



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113988516 A

(43) 申请公布日 2022. 01. 28

(21) 申请号 202111134419.2

(22) 申请日 2021.09.26

(71) 申请人 南方电网科学研究院有限责任公司
地址 510000 广东省广州市萝岗区科学城
科翔路11号J1栋3、4、5楼及J3栋3楼

(72) 发明人 毛田 谢平平 程韧俐 赵文猛
王滔 周保荣

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限
公司 44202
代理人 麦小婵 郝传鑫

(51) Int. Cl.

G06Q 10/06 (2012.01)

G06Q 50/06 (2012.01)

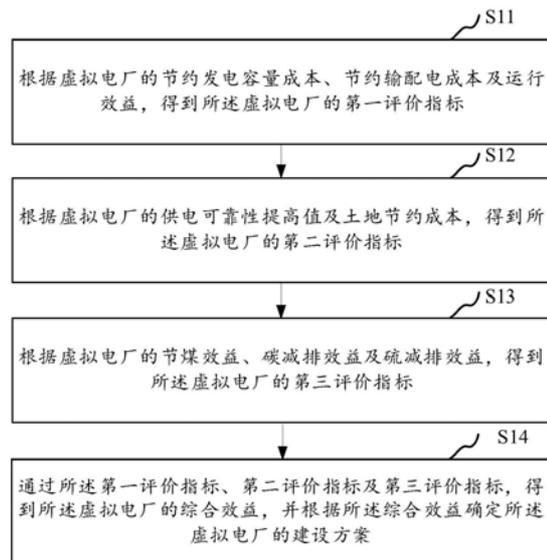
权利要求书3页 说明书10页 附图2页

(54) 发明名称

虚拟电厂综合效益评估方法、系统、介质及
电力终端

(57) 摘要

本申请涉及一种虚拟电厂综合效益评估方法,所述方法包括:根据虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益,得到所述虚拟电厂的第一评价指标;根据虚拟电厂的供电可靠性提高值及土地节约成本,得到所述虚拟电厂的第二评价指标;根据虚拟电厂的节煤效益、碳减排效益及硫减排效益,得到所述虚拟电厂的第三评价指标;通过所述第一评价指标、第二评价指标及第三评价指标,得到所述虚拟电厂的综合效益,并根据所述综合效益确定所述虚拟电厂的建设方案。相比现有技术,本发明能够充分考虑虚拟电厂的潜在风险,对虚拟电厂效益进行多样性、全方位的评估,满足了实际应用需求。



1. 一种虚拟电厂综合效益评估方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

根据虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益,得到所述虚拟电厂的第一评价指标;

根据虚拟电厂的供电可靠性提高值及土地节约成本,得到所述虚拟电厂的第二评价指标;

根据虚拟电厂的节煤效益、碳减排效益及硫减排效益,得到所述虚拟电厂的第三评价指标;

通过所述第一评价指标、第二评价指标及第三评价指标,得到所述虚拟电厂的综合效益,并根据所述综合效益确定所述虚拟电厂的建设方案。

2. 根据权利要求1所述的虚拟电厂综合效益评估方法,其特征在于,获取所述虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益的方法包括:

将新增传统电源发电设备的单位成本、虚拟电厂单位成本及虚拟电厂总容量,输入节约发电容量成本模型,得到所述节约发电容量成本;

将新增传统电源发电所需配套的输配电成本及虚拟电厂总容量,输入节约输配电成本模型,得到所述节约输配电成本;

将削峰响应容量、填谷响应容量、第一响应时间、第二响应时间、削峰激励成本及填谷激励成本,输入运行效益模型,得到所述运行收益。

3. 根据权利要求2所述的虚拟电厂综合效益评估方法,其特征在于,

所述节约发电容量成本模型为:

$$E_{\text{cap}} = (p_{G,f} - p_{VPP}) \times C_{VPP}$$

其中, E_{cap} 为节约发电容量成本, $p_{G,f}$ 为新增传统电源发电设备的单位成本, p_{VPP} 为虚拟电厂单位成本, C_{VPP} 为虚拟电厂总容量;

所述节约输配电成本模型为:

$$E_{\text{T&D}} = C_{G,T\&D} \times C_{VPP}$$

其中, $E_{\text{T\&D}}$ 为节约输配电成本, $C_{G,T\&D}$ 为新增传统电源发电所需配套的输配电成本;

所述运行效益模型为:

$$E_S = \Delta C_S \times \Delta t_1 \times p_{VPP,S}$$

$$E_F = \Delta C_F \times \Delta t_2 \times p_{VPP,F}$$

其中, E_S 和 E_F 分别为削峰效益和填谷效益, ΔC_S 和 ΔC_F 分别为削峰响应容量和填谷响应容量; Δt_1 、 Δt_2 为第一、第二响应时长, $p_{VPP,S}$ 和 $p_{VPP,F}$ 分别为削峰激励成本和填谷激励成本。

4. 根据权利要求1所述的虚拟电厂综合效益评估方法,其特征在于,获取所述供电可靠性提高值及土地节约成本的方法包括:

将失负荷价值、无需求响应时的系统电能不足期望及有需求响应时的系统电能不足期望,输入供电可靠性模型,得到所述供电可靠性提高值;

将建设传统电源电厂所需占地面积及单位面积工业用地的成本,输入土地节约模型,得到所述土地节约成本。

5. 根据权利要求4所述的虚拟电厂综合效益评估方法,其特征在于,

所述供电可靠性模型为:

$$E_R = \text{VOLL} \times (EENS_m - EENS_d)$$

其中, E_R 为供电可靠性提高值, $VOLL$ 为失负荷价值, $EENS_m$ 和 $EENS_d$ 分别为无需求响应时的系统电能不足期望和有需求响应时的系统电能不足期望;

所述土地节约模型为:

$$E_{land} = S_G \times C_{G,land}$$

其中, E_{land} 为土地节约成本, S_G 为建设传统电源电厂所需占地面积, $C_{G,land}$ 为单位面积工业用地的成本。

6. 根据权利要求1所述的虚拟电厂综合效益评估方法, 其特征在于, 获取所述节煤效益、碳减排效益及硫减排效益的方法包括:

将标煤单价及替代的总标煤量输入节煤模型, 得到所述节煤效益; 其中, 所述替代的总标煤量由虚拟电厂年运行总时数、虚拟电厂清洁能源利用率及电煤转换系数得到;

将二氧化碳减排量及碳排放交易价格输入碳减排模型, 得到所述碳减排效益; 其中, 所述二氧化碳减排量标煤由折合二氧化碳系数及替代的总标煤量得到;

将二氧化硫减排量及二氧化硫排污权价格输入硫减排模型, 得到所述硫减排效益; 其中, 所述二氧化硫减排量由标煤折合二氧化硫系数及替代的总标煤量得到。

7. 根据权利要求6所述的虚拟电厂综合效益评估方法, 其特征在于,

所述节煤模型为:

$$E_{coal} = p_{coal} \times C_{coal} = p_{coal} \times C_{VPP} \times T_{VPP} \times \lambda \times \ell$$

其中, E_{coal} 为节煤效益, p_{coal} 为标煤单价, C_{coal} 为替代的总标煤量, T_{VPP} 为虚拟电厂年运行总时数, λ 为虚拟电厂清洁能源利用率, ℓ 为电煤转换系数;

所述碳减排模型为:

$$E_{carbon} = \Delta W_{carbon} \times p_{carbon} = \beta_c \times C_{coal} \times p_{carbon}$$

其中, E_{carbon} 为碳排放效益, ΔW_{carbon} 为二氧化碳减排量, p_{carbon} 为碳排放交易价格, β_c 为标煤折合二氧化碳系数;

所述硫减排模型为:

$$E_{sulfur} = \Delta W_{sulfur} \times p_{sulfur} = \beta_s \times C_{coal} \times p_{sulfur}$$

式中, E_{sulfur} 为硫减排效益, ΔW_{sulfur} 为二氧化硫减排量, p_{sulfur} 为二氧化硫排污权价格, β_s 为标煤折合二氧化硫系数。

8. 一种虚拟电厂综合效益评估系统, 其特征在于, 所述系统包括:

第一评估模块, 用于根据虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益, 得到所述虚拟电厂的第一评价指标;

第二评估模块, 用于根据虚拟电厂的供电可靠性提高值及土地节约成本, 得到所述虚拟电厂的第二评价指标;

第三评估模块, 用于根据虚拟电厂的节煤效益、碳减排效益及硫减排效益, 得到所述虚拟电厂的第三评价指标;

综合评估模块, 用于通过所述第一评价指标、第二评价指标及第三评价指标, 得到所述虚拟电厂的综合效益, 并根据所述综合效益确定所述虚拟电厂的建设方案。

9. 一种计算机可读存储介质, 其特征在于, 所述计算机可读存储介质包括存储的计算机程序; 其中, 所述计算机程序在运行时控制所述计算机可读存储介质所在的设备执行如权利要求1至7中任一项所述的虚拟电厂综合效益评估方法。

10. 一种电力终端,其特征在于,包括处理器、存储器以及存储在所述存储器中且被配置为由所述处理器执行的计算机程序,所述处理器在执行所述计算机程序时实现如权利要求1至7中任一项所述的虚拟电厂综合效益评估方法。

虚拟电厂综合效益评估方法、系统、介质及电力终端

技术领域

[0001] 本申请涉及虚拟电厂应用技术领域,特别是涉及一种虚拟电厂综合效益评估方法、系统、存储介质及电力终端。

背景技术

[0002] 近年来,以油气为代表的传统化石能源系统正在向以可再生能源为代表的现代能源系统转型,这个过程中产生了一些新问题。在此背景下,“虚拟电厂”的概念应运而生。虚拟电厂,是聚合优化“源—网—荷”清洁低碳发展的新一代智能控制技术。这种技术模式无需对电网进行改造,就能充分利用分布式资源,实现电源侧的多能互补和负荷侧的灵活互动,给电网提供电能和辅助服务,可为破解清洁能源消纳的世界性难题和低碳能源转型提供前瞻性的技术解决方案。

[0003] 虚拟电厂的正常运行离不开一定的设备改造及技术升级,全方位评估虚拟电厂潜在风险,对虚拟电厂的相关政策制定和工程应用均具有重要意义。然而,现有针对虚拟电厂的评估大多侧重于虚拟电厂运行所产生的经济风险,而无法对虚拟电厂运行的可行性进行全方位的评估。

发明内容

[0004] 基于此,有必要针对上述技术问题,提供一种能够充分考虑虚拟电厂的潜在风险,对虚拟电厂成本为进行多样性、全方位的评估的虚拟电厂综合效益评估方法、系统、存储介质及电力终端。

[0005] 本发明实施例提供了一种虚拟电厂综合效益评估方法,所述方法包括以下步骤:

[0006] 根据虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益,得到所述虚拟电厂的第一评价指标;

[0007] 根据虚拟电厂的供电可靠性提高值及土地节约成本,得到所述虚拟电厂的第二评价指标;

[0008] 根据虚拟电厂的节煤效益、碳减排效益及硫减排效益,得到所述虚拟电厂的第三评价指标;

[0009] 通过所述第一评价指标、第二评价指标及第三评价指标,得到所述虚拟电厂的综合效益,并根据所述综合效益确定所述虚拟电厂的建设方案。

[0010] 进一步地,获取所述虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益的方法包括:

[0011] 将新增传统电源发电设备的单位成本、虚拟电厂单位成本及虚拟电厂总容量,输入节约发电容量成本模型,得到所述节约发电容量成本;

[0012] 将新增传统电源发电所需配套的输配电成本及虚拟电厂总容量,输入节约输配电成本模型,得到所述节约输配电成本;

[0013] 将削峰响应容量、填谷响应容量、第一响应时间、第二响应时间、削峰激励成本及

填谷激励成本,输入运行效益模型,得到所述运行收益。

[0014] 进一步地,所述节约发电容量成本模型为:

$$E_{\text{cap}} = (p_{G,f} - p_{VPP}) \times C_{VPP}$$

[0016] 其中, E_{cap} 为节约发电容量成本, $p_{G,f}$ 为新增传统电源发电设备的单位成本, p_{VPP} 为虚拟电厂单位成本, C_{VPP} 为虚拟电厂总容量;

[0017] 所述节约输配电成本模型为:

$$E_{\text{T\&D}} = C_{G,\text{T\&D}} \times C_{VPP}$$

[0019] 其中, $E_{\text{T\&D}}$ 为节约输配电成本, $C_{G,\text{T\&D}}$ 为新增传统电源发电所需配套的输配电成本;

[0020] 所述运行效益模型为:

$$E_S = \Delta C_S \times \Delta t_1 \times p_{VPP,S}$$

$$E_F = \Delta C_F \times \Delta t_2 \times p_{VPP,F}$$

[0023] 其中, E_S 和 E_F 分别为削峰效益和填谷效益, ΔC_S 和 ΔC_F 分别为削峰响应容量和填谷响应容量; Δt_1 、 Δt_2 为第一、第二响应时长, $p_{VPP,S}$ 和 $p_{VPP,F}$ 分别为削峰激励成本和填谷激励成本。

[0024] 进一步地,获取所述供电可靠性提高值及土地节约成本的方法包括:

[0025] 将失负荷价值、无需求响应时的系统电能不足期望及有需求响应时的系统电能不足期望,输入供电可靠性模型,得到所述供电可靠性提高值;

[0026] 将建设传统电源电厂所需占地面积及单位面积工业用地的成本,输入土地节约模型,得到所述土地节约成本。

[0027] 进一步地,所述供电可靠性模型为:

$$E_R = \text{VOLL} \times (EENS_m - EENS_d)$$

[0029] 其中, E_R 为供电可靠性提高值, VOLL 为失负荷价值, $EENS_m$ 和 $EENS_d$ 分别为无需求响应时的系统电能不足期望和有需求响应时的系统电能不足期望;

[0030] 所述土地节约模型为:

$$E_{\text{land}} = S_G \times C_{G,\text{land}}$$

[0032] 其中, E_{land} 为土地节约成本, S_G 为建设传统电源电厂所需占地面积, $C_{G,\text{land}}$ 为单位面积工业用地的成本。

[0033] 进一步地,获取所述节煤效益、碳减排效益及硫减排效益的方法包括:

[0034] 将标煤单价及替代的总标煤量输入节煤模型,得到所述节煤效益;其中,所述替代的总标煤量由虚拟电厂年运行总时数、虚拟电厂清洁能源利用率及电煤转换系数得到;

[0035] 将二氧化碳减排量及碳排放交易价格输入碳减排模型,得到所述碳减排效益;其中,所述二氧化碳减排量标煤由折合二氧化碳系数及替代的总标煤量得到;

[0036] 将二氧化硫减排量及二氧化硫排污权价格输入硫减排模型,得到所述硫减排效益;其中,所述二氧化硫减排量由标煤折合二氧化硫系数及替代的总标煤量得到。

[0037] 进一步地,所述节煤模型为:

$$E_{\text{coal}} = p_{\text{coal}} \times C_{\text{coal}} = p_{\text{coal}} \times C_{VPP} \times T_{VPP} \times \lambda \times \ell$$

[0039] 其中, E_{coal} 为节煤效益, p_{coal} 为标煤单价, C_{coal} 为替代的总标煤量, T_{VPP} 为虚拟电厂年运行总时数, λ 为虚拟电厂清洁能源利用率, ℓ 为电煤转换系数;

[0040] 所述碳减排模型为:

$$[0041] \quad E_{\text{carbon}} = \Delta W_{\text{carbon}} \times p_{\text{carbon}} = \beta_c \times C_{\text{coal}} \times p_{\text{carbon}}$$

[0042] 其中, E_{carbon} 为碳排放效益, ΔW_{carbon} 为二氧化碳减排量, p_{carbon} 为碳排放交易价格, β_c 为标煤折合二氧化碳系数;

[0043] 所述硫减排模型为:

$$[0044] \quad E_{\text{sulfur}} = \Delta W_{\text{sulfur}} \times p_{\text{sulfur}} = \beta_s \times C_{\text{coal}} \times p_{\text{sulfur}}$$

[0045] 式中, E_{sulfur} 为硫减排效益, ΔW_{sulfur} 为二氧化硫减排量, p_{sulfur} 为二氧化硫排污权价格, β_s 为标煤折合二氧化硫系数。

[0046] 本发明的另一实施例提出一种虚拟电厂综合效益评估系统, 解决了现有对虚拟电厂的评估大多侧重于虚拟电厂运行所产生的经济风险, 而无法对虚拟电厂运行的可行性进行全方位的评估的问题。

[0047] 根据本发明实施例的虚拟电厂综合效益评估系统, 包括:

[0048] 第一评估模块, 用于根据虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益, 得到所述虚拟电厂的第一评价指标;

[0049] 第二评估模块, 用于根据虚拟电厂的供电可靠性提高值及土地节约成本, 得到所述虚拟电厂的第二评价指标;

[0050] 第三评估模块, 用于根据虚拟电厂的节煤效益、碳减排效益及硫减排效益, 得到所述虚拟电厂的第三评价指标;

[0051] 综合评估模块, 用于通过所述第一评价指标、第二评价指标及第三评价指标, 得到所述虚拟电厂的综合效益, 并根据所述综合效益确定所述虚拟电厂的建设方案。

[0052] 本发明的另一个实施例还提出一种电力终端, 包括处理器、存储器以及存储在所述存储器中且被配置为由所述处理器执行的计算机程序, 所述处理器在执行所述计算机程序时实现如上所述的虚拟电厂综合效益评估方法。

[0053] 上述虚拟电厂综合效益评估方法, 根据虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益, 得到所述虚拟电厂的第一评价指标; 根据虚拟电厂的供电可靠性提高值及土地节约成本, 得到所述虚拟电厂的第二评价指标; 根据虚拟电厂的节煤效益、碳减排效益及硫减排效益, 得到所述虚拟电厂的第三评价指标; 通过所述第一评价指标、第二评价指标及第三评价指标, 得到所述虚拟电厂的综合效益; 根据所得到的虚拟电厂的综合效益, 与预设的等级的范围值进行比对, 得到所述虚拟电厂建设效益的等级, 从而便于根据当前虚拟电厂建设效益的等级确定所述虚拟电厂的建设方案。相比现有技术, 本发明能够充分考虑虚拟电厂的潜在风险, 对虚拟电厂成本为进行多样性、全方位的评估, 可为虚拟电厂价值分析、建设投资、相关政策制定等提供重要依据, 满足了实际应用需求。

附图说明

[0054] 图1为本发明实施例提供的虚拟电厂综合效益评估方法的一种流程示意图;

[0055] 图2为本发明实施例提供的虚拟电厂综合效益评估系统的结构框图;

[0056] 图3为本发明实施例提供的电力终端的结构图。

具体实施方式

[0057] 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,本技术领域普通技术人员在没有作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。

[0058] 需要说明的是,文中的步骤编号,仅为了方便具体实施例的解释,不作为限定步骤执行先后顺序的作用。本实施例提供的方法可以由相关的服务器执行,且下文均以服务器作为执行主体为例进行说明。

[0059] 如图1所示,本发明实施例提供的虚拟电厂综合效益评估方法,由用于控制所述虚拟电厂综合效益评估工作的成本评估设备执行,请参阅图1,所述方法包括步骤S11至步骤S14:

[0060] 步骤S11,根据虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益,得到所述虚拟电厂的第一评价指标。

[0061] 具体的,将新增传统电源发电设备的单位成本、虚拟电厂单位成本及虚拟电厂总容量,输入节约发电容量成本模型,得到所述虚拟电厂的节约发电容量成本。

[0062] 所述节约发电容量成本模型为:

$$[0063] \quad E_{\text{cap}} = (p_{G,f} - p_{VPP}) \times C_{VPP}$$

[0064] 其中, E_{cap} 为节约发电容量成本, $p_{G,f}$ 为新增传统电源发电设备的单位成本, p_{VPP} 为虚拟电厂单位成本, C_{VPP} 为虚拟电厂总容量。

[0065] 具体的,将新增传统电源发电所需配套的输配电成本及虚拟电厂总容量,输入节约输配电成本模型,得到所述虚拟电厂的节约输配电成本。

[0066] 所述节约输配电成本模型为:

$$[0067] \quad E_{\text{T&D}} = C_{G,\text{T&D}} \times C_{VPP}$$

[0068] 其中, $E_{\text{T&D}}$ 为节约输配电成本, $C_{G,\text{T&D}}$ 为新增传统电源发电所需配套的输配电成本。

[0069] 具体的,将削峰响应容量、填谷响应容量、第一响应时间、第二响应时间、削峰激励成本及填谷激励成本,输入运行效益模型,得到所述虚拟电厂的运行效益。

[0070] 所述运行效益模型为:

$$[0071] \quad E_S = \Delta C_S \times \Delta t_1 \times p_{VPP,S}$$

$$[0072] \quad E_F = \Delta C_F \times \Delta t_2 \times p_{VPP,F}$$

[0073] 其中, E_S 和 E_F 分别为削峰效益和填谷效益, ΔC_S 和 ΔC_F 分别为削峰响应容量和填谷响应容量; Δt_1 、 Δt_2 为第一、第二响应时长, $p_{VPP,S}$ 和 $p_{VPP,F}$ 分别为削峰激励成本和填谷激励成本。

[0074] 可以理解的,根据虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益的获取,为得到所述虚拟电厂的第一评价指标提供必要条件。同时,便于通过所述虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益所形成的第一评价指标,对所述虚拟电厂的年均效益即可行性进行评估。

[0075] 步骤S12,根据虚拟电厂的供电可靠性提高值及土地节约成本,得到所述虚拟电厂的第二评价指标。

[0076] 具体的,将失负荷价值、无需求响应时的系统电能不足期望及有需求响应时的系统电能不足期望,输入供电可靠性模型,得到所述虚拟电厂的供电可靠性提高值。

[0077] 所述供电可靠性模型为:

[0078] $E_R = \text{VOLL} \times (\text{EENS}_m - \text{EENS}_d)$

[0079] 其中, E_R 为供电可靠性提高值, VOLL 为失负荷价值, EENS_m 和 EENS_d 分别为无需求响应时的系统电能不足期望和有需求响应时的系统电能不足期望。

[0080] 具体的, 将建设传统电源电厂所需占地面积及单位面积工业用地的成本, 输入土地节约模型, 得到所述虚拟电厂的土地节约成本。

[0081] 所述土地节约模型为:

[0082] $E_{\text{land}} = S_G \times C_{G, \text{land}}$

[0083] 其中, E_{land} 为土地节约成本, S_G 为建设传统电源电厂所需占地面积, $C_{G, \text{land}}$ 为单位面积工业用地的成本。

[0084] 可以理解的, 通过所述供电可靠性模型得到所述虚拟电厂的供电可靠性提高值, 通过所述土地节约模型得到所述虚拟电厂的土地节约成本, 从而便于根据所述供电可靠性提高值及土地节约成本所形成的第二评价指标, 从而实现对所述供电可靠性及适用性进行评估。

[0085] 步骤S13, 根据虚拟电厂的节煤效益、碳减排效益及硫减排效益, 得到所述虚拟电厂的第三评价指标。

[0086] 具体的, 将标煤单价及替代的总标煤量输入节煤模型, 得到所述虚拟电厂的节煤效益; 其中, 所述替代的总标煤量由虚拟电厂年运行总时数、虚拟电厂清洁能源利用率及电煤转换系数得到。

[0087] 所述节煤模型为:

[0088] $E_{\text{coal}} = p_{\text{coal}} \times C_{\text{coal}} = p_{\text{coal}} \times C_{\text{VPP}} \times T_{\text{VPP}} \times \lambda \times \ell$

[0089] 其中, E_{coal} 为节煤效益, p_{coal} 为标煤单价, C_{coal} 为替代的总标煤量, T_{VPP} 为虚拟电厂年运行总时数, λ 为虚拟电厂清洁能源利用率, ℓ 为电煤转换系数。

[0090] 具体的, 将二氧化碳减排量及碳排放交易价格输入碳减排模型, 得到所述虚拟电厂的碳减排效益; 其中, 所述二氧化碳减排量标煤由折合二氧化碳系数及替代的总标煤量得到。

[0091] 所述碳减排模型为:

[0092] $E_{\text{carbon}} = \Delta W_{\text{carbon}} \times p_{\text{carbon}} = \beta_c \times C_{\text{coal}} \times p_{\text{carbon}}$

[0093] 其中, E_{carbon} 为碳排放效益, ΔW_{carbon} 为二氧化碳减排量, p_{carbon} 为碳排放交易价格, β_c 为标煤折合二氧化碳系数。

[0094] 具体的, 将二氧化硫减排量及二氧化硫排污权价格输入硫减排模型, 得到所述虚拟电厂的硫减排效益; 其中, 所述二氧化硫减排量由标煤折合二氧化硫系数及替代的总标煤量得到。

[0095] 所述硫减排模型为:

[0096] $E_{\text{sulfur}} = \Delta W_{\text{sulfur}} \times p_{\text{sulfur}} = \beta_s \times C_{\text{coal}} \times p_{\text{sulfur}}$

[0097] 式中, E_{sulfur} 为硫减排效益, ΔW_{sulfur} 为二氧化硫减排量, p_{sulfur} 为二氧化硫排污权价格, β_s 为标煤折合二氧化硫系数。

[0098] 可以理解的, 通过所述节煤模型得到所述虚拟电厂的节煤效益, 通过所述碳减排模型得到所述虚拟电厂的碳减排效益, 通过所述虚拟电厂的硫减排模型得到所述硫减排效益。从而便于根据所述节煤效益、碳减排效益及硫减排效益所形成的第三评价指标, 对所述

虚拟电厂的环境效益及可行性进行评估。

[0099] 以某地区200MW虚拟电厂应用试点实施案例作为本专利的示意。表1给出了针对该虚拟电厂综合效益评价实施的基本参数：

[0100] 表1某地区虚拟电厂综合效益评价实施的基本参数

	参数	数值
	C_{VPP}	200MW
	$P_{G,f}$	20万元/MW
	P_{VPP}	320万元/MW
	$C_{G,T\&D}$	68.5万元/MW
	$P_{VPP,S}$	45000 ¥ /MW
	$P_{VPP,F}$	5000 ¥ /MW
	ΔC_S	150MW
[0101]	ΔC_F	150MW
	Δt_1	2h
	Δt_2	10h
	$VOLL$	6000 ¥ /MWh
	$EENS_m$	300MWh
	$EENS_d$	200MWh
	S_G	3.63万 m^2
	$C_{G,land}$	2.48万 ¥/ m^2
	P_{coal}	770 ¥ /吨
	T_{VPP}	50h
	λ	0.9
	ℓ	0.291吨/MWh
[0102]	β_c	2.66
	β_s	0.0224
	P_{carbon}	35.53 ¥ /吨
	P_{sulfur}	6552.77 ¥ /吨

[0103] 表2某地区虚拟电厂综合效益评估结果

指标	参数	效益 (亿元)	备注
第一评价 价值变	节约发电容量成本	6	/
	节约输配电成本	1.37	/
	运行效益	0.18	年均效益
第二评 价指标	供电可靠性提高值	0.006	年均效益
	土地节约成本	9	/
第三评 价指标	节煤效益	0.02	年均效益
	碳减排效益	0.002	
	硫减排效益	0.004	

[0105] 从结果可以看出,该地区200MW虚拟电厂应用试点综合效益如下:

[0106] 运行效益方面,200MW虚拟电厂投运预计可节约发电容量和输配电投资总计7.37亿元,每年获得0.18亿元削峰填谷运行收益;

[0107] 供电效益方面,200MW虚拟电厂投运预计可节约土地投资9亿元,年均供电可靠性收益约0.006亿元;

[0108] 环境效益方面,200MW虚拟电厂投运预计年均环境收益约0.026亿元。

[0109] 步骤S14,通过所述第一评价指标、第二评价指标及第三评价指标,得到所述虚拟电厂的综合效益,并根据所述综合效益确定所述虚拟电厂的建设方案。

[0110] 如上所述,通过所述第一评价指标、第二评价指标及第三评价指标,所得到的虚拟电厂的综合效益,与预设的等级的范围值进行比对,得到所述虚拟电厂建设效益的等级,从而便于根据当前虚拟电厂建设效益的等级确定所述虚拟电厂的建设方案。

[0111] 上述虚拟电厂综合效益评估方法,根据虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益,得到所述虚拟电厂的第一评价指标;根据虚拟电厂的供电可靠性提高值及土地节约成本,得到所述虚拟电厂的第二评价指标;根据虚拟电厂的节煤效益、碳减排效益及硫减排效益,得到所述虚拟电厂的第三评价指标;通过所述第一评价指标、第二评价指标及第三评价指标,得到所述虚拟电厂的综合效益,并根据所述综合效益确定所述虚拟电厂的建设方案。相比现有技术,本发明能够充分考虑虚拟电厂的潜在风险,对虚拟电厂效益进行多样性、全方位的评估,可为虚拟电厂价值分析、建设投资、相关政策制定等提供重要依据,满足了实际应用需求。

[0112] 应该理解的是,虽然上述流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示,但是这些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明,这些步骤的执行并没有严格的顺序限制,这些步骤可以以其它的顺序执行。而且,上述流程图中的至少一部分步骤可以包括多个子步骤或者多个阶段,这些子步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成,而是可以在不同的时刻执行,这些子步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行,而是可以与其它步骤或者其它步骤的子步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

[0113] 如图2所示,是本发明提供了一种虚拟电厂综合效益评估系统的结构框图,所述系统包括:

[0114] 第一评估模块21,用于根据虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益,得到所述虚拟电厂的第一评价指标。

[0115] 具体的,将新增传统电源发电设备的单位成本、虚拟电厂单位成本及虚拟电厂总容量,输入节约发电容量成本模型,得到所述节约发电容量成本;

[0116] 将新增传统电源发电所需配套的输配电成本及虚拟电厂总容量,输入节约输配电成本模型,得到所述节约输配电成本;

[0117] 将削峰响应容量、填谷响应容量、第一响应时间、第二响应时间、削峰激励成本及填谷激励成本,输入运行效益模型,得到所述运行效益。

[0118] 进一步地,所述节约发电容量成本模型为:

$$[0119] \quad E_{\text{cap}} = (p_{G,f} - p_{VPP}) \times C_{VPP}$$

[0120] 其中, E_{cap} 为节约发电容量成本, $p_{G,f}$ 为新增传统电源发电设备的单位成本, p_{VPP} 为虚拟电厂单位成本, C_{VPP} 为虚拟电厂总容量;

[0121] 所述节约输配电成本模型为:

$$[0122] \quad E_{\text{T\&D}} = C_{G,\text{T\&D}} \times C_{VPP}$$

[0123] 其中, $E_{\text{T\&D}}$ 为节约输配电成本, $C_{G,\text{T\&D}}$ 为新增传统电源发电所需配套的输配电成本;

[0124] 所述运行效益模型为:

$$[0125] \quad E_S = \Delta C_S \times \Delta t_1 \times p_{VPP,S}$$

$$[0126] \quad E_F = \Delta C_F \times \Delta t_2 \times p_{VPP,F}$$

[0127] 其中, E_S 和 E_F 分别为削峰效益和填谷效益, ΔC_S 和 ΔC_F 分别为削峰响应容量和填谷响应容量; Δt_1 、 Δt_2 为第一、第二响应时长, $p_{VPP,S}$ 和 $p_{VPP,F}$ 分别为削峰激励成本和填谷激励成本。

[0128] 第二评估模块22,用于根据虚拟电厂的供电可靠性提高值及土地节约成本,得到所述虚拟电厂的第二评价指标。

[0129] 具体的,将失负荷价值、无需求响应时的系统电能不足期望及有需求响应时的系统电能不足期望,输入供电可靠性模型,得到所述供电可靠性提高值;

[0130] 将建设传统电源电厂所需占地面积及单位面积工业用地的成本,输入土地节约模型,得到所述土地节约成本。

[0131] 进一步地,所述供电可靠性模型为:

$$[0132] \quad E_R = \text{VOLL} \times (EENS_m - EENS_d)$$

[0133] 其中, E_R 为供电可靠性提高值, VOLL 为失负荷价值, $EENS_m$ 和 $EENS_d$ 分别为无需求响应时的系统电能不足期望和有需求响应时的系统电能不足期望;

[0134] 所述土地节约模型为:

$$[0135] \quad E_{\text{land}} = S_G \times C_{G,\text{land}}$$

[0136] 其中, E_{land} 为土地节约成本, S_G 为建设传统电源电厂所需占地面积, $C_{G,\text{land}}$ 为单位面积工业用地的成本。

[0137] 第三评估模块23,用于根据虚拟电厂的节煤效益、碳减排效益及硫减排效益,得到所述虚拟电厂的第三评价指标。

[0138] 具体的,将标煤单价及替代的总标煤量输入节煤模型,得到所述节煤效益;其中,所述替代的总标煤量由虚拟电厂年运行总时数、虚拟电厂清洁能源利用率及电煤转换系数得到;

[0139] 将二氧化碳减排量及碳排放交易价格输入碳减排模型,得到所述碳减排效益;其中,所述二氧化碳减排量标煤由折合二氧化碳系数及替代的总标煤量得到;

[0140] 将二氧化硫减排量及二氧化硫排污权价格输入硫减排模型,得到所述硫减排效益;其中,所述二氧化硫减排量由标煤折合二氧化硫系数及替代的总标煤量得到。

[0141] 进一步地,所述节煤模型为:

$$[0142] \quad E_{\text{coal}} = p_{\text{coal}} \times C_{\text{coal}} = p_{\text{coal}} \times C_{\text{VPP}} \times T_{\text{VPP}} \times \lambda \times \ell$$

[0143] 其中, E_{coal} 为节煤效益, p_{coal} 为标煤单价, C_{coal} 为替代的总标煤量, T_{VPP} 为虚拟电厂年运行总时数, λ 为虚拟电厂清洁能源利用率, ℓ 为电煤转换系数;

[0144] 所述碳减排模型为:

$$[0145] \quad E_{\text{carbon}} = \Delta W_{\text{carbon}} \times p_{\text{carbon}} = \beta_c \times C_{\text{coal}} \times p_{\text{carbon}}$$

[0146] 其中, E_{carbon} 为碳排放效益, ΔW_{carbon} 为二氧化碳减排量, p_{carbon} 为碳排放交易价格, β_c 为标煤折合二氧化碳系数;

[0147] 所述硫减排模型为:

$$[0148] \quad E_{\text{sulfur}} = \Delta W_{\text{sulfur}} \times p_{\text{sulfur}} = \beta_s \times C_{\text{coal}} \times p_{\text{sulfur}}$$

[0149] 式中, E_{sulfur} 为硫减排效益, ΔW_{sulfur} 为二氧化硫减排量, p_{sulfur} 为二氧化硫排污权价格, β_s 为标煤折合二氧化硫系数。

[0150] 综合评估模块24,用于通过所述第一评价指标、第二评价指标及第三评价指标,得到所述虚拟电厂的综合效益,并根据所述综合效益确定所述虚拟电厂的建设方案。

[0151] 本发明实施例所提供的虚拟电厂综合效益评估系统,根据虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益,得到所述虚拟电厂的第一评价指标;根据虚拟电厂的供电可靠性提高值及土地节约成本,得到所述虚拟电厂的第二评价指标;根据虚拟电厂的节煤效益、碳减排效益及硫减排效益,得到所述虚拟电厂的第三评价指标;通过所述第一评价指标、第二评价指标及第三评价指标,得到所述虚拟电厂的综合效益,并根据所述综合效益确定所述虚拟电厂的建设方案。相比现有技术,本发明能够充分考虑虚拟电厂的潜在风险,对虚拟电厂效益进行多样性、全方位的评估,可为虚拟电厂价值分析、建设投资、相关政策制定等提供重要依据,满足了实际应用需求。

[0152] 本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质包括存储的计算机程序;其中,所述计算机程序在运行时控制所述计算机可读存储介质所在的设备执行如上所述的虚拟电厂综合效益评估方法。

[0153] 本发明实施例还提供了一种电力终端,参见图3所示,是本发明提供的一种电力终端的一个优选实施例的结构框图,所述电力终端包括处理器10、存储器20以及存储在所述存储器20中且被配置为由所述处理器10执行的计算机程序,所述处理器10在执行所述计算机程序时实现如上所述的虚拟电厂综合效益评估方法。

[0154] 优选地,所述计算机程序可以被分割成一个或多个模块/单元(如计算机程序1、计算机程序2、•••••),所述一个或者多个模块/单元被存储在所述存储器20中,并由所述处理器10执行,以完成本发明。所述一个或多个模块/单元可以是能够完成特定功能的

一系列计算机程序指令段,该指令段用于描述所述计算机程序在所述电力终端中的执行过程。

[0155] 所述处理器10可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现成可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等,通用处理器可以是微处理器,或者所述处理器10也可以是任何常规的处理器,所述处理器10是所述电力终端的控制中心,利用各种接口和线路连接所述电力终端的各个部分。

[0156] 所述存储器20主要包括程序存储区和数据存储区,其中,程序存储区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序等,数据存储区可存储相关数据等。此外,所述存储器20可以是高速随机存取存储器,还可以是非易失性存储器,例如插接式硬盘,智能存储卡(Smart Media Card,SMC)、安全数字(Secure Digital,SD)卡和闪存卡(Flash Card)等,或所述存储器20也可以是其他易失性固态存储器件。

[0157] 需要说明的是,上述电力终端可包括,但不仅限于,处理器、存储器,本领域技术人员可以理解,图3结构框图仅仅是电力终端的示例,并不构成对电力终端的限定,可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件。

[0158] 综上,本发明实施例所提供的虚拟电厂综合效益评估方法、系统、存储介质及电力终端,根据虚拟电厂的节约发电容量成本、节约输配电成本及运行效益,得到所述虚拟电厂的第一评价指标;根据虚拟电厂的供电可靠性提高值及土地节约成本,得到所述虚拟电厂的第二评价指标;根据虚拟电厂的节煤效益、碳减排效益及硫减排效益,得到所述虚拟电厂的第三评价指标;通过所述第一评价指标、第二评价指标及第三评价指标,得到所述虚拟电厂的综合效益,并根据所述综合效益确定所述虚拟电厂的建设方案。相比现有技术,本发明能够充分考虑虚拟电厂的潜在风险,对虚拟电厂效益进行多样性、全方位的评估,满足了实际应用需求。

[0159] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

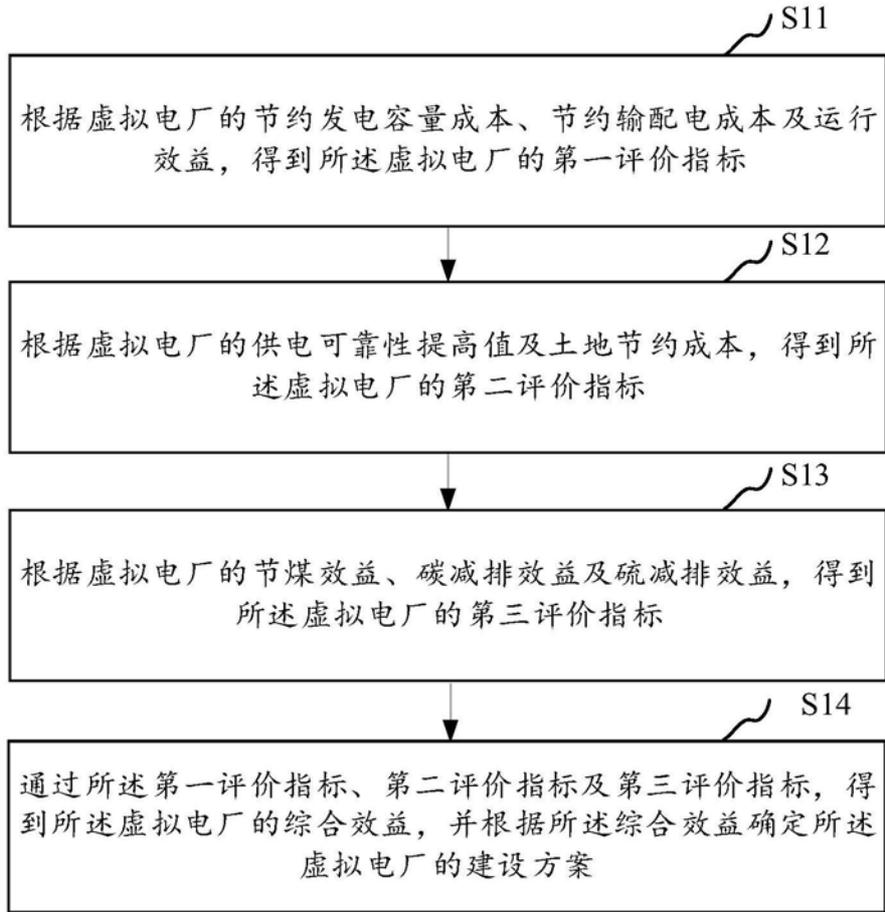


图1

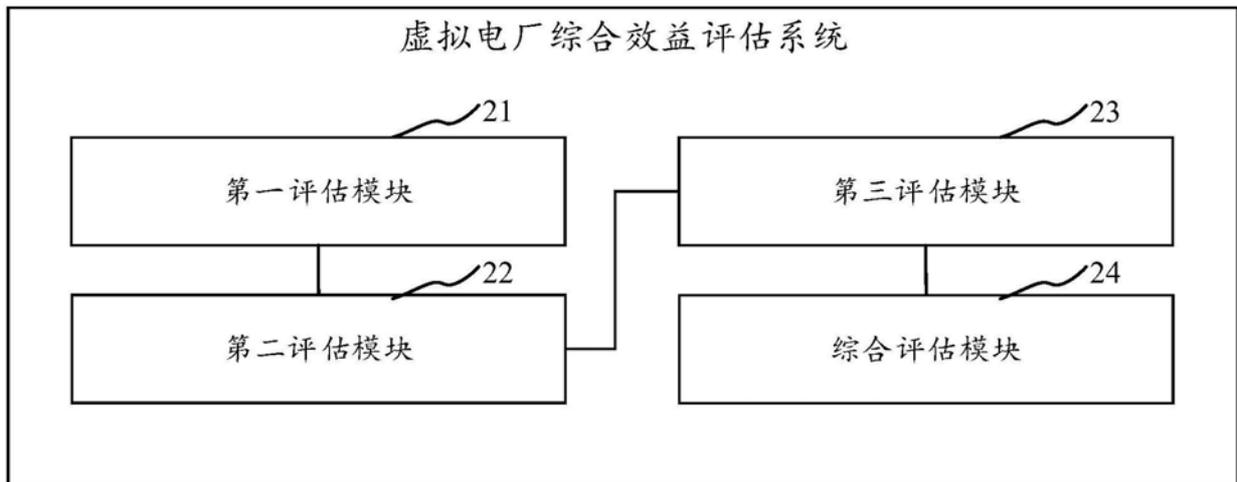


图2

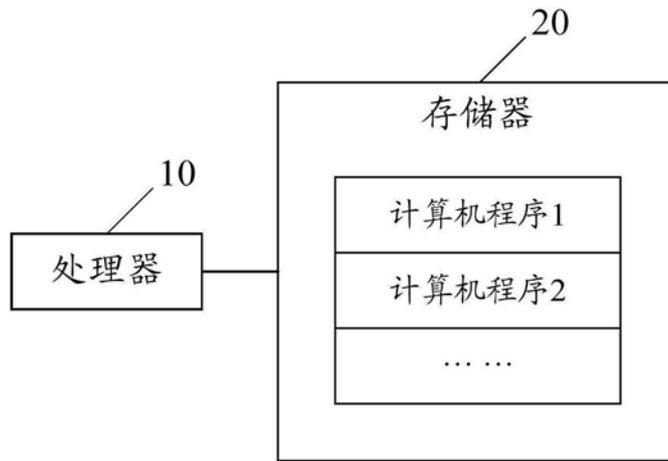


图3