

基于双方博弈的BIM技术推广策略研究

苏越¹, 张伟², 张雷¹

¹山东建筑大学管理工程学院, 山东 济南

²日照公路建设有限公司, 山东 日照

收稿日期: 2023年10月12日; 录用日期: 2023年12月12日; 发布日期: 2023年12月20日

摘要

建筑业在我国是重要的经济支柱产业, 随着近几年经济的增速放缓, 建筑业面临着巨大的压力, 需要加快信息化的转型进程。BIM作为建筑业信息化的一项关键技术而备受关注, BIM技术的推广有助于建筑业的信息化转型。然而BIM技术的推广面临着瓶颈问题, 一方面政府部门希望推广BIM技术, 另一方面项目业主由于使用成本拒绝使用BIM技术, 因此通过双方的博弈关系制定BIM技术的推广策略成为了目前急需解决的问题。过往研究主要从政府部门或项目业主单一主体分析BIM技术的推广策略, 本文从政府部门和项目业主两方的角度, 构建政府部门与项目业主双方博弈模型, 得出各种情况下双方的最优解决策略。更清晰的展现了双方策略对BIM技术推广的影响。根据博弈结果进行分析, 提出以下BIM技术推广的策略: 政府对项目业主是否使用BIM技术进行抽检并根据抽检的概率来确定处罚系数; BIM技术应当为项目创造价值; 政府应当完善BIM技术相关政策。对BIM技术推广的研究对于解决目前建筑领域信息化瓶颈的问题有重要意义。

关键词

BIM技术, 博弈论, 推广策略

Research on BIM Technology Promotion Strategy Based on Bilateral Game

Yue Su¹, Wei Zhang², Lei Zhang¹

¹Management Engineering School, Shandong Jianzhu University, Jinan Shandong

²Rizhao Highway Construction Co., Ltd., Rizhao Shandong

Received: Oct. 12th, 2023; accepted: Dec. 12th, 2023; published: Dec. 20th, 2023

Abstract

The construction industry is an important economic pillar industry in China. With the slowdown

文章引用: 苏越, 张伟, 张雷. 基于双方博弈的 BIM 技术推广策略研究[J]. 运筹与模糊学, 2023, 13(6): 6860-6865.

DOI: 10.12677/orf.2023.136674

of economic growth in recent years, the construction industry is facing enormous pressure, and needs to accelerate the transformation process of informatization. BIM, as a key technology in the informationization of the construction industry, has received much attention, and the promotion of BIM technology can help the informationization transformation of the construction industry. However, the promotion of BIM technology faces bottleneck issues. On the one hand, government departments hope to promote BIM technology, and on the other hand, project owners refuse to use BIM technology due to usage costs. Therefore, developing promotion strategies for BIM technology through the game relationship between both parties has become an urgent problem to be solved. Previous studies have mainly analyzed the promotion strategy of BIM technology from the perspective of government departments or project owners as a single entity. This article constructs a game model between government departments and project owners from the perspectives of both parties, and obtains the optimal solution strategy for both parties in various situations. More clearly demonstrated the impact of both parties' strategies on the promotion of BIM technology. Based on the analysis of game results, the following strategies for promoting BIM technology are proposed: the government conducts spot checks on whether project owners use BIM technology and determines the penalty coefficient based on the probability of spot checks; BIM technology should create value for projects; The government should improve policies related to BIM technology. The research on the promotion of BIM technology is of great significance in solving the current bottleneck of information technology in the construction field.

Keywords

BIM Technology, Game Theory, Promotion Strategy

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

建筑业是国民经济的重要支柱产业，它支撑着我国的经济生活，关系着人民的日常生活，在过去十年中一直保持着高速增长[1]。在建筑业中，建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)技术的应用因其先进性而备受关注[2]。20世纪70年代BIM的概念被提出，BIM能够将建筑的结构和功能以三维的形态进行数字化表达，为建筑全生命周期的信息交流提供技术支持[3]。2013年以来国家和地方出台了相关的政策来推动建筑业的改革，2022年住房和城乡建设部印发“十四五”建筑业发展规划，其中夯实标准化与数字化基础一项中指出，要加快推进建筑信息模型(BIM)技术在工程全生命周期的集成应用[4]。BIM技术被用于项目的深化设计，施工模拟，碰撞检查等方面，提高项目的信息化水平。但BIM在2002年引进我国以来，推广进展缓慢，项目业主在政府激励政策下使用BIM技术[5]。BIM在我国的应用和发展面临着诸多问题，从工程建设参与方的角度来考虑，政府部门和项目业主是BIM技术推广的主体，他们之间的博弈关系，对于BIM技术在我国的推广具有重要的影响作用[6]。

政府为推广BIM技术提出一系列对项目业主的激励措施，本着谁受益，谁付费的原则，在建设工程项目中，项目业主是BIM技术最终的受益者，因此也应当是BIM技术的付费者[7]。所以想要推广BIM技术，应当由项目的项目业主来推行。但是由于在项目中使用BIM技术会提高项目的成本[8]，项目业主可能会为了追求更高的利润，在项目中不使用BIM技术。而政府作为BIM技术的监管者，需要对项目是否使用BIM技术进行监督，构成了项目业主与政府部门的双方博弈。在双方博弈中，政府部门的监管

水平和项目业主的利润是影响 BIM 技术推广的关键因素。在接下来的研究中，将着重分析受该因素影响的 BIM 技术的推广策略。

2. 基本假设

由于现实情况是复杂的，而研究又不能将所有的可能都面面俱到，因此需要对博弈模型进行一定的假设，同时这些假设又不能与实际相差过大。即为了构建博弈模型，需要进行以下合理的假设。

假设一：博弈的主体有两个，分别是政府部门(参与人 A)和项目业主(参与人 B)。假设政府部门有政府公信力和责任心，并且具备专业的监管能力和水平，如果项目中没有使用 BIM 技术，政府部门一定能够发现。

假设二：由于资金的限制，政府部门并不能对每个项目是否使用 BIM 技术都进行监管。参与人 A 在对面对项目时有两种可供选择的行动： α_1 为监管项目业主是否使用 BIM 技术， α_2 为不监管项目业主是否使用 BIM 技术，即 $A = \{\text{监管, 不监管}\}$ 。

假设三：项目业主参与人 B 有两种可供选择的行动： β_1 为使用 BIM 技术， β_2 为不使用 BIM 技术，即 $B = \{\text{使用, 不使用}\}$ 。

假设四：在行动的先后顺序上，假设博弈的双方在同一时间做出决策，即该博弈模型是一个静态的博弈模型。项目业主和政府部门都清楚的了解对方行动。通过以上的假设，该博弈模型可以归纳为一个完全信息同步决策博弈。

假设五：确立博弈双方的支付参考点。 T_j 表示博弈参与双方 j 的支付水平， $j = A, B$ ，参与人 A 表示政府部门，参与 B 表示项目业主。假定参与人 B 不使用 BIM 技术，其能够获利为 c ($c > 0$)，在此可以理解为节省的 BIM 预算专项开支；如果项目业主没有使用 BIM 技术，政府部门的抽检检查到，就应当处以等同于获利 c 相等的罚款，并追加处罚，追加处罚系数为 s ，政府部门收缴罚款。政府部门监管需要一定的成本，成本为 r ，则

$$\begin{aligned} T_A(\alpha_1, \beta_1) &= -r, \quad T_B(\alpha_1, \beta_1) = 0 \\ T_A(\alpha_1, \beta_2) &= sc - r, \quad T_B(\alpha_1, \beta_2) = -sc \\ T_A(\alpha_2, \beta_1) &= 0, \quad T_B(\alpha_2, \beta_1) = 0 \\ T_A(\alpha_2, \beta_2) &= 0, \quad T_B(\alpha_2, \beta_2) = c \end{aligned}$$

式中， T_A 代表政府部门的支付水平， T_B 代表项目业主的支付水平； α_1 表示政府部门对项目业主是否使用 BIM 技术进行监管， α_2 表示政府部门不进行监管， β_1 表示项目业主使用 BIM 技术， β_2 表示项目业主不使用 BIM 技术； s 表示不使用 BIM 技术的惩罚系数， c 表示项目业主不使用 BIM 技术的获利， r 表示政府进行监管的成本。

3. 博弈模型建立与博弈结果分析

3.1. 博弈模型建立

通过以上对于博弈双方的假设，得到政府部门与项目业主的收益矩阵，如表 1 中所示。

假定 $sc > r$ ，即政府部门与项目业主的策略博弈缺失纯策略纳什均衡。

同时引入假设，令 P 代表政府部门监管项目业主是否使用 BIM 技术的概率 ($0 < P < 1$)， Q 代表项目业主使用 BIM 技术的概率 ($0 < Q < 1$)，可以得到以下的混合策略下的支付矩阵，如表 2。

Table 1. Pure strategic game
表 1. 纯战略博弈

		项目业主 B	
		使用 β_1	不使用 β_2
政府部门 A	监管 α_1	$(-r, 0)$	$(sc - r, -sc)$
	不监管 α_2	$(0, 0)$	$(0, c)$

Table 2. Mixed strategy game
表 2. 混合战略博弈

		项目业主 B	
		使用 $\beta_1(Q)$	不使用 $\beta_2(1-Q)$
政府部门 A	监管 $\alpha_1(P)$	$(-r, 0)$	$(sc - r, -sc)$
	不监管 $\alpha_2(1-P)$	$(0, 0)$	$(0, c)$

给定 Q ，政府部门监管($P = 1$)和不监管($P = 0$)的期望收益分别为

$$V_A(1, Q) = -rQ + (sc - r)(1 - Q) = sc - scQ - r$$

$$V_A(0, Q) = 0Q + 0(1 - Q) = 0$$

$$\text{令 } V_A(1, Q) = V_A(0, Q) \text{ 得 } Q^* = 1 - r/sc$$

即：如果项目业主选择使用 BIM 技术的概率 $Q < Q^* = 1 - r/sc$ ，政府部门最好的选择是监管；如果项目业主选择使用 BIM 技术的概率 $Q > Q^* = 1 - r/sc$ ，政府部门最好的选择是不监管；如果项目业主选择使用 BIM 技术的概率 $Q = Q^* = 1 - r/sc$ ，政府部门会随机选择监管或者不监管。

同样，如果给定政府的监管概率 P ，项目业主选择使用($Q = 1$)和不使用($Q = 0$) BIM 技术的期望收益分别为

$$V_B(P, 1) = 0P + 0(1 - P) = 0$$

$$V_B(P, 0) = (-sc)P + c(1 - P) = -scP - cP + c$$

$$\text{令 } V_B(P, 1) = V_B(P, 0) \text{ 得 } P^* = 1/s + 1$$

即：如果政府部门监管的概率是 $P < P^* = 1/s + 1$ ，项目业主的最优选择为不使用 BIM 技术；如果政府部门监管的概率是 $P > P^* = 1/s + 1$ ，项目业主的最优选择为使用 BIM 技术；如果政府部门监管的概率是 $P = P^* = 1/s + 1$ ，项目业主会随机选择使用或者不使用 BIM 技术。

可以得到在混合策略下该博弈模型的纳什均衡是

$$(P^* = 1/s + 1, Q^* = 1 - r/sc)$$

3.2. 博弈结果分析

根据双方博弈模型分析可知， P^* 、 Q^* 的取值与 s 、 c 、 r 相关，分别是惩罚的系数、获利和监管成本。

1) 项目业主使用 BIM 技术的概率 Q^* 与 s 、 c 、 r 有关。在检查成本 r 、惩罚系数 s 不变的情况下，项目业主不使用 BIM 技术能够获利 c 越大，越能够引发政府部门的重视，这样会导致监管力度加大，项目

业主会倾向于使用 BIM 技术，不使用 BIM 技术的可能性越小，获利 c 越小，项目业主不使用 BIM 技术的可能性越大；在政府部门监管成本 r 和项目业主不使用 BIM 技术获利 c 一定的情况下，惩罚系数 s 越大，对项目业主的影响就越大，项目业主迫于压力更倾向于选择使用 BIM 技术，这意味着项目业主使用 BIM 技术的概率变大，不使用 BIM 技术的概率变小；在获利 c 和惩罚系数 s 一定的情况下，监管成本 r 越高，项目业主越有可能选择不使用 BIM 技术，即使用 BIM 技术的可能性越小，反之越大。

2) 政府部门的监管概率 P^* 与惩罚系数 s 有关，惩罚系数 s 越大，对项目业主形成的压力就越大，项目业主不使用 BIM 技术的可能性就越小，因此政府部门监管的概率 P^* 就越小。

可以得出推广 BIM 技术策略为政府部门加强监管力度，增加对不使用 BIM 技术的项目业主的处罚力度，降低 BIM 技术的使用成本。

通过以上的分析，能够得出政府部门与项目业主在各种情况下的最优行动策略，但是这些分析都只是从理论上进行，并且需要一定的假设前提才能够成立。假定政府部门具有专业的监管水平，如果进行监管，一定能够发现项目业主没有使用 BIM 技术，但是实际情况可能是，政府部门由于监管能力不一，不一定能够通过监管发现项目业主没有使用 BIM 技术。或者项目业主用虚假的 BIM 模型来欺骗政府部门，在这些情况下之前所得出的结论不一定成立。其次，由于政府部门的精力有限，监管概率 P^* 也不能超过政府部门的人力限制，导致双方博弈结果与理论研究结果不完全吻合。

政府部门和项目业主的行动策略与理论研究分析相比会更加复杂。随着惩罚力度的加大，政府部门给项目业主的压力就越大，项目业主会更倾向于使用 BIM 技术。而如果政府部门的惩罚力度减小，政府部门的威慑力就会减小，项目业主会倾向于不使用 BIM 技术。虽然加大惩罚力度对于 BIM 技术的推广来说非常有效，并且实际上也具有可操作性，但目前并不适合成为解决 BIM 技术使用问题的途径。

4. 模型应用

根据以上博弈模型所得出的结果来进行分析，政府部门的监管与惩罚是推广 BIM 技术的一种方式，据此展开如下分析。若某项目业主不使用 BIM 技术，其获利为 100 万，如果政府部门进行监管的概率为 $4/5$ ，按照惩罚系数的计算公式，对项目业主处以获利 $1/4$ 倍的罚款，即政府部门在没收其 100 万的同时，还应当处以 25 万元的罚款；如果政府部门进行监管的概率使 $1/2$ ，应当对项目业主处以获利 1 倍的罚款，即政府部门在没收其 100 万的同时，对项目业主处以 100 万的罚款。如果监管的概率越高，就应当减小罚款的系数，如果监管的概率越低，就应当相应的增大罚款的系数。具体的罚款系数应调查研究，进行统计分析后得出，同时还要根据项目的不同类型来确定。政府部门应当划定必须使用 BIM 技术的项目和可选择使用 BIM 技术的项目，如果可以必须使用 BIM 技术的项目监管到没有使用 BIM 技术，应当加重处罚力度，同时对于可选择使用 BIM 技术的项目，监管到没有使用 BIM 技术，应当减轻处罚力度，或者不进行处罚。

5. 结论

在 BIM 技术推广使用的过程中，项目业主和政府部门会依据对方的策略选择来制定对自己有利的最优策略，在文中提出的假设前提下，项目业主和政府部门的博弈结果达到了平衡。文中采用博弈论中完全信息静态博弈模型，对政府部门与项目业主之间的 BIM 技术的推广策略博弈进行了分析，得出博弈策略的纳什均衡点。通过对博弈模型结果的分析指出政府部门可以通过监管并惩罚的方法来实现对 BIM 技术的推广，增加 BIM 技术的使用率，确保项目业主都能够使用 BIM 技术。但是监管惩罚对于 BIM 技术在现实中推广并不是最优的策略。实际问题非常复杂，首先项目的业主可以使用虚假的 BIM 模型来欺骗政府部门，其次可以通过贿赂政府部门来达到逃避监管的目的[9]。政府的无限制监管也会增加政府的监

管成本[10]。通过以上分析可以得出政府的监管和惩罚在现实中可能无法发挥其效力，促进 BIM 技术的推广。

在不加强政府监管与惩罚的前提下，推广 BIM 技术需要降低 BIM 技术的成本，使 BIM 技术能够为项目业主创造相应的价值，而不是单纯的投入，才能调动项目业主使用 BIM 技术的积极性，主动使用 BIM 技术。

在该模型中假设的是($c > 0$)的情况，即项目业主不使用 BIM 技术可以获利，即节省 BIM 专项预算。可以发现 BIM 技术的成本越高，BIM 专项预算就越高，导致项目业主不使用 BIM 技术可以获利 c 就越高，项目业主越倾向于不使用 BIM 技术。由此可见，BIM 技术的成本是导致项目业主是否选择使用 BIM 技术的关键原因，成本过高可能会导致项目业主不使用 BIM 技术而获利。

基于以上研究，得出以下对 BIM 技术的推广策略。

1) 政府方应当确保对于 BIM 技术使用的监管是合理有效的，严格按照规定对项目业主是否使用 BIM 技术进行抽检，并确保能够根据具体情况对项目业主作出合理的处罚。

2) 政府方应当依据抽检的概率来确定惩罚系数，综合项目实际情况进行权衡，而不应无限制的增大不使用 BIM 技术的惩罚。

3) 应对 BIM 技术的实用性展开研究，使用 BIM 技术应当发挥作用，为项目增值，使项目业主即使没有政府部门的监管，也会选择使用 BIM 技术。

4) 政府应当完善 BIM 的相关政策文件，建立 BIM 技术监管的相关制度，引导项目业主使用 BIM 技术，并指导项目业主使用 BIM 技术为项目创造价值。

基金项目

2021 年度山东省重点研发计划(重大科技创新工程)，“绿色智能建造和建筑工业化关键技术、成套设备及应用”(NO. 2021CXGC011204)。

参考文献

- [1] 祝连波, 田云峰. 我国建筑业 BIM 研究文献综述[J]. 建筑设计管理, 2014, 31(2): 33-37.
- [2] 张春霞. BIM 技术在我国建筑行业的应用现状及发展障碍研究[J]. 建筑经济, 2021(9): 96-98.
- [3] 高旭阔, 刘雨轩, 严梦婷. 不对称信息下基于委托代理模型的 BIM 推广研究[J]. 西安建筑科技大学学报: 自然科学版, 2020: 610-616.
- [4] 杨震卿, 宋萍萍, 宁娟利, 张晓玲, 左丹丹. BIM 标准在企业中的应用与意义[J]. 建筑技术, 2016, 47(8): 691-693.
- [5] 张晓菲, 周寅超. 基于 IFR 标准的 BIM 技术应用领域及其前景分析[J]. 建筑科学, 2010(S2): 94-97.
- [6] 周毅, 李曦, 陈永祥. 工程设计中应用建筑信息模型的主要障碍与对策[J]. 建筑经济, 2012(11): 4.
- [7] 李希妍, 戚振强. 基于 ISM 的阻碍业主方 BIM 技术推广因素分析[J]. 建筑经济, 2021(S2): 95-99.
- [8] 沙培洲, 刘彦明, 徐博. 西成客运专线铁路桥隧工程 BIM 技术应用研究[J]. 铁道标准设计, 2017, 61(7): 66-71.
- [9] 郑生钦, 司红运, 张雷. 基于 UTAUT 的建筑信息模型技术采纳意向实证研究[J]. 科技管理研究, 2016, 36(19): 6.
- [10] 王琦, 王腾. 基于利益主体博弈分析的 BIM 推广研究[J]. 四川建材, 2015, 41(6): 272-278.