



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103839423 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 04

(21) 申请号 201310598296. 7

(22) 申请日 2013. 11. 22

(30) 优先权数据

13/684, 520 2012. 11. 24 US

(71) 申请人 福特全球技术公司

地址 美国密歇根州迪尔伯恩市中心大道
330 号 800 室

(72) 发明人 李勇华

(74) 专利代理机构 北京连和连知识产权代理有
限公司 11278

代理人 包红健

(51) Int. Cl.

G08G 1/0968 (2006. 01)

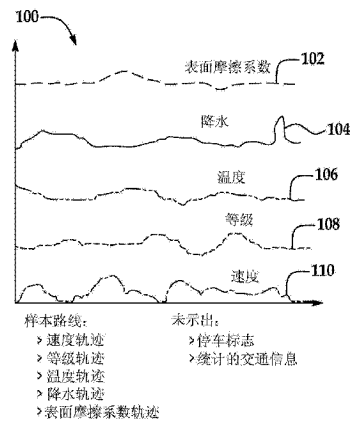
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

环境感知的再生制动能量计算方法

(57) 摘要

一种操作车辆的方法, 包括利用基于实际路线条件和车辆的基础再生制动参数的折减的再生能量实施车辆的再生制动。该方法利用例如车辆路线 (包括等级和速度分布)、路线环境温度轨迹、路线降水轨迹 (预测的和历史的)、路线道路状况 (表面摩擦系数、起伏的道路) 轨迹、来自车辆系统控制器的再生制动折减图 (利用环境温度、降水信息和 / 或道路表面信息作为输入) 这样的已知的或者可用的信息来实现改进的精确再生制动能量的计算。



1. 一种操作车辆的方法,其特征在于,包含:

利用基于实际路线条件和车辆的基础再生制动参数的折减的再生能量实施车辆的再生制动。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,基础再生制动参数包括速度分布、等级信息、交通信息和停车标志信息中的至少一个。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,基础再生制动功率包括速度分布、等级信息、交通信息和停车标志信息中的至少一个,并且其中折减的再生能量包括基础再生制动功率。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,实际路线条件包括路线道路状况轨迹、路线环境温度预测轨迹、路线降水预测的和历史的轨迹及车辆稳定性控制系统的再生/牵引力控制相关的校准中的至少一个。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,实施车辆的再生制动进一步地包括利用路线道路状况轨迹、路线环境温度轨迹、路线降水预测的和历史的轨迹及车辆稳定性控制系统的再生/牵引力控制相关的校准中的至少一个的再生折减轨迹,并且其中折减的再生能量包括再生折减轨迹。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,基础再生制动功率和实际路线条件包括再生折减轨迹,并且其中折减的再生能量包含元素智能结果,该元素智能结果包括将基础再生制动功率以元素至元素为基本原则乘以再生折减轨迹。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,折减的再生能量包括元素智能结果的结合。

环境感知的再生制动能量计算方法

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及车辆的再生制动。本发明尤其涉及环境感知的再生制动能量计算方法,其中,为了在不同的牵引力控制事件中的交通控制的目的,使用例如天气和道路条件这样的动态信息限制再生制动。

背景技术

[0002] 再生制动是混合动力车辆技术的推动者之一。已经发现,利用再生制动可以实现超出无再生制动能力的车辆 15%~30% 的燃料经济性提高。行程信息已经被用来以最节约燃料的方式控制混合动力车辆/插电式混合动力车辆/纯电动车辆(HEV/PHEV/BEV)和其他类型的混合动力车辆。与行程规划有关的是用于 PHEV 和 BEV 的被称为“可用行驶能量(energy to empty)”的概念,该概念近似地提供在车辆中可用于推进目的的总能量。这个概念与“可行驶距离(distance to empty)”概念密切相关,“可行驶距离”的概念指的是车辆在所有的车辆内的能源耗尽至最低可能限度之前可以行驶的距离。“可用行驶能量”的计算方法总体上包括三个部分:(1)来自热源(油箱)的能量;(2)基于电池电量初始状态的、来自能量储存源(电池)的能量;以及(3)再生制动能量。

[0003] 与“可用行驶能量”的计算有关的一个最重要的应用是在行程规划中找到车辆行驶的最节约能量的路线。“可用行驶能量”计算的几种方法是已知的。这些包括在 HEV 控制中用于最佳能量管理的路径依赖方法,在该方法中考虑到的输入包括静态信息,例如道路等级、路段平均速度和交通状况;用于 EV 和 HEV 管理的车载导航系统,在该车载导航系统中,环境温度信息用于确定 HEV 电池的 SOC(电量状态)端值,并且例如速度、驾驶者行为(通过模式识别)、等级信息这样的其他静态信息都被考虑为输入;以及节省燃料的驾驶区域的计算和显示,在该计算中,例如上坡、下坡和“危险道路”这样的道路类型和等级都被考虑为输入。

[0004] 计算再生制动能量的常规方法似乎都没有通过固定的等级和交通信息连同例如变化的环境温度和降水、道路状况(粗糙度和表面摩擦系数(μ)信息)这样的动态信息并结合相关的车辆系统控制器的再生相关校准图(regen-related calibration map)(即,如何折减再生制动以保持牵引力控制)来考虑再生制动能量回收中的变化。

[0005] 事实上,再生制动很大程度上取决于牵引力控制的需要并超出等级或速度。因此,仅仅以例如等级、速度(如扼要描述的)、停车标识和统计交通流量这样的静态信息为基础的再生制动能量的计算是不够准确的。

[0006] 因此,存在对一方法的需要,在例如路线环境温度信息、降水信息(预测的和过去历史的)和/或道路条件(摩擦系数识别)这样的动态信息是预先可用时,当为了促进整体燃料经济性的改善而规划行程时,该方法可准确地计算再生制动能量。

发明内容

[0007] 本发明总体上涉及一种操作车辆的方法。该方法的说明性的实施例包括利用基于

实际路线条件和车辆的基础再生制动参数的折减的再生能量实施车辆的再生制动。

附图说明

[0008] 现在将参考附图以举例方式解释本发明,其中:

[0009] 图 1 是提供了包括在再生制动能量方法的实施方式中使用的、用于给定路线的静态信息和动态信息的可用信息的曲线图;

[0010] 图 2 是说明了根据再生制动能量方法的不完全实施方式的、利用速度、等级、交通和基础设施信息的基础再生制动能量的计算的图表;

[0011] 图 3 是说明了根据再生制动能量方法的实施方式的、考虑到路线环境温度和降水信息的改进的再生制动能量的计算的图表;

[0012] 图 4 是在再生制动能量方法的实施方式中的折减轨迹 (trace) 计算图;

[0013] 图 5 是说明了根据再生制动能量方法的实施方式的、沿着给定的车辆路线的折减的再生制动能量的计算的方框图;

[0014] 图 6 是说明了根据再生制动能量方法的实施方式的算法的流程图;以及

[0015] 图 7 是说明了再生制动能量方法的示例性实施方式的曲线图。

具体实施方式

[0016] 下面的具体实施方式本质上仅是示例性的,并非旨在限制描述的实施例或者描述的实施例的应用和用途。这里使用的单词“示例的”或者“说明的”意味着“作为示例、实例或者说明”。这里描述为“示例性”或者“说明性”的任何的实施方式是非限制性的并且不一定解释为优于或者胜出其他实施方式。下面描述的所有实施方式都是提供用于使本领域的技术人员能够实践本发明的示例性实施方式,并非旨在要限制所附权利要求的范围。此外,这里描述的说明性实施例并非穷尽性的,除了此处说明的和落入所附权利要求的范围内的实施例或者实施方式是可能的。此外,也无意图受到在前面的技术领域、背景技术、发明内容或者下面的具体实施方式中出现的任何明示的或者暗示的理论的约束。这里使用的例如“上部”、“下部”、“前面”、“后面”、“侧面”、“内部”和“外部”等这样的相关术语仅仅打算用于描述的目的而不必以限制性意义进行解释。

[0017] 本发明总体上涉及环境感知的再生制动能量的计算方法,其中,为了在不同的牵引力控制事件中的交通控制的目的,将例如天气和道路条件这样的动态信息用于限制再生制动。该方法适用于具有再生制动能力的车辆,包括 HEV / PHEV / BEV。该方法利用例如车辆路线(包括等级和速度分布)、路线环境温度轨迹、路线降水轨迹(预测的和历史的)、路线道路状况(表面摩擦系数、起伏的道路)轨迹、来自车辆系统控制器的再生制动折减图(利用环境温度、降水信息和 / 或道路表面信息作为输入)这样的已知的或者可用的信息来实现改进的精确再生制动能量的计算。

[0018] 首先参考图 1,其显示了曲线图 100,曲线图 100 说明了在再生制动能量方法的实施中使用的、用于给定路线的包括静态信息和动态信息的可用信息。曲线图 100 上的信息包括例如表面摩擦系数 102、等级 108 和车辆速度 110 这样的静态信息及例如降水 104 和温度 106 这样的动态信息。

[0019] 接着参考图 2,其显示了图表 200,图表 200 说明了根据再生制动能量方法的不完

全实施方式的、基于利用速度、等级、交通和停车标志及其他基础设施信息的基础再生制动能量的车辆可用行驶能量的计算。因此,利用本领域技术人员已知的算法,使用速度 202、等级 204、交通 206 和基础设施 208 来计算基础再生制动能量 210。利用统计的时间模型可以确定交通 206。

[0020] 本发明方法利用例如路线环境温度和降水(预测的和历史的)这样的多种实际的路线条件及来自政府公共服务机构的路线表面摩擦系数信息(如果可用的话)来计算再生制动能量。可以从无线互联网接入、全球定位系统(GPS)和其他无线通信装置获得这些信息。此外,可以使用来自车辆系统控制器的再生制动相关的校准。由于该方法的算法可以是车辆系统控制器的一部分,因此这些信息应该是现成的。

[0021] 接着参考图 3,其显示了图表 300,图表 300 说明了根据再生制动能量方法的实施方式的、考虑到路线环境温度和降水信息的改进的再生制动能量的计算。因此,包括速度分布 302、等级信息 304、交通信息 306 和停车标志信息 308 的基础再生制动参数,以及例如路线道路状况轨迹 310、路线环境温度轨迹 312、路线降水轨迹和历史 314 这样的实际路线条件,及 VSC(车辆稳定性控制系统)再生相关校准 316,通过使用例如下文将要描述的算法将以上信息用于计算折减的再生能量 317。折减的再生能量 317 相当于再生制动能量 318 的下限。

[0022] 接着参考图 4,显示了在再生制动能量方法的实施方式中的示例性折减轨迹计算图 400。可以用路线道路状况轨迹 402、环境温度预测 404 和降水预测和历史 406 来计算再生折减轨迹 408。折减轨迹计算 400 的算法可以表示如下:

[0023] 折减每个道路状况 = $f_1(\text{道路状况}, \text{VSC 校准})$

[0024] 折减每个环境温度 = $f_2(\text{温度预测}, \text{VSC 校准})$

[0025] 折减每个降水预测和历史 = $f_3(\text{降水预测和历史}, \text{VSC 校准})$

[0026] 折减轨迹 = $\min(f_1, f_2, f_3)$

[0027] 接着参考图 5,显示了方框图 500,方框图 500 说明了根据再生制动能量方法的实施方式的、沿着给定的车辆路线的折减的再生制动能量的计算。因此,使用速度分布 502、等级信息 504、交通信息 506 和停车标志信息 508 计算沿着计划的车辆路线的基础再生功率 510。使用路线道路状况轨迹 512、路线环境温度轨迹 514、路线降水轨迹和历史 516 及 VSC 再生相关校准 518 来计算再生折减轨迹 520。计算结果 522 是元素智能(element-wise)的结果,其中,基础再生功率 510 和再生折减轨迹 520 以元素至元素(element-to-element)为基本原则相乘以获得元素智能的结果,该结果可以结合 524 以计算折减再生能量 526。

[0028] 图 5 所示的基于静态加动态信息的再生制动能量的计算导致了与单独的基础再生制动能量估计相比更加准确的再生制动能量的估计。此外,该再生制动计算方法通常生成总体上小于基础的基础再生制动能量估计值的再生制动能量。

[0029] 接着参考图 6,其显示了流程图 600,流程图 600 说明了根据再生制动能量方法的实施方式的算法。该方法有助于基于路线环境温度、降水和 / 或道路状况信息的再生制动能量的计算。在块 602 中,做出关于路线是否已经选择的确定。如果没有选择路线,方法退出。如果已经选择了路线,然后在块 604 中,计算沿着该路线的、作为速度分布、等级信息、停车标志和 / 或统计的交通信息的函数的基础(最理想的)再生制动功率($P_{\text{reg_base}}$)。接着,在块 606 中,做出关于沿着该路线的路线环境温度、降水(预测的和历史的)和路线表

面摩擦系数信息是否可用的确定。对于环境温度来说,可能需要轨迹(根据路线设置,关于时间/空间的预测)。对于降水来说,可能需要沿着该路线的过去的降水历史(取决于校准)和降水预测。可以同样地考虑道路状况(表面摩擦系数轨迹)。如果沿着该路线的路线环境温度、降水(预测的和历史的)和路线表面摩擦系数信息是不可用的,在块 608 中典型地根据下面的方程计算沿着路线的任意给定点上的再生制动能量 ($E_{\text{reg_base}}$),然后方法结束:

$$[0030] \quad E_{\text{reg_base}} = \int_{\text{时间(路线)}} P_{\text{reg_base}}$$

[0031] 如果在块 606 中沿着该路线的路线环境温度、降水(预测的和历史的)和路线表面摩擦系数信息是可用的,方法转到块 610,在块 610 中,利用环境温度、降水和 / 或道路表面信息连同来自车辆系统控制器的再生制动折减图来计算沿着该路线的再生制动折减因子(discount factor)。产生的折减轨迹可以表示为折减因子轨迹(DiscountFactorTrace)。

[0032] 在块 612 中,根据下面的方程计算沿着该路线的折减的再生制动能量 ($E_{\text{reg_discounted}}$)。

$$[0033] \quad P_{\text{reg_discounted}} = P_{\text{reg_base}} \cdot X \text{ DiscountFactorTrace}$$

[0034] 其中, $\cdot X$ 表示“元素智能结果”,在元素智能结果中,这两个轨迹以元素至元素为基本原则相乘,并且最终结果是另一个轨迹。

$$[0035] \quad E_{\text{reg_discounted}} = \int_{\text{时间(路线)}} P_{\text{reg_discounted}}$$

[0036] 在使用表面摩擦系数反馈(也就是基于牵引力控制的摩擦系数识别)的应用中,再生制动能量通常高于可以利用前馈控制回收的再生制动能量,但是低于基础再生制动能量。因此,基于前馈控制计算的再生制动能量将是保守的估计,其将导致对现实世界可用行驶能量值不太乐观的计算。

[0037] 接着参考图 7,其显示了曲线图 700,曲线图 700 说明了再生制动能量方法的示例性实施方式。将车辆路线给出为曲线图 700 中的时间-速度曲线(曲线 1)。基于一些温度、降水和 / 或道路状况信息计算折减因子,并且将折减因子给出为曲线图 700 中的曲线 2:

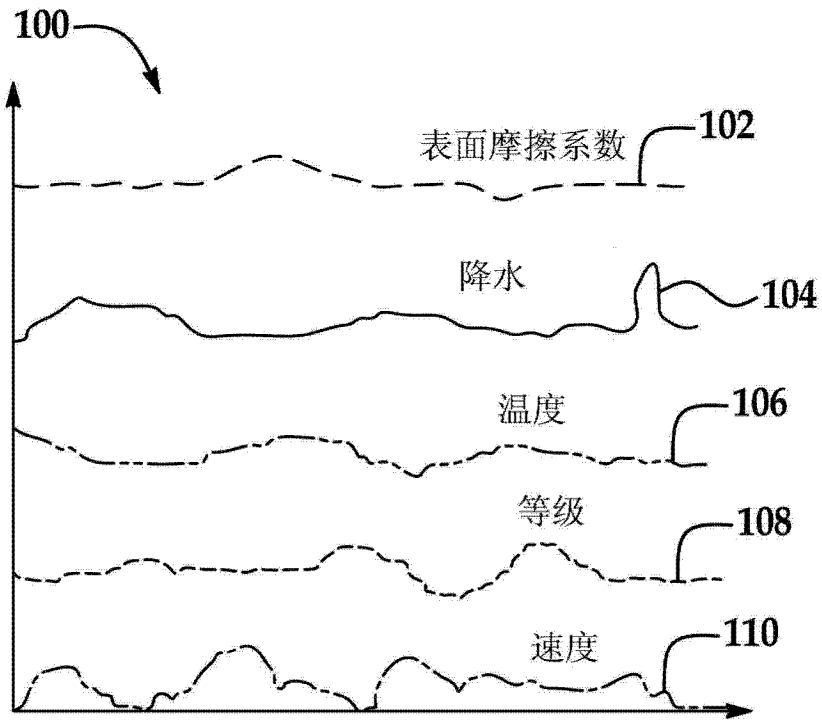
[0038] 折减 = 100%, 如果 $t \in [0, 4]$; 40%, 如果 $t \in [4, 8]$; 100%, 如果 $t \in [8, 16]$; 50%, 如果 $t \in [16, 17]$; 0%, 如果 $t \in [17, 20]$

[0039] 基础再生制动能量是(由于时间单位是 1 而进行了简化):

$$[0040] \quad \bullet E_{\text{reg_base}} = X1 + X2 + X3 + X4 + X5 = 50 + 25 + 80 + 10 + 125 = 290 \text{ (单位)}$$

[0041] 用于整个行程的折减的再生制动能量远远小于原计算值。因此,对于给定车辆、给定路线的总体可用行驶能量值的总能量将还伴随有关路线天气和道路表面信息的附加动态信息及车辆系统控制相关的再生制动映射(regenerative braking mapping)而减少。

[0042] 尽管已经关于特定的示例性实施例对本发明的实施例进行了描述,可以理解的是,因为本领域的技术人员能够想到其他的变化,因此具体的实施例只为了说明的目的而不是为了限制。



样本路线:

- > 速度轨迹
- > 等级轨迹
- > 温度轨迹
- > 降水轨迹
- > 表面摩擦系数轨迹

未示出:

- > 停车标志
- > 统计的交通信息

图 1

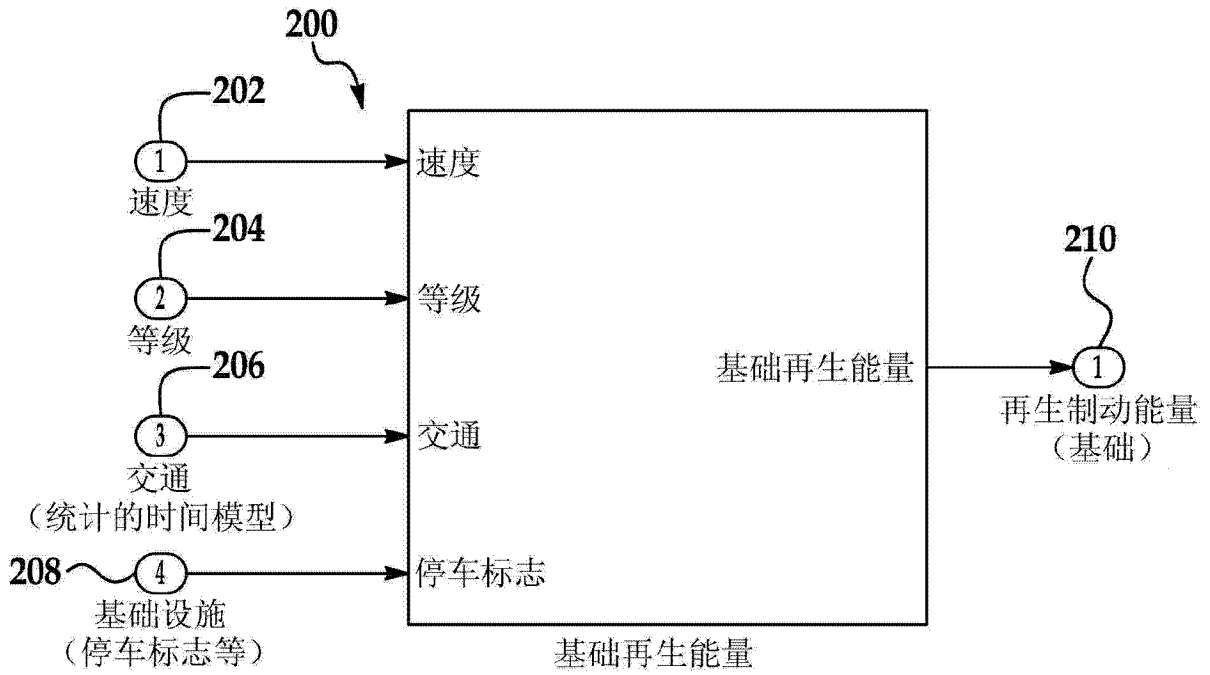


图 2

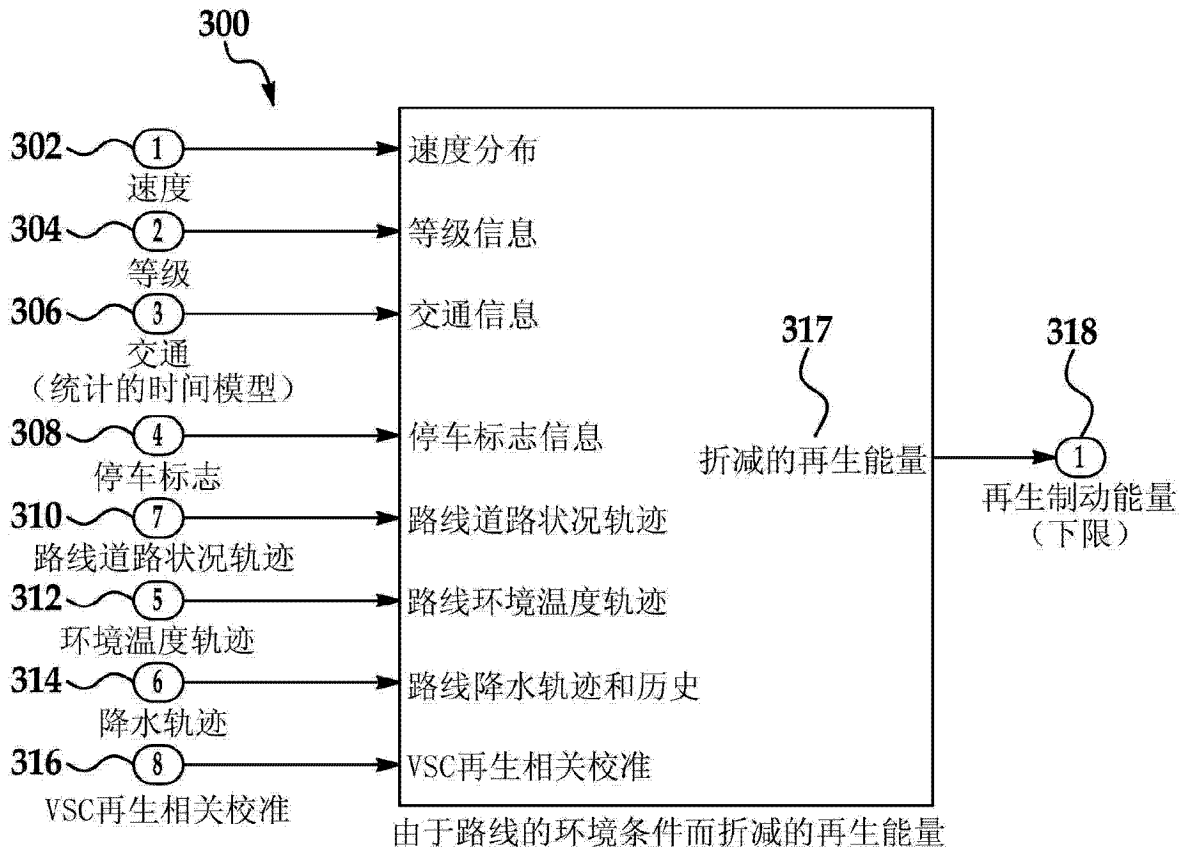


图 3

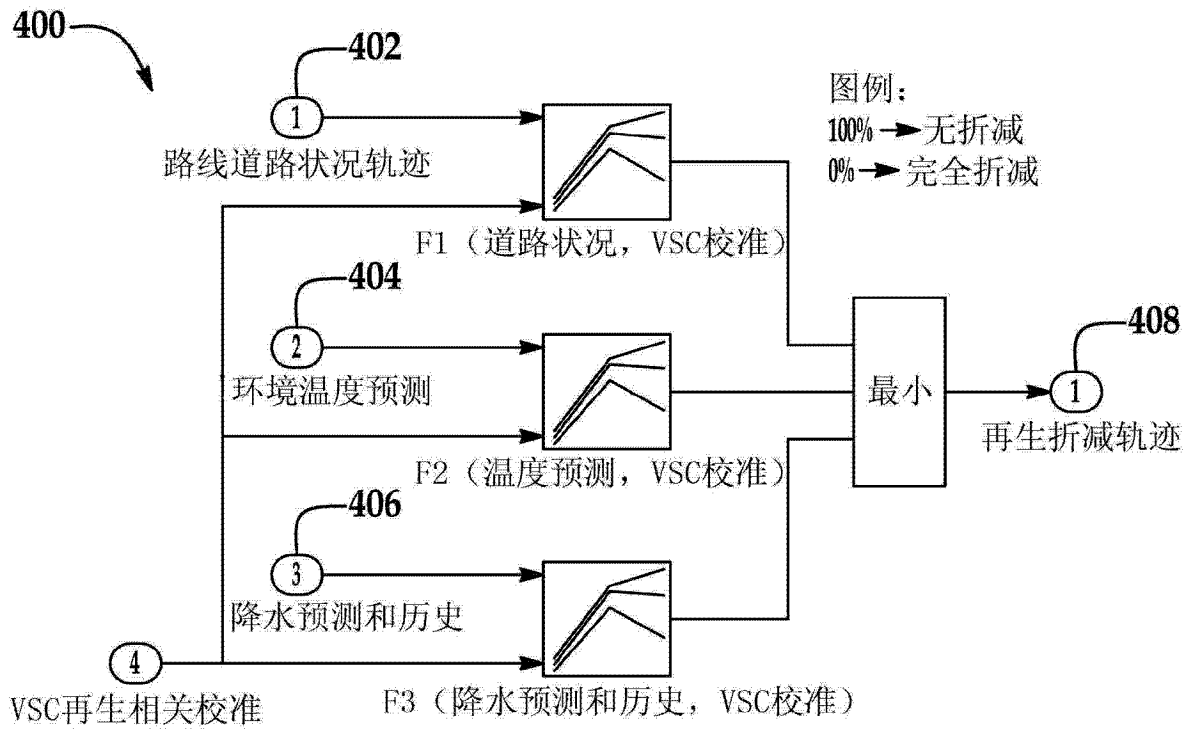


图 4

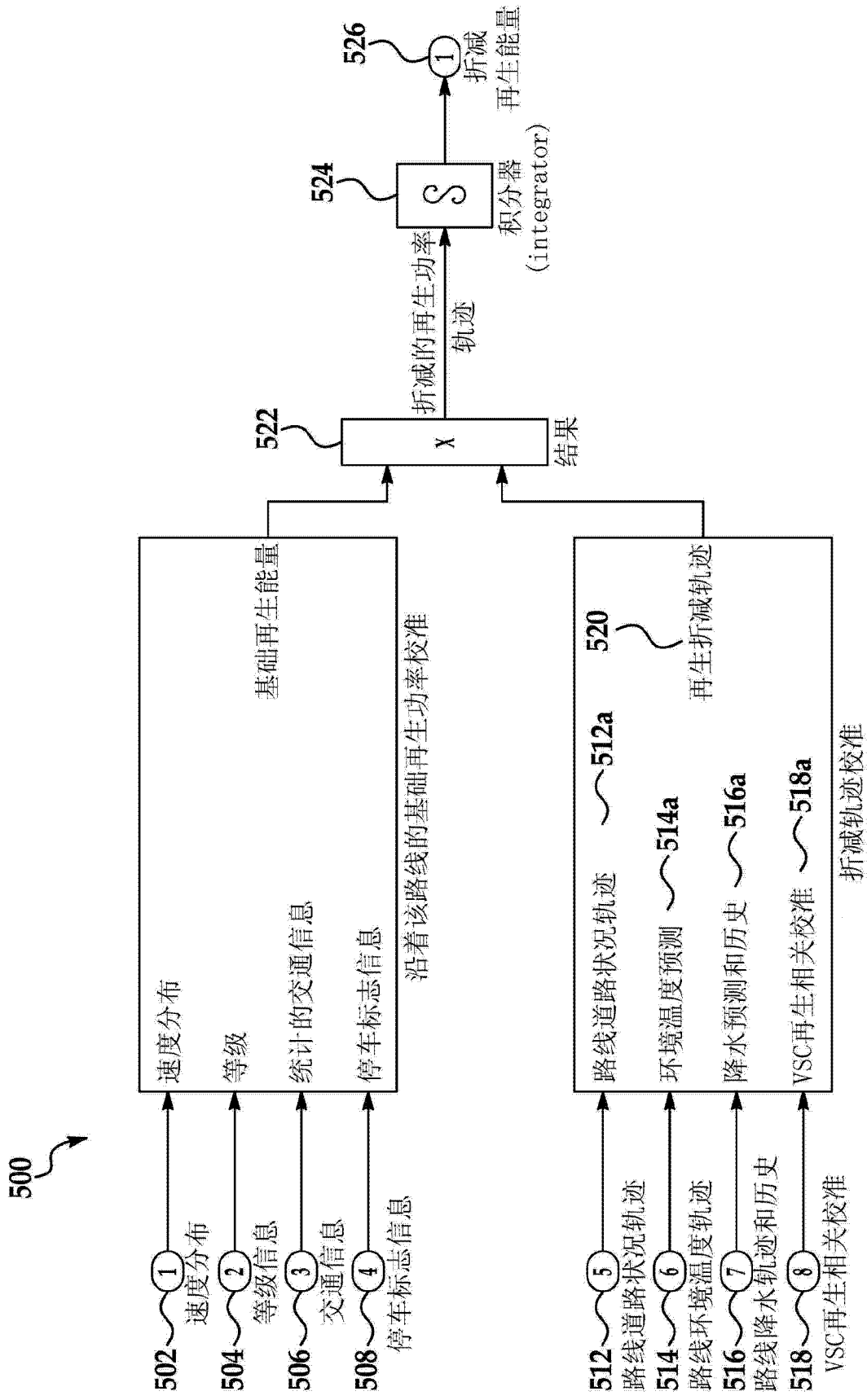


图 5

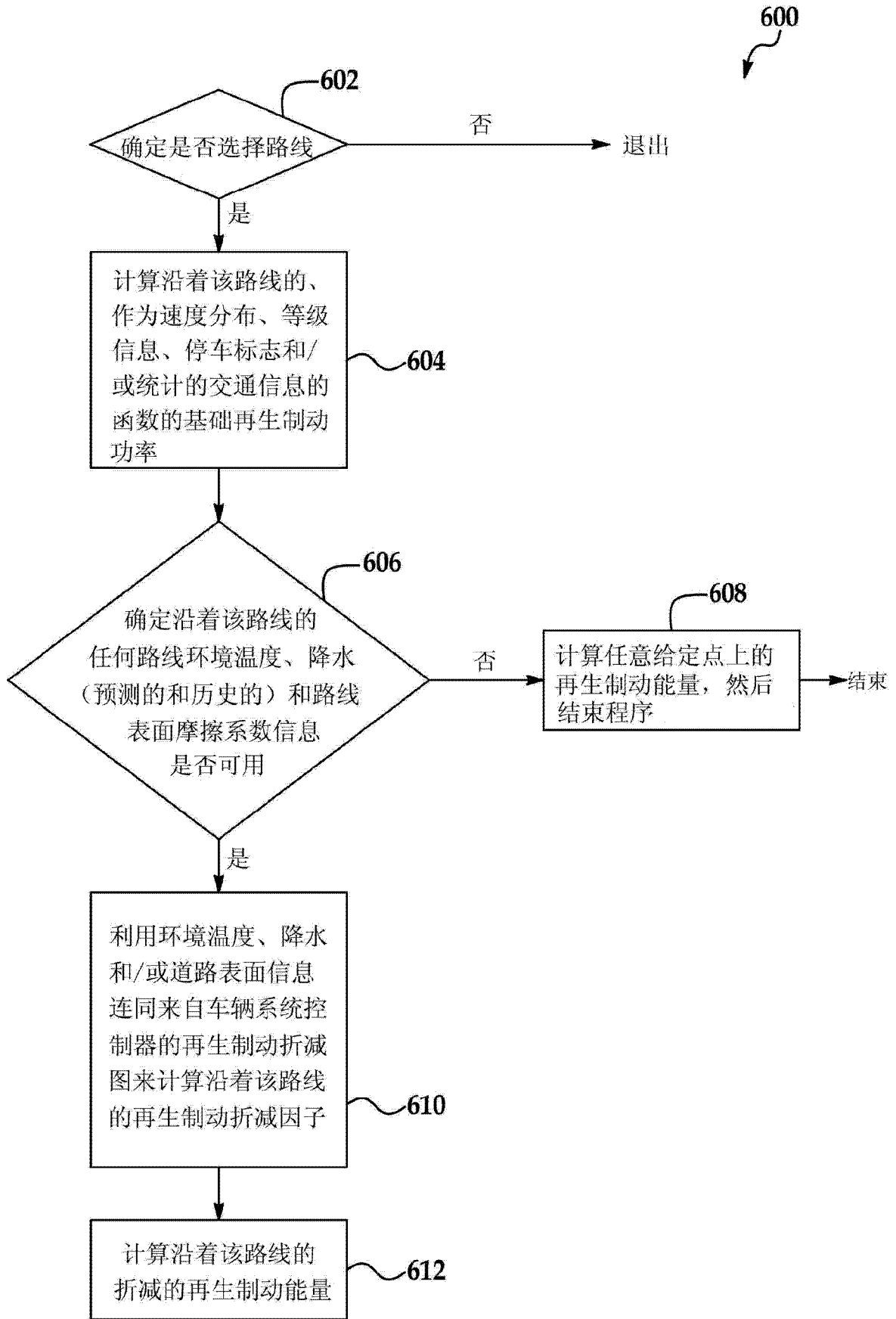
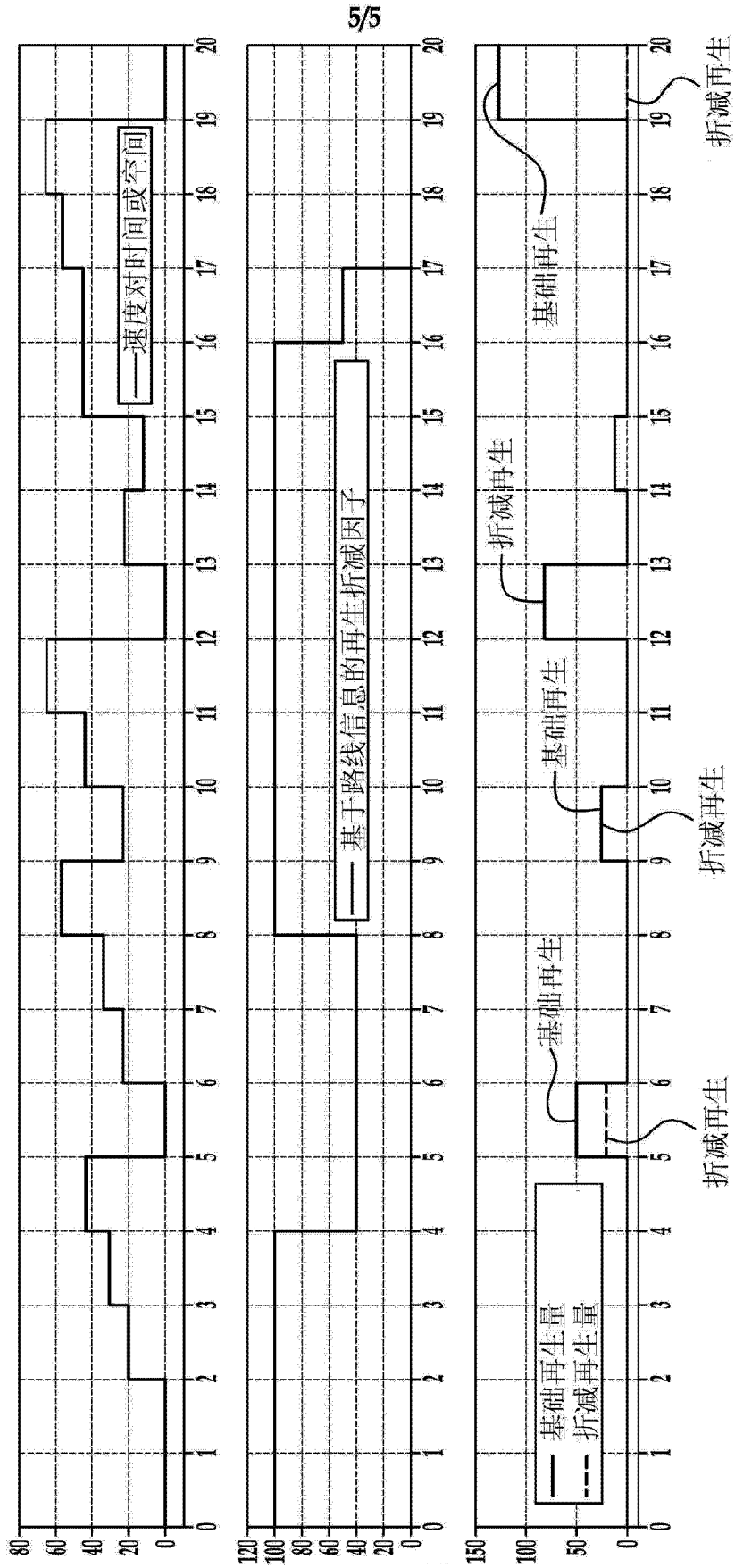


图 6

700 ↗



5/5

图 7