

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F02D 35/00 (2006.01)

F02D 19/10 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03824714.3

[45] 授权公告日 2008年8月27日

[11] 授权公告号 CN 100414082C

[22] 申请日 2003.9.23 [21] 申请号 03824714.3

[30] 优先权

[32] 2002.9.24 [33] US [31] 60/413,269

[86] 国际申请 PCT/US2003/029914 2003.9.23

[87] 国际公布 WO2004/029438 英 2004.4.8

[85] 进入国家阶段日期 2005.4.27

[73] 专利权人 发动机控制技术有限公司

地址 美国佐治亚

[72] 发明人 弗兰克·J·戴维斯

乔瑟夫·特里吉

[56] 参考文献

US4463734A 1984.8.7

US5370097A 1994.12.6

US5526786A 1996.6.18

US5937800A 1999.8.17

CN249594Y 2002.7.10

US2002/0007805A1 2002.1.24

审查员 王轶凡

[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 李玲

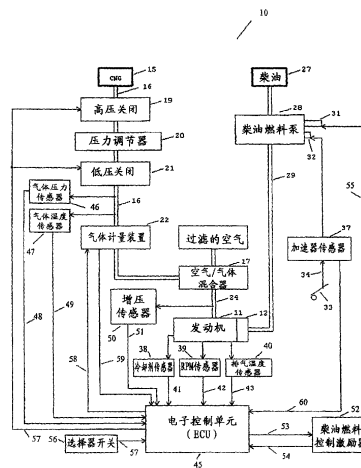
权利要求书5页 说明书16页 附图15页

[54] 发明名称

用于多燃料发动机操作的方法和设备

[57] 摘要

本发明涉及用于以两种或多种燃料组合运行的多燃料发动机操作的方法和设备。电子控制单元(ECU)可连接到现有的发动机系统部件,以控制多燃料发动机的操作。该发动机系统可以机械方式被调节或电子方式被控制。ECU输入发动机系统的操作特性,基于操作特性确定多燃料操作的调节特性,并基于调节特性控制提供给发动机的燃料量。在优选实施例中,双燃料发动机使用柴油作为第一燃料以及天然气作为第二燃料来进行操作。操作特性可包括发动机速度、节流阀位置、发动机排气温度、第二燃料气体压力、第二燃料气体温度、进气歧管的增压,或发动机冷却剂温度。



1. 一种用于使用第一燃料和第二燃料的多燃料发动机的电子控制单元，该电子控制单元包括：

a. 用于向该电子控制单元输入电子控制的发动机系统的操作特性的装置，其中操作特性包括以下组选择的至少一个操作特性，所述组包括：第二燃料的气体压力、第二燃料的气体温度、进气歧管的增压，以及发动机冷却剂温度；

b. 用于通过数据链路与发动机系统通信的装置；以及

c. 用于基于至少一个操作特性控制供给多燃料发动机的第一燃料和第二燃料的量并维持发动机的操作速度低于与在发动机只使用第一燃料时发动机的调节速度相对应的发动机的预定调节速度的装置。

2. 权利要求 1 的电子控制单元，还包括：

a. 基于发动机系统的操作特性，用于确定多燃料操作的调节特性的装置；以及

b. 基于调节特性，用于控制供给多燃料发动机的第一燃料和第二燃料的量的装置。

3. 权利要求 1 的电子控制单元，其中操作特性包括从以下组选择的至少两个操作特性，所述组包括：第二燃料的气体压力、第二燃料的气体温度、进气歧管的增压、以及发动机冷却剂温度。

4. 权利要求 1 的电子控制单元，其中操作特性包括从以下组选择的至少三个操作特性，所述组包括：第二燃料的气体压力、第二燃料的气体温度、进气歧管的增压、以及发动机冷却剂温度。

5. 权利要求 1 的电子控制单元，其中操作特性包括从以下组选择的至少四个操作特性，所述组包括：第二燃料的气体压力、第二燃料的气体温度、进气歧管的增压、以及发动机冷却剂温度。

6. 权利要求 1 的电子控制单元，其中至少一个操作特性包括第二燃料的气体压力。

7. 权利要求 1 的电子控制单元, 其中至少一个操作特性包括第二燃料的气体温度。

8. 权利要求 1 的电子控制单元, 其中至少一个操作特性包括发动机进气歧管的增压。

9. 权利要求 1 的电子控制单元, 其中至少一个操作特性包括发动机冷却剂温度。

10. 权利要求 1 的电子控制单元, 其中发动机系统是机械调节的。

11. 权利要求 10 的电子控制单元, 还包括: 对于给定的发动机节流阀位置, 用于在多燃料操作期间维持发动机速度低于单燃料操作期间的较高发动机速度的装置。

12. 权利要求 1 的电子控制单元, 其中发动机系统是电子控制的。

13. 权利要求 12 的电子控制单元, 还包括用于通过数据链路与发动机系统通信的装置。

14. 权利要求 12 的电子控制单元, 其中操作特性还包括环境温度、环境压力、歧管温度和/或歧管压力。

15. 权利要求 1 的电子控制单元, 其中第一燃料包括柴油。

16. 权利要求 1 的电子控制单元, 其中第一燃料包括汽油。

17. 权利要求 1 的电子控制单元, 其中第二燃料是气态的。

18. 权利要求 1 的电子控制单元, 其中第二燃料包括天然气。

19. 权利要求 1 的电子控制单元, 其中第二燃料包括丙烷。

20. 权利要求 1 的电子控制单元, 其中第二燃料是液体。

21. 一种用于控制向使用第一燃料和第二燃料的多燃料发动机供给燃料的方法, 该方法包括:

a. 提供一个电子控制单元;

b. 向电子控制单元输入电子控制的发动机系统的操作特性, 其中操作特性包括以下组选择的至少一个操作特性, 所述组包括: 第二燃料的气体压力、第二燃料的气体温度、进气歧管的增压, 以及发动机冷却剂温度;

- c. 通过数据链路与发动机系统通信；以及
 - d. 基于至少一个操作特性控制供给发动机的第一燃料和第二燃料的量，其中，维持发动机的操作速度低于与在发动机只使用第一燃料时发动机的调节速度相对应的发动机的预定调节速度。
22. 权利要求 21 的方法，还包括：
- a. 基于发动机系统的操作特性确定多燃料操作的调节特性；以及
 - b. 基于调节特性控制供给多燃料发动机的第一燃料和第二燃料的量。
23. 权利要求 21 的方法，其中发动机系统是机械调节的。
24. 权利要求 23 的方法，还包括对于给定的发动机节流阀位置，在多燃料操作期间维持发动机速度低于单燃料操作期间的较高发动机速度。
25. 权利要求 21 的方法，其中发动机系统是电子控制的。
26. 权利要求 25 的方法，还包括通过数据链路与发动机系统通信。
27. 权利要求 25 的方法，其中操作特性还包括环境温度、环境压力、歧管温度和/或歧管压力。
28. 一种校准使用第一燃料和第二燃料的多燃料发动机的电子控制单元的方法，该方法包括：
- a. 向电子控制单元输入电子控制的发动机系统的操作特性；
 - b. 基于操作特性确定多燃料操作的调节特性；
 - c. 通过数据链路与发动机系统通信；以及
 - d. 基于调节特性控制供给发动机的第一燃料和第二燃料的量，其中，维持发动机的操作速度低于与在发动机只使用第一燃料时发动机的调节速度相对应的发动机的预定调节速度。
29. 权利要求 28 的方法，其中操作特性包括以下组选择的至少一个操作特性，所述组包括：第二燃料的气体压力、第二燃料的气体

温度、进气歧管的增压，以及发动机冷却剂温度。

30. 权利要求 28 的方法，其中发动机系统是机械调节的。

31. 权利要求 30 的方法，还包括对于给定的发动机节流阀位置，在多燃料操作期间维持发动机速度低于单燃料操作期间的较高发动机速度。

32. 权利要求 28 的方法，其中发动机系统是电子控制的。

33. 权利要求 32 的方法，还包括通过数据链路与发动机系统通信。

34. 权利要求 28 的方法，其中操作特性包括以下组选择的至少一个操作特性，所述组包括：环境温度、环境压力、歧管温度、以及歧管压力。

35. 权利要求 28 的方法，其中第一燃料包括柴油。

36. 权利要求 28 的方法，其中第一燃料包括汽油。

37. 权利要求 28 的方法，其中第二燃料是气态的。

38. 权利要求 28 的方法，其中第二燃料包括天然气。

39. 权利要求 28 的方法，其中第二燃料包括丙烷。

40. 权利要求 28 的方法，其中第二燃料是液体。

41. 一种用于把车辆的电子控制的发动机系统转换为使用第一燃料和第二燃料的多燃料发动机的方法，该方法包括在车辆上安装电子控制单元，其中该电子控制单元包括：

a. 用于向该电子控制单元输入发动机系统的操作特性的装置，其中至少一个操作特性包括：第一燃料的气体压力、第二燃料的气体温度、进气歧管的增压、或发动机冷却剂温度；

b. 用于通过数据链路与发动机系统通信的装置；以及

c. 用于基于至少一个操作特性控制供给多燃料发动机的第一燃料和第二燃料的量并维持发动机的操作速度低于与在发动机只使用第一燃料时发动机的调节速度相对应的发动机的预定调节速度的装置。

42. 权利要求 41 的方法，还包括在车辆上安装用于第二燃料的

储罐，并在用于第二燃料的储罐与发动机之间的流连通中安装第二燃料管线。

43. 一种使用第一燃料和第二燃料的电子控制的多燃料发动机系统，该多燃料发动机系统包括：发动机，用于第一燃料的储罐，在用于第一燃料的储罐与发动机之间的流连通中的第一燃料管线，用于第二燃料的储罐，在用于第二燃料的储罐与发动机之间的流连通中的第二燃料管线，以及电子控制单元，该电子控制单元包括：

a. 用于向该电子控制单元输入操作特性的装置，其中操作特性包括以下组选择的至少一个操作特性，所述组包括：第二燃料的气体压力、第二燃料的气体温度、进气歧管的增压、以及发动机冷却剂温度；

b. 用于通过数据链路 with 发动机系统通信的装置；以及

c. 用于基于至少一个操作特性控制供给多燃料发动机的第一燃料和第二燃料的量并维持发动机的操作速度低于与在发动机只使用第一燃料时发动机的调节速度相对应的发动机的预定调节速度的装置。

用于多燃料发动机操作的方法和设备

相关申请的交叉引用

本申请要求 2002 年 9 月 24 日提交的美国临时专利申请 No.60/413,269 的权益。

技术领域

本发明涉及使用电子控制单元(ECU)的多燃料发动机操作的方法和设备。多燃料系统可用于机械调节的或电子控制的发动机。在一个实施例中,内燃机转换为以两种燃料组合操作的双燃料发动机系统。在一具体实施例中,柴油用作第一燃料,天然气用作第二燃料。

背景技术

以汽油为燃料以及以柴油为燃料的内燃机操作中的空气污染的固有问题是众所周知的。因此,按联邦法规,当前使用并要求各种排放控制装置以降低由内燃机向大气排放的污染物量。然而这些排放控制装置仅仅去除了部分污染物并随时间易于变得劣化。而且,它们常常阻碍发动机以峰值效率操作。

天然气有时也用作内燃机的燃料。其能够产生较少的燃烧污染物并降低发动机的操作成本,而无须复杂的排放控制装置,且该燃料的使用降低了世界矿物燃料的消耗率。

由于当前的运输基础结构没有包含大量的广泛可支付的车用天然气零售供应商,因此,由于范围的限制生产只以气体燃料如天然气供给燃料的车辆是不实际的。更为实际的是对车辆同时配以液体燃料,诸如汽油或柴油和辅助供给诸如天然气这样的气体燃料。为有效地这样作,对现有的燃料供给系统和结构的改型优选地要尽可能小。

已开发了各种系统用于混合气体燃料与液态燃料。例如,已设计

出这样的系统，其通过气体计量阀把气体燃料引入到提供给柴油发动机的进气口歧管。然后这种空气和燃料的组合在燃烧之前与柴油燃料混合。在美国专利 No.4,463,734 中示出这类系统的例子。由于这些系统通过进入发动机的空气量控制气体燃料流，因而有直接和不变的燃气柴油混合比。然而，因为在各种发动机速度上可能出现不同的负荷条件，这类系统不能始终提供最大效率的混合。

在此结合作为参考的美国专利 No.5,370,097 公开了一种用于控制气体燃料及液态燃料进入内燃机的流以增加效率和输出的系统。

发明内容

根据本发明，提供了一种用于使用第一燃料和第二燃料的多燃料发动机的电子控制单元，该电子控制单元包括：用于向该电子控制单元输入电子控制的发动机系统的操作特性的装置，其中操作特性包括以下组选择的至少一个操作特性，所述组包括：第二燃料的气体压力、第二燃料的气体温度、进气歧管的增压，以及发动机冷却剂温度；用于通过数据链路与发动机系统通信的装置；以及用于基于至少一个操作特性控制供给多燃料发动机的第一燃料和第二燃料的量并维持发动机的操作速度低于与在发动机只使用第一燃料时发动机的调节速度相对应的发动机的预定调节速度的装置。

根据本发明，提供了一种用于控制向使用第一燃料和第二燃料的多燃料发动机供给燃料的方法，该方法包括：提供一个电子控制单元；向电子控制单元输入电子控制的发动机系统的操作特性，其中操作特性包括以下组选择的至少一个操作特性，所述组包括：第二燃料的气体压力、第二燃料的气体温度、进气歧管的增压，以及发动机冷却剂温度；通过数据链路与发动机系统通信；以及基于至少一个操作特性控制供给发动机的第一燃料和第二燃料的量，其中，维持发动机的操作速度低于与在发动机只使用第一燃料时发动机的调节速度相对应的发动机的预定调节速度。

根据本发明，提供了一种校准使用第一燃料和第二燃料的多燃料

发动机的电子控制单元的方法，该方法包括：向电子控制单元输入电子控制的发动机系统的操作特性；基于操作特性确定多燃料操作的调节特性；通过数据链路与发动机系统通信；以及基于调节特性控制供给发动机的第一燃料和第二燃料的量，其中，维持发动机的操作速度低于与在发动机只使用第一燃料时发动机的调节速度相对应的发动机的预定调节速度。

根据本发明，提供了一种用于把车辆的电子控制的发动机系统转换为使用第一燃料和第二燃料的多燃料发动机的方法，该方法包括在车辆上安装电子控制单元，其中该电子控制单元包括：用于向该电子控制单元输入发动机系统的操作特性的装置，其中至少一个操作特性包括：第一燃料的气体压力、第二燃料的气体温度、进气歧管的增压、或发动机冷却剂温度；用于通过数据链路与发动机系统通信的装置；以及用于基于至少一个操作特性控制供给多燃料发动机的第一燃料和第二燃料的量并维持发动机的操作速度低于与在发动机只使用第一燃料时发动机的调节速度相对应的发动机的预定调节速度的装置。

根据本发明，提供了一种使用第一燃料和第二燃料的电子控制的多燃料发动机系统，该多燃料发动机系统包括：发动机，用于第一燃料的储罐，在用于第一燃料的储罐与发动机之间的流连通中的第一燃料管线，用于第二燃料的储罐，在用于第二燃料的储罐与发动机之间的流连通中的第二燃料管线，以及电子控制单元，该电子控制单元包括：用于向该电子控制单元输入操作特性的装置，其中操作特性包括以下组选择的至少一个操作特性，所述组包括：第二燃料的气体压力、第二燃料的气体温度、进气歧管的增压、以及发动机冷却剂温度；用于通过数据链路与发动机系统通信的装置；以及用于基于至少一个操作特性控制供给多燃料发动机的第一燃料和第二燃料的量并维持发动机的操作速度低于与在发动机只使用第一燃料时发动机的调节速度相对应的发动机的预定调节速度的装置。

根据本发明的一个实施例，发动机系统被转换为可对两种或多种

燃料的组合进行操作的多燃料发动机。根据本发明的另一实施例，多燃料发动机作为原始设备装设在各类车辆上。多燃料系统可用于机械调节或电子控制的发动机。在一个优选实施例中，多燃料系统使用作为第一燃料的柴油和作为第二燃料的天然气进行操作。

本发明的一个方面是提供用于多燃料发动机的电子控制单元(ECU)。ECU能够输入发动机系统的操作特性，并基于至少一个操作特性控制向发动机系统供给的第一和第二燃料的量。操作特性可包括第二燃料的气体压力、第二燃料的气体温度、进气歧管的增压和/或发动机冷却剂温度。

本发明的另一方面是提供用于控制供给多燃料发动机的燃料的量的方法。该方法包括提供 ECU，输入发动机系统的操作特性，以及基于至少一个操作特性控制向发动机供给的第一和第二燃料的量。

本发明进一步的方面是提供用于校准多燃料发动机的 ECU 的方法。该方法包括向 ECU 输入发动机系统的操作特性，基于操作特性确定多燃料操作的调节特性，以及基于调节特性控制向发动机供给的第一和第二燃料的量。

本发明的另一方面是提供把车辆的发动机系统转换为多燃料发动机的方法。该方法包括安装 ECU。在一具体实施例中，该方法还包括安装用于第二燃料的储罐，并在用于第二燃料的储罐与发动机之间的流连通中安装第二燃料管线。

本发明进一步的方面是提供一种多燃料发动机，包括发动机，用于第一燃料的储罐，用于第一燃料的储罐与发动机之间的流连通中的第一燃料管线，用于第二燃料的储罐与发动机之间的流连通中的第二燃料管线，以及 ECU。

本发明的另一方面是提供控制软件或其它类型的计算机可读介质，诸如用于操作多燃料发动机的计算机随机访问存储器。

从以下说明本发明的这些和其它方式将更加明显。

附图说明

图 1 是对于机械调节的发动机的发动机速度(r.p.m)对节流阀位置的曲线图。

图 2 是从机械调节的发动机系统转换的双燃料发动机的示意图。

图 3 是 ECU 的示意图，用于机械调节的发动机系统向双燃料发动机的转换。

图 4 是从电子控制发动机系统转换的双燃料发动机的示意图。

图 5 是 ECU 的示意图，用于电子控制的发动机系统向双燃料发动机的转换。

图 6 是描述 ECU 硬件结构的示意图。

图 7a-7c 是表示用于机械调节发动机的总体 ECU 软件结构的流程图。

图 8 是表示对于机械调节发动机执行的 ECU 软件背景的流程。

图 9 是表示对于机械调节发动机执行的 ECU 软件控制的流程图。

图 10 是表示用于机械调节发动机 ECU 软件的模拟/数字(A/D)转换的流程图。

图 11 是表示对于机械调节发动机的发动机速度转换的流程图。

图 12 是表示对于机械调节发动机的 ECU 软件的气体燃料控制功能的流程图。

图 13 是描述喷射器脉冲的示意图。

图 14 是柴油供给对空转的柴油引燃映射图。

图 15 是表示专用于电子控制系统的总体 ECU 软件结构的流程图。

具体实施方式

本发明的一个实施例，提供了用于把发动机系统转换为以两个或多个燃料的组合操作的多燃料发动机的方法和设备。例如，双燃料发动机可使用“第一燃料”和“第二燃料”操作。在多燃料模式中，发动机通过组合第一和第二燃料运行；另外，发动机在单燃料模式中只使用第一燃料运行。在优选实施例中，双燃料发动机使用柴油作为第一燃

料以及使用天然气作为第二燃料来进行操作。虽然这里描述的实施例着重使用柴油和天然气，但对于任一燃料可使用任何适当的气体或液态燃料，包括基于石油的和基于石油的燃料。

这里所描述的实施例着重使用电子控制单元(ECU)，用来把现有的发动机系统转换为多燃料发动机。“发动机系统”包括所有现有的发动机部件、泵、燃料罐、计量装置、阀门、与构成多燃料发动机所需的且不作为部分 ECU 包含的其它组件。对于电子控制的发动机，发动机系统还包括原始设备制造商(OEM)的控制器。

一般来说，转换过程不改变现有的发动机，其基本上维持相同的功率和扭矩性能。另外，ECU 连接到现有的发动机系统来管理燃料的供给，以在宽范围的操作条件下有可靠的功率和排放控制。例如，发动机可完全以柴油(“第一燃料”)运行，直到开关指示需要多燃料模式。当开关接通时，ECU 操作以供给足够的天然气(“第二燃料”)以运行发动机，及初始燃烧所需的最小量的柴油燃料(即天然气引燃点火所需的最小量)。在调节提供给发动机的柴油和天然气量时，ECU 尽量减小喷射同时使性能最大化。

现有的发动机系统可以是机械调节的或电子控制的。对于机械调节的发动机，ECU 包括记录发动机系统的“操作特性”的多个传感器，所述操作特性可包括发动机速度(r.p.m)、发动机(或排气)温度、节流阀位置、第二燃料的气体压力、第二燃料的气体温度、柴油喷射器进气歧管的增压、和/或发动机冷却剂温度。对于电子控制的发动机，ECU 可接收对于这种操作特性的输入。然而，替代专用的传感器，至少一些操作特性输入可直接来自现有的 OEM 控制器。基于这些操作特性，ECU 可通过称为“映射”的过程确定多燃料发动机的“调节特性”来校准自身。调节特性是定义多燃料发动机系统性能并对应于被记录的每一操作特性的发动机参数。这样，对于给定的操作特性，诸如发动机速度，ECU 对于定义双燃料操作的发动机速度映射对应的调节特性。然后 ECU 使用该调节特性确定何时调节每一种燃料并按怎样的量供给。最大负荷与扭矩的目标比，例如 80%天然气与 20%柴油。在这一

目标比附近，显著降低有害气体且实际上消除了可见的烟雾。

可安装 ECU 而无须去除现有的机械调节器。结果是，速度调节特性将被编程接近但不高于机械调节器的速度操作特性。换言之，ECU 优选地在多燃料操作期间以接近但不超过机械调节器 r.p.m 的 r.p.m 控制发动机速度，如图 1 所示。这避免了在多燃料操作期间机械调节器反冲，以及称为发动机波动的第一燃料例如柴油供给的切断。

图 2 示出从机械调节的发动机转换的双燃料发动机系统的示意图。如所示，双燃料系统 10 用来向具有燃料喷射器 12 的内燃机 11，提供单独的第一燃料(例如柴油燃料)或与第二燃料(例如压缩的天然气)的组合。燃料喷射器 12 直接向发动机的气缸喷射燃料。图 2 中，第一燃料是柴油而第二燃料是压缩的天然气(CNG)。然而，可使用任何适当的燃料作为第一和第二燃料。

系统 10 包括高压气体储罐 15，通过导管 16 向安装的空气/气体混合器 17 提供 CNG，以便把天然气引入进入发动机 11 的进气口的空气流。空气/气体混合器 17 可以是任何常规的混合器，诸如 Combustion Lab's Inc. of Riverdale, GA 的 SP4D 型。高压气体关闭阀 19，压力调节器 20，低压关闭阀 21 及燃料计量激励器 22 与储罐 15 和混合器 17 之间的导管 16 串联，以控制天然气流。压力调节器 20 把天然气的压力降低到按与系统 10 所使用的发动机的类型和尺寸所选择的压力。燃料计量激励器 22 可以是任何适当的激励器，诸如 Barber Colman Company of Loves Park, IL 的型号 DYNK 10322-800。过滤的环境空气通过导管 24 提供给混合器 17。

系统 10 还包括连接到燃料泵 28 的柴油燃料储罐 27，通过导管 29 向发动机燃料喷射器 12 提供柴油燃料。燃料泵 28 一般由发动机驱动，且其输出与发动机的速度有关。燃料泵 28 具有一个常规的机械调节器(未示出)，一个关闭杆 31 及一个节流阀 32。关闭杆 31，如同节流阀 32 那样，可用来限制由泵 28 泵送的柴油燃料流。两个节流阀有效的使用可用来防止当发动机不操作时柴油燃料进入发动机。节流阀 32 由可移动缆线 34 连接到加速器踏板 33。加速器传感器 37 用来检测

人工加速器踏板 33 的位置以及相应的节流阀的位置。罐 27、泵 28、导管 29、节流阀 32、关闭杆 31、加速器踏板 33 及缆线 31 可以是具有柴油发动机的汽车上的标准设备。

通过使用 ECU 45，现有的部件转换为双燃料发动机系统。发动机冷却剂温度传感器 38、发动机速度或 r.p.m 传感器 39、及排气温度传感器 40 可分别借助于信号线 41，42 和 43 与发动机 11 及 ECU 45 连接。气体压力传感器 46 和气体温度传感器 47 可分别借助于信号线 48 和 49 与气体供给 16 及 ECU 45 连接。增压传感器 50 可借助于信号线 51 与喷射器进气歧管 12 及 ECU 45 连接。

ECU 45 通过信号输出线 53 和反馈线 54 连接到柴油燃料控制激励器 52。柴油燃料控制激励器 52 又通过缆线 55 机械连接到关闭杆 31。提供双位的燃料选择器 56，其通过信号线 57 连接到 ECU 45。ECU 45 还通过控制线路 57 连接到关闭阀 19 和 21，通过控制线路 58 及反馈线路 59 连接到燃料计量激励器 22，并通过线路 60 最终与加速器传感器 37 连接。

为了初始校准该系统，选择器开关 53 位于“off”，使得发动机只以柴油燃料操作。然后发动机以完全打开的燃料泵关闭杆 31 以及以通过激励器 47 完全打开的节流阀 32 工作，以便使发动机达到其最大发动机速度。然后使用常规的功率计向发动机置负荷，以便按预定的增量典型地大约为 200 r.p.m 降低发动机速度。然后通过功率计确定发动机的扭矩、功率及排气温度，并存储在 ECU 45 的存储器内。通过预定的增量拖动发动机减速，直到其由于加到发动机的负荷而停止操作。在每一增量发动机速度时，记录所得的最大发动机扭矩、功率和排气温度并存储在 ECU 45 的存储器中。基于这些操作特性，ECU 45 确定双燃料操作的调节特性。这一过程称为映射发动机。在优选实施例中，ECU 45 在整个 r.p.m. 范围可存储最多 256 r.p.m. 值。

然后选择器开关 53 位于“on”，使得发动机以柴油和天然气这两种燃料操作。以完全打开的关闭杆 31 使发动机进入怠速。然后通过激励器 47 的作用使关闭杆缓慢闭合，以限制柴油燃料流通过，同时计量

激励器 22 的作用增加天然气流的通过，以补偿柴油燃料的降低。激励器 22 和 47 这样移动，直到由于低于供燃烧的最小柴油燃料量而不能维持发动机速度。柴油燃料的这一最小量通常称为“引燃燃料”。激励器 47 的位置和发动机速度作为基准值存储在 ECU 45 存储器中。

然后关闭杆 31 返回完全打开的位置，且节流阀 32 按预定的增量移动到增加发动机速度的位置，达到事先映射的下一个发动机速度。激励器 22 和 47 如上所述再次被移动，以对于这一特定的发动机速度确定并存储激励器 47 的引燃燃料位置。优选地沿发动机速度的整个范围在每一事先存储的发动机速度重复这一过程，并记录对应的基准值。已经发现，在最小值引燃燃料量大约为总燃料量的 5%。

使用对每一发动机速度以发动机扭矩和功率的映射预编程的 ECU 45，ECU 45 优选地这样调节柴油燃料与天然气流，使其不超过映射的条件而使发动机过功率。换言之，两种燃料的组合不产生大于通常只以柴油燃料工作的发动机所产生的发动机扭矩或功率。在优选实施例中，ECU 45 将考虑气体温度、气体压力、和进气歧管增压，以根据变化的环境条件调节柴油气体比。也可考虑发动机排气和冷却剂温度，因为当发动机温热时优选地喷射气体。使发动机 11 的点火断开，天然气关闭阀 19 和 21 与柴油泵关闭杆 31 闭合，使得天然气与柴油燃料都不能进入发动机。

为了使发动机 11 只以柴油燃料启动并工作，选择器 53 位于断开。使用这一位置的选择器，关闭阀 19 和 21 保持闭合，以防止天然气进入发动机。在激励发动机的点火系统时，关闭杆 31 完全打开，使得柴油泵 28 可迫使柴油燃料通过管路 29 进入发动机的喷射器 12。提供给发动机的柴油燃料的流率可通过机械调节器与节流阀 32 的位置确定。与柴油燃料组合使用的空气通过空气/气体混合器 17 进入发动机。

为了按双燃料模式使用燃料系统 10 启动并操作发动机 11，选择器 53 有选择地被置于接通，从而给 ECU 45 供电。但不希望启动发动机使天然气进入发动机，因为这样会由于气缸内的压力引起发动机“锁定”。因而假如 r.p.m. 传感器 40 指示发动机没操作在预选择的最小速

度以上，ECU 45 向关闭阀 19 和 21 发信号以保持闭合。一旦发动机操作在预选择的最小速度之上，ECU 45 对柴油燃料控制激励器 47 加电，并打开关闭阀 19 和 21 以允许天然气通过压力调节器 20 和计量激励器 22。

提供给发动机的每一燃料量由 ECU 45 确定，ECU 45 通过调节通过燃料计量激励器 22 的天然气流及来自泵 28 的柴油燃料流来完成所述确定，所述柴油燃料流通过有选择的定位其节流阀 32 和关闭杆 31 来确定。ECU 45 可响应由 r.p.m.传感器 40 和加速器传感器 37 提供的信息来调节流。

图 3 是用于机械调节的发动机转换为双燃料发动机系统的典型的 ECU 70 的示意图。如所示，使用向进气歧管喷射的多达六个的喷射器 71-76 控制天然气。另外，可使用比例阀控制天然气。ECU 70 包含一个适当的控制器，例如 32 位微处理器，用于快速计算所需的发动机控制参数。ECU 70 还包含适当的存储器，诸如随机访问存储器。程序可整体存储在快闪存储器中，并如果需要可在现场替换或升级。EEPROM 存储器可用于存储校准数据、映射图和故障代码。一个伺服电动机输出 80 可专用于柴油引燃定位器的控制。可对各读取系统传感器提供模拟输入，所述传感器诸如是节流阀位置传感器 81、发动机速度传感器 82、气体压力传感器 83、歧管增压传感器 84、排气温度传感器 85 及冷却剂温度传感器 86。还可包括数字输入，用于读取 r.p.m.、速度、定时、二进制传感器，和其它与系统配置相关的逻辑信号。此外，ECU 可包括系统启动开关 87 和动力输出装置(PTO)启动开关 88。图 3 还绘出了气体阀 89 与一个系统接通灯 90。

可提供一个 RS422 全双工端口(未示出)用于与运行在膝上计算机上的编程和诊断软件通信。控制软件按特定应用的需要可被编程或从普通软件定制。用于机械调节的发动机的典型软件包括怠速控制、扭矩映射、发动机 r.p.m.映射、柴油引燃映射、气体压力补偿、歧管压力补偿、及 PTO 控制。该软件进行每一传感器的诊断。在传感器故障的情形下，使系统不能启动并记录故障代码。可在系统故障排除期间

检索故障代码。

校准软件称为编程与诊断监视程序(PDM)。该软件可在 Windows 下运行，典型地是在膝上计算机上运行。显示从所有传感器、使用的气体、柴油引燃激励器位置、及各种状态标志的读数。校准数据可从屏幕或从文件直接上载到 ECU，并如果需要可下载回并存储在文件中。

与机械调节的发动机不同，电子控制的发动机典型地包括一个 OEM 控制器，其包括现有的传感器或与其的接口，以测量特定的操作特性。这样，本发明的 ECU 可与现有的 OEM 控制器协同工作，与 OEM 控制器通过数据链路信号通信，以接收 OEM 控制器已检测并记录的操作特性。对于 OEM 控制器没有检测和记录的那些操作特性，ECU 可包括其自身的传感器，例如气体压力传感器、气体温度传感器、及增压传感器。与机械调节的发动机类似，对于电子控制的发动机的操作特性可包括发动机速度(r.p.m.)、发动机(或排气)温度、节流阀位置、第二燃料的气体压力、第二燃料的气体温度、喷射器进气歧管的增压，和/或发动机冷却剂的温度。

图 4 提供了从一个电子控制的发动机转换的双燃料发动机系统 100 的示意图。若干部件与图 2 中对于机械调节系统所描述的部件相同。以下说明不同的那些部件。

如图 4 所示，现有的 OEM 控制器 101 可分别通过信号线 105，106，107，140，141 和 142 从发动机速度传感器 102、冷却剂温度传感器 103、及加速器传感器 104、歧管压力传感器 123、歧管温度传感器 124、环境压力传感器 125、环境温度传感器 126、车速传感器 130 接收操作特性。

通过使用 ECU 110，现有部件被转换为双燃料发动机，ECU 110 分别通过信号线 115，116，117 和 118 可与气体压力传感器 111、气体温度传感器 112、增压传感器 113、及发动机温度传感器 114 连接。ECU 110 还可借助于信号线 120 与气体计量装置 119 连接，并可通过信号线 121 调节进入发动机的气体流。此外，ECU 110 可借助于数据

链路 145 与 OEM 控制器 101 连接。在优选实施例中,采用 SAE J1939 数据链路。ECU 110 从数据链路 145 接收发动机速度、冷却剂温度、加速器位置、环境温度、环境压力、歧管温度、歧管压力及车速的测量值。此外,ECU 110 接收关于 OEM 控制器 101 涉及扭矩控制、r.p.m. 控制、动力传输装置(PTO)控制,及车速控制的操作的信息,以及诊断信息和发动机配置信息。

一旦 ECU 110 已经接收操作特性,其进入到校准系统,产生双燃料操作的调节特性。ECU 110 可通过向 OEM 控制器 101 发送信号而使用这些调节特性来调节柴油燃料流,并通过向气体计量装置 119 发送信号来调节天然气流。

图 5 示出用于把电子控制的发动机转换为双燃料发动机系统的典型的 ECU 150 的示意图。如所示,使用向进气歧管喷射的多达六个的喷射器 151 - 156 控制天然气。另外,可使用比例阀控制天然气。还可使用天然气到进气歧管的端口喷射。ECU 150 包含适当的控制器,诸如 32 位微控制器,用于快速计算所需的发动机控制参数。ECU 150 还包含适当的存储器。程序可整体存储在快闪存储器中,并如果需要可现场被替换或升级。可使用 EEPROM 存储器来存储校准数据、映射图、及故障代码。可提供模拟输入用于读取系统传感器,诸如气体压力传感器 160、歧管增压传感器 161、气体温度传感器 162、及排气温度传感器 163。可从 OEM 控制器 165 的数据链路连接读取发动机速度、冷却剂温度、及节流阀位置。ECU 150 还可包含一个 CAN 端口 166,用于与数据链路 165 通信。此外,ECU 可包含系统启动开关 167 及 PTO 启动开关 168。图 5 还绘出了气体阀 169 和系统接通灯 170。

可提供一个 RS422 全双工端口(未示出),用于与运行在膝上计算机的编程和诊断软件通信。对于电子控制的发动机,控制软件可类似于用于机械发动机的软件构成,所不同在于,一些操作特性可从数据链路而不是 ECU 的专用传感器获得。

用于机械控制与电子调节的发动机的 ECU 硬件基本上是相同的。图 6 示出一个示意图,表示一典型 ECU 的硬件结构。用于两个

系统的软件按以下所述信息而不同。

图 7a, 7b 和 7c 示出用于机械调节的发动机的典型 ECU 软件的宏观结构。如图 7a 所示, 当接通电源时, 程序被引向初始化执行程序, 以执行准备系统正常操作所必须的功能。在完成初始化时, 进入背景执行程序。这一算法是异步的, 并且执行功能没有时间优先, 按可用处理时间完成。一个中断驱动的执行程序, 如图 7b 所示可以是同步的每 2 毫秒运行。在这一同步控制执行程序期间, 软件可与电子控制的发动机的 OEM 控制器通信。其余的中断驱动的执行程序可以是异步的, 如图 7c 所示服务于各种内部和外部事件。

图 8 示出对于背景执行程序的典型的流程图。在一个实施例中, 该功能首先执行一个时间任务, 诸如从 EEPROM 存储器读取校准数据、启动监视定时器等, 此后进入一个异步环。异步功能可包括 r.p.m. 对节流阀位置的校准、柴油燃料对 r.p.m. 的校准、初始化诊断数据向诊断监视器的传输、选通监视定时器等。

根据本发明的一个实施例, 图 9 示出对于同步控制执行程序的流程图。控制执行程序执行所有与柴油和气体燃料控制相关的任务。可读取各种发动机参数, 诸如节流阀位置、排气温度、气体压力、气体温度、r.p.m.、及车速。基于这些读数, 可使用喷射器脉冲宽度和柴油引燃激励器位置计算所需的柴油和气体供给。

图 10 是描绘典型的模拟/数字(A/D)转换的流程图。使用以扫描模式工作的 A/D 转换器进行模拟输入的转换; 转换可对于四个输入一次完成。

根据本发明的另一实施例, 图 11 是对于机械调节的发动机描绘发动机速度转换过程的流程图。(对于电子控制的发动机, 速度直接从数据链路读取)。本实施例中, 使用 16 位自由运行计数器以带缓冲的捕获模式测量发动机速度。外部脉冲捕获计数器的当前值, 并将其存储在捕获寄存器中。将之前保存在捕获寄存器中的值传送给缓冲寄存器。设置一个指示捕获事件已发生的标志。函数 `get_rmp()`(图 11 所示) 包含一个算法, 使用事先捕获的缓冲寄存器的值、捕获寄存器的新捕

获的值、计数器频率、和飞轮齿数计算 r.m.p.。可从同步控制执行程序内每 2 毫秒调用所述函数。

发动机转换算法还可包括在输入信号频率变低以致于计数器有时间循环的情形下，防止故障结果的保护措施。Rpm_cap_flag(参见图 11)是捕获标志，该标志在检测到捕获事件时设置。每当该函数运行且没有检测到捕获时，变量“acm”增量。如果对于“acm_max”次没有检测到捕获，则认为 rpm 为零。对于 120 个飞轮齿和设置在 4 的 acm_max 变量，最小可测量的 rpm 大约为 60。

根据另一个实施例，图 12 示出对于气体控制功能的典型的流程图。因为该系统可安装而无须去除现有的机械调节器，双燃料发动机的速度调节特性优选地被编程为接近但不高于机械调节器。当校准系统时，机械调节器的特性可存储在称为 tps_map 的 ECU 的映射图中。该映射图在整个 r.p.m.范围包括多个值。出于稳定的原因，对图 12 中所示的特性可施加偏移。所施加的偏移通常为 20 到 200r.p.m.。一个单独的算法可在低怠速调节发动机；由该函数使用的 r.p.m.基准可如图 12 所示设置。

出于稳定的原因，可在 PTO 模式使用不同的 PID 设置。可施加气体燃料限制以防止发动机燃料过供给。燃料限制曲线可对于每 32 个 r.p.m.一点存储在 EEPROM 存储器中。值的范围一般为 0 到 27000，对应于范围 0 到 90% 的喷射器脉冲。对于给定的 r.p.m.，该程序可读取两个相邻的燃料曲线点，并使用线性内插法计算燃料限制。可进而考虑增压、气体压力及气体温度，重新计算燃料限制。最后，燃料限制可乘以节流阀位置的百分比，提供除了 PID 速度控制之外的燃料控制特性。

该计算值可每次一个喷射器地分配给喷射器。如果使用歧管喷射，喷射器可如图 13 所示顺序操作。所使用的最大喷射器脉冲宽度为 90%。

图 14 表示机械调节的发动机的典型柴油引燃映射图。该映射图表示，在低怠速当发动机没有负荷时，以及在高怠速当发动机有负荷

时，柴油控制手柄在泵上的位置。如所示，在低怠速时柴油供给一般增加以避免发动机停转，并在高怠速时可降低。柴油引燃控制功能(图9)保证了在校准期间柴油燃料的供给遵循存储在 EEPROM 存储器中的柴油燃料映射图。在一特定实施例中，柴油燃料映射图保存 128 个点。

图 15 描绘了用于电子控制的发动机的 ECU 软件的结构。在这些系统中，ECU 可通过一个 SAE J1939 数据链路与 OEM 控制器连接，利用现有的传感器并通过 OEM 控制器对柴油燃料的传送执行控制。

电子控制系统的 ECU 软件的构成类似于机械调节系统的软件。然而，几个关键的发动机参数，诸如车速、发动机速度、冷却剂温度、环境温度和压力、及歧管温度与压力，可从数据链路获得，而不是从 ECU 的专用传感器读取。ECU 确定所需的柴油燃料百分比，并发送请求以把柴油燃料限制在这一水平。

ECU 中的 CAN 模块使用邮箱进行通信。邮箱可按以下表中所示在 ECU 初始化期间配置，用于接收或发送各种 J1939 参数组。

接收器(Rx)/发送(Tx)	参数组
Rx	请求所要求的地址
Rx	EEC1
Rx	EEC2
Rx	EEC3
Rx	环境条件
Rx	巡航控制/车速
Rx	发动机温度
Rx	DM1
Rx	BAM
Rx	所要求的地址
Tx	TSC1
Tx	TSC1
Tx	所要求的地址

取决于可用性还接收其它参数。

多燃料发动机转换要用大约一天的时间完成。此外可用来转换轻型、中型和重型柴油及汽油车辆的发动机，公路和野外均可，以翻新改造销售的机械和电子发动机，或转换直接喷射的柴油或汽油发动机，包括涡轮增压和自然喷射的。

虽然以上为了示例的目的描述了本发明特定的实施例，明显地对于本领域技术人员，在不背离如所附权利要求定义的本发明之下，可作出本发明细节的各种变形。

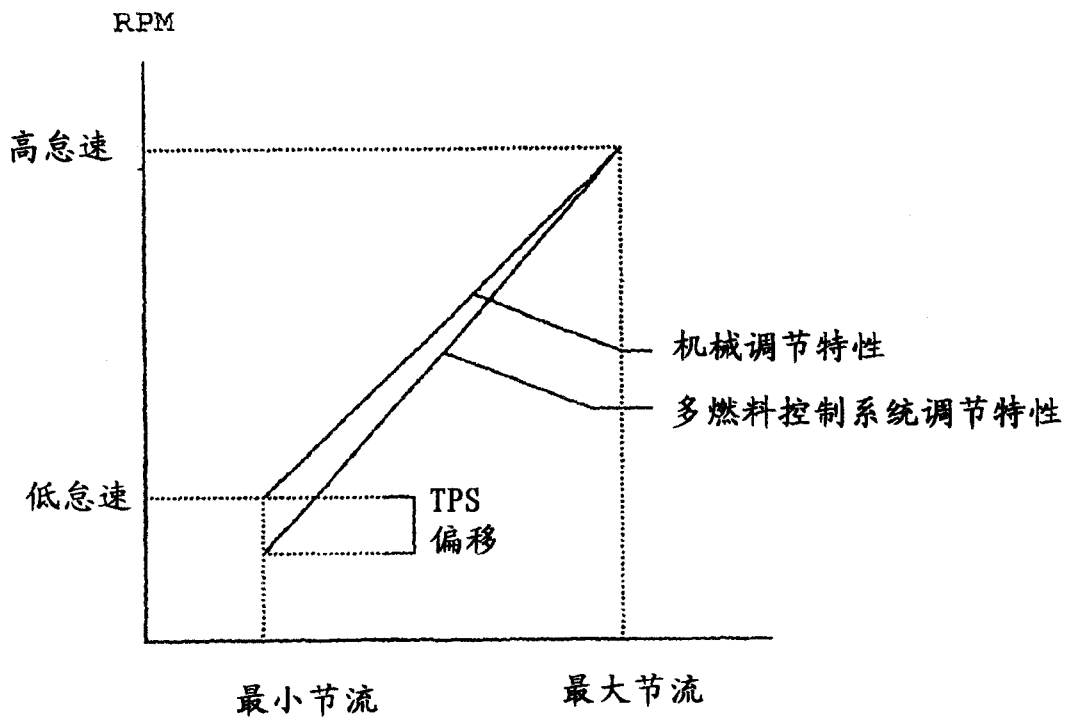


图1

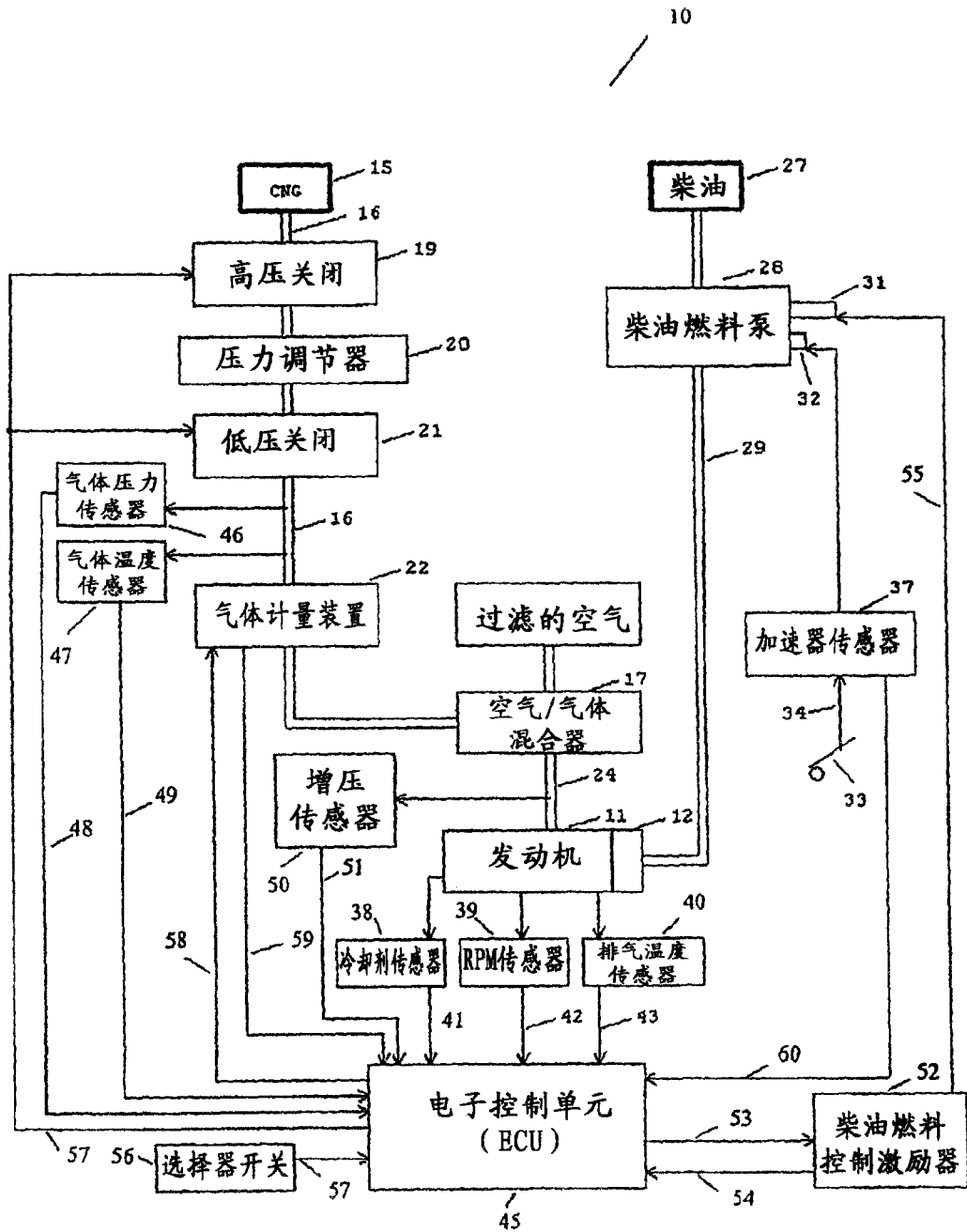


图2

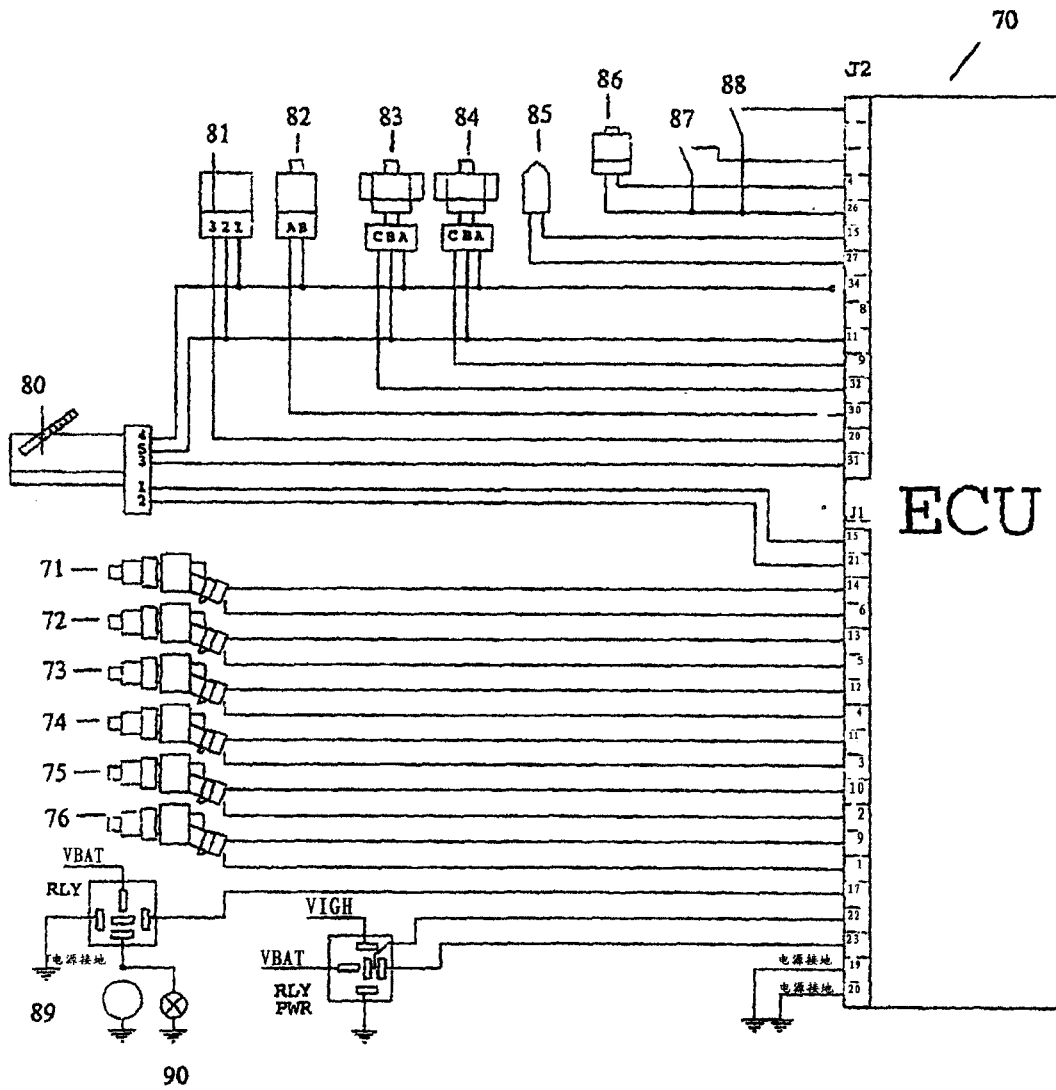


图 3

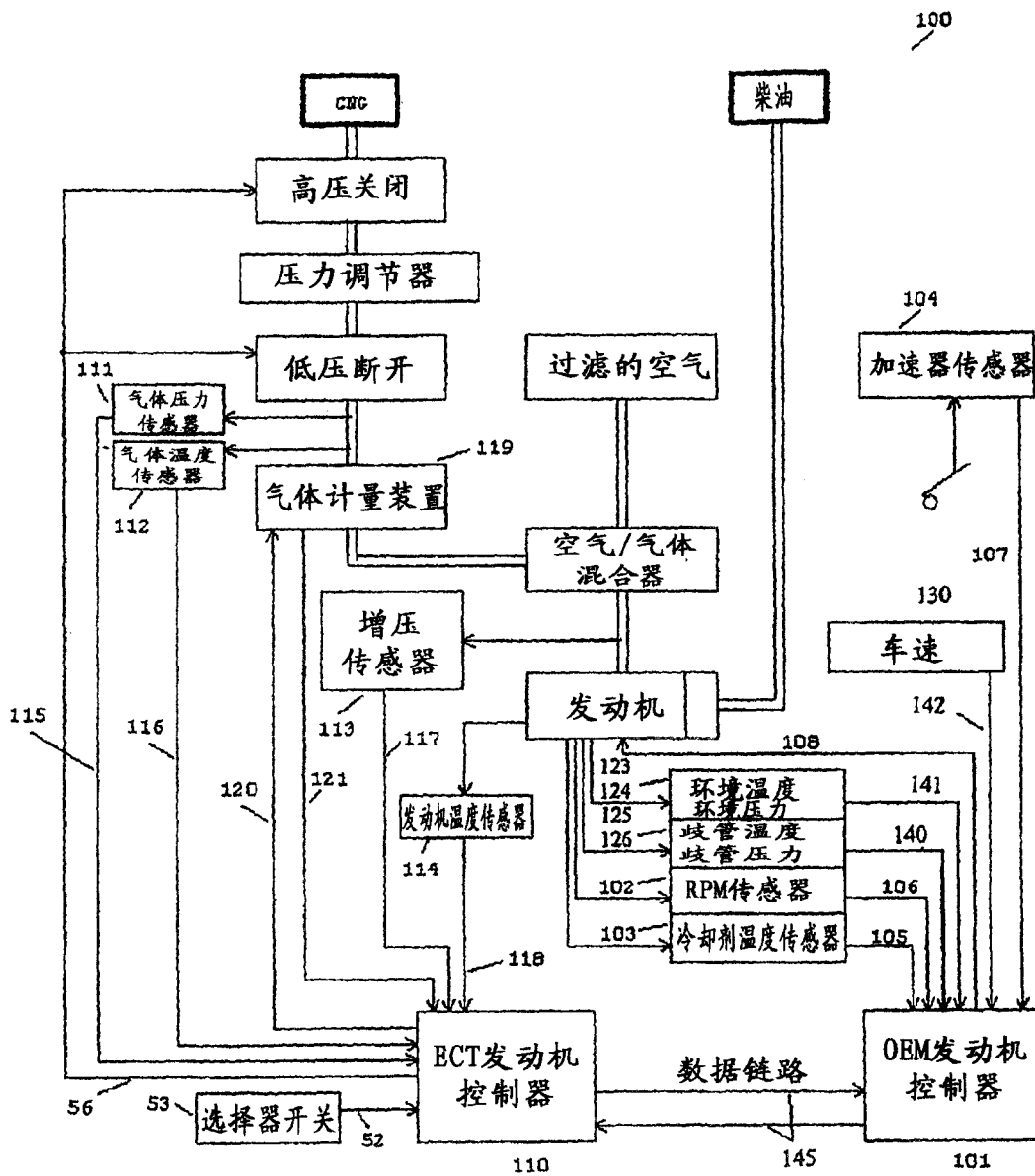


图 4

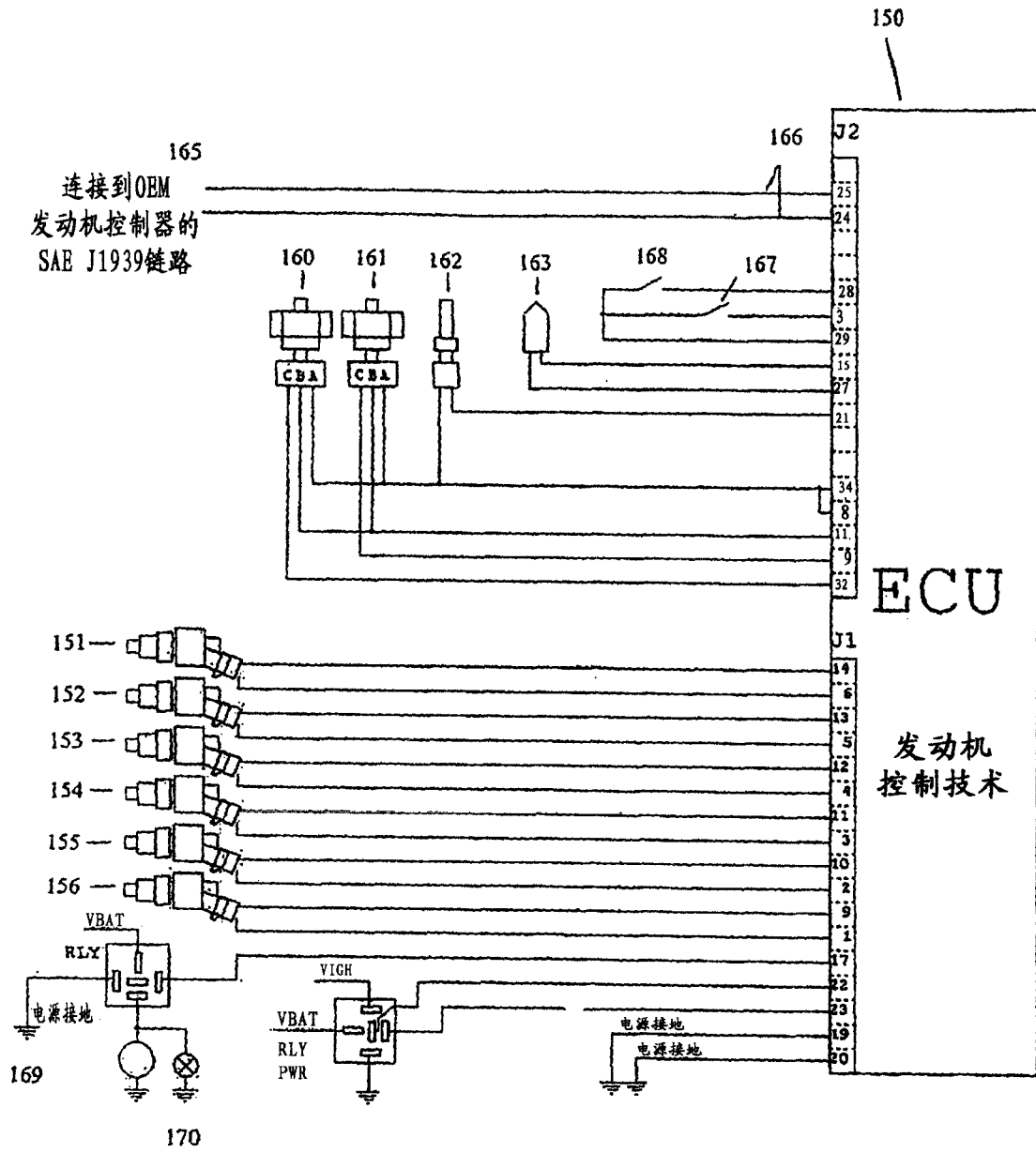


图5

ECU硬件结构

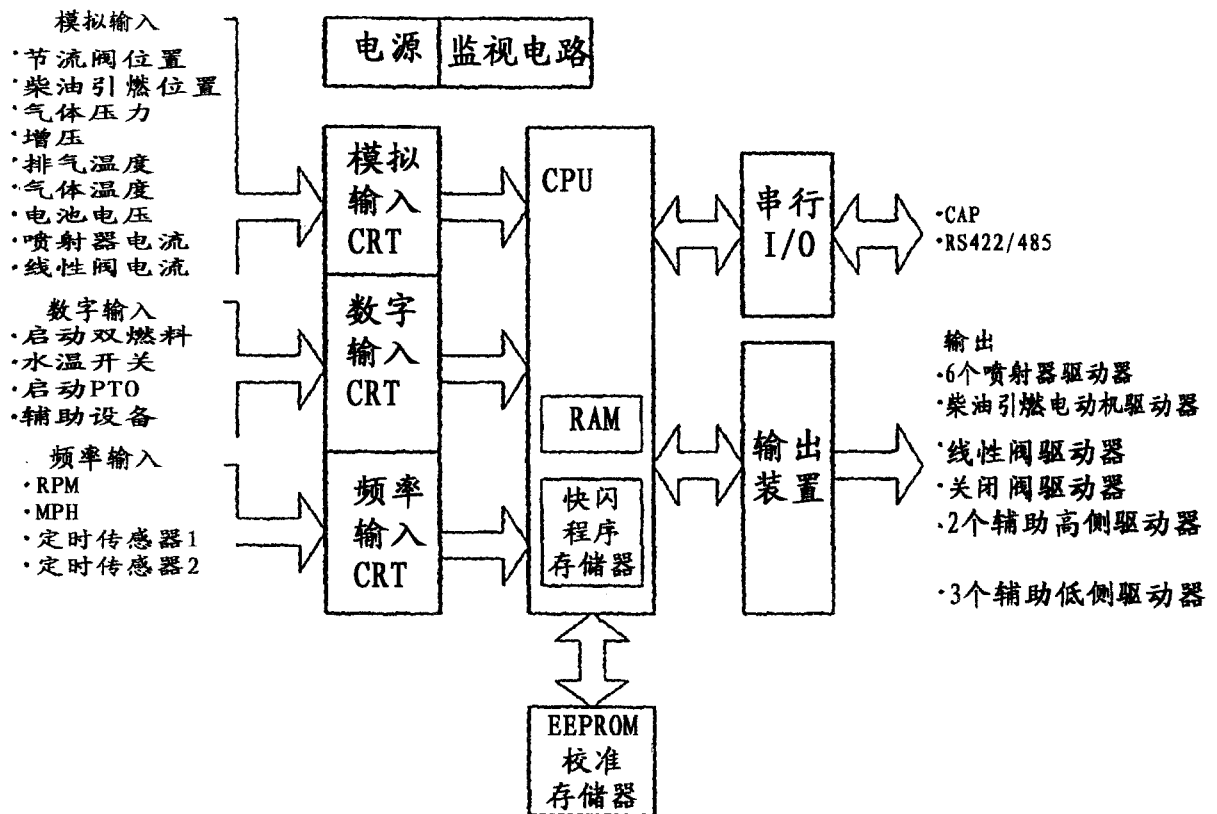


图 6

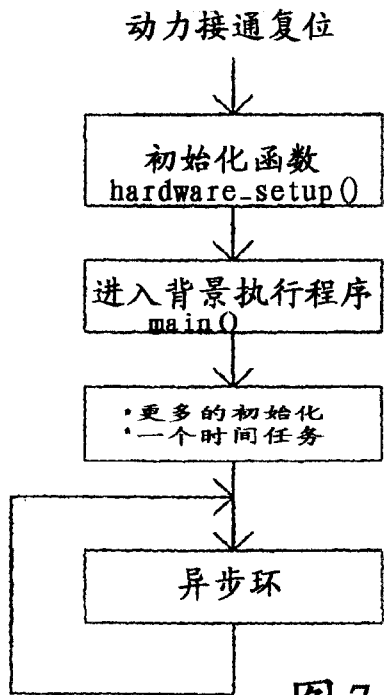


图 7a

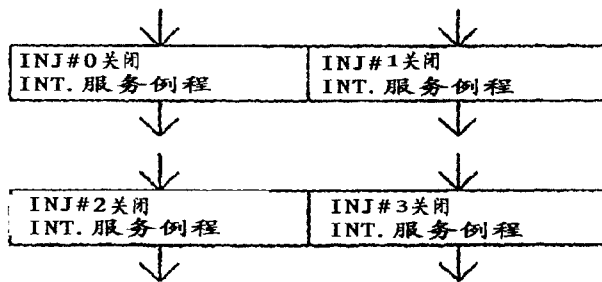


图 7c

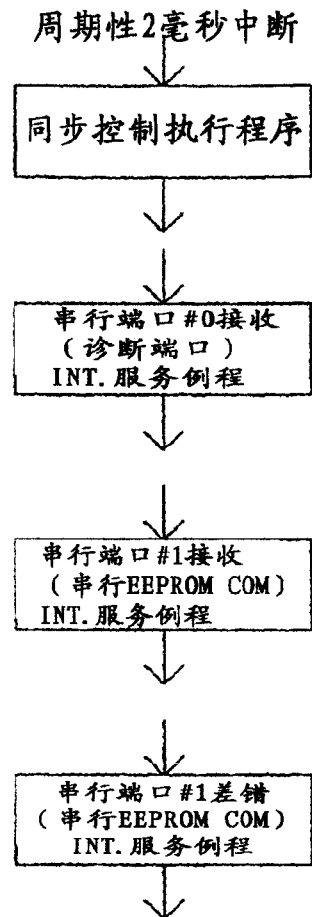


图 7b

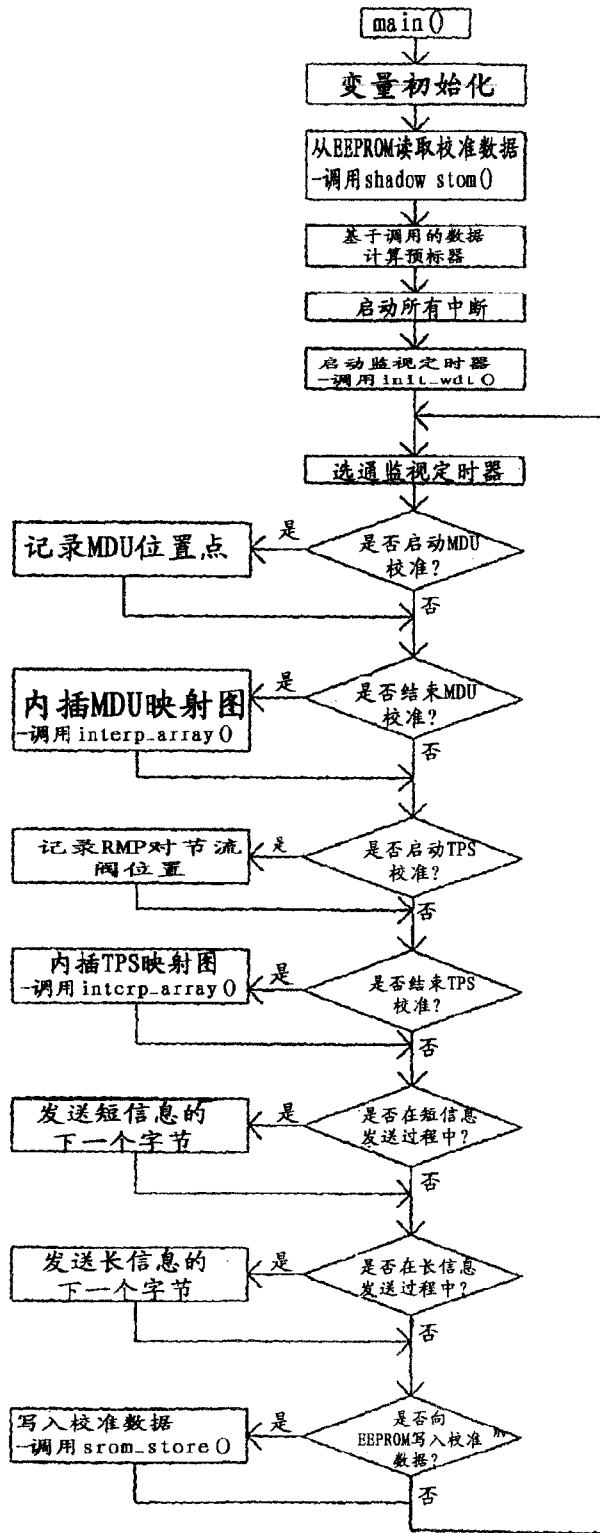
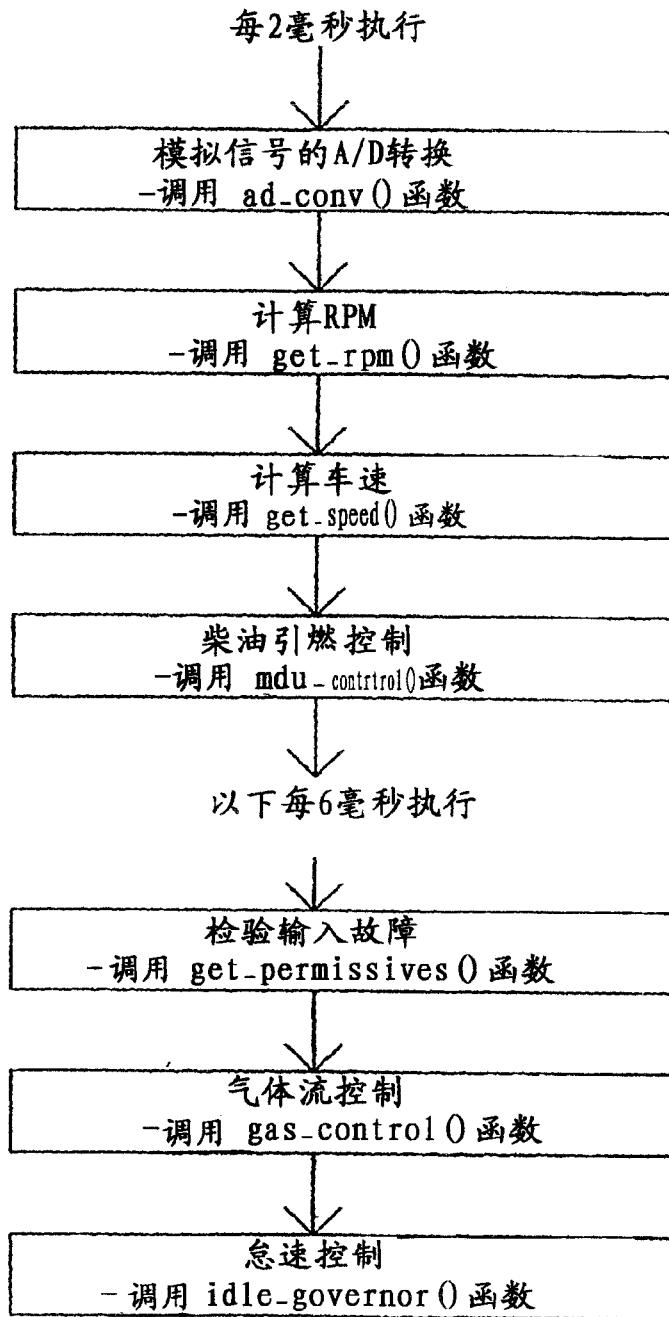


图8



同步控制执行程序

图9

A/D转换流

A/D转换函数(ad_conv())

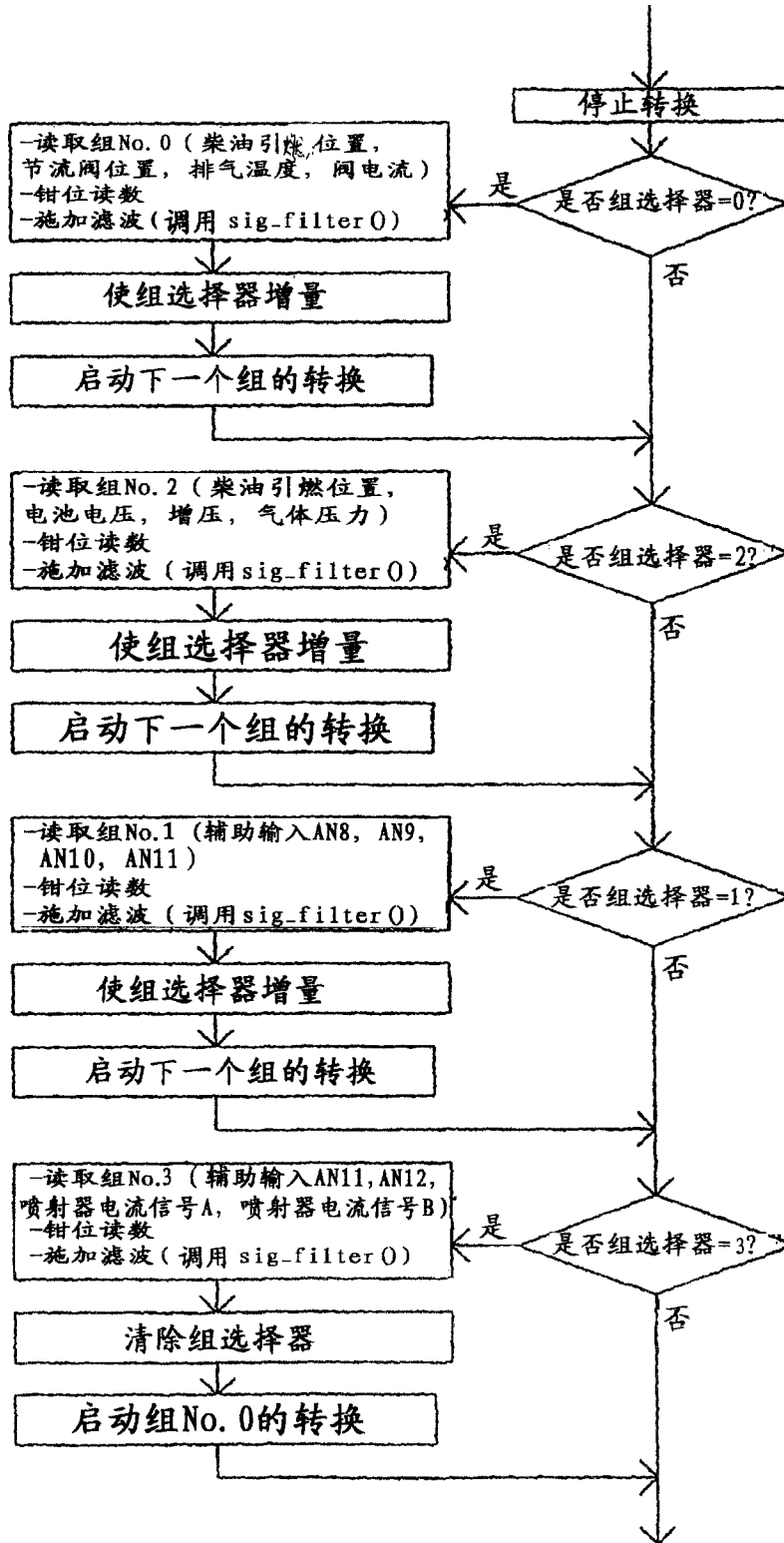


图 10

发动机速度转换
(函数get_rpm(), 每2毫秒运行)

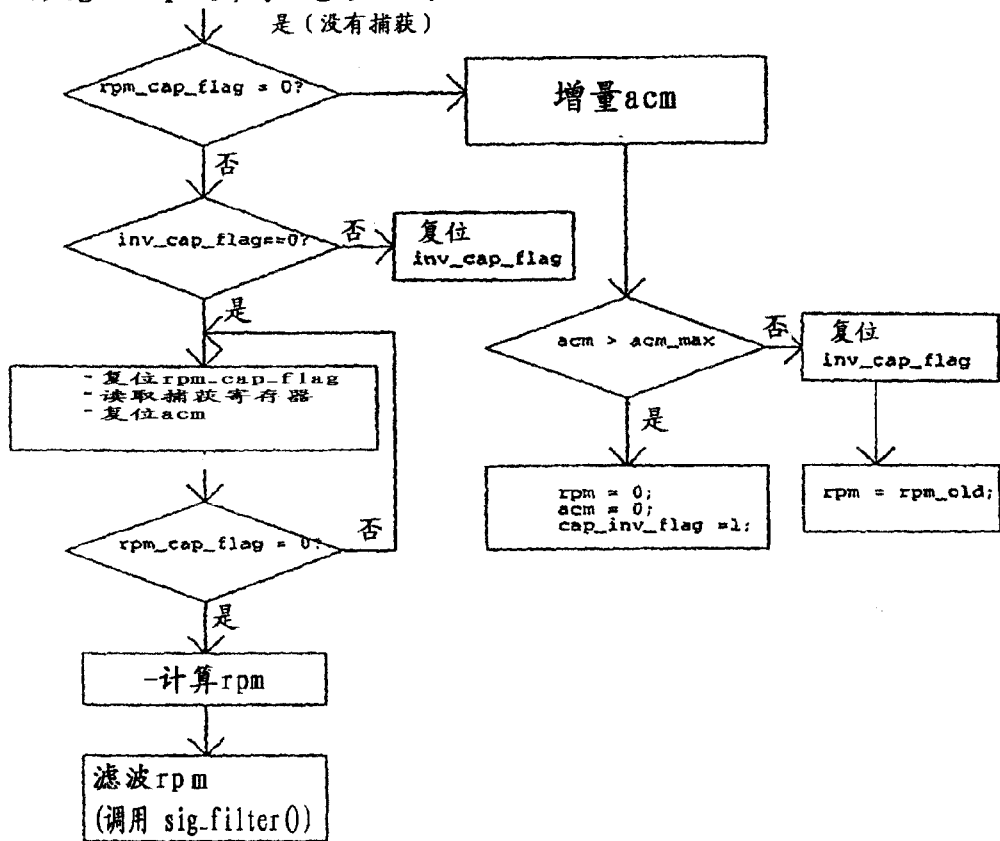


图 11

气体控制函数(gas-control())

气体燃料控制

(函数gas-control(),每6毫秒运行)

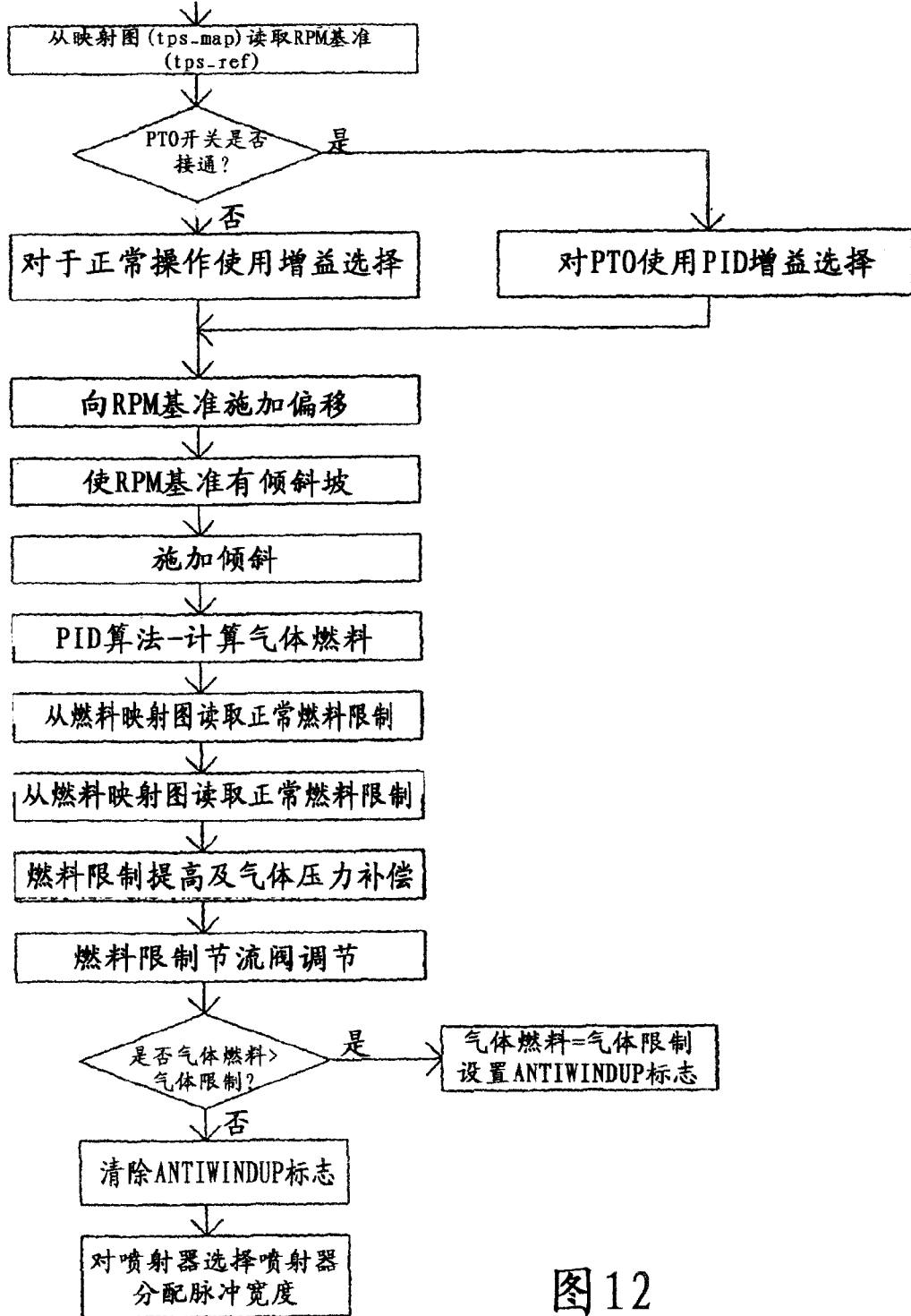


图12

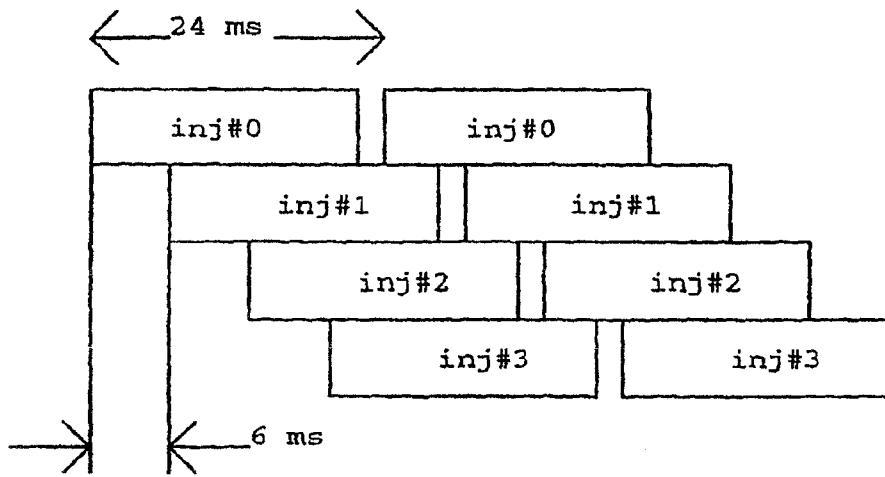


图13

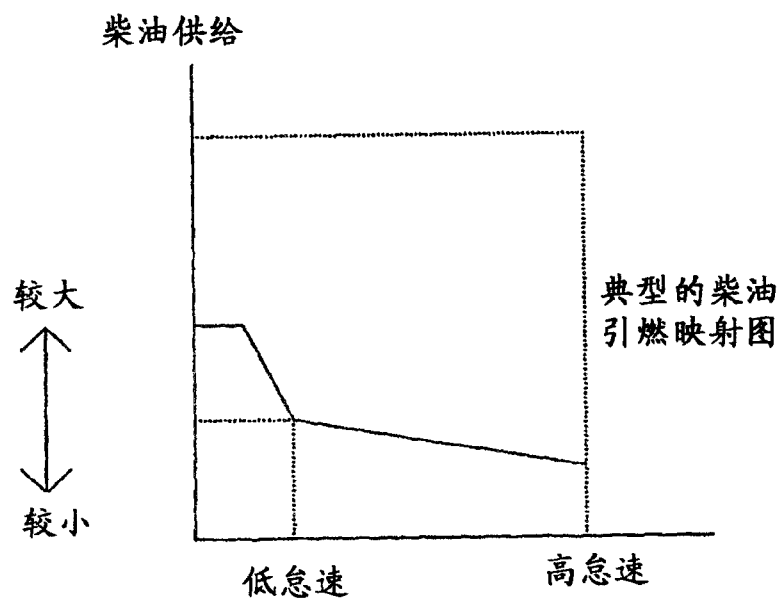


图 14

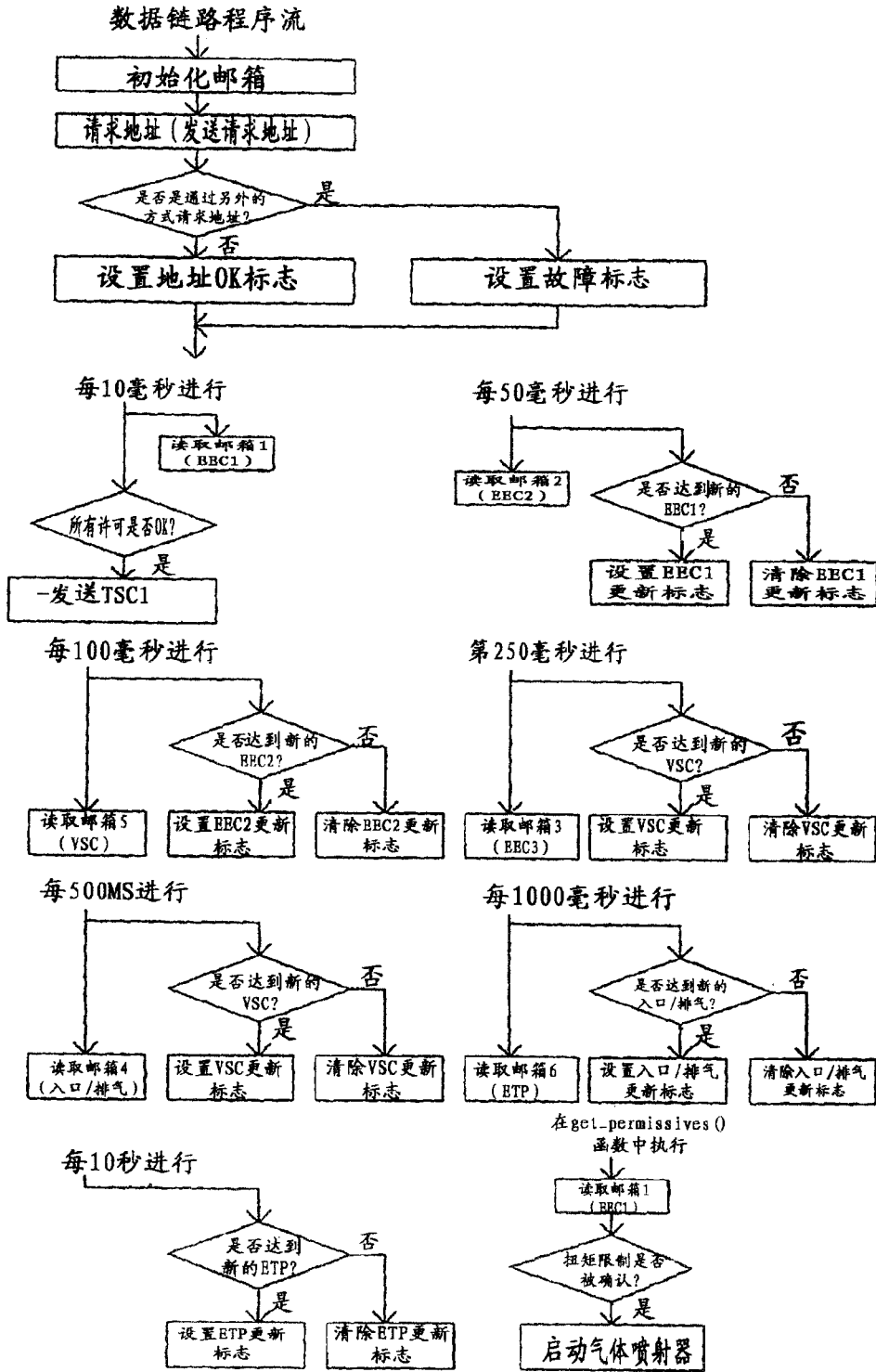


图 15