

# 我国 BIM 政策发展现状综述及其文本分析

林佳瑞, 张建平

(清华大学土木系, 北京 100084)

**摘要:** 以我国近期信息化及建筑业发展有关政策导向为背景, 本研究收集、综述了 2013 年 12 月到 2017 年 12 月期间各级部门发布的 BIM 有关政策, 并利用文本分析手段, 对 BIM 相关政策的地区演变和政策融合、发展趋势进行了分析研究。结果表明, 当前 BIM 政策已从最初的应用推广引导阶段发展到全面推进及多政策融合发展阶段, 未来 BIM 政策将与装配式建筑、互联网等相关政策进一步融合, 服务建设工程集成化管理、科学决策与提质增效, 共同助力建筑业健康发展。

**关键词:** 政策, 建筑信息模型, 综述, 发展趋势, 文本挖掘

## Review and Exploratory Text Mining of Building Information Modeling Policies in China

Lin Jiarui, Zhang Jianping

(Department of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing, China, 100084)

**Abstract:** Taking recent published policies related to information technology and construction industry as the background, this paper reviews building information model (BIM) related policies issued by government departments at different levels in from December, 2013 to December, 2017. Meanwhile, text mining methods like keywords extraction and word co-occurrence analysis were adopted to investigate the evolution of BIM related policies in different regions and the integration of other policies in the construction industry. It is illustrated that BIM related policies have transformed from the stage of demonstration and promotion to the stage of integration and expansion. In the future, policies related to BIM, assembled building, and the internet will be further combined for integrated management, smart decision making, and the improvement of quality and efficiency, which will lead to a sustainable future of the construction industry.

**Key Words:** Policy; BIM (Building Information Model); Review; Future and trends; text mining

### 1. 绪论

长期以来, 建筑业因地域性、专业分散性及工程复杂性、独特性等特征, 一直以图纸、文档作为信息交换、协同工作和工程实施的基础。各专业软件、参与方之间存在明显的“信息孤岛”现象, 设计、施工、运维各阶段“信息断层”问题突出。因此带来的

信息重复录入、数据丢失及人力浪费严重、工作效率低下、综合管理决策困难等问题迟迟得不到解决。

建筑信息模型(Building Information Model, BIM) 是“以三维数字技术为基础,集成了建筑项目各种相关信息的产品信息模型,是对工程项目设施实体与功能特性的数字化表达”<sup>[1, 2]</sup>。基于完整 BIM 模型可描述建筑全生命期各阶段建筑实体及其建设、使用过程的所有数据和信息,各参与方可随时查询、利用、更新和完善 BIM 模型信息,提高工程管理及决策水平<sup>[3, 4]</sup>。BIM 的提出为解决建筑全生命期面临的“信息孤岛”和“信息断层”问题带来了新的思路和方法。鉴于 BIM 技术的推广与应用涉及组织、流程、技术等等各个层面,既有建筑信息管理方法与应用难以形成完整的 BIM 模型,实现 BIM 价值的最大化<sup>[5]</sup>,国内外从政策、理论、方法及平台、工具等各方面均展开了深入的研究。国际上,buildingSMART International (bSI)发布并维护着 BIM 数据标准 Industry Foundation Classes (IFC),为 BIM 数据表达和交换提供了开放的标准和格式<sup>[5]</sup>,并相继发布了 BIM 交换过程描述标准 Information Delivery Manual (IDM)<sup>[6]</sup>以及国际术语字典框架 International Framework for Dictionaries (IFD)<sup>[7]</sup>,构成支撑 BIM 应用的三大基础标准体系。美国结合 IFC、IDM 和 IFD 等国际标准发布了其国家 BIM 标准 NBIMS 用于指导 BIM 的实际应用<sup>[8, 9]</sup>。相关学者也对 BIM 技术发展的趋势、挑战, BIM 技术实施方案等<sup>[10-12]</sup>做了深入研究。国内,“十五”和“十一五”期间,多个国家科技支撑项目对 BIM 的理论、方法、工具和标准进行了研究。其中,清华大学土木工程系张建平教授课题组研究了面向全生命期的 BIM 建模技术和架构<sup>[13]</sup>,研发了面向建筑全生命期的 BIM 数据集成平台<sup>[1]</sup>。

政策层面,2012 年李云贵对国内外 BIM 标准、政策做了较为全面的调研与分析,认为应充分利用我国在 BIM 技术研究方面的积累,结合建筑业现状,做好 BIM 标准、政策制定工作<sup>[14]</sup>。王广斌等通过调研 BIM 应用现状及发达国家 BIM 政策情况,指出应从战略上重视 BIM 技术推广应用,充分发挥政府作用,制定适合我国行业特点的 BIM 技术战略政策,推动应用示范<sup>[15]</sup>。随着 BIM 应用的逐渐深入,有关学者也从 BIM 应用的经济政策<sup>[16]</sup>、现状及障碍<sup>[17]</sup>等方面做了很多研究探索。自我国住房和城乡建设部(简称住建部)发布《2011-2015 年建筑业信息化发展纲要》,将“加快 BIM 等新技术在工程中的应用”列入“十二五”规划以来,有 4 部 BIM 标准纳入 2012 年国家工程标准制定计划<sup>[18]</sup>,后又进一步扩展到 6 部,部分标准至今业已发布。

近年来, BIM 及时无论在软件平台、工程示范、管理模式等方面,还是在标准、政策等方面都取得了长足的发展。尤其是 2013 年以来,国家及各级政府、部门先后发布了大量相关政策,互联网、物联网、云计算、人工智能等技术的发展既从技术上为 BIM 的发展带来了新的变革,互联网+、大数据、装配式建筑、一带一路等国家战略规划的提升

出也为 BIM 的发展提出了新的要求。因此，有必要近几年的 BIM 政策制定进行充分的调研的分析，结合我国建筑业发展趋势为未来 BIM 政策制定提供参考，更好的推动行业信息化变革与产业升级。

为此，本研究通过网络收集了 2013 年 12 月至 2017 年 12 月国家及各级政府、协会发布的 BIM 政策、标准与指南等资料，对我国 BIM 政策发展现状进行综述分析，并通过文本挖掘等手段分析行业政策制定、BIM 等信息技术融合的特点和趋势，为后续行业政策制定提供参考和支持。

## 2. 研究方法

本文采用如图 1 所示综述分析与文本挖掘分析相结合的方法。文献综述分析方面主要通过文献阅读与分析，概述我国 2013 年 12 月至 2017 年 12 月期间各年 BIM 政策的主要特点和内容，辅助提取有关的关键词汇和概念。文本挖掘分析方面，首先利用文字识别等手段将部分以图片或扫描文件发布的政策转换为计算机可处理的文本文件；接着，利用分词、词频分析及关键词提取等手段，提取各 BIM 政策的关键内容特征，并与人工综述结果进行对比分析；在此基础上，可分析某地历年 BIM 政策的变化过程以及不同地域 BIM 政策的差异性，为全面理解我国 BIM 政策演进及其地域差异提供有价值的参考；最后，可通过关键词关联挖掘等手段，分析 BIM 技术与有关新技术和政策的集成和拓展应用关系，辅助相关领域人员更好的认识 BIM 政策与行业相关政策的关系。



图 1 研究方法

Fig.1 Research methodology

其中，图像或扫描文件的处理过程采用在线文字识别技术，文字识别后再进行人工格式与错漏检查，减少文字识别带来的问题，确保识别结果与图像或扫描原文文本内容一致。而文本处理过程主要采用 jieba (<https://www.github.com/fxsjy/jieba>) 进行分词和词频分析。

## 3. 近年 BIM 政策综述

经对收集的资料进行统计分析(图 2)，国家及地方政府、协会 2013 年 12 月至 2017 年 12 月期间共计发布 BIM 相关政策 58 项，且从 2013 年至 2017 年呈典型的指数增长趋势，BIM 技术的可见一斑。从政策形式上来看，以通知、意见的形式为主，该两

类政策占了政策总数的 70%；其他 30% 则包括标准、指南、发展纲要、行动计划、行动方案等形式的 BIM 政策。

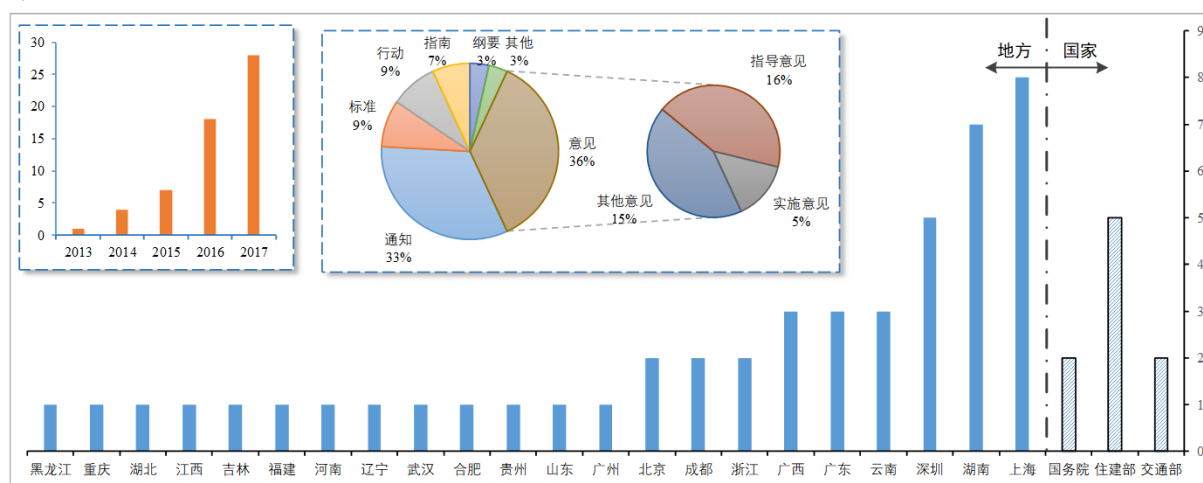


图 2 2013 年 12 月-2017 年 12 月历年 BIM 政策统计

Fig.2 Statistics of BIM policies from 2013/12 to 2017/12

进一步分析发现，2013 年 12 月至 2017 年 12 月 BIM 政策的制定与发布可分为三个典型的阶段和层次：试点推广政策发布、技术推进政策、行业发展政策。

第一阶段以住建部发布《2011-2015 年建筑业信息化发展纲要》为标志，首先以直辖市、长三角、珠三角发达省市为主，率先发布 BIM 有关的标准政策。自 2013 年 12 月起，北京率先发布地方标准《民用建筑信息模型设计标准》，2014 年上海、深圳等先后发布 BIM 相关政策。2014 年 BIM 政策的重点任务以开展 BIM 相关推广战略、标准编制、应用示范、技术共享与完善政府监管为主，其目的是从政策支持、示范引领角度推动 BIM 技术与落地。同时，选择政府投资工程、政府样板工程及大型工程作为突破点进行 BIM 技术应用实践，这方面与美国 GSA、韩国、新加坡等地 BIM 初期政策导向比较类似。2015 年，BIM 政策的发布仍以上海、深圳等地为主，在上一年度基础上进一步深化发布了有关应用指南、实施标准、实施纲要等文件，对 BIM 技术的应用、实施做了更加细致的引导和推进。

第二阶段以住建部 2015 年 6 月发布的《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》（简称《指导意见》）和 2016 年 8 月发布的《2016-2020 年建筑业信息化发展纲要》（简称《纲要》）为标志，明确推进 BIM 技术应用。《指导意见》强调了 BIM 在建筑领域应用的重要意义，指出 BIM 是实现全生命期、多参与方数据共享、产业链贯通、工业化建造的重要技术保障，为项目全过程优化与科学决策提供依据，可服务项目全过程优化、精细化管理、科学决策和建筑业提质增效、节能环保需求。考虑到当时 BIM 应用面临的政策标准不完善、发展不平衡、本土软件不成熟、技术人才不足等问题，制定了 2015 年-2020 年的 BIM 技术应用发展目标，要求甲级勘察设计单位及特级、一级建筑施工企业实现 BIM、企业管理系统及其他信息技术的集成应用，且国有资金投资的大中型建筑、

申报绿色建筑的公共建筑等集成应用 BIM 的比例达到 90%。同时,《指导意见》也建议各级住房和城乡建设主管部门结合实际制定配套政策、推进 BIM 研发与集成应用、研究相应的质量监管及档案管理模式;各单位企业则要从 BIM 发展规划、软硬件配置、工程管理模式、人才培养等方面推进 BIM 技术落地应用。《纲要》以国家大数据战略、“互联网+”行动等要求及《国家信息化发展战略纲要》为背景,指出“十三五”期间要全面提高建筑业信息化水平,增强 BIM、大数据、智能化、移动通讯、云计算、物联网等信息技术的集成应用,初步建成一体化行业监督和服务平台,形成一批信息化应用达到国际先进水平的建筑企业和具有关键自主知识产权的建筑业信息技术企业。在住建部《指导意见》《纲要》各自发布之后,云南、湖南、山东、广西、成都、黑龙江等地先后发布推进 BIM 应用各自的指导意见。相应的,2016 年上海、深圳等地的也有少量 BIM 相关政策发布,以推动 BIM 与装配式建筑、保障房等的结合应用和做好示范工程经验总结为主。

第三阶段以国务院办公厅 2017 年发布的《国务院办公厅关于促进建筑业持续健康发展的意见》(简称《意见》)为契机,从行业发展的角度明确 BIM 的意义。《意见》在推进建筑产业现代化部分明确要求“加快推进建筑信息模型(BIM)技术在规划、勘察、设计、施工和运营维护全过程的集成应用,实现工程建设项目全生命周期数据共享和信息化管理,为项目方案优化和科学决策提供依据,促进建筑业提质增效”,该部分表述与住建部 2015 年 6 月发布的《指导意见》非常相似。自此之后,广西、贵州、湖北、江西、吉林、福建、安徽、河南等地于 2017 年先后发布推进 BIM 技术应用工作的通知或指导意见。同时,经过几年 BIM 技术在桥梁、铁路、公路等交通领域的应用探索,2017 年 1 月交通部也发布了《关于推进公路水运工程应用 BIM 技术的指导意见》。自此,BIM 技术的应用可以说在建设、交通领域全面铺开,与大数据、物联网、云计算等其他信息技术融合发展,服务工程方案优化、科学决策与行业提质增效、健康发展。

## 4. BIM 政策文本分析

从上述综述过程,可以发现 BIM 技术与大数据、智能化、云计算、物联网、移动通讯等信息技术以及装配式、信息化、工业化、产业链、管理模式等密切相关,其本身又涉及标准、指南、软件、平台、示范应用等方面。以这些词作为基础关键词,结合文本分析手段可对 BIM 相关政策做更深入的分析 and 探索。

### 4.1 关键词提取

通常情况下,文本文件关键词提取的常见方法有以下几种:基于词频统计的方法、基于逆向文件频率的方法、基于 TextRank 的方法等。其中基于词频统计的方法最简单,就是单纯的计算词语在文本中出现的次数,然后按照出现次数从大到小取一定数量的词

语作为关键词。该方法通常会提取出很多常用词，并不能很好的反应文本特征，因此学者进一步提出基于逆向文件频率的方法，即对在其他文本中出现较少而在本文本中出现次数多的词语给予更高的权重，因此更好的反应文本特征<sup>[19]</sup>。但这类算法并未充分考虑词语之间的共现关系，因此有学者提出基于 TextRank 的方法，考虑一定文本长度内容的词语共现关系，并将词语及其共现关系处理为图结构，采用 PageRank 算法计算词语重要性，该方法往往准确率更高<sup>[20]</sup>。

本研究在关键词过程首先选择部分 BIM 政策对以上三类算法进行了试验，并与人工提取结果对比，以分析各算法在处理 BIM 政策有关文本方面的适应性和准确率，如表 1 所示，为住建部 2015 年 6 月发布的《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》关键词提取结果。

表 1 不同方法的文本关键词提取结果对比

Table 1 Comparison of different keyword extraction approaches

序号	方法	关键词提取结果
1	人工提取	应用/模型/平台/集成/示范/工程/协同/管理/方案/技术/模拟/标准/信息/参与方/设计/企业/推进/运营/施工/分析
2	词频统计 (45%)	BIM/工程/模型/信息/建筑/阶段/专业/企业/技术/质量/工程项目/单位/标准/参与方/项目/利用/方案/成本/数据/可视化/应用软件/结构/平台/过程/领域/环境/动态/内容/协同工作/流程
3	逆向文件 频率 (70%)	应用/施工/工程/模型/运营/维护/信息/建立/设计/建筑/集成/参与方/管理/工程项目/专业/勘察/分析/模拟/阶段/实现/可视化/优化/示范/竣工/协同工作/质量/企业/进行/交付/技术
4	TextRank (85%)	应用/信息/工程/施工/设计/管理/分析/建立/企业/实现/进行/建筑/技术/专业/模型/阶段/集成/项目/相关/模拟/设备/质量/工作/运营/工程项目/示范/参与方/推进/标准/环境

其中，人工提取结果选择了 20 个关键词，其他方法为了体现更好的覆盖度则均提取了 30 个关键词。以人工提取的 20 个关键词为基准，计算其他三种方法的命中比率，可以看出单纯的词频统计命中比率为 45%，基于逆向文件频率可到达 70%的命中率，而 TextRank 方法则可达到 85%的命中率。在其他文件的测试中也有类似结果，因此本文采用该方法作为后续关键词提取与分析的基础。

## 4.2 政策变化与演进分析

以上述关键词提取为基础，可通过分析某地区历年 BIM 政策的关键词的异同之处，



从而侧面反映政策的延续性以及历年侧重点和引导方向的变化。以上海市近几年 BIM 相关通知、指南、指导意见等政策为例（表 2）进行分析，并计算时间上先后两项 BIM 政策文本关键词的异同之处，可得到表 3。

表 2 上海市近年部分 BIM 相关政策

Table 2 BIM-related policies recently published in Shanghai

序号	时间	名称
1	2014 年 10 月	关于在本市推进建筑信息模型技术应用指导意见的通知
2	2015 年 5 月	上海市建筑信息模型技术应用指南（2015 版）
3	2015 年 7 月	关于在本市开展建筑信息模型技术应用试点工作的通知
4	2016 年 7 月	上海市关于做好本市建筑信息模型技术应用试点项目和示范工作的通知
5	2016 年 12 月	上海市住建委发布《本市保障性住房项目应用 BIM 技术实施要点》的通知
6	2017 年 2 月	上海市住房和城乡建设管理委员会关于印发《上海市装配式建筑示范项目创新技术一览表》的通知
7	2017 年 4 月	关于进一步加强上海市建筑信息模型技术推广应用的通知
8	2017 年 9 月	上海市人民政府办公厅印发《关于促进本市建筑业持续健康发展的实施意见》的通知

由表 3 可以看出，政策 1、2 均强调 BIM 技术在建筑工程项目设计与施工管理中的应用，相应的作为 BIM 技术应用指南，政策 2 对设备等构件的基本信息如几何、位置数据等提出了更细致的要求，也对各专业的实施方案及施工图出图做出了要求。类似的，从关键词的变化可知政策 3 相比政策 2 更侧重项目示范试点工作、联席会议、应用深度等方面，这正是政策 3《关于在本市开展建筑信息模型技术应用试点工作的通知》的核心内容。而相比政策 3，除了仍然重视试点及联系会议的作用外，政策 4 则突出了对示范工程验收、应用经验总结及推广机制等有关内容，鲜明的体现了上海市政府对做好 BIM 技术应用试点与示范工作的要求。以此类推，可以从关键词明显看出后续政策 5、6、8 分别在保障性住房及其成本、装配式建筑工艺及体系、建筑业发展及市场制度建设方面的侧重。

由此，我们可以看出上海市 BIM 相关政策 1、2、3、4 是依次递进和深入的，首先在推进 BIM 应用的指导意见基础上，发布 BIM 应用指南，再进一步发布示范试点应用通知，并在后续通知中对做好应用示范工作做更细致的要求，确保效果落到实处。相应

的后续政策则紧跟国家政策导向，将 BIM 与保障房建设、装配式建筑、建筑业持续健康发展相结合，起到政府政策的引导作用。

同时，也要注意的，时间上先后相邻的政策相同内容可能并不多，因此相同关键词有时并不够典型，如表 3 中政策 5、6 之间及政策 6、7 之间。

表 3 上海市 BIM 相关政策关键词分析

Table 2 Keywords analysis of BIM-related policies in Shanghai

序号	相同关键词	新增关键词
1→2	管理/施工/应用/建筑/建设/提高/技术/设计/模型/相关/工程	方案/实施/专业/阶段/设备/分析/进行/施工图/结构/要求/应当/数据/项目/基本/构件/运营/信息/单位/位置
2→3	实施/管理/应用/进行/建设/技术/要求/设计/单位/工程/运营/项目	试点工作/联席会议/使用/申请/深度/通知/试点/本市/验收/符合/上海市/简称/公示/鼓励/办公室/组织/开展/推广
3→4	实施/联席会议/通知/应用/进行/建设/试点/验收/技术/上海市/项目/组织/开展/推广	中心/指导/情况/过程/问题/建立/需要/验收报告/样式/方面/试点单位/优化/总结/机制/示范/企业
4→5	实施/中心/通知/应用/进行/建设/验收/技术/上海市/项目/组织	方案/出具/意见书/市绿/委托/本市/保障性/计入/机构/上海/建委/建协/发布/单位/适用/工程/要点/成本/专家
5→6	通知/应用/本市/技术/上海市/项目	建材/体系/分离/构件/模式/创新/建筑/可变/印发/一体化/序号/新工艺/管理/安装/施工/模板/预制/装配式/连接/预制构件/采用/设计/爬升/结构
6→7	管理/施工/应用/本市/技术/上海市/设计/项目	部门/进行/建设/要求/模型/相关/规划/开展/监管/实施/建设工程/应当/意见/工程/招标/单位/施工图/文件/验收/审批/年度/环节
7→8	实施/管理/施工/建设/技术/审批/设计/工程/项目/监管	发展/体系/建筑业/行业/建立/创新/建筑/质量/加强/方式/推进/改革/完善/标准/服务/强化/安全/市场/制度/企业

采用同样方式分析湖南省近年的 BIM 相关政策，可以得到类似结论，即以示范应用、技术推广政策开头，进而侧重 BIM 标准、企业整体能力提升，之后与相关装配式建



筑等政策融合发展。

### 4.3 政策关联与变化分析

近年来，我国先后发布了“互联网+”、大数据、装配式建筑等一系列建筑行业相关政策，云计算、物联网、移动通讯等信息技术也迅猛发展，因此，分析 BIM 相关政策与其他行业政策、技术的融合、演变对认识政策引导方向与行业发展趋势非常有意义。

以上述关键词提取及分析方法为基础，本研究结合最近几年建筑行业政策内容，选择 BIM、互联网、装配式、建筑、建筑业等核心关键词，同时采用 TextRank 方法从收集的所有 BIM 相关政策文本中一系列关键词，并通过人为筛选，在上述核心关键词基础上扩充了企业、应用、信息、系统、模式、标准、平台、数据、模型、行业、协同、软件、市政、指南等关键词。以这些关键词为核心，研究采用词语共现关系分析来研究各关键词的相互关联。

简单来讲，词语共现关系是指词语在同一段文字中同时出现这一关系，它在一定程度上反映着不同词语的关联性，通过统计学方法可对不同词语的相关性和关联性进行度量和分析，反应不同词语的相关性差异<sup>[21]</sup>。

基于词语共现关系分析，研究基于收集到的 2013 年 12 月至 2017 年 12 月期间 BIM 相关政策文本得到如图 3 所示词语共现关系图。图中节点表示不同关键词，其大小表示该词语在文本中出现的次数，不同节点的连线及其粗细则表示各关键词的相关性及其大小。由图 3 可知，从标准、技术角度来看，BIM 有关政策最关注的是信息、模型及标准层面，次之是协同、软件、指南层面，其中 BIM 与平台的关系也反映出未来 BIM 仍有很大的发展空间。而从行业角度看，相关政策也非常强调 BIM 对行业和企业价值，其中 BIM 与有关工程管理模式的关联尚需更加深入的探索。此外，也可看出 BIM 与建筑相关的内容要多于 BIM 与市政相关的内容，这可能与市政方向涉及的专业和工程形态较多不无关系。最后，图 3 也反映出 BIM 与相关装配式、互联网政策的关联，但关联度并不是很高，相信未来有关政策的融合会进一步增强。

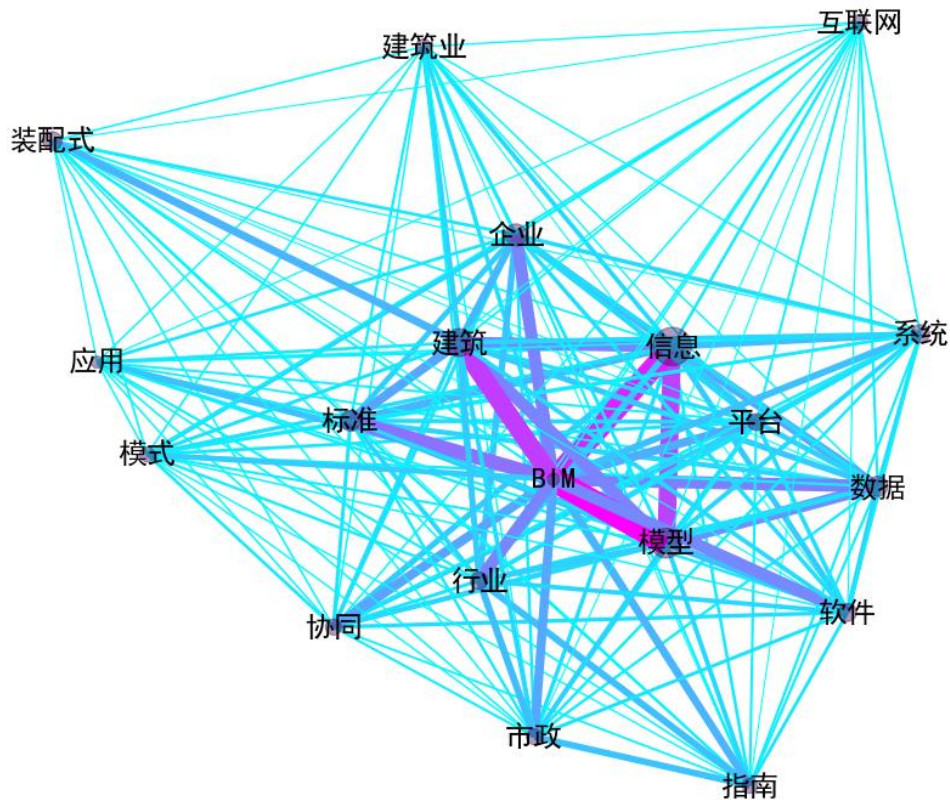


图 3 2013 年 12 月-2017 年 12 月 BIM 政策关键词共现关系

Fig.3 Keyword co-occurrence of BIM policies from 2013/12 to 2017/12

进一步利用词语共现关系分析研究 2016 年 BIM 相关政策文本及 2017 年 BIM 相关政策文本，可得图 4。由图 4 可知，从 2016 年到 2017 年 BIM 相关政策的关键词从 BIM 逐渐向建筑过渡，同时建筑与装配式的关系迅速强化，这与我国近 2 年发布的装配式建筑政策密切相关，也与上文有关后期 BIM 政策与装配式建筑等行业政策融合的结论一致。

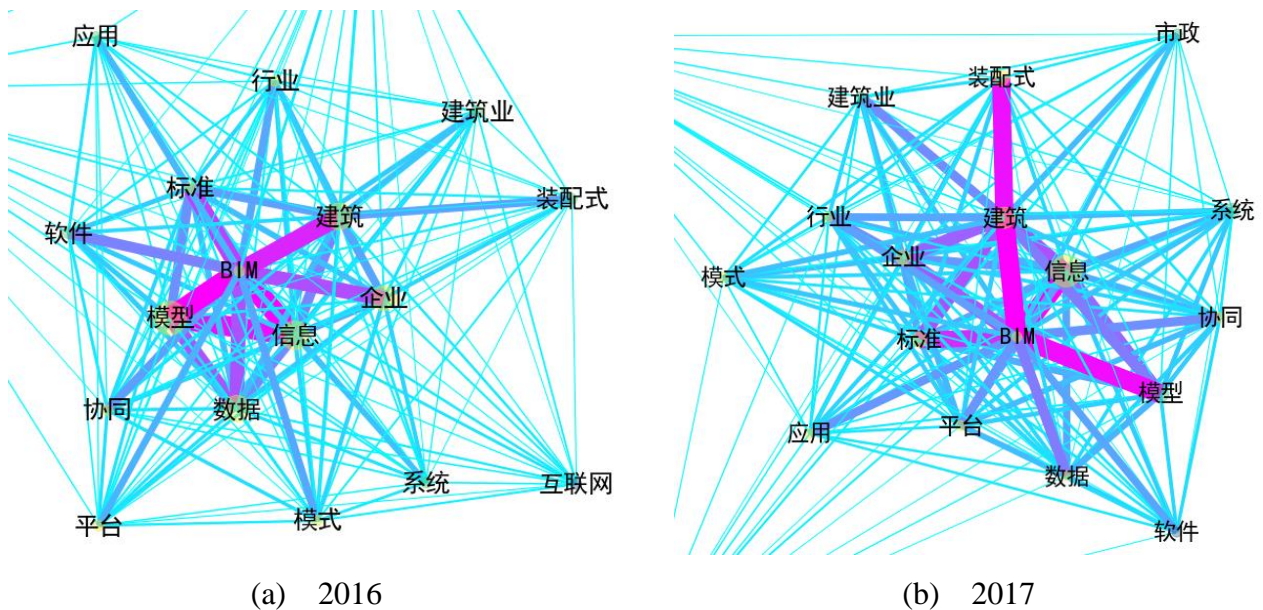


图 4 2016 年-2017 年 BIM 相关政策关键词共现关系演变

Fig.4 Evolution of keyword co-occurrence of BIM policies between 2016 and 2017

## 5. 结论

结合近年我国互联网、大数据、装配式建筑等大背景，本研究收集了 2013 年 12 月到 2017 年 12 月期间各级部门发布的 BIM 有关政策，并对其内容和发展趋势进行了综述。同时，利用文本分析手段，对 BIM 相关政策的地区演变和政策融合、发展关系进行了分析研究。结果表明，当前 BIM 政策已从最初的示范应用与推广引导阶段发展到全面推进及多政策融合发展阶段，未来 BIM 政策将与装配式建筑、互联网等相关政策进一步融合，服务建设工程集成化管理、科学决策与提质增效，共同助力建筑业健康发展。

## 参考文献：

- [1] 张洋. 基于BIM的建筑工程信息集成与管理研究[D]. 北京: 清华大学, 2009.
- [2] NationalInstituteOfBuildingSciences. United States National Building Information Modeling Standard Version 1 - Part 1: Overview, Principles, and Methodologies[M/OL]. [2013.10.17]. [http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMSv1\\_p1.pdf](http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMSv1_p1.pdf).
- [3] 张建平. 基于BIM和4D技术的建筑施工优化及动态管理[J]. 中国建设信息, 2010(02):18-23.
- [4] 张建平, 李丁, 林佳瑞, 等. BIM在工程施工中的应用[J]. 施工技术, 2012(16):10-17.
- [5] Eastman C, Teicholz P, Sacks R, et al. BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors[M]. 2nd. Wiley. com, 2011.
- [6] BuildingSMART. Information Delivery Manual Guide to Components and Development Methods[M/OL]. [http://iug.buildingsmart.org/idms/methods-and-guides/IDMC\\_004\\_1\\_2.pdf/at\\_download/file](http://iug.buildingsmart.org/idms/methods-and-guides/IDMC_004_1_2.pdf/at_download/file).

- 
- [7] BuildingSMART. IFD Library White Paper[M/OL]. [2013.05.23]. [http://www.ifd-library.org/images/IFD\\_Library\\_White\\_Paper\\_2008-04-10\\_I\\_.pdf](http://www.ifd-library.org/images/IFD_Library_White_Paper_2008-04-10_I_.pdf).
- [8] NBIMS. National Building Information Modeling Standard V2 - United States.[EB/OL]. [2013.05.23]. <http://www.nationalbimstandard.org/>.
- [9] Suermann P C, Issa R R. The US national building information modeling standard[J]. Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies, 2009:138-153.
- [10] Azhar S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry[J]. Leadership and Management in Engineering, 2011,11(3):241-252.
- [11] Succar B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders[J]. Automation in Construction, 2009,18(3):357-375.
- [12] CICResearchGroup. The BIM Project Execution Planning Guide and Templates - Version 2.0[M/OL]. [2013.10.04]. <http://bim.psu.edu/>.
- [13] 张建平. BIM助力工程建设全面信息化[J]. 建筑设计管理, 2011(03):16-34.
- [14] 李云贵. 国内外BIM标准与技术政策[J]. 中国建设信息, 2012(20):14-17.
- [15] 王广斌, 张雷, 谭丹, 等. 我国建筑信息模型应用及政府政策研究[J]. 中国科技论坛, 2012(08):38-43.
- [16] 纪博雅, 戚振强, 金占勇. 中国建筑业BIM应用经济政策设计[J]. 施工技术, 2014(24):58-62.
- [17] 贺成林, 孙国宁. BIM技术在国内的应用现状及推广中的障碍研究[J]. 黑龙江科技信息, 2016(25):236.
- [18] 张建平, 李丁, 林佳瑞, 等. BIM在工程施工中的应用[J]. 施工技术, 2012,41(16):10-17.
- [19] 张建娥. 基于TFIDF和词语关联度的中文关键词提取方法[J]. 情报科学, 2012(10):1542-1544.
- [20] 方康, 韩立新. 基于HMM的加权Textrank单文档的关键词抽取算法[J]. 信息技术, 2015(04):114-116.
- [21] 章舜仲. 文本分类中词共现关系的研究及其应用[D]. 南京理工大学, 2010.

作者:

林佳瑞 (1987-), 清华大学土木系博士后, 北京市海淀区清华大学土木系何善衡楼  
406, 100084, 电话: (010)62782706, E-mail: jiarui\_lin@foxmail.com  
手机: 13810488248