

陈丽娟,陆亚.BIM技术在地震灾后重建房屋建筑工程造价控制方法中的研究[J].地震工程学报,2019,41(1):239-244.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2019.01.239

CHEN Lijuan,LU Ya.Application of BIM Technology in the Cost Control of Post-earthquake Building Reconstruction[J].China Earthquake Engineering Journal,2019,41(1):239-244.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2019.01.239

BIM技术在地震灾后重建房屋建筑工程造价控制方法中的研究

陈丽娟¹, 陆亚²

(1. 重庆能源职业学院建筑设计与工程管理部, 重庆 402260; 2. 重庆交通大学, 四川 重庆 402260)

摘要: 基于系统动力学控制重建房屋造价结果时,缺乏对地震后建筑成本数据的归集和处理过程,无法深入控制各个成本环节,控制效果差。深入研究地震灾区灾后重建房屋建筑工程造价控制方法,采用引入BIM技术的重建房屋建筑工程造价控制模型,通过该模型对建筑工程的造价成本进行预算,依据预算结果使用BIM技术归集成本数据后使用BIM数据平台存储和控制归集后的成本数据。通过造价控制体系实现地震灾后重建房屋建筑工程造价的有效控制,并采用财务ERP系统把控每个成本环节,实现工程造价优化控制。实验结果显示,该研究方法预算造价值与实际造价值差距小,约为1 000元,并在控制所有费用后节省了原始预算造价费用的11.91%,说明该方法造价控制效果好,能够有效节约震后灾区重建房屋工程造价成本。

关键词: 地震灾区; 灾后重建; 房屋建筑; 造价控制; BIM技术; 财务ERP

中图分类号: F406.72

文献标志码: A

文章编号: 1000-0844(2019)01-0239-06

DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.2019.01.239

Application of BIM Technology in the Cost Control of Post-earthquake Building Reconstruction

CHEN Lijuan¹, LU Ya²

(1. Department of Architectural Design and Engineering Management, Chongqing Energy College, Chongqing 402260, China;

2. Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract: Methods based on system dynamics for controlling the cost of house reconstruction have poor control effects because they lack processes for the collection and processing of post-earthquake building cost data and cannot control cost links in depth. A method for the cost control of post-disaster housing reconstruction in earthquake disaster areas is studied, and the cost control model for building reconstruction based on BIM technology is introduced. The model can be used to budget the cost of construction projects. Based on the budget results, BIM technology is used to collect cost data, and the BIM data platform is then used to store and control the collected cost data. The cost of post-earthquake building reconstruction can be controlled effectively

收稿日期: 2018-08-07

基金项目: 国家自然科学基金(51508065); 重庆市高等教育学会2017—2018年高等教育科学研究课题(CQGJ17193B)

第一作者简介: 陈丽娟(1984—),女,河南平顶山人,硕士,讲师,研究方向为建筑工程管理、工程造价方面。

E-mail: courageto2008@163.com。

by using the cost control system, and the financial ERP system can be applied to control each cost link to optimize costs. Experimental results obtained by using the proposed method reveal a small gap of approximately 1 000 RMB between the budget cost and the actual construction cost. After controlling all costs, 11.91% of the original budget cost is saved. The proposed method has a good cost control effect and can effectively reduce the costs of building reconstruction projects in earthquake-stricken areas.

Keywords: earthquake disaster area; post-disaster reconstruction; building structure; cost control; BIM technology; financial ERP

0 引言

地震后通常会出现人员和建筑的重大损毁现象,如何在房屋建筑重建的同时控制造价成本是现如今相关技术人员研究的重点问题。文献[1]提出基于系统动力学的建筑工程造价控制方法,该方法没有预算建筑工程的成本,导致造价控制效果差;文献[2]提出基于构件的产业化建筑工程造价计价与控制方法,该方法没有整理与过滤成本数据,造价信息处理速度慢;文献[3]分析了基于遗传支持向量机的综合管廊土建工程造价估算与控制方法,在成本控制过程中没有监控和控制成本数据,工程造价精细化管理准确度较低。针对上述问题,深入研究地震灾区灾后重建房屋建筑工程造价控制方法,提高灾区房屋重建效益。

1 地震灾区灾后重建房屋建筑工程造价控制方法

1.1 基于 BIM 技术的重建房屋建筑工程造价控制模型

地震灾后重建房屋建筑工程的项目计划、项目设计、项目实施、项目清算、施工交付等过程是地震灾区灾后重建房屋建筑工程造价控制流程^[4],在进行地震灾区灾后重建方法建筑工程计划和施工过程中,使用基于 BIM 技术的重建房屋建筑工程造价控制模型预算造价成本和控制施工成本。该模型的结构图用图 1 描述。

在基于 BIM 技术的重建房屋建筑工程造价控制模型中,采用模糊数学里最大最小法计算地震灾后重建房屋重建典型工程造价之间的贴进度并按照贴合度大小顺序排列运算获取工程造价预算值^[5]。通过公式(1)和公式(2)运算贴进度最高的三个灾后重建房屋建筑施工中典型工程造价,若公式与实际造价对比的精度结果在±5%左右则为可靠工程,如果精度为其他值需要调节局部数据,当精度符合要求后继续计算。贴进度最高的三个灾后重建房屋建筑典型工程造价的计算公式是:

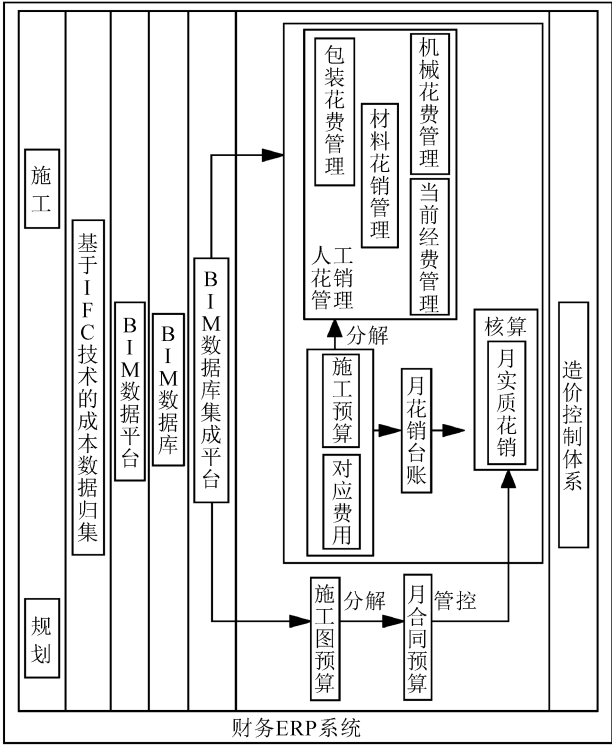


图 1 基于 BIM 技术的重建房屋建筑工程造价控制模型

Fig.1 Cost control model of reconstructed building project based on BIM technology

$$\begin{aligned} w = & \delta [i_1 W_1 + i_2 W_2 (1 - i_1) + \\ & i_3 W_3 (1 - i_1) (1 - i_2) + \\ & \frac{1}{3} (W_1 + W_2 + W_3) (1 - i_1) (1 - i_2) (1 - i_3)] \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned} \delta = & 1 + \frac{1}{n} \left[1.8 \left(\frac{R_{测}}{R_{i_1}} - 1 \right) + \right. \\ & \left. 0.8 \left(\frac{R_{测}}{R_{i_2}} - 1 \right) + 0.4 \left(\frac{R_{测}}{R_{i_3}} - 1 \right) \right] \end{aligned} \tag{2}$$

其中,预算地震灾区灾后重建房屋建筑工程造价值和工程模糊集合里元素的个数分别是 w 和 n ,降序排列得到前三名典型工程的贴进度分别是 $i_1、i_2、i_3$;;它们对应的典型工程造价分别是 $W_1、W_2、W_3$;

调整系数是 δ ,待预算地震灾后重建房屋工程项目隶属度相加的值($\sum r_{测}$)和全部工程项目里隶属度相加最高值($\sum r_{max}$)的比值是 $R_{测}$; $i_1、i_2、i_3$ 相对的工程项目隶属度相加的值($\sum r_a, a=1,2,\cdots,m$)和全部工程项目里隶属度相加的最高值($\sum r_{max}$)的比值分别是 $Ri_1、Ri_2、Ri_3$ 。

重新计算地震灾后重建房屋建筑典型工程与待测工程的贴进度,将典型工程按照贴进度高低排列代入公式(2),运算结果为地震灾后重建房屋工程造价预算值。根据该模型可以实现对建筑工程造价成本的准确预算,为成本数据的归集提供基础。

1.2 基于 BIM 技术的成本数据归集

基于工程造价预算结果,为了提高地震灾后重建房屋建筑工程造价控制效率,采用 BIM 技术对地震灾区灾后重建房屋建筑工程造价成本数据进行归集^[6]。

传统方法通常在日常业务里归集每个地震灾区灾后重建房屋建筑工程项目造价的文档信息,地震灾区灾后重建房屋建筑工程项目造价的文档会在相关人员需要对应的数据与信息中采集^[7],造价控制人员需要对比分析大批地震灾区灾后重建房屋建筑工程项目造价的文档才可以获取对应的成本信息。但采集的成本数据有可能会丢失或与实际情况有差异^[8],导致造价控制结果差。BIM 技术能采用信息系统归集数据,完善上述的缺点。图 2 为信息归集流程图。

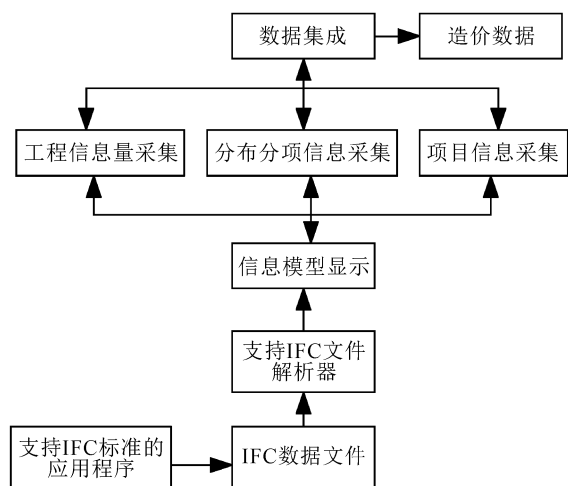


图 2 信息归集流程

Fig.2 Flow chart of information collection

如图 2 所示,首先通过支持 IFC 标准的应用程序解析 IFC 数据文件,然后采用信息模型展示 IFC

数据文件中的信息,按照工程信息、分布分项信息和项目信息对数据分类^[9],最后集成分类数据,获取灾后重建房屋建筑工程造价数据。

1.3 BIM 数据平台功能设计

基于上小节采用 IFC 技术归集 BIM 模型造价控制时产生的海量造价数据后,需要存储和控制获取的归集后的造价数据,完成造价控制方法和 BIM 模型里信息的交互^[10]。所以在基于 BIM 技术的地震房屋建筑工程造价控制模型里应构建数据处理平台。图 3 为数据处理平台图。

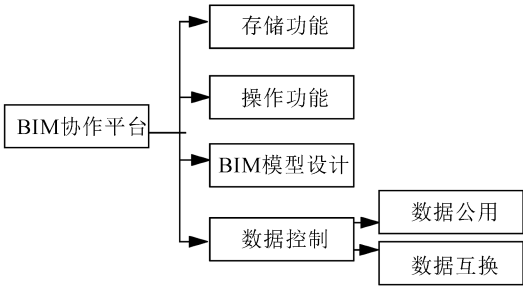


图 3 数据处理平台

Fig.3 Data processing platform

BIM 模型设计模块:该模块数据采用客户端方式与相应的用户交互,该功能可把 BIM 模型通过界面显示给用户,用户在界面上可执行其他控制功能^[11]。

存储功能模块:存储功能模块主要用于存储震后灾区重建房屋建筑工程造价数据与信息,BIM 模型里存在大量造价数据,所以平台必须具备大容量的存储功能。

数据控制模块:该模块根据用户的要求搜索数据,并实现数据的公用和互换,进而实现造价控制。

依据数据处理平台各模块的功能,同时运用图 4 描述的 BIM 模型中的造价控制体系,实现地震灾后重建房屋建筑工程造价的有效控制^[12]。在建筑工程项目计划过程中采集建筑工程项目成本信息,通过采集的信息预算建筑项目工程投标成本。通过 BIM 数据平台中各类数据与信息资源计算建筑工程成本,获取的建筑工程成本是灾后重建房屋建筑

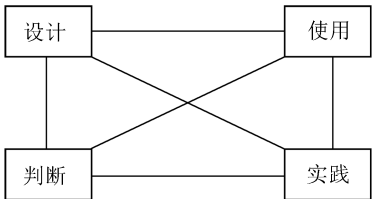


图 4 造价控制体系结构

Fig.4 Structure of cost control system

工程造价控制方法设计时的目标^[13]。在施工过程中采集实际的成本信息后,相关人员通过 BIM 技术和 BIM 模式获取各个施工阶段的建筑成本。

如图 4 显示,设计、使用、实践和判断四个功能组成造价控制体系,各功能直接可以实现数据的实施交互和兼容^[14]。

1.4 财务 ERP 系统设计

为了实现对工程造价的精准控制,采用财务 ERP 对获取的施工成本进行处理,系统分配施工造价信息的同时计算项目施工总造价,通过 ERP 系统完成对地震灾区灾后重建房屋建筑工程的全部核算^[15]。将基于 BIM 技术的重建房屋建筑工程造价控制模型和财务 ERP 系统结合,对比 BIM 模型的项目设计、造价软件的成本预测和财务 ERP 系统的运算结果,通过财务 ERP 系统监控 BIM 各个过程,把控每个建筑工程成本控制环节,实现精准造价控制。BIM 模型与财务 ERP 系统结合的工作流程图 5 描述。

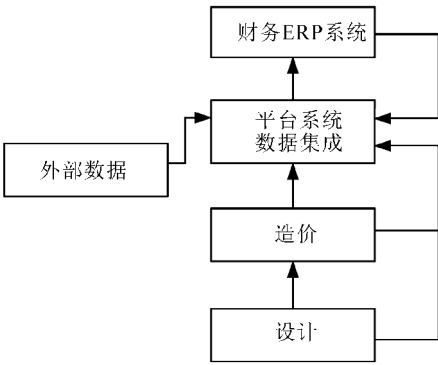


图 5 BIM 模型与财务 ERP 系统结合的工作流程
Fig.5 Work flow of combining BIM model with financial ERP system

综上所述,通过基于 BIM 技术的重建房屋建筑工程造价控制模型以及 ERP 系统完成对建筑工程造价成本的预算、归集、存储和控制,最终实现工程造价整体优化控制。

2 实验分析

2.1 工程造价预算效果

将某地震灾区灾后重建房屋建筑工程分别采用本文方法、基于系统动力学的建筑工程造价控制方法进行工程造价控制实验,对比两种方法预算结果与实际造价结果间的差值。图 6 为本文方法预算结果,图 7 为基于系统动力学的建筑工程造价控制方法预算结果。

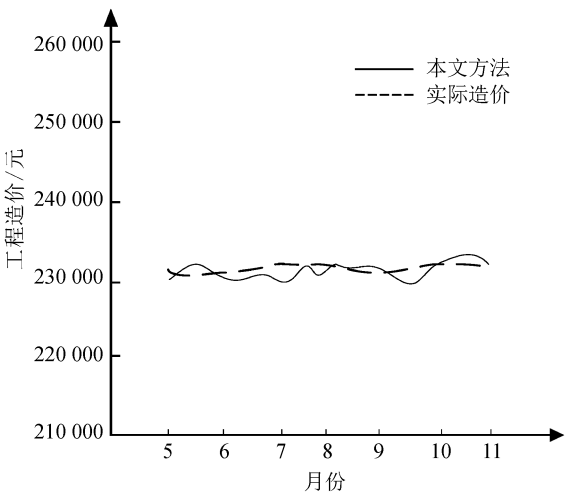


图 6 本文方法预算结果
Fig.6 Budget results of the poposed method

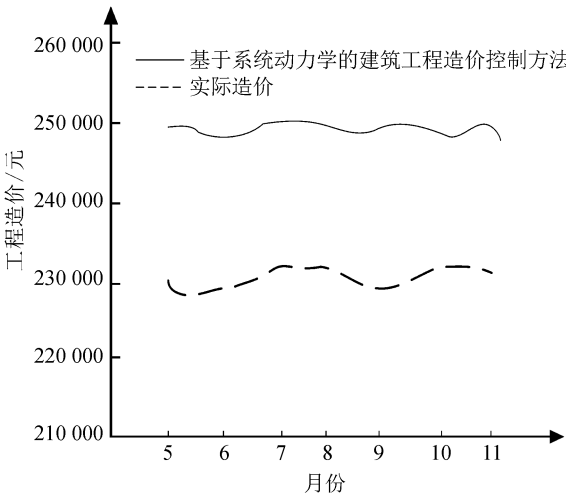


图 7 基于系统动力学的建筑工程造价控制方法预算结果

Fig.7 Budget results of the construction cost control method based on system dynamics

图 6 显示,本文方法对实验重建房屋建筑工程造价进行预算的结果总体同实际造价结果一致,二者相差约为 1 000 元。图 7 显示基于系统动力学的建筑工程造价控制方法预算结果与实际造价相差较高,差值约为 20 000 元。对比结果说明,本文方法对灾后重建房屋建筑工程造价预算结果比基于系统动力学的建筑工程造价控制方法更为准确,与实际值更接近。

2.2 项目成本控制测试

2.2.1 月造价控制测试

通过本文方法和基于系统动力学的建筑工程造价控制方法控制实验灾后重建房屋建筑工程 9 月份的造价,记录控制后的结果,结果分别用表 1 和表 2 描述。

表 1 本文方法造价控制结果

Table 1 Cost control results using the proposed method				
费用名称		工程原始预算 造价/元	工程控制后 造价/元	价格对比 /元
直接费	定额基价	865 234.26	786 523.65	78 710.61
	人工费	315 245.21	272 654.36	42 590.85
	人工费差	243 214.25	213 653.35	29 560.9
	辅材料费	243 654.31	213 363.25	30 291.06
	机械费	52 114.36	48 882.34	3 232.02
	主材料费	126 542.32	104 926.35	21 615.97
	自主报价	136 526.25	102 462.35	34 063.9
	措施费	63 456.36	60 321.25	3 135.11
	规费	63 254.12	57 216.32	6 037.8
	企业管理费	76 352.21	65 048.21	11 304.00
间接费	安全技术服务费	2 353.00	244.32	2 108.68
	利润	64 352.62	58 243.21	6 109.41
	税金	86 245.32	76 485.36	9 759.96
	合计	2 338 544.59	2 060 024.32	278 520.27

表 2 基于系统动力学的建筑工程造价控制方法造价控制结果

Table 2 Cost control results using the method based on system dynamics				
费用名称		工程原始预算 造价/元	工程控制后 造价/元	价格对比 /元
直接费	定额基价	865 234.26	836 524.32	28 709.94
	人工费	315 245.21	301 236.25	14 008.96
	人工费差	243 214.25	235 487.47	7 726.78
	辅材料费	243 654.31	239 851.65	3 802.66
	机械费	52 114.36	51 243.25	871.11
	主材料费	126 542.32	118 364.36	8 177.96
	自主报价	136 526.25	91 565.36	44 960.89
	措施费	63 456.36	62 556.36	900.00
	规费	63 254.12	62 354.32	899.8
	企业管理费	76 352.21	75 365.35	986.86
间接费	安全技术服务费	2 353	2 004	349
	税金	86 245.32	85 264.32	981.00
	合计	2 338 544.59	2 145 141.37	112 374.96

表 1 显示,本文方法控制后的造价比预算造价合计低 278 520.27 元,其中,安全技术服务费控制后节省的费用最多,节省了原始预算造价费用的86.61%,所有费用控制后节省了原始预算造价费用的 11.91%;表 2 显示,基于系统动力学的建设工程造价控制方控制后的造价比预算造价合计低112 374.96元,其中,自主报价费控制后节省的费用最多,节省了原始预算造价费用的 32.93%,所有费用控制后节省了原始预算造价费用的 4.80%;对比结果显示,本文方法比基于系统动力学的建筑工程造价控制方法对实验灾后重建房屋建筑工程 9 月份造价控制效果更高,大大降低了造价控制成本,提高造价控制效益。

2.2.2 工程期造价控制测试

将两种方法对实验灾后重建房屋建筑二期工程造价控制的结果进行对比,结果用图 8 描述。

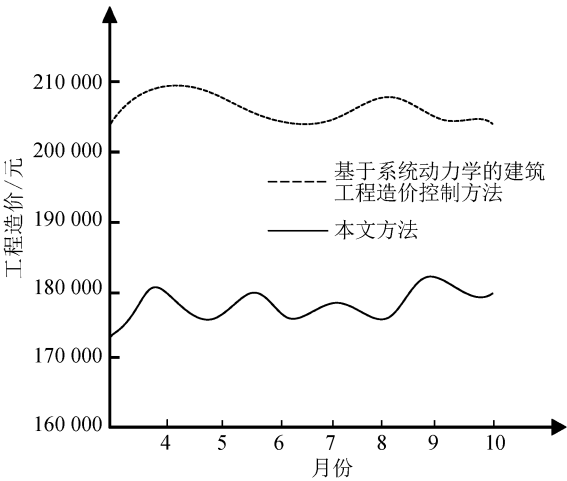


图 8 两种方法工程期造价控制结果

Fig.8 Cost control results of engineering period using two methods

图8显示,本文方法对地震灾区灾后重建房屋建筑二期造价控制后的成本明显低于基于系统动力学的建筑工程造价控制方法,平均每月比基于系统动力学的建筑工程造价控制方法造价低16 111.21元,造价控制后二期工程总成本比基于系统动力学的建筑工程造价控制方法造价控制后成本低112 778.47元。结果证明,本文方法对地震灾区灾后重建房屋建筑造价控制后的成本比基于系统动力学的建筑工程造价控制方法低,能够有效节省造价成本。

3 结论

为了有效控制地震灾区灾后重建房屋建筑工程造价,提高造价效益,本文深入研究一种适用于灾后重建房屋建筑造价控制方法,BIM技术广泛应用于土木工程界^[14],采用基于BIM技术的重建房屋建筑工程造价控制模型,全方位预算造价成本和控制施工成本,并融合基于BIM技术的重建房屋建筑工程造价控制模型和财务ERP系统,通过财务ERP系统把关每个环节,实现工程造价优化控制。实验结果显示,本文方法预算造价的结果与实际造价值差距小,约为1 000元,而基于系统动力学的建筑工程造价控制方法预算结果与实际造价相差约为20 000元,说明本文方法的预算结果更准确;并且本文方法对灾后重建房屋建筑工程中所有费用进行控制后,节省了原始预算造价费用的11.91%,而基于系统动力学的建筑工程造价控制方法只节省了原始预算造价费用的4.80%,结果说明本文研究的基于BIM技术的重建房屋建筑工程造价控制模型的造价控制效果好,能够有效节约建筑工程造价成本。

参考文献(References)

- [1] 岳乌云高娃.地震后重建过程中的建筑最低成本分析[J].地震工程学报,2017,39(6):1150-1155.
YUE Wuyungaowa.Lowest-cost Analysis of Buildings during Post-earthquake Reconstruction[J].China Earthquake Engineering Journal,2017,39(6):1150-1155.
- [2] 赵占军.BIM技术在施工阶段的成本控制管理[J].建筑技术,2016,47(6):567-570.
ZHAO Zhanjun.Cost Control Management of BIM Technology in Construction Stage[J].Building Technology,2016,47(6):567-570.
- [3] ZIMMERLING E,HÖFLINGER P J,SANDNER P G,et al.A System Framework for Gamified Cost Engineering[J].Information Systems Frontiers,2016,18(6):1-22.
- [4] ZIMMERLING E,HÖFLINGER P J,SANDNER P G,et al.A System Framework for Gamified Cost Engineering[J].Information Systems Frontiers,2016,18(6):1063-1084.
- [5] 胡丹萍,陶学明.基于改进遗传算法的地震后重建工程造价模型改进设计[J].地震工程学报,2018,25(4):135-137.
HU Danping,TAO Xueming.Improved Construction Cost Model for Post-earthquake Reconstruction Based on Improved Genetic Algorithm[J].China Earthquake Engineering Journal,2018,25(4):135-137.
- [6] SHARMA M,SHARMA T,SAKPAL M.An Analytic Study and Implementation of Constructive System Engineering Cost Estimation Models[J].International Journal of Computer Applications,2016,135(6):4-7.
- [7] 吴继伟,梁兴文,朱汉波.FEMAP58 新一代建筑抗震性能评估方法[J].地震工程与工程振动,2015,1(3):37-43.
WU Jiwei,LIANG Xingwen,ZHU Hanbo.FEMAP58 New Generation Seismic Performance Evaluation Method for Buildings[J].Earthquake Engineering and Engineering Vibration,2015,1(3):37-43.
- [8] 申彤,闫维明,周大兴,等.超高层建筑施工塔吊的动力特性和地震响应规律[J].科学技术与工程,2017,17(27):255-262.
SHEN Tong,YAN Weiming,ZHOU Daxing,et al.Seismic Response and Dynamic Characteristics of Cranes on High-rise Buildings[J].Science,Technology and Engineering,2017,17(27):255-262.
- [9] ZHAO J,NING D.Reflection on the Development of Engineering Cost Consulting Business Under the New Normality[J].Journal of International Development,2015,27(2):155-169.
- [10] 杨理臣,卢宁,樊光洁,等.青海玉树7.1级地震灾后重建地区房屋地震易损性研究[J].地震工程学报,2016,38(2):314-318.
YANG Lichen,LU Ning,FAN Guangjie,et al.The Analysis of Vulnerability of Reconstruction Buildings in the Area Stricken by Yushu 7.1 Earthquake,Qinghai[J].China Earthquake Engineering Journal,2016,38(2):314-318.
- [11] 伍娇娇,刘霖.灾区震后重建中建筑工程造价快速评估技术研究[J].地震工程学报,2018,46(5):15-22.
WU Jiaojiao,LIU Ji.Research on Rapid Evaluation Technology of Construction Engineering Cost in Post-earthquake Reconstruction in Disaster Area[J].China Earthquake Engineering Journal,2018,46(5):15-22.
- [12] GUO S H,ZHU F L,XU L Y.Unknown Input Observer Design for Takagi-Sugeno Fuzzy Stochastic System[J].International Journal of Control,Automation and Systems,2015,13(4):1003-1009.
- [13] 陈永霞.建筑工程造价效益分配优化控制仿真[J].计算机仿真,2016,33(11):208-211.
CHEN Yongxia.Construction Project Cost Benefit Allocation Optimization Control Simulation[J].Computer Simulation,2016,33(11):208-211.
- [14] 孙潇.基于建筑信息模型技术的展览建筑过渡空间三维仿真系统设计[J].科学技术与工程,2018,18(22):216-221.
SUN Xiao.Design of Three-dimensional Simulation System of Exhibition Building Transition Space Based on Building Information Modeling Technology[J].Science Technology and Engineering,2018,18(22):216-221.