



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104254480 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 31

(21) 申请号 201380011574. 2

(22) 申请日 2013. 02. 27

(30) 优先权数据

61/634, 423 2012. 02. 29 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 08. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/027911 2013. 02. 27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/130526 EN 2013. 09. 06

(71) 申请人 G · H · 黑斯廷斯

地址 美国华盛顿

申请人 D · 朗

G · H · 卡尔弗利

(72) 发明人 G · H · 黑斯廷斯 D · 朗

G · H · 卡尔弗利

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有
限公司 44205

代理人 冯剑明

(51) Int. Cl.

B64C 27/02(2006. 01)

B64C 39/02(2006. 01)

G05D 1/10(2006. 01)

G06Q 10/04(2006. 01)

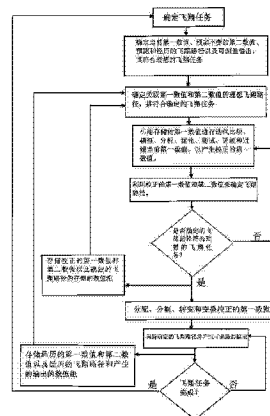
权利要求书3页 说明书18页 附图6页

(54) 发明名称

系绳旋翼机控制系统

(57) 摘要

一种飞翔控制系统,用于至少一个系绳旋翼机沿着符合至少一个飞翔任务的飞翔路径飞翔,将其配置用于旋翼机在组合风中飞翔,管理至少四个限域组合之间的互动,包括风力、旋翼机性能、飞翔和基站限域。每个飞翔任务对应的至少一个飞翔路径所关联的设置包括至少一个第一数值和至少一个第二数值。该控制系统提供有一种学习和库管理器,其中包括一种用于每个飞翔路径的第一数值和相关的第二数值的存储数值组。与当前任务相关的当前第一数值基于预测或经历的飞翔路径和可测量输出进行校正,以得到理想的飞翔路径。校正的经验数值、经历的飞翔路径和可测量输出又存储于存储库中,用于再学习。



1. 一种控制系统,用于至少一个系绳旋翼机沿着符合至少一个飞翔任务的飞翔路径飞翔,所述控制系统包括:

- 一种具有存储库的学习和库管理器,所述库管理器适于接收并存储于所述存储库中,
 - 至少其中一个测量、模拟和计算的第一数值,该数值对应于与至少一个飞翔任务相关的动态元素;
 - 至少其中一个第二数值,该数值对应于与至少一个飞翔任务相关的预定设置;以及
 - 与存储的数值组相关的存储的飞翔路径,包括至少其中一个存储的第一数值和至少其中一个存储的第二数值,所述存储的飞翔路径对应至少一个飞翔任务;
- 一种适于接收当前第一数值的输入管理器,该数值对应所述至少一个动态元素的当前状态;
- 一种适于接收第二数值的设定值管理器,第二数值与至少一个系绳旋翼机的至少一个当前飞翔任务有关;
- 一种飞翔路径控制器包括:
 - 一种适于接收当前设置的飞翔路径产生器,包括至少其中一个所述当前第一数值、至少其中一个所述第二数值、存储的飞翔路径以及相关的用于所述至少一个当前飞翔任务的至少一个存储设置;所述飞翔路径产生器还适于引用收到的至少一个存储的第一数值,执行至少其中一个迭代比较、分析、模拟、优化、测试、排序、评级和过滤收到的至少一个当前第一数值,旨在计算至少一个校正的第一数值以配合收到的至少一个第二数值,产生至少一个确定的飞翔路径,该路径与所述至少一个当前飞翔任务密切相关;
 - 一种适于将所述当前数值组附加到所述存储的数值组中的编辑器,所述当前数值组包括所述校正的第一数值、所述第二数值和用于所述至少一个当前飞翔任务的所述确定飞翔路径;以及
- 一种适于接收和监测所述校正的第一数值的活动处理器,该处理器还适于执行至少其中一个分配、分割、转变和变换所述校正的第一数值到至少其中一个飞翔控制装置、产生器控制器、张力管理工具和基站控制装置,达成并一般保持至少一个系绳旋翼机沿确定的飞翔路径的位置。

2. 权利要求1所述的控制系统,其中所述飞翔控制系统还包括至少其中一个:

- 预报工具,适于预报或确定具有可变地理空间维度和时期的风力限域,其与符合至少一部分风电场的多个基站限域有关,还适于预报或确定对应于每次至少一个系绳旋翼机的位置、状态和性能限域的飞翔限域;
- 一种适于确定每次至少一个基于所述至少一个当前飞翔任务的系绳旋翼机性能的安全性和确定性的事件管理器,该管理器还适于指示一个规定的即刻动作或另一个飞翔任务;以及
- 适于报告与至少其中一个所述第一数值相关数据的报告工具。

3. 权利要求1所述的控制系统,其中所述当前至少一个飞翔任务关联一种可测量的输出,包括至少其中一个时空、可见区域、识别和监测的利益事项、启用的后续动作、启用的通讯、完成的地理工程、已采集的土木工程数据、已采集的机械工程数据、已采集的航空数据、已采集的气象数据、已发的电、定时、涉及市场需求、定价和谈判的发电量及品质。

4. 权利要求1所述的控制系统,其中所述至少一个当前飞翔任务选自监视、通讯、地理

工程、机上设施的定位、发电及推力。

5. 权利要求 1 所述的控制系统,其中所述动态元素包括至少其中一个附近风力向量、风力预报、基站位置、障碍、至少一个系绳旋翼机的地理空间位置、附近旋翼机及其系绳的地理空间位置、地理空间速率、系绳张力、系绳伸长、系绳行为、系绳健康、有效载荷、至少一个系绳旋翼机的状态、机上电源系统工具、通讯工具、基站主电源和辅助电源工具、任务状况、附属市场和客户情况、与至少一个飞翔任务相关的可测量输出。

6. 权利要求 1 所述的控制系统,其中所述第二个数值是至少其中一个固定值、范围、阵列、调用时返回一个固定值、范围、阵列的数学函数,用于表示一个设备、系统控制和逻辑参数,包括阈值、范围、限值、操作得分、至少一个飞翔任务的规格、至少一个系绳旋翼机及相关部件的规格、序列号或登记号、所述部件和所述系绳的规格、材料和重量。

7. 权利要求 1 所述的控制系统,其中所述飞翔控制装置适于接收所述校正的第一数值,还适于控制工具和方法阵列,以控制至少一个系绳旋翼机的行为,包括止推、俯仰、翻滚、偏航、发电、系绳函数、有效载荷函数、报表函数、定时和同步函数。

8. 权利要求 1 所述的控制系统,其中所述张力管理工具适于接收所述校正的第一数值,还适于监测和控制系绳张力、放绳、回卷速度和系绳伸长以及传送相关数据到所述输入管理器。

9. 权利要求 1 所述的控制系统,其中所述产生器控制器适于接收和监测所述校正的第一数值,还适于控制电动发电机组,在放绳过程中用作发电制动器,在系绳回卷周期用作绞车。

10. 权利要求 1 所述的控制系统,其中所述基站控制装置适于配合一种业务和任务控制器,比较与所述至少一个当前飞行任务相关的可测量输出,其基于至少一个模拟、预报、预期、基于市场的设置,包括品质、数量、定价、可选性、投标和成本,其加入到相关商业机构的附近设施、控制系统和网络,并将比较发送到所述设置管理器。

11. 一种方法,用于控制至少一个系绳旋翼机沿着符合至少一个飞翔任务的飞翔路径飞翔,所述方法包括以下步骤:

- 在存储库中接收并存储至少其中一个测量、模拟和计算的第一数值,该数值对应于与至少一个飞翔任务相关的动态元素;

- 在所述存储库中接收并存储至少其中一个第二数值,该数值对应于与所述至少一个飞翔任务相关的预定设置;

- 在所述存储库中接收并存储对应于至少一个飞翔任务的飞翔路径,存储的飞翔路径所关联存储的数值组中包含至少其中一个存储的第一数值和至少其中一个存储的第二数值;

- 接收对应于所述至少一个动态元素当前状态的当前第一数值;

- 接收与至少一个当前飞翔任务相关的第二数值;

- 接收至少一个存储的飞翔路径和对应于所述至少一个当前飞翔任务相关的至少一个存储的设置;

- 引用接收的至少一个存储的第一数值,执行至少其中一个迭代比较、分析、模拟、优化、测试、排序、评级和过滤接收的至少一个当前第一数值;

- 计算至少一个校正的第一数值,以配合接收的至少一个第二数值;

- 产生与所述至少一个当前飞翔任务密切相关的至少一个确定的飞翔路径；
- 将所述当前所述数值组附加到所述存储的数值组中，所述当前数值组包括所述校正的第一数值、相关的第二数值和用于所述至少一个当前飞翔任务的所述确定飞翔路径；
- 接收并监测所述校正的第一数值；
- 执行至少其中一个分配、分割、转变和变换所述校正的第一数值，以达成并一般保持至少一个系绳旋翼机沿确定的飞翔路径的位置。

12. 权利要求 11 所述的方法，其中接收当前第一数值的步骤包括：确定至少其中一个附近风力向量、风力预报、基站位置、障碍、至少一个系绳旋翼机的地理空间位置、附近旋翼机及其系绳的地理空间位置、地理空间速率、系绳张力、系绳伸长、系绳行为、系绳健康、有效载荷、机上电源系统工具、通讯工具、基站主电源和辅助电源工具、任务状况、附属市场和客户情况、与至少一个飞翔任务相关的可测量输出。

13. 权利要求 11 所述的方法，其中产生至少一个确定的飞翔路径还包括至少其中一个以下步骤：

- 预报或确定具有可变地理空间维度和时期的风力限域，其与适合至少一部分风电场的多个基站限域有关，还适于预报或确定对应于每个所述旋翼机的位置、状态和性能限域的飞翔限域；
- 确定基于所述至少一个当前飞翔任务的每个所述旋翼机性能的安全性和确定性，并指示一项规定的即刻动作或另一项飞翔任务；以及
- 报告与至少其中一个所述第一数值相关的数据。

14. 权利要求 11 所述的方法，其中执行至少其中一个分配、分割、转变和变换所述校正的第一数值的步骤包括至少其中一个以下步骤：

- 接收所述校正的第一数值以及控制工具和方法阵列，旨在控制至少一个系绳旋翼机的行为，包括止推、俯仰、翻滚、偏航、发电、系绳函数、有效载荷函数、报表函数、定时和同步函数；
- 接收所述校正的第一数值；监测和控制系绳张力、放绳、回卷速度和系绳伸长；以及传送相关数据到输入管理器；
- 接收和监测所述校正的第一数值；控制电动发电机组，在放绳过程中用作发电制动器，在系绳回卷周期用作绞车；以及
- 比较与所述至少一个当前飞行任务相关的可测量输出，其基于至少一个模拟、预报、预期、基于市场的设置，包括品质、数量、定价、可选性、投标和成本，其加入到相关商业机构的附近设施、控制系统和网络，并将比较发送到设置管理器。

系绳旋翼机控制系统

技术领域

[0001] 本公开涉及控制系统,尤其涉及系绳旋翼机。

[0002] 定义

[0003] 本说明书中所用术语“飞翔路径”是指但不限于计算、经历或模拟的理想飞翔路径,具有的特征包括系绳夹角、系绳夹角加速度,其中包括确定飞翔路径的张力、旋转和位置向量等。

[0004] 本说明书中所用术语“存储的飞翔路径”是指但不限于沿着经历的飞翔路径飞翔的确定飞翔路径,基本上是实施或执行的确定的飞翔路径。

[0005] 本说明书中所用术语“飞翔任务”是指但不限于可测量能量的生产。

[0006] 本说明书中所用术语“系绳旋翼机状态”是指但不限于旋翼机及其系绳的操作状况以及飞翔控制系统中相关装置的操作状况。

[0007] 本说明书中所用术语“性能确定性”是指但不限于多个设备、装置和操作方法的顺序依赖性,包括其材料、规格、重量、适用性以及出处、产权、完善的利益确定,因为任何一个设备、部件、组件、系统、维护和操作缺陷或故障都会危及整个系统,所有的附属系统、附近的实体财产以及个人、从属经济、合同的和实际的义务都存在经济和实际损失或身体伤害(包括人员生命损失)的风险。

[0008] 本说明书中所用术语“障碍”是指但不限于固定或机上的物体和受限航空区。

[0009] 本说明书中引用第一数值和飞翔任务等所用术语“当前”是指用于至少一个旋翼机选定任务的相关数值/状态。

[0010] 在本说明书中所用术语“与至少一个当前飞翔任务密切相关的至少一个确定飞翔路径”是指但不限于在可接受的公差限值内与选定飞翔任务相关的确定飞翔路径。例如,如果选定飞翔任务产生比如说 1000 瓦的能量。确定的飞翔路径可能产生所需的 1000 瓦能量或至少产生的能量在所需能量的预定可接受公差范围内,比如说 900 瓦,如果预定的公差是 10%的话。

[0011] 在本说明书中所用术语“动态元素”是指但不限于至少其中一个附近风力向量、风力预报、基站位置、障碍、至少一个系绳旋翼机的地理空间位置、附近旋翼机及其系绳的地理空间位置、地理空间速率、系绳张力、系绳伸长、系绳行为、系绳健康、有效载荷、至少一个系绳旋翼机的状态、机上电源系统装置、通讯装置、基站主电源和辅助电源装置、任务状况、附属市场和客户环境、与至少一个飞翔任务相关的可测量输出。

[0012] 这些定义是对现有技术中的术语的补充。

背景技术

[0013] 风力是一种生产手段,能够用术语可能创造价值的资产进行描述。同样,各种设备、控件、方法、地点、附属市场和任务信息描述另一种从风力中实现价值的机会组合。系绳旋翼机控制系统需要考虑综合这两种动态组合,以改善性能的确信性和数值生成,以及系绳本身、系统所依赖或独立于系绳的实物存在、约束、完整性、充分性、生命周期和生命周期

成本、性能 and 安全性的一种唯一第三环境。

[0014] 陆地风力发电系统以前就有先例,用五种一般观测进行表征:

[0015] 首先,用于将风中所含能量转换成另一种有用能量形式的设备通常存在一个固定的位置,可能配备用作枢纽或与其他手段一起来改变设备的方位和相关功能,旨在最有利地处理主风向的间歇性陆地风,但这是在一个固定位置和高度一般位于近地上方的背景下。

[0016] 第二,根据对风力的理解,通常笼统地将其描述为阵风、风速、风天、季风、平均风力等,采用一般的风力响应控制系统,寻求导向与现有风力相关的设备及其控件并连同其他调整,以求优化能量转换、尽量减少成本和风险,包括那些可能危及设备本身或其附近财产或人员的状况。

[0017] 第三,本领域公知的陆地风力发电设备的性能特征业已证明,能量往往随相对风速的增大而增加,但只能增大到某一点,届时将旁通或规避多余的风能,否则可能危及设备或附属系统。这会导致的能量生产情况是,在比较慢的风速获得的能量逐渐减少至平稳,而与可能不断增加风速的情况无关。还可以看出,能量生产本身的间歇性达到相当程度,仅依赖附近风力来维持操作。

[0018] 第四,陆地风力涡轮机为庞大坚固的固定式结构,通常有大约 200 至 500 英尺高,在达到这样高度的零件上部署较大的转子叶片以捕获可用风能。其设计需要几百吨钢材和其他材料,加上庞大的永久地基和支撑设施,许多人认为这是一个缺点,因其阻挡了自然景观、海景和视野,而外界却指望其作为必要的人造物,以落实清洁和可再生能源的政策和法令。其设计和操作也遭受立方法则的重负,该法则描述刚体结构的规模、质量或尺寸增加导致性能结果减少的各个方面。

[0019] 第五,陆地风力涡轮机一般作为独立的单机系统操作,彼此相互独立 - 作为一种间歇式发电源而单独决定自身运行的好坏 - 将集体性能相加作为输入以构成集体输出。一般情况下,单台陆地风力涡轮机的电气、机械和结构等物理故障与部署于附近的固定式机组、机队或“风力农场”中的其他陆地风力涡轮机无关。

[0020] 固定式陆地风发电系统在固定的位置等候风的来临,然后根据风向进行调节,其时受到上述的显著约束。与此相反,敏捷系绳旋翼机的新动力性能能够有效捕捉来自几乎任何高度、位置和地理空间方位的风向,然后利用一系列设备、航行、控制和操作策略尽量增加可用和预测的风力发电量,这些组合风具有显著不同的特征,包括大范围变化的空气密度及含有大约 50 倍的陆地风能量。固定式陆地风力发电系统设计用于在固定的位置间歇式发电,发电水平基本固定(能量曲线起始陡峭,之后平滑),而且受到有风或无风的限制。其性能一般包括两种状态:A) 操作和发电;B) 不操作和不发电,两种状态的持续时间为数小时或很长时间。

[0021] 具有控制系统的系绳旋翼机发电设想引入了不同于固定式陆地风力涡轮机的其他状态,包括 1) 发电周期受限于受控航行和一般风力充足,其中包括利用风能的单独和有节奏的动力冲程,以及为后续动力冲程重定位旋翼机的复位冲程。这是模仿往复式发动机内活塞有节奏的抽吸动作;2) 非对称性能,动力冲程产生的力一般向外方向较大,驱动复位冲程的回复能量需要较小的力量(动能、能量),为此,所需系统的能量较小。3) 符合游荡在固定的地理空间位置的静态能力,该能力无异于在汽车马达与传动工具之间离合器的

使用。4) 从一个地理空间位置导航到另一个地理空间位置的能力。5) 在多个旋翼机中协调有节奏的动力与复位冲程的能力,旨在调和其集体生产,方法类似于通过组合多级活塞式发动机得到一致的性能。6) 安全、个别及和谐地协调一片、一群或一组此类旋翼机及其系绳的能力,旨在保留各个旋翼机及其附属系统和系绳的专门(不同于附近所有其他旋翼机)地理空间要求,避免碰撞、缠绕或其他潜在或实际的损害情况。以及 7) 协调部署、地理空间位置、导航、附属系统的能力,包括地面站及其附属系统以及除了错误状况或其他事件,系绳的临界完整性、充分性和性能,这些会损害或可能损害一个或多个旋翼机、系绳、地面站或附近的其他资产、财产或人员。

[0022] 因此,系绳旋翼机需要一种完全不同的控制系统,其具有这些新的动态特性优点。这些动态特性能够在模拟中、在实时或事前或事后分析、或通过以往性能或经验分析进行观察、确定、计算和使用,能够综合为控制系统设备、方法、控制策略,包括日志、算法、专用计算机器、规定的飞翔控制库、唯一标识以及结构、功能、控制或操作部件、智能传感器和智能传感器网络(包括部署于或沿系绳长度部署的那些)的摘要或综合特征,以及附属通讯、信令和传输设备,用于观察、寻求控制和导航位于近地高度或以上的旋翼机。此类观察、确定、计算、模拟、分析和综合包括一种附近风力的组合、那些位于几乎任何海拔、地理空间位置、地理空间维度或时期并可能接近的风力以及旋翼机的敏捷航行,旋翼机处于任意方位或与此类陆地风或高空风和旋翼机基站、风电场相关的航行路径,并协调附近的其他旋翼机。

[0023] 不同于无控制器来寻求或获得其他风力(不是正好吹到其固定位置的风)的陆地风力涡轮机,系绳旋翼机、地面站、风力和气象预报以及控制系统的综合特征可能造就一种前景,能够搜索以及如果可能,能够识别和利用一种要么存在、要么可预测的组合风,从而有利于此类发电系统的操作或系绳旋翼机的其他应用。这也包括另一种前景,通过利用一种不是通常存在于固定位置陆地风的组合风来维持性能;但无法保证,足够的风力有理由出现在存在系绳旋翼机基站、可能或预测的地理空间位置内,其基站限域包括所有现有技术旋翼机飞翔控件(连同本文所述控制系统)指向的地理空间位置。

[0024] 一般来说,系绳旋翼机是敏捷和大功率飞翔器,能够在多个维度、地理空间方位和导航操纵中,甚至在那些看似组成的旋翼机静态地理空间位置,按照一组、一队或一群和其中任一组合单独或同时航行并产生力。每个系绳旋翼机控制系统也是不同的系绳飞翔器控制系统,这是由于此类系绳的动态特性所致,包括受约束的航空、气动弹性行为。系绳旋翼机通常也是复杂的抗拉结构。一般来说,系绳飞翔器(特别是旋翼机)能够被描述为具有作用于基站锚栓两点与转子叶片尖端的张力,该张力通过系绳、转子轮毂作用到作为另一端点锚栓的转子叶片本身。旋翼机的机身、控制装置和地面站元素对于其他典型以抗拉结构为主的设计是明显例外,其自身有待、牵涉和寻求承受和有效控制克服系统的很大受力。如果旋翼机的设计更接近风筝,也会受到通过系绳作用于地面站锚栓点与风筝结构之间的拉力,拉力贯穿其表面,这可能需要使用一种系绳端锚栓本质的复杂描述。因此,相对的上下、左右或罗盘方位或点对点地面位置参照的导航控件和向量的概念无法完整描述联立线性和非线性现象和力,这些现象和力存在、被经历、由控制系统确定和计算,并传送到导航和系统控制网络、系绳、基站控制、风电场控制、物理、电子和网络安保与安全系统,以及附属设备或系统的其他控制。术语“最理想”同样是这样,这是一种近似表达,随着时间的推

移,经过控制系统的模拟、综合、预测、实现和获取经验,在不断尝试更好地接近“最理想”性能中,能够由控制系统的学习和 / 或自适应能力进行细化,它在不确定性、线性和非线性复数中,可能是最高性能、最低性能或一系列性能得分中的任何一个。综合这些系绳旋翼机和控制系统的各种动态特性,合计在一起,组成了系绳旋翼机的一种性能限域。

发明内容

[0025] 根据本公开,提供了一种控制系统,用于至少一个系绳旋翼机沿着符合至少一个飞翔任务的飞翔路径飞翔,

[0026] 该控制系统包括:

[0027] • 一种具有存储库的学习和库管理器,库管理器适于接收并存储于存储库中,

[0028] ○ 至少其中一个测量、模拟和计算的第一数值,该数值对应于与至少一个飞翔任务相关的动态元素;

[0029] ○ 至少其中一个第二数值,该数值对应于与至少一个飞翔任务相关的预定设置;以及

[0030] ○ 与存储的数值组相关的存储的飞翔路径,包括至少其中一个存储的第一数值和至少其中一个存储的第二数值,存储的飞翔路径对应至少一个飞翔任务;

[0031] • 一种适于接收当前第一数值的输入管理器,该数值对应至少一个动态元素的当前状态;

[0032] • 一种适于接收第二数值的设定值管理器,第二数值与至少一个系绳旋翼机的至少一个当前飞翔任务有关;

[0033] • 一种飞翔路径控制器包括:

[0034] ○ 一种适于接收当前设置的飞翔路径产生器,包括至少其中一个当前第一数值、至少其中一个第二数值、存储的飞翔路径以及相关的用于至少一个当前飞翔任务的至少一个存储设置;飞翔路径产生器还适于参照收到的至少一个存储的第一数值,执行至少其中一个迭代比较、分析、模拟、优化、测试、排序、评级和过滤收到的至少一个当前第一数值,旨在计算至少一个校正的第一数值以配合收到的至少一个第二数值,产生至少一个确定的飞翔路径,该路径与至少一个当前飞翔任务密切相关;

[0035] ○ 一种适于将当前数值组附加到存储的数值组中的编辑器,当前数值组包括校正的第一数值、第二数值和用于至少一个当前飞翔任务的确定飞翔路径;以及

[0036] • 一种适于接收和监测校正的第一数值的活动处理器,该处理器还适于执行至少其中一个分配、分割、转变和变换校正的第一数值到至少其中一个飞翔控制装置、产生器控制器、张力管理工具和基站控制装置,达成并一般保持至少一个系绳旋翼机沿确定的飞翔路径的位置。

[0037] 此外,本文上述的飞翔路径控制器还包括至少其中一个:

[0038] • 预报工具,适于预报或确定具有可变地理空间维度和时期的风力限域,其与符合至少一部分风电场的多个基站限域有关,还适于预报或确定对应于每次至少一个系绳旋翼机的位置、状态和性能限域的飞翔限域;

[0039] • 一种适于确定每次至少一个基于至少一个当前飞翔任务的系绳旋翼机性能的安全性和确定性的事件管理器,该管理器还适于指示一个规定的即刻动作或另一个飞翔任

务 ;以及

[0040] • 适于报告与至少其中一个第一数值相关数据的报告工具。

[0041] 通常,当前飞翔任务关联一种可测量的输出,包括至少其中一个时空、可见区域、识别和监测的利益事项、启用的后续动作、启用的通讯、完成的地理工程、已采集的土木工程数据、已采集的机械工程数据、已采集的航空数据、已采集的气象数据、已发的电、定时、涉及市场需求、定价和谈判的发电量及品质。

[0042] 通常,当前飞翔任务选自监视、通讯、地理工程、机上设施的定位、发电及推力。

[0043] 通常,动态元素包括至少其中一个附近风力向量、风力预报、基站位置、障碍、至少一个系绳旋翼机的地理空间位置、附近旋翼机及其系绳的地理空间位置、地理空间速率、系绳张力、系绳伸长、系绳行为、系绳健康、有效载荷、至少一个系绳旋翼机的状态、机上电源系统工具、通讯工具、基站主电源和辅助电源工具、任务状况、附属市场和客户情况、与至少一个飞翔任务相关的可测量输出。

[0044] 通常,第二个数值是至少其中一个固定值、范围、阵列、调用时返回一个固定值、范围、阵列的数学函数,用于表示一个设备、系统控制和逻辑参数,包括阈值、范围、限值、操作得分、至少一个飞翔任务的规格、至少一个系绳旋翼机及相关部件的规格、序列号或登记号、部件和系绳的规格,材料和重量。

[0045] 根据本公开,飞翔控制装置适于接收校正的第一数值,还适于控制工具和方法阵列,以控制至少一个系绳旋翼机的行为,包括止推、俯仰、翻滚、偏航、发电、系绳函数、有效载荷函数、报表函数、定时和同步函数。

[0046] 又根据本公开,张力管理工具适于接收校正的第一数值,还适于监测和控制系统绳张力、放绳、回卷速度和系绳伸长以及传送相关数据到输入管理器。

[0047] 而且,根据本公开,产生器控制器适于接收和监测校正的第一数值,还适于控制电动发电机组,在放绳过程中用作发电制动器,在系绳回卷周期用作绞车。

[0048] 再者,根据本公开,基站控制装置适于配合一种业务和任务控制器,比较与至少一个当前飞行任务相关的可测量输出,其基于至少一个模拟、预报、预期、基于市场的设置,包括品质、数量、定价、可选性、投标和成本,其加入到相关商业机构的附近设施、控制系统和网络,并将比较发送到设置管理器。

[0049] 根据本公开,提供了一种方法,用于控制一个系绳旋翼机沿着对应于至少一个飞翔任务的飞翔路径飞翔,

[0050] 该方法包括以下步骤:

[0051] • 在存储库中接收并存储至少其中一个测量、模拟和计算的第一数值,该数值对应于与至少一个飞翔任务相关的动态元素;

[0052] • 在存储库中接收并存储至少其中一个第二数值,该数值对应于与至少一个飞翔任务相关的预定设置;

[0053] • 在存储库中接收并存储对应于至少一个飞翔任务的飞翔路径,存储的飞翔路径所关联存储的数值组中包含至少其中一个存储的第一数值和至少其中一个存储的第二数值;

[0054] • 接收对应于至少一个动态元素当前状态的当前第一数值;

[0055] • 接收与至少一个当前飞翔任务相关的第二数值;

- [0056] • 接收至少一个存储的飞翔路径和对应于至少一个当前飞翔任务相关的至少一个存储的设置；
- [0057] • 参照接收的至少一个存储的第一数值，执行至少其中一个迭代比较、分析、模拟、优化、测试、排序、评级和过滤接收的至少一个当前第一数值；
- [0058] • 计算至少一个校正的第一数值，以配合接收的至少一个第二数值；
- [0059] • 产生与至少一个当前飞翔任务密切相关的至少一个确定的飞翔路径；
- [0060] • 将当前数值组附加到存储的数值组中，当前数值组包括校正的第一数值、相关的第二数值和用于至少一个当前飞翔任务的确定飞翔路径；
- [0061] • 接收并监测校正的第一数值；
- [0062] • 执行至少其中一个分配、分割、转变和变换校正的第一数值，以达成并一般保持至少一个系绳旋翼机沿确定的飞翔路径的位置。
- [0063] 通常，接收当前第一数值的步骤包括：确定至少其中一个附近风力向量、风力预报、基站位置、障碍、至少一个系绳旋翼机的地理空间位置、附近旋翼机及其系绳的地理空间位置、地理空间速率、系绳张力、系绳伸长、系绳行为、系绳健康、有效载荷、机上电源系统工具、通讯工具、基站主电源和辅助电源工具、任务状况、附属市场和客户情况、与至少一个飞翔任务相关的可测量输出。
- [0064] 此外，产生至少一个确定的飞翔路径还包括至少其中一个以下步骤：
- [0065] • 预报或确定具有可变地理空间维度和时期的风力限域，其与符合至少一部分风电场的多个基站限域有关，还适于预报或确定对应于每个旋翼机的位置和性能限域的飞翔限域；
- [0066] • 确定基于至少一个当前飞翔任务的每个旋翼机性能的安全性和确定性，并指示一个规定的即刻动作或另一个飞翔任务；以及
- [0067] • 报告与至少其中一个第一数值相关的数据。
- [0068] 通常，执行至少其中一个分配、分割、转变和变换校正的第一数值的步骤包括至少其中一个以下步骤：
- [0069] • 接收校正的第一数值以及控制工具和方法阵列，旨在控制至少一个系绳旋翼机的行为，包括止推、俯仰、翻滚、偏航、发电、系绳函数、有效载荷函数、报表函数、定时和同步函数；
- [0070] • 接收校正的第一数值；监测和控制系绳张力、放绳、回卷速度和系绳伸长；以及传送相关数据到输入管理器；
- [0071] • 接收和监测校正的第一数值；控制电动发电机组，在放绳过程中用作发电制动器，在系绳回卷周期用作绞车；以及
- [0072] • 比较与至少一个当前飞行任务相关的可测量输出，其基于至少一个模拟、预报、预期、基于市场的设置，包括品质、数量、定价、可选性、投标和成本，其加入到相关商业机构的附近设施、控制系统和网络，并将比较发送到设置管理器。

附图说明

[0073] 以下描述并结合附图，将充分显示本公开的特点。大家知道，这些附图仅示出本公开的典型方案，因此，不应视为限定了本公开的范围，本公开将通过以下附图进行更具体和

详细的描述：

[0074] 图 1 示出根据本公开至少一个系绳旋翼机控制系统的流程图；

[0075] 图 2 示出图 1 中控制系统的方框图；

[0076] 图 3 示出在图 1 控制系统中风力预报所涉及到的元件的一种示意图；

[0077] 图 4 示出至少一个系绳旋翼机所做的重复转向动作；

[0078] 图 5 示出一种示意图，指明根据本公开，至少一个系绳旋翼机控制系统的一般得分和体现每个得分的特征；

[0079] 图 6 示出综合业务得分和图 5 中一般得分的一种示意图。

具体实施方式

[0080] 容易理解，作为一般描述和附图所示本公开中的部件，可能以各自不同的配置进行安排和设计。因此，以下对本公开中系统的方案所做的更详细描述（如图所示），不图像权利要求那样限定本公开的范围，而只是呈现本公开的各种方案。参阅附图将能充分理解所示出的本公开的方案，附图中类似零件均用类似序号标示。

[0081] 由风力本身驱动，系绳旋翼机的出现使得能够实际、持续进行数周或数月之久的高空受控飞翔，从地面海拔向上并飞翔于极地和亚热带急流风之中。缘于这种能力的一系列首要商用或实用的数值表明了数以万计此类旋翼机的潜力，无论是单独飞翔，还是组群协同飞翔于高空和急流风之中，都使前所未有的第二数值（通过机载传感器和仪器仪表进行直接风、大气、航空等测量，这一切都使在广阔的地理区域同时（零时间差）进行成为可能。系绳旋翼机和所得到的大气、风力和航空信息可以说是相互依赖的。

[0082] 本公开设想的控制系统配置用于至少一个系绳旋翼机飞翔于一种持续或预测的组合风中，管理至少四个限域组合之间的互动，包括风力、旋翼机性能、飞翔和基站限域，以图生成一种符合至少一个飞翔任务的可测量输出，并处理增强或削弱该可测量输出的功能或操作因素。

[0083] 所公开的带控制系统系绳旋翼机的飞翔任务通常包括监视、通讯、地理工程（包括发放机载材料、土木工程和气象数据采集）、机载设施的定位、发电、推力和闲游。由此可见，可测量输出包括对应于选定飞翔任务的至少其中一个时空、土木工程和已采集的气象数据、可见区域、识别和监测的利益事项、启用的后续动作、启用的通讯、完成的地理工程、已发的电、定时、涉及市场需求、定价和谈判的发电量及品质。旋翼机用系绳栓于一个基站。基站可选择配备分系统来生产能量。系绳旋翼机的飞翔路径局限在飞翔限域内，计算基于任务的得分和对应的风况，包括空气密度、速率等存在或预测的风力限域特征，以及基站控制系统系绳旋翼机的参数。此类参数包括系绳旋翼机的性能特征、并发或预测的风力特征以及风力限域、基站的地理空间位置、有效载荷特征（若有）、操作部件的性能特征、业务得分、经济和操作因素。

[0084] 另外，飞翔路径选自一个预定的飞翔路径库，选择基于存在或预测的风力或风力限域、系绳旋翼机的性能特征及其操作部件特征、支座和功能部件的唯一序列号和其他识别码、其规格、材料和重量以及任务得分、业务得分、经济和操作因素。

[0085] 单个旋翼机或多个旋翼机作为一组、一队或一群，连同其有效载荷（若有），集体或独立地操作，支座和功能部件的唯一序列号和其他识别码被控制系统用来帮助计算，确

保性能的功能互用性和确定性,从而以一种协调方式控制单个或多个旋翼机的飞翔。唯一 ID 或识别码也用于达成遵守质控、执照和认证、其出处、产权和完善利益确定的目的,以满足融资和治理要求。

[0086] 有关系绳旋翼机的操作及其控制在专利申请 US20110266809 中以 Grant Calverley 的名义进行了一般讨论。而且,专利申请 US13/709,201 以 Grant Calverley 和 Scott Webster 的名义公开了有效利用系绳中张力的工具。几项其他专利申请公开了通过控制风筝发电的努力。专利 US7656053 基于利用拖曳期与恢复期作用于风筝的力之比来发电。专利申请 US20080210826 公开了一种依赖增减连接缆索长度的风筝控制,用于风筝受控移动。再有,专利申请 US20110025061 公开了一种系绳平台,提供多个风车转子来保持风筝升空。现有技术中公知的系绳旋翼机仅仅依赖计算模拟,不提供能够保障单个或一群系绳旋翼机控制的全面和优化的解决方案。一种学习和库管理器存储时间需求数据,能够在每次计算任务的过程中为旋翼机所用,飞翔路径能够实时复制而无需外围设备或计算,从而增加操作弹性并大大降低成本。

[0087] 本公开的一种单个或一群系绳旋翼机控制系统意图达成并一般维持至少一个系绳旋翼机沿着符合选定飞翔任务的理想飞翔路径飞翔。每次飞翔任务还与可测量输出有关。

[0088] 参阅图 1,首先确定至少一个飞翔任务。每个飞翔任务牵涉的动态元素包括至少其中一个附近风力向量、风力预报、基站位置、障碍、选定任务牵涉的系绳旋翼机的地理空间位置、附近旋翼机及其系绳的地理空间位置、地理空间速率、系绳张力、系绳伸长、系绳行为、系绳健康、有效载荷、机上电源系统工具、报告工具、通讯工具、基站主电源和辅助电源工具、任务状况、附属市场和客户情况、与任务相关的可测量输出。测量、模拟或计算与至少其中一个这些动态元素相关的第一数值。

[0089] 下一步骤牵涉预定不变并符合选定飞翔任务的第二数值,其中第二数值是至少其中一个固定值、范围、阵列、调用时返回一个固定值、范围、阵列的数学函数,用于表示一个设备、系统控制和逻辑参数,包括阈值、范围、限值、操作得分、选定飞行任务的规格、系绳旋翼机及相关部件的规格、序列号或登记号、部件和系绳的规格,材料和重量。

[0090] 每个飞翔任务对应的至少一个飞翔路径所关联的设置包括至少一个第一数值和至少一个第二数值。本公开的控制系统的提供的一种学习和库管理器包括一种存储库,其中存有多组执行飞翔任务的每个飞翔路径的第一数值和第二数值。

[0091] 一旦确定当前飞翔任务的第二数值,就参照包含存有第一数值的存储数值组,执行至少其中一个迭代比较、分析、模拟、优化、测试、排序、评级和经测量的过滤、计算或模拟的当前第一数值,以计算校正的第一数值,配合第二数值并产生对应于理想飞翔任务的至少一个校正的飞翔路径。

[0092] 一旦确定校正的第一数值、相关的第二数值和近似对应于当前飞翔任务并经校正的飞翔路径的当前数值组,就将当前数值组附加到学习和库管理器作为存储的数值组,以使飞翔控制系统能够进一步学习。

[0093] 然后将第一数值分配、分割、转变和变换到至少其中一个飞行控制装置、产生器控制器、张力管理工具和基站控制装置,以达成并一般保持系绳旋翼机沿确定的飞翔路径的位置和状态。校正的飞翔路径执行后成为经历的飞翔路径,再存入学习和库管理器的存储

库。

[0094] 下面借助示例方程式来解释如何通过本公开中的飞翔控制系统确定飞翔路径,该方程式只图表示一种假设的飞翔路径计算方法,其中包括表示第一数值和第二数值的变量,表示与理想飞翔任务的飞翔路径相关的数值,用于产生可测量的输出。第一数值是针对选定任务的变量,而第二数值随任务而变,而对于选定任务则固定不变。

[0095] 为方便解释,假设存于学习和库管理器的存储库中的飞翔路径能够表示为:

$$[0096] \quad Ax^m + By^n + Cz^{mno} + D \left(\frac{t}{u} \right) \tan \beta \sin \Phi \cos \delta + \dots = \psi$$

[0097] -----> 方程 1

[0098] 其中,

[0099] A, B, C, D, ……表示预定不变的第二数值 ψ , 其符合选定飞翔任务的飞翔路径;

[0100] 变量 x, y, z, t, u, Φ , β , δ , ……表示第一数值;

[0101] m, n, o, ……是基于空气动力学特征的指数;以及

[0102] 表示飞翔路径,代表系绳夹角、系绳夹角加速度,包括确定飞翔路径的张力、转动和位置状态、向量等。

[0103] 如以上解释那样,本公开中的飞翔控制系统所接收的当前第一数值 $x_1, y_1, z_1, t_1, u_1, \Phi_1, \beta_1, \delta_1, \dots$ 对应于至少一部分以上陈述的动态元素。第二数值 A, B, C, D, ……为选定飞翔任务的预定值。对当前第一数值 $x_1, y_1, z_1, t_1, u_1, \Phi_1, \beta_1, \delta_1, \dots$ 执行比较、分析、优化等重复操作,直到所得校正的第一数值 $x_2, y_2, z_2, t_2, u_2, \Phi_2, \beta_2, \delta_2, \dots$ 满足或趋于满足方程 1 (误差可接受),以达成并一般保持飞翔路径 ψ 。从校正的第一数值中,选择一个或多个数值组,用于确定至少近似对应于理想飞翔任务的飞翔路径 ψ 。一旦达成飞翔路径 ψ , 就将校正的第一数值 $x_2, y_2, z_2, t_2, u_2, \Phi_2, \beta_2, \delta_2, \dots$ 连同第二数值 A, B, C, D, ……存储于存储库中,作为对应于飞翔路径 ψ 的存储数值组的补充。然后,将校正的第一数值 $x_2, y_2, z_2, t_2, u_2, \Phi_2, \beta_2, \delta_2, \dots$ 适当分配、分割、转变或变换到至少一个附属控制系统。

[0104] 在图 1 所示的一种典型优选流程图中,做出决定的考量是为了从一个或多个数值函数中产生一个飞翔路径,该函数集合了第一数值、第二数值,全部以固有的动态变量的方式进行关联,而这些动态变量与附近风力向量、旋翼机及其飞翔元素、系绳和附属系统行为有关,第一和第二数值可能或不可能受到约束,从而可能拥有预测和测量的清晰或模糊数值,肯定不至于或不会影响任务。

[0105] 在任务得分的情况中,求得每操作能量周期的“净平均能量”(NAP)。达成 NAP 的优化需要正常遵守实际的飞翔约束,例如“不要超过规定的系绳力增加值”。这样一组状况可能解析为收获的净能量等于周期除以需要完成该周期的时间,

$$[0106] \quad NAP = \left[\frac{NE}{T_{end} - T_{start}} \right]$$

[0107] 其中,

[0108] NAP 是每能量周期的净平均能量,是飞翔路径、优化解决方案求得的任务得分值;

[0109] NE 是每能量周期收获的净能量;

[0110] Tstart 是旋翼机能量周期的开始时间 ;以及

[0111] Tend 是旋翼机能量周期的终止时间。

[0112] 收获的净能量 (NE) 然后可以表达为由基站绞车 (动力绞盘) 工具所做的功 (经历的能量 - 放绳生能, 回卷耗能),

[0113]

$$NE = \int_{Tstart}^{Tend} s * [Tw] * d\phi$$

[0114] 其中,

[0115] s 是基于至少一个第一数值的位移分量 ;

[0116] Tw 是绞车处的系绳张力, 为可测量数值 ;

[0117] $d\phi$ 是绞车转动的微分变元 ;

[0118] Tstart 是旋翼机能量周期的开始时间 ;以及

[0119] Tend 是旋翼机能量周期的终止时间。

[0120] 请注意, 一般来说, 参数 NE、NAP、Tw 和 $d\phi$ 都是本公开中第一数值、第二数值和测量值的显式或隐式函数 / 关系式和 / 或相关式, 能够解析为下面的函数式,

[0121] 其中,

[0122] $NE = fNE(x1, y1, z1 \dots ; x2, y2, z2 \dots ; m1, m2, m3 \dots)$

[0123] $NAP = fNAP(x1, y1, z1 \dots ; x2, y2, z2 \dots ; m1, m2, m3 \dots)$

[0124] $Tw = fTw(x1, y1, z1 \dots ; x2, y2, z2 \dots ; m1, m2, m3 \dots)$

[0125]

$$d\phi = fd\phi(x1, y1, z1 \dots ; x2, y2, z2 \dots ; m1, m2, m3 \dots)$$

[0126] 其中,

[0127] $x1, y1, z1 \dots$ 表示第一数值的数值组 ;

[0128] $x2, y2, z2 \dots$ 表示第二数值的数值组 ;

[0129] $m1, m2, m3 \dots$ 表示测量值的数值组 ;

[0130] $fXXX \dots$ 表示变量数值组的函数相关式。

[0131] 作为一种实际的商务考量, 最大化 NAP 必须遵守任务约束, 这些约束可能关系到因为应力过大造成系绳断裂或受损, 以及其他磨损和导致系绳断裂的行为。这样的理想条件可以用一种辅助约束方程式表示, 表达为下面的不等式,

[0132] $Tw(x1, y1, z1 \dots ; x2, y2, z2 \dots ; m1, m2, m3 \dots) < y1$

[0133] 其中,

[0134] $y1$ 是一个第二数值, 表示一种系绳张力值, 任务不得超过该值。

[0135] 除了上面的显式约束, 旋翼机可自行操作, 以产生符合飞翔路径每个点的最大升力 (大量有效拉力作用于系绳); 这样的一种旋翼机配置可表示为第一数值的数值组, 做成一张旋翼机转翼 / 转叶设置的表格, 以在每个飞翔状态产生达最大预测升力的范围。例如, 对于给定海拔和空气密度、相对风力向量强度以及转子盘攻角, 对应了一种转子叶片的“集体”数值, 用于产生最大升力。因此, 飞翔控制系统的学习和库管理工具和方法将包括一张

第一数值的表格,其自变量对应于空气动力学状况,据此可以确定一种理想的转子叶片集体设置,作为第二数值。集体设置可以表达为,

[0136] $COL = fCOL(x1, y1, z1 \cdots ; x2, y2, z2 \cdots ; m1, m2, m3 \cdots)$

[0137] 该集体设置,结合现有的飞翔行为,能够产生一种测量的“转子转速”(RPM)第一数值。鉴于风力向量和其他飞翔状况,RPM第一数值可能对应于视为不利的状况,处于对应的第二数值范围之外。这样,过高的RPM可能威胁到转子或其他系统的结构完整性,RPM也可能过低而威胁到继续自动旋转。此类状况于是成为针对飞翔路径计算和优化的又一组约束,用以下两个不等式表达:

[0138] $RPM(x1, y1, z1 \cdots ; x2, y2, z2 \cdots ; m1, m2, m3 \cdots) > RPM_{min}$

[0139] $RPM(x1, y1, z1 \cdots ; x2, y2, z2 \cdots ; m1, m2, m3 \cdots) < RPM_{max}$

[0140] 所有上述于是构成了配对、非线性、联立的方程组,能够通过各种现代的多变量、非线性控制优化理论技术手段找到数值解。根据此解,得到表征旋翼机在空中的飞翔路径和首要控制效应器的第一数值组,以求达成飞翔路径。

[0141] 请注意,尽管这是一种简化的示例,在本公开方法的实际应用中,模拟、测试和优化等可以扩大至反映除单纯保护系绳、转子轮毂和转叶以及附属系统健康以外的约束。

[0142] 由于实际的约束和交易反映保护系绳寿命与市场购买能量出价低状况之间的平衡,系绳张力受到限制而小于最大值;另外,如果市场购买能量的出价高,操作于或小于其最大值可能较为实际。

[0143] 本公开的飞翔控制系统也考虑基于机会、随机和强制的第二任务得分。例如,第二强制任务可能是维持最小时间和具体地理空间位置风力和天气数据的采集、发现风力向量以及确定可能证明对确定的任务作用更大的限域。

[0144] 参阅图2,本公开设想的至少一个系绳旋翼机控制系统的主要部件连同其拟定功能列举如下。

[0145] 输入管理器10:输入管理器10接收至少其中一个测量、模拟或计算的数值,以描述或表示关联飞翔控制系统动态元素的当前状态,包括至少其中一个附近风力向量、风力预报、基站位置、障碍、选定任务所牵涉旋翼机的地理空间位置、附近旋翼机及其系绳的地理空间位置、地理空间速率、系绳张力、系绳行为、系绳健康、有效载荷、系绳旋翼机的状态、机上电源系统工具、通讯工具、基站主电源和辅助电源工具、任务状况、附属市场和客户情况、与飞翔任务相关的可测量输出,这些构成第一数值。

[0146] 设置管理器12:设置管理器12接收至少其中一个固定值、范围、阵列、调用时返回一个固定值、范围、阵列的数学函数,用于表示一个设备、系统控制和逻辑参数,包括阈值、范围、限值、操作得分、选定飞翔任务的规格、选定系绳旋翼机及相关部件的规格、序列号或登记号、部件和系绳的规格,材料和重量,这些构成相对固定的第二数值。这些第二数值可能随任务而变,但对于选定任务保持相对固定。

[0147] 学习和库管理器40:本公开中飞翔控制系统的学习和库管理器40贡献于促成理想结果,通过为所需联立、非线性、多变量、相互关联和可选性包容计算进行数值组的播种、自力更生或其他初始化,启用例如,在所述潜在性中合格任务可测量数值的机会查找和优化方法,通过至少两个风力、飞翔、系绳旋翼机性能和基站的限域以及至少一个飞翔路径的相关配合,从而整合控件与机上设备、系绳、系绳张力工具、发电、基站控制工具和附属业务

和任务控制器工具的设置。存有数值组的存储库提供了一组数值,用作飞翔控制系统的指引,为当前飞翔任务确定一个接近理想数值的飞翔路径。

[0148] 飞翔路径控制器 50 :飞翔路径控制器 50 从输入管理器 10 接收第一数值和从设置管理器 12 接收第二数值。飞翔路径控制器 50 还包括一个飞翔路径产生器 16 和一个编辑器 20。通过引用存有第一数值的存储数值组,飞翔路径产生器 16 执行至少其中一个迭代比较、分析、模拟、优化、测试、排序和过滤接收的当前第一数值(这些数值与当前任务有关),以计算校正的当前第一数值,配合当前第二数值,产生对应于理想飞翔路径的至少一个校正后的飞翔路径。编辑器 20 将包含校正的当前第一数值、相关的第二数值和校正的飞翔路径的当前数值组附加到存储数值组中。而且,旋翼机转叶由多个元素表征,这些元素包括有助于系绳旋翼机任务和控制的本质特征。飞翔路径产生器 16 整合了转叶元素的有限实现。

[0149] 飞翔路径控制器 50 还包括至少其中一个预报工具 14、事件管理器 18 和报告工具 22。

[0150] 预报工具 14 :预报工具 14 确定具有可变地理空间维度和时期的风力限域(由可能或不可能确切知道或确定的有限风能表征),其与符合至少一部分风电场的多个基站限域有关,还要确定对应于旋翼机所有可能位置的飞翔限域以及旋翼机性能限域。另外,要确定当前风况和风力限域,针对在由系绳旋翼机所有可能位置限定的预定飞翔限域中预定的飞翔时期,要预报含有可变风能的风况和风力限域。预报工具 14 是一种计算工具,位于系绳旋翼机控制系统本地或远程,包括能够自动提供数据、计算和短信工具,旨在积分、独立动作或和谐配合以及其他与附属系统的配合。

[0151] 事件管理器 18 :事件管理器 18 确定基于选定飞翔任务的每个系绳旋翼机性能的安全性和确定性,还指示规定的即刻动作或另一个飞翔任务。由此可见,事件管理器 18 配备用于感知用途适度/完整性/维护/校正/预防事项,并产生适当响应。任务的安全性由至少四个维度表征:1) 操作,如发生碰撞;2) 系绳断裂或其他故障;3) 监测旋翼机、系绳、基站和附属系统的健康,不仅预测,从而寻求预防故障,而且优化寿命和生存期成本;以及 4) 其他降低能力或确定性或实际性能任务比的因素。

[0152] 报告工具 22 :报告工具 22 报告与至少其中一个第一数值相关的数据,包括风力、大气、航空或机械工程数据。

[0153] 活动处理器 24 :活动处理器 24 接收和监测校正的第一数值,执行至少其中一个分配、分割、转变和变换校正的第一数值到至少其中一个飞翔控制装置 26、产生器控制器 28、张力管理工具 36 和基站控制装置 30,达成并一般保持至少一个系绳旋翼机沿理想飞翔路径的位置。活动处理器 24 可以另外向至少一个自驾仪提供导航,以校正的第一数值和相关的第二数值的形式提供输入,以达成理想的飞翔路径。

[0154] 飞翔控制装置 26 :飞翔控制装置接收来自活动处理器 24 的校正的第一数值,以控制工具和方法阵列,控制旋翼机和附属系统的行为,包括:

[0155] 增减推力 - 针对旋翼机的转叶,工具和方法阵列用于改变转叶元素相对来风风向量的方位、其航空和物理特征、其相对机身的方位以及以其他方式改变航空、气动弹性、陀螺、向心和其他增减推力的力;导致推力对称或不对称地绕一个或多个旋翼机的控制轴增减,工具和方法阵列原则上是一种推力系统。

[0156] 俯仰 - 工具和方法阵列用于改变机身绕横向轴的方位,例如,相对的机身上仰或

俯下。

[0157] 翻滚 - 工具和方法阵列用于改变机身绕纵向轴的方位。

[0158] 偏航 - 工具和方法阵列用于改变机身绕垂直轴的方位。

[0159] 机上发电的增减 - 工具和方法阵列用于增减作用于转子的扭矩或其他转换能量工具对应的行为,包括作用于旋翼机或其系绳拖曳力的增减。

[0160] 系绳功能 - 工具和方法阵列用于系牢、移动或操纵与旋翼机的推力和升力中心相关的套绳点和几何位置,包括含有旋翼机控制工具和方法的那些,旨在监测和控制系绳张力,还包括能够将系绳从旋翼机断开的安全装置。

[0161] 有效载荷功能 - 工具和方法阵列用于附接、供电、通讯、作为输入或设置的信息以及其他服务,旨在控制和以其他方式操作装于旋翼机或其系绳的有效载荷,或用于旋翼机及其附属工具导航或以其他方式受控于有效载荷。

[0162] 定时和同步功能 - 工具和方法阵列用于确定、维护和同步基于时间的参数,用于旋翼机或多个旋翼机和附属装置、传感器、智能传感器网络、专用计算机器和控制系统之中。

[0163] 产生器控制器 28 :产生器控制器 28 接收和监测来自活动处理器 24 的校正的当前第一数值,以控制电动发电机组,其在放绳期间作用为发电制动器,在系绳回卷期间作用为绞车。

[0164] 张力管理工具 36 :张力管理工具 36 接收来自活动处理器 24 的校正的当前第一数值,以维持、增减系绳张力;停止、增减放绳或回卷系绳速度及系绳伸长;检测和监测系绳张力和运动,并发送所得数据到输入管理器 10。

[0165] 基站控制装置 30 :基站控制装置 30 配合业务和任务控制器 32,以比较可测量的输出 38,其基于模拟、预报、预期、基于市场的设置,包括品质、数量、定价、可选性、竞标和成本,其加入到相关商业机构的附近设施、附属控制系统和网络,并将比较发送到设置管理器。

[0166] 业务和任务控制器 32 :业务和任务控制器 32 比较可测量的输出,其基于模拟、预报、预期、基于市场的设置,包括品质、数量、定价、可选性、竞标和成本,其加入到相关商业机构的附近设施、附属控制系统和网络,并将比较发送到设置管理器 12。

[0167] 系绳健康监测工具 34 :系绳健康和监测工具 34 确定系绳健康,a) 通过记录系绳的活动,包括风力和回卷活动、系绳伸缩、受到的应力及相关事件(事故);b) 通过材料定性,包括激光、X 射线、超声、热力或光学方法检验;c) 通过确定外形尺寸、表面特征(耐磨性或其他磨损和裂断)、砂砾污染、流体或其他粘结或嵌入物质;以及 d) 通过指示剂,如涂层、着色、嵌入标示剂,其可能褪色或以其他方式指示强度、弹性、塑性或其他经验特征的改变。

[0168] 可测量输出 38 :可测量输出 38 包括至少其中一个时空、可见区域、识别和监测的利益事项、启用的后续行动、启用的通讯、完成的地理工程、已采集的土木工程数据、已采集的气象数据、已发的电、定时、涉及模拟、预报、预期或市场需求、定价和谈判的发电量及品质。

[0169] 旋翼机的位置受其系绳、基站的锚栓点、基站限域的约束,包括附接于基站锚栓点时系绳旋翼机可能飞翔的所有地理空间位置,参与相同或不同任务的其他系绳旋翼机及其系绳的位置、附近任何其他旋翼机的位置以及任何地理空间功能、结构或受限航空区的位置。

置都能够影响飞翔或任务。

[0170] 图 3 示出在图 1 控制系统中风力预报所涉及的元件的一种示意图；

[0171] 显示为右向箭头的风力向量 T-4 表示在多个海拔存在的动态风行为。风力向量可以是实际、测量和模拟风力，例如，通过假设，近期风力行为、实际、测量或模拟风力继续或将改变。

[0172] 显示为一个椭圆的全球预报系统 (GSF) 预报的具体海拔的 T-3 风力表示来自任何比较源的模拟数据，其一般描述存在于一个海拔高度的风力，用毫巴 (1 毫巴 = 100 牛顿每平方米大气压) 表示，而并未引用实际风力向量、直接测量的风力向量或存在于时间和地理空间位置的其他信息。该模拟数据通过天气模型计算，其输入相对稀疏，来自一系列偶发观测，一般是气象气球或商用和军用飞机 (分别进行直接观测和直接计算的方法) 以及地面站或卫星系统和传感器，例如，水汽痕迹、云团或其他间接的观测方法。

[0173] 基站式旋翼机群传感器 T-2 固定在永久系绳旋翼机及其系绳上，形成海拔与地理空间位置 and 时间的阵列，利用一个中央设施，能够收发一个又一个数据。

[0174] 风力扭曲 T-1 指明行为改变为以其他方式不受约束的风力向量，原因是空中旋翼机或以其他方式阻止、重定向或干扰风力向量，其能够通过仪器仪表或迎风和背风力向量的比较直接或间接进行观测和描述。

[0175] 本地风力向量和传感器 T-0 是附近旋翼机和传感器的风力向量，其固定于各自的旋翼机或沿其系绳分布，每个都能够将旋翼机的数据发送到输入管理器 10。

[0176] 基站 A 固定于地球，其位置接近地面，或固定于可能和不可能位置变动的车辆。基站 A 包括张力管理器 36 和系统操作所需的附属设备，利用一个中央设施，能够在基站间收发数据。

[0177] 基站限域 B 描述基站 A 的近地空附近的地理空间区域，其中系绳旋翼机的飞翔确定为实用，是为了寻求有利的风力向量 T0、风限域 C、飞翔限域 D 和飞翔路径 E，以生成一个可测量的输出 38。该地理空间区域一般用 P-M 描述，其表示一个倒斜圆锥体形状的顶部，作为包括该形状边界的近似实际表面，其倒圆锥顶点是基站 A，最低活动海拔 L-R 以上与倒锥体底部和最高活动海拔 P-M 以下的锥体形状所包含的内容积构成基站限域 B，其外形尺寸和倾角随附近风力向量和旋翼机飞翔性能限域 F、系绳和任务而变。

[0178] 虚线 A-L-M 表示一端锚接于基站 A 的系绳，飞翔旋翼机大致拴结到系绳的另一端。系绳向上延伸穿过虚线段 L-R，为系绳旋翼机的安全和充分操作的最低活动海拔，到达虚线段 M-P，则是对应的安全和充分操作的最高活动海拔。

[0179] 风力限域 C 是一种外形尺寸和时期可变的多维度地理空间容积，用于描述特定的风力向量，即实际、测量、模拟和预报的向量。风力限域能够是任何外形尺寸、地理空间位置以及与其他风力限域的集合。

[0180] 飞翔限域 D 是一种外形尺寸、地理空间位置和时期可变的多维度地理空间容积，用于描述和具体约束旋翼机所有可能的地理空间位置，即实际、模拟或预报的位置。飞翔限域能够是任何外形尺寸和与其他飞翔限域的集合，然而，作为实际应用，没有两个或多个旋翼机在同一时刻，能够占用包围每个旋翼机及其系绳 (若有) 的同一地理空间位置，包括最小的边缘附近的安全区。

[0181] 飞翔路径 E 是一条针对系绳旋翼机的地理空间位置和状态的多维度线，即实际、

模拟或预报的路径。图中未示出针对系绳旋翼机系绳的所有地理空间位置和状态对应的飞翔路径,其从下面的基站和高空中的旋翼机处延伸。

[0182] 旋翼机性能限域 F 是一种描述所有可能地理空间位置和状态的多维度地理空间区,该处旋翼机的飞翔行为、其系绳、附近其他旋翼机的旋翼机飞翔为 a) 安全、b) 可控 ;或 c) 不安全、d) 不可控 ;e) 回到安全和受控飞翔。

[0183] 飞翔路径起点 T0 是一种地理时空点,描述当前的旋翼机状态和位置 ;或描述状态和点系列中预报或实际的地理空间点系列的头一批。

[0184] 最小迎风系绳夹角 G 为表示旋翼机系绳的虚线 A-M 与垂直于基站 A 的向量之间的夹角,小于该夹角的系绳飞翔将证明不切实际。

[0185] 虚线 A-R-S 表示一端锚接于基站 A 的系绳,飞翔的旋翼机大致拴结到系绳的另一端。系绳向上延伸穿过虚线段 L-R,其为系绳旋翼机的安全和充分操作的最小活动海拔。

[0186] 最小背风系绳夹角 H 为表示旋翼机系绳的虚线 A-S 与垂直于基站 A 的向量之间的夹角,大于该夹角的系绳飞翔将证明不切实际。

[0187] 陆地风涡轮机 K 是一种固定于近地或海平面或水面的刚性结构,仅能响应附近风力向量,而无法搜索和定位其他风力,也无法同一时间重定位其自身到一个新的地理空间位置,以利用其他风力向量。

[0188] 障碍 X 为物体,其可能横穿基站限域 B、风限域、飞翔限域 D、飞翔路径 E,从而可能导致或生成风力扭曲 T-1,也可能危及或干扰以其他方式基站 A 或任何系统元素、控制或系统的无故障操作。

[0189] 图 4 示出至少一个系绳旋翼机所做的重复转向动作。每个旋翼机通常都有多个飞翔路径,处于旋翼机的飞翔性能限域,处于一个或多个风力限域,从而增加系绳的拖曳力和重量、保持海拔高度以及不会因为过大张力而绷断系绳。

[0190] 图 5 给出一种示意图,指明根据本公开,至少一个系绳旋翼机控制系统的一般得分和体现每个得分的特征。根据本公开的控制系统寻求确定至少一个旋翼机的理想飞翔路径,其涉及与系绳旋翼机相关的至少八个一般得分之一 :1) 试飞,2) 不再飞翔,3) 继续飞翔,4) 飞得更好,5) 强制飞翔 (“必须飞翔”) 并不做说明,6) 飞翔以避免损害,7) 飞回基站以及 8) 管理基站系统。

[0191] 试飞系绳旋翼机的得分可以专断决定,基于其他系绳旋翼机正在飞翔的观测,或者操作者根据经验可以依赖外在因素,而非有利的现有风况或预测的那些情况、市场状况和预报,或由于认识到风况和 / 或电力市场中某些正面的大趋势,或有利于类似特征和要求的任务,或由于系绳旋翼机的飞翔任务属于强制或以其他方式需要。这样的试飞得分和决定可能或不可能需要人工干预,特殊脚手架或设备或设施本身可以是全自动,也可以通过人工干预来实现功能。

[0192] 不飞翔系绳旋翼机的得分可以专断决定,仅基于不利的状况和 / 或由一个或多个预报预测不利的那些情况,或不利于类似特征和要求的任务,或由于系绳旋翼机的飞翔任务以其他方式受到禁止或限制或不执行飞翔任务属于强制性。不飞翔的得分可能缘于返航的决定或以其他方式将系绳旋翼机从近地海拔着陆到系绳旋翼机的基站。这样的不飞翔得分和决定可能或不可能需要人工干预,特殊脚手架或设备或设施本身可以是全自动,也可以通过人工干预来实现功能。

[0193] 不飞翔系绳旋翼机的得分可以专断决定,基于其他系绳旋翼机飞翔或许糟糕的观测,或者操作者根据经验可以依赖外在因素,而非不利的现有风况或预测的那些情况、不利的市场状况和预报,或由于认识到风况和 / 或电力市场中某些负面的大趋势,或由于系绳旋翼机的飞翔任务以其他方式禁止或限制,或不执行飞翔任务属于强制性或其时当前飞翔需要结束。这样的不飞翔得分和决定可能或不可能需要人工干预,特殊脚手架或设备或设施本身可以是全自动,也可以通过人工干预来实现功能。

[0194] 飞翔系绳旋翼机的得分连同改善的可测量数值和任务结果的得分可以专断决定,基于其他系绳旋翼机的飞翔可能糟糕的观测,或操作员根据经验可能依赖外在因素,而非有利和不利的现有风况或预测的那些情况、有利或不利的市场状况和预报,或有利或不利于类似特征和要求的任务,或由于认识到风况和 / 或电力市场中某些正面或负面的大趋势,或由于系绳旋翼机的飞翔任务属于强制性或以其他方式需要,或另外受到禁止和限制,以及符合上述每一条,控制系统寻求优化可测量数值的产生,同时尽量降低成本和可能减少可测量数值的风险。这样的飞翔和结果改善的得分和决定可能或不可能需要人工干预,特殊脚手架或设备或设施本身可以是全自动,也可以通过人工干预来实现功能。

[0195] 寻求结果改善的系绳旋翼机飞翔的得分也可以专断决定,仅基于有利或不利的状况和 / 或由一个或多个有利或不利的预报预测的那些情况,或由于系绳旋翼机的飞翔任务属于强制性或以其他方式需要,或另外受到禁止和限制,以及符合上述要求的每一条,控制系统寻求优化可测量数值的产生,同时尽量降低成本和可能减少可测量数值的风险。这样的飞翔和结果改善的得分和决定可能或不可能需要人工干预,特殊脚手架或设备或设施本身可以是全自动,也可以通过人工干预来实现功能。

[0196] 缘于强制和以其他方式需要的飞翔得分可以专断决定,通过业务合同条款,或通过某个部门授权确立这样一个要求,以及这样的飞翔得分可能或不可能受现有状况或预测的那些情况的影响。这样的得分能够启动系绳旋翼机的飞翔,或维持已经飞翔的系绳旋翼机继续当前的飞翔。这样的飞翔得分和决定可能或不可能需要人工干预,特殊脚手架或设备或设施本身可以是全自动,也可以通过人工干预来实现功能。

[0197] 避免损害飞翔的得分可以专断决定,基于现有状况或预测的那些情况的简单观测,或缘于接收到某种形式的警报或信号,描述的事件表明可能正在导致或已经导致损害系绳旋翼机或附近的旋翼机及其系绳。

[0198] 避免损害的得分可以是一种跨接和自动功能,以帮助确保系绳旋翼机和 / 或附近飞翔的其他旋翼机及其系绳的安全,或避免成本和可能减少可测量数值产生的风险。这样的避免损害飞翔的得分和决定可能或不可能需要人工干预,特殊脚手架或设备或设施本身可以是全自动,也可以通过人工干预来实现功能。

[0199] 图 6 示出综合图 5 中一般得分和业务得分的一种示意图,其中每一行的过程用 H 和 F 表示, H 对应历史数值, F 对应预报数值。0 表示零时间, 1 和 1' 表示部署旋翼机的过程, 10 表示确定风力的过程, 10' 表示用三行中的那些确定值完成该过程。

[0200] 根据本公开的一个构想,本文如上所述的系绳旋翼机控制系统的飞翔路径控制器配置用于确定、识别和鉴别多个旋翼机及其有效载荷(若有)、及其支座、功能和结构部件、系绳、基站、风电场和其他附属系统的唯一序列号和识别码,包括出处、产权、完善利益、结构、功能或操作部件的唯一标识和摘要或综合特征或“DNA”,包括唯一序列号和编码、或其

抗抵赖性和非可证伪的效力、伪造、掺假、用途适度、缺陷状况或在其计算中的数据缺失。

[0201] 本公开所提供的技术先进性为本公开增添了经济意义,包括本文如下给出的系绳旋翼机控制系统的成果。

[0202] 一种用于至少一个系绳旋翼机的控制系统,能够产生一种预定的可测量参数。

[0203] 一种用于至少一个系绳旋翼机的控制系统,能够生产能量。

[0204] 一种用于至少一个系绳旋翼机的控制系统,能够确保性能的可靠性,尽量减少可能减少理想可测量参数值的因素。

[0205] 一种用于至少一个系绳旋翼机的控制系统,其中由操作系绳旋翼机产生的可测量数值与类似数量的可测量数值、努力和支出的投资之间的关系允许其存在和操作,其有效载荷(若有)、相关的系绳、基站、风电场和相关的系统或其中组合能够在所有事件中由控制系统和附属业务和任务控制系统进行确定和计算。

[0206] 一种用于至少一个系绳旋翼机的控制系统,其中由操作系绳旋翼机产生的可测量参数由风力组合和现有或可以预测的风力限域启用。这样位于一个地理空间风力限域的风力被直接或间接地确定,同时还确定了表示变化的风速、风向和其他特征的分量。系绳旋翼机的基站附近(可能是本地或几千英里范围的任何地方)的风力特征有助于确定地理空间风力限域。根据另一个构想,地理空间风力限域被分割成许多相等或不等的地理空间描述限域,这可能证明对考量针对一个具体任务的风力有用,包括计算系绳旋翼机的飞翔路径、尝试满足该任务的条件、管理任务组合,从而产生可测量的数值。通过对风力限域和其中的风力进行计算、微分,某个风力可能具有比其他风力生成更多数值的潜力,且符合系绳旋翼机的性能特征、其有效载荷(若有)以及其基站的地理空间位置。

[0207] 一种用于至少一个系绳旋翼机的控制系统,用于尝试优化性能和性能的确定性,以及尽量减少会减少预定可测量参数产生、风力限域组合中差异的因素,更可能从不大可能生成数值的那些因素中生成数值,其中包括在那些风力限域附近导航旋翼机,并遵守这样飞翔的约束,包括在其他类似或不同类旋翼机以及旋翼机的地理空间位置和航行的附近飞翔,旨在避免限制或禁止的地理空间位置或那些可能代表危险或增加任何旋翼机及其系绳、基站及其操作部件、风电场、控制系统或附属系统的风险。

[0208] 一种用于至少一个系绳旋翼机的控制系统,其中系绳旋翼机的航行计算被飞翔限域限制在任何地理空间范围和时期的一个或多个风力限域内,该飞翔限域描述系绳旋翼机在风力限域中的并发地理空间和航行位置,受约束于该旋翼机及其相关的有效载荷(若有)、及其系绳、基站及其操作部件、风电场、控制系统和相关或附属的系统的性能特征和飞翔控制,还受约束于基站的旋翼机位置和附属特征。

[0209] 一种用于至少一个系绳旋翼机的控制系统,其中,通过模拟、分析、连续计算、优化和学习其他技术的过程,控制系统更能够解决多个联立的线性和非线性现象以及线性和非线性动力学问题,旨在改善性能、保障性能的确定性以及尽量降低成本和可能减少数值的风险。

[0210] 一种用于至少一个系绳旋翼机的控制系统整合了所有工具,包括用来控制系绳旋翼机及其有效载荷(若有)操作和导航的工具,无论是地面固定和不可操作还是一直以其他方式操作的工具。

[0211] 一种用于至少一个系绳旋翼机的控制系统整合了所有可用和其有效载荷(若有)

所需的工具,用于控制系绳旋翼机的操作和航行,无论是地面固定和不可操作还是一直以其他方式操作的工具。

[0212] 一种用于至少一个系绳旋翼机的控制系统整合了所有可用和需要控制所有系统操作的工具,用来合理优化性能、保障性能的确定性和尽量降低成本和可能减少数值生成的风险。

[0213] 如果缺乏本文如上所述由飞翔控制系统根据系绳旋翼机的操作启用的首要可测量数值,将会有困难让政府分配永久性航空区,用做其专属作业区,防止其他商用和军用飞行物靠近。另一方面,若无由该飞翔控制系统如此启用和利用的结果风力和大气信息,从系绳旋翼机的操作得到的第二数值、首要的可测量数值可能会减少,也可能视为不实用。

[0214] 本公开提供的这些和其他先进性用了很大篇幅和附图进行描述,并在本公开的示例方案中加以说明。

[0215] 尽管本文着重强调本发明的具体特征,仍认可各种修改,认可在不脱离本发明原理的条件下,能够对优选方案进行多种更改。对本领域的技术人员而言,显然可以根据本文的公开说明,对本发明的特征或优选方案进行这样和那样的修改,为此,应当清楚地理解,以上所述事项仅可解释为对本发明的说明,而非一种限定。

[0216] 在本说明书全文,应理解“包括”或“含有”一词的含义是包括所陈述的单个元素、整体或步骤,也可以是包括多个元素、整体或步骤,但并不排除任何其他单个元素、整体或步骤,也不排除其他多个元素、整体或步骤。

[0217] 使用术语“至少”或“至少一个”表示使用一个或多个元素、配料或数量,此用法可能出现在本发明的方案中,旨在达成一个或多个理想目的或结果。

[0218] 所提及各种物理参数、尺寸或数量的数值仅仅是近似值,设想任何一个数值,如果大于 / 小于分配给此类参数、尺寸或数量的数值,则必须在本公开发明的范围内,除非在具体说明书中有相反的陈述。

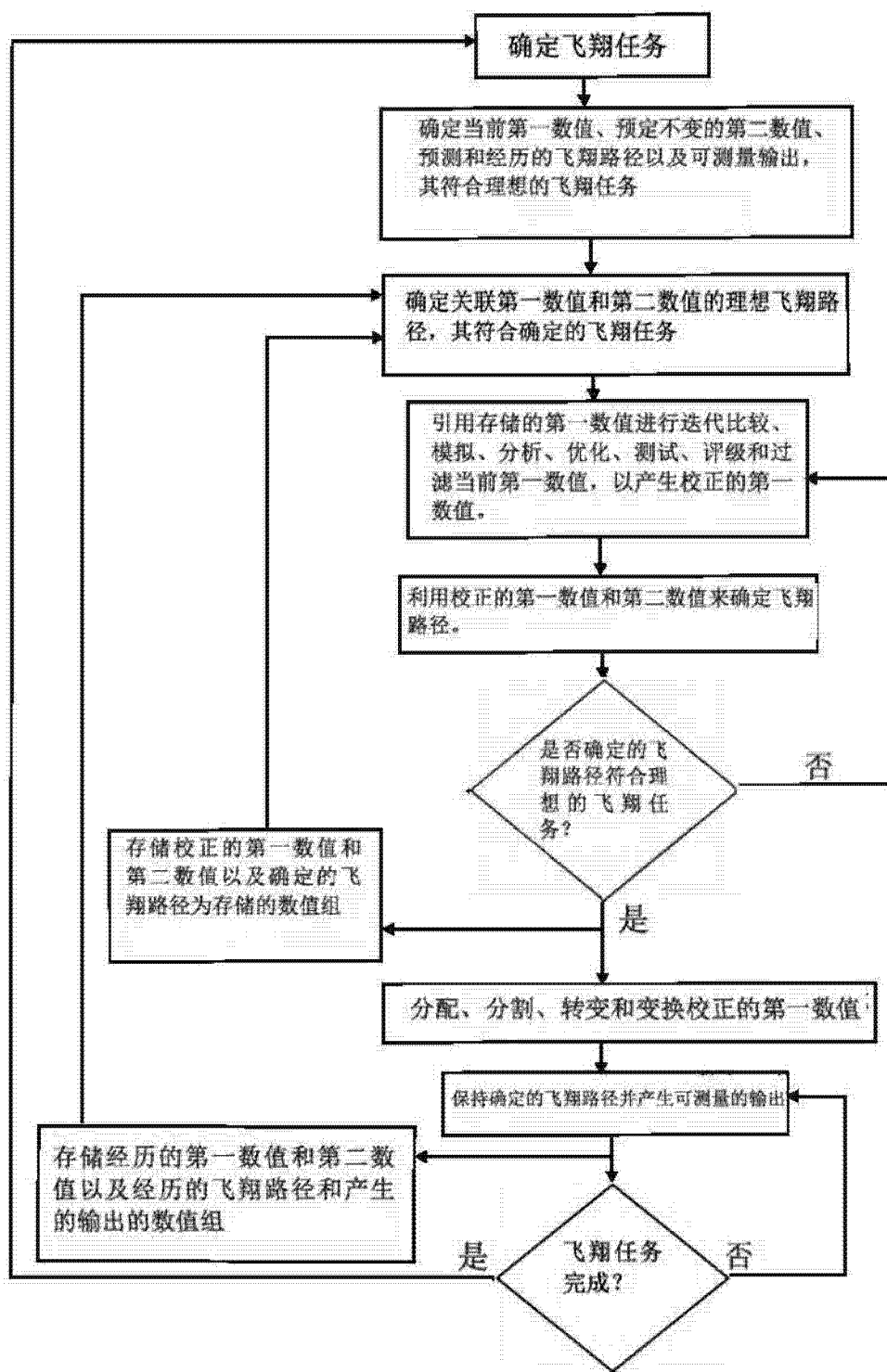


图 1

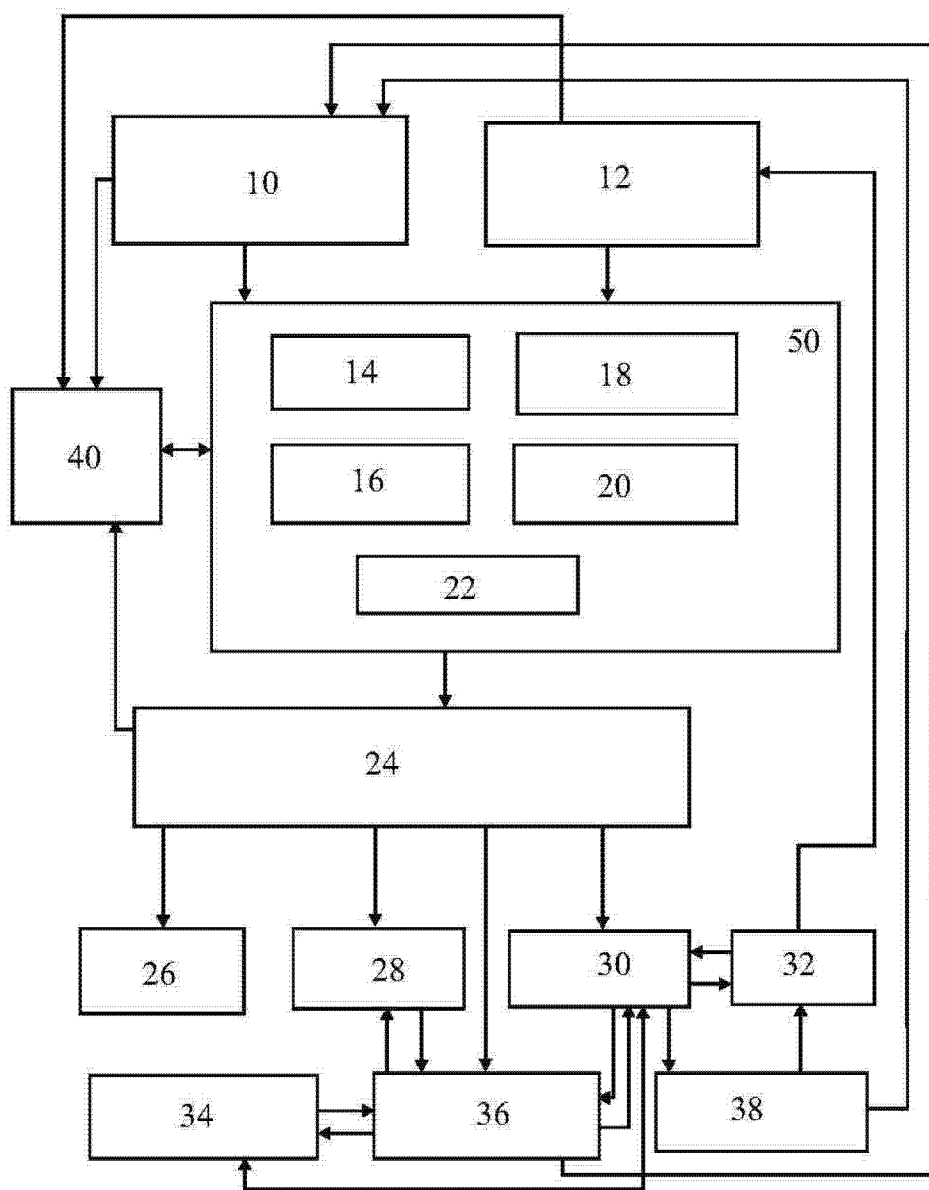


图 2

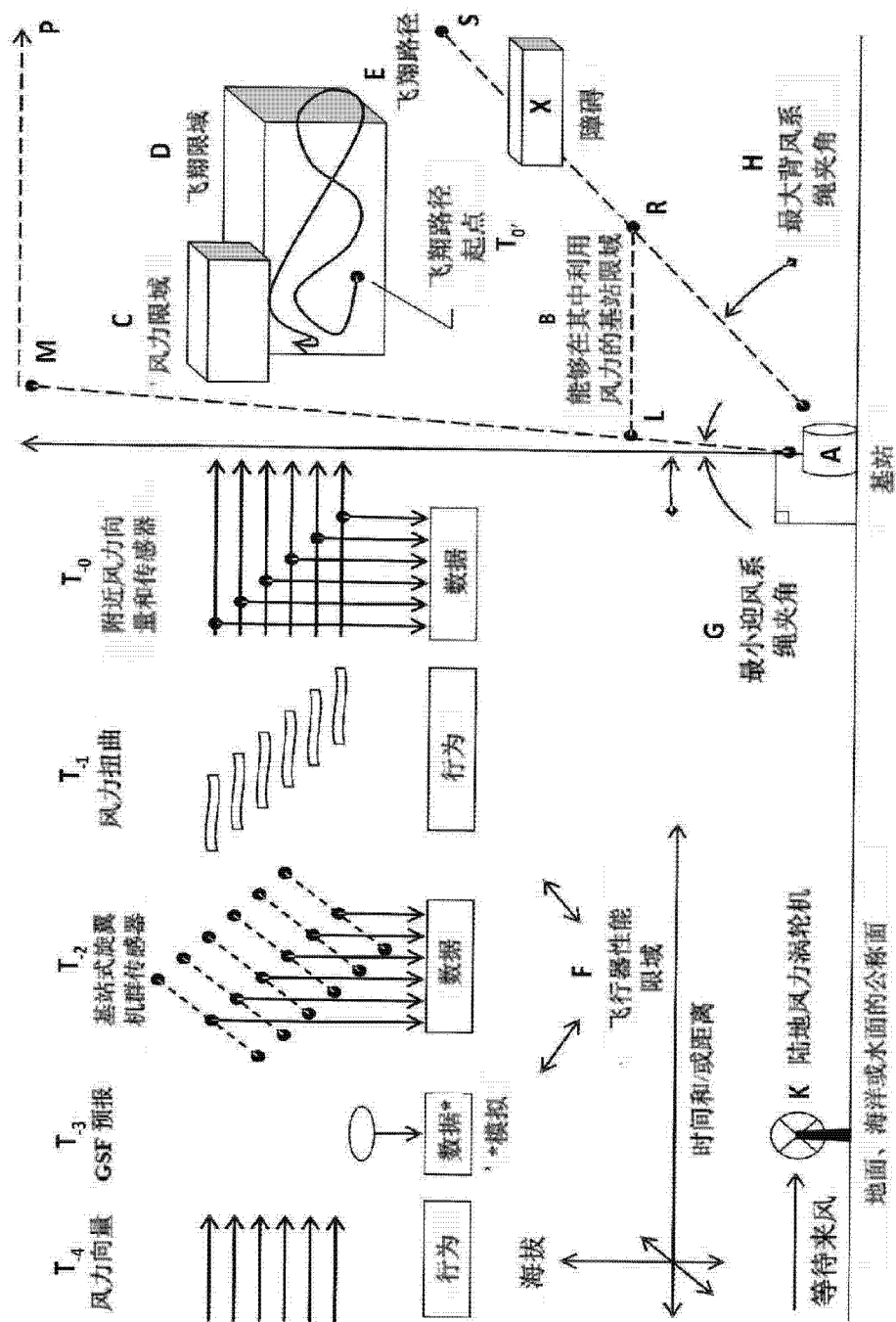


图 3

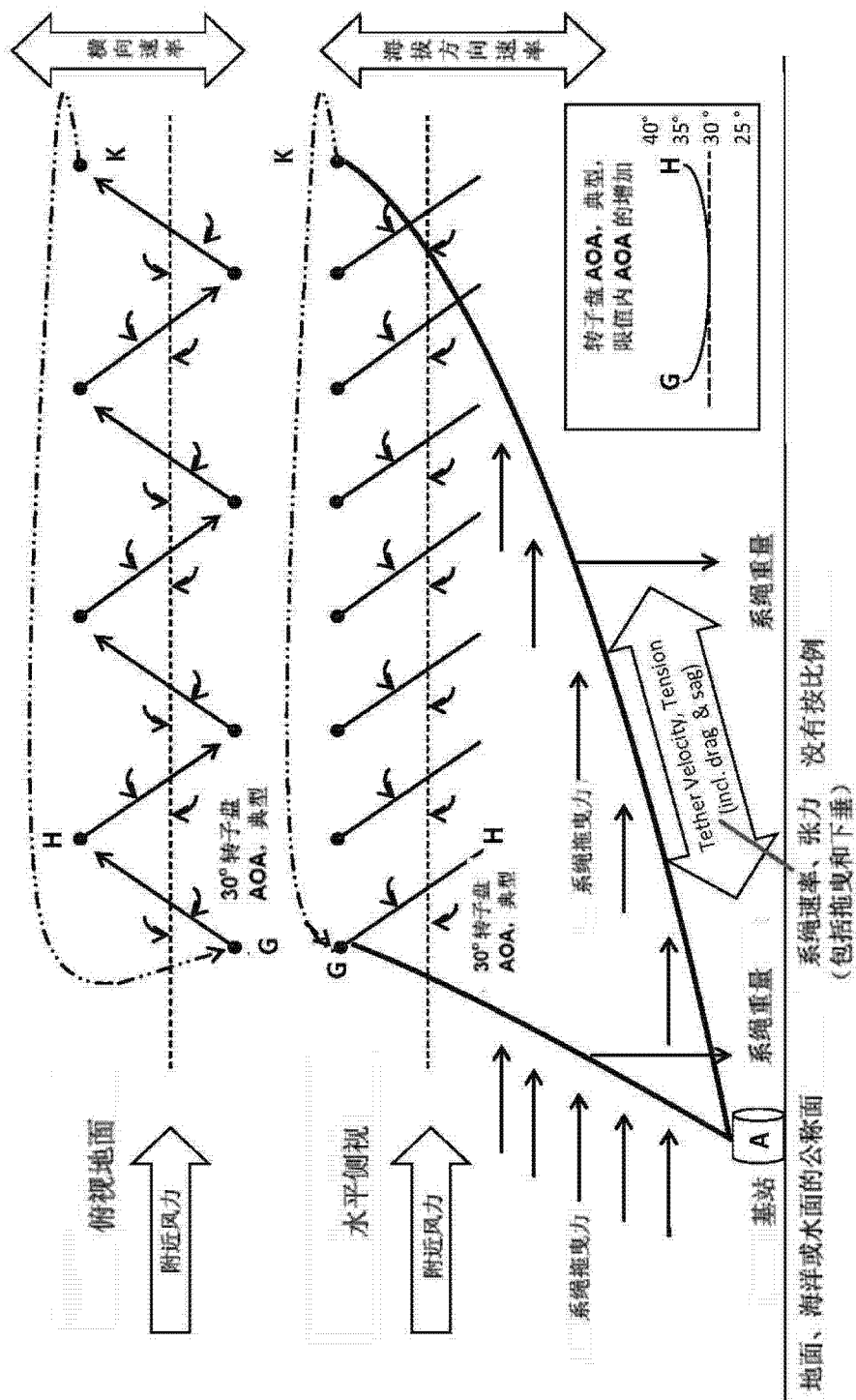


图 4

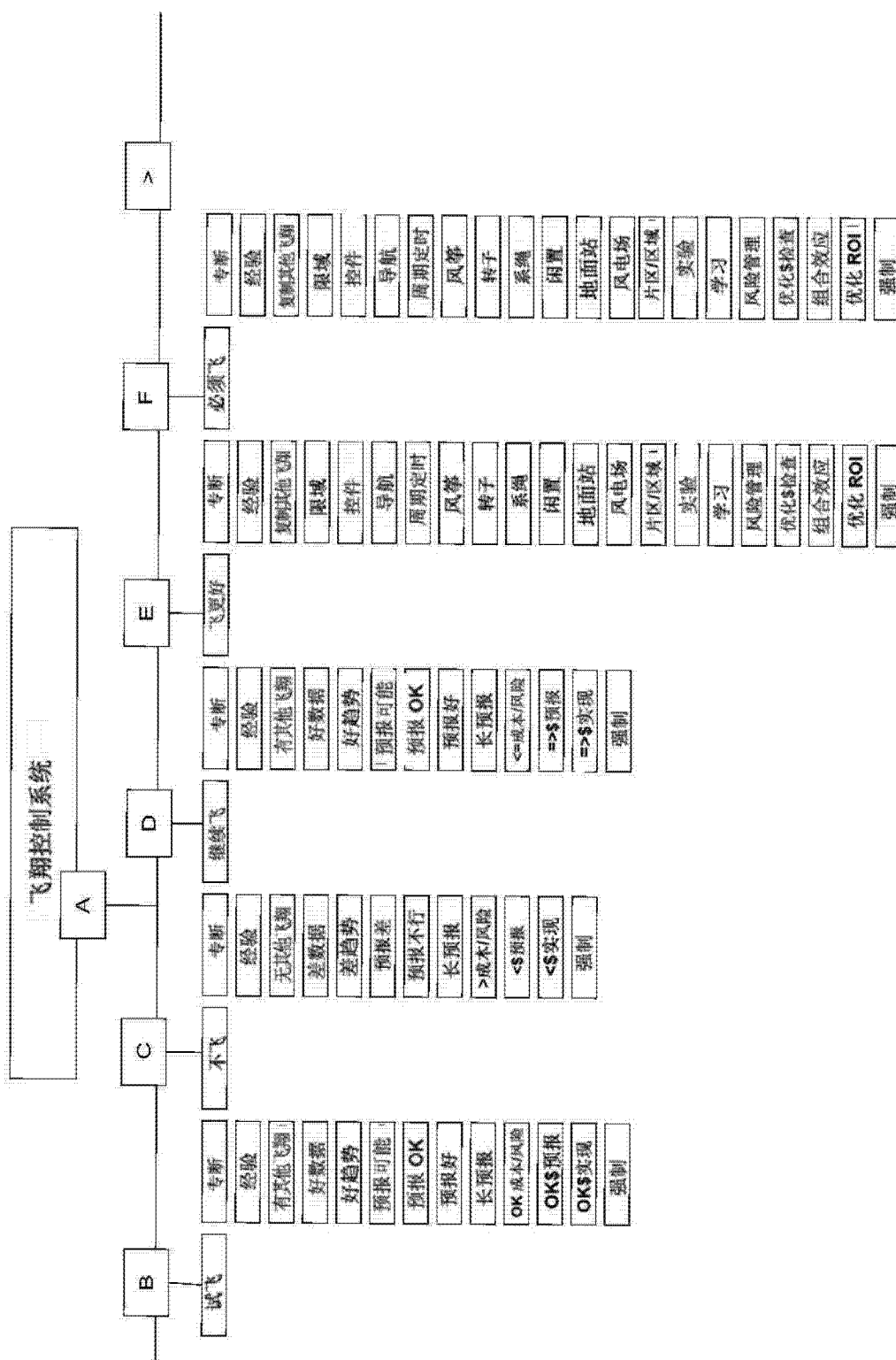


图 5

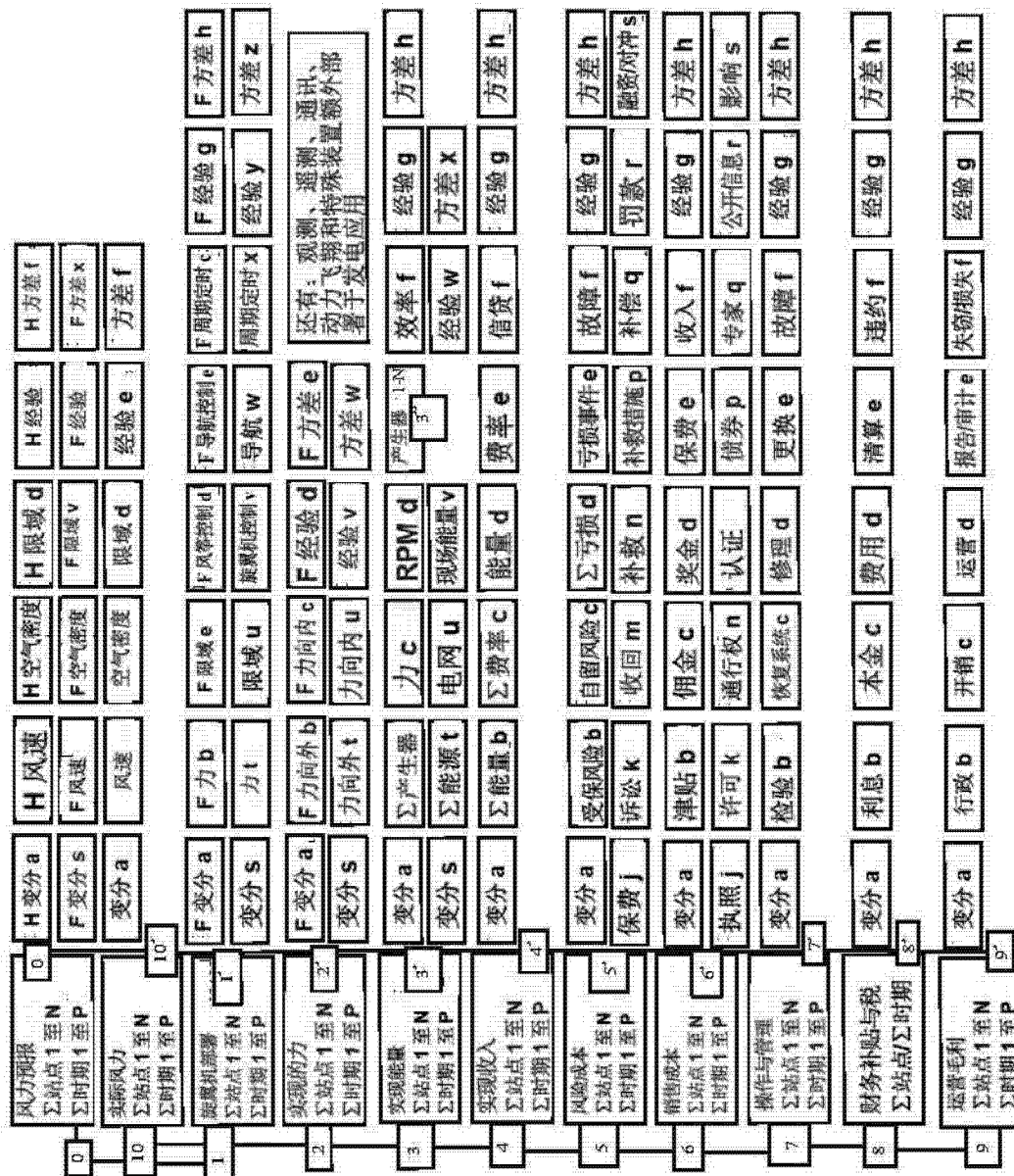


图 6