(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116964650 A
(43)申请公布日 2023.10.27

(21)申请号 202280019490.2
(22)申请日 2022.04.11
(30)优先权数据
2021-128964 2021.08.05 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.09.06
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/017536 2022.04.11
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/013181 JA 2023.02.09
(71)申请人 日立建机株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 饭星洋一 水谷健二 江尻孝一郎 津久井洋 尾谷幸二
(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
专利代理师 许静 郝庆芬
(51)Int.Cl.
G08G 1/00(2006.01)

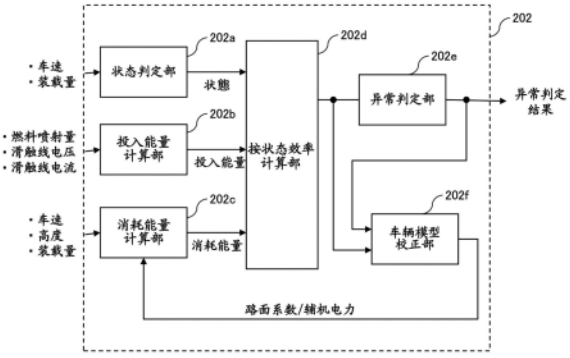
权利要求书1页 说明书11页 附图14页

(54)发明名称

矿山管理系统

(57)摘要

本申请发明的目的在于提供一种能够分开检测矿山自卸车的动力传动系统及装载量传感器的异常的矿山管理系统。为此，在对在矿山中运转的矿山自卸车进行管理的矿山管理系统中，具备计算矿山自卸车的生产率指标并进行统计的处理装置，所述处理装置至少基于所述矿山自卸车的车速、路面坡度及装载量来计算所述矿山自卸车的消耗能量，基于所述矿山自卸车的燃料喷射量、滑触线电力及电池电力中的至少一个来计算所述矿山自卸车的投入能量，基于所述消耗能量和所述投入能量来判定所述矿山自卸车的装载量传感器或动力传动系统有无异常。



CN 116964650 A

1.一种矿山管理系统,其对在矿山中运转的矿山自卸车进行管理,其特征在于,

所述矿山管理系统具备计算矿山自卸车的生产率指标并进行统计的处理装置,

所述处理装置至少基于所述矿山自卸车的车速、路面坡度及装载量来计算所述矿山自卸车的消耗能量,基于所述矿山自卸车的燃料喷射量、滑触线电力及电池电力中的至少一个来计算所述矿山自卸车的投入能量,基于所述消耗能量和所述投入能量来判定所述矿山自卸车的装载量传感器或动力传动系统有无异常。

2.根据权利要求1所述的矿山管理系统,其特征在于,

所述处理装置至少基于所述矿山自卸车的车速和装载量,来判别所述矿山自卸车的状态,按所述矿山自卸车的状态计算所述消耗能量相对于所述投入能量之比即按状态效率,基于所述按状态效率与规定值的比较结果,来判定所述装载量传感器或所述动力传动系统有无异常。

3.根据权利要求2所述的矿山管理系统,其特征在于,

所述处理装置调整用于计算所述消耗能量的参数,以使所述矿山自卸车处于怠速状态时的所述按状态效率收敛于规定范围内。

4.根据权利要求2所述的矿山管理系统,其特征在于,

所述处理装置调整用于计算所述消耗能量的参数,以使所述矿山自卸车处于稳定行驶状态时的所述按状态效率收敛于规定范围内。

5.根据权利要求2所述的矿山管理系统,其特征在于,

在所述矿山自卸车的空载驾驶时的所述按状态效率低于第一规定值且所述矿山自卸车的载荷驾驶时的所述按状态效率为第二规定值以上的情况下,或者,在所述空载驾驶时的所述按状态效率为第一规定值以上且所述载荷驾驶时的所述按状态效率偏离规定范围的情况下,所述处理装置将所述装载量传感器判定为异常。

6.根据权利要求5所述的矿山管理系统,其特征在于,

在将所述装载量传感器判定为异常的情况下,所述处理装置判定为需要进行所述装载量传感器的校准。

7.根据权利要求1所述的矿山管理系统,其特征在于,

所述处理装置从统计处理中排除在将所述装载量传感器判定为异常的期间计算出的所述生产率指标。

8.根据权利要求2所述的矿山管理系统,其特征在于,

所述处理装置按照所述矿山自卸车行驶的路径统计所述按状态效率,并判定所述按状态效率的统计代表值低于规定值的所述路径的路面存在异常。

9.根据权利要求2所述的矿山管理系统,其特征在于,

所述处理装置按照驾驶所述矿山自卸车的驾驶员统计所述按状态效率,判定所述按状态效率的统计代表值低于规定值的所述驾驶员的驾驶存在问题。

10.根据权利要求2所述的矿山管理系统,其特征在于,

所述处理装置按照所述矿山自卸车统计所述按状态效率,判定所述按状态效率的统计代表值低于规定值的所述矿山自卸车存在异常。

矿山管理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及对在矿山中运转的矿山自卸车进行管理的矿山管理系统。

背景技术

[0002] 近年来,开发了收集、分析矿山机械的数据,并基于从卸载至下一次卸载为止的路径中的特定区间的运转状况来计算各种管理指标的系统。作为公开这样的系统的现有技术文献,例如可举出专利文献1。专利文献1中记载了在路径上的相邻的路段满足规定条件的特定区间,计算每单位时间的燃料消耗量或装载量这样的矿山机械的生产效率指标等的系统以及方法。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:国际公开第2015/029229号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 但是,在专利文献1中,虽然能够对预先决定的区间检测每单位时间的燃料消耗量的增加、装载量的降低,但无法监视所决定的区间以外的生产率降低。另外,在生产率指标(每1升燃料的搬运量[T/L]、每单位时间的搬运量[T/h])的计算中使用的装载量大多根据安装于自卸车的轮胎轴与车身之间的悬架(suspension)的压力来计算。计算该装载量的装置(装载量计算装置)受到悬架油、轮胎压力变化的影响,因此需要校准,但对于在适当的定时进行该校准的方法,在现有技术中没有充分考虑。

[0008] 本发明是鉴于上述课题而完成的,其目的在于提供一种能够分开检测矿山自卸车的动力传动系统以及装载量传感器的异常的矿山管理系统。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 为了实现上述目的,在对在矿山中运转的矿山自卸车进行管理的矿山管理系统中,具备计算矿山自卸车的生产率指标并进行统计的处理装置,所述处理装置至少基于所述矿山自卸车的车速、路面坡度及装载量来计算所述矿山自卸车的消耗能量,基于所述矿山自卸车的燃料喷射量、滑触线(trolley)电力及电池电力中的至少一个来计算所述矿山自卸车的投入能量,基于所述消耗能量和所述投入能量来判定所述矿山自卸车的装载量传感器或动力传动系统有无异常。

[0011] 根据如以上那样构成的本发明,能够分开检测矿山自卸车的动力传动系统以及装载量传感器的异常。其结果,在检测到矿山自卸车的动力传动系统的异常的情况下,实施动力传动系统的维修/更换,或者减少该矿山自卸车的运行,由此能够维持/改善矿山的生产率。另外,在检测到装载量传感器的异常的情况下,通过实施装载量传感器的校准,能够准确地管理矿山的生产率。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本发明的矿山系统,能够分开检测矿山自卸车的动力传动系统以及装载量传感器的异常。

附图说明

[0014] 图1是表示矿山管理系统的整体图像的图。

[0015] 图2A是表示矿山自卸车的动力传动系统的结构例的图。

[0016] 图2B是表示矿山自卸车的动力传动系统的结构例的图。

[0017] 图2C是表示矿山自卸车的动力传动系统的结构例的图。

[0018] 图3是表示矿山自卸车的状态变化的图。

[0019] 图4是表示矿山自卸车的运转数据的统计例的图。

[0020] 图5是表示处理装置的功能块的一例的图。

[0021] 图6是表示使用车辆模型的消耗能量计算方法的一例的图。

[0022] 图7是表示车辆模型校正部校正路面系数时执行的处理的一例的流程图。

[0023] 图8是车辆模型校正部校正辅机电力时执行的处理的一例的流程图。

[0024] 图9是表示根据矿山自卸车的运转数据计算每个周期(cycle)的效率的方法的一例的图。

[0025] 图10是表示空载驾驶时效率和载荷驾驶时效率以及动力传动系统异常和装载量传感器异常的关系的一例的图。

[0026] 图11是表示异常判定部的处理的一例的流程图。

[0027] 图12是表示按矿山自卸车统计的空载驾驶时效率和载荷驾驶时效率的显示例的图。

[0028] 图13是表示空载驾驶时和滑触线驾驶时的效率与动力传动系统异常部位的关系的一例的图。

[0029] 图14是表示在异常判定部确定动力传动系统的异常部位时执行的处理的一例的流程图。

[0030] 图15是表示按矿山自卸车统计的空载驾驶时效率及滑触线驾驶时效率的显示例的图。

[0031] 图16是表示处理装置确定生产率降低原因时执行的处理的一例的流程图。

[0032] 图17是表示按路径、按驾驶员以及按矿山自卸车统计的周期效率的显示例的图。

具体实施方式

[0033] 以下,使用附图对本发明的实施方式进行说明。

[0034] 实施例1

[0035] 使用图1至图12对本发明的第一实施例的矿山管理系统进行说明。

[0036] 图1是表示本实施例的矿山管理系统的整体情况的图。矿山管理系统200具备:存储装置201(例如数据库),其从在统一管理的同一矿山区100行驶的多个矿山机械(矿山自卸车101、挖掘机102、推土机103等)汇集各自的位置信息以及运转信息;处理装置202(例如服务器),其基于各矿山机械101～103的位置信息以及运转信息来计算矿山的生产率指标,并且判别矿山自卸车101所具备的装载量传感器101a的校准信息、矿山自卸车101的动力传

动系统(Power train)的异常等生产率降低原因;以及显示终端装置203(例如笔记本电脑、便携终端),其以仪表盘形式显示生产率指标、生产率降低原因、校准信息等。在此,优选将各矿山机械101～103的运转数据依次发送给矿山管理系统200,但若考虑通信状况及通信成本,则未必能够依次发送。因此,本实施例中的处理装置202在缓冲某种程度汇总量的运转数据之后开始进行处理。某种程度汇总的量例如能够根据相当于从载荷到下一个载荷的过去最长周期的时间或者相当于最长周期的数据量来决定。

[0037] 矿山管理系统200的用户使用显示于显示终端装置203的信息(仪表盘信息)来提前检测矿山的生产率降低,实施基于生产率降低原因的对策,由此能够维持/管理矿山的生产率。例如,矿山的运行计划者301能够使用仪表盘信息来修正各矿山自卸车101的运行计划。操作员指导者302能够根据仪表盘信息发现应该改善驾驶的操作员,进行驾驶指导。路面维护人员303能够根据仪表盘信息提前确定导致生产率降低的路面部位并进行修理。设备维护人员304能够根据仪表盘信息检测矿山自卸车101的动力传动系统异常,并向部件经销商传达预先准备所需的部件。另外,通过将经由因特网400取得的天气信息(履历/预测)、矿物价格(履历/预测)与仪表盘信息进行组合,能够向开采负责人305发出开采/维护计划的修正指示,或者向运行计划者301、操作员指导者302、路面维护人员303、设备维护人员304发出用于防止生产率降低的改善指示。此外,显示终端装置203的显示形式不限于仪表盘形式,也可以是报告形式、邮件形式。

[0038] 图2A～图2C是表示矿山自卸车101的动力传动系统的结构例的图。在图2A的结构中,将由发动机驱动的发电机发电的电力或从滑触线(Trolley)接收的电力供给至电动机。图2B的结构是搭载有电池和CONV(转换器)的混动式,将由发动机驱动的发电机发电的电力或电池的电力供给至电动机。图2C的结构是代替发动机而搭载了电池的电驱动式,将电池的电力或从滑触线接收的电力供给至电动机。动力传动系统的构成设备(发动机、发电机、INV(逆变器)、电动机)在根据各构成设备的输入输出值计算出的效率低于预先设定的阈值时能够判定为异常。在以下的说明中,说明以图2A的结构为对象的异常检测方法,但对于图2B或图2C的结构也能够以同样的想法进行异常判定。

[0039] 图3是表示矿山自卸车101的状态变化的图。在图3中,上段示出了由装载量计算装置计算出的搬运矿石的装载重量(装载量),下段示出了基于由车速传感器101b检测出的车速来判定是行驶中还是停车中的结果(行驶标志)。累计量计算装置由设置于矿山自卸车101的悬架的装载量传感器101a和在规定的车辆状态下根据装载量传感器101a的检测值计算装载量的车载控制器(未图示)构成。

[0040] 如图3所示,矿山自卸车101的行驶周期(以下,称为周期)大致分为装载载荷的状态(载荷)、装载载荷进行行驶的状态(载荷行驶)、卸载载荷的状态(卸载)、以及空载行驶的状态(空载行驶)这四个。说明状态判定方法的一例。规定值P1是用于判定是否为载荷状态的阈值,在停车中装载量超过规定值P1的定时(T1)判定为载荷状态。在判定为载荷状态之后,在行驶标志从停车中变化为行驶中的定时(T2)判定为载荷行驶状态,在停车中装载量低于规定值P2的定时(T3)判定为卸载状态。之后,在行驶标志在行驶中变化的定时(T4)判定为空载行驶状态,在停车中装载量再次超过规定值P1的定时(T5)判定为载荷状态。通过反复进行这样的处理,能够判定矿山自卸车101的周期以及四个状态(载荷、载荷行驶、卸载、空载行驶)。在本实施例中,在矿山自卸车101的每个周期计算出生产率指标(例如每1升

燃料的搬运量[T/L]),为了异常判定而按状态统计运转数据。另外,在本实施例中,为了便于说明,将从载荷到下一个载荷定义为1个周期,但只要包含连续的4个状态(载荷、载荷行驶、卸载、空载行驶),则可以使周期从任意状态开始。

[0041] 图4是表示矿山自卸车101的运转数据的统计例的图。在图4中,上段示出了由装载量计算装置计算出的装载量,中段示出了按每个周期累计发动机喷射量而得到的周期燃料,下段示出了按每个周期累计车速而得到的周期行驶距离。在图4中,周期1的装载量为P1,周期2的装载量为P2,周期1的燃料量为L1,周期2的燃料量为L2,周期1的行驶距离为D1,周期2的行驶距离为D2,周期1的行驶时间为T1,周期2的行驶时间为T2。周期1的生产率指标[T/L]由P1/L1求出,周期2的生产率指标由P2/L2求出。但是,它们在周期行驶距离D1、D2或周期行驶时间S1、S2不同使难以比较。除此之外,若行驶路径(特别是上坡路的长度)不同,则生产率指标[T/L]在相同的行驶距离下也大不相同,即使是相同的路径,也根据挖掘机装载时间等、驾驶的方式(加减速)、路面粗糙度等而按每个周期变动。因此,仅通过按每个周期计算生产率指标[T/L],难以得到与对生产率进行管理、维持/改善相关的见解。因此,在本实施例中,除了生产率指标[T/L]之外,还计算后述的按状态效率,由此准确地管理/维持生产率。

[0042] 图5是表示处理装置202的功能框图的一例的图。处理装置202具有状态判定部202a、投入能量计算部202b、消耗能量计算部202c、按状态效率计算部202d、异常判定部202e以及车辆模型校正部202f。处理装置202由具有运算处理功能的控制器、进行与外部设备之间的信号输入输出的输入输出接口等构成,通过执行存储于ROM等存储装置的程序来实现各部的功能。

[0043] 状态判定部202a通过图3中说明的方法,基于车速和装载量来判定矿山自卸车101的状态。此外,状态判定部202a的输入信号根据应判定的矿山自卸车101的状态而不同。例如,为了判别滑触线驾驶状态,需要输入滑触线电压等。

[0044] 投入能量计算部202b根据向动力传动系统的能量输入(燃料喷射量、滑触线电压、滑触线电流等)来计算矿山自卸车101的投入能量[kW/h]。投入能量例如是发动机热量(燃料喷射量*燃料发热量)、滑触线电力(滑触线电压*滑触线电流)的合计。

[0045] 消耗能量计算部202c根据车速、高度、装载量,通过后述的方法来计算消耗能量[kW/h]。

[0046] 按状态效率计算部202d计算规定状态(周期、空载驾驶、载荷驾驶等)下的按状态效率。

[0047] 异常判定部202e基于按状态效率,通过后述的方法分开地检测动力传动系统的异常和装载量传感器101a的异常。

[0048] 在异常判定部202e未将装载量传感器101a或动力传动系统判定为异常时,车辆模型校正部20f校正路面系数、辅机电力(用于计算消耗能量的车辆模型的参数),以使按状态效率收敛于规定范围内。根据本结构,能够对受矿山的环境(天气等)大幅左右的路面系数、辅机电力的变化实现稳健的异常判定,并且在判定装载量传感器101a为异常的定时实施装载量传感器101a的检查或者校准,从而能够准确地计算每个周期的生产率指标。

[0049] 图6是表示使用了车辆模型的消耗能量计算方法的一例的图。车辆行驶时的消耗能量是通过将空气阻力、加速阻力、坡度阻力、滚动阻力的合计乘以车速,并加上发动机怠

速驾驶、空冷风扇、驾驶室空调等辅机所需的基础消耗量而得到的。在此，通过从车辆运转数据得到车速、装载量、高度，能够计算与实际的驾驶状况对应的消耗能量。此外，空气阻力也依赖于根据天气而变化的空气密度，但空气阻力的影响比滚动阻力、基础消耗量小，因此在此设为仅根据车速决定的值。另外，坡度阻力是根据对车身重量加上装载量而得到的车身总重量和路面坡度来求出的。本实施例构成为根据高度的时间变化求出路面坡度，但在车身设置有倾斜角传感器的情况下，也可以根据车身的倾斜角来求出。

[0050] 除了上述的运算之外，为了进一步改善消耗能量推定的精度，基于实际的运转数据，通过后述的方法适时校准作为用于计算滚动阻力的参数的路面系数、作为用于计算基础消耗量的参数的辅机电力。通过使用这样的车辆模型，能够与矿山自卸车101的机型无关地计算消耗能量。

[0051] 图7是表示车辆模型校正部202f校正路面系数时执行的处理的一例的流程图。以下，依次说明各步骤。

[0052] 首先，车辆模型校正部202f判定装载量传感器101a或动力传动系统是否存在异常(步骤S701)。在步骤S701中判定为“否”(装载量传感器101a或动力传动系统存在异常)的情况下，结束该流程。

[0053] 在步骤S701中判定为“是”(装载量传感器101a或动力传动系统没有异常)的情况下，计算动力传动系统的效率大致固定的驾驶区域中的按状态效率(稳定驾驶时效率)(步骤S702)。稳定驾驶时效率是在车辆以固定速度行驶的状态(几乎没有加速阻力的状态)下计算出的按状态效率，在本实施例中，为了简单，使用载荷爬坡驾驶时或滑触线驾驶时的按状态效率来校正矿山整个区域的路面系数，但也可以通过GPS坐标来判别规定路径或规定区间，并按照判别出的路径、区间来校正路面系数。

[0054] 接着步骤S702，判定稳定驾驶时效率是否小于规定值R1(稳定驾驶时设想的最低效率)(步骤S703)。在步骤S703中判定为“是”(稳定驾驶时效率小于规定值R1)的情况下，向增加侧校正路面系数(步骤S704)，结束该流程。

[0055] 在步骤S703中判定为“否”(稳定驾驶时效率为规定值R1以上)的情况下，判定稳定驾驶时效率是否为规定值R2(稳定驾驶时设想的最大效率)以上(步骤S705)。在步骤S705中判定为“否”(稳定驾驶时效率小于规定值R2)的情况下，结束该流程。在步骤S705中判定为“是”(稳定驾驶时效率为规定值R2以上)的情况下，向减少侧校正路面系数，结束该流程。

[0056] 这样，在稳定驾驶时的效率低于预先设想的最低效率R1的情况下，判断为路面状况恶化而使路面系数增大，在稳定驾驶时的效率为预先设想的最大效率R2以上的情况下，判断为路面状况恢复而使路面系数减少，由此能够针对由天气等引起的路面状态的变化实现稳健的异常判定。此外，也可以通过对路面系数设置上限值以及下限值，来防止路面系数的消耗能量被过度校正。

[0057] 图8是表示车辆模型校正部202f在校正辅机电力时执行的处理的一例的流程图。以下，依次说明各步骤。

[0058] 首先，车辆模型校正部202f判定装载量传感器101a或动力传动系统是否存在异常(步骤S801)。在步骤S801中判定为“否”(装载量传感器101a或动力传动系统存在异常)的情况下，结束该流程。

[0059] 在步骤S 801中判定为“是”(装载量传感器101a或动力传动系统没有异常)的情况

下,计算辅机的消耗电力成为支配性的怠速驾驶时的按状态效率(怠速驾驶时效率)(步骤S802)。

[0060] 接着步骤S802,判定怠速驾驶时效率是否小于规定值I1(怠速驾驶时设想的最低效率)(步骤S803)。在步骤S803中判定为“是”(怠速驾驶时效率小于规定值I1)的情况下,向增加侧校正辅机电力(步骤S804),结束该流程。

[0061] 在步骤S803中判定为“否”(怠速驾驶时效率为规定值I1以上)的情况下,判定怠速驾驶时效率是否为规定值I2(怠速驾驶时设想的最大效率)以上(步骤S805)。在步骤S805中判定为“否”(怠速驾驶时效率小于规定值I2)的情况下,结束该流程。在步骤S805中判定为“是”(怠速驾驶时效率为规定值I2以上)的情况下,向减少侧校正辅机电力(步骤S805),结束该流程。

[0062] 这样,在怠速驾驶时的效率低于预先设想的最低效率I1的情况下,使辅机电力增大,在怠速驾驶时的效率为预先设想的最大效率I2以上的情况下,使辅机电力减少,由此能够针对负荷根据环境而大幅变化的辅机电力的变动实现稳健的异常判定。

[0063] 图9是表示根据矿山自卸车101的运转数据计算每个周期的效率的方法的一例的图。在图9中,上段示出了装载量,中段示出了投入能量,下段示出了消耗能量。装载量的规定值P1、P2如图4中说明的那样。投入能量是将矿山自卸车101的发动机投入热量(燃料喷射量×燃料发热量)、滑触线电力(滑触线电压×滑触线电流)按每个周期累计而得到的值。使用图6中说明的车辆模型来计算消耗能量。各周期效率通过各周期结束时的消耗能量/投入能量来计算,图中的周期1的效率为OE1/IE1,周期2的效率为OE2/IE2。由于上述车辆模型对驾驶状况、天气状况具有稳健性(robust),因此无论谁如何在哪个路径上行驶,该各周期效率都能够实施异常判定。

[0064] 图10是表示空载驾驶时效率及载荷驾驶时效率与动力传动系统异常及装载量传感器异常的关系的一例的图。在本实施例中,在空载驾驶时的效率比规定值1(空载驾驶时设想的最小效率)小时判定为空载驾驶时的效率低,在空载驾驶时的效率为规定值1以上时判定为空载驾驶时的效率为标准。另外,在载荷驾驶时效率比规定值2(在载荷驾驶时设想的最小效率)小时判定为载荷驾驶时效率低,在载荷驾驶时效率为规定值2以上且比规定值3小时判定为载荷驾驶时效率为标准,在载荷驾驶时效率为规定值3以上时判定为载荷驾驶时效率高。

[0065] 如图10所示,在空载驾驶时的效率低的情况下,判断为动力传动系统存在异常。另外,在该状态下,在载荷驾驶时效率为标准或高时,判断为因装载量传感器101a的异常而过大地检测出装载量。这是因为,由于动力传动系统异常,空载驾驶时的效率降低,另一方面,由于过大地检测出装载量,消耗能量被计算得比实际大,捕捉了载荷驾驶时的效率变大的现象。

[0066] 在空载驾驶时效率为标准的情况下,在载荷驾驶时效率低时判断为因装载量传感器101a的异常而过小地检测出装载量,在载荷驾驶时效率为标准时判断为动力传动系统正常,在载荷驾驶时效率高时判断为因装载量传感器101a的异常而过大地检测出装载量。在此,规定值1和规定值2为大致相同的值(但是,与空载驾驶时相比,载荷驾驶时动力传动系统的效率高,优选使规定值2比规定值1稍大),规定值3设定为比规定值1或规定值2大的值(例如动力传动系统的最大效率)即可。

[0067] 图11是表示异常判定部202e的处理的一例的流程图。以下,依次说明各步骤。

[0068] 首先,异常判定部202e判定空载驾驶时的按状态效率(空载驾驶时效率)是否小于规定值1(步骤S1101)。

[0069] 在步骤S1101中判定为“是”(空载驾驶时效率小于规定值1)的情况下,将动力传动系统的异常通知给设备维护人员304(步骤S1102)。此时,也可以通知运行计划者301避免利用该车辆。

[0070] 接着步骤S1102,判定载荷驾驶时的按状态效率(载荷驾驶时效率)是否为规定值2以上(步骤S1103)。在步骤S1103中判定为“否”(载荷驾驶时效率比规定值2小)的情况下,结束该流程。

[0071] 在步骤S1103中判定为“是”(载荷驾驶时效率为规定值2以上)的情况下,判断为因装载量传感器101a的异常而过大地检测出装载量,将在该异常中计算出的生产率指标从统计处理中排除,并且通知设备维护人员304实施装载量传感器101a的校准,或者从远程指示矿山自卸车101实施装载量传感器101a的校准(步骤S1104)。

[0072] 在步骤S1101中判定为“否”(空载驾驶时效率为规定值1以上)的情况下,判定载荷驾驶时效率是否比规定值2小(步骤S1105)。

[0073] 在步骤S1105中判定为“是”(载荷驾驶时效率小于规定值2)的情况下,判断为因装载量传感器101a的异常而过小地检测出装载量,将在该异常中计算出的生产率指标从统计处理中排除,并且通知设备维护人员304实施装载量传感器101a的校准,或者从远程指示矿山自卸车101实施装载量传感器101a的校准(步骤S1106)。

[0074] 在步骤S1105中判定为“否”(载荷驾驶时效率为规定值2以下)的情况下,判定载荷驾驶时效率是否为规定值3以上(步骤S1107)。在步骤S1107中判定为“否”(载荷驾驶时效率比规定值3小)的情况下,结束该流程。

[0075] 在步骤S1107中判定为“是”(载荷驾驶时效率为规定值3以上)的情况下,判断为因装载量传感器101a的异常而过大地检测出装载量,将在该异常中计算出的生产率指标从统计处理中排除,并且通知设备维护人员304实施装载量传感器101a的校准,或者从远程指示矿山自卸车101实施装载量传感器101a的校准(步骤S1108),结束该流程。

[0076] 通过以上的处理,能够在适当的定时对装载量传感器101a实施校准,并且通过将装载量被检测为过小/过大的周期的生产率指标从统计处理中排除,能够防止基于不准确的装载量的生产率指标的统计/管理。

[0077] 图12是表示按自卸车统计的空载驾驶时效率及载荷驾驶时效率的显示例的图。在图12的例子中,将规定期间(例如最近一周)的空载驾驶时效率和载荷驾驶时效率按每个矿山自卸车以箱型图显示。使用空载驾驶时效率及载荷驾驶时效率的中央值并利用图10、图11中说明的方法进行异常判定,从而能够抑制驾驶员/行驶路径对判定结果的影响,因此能够实现比按每个周期进行的异常判定更稳健的异常判定。

[0078] 在图12的例子中,Tr5、Tr21、Tr1号机的空载驾驶时效率小于规定值1,因此判定为动力传动系统异常。而且,Tr1号机的载荷驾驶时效率为规定值2以上,因此也判定为装载量传感器101a的异常(过大检测)。Tr6号机由于空载驾驶时效率为规定值1以上且载荷驾驶时效率比规定值2小,因此判定为装载量传感器101a的异常(过小检测)。Tr3号机的载荷驾驶时效率为规定值3以上,因此判定为装载量传感器101a的异常(过小检测)。如图12所示,通

过将按状态效率按照矿山自卸车101的每台号机排列显示，能够进行各矿山自卸车101的异常程度的比较，因此在多个矿山自卸车101产生异常时，从哪个矿山自卸车101进行校准或维护的判断变得容易。

[0079] (总结)

[0080] 在本实施例中，在对在矿山运转的矿山自卸车101进行管理的矿山管理系统200中，具备计算矿山自卸车101的生产率指标并进行统计的处理装置202，处理装置202至少基于矿山自卸车101的车速、路面坡度及装载量来计算矿山自卸车101的消耗能量，基于矿山自卸车101的燃料喷射量、滑触线电力及蓄电池电力中的至少一个来计算矿山自卸车101的投入能量，并基于所述消耗能量和所述投入能量来判定矿山自卸车101的装载量传感器101a或动力传动系统有无异常。

[0081] 根据如以上那样构成的本实施例，能够分开地检测矿山自卸车101的动力传动系统及装载量传感器101a的异常。其结果，在检测到矿山自卸车101的动力传动系统的异常的情况下，实施动力传动系统的保养/更换，或者减少该矿山自卸车的运行，由此能够维持/改善矿山的生产率。另外，在检测到装载量传感器101a的异常的情况下，通过实施装载量传感器101a的校准，能够准确地管理矿山的生产率。

[0082] 另外，本实施例中的处理装置202至少基于矿山自卸车101的车速及装载量来判别矿山自卸车101的状态，按矿山自卸车101的状态计算所述消耗能量相对于所述投入能量之比即按状态效率，并基于所述按状态效率与规定值的比较结果来判定装载量传感器101a或所述动力传动系统有无异常。由此，能够与驾驶、环境无关地判定装载量传感器101a或动力传动系统有无异常。

[0083] 另外，本实施例中的处理装置202调整用于计算所述消耗能量的参数(辅机电力)，以使矿山自卸车101处于怠速状态时的所述按状态效率收敛于规定范围(I1～I2)内。由此，例如能够针对辅机电力的变化实现稳健的异常判定。

[0084] 另外，本实施例中的处理装置202调整用于计算所述消耗能量的参数(路面系数)，以使矿山自卸车101处于稳定行驶状态时的所述按状态效率收敛于规定范围(R1～R2)内。由此，例如能够针对路面系数的变化实现稳健的异常判定。

[0085] 另外，本实施例中的处理装置202在矿山自卸车101的空载驾驶时的所述按状态效率低于第一规定值(规定值1)且矿山自卸车101的载荷驾驶时的所述按状态效率为第二规定值(规定值2)以上的情况下，或者，在所述空载驾驶时的所述按状态效率为第一规定值(第一规定值)以上且所述载荷驾驶时的所述按状态效率偏离了规定范围(规定值2～规定值3)的情况下，判定装载量传感器101a为异常。由此，能够基于矿山自卸车101的空载驾驶时及载荷驾驶时的按状态效率来检测装载量传感器101a的异常。

[0086] 另外，本实施例中的处理装置202在判定装载量传感器101a为异常的情况下，判定为需要进行装载量传感器101a的校准。由此，能够适时地进行装载量传感器101a的校准。

[0087] 另外，本实施例中的处理装置202从统计处理中排除在将装载量传感器101a判定为异常的期间计算出的所述生产率指标。由此，能够防止基于不准确的装载量的生产率指标的统计/管理。

[0088] 实施例2

[0089] 使用图13至图15，对本发明的第二实施例的矿山管理系统进行说明。本实施例中

设想的动力传动系统的结构与第一实施例相同(图2A所示)。此外,在本实施例中,以通过在第一实施例中说明的方法未检测到装载量传感器101a的异常的状况为前提。

[0090] 图13是表示空载驾驶时和滑触线驾驶时的效率与动力传动系统异常部位的关系的一例的图。根据图2A所示的结构可知,得到滑触线电力的状态下的按状态效率几乎不受发动机、发电机的影响。因此,如图13所示,通过将滑触线驾驶时的按状态效率的判定与空载驾驶时的按状态效率的判定组合,能够将动力传动系统的异常部位确定为滑触线系、发动机/发电机以及电动机/逆变器中的某一个。

[0091] 在本实施例中,在空载驾驶时的效率比规定值1(空载驾驶时设想的最小效率)小时判定为空载驾驶时的效率低,在空载驾驶时的效率为规定值1以上时判定为空载驾驶时的效率为标准。此外,在滑触线驾驶时效率比规定值4(在滑触线驾驶时设想的最小效率)小时判定为滑触线驾驶时效率低,在滑触线驾驶时效率为规定值4以上时判定为滑触线驾驶时效率为标准。在空载驾驶时的效率低的情况下,在滑触线驾驶时的效率低时判断为电动机/逆变器的异常,在滑触线驾驶时的效率为标准时判断为发动机/发电系统异常。在空载驾驶时的效率为标准的情况下,在滑触线驾驶时的效率低时判断为滑触线系统异常,在滑触线驾驶时的效率为标准时判断为动力传动系统正常。其结果,异常判定时的调查部位的限定、事先部件的订购变得容易,从异常状态的恢复时间缩短,因此能够迅速地消除由动力传动系统异常引起的生产率降低。

[0092] 图14是表示异常判定部202e确定动力传动系统的异常部位时执行的处理的一例的流程图。以下,依次说明各步骤。

[0093] 首先,异常判定部202e判定空载驾驶时的效率(空载驾驶时效率)是否小于规定值1(步骤S1401)。

[0094] 在步骤S1401中判定为“是”(空载驾驶时效率小于规定值1)的情况下,判定滑触线驾驶时的效率(滑触线效率)是否小于规定值4(步骤S1402)。

[0095] 在步骤S1402中判定为“是”(滑触线效率小于规定值4)的情况下,将电动机/逆变器的异常通知给设备维护人员304(步骤S1403),结束该流程。在真正异常时,与通常相比消耗更多的燃料、滑触线电力,因此例如也可以向运行计划者301通知减少该车辆的使用频度或缩短行驶距离那样的委托信息。

[0096] 在步骤S1402中判定为“否”(滑触线效率为规定值4以上)的情况下,将发动机/发电机的异常通知给设备维护人员304(步骤S1404),结束该流程。由于在真正异常时从滑触线系统供给电力的情况下的燃料损失很少,所以通过促使运行计划者301将该车辆分配给较多地使用滑触线的路径,能够将由异常引起的生产率的降低抑制为最小限度。

[0097] 在步骤S1401中判定为“否”(空载驾驶时效率为规定值1以上)的情况下,判定滑触线效率是否小于规定值4(步骤S1405)。在步骤S1405中判定为否(滑触线效率为规定值4以上)的情况下,结束该流程。

[0098] 在步骤S1405中判定为“是”(滑触线效率小于规定值4)的情况下,将滑触线系统的异常通知给设备维护人员304(步骤S1406),结束该流程。在真正异常时,除了滑触线系统以外是正常的,因此通过使运行计划者301向不使用滑触线的路径分配相应车辆,能够将生产率的降低抑制为最小限度。

[0099] 图15是表示在规定期间内按照矿山自卸车统计的空载驾驶时效率及滑触线驾驶

时效率的显示例的图。在图15的例子中，将规定期间(例如最近一周)的空载驾驶时效率和载荷驾驶时效率按每个矿山自卸车以箱型图显示。使用空载驾驶时效率及载荷驾驶时效率的中央值，通过图13、图14中说明的方法进行异常判定。

[0100] 在图15的例子中，Tr5号机由于空载驾驶时效率比规定值1小且滑触线驾驶时效率比规定值4小，所以判定为电动机/逆变器异常。Tr21号机由于空载驾驶时效率比规定值1小且滑触线驾驶时效率为规定值4以上，因此判定为发动机/发电机异常。Tr6号机由于空载驾驶时效率为规定值1以上且滑触线驾驶时效率小于规定值4，因此判定为滑触线系统异常。如图15所示，通过示出所有号机的按状态效率，能够掌握在矿山行驶的所有矿山自卸车101的异常发生状况，设备维护人员304能够适当地调整修理实施计划，运行计划者301能够适当地调整调配车辆计划。由此，能够将异常发生时的生产效率降低抑制为最小限度。

[0101] 根据如以上那样构成的本实施例，由于确定了矿山自卸车101的动力传动系统的故障部位，因此通过对该故障部位实施适当的对策，能够维持矿山的生产率。

[0102] 实施例3

[0103] 使用图16及图17，对本发明的第三实施例的矿山管理系统进行说明。此外，在本实施例中，以通过在第一实施例中说明的方法未检测到装载量传感器101a的异常的状况为前提。

[0104] 图16是表示处理装置202确定生产率降低原因时执行的处理的一例的流程图。以下，依次说明各步骤。

[0105] 首先，处理装置202将按每个周期计算出的周期效率按路径进行统计，判定统计代表值(例如中央值、平均值)是否比规定值R低(步骤S1601)。作为规定值R，可以设定在对应的路径中设想的周期效率的最低值，也可以设定在代表路径中设想的周期效率的最低值。

[0106] 在步骤S1601中判定为统计代表值比规定值R低(是)的情况下，使显示终端装置203显示用于识别维护候补的路径的信息(路径ID)(步骤S1602)。由此，路面维护人员303能够进行该路径的维护，运行计划者301能够以减少该路径的行驶的方式重新规划运行计划。

[0107] 在步骤S1601中判定为统计代表值为规定值R以上(否)的情况下，或者，接着步骤S1602，按驾驶员对上述的周期效率进行统计，判定统计代表值是否小于规定值D(步骤S1603)。作为规定值D，设定预先设想的周期效率的最小值即可。

[0108] 在步骤S1603中判定为统计代表值比规定值D低(是)的情况下，将用于识别周期效率比规定值D低的驾驶员的信息(驾驶员ID)显示于显示终端装置203(步骤S1604)。由此，操作员指导者302能够对该驾驶员实施驾驶指导。

[0109] 在步骤S1603中判定为统计代表值为规定值D以上(否)的情况下，或者，接着步骤S1604，将上述的周期效率按矿山自卸车进行统计，判定统计代表值是否比规定值V低(步骤S1605)。作为规定值V，设定预先设想的周期效率的最小值即可。在步骤S1605中判定为“否”(统计代表值为规定值V以上)的情况下，结束该流程。

[0110] 在步骤S1605中判定为“是”(统计代表值比规定值V小)的情况下，将用于识别周期效率比规定值V低的矿山自卸车的信息(自卸车ID)显示于显示终端装置203(步骤S1606)，结束该流程。由此，设备维护人员304能够实施该矿山自卸车的维护。

[0111] 图17是表示按路径、驾驶员以及矿山自卸车统计的周期效率的显示例的图。按路径、驾驶员、或者矿山自卸车统计在规定期间(例如一周)计算出的周期效率，并从中央值小

的起依次排列显示，从而能够容易地确定周期效率低的路径、驾驶员、或者矿山自卸车101。所显示的统计结果能够任意地变更，例如也可以仅显示中央值小的统计结果。另外，通过一并显示阈值(规定值R、D、V)，能够在适当的定时对路面维护人员303、操作员指导者302或者设备维护人员304进行通知。另外，路径ID、驾驶员ID、自卸车ID均可以与表示作业现场的整体地图的数据建立对应。以路径ID为例，显示对象的路径ID不限于单一，也可以是多个。例如在向同一地点的路径存在多个的情况下，能够在地图上同时确认多个对象，因此也能够进行选择所显示的路径ID中的最佳的路径ID这样的应对。若以驾驶员ID为例，则在任意的时间点存在多个比规定值D低的驾驶员的情况下，与按每个驾驶员进行通知相比，一并进行通知有时效率更高。此外，路径ID、驾驶员ID、自卸车ID在地图上的显示可以是单独的，也可以是全部同时的。另外，显示不仅根据用户的指定来进行，还能够任意地变更为预先设定的定时、每当产生问题时、或者它们的组合等。另外，按路径、驾驶员、以及矿山自卸车的显示顺序能够任意地变更，也可以仅显示希望的对象，或者一并显示。而且，在通知的累计为2次以上等多次的情况下，也可以一并显示通知履历、与该履历对比的分析结果(改善点/课题)。通知的方式只要是向智能手机的电子邮件、声音等通知对象能够确认的形式即可。由此，能够迅速地去除生产率降低的原因。

[0112] (总结)

[0113] 本实施例中的处理装置202按照所述矿山自卸车行驶的每个路径来统计所述按状态效率，判定所述按状态效率的统计代表值低于规定值R的所述路径的路面存在异常。另外，本实施例中的处理装置202针对驾驶矿山自卸车101的每个驾驶员统计所述按状态效率，判定所述按状态效率的统计代表值低于规定值D的所述驾驶员的驾驶存在问题。另外，本实施例中的处理装置针对每个矿山自卸车101统计所述按状态效率，判定所述按状态效率的统计代表值低于规定值R的矿山自卸车101存在异常。

[0114] 根据如以上那样构成的本实施例，确定了矿山的生产率降低的原因，因此通过对该原因实施适当的对策，能够维持矿山的生产率。

[0115] 以上，对本发明的实施例进行了详述，但本发明并不限定于上述的实施例，包含各种变形例。例如，上述的实施例是为了容易理解地说明本发明而详细说明的例子，并不限定于必须具备所说明的全部结构。另外，也可以对某实施例的结构添加其他实施例的结构的一部分，也可以删除某实施例的结构的一部分，或者与其他实施例的一部分置换。

[0116] 符号说明

[0117] 100…矿山区、101…矿山自卸车、101a…装载量传感器、101b…车速传感器、102…挖掘机、103…推土机、200…矿山管理系统、201…存储装置、202…处理装置、202a…状态判定部、202b…投入能量计算部、202c…消耗能量计算部、202d…按状态效率计算部、202e…异常判定部、202f…车辆模型校正部、203…显示终端装置、301…运行计划者、302…操作员指导者、303…路面维护人员、304…设备维护人员、305…开采负责人、400…因特网。

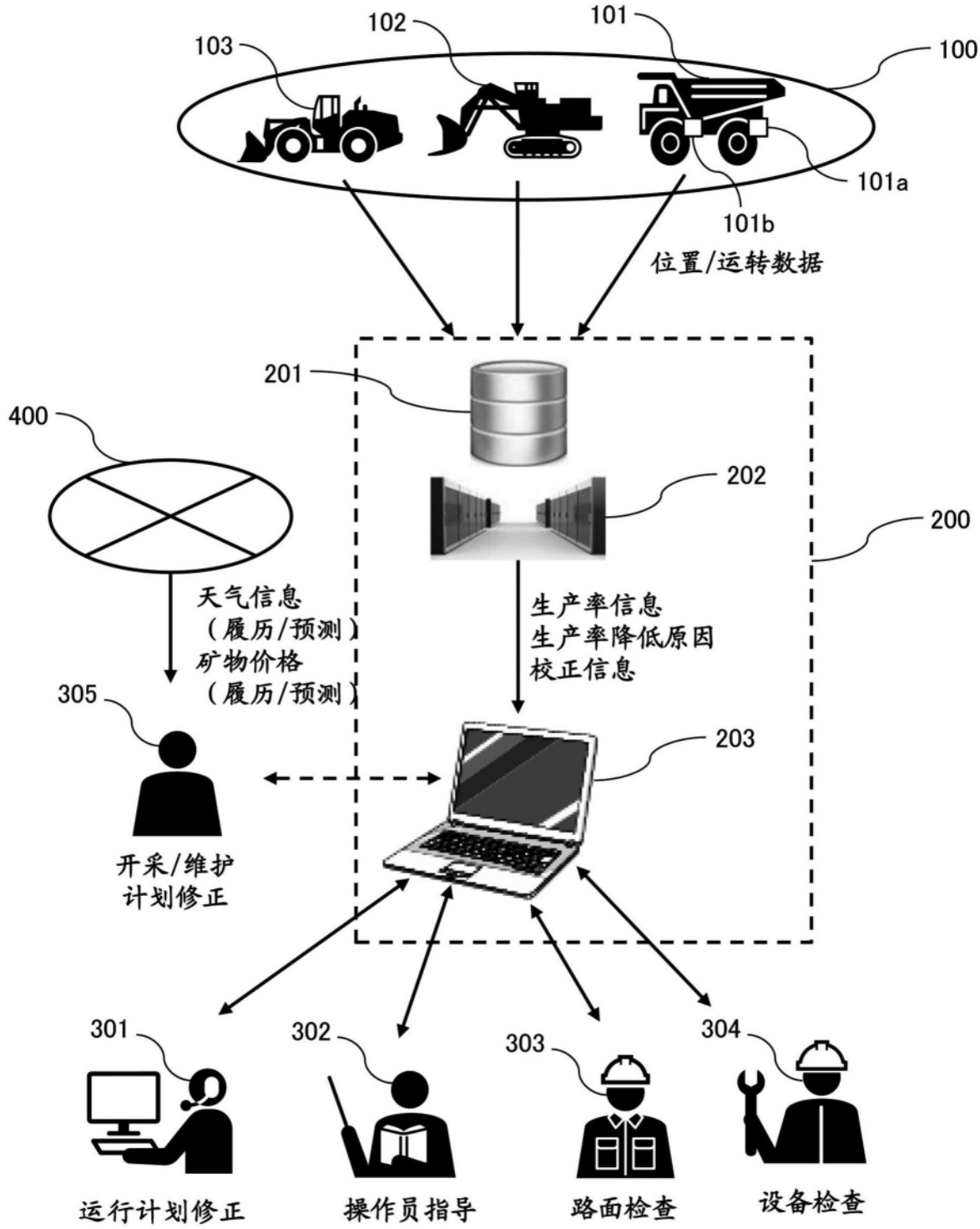

103
102
101
100
101a
101b
位置/运转数据
201
400
202
200
天气信息
（履历/预测）
矿物价格
（履历/预测）
生产率信息
生产率降低原因
校正信息
305
203
开采/维护
计划修正
301
302
303
304
运行计划修正
操作员指导
路面检查
设备检查

图1

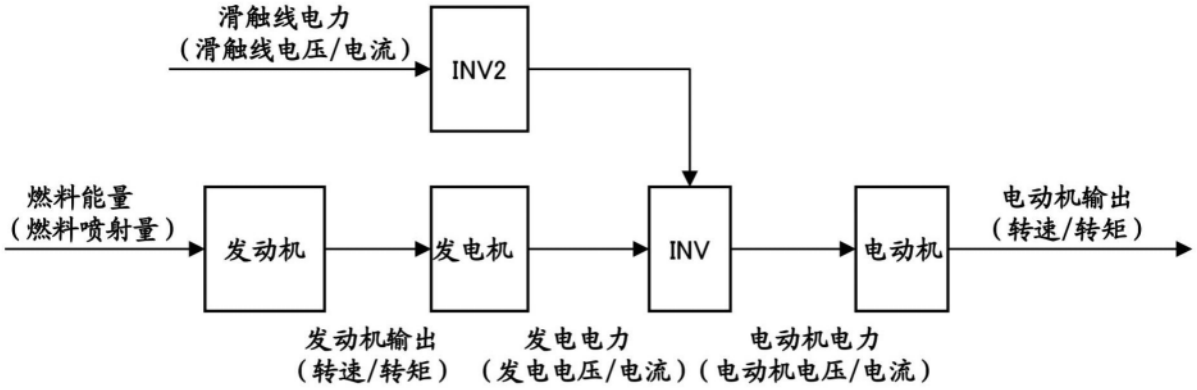

滑触线电力
（滑触线电压/电流）
INV2
燃料能量
（燃料喷射量）
发动机
发电机
INV
电动机
电动机输出
（转速/转矩）
发动机输出
（转速/转矩）
发电电力
（发电电压/电流）
电动机电力
（电动机电压/电流）

图2A

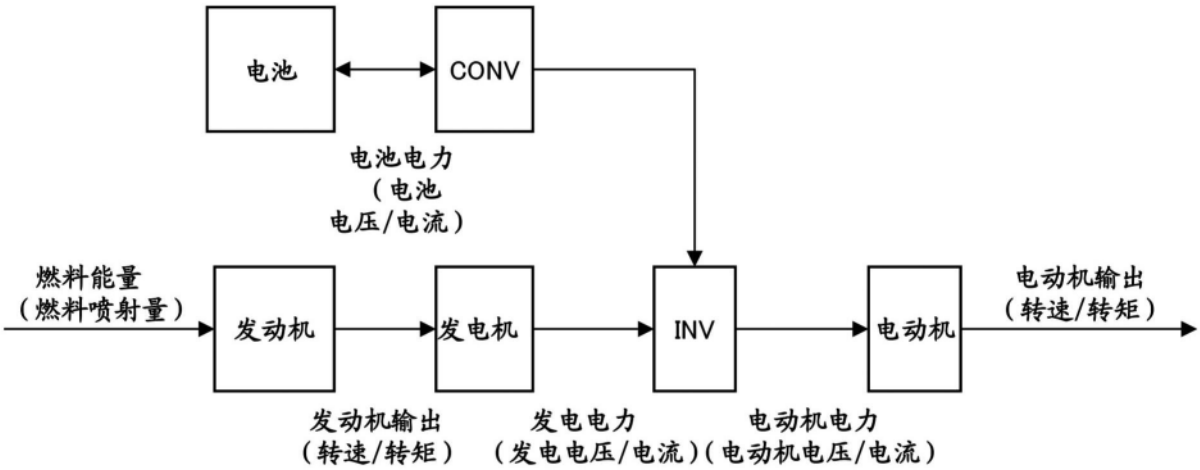

电池
CONV
电池电力
（电池
电压/电流）
燃料能量
（燃料喷射量）
发动机
发电机
INV
电动机
电动机输出
（转速/转矩）
发动机输出
（转速/转矩）
发电电力
（发电电压/电流）
电动机电力
（电动机电压/电流）

图2B

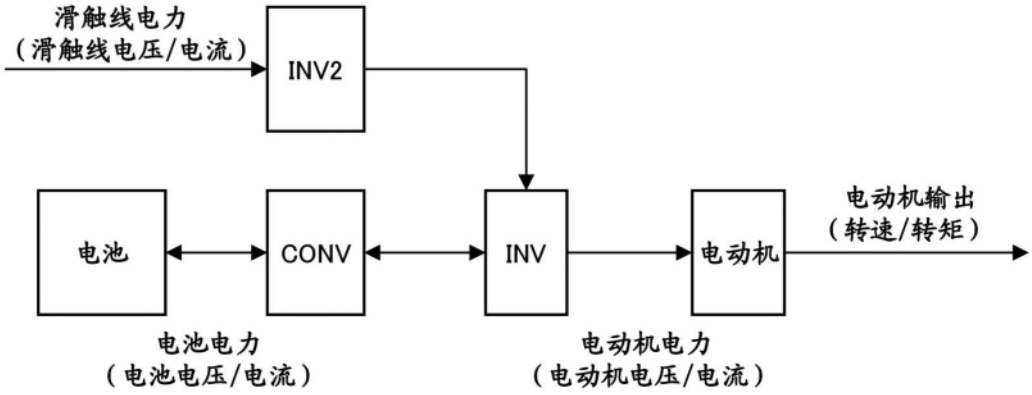

滑触线电力
（滑触线电压/电流）
INV2
电池
CONV
INV
电动机
电动机输出
（转速/转矩）
电池电力
（电池电压/电流）
电动机电力
（电动机电压/电流）

图2C

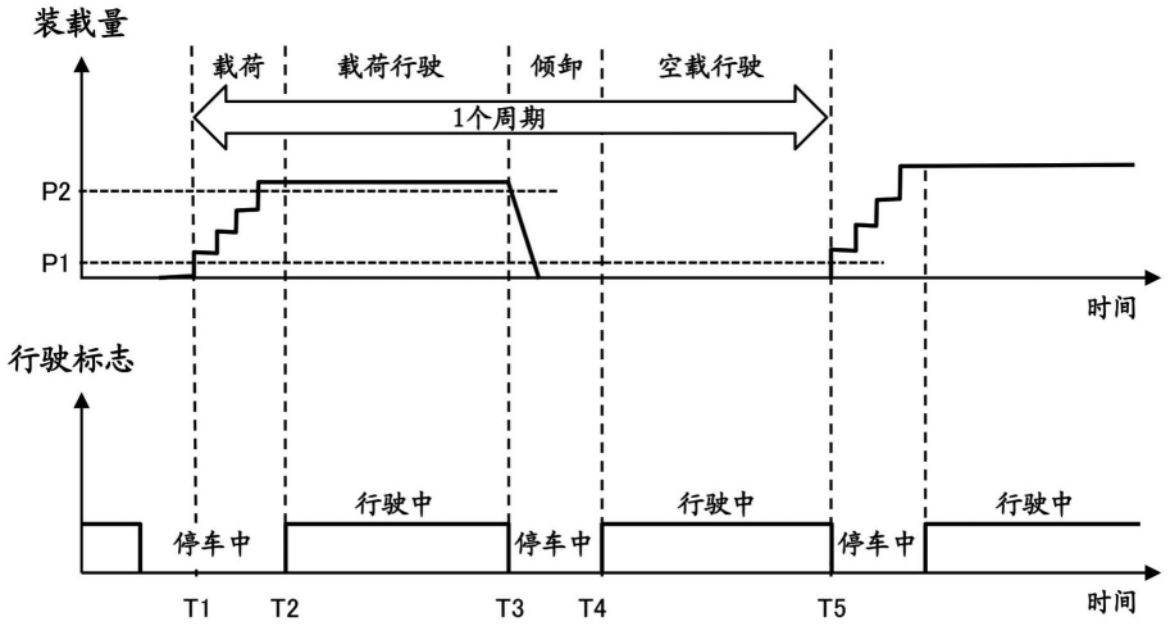

装载量
载荷
载荷行驶
倾卸
空载行驶
1个周期
P2
P1
时间
行驶标志
停车中
行驶中
停车中
行驶中
停车中
行驶中
T1
T2
T3
T4
T5
时间

图3

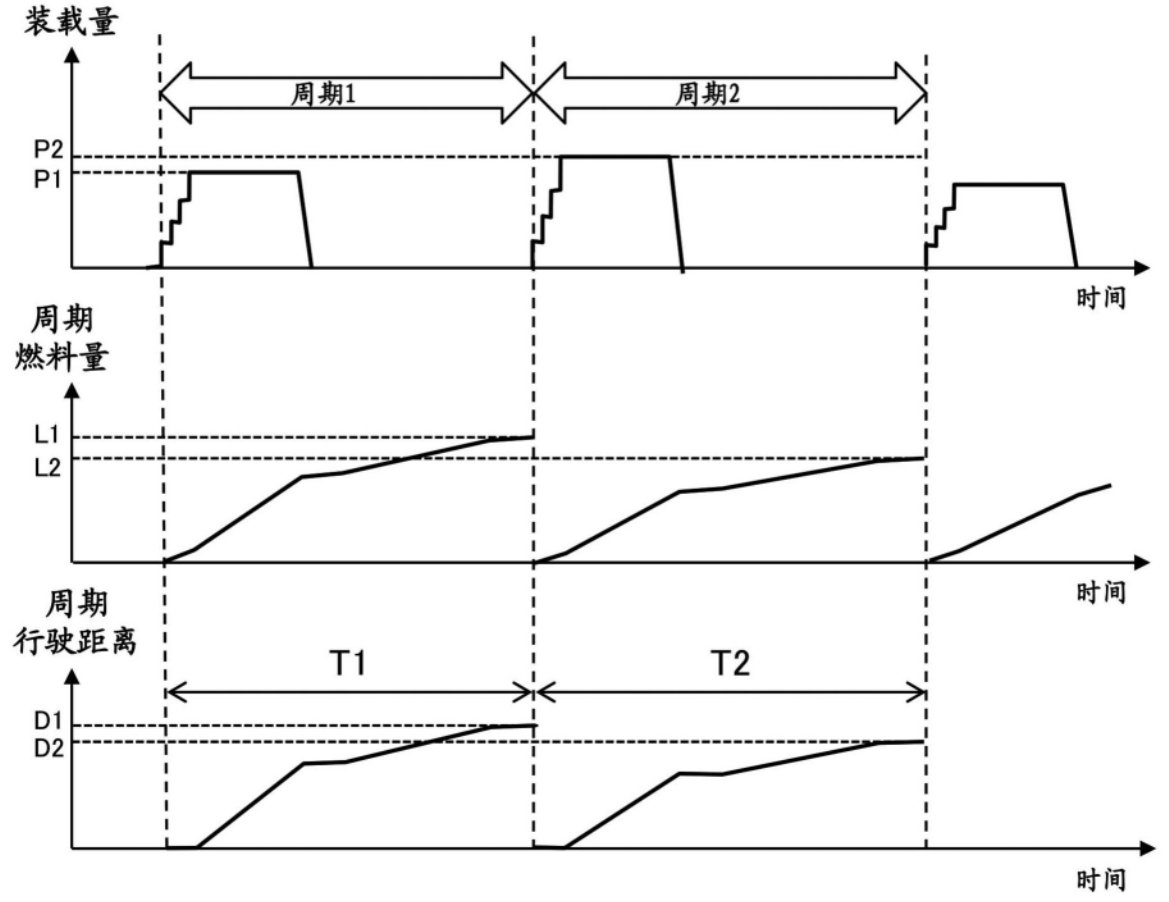

装载量
周期1
周期2
P2
P1
时间
周期
燃料量
L1
L2
时间
周期
行驶距离
T1
T2
D1
D2
时间

图4

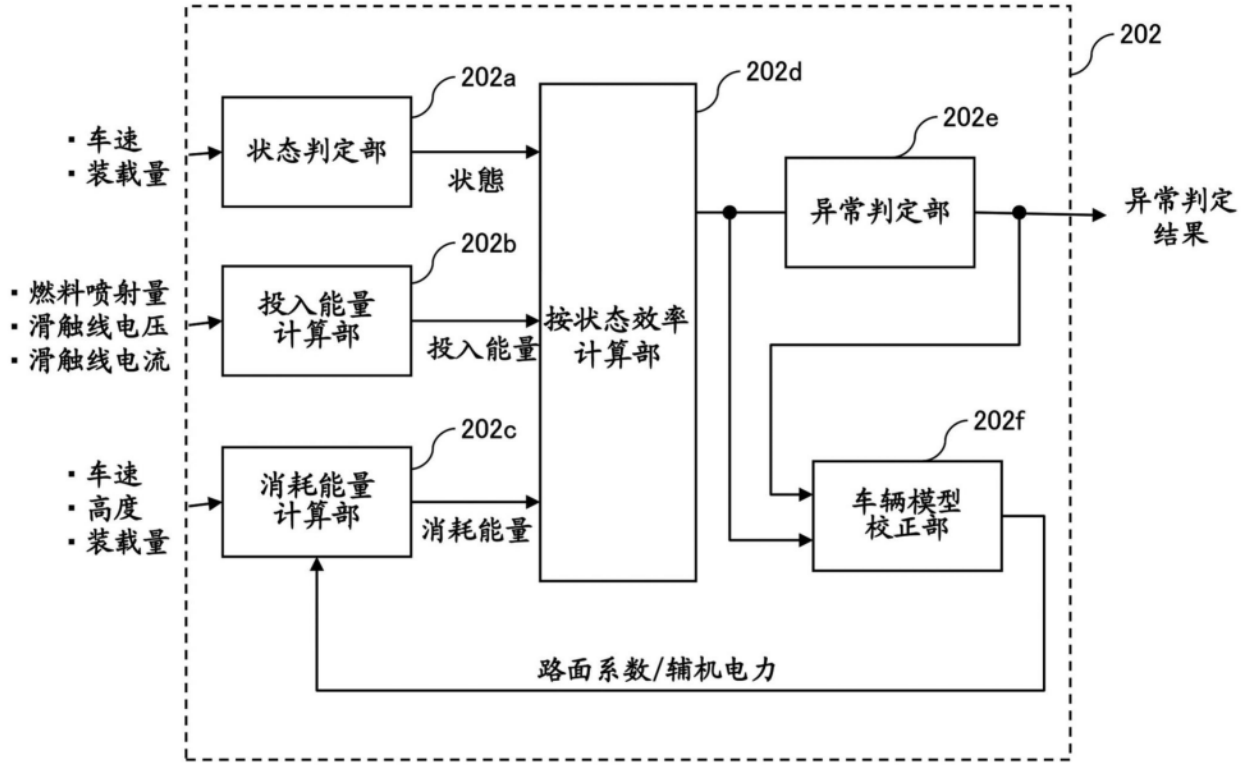

202
202a
202d
202e
·车速
·装载量
状态判定部
状态
异常判定部
异常判定结果
202b
·燃料喷射量
·滑触线电压
·滑触线电流
投入能量计算部
投入能量
按状态效率计算部
202c
202f
·车速
·高度
·装载量
消耗能量计算部
消耗能量
车辆模型校正部
路面系数/辅机电力

图5

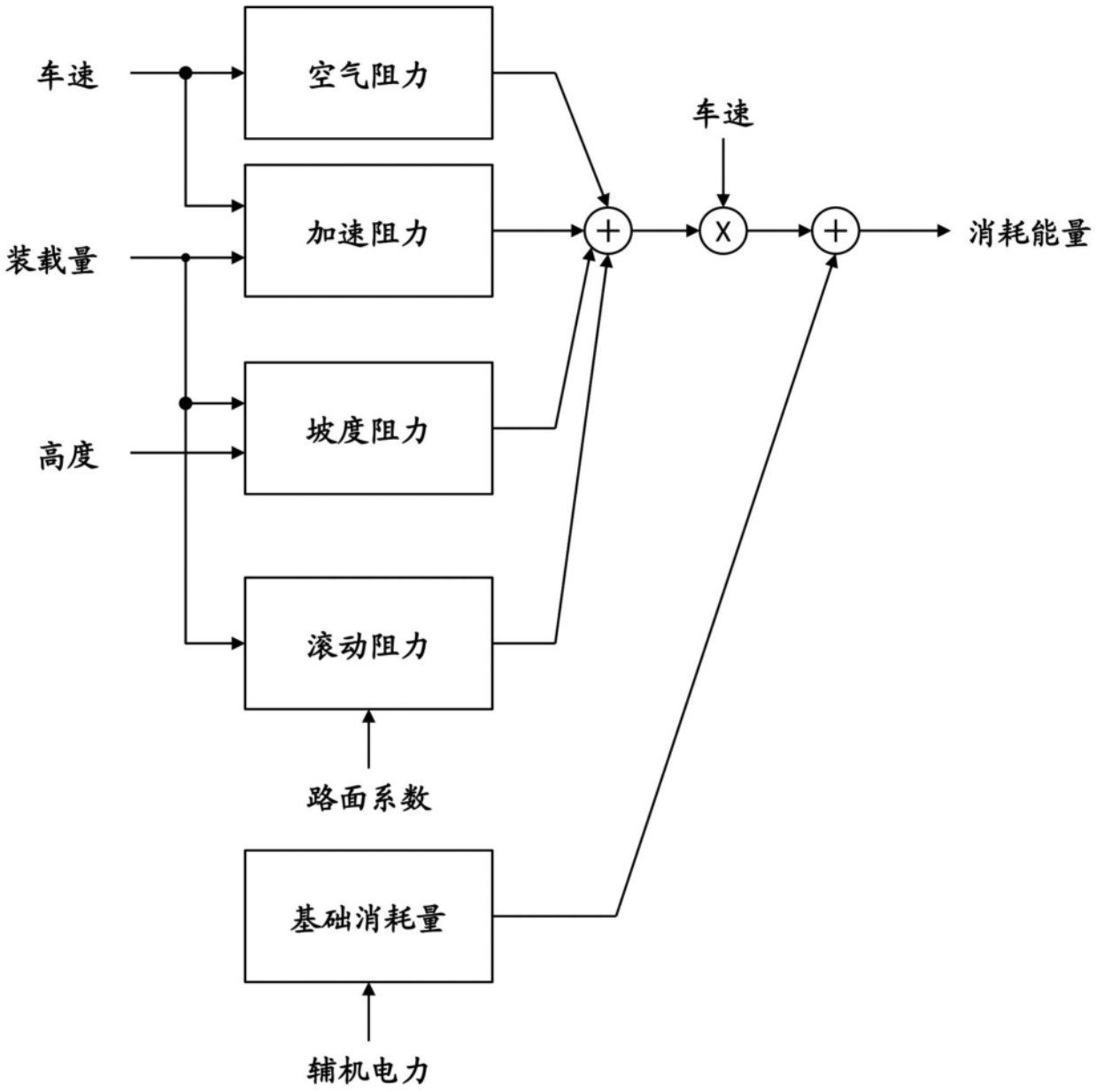


图6

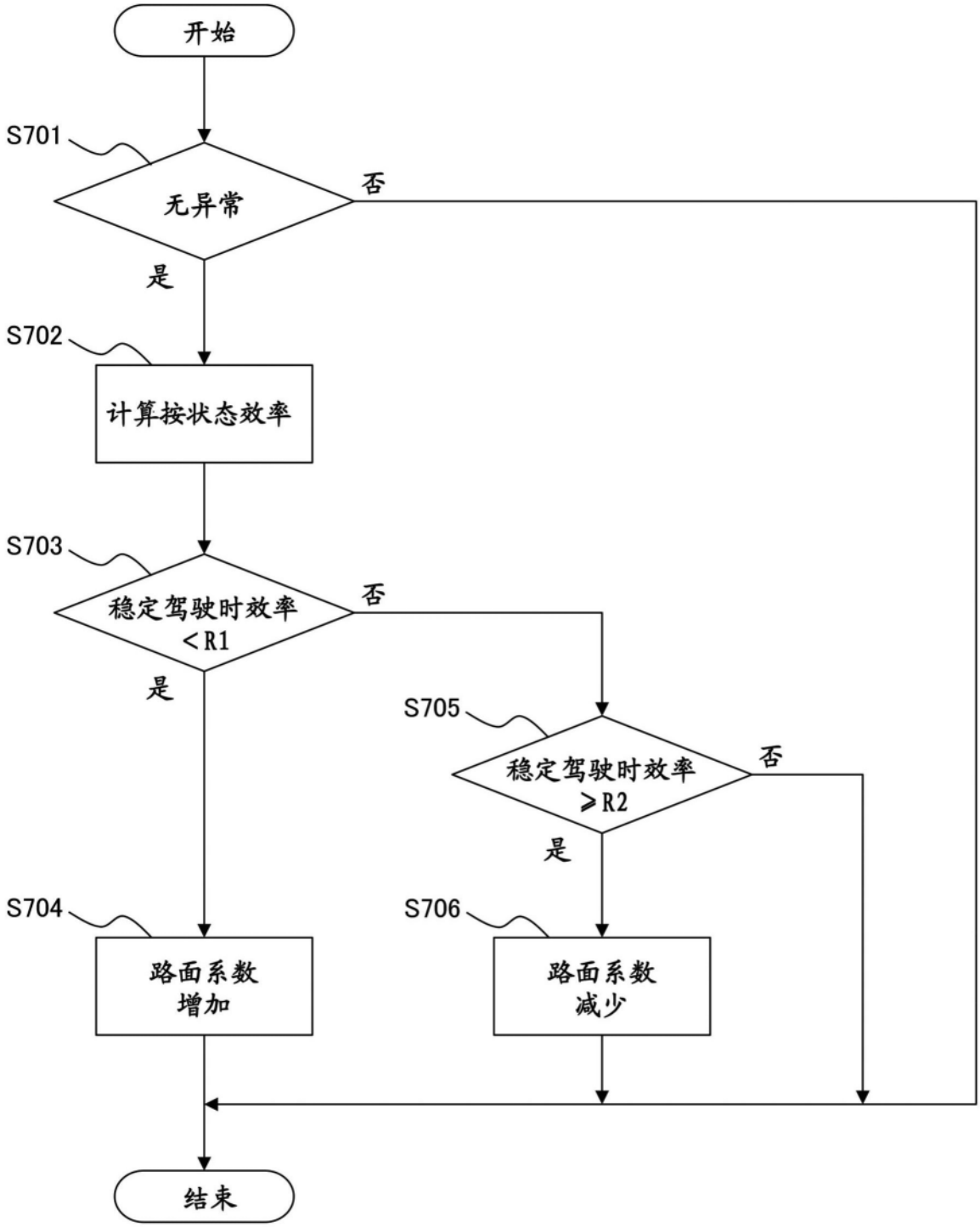

开始
S701
无异常
否
是
S702
计算按状态效率
S703
稳定驾驶时效率
<R1
否
是
S705
稳定驾驶时效率
≥R2
否
是
S704
路面系数
增加
S706
路面系数
减少
结束

图7

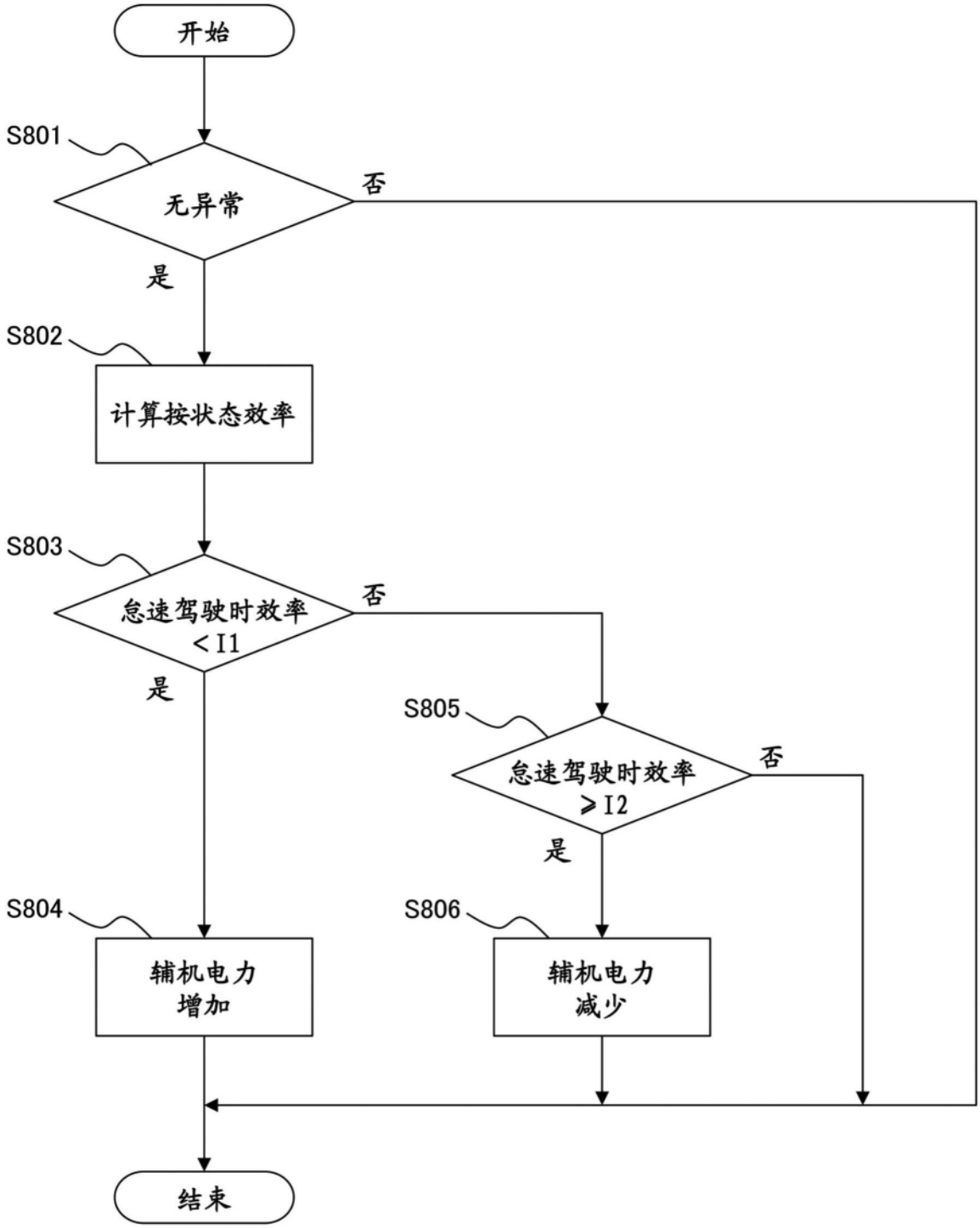

开始
S801
无异常
否
是
S802
计算按状态效率
S803
怠速驾驶时效率
< I1
否
是
S805
怠速驾驶时效率
≥ I2
否
是
S804
辅机电力
增加
S806
辅机电力
减少
结束

图8

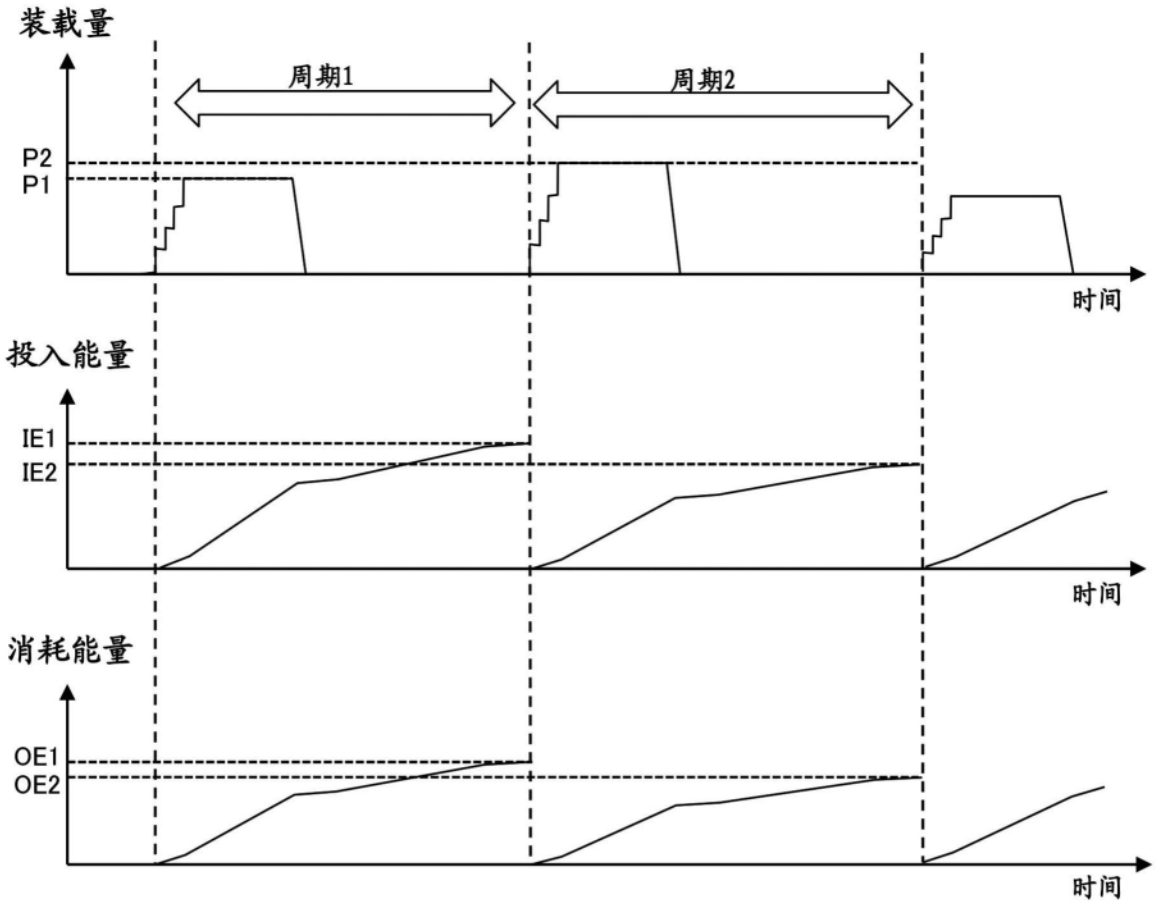


图9

效率		空载驾驶时 低	空载驾驶时 标准
载荷驾驶时	低	动力传动系统异常	装载量异常（过小）
	标准	动力传动系统异常&装载量异常（过大）	正常
	高	动力传动系统异常&装载量异常（过大）	装载量异常（过大）

小
规定值2
规定值3
大
小
大
规定值1

图10

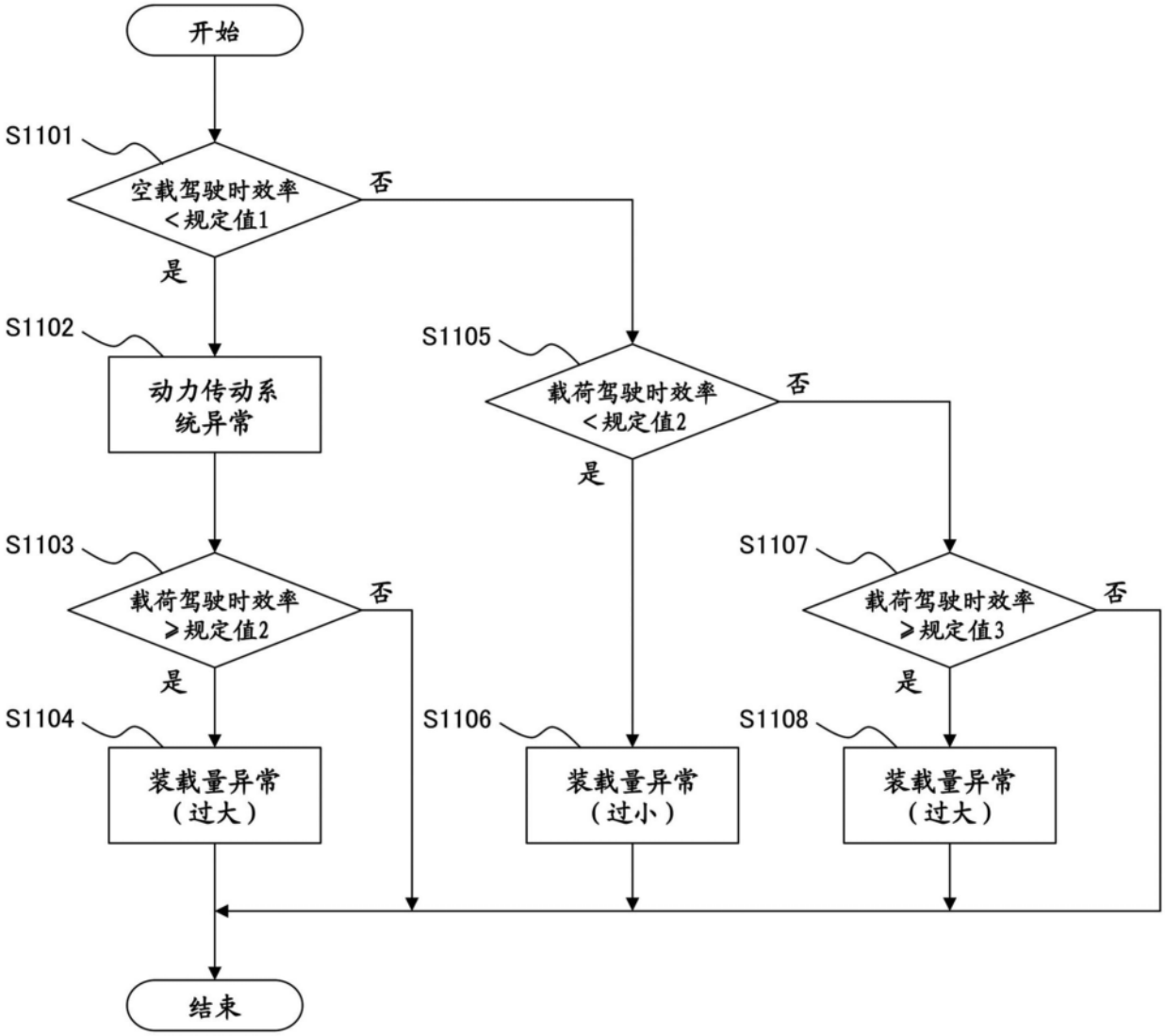

开始
S1101
空载驾驶时效率
<规定值1
否
是
S1102
动力传动系
统异常
S1103
载荷驾驶时效率
≥规定值2
否
是
S1104
装载量异常
（过大）
S1105
载荷驾驶时效率
<规定值2
否
是
S1106
装载量异常
（过小）
S1107
载荷驾驶时效率
≥规定值3
否
是
S1108
装载量异常
（过大）
结束

图11

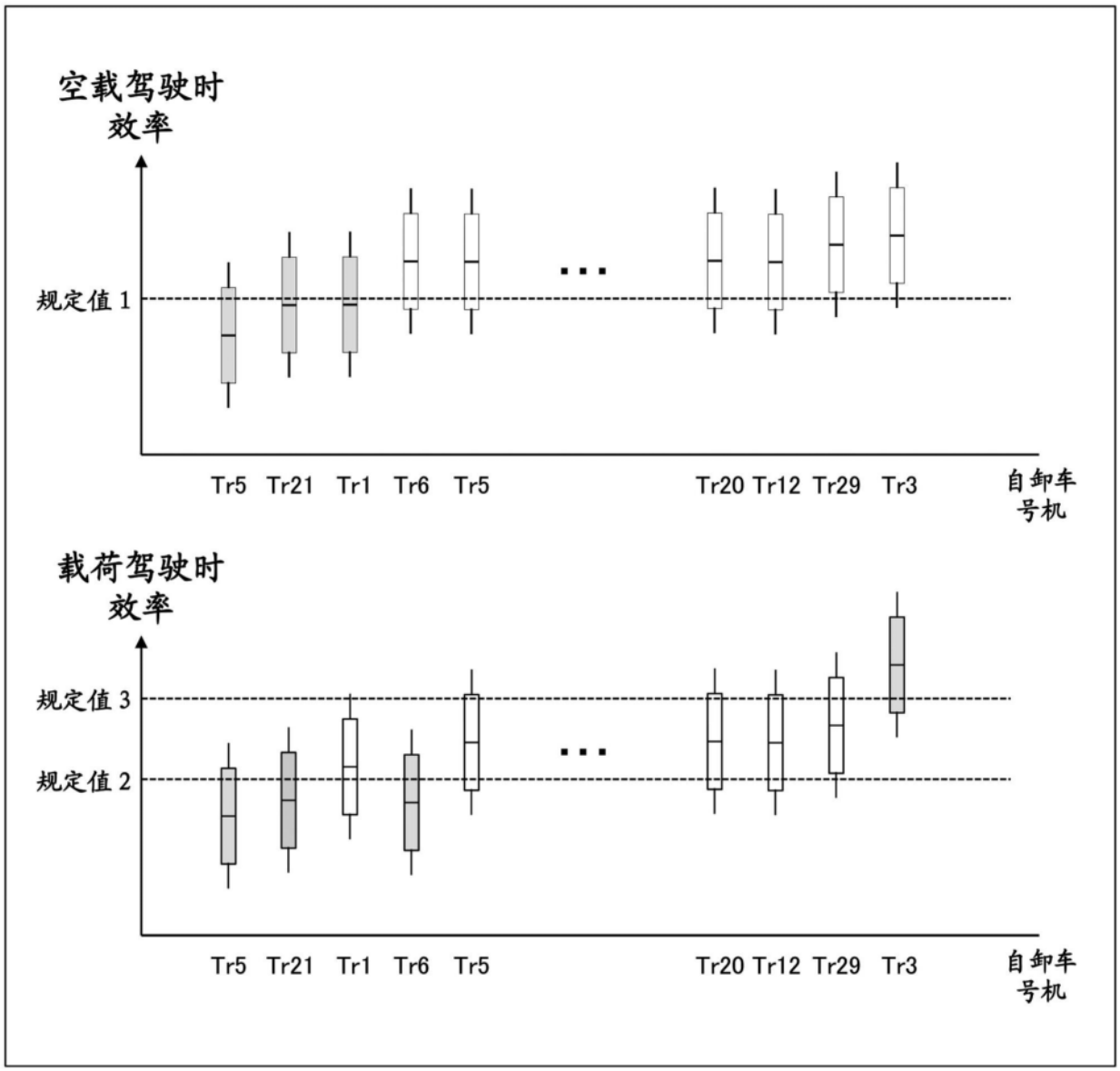

空载驾驶时
效率
规定值 1
Tr5 Tr21 Tr1 Tr6 Tr5 ... Tr20 Tr12 Tr29 Tr3
自卸车
号机
载荷驾驶时
效率
规定值 3
规定值 2
Tr5 Tr21 Tr1 Tr6 Tr5 ... Tr20 Tr12 Tr29 Tr3
自卸车
号机

图12

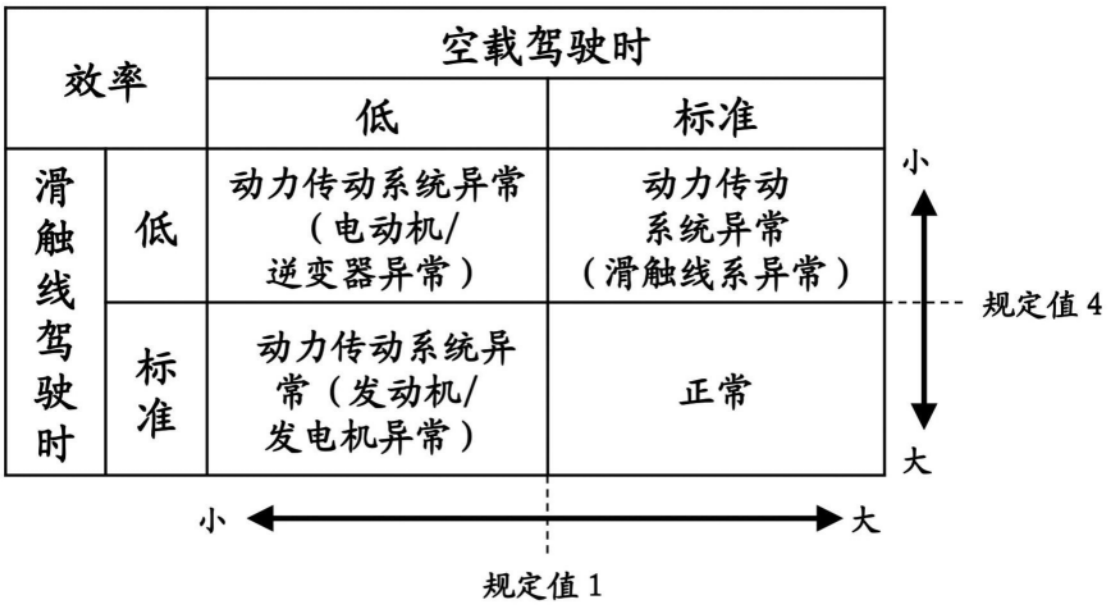

效率
空载驾驶时
低
标准
滑触线驾驶时
低
标准
动力传动系统异常（电动机/逆变器异常）
动力传动系统异常（滑触线系异常）
动力传动系统异常（发动机/发电机异常）
正常
小
大
规定值 4
小
大
规定值 1

图13

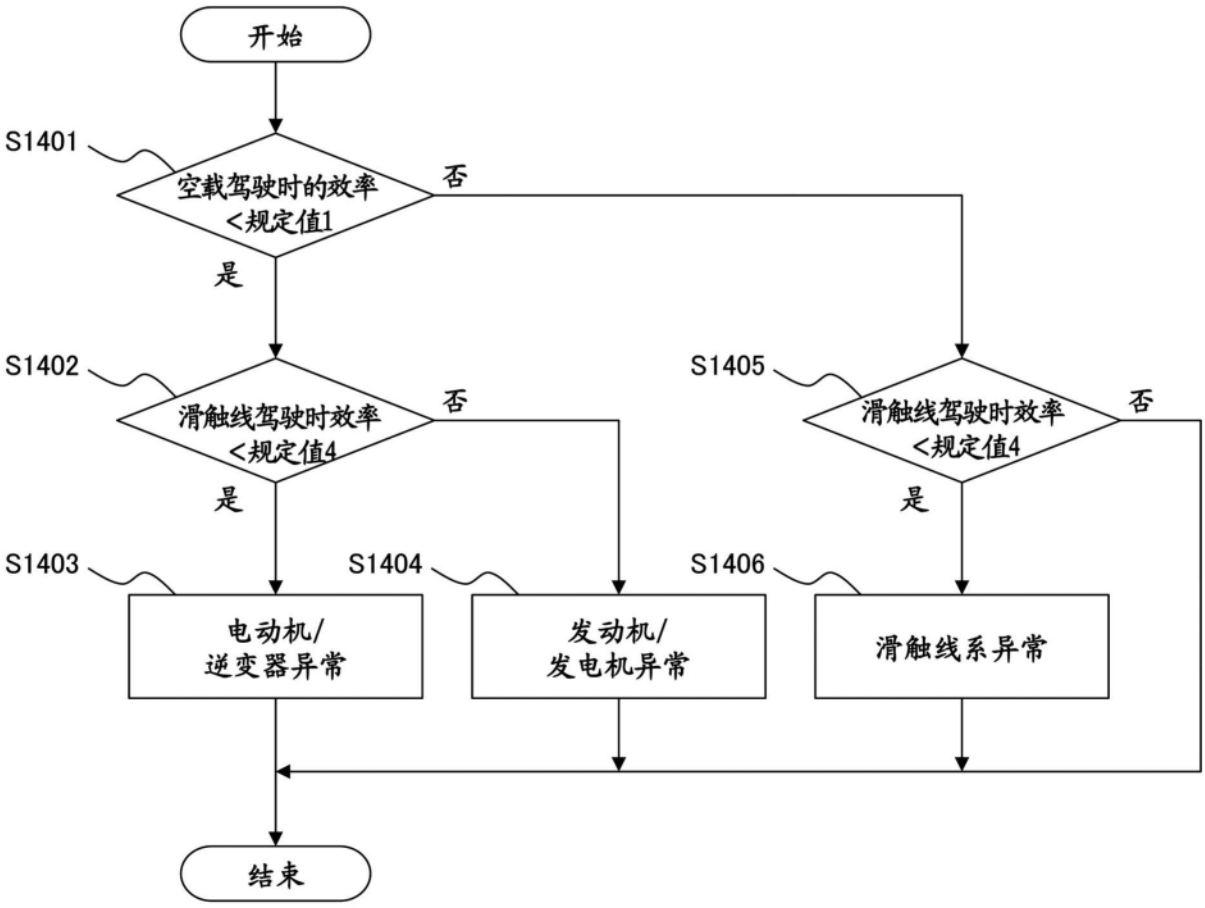

开始
S1401
空载驾驶时的效率<规定值1
否
是
S1402
滑触线驾驶时效率<规定值4
否
是
S1405
滑触线驾驶时效率<规定值4
否
是
S1403
电动机/逆变器异常
S1404
发动机/发电机异常
S1406
滑触线系异常
结束

图14

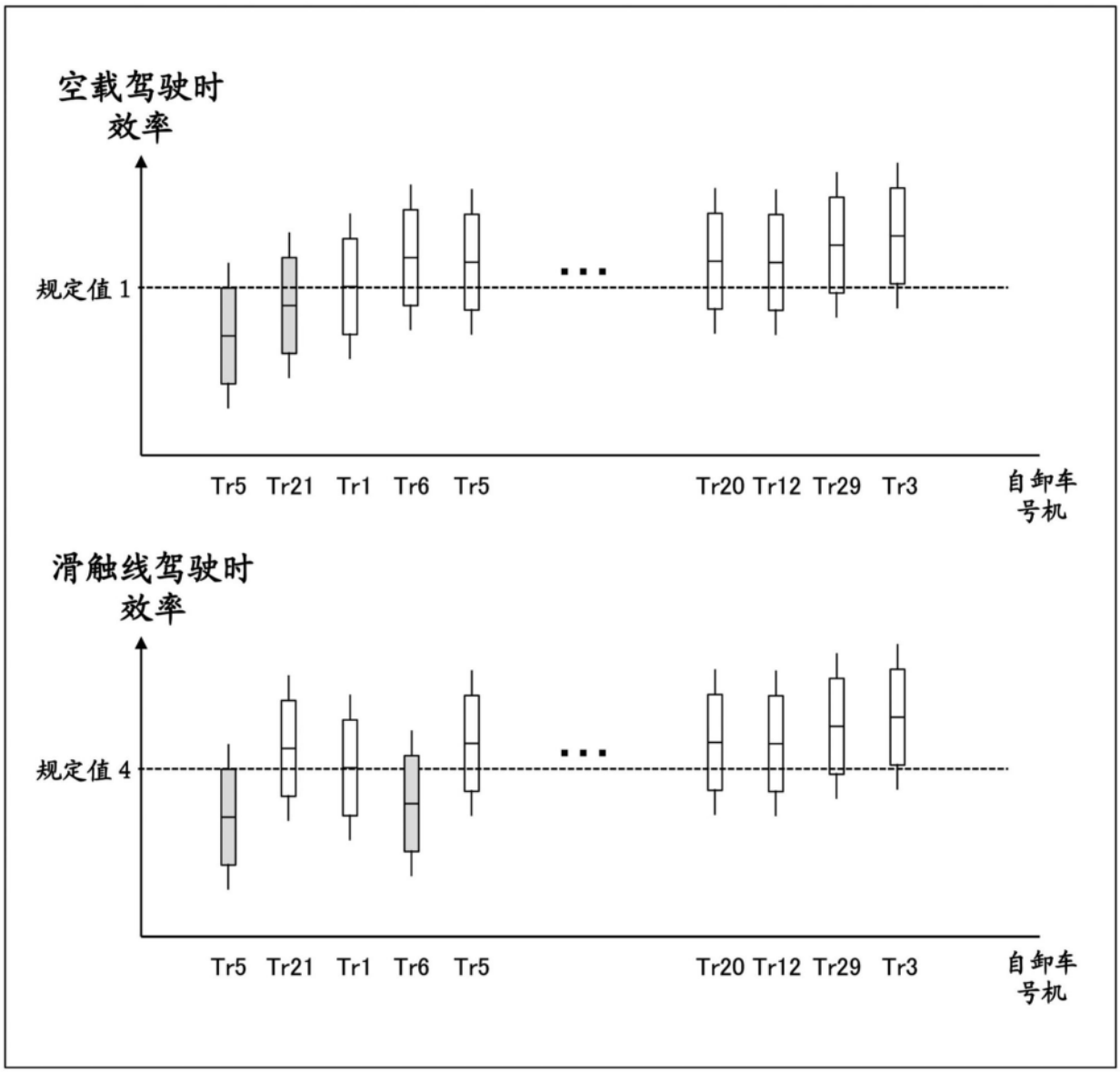

空载驾驶时
效率
规定值 1
Tr5 Tr21 Tr1 Tr6 Tr5 ... Tr20 Tr12 Tr29 Tr3
自卸车
号机
滑触线驾驶时
效率
规定值 4
Tr5 Tr21 Tr1 Tr6 Tr5 ... Tr20 Tr12 Tr29 Tr3
自卸车
号机

图15

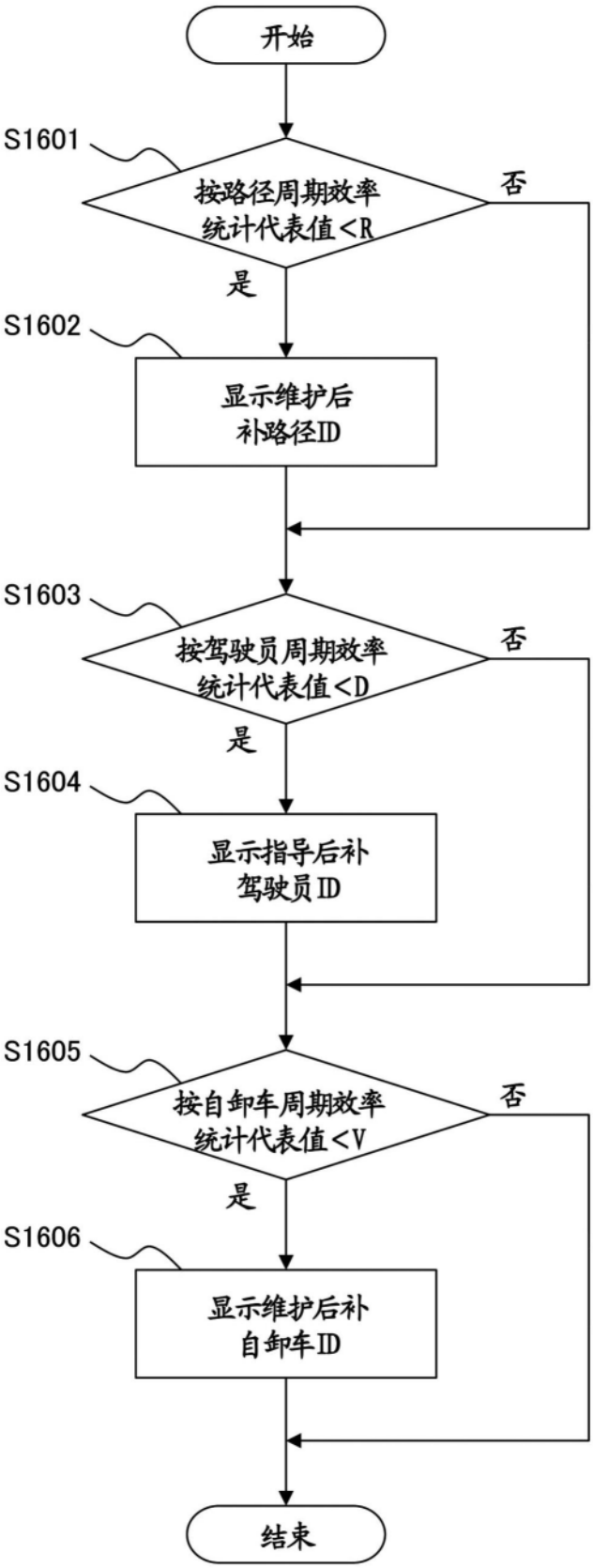

开始
S1601
按路径周期效率
统计代表值<R
否
是
S1602
显示维护后
补路径ID
S1603
按驾驶员周期效率
统计代表值<D
否
是
S1604
显示指导后补
驾驶员ID
S1605
按自卸车周期效率
统计代表值<V
否
是
S1606
显示维护后补
自卸车ID
结束

图16

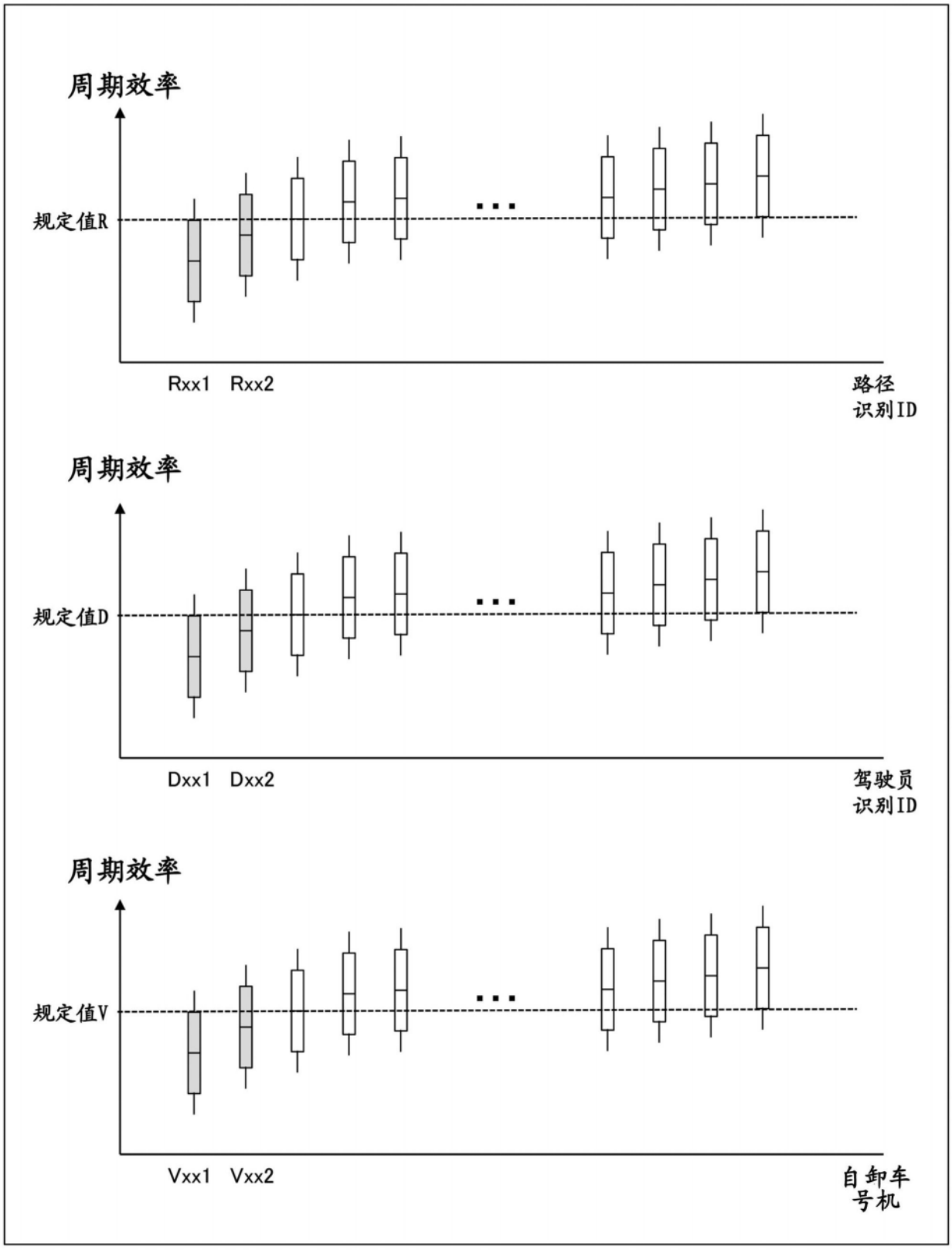

周期效率
规定值R
Rxx1 Rxx2
路径
识别ID
周期效率
规定值D
Dxx1 Dxx2
驾驶员
识别ID
周期效率
规定值V
Vxx1 Vxx2
自卸车
号机

图17