



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112671022 A

(43) 申请公布日 2021.04.16

(21) 申请号 202011635661.3

(22) 申请日 2020.12.31

(71) 申请人 国网山东省电力公司泰安供电公司

地址 271099 山东省泰安市泰山区东岳大街201号

申请人 国家电网有限公司

(72) 发明人 刘国明 于晖 康凯 李虎 陈宁

杜国利 刘卉 张经真

(74) 专利代理机构 济南舜源专利事务所有限公

司 37205

代理人 孙玉营

(51) Int. Cl.

H02J 3/32 (2006.01)

H02J 3/00 (2006.01)

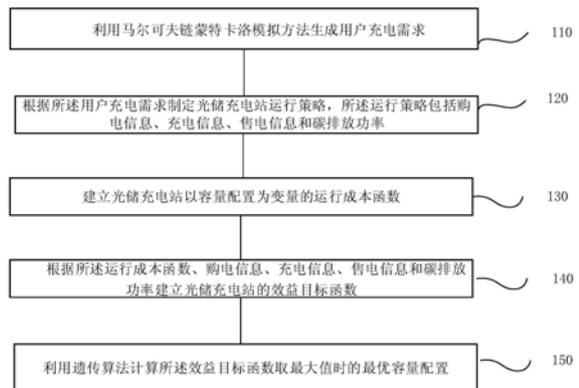
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

光储充电站容量优化配置方法、系统、终端及存储介质

(57) 摘要

本发明提供一种光储充电站容量优化配置方法、系统、终端及存储介质,包括:利用马尔可夫链蒙特卡洛模拟方法生成用户充电需求;根据所述用户充电需求制定光储充电站运行策略,所述运行策略包括购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率;建立光储充电站以容量配置为变量的运行成本函数;根据所述运行成本函数、购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率建立光储充电站的效益目标函数;利用遗传算法计算所述效益目标函数取最大值时的最优容量配置。本发明能够自动生成光储充电站的最优容量配置,从而实现充电站收益的大幅提升并减少碳排放量。



1. 一种光储充电站容量优化配置方法,其特征在于,包括:
  - 利用马尔可夫链蒙特卡洛模拟方法生成用户充电需求;
  - 根据所述用户充电需求制定光储充电站运行策略,所述运行策略包括购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率;
  - 建立光储充电站以容量配置为变量的运行成本函数;
  - 根据所述运行成本函数、购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率建立光储充电站的效益目标函数;
  - 利用遗传算法计算所述效益目标函数取最大值时的最优容量配置。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据用户充电需求制定光储充电站运行策略,包括:
  - 定义光伏系统的发电功率与充电站充电负荷需求的差值为光储电站的净功率;
  - 根据所述净功率值制定激励补贴价格;
  - 若所述净功率大于0,则可选择余电上网或者送入储能系统;
  - 若所述净功率小于0,则控制储能系统向光伏系统充电,若储能系统容量不足,则向电网购电。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述建立光储充电站以容量配置为变量的运行成本函数,包括:
  - 利用光伏装机容量、光伏容量造价、光伏折现率和光伏使用寿命构建光伏系统投资年折算成本函数;
  - 利用储能装机容量、储能容量造价、储能折现率和储能使用寿命构建储能系统投资年折算成本;
  - 所述运行成本函数为光伏系统投资年折算成本函数与储能系统投资年折算成本之和。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据运行成本函数、购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率建立光储充电站的效益目标函数,包括:
  - 所述购电信息包括购电时段价格和购电时段功率;
  - 所述充电信息包括充电时段价格和充电时段功率;
  - 所述售电信息包括售电时段价格和售电时段功率;
  - 所述效益目标函数为购电时段价格与购电时段功率的乘积、充电时段价格与充电时段功率的乘积、售电时段价格与售电时段功率的乘积、碳排放功率与碳排放系数和碳排放权值的乘积,和运行成本函数的累加值。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
  - 将光储充电站的光伏装机容量、储能充放电功率、购电功率和充电功率之和为0,作为所述效益目标函数的第一约束条件;
  - 将光储充电站的储能系统电荷状态约束作为所述效益目标函数的第二约束条件;
  - 将光储充电站的储能系统的工作状态只能是充电状态或放电状态中的一种作为所述效益目标函数的第三约束条件;
  - 将光储充电站的储能系统的最大充/放电容量作为所述效益目标函数的第四约束条件;
  - 将光储充电站的储能系统的最大充/放电功率作为所述效益目标函数的第五约束条

件。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述利用遗传算法计算所述效益目标函数取最大值时的最优容量配置,包括:

将所述第一约束条件、第一约束条件、第一约束条件、第一约束条件和第五约束条件代入所述效益目标函数;

确定光伏装机容量的边界值和储能装机容量的边界值;

利用二进制编码方式随机生成光伏初始化种群和储能初始化种群;

进行染色体解码,确定过程光伏装机容量和过程储能装机容量,并根据过程光伏装机容量和过程储能装机容量计算当前效益目标函数值;

计算个体适应在度,进行选择、交叉、变异操作,直至达到最大迭代次数;

输出最优光伏装机容量和储能装机容量。

7. 一种光储充电站容量优化配置系统,其特征在于,包括:

需求生成单元,配置用于利用马尔可夫链蒙特卡洛模拟方法生成用户充电需求;

策略制定单元,配置用于根据所述用户充电需求制定光储充电站运行策略,所述运行策略包括购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率;

成本建模单元,配置用于建立光储充电站以容量配置为变量的运行成本函数;

函数构建单元,配置用于根据所述运行成本函数、购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率建立光储充电站的效益目标函数;

配置计算单元,配置用于利用遗传算法计算所述效益目标函数取最大值时的最优容量配置。

8. 根据权利要求7所述的系统,其特征在于,所述成本建模单元包括:

光伏计算模块,配置用于利用光伏装机容量、光伏容量造价、光伏折现率和光伏使用寿命构建光伏系统投资年折算成本函数;

储能计算模块,配置用于利用储能装机容量、储能容量造价、储能折现率和储能使用寿命构建储能系统投资年折算成本;

成本计算模块,配置用于所述运行成本函数为光伏系统投资年折算成本函数与储能系统投资年折算成本之和。

9. 一种终端,其特征在于,包括:

处理器;

用于存储处理器的执行指令的存储器;

其中,所述处理器被配置为执行权利要求1-6任一项所述的方法。

10. 一种存储有计算机程序的计算机可读存储介质,其特征在于,该程序被处理器执行时实现如权利要求1-6中任一项所述的方法。

## 光储充电站容量优化配置方法、系统、终端及存储介质

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光储充电站技术领域,具体涉及一种光储充电站容量优化配置方法、系统、终端及存储介质。

### 背景技术

[0002] 电动汽车(Electric Vehicle, EV)虽然可以实现城市的节能减排,但是目前我国电力系统发电侧的一次能源仍以煤炭为主(约占75%~80%),EV通过充电基础设施接入电网充电并没有实现真正的节能减排。而分布式可再生能源的高效利用是降低一次能源化石率的一种重要方案。如果可以因地制宜布置一定规模的光伏发电系统,并将其与EV充电站实现联合,建立光储充电站(PV-Storage-Charging Station, PSCS),则能有效地提升EV一次能源中清洁能源所占的比例,减少EV的间接碳排放量,促进可再生能源的就地消纳。而对PSCS运营商来说,其主要关注于PSCS的经济性。若光伏容量配置过大将会导致光伏能量不能被EV充分利用,使得较多光伏能量被送入电网赚取少量的上网费用;若光伏容量配置过小又会导致光伏出力无法满足EV充电需求,PSCS需要从电网购入较多电力,影响PSCS的经济性,无法有效减少EV间接碳排放。通过储能系统可以增加EV对光伏能量的利用率,但是当前储能成本较高,需要综合考虑储能系统投资成本以及通过储能系统进行价格套利的收益。因此,如何合理地配置PSCS光储容量具有重要的研究意义。

[0003] PSCS架构主要包括光伏发电系统、储能单元、公用电力网络、充电负荷和能量管理系统。能量管理系统可以收集、查看来自发电、储能和负荷的数据并控制整个PSCS的能量流动。在此PSCS系统中,主要涉及三个主体,分别为电网运营商、PSCS以及EV用户。电网运营商为PSCS的供电商以及购电商,为PSCS提供电能并为PSCS多余的光伏发电量提供收购服务。PSCS运营商是充电服务的提供者并建设自己的光伏发电和储能系统,主要关注经济性,为了让EV用户更多的使用其光伏能量,PSCS在电网的购电费用基础上制定自己的充电补贴价格。EV用户是充电服务的最终消费者,可以对PSCS运营商制定的补贴价格进行响应,改变自己的充电需求。

[0004] 目前,在PSCS容量配置研究方面,国内外学者已进行了诸多,并取得了一定的成果。现有容量配置方法能较好地提高PSCS的经济性,并在一定程度上降低EV的间接碳排放水平。但是现有研究未充分考虑PSCS运行策略对容量规划的影响,若能通过协调充电技术引导部分EV用户改变其充电时段,使得EV直接消纳更多的光伏出力,则会对PSCS的容量配置规划造成一定的影响。而在运行策略方面,现有策略能较好地实现EV对新能源的直接消纳,但是未深入联合EV需求响应与储能两种手段以充分消纳光伏能量。

[0005] 综上所述,如何在考虑EV需求响应与储能联合的PSCS运行策略情况下,优化配置PSCS的光伏、储能容量,使得PSCS的经济性最低碳经济与EV的间接碳排放量最小,还需要进一步的研究。

## 发明内容

[0006] 针对现有技术的上述不足,本发明提供一种光储充电站容量优化配置方法、系统、终端及存储介质,以解决上述技术问题。

[0007] 第一方面,本发明提供一种光储充电站容量优化配置方法,包括:

[0008] 利用马尔可夫链蒙特卡洛模拟方法生成用户充电需求;

[0009] 根据所述用户充电需求制定光储充电站运行策略,所述运行策略包括购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率;

[0010] 建立光储充电站以容量配置为变量的运行成本函数;

[0011] 根据所述运行成本函数、购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率建立光储充电站的效益目标函数;

[0012] 利用遗传算法计算所述效益目标函数取最大值时的最优容量配置。

[0013] 进一步的,所述根据用户充电需求制定光储充电站运行策略,包括:

[0014] 定义光伏系统的发电功率与充电站充电负荷需求的差值为光储电站的净功率;

[0015] 根据所述净功率值制定激励补贴价格;

[0016] 若所述净功率大于0,则可选择余电上网或者送入储能系统;

[0017] 若所述净功率小于0,则控制储能系统向光伏系统充电,若储能系统容量不足,则向电网购电。

[0018] 进一步的,所述建立光储充电站以容量配置为变量的运行成本函数,包括:

[0019] 利用光伏装机容量、光伏容量造价、光伏折现率和光伏使用寿命构建光伏系统投资年折算成本函数;

[0020] 利用储能装机容量、储能容量造价、储能折现率和储能使用寿命构建储能系统投资年折算成本;

[0021] 所述运行成本函数为光伏系统投资年折算成本函数与储能系统投资年折算成本之和。

[0022] 进一步的,所述根据运行成本函数、购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率建立光储充电站的效益目标函数,包括:

[0023] 所述购电信息包括购电时段价格和购电时段功率;

[0024] 所述充电信息包括充电时段价格和充电时段功率;

[0025] 所述售电信息包括售电时段价格和售电时段功率;

[0026] 所述效益目标函数为购电时段价格与购电时段功率的乘积、充电时段价格与充电时段功率的乘积、售电时段价格与售电时段功率的乘积、碳排放功率与碳排放系数和碳排放权值的乘积,和运行成本函数的累加值。

[0027] 进一步的,所述方法还包括:

[0028] 将光储充电站的光伏装机容量、储能充放电功率、购电功率和充电功率之和为0,作为所述效益目标函数的第一约束条件;

[0029] 将光储充电站的储能系统电荷状态约束作为所述效益目标函数的第二约束条件;

[0030] 将光储充电站的储能系统的工作状态只能是充电状态或放电状态中的一种作为所述效益目标函数的第三约束条件;

[0031] 将光储充电站的储能系统的最大充/放电容量作为所述效益目标函数的第四约束

条件；

[0032] 将光储充电站的储能系统的最大充/放电功率作为所述效益目标函数的第五约束条件。

[0033] 进一步的，所述利用遗传算法计算所述效益目标函数取最大值时的最优容量配置，包括：

[0034] 将所述第一约束条件、第一约束条件、第一约束条件、第一约束条件和第五约束条件代入所述效益目标函数；

[0035] 确定光伏装机容量的边界值和储能装机容量的边界值；

[0036] 利用二进制编码方式随机生成光伏初始化种群和储能初始化种群；

[0037] 进行染色体解码，确定过程光伏装机容量和过程储能装机容量，并根据过程光伏装机容量和过程储能装机容量计算当前效益目标函数值；

[0038] 计算个体适应在度，进行选择、交叉、变异操作，直至达到最大迭代次数；

[0039] 输出最优光伏装机容量和储能装机容量。

[0040] 第二方面，本发明提供一种光储充电站容量优化配置系统，包括：

[0041] 需求生成单元，配置用于利用马尔可夫链蒙特卡洛模拟方法生成用户充电需求；

[0042] 策略制定单元，配置用于根据所述用户充电需求制定光储充电站运行策略，所述运行策略包括购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率；

[0043] 成本建模单元，配置用于建立光储充电站以容量配置为变量的运行成本函数；

[0044] 函数构建单元，配置用于根据所述运行成本函数、购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率建立光储充电站的效益目标函数；

[0045] 配置计算单元，配置用于利用遗传算法计算所述效益目标函数取最大值时的最优容量配置。

[0046] 进一步的，所述成本建模单元包括：

[0047] 光伏计算模块，配置用于利用光伏装机容量、光伏容量造价、光伏折现率和光伏使用寿命构建光伏系统投资年折算成本函数；

[0048] 储能计算模块，配置用于利用储能装机容量、储能容量造价、储能折现率和储能使用寿命构建储能系统投资年折算成本；

[0049] 成本计算模块，配置用于所述运行成本函数为光伏系统投资年折算成本函数与储能系统投资年折算成本之和。

[0050] 第三方面，提供一种终端，包括：

[0051] 处理器、存储器，其中，

[0052] 该存储器用于存储计算机程序，

[0053] 该处理器用于从存储器中调用并运行该计算机程序，使得终端执行上述的终端的方法。

[0054] 第四方面，提供了一种计算机存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有指令，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述各方面所述的方法。

[0055] 本发明的有益效果在于，

[0056] 本发明提供的光储充电站容量优化配置方法、系统、终端及存储介质，能够自动生成光储充电站的最优容量配置，从而实现充电站收益的大幅提升并减少碳排放量。

[0057] 此外,本发明设计原理可靠,结构简单,具有非常广泛的应用前景。

### 附图说明

[0058] 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,对于本领域普通技术人员而言,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。

[0059] 图1是本发明一个实施例的方法的示意性流程图。

[0060] 图2是本发明一个实施例的方法的运行策略生成过程的示意性流程图。

[0061] 图3是本发明一个实施例的系统的示意性框图。

[0062] 图4为本发明实施例提供的一种终端的结构示意图。

### 具体实施方式

[0063] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案,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,都应当属于本发明保护的范围。

[0064] 下面对本发明中出现的术语进行解释。

[0065] 图1是本发明一个实施例的方法的示意性流程图。其中,图1执行主体可以为一种光储充电站容量优化配置系统。

[0066] 如图1所示,该方法包括:

[0067] 步骤110,利用马尔可夫链蒙特卡洛模拟方法生成用户充电需求;

[0068] 步骤120,根据所述用户充电需求制定光储充电站运行策略,所述运行策略包括购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率;

[0069] 步骤130,建立光储充电站以容量配置为变量的运行成本函数;

[0070] 步骤140,根据所述运行成本函数、购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率建立光储充电站的效益目标函数;

[0071] 步骤150,利用遗传算法计算所述效益目标函数取最大值时的最优容量配置。

[0072] 具体的,所述光储充电站容量优化配置方法包括:

[0073] S1、利用马尔可夫链蒙特卡洛模拟方法生成用户充电需求。

[0074] 应用马尔可夫链蒙特卡洛模拟方法生成停车场PSCS内EV的到达时间、停车持续时间以及离开时EV荷电状态要求。在不考虑EV充电负荷的需求响应时,EV到达PSCS即开始充电,直到电量充满为止。EV用户i的充电数据结构 $CX_i$ 如式(1)所示。

$$[0075] \quad CX_i = [A_i, L_i, S_i^A, S_i^L, E_i, P_i] \quad (1)$$

[0076] 式中, $A_i, L_i, S_i^A, S_i^L, E_i, P_i$ 分别表示EV用户i的到达时间,离开时间,当前荷电状态,离开时需求的荷电状态,EV电池总容量,充电功率。

[0077] 则PSCS在j时刻的充电需求功率 $P_L(j)$ 为

$$[0078] \quad P_L(j) = \sum_i^N u_i^j P_i \quad (2)$$

[0079] 根据所式中, N为一日内EV用户总数;  $u_i^j$  表示EV用户i在j时刻的充电状态, 处于充电状态为1, 否则为0。

[0080] PSCS若能根据光伏出力特性对EV的充电行为进行引导, 可以使得EV充电需求与光伏出力产生明显的协同效应。价格型激励方法是对充电行为进行引导的有效手段, 可以诱使EV用户选择激励价格较高的时段充电而非立即充电; 若激励价格足够高, 也可诱使一部分EV用户更改其原定出行计划的到达时间或离开时间。而在同样的激励价格下, 不同用户对其的响应度是不同, 整体来说, 用户原定的到达时间或离开时间离需求响应时刻j (响应时长) 越近, 响应度越高。采用模糊理论方法建立用户对电价的响应函数, 用户响应度函数可表示为

$$[0081] \quad R(i, j) = M[p_a(j)] * [1 - M(T_i^j)] \quad (3)$$

$$[0082] \quad M(x) = \begin{cases} 0.5 + 0.5 \sin\left[\frac{\pi}{m} \left(\frac{m}{2} - x\right)\right] & 0 \leq x \leq m \\ 0 & x > m \end{cases} \quad (4)$$

[0083] 式中,  $M[p_a(j)]$  表示用户对补贴价格的响应度,  $p_a(j)$  表示j时刻激励补贴价格, 此时m表示j时刻激励价格上限;  $M(T_i^j)$  表示用户i调整出行计划以对j时间作出响应的意愿, 此时m表示原定停留时段不包括j时刻的用户i需求响应距离超过m后不响应。

[0084] S2、请参考图2, 用户充电需求制定光储充电站运行策略, 所述运行策略包括购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率。

[0085] 在电网电价为固定电价时, 为了获得更大的利益, PSCS希望其每时刻的光伏出力可以被充电负荷完全消纳。当光伏出力大于充电需求时, PSCS有两种选择, 一种是将多余的光伏能量送入电网获得售电利益, 另一种是当储能系统未满足时, PSCS可以选择将多余的光伏能量通过储能系统存储以便在光伏出力小于充电需求时通过储能系统出力获得利益。而实际上, 除以上两种方式外, 还可以通过价格补贴的方式引导用户改变其充电时段, 使得EV负荷直接消纳更多的光伏能量。

[0086] 定义光伏系统的发电功率与充电站充电负荷需求的差值为光储电站的净功率, 记作  $\Delta P$ 。

$$[0087] \quad \Delta P(j) = P_{PV}(j) - P_{load}(j) \quad (5)$$

[0088] 式中,  $P_{PV}(j)$ ,  $P_{load}(j)$  分别为j时段光伏发电系统出力与充电负荷需求。

[0089]  $\Delta P(j)$  越大, 则需要越高的  $p_a(j)$  以吸引更多的用户改变其原定充电计划。 $p_a(j)$  可以通过式 (5) 确定, 使等式成立的最小的  $p_a(j)$  即为j时刻的激励补贴价格。

$$[0090] \quad \sum_{i=1}^N R(i, j) P_i - \Delta P(j) \geq 0 \quad (6)$$

[0091]  $p_a(j)$  是有上限的, 在  $\Delta P(j) > 0$  的时候, PSCS可以选择将多余的电量倒送电网或者通过储能存储以在高峰电价时段售出, 因此通过式 (5) 求取的  $p_a(j)$  若大于上限值  $p_a^p(j)$ , 则  $p_a(j) = p_a^p(j)$ 。

$$[0092] \quad p_a^p(j) = \min[\rho_1 - \rho_0(j), \rho_1 - C_d^k] \quad (7)$$

[0093] 式中,  $\rho_I$  表示电网电价;  $\rho_0(j)$  表示 j 时刻光伏上网电价;  $C_d^k$  表示 j 时刻光伏余电存入储能的储能平均损耗成本。

[0094] 确立  $\rho_a(j)$  后, 依据式 (3) 即可确定需求响应下的 EV 充电需求, 此时, 若光伏出力大于充电需求, 则可选择余电上网或者送入储能, 若小于充电需求, 则储能出力, 若储能容量不足, 则电网购电, 具体运行流程如图 2 所示。其中,  $SOC_{\min}$  表示储能系统安全运行容量下限;  $SOC_{\max}$  表示储能系统安全运行容量上限。

[0095] S3、建立光储充电站以容量配置为变量的运行成本函数。根据所述运行成本函数、购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率建立光储充电站的效益目标函数。

[0096] 考虑充电站向电网购电成本、向电网售电收益、提供充电服务收益、光伏发电成本、储能损耗成本以及碳排放折算成本, 目标函数如式所示。

$$[0097] \quad \min F = C_1 - C_2 + C_3 + C_4 + \varphi C_5 \quad (8)$$

[0098] 式中,  $C_1$  表示 PSCS 向电网的购电费用;  $C_2$  表示 PSCS 向 EV 用户提供充电服务的收益;  $C_3$  表示光伏、储能设备的投资费用以及储能设备运行时的成本损耗费用, 通过等年值法归算为一年的费用;  $C_4$  表示 PSCS 向电网的售电费用;  $C_5$  表示碳排放量;  $\varphi$  表示碳排放量的权重系数。

[0099] 当  $\varphi$  取值为零时, 即为不考虑碳排放量, 此时优化目标退化为仅考虑 PSCS 的经济性;  $\varphi$  取值越大表明越加关注碳排放量, 说明对碳排放量的管制越加严格; 当  $\varphi$  取值足够大时, 此时相当于不考虑 PSCS 经济性, 仅考虑 PSCS 的低碳运营。在碳交易市场下,  $\varphi$  可视为碳排放价格, 此时碳排放具有了价格属性, 使得以上两种有同属性的目标 (经济性与碳排放量) 相结合, 统一考虑为经济性。

[0100] 对于  $C_1$ , 有:

$$[0101] \quad C_1 = \sum_{j=1}^{8760} \rho_I(j) P_{G_I}(j) \Delta t \quad (9)$$

[0102] 式中,  $\rho_I(j)$  表示表示 j 时刻购电电价;  $P_{G_I}(j)$  表示 j 时刻电网向 PSCS 输送功率;  $\Delta t$  表示时间间隔, 本文设为 1h (下同)。

[0103] 对于  $C_2$ , 有:

$$[0104] \quad C_2 = \sum_{i=1}^{8760} \rho_s(j) P_L(j) \Delta t \quad (10)$$

[0105] 式中,  $\rho_s(j)$  表示 j 时刻 EV 充电费用;  $P_L(j)$  表示 j 时刻 PSCS 充电负荷功率。

[0106] 对于  $C_3$ , 有:

$$[0107] \quad C_3 = C_{PV} + C_B \quad (11)$$

$$[0108] \quad C_{PV} = P_{PV_m} E_{PV} \frac{r_p(1+r_p)^{z_p}}{(1+r_p)^{z_p} - 1} \quad (12)$$

$$[0109] \quad C_B = P_{B_m} E_B \frac{r_B(1+r_B)^{z_B}}{(1+r_B)^{z_B} - 1} \quad (13)$$

[0110] 式中,  $C_{PV}$  表示光伏系统投次年折算成本;  $C_B$  表示储能系统投资年折算成本;  $P_{PV_m}$  表示光伏的装机容量;  $E_{PV}$  表示单位容量光伏造价;  $r_p$  表示光伏设备折现率;  $z_p$  表示光伏设备的

使用寿命;  $P_{B\_m}$  表示储能的装机容量;  $E_B$  表示单位容量储能造价;  $r_B$  表示设备折现率;  $z_B$  表示储能设备的使用寿命。

[0111] 对于  $C_4$ , 有:

$$[0112] \quad C_4 = \sum_{j=1}^{8760} \rho_0(j) P_{G\_0}(j) \Delta t \quad (14)$$

[0113] 式中,  $\rho_0(j)$  表示表示 j 时刻向电网的售电电价;  $P_{G\_0}(j)$  表示 j 时刻 PSCS 向电网输送功率。

[0114] 对于  $C_5$ , 有:

$$[0115] \quad C_5 = e_{co_2} \sum_{j=1}^{8760} P_{G\_1}(j) \Delta t \quad (15)$$

[0116] 式中,  $e_{co_2}$  表示碳排放系数, 在本文中, 取为全国平均值  $1.03 \text{kg}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ 。

[0117] 设置目标函数的约束条件

[0118] (1) 功率平衡约束

$$[0119] \quad P_{PV}(j) + P_G(j) - P_B(j) - P_L(j) = 0 \quad (16)$$

[0120] 式中,  $P_B(j)$  表示 j 时刻储能系统充电功率 (放电为负功率);  $P_G(j)$  表示 j 时刻电网向 PSCS 输送功率。

[0121] (2) 储能系统荷电状态约束

$$[0122] \quad SOC_{\min} < SOC(j) < SOC_{\max} \quad (17)$$

[0123] 式中,  $SOC_{\max}$ ,  $SOC_{\min}$  分别为储能系统最大、最小荷电率, 避免储能系统过充过放。

[0124] (3) 储能系统工作状态约束

$$[0125] \quad \varepsilon_0 + \varepsilon_1 = 1 \quad (18)$$

[0126] 式中,  $\varepsilon_0$  表示储能系统处于充电状态;  $\varepsilon_1$  表示储能系统处于放电状态; 且  $\varepsilon_0, \varepsilon_1 \in \{0, 1\}$ 。

[0127] (4) 储能系统充电容量约束

$$[0128] \quad E_B(j + \Delta t) = E_B(j) + P_{B\_1}(j) \Delta t \eta_1 \quad (19)$$

[0129] 式中,  $E_B(j)$  表示 j 时刻储能系统容量;  $P_{B\_1}(j)$  表示 j 时刻储能系统充电功率;  $\eta_1$  表示储能系统充电效率。

[0130] (5) 储能系统放电容量约束

$$[0131] \quad E_B(t + \Delta t) = E_B(t) - P_{B\_0}(j) \Delta t / \eta_0 \quad (20)$$

[0132] 式中,  $P_{B\_0}(j)$  表示 j 时刻储能系统放电功率;  $\eta_0$  表示储能系统放电效率。

[0133] (6) 储能系统充放电功率约束

[0134] 储能系统的最大充放电功率须受到限制, 以防止过快充放电影响电池性能。

$$[0135] \quad -P_{B\_max} < P_B(j) < P_{B\_max} \quad (21)$$

[0136] 式中,  $P_{B\_max}$  表示储能系统最大充放电功率。

[0137] S4、利用遗传算法计算所述效益目标函数取最大值时的最优容量配置。

[0138] 基于遗传算法对模型进行求解, 优化决策变量为光伏、储能容量配置, 为便于求解, 假设光伏、储能容量均为整数。具体求解步骤如下。

[0139] (1) 算法初始化。确定系统参数, 确定光伏容量、储能容量两决策变量的上、下限。

[0140] (2) 采用二进制编码方式随机生成初始化种群。

[0141] (3) 染色体解码,确定储能、光伏配置容量,基于蒙特卡洛模拟方法确定需求响应下的充电需求,依据PSCS运行策略计算式(8)目标函数值。

[0142] (4) 计算个体适应在度,进行选择、交叉、变异操作。

[0143] (5) 若未达到最大迭代次数,返回步骤(3),否则迭代结束,输出最优容量配置结果。

[0144] 光储系统容量配置并不是越大越好。在本系统中,当储能容量不变时,随着光伏配置容量的增加,PSCS年运行成本先减小后增加,这是因为光伏系统可以减少充电站从电网的购电量,但是充电负荷及储能系统对光伏的消纳是有限度的,当超过这个限度后,光伏系统所发电量只能送入电网而无法售卖给EV用户。

[0145] 如图3所示,该系统300包括:

[0146] 需求生成单元310,配置用于利用马尔可夫链蒙特卡洛模拟方法生成用户充电需求;

[0147] 策略制定单元320,配置用于根据所述用户充电需求制定光储充电站运行策略,所述运行策略包括购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率;

[0148] 成本建模单元330,配置用于建立光储充电站以容量配置为变量的运行成本函数;

[0149] 函数构建单元340,配置用于根据所述运行成本函数、购电信息、充电信息、售电信息和碳排放功率建立光储充电站的效益目标函数;

[0150] 配置计算单元350,配置用于利用遗传算法计算所述效益目标函数取最大值时的最优容量配置。

[0151] 可选地,作为本发明一个实施例,所述成本建模单元包括:

[0152] 光伏计算模块,配置用于利用光伏装机容量、光伏容量造价、光伏折现率和光伏使用寿命构建光伏系统投资年折算成本函数;

[0153] 储能计算模块,配置用于利用储能装机容量、储能容量造价、储能折现率和储能使用寿命构建储能系统投资年折算成本;

[0154] 成本计算模块,配置用于所述运行成本函数为光伏系统投资年折算成本函数与储能系统投资年折算成本之和。

[0155] 图4为本发明实施例提供的一种终端400的结构示意图,该终端400可以用于执行本发明实施例提供的光储充电站容量优化配置方法。

[0156] 其中,该终端400可以包括:处理器410、存储器420及通信单元430。这些组件通过一条或多条总线进行通信,本领域技术人员可以理解,图中示出的服务器的结构并不构成对本发明的限定,它既可以是总线形结构,也可以是星型结构,还可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件布置。

[0157] 其中,该存储器420可以用于存储处理器410的执行指令,存储器420可以由任何类型的易失性或非易失性存储终端或者它们的组合实现,如静态随机存取存储器(SRAM),电可擦除可编程只读存储器(EEPROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM),可编程只读存储器(PROM),只读存储器(ROM),磁存储器,快闪存储器,磁盘或光盘。当存储器420中的执行指令由处理器410执行时,使得终端400能够执行以下上述方法实施例中的部分或全部步骤。

[0158] 处理器410为存储终端的控制中心,利用各种接口和线路连接整个电子终端的各个部分,通过运行或执行存储在存储器420内的软件程序和/或模块,以及调用存储在存储

器内的数据,以执行电子终端的各种功能和/或处理数据。所述处理器可以由集成电路(Integrated Circuit,简称IC)组成,例如可以由单颗封装的IC所组成,也可以由连接多颗相同功能或不同功能的封装IC而组成。举例来说,处理器410可以仅包括中央处理器(Central Processing Unit,简称CPU)。在本发明实施方式中,CPU可以是单运算核心,也可以包括多运算核心。

[0159] 通信单元430,用于建立通信信道,从而使所述存储终端可以与其它终端进行通信。接收其他终端发送的用户数据或者向其他终端发送用户数据。

[0160] 本发明还提供一种计算机存储介质,其中,该计算机存储介质可存储有程序,该程序执行时可包括本发明提供的各实施例中的部分或全部步骤。所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(英文:read-only memory,简称:ROM)或随机存储记忆体(英文:random access memory,简称:RAM)等。

[0161] 因此,本发明能够自动生成光储充电站的最优容量配置,从而实现充电站收益的大幅提升并减少碳排放量,本实施例所能达到的技术效果可以参见上文中的描述,此处不再赘述。

[0162] 本领域的技术人员可以清楚地了解到本发明实施例中的技术可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现。基于这样的理解,本发明实施例中的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中如U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质,包括若干指令用以使得一台计算机终端(可以是个人计算机,服务器,或者第二终端、网络终端等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。

[0163] 本说明书中各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。尤其,对于终端实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例中的说明即可。

[0164] 在本发明所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的系统实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,系统或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0165] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0166] 另外,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单元中,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单元中。

[0167] 尽管通过参考附图并结合优选实施例的方式对本发明进行了详细描述,但本发明并不限于此。在不脱离本发明的精神和实质的前提下,本领域普通技术人员可以对本发明的实施例进行各种等效的修改或替换,而这些修改或替换都应在本发明的涵盖范围内/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所述以权利要求的保护范围为准。

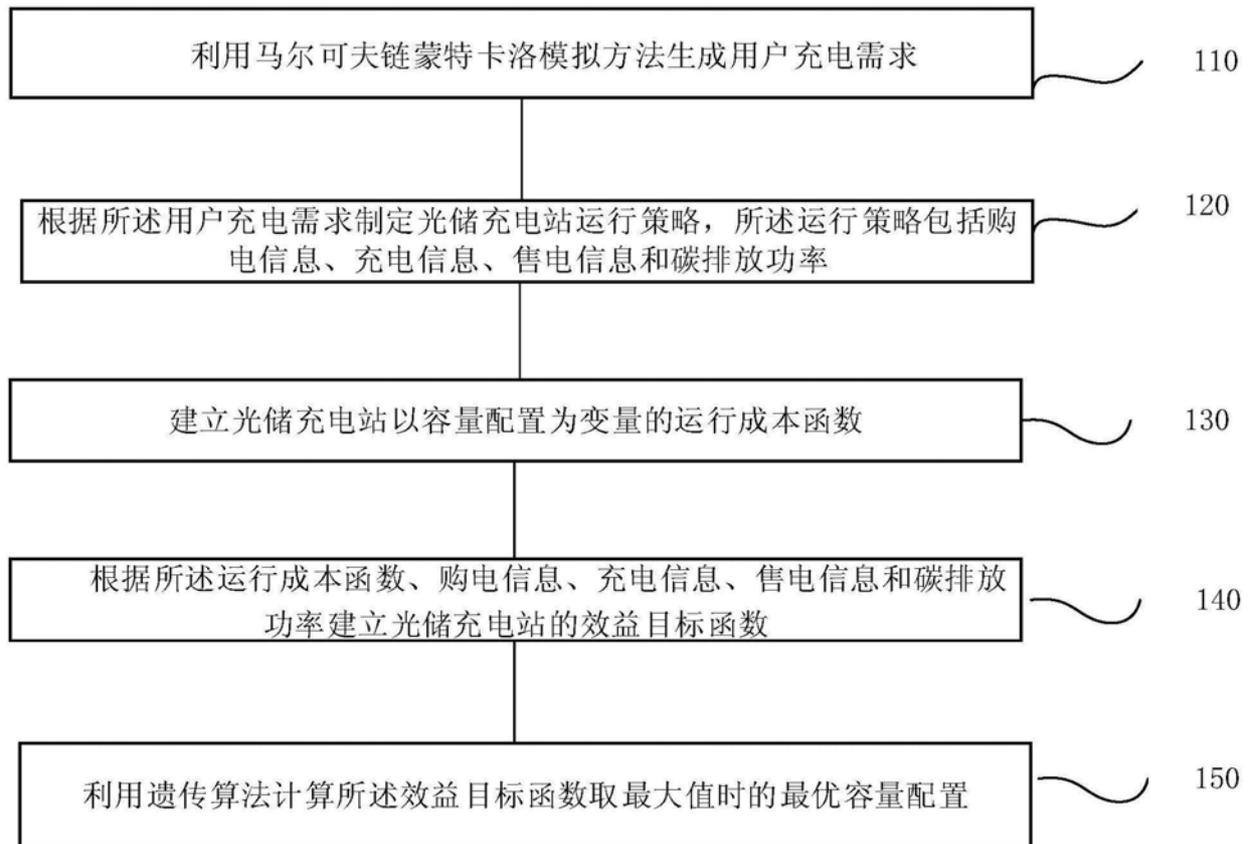


图1

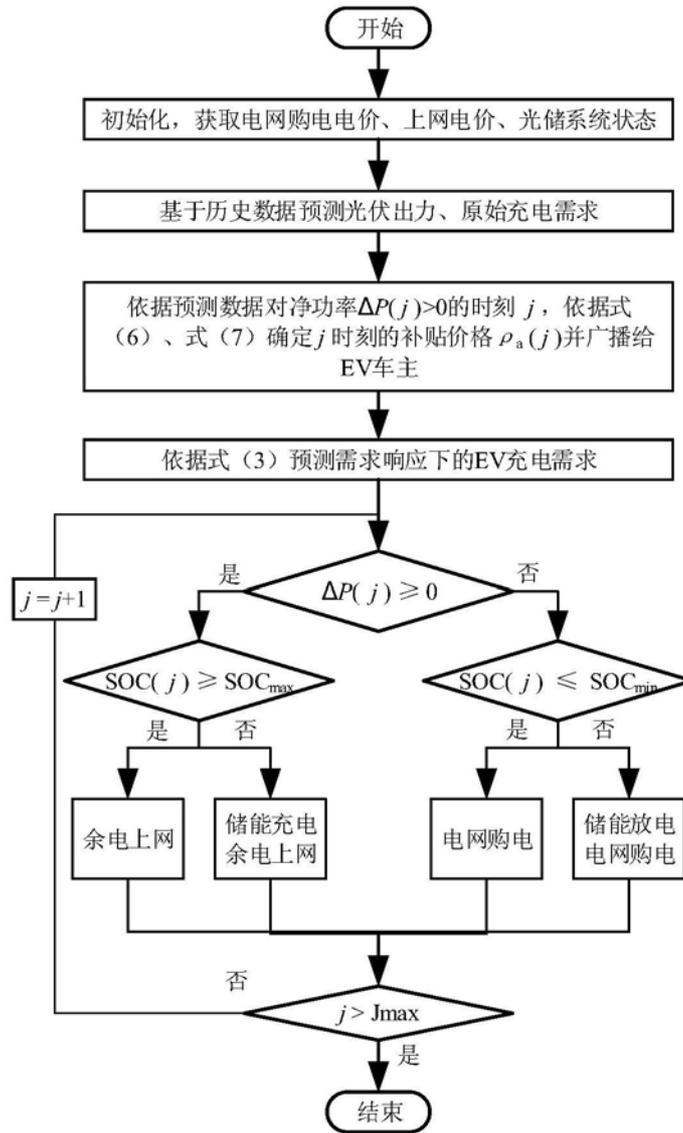


图2

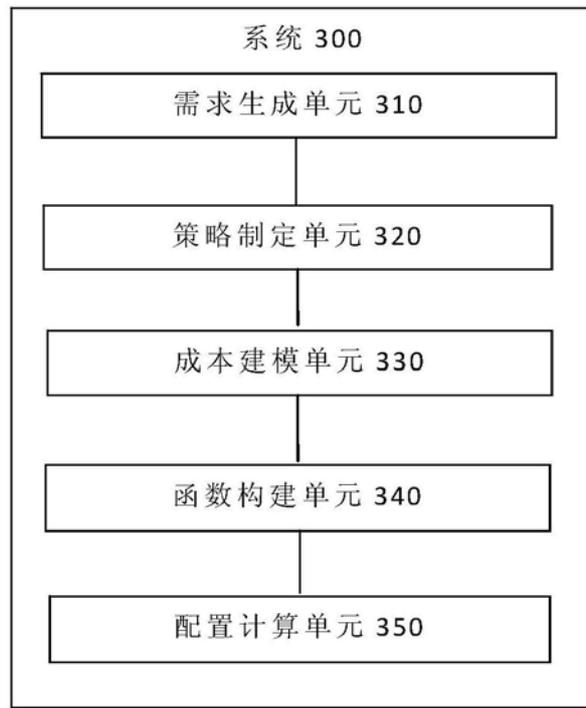


图3

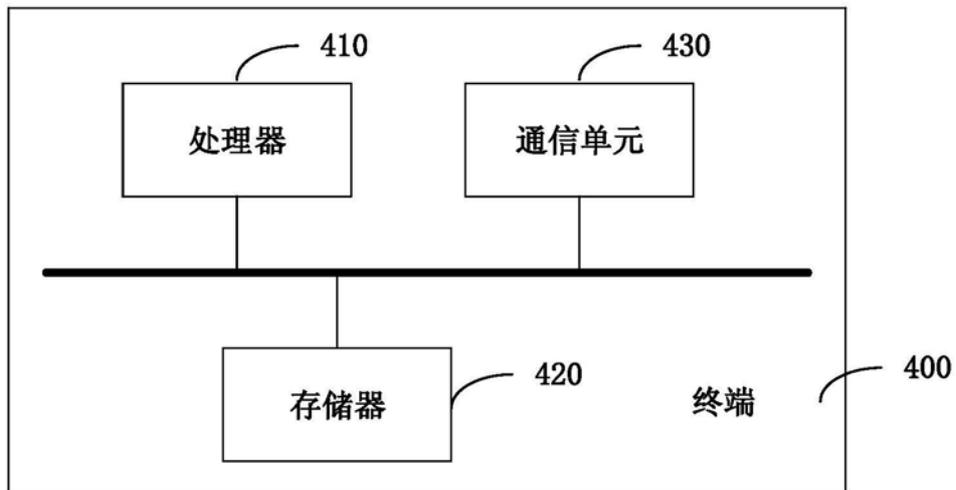


图4