



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108615087 A

(43)申请公布日 2018. 10. 02

(21)申请号 201611142586.0

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.12.13

G06Q 10/04(2012.01)

G06Q 50/06(2012.01)

(71)申请人 中国电力科学研究院

地址 210003 江苏省南京市鼓楼区南瑞路8号

申请人 国家电网公司
国网冀北电力有限公司

(72)发明人 王东升 丁焯 周海 孙荣富
程序 崔方 王若阳 朱想
王知嘉 于炳霞 王靖然 牧晶
周强 陈卫东 李登宣 秦昊
陆菲菲 吴雨清

(74)专利代理机构 北京安博达知识产权代理有限公司 11271

代理人 徐国文

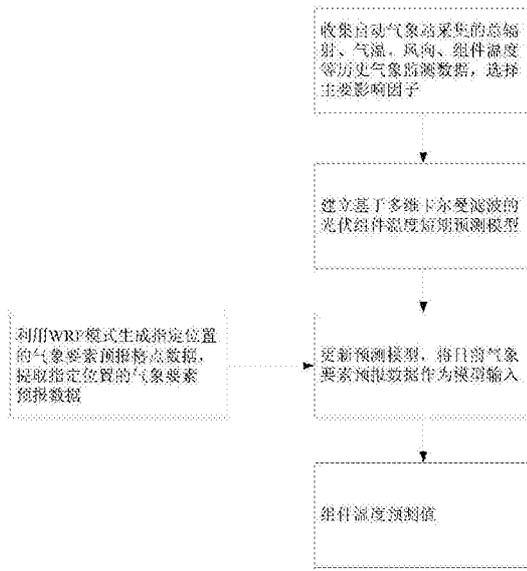
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种光伏组件温度短期预测方法及其预测系统

(57)摘要

本发明涉及一种光伏组件温度短期预测方法及其预测系统,利用中尺度气象模式WRF模式生成指定位置的气象要素预报数据,基于模式结果计算气温、相对湿度、风速、风向、总辐射等气象要素预报数据;收集光伏组件所处位置的气象要素数据历史时间序列,以及对应位置、时段、分辨率的光伏组件温度数据,以t时刻总辐射、气温、相对湿度、风速、风向,作为多维卡尔曼滤波因子,t时刻组件温度为输出因子,建立多维卡尔曼滤波短期预测模型,对模型进行训练;将光伏组件所处位置的气象要素日前预报数据,作为多维卡尔曼滤波短期预测模型的输入,模型输出即为组件温度值。本发明的技术方案得到了较高的预测精度。



1. 一种基于WRF模式和多维卡尔曼滤波的光伏组件温度短期预测方法,其特征在于,所述预测方法包括下述步骤:

步骤1:将全球预测GFS数据及资料同化数据作为WRF模式输入,得到指定位置气象要素预报数据;

步骤2:收集分析自动气象监测站临近历史时段的监测数据;

步骤3:建立基于多维卡尔曼滤波的光伏电池组件温度短期预测模型;

步骤4:预测光伏电池组件的温度值。

2. 如权利要求1所述的光伏组件温度短期预测方法,其特征在于,所述步骤1中,所述气象要素预报数据包括气温、相对湿度、风速、风向和总辐射。

3. 如权利要求1所述的光伏组件温度短期预测方法,其特征在于,所述步骤2中,利用相关系数计算公式,计算组件温度与总辐射、气温、相对湿度、气压和风速影响因子的相关系数,相关系数计算公式如下式(1)所示:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

式中 x_i, y_i ——变量 x, y 的第 i 个数据点;

\bar{x}, \bar{y} ——变量 x, y 的均值;

n ——数据点个数。

4. 如权利要求1所述的光伏组件温度短期预测方法,其特征在于,所述步骤3包括:根据步骤2的光伏电池组件温度气象影响因子相关性分析,选择总辐射、气温、相对湿度、风速、风向作为光伏电池组件温度的影响因子,将 t 时刻总辐射 $R(t)$ 、气温 $T(t)$ 、相对湿度 $H(t)$ 、风速 W_t 、风向 $D(t)$ 作为多维卡尔曼滤波输入因子, t 时刻光伏电池组件温度 $T_M(t)$ 为输出因子,建立多维卡尔曼滤波短期预测模型;

多维卡尔曼滤波的方程包括:

$$\text{系统方程 } X_t = X_{t-1} + W_t \quad (2)$$

$$\text{观测方程 } y_t = X_t + v_t \quad (3)$$

$$\text{预测方程 } \begin{cases} X_{t|t-1} = X_{t-1} \\ P_{t|t-1} = P_{t-1} + W_t \end{cases} \quad (4)$$

$$\text{更新方程 } \begin{cases} X_{t|t} = X_{t-1} + K_t (y_t - X_{t|t-1}) \\ K_t = \frac{P_{t|t-1}}{P_{t|t-1} + V_t} \\ P_t = (1 - K_t) P_{t|t-1} \end{cases} \quad (5)$$

W_t, V_t 分别由以下公式计算得到:

$$W_t = \frac{1}{6} \sum_{i=0}^6 \left((X_{t-i} - X_{t-i-1}) - \left(\frac{\sum_{i=0}^6 (X_{t-i} - X_{t-i-1})}{7} \right) \right)^2 \quad (6)$$

$$V_t = \frac{1}{6} \sum_{i=0}^6 \left((y_{t-i} - X_{t-i}) - \left(\frac{\sum_{i=0}^6 (y_{t-i} - X_{t-i})}{7} \right) \right)^2 \quad (7)$$

通过以上方程,通过输入总辐射、气温、相对湿度、风速、风向,以及组件温度,从而完成预测模型的训练;其中, X_t 、 X_{t-1} 分别是t时刻和t-1时刻的总辐射、气温、相对湿度、风速和风向的矩阵, $X_{t/t-1}$ 是X在t时刻的估计, y_t 是t时刻的组件温度序列, P_t 、 P_{t-1} 分别是t时刻和t-1时刻 X_t 的协方差矩阵, K_t 是更新系数矩阵, $P_{t/t-1}$ 是P在t时刻的估计, P_{t-1} 是P在t-1时刻的实际值, w_t 是系统误差, v_t 是观测误差, W_t 、 V_t 分别是 w_t 、 v_t 的协方差矩阵,X表示输入因子矩阵, X_{t-i} 是X在t-i时刻的实际值, X_{t-i-1} 是X在t-i-1时刻的实际值, y_{t-i} 是y在t-i时刻的实际值,i是指t时刻前的某一时刻。

5. 如权利要求1所述的光伏组件温度短期预测方法,其特征在于,所述步骤3包括:获取光伏组件所处位置的临近历史时段的气象要素数据,滚动更新光伏组件温度短期预测模型,将日前气象要素预报数据输入最新的多维卡尔曼滤波短期预测模型,预测光伏组件的温度值。

6. 如权利要求5所述的光伏组件温度短期预测方法,其特征在于,滚动获取历史时段的光伏组件所处位置的总辐射、风速、风向、气温、相对湿度气象要素数据,以及对应的光伏组件温度数据,训练并更新多维卡尔曼滤波短期预测模型,同时将光伏组件所在地的总辐射、风速、风向、气温、相对湿度气象要素日前预报数据,作为最新的多维卡尔曼滤波短期预测模型输入,预测光伏组件温度值根据公式(5),不断计算出最新的P、K以更新模型。

7. 如权利要求1所述的光伏组件温度短期预测方法,其特征在于,所述步骤4中预报时效为未来0-24h,预测点时间分辨率为15min,每日进行2次多维卡尔曼滤波短期预测模型更新,即每日02时和14时进行更新。

8. 一种基于WRF模式和多维卡尔曼滤波的光伏组件温度短期预测系统,其特征在于,所述系统包括:

预测数据确定模块:用于将GFS数据及资料同化数据作为WRF模式输入,得到指定位置气象要素预测数据;

收集模块:用于收集分析自动气象监测站临近历史时段的监测数据;

建立模型模块:用于建立基于多维卡尔曼滤波的光伏组件温度短期预测模型;

预测模块:用于预测光伏组件的温度值。

9. 如权利要求8所述的光伏组件温度短期预测系统,其特征在于,所述预测模块的预报时效为未来0-24h,预测点时间分辨率为15min,每日进行2次多维卡尔曼滤波短期预测模型更新,即每日02时和14时进行更新。

一种光伏组件温度短期预测方法及其预测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光伏发电技术领域的预测方法及其系统,具体涉及一种光伏组件温度短期预测方法及其预测系统。

背景技术

[0002] 光伏发电等可再生能源作为一种清洁、安全和高效的能源,越来越收到世界各国的强烈关注。以光伏等为代表的新能源正逐步成为我国重要的能源资源,在满足能源需求、改善能源结构、减少环境污染、保护生态环境、促进经济社会发展等方面发挥重要作用。光伏等间歇性新能源水电、火电等常规电源相比,有随机性、波动性、间歇性等特点,难以有效预测、调度和控制,将给电网造成较大的影响。对光伏发电进行功率预测有助于电网调度部门统筹安排常规电源、风电和太阳能发电的协调配合,适时及时地调整调度计划,合理安排电网运行方式,有效地减轻新能源的接入对电网的不利影响,提高电力系统运行的安全性和稳定性,提高电网吸纳光伏的能力,并可降低电力系统的旋转备用容量和运行成本,以充分利用太阳能资源,获得更大的经济效益和社会效益,有利于促进我国可再生能源产业的良性发展。目前,国内外均已积极开展光伏发电功率预测的研究,通过物理方法与统计方法进行光伏发电功率预测,并取得一定成果。但这些预测方法绝大多数都没有考虑光伏组件在使用过程中的温升因素,而是直接采用环境温度作为光伏组件的工作温度,大大影响了光伏发电功率预测的精度。像所有其它半导体器件一样,太阳能电池对温度非常敏感。温度的升高会降低硅材料的禁带宽度,因此影响了大多数的表征材料性能的参数,进而影响了组件的电性能参数,会导致组件的开路电压降低,短路电流会略微增加,总体的结果是功率降低。研究表明,晶体硅太阳能电池组件的结温超过25℃时,每升高1℃,功率将损失1%。由此可见,组件温度是影响太阳能电池组件转换效率的一个重要因素,为了提高光伏发电功率短期预测的精度,亟需开展电池组件温度短期预测方法的研究。

发明内容

[0003] 为解决上述现有技术中的不足,本发明的目的是提供一种光伏组件温度短期预测方法及其预测系统,本发明的技术方案得到了较高的预测精度。

[0004] 本发明的目的是采用下述技术方案实现的:

[0005] 本发明提供一种基于WRF模式和多维卡尔曼滤波的光伏组件温度短期预测方法,其改进之处在于,所述预测方法包括下述步骤:

[0006] 步骤1:将GFS数据(GFS数据指的是Global Forecast System)及资料同化数据作为WRF(Weather Research Forecast)模式输入,得到指定位置气象要素预报数据;

[0007] 步骤2:收集分析自动气象监测站临近历史时段的监测数据;

[0008] 步骤3:建立基于多维卡尔曼滤波的光伏电池组件温度短期预测模型;

[0009] 步骤4:预测光伏电池组件的温度值。

[0010] 进一步地,所述步骤1中,所述气象要素预报数据包括气温、相对湿度、风速、风向

和总辐射。

[0011] 进一步地,所述步骤2中,利用相关系数计算公式,计算组件温度与总辐射、气温、相对湿度、气压和风速影响因子的相关系数,相关系数计算公式如下式(1)所示:

$$[0012] \quad r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

[0013] 式中 x_i, y_i ——变量 x, y 的第 i 个数据点;

[0014] \bar{x}, \bar{y} ——变量 x, y 的均值;

[0015] n ——数据点个数。

[0016] 进一步地,所述步骤3包括:根据步骤2的光伏电池组件温度气象影响因子相关性分析,选择总辐射、气温、相对湿度、风速、风向作为光伏电池组件温度的影响因子,将 t 时刻总辐射 $R(t)$ 、气温 $T(t)$ 、相对湿度 $H(t)$ 、风速 W_t 、风向 $D(t)$ 作为多维卡尔曼滤波输入因子, t 时刻光伏电池组件温度 $T_M(t)$ 为输出因子,建立多维卡尔曼滤波短期预测模型;

[0017] 多维卡尔曼滤波的方程包括:

$$[0018] \quad \text{系统方程 } X_t = X_{t-1} + w_t \quad (2)$$

$$[0019] \quad \text{观测方程 } y_t = X_t + v_t \quad (3)$$

$$[0020] \quad \text{预测方程 } \begin{cases} X_{t|t-1} = X_{t-1} \\ P_{t|t-1} = P_{t-1} + W_t \end{cases} \quad (4)$$

$$[0021] \quad \text{更新方程 } \begin{cases} X_{t|t} = X_{t-1} + K_t(y_t - X_{t|t-1}) \\ K_t = \frac{P_{t|t-1}}{P_{t|t-1} + V_t} \\ P_t = (1 - K_t)P_{t|t-1} \end{cases} \quad (5)$$

[0022] W_t, V_t 分别由以下公式计算得到:

[0023]

$$W_t = \frac{1}{6} \sum_{i=0}^6 \left(X_{t-i} - X_{t-i-1} - \left(\frac{\sum_{i=0}^6 (X_{t-i} - X_{t-i-1})}{7} \right) \right)^2 \quad (6)$$

[0024]

$$V_t = \frac{1}{6} \sum_{i=0}^6 \left(y_{t-i} - X_{t-i-1} - \left(\frac{\sum_{i=0}^6 (y_{t-i} - X_{t-i-1})}{7} \right) \right)^2 \quad (7)$$

[0025] 通过以上方程,通过输入总辐射、气温、相对湿度、风速、风向,以及组件温度,从而完成预测模型(预测模型指的是包含整个公式2-7的过程,即整个模型的运算)的训练;其中, X_t, X_{t-1} 分别是 t 时刻和 $t-1$ 时刻的总辐射、气温、相对湿度、风速和风向的矩阵, $X_{t/t-1}$ 是 X 在 t 时刻的估计, y_t 是 t 时刻的组件温度序列, P_t, P_{t-1} 分别是 t 时刻和 $t-1$ 时刻 X_t 的协方差矩

阵, K_t 是更新系数矩阵, $P_{t/t-1}$ 是 P 在 t 时刻的估计, P_{t-1} 是 P 在 $t-1$ 时刻的实际值, w_t 是系统误差, v_t 是观测误差, W_t 、 V_t 分别是 w_t 、 v_t 的协方差矩阵, X 表示输入因子矩阵, X_{t-i} 是 X 在 $t-i$ 时刻的实际值, X_{t-i-1} 是 X 在 $t-i-1$ 时刻的实际值, y_{t-i} 是 y 在 $t-i$ 时刻的实际值, i 是指在 t 时刻前的某一时刻。

[0026] 进一步地,所述步骤3包括:获取光伏组件所处位置的临近历史时段的气象要素数据,滚动更新光伏电池组件温度短期预测模型,将日前气象要素预报数据输入最新的多维卡尔曼滤波短期预测模型,预测光伏电池组件的温度值。

[0027] 进一步地,滚动获取历史时段的光伏组件所处位置的总辐射、风速、风向、气温、相对湿度气象要素数据,以及对应的光伏组件温度数据,训练并更新多维卡尔曼滤波短期预测模型,同时将光伏组件所在地的总辐射、风速、风向、气温、相对湿度气象要素日前预报数据,作为最新的多维卡尔曼滤波短期预测模型输入,预测光伏电池组件温度值根据公式(5),不断计算出最新的 P 、 K 以更新模型。

[0028] 进一步地,所述步骤4中预报时效为未来0-24h,预测点时间分辨率为15min,每日进行2次多维卡尔曼滤波短期预测模型更新,即每日02时和14时进行更新。

[0029] 本发明还提供一种基于WRF模式和多维卡尔曼滤波的光伏组件温度短期预测系统,其改进之处在于,所述系统包括:

[0030] 预测数据确定模块:用于将GFS数据及资料同化数据作为WRF模式输入,得到指定位置气象要素预测数据;

[0031] 收集模块:用于收集分析自动气象监测站临近历史时段的监测数据;

[0032] 建立模型模块:用于建立基于多维卡尔曼滤波的光伏电池组件温度短期预测模型;

[0033] 预测模块:用于预测光伏电池组件的温度值。

[0034] 进一步地,所述预测模块的预报时效为未来0-24h,预测点时间分辨率为15min,每日进行2次多维卡尔曼滤波短期预测模型更新,即每日02时和14时进行更新。为了对披露的实施例的一些方面有一个基本的理解,下面给出了简单的概括。该概括部分不是泛泛评述,也不是要确定关键/重要组成元素或描绘这些实施例的保护范围。其唯一目的是用简单的形式呈现一些概念,以此作为后面的详细说明确定的序言。

[0035] 与最接近的现有技术相比,本发明提供的技术方案具有的优异效果是:

[0036] 本发明提供一种光伏组件温度短期预测方法及其预测系统,该方法将GFS数据及资料同化数据作为WRF模式输入,通过模式运算,生成气象场格点预报数据。提取气象场格点预报数据中有效信息,利用插值算法提取个点预报数据中有效信息,得到指定位置的气温、相对湿度、风速、风向、总辐射等气象要素预报数据。收集临近历史时段光伏组件所在地的总辐射、风速、气温、气压、相对湿度、组件温度数据,时间间隔不大于15分钟;对这些数据进行筛选,统计分析各气象要素与组件温度的相关性,选出影响光伏电池组件温度的主要气象因素;将总辐射、气温、相对湿度、风速、风向作为组件温度的影响因子,将 t 时刻总辐射 $R(t)$ 、气温 $T(t)$ 、相对湿度 $H(t)$ 、风速 $W(t)$ 、风向 $D(t)$ 作为多维卡尔曼滤波输入因子, t 时刻组件温度 $TM(t)$ 为输出因子,建立多维卡尔曼滤波预测模型并完成模型的训练;将光伏组件所在地的总辐射、风速、风向、气温、相对湿度等气象要素预报数据,作为多维卡尔曼滤波预测模型输入,输出为组件温度预测值方法使用简单,得到了较高的预测精度。

附图说明

[0037] 图1是本发明提供的一种光伏组件温度短期预测方法的流程图。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明。

[0039] 以下描述和附图充分地示出本发明的具体实施方案,以使本领域的技术人员能够实践它们。其他实施方案可以包括结构的、逻辑的、电气的、过程的以及其他的改变。实施例仅代表可能的变化。除非明确要求,否则单独的组件和功能是可选的,并且操作的顺序可以变化。一些实施方案的部分和特征可以被包括在或替换其他实施方案的部分和特征。本发明的实施方案的范围包括权利要求书的整个范围,以及权利要求书的所有可获得的等同物。在本文中,本发明的这些实施方案可以被单独地或总地用术语“发明”来表示,这仅仅是为了方便,并且如果事实上公开了超过一个的发明,不是要自动地限制该应用的范围为任何单个发明或发明构思。

[0040] 实施例一

[0041] 本发明提供了一种基于WRF模式和多维卡尔曼滤波的光伏组件温度短期预测方法,如图1所示,该方法按以下步骤进行:利用中尺度气象模式WRF模式生成指定位置的气象要素预报数据,基于模式结果计算气温、相对湿度、风速、风向、总辐射等气象要素预报数据;收集光伏组件所处位置的气温、相对湿度、气压、风速、风向、总辐射等气象要素数据历史时间序列,以及对应位置、时段、分辨率的光伏组件温度数据,数据时序的时间间隔应不大于十五分钟。对数据进行数据质量控制,而后统计分析各气象要素与组件温度的相关性大小,遴选主要影响光伏电池组件温度的气象要素:气温、相对湿度、风速、风向、总辐射,并将这五个气象要素作为组件温度的影响要素。以 t 时刻总辐射 $R(t)$ 、气温 $T(t)$ 、相对湿度 $H(t)$ 、风速 $W(t)$ 、风向 $D(t)$,作为多维卡尔曼滤波因子, t 时刻组件温度 $TM(t)$ 为输出因子,建立多维卡尔曼滤波短期预测模型,对模型进行训练;将光伏组件所处位置的总辐射、风速、风向、气温、相对湿度等气象要素日前预报数据,作为多维卡尔曼滤波短期预测模型的输入,模型输出即为组件温度值。

[0042] 本发明还提供一种基于WRF模式和多维卡尔曼滤波的光伏组件温度短期预测系统,包括:

[0043] 预测数据确定模块:用于将GFS数据及资料同化数据作为WRF模式输入,得到指定位置气象要素预测数据;

[0044] 收集模块:用于收集分析自动气象监测站临近历史时段的监测数据;

[0045] 建立模型模块:用于建立基于多维卡尔曼滤波的光伏电池组件温度短期预测模型;

[0046] 预测模块:用于预测光伏电池组件的温度值,预测模块的预报时效为未来0-24h,预测点时间分辨率为15min,每日进行2次多维卡尔曼滤波短期预测模型更新,即每日02时和14时进行更新。

[0047] 优选的,所述预测数据确定模块,还用于:

[0048] 将GFS数据及资料同化数据作为WRF模式输入,得到指定位置的气温、相对湿度、风

速、风向、总辐射等气象要素预报数据。数据包括自动气象监测站同一时间段的总辐射、风速、风向、气温、相对湿度、组件温度。

[0049] 优选的,建立模型模块,还用于:

[0050] 所述光伏电池组件温度模型的建立以多维卡尔曼滤波为基础,选择总辐射、气温、相对湿度、风速、风向作为组件温度的影响因子,将t时刻总辐射R(t)、气温T(t)、相对湿度H(t)、风速W(t)、风向D(t)为多维卡尔曼滤波输入因子,t时刻组件温度TM(t)为输出因子,建立多维卡尔曼滤波短期预测模型并完成模型的训练。

[0051] 优选的,所述预测模块,还用于:

[0052] 滚动获取历史时段的光伏组件所处位置的总辐射、风速、风向、气温、相对湿度等气象要素数据,以及对应的光伏组件温度数据,训练并更新多维卡尔曼滤波短期预测模型,同时将光伏组件所在地的总辐射、风速、风向、气温、相对湿度等气象要素日前预报数据,作为最新的多维卡尔曼滤波短期预测模型输入,预测出组件温度值。

[0053] 实施例二

[0054] 如图1所示,具体来说,光伏电池组件温度短期预测的方法包括以下步骤:

[0055] 步骤1:将GFS数据及资料同化数据作为WRF模式输入,通过模式运算,生成气象场格点预报数据,提取格点预报数据中有效信息,得到指定位置的气温、相对湿度、风速、风向、总辐射等气象要素预报数据。

[0056] 步骤2:收集自动气象监测站临近历史时段的监测数据,利用相关系数公式,计算组件温度与总辐射、气温、相对湿度、气压、风速等影响因子的相关系数,相关系数计算公式见式1。

$$[0057] \quad r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

[0058] 式中 x_i, y_i ——变量 x, y 的第 i 个数据点;

[0059] \bar{x}, \bar{y} ——变量 x, y 的均值;

[0060] n ——数据点个数。

[0061] 步骤3:根据步骤2的组件温度气象影响因子相关性分析,选择总辐射、气温、相对湿度、风速、风向作为组件温度的影响因子,将t时刻总辐射R(t)、气温T(t)、相对湿度H(t)、风速W(t)、风向D(t)作为多维卡尔曼滤波输入因子,t时刻组件温度TM(t)为输出因子,建立多维卡尔曼滤波短期预测模型;

[0062] 多维卡尔曼滤波的主要方程有:

$$[0063] \quad \text{系统方程 } X_t = X_{t-1} + w_t \quad (2)$$

$$[0064] \quad \text{观测方程 } y_t = X_t + v_t \quad (3)$$

$$[0065] \quad \text{预测方程} \begin{cases} X_{t+1} = X_t \\ P_{t+1} = P_t + W_t \end{cases} \quad (4)$$

$$[0066] \quad \text{更新方程} \begin{cases} X_{t/t-1} = X_{t-1} + K_t(y_t - X_{t/t-1}) \\ K_t = \frac{P_{t/t-1}}{P_{t/t-1} + V_t} \\ P_t = (1 - K_t)P_{t/t-1} \end{cases} \quad (5)$$

[0067] W_t 、 V_t 可分别由以下公式计算得到：

[0068]

$$W_t = \frac{1}{6} \sum_{i=0}^6 \left(X_{t-i} - X_{t-i-1} - \left(\frac{\sum_{i=0}^6 (X_{t-i} - X_{t-i-1})}{7} \right) \right)^2 \quad (6)$$

[0069]

$$V_t = \frac{1}{6} \sum_{i=0}^6 \left(y_{t-i} - X_{t-i-1} - \left(\frac{\sum_{i=0}^6 (y_{t-i} - X_{t-i-1})}{7} \right) \right)^2 \quad (7)$$

[0070] 其中, X_t 、 X_{t-1} 分别是t时刻和t-1时刻的总辐射、气温、相对湿度、风速和风向的矩阵, $X_{t/t-1}$ 是X在t时刻的估计, y_t 是t时刻的组件温度序列, P_t 、 P_{t-1} 分别是t时刻和t-1时刻 X_t 的协方差矩阵, K_t 是更新系数矩阵, $P_{t/t-1}$ 是P在t时刻的估计, P_{t-1} 是P在t-1时刻的实际值, w_t 是系统误差, v_t 是观测误差, W_t 、 V_t 分别是 w_t 、 v_t 的协方差矩阵, X表示输入因子矩阵, X_{t-i} 是X在t-i时刻的实际值, X_{t-i-1} 是X在t-i-1时刻的实际值, y_{t-i} 是y在t-i时刻的实际值, i是指在t时刻前的某一时刻。

[0071] 可通过以上方程,通过输入总辐射、气温、相对湿度、风速、风向,以及组件温度,从而完成预测模型的训练。

[0072] 步骤4:滚动获取历史时段的光伏组件所处位置的总辐射、风速、风向、气温、相对湿度等气象要素数据,以及对应的光伏组件温度数据,训练并更新多维卡尔曼滤波短期预测模型,同时将光伏组件所在地的总辐射、风速、风向、气温、相对湿度等气象要素日前预报数据,作为最新的多维卡尔曼滤波短期预测模型输入,预测出组件温度值。步骤4中预报时效为未来0-24h,预测点时间分辨率为15min,每日进行2次多维卡尔曼滤波短期预测模型更新,即每日02时和14时进行更新。

[0073] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,这些未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,均在申请待批的本发明的权利要求保护范围之内。

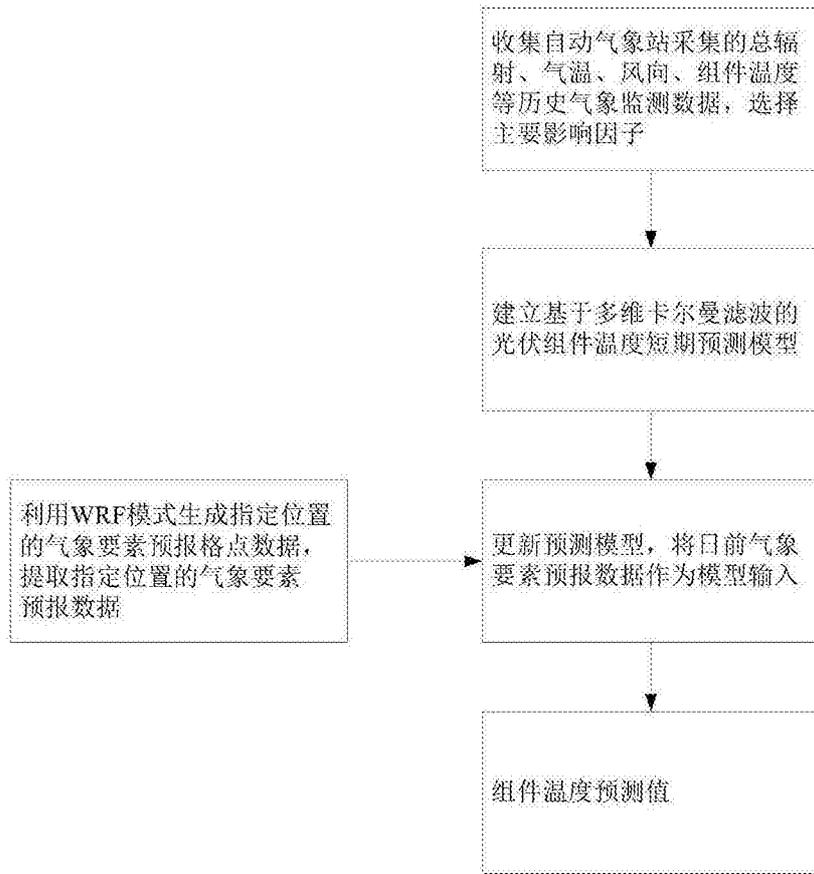


图1