

doi:10.11835/j.issn.1000-582X.2014.09.019

EPC 合同争端预警及案例分析

刘 华, 黄小龙

(西安建筑科技大学 管理学院, 西安 710055)

摘 要: 鉴于 EPC 合同争端具有涉及的关系复杂、合同索赔数额较大、阻碍合同履行的后果严重等特点, 为了预防、警告和跟踪争端, 根据争端产生某些征兆性比较强的信息, 综合运用推理理论、粗糙集理论、熵权法和欧氏距离检索法, 构建定性与定量相集成的案例推理与规则推理融合 (CCBR+RBR) 模型来预防和警告有可能发生的争端并进行实时跟踪。通过收集相关案例并建立案例库, 应用 CCBR+RBR 模型进行分析 EPC 合同可能产生争端的各种因素, 并通过案例分析验证模型对 EPC 合同争端预警的实现。

关键词: EPC 合同; 争端预警; CBR+RBR 模型; 相似度

中图分类号: F284

文献标志码: A

文章编号: 1000-582X(2014)09-144-07

EPC contract dispute alert and case analysis

LIU Hua, HUANG Xiaolong

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

Abstract: When the EPC contract dispute occurs, complex relationship is usually involved, contract claim amount is large, and the consequence of hindering a contract is serious. Therefore, in order to prevent, warn and track disputes, based on some information with strong signs showing disputes, this study establishes a case based reasoning and rule based reasoning (CBR + RBR) model with qualitative and quantitative integration by synthetically using reasoning theory, rough set theory, the entropy method and Euclidean distance retrieval method to prevent and warn possible disputes and realize real-time tracking. By collecting related cases and establishing case databases, we use the CBR + RBR model to analyze various factors may cause EPC contract disputes, and through case analysis to validate that the model can warn EPC contract disputes.

Key words: EPC contract; dispute-warning; CBR+RBR model; similarity

在所有的工程建设总承包模式中, EPC 合同模式最具代表性, 也是国际上使用最频繁的总承包模式。EPC 合同在施工总承包中特别复杂, 以及 EPC 合同自身的特点, 使得总承包商承担的项目风险更多, 其合同索赔数额比传统合同模式更大。而索赔数额的增多必然导致争端数额的上升, 这对于 EPC 总承包工程的顺利执行造成了困难。文中主要是通过建立模型来预防并有针对性地解决争端。国外在 EPC 合同争端方面已有理论和方法研究, 主要研究争端产生的原因和争端预防, 以及争端产生后的解决方式。Chen 等^[1]结合神经网络和基于案例推理分析来预测由于变更引起的潜在争端和诉讼, 但偏重预测潜在的争端, 没有具体地分析引起争端的原因和跟踪控制引发争端的因素。Chi 等^[2]提出 CBR 与 RBR 混合推理模型后, 该模型研究及应用日益增多。CBR+RBR^[3-4]模型一般情况下主要是 CBR 和 RBR 两个阶段, 在这基础上添加 CCBR(改

收稿日期: 2014-05-15

基金项目: 陕西省大型工程建设的合同管理现状分析与对策研究(2013KRM43)

作者简介: 刘华(1965-), 女, 西安建筑科技大学副教授, 主要从事工程项目管理研究, (E-mail) 310432422@qq.com。

变变量再次运用 CBR 模型),对变量进行控制。在国外,该类推理运用在合同预警方面已有一定研究^[5-6],而国内几乎没有。国内主要是定性地研究争端产生的原因、争端预防及解决方法的研究^[4,7-8]。文中在总承包的视角上,建立 CCBP+RBR 模型来有针对性地进行预警和控制 EPC 合同争端。

1 EPC 合同的特点和产生争端的根源

EPC 合同争端主要体现在设计、工期、质量、采购等方面。基于 EPC 合同自身特点,与其他模式相比虽然工程争端相对较少,但发生争端所涉及争端复杂、争端数额较大且争端造成的影响也比较严重。

1.1 EPC 合同的特点

EPC(engineering, procurement and construction)是指总承包商按照合同要求,向业主提供包括设计、采购、施工直至工程交付使用全过程服务,并对工程质量、安全、工期和造价全面负责的建设模式。这种模式责任主体单一,有利于工程平行作业,提升项目综合效益;同时,简化了合同组织关系,便于业主进行管理。目前,已成为国际上一种通行的工程建设模式^[9]。EPC 总承包与其他模式相比有独特的特点^[10],如表 1 所示。

表 1 EPC 合同特点

角度	特点
合同本身	固定总价同;必须尽量挖掘业主的意图
风险	总承包商分担了业主的风险,受业主喜欢;风险管理难度大,需要具有很强的风险管理能力
项目本身	承包范围大,可以进行分包;适用于大型建设项目;涉及到专业技术专利;总承包商自由空间大,业主干涉少;生命周期长,涉及面广
资金	总承包商要有一定的融资能力

1.2 争端产生的根源

争端是指当事人对某一事件或许多事件所持的观点和主张不一致而引发的对立和冲突。在 EPC 合同中,由于项目本身的特点和参与方所处的立场不同,从而在整个过程中会产生不同的看法而引起争端。EPC 总承包项目之所以会出现争端,主要体现在业主潜在需求显现度、合同条款不明确、环境不确定性、工程项目的复杂性和参与方的有限理性、认知差别和机会主义^[7]5 个方面,如图 1 所示。其中潜在需求显现从两个角度考虑:1)自身需求的显现。由于 EPC 合同自身特点,工期长就有可能会遇到法律、法规、技术方面不了解的情况。2)总承包向业主提供潜在的需求或者相关的信息。在施工过程中随着技术和信息的变化,施工单位可能会掌握好的技术和有价值的信息使双方能够达到共赢。然而要使显现度达到完全透明化这一过程就会产生很多争端。

2 推理模型

2.1 CBR 推理

CBR 是基于历史经验和知识的智能推理技术。CBR 基于这样的思想:人类在解决新问题时,往往在大脑中搜索过去发生的类似情况,借鉴类似事件的处理方法来完成对当前问题的解决。这种过去的类似情况及其处理方案在 CBR 中就被称之为案例(case)。历史案例可以用来评价新的问题及新问题的求解方案,并且对可能产生的错误进行预防^[11]。CBR 系统主要具有案例检索(retrieve)、案例重用(reuse)、案例修正(revised)和案例保存(retain)4 个推理步骤。其基本原理为:以已经发生过的案例为基础,把现在将要发生的争端特征属性与案例库中的案例进行检索,检索到相似度较高的案例作为参考甚至借鉴它的解决方式。这

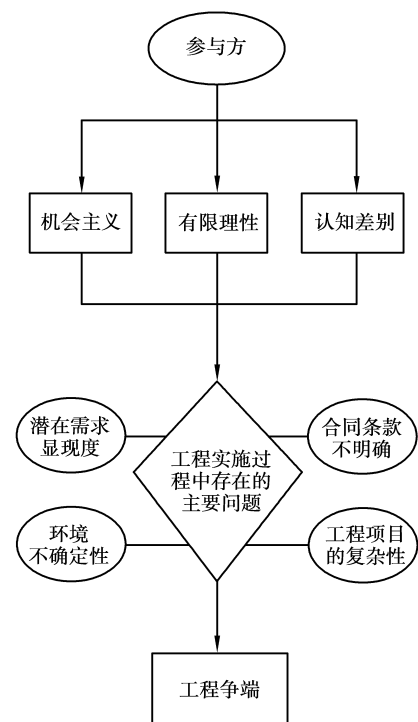


图 1 五大根源

主要体现了对经验的重用,如果没有达到相似度阈值可以对原有的案例进行修改,以适应当前的情况^[6]。

2.2 RBR 推理

规则推理是系统中最简单、最常用的一种知识表示方法,它将领域专家的经验知识表示成 IF〈条件〉 THEN〈结论〉的规则形式。其中〈条件〉是征兆的逻辑组合,结论是预警集合,这样就建立起征兆与预警的对应关系。在 RBR 系统中,一个规则的结论可能是另一个规则的前提,求解的过程是一个反反复复从规则数据库中选用合适的规则并实施过程。一个典型的 RBR 系统主要有知识库、数据库和推理机^[12]。该推理也是需要收集大量的相关信息并且需要经验丰富的知识工作人员来执行,所以经验和收集数据对于 RBR 推理至关重要。

2.3 CBR+RBR 模型的基本流程

根据领域的不同把融合模型分为 4 类,文中模型主要是以 CBR 为主 RBR 为辅的混合模型^[2]。CBR+RBR 模型融合后能够在丰富的知识库上实现高效实时推理,还能够相互弥补各自存在的不足,能够很大程度上地找到问题的解。文中对该模型稍微有点改进,推理基本流程如图 2 所示。

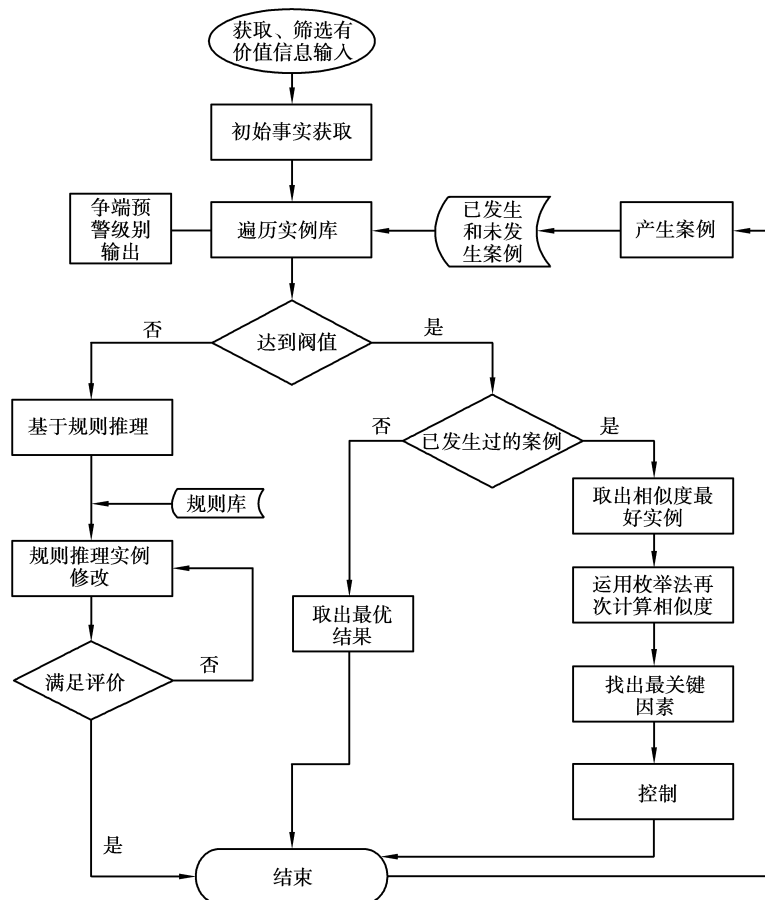


图 2 CBR+RBR 模型推理基本流程

CBR+RBR 模型的推理思路为:1)通过人机交互获得引起争端的事实因素,这些因素要根据争端的类型进行分类并进行案例表达存储于案例库中。2)应用欧式距离把收集到的同类案例特性与案例库中的特征进行相似度计算,并进行预警级别判定。3)若达到规定的相似度阈值,再判断是已经发生过的争端案例还是之前预测成功的案例;如果是已经发生过的,则取出与之相似度最高的,并依次更改各特征属性的值与相似度最高案例在进行相似度计算(CCBR),直到找出某一主次关键特征属性,以便有针对性地预防争端的发生。如果是没有发生争端的案例,则直接输出该案例的相关信息,输入案例预防就按照该案例进行。若低于阈值,则进行规则推理,得出预警等级并把成功案例添加到案例库中。若不满意,修改推理规则再次进行规则推理。

3 CBR 推理分析

3.1 案例表达

一个好的系统能够提供有价值的信息给用户。文中的模型主要是依赖于收集到的历史案例,案例的质量由收集的数据质量和是否均匀分布在有意义的范围内确定。因此,在模型运转的初始初阶段,收集历史案例对系统尤为重要。案例的来源一般主要是从学者、仲裁委员会、建筑协会和查找相关文献来获取。

就 EPC 合同本身而言,争端预警实例检索可以从合同文件的错误表述、合同范围不明确、合同表述模糊、黑白合同、口头与书面混合、合同变更等方面进行。笔者主要是针对合同范围不明确来进行研究。不同的特征在实例匹配过程中所起的作用在很大程度上是不同的,因此,要给每个案例的特征赋予不同的特征权重来体现和区分不同的案例。用一个多元数组来表达实例为

$$C=[N,A,W,T]^{[13]},$$

式中: N 代表每一个实例的标示符; A 为问题的初始描述,即一系列的属性特征, $A=[a_1,a_2,a_3,a_4]$; W 体现每个属性特征的重要性,即特征权重 $W=[\omega_1,\omega_2,\omega_3,\omega_4]$; T 为求解目标。由此,构成实例库如图 3 所示。

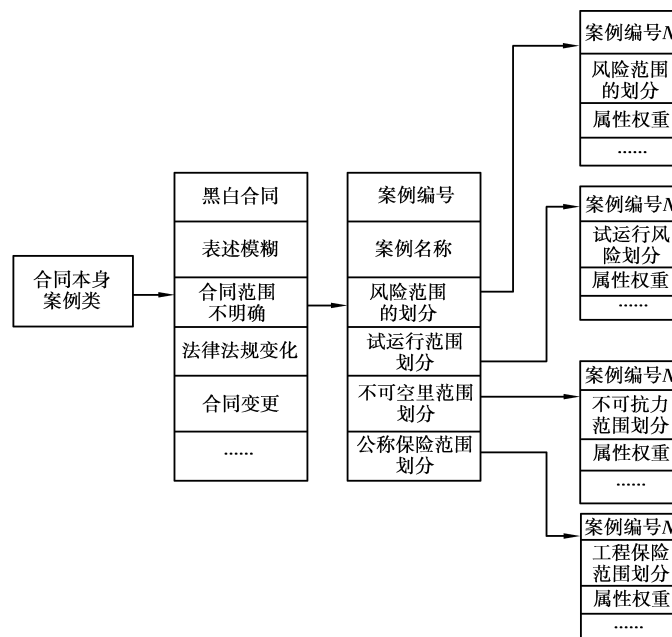


图 3 实例库

3.2 案例相似度计算

3.2.1 基于熵的特征权重计算

熵权决策法是在没有专家权重的情况下,根据被评价对象的指标构成的判断矩阵来确定指标权重的一种方法^[12]。

1) 假设案例库中有 m 个案例,每个案例的属性特征有 n 个,则每个方案各指标构成判断矩阵

$$R = (r_{ij})_{m \times n} (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, n). \tag{1}$$

2) 运用 2) 对 1) 进行归一化,从而得到归一化矩阵 B , B 的元素为

$$b_{ij} = \frac{r_{ij} - r_{\min}}{r_{\max} - r_{\min}}, \tag{2}$$

$$B = (b_{ij})_{m \times n} (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, n), \tag{3}$$

式中, r_{\max} 是在同一特征属性下不同方案的属性值最大值, r_{\min} 是最小值。

3) 熵可以定义为 $H_j = -(\sum_{i=1}^m f_{ij} \ln f_{ij}) / \ln m$ ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, n$) 其中 $f_{ij} = \frac{1 + b_{ij}}{\sum_{i=1}^m (1 + b_{ij})}$,

从而,信息偏差度可以通过公式: $Dev_j = 1 - H_j$ 。

$$4) \text{ 权重公式}^{[14]} \text{ 为 } W_j = \frac{\text{Dev}_j}{\sum_{j=1}^n \text{Dev}_j}.$$

3.2.2 欧式距离计算相似度

就给定目标案例,从案例库中检索到最为相似案例是该模型的关键。文中主要采用最近相邻算法计算案例之间的相似度^[15-16]。

定义 1 假设案例库中有 m 个案例,记为 $S=(S_1, S_2, \dots, S_m)$, 每个案例有 n 个属性,记属性集为 $C=(C_1, C_2, \dots, C_n)$, 目标案例为 $Y=(Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$, 其中 $S_i=(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in})$, $i=1, 2, \dots, m$, $C_j=(X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{mj})$, $j=1, 2, \dots, n$ 。特征属性矩阵为

$$A = \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdots & X_{mn} \\ Y_1 & Y_2 & \cdots & Y_n \end{bmatrix}.$$

定义 2 假设案例 $X=\{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$, $X_i(1 \leq i \leq n)$ 是它的特征值, W_i 是其权重。 X 是 n 维特征空间 $D=(D_1^*, \dots, D_n^*)$ 上的一点, $X_i \in D_i$, 对于 D 上的 X, Y , 则 X, Y 在 D 上的距离为 $\text{Dist}(X, Y) = (\sum W_i * D(X_i, Y_i)^r)^{1/r}$,

其中

$$D(X_i, Y_i) = \begin{cases} |X_i - Y_i| & \text{如果 } D_i \text{ 是连续的,} \\ 0 & \text{如果 } D_i \text{ 是离散的, 且 } X_i = Y_i, \\ 1 & \text{如果 } D_i \text{ 是离散的, 且 } X_i \neq Y_i. \end{cases}$$

当 $r=2$ 时,即 $\text{Dist}(X, Y)$ 为欧拉距离。

定义 3 相似度是指两个案例的相似程度,设案例 X, Y 的相似度用 $\text{Sim}(X, Y)$ 表示,对特征属性矩阵 $\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix}$ 中的数据进行归一化处理得到 X', Y' 即 $\text{Sim}(X', Y') \in [0, 1]$, 且满足对称性、子反性和传递性为

$$\text{Sim}(X', Y') = \text{Sim}(X, Y) = 1 - \text{Dist}(X, Y) = 1 - \sqrt{\sum_{j=1}^n W_j D^2(X_i, Y_i)},$$

当 X, Y 为模糊值时,相似公式为: $\text{Sim}(X, Y) = e^{-f(x) - f(y)}$, 其中 $f(x), f(y)$ 分别为相应模糊变量的隶属度函数。

4 实例分析

4.1 案例数据选取

文中从参考文献、调研和工作经验方面收集到关于合同本身范围界定不清楚,而引发争端和预防争端的一些成功案例来建立一个简单的案例库。总共收集到 5 个有效案例,并存放在数据库。该类案例的主要特征属性有项目形式、风险范围、试运行范围、不可抗力范围、工程保险范围和变更范围。案例相关信息如表 2 所示。

表 2 案例相关信息

编号	特征	名称	说明
F ₁	项目形式	工程项目形式	住宅、商业、工业、基础设施、军用工程
F ₂	风险	风险归属	业主、总承包、监理
F ₃	试运行	试运行范围	早期、中期、后期、中期
F ₄	不可抗力	不可抗力范围	承担的范围
F ₅	工程保险	工程保险范围归属	业主、总承包、双方
F ₆	变更	变更范围	是否发生变更

4.2 属性值符号化

将所有特征属性值取值映射为符号。对于离散的属性值如项目形式可以根据上面表格说明中提及到的

依次映射为 1、2、3、4 和 5;对于连续的属性值如不可抗力,先运用 Boolean reasoning algorithm 算法把该属性进行属性离散化,离散化区间为:(0,50),[50,86],[86,100);并依次符号化为 1、2、3。这 6 个属性特征符号化如表 3 所示。

表 3 属性符号化

编号	特征	符号化代号
F ₁	项目形式	1、2、3、4、5
F ₂	风险	1、2、3
F ₃	试运行	1、2、3、4
F ₄	不可抗力	1、2、3
F ₅	工程保险	1、2、3
F ₆	变更	0、1

经过上述数据处理后,其中有的属性并不一定在计算相似度时起作用,因此,经过属性约简^[18]把 risk 属性删去,即 5 个案例数据的处理结果如表 4~7 所示。

表 4 例案例数据预处理

项目形式	风险	不可抗力	工程保险	变更
3	3	2	3	0
1	4	2	2	0
3	3	3	2	1
2	4	2	3	1
3	4	1	3	0
3	4	2	3	0

表 5 数据归一化

项目形式	风险	不可抗力	工程保险	变更
1	0	0.5	1	0
0	1	0.5	0	0
1	0	1	0	1
0.5	1	0.5	1	1
1	1	0	1	0
1	1	0.5	1	0

表 6 属性权重

属性	项目形式	风险	不可抗力	工程保险	变更
权重	0.137 5	0.228 3	0.098 2	0.228 3	0.307 8

表 7 案例相似度

案例	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
相似度	0.552 2	0.395 2	0.111 8	0.332 7	0.843 3

由上述数据可知,案例库中 S₅ 与输入案例的相似度值最高并达到相似度阈值,所以该案例已经进入预警的高危阶段,需要根据案例 S₅ 的相关信息进行分析。由取出案例 S₅ 的信息可以得到该案例是已发生过的案例,并使用枚举法进行关键因素分析。首先,找出两个案例之间特征属性值不同的属性。其次,改变该不同属性值使案例之间的相似度提高,并计算该提高的量找出关键因素,此处对比发现只有不可抗力特征属性是不同。所以该案例以监控不可抗力因素为重点,并对其进行实时跟踪。

5 结 论

EPC 合同项目中总承包商风险明显加大,主要在于该合同是固定总价合同,几乎承担了所有风险,一旦

签订就很难修改与索赔。但如果发生争端将会是比较大的争端,而且时间比较长。文中主要研究了基于 CCBP+RBR 模型及其在争端预警中的应用来帮助总承包企业减少甚至避免合同争端,其研究创新主要体现在:

1) 构建了案例推理模型和规则推理模型、欧式距离法、枚举法、布尔推理算法和属性约简法相集成的 EPC 合同争端预警模型,起到预防、警告和实时追踪的作用。

2) 在 CBR+RBR 模型的基础上增加了 CCBP 过程,主要是找出控制关键因素。

3) 设计了一套完整的模型,可以针对不同的案例形式来进行预警并有针对性的控制案例的关键要素来减少甚至避免争端的发生。在以上的基础上通过实验表明,采用基于 CBR+RBR 模型处理 EPC 合同争端预警是可行的。

参考文献:

- [1] Chen J H, Hsu S C. Hybrid ANN-CBR model for disputed change orders in construction projects[J]. Automation in Construction, 2007, 17(1): 56-64.
- [2] Chi R T H, Kiang M Y. Reasoning by co-ordination: an integration of case-based and rule-based reasoning systems[J]. Knowledge-Based System, 1993, 6(2): 103-113.
- [3] 周敏,任勇,张华,等. 基于 CBR 和 RBR 的再制造零件修复工艺智能决策系统[J]. 制造技术与机床, 2014(1):111-117. ZHOU Min, REN Yong, ZHANG Hua, et al. Intelligent support system of remanufacturing process for repairing parts based on CBR and RBR[J]. Manufacturing Technology & Machine Tool, 2014(1):111-117.
- [4] 吕文学,杨权利. 基于 CBR-RBR 的工程争端诉讼结果预测[J]. 计算机工程与应用, 2013, 23:228-234. LV Wenxue, YANG Quanli. Predicting outcome of construction disputes litigation based on CBR-RBR model[J]. Computer Engineering and Applications, 2013, 23:228-234.
- [5] Arditi D, Pulket T. Predicting the outcome of construction litigation using boosted decision trees[J]. Journal of Computing in Civil Engineering, 2005, 19(4): 387-393.
- [6] Cheng M Y, Tsai H C, Chiu Y H. Fuzzy case-based reasoning for coping with construction disputes[J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36(2): 4106-4113.
- [7] 王向飞. 工程争端预防及争端处理满意度研究[D]. 天津:天津大学, 2009.
- [8] 付振江. EPC 合同争端预警及争端解决研究[D]. 天津:天津大学, 2007.
- [9] 陈跃,杨宝臣. 基于模糊风险评价的 EPC 项目投标决策研究[J]. 西北农林科技大学学报:社会科学版, 2011, 11(4):78-83. CHEN Yue, YANG Baochen. Study on decision-making of bidding for EPC project based on fuzzy risk evaluation[J]. Journal of Northwest A&F University: Social Science Edition, 2011, 11(4):78-83.
- [10] 刘宪章.《设计采购施工(EPC)/交钥匙工程合同条件》的风险及对策[J]. 建筑经济, 2013(12):60-65. LIU Xianzhang. Design procurement construction(EPC)/key-delivered project contract conditions and countermeasures of risk[J]. Construction Economics, 2013(12): 60-65.
- [11] 闫文周,顾连胜. 熵权决策法在工程评标中的应用[J]. 西安建筑科技大学学报, 2004, 36(1): 98-100. YAN Wenzhou, GU Liansheng. Application of the method of entropy proportion in the engineering mark[J]. Journal of Xi'an University of Architecture & Technology, 2004, 36(1):98-100.
- [12] 黄增双. 基于 RBR 和 CBR 的数控设备故障诊断技术研究[D]. 武汉:华中科技大学, 2006.
- [13] 黄李冲,于忠海,陈田. 基于 RBR-CBR 的数控刀具材料选择专家系统[J]. 中国制造业信息化, 2011, 40(21):54-57. HUANG Lichong, YU Zhonghai, CHEN Tian. NC tool material select expert system based on RBR-CBR [J]. manufacturing information engineering of China, 2011, 40(21):54-57.
- [14] 顾东晓. 基于案例库的诊疗决策支持技术研究[D]. 合肥:合肥工业大学, 2011.
- [15] 顾东晓,李兴国. 基于案例推理的信息系统业务流程知识重用技术研究[J]. 小型微型计算机系统, 2007, 28(8):97-101. GU Dongxiao, LI Xingguo. Research of case-based information system business process knowledge reuse[J]. Journal of Chinese Computer System, 2007, 28(8):97-101.
- [16] 顾东晓,李兴国,梁昌勇,等. 案例检索及权重优化方法研究及应用[J]. 系统工程学报, 2009, 24(6):126-130. GU Dongxiao, LI Xingguo, LIANG Changyong, et al. Research on case retrieval with weight optimizing and its application[J]. Journal of System Engineering, 2009, 24(6):126-130.
- [17] 史军. 基于粗糙集理论的属性约简算法研究[D]. 青岛:青岛理工, 2009.