

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F03D 7/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03827169.9

[43] 公开日 2006年11月8日

[11] 公开号 CN 1860292A

[22] 申请日 2003.9.3 [21] 申请号 03827169.9

[86] 国际申请 PCT/EP2003/009773 2003.9.3

[87] 国际公布 WO2005/021962 英 2005.3.10

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.13

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 德特利夫·门克

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 王冉 王景刚

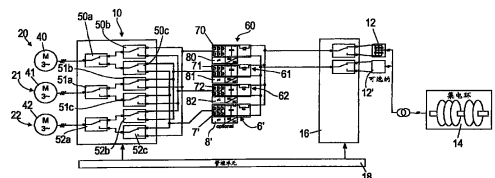
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称

风力涡轮机的冗余叶片节距控制系统和控制
风力涡轮机的方法

[57] 摘要

本发明公开了一种风力涡轮机的冗余和故障-安全叶片系统,该系统包括至少一个叶片节距驱动装置(20、21、22)和至少两个用于控制叶片节距驱动装置(20、21、22)的动力控制模块(60、61、62、6')。动力控制模块(60、61、62、6')通过转换单元(10)连接于叶片节距驱动装置(20、21、22),该转换单元允许在叶片节距驱动装置(20、21、22)与动力控制模块(60、61、62、6')的任何一个之间进行备选连接。在操作中,叶片节距驱动装置(20、21、22)只由动力控制模块(60、61、62、6')的一个进行控制。如果检测到当前操作的动力控制模块(60、61、62、6')出现故障,那么转换单元(10)向其他动力控制模块(60、61、62、6')提供连接,从而允许风力涡轮机的持续操作,而不出现无计划的或强制关机。



1、一种用于风力涡轮机的叶片节距系统，包括至少一个叶片节距驱动装置（20、21、22），用于改变转子叶片的节距角，

至少两个动力控制模块（60、61、62、6'），用于控制所述叶片节距驱动装置（20、21、22），从而调节所述转子叶片的节距角，和

至少一个转换单元（10），用于将所述叶片节距驱动装置（20、21、22）与所述两个动力控制模块（60、61、62、6'）的每一个进行连接。

2、根据权利要求1所述的叶片节距系统，

其特征在于，所述转换单元（10）允许在所述叶片节距驱动装置（20、21、22）与所述两个动力控制模块（60、61、62、6'）的每个之间进行二选一地连接。

3、根据权利要求1或2所述的叶片节距系统，

其特征在于，所述叶片节距系统包括n个叶片节距驱动装置（20、21、22）和至少n个动力控制模块（60、61、62、6'），其中n是大于1的自然数，和

所述n个动力控制模块（60、61、62、6'）通过所述转换单元（10）与所述n个叶片节距驱动装置（20、21、22）相连接。

4、根据权利要求3所述的叶片节距系统，

其特征在于，所述转换单元（10）允许所述n个动力控制模块（60、61、62、6'）的任一个与所述n个叶片节距驱动装置（20、21、22）的任一个相连接。

5、根据权利要求3或4所述的叶片节距系统，

其特征在于，所述叶片节距系统除了所述n个动力控制模块还包括至少另一个动力控制模块（6'），并且

所述转换单元允许所述另一个动力控制模块（6'）与所述n个叶片节距驱动装置（20、21、22）的每一个相连接。

6、根据前述权利要求中任一项所述的叶片节距系统，

其特征在于，所述叶片节距系统包括至少两个整流器（12、12'）和可选的转换单元（16），该转换单元用于使所述整流器（12、12'）与所述动力

控制模块(60、61、62、6')相连接。

7、根据前述权利要求中任一项所述的叶片节距系统，其特征在于，所述叶片节距系统还包括用于控制所述转换单元和/或所述可选的转换单元的管理单元(18)。

8、一种操作风力涡轮机的方法，所述风力涡轮机包括至少一个叶片节距驱动装置(20、21、22)，用于改变转子叶片的节距角，

至少两个动力控制模块(60、61、62、6')，用于控制所述叶片节距驱动装置(20、21、22)，从而调节所述转子叶片的节距角，和

至少一个转换单元(10)，用于可选择地将所述叶片节距驱动装置(20、21、22)与所述两个动力控制模块(60、61、62、6')的每一个相连接，所述方法包括下述步骤：

a) 监控当前与所述叶片节距驱动装置相连接的动力控制模块，从而检测所述动力控制模块的操作故障，

b) 如果检测到操作故障，那么通过所述转换单元将所述出现故障的动力控制模块与所述叶片节距驱动装置断开并且将所述叶片节距驱动装置与所述两个动力控制模块中的另一个相连接。

9、一种用于风力涡轮机的紧急关闭的方法，所述风力涡轮机包括至少两个转子叶片，

至少两个叶片节距驱动装置(20、21、22)，从而独立地改变所述两个转子叶片的节距角，

至少两个动力控制模块(60、61、62、6')，用于控制所述两个叶片节距驱动装置(20、21、22)，从而调节所述节距角，和

至少一个转换单元(10)，用于可选择地将所述两个动力控制模块(60、61、62、6')的任一个与所述两个叶片节距驱动装置(20、21、22)的任一个相连接，

所述方法包括下述步骤：

a) 监控所述两个动力控制模块，从而检测所述两个动力控制模块的故障，

b) 如果检测到所述两个动力控制模块中的一个出现故障，那么

b1) 将具有正常操作的动力控制模块的转子叶片的节距角调整至停止

位置，

b2) 通过所述转换单元使所述正常操作的动力控制模块与其动力控制模块出现故障的那个叶片节距驱动装置相连接，和

b3) 将其他转子叶片的节距角调节至停止位置。

10、根据权利要求 8 或 9 所述的方法，

其特征在于，所述风力涡轮机还包括管理单元(8)，该管理单元用于控制所述转换单元(10)，并且用于监控所述动力控制模块(60、61、62、6')。

风力涡轮机的冗余叶片节距控制系统 和控制风力涡轮机的方法

技术领域

本发明一般涉及一种风力涡轮机，尤其涉及一种风力涡轮机的叶片节距系统。

背景技术

风力涡轮机一般用于将气流的动能转换为电能。风力涡轮机的主要部分为带有转子叶片的转子，该转子收集动能并且将其转换为旋转能。动能收集效率主要取决于转子叶片的气动外形和节距角。为了调整节距角，转子叶片可通过使用节距驱动装置围绕其纵向轴线旋转，所述转子叶片通过节距轴承可旋转地安装于转子轮毂。

当风速很高时，由转子收集的风能可能超过由风力涡轮机的结构强度设定的限度。另外，发电机的许用最大动力构成转子输出动力的极限值。另外，变化的风速导致转子的不均匀旋转，并由此产生额外的非均匀负载。因此，人们想要恒定地控制转子的能量收集并且将转子保持为均一的转速。到目前为止，最有效的方法是对转子叶片的节距角进行机械调整。通常，转子叶片借助主动受控的节距驱动装置进行转动。一般，每个转子叶片具有其本身的节距驱动装置，从而单独地调整节距角。因此，每个节距驱动机构具有单独的动力控制模块，以用于控制节距驱动装置。

目前为止所概述的叶片节距控制系统即使在狂风期间也可对变化的风的条件进行即时反应。叶片节距控制系统正确地发挥作用对于风力涡轮机的安全操作来说是很重要的。因此，希望确保恒定和可靠的控制。

发明内容

这一目标通过用于风力涡轮机的叶片节距系统实现，该系统包括至少一个叶片节距驱动装置，用于改变转子叶片的节距角；至少两个动力控制模块，用于控制所述叶片节距驱动装置，从而调节所述转子叶片的节距角；

和至少一个转换单元，用于将所述叶片节距驱动装置与所述两个动力控制模块的每个进行连接。

在动力控制模块操作错误或出现故障的情况下，叶片节距驱动装置可从该动力控制模块断开并且连接于另一动力控制模块。为了排除任何干扰，叶片节距驱动装置同时连接于至少两个动力控制模块的任何一个。因此，所述转换单元允许在所述叶片节距驱动装置与所述两个动力控制模块的每个之间进行二选一地连接。

本发明的叶片节距系统可用于主动失速受控风力涡轮机，以及节距受控风力涡轮机。主动失速受控风力涡轮机增加转子叶片上的合成气流的入射角从而实现气动失速条件。这减小了转子叶片上的气动升力并因此减小了风力涡轮机的动力输出。另一方面，节距受控风力涡轮机通过减小叶片上的合成气流的转子叶片入射角从而减小收集的能量。这也减小了气动升力，但是不会产生失速状态。不过，两种控制方法都需要控制入射角，这可通过围绕转子叶片的纵向轴线转动转子叶片或其部件而实现。

本发明提供了一种可靠的叶片节距系统，该系统允许对动力控制模块的任何故障作出即刻的反应。在动力控制模块出现故障的情况下，本发明的叶片节距系统允许不同的主要操作模式。

在第一种操作模式中，其动力控制模块出现故障的那个叶片节距驱动装置与备用动力控制模块之间的连接由转换单元提供。该模式允许风力涡轮机进行正常的操作而不关闭。出现故障的动力控制模块可在下一次维修的机会时进行修理。在这种模式下进行操作需要一个备用或可选动力控制模块。

与此相反，如果节距控制系统不包括备用动力控制模块或者备用动力控制模块已经使用时，风力涡轮机可通过在第二种模式下操作节距控制系统而安全关闭。在动力控制模块出现故障的情况下，其动力控制模块仍然工作的风力涡轮机的其他转子叶片被带至停止位置。在本发明的范围内，转子叶片的停止位置被定义为下述位置，即转子叶片不再从气流中收集能量或者能量的收集被显著地减小。转子叶片将被放置于停止位置，而不考虑风力涡轮机是主动失速或节距受控。

在前述步骤中，其动力控制模块出现故障的那个转子叶片也被带至停止位置。为了这一目的，出现故障的动力控制模块通过在这两个动力控制

模块之间进行转换而被完好的动力控制模块之一代替。通过在该模式下操作，每个转子叶片的节距角可被随后调整至停止位置，从而关闭风力涡轮机。即使只有一个动力控制模块仍然可发挥作用且所有其他的都损坏，也仍然可进行紧急关闭。虽然该操作模式不允许风力涡轮机的连续操作，但是可通过可靠的、快速的和安全的关闭而避免风力涡轮机的损坏。

上述操作模式可更一般地被描述为一种操作风力涡轮机的方法，该风力涡轮机包括至少一个叶片节距驱动装置，用于改变转子叶片的节距角；至少两个动力控制模块，用于控制该叶片节距驱动装置，从而调节该转子叶片的节距角；和至少一个转换单元，用于二选一地将该叶片节距驱动装置与该两个动力控制模块的每个进行连接，该方法包括下述步骤：

a) 监控当前与该叶片节距驱动装置相连接的动力控制模块，来检测该动力控制模块的操作故障，

b) 如果检测到操作故障，那么通过该转换单元将该出现故障的动力控制模块从该叶片节距驱动装置断开并且将该叶片节距驱动装置与所述两个动力控制模块中的另一个进行连接。

此外，紧急关闭模式可被描述为一种用于风力涡轮机的紧急关闭的方法，该风力涡轮机包括至少两个转子叶片；至少两个叶片节距驱动装置，用于独立地改变该两个转子叶片的节距角；至少两个动力控制模块，用于控制该两个叶片节距驱动装置，从而调节该节距角；和至少一个转换单元，用于二选一地将该两个动力控制模块的任一个与该两个叶片节距驱动装置的任一个进行连接，该方法包括下述步骤：

a) 监控该两个动力控制模块，来检测该两个动力控制模块的故障，

b) 如果检测到该两个动力控制模块中的一个出现故障，那么

b1) 将具有正常操作的动力控制模块的转子叶片的节距角调整至停止位置，

b2) 通过该转换单元使该正常操作的动力控制模块与其动力控制模块出现故障的那个叶片节距驱动装置相连接，和

b3) 将其他转子叶片的节距角调节至停止位置。

在本发明的其他方面，该叶片节距系统包括 n 个叶片节距驱动装置和至少 n 个动力控制模块，其中 n 是大于 1 的自然数，并且 n 个动力控制模块通过该转换单元与该 n 个叶片节距驱动装置相连接。一般地， n 等于风力

涡轮机的转子叶片的数量。并且，转换单元提供该 n 个动力控制模块的任一个与该 n 个叶片节距驱动装置的任一个之间的连接。在特定实施例中，该叶片节距系统除了该 n 个动力控制模块还包括至少另一个动力控制模块，并且该转换单元允许所述另一个动力控制模块与该 n 个叶片节距驱动装置的每个进行连接。所述另一动力控制模块一般是备用的或可选的动力控制模块。

叶片节距控制系统可包括管理单元，用于控制转换单元并且监控动力控制模块。

附图说明

本发明的完整和实用的说明包括优选实施方式，对于本领域技术人员，通过说明书并结合附图可更加清楚地了解，其中：

图 1 和 2 示出包括具有三相 AC 马达的叶片节距驱动装置的实施例；图 3 和 4 示出包括具有 DC 马达的叶片间距驱动装置的实施例；和图 5 示出风力涡轮机的总体结构。

具体实施方式

现在将详细说明本发明的各个实施例，其一个或多个范例在附图中示出。在随后的附图和说明书中，相同的附图标记指代类似的构件。每个范例通过对本发明的说明而给出，但并不是为了限制本发明。例如，一个实施例所示的特征或描述的部件可用于其他实施例或者可与其他实施例相结合使用，从而得到另一实施例。本发明的目的是包括这种改进和变化方案。为了更详细地描述本发明，由于大多数的当前风力涡轮机通过使用节距控制方法进行的操作，所以主要对该方法进行说明。不过，本发明的叶片节距系统也可用作主动失速调节。

图 1 示出了用于三个转子叶片风力涡轮机的叶片节距系统。不过，该系统可改进用于任何数量的转子叶片。每个转子叶片装配有单独的转子节距驱动装置 20、21、22。一般，叶片节距驱动装置包括电动机，该电动机经由齿轮减速箱与驱动小齿轮相连。齿轮减速箱增加由电动机提供的扭矩并且减小转速。驱动小齿轮与刚性连接于转子叶片的大齿轮啮合。在该特定实施例中，三相 AC 马达 40、41、42 用作每个叶片节距驱动装置的电动

机。不过，本发明的概念并不局限于三相 AC 马达或者任何特定类型的齿轮系统，但是可延伸至任何的可用作叶片节距驱动装置的电驱动装置或者任何可使用的其他齿轮系统。

为了驱动电动机，动力控制模块 60、61、62 分配至每个电动机 40、41、42。这三个动力控制模块控制电动机 40、41、42，并因此控制叶片间距驱动装置 20、21、22。

如果这一系统或者甚至只是一个叶片节距驱动装置或者动力控制模块出现故障，那么转子可能会从气流中收集过多的能量并因此不受控地进行旋转，这会危及到整个风力涡轮机的稳定性。尤其，动力控制模块会由于例如遭雷击而发生故障，如果一个转子叶片的动力控制模块出现故障，那么正在进行的转子叶片的节距角的调节就不再可能继续，这会导致固定的节距角。由于能量收集取决于节距角，所以每个转子叶片会经受不同的力。在最坏的情况下，不受控的转子叶片负载过重，并且会使整个风力涡轮机不稳定。

因此，在当前操作正常的动力控制模块的任何一个出现故障的情况下，为了通过增加冗余改善可靠性，节距驱动装置可以包括备用的或可选的动力控制模块 6'。叶片节距驱动装置的三个动力控制模块 60、61、62 和电动机 40、41、42 之间的电连接通过转换单元 10 提供。在该特定实施例中，包括备用电源控制模块 6' 的动力控制模块 60、61、62 与叶片节距驱动装置 20、21、22 之间的任何可选择的连接都是可能的。为了消除动力控制模块之间的干扰可能性，一次只能在一个叶片节距驱动装置与一个动力控制模块之间建立连接。为了这一目的，转换单元 10 包括用于每个叶片节距驱动装置的转换开关 50a、50b、50c、51a、51b、51c、52a、52b、52c。每个转换开关具有两个输入，只有一个输出，并且可在其两个输入和一个输出之间只提供一个可供选择的连接。转换开关 50b、50c、51b、51c、52b、52c 的输入分别与三个动力控制模块 61、62、63 和备用的动力控制模块 6' 相连接，同时，这些转换开关的输出连接于转换开关 51a、51a、52a 的输入。

只为了简单起见，动力控制模块和叶片节距驱动装置之间的连接表示为一条单一的线。不过，已知三相 AC 马达需要三个单独的相位，它们在附图中通过连接线上的对角斜线表示。因此，每个转换开关包括用于每个相位的三个单独开关。

为了控制叶片节距驱动装置的 AC 马达，每个动力控制模块包括频率转换器 70、71、72、7' 以将 DC 电流转换为 AC 电流。动力控制模块也可包括微控制器 80、81、82、8'（例如如图 3 所示）以控制频率转换器。使用频率转换器，AC 马达的转速和旋转的方向可被控制以调节马达叶片的节距角。

DC 电流由整流器 12 提供，该整流器对从电网获得的 AC 电流进行整流。附图标记 14 指代集电环，它们在风力涡轮机的转子和导流罩之间建立电连接。风力涡轮机的主要构成的其他详细内容结合图 5 进行描述。在这一点，应该指出的是，叶片节距系统一般罩在旋转转子的轮毂中。

叶片节距系统可以包括可选或备用整流器 12'，以防整流器 12 出现故障。在这种情况下，可选转换单元 16 提供在两个整流器中的任一个与动力控制模块之间的连接。用于操作叶片节距系统的中央管理单元 18 控制转换单元 10、16 并且监控动力控制模块。为了操作风力涡轮机，例如，在与电站或电网的连接断开的情况下，本地 DC 电源连接于动力控制模块。本地 DC 电源可以包括蓄电池和/或电容器，尤其是双层电容器。

本发明的叶片节距系统的操作结合图 1 进行说明。假定动力控制模块 70、71、72 正常操作并且每个动力控制模块通过转换单元连接于叶片节距驱动装置。为了简单起见，动力控制模块 70 连接于叶片节距驱动装置 20、动力控制模块 71 连接于叶片节距驱动装置 21，动力控制模块 72 连接于叶片节距驱动装置 22。动力控制模块由管理单元 18 监控从而检测是否出现任何的功能障碍。如果三个操作动力控制模块的一个出现故障，例如被雷击，那么管理单元决定如何处理这种情况。由于转子叶片的节距角出于安全的原因应该随时都是可调节的，所以风力涡轮机必须关闭或者操作错误的动力控制模块必需由正常功能的动力控制模块代替。

在动力控制模块以任何方式出现故障或操作错误的情况下，动力控制模块与其所分派的叶片节距驱动装置断开，并且叶片节距驱动装置将通过转换单元 10 连接于备用动力控制模块 6'。对于提供最佳灵活性的这种操作模式，叶片节距系统包括备用的动力控制模块。出现故障的动力控制模块由备用动力控制模块 6' 代替就可允许风力涡轮机的持续操作。不需要紧急关闭。这就减小了风力涡轮机所有者的花费并且减少了停机时间。出现故障的动力控制模块可以在下一次维修或服务时进行修理。为了表示需要维

修，管理单元 18 可向外部服务单元发送报告。

在备用动力控制模块不存在或者已经使用的情况下，风力涡轮机的安全关闭仍然是可能的。当动力控制模块 60 的操作错误被管理单元 18 检测到时，其他正常操作的动力控制模块 61、62 由管理单元 18 控制从而将其所具有的叶片节距驱动装置 21、22 的节距角调节至停止（顺桨）位置。在顺桨位置（feathered position），转子叶片的前缘朝向风的方向转动。在随后的步骤中，其中一个正常操作的动力控制模块，例如动力控制模块 62，通过转换单元 10 连接至叶片节距驱动装置 40 和出现故障的动力控制模块 60。在将叶片节距驱动装置 40 连接至动力控制模块 62 之后，最后一个转子叶片也被带至停车位置。如果没有足够的操作动力控制模块，那么该操作模式允许风力涡轮机安全和快速地关闭。即使在只有一个动力控制模块仍然正常操作这一非常不可能的情况下，仍然可进行安全和可靠的关闭。此外，最后的正常操作的动力控制模块通过转换单元 10 连续地与每个叶片节距驱动装置连接，从而连续地将所有的转子叶片带至停止位置。

另一操作模式也可在叶片节距驱动装置与动力控制模块的数量相同的系统中实现。每个转子节距驱动装置连接于至少一个另外的动力控制模块，该模块在操作的正常模式下已经控制另一叶片节距驱动装置。因此，动力控制模块同时控制两个叶片节距驱动装置，并且因此通过开关单元 10 与两个叶片节距驱动装置连接。其最初分派的动力控制模块出现故障的那个叶片节距驱动装置连接于另一叶片节距驱动装置的可工作的动力控制模块。由于动力控制控制叶片节距系统所消耗的电能，所以如果两个叶片节距驱动装置分派至一个动力控制模块，那么动力控制模块被适当地设定尺寸以避免过载，这对于该操作模式是有利的。

图 2 示出了包括三相 AC 马达的备选实施例。其主要结构与图 1 的类似，不同之处在于，转换单元 10 允许在叶片节距驱动装置与所分派的动力控制模块或备用的动力控制模块之间进行可选择的连接。这里，备选动力控制模块 6' 是强制的。如果动力控制模块出现故障，那么该模块将通过在出现故障的和备用的动力控制模块之间进行转换而被备用动力控制模块 6' 代替，由此使风力涡轮机继续进行操作。此外，管理单元可向外部服务单元发送信息，报告动力控制模块的故障。

另一实施例如图 3 所示，图 3 示出了包括带有 DC 马达的叶片节距驱

动装置的叶片节距系统。由于 DC 马达的控制与 AC 马达的控制不同，所以对对应的动力控制模块分别装配有可控硅 (thyristor) 控制器 80、81、82、8'。可控硅控制器的基本特性是其能够在低阻抗 ON 和高阻抗 OFF 的状态之间进行转换。该特性允许将 DC 电源的简易控制施加于 DC 马达。可选择地，IGBT 或功率 MOSFET 控制器可用于代替可控硅控制器对 DC 马达进行控制。由于电站或电网一般提供三相 AC 电压，所以动力控制模块包括整流器，以将 AC 转换至 DC 电压。只是为了简单起见，动力控制模块与叶片节距驱动装置之间的连接表示为一条线。不过，已知 DC 马达需要两个单独的相位，它们由连接线路上的两条对角线表示。因此，每个转换开关包括用于每个相位的两个单独开关。其他构件基本上与图 1 所示的相同。

由于相同的结构，图 3 的叶片节距系统可实现与图 1 的叶片节距系统相同的操作模式。在其中一个可控硅控制器 80、81、82 出现故障的情况下，备用的可控硅控制器 8' 通过转换单元 10 连接于其动力控制模块出现故障的那个叶片节距驱动装置。可选择地，如果没有设置根据本发明的备用动力控制模块，那么参照图 1 所示的紧急关闭也是可能的。

图 4 的实施例相当于图 2 的用于 DC 马达的实施例。而且，根据本发明提供有如图 2 所示的相同操作模式。

图 5 示出了典型的三转子叶片齿轮风力涡轮机，它可利用根据本发明的叶片节距系统。不过，叶片节距系统可集成于任何具有主动受控节距角的风力涡轮机中。风力涡轮机包括安装在由基座 128 支撑的塔杆 100 上的导流罩 102。导流罩 102 罩住用于将转子 106 的旋转传送至发电机 114 的驱动轴 118 的传动系。该传动系包括转子轴 104，该转子轴将转子 106 连接至变速箱 112 从而增加发电机 114 的驱动轴 118 的旋转。驱动轴 118 通常被称为高速轴，转子轴 104 公知为低速轴。转子轴 104 连接于转子轮毂 108，该轮毂一般支撑三个转子叶片 110。变速箱可选地可被省略，由此直接将转子 106 连接至发电机 114。该结构公知为直接驱动式发电机。发电机 114 将所产生的电能使用诸如频率转换器和/或变压器的电能装置经由带有电网连接 126 的电缆线 124 供给至电网。电能也可直接由用户使用，而不供给至公共电网。

当进入的空气流 116 转动转子 106 时，风的动能转换至转子 106 的旋转能并且由传动系传送至发电机，发电机最终将旋转能转换至电能。

风力涡轮机的效率取决于许多参数，包括导流罩的方向，或者更具体的说，转子平面相对于气流方向的位置。这通常是由摇摆驱动装置 122 或者方位角驱动装置控制，它们将导流罩定位至风向。在现代风力涡轮机中，电和机械构件形成摇摆驱动装置。更具体地说，高速驱动电动机由齿轮减速器连接，该齿轮减速器具有与大齿轮啮合的驱动小齿轮。通常，驱动电动机、齿轮减速器和驱动小齿轮安装在导流罩台板 120 上，同时大齿轮固定于塔杆 100。风测量传感器用于控制摇摆驱动装置，该传感器能够测量风的方向。

类似的结构应用于对每个转子叶片 106 的节距角进行调节的叶片节距驱动装置 107。这也显著地影响了风力涡轮机的效率。

对于所述的三转子叶片风力涡轮机，叶片节距系统包括三个叶片节距驱动装置和三个动力控制模块并且可包括一个或多个可选的或备用的动力控制模块。一般地，动力控制模块布置在轮毂中叶片节距驱动装置附近。因为使用电力电缆在导流罩 102 和转子 106 之间进行“正常的”电连接由于转子的旋转 106 是不可能的，所以使用集电环 14。一般地，它们与驱动轴 104 轴向对齐。

上面已经详细说明了本发明，应该了解，在不脱离随后的权利要求的精神和范围的情况下可对本发明进行各种改进。

附图标记列表

10	转换单元
12、12'	整流器
14	集电环
16	可选的转换单元
18	管理单元
20、21、22	叶片节距驱动装置
40、41、42	三相 AC 马达
50a、50b、50c	
51a、51b、51c	
52a、52b、52c	转换开关
60、61、62、6'	动力控制模块
70、71、72、7'	频率转换器
80、81、82、8'	微控制器
90、91、92、9'	可控硅控制器
100	塔杆
102	导流罩
104	转子轴
106	转子
107	节距驱动装置
108	轮毂
110	转子叶片
112	变速箱
114	发电机
116	气流
118	发电机的驱动轴
120	导流罩 102 的台板
122	摇摆驱动装置
124	电力电缆
126	电网连接
128	基座

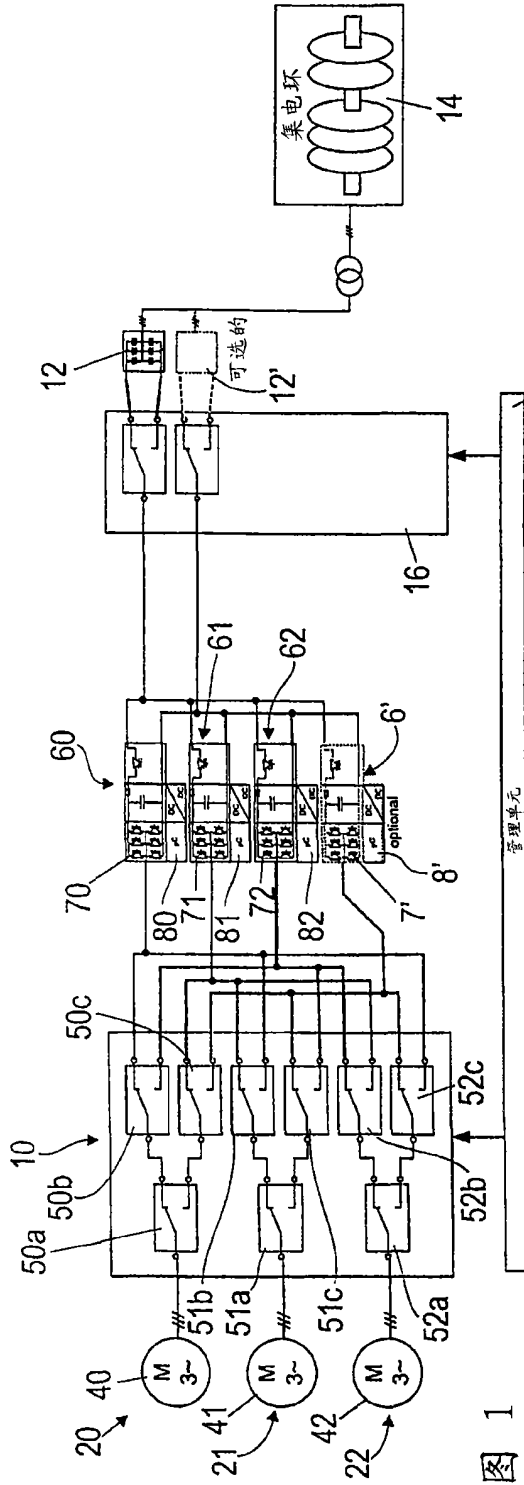


图 1

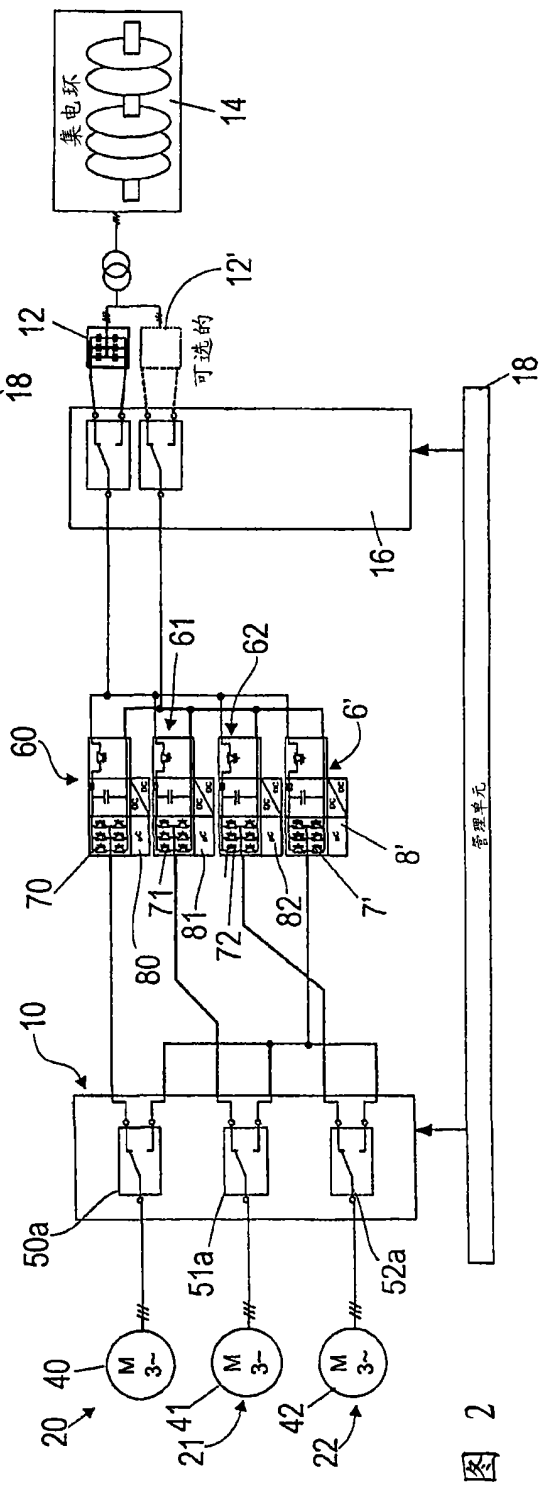


图 2

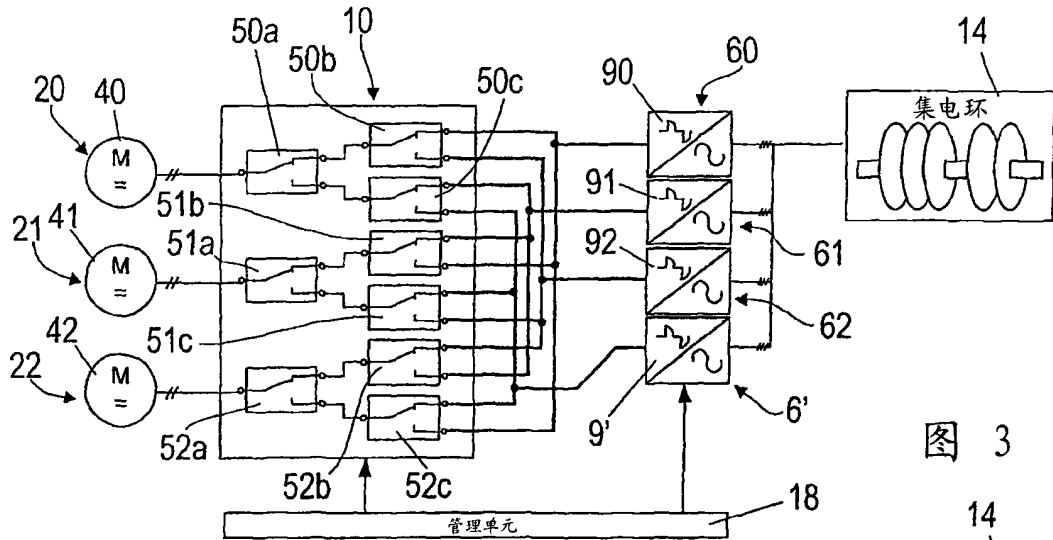


图 3

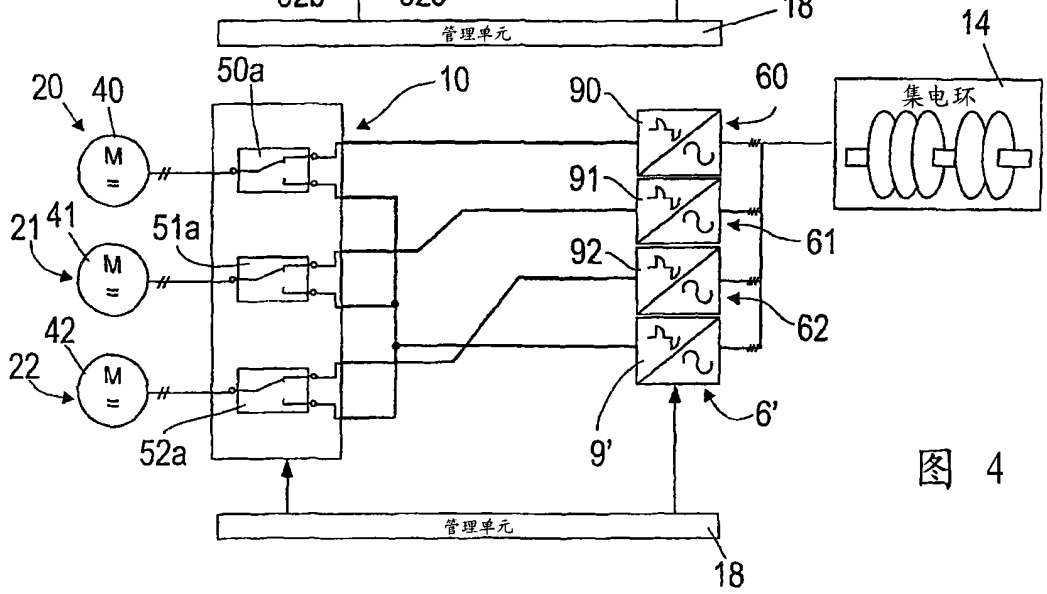


图 4

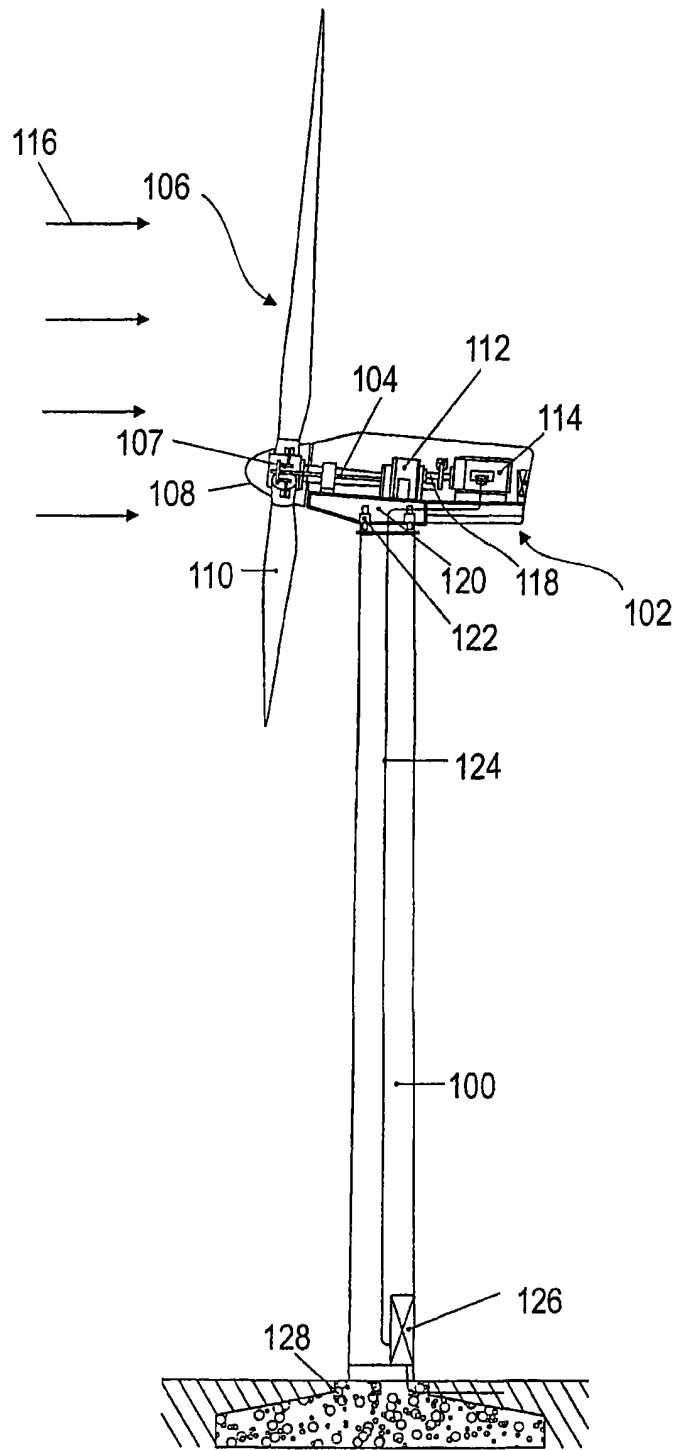


图 5