

王雁.基于 BIM 的地震灾后民用建筑重建工程施工成本控制方法[J].地震工程学报,2019,41(1):233-238.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2019.01.233

WANG Yan.BIM-based Method for the Cost Control of Civil Building Reconstruction after Earthquakes[J].China Earthquake Engineering Journal,2019,41(1):233-238.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2019.01.233

基于 BIM 的地震灾后民用建筑重建工程 施工成本控制方法

王 雁^{1,2}

(1. 湖南省核工业建设有限公司, 湖南 长沙 410000; 2. 南华大学经济管理学院, 湖南 衡阳 421001)

摘要: 采用传统的成本控制方法,存在质量和成本无法同时优化、成本预测精确度低,成本控制效果不佳等问题,为此,提出基于 BIM 的建筑重建工程施工成本控制方法。采用灰色系统理论预测建筑施工成本具体面临的问题,以各期施工成本相关信息数据作为模型数据基础;结合 BIM 技术进行成本控制动态模型构建,在模型中引入可辨识矩阵设定成本各指标的相对重要度,进一步找寻施工成本各项指标间的关系,按其相互关系进行排序,得到子成本与总成本间的规则联系,并就规则制定控制策略,调整成本控制动态模型以实现施工成本的动态控制。实验结果表明,所提方法的成本预测精度始终在 75% 以上,成本控制结果与实际值的拟合度高达 95%,相比当前方法具有更好的控制性能。

关键词: 成本控制; 灰度系统预测; BIM; 粗糙集理论; 施工重建

中图分类号: TP391.41

文献标志码: A

文章编号: 1000-0844(2019)01-0233-06

DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.2019.01.233

BIM-based Method for the Cost Control of Civil Building Reconstruction after Earthquakes

WANG Yan^{1,2}

(1. Hunan Nuclear Industry Construction Co. Ltd., Changsha 410000, Hunan, China;

2. School of Economics and Management, University of South China, Hengyang 421001, Hunan, China)

Abstract: The traditional cost control method exhibits several problems, i.e., nonsimultaneous quality and cost optimization, low cost prediction accuracy, and poor cost control effect. Therefore, a method based on BIM for the cost control of reconstruction projects is proposed in this work. The gray system theory is used to forecast the concrete problems associated with construction cost, and the construction cost-related information data of each period is used as the model data base. The dynamic model of cost control is constructed in combination with BIM technology. Then, the relative importance of each cost index is set by introducing a discernibility matrix. The relationship between the different indexes of construction cost is further investigated, and the rules underlying the connection between subcost and total cost are obtained. The control strategy

收稿日期: 2018-10-01

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41672261)

作者简介: 王 雁(1985—),女,湖南衡阳人,研究生,工程师,研究方向为工程造价。E-mail: VIV12366@163.com。

is developed in accordance with the identified rules, and the cost control dynamic model is adjusted to dynamically control construction cost. Experimental results show that the cost prediction accuracy of the proposed method consistently exceeds 75% and that the fitting degree between the cost control result and the actual value reaches 95%. The proposed method has better control performance than the currently applied method.

Keywords: cost control; gray system prediction; BIM; rough set theory; reconstruction

0 引言

自然灾害频发,地震灾后房屋坍塌,各种设施损坏严重,极大地损害了灾区人民生命和财产。灾后的建筑重建工作成为重中之重,受到了国家领导人的高度重视。施工成本控制作为灾区重建工程的核心问题之一,反映了灾后重建效益的好坏以及国家资金的利用情况,但由于传统重建施工的复杂度过高,导致重建施工成本控制效率低,预见性差的问题日益凸显,在这种情况下,需要提出一种新的成本控制方法。

如今对于施工成本控制的研究文献有很多,刘景矿等^[1]通过系统动力学模型对成本控制、施工进度两者间的联系进行说明,得到量化后的成本控制进度。利用适合的成本控制进度调整成本,保证施工成本控制在一定的区间。但这种方法无法达到施工质量与成本控制同时提高的效果。刘佳等^[2]利用三角模糊数更好地描述项目施工维持时间以及施工成本的不稳定性,建立隶属函数及质量模糊评语集,对施工成本进行测算,评估施工质量。采用 Pareto 最优原理,对复杂环境下的建筑工期、施工质量和施工成本建立权衡优化模型,利用优化模型获得排序最优解,完成施工成本控制,这种方法通过多方面评估使成本控制更加接近于理性状态,但由于运算复杂,这种方法在保证控制成本的同时,难以保证施工进度和施工质量。

根据上述问题,本文提出了基于 BIM 的建筑重建工程施工成本控制方法,方法的步骤如下:

(1) 采用灰色系统理论对地震灾后民用建筑重建工程施工成本进行预测。

(2) 利用粗糙集理论控制施工成本,通过寻找成本间的规则联系,实现成本控制。

(3) 通过仿真实验结果验证了所提方法在成本预测、成本控制方面的优越性能。

1 灾后重建建筑施工成本控制方法

1.1 施工成本预测

以建筑信息模型(BIM)作为基础,采用灰色系

统理论预测建筑施工成本具体面临情况,将系统中的时间序列进行累加生成序列,将生成的成本相关信息数据^[3]带入到预测模型中,预测施工成本。

灰色系统预测为一个含有已知和未知信息的系统,通过当前和历史已知信息或未知信息建立施工成本灰色预测模型。这种预测模型对预测信息多少不限,并且不存在不可比因素,克服了以往预测精度较低的弊端。

在构建灰色系统预测模型时,需要量化探究成本信息系统的整体、协调功能以及动态关系。动态关系是进一步收集信息的输入、输出数据,得到信息数据序列的动态模型;量化是对信息数据各环节因果关系的量化得到浅层概括量化的模型,通过对动态模型系统进行重构达到优化系统的目的。具体灰色预测建模过程如下:

假设, $X^{(0)}$ 表示成本信息系统中的时间序列,即:

$$X^{(0)} = \{X^{(0)}(P)\} (P = 1 \sim m) \quad (1)$$

其中: P 为常数; m 为 P 的最大取值。将 $X^{(0)}$ 通过多次累加获得生成序列^[4]:

$$X^{(1)} = \{X^{(1)}(P)\} (P = 1 \sim m) \quad (2)$$

式中: $X^{(0)}$ 与 $X^{(1)}$ 的关系为:

$$X^{(1)} = \sum_{j=1}^P X^{(0)} \quad (3)$$

式中:存在一定规律, $\sum_{j=1}^P$ 表示为非线性映射函数,通过式(3)给出的 $X^{(0)}$ 与 $X^{(1)}$ 的关系构建灰色系统预测模型,表示为 $GM(1,1)$ 。 $GM(1,1)$ 建模如下:

$$GM(1,1) = u \frac{dx^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} \quad (4)$$

式中: $dx^{(1)}$ 为空间嵌入维数; dt 为空间轨迹矩阵; a 为发展灰度; u 为灰度作用量,利用 $a = [a, u]^T = (G^T G)^{-1}$ 求微分方程,通过对 u 、 a 进行参数估计,得出累加数列预测模型 $\hat{X}^{(1)}(K+1)$,将设计所得的信息数据带到模型中,达到对施工成本预测的目的。

G 、 X_n 表示如下:

$$G = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[X^{(1)}(1) + X^{(1)}(2)]1 \\ -\frac{1}{2}[X^{(1)}(2) + X^{(1)}(3)]1 \\ \vdots \\ -\frac{1}{2}[X^{(1)}(n-1) + X^{(1)}(n)]1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$X_n = \begin{bmatrix} X^{(0)}(2) \\ X^{(0)}(3) \\ \vdots \\ X^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad (6)$$

式中: G 为施工成本预算增长矩阵; X_n 为空间矩阵。累加数列预测模型如下:

$$\hat{X}^{(1)}(K+1) = x^{(0)}(1) - \frac{u}{a}e^{-ak} + \frac{u}{a} \quad (7)$$

式中: $K=1,2,\dots$; $\hat{X}^{(1)}$ 为某一施工成本数列; e^{-ak} 为预估数值。通过对式(7)进行累减得到:

$$\hat{X}^{(0)}(K+1) = \hat{X}^{(1)}(K+1) - \hat{X}^{(1)} \quad (8)$$

$$K = \left(X^{(0)}(1) - \frac{u}{a} \right) \times (1 - e^a) e^{-ak} \quad (9)$$

式(8)为原始预测模型, K 为累减数列,通过建立方差比以及小误差概率对模型进行精度检验。预测方差计算式^[5]如下:

$$e(k) = X^{(0)}(k) - \hat{X}^{(0)} \quad (10)$$

式中: $e(k)$ 为预测误差,误差均值计算式如下:

$$\bar{e} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n e(j) \quad (11)$$

式中: $\bar{e}$ 为预测误差均值; $e(j)$ 为预测误差联系度。 n 为预测样本个数。

原始施工成本数据均值为:

$$\bar{x}^{(0)} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x^{(0)} \quad (12)$$

式中: $\bar{x}^{(0)}$ 为原始数据均值,由该值计算出原始数据标准差:

$$S_1 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (x^{(0)}(j) - \bar{x}^{(0)})^2} \quad (13)$$

预计误差值计算式如下:

$$S_2 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (e(j) - \bar{e})^2} \quad (14)$$

通过式(13)、(14)进行精度验证后得到误差值与原始数据差的方差比为:

$$M = \frac{S_2}{S_1} \quad (15)$$

通过多精度验证后得到误差概率如下:

$$\omega = \omega \{ |e(k) - \bar{e}| < 0.6745 S_1 \} \quad (16)$$

式中: $\omega = l/n$ 为误差概率; l 为误差个数,通过验证可知误差概率越小对成本预测效果越好。

1.2 基于 BIM 的成本动态控制

采用 1.1 节构建的灰色系统预测模型可预测出较为精确的施工成本值,为成本控制^[6]提供依据。通过引用粗糙集理论建立控制成本动态模型,找寻成本指标间的关系;利用构建的可辨识矩阵,设定成本各指标间的相对重要度,寻找指标间的关系;通过对指标间关系进行排序,得到子成本与总成本间的规则联系,根据这种联系制定策略,通过调整成本动态模型实现成本控制。

粗糙集理论在维持分类不变的情况下,获取所需信息。已知成本指标^[7]分为数值和非数值类型,通过对历史成本指标的实际和标准值的偏差数值进行离散化,离散化处理可以改善计算复杂度,得到偏差数值,将这一数值作为决策系统的部分条件,总成本的控制效果作为决策条件,构成成本决策系统。利用粗糙集构建矩阵、规则联系,挖掘施工成本中的未知规律信息,基于灰度预测系统下的成本管理预测变化情况,变换成本标准值,计划控制施工成本策略。运用循环更新的方法将一期的成本信息作为增加的条件添加到成本决策系统中,增加条件越多越能控制成本动态情况。成本动态即施工活动所产生的,施工成本控制^[8]实质为降低施工活动控制中不必要的成本误差。结合 BIM 技术进行成本控制动态模型 s 构建,即:

$$s = (U, A, V, f) \quad (17)$$

$$\begin{cases} U = (x_1, x_2, \dots, x_n) \\ A = (a_1, a_2, \dots, a_m) \\ V = \bigcup_{a_j \in A} V_{a_j} \\ f: U \times A \rightarrow V \end{cases} \quad (18)$$

其中: U 为成本信息表达系统; A 为信息非空有限集合; V 为属性有限集合的总属性; f 为信息函数。 $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 为论域, $A = (a_1, a_2, \dots, a_m)$ 中每一个 a_m 表示一个属性, V_{a_j} 为属性 a_j 的值域。假设函数 f 中,成本信息系统满足 $A \in C \in D$,则 C 为条件属性, D 为决策属性。随着成本控制子集的增长,总集随之增长,产生的成本偏差以量化后的可辨识矩阵形式 $M = n \times n$ 输入到成本控制动态模型中,矩阵中的元素描述如下:

$$m_{ij} = \begin{cases} c \in C & c(x_i) \neq c(x_j), d(x_i) \neq d(x_j) \\ 0 & d(x_i) = d(x_j) \end{cases} \quad (19)$$

式中： $c(x_i)$ 为成本数据 x_i 在属性 c 上的值； $d(x_i)$ 为计算获得的 D 的值。可辨识矩阵的性质如下：矩阵中出现较多属性，表明辨识效果越好，越重要；在矩阵中 c 所存在属性的多少反映了属性的重要性强弱^[9]；观察属性在成本矩阵中出现的频率可知属性重要度强弱情况。

属性重要度的强弱是表现成本控制的重要因素，即对成本决策系统的重要性，由式(19) 设定成本各指标的相对重要度：

$$\text{sig}(c) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{\lambda_{ij}}{|m_{ij}|} \quad (20)$$

$$\lambda_{ij} = \begin{cases} 0 & c \notin m_{ij} \\ 1 & c \in m_{ij} \end{cases} \quad (21)$$

式中： $\text{sig}(c)$ 为成本各指标的相对重要度； $|m_{ij}|$ 为 m_{ij} 的属性个数； $\sum_{j=1}^n$ 为属性全局效应； λ_{ij} 为量化属性效益。通过对 $\text{sig}(c)$ 进行归一化处理，得到对应的因素重要性，如下式：

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n) \quad (22)$$

其中： $w_1, w_2, \dots, w_n$ 为成本因素。通过对成本属性进行简化，即在全部成本属性集合中找到一个包含分类信息全集较多的子集，通过约简可去掉系统中多余的信息，约简分类器在不改变信息特征的前提下进行约简，减少噪声信息，提高分类器的适应能力。利用矩阵与约简算法找到约简和核，核为约简的交集。一个粗糙集存在上下相似集，下相似为 X 的初级合并集，上相似为与 X 的交集，上、下相似集的全部元素都属于 X 。给定一个非空集合 $U, X \in U, R$ 是 U 的等量关系，设 $K = \{U, R\}$ 为相似空间，由 $\text{sig}(c)$ 进一步找寻施工成本各项指标元素间的关系，得到如下公式：

$$R(X) = \{X \in U : [X]_R \subseteq X\} \quad (23)$$

$$(X) = \{X \in U : [X]_R \cap X \neq \varphi\} \quad (24)$$

式(23) 为 X 的 R 下相似集，式(24) 为 X 的 R 上相似集， $[X]_R$ 为 X 在等量关系 R 下与其等量关系构成的集合。

$$B_{nR}(X) = R^-(X) - R_-(X) \quad (25)$$

$$P_{POS_R}(X) = R_-(X) \quad (26)$$

$$N_{Neg_R}(X) = U - R_-(X) \quad (27)$$

式(25) 为 X 的边缘域，式(26) 为 X 的 R 正域，式(27) 为 X 的 R 负域。对于 $s = (U, A, V, f), \forall R \in C$ ，如果 R 符合下式条件， P_{POS_R-C} 为成本总集的负域，则 R 为粗糙集的简化形式。按施工成本各项指

标间的关系进行排序，通过粗糙集理论，从顺序结构中得到所需的成本控制决策规则以及概率规则，利用属性简化得到成本间的规则联系，如式(28) 所示，根据规则联系控制成本^[10]。

$$P_{POS_R-C}(D) = \frac{\sum_{i=1}^n P_{POS_R}(D) * \lambda_{ij}}{N_{Neg_R}(X)} \quad (28)$$

2 实验结果与分析

为验证所提基于 BIM 地震灾后重建施工成本控制方法的有效性，需进行一次实验仿真。仿真实验环境为 Intel Xeon500 双 CPU, 512 M 内存, 80 G 硬盘, WindowsNT 操作系统的服务器，所有仿真实验均在 Intel Xeon500 双 CPU 上进行。

实验中将所提方法与文献[1]提出的基于系统动力学的建设工程成本-进度控制方法、文献[2]提出的基于模糊集理论的施工项目工期-成本-质量权衡优化方法进行对比，分别对地震灾后民用建筑重建成本进行预测，得到的预测精度如图 1 所示。

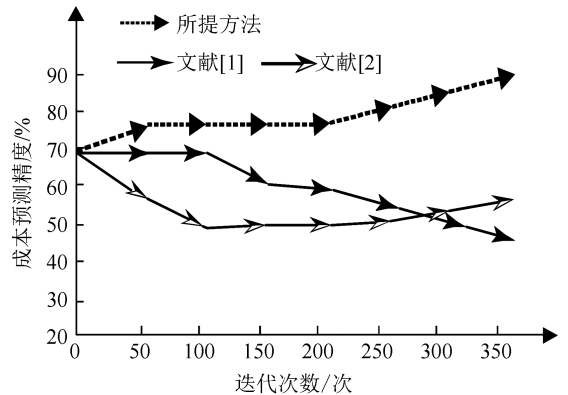


图 1 所提方法与以前文献方法的预测精度对比
Fig.1 Comparison between prediction accuracies of the proposed method and the literature method

由图 1 可知，在迭代次数为 100 次时，所提方法的预测精度为 75%，文献[1]方法为 70%，文献[2]方法为 50%；通过观察可知，迭代次数达到 100 次以后，文献[1]方法呈下降趋势，文献[2]方法、所提方法呈上升趋势，但文献[2]方法上升速度较为缓慢；当迭代次数为 250 次时，所提方法成本预测精度出现明显上升，达到 80%，文献[1]方法、文献[2]方法成本预测精度分别为 55%、50%。当迭代次数为 350 次时，文献[1]方法的预测精度为 45%，文献[2]方法预测精度为 60%，所提方法上升到 90%。综合上述结果可以看出，所提方法进行建筑重建工程施工成本预测，预测精度较高，始终保持在 75% 以上。

为了验证所提方法的成本控制效果,模拟了如图 2 所示的空间模型。模型中,成本贴近度表示施工成本预算与采用控制策略后的施工成本之间的贴近程度;进度贴近度表示预期施工进度与采用控制策略后的施工进度之间的贴近程度;质量贴近度表示期望施工质量与采取控制策略后的施工质量之间的贴近程度,单位为%。

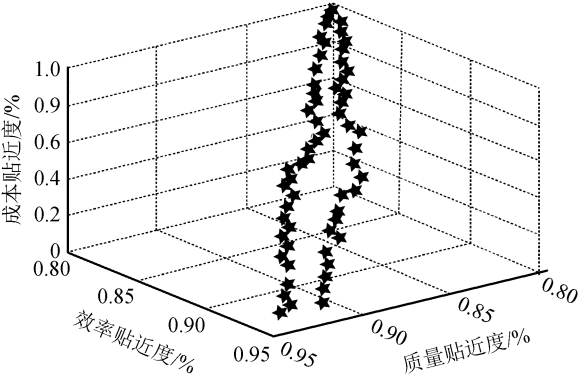


图 2 施工成本、效率、质量贴近度参数模型
Fig.2 Parameter model of construction cost,efficiency, and quality closeness

通过图 2 可以看出,所提方法控制下的施工成本贴近度与施工成本预算结果之间的贴近度可达到 98% 以上,预期施工进度与采用控制策略后的施工进度之间的贴近程度可达到 95% 左右,期望施工质量与采取控制策略后的施工质量之间的贴近程度同样可达到 95% 左右。实验结果表明,所提方法控制精度较高。

为了对比控制性能,采用所提方法和文献[1]方法以及文献[2]方法,获得民用建筑重建工程施工成本(万元)如图 3 所示。

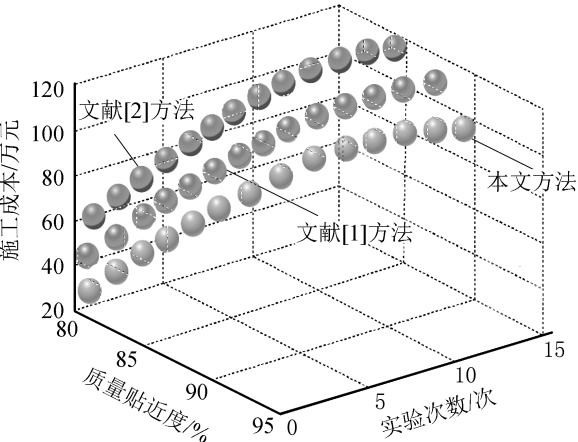


图 3 不同方法下施工成本对比结果
Fig.3 Comparative results of construction cost using different methods

由图 3 可知,当施工质量贴近度为 85% 时,文献[1]方法成本为 50 万元,文献[2]方法为 70 万元,所提方法 15 万元;当施工质量贴近度为 95% 时,文献[1]方法为 80 万元,文献[2]方法为 90 万元,所提方法为 60 万元。文献[1]方法控制下的施工成本明显低于文献[2]方法,但与所提方法相比,略低一筹。实验结果表明,所提方法有效提高了成本控制效果。

综上所述,本文方法在对地震灾后民用建筑重建工程施工成本进行控制时,其预测精度、控制精度以及控制效果均好于文献[1]方法、文献[2]方法。这主要是因为文献[1]方法应用系统动力学模型,该模型是根据建筑内部组成要素因果关系来反映其特点,没有考虑到外部事物或随机事件对成本控制的干扰,因此缺乏全面性和科学性。文献[2]方法应用的是模糊集理论,但是该理论自身存在局限性,由于模糊理论不论是从实践还是从理论的角度来看都是一个全新的领域,相关研究人员对其理解不到位,成本控制效果不好。本文方法以 BIM 理论为基础,采用灰色系统理论预测建筑施工成本具体面临的情况,能对建筑重建工程施工成本进行精准控制。

3 结论

对于传统施工成本控制方法存在的预测精度、成本控制效果不佳的问题,BIM 技术广泛应用于土木工程界^[11],提出基于 BIM 的建筑重建工程施工成本控制方法。该方法完善了地震灾后民用建筑重建工程施工成本阶段的成本控制指标体系,并将灰色系统理论运用于重建工程项目进行评价分析。通过实验结果表明,所提方法较传统施工成本控制方法具有预测精度高、控制效果好等优势,使建筑重建工程施工成本控制工作更加清晰、客观,便于施工方管理人员掌握,在实际工程实践中被证明是合理、有效的。

未来阶段要根据实际地震灾后工程情况结合施工成本预测相关研究成果,不断改善施工成本控制方法,在保证施工质量与进度的同时,使施工方建筑重建工程效益最大化。加强施工方重建工程项目全体工作人员施工成本控制意识。根据实际灾后民用建筑倒塌工作特点,及时调整施工进度,通过各个环节的密切配合,构成一套更完整、科学、有效的成本控制方案。

参考文献(References)

[1] 刘景矿,阳文杰.基于系统动力学的建设工程成本-进度控制研

- 究[J].施工技术,2016,45(12):95-99,128.
- LIU Jingkuang, YANG Wenjie. Research on the Cost-Schedule Control Model of Construction Project Based on System Dynamics[J]. Construction Technology, 2016, 45(12): 95-99, 128.
- [2] 刘佳,刘伊生,施颖.基于模糊集理论的施工项目工期-成本-质量权衡优化方法研究[J].北京交通大学学报(社会科学版),2017,16(3):30-38.
- LIU Jia, LIU Yisheng, SHI Ying. Method of Time-Cost-Quality Tradeoff Optimization of Construction Project: A Study Based on Fuzzy Set Theory[J]. Journal of Beijing Jiaotong University (Social Sciences Edition), 2017, 16(3): 30-38.
- [3] 初叶萍,张曙红.闭环供应链混合切换库存控制模型研究[J].计算机应用研究,2017,34(6):1690-1693,1698.
- CHU Yeping, ZHANG Shuhong. Research on Hybrid Switching Inventory Control Model of Closed-Loop Supply Chain [J]. Application Research of Computers, 2017, 34(6): 1690-1693, 1698.
- [4] 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.
- [5] 唐树英.基于改进挣值法的水利工程成本控制研究[J].武汉理工大学学报(信息与管理工程版),2017,39(6):750-753,758.
- TANG Shuying. Water Conservancy Project Cost Control Research Based on Improved Earned Value Method[J]. Journal of Wuhan University of Technology (Information & Management Engineering), 2017, 39(6): 750-753, 758.
- [6] 蔚利芝,樊燕萍.基于大数据的制造业作业成本控制体系构建[J].数学的实践与认识,2017,47(7):63-69.
- YU Lizhi, FAN Yanping. Construction of Manufacturing Activity Based Cost Control System Based on Big Data[J]. Mathematics in Practice and Theory, 2017, 47(7): 63-69.
- [7] 陶自成,何彦舫,杨广杰.南水北调工程大型渠道机械化衬砌施工直接成本及其控制水平研究[J].水利水电技术,2016,47(9):139-142.
- TAO Zicheng, HE Yanfang, YANG Guangjie. Study on Direct Costs and Control Level for Mechanized Lining of Large-scale Canal for South-to-North Water Transfer Project [J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2016, 47(9): 139-142.
- [8] 黄鹏,谈飞.建筑施工中 VMI 对库存成本的影响分析[J].土木工程与管理学报,2016,33(2):106-109.
- HUANG Peng, TAN Fei. Analysis on Influence of VMI on Inventory Cost in Construction Industry [J]. Journal of Civil Engineering and Management, 2016, 33(2): 106-109.
- [9] 刘迅,毕远志.水利工程总承包商成本控制影响因素分析[J].武汉理工大学学报(信息与管理工程版),2017,39(6):743-749.
- LIU Xun, BI Yuanzhi. Factor Analysis of Cost Control Influence for Water Conservancy Project General Contractor [J]. Journal of Wuhan University of Technology (Information & Management Engineering), 2017, 39(6): 743-749.
- [10] 郭世卓,曲林迟,唐韵捷.考虑回收成本收益 GHS 供应链模型构建与优化[J].控制工程,2017,24(3):588-593.
- GUO Shizhuo, QU Linchi, TANG Yunjie. Construction and Optimization of GHS Supply Chain Model Considering Recovery Cost and Income [J]. Control Engineering, 2017, 24(3): 588-593.
- [11] 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.