

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102606400 A

(43) 申请公布日 2012.07.25

(21) 申请号 201210111395.3

(22) 申请日 2012.04.16

(71) 申请人 上海致远绿色能源有限公司

地址 201611 上海市松江区茸华路 1281 号

(72) 发明人 袁炜 俞卫 张中伟 何雪松

叶余胜

(74) 专利代理机构 上海嘉和知识产权代理事务

所（普通合伙） 31255

代理人 杨嘉和 刘自珞

(51) Int. Cl.

F03D 7/04 (2006, 01)

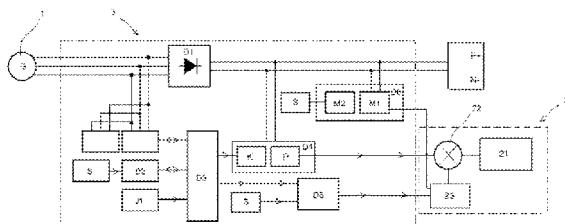
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统

(57) 摘要

一种永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统，包括风机和同步变桨装置，该同步变桨装置包括同步变桨机构、变桨电机和制动器，其控制系统包括整流单元、市电电压检测单元、变桨保护单元、变桨驱动单元和失电顺桨控制单元。其中该变桨驱动单元包括用于驱动变桨电机的变频器和连接变桨保护单元的微型继电器，该微型继电器的开关可操作地响应于断电信号切换于与变频器的控制信号端连接或断开之间；失电顺桨控制单元的作用是响应于控制系统的断电信号而向变桨电机制动器提供降压的直流电使制动器保持于释放状态；同时，令变桨驱动单元的微型继电器在制动器保持释放的状态下，响应于控制系统的断电信号而启动变频器驱动变桨电机令桨叶向迎风角90°方向转动。



1. 一种永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统，所述风力发电机组包括一风力发电机(1)、一同步变桨装置(2)、以及控制系统(3)，其中所述同步变桨装置(2)包括一同步变桨机构(21)、一变桨电机(22)以及一制动器(23)；所述控制系统(3)包括：

一整流单元(D1)，用于将风力发电机(1)输出的交流电整流为直流电输出；

一市电电压检测单元(D2)，用于检测市电电压是否低于控制系统(3)预设的电压阈值，并在测得系统失电时向控制系统(3)发出市电断电信号；

一变桨保护单元(D3)，用于根据市电电压来控制同步变桨装置(2)的操作；

一变桨驱动单元(D4)，包括一变桨变频器(P)以及一微型继电器(K)，所述微型继电器(K)的开关响应于市电断电信号而可操作地切换于与所述变桨变频器(P)连接或断开的位置之间；

其特征在于所述控制系统(3)还包括：

一失电顺桨控制单元(D6)，其响应于市电断电信号而向变桨电机(22)的制动器(23)提供降压的直流电使制动器(23)保持释放状态；从而令所述变桨驱动单元(D4)的微型继电器(K)在制动器(23)保持释放的状态下，响应于市电断电信号而启动变桨变频器(P)驱动变桨电机(22)令桨叶向迎风角90°方向转动。

2. 根据权利要求1所述的永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统，其特征在于所述失电顺桨控制单元(D6)包含一直流降压模块(M1)，其输入端连接于整流单元(D1)的直流输出端，其输出端连接至变桨电机(22)的制动器(23)电源输入端。

3. 根据权利要求2所述的永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统，其特征在于所述失电顺桨控制单元(D6)还包含一市电电压检测模块(M2)。

4. 根据权利要求1所述的永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统，其特征在于，所述制动器(23)为电磁式失电制动装置，采用通电时脱离而断电时以弹簧制动的摩擦式制动器。

5. 根据权利要求1所述的永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统，其特征在于，所述同步变桨装置(2)采用三相异步变频电机作为变桨电机(22)，由变桨驱动单元(D4)变频驱动，从而实现风力发电机(1)软启动使整个变桨过程更加平缓。

6. 根据权利要求1所述的永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统，其特征在于，所述控制系统(3)还包括一用于检测桨叶变化的角度位置的变桨位置检测单元(J1)，当桨叶到达90°极限位置时，通过变桨保护单元(D3)令变桨电机(22)停机，同时令制动器(23)结束其释放状态。

7. 根据权利要求1所述的永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统，其特征在于，所述控制系统(3)还包括一变桨机制动驱动单元(D5)。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统，其特征在于，所述同步变桨机构(21)中还设有一弹簧，其弹性力能在变桨电机失的情况下令同步变桨机构(21)继续迫使桨叶向迎风角90°方向转动。

## 永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电机技术,特别是涉及一种对中功率的永磁变桨风力发电机组实施断电保护的失电顺桨控制系统。

### 背景技术

[0002] 近些年来,随着环境保护问题的重要性不断突出,世界各国相继开始发展新能源以替代逐渐枯竭且具有污染性的传统能源。风能作为一种清洁可再生能源,以其巨大的开发潜力成为了取得绿色能源的一个重要途径,因而风力发电机技术在近几年呈现出突飞猛进的态势。

[0003] 目前市场上的水平轴风力发电机大多为多桨叶风轮系统,而具有实时变桨技术的多桨叶同步变桨风力发电机已逐步成为市场首选。在申请人之前提交的名称为“多桨叶单驱同步变桨装置”申请号为PCT/CN2011/079295国际专利申请的发明技术方案中,公开了一种多桨叶叶轮系统的同步变桨装置。在申请人随后提交的发明名称为“一种永磁变桨风力发电机组的控制系统”的第201210008977.9号中国发明专利申请的发明技术方案中又公开了一种对具有上述同步变桨装置的风力发电机实施同步变桨控制的控制系统,其控制系统包含自动变桨控制单元和智能控制单元。

[0004] 具体地,上述的自动变桨控制单元包括一第一微型继电器,用于使变桨电机顺时针方向运行,从而通过同步变桨装置的丝杆传动机构和同步连杆机构带动桨叶按第一方向围绕桨叶回转轴转动;一第二微型继电器,用于使变桨电机逆时针方向运行,从而带动桨叶按第一方向的反向围绕桨叶回转轴转动。上述的智能控制单元被设置为根据直流电压检测单元和直流电流检测单元检测出的直流输出电压和电流计算出风机当前转速,从而根据预设的规则来确定桨叶需要调整的角度和方向,令上述自动变桨控制单元根据智能控制单元所确定的需要调整的角度和方向执行变桨,并通过上述技术方案使风力发电机组根据风速和实际运行的要求进行同步变桨,使风力发电机的输出功率可实时地调整,从而实现风力发电机输出功率的最大功率跟踪。

[0005] 然而,在控制电源非正常断开后,常规的风力发电机组往往还继续运转而不受控制系统的控制,因而很容易造成负载损坏,同时也影响风力发电机组本身的使用寿命,并可能造成风轮飞车等重大事故。与市场上已有的风力发电机普遍存在的问题相同,上述发明申请中还尚未提出当风力发电机控制系统的电源突然中断时,对风力发电机组进行失电顺桨保护的技术方案。有鉴于此,确实亟待提出一种有效的技术方案来解决上述问题。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种改进的永磁变桨风力发电机组控制系统,具有失电顺桨控制功能,能够在风力发电机组的控制系统的电源意外断开时,以直流控制电路对风力发电机组实施顺桨停机的控制方式,对风力发电机组进行有效的失电保护,从而避免造成系统和负载的损坏以及重大事故的发生。

[0007] 为实现上述发明目的，本发明所提供的一种永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统，其风力发电机组主要包括一风力发电机、一同步变桨装置、以及控制系统，其中所述同步变桨装置包括一同步变桨机构、一变桨电机以及一制动器；所述控制系统包括：

一整流单元，用于将风力发电机输出的交流电整流为直流电输出；

一市电电压检测单元，用于检测市电电压是否低于控制系统预设的电压阈值，并在测得系统失电时向控制系统发出断电信号；

一变桨保护单元，用于根据市电电压来控制同步变桨装置的操作；

一变桨驱动单元，包括一用于驱动变桨电机的变频器和一电连接于所述变桨保护单元的输出端的微型继电器，所述微型继电器的开关响应于市电断电信号而可操作地切换于与所述变频器连接或断开的位置；

一失电顺桨控制单元，包含一直流降压模块，其输入端连接于整流单元的直流输出端，其输出端连接至变桨电机的制动器电源输出端，可选择地还包含一市电电压检测模块；该直流降压模块响应于市电电压检测模块检测到的市电断电信号而向变桨电机的制动器提供降压的直流电使制动器保持释放状态；从而令所述变桨驱动单元的微型继电器在制动器保持释放的状态下，响应于市电断电信号而启动变频器驱动变桨电机令桨叶向迎风角90°方向转动。

[0008] 有利的是，根据本发明上述的永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统的技术方案，整流单元输出的直流电接入至失电顺桨控制单元的直流降压模块，当市电电压被检测到低于控制系统预设的阈值时，市电电压检测单元和模块发出市电断电信号，所述直流降压模块降压响应于该市电断电信号而输出直流电，例如96V的直流电，使制动器保持在释放状态，同时变桨驱动单元的微型继电器响应于该市电断电信号而耦接于变桨变频器90°方向信号输入端，令变桨变频器在市电失电的情况下为变桨电机提供直流电，使其风轮桨叶向逐渐接近90°迎风角的方向转动直至风力发电机停机，有效地避免了故障的发生和失控飞车的危险，实现了风力发电机组的失电顺桨停机保护功能。

[0009] 有利的是，根据本发明的中功率永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统中的同步变桨装置采用三相异步变频电机作为变桨电机，由变桨驱动单元变频驱动而实现风力发电机软启动使整个变桨过程更加平缓。

[0010] 更有利的是，在本发明的永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统中，同步变桨装置的同步变桨机构中还设有一弹簧，在变桨电机失电的情况下，其弹性力令同步变桨机构继续朝促使桨叶向迎风角90°方向旋转的方向动作。

## 附图说明

[0011] 图1为根据本发明的中功率永磁变桨风力发电机组失电保护装置原理框图。

## 具体实施方式

[0012] 以下结合附图详细描述本发明的具体实施方式。

[0013] 本发明提供了一种中功率永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统，其基本原理如图1的框图所示。其中，根据本发明的风力发电机组主要包括具有水平轴风轮系统(图中略)的风力发电机1、多桨叶叶轮同步变桨装置2、以及控制系统3。其中，该同步变桨装置

2包括一设置于风轮系统机舱内部的同步变桨机构 21、一驱动该同步变桨机构 21 的变桨电机 22, 以及一安装于变桨电机 22 的传动轴尾端的制动器 23, 用于消除变桨电机 22 的转动惯性, 实施变桨电机 22 制动。

[0014] 根据本发明的永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统主要包括一整流单元 D1、一市电电压检测单元 D2、一变桨保护单元 D3、一变桨驱动单元 D4、一变桨机制动驱动单元 D5、以及一失电顺桨控制单元 D6。

[0015] 整流单元 D1 耦接于风力发电机 1 的三相输出端, 风力发电机 1 输出的交流电经整流单元 D1 整流成直流电后接入风力发电机系统的直流母线。

[0016] 市电电压检测单元 D2 的采集端并联于三相市电 S 的 U 相和零相进线上, 用于检测市电电压是否正常, 当实际测得的市电电压低于控制系统 3 预设的电压阈值时由该市电电压检测单元 D2 发出断电警报, 并将断电信号发送给变桨保护单元 D3。

[0017] 变桨保护单元 D3 为可编程控制器, 包括 CPU 模块、模拟量采集模块、开关量输入输出模块、数字通信模块等。变桨保护单元 D3 的第一数字信号输入端连接于市电电压检测单元 D2 的第一信号输出端, 第二数字信号输入端连接一用于监测变桨旋转的角度变化的变桨位置检测单元 J1。其中, 该变桨位置检测单元 J1 包括第一接近开关、第二接近开关和第三接近开关, 所述第一接近开关的探头耦接于变桨电机 22 转子齿轮盘处, 所述第二接近开关的探头耦接于变桨主轴 0° 位置侧, 所述第三接近开关的探头耦接于变桨主轴 90° 位置侧。该变桨位置检测单元 J1 与变桨保护单元 D3 相互配合起到避免风轮桨叶的旋转超过 0° 或 90° 的极限位置的作用, 从而对风力发电机(1)起到保护作用。

[0018] 变桨驱动单元 D4 用于改变风力发电机叶轮的桨距, 包括微型继电器 K、变桨变频器 P、和输出电抗器。变桨保护单元 D3 的第一数字信号输出端连接该微型继电器 K 的供电线圈, 该微型继电器 K 的开关即主触点被设置在驱动风力发电机的桨叶向 90° 迎角方向旋转的控制信号的输入端, 根据市电电压检测单元 D2 所检测到的关于电压的信号, 可操作地切换于与变桨驱动单元 D4 的变桨变频器 P 连接或断开的位置。变桨驱动单元 D4 的电源输入端接整流单元 D1 的直流电源输出端, 且整流单元 D1 的输出端接入变桨变频器 P 的直流母线, 变桨变频器 P 的电源输出端接入输出电抗器的三相输入端, 输出电抗器的三相输出端接入变桨电机 22 的电源输入端。市电电压检测单元 D2 的第二信号输出端接入该微型继电器 K 的供电线圈, 变桨驱动单元 D4 的 90° 方向变桨控制信号输入端接微型继电器 K 的主触点, 变桨驱动单元 D4 的电源输出端接变桨电机 22 的电源输入端。当市电断电时, 该微型继电器 K 响应于市电电压检测单元 D2 的市电断电信号, 令其处于常开状态的主触点闭合, 从令变桨驱动单元 D4 发出 90° 方向变桨控制信号, 由变桨变频器 P 输出令变桨电机 22 向 90° 方向变桨的电流。

[0019] 另外, 优选的是该变桨保护单元 D3 的第二数字信号输出端可连接一变桨机制动驱动单元 D5, 该变桨机制动驱动单元 D5 输出控制信号连接至制动器 23 的输入端, 用于控制制动器 23 的制动效果, 其控制方式可以采用各种本领域技术人员已知的现有技术, 这类的现有技术不属于本发明所要保护的技术方案, 故而省略。

[0020] 接下来, 根据本发明的失电顺桨控制单元 D6 包含一直流降压模块 M1, 以及一可选择的市电电压检测模块 M2。其中, 直流降压模块 M1 的输入端连接于整流单元 D1 的直流输出端, 直流降压模块 M1 的输出端连接变桨电机 22 的制动器 23 的电源输入端, 用于控制电

机制动器 23 释放和制动。市电电压检测模块 M2 的输入端则连接市电 S 的输出端。当市电断电时,该直流降压单元 M1 响应于市电电压检测模块 M2 发出的市电断电信号输出降压后的 96V 直流电给变桨电机 22 的制动器 23,令制动器 23 释放。进一步地,所述制动器 23 可以采用电磁式失电制动器,是通电时脱离而断电时以弹簧制动的摩擦式制动器,制动器 23 的输入端接失电顺桨控制单元 D6 的电源输出端,当制动线圈通入 96V 直流电后制动器 23 即行释放。

[0021] 根据本发明的永磁变桨风力发电机组失电顺桨控制系统的工作原理如下:

当市电电压低于系统预设的阈值时,控制电源即断开,市电电压检测单元 D2 发出断电信号,所述电压阈值可根据实际情况预先设定,微型继电器 K 常开的主触点响应于该断电信号而闭合,给变桨变频器 P 发出向桨叶迎角 90° 方向变桨的变频控制信号,变桨变频器 P 利用整流单元 D1 输出的直流电驱动变桨电机 23 进行 90° 方向变桨;与此同时,变桨电机制动器 23 在失电顺桨控制单元 D6 输出的直流电,例如 96V 直流电的控制下,令电机制动器 23 释放。随着桨距逐渐接近 90° 迎风角,风力发电机 1 的风轮转速逐渐下降,直至风力发电机 1 不再能提供变桨电机 22 工作所需要的电能时,变桨电机 22 停止工作。此时,风力发电机 1 的风轮可能还在缓慢旋转,变桨电机 22 的制动器 23 仍然在释放模式。优选地,根据本发明的同步变桨装置可以利用一设置在其内部的弹簧的反弹力继续迫使桨叶向 90° 方向变桨,当桨叶顺至 90° 位置时,在 90° 顺桨位置设置的作为限位开关的第三接近开关将使制动器 23 结束释放状态,变桨电机 22 因而被完全制动。

[0022] 经过上述过程后,风力发电机的桨距可能还无法达到 90° 方向不受风角度,假如遇到大风或恶劣天气风机可能还会再次启动。这种情况下,若风机转速达到要求,失电顺桨控制单元 D6 仍然可以驱动变桨电机 22 向 90° 方向变桨,直到风轮的转速降到适当值。

[0023] 在上述中功率永磁变桨风力发电机组的工作过程中,当市电正常时,市电被接入变桨驱动单元 D4 的变桨变频器 P、变桨电机 22 的制动器 23 的电源输入端,变桨保护单元 D3 的数字信号通过变桨电机制动驱动单元 D5 被传递至制动器 23 的控制信号输入端,而变桨电机制动驱动单元 D5 的电源输出端连接至制动器 23 的电源输入端,此时变桨电机 22 由市电驱动。当市电失电时,变桨电机制动驱动单元 D5 即不能正常工作,此时风力发电机组的失电顺桨控制单元 D6 通过风力发电机 1 直流供电,控制机组自动顺桨直到停机,有效地避免了故障的发生和失控飞车的危险。

[0024] 进一步有利的是,根据本发明的较佳实施例,其中的同步变桨装置 2 中的变桨电机 22 采用三相异步变频电机,该三相异步电动机的电源输入端接所述变桨驱动单元 D4 的电源输出端,具备软启动功能使整个变桨过程更加平缓。

[0025] 根据本发明的永磁变桨风力发电机组具有失电保护功能,在保证系统正常运行的高可靠性前提下,通过其失电顺桨控制系统实现无市电情况下对整个风力发电机系统的保护,其主要特点在于:

1) 根据本发明的失电顺桨控制系统可以实时自动检测市电电压,当市电电源断开时即自动启动变桨顺桨停机而无需人工操作,从而避免风力发电机发生失控飞车的危险;

2) 由于同步变桨装置中加入了电机制动和弹簧复位双重保护而减小了发生机械故障的概率;

3) 可连续工作,在市电恢复正常之前可以对风力发电机不间断地实施失电顺桨保护;

4) 引入了变桨极限位置保护功能进一步防止同步变桨装置的机械结构因受停电影响而损坏。

[0026] 尽管上面通过举例说明,已经描述了本发明较佳的具体实施方式,本发明的保护范围并不仅限于上述说明,而是由所附的权利要求给出的所有技术特征及其等同技术特征来定义。本领域一般技术人员可以理解的是,在不背离本发明所教导的实质和精髓前提下,任何修改和变化可能仍落在本发明权利要求的保护范围之内。

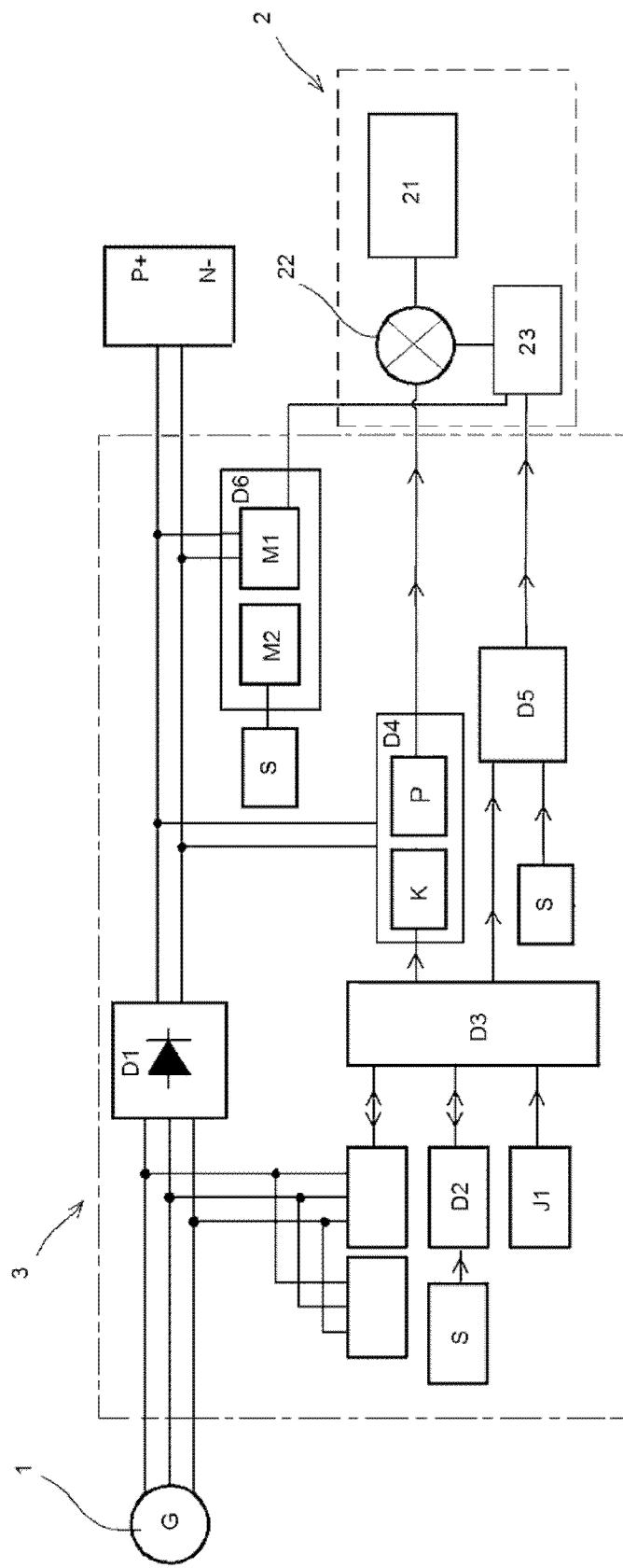


图 1