

基于系统动力学的 BIM 应用项目 效益定量研究

饶平平¹ 朱清鹅¹ 林依豪¹ 王翔宇² 王喜春²
唐浩¹ 郭宸志¹ 邢凤超¹

(1. 上海理工大学 环境与建筑学院, 上海 200093;

2. 上海延华智能科技(集团)股份有限公司, 上海 430073)

【摘要】采用系统动力学理论构建 BIM 应用项目系统结构,通过分析各变量之间的关系,绘制出存量流量图进行 BIM 应用项目的经济效益模拟和测算,利用 Vensim 软件进行存量流量图绘制、模型的检验。根据项目实际应用情况进行分析,提取出项目数据,并运用 Vensim 软件进行仿真模拟,获取测算更加合理、结果更加精确的 BIM 应用项目效益情况。选取工程成本、工程错误率、工程返工、工作时间、工作强度、疲劳、管理协助等影响因素对比分析未应用 BIM 技术的项目的数据情况,分析 BIM 应用后项目的影响变化,验证了模型的合理性和可行性。

【关键词】BIM 应用; 存量流量图; 效益; 仿真模拟; 系统动力学

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】本文被《土木工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

引言

建筑行业工程项目一般具有建设周期长、资本密集、参建方多等特点,项目信息往往会面临信息流失量大、浪费等问题^[1]。BIM 技术的应用解决了信息损失、不易保存等问题,将分离的信息集成在一起,从而实现成本的节约及效益的增加。通过对 BIM 应用项目效益的测算,可为 BIM 应用项目决策、方案比选、成本控制、质量管理等提供科学依据,从而促进 BIM 技术应用的发展。

目前为止,许多的研究者对 BIM 应用项目效益进行了大量研究,但大多数仅从单项效益指标或定性的角度分析 BIM 应用项目效益,很少从全角度上分析和总结 BIM 应用项目效益情况^[2-3]。

本文在前人研究的基础上,阅读近年来关于 BIM 应用效益评价相关的文献^[4-16],总结得出 BIM 应用项目效益系统动力学模型中的变量,并对各个变量之间的关系进行分析。根据各变量之间的因

果关系,利用 Vensim 软件绘制出存量流量图,最后以实际项目为例,提取出项目中的数据并赋值于各个变量中,运用 Vensim 软件对 BIM 应用项目效益进行模拟和测算,获取 BIM 应用项目效益情况。

1 BIM 应用项目存量流量图构建

1.1 系统动力学理论

系统动力学(System Dynamics, SD)最初于 1956 年由 Jay W. Forrester 教授提出,是处理信息反馈系统动态行为的方法,利用反馈回路来描述问题的演变。所谓的反馈回路是系统元素的状态、速率以及信息回路,其所对应系统的三要素分别为单元、信息以及运动^[17]。常使用存量流量图、变量与方程式相结合,利用 Vensim 软件模拟各个变量之间的定量关系。

存量流量图是在因果关系图的基础上,区分不同类型变量,建立变量之间的数学关系,进而刻画

【作者简介】 饶平平(1984-),男,副教授,主要研究方向:BIM 技术研究与应用;朱清鹅(1996-),女,硕士研究生,主要研究方向:BIM 技术研究与应用。

出系统内部变量之间的相互关系。

变量与方程式是模型进行计算机模拟,分析系统问题的主要数学工具。系统动力学模型中常用的变量类型有存量、流量、辅助变量、常量。

Vensim 软件是一款可视化的建模工具,可以实现系统动力学模型的绘制、模拟、分析和优化,并形成存储的文档文件。

1.2 系统模型中的变量

本文以项目本身出发,将影响 BIM 应用效益的因素变量分为存量、流量、辅助变量、常量。通过文献统计汇总分析得到四类变量的含义及具体内容,如表 1~3。再结合各变量间的因果关系和前人的研究经验^[4-16],利用 Vensim 软件建立存量流量图(如图 1),对 BIM 应用项目效益情况进行模拟分析。

(1) 辅助变量

本文建立的存量流量模型中辅助变量共计 23 个,如表 1 所示。

表 1 变量说明表—辅助变量

序号	变量名称	序号	变量名称
1	BIM 投入成本	13	疲劳
2	物资损耗率	14	进度压力
3	剩余工作任务	15	管理者能力
4	人工费用	16	管理协助
5	优化机械费	17	施工效率
6	优化材料费	18	施工工艺优化
7	员工安全意识	19	技术影响因子
8	安全事故率	20	工作错误率
9	安全事故赔偿费	21	工程成本
10	工作任务	22	员工数量
11	工作强度	23	安全管理监控水平
12	工作时间		

(2) 存量和流量

本文建立的存量流量模型中流量和存量共计 10 个,如表 2 所示。

表 2 变量说明表—流量和存量

序号	变量名称	类型	序号	变量名称	类型
1	单位时间工程量	流量	6	工程返工	存量
2	单位时间材料费	流量	7	材料费	存量
3	每日工程返工量	流量	8	机械成本	存量
4	单位时间工资成本	流量	9	已完成工作量	存量
5	每日机械成本	流量	10	人工成本	存量

(3) 常量

本文建立的存量流量模型中常量共计 16 个,如表 3 所示。

表 3 变量说明表—常量

序号	变量名称	序号	变量名称
1	BIM 协调管理平台	9	其他费用
2	BIM 可视化交底	10	原始机械费
3	BIM 审图	11	员工工资
4	BIM 施工模拟	12	安全事故赔偿均值
5	设计变更工程量	13	材料单价
6	VR 安全教育比例	14	硬件费用
7	BIM 合同费用	15	软件费用
8	加班工资	16	初始工程量

本文所包含的变量共 49 个。其中存量 5 个,流量 5 个,辅助变量 23 个,常量 16 个。

1.3 模型的建立

(1) 建模目的

本文主要研究 BIM 技术对项目建造过程中的经济效益,模拟 BIM 技术对项目的影响,更加直观地看出 BIM 技术的经济效益。从前人的研究可知 BIM 技术的应用模式和方法在设计阶段以及施工阶段已经很成熟,研究方向逐步延伸到运维阶段。在构建系统动力学模型时,选取进度、质量、成本以及安全四个板块进行分析 BIM 技术的经济效益,并借助于 Vensim 软件的仿真功能对模型进行仿真分析,为 BIM 技术的发展提供有效的应用措施,确定科学合理的评价模型,为 BIM 技术的应用与推广提供科学合理的价值评价依据。

(2) 模型假设

所谓的模型是用抽象的方式来表现现实中的一种或几种情况。模型的构造离不开假设。假设的作用相当于界定模型的适用范围,优化和简化模型的分析过程,并且假设的提出使得模型更具有针对性。本文所构建的系统动力学模型也作以下假设:

①不考虑 BIM 技术应用过程的间接效益。本文研究 BIM 技术的应用效益仅选取研究结果中的直接效益,虽然 BIM 应用过程中存在众多隐形效益,例如社会效益等,但是这类价值难以测算和量化,与项目建设阶段五大指标存在较小的关联,本身不具有普遍性;

②不考虑施工方、设计方、业主方等 BIM 参建

方的差异,本文建立的系统动力学模型是以项目本身为单位,不考虑企业之间的应用水平差异以及参建方之间的应用深度、应用项的差异;

③项目建造过程不能延期,只能通过增加工人数量、工作强度或者工作时间赶工。

在以上假设的前提下,根据各变量之间的因果关系,忽略一些次要变量或者难以量化的变量,利用 Vensim 软件建立 BIM 技术的工程项目效益存量流量图如图 1 所示。

2 案例分析

2.1 项目概况

项目总用地面积 40 000m²,总建筑面积46 550m²,项目总建筑高度为 33.9m。项目主要功能包括办公区域、公共服务区域和主体展示区域。办公区域采用混凝土框架结构,公共服务区域采用钢框架支撑结构,主体展示区域则采用空间曲面网格结构。该项目中,BIM 应用项如表 4 所示。

2.2 参数估算

(1) 常量参数的确定

根据项目数据,对模型中参数进行赋值,赋值方式一般根据相关数据分析或者类似问题估算。本模型参数的估值如表 5 所示。

(2) 表函数的确定

针对系统模型中无法利用数学方程式表达的变量关系,本文选取表函数的方式进行确定。表函数是采用离散曲线的形式确定变量之间的因果联系,表函数离散值的确定通常采用历史数据或者研究数据进行测算及表达。本文利用表函数表示的

表 4 BIM 应用项

序号	BIM 应用项	内 容
1	BIM 模型制作	Revit 用于二次结果深化,Tekla 用于钢结构深化设计,Rhino 用于幕墙深化设计,Navisworks 用于机电管线优化设计,Synchro Pro 用于施工模拟,BIM 360Glue 用于现场记录;
2	BIM 应用管理平台	整合应用,协调多方作业;
3	BIM 图纸审查	BIM 技术碰撞检查,经过机电深化设计的 BIM 应用,碰撞消除高达 90%;
4	三维交底	创建 BIM 模型族库,视频辅助现场交底;
5	施工方案模拟	模拟动画展示,排查不合理施工方案;
6	钢结构深化设计	基于 BIM 技术的钢结构深化设计对原结构进行调整和优化;
7	幕墙深化设计	利用 Rhino 软件优化幕墙结构面积;
8	施工进度模拟	模拟进度,对施工安排进行调整;
9	BIM + VR 技术应用	设置 VR 安全虚拟体验馆,模拟施工安全事故发生现场。

表 5 参数估值情况

名称	数值	名称	数值
硬件费用	50 万元	优化机械费	52.7 万元
软件费用	30 万元	优化材料费	389.72 万元
BIM 合同费用	290 万元	安全事故赔偿	80 万元
其他费用	40 万元	BIM 协调管理平台	0.8
人工费用	56 万元	BIM 可视化交底	0.85
原始机械费	3 200 元/天	BIM 施工模拟值	0.87
员工工资	6 000 元/月	VR 安全教育比例	0.76
加班工资	50 元/小时	设计变更工程量	1 206 m ²
初始工程量	1 340 m ²	材料单价	3 000 元·m ⁻²

变量有员工安全意识、员工数量等共计 9 项。根据历史数据调研以及文献分析^[4-16],表函数的情况如表 6~14 所示。将确定的常量参数、表函数赋值于

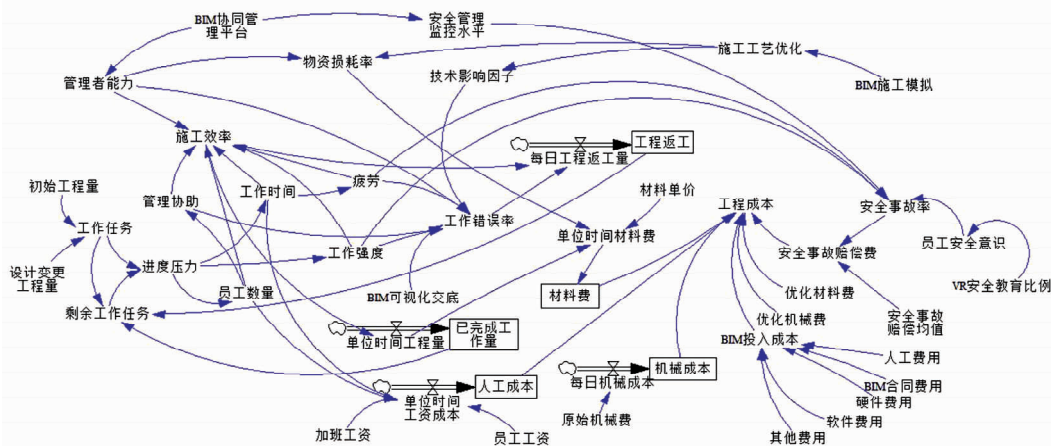


图 1 应用 BIM 技术的工程项目效益分析存量流量图

图 1 存量流量模型中,利用 Vensim 软件对项目效益进行模拟和测算,最后的模拟结果见 3.4 节。

表 6 VR 安全教育比例与员工安全意识表函数

序号	1	2	3	4	5	6
VR 安全教育比例	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
员工安全意识	0.4	0.54	0.62	0.75	0.83	0.95

表 7 进度压力与员工数量表函数

序号	1	2	3	4	5	
进度压力	0.09	0.11	0.21	0.3	0.4	0.5
员工数量	15	17	21	25	28	33

序号	7	8	9	10	11	12
进度压力	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.2
员工数量	39	57	56	65	82	104

表 8 施工工艺优化与技术影响因子表函数

序号	1	2	3	4	5
施工工艺优化	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8
技术影响因子	0.87	0.89	0.91	0.93	0.97

序号	6	7	8	9
施工工艺优化	0.85	0.9	0.95	1
技术影响因子	1	1.01	1.02	1.03

施工工艺通常根据国家规范要求进行合理的安排,一般都是固定的。但是,有的企业会进行技术创新,以此来提高项目的进度、质量以及成本等等。应用 BIM 技术后,对施工工艺以及施工方案进行模拟和优化,提高项目进度、质量以及成本等影响因素的比例。

表 9 安全管理监控水平与 BIM 协调管理平台函数

序号	1	2	3	4	5	6	7
BIM 协调管理平台	0	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1
安全管理监控水平	0.4	0.58	0.62	0.87	0.91	1.01	1.03

表 10 BIM 协调管理平台与管理者能力表函数

序号	1	2	3	4	5
BIM 协调管理平台	0	0.6	0.65	0.7	0.75
管理者能力	0.6	0.87	0.89	0.91	0.93

序号	6	7	8	9	10
BIM 协调管理平台	0.8	0.85	0.9	0.95	1
管理者能力	0.97	1	1.01	1.02	1.03

物资损耗率与 BIM 协调管理平台造成的物资管理能力以及施工工艺优化造成的技术优化因子有关联。因此,物资损耗率 = 0.5 * 管理者能力 +

0.5 * 施工工艺优化,用影响因子代替公式表达。

表 11 物资损耗率与影响因子表函数

序号	1	2	3	4	5
影响因子	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8
物资损耗率	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2

序号	6	7	8	9
影响因子	0.85	0.9	0.95	1
物资损耗率	0.15	0.1	0.05	1

表 12 进度压力与工作强度的表函数

序号	1	2	3	4	5
进度压力	0	0.092	0.171	0.278	0.318
工作强度	0	0.022	0.057	0.092	0.105

序号	6	7	8	9
进度压力	0.407	0.6	0.8	1
工作强度	0.149	0.5	1	1

表 13 进度压力与工作时间的表函数

序号	1	2	3	4	5	6
进度压力	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
工作时间	8	8	8	8	8	8.5

序号	7	8	9	10	11
进度压力	0.6	0.7	0.8	0.9	1
工作时间	8.5	9	10.5	12.5	15

表 14 疲劳与工作时间的表函数

序号	1	2	3	4	5	6	7	8
工作时间	8	8	8	8.5	9.5	10.5	12	15
疲劳	0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1

2.3 模型检验与运行

本文利用 Vensim 软件,根据时间变化对 BIM 应用进行了系统动力学模型构建。在系统动力学模型绘制和变量方程编辑完成后,对资料进行分析来直接检验,判断模型内部结构的合理性。然后分析工程建造过程变化趋势来运行检验,验证模型仿真结果有效性。最后通过改变模型参数和结构,分析其指标的敏感程度,模型检验运行过程如图 2。

2.4 BIM 应用情况的仿真与分析

通过对比项目是否应用 BIM 技术两种情况的差异,分析 BIM 技术的效益情况。本模型参数的估算是根据项目建造数据进行选择,模型仿真结果也刻画了项目中 BIM 技术的应用效益。

针对系统结构中人工成本部分进行分析,如图 3 所示。图 3(a)揭示了项目人工成本的变化趋势,

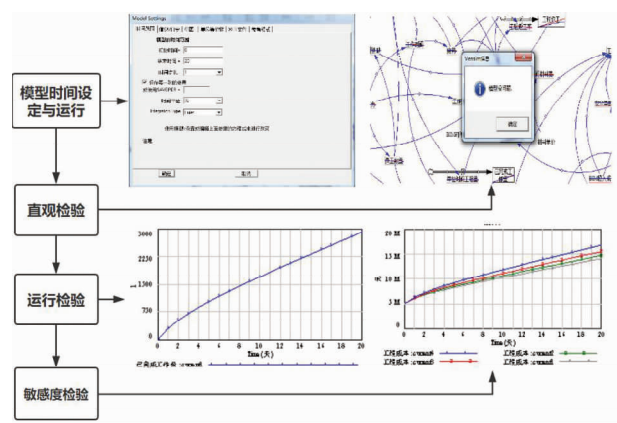
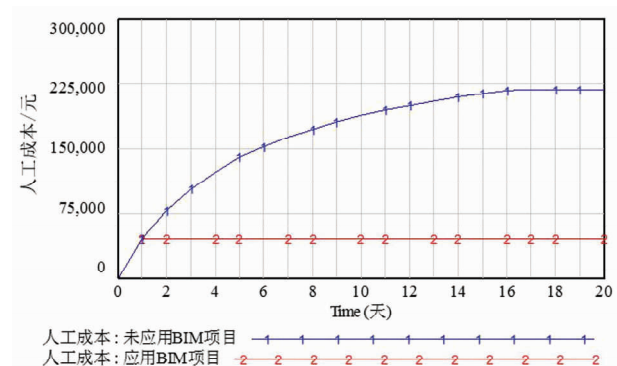
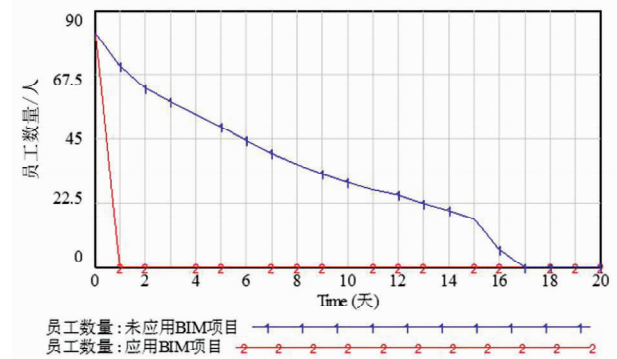


图 2 模型检验运行过程



(a) 人工成本模拟



(b) 员工数量模拟

图 3 模型人工成本部分模拟结果

图 3(b) 揭示了项目新增员工数量的变化趋势。

由图可知,根据模型的仿真结果,应用 BIM 技术人工成本为 4.51 万元,未应用 BIM 技术人工成本为 21.76 万元,差距为 17.25 万元。项目初期,新增相同数量的施工人员,应用 BIM 技术项目仅需 1-2 天便可以完成所有新增工程量,而未应用 BIM 技术的项目,需要 18-20 天才可以完成相同数量的工程量。因此,造成了成本差异 17.25 万元。由于

工程量以及进度压力发生了变化,新增员工人数也相应的变化,直到新增人数为 0。此项模拟结果也印证了 BIM 技术可以减少项目建造工期,避免项目延期。

图 4 展示了项目材料费用的模拟情况。由图 4 可知,应用 BIM 技术项目材料费用要低于未应用 BIM 技术的项目,且二者的差距逐渐拉大,造成这一现象的原因在于应用 BIM 技术有利于减小项目材料的损耗率和项目工程返工量的减少。

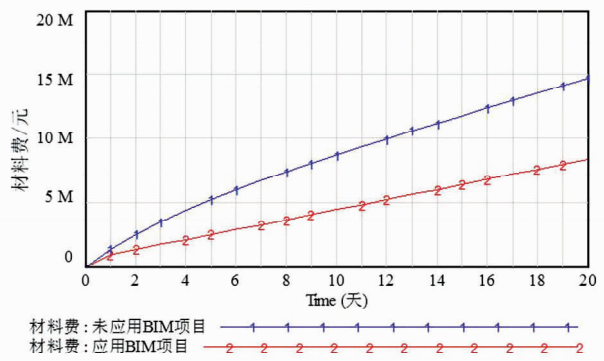


图 4 模型材料费模拟结果

对工程成本进一步分析,选取累计人工成本以及材料成本进行分析,随着项目的建造过程的推进,应用 BIM 技术的项目的人工成本和材料成本均低于未应用 BIM 技术的项目,而且随着项目建造过程,两者的差距越来越大。

图 5 展示了项目工程返工量的叠加情况,未应用 BIM 技术的项目工程返工现象日益减少,应用 BIM 技术有利于减少工程返工,且 BIM 技术产生的效果十分明显,二者之间的差距接近三倍。根据模型结果分析,工程返工的影响因素包括工程错误率和施工速率。本文依次对其进行分析。

图 6 展示了模型工程错误率的模型情况,未应用 BIM 技术项目的工程错误率在面临进度压力初期,错误率高达 0.686,随着工程进度压力的减小,工程错误率逐渐降低,最后工程错误率的值保持在 0.246 稳定不变。而应用 BIM 技术的项目,在项目建造初期,错误率就保持在 0.097 稳定不变。结合存量流量图,由于 BIM 技术的应用,使得项目施工方案和施工技术有所提高,减少由项目施工技术水平导致的错误率的产生,其次基于 BIM 技术的可视化辅助项目施工交底,有助于项目工作错误率的减少,进而反映到工程返工量的表现上。

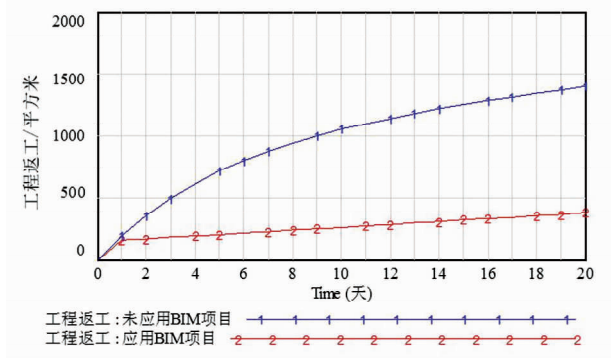
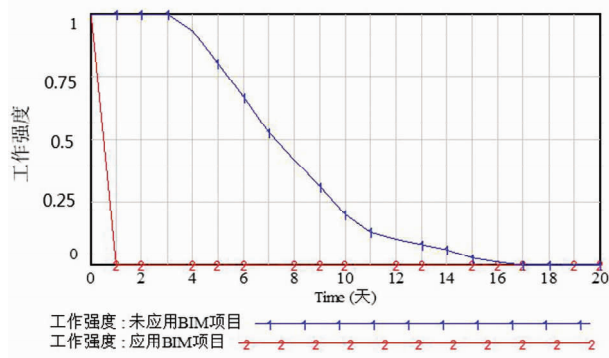


图5 模型工程返工模拟结果



(a)工作强度

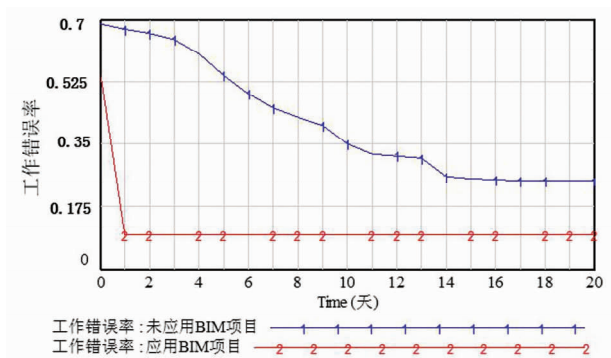
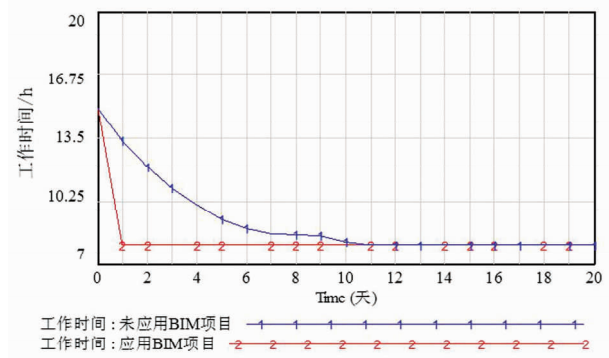


图6 模型工程出错率模拟结果



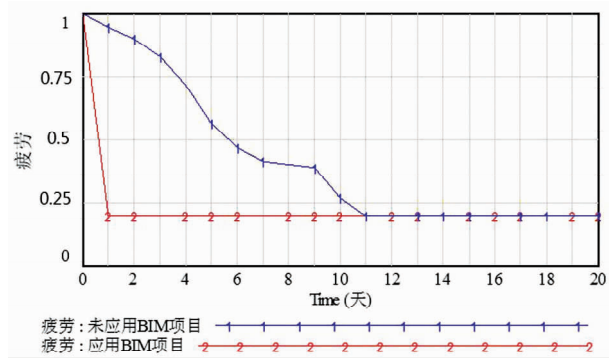
(b)工作时间

除此之外,工作出错率还和疲劳程度、管理协助等影响因素有关。本文将进一步对项目工作时间、工作强度、疲劳、和管理协助四个要素进行分析,模型模拟结果如图7所示。

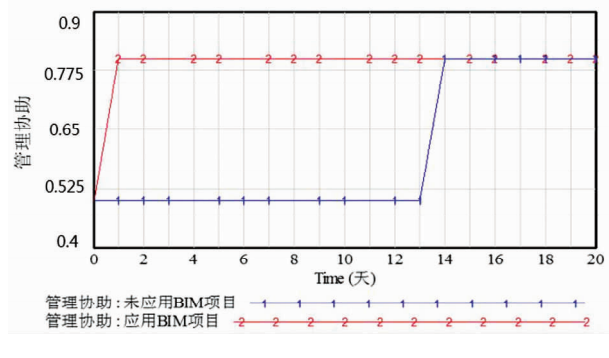
由于应用 BIM 技术后项目施工工期延误仅 1 - 2 天,工作时间、工作强度、疲劳、和管理协助四个要素横向分析,其模拟结果反映不明显。但是对比项目未应用 BIM 技术的工程项目,两者之间的差距则较为明显。

应用 BIM 技术后,工作时间、工作强度、疲劳仅持续一天,管理协助指标一直处于较高水平。结果表明,应用 BIM 可以减少项目施工人员的工作时间、工作强度、疲劳度,还提高了施工人员之间的管理协助能力。

未应用 BIM 技术的模拟情况显示,施工过程中工作强度一直处于较高强度状态。起始四天内,工作强度达到了满值,随着项目工程量的减少,工作强度逐渐降低,直到第十八天,才恢复正常。工作时间指标与工作强度指标变化情况类似,起始阶段工作时间最多,随着项目工程量的完成,工作时间逐



(c)疲劳



(d)管理协助

图7 模型施工效率四要素模拟结果

渐减少,工作进展到第十一天时,工作时间恢复正常状态。施工工人疲劳度与工作时间存在因果关系,变化趋势保持一致。项目期初,由于员工数量的增加,导致施工团队管理协助水平减低,随着项目施工的推进,员工之间的管理协助水平逐渐增加,第十一天时,管理协助水平与应用 BIM 技术后的管理协助水平保持一致。

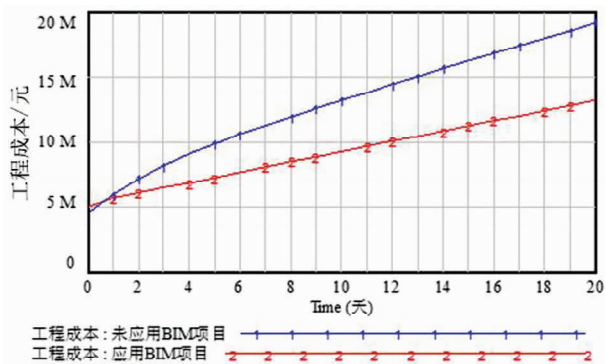


图 8 模型工程成本模拟结果

图 8 展示了应用 BIM 项目与未应用 BIM 项目的工程成本变化曲线。由图 8 可知,应用 BIM 技术前期项目成本高于未应用 BIM 技术的工程成本,造成这一现象的原因是 BIM 技术前期投入导致。但是,经过项目施工模拟以及施工方案优化,前期产生的 BIM 投入费用的差异逐步在缩小,在项目开始施工时,两者之间的成本差异很快就被反转,并随着项目建造过程的推进,BIM 应用效益日益突显,应用 BIM 技术的项目与未应用 BIM 技术的项目的成本差异越来越明显。

综上所述,应用 BIM 技术可以在很大程度上减少工程返工现象发生,降低工程返工率以及工程错误率,进而提高工程质量、节约项目成本,避免工期延误。与此同时,BIM 技术应用还减少了项目的进度压力,降低工程事故发生率,产生了较大的经济效益和社会效益。经过系统动力学模型的仿真模型,应用 BIM 技术的工程成本较未应用 BIM 技术的工程成本差异较为明显,根据模拟分析结果,应用 BIM 技术后,较未应用 BIM 技术产生经济效益估算为 619.7 万元。与实际应用 BIM 产生的经济效益 627.2 万元基本一致。

3 结论

本文采用系统动力学理论构建 BIM 应用项目

系统结构,通过分析各变量之间的关系,绘制出存量流量图进行 BIM 应用项目的经济效益模拟和测算。利用 Vensim 软件进行存量流量图绘制、模型的检验。根据实际项目提供的数据,在 Vensim 软件中模拟 BIM 应用项目效益情况,并选取工程成本、工程错误率、工程返工工程量、工作时间、工作强度、疲劳、管理协助等影响因素对比分析未应用 BIM 技术的项目的数据情况,证明了 BIM 技术的应用为工程带来了极大效益。本文主要结论如下:

(1) 结合实际应用案例和工程建设数据,对模型中的参数和方程进行估算和定义,模拟项目应用 BIM 技术后的工程成本变化以及项目各影响因素的变化幅度,测算 BIM 应用效益情况,并验证了模型的可行性和合理性,使得测算结果更加准确合理。

(2) 模拟应用 BIM 工程项目与未应用 BIM 技术的数据比较,可知项目应用 BIM 技术后,可减少项目设计错误数量、减少工程返工的发生、降低工程错误率、提高工程质量、节省项目建造成本、减少项目的进度压、减低工程事故发生率、缓解施工工人工作强度和疲劳感,产生了较大的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 韩玉麒,郭俊雄,吴沛越. BIM 应用的效益评价研究[J]. 重庆建筑, 2016(1): 16-18.
- [2] 项江繁. BIM 技术应用效益评价因素分析[J]. 工程建设, 2019(3): 129-130.
- [3] 饶平平,林依豪,徐明. 基于 BIM 技术的工程项目绩效评价方法研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2019, 11(3): 50-54.
- [4] Zheng L, Lu W, Chen K, et al. Benefit sharing for BIM implementation; Tackling the moral hazard dilemma in inter-firm cooperation[J]. International Journal of Project Management, 2017, 35(3): 393-405.
- [5] Won J, Lee G. How to tell if a BIM project is successful; A goal-driven approach[J]. Automation in Construction, 2016, 69: 34-43.
- [6] Kassem M, Succar B. Macro BIM adoption; Comparative market analysis[J]. Automation in Construction, 2017, 81: 286-299.
- [7] Wang G, Song J. The relation of perceived benefits and organizational supports to user satisfaction with building Information model(BIM)[J]. Computers in Human Behavior, 2016, 68: 493-500.
- [8] Habibi, Shahryar. The promise of BIM for improving

- building performance[J]. *Energy and Buildings*. 2017, 153: 525-548.
- [9] 饶平平, 梁晓东, 刘佳新. 基于 BIM 的施工信息管理平台的应用[J]. *土木工程信息技术*, 2017, 9(3): 96-103.
- [10] 饶平平, 廖巧, 刘佳新. BIM 结合 VR 技术在城市地下工程中的应用[J]. *土木工程信息技术*, 2018, 10(3): 13-16.
- [11] 顾向东, 吴锦华, 赵文凯, 等. BIM 技术在医院建设项目全生命周期的应用[J]. *建筑经济*, 2018, 39(1): 49-52.
- [12] 张庭旺. 建筑信息建模在天津神州通科技广场项目中的应用[J]. *工业建筑*, 2017, 47(7): 185-189.
- [13] 饶平平, 刘焯立. 基坑工程 BIM 技术结合有限元分析应用研究[J]. *土木工程信息技术*, 2017, 9(3): 52-57.
- [14] 庞学雷. 试论 BIM 应用评价与效益评价——基于 BIM 的上海国际旅游度假区项目管理探索之三[J]. *建设科技*, 2016, (8): 92-94.
- [15] 白庶, 张艳坤, 韩凤, 等. BIM 技术在装配式建筑中的应用价值分析[J]. *建筑经济*, 2015, 36(11): 106-109.
- [16] 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.
- [17] 贾仁安. *组织管理系统动力学*[M]. 北京: 科学出版社, 2014.

Quantitative Study on Benefit of BIM Application Project Based on System Dynamics

Rao Pingping¹, Zhu Qing'e¹, Lin Yihao¹, Wang Xiangyu², Wang Xichun²,
Tang Hao¹, Guo Chenzhi¹, Xing Fengchao¹

(1. *School of Environment and Architecture, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 20093, China;*

2. *Shanghai Yanhua Smarttech Group Co., Ltd., Shanghai 430073, China)*

Abstract: The system theory is applied to construct the BIM application project system project. Through the analysis of relationship among different variables, the stock flow graph is drawn to simulate and measure the economic benefits of BIM application in projects. The Vensim software is applied to draw the inventory flow graph and to test the model. According to the analysis on actual application of the project, the project data is extracted, and the Vensim software is applied to conduct simulation to obtain the benefit of BIM application in projects with more reasonable calculation process and more accurate calculation result. Influencing factors, including engineering cost, engineering error rate, engineering rework rate, working hours, working intensity, fatigue, management assistance, and etc., are all selected to compare and analyze the data of projects without applying BIM technology, and to analyze the impact of projects with BIM application, verifying the rationality and feasibility of the model.

Key Words: BIM Application; Stock Flow Graph; Benefit; Simulation; System Dynamics