



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112096570 A

(43) 申请公布日 2020.12.18

(21) 申请号 202011067293.7

(22) 申请日 2020.10.05

(71) 申请人 曲阜师范大学

地址 273165 山东省济宁市曲阜市静轩西路57号

(72) 发明人 蔡彬 张健 褚晓广 田玉蓉
谌义喜

(51) Int.Cl.

F03D 9/25 (2016.01)

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 80/70 (2016.01)

F03D 17/00 (2016.01)

F03D 15/00 (2016.01)

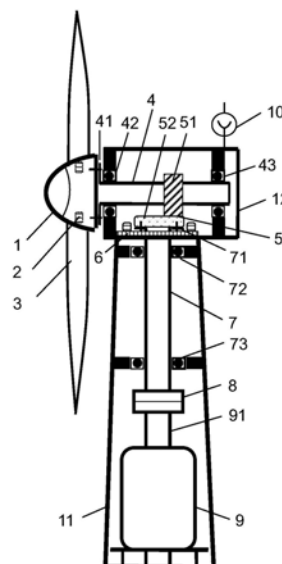
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种大功率水平垂直轴风电机组及其控制方法

(57) 摘要

本发明一种大功率水平垂直轴风电机组及其控制方法,属于风电领域。该风电机组包括风轮部分、机舱部分、风速风向仪、塔架、垂直主轴、联轴器、发电机、变流器系统、主控系统;风轮部分包括轮毂和叶片;机舱部分包括水平主轴、锥齿轮、偏航系统等。风速小于额定风速时,主控系统控制风电机组启动,变流器系统实施MPPT控制,叶片在风力作用下,带动轮毂旋转,轮毂带动水平主轴旋转,水平主轴带动锥齿轮的主动轮绕水平轴旋转,锥齿轮的从动轮则带动垂直主轴旋转,垂直主轴通过联轴器带动发电机旋转,驱动发电机发电。风速大于额定风速小于切出风速时,变流器系统实施恒功率控制。本发明结构巧妙,安装运维简便、成本低,无需解缆,风能利用率高。



1. 一种大功率水平垂直轴风电机组,其特征在于,包括:风轮部分、机舱部分、风速风向仪、塔架、垂直主轴、联轴器、发电机、变流器系统、主控系统;

所述风轮部分包括轮毂、变桨系统、导流罩和叶片;所述变桨系统包括变桨电机、变桨减速器和变桨轴承;所述叶片与所述轮毂连接,通过所述变桨轴承与所述变桨减速器连接固定;

所述机舱部分包括水平主轴、锥齿轮、偏航系统、机舱外壳;所述水平主轴与所述轮毂固定;所述锥齿轮包括主动轮和从动轮,所述主动轮套装在所述水平主轴的外圈并与之固定,所述从动轮与所述垂直主轴的一端连接固定;

所述垂直主轴的另一端与所述联轴器固定;所述联轴器的另一端与所述发电机的转轴固定;

所述垂直主轴、联轴器、发电机、变流器系统均安装于所述塔架内,所述发电机及所述变流器系统均安装于所述塔架底部;

所述风速风向仪固定在所述机舱外壳上。

2. 一种如权利要求1所述的一种大功率水平垂直轴风电机组的控制方法,其特征在于,采用如下步骤:

步骤1,当所述风速风向仪检测到风速 V_w 处于切入风速 V_{in} 和额定风速 V_N 之间时,即: $V_{in} < V_w \leq V_N$,所述主控系统控制风电机组启动,所述变流器系统控制所述发电机的转速,实施最大功率点跟踪控制;所述叶片在风力作用下,带动所述轮毂旋转;由于所述水平主轴与所述轮毂固定,因而所述轮毂带动所述水平主轴旋转;所述锥齿轮的主动轮跟随所述水平主轴绕水平轴旋转,与此同时,所述锥齿轮的从动轮绕垂直轴旋转,实现了转矩换向传递;

步骤2,所述锥齿轮的从动轮带动所述垂直主轴旋转;

步骤3,所述垂直主轴通过联轴器带动所述发电机的转轴旋转,驱动所述发电机发电;

步骤4,当所述风速风向仪检测到风速 V_w 大于额定风速 V_N ,但小于切出风速 V_{out} 时,即: $V_N < V_w < V_{out}$,则所述变流器系统控制所述发电机的转速,实施恒功率控制,此外,所述主控系统控制所述变桨系统实行桨距角调节,使所述发电机输出功率维持在其额定功率;

步骤5,当所述风速风向仪检测到风速 V_w 大于切出风速 V_{out} 时,即: $V_w > V_{out}$,则所述主控系统控制所述变桨系统实行顺桨,同时刹车、停机,确保整个风电机组安全;

步骤6,当所述风速风向仪检测到风向变化超过规定值时,则所述主控系统控制所述偏航系统实施偏航,直至对风。

一种大功率水平垂直轴风电机组及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种风电机组,尤其是一种大功率水平垂直轴风电机组及其控制方法,属于风电领域。

背景技术

[0002] 目前大功率风力发电机以水平轴风力发电机为主流产品。但现有水平轴风力发电机存在机舱大而重、偏航时间长、需要解缆、安装不便、安装及运维成本高等固有缺陷,影响其健康发展。

[0003] 与水平轴风力发电机相比,垂直轴风力发电机具有结构简单、地面安装、无需解缆、运行维护费用低、寿命长等优势,但存在捕获功率小、桨距角调节困难、风能利用率低等缺陷,目前多用于中小功率等级。

发明内容

[0004] 本发明的主要目的在于:针对现有技术中存在的缺陷或不足,集水平轴风力发电机和垂直轴风力发电机各自优势,提供一种结构巧妙、安装简便、无需解缆、风能利用率高的功率水平垂直轴风力发电机组及其控制方法。

[0005] 为了达到以上目的,本发明一种功率水平垂直轴风电机组,包括:风轮部分、机舱部分、风速风向仪、塔架、垂直主轴、联轴器、发电机、变流器系统、主控系统。

[0006] 所述风轮部分包括轮毂、变桨系统、导流罩和叶片;所述变桨系统包括变桨电机、变桨减速器和变桨轴承;所述叶片与所述轮毂连接,通过所述变桨轴承与所述变桨减速器连接固定。

[0007] 所述机舱部分包括水平主轴、锥齿轮、偏航系统、机舱外壳;所述水平主轴与所述轮毂固定;所述锥齿轮包括主动轮和从动轮,所述主动轮套装在所述水平主轴的外圈并与之固定,所述从动轮与所述垂直主轴的一端连接固定。

[0008] 所述垂直主轴的另一端与所述联轴器固定;所述联轴器的另一端与所述发电机的转轴固定。

[0009] 所述垂直主轴、联轴器、发电机、变流器系统均安装于所述塔架内,所述发电机及所述变流器系统均安装于所述塔架底部。

[0010] 所述风速风向仪固定在所述机舱外壳上;所述主控系统安装于机舱内。

[0011] 上述一种功率水平垂直轴风电机组,其控制方法包括如下步骤:

[0012] 步骤1,当所述风速风向仪检测到风速 V_w 处于切入风速 V_{in} 和额定风速 V_N 之间时,即: $V_{in} < V_w \leq V_N$,所述主控系统控制风电机组启动,所述变流器系统控制所述发电机的转速,实施最大功率点跟踪控制;所述叶片在风力作用下,带动所述轮毂旋转;由于所述水平主轴与所述轮毂固定,因而所述轮毂带动所述水平主轴旋转;所述锥齿轮的主动轮跟随所述水平主轴绕水平轴旋转,与此同时,所述锥齿轮的从动轮绕垂直轴旋转,实现了转矩换向传递。

[0013] 步骤2,由于所述锥齿轮的从动轮与所述垂直主轴固定,从而所述从动轮带动所述垂直主轴旋转。

[0014] 步骤3,所述垂直主轴通过联轴器带动所述发电机的转轴旋转,驱动所述发电机发电。

[0015] 步骤4,当所述风速风向仪检测到风速 V_w 大于额定风速 V_N ,但小于切出风速 V_{out} 时,即: $V_N < V_w < V_{out}$,则所述变流器系统控制所述发电机的转速,实施恒功率控制;此外,所述主控系统控制所述变桨系统实行桨距角调节,使所述发电机输出功率维持在其额定功率。

[0016] 步骤5,当所述风速风向仪检测到风速 V_w 大于切出风速 V_{out} 时,即: $V_w > V_{out}$,则所述主控系统控制所述变桨系统实行顺桨,同时刹车、停机,确保整个风电机组安全。

[0017] 步骤6,当所述风速风向仪检测到风向变化超过规定值时,则所述主控系统控制所述偏航系统实施偏航,直至对风。

[0018] 本发明的有益效果是:

[0019] 1) 风力发电机安装在塔架底部,因此,一方面,安装简便,运行维护成本大大降低;另一方面,机舱重量大大减轻,机舱的转动惯量大幅减小,因而所需偏航功率小,偏航装置轻,偏航速度可以更快,从而增加发电量,发电效率提高,同时塔架的刚度可以降低,机舱体积更小,这些均使成本降低。

[0020] 2) 无需解缆,进一步提高了发电效率。

[0021] 3) 锥齿轮可实现一级增速,从而可使用成本较低的半直驱型永磁风力发电机,或使用双馈型风力发电机,其齿轮箱的增速比可以较低,从而降低齿轮箱的成本,提高其可靠性。

附图说明

[0022] 图1为本发明一种大功率水平垂直轴风电机组的结构示意图。

[0023] 图2为本发明水平主轴示意图。

[0024] 图3为本发明垂直主轴示意图。

[0025] 图4为本发明曲线齿锥齿轮示意图。

[0026] 图5为本发明直齿锥齿轮示意图。

[0027] 图中标号:1-轮毂,2-变桨系统,3-叶片,4-水平主轴,41-水平主轴连接法兰,42-水平主轴前轴承,43-水平主轴后轴承,5-锥齿轮,51-锥齿轮主动轮,52-锥齿轮从动轮,6-偏航系统,7-垂直主轴,71-垂直主轴连接法兰,72-垂直主轴前轴承,73-垂直主轴后轴承,8-联轴器,9-发电机,91-发电机转轴,10-风速风向仪,11-塔架,12-机舱外壳。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图,对本发明作进一步详细说明。

[0029] 如图1所示,本发明一种大功率水平垂直轴风电机组,包括:风轮部分、机舱部分、风速风向仪10、塔架11、垂直主轴7、联轴器8、发电机9以及变流器系统、主控系统。

[0030] 风轮部分包括轮毂1、变桨系统2、导流罩和叶片3;变桨系统2包括变桨电机、变桨减速器和变桨轴承,变桨电机与变桨减速器固定,安装在轮毂1内,变桨减速器与变桨轴承连接,变桨轴承外圈与轮毂1固定;叶片3与轮毂1连接,通过变桨系统2的变桨轴承与变桨减

速器连接固定,共有3个叶片3。

[0031] 机舱部分包括水平主轴4、锥齿轮5、偏航系统6、机舱外壳12;水平主轴4通过水平主轴连接法兰41与轮毂1固定;锥齿轮5包括主动轮51和从动轮52(如图4、图5所示),主动轮51套装在水平主轴4的外圈并与之固定,从动轮52通过轴承主轴连接法兰71与垂直主轴7的一端连接固定;水平主轴前轴承42和水平主轴后轴承43分别套装在水平主轴4的两端。

[0032] 作为优选例,锥齿轮5可采用适合大功率、承载能力高的曲线齿锥齿轮(见图4),也可采用直齿锥齿轮(见图5)。锥齿轮5的传动速比为 $i = Z_1/Z_2$,其中 Z_1 、 Z_2 分别为主动轮51和从动轮52的齿数,通过选择合适的齿数,使 $Z_1 > Z_2$,则其传动速比 $i > 1$,可实现一级增速,如果发电机9为永磁同步发电机(PMSG),则其额定转速可以提高,从而其体积、成本均可减小、降低;如果发电机9为双馈型感应发电机(DFIG),则可使用增速比低的齿轮箱,其成本可降低,可靠性提高。

[0033] 垂直主轴7的另一端与联轴器8的固定,垂直主轴前轴承72和垂直主轴后轴承73分别套装在垂直主轴7的两端;联轴器8的另一端与发电机9的转轴91固定(以发电机9为永磁直驱型风力发电机为例)。如果发电机9为双馈型风力发电机,则联轴器8的另一端与双馈型风力发电机的齿轮箱主轴固定,而双馈型风力发电机的齿轮箱的输出轴与双馈型风力发电机的转轴固定。

[0034] 垂直主轴7、联轴器8、发电机9、变流器系统均安装于塔架11内,发电机9及变流器系统均安装在塔架11的底部。

[0035] 风速风向仪10固定在机舱外壳12上,主控系统安装于机舱内。

[0036] 如图2所示,水平主轴连接法兰41固定在水平主轴4的前端,水平主轴前轴承42套装在水平主轴4的前端。

[0037] 如图3所示,垂直主轴连接法兰71固定在主轴7的上端,垂直主轴前轴承72套装在垂直主轴7的上端。

[0038] 上述大功率水平垂直轴风电机组的控制方法,包括如下步骤:

[0039] 步骤1,当风速风向仪10检测到风速 V_w 处于切入风速 V_{in} 和额定风速 V_N 之间时,即: $V_{in} < V_w \leq V_N$,主控系统控制风电机组启动,变流器系统控制发电机9的转速,实施最大功率点跟踪(MPPT)控制;叶片3在风力作用下,带动轮毂1旋转。由于水平主轴4通过水平主轴连接法兰41与轮毂1固定,因而轮毂1带动水平主轴4旋转,旋转过程中,水平主轴前轴承42和水平主轴后轴承43还可确保水平主轴4不偏离其旋转轴线。锥齿轮5的作用是将水平轴旋转转化为垂直轴旋转,实现转矩换向传递。锥齿轮5的主动轮51跟随水平主轴4绕水平轴旋转,与此同时,锥齿轮5的从动轮52绕垂直轴旋转,实现了转矩换向传递。

[0040] 步骤2,由于垂直主轴7通过垂直主轴连接法兰71与锥齿轮5的从动轮52固定,因而在锥齿轮5的从动轮52带动下,垂直主轴7旋转,且在其旋转过程中,垂直主轴前轴承72和垂直主轴后轴承73还可确保垂直主轴7不偏离其旋转轴线。

[0041] 步骤3,垂直主轴7通过联轴器8带动发电机转轴91旋转,驱动发电机9发电。可选地,联轴器8也可以用离合器代替,离合器的固定套与垂直主轴7固定,离合器的滑动套与发电机9的转轴连接,其作用是:在紧急情况下,可实现发电机9与垂直主轴7分离,确保发电机9的安全。

[0042] 步骤4,当风速风向仪10检测到风速 V_w 大于额定风速 V_N ,但小于切出风速 V_{out} 时,即:

$V_N < V_w < V_{out}$, 则变流器系统控制发电机9的转速, 实施恒功率控制, 此外, 主控系统控制变桨系统2实行桨距角调节, 使发电机9输出功率维持在其额定功率。

[0043] 步骤5, 当风速风向仪10检测到风速 V_w 大于切出风速 V_{out} 时, 即: $V_w > V_{out}$, 则主控系统控制变桨系统2实行顺桨, 同时刹车 (由主控系统控制风电机组的刹车装置完成)、停机, 确保整个风电机组安全。

[0044] 步骤6, 当风速风向仪10检测到风向变化超过规定值时, 则主控系统控制偏航系统6实施偏航, 直至对风。

[0045] 由上可知, 本发明采用锥齿轮传动, 将水平轴旋转转换为垂直轴旋转, 充分发挥了水平轴风力发电机和垂直轴风力发电机的各自优势, 同时又克服了它们各自的不足, 使本发明具有安装简便、运维成本低、无需解缆、风能利用率更高等特点。

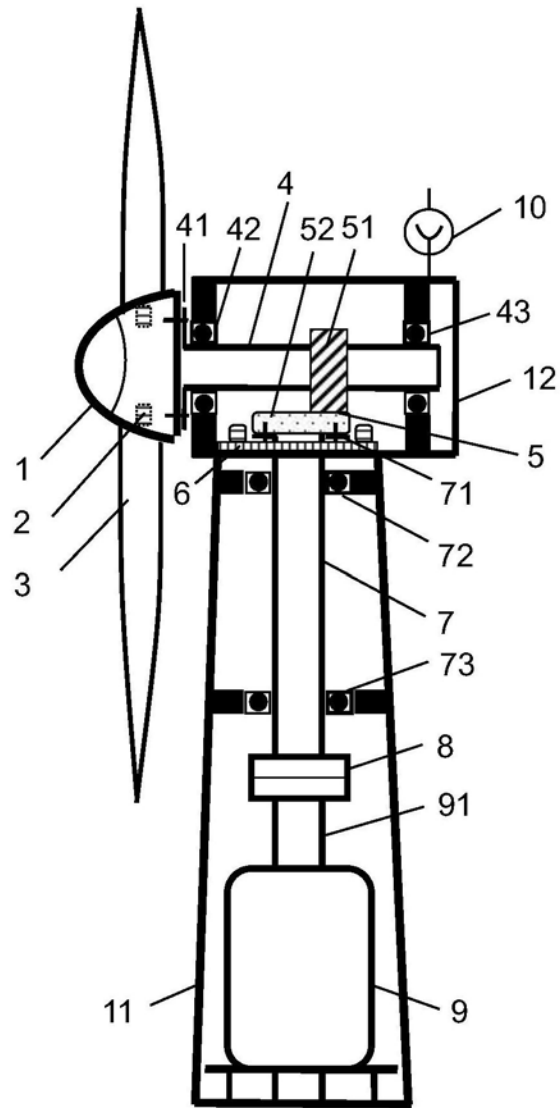


图1

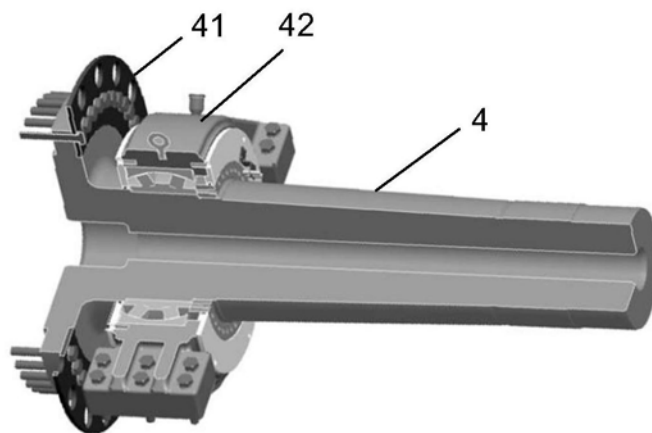


图2

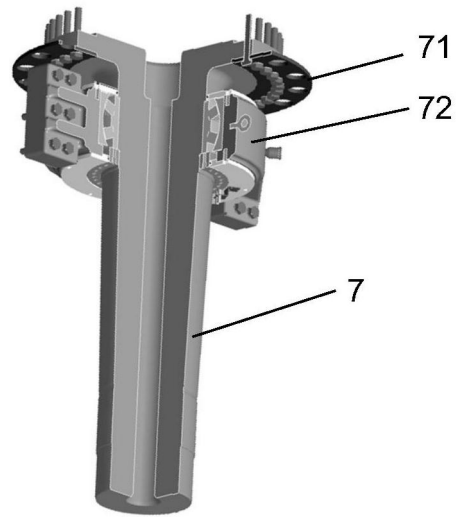


图3

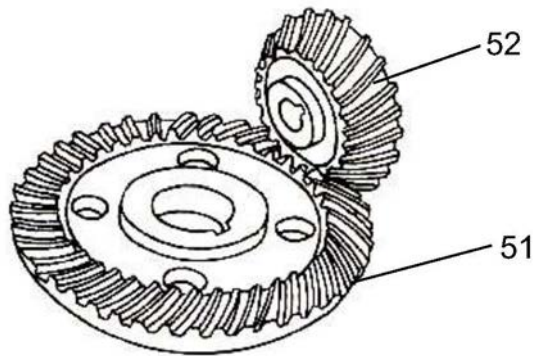


图4

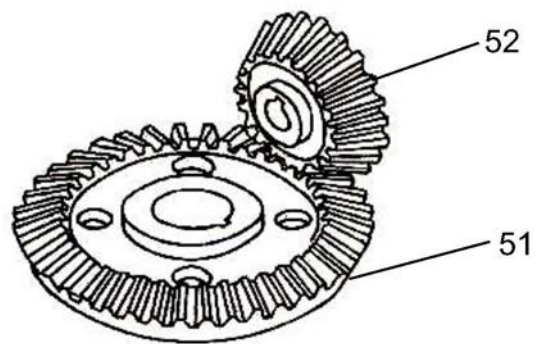


图5