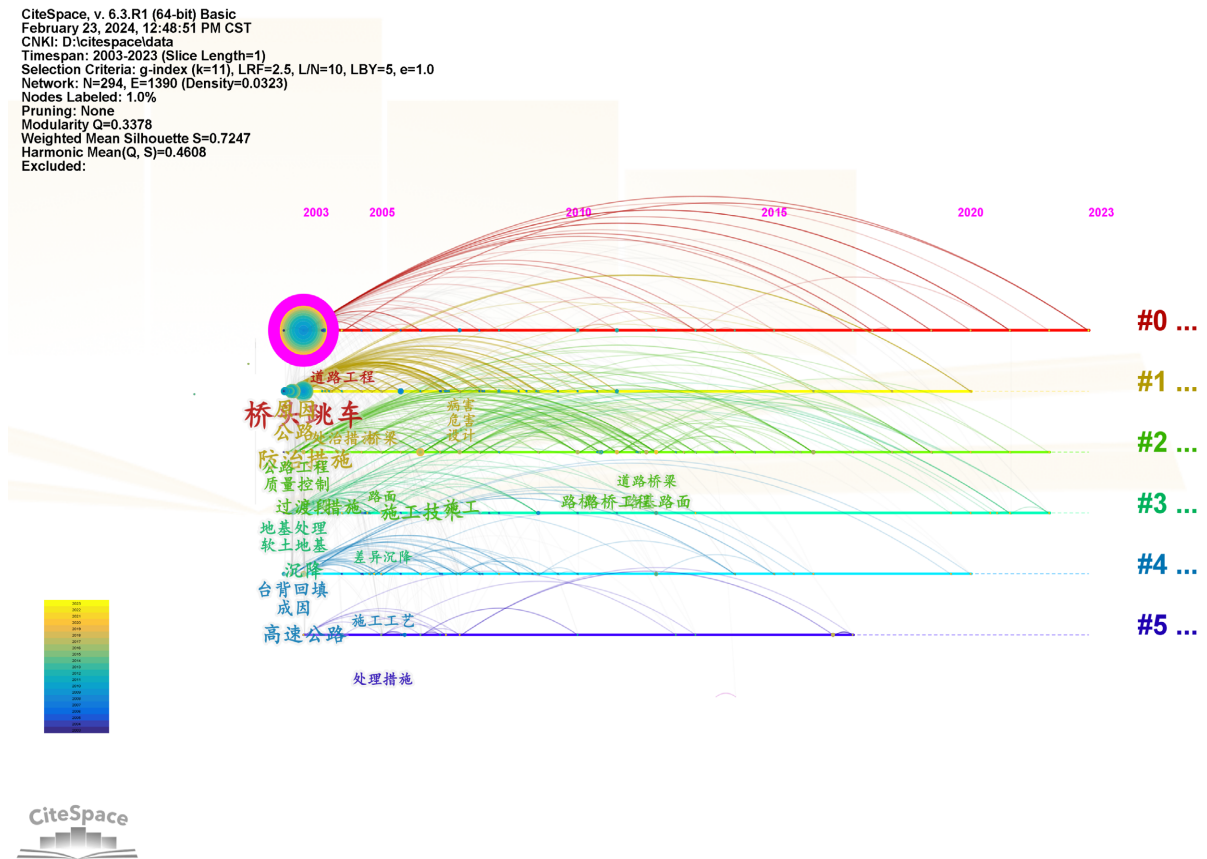


Figure 6. Cluster map of time-line of “Bridgehead Jumps” in China from 2003~2023
图 6. 2003~2023 年中国“桥头跳车”时间聚类图谱

3.4.3. 研究主题演进与研究前沿分析

利用 Citespace 软件的 Burst detection 功能可以发现在某一特定时间段内突然大量使用的关键词。在进行关键词突现分析时，根据本研究 20 年的研究情况，我们将突现词的最小持续时间设定为 3 年，在其他设置均采用默认值的情况下，共检测到 7 个突现词。我们整理了这些突现关键词的强度、出现年份、结束年份以及持续时间，并列于表 5 中。从表 5 可以看出，一体化和跳车原因持续突显的时间最长，这表明在很长一段时间内，国内学者的研究重点主要集中在路桥一体化建设和桥头跳车原因的探讨上。例如朱晓义等[15]针对阿尔及利亚南北高速公路项目结合北非地区特殊的地质和气候环境，首先分析探讨桥头跳车的形成原因。随后，提出一系列合理的施工技术措施，旨在最大程度地减少桥头跳车现象的发生，从而确保公路工程。陈远鹏[16]等首先进行了对桥头跳车的成因及其带来的危害进行了分析。接着，结合某已通车的高速公路养护工程的桥头跳车治理过程，详细阐述了桥头跳车病害治理中的施工要点。涵盖了项目概况、治理方法、交通导改及安全方案、材料要求、配合比设计以及其他相关要求。此外，还深入探讨了原路面铣刨施工、沥青混合料的拌制和运输、黏结防水层以及黏层油的施工、混合料的摊铺、沥青混合料的碾压成型、接缝处理以及标线施工等方面，旨在为同类工程提供经验借鉴。罗海松[17]等通过对广东省某高速公路工程进行研究，进行了 CFG 桩网在不同桩间距条件下的复合地基有限元力学特性分析。研究结果显示，经过处理后的不均匀沉降处于规范允许的范围。这项研究为预防和控制桥头跳车提供了理论参考。近年来，桥头跳车研究的热点方向已逐渐转向数值模拟与优化排布。这一变化的背景在于我国早期公路桥梁技术的不完善，尤其是在桥头跳车方面存在的问题。随着我国大力推进公路桥

梁工程, 解决桥头跳车问题已被认定为当务之急。在这种背景下, 数值模拟和优化排布成为研究的焦点。数值模拟能够提供对各种情况下的力学行为和效应的深入理解, 为工程设计和改进提供重要参考。通过优化排布, 可以探索如何合理安排桥梁结构、支撑系统和地基, 以最大程度地减少桥头跳车的风险。

Table 5. Emergent key word of “Bridgehead Jumps” in China from 2003 to 2023

表 5. 2003~2023 年中国“桥头跳车”突现关键词

序号	关键词	强度	出现年份	结束年份	持续时间
1	路桥	6.44	2001	2005	5 年
2	跳车原因	6.62	2003	2008	6 年
3	路桥过渡	6.21	2003	2007	5 年
4	一体化	7.32	2004	2012	9 年
5	关键技术	6.18	2006	2010	5 年
6	道桥施工	7.73	2008	2011	4 年
7	桥头沉降	7.05	2010	2013	4 年
8	农村公路	11.25	2012	2015	4 年
9	城市桥梁	5.15	2015	2018	4 年
10	数值模拟	5.68	2017	2019	3 年
11	优化排布	5.11	2019	2023	4 年

因此, 随着这一研究方向的兴起, 相关的桥头跳车模型试验也随之应运而生。这些试验能够验证数值模拟的准确性, 同时为优化排布提供实验数据支持。综合而言, 数值模拟、优化排布和桥头跳车模型试验的结合, 为解决我国公路桥梁领域的挑战提供了全方位的技术支持。[18] [19] [20]。

4. 结论与展望

本文基于 CNKI 数据库, 对 2003~2023 年桥头跳车的文献进行了知识图谱结构分析, 分别从文献历年发文量, 文献作者群体, 机构合作, 及关键词等方面进行了详细的阐述, 具体可得出以下几点结论。

1) 目前, 国内桥头跳车研究的发展相对于早期较为缓慢。机构之间的联系相对较少, 机构发文量出现严重的两级分化现象。实际施工方与高校之间的联系也并不够紧密, 这可能限制理论与实践的有效结合, 影响研究成果的应用和推广。因此, 未来可以通过加强不同机构之间的合作与交流, 以及促进实际施工方与学术界之间的互动, 来推动桥头跳车研究领域的进一步发展。

2) 近年来, 桥头跳车研究的热点集中在“优化排布”和“数值模拟”等方面。例如: 已有多位研究学者选用 ADINA 软件通过模型建立分析道路沉降和应力状态等相关问题, 选用有限差分软件 FLAC3D 建立地基模型分析沉降以及沉降速率方面的不同, 通过数值模拟建模分析深入探讨了一体化和跳车原因等关键方面, 加强公路桥梁情况的深刻认知和提高模型建立的高精度。因此, 在研究此方向时, 可以加强两者间的应用内。将有助于加速解决桥头跳车问题的关键挑战, 提高公路桥梁的安全性和可靠性。

3) 对于以后的发展, 桥头跳车学科领域的发展, 除了现有泡沫混凝土等材料, 其他新型材料的开发应用在桥头跳车问题上也可作为将来的研究方向, 究取决于对。为了更好地推动该领域的发展, 需要建立更紧密的合作网络, 以促进知识共享、技术交流和研究成果的应用。减少桥梁或通道的使用年限, 以及车辆失控, 带来巨大的危险。桥头跳车问题的解决能够带来巨大的社会和经济效益,

资助项目

山东省公路桥梁建设集团有限公司巴中市恩阳区古镇文治山片区综合建设项目 2023 年科技项目经费资助。

参考文献

- [1] 李玉华. 桥头跳车对路面结构的冲击效应研究[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2022, 41(2): 76-83.
- [2] 张科超, 王博, 刘海强. 桥头跳车现象对车辆乘员舒适性的影响[J]. 公路交通科技, 2022, 39(1): 146-151.
- [3] 罗炳荣. 公路桥头跳车防治及台背填土施工技术[J]. 四川水泥, 2022(1): 218-219.
- [4] 李克磊. 台后填土及桥头跳车动力荷载作用下的扶壁式桥台计算分析[J]. 内蒙古公路与运输, 2021(6): 17-20.
- [5] 张宗格, 周俊义, 罗智能. 公路工程路桥过渡段施工技术[J]. 云南水力发电, 2021, 37(12): 150-152.
- [6] 姚勋. 泡沫轻质混合土在桥头跳车问题处治中的应用[J]. 中国新技术新产品, 2021(23): 119-121.
- [7] 张宇超. CFG 桩 + 泡沫混凝土解决软基桥头跳车的联合应用研究[D]: [硕士学位论文]. 邯郸: 河北工程大学, 2021.
- [8] 王巍. 从结构设计的角度分析桥头跳车的影响和防治[J]. 浙江交通职业技术学院学报, 2008(3): 18-20.
- [9] 李然, 刘润, 徐余, 等. 水泥搅拌桩法处理软土地基中桥头跳车现象的影响因素分析[J]. 岩土工程学报, 2013, 35(S2): 725-729.
- [10] 李海芳, 温晓贵, 龚晓南. 低强度桩复合地基处理桥头跳车现场试验研究[J]. 中南公路工程, 2003(3): 27-29+34.
- [11] 韩增林, 李彬, 张坤领, 等. 基于 CiteSpace 中国海洋经济研究的知识图谱分析[J]. 地理科学, 2016, 36(5): 643-652.
- [12] 唐刚, 杨杨, 唐旭, 等. 基于 CiteSpace 装配式建筑的研究热点演化及趋势分析[J]. 四川建材, 2016, 47(2): 27-28.
- [13] 张富程, 高凯, 姜茂敏, 等. 医疗卫生领域人工智能的研究热点及发展趋势研究[J]. 中国医疗管理科学, 2021, 10(4): 45-51.
- [14] 王萍, 刘涛, 杜萍, 等. 2000-2017 年中国灾害风险研究的知识图谱分析[J]. 自然灾害学报, 2019, 28(4): 169-177.
- [15] 朱晓义, 李玉普, 刘泽. 北非地区公路桥头跳车原因分析及防治措施[J]. 工程建设与设计, 2023(12): 61-63.
- [16] 陈远鹏. 高速公路养护工程桥头跳车病害治理要点分析[J]. 交通世界, 2023(Z2): 68-70.
- [17] 罗海松. 桥头跳车病害问题的研究[J]. 交通世界, 2022(33): 146-149.
- [18] 包尧恩. 基于桥头跳车治理的路基路面联合防治技术研究[J]. 交通世界, 2023(9): 87-89.
- [19] 赵衡, 刘晓明. 桥头跳车引起的路面受力计算分析[J]. 公路交通科技, 2005, 22(5): 59-62.
- [20] 肖礼经. 气泡混合轻质填土技术在解决高等级公路软基路堤桥头跳车问题中的应用[J]. 中外公路, 2003, 23(5): 121-123.