



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102211581 B

(45) 授权公告日 2015.06.17

(21) 申请号 201110085355.1

(22) 申请日 2011.04.02

(30) 优先权数据

102010016328.7 2010.04.06 DE

(73) 专利权人 F·波尔希名誉工学博士公司

地址 德国斯图加特

(72) 发明人 J·梅耶-艾博林 M·卡斯滕斯

(74) 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限公司

公司 11285

代理人 杨勇 郑建晖

(56) 对比文件

US 2006/0259219 A1, 2006.11.16,

US 6549840 B1, 2003.04.15,

US 2003/0105558 A1, 2003.06.05,

US 2002/0022922 A1, 2002.02.21,

审查员 马雪松

(51) Int. Cl.

B60W 20/00(2006.01)

B60W 10/08(2006.01)

B60W 40/12(2012.01)

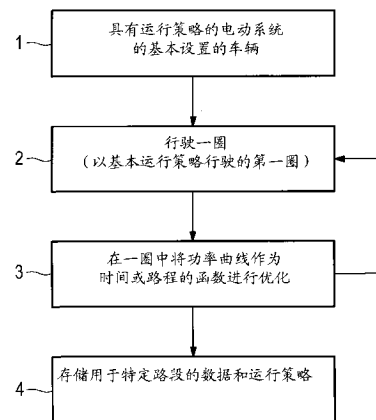
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

用于在环形路线上行驶的混合动力车的运行方法

(57) 摘要

本发明提及了一种用于在环形路线上行驶的混合动力车的运行方法,其中该混合动力车具有一台内燃发动机以及一个可冷却的电动系统,该电动系统具有至少一个可接通的电动机、功率电子装置以及能量存储器。在这种情况下,这个电动机可以作为电动机或发电机来运行。该环形路线具有一系列的直道和弯道。在对应各圈的行驶的过程中记录和储存该车辆的加速度特征曲线、该电动系统的功率特征曲线以及该电动系统的温度特征曲线,并且另外,在对应的下一圈中相对于该电动系统的热负载能力对该电动系统的有效功率特征曲线进行优化。由此实现在围绕该环形路线重复行驶时在真实运行的过程中该电动机的一种最优的功率特征曲线。



1. 一种用于在环形路线上行驶的混合动力车的运行方法,其中该混合动力车具有一台内燃发动机以及一种可冷却的电动系统,该电动系统具有至少一台可接通的电动机、功率电子装置以及能量存储器,其中该电动机可以作为电动机或者发电机来运行,并且该环形路线具有一个序列的直道和弯道,该方法具有下列特征:

在对应各圈进行行驶的过程中记录并且储存该车辆的加速度特征曲线、该电动系统的功率特征曲线以及该电动系统的温度特征曲线;

在对应的下一圈中,相对于该电动系统的热负载能力对该电动系统的有效功率特征曲线进行优化;

其中在该电动机的电动机和 / 或发电机运行的过程中,从一台冷的电动机开始,使该电动机短时间地以超载方式运行;

其中,在该电动机的电动机和 / 或发电机运行的过程中,在该电动机达到最高的可允许的运行温度之后将其断开并且冷却、或者最多在标称功率下继续运行;以及

其中在对应各圈进行行驶的过程中,记录该车辆的速度或者加速度的多个接连的峰-峰-区段,并且逐个区段地相对于该电动系统的热负载能力对该电动系统的有效功率特征曲线进行优化。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中在对应各圈进行行驶的过程中,另外记录并且储存时间和 / 或行驶的路程。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中在对应各圈进行行驶的过程中,记录并且储存该车辆的纵向加速度和 / 或横向加速度的特征曲线。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中在对应各圈进行行驶的过程中,记录并且储存用于该电动系统的一种冷却剂的温度特征曲线。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中在该电动机的电动机和 / 或发电机运行的过程中,使该电动机在最高的可允许运行温度下以标称功率运行。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中在该电动机的电动机和 / 或发电机运行的过程中,使该电动机在该标称功率以下和以上的多个运行点运行。

7. 如权利要求 1 或 2 的方法,其中在该电动机的电动机和 / 或发电机运行的过程中,当该电动系统的温度低于其最高的可允许运行温度时,使该电动机以超载方式运行。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中该电动机的超载功率和 / 或超载持续时间的水平是在随时间变化的温度特征曲线的基础上进行优化的。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的方法,其中在对应各圈进行行驶的过程中,记录并且储存以蓄电池为形式的能量储存器的功率特征曲线以及该蓄电池的温度特征曲线。

## 用于在环形路线上行驶的混合动力车的运行方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在环形路线上行驶的混合动力车的运行方法 (Betriebsverfahren), 其中该混合动力车具有一台内燃发动机以及一个可冷却的电动系统, 该电动系统具有至少一个可接通的电动机器、功率电子装置以及能量存储器, 其中该电动机器可以作为电动机或发电机来运行。

### 背景技术

[0002] 在如这样的一台混合动力车中, 能量存储器通常是蓄电池的形式。可替代地, 所使用的能量存储器对来自在发电机运行模式中电动机器作为旋转能量的动能进行存储, 这种能量在随后的电动机运行模式的过程中被再次放出。

[0003] 当一种混合动力运动型车辆在环形路线上使用, 该电动系统的最优功率特征曲线具有决定性的重要意义。这取决于行驶的运行策略, 该运行策略允许接近热负荷极限最优地使用电动机器以及电动系统。这种运行策略应当针对背景来看待, 即: 取决于该电动系统的运行状态, 该系统经受变化的热条件, 并且必不可少的是要避免对混合动力部件的永久性损害。因此, 电动机器不能不受限制地运行。

[0004] DE 10 2007 045 031 A1 披露了一种用于警告车辆传动系临近热超载的方法。这种车辆传动系具有一台内燃发动机、一台电动机器、至少一个离合器以及一个装置, 该装置用于确定一个指示内燃发动机、电动机器或离合器超载的变量。在存在一个指示内燃发动机、电动机器或离合器超载的变量的情况下, 这样控制 (angesteuert) 该电动机器, 使得将一个交变转矩 (Wechselmoment) 引入该传动系中, 该电动机器被连接到一个输出轴上, 该输出轴驱动至少一个车轮, 这样它们一起转动。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是限定一种运行方法, 该方法可实现电动系统在围绕环形路线反复行驶的实际运行的过程中的一条最优的功率特征曲线。

[0006] 这个目的是通过根据如下述 1 的特征中所述的一种运行方法来实现的。下述 2-12 是本发明的优选实施方案。

[0007] 1. 一种用于在环形路线上行驶的混合动力车的运行方法, 其中该混合动力车具有一台内燃发动机以及一种可冷却的电动系统, 该电动系统具有至少一台可接通的电动机器、功率电子装置以及能量存储器, 其中该电动机器可以作为电动机或者发电机来运行, 并且该环形路线具有一个序列的直道和弯道, 该方法具有下列特征:

[0008] 在对应各圈进行行驶的过程中记录并且储存该车辆的加速度特征曲线、该电动系统的功率特征曲线以及该电动系统的温度特征曲线;

[0009] 在对应的下一圈中, 相对于该电动系统的热负载能力对该电动系统的有效功率特征曲线进行优化。

[0010] 2. 如前述 1 所述的方法, 其中在对应各圈进行行驶的过程中, 另外记录并且储存

时间和 / 或行驶的路程。

[0011] 3. 如前述 1 或 2 所述的方法, 其中在对应各圈进行行驶的过程中, 记录并且储存该车辆的纵向加速度和 / 或横向加速度的特征曲线。

[0012] 4. 如前述 1 至 3 之一所述的方法, 其中在对应各圈进行行驶的过程中, 记录并且储存用于该电动系统的一种冷却剂的温度特征曲线。

[0013] 5. 如前述 1 至 4 之一所述的方法, 其中在对应各圈进行行驶的过程中, 记录该车辆的速度或者加速度的多个接连的峰 - 峰 - 区段, 并且逐个区段地相对于该电动系统的热负载能力对该电动系统的有效功率特征曲线进行优化。

[0014] 6. 如前述 1 至 5 之一所述的方法, 其中在该电动器器的电动机和 / 或发电机运行的过程中, 从一台冷的电动机器开始, 使该电动机器短时间地以超载方式运行。

[0015] 7. 如前述 6 所述的方法, 其中, 在该电动机器的电动机和 / 或发电机运行的过程中, 在该电动机器达到最高的可允许的运行时温度之后将其断开并且冷却、或者最多在标称功率下继续运行。

[0016] 8. 如前述 1 至 7 之一所述的方法, 其中在该电动机器的电动机和 / 或发电机运行的过程中, 使该电动机器在最高的可允许运行时温度下以标称功率运行。

[0017] 9. 如前述 1 至 8 之一所述的方法, 其中在该电动机器的电动机和 / 或发电机运行的过程中, 使该电动机器在该标称功率以下和以上的多个运行点运行。

[0018] 10. 如前述 1 至 8 之一的的方法, 其中在该电动机器的电动机和 / 或发电机运行的过程中, 当该电动系统的温度低于其最高的可允许运行时温度时, 使该电动机器以超载方式运行。

[0019] 11. 如前述 1 至 10 之一所述的方法, 其中该电动机器的超载功率和 / 或超载持续时间的水平是在随时间变化的温度特征曲线的基础上进行优化的。

[0020] 12. 如前述 1 至 11 之一所述的方法, 其中在对应各圈进行行驶的过程中, 记录并且储存以蓄电池为形式的能量储存器的功率特征曲线以及该蓄电池的温度特征曲线。

[0021] 在根据本发明的运行方法中, 在对应各圈进行行驶的过程中记录并且储存车辆的加速度特征曲线、电动系统的功率特征曲线以及电动系统的温度特征曲线。因此, 在进行行驶的每圈过程中, 再次执行这种记录和储存过程。其结果是, 这使得可将在前一圈中确定的这些变量的特征曲线与在下一圈中确定的这些变量的特征曲线进行比较, 并且用此作为基础在对应的下一圈中相对于电动系统的热负载能力对该电动系统的有效功率 (Leistungsfähigkeit) 特征曲线进行优化。

[0022] 根据本发明的运行方法在原理上是基于以下假设, 即该混合动力车具有内燃发动机并且额外地具有至少一台电动机器。除了内燃发动机之外, 这台或每台电动机器可以作为电动机来运行以便驱动该混合动力车。此外, 这台或每台电动机器可以作为发电机来运行, 以便对该混合动力车进行制动 (能量回收)。在这种情况下, 该环形路线具有一个序列的直道和弯道, 必须围绕这些直道和弯道在最短的时间 (每圈时间) 内行驶。

[0023] 该运行方法将根据所述序列首先将混合动力车强力地加速, 其中该混合动力车由内燃发动机和这台或每台作为电动机运动的电动机器来驱动。此后, 跟随着较小的加速或滚动, 在此期间仅该内燃发动机驱动该混合动力车。此后, 跟随着通过将这台或每台电动机器作为发电机运行的强力制动。于是, 这个序列在环形路线的行程中一个接一个地多次重

复。然而,在使每圈时间最小化时,必须注意电动系统——也就是说电动机、功率电子装置以及能量存储器(特别是蓄电池)——的热条件。在超载运行的过程中,也就是说在高于这台或每台电动机的标称功率的助推或能量回收的过程中,电动系统的这些部件(也就是说,这些混合动力部件)会剧烈地升温。为了防止对电动系统的永久性损害,在超载运行之后,系统的这些部件必须或者以标称功率、或者以小于标称功率的一个功率来运行,以便将这些部件冷却。

[0024] 为了使每圈时间最少并且同时考虑这些部件的热条件,所做的安排是在环形路线上整个的每一圈上至少记录该车辆的加速度特征曲线、电动系统的功率特征曲线以及电动系统的温度特征曲线。用于确定车辆的加速度特征曲线的基础是确定多个加速度值。一种对应的情形应用于确定该电动系统的功率特征曲线和温度特征曲线。该运行方法使用这种记录的数据来改变该电动系统的这些部件在环形路线下一圈中的控制。因此这导致了以最优的每圈时间来围绕一个特定的环形路线进行行驶的一种优化的运行策略。

[0025] 除了确定所述特征曲线的这些值之外,在对应各圈进行行驶的过程中,额外地记录并且储存了时间和/或行进的路程。另外,在对应各圈进行行驶的过程中可记录并且储存车辆的纵向加速度和横向加速度的特征曲线。在围绕该环形路线的一个弯道区段行驶时,记录横向加速度对于这种最优速度是重要的。

[0026] 因为,在运行的过程中电动系统的这些部件被显著地升温,做出了安排来使之可冷却该电动系统。关于这方面,在对应各圈进行行驶的过程中记录并且储存用于该电动系统的冷却剂的温度特征曲线被认为是有利的。因此,在下一圈的行驶时,这种混合动力运动型车辆的行驶模式的修改包括不仅是该电动系统所确定的温度特征曲线,而且还有用于电动系统的冷却剂所确定的温度特征曲线。

[0027] 就车辆速度作为行驶时间的函数的图解表示而言,在环形路线上的行驶在原则上是由一系列的峰-峰-区段(Scheitelpunkt-Scheitelpunkt-Abschnitt)组成的。从一个第一峰开始,首先将车辆加速,随后对车辆制动直至达到下一个峰。关于这个方面,被认为有利的是在对应各圈进行行驶的过程中记录该车辆的速度或者加速度的接连的峰-峰-区段、并且逐个区段地相对于该电动系统的热负载能力对该电动系统的有效功率特征曲线进行优化。

[0028] 电动系统的有效功率在对应各圈中相对于电动系统的热负载能力可以从众多的方面上进行优化,其中在对应的优化时间可适用的电动系统的这些值以及曲线特征持续地影响这种优化的性质和范围。

[0029] 因此,在电动机的电动机和/或发电机运行的过程中,从一台冷的电动机开始,优选地使该电动机短时间地以超载方式运行。具体地讲,在电动机的电动机和/或发电机运行的过程中,在电动机达到最高的可允许运行温度之后将其断开并冷却、或者最大在标称功率下继续运行。

[0030] 此外,在电动机的电动机运行的过程中,该电动机优选地在最高的可允许运行温度下以标称功率运行。在电动机的电动机运行的过程中,该电动机可总是在低于以及高于标称功率的多个运行点处运行。

[0031] 同样在可能时,在电动机的电动机运行的过程中,当电动系统的温度低于其最高的可允许运行温度时,使该电动机以超载方式运行。

[0032] 具体存在的安排是,在随时间变化的温度特征曲线基础上来优化电动机器的超载功率和 / 或该超载持续时间的水平。

[0033] 具体地讲,在对应各圈进行行驶的过程中,同样记录并且储存了蓄电池形式的能量储存器的功率特征曲线以及该蓄电池的温度特征曲线,并且考虑这个数据来实现用于在这个特定的环形路线行驶的最优运行策略。

[0034] 以上的具体涉及电动机器的优化指标相应地适用于能量存储器(尤其是蓄电池)以及功率电子装置(特别是在该应用中的脉冲逆变器)。

[0035] 因此根据本发明的运行方法使之有可能在一种在环形路线上使用的机动车辆(特别是一种混合动力运动型车辆)的情况下以一种运行策略来行驶,该运行策略代表在电动系统的热负载能力与每圈时间-优化的功率特征曲线之间的优化。可以使用多种运行策略,这些策略基于该电动系统的瞬时(aktuell)测量结果以及特征曲线来调节最大功率输出。此外,可以预先设置额外的最大发电机或电动机功率限度,因此得到围绕一个环形路线的一种粗略地热相容的功率特征曲线。

[0036] 根据本发明的运行方法包括一种系统,该系统具有从已经行驶多圈中学习的能力。在这种情况下记录了何时以及在路程的何处、以何种功率水平进行能量回收或者进行驱动。通过举例,这可以通过路程测量、时间测量或 GPS 来进行。在这个信息的基础上,该电动系统于是可以在任何时间在每圈时间最优的基础上确定何时(也就是说在做决定的时间点或者后来的时间点上)将包含在能量存储器中的能量作为牵引功率来使用、以及何时通过能量回收来给能量存储器充电。这样一种优化的并且自适应的运行策略可通过电动系统的最优使用而实现改进的每圈时间。

[0037] 在各从属权利要求、附图以及通过参考附图进行的对该运行方法的优选示例性实施方案的说明中限定了本发明的进一步的特征,但是并非局限于此。

## 附图说明

[0038] 在附图中:

[0039] 图 1 示出了用于在环形路线上行驶的一个跑道部分的实例,以便在  $v-t$  图中展示峰-峰-区段,其中不同的此类区段围绕该整个环形路线一个接着一个;

[0040] 图 2 联合地示出了  $v-t$  曲线图以及一个相关联的  $P-t$  曲线图,连同与之有关的另一个曲线图,它展示了电动机器的功率与用于将其接通的时间  $t_E$  之间的关系;

[0041] 图 3 联合地示出了功率作为用于接通电动机器的时间  $t_E$  的函数的曲线图以及作为用于接通该电动机器的时间的函数的温度特征曲线;

[0042] 图 4 示出了用于展示根据本发明的运行方法的一个流程图。

## 具体实施方式

[0043] 在混合动力车(特别是一种混合动力运行型车辆)围绕一个环形路线(特别是一个跑道)进行行驶时,速度-时间图( $v-t$ 图)的评估得出一系列的峰-峰-区段,并且恰恰以同一种方式,而是关于能量储存器的充电状态(特别是蓄电池的充电状态)的图示,一个序列的峰-峰-区段是作为应各圈上的行驶时间的函数而得到的。图 1 关于  $v-t$  图展示了一个这种峰-峰-区段。峰-峰-区段从一个示于左侧的第一峰 1 开始,该第一峰后跟

随着低于打滑极限 (Rutschgrenze) 的一个加速区段 2, 并且在这之后跟随一个高于打滑极限的加速区段 3。加速区段 3 后跟随一个制动区段 4, 该制动区段后跟随下一个峰 1。如随后在图 1 中所展示的, 根据环形路线的构形, 峰 1 到峰 1 后跟随具有不同构形的峰-峰-区段。于是跟随在制动区段 4 之后的、最后提到的峰 1 之后直接地跟随着高于打滑极限的一个加速区段 3, 该加速区段后跟随一个制动区段 4, 然后这之后将跟随一个新的峰。

[0044] 图 1 中通过安排在该曲线上方的双箭头展示了一个峰-峰-区段。多个彼此连接的峰-峰-区段展示了行驶一圈环形路线的过程。由于根据本发明对在环形路线上的行驶提供优化, 因此改变了所述峰-峰-区段的序列。

[0045] 图 2 右上示出了在图 1 中展示的 v-t 图中示出的跑道区段的实例, 并且在这个曲线图下方 (同样与时间 t 相关, 因此依据该环形路线上行驶的车辆的时间) 展示了电动机器的功率 P 作为时间 t 的函数的图示。根据所展示的加速过程和制动过程, 电动机器的电动机运行 (+P) 以及电动机器的发电机运行 (-P), 对应地清楚地示出在最后提及的情况下的能量回收 (Rekuperation) 和负荷点转移 (Lastpunktverschiebung)。

[0046] 在图 2 中, 左侧的图表从右侧功率图的角度示出了电动机器的功率 P 对在这种情况下对电动机器的接通持续时间  $t_p$  的依赖性。

[0047] 因此, 从图 2 可见, 在环形路线上该电动系统的运行包括由驱动 ( $P > 0$ )、恢复 (Erholung) ( $P = 0$ ) 和能量回收 ( $P < 0$ ) 组成的接连的变化, 所述变化通过损耗而使电动系统的这些部件升温。在这种情况下, 电动系统的这些部件可以暂时地高于持续功率 (也称为标称功率) 而超载。

[0048] 在该环形路线上的运行的过程中, 电动系统本质上是以接连的峰-峰-区段交替的方式运行的, 如在图 2 中右上图中所展示的。在此产生了电功率 P 随着由驱动 ( $P > 0$ )、恢复 ( $P = 0$ ) 和能量回收 ( $P < 0$ ) 组成的变化的一个时间特征曲线。通过损耗 (例如在磁路中的机械的、电阻性的损耗) 电动系统的所有这些部件都被加热。一个冷却系统从这些部件取走热量。

[0049] 如从图 2 中的左侧展示可见, 与对于持续负载的情况 (在此情况下在最大热负载的极限内这些部件被稳定为热平衡的) 相比, 可以在短时间内 (也可以是在超载运行的过程中) 在电动系统中调用更大的功率。就功率而言, 实际运行是在最大功率的曲线以下的一个区域中以不同的短时间负载来发生。

[0050] 在一个对应于图 2 的左图的 P- $t_p$  图中, 据此, 图 3 示出了电动机器中温度特征曲线作为对其接通时间  $t_p$  的函数。对于在功率/时间图中的这些单独的点, 电动系统的其他部件也存在温度的对应时间特征曲线, 也就是说不仅有用电动机器的所展示的关系, 还有用于蓄电池以及一个脉冲控制逆变器的关系。

[0051] 图 3 示出, 从冷的电动机发电机开始仅对于由设计支配的一个接通时间  $t_pKB$  可以使用这种短时间运行 KB (超载运行), 因为否则的话理论上可达到的平衡温度将会对电动机器造成热损坏。

[0052] 一旦在时间  $t_pKB$  之后已经达到最高的可允许运行温度, 该电动机器或者在关闭之后被冷却 (见图中的 KB)、或者最多能够以标称功率继续运行。

[0053] 在以持续功率或者标称功率 DB 运行的情况下, 平衡的温度对应于电动机器的可允许最高运行温度。该电动机器可以因此无限期地运行。

[0054] 实际运行 RB 包括在标称功率之下和之上的多个运行点。

[0055] 仅当温度处于最高的可允许运行温度以下时,也就是说,仅在标称功率以下的一个确定的冷却时间或者运行时间之后,超载运行才是有可能的。超载功率或者超载持续时间的水平取决于电动机的瞬时温度。根据本发明的运行方法使之有可能在实际运行的过程中在多圈上优化该功率特征曲线,这样使得该电动系统与所说明的热边界条件相结合而以每圈时间最优的方式来运行。

[0056] 图 4 示出了用来展示根据本发明的运行方法的一个流程图。

[0057] 就电动系统的运行策略而言,假设一台车辆是处于基础设置中。通过举例,这台车辆是旨在于这个环形路线上通过从电动系统上最大的能量回收以及直至热极限的功率需求 (Leistungsabruf) 来进行行驶。

[0058] 第一圈是使用这种基础 - 运行策略来行驶的。记录并且储存关于时间、路程 (Strecke)、纵向和横向加速度、功率、能量特征曲线、电动部件的温度、冷却剂温度的数据。

[0059] 然后将该圈的功率特征曲线作为时间或者路程的函数来进行优化。与热负载能力相关地最大地利用电动系统的有效功率,以便减少每圈时间。这导致了沿该段路程在电动系统功率的一个最优特征曲线。

[0060] 如通过图 4 中在侧面的箭头所展示的,在状态 1 和 2 之间进行了一种逐圈的、持续的优化。一旦完成了这种优化,作为第四步骤对该特定环形路线的数据和运行策略进行最终的储存。



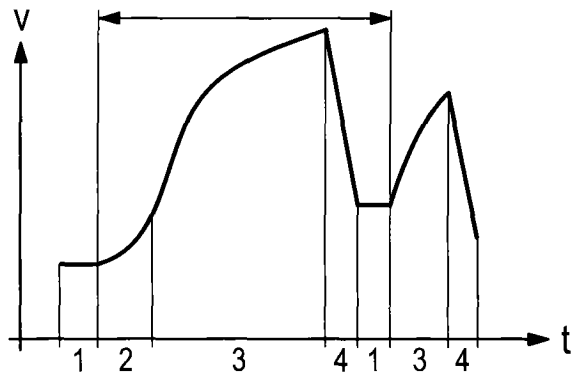


图 1

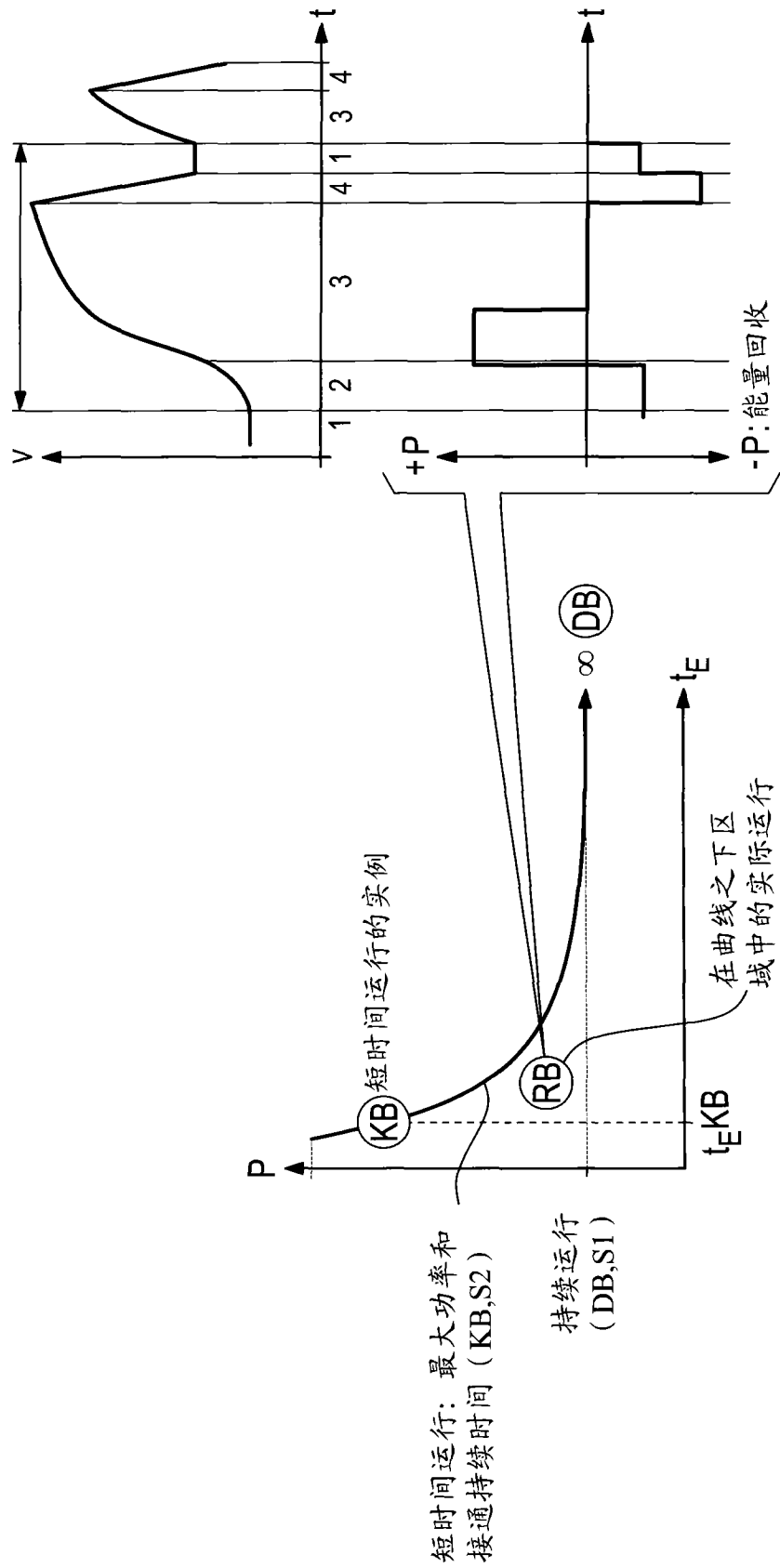


图 2

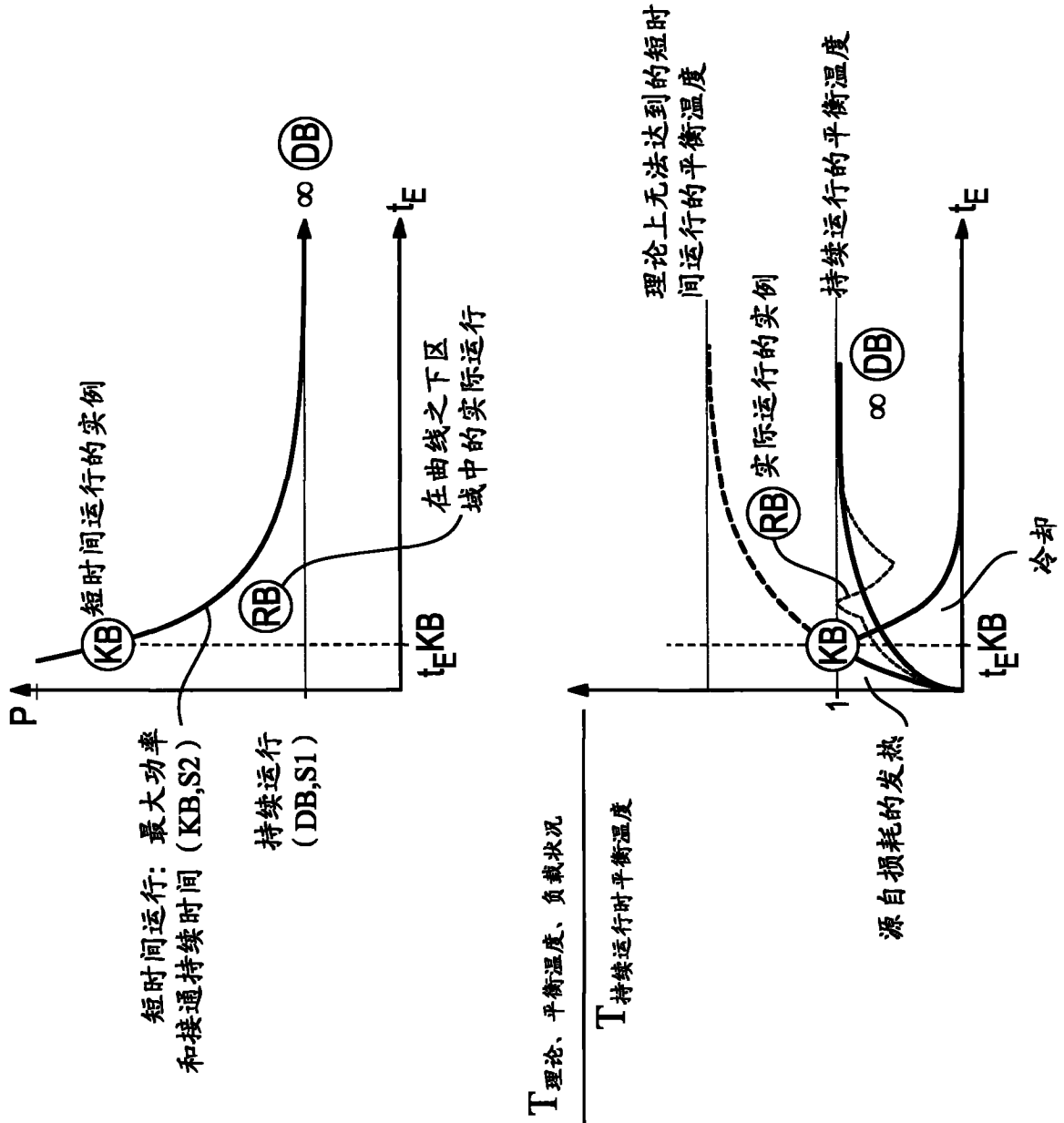


图 3

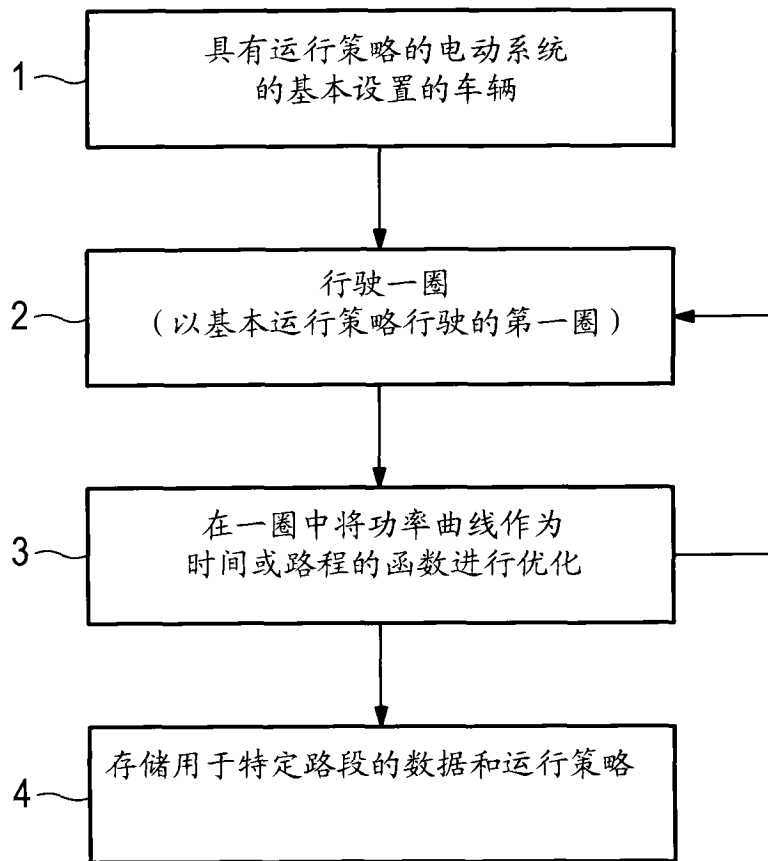


图 4