

Construction Management 2018

工程管理年刊 2018

(总第8卷)

中国建筑学会工程管理研究分会 编
《工程管理年刊》编委会



工程管理年刊 2018 (总第 8 卷)

中国建筑学会工程管理研究分会 编
《工程管理年刊》编委会

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工程管理年刊. 2018: 总第 8 卷/中国建筑学会工程管理研究分会,《工程管理年刊》编委会编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 9

ISBN 978-7-112-22620-7

I. ①工… II. ①中… ②工… III. ①建筑工程-工程管理-中国-2018-年刊 IV. ①TU71-54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 198414 号

责任编辑: 赵晓菲 朱晓瑜

责任校对: 李美娜

为适应我国信息化建设, 扩大本刊及作者知识信息交流渠道, 本刊已被《中国学术期刊网络出版总库》及 CNKI 系列数据库收录。如作者不同意文章被收录, 请在来稿时向本刊声明, 本刊将做适当处理。

本刊投稿邮箱: sunjunym@hust.edu.cn, 欢迎广大工程管理专业人士踊跃投稿。

工程管理年刊 2018(总第 8 卷)

中国建筑学会工程管理研究分会 编
《工程管理年刊》编委会

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

大厂回族自治县正兴印务有限公司印刷

*

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 13 $\frac{3}{4}$ 字数: 323 千字

2018 年 9 月第一版 2018 年 9 月第一次印刷

定价: 45.00 元

ISBN 978-7-112-22620-7

(32713)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

《工程管理年刊》编委会

编委会主任：丁烈云

编委会委员：（按姓氏笔画排序）

王广斌	王建平	王孟钧	方东平
邓铁军	田振郁	包晓春	冯桂烜
孙继德	李启明	杨卫东	余立佐
沈元勤	张文龄	张守健	陈宇彤
陈兴汉	武永祥	罗福周	庞永师
骆汉宾	徐友全	徐兴中	龚花强
谢勇成			

顾问：丁士昭 崔起鸾 杨春宁

前 言

建筑业作为支柱产业，为国民经济和社会发展提供基础，其发展速度和规模已居世界前列。建筑业快速发展中面临着诸多问题和挑战，如建设工程安全质量管理理论与方法、全过程咨询模式、装配式建筑技术与管理、建筑企业竞争力与中国工程标准“走出去”等，特别是以 BIM 技术为代表的信息技术如何与建筑业深度融合，亟待通过创新推动和支持建筑业发展。工程管理研究分会秉持建筑业持续健康发展理念，跟踪建筑业改革与实践前沿问题，将“安全、绿色、数字”确定为今年《工程管理年刊》的主题，邀请专家学者就相关问题开展了研究探索。

哈尔滨工业大学梁化康等与东北林业大学苏义坤合作选取了发表在 Web of Science 核心集的 1172 篇建设工程安全管理相关文献为数据源，给出了建设工程安全管理领域研究的当前主要发展趋势，以及未来潜在的研究方向。中南大学的周楚姚等应用典型相关性分析方法对建筑业上市公司环境绩效与经营绩效之间存在正相关关系进行了实证研究。东南大学林艺馨等以土建承包商为研究对象，选取 ENR 2015~2017 三年数据，采用 BP 神经网络从国家和企业两个层面进行了竞争力预测和评价。

工程建设标准是国家工程技术实力的标志，中国企业“走出去”的步伐必然伴随着中国标准国际化的进程。华中科技大学的孙峻、雷坤等通过对“一带一路”沿线国家的城市轨道交通建设工程标准进行调研，提出了标准国际化的建议。中国建设工程造价管理协会的张兴旺重点研究了以投资控制为主线的全过程工程咨询工作模式，提出工程造价咨询企业开展全过程工程咨询业务的有效路径。大连理工大学的李忠富、蔡晋根据国内近年社会各界对装配式建筑的争论和异议声音，提出了对装配式建筑的一些认识、思考和建议。为解决当前房屋租赁市场之老旧小区改造的供给与需求矛盾，东南大学的朱诗尧、李德智提出老旧小区“租赁化改造”概念，并对其可行性、租赁模式以及所面临的挑战进行分析，认为老旧小区租赁化改造具有极大的发展空间。

英国诺丁汉特伦特大学的 Benachir Medjdoub 和华中科技大学的高寒等介绍了一种基于约束条件的优化设计方法来自动生成建筑物疏散口的最佳位置。英国诺丁汉特伦特大学周春艳和钟华对可持续绿色技术、被动式设计、人的使用行为方面开展案例研究，以提升中国历史性建筑的绿色改造效果。在工程项目管理中，精益建造被用于解决工作流程的低效问题。

诺丁汉特伦特大学的 Dr Vincent Hackett 等通过对澳大利亚西北部正在进行的液化天然气改造项目进行研究，描述了精益建造指导方针的发展。

上海建工集团的龚剑、房震宸等结合上海迪士尼乐园工程的建设情况，阐述了数字化项目管理、数字化深化设计、数字化加工、数字化施工、数字化交付运维等方面的数字化技术研发与应用情况。华中科技大学的覃亚伟、谢定坤等将基于 BIM 的数字化管理平台应用于武汉杨泗港长江大桥项目，解决了传统的项目管理模式存在信息采集不全面，信息传递不迅速，信息展现不直观等问题。陕西建工集团有限公司的马小波、时炜等对超大型钢结构工程建造过程中的工厂化加工、机械化装配、文明化施工、信息化管理进行了研究与实践，论述了装配式钢结构的物联网管理技术、BIM 技术、信息化管理技术等数字建造手段的实施过程。北京城建道桥建设集团有限公司的刘长宇、李久林等以长安大桥工程为实例，详细论述了基于 BIM 的设计、深化设计、虚拟仿真、成品质量验收和虚拟预拼装等，解决了异形结构建筑的可建造性和精确建造的难题。陕西建工集团有限公司的宫平等以 BIM 作为载体，通过能耗管理、设备的智慧管理，实现中国西部科技创新港智慧学镇的理念。浙江省建工集团有限责任公司吴飞等研究了群体建筑工程施工管理过程，从工程特点难点、集团化组织策划、集团化组织的效果亮点等三个方面对群体项目施工集团化组织的实践进行了总结。贵州攀特工程统筹技术信息研究所的任世贤揭示了 BIM 核心建模软件开发的内在逻辑及其基本功能。

浙江省建工有限责任公司的金睿等开发了结合智能安全帽的施工人员安全行为监测系统，并构建了工人安全行为绩效考核及奖惩机制。华中科技大学的郭谱等根据监测偏移、沉降数据评估由于渗漏造成的对施工项目、周边环境的影响程度，对新旧围护结构冷缝渗漏事件以及其相应处理措施进行了有效的综合风险控制分析。南宁轨道交通集团的莫志刚等基于 RAMS 体系规范，以地铁信号系统为例，构建了 RAMS 评价指标体系，建立了信号系统动态安全风险评估模型。

以上研究对于贯彻落实建筑业“创新、协调、绿色、开放、共享”的可持续发展理念具有积极意义，希望能够对促进建筑业持续健康发展发挥应有的作用。

目 录

Contents

前沿动态

建设工程领域安全科学国际研究前沿

..... 梁化康 苏义坤 张守健 (3)

行业发展

建筑业环境绩效与经营绩效的相关性分析

..... 周楚姚 李香花 王孟钧 (23)

“一带一路”沿线国家城市轨道交通及工程建设标准适应性研究

..... 孙 峻 雷 坤 骆汉宾 陈 健 吴 浩 (29)

工程造价咨询企业开展全过程工程咨询面临的挑战及路径探索

..... 张兴旺 (41)

装配式建筑发展的思考与建议

..... 李忠富 蔡 晋 (47)

论 BIM 核心建模软件的开发

..... 任世贤 (52)

海外巡览

基于生成式设计的科技馆安全疏散路径优化

..... 高 寒 Benachir Medjdoub 钟 华 (63)

绿色技术在历史建筑改造中的应用现状

..... 周春艳 钟 华 (69)

最后决策者系统(LPS)在基础设施大型项目上的实施和使用

..... Dr Vince Hackett 张 楠 朱承瑶 (76)

典型案例

上海迪士尼乐园工程数字化建造技术研究与应用

..... 龚 剑 房震宸 张 铭 张云超 (91)

BIM 技术在世界最大跨度双层悬索桥——杨泗港长江大桥中的应用

..... 覃亚伟 谢定坤 龚 成 张 珂 (97)

超大型钢结构工程数字建造管理研究与实践

..... 马小波 时 炜 周 力 (107)

基于 BIM 的全过程数字化建造技术在长安大桥的应用研究

..... 刘长宇 李久林 董锐哲 陈利敏 (114)

中国西部科技创新港项目的 BIM 管理与实践

..... 宫 平 李 宁 王 雷 (123)

群体项目施工集团化组织的实践与思考

..... 吴 飞 付加快 万 历 陆优民 (133)

基于 SWOT-AHP 的老旧小区“租赁化改造”策略分析

..... 朱诗尧 李德智 (142)

基于智能安全帽的建筑工人安全行为监测及奖惩机制研究

..... 金 睿 张 宏 符洪锋 颜 朗 (152)

关于新旧围护结构的冷缝渗漏处理措施

..... 郭 谱 杨 俊 马文瑾 余群舟 喻大严 (162)

基于 BP 神经网络的中国高铁土建承包商竞争力研究

——以欧亚高铁为例

..... 林艺馨 石碧玲 (170)

RAMS 理论在地铁设备维护策略优化中的应用

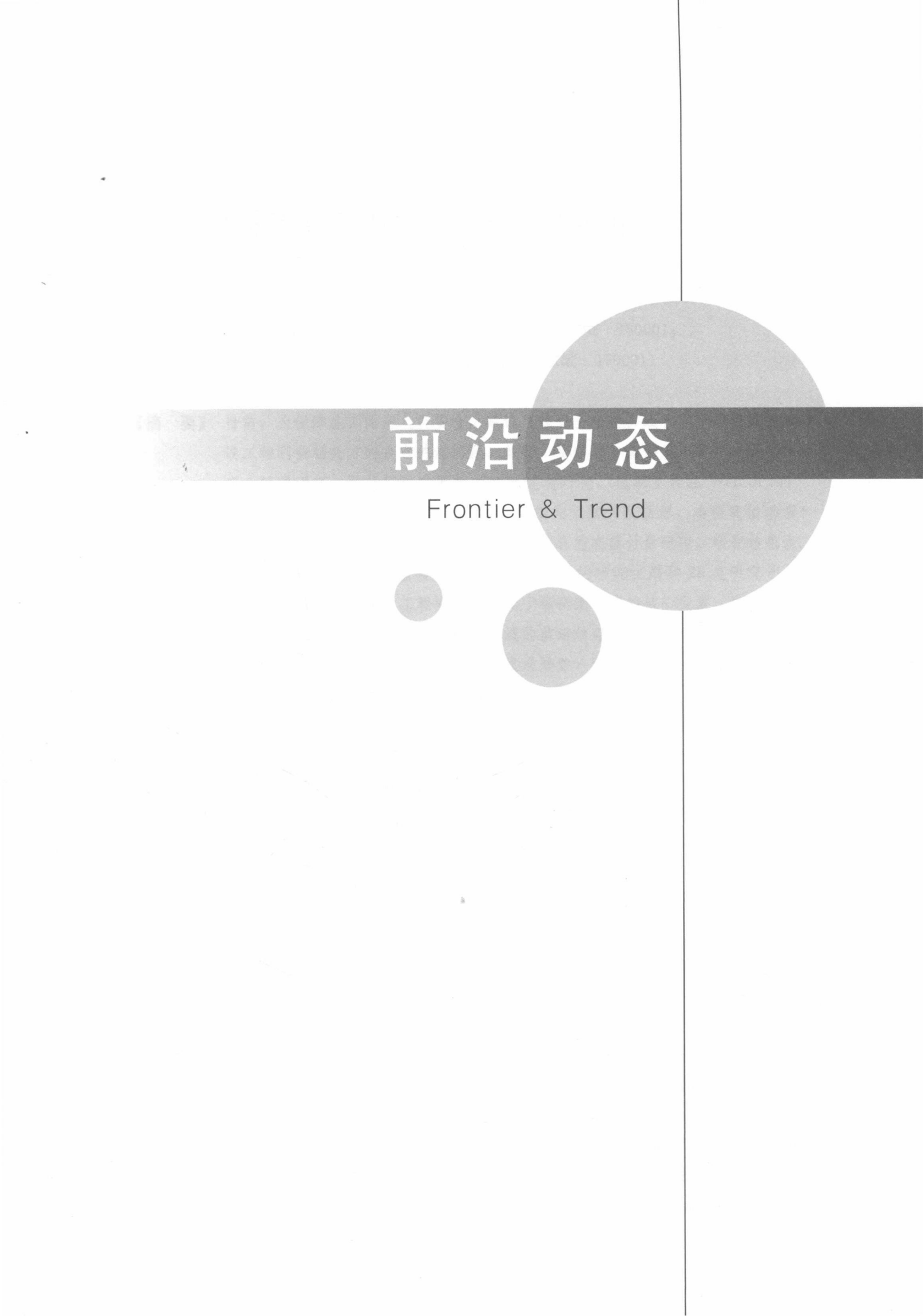
..... 莫志刚 李成谦 (184)

专业书架

行业报告 (195)

工程管理 (197)

城市建设与城市管理 (207)



前沿动态

Frontier & Trend

建设工程领域安全科学国际研究前沿

梁化康¹ 苏义坤² 张守健¹

(1. 哈尔滨工业大学工程管理研究所, 哈尔滨 150001;

2. 东北林业大学土木工程学院, 哈尔滨 150001)

【摘要】 目前, 为保障施工作业人员安全, 建设工程安全管理实践和体系已经成为建设工程利益相关方的重点关注问题。然而, 仍然缺少能够系统展现建设工程安全管理研究主题结构和发展趋势的综述类研究。选取发表在 Web of Science 核心集的 1172 篇建设工程安全管理相关文献为数据源, 本研究借助多方法对该领域的主要研究主题和趋势展开综合的文献计量研究。研究结果表明: 目前建设工程安全管理领域涉及 7 类主要的研究主题和 28 类研究子主题; 行为—驱动的建设工工程安全管理处于该研究领域的核心位置; 技术—驱动的建设工工程安全管理代表该研究领域的前沿趋势。最后, 本研究给出了建设工程安全管理领域研究的当前主要发展趋势, 以及该领域未来潜在的研究方向, 为该研究领域的研究和实践提供有意义的参考。

【关键词】 建设工程安全管理; 研究前沿; 文献计量; CiteSpace

Research Frontiers of Construction Safety Science

Liang Huakang¹ Su Yikun² Zhang Shoujian¹

(1. Institute of Construction Management, Harbin Institute of Technology,

Harbin 150001;

2. Northeast Forestry University, School of Civil Engineering,

Harbin 150001)

【Abstract】 Recently, construction safety management (CSM) practices and systems have become important topics for stakeholders to take care of human resources. However, few studies have attempted to map the global research on CSM. In total, 1172 CSM-related papers from the Web of Science Core Collection database were examined. A comprehensive bibliometric review was conducted in this study based on multiple methods to present the main

research themes and topics in CSM. Research results indicated that: currently, the CSM research area involved 7 main research themes and 28 associated research topics; behaviour-driven management occupies the central position in this research area; technology-driven management represents the emerging trend in the future. Finally, this research gave the main research trends and some potential research directions to guide the future research.

【Keywords】 Construction Safety Management; Research Frontiers; Bibliometric Review; CiteSpace

1 引言

随着经济快速发展和工业化过程,在世界范围内,建设工程行业持续被列为最危险的行业之一^[1]。根据国际劳动组织评估,建筑业职业死亡率比全球一般行业平均值要高出 5 倍^[2]。建设工程领域的职业伤亡事故通常还会带来巨额财务损失。比如,美国建设工程安全事故每年造成约 150 亿美元的直接经济损失^[3]。不同于其他行业,建设工程行业有其自身的独特特点。比如行业的分散,作业过程的动态性和复杂性,作业人员的素质、文化方面差异等^[4]。这些特点容易将施工作业人员暴露于各种危险源中,为建设工程安全管理带来了严峻的挑战^[5,6]。

近年来,已经涌现出大量有关建设工程安全管理研究文献,为建设工程领域的安全绩效改善提供了支撑。因此,有必要针对建设工程安全管理研究展开系统的文献综述研究以辅助利益相关方迅速掌握该研究领域的新理论和新技术^[5]。然而,目前有关建设工程安全管理研究的文献计量研究仍显现不足,多数研究只关注于建设工程安全管理的某个方面,系统性不足,特别是在计量方法和样本的范围方面,样本量普遍偏少且以定性分析为主。例如,事故分析综述仅关注具体事故或危险源的远端和

近端致因,比如不安全行为^[1]。技术应用综述展现数字设计技术和创新技术在施工安全管理中的应用潜力^[6,8]。另外一些研究关注具体的安全变量以主控式评价安全绩效,例如安全氛围和安全文化^[9,10]。尽管 Zhou 等(2014)针对建设工程安全管理展开系统的综述分析,但也只涉及 10 本期刊的相关文献^[5]。因此,亟需针对本研究领域展开系统文献计量综述,为行业实践人员和研究工作者展现本领域前沿趋势和科研动态^[5]。

本文针对建设工程安全管理领域展开了系统的文献计量研究,并涉及了多种研究方法:①聚类分析(基于 CiteSpace 软件),通过文献聚类分析识别建设工程安全管理领域主要的主题类型;②内容分析,通过对文献样本的主题编码和归类识别建设工程安全管理领域研究子主题类型;③共词分析(基于 CiteSpace 软件),通过关键字共现分析展现建设工程安全管理的演化,同时佐证内容分析中主题编码的可靠性。与以往综述类研究相比,本研究的主要贡献包括:①涵盖了更加广泛的文献样本,能更好地反映建设工程安全管理领域的整体发展状态;②提出了系统的文献计量方法,能够更为客观地识别建设工程安全管理研究的知识结构和前沿趋势;③研究结论能够帮助相关学者及行业从业人员系统地认识建筑工程安全管

理领域的主题结构和主要的前沿趋势。

2 研究方法和数据源

2.1 研究方法

文献计量最初由 Pritchard (1969) 提出, 利用量化分析和统计展现某研究领域的前沿趋势^[11]。文献计量研究通常通过作者合作网络分析、文献共被引分析及关键词共现分析展现研究领域内的知识结构。本研究主要关注基于文献共被引和关键词共现分析, 同时利用内容分析以增加研究的深度。共词分析主要使用 CiteSpace 软件探索不同阶段作者关键词的共现关系, 以评价研究主题的演化过程^[12]。共词分析方法通常认为如果两个作者关键词同时出现在同一篇文章之中, 两者在某种程度上应存在相关关系。Freeman 提出的中介中心度通常用于表达个体在社会网络中的地位, 本研究使用中介中心度指标测量某个研究对象在共现网络中的地位和作用^[13]。CiteSpace 提供了聚类分析功能, 该方法是根据文献共被引网络中节点之间的相互连接关系, 通过算法将样本聚合在不同的类群中, 在此基础之上可以识别主要研究主题^[14]。本研究主要应用内容分析补充 CiteSpace 在主题分析中深度和精确度的不足, 并在 CiteSpace 聚类分析基础之上给出详细的子主题框架, 增加本研究的理论研究价值。

2.2 数据源

本研究选用 Thomson Reuters 的 Web of Science (WoS) 核心集数据库为数据源, 对建设工程安全管理相关文献进行检索。为了避免检索过程中的漏检和误检问题, 本研究在设计检索策略时参考经典文献及相关专家建议, 针对本研究设计合理的检索式。本研究所使用的

检索策略如下: TS=(“construction industr *” or “construction work *” or “construction compan *” or “construction organization *” or “construction project *” or “construction site *” or “construction management” or “construction activit *”) AND TS=(construction safety) AND TS=(accident * or incident * or injur * or “safety behavio *” or hazard *) AND Languages=(English) AND Timespan=1985—2016。本研究在线检索的时间为 2017 年 4 月 1 日, 共获取 1510 篇建设工程安全管理相关文献。为了保证研究的样本的可靠性, 本研究进行了两次样本筛选。在第一次筛选中, 39 篇综述类文献及 3 篇其他类型文献被移除。剩余的 1468 篇文献包括 962 篇期刊文献 (65.5%) 和 506 篇会议文献 (33.5%)。

然后, 人工阅读文献题目及摘要, 剔除满足以下四类标准的与本研究主题不符的文献: ①文章未给出研究中所涉及的具体行业, 或者给出的领域与建设工程行业无关; ②文章涉及建设工程领域的安全问题, 但并未针对建设工程领域。比如, Cawley 针对美国 1992~2002 年间触电伤害职业事故进行流行病学研究, 但是事故案例来源于多个行业, 并不是局限在建设工程领域^[13]; ③文章针对结构工程或岩土工程问题, 并未直接针对施工安全问题; ④文章针对建设管理的其他问题, 并不是直接针对安全问题。例如 Love 的研究中虽然涉及安全问题, 但主要解决建设工程中的返工问题^[16]。最后, 剔除掉 294 篇不符合建设工程安全管理主题的文献, 剩余的 1172 篇文献包括 760 篇期刊文献 (64.8%) 和 412 篇会议论文 (35.2%), 这些文献成为本研究最终的文献样本。

1172 篇文献的发表时间范围覆盖 1991 年 1 月~2016 年 12 月。建设工程安全管理领域

在这 27 年间每年文献发表趋势见图 1。由图 1 可知, 建设工程安全管理相关文献数量目前正呈现指数趋势增长, 其中文献数量趋势与指数

函数的拟合度较好, R^2 为 0.86, 表明目前该领域的文献数量增长迅速, 同时未来还会有更为显著的发展。

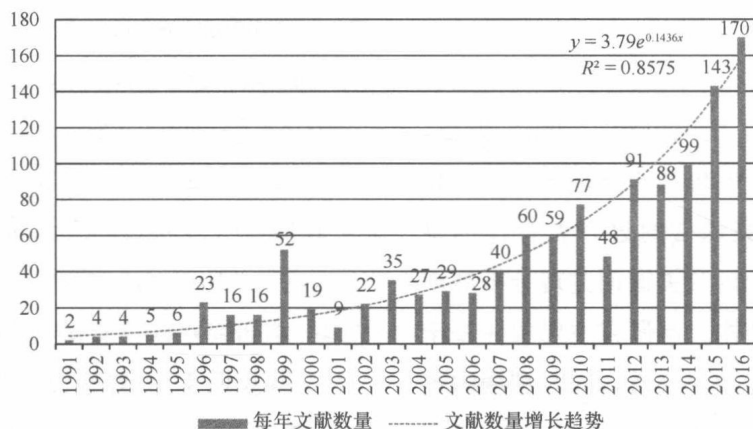


图 1 建设工程安全管理在 1991~2016 年间的文献发表趋势

3 基于聚类分析的主题识别

Small 提出的文献共被引分析被用来识别建设工程安全管理领域潜在主题结构^[17]。本研究通过 CiteSpace 软件对由 1172 篇文献所引用的 20158 篇参考文献进行分析, 并生成文献共被引网络 (图 2)。根据文献之间的相似程度共形成 15 个重要的共被引类群。本研究利用对数-似然比算法对类群进行标签, 这个算法能够从各个类群中抽取摘要文本中的高频字段。对数-似然比算法能够分配具有较高区分度和聚合度的聚类标签^[13]。表 1 展示了 15

个共被引类群关于标签 ID、规模、silhouette 值、对数-似然比生成的类群标签、代表性文献及每个类群的合成标签。Silhouette 值代表每个类群内研究内容的均匀性, 它通常需要大于 0.5 以确保每个类群内部一致性^[13,18]。规模指的是每个类群所包括的成员数量。代表性文献指各类群中具有高中介中心度和被引数量的文献, 它们在一定程度上决定了类群标签, 因此值得进一步关注。合成标签能够代表类群的主要研究内容, 是通过对数-似然比法自动生成标签和代表性文献总结得到^[18]。

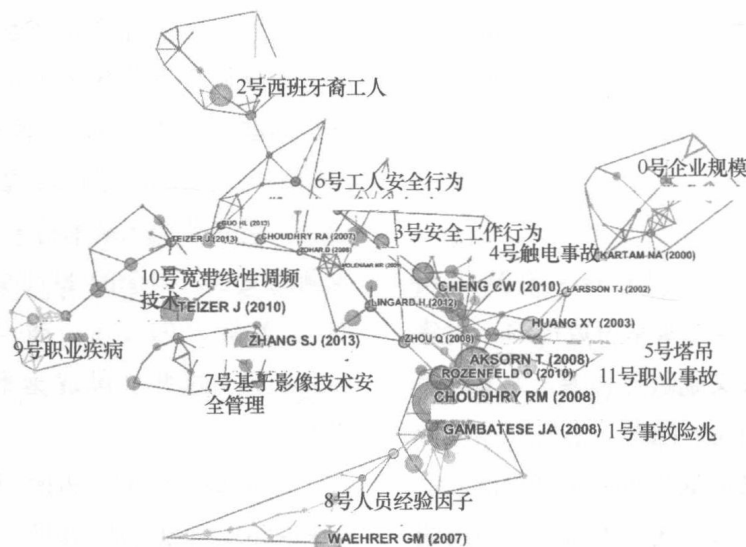


图 2 建设工程安全管理研究共被引网络

建设工程安全管理共被引聚类分析

表 1

类群 ID	规模	Silhouette	类群标签 (LLR)	代表性文献	类群标签 (合成)
0 号	32	0.832	企业规模 (Firm size)	Kartam et al. ^[19]	安全相关行业实践 (SSIP)
1 号	32	0.943	事故险兆 (Near-miss accident)	Aksorn and Hadikusumo ^[20]	安全策略和产出 (SSO)
2 号	21	0.989	西班牙裔工人 (Hispanic worker)	Dong et al. ^[21]	事故统计和分析 (ASA)
3 号	18	0.946	工人安全工作 (Safe work behaviour)	Choudhry et al. ^[22]	行为驱动安全管理 (BDM)
4 号	17	0.96	触电事故 (Electrical accident)	Cheng et al. ^[23]	事故统计和分析 (ASA)
5 号	17	0.905	塔吊 (Tower crane)	Pinto et al. ^[24]	风险识别和评价 (RIA)
6 号	17	0.902	工人安全行为 (Worker safety behaviour)	Choudhry et al. ^[25]	行为驱动安全管理 (BDM)
7 号	17	0.985	(基于影像技术的安全管理 (Vision-based safety)	Teizer et al. ^[26]	技术驱动安全管理 (TDM)
8 号	16	0.990	职业疾病 (Occupational illness)	Giretti et al. ^[27]	技术驱动安全管理 (TDM)
9 号	16	0.956	人员经验因子 (Personal experience factor)	Mohamed ^[28]	行为驱动安全管理 (BDM)
10 号	15	0.937	职业事故 (Occupational accident)	Chi et al. ^[29]	事故统计和分析 (ASA)
11 号	15	0.893	宽带性调频技术 (CCS technique)	Teizer et al. ^[30]	技术驱动安全管理 (TDM)
12 号	12	1	施工现场安全 (Construction site safety)	Hinze and Wiegand ^[31]	安全相关行业实践 (SSIP)
13 号	7	0.941	风险控制产出 (Risk control outcome)	Gangoelle et al. ^[32]	安全设计 (DFS)
14 号	5	1	危险源识别 (Hazard recognition)	Hallowell and Gambatese ^[33]	风险识别和评价 (RIA)

如表 1 所示, 所有类群的 silhouette 值都高于 0.832, 表明各个类群显著的内部一致性。类群 0 号和类群 1 号有 30 个成员。类群 0 号通过对数-似然比算法被标度为“Firm size”, 能够被进一步总结为“安全相关行业实践 (SSIP)”。代表性文献是 Kartam 等^[19], 这篇研究调查了不同施工主体, 包括政府、业主、设计方、承包方和保险公司的安全实践,

并识别他们当前的安全政策和程序的主要问题。类群 1 号“事故险兆 (Near-miss accident)”被总结为“安全策略和产出 (SSO)”。它的代表性文献是 Aksorn and Hadikusumo^[20], 这个研究探索影响泰国建筑施工项目安全绩效的主要因素。类群 2 号被识别为“西班牙裔工人 (Hispanic worker)”, 有 18 个成员, 能够被总结为“事故统计和分析 (ASA)”。它的代表性

文献是 Dong 等^[23]，这篇文章探索西班牙裔工人职业坠亡事故的特征。类群 3 号“安全工作行为 (Safe work behaviour)”有 18 个成员，并被总结为“行为驱动安全管理 (BDM)”。它的代表性文献是 Choudhry 等^[22]，这个研究探索了如何开发针对建设工程行业的安全氛围量表。类群 4 号、类群 5 号、类群 6 号和类群 7 号都有 17 个成员。类群 4 号被标度为“触电事故 (Electrical accident)”，能够被总结为“事故统计和分析 (ASA)”。它的代表性文献是 Cheng 等^[23]，这篇文章探索了台湾地区建筑行业职业事故的致因。类群 5 号“塔吊 (Tower crane)”被总结为“风险识别和评价 (RIA)”。它的代表性文献是 Pinto 等^[24]，这篇文章对建设工程领域职业风险评价方法进行了评述。类群 6 号“工人安全行为 (Worker safety behaviour)”同样被总结为“行为驱动安全管理 (BDM)”。它的代表性文献是 Choudhry 等^[25]，这篇文章分析了安全文化的发展以及对提升建设工程安全的潜力。类群 7 号“基于影像技术的安全管理 (Vision-based safety)”被总结为“技术驱动安全管理 (TDM)”。它的代表性文章是 Teizer 等^[26]，这篇文章提出了一个实时的 3D 模型，以侦测和追踪施工现场静态和移动的物体。

最后，CiteSpace 识别的 15 个类群被进一步总结为以下 7 种主题：①安全相关行业实践 (SSIP)；②安全策略和产出 (SSO)；③事故统

计和分析 (ASA)；④行为驱动安全管理 (BDM)；⑤技术驱动安全管理 (TDM)；⑥风险识别和评价 (RIA)；⑦安全设计 (DFS)。图 3 从研究层面和在项目生命周期的研究阶段，给出了这 7 个主要类群的主要分布。如图 3 所示，7 个主要的主题主要分布在施工和设计阶段，但是在计划和运行/拆迁阶段较少。关于研究的层面，大多数研究关注项目层面，其余的研究主要关注行业层面的问题。这 7 个研究主题的内容将在下一部分详细分析。



图 3 建设工程安全管理领域研究主题分布

4 基于内容分析的子主题框架构建

在本部分，仅数据源中的 760 篇期刊文献被用来进一步探索 7 类主题下的子主题类型。通过浏览这 760 篇文献的题目、摘要、关键字和主题内容（若必要），统计每篇文献主要的主题类型^[5,34]。这个分类过程共识别出 28 个子主题类型（表 2），能够解释 7 个主题类型的主要研究内容。

研究主题、问题描述和文献数量

表 2

主题	编号	子主题	编号	数量 (百分比)
安全相关行业实践	SSIP	安全实践	K1	48 (6.32%)
		安全监管	K2	10 (1.32%)
		安全标准	K3	9 (1.18%)
		创新技术采纳	K4	6 (0.79%)
		保险费率等级	K5	4 (0.53%)

续表

主题	编号	子主题	编号	数量 (百分比)
安全策略和产出	SSO	安全项目	K6	70 (9.21%)
		安全绩效	K7	47 (6.18%)
		安全管理体系	K8	23 (3.03%)
		安全知识	K9	11 (1.45%)
		安全检查	K10	7 (0.92%)
		安全投入	K11	5 (0.66%)
		应急响应	K12	2 (0.26%)
事故统计和分析	ASA	事故统计	K13	143 (18.82%)
		事故调查	K14	29 (3.82%)
		事故致因模型	K15	11 (1.45%)
		事故成本	K16	10 (1.32%)
行为驱动安全管理	BDM	安全行为	K17	42 (5.53%)
		安全氛围	K18	27 (3.55%)
		安全感知	K19	14 (1.84%)
		安全领导力	K20	6 (0.79%)
		安全文化	K21	4 (0.53%)
		安全沟通	K22	3 (0.39%)
技术驱动安全管理	TDM	安全监控	K23	47 (6.18%)
		安全培训	K24	42 (5.53%)
		安全计划	K25	24 (3.16%)
安全设计	DFS	安全设计	K26	38 (5.00%)
风险识别和评价	RIA	风险评价	K27	65 (8.55%)
		危险源管理	K28	13 (1.71%)
合计				760

主题“安全相关行业实践 (SSIP)”, 包括 5 个子主题, 调查了建筑行业层面安全规制和政策问题 (图 3)。子主题“安全实践 (K1)”下的文献数量是最多的。“安全实践 (K1)”涉及对建筑行业安全问题的调查以探索提升安全的策略。例如, Tam 等^[35]调查了中国建筑行业的安全管理现状, 并识别影响现场安全的因素。主题“安全策略和产出 (SSO)”主要关注项目层面, 并且解决施工阶段的安全问题。在这个 SSO 主题下边, 7 个子主题被识别, 子主题“安全项目 (K6)”是最多的, 它主要关注施工现场安全项目的有效性。例如, Goh 等^[36]评价了新加坡建筑施工坠落保护计划在减少坠落风险的有效性, 以及识别影响其成功实施的主要因素。子主题“安全绩效 (K7)”主要涉及领先安全指标的开发、安全绩效模型、影响因素分析。例如,

Shanmugapriya 和 Subramanian^[37]提出偏最小二乘模型以调查影响建筑施工企业安全绩效的因素。在主题“事故统计和分析 (ASA)”的四个子主题中, “事故统计 (K13)”是最多的, 主要通过调查职业事故记录以探索建筑施工事故的重要趋势。例如, McVittie 等^[38]发现大型施工企业通常会比小型企业有更低的施工事故率。Hinze 等^[39]提出导致轻微事故的因素与导致严重伤害事故的因素有显著不同。

主题“行为驱动安全管理 (BDM)”着重通过减少工人不安全行为提升施工现场安全。在 6 个主要的子主题中, “安全行为 (K17)”是最多的, 主要涉及安全行为的影响因素^[40,41]、人因可靠性^[42~46], 安全行为模型^[47~49]及基于行为安全 (BBS)^[50,51]。子主题“安全氛围 (K18)”主要涉及安全氛围量表的开发^[28,52,53]及安全氛围和其他安全相关变