



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112465305 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 18

(21) 申请号 202011238001.1

(22) 申请日 2020.11.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112465305 A

(43) 申请公布日 2021.03.09

(73) 专利权人 中国南方电网有限责任公司
地址 510000 广东省广州市萝岗区科学城
科翔路11号

(72) 发明人 李智勇 袁泉 刘春晓 李鹏
周毓敏 卢明富 周鑫 王子强
王巍 梁振成

(74) 专利代理机构 北京细软智谷知识产权代理
有限责任公司 11471
专利代理师 岳凤羽

(51) Int. Cl.

G06Q 10/06 (2012.01)

G06Q 50/06 (2012.01)

(56) 对比文件

CN 105429184 A, 2016.03.23

CN 111327046 A, 2020.06.23

CN 109802447 A, 2019.05.24

US 2018313563 A1, 2018.11.01

US 2016239032 A1, 2016.08.18

李鹏等. 计及多能源多需求响应手段的园区
综合能源系统优化调度模型.《电力建设》.2020,

审查员 康瑞丽

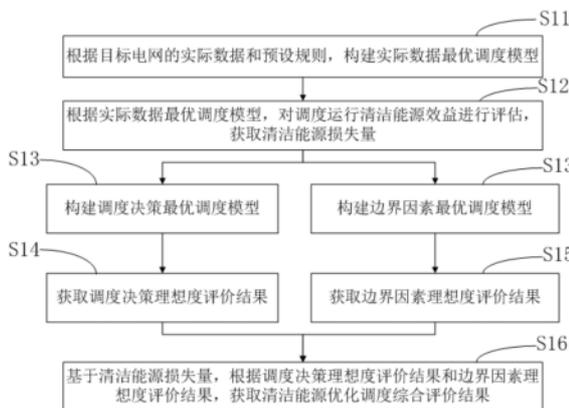
权利要求书4页 说明书12页 附图2页

(54) 发明名称

清洁能源优化调度评价方法、装置及设备

(57) 摘要

本发明涉及一种清洁能源优化调度评价方法、装置及设备,属于电力调度技术领域,该方法通过构建实际数据最优调度模型;根据实际数据最优调度模型,获取清洁能源损失量;分别构建调度决策最优调度模型和边界因素最优调度模型;根据调度决策最优调度模型,获取调度决策理想度评价结果;根据边界因素最优调度模型,获取边界因素理想度评价结果;获取清洁能源优化调度综合评价结果。本发明通过对比不同场景下最优调度模型和实际方案的效果差异,能够量化调度运行业务对清洁能源消纳的影响,并能细致分析调度业务中各关键环节的影响程度,对提升清洁能源优化调度效益评价结果准确性和全面性具有显著效果。



1. 一种清洁能源优化调度评价方法,其特征在于,包括:
 根据目标电网的实际数据和预设规则,构建实际数据最优调度模型;
 根据所述实际数据最优调度模型,对调度运行清洁能源效益进行评估,获取清洁能源损失量;
 分别构建调度决策最优调度模型和边界因素最优调度模型;
 根据所述调度决策最优调度模型,获取调度决策理想度评价结果;
 根据所述边界因素最优调度模型,获取边界因素理想度评价结果;
 基于所述清洁能源损失量,根据所述调度决策理想度评价结果和所述边界因素理想度评价结果,获取清洁能源优化调度综合评价结果;
 所述目标电网,包括风光火互济模式电网;
 所述目标电网的实际数据为所述实际数据最优调度模型的边界数据;
 所述实际数据最优调度模型,为:

$$\min \sum_{t=1}^{NT} \Delta T \left(\sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^A + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^A \right) \quad (1)$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^S + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^S + \sum_{c=1}^{NC} P_{c,t}^S = \sum_{b=1}^{NB} P_{b,t}^F \\ P_s^{L\min} \leq \sum_{w=1}^{NW} GSDF_{s,w} P_{w,t}^S + \sum_{p=1}^{NP} GSDF_{s,p} P_{p,t}^S + \sum_{c=1}^{NC} GSDF_{s,c} P_{c,t}^S + \sum_{b=1}^{NB} GSDF_{s,b} P_{b,t}^F \leq P_s^{L\max} \\ P_{w,t}^S + P_{w,t}^A = P_{w,t}^F \\ \frac{P_{w,t}^S}{P_{w,t}^F} = \lambda_t^W \\ P_{p,t}^S + P_{p,t}^A = P_{p,t}^F \\ \frac{P_{p,t}^S}{P_{p,t}^F} = \lambda_t^P \\ P_c^{\min} \leq P_{c,t}^S \leq P_c^{\max} \\ PP_c^{\min} \leq P_{c,t}^S - P_{c,t-1}^S \leq PP_c^{\max} \end{cases} \quad (2)$$

其中,式(1)为优化目标, $P_{w,t}^A$ 、 $P_{p,t}^A$ 分别为风电场w和光伏电站p时段t的弃风功率、弃光功率,NT为调度运行决策优化时段数, ΔT 为对应时间间隔,NW、NP分别为电网风电场和光伏电站数;式(2)为约束条件, $P_{w,t}^S$ 、 $P_{p,t}^S$ 、 $P_{c,t}^S$ 依次为风电场w、光伏电站p和火电厂c时段t的发电计划功率, $P_{b,t}^F$ 为节点b时段t的实际负荷功率,NC、NB分别为电网火电机组台数和负荷节点数, $P_s^{L\max}$ 、 $P_s^{L\min}$ 为运行断面s的潮流上、下限; $GSDF_{s,w}$ 、 $GSDF_{s,p}$ 、 $GSDF_{s,c}$ 、 $GSDF_{s,b}$ 依次为风电场w、光伏电站p和火电厂c和负荷节点b与该运行断面的潮流转移分布因子, $P_{w,t}^F$ 、 $P_{p,t}^F$ 分别为风电场w和光伏电站p时段t的实际运行情况下的可发电功率, λ_t^W 、 λ_t^P 分别为时段t弃风率和弃光率, P_c^{\max} 、 P_c^{\min} 分别为火电机组c的最大、最小出力, PP_c^{\max} 、 PP_c^{\min} 分别为火电机组c的最大、最小爬坡能力。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述清洁能源损失量,表示为:

$$CV^A = E^{R,W,A} + E^{R,P,A} - \sum_{t=1}^{NT} \Delta T \left(\sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^A + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^A \right) \quad (3)$$

其中, CV^A 为综合作用产生的所述清洁能源损失量, $E^{R,W,A}$ 、 $E^{R,P,A}$

分别为调度决策时段内实际发生的总弃风电量和总弃光电量, $\sum_{t=1}^{NT} \Delta T \left(\sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^A + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^A \right)$

为求解所述实际数据最优调度模型下弃风及弃光电量。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述调度决策最优调度模型的边界数据,为调度决策阶段的预测值。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述调度决策理想度评价结果,包括:调度决策理想度指标 PD^D ;

$$PD^D = (E^{D,W,A} + E^{D,P,A}) - (E^{PD,W,A} + E^{PD,P,A}) \quad (4)$$

式中, PD^D 为调度决策理想度指标, $E^{D,W,A}$ 、 $E^{D,P,A}$ 分别为调度运行人员实际下发的调度运行方案中决策时段弃风电量和弃光电量, $E^{PD,W,A}$ 、 $E^{PD,P,A}$ 分别为所述调度决策最优调度模型求解得到的弃风电量和弃光电量。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述边界因素理想度评价结果,包括:边界因素 b_i 理想度指标 PD^{b_i} ;

$$PD^{b_i} = (E^{b_i,W,A} + E^{b_i,P,A}) - (E^{PD,b_i,W,A} + E^{PD,b_i,P,A}) \quad (5)$$

式中, PD^{b_i} 为边界因素 b_i 理想度指标, $E^{b_i,W,A}$ 、 $E^{b_i,P,A}$ 分别为边界因素对应的单边界因素最优调度模型求解得到的弃风电量和弃光电量;

全网边界因素理想度为各边界因素理想度之和,为:

$$PD^B = \sum_{b_i \in B} PD^{b_i} \quad (6)$$

式中, PD^B 为全网边界因素理想度, $b_i \in B$ 表示所有属于边界因素集B的边界因素项。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述清洁能源优化调度综合评价结果,包括:

若全网边界因素理想度取值为正,而调度决策理想度取值为负,表明调度运行人员对边界数据预测偏差作了预判,造成调度运行清洁能源损失量的原因主要归结为各类型边界数据预测偏差,各类型边界因素造成的清洁能源损失量按照其边界因素理想度在全网边界因素理想度比例分配,可表示为:

$$CV^{b_i} = \frac{PD^{b_i}}{PD^B} CV^A \quad (7)$$

式中, CV^{b_i} 即为边界因素 b_i 所应承担的清洁能源损失量;

若全网边界因素理想度取值为负,而调度决策理想度取值为正,表明调度运行人员对边界数据预测偏差与实际相反,造成调度运行清洁能源损失量的原因主要归结为调度决策不够准确,调度决策不够准确造成的清洁能源损失量即为全网,可表示为:

$$CV^D = CV^A \quad (8)$$

式中, CV^D 即为调度决策所应承担的清洁能源损失量;

若全网边界因素理想度与调度决策理想度取值数学符合相同,表明调度决策及边界数据偏差均对运行情况产生影响,按照其理想度比例分摊调度运行清洁能源损失量,可表示为:

$$CV^{b_i} = \frac{PD^{b_i}}{PD^D + PD^B} CV^A \quad (9)$$

$$CV^D = \frac{PD^D}{PD^D + PD^B} CV^A \quad (10)。$$

7.一种清洁能源优化调度评价装置,其特征在于,包括:第一构建模块、获取模块、第二构建模块、第一评价模块、第二评价模块和综合评价模块;

所述第一构建模块,用于根据目标电网的实际数据和预设规则,构建实际数据最优调度模型;

所述获取模块,用于根据所述实际数据最优调度模型,对调度运行清洁能源效益进行评估,获取清洁能源损失量;

所述第二构建模块,用于分别构建调度决策最优调度模型和边界因素最优调度模型;

所述第一评价模块,用于根据所述调度决策最优调度模型,获取调度决策理想度评价结果;

所述第二评价模块,用于根据所述边界因素最优调度模型,获取边界因素理想度评价结果;

所述综合评价模块,用于基于所述清洁能源损失量,根据所述调度决策理想度评价结果和所述边界因素理想度评价结果,获取清洁能源优化调度综合评价结果;

所述目标电网,包括风光火互济模式电网;所述目标电网的实际数据为所述实际数据最优调度模型的边界数据;所述第一构建模块构建的实际数据最优调度模型,为:

$$\min \sum_{t=1}^{NT} \Delta T \left(\sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^A + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^A \right) \quad (1)$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^S + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^S + \sum_{c=1}^{NC} P_{c,t}^S = \sum_{b=1}^{NB} P_{b,t}^F \\ P_s^{L\min} \leq \sum_{w=1}^{NW} GSDF_{s,w} P_{w,t}^S + \sum_{p=1}^{NP} GSDF_{s,p} P_{p,t}^S + \sum_{c=1}^{NC} GSDF_{s,c} P_{c,t}^S + \sum_{b=1}^{NB} GSDF_{s,b} P_{b,t}^F \leq P_s^{L\max} \\ P_{w,t}^S + P_{w,t}^A = P_{w,t}^F \\ \frac{P_{w,t}^S}{P_{w,t}^F} = \lambda_t^W \\ P_{p,t}^S + P_{p,t}^A = P_{p,t}^F \\ \frac{P_{p,t}^S}{P_{p,t}^F} = \lambda_t^P \\ P_c^{\min} \leq P_{c,t}^S \leq P_c^{\max} \\ PP_c^{\min} \leq P_{c,t}^S - P_{c,t-1}^S \leq PP_c^{\max} \end{cases} \quad (2)$$

其中,式(1)为优化目标, $P_{w,t}^A$ 、 $P_{p,t}^A$ 分别为风电场w和光伏电站p时段t的弃风功率、弃光功率,NT为调度运行决策优化时段数, ΔT 为对应时间间隔,NW、NP分别为电网风电场和光伏电站数;式(2)为约束条件, $P_{w,t}^S$ 、 $P_{p,t}^S$ 、 $P_{c,t}^S$ 依次为风电场w、光伏电站p和火电厂c时段t的发电计划功率, $P_{b,t}^F$ 为节点b时段t的实际负荷功率,NC、NB分别为电网火电机组台数和负荷节点数, P_s^{Lmax} 、 P_s^{Lmin} 为运行断面s的潮流上、下限; $GSDF_{s,w}$ 、 $GSDF_{s,p}$ 、 $GSDF_{s,c}$ 、 $GSDF_{s,b}$ 依次为风电场w、光伏电站p和火电厂c和负荷节点b与该运行断面的潮流转移分布因子, $P_{w,t}^F$ 、 $P_{p,t}^F$ 分别为风电场w和光伏电站p时段t的实际运行情况下的可发电功率, λ_t^W 、 λ_t^P 分别为时段t弃风率和弃光率, P_c^{max} 、 P_c^{min} 分别为火电机组c的最大、最小出力, PP_c^{max} 、 PP_c^{min} 分别为火电机组c的最大、最小爬坡能力。

8.一种清洁能源优化调度评价设备,其特征在于,包括:处理器,以及与所述处理器相连接的存储器;

所述存储器用于存储计算机程序,所述计算机程序至少用于执行权利要求1~6任一项所述的清洁能源优化调度评价方法;

所述处理器用于调用并执行所述存储器中的所述计算机程序。

清洁能源优化调度评价方法、装置及设备

技术领域

[0001] 本发明属于电力调度技术领域,具体涉及一种清洁能源优化调度评价方法、装置及设备。

背景技术

[0002] 清洁能源主要包括水电、风电、光伏等。保障清洁能源消纳是当前电网运行的重要目标。现有技术中的清洁能源优化调度评价是从事后统计分析的角度出发,对电网调度运行在清洁能源消纳方面的实际效果进行分析评价。

[0003] 目前,清洁能源优化调度评价常用的指标包括弃水电量、弃风电量和弃光电量。上述三项指标是从实际运行结果出发,对实际运行中发生的弃水、弃风、弃光等清洁能源未消纳量进行统计,以评价不同省区清洁能源优化调度实施效益。

[0004] 但是,实际运行中出现弃水、弃风、弃光等清洁能源未消纳量的原因是复杂的,既包括超过电源电网规划建设所达到的承载能力的因素,也包括电网优化调度不得当的因素。因此,如何较为准确地实现对清洁能源优化调度的评估,辨识造成弃水、弃风、弃光的关键因素,准确量化不同因素在其中的影响程度,成为现有技术中亟待解决的技术问题。

发明内容

[0005] 为了至少解决现有技术存在的上述问题,本发明提供了一种清洁能源优化调度评价方法、装置及设备,以通过清洁能源优化调度综合评价结果,准确量化不同因素在弃水、弃风、弃光中的影响程度。

[0006] 本发明提供的技术方案如下:

[0007] 一方面,一种清洁能源优化调度评价方法,包括:

[0008] 根据目标电网的实际数据和预设规则,构建实际数据最优调度模型;

[0009] 根据所述实际数据最优调度模型,对调度运行清洁能源效益进行评估,获取清洁能源损失量;

[0010] 分别构建调度决策最优调度模型和边界因素最优调度模型;

[0011] 根据所述调度决策最优调度模型,获取调度决策理想度评价结果;

[0012] 根据所述边界因素最优调度模型,获取边界因素理想度评价结果;

[0013] 基于所述清洁能源损失量,根据所述调度决策理想度评价结果和所述边界因素理想度评价结果,获取清洁能源优化调度综合评价结果。

[0014] 可选的,所述目标电网,包括风光火互济模式电网;

[0015] 所述目标电网的实际数据为所述实际数据最优调度模型的边界数据;

[0016] 所述实际数据最优调度模型,为:

$$[0017] \quad \min \sum_{t=1}^{NT} \Delta T \left(\sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^A + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^A \right) \quad (1)$$

$$\begin{cases}
\sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^S + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^S + \sum_{c=1}^{NC} P_{c,t}^S = \sum_{b=1}^{NB} P_{b,t}^F \\
P_s^{L\min} \leq \sum_{w=1}^{NW} \text{GSDF}_{s,w} P_{w,t}^S + \sum_{p=1}^{NP} \text{GSDF}_{s,p} P_{p,t}^S + \sum_{c=1}^{NC} \text{GSDF}_{s,c} P_{c,t}^S + \sum_{b=1}^{NB} \text{GSDF}_{s,b} P_{b,t}^F \leq P_s^{L\max} \\
P_{w,t}^S + P_{w,t}^A = P_{w,t}^F \\
\frac{P_{w,t}^S}{P_{w,t}^F} = \lambda_t^W \\
P_{p,t}^S + P_{p,t}^A = P_{p,t}^F \\
\frac{P_{p,t}^S}{P_{p,t}^F} = \lambda_t^P \\
P_c^{\min} \leq P_{c,t}^S \leq P_c^{\max} \\
PP_c^{\min} \leq P_{c,t}^S - P_{c,t-1}^S \leq PP_c^{\max}
\end{cases} \quad (2)$$

[0019] 其中,式(1)为优化目标, $P_{w,t}^A$ 、 $P_{p,t}^A$ 分别为风电场w和光伏电站p时段t的弃风功率、弃光功率,NT为调度运行决策优化时段数, ΔT 为对应时间间隔,NW、NP分别为电网风电场和光伏电站数;式(2)为约束条件, $P_{w,t}^S$ 、 $P_{p,t}^S$ 、 $P_{c,t}^S$ 依次为风电场w、光伏电站p和火电厂c时段t的发电计划功率, $P_{b,t}^F$ 为节点b时段t的实际负荷功率,NC、NB分别为电网火电机组台数和负荷节点数, $P_s^{L\max}$ 、 $P_s^{L\min}$ 为运行断面s的潮流上、下限; $\text{GSDF}_{s,w}$ 、 $\text{GSDF}_{s,p}$ 、 $\text{GSDF}_{s,c}$ 、 $\text{GSDF}_{s,b}$ 依次为风电场w、光伏电站p和火电厂c和负荷节点b与该运行断面的潮流转移分布因子, $P_{w,t}^F$ 、 $P_{p,t}^F$ 分别为风电场w和光伏电站p时段t的实际运行情况下的可发电功率, λ_t^W 、 λ_t^P 分别为时段t弃风率和弃光率, P_c^{\max} 、 P_c^{\min} 分别为火电机组c的最大、最小出力, PP_c^{\max} 、 PP_c^{\min} 分别为火电机组c的最大、最小爬坡能力。

[0020] 可选的,所述清洁能源损失量,表示为:

$$CV^A = E^{R,W,A} + E^{R,P,A} - \sum_{t=1}^{NT} \Delta T \left(\sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^A + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^A \right) \quad (3)$$

[0022] 其中,CVA为综合作用产生的所述清洁能源损失量,ER,W,A、ER,P,A分别为调度决策时段内实际发生的总弃风电量和总弃光电量, $\sum_{t=1}^{NT} \Delta T \left(\sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^A + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^A \right)$ 为求解所述实际数据最优调度模型下弃风及弃光电量。

[0023] 可选的,所述调度决策最优调度模型的边界数据,为调度决策阶段的预测值。

[0024] 可选的,所述调度决策理想度评价结果,包括:调度决策理想度指标 PD^D ;

$$PD^D = (E^{D,W,A} + E^{D,P,A}) - (E^{PD,W,A} + E^{PD,P,A}) \quad (4)$$

[0026] 式中, PD^D 为调度决策理想度指标, $E^{D,W,A}$ 、 $E^{D,P,A}$ 分别为调度运行人员实际下发的调度运行方案中决策时段弃风电量和弃光电量, $E^{PD,W,A}$ 、 $E^{PD,P,A}$ 分别为所述调度决策最优调度模型求解得到的弃风电量和弃光电量。

[0027] 可选的,所述边界因素理想度评价结果,包括:边界因素 b_i 理想度指标 PD^{b_i} ;

$$[0028] \quad PD^{b_i} = (E^{b_i, W, A} + E^{b_i, P, A}) - (E^{PD, W, A} + E^{PD, P, A}) \quad (5)$$

[0029] 式中, PD^{b_i} 为边界因素 b_i 理想度指标, $E^{b_i, W, A}$ 、 $E^{b_i, P, A}$ 分别为边界因素对应的单边边界因素最优调度模型求解得到的弃风电量和弃光电量;

[0030] 全网边界因素理想度为各边界因素理想度之和,为:

$$[0031] \quad PD^B = \sum_{b_i \in B} PD^{b_i} \quad (6)$$

[0032] 式中, PD^B 为全网边界因素理想度, $b_i \in B$ 表示所有属于边界因素集B的边界因素项。

[0033] 可选的,所述清洁能源优化调度综合评价结果,包括:

[0034] 若全网边界因素理想度取值为正,而调度决策理想度取值为负,表明调度运行人员对边界数据预测偏差作了预判,造成调度运行清洁能源损失量的原因主要归结为各类型边界数据预测偏差,各类型边界因素造成的清洁能源损失量按照其边界因素理想度在全网边界因素理想度比例分配,可表示为:

$$[0035] \quad CV^{b_i} = \frac{PD^{b_i}}{PD^B} CV^A \quad (7)$$

[0036] 式中, CV^{b_i} 即为边界因素 b_i 所应承担的清洁能源损失量;

[0037] 若全网边界因素理想度取值为负,而调度决策理想度取值为正,表明调度运行人员对边界数据预测偏差与实际相反,造成调度运行清洁能源损失量的原因主要归结为调度决策不够准确,调度决策不够准确造成的清洁能源损失量即为全网,可表示为:

$$[0038] \quad CV^D = CV^A \quad (8)$$

[0039] 式中, CV^D 即为调度决策所应承担的清洁能源损失量;

[0040] 若全网边界因素理想度与调度决策理想度取值数学符合相同,表明调度决策及边界数据偏差均对运行情况产生影响,按照其理想度比例分摊调度运行清洁能源损失量,可表示为:

$$[0041] \quad CV^{b_i} = \frac{PD^{b_i}}{PD^D + PD^B} CV^A \quad (9)$$

$$[0042] \quad CV^D = \frac{PD^D}{PD^D + PD^B} CV^A \quad (10)。$$

[0043] 又一方面,一种清洁能源优化调度评价装置,包括:第一构建模块、获取模块、第二构建模块、第一评价模块、第二评价模块和综合评价模块;

[0044] 所述第一构建模块,用于根据目标电网的实际数据和预设规则,构建实际数据最优调度模型;

[0045] 所述获取模块,用于根据所述实际数据最优调度模型,对调度运行清洁能源效益进行评估,获取清洁能源损失量;

[0046] 所述第二构建模块,用于分别构建调度决策最优调度模型和边界因素最优调度模型;

[0047] 所述第一评价模块,用于根据所述调度决策最优调度模型,获取调度决策理想度

评价结果；

[0048] 所述第二评价模块，用于根据所述边界因素最优调度模型，获取边界因素理想度评价结果；

[0049] 所述综合评价模块，用于基于所述清洁能源损失量，根据所述调度决策理想度评价结果和所述边界因素理想度评价结果，获取清洁能源优化调度综合评价结果。

[0050] 可选的，所述目标电网，包括风光火互济模式电网；所述目标电网的实际数据为所述实际数据最优调度模型的边界数据；所述第一构建模块构建的实际数据最优调度模型，为：

$$\begin{aligned}
 [0051] \quad & \min \sum_{t=1}^{NT} \Delta T \left(\sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^A + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^A \right) & (1) \\
 [0052] \quad & \left. \begin{aligned}
 & \sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^S + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^S + \sum_{c=1}^{NC} P_{c,t}^S = \sum_{b=1}^{NB} P_{b,t}^F \\
 & P_s^{L\min} \leq \sum_{w=1}^{NW} \text{GSDF}_{s,w} P_{w,t}^S + \sum_{p=1}^{NP} \text{GSDF}_{s,p} P_{p,t}^S + \sum_{c=1}^{NC} \text{GSDF}_{s,c} P_{c,t}^S + \sum_{b=1}^{NB} \text{GSDF}_{s,b} P_{b,t}^F \leq P_s^{L\max} \\
 & P_{w,t}^S + P_{w,t}^A = P_{w,t}^F \\
 & \frac{P_{w,t}^S}{P_{w,t}^F} = \lambda_t^W \\
 & P_{p,t}^S + P_{p,t}^A = P_{p,t}^F \\
 & \frac{P_{p,t}^S}{P_{p,t}^F} = \lambda_t^P \\
 & P_c^{\min} \leq P_{c,t}^S \leq P_c^{\max} \\
 & PP_c^{\min} \leq P_{c,t}^S - P_{c,t-1}^S \leq PP_c^{\max}
 \end{aligned} \right\} \text{s.t.} & (2)
 \end{aligned}$$

[0053] 其中，式(1)为优化目标， $P_{w,t}^A$ 、 $P_{p,t}^A$ 分别为风电场w和光伏电站p时段t的弃风功率、弃光功率，NT为调度运行决策优化时段数， ΔT 为对应时间间隔，NW、NP分别为电网风电场和光伏电站数；式(2)为约束条件， $P_{w,t}^S$ 、 $P_{p,t}^S$ 、 $P_{c,t}^S$ 依次为风电场w、光伏电站p和火电厂c时段t的发电计划功率， $P_{b,t}^F$ 为节点b时段t的实际负荷功率，NC、NB分别为电网火电机组台数和负荷节点数， $P_s^{L\max}$ 、 $P_s^{L\min}$ 为运行断面s的潮流上、下限； $\text{GSDF}_{s,w}$ 、 $\text{GSDF}_{s,p}$ 、 $\text{GSDF}_{s,c}$ 、 $\text{GSDF}_{s,b}$ 依次为风电场w、光伏电站p和火电厂c和负荷节点b与该运行断面的潮流转移分布因子， $P_{w,t}^F$ 、 $P_{p,t}^F$ 分别为风电场w和光伏电站p时段t的实际运行情况下的可发电功率， λ_t^W 、 λ_t^P 分别为时段t弃风率和弃光率， P_c^{\max} 、 P_c^{\min} 分别为火电机组c的最大、最小出力， PP_c^{\max} 、 PP_c^{\min} 分别为火电机组c的最大、最小爬坡能力。

[0054] 另一方面，一种清洁能源优化调度评价设备，包括：处理器，以及与所述处理器相连接的存储器；

[0055] 所述存储器用于存储计算机程序，所述计算机程序至少用于执行上述任一项所述的清洁能源优化调度评价方法；

[0056] 所述处理器用于调用并执行所述存储器中的所述计算机程序。

[0057] 本发明的有益效果为：

[0058] 本发明实施例提供的清洁能源优化调度评价方法、装置及设备，通过根据目标电网的实际数据和预设规则，构建实际数据最优调度模型；根据实际数据最优调度模型，对调度运行清洁能源效益进行评估，获取清洁能源损失量；分别构建调度决策最优调度模型和边界因素最优调度模型；根据调度决策最优调度模型，获取调度决策理想度评价结果；根据边界因素最优调度模型，获取边界因素理想度评价结果；基于清洁能源损失量，根据调度决策理想度评价结果和边界因素理想度评价结果，获取清洁能源优化调度综合评价结果。本发明通过对比不同场景下最优调度模型和实际方案的效果差异，能够量化调度运行业务对清洁能源消纳的影响，并能细致分析调度业务中各关键环节的影响程度，对提升清洁能源优化调度效益评价结果准确性和全面性具有显著效果。

附图说明

[0059] 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一些实施例，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，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0060] 图1为本发明实施例提供了一种清洁能源优化调度评价方法流程示意图；

[0061] 图2为本发明实施例提供了一种清洁能源优化调度评价装置的结构示意图；

[0062] 图3为本发明实施例提供了一种清洁能源优化调度评价设备结构示意图。

具体实施方式

[0063] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将对本发明的技术方案进行详细的描述。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的前提下所得到的所有其它实施方式，都属于本发明所保护的范围。

[0064] 为了至少解决本发明中提出的技术问题，本发明实施例提供一种清洁能源优化调度评价方法。

[0065] 图1为本发明实施例提供了一种清洁能源优化调度评价方法流程示意图，请参阅图1，本发明实施例提供的方法，可以包括以下步骤：

[0066] S11、根据目标电网的实际数据和预设规则，构建实际数据最优调度模型。

[0067] 在一个具体的实现过程中，可以定义任一个电网为目标电网，应用本申请提供的清洁能源优化调度评价方法，对目标电网的清洁能源优化调度进行评价。

[0068] 在本发明实施例中，实际数据最优调度模型即为以实际负荷、实际输变电设备运行工况和实际新能源发电曲线为基础构建得到的最优调度模型。最优调度模型以实际数据为边界数据，同时以清洁能源最大限度消纳为优化目标，剔除了调度运行人员人工决策可能造成的决策偏差，其结果实际上反映了调度运行所能达到的清洁能源消纳最高水平。

[0069] 可选的，目标电网，包括风光火互济模式电网。

[0070] 例如，不同电网电源结构下的实际数据最优调度模型不同，本实施例中，结合中国

大部分省区电源结构实际,对风光火互济模式下的实际数据最优调度模型进行介绍说明:

$$[0071] \quad \min \sum_{t=1}^{NT} \Delta T \left(\sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^A + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^A \right) \quad (1)$$

$$[0072] \quad s.t. \begin{cases} \sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^S + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^S + \sum_{c=1}^{NC} P_{c,t}^S = \sum_{b=1}^{NB} P_{b,t}^F \\ P_s^{L\min} \leq \sum_{w=1}^{NW} GSDF_{s,w} P_{w,t}^S + \sum_{p=1}^{NP} GSDF_{s,p} P_{p,t}^S + \sum_{c=1}^{NC} GSDF_{s,c} P_{c,t}^S + \sum_{b=1}^{NB} GSDF_{s,b} P_{b,t}^F \leq P_s^{L\max} \\ P_{w,t}^S + P_{w,t}^A = P_{w,t}^F \\ \frac{P_{w,t}^S}{P_{w,t}^F} = \lambda_t^W \\ P_{p,t}^S + P_{p,t}^A = P_{p,t}^F \\ \frac{P_{p,t}^S}{P_{p,t}^F} = \lambda_t^P \\ P_c^{\min} \leq P_{c,t}^S \leq P_c^{\max} \\ PP_c^{\min} \leq P_{c,t}^S - P_{c,t-1}^S \leq PP_c^{\max} \end{cases} \quad (2)$$

[0073] 其中,公式(1)为优化目标, $P_{w,t}^A$ 、 $P_{p,t}^A$ 分别为风电场w和光伏电站p时段t的弃风功率、弃光功率,NT为调度运行决策优化时段数, ΔT 为对应时间间隔,NW、NP分别为电网风电场和光伏电站数。公式(2)为约束条件, $P_{w,t}^S$ 、 $P_{p,t}^S$ 、 $P_{c,t}^S$ 依次为风电场w、光伏电站p和火电厂c时段t的发电计划功率, $P_{b,t}^F$ 为节点b时段t的实际负荷功率,NC、NB分别为电网火电机组台数和负荷节点数, $P_s^{L\max}$ 、 $P_s^{L\min}$ 为运行断面s的潮流上、下限, $GSDF_{s,w}$ 、 $GSDF_{s,p}$ 、 $GSDF_{s,c}$ 、 $GSDF_{s,b}$ 依次为风电场w、光伏电站p和火电厂c和负荷节点b与该运行断面的潮流转移分布因子, $P_{w,t}^F$ 、 $P_{p,t}^F$ 分别为风电场w和光伏电站p时段t的实际运行情况下的可发电功率, λ_t^W 、 λ_t^P 分别为时段t弃风率和弃光率, P_c^{\max} 、 P_c^{\min} 分别为火电机组c的最大、最小出力, PP_c^{\max} 、 PP_c^{\min} 分别为火电机组c的最大、最小爬坡能力。

[0074] 式(1)以整个决策时段弃风电量和弃光电量最小为优化目标,等效于清洁能源消纳能力最大化;式(2)的约束条件依次为电力平衡约束,运行断面约束、风电场功率约束、弃风率一致性约束、光伏电站功率约束、弃光率一致性约束、火电机组出力范围约束、火电机组爬坡能力约束。上述实际数据最优调度模型本质上属于线性规划问题,可采用单纯形法等传统数学规划方法求解,不影响本发明主要创新内容,不再赘述其求解过程。求解实际数据最优调度模型,得到实际数据最优调度模型的弃风电量、弃光电量。

[0075] S12、根据实际数据最优调度模型,对调度运行清洁能源效益进行评估,获取清洁能源损失量。

[0076] 在建立好实际数据最优调度模型后,对实际数据最优调度模型进行求解。实际数据最优调度模型求解结果实际上反映了调度运行所能达到的清洁能源消纳最高水平,求解

得到的弃风电量、弃光电量实际上代表了超出调度运行优化所能解决的清洁能源消纳幅度。而实际产生的弃风电量、弃光电量与实际数据最优调度模型求解得到的弃风电量与弃光电量之差,就是由于调度决策、边界因素偏差等因素综合作用产生的清洁能源损失量,可表示为:

$$[0077] \quad CV^A = E^{R,W,A} + E^{R,P,A} - \sum_{t=1}^{NT} \Delta T \left(\sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^A + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^A \right) \quad (3)$$

[0078] 式中, CV^A 为调度决策、边界因素偏差等因素综合作用产生的清洁能源损失量,在本实施例中,可以称之为清洁能源总损失量, $E^{R,W,A}$ 、 $E^{R,P,A}$ 分别为调度决策时段内实际发生的总弃风电量和总弃光电量, $\sum_{t=1}^{NT} \Delta T \left(\sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^A + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^A \right)$ 即为求解得到的实际数据最优调度模型下弃风及弃光电量。

[0079] 在本发明实施例中,清洁能源总损失量仅能用于评价清洁能源优化调度整体水平,尚未揭示优化调度中各类因素的优劣,其评价结果尚显粗糙。

[0080] 在一个具体的事项过程中,影响清洁能源消纳的优化调度因素可划分为调度决策和边界数据两大类,调度决策实际上是调度运行人员决策能力不足导致的调度运行方案不合理,而边界数据是指负荷预测偏差、新能源预测偏差等调度运行人员决策所依据的边界数据发生波动或偏差导致实际运行效益下降的问题。边界数据可进一步细化,不影响本发明核心创新内容,本发明中将需要纳入考虑的边界数据纳入边界因素集B中,并对边界因素的影响进行评估。

[0081] S13、分别构建调度决策最优调度模型和边界因素最优调度模型。

[0082] S14、根据调度决策最优调度模型,获取调度决策理想度评价结果。

[0083] S15、根据边界因素最优调度模型,获取边界因素理想度评价结果。

[0084] 调度决策最优调度模型是指调度运行人员依据其所掌握的边界数据预测结果,所能达到的清洁能源优化调度最优方案,该方案实际上反映了调度运行人员自身调度决策能力。参见上述实施例中实际数据最优调度模型的构建方式,不同电网电源结构下调度决策最优调度模型不同,仍以风光火互济系统为研究对象,调度决策最优调度模型表达式与实际数据最优调度模型构建相同,区别在于风功率预测、光伏功率预测、负荷预测、网架结构及电网运行控制要求等边界参数均采用调度决策阶段的预测值,而实际数据最优调度模型构建中则依据实际发生值,即调度决策最优调度模型中, $P_{b,t}^F$ 为节点b时段t的负荷功率功率, $P_s^{L\max}$ 、 $P_s^{L\min}$ 为调度决策阶段所需要考虑的运行断面s潮流上、下限, $GSDF_{s,w}$ 、 $GSDF_{s,p}$ 、 $GSDF_{s,c}$ 、 $GSDF_{s,b}$ 依次为调度决策阶段所需要考虑运行断面与风电场w、光伏电站p和火电厂c及负荷节点b的潮流转移分布因子, $P_{w,t}^F$ 、 $P_{p,t}^F$ 分别为风电场w和光伏电站p时段t的风功率预测和光伏功率预测。不影响本发明主要创新内容,不再赘述上述调度决策最优调度模型。参照实际数据最优调度模型,均为线性混合整数规划问题,采用单纯形法等常规求解算法即可对该问题求解。

[0085] 调度决策最优调度模型求解得到的调度运行方案与实际调度运行人员编制形成的调度运行方案之间的差异实际上就反映了调度决策对清洁能源优化调度的影响程度。基

于此,本申请实施例中引入调度决策理想度指标 PD^D ,以量化调度决策最优调度模型与实际调度运行方案之间的差异,该指标本质上为上述两种情况下清洁能源损失电量之差,即:

$$[0086] \quad PD^D = (E^{D,W,A} + E^{D,P,A}) - (E^{PD,W,A} + E^{PD,P,A}) \quad (4)$$

[0087] 式中, PD^D 为调度决策理想度指标, $E^{D,W,A}$ 、 $E^{D,P,A}$ 分别为调度运行人员实际下发的调度运行方案中决策时段弃风电量和弃光电量,该数据可从实际调度运行方案获取, $E^{PD,W,A}$ 、 $E^{PD,P,A}$ 分别为调度决策最优调度模型求解得到的弃风电量和弃光电量。

[0088] 在本发明实施例中,实际调度运行方案编制过程中由于调度运行人员决策所考虑的安全裕度等不同,弃风电量、弃光电量并不一定超过调度决策最优调度模型计算得到的弃风电量和弃光电量,式(4)中的理想度结果可能为正值、负值或0,当取值为正值时,表明调度运行人员考虑较为保守,预留了更大的裕度,导致弃风、弃光电量增加;取值为0,表明调度运行人员决策分析得当;取值为负值,表明调度运行人员预判边界数据存在误差,预留裕度较小,因此弃风、弃光电量小于调度决策最优调度模型场景。

[0089] 在本实施例中,边界因素最优调度模型是指每一项边界因素偏差或波动对清洁能源优化调度效益影响的对照比较模型。为细致分析不同类型边界因素的影响,本发明实施例中将采用控制变量法构造单边界因素最优调度模型,逐一分析不同边界因素对清洁能源优化调度的影响。

[0090] 对于任一边界因素,其单边界因素最优调度模型为其他边界因素为调度决策阶段预测数据且仅该边界因素为实际数据情况下的最优调度模型,即对于边界因素集B中任一边界因素 b_i ,其单边界因素最优调度模型为该边界因素对应参数取值为实际发生值,即无预测偏差时的最优调度模型。

[0091] 不影响本文核心创新点,不再赘述单边界因素最优调度模型及其求解方法,参考实际数据最优调度模型,将所有非待评估的边界因素以调度决策阶段所依据的预测数据替换即可获得待分析的单边界因素最优调度模型。

[0092] 边界因素理想度是本发明实施例中引入以量化不同边界因素对清洁能源优化调度影响程度的评价指标,本质上为单边界因素最优调度模型求解结果与调度决策最优调度模型求解结果之差,可表示为:

$$[0093] \quad PD^{b_i} = (E^{b_i,W,A} + E^{b_i,P,A}) - (E^{PD,W,A} + E^{PD,P,A}) \quad (5)$$

[0094] 式中, PD^{b_i} 为边界因素 b_i 理想度指标, $E^{b_i,W,A}$ 、 $E^{b_i,P,A}$ 分别为该边界因素对应的单边界因素最优调度模型求解得到的弃风电量和弃光电量。

[0095] 全网边界因素理想度为各边界因素理想度之和,可表示为:

$$[0096] \quad PD^B = \sum_{b_i \in B} PD^{b_i} \quad (6)$$

[0097] 式中, PD^B 为全网边界因素理想度, $b_i \in B$ 表示所有属于边界因素集B的边界因素项。

[0098] 在本发明实施例中,与调度决策最优调度方案所得到的调度决策理想度相同,全网边界因素理想度取值可能为正值、负值或0,当取值为正值时,表明在调度决策足够准确的情况下,边界因素预测偏差趋向于导致弃风、弃光电量增加;取值为0,表明各边界因素综合作用导致弃风、弃光电量未改变;取值为负值,表明边界因素预测偏差将导致弃风、弃光电量减小。

[0099] S16、基于清洁能源损失量,根据调度决策理想度评价结果和边界因素理想度评价结果,获取清洁能源优化调度综合评价结果。

[0100] 在本实施例中,边界因素理想度和调度决策理想度综合作用产生了调度运行清洁能源损失量。调度运行人员决策过程中也会根据其运行经验对边界数据合理性进行评估,为了准确评价调度运行人员对边界数据研判的情况,本发明实施例中对清洁能源优化调度效益评价过程陈述如下:

[0101] (1)若全网边界因素理想度取值为正,而调度决策理想度取值为负,表明调度运行人员对边界数据预测偏差作了预判,造成调度运行清洁能源损失量的原因主要归结为各类型边界数据预测偏差,各类型边界因素造成的清洁能源损失量按照其边界因素理想度在全网边界因素理想度比例分配,可表示为:

$$[0102] \quad CV^{b_i} = \frac{PD^{b_i}}{PD^B} CV^A \quad (7)$$

[0103] 式中, CV^{b_i} 即为边界因素 b_i 所应承担的清洁能源损失量。

[0104] (2)若全网边界因素理想度取值为负,而调度决策理想度取值为正,表明调度运行人员对边界数据预测偏差与实际相反,造成调度运行清洁能源损失量的原因主要归结为调度决策不够准确,调度决策不够准确造成的清洁能源损失量即为全网,可表示为:

$$[0105] \quad CV^D = CV^A \quad (8)$$

[0106] 式中, CV^D 即为调度决策所应承担的清洁能源损失量。

[0107] (3)若全网边界因素理想度与调度决策理想度取值数学符合相同,表明调度决策及边界数据偏差均对运行情况产生影响,按照其理想度比例分摊调度运行清洁能源损失量,可表示为:

$$[0108] \quad CV^{b_i} = \frac{PD^{b_i}}{PD^D + PD^B} CV^A \quad (9)$$

$$[0109] \quad CV^D = \frac{PD^D}{PD^D + PD^B} CV^A \quad (10)$$

[0110] 在本发明实施例中,调度运行清洁能源损失量 CV^A 可用于评价调度运行整体在清洁能源优化调度中的效益,其数值越大,表明调度运行在促进清洁能源消纳方面表现越不佳;而其内部调度决策和各边界因素的影响则按照其所承担的清洁能源损失量量化评估分析。

[0111] 在本发明实施例中的最优调度模型是指在一定场景下所能实现的最优调度运行方案。必须指出的是不同场景下所能实现的最优调度运行方案不同,理论上,若调度运行人员人工决策完全准确并且其决策分析所依据的各项边界数据完全准确,所获得的调度运行方案应具有最优的清洁能源消纳效果,即本发明中的最优调度模型。然而由于调度运行人员人工决策存在偏差及各项边界数据的预测偏差,调度运行实际执行下发的调度运行方案一般与最优调度模型存在差异。

[0112] 在本发明实施例提供的清洁能源优化调度评价方法,包括:根据目标电网的实际数据和预设规则,构建实际数据最优调度模型;根据实际数据最优调度模型,对调度运行清洁能源效益进行评估,获取清洁能源损失量;分别构建调度决策最优调度模型和边界因素

最优调度模型;根据调度决策最优调度模型,获取调度决策理想度评价结果;根据边界因素最优调度模型,获取边界因素理想度评价结果;基于清洁能源损失量,根据调度决策理想度评价结果和边界因素理想度评价结果,获取清洁能源优化调度综合评价结果。本发明通过对比不同场景下最优调度模型和实际方案的效果差异,能够量化调度运行业务对清洁能源消纳的影响,并能细致分析调度业务中各环节的影响程度,对提升清洁能源优化调度效益评价结果准确性和全面性具有显著效果。

[0113] 基于一个总的发明构思,本发明实施例还提供一种清洁能源优化调度评价装置。

[0114] 图2为本发明实施例提供的一种清洁能源优化调度评价装置结构示意图,参阅图2,本发明实施例提供的装置,可以包括以下结构:第一构建模块21、获取模块22、第二构建模块23、第一评价模块24、第二评价模块25和综合评价模块26;

[0115] 第一构建模块21,用于根据目标电网的实际数据和预设规则,构建实际数据最优调度模型;

[0116] 获取模块22,用于根据实际数据最优调度模型,对调度运行清洁能源效益进行评估,获取清洁能源损失量;

[0117] 第二构建模块23,用于分别构建调度决策最优调度模型和边界因素最优调度模型;

[0118] 第一评价模块24,用于根据调度决策最优调度模型,获取调度决策理想度评价结果;

[0119] 第二评价模块25,用于根据边界因素最优调度模型,获取边界因素理想度评价结果;

[0120] 综合评价模块26,用于基于清洁能源损失量,根据调度决策理想度评价结果和边界因素理想度评价结果,获取清洁能源优化调度综合评价结果。

[0121] 可选的,目标电网,包括风光火互济模式电网;目标电网的实际数据为实际数据最优调度模型的边界数据;第一构建模块构建的实际数据最优调度模型,为:

$$[0122] \quad \min \sum_{t=1}^{NT} \Delta T \left(\sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^A + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^A \right) \quad (1)$$

$$[0123] \quad s.t. \begin{cases} \sum_{w=1}^{NW} P_{w,t}^S + \sum_{p=1}^{NP} P_{p,t}^S + \sum_{c=1}^{NC} P_{c,t}^S = \sum_{b=1}^{NB} P_{b,t}^F \\ P_s^{L,\min} \leq \sum_{w=1}^{NW} GSDF_{s,w} P_{w,t}^S + \sum_{p=1}^{NP} GSDF_{s,p} P_{p,t}^S + \sum_{c=1}^{NC} GSDF_{s,c} P_{c,t}^S + \sum_{b=1}^{NB} GSDF_{s,b} P_{b,t}^F \leq P_s^{L,\max} \\ P_{w,t}^S + P_{w,t}^A = P_{w,t}^F \\ \frac{P_{w,t}^S}{P_{w,t}^F} = \lambda_t^W \\ P_{p,t}^S + P_{p,t}^A = P_{p,t}^F \\ \frac{P_{p,t}^S}{P_{p,t}^F} = \lambda_t^P \\ P_c^{\min} \leq P_{c,t}^S \leq P_c^{\max} \\ PP_c^{\min} \leq P_{c,t}^S - P_{c,t-1}^S \leq PP_c^{\max} \end{cases} \quad (2)$$

[0124] 其中,式(1)为优化目标, $P_{w,t}^A$ 、 $P_{p,t}^A$ 分别为风电场w和光伏电站p时段t的弃风功率、弃光功率,NT为调度运行决策优化时段数, ΔT 为对应时间间隔,NW、NP分别为电网风电场和光伏电站数;式(2)为约束条件, $P_{w,t}^S$ 、 $P_{p,t}^S$ 、 $P_{c,t}^S$ 依次为风电场w、光伏电站p和火电厂c时段t的发电计划功率, $P_{b,t}^F$ 为节点b时段t的实际负荷功率,NC、NB分别为电网火电机组台数和负荷节点数, P_s^{Lmax} 、 P_s^{Lmin} 为运行断面s的潮流上、下限; $GSDF_{s,w}$ 、 $GSDF_{s,p}$ 、 $GSDF_{s,c}$ 、 $GSDF_{s,b}$ 依次为风电场w、光伏电站p和火电厂c和负荷节点b与该运行断面的潮流转移分布因子, $P_{w,t}^F$ 、 $P_{p,t}^F$ 分别为风电场w和光伏电站p时段t的实际运行情况下的可发电功率, λ_t^W 、 λ_t^P 分别为时段t弃风率和弃光率, P_c^{max} 、 P_c^{min} 分别为火电机组c的最大、最小出力, PP_c^{max} 、 PP_c^{min} 分别为火电机组c的最大、最小爬坡能力。

[0125] 关于上述实施例中的装置,其中各个模块执行操作的具体方式已经在有关该方法的实施例中进行了详细描述,此处将不做详细阐述说明。

[0126] 本发明实施例提供的清洁能源优化调度评价装置,通过根据目标电网的实际数据和预设规则,构建实际数据最优调度模型;根据实际数据最优调度模型,对调度运行清洁能源效益进行评估,获取清洁能源损失量;分别构建调度决策最优调度模型和边界因素最优调度模型;根据调度决策最优调度模型,获取调度决策理想度评价结果;根据边界因素最优调度模型,获取边界因素理想度评价结果;基于清洁能源损失量,根据调度决策理想度评价结果和边界因素理想度评价结果,获取清洁能源优化调度综合评价结果。本发明通过对比不同场景下最优调度模型和实际方案的效果差异,能够量化调度运行业务对清洁能源消纳的影响,并能细致分析调度业务中各关键环节的影响程度,对提升清洁能源优化调度效益评价结果准确性和全面性具有显著效果。

[0127] 基于一个总的发明构思,本发明实施例还提供一种清洁能源优化调度评价设备。

[0128] 图3为本发明实施例提供的一种清洁能源优化调度评价设备结构示意图,请参阅图3,本发明实施例提供的一种清洁能源优化调度评价设备,包括:处理器31,以及与处理器相连接的存储器32。

[0129] 存储器32用于存储计算机程序,计算机程序至少用于上述任一实施例记载的清洁能源优化调度评价方法;

[0130] 处理器31用于调用并执行存储器中的计算机程序。

[0131] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

[0132] 可以理解的是,上述各实施例中相同或相似部分可以相互参考,在一些实施例中未详细说明的内容可以参见其他实施例中相同或相似的内容。

[0133] 需要说明的是,在本发明的描述中,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。此外,在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是指至少两个。

[0134] 流程图中或在此以其他方式描述的任何过程或方法描述可以被理解为,表示包括

一个或更多个用于实现特定逻辑功能或过程的步骤的可执行指令的代码的模块、片段或部分,并且本发明的优选实施方式的范围包括另外的实现,其中可以不按所示出或讨论的顺序,包括根据所涉及的功能按基本同时的方式或按相反的顺序,来执行功能,这应被本发明的实施例所属技术领域的技术人员所理解。

[0135] 应当理解,本发明的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中,多个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。例如,如果用硬件来实现,和在另一实施方式中一样,可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现:具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路,具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路,可编程门阵列(PGA),现场可编程门阵列(FPGA)等。

[0136] 本技术领域的普通技术人员可以理解实现上述实施例方法携带的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,该程序在执行时,包括方法实施例的步骤之一或其组合。

[0137] 此外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理模块中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能模块的形式实现。所述集成的模块如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用,也可以存储在一个计算机可读取存储介质中。

[0138] 上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0139] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0140] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

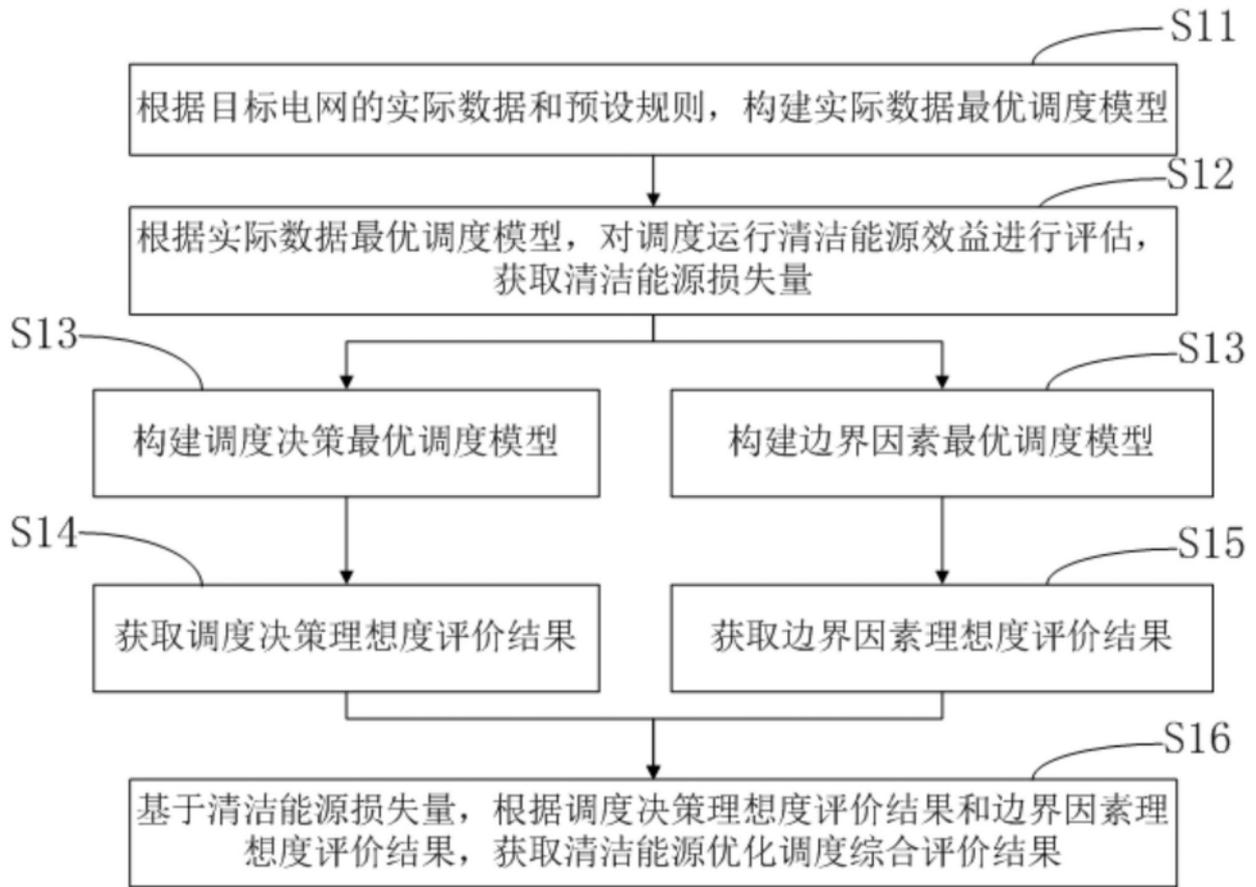


图1

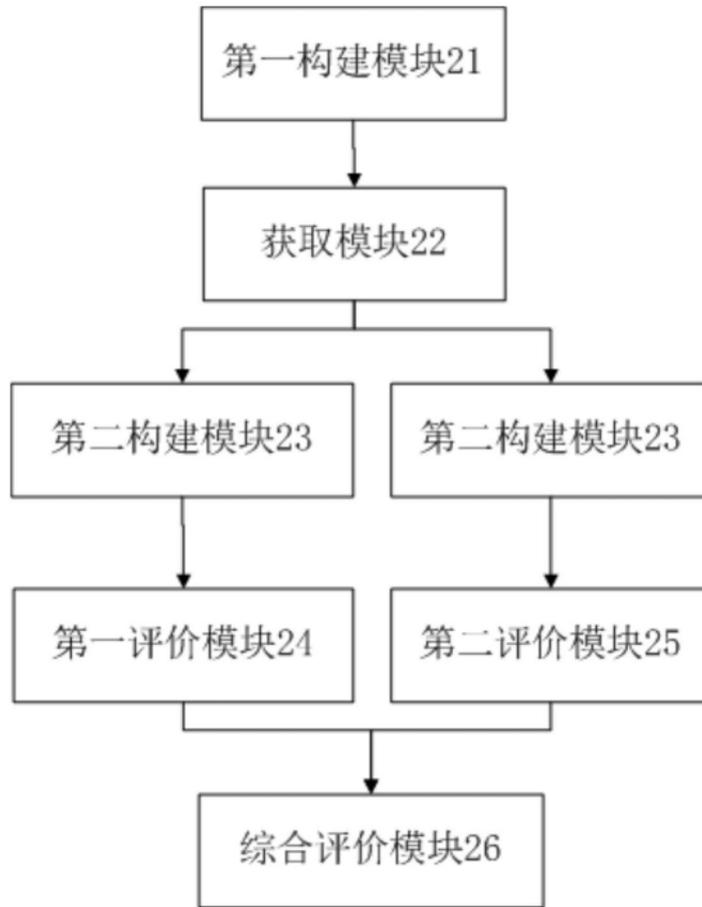


图2

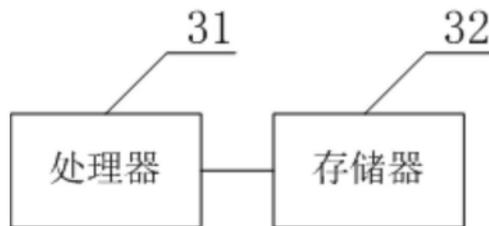


图3