

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101208231 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 10

(21) 申请号 200680020596. 5

(22) 申请日 2006. 06. 07

(30) 优先权数据

11/148, 815 2005. 06. 08 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 12. 10

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/022146 2006. 06. 07

(87) PCT申请的公布数据

W02006/133306 EN 2006. 12. 14

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 沃尔夫冈·多姆 格伦·R·谢弗

丹尼尔·巴利斯蒂

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 封新琴

(51) Int. Cl.

B61C 17/12(2006. 01)

B60L 15/32(2006. 01)

G05B 13/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2004/0122569 A1, 2004. 06. 24, 全文.

US 5950967 A, 1999. 09. 14, 全文.

US 4042810 A, 1977. 08. 16, 全文.

US 2003/0105561 A1, 2003. 06. 05, 全文.

US 5239472 A, 1993. 08. 24, 全文.

审查员 张运慧

权利要求书 3 页 说明书 4 页 附图 4 页

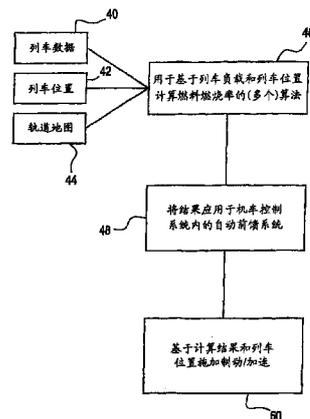
(54) 发明名称

用于改进列车操纵及燃料消耗的系统和方法

(57) 摘要

一种控制具有机车组合的铁路列车的运行以提高机车组合的燃料效率的方法,所述机车组合包含一个或多个铁路机车。该方法包括在机车组合上基于测量响应于机车组合动力设置的列车的移动来计算正在由机车组合移动的列车的负载,在机车组合上确定列车的当前位置,在列车到达轨道状况中的变化之前在机车组合上验证轨道状况中的变化,并且当列车接近轨道状况中的变化时,在机车组合上基于所计算的列车的负载对机车组合动力设置进行调整以将机车组合燃料消耗最优化。

CN 101208231 B



1. 一种控制具有机车组合的铁路列车的运行以提高机车组合燃料效率的方法,所述机车组合包含一个或多个铁路机车,该方法包含:

a) 在所述机车组合上基于测量响应于机车组合动力设置的列车的移动来计算正在由该机车组合移动的所述列车的负载;

b) 在所述机车组合上确定所述列车的当前位置;

c) 在所述列车到达轨道状况中的变化之前在所述机车组合上验证该轨道状况中的变化;以及

d) 当所述列车接近所述轨道状况中的变化时,在所述机车组合上基于所计算的所述列车的负载对机车组合动力设置进行调整以将机车组合燃料消耗最优化。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述测量所述列车的移动包括:确定至少所述列车的位置、列车速度、和列车加速度中的变化中的一个。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述验证所述轨道状况中的变化包含:确定至少轨道倾斜、轨道弯曲或铁路摩擦特性中的一个。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述计算所述列车的负载还基于在负载确定期间该列车在其上行驶的轨道的轨道状况。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述机车组合动力设置是机车发动机设置。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述机车包含至少柴油机车、电动机车、柴油-电动机车、柴油-液压机车、或液压-电动机车中的一个。

7. 如权利要求 5 所述的方法,其中基于所述机车所使用的传动的类型来设置所述机车组合动力设置。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其中所述传动的类型包含至少机械传动和液压传动中的一种。

9. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述机车具有牵引电动机以驱动机车的车轮,并且所述机车组合动力设置是被传送到牵引电动机的动力的电力设置。

10. 如权利要求 1 所述的方法,其中计算所述正在由该机车组合移动的列车的负载的步骤包括:为列车假设初始列车负载,并且将所计算的列车负载用于与该初始列车负载相比较,并相应地调整用于计算的负载,来提高在调整该组合动力设置中所使用的列车负载测量的准确度。

11. 如权利要求 1 所述的方法,其中计算所述列车的负载包含利用全球定位设备来确定至少所述列车的位置、所述列车的速度和所述列车的加速度中的一个。

12. 如权利要求 1 所述的方法,还包含确定天气状况,并且基于所述天气状况调整所述机车组合的动力设置以将燃料消耗最优化。

13. 如权利要求 12 所述的方法,其中所述天气状况包含至少下列其中之一:环境天气状况和该环境天气状况对所述轨道的影响。

14. 如权利要求 1 所述的方法,还包含确定所计算的负载的准确度,该准确度通过基于测量响应于机车组合动力设置的所述列车的移动第二次计算该列车的负载获得,

其中确定所述所计算的负载的准确度还包含计算所述列车的第二次计算的负载并且将其与第一次计算的负载相比较。

15. 如权利要求 14 所述的方法,其中基于所述第二次计算的负载来调整所述所计算的

负载。

16. 如权利要求 12 所述的方法,还包含使用多个全球定位设备来确定在计算所述列车的负载中所使用的列车的长度。

17. 如权利要求 1 所述的方法,还包含采集列车运行数据以用于调整所述列车的速度。

18. 一种用于提高铁路列车的燃料效率的系统,其被设置在具有机车组合的铁路列车上,所述机车组合包含一个或多个铁路机车,该系统包含:

定位设备;

轨道概貌数据库,其包含有关铁路轨道的地形和地势的数据;

处理器,其包含用于计算所述列车的负载的算法和前馈算法,该前馈算法用于基于所述所计算的负载以及即将来临的铁路轨道的地形和地势来确定至少所述列车的加速度和减速度中的一个;以及

其中,在机车组合上确定轨道状况中的变化,并且当所述列车接近该轨道状况中的变化时,基于所计算的所述列车的负载对机车组合动力设置进行调整以将机车组合燃料消耗最优化。

19. 如权利要求 18 所述的系统,其中所述用于计算所述列车的负载的算法包含至少下列其中之一:利用所述列车的出发时间和出发地点、所述列车的当前位置和所述轨道的状况的组合。

20. 如权利要求 18 所述的系统,还包含天气采集设备,用于确定天气状况。

21. 如权利要求 20 所述的系统,其中所述前馈算法还包含将天气状况因子分解以确定至少加速度和减速度中的一个。

22. 如权利要求 18 所述的系统,还包含存储设备,其被连接到所述处理器。

23. 如权利要求 22 所述的系统,还包含:第三算法,用以通过基于存储在所述存储设备中的先前数据第二次计算所述列车的负载来确定所计算的负载值的准确度,该数据包括当所述列车已经穿行先前行驶过的轨道长度时的时间和位置,并且将该第二次计算的负载与第一次计算的负载相比较来确定所计算的负载值的准确度。

24. 如权利要求 18 所述的系统,还包含列车运行采集设备,其被可操作地连接到所述处理器。

25. 如权利要求 24 所述的系统,其中来自所述采集设备的数据被用于基于所述所计算的负载以及即将来临的铁路轨道的地形和地势来确定至少所述列车的加速度和减速度中的一个。

26. 如权利要求 18 所述的系统,其中所述定位设备确定至少所述列车的位置、列车速度、和列车加速度中的变化中的一个。

27. 如权利要求 18 所述的系统,其中所述定位设备利用全球定位设备。

28. 如权利要求 18 所述的系统,其中有关铁路轨道的地形和地势的数据还包含至少轨道倾斜、轨道弯曲或轨道摩擦力特性中的一个。

29. 如权利要求 18 所述的系统,其中所述计算所述列车负载的算法包括:为列车假设初始列车负载,并且将所计算的列车负载用于与该初始列车负载相比较,并相应地调整用于计算的负载,来提高在调整机车组合动力设置中所使用的列车负载测量的准确度。

30. 如权利要求 18 所述的系统,其中至少所述计算所述列车负载的算法或所述前馈算

法中的一个包含至少时间相关和时变的泰勒级数展开计算或卡尔曼滤波器中的一个。

用于改进列车操纵及燃料消耗的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及机车运行,并且更具体而言,涉及一种用于在遭遇轨道地形变化时自主地改进列车操纵及燃料消耗的系统和方法。

背景技术

[0002] 取决于列车操作员的经验水平、敬业精神、以及甚至在特定日子的感觉,铁路列车的操纵在操作员之间有区别,于是导致了在列车使用 (mission) 燃料燃烧率上的不同以及列车效力 (force) 上的不同。例如,一个具有敬业精神并且注意力敏锐的熟练操作员对铁路轨道更加熟悉,并且从而在列车遭遇到坡度和转弯变化之前就预期到这些地形变化并且根据预期的变化使列车慢下来(减速)或快起来(加速)。与不熟悉轨道的操作员相比,这导致列车较为平稳地的运行以及燃烧较少的使用燃料。

[0003] 虽然目前存在用于辅助列车操作员将燃烧使用燃料最小化的系统,但是这样的系统通常需要相应的操纵性能数据用于稍后的处理以辅助确定如何最好地将燃烧使用燃料最小化。而且,相信这样的系统从远离列车的地方执行大多数处理以在机车的其它行驶期间使用。这样的系统通常不能够在列车开动时处理将诸如天气这样的其它外部因素考虑在内的实时数据。

发明内容

[0004] 为此,需要一种系统、方法和软件代码,用以当列车接近轨道状况中的变化时使得能够在车上对列车的速度进行估计和确定,然后这样的信息被用来调整列车速度以改进燃料效率和列车操纵。在优选实施例中,本发明集涉及一种自学习和自动校正系统。在另一个优选实施例中,通过自学习,可能需要操作员的交互来实现本发明。因此,本发明公开了一种方法、系统和计算机软件,用于控制具有机车组合的铁路列车的运行以提高机车组合燃料效率,该机车组合包含一个或多个铁路机车。所述方法包含:在机车组合上基于测量响应于机车组合动力设置的列车的移动来计算正在由该机车组合移动的所述列车的负载。所述方法还包括:在机车组合上确定列车的当前位置。在所述列车到达轨道状况的变化之前在机车组合上验证该轨道状况中的变化,也是所述方法教导的部分。所述方法还包括:当所述列车接近所述轨道状况中的变化时,在机车组合上基于所计算的所述列车的负载对机车组合动力设置进行调整以将机车组合燃料消耗最优化。

[0005] 所述系统包含:定位设备;轨道概貌数据库,其包含有关铁路轨道的地形和地势的数据;处理器,其包含用于计算所述列车的负载的算法和前馈算法,该前馈算法用于基于所述所计算的负载以及即将来临的铁路轨道的地形和地势来确定至少所述列车的加速度或减速度中的一个。在机车组合上确定所述轨道状况中的变化,并且当列车接近该轨道状况中的变化时,基于所计算的列车的负载对机车组合动力设置进行调整以将机车组合燃料消耗最优化。

[0006] 所述计算机软件代码包含:软件模块,用于基于测量响应于机车组合动力设置的

列车的移动来计算正在被该机车组合移动的列车的负载。还提供了用于在列车到达轨道状况中的变化之前确定即将来临的轨道状况的软件模块。所述软件代码还具有：软件模块，用于基于所计算的负载和即将来临的轨道状况中的变化，计算至少所述列车的加速度或减速度中的一个以将燃料消耗最优化。

[0007] 其技术效果是提供软件代码，其能够处理关于列车的数据及使用该信息，以通过在列车到达铁路轨道变化之前调整列车速度，以改进燃料效率和列车操纵。

附图说明

[0008] 通过结合附图阅读以下对本发明的详细描述，本发明的特征和优点将变得清楚，附图中：

[0009] 图 1 是以本发明的示范性部件的机车的形式公开的框图；

[0010] 图 2 是本发明的示范性步骤的一般性综述的框图；

[0011] 图 3 是示出了机车的燃料对功率的示范性值的图表；

[0012] 图 4 是示出了本发明的示范性步骤的流程图；和

[0013] 图 5 是示出了本发明的示范性软件代码元的流程图。

具体实施方式

[0014] 参照附图，现在将描述本发明的示范性实施例。在详细描述具体的系统和方法之前，应当注意到，本发明主要在于组件和与其相关的步骤的新组合。因此，通过附图中的传统元素表示了系统和方法步骤，仅示出了那些与本发明相关的具体细节，从而不会由于结构上的细节而模糊了本公开，这些对这里的描述有益的细节对本领域的技术人员将是很清楚的。此外，这里所采用的措辞和术语是为了描述的目的而不应当被视为限制。为此，以单数形式使用的术语也应当被理解为包括好像是以其复数形式陈述似的术语。此推论也应当应用于相反的情况。例如，术语“发明”的使用应当还被解释为指代术语“多个发明”，而术语“多个发明”的使用也应当被解释为指代术语“发明”。

[0015] 自始至终使用对机车的一般性引用。本发明可被应用于所有类型的机车、包括柴油机车、电动机车、或混合系统，但不局限于此，该混合系统包括柴油 - 电动机车、柴油 - 液压机车、液压 - 电动机车系统，但不局限于此。同样地，由于可以基于机车的类型使用各种传动系统，诸如但不限于机械传动和液压传动，所以术语“动力设置 (power setting)”被一般性使用。基于驱动系统和机车的类型，本领域的技术人员会认识到，与其它类型的驱动和机车相区别地设置机车的速度。

[0016] 图 1 是机车 5 的示范性图示。在铁路列车中，一个或多个机车 5 可以是列车的一部分，其中，机车被视为一个组合 (consist)。图 1 还示出了本发明的示范性部件的框图表示。通过如所示被设置在单个机车 5 上那样，可以将这些部件设置在列车的其它部分中或机车组合中的其它机车中。也可能这些部件不全被设置在一辆汽车或机车 5 中。换句话说，这些部件可以被设置在列车的若干部分中并且被连接以便仍然执行本发明的功能。

[0017] 如图 1 进一步所示，定位设备 (position-determining device) 12 被提供在列车上。该设备被连接到处理器 14。提供轨道概貌 (track profile) 数据库 16 并连接到处理器 14。轨道概貌数据库 16 包括诸如关于铁路轨道 17 的地形和地势 (contour) 数据这样

的信息。存储设备 26 被附在处理器 14 上。存储设备 26 被提供用于临时性地或长期地存储由处理器 14 所提供和 / 或计算的数据, 该数据在列车的当前运行期间使用或在稍后的运行期间使用。列车运行采集设备 30 也被提供在列车上并且被连接到处理器 14。采集设备 30 可操作用于确定列车的档速 (notch speed) (呼叫)、牵引动力、制动管 (brake pipe) 设置、速度、燃料耗能设置、以及加速度和减速度, 但不限于此。所采集的信息可被下面所讨论的算法 20、21、28 利用以便在对列车加速或减速时帮助确保更加准确的定时。

[0018] 处理器具有许多由处理器 14 进行处理的算法 20、21、28。一个算法 20 被提供用于计算列车的负载。另一个算法 21 是前馈算法, 该算法根据即将来临的铁路轨道的地形和地势基于所计算的负载来确定列车的加速度或减速度。可用的第三算法 28 可以是一个用于确定所计算的负载值的准确度的算法。这可以通过计算列车的第二负载值和基于第二次计算的第一计算负载值来实现。上面所讨论的算法中所使用的技术的示例包括、但不局限于时间相关和时变的泰勒级数展开 (Taylor series expansion)。本领域的技术人员还将看出, 可以使用利用卡尔曼滤波器 (Kalman filter) 的算法, 因为它们支持对过去、现在、以及甚至将来状态的估计, 即使是在建模系统的精确特征未知的情况下也是如此。

[0019] 在一个示范性实施例中, 对负载进行假定和 / 或负载是可用的, 然后基于存储在存储设备 26 中的先前数据使用第三算法 28 进行计算, 所述数据包括列车穿行特定长度的铁路轨道 17 时的时间和地点。将第二次计算与原始负载值进行比较, 并且相应地调整用于进一步计算的负载。在另一个示范性实施例中, 将列车的出发时间 (start time) 和出发地点 (start location) 与该列车已经穿行的给定地点进行比较。取出该信息并将属于 (pertain to) 在该时间段期间机车 5 的动力设置的信息包括在内, 计算负载。将该负载值与本发明已经使用的原始负载值进行比较, 并且相应地调整本发明所使用的负载值。

[0020] 图 2 是包含本发明的示范性步骤的示范块的一般性综述的框图。通过采集设备 30 采集来自列车 (列车数据) 40, 具体而言来自机车组合的信息。必须确定列车的位置 (列车位置) 42。可以经由跟踪系统 (track system)、和 / 或经由该组合中的其它机车, 通过车载 GPS 系统、属于机车控制系统的一部分的驶过英里计数器来确定位置, 但不限于此。轨道 44 的地图被提供以便验证列车的位置。地图可以包括、但不局限于诸如向上的坡度、向下的坡度、转弯、乡村 / 城市 / 住宅位置 (是否可能施加了特定的速度限制) 这样的信息。

[0021] 可以使用一种算法或若干算法来计算燃料燃烧率 46。基于列车负载和列车位置来计算燃料燃烧率。所采集的数据与列车位置相关。在一个示范性实施例中, 基于档速和列车穿行给定长度的轨道的时间来计算列车负载。在另一个示范性实施例中, 使用档速和牵引动力相对坡度和摩擦力的变化, 可以计算列车负载的近似值。在基于轨道状况采集了列车速度和牵引动力并将其用于确定列车负载的情况下, 还对列车行驶摩擦力和列车转弯摩擦力进行确定。在另一个实施例中, 轨道参数未知, 结合机车每马力的燃料消耗率 (Specific Fuel Consumption, SFC) 一起, 利用摩擦力和风力、在动力模式期间消耗的燃料、以及由此造成的列车速度变化来计算列车负载。在图 3 中提供了示出了机车 5 的相对马力 35 和 SFC 37 的燃料的典型示范性值 33 的表格。该图表 31 还基于机车的档速对这些值进行验证。基于铁路轨道中的即将来临的 (pending) 变化使用所得的负载计算结果来确定加速和减速。最好是, 在初始加速期间计算初始负载估计值并且该估计值被用作任务最优化的初始输入。

[0022] 所得的计算结果被提供给机车控制系统 48 以便在列车接近某一轨道地带时控制列车将如何执行。通过近似,列车可以是正在接近轨道状况中的变化、正在遭遇轨道状况中的变化、和 / 或已经遭遇了轨道状况中的变化。具体而言,将所进行的计算与实际任务特性进行比较。基于计算结果和列车位置,或者列车的速度保持不变、或者施加制动以使列车减速,或者列车被加速 50。

[0023] 为了进一步辅助确定合适的加速度或减速度,列车上还有天气采集设备 25。该设备包括天气采集装置以确定列车正在经历的当前天气状况以及甚至列车即将穿行的轨道上的天气状况。这样的天气状况包括风况、雨、和雪,但不局限于此。

[0024] 在另一个优选实施例中,从在遥远位置处的调度员将天气状况转播到列车,所述遥远位置诸如但不限于列车站。在又一个优选实施例中,天气状况被下载,诸如通过无线因特网连接。在另一个优选实施例中,在列车上放置的本地照相机可以提供天气的可视图像,其中,用户就可以输入特定于正在经历的天气的类型的数据和 / 或命令。在另一个优选实施例中,可以采用任意数量的上述方法。天气状况数据被提供给处理器,其中,前馈算法使用该数据以更加准确地计算机车组合的加速度或减速度。

[0025] 图 4 是示出了用于提高燃料效率的本发明的示范性步骤的流程图。如图所示,必须执行列车的负载的计算,步骤 52。这可以基于测量响应于机车组合的动力设置的列车的移动来进行计算。必须确定列车的当前位置,步骤 54。当列车正在移动时,必须在列车到达轨道位置的变化之前验证轨道状况的变化,步骤 56。如上所述,轨道状况这样的变化包括向上的坡度、向下的坡度、转弯、以及乡村 / 城市 / 住宅位置,但不局限于此。当列车接近轨道状况的变化时,基于所计算的列车的负载调整机车组合动力设置以将燃料消耗最优化,步骤 58。在优选实施例中,在列车上执行所有这些功能。

[0026] 图 5 是示出了在列车具有至少一个计算机在机车或机车组合上的情况下用于提高铁路列车的燃料效率的本发明的示范性软件代码元的流程图。因此,本领域的技术人员将看出,该软件代码不需要存在于一个计算机中,而是不同的代码可以是多个计算机的一部分,该多个计算机联网在一起以提供相同的终端结果,就好像在其中提供了所有代码的一个计算机一样。而且,本领域的技术人员将看出,虽然示出了三个模块,这些模块可以被分成多个模块和 / 或合并为更少的模块。

[0027] 一个软件模块 60 被提供用于基于测量响应于机车组合的动力设置的列车的移动来计算列车的负载。另一个软件模块 62 在列车到达轨道状况中的变化之前确定即将来临的轨道状况。第三软件模块 64 基于所计算的负载和即将来临的轨道状况的变化,为列车确定加速度或减速度以将燃料消耗最优化。

[0028] 尽管已经在目前被视为优选实施例的内容中对本发明进行了描述,但是对本领域的技术人员来说,很明显可以进行许多变化和修改。因此,意在使本发明不局限于具体的示范性实施例,而是在所附的权利要求的全部精神和范围内对本发明进行理解。

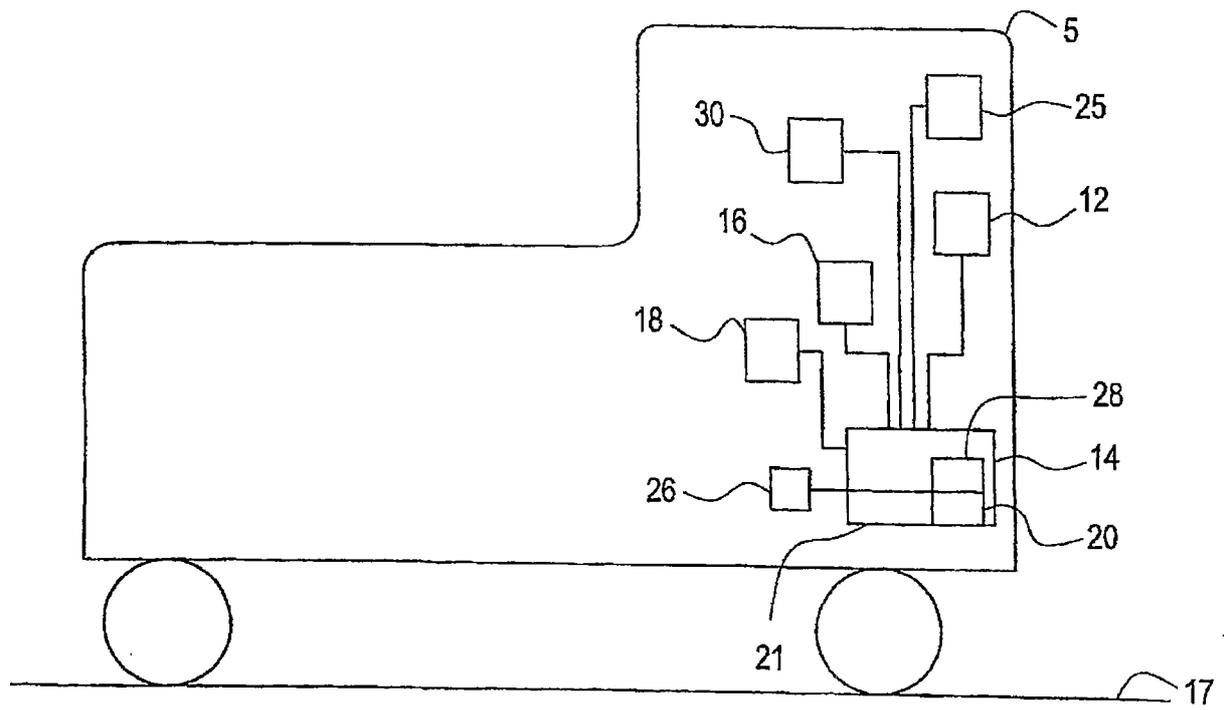


图 1

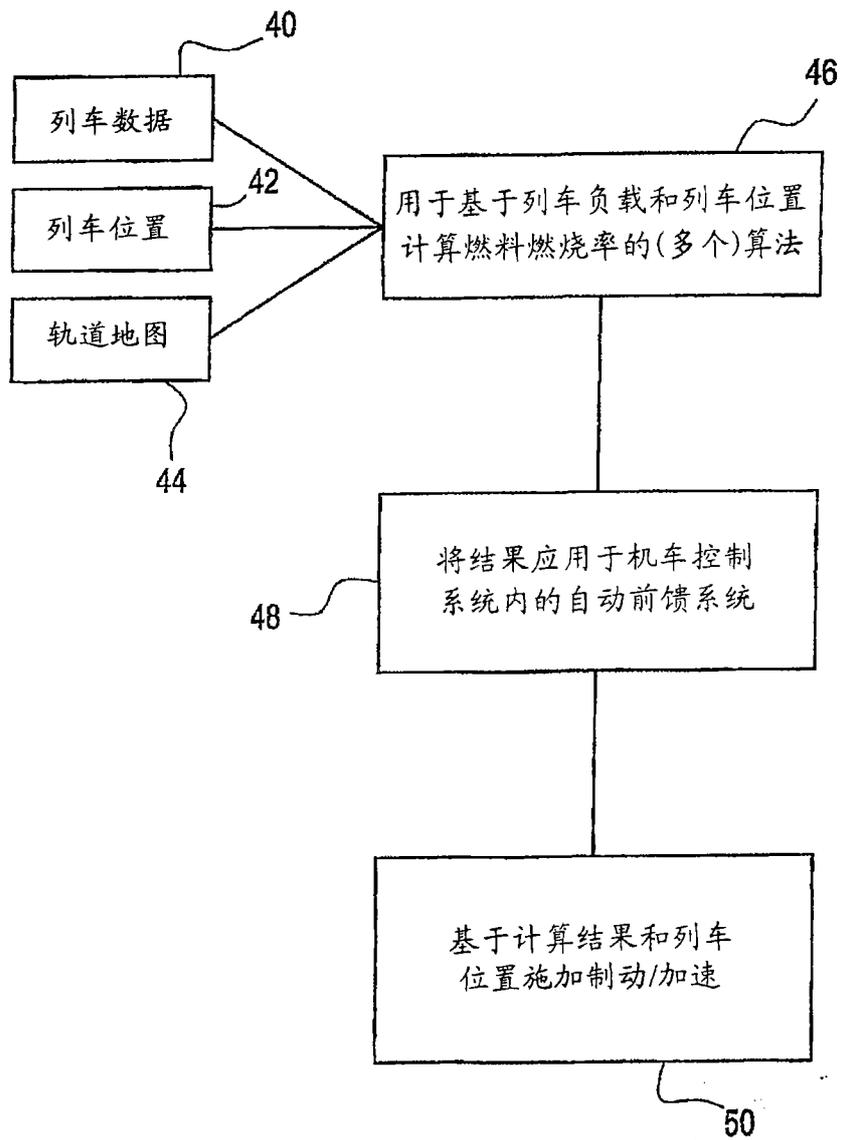


图 2

<u>档速</u>	<u>HP</u>	<u>Lbs/Hr</u>	<u>Gals/HR</u>	<u>SFC</u>
0	0	27.1	3.85-	
1	200	81.5	11.75	0.4075
2	500	189.4	26.9	0.3788
3	1040	385.9	54.81	0.3711
4	1550	554.3	78.73	0.3576
5	2220	771.9	109.64	0.3477
6	2940	986.1	140.7	0.3354
7	3660	1196.1	169.9	0.3268
8	4500	1473.8	209.35	0.3275

图 3

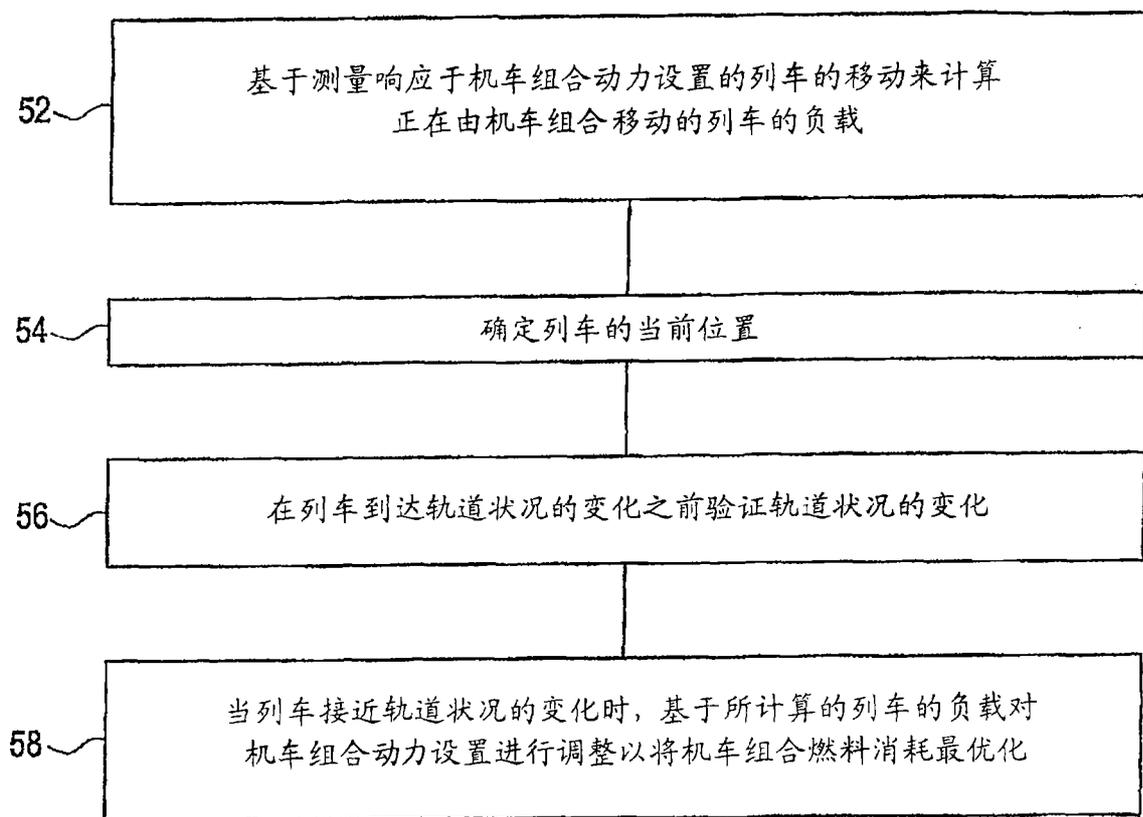


图 4

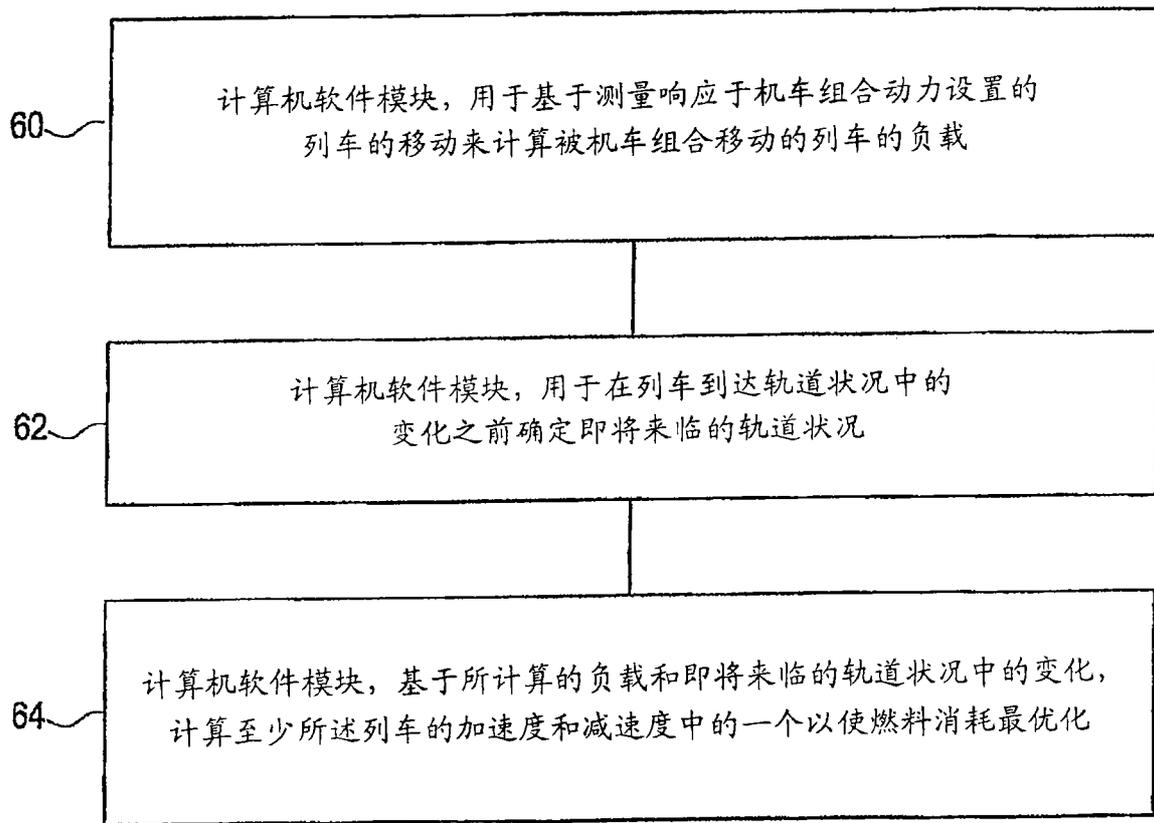


图 5