(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118739409 A
(43)申请公布日 2024.10.01

(21)申请号 202410870394.X

(22)申请日 2024.07.01

(71)申请人 安徽皖能光伏农业科技创新有限公司

地址 230000 安徽省合肥市长丰县朱巷镇代集路和振兴路交口东北角老烟草公司办公楼

(72)发明人 陈大伟

(74)专利代理机构 北京宏铎知识产权代理有限公司 34250

专利代理师 胡长德

(51)Int.Cl.

H02J 3/38(2006.01)
H02J 3/32(2006.01)
H02J 3/00(2006.01)
H02S 50/10(2014.01)
H02S 40/10(2014.01)

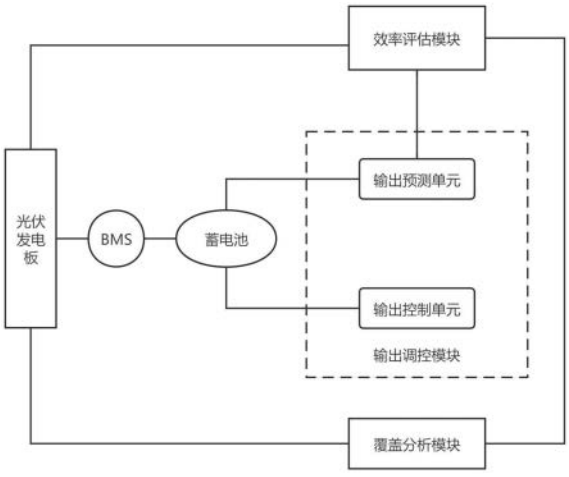
权利要求书3页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种农光互补系统

(57)摘要

本发明涉及光伏发电技术领域,具体涉及一种农光互补系统,包括多个光伏发电板以及带有蓄电池的并网发电系统,多个光伏发电板吸收太阳能产生电能,并网发电系统将电能以直流电的形式输出到蓄电池中或者通过逆变器并入国家电网,光伏发电板与蓄电池之间设有电池管理系统,将光伏发电板安装的区域记作安装区域,还包括效率评估模块、输出调控模块、覆盖分析模块。输出调控模块包括输出预测单元和输出控制单元,输出预测单元根据光伏发电板的发电效率以及未来一定时间范围内的天气情况对光伏发电板的发电效率进行预测,输出控制单元根据预测的发电量调控光伏发电板发电的输出目标,控制电量输出到蓄电池还是并入电网,提升资源利用效率。



CN 118739409 A

1.一种农光互补系统,包括多个光伏发电板以及带有蓄电池的并网发电系统,光伏发电板与蓄电池之间设有电池管理系统,其特征在于,将光伏发电板安装的区域记作安装区域,还包括效率评估模块、输出调控模块、覆盖分析模块:

效率评估模块对所有光伏发电板的发电效率进行周期性监测分析,选取其中一个作为目标光伏板用来对照,对目标光伏板所接收的太阳辐射强度值变化进行监测,计算太阳辐射强度值最高时刻目标光伏板对应的发电效率并结合所有光伏发电板的发电效率进行分析比较,判断所有光伏发电板的工作状态是否存在异常;

输出调控模块包括输出预测单元和输出控制单元,输出预测单元根据光伏发电板的历史工况条件进行筛选,选择合适的工况条件并结合光伏发电板的发电效率进行分析计算得到其理想产出功率,输出控制单元根据未来一定时间范围内的天气情况以及理想产出功率调节光伏发电板与蓄电池之间的输出关系,控制蓄电池的蓄电量;

覆盖分析模块,覆盖分析模块对光伏发电板的发电效率进行动态监测和分析,结合光伏发电板的使用时长计算其功率异常值,在功率异常值超出预设范围时生成表面覆盖异常信号并清理对应光伏发电板表面的灰尘。

2.根据权利要求1所述的一种农光互补系统,其特征在于,所述效率评估模块对比分析过程具体如下:

步骤一:获取每块光伏发电板的有效面积,获取光伏发电板的额定功率,获取安装区域每天的日出时间和日落时间,并将日出时间到日落时间这一时间区间记作监测时长区间;

步骤二:在监测时长区间内,将其中一块光伏发电板记作目标光伏板,实时获取目标光伏板表面的太阳辐射强度值,实时获取当前环境温度值,实时获取每块光伏发电板的输出电流和输出电压,计算输出电流与输出电压的乘积记作输出功率;

步骤三:提取最近一个完整的监测时长区间内的太阳辐射强度值最大值以及对应时刻的环境温度值T_{MAX},将太阳辐射强度值最大值记作辐射最值I_{MAX},提取最近一个完整的监测时长区间内每个光伏发电板的输出功率最大值记作输出最值P_i^{OUT},提取辐射最值对应时刻的目标光伏板的输出功率记作目标功率P_{real},其中i表示每个光伏发电板的序号;

步骤四:将环境温度值T_{MAX}、辐射最值I_{MAX}、光伏发电板的额定功率P_{STC}代入公式$P_{MAX}=P_{STC}*(1-\alpha*(T_{MAX}-T_{STC}))*\frac{I_{MAX}}{I_{STC}}$中进行计算,得到目标光伏板的理论功率最大值$P_{MAX}$,其中:α为预设的温度系数,表示每摄氏度变化时光伏板输出功率相对变化的百分比;I_{STC}是标准测试条件下的光照强度;T_{STC}是标准测试条件下的电池板温度,将目标光伏板的目标功率P_{real}与理论功率最大值P_{MAX}代入公式$XL_{BZ}=P_{real}/P_{MAX}$中进行计算,得到标准最大效率XL_{BZ};

步骤五:提取目标光伏板的输出最值以及对应的记录时刻并与目标功率P_{real}及对应的记录时刻进行比较,若功率值相同且对应的记录时刻也一致,则进入步骤六,反之,生成记录异常信号并发送到工作人员的手持终端;

步骤六:通过公式$XL_i=P_i^{OUT}P_{MAX}$计算每个光伏发电板的测量最大效率XL_i,目标光伏板的测量最大效率即为其标准最大效率,计算每个光伏发电板的测量最大效率XL_i与标准最大效率XL_{BZ}的差值记作效率偏差,预设一个效率差阈值,将每个光伏发电板的效率偏差与效率差阈值进行比较,当其效率偏差与效率差阈值小于等于效率差阈值时,生成稳定输出信

号,当其效率偏差与效率差阈值大于效率差阈值时,生成稳定异常信号并将该光伏发电板状态标记为异常,同时将所有异常状态光伏发电板的序号发送到工作人员的手持终端。

3.根据权利要求2所述的一种农光互补系统,其特征在于,获取每个光伏发电板效率偏差的绝对值,将效率偏差绝对值大于效率差阈值的光伏板记作问题光伏板,将问题光伏板的测量最大效率XL_i减去标准最大效率XL_{BZ},若结果大于0则将该问题光伏板记作异常光伏板,统计异常光伏板的数量,当异常光伏板的数量大于等于预设的数量阈值时,生成目标光伏板异常信号,同时计算所有异常光伏板的测量最大效率均值作为标准最大效率,重新进行步骤六。

4.根据权利要求2所述的一种农光互补系统,其特征在于,所述输出预测单元获取最近一次监测得到的每个光伏发电板的测量最大效率及效率偏差,当所有光伏发电板的效率偏差均小于等于效率差阈值时,提取所有测量最大效率中的最小值记作效率预测值XL_{min},获取安装区域全年太阳直射辐射强度最低值记作辐射标准值,绘制每个监测时长区间内太阳辐射强度值随时间变化曲线记作辐射强度变化图,提取最近一个月内的辐射强度变化图并进行筛选处理;

在辐射强度变化图中绘制出辐射标准值所代表的直线,当该直线与辐射强度变化图中的辐射强度变化曲线相交时,计算辐射强度变化曲线位于该直线上方的部分在时间轴上的投影长度记作有效时长,计算有效时长除以对应监测时长区间的总时长得到有效占比,设定一个有效占比阈值,当有效占比值大于等于有效占比阈值时,将对应的辐射强度变化图记作理想强度变化图;

计算该理想强度变化图中太阳辐射强度值的均值记作理想强度值I_{HP},获取当天平均温度T_{HP},代入公式$OP_{MAX}=XL_{\min}*P_{STC}*(1-\alpha*(T_{HP}-T_{STC}))*\frac{I_{HP}}{I_{STC}}$中进行计算,得到理想产出功率$OP_{MAX}$。

5.根据权利要求4所述的一种农光互补系统,其特征在于,所述输出调控单元获取理想产出功率OP_{MAX},设定一个未来时长区间,未来时长区间的时长T计算公式为$T=\left[\frac{W_{all}}{W_e}\right]$,其中$\left[\frac{W_{all}}{W_e}\right]$表示取不大于$\frac{W_{all}}{W_e}$的最大整数,$W_{all}$、$W_e$分别表示蓄电池的总电量和用电设施的日均用电量,获取安装区域未来时长区间内每天的天气情况,根据天气情况分别将天气分为晴天和非晴天两种类型,预设有一个适宜蓄电比;

当未来时长区间内全部为晴天时,将蓄电池的蓄电量调整为总蓄电量乘以适宜蓄电比;

当未来时长区间内存在部分晴天时,计算最近一次晴天距离当天的时间差记作T′,对蓄电池进行充电并控制充电时长,充电时长计算公式为$T_{in}^{1}=1.2\left(\frac{T'*W_e+(W'-W_{NOW})}{OP_{MAX}}\right)$,其中$W_{NOW}$、W′分别表示当前的蓄电量和适宜蓄电比状态下的蓄电量,充电持续至蓄电池充满或者充电时长结束;

当未来时长区间内不存在晴天时,控制将蓄电池电量充满。

6.根据权利要求2所述的一种农光互补系统,其特征在于,所述覆盖分析模块分析过程具体如下:

获取各个光伏发电板安装完成后第一次记录的测量最大效率记作初始效率XL_i^Z,获取最近一次监测到的每个光伏发电板的测量最大效率记作当前效率XL_i^N,计算当

前时间距离安装完成时刻的时间间隔记作工作时长t,代入公式$UX=XL_i^Z*(1-t*k)-XL_i^N$中进行计算,其中k为预设的时长影响系数,得到功率异常值UX,预设有功率异常阈值,当功率异常值大于等于功率异常阈值时,生成表面覆盖异常信号,对该光伏发电板的表面进行清洗除尘,并重新计算功率异常值记作UX′,若功率异常值仍旧大于等于功率异常阈值,则生成对应光伏板异常信号。

一种农光互补系统

技术领域

[0001] 本发明涉及光伏发电技术领域,具体涉及一种农光互补系统。

背景技术

[0002] 农光互补系统,简称“农光互补”,是将太阳能光伏发电技术应用于农业生产的系统。它通过在农田上方安装光伏板,实现不占用地面空间的同时,为农业生产提供必要的电力。同时,光伏板的建设还可以为农作物、食用菌及畜牧养殖提供适宜的生长环境,实现土地立体化增值利用,具有提高土地利用率、促进绿色农业发展、增加农民收入。目前看来,农光互补项目在实际应用中已经取得了显著的成效,为推动绿色能源和农业的发展提供了有力支持。

[0003] 在大型的单体农光互补电站应用过程中,其所产生的电能既能存储在蓄电池中为农业生产提供必要的电力,又可以通过逆变器转化为交流电并入电网,从而实现多元化地利用,充分利用所产生的清洁电能同时又能够满足农业生产所必需的电力需求,但现有技术中的农光互补系统难以对发电情况进行预测,并且难以根据预测结果对调整蓄电池的储蓄电量进行智能控制,不利于维持蓄电池的寿命,且容易造成能源浪费,影响农光互补系统的效率。

发明内容

[0004] 针对现有技术所存在的上述缺点,本发明提供了一种农光互补系统,能够有效解决现有技术中农光互补系统难以监测分析发电效率的异常、智能控制蓄电池的电量,导致光伏发电系统效率不佳的问题。

[0005] 为实现以上目的,本发明通过以下技术方案予以实现:

[0006] 本发明提供一种农光互补系统,至少包括:多个光伏发电板以及带有蓄电池的并网发电系统,光伏发电板与蓄电池之间设有电池管理系统,将光伏发电板安装的区域记作安装区域,还包括效率评估模块、输出调控模块、覆盖分析模块:

[0007] 效率评估模块对所有光伏发电板的发电效率进行周期性监测分析,选取其中一个作为目标光伏板用来对照,对目标光伏板所接收的太阳辐射强度值变化进行监测,计算太阳辐射强度值最高时刻目标光伏板对应的发电效率并结合所有光伏发电板的发电效率进行分析比较,判断所有光伏发电板的工作状态是否存在异常;

[0008] 输出调控模块包括输出预测单元和输出控制单元,输出预测单元根据光伏发电板的历史工况条件进行筛选,选择合适的工况条件并结合光伏发电板的发电效率进行分析计算得到其理想产出功率,输出控制单元根据未来一定时间范围内的天气情况以及理想产出功率调节光伏发电板与蓄电池之间的输出关系,控制蓄电池的蓄电量;

[0009] 覆盖分析模块,覆盖分析模块对光伏发电板的发电效率进行动态监测和分析,结合光伏发电板的使用时长计算其功率异常值,在功率异常值超出预设范围时生成表面覆盖异常信号并清理对应光伏发电板表面的灰尘。

[0010] 进一步地,所述效率评估模块对比分析过程具体如下:

[0011] 步骤一:获取每块光伏发电板的有效面积,获取光伏发电板的额定功率,获取安装区域每天的日出时间和日落时间,并将日出时间到日落时间这一时间区间记作监测时长区间;

[0012] 步骤二:在监测时长区间内,将其中一块光伏发电板记作目标光伏板,实时获取目标光伏板表面的太阳辐射强度值,实时获取当前环境温度值,实时获取每块光伏发电板的输出电流和输出电压,计算输出电流与输出电压的乘积记作输出功率;

[0013] 步骤三:提取最近一个完整的监测时长区间内的太阳辐射强度值最大值以及对应时刻的环境温度值T_{MAX},将太阳辐射强度值最大值记作辐射最值I_{MAX},提取最近一个完整的监测时长区间内每个光伏发电板的输出功率最大值记作输出最值P_i^{OUT},提取辐射最值对应时刻的目标光伏板的输出功率记作目标功率P_{real},其中i表示每个光伏发电板的序号;

[0014] 步骤四:将环境温度值T_{MAX}、辐射最值I_{MAX}、光伏发电板的额定功率P_{STC}代入公式$P_{MAX}=P_{STC}*(1-\alpha*(T_{MAX}-T_{STC}))*\frac{I_{MAX}}{I_{STC}}$中进行计算,得到目标光伏板的理论功率最大值$P_{MAX}$,其中:α为预设的温度系数,表示每摄氏度变化时光伏板输出功率相对变化的百分比;I_{STC}是标准测试条件下的光照强度;T_{STC}是标准测试条件下的电池板温度,将目标光伏板的目标功率P_{real}与理论功率最大值P_{MAX}代入公式$XL_{BZ}=P_{real}/P_{MAX}$中进行计算,得到标准最大效率XL_{BZ};

[0015] 步骤五:提取目标光伏板的输出最值以及对应的记录时刻并与目标功率P_{real}及对应的记录时刻进行比较,若功率值相同且对应的记录时刻也一致,则进入步骤六,反之,生成记录异常信号并发送到工作人员的手持终端;

[0016] 步骤六:通过公式$XL_i=P_i^{OUT}/P_{MAX}$计算每个光伏发电板的测量最大效率XL_i,目标光伏板的测量最大效率即为其标准最大效率,计算每个光伏发电板的测量最大效率XL_i与标准最大效率XL_{BZ}的差值记作效率偏差,预设一个效率差阈值,将每个光伏发电板的效率偏差与效率差阈值进行比较,当其效率偏差与效率差阈值小于等于效率差阈值时,生成稳定输出信号,当其效率偏差与效率差阈值大于效率差阈值时,生成稳定异常信号并将该光伏发电板状态标记为异常,同时将所有异常状态光伏发电板的序号发送到工作人员的手持终端

[0017] 进一步地,获取每个光伏发电板效率偏差的绝对值,将效率偏差绝对值大于效率差阈值的光伏板记作问题光伏板,将问题光伏板的测量最大效率XL_i减去标准最大效率XL_{BZ},若结果大于0则将该问题光伏板记作异常光伏板,统计异常光伏板的数量,当异常光伏板的数量大于等于预设的数量阈值时,生成目标光伏板异常信号,同时计算所有异常光伏板的测量最大效率均值作为标准最大效率,重新进行步骤六

[0018] 进一步地,所述输出预测单元获取最近一次监测得到的每个光伏发电板的测量最大效率及效率偏差,当所有光伏发电板的效率偏差均小于等于效率差阈值时,提取所有测量最大效率中的最小值记作效率预测值XL_{min},获取安装区域全年太阳直射辐射强度最低值记作辐射标准值,绘制每个监测时长区间内太阳辐射强度值随时间变化曲线记作辐射强度变化图,提取最近一个月内的辐射强度变化图并进行筛选处理;

[0019] 在辐射强度变化图中绘制出辐射标准值所代表的直线,当该直线与辐射强度变化图中的辐射强度变化曲线相交时,计算辐射强度变化曲线位于该直线上方的部分在时间轴上的投影长度记作有效时长,计算有效时长除以对应监测时长区间的总时长得到有效占比,设定一个有效占比阈值,当有效占比值大于等于有效占比阈值时,将对应的辐射强度变化图记作理想强度变化图;

[0020] 计算该理想强度变化图中太阳辐射强度值的均值记作理想强度值I_{HP},获取当天平均温度T_{HP},代入公式$OP_{MAX}=XL_{\min}*P_{STC}*(1-\alpha*(T_{HP}-T_{STC}))*\frac{I_{HP}}{I_{STC}}$中进行计算,得到理想产出功率$OP_{MAX}$。

[0021] 进一步地,所述输出调控单元获取理想产出功率OP_{MAX},设定一个未来时长区间,未来时长区间的时长T计算公式为$T=\left[\frac{W_{all}}{W_e}\right]$,其中$\left[\frac{W_{all}}{W_e}\right]$表示取不大于$\frac{W_{all}}{W_e}$的最大整数,$W_{all}$、$W_e$分别表示蓄电池的总电量和用电设施的日均用电量,获取安装区域未来时长区间内每天的天气情况,根据天气情况分别将天气分为晴天和非晴天两种类型,预设有一个适宜蓄电比;

[0022] 当未来时长区间内全部为晴天时,将蓄电池的蓄电量调整为总蓄电量乘以适宜蓄电比;

[0023] 当未来时长区间内存在部分晴天时,计算最近一次晴天距离当天的时间差记作T′,对蓄电池进行充电并控制充电时长,充电时长计算公式为$T_{in}^{1}=1.2\left(\frac{T'*W_e+(W'-W_{NOW})}{OP_{MAX}}\right)$,其中$W_{NOW}$、W′分别表示当前的蓄电量和适宜蓄电比状态下的蓄电量,充电持续至蓄电池充满或者充电时长结束;

[0024] 当未来时长区间内不存在晴天时,控制将蓄电池电量充满。

[0025] 进一步地,所述覆盖分析模块分析过程具体如下:

[0026] 获取各个光伏发电板安装完成后第一次记录的测量最大效率记作初始效率XL_i^Z,获取最近一次监测到的每个光伏发电板的测量最大效率记作当前效率XL_i^N,计算当前时间距离安装完成时刻的时间间隔记作工作时长t,代入公式$UX=XL_i^Z*(1-t*k)-XL_i^N$中进行计算,其中k为预设的时长影响系数,得到功率异常值UX,预设有功率异常阈值,当功率异常值大于等于功率异常阈值时,生成表面覆盖异常信号,对该光伏发电板的表面进行清洗除尘,并重新计算功率异常值记作UX′,若功率异常值仍旧大于等于功率异常阈值,则生成对应光伏板异常信号。

[0027] 本发明提供的技术方案,与已知的现有技术相比,具有如下有益效果:

[0028] 1、本发明效率评估模块将目标光伏板作为发电效率标准,通过比对过程确定所有光伏发电板的发电效率与标准参考之间的误差程度,因为同时安装的光伏发电板在同一工作环境下的最大发电效率应当保持一致,即便存在误差也应在设定的误差范围内,否则可以判断该光伏发电板存在功能故障,从而快速区分出发电效率异常的光伏发电板,方便工作人员进行针对性地检修维护,有利于保障发电效率

[0029] 2、本发明通过对最近一个月内的每天的太阳辐射强度变化值进行动态分析,筛选

出较为良好的光照条件下每天的日照时长,从而根据日照时长的长短筛选出一天内充分日照情况下日照时长,进而分析得到当前所能达到的理想输出功率,以便于后续对光伏发电板的发电效率进行预测,此外,根据未来不同的天气情况,控制光伏发电板的电力流向来对蓄电池充电,并对充电时间和充电量进行智能调整,从而使得蓄电池的电量在日常使用时处于一个适宜的电量范围,尽量延长蓄电池的寿命,同时能够避免蓄电池在光伏发电板无法产生电能时能够对设施进行供电,充分利用产生的电能,合理规划蓄电池的电量存储。

附图说明

[0030] 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。

[0031] 图1为本发明的整体模块框图。

具体实施方式

[0032] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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。

[0033] 下面结合实施例对本发明作进一步的描述。

[0034] 参阅图1,一种农光互补系统,至少包括:多个光伏发电板以及带有蓄电池的并网发电系统,多个光伏发电板吸收太阳能产生电能,并网发电系统将电能以直流电的形式输出到蓄电池中或者通过逆变器并入国家电网,光伏发电板与蓄电池之间设有用以调整充电电流、电压稳定的电池管理系统(BMS),将光伏发电板安装的区域记作安装区域,还包括效率评估模块、输出调控模块、覆盖分析模块。

[0035] 效率评估模块对所有光伏发电板的发电效率进行监测,选取其中一个作为目标光伏板用来对照,根据目标光伏板的发电效率来分析所有光伏发电板的工作状态是否异常。

[0036] 对比分析过程具体如下:步骤一:获取每块光伏发电板的有效面积(有效面积指的光伏发电板上能够将太阳能转化为电能的太阳能板表面积,不包括太阳能板外周的固定框架),获取光伏发电板的额定功率(额定功率指的单位面积光伏发电板在标准测试条件下,也就是STC:1000W/m^2的太阳辐射强度,25℃的环境温度和AM1.5的光谱分布情况下的发电功率),获取安装区域每天的日出时间和日落时间(可通过当地气象台的气象数据得到),并将日出时间到日落时间这一时间区间记作监测时长区间,通过现在监测的时长区间,避免监测无效数据,提升监测的效率;

[0037] 步骤二:在监测时长区间内,实时获取其中一块光伏发电板正对角度的太阳辐射强度值并将该光伏发电板记作目标光伏板(太阳辐射强度值可以通过现有技术中的太阳辐射测量仪直接测量,将测量仪器安装在目标光伏板上即可测量正对角度的太阳辐射强度值),实时获取当前环境温度值,实时获取每块光伏发电板的输出电流和输出电压,并计算输出电流与输出电压的乘积记作输出功率;

[0038] 步骤三:提取最近一个完整的监测时长区间内的太阳辐射强度值最大值以及对应时刻的环境温度值T_{MAX},将太阳辐射强度值最大值记作辐射最值I_{MAX},提取最近一个完整的监测时长区间内每个光伏发电板的输出功率最大值记作输出最值P_i^{OUT},提取辐射最值对应时刻的目标光伏板的输出功率记作目标功率P_{real},其中i表示每个光伏发电板的序号;

[0039] 需要说明的是,单体农光互补电站中的光伏发电板一般集中安装,也就是说,光伏发电板的硬件数据参数均保持一致,且多个光伏发电板安装的位置均处于同一太阳照射区域,因此,在不受外界因素影响情况下,可以将单个光伏发电板对应的太阳辐射强度值的最大值作为各个光伏发电板所吸收的太阳辐射强度值的最大值,并且同一区域内不受其他因素影响情况下,各个光伏发电板所处的环境温度也可认为是相同的。

[0040] 步骤四:将环境温度值T_{MAX}、辐射最值I_{MAX}、光伏发电板的额定功率P_{STC}代入公式$P_{MAX}=P_{STC}*(1-\alpha*(T_{MAX}-T_{STC}))*\frac{I_{MAX}}{I_{STC}}$中进行计算,得到目标光伏板的理论功率最大值$P_{MAX}$,其中:α为预设的温度系数,表示每摄氏度变化时光伏板输出功率相对变化的百分比(%/℃),一般由生产厂商提供;I_{STC}是标准测试条件下的光照强度(W/m^2);T_{STC}是标准测试条件下的电池板温度,通常是25℃,将目标光伏板的目标功率P_{real}与理论功率最大值P_{MAX}代入公式$XL_{BZ}=P_{real}/P_{MAX}$中进行计算,得到标准最大效率XL_{BZ};

[0041] 步骤五:提取目标光伏板的输出最值以及对应的记录时刻并与目标功率P_{real}及对应的记录时刻进行比较,若功率值相同且对应的记录时刻也一致,则进入步骤六,反之,生成记录异常信号并发送到工作人员的手持终端,由工作人员对目标光伏板及其对应的进行排查;

[0042] 需要说明的是,正常情况下光伏发电板发电功率最高的时刻应当对应其接受的太阳辐射强度最大的时候,因为太阳辐射强度最大的时刻其对应吸收的太阳能也就越多,相应的,输出功率也就越高。

[0043] 步骤六:通过公式$XL_i=P_i^{OUT}/P_{MAX}$计算每个光伏发电板的测量最大效率XL_i,目标光伏板的测量最大效率即为其标准最大效率,计算每个光伏发电板的测量最大效率XL_i与标准最大效率XL_{BZ}的差值记作效率偏差,预设一个效率差阈值,将每个光伏发电板的效率偏差与效率差阈值进行比较,当其效率偏差与效率差阈值小于等于效率差阈值时,生成稳定输出信号,当其效率偏差与效率差阈值大于效率差阈值时,生成稳定异常信号并将该光伏发电板状态标记为异常,同时将所有异常状态光伏发电板的序号发送到工作人员的手持终端。

[0044] 将目标光伏板作为发电效率标准,通过比对过程确定所有光伏发电板的发电效率与标准参考之间的误差程度,因为同时安装的光伏发电板在同一工作环境下的最大发电效率应当保持一致,即便存在误差也应在设定的误差范围内,否则可以判断该光伏发电板存在功能故障,从而快速区分出发电效率异常的光伏发电板,方便工作人员进行针对性地检修维护,有利于保障发电效率。

[0045] 进一步的,获取每个光伏发电板效率偏差的绝对值,将效率偏差绝对值大于效率差阈值的光伏板记作问题光伏板,将问题光伏板的测量最大效率XL_i减去标准最大效率XL_{BZ},若结果大于0则将该问题光伏板记作异常光伏板,统计异常光伏板的数量,当异常光伏

板的数量大于等于预设的数量阈值时(在一个具体实施例中,数量阈值等于光伏发电板总数量乘以5%),生成目标光伏板异常信号,由工作人员对目标光伏板进行检修维护,同时计算所有异常光伏板的测量最大效率均值作为标准最大效率,重新进行步骤六。

[0046] 输出调控模块包括输出预测单元和输出控制单元,输出预测单元根据光伏发电板的历史工况条件进行筛选,选择合适的工况条件对光伏发电板的发电效率进行分析计算得到其理想产出功率,输出控制单元根据未来一定时间范围内的天气情况以及理想产出功率调节光伏发电板与蓄电池之间的输出关系,控制蓄电池的蓄电量。

[0047] 输出预测单元获取最近一次监测得到的每个光伏发电板的测量最大效率及效率偏差,当所有光伏发电板的效率偏差均小于等于效率差阈值时,提取所有测量最大效率中的最小值记作效率预测值XL_{min},获取安装区域全年太阳直射辐射强度最低值(也就是目标区域全年范围内,在太阳光直射情况下的辐射强度最低值,意味着该地在太阳直射情况下辐射的最低强度)记作辐射标准值,绘制每个监测时长区间内太阳辐射强度值随时间变化曲线记作辐射强度变化图,提取最近一个月内的辐射强度变化图并进行筛选处理,筛选处理过程如下:

[0048] 在辐射强度变化图中绘制出辐射标准值所代表的直线,当该直线与辐射强度变化图中的辐射强度变化曲线相交时,计算辐射强度变化曲线位于该直线上方的部分在时间轴上的投影长度记作有效时长,计算有效时长除以对应监测时长区间的总时长得到有效占比,设定一个有效占比阈值,当有效占比值大于等于有效占比阈值时,将对应的辐射强度变化图记作理想强度变化图,选取距离当前日期最近的理想强度变化图进一步分析;

[0049] 计算该理想强度变化图中太阳辐射强度值的均值记作理想强度值I_{HP},获取当天平均温度T_{HP},代入公式$OP_{MAX}=XL_{\min}*P_{STC}*(1-\alpha*(T_{HP}-T_{STC}))*\frac{I_{HP}}{I_{STC}}$中进行计算,得到理想产出功率$OP_{MAX}$。

[0050] 通过对最近一个月内的每天的太阳辐射强度变化值进行动态分析,筛选出较为良好的光照条件下每天的日照时长,从而根据日照时长的长短筛选出一天内充分日照情况下日照时长,进而分析得到当前所能达到的理想输出功率,以便于后续对光伏发电板的发电效率进行预测。

[0051] 输出调控单元获取理想产出功率OP_{MAX},设定一个未来时长区间,未来时长区间的时长T计算公式为$T=\left[\frac{W_{all}}{W_e}\right]$,其中$\left[\frac{W_{all}}{W_e}\right]$表示取不大于$\frac{W_{all}}{W_e}$的最大整数,$W_{all}$、$W_e$分别表示蓄电池的总电量和用电设施(包括安装区域内所有的直流电设备)的日均用电量,获取安装区域未来时长区间内每天的天气情况(通过当地气象台天气预报得出),根据天气情况分别将天气分为晴天和非晴天两种类型,预设有一个适宜蓄电比;

[0052] 当未来时长区间内全部为晴天时,将蓄电池的蓄电量调整为总蓄电量乘以适宜蓄电比,通过控制充放电调整蓄电池的电量使其处于一个适宜的比例,从而尽可能地延长蓄电池的使用寿命,确保蓄电池的蓄电效果;

[0053] 当未来时长区间内存在部分晴天时,计算最近一次晴天距离当天的时间差记作T′(以天为单位),对蓄电池进行充电并控制充电时长,充电时长计算公式为

$T_{in}^{1}=1.2\left(\frac{T'*W_e+\left(W'-W_{NOW}\right)}{OP_{MAX}}\right)$，其中$W_{NOW}$、W′分别表示当前的蓄电量和适宜蓄电比状态下的蓄电量，充电持续至蓄电池充满或者充电时长结束；

[0054] 当未来时长区间内不存在晴天时，控制将蓄电池电量充满。

[0055] 根据未来不同的天气情况，控制光伏发电板的电力流向来对蓄电池充电，并对充电时间和充电量进行智能调整，从而使得蓄电池的电量在日常使用时处于一个适宜的电量范围，尽量延长蓄电池的寿命，同时能够避免蓄电池在光伏发电板无法产生电能时能够对设施进行供电，充分利用产生的电能，合理规划蓄电池的电量存储。

[0056] 覆盖分析模块，覆盖分析模块对光伏发电板的异常情况进行分析判断，生成对应的异常数据信号，提醒工作人员及时清理光伏发电板表面的灰尘，从而有助于提升光伏发电板的发电效率。

[0057] 覆盖分析模块分析过程具体如下：

[0058] 获取各个光伏发电板安装完成后第一次记录的测量最大效率记作初始效率XL_i^Z，获取最近一次监测到的每个光伏发电板的测量最大效率记作当前效率XL_i^N，计算当前时间距离安装完成时刻的时间间隔记作工作时长t，代入公式$UX=XL_i^Z*(1-t*k)-XL_i^N$中进行计算，其中k为预设的时长影响系数，得到功率异常值UX，预设有功率异常阈值，当功率异常值大于等于功率异常阈值时，在一个具体实施例中，功率异常阈值为10％，生成表面覆盖异常信号，对该光伏发电板的表面进行清洗除尘(清洗除尘可以由工作人员手持清洗器清洗，也可通过机械化设备进行清洗)，并重新计算功率异常值记作UX′，若功率异常值仍旧大于等于功率异常阈值，则生成对应光伏板异常信号，由工作人员对对应光伏板进行检修维护。

[0059] 需要说明的是，当光伏发电板的功率异常下降，也就是非老化原因下降时，一般由灰尘覆盖导致，而灰尘的覆盖通常会造成光伏发电板的功率下降10％以上，因此通过分析光伏发电板的功率下降情况，能够帮助工作人员及时发现光伏发电板被灰尘覆盖的情况，方便工作人员适时清洗，相较于定期清洗的效率更高，且在排除灰尘覆盖原因后可以生成对应光伏发电板的异常信号，方便工作人员及时排查功能异常的光伏发电板，进一步优化提升光伏发电板的效率保障。

[0060] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不会使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的保护范围。

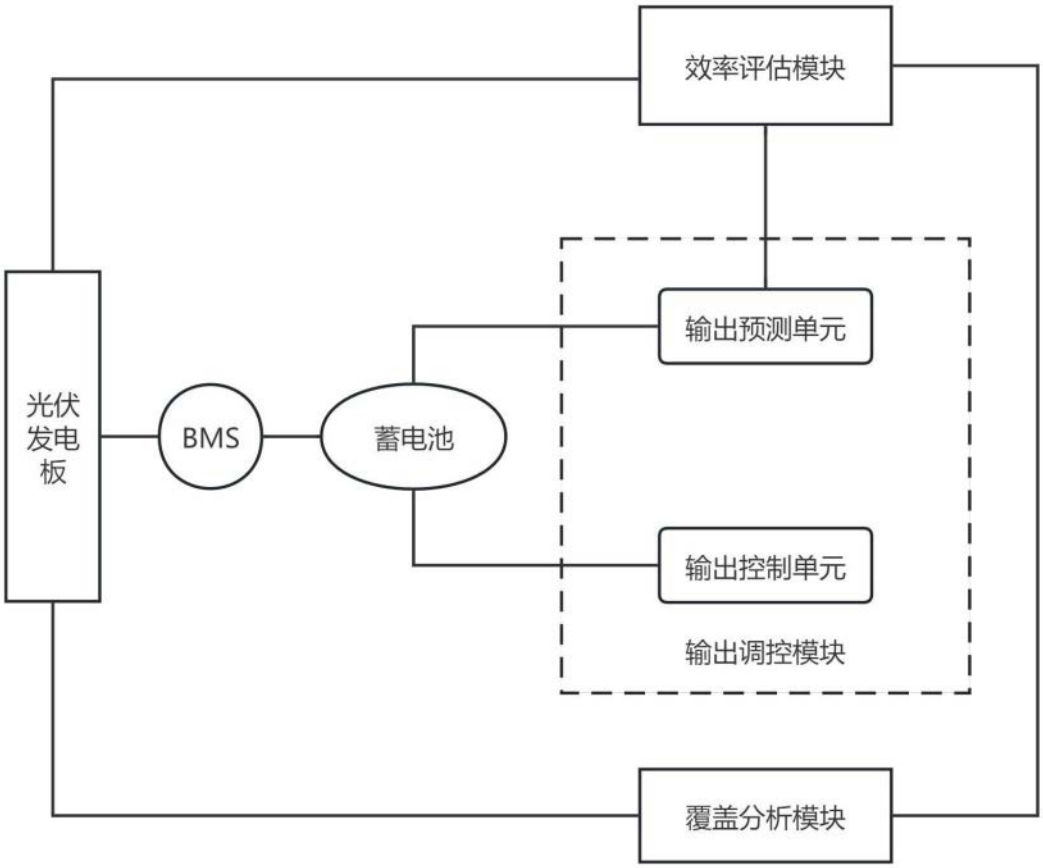


图1