



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03816799.9

[43] 公开日 2005 年 9 月 14 日

[11] 公开号 CN 1668847A

[22] 申请日 2003.5.16 [21] 申请号 03816799.9

[30] 优先权

[32] 2002.5.16 [33] US [31] 60/319,249

[86] 国际申请 PCT/CA2003/000717 2003.5.16

[87] 国际公布 WO2003/098037 英 2003.11.27

[85] 进入国家阶段日期 2005.1.14

[71] 申请人 MLH 环球有限公司

地址 加拿大艾伯塔

[72] 发明人 亚历山大·S·哈维

戴维·麦康奈尔

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商  
标事务所

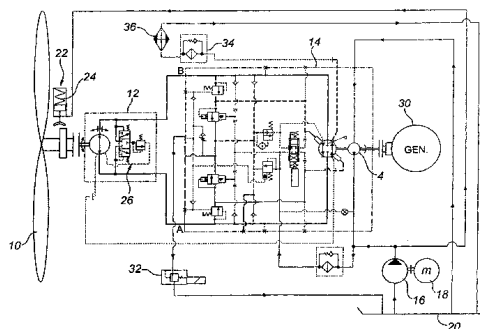
代理人 郭小军

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 3 页

[54] 发明名称 具有液压传动装置的风轮机

[57] 摘要

一种风轮机，包括一个闭环静液压传动装置。所述转子被直接连接到一个低速高转矩液压马达，所述液压马达是压力可逆的，从而可以担当泵的角色。一个可变排量压力补偿静液压传动装置接收液压流体输出，并且驱动发电机。所述静液压传动装置和所述发电机可以被紧凑地安装在风轮机塔架的机舱内。



1. 一种风轮机，包括：
  - (a) 一个转子
  - (b) 一个发电机
  - (c) 一个由转子驱动，担当液压泵角色的低速正排量液压马达；
  - (d) 被连接到发电机并且作为马达驱动发电机的一个可变排量液压传动装置；
  - (e) 一个用于将增压油从马达传送到传动装置，并且将油从泵返还到马达的闭环液压油回路；以及
  - (f) 随着油回路中压力的变化而改变传动装置排量的机构。
2. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述液压马达以与所述转子相同的转速被驱动。
3. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述转子包括一个水平轴风轮机转子，并且，其中，所述液压马达、所述液压传动装置、所述闭环油回路和所述发电机都被安装在塔架上。
4. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于，排量变化机构包括一个液压机械式系统，所述系统包括一个通过伺服控制油被可操作地连接到一个机械致动器的压力补偿阀。
5. 根据权利要求1所述的系统，还包括一个热油传送装置。
6. 根据权利要求1所述的系统，还包括：
  - (a) 用于停止所述转子的制动器机构，所述制动器被朝着与所述转子轴接触的方向偏压，并且所述制动器通过油压被释放；以及
  - (b) 用于泵吸油，从而产生制动器释放油压的机构。
7. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述发电机是一个异步感应发电机。
8. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述发电机是一个同步发电机。
9. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述转子包括一个

竖直轴风轮机转子。

10. 一种用风能发电的方法，所述方法使用一个安装在塔架上的转子，以及一个发电机，并且所述方法包括如下步骤：

(a) 直接将低速、高转矩液压马达联结到所述转子，这样所述马达可以担当泵的角色，并且当被所述转子驱动时，所述马达可以以小于 100rpm 的旋转速度转动；

(b) 通过闭合液压回路，将可变排量液压传动装置操作性地连接到所述液压马达，从而所述传动装置用作一个马达；

(c) 将所述传动装置联结到发电机，从而以能产生电力的有效速度驱动所述发电机。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，随着担当泵的角色所述液压马达产生的压力的变化，所述液压传动装置的排量也被改变。

12. 根据权利要求 10 所述的方法，还包括一个启动步骤，所述步骤是将所述发电机连接到电力网，从而所述发电机成为电动机，由此，驱动所述传动装置、所述马达和所述转子，直到所述转子变为被风驱动。

13. 根据权利要求 10 所述的方法，还包括将被加热的油交换成较冷的油的步骤，所述步骤是在风驱动操作期间，在形成所述闭合液压回路的一部分的热油传送装置中进行的。

14. 一种包括一个转子、一个发电机和一个闭环液压动力传动系统的风轮机塔架，所述闭环液压动力传动系统包括：

(a) 一个由所述转子驱动，但不用增速齿轮的低速正排量液压马达；

(b) 一个可变排量液压传动装置，所述装置被连接到所述发电机并且驱动所述发电机，并且包括用于随着所述液压系统中压力的变化而改变所述传动装置排量的机构；

(c) 一个用于将增压油从所述马达传送到所述泵，并且将油从所述泵返还到所述马达的闭环油回路；

(d) 其中，所述转子驱动的马达和传动装置在超限负载情况下操作，从而驱动所述发电机；并且，其中

(e) 所述发电机和闭环液压动力传动系统被安装在高于地面的塔架上。

## 具有液压传动装置的风轮机

### 相关申请的交叉参考

本申请要求享有 2002 年 5 月 16 日提出的，名称为“具有静液压传动装置的风轮机”的美国临时申请 No. 60/319,249 的优先权，该申请的内容在此被引作参考。

### 技术领域

本发明涉及用于发电的风轮机。

### 背景技术

风轮机利用风能发电。传统的风轮机包括一个安装在塔架上的转子。所述转子可以在约 20mph 的平稳风中旋转至大约 60rpm，并且所述转子可以通过速度增加传动装置连接到交流发电机/发电机。典型的发电机包括同步或异步发电机，并且取决于发电机的类型，需要约 1200 或 1800rpm 的稳定的输入轴速度，从而可以产生优质的电力。虽然已有变速发电机，但变速发电机的电力输出在其被注入电力网之前，必须进行调节。

关于风驱动叶轮机的一个持续存在的问题是，要提供一种使转子产生的转矩平稳的节省成本的方法，从而在发电机的动力传动系统中，减少转矩波动。已知可以使用复杂的传动装置，以试图提供稳定的速度输入给发电机。此外，已知的是，可以使用可变节距转子和制动机构，以尽力在稳定的转子速度下操作。然而，这些传动装置，可变节距转子和制动机构是昂贵的，并且易于出现机械故障，并且是导致风轮机操作低效率的重要原因。

使用开环液压系统代替机械传动装置的风轮机也是已知的。然而，传统液压泵需要最小约 300 到 500rpm 的输入速度，从而产生可用的

液体压力。因此，在转子和液压泵之间仍然需要一个机械速度增加器。所有已知的用于风轮机的液压系统都使用开环系统。例如，在美国专利 No. 4,503,673 中，公开了一种连接到可变排量液压马达的正排量液压泵。与其它开环系统类似的是，在这个系统中，液压泵被架高在塔架上，但液压马达、液压流体箱和发电机在地面上。虽然减少塔架的负荷通常是有利的，但这种安排使往返液压泵的长的液压流 WSG 输送软管成为必要，这是不利之处。

闭环液压系统将允许包括发电机在内的所有构件都被安装在塔架上的机舱内。然而，由于处理超速情况的困境，所以，闭环系统还没有被尝试过。在一个闭环系统中，如果流体压力没有被控制，那么，对于增加的转矩的液压阻力会导致系统中过度热量的累积。

在开环液压系统中，当转子以高速被驱动时，过剩的液体压力通过“卸载”压力被转移，从而维持一个稳定的发电机速度。这种能量的消散产生了巨大的热量，并且必须有主动冷却或热量交换。例如，在美国专利 No. 4,149,092 中，公开了一种用于水和风驱动的叶轮机的液压系统，所述系统包括一个并联的能量消散器。随着由高的风速和转子速度产生的高压，液压马达的排量减少，这进一步增加了系统压力。结果，液压流体被转移到能量消散器中。消散器将液压能转化为热量，热量又被热量交换器除去。

在上面谈到的美国专利 No. 4,503,673 中，复杂的液压控制器被用于使转子螺旋桨叶片周期变距 (feather)，从而处理液压回路中的过剩压力。

因此，在本技术领域，需要一种利用闭环静液压传动装置的风轮机系统，所述系统可以减轻现有技术的困境。

## 发明内容

如现有技术图 1 所示，在传统静液压传动装置中，原动机驱动一个将动力转化为液体压力的泵。液体压力然后被传输到将压力重新转化为动力的液压马达，所述动力然后可以被用于给负载提供动力。液

压流体返回到给泵输送流体的容器。在风轮机的现有技术的背景中，转子是原动机，负载是发电机。

在静液压传动装置的领域中，“超限 (overrunning)” 或 “超运 (overhauling)” 负载情况是这样一种情形，即其中液压马达被它的负载机械地驱动，而不是相反的情形。一个超限负载的例子，是当一辆具有静液压传动装置的车辆被驱动下坡时的实例。在那种情况下，公路车轮给予液压马达转矩，马达再把转矩施加给泵。假定马达和泵都是压力可逆的。泵然后可以再产生回到原动机的马力。结果，泵和马达交换功能，并且能量按图 1 所示相反的方向流动。泵在原动机中再产生动力的性能，被称为动态制动能力。

发明人发现，闭环液压系统可以成功地被应用到风轮机，从而提供从叶轮机转子到发电机的有效的能量传输，所述闭环液压系统可以有效地处理“超限”负载情况，即，动态制动能力。感应马达作为发电机时通常可以比作为马达时吸收更多的马力。

因此，一方面，本发明致力于一个应用在风轮机中的闭环液压系统，所述风轮机将风能转化为电能。在一个实施例中，所述闭环液压系统足够紧凑，以至于可以与发电机一起被安装在塔架上的风轮机机舱内。

申请人发现，由风轮机转子以低速驱动从而产生超限负载情况的低速、高转矩液压马达，可以作为液压泵，有效地驱动这样一个液压系统。作为泵的马达优选的是直接由转子驱动，而不用任何增速齿轮。类似的是，一个由超限负荷驱动从而转变其功能的可变排量泵，可以被有效地用于驱动发电机。

构件角色的转换允许在启动程序中转子的电启动，这可以允许在风速比传统系统中低的情况下进行电力生产。

在本说明书中，构件应该由它们正常的预定功能所指定，而非由它们在本发明正常操作情况下有效的功能所指定。因此，液压马达是指一个马达，尽管事实上在本发明的正常操作情况下，所述马达因为超限负荷而担当了泵的角色。在一个实施例中，液压马达优选的是一

个低速、高转矩马达。同样，液压泵或传动装置是指一个传动装置，虽然它担当了一个在操作中驱动发电机的马达的功能。在一个实施例中，传动装置优选的是压力补偿静液压传动装置，所述装置可以在驱动模式减少排量，从而维持系统压力，并且可以在超限模式增加排量，从而维持系统压力。

因此，在本发明的一个方面，本发明包括一种风轮机，所述风轮机包括：

- (a) 一个转子；
- (b) 一个发电机；
- (c) 一个由转子驱动，担当液压泵角色的低速正排量液压马达；
- (d) 被连接到发电机并且作为马达驱动发电机的一个可变排量液压传动装置；
- (e) 一个用于将增压油从马达传送到传动装置，并且将油从泵返还到马达的闭环液压油回路；以及
- (f) 随着油回路中压力的变化而改变传动装置排量的机构。

在本发明的另一方面，本发明可以包括一种用风能发电的方法，所述方法使用一个安装在塔架上的转子，以及一个发电机，并且所述方法包括如下步骤：

- (a) 直接将低速、高转矩液压马达连接到转子，这样马达可以担当泵的角色，并且当被转子驱动时，可以以小于 100rpm 的旋转速度旋转；
- (b) 通过闭合液压回路，将可变排量液压传动装置操作性地连接到液压马达，从而传动装置担当了马达的角色；
- (c) 将传动装置连接到发电机，从而以能产生电力的有效速度驱动发电机。

优选的是，随着担当泵的角色液压马达产生的压力的变化，液压传动装置的排量也被改变。这种方法可以包括将被加热的油交换成较冷的油的步骤，所述步骤是在风驱动操作期间，在形成闭合液压回路的一部分的热油传送装置（hot oil shuttle）中进行的。



另一方面，本发明可以包括一个包括转子、发电机和闭环液压动力传动系统的风轮机塔架，所述闭环液压动力传动系统包括：

- (a) 一个由转子驱动，但不用增速齿轮的低速正排量液压马达；
- (b) 一个可变排量液压传动装置，所述装置被连接到发电机并且驱动发电机，并且包括用于随着液压系统中压力的变化而改变传动装置排量的机构；
- (c) 一个用于将增压油从马达传送到泵，并且将油从泵返还到马达的闭环油回路；
- (d) 其中，转子驱动的马达和传动装置在超限负载情况下操作，从而驱动发电机；并且，其中
- (e) 发电机和闭环液压动力传动系统被安装在高于地面的塔架上。

### 附图说明

现在，将参考简化的、图示的、不按比例的附图，并通过示范性实施例，对本发明进行描述。其中：

图 1 是现有技术的静液压传动装置的示意图；

图 2 是本发明一个实施例的示意图；

图 3 是一个优选的具有压力补偿机构的静液压传动装置的 ISO 标准示意图，所述静液压传动装置在本发明中被用作马达。

### 具体实施方式

本发明提供了一种具有闭环液压系统的风轮机，所述闭环液压系统用于将转矩从风驱动转子传送到发电机。当对本发明进行描述时，所有在这里没有定义的术语都具有它们在通用领域内的公认含意。正如在这里所使用的一样，一个“闭环”液压系统等同于一个闭路液压系统，并且是指一个这样的液压系统，即其中，液压流体的大部分在通过液压马达后直接返回到液压泵。在闭环系统中，液压流体不会回到敞开的流体容器或箱中，而是在一个完整的通道中，通过一根导管

从泵流到马达，并且流回泵。正如在这里所使用的一样，“油”或“液压油”是指任何本领域公知的合适的液压流体。

本发明将液压动力传动原理和控制系统原理结合用于液压动力传动系统。本领域技术人员可参考，例如液压系统设计原理（*Principles of Hydraulic System Design*, Chapple, P., Coxmoor 出版社，2002），这本书的内容在此被引作参考。

在一个实施例中，本发明的液压马达、泵和发电系统被计划放在一个机舱（未显示）内，所述机舱被架高在具有一个风驱动转子的塔架上。转子和螺旋桨叶片可以具有任意的设计。然而，可以想象的是，所述系统的构件可以在地平高度被安装，并且仍然被包含在本发明的范围内。同样，本发明可以被本领域技术人员应用于任何这样的风轮机或水驱动系统，即在所述风轮机或水驱动系统中，风能或水能产生相对慢的输入轴转速，所述转速在小于约 1000rpm 的级别，并且更优选的是在小于大约 100rpm 的级别。本发明在这里被描述成适用于水平轴风轮机。本领域技术人员可以意识到，本发明可以同样地被适用于垂直轴风轮机。

一个示范性的闭环液压回路被示意性地显示在图 2 中。一般地说，转子 10 驱动液压马达 12，实际上使其变成泵。正如在这里用到的，所述转子包括风轮机的转动叶片组件和轮毂。在一个优选实施例中，在不用任何变速箱或机械速度增加机构的情况下，转子 10 驱动马达 12。风轮机中的风驱动转子典型的是不超过 60rpm 到 80rpm。因此，一个优选的马达 12 会产生合适的流速，同时输入轴转速小于约 100rpm，并且更优选的是小于约 60rpm。

在一个实施例中，马达 12 是一个低速、高转矩的液压马达。合适的马达包括 Denison Calzoni™ 马达（Denison 液压装置公司，Marysville，俄亥俄州，美国）和可以从众多其它厂商获取的类似的马达。一个优选的实施例可以包括一个 Calzoni™ MR/MRE 或更大排量的液压马达。由 Denison 液压装置公司出版的 Calzoni™ 产品手册（RCOa-1806/07.01）的内容在此被引作参考。Calzoni™ 马达是径向

活塞固定的排量马达。本领域技术人员可以认识到，术语“低速、高转矩”是指被设计成能产生高转矩，并且最大输出轴转速小于约1000rpm并且优选的是小于约600rpm的马达。

液压马达12在动态制动情况下驱动静液压传动装置14。优选的是，合适的传动装置14包括可变排量的、压力补偿的液压传动装置，所述传动装置具有动态制动能力，以再生电力到发电机30中。可变排量的、压力补偿的液压传动装置，与用于控制排量变化的控制机构，在本技术领域中公知的。在一个实施例中，传动装置14包括一个由Denison液压装置公司（Marysville，俄亥俄州，美国）生产的Gold Cup<sup>TM</sup>系列静液压传动装置。由Denison液压装置公司出版的Gold Cup<sup>TM</sup>传动装置应用手册（SP1-AM330,2002）的内容在这里被引作参考。

一个小型低流速液压泵16被小型电动机18电力驱动，并且从小型油箱20中吸油。泵16将低压伺服控制油输送给传动装置14。低流速泵16还通过释放具有油压的制动器22，来控制停车制动器22的应用。制动器22通过弹簧24，偏压向它的应用位置，所述弹簧被足够的油压克服。

随着风速的增加和转子速度的增加，固定排量马达12的流体输出会增加，由此产生更大的转矩给发电机。因为传动装置14与发电机30的转速不是成比例地增加，所以，液压系统中的压力会增加。在一个优选的实施例中，静液压传动装置14包括一个液压机械式压力补偿系统，所述系统用于随着马达12输出中压力的变化，改变传动装置的排量。随着系统压力的增加，传动装置可以增加它的排量。作为结果，较大的流体流速会降低系统压力，并且保持一个相对稳定的转矩输出。相反地，随着系统压力的减小，传动装置14可以减少排量，这会导致流体流速减小。

在一个优选的实施例中，传动装置14和发电机30的负荷量被选择成可以使马达12的全部输出都被接受，而不会超过传动装置和发电机的限度。根据转子10的配置，风速信息和马达12的配置，本领域

技术人员可以计算马达的输出。

在一个优选的实施例中，一个热油传送装置 26 与马达 12 相联，从而提供一些有限的油交换和冷却能力。来自液压回路的低压返回侧的油流的一部分，首先流过马达 12 壳体和传动装置 14 壳体，从而给马达和传动装置提供一些冷却。然后，油优选的是流过过滤器 34 和冷却器 36，并且回到油箱 20。在一个实施例中，液压回路中全部流量的大约 10% 流入了热油传送装置 26，并且通过伺服控制油可以在传动装置 14 中被补充。

一个优选的静液压传动装置 14 的 ISO 标准液压示意图被显示在图 3 中。所述传动装置包括活塞泵 1 和轮叶室 2。此外还具有旋转伺服机构 3 和辅助泵 4。伺服压力阀 6 通过操作压力进行调节。推进补充压力阀允许进行补充油的添加。被显示的其它阀包括顺序阀 8，补偿器先导阀 9，二级泄压阀 10，以及供油环形止回阀 11。标识的端口是系统电力端口 A、B，系统压力测量端口 AG、BG，辅助泵入口 C，壳体压力测量端口 DG，壳体排泄端口 D1，D2，辅助泵出口 G，辅助流量返回伺服压力端口 H，补充入口 K，补充压力测量端口 KG，控制区域 FA、FB，以及补偿器排气孔 V、VA、VB。

在图解的实施例中，辅助泵 4 从油箱 20 提供伺服控制油和补充油。在动力情况下或动态制动情况下，如果没有流体流过传动装置 14，辅助泵 4 就不会操作。因此，启动操作需要低流速泵 16。

系统压力可以通过定比压力控制阀 32 被监测，所述压力控制阀被连接到传动装置 14 的高压侧，并且被电子连接到电动液压伺服控制系统，所述控制系统控制传动装置的排量控制。本领域技术人员可以为这里描述的功能设计和安装一个合适的控制系统。

在作为泵的操作中，操作压力侧存在端口 B，而低压是通过传动装置 14 中的端口 A 返回。如图 2 所示，在本发明风轮机的操作中，随着负荷的超限，低压侧会变成高压侧，而高压侧变成马达 12 的低压返回侧。

传动装置 14 可以直接驱动发电机 30，所述发电机可以是任何已

知的适用于风轮机的发电机。在这一点上，本领域技术人员可以选择并配置同步或异步感应发电机。在一个实施例中，发电机包括一个连到电力网的异步感应发电机 30。发电机 30 与电力网之间的互连可以根据本技术领域中的已知方法来完成。

正如在本领域中可以认识到的一样，异步发电机也是感应马达。当转矩被施加到发电机时，由于发电机 30 旋转超过它的同步速度，所以电能就被产生。较大的转矩会在发电机滑差内微小地增加发电机的速度，并且产生较大的电力。因此，在发电过程中，发电机会动态地制动马达 12 和转子 10。

在另一个实施例中，马达输出轴直接驱动同步发电机 30。在同步发电机中，本技术领域中公知的是，发电机的旋转速度是由电力网频率决定的。在一个连接到 60Hz 电力网的四极同步发电机中，同步发电机的速度是 1800rpm。类似的是，在一个连接到 60Hz 电力网的六极同步发电机中，同步发电机的速度是 1200rpm。

发电机将机械能转换为电能。如果风速导致能量超过本发明的液压回路和发电机 30 的动态制动能力，传动装置 14 转矩会导致发电机速度超过同步发电机的速度或异步发电机的滑差速度。在这种超速情况下，风轮机优选的是包括物理制动机构。因此，本技术领域中公知的超速控制器可以被用于进一步控制转子 10 的速度。例如，可变节距 (pitch) 或失速控制叶轮机叶片可以被使用。附加的是或可选的是，采用圆盘制动器或旋转叶梢的制动器系统可以被使用。偏航控制系统是公知的，并且可以被用于将转子和机舱旋转到风向之外，从而在大风情况下使转子速度慢下来。

在一个可选实施例中，可以包括顺序操作的两个或更多发电机。如果风速导致第一个发电机的转矩负荷量被超过，那么，第二个发电机被联机，从而可以吸收超过的转矩并且产生附加的电力。顺序操作的两个或更多发电机的使用，可以比单个较大发电机的使用有利，因为系统中的修正 (tare) 马力保持在一个较低水平，从而允许在较低的风速下发电。

本领域技术人员可以理解的是，如果由于叶轮机的原因而使电网电力遭受损失，并且没有备用电源可用，那么，发电机的磁场会消失，并且发电机的动态制动能力会消失。这会导致严重的超速情况。此外，传统的超速控制系统可以被用于预防这种潜在的情况。

现在将描述所述系统的一个实施例的操作。在一个实施例中，一个小型风力指示器（未显示）被提供用于检测风速和风向，并且启动系统进入启动模式，并且如果采用了偏航控制系统，所述小型风力指示器会启动偏航控制系统以将转子和机舱直接转动到风中。在合适的风的条件下，典型的是，一旦达到最小风速，所述系统可以被自动地或手动地开启。在启动模式开始时，启动电动机 18 接通，这会给低流速泵 16 供电，所述低流速泵然后将控制油输送给静液压传动装置 14 的伺服系统。同样，停车制动器 22 然后被停止。来自电力网或备用电源的电力被连接到发电机 30，所述发电机然后会旋转，从而达到它的同步旋转速度。所述发电机担当电动机的角色，并且驱动静液压传动装置 14。所述静液压传动装置 14 担当泵的角色，并且驱动马达 12，从而使转子 10 旋转。假如有足够的风能，转子将会加速，直到它的风驱动旋转速度超过预定的最小速度，在这个速度点，转子对马达 12 起作用。在那个速度点，所述系统将转入发电模式，并且如上所述，转子将成为作用于马达 12 上的超限负荷。马达 12 然后将担当泵的角色，并且将油压回送到传动装置 14。一个位于转子上的每分钟转数传感器和/或多个液压回路中的压力传感器，将会给出从启动模式转变到发电模式的信号。

在一个实施例中，因为马达 12 是一个固定排量马达，所以，液压流体的流速与转子速度成正比例。液压系统中的流体压力与发电机中的转矩成比例。在转变到发电模式后，传动装置的压力补偿机构通过改变传动装置的排量控制由传动装置 14 产生的转矩，并且因此控制给发电机的输入轴转矩。

将发电机 30 用作电动机，从而在启动模式中启动转子旋转，这允许与公用电力网进行方便的相位匹配。一旦发电机被连接到所述电力

网并且像电感应马达一样操作，所述电力网就决定发电机/马达与所述电力网的相位关系。在转变到发电模式后，一旦转子的速度足够在传动装置 14 和发电机 30 中产生动力，从而产生电力，所产生的电力就会与所述电力网相位匹配。

可选的是，所述系统可以被设计成没有上述主动启动程序。在被动启动中，系统将决定何时有足够的风速使转子以足够产生有用电力的速度旋转。此外，低流速泵 16 被启动，这会释放制动器 22。一旦转子达到这样一个速度，即可以使马达 12 产生足够的压力去驱动传动装置 14，从而以设计的速度驱动发电机 30，发电机就可以被接通以产生电力。

在任一实例中，一旦开始发电，风速的增加会导致转子速度增加和被施加到发电机的转矩增加。风轮机控制系统被配置成，当发电机的转矩负荷量，或液压系统的压力负荷量，或者两者都达到时，风轮机控制系统可以开动上述超速控制系统。紧急停止可以被编程到控制系统中，以便处理公用电力网中的电力异常或断电，或者制动系统不能控制发电机速度的极端超速情况。

如果风速降低到预定水平下，例如很少或没有转矩被施加到发电机，发电机可以被切断并且制动器被应用，直到风速再次增加。

对本领域技术人员来讲，显然的是，可以对上述具体公开内容进行不同的修改、修正和变化，同时不会脱离在这里所要求的本发明范围。

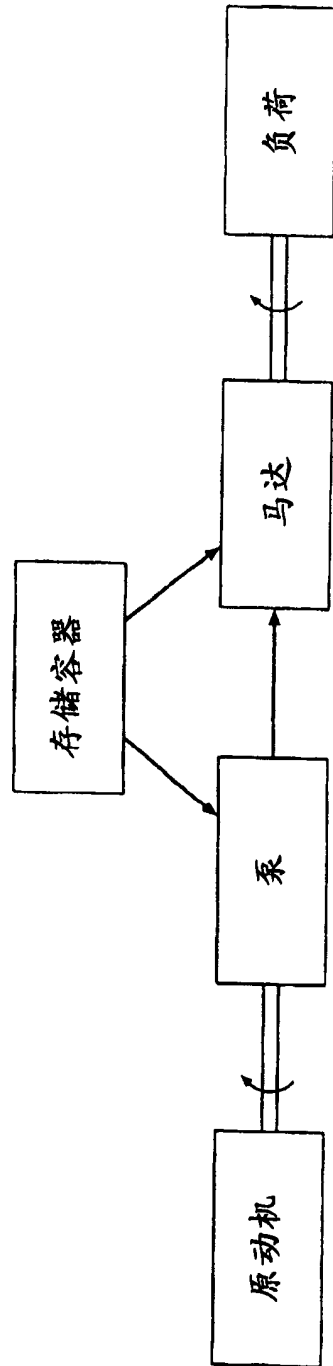
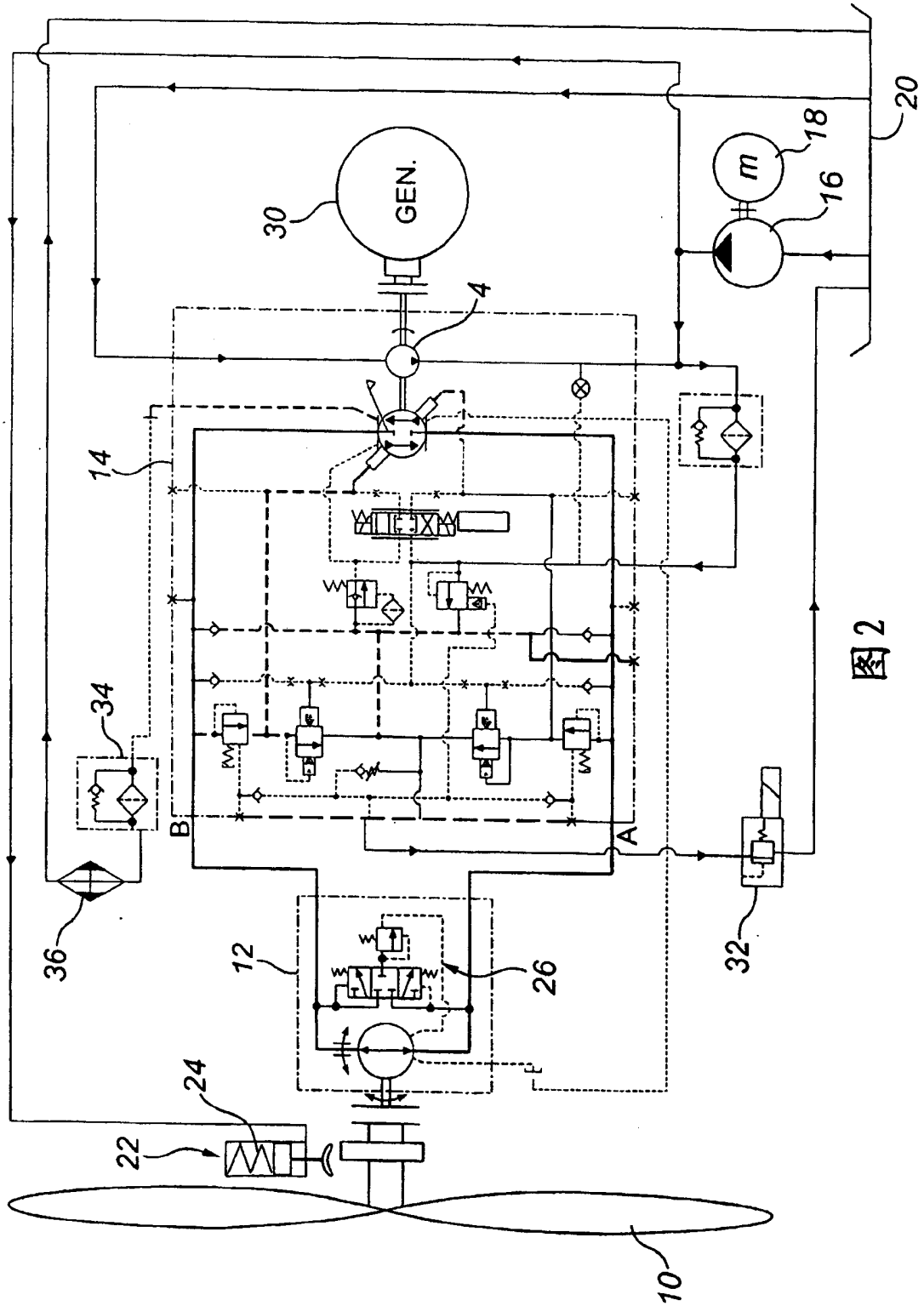


图1  
(现有技术)





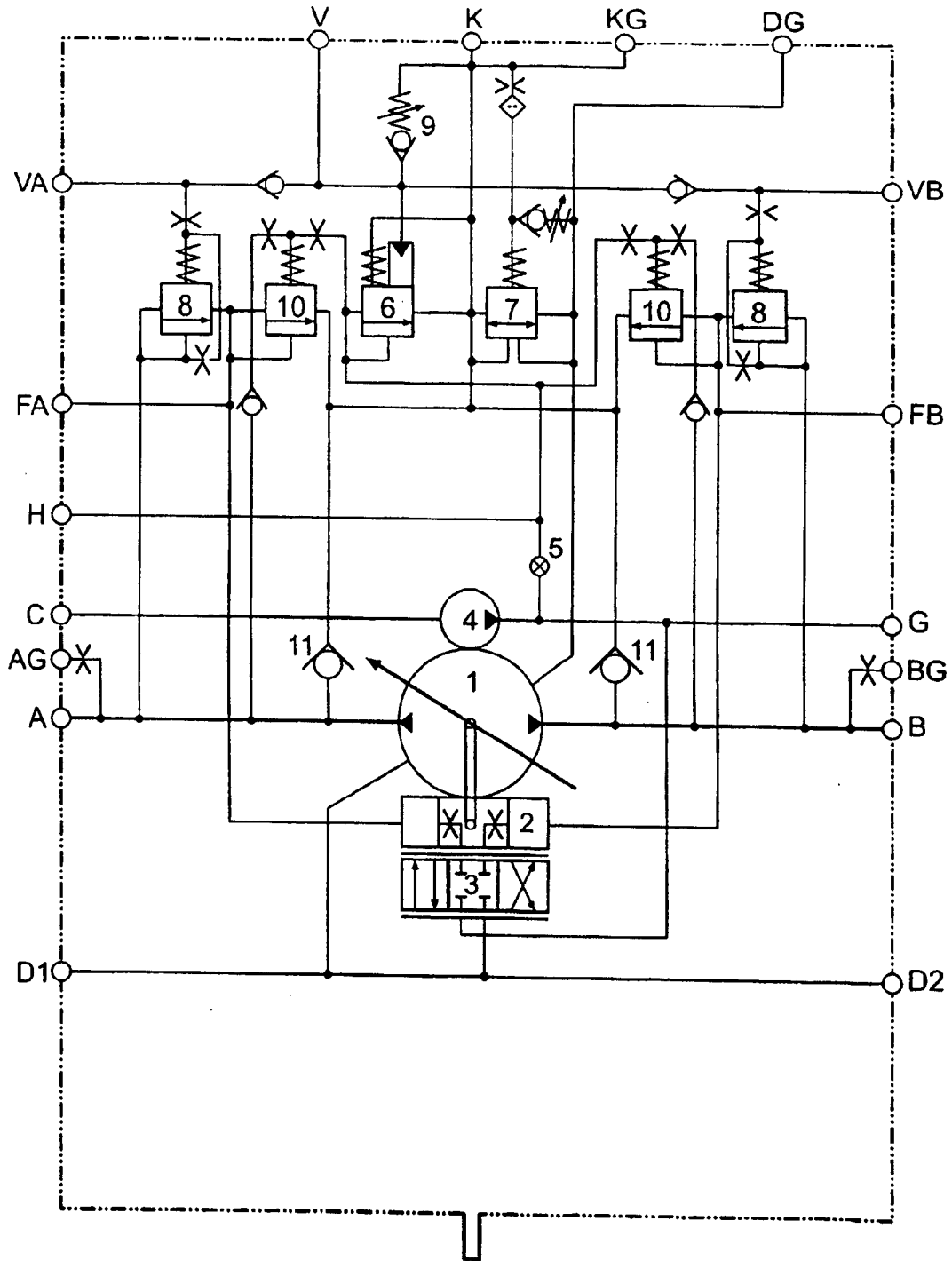


图 3