

[51] Int. Cl⁷

F02M 21/02

F02D 41/26



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03805561.9

[43] 公开日 2005 年 7 月 13 日

[11] 公开号 CN 1639452A

[22] 申请日 2003.3.7 [21] 申请号 03805561.9

[30] 优先权

[32] 2002. 3. 8 [33] AU [31] PS0942

[86] 国际申请 PCT/AU2003/000272 2003.3.7

[87] 国际公布 WO2003/076788 英 2003.9.18

「85」 进入国家阶段日期 2004.9.8

[71] 申请人 I-森斯公司

地址 澳大利亚南澳大利亚

[72] 发明人 约翰·爱德华兹

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

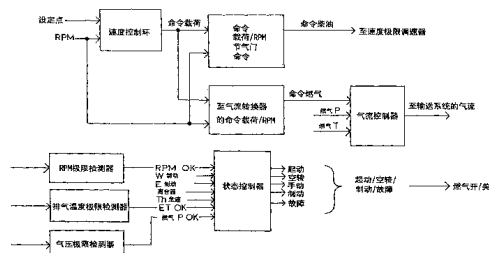
代理人 王 琮

权利要求书 3 页 说明书 22 页 附图 11 页

[54] 发明名称 双燃料发动机控制

[57] 摘要

一种用于双燃料柴油机的燃气替代系统，它监测载荷和 RPM 以及发动机和车辆的操作状态，包括节气门位移、巡航控制、空转、车轮制动和发动机制动、手动控制。收集数据以针对载荷/RPM 对值建立诸如燃料消耗和废气排放之类的参数，并且使用这些参数创建在可以进行替换的操作状态范围内每个载荷/RPM 对的最佳燃气替换值。该系统适用于：恒发动机转速固定应用(发电机组)；包括活动装置在内的变发动机转速应用；不具备现有发动机管理系统的汽车应用；具有基本的现有发动机管理系统的汽车应用；具有高级现有发动机管理系统的汽车应用。



ISSN 1008-4274

1. 一种控制向双燃料柴油机中添加燃气的方法，其中
 - a) 监测发动机以提出一组针对载荷和RPM的燃料需求量的数据；
 - 5 b) 控制系统监视发动机的载荷和RPM并且将它们与存储的数据进行比较以确定合适的燃气添加量。
2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，计算燃气量以替代作为输出载荷函数的由柴油燃料提供的部分能量。
3. 如权利要求1或2所述的一种方法，其特征在于，该方法适用
 - 10 于固定发动机并且使用发电机组输出信号来推导出瞬时载荷并且使用测量确定燃气替换量。
4. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其特征在于，所需燃料的数据集针对每组载荷和RPM值建立最佳燃气替换量。
5. 一种用于向车辆双燃料柴油机中添加燃气的控制系统，其中
 - 15 包括：
 - a) 检测RPM的传感器
 - b) 检测发动机载荷的传感器
 - c) 提供警报的油压和发动机温度传感器以及可选的排气温度警报传感器
 - 20 d) 检测车辆或发动机操作状态的传感器，包括巡航控制、手动控制、制动、空转、冷启动和减速传感器中的一或多个
 - e) 可选地节气门位置或行驶速度传感器。
6. 一种用于使用燃气替换双燃料柴油机中柴油的控制系统，包括：
 - 25 a) 检测或导出RPM的装置

b) 检测或导出载荷的装置
c) 用于针对载荷和RPM的燃料需求量数据集的存储装置;
d) 监测发动机的载荷和RPM并将它们与存储的数据进行比较以确定合适的燃气替换量的控制系统。

5 7. 如权利要求6所述的用于具有高级电子发动机管理系统的发动机的燃气替换控制系统, 其中检测或导出RPM和载荷的装置是高级电子发动机管理系统的一部分。

8. 如权利要求6所述的控制系统, 其特征在于, 还包括检测车辆和发动机操作状态的装置, 这些操作状态包括巡航控制、手动控制、制
10 动、空转、冷启动和加速中的一或多个。

9. 如权利要求5或6所述的控制系统, 其特征在于, 只是在车辆没有制动、没有空转并且节气门没有完全降低时才使用燃气替换柴油燃料。

10. 一种分析发动机性能以助于改进发动机控制的系统, 包括:

15 a) 用于在离散的时间间隔测量包括发动机载荷、RPM、所喷射燃料、进气温度、排气温度、废气中氧或二氧化碳水平在内参数的测量设备

b) 用于存储由测量设备在每个所述离散时间间隔所收集数据的电子存储装置

20 c) 用于分析所存储数据从而为每个参数针对每个所测量的发动机载荷和RPM点建立数据表的装置。

11. 如权利要求10所述的系统, 其特征在于, 使用成像软件将每个参数的数据集显示为针对载荷和RPM描绘的3维曲面。

12. 一种用于管理双燃料发动机的燃气替换的系统, 其中包括:

- a) 用于连续地控制所要添加的燃气量和所要减少的柴油燃料量的控制系统
- b) 记录和/或显示所测量和/或推导出的当前和历史发动机操作参数表示的信息反馈系统
- 5 c) 由信息反馈系统在整个载荷和RPM范围内针对每个发动机系列标识纯柴油和双燃料操作特性的分析系统
- d) 包含由分析系统针对每个发动机系列创建的默认控制系统操作参数程序的编程系统。

13. 如权利要求12所述的系统，其特征在于，信息反馈系统为控制
10 系统收集包括分析系统用来生成程序所用的燃料消耗和废气排放数据在内的数据以优化燃料的添加，从而在载荷/速度范围内实现最佳经济和/或环境性能。

双燃料发动机控制

5 技术领域

本发明涉及在以柴油燃料为主且补充如天然气或丙烷之类燃气这一类型的双燃料发动机中燃料供给的控制。

背景技术

10 使用天然气或液态丙烷燃气[LPG]替代部分柴油燃料可以节省开支并且通过更好的燃烧而改善排放。美国专利US5224457A公开了一种用于固定发动机的双燃料系统。发动机具有由电控单元控制的柴油机喷射系统和配量阀以及控制燃气导入发动机进气管的混合器。电子调速器控制配量阀，链路控制器协调ECU和调速器。

15 美国专利US5226396A通过测量废气中的氧含量并且响应废气中氧含量而调整向柴油机进气管中的燃气供应，解决了燃料类型和燃烧质量变化的问题。美国专利US6055963A公开了一种相关的方法，其中所测量的废气中的氧水平与由发动机转速和发动机载荷所计算的预期废气氧含量进行比较，然后调整能含量值。

20 美国专利US5937800A通过确立所需调速器输出能量值并将柴油机和气体燃料的能量比确定为实际和预期发动机转速和发动机载荷的函数，从而解决了所添加的气体燃料能量值变化的问题。与美国专利US5937800A同时提交的美国专利US6101986A涉及降低在液体和双燃料模式之间转换过程中的发动机转速波动。这是通过确立在转换后所要添加

的预期柴油量并使用能量相等的气体燃料代替一定数量的柴油而实现的。

美国专利US6230683A涉及双燃料PCCI发动机并且通过控制输送至进气管的燃气的数量来控制燃烧定时。

5 美国专利US6003478A公开了一种双燃料控制系统，该控制系统监视进气量、进油量、废气温度和油压。发动机在其中一个参数不合适时并不关闭，但是燃气供应却可以在无载、低载和过载条件下关闭。

美国专利US6202601A公开了一种系统，该系统通过监视发动机载荷情况并且在高载荷条件下提供3阶段的燃料喷射来防止双燃料发动机中
10 的爆燃。图1A描绘了发动机载荷随RPM的变化以确定可燃性极限，即燃料与空气之比，在该比值处的气体燃料量将不能支持稳定的燃料。在图1B中，绘制了被认为与发动机载荷成比例的燃料与空气之比随RMP的变化。

除了这些尝试之外，柴油机的燃气蒸发（fumigation）并未被广泛
15 采用，尤其是在汽车发动机中。在汽车柴油机中有效使用燃气所要附加的众多变量使得设计实用、在经济上可行并且在环境上有利的控制装置非常困难。

本发明的一个目的是克服这些困难来管理这些变量。

20 发明内容

为此，本发明提供了一种用于双燃料发动机的燃气控制系统，该系统检测：

- 1 RPM
- 2 载荷
- 25 3 可选的节气门位置或行驶速度

4 油压和发动机温度报警以及可选的排气温度报警

5 车辆和发动机的操作状态，包括稳速行车控制、手动控制、制动、空转、冷启动和加速中的一或多个。

- 5 大多数现有技术中的系统不能完全评定操作状态的优化燃烧和车辆操作状态更改的结果。尽管某些系统在排气温度或油压超过预定极限时会关闭燃气蒸发（fumigation），但是它们没有考虑例如制动对于废气排放质量的影响。

本发明适用的主要柴油机和应用类别为：

- 10 ● 恒发动机转速固定应用（发电机组）。
● 包括活动装置在内的变发动机转速应用。
● 带有机燃料控制/计量（没有电子发动机管理系统）的汽车应用。
● 带有基本的现有电子发动机管理系统的汽车应用。
15 ● 带有高级的现有电子发动机管理系统的汽车应用。

在另一方面，本发明提供了一种控制向双燃料发动机中添加燃料的方法，其中：

1. 监视发动机以形成一组随负载和RPM而变化的燃料需求量的数据
20 据
2. 控制系统监视发动机的载荷和RPM并且将它们与所存储的数据进行比较以确定适当的燃气替代量。

在另一方面，本发明提供了一种用于在双燃料柴油机中使用燃气替代柴油的控制系统，该系统包括：
25

- a) 检测RPM的装置
 - b) 检测载荷的装置
 - c) 用于随载荷和RPM而变化的一组燃料需求量数据的存储装置;
 - d) 一个控制系统, 它监视发动机的载荷和RPM并且将这些与所存
- 5 储的数据进行比较以确定合适的燃气替代量。

绘制了发动机的图, 最好是使用测功计台架试验和排放测试设备标识发动机在载荷/RPM范围和可能的燃料替换比范围中的操作特性。可能会在载荷/RPM/替代范围内离散的点上记录操作特性的瞬时值, 例如燃

10 料消耗、热效率、排放和燃烧温度。所得到的结果最好是以每种发动机系列和配置针对载荷和RPM的主要输入参数的纯柴油和双燃料需求量的三维数据集的形式呈现。这些数据集表示三维特性曲面上的控制点。可以为发动机的所有相关操作参数形成这些特性曲面。此外, 还可以考虑那些可能会影响发动机操作的辅助输入参数。辅助可变输入参数包括进

15 气温度、湿度和大气压, 辅助恒定输入参数包括燃料类型、压缩比、内径和冲程。在本发明中, 优选的方法是在绘图过程中保持辅助输入参数的集合恒定而改变载荷和RPM。这些变化可能会在均定义为值的有序偶的步骤中完成。可以为每个载荷/RPM对组收集任意输出参数。所要收集的有用的输出参数包括针对每个所测量载荷/RPM点的燃料消耗和排放,

20 例如颗粒排放、二氧化碳或一氧化物排放。可以使用包括线性规划和模拟退火在内的多种工具和方法分析这些数据集, 从而在RPM/载荷范围内标识柴油和气体燃料流速的两个导出数据集, 它们可以实现最佳的双燃料经济性和环境产物而又降低、维持或增大原本由柴油机在仅使用纯柴油时生成的功率。环境产物包括最大化地降低诸如二氧化碳、氮氧化合

物和颗粒的排放而又将一氧化碳和碳氧化合物的增加降至最小。这对于固定和汽车柴油机均是一种改进。

在RPM/载荷范围内的最佳柴油和气体燃料流速的这两组数据集可能会转换为流速的函数逼近，并且这些可能会被编程到发明人的控制单元
5 中。这些函数逼近可能会采取分段的双线性或双三次插值的形式。

本发明的控制系统可以连续地监视发动机RPM和预定燃料给料速度、导出载荷并将RPM和载荷值与编入程序的燃料流速函数逼近值结合起来以确定合适的燃气和柴油流速。

控制系统命令发动机的燃料泵或现有的电子发动机管理系统提供所
10 需的柴油流速。同时，控制单元命令燃气流量阀或喷嘴向柴油机的进气口中提供所需的燃气流速。这样就可以总是为特定条件下的车辆和发动机提供最佳数量的柴油和燃气。本发明中的控制系统并没有替代现有的电子柴油机管理系统，但是却向它提供了例如经过改进的信号，信号中维持或减少了向柴油机喷嘴传送的柴油机管理系统命令，这样喷嘴就可
15 以提供经过识别的所需数量的柴油流。当发动机具有机械燃料控制系统时，本发明的控制系统就在节气门和柴油燃料喷射泵之间协调以命令经过标识的所需经过修改的柴油流速。本发明的控制系统通过命令燃气流量阀根据编程的设置改变其开口的横截面积来提供经过标识的所需气流。如果使用燃气喷嘴，控制系统会命令在喷嘴脉冲时间中出现指定的
20 变化。如果为燃气输送选择了连续多点喷射选项，控制系统就会改变燃气喷嘴的操作定时，这样燃气就会供给与进气口部的操作协调的每个气缸的紧邻进气口，并且关闭该气缸的废气排出口以将在扫气过程中通过气缸的未燃燃气的数量降至最低。

在另一方面，本发明提供了一种对发动机性能进行分析以助于改进
25 内燃机控制的系统，该系统包括：

a) 测量设备, 用于在离散的时间间隔测量包括发动机载荷、RPM、所喷射燃料、进气温度、排气温度、废气中氧或二氧化碳水平在内的参数

5 b) 电子存储装置, 用于存储在每个所述离散时间间隔由测量设备所收集的数据

c) 用于分析所存储数据从而针对每个所测发动机载荷和RPM点为每个参数建立数据表的装置

这就是分析发动机性能的基础和改善性能的基础。

10 在另一方面, 本发明提供了一种获取关键的发动机和应用操作参数的信息反馈系统。该信息能够立即反馈到操作者那里以助于改进对发电机的控制和/或在离散的时间间隔抽样并为稍后的下载和分析而存储起来。该系统反馈系统包括:

15 a) 数据采集子系统, 其中数据是由现有或安装的传感器和/或现有的发动机管理系统获取的。相关的操作参数包括发动机/车辆操作状态、RPM、行驶速度、柴油燃料供给和返回、气体燃料供应、进气温度、排气温度、排气中的氧或二氧化碳水平。

b) 用于存储在离散时间间隔所收集数据的非易失性电子存储装置。

20 c) 向操作者提供所选参数值即时反馈的显示设备和/或适当时的听觉/触觉设备选项。

d) 确保远程授权观测者能够建立与数据登录系统的连接并请求实时显示所选参数的反馈子系统选项。

25 e) 以规则或所需间隔通过陆地或移动电话线、点对点电缆或可移动存储设备下载所存储数据到网络服务器或计算机的装置。

f) 处理并且可视化所存储数据的数据分析和报告子系统。

可能会对由信息反馈系统生成的数据进行分析以识别发动机/车辆的总性能，其中包括识别排放和将记录的驱动周期数据转换为负载曲线形式，其中使用例如频数多边形/多面体的直方图绘制在所有发动机载荷/RPM点上所花的时间。

该分析处理的结果包括比较载荷曲线和驱动周期和预测的最佳操作条件。可能会对与仅仅使用柴油操作完成同样工作的燃料消耗、成本和排放水平进行比较。

10 可能会使用可视化软件来将每个参数的数据集显示为针对载荷和RPM的三维曲面。也可以使用信息标识改善驾驶员控制车辆以节约燃料和降低不希望得到的废气排放的方法。

附图说明

15 下面将参照附图描述本发明的优选实施例，其中：

图1是本发明提供的发动机燃料管理系统（EFMS）的顶层系统图；

图2是对所有发动机和应用的燃烧建模并且导出排放和效率的系统混合模型图；

图3是本发明中的燃气添加系统与恒发动机转速固定发动机一起使用的系统图；

图4是本发明中的燃气添加系统与具有机械燃料控制/计量系统的变发动机转速应用的系统图；

图5是本发明中的燃气添加系统与具有机械燃料控制/计量或基本现有电子发动机管理系统的汽车发动机一起使用的系统图；

图6是本发明中的燃气添加系统与具有高级现有电子管理系统的汽车发动机一起使用的系统图；

图7是在所导出的发动机载荷中使用的节气门/RPM与载荷的关系图；

5 图8是在确定燃气替代中所用的RPM/载荷与燃料流图的图示；

图9是图1中所示信息反馈系统的系统图；

图10是图1中所示分析系统的组织系统图；

图11是本发明的一个实施例的燃气输送系统图。

10 具体实施方式

本发明的一个优选应用是用于固定或汽车应用中的柴油机。本发明通过向柴油机的空体供应中导入燃气，通常为丙烷或天然气以替代部分柴油燃料，从而使这些发动机在双燃料模式下实现优化的操作。如图1所示，本发明的系统包括四个相连接的系统，其中每个系统均包括子系
15 统。这四个系统为：

- 控制系统。
- 信息反馈系统。
- 分析系统。
- 编程系统。

20

本发明使用了一个**控制系统**，该系统连续地控制所要添加的丙烷或天然气的数量和所要减少的柴油供应的数量，从而实现加权的温室气体（CO₂当量）和其它排放的最佳减少并且在不损害操作性能参数的情形下将操作经济性节省最大化。

本发明的控制系统可能会指导（主）现有发动机管理系统的相关部分或被它们指导（从），或者在未安装发动机管理系统时管理燃料替代过程（独立）。

5 本发明使用了**信息反馈系统**，该系统记录和/或显示所测量的和/或导出的当前和历史发动机和应用操作参数的表示，其中包括燃料消耗和排放数据，从而帮助应用操作者查看并测量当前的性能并且执行和评估实现改进的动作。

10 本发明使用**分析系统**来针对每个发动机系列在整个载荷和RPM范围上标识纯柴油和双燃料操作特性和最佳排放和燃料消耗结果和比较。该系统还标识应用信息，例如载荷曲线或驱动周期并且可能会存储和报告多个/单个应用历史性能。

15 本系统使用了**编程系统**，该系统包含了由分析系统针对不同的发动机系列创建的缺省控制系统操作参数程序库。缺省程序被下载到控制系统并且针对每个发动机/应用进行定制以实现在整个载荷/速度范围内的最佳经济和/或环境性能。

本发明中使用的控制系统与包括发动机管理系统、传感器、调速器和节气门控制在内的主要现有柴油机和应用系统和程序相互作用。

20 控制系统使用图2中所示的混合方法来对燃烧建模并且推导出所有发动机和应用的排放和效率。主要的排放是使用基本的燃烧方程式计算的，次要的排放、燃料消耗和效率是由经验函数逼近推导得来的。

控制系统使用不同的子系统配置来与主要的不同类型的现有柴油机控制和能量输入系统相互作用，并且使用不同的方法获得瞬时载荷值。

本发明适用的主要的不同柴油机和应用类别为：

- 恒定发动机转速固定应用（发电机组）。
- 25 ● 包括活动装置在内的变发动机转速应用。

- 不带有现有发动机管理系统的汽车应用。
- 带有基本的现有发动机管理系统的汽车应用。
- 带有高级的现有发动机管理系统的汽车应用。

5 对于恒定发动机转速固定应用（发电机组），发动机的恒速调速器会连续地将发动机转速与参考设定点进行比较。当载荷增大或减少时，发动机转速的趋势是由设定点逐渐减小或者超过设定点直至燃料供给速度有所调整。如果发动机转速低于设定点，调速器就会增大燃料供给速度，如果发动机转速高于设定点，调速器就会减小燃料供给速度。

10 如图3所示，本发明的控制系统测量发电机组输出电流以推导出载荷。发电机组的输出电压是常数，但是输出电流将在整个载荷范围内变化。发电机组输出功率是电压和电流的乘积。因为电压不会变化，所以它实际上是将电流与功率联系起来的比例常数（忽略交流发电机等损失和功率因素变化）。本发明的控制系统使用该关系和应用的规范数据来
15 推导出瞬时载荷。取决于百分数载荷，控制系统会向进气口导入预编程数量的燃气。会计算该燃气量以替代部分以前由柴油燃料提供的能含量以作为输出能量的函数。因为总是向运行的发动机提供柴油，所以现有的调速器总是可以响应发动机转速而提供很好的燃料流控制。燃气的燃烧会生成附加的能量，这样发动机就倾向于增大速度。调速器监测到该
20 趋势，并且降低柴油燃料流直至发动机返回至设定点。当输出载荷变化时，柴油和燃气流都会响应它而发生变化。

 对于包括船用和例如掘土装置、拖拉机和码头跨运车的活动装置在内的变发动机转速应用而言，存在两个主要的类别，即那些具有发动机管理系统的和不具有发动机管理系统的。如图4所示，对于没
25 有发动机管理系统的变速应用而言，现有的调速器可以通过增大或降低

柴油燃料流速而在操作RPM范围的任意点上将发动机转速维持在当前所选择的设定点。

本发明使用限速调速器和速度控制系统替代了该调速器。替换调速器具有一个节气门输入，本发明的控制系统调节它以实现计算的所需柴油流速来为该RPM补充预先编程的燃气流速。载荷作为发动机转速和当前所选设定点发动机转速之间误差大小的函数而被推导出来。

对于具有发动机管理系统的变速应用而言，本发明使用与具有发动机管理系统和在下文将参照图6描述的巡航控制模式中运行的汽车应用中使用的几乎一样的方式控制燃气和柴油供应并且标识载荷。

对于具有机械燃料控制/计量的汽车应用而言，本发明使用现有的或所需的已安装传感器和包括信号调节单元的控制系統，信号调节单元处理下列发动机和应用输入信号：

- 行驶速度
- 排气温度
- 车轮制动
- 发动机制动
- 离合器
- 稳速行车控制的设置、继续滑行和加速
- 燃气压力和温度
- 发动机RPM
- 节气门位置

本发明的控制系统包括多个极限检测器，并且为每种发动机和应用而预先编程了每个检测器的安全操作阈值。通常情况下，下列要素要求使用极限检测器：

- 行驶速度
- 排气温度
- 燃气压力
- 发动机RPM

5

如果超过了任何阈值，极限检测器就会向本发明中控制系统的状态控制器子系统发送一个不宜继续进行的信号。

该状态控制器子系统接收来自极限检测器的信号和其它输入线号，例如车轮制动、发动机制动、离合器和设置和继续巡航。状态控制器使用10 该信息确定发动机/车辆的当前操作状态。可能的操作状态为：

- 起动
- 空转
- 手动
- 巡航
- 15 ● 制动
- 故障

状态控制器的输出被发送到多个不同的子系统并被这些子系统使用，如所附的系统图所示。

20 汽车调速器的现有机节气门联动装置被电子联动装置替换，该电子联动装置包括节气门位置传感器、节气门信号处理链（它是本发明控制系统的子集）和机动节气门致动器。

控制系统包括节气门/RPM至载荷转换器子系统，该系统使用通用的功能模型和任何可以为特定发动机和应用而标识和编程的特定参数改25 动。图7中显示了这一点，其中以a%显示了节气门从节气门关闭到节气

门全部打开的运动，而以a%显示了RPM在RPM由低空转到高空转的变化。对于任意给定的发动机转速，都可以通过标识节气门由无载位置向满载位置的移位而推导出发动机载荷。

本发明的控制系统针对发动机在以双燃料模式运行时而包括巡航控制
5 制器子系统操作选项。该子系统是比例/积分/微分（PID）、模糊逻辑、自适应或其它控制环，它将当前行驶速度与此前的设定巡航速度进行比较并且生成巡航载荷误差信号。

控制系统包括一个负载荷控制器子系统[参见图5]来指挥发动机制
10 动器在发动机/车辆处于巡航操作模式并且行驶速度超过巡航设定速度时操作。

控制系统还包括载荷过渡内插器子系统，该系统用于管理手动和巡航操作模式之间的平滑过渡。当前操作模式（手动或巡航）由状态控制器发送信号至内插器。内插器处理手动和巡航载荷信号、生成请求载荷信号并将该信号转发到请求的变化限制器载荷率子系统。

15 限制器子系统处理请求的载荷信号并生成命令载荷信号，其变化速度并不会超过针对任何相关发动机输出参数所标识并预先编程的载荷阶段响应时间。

如图4所示的本发明中控制系统的核心就在于下面的两个子系统，这两个子系统使用了相同的输入信号和内部过程，但是使用不同的操作
20 数据进行编程。命令载荷/RPM到ECU—节气门—转换器子系统和命令载荷/RPM到燃气—流动—转换器子系统作为输出提供了命令柴油机流动和命令燃气流动信号。通常情况下，这些输出信号是发动机RPM和命令载荷的二元插入函数近似值。这些近似值是参照预先编程的命令值的两维网格获得的，网格中具有载荷和RPM独立参数的网格轴[参见图8]。这就

允许控制系统在发动机的操作范围内针对载荷和RPM值的每一种可能而标识最佳燃气和柴油机流速并且为它们生成流动命令。

如图5所示，命令柴油机流动信号发送给ECU—节气门—源—选择器子系统，它取决于当前的发动机/车辆操作状态而选择原始的节气门踏板信号或命令柴油机信号并且将该信号发送至节气门致动器。

命令燃气流动信号被发送至燃气流动控制器（参见图5），它通过标识当前燃气温度和压力补偿燃气密度中的任何变化，并且标识所需燃气流速并将它发送信号至燃气流动输送系统中的阀或喷嘴控制器。

对于具有基本的现有电子发动机管理系统的汽车应用而言（参见图5），本发明的控制系统使用任意相关的由测量或推导得来的信息，这些信息由现有的发动机和车辆传感器获取的，而不是通过安装如上文列出的用于具有机械燃料控制/计量的汽车应用的传感器而获取的。

如果车辆具有现有的巡航控制系统，当发动机在双燃料模式下操作时，本发明的控制系统会使用其自身的巡航控制器子系统替代该巡航控制器系统。

与上文详述的过程的仅有的另一个主要变化是将节气门信号处理链控制子系统插入现有的电子联动装置中现有的节气门位置传感器和ECU之间。

如图6所示，对于具有高级发动机管理系统的汽车应用而言，本发明的控制系统使用任意相关的由测量或推导得来的信息，这些信息由现有的发动机管理系统ECU中获取的，而不是通过安装如上文列出的用于不具有发动机管理系统的汽车应用的传感器或者访问在基本的现有电子发动机管理系统部分所讨论的现有信号而获取的。

为了再次访问可以由高级ECU可以得到的所需信息，本发明的控制系统在ECU和ECU协议转换器子系统之间使用工业标准J总线或其它适当的接口。

ECU协议转换器是具有同高级发动机管理系统相接触的控制系
5 统所独有的。它允许本发明的控制系统发送和接收信息并询问现有的ECU以访问和修改所需的现有ECU参数和信号。它还将信息和参数数据转换为控制系统和ECU所要求的格式、范围和单位。

现在就由ECU协议转换器而不是使用上述直接输入信号方法获得了用于操作极限检测和发动机/车辆操作状态标识的信息。

10 本发明的控制系统访问现有的ECU命令载荷和发动机RPM参数并使用这些数据确定命令燃气输出信号并且使用上述方法确定所需的气流。

控制系统与现有的ECU相互连接以按照合适的数量改变柴油供给流速。当发动机以纯柴油模式操作时，现有的ECU使用其缺省的纯柴油输送流速。当发动机以双燃料模式操作时，控制系统通常指导ECU计算柴
15 油流速中适当的减少量。如果ECU不能完成该计算，控制系统会指导ECU依照控制系统命令载荷/RPM到ECU—柴油机—输送转换子系统的数量改变柴油机流速。该子系统与上文详述的命令载荷/RPM到ECU—节气门—转换器子系统几乎完全一致。

如果车辆具有现有的巡航控制系统，它仍将由现有的ECU管理。

20 图9显示了本发明的信息反馈系统，该系统与控制系统连接并且包含其自己的子系统，如下所述。它向发动机操作者或车辆驾驶员提供了立即标识低效操作和修改适当操作行为的能力。该系统提供了可能补充以触觉或听觉反馈的当前经济性和排放性能的即时视觉反馈。

选择每个参数的视觉反馈指示并且将其以直条或刻度盘指示器或图
25 表的形式显示。听觉反馈可能会使用不同的幅度、频率和脉冲时间信号

指示所选操作参数偏离最佳性能的程度。可以通过逐步增大节气门运动的阻力来提供汽车应用的触觉反馈，从而指示偏离最佳性能的程度。

除了这种即时反馈之外，信息反馈系统还将指定和/或所选的参数记录到非易失性存储器中以即时显示历史性能和通过标准电缆或调制解调器下载以进行远程离线历史性能分析和报告。

可能会以标准或指定时间间隔向存储器记录所选参数。记录系统存储器是由两个连接的先进先出（FIFO）缓冲器或堆栈构成的。操作的最后一个小时以高的抽样率记录，比如说每秒记录到第一缓冲器中一次，前一个小时/天/星期的数据以较低的抽样率记录，比如说每一分钟到十五分钟记录到第二缓冲器中一次。

第一缓冲器的输出经过过滤（使用卷积、加权平均或其它相关数字信号处理技术）并且以低得多的数据率再次取样到第二缓冲器中。短周期的高抽样率可能会构成一个详细的“黑匣子”记录，并且延长周期的低抽样率会生成发动机和应用的参数数据记录。信息反馈系统包括一组接收命令载荷和发动机RPM信号的命令载荷/RPM到辅助参数转换器。这些转换器使用经验和/或理论预先编程模型来描述任意所需的辅助参数。选项包括标识的或所有的排放、燃料消耗、热效率、进气流、转矩和功率。这些辅助参数不是燃料控制过程所需要的，但是会由信息反馈系统、分析和编程系统用于性能反馈、优化、监视、报告和分析以及编程。

如果启用了向操作者提供即时反馈的选项，最佳操作条件函数发生器子系统就会接收命令载荷、命令柴油和命令燃气子系统信号以及诸如热效率和排放之类的辅助参数信号。该发生器使用一个目标函数来生成理想载荷输出信号并且将该信号发送至性能偏差计算器子系统。

性能偏差计算器子系统通过计算理想载荷和实际命令载荷输入信号之间的差值来生成性能偏差输出信号。该输出信号发送至力反馈控制环和信息协议转换器。

力反馈控制环子系统将节气门踏板信号和性能偏差信号进行比较并生成操作节气门踏板装置中转矩马达的力反馈信号。马达使所需的力按下节气门踏板以与当前性能和最佳偏离程度成比例地增大，从而向驾驶者提供了触觉反馈。

信息协议转换子系统从辅助参数转换器、ECU协议转换器和其他控制系统输入信号和中间信号和/或应用传感器中接收信号。信息协议转换器设置信号值的格式并且使用工业标准J总线或其它合适的接口而使它们对信息反馈系统的显示和记录子系统可用。

如果启用了向远程观察者提供即时的实时操作数据的选项，观察者就可以通过调制解调器/陆地线路/无线/因特网连接与信息反馈系统连接并且请求发送实时操作数据。这就允许远程观察者查看所选参数，并且可能会将不同发动机/应用操作条件下的结果进行比较。图10中所示的本发明的分析系统包括使发动机和应用的下列主要处理更加容易的子系统：

- 绘图。
- 节气门/RPM到载荷函数。
- 阶跃响应。
- 优化经济和环境性能。

对于单个的应用：

- 将历史操作数据转换为静态图或曲面。
- 对历史性能进行逼近。

- 制作性能的投影。
- 比较性能。
- 可视化并且报告。

5 柴油机的操作能够以两个主要的独立可变操作输入参数——载荷和RPM的形式来描述。通过在整个载荷/RPM范围内使用至少36个关键点的网格对纯柴油和双燃料操作进行测试，可以对每个发动机系列绘图。

 一组辅助输入参数会影响到发动机的操作。辅助参数可以归为两个子组：可变参数和恒定参数。辅助可变参数的例子是燃气温度和压力、
10 环境温度、湿度和大气压以及在测试活动中测量和记录的参数。辅助恒定参数的例子是燃料规格、压缩比、内径和冲程以及从制造商的数据中获得的参数。

 描述双燃料模式下发动机特性所需的第三种输入参数是实现最佳经济和环境产物所用的燃气替代柴油燃料的百分数。当发动机在36或更多
15 关键点上测试时，燃气流速被保持为恒定的，并且在每个关键点上测量和记录发动机输出参数。

 输出参数包括燃料消耗、排放、发动机和排气温度、进气流、功率和歧管绝对压力。该测试过程可以在燃气流速的范围内重复，燃气流速提供于没有超过诸如最高压力和排气温度之类的规定发动机操作参数的
20 每个关键点上。

 本发明的分析系统采用关键列表测试数据的集合并且通过为每个数据集拟合合适的数学函数来处理这些表。然后，主要和第三种变量和辅助变量和常数就成为这些数学函数的独立参数。然后，发动机输出参数就变成从属参数或数学函数的输出。

输出是一组能够针对任意载荷/RPM/燃料组成组合描述或插入所列发动机输出参数的函数近似值（参见图8）。这些近似值可以视为一系列三维（3D）图形集，其中载荷和RPM包括3D曲面图的水平x和y轴，曲面的垂直位移指示给定的输出参数并且存在针对每一个燃气替代百分比测试系列的单个关键曲面。发动机绘图的结果是能够生成针对任意测试发动机系列所列出参数特性的函数模型。

此外，发动机绘图过程还包括一个纯柴油测试以使用表格形式测量和记录节气门位移、RPM和发动机载荷之间的关系。本发明的分析系统使用特殊的分析工具生成节气门/RPM到载荷函数。

10 还存在针对纯柴油和双燃料模式的单独的测试以测量和记录发动机的输出参数以响应载荷中的突变来标识发动机行为。分析系统使用特殊的分析软件标识每个发动机输出参数的阶跃响应时间常数。

本发明的独特之处在于它标识了所绘制的发动机在双燃料模式下运行时于所有载荷/RPM点可以实现的环境和经济结果的最佳可能平衡。本发明计算并且控制适当数量柴油和燃气的输送以实现最佳的性能。这样就可以通过从最佳环境和经济结果目标反向工作而计算出任一个载荷/RPM点的所需燃料流。

当标识最佳性能时，本发明考虑到双燃料和纯柴油燃烧过程不同的这一事实。在两种模式下，相同的载荷/RPM点具有相当不同的排放结果。在载荷/RPM范围内使用的燃料通常不包含同样的能含量。在低负载下，双燃料模式可能会使用更多的燃料（降低了热效率），并且生成比纯柴油操作更多的某些排放。在中等和高载荷负载时，双燃料操作会造成某些排放的很大降低并且有时还会使热效率增大。一个简单的替换模型不能有效地计算出在载荷/RPM范围内管理双燃料操作所需的不同燃气和燃料流，因为在发动机输出和输入之间并不存在简单的关系。

本发明的柴油和燃气供给速度在载荷/RPM范围上是完全可调的，并且针对每个发动机系列而编程到控制系统中。这些可调的速度使该系统可以计算并供给所需的燃料流以实现所标识的最佳环境 and 经济结果。

本发明的分析系统采用发动机绘图过程的数据和所处理的结果并且使用正式的优化技术，这些优化技术使用定制的目标函数来找出燃料消耗和所列排放之间的最佳平衡并且因此而标识了该发动机系列在整个载荷/速度范围内的最佳燃气替换百分比。

该目标函数可能会变化以反映不同的经济 and/or 排放情形。目标函数还可能包含定制的规则，例如对任意目标参数（例如特定排放物）的限制。所生成的最佳函数通常逼近为柴油和燃气的二元命令载荷/RPM至燃料流动函数。

对于变速和汽车应用而言，本发明的分析系统可以将基于历史时间而由信息反馈系统获得的操作数据转换为3D统计曲面（参见图8），它与定义发动机绘图过程的函数模型存在于相同的载荷/RPM/参数空间中。统计曲面的Z轴为发动机花在载荷/RPM有序对的（X,Y）网格上的时间百分数。

对于发电机组而言，RPM被认为是恒定的，这样就生成了时间和载荷的二维静态图。

分析系统将这些静态图或曲面应用于所绘制的发动机函数模型以获得历史性能的近似。可能会通过向所绘制的发动机函数模型应用任何适当的统计载荷/RPM图或曲面以对性能进行投影，从而：

- 为在与所记录的历史数据中存在的类似条件下的特定应用操作而推断将来的双燃料经济和环境性能。
- 为在任意规定的统计曲面或载荷曲线下操作的特定应用而估计理想的双燃料性能。

●为一段双燃料操作估计在相同条件下纯柴油操作在该历史阶段下的环境₅和经济结果。

●通过向类似发动机的存储函数模型应用历史纯柴油机操作数据，例如该应用的载荷、RPM和燃料消耗，以估计双燃料操作的环境和经济₅结果。

分析系统使用多种分析工具来比较所生成的统计图或曲面。可能会在纯柴油和双燃料模式的特殊应用下的性能之间进行比较，或者可以针对另一个应用进行比较。

₁₀ 本发明的分析系统包括可视化和报告工具和可能被定制的格式。可视化工具将发动机和应用数据生成3D图和二元函数以及标准图、图和表（参见图7和图8）。报告格式包括处理经济和环境结果并且将数据以相关国际标准或特定立法机构、管理机构或用户要求或请求中详述的格式呈现。

₁₅ 本发明使用编程系统将控制系统和信息反馈系统中的一些子系统编程。

针对每个绘制的发动机系列和该系列中不同发动机容量和/或配置选项的合适的子集，将上面详述的发动机系列分析过程的结果格式化为通用系统设置库。

₂₀ 该库存储在便携式计算机或其他合适的编程设备中。编程设备在安装过程中通过串行数据链路连接到控制系统并且在编程结束之后移除。从编程设备中为绘制的发动机系列中的发动机或与所绘制发动机类似的发动机将相关的通用系统设置下载到该发动机上安装的控制系统中。

也可以反向实施该过程，可以将设置从特定发动机上控制系统上传₂₅到编程设备辅助存储设备中。

编程设备还包括用于响应发动机或应用配置中较小变化而修改或微调通用设置的工具。

图11中显示了本发明的燃气输送系统。本发明中使用的控制系统将连续的气流信号由气流控制器发送至安装在燃气输送系统中的阀电机驱动器或喷嘴脉冲发生器/序列发生器。电机驱动器或脉冲发生器通过操作阀或喷嘴来输送所需的气流来响应信号。

对于阀和单喷嘴系统，燃气输送系统将所需气流输送到柴油机的进气歧管。序列多点喷嘴系统在接近气缸排气口关闭时将燃气输送至每个邻近的气缸进气口。控制系统状态控制器子系统在检测到发送机/应用处于故障状态时向燃气输送系统中合适的燃气关闭子系统发送燃气关闭信号。

燃气输送系统包括依照与每种应用的地理区域相关实践的法规、规章和规范安装的煤气装置。

本领域的普通技术人员将认识到可以不背离本发明的概念而以多种方式实现本发明。它适用于多种柴油机类型和替代柴油的燃气，只要这些燃气不会影响发动机或车辆性能并且有助于提高燃料经济性和改进环境排放物。

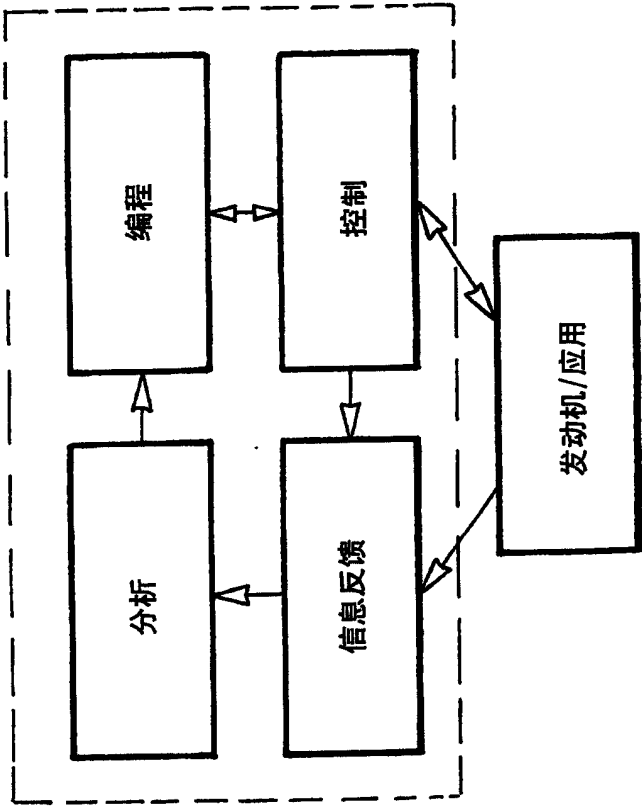


图1

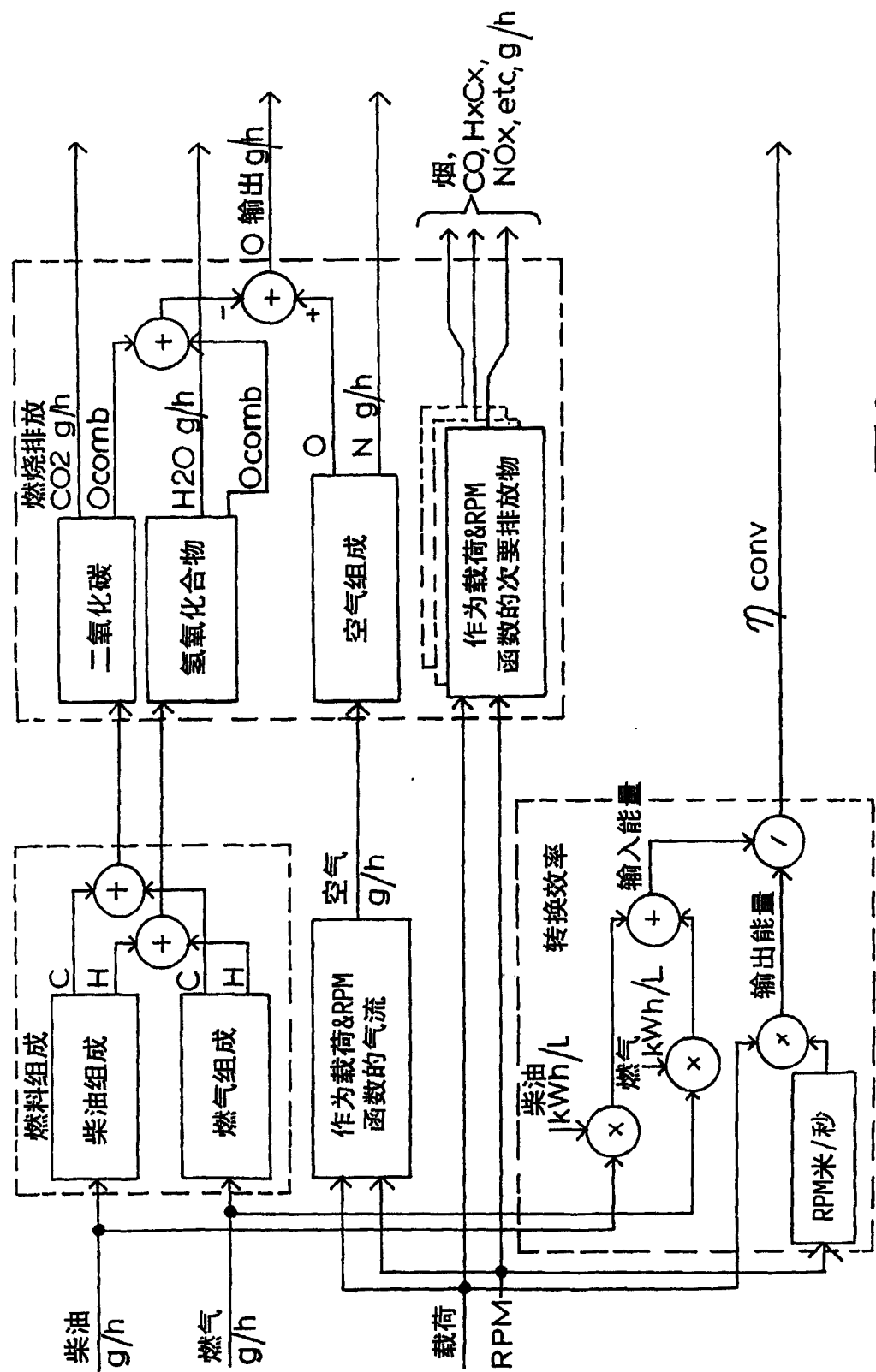


图2

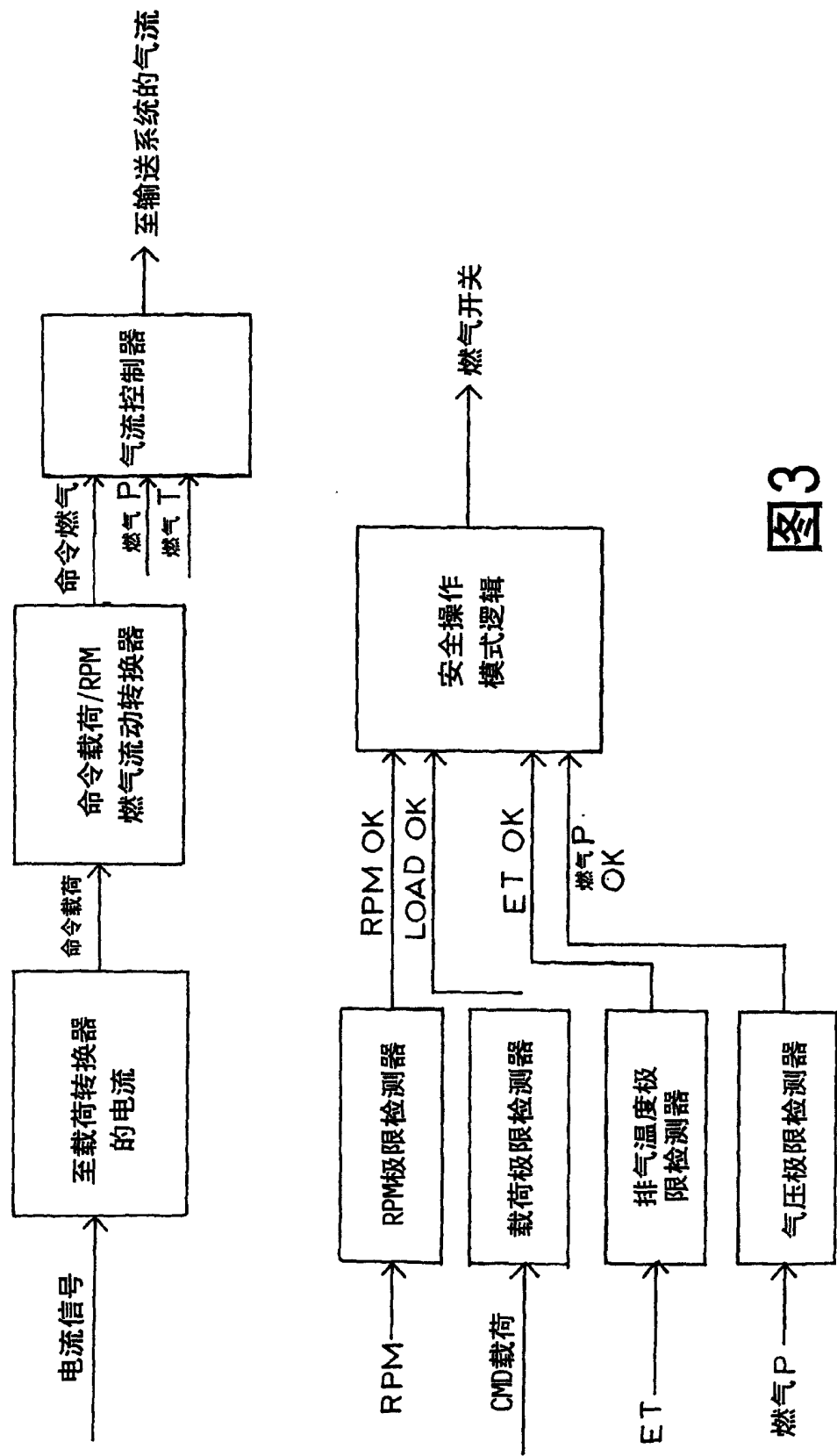


图3

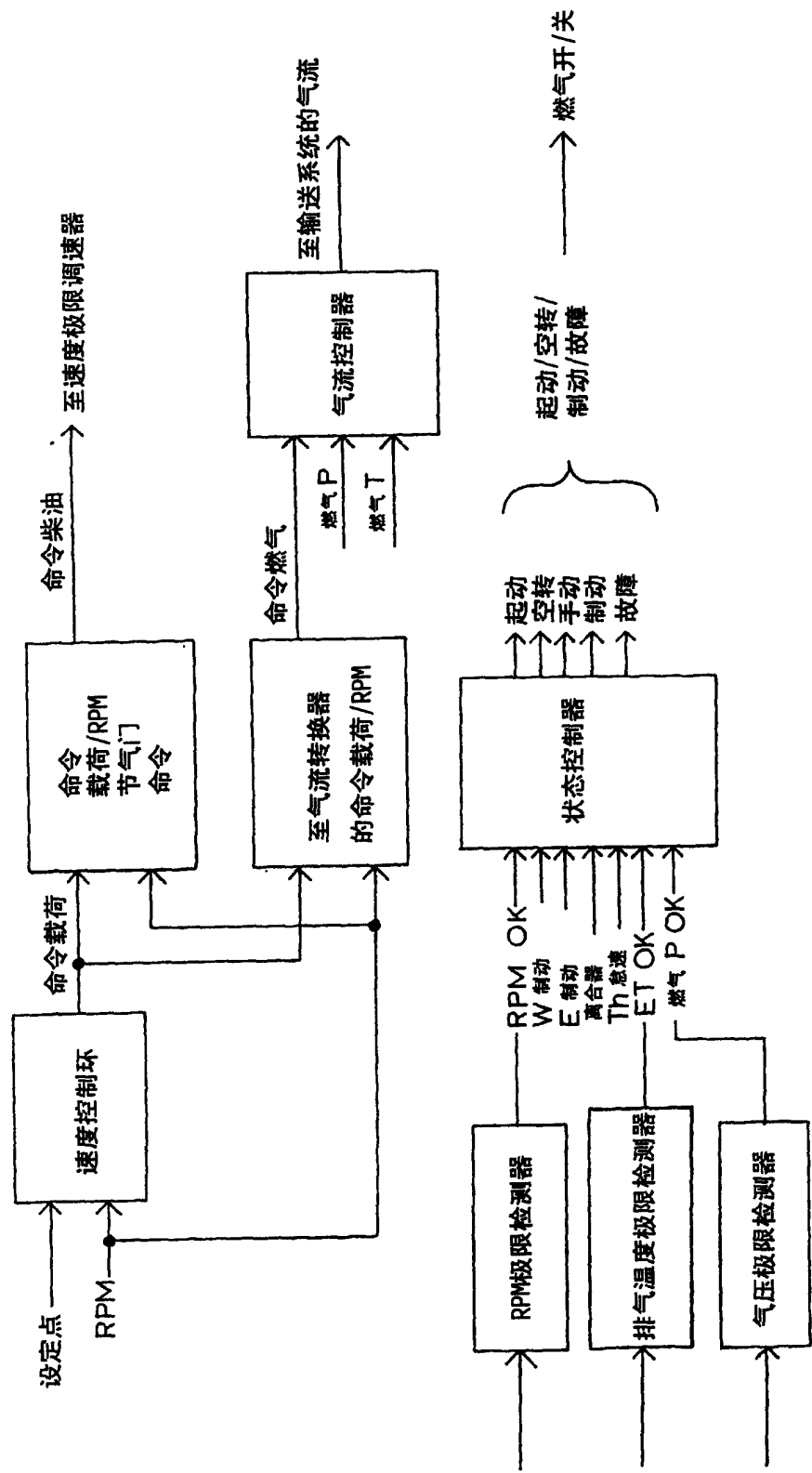
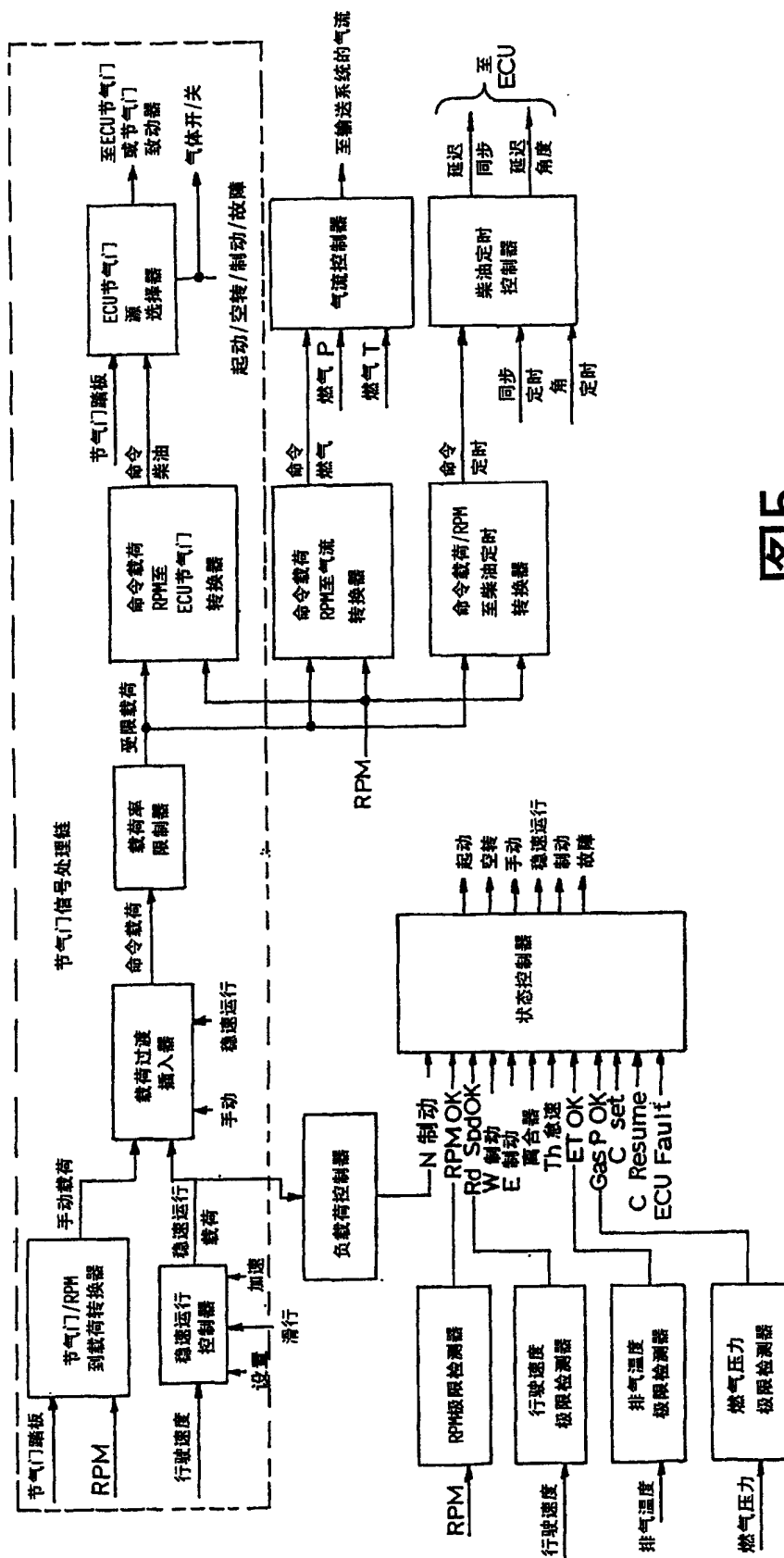


图4



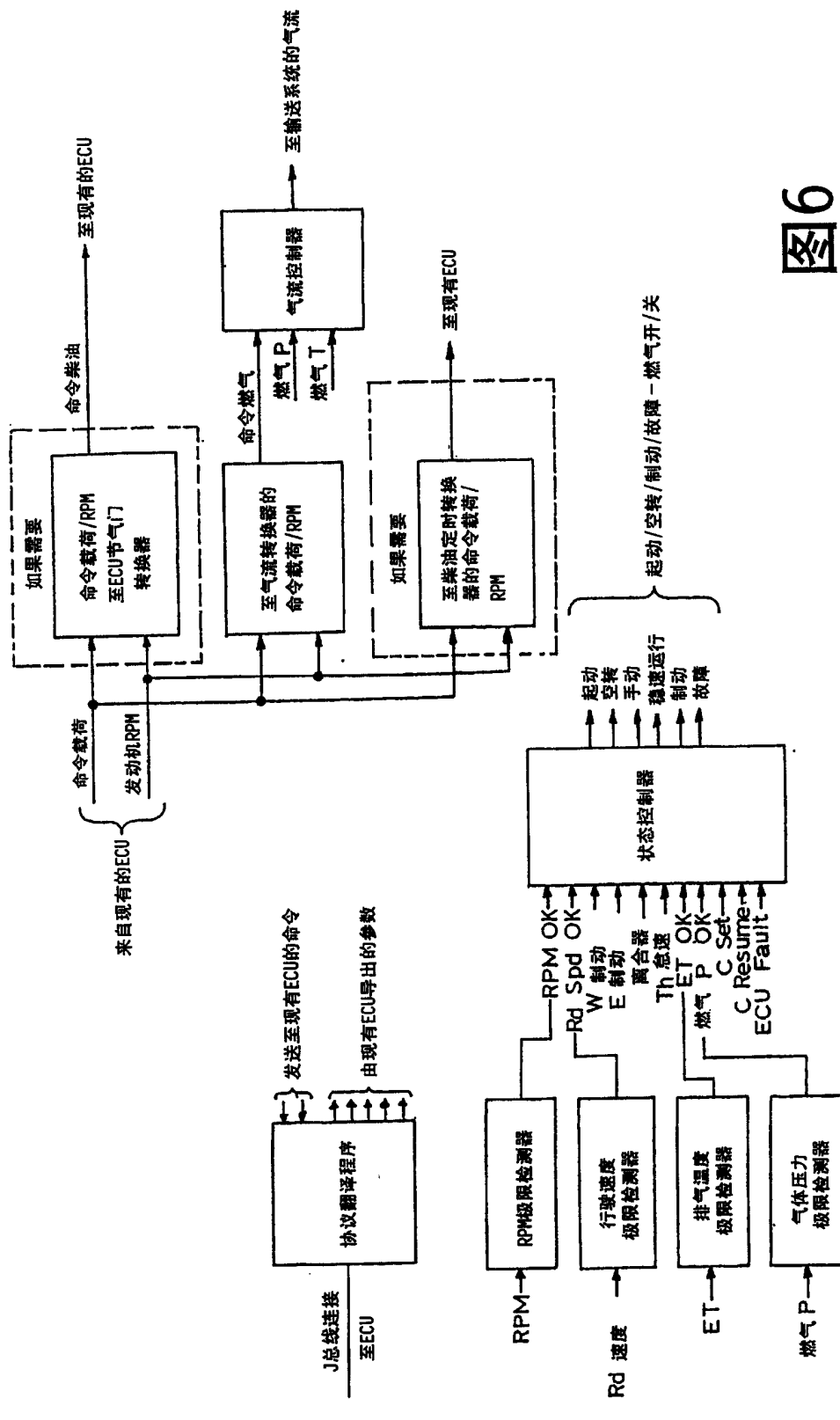


图6

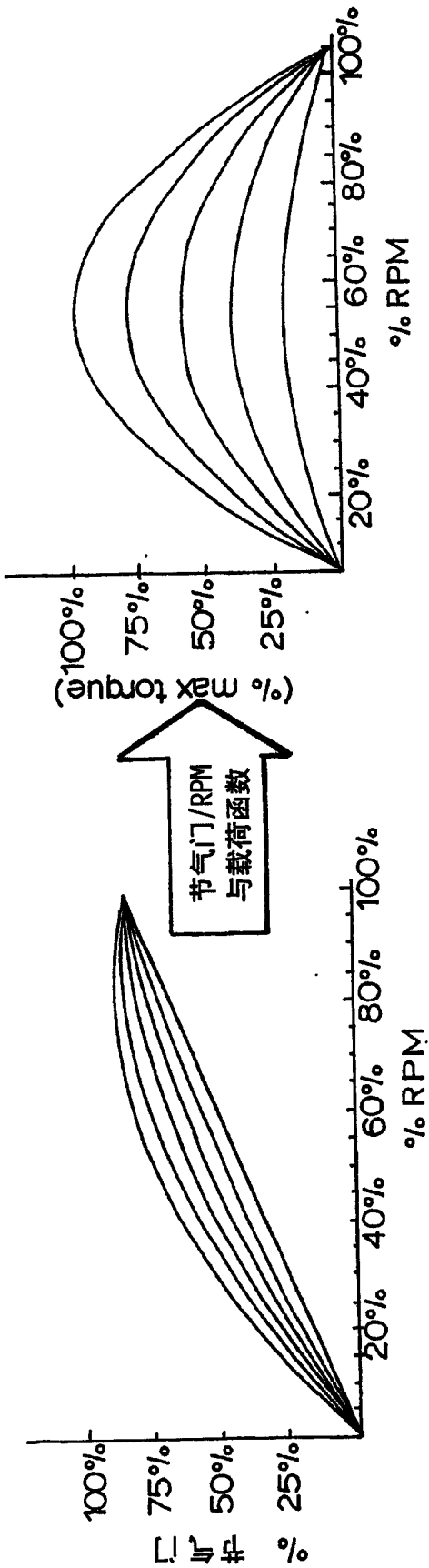


图7

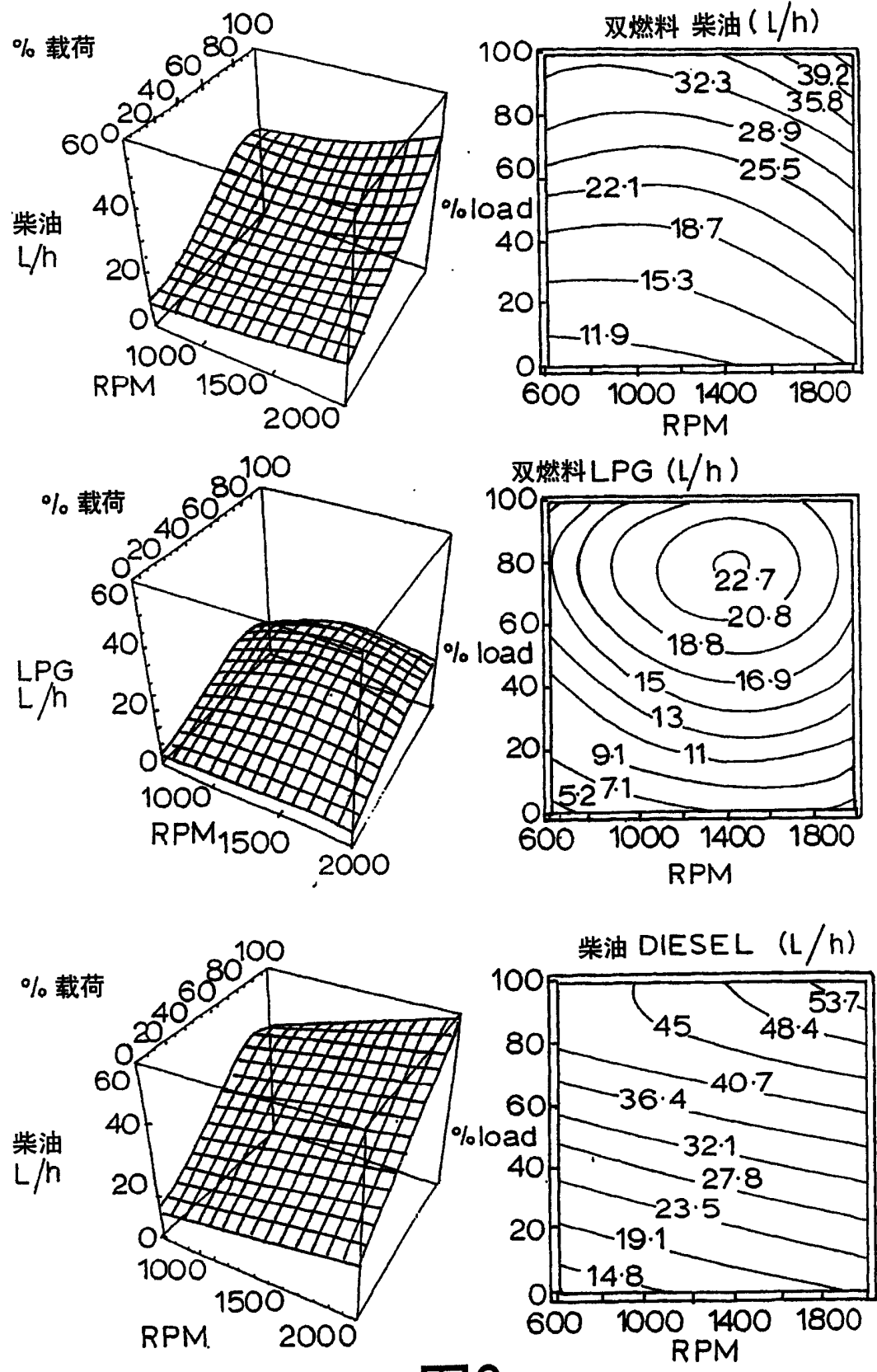


图8

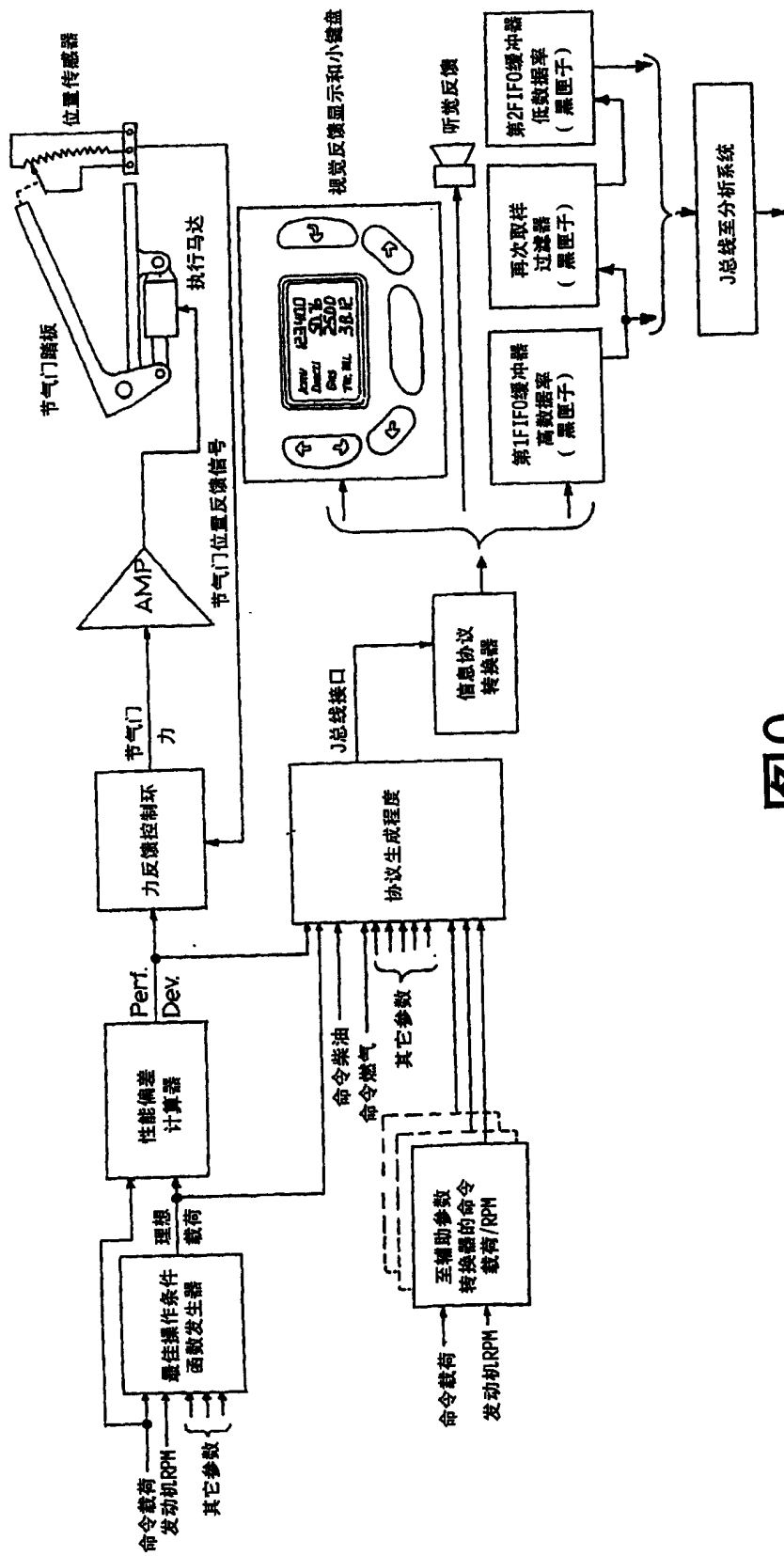


图9

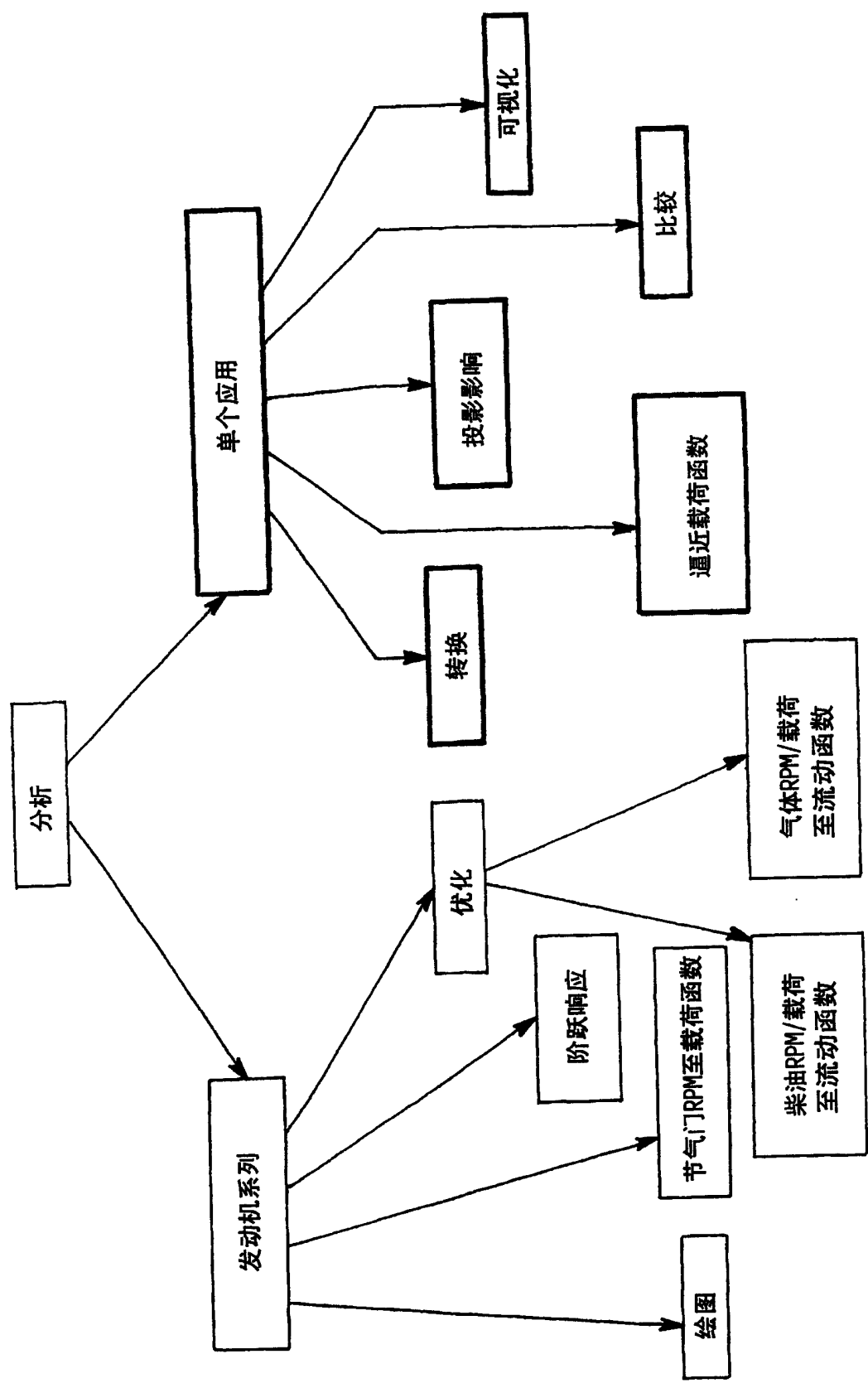


图10

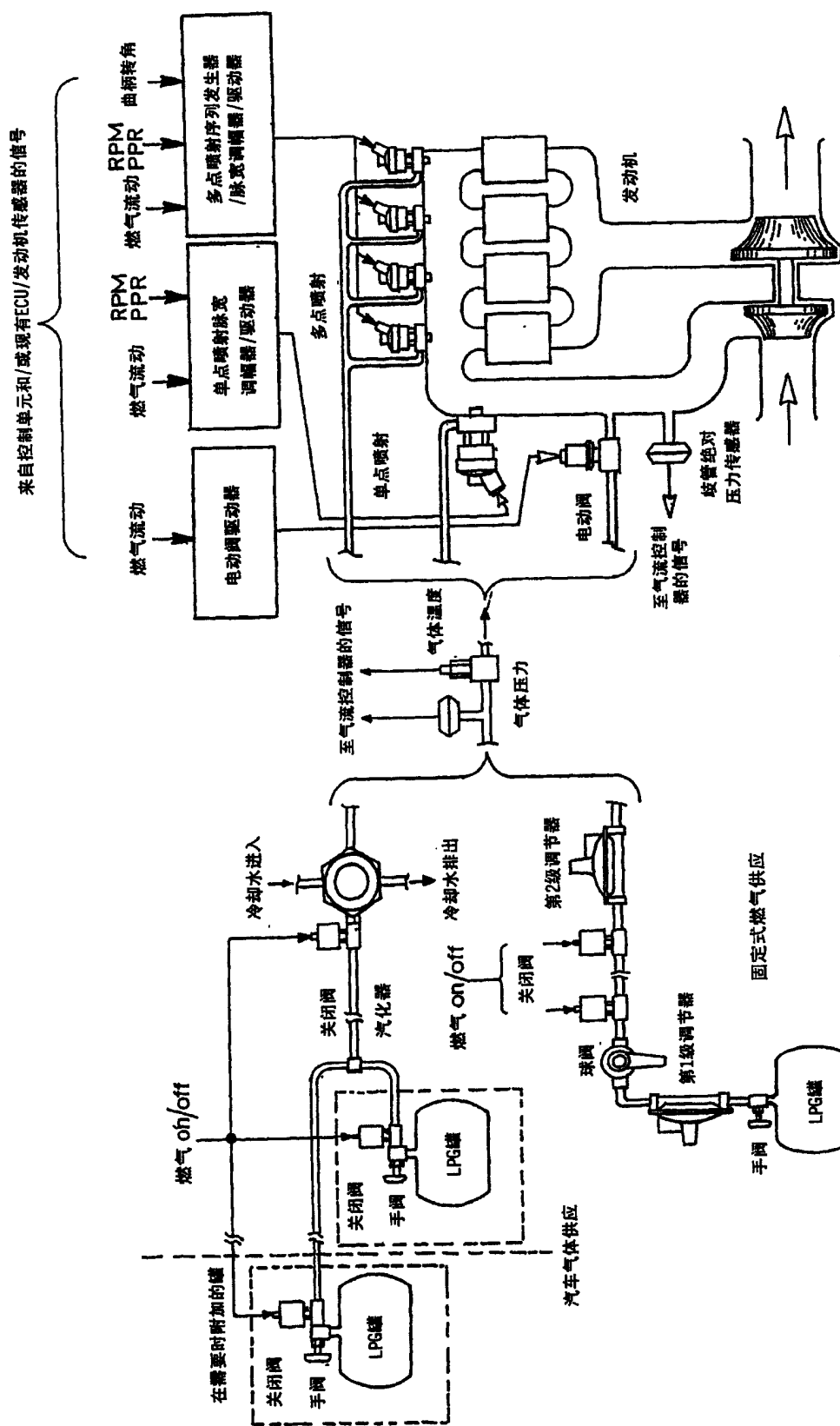


圖 11