

# 装配式建筑与 BIM 集成研究的学术热点及演进趋势

——基于 CiteSpace 与 Ucinet 的文献计量可视化分析

何文玉<sup>1,2</sup> 文新鹏<sup>1,2</sup> 黄新开<sup>1,2</sup> 彭俊龙<sup>1,2</sup> 廖 羚<sup>1,2</sup>

(1. 广西科技大学 土木建筑工程学院,柳州 545006;

2. 广西科技大学 BIM 研究中心,柳州 545006)

**【摘要】** BIM 技术的应用推广为装配式建筑设计、生产、施工等生命期各阶段信息交流提供新的方法,装配式建筑与 BIM 集成领域相关研究成为当前热点,深受国内学者关注。为了更好地了解该领域的研究情况,本研究以中国知网(CNKI)数据库期刊文献为数据源,运用文献计量分析法对期刊数据进行处理分析,采用 Citespace 软件绘制知识图谱、Ucinet 软件进行社会网络图及中心度计算,分析该领域的研究热点与发展前沿。结果表明:当前的研究热点侧重于深化设计、质量管理、施工管理等方向,建筑信息化程度不断深入,未来将以精益建造及智慧建造发展理念结合,推动建筑信息化发展。

**【关键词】** BIM; 装配式建筑; 文献计量; 研究热点; 演进趋势

**【中图分类号】**TU17 **【文献标识码】**A

**【版权声明】**文集数据被中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录,被本刊录用并在中国知网网络首发正式出版,严禁侵权转载。

## 引言

近年来,随着科技的进步,建设理念的转变,节能环保、高效经济、信息共享、智能智慧等发展理念成为了当前建筑行业改革发展的目标。装配式建筑以其绿色经济、施工质量高、建造工期短等优点顺应当前建筑行业发展需求,2016年《国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见》指出用10年左右的时间实现新建建筑面积中装配式建筑所占比例达到30%的目标。各地方建设部门针对地区出台相应方针政策推动装配式建筑技术的发展,

当前我国装配式建筑得到前所未有的助力推广。然而在装配式建筑发展过程中,通过传统二维信息指导建造已经无法经济有效地解决装配式建筑深化设计、信息管理与共享、施工现场吊装、复杂节点处理等难点,急需解决方案。

1975年,Charles Eastman等提出建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)概念<sup>[1]</sup>,是以三维建筑信息模型为基础,将建筑物理信息和功能特征数字化的表达<sup>[2]</sup>,对解决建筑全生命期“信息孤岛”及“信息断层”提供新方法<sup>[3]</sup>。BIM技术应用于装配式建筑主要有深化设计<sup>[4]</sup>、信息协同<sup>[5]</sup>、质量

**【基金项目】** 2018-2020年度广西本科高校特色专业及实验实训教学基地(中心)建设项目(编号:63.广西科技大学工程管理专业);广西高校科学技术研究项目(编号:KY2015YB164);教育部高等教育司2018年第二批产学研合作协同育人项目(编号:201802102016;201802142013;201802276027;201802276028;201802331028);2015年广西高等教育本科教学改革工程项目(编号:2015JGB277)

**【作者简介】** 廖羚(1979-),男,讲师,广西科技大学工程管理专业教研室主任、BIM研究中心副主任,主要从事土木工程结构健康监测、建设项目管理及其信息化等方面的研究;何文玉(1998-),女,在读本科生,主要从事建设项目管理及其信息化的研究;文新鹏(1997-),男,在读本科生,主要从事BIM技术的研究与应用;黄新开(1997-),男,在读本科生,主要从事BIM技术的研究与应用。

管控<sup>[6]</sup>、施工管理<sup>[7]</sup>等方面。通过可视化的建筑信息模型,可以实现项目数字信息化管理与项目精细化管理,应用于项目周期的设计、生产、施工等阶段,能够有效提高工作效率与工程质量<sup>[8]</sup>,实现以信息化促进产业化<sup>[9]</sup>。装配式建筑与 BIM 集成,通过对实际施工情况及碰撞情况的模拟,提高设计以及施工方面的质量,实现协同化管理。通过进行装配式建筑与 BIM 集成研究,在设计阶段可以提高预制标准化构件设计效率,减小误差;在施工阶段可以优化现场布局,优化吊装方案,进行模拟技术交底,对进度、质量进行有效监督管理;在后续运营维护阶段可以进行信息管理<sup>[10]</sup>。装配式建筑与 BIM 集成领域相关研究成为了国内学者关注的热点。

因此本研究采用文献计量与可视化分析相结合的方法对装配式建筑与 BIM 集成应用研究现状进行分析,该方法早期在情报学领域应用较广,近年来也进入 BIM 研究领域。朱记伟等利用 Citespace 软件制作知识图谱对国内外 BIM 技术相关研究进行对比分析<sup>[11]</sup>;崔庆宏等以文献计量研究方法分析 2008—2017 年国内 BIM 技术研究热点与演进趋势<sup>[12]</sup>。尹怀琼等对 Netdraw 及 CiteSpace 软件文献计量功能进行对比分析各软件优缺点<sup>[13]</sup>。针对各软件的特点,邓朗妮等陈述了各软件结合计量分析的方法<sup>[14]</sup>。基于此,本研究通过 Citespace、Ucinet 软件工具,梳理 2014—2019 年国内知网期刊文献中装配式建筑与 BIM 集成研究应用现状相关研究文献数据,分析当前该领域研究热点与演进趋势,为后续研究提供参考。

## 1 研究方法及数据来源

### 1.1 研究方法

本文采用文献计量与知识图谱的方法进行研究。美国德雷塞尔大学陈超美(Chaomei Chen)教授 2004 年开发出的 Citespace 是一款备受国内外研究者青睐的信息可视化软件,他可以将研究文献当中潜在的信息挖掘出来,在通过巧妙的空间布局与多元、分时、动态的可视化语言将研究领域的研究热点、研究趋势、发展历程、研究机构展现在一张精美的知识图谱上,为明确该领域的研究热点、研究趋势提供依据<sup>[15]</sup>。Ucinet 是一款具有强大的矩阵分析能力的综合性社会网络分析软件。通过对关键词的矩阵分析,得到各关键词之间的共现关系,

在进行中心性计算得到关键词的中心度,通过关键词共现知识图谱与中心度分析得到研究领域的研究热点与共现关系,如某些关键词共现频次越高,那么它与其他关键词关联程度就越大,研究意义也更大,在研究当中也占据着主导地位<sup>[16]</sup>。两款软件相互结合分析、数据互补能使得信息可视化分析更加准确、明了。

本文将定量分析与定性分析方法相结合,更加全面地揭示装配式建筑与 BIM 集成研究热点和发展趋势<sup>[17]</sup>,定量分析基于 Ucinet 与 Citespace 两款软件进行文献计量的可视化分析,通过绘制的知识网络图谱与中心性计算对装配式建筑与 BIM 集成研究热点、研究趋势进行分析。定性分析以经典文献为主,加以知识图谱的信息分析梳理装配式建筑与 BIM 集成研究现状。

### 1.2 数据来源

本文以分析装配式建筑与 BIM 集成研究热点和演进趋势为目的,以中国知网数据库为文献来源,数据检索与整理日期为 2020 年 4 月。因关键词通常由作者自定义,可以基本概括文章主题,针对性较强,而主题词一般为专有名词,对主题词进行检索可以得到检索词的近义词以及类似表达的文献,能够有效降低漏检和误检。因此本文在高级检索模式下对期刊进行主题检索,检索主题为“装配式”与“BIM”,时间范围为 2014 年至 2019 年,期刊类型为全部期刊,共收集了期刊 1 466 篇,各年份文献分布如图 1 所示,通过计量分别汇总了文献来源前 20 的期刊(见表 1)与发文量前 20 的第一作者单位(见表 2)。具体分析如下:

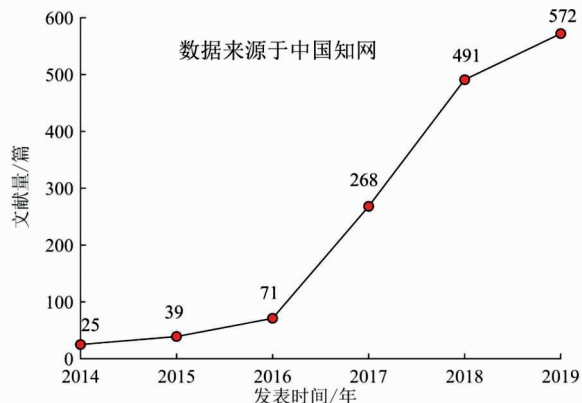


图 1 各年份文献分布

(1)从年份分布计量图可以看出,我国装配式

建筑与 BIM 集成研究起步比较晚,2014 年的有关研究文献仅有 25 篇;但在 2016 年前后,我国关于装配式建筑与 BIM 集成研究文献如雨后春笋般出现,自 2014 年起有逐年增加的势头,且存在爆发式增长。2016 年的 71 篇到 2018 年的 572 篇,曾涨了 7 倍有余,按照这个发展势头,国内该领域的相关文献在未来几年还会增加。

(2)从文献主要来源期刊汇总表(表 1)分析:从中国知网(CNKI)期刊数据库导出 Refworks 格式文件,提取文献所属期刊并统计,发现期刊《住宅与房地产》期刊发文量第一,为 118 篇,为装配式建筑与 BIM 集成研究提供了较大贡献,其次为《建材与装饰》、《居舍》、《施工技术》等。

(3)从文献第一作者归属单位汇总表(表 2)分析:从中国知网(CNKI)期刊数据库导出 EndNote 格式文件,经 SATI 自带转换功能将其转化为 XML 格式 SATI 专用数据文件,在“Options”面板选择地址,提取第一作者所属单位,得到发文量前 20 单位如表 2 所示。从表 2 可以看出,发文量排名前 20 的单位

中,有 9 个为高校,其他均为企业。说明国内对装配式建筑与 BIM 集成研究以企业为主,主要产生于具体生产过程的探索、研发,并与学术研究相结合去创新发展。

## 2 研究热点分析

关键词能很好地反映出文献和研究内容的主要含义,所以在文献计量中可以使用高频关键词来识别特定领域的研究热点<sup>[18]</sup>。本研究运用 Citespace 及 Ucinet 软件对中国知网文献关键词进行计量,分别绘制研究热点知识图谱和可视化网络图谱,并进行关键词中心度计算,多维度分析研究热点。

### 2.1 基于知识图谱分析

在关键词共现图谱中,节点代表关键词,节点大小反映关键词的频次,节点之间有连线表示两个关键词同时出现在同一篇文献,即共现关系,连线粗细表示关键词之间共现的次数<sup>[19]</sup>。线条颜色与图中上方年份相对应,用于标志每一年有哪些主要

表 1 2014 - 2019 年装配式建筑与 BIM 集成研究期刊文献来源(部分)

序号	期刊名称	发文量(篇)	序号	期刊名称	发文量(篇)
1	住宅与房地产	118	11	中国建设信息化	25
2	建材与装饰	80	12	城市建设理论研究(电子版)	25
3	居舍	64	13	江西建材	22
4	施工技术	42	14	建筑施工	22
5	四川水泥	32	15	价值工程	22
6	建筑技术开发	32	16	建筑技术	21
7	土木建筑工程信息技术	31	17	工程建设与设计	20
8	建设科技	31	18	安徽建筑	20
9	山西建筑	28	19	绿色环保建材	19
10	门窗	26	20	建筑结构	19

表 2 2014 - 2019 年装配式建筑与 BIM 集成研究第一作者归属单位来源(部分)

序号	第一作者归属机构	发文量统计	序号	第一作者归属机构	发文量统计
1	沈阳建筑大学管理学院	10	11	吉林建筑大学经济与管理学院	6
2	中建科技有限公司	9	12	上海中森建筑与工程设计顾问有限公司	5
3	中建八局第一建设有限公司	8	13	中建一局集团建设发展有限公司	5
4	上海建工五建集团有限公司	8	14	北京市燕通建筑构件有限公司	5
5	广东省建筑设计研究院	8	15	黎明职业大学土木建筑工程学院	4
6	中国建筑股份有限公司	7	16	南阳师范学院土木建筑工程学院	4
7	四川建筑职业技术学院	7	17	湖南有色金属职业技术学院	4
8	江苏建筑职业技术学院	7	18	昆明冶金高等专科学校	4
9	北京市建筑设计研究院有限公司	6	19	山东科技大学	4
10	山东科技大学土木工程与建筑学院	6	20	广东水利电力职业技术学院	4

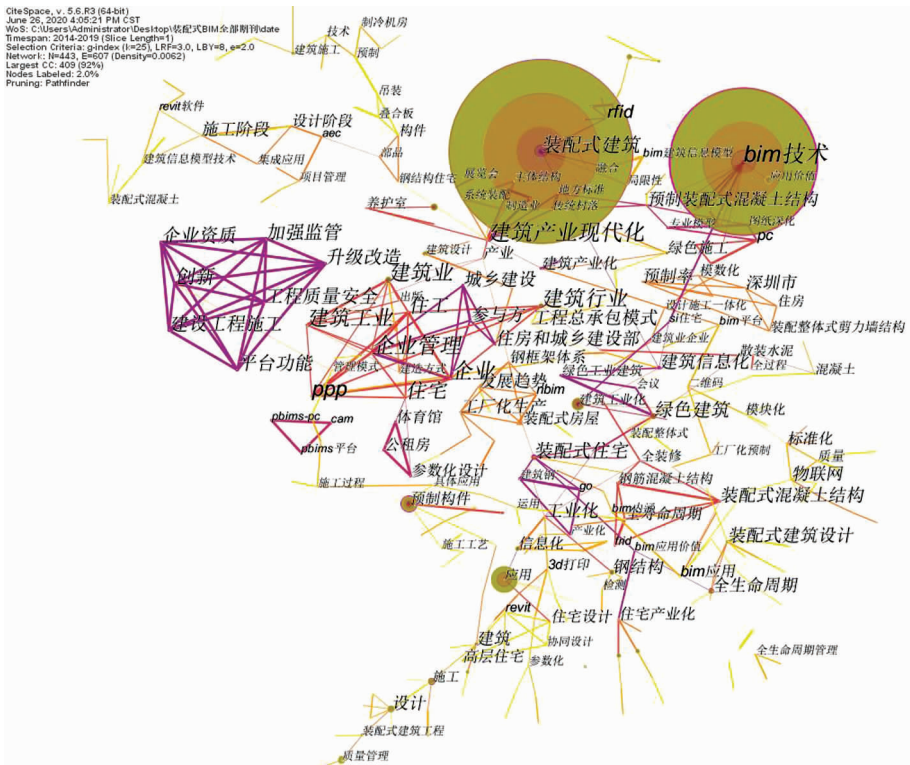


图2 基于 Citespace 绘制的关键词共现知识图谱

关键词。左侧列表除了关键词频次和中心性外还有关键词初次出现年份,这个时间非常重要,与时区图和时间线图密切相关。通过 Citespace 软件对中国知网文献数据进行关键词共现分析,选择分析对象“keyword”,提取关键词频次 Top50 的节点数据,同时保持其他参数阈值不变,得到关键词共现图谱,如图 2 所示。

从图 2 我们发现以“BIM 技术”、“装配式建筑”为中心的关键词节点包括“预制构件”、“质量管理”、“全生命周期”、“施工管理”等,总体来看,国内装配式建筑与 BIM 集成研究热点高频词出现的频次分布差别较大,研究热点也较分散,并不仅仅研究某一单一方向。

## 2.2 基于社会网络分析

社会网络分析中中心度的计算值能够衡量关键词网络中的热点关键词,其中,度数中心度主要用于判断网络中节点的位置以及凝聚力来分析网络中的重要节点,节点中心度越高也意味着该点越重要;中间中心度是表明网络中的某一个节点在网络中位于其他点对的连通路径中间的程度大小<sup>[20]</sup>,也就是表示该节点控制其他节点之间联系的能力,表示的是行动者对资源控制的程度,中间中心度越

高意味着该节点在网络中越重要;接近中心度指的是某节点与其他节点之间最短距离之和的倒数,主要用于测量不受他人控制的程度和能力<sup>[21]</sup>,接近中心性越小说明控制能力越强。社会网络共现图谱能够可视化地展示各关键词节点在网络中的重要程度,将中心度与可视化图谱结合分析,可以更好的发现研究的热点所在。通过 Ucinet 软件完成中心度计算如表 3 所示。

从表 3 我们发现国内装配式建筑与 BIM 集成研究热点主要有“BIM 技术”、“装配式建筑”、“预制构件”、“深化设计”及“全生命周期”等,说明在装配式建筑与 BIM 集成研究方面,集中在设计、施工、管理等方向,贯穿在装配式建筑施工各个阶段。

## 2.3 研究热点小结

总体来看,国内装配式建筑与 BIM 集成研究热点高频词出现的频次分布差别较大,研究热点也较分散,并不仅仅研究某一单一方向。具体来看,在 2014 - 2019 年间,国内装配式建筑与 BIM 集成研究热点主要集中在以下几个方面:

(1) 基础理论研究: BIM 概念较为广泛,通常指在建造项目之前以数字化方式探索其物理和功能特性的综合过程,有利于提高项目进度、降低成本,

表 3 基于 Ucinet 计量的关键词中心度汇总(部分)

序号	点度中心度		中间中心度		接近中心度	
	关键词名称	度数	关键词名称	度数	关键词名称	度数
1	BIM 技术	442	BIM 技术	59869.566	BIM 技术	520
2	装配式建筑	404	装配式建筑	44459.688	装配式建筑	558
3	预制构件	101	预制构件	1484.202	预制构件	870
4	建筑工业化	86	建筑工业化	1159.29	建筑工业化	881
5	建筑业	72	应用	1051.81	建筑业	896
6	应用	60	问题	958.667	应用	906
7	绿色建筑	55	建筑业	650.712	绿色建筑	914
8	结构构件	44	绿色建筑	540.073	深化设计	923
9	深化设计	44	全生命周期	538.792	装配式住宅	927
10	装配式住宅	41	结构设计	515.445	结构构件	927
11	建筑产业现代化	40	深化设计	367.928	建筑产业现代化	930
12	工程总承包	39	装配式结构	337.345	全生命周期	930
13	钢结构	39	电气	318.02	钢结构	930

并减少对环境的影响。预制构件、装配式结构等概念在装配式建筑方面关注度较高。在装配式建筑与 BIM 集成研究方向,设计、管理及控制的联系较多。

(2)装配式建筑与 BIM 集成研究应用方向:装配式建筑与 BIM 集成主要集中在建设前期阶段,包括设计、深化设计,整个施工过程质量及安全的管控,以及绿色施工等,减小对环境的影响。

(3)装配式建筑与 BIM 集成研究应用价值:装配式建筑与 BIM 集成研究主要可分为设计、生产、施工、运维四个阶段来展开。设计阶段及生产阶段主要有“深化设计”、“预制构件”等,通过 BIM 技术对预制构件实现标准化设计,降低设计误差;施工阶段:通过 BIM 技术改善现场材料库存和现场管理,提高现场管理水平,通过 BIM 5D 施工模拟来优化施工过程及成本计划。除此之外,“全生命周期”是 BIM 技术应用于装配式建筑的一个重要价值。

### 3 研究趋势分析

Citespace 是一个通过分析节点间关系、关键词聚类来分析研究热点、研究前沿、核心作者及机构等的可视化分析工具<sup>[22]</sup>。使用 Citespace 可以进行各方面探索装配式建筑与 BIM 集成研究领域的热点变化趋势,能直接展现出该研究领域的可视化信息,识别装配式建筑与 BIM 集成研究领域的核心内容和前沿研究方向。本文拟通过装配式建筑与

BIM 集成研究的相关文献,利用 Citespace 分析装配式建筑与 BIM 集成研究热点前沿趋势分析。CiteSpace 提供 Burst detection 的功能来探测在某一时段引用量有较大变化的情况,用以发现某一个主题词、关键词衰落或者兴起的情况<sup>[23]</sup>。该功能分析出的时区视图与时间线视图可以清楚的展现出某一领域的研究随时间变化而变化趋势,提供完整的趋势变化信息。

时间线视图以“keyword”为研究节点,以“time-line”形式绘制。主要展现聚类和聚类之间的关系及其中某个文献的历史跨度,系统依据节点所属的发表的时间和聚类,发表时间为纵坐标轴,聚类为横坐标轴,将各个节点排列在对应位置,从而生成了时间线图谱<sup>[24]</sup>。时区视图则是另一种与时间结合起来表达演进过程的视图,它以“keyword”为研究节点,以“timezone”形式进行绘制。以时间为横轴,以关键词为纵轴,关键词一出现,就固定在首次出现的年份显示,后续再出现,关键词频次就会加 1,因此所处的位置随着时间轴一次向上<sup>[25]</sup>。时区图可以直观展现文献的时间更新变化和传承关系。本文将“装配式建筑与 BIM 集成”研究趋势分析以文献数量发表情况、时间线图谱与时区图谱来展现。基于采集好的以“装配式”与“BIM”为检索主题的中国知网文献数据,使用 Citespace 软件中的“Burst Detection”功能提取出装配式建筑与 BIM 集成研究的时间线图谱和时区图谱如图 3 和图 4 所示。

时间线图既包含聚类标签,又含有该标签下的

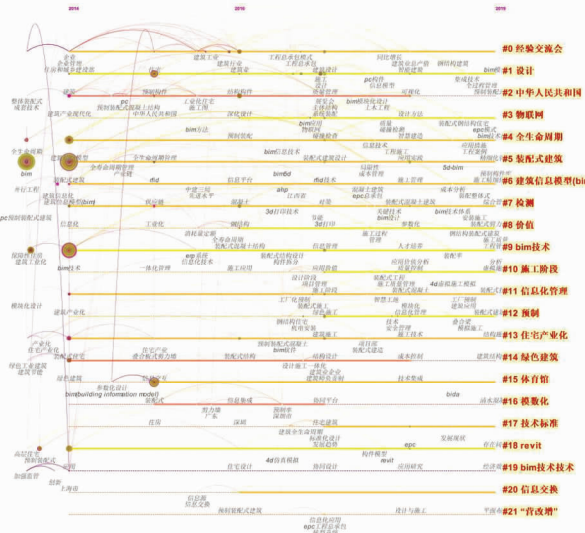


图 3 装配式建筑与 BIM 集成研究关键词时间线图

相似文献簇；同时将时间因素考虑进去，使得每个聚类的文献簇可以按照初次文献被引时间排序。以“#5 装配式建筑”为例，该聚类下包含多篇文章，这些文献在不同的年份被其他文献所引用，圆圈越大说明文献被引次数越多。图 3 所展现出的关键词时间线图谱中，“设计”、“装配式建筑”、“BIM 技术”等为主要标签，其标签下的文献簇比较多，且被引量较大。这从侧面反映出装配式建筑与 BIM 技术集成研究及应用正处于快速发展状态，重点应用于装配式建筑 BIM 设计这些方面。

从图 4 可以发现，本文的研究热点在时区图中按时间推移保持规律分布及发展演进。结合年限发文量、时间线图谱与时区图谱进行分析，可以得

出在 2014 - 2019 年间我国装配式建筑与 BIM 集成研究趋势发展情况。

2014 - 2016 年的发文量较少，没有出现大幅度增长，主要以“装配式建筑”、“BIM 技术”等为重点研究方向，响应了住建部 2014 年《关于推进建筑业发展和改革的若干意见》中“推进建筑信息模型 (BIM) 等信息技术在工程设计、施工和运行维护全过程的应用”的相关内容<sup>[26]</sup>。2016 - 2018 期间，相关文献的发表量突增，从 2016 年仅有的 71 篇增加到 2017 年的 268 篇，2018 年的 491 篇。《2016 - 2020 年建筑业信息化发展纲要》<sup>[27]</sup> 中明确“BIM 成为‘十三五’建筑业重点推广的五大信息技术之首”；2016 年国家出台《关于大力发展装配式建筑的指导意见》<sup>[28]</sup>，明确提出在 10 年内，新建装配式建筑达到 30% 以上；研究者以相关政策为基础，进行以“装配式结构”、“设计”、“结构”为热点关键词的装配式建筑与 BIM 集成研究。2018 年起，文献发表依旧处于上升趋势，但势头稍有减缓，主要以“施工管理”、“应用研究”及“智能化”等展开研究，由于市场的导向与政策的支持，装配式建筑与 BIM 集成相关研究在我国大量出现，促使各创新主体对施工管理及应用研究等方向进行深入研究，加强装配式建筑智能化建设，在装配式建筑与 BIM 集成的情况下把握好各个工程流程，做到项目可视化管理。

4 结论

本文以中国知网数据库中 2014 ~ 2019 年间装配式建筑与 BIM 集成相关研究期刊文献为数据来

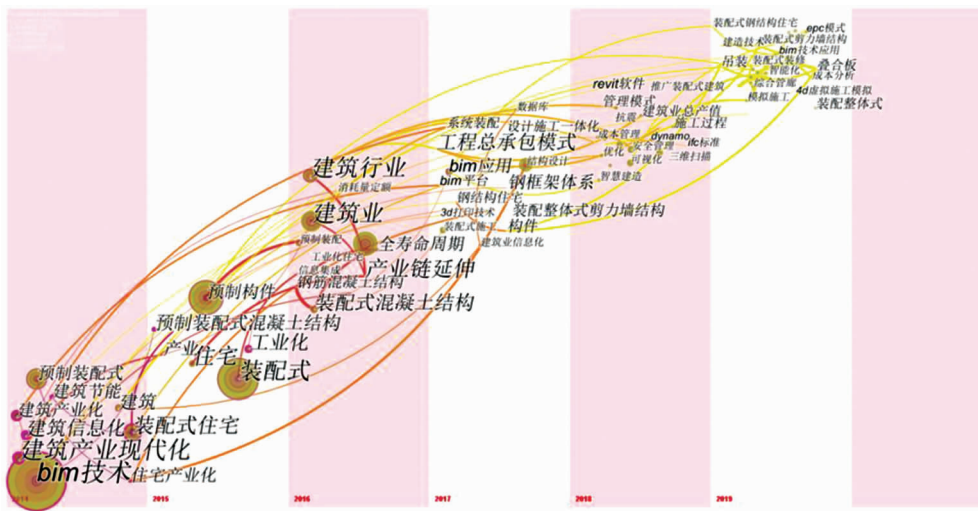


图 4 装配式建筑与 BIM 集成研究关键词时区视图

源,利用 Ucinet 和 Citespace 软件,采用定性与定量分析方法进行研究热点与发展前沿分析,研究结论如下:

(1)从文献来源角度来看,期刊《住宅与房地产》为装配式建筑与 BIM 集成研究提供了较大贡献,其次为《建材与装饰》、《居舍》、《施工技术》等;文献第一作者归属单位以企业为主,说明国内对装配式建筑与 BIM 集成应用研究以企业为主,主要产生于生产过程的探索、研发,而高校也是该研究领域不可或缺的一类数据来源。

(2)从研究热点来看,我国对装配式建筑与 BIM 集成的研究更多是在基础理论研究方面,对于应用功能与项目管理方面,国内起点较晚,但发展速度较快,近几年装配式建筑与 BIM 集成领域研究文献持续增长,主要热点集中在“预制构件”、“装配式结构”、“深化设计”以及“施工管理”等方面,说明我国几年来通过对基础理论的理解与探究,装配式建筑与 BIM 集成应用方向逐渐延伸到设计、管理及控制方向。

(3)从演进趋势来看,我国装配式建筑与 BIM 集成研究由基础理论的理解逐渐向实践应用发展,且国内主要研究机构为企业,说明国内注重实践,致力于生产过程的探索开发,更加注重新兴技术的集成,研究更加具体化。未来“协同平台的创建”、“全过程信息化管理”、“空间碰撞检测与优化”依然是今后的研究热点,未来将以精益建造与智慧建造发展理念结合,加强智能化建设,推动建筑信息化发展。

本研究不足之处如下:

本研究仅以中国知网(CNKI)数据库的期刊文献数据为数据源,未涉及到外文文献数据,计量分析结果不够全面,今后可结合不同数据库文献数据对比分析。

### 参考文献

- 本分析[J]. 施工技术,2018,47(6):73-78.
- [4] 靳鸣,方长建,李春蝶. BIM 技术在装配式建筑深化设计中的应用研究[J]. 施工技术,2017,46(16):53-57.
- [5] 曹新颖,晏阳芷,暴颖慧,等. 基于 BIM 的装配式建筑信息协同研究[J]. 建筑经济,2019,40(9):85-89.
- [6] 刘金典,张其林,张金辉. 基于建筑信息模型和激光扫描的装配式建造管理与质量控制[J]. 同济大学学报(自然科学版),2020,48(1):33-41.
- [7] 冯晓科. 于 BIM 技术在装配式建筑施工管理中的应用研究[J]. 建筑结构,2018,48(S1):663-668.
- [8] 刘鹏坤,齐宏拓,滕越,等. BIM 技术在装配式建筑中的应用——以中科大厦为例[J]. 土木建筑工程信息技术,2018,10(5):67-73.
- [9] 李亭亭,杨学会,张德海,等. BIM 技术在预制装配式工程中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术,2014,6(4):62-65,69.
- [10] 刘博. 于装配式建筑过程中 BIM 技术的应用探析[J]. 绿色环保建材,2020(6):186-187.
- [11] 朱记伟,蒋雅丽,翟昱,等. 基于知识图谱的国内外 BIM 领域研究对比[J]. 土木工程学报,2018,51(2):113-120.
- [12] 崔庆宏,王广斌,刘潇,等. 2008-2017 年国内 BIM 技术研究热点与演进趋势[J]. 科技管理研究,2019,39(4):197-205.
- [13] 尹怀琼,刘晓英,周良文,等. 我国图书馆联盟研究的文献计量和可视化分析——基于 Netdraw 和 CiteSpace 软件的比较研究[J]. 图书馆,2018(2):43-49.
- [14] 邓朗妮,赖世锦,兀婷,等. 基于数据挖掘技术的 BIM 学术热点与学术趋势分析方法研究[J]. 土木建筑工程信息技术,2019,11(6):1-10.
- [15] 罗润东,李超. 2015 年中国经济学研究热点分析. 经济动态,2016(4):96-105.
- [16] 张应语,封燕. 社会网络分析回顾与研究进展[J]. 科学决策,2019(12):61-76.
- [17] 陈斌. 基于知识图谱的精益建造领域可视化研究[D]. 合肥工业大学,2019.
- [18] Motohashi K. Assessment of technological capability in science industry linkage in China by patent database[J]. World Patent Information,2008,30(3):225-232.
- [19] 陈密,朱记伟. 基于知识图谱的我国项目管理研究热点与演进趋势[J]. 工程管理学报,2016,30(3):105-109.
- [20] Freeman L C. Centrality in Social Networks: I. Conceptual Clarification[J]. Social Networks,1979,1(3):215-239.
- [21] 斯科特. 社会网络分析法[M]. 重庆大学出版社,2007:126.
- [22] 胡向磊,王威. 基于 Citespace 的国内建筑产业化研究
- [1] LAISERIN J. Comparing pommes and naranjas [EB/OL]. (2002)http://www.Laiserin.com/.
- [2] Sacks Rafael, Eastman Charles, Lee Ghang, Teicholz Paul. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers[M]. Hoboken:John Wiley & Sons, Inc.;2018.
- [3] 林佳瑞,张建平. 我国 BIM 政策发展现状综述及其文

- 文献可视化分析[J]. 城市建筑,2019,16(32):26-30.
- [23] 叶贵,付媛,王玉合,等. 行为视角下基于 CiteSpace 的建筑安全研究综述[J]. 安全与环境工程,2019,26(4):127-134.
- [24] 黄亚江,张书鸣,梁云,等. 基于 CiteSpace 的国内 BIM 研究演化过程、热点与主题探析[J]. 项目管理技术,2019,17(1):12-19.
- [25] 景涛,程娟. 基于 Citespace 知识图谱分析的中国现代建筑创作研究综述[J]. 华中建筑,2018,36(8):1-5.
- [26] 住房和城乡建设部关于推进建筑业发展和改革的若干意见[J]. 建筑设计管理,2014,31(8):42-45.
- [27] 2016-2020 年建筑业信息化发展纲要[J]. 建筑安全,2017,32(1):4-7.
- [28] 国务院办公厅关于大力发展装配式建筑的指导意见[J]. 住宅产业,2016(10):10-12.

## Academic Hotspots and Evolution Trends of Integrated Research on Prefabricated Building and BIM —Visual Analysis of Bibliometrics Based on CiteSpace and Ucinet

He Wenyu<sup>1,2</sup>, Wen Xinpeng<sup>1,2</sup>, Huang Xinkai<sup>1,2</sup>,  
Peng Junlong<sup>1,2</sup>, Liao Ling<sup>1,2</sup>

(1. School of Civil Engineering and Architecture, Guangxi University of Science and Technology,  
Liuzhou 545006, China;

2. BIM Research Center, Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou 545006, China)

**Abstract:** The application and promotion of BIM technology provides a new method for information exchange at various stages of the life cycle of prefabricated building design, production, construction, etc. Related research in the field of prefabricated building and BIM integration has become the current hot spot, and has attracted the attention of domestic scholars. In order to better understand the research situation in this field, this study uses the CNKI database journal literature as the data source, uses bibliometric analysis to process and analyze the journal data, uses Citespace software to draw the knowledge map, and Ucinet software for social Network diagram and centrality calculation, analysis of research hotspots and development frontiers in this field. The results show that the current research hotspots focus on theoretical research such as prefabricated components, fabricated structures, and in-depth design. The applied research is not in-depth, and will develop in the future in the direction of construction management and green construction.

**Key Words:** BIM; Prefabricated Building; Bibliometrics; Research Hotspots; Evolutionary Trends