



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102322356 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 20

(21) 申请号 201110147374. 2

EP 1990519 A2, 2008. 11. 12, 全文.

(22) 申请日 2011. 05. 20

CN 1622446 A, 2005. 06. 01, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 张广宇

12/784667 2010. 05. 21 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 K·D·明托 J·A·艾伦

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 严志军 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F02C 9/48(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6035626 A, 2000. 06. 14, 全文.

US 6463740 B1, 2002. 10. 15, 全文.

US 6647724 B1, 2003. 11. 18, 全文.

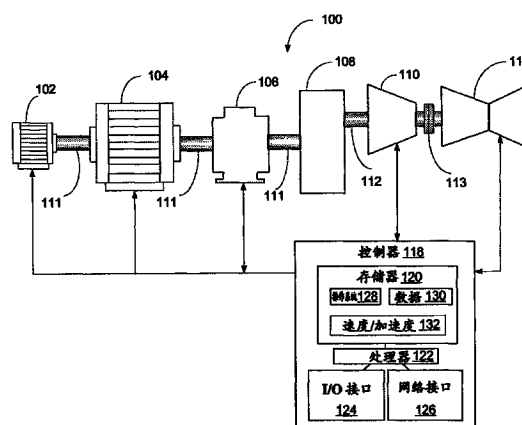
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

用于控制一体化传动系的系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于控制一体化传动系的系统和方法。本发明的某些实施例可包括用于控制一体化传动系的系统和方法。根据本发明的一个实施例,一种用于控制燃气轮机传动系(100)的方法包括测量与传动系(100)相关联的速度(311)、至少部分地基于速度命令(506)和测得速度(311)来控制通到涡轮(328)的燃料流、至少部分地基于速度命令(506)和转矩转换器(326)的期望动力输出(514)来控制与转矩转换器(326)相关联的一个或多个导叶,以及选择性地协调来自转矩转换器(326)和涡轮(328)的相应的转矩贡献。



1. 一种用于控制用于燃气轮机的传动系的方法,所述传动系至少包括转矩转换器,所述方法包括:

测量与所述传动系相关联的速度;

至少部分地基于速度命令和测得速度来控制通到燃气轮机的燃料流;

至少部分地基于所述速度命令和所述转矩转换器的期望动力输出来控制与所述转矩转换器相关联的一个或多个导叶,其中,控制所述一个或多个导叶包括调节所述一个或多个导叶的位置;以及

选择性地协调来自所述转矩转换器和所述燃气轮机的相应的转矩贡献,其中,选择性地协调相应的转矩贡献包括在过渡运行期间使转矩转换器加速度基准偏移成大于或等于燃气轮机加速度基准。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,控制与所述转矩转换器相关联的一个或多个导叶进一步基于动力命令。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述转矩转换器的所述期望动力输出至少部分地基于测得速度和导叶命令。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述导叶命令至少部分地基于所述测得速度。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,控制通到所述燃气轮机的燃料流包括当所述传动系联接到燃气轮机上且当所述燃气轮机起作用时控制燃料流。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述转矩转换器的所述期望动力输出至少部分地基于来自转矩转换器动力模型的输出。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述转矩转换器动力模型至少部分地基于所述测得速度和与所述一个或多个导叶相关联的参数产生所述输出。

8. 一种系统,包括:

转矩转换器;

燃气轮机;

传动系;以及

至少一个处理器,其配置成执行计算机可执行指令,以便:

接收与所述传动系相关联的测得速度;

至少部分地基于速度命令和所述测得速度来控制通到所述燃气轮机的燃料流;

至少部分地基于所述速度命令和所述转矩转换器的期望动力输出来控制与所述转矩转换器相关联的一个或多个导叶,其中,控制所述一个或多个导叶包括调节所述一个或多个导叶的位置;以及

选择性地协调来自所述转矩转换器和所述燃气轮机的相应的转矩贡献,其中,选择性地协调相应的转矩贡献包括在过渡运行期间使转矩转换器加速度基准偏移成大于或等于燃气轮机加速度基准。

9. 根据权利要求8所述的系统,其特征在于,所述至少一个处理器进一步配置成以便至少部分地基于动力命令来控制与所述转矩转换器相关联的一个或多个导叶。

10. 根据权利要求8所述的系统,其特征在于,所述转矩转换器的所述期望动力输出至少部分地基于测得速度和导叶命令。

11. 根据权利要求 10 所述的系统,其特征在于,所述导叶命令至少部分地基于所述测得速度。

12. 根据权利要求 8 所述的系统,其特征在于,当所述传动系联接到所述燃气轮机上且当所述燃气轮机起作用时,控制通到所述燃气轮机的燃料流。

13. 根据权利要求 8 所述的系统,其特征在于,所述转矩转换器的所述期望动力输出至少部分地基于来自转矩转换器动力模型的输出。

14. 根据权利要求 13 所述的系统,其特征在于,所述转矩转换器动力模型至少部分地基于所述测得速度和与所述一个或多个导叶相关联的参数产生所述输出。

15. 一种用于控制燃气轮机传动系的设备,包括:

至少一个处理器,其配置成以便执行计算机可执行指令,以:

接收与传动系相关联的测得速度;

至少部分地基于速度命令和所述测得速度来控制通到所述燃气轮机的燃料流;

至少部分地基于所述速度命令和转矩转换器的期望动力输出来控制与所述转矩转换器相关联的一个或多个导叶,其中,控制所述一个或多个导叶包括调节所述一个或多个导叶的位置;以及

选择性地协调来自所述转矩转换器和所述燃气轮机的相应的转矩贡献,其中,选择性地协调转矩贡献包括在过渡运行期间使转矩转换器加速度基准偏移成大于或等于燃气轮机加速度基准。

16. 根据权利要求 15 所述的设备,其特征在于,所述至少一个处理器进一步配置成以便至少部分地基于动力命令来控制与所述转矩转换器相关联的一个或多个导叶。

17. 根据权利要求 15 所述的设备,其特征在于,所述转矩转换器的所述期望动力输出至少部分地基于测得速度和导叶命令,其中,所述导叶命令至少部分地基于所述测得速度。

用于控制一体化传动系的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明大体涉及动力生成,并且具体而言,涉及用于控制一体化传动系的系统和方法。

背景技术

[0002] 传动系通常用于燃气轮机能量转换设施以及用于涡轮压缩机测试设施中,以将转矩传递到连接到传动系上的构件或传递来自该构件的转矩。一体化传动系可包括诸如启动马达、齿轮箱、压缩机、轴等的构件。大多数传动系构件连接到公共旋转轴上或例如通过齿轮箱联接到该轴上。在传动系上的某些构件可供应转矩,而其它构件可消耗转矩。例如,可使用电动马达来对传动系供应启动转矩,而压缩机可消耗马达提供的转矩的一部分。使问题复杂的是,燃气轮机例如可在斜坡上升至全速期间且在燃烧之前消耗转矩,但是一旦燃烧器开始以足够的速率燃烧燃料,燃气轮机就可开始对传动系供应转矩。

[0003] 在大型一体化传动系上从多个转矩产生构件对传动系进行正的(供应)或负的(消耗)转矩协调在过去已导致转矩震荡和勉强稳定的运行,从而通常需要人工调节。

发明内容

[0004] 上述需要中的一些或所有可由本发明的某些实施例解决。本发明的某些实施例可包括用于控制一体化传动系中的速度和负荷的系统和方法。

[0005] 根据本发明的一个实例实施例,提供了一种用于控制燃气轮机传动系的方法。该方法包括测量与传动系相关联的速度、至少部分地基于速度命令和测得速度来控制通到燃气轮机的燃料流、至少部分地基于速度命令和转矩转换器的期望动力输出来控制与转矩转换器相关联的一个或多个导叶,以及选择性地协调来自转矩转换器和燃气轮机的相应的转矩贡献。

[0006] 根据另一个实例实施例,提供了一种系统。该系统包括驱动马达、转矩转换器、压缩机、燃气轮机、传动系和至少一个处理器。处理器配置成以便执行计算机可执行指令,以:接收与传动系相关联的测得速度;至少部分地基于速度命令和测得速度来控制通到燃气轮机的燃料流;至少部分地基于速度命令和转矩转换器的期望动力输出来控制与转矩转换器相关联的一个或多个导叶;以及选择性地协调来自转矩转换器和燃气轮机的相应的转矩贡献。

[0007] 根据另一个实例实施例,提供了一种用于控制燃气轮机传动系的设备。该设备可包括至少一个处理器,其配置成以便执行计算机可执行指令,以:接收与传动系相关联的测得速度;至少部分地基于速度命令和测得速度来控制通到燃气轮机的燃料流;至少部分地基于速度命令和转矩转换器的期望动力输出来控制与转矩转换器相关联的一个或多个导叶;以及选择性地协调来自转矩转换器和燃气轮机的相应的转矩贡献。

[0008] 本文详细地描述了本发明的其它实施例和方面,并且它们被看作所声明的发明一部分。其它实施例和方面可参照以下详细描述、附图和权利要求书来理解。

附图说明

- [0009] 现在将对所附表格和附图进行参照,附图未必按比例绘制,并且其中:
- [0010] 图 1 是根据本发明的一个实例实施例的示意性传动系和控制系统的框图。
- [0011] 图 2 是根据本发明的一个实例实施例的实例传动系动态特性的曲线图。
- [0012] 图 3 是根据本发明的一个实例实施例的示意性传动系加速度控制系统的框图。
- [0013] 图 4 是根据本发明的一个实例实施例的实例加速度基准计划 (schedule) 的曲线图。
- [0014] 图 5 是根据本发明的一个实例实施例的示意性传动系速度和负荷控制系统的框图。
- [0015] 图 6 是根据本发明的一个实例实施例的示意性简化传动系速度和负荷控制系统的框图。
- [0016] 图 7 是根据本发明的一个实例实施例的实例方法的流程图。
- [0017] 部件列表:
- [0018] 100 传动系和控制系统
- [0019] 102 启动马达
- [0020] 104 驱动马达
- [0021] 106 转矩转换器
- [0022] 108 齿轮箱
- [0023] 110 压缩机
- [0024] 111 第二轴
- [0025] 112 第一轴
- [0026] 113 联接件
- [0027] 114 燃气轮机
- [0028] 118 控制器
- [0029] 120 存储器
- [0030] 122 处理器 (一个或多个)
- [0031] 124 输入 / 输出接口 (一个或多个)
- [0032] 126 网络接口 (一个或多个)
- [0033] 128 操作系统
- [0034] 130 数据
- [0035] 132 速度 / 加速度模块
- [0036] 200 传动系动态特性曲线图
- [0037] 202 传动系负荷线
- [0038] 204 质量流量
- [0039] 206 速度
- [0040] 208 全速无负荷 (FSNL)
- [0041] 210 全速满负荷 (FSFL)
- [0042] 212 负荷范围 (0 至 100%)

- [0043] 214 运行范围
- [0044] 216 过渡运行（斜坡加速 / 减速）
- [0045] 218 稳态运行
- [0046] 220 线性速度 / 流量线
- [0047] 300 传动系加速度控制器
- [0048] 302 速度命令
- [0049] 304 转矩转换器加速度计划
- [0050] 306 燃气轮机加速度偏量
- [0051] 308 转矩转换器加速度控制器
- [0052] 310 燃气轮机加速度控制器
- [0053] 311 测得速度（速度反馈）
- [0054] 312 滤波器（将速度转换成加速度）
- [0055] 314 最小函数 1
- [0056] 316 极限 1
- [0057] 318 极限 2
- [0058] 320 最小函数 2
- [0059] 322 极限 3
- [0060] 324 极限 4
- [0061] 325 导叶位置
- [0062] 326 转矩转换器（的输出转矩）
- [0063] 327 燃料流
- [0064] 328 燃气轮机（的输出转矩）
- [0065] 330 负荷压缩机（的输出转矩）
- [0066] 332 空气流
- [0067] 334 压力比率
- [0068] 336 传动系轴惯量
- [0069] 338 传动系系统
- [0070] 340 轴加速度
- [0071] 342 基准加速度
- [0072] 344 经偏移的基准加速度
- [0073] 346 转矩转换器控制信号
- [0074] 348 燃气轮机控制信号
- [0075] 400 加速度基准计划
- [0076] 402 加速度
- [0077] 404 速度
- [0078] 406 转矩转换器加速度基准
- [0079] 408 燃气轮机加速度基准
- [0080] 500 传动系速度和负荷控制器
- [0081] 502 动力基准命令

- [0082] 504 增益
- [0083] 506 速度基准（速度命令）
- [0084] 508 比例积分控制器
- [0085] 510 比例积分控制器
- [0086] 512 转矩转换器动力模型
- [0087] 514 转矩转换器动力输出信号
- [0088] 516 转矩修改的基准
- [0089] 518 燃料修改的基准
- [0090] 520 名义转矩控制信号
- [0091] 522 名义燃料信号
- [0092] 524 轴速度误差
- [0093] 600 简化的传动系速度和负荷控制器
- [0094] 700 方法
- [0095] 702 方框
- [0096] 704 方框
- [0097] 706 方框

具体实施方式

[0098] 下文将参照附图对本发明的实施例进行更完整的描述，在附图中显示了本发明的实施例。但是，本发明可以以许多不同的形式体现，并且不应当被理解为限于本文阐述的实施例；相反，提供这些实施例，使得本公开将为完整和完全的，并且将充分地将本发明的范围传递给本领域的技术人员。类似的标号始终指的是类似的元件。

[0099] 本发明的某些实施例可使得能够监测和控制与传动系相关联的多种构件，以保持传动系的相对平滑和稳定的运行。现在将参照附图对根据本发明的实例实施例的用于控制传动系的多种构件和系统进行描述。

[0100] 图 1 显示了根据本发明的一个实例实施例的传动系和控制系统 100 的框图。传动系和控制系统 100 可用在例如压缩机测试中。在此装备中，燃气轮机 114 和负荷压缩机 110 可通过第一轴 112 联接到齿轮箱 108 的高速侧上，而转矩转换器 106 和驱动马达 104 可通过第二轴 111 一起联接在齿轮箱 108 的低速侧上。在一个实例实施例中，可提供启动马达 102，以启动轴 111 以及使轴 111 加速至驱动马达 104 的同步速度。

[0101] 根据本发明的实例实施例，可使用控制器 118 来监测速度和控制与传动系相关联的多种构件，以及通过控制从燃气轮机 114、负荷压缩机 110、转矩转换器 106 和 / 或启动马达 102 和驱动马达 104 施加到轴 111、112 上的转矩来调控传动系的速度。

[0102] 根据本发明的实例实施例，控制器 118 可包括存储器 120、一个或多个处理器 122 和一个或多个输入 / 输出接口 124。该控制器还可包括一个或多个网络接口 126。在本发明的某些实例实施例中，存储器 120 可包括操作系统 128、数据 130，以及用于控制多种传动系构件的速度和 / 或加速度的一个或多个模块 132。

[0103] 根据本发明的实例实施例，取决于传动系是在加速还是在减速，它是否是在稳定状态中运行，以及燃气轮机是否联接到传动系上，控制器 118 可以不同的模式运行。例如，

当传动系达到速度时,控制器 118 可协调启动马达 102、燃气轮机 114、转矩转换器 106 和 / 或负荷压缩机 110 的动作,以便使传动系从零速度加速到适当的速度,以起动压缩机 110 测试或映射 (mapping)。一旦已经获得了特定压缩机测试的期望的运行速度,控制器 118 就可切换到不同的运行模式,并且在压缩机 110 上的负荷改变时使传动系速度保持恒定。

[0104] 进一步复杂的是,传动系可以以许多不同的配置运行。具体而言,在一个实施例中,可脱开在燃气轮机 114 和负荷压缩机 110 之间的联接件 113,从而允许传动系仅用负荷压缩机 110、齿轮箱 108、转矩转换器 106 和电动马达 104 来运行。在另一个实例实施例中,可连接燃气轮机 114 和负荷压缩机 110 之间的联接件 113,但是燃气轮机 114 可不燃烧,从而在传动系上提供附加的转矩负荷。

[0105] 根据本发明的实例实施例,处理器 (一个或多个) 122 可进一步配置成以便至少部分地基于动力命令 (例如如图 5 中的 502) 来控制与转矩转换器 106 相关联的一个或多个导叶。在本发明的一个实施例的一方面,转矩转换器 106 的期望动力输出 (例如如图 5 中的 514) 可至少部分地基于测得速度 (例如如图 3 中的 311) 和导叶命令 (例如如图 3 中的 325)。导叶命令 325 可至少部分地基于测得速度 311。在本发明的某些实例实施例中,当传动系 111 联接到燃气轮机 114 上且当燃气轮机 114 起作用时,可控制通到燃气轮机 114 的燃料流。

[0106] 在本发明的一个实例实施例中,可选择性地协调来自转矩转换器 106 和燃气轮机 114 的转矩贡献。该协调可包括使转矩转换器加速度基准 (例如如图 4 中的 406) 在过渡运行 (例如如图 2 中的 216) 期间偏移成大于或等于燃气轮机加速度基准 (例如如图 4 中的 408),以允许转矩转换器主导控制。在其它实施例中,可允许燃气轮机在过渡运行期间主导加速度控制。在本发明的一个实例实施例中,转矩转换器 106 的期望动力输出 (例如 514) 可至少部分地基于转矩转换器动力模型 (例如如图 5 中的 512),其中,转矩转换器动力模型 512 可至少部分地基于测得速度 (例如 311) 和与一个或多个导叶相关联的参数。

[0107] 图 2 描绘了传动系动态特性曲线图 200,其示出了根据本发明的一个实施例的一体化传动系控制系统中的实例过渡运行区域 216 和稳态运行区域 218。显示了实例传动系负荷线 202,其使负荷压缩机质量流量 204 与传动系的速度 206 相关。曲线图 200 显示了传动系可通过过渡区域 216 从零速度加速到在全运行速度范围 214 内的速度。曲线图 200 包括全速无负荷点 208,在该点处已经达到了大约 100% 的名义速度,但是在传动系上不存在明显的负荷。在负荷 212 向上变成完全的满负荷点 210 时,涡轮或传动系可继续在稳态运行区域 218 内运行。稳态运行区域 218 可由在运行范围 214 内运行的传动系速度 206 限定,但是负荷 212 可由于例如压缩机上的质量流量 204 或压力比率的变化而改变。

[0108] 图 3 是根据本发明的实例实施例的传动系加速度控制器 300 的概念性框图表示。可应用此控制构造来在过渡运行区域 (例如如图 2 中的 216) 中控制传动系构件,其中,在传动系从零速度加速到全速无负荷 (FSNL) 208 时需要过渡速度控制。

[0109] 包围在图 3 的虚线内的方框代表传动系系统 338 的一部分,并且这些方框被包括来帮助说明加速度控制器 300 的运行。例如,传动系构件的转矩产生或消耗方面由转矩转换器 326、燃气轮机 328 和负荷压缩机 330 表示。作用于传动系轴惯量 336 上的净转矩可导致传动系的加速、减速或稳态速度运行。例如,负荷压缩机 330 可在传动系上用作负转矩,该负转矩用来降低轴 (一个或多个) (例如如图 1 中的 111、112) 的速度。负荷压缩机 330 的输出转矩可为涉及许多参数的复杂函数,但是在图 3 中提供了简化表示,其中,显示了空气

流 332 和压力比率 334 的贡献为用以控制负荷压缩机 330 的输出转矩的输入。类似地,燃气轮机 328 的输出转矩可对传动系贡献或者正转矩或者负转矩,这取决于与涡轮相关联的燃烧器的点火状态和 / 或通到燃烧器的燃料流 327。此外,显著地简化了燃气轮机 328 的输出转矩的表示,并且简图仅显示了燃料流 325 对燃气轮机 326 的输出转矩的影响。以类似的方式,转矩转换器 326 的输出转矩可起作用来使轴加速,并且可主要由与转矩转换器 326 相关联的一个或多个导叶 325 的位置支配。

[0110] 传动系的主要转矩产生构件(例如,燃气轮机 328、转矩转换器 326 和负荷压缩机 330)因此可对传动系轴惯量 336 做出或者正的或者负的贡献,以影响传动系的速度。如果施加到轴上的净转矩是正的,则传动系轴将加速。如果净转矩是负的,则轴将减速,而如果施加到轴上的净转矩为零,则轴速度将保持恒定。换句话说,如果负荷压缩机 330 消耗的转矩被燃气轮机 328 和转矩转换器 326 所产生的转矩平衡了,那么传动系速度将保持恒定。

[0111] 如图 3 中所指示的那样,传动系加速度控制器 300 可包括两个并联反馈回路。一个回路可包括用于控制转矩转换器 326 的输出转矩的导叶位置 325,而另一个回路可包括用于控制燃气轮机 328 的输出转矩的燃料流 327。根据本发明的实例实施例,可使用一个或多个滤波器 312 来调整速度反馈信号 311。例如,滤波器 312 可允许某些范围的频率通过,或其可帮助平滑不连续信号或噪声信号。根据本发明的某些实施例,滤波器 312 可对速度反馈信号 311 求导,以计算传动系轴加速度 340。根据本发明的实例实施例,可使用轴加速度 340 来得到用于转矩转换器 326 和 / 或燃气轮机 328 的控制信号 325、327。例如,转矩转换器加速度控制器 308 和 / 或燃气轮机加速度控制器 310 分别可包括比例控制算法 (P)、比例积分 (PI) 或比例积分微分 (PID) 算法。根据本发明的实施例的其它类似算法可包括在这些方框中或者以别的方式在这些方框中或由这些方框实现。

[0112] 根据本发明的某些实例实施例,转矩转换器加速度控制器 308 可比较轴加速度 340 与基准或目标加速度 342,以得到转矩转换器控制信号 346。在一个实例中,燃气轮机加速度控制器 310 可比较轴加速度 340 与经偏移的基准加速度 344,以得到燃气轮机控制信号 348。

[0113] 根据本发明的实例实施例,最小函数方框 314、320 可进一步分别修改转矩转换器控制信号 346 和燃气轮机控制信号 348,以允许将其它控制目标结合到传动系加速度控制器 300 中。例如,可使用一个或多个安全保障极限(例如 316、318、322、324)来覆盖(override)或者转矩转换器控制信号 346 或者燃气轮机控制信号 348,以进一步保护系统。

[0114] 转矩转换器加速度控制器 308 例如可产生转矩转换器控制信号 346,以与基准加速度 342 和实际轴加速度 340 之间的误差成比例地调节转矩转换器中的一个或多个导叶。如果轴加速度 340 小于基准加速度 342,则可命令转矩转换器的导叶进一步打开,以便产生更多的输出转矩且因此增加轴加速度。根据一个实例实施例,燃气轮机加速度控制器 310 可以类似的方式运行,从而基于经偏移的基准加速度 344 和实际轴加速度 340 之间的差异误差来调节通到燃气轮机的燃料流 327。

[0115] 现在将参照图 3 和图 4 来描述经偏移的基准加速度 344。根据本发明的一方面,可为转矩转换器加速度控制器 308 提供加速度计划 304。在一个实例实施例中,针对燃气轮机加速度控制器 310,可得到单独的、不相同的或经偏移的基准加速度 344 信号。例如,基本加速度基准 342 信号可直接提供给转矩转换器加速度控制器 308,而对燃气轮机加速度控制

器 310 施加的经偏移的基准加速度 344 信号可为基准加速度 342 的修改版。例如,可至少部分地通过从转矩转换器加速度计划 304 减去燃气轮机加速度偏差 306 来推导燃气轮机加速度控制器 310。

[0116] 图 4 指示了根据本发明的一个实施例的实例加速度计划 400,其显示了转矩转换器加速度基准 406 和经偏移的燃气轮机加速度基准 408 的加速度 402 与速度 404 的关系曲线。在某些实施例中,不同的加速度计划可允许转矩转换器在加速期间主导对传动系的控制。本发明的一个实施例的这方面可有助于稳定和平滑传动系的加速度。

[0117] 图 5 描绘了根据一个实施例的实例传动系速度和负荷控制器 500,其可配置成以便控制传动系速度,以及当传动系已经达到运行速度且当燃气轮机连接到传动系上时,平衡来自转矩转换器和燃气轮机的转矩贡献。根据本发明的实施例,传动系速度和负荷控制器 500 可包括传动系系统(例如图 3 的 338)和已经在上面参照图 3 描绘的最小函数,例如 314、320。

[0118] 根据本发明的实例实施例,可使用 PI 控制器方框 510 基于实际轴速度(例如图 3 中的 311)和速度基准信号 506 之间的差异来产生名义燃料信号 522。可使用该名义燃料信号 522 来调节燃气轮机燃料流。如果轴速度(例如 311)小于基准 506,则系统可命令更多的燃料通到燃气轮机,以增加其输出转矩,并且反之亦然。

[0119] 以类似的方式,另一个 PI 控制器方框 508 可基于轴速度(例如 311)和基准速度 506 之间的差异来调节转矩转换器导叶。根据本发明的一个实施例,可基于如由转矩转换器动力模型 512 所估计的转矩转换器动力输出信号 514 和动力基准命令 502 之间的标度差来在速度控制回路中使用附加的信号。根据本发明的一个实例实施例,包括转矩转换器动力模型 512 的反馈回路可以基于估计的转矩转换器动力输出,并且其可用来满足两个目的。第一,其可帮助稳定内转矩转换器速度控制回路,并且防止或另外最小化在燃气轮机和转矩转换器之间的不需要的转矩输出震荡。第二,如果在运行或测试期间出现需要的话,其可提供机制来调节燃气轮机转矩输出和转矩转换器转矩输出之间的相对平衡。

[0120] 图 6 描绘了根据本发明的一个实例实施例的简化的传动系速度和负荷控制器 600。当传动系在燃气轮机断开或不燃烧的情况下运行时,简化的传动系速度和负荷控制器 600 可配置成所显示的那样。在此情况下,并且为了简单,可停用控制燃气轮机速度(并且在图 5 中显示)的控制系统的一部分。根据一个实例实施例,当燃气轮机联接但不燃烧时,其可在传动系上布置阻力转矩(负转矩)。在燃气轮机完全与传动系断开时的情况下,其转矩贡献可为零。

[0121] 当传动系在燃气轮机(例如 114)断开或不燃烧的情况下运行时,可通过停用外部反馈回路(包括转矩转换器动力模型 512)来简化控制器的控制转矩转换器速度和降速(droop)负荷控制的部分。因此,根据一个实例实施例,用于断开的或未燃烧的涡轮的控制方法可简化成 PI 方框 508,其对轴速度误差 524 起作用,以产生名义转矩控制信号 520。如在前面的实例实施例中的那样,可使用安全保障极限 316、318 来覆盖名义转矩控制信号 520,以进一步保护系统。

[0122] 现在将参照图 7 的流程图来描述根据一个实施例的用于控制燃气轮机传动系的实例方法 700。该方法在方框 702 中开始,其中,测量与传动系相关联的速度。在方框 704 中,至少部分地基于速度命令和测得速度来控制通到涡轮的燃料流。在方框 706 中,至少部

分地基于速度命令和转矩转换器的期望动力输出来控制与转矩转换器相关联的一个或多个导叶。在方框 708 中,选择性地协调来自转矩转换器和涡轮的相应的转矩贡献。方法 700 在方框 708 之后结束。

[0123] 根据本发明的实例实施例,控制与转矩转换器(例如图 3 中的 326)相关联的一个或多个导叶可进一步基于动力基准命令(例如图 5 中的 502)。在一个实例实施例中,转矩转换器(例如图 3 中的 326)的期望动力输出(例如图 5 中的 514)可至少部分地基于测得速度(例如图 3 中的 311)和导叶命令(例如图 3 中的 325)。在本发明的一方面,导叶命令(例如 325)可至少部分地基于测得速度(例如 311)。根据一个实例实施例,控制通到涡轮(例如图 3 中的 328)的燃料流可包括当传动系联接到涡轮 328 上时且当涡轮 328 起作用时控制燃料流。在某些实例实施例中,选择性地协调来自转矩转换器(例如 326)和涡轮 328 的相应的转矩贡献可包括使转矩转换器加速度(例如图 4 中的 406)在过渡运行(例如图 2 中的 216)期间偏移成大于或等于涡轮加速度 408。此外,在本发明的某些实例实施例中,转矩转换器(例如 326)的期望动力输出(例如 514)可至少部分地基于转矩转换器动力模型(例如图 5 中的 512),其中,转矩转换器动力模型 512 可至少部分地基于测得速度(例如 311)和与一个或多个导叶相关联的参数。

[0124] 因此,本发明的实例实施例可提供产生使得能够监测和控制与传动系相关联的多种构件以保持传动系的相对平滑和稳定的运行的某些系统和方法的技术效果。本发明的实例实施例可提供产生为压缩机测试提供机械传动系控制的某些系统和方法的另外的技术效果。本发明的实例实施例可提供这样的另外的技术效果:提供用于控制压缩机测试床的传动系的过渡和运行区域的速度、加速度和/或负荷以及典型的构造的系统和方法。本发明的实例实施例可提供这样的另外的技术效果:提供用于将具有相对大型的电动马达和/或转矩转换器的传动系配置成转矩产生构件的系统和方法。

[0125] 在本发明的实例实施例中,传动系和控制系统 100、传动系加速度控制系统 300、传动系速度和负荷控制系统 400、传动系速度和负荷控制系统 500 和/或简化的传动系速度和负荷控制系统 600 可包括执行以有利于任何运行的任何数量的软件和/或硬件应用。

[0126] 在实例实施例,一个或多个 I/O 接口可有利于在传动系和控制系统 100、传动系加速度控制系统 300、传动系速度和负荷控制系统 400、传动系速度和负荷控制系统 500 和/或简化的传动系速度和负荷控制系统 600 以及一个或多个输入/输出装置之间的通讯。例如,通用串行总线端口、串行端口、硬盘驱动器、CO-ROM 驱动器和/或一个或多个用户接口装置,例如显示器、键盘、小键盘、鼠标、控制板、触摸屏显示器、话筒等,可有利于与传动系和控制系统 100、传动系加速度控制系统 300、传动系速度和负荷控制系统 400、传动系速度和负荷控制系统 500 和/或简化的传动系速度和负荷控制系统 600 的用户交互。可使用一个或多个 I/O 接口来从很多各种各样的输入装置接收或收集数据和/或用户指令。接收到的数据可如在本发明的多种实施例中所期望的那样由一个或多个计算机处理器处理和/或存储在一个或多个存储器装置中。

[0127] 一个或多个网络接口可有利于将传动系和控制系统 100、传动系加速度控制系统 300、传动系速度和负荷控制系统 400、传动系速度和负荷控制系统 500 和/或简化的传动系速度和负荷控制系统 600 的输入和输出连接到一个或多个适当的网络和/或连接件上;例如,有利于与和系统相关联的任何数量的传感器通讯的连接件。该一个或者多个网络接口

可进一步有利于连接到一个或多个合适的网络；例如，用于与外部装置和 / 或系统通讯的局域网、广域网、互联网、细胞网络、射频网、Bluetooth™（蓝牙）使能的网络、Wi-Fi™ 使能的网络、基于卫星的网络、任何有线网络、任何无线网络等。

[0128] 根据需要，本发明的实施例可包括传动系和控制系统 100、传动系加速度控制系统 300、传动系速度和负荷控制系统 400、传动系速度和负荷控制系统 500 和 / 或简化的传动系速度和负荷控制系统 600，这些构件或多或少在附图中所有说明。

[0129] 上面参照根据本发明的实例实施例的系统、方法、设备和 / 或计算机程序产品的框图和流程图对本发明进行了描述。将理解，框图和流程图的一个或多个方框以及框图和流程图中的方框的组合分别可由计算机可执行程序指令来实现。类似地，根据本发明的一些实施例，框图和流程图的一些方框可不一定需要以提出的顺序执行，或者可能根本不一定需要执行。

[0130] 这些计算机可执行程序指令可装载到通用计算机、专用计算机、处理器或其它可编程数据处理设备上，以产生特定机器，从而使得在计算机、处理器或其它可编程数据处理设备上执行的指令会产生用于实现在流程图方框或多个方框中规定的一个或多个功能的手段。这些计算机程序指令还可存储在计算机可读存储器（其可引导计算机或其它可编程的数据处理设备以特定的方式起作用）中，从而使得存储在计算机可读存储器中的指令产生这样的制造物：其包括实现在流程图方框或多个方框中规定的一个或多个功能的指令手段。作为一个实例，本发明的实施例可提供计算机程序产品，包括在其中包含有计算机可读程序代码或程序指令的计算机可用介质，所述计算机可读程序代码适于被执行来实现在流程图方框或多个方框中规定的一个或多个功能。计算机程序指令还可装载到计算机或其它可编程数据处理设备上，以使一系列的运行要素或步骤在计算机或其它可编程设备上执行，以产生计算机实现的过程，从而使得在计算机或其它可编程设备上执行的指令提供用于实现流程图方框或多个方框中规定的功能的要素或步骤。

[0131] 因此，框图和流程图的方框支持用于执行规定的功能的手段、用于执行规定的功能的要素或步骤的组合，以及用于执行规定的功能的程序指令手段。还将理解，框图和流程图的各个方框以及框图和流程图中的方框的组合可由执行规定的功能、要素或步骤的专用的基于硬件的计算机系统或者专用硬件和计算机指令的组合来实现。

[0132] 虽然已经结合目前认为最实用的多种实施例（的内容）来描述本发明，但是将理解到，本发明不限于所公开的实施例，而是相反，本发明意图覆盖包括在所附权利要求书的范围内的各种修改和等效布置。虽然本文采用了具体的用语，但是它们仅在一般和描述性意义上来使用，而不是出于限制的目的。

[0133] 本书面描述使用实例来公开本发明，包括最佳模式，并且还使本领域任何技术人员能够实践本发明，包括制造和使用任何装置或系统，以及执行任何结合的方法。本发明的可授予专利的范围在权利要求书中限定，并且可包括本领域技术人员想到的其它实例。如果这样的其它实例具有不异于权利要求书的字面语言的结构要素，或者如果它们包括与权利要求书的字面语言无实质性差异的等效结构要素，则这样的其它实例意图处于权利要求书的范围之内。

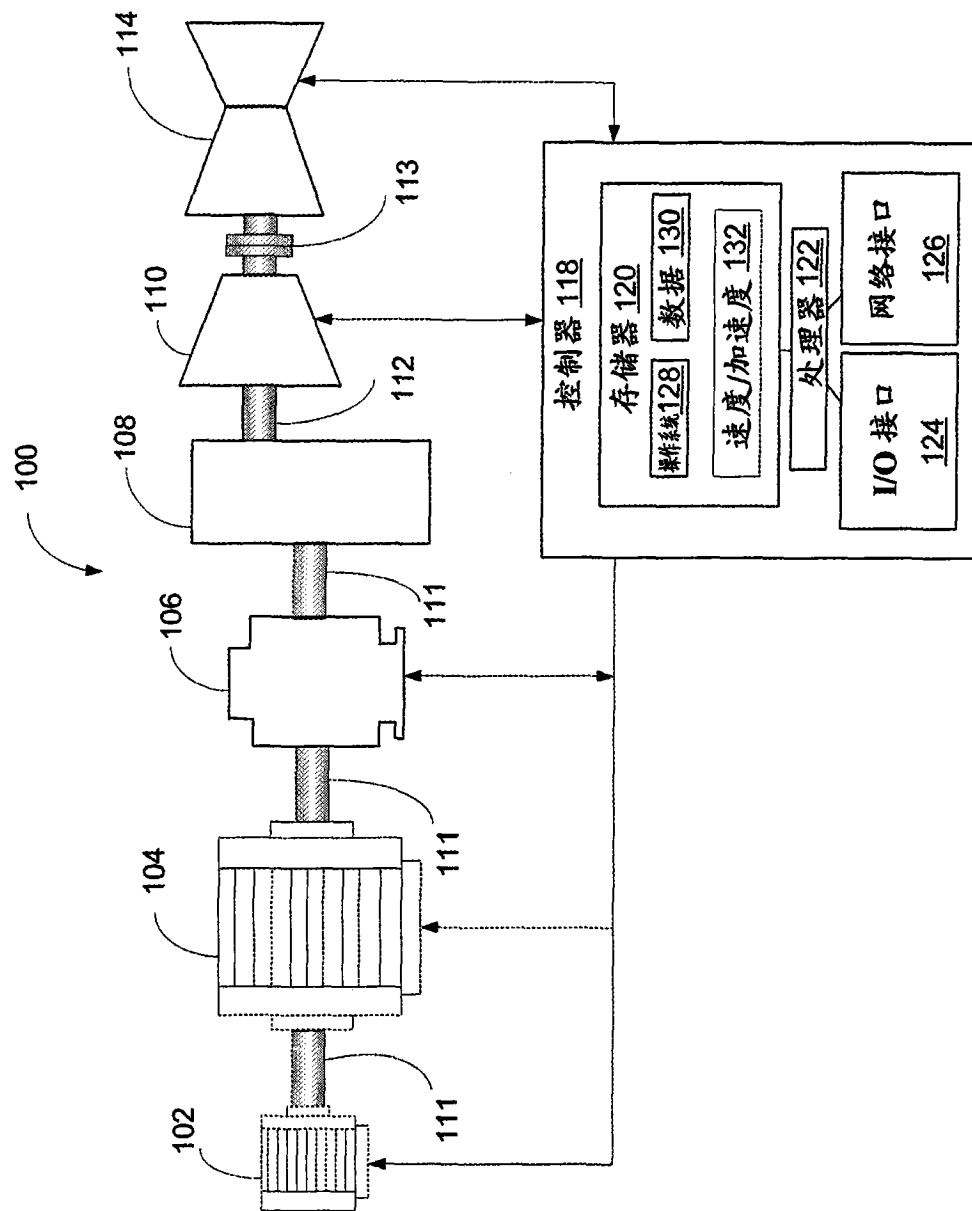


图 1

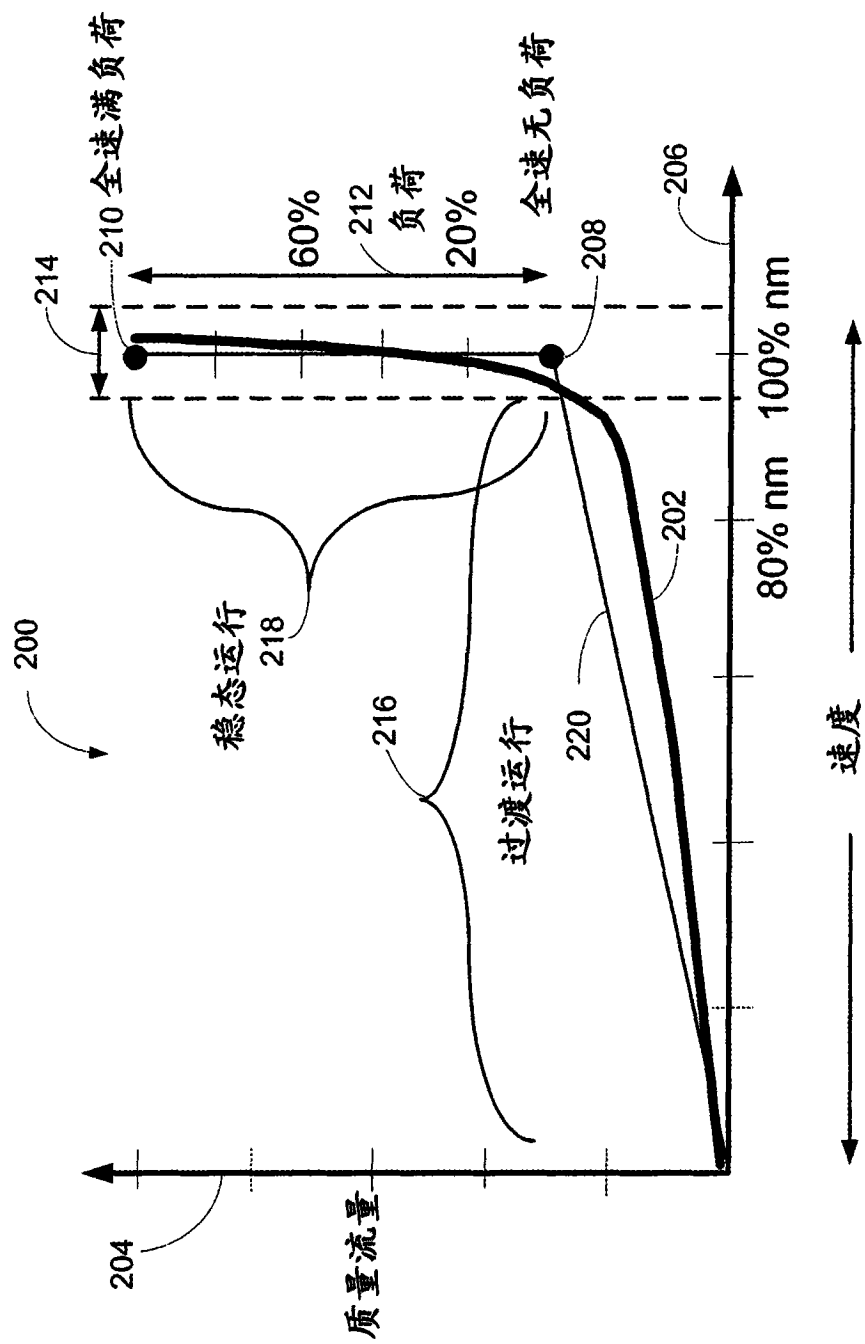


图 2

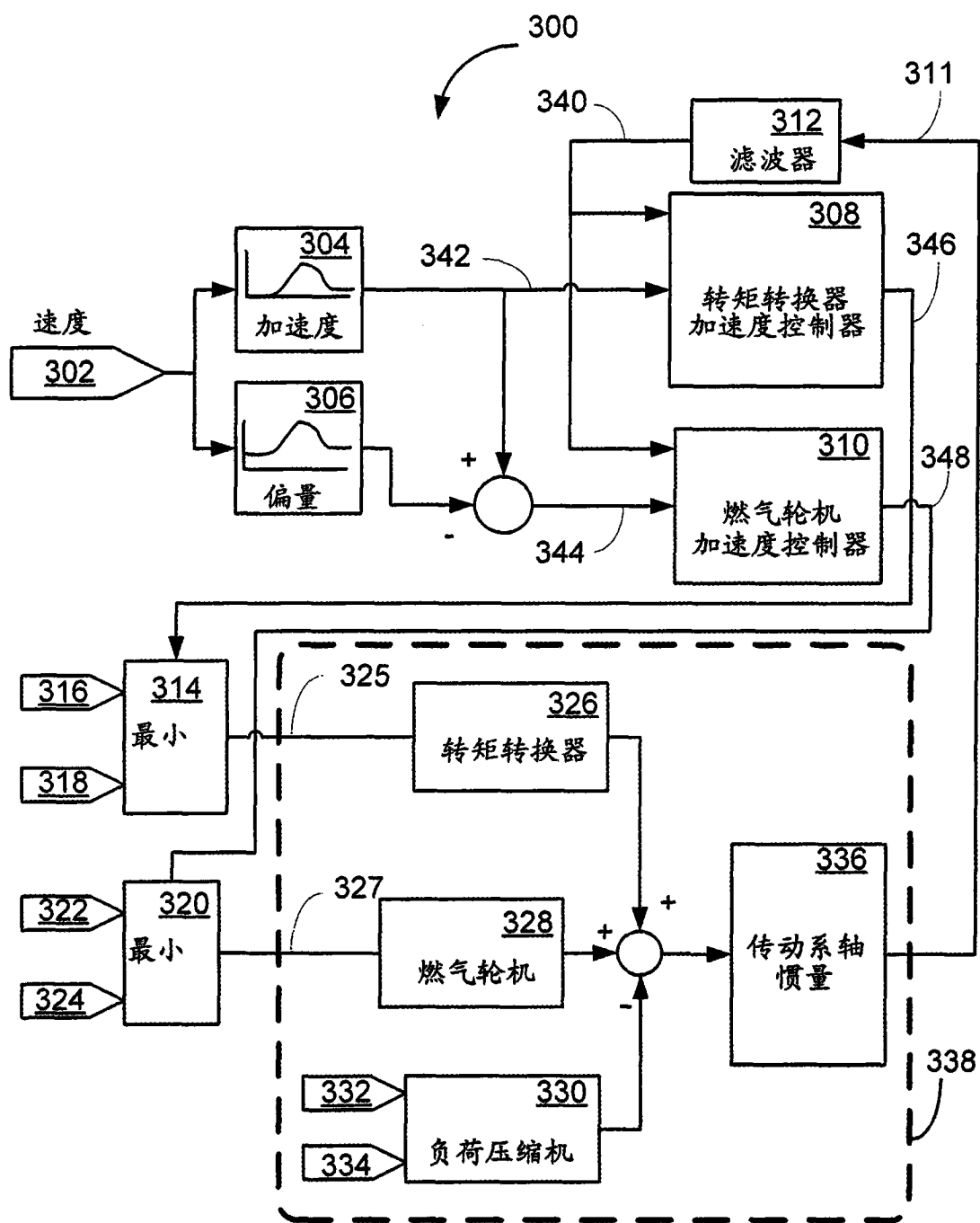


图 3

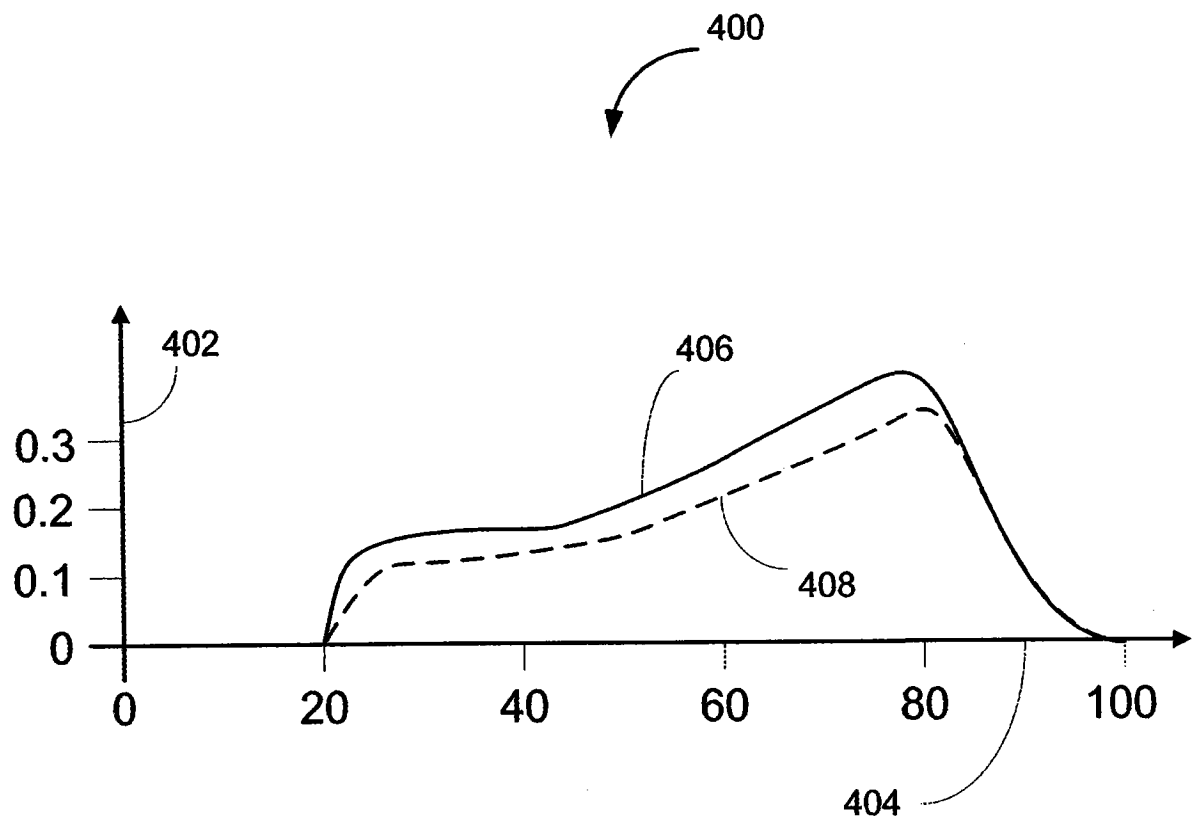


图 4

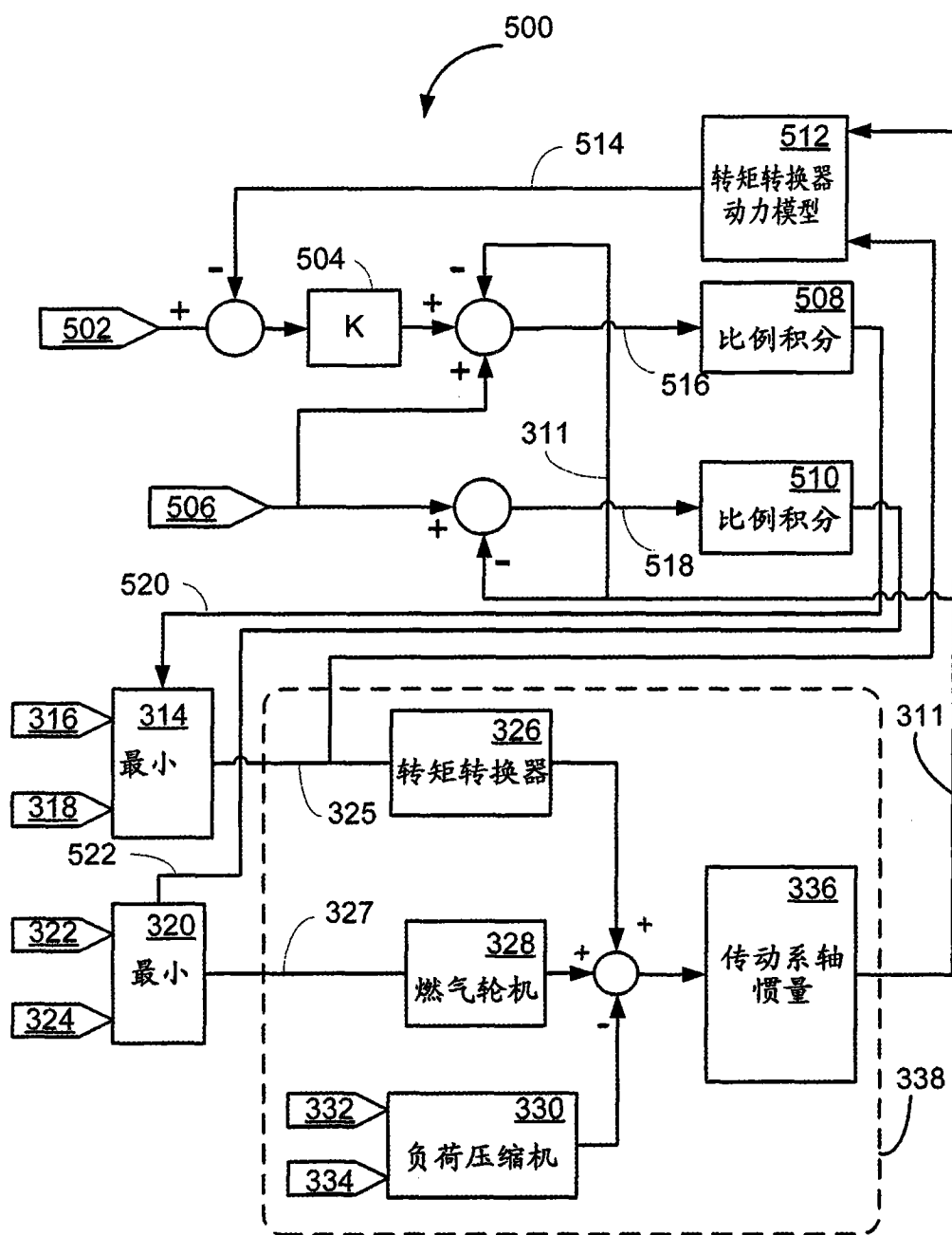


图 5

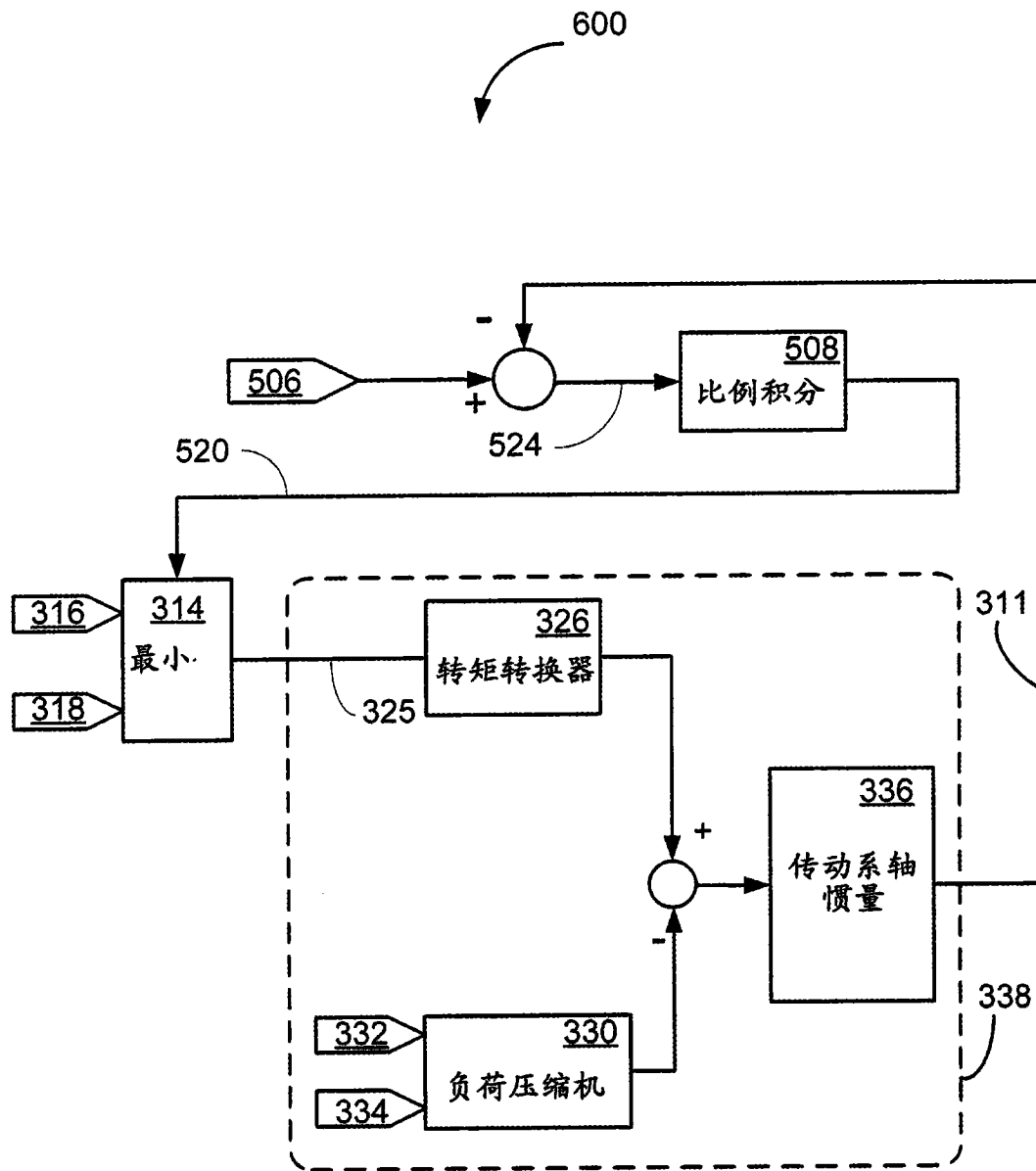


图 6

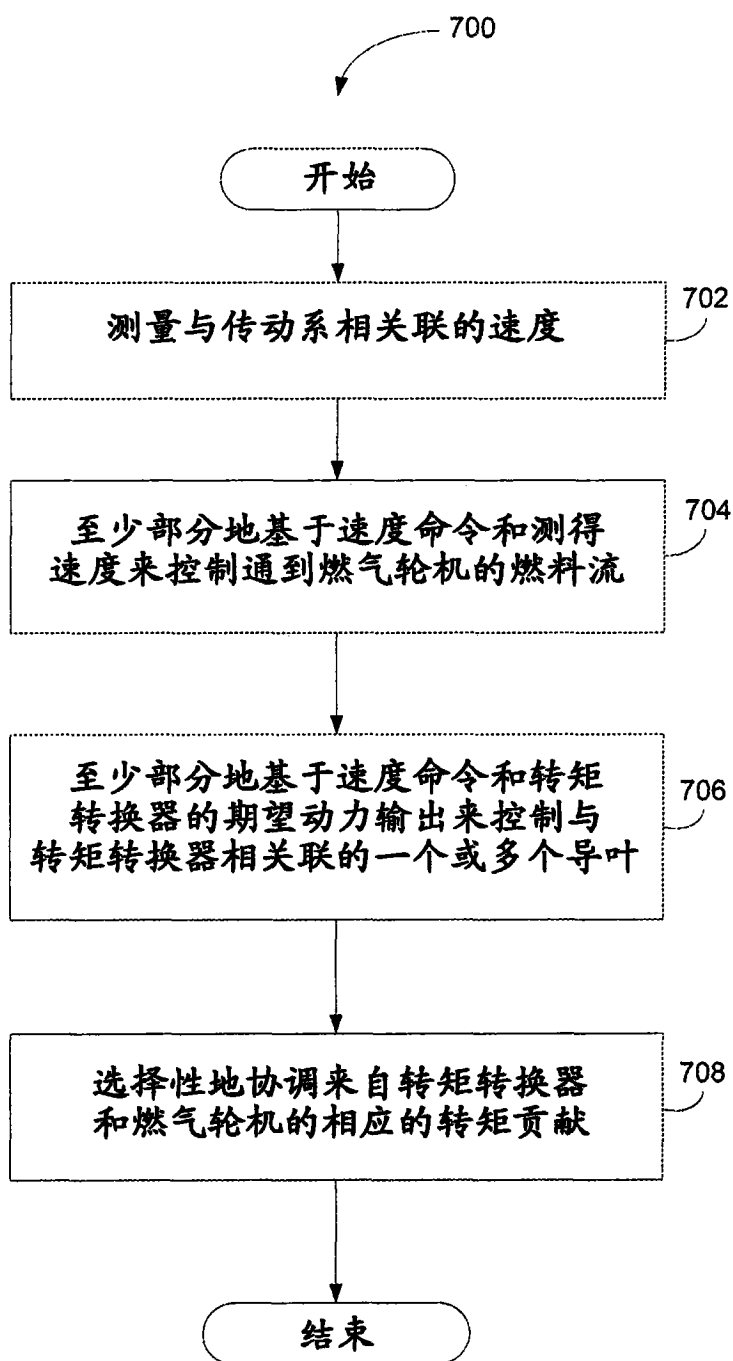


图 7