

DOI:10.11830/ISSN.1000-5013.201706031



# 业主方 BIM 技术风险网络的 构建与评价

谢祥<sup>1</sup>, 秦旋<sup>1</sup>, 王付海<sup>2</sup>

(1. 华侨大学 土木工程学院, 福建 厦门 361021;  
2. 华侨大学 财务处, 福建 厦门 361021)

**摘要:** 为解决业主方建筑信息模型(BIM)技术应用难题,在识别 BIM 技术应用风险的基础上,运用重要性指数和聚类分析对风险因素进行筛选.通过德尔菲法获得风险因素间的影响关系,构建业主方的风险网络.利用 Ucinet 6.0 软件对风险网络的密度、凝聚力和中心性进行分析,确定风险网络中的关键风险因素.针对关键风险因素提出应对措施,并对措施效果进行检测.结果表明:CR4(对 BIM 的认知不足)、CR2(投资收益率低)、CR9(传统思维模式和管理方式未转变)和 CR10(BIM 专业人才的匮乏)等 4 个风险因素是直接或间接引起其他风险发生的重要因素,网络复杂程度和关联关系都明显降低.

**关键词:** 建筑信息模型; 业主方; 风险因素; 风险网络; 社会网络分析

**中图分类号:** TU 9      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-5013(2018)01-0037-06

## Study on Establishment and Evaluation of Risk Network in BIM Technology Based on Owners' Side

XIE Xiang<sup>1</sup>, QIN Xuan<sup>1</sup>, WANG Fuhai<sup>2</sup>

(1. College of Civil Engineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China;  
2. Finance Department, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of the application of the information modeling (BIM) technology for the owner, the importance index and clustering analysis was used to choose factors based on the identification of the risk of the application of BIM technology. The relationship of the clustered risk factors were obtained by Delphi method, the risk network of owner was established. The density, cohesion and centrality of the risk network were analyzed by software Ucinet, the key risk factors in the risk network were determined. The measures to key risk factors were put forward, and the risk control effect was tested. The results show that: the four important factors leading to other risks directly or indirectly factors are CR4 (lack of a certain domestic BIM data standards), CR2 (low rate of return on investment), CR9 (traditional thinking mode and unchanged management mode) and CR10 (the lack of BIM professionals). The complexity and correlation of risk networks are obviously reduced.

**Keywords:** building information modeling; owners; risk factors; risk network; social network analysis

当前建筑信息模型(BIM)技术的发展引起全国各地政府部门的重视,上海作为全国最早应用 BIM

**收稿日期:** 2017-06-12

**通信作者:** 秦旋(1969-),女,教授,博士,主要从事建筑业可持续发展、建筑信息化的研究. E-mail: hdwq@hqu.edu.cn.

**基金项目:** 福建省软科学基金资助项目(2016R0062); 福建省泉州市科技计划项目(QZKJSXK201606)

技术的城市之一,其 BIM 技术的应用及政策法规的制定在国内均处于较领先的位置,在《2016 上海市建筑信息模型技术应用与发展报告》中明确指出:目前上海大规模建设处于低位增长期,企业特别是业主对于 BIM 技术认识不够.因此,从当前 BIM 发展形势来看,业主对 BIM 技术的认知水平和态度应该得到关注.要使业主方积极倡导和推广建筑信息化技术,基于业主视角研究 BIM 技术应用风险有一定的必要性和实用性.杨冬梅等<sup>[1]</sup>总结业主方 BIM 应用面临组织、技术和经济方面的阻碍,并针对潜在风险提出 BIM 技术评价体系.秦旋等<sup>[2]</sup>基于市场推广视角,指出当前中国市场业主、设计等单位并没有感受到 BIM 带来明显的收益和优势.从国内 BIM 的研究中可知,关于业主方 BIM 技术应用的研究大多侧重于 BIM 技术对业主方的影响,有关 BIM 技术的风险研究并不多,特别是涉及因素间影响关系的研究更加稀少.本文以业主方的视角,利用社会网络分析方法研究 BIM 技术应用风险网络,有利于业主方进一步认识、评估和管理 BIM 技术应用风险,从而提高风险管理效率.

1 研究思路和风险因素的辨识

1.1 研究思路

首先,辨识业主方可能面临的制度、法律、经济、管理等方面的各类风险,并针对各风险因素给出具体解释.面对众多风险因素,研究采用重要性指数排序和聚类分析的方法,去除相对不重要和较类似的风险.在此基础上,运用社会网络分析方法研究风险网络中因素间的因果关系和传递关系,以动态变化的视角分析网络中的节点,利用中心性分析确定风险网络中的关键风险因素.最后,提出业主方 BIM 技术风险应对策略,并对策略的有效性进行检验.研究的主要分析思路分为 4 部分:1) 辨识风险;2) 确定风险因素间关系;3) 建立风险网络并分析;4) 管理措施的提出及有效性检测.

1.2 风险因素的识别

通过相关案例分析,得出基于业主视角的 26 个 BIM 应用风险因素.为消除风险因素间的相似性,明确因素的内涵,保证所定义和识别的因素是边界清晰和准确的,需要用重要性指数和聚类分析对风险因素进行筛选,最终得到的风险因素,如表 1 所示.

表 1 风险因素  
Tab.1 Risk factors

编号	因素	文献源	解释
CR1	存在数据安全、准确性等问题	[3-4]	数据存储形式存在隐患,增录信息的审核不健全
CR2	投资收益率低	[3,5-6]	更新和审核 BIM 数据会增加额外成本;资金投入巨大和收益不明显
CR3	缺乏 BIM 合同及相关契约文件	[3-4]	缺乏责任分配的相关标准;缺乏相关标准合同范本;缺乏适用保险条款
CR4	对 BIM 的认知不足	[3-5,7]	应用目标缺乏或不合理;对 BIM 有认识误区,消极对待该项技术
CR5	国内缺乏相应 BIM 数据标准	[3,5,7]	软件种类多,标准不同,交互存在困难
CR6	BIM 软件之间交互性不足	[3-5]	数据导入导出存在问题
CR7	缺乏项目的交流及经验	[3-4,8]	优秀案例不多,借鉴性不足
CR8	缺乏协同交互平台	[4,8]	难以实现各阶段信息的共享
CR9	传统思维模式和管理方式未转变	[3,7-8]	传统模式以固化,难以改变
CR10	BIM 专业人才的匮乏	[3,5,8]	BIM 团队专业人才不足,BIM 职业发展途径不明确
CR11	企业内部的激励政策不足	[6]	管理者不够重视,激励政策不足

2 业主方风险网络的构建与分析

通过两轮筛选上述风险因素,得出较为科学的风险清单,但仅考虑因素间排序上的重要性,易忽略因素间相互连接的网络关系.因此,在风险因素筛选的基础上,应用社会网络分析(SNA)方法进一步研究风险因素间的网络关系.

2.1 社会网络分析

社会网络是由多个点和各点之间的连线组成的集合,其中:点代表社会行动者;连线代表行动者之间的关系。行动者可以是任何一个社会单位或社会实体,关系常表示具体的联络内容或者现实中发生的实质性关系,而且可以有多种表现形式<sup>[9]</sup>。国内外学者将 SNA 方法应用到风险管理中,为项目风险研究提供了新思路,秦旋等<sup>[10]</sup>把该方法应用到绿色建筑项目的风险网络分析中。Li 等<sup>[11]</sup>认为社会网络分析方法可以对因素间的因果关系进行分析,通过中心性分析明确网络中的节点和关系,反映点在网络中地位的重要性。因此,本研究借鉴上述文献的思路,采用社会网络分析方法研究业主方应用 BIM 技术的风险因素,用中心性分析判断网络中的关键风险因素。

2.2 风险网络的构建

风险因素间影响关系的获取,采用了德尔菲法向 30 位专家征询意见,每位专家对 BIM 技术应用风险都有比较深刻的理解,有丰富的 BIM 项目实践经验。首先,以匿名的方式邀请他们对风险因素间的影响关系作出判断。影响关系分别为有影响和无影响两类,对收集到的结果进行整理、归纳、统计,匿名反馈给各专家,再征求意见,如此循环往复 2 次。两轮之后,专家看法基本收敛,最终达成一致意见。BIM 技术应用风险网络邻接矩阵,如表 2 所示。表 2 中:若行所在的风险因素  $i$  对列所在的风险因素  $j$  有影响,则在邻接矩阵中第  $i$  行  $j$  列填 1;否则为 0。

表 2 BIM 技术应用风险网络邻接矩阵  
Tab. 2 Network adjacency matrix of BIM application risk

新编号	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8	CR9	CR10	CR11
CR1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1
CR2	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
CR3	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1
CR4	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
CR5	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
CR6	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
CR7	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
CR8	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
CR9	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
CR10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
CR11	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0

2.3 业主方风险网络的分析

2.3.1 网络的规模分析 利用 Ucinet 6.0 软件,通过 Visualize-Netdraw-File-Open 操作,选择邻接矩阵文件,输出风险网络,如图 1 所示。图 1 中:矩阵中数字 1 以箭头的形式呈现,靠近箭头一侧的因素表示该因素被影响。

由图 1 可知:节点间的相互影响较频繁,各节点受到的影响均较多。利用 Ucinet 6.0 软件得出网络图密度为 0.690 9,关系数为 76,网络的平均距离为 1.309(即风险因素平均经过 1.309 条线,即可影响其他因素),聚类系数为 0.845。风险因素之间的联系较紧密,对风险管理提出较高要求。

2.3.2 中心性分析 用网络的密度和可达性分别衡量风险因素之间相互联系的紧密程度和便捷程度,但要准确和科学地衡量网络中节点及节点间的相互关系,还需进行中心性分析。选取中心性分析中的 3 类经典指标进行度量,即度数中心性、中间中心性和接近中心性。

1) 度数中心性分析。借助 Ucinet 6.0 软件,按照 Network-Centrality-Degree 步骤输出点度中心性的分析结果。如表 3 所示。表 3 中:节点出度衡量一个风险因素影响其他风险的程度,入度表示一个风险因素被其他风险影响的程度。网络中心性分析指标,由表 3 可知:排列靠前的 6 个因素是 CR10(BIM 专业人才的匮乏)、CR7(缺乏国外项目的交流及经验)、CR2(投资收益率低)、CR4(应用目标及计划缺乏

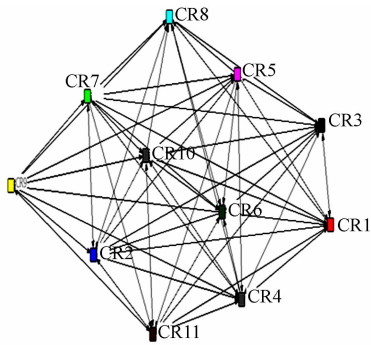


图 1 风险网络图  
Fig. 1 Risk network diagram

或不合理)、CR5(国内缺乏一定的 BIM 数据标准)和 CR9(传统思维模式和管理方式未转变)。

表 3 网络中心性分析指标  
Tab. 3 Network centrality analysis index

编号	点度中心度		中间中心度		接近中心度	
	点出度	点入度	绝对中间中心度	相对中间中心度	内接近中心度	外接近中心度
CR1	3	8	1.426	1.889	12	17
CR2	9	9	9.767	10.852	11	11
CR3	7	6	2.310	2.566	14	13
CR4	9	7	2.160	2.399	13	11
CR5	8	6	1.700	1.585	14	12
CR6	4	7	1.033	1.148	13	16
CR7	10	4	1.043	1.159	16	10
CR8	2	9	1.293	2.048	11	17
CR9	7	7	5.833	6.481	13	13
CR10	10	6	5.593	6.214	14	10
CR11	6	7	1.843	1.437	13	14

把节点的出度、入度反映到坐标体系中,如图 2 所示.由图 2 可知:在风险网络中,节点出度越大、入度越小,说明该风险在网络中处于主要地位,对其他风险产生的影响越大,被影响程度越小,在风险传导中扮演风险源的角色;风险网络中风险的传导大致是由出度大、入度小的风险因素传导至入度大、出度小的风险因素(沿箭头方向由图的左上角传导至右下角的过程)。

由图 2 还可知:CR7(缺乏项目的交流及经验)出度大,入度小,在 BIM 应用初期,缺乏实际项目的指导与借鉴.因此,技术的不确定性降低业主方在项目中应用 BIM 的主动性,该风险在网络中处于风险源的位置;CR9(传统思维模式和管理方式未转变)出度、入度相当且处于中等状态,BIM 作为一种新技术,各方面尚未成熟,业主方对新的工作和管理模式持怀疑态度,同时,由于 BIM 技术强调各参与方的协同工作,需要共享工作成果.因此,要使用 BIM 技术要改变原有的思维模式和工作流程,工作模式要由直线式转变成圆桌式;CR8(缺乏协同交互平台)在风险网络中处于风险结果的位置,BIM 区别于传统 3D 建模软件的根本在于数据信息的整合应用,但当前存在不同程度的相关法律缺失、专业人才不足及软件不兼容等问题,使得协作平台共享各阶段的 BIM 数据信息有一定困难,对业主方 BIM 技术采纳产生相当大的影响。

2) 中间中心性分析.中间中心度表示的是该节点在多大程度落在其他两个节点连线之间,衡量行动者对资源的控制程度.在 Ucinet 6.0 软件中,通过 Network-Centrality-Freeman betweenness-Node Betweenness 输出网络的中间中心度结果(表 3).由表 3 还可知:中间中心度指数越高,该风险具有的影响力越大,在因素触发路径上充当关键中介和沟通桥梁的作用越明显;在网络中,中间中心度较高的 6 个节点对应的风险因素编号是 CR2(投资收益率低)、CR9(传统思维模式和管理方式未转变)、CR10(BIM 专业人才的匮乏)、CR3(缺乏 BIM 合同及相关契约文件)、CR4(应用目标及计划缺乏或不合理)、CR11(企业内部的激励政策不足)。

3) 接近中心性分析.接近中心度衡量的是一个节点以最短路径到达所有其他节点的能力.接近中心度值的大小决定该因素在网络中处于核心还是边缘位置,其值越小,该风险因素越不受控制,在网络中越处于核心地位,被影响程度大.应用 Ucinet 6.0 软件,经过 Network-Centrality-Closeness 输出的结果(表 3).由表 3 还可知:外接近中心度较小的 6 个节点编号分别是 CR7(缺乏项目的交流及经验)、CR10(BIM 专业人才的匮乏)、CR2(投资收益率低)、CR4(对 BIM 的认知不足)、CR5(国内缺乏一定的 BIM 数据标准)和 CR9(传统思维模式和管理方式未转变),说明 6 个节点较不受控制,处于核心位置。

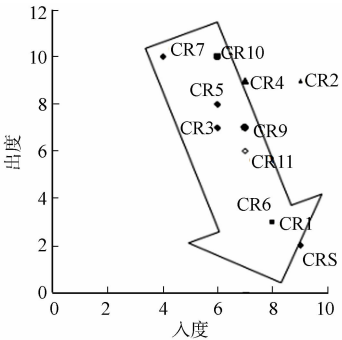


图 2 风险网络点度中心度分布图  
Fig. 2 Distribution of risk network point degree

2.3.3 风险因素分类 根据中心度分析结果,把风险分为 4 类,即出度高,出度适中,较低和低. 风险分类示意图,如图 3 所示. 由图 3 可知以下 4 点.

1) 第 1 类风险,出度大,入度小,中间中心度小,受其他风险影响小,属于不可控风险,此类风险大多为国家宏观层面的经济、政策风险. 业主方可通过风险转移的方式化解危机,在研究中并未涉及.

2) 第 2 类风险为 CR2(投资收益率低)、CR3(缺乏 BIM 合同及相关契约文件)、CR4(应用目标及计划缺乏或不合理)、CR5(国内缺乏一定的 BIM 数据标准)、CR7(缺乏项目的交流及经验)、CR9(传统思维模式和管理方式未转变)、CR10(BIM 专业人才的匮乏). 该类风险出度、入度适中,在网络中较活跃,接近中心度适中,中间中心度较大. 此类风险应引起业主方的关注,是需要业主方应对的主要风险因素,管理该类风险应以事前控制和主动控制为主.

3) 第 3 类风险为 CR11(企业内部的激励政策不足)、CR6(BIM 软件之间的交互性不足)和 CR1(存在数据安全、数据准确性问题). 该类风险入度大,出度较小,接近中心度小,中间中心度相对较小,对其他风险不会产生很大影响. 因此,该类风险业主方只需控制好其他风险,自然可以规避.

4) 第 4 类风险为 CR8(缺乏协同交互平台),该类风险位于图的右下角,很大程度上是由于其他因素所累积导致的. 因此,管理者只要管控好上游风险,该类风险会迎刃而解.

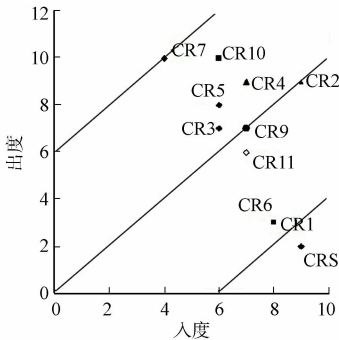


图 3 风险分类示意图

Fig. 3 Schematic diagram of risk classification

3 管理措施及有效性检验

根据风险网络中心性分析可知,第 2 类风险因素应引起业主方重视. 由于接近中心度与点度中心度作用相同. 因此,关键风险因素只需考虑点度中心度和中间中心度两类指标,即同时满足这两类指标的风险因素即为关键风险因素. 关键风险、风险管理措施及其有效性分析. 风险管理措施及其有效性分析,如表 4 所示.

表 4 风险管理措施及其有效性分析

Tab. 4 Risk management and effectiveness analysis

风险管理措施			措施有效性检测
编号	关键风险因素	具体措施	
CR2	投资收益率低	实施 BIM 时,有长远眼光,采取由点及面的方式,先实现局部应用价值,再实现整体应用价值 政府制定相应的激励机制,企业之间加强合作和信息共享	
CR4	对 BIM 的认知不足	加强对员工的思想教育,消除对新技术的抵触心理,让员工真正理解 BIM 的内涵 在企业认知方面,企业应实事求是,逐步设置工程试点,从而扩展到多阶段、多应用形式	
CR9	传统思维模式和管理方式未转变	与精益思想融合,制定精细化的 BIM 应用管理计划并实时跟踪,确保计划的有效执行 采用 IPD 模式,加强不同行为主体间的交互作用、信息流动、资源利用和知识积累	
CR10	BIM 专业人才的匮乏	与高校的合作,联合培养人才,在组建 BIM 团队时制定相应的考核制度确保团队的专业性 企业需根据自身特点、员工特性及工作内容等方面,制定培养策略,保障 BIM 人才的专业性	

网络图密度从 0.690 9 降低到 0.423 6,降低了 38.69%,节点间平均距离从 1.309 增加到 1.493,增大了 14.01%,聚类系数从 0.845 下降到 0.611,减小了 27.69%

CR4(对 BIM 的认知不足)、CR2(投资收益率低)、CR9(传统思维模式和管理方式未转变)和 CR10(BIM 专业人才的匮乏) 4 个风险因素是直接或间接引起其他风险发生的重要因素. 上述 4 个关键风险因素在网络中充当“活跃行动者”和“桥”的角色比较明显. 因此,针对该 4 项因素提出具体管理措施<sup>[12-13]</sup>,整个风险网络的节点聚集程度减弱,风险间相互影响降低,节点联系的紧密程度下降,表明风险



管理是有效的.

## 4 结 论

在识别 BIM 技术应用风险的基础上,基于重要性指数大小和聚类分析把 26 个风险因素归类为 11 个.运用社会网络分析方法研究风险网络的密度、凝聚力和中心性,得出 CR2(投资收益率低)、CR4(对 BIM 的认知不足)、CR9(传统思维模式和管理方式未转变)和 CR10(BIM 专业人才的匮乏)4 个风险因素的点度中心度、中间中心度和接近中心度排名较靠前,确定为关键风险因素.

基于 SNA 的风险网络分析可帮助业主方理解和掌握 BIM 技术应用中风险因素间复杂的网络关系,通过有效的风险管理措施可降低网络的复杂度,减少风险因素间的传播叠加影响,实现对 BIM 技术应用的风险管理,提高企业应用 BIM 技术的效率和质量.

## 参考文献:

- [1] 杨冬梅,董娜. 业主方 BIM 应用障碍及评价体系研究[J]. 工程经济, 2016, 26(4):45-48. DOI:10.19298/j.cnki.1672-2442.201604045.
- [2] 秦旋,MANCINI M,TRAVAGLINI A,等. 基于市场推广视角的 BIM 技术采纳障碍因素中意对比研究[J]. 管理学报,2016(11):1718-1727. DOI:10.3969/j.issn.1672-884x.2016.11.017.
- [3] 李俊超. BIM 技术扩散的阻碍研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2014:20-30.
- [4] 徐友全,孔媛媛. BIM 在国内应用和推广的影响因素分析[J]. 工程管理学报,2016,30(2):28-32. DOI:10.13991/j.cnki.jem.2016.02.006.
- [5] 刘波,刘薇. BIM 在国内建筑业领域的应用现状与障碍研究[J]. 建筑经济,2015,36(9):20-23. DOI:10.14181/j.cnki.1002-851x.201509020.
- [6] 田晨曦. 建筑信息模型(BIM)技术扩散与应用研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2014:30-36.
- [7] 杜茜. 基于我国房地产企业本土 BIM 应用的研究[D]. 重庆:西南交通大学,2015:28-37.
- [8] 余芳强,张建平,刘强. 基于 IFC 的 BIM 子模型视图半自动化生成[J]. 清华大学学报(自然科学版),2014,54(8):987-992. DOI:10.16511/j.cnki.qhdxxb.2014.08.014.
- [9] 刘军. UCINET 使用指南[M]. 上海:格致出版社,2009:36-47.
- [10] 秦旋,李怀全,莫懿懿. 基于 SNA 视角的绿色建筑项目风险网络构建与评价研究[J]. 土木工程学报,2017,50(2):119-131. DOI:10.15951/j.tmgcxb.2017.02.014.
- [11] LI C Z,HONG Jingke,XUE Fan,*et al.* Schedule risks in prefabrication housing production in Hong Kong: A social network analysis [J]. Journal of Cleaner Production,2016,134:482-494.
- [12] CHIEN K,WU Zonghan,HUANG S C. Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study[J]. Automation in Construction,2014,45:1-15. DOI:10.1016/j.autcon.2014.04.012.
- [13] 赵彬,谢玉龙. 房地产企业 BIM 技术采纳影响因素研究[J]. 工程管理学报,2016,30(2):142-146. DOI:10.13991/j.cnki.jem.2016.02.027.

(责任编辑: 陈志贤      英文审校: 方德平)