



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112703142 A

(43) 申请公布日 2021.04.23

(21) 申请号 201980060191.1

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

(22) 申请日 2019.09.23

代理人 雷明 秘凤华

(30) 优先权数据

1858734 2018.09.25 FR

(51) Int.Cl.

B60W 50/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

B60W 10/06 (2006.01)

2021.03.15

B60W 10/08 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/075449 2019.09.23

B60W 20/12 (2006.01)

B60W 10/26 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/064586 FR 2020.04.02

(71) 申请人 雷诺股份公司

地址 法国布洛涅-比扬古

(72) 发明人 A-D·乌拉巴

权利要求书2页 说明书11页 附图5页

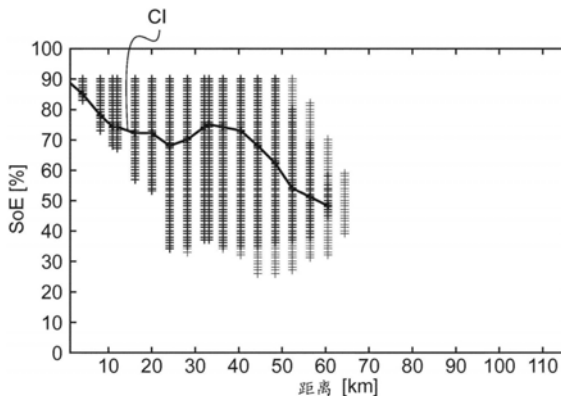
(54) 发明名称

混合动力机动车辆的燃料消耗和电流消耗的管理设定点的计算方法

程上的功率管理设定点。

(57) 摘要

本发明涉及一种混合动力机动车辆的燃料消耗和电流消耗的管理设定点的计算方法,该混合动力机动车辆包括由牵引电池供应电流的至少一个电动机以及靠燃料运行的内燃发动机。根据本发明,此方法包括以下步骤:a) 获取待行程; b) 将所述行程划分成连续的节段; c) 针对每个节段获取表征所述节段的属性,所述属性中的第一属性与关于在所述节段上使用内燃发动机的授权或未授权特性相关; d) 针对所述节段中的每个节段,获取将该混合动力机动车辆在该节段上的燃料消耗与其电功率消耗相关的关系; e) 确定所获取的关系中每一者的最优消耗点,从而使该牵引电池在该第一属性指示未授权使用该内燃发动机的这些节段上的放电最大化、使该混合动力机动车辆在整个行程上的燃料消耗最小化并且使该牵引电池在该行程结束时的放电最大化;以及 f) 根据所述最优点的坐标形成整个行



1. 一种混合动力机动车辆的燃料消耗和电流消耗的管理设定点的计算方法,该混合动力机动车辆包括由牵引电池供应电流的至少一个电动机以及被供以燃料的内燃发动机,

其特征在于,该方法包括以下步骤:

a) 借助于导航系统来获取待行进行程,

b) 将所述行程划分为连续的区段 ($T_i, i \in \{1 \cdots N\}$),

c) 针对每个区段 (T_i) 获取表征所述区段 (T_i) 的属性 (FC, SC, SL, TS, RG, LL, NL, SMS, ZE),

d) 针对所述区段 (T_i) 中的每个区段并考虑其属性 (FC, SC, SL, TS, RG, LL, NL, SMS), 获取将该混合动力机动车辆在该区段 (T_i) 中的燃料消耗 (CC) 与其电能消耗 (Δ SOE) 关联的关系 (CE_j),

e) 确定所获取的关系 (CE_j) 中每一者的最优消耗点 (P_i), 以及

f) 基于所述最优点 (P_i) 的坐标形成贯穿该行程的能量管理设定点,

其特征在于,在步骤c)中,所获取的所述属性 (ZE) 中的第一属性与在所述区段 (T_i) 上是否授权使用该内燃发动机相关,并且

其特征在于,在步骤e)中,确定这些最优消耗点 (P_i) 以便:

- 使该牵引电池在该第一属性 (ZE) 指示未授权使用该内燃发动机的区段 (T_i) 中的放电最大化,

- 使该混合动力机动车辆在整个行程上的燃料消耗最小化,并且

- 使该牵引电池在所述行程结束时的放电最大化。

2. 如前一项权利要求所述的计算方法,其中,在步骤f)中,该能量管理设定点包括用于禁止在该第一属性 (ZE) 指示未授权使用该内燃发动机的区段 (T_i) 上启动该内燃发动机的命令。

3. 如前述权利要求之一所述的计算方法,其中,在步骤e)中,通过惩罚这些关系 (CE_j) 的点来确定这些最优消耗点 (P_i), 这些关系的点对应于该第一属性 (ZE) 指示未授权使用该内燃发动机的区段 (T_i) 上的非零燃料消耗。

4. 如前述权利要求之一所述的计算方法,其中,在步骤e)中,借助于启发优化算法 (A^*) 确定这些最优消耗点 (P_i)。

5. 如前述两项权利要求所述的计算方法,其中,该启发优化算法 (A^*) 在于使函数 (f) 最小化,该函数是到达所考虑的区段 (T_i) 的消耗函数 (g) 和评估从所考虑的区段 (T_i) 到行程终点的剩余消耗的启发函数 (h) 之和,以便惩罚该关系 (CE_j) 的点,这些点对应于该第一属性 (ZE) 指示未授权使用该内燃发动机的区段 (T_i) 上的非零燃料消耗,对该启发函数 (h) 的计算是在该第一属性 (ZE) 指示未授权使用该内燃发动机的区段 (T_i) 以及其他区段 (T_i) 上以不同方式来执行的。

6. 如前一权利要求所述的计算方法,其中,对该启发函数 (h) 的计算是通过使用数学表达式来执行的,在该第一属性 (ZE) 指示未授权使用该内燃发动机的区段 (T_i) 上对该表达式应用严格大于1的倍增系数,并且在其他区段 (T_i) 上对该表达式应用等于1的倍增系数。

7. 如前述权利要求之一所述的计算方法,其中,在步骤d)中,每个关系 (CE_j) 是通过从将燃料消耗值 (CC) 与电能消耗值 (Δ SOE) 关联的多个预定关系 ($CE_j, j \in \{1 \cdots M\}$) 中进行选择来获取的,该预定关系 (CE_j) 是对考虑表征所述区段 (T_i) 的属性 (FC, SC, SL, TS, RG, LL, NL, SMS, ZE) 而将该混合动力机动车辆在该区段 (T_i) 的燃料消耗 (CC) 与其电能消耗 (Δ SOE) 关

联的关系的最佳近似。

8. 如前一权利要求所述的计算方法,其中,-这些预定关系(CE_j)是将该内燃发动机的燃料消耗值(CC)与该牵引电池的充电或放电值(ΔSOE)关联的曲线或映射。

9. 如前述两项权利要求之一所述的计算方法,其中,其中存储器存储这些预定关系(CE_j)以及将该区段(T_i)与这些预定关系(CE_j)中的一个预定关系或其他预定关系相关联的概率与每个属性值(FC,SC,SL,TS,RG,LL,NL,SMS)相关联的表格(TAB),在步骤d)中,针对每个区段(T_i):

-使用所述表格(TAB)考虑与此区段(T_i)相关联的属性(FC,SC,SL,TS,RG,LL,NL,SMS)的值来确定该区段(T_i)属于这些预定关系(CE_j)中的一个预定关系或其他预定关系的概率的总和,并且

-选择具有最高概率总和的关系(CE_j)。

10. 如前述权利要求之一所述的计算方法,其中,在步骤b)中,每个区段(T_i)被限定为该行程的最大长度的一部分,该部分包括在其整个长度上不变的至少两个属性(RG,SC,FC,ZE),该两个属性之一由该第一属性(ZE)形成。

混合动力机动车辆的燃料消耗和电流消耗的管理设定点的计算方法

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及一种可再充电的混合动力车辆。

[0002] 本发明更具体地涉及一种混合动力机动车辆的燃料消耗和电流消耗的管理设定点的计算方法,该混合动力机动车辆包括由牵引电池供应电流的至少一个电动机以及被供以燃料的内燃发动机。

[0003] 本发明特别有利地适用于具有大电动里程的混合动力车辆,也就是说,可能仅使用其电动机在大于10公里的距离上行驶的车辆。

背景技术

[0004] 可再充电的混合动力车辆包括常规热牵引链(具有内燃发动机和燃料箱)和电牵引链(具有电动机和尤其能够设置成在电流输出口进行充电的牵引电池)。

[0005] 这种混合动力车辆可以仅通过其电牵引链驱动,或者仅通过其热牵引链驱动,或者甚至同时通过其电牵引链和热牵引链两者驱动。

[0006] 在不知道未来的车辆行程的情况下,目前实施的使用牵引链中的一者或另一者的策略包括通过在行程开始时开始系统地使牵引电池放电直到达到最小能量水平,然后使用热牵引链。以这种方式,当驾驶员执行短的行程并且他或她定期有可能对牵引电池进行再充电时,他或她最大程度地使用电牵引链,从而减少车辆的污染排放。

[0007] 然而,当行程的长度超过车辆的电动里程时,这种策略并非总是保证燃料消耗最小。尤其是在使用者经由高速公路部分开始行程并且在城镇部分结束此行程的情况下更是如此。事实上,在高速公路上以大功率使用电牵引链是不合适的,因为电损耗高;而在城镇中使用热牵引链是不合适的,因为城镇中内燃发动机的效率低于在高速公路上的效率。

[0008] 此外,法规有时禁止在某些城市区域(称为“零排放区域”)使用内燃发动机,这种禁止可能是永久性的或者临时性的(例如,在交替交通系统的情况下)。因此应理解的是,如果驾驶员的车辆的牵引电池被放电,则他或她无法再进入这些零排放区域。

[0009] 为了克服这个缺点,文献US 9108503提出确认驾驶员希望行进的行程上的下一个零排放区域,并确保在到达该区域时车辆“全电动”运行(即,不使用内燃发动机)。

[0010] 这种方法的一个缺点是不能确保车辆在行程的所有零排放区域上全电动运行。因此,如果两个零排放区域彼此接近,则所述方法不能够确保车辆可以在第二区域中以“全电动”模式运行。

[0011] 另一个缺点是这种方法并非被设计用于最佳地降低车辆在整个行程上的燃料消耗。

发明内容

[0012] 为了补救现有技术的上述缺点,本发明提出了一种混合动力机动车辆的燃料消耗和电流消耗的管理设定点的计算方法,该方法包括以下步骤:

- [0013] a) 借助于导航系统来获取待行进行程,
- [0014] b) 将所述行程划分为连续的区段,
- [0015] c) 针对每个区段获取表征所述区段的属性,所获取的所述属性中的第一属性与在所述区段中是否授权使用内燃发动机相关,
- [0016] d) 针对所述区段中的每个区段并考虑其属性,获取将该混合动力机动车辆在该区段中的燃料消耗与其电能消耗关联的关系,
- [0017] e) 确定所获取的关系中每一者的最优消耗点,从而:
- [0018] -使该牵引电池在该第一属性指示未授权使用内燃发动机的区段中的放电最大化,
- [0019] -使该混合动力机动车辆在整个行程上的燃料消耗最小化,并且
- [0020] -使该牵引电池在所述行程结束时的放电最大化,以及
- [0021] f) 基于所述最优点的坐标形成贯穿该行程的能量管理设定点。
- [0022] 因此,通过本发明,考虑车辆牵引电池的容量及其在行程开始时的充电水平,可以保证车辆将能够在其行程的最大零排放区域上以“全电动”模式运行。本发明还能够使在整个行程上的燃料消耗最小化,从而尽可能地减少释放到大气中的污染排放。
- [0023] 根据本发明的方法的其他有利特征和非限制性特征如下:
- [0024] -在步骤f)中,该能量管理设定点包括用于禁止在该第一属性指示未授权使用该内燃发动机的区段上启动该内燃发动机的命令;
- [0025] -在步骤e)中,通过惩罚这些关系的点来确定这些最优消耗点,这些关系的点对应于该第一属性指示未授权使用该内燃发动机的区段上的非零燃料消耗;
- [0026] -在步骤e)中,借助于启发优化算法确定这些最优消耗点;
- [0027] -该启发优化算法在于使函数最小化,该函数是到达所考虑的区段的消耗函数和评估从所考虑的区段到行程终点的剩余消耗的启发函数之和,以便惩罚该关系的点,这些点对应于该第一属性指示未授权使用该内燃发动机的区段上的非零燃料消耗,对该启发函数的计算是在该第一属性指示未授权使用该内燃发动机的区段以及其他区段上以不同方式来执行的;
- [0028] -对该启发函数的计算是通过使用数学表达式来执行的,在该第一属性指示未授权使用该内燃发动机的区段上对该表达式应用严格大于1的倍增系数,并且在其他区段上对该表达式应用等于1的倍增系数;
- [0029] -在步骤d)中,每个关系是通过从将燃料消耗值与电能消耗值关联的多个预定关系中进行选择来获取的,该预定关系是对考虑表征所述区段的属性而将该混合动力机动车辆在该区段的燃料消耗与其电能消耗关联的关系的最佳近似;
- [0030] -这些预定关系是将该内燃发动机的燃料消耗值与该牵引电池的充电或放电值关联的曲线或映射;
- [0031] -其中存储器存储这些预定关系以及将该区段与这些预定关系中的一个预定关系或其他预定关系相关联的概率与每个属性值相关联的表格,在步骤d)中,针对每个区段:使用所述表格,考虑与此区段相关联的属性的值来确定该区段属于这些预定关系中的一个预定关系或其他预定关系的概率的总和,并且选择具有最高概率总和的关系;
- [0032] -在步骤b)中,每个区段被限定为该行程的最大长度的一部分,该部分包括在其整

个长度上不变的至少两个属性,该两个属性之一由该第一属性形成。

附图说明

[0033] 以下通过作为非限制性的示例给出的这些附图的说明将良好地理解本发明的组成以及本发明是如何生产的。

[0034] 在附图中:

[0035] -图1是展示了表征车辆必须行进的行程的区段的属性值的表格;

[0036] -图2是展示了表征待行进行程的区段的参考曲线的参数的表格;

[0037] -图3是展示了在测试运行中获取的特定消耗曲线的分布的图;

[0038] -图4是展示了若干条参考曲线的图;

[0039] -图5是将区段与图4的参考曲线中的一条参考曲线或其他参考曲线相关联的概率与被指配给此区段的每个属性值相关联的表格;

[0040] -图6是展示了有待对参考曲线进行的校正的图,考虑了车辆的辅助装置的电力消耗;

[0041] -图7是展示了有待对参考曲线进行的校正的图,考虑了对应行程的区段的坡度;以及

[0042] -图8是展示了与每个区段相关联的参考曲线的不同点以及经过这些参考曲线的最优点的曲线的图。

具体实施方式

[0043] 常规地,机动车辆包括尤其支撑动力传动系的底盘、车身元件、以及车辆内部元件。

[0044] 在可再充电的混合动力车辆中,动力传动系包括热牵引链和电牵引链。

[0045] 热牵引链尤其包括燃料箱和由该燃料箱供应燃料的内燃发动机。

[0046] 电牵引链本身包括牵引电池和由该牵引电池供应电流的一个或多个电动机。

[0047] 机动车辆在此还包括电流输出口,该电流输出口能够例如在住所的电气网络上或者在任何其他电气网络上在本地对牵引电池进行充电。

[0048] 机动车辆还包括多个辅助装置,这些辅助装置在此被限定为由牵引电池供应电流的电气装置。

[0049] 可以引用的辅助装置包括空调电机、电动车窗电机、或者甚至地理定位和导航系统。

[0050] 此地理定位和导航系统通常包括能够接收与机动车辆的地理定位位置相关的信号的天线、能够存储国家或地区的地图的存储器、以及能够展示车辆在此地图上的位置的屏幕。

[0051] 此处,将考虑此屏幕是允许驾驶员在上面输入信息的触摸屏的情况。显然,也可能不是这样。

[0052] 最后,该地理定位和导航系统包括控制器,该控制器能够考虑到由驾驶员输入的信息、存储在其存储器中的地图、以及机动车辆的位置来计算待行进行程。

[0053] 机动车辆1还包括在此被称为计算机的电子控制单元(或ECU),该电子控制单元尤

其能够控制前述两种牵引链(尤其是由电动机和内燃发动机产生的功率)。

[0054] 在本发明的背景下,此计算机被连接至该地理定位和导航系统的控制器,使得这两个元件可以在彼此之间传达信息。

[0055] 在此,它们通过车辆的主要单元间通信网络(典型地通过CAN总线)连接在一起。

[0056] 计算机包括处理器和存储单元(下文称为存储器)。

[0057] 此存储器存储在下文描述的方法的背景下使用的数据。

[0058] 该存储器尤其存储图5中所展示类型的表格(将在本说明书稍后进行详细描述)。

[0059] 该存储器还存储由包括指令的计算机程序组成的计算机应用,该处理器执行这些指令以允许由计算机实施下文描述的方法。

[0060] 通过介绍,在此限定了下文所述方法的描述中使用的若干概念。

[0061] 因此,术语“行程”可以被限定为是机动车辆从出发站抵达目的地站必须要行进的路径。

[0062] 此目的地站(行程的目标)将被认为是配备有充电站的,该充电站能够经由车辆所配备的电流输出口来对牵引电池进行再充电。

[0063] 每个行程可以被细分为多个“相邻的节段”或多个“相邻的区段”。

[0064] 节段的概念将是由地理定位和导航系统中配备的控制器固有地使用的那种概念。

[0065] 实际上,每个节段对应于行程的在两个道路交叉口之间延伸的一部分。为了限定最短或最长的行程,控制器因此将确定该行程必须经过的道路节段。

[0066] 区段的概念是不同的。下面将在本说明书中清楚地详述区段的概念。为了简化,行程的每个区段对应于行程的一部分,在该部分上的道路的特性基本上不变。作为示例,行程可以被细分为若干区段,在这些区段中的每个区段上的最大授权速度是恒定的。

[0067] 这些区段通过这里称为“属性”的参数来表征。能够表征每个区段的属性的示例如下。

[0068] 第一属性将是“道路类别FC”。地理定位和导航系统所配备的控制器一般使用这种类型的类别来区分不同类型的道路。在此,这种类别可以取1至6之间的整数值。属性等于1可以对应于高速公路,属性等于2可以对应于国道,等等。

[0069] 第二属性将是区段的“坡度RG”,以度或百分比表示。

[0070] 第三属性、第四属性、第五属性、和第六属性将与车辆在区段上的特征速度相关。

[0071] 第三属性将是区段的“速度类别SC”。地理定位和导航系统所配备的控制器一般还使用这种类型的类别来区分不同类型的道路。在此,这种类别可以取1至6之间的整数值。属性等于1可以对应于非常高速的道路(大于120km/h),属性等于2可以对应于快速道路(在100km/h到120km/h之间)等。

[0072] 第四属性将是区段上的“最大速度限制SL”。

[0073] 第五属性将是区段上观察到的“平均速度SMS”(该平均速度的值是从每个道路上执行的统计测量结果得到的)。

[0074] 第六属性将是区段上观察到的“瞬时速度TS”(该瞬时速度的值是从实时交通状态信息系统得到的)。

[0075] 第七属性将是区段的“长度LL”。

[0076] 第八属性将是区段的“平均弯曲半径LC”。

[0077] 第九属性将是车辆采取的行驶方向上的区段的“车道数量NL”。

[0078] 第十属性将与在所考虑的区段上是否授权使用内燃发动机相关。第十属性将被称为“零排放ZE”。在此,如果在所考虑的区段上授权使用内燃发动机,则第十属性将是等于0的布尔值,否则将是等于1的布尔值。

[0079] 在以下描述中,这十个属性将被用于表征行程的各个区段。

[0080] 作为变体,行程的各个区段可以由更小或更大数字的属性来表征,然而,使用第十属性是不可避免的。

[0081] 此外,牵引电池的能量状态SOE将被限定为能够表征此牵引电池中剩余的能量的参数。作为变体,可以使用另一个参数,诸如电池的充电状态SOC或相同类型的任何其他参数(电池的内电阻、电池端子处的电压等)。

[0082] 然后,牵引电池的充电或放电 Δ SOE将被认为等于在两个不同时刻考虑的两种能量状态之间的差。

[0083] 然后,车辆在所考虑区段上的“特定消耗曲线”被限定为是将牵引电池的充电或放电值 Δ SOE与车辆的各燃料消耗值CC相关联的曲线。事实上,在确定的区段上,能够估计出车辆的燃料消耗CC(以升/行驶千米为单位)将是多少以及牵引电池的充电或放电 Δ SOE(以瓦时/千米为单位)将是多少。这两个值将由曲线进行关联,因为它们取决于将更多使用电牵引链还是热牵引链来使车辆前进而变化。

[0084] 由于存在无穷数量的不同情况(坡度、速度等),所以也存在无穷数量的特定消耗曲线。因此“参考曲线”被限定成具体的特定消耗曲线,这些特定消耗曲线的特性将是众所周知的并且将有可能逼近每个特定消耗曲线。换句话说,如在此解释中将在下文更加清楚地显现的,与行程的每个区段相关联的将不是特定消耗曲线而是参考曲线(将形成对特定消耗曲线的最佳近似的那条曲线)。

[0085] 由地理定位和导航系统的控制器以及车辆的计算机共同实施的该方法是车辆的燃料消耗和电流消耗的管理设定点的计算方法。

[0086] 该方法更具体地包括确定在预定行程上必须如何使用电牵引链和热牵引链,以便:

[0087] -最佳地减少车辆的燃料消耗及其污染排放,并且

[0088] -确保车辆在“零排放ZE”属性等于1的区段上的“全电动”运行模式(即,不使用内燃发动机)。

[0089] 为此,该方法包括以下六个主要步骤:

[0090] -获取待行进行程,

[0091] -将所述行程划分为连续相邻的区段 T_i ,

[0092] -针对每个区段 T_i 获取表征此区段 T_i 的属性FC、SC、SL、TS、RG、LL、NL和SMS,

[0093] -针对这些区段 T_i 中的每个区段,考虑此区段 T_i 的属性FC、SC、SL、TS、RG、LL、NL、SMS来确定将该混合动力机动车辆在该区段上的各燃料消耗值CC与牵引电池的充电或放电值 Δ SOE关联的关系(此处被称为参考曲线 CE_j),

[0094] -确定各参考曲线 CE_j 的最优点 P_i ,以变能够使混合动力机动车辆在整个行程上的燃料消耗最小化并且获得在所述行程结束时牵引电池的完全放电,同时确保“零排放ZE”属性等于1的区段上的“全电动”运行模式,以及

- [0095] -基于所述最优点 P_i 的坐标形成能量管理设定点。
- [0096] 以下在本解释中对这六个连续的步骤进行详细描述。
- [0097] 第一步骤包括获取机动车辆必须要行进的行程。
- [0098] 这个步骤可以由嵌入该地理定位和导航系统中的控制器来执行。
- [0099] 然后以惯常方式实施此步骤。
- [0100] 因此,当驾驶员使用该地理定位和导航系统的触摸屏用于限定目的地站时,此系统的控制器计算待行进行程,尤其根据由驾驶员选择的路线参数(最快行程、最短行程等)。
- [0101] 在此阶段,可以注意的是当车辆行进了不同于由该地理定位和导航系统限定的行程时,将必须重新启动该方法。
- [0102] 作为变体,可以以其他方式执行此第一步骤。
- [0103] 因此,将有可能无需驾驶员在触摸屏上输入目的地站。为此,控制器可以检测驾驶员的习惯并从中自动推断出目的地站。
- [0104] 例如,当驾驶员在一周要工作的每一天都行进相同的行程时,可以自动地获取此行程,而驾驶员不必在该地理定位和导航系统的触摸屏上输入任何信息。
- [0105] 在此第一步骤结束时,嵌入地理定位和导航系统中的控制器知道车辆的行程,该行程则由多个相邻节段构成,将会回顾,这些节段各自在两个道路交叉口之间延伸。
- [0106] 第二步骤包括将行程划分为多个区段 T_i 。
- [0107] 将行程重新划分为区段而不是划分为节段的优点首先是减小了该行程的细分数量。事实上,经常发生两个连续节段的属性完全相同的情况。如果分开地处理这两个连续的节段,则不必要地倍增了计算的持续时间。通过将这些相同的节段组合到同一区段内,将能够缩短计算的持续时间。
- [0108] 另一个益处是,在同一节段上的道路的特性有可能显著地变化(该节段的一部分可以对应于具有零坡度的道路,而此节段的另一部分可以对应于具有陡坡度的道路)。在此,目标是将行程划分为多个区段,这些区段中的每一区段上的道路特性保持统一。
- [0109] 每个区段 T_i 在此将被限定为该行程的一部分,该部分包括在其整个长度上不变的至少一个属性。
- [0110] 此属性可以由坡度RG和/或速度类别SC和/或道路类别FC组成。
- [0111] 每个区段 T_i 还将以“零排放ZE”属性在其整个长度上不变的方式被限定。
- [0112] 在此,此第二步骤可以由嵌入该地理定位和导航系统中的控制器来实施。为此目的,将把该行程细分为最大长度的区段 T_i ,在这些区段中上述四个属性(RG, SC, FC, 零排放ZE)是恒定的。
- [0113] 在此第二步骤结束时,控制器因此已限定了N个区段(因此索引i从1到N变化)。
- [0114] 第三步骤包括获取每个区段 T_i 的属性。
- [0115] 当这些属性之一在所考虑的区段上可变时,将考虑此属性在整个区段上的平均值。
- [0116] 实际上,此第三步骤是以如下的方式执行的。
- [0117] 首先,嵌入该地理定位和导航系统中的控制器通知计算机已经计算出了新的行程。然后该计算机请求例如有待以图1中展示的地类型的表格形式发送的每个区段的属性。
- [0118] 然后控制器以如下的方式获取每个区段的属性。

[0119] 该控制器计算这些属性的一部分,尤其是该区段的长度LL。

[0120] 该控制器在该地理定位和导航系统的存储器中读取这些属性的另一部分,尤其是道路类别FC、坡度RG、速度类别SC、速度限制SL、平均速度SMS、平均弯曲半径LC、以及车道的数量NL。

[0121] 由另一个装置向控制器传送这些属性的最后一部分,尤其是实时交通状态信息系统传送给控制器的瞬时速度TS。

[0122] “零排放ZE”属性就其本身而言可以在地理定位和导航系统的存储器中被读取(对于法律永久禁止使用内燃发动机的区域),或者通过另一个装置传送(例如,通过无线电台进行传送,该无线电台适应于发射指示法律目前禁止使用内燃发动机的区域的无线电信号)。还可以提供的是,用户自己选择该行程的他或她不想允许使用内燃发动机的区域。

[0123] 然后该控制器将全部这些信息经由CAN总线传输至车辆的主计算机。

[0124] 使用嵌入地理定位和导航系统中的控制器而不是车辆的主计算机来执行前三个步骤的优点是减少了通过CAN总线传输到计算机的信息量。事实上,通过合并行程的具有相同属性的相邻节段,减少了传输的数据量,从而提高了通过CAN总线传输数据的速度。

[0125] 当接收到信息时,计算机实施以下步骤。

[0126] 因此第四步在于,针对这些区段 T_i 中的每个区段,从存储在计算机的存储器中的参考曲线 CE_j 之中确定哪一者将能够最佳估计车辆在所考虑的区段 T_i 上的能量消耗(燃料消耗和电流消耗)。

[0127] 因此此步骤能够从通过属性来表征每个区段转变为通过能量消耗来表征。

[0128] 在此第四步期间,计算机将使用存储在其存储器中的图5中展示的表格TAB。

[0129] 如图5所示,这个表格TAB包含多行,这些行各自对应于多个属性之一的值(或值的区间)。该表格具有各自对应于参考曲线 CE_j 之一的多列。在所展示的示例中,将考虑到计算机的存储器存储M条参考曲线 CE_j ,其中,M在此等于十一。

[0130] 图5中,表格TAB的单元格是留空的,因为这些单元格包含的值将取决于车辆的特性。

[0131] 实际上,这个表格TAB将被存储在计算机的存储器中,其中这些单元格中的每一个单元格都具有值。

[0132] 这些值将是对应于每个属性值与参考曲线 CE_j 中的一条参考曲线或其他参考曲线对应的概率的概率值(介于0至1之间)。

[0133] 作为示例,如果区段 T_i 的道路类别FC具有等于2的值,则可以在表格中读出:此区段在能量消耗方面被参考曲线CE1真实表征的概率将等于 a_1 ;此区段在能量消耗方面被参考曲线CE2真实表征的概率等于 a_2 等。

[0134] 下文应注意的是,通过设计,在该表格TAB中尚未使用属性“坡度RG”、“长度LL”和“零排放ZE”的值。

[0135] 在这个阶段,计算机然后可以记录与所考虑的区段 T_i 的各个属性值对应的各个概率值。

[0136] 在所展示的示例中(其中认为属性FC等于2,属性SC等于6,属性SL等于30,属性NL等于2,属性SMS介于60至80之间,并且属性TS介于40至60之间),计算机记录由 a_1 至 a_{11} 、 b_1 至 b_{11} 、 c_1 至 c_{11} 、 d_1 至 d_{11} 、 e_1 至 e_{11} 、和 f_1 至 f_{11} 指代的值。

[0137] 然后计算机对所考虑的区段 T_i 在能量消耗方面被这十一条参考曲线 CE_j 的每一条参考曲线真实表征的概率进行求和。

[0138] 在所展示的示例中,计算机为此对由 a_1 至 f_1 、然后 a_2 至 f_2 等指代的值进行求和。

[0139] 最后,计算机确定这十一个总和中的哪一个总和给出了最高的结果。

[0140] 因此,该计算机认为与此高概率总和相关联的参考曲线 CE_j 就是在能量消耗方面最佳地表征区段 T_i 的曲线。

[0141] 然后计算机可以在其存储器中获取表征此参考曲线 CE_j 的参数的值。

[0142] 在该解释的这个阶段,值得尤其聚焦于获得这些参考曲线并对其进行建模的方式。

[0143] 针对每种车辆型号(或针对每种发动机型号、或针对每组汽车型号、或针对每组发动机型号),需要在不同的地理定位道路区段上执行大量的测试运行(或测试运行模拟)。

[0144] 这些测试运行能够确定车辆在属性已知的不同区段上的燃料消耗和电流消耗。为此,使车辆在每个区段上移动若干次,每次都增加由电动机产生的牵引力份额。

[0145] 于是能够针对每个区段生成特定消耗曲线CCS。这些特定消耗曲线是图4中展示的类型曲线。

[0146] 在这些曲线中的每条曲线上,可以观察到,使用的电能越多(即, $\Delta SOE < 0$),燃料消耗下降得就越多,直到运行过程中仅使用电牵引链而燃料消耗为0。相反地,越是寻求经由热力发动机对电池进行再充电($\Delta SOE > 0$),燃料消耗增加的就越多。最后,将回想到的是,各个特定消耗曲线CCS描述了车辆在辅助装置没有电消耗的水平道路(零坡度)运行的情况下的平均能量消耗。

[0147] 这些测试运行能够得到与存在的测试区段一样多的特定消耗曲线CCS。

[0148] 可以通过二阶多项式来对各条特定消耗曲线CCS进行建模,在该二阶多项式中牵引电池的充电和放电变化 ΔSOE 被定界在最小阈值 ΔSOE_{min} 与最大阈值 ΔSOE_{max} 之间,该二阶多项式可以如下地写为:

$$[0149] \quad \begin{cases} m_{FC} = \Psi_2 \cdot \Delta SOE^2 + \Psi_1 \cdot \Delta SOE + \Psi_0 \\ \Delta SOE \in [\Delta SOE_{min} \quad \Delta SOE_{max}] \end{cases}$$

[0150] 其中 Ψ_0 、 Ψ_1 、 Ψ_2 为该多项式的系数。

[0151] 如图4中的曲线示出的,为了简化这种建模,可以估计这两个系数 Ψ_1 、 Ψ_2 在不同的曲线之间是相同的。还可以观察到的是,最小阈值 ΔSOE_{min} 取决于该多项式的这三个系数。因此,只有系数 Ψ_0 和最大阈值 ΔSOE_{max} 是变化的。因此,这两个值能够表征各个特定消耗曲线CCS。

[0152] 然后图3展示了多个点,这些点的坐标对应于这两个变量 Ψ_0 和 ΔSOE_{max} 。该图示出了在所进行的测试运行中获得的特定消耗曲线CCS的分布。在此,认为这些点分布在十一个不同的区域中。每个区域于是由其质心限定。

[0153] 因此,如以上所解释的,在该方法中,获取的并不是将准确地对应于所考虑的区段的特定消耗曲线,而是这十一条参考曲线之一,该特定消耗曲线的变量 Ψ_0 和 ΔSOE_{max} 对应于所考虑的这十一个区域之一的质心。

[0154] 在所述方法的这个阶段,如图2中所示出的,然后每个区段 T_i 由前述参数 Ψ_0 、 Ψ_1 、 Ψ_2 、 ΔSOE_{min} 、 ΔSOE_{max} 、以及每个区段 T_i 的长度 LL_i 、其坡度 RG_i 、以及“零排放ZE”属性限定。

[0155] 如以上所解释的,所选能量曲线 CE_i 不考虑区段 T_i 的坡度,或者不考虑辅助装置(空调电机等)的电流消耗,或者不考虑在所考虑的区段上是否授权使用内燃发动机。

[0156] 为了考虑到各个区段 T_i 的坡度,提供了基于坡度 RG_i 校正各个参考曲线 CE_i 的步骤。

[0157] 如图7清楚示出的,此校正步骤仅包括将与区段 T_i 相关联的参考曲线 CE_i 向上或向下移位(即,以恒定的充电或放电 ΔSOE)一个作为坡度 RG_i 的函数的值。

[0158] 事实上,应理解的是,当所考虑的道路区段上升时,燃料消耗将高于初始所计划的。另一方面,当所考虑的道路区段在下降时,燃料消耗将低于初始所计划的。

[0159] 此外,在制动阶段期间,下降时将能够比爬升时回收更多的电能。

[0160] 实际上,校正步骤将在于根据如下公式校正参数 Ψ_0 :

$$[0161] \quad \Psi_0' = \Psi_0 + K \cdot RG_i,$$

[0162] 其中, K 是值中取决于所考虑的车辆型号及其特性的系数(作为示例,此处可以考虑 $K=0.013271 \cdot \text{km}^{-1}$)。

[0163] 为了考虑到辅助装置的电流消耗,提供了用于根据由这些辅助装置消耗的电功率 P_{aux} 来校正各个参考曲线 CE_i 的第二步骤。

[0164] 此处应注意的是,所考虑的电功率值 P_{aux} 是可以在计算时测量到的值。在此方法中,因此可以假设:行程上所消耗的电功率将基本上保持恒定。如果计算机曾在较长时期上检测到此电功率的较大变化(例如,因为空调已经被开启),那么可以进行编程以在这个步骤重新启动该方法以便考虑到新的电功率值 P_{aux} 。

[0165] 更具体地,如果在超过阈值(例如,5分钟)的时间上,计算中所考虑的电功率与所测量到的电功率之间的差必须保持高于阈值(例如,10%),则该方法可以在此第二校正步骤重新启动。

[0166] 如图6清楚示出的,第二校正步骤仅包括将与区段 T_i 相关联的参考曲线 CE_i 向左(即,以恒定的燃料消耗)移位一个作为电功率 P_{aux} 的函数的值。

[0167] 事实上,应理解的是,当使用电气装置时,电池的充电将慢于所计划的,并且此电池的放电将快于所计划的。

[0168] 实际上,校正步骤将在于将参考曲线 CE_j 移位一个通过如下公式计算得到的值 E_{AUX} :

$$[0169] \quad E_{AUX} = \frac{P_{AUX}}{\bar{v}}$$

[0170] 其中, \bar{v} 表示该区段上的平均速度(以 km/h 为单位)。这个值可以由地理定位和导航系统估计其将等于交通速度的值、或等于统计平均速度、或等于速度限制来直接提供。

[0171] 然后该方法的第五步骤包括确定各个参考曲线 CE_j 上的最优点 P_i ,以便将能够使该混合动力机动车辆在整个行程上的燃料消耗最小化并且获得在所述行程结束时牵引电池的完全放电,同时观察由“零排放ZE”属性限定的约束。

[0172] 这个步骤可以借助于任何算法(二次规划、动态规划等)来执行。

[0173] 此处,该步骤借助于例如类型A*的启发优化算法来执行。这是现有技术已知的算法并且因此将不在此处进行详细描述。然而,可以简要解释其操作。

[0174] 为此,将可以参考图8。

[0175] 其中可以看出,针对各个区段,绘制了一系列通过平行于y轴的能量状态SOE的点,

其中,x轴等于(以千米为单位)在该区段的出发站与终点之间的距离。这条线上的每个点对应于从与此区段相关联的参考曲线 CE_j 推导出的可实现的能量状态SOE。能量状态SOE的间隔离散在有限数量的点中。

[0176] 则每个点的纵坐标等于如果车辆根据参考曲线 CE_j 的对应点来行驶那么在该区段结束时将保留的牵引电池的能量状态SOE(考虑到施加到牵引电池的充电或放电)。

[0177] 因此,每个点构成节点 $n_{i,x}$ (索引i对应于所考虑的区段 T_i ,并且索引x对应于在所考虑的区段 T_i 结束时牵引电池的能量状态SOE)。

[0178] 因此算法A*的目的是找到路径CI,从而将能够在考虑行程的零排放区域的同时使车辆的燃料消耗最小化。

[0179] 在试图使函数f最小化的同时来确定节点 $n_{i,x}$ 的探索顺序的选择,该函数是消耗函数g和启发函数h之和,如以下的公式示出的:

$$[0180] \quad f(n_{i,x}) = g(n_{i,x}) + h(n_{i,x})$$

[0181] 其中,消耗函数g表示基于前面的区段中与施加至电池的充电或放电 Δ SOE相关的选择而在最佳可用路线上从初始节点(行程开始)到达节点n所需的燃料的量,并且

[0182] 其中,启发函数h表示在充电或放电 Δ SOE的情况下仍有待消耗的燃料的量的最优估计,考虑到牵引电池从节点n的放电是线性的情况,该充电或放电可以被施加到牵引电池以便从节点n到达最终节点。

[0183] 这两个表达式可以表示为沿行程考虑的区段的位置(此处用曲线横坐标 d_i 表示)和在区段 T_i 结束时考虑的牵引电池的能量水平 SOE_x 的函数。

[0184] 因此消耗函数g可以通过以下表达式表示,以表示从节点 $n_{i,x}$ (由曲线横坐标 d_i 和能量水平 SOE_x 限定)过渡到节点 $n_{i+1,y}$ (由曲线横坐标 d_{i+1} 和能量水平 SOE_y 限定)的消耗:

$$[0185] \quad g(n_{i,x}, n_{i+1,y}) = (d_{i+1} - d_i) * \left[\psi_{i,2} \left(\frac{SOE_y - SOE_x}{d_{i+1} - d_i} \right)^2 + \psi_{i,1} \left(\frac{SOE_y - SOE_x}{d_{i+1} - d_i} \right) + \psi_{i,0} \right]$$

[0186] 节点 $n_{i,x}$ 的启发函数h就其本身而言可以由以下表达式表示:

$$[0187] \quad h(n_{i,x}) = \sum_{j=i}^N \alpha_i^{ZE} * (d_{j+1} - d_j) * \left[\psi_{j,2} \left(\frac{SOE_c - SOE_x}{d_N - d_i} \right)^2 + \psi_{j,1} \left(\frac{SOE_c - SOE_x}{d_N - d_i} \right) + \psi_{j,0} \right]$$

[0188] 其中,目的地站位于节点 n_N (由曲线横坐标 d_N 和能量水平 SOE_c 限定)处,并且

[0189] 其中,倍增系数 α_i^{ZE} 将在后面限定。

[0190] 函数f允许算法在每个计算步骤上探索即使到达当前节点所用的消耗最小化同时又使从此节点到达行程终点的剩余消耗最小化的路线。

[0191] 因此,使用函数f加快此算法探索出最接近最优路线的路线,这限制了对次最优路线的探索并且使得能够在计算时间最小化的情况下获得良好的结果。

[0192] 根据本发明,函数f被参数化以便确保在“零排放ZE”属性等于1的区段上的“纯电动”运行模式。

[0193] 为此,机动车辆的计算机执行三个不同的操作。

[0194] 前两个操作被提供用于指配对算法A*的运算,而第三操作被提供用于直接作用于内燃发动机。

[0195] 对于“零排放ZE”属性等于1的区段 T_i ,第一操作包括强制使用使牵引电池的放电

最大化的节点 $n_{i,x}$ 。

[0196] 为此,如果所考虑的区段 T_i 的“零排放ZE”属性等于1,则提供算法A*以便能够仅选择单个节点 $n_{i+1,y}$,以使得:

$$[0197] \quad SOE_y = SOE_x + \Delta SOE_{i,\min}$$

[0198] 其中, $\Delta SOE_{i,\min}$ 表示在区段 T_i (在节点 $n_{i,x}$ 与节点 $n_{i+1,y}$ 之间)上车辆在“全电动”模式下的电力消耗。

[0199] 第二操作包括在计算启发函数h时对所有路线应用惩罚,这将导致在区段 T_i 上产生燃料消耗,从而从算法的角度来看使该路线的优势降低。

[0200] 因此,此第二操作能够提高算法A*的收敛速度。

[0201] 在此通过上述倍增系数 α_i^{ZE} 来对惩罚进行建模。

[0202] 为此,此倍增系数被选择为使得:

[0203] 在“零排放ZE”属性等于0的区段上, $\alpha_i^{ZE} = 1$,

[0204] 在“零排放ZE”属性等于1的区段上, $\alpha_i^{ZE} = A > 1$,A是预定常数。

[0205] 此处应注意的是,实施此第二操作是有利的,但后者并非是确保车辆在“零排放ZE”属性等于1的区段上以全电动模式运行所绝对必要的。

[0206] 在发现最优路径时(经过参考曲线 CE_j 的最优点),计算机基于最优点 P_i 的坐标形成能量管理设定点。

[0207] 然后在行程期间由计算机使用这个能量管理设定点以遵循该路线,从而使得牵引电池的能量状态SOE遵循图8中展示的路径CI。

[0208] 若干种方法能够执行以下这种路线。由本申请人提交的专利申请FR 2988674中或者在文献WO 2013150206和WO 2014001707中尤其良好地展示了一个示例。

[0209] 第三操作包括形成能量管理设定点,使得该能量管理设定点包括禁止在“零排放ZE”属性等于1的区段上启动内燃发动机的禁止信号。

[0210] 然后,禁止信号被传输到计算机,计算机因而防止内燃发动机在这些区段上任意起动。

[0211] 在这个阶段,可能会注意到,由于牵引电池在到达这些区段时充电不足,或者由于考虑到混合动力车辆在“全电动”模式下的里程时所通过的零排放区域过大,所以可能没有找到能量管理设定点来确保通过未授权使用内燃发动机的区段。

[0212] 在这种情况下,计算机将被设计为例如经由位于车辆的中央控制台上的屏幕来提醒驾驶员通过这种区段将是不可能的。然后计算机可以提出不存在此问题的另一个行程。

T1		T2		T3		...	TN	
属性	值	属性	值	属性	值		属性	值
FC	2	FC	3	FC	6		FC	1
SC	5	SC	4	SC	1		SC	6
SL	70 km/h	SL	60 km/h	SL	130 km/h		SL	30 km/h
TS	43 km/h	TS	74 km/h	TS	97 km/h		TS	35 km/h
RG	3%	RG	-5%	RG	0%		RG	0%
LL	12km	LL	8km	LL	29km		LL	1km

图1

T1		T2		T3		...	TN	
	$\psi_{2,1}$		$\psi_{2,2}$		$\psi_{2,3}$			$\psi_{2,N}$
	$\psi_{1,1}$		$\psi_{1,2}$		$\psi_{1,3}$			$\psi_{1,N}$
	$\psi_{0,1}$		$\psi_{0,2}$		$\psi_{0,3}$			$\psi_{0,N}$
	$\Delta SoEmin_1$		$\Delta SoEmin_2$		$\Delta SoEmin_3$			$\Delta SoEmin_N$
	$\Delta SoEmax_1$		$\Delta SoEmax_2$		$\Delta SoEmax_3$			$\Delta SoEmax_N$
	RG_1		RG_2		RG_3			RG_N
	LL_1		LL_2		LL_3			LL_N

图2

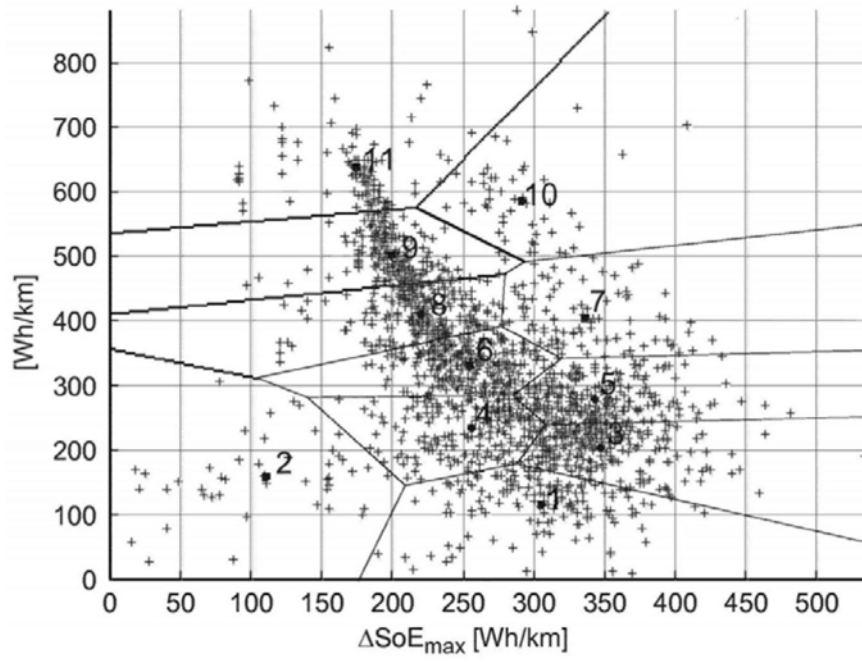


图3

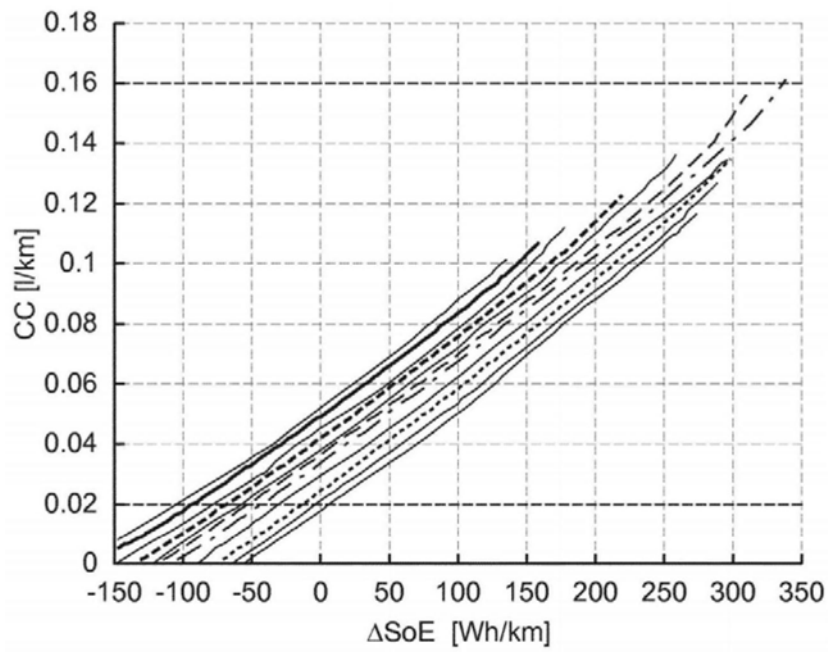


图4

属性		CE _i					
名称	值	CE ₁	CE ₂	CE ₃	CE ₄	...	CE ₁₁
FC	1						
	2	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	...	a ₁₁
	...						
	6						
SC	1						
	2						
	...						
	6	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	...	b ₁₁
SL	30	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	...	c ₁₁
	...						
	130						
NL	1						
	2	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	...	d ₁₁
	≥3						
SMS	<20						
	20-40						
	40-60						
	60-80	e ₁	e ₂	e ₃	e ₄	...	e ₁₁
	80-100						
	>100						
TS	<20						
	20-40						
	40-60	f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	...	f ₁₁
	60-80						
	80-100						
	>100						

TAB

图5

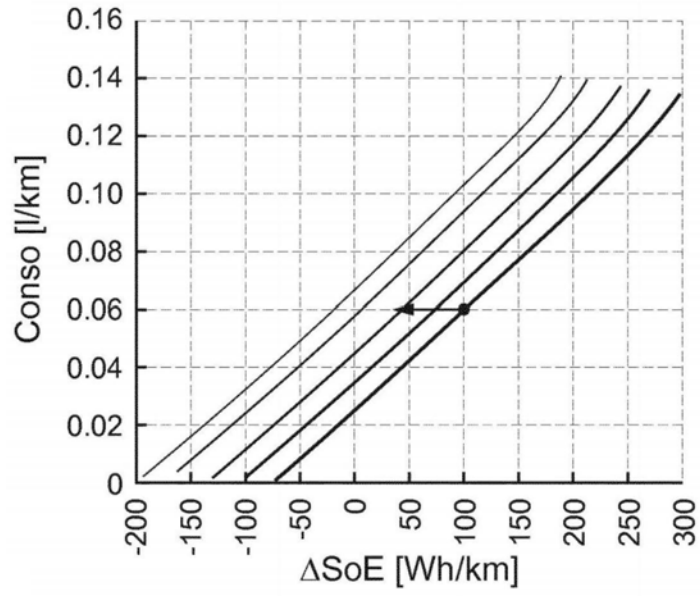


图6

图 7

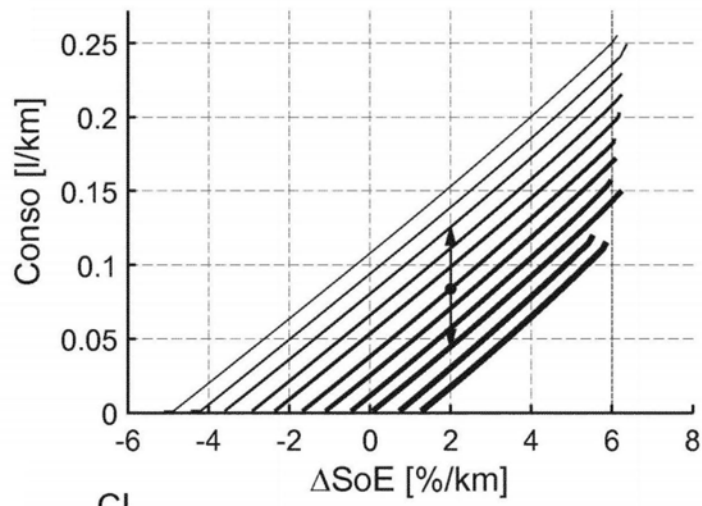


图 8

