

BIM应用下项目主体间信任关系 对虚拟协作有效性的影响

——信息共享质量的中介效应

张涑贤,王 强

(西安建筑科技大学 管理学院,西安710055)

摘要:基于互动理论视角,构建了建筑信息模型(BIM)应用下项目主体间信任关系、信息共享质量与虚拟协作有效性的关系模型,并考虑了信任关系的两种表现形式:信任合作方和我方的被信任感。通过对331份建筑企业调研数据的统计分析,结果表明:信任合作方和我方的被信任感均显著正向影响虚拟协作有效性;基于BIM技术的信息共享质量在信任关系与虚拟协作有效性间发挥部分中介作用,并发现信息共享质量在信任合作方与虚拟协作有效性间的中介效应略强于其在我方的被信任感与虚拟协作有效性间的中介效应。研究结论为建筑企业间开展虚拟协作提供了参考,便于企业更好地制定BIM应用策略。

关键词:BIM技术;信任合作方;我方的被信任感;信息共享质量;虚拟协作有效性

中图分类号:F284 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2020)10—0173—08

虚拟协作是指协作成员通过信息技术渠道彼此合作以完成项目任务^[1],被认为是在地理上分散的环境中获得竞争优势的有效方法^[2]。而建筑信息模型(building information modeling, BIM)作为创建、共享和利用项目全生命周期数据的一种协作工具^[3],为项目参与方提供了一个信息共享平台,故BIM应用下项目主体间的合作将发生在虚拟情景中:深圳国际会展中心项目就是各参与方通过基于BIM技术的“智慧工地”平台全面感知施工现场,实现了工作互联、信息共享等决胜千里之外的虚拟协作。然而,虚拟团队中部分或所有成员是分散的、面对面会议交流是不现实的^[4],故建立和维护信任对于虚拟团队的有效运作至关重要^[5]。因此,当BIM技术跨越组织构建虚拟协作环境时,基于项目的组织间信任关系对虚拟协作有效性的影响将变得更为突出。

众多学者指出信任是发展组织间关系和确保有效协作的重要因素^[6]。然而现有研究仅关注了单方面信任与虚拟协作有效性之间的关系,并未剖析信任者和被信任者对信任关系的感知区别。事实上,组织间的合作行为不仅通过我方对合作方的信任程度来表现,而且通过感到被合作方的信任程度来塑造^[7],被信任感产生于对合作方工作方式的关注和了解,进而增强对人际关系的可预测性和团队成员间的信心^[8]。而虚拟协作成员的感知能力有助于构建共享的心智模型,提高虚拟协作的效果^[9],即组织间的被信任感可能对虚拟协作有效性产生积极的作用。故本文基于应用BIM技术的项目,以设计方和施工方的合作为基础,重点关注信任关系的两种表现形式(信任和被信任感)与虚拟协作有效性之间的关系。

互动理论指出用户-用户互动将驱动用户-技术互动,而用户-技术互动又决定了协作工作的质量^[10]。项目主体间的信任互动促进了组织为实现双赢而采取的信息共享,这种信息共享是用户和技术的交互过程,通过感知技术工具对信息共享的及时性、必要性和有用性的影响,进而作用于组织间的协作效果。而随着信息技术的发展,BIM已经成为一种建筑全生命周期中的信息管理过程,支持不同项目主体间的信息交换^[11],也即是说,BIM技术的出现改变了设计师和施工方信息共享的方式,为组织间虚拟协作提供了支持。所以本文将基于BIM技术的信息共享质量作为中介变量,有助于解释用户-用户互动(信任和被信任感)和虚拟协作有效性之间的关系。

综上所述,本文基于互动理论视角,分析了BIM虚拟平台下项目主体间的信任关系对虚拟协作有效性的影响,并探讨了信息共享质量的中介作用。研究发现不仅丰富了项目管理领域组织间信任和被信任感与虚拟协作的研究体系,而且为工程项目相关方在日趋复杂、虚拟的环境中建立竞争优势提供了可操作的借鉴。

收稿日期:2020—03—11

作者简介:张涑贤(1971—),女,山西运城人,博士,西安建筑科技大学管理学院教授,研究方向:BIM应用、建筑供应链管理和组织间关系;王强(1995—),男,山西吕梁人,西安建筑科技大学管理学院硕士研究生,研究方向:工程经济与管理。

一、理论基础与研究假设

(一)项目主体间信任关系与虚拟协作有效性

Lau 等^[12]将信任关系划分为两种表现形式:信任和被信任感。Rousseau 等^[13]将信任定义为基于对他人意图或行为的积极预期而愿意承担风险的一种心理状态,这种心理状态是伙伴关系的内在动力,可能会导致信任行为^[14]。被信任感是指被信任的一方对自己是否被其他人信任地感知^[15],这种感知向我方传达了合作方的能力和责任心,以及不会利用我方在合作过程暴露出的脆弱性^[16],最初主要出现在企业层级管理的研究中。孙利平等^[17]研究指出被信任感对员工的工作驱动力、角色内绩效、组织公民行为等有正向作用。在项目管理研究领域,Xu 等^[18]研究发现风险分配通过优化承包商的被信任感和对业主的信任,进而影响承包商的角色内和角色外行为。由于工程项目具有复杂性、不确定性、风险程度高以及多组织参与等特点,组织间相互信任能够使建设过程顺利进行,为解决项目不确定性提供了灵活的方案,提高了协作的效率^[19]。

随着工程项目复杂性的增加,建筑企业在项目实施中也面临各种挑战^[20],如基于项目协作的个人和团队不在同一地理位置、同一参与者可能同时参与多个项目等。而受益于先进的信息通信技术和新的商业运作模式^[20],虚拟协作有望从根本上解决建筑设计和施工过程中出现的问题,更好地响应各部门的需求^[21]。虚拟协作有效性是指项目虚拟团队利用协作工具以促进任务完成^[22]。Bhatti 和 Ahsan^[23]研究指出基于项目的跨组织协作需要计算机介导的沟通,来自不同地点的项目主体参与到虚拟协作中。而 BIM 技术作为创建、共享和利用项目全生命周期数据的一种协作工具^[3],可促进项目主体间有效的协作^[24]。因此本文结合 BIM 技术在工程项目中的实施背景,将虚拟协作有效性定义为在工程项目中利用 BIM 技术进行虚拟协作以促进任务完成。

信任被视为社会关系的基础,在理解组织间协作背后的社会机制方面起着重要作用^[25]。Shelbourn 等^[26]定义了 6 个关键领域来增加有效的协作,并强调了协作中信任的重要性。协作需要密集的交互,双方可以利用这种交互建立依赖关系。而在地理分散的虚拟团队中,信任对虚拟协作的积极影响更加显著。因为相互信任不仅提高了用户在虚拟社区中的参与程度^[27],而且有助于减少监控需求,增加合作方对不确定性的接受程度,促进合作伙伴利益的一致性^[28]。因此在虚拟协作中,成员之间建立并保持联系,有助于角色定位、规范沟通和持续信任^[29]。

Estroff 和 Nowicki^[30]研究指出信任是导致他人积极互动的归因。我方的被信任感会触发皮格马利翁效应^[31],增强我方的受尊重感和安全感,缩短组织间的心理距离,促进有效的虚拟协作。Brown 等^[5]研究发现感知的信任会对参与者的合作意愿和可持续性的作用。Xu 等^[18]研究指出承包商的被信任感会对承包商的角色内和角色外行为产生积极的影响。被信任感体现的是一种暗示的力量,暗示作用往往会使我方按照合作方的信任预期履行行为。所以只有双方都愿意向对方敞开心扉,并在执行任务、解决问题和相互学习方面进行合作时,协作才能有效^[32]。故本文提出如下假设:

信任合作方对组织间虚拟协作有效性有显著的正向影响(H1);

我方的被信任感对组织间虚拟协作有效性有显著的正向影响(H2)。

(二)信息共享质量的中介作用

Shih 等^[33]认为信息共享质量是指协作工作中使用协作技术对信息共享的及时性、必要性和有用性的影响,并指出结构因素、感知因素和协调可视性会提高组织间信息共享质量。考虑到工程项目中设计和施工环境的碎片化以及需要在参与方间交换大量的信息,BIM 对协作的支持已经成为一种不可避免的需要^[34]。Liu 等^[24]研究指出 BIM 技术的出现改变了项目主体间信息共享的方式,设计师和施工方在 BIM 环境中紧密合作时,彼此间会通过 BIM 平台进行信息共享,以帮助合作伙伴更好地理解他们的期望,预测他们的行动,并表现出互助的意愿。于是本文通过评估 BIM 技术对项目主体间信息共享的及时性、必要性和有用性的影响程度来衡量信息共享质量。

面对技术复杂和任务高度依赖的跨组织项目,项目主体逐渐认识到信息共享质量在降低虚拟环境中的不确定性和模糊性的重要作用^[35]。BIM 应用下项目主体间的信任环境会促进组织间一致的互利行为,增强组织对基于 BIM 技术的信息共享质量的感知,避免信息交流的延迟和不准确而产生牛鞭效应,进而影响虚拟协作有效性。AL-Hakim^[36]指出组织间有效的信息共享需要信任和承诺为基础,并强调信息共享的质量取决于信任水平。刘刚和王岚^[37]也认为相互信任会显著促进企业间的信息共享。被信任感更强调对他人积极

期许的感知及对他人乐于承担风险的认知^[31],我方基于对合作方的合理风险分担、重要信息共享、共同解决决策问题和我方委以重任等行为进行感知,深度唤醒对合作方信任的认知,同时激发我方的受尊重感,并激励我方履行有利于合作方的行为^[38],从而分享及时、有用和必要的信息。此外,Isikdag和Underwood^[34]研究表明通过语义丰富的BIM模型进行信息共享,可以提高协作的效率。必要和及时的信息共享将有助于风险分担、问题解决和创造安全舒适的环境,提高项目参与方协作的积极性^[39]。Paul和McDaniel^[40]也指出协作在很大程度上依赖于信任,以促进整个团队的信息和知识共享。基于此,提出如下假设:

信任合作方通过信息共享质量中介作用于组织间虚拟协作有效性(H3);

我方的被信任感通过信息共享质量中介作用于组织间虚拟协作有效性(H4)。

本文的研究模型如图1所示。

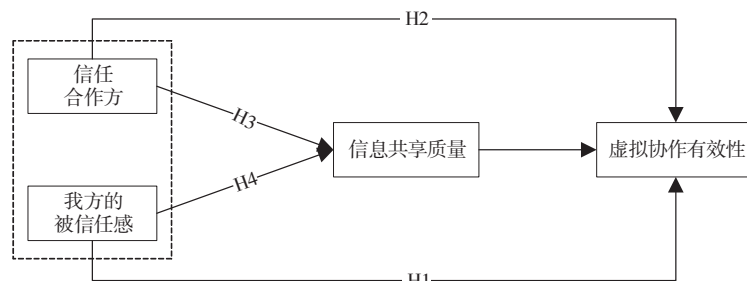


图1 研究模型

二、研究设计

(一)样本与数据

本文采用问卷调查收集研究资料。所调查的项目类型涉及建筑工程、市政公用工程和铁路、公路工程等。调查对象主要为项目的设计方和施工方参与BIM技术应用的专业人士,包括设计师、项目经理、BIM咨询顾问和项目工程师等,原因在于:一方面,设计方和施工方是BIM技术在工程项目中的主要应用主体,一定程度上降低了样本的潜在偏差;另一方面,基于设计方或施工方与对方的信任关系,探索BIM应用下双方的虚拟协作水平,旨在从业主视角衡量双方的协作效果和对预期交付产品的满意度。通过电子邮件和问卷星系统等网络渠道邀请了480人参与调查,要求被邀请者选择最近完成的基于BIM的项目填写问卷,以提高被邀请者记忆的准确率,收到有效回复331份,有效回复率为68.9%,表1显示了被邀请者所在组织和项目的背景信息。

表1 被邀请者所在组织和项目的背景信息

统计特征	分类	样本数	占样本的比例
组织类型	设计方	121	36.6%
	施工方	210	63.4%
组织使用BIM技术的历史	2年以下	49	14.8%
	2~5年	87	26.3%
	5~8年	112	33.8%
	8年以上	83	25.1%
项目类型	建筑工程	210	63.5%
	铁路、公路工程	51	15.3%
	市政公用工程	39	11.8%
	其他	31	9.4%
项目规模	5000万以下	61	18.4%
	5000万~2亿	70	21.2%
	2亿~10亿	117	35.3%
	10亿以上	83	25.1%
项目持续时间	2年以下	72	21.8%
	2~4年	70	21.1%
	4~6年	114	34.4%
	6年以上	75	22.7%

(二)变量测量

本文测项均来源于现有文献中的成熟量表,并根据本文的实际背景进行了修改。测量题项初步完成后,通过电子邮件对23名设计人员和BIM工程师进行了预调研,以识别模糊表达,初步检验相关构念的有效性。根据预调研的反馈,对问卷中部分测量题项进行修改和完善。正式问卷中,除控制变量外,所有变量均采用5级李克特量表进行评估,程度分别从“非常同意-非常不同意”。

信任合作方(F)和我方的被信任感(FT)的量表参考Xu等^[18]的研究成果,其中信任合作方的测度包含7个题项,被信任感的测度包含4个题项;借鉴Zhang等^[22]的研究成果对虚拟协作有效性(VCE)进行了测度,结合研究背景,从BIM技术促进组织间协作的6个方面进行了题项的设计;基于Shih^[33]的研究成果对信息共享质量(QIS)进行了测度,本文中的“信息”是指受访者在使用BIM技术进行协作工作时访问的文件、电子邮件

和图表输出等。此外,为了避免其他变量对组织间虚拟协作有效性的影响,本文选取组织使用BIM技术的历史、项目持续时间和项目规模3个控制变量。组织使用BIM技术的历史和项目持续时间是以为单位的连续变量,项目规模是通过被调查项目的投资价值来进行衡量。具体测量题项见表2。

表2 变量的信度和效度分析表

潜变量	观测变量	因子载荷	Cronbach's α	AVE
信任合作方 (F)	鉴于合作方已有的记录,我方充分相信合作方完成本项目的能力	0.811	0.940	0.692
	我方相信合作方的管理人员和技术人员均能胜任	0.843		
	我方相信合作方的专业能力及投入度	0.840		
	我方相信合作方会在整个项目实施过程中遵守承诺	0.807		
	我方相信合作方具有良好的诚信	0.891		
	我方相信合作方不会为了自身利益而使我方利益受损	0.850		
我方的 被信任感 (FT)	我方相信合作方在整个项目过程中会坚持公平	0.778	0.904	0.707
	合作方会对我方委以重任	0.879		
	合作方会与我方商议关于项目成功的决策问题	0.832		
	合作方会咨询我方的内部机密资料	0.835		
虚拟协作 有效性 (VCE)	合作方会向我方分享他们的重要的信息	0.816	0.908	0.625
	BIM技术是促进双方合作的可靠因素	0.769		
	BIM技术所提供的服务可促进双方合作	0.834		
	BIM技术可提升各个组织的参与度以利于双方合作	0.813		
	BIM技术可改善群体决策以利于双方合作	0.743		
信息共 享质量 (QIS)	BIM技术可提升员工履行职务和工作完成程度以利于双方合作	0.821	0.934	0.829
	BIM技术可提升工作效率以利于双方合作	0.757		
	我方愿意使用BIM技术与合作方分享及时的信息	0.883		
	我方愿意使用BIM技术与合作方分享必要的信息	0.945		
	我方愿意使用BIM技术与合作方分享有用的信息	0.902		

(三)共同方法偏差检验

鉴于本文的问卷调查数据来源于被邀请者的主观评估,所以数据可能会存在共同方法偏差问题(common method biases, CMB)^[41]。因此,通过程序控制和统计控制两种方法降低CMB可能带来的影响。首先,本文填写问卷的被邀请者来自中国不同地区、不同组织和不同类型项目,减少被调查项目之间可能的重叠,降低了因测量环境导致的共同方法偏差;其次,在统计过程中,本文对变量进行了Harman单因素检验,第一个公因子解释了37.997%的方差,未超过40%,表明CMB对研究结果的影响较小。

三、实证分析

(一)信度与效度检验

首先,通过验证性因子分析对研究模型的拟合度进行评估,结果显示:信任合作方、我方的被信任感、信息共享质量和虚拟协作有效性四因子模型拟合优度指数最佳($\chi^2/df=1.791$, GFI=0.951, NFI=0.964, RMSEA=0.049),表明结构模型具有良好的拟合度。

其次,本文用标准化因子载荷和Cronbach's α 进行量表的内部一致性和有效性检验。分析结果见表2,20个测量题项的标准化因子载荷均大于0.7,说明单个题项具有良好的可靠性。同时,4个潜变量的Cronbach's α 系数均大于0.8,表明本文所用量表的结构可靠性也满足要求。最后,本文采用平均方差萃取量(average variance extracted, AVE)对研究变量进行聚合效度和区分效度分析,从表2分析可得,4个潜变量的AVE在0.625~0.829之间,均高于0.50的阈值,说明变量具有较好的聚合效度。从表3可以看出所有变量的AVE算术平方根(对角线上)均大于该潜变量和其他潜变量的Pearson相关系数,说明潜变量间具有较好的区分效度。

(二)描述性统计和相关分析

主要变量的均值、标准差以及Pearson相关系数见表3。结果显示:信任合作方和我方的被信任感与

表3 各变量的均值、标准差和Pearson相关系数

变量	1	2	3	4	5	6	7
1. 组织使用BIM技术的历史	1						
2. 项目规模	0.741**	1					
3. 项目持续时间	0.698**	0.781**	1				
4. 信任合作方	0.235**	0.294**	0.313**	0.832			
5. 我方的被信任感	0.145**	0.175**	0.164**	0.495**	0.841		
6. 信息共享质量	0.078	0.183**	0.151**	0.343**	0.318**	0.910	
7. 虚拟协作有效性	0.013	0.126*	0.124*	0.378**	0.394**	0.418**	0.790
均值	2.690	2.670	2.580	3.141	3.452	2.877	2.830
标准差	1.007	1.046	1.065	0.903	1.065	1.105	0.897

注:**在0.01水平(双侧)上显著相关;*在0.05水平(双侧)上显著相关;粗体值为AVE算术平方根。

虚拟协作有效性均存在正相关关系($r=0.378, p<0.01$; $r=0.394, p<0.01$), 信息共享质量与虚拟协作有效性也存在正相关关系($r=0.418, p<0.01$)。

(三) 假设检验

本文主要采用分层回归分析方法进行数据处理, 分析结果见表4。在回归分析过程中进行了共线性检验, 各变量的方差膨胀因子值均在1~3之间, 说明各变量间并不存在明显的多重共线性。

为检验组织间信任和被信任感对虚拟协作有效性的正向影响, 构建以虚拟协作有效性为因变量的模型1和模型2。由表4可知, 信任合作方正向影响虚拟协作有效性($M2, \beta=0.238, p<0.001$), 同时, 我方的被信任感与虚拟协作有效性显著正相关($M2, \beta=0.277, p<0.001$)。因此, H1和H2得到支持。

中介效应的检验是在模型1和模型2的基础上, 构建模型3、模型4和模型6。结果显示, 信任合作方和我方的被信任感对信息共享质量有显著的正向影响($M6, \beta=0.224, p<0.001$ 和 $\beta=0.195, p<0.01$), 信息共享质量对虚拟协作有效性有显著的正向影响($M3, \beta=0.398, p<0.001$)。在模型中加入中介变量信息共享质量后, 信任合作方和我方的被信任感对组织间虚拟协作有效性的影响仍然显著, 但系数明显降低($M4, \beta=0.175, p<0.01$ 和 $\beta=0.223, p<0.001$), 而信息共享质量对虚拟协作有效性仍具有显著的正向影响($M4, \beta=0.280, p<0.001$)。由Baron和Kenny^[42]的中介变量检验方法可知, H3和H4得到部分支持, 即信息共享质量在组织间信任和被信任感与虚拟协作有效性的关系中发挥部分中介作用。

此外, 本文采用AMOS24.0中的Bootstrap方法对信息共享质量的中介效应进行了再次验证。首先, 将样本量设置为5000, 偏差校正置信区间调整为95%。由表5可知, 无论是信任合作方对虚拟协作有效性的总间接影响, 还是直接影响, 其95%置信区间均不包含0, 因此信任合作方对虚拟协作有效性的总中介效应和直接中介效应均显著。同上分析可得, 我方的被信任感对虚拟协作有效性的总中介效应和直接中介效应也显著, 支持H3和H4。同时, 李永鑫等^[43]研究指出中介变量的效果体现了其在总间接效果中所占的比例。因此本文利用各路径的影响系数乘积, 计算了信息共享质量在信任合作方或我方被信任感与虚拟协作有效性的间接影响值0.124和0.086, 并分析了不同中介路径的间接影响在总间接影响中所占的比例。结果显示: 信任合作方对虚拟协作有效性的间接影响占总间接影响的比例为0.308, 而我方的被信任感对虚拟协作有效性的间接影响占总间接影响的比例为0.267。说明信息共享质量在信任合作方与虚拟协作有效性之间的中介效果更强。

表5 Bootstrap法中介效应检验表

评估参数		F对VCE的总间接影响	F对VCE的直接影响	FT对VCE的总间接影响	FT对VCE的直接影响	F对VCE的间接影响(QIS)占总间接影响的比例	FT对VCE的间接影响(QIS)占总间接影响的比例
效应值		0.402	0.278	0.322	0.236	0.308	0.267
偏差校正95%置信区间	下限	0.292	0.170	0.237	0.150		
	上限	0.523	0.397	0.423	0.331		
百分位95%置信区间	下限	0.284	0.166	0.231	0.146		
	上限	0.516	0.393	0.415	0.327		

四、结论与展望

(1) 研究结论。基于BIM技术对构建信息共享平台和虚拟协作环境提供的重要支持, 本文从互动理论视角, 深入探讨了项目主体间的信任关系对虚拟协作有效性的影响机理。研究发现:

第一, 信任合作方和我方的被信任感对组织间虚拟协作有效性存在显著的正向作用。在BIM技术支持的虚拟协作中, 信任合作方体现了高水平的合作关系, 即在合作过程中乐意向合作方做出让步, 以满足对方的需求和创造和谐的虚拟协作环境。而积极的行为互动是互惠规则的基本体现, 有助于减少事务的不确定性, 提高虚拟协作的效果。而我方的被信任感意味着合作方对我方的高度期望, 有助于减少合作方的机会主义行为和增加必要的行为互动。同时, 被信任感也代表一种积极的赞美, 受托人往往愿意接受这种积极的信

息,这对受托人自尊心、安全感和重要性认知的建立至关重要,因而强化了组织间虚拟协作的信任氛围,促进了有效的协作。

第二,基于 BIM 平台的信息共享质量部分中介作用于组织间信任和被信任感与虚拟协作有效性之间的关系。该结果说明对另一方的信任和依赖促进了合作伙伴间的灵活性、团结和信息交换。感知被信任是自我效能感的一种体现^[44],被信任的一方会觉得有义务、有能力、有信心来实现合作者的期望,故我方的被信任感会使我方按照合作方的信息需求期望,积极分享对合作方有用和必要的信息;另一方面,高质量的信息共享会提高双方的参与度、改善群体决策和提升工作效率,从而正向影响组织间的虚拟协作有效性。同时,组织间的信任和被信任感会激发组织间有效的行为互动,减轻虚拟关系中固有的不确定性和模糊性的限制^[5],而双方共享信息的行为仅作为有效互动的一种形式,因此信息共享质量并不能在信任合作方和我方的被信任感与虚拟协作有效性之间发挥完全中介作用。此外,信息共享质量在信任合作方与虚拟协作有效性间的中介效应强于其在我方的被信任感与虚拟协作有效性间的中介效应。这种差异可能是因为信任合作方和我方的被信任感的形成缘由所致。信任合作方产生于对合作方的能力和诚信的认知,即源自对合作方的基础设施和技术、管理人员的信任,以及对合作方过往项目经验的认可。而我方的被信任感一般产生于对合作方积极行为的识别和判断。因此信任合作方的形成略早于我方的被信任感,故对信息共享质量产生不同的影响。

(2)理论贡献。本文的理论贡献主要体现在以下两个方面。首先,本文以工程项目主体间信任关系为基础,探讨虚拟协作有效性的影响机理。组织间信任对虚拟协作有效性的正向影响已经得到普遍认可^[6],但并未有学者研究组织间的被信任感对虚拟协作有效性的作用,因此本文将被信任感从信任的研究中独立出来,深入探究项目管理领域被信任感对虚拟协作有效性的作用路径,弥补了现有研究中仅关注单方面信任影响虚拟协作的不足。同时将信任和被信任感与互动理论相结合,以一种新的理论视角解释了项目主体间虚拟协作有效性的前因边界,丰富了信任和被信任感的研究框架。其次,现有研究多从信息交流本身的质量来定义信息共享质量,如“组织间信息交流所达到的、与其要求的一致程度”的信息共享质量的定义^[45],并未考虑信息共享平台或其他通信渠道对信息共享质量的影响。本文重点关注 BIM 技术对信息共享的及时性、有用性和必要性的影响,较为深入的考虑了信息化时代背景下信息共享质量的内涵,并探讨了信息共享质量的部分中介作用,打开了组织间信任和被信任感与虚拟协作有效性之间的“黑箱”。

(3)管理启示。本文结论为项目相关方提供了重要启示:第一,项目相关方成员要意识到信任和被信任感的重要功能。项目相关方的高层管理者应积极表现出对合作方的信任行为,信任合作方不仅意味着我方愿意承担合作风险,而且给予合作方积极期望的暗示,这种暗示会促进双方有效的互动,确保组织间的持续信任和更广泛的合作。此外,项目相关方也应从对方的合作行为中感知其对我方的信任程度,这对我方履行有利于合作方的行为至关重要。第二,项目相关方要提高虚拟情景中信息共享的意愿和质量。项目相关方的高层管理者应在团队内部制定信息共享的激励措施,提高成员的信息共享回报,并使他们相信组织鼓励成员进行信息交流和交换,以增强组织间信息共享的意愿。同时,项目相关方通过 BIM 平台共享信息之前,应该在组织内部对一系列相关信息进行整合和优化,以提高共享信息的有用性和必要性。第三,基于 BIM 技术对项目主体间信息共享和虚拟协作的重要支持,项目相关方不仅要增加基于 BIM 技术的虚拟协作平台的构建成本,提高企业基于 BIM 技术的信息共享能力,而且也应该积极开展“虚拟协作”这种新的商业运作模式,以解决设计师和施工过程分离的问题,提高企业的竞争优势。

(4)局限与展望。需要指出的是,本文尚存在一些局限。首先,本文是通过问卷调查而进行的实证研究,这可能会产生与主观性和社会期望相关的潜在反应偏差,导致被邀请者填写的内容不能真实反映客观情况。因此,未来研究可以通过扎根理论等方法质性分析组织间虚拟协作有效性的作用边界。其次,信息共享质量是组织间信任和被信任感与虚拟协作有效性的重要中介变量,未来研究可进一步挖掘客观存在的其他中介变量。最后,本文是在信任和被信任感的基础上,探究组织间虚拟协作有效性的影响机理,未来可以研究信任和被信任感的前置因素,进一步拓展该研究框架。

参考文献

- [1] PETERS L M, MANZ C C. Identifying antecedents of virtual team collaboration[J]. *Team Performance Management: An International Journal*, 2007, 13(3/4): 117-129.
- [2] CHAE S W. Perceived proximity and trust network on creative performance in virtual collaboration environment[J]. *Procedia*

- Computer Science, 2016, 91: 807-812.
- [3] CAO D, LI H, WANG G, et al. Identifying and contextualising the motivations for BIM implementation in construction projects: An empirical study in China[J]. *International Journal of Project Management*, 2017, 35(4): 658-669.
- [4] WALNFAN L, DAVIS P K. Challenges in virtual collaboration: Videoconferencing, audioconferencing, and computer-mediated communications[M]. California: RAND Corporation, 2004.
- [5] BROWN H G, POOLE M S, RODGERS T L. Interpersonal traits, complementarity, and trust in virtual collaboration[J]. *Journal of Management Information Systems*, 2004, 20(4): 115-138.
- [6] ALSHARO M, GREGG D, RAMIREZ R. Virtual team effectiveness: The role of knowledge sharing and trust [J]. *Information & Management*, 2017, 54(4): 479-490.
- [7] BROWER H H, SCHOORMAN F D, TAN H H. A model of relational leadership: The integration of trust and leader-member exchange[J]. *Leadership Quarterly*, 2000, 11(2): 227-250.
- [8] TANG F. When communication quality is trustworthy? Transactive memory systems and the mediating role of trust in software development teams[J]. *R&D Management*, 2015, 45(1): 41-59.
- [9] MARHEINEKE M, HABICHT H, MÖSLEIN K M. Bridging knowledge boundaries: The use of boundary objects in virtual innovation communities[J]. *R&D Management*, 2016, 46(S3): 1084-1094.
- [10] BURGOON J K, BONITO J A, BENGTSSON B, et al. Testing the interactivity model: Communication processes, partner assessments, and the quality of collaborative work[J]. *Journal of Management Information Systems*, 1999, 16(3): 33-56.
- [11] ISIKDAG U, UNDERWOOD J. A synopsis of the handbook of research on building information modeling[C]// *Proceedings of CIB 2010 World Building Congress*. Salford: UIA World Congress of Architecture, 2010: 84-96.
- [12] LAU D C, LAM L W, WEN S S. Examining the effects of feeling trusted by supervisors in the workplace: A self-evaluative perspective[J]. *Journal of Organizational Behavior*, 2014, 35(1): 112-127.
- [13] ROUSSEAU D M, SITKIN S B, BURT R S, et al. Not so different after all: A cross-discipline view of trust[J]. *Academy of Management Review*, 1998, 23(3): 393-404.
- [14] LAAN A, NOORDERHAVEN N, VOORDIJK H, et al. Building trust in construction partnering projects: An exploratory case-study[J]. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2011, 17(2): 98-108.
- [15] LAU D C, LIU J, FU P P. Feeling trusted by business leaders in China: Antecedents and the mediating role of value congruence[J]. *Asia Pacific Journal of Management*, 2007, 24(3): 321-340.
- [16] SALAMON S D, ROBINSON S L. Trust that binds: The impact of collective felt trust on organizational performance [J]. *Journal of Applied Psychology*, 2008, 93(3): 593-601.
- [17] 孙利平, 龙立荣, 李梓一. 被信任感对员工绩效的影响及其作用机制研究述评[J]. *管理学报*, 2018, 15(1): 144-150.
- [18] XU Z, YIN Y, LI D, et al. Owner's risk allocation and contractor's role behavior in a project: A parallel-mediation model [J]. *Engineering Management Journal*, 2018, 30(1): 14-23.
- [19] LAU E, ROWLINSON S. Trust relations in the construction industry [J]. *International Journal of Managing Projects in Business*, 2010, 3(4): 693-704.
- [20] REZGUI Y. Review of information and the state of the art of knowledge management practices in the construction industry[J]. *The Knowledge Engineering Review*, 2001, 16(3): 241-254.
- [21] REZGUI Y. Exploring virtual team-working effectiveness in the construction sector[J]. *Interacting with Computers*, 2007, 19(1): 96-112.
- [22] ZHANG Y, SUN J, YANG Z, et al. Mobile social media in inter-organizational projects: Aligning tool, task and team for virtual collaboration effectiveness[J]. *International Journal of Project Management*, 2018, 36(8): 1096-1108.
- [23] BHATTI M W, AHSAN A. Effective communication among globally distributed software development teams: Development of an "effective communication" scale[J]. *Journal of Global Information Management*, 2017, 25(3): 40-62.
- [24] LIU Y, VAN NEDERVEEN S, HERTOOGH M. Understanding effects of BIM on collaborative design and construction: An empirical study in China[J]. *International Journal of Project Management*, 2017, 35(4): 686-698.
- [25] WU A, WANG Z, CHEN S. Impact of specific investments, governance mechanisms and behaviors on the performance of cooperative innovation projects[J]. *International Journal of Project Management*, 2017, 35(3): 504-515.
- [26] SHELBOURN M, BOUCHLAGHEM N M, ANUMBA C, et al. Planning and implementation of effective collaboration in construction projects[J]. *Construction Innovation*, 2013, 7(4): 357-377.
- [27] 宁连举, 张玉红. 虚拟社区感对用户忠诚度影响的实证研究[J]. *技术经济*, 2014, 33(11): 7-15.
- [28] ATKINSON R, CRAWFORD L, WARD S. Fundamental uncertainties in projects and the scope of project management[J]. *International Journal of Project Management*, 2006, 24(8): 687-698.
- [29] HENDERSON L S, STACKMAN R W, LINDEKIDE R. The centrality of communication norm alignment, role clarity, and trust in global project teams[J]. *International Journal of Project Management*, 2016, 34(8): 1717-1730.
- [30] ESTROFF S D, NOWICKI S. Interpersonal complementarity, gender of interactants, and performance on puzzle and word tasks[J]. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 1992, 18(3): 351-356.
- [31] 王雪青, 许树生, 徐志超. 项目组织中发包人风险分担对承包人行行为的影响——承包人信任与被信任感的并行中介

- 作用[J]. 管理评论, 2017, 29(5): 131-142.
- [32] JARVENPAA S L, KNOLL K, LEIDNER D E. Is anybody out there? Antecedents of trust in global virtual teams [J]. *Journal of Management Information Systems*, 1998, 14(4): 29-64.
- [33] SHIH H, LAI K, CHENG T C E. Examining structural, perceptual, and attitudinal influences on the quality of information sharing in collaborative technology use[J]. *Information Systems Frontiers*, 2015, 17(2): 455-470.
- [34] ISIKDAG U, UNDERWOOD J. Two design patterns for facilitating building information model-based synchronous collaboration[J]. *Automation in Construction*, 2010, 19(5): 544-553.
- [35] LEE S, LEIFER R P. A framework for linking the structure of information systems with organizational requirements for information sharing[J]. *Journal of Management Information Systems*, 1992, 8(4): 27-44.
- [36] AL-HAKIM L. Trust and information quality: Performance gap analysis [J]. *International Journal of Information Quality*, 2011, 2(4): 359-372.
- [37] 刘刚, 王岚. 公平感知、关系质量与研发合作关系价值研究[J]. *科研管理*, 2014, 35(8): 25-33.
- [38] PIERCE J L, GARDNER D G. Self-esteem within the work and organizational context: A review of the organization-based self-esteem literature[J]. *Journal of Management*, 2004, 30(5): 591-622.
- [39] LEE J Y, SWINK M, PANDEJPONG T. The roles of worker expertise, information sharing quality, and psychological safety in manufacturing process innovation: An intellectual capital perspective[J]. *Production and Operations Management*, 2011, 20(4): 556-570.
- [40] PAUL D L, MCDANIEL R R. A field study of the effect of interpersonal trust on virtual collaborative relationship performance [J]. *MIS Quarterly*, 2004, 28(2): 183-227.
- [41] ZHANG Y, LI H. Innovation search of new ventures in a technology cluster: The role of ties with service intermediaries[J]. *Strategic Management Journal*, 2010, 31(1): 88-109.
- [42] BARON R M, KENNY D A. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations[J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1986, 51(6): 1173.
- [43] 李永鑫, 周海龙, 田艳辉. 真实型领导影响员工工作投入的多重中介效应[J]. *心理科学*, 2014, 37(3): 716-722.
- [44] CONGER J A, KANUNGO R N. The empowerment process: Integrating theory and practice[J]. *Academy of Management Review*, 1988, 13(3): 471-482.
- [45] PETERSEN K J. The effect of information quality on supply chain performance: An inter-organizational information system perspective[M]. Michigan: Michigan State University, 1999: 1-35.

The Effect of Trust Relationship among Project Stakeholders on Virtual Collaboration Effectiveness under BIM Application: Mediating Role of Quality of Information Sharing

Zhang Suxian, Wang Qiang

(School of Management, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: Based on the perspective of interactivity theory, this paper builds a relationship model of the trust relationship among project stakeholders, quality of information sharing, and the virtual collaboration effectiveness under BIM application, and considers two forms of trust relationship: trust in the partner and our feeling trusted. Through the statistical analysis of the survey data of 331 construction enterprises, the results show as follows. Trust in the partner and our feeling trusted significantly positively affects the virtual collaboration effectiveness. Quality of information sharing based on BIM Technology has mediation effect between trust relationship and virtual collaboration effectiveness, and find that the mediating effect of quality of information sharing between trust in the partner and virtual collaboration effectiveness is slightly stronger than its mediating effect between our feeling trusted and virtual collaboration effectiveness. The research conclusions provide a reference for the virtual collaboration between construction enterprises, and better formulate BIM application strategies.

Keywords: BIM technology; trust in the partner; our feeling trusted; quality of information sharing; virtual collaboration effectiveness

- [25] KIM S S, VANDENBERGHE C. The moderating roles of perceived task interdependence and team size in transformational leadership's relation to team identification: A dimensional analysis[J]. *Journal of Business and Psychology*, 2018, 33(4): 509-527.
- [26] COURTRIGHT S H, THURGOOD G R, STEWART G L, et al. Structural interdependence in teams: An integrative framework and meta-analysis[J]. *Journal of Applied Psychology*, 2015, 100(6): 1825-1846.
- [27] SMIDTS A, PRUYN A T H, VAN RIEL C B M. The impact of employee communication and perceived external prestige on organizational identification[J]. *The Academy of Management Journal*, 2001, 44(5): 1051-1062.
- [28] BOCK G W, ZMUD R W, KIM Y G, et al. Behavioral intention formation in knowledge sharing: Examining the roles of extrinsic motivators, social-psychological forces, and organizational climate[J]. *MIS Quarterly*, 2005, 29(1): 87-111.
- [29] EDWARDS J R, LAMBERT L S. Methods for integrating moderation and mediation: A general analytical framework using moderated path analysis[J]. *Psychological Methods*, 2007, 12(1): 1-22.

Research on the Relationship between Employees' Human Resources Attribution and Knowledge Sharing Behavior: A Moderated Mediation Model

Huang Yufang, Liu Xuejie

(School of Business, Jiangnan University, Wuxi 214122, Jiangsu, China)

Abstract: Based on the social identity theory, the influence of HRA on knowledge sharing and the mediating mechanism of organizational identification are investigated, and the moderating effect of task interdependence is explored at the same time. Based on the survey data of 602 employees, Mplus7.0 software is used to construct a structural equation model (SEM) for testing. The results show that Commitment-focused HRA promotes knowledge sharing, Control-focused HRA weakens knowledge sharing, and organizational identification mediates this process completely. Task interdependence strengthens the positive relationship between organizational identification and knowledge sharing. When the task interdependence is high, the positive impact of commitment HRA on knowledge sharing is strengthened and the negative impact of control HRA on knowledge sharing is weakened.

Keywords: human resources attribution; knowledge sharing; organizational identification; task interdependence

(上接第 172 页)

- [25] ARYEE S, SRINIVAS E S, TAN H H. Rhythms of life: Antecedents and outcomes of work-family balance in employed parents[J]. *Journal of Applied Psychology*, 2005, 90(1): 132-146.
- [26] 马红宇, 申传刚, 杨璟, 等. 边界弹性与工作-家庭冲突、增益的关系: 基于人-环境匹配的视角[J]. *心理学报*, 2014, 46(4): 540-551.
- [27] ODLEDUSSEAU H N, BRITT T W, GREENESHORTRIDGE T M. Organizational work-family resources as predictors of job performance and attitudes: The process of work-family conflict and enrichment [J]. *Journal of Occupational Health Psychology*, 2012, 17(1): 28-40.
- [28] GRZYWACZ J G, BUTLER A B. The impact of job characteristics on work-to-family facilitation: Testing a theory and distinguishing a construct[J]. *Journal of Occupational Health Psychology*, 2005, 10(2): 97-99.

The Influence Mechanism of Family Supportive Supervisor Behavior on Female Knowledge Worker's Affective Commitment

Fu Jingyao, Zhang Lanxia, Zhang Yingying

(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110167, China)

Abstract: According to theory of social exchange and border theory, based on the survey questionnaires from 263 female knowledge workers, the mediating effect of work-family balance in the relationship between family supportive supervisor behavior (FSSB) and affective commitment is examined, and the moderating effect of boundary flexibility-willingness is tested. The results show as follows. FSSB has a significant positive effect on affective commitment. The work family facilitation plays a mediated role between FSSB and affective commitment. The mediating effect of work family facilitation between FSSB and affective commitment is stronger under the condition of high boundary flexibility-willingness. The research conclusions provide useful implications for enterprises to retain female knowledge workers and play their roles effectively.

Keywords: family supportive supervisor behavior; affective commitment; work-family balance; boundary flexibility-willingness; female knowledge worker