



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110034570 B

(45) 授权公告日 2021.06.11

(21) 申请号 201910409220.2

(22) 申请日 2019.05.16

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110034570 A

(43) 申请公布日 2019.07.19

(73) 专利权人 阳光电源股份有限公司
地址 230088 安徽省合肥市高新区习友路
1699号

(72) 发明人 刘兴 翁捷 闫永刚

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 王宝筠

(51) Int. Cl.

H02J 3/28 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 203299873 U, 2013.11.20

CN 105552970 A, 2016.05.04

CN 107093911 A, 2017.08.25

审查员 张江园

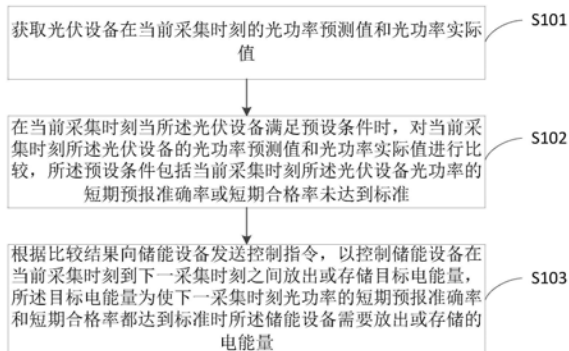
权利要求书3页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

储能设备的控制方法、装置及光伏电站

(57) 摘要

本发明提供了一种储能设备的控制方法,获取光伏设备在当前采集时刻的光功率预测值和光功率实际值;在当前采集时刻当光伏设备满足预设条件时,对当前采集时刻光伏设备的光功率预测值和光功率实际值进行比较,预设条件包括当前采集时刻光伏设备光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准;根据比较结果向储能设备发送控制指令,以控制储能设备在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出或存储目标电能量,目标电能量为使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要放出或存储的电能量。本发明还公开了一种光伏电站,包括储能设备、光伏设备和用于执行上述储能设备的控制方法的控制器。



1. 一种储能设备的控制方法,其特征在于,包括:

获取光伏设备在当前采集时刻的光功率预测值和光功率实际值;

在当前采集时刻当所述光伏设备满足预设条件时,对当前采集时刻所述光伏设备的光功率预测值和光功率实际值进行比较,所述预设条件包括当前采集时刻所述光伏设备光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准;

根据比较结果向储能设备发送控制指令,以控制储能设备在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出或存储目标电能量,所述目标电能量为使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要放出或存储的电能量;

具体的,当所述光伏设备在当前采集时刻的光功率实际值小于光功率预测值时,计算使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时光伏电站需要输出的最小光功率实际值;

获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

对所述光伏设备在历史采集时刻和当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值;

计算所述最小光功率实际值与所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值之间的差值,计算该差值与所述储能设备的充放电效率的比值,并计算当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与该比值的乘积,得到使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量;

向所述储能设备发送携带有所述目标电磁量的放电控制指令。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述预设条件还包括所述光伏设备在当前采集时刻发生故障。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,当所述光伏设备在当前采集时刻发生故障时,所述计算使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量,包括:

获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

对所述光伏设备在历史采集时刻和当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值;

计算所述光伏设备中未发生故障容量占总装机容量的比例值与下一采集时刻的光功率估计值的乘积,得到所述光伏设备在下一采集时刻的有效光功率估计值;

计算所述最小光功率实际值与所述光伏设备在下一采集时刻的有效光功率估计值之间的差值,计算该差值与所述储能设备的充放电效率的比值,并计算当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与该比值的乘积,得到使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据比较结果向储能设备发送控制指令,包括:

当所述光伏设备在当前采集时刻的光功率实际值大于光功率预测值时,计算使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时光伏电站需要输出的最大光功率实际值;

计算使光伏电站输出所述最大光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下

一采集时刻之间存储的目标电能量；

向所述储能设备发送携带有所述目标电能量的充电控制指令。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述计算使光伏电站输出所述最大光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间存储的目标电能量,包括:

获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

对所述光伏设备在历史采集时刻和所述当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算下一采集时刻的光功率估计值;

计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值与所述最大光功率实际值之间的差值,并计算该差值、当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与所述储能设备的充放电效率的乘积,得到使光伏电站输出所述最大光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间存储的目标电能量。

6. 一种储能设备的控制装置,其特征在于,包括:

获取单元,用于获取光伏设备在当前采集时刻的光功率预测值和光功率实际值;

比较单元,用于在当前采集时刻当所述光伏设备满足预设条件时,对当前采集时刻所述光伏设备的光功率预测值和光功率实际值进行比较,所述预设条件包括当前采集时刻所述光伏设备光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准;

控制单元,用于根据比较结果向储能设备发送控制指令,以控制储能设备在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出或存储目标电能量,所述目标电能量为使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要放出或存储的电能量;

当所述光伏设备在当前采集时刻的光功率实际值小于光功率预测值时,所述控制单元,具体用于:

计算使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时光伏电站需要输出的最小光功率实际值;

获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

对所述光伏设备在历史采集时刻和当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值;

计算所述最小光功率实际值与所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值之间的差值,计算该差值与所述储能设备的充放电效率的比值,并计算当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与该比值的乘积,得到使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量;

向所述储能设备发送携带有所述目标电能量的放电控制指令。

7. 一种光伏电站,其特征在于,包括:控制器、储能设备和光伏设备;

所述控制器,用于获取光伏设备在当前采集时刻的光功率预测值和光功率实际值,在当前采集时刻当所述光伏设备满足预设条件时,对当前采集时刻所述光伏设备的光功率预测值和光功率实际值进行比较,并根据比较结果向所述储能设备发送控制指令,所述预设条件包括当前采集时刻所述光伏设备光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准;

当所述光伏设备在当前采集时刻的光功率实际值小于光功率预测值时,所述控制器,用于计算使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时光伏电站需要输出的最小光功率实际值;获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;对所

述光伏设备在历史采集时刻和当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值;计算所述最小光功率实际值与所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值之间的差值,计算该差值与所述储能设备的充放电效率的比值,并计算当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与该比值的乘积,得到使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量;向所述储能设备发送携带有所述目标电磁量的放电控制指令;

所述储能设备,用于在接收到所述控制指令后,在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出或存储目标电能量,所述目标电能量为使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要放出或存储的电能量。

8. 根据权利要求7所述的光伏电站,其特征在于,所述储能设备的储能容量为满足使所述储能设备放出最大目标电能量和存储最大目标电磁量的同时使所述储能设备的荷电状态在预设范围内的最小储能容量,其中,所述储能设备放出的最大目标电能量为在预设统计周期内为使光伏电站光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要放出的最大目标电能量,所述储能设备存储的最大目标电能量为在预设统计周期内为使光伏电站光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要存储的最大目标电能量。

储能设备的控制方法、装置及光伏电站

技术领域

[0001] 本发明涉及自动化控制技术领域,更具体的,涉及一种储能设备的控制方法、装置及光伏电站。

背景技术

[0002] 近年来,随着光伏新增装机量越来越大,并入电网的光伏发电量也越来越大,但是,由于光伏发电量不确定,所以光伏发电对电网的稳定性的冲击也越来越大。

[0003] 在实际应用中,为了降低光伏发电对电网稳定性的冲击,光伏电站需要对光伏设备的光功率进行预测,使电力系统根据预测得到的光伏设备的光功率进行电力调控。

[0004] 光功率预测系统依赖于天气预报中的气象数值,这些数值波动的不确定性影响了光功率预测的准确性,使得光伏电站向电网输出的光功率与光伏电站提供的光功率预测值存在较大误差,电力系统无法根据光伏电站提供的光功率预测值对电力进行有效调控,影响电网运行的稳定性。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种储能设备的控制方法、装置及光伏电站,通过控制储能设备的充放电,调节光伏电站实际光功率,降低光伏电站实际光功率与预测光功率之间的误差。

[0006] 为了实现上述发明目的,本发明提供的具体技术方案如下:

[0007] 一种储能设备的控制方法,包括:

[0008] 获取光伏设备在当前采集时刻的光功率预测值和光功率实际值;

[0009] 在当前采集时刻当所述光伏设备满足预设条件时,对当前采集时刻所述光伏设备的光功率预测值和光功率实际值进行比较,所述预设条件包括当前采集时刻所述光伏设备光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准;

[0010] 根据比较结果向储能设备发送控制指令,以控制储能设备在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出或存储目标电能量,所述目标电能量为使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要放出或存储的电能量。

[0011] 可选的,所述预设条件还包括所述光伏设备在当前采集时刻发生故障。

[0012] 可选的,所述根据比较结果向储能设备发送控制指令,包括:

[0013] 当所述光伏设备在当前采集时刻的光功率实际值小于光功率预测值时,计算使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时光伏电站需要输出的最小光功率实际值;

[0014] 计算使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量;

[0015] 向所述储能设备发送携带有所述目标电磁量的放电控制指令。

[0016] 可选的,所述计算使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当

前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量,包括:

[0017] 获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

[0018] 对所述光伏设备在历史采集时刻和当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值;

[0019] 计算所述最小光功率实际值与所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值之间的差值,计算该差值与所述储能设备的充放电效率的比值,并计算当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与该比值的乘积,得到使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量。

[0020] 可选的,当所述光伏设备在当前采集时刻发生故障时,所述计算使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量,包括:

[0021] 获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

[0022] 对所述光伏设备在历史采集时刻和当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值;

[0023] 计算所述光伏设备中未发生故障容量占总装机容量的比例值与下一采集时刻的光功率估计值的乘积,得到所述光伏设备在下一采集时刻的有效光功率估计值;

[0024] 计算所述最小光功率实际值与所述光伏设备在下一采集时刻的有效光功率估计值之间的差值,计算该差值与所述储能设备的充放电效率的比值,并计算当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与该比值的乘积,得到使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量。

[0025] 可选的,所述根据比较结果向储能设备发送控制指令,包括:

[0026] 当所述光伏设备在当前采集时刻的光功率实际值大于光功率预测值时,计算使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时光伏电站需要输出的最大光功率实际值;

[0027] 计算使光伏电站输出所述最大光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间存储的目标电能量;

[0028] 向所述储能设备发送携带有所述目标电能量的充电控制指令。

[0029] 可选的,所述计算使光伏电站输出所述最大光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间存储的目标电能量,包括:

[0030] 获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

[0031] 对所述光伏设备在历史采集时刻和所述当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算下一采集时刻的光功率估计值;

[0032] 计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值与所述最大光功率实际值之间的差值,并计算该差值、当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与所述储能设备的充放电效率的乘积,得到使光伏电站输出所述最大光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间存储的目标电能量。

[0033] 一种储能设备的控制装置,包括:

[0034] 获取单元,用于获取光伏设备在当前采集时刻的光功率预测值和光功率实际值;

[0035] 比较单元,用于在当前采集时刻当所述光伏设备满足预设条件时,对当前采集时

刻所述光伏设备的光功率预测值和光功率实际值进行比较,所述预设条件包括当前采集时刻所述光伏设备光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准;

[0036] 控制单元,用于根据比较结果向储能设备发送控制指令,以控制储能设备在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出或存储目标电能量,所述目标电能量为使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要放出或存储的电能量。

[0037] 可选的,所述预设条件还包括所述光伏设备在当前采集时刻发生故障。

[0038] 可选的,所述控制单元包括:

[0039] 放电控制子单元,用于当所述光伏设备在当前采集时刻的光功率实际值小于光功率预测值时,计算使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时光伏电站需要输出的最小光功率实际值;计算使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量;向所述储能设备发送携带有所述目标电能量的放电控制指令。

[0040] 可选的,所述放电控制子单元,具体用于:

[0041] 获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

[0042] 对所述光伏设备在历史采集时刻和当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值;

[0043] 计算所述最小光功率实际值与所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值之间的差值,计算该差值与所述储能设备的充放电效率的比值,并计算当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与该比值的乘积,得到使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量。

[0044] 可选的,当所述光伏设备在当前采集时刻发生故障时,所述放电控制子单元,具体用于:

[0045] 获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

[0046] 对所述光伏设备在历史采集时刻和当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值;

[0047] 计算所述光伏设备中未发生故障容量占总装机容量的比例值与下一采集时刻的光功率估计值的乘积,得到所述光伏设备在下一采集时刻的有效光功率估计值;

[0048] 计算所述最小光功率实际值与所述光伏设备在下一采集时刻的有效光功率估计值之间的差值,计算该差值与所述储能设备的充放电效率的比值,并计算当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与该比值的乘积,得到使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量。

[0049] 可选的,所述控制单元包括:

[0050] 充电控制子单元,用于当所述光伏设备在当前采集时刻的光功率实际值大于光功率预测值时,计算使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时光伏电站需要输出的最大光功率实际值;计算使光伏电站输出所述最大光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间存储的目标电能量;向所述储能设备发送携带有所述目标电能量的充电控制指令。

[0051] 可选的,所述充电控制子单元,具体用于:

- [0052] 获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值；
- [0053] 对所述光伏设备在历史采集时刻和所述当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算下一采集时刻的光功率估计值；
- [0054] 计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值与所述最大光功率实际值之间的差值,并计算该差值、当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与所述储能设备的充放电效率的乘积,得到使光伏电站输出所述最大光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间存储的目标电能量。
- [0055] 一种光伏电站,包括:控制器、储能设备和光伏设备；
- [0056] 所述控制器,用于获取光伏设备在当前采集时刻的光功率预测值和光功率实际值,在当前采集时刻当所述光伏设备满足预设条件时,对当前采集时刻所述光伏设备的光功率预测值和光功率实际值进行比较,并根据比较结果向所述储能设备发送控制指令,所述预设条件包括当前采集时刻所述光伏设备光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准；
- [0057] 所述储能设备,用于在接收到所述控制指令后,在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出或存储目标电能量,所述目标电能量为使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要放出或存储的电能量。
- [0058] 可选的,所述储能设备的储能容量为满足使所述储能设备放出最大目标电能量和存储最大目标电能量的同时使所述储能设备的荷电状态在预设范围内的最小储能容量,其中,所述储能设备放出的最大目标电能量为在预设统计周期内为使光伏电站光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要放出的最大目标电能量,所述储能设备存储的最大目标电能量为在预设统计周期内为使光伏电站光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要存储的最大目标电能量。
- [0059] 相对于现有技术,本发明的有益效果如下：
- [0060] 本发明公开的一种储能设备的控制方法,在当前时刻光伏设备满足预设条件,如当前采集时刻光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准时,通过对当前时刻光伏设备的光功率预测值和光功率实际值进行比较,根据比较结果控制储能设备在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出或存储目标电能量,以调节下一采集时刻光伏电站向电网输出的光功率实际值,从而有效降低了下一采集时刻光伏电站向电网输出的光功率实际值与光功率预测值之间的误差,电力系统可以根据光伏电站提供的光功率预测值对电力进行有效调控,保证了电网运行的稳定性。

附图说明

- [0061] 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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。
- [0062] 图1为本发明实施例公开的一种储能设备的控制方法的流程示意图；
- [0063] 图2为本发明实施例公开的另一种储能设备的控制方法的流程示意图；
- [0064] 图3为本发明实施例公开的一种储能设备的控制装置的结构示意图。

具体实施方式

[0065] 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,都属于本发明保护的范围。

[0066] 本实施例公开了一种储能设备的控制方法,应用于光伏电站中的控制器,请参阅图1,该方法具体包括以下步骤:

[0067] S101:获取光伏设备在当前采集时刻的光功率预测值和光功率实际值;

[0068] 光伏电站的光功率预测系统会依据天气预报中的气象数值对下一预设采集周期中每个采集时刻的光功率进行预测,得到每个采集时刻的光功率预测值,以预设采集周期为1天为例,1天中每隔15分钟为一个采集时刻。

[0069] S102:在当前采集时刻当所述光伏设备满足预设条件时,对当前采集时刻所述光伏设备的光功率预测值和光功率实际值进行比较,所述预设条件包括当前采集时刻所述光伏设备光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准;

[0070] 预设条件表示光伏设备所输出的光功率实际值与光功率预测值不一致,如,当前采集时刻光伏设备光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准。

[0071] 其中,光伏电站短期预报准确率大于等于85%时达到标准,短期合格率大于等于80%达到标准。以下分别为短期预报准确率的计算方法和短期合格率的计算方法:

$$[0072] \quad \text{短期预报准确率} = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |P_{Mi} - P_{Pi}|}{n \cdot Cap}\right) \times 100\%, \quad \text{短期合格率} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \times 100\%$$

$$[0073] \quad Q_i = \begin{cases} 1, & \left(1 - \frac{|P_{Mi} - P_{Pi}|}{Cap}\right) \times 100\% \geq 80\% \\ 0, & \left(1 - \frac{|P_{Mi} - P_{Pi}|}{Cap}\right) \times 100\% < 80\% \end{cases}$$

[0074] 其中, P_{Mi} 为*i*采集时刻的光功率实际值, P_{Pi} 为*i*时刻的光功率预测值, Cap 为光伏电站总装机容量, n 为样本个数。

[0075] S103:根据比较结果向储能设备发送控制指令,以控制储能设备在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出或存储目标电能量,所述目标电能量为使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要放出或存储的电能量。

[0076] 需要说明的是,当前采集时刻光伏设备的光功率预测值小于光功率实际值时,需要储能设备放电,将放电输入电网弥补光伏设备发电量的不足,使光伏电站的总体输出光功率与光功率预测值一致,当前采集时刻光伏设备的光功率预测值大于光功率实际值时,需要储能设备充电,将光伏设备输出的多余电量存储到储能设备,使光伏电站的输出光功率与光功率预测值一致。

[0077] 当前采集时刻光伏设备发生故障时,光伏设备的光功率实际值必定小于光功率预测值,光伏设备满足预设条件,需要控制储能设备放电,在此基础上,请参阅图2,本实施例公开了一种储能设备的控制方法,具体包括以下步骤:

[0078] S201:获取光伏设备在当前采集时刻的光功率预测值和光功率实际值;

[0079] S202:判断所述光伏设备在当前采集时刻是否发生故障;

[0080] 具体的,实时对光伏设备的运行状态进行监测。

[0081] 若是,执行S203:向储能设备发送控制指令,以控制储能设备在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出目标电能量;

[0082] 具体的,计算使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时光伏电站需要输出的最小光功率实际值;

[0083] 计算使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量;

[0084] 向所述储能设备发送携带有所述目标电能量的放电控制指令。

[0085] 其中,利用储能设备放电提高光伏电站实际功率时,只需使得光伏电站实际功率为能够达到标准线的最低实际功率,假设k采集时刻检测出实际光功率不足,则由储能设备供能后k+1采集时刻的光伏电站的光功率实际值 $P_{M,k+1}$ 应是如下目标规划的可行解:

$$\begin{aligned}
 [0086] \quad & \min P_{M,k+1} \\
 [0087] \quad & s.t. \begin{cases} AR_{k+1} = (1 - \frac{(\sum_{i=1}^k |P_{Mi} - P_{Pi}|) + |P_{M,k+1} - P_{P,k+1}|}{(k+1) \cdot Cap}) \times 100\% \geq 85\%, \\ PR_{k+1} = \frac{Q_{k+1} + \sum_{i=1}^k Q_i}{k+1} \times 100\% \geq 80\%, \\ Q_i = \begin{cases} 1, (1 - \frac{|P_{Mi} - P_{Pi}|}{Cap}) \times 100\% \geq 80\% \\ 0, (1 - \frac{|P_{Mi} - P_{Pi}|}{Cap}) \times 100\% < 80\% \end{cases}, \\ i = 1, 2, \dots, n, \quad k \in N^*. \end{cases}
 \end{aligned}$$

[0088] 这里, P_{Mi} 为i时刻的光功率实际值, P_{Pi} 为i时刻的光功率预测值,Cap为光伏电站总装机容量,n为总样本个数, $P_{P,k+1}$ 为k+1时刻的光功率预测值。由目标规划解法求解出可行解 $P_{M,k+1}$,则储能设备应在k+1时刻将光伏电站实际功率调节至 $P_{M,k+1}$ 。

[0089] 进一步的,当光伏设备在当前采集时刻发生故障时,获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

[0090] 对所述光伏设备在历史采集时刻和当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值;

[0091] 计算所述光伏设备中未发生故障容量占总装机容量的比例值与下一采集时刻的光功率估计值的乘积,得到所述光伏设备在下一采集时刻的有效光功率估计值;

[0092] 计算所述最小光功率实际值与所述光伏设备在下一采集时刻的有效光功率估计值之间的差值,计算该差值与所述储能设备的充放电效率的比值,并计算当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与该比值的乘积,得到使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量。其中,当光伏设备全部发生故障时,储能设备放出目标电能量使光伏电站输出最小光功率实际值,当光伏设备没有全部发生故障时,储能设备放出的目标电能量与未发生故障的光伏设备输出电能

量的和值使光伏电站输出最小光功率实际值。

[0093] 具体的,光伏设备在k+1时刻的有效光功率估计值为 $P_{F,k+1}$,以及k+2至k+m时刻的功率出力为 $P_{F,k+j}$, $j=2,\dots,m$,假设k+m时刻故障处理完毕。则储能设备在这一时段应放出的目标电能量为:

$$[0094] \quad E = \frac{\sum_{j=1}^m (P_{M,k+j} - P_{F,k+j}) \Delta t}{\eta}$$

[0095] η 是锂电池的充放电效率, Δt 是k采集时刻到k+1采集时刻之间的时长。

[0096] 若否,执行S204:判断当前采集时刻所述光伏设备光功率的短期预报准确率或短期合格率是否达到标准;

[0097] 当前采集时刻所述光伏设备光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准时,执行S205:对当前采集时刻所述光伏设备的光功率预测值和光功率实际值进行比较;

[0098] S206:根据比较结果向储能设备发送控制指令,以控制储能设备在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出或存储目标电能量。

[0099] 具体的,当所述光伏设备在当前采集时刻的光功率实际值小于光功率预测值时,计算使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时光伏电站需要输出的最小光功率实际值;

[0100] 计算使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量;

[0101] 向所述储能设备发送携带有所述目标电能量的放电控制指令。

[0102] 其中,所述计算使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量,包括:

[0103] 获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

[0104] 对所述光伏设备在历史采集时刻和当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值;

[0105] 计算所述最小光功率实际值与所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值之间的差值,计算该差值与所述储能设备的充放电效率的比值,并计算当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与该比值的乘积,得到使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量。

[0106] 具体的,k+1时刻的光功率估计值为 $P_{F,k+1}$,则储能设备应放出的目标电能量为:

$$[0107] \quad E = \frac{(P_{M,k+1} - P_{F,k+1}) \Delta t}{\eta}$$

[0108] η 是锂电池的充放电效率, Δt 是k采集时刻到k+1采集时刻之间的时长。

[0109] 当所述光伏设备在当前采集时刻的光功率实际值大于光功率预测值时,计算使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时光伏电站需要输出的最大光功率实际值;

[0110] 计算使光伏电站输出所述最大光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间存储的目标电能量;

[0111] 向所述储能设备发送携带有所述目标电能量的充电控制指令。

[0112] 其中,当光伏电站供能过剩时,光伏设备输出的光功率实际值远超过光功率预测值,则光伏电站应将过剩电能存储入储能设备中,以降低光伏电站输出的实际功率。为保证光伏电站尽可能多的将电能并入电网,则向储能设备充电后的光伏电站实际功率应为达到标准线的最高实际功率。因此,假设k采集时刻检测出实际光功率过剩,则向储能设备充电后k+1采集时刻的光伏电站的光功率实际值 $P_{M,k+1}$ 应是如下目标规划的可行解:

$$\begin{aligned}
 [0113] \quad & \max P_{M,k+1} \\
 [0114] \quad & s.t. \begin{cases} AR_{k+1} = \left(1 - \frac{(\sum_{i=1}^k |P_{Mi} - P_{Pi}|) + |P_{M,k+1} - P_{P,k+1}|}{(k+1) \cdot Cap}\right) \times 100\% \geq 85\%, \\ PR_{k+1} = \frac{Q_{k+1} + \sum_{i=1}^k Q_i}{k+1} \times 100\% \geq 80\%, \\ Q_i = \begin{cases} 1, (1 - \frac{|P_{Mi} - P_{Pi}|}{Cap}) \times 100\% \geq 80\% \\ 0, (1 - \frac{|P_{Mi} - P_{Pi}|}{Cap}) \times 100\% < 80\% \end{cases}, \\ i = 1, 2, \dots, n, \quad k \in N^*. \end{cases}
 \end{aligned}$$

[0115] 由目标规划解法求解出可行解 $P_{M,k+1}$,则向储能设备充电后在k+1采集时刻光伏电站实际功率应调节至 $P_{M,k+1}$ 。

[0116] 其中,所述计算使光伏电站输出所述最大光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间存储的目标电能量,包括:

[0117] 获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

[0118] 对所述光伏设备在历史采集时刻和所述当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算下一采集时刻的光功率估计值;

[0119] 计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值与所述最大光功率实际值之间的差值,并计算该差值、当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与所述储能设备的充放电效率的乘积,得到使光伏电站输出所述最大光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间存储的目标电能量。

[0120] 具体的,k+1采集时刻的光功率估计值为 $P_{F,k+1}$,则向储能设备充入的电能量为 $E = \eta (P_{F,k+1} - P_{M,k+1}) \Delta t$, η 是锂电池的充放电效率, Δt 是k采集时刻到k+1采集时刻之间的时长。

[0121] 本实施例公开的一种储能设备的控制方法,在当前时刻光伏设备满足预设条件,如当前采集时刻光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准时,通过对当前时刻光伏设备的光功率预测值和光功率实际值进行比较,根据比较结果控制储能设备在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出或存储目标电能量,以调节下一采集时刻光伏电站向电网输出的光功率实际值,从而有效降低了下一采集时刻光伏电站向电网输出的光功率实际值与光功率预测值之间的误差,电力系统可以根据光伏电站提供的光功率预测值对电力进行有效调控,保证了电网运行的稳定性。

[0122] 基于上述实施例公开的一种储能设备的控制方法,本实施例对应公开了一种储能设备的控制装置,设置在光伏电站的控制器中,请参阅图3,该装置包括:

[0123] 获取单元301,用于获取光伏设备在当前采集时刻的光功率预测值和光功率实际值;

[0124] 比较单元302,用于在当前采集时刻当所述光伏设备满足预设条件时,对当前采集时刻所述光伏设备的光功率预测值和光功率实际值进行比较,所述预设条件包括当前采集时刻所述光伏设备光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准;

[0125] 控制单元303,用于根据比较结果向储能设备发送控制指令,以控制储能设备在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出或存储目标电能量,所述目标电能量为使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要放出或存储的电能量。

[0126] 可选的,所述预设条件还包括所述光伏设备在当前采集时刻发生故障。

[0127] 可选的,所述控制单元303包括:

[0128] 放电控制子单元,用于当所述光伏设备在当前采集时刻的光功率实际值小于光功率预测值时,计算使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时光伏电站需要输出的最小光功率实际值;计算使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量;向所述储能设备发送携带有所述目标电磁量的放电控制指令。

[0129] 可选的,所述放电控制子单元,具体用于:

[0130] 获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

[0131] 对所述光伏设备在历史采集时刻和当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值;

[0132] 计算所述最小光功率实际值与所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值之间的差值,计算该差值与所述储能设备的充放电效率的比值,并计算当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与该比值的乘积,得到使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量。

[0133] 可选的,当所述光伏设备在当前采集时刻发生故障时,所述放电控制子单元,具体用于:

[0134] 获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

[0135] 对所述光伏设备在历史采集时刻和当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值;

[0136] 计算所述光伏设备中未发生故障容量占总装机容量的比例值与下一采集时刻的光功率估计值的乘积,得到所述光伏设备在下一采集时刻的有效光功率估计值;

[0137] 计算所述最小光功率实际值与所述光伏设备在下一采集时刻的有效光功率估计值之间的差值,计算该差值与所述储能设备的充放电效率的比值,并计算当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与该比值的乘积,得到使光伏电站输出所述最小光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出的目标电能量。

[0138] 可选的,所述控制单元303包括:

[0139] 充电控制子单元,用于当所述光伏设备在当前采集时刻的光功率实际值大于光功率预测值时,计算使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时光伏电站需要输出的最大光功率实际值;计算使光伏电站输出所述最大光功率实际值所述储

能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间存储的目标电能量;向所述储能设备发送携带有所述目标电能量的充电控制指令。

[0140] 可选的,所述充电控制子单元,具体用于:

[0141] 获取所述光伏设备在历史采集时刻的光功率实际值;

[0142] 对所述光伏设备在历史采集时刻和所述当前采集时刻的光功率实际值进行二次曲线拟合,计算下一采集时刻的光功率估计值;

[0143] 计算所述光伏设备在下一采集时刻的光功率估计值与所述最大光功率实际值之间的差值,并计算该差值、当前采集时刻与下一采集时刻之间的时长与所述储能设备的充放电效率的乘积,得到使光伏电站输出所述最大光功率实际值所述储能设备需要在当前采集时刻到下一采集时刻之间存储的目标电能量。

[0144] 本实施例公开的一种储能设备的控制装置,在当前时刻光伏设备满足预设条件,如当前采集时刻光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准时,通过对当前时刻光伏设备的光功率预测值和光功率实际值进行比较,根据比较结果控制储能设备在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出或存储目标电能量,以调节下一采集时刻光伏电站向电网输出的光功率实际值,从而有效降低了下一采集时刻光伏电站向电网输出的光功率实际值与光功率预测值之间的误差,电力系统可以根据光伏电站提供的光功率预测值对电力进行有效调控,保证了电网运行的稳定性。

[0145] 本实施例还公开了一种光伏电站,包括:控制器、储能设备和光伏设备;

[0146] 所述控制器,用于获取光伏设备在当前采集时刻的光功率预测值和光功率实际值,在当前采集时刻当所述光伏设备满足预设条件时,对当前采集时刻所述光伏设备的光功率预测值和光功率实际值进行比较,并根据比较结果向所述储能设备发送控制指令,所述预设条件包括当前采集时刻所述光伏设备光功率的短期预报准确率或短期合格率未达到标准;

[0147] 所述储能设备,用于在接收到所述控制指令后,在当前采集时刻到下一采集时刻之间放出或存储目标电能量,所述目标电能量为使下一采集时刻光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要放出或存储的电能量。

[0148] 可选的,所述储能设备的储能容量为满足使所述储能设备放出最大目标电能量和存储最大目标电能量的同时使所述储能设备的荷电状态在预设范围内的最小储能容量,其中,所述储能设备放出的最大目标电能量为在预设统计周期内为使光伏电站光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要放出的最大目标电能量,所述储能设备存储的最大目标电能量为在预设统计周期内为使光伏电站光功率的短期预报准确率和短期合格率都达到标准时所述储能设备需要存储的最大目标电能量。

[0149] 具体的,储能设备在一天内的充放电次数与电站所处的地理位置、气候环境以及电站内的设备质量有关。因此可由电站历史统计周期的数据通过仿真计算得出储能设备的充放电次数及充放电能量,进而得出合理的储能设备容量值,具体步骤如下所示:

[0150] Step1:根据光伏电站历史日实际光功率数据、光功率预测数据、气象数据、故障信息和电站设备等信息,统计出光伏电站在过去预设统计周期,如一年或者是过去两年中,设备发生故障导致光功率损失的天数为 D_1 ,去除发生故障天数后的光伏电站历史光功率实际值小于光功率预测值的天数为 D_2 ,去除发生故障天数后的光伏电站历史光功率实际值大于

光功率预测值的天数为 D_3 ;

[0151] Step2:由光伏电站设备故障台数、设备容量、故障发生时间和故障消除时间等信息,计算出故障发生的每一天储能设备应放出的电能量为 $E_{r,i}$, $i=1,\dots,D_1$;

[0152] Step3:光伏电站历史光功率实际值小于光功率预测值,导致光功率不足,计算出储能设备每天应放出的电能量为 $E_{r,j}$, $j=1,\dots,D_2$;

[0153] Step4:光伏电站历史光功率实际值大于光功率预测值,导致光功率过剩,计算出储能设备每天应存储的电能量为 $E_{c,k}$, $k=1,\dots,D_3$;

[0154] Step5:在保证利用储能技术使得光伏设备光功率的短期预报准确率且短期合格率未达到标准的情况下,并且考虑到储能设备的荷电状态SOC需保持在一定范围内,储能设备的容量 E_b 应满足如下目标规划:

[0155] $\min E_b$

$$[0156] \quad s.t. \begin{cases} \frac{\max(E_{c,k})}{E_b} \leq SOC_{\max} , \\ 1 - \frac{\max(E_{r,i}) + \max(E_{r,j})}{E_b} \geq SOC_{\min} . \end{cases}$$

[0157] 求解该目标规划问题得出合理的储能设备容量值,及最小储能容量值。

[0158] 本实施例公开的光伏电站,计算预设统计周期内光功率实际值小于光功率预测值时的储能设备放出的电能量,以及光功率实际值大于光功率预测值时的储能设备存储的电能量,并依据预设统计周期内储能设备放出的电能量和储能设备存储的电能量,计算使储能设备的荷电状态在预设范围内的最小储能容量,使光伏电站可以依据该最小储能容量合理设置储能设备,在光功率实际值小于光功率预测值时控制储能设备放出相应电能量,并在光功率实际值大于光功率预测值时控制储能设备存储相应电能量,储能设备的最小储能容量不仅满足光伏电站为保证光功率预测准确率而对储能设备进行充放电控制的需求,还能降低储能成本。

[0159] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

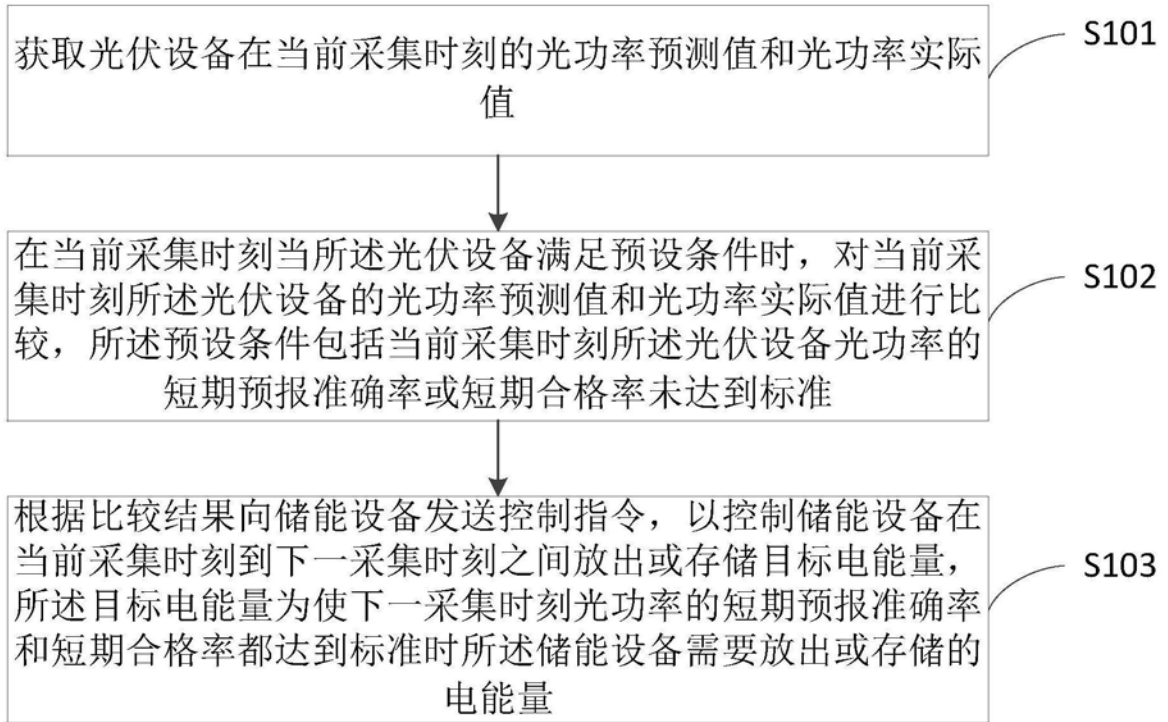


图1

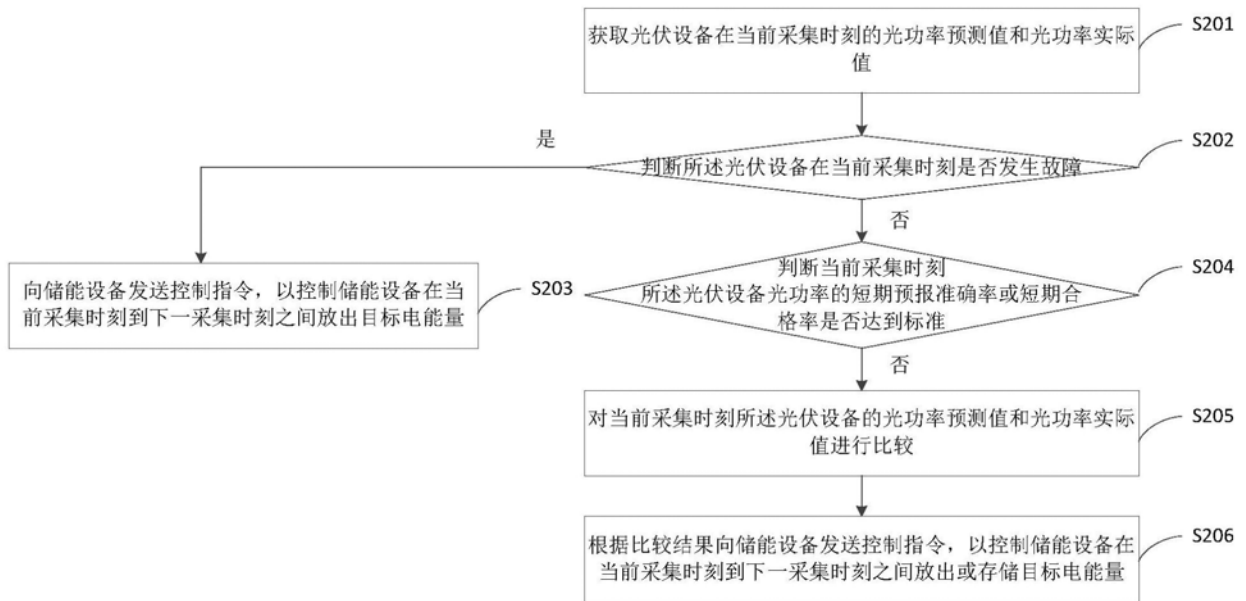


图2

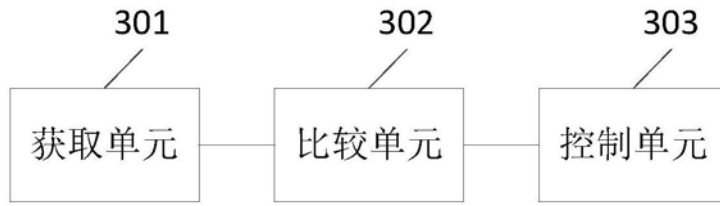


图3