



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105089929 B

(45)授权公告日 2018.07.10

(21)申请号 201410214763.6

(22)申请日 2014.05.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105089929 A

(43)申请公布日 2015.11.25

(73)专利权人 南车株洲电力机车研究所有限公司

地址 412001 湖南省株洲市石峰区时代路169号

(72)发明人 卢勇 莫旭杰 李晓光 宋建秀 蒋耀生 胡婵娟 万宇宾 刘红文 杜佳佳 蒋韬 赵燕峰

(74)专利代理机构 湖南兆弘专利事务所(普通合伙) 43008

代理人 赵洪

(51)Int.Cl.

F03D 7/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103080538 A,2013.05.01, CN 1707262 A,2005.12.14, US 2012/0226485 A1,2012.09.06, WO 2013/091649 A3,2013.11.07, CN 102834610 A,2012.12.19, CA 2564494 A1,2008.04.18, CN 102954858 A,2013.03.06, CN 103080538 A,2013.05.01,

审查员 赵银凤

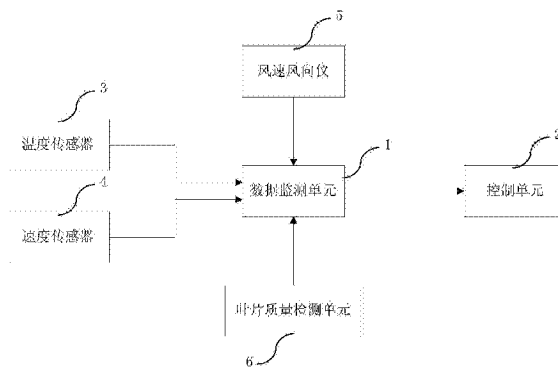
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

风力发电机组叶片结冰检测系统及其方法

(57)摘要

本发明公开了一种风力发电机组叶片结冰检测系统及其方法,系统包括:数据监测单元、控制单元、温度传感器、速度传感器和风速风向仪。数据监测单元通过温度传感器检测机舱外的环境温度,数据监测单元通过风速风向仪检测实时风速,数据监测单元通过速度传感器检测实时风轮转速,将实时风速和实时风轮转速输入控制单元,并通过控制单元提供的风机实时输出功率形成实时功率曲线点。控制单元通过比较实时功率曲线点和风机未结冰时的运行功率曲线判断风机叶片是否结冰。本发明针对目前结冰检测技术稳定性和可靠性不高的缺陷,能够针对风机处于停机和运行状态下,分别采用不同的方法进行检测,检测准确、可靠性高、成本较低。



1. 一种风力发电机组叶片结冰检测系统,其特征在于,包括:数据监测单元(1)、控制单元(2)、温度传感器(3)、速度传感器(4)和风速风向仪(5);所述数据监测单元(1)通过所述温度传感器(3)检测机舱外的环境温度,所述数据监测单元(1)通过所述风速风向仪(5)检测实时风速,所述数据监测单元(1)通过所述速度传感器(4)检测实时风轮转速,将实时风速和实时风轮转速输入所述控制单元(2),并通过所述控制单元(2)提供的风机实时输出功率形成实时功率曲线点;所述控制单元(2)通过比较所述实时功率曲线点和风机未结冰时的运行功率曲线判断风机叶片是否结冰;当所述风机处于运行状态下,首先通过机舱外的温度传感器(3)检测环境温度,若环境温度大于零摄氏度,则判定所述风机叶片未结冰;若环境温度小于零摄氏度,所述控制单元(2)对实时功率曲线点进行检测,通过计算实时功率曲线点与风机叶片未结冰时的运行功率曲线的偏差来判断风机叶片是否结冰;若实时功率曲线点与风机叶片未结冰时的运行功率曲线的偏差超过预设定的范围,则判定所述风机叶片结冰,若实时功率曲线点与风机叶片未结冰时的运行功率曲线的偏差未超过预设定的范围,则判定所述风机叶片未结冰;所述检测系统还包括叶片质量检测单元(6),所述数据监测单元(1)通过叶片质量检测单元(6)检测风机叶片的实时质量,所述控制单元(2)通过比较所述叶片的实时质量和风机处于停机状态下,且所述叶片未结冰时通过所述叶片质量检测单元(6)检测到的叶片质量判断风机叶片是否结冰;当所述风机处于停机状态下,首先通过机舱外的温度传感器(3)检测环境温度,若环境温度大于零摄氏度,则判定风机叶片未结冰;若环境温度小于零摄氏度,所述控制单元(2)计算所述叶片质量检测单元(6)检测到的叶片的实时质量与所述风机叶片未结冰时的叶片质量之间的偏差来判定所述风机叶片是否结冰;若所述叶片质量检测单元(6)检测到的叶片的实时质量与所述风机叶片未结冰时的叶片质量之间的差值超过预设定的范围,则所述控制单元(2)判定所述风机叶片结冰;若所述叶片质量检测单元(6)检测到的叶片的实时质量与所述风机叶片未结冰时的叶片质量的差值未超过预设定的范围,则所述控制单元(2)判定所述风机叶片未结冰。

2. 一种基于权利要求1所述系统的风力发电机组叶片结冰检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

S100:检测机舱外的环境温度,并判断机舱外的环境温度是否小于零摄氏度,如果否,持续检测,如果是,则进入下一步骤;

S101:检测实时风轮转速,并判断风轮转速是否大于零,如果是,则进入步骤S102,如果否,则进入步骤S103;

S102:检测实时风速,根据实时风速和实时风轮转速,以及风机实时输出功率形成实时功率曲线点,并与风机未结冰时的运行功率曲线进行比较,如果其差值超出预设偏差值,则判断所述风机叶片结冰,如果否,则判断所述风机叶片未结冰,并继续执行步骤S102;

S103:检测风机的叶片的实时质量,并与所述风机未结冰时的叶片质量进行比较,如果其差值超出预设偏差值,则判断所述风机叶片结冰,如果否,则继续执行步骤S103。

风力发电机组叶片结冰检测系统及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电领域,尤其是涉及一种应用于风力发电机组的叶片结冰检测系统及其方法。

背景技术

[0002] 风能作为绿色可再生能源,在传统能源日益减少的今天越来越受到关注,风力发电机组(以下简称风机)的单机容量也在向着大型化方向发展,以提高风能利用率。风机在结构组成上一般包括风轮、发电机和塔筒三大部分。风机工作在风能资源比较丰富的地区,在空气温度较低或者湿度较大的情况下,风机叶片上可能发生结冰现象。风机叶片结冰将导致叶片的气动特性发生改变,降低风机的工作效率,减少功率的输出,严重时可能导致风机停机,影响电网的安全稳定运行。同时,由于叶片结冰增大了风机的负载,也是影响风机安全可靠运行的主要因素之一。因此,能够有效准确地检测风机叶片的结冰状况,对于风机发电系统意义重大。

[0003] 然而,目前的结冰检测技术是利用不同类型的风速计算出信号的偏差来判定风机结冰状况。这些检测风电机组叶片结冰状况的方法,可能出现叶片未结冰而误判为叶片结冰的情况出现,也可能出现叶片已经结冰但未达到严重程度而误判为叶片未结冰的情况,因此结果的可靠性较差、极易发生误判。如果出现误判情况,将严重影响风机的发电效率和使用寿命。因此,如何有效而准确的检测叶片结冰状况,是目前亟待解决的问题,具有重大的工程应用价值。

[0004] 在最接近的现有技术中,由南京风电科技有限公司于2012年03月15日申请,并于2012年07月18日公开,公开号CN102588223A的中国发明专利申请《一种可进行结冰检测的风力发电机及其结冰检测方法》,公开了一种通过温度传感器和湿度传感器检测机舱外温度和湿度来检测风机叶片是否结冰的方法。该方法虽然简单易行,成本也不高,但是仅仅通过温度传感器和湿度传感器来进行风机叶片结冰检测,其准确性和可靠性都不高,容易造成误判。

[0005] 因此,需要提出一种更加准确和可靠的结冰检测技术方法以解决上述技术问题。

发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种风力发电机组叶片结冰检测系统及其方法,能够较为准确的检测风机叶片结冰情况,检测准确、可靠性高、成本低。

[0007] 为了实现上述发明目的,本发明具体提供了一种风力发电机组叶片结冰检测系统的技术实现方案,一种风力发电机组叶片结冰检测系统,包括:数据监测单元、控制单元、温度传感器、速度传感器和风速风向仪。所述数据监测单元通过所述温度传感器检测机舱外的环境温度,所述数据监测单元通过所述风速风向仪检测实时风速,所述数据监测单元通过所述速度传感器检测实时风轮转速,将实时风速和实时风轮转速输入所述控制单元,并通过所述控制单元提供的风机实时输出功率形成实时功率曲线点。所述控制单元通过比较

所述实时功率曲线点和风机未结冰时的运行功率曲线判断风机叶片是否结冰。

[0008] 优选的,当所述风机处于运行状态下,首先通过机舱外的温度传感器检测环境温度,若环境温度大于零摄氏度,则判定所述风机叶片未结冰;若环境温度小于零摄氏度,所述控制单元对实时功率曲线点进行检测,通过计算实时功率曲线点与风机叶片未结冰时的运行功率曲线的偏差来判断风机叶片是否结冰;若实时功率曲线点与风机叶片未结冰时的运行功率曲线的偏差超过预设定的范围,则判定所述风机叶片结冰,若实时功率曲线点与风机叶片未结冰时的运行功率曲线的偏差未超过预设定的范围,则判定所述风机叶片未结冰。

[0009] 优选的,所述检测系统还包括叶片质量检测单元,所述数据监测单元通过叶片质量检测单元检测风机叶片的实时质量,所述控制单元通过比较所述实时叶片质量和风机处于停机状态下,且所述叶片未结冰时通过所述叶片质量检测单元检测到的叶片质量判断风机叶片是否结冰。

[0010] 优选的,当所述风机处于停机状态下,首先通过机舱外的温度传感器检测环境温度,若环境温度大于零摄氏度,则判定风机叶片未结冰;若环境温度小于零摄氏度,所述控制单元计算所述叶片质量检测单元检测到的实时叶片质量与所述风机叶片未结冰时的叶片质量之间的偏差来判定所述风机叶片是否结冰;若所述叶片质量检测单元检测到的实时叶片质量与所述风机叶片未结冰时的叶片质量之间的差值超过预设定的范围,则所述控制单元判定所述风机叶片结冰;若所述叶片质量检测单元检测到的实时叶片质量与所述风机叶片未结冰时的叶片质量的差值未超过预设定的范围,则所述控制单元判定所述风机叶片未结冰。

[0011] 本发明还另外具体提供了一种风力发电机组叶片结冰检测方法的技术实现方案,一种风力发电机组叶片结冰检测方法,包括以下步骤:

[0012] S100:检测机舱外的环境温度,并判断机舱外的环境温度是否小于零摄氏度,如果否,持续检测,如果是,则进入下一步骤;

[0013] S101:检测实时风轮转速,并判断风轮转速是否大于零,如果是,则进入步骤S102,如果否,则进入步骤S103;

[0014] S102:检测实时风速,根据实时风速和实时风轮转速,以及风机实时输出功率形成实时功率曲线点,并与风机未结冰时的运行功率曲线进行比较,如果其差值超出预设偏差值,则判断所述风机叶片结冰,如果否,则判断所述风机叶片未结冰,并继续执行步骤S102;

[0015] S103:检测风机的实时叶片质量,并与所述风机未结冰时的叶片质量进行比较,如果其差值超出预设偏差值,则判断所述风机叶片结冰,如果否,则继续执行步骤S103。

[0016] 通过实施上述本发明提供的风力发电机组叶片结冰检测系统及其方法,具有如下技术效果:本发明针对目前结冰检测技术稳定性和可靠性不高的缺陷,能够针对风机处于停机和运行状态下,分别采用不同的方法进行检测,检测准确、可靠性高、成本较低。

附图说明

[0017] 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的介绍。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具体实施例。

[0018] 图1是本发明风力发电机组叶片结冰检测装置一种具体实施方式的系统结构框图；

[0019] 图2是本发明风力发电机组叶片结冰检测方法一种具体实施方式的程序流程图；

[0020] 图3是1.5MW风力发电机组叶片结冰与未结冰时功率曲线随风速变化的对比示意图；

[0021] 图4是1.5MW风力发电机组叶片结冰与未结冰时功率曲线随风轮转速变化的对比示意图；

[0022] 图中：1-数据监测单元，2-控制单元，3-温度传感器，4-速度传感器，5-风速风向仪，6-叶片质量检测单元。

具体实施方式

[0023] 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，所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例，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。

[0024] 如附图1至附图4所示，给出了本发明风力发电机组叶片结冰检测系统及其方法的具体实施例，下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明。

[0025] 为了克服目前风机叶片结冰检测系统和方法存在的准确性和可靠性都不高，容易造成误判的技术缺陷，更加准确、可靠地进行风机叶片结冰检测，如附图1所示，一种风力发电机组叶片结冰检测系统的具体实施例，包括：数据监测单元1、控制单元2、温度传感器3、速度传感器4和风速风向仪5。数据监测单元1通过温度传感器3检测机舱外的环境温度，数据监测单元1通过风速风向仪5检测实时风速，数据监测单元1通过速度传感器4检测实时风轮转速，将实时风速和实时风轮转速输入控制单元2，并通过控制单元2提供的风机实时输出功率形成实时功率曲线点。在风机叶片未结冰时，将风机的运行功率曲线输入控制单元2，作为比较标准。当风机运行时，控制单元2通过比较实时功率曲线点和风机未结冰时的运行功率曲线判断风机叶片是否结冰。

[0026] 风机叶片在运行情况下结冰，其风轮的转动惯量 J 和负载转矩 T_L 都将发生变化，根据公式： $T_e - T_L = J \frac{d\omega}{dt}$ ，风机的实时功率曲线点将偏离风机叶片未结冰时的运行功率曲线

一定的范围。其中， T_e 为风机电磁转矩， T_L 为负载转矩， J 为风轮的转动惯量， ω 为风轮转速，从公式中可以看出，风轮的转动惯量 J 和负载转矩 T_L 将直接导致风机电磁转矩 T_e 发生变化，从而引起风机输出功率的改变，在本发明具体实施例中，该风机输出功率的改变由控制单元2获得。

[0027] 当风机处于运行状态下，首先通过机舱外的温度传感器3检测环境温度，若环境温度大于零摄氏度，则判定风机叶片未结冰；若环境温度小于零摄氏度，控制单元2对实时功率曲线点进行检测，通过计算实时功率曲线点与风机叶片未结冰时的运行功率曲线的偏差来判断风机叶片是否结冰；若实时功率曲线点与风机叶片未结冰时的运行功率曲线的偏差

超过预设定的范围,则判定风机叶片结冰,若实时功率曲线点与风机叶片未结冰时的运行功率曲线的偏差未超过预设定的范围,则判定风机叶片未结冰。如附图3所示,为1.5MW风力发电机组叶片结冰与未结冰时功率曲线随风速变化的对比示意图。附图3中,曲线A所示为风力发电机组叶片未结冰时的功率曲线,曲线B所示为风力发电机组叶片结冰时的功率曲线。如附图4所示,为1.5MW风力发电机组叶片结冰与未结冰时功率曲线随风轮转速变化的对比示意图。附图4中,曲线C所示为风力发电机组叶片未结冰时的功率曲线,曲线D所示为风力发电机组叶片结冰时的功率曲线。

[0028] 作为本发明一种较佳的具体实施例,检测系统还进一步包括叶片质量检测单元6,数据监测单元1通过叶片质量检测单元6检测风机叶片的实时质量,控制单元2通过比较实时叶片质量和风机处于停机状态下,且叶片未结冰时通过叶片质量检测单元6检测到的叶片质量判断风机叶片是否结冰。

[0029] 当风机处于停机状态下,首先通过机舱外的温度传感器3检测环境温度,若环境温度大于零摄氏度,则判定风机叶片未结冰;若环境温度小于零摄氏度,控制单元2计算叶片质量检测单元6检测到的实时叶片质量与风机叶片未结冰时的叶片质量之间的偏差来判定风机叶片是否结冰;若叶片质量检测单元6检测到的实时叶片质量与风机叶片未结冰时的叶片质量之间的差值超过预设定的范围,则控制单元2判定风机叶片结冰;若叶片质量检测单元6检测到的实时叶片质量与风机叶片未结冰时的叶片质量的差值未超过预设定的范围,则控制单元2判定风机叶片未结冰。

[0030] 如附图2所示,一种风力发电机组叶片结冰检测方法的具体实施例,包括以下步骤:

[0031] S100:数据监测单元1通过温度传感器3检测机舱外的环境温度,并判断机舱外的环境温度是否小于零摄氏度,如果否,持续检测,如果是,则进入下一步骤;

[0032] S101:数据监测单元1通过速度传感器4检测实时风轮转速,并判断风轮转速是否大于零,如果是,则进入步骤S102,如果否,则进入步骤S103;

[0033] S102:数据监测单元1通过风速风向仪5检测实时风速,根据实时风速和实时风轮转速,以及控制单元2提供的风机实时输出功率形成实时功率曲线点,并与风机未结冰时的运行功率曲线进行比较,如果其差值超出预设偏差值,则判断风机叶片结冰,如果否,则判断风机叶片未结冰,并继续执行步骤S102;

[0034] S103:数据监测单元1通过叶片质量检测单元6检测风机的实时叶片质量,并与风机未结冰时的叶片质量进行比较,如果其差值超出预设偏差值,则判断风机叶片结冰,如果否,则继续执行步骤S103。

[0035] 本发明具体实施例描述的风力发电机组叶片结冰检测系统及其方法针对目前结冰检测技术稳定性和可靠性不高的缺陷,能够针对风机处于停机和运行状态下,分别采用不同的方法进行检测,检测准确、可靠性高、成本较低。

[0036] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0037] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制。虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明。任何熟悉本领域的技术人员,在不脱离本发明的精神实质和技术方案的情况下,都可利用上述揭示的方法和技术内

容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同替换、等效变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

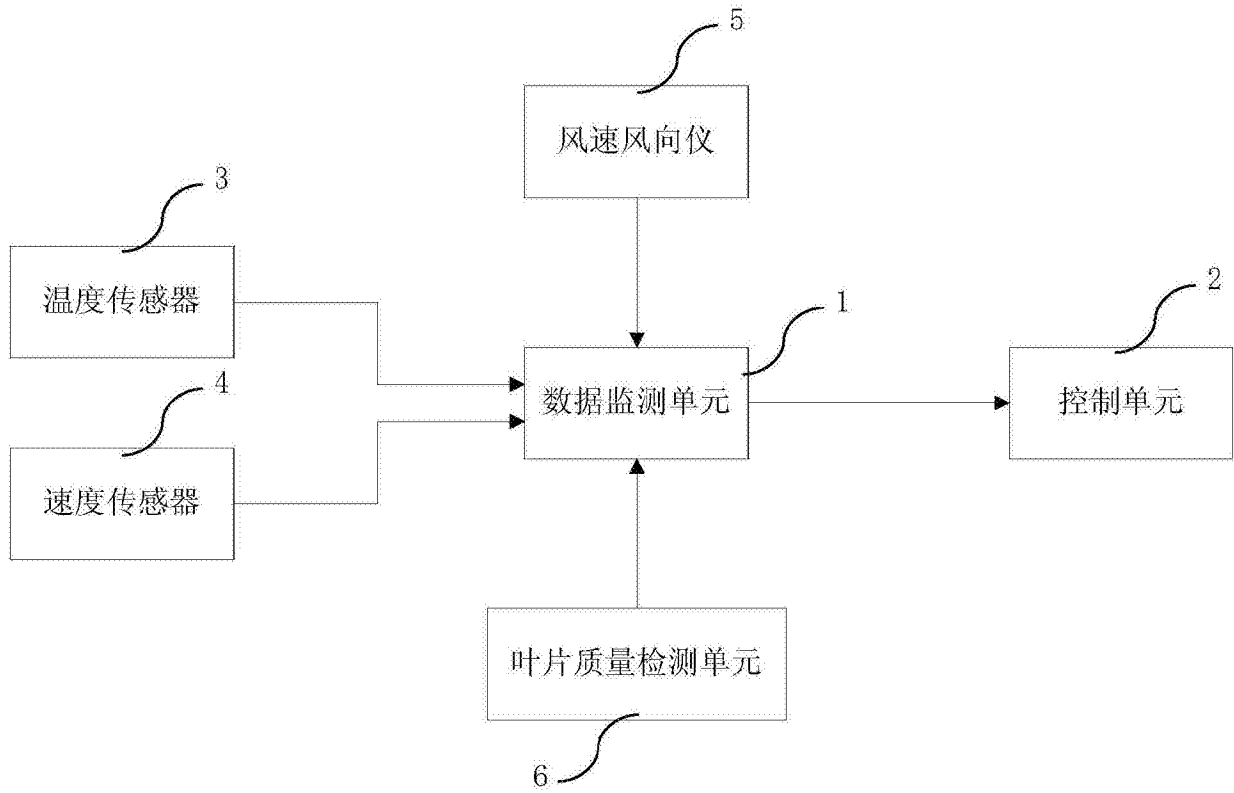


图1

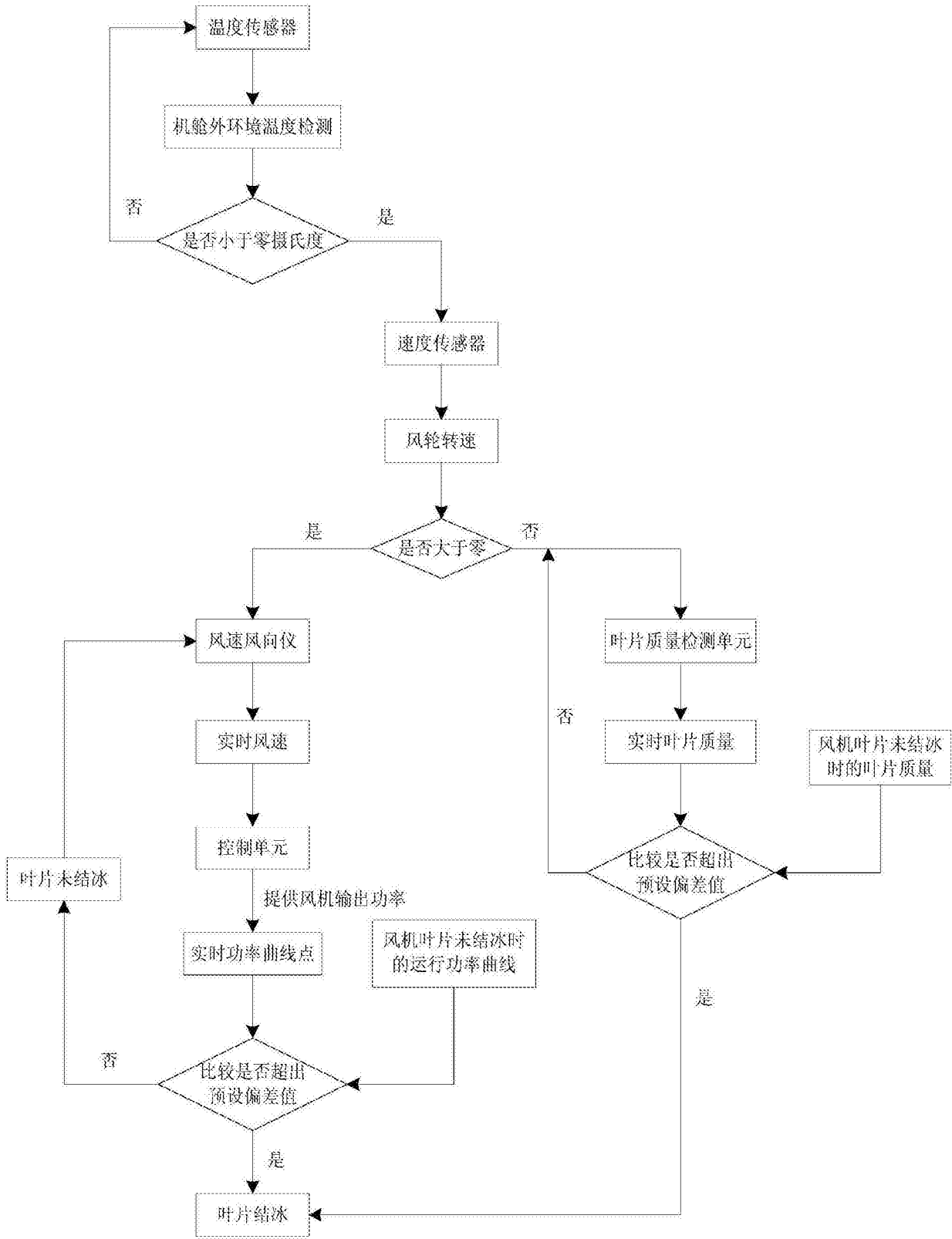


图2

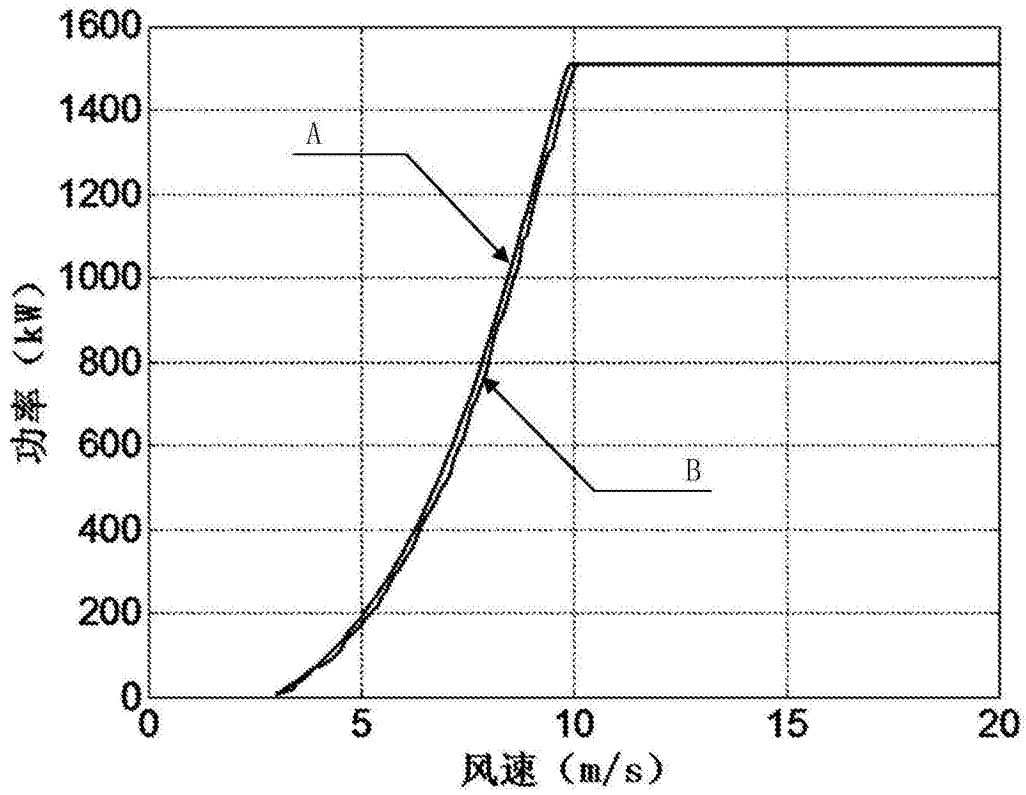


图3

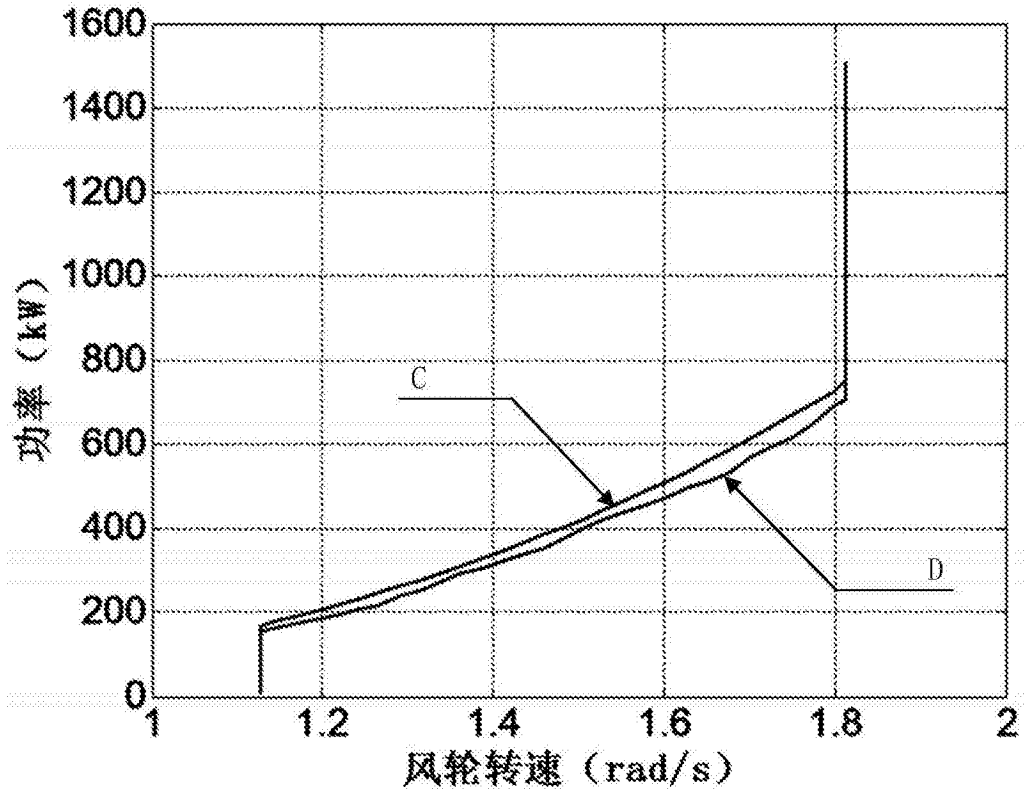


图4