

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B60W 50/06 (2006.01)

B60W 10/04 (2006.01)

B60W 30/20 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780036347.X

[43] 公开日 2009年9月2日

[11] 公开号 CN 101522500A

[22] 申请日 2007.9.6

[21] 申请号 200780036347.X

[30] 优先权

[32] 2006.9.28 [33] DE [31] 102006045857.5

[86] 国际申请 PCT/DE2007/001610 2007.9.6

[87] 国际公布 WO2008/040282 德 2008.4.10

[85] 进入国家阶段日期 2009.3.30

[71] 申请人 卢克摩擦片和离合器两合公司

地址 德国布尔

[72] 发明人 S·J·琼斯 B·佩内克

A·瓦尔特 T·温克勒

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 侯鸣慧

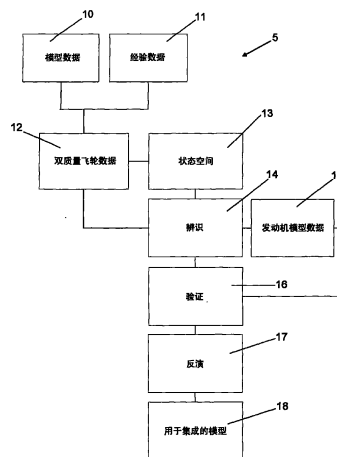
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 2 页

[54] 发明名称

动力总成系统

[57] 摘要

本发明涉及一种动力总成系统，尤其是用于机动车，该动力总成系统具有一个借助于控制装置控制的驱动单元，该驱动单元具有一个驱动轴和一个与该驱动轴处于作用连接并且由该驱动轴驱动的元素，其中，在该控制装置中读入该被驱动元件的至少一个状态值并且该驱动单元的特性通过所述至少一个状态值影响。



1.动力总成系统，尤其是用于机动车，该动力总成系统具有一个借助于控制装置控制的驱动单元，该驱动单元具有一个驱动轴和一个与该驱动轴处于作用连接并且由该驱动轴驱动的元素，其特征在于：在该控制装置中读入该被驱动元件的至少一个状态值并且该驱动单元的特性通过所述至少一个状态值影响。

2.根据权利要求1的动力总成系统，其特征在于：多个状态值合并成一个状态空间。

3.根据权利要求1或2的动力总成系统，其特征在于：该驱动单元的待调节的、通过该被驱动元件的属性被加载干扰力矩的、推导出的发动机力矩借助于一个由所述至少一个状态值获取的补偿参量至少部分地更新。

4.根据权利要求3的动力总成系统，其特征在于：该更新的、推导出的发动机力矩被实时获取。

5.根据权利要求1至4之一的动力总成系统，其特征在于：对该被驱动元件借助于所述至少一个状态值作为状态空间模型进行分析检测。

6.根据权利要求5的动力总成系统，其特征在于：将该驱动单元的模式集成在该被驱动元件的状态空间模型中。

7.根据权利要求6的动力总成系统，其特征在于：该分析检测由建模的被驱动元件的数据进行。

8.根据权利要求5的动力总成系统，其特征在于：该分析检测由该被驱动元件的经验确定的数据进行。

9.根据权利要求 2 至 8 之一的动力总成系统,其特征在於:将表明该被驱动元件的运动的特征的输入参量输入到该状态空间中并且为了获取推导出的发动机力矩而形成和输出表明特征的参量。

10.根据权利要求 9 的动力总成系统,其特征在於:至少一个输入参量是转速。

11.根据权利要求 5 至 10 之一的动力总成系统,其特征在於:将该状态空间模型反演。

12.根据权利要求 1 至 11 之一的动力总成系统,其特征在於:该被驱动元件是一个装配在该驱动单元上的双质量飞轮,该双质量飞轮具有一个与该驱动轴处于连接的初级侧和一个可与离合器的设置在后面的传动机构相连接的次级侧。

13.根据权利要求 9 至 13 之一的动力总成系统,其特征在於:至少使用该初级侧的转速和该次级侧的转速作为输入参量。

14.根据权利要求 9 至 13 之一的动力总成系统,其特征在於:将该双质量飞轮的未线性化的特性线性化。

15.根据权利要求 14 的动力总成系统,其特征在於:通过将非线性运动方程在预给定工作点上微分来进行该线性化。

## 动力总成系统

### 技术领域

本发明涉及一种动力总成系统和一种用于运行该动力总成系统的方法，尤其是用于机动车，该动力总成系统具有一个借助于控制装置控制的驱动单元，该驱动单元具有一个驱动轴和一个与该驱动轴处于作用连接并且由该驱动轴驱动的元素。

### 背景技术

已经公知了动力总成系统中的装置，在这种装置中，内燃机借助于发动机管理系统来控制。例如点火时刻、即各个缸的点燃通过喷射时刻和喷射量来调节。为了表明发动机状态的特征，由驾驶员通过负荷杠杆预给定的期望力矩在此通常借助于发动机特性曲线族根据借助于飞轮齿圈或点火标记由传感器检测的发动机转速确定内燃机的给定力矩。

如果在曲轴上安置有将与时间相关地动态的反力矩引入到曲轴中的被驱动元件例如辅助机组、离合器构件和/或变速器构件例如双质量飞轮，则这由于短时力矩变化的这种高动态引入而在曲轴上导致对当前待处理的发动机力矩的带有误差的判读，由此，发动机管理系统继续错误地控制发动机。动态反力矩强烈地影响转速，尤其是在使用双质量飞轮的情况下。反力矩由于双质量飞轮的属性而不再可假设为恒定。这样受影响的转速在使用仅一个转速传感器的情况下导致对推导出的发动机力矩的错误判读。这例如可导致被驱动元件上的过载力矩，由此导致这些被驱动元件提前失效地过载、舒适性丧失和动力燃料消耗提高。

### 发明内容

因此，本发明的任务在于，提出一种动力总成系统和一种属于该动力总成系统的用于运行该动力总成系统的方法，该动力总成系统尽管在时间上变化地和动态地引入被驱动元件的反力矩，但允许改善地控制驱动单元。

另外，本发明的任务在于，使这种校正的投入在成本范围方面保持简单和廉价。

该任务通过一种动力总成系统来解决，该动力总成系统具有一个借助于控制装置控制的驱动单元，该驱动单元具有一个驱动轴和一个与该驱动轴处于作用连接并且由该驱动轴驱动的元素，其中，在控制装置中存储有被驱动元件的至少一个状态值并且驱动单元的特性通过所述至少一个状态值影响。尤其是该动力总成系统可在机动车中使用。

对于控制装置在此应理解为具有微处理器和存储器的计算单元，其中，在计算单元中实施控制驱动单元所需的步骤，用于表明驾驶员期望力矩的特征的相应传感器信号和其它输入参量被接收在相应的输入单元中，借助于例如存储在发动机特性曲线族中的发动机数据计算并且在输出单元中输出给所涉及的单元例如根据输出信号操作的喷射喷嘴或喷射泵。其它参数例如发动机转速或其它存在于 CAN 总线上的数据通常也被读入以便控制内燃机。通常，该控制装置与其它例如用于控制制动器、用于控制必要时存在的自动化的离合器的控制装置或与用于控制必要时存在的自动化的变速器的控制装置或其它控制装置相连接。有利的也可以是，为了优化控制装置的结构空间和/或电部件或计算功率，多个控制单元彼此组合成一个或使控制装置总数的数量减小的数量并且相互协调。

根据本发明，现在，将被驱动元件的至少一个状态参量读入并且必要时存储到用于控制驱动单元的控制装置中。然后在用于控制内燃机的算法中使用状态参量，由此，在使用所述至少一个状态参量的情况下获得与被驱动元件相匹配的内燃机特性。例如通过所述至少一个状态参量可至少部分地补偿对驱动单元起干扰作用的、由被驱动元件产生的事件。

对于本发明意义下的驱动单元应理解为这样的机组：该机组需要外部的控制并且具有驱动轴，该驱动轴的转速可根据驾驶员愿望来变化。在此意义下，驱动单元优选可以是具有曲轴的往复式活塞机以及具有相应构造的驱动轴的旋转式活塞机。在其它意义下，本发明的构型适用于具有驱动轴的电动机，该电动机通过一个被驱动元件干扰，因此必须借助于状态参量进行再调节。

作为被驱动元件理解为这样的元件：该元件从驱动轴接纳一个转矩或

者将一个转矩输出给该驱动轴。根据本发明，该元件可以是双质量飞轮，该双质量飞轮一方面通过一个质量与驱动轴无相对转动地相连接，由此可非弹性地接收转矩，另一方面具有一个弹性地耦合的次级质量，该次级质量尤其是可在动态工作状态中将一个转矩传递给驱动轴并且由此可引起对驱动单元的控制的干扰。另外，这种构件可通过动力总成系统中的其它元件构成，例如变矩器、变速器构件例如轴或齿轮或混合电机。

被驱动元件也可以是动力总成系统中与车辆车身相连接的其它组成部分或驱动车轮，它们在给定环境下导致曲轴中的反力矩，由此导致对内燃机的控制的干扰。例如车轮在路面上的不同附着已经可导致反力矩。可在这种过程中应用的状态参量可被获取并且也为了补偿干扰而可在控制装置中处理。

另外，被驱动元件可通过辅助机组例如燃料泵、发电机、空调压缩机和类似装置或带传动装置、凸轮轴、调节装置和气门传动装置和类似装置构成。

控制装置的下列典型控制任务例如可通过根据本发明的动力总成系统和所属方法来改善：

- 借助于发动机力矩的发动机控制，
- 有实时能力的发动机力矩模型的信号、验证和适配，
- 缸补偿调节，
- 存在于缸补偿调节中的燃烧断火的识别，
- 怠速运转调节，
- 反脉冲调节（Antiruckregelung），
- 负荷冲击调节，
- 喷射角和点火角的优化，
- 喷射量的优化，
- 预喷射量的探测和适配，
- 发动机启动的调整和适配，
- 起步过程的调整和适配，
- 内燃机与变速器之间的离合器的摩擦力矩的确定，
- 发动机控制装置的功能检验，

- 一般的发动机诊断,
- 动力总成系统中的机组例如离合器、变矩器、全部形式的变速器的改善的调节, 离合器的滑转调节, 驱动车轮的滑转调节,
- 混合应用情况下的控制过程,
- 变速器保护,
- 各个缸的燃烧室压力的获取或缸的动态平均压力的获取,
- 驱动机组的构件例如双质量飞轮的分析 (双质量飞轮的构件的位置确定)。

特别有利的可以是, 当存在多个状态参量时, 这些状态参量合并成一个所谓的状态空间。在此, 对于一个状态空间应理解为多个状态参量, 这些状态参量分别与时间相关并且表明传递系统的特征。借助于这些状态参量可根据也与时间相关的输入参量在假设初始值已知的情况下获取或计算控制传递系统所需的输出参量。

在物理上考察, 状态参量在此描述一个系统的能含量, 由此, 除了用于输出参量与状态参量、输入参量和初始值的相关性的方程之外对于多个状态参量可形成相应多个微分方程, 这些微分方程再现状态参量的动态特性。

在矢量上考察, 由这两个方程组在系统为线性和时不变性的情况下可考察方程作为矩阵组, 其各个系数可在矩阵元素中表示和计算。为了详细描述在测量和调节技术中状态空间模型的处理, 参见“Otto Föllinger 的 *Regelungstechnik – Einführung in die Methoden und ihre Anwendung* (第8版)”。

借助于以此方式在状态空间中建立的由状态参量、输入参量和输出参量构成的相关数据可推导出一个状态空间模型, 对该状态空间模型借助于模型数据和/或被驱动元件的在经验上获得的数据进行校验和辨识。如果状态空间模型和这些数据相一致, 则可至少部分地实现驱动单元的发动机力矩的实时补偿, 该发动机力矩受被驱动元件的影响干扰。

有利的是使用可容易测量的数据作为输入参量。对力矩进行测量来校正驱动单元的力矩是相对复杂的, 而已经证实, 使用转速可以是特别有利的。因此, 通过反演状态空间模型可由转速获得转矩的维的输出参量。附

加地以有利的方式在辨识被驱动元件期间接收驱动单元的模型数据，由此，作为输出参量可直接获得经校正的发动机力矩。经校正的发动机力矩可以此方式对于如上借助于典型应用例子描述的大量应用一方面在具有驱动单元的车辆工作中使用，而且可用于诊断发动机特性和/或动力总成系统特性。

被证实特别有利的是，所提出的方法用于动力总成系统，该动力总成系统具有一个驱动单元例如带有曲轴的内燃机和一个装配在其上的双质量飞轮，该双质量飞轮具有一个被接收在曲轴上的初级件和一个次级件，其中，这两个件相互支承并且可抵抗一个弹簧装置的力彼此相对受限制地且关于由曲轴预给定的转速彼此相对扭转。次级件通常带有一个摩擦离合器，次级件、由此驱动单元可借助于该摩擦离合器耦合到在作用方向上设置在后面的变速器上。不言而喻，本发明也包含一些变化的实施形式以及全部形式的辅助从动装置，在这些变化的实施形式中，一个电机并联地或串联地连接在中间。双质量飞轮用于对通过内燃机燃烧过程产生的振荡进行隔振。在确定的工作状态中，尤其是在被压缩的弹簧装置松弛时，双质量飞轮能够将反力矩引入到内燃机上并且干扰用于控制内燃机的控制装置的控制特性，这可导致所述的效应。

双质量飞轮可具有用于形成一个或多个减振器级的弓形弹簧和/或短螺旋弹簧作为弹簧装置，其中，弹簧也可借助于其它力储存器如橡胶元件来组合并且可设置在不同直径上。

弹簧装置可与一个迟滞装置叠加，该迟滞装置与弹簧装置相联系有助于阻尼。迟滞装置可通过两个或多个彼此间处于湿摩擦接触或干摩擦接触的摩擦配合件构成，这些摩擦配合件由在轴向上或径向上彼此相对的、有利地预压紧的摩擦面构成。与离心力相关的摩擦接触可有利地在两个件——这些件分别具有预给定的质量，所述质量由此具有在转动时产生的惯性矩——相对扭转期间这样来产生：在圆周上延伸的弹簧例如弓形弹簧由一个件例如次级件携动，在其外半径上在离心力下压在另一个件例如初级件的径向支撑装置上，由此在这两个件相对扭转时形成与离心力相关的迟滞力，在该迟滞力下这两个件难于彼此相对扭转。摩擦装置的其它有利构型例子例如可以是彼此相对轴向压紧的摩擦配合件，这些摩擦配合件中的一



个在初级侧并且另一个在次级侧无相对转动地或者带有扭转间隙地设置。在振动技术方面，双质量飞轮作为曲轴与变速器输入轴之间的低通滤波器起作用，该低通滤波器与振动频率的相移相联系典型地削弱振荡幅度。

如前面已经提及的那样，在进一步利用状态空间作为矢量方程组时，必须存在线性方程组。通常，系统模型例如双质量飞轮的微分方程不是线性的。但如果调节对象在确定的工作范围中具有近似线性的特性，则微分方程通常对于这种选择得足够小的工作范围可线性化。于是由此可搭建线性的状态微分方程和输出值方程。尤其是基于具有与转速相关的迟滞、预压紧的弹簧和迟滞装置自由角的弓形弹簧特征的双质量飞轮特性可以是非线性的。因此，根据本发明，将双质量飞轮线性化，其方式是双质量飞轮特性借助于物理关系用函数表示，接着在待使用的工作点上微分。特别有利的可以是线性化的其它措施，借助于该措施将近似线性模型作为基础并且确定一个适用范围，在该适用范围中，所产生的误差不超过预给定的界限。这种模型的选择可以是以块为单位。例如在极端情况下可将模型构造成“黑箱模型”，这种黑箱模型非常好地接近输入特性和输出特性并且在运动学过程方面不需要物理原有知识。在其它极端中，状态空间的建模可这样进行：使用精确描述系统运动学的方程（白箱模型）。接着的辨识于是与所选择的模型无关地提供期望的补偿，其方式是选择状态空间的变量，使得双质量飞轮的经验或模型支持的数据与状态空间模型的输入参量和输出参量之间获得经优化的一致性。

在一个特别有利的构型例子中，可将一个简化模型用于双质量飞轮，该双质量飞轮包括一个在两个质量即一个与驱动轴相连接的初级质量和一个与从动装置相连接的次级质量之间起作用的线性的弹簧/减振器元件。该线性模型的状态参量在此与非线性状态参量以足够的方式一致。不言而喻，该模型的选择与双质量飞轮的形式相关，并且与双质量飞轮的构型相关地且在其它意义下也对于任意被驱动元件可有利地优化相应的模型（黑箱模型，灰箱模型，白箱模型）。

对于简化模型例如适用下列关系：

$$J_{pri} \cdot \dot{\omega}_{pri} = M_{pri} - c \cdot (\alpha_{pri} - \alpha_{sek}) - d \cdot (\omega_{pri} - \omega_{sek}) \quad (1)$$

以及

$$J_{sek} \cdot \dot{\omega}_{sek} = -M_{sek} + c \cdot (\alpha_{pri} - \alpha_{sek}) + d \cdot (\omega_{pri} - \omega_{sek}) \quad (2)。$$

在此， $J_{pri}$  和  $J_{sek}$  表示初级飞轮质量的惯性矩以及次级飞轮质量的惯性矩， $M_{pri}$  和  $M_{sek}$  表示双质量飞轮的初级质量以及次级质量， $c$  表示在这两个质量之间起作用的弹簧元件的刚度， $d$  表示在这两个质量之间起作用的阻尼元件的扭转阻尼， $\alpha_{pri}$  和  $\alpha_{sek}$  表示初级质量以及次级质量相对于曲轴的绝对角度，绝对角度对时间求导的参量是角速度  $\omega_{pri}$  和  $\omega_{sek}$ ，角加速度是  $\dot{\omega}_{pri}$  和  $\dot{\omega}_{sek}$ 。

如果将初级侧与次级侧之间的相对角度以及两个飞轮质量的转动速度定义为状态参量，则得到下列状态矢量：

$$\underline{x} = \begin{bmatrix} \alpha_{pri} - \alpha_{sek} \\ \omega_{pri} \\ \omega_{sek} \end{bmatrix} \quad (3)$$

由方程 (1) 和方程 (3) 得到下列状态空间表达式：

$$\dot{\underline{x}} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 \\ -\frac{c}{J_{pri}} & -\frac{d}{J_{pri}} & \frac{d}{J_{pri}} \\ \frac{c}{J_{sek}} & \frac{d}{J_{sek}} & \frac{d}{J_{sek}} \end{bmatrix} \underline{x} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \frac{1}{J_{pri}} & 0 \\ 0 & \frac{1}{-J_{sek}} \end{bmatrix} \cdot \underline{u} \quad (4)$$

涉及该构型例子的本发明构思仅仅提出借助于速度  $\omega_{pri}$  和  $\omega_{sek}$  的信号进行分析处理，由此，输出矢量  $\underline{y}$  得到下列形式：

$$\underline{y} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \dot{\underline{x}} = \begin{pmatrix} \omega_{pri} \\ \omega_{sek} \end{pmatrix} \quad (5)。$$

不言而喻，在其它测量参量的情况下，例如在检测加速度、角度和转矩的情况下，输出矢量可假设其它形式。

如果一个例如前面所述的状态空间已经建立，则进行待补偿的被驱动元件、例如双质量飞轮的辨识。为此，根据本发明，获取物理输入参量的选出，这些物理输入参量足以确定所估计的输出参量。已经证实，不重要且多余的数据的选出导致不必要地复杂的计算并且重要输入参量的缺少可导致缺乏输出参量的单义性。

有利的例如可以是，由模型计算和/或由经验试验提供的数据经受离群

点检测，例如经受中值滤波器。另外，有利的可以是，对输入参量进行滤波，例如借助于 Butterworth 低通滤波器。在这种频率选择性滤波器中设置极限频率，直到该极限频率，信号几乎不变化地通过。较高频率的信号分量被强烈地吸收。不言而喻，附加地或作为替换方案，可与输入参量中的所产生的噪声相匹配地使用其它有利的滤波器。

为了进一步辨识被驱动元件，如在此进一步辨识双质量飞轮，必须确定线性状态空间模型的阶。对于双质量飞轮已有利地经受住考验的是阶  $n=2$ ，借助于该阶可描述理想的弹簧/减振器元件。阶的确定通常对于任意被驱动元件和所基于的模型必须分开进行。

在获取系统阶之后，通常的时间连续系统必须转换成等效的时间离散系统。这就是说，以双质量飞轮为例，基于所输入的数据而存在一个状态空间表达式，该状态空间表达式接着必须变换成时间离散状态空间模型。为此可有利地进行状态微分方程的通解的数字分析处理或者借助于数字积分方法进行状态微分方程的数字积分。为了确定离散化模型及其参量，接着可使用所谓的最小二乘估计式，在该最小二乘估计式中，由  $n$  次测量来调节、优选最小化输出参量之间的距离。该程序的执行接着产生方程 (4) 中定义参数  $c$ 、 $d$ 、 $J_{pri}$ 、 $J_{sek}$ ，这就是说，具有其真实特性的双质量飞轮被反映到模型上，对该双质量飞轮进行辨识。对所基于的模型的接着的验证例如可这样进行：通过所获得的参数对模型在预给定转动不均匀性的情况下进行计算并且将其与在相同转动不均匀性的情况下双质量飞轮的实际特性相比较。在这里，可在模型上在存在大偏差的情况下仍施加校正。

被驱动元件的以此方式建立的模型从现在起可存储在控制装置中，相应的输出参量可导入到发动机控制系统中。以双质量飞轮为例，对应的飞轮质量的初级转速或次级转速的估计通过预给定发动机力矩或负荷力矩来进行。通常，机动车中的转矩只有用相对高的投入才可测量，由此，按照本发明构思，对状态空间模型进行反演是有利的。接着，在反演时，反演的系统的输入参量表示初级飞轮质量的转速和次级飞轮质量的转速，而输出参量表示发动机力矩值或负荷力矩值。以此方式可借助于初级飞轮质量和次级飞轮质量上的简单的传感系统例如借助于转速发送器确定推导出的发动机力矩。因此，作为给定参量输出的发动机力矩可通过所述推导出的

发动机力矩这样来补偿，使得双质量飞轮对发动机的影响可至少部分地消除。不言而喻，应对这种反演的模型事先检验可其反演性并且接着再进行验证。

除了补偿通过双质量飞轮特性干扰的发动机力矩之外，本发明的一个有利构型例子是发动机力矩的稳态更新，用于怠速运转中的各缸平衡或燃烧断火识别。为此必要的可以是，将模型的在其中获取和计算可信数据的所谓置信度区间加宽，其方式是借助于所谓的局部线性模型（LoLiMoT）使用双质量飞轮。在此，置信度区间描述绕局部辨识工作点的工作范围，在该工作范围中，模型仍提供足够好的结果。通过使用局部线性神经模糊模型，复杂的建模问题分解成多个较小的、由此较简单的子系统，这些子系统又可通过线性分模型来描述。为了使用和实施上述滤波器系统以及LoLiMoT模型，可参考U. Kiencke / H. Jäkel的“Signale und Systeme”（第3版，Oldenbourg出版社）。

#### 附图说明

借助于图1和图2对本发明进行详细描述。附图表示：

图1 根据本发明的调节流程；以及

图2 以双质量飞轮为例描述的一个状态空间模型的建立。

#### 具体实施方式

图1中示出了根据本发明的调节1的示例性流程。在框2中提供一个用于调节1的给定值，该给定值作为初始值可由发动机控制系统计算和输出。给定值在内燃机的情况下可以是期望力矩，该期望力矩由驾驶员借助于加速踏板预给定。相应地，该期望力矩可根据其它参数例如发动机特性因数、变速器中挂入的档位、车辆工作状况、路面情况以及类似参数来调节。在框3中，给定值2用于调节对象，该调节对象可包括内燃机以及设置在后面的部分例如离合器、双质量飞轮或动力总成系统构件如辅助机组和后面的变速器。以双质量飞轮为例，输出给内燃机的给定值尤其是除了通过动力总成系统的其它部件造成的其它干扰影响之外还被双质量飞轮通过其两个飞轮质量的与力矩相关的彼此相对扭转干扰，由此，为了补偿干

扰, 根据本发明, 在框 5 中集成一个用于补偿干扰的状态空间模型。

在图 2 中详细描述了一个状态空间模型的建立。为了运行状态空间模型, 从调节对象 3 获取输入参量并且在状态空间模型中对这些输入参量进行处理。根据本发明, 输入参量可以是例如作为检测数据供控制装置使用的全部参量。因此, 例如控制装置可在所谓的 CAN 总线上供使用, 即数据如转速、加速度、电流和电压值和类似数据供在其上使用。为了补偿双质量飞轮的特性, 特别有利的可以是, 动用检测初级质量和次级质量的转速的信号, 其中, 其导出的参量如转速加速度和角速度用于分析处理也可以是有利的。

在经过状态空间模型 5 之后, 通过该状态空间模型在框 6 中输出一些输出参量, 这些输出参量可被读出并且经由合适的信号路径 7 被考虑用于校正给定值 2。不言而喻, 这种调节程序可与其它调节程序串行地或并行地在一个控制装置中例如借助于微处理器来计算。

在图 2 中借助于一个呈双质量飞轮形式的被典型地驱动的元件的例子来详细描述图 1 的状态空间模型 5 的建立。

作为在数学上和物理上描述双质量飞轮的根据, 一方面可在框 10 中考虑由计算程序获得的模型数据, 其中, 将实际双质量飞轮的相应的仿真数据作为基础。另一方面, 作为替换方案或附加地可在框 11 中给在框 12 中示出的用于相应双质量飞轮的数据组提供经验数据, 其中, 这些数据可由用实际双质量飞轮进行的台架试验获得。

由在框 12 中对数据进行的评价而在框 13 中推导出一个状态空间, 该状态空间在对于一个状态空间预给定的条件下反映双质量飞轮。例如为了在数学上处理状态空间而必须存在线性方程组。

借助于存在于框 12 中的数据以及附加地借助于存在于框 15 中的发动机模型数据例如内燃机特性曲线族, 对存在于状态空间 13 中的双质量飞轮进行辨识, 这就是说, 这样匹配存在于状态空间中的系数, 使得在与内燃机波动力矩相关的双质量飞轮实际测量数据与同一内燃机条件下的双质量飞轮实际特性之间得到尽可能大的接近。

如果对双质量飞轮进行了辨识, 则在接着的框 16 中对该双质量飞轮进行验证。该验证获取状态空间的系统精度并且获取该模型的可应用性的边

界条件。

为了获得在其维方面与给定值相一致并且同时以简单输入参量为基础的输出参量，特别有利的可以是，在框 17 中执行所谓的反演。原来，状态空间模型搭建在能量单元中，其中，将输入参量以力矩的维输入并且得到在两个飞轮质量的转速差方面双质量飞轮的相应特性。为了避免在实际环境中如在机动车中烦琐地获取可测量的力矩，在获取双质量飞轮的干扰参量的情况下特别有利的是，将在框 13 中建模的状态空间在框 17 中反演。这意味着，作为输入参量从现在起使用双质量飞轮的相应的转速差或其导出的参量作为用于状态空间模型的输入参量，由此，使用推导出的发动机力矩或干扰力矩作为输出参量。不言而喻，对这样反演的模型也应在数学函数方面进行检验和验证。

在框 18 中在执行上述过程之后供使用的模型作为状态空间模型 5 置入到根据图 1 的相应的调节回路中。

#### 参考标号清单

- 1 调节程序
- 2 用于形成给定值的框
- 3 调节对象的框
- 4 用于读入输入参量的框
- 5 用于状态空间模型的框
- 6 用于读出输出参量的框
- 7 信号线
- 10 用于模型数据的框
- 11 用于经验数据的框
- 12 用于双质量飞轮数据组的框
- 13 用于状态空间的框
- 14 用于辨识的框
- 15 用于发动机模型数据的框
- 16 用于验证的框
- 17 用于反演的框

## 18 用于集成模型的框

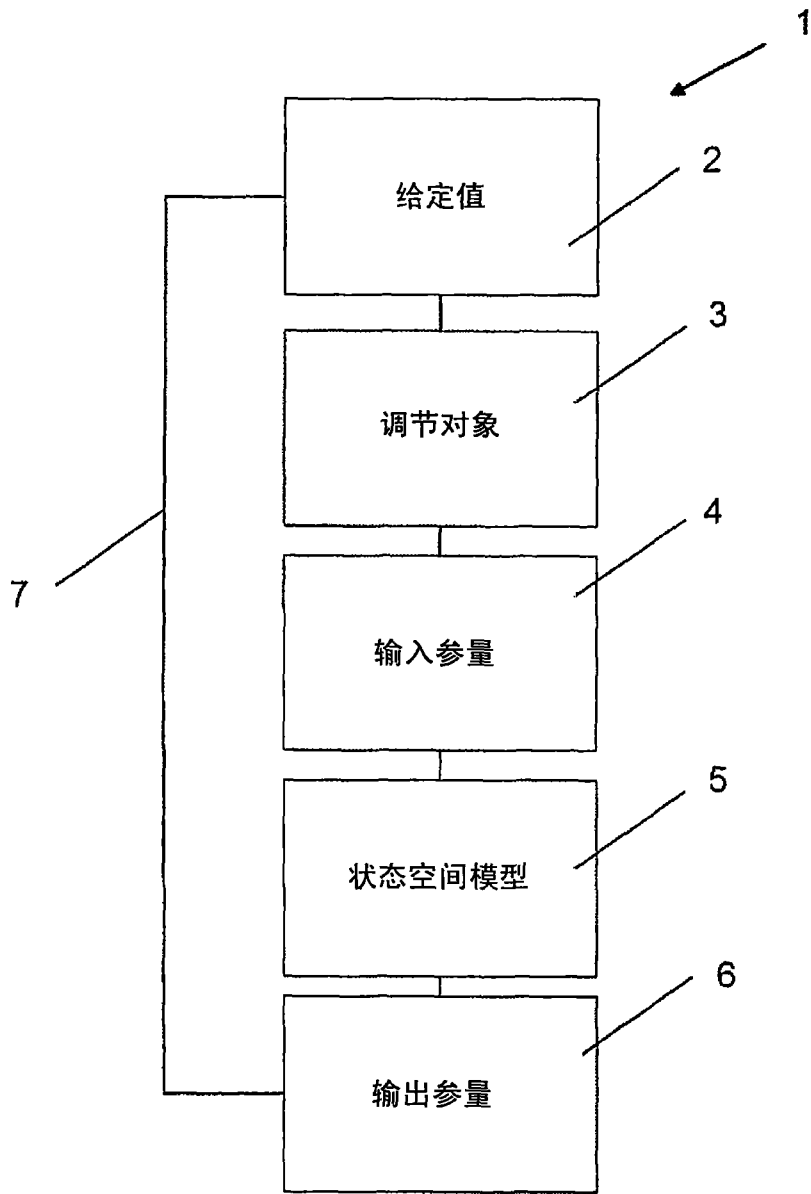


图1



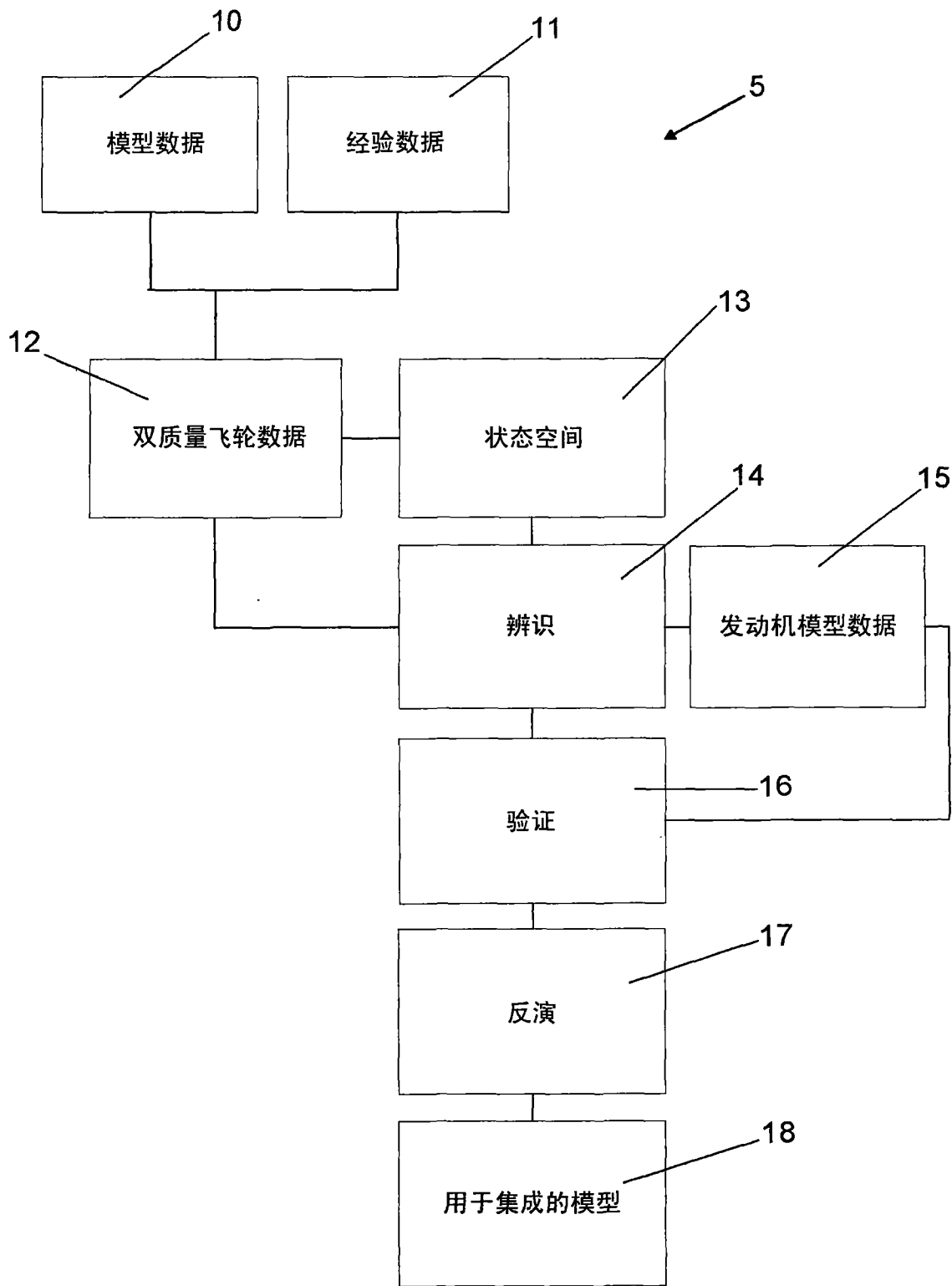


图2