



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101970866 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 06

(21) 申请号 200980108107. 5

(22) 申请日 2009. 02. 19

(30) 优先权数据

PA200800342 2008. 03. 07 DK

61/034, 662 2008. 03. 07 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 09. 07

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2009/051968 2009. 02. 19

(87) PCT申请的公布数据

W02009/109467 EN 2009. 09. 11

(73) 专利权人 维斯塔斯风力系统有限公司

地址 丹麦兰讷斯

(72) 发明人 F·奥美尔

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 杨晓光 郭晓华

(51) Int. Cl.

F03D 7/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2006-299818 A, 2006. 11. 02, 全文.

WO 2005/111414 A1, 2005. 11. 24, 说明书第 7 页第 1-16 行及图 1.

WO 2005/111414 A1, 2005. 11. 24, 说明书第 7 页第 1-16 行及图 1.

CA 2616502 A1, 2007. 02. 01, 说明书第 2 页第 5-31 行、第 3 页第 35 行至第 5 页第 23 行、第 6 页第 35 行至第 8 页第 4 行.

US 2006/0214428 A1, 2006. 09. 28, 说明书第 [0118]-[0122 段] 及图 2.

US 4189648 A, 1980. 02. 19, 全文.

US 4400659 A, 1983. 08. 23, 全文.

CN 1726343 A, 2006. 01. 25, 全文.

CN 1707262 A, 2005. 12. 14, 全文.

审查员 李宏利

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

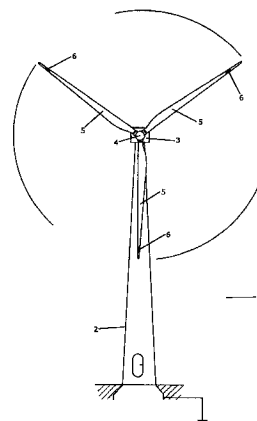
(54) 发明名称

用于风力涡轮机冗余控制的控制系统和方法

(57) 摘要

公开了控制风力涡轮机运行的控制系统和方法。第一传感器和第二传感器被布置为用于对表征在风力涡轮机部件上的第一物理影响和第二物理影响的第一物理值和第二物理值进行采样或连续测量,以便提供用于控制风力涡轮机运行的第一与第二控制参数。第一与第二控制参数不同。在能量有效产生期间,控制系统适用于有选择地在基于第一控制参数或基于第二控制参数控制风力涡轮机运行之间进行切换,即有选择地在两个不同、相异且独立的控制策略之间进行切换。两种控制策略允许冗余地控制风力涡轮机运行。两种控制策略基于影响风力涡轮机部件的实际物理影响的测量,由此使得可以以与使用现有技术的控制系统和方法相比更为优化的方式控制风力涡轮机,无论选择哪种控制策略。

CN 101970866 B



1. 一种用于控制风力涡轮机运行的控制系统,该控制系统包含:

第一传感器,其被布置为采样或连续测量表征风力涡轮机部件上的第一物理影响的第一物理值,以便提供用于控制风力涡轮机运行的第一控制参数,所述第一控制参数由此反映所述第一物理影响,

第二传感器,其被布置为采样或连续测量表征风力涡轮机部件上的第二物理影响的第二物理值,以便提供用于控制风力涡轮机运行的第二控制参数,所述第二控制参数由此反映所述第二物理影响,

其中,所述第二控制参数与所述第一控制参数不同,且其中,能量有效产生期间的控制系统适用于有选择地在根据基于第一控制参数的第一控制策略或是根据基于第二控制参数的第二控制策略来控制风力涡轮机运行之间进行切换,第一控制策略和第二控制策略代表冗余的控制策略,这两个控制策略均基于在风力涡轮机部件上的实际物理影响。

2. 根据权利要求 1 的控制系统,其中,基于第一控制参数控制风力涡轮机运行和基于第二控制参数控制风力涡轮机运行代表两种不同且独立的控制策略。

3. 根据权利要求 1 或 2 的控制系统,其还包含用于确定由第一传感器获得的第一物理值的有效性的装置和/或用于确定由第二传感器获得的第二物理值的有效性的装置。

4. 根据权利要求 3 的控制系统,其中,控制系统适用于,基于所确定的第一物理值和/或第二物理值的有效性,有选择地在基于第一控制参数控制风力涡轮机运行和基于第二控制参数控制风力涡轮机运行之间进行切换。

5. 根据权利要求 1 或 2 的控制系统,其中,第一物理值或第二物理值为在风力涡轮机的主轴中感生的转矩。

6. 根据权利要求 1 或 2 的控制系统,其中,第一物理值或第二物理值为由风力涡轮机产生的能量速率。

7. 根据权利要求 1 或 2 的控制系统,其中,第一物理值或第二物理值为风力涡轮机的至少一个转子叶片的偏转。

8. 根据权利要求 1 或 2 的控制系统,其中,第一物理值或第二物理值为在转子叶片中感生的应变。

9. 根据权利要求 1 或 2 的控制系统,其中,第一物理值或第二物理值为转子叶片尖部的偏转位置。

10. 根据权利要求 1 或 2 的控制系统,其中,第一物理值或第二物理值为在转子叶片表面上检测到的压力。

11. 根据权利要求 1 或 2 的控制系统,其中,第一物理值或第二物理值为风力涡轮机塔架的偏转。

12. 根据权利要求 1 或 2 的控制系统,其中,第一物理值或第二物理值为在轴承中感生的力,该轴承被包含在容纳在机舱中的传动系中。

13. 根据权利要求 1 或 2 的控制系统,其中,第一物理值或第二物理值为在发电机中感生的转矩。

14. 一种风力涡轮机,其包含塔架构造、至少容纳传动系的机舱、一组转子叶片以及根据权利要求 1-13 中任意一项的控制系统。

15. 一种控制风力涡轮机的方法,该方法包含以下步骤:

获得表征风力涡轮机部件上的第一物理影响的第一物理值；

基于第一物理值，提供用于控制风力涡轮机运行的第一控制参数，所述第一控制参数由此反映所述第一物理影响；

获得表征风力涡轮机部件上的第二物理影响的第二物理值；

基于第二物理值，提供用于控制风力涡轮机运行的第二控制参数，所述第二控制参数由此反映所述第二物理影响，且其中，所述第二控制参数不同于第一控制参数；

在能量有效产生期间，选择基于第一控制参数或是基于第二控制参数来控制风力涡轮机运行的控制策略，第一控制策略和第二控制策略代表冗余的控制策略，这两个控制策略均基于在风力涡轮机部件上的实际物理影响；以及

根据所选择的控制策略来控制风力涡轮机的运行。

16. 根据权利要求 15 的方法，其还包含以下步骤：确定第一物理值的有效性和 / 或第二物理值的有效性。

17. 根据权利要求 16 的方法，其中，选择控制策略的步骤在所述确定步骤的基础上进行。

用于风力涡轮机冗余控制的控制系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于控制风力涡轮机运行的控制系统和方法。特别地,根据本发明的控制系统允许在控制风力涡轮机时使用冗余控制策略。由此,风力涡轮机可对于延长的运行时间受到最优或接近最优的控制。本发明还涉及一种具有如上所述的控制系统的风力涡轮机。

背景技术

[0002] 风力涡轮机通常根据基于一种或多种的测量控制参数——例如风速、风向等——的控制策略受到控制。因此,用于控制风力涡轮机运行的控制系统通常连接到一个或多个的传感器,各个传感器被布置为测量特定的控制参数。

[0003] 在大多数情况下,控制参数借助分立的传感器来测量,传感器测量不对风力涡轮机部件具有直接影响的量。例如,风速常常借助定位在风力涡轮机机舱顶部或风力涡轮机近旁的分立位置的风速传感器来测量,例如转杯风速计 (cup anemometer) 或超声波风传感器。这样的风速传感器测量一个点的风速,因此,这样的测量并不必然表征在风力涡轮机转子叶片的整个旋转平面的风场 (wind field) 内发生的风速。另外,在风速传感器布置在机舱顶部的情况下,测量的风速值可能受到由于转子叶片引起的风场中的扰动的影 响。因此,在控制风力涡轮机运行时依赖于这样测量的风速值引入了某个程度的不可靠性,由此使得难以甚至是不可能最优地控制风力涡轮机。

[0004] 因此,希望能够基于以更为可靠的方式获得的控制参数来控制风力涡轮机。

[0005] 有时,难以或不可能获得优选控制参数的可靠值。这可能是例如用于测量控制参数的传感器发生故障 (out of order),或是因为运行条件使得传感器不能可靠运行,例如由于雾、大雨或是雪、结冰等等。在这种情况下,希望能够根据基于能以可靠方式测量的另一控制参数的控制策略对风力涡轮机的运行进行控制。

[0006] GB 2 067 247 公开了一种风力涡轮机,其具有安装在转子叶片表面上的压力探针,用于确定转子平面内的风能。来自压力探针的指示在风力涡轮机正常运行过程中使用。风速计被布置在机舱的顶部,用于测量机舱顶部的风速。当涡轮机由于缺少风或在风暴的情况下停止时,风速计用于涡轮机运行范围以外的风力涡轮机的控制。然而,风速计的缺点在于上面所述的缺点,即其仅仅测量一点上的风速,测量可能受到旋转的转子叶片的干扰。因此,来自风速计的测量值不能用于根据这样的控制策略来控制风力涡轮机:其需要关于风力涡轮机上的物理影响 (physical impact) 的精确信息。

[0007] WO 2006/069573 公开了一种包含被控制设备的风力涡轮机。风力涡轮机包含用于风力涡轮机的一个或多个的主要部件至少一个控制系统。控制系统被至少一个用于控制同一所述被控制设备的另一控制系统所倍增 (multiplied)。可以在使用第一与第二控制系统之间进行切换,由此获得冗余性。然而,控制系统监视同样的控制参数,且所施加的控制策略因此在进行从一种控制系统到另一种的切换时不变,也就是说,风力涡轮机的运行在给定的控制参数的基础上受到控制,无论使用哪一控制系统。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种用于控制风力涡轮机运行的控制系统, 控制系统提供基于风力涡轮机部件上的实际影响的冗余控制策略。

[0009] 本发明的另一目的在于提供一种用于控制风力涡轮机运行的控制系统, 该控制系统允许来自风力涡轮机的能量产生对于与已知控制系统相比延长的运行时间得到最优化。

[0010] 本发明的又一目的在于提供一种风力涡轮机, 其能以这样的方式得到控制: 来自风力涡轮机的能量产生能对于与已知风力涡轮机相比延长的运行时间得到最优化。

[0011] 本发明的再一目的在于提供一种控制风力涡轮机运行的方法, 该方法允许来自风力涡轮机的能量产生对于与已知控制方法相比延长的运行时间得到最优化。

[0012] 根据本发明第一实施形态, 上述以及其他目的通过提供一种用于控制风力涡轮机运行的控制系统得到实现, 该控制系统包含:

[0013] 第一传感器, 其被布置为采样或连续测量表征风力涡轮机部件上的第一物理影响的第一物理值, 以便提供用于控制风力涡轮机运行的第一控制参数,

[0014] 第二传感器, 其被布置为采样或连续测量表征风力涡轮机部件上的第二物理影响的第二物理值, 以便提供用于控制风力涡轮机运行的第二控制参数, 所述第二控制参数与第一控制参数不同。

[0015] 其中, 能量有效产生期间的控制系统适应于有选择地在基于第一控制参数或是基于第二控制参数控制风力涡轮机运行之间进行切换。

[0016] 控制系统包含: 第一传感器, 其被布置为用于采样或是连续测量第一物理值, 第二传感器, 其被布置为采样或是连续测量第二物理值。在当前背景下, 术语“采样”应当解释为意味着以离散的时间间隔测量物理值。术语“连续测量”应当解释为意味着监视物理值, 由此获得物理值的连续测量。因此, 第一物理值和第二物理值各自借助第一 / 第二传感器来测量, 以便获得第一 / 第二物理值的连续或离散测量。

[0017] 第一物理值表征风力涡轮机部件上的第一物理影响。部件可以为塔架构造或塔架构造的一部分、一个或多个的转子叶片、齿轮布置、一个或多个的旋转轴、发电机、机舱、偏航布置 (yawing arrangement) 或偏航布置的一部分, 和 / 或构成风力涡轮机一部分的任何其他合适的部件。在上下文中, 术语“物理影响”应当解释为意味着某个东西, 例如力, 其响应于作用在风力涡轮机上的风, 物理地影响该部件。这与测量不直接影响该部件的参数形成对比, 例如, 借助风速计或超声波风传感器测量在接近风力涡轮机的特定点上的风速, 或借助风向标 (wind vane) 或超声波风传感器来测量风向。因此, 第一物理值反映风力涡轮机的相关部件经受的实际影响, 其由此表征运行中在发电机中实际发生了什么。

[0018] 类似地, 第二物理值表征风力涡轮机部件上的第二物理影响。应当注意, 由第二物理影响影响的部件不必与由第一物理影响影响的部件相同, 即使这不被排除在外。然而, 第二物理值不同于第一物理值, 优选为, 第二物理影响不同于第一物理影响, 在第二物理值不与第一物理值具有相同性质的意义上。

[0019] 基于第一物理值, 获得第一控制参数, 基于第二物理值, 获得第二控制参数, 所述第二控制参数与第一控制参数不同。因此, 第二控制参数在控制参数可用于根据两种不同且独立的控制策略控制风力涡轮机运行的意义上不同于第一控制参数。控制参数可简单地

为测量得到的物理值。或者,控制参数可从测量得到的物理值得出,例如,借助计算或使用经验获得的查阅表。

[0020] 因此,第一传感器的测量提供了第一控制策略的基础,第二传感器的测量提供了第二控制策略的基础,两种控制策略基于风力涡轮机上的实际物理影响,即在两种情况下,风力涡轮机的运行基于实际在风力涡轮机中发生了什么受到控制。结果,风力涡轮机的运行可被控制,以便获得最优的能量产生,无论是选择两种控制策略中的哪一种。因此,两种控制策略可被视为冗余控制策略,允许对于延长的运行时间获得风力涡轮机的最优能量产生。

[0021] 控制系统适用于有选择地在基于第一控制参数或是基于第二控制参数控制风力涡轮机运行之间进行切换。这可在能量有效(active)产生期间进行,即在风力涡轮机的正常运行期间。因此,即使在风力涡轮机正在运行时,可以选择在给定情况下最佳适合的控制策略。这是非常有利的。

[0022] 基于第一控制参数控制风力涡轮机运行和基于第二控制参数控制风力涡轮机运行可有利地代表两种不同且独立的控制策略。因此,有选择地在基于第一控制参数控制风力涡轮机运行和基于第二控制参数控制风力涡轮机运行之间进行切换对应于有选择地在两种不同、相异且独立的控制策略之间进行切换。

[0023] 控制系统可进一步包含用于确定由第一传感器获得的第一物理值的有效性的装置和/或用于确定由第二传感器获得的第二物理值的有效性的装置。根据此实施例,控制系统能够确定给定的测量物理值是否以及到何种程度上是有效的。物理值的有效性提供了评估由对应传感器执行的测量的可靠性的重要基础。例如,可以想到,特定的条件,例如特定的天气条件,使得由传感器之一进行的测量不可靠,而不影响由另一传感器进行的测量。还可想到,传感器之一故障或损坏。在这种情况下,基于在不受影响的传感器测量的物理值基础上获得的控制参数的控制策略可被有利地选择。在这种情况下,判断为由两个传感器获得的物理值均是有效的,根据其他标准选择控制策略之一。最后,在判断为由两个传感器获得的物理值均无效/不可靠的情况下,可选择第三控制策略,或者,风力涡轮机可被停止,一直到有效/可靠的物理值可再次从至少一个传感器获得。

[0024] 因此,控制系统可适用于,基于所确定的第一物理值和/或第二物理值的有效性,有选择地在基于第一控制参数控制风力涡轮机运行和基于第二控制参数控制风力涡轮机运行之间进行切换。

[0025] 第一物理值或第二物理值可以为在风力涡轮机的主轴中感生的转矩。根据此实施例,第一/第二物理影响为主轴响应于作用在风力涡轮机转子叶片上的风的转动,第一/第二控制参数可有利地为主轴的旋转速度。在主轴中感生的转矩依赖于遍及由风力涡轮机转子叶片扫过的整个面的风场,因此,相比于在风力涡轮机上或附近的一个点上的测量得到的风速,其对于风力涡轮机经受的或影响风力涡轮机的风速来说是远远更为精确的测量。因此,基于这种测量来控制风力涡轮机运行确保了风力涡轮机可以以最优的方式且精确地根据实际情况得到控制。

[0026] 作为附加或作为替代的是,第一物理值或第二物理值可以由风力涡轮机产生的能量速率(energy rate)。由风力涡轮机产生的能量速率也依赖于由转子叶片扫过的整个平面上的风速/风场。其还依赖于转子叶片的桨距角,在风力涡轮机为桨距控制风力涡轮

机的情况下。测量得到的能量速率可作用于控制转子叶片桨距角以便获得最优能量产生的控制参数。

[0027] 作为附加或作为替代的是,第一物理值或第二物理值可以为风力涡轮机的至少一个转子叶片的偏转(deflection)。转子叶片的偏转为由转子叶片扫过的平面上施加到叶片的风压的结果。此风压依赖于风速/风场、风向、机舱的偏航角和转子叶片的桨距角。因此,一种或多于一种的这些参数可从一个或多于一个转子叶片的偏转的测量得出,可能结合例如从其他测量获得的关于某些或全部其他参数的信息,并可能使用查阅表。叶片转子的偏转优选为沿着基本上横切转子平面的方向,即,基本上横切叶片的纵向轴线,基本上横切风力涡轮机运行过程中叶片的移动方向。

[0028] 作为附加或作为替代的是,第一物理值或第二物理值可以为在转子叶片中感生的应变。这种应变可以为如上所述的转子叶片偏转的结果。应变可以有利地借助布置在转子叶片上或转子叶片中的电或光应变计来测量。

[0029] 作为附加或作为替代的是,第一物理值或第二物理值可以为转子叶片尖部的偏转位置。根据此实施例,相关传感器可被有利地布置在转子叶片尖部或转子叶片尖部附近。传感器可以为例如应变计、偏转传感器、全球定位系统(GPS)传感器或适应于测量转子叶片尖端精确位置的任何其他合适的传感器。如上面所介绍的,转子叶片尖端偏转位置提供了由转子叶片扫过的整个平面上作用在转子叶片上的风压的指示。

[0030] 作为附加或作为替代的是,第一物理值或第二物理值可以为在转子叶片表面上检测到的压力。优选为,转子叶片具有至少两个压力传感器,其被布置在转子叶片中间平面的相对的侧。由此,中间平面的相对侧之间的压力差可被检测。此压力差依赖于机舱的偏航位置、转子叶片的桨距角、转子的旋转速度、在由转子叶片扫过的平面上占优(prevaling)的风速。因此,任何这些参数可由压力差的测量来获得,如果其余参数已知的话。所获得的参数可有利地用作控制参数。

[0031] 作为附加或作为替代的是,第一物理值或第二物理值可以为风力涡轮机塔架的偏转。当风压作用在风力涡轮机上时,塔架将会偏转。偏转依赖于直接作用在塔架上的风速、在转子叶片扫过的平面上占优的风速、风向、子叶片的偏航角和桨距角,在风力涡轮机为桨距控制风力涡轮机的情况下。因此,风力涡轮机偏转的测量可被用作例如控制偏航位置或桨距角的基础,以便获得最优的能量产生,或以便将塔架构造上的结构负荷限制到可接受的水平。

[0032] 作为附加或作为替代的是,第一物理值或第二物理值可以为包含在容纳在机舱中的传动系中的轴承中感生的力。这种力指示风力涡轮机运行过程中轴承上的负荷,且除其他的以外,这种力依赖于相对于机舱偏航位置的风向以及风速。测量得到的力可有利地用于以这样的方式控制风力涡轮机运行:使得轴承上的结构负荷限制到可接受的水平。

[0033] 作为附加或作为替代的是,第一物理值或第二物理值可以为在发电机中感生的转矩。在风力涡轮机的发电机中感生的转矩提供了对于风力涡轮机的能量产生的测量,且其可用作控制风力涡轮机运行以获得最优能量产生的基础。

[0034] 上面给出的物理值的所有实例表征风力涡轮机部件上的实际物理影响。在各种情况下,物理影响为作用在风力涡轮机上的风的结果,也就是说,其反映实际情况,因为风力涡轮机“经受”它。

[0035] 本发明的控制系统可有利地构成风力涡轮机的一部分，风力涡轮机还包含塔架构造、至少容纳传动系的机舱和一组转子叶片。

[0036] 根据本发明第二实施形态，上述以及其他目的通过提供一种控制风力涡轮机的方法来实现，该方法包含以下步骤：

[0037] 获得表征风力涡轮机部件上的第一物理影响的第一物理值；

[0038] 基于第一物理值，提供用于控制风力涡轮机运行的第一控制参数；

[0039] 获得表征风力涡轮机部件上的第二物理影响的第二物理值；

[0040] 基于第二物理值，提供用于控制风力涡轮机运行的第二控制参数，所述第二控制参数不同于第一控制参数；

[0041] 在能量有效产生期间，选择基于第一控制参数或是基于第二控制参数来控制风力涡轮机运行的控制策略；以及

[0042] 根据所选择的控制策略来控制风力涡轮机运行。

[0043] 应当注意，本领域技术人员将会想到，结合本发明第一实施形态介绍的任何特征也可与本发明第二实施形态组合，反之亦然。

[0044] 根据本发明第二实施形态的方法可有利地用于控制包含根据本发明第一实施形态的控制系统的风力涡轮机。

[0045] 该方法还可包含以下步骤：确定第一物理值的有效性和 / 或第二物理值的有效性。在这种情况下，选择控制策略的步骤可有利地在如上所述的所述确定步骤的基础上进行。

附图说明

[0046] 现在将参照附图进一步详细介绍本发明，在附图中：

[0047] 图 1 为根据本发明第一实施例的风力涡轮机的前视图；

[0048] 图 2 为图 1 的风力涡轮机的侧视图，其示出了由于风压引起的转子叶片的移动；

[0049] 图 3 为根据本发明第二实施例的风力涡轮机的部分透明的侧视图；

[0050] 图 4 为根据本发明第三实施例的风力涡轮机的侧视图；

[0051] 图 5 为一流程图，其示出了根据本发明一实施例对风力涡轮机进行控制的方法。

具体实施方式

[0052] 图 1 为根据本发明第一实施例的风力涡轮机 1 的前视图。风力涡轮机 1 包含塔架构造 2 和机舱 3，机舱 3 具有承载三个转子叶片 5 的转子 4。转子叶片 5 以这样的方式布置：它们导致转子 4 响应于作用在转子叶片 5 上的风的转动。

[0053] 接近各个转子叶片 5 的尖端，安装传感器 6。传感器 6 中的一个或多个可以为例如用于测量转子叶片 5 的偏转的电或光应变计。作为替代的是，传感器 6 中的一个或多个可以为用于测量转子叶片 5 的尖端的精确位置的 GPS 装置，例如，为了测量转子叶片 5 的偏转或机舱 3 的偏航位置。作为另一替代的是，传感器 6 中的一个或多个可以为用于测量一个或多个的转子叶片 5 的尖端上的压力差和 / 或压力的压力传感器，例如，为了测量风速。作为替代的是，可想到其他合适的传感器 6，和 / 或上面介绍的两种或多种传感器类型可被布置在一个或多个转子叶片的尖端上。

[0054] 图 2 为图 1 的风力涡轮机 1 的侧视图,其示出了由于风压引起的转子叶片 5 的移动。可以看到两个转子叶片 5。为了清楚起见,塔架构造 2 的部分和转子叶片 5 的部分已经省略。安装在转子叶片 5 之一上的传感器 6 可被看到。风的方向用箭头 7 表示。风使得转子叶片 5 在箭头 8 所指示的方向上偏转。在传感器 6 为电或光应变计的情况下,这种偏转可由传感器 6 测量。

[0055] 图 3 为根据本发明第二实施例的风力涡轮机 1 的侧视图。为清楚起见,塔架构造 2 的部分和转子叶片 5 的部分已经省略。机舱 3 被示为透明的,以便显示出布置在机舱 3 内的部件。在机舱 3 内,主轴承 9、主轴 10、齿轮布置 11、发电机轴 12 和发电机 13 以示意性方式示出。

[0056] rpm 传感器 14 被布置在发电机 13 上,以便测量发电机轴 12 的旋转速度。与发电机转矩组合的发电机轴 12 的旋转速度表征由发电机 13 产生的能量速率。

[0057] 齿轮布置 11 和发电机 13 被安装在基本框架 15 上,基本框架 15 经由偏航布置可旋转地安装在塔架构造 2 的顶部。在偏航布置附近,安装偏航传感器 16,用于测量机舱 3 的偏航位置。

[0058] 图 4 为根据本发明第三实施例的风力涡轮机 1 的侧视图。为清楚起见,塔架构造 2 的部分和转子叶片 5 的部分已经省略。在塔架构造 2 的顶部附近,安装多个偏转传感器 17,其中的两个是可见的。偏转传感器 17 测量如箭头 18 所示塔架构造 2 响应于风力涡轮机上的风压的偏转。优选地,偏转传感器 17 测量偏转的大小 18 以及方向。因此,测量得到的偏转 18 表征由风在转子叶片上感生的负荷。

[0059] 图 5 为一流程图,其示出了根据本发明一实施例控制风力涡轮机的方法。在一开始,第一与第二物理值在步骤 19 中分别借助第一与第二传感器获得。基于所获得的物理值,第一与第二控制参数于是在步骤 20 中被提供。接着,在步骤 21 中,研究第一物理值是否有效。在判断为第一物理值有效的情况下,风力涡轮机根据基于第一控制参数的控制策略受到控制,如步骤 22 所示,过程返回到步骤 18,以便继续测量第一与第二物理值。因此,根据图 5 所示的方法,优选控制策略基于第一控制参数。应当注意,只要第一物理值有效,仅仅测量此值属于本发明的范围,也就是说,在这些情况下可省略对第二物理值的测量。

[0060] 在判断为第一物理值无效的情况下,在步骤 23 中研究第二物理值是否有效。在判断为第二物理值有效的情况下,风力涡轮机根据基于第二控制参数的控制策略受到控制,如步骤 24 所示,过程返回到步骤 19,以便继续测量第一与第二物理值。

[0061] 在判断为第二物理值无效的情况下,控制策略的改变如步骤 25 所示地进行,过程返回到步骤 19,以便继续进行第一与第二物理值的测量。控制策略的改变可包括,基于第三控制参数控制风力涡轮机的运行,第三控制参数不同于第一控制参数,也不同于第二控制参数。作为替代的是,可包括将风力涡轮机引入静止。这在例如风速不足以运行风力涡轮机的情况下或在风暴的情况下可能是必需的。

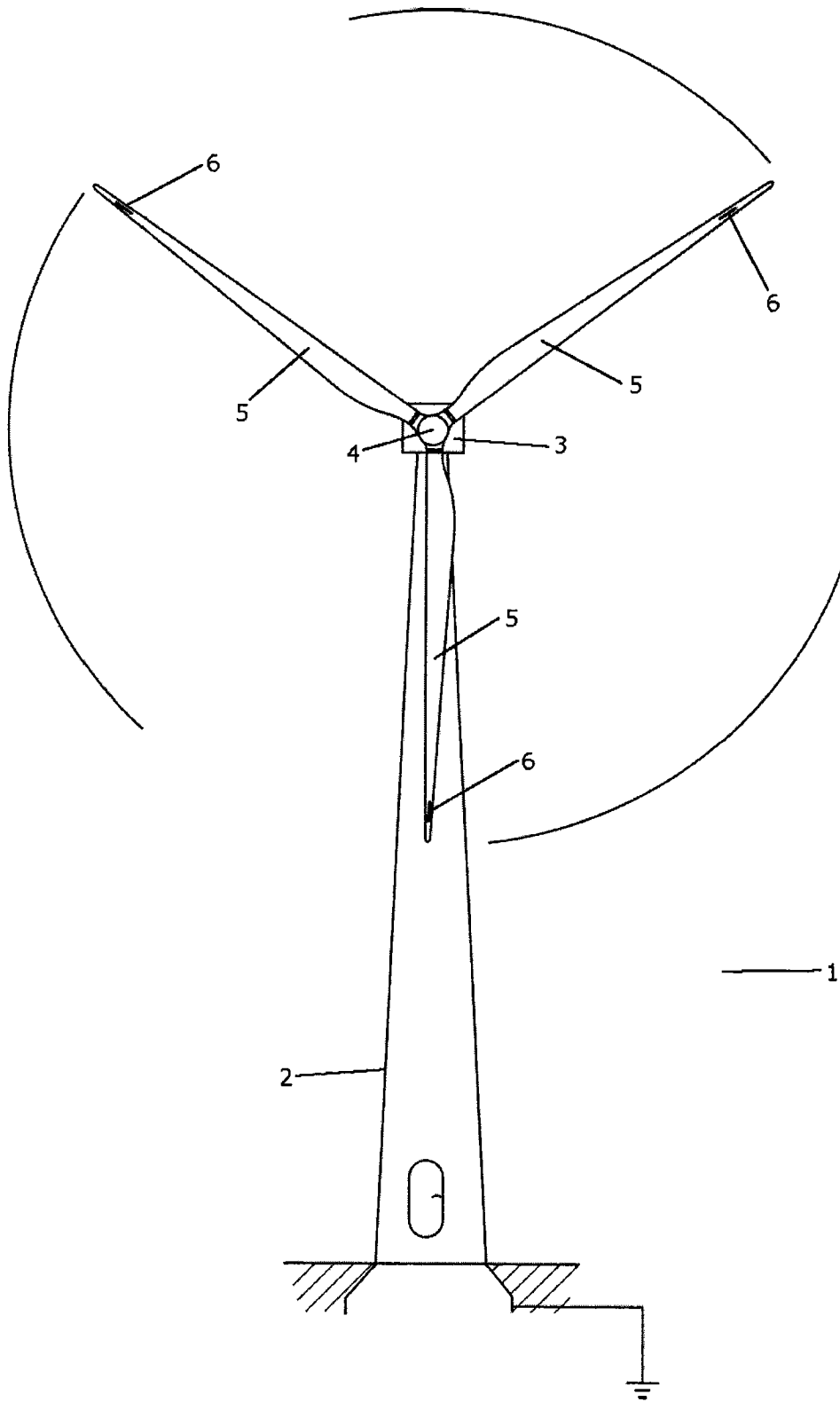


图 1

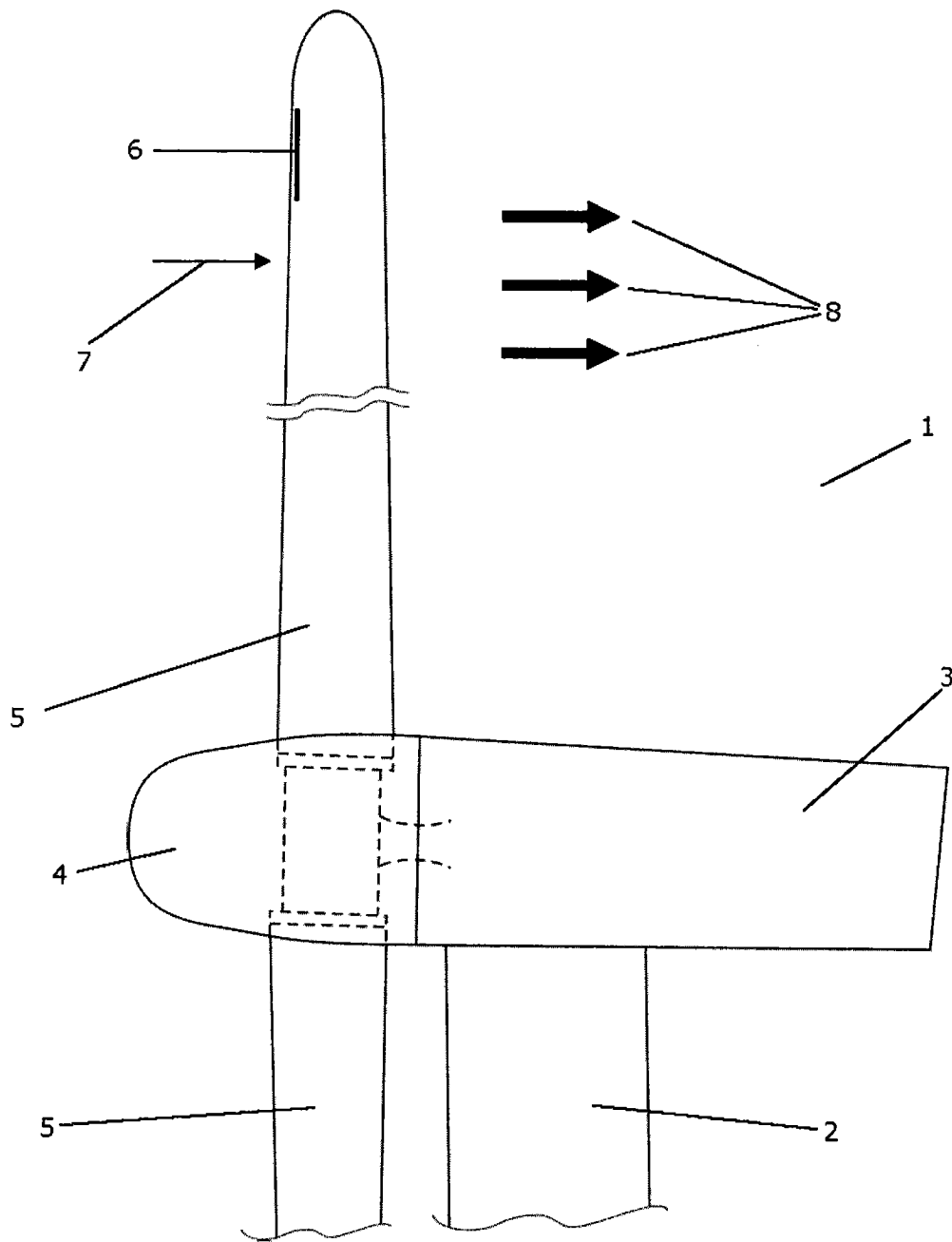


图 2

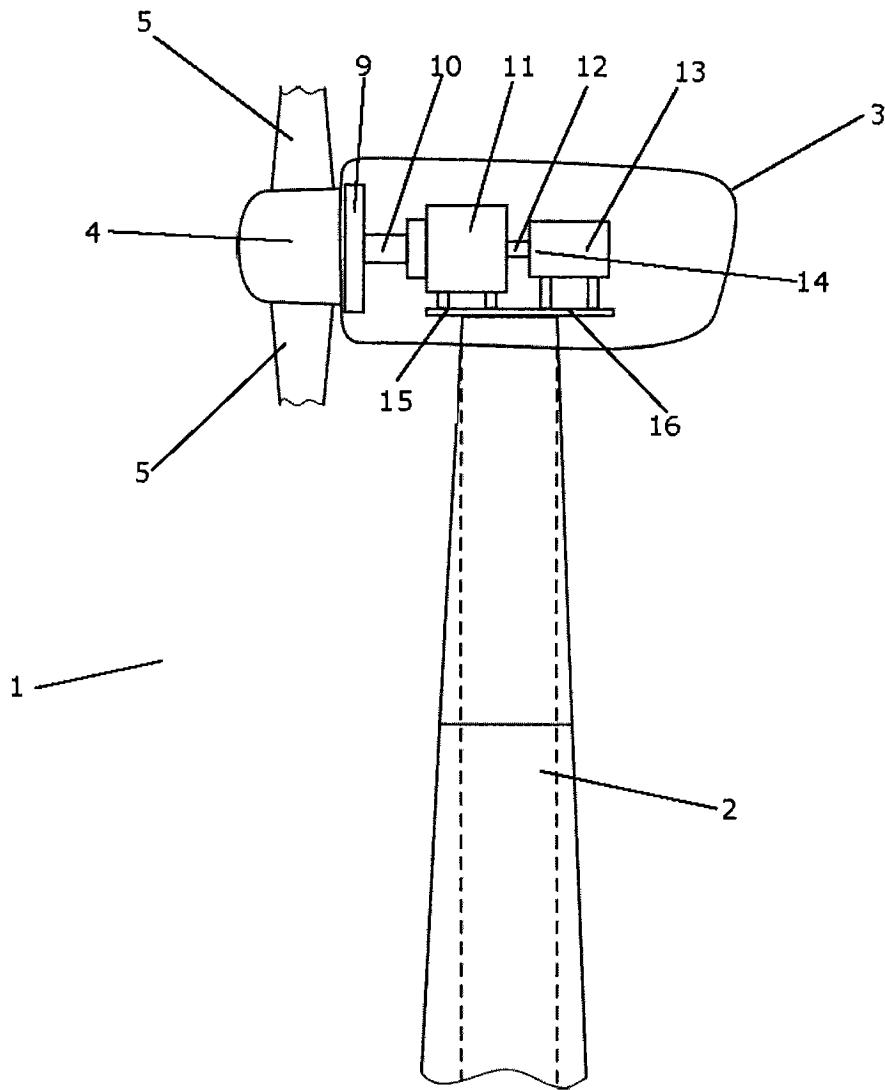


图 3

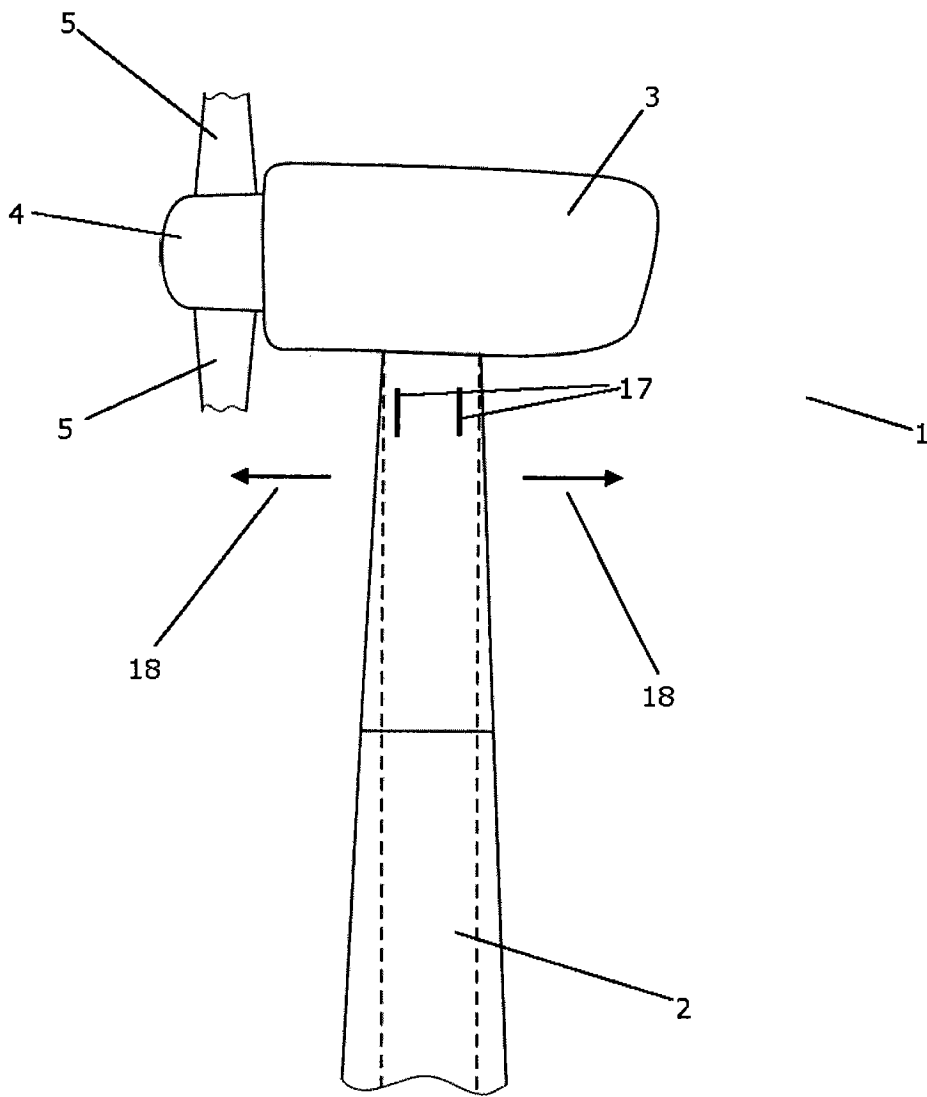


图 4

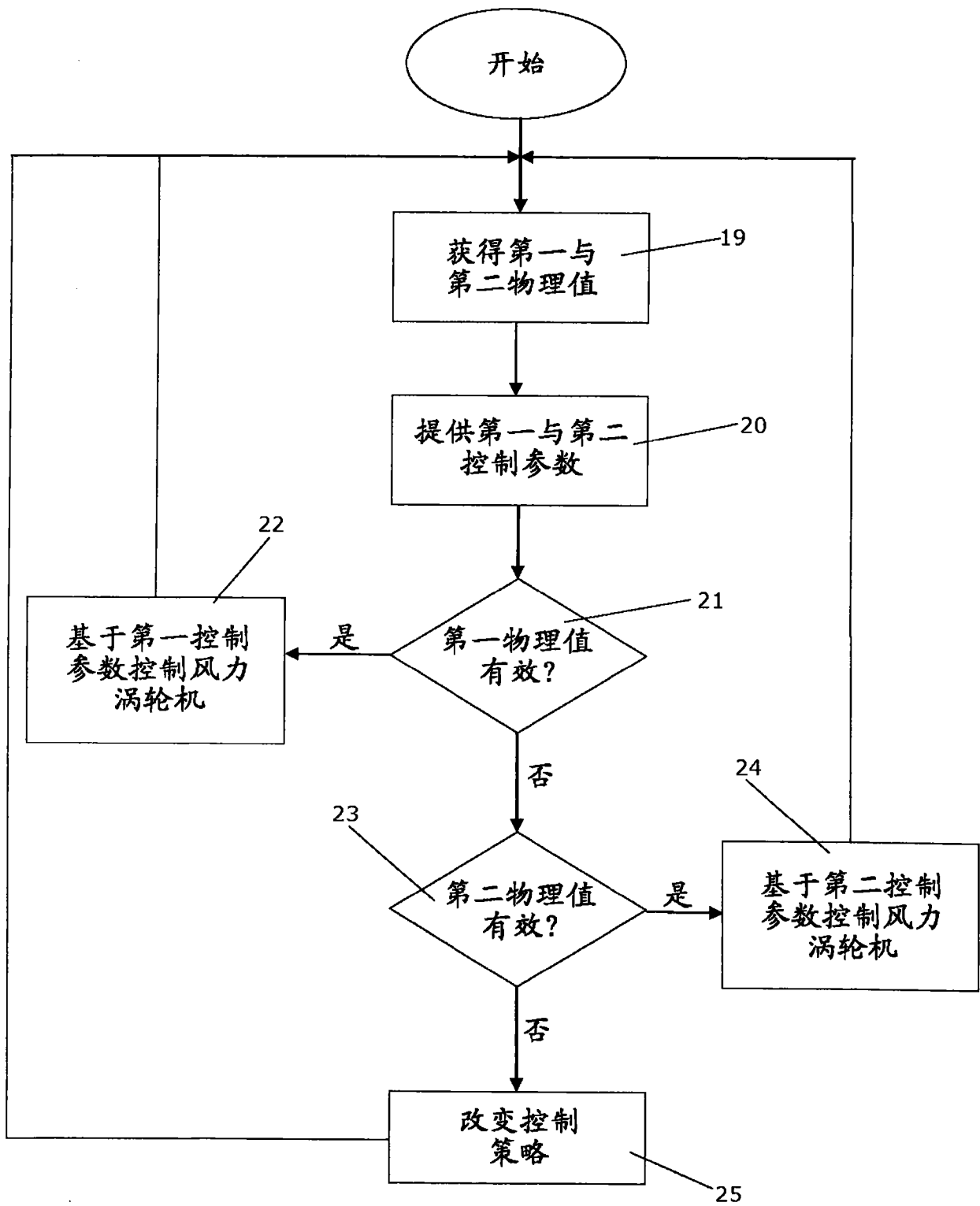


图 5