



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103266987 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201310194005. 8

(22) 申请日 2013. 05. 22

(73) 专利权人 北京金风科创风电设备有限公司
地址 100176 北京市大兴区北京经济技术开发区康定街 19 号

(72) 发明人 李波 李健 李强 陈秋华

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286
代理人 鲁恭诚 王秀君

(51) Int. Cl.
F03D 7/00(2006. 01)

审查员 张倩

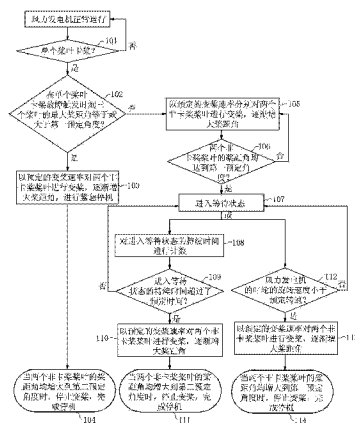
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

在单个桨叶卡桨工况下的风力发电机停机方法

(57) 摘要

一种在单个桨叶卡桨工况下的风力发电机停机方法, 风力发电机包括安装在风力发电机的叶轮上的三个桨叶, 所述方法包括: 确定风力发电机的三个桨叶中是否存在单个桨叶卡桨; 当存在单个桨叶卡桨时, 确定在单个桨叶卡桨故障触发时刻三个桨叶的桨距角中的最大桨距角是否等于或大于第一预定角度; 如果确定最大桨距角等于或大于第一预定角度, 则以预定变桨速率对三个桨叶中的两个非卡桨桨叶进行变桨, 逐渐增大桨距角; 当两个非卡桨桨叶的桨距角均增大到第二预定角度时, 停止变桨, 使得风力发电机停机。



1. 一种在单个桨叶卡桨工况下的风力发电机停机方法, 风力发电机包括安装在风力发电机的叶轮上的三个桨叶, 其特征在于, 所述方法包括:

确定风力发电机的三个桨叶中是否存在单个桨叶卡桨;

当存在单个桨叶卡桨时, 确定在单个桨叶卡桨故障触发时刻三个桨叶的桨距角中的最大桨距角是否等于或大于第一预定角度;

如果确定最大桨距角等于或大于第一预定角度, 则以预定变桨速率对三个桨叶中的两个非卡桨桨叶进行变桨, 逐渐增大桨距角;

当两个非卡桨桨叶的桨距角均增大到第二预定角度时, 停止变桨, 使得风力发电机停机。

2. 根据权利要求 1 所述的风力发电机停机方法, 其中, 如果确定最大桨距角小于第一预定角度, 则所述方法还包括:

以所述预定变桨速率分别对两个非卡桨桨叶进行变桨, 逐渐增大桨距角;

确定两个非卡桨桨叶的桨距角是否均达到第一预定角度;

如果两个非卡桨桨叶的桨距角均达到第一预定角度, 则进入等待状态;

确定进入等待状态的持续时间是否超过预定时间;

如果进入等待状态的持续时间超过所述预定时间, 则以所述预定变桨速率对两个非卡桨桨叶进行变桨, 逐渐增大桨距角;

当两个非卡桨桨叶的桨距角均增大到第二预定角度时, 停止变桨, 使得风力发电机停机。

3. 根据权利要求 1 所述的风力发电机停机方法, 其中, 如果确定最大桨距角小于第一预定角度, 则所述方法还包括:

以所述预定变桨速率分别对两个非卡桨桨叶进行变桨, 逐渐增大桨距角;

确定两个非卡桨桨叶的桨距角是否均达到第一预定角度;

如果两个非卡桨桨叶的桨距角均达到第一预定角度, 则进入等待状态;

在进入等待状态之后, 确定风力发电机的叶轮的旋转速度是否小于预定转速;

如果风力发电机的叶轮的旋转速度小于预定转速, 则以所述预定变桨速率对两个非卡桨桨叶进行变桨, 逐渐增大桨距角;

当两个非卡桨桨叶的桨距角均增大到第二预定角度时, 停止变桨, 使得风力发电机停机。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的风力发电机停机方法, 其中, 第一预定角度是 18° 。

5. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的风力发电机停机方法, 其中, 所述预定变桨速率是 $4^{\circ} / \text{秒}$ 。

6. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的风力发电机停机方法, 其中, 第二预定角度是 88° 。

7. 根据权利要求 2 所述的风力发电机停机方法, 其中, 所述预定时间是 5 秒。

8. 根据权利要求 3 所述的风力发电机停机方法, 其中, 所述预定转速是 13 转 / 每分钟。

9. 根据权利要求 1 所述的风力发电机停机方法, 其中, 如果三个桨叶中的一个桨叶的桨距角与另外两个桨叶的桨距角的差值达到 3.5° , 则确定存在单个桨叶卡桨。

在单个桨叶卡桨工况下的风力发电机停机方法

技术领域

[0001] 本发明属于风力发电领域,涉及一种在特殊工况条件下的风力发电机停机方法。

背景技术

[0002] 在大型风力发电机(简称风机)的桨叶载荷计算中,通过机组控制策略可以有效降低正常工况下的桨叶载荷。然而,在极端工况下,主要是在各种故障停机工况下,机组桨叶极限载荷特别大,不能满足机组运转要求。

[0003] 风力发电机通常包括安装在风力发电机的叶轮上的三个桨叶(叶片)。单个桨叶卡桨工况是特殊故障的停机方式,卡桨指的是桨叶卡住而不能调整桨叶与叶轮旋转平面(叶轮旋转时桨叶柄所扫过的平面)形成的角度。在该种故障停机方式下,采用传统的变桨速率停机策略,机组极限载荷非常大,由此增加了机组设计成本。

[0004] 通常情况下,机组控制策略对单个桨叶卡桨停机工况只是采取单一变桨速率机组停机策略。随着机组单机容量的增大与叶轮直径的增大,机组载荷也将日趋增大,降低风机成本的要求日益增加。然而,在单个桨叶卡死工况下,采取现有的停机方式,机组载荷会增大很多。

发明内容

[0005] 为了降低整机成本,针对单个桨叶卡死工况下的机组停机策略,本发明提出一种在单个桨叶卡桨工况下的风力发电机特殊停机方法,以降低机组载荷。

[0006] 根据本发明的一方面,提供一种在单个桨叶卡桨工况下的风力发电机停机方法,风力发电机包括安装在风力发电机的叶轮上的三个桨叶,所述方法包括:确定风力发电机的三个桨叶中是否存在单个桨叶卡桨;当存在单个桨叶卡桨时,确定在单个桨叶卡桨故障触发时刻三个桨叶的桨距角中的最大桨距角是否等于或大于第一预定角度;如果确定最大桨距角等于或大于第一预定角度,则以预定变桨速率对三个桨叶中的两个非卡桨桨叶进行变桨,逐渐增大桨距角;当两个非卡桨桨叶的桨距角均增大到第二预定角度时,停止变桨,使得风力发电机停机。

[0007] 如果确定最大桨距角小于第一预定角度,则所述方法还可包括:以所述预定变桨速率分别对两个非卡桨桨叶进行变桨,逐渐增大桨距角;确定两个非卡桨桨叶的桨距角是否均达到第一预定角度;如果两个非卡桨桨叶的桨距角均达到第一预定角度,则进入等待状态;确定进入等待状态的持续时间是否超过预定时间;如果进入等待状态的持续时间超过所述预定时间,则以所述预定变桨速率对两个非卡桨桨叶进行变桨,逐渐增大桨距角;当两个非卡桨桨叶的桨距角均增大到第二预定角度时,停止变桨,使得风力发电机停机。

[0008] 如果确定最大桨距角小于第一预定角度,则所述方法还可包括:以所述预定变桨速率分别对两个非卡桨桨叶进行变桨,逐渐增大桨距角;确定两个非卡桨桨叶的桨距角是否均达到第一预定角度;如果两个非卡桨桨叶的桨距角均达到第一预定角度,则进入等待状态;在进入等待状态之后,确定风力发电机的叶轮的旋转速度是否小于预定转速;如果

风力发电机的叶轮的旋转速度小于预定转速,则以所述预定变桨速率对两个非卡桨桨叶进行变桨,逐渐增大桨距角;当两个非卡桨桨叶的桨距角均增大到第二预定角度时,停止变桨,使得风力发电机停机。

[0009] 第一预定角度可以是 18° 。

[0010] 所述预定变桨速率可以是 4° / 秒。

[0011] 第二预定角度可以是 88° 。

[0012] 所述预定时间可以是 5 秒。

[0013] 所述预定转速可以是 13 转 / 每分钟。

[0014] 如果三个桨叶中的一个桨叶的桨距角与另外两个桨叶的桨距角的差值达到 3.5° ,则可确定存在单个桨叶卡桨。

[0015] 根据本发明,针对单个桨叶卡桨工况,采用单个桨叶卡桨特殊停机方法,可以有效降低桨叶叶根载荷,降低机组设计成本,满足设计要求,并且延长风力发电机的使用寿命。

附图说明

[0016] 通过结合附图,从下面的实施例的描述中,本发明这些和 / 或其它方面及优点将会变得清楚,并且更易于理解,其中:

[0017] 图 1 是示出根据本发明的单个桨叶卡桨工况下的风力发电机停机方法的流程图。

具体实施方式

[0018] 风力发电机的每个桨叶与叶轮旋转平面(叶轮旋转时桨叶柄所扫过的平面)形成一个角度,称为安装角,也称为桨距角。当桨距角为 0° 左右时,风能利用系数相对最大,这个角度范围称为发电状态桨叶频繁动作角度范围。如果桨距角增大,则风能利用系数将明显减小。当桨距角为 90° 左右时,桨叶静止,这个角度范围称为停机角度范围,此时风力发电机停机。通过改变桨距角(变桨),当风速低于额定风速时追踪最大风速以尽可能吸收风能,当风速高于额定风速时,通过调整桨叶的桨距角,改变气流对桨叶的作用,可以保持发电机功率恒定。可通过安装在叶轮上的变桨电机来调整各个桨叶的桨距角。

[0019] 根据安全监督规定的风力发电机的触发停机过程,风力发电机停机方式主要有三种情况:监督检查到故障触发停机;小风停机或大风切出停机(不报故障停机);机组定期维护巡检时的手动停机。故障停机根据故障类型可以分为正常停机、快速停机和紧急停机三种模式,默认为正常停机。

[0020] 以下参照附图来详细描述本发明的实施例。

[0021] 单个桨叶卡桨(卡死)工况为故障停机中的特殊停机方式,其停机流程图如图 1 所示。图 1 是示出根据本发明的单个桨叶卡桨工况下的风力发电机停机方法的流程图。

[0022] 在步骤 101,确定风力发电机的三个桨叶中是否存在单个桨叶卡桨。如果三个桨叶中的一个桨叶的桨距角与另外两个桨叶的桨距角的差值达到预定阈值(例如 3.5°),则可判断出现单个桨叶卡桨。即,可确定所述一个桨叶卡桨。

[0023] 如果确定单个桨叶卡桨,则在步骤 102,确定在单个桨叶卡桨故障触发时刻三个桨叶的桨距角中的最大桨距角是否等于或大于第一预定角度。例如,第一预定角度可以是 18° 。

[0024] 如果确定最大桨距角等于或大于第一预定角度,则在步骤 103,需要使得风力发电机紧急停机。由于此状态下叶片桨距角较大,叶片承受的风力的载荷较小,可以紧急停机。具体地,在步骤 103,以预定的变桨速率对三个桨叶中的两个非卡桨桨叶(即,正常桨叶)进行变桨,逐渐增大桨距角。例如,预定的变桨速率可以是 4° / 秒,即,使得正常桨叶的桨距角每秒增大 4° 。

[0025] 在步骤 104,当两个非卡桨桨叶的桨距角均增大到第二预定角度时,停止变桨,使得风力发电机停机。例如,第二预定角度可以是 90° 左右,优选为 88° 。

[0026] 另一方面,如果确定最大桨距角小于第一预定角度,则在步骤 105,则以预定的变桨速率分别对两个非卡桨桨叶(即,正常桨叶)进行变桨,逐渐增大桨距角,直到两个非卡桨桨叶的桨距角均达到第一预定角度。

[0027] 接下来,在步骤 106,确定两个非卡桨桨叶的桨距角是否均达到第一预定角度。

[0028] 如果两个非卡桨桨叶均达到第一预定角度,则在步骤 107,进入等待状态。

[0029] 接着,在步骤 108,对进入等待状态的持续时间进行计数。

[0030] 接下来,在步骤 109,确定进入等待状态的持续时间是否超过了预定时间。例如,预定时间可以是 5 秒。

[0031] 如果进入等待状态的持续时间超过了所述预定时间,则在步骤 110,可使得风力发电机正常停机。具体地,在步骤 110,以预定的变桨速率对三个桨叶中的两个非卡桨桨叶(即,正常桨叶)进行变桨,逐渐增大桨距角。例如,预定的变桨速率可以是 4° / 秒,即,使得正常桨叶的桨距角每秒增大 4° 。

[0032] 在步骤 111,当两个非卡桨桨叶的桨距角均增大到第二预定角度时,停止变桨,使得风力发电机停机。例如,第二预定角度可以是 90° 左右,优选为 88° 。

[0033] 可选择地,在步骤 107 进入等待状态之后,在步骤 112,可确定风力发电机的叶轮的旋转速度是否小于预定转速(即,预定的每分钟转数(RPM))。例如,预定转速可以是 13RPM (即,13 转 / 每分钟)。

[0034] 如果风力发电机的叶轮的旋转速度不小于预定转速,则返回到步骤 107,保持等待状态。

[0035] 如果风力发电机的叶轮的旋转速度小于预定转速,则在步骤 113,以预定的变桨速率对三个桨叶中的两个非卡桨桨叶(即,正常桨叶或活动桨叶)进行变桨,逐渐增大桨距角。

[0036] 在步骤 114,当两个非卡桨桨叶的桨距角均增大到第二预定角度时,停止变桨,使得风力发电机停机。

[0037] 根据本发明,针对单个桨叶卡桨工况,采用单个桨叶卡桨特殊停机方法,可以有效降低桨叶叶根载荷,降低机组设计成本,满足设计要求,并且延长风力发电机的使用寿命。

[0038] 虽然本发明是参照其示例性的实施例被具体描述和显示的,但是本领域的普通技术人员应该理解,在不脱离由权利要求限定的本发明的精神和范围的情况下,可以对其进行形式和细节的各种改变。

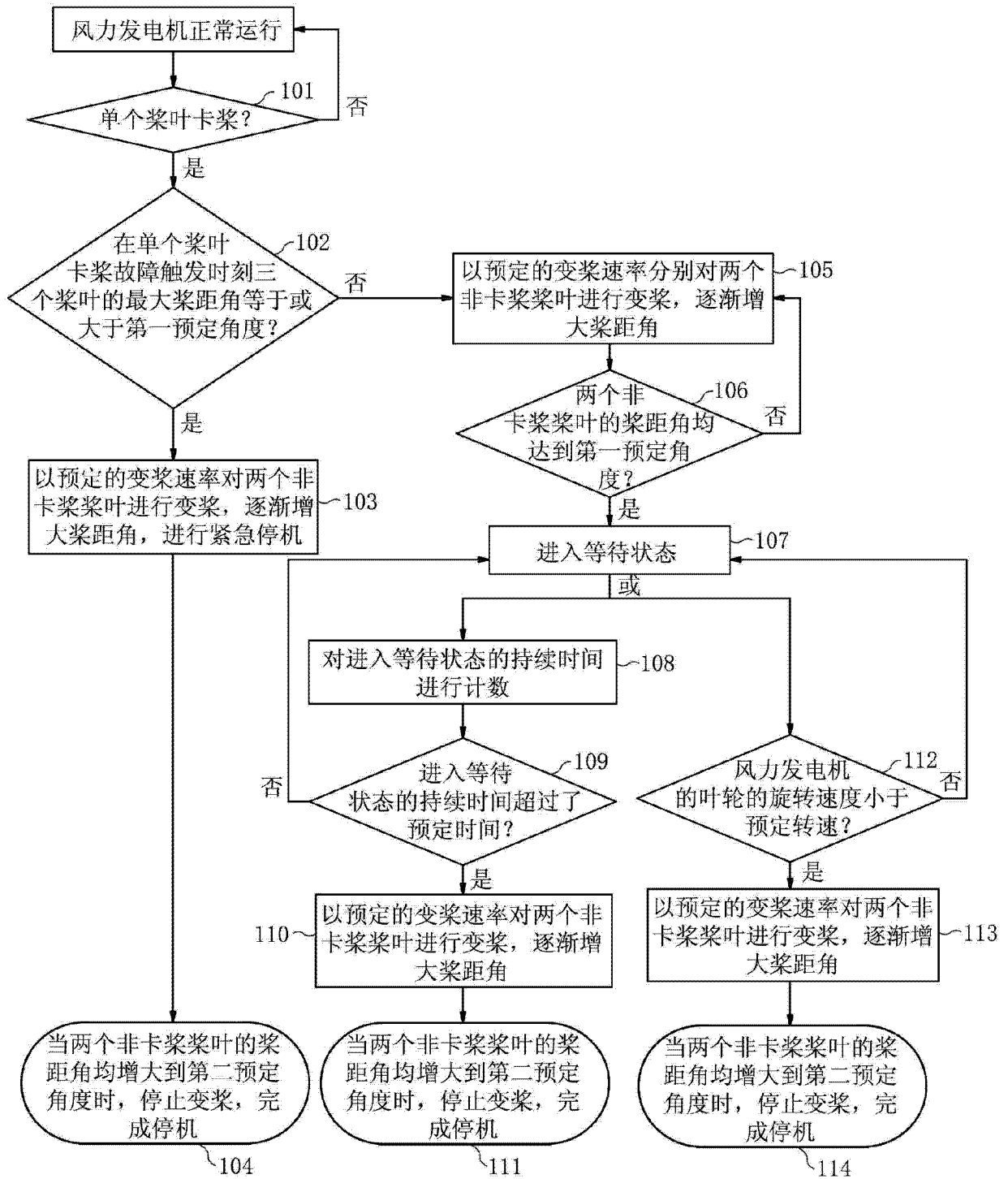


图 1