



(21) 申请号 202410262350.9

(22) 申请日 2024.03.07

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118198599 A

(43) 申请公布日 2024.06.14

(73) 专利权人 青海民泰能源工程有限公司

地址 810016 青海省西宁市城北区生物科技产业园区经四路22号创新创业大厦1403(1-4)室

(72) 发明人 徐超 李永福 张籍 顾豹

(74) 专利代理机构 北京中创云知识产权代理事

务所(普通合伙) 11837

专利代理师 龙明涛

(51) Int. Cl.

H01M 10/633 (2014.01)

H01M 10/627 (2014.01)

H01M 10/615 (2014.01)

H01M 10/48 (2006.01)

H01M 10/63 (2014.01)

H02J 3/32 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 116845433 A, 2023.10.03

审查员 张旭

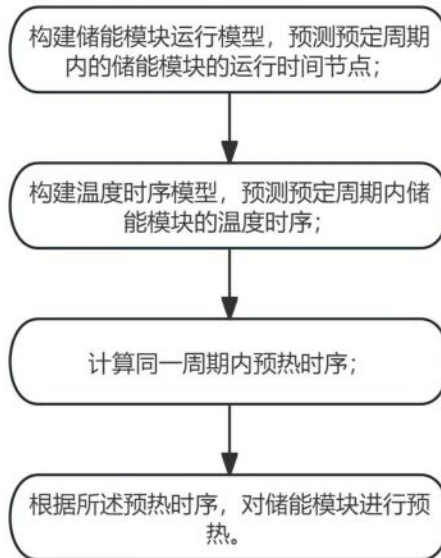
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种光储一体化储能电站控制方法及系统

(57) 摘要

本发明涉及光伏电站技术领域,具体涉及一种光储一体化储能电站控制方法及系统,包括:构建储能模块运行模型,预测一个周期内储能模块的运行时间节点;构建温度时序模型,预测一个周期内储能模块的温度时序;根据同个周期内储能模块的运行时间节点、储能模块的温度时序和预设的温度理想值,计算同个周期内预热时序;根据预热时序,启动预热。本发明根据同个周期内储能模块的运行时间节点、温度时序以及预设的温度理想值,能够精确计算同个周期内的预热时序,既避免了过早预热造成的能源浪费,又确保了储能模块在需要时能够达到最佳工作状态,提高了系统的能源利用效率和运行经济性。



1. 一种光储一体化储能电站控制方法,其特征在于,包括:

构建储能模块运行模型,基于所述储能模块运行模型预测预定周期内储能模块的运行时间节点;

构建温度时序模型,基于所述温度时序模型预测预定周期内储能模块的温度时序;

根据同一周期内储能模块的运行时间节点、储能模块的温度时序和预设的温度理想值,计算同一周期内预热时序;

根据所述预热时序,对储能模块进行预热;

其中,所述储能模块运行模型包括第一运行模型,所述第一运行模型用于预测光伏发电量:

$$E = H \times \frac{P_{az}}{E_{sc}} \times \eta \times (1 - Losses) \times t_{sun}$$

其中,E表示光伏发电量,H表示辐照量, P_{az} 表示装机容量, E_{sc} 表示STC条件下的辐照度,Losses表示系统损耗, t_{sun} 表示一个周期内日照时间。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,利用以下公式计算辐照量:

$$H = H_b R_b + H_d \left[\frac{H_b}{H_w} R_b + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{H_b}{H_w} \right) (1 + \cos \beta) \right]$$

其中,H表示辐照量, H_b 表示水平面直射辐照量, H_d 表示水平面散射辐照量, R_b 光伏组件表面与水平面太阳直射辐照量之比, β 表示光伏组件与水平面的倾斜角度, H_w 表示大气层外水平面太阳辐照量。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述储能模块运行模型包括第二运行模型,所述第二运行模型用于预测用电需求:

$$D(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_{hist}(t-i)$$

其中, $D(t)$ 表示在t时间点的预测用电需求, $D_{hist}(t-i)$ 表示在过去t-i时间点的历史用电需求,N表示历史数据点的数量。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述运行时间节点包括储能模块开始充电时间节点和储能模块开始放电时间节点,所述预测预定周期内储能模块的运行时间节点包括:

在预定周期前的预定时刻,预测预定周期内储能模块的运行时间节点;

当所述预测的预定周期内光伏发电量大于预测的用电需求时,若当前储能模块剩余电量小于储能模块满电电量,储能模块进行充电;若当前储能模块剩余电量等于储能模块满电电量,储能模块不运行;

当所述预测的预定周期内光伏发电量等于预测的用电需求,储能模块不运行;

当所述预测的预定周期内光伏发电量小于预测的用电需求时,若储能模块剩余电量大于零,储能模块进行放电;若储能模块剩余电量等于零,储能模块不运行;

其中,所述储能模块进行充电的时间点为储能模块开始充电时间节点,所述储能模块进行放电的时间点为储能模块开始放电时间节点。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述温度时序模型包括:

$$m \cdot c_p \cdot \frac{dT_m}{dt} = Q_{in} - h_c \cdot A \cdot (T_m - T_{amb})$$

其中, m 表示储能模块的质量, c_p 表示储能模块的比热容, $\frac{dT_m}{dt}$ 表示储能模块温度随时间的变化率, Q_{in} 表示储能模块内部产生的热量, h_c 表示对流热传递系数, A 表示储能模块与环境进行热交换的表面积, T_m 表示储能模块温度, T_{amb} 表示环境温度。

6. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 根据同一周期内储能模块的运行时间节点、储能模块的温度时序和预设的温度理想值, 计算同一周期内预热时序包括:

同一周期内, 根据储能模块的运行时间节点比较储能模块的温度与预设的温度理想值的大小;

若储能模块的温度小于预设的温度理想值, 计算达到预设的温度理想值所需的预热时间;

若储能模块的温度大于等于预设的温度理想值, 则不进行预热。

7. 根据权利要求6所述的方法, 其特征在于, 计算达到预设的温度理想值所需的预热时间包括:

$$t_{preheat} = \frac{m \cdot c_p \cdot (T_{target} - T_{initial})}{P}$$

其中, $t_{preheat}$ 表示预热时间, m 表示储能模块的质量, c_p 表示储能模块的比热容, T_{target} 表示预设的温度理想值, $T_{initial}$ 表示储能模块的温度, P 表示加热功率。

8. 一种光储一体化储能电站控制系统, 其特征在于, 包括:

第一预测模块: 构建储能模块运行模型, 基于所述储能模块运行模型预测预定周期内储能模块的运行时间节点;

第二预测模块: 构建温度时序模型, 基于所述温度时序模型预测预定周期内储能模块的温度时序;

计算模块: 根据同一周期内储能模块的运行时间节点、储能模块的温度时序和预设的温度理想值, 计算同一周期内预热时序;

预热模块: 根据所述预热时序, 对储能模块进行预热;

所述第一预测模块中的储能模块运行模型包括第一运行模型, 所述第一运行模型用于预测光伏发电量:

$$E = H \times \frac{P_{az}}{E_{sc}} \times \eta \times (1 - Losses) \times t_{sun}$$

其中, E 表示光伏发电量, H 表示辐照量, P_{az} 表示装机容量, E_{sc} 表示STC条件下的辐照度, $Losses$ 表示系统损耗, t_{sun} 表示一个周期内日照时间。

一种光储一体化储能电站控制方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及光伏电站技术领域,具体涉及一种光储一体化储能电站控制方法及系统。

背景技术

[0002] 随着全球能源结构的转变和对可再生能源需求的日益增长,光伏发电作为一种清洁、可持续的能源形式,在全球范围内得到了广泛应用。然而,高寒地区特殊的气候条件,如低温和长时间的冰雪覆盖,对光伏电站的运行和维护提出了严峻挑战。

[0003] 在高寒地区,光伏电站面临着光照时间短、强度弱以及温度低导致的发电效率下降等问题。同时,储能系统作为平衡电网负荷、保障供电稳定性的重要组成部分,在高寒环境下也面临着电池容量衰减、充放电效率降低等难题。

发明内容

[0004] (一)发明目的

[0005] 本发明的目的是提供一种能让光储一体化储能电站的储能模块在高寒地区正常使用的光储一体化储能电站控制方法及系统。

[0006] (二)技术方案

[0007] 为解决上述问题,本发明提供了一种光储一体化储能电站控制方法,包括:构建储能模块运行模型,基于所述储能模块运行模型预测预定周期内储能模块的运行时间节点;

[0008] 构建温度时序模型,基于所述温度时序模型预测预定周期内储能模块的温度时序;

[0009] 根据同一周期内储能模块的运行时间节点、储能模块的温度时序和预设的温度理想值,计算同一周期内预热时序;

[0010] 根据所述预热时序,对储能模块进行预热。

[0011] 本发明的另一方面,优选地,所述储能模块运行模型包括第一运行模型,所述第一运行模型用于预测光伏发电量:

$$[0012] \quad E = H \times \frac{P_{az}}{E_{sc}} \times \eta \times (1 - Losses) \times t_{sun}$$

[0013] 其中,E表示光伏发电量,H表示辐照量, P_{az} 表示装机容量, E_{sc} 表示STC条件下的辐照度,Losses表示系统损耗, t_{sun} 表示一个周期内日照时间。

[0014] 本发明的另一方面,优选地,利用以下公式计算辐照量:

$$[0015] \quad H = H_b R_b + H_d \left[\frac{H_b}{H_w} R_b + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{H_b}{H_w} \right) (1 + \cos \beta) \right]$$

[0016] 其中,H表示辐照量, H_b 表示水平面直射辐照量, H_d 表示水平面散射辐照量, R_b 光伏组件表面与水平面太阳直射辐照量之比, β 表示光伏组件与水平面的倾斜角度, H_w 表示大气层外水平面太阳辐照量。

[0017] 本发明的另一方面,优选地,所述储能模块运行模型包括第二运行模型,所述第二运行模型用于预测用电需求:

$$[0018] \quad D(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_{hist}(t-i)$$

[0019] 其中, $D(t)$ 表示在 t 时间点的预测用电需求, $D_{hist}(t-i)$ 表示在过去 $t-i$ 时间点的历史用电需求, N 表示历史数据点的数量。

[0020] 本发明的另一方面,优选地,所述运行时间节点包括储能模块开始充电时间节点和储能模块开始放电时间节点,所述预测预定周期内储能模块的运行时间节点包括:

[0021] 在预定周期前的预定时刻,预测预定周期内储能模块的运行时间节点;

[0022] 当所述预测的预定周期内光伏发电量大于预测的用电需求时,若当前储能模块剩余电量小于储能模块满电电量,储能模块进行充电;若当前储能模块剩余电量等于储能模块满电电量,储能模块不运行;

[0023] 当所述预测的预定周期内光伏发电量等于预测的用电需求,储能模块不运行;

[0024] 当所述预测的预定周期内光伏发电量小于预测的用电需求时,若储能模块剩余电量大于零,储能模块进行放电;若储能模块剩余电量等于零,储能模块不运行;

[0025] 其中,所述储能模块进行充电的时间点为储能模块开始充电时间节点,所述储能模块进行放电的时间点为储能模块开始放电时间节点。

[0026] 本发明的另一方面,优选地,所述温度时序模型包括:

$$[0027] \quad m \cdot c_p \cdot \frac{dT_m}{dt} = Q_{in} - h_c \cdot A \cdot (T_m - T_{amb})$$

[0028] 其中, m 表示储能模块的质量, c_p 表示储能模块的比热容, $\frac{dT_m}{dt}$ 表示储能模块温度随时间的变化率, Q_{in} 表示储能模块内部产生的热量, h_c 表示对流热传递系数, A 表示储能模块与环境进行热交换的表面积, T_m 表示储能模块温度, T_{amb} 表示环境温度。

[0029] 本发明的另一方面,优选地,根据同一周期内储能模块的运行时间节点、储能模块的温度时序和预设的温度理想值,计算同一周期内预热时序包括:

[0030] 同一周期内,根据储能模块的运行时间节点比较储能模块的温度与预设的温度理想值的大小;

[0031] 若储能模块的温度小于预设的温度理想值,计算达到预设的温度理想值所需的预热时间;

[0032] 若储能模块的温度大于等于预设的温度理想值,则不进行预热。

[0033] 本发明的另一方面,优选地,计算达到预设的温度理想值所需的预热时间包括:

$$[0034] \quad t_{preheat} = \frac{m \cdot c_p \cdot (T_{target} - T_{initial})}{P}$$

[0035] 其中, $t_{preheat}$ 表示预热时间, m 表示储能模块的质量, c_p 表示储能模块的比热容, T_{target} 表示预设的温度理想值, $T_{initial}$ 表示储能模块的温度, P 表示加热功率。

[0036] 本发明的另一方面,优选地,一种光储一体化储能电站控制系统,包括:

[0037] 第一预测模块:构建储能模块运行模型,基于所述储能模块运行模型预测预定周期内储能模块的运行时间节点;

[0038] 第二预测模块:构建温度时序模型,基于所述温度时序模型预测预定周期内储能模块的温度时序;

[0039] 计算模块:根据同一周期内储能模块的运行时间节点、储能模块的温度时序和预设的温度理想值,计算同一周期内预热时序;

[0040] 预热模块:根据所述预热时序,对储能模块进行预热。

[0041] 本发明的另一方面,优选地,所述第一预测模块中的储能模块运行模型包括第一运行模型,所述第一运行模型用于预测光伏发电量:

$$[0042] \quad E = H \times \frac{P_{az}}{E_{sc}} \times \eta \times (1 - Losses) \times t_{sun}$$

[0043] 其中,E表示光伏发电量,H表示辐照量, P_{az} 表示装机容量, E_{sc} 表示STC条件下的辐照度,Losses表示系统损耗, t_{sun} 表示一个周期内日照时间。

[0044] (三)有益效果

[0045] 本发明的上述技术方案具有如下有益的技术效果:

[0046] 本发明通过构建储能模块运行模型,能够准确预测一个周期内储能模块的运行时间节点。这使得系统能够提前了解储能模块的工作状态,从而合理安排预热时间,确保储能模块在需要时能够迅速投入运行,提高了整个系统的响应速度和运行效率;

[0047] 通过构建温度时序模型,能够预测一个周期内储能模块的温度变化。这一功能对于高寒地区尤为重要,因为低温会显著影响储能模块的性能和寿命。通过提前了解温度时序,系统可以在必要时启动预热,确保储能模块始终工作在最佳温度范围内,从而延长了储能模块的使用寿命并提高了其性能稳定性;

[0048] 根据同个周期内储能模块的运行时间节点、温度时序以及预设的温度理想值,本发明能够精确计算同个周期内的预热时序。既避免了过早预热造成的能源浪费,又确保了储能模块在需要时能够达到最佳工作状态。这种智能化的预热控制策略显著提高了系统的能源利用效率和运行经济性。

附图说明

[0049] 图1是本发明一个实施例的整体流程图;

[0050] 图2是本发明一个实施例的整体结构示意图。

具体实施方式

[0051] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明了,下面结合具体实施方式并参照附图,对本发明进一步详细说明。应该理解,这些描述只是示例性的,而并非要限制本发明的范围。此外,在以下说明中,省略了对公知结构和技术的描述,以避免不必要地混淆本发明的概念。

[0052] 显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0053] 此外,下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0054] 实施例一

[0055] 一种光储一体化储能电站控制方法,图2是本发明一个实施例的整体结构示意图,如图2所示,光储一体化储能电站包括光伏模块、储能模块和加热模块,光伏模块采集太阳能,进行光伏发电,将电能通过电网输送给用户,当光伏发电量大于用户需求时,将多余的电能通过储能模块进行存储,当光伏发电量小于用户需求时,储能模块将存储的电量通过电网输送给用户,加热模块用于对储能模块进行加热,图1示出了本发明一个实施例的整体流程图,如图1所示,包括:

[0056] 构建储能模块运行模型,基于所述储能模块运行模型预测预定周期内储能模块的运行时间节点;此处不限制构建储能模块运行模型的具体内容,可选的,可以根据储能模块的充放电历史、电压、电流、温度等关键参数的历史记录进行预测,也可以根据如当前的光照强度、温度、风速等进行预测,也可以根据电站的运行策略,如调度计划、电价信息等,进行预测,可选的,本实施例中,所述储能模块运行模型包括第一运行模型,所述第一运行模型用于预测光伏发电量:

$$[0057] \quad E = H \times \frac{P_{az}}{E_{sc}} \times \eta \times (1 - Losses) \times t_{sun}$$

[0058] 其中,E表示光伏发电量,H表示辐照量, P_{az} 表示装机容量, E_{sc} 表示STC条件下的辐照度,Losses表示系统损耗, t_{sun} 表示一个周期内日照时间;

[0059] 其中,利用以下公式计算辐照量:

$$[0060] \quad H = H_b R_b + H_d \left[\frac{H_b}{H_w} R_b + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{H_b}{H_w} \right) (1 + \cos \beta) \right]$$

[0061] 其中,H表示辐照量, H_b 表示水平面直射辐照量, H_d 表示水平面散射辐照量, R_b 光伏组件表面与水平面太阳直射辐照量之比, β 表示光伏组件与水平面的倾斜角度, H_w 表示大气层外水平面太阳辐照量。

[0062] 所述储能模块运行模型包括第二运行模型,所述第二运行模型用于预测用电需求:

$$[0063] \quad D(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_{hist}(t-i)$$

[0064] 其中, $D(t)$ 表示在t时间点的预测用电需求, $D_{hist}(t-i)$ 表示在过去t-i时间点的历史用电需求,N表示历史数据点的数量。

[0065] 所述运行时间节点包括储能模块开始充电时间节点和储能模块开始放电时间节点,所述预测预定周期内储能模块的运行时间节点包括:

[0066] 在预定周期前的预定时刻,预测预定周期内储能模块的运行时间节点,该预定时刻与预定周期间隔一预定时间段;不限制该预定时间段的时长,可选的,该预定时间段的时长大于储能模块通常所需的预热时间;

[0067] 当所述预测的预定周期内光伏发电量大于预测的用电需求时,若当前储能模块剩余电量小于储能模块满电电量,储能模块进行充电;若当前储能模块剩余电量等于储能模块满电电量,储能模块不运行;

[0068] 当所述预测的预定周期内光伏发电量等于预测的用电需求,储能模块不运行;

[0069] 当所述预测的预定周期内光伏发电量小于预测的用电需求时,若储能模块剩余电量大于零,储能模块进行放电;若储能模块剩余电量等于零,储能模块不运行;

[0070] 其中,所述储能模块进行充电的时间点为储能模块开始充电时间节点,所述储能模块进行放电的时间点为储能模块开始放电时间节点。

[0071] 剩余电量可以通过显示模块进行读取,本发明不限定剩余电量的具体计算方式;本发明通过构建储能模块运行模型,能够准确预测一个周期内储能模块的运行时间节点。这使得系统能够提前了解储能模块的工作状态,从而合理安排预热时间,确保储能模块在需要时能够迅速投入运行,提高了整个系统的响应速度和运行效率;

[0072] 构建温度时序模型,基于所述温度时序模型预测预定周期内储能模块的温度时序;对于高寒地区而言,温度的剧烈波动对储能模块的性能和寿命有着显著影响,此处不限制所述温度时序模型的具体内容,可选的,可以通过储能模块在不同时间点的温度记录,这些数据反映了模块的热行为和与外界环境的交互;也可以根据环境温度、风速、太阳辐射进行计算,可选的,本实施例中,所述温度时序模型包括:

$$[0073] \quad m \cdot c_p \cdot \frac{dT_m}{dt} = Q_{in} - h_c \cdot A \cdot (T_m - T_{amb})$$

[0074] 其中, m 表示储能模块的质量, c_p 表示储能模块的比热容, $\frac{dT_m}{dt}$ 表示储能模块温度随时间的变化率, Q_{in} 表示储能模块内部产生的热量, h_c 表示对流热传递系数, A 表示储能模块与环境进行热交换的表面积, T_m 表示储能模块温度, T_{amb} 表示环境温度。

[0075] 通过构建温度时序模型,能够预测一个周期内储能模块的温度变化。这一功能对于高寒地区尤为重要,因为低温会显著影响储能模块的性能和寿命。通过提前了解温度时序,系统可以在必要时启动预热,确保储能模块始终工作在最佳温度范围内,从而延长了储能模块的使用寿命并提高了其性能稳定性;

[0076] 根据同一周期内储能模块的运行时间节点、储能模块的温度时序和预设的温度理想值,计算同一周期内预热时序;此处不限制预设的温度理想值的具体内容,可选的,可以是一个定值,也可以是一个范围,温度理想值可以根据实时数据,如环境温度、模块工作状态、电站负荷等进行动态调整。例如,在环境温度极低的情况下,系统可能会自动提高温度理想值以确保储能模块的正常运行;

[0077] 此处也不限制计算同个周期内预热时序的具体内容,可选的,本实施例中,根据同一周期内储能模块的运行时间节点、储能模块的温度时序和预设的温度理想值,计算同一周期内预热时序包括:

[0078] 同一周期内,根据储能模块的运行时间节点比较储能模块的温度与预设的温度理想值的大小;

[0079] 若储能模块的温度小于预设的温度理想值,计算达到预设的温度理想值所需的预热时间;

[0080] 若储能模块的温度大于等于预设的温度理想值,则不进行预热。

[0081] 进一步的,本实施例中,计算达到预设的温度理想值所需的预热时间包括:

$$[0082] \quad t_{\text{preheat}} = \frac{m \cdot c_p \cdot (T_{\text{target}} - T_{\text{initial}})}{P}$$

[0083] 其中, t_{preheat} 表示预热时间, m 表示储能模块的质量, c_p 表示储能模块的比热容, T_{target} 表示预设的温度理想值, T_{initial} 表示储能模块的温度, P 表示加热功率。

[0084] 根据所述预热时序, 对储能模块进行预热。

[0085] 本实施例中, 若预设周期为1个小时, 一预设时刻为预设周期前一个小时, 假设在上午十点预测上午十一点的情况, 此处也可以是十点预测十一点、十一点半, 多个时间节点的情况。此处预测十一点的一个时间节点, 上午十点时利用第一运行模型预测光伏发电量, 利用第二运行模型预测用电需求, 比较两者大小, 若预测的十一点的光伏发电量大于十一点的用电需求, 且当前储能模块不满电, 储能模块进行充电; 若当前储能模块满电, 储能模块不运行;

[0086] 当预测的十一点的光伏发电量等于十一点的用电需求, 储能模块不运行;

[0087] 当预测的十一点的光伏发电量小于十一点的用电需求时, 若储能模块剩余电量大于零, 储能模块进行放电; 若储能模块剩余电量等于零, 储能模块不运行;

[0088] 若判断得到十一点储能模块需要运行, 则根据温度时序模型预测的十一点的储能模块的温度, 判断是不是要进行预热, 假设预设的温度理想值为10度, 若预测的十一点的储能模块的温度低于10度, 要进行预热, 计算同一周期内预热时序, 即计算达到预设的温度理想值所需的预热时间, 若计算结果为20分钟, 则在十点四十的时候加热模块对储能模块进行预热, 确保十一点的时候储能模块能够正常使用。

[0089] 本实施例中根据同个周期内储能模块的运行时间节点、温度时序以及预设的温度理想值, 本发明能够精确计算同个周期内的预热时序。既避免了过早预热造成的能源浪费, 又确保了储能模块在需要时能够达到最佳工作状态。这种智能化的预热控制策略显著提高了系统的能源利用效率和运行经济性。

[0090] 实施例二

[0091] 一种光储一体化储能电站控制系统, 包括:

[0092] 第一预测模块: 构建储能模块运行模型, 基于所述储能模块运行模型预测预定周期内储能模块的运行时间节点;

[0093] 所述储能模块运行模型包括第一运行模型, 所述第一运行模型用于预测光伏发电量:

$$[0094] \quad E = H \times \frac{P_{\text{az}}}{E_{\text{sc}}} \times \eta \times (1 - \text{Losses}) \times t_{\text{sun}}$$

[0095] 其中, E 表示光伏发电量, H 表示辐照量, P_{az} 表示装机容量, E_{sc} 表示STC条件下的辐照度, Losses 表示系统损耗, t_{sun} 表示一个周期内日照时间;

[0096] 利用以下公式计算辐照量:

$$[0097] \quad H = H_b R_b + H_d \left[\frac{H_b}{H_w} R_b + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{H_b}{H_w} \right) (1 + \cos \beta) \right]$$

[0098] 其中, H 表示辐照量, H_b 表示水平面直射辐照量, H_d 表示水平面散射辐照量, R_b 光伏组件表面与水平面太阳直射辐照量之比, β 表示光伏组件与水平面的倾斜角度, H_w 表示大气层外水平面太阳辐照量。

[0099] 所述储能模块运行模型包括第二运行模型, 所述第二运行模型用于预测用电需

求：

$$[0100] \quad D(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_{hist}(t-i)$$

[0101] 其中, $D(t)$ 表示在 t 时间点的预测用电需求, $D_{hist}(t-i)$ 表示在过去 $t-i$ 时间点的历史用电需求, N 表示历史数据点的数量。

[0102] 所述运行时间节点包括储能模块开始充电时间节点和储能模块开始放电时间节点, 所述预测预定周期内储能模块的运行时间节点包括：

[0103] 预测预定周期内储能模块的运行时间节点的时间为在预定周期前的一预定时刻；

[0104] 当所述预测的预定周期内光伏发电量大于预测的用电需求时, 若当前储能模块剩余电量小于储能模块满电电量, 储能模块进行充电；若当前储能模块剩余电量等于储能模块满电电量, 储能模块不运行；

[0105] 当所述预测的预定周期内光伏发电量等于预测的用电需求, 储能模块不运行；

[0106] 当所述预测的预定周期内光伏发电量小于预测的用电需求时, 若储能模块剩余电量大于零, 储能模块进行放电；若储能模块剩余电量等于零, 储能模块不运行；

[0107] 其中, 所述储能模块进行充电的时间点为储能模块开始充电时间节点, 所述储能模块进行放电的时间点为储能模块开始放电时间节点。

[0108] 第二预测模块：构建温度时序模型, 基于所述温度时序模型预测预定周期内储能模块的温度时序；

[0109] 所述温度时序模型包括：

$$[0110] \quad m \cdot c_p \cdot \frac{dT_m}{dt} = Q_{in} - h_c \cdot A \cdot (T_m - T_{amb})$$

[0111] 其中, m 表示储能模块的质量, c_p 表示储能模块的比热容, $\frac{dT_m}{dt}$ 表示储能模块温度随时间的变化率, Q_{in} 表示储能模块内部产生的热量, h_c 表示对流热传递系数, A 表示储能模块与环境进行热交换的表面积, T_m 表示储能模块温度, T_{amb} 表示环境温度。

[0112] 计算模块：根据同一周期内储能模块的运行时间节点、储能模块的温度时序和预设的温度理想值, 计算同一周期内预热时序；

[0113] 包括：

[0114] 同一周期内, 根据储能模块的运行时间节点比较储能模块的温度与预设的温度理想值的大小；

[0115] 若储能模块的温度小于预设的温度理想值, 计算达到预设的温度理想值所需的预热时间；

[0116] 若储能模块的温度大于等于预设的温度理想值, 则不进行预热。

[0117] 计算达到预设的温度理想值所需的预热时间包括：

$$[0118] \quad t_{preheat} = \frac{m \cdot c_p \cdot (T_{target} - T_{initial})}{P}$$

[0119] 其中, $t_{preheat}$ 表示预热时间, m 表示储能模块的质量, c_p 表示储能模块的比热容, T_{target} 表示预设的温度理想值, $T_{initial}$ 表示储能模块的温度, P 表示加热功率。

[0120] 预热模块：根据所述预热时序, 对储能模块进行预热。

[0121] 应当理解的是,本发明的上述具体实施方式仅仅用于示例性说明或解释本发明的原理,而不构成对本发明的限制。因此,在不偏离本发明的精神和范围的情况下所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。此外,本发明所附权利要求旨在涵盖落入所附权利要求范围和边界、或者这种范围和边界的等同形式内的全部变化和修改例。

[0122] 以上参照本发明的实施例对本发明予以了说明。但是,这些实施例仅仅是为了说明的目的,而并非为了限制本发明的范围。本发明的范围由所附权利要求及其等价物限定。不脱离本发明的范围,本领域技术人员可以做出多种替换和修改,这些替换和修改都应落在本发明的范围之内。

[0123] 尽管已经详细描述了本发明的实施方式,但是应该理解的是,在不偏离本发明的精神和范围的情况下,可以对本发明的实施方式做出各种改变、替换和变更。

[0124] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

[0125] 本领域内的技术人员应明白,本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本发明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,本发明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。

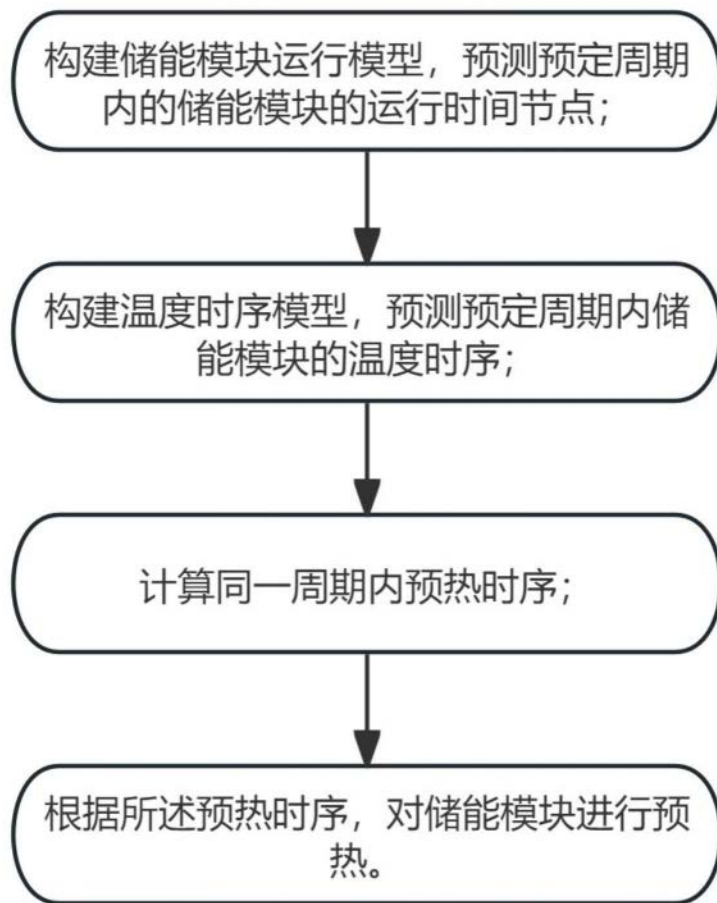


图1

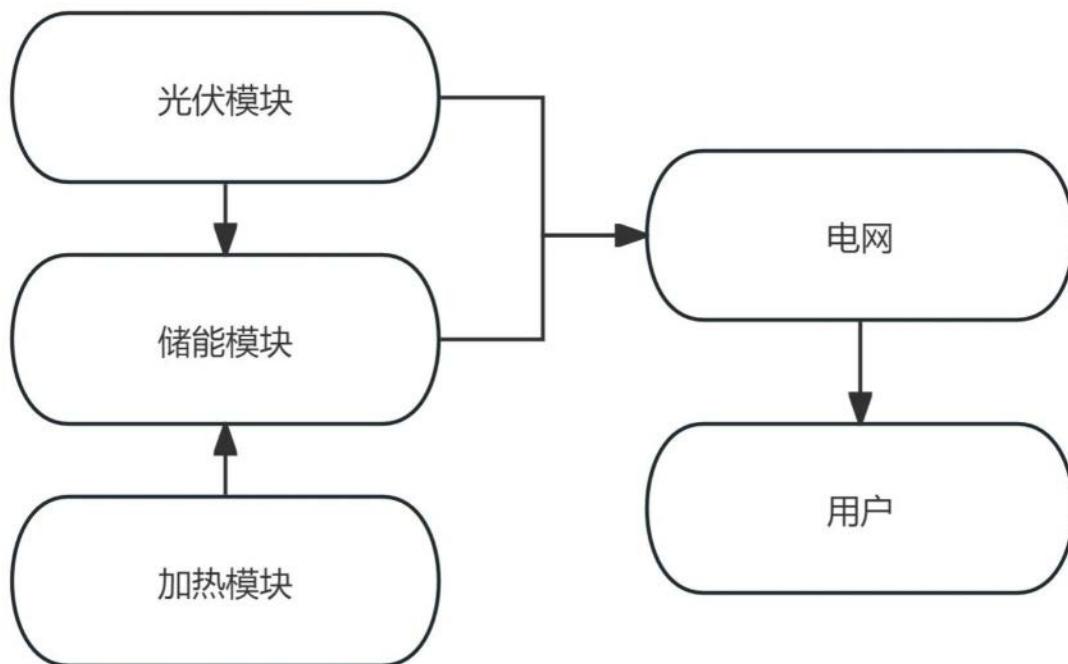


图2