



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108596474 A

(43)申请公布日 2018.09.28

(21)申请号 201810366366.9

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.04.23

G06Q 10/06(2012.01)

G06Q 50/06(2012.01)

(71)申请人 国网经济技术研究院有限公司

地址 102209 北京市昌平区未来科技城北区国家电网办公区B509

申请人 国网天津市电力公司

(72)发明人 张恒 郑燕 雷体钧 温卫宁 汪亚平 易文飞 邵黎 崔万福 杜翠 何砚 徐玉杰 李如萍 吕岳 翟树军 袁海洲 马梅 樊倩男

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 徐宁 刘美丽

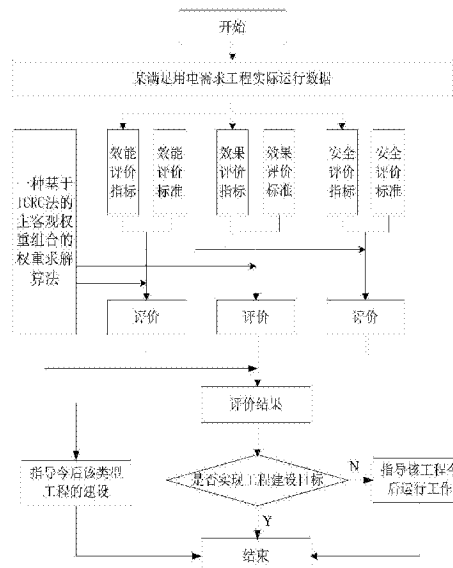
权利要求书5页 说明书16页 附图2页

(54)发明名称

一种满足用电需求的电网工程运行效益评价方法及系统

(57)摘要

本发明涉及一种满足用电需求的电网工程运行效益评价方法及系统,包括以下内容:采集需要评价的实际运行电力数据;根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效能进行评价;根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效果进行评价;根据采集的电力数据对该满足用电需求的项目安全进行评价;综合考虑项目效能、项目效果和项目安全,对满足用电需求的运行效果综合评价。



1. 一种满足用电需求的电网工程运行效益评价方法,其特征在于包括以下内容:

采集需要评价的实际运行电力数据;

根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效能进行评价,其中,项目效能评价指标包括新增线路数量系统占比、新增线路长度系统占比、新增机组容量系统占比、卡口电流校验比和平均供电半径差值;

根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效果进行评价,其中,项目效果评价指标包括工程变压器的平均负载率、工程线路平均负载率、最大负荷、下网电量、架空线路损耗、主变损耗、最大负荷时刻功率因数、最小负荷时刻功率因数和容载比;

根据采集的电力数据对该满足用电需求的项目安全进行评价,其中,项目安全的评价指标包括主变可用度、线路可用度、母线电压合格率、电网安全事故发生次数、继电保护和安稳装置误动及拒动次数、变压器非计划停运时间、线路非计划停运小时数、线路非计划停运频次和线路跳闸率;

综合考虑项目效能、项目效果和项目安全,对满足用电需求的运行效果综合评价。

2. 如权利要求1所述的一种满足用电需求的电网工程运行效益评价方法,其特征在于,根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效能进行评价具体为:

计算新增线路数量系统占比 K_{11} : $K_{11}=C_1/\Sigma C_1$,式中, ΣC_1 为投运前系统同电压等级线路数量, C_1 为本工程新增线路数量,根据 K_{11} 评价工程重要性,评价结果记为 D_{11} ,根据该工程的建设对满足用电需求的作用是否重要对 D_{11} 的值进行设置;

计算新增线路长度占系统线路总长度的比重 K_{12} : $K_{12}=L_1/\Sigma L_1$,式中, ΣL_1 为投运前系统同电压等级线路长度, L_1 为本工程新增线路长度,根据 K_{12} 评价工程重要性,评价结果记为 D_{12} ,根据该工程的建设对满足用电需求的作用是否重要对 D_{12} 的值进行设置;

计算工程新接入装机容量占投运前系统装机容量的比重 K_g , $K_g=S_g/\Sigma S_g$,式中, ΣS_g 为投运前系统装机容量, S_g 为本工程新接入装机容量,根据 K_g 评价工程重要性,评价结果记为 D_{13} ,根据该工程的建设对满足用电需求的作用是否重要对 D_{13} 的值进行设置;

计算线路运行实际电流与线路卡口电流的比值 R_{ab} , $R_{ab}=C_a/C_b$,式中, C_a 为线路运行实际电流, C_b 为线路卡口电流,根据 R_{ab} 评价工程重要性,评价结果记为 D_{14} ,根据该工程的建设对满足用电需求的作用是否重要对 D_{14} 的值进行设置;

计算工程投运前后变电站供电范围的几何中心到边界的平均值之差 ΔR ,评价工程对区域电网缩短半径情况, $\Delta R=\sqrt{S/N\pi}-\sqrt{S/(N+1)\pi}$,式中, ΔR 为工程投运前后区域电网平均供电半径之差, S 为工程所在区域供电面积, N 为工程投运前所在区域电网变电站的总座数,根据 ΔR 评价工程重要性,评价结果记为 D_{15} ,根据该工程的建设对满足用电需求的作用是否重要对 D_{15} 的值进行设置;

根据上述结果计算 D_1 : $D_1=a_{11}D_{11}+a_{12}D_{12}+a_{13}D_{13}+a_{14}D_{14}+a_{15}D_{15}$,根据 D_1 评价该工程建设对于满足用电需求是否显著,式中, a_{11} 、 a_{12} 、 a_{13} 、 \dots 、 a_{15} 分别为新增线路数量系统占比、新增线路长度系统占比、新增机组容量系统占比、卡口电流校验比和平均供电半径差值在效能评价中的权重, $a_{11}+a_{12}+a_{13}+a_{14}+a_{15}=1$,根据 D_1 与预设值的比较结果评价该工程的建设是否满足用电需求。

3. 如权利要求1所述的满足用电需求的电网工程运行效益评价方法,其特征在于,根据

采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效果进行评价的具体评价过程为：

计算工程变压器最大负载率 $\mu_{\max,t}$ ： $\mu_{\max,t} = P_{\max,t}/S_t$ ，式中， $\mu_{\max,t}$ 为变压器最大负载率； $P_{\max,t}$ 为变压器出现的最大负荷， S_t 为变压器额定容量，变压器投运预设时间后，根据最大负载率所处区间评价工程运行效果，评价结果记为 D_{21} ，根据工程运行效果是否到达预期对 D_{21} 的值进行设置；

计算线路平均负载率 $\mu_{\text{avg},1}$ ： $\mu_{\text{avg},1} = P_{\text{avg},1}/S_1$ ，式中， $\mu_{\text{avg},1}$ 为线路平均负载率； $P_{\text{avg},1}$ 为线路年平均负荷； S_1 为线路额定容量线路；投运设定年限后，根据线路平均负载率百分区间对工程运行效果进行评价，评价结果记为 D_{22} ，根据工程运行效果是否到达预期对 D_{22} 的值进行设置；

计算最大负荷时刻功率因数 $\cos\varphi_{\max}$ ：

$$\cos\varphi_{\max} = Q/S$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

式中， S 为最大负荷时刻设备输送的视在功率， P 为最大负荷时刻设备输送的有功功率， Q 为最大负荷时刻设备输送的无功功率，根据最大负荷时刻功率因数进行工程运行效果评价，评价结果记为 D_{23} ，根据工程运行效果是否到达预期对 D_{23} 的值进行设置；

计算最小负荷时刻功率因数 $\cos\varphi_{\min}$ ：

$$\cos\varphi_{\min} = Q/S$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

式中， S 为最小负荷时刻设备输送的视在功率， P 为最小负荷时刻设备输送的有功功率， Q 为最小负荷时刻设备输送的无功功率，根据最小负荷时刻功率因数进行工程运行效果评价，评价结果记为 D_{24} ，根据工程运行效果是否到达预期对 D_{24} 的值进行设置；

计算架空线路损耗 $Q_{1,1}$ ， $Q_{1,1} = Q_{\text{in}} - Q_{\text{out}}$ ，式中， Q_{in} 为变压器输入电量； Q_{out} 为变压器输出电量，根据架空线路损耗对工程运行效果进行评价，评价结果记为 D_{25} ，根据工程运行效果是否到达预期对 D_{25} 的值进行设置；

计算主变损耗 $Q_{1,t}$ ， $Q_{1,t} = Q_{\text{in}} - Q_{\text{out}}$ ，式中， Q_{in} 为变压器输入电量，单位MWh； Q_{out} 为变压器输出电量，根据主变损耗对工程运行效果进行评价，评价结果记为 D_{26} ，根据工程运行效果是否到达预期对 D_{26} 的值进行设置；

计算最大负荷时刻功率因数 $\cos\varphi_{\max}$ ， $\cos\varphi_{\max} = Q/S$ ， $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ ，式中， S 为最大负荷时刻设备输送的视在功率， P 为最大负荷时刻设备输送的有功功率， Q 为最大负荷时刻设备输送的无功功率，根据最大负荷时刻功率因数进行工程运行效果评价，评价结果记为 D_{27} ，根据工程运行效果是否到达预期对 D_{27} 的值进行设置；

计算最小负荷时刻功率因数 $\cos\varphi_{\min}$ ， $\cos\varphi_{\min} = Q/S$ ， $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$ ，式中， S 为最小负荷时刻设备输送的视在功率， P 为最小负荷时刻设备输送的有功功率， Q 为最小负荷时刻设备输送的无功功率，根据最小负荷时刻功率因数进行工程运行效果评价，评价结果记为 D_{28} ，根据工程运行效果是否到达预期对 D_{28} 的值进行设置；

计算工程投运后电网某一供电区域、同一电压等级电网的公用变电设备总容量与对应

的总负荷)的比值 R_s , $R_s = \Sigma S_{ei}/P_{max}$, 式中, R_s 为容载比; ΣS_{ei} 为电压等级最大负荷日最大负荷, P_{max} 为该电压等级年最大负荷日投入运行的变电站的总容量, 评价标准参照《城市电力网规划设计导则》Q/GDW 156-2006, 评价结果记为 D_{29} , 根据工程运行效果是否到达预期对 D_{29} 的值进行设置;

根据上述指标计算 D_2 , 根据 D_2 与预设阈值的比较结果进行工程效果评价: $D_2 = a_{21}D_{21} + a_{22}D_{22} + a_{23}D_{23} + a_{24}D_{24} + a_{25}D_{25} + a_{26}D_{26} + a_{27}D_{27} + a_{28}D_{28} + a_{29}D_{29}$, 其中, a_{21} 、 a_{22} 、 a_{23} 、 a_{24} 、 a_{25} 、 a_{26} 、 a_{27} 、 a_{28} 、 a_{29} 分别为工程变压器最大负载率、工程线路平均负载率、最大负荷、下网电量、架空线路损耗、主变损耗、最大负荷时刻功率因数、最小负荷时刻功率因数和容载比, 在效能评价中的权重, $a_{21} + a_{22} + a_{23} + a_{24} + a_{25} + a_{26} + a_{27} + a_{28} + a_{29} = 1$ 。

4. 如权利要求1所述的满足用电需求的电网工程运行效益评价方法, 其特征在于, 根据采集的电力数据对该跨区跨省加强输电通道工程的项目安全进行评价的具体评价过程为:

计算主变可用度 A_T :

$$A_T = \frac{8760/\mu}{8760/\mu + T_r} = \frac{T_{\Sigma A}}{T_{\Sigma}}$$

式中: A_T 为主变可用度; μ 为强迫停运率; T_r 为故障平均修复时间; $T_{\Sigma A}$ 为设备累计无故障工作时间; T_{Σ} 为累计投运时间, 根据主变可用度对工程安全可靠进行评价, 评价结果用 D_{31} 表示, 根据工程安全可靠程度对 D_{31} 值进行确定;

计算线路可用度 A_L

$$A_L = \frac{8760/u}{8760/u + T_r} = \frac{T_{\Sigma A}}{T_{\Sigma}}$$

式中, u 为强迫停运率, T_r 为故障平均修复时间, $T_{\Sigma A}$ 为设备累计无故障工作时间, T_{Σ} 为累计投运时间, 根据线路可用度对工程安全可靠进行评价, 评价结果用 D_{32} 表示, 根据工程安全可靠程度对 D_{32} 值进行确定;

计算项目母线A相电压合格率 η_A , $\eta_A (\%) = (1 - T_b/T_{\Sigma}) * 100\%$, 式中, η_A 为项目母线A相电压合格率, T_b 为电压越限累计时间, T_{Σ} 为项目总运行统计时间, 根据母线A相电压合格率对工程安全可靠进行评价, 评价结果记为 D_{33} , 根据工程安全可靠程度对 D_{33} 值进行确定;

统计电网安全事故发生次数 J_a , 根据电网安全事故发生次数, 对工程安全可靠进行评价, 评价结果记为 D_{34} , 根据工程安全可靠程度对 D_{34} 值进行确定;

计算项目内部继电保护和安稳装置或因工程投运引起的电网中其他位置的安稳装置发生的误动、拒动次数 J_J , 根据继电保护和安稳装置误动及拒动次数对工程安全可靠进行评价, 评价结果记为 D_{35} , 根据工程安全可靠程度对 D_{35} 值进行确定;

统计变压器非计划停运时间 $\Sigma T_{d.t}$, 根据变压器非计划停运小时数对工程安全可靠进行评价, 评价结果记为 D_{36} , 根据工程安全可靠程度对 D_{36} 值进行确定;

线路非计划停运小时数 $\Sigma T_{d.l}$, 根据线路非计划停运小时数对工程安全可靠进行评价, 评价结果记为 D_{37} , 根据工程安全可靠程度对 D_{37} 值进行确定;

统计线路非计划停运频次 f_1 , 根据线路非计划停运频次对工程安全可靠进行评价, 评价结果记为 D_{38} , 根据工程安全可靠程度对 D_{38} 值进行确定;

计算因线路运行外部环境或绝缘问题造成的跳闸率 λ , $\lambda = M/T$, 式中, M 为统计期间内, 非因线路本身容量或绝缘问题造成的跳闸总次数, T 为评价时间, 根据线路跳闸率对工程安

全可靠性进行评价,评价结果记为 D_{39} ,根据工程安全可靠性程度对 D_{39} 值进行确定;

根据上述指标进行工程安全评价,评价结果用 D_3 表示: $D_3 = a_{31}D_{31} + a_{32}D_{32} + a_{33}D_{33} + a_{34}D_{34} + a_{35}D_{35} + a_{36}D_{36} + a_{37}D_{37} + a_{38}D_{38} + a_{39}D_{39}$,其中, a_{31} 、 a_{32} 、 a_{33} 、 a_{34} 、 a_{35} 、 a_{36} 、 a_{37} 分别为主变可用度、线路可用度、母线电压合格率、电网安全事故发生次数、继电保护和安稳装置误动及拒动次数、变压器非计划停运时间、线路非计划停运小时数、线路非计划停运频次和线路跳闸率的权重, $a_{31} + a_{32} + a_{33} + a_{34} + a_{35} + a_{36} + a_{37} + a_{38} + a_{39} = 1$;根据 D_3 与预设值的比较结果评价该工程安全可靠性是否合格。

5.如权利要求1所述的满足用电需求的电网工程运行效益评价方法,其特征在于,根据项目效能、项目效果和项目安全的评价结果,对跨省跨区加强输电通道电网工程的运行效果综合评价,具体过程为:

1)计算运行效果综合评价数值,运行效果综合评价的计算公式为:

$$D = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$$

其中, a_1 、 a_2 、 a_3 分别为项目效能 D_1 、项目效果 D_2 、项目安全 D_3 的权重, $a_1 + a_2 + a_3 = 1$;

2)当 $D <$ 设定最小阈值时,认为该工程作为满足用电需求整体运行效果较差;

当设定最小阈值 $\leq D <$ 设定最大阈值时,认为该工程作为满足用电需求整体运行效果好;

当 $D \geq$ 设定最大阈值时,认为该工程作为满足用电需求整体运行效果良好。

6.如权利要求5所述的满足用电需求的电网工程运行效益评价方法,其特征在于,所述 a_1 、 a_2 、 a_3 采用指标分类参考比较法的主客观权重组合的权重求解算法进行求解得到。

7.如权利要求5所述的满足用电需求的电网工程运行效益评价方法,其特征在于,在计算运行效果综合评价数值 D 之前,进一步包括:

确定 D_1 、 D_2 、 D_3 评语等级论域;

针对效能 D_1 评价确定评语等级论域为 $d_1 = \{d_{11}, d_{12}, d_{13}\}$,其中, d_{11} 代表重要, d_{12} 代表一般重要, d_{13} 代表不重要;

针对效果 D_2 评价确定论域为 $d_2 = \{d_{21}, d_{22}\}$,其中, d_{21} 代表满足需求, d_{22} 代表不满足需求;

针对安全 D_3 评价确定论域为 $d_3 = \{d_{31}, d_{32}\}$,其中 d_{31} 代表合格, d_{32} 代表不合格;

将上述定性评价转换为数值。

8.一种满足用电需求的电网工程运行效益评价系统,其特征在于,该系统包括:

用于采集待评价的实际运行电力数据的数据采集模块;

用于根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效能进行评价的项目效能评价模块,其中,项目效能评价指标包括新增线路数量系统占比、新增线路长度系统占比、新增机组容量系统占比、卡口电流校验比和平均供电半径差值;

用于根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效果进行评价的项目效果评价模块,其中,项目效果评价指标包括工程变压器的平均负载率、工程线路平均负载率、最大负荷、下网电量、架空线路损耗、主变损耗、最大负荷时刻功率因数、最小负荷时刻功率因数和容载比;

用于根据采集的电力数据对该满足用电需求的项目安全进行评价的项目安全评价模块,其中,项目安全的评价指标包括主变可用度、线路可用度、母线电压合格率、电网安全事故发生次数、继电保护和安稳装置误动及拒动次数、变压器非计划停运时间、线路非计划停

运小时数、线路非计划停运频次和线路跳闸率；

用于根据项目效能、项目效果和项目安全的评价结果,对满足用电需求的运行效果综合评价。

一种满足用电需求的电网工程运行效益评价方法及系统

技术领域

[0001] 本发明是关于一种满足用电需求的电网工程运行效益评价方法及系统,涉及电网传输技术领域。

背景技术

[0002] 目前,对于电网工程项目运行效益的评价通常有两类方法,一类是对于所有功能类型的电网工程项目采用同一套指标体系进行运行效益评价。由于输变电工程在电网中承担的功能不同,其评价指标和评价标准都应该有所侧重和不同,例如电铁供电工程对于安全性要求较高,而对于负载率的要求相对较低,满足用电需求工程对于负载率的要求较高,采用统一的指标和标准评价所有的工程,忽略了项目的功能属性特点,不能够为此类工程的后续建设提供针对性的建议,此种评价方法不能充分反映项目建设的根本目标是否实现;另一类是将电网工程项目分为公用网络工程、专项输变电工程和联网工程,从工程的空间和物理层面划分其在电网中的作用出发,对每种工程分别设定不同的评价指标进行项目运行效益评价,这类评价方法颗粒度较粗,没有充分考虑工程在电网中主要作用,导致评价结果偏离了工程建设要解决的主要问题,不能对今后此类工程的运行和建设提供借鉴。另外,上述两种方法中涉及的指标均未设定评价标准,评价过程主观性较强。综上所述,迄今为止尚未有研究从工程项目系统功能不同的角度,有针对性的对满足用电需求构建评价体系,提出评价指标,明确评价标准。

发明内容

[0003] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种能够从工程系统功能不同的角度对电网工程进行准确评价的满足用电需求的电网工程运行效益评价方法及系统。

[0004] 为实现上述目的,本发明采取以下技术方案:

[0005] 第一方面,本发明提供一种满足用电需求的电网工程运行效益评价方法,包括以下内容:采集需要评价的实际运行电力数据;根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效能进行评价,其中,项目效能评价指标包括新增线路数量系统占比、新增线路长度系统占比、新增机组容量系统占比、卡口电流校验比和平均供电半径差值;根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效果进行评价,其中,项目效果评价指标包括工程变压器的平均负载率、工程线路平均负载率、最大负荷、下网电量、架空线路损耗、主变损耗、最大负荷时刻功率因数、最小负荷时刻功率因数和容载比;根据采集的电力数据对该满足用电需求的项目安全进行评价,其中,项目安全的评价指标包括主变可用度、线路可用度、母线电压合格率、电网安全事故发生次数、继电保护和安稳装置误动及拒动次数、变压器非计划停运时间、线路非计划停运小时数、线路非计划停运频次和线路跳闸率;综合考虑项目效能、项目效果和项目安全,对满足用电需求的运行效果综合评价。

[0006] 进一步地,根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效能进行评价具体为:

[0007] 计算新增线路数量系统占比 K_{11} : $K_{11}=C_1/\Sigma C_1$,式中, ΣC_1 为投运前系统同电压等级线路数量, C_1 为本工程新增线路数量,根据 K_{11} 评价工程重要性,评价结果记为 D_{11} ;

[0008] 计算新增线路长度占系统线路总长度的比重 K_{12} : $K_{12}=L_1/\Sigma L_1$,式中, ΣL_1 为投运前系统同电压等级线路长度, L_1 为本工程新增线路长度,根据 K_{12} 评价工程重要性,评价结果记为 D_{12} ;计算工程新接入装机容量占投运前系统装机容量的比重 K_g , $K_g=S_g/\Sigma S_g$,式中, ΣS_g 为投运前系统装机容量, S_g 为本工程新接入装机容量,根据 K_g 评价工程重要性,评价结果记为 D_{13} ;

[0009] 计算线路运行实际电流与线路卡口电流的比值 R_{ab} , $R_{ab}=C_a/C_b$,式中, C_a 为线路运行实际电流, C_b 为线路卡口电流,根据 R_{ab} 评价工程重要性,评价结果记为 D_{14} ;

[0010] 计算工程投运前后变电站供电范围的几何中心到边界的平均值之差 ΔR ,评价工程对区域电网缩短半径情况, $\Delta R=\sqrt{S/N\pi}-\sqrt{S/(N+1)\pi}$,式中, ΔR 为工程投运前后区域电网平均供电半径之差, S 为工程所在区域供电面积, N 为工程投运前所在区域电网变电站的总座数,根据 ΔR 评价工程重要性,评价结果记为 D_{15} ;

[0011] 根据上述结果计算 D_1 : $D_1=a_{11}D_{11}+a_{12}D_{12}+a_{13}D_{13}+a_{14}D_{14}+a_{15}D_{15}$,根据 D_1 评价该工程建设对于对于满足用电需求是否显著,式中, a_{11} 、 a_{12} 、 a_{13} 、 \dots 、 a_{15} 分别为新增线路数量系统占比、新增线路长度系统占比、新增机组容量系统占比、卡口电流校验比和平均供电半径差值在效能评价中的权重, $a_{11}+a_{12}+a_{13}+a_{14}+a_{15}=1$ 。

[0012] 进一步地,根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效果进行评价的具体评价过程为:

[0013] 计算工程变压器最大负载率 $\mu_{\max,t}$: $\mu_{\max,t}=P_{\max,t}/S_t$,式中, $\mu_{\max,t}$ 为变压器最大负载率; $P_{\max,t}$ 为变压器出现的最大负荷, S_t 为变压器额定容量,变压器投运预设时间后,根据最大负载率所处区间评价工程运行效果,评价结果记为 D_{21} ,根据工程运行效果是否到达预期对 D_{21} 的值进行设置;

[0014] 计算线路平均负载率 $\mu_{\text{avg},1}$: $\mu_{\text{avg},1}=P_{\text{avg},1}/S_1$,式中, $\mu_{\text{avg},1}$ 为线路平均负载率; $P_{\text{avg},1}$ 为线路年平均负荷; S_1 为线路额定容量线路;投运设定年限后,根据线路平均负载率百分区间对工程运行效果进行评价,评价结果记为 D_{22} ,根据工程运行效果是否到达预期对 D_{22} 的值进行设置;

[0015] 计算最大负荷时刻功率因数 $\cos\varphi_{\max}$:

$$[0016] \quad \cos\varphi_{\max} = Q/S$$

$$[0017] \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

[0018] 式中, S 为最大负荷时刻设备输送的视在功率, P 为最大负荷时刻设备输送的有功功率, Q 为最大负荷时刻设备输送的无功功率,根据最大负荷时刻功率因数进行工程运行效果评价,评价结果记为 D_{23} ,根据工程运行效果是否到达预期对 D_{23} 的值进行设置;

[0019] 计算最小负荷时刻功率因数 $\cos\varphi_{\min}$:

$$[0020] \quad \cos\varphi_{\min} = Q/S$$

$$[0021] \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

[0022] 式中, S 为最小负荷时刻设备输送的视在功率, P 为最小负荷时刻设备输送的有功

功率, Q 为最小负荷时刻设备输送的无功功率, 根据最小负荷时刻功率因数进行工程运行效果评价, 评价结果记为 D_{24} , 根据工程运行效果是否到达预期对 D_{24} 的值进行设置;

[0023] 计算架空线路损耗 $Q_{1,1}$, $Q_{1,1} = Q_{in} - Q_{out}$, 式中, Q_{in} 为变压器输入电量; Q_{out} 为变压器输出电量, 根据架空线路损耗对工程运行效果进行评价, 评价结果记为 D_{25} , 根据工程运行效果是否到达预期对 D_{25} 的值进行设置;

[0024] 计算主变损耗 $Q_{1,t}$, $Q_{1,t} = Q_{in} - Q_{out}$, 式中, Q_{in} 为变压器输入电量, 单位 MWh; Q_{out} 为变压器输出电量, 根据主变损耗对工程运行效果进行评价, 评价结果记为 D_{26} , 根据工程运行效果是否到达预期对 D_{26} 的值进行设置;

[0025] 计算最大负荷时刻功率因数 $\cos \varphi_{max}$, $\cos \varphi_{max} = Q/S$, $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$, 式中, S 为最大负荷时刻设备输送的视在功率, P 为最大负荷时刻设备输送的有功功率, Q 为最大负荷时刻设备输送的无功功率, 根据最大负荷时刻功率因数进行工程运行效果评价, 评价结果记为 D_{27} , 根据工程运行效果是否到达预期对 D_{27} 的值进行设置;

[0026] 计算最小负荷时刻功率因数 $\cos \varphi_{min}$, $\cos \varphi_{min} = Q/S$, $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$, 式中, S 为最小负荷时刻设备输送的视在功率, P 为最小负荷时刻设备输送的有功功率, Q 为最小负荷时刻设备输送的无功功率, 根据最小负荷时刻功率因数进行工程运行效果评价, 评价结果记为 D_{28} , 根据工程运行效果是否到达预期对 D_{28} 的值进行设置;

[0027] 计算工程投运后电网某一供电区域、同一电压等级电网的公用变电设备总容量与对应的总负荷) 的比值 R_s , $R_s = \sum S_{ei} / P_{max}$, 式中, R_s 为容载比; $\sum S_{ei}$ 为电压等级最大负荷日最大负荷, P_{max} 为该电压等级年最大负荷日投入运行的变电站的总容量, 评价标准参照《城市电力网规划设计导则》Q/GDW 156-2006, 评价结果记为 D_{29} , 根据工程运行效果是否到达预期对 D_{29} 的值进行设置;

[0028] 根据上述指标计算 D_2 , 根据 D_2 与预设阈值的比较结果进行工程效果评价: $D_2 = a_{21}D_{21} + a_{22}D_{22} + a_{23}D_{23} + a_{24}D_{24} + a_{25}D_{25} + a_{26}D_{26} + a_{27}D_{27} + a_{28}D_{28} + a_{29}D_{29}$, 其中, a_{21} 、 a_{22} 、 a_{23} 、 a_{24} 、 a_{25} 、 a_{26} 、 a_{27} 、 a_{28} 、 a_{29} 分别为工程变压器最大负载率、工程线路平均负载率、最大负荷、下网电量、架空线路损耗、主变损耗、最大负荷时刻功率因数、最小负荷时刻功率因数和容载比, 在效能评价中的权重, $a_{21} + a_{22} + a_{23} + a_{24} + a_{25} + a_{26} + a_{27} + a_{28} + a_{29} = 1$ 。

[0029] 进一步地, 根据采集的电力数据对该跨区跨省加强输电通道工程的项目安全进行评价的具体评价过程为:

[0030] 计算主变可用度 A_T :

$$[0031] \quad A_T = \frac{8760/\mu}{8760/\mu + T_r} = \frac{T_{\Sigma A}}{T_{\Sigma}}$$

[0032] 式中: A_T 为主变可用度; μ 为强迫停运率; T_r 为故障平均修复时间; $T_{\Sigma A}$ 为设备累计无故障工作时间; T_{Σ} 为累计投运时间, 根据主变可用度对工程安全可靠性的评价, 评价结果用 D_{31} 表示, 根据工程安全可靠性的程度对 D_{31} 值进行确定;

[0033] 计算线路可用度 A_L

$$[0034] \quad A_L = \frac{8760/u}{8760/u + T_r} = \frac{T_{\Sigma A}}{T_{\Sigma}}$$

[0035] 式中, u 为强迫停运率, T_r 为故障平均修复时间, $T_{\Sigma A}$ 为设备累计无故障工作时间, T_{Σ}

为累计投运时间,根据线路可用度对工程安全可靠进行评价,评价结果用 D_{32} 表示,根据工程安全可靠程度对 D_{32} 值进行确定;

[0036] 计算项目母线A相电压合格率 η_A , $\eta_A(\%) = (1 - T_b / T_\Sigma) * 100\%$, 式中, η_A 为项目母线A相电压合格率, T_b 为电压越限累计时间, T_Σ 为项目总运行统计时间, 根据母线A相电压合格率对工程安全可靠进行评价, 评价结果记为 D_{33} , 根据工程安全可靠程度对 D_{33} 值进行确定;

[0037] 统计电网安全事故发生次数 J_a , 根据电网安全事故发生次数, 对工程安全可靠进行评价, 评价结果记为 D_{34} , 根据工程安全可靠程度对 D_{34} 值进行确定;

[0038] 计算项目内部继电保护和安稳装置或因工程投运引起的电网中其他位置的安稳装置发生的误动、拒动次数 J_j , 根据继电保护和安稳装置误动及拒动次数对工程安全可靠进行评价, 评价结果记为 D_{35} , 根据工程安全可靠程度对 D_{35} 值进行确定;

[0039] 统计变压器非计划停运时间 $\Sigma T_{d,t}$, 根据变压器非计划停运小时数对工程安全可靠进行评价, 评价结果记为 D_{36} , 根据工程安全可靠程度对 D_{36} 值进行确定;

[0040] 线路非计划停运小时数 $\Sigma T_{d,l}$, 根据线路非计划停运小时数对工程安全可靠进行评价, 评价结果记为 D_{37} , 根据工程安全可靠程度对 D_{37} 值进行确定;

[0041] 统计线路非计划停运频次 f_1 , 根据线路非计划停运频次对工程安全可靠进行评价, 评价结果记为 D_{38} , 根据工程安全可靠程度对 D_{38} 值进行确定;

[0042] 计算因线路运行外部环境或绝缘问题造成的跳闸率 λ , $\lambda = M / T$, 式中, M 为统计期间内, 非因线路本身容量或绝缘问题造成的跳闸总次数, T 为评价时间, 根据线路跳闸率对工程安全可靠进行评价, 评价结果记为 D_{39} , 根据工程安全可靠程度对 D_{39} 值进行确定;

[0043] 根据上述指标进行工程安全评价, 评价结果用 D_3 表示: $D_3 = a_{31}D_{31} + a_{32}D_{32} + a_{33}D_{33} + a_{34}D_{34} + a_{35}D_{35} + a_{36}D_{36} + a_{37}D_{37} + a_{38}D_{38} + a_{39}D_{39}$, 其中, a_{31} 、 a_{32} 、 a_{33} 、 a_{34} 、 a_{35} 、 a_{36} 、 a_{37} 分别为主变可用度、线路可用度、母线电压合格率、电网安全事故发生次数、继电保护和安稳装置误动及拒动次数、变压器非计划停运时间、线路非计划停运小时数、线路非计划停运频次和线路跳闸率的权重, $a_{31} + a_{32} + a_{33} + a_{34} + a_{35} + a_{36} + a_{37} + a_{38} + a_{39} = 1$; 根据 D_3 与预设值的比较结果评价该工程安全可靠是否合格。

[0044] 进一步地, 根据项目效能、项目效果和项目安全的评价结果, 对跨省跨区加强输电通道电网工程的运行效果综合评价, 具体过程为:

[0045] 1) 计算运行效果综合评价数值, 运行效果综合评价的计算公式为:

$$[0046] \quad D = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

[0047] 其中, a_1 、 a_2 、 a_3 分别为项目效能 D_1 、项目效果 D_2 、项目安全 D_3 的权重, $a_1 + a_2 + a_3 = 1$;

[0048] 2) 当 $D <$ 设定最小阈值时, 认为该工程作为满足用电需求整体运行效果较差;

[0049] 当设定最小阈值 $\leq D <$ 设定最大阈值时, 认为该工程作为满足用电需求整体运行效果好;

[0050] 当 $D \geq$ 设定最大阈值时, 认为该工程作为满足用电需求整体运行效果良好。

[0051] 进一步地, 所述 a_1 、 a_2 、 a_3 采用指标分类参考比较法的主客观权重组合的权重求解算法进行求解得到。

[0052] 进一步地, 在计算运行效果综合评价数值 D 之前, 进一步包括:

[0053] 确定 D_1 、 D_2 、 D_3 评语等级论域;

[0054] 针对效能 D_1 评价确定评语等级论域为 $d_1 = \{d_{11}, d_{12}, d_{13}\}$, 其中, d_{11} 代表重要, d_{12} 代表一般重要, d_{13} 代表不重要;

[0055] 针对效果 D_2 评价确定论域为 $d_2 = \{d_{21}, d_{22}\}$, 其中, d_{21} 代表满足需求, d_{22} 代表不满足需求;

[0056] 针对安全 D_3 评价确定论域为 $d_3 = \{d_{31}, d_{32}\}$, 其中 d_{31} 代表合格, d_{32} 代表不合格;

[0057] 将上述定性评价转换为数值。

[0058] 第二方面, 本发明还提供一种满足用电需求的电网工程运行效益评价系统, 该系统包括:

[0059] 用于采集待评价的实际运行电力数据的数据采集模块;

[0060] 用于根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效能进行评价的项目效能评价模块, 其中, 项目效能评价指标包括新增线路数量系统占比、新增线路长度系统占比、新增机组容量系统占比、卡口电流校验比和平均供电半径差值;

[0061] 用于根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效果进行评价的项目效果评价模块, 其中, 项目效果评价指标包括工程变压器的平均负载率、工程线路平均负载率、最大负荷、下网电量、架空线路损耗、主变损耗、最大负荷时刻功率因数、最小负荷时刻功率因数和容载比;

[0062] 用于根据采集的电力数据对该满足用电需求的项目安全进行评价的项目安全评价模块, 其中, 项目安全的评价指标包括主变可用度、线路可用度、母线电压合格率、电网安全事故发生次数、继电保护和安稳装置误动及拒动次数、变压器非计划停运时间、线路非计划停运小时数、线路非计划停运频次和线路跳闸率;

[0063] 用于根据项目效能、项目效果和项目安全的评价结果, 对满足用电需求的运行效果综合评价。

[0064] 本发明由于采取以上技术方案, 其具有以下优点: 1、本发明从工程项目系统功能定位的角度出发, 提出针对满足用电需求的电网工程运行效益评价方法, 解决了这一类工程投运后难以评价的问题。2、本发明从效能、效果、安全三个维度, 建立满足用电需求的电网工程运行评价指标, 能够直接反映新建工程项目在电网中可发挥的最大作用和实际发挥作用, 反映工程对于满足用电需求方面的贡献3、本发明针对满足用电需求, 提出与工程建设初衷相符的评价指标, 使得评价结果能够真实反映工程的实际运行效益是否满足建设需求, 避免了评价内容全面但针对性不强的问题。4、本发明采用基于指标分类参考比较法的主客观权重组合的权重求解算法, 用于确定结合评价指标内主客观影响因素的权重集结计算过程, 可以解决层次分析法在实际中使得应用常常受限的多阶维数约束, 实现多指标评价情境下准确的权重值。5、本发明评价指标针对性强, 评价标准明确, 权重确定方法科学, 评价结果直接作用于本工程今后运行管理工作, 对今后满足用电需求的建设管理具有重要指导作用。

附图说明

[0065] 图1是本发明的满足用电需求的电网工程运行效益评价方法流程示意图;

[0066] 图2是本发明的基于指标分类参考比较法(ICRC)的主客观权重组合的权重求解算法流程示意图。

具体实施方式

[0067] 以下结合附图来对本发明进行详细的描绘。然而应当理解,附图的提供仅为了更好地理解本发明,它们不应该理解成对本发明的限制。

[0068] 本发明从效能、效果、安全三个维度对满足用电需求工程的运行效果进行评价。

[0069] 效能:效能评价指标的设定旨在体现工程投运后,该工程所在的电网系统中,工程满足用电需求可以发挥的最大作用,评价结果重点指向工程的建设对于提高满足用电需求的能力是否显著。

[0070] 效果:效果评价指标的设定旨在体现工程运行过程中,实际的运行情况,评价结果重点指向工程的运行在满足用电需求方面发挥的实际作用是否满足建设需求。

[0071] 安全:安全评价的指标设定旨在体现作为公共基础设施,工程在安全性、可靠性等方面的情况,评价结果重点指向工程的安全可靠性是否符合电网工程的基本要求。

[0072] 实施例1

[0073] 如图1所示,本发明提出的满足用电需求的电网工程运行效益评价方法,包括以下内容:

[0074] 1、采集需要评价的实际运行电力数据。

[0075] 2、根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效能进行评价,项目效能评价指标包括新增线路数量系统占比、新增线路长度系统占比、新增机组容量系统占比、卡口电流校验比和平均供电半径差值,每一评价指标对项目效能的具体评价过程为:

[0076] 1) 新增线路数量系统占比

[0077] 计算新增线路数量占系统线路数量的占比 K_{11} ,评价本工程新增线路数量对所在系统的贡献效果。

$$[0078] \quad K_{11} = C_1 / \Sigma C_1$$

[0079] 式中, ΣC_1 为投运前系统同电压等级线路数量, C_1 为本工程新增线路数量。对 K_{11} 按百分值区间进行工程重要性评价,评价结果记为 D_{11} 。当 K_{11} 大于10%时,认为工程重要, $D_{11} = 100$;当 K_{11} 介于5%~10%,认为工程较为重要, $D_{11} = 80$;当 K_{11} 介于3%~5%之间,认为一般重要, $D_{11} = 60$;当 K_{11} 小于3%时,认为工程不太重要, $D_{11} = 40$ 。

[0080] 2) 新增线路长度系统占比

[0081] 计算新增线路长度占系统线路总长度的比重 K_{12} ,评价本工程新增线路长度对所在系统的贡献效果。

$$[0082] \quad K_{12} = L_1 / \Sigma L_1$$

[0083] 式中, ΣL_1 为投运前系统同电压等级线路长度, L_1 为本工程新增线路长度。对 K_{12} 按百分值区间进行工程重要性评价,评价结果记为 D_{12} 。当 K_{12} 大于10%时,认为工程重要, $D_{12} = 100$;当 K_{12} 介于5%~10%,认为工程较为重要, $D_{12} = 80$;当 K_{12} 介于3%~5%之间,认为一般重要, $D_{12} = 60$;当 K_{12} 小于3%时,认为工程不太重要, $D_{12} = 40$ 。

[0084] 3) 新增机组容量系统占比

[0085] 计算工程新接入装机容量占投运前系统装机容量的比重 K_g ,评价工程新增装机容量对所在系统的贡献效果。

$$[0086] \quad K_g = S_g / \Sigma S_g$$

[0087] 式中, ΣS_g 为投运前系统装机容量, S_g 为本工程新接入装机容量。对 K_g 按百分值区间进行工程重要性评价, 评价结果记为 D_{13} 。当 K_g 大于5%时, 认为工程重要, $D_{13}=100$; 当 K_g 大于10%, 认为工程较为重要, $D_{13}=80$; 当 K_g 介于3%~5%之间, 认为一般重要, $D_{13}=60$; 当 K_g 小于3%时, 认为工程不太重要, $D_{13}=40$ 。

[0088] 4) 卡口电流校核比

[0089] 计算线路运行实际电流与线路卡口电流的比值 R_{ab} , 评价本工程正常运行时电流供应最大极限水平。线路卡口电流由线路截面、线路两端开关、互感器、阻波器等设备额定容量的最小值确定。

[0090] $R_{ab}=C_a/C_b$

[0091] 式中, C_a 为线路运行实际电流, C_b 为线路卡口电流。对 R_{ab} 按百分值区间进行工程重要性评价, 评价结果记为 D_{14} 。当 R_{ab} 介于50%~90%, 认为工程重要, $D_{14}=100$; 当 R_{ab} 介于30%~50%之间, 认为较为重要, $D_{14}=80$; 当 R_{ab} 小于30%时, 认为工程不太重要, $D_{14}=40$; 当 R_{ab} 大于90%时, 认为工程存在设计缺陷, 效能发挥作用超过安全标准, $D_{14}=0$ 。

[0092] 5) 平均供电半径差值

[0093] 计算工程投运前后变电站供电范围的几何中心到边界的平均值之差 ΔR , 评价工程对区域电网缩短半径情况。

[0094] $\Delta R = \sqrt{S/N\pi} - \sqrt{S/(N+1)\pi}$

[0095] 式中, ΔR 为工程投运前后区域电网平均供电半径之差, 单位km; S 为工程所在区域供电面积, 单位 km^2 , N 为工程投运前所在区域电网变电站的总座数, 对 ΔR 进行工程重要性评价, 评价结果记为 D_{15} 。当 ΔR 大于5km, 认为工程对缩短平均供电半径效果显著, $D_{15}=100$; 当 ΔR 介于3~5km, 认为工程对缩短平均供电半径效果明显, $D_{15}=80$; ΔR 介于1~3km, 认为工程对缩短平均供电半径效果一般, $D_{15}=60$; ΔR 小于1km, 认为工程对缩短平均供电半径效果不明显, $D_{15}=40$ 。

[0096] 6) 工程效能评价指标权重的确定

[0097] 本发明进行指标权重的确定采用基于指标分类参考比较法(ICRC)的主客观权重组合的权重求解算法进行求解, 可以确定 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{13} ... a_{15} 权重值, 其中, a_{11} 、 a_{12} 、 a_{13} ... a_{15} 分别为新增线路数量系统占比、新增线路长度系统占比、新增机组容量系统占比、卡口电流校验比和平均供电半径差值5项指标在效能评价中的权重, 且 $a_{11}+a_{12}+a_{13}+a_{14}+a_{15}=1$ 。

[0098] 根据效能计算结果评价该工程建设对于满足用电需求能力效果是否显著, 评价结果用 D_1 表示:

[0099] $D_1 = a_{11}D_{11} + a_{12}D_{12} + a_{13}D_{13} + a_{14}D_{14} + a_{15}D_{15}$

[0100] 当评价结果 $D_1 \geq 80$ 时, 认为该工程的建设对于满足用电需求的能力显著; 当评价结果 $60 \leq D_1 < 80$ 时, 认为该工程的建设对于满足用电需求的能力一般; 当评价结果 $D_1 < 60$ 时, 认为该工程的建设对于满足用电需求的能力较差。

[0101] 3、根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效果进行评价, 项目效果评价指标包括工程变压器的平均负载率、工程线路平均负载率、最大负荷、下网电量、架空线路损耗、主变损耗、最大负荷时刻功率因数、最小负荷时刻功率因数和容载比, 每一评价指标对项目效果的具体评价过程为:

[0102] 1) 工程变压器平均负载率

[0103] 计算工程变压器的平均负载率 $\mu_{\text{avg},t}$,评价工程变压器的平均负载情况。

$$[0104] \quad \mu_{\text{avg},t} = P_{\text{avg},t} / S_t$$

[0105] 式中, $\mu_{\text{avg},t}$ 为变压器平均负载率; $P_{\text{avg},t}$ 为变压器年平均负荷,单位MW; S_t 为变压器额定容量,单位MVA。变压器投运一年后,根据变压器的平均负载率百分区间评价工程运行效果,评价结果记为 D_{21} 。当 $\mu_{\text{avg},t}$ 大于等于50%时,认为工程变压器长期重载,运行效果均不符合预期要求, $D_{21}=50$;当 $\mu_{\text{avg},t}$ 介于25%~50%之间,认为工程变压器负载情况合理,工程运行效果符合预期要求, $D_{21}=100$;当 $\mu_{\text{avg},t}$ 小于等于25%时,认为工程变压器轻载,运行效果不符合预期要求, $D_{21}=50$ 。

[0106] 2) 线路平均负载率

[0107] 计算线路平均负载率 $\mu_{\text{avg},l}$,评价工程线路的平均负载情况。

$$[0108] \quad \mu_{\text{avg},l} = P_{\text{avg},l} / S_l$$

[0109] 式中, $\mu_{\text{avg},l}$ 为线路平均负载率; $P_{\text{avg},l}$ 为线路年平均负荷; S_l 为线路额定容量。线路投运一年后,根据线路平均负载率百分区间对工程运行效果进行评价,评价结果记为 D_{22} 。当 $\mu_{\text{avg},l}$ 大于地区电网同电压等级线路平均负载率均值的60%时,认为工程线路平均负载情况基本实现规划目标,线路选型合理,认为工程运行效果符合预期要求, $D_{22}=100$;反之,认为工程运行效果不符合预期要求, $D_{22}=50$ 。

[0110] 3) 最大负荷

[0111] 统计主变或线路全年供电负荷中的最大值 P_{max} ,评价工程负载情况。

[0112] P_{max} 单位MW。根据最大负荷对工程运行效果进行评价,评价结果记为 D_{23} 。当 P_{max} 大于等于同电压等级满足用电需求工程平均最大负荷时,认为最大负荷合理,工程运行效果符合预期要求, $D_{23}=100$;当 P_{max} 小于同电压等级满足用电需求工程平均最大负荷时,认为最大负荷较低,工程运行效果不符合预期要求, $D_{23}=50$ 。

[0113] 4) 下网电量

[0114] 计算工程投运后从电网获得的下网电量 Q_{down} ,评价满足用电需求工程发挥的直接作用。

[0115] Q_{down} 单位MWh。根据下网电量对工程运行效果进行评价,评价结果记为 D_{24} 。当 Q_{down} 大于等于同电压等级满足用电需求工程平均下网电量时,认为下网电量合理,工程运行效果符合预期要求, $D_{24}=100$;当 Q_{down} 小于同电压等级满足用电需求工程平均下网电量时,认为下网电量较低,工程运行效果不符合预期要求, $D_{24}=50$ 。

[0116] 5) 架空线路损耗

[0117] 计算架空线路损耗 $Q_{l,1}$,评价架空线路损耗的合理性。

$$[0118] \quad Q_{l,1} = Q_{\text{in}} - Q_{\text{out}}$$

[0119] 式中, $Q_{l,1}$ 单位MWh; Q_{in} 为变压器输入电量,单位MWh; Q_{out} 为变压器输出电量,单位MWh。根据架空线路损耗对工程运行效果进行评价,评价结果记为 D_{25} 。当 $Q_{l,1}$ 小于等于同电压等级架空线路平均损耗时,认为架空线路损耗合理,工程运行效果符合预期要求, $D_{25}=100$;当 $Q_{l,1}$ 大于同电压等级架空线路平均损耗时,认为架空线路损耗严重,工程运行效果不符合预期要求, $D_{25}=50$ 。

[0120] 6) 主变损耗

[0121] 计算主变损耗 $Q_{l,t}$,评价主变损耗的合理性。

[0122] $Q_{1,t} = Q_{in} - Q_{out}$

[0123] 式中, $Q_{1,t}$ 为主变损耗,单位MWh; Q_{in} 为变压器输入电量,单位MWh; Q_{out} 为变压器输出电量,单位MWh。根据主变损耗对工程运行效果进行评价,评价结果记为 D_{26} 。当 $Q_{1,t}$ 小于等于同电压等级、同容量变压器平均损耗时,认为主变损耗合理, $D_{26} = 100$;当 $Q_{1,t}$ 大于同电压等级、同容量变压器平均损耗时,认为主变损耗严重, $D_{26} = 50$ 。

[0124] 7) 最大负荷时刻功率因数

[0125] 计算最大负荷时刻功率因数 $\cos \varphi_{max}$,评价项目容性无功配置是否足够:

[0126] $\cos \varphi_{max} = Q / S$

[0127] $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

[0128] 式中, S 为最大负荷时刻设备输送的视在功率,单位为MVA, P 为最大负荷时刻设备输送的有功功率,单位为MW, Q 为最大负荷时刻设备输送的无功功率,单位为MVar。

[0129] 根据最大负荷时刻功率因数进行工程运行效果评价,评价结果记为 D_{27} 。当 $\cos \varphi_{max}$ 大于等于0.95时,认为项目容性无功配置足够,对减少电网损耗,提高电能质量的贡献显著,工程运行效果符合预期要求, $D_{27} = 100$;当 $\cos \varphi_{max}$ 小于0.95时,认为项目容性无功配置或实际投入不够,未满足规程要求,工程运行效果不符合预期要求, $D_{27} = 50$ 。

[0130] 8) 最小负荷时刻功率因数

[0131] 计算最小负荷时刻功率因数 $\cos \varphi_{min}$,评价项目感性无功配置是否足够:

[0132] $\cos \varphi_{min} = Q / S$

[0133] $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

[0134] 式中, S 为最小负荷时刻设备输送的视在功率,单位为MVA, P 为最小负荷时刻设备输送的有功功率,单位为MW, Q 为最小负荷时刻设备输送的无功功率,单位为MVar。

[0135] 根据最小负荷时刻功率因数进行工程运行效果评价,评价结果记为 D_{28} ,当 $\cos \varphi_{min}$ 介于0.92和0.95之间时,认为项目感性无功配置合理,运行投切及时,工程运行效果符合预期要求, $D_{28} = 100$;当 $\cos \varphi_{min}$ 小于0.92或大于0.95时,认为项目无功补偿装置配置容量不合理或投切不及时,未满足规程要求,工程运行效果不符合预期要求, $D_{28} = 50$ 。

[0136] 9) 容载比

[0137] 计算工程投运后电网某一供电区域、同一电压等级电网的公用变电设备总容量与对应的总负荷(网供负荷)的比值 R_s ,评价电网规划设计变电容量的合理性。

[0138] $R_s = \sum S_{ei} / P_{max}$

[0139] 式中, R_s 为容载比; $\sum S_{ei}$ 为电压等级最大负荷日最大负荷,单位MW; P_{max} 为该电压等级年最大负荷日投入运行的变电站的总容量,单位MVA。评价标准参照《城市电力网规划设计导则》(Q/GDW 156-2006),评价结果记为 D_{29} 。其中,500kV及以上按照省级电网计算,330、220kV按照地市级电网计算,110(35)kV按照县级电网计算。当 R_s 符合《城市电力网规划设计导则》(Q/GDW 156-2006)标准, $D_{29} = 100$,当 R_s 不符合《城市电力网规划设计导则》(Q/GDW 156-2006)标准, $D_{29} = 0$ 。

[0140] 10) 项目效果评价指标权重的确定

[0141] 本发明进行指标权重的确定采用基于指标分类参考比较法的主客观权重组合的

权重求解算法进行求解,可以确定 a_{21} 、 a_{22} 、 a_{23} 、 a_{24} 、 a_{25} 、 a_{26} 、 a_{27} 、 a_{28} 、 a_{29} 的权重值,其中, a_{21} 、 a_{22} 、 a_{23} 、 a_{24} 、 a_{25} 、 a_{26} 、 a_{27} 、 a_{28} 、 a_{29} 分别为工程变压器最大负载率、工程线路平均负载率、最大负荷、下网电量、架空线路损耗、主变损耗、最大负荷时刻功率因数、最小负荷时刻功率因数和容载比9项指标在效能评价中的权重,且 $a_{21}+a_{22}+a_{23}+a_{24}+a_{25}+a_{26}+a_{27}+a_{28}+a_{29}=1$ 。

[0142] 根据效果计算结果评价该工程的运行在满足用电需求是否满足建设需求,评价结果用 D_2 表示。

[0143] $D_2 = a_{21}D_{21} + a_{22}D_{22} + a_{23}D_{23} + a_{24}D_{24} + a_{25}D_{25} + a_{26}D_{26} + a_{27}D_{27} + a_{28}D_{28} + a_{29}D_{29}$

[0144] 当评价结果 $D_2 \geq 60$ 时,认为该工程的运行在满足用电需求方面满足需求;当评价结果 $D_2 < 60$ 时,认为该工程的运行在用电需求作用不满足需求。

[0145] 4、根据采集的电力数据对该满足用电需求的项目安全进行评价,项目安全的评价指标包括主变可用度、线路可用度、母线电压合格率、电网安全事故发生次数、继电保护和安稳装置误动及拒动次数、变压器非计划停运时间、线路非计划停运小时数、线路非计划停运频次和线路跳闸率,每一评价指标对项目安全的具体评价过程为:

[0146] 1) 主变可用度

[0147] 计算主变可用度 A_T ,评价变压器持续使用的能力:

$$[0148] \quad A_T = \frac{8760/\mu}{8760/\mu + T_r} = \frac{T_{\Sigma A}}{T_{\Sigma}}$$

[0149] 式中: A_T 为主变可用度; μ 为强迫停运率,单位次/年; T_r 为故障平均修复时间,单位小时/次; $T_{\Sigma A}$ 为设备累计无故障工作时间,单位小时; T_{Σ} 为累计投运时间,单位小时,若工程涉及多台主变时,简化计算中取各主变最小值。根据主变可用度对工程安全可靠进行评价,评价结果用 D_{31} 表示,当 A_T 大于等于地区电网同型号产品可用度的平均值时,认为变压器持续使用能力良好,工程安全可靠,优良, $D_{31} = 100$;当 A_T 小于地区电网同型号产品可用度的平均值时,认为变压器持续使用能力较弱,变压器质量存在缺陷, $D_{31} = 50$ 。

[0150] 2) 线路可用度

[0151] 计算线路可用度 A_L ,评价线路持续使用的能力。

$$[0152] \quad A_L = \frac{8760/u}{8760/u + T_r} = \frac{T_{\Sigma A}}{T_{\Sigma}}$$

[0153] 式中, u 为强迫停运率,单位次/年; T_r 为故障平均修复时间,单位小时/次; $T_{\Sigma A}$ 为设备累计无故障工作时间,单位小时; T_{Σ} 为累计投运时间,单位小时。根据线路可用度对工程安全可靠进行评价,评价结果用 D_{32} 表示,当 A_L 大于等于地区电网同类型线路可用度的平均值时,认为线路持续使用能力良好,工程安全可靠,优良, $D_{32} = 100$;当 A_L 小于地区电网同类型线路可用度的平均值时,认为线路持续使用能力较弱,工程安全可靠不合格, $D_{32} = 50$ 。

[0154] 3) 母线电压合格率

[0155] 计算项目母线A相电压合格率 η_A ,评价项目电压质量:

$$[0156] \quad \eta_A (\%) = (1 - T_b / T_{\Sigma}) * 100\%$$

[0157] 式中, η_A 为项目母线A相电压合格率, T_b 为电压越限累计时间,单位小时; T_{Σ} 为项目总运行统计时间,单位小时。

[0158] 根据母线A相电压合格率对工程安全可靠进行评价,评价结果记为 D_{33} 。当 η_A 大于

等于99.99%时,认为项目母线电压合格率良好,工程安全可靠性能优良, $D_{33}=100$;当 η_A 介于99.95%~99.99%时,认为项目母线电压合格率合格,认为工程安全可靠性能优良, $D_{33}=100$;当 η_A 小于等于99.95%时,认为项目母线电压合格率较低,工程安全可靠性能不合格, $D_{33}=50$ 。

[0159] 4) 电网安全事故发生次数

[0160] 统计电网安全事故发生次数 J_a ,评价项目安全运行水平。

[0161] 根据电网安全事故发生次数,对工程安全可靠性能进行评价,评价结果记为 D_{34} 。对照《电力安全事故应急处置和调查处理条例》(国务院令599号),当项目未发生安全事故时,认为项目对电网安全无影响,工程安全可靠性能优良, $D_{34}=100$;当项目发生一般事故以下事故时,认为项目对电网安全运行构成一定威胁,工程安全可靠性能优良, $D_{34}=70$;当发生特别重大事故、重大事故、较大事故时,认为项目对电网安全运行危害严重,工程安全可靠性能不合格, $D_{34}=0$ 。

[0162] 5) 继电保护和安稳装置误动及拒动次数

[0163] 计算项目内部继电保护和安稳装置或因工程投运引起的电网中其他位置的安稳装置发生的误动、拒动次数 J_J ,评价继电保护与安稳装置动作的准确性,以及对电网安全稳定运行的影响。

[0164] 根据继电保护和安稳装置误动及拒动次数对工程安全可靠性能进行评价,评价结果记为 D_{35} 。当 J_J 等于0时,表示项目对电网安全稳定运行无影响,认为工程安全可靠性能优良, $D_{35}=100$;当 J_J 大于等于1时,表示项目对电网安全稳定运行影响较大,认为工程安全可靠性能不合格, $D_{35}=50$ 。

[0165] 6) 变压器非计划停运时间

[0166] 统计变压器非计划停运时间 $\sum T_{a,t}$,评价变压器保持安全稳定运行的能力。

[0167] 根据变压器非计划停运小时数对工程安全可靠性能进行评价,评价结果记为 D_{36} 。当 $\sum T_{a,t}$ 小于地区变压器非计划停运时间均值,认为项目变压器保持安全稳定运行的能力良好,工程安全可靠性能优良, $D_{36}=100$;当 $\sum T_{a,t}$ 大于等于地区变压器非计划停运时间均值,认为项目变压器保持安全稳定运行的能力较差,工程安全可靠性能不合格, $D_{36}=50$ 。

[0168] 7) 线路非计划停运小时数

[0169] 线路非计划停运小时数 $\sum T_{a,l}$,评价线路保持安全稳定运行的能力。

[0170] 根据线路非计划停运小时数对工程安全可靠性能进行评价,评价结果记为 D_{37} 。当 $\sum T_{a,l}$ 小于地区线路非计划停运时间均值,认为项目线路保持安全稳定运行的能力良好,工程安全可靠性能优良, $D_{37}=100$;当 $\sum T_{a,l}$ 大于等于地区线路非计划停运时间均值,认为项目线路保持安全稳定运行的能力较差,工程安全可靠性能不合格, $D_{37}=50$ 。

[0171] 8) 线路非计划停运频次

[0172] 统计线路非计划停运频次 f_1 ,评价线路保持安全稳定运行的能力。

[0173] 根据线路非计划停运频次对工程安全可靠性能进行评价,评价结果记为 D_{38} 。当 f_1 小于地区线路非计划停运频次均值,认为项目线路保持安全稳定运行的能力良好,工程安全可靠性能优良, $D_{38}=100$;当 f_1 大于等于地区线路非计划停运频次均值,认为项目线路保持安全稳定运行的能力较差,工程安全可靠性能不合格, $D_{38}=50$ 。

[0174] 9) 线路跳闸率

[0175] 计算因线路运行外部环境或绝缘问题造成的跳闸率 λ ,评价线路应对环境变化的

安全运行能力。

[0176] $\lambda = M/T$

[0177] 式中, λ 为线路非本因跳闸率,单位次/年; M 为统计期间内,非因线路本身容量或绝缘问题造成的跳闸总次数,单位为次; T 为评价时间,单位为年。根据线路跳闸率对工程安全性进行评价,评价结果记为 D_{39} 。当 λ 小于1时,认为线路应对环境变化的安全运行能力良好,工程安全性优良, $D_{39} = 100$;当 λ 介于1-3时,认为线路应对环境变化的安全运行能力一般,工程安全性优良, $D_{39} = 100$;当 λ 大于等于3时,认为线路应对环境变化的安全运行能力较差,工程安全性不合格, $D_{39} = 50$ 。

[0178] 10) 项目安全评价指标权重的确定

[0179] 本发明进行指标权重的确定采用基于指标分类参考比较法的主客观权重组合的权重求解算法进行求解,可以得到 a_{31} 、 a_{32} 、 a_{33} 、 a_{34} 、 a_{35} 、 a_{36} 、 a_{37} 、 a_{38} 、 a_{39} 确定的权重值,其中, a_{31} 、 a_{32} 、 a_{33} 、 a_{34} 、 a_{35} 、 a_{36} 、 a_{37} 、 a_{38} 、 a_{39} 分别为主变可用度、线路可用度、母线电压合格率、电网安全事故发生次数、继电保护和安稳装置误动及拒动次数、变压器非计划停运时间、线路非计划停运小时数、线路非计划停运频次和线路跳闸率9项指标在安全评价中的权重,且 $a_{31} + a_{32} + a_{33} + a_{34} + a_{35} + a_{36} + a_{37} + a_{38} + a_{39} = 1$ 。

[0180] 根据安全计算结果评价该工程安全性是否合格,评价结果用 D_3 表示。

[0181] $D_3 = a_{31}D_{31} + a_{32}D_{32} + a_{33}D_{33} + a_{34}D_{34} + a_{35}D_{35} + a_{36}D_{36} + a_{37}D_{37} + a_{38}D_{38} + a_{39}D_{39}$

[0182] 当评价结果 $D_3 \geq 60$ 时,认为该工程的运行在安全性方面符合电网工程的基本要求;当评价结果 $D_3 < 60$ 时,认为该工程的运行在安全性方面不符合电网工程的基本要求。

[0183] 5、综合考虑项目效能、项目效果和项目安全,对满足用电需求的运行效果综合评价。

[0184] 1) 计算运行效果综合评价数值,运行效果综合评价的计算公式为:

[0185] $D = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$

[0186] 其中, a_1 、 a_2 、 a_3 分别为效能 D_1 、效果 D_2 、安全 D_3 的权重,且定义 $a_1 + a_2 + a_3 = 1$,采用基于指标分类参考比较法的主客观权重组合的权重求解算法进行求解。

[0187] 2) 确定 D_1 、 D_2 、 D_3 评语等级论域

[0188] 针对效能 D_1 评价确定评语等级论域为 $d_1 = \{d_{11}, d_{12}, d_{13}\}$,其中, d_{11} 代表重要, d_{12} 代表一般重要, d_{13} 代表不重要;

[0189] 针对效果 D_2 评价确定论域为 $d_2 = \{d_{21}, d_{22}\}$,其中, d_{21} 代表满足需求, d_{22} 代表不满足需求;

[0190] 针对安全 D_3 评价确定论域为 $d_3 = \{d_{31}, d_{32}\}$,其中 d_{31} 代表合格, d_{32} 代表不合格。

[0191] 将上述定性评价转换为数值,分别由三类隶属转换对应等值得到。为了拉开不同定性评语之间的得分跨度,设定以下三组得分分值对应:

$$[0192] \quad \begin{cases} d_{11} = 100 \\ d_{12} = 70 \\ d_{13} = 40 \end{cases} \quad \begin{cases} d_{21} = 100 \\ d_{22} = 50 \end{cases} \quad \begin{cases} d_{31} = 100 \\ d_{32} = 50 \end{cases}$$

[0193] 代入综合评价公式 $D = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$

[0194] 当 $D < 60$ 时,认为该工程作为满足用电需求整体运行效果较差,应根据效能 D_1 、效果 D_2 、安全 D_3 的评价结果,具体分析运行效果较差的原因,并开展有针对性的改进措施。

[0195] 当 $60 \leq D < 80$ 时,认为该工程作为满足用电需求整体运行效果好,具有一定的安全稳定性的,工程的建设具有满足用电需求的作用,并且工程的运行在一定程度上实现了满足用电负荷需求的功能。应根据效能 D_1 、效果 D_2 、安全 D_3 的评价结果,具体分析运行效果方面存在的问题,并开展有针对性的改进措施。

[0196] 当 $D \geq 80$ 时,认为该工程作为满足用电需求整体运行效果良好,具有较好的安全稳定性的,工程的建设有效提高了保障用电需求的能力,并且工程的运行充分实现了满足用电需求的功能。

[0197] 上述实施例中,为了准确全面地定量描述评价指标重要程度,改进传统评价方法中的决策逻辑过程以选择决策者偏好指标为基础的主观权重计算过程,根据决策心理中的第一印象效应,本发明提出基于指标分类参考比较法的主客观权重组合的权重求解算法进行求解,依靠专家经验偏好确定主观权重,客观数据分析使用多种经典的数据分析评价,经过归一公式处理得到考虑评价数据特性的组合权重,可以实现在指标数量在20个以内的评价下确定合情合理的权重值,具体原理为:

[0198] 如图2所示,假定待评价样本共有 i 个需要确定权重的指标 x 数量共有 j 个, j 不大于20,而评价的权重向量为 $W = [w_1, w_2, \dots, w_j]^T$,求解评价权重 W 的具体过程为:

[0199] 1) 对指标数据进行预处理,具体为:

[0200] 1.1) 剔除指标异常点,具体采用指标偏离平均值加两倍标准差 $\mu + 2\sigma$ 之外作为判断指标值是否异常样本 $x_{outlier}$ 的标准。

$$[0201] \quad \begin{cases} x_{outlier} > \mu + 2\sigma \\ x_{outlier} > \mu - 2\sigma \end{cases}$$

[0202] 式中, μ 表示样本均值, σ 表示样本标准差。

[0203] 1.2) 指标一致化处理

[0204] 按照综合评价理论,指标可能属于三种类型:“极大型”指标 X_{max} ,”居中型”指标 X_{mid} ,”极小型”指标 X_{min} 。为了使评价结果具有可比性,首先对指标做数学变化,即指标的一致化处理,具体为:

[0205] (1) 若 X 属于极小型指标,取指标 x 的倒数作为一致化的值 e :

$$[0206] \quad \begin{cases} e = \frac{1}{x} (x > 0) \\ e = -\frac{1}{x} (x < 0) \end{cases}$$

[0207] (2) 若 X 属于居中型指标,取指标 x 的与最佳范围的最大值 U 、最小值 u 的比较结果作为一致化的值 e :

$$[0208] \quad e = \begin{cases} 3(x-u), u \leq x \leq \frac{U+u}{2} \\ 3(U-x), \frac{U+u}{2} \leq x \leq U \end{cases}$$

[0209] 1.3) 指标无量纲化

[0210] 若干评价指标之间的量纲与数量级如果不同时,需要先对这些指标做数学变换处理,使其无量纲化后再继续评价,具体为:

$$[0211] \quad e_{ij} = \frac{x_{ij} - m_j}{M_j - m_j}$$

[0212] 式中, x_{ij} 代表第 i 个样本的第 j 指标的值, $M_j = \max \{x_{ij}\}$, $m_j = \min \{x_{ij}\}$, $e_{ij} \in [0, 1]$ 。若遇到指标值为定值的情况时,需要将这一指标剔除。

[0213] 2) 基于决策者偏好信息计算主观权重,本发明基于 ICRC 求取主观权重;其中,分类、参考比较这两个阶段构成了权重主观经验决策的求解框架。

[0214] 2.1) 指标分类

[0215] 依据专家经验初步分类指标,设有 j 个评价指标 x_1, x_2, \dots, x_j , 根据专家经验,将同一准则下的指标 x_k 进行分类,分别归入四个不同的重要程度层级:核心层级 S_1 , 支撑层级 S_2 , 基础层级 S_3 , 弱关联层级 S_4 :

$$[0216] \quad S_i \in x_k$$

[0217] 依据各层级的意义及重要程度分布特点,界定分类原则如下:

[0218] 分类原则1:对应 S_1, S_2, S_3, S_4 分配指标的数目比例为:

$$[0219] \quad \begin{cases} b_1 = 0.2j \\ b_2 = 0.3j \\ b_3 = 0.4j \\ b_4 = 0.1j \end{cases}$$

[0220] 上式 b_1 代表核心层涵盖了20%的指标, b_2 代表支撑层涵盖30%的指标, b_3 代表基础层涵盖40%的指标, b_4 代表弱关联层的数目则为10%的总指标。

[0221] 分类原则2:对应 S_1, S_2, S_3, S_4 四个层级的权重分别为:

$$[0222] \quad \begin{cases} p_1 = 0.4\theta \\ p_2 = 0.3\theta \\ p_3 = 0.2\theta \\ p_4 = 0.1\theta \end{cases}$$

[0223] 式中分别代表核心层指标的重要程度 p_1 可以表示为40%的该准则权重 θ , 支撑层指标的重要程度 p_2 可以表示为30%的该准则权重, 基础层指标的重要程度 p_3 可以表示为20%的该准则权重, 弱关联层指标的重要程度 p_4 可以表示为10%的该准则权重。

[0224] 2.2) 参考比较

[0225] 依据专家经验,在四个层级中分别各自选取一个最重要的指标作为参考指标 $x_{\text{参考}}$, 可以以对比参考指标的重要度作为确定权重的判断准则,即其余指标与参考指标两两比较评分,再将指标评分值按行求和,得到各指标评分总和,最后进行加权平均处理,求得指标主观权重系数 v_k 。

[0226] 在分层级后与各自标准指标 $x_{\text{参考}}$ 相对比较评分分值设为 m_k ,

$$[0227] \quad m_k = x_k / x_{\text{参考}}$$

[0228] 其中,分值 m_k 评分标准如下表:

[0229] 表1RC法评分分值表

[0230]

重要	比较重要	不太重要	相比不重要
0.9	0.6	0.3	0.1

[0231] 得到评价向量:

$$[0232] \quad \alpha_i = [m_1, \dots, m_k, \dots]^T$$

[0233] 评分结束后计算权重值, θ_i 为 S_i 所分配的权重总和, p_i 为 S_i 所分配的权重百分数, 定义 $k=1$, 若 $S_i \in x_k$ 对应的评分值 m_k , v_k 为主观权重系数:

$$[0234] \quad \begin{cases} \theta_j = p_j k \\ v_k = \theta_j \frac{m_k}{\sum_{k=1}^j m_k} \end{cases}$$

[0235] 得到的主观权重为: $V = [v_1, v_2, \dots, v_j]^T$ 。

[0236] 3) 基于评价数据的客观权重的计算, 即通过计算指标方差、信息熵和灰色关联度的值, 通过加权平均得到客观权重。

[0237] (1) 计算指标方差:

$$[0238] \quad \bar{e}_k = \frac{\sum_{\mu=1}^i e_{\mu k}}{i}$$

$$[0239] \quad \tau_k = \sum_{\mu=1}^i (e_{\mu k} - \bar{e}_k)^2$$

[0240] 式中, μ 代表样本下标, k 代表指标下标, $e_{\mu k}$ 代表第 μ 个样本第 k 指标的值

[0241] (2) 计算指标信息熵:

$$[0242] \quad \pi_k = -\sum_{\mu=1}^i \left(e_{\mu k} / \sum_{k=1}^i e_{\mu k} \right) \ln \left(e_{\mu k} / \sum_{k=1}^i e_{\mu k} \right)$$

[0243] (3) 计算指标灰色关联度:

$$[0244] \quad \Delta_k(q) = |X_0(q) - X_k(q)|$$

$$[0245] \quad \xi_k(q) = \frac{\min_k \min_q \Delta_k(q) + \rho \max_k \max_q \Delta_k(q)}{\Delta_k(q) + \rho \max_k \max_q \Delta_k(q)}$$

[0246] 式中, k 代表指标下标, $X_0(q)$ 为参考数列的指标值, $\xi_k(q)$ 为关联系数, ρ 为分辨系数, 通常取 $\rho=0.5$ 。

[0247] 比较序列对应于参考序列的关联度 φ_k , 值一般用平均数表示, 即:

$$[0248] \quad \varphi_k = \frac{1}{i} \sum_{q=1}^i \xi_k(q)$$

[0249] (5) 客观权重的加权平均集成:

$$[0250] \quad f_k = \frac{1}{3} (\tau_k + \pi_k + \varphi_k)$$

[0251] 得到的客观权重为： $F = [f_1, f_2, \dots, f_j]^T$ 。

[0252] 4) 基于归一化公式的主客观权重组合，具体过程为：

[0253] 4.1) 归一化公式计算组合权重：

$$w_k = \frac{v_k f_k}{\sum_{k=1}^j v_k f_k}$$

[0255] 求得权重向量为 $W = [w_1, w_2, \dots, w_j]^T$ 。

[0256] 实施例2

[0257] 本发明还提供一种满足用电需求的电网工程运行效益评价系统，该系统包括：

[0258] 用于采集待评价的实际运行电力数据的数据采集模块；

[0259] 用于根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效能进行评价的项目效能评价模块；

[0260] 用于根据采集的电力数据对该满足用电需求的电网工程项目效果进行评价的项目效果评价模块；

[0261] 用于根据采集的电力数据对该满足用电需求的项目安全进行评价的项目安全评价模块；

[0262] 用于根据项目效能、项目效果和项目安全的评价结果，对满足用电需求的运行效果综合评价。

[0263] 本领域内的技术人员应明白，本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

[0264] 本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0265] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0266] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。上述各实施例仅用于说明本发明，其中方法的各实施步骤等都是可以有所变化的，凡是在本发明技术方案的基础上进行的等同变换和改进，均不应排除在本发明的保护范围之外。

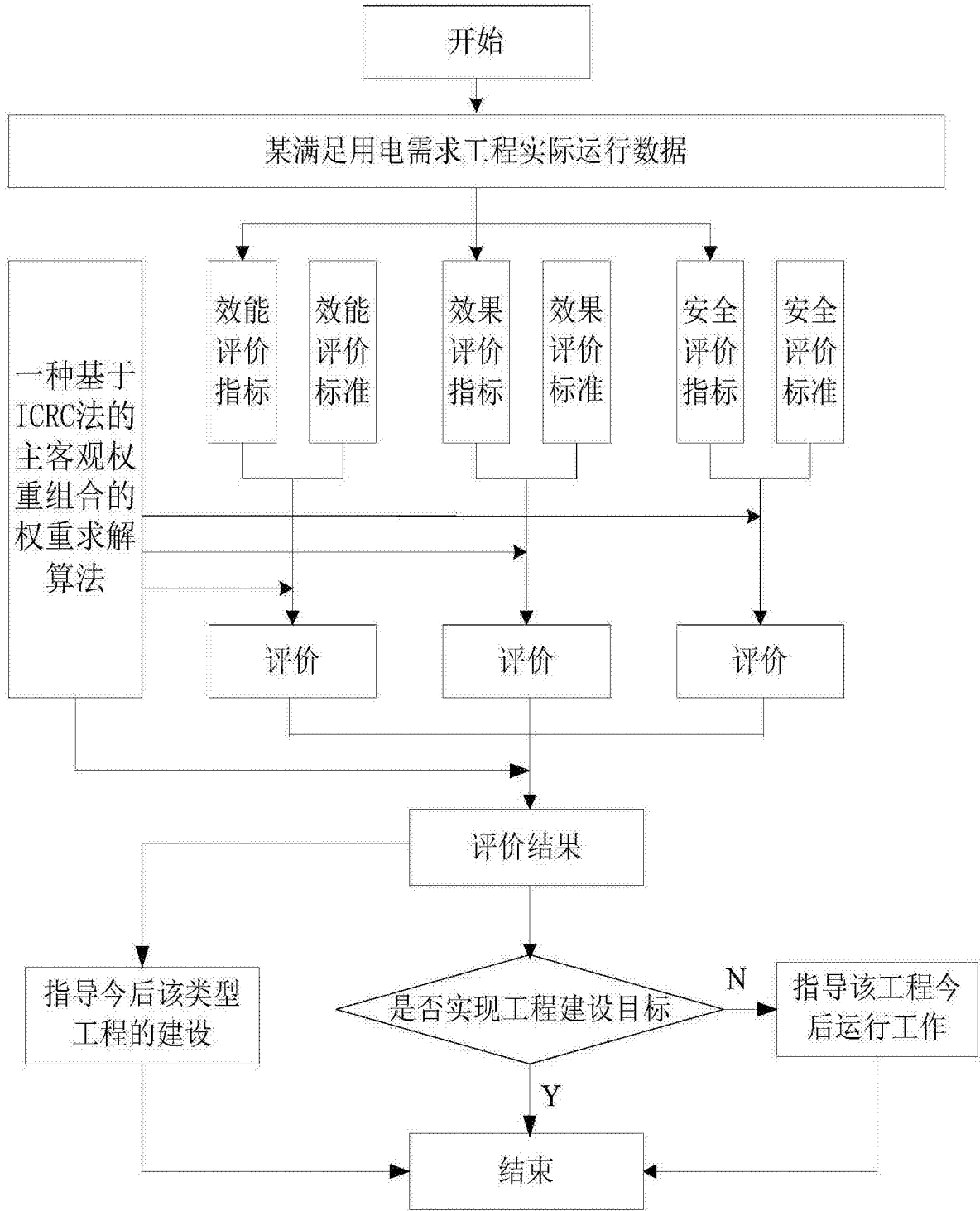


图1

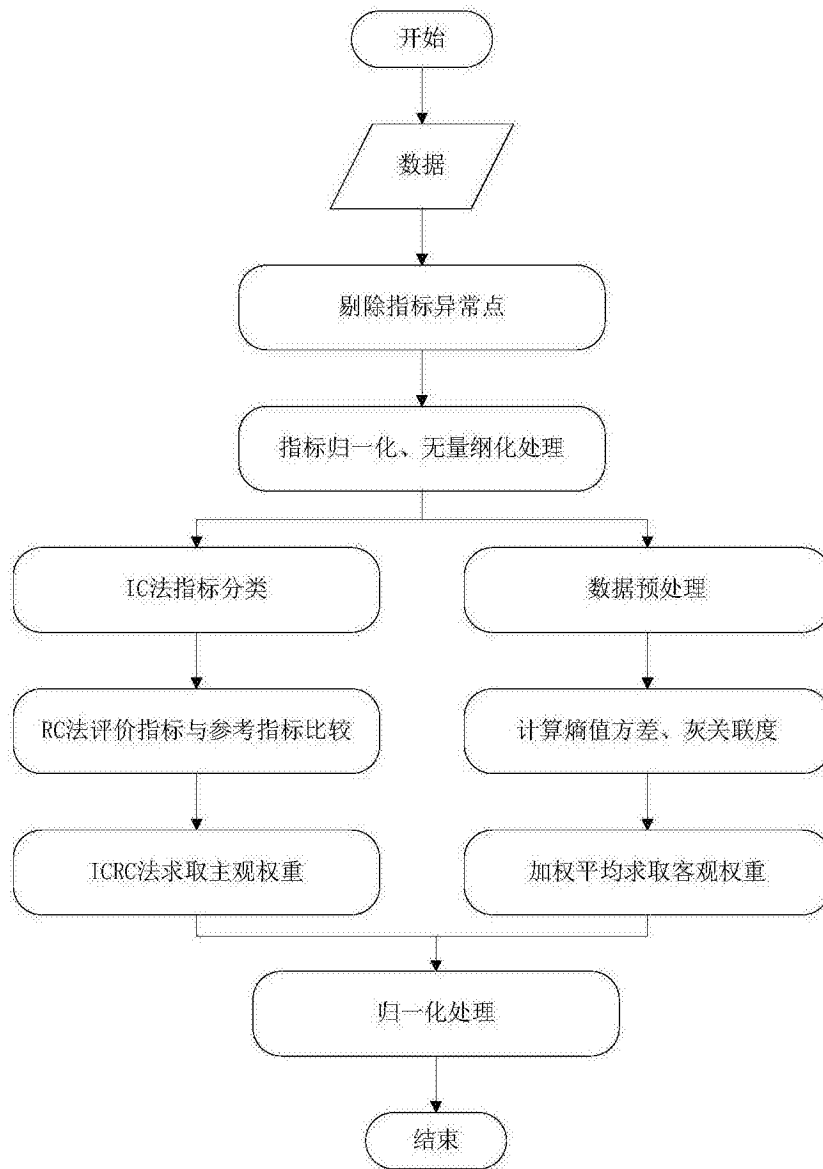


图2