



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108898322 A

(43)申请公布日 2018.11.27

(21)申请号 201810755416.2

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.07.11

G06Q 10/06(2012.01)

G06Q 50/06(2012.01)

(71)申请人 国网浙江省电力有限公司经济技术
研究院

地址 310008 浙江省杭州市上城区南复路1
号水澄大厦

申请人 国网浙江省电力有限公司信息通信
分公司
浙江华云信息科技有限公司

(72)发明人 徐谦 褚大可 单立 张涵婧
上官琳琳 王峰 宋洁 包迅格

(74)专利代理机构 浙江翔隆专利事务所(普通
合伙) 33206

代理人 张建青

权利要求书3页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种基于FCM算法的电网投资策略效益综合
评价方法

(57)摘要

本发明公开一种用于电网投资策略效益综合
评价的方法。目前电网投资效益评价研究多集
中在电力市场和发电工程中,对电网企业投资效
益的评价处于起步阶段,较少将经济性与技术性
有效融合,多集中于配网、单个项目,较少针对电
网企业进行研究,无法全面衡量企业的投资效
益。本发明包括步骤:1)根据隶属度函数测算出
模糊值;2)对影响投资策略的关键指标的隶属度
函数模糊值归一化后,采用FCM算法进行聚类;3)
画出评价等级分布图;4)采用综合加权系数法对
待评价投资策略进行综合评价。本发明提出用
FCM算法对电网投资策略的关键影响指标进行聚
类,更加符合实际的应用场景。

1. 一种基于FCM算法的电网投资策略效益综合评价方法,其特征在于,包括步骤:

- 1) 根据隶属度函数测算出模糊值;
- 2) 对影响投资策略的关键指标的隶属度函数模糊值归一化后,采用FCM算法进行聚类;
- 3) 画出评价等级分布图;
- 4) 采用综合加权系数法对待评价投资策略进行综合评价。

2. 根据权利要求1所述的电网投资策略效益综合评价方法,其特征在于,步骤2)中,假定数据集为X,若把这些数据划分为k类,则对应就有k个聚类中心,样本j属于聚类i的隶属度定义为 u_{ij} ,则FCM目标函数和约束条件如下:

$$J = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n u_{ij}^m \left\| x_j - k_i \right\|^2,$$

$$\sum_{i=1}^k u_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, n,$$

其中,m是隶属度因子,一个样本属于所有类的隶属度之和为1; x_j 表示第j个样本; k_i 表示第i个聚类中心。

3. 根据权利要求2所述的电网投资策略效益综合评价方法,其特征在于,为求解上述FCM目标函数的优化问题,构建拉格朗日函数如下:

$$L = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n u_{ij}^m \left\| x_j - k_i \right\|^2 + \sum_{j=1}^n \lambda_j \left(\sum_{i=1}^k u_{ij} - 1 \right),$$

对 u_{ij} 求导并令其导数为0,得:

$$\frac{\partial L}{\partial u_{ij}} = m \left\| x_j - k_i \right\|^2 u_{ij}^{m-1} + \lambda_j = 0,$$

式中, λ_j 表示第j个拉格朗日乘子;

$$u_{ij} = \left(\frac{-\lambda_j}{m \left\| x_j - k_i \right\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} = \left(\frac{-\lambda_j}{m} \right)^{\frac{1}{m-1}} \left(\frac{1}{\left\| x_j - k_i \right\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}},$$

利用约束条件则有:

$$\sum_{i=1}^k u_{ij} = \sum_{i=1}^k \left(\frac{-\lambda_j}{m} \right)^{\frac{1}{m-1}} \left(\frac{1}{\left\| x_j - k_i \right\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} = \left(\frac{-\lambda_j}{m} \right)^{\frac{1}{m-1}} \sum_{i=1}^k \left(\frac{1}{\left\| x_j - k_i \right\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} = 1,$$

整理得下面式子:

$$\left(\frac{-\lambda_j}{m} \right)^{\frac{1}{m-1}} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^k \left(\frac{1}{\left\| x_j - k_i \right\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}}} \right)^{\frac{1}{m-1}} = \frac{1}{\sum_{p=1}^k \left(\frac{1}{\left\| x_j - k_p \right\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}}}, \text{把下标 } i \text{ 改成 } p,$$

则 u_{ij} 表达为下面式子:

$$u_{ij} = \left(\frac{1}{\sum_{p=1}^k \left(\frac{1}{\|x_j - k_p\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}}} \right) \left(\frac{1}{\|x_j - k_i\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} = \left(\frac{1}{\sum_{p=1}^k \left(\frac{\|x_j - k_i\|^2}{\|x_j - k_p\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}}} \right),$$

下面L对 k_i 求导并令其导数为0,得:

$$\frac{\partial L}{\partial k_i} = 2 \sum_{j=1}^n u_{ij}^m (x_j - k_i) = 0,$$

$$\sum_{j=1}^n u_{ij}^m k_i = \sum_{j=1}^n u_{ij}^m x_j,$$

则得:

$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij}^m x_j}{\sum_{j=1}^n u_{ij}^m}.$$

4. 根据权利要求2或3所述的电网投资策略效益综合评价方法,其特征在于,FCM算法的步骤为:

- 1) 确定分类数,指数m的值,确定迭代次数;
- 2) 初始化一个隶属度U;
- 3) 根据U计算聚类中心k;
- 4) 计算目标函数J;
- 5) 根据聚类中心k返回计算U,返回步骤3),一直循环直到结束。

5. 根据权利要求1-3任一项所述的电网投资策略效益综合评价方法,其特征在于,步骤2)中,影响投资策略的关键指标包括产业结构调整风险、成本费用利润率、单位投资增供电量、电网投资收入比、变电容载比和可持续发展水平。

6. 根据权利要求5所述的电网投资策略效益综合评价方法,其特征在于,步骤2)中,产业结构调整风险的隶属度函数: $\mu_1(x) = \frac{1}{5-1}(x-1)$; 成本费用利润率的隶属度函数:

$$\mu_2(x) = \frac{1}{0.295-0.004}(x-0.004); \text{单位投资增供电量的隶属度函数: } \mu_3(x) = \frac{1}{220.2-73.819}(x-73.819);$$

电网投资收入比的隶属度函数: $\mu_4(x) = \frac{1}{0.837-0.078}(x-0.078)$; 变电容载比的隶属度函

数: $\mu_5(x) = \frac{1}{2.445-1.740}(x-1.740)$; 可持续发展水平的隶属度函数: $\mu_5(x) = \frac{1}{5-1}(x-1)$; 根

据隶属度函数测算出模糊值。

7. 根据权利要求1-3任一项所述的电网投资策略效益综合评价方法,其特征在于,步骤3)中,根据聚类中心和围绕聚类中心的案例个数,画出评价等级分布图。

8. 根据权利要求1-3任一项所述的电网投资策略效益综合评价方法,其特征在于,步骤4)中,综合加权系数法对待评价项目进行综合评定,其步骤如下:

步骤一,确定待评价投资策略,构建评价等级分布图;

步骤二,统计待评价投资策略关键指标值;

步骤三,将待评价投资策略的关键指标值用折线标注在评价等级分布图中;

步骤四,确定待评价投资策略的各关键指标等级并按照下表进行等级赋值;

	优	良	中	下
分数	[10,8)	[8,6)	[6,4)	[4,0]

步骤五,利用专家打分法确定各关键指标的权重系数W向量;

步骤六,根据综合加权系数法的公式得到待评价投资策略的综合加权结果,并对其投资策略水平进行评价。

一种基于FCM算法的电网投资策略效益综合评价方法

技术领域

[0001] 本发明属于电网投资策略评价领域,具体说是基于FCM算法的一种电网投资策略效益综合评价方法。

背景技术

[0002] 电力投资决策是电力系统建设的基础工作。在现有市场体制下,发电企业和供电企业已分别成为自负盈亏的独立市场主体,电力投资也相应地主要分为发电投资和电网投资两大部分。电网投资本身具有规模大、回收期长、影响因素多等特点。

[0003] 目前电网投资效益评价研究多集中在电力市场和发电工程中,对电网企业投资效益的评价处于起步阶段,多侧重与经济、管理、技术领域中的某一方面,较少将经济性与技术性有效融合,多集中于配网、单个项目,较少针对电网企业进行研究,无法全面衡量企业的投资效益。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的是提供一种基于FCM算法的电网投资策略效益综合评价方法。

[0005] 为了实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种基于FCM算法的电网投资策略效益综合评价方法,其包括步骤:

[0006] 1) 根据隶属度函数测算出模糊值;

[0007] 2) 对影响投资策略的关键指标的隶属度函数模糊值归一化后,采用FCM 算法进行聚类;

[0008] 3) 画出评价等级分布图;

[0009] 4) 采用综合加权系数法对待评价投资策略进行综合评价。

[0010] 进一步地,步骤2)中,假定数据集为X,若把这些数据划分为k类,则对应就有k个聚类中心,样本j属于聚类i的隶属度定义为 u_{ij} ,则FCM目标函数和约束条件如下:

$$[0011] \quad J = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n u_{ij}^m \left\| x_j - k_i \right\|^2,$$

$$[0012] \quad \sum_{i=1}^k u_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, n,$$

[0013] 其中,m是隶属度因子,一个样本属于所有类的隶属度之和为1;j表示第j个样本; k_i 表示第i个聚类中心。

[0014] 进一步地,为求解上述FCM目标函数的优化问题,构建拉格朗日函数如下:

$$[0015] \quad L = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n u_{ij}^m \left\| x_j - k_i \right\|^2 + \sum_{j=1}^n \lambda_j (\sum_{i=1}^k u_{ij} - 1),$$

[0016] 对 u_{ij} 求导并令其导数为0,得:

$$[0017] \quad \frac{\partial L}{\partial u_{ij}} = m \left\| x_j - k_i \right\|^2 u_{ij}^{m-1} + \lambda_j = 0,$$

[0018] 式中, λ_j 表示第j个拉格朗日乘子;

$$[0019] \quad u_{ij} = \left(\frac{-\lambda_j}{m \|x_j - k_i\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} = \left(\frac{-\lambda_j}{m} \right)^{\frac{1}{m-1}} \left(\frac{1}{\|x_j - k_i\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}},$$

[0020] 利用约束条件则有:

[0021]

$$\sum_{i=1}^k u_{ij} = \sum_{i=1}^k \left(\frac{-\lambda_j}{m} \right)^{\frac{1}{m-1}} \left(\frac{1}{\|x_j - k_i\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} = \left(\frac{-\lambda_j}{m} \right)^{\frac{1}{m-1}} \sum_{i=1}^k \left(\frac{1}{\|x_j - k_i\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} = 1,$$

[0022] 整理得下面式子:

$$[0023] \quad \left(\frac{-\lambda_j}{m} \right)^{\frac{1}{m-1}} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^k \left(\frac{1}{\|x_j - k_i\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}}} \right)^{\frac{1}{m-1}} = \frac{1}{\sum_{p=1}^k \left(\frac{1}{\|x_j - k_p\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}}}, \text{把下标 } i \text{ 改成 } p,$$

[0024] 则 u_{ij} 表达为下面式子:

$$[0025] \quad u_{ij} = \left(\frac{1}{\sum_{p=1}^k \left(\frac{1}{\|x_j - k_p\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}}} \right)^{\frac{1}{m-1}} \left(\frac{1}{\|x_j - k_i\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} = \left(\frac{1}{\sum_{p=1}^k \left(\frac{\|x_j - k_i\|^2}{\|x_j - k_p\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}}} \right)^{\frac{1}{m-1}},$$

[0026] 下面L对 k_i 求导并令其导数为0, 得:

$$[0027] \quad \frac{\partial L}{\partial k_i} = 2 \sum_{j=1}^n u_{ij}^m (x_j - k_i) = 0,$$

$$[0028] \quad \sum_{j=1}^n u_{ij}^m k_i = \sum_{j=1}^n u_{ij}^m x_j,$$

$$[0029] \quad \text{则得: } k_i = \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij}^m x_j}{\sum_{j=1}^n u_{ij}^m}.$$

[0030] 进一步地, FCM算法的步骤为:

[0031] 1) 确定分类数, 指数m的值, 确定迭代次数;

[0032] 2) 初始化一个隶属度U;

[0033] 3) 根据U计算聚类中心k;

[0034] 4) 计算目标函数J;

[0035] 5) 根据聚类中心k返回计算U, 返回步骤3), 一直循环直到结束。

[0036] 进一步地, 步骤2) 中, 影响投资策略的关键指标包括产业结构调整风险、成本费用利润率、单位投资增供电量、电网投资收入比、变电容载比和可持续发展水平。

[0037] 进一步地, 步骤2) 中, 产业结构调整风险的隶属度函数: $\mu_1(x) = \frac{1}{5-1}(x-1)$; 成本费用

用利润率的隶属度函数: $\mu_2(x) = \frac{1}{0.295-0.004}(x-0.004)$; 单位投资增供电量的隶属度函

数： $\mu_3(x) = \frac{1}{220.2 - 73.819}(x - 73.819)$ ；电网投资收入比的隶属度函数： $\mu_4(x) = \frac{1}{0.837 - 0.078}(x - 0.078)$ ；

变电容载比的隶属度函数： $\mu_5(x) = \frac{1}{2.445 - 1.740}(x - 1.740)$ ；可持续发展水平的隶属度函数：

$\mu_6(x) = \frac{1}{5 - 1}(x - 1)$ ；根据隶属度函数测算出模糊值。

[0038] 进一步地，步骤3)中，根据聚类中心和围绕聚类中心的案例个数，画出评价等级分布图。

[0039] 进一步地，步骤4)中，综合加权系数法对待评价项目进行综合评定，其步骤如下：

[0040] 步骤一，确定待评价投资策略，构建评价等级分布图；

[0041] 步骤二，统计待评价投资策略关键指标值；

[0042] 步骤三，将待评价投资策略的关键指标值用折线标注在评价等级分布图中；

[0043] 步骤四，确定待评价投资策略的各关键指标等级并按照下表进行等级赋值；

[0044]

	优	良	中	下
分数	[10, 8)	[8, 6)	[6, 4)	[4, 0]

[0045] 步骤五，利用专家打分法确定各关键指标的权重系数W向量；

[0046] 步骤六，根据综合加权系数法的公式得到待评价投资策略的综合加权结果，并对其投资策略水平进行评价。

[0047] 本发明具有的有益效果如下：本发明提出用FCM算法对电网投资策略的关键影响指标进行聚类，更加符合实际的应用场景；FCM算法适用于满足正分布的数据；跟传统的聚类硬划分不同，本FCM算法能够更加增加准确地反映隶属度下的聚类效果。

附图说明

[0048] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0049] 图1为本发明实施例中投资策略评价等级分布图；

[0050] 图2为本发明实施例中最大投资能力对比图(图2-1为方案1及方案1下最大投资能力对比图；图2-2为方案2及方案2下最大投资能力对比图；图2-3为方案3及方案3下最大投资能力对比图；图2-4为方案4及方案4下最大投资能力对比图；图2-5为方案5及方案5下最大投资能力对比图；图2-6为方案6、7及方案6、7下最大投资能力对比图)；

[0051] 图3为本发明实施例中七种投资策略评价等级分布图；

[0052] 图4为本发明实施例中新建110kV变电站投资建设计划图(单位：座)。

具体实施方式

[0053] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他

实施例,都属于本发明保护的范围。

[0054] 一种基于FCM算法的电网投资策略效益综合评价方法,其具体如下:

[0055] 1、根据隶属度函数测算出模糊值

[0056] 根据历史点聚集度的理论,统计投资能力关键影响因素历史数据进行分析,纵坐标为无量纲数值,各关键指标为横坐标,形成一个二维的历史数据点图。首先,根据历史点的聚集度大小可以非常直观地观察到各投资策略关键指标的水平高低,定性地得到各关键指标的水平等级,而且可以除去一些特殊投资情况或者一些奇异点。

[0057] 若对论域(研究的范围)U中的任一元素x,都有一个数 $A(x) \in [0, 1]$ 与之对应,则称A为U上的模糊集,A(x)称为x对A的隶属度。当x在U中变动时,A(x)就是一个函数,称为A的隶属函数。隶属度A(x)越接近于1,表示x属于A的程度越高,A(x)越接近于0表示x属于A的程度越低。用取值于区间[0,1]的隶属函数A(x)表征x属于A的程度高低。隶属度属于模糊评价函数里的概念:模糊综合评价是对受多种因素影响的事物做出全面评价的一种十分有效的多因素决策方法,其特点是评价结果不是绝对地肯定或否定,而是以一个模糊集合来表示。

[0058] 由于关键指标的值没有明确的划分界限,所以,根据其上下限构造隶属度函数,根据隶属度函数测算出模糊值。

[0059] 产业结构调整风险的隶属度函数:

$$[0060] \quad \mu_1(x) = \frac{1}{5-1}(x-1);$$

[0061] 成本费用利润率的隶属度函数:

$$[0062] \quad \mu_2(x) = \frac{1}{0.295-0.004}(x-0.004);$$

[0063] 单位投资增供电量的隶属度函数:

$$[0064] \quad \mu_3(x) = \frac{1}{220.2-73.819}(x-73.819);$$

[0065] 电网投资收入比的隶属度函数:

$$[0066] \quad \mu_4(x) = \frac{1}{0.837-0.078}(x-0.078);$$

[0067] 变电容载比的隶属度函数:

$$[0068] \quad \mu_5(x) = \frac{1}{2.445-1.740}(x-1.740);$$

[0069] 可持续发展水平的隶属度函数:

$$[0070] \quad \mu_5(x) = \frac{1}{5-1}(x-1)。$$

[0071] 2、FCM算法进行聚类。

[0072] 假定数据集为X,若把这些数据划分为k类的话,则对应就有k个聚类中心。样本j属于聚类i的隶属度定义为 u_{ij} 。则FCM目标函数和约束条件如下:

$$[0073] \quad J = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n u_{ij}^m \left\| x_j - k_i \right\|^2,$$

$$[0074] \quad \sum_{i=1}^k u_{ij} = 1, j = 1, 2 \dots \dots, n,$$

[0075] 其中, m 是隶属度因子。而一个样本属于所有类的隶属度之和为 1。

[0076] 为了求解上述优化问题, 构建拉格朗日函数如下:

$$[0077] \quad L = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n u_{ij}^m \|x_j - k_i\|^2 + \sum_{j=1}^n \lambda_j \left(\sum_{i=1}^k u_{ij} - 1 \right)$$

[0078] 对 u_{ij} 求导并令其导数为 0, 可得:

$$[0079] \quad \frac{\partial L}{\partial u_{ij}} = m \|x_j - k_i\|^2 u_{ij}^{m-1} + \lambda_j = 0$$

$$[0080] \quad u_{ij} = \left(\frac{-\lambda_j}{m \|x_j - k_i\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} = \left(\frac{-\lambda_j}{m} \right)^{\frac{1}{m-1}} \left(\frac{1}{\|x_j - k_i\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}}$$

[0081] 利用约束条件则有:

[0082]

$$\sum_{i=1}^k u_{ij} = \sum_{i=1}^k \left(\frac{-\lambda_j}{m} \right)^{\frac{1}{m-1}} \left(\frac{1}{\|x_j - k_i\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} = \left(\frac{-\lambda_j}{m} \right)^{\frac{1}{m-1}} \sum_{i=1}^k \left(\frac{1}{\|x_j - k_i\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} = 1$$

[0083] 整理可得下面式子:

$$[0084] \quad \left(\frac{-\lambda_j}{m} \right)^{\frac{1}{m-1}} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^k \left(\frac{1}{\|x_j - k_i\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}}} \right)$$

[0085] 则 u_{ij} 可以表达为下面式子:

$$[0086] \quad u_{ij} = \left(\frac{1}{\sum_{p=1}^k \left(\frac{1}{\|x_j - k_p\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}}} \right) \left(\frac{1}{\|x_j - k_i\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}}$$

$$= \left(\frac{1}{\sum_{p=1}^k \left(\frac{\|x_j - k_i\|^2}{\|x_j - k_p\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}}} \right)$$

[0087] 下面 L 对 k_i 求导并令其导数为 0, 可得:

[0088]
$$\frac{\partial L}{\partial k_i} = 2 \sum_{j=1}^n u_{ij}^m (x_j - k_i) = 0,$$

[0089]
$$\sum_{j=1}^n u_{ij}^m k_i = \sum_{j=1}^n u_{ij}^m x_j,$$

[0090] 则可得:
$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij}^m x_j}{\sum_{j=1}^n u_{ij}^m}.$$

[0091] 综上所述,FCM算法的一般步骤为:

[0092] (1) 确定分类数,指数m的值,确定迭代次数;

[0093] (2) 初始化一个隶属度U(注意条件:和为1);

[0094] (3) 根据U计算聚类中心K;

[0095] (4) 计算目标函数J;

[0096] (5) 根据K返回计算U,回到步骤3,一直循环直到结束。

[0097] 用对影响投资策略的6个关键指标的隶属度函数模糊值归一化后,进行 FCM聚类算法,可得如下结果,以产业结构调整风险为例:

[0098] 产业结构调整风险:

[0099]

等级	聚类			
	优	良	中	下
聚类中心	0.35	0.11	0.62	0.83
聚类个数	30	5	55	6

[0100] 类似可计算成本费用利润率,单位投资增供电量,电网投资收入比,变电容载比和可持续发展水平。

[0101] 3、画出评价等级分布图

[0102] 根据聚类中心和围绕聚类中心的案例个数,画出评价等级分布图。现基于浙江省1978-2014年投资情况分析数据,获取关键指标相对应的数据,画出投资策略评价等级分布图,如图1所示。

[0103] 4、投资策略综合评价

[0104] 当某一类型事件和多种社会、经济因素相关时,这时可以使用综合加权系数法。

[0105] 综合加权系数法的基本原理是将某一个与几种社会经济因素有关的事件,每次假定只有一种自变量发生变化而其他自变量不变,如此分别、逐个地独立进行只有一个自变量的相关分析计算,然后对每一种计算结果进行加权综合,求得综合的加权结果,具体公式如下。

[0106]
$$P_t = a_1\beta_1 + a_2\beta_2 + a_3\beta_3 + \dots + a_n\beta_n,$$

[0107] 综合加权系数法的优点是可以避免复杂的矩阵运算,使得整个计算大为简化,用普通简单的计算工具便能完成全部计算任务。另一优点是可以方便地通过与每一种因素相关的加权因子的调整去进行人工干预,求得较合理的结果。其次,加权因子既然是由人工确定的,主观因素影响就较为突出,不同人所给出的数据可能差异较大,常常难以统一认识。

- [0108] 综合加权系数法对待评价项目进行综合评定。其主要步骤如下：
- [0109] 步骤一，确定待评价投资策略，构建评价等级分布图；
- [0110] 步骤二，统计待评价投资策略关键指标值；
- [0111] 步骤三，将待评价投资策略的关键指标值用折线标注在评价等级分布图中；
- [0112] 步骤四，确定待评价投资策略的各关键指标等级并按照下表进行等级赋值；
- [0113]

	优	良	中	下
分数	[10,8)	[8,6)	[6,4)	[4,0]

- [0114] 步骤五：利用专家打分法确定各关键指标的权重系数为W向量；
- [0115] 步骤六：根据综合加权系数法的公式得到待评价投资策略的综合加权结果，并对其投资策略水平进行评价。

[0116] 5、投资策略综合评价实证例子

[0117] 首先，把前七种较优的电网建设策略投资额与投资能力测算模型分析结果比较，筛选出满足最大投资能力的方案。从图2可以看出，该七种电网建设策略投资额都满足最大投资能力，所以对该建设策略群进行下一步分析。把这里将对七种较优的电网建设策略组合进行投资策略评价。分别把七种建设策略的六个关键指标数据归一化后，以折线图的形式绘制到评价等级分布图上，如图3所示。

[0118] 分别得到七种投资策略的各项关键指标评价等级如下表所示。

[0119] 七种投资策略的各项关键指标评价等级

[0120]

	产业结构 调整风险	成本费用 利润率	单位投资 增供电量	电网投资 收入比	变电容载 比	可持续 发展水 平
策略 1	优	优	良	优	优	优
策略 2	优	优	优	良	优	优
策略 3	优	中	优	中	良	优
策略 4	中	优	良	优	优	中
策略 5	优	中	良	优	优	优
策略 6	优	中	优	下	良	良
策略 7	优	中	中	优	中	良

[0121] 根据专家打分结果，投资策略的各关键指标权重系数向量W为：

[0122] $W = [0.1, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.1]$

[0123] 再结合等级赋值表，最后的评价结果：

[0124] $P_1 = 10 \times 0.1 + 10 \times 0.2 + 8 \times 0.2 + 10 \times 0.2 + 10 \times 0.2 + 10 \times 0.1 = 9.6$

[0125] $P_2=10\times 0.1+10\times 0.2+10\times 0.2+8\times 0.2+10\times 0.2+10\times 0.1=9.6$

[0126] $P_5=10\times 0.1+6\times 0.2+8\times 0.2+8\times 0.2+10\times 0.2+10\times 0.1=8.8$

[0127] $P_4=6\times 0.1+10\times 0.2+8\times 0.2+10\times 0.2+10\times 0.2+6\times 0.1=8.4$

[0128] $P_3=10\times 0.1+6\times 0.2+10\times 0.2+6\times 0.2+8\times 0.2+10\times 0.1=8.0$

[0129] $P_6=10\times 0.1+6\times 0.2+10\times 0.2+4\times 0.2+8\times 0.2+8\times 0.1=7.4$

[0130] $P_7=10\times 0.1+6\times 0.2+6\times 0.2+10\times 0.2+6\times 0.2+8\times 0.1=7.4$

[0131] 从评价结果可以看出,最优方案为方案2和方案1,因此可以把方案2和方案1定为最终的投资策略,该两种投资策略曲线图如图4所示。方案1电网投资收入比评价结果为良,其他为优;方案2单位投资增供电量评价结果为良,其他为优。

[0132] 可以看出,方案1在2004-2030年间共计投资7317.62亿元,方案2在2004-2030年间共计投资7102.34亿元,在这段计划时间内,两个方案均计划新建110kV变电站1047座,新建220kV变电站座数投资计划也均为230座,但是建设顺序不一样。方案1在2004-2014年间,对于新建变电站的投资计划总体滞后于方案2,2014年以后,方案1的建设计划开始超前于方案2,直到2028年,方案1和方案2的变电站投资计划才归于一致。

[0133] 对比前面建设策略的评价结果,方案1的综合评价得分为0.2133,方案2的综合评价得分为0.2130,方案3的综合评价得分为0.2129,相比后面几种建设方案,这三种建设方案间评分差距不大。通过投资策略的综合评价,可以看出方案1和方案2的得分一致,且2004-2030年间方案2的投资总额比方案1减少了215.28亿元,因此最终核定方案2为最佳建设方案即投资策略。

[0134] 以上对本发明所提供的基于FCM算法进行电网投资策略效益综合评价方法进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

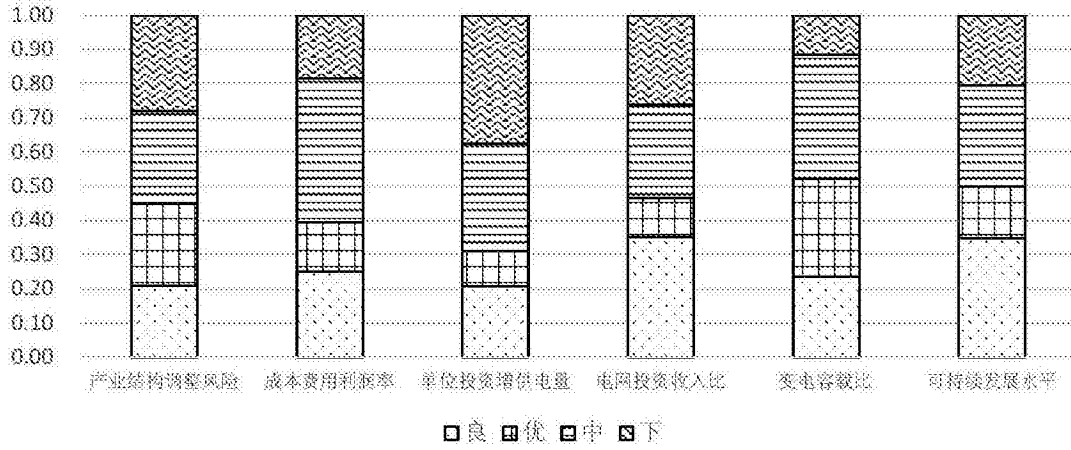


图1

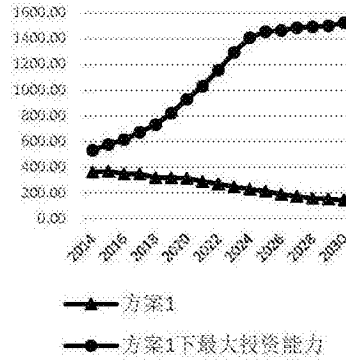


图2-1

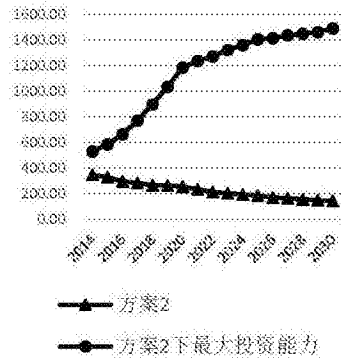


图2-2

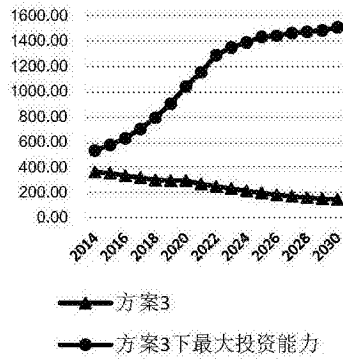


图2-3

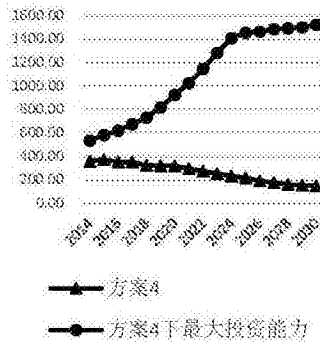


图2-4

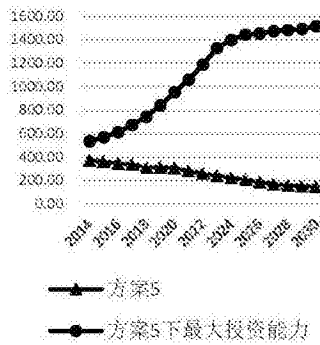


图2-5

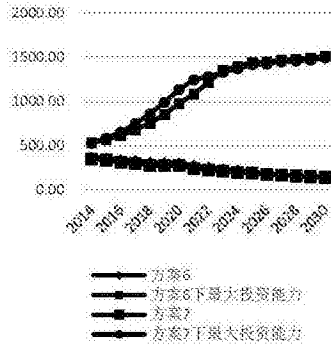


图2-6

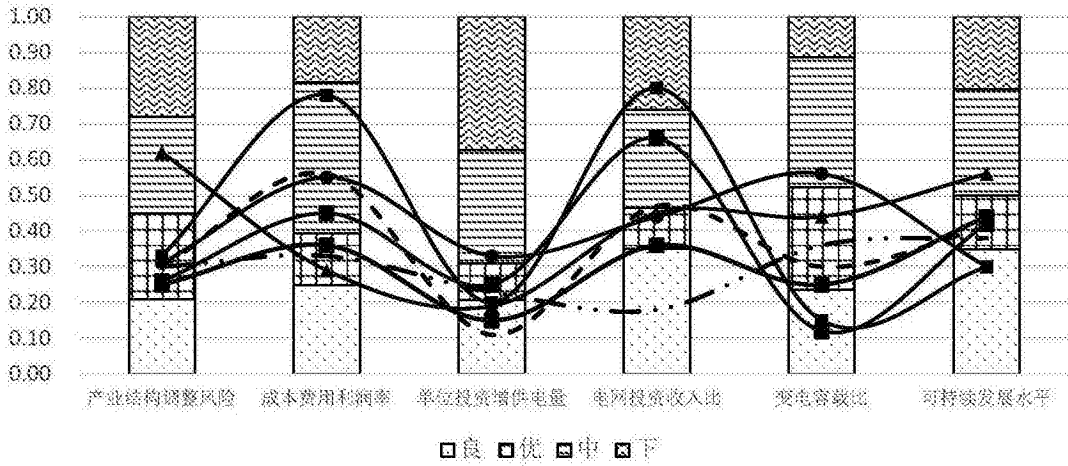


图3

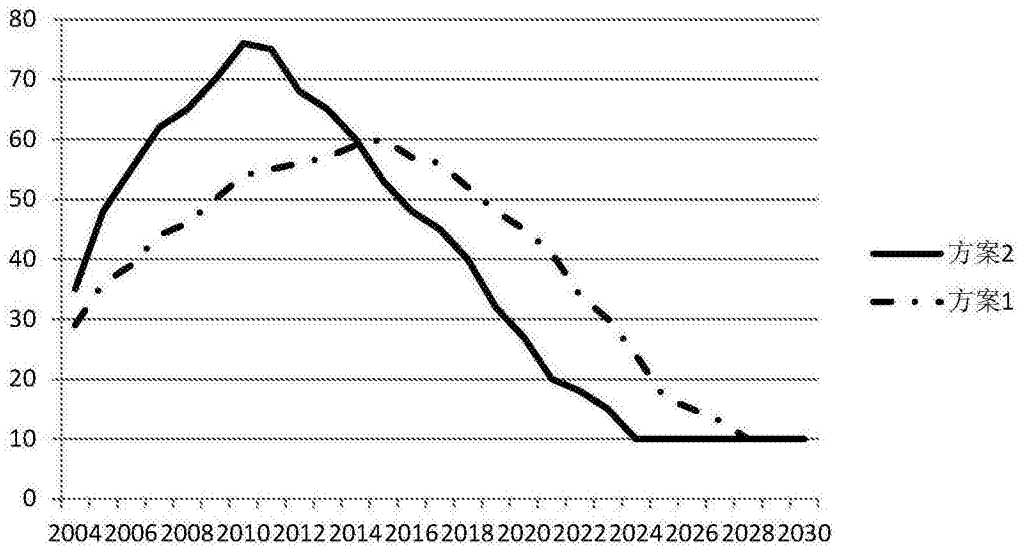


图4