

1. 一种用于根据机器性能设计运输道路的方法,该方法包括:
接收一个或多个运输道路参数 (310);
确认待在所述运输道路上操作的至少一种机器 (320);
选择与所述至少一种机器相关的至少一个目标操作参数 (330);
对所述至少一种机器的性能进行模拟,以预测与所述至少一个目标操作参数对应的操作值 (340);以及

如果所预测的操作值未处于对应的目标操作参数的阈值范围内,则调节所述一个或多个运输道路参数 (360)。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括输出所述模拟的性能数据。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述一个或多个运输道路参数包括运输道路起点位置、运输道路终点位置、运输道路坡度以及运输道路滚动阻力中的一个或多个。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述至少一个目标操作参数包括燃料消耗水平、路线完成时间、部件寿命、滚动阻力、总有效坡度、发动机速度或者机器对地速度中的一个或多个。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,对所述至少一种机器的性能进行模拟包括:

根据一个或多个初始运输道路参数和至少一个目标操作参数生成初始运输道路设计;

根据所述初始运输道路设计对所述至少一种机器的性能进行模拟,以预测与所述至少一个目标操作参数对应的操作值;以及

如果所预测的操作值未处于对应的目标操作参数的阈值范围内,则生成第二运输道路设计。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,对所述至少一种机器的性能进行模拟包括根据与所述至少一种机器相关的实际性能数据对所述至少一种机器的性能进行模拟。

7. 一种运输路线管理系统 (135),包括:

输入装置 (148),该输入装置能够:

从用户 (170) 接收一个或多个运输道路参数;

接收与待在所述运输道路上操作的至少一种机器 (120a、120b) 相关的性能参数;

性能模拟装置 (160),该性能模拟装置与所述输入装置通信地连接并能够:

为所述至少一种机器建立与至少一个目标操作参数对应的阈值范围;

根据一个或多个运输道路参数和所述至少一个目标操作参数生成初始运输道路设计;

利用所述运输道路设计对所述至少一种机器的性能进行模拟,以预测与所述至少一个目标操作参数中的每个对应的操作值;以及

如果所预测的操作值未处于对应的目标操作参数的所述阈值范围内,则调节所述一个或多个运输道路参数以产生第二运输道路设计。

8. 根据权利要求 7 所述的系统,其中,所述性能模拟装置还能够向所述用户提供一个或多个模拟的性能结果和经调节的运输道路参数。

9. 根据权利要求 7 所述的系统,其中,所述一个或多个运输道路参数包括运输道路起点位置、运输道路终点位置、运输道路坡度以及运输道路滚动阻力中的一个或多个。

10. 根据权利要求 7 所述的系统,其中,所述至少一个目标操作参数包括燃料消耗水平、路线完成时间、部件寿命、滚动阻力、总有效坡度、发动机速度或者机器对地速度中的一个或多个。

用于设计运输道路的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明总的涉及运输道路的设计,更具体地,涉及用于根据在运输道路上操作的机器的性能来设计运输道路的系统和方法。

背景技术

[0002] 运输道路设计是很多工作环境的效率和生产力的重要方面。较差的运输道路设计,特别是在采用重型机器的工作环境中不仅会造成在该道路上操作的机器性能缓慢且效率低下,而且可能引起机器传动系统部件上的不当应力和应变,从而尤其损害承载重有效载荷的机器。

[0003] 在广泛使用计算机之前,运输道路设计是相对密集的手工过程,需要训练有素的工程专业人员和施工人员的专门知识来确保所做的设计在结构上是可靠的。该设计过程不仅是劳动和时间密集型的,而且还非常昂贵,因为需要很多工时来形成该设计和核实该设计符合全部的必要标准和规章。

[0004] 在计算机发展后,专门研究的计算机辅助设计(CAD)软件程序为工程师和建筑专家提供了帮助设计运输道路的工具。通过利用计算机的处理能力,很多这些CAD程序能够在几秒钟内执行与设计相关的复杂结构计算。这些CAD程序不仅显著节省了时间,而且减少了与人工计算技术相关的可能人为错误,从而能够得到更加可靠的设计。

[0005] 除了很多性能高效的处理和计算功能外,这些CAD工具还提供了帮助布局运输路线、形成运输道路蓝图和施工规格并在施工前测试/分析运输道路设计的界面。虽然这些常规的CAD工具通过提供了一种在设计运输道路后执行很多必须的外围功能,例如分析、制图、草拟设计的方案而极大地简化了运输道路设计,但它们尚不足够精密以形成或发展运输道路设计。因此,为了降低对复杂且高度专业化的人工运输道路设计技术的依赖,需要一种根据使用者限定的设计参数来产生运输道路设计的交互式软件工具。

[0006] Yamamoto 的美国专利申请公开文献 No. 2002/0010569(' 569 公开文献)中描述了至少一种这样的交互式道路设计软件工具。' 569 公开文献描述了一种基于软件的道路设计系统,其接收由使用者限定的设计条件,根据该设计条件和任何适用的路面设计规则和标准生成道路设计并输出计算机生成的道路设计的三维示意图。该基于软件的道路设计系统还可以与多个客户系统联网,从而允许多个使用者经互联网或其他共享通信网络访问并操作该设计系统。

[0007] 尽管一些常规的路面设计工具,例如' 569 公开文献中描述的系统,可以提供根据使用者限定的路面设计参数来产生路面设计的软件系统,但它们具有很多缺点。例如,常规的软件设计系统在路面设计中没有考虑各个机器或机器组的具体性能参数。由于很多种重型机器具有执行起来最有效的特定操作区,因此,通过常规系统设计的没有考虑机器性能的运输道路会限制机器的效率和生产力。

[0008] 而且,很多工作环境可能要求运输道路被设计成满足特定的性能目标。例如,在矿山环境中,由于提高的燃料价格和/或排放标准引起的对燃料消耗的关注,将运输道路设

计成使其有助于在其上操作的机器的燃料消耗最小化是有利的。然而,由于很多常规的路面设计系统,包括' 569 公开文献中描述的系统可能没有将各个机器或机器组的特定性能参数考虑在内,因此运输道路设计者可能无法确定一项道路设计在特定的机器组满足预期的燃料消耗要求方面是否是有效的。

[0009] 当前公开的用于设计运输道路的系统和方法旨在克服上述的一个或多个问题。

发明内容

[0010] 根据一方面,本发明提供一种用于根据机器性能设计运输道路的方法。该方法可包括接收一个或多个运输道路参数并确认待在所述运输道路上操作的至少一种机器。可以选择与至少一种机器相关的至少一个目标操作参数并可对至少一种机器的性能进行模拟,以预测与至少一个目标操作参数对应的操作值。如所预测的操作值未处于对应的目标操作参数的阈值范围内,则可调节一个或多个运输道路参数。

[0011] 根据另一方面,本发明提供一种用于根据与待在运输道路上操作的一个或多个机器相关的性能数据来定制运输道路的实际坡度的方法。该方法可包括为至少一个机器限定目标操作参数并通过改变与至少一个机器相关的总有效坡度值来对至少一个机器进行性能模拟,以根据模拟为目标操作参数生成预测操作值。确认使得预测操作值落入目标操作参数的阈值范围内的总有效坡度值,确定与总有效坡度值相关的实际坡度。该方法还包括生成运输道路设计概要,该设计概要包括一个或多个模拟性能结果和实际坡度值。

[0012] 根据又一方面,本发明提供一种运输路线管理系统。该系统可包括能够从用户接收一个或多个运输道路参数并接收与待在运输道路上操作的至少一种机器相关的性能参数的输入装置。该系统还可包括与输入装置通信地连接的性能模拟装置。性能模拟装置能够为所述至少一种机器建立与至少一个目标操作参数对应的阈值范围并根据一个或多个初始运输道路参数和至少一个目标操作参数生成初始运输道路设计。性能模拟装置还能够利用初始运输道路设计对至少一种机器的性能进行模拟,以预测与至少一个目标操作参数中的每个对应的操作值。如果所预测的操作值未处于对应的目标操作参数的阈值范围内,则调节一个或多个运输道路参数以产生第二运输道路设计。

附图说明

[0013] 图 1 示出了一种与公开的实施方式一致的示例性工作环境;

[0014] 图 2 示出了与图 1 的工作环境相关的某些部件的示意图;

[0015] 图 3 描述了与公开的某些实施方式一致的用于根据待在运输道路上操作的一个或多个机器的模拟性能来设计运输道路的示例性方法的流程图;

[0016] 图 4 描述了与公开的某些实施方式一致的用于根据由待在运输道路上操作的一个或多个机器收集的性能数据定制运输道路坡度的示例性实施方式的流程图。

具体实施方式

[0017] 图 1 示出了一种与公开的实施方式一致的示例性工作环境 100。工作环境 100 可包括相互协作来执行商业或工业任务的系统和装置,这些任务例如采矿、建筑、能源开采和/或产生、制造、运输、农业或与其他行业类型相关的任何任务。根据图 1 中所示的示例性实

施方式,工作环境 100 可包括矿山环境,矿山环境包括经通信网络 130 连接到运输路线管理系统 135 的一个或多个机器 120a、120b。工作环境 100 能够监控、收集以及过滤与一个或多个机器 120a、120b 的状态、健康和性能相关的信息,并将这些信息分配到一个或多个后端系统或实体,例如运输路线管理系统 135 和 / 或用户 170。可以想到,工作环境 100 中可以包括与上面列出的部件相比而言附加的和 / 或不同的部件。

[0018] 如图 1 所示,机器 120a、120b 可包括一个或多个挖掘机 120a 和一个或多个运输机 120b。挖掘机 120a 可体现为能够将材料从矿山移除并将材料装载到一个或多个运输机 120b 上的任何机器。挖掘机 120a 的非限制性示例包括例如斗式挖掘机、电磁提升机、反铲装载机、推土机等。运输机 120b 可体现为能够在工作环境 100 内运输材料的任何机器,例如铰接式卡车、倾卸式卡车或者适于运输材料的任何其他卡车。图 1 中所示的机器的数量、尺寸和类型仅仅是示例性的而不是限制性的。因此,可以想到工作环境 100 可包括与上面列出的部件相比而言额外的、更少的和 / 或不同的部件。例如,工作环境 100 可包括滑移装载机、履带式拖拉机、材料转运车或者有助于工作环境 100 的操作的任何其他合适的固定或活动机器。

[0019] 在一种实施方式中,机器 120a、120b 均可包括机载数据收集和通信设备以监控、收集和 / 或分配与机器 120a、120b 的一个或多个部件相关的信息。如图 2 所示,机器 120a、120b 可各自其中包括:一个或多个监控装置 121,例如经通信线 122 连接到一个或多个数据收集器 125 的传感器或电子控制模块;一个或多个收发装置 126;和 / 或用于监控、收集和传送与机器 120a、120b 的操作相关的信息的任何其他部件。机器 120a、120b 均可还被构造成接收信息、预警信号、操作人员指令或来自于例如运输路线管理系统 135 的非车载系统的其它信息或指令。上面描述的部件是示例性的而不是限制性的。因此,所公开的实施方式还能想到每个机器 120a、120b 包括上面列出的部件外的另外部件和 / 或不同部件。

[0020] 监控装置 121 可包括用于收集与一个或多个机器 120a、120b 相关的性能数据的任何装置。例如,监控装置 121 可包括用于测量操作参数的一个或多个传感器,这些操作参数例如:发动机以及 / 或者机器的速度和 / 或位置;流体压力、流速、温度、污染程度和 / 或流体黏度;电流和 / 或电压水平;流体(即,燃料、油等)消耗率;载荷水平(即,有效载荷值、最大有效载荷限制的百分数、有效载荷历史、有效载荷分布等);变速器输出比及打滑等;运输坡度和牵引数据;传动轴扭矩;安排或执行的保养及 / 或维修操作之间的间隔;以及机器 120a、120b 的任何其他操作参数。

[0021] 在一种实施方式中,运输机 120b 可各自包括至少一个扭矩传感器 121a,用于监控施加到传动轴的扭矩。替代地,扭矩传感器 121a 可以被构造成监控可由其计算或得出传动轴上的扭矩的参数。可以想到,一个或多个监控装置 121 可被构造成监控与工作环境 100 相关的特定环境特征。例如,一个或多个机器 120a、120b 可包括用于测量与机器行驶的表面相关的实际坡度的倾斜仪。还可以想到,一个或多个监控装置 121 可以专门用于机器位置数据的收集。例如,机器 120a、120b 可各自包括用于监控机器相关位置数据(例如,纬度、经度、高度等)的 GPS 设备。

[0022] 数据收集器 125 可以被构造成接收、收集、封装和 / 或分配由监控装置 121 收集的性能数据。这里所用的术语“性能数据”是指表示与一个或多个机器 120 或其任何组成部件或子系统相关的至少一个操作方面的任何类型的数据。性能数据的非限制性示例包括例如

像燃料水平、油压、发动机温度、冷却液流速、冷却液温度、轮胎压力的健康信息或者指示机器 120a、120b 的一个或多个部件或子系统的健康的任何其他数据。替代地和 / 或附加地,性能数据可包括状态信息,该状态信息例如是发动机驱动状态(例如,发动机运行、空转、关闭)、发动机使用小时、发动机速度、机器对地速度、机器位置和高度、机器操作所在的当前档位或者指示机器 120 状态的任何其他数据。任选地,性能数据还可包括某些生产力信息,例如任务进度信息、载荷容量比、转移时间、运输统计(重量、有效载荷等)、燃料效率或者指示机器 120 的生产力的任何其他数据。替代地和 / 或附加地,性能数据可包括用于控制机器 120a、120b 的一个或多个方面或部件的控制信号。数据收集器 125 可在机器的操作过程中经通信线 122 从一个或多个监控装置接收性能数据。

[0023] 根据一种实施方式,数据收集器 125 可自动地经通信网络 130 将接收到的数据传送到运输路线管理系统 135。替代地或附加地,数据收集器 125 可将接收到的数据存储在内存中预定的时间段,用于稍后传输到运输路线管理系统 135。例如,如果机器和运输路线管理系统 135 之间的通信通道暂时不能用,那么在通信通道恢复时可重新找回性能数据以随后传输。

[0024] 通信网络 130 可包括在机器 120a、120b 和例如运输路线管理系统 135 的非机载系统之间提供双向通信的任何网络。例如,通信网络 130 可通过例如卫星通信系统的无线网络平台将机器 120a、120b 通信地连接到运输路线管理系统 135。替代地和 / 或附加地,通信网络 130 可包括适于将一个或多个机器 120a、120b 通信地连接到运输路线管理系统 135 的一个或多个宽带通信平台,例如蜂窝无线通信平台、蓝牙通信平台、微波通信平台、点对点无线通信平台、点对多点无线通信平台、多点对多点无线通信平台或者用于将多个部件联网的任何其他合适的通信平台。虽然通信网络 130 被示出为卫星无线网络,但可以想到通信网络 130 可包括例如以太网、光纤、波导等有线网络或任何其他类型的有线通信网络。

[0025] 运输路线管理系统 135 可包括一个或多个硬件和 / 或应用软件,其相互协作通过监控、分析、优化和 / 或控制一个或多个个体机器的性能或操作来改进运输路线的性能。运输路线管理系统 135 可包括用于收集、分配、分析和 / 或以其他方式管理从机器 120a、120b 收集的性能数据的条件监控系统 140。运输路线管理系统 135 还可包括扭矩评估装置 150,用于确定传动轴扭矩、估计总有效坡度、计算滚动阻力和 / 或确定可以指示机器或机器传动系性能的其他适当的特性。运输路线管理系统 135 还可以包括用于对操作在工作环境 100 中的机器的基于性能模型进行模拟并调节机器 120a、120b 的操作参数和 / 或运输路线的物理特征以改进工作环境生产力的性能模拟装置 160。

[0026] 条件监控系统 140 可包括能够接收、分析、传输和 / 或分配与机器 120a、120b 相关的性能数据的任何计算系统。条件监控系统 140 可经通信网络 130 与一个或多个机器 120 通信地连接。条件监控系统 140 可体现为适于收集和传播与每个机器 120a、120b 相关的性能数据的中央服务器和 / 或数据库。一旦收集了性能数据,条件监控系统 140 就可根据数据种类、优先级等对性能数据进行归类和 / 或过滤。在关键或者高优先级数据的情况下,条件监控系统 140 能够向一个或多个工地人员(例如,维修技工、项目经理等)传送“紧急”或“关键”消息,确认经历了关键事件的机器。例如,一旦机器操纵失灵、进入未经授权的工作区域或者经历临界发动机操作状态,条件监控系统 140 可向项目经理、施工现场工头、调度经

理、机器操作员和 / 或维修技师传送指示机器的可能问题的消息 (文本消息、电子邮件、页面等)。

[0027] 条件监控系统 140 可包括执行与公开的某些实施方式一致的过程的硬件和 / 或软件部件。例如,如图 2 所示,条件监控系统 140 可包括:一个或多个收发装置 126;中央处理单元 (CPU) 141;通信接口 142;一个或多个计算机可读的内存装置,包括存储装置 143、随机存取存储器 (RAM) 模块 144 以及只读存储器 (ROM) 模块 145;显示单元 147;和 / 或输入装置 148。上述部件是示例性的而不是限制性的。可以想到条件监控系统 140 可包括上面列出的部件的替代和 / 或另外的部件。

[0028] CPU 141 可以是一个或多个处理器,其执行指令并处理数据以执行与公开的某些实施方式一致的一个或多个过程。例如,CPU 141 可执行能够使条件监控系统 140 请求和 / 或接收来自机器 120a、120b 的数据收集器 125 的性能数据的软件。CPU 141 还可执行将收集的性能数据存储存储在存储装置 143 中的软件。另外,CPU 141 可执行这样的软件,这些软件使条件监控系统 140 能够分析从一个或多个机器 120a、120b 收集的性能数据、执行诊断和 / 或预后分析以确认机器的潜在问题、将任何潜在问题通知机器操作员或用户 170 和 / 或提供定制操作分析报告,包括用于改进机器性能的建议。

[0029] CPU 141 可连接到公共信息总线 146,其能够在与条件监控系统 140 相关的一个或多个部件之间提供通信。例如,公共信息总线 146 可包括用于向多个装置传输信息的一个或多个部件。CPU 141 可执行一系列存储在计算机可读介质装置,例如存储装置 143、RAM 144 和 / 或 ROM 145 中的计算机程序指令序列,以执行与公开的某些实施方式一致的方法,以下将对其进行描述。

[0030] 通信接 142 可包括能够经收发装置 126 在条件监控系统 140 和远程系统 (例如,机器 120a、120b) 之间进行双向数据通信的一个或多个元件。例如,通信接口 142 可包括一个或多个调节器、解调器、多路复用器、多路输出选择器、网络通信装置、无线装置、天线、调制解调器或者能够支持条件监控系统 140 和远程系统或部件之间的双向通信接口的任何其他装置。

[0031] 一个或多个计算机可读介质装置可包括存储装置 143、RAM 144、ROM 145、以及 / 或者能够存储条件监控系统 140 的 CPU 141 使用的信息、指令和 / 或程序代码的任何其他磁数据、电子数据、闪存数据或者光学数据的计算机可读介质装置。存储装置 143 可包括硬盘驱动器、光盘驱动器、软盘驱动器或者任何其它这种的信息存储装置。随机存取存储器 (RAM) 装置 144 可包括用于通过 CPU 141 存储信息和指令的任何动态存储装置。RAM 144 可在执行待由 CPU 141 执行的指令的过程中存储临时变量或者其他中间信息。在操作过程中,操作系统 (未示出) 的一些或所有部分可装载到 RAM 144 中。另外,只读存储器 (ROM) 模块 145 可包括用于通过 CPU 141 存储信息和指令的任何静态存储装置。

[0032] 条件监控系统 140 可以被构造成分析与每个机器 120a、120b 相关的性能数据。根据一种实施方式,条件监控系统 140 可包括用于根据与一个或多个机器 120a、120b 相关的阈值水平 (可以是出厂设置、制造商推荐的和 / 或使用者配置的) 分析与各个机器相关的性能数据的诊断软件。例如,与条件监控系统 140 相关的诊断软件可将特定机器接收的发动机温度测量值与预定的阈值发动机温度进行比较。如果测量的发动机温度超过了阈值温度,则条件监控系统 140 可生成警报并通知一个或多个机器操作员、维修技工、调度员或

任何其他合适的人员或单位。

[0033] 根据另一种实施方式,条件监控系统 140 可被构造成监控和分析与一个或多个机器 120a、120b 相关的生产力。例如,条件监控系统 140 可包括用于根据由使用者限定的与一个或多个机器 120a、120b 相关的生产力阈值来分析各个机器相关的性能数据的生产力软件。生产力软件可被构造成监控与每个机器 120a、120b 相关的生产力水平并为项目经理、机器操作员、维修技师或者可能预订操作员或机器生产力数据的任何其他单位(例如,人力资源部门、操作员培训和鉴定部门等)生成生产力报告。根据一种示例性实施方式,生产力软件可将与机器相关的生产力水平(例如,由特定机器移动的材料量)与为相应机器建立的预定生产力配额进行比较。如果生产力水平小于预定配额,则生成生产力通知并将该通知提供给机器操作员和/或项目经理,指出机器的生产力不足。

[0034] 条件监控系统 140 可以与一个或多个其它后端系统进行数据通信并能够将特定的性能数据分配给这些系统用于进一步分析。例如,条件监控系统 140 可与扭矩评估装置 150 通信地连接并能够向扭矩评估装置 150 提供与机器传动轴相关的性能数据。替代地或附加地,条件监控系统 140 可以与性能模拟装置 160 进行数据通信并能够向性能模拟装置 160 提供性能数据用于进一步分析。虽然扭矩评估装置 150 和性能模拟装置 160 被示出为条件监控系统 140 外部的独立系统,但可以想到扭矩评估装置 150 和/或性能模拟装置 160 可以作为条件监控系统 140 的子系统而被包括。

[0035] 扭矩评估装置 150 可包括能够从条件监控系统 140 接收/收集特定性能数据并根据接收的性能数据确定与一个或多个机器 120a、120b 相关的传动轴扭矩的硬件或软件模块。扭矩评估装置 150 能够根据通过扭矩传感器 121a 收集的性能数据确定传动轴扭矩。替代地或附加地,传动轴扭矩可基于机器的性能数据和已知的设计参数来评估。例如,根据发动机操作速度和操作档位,扭矩评估装置 150 可访问电子查询表并利用查询表估计机器在特定有效载荷时的传动轴扭矩。

[0036] 一旦确定了估计的机器传动轴扭矩,扭矩评估装置 150 就可针对一个或多个机器估计总有效坡度。例如,扭矩评估装置 150 可将总有效坡度(TEG)的值评估作:

$$[0037] \quad TEG = \frac{RP}{GMW} - \frac{MA}{AG} \quad (\text{公式 1})$$

[0038] 其中,RP 指机器轮缘牵引力,GMW 指机器毛重,MA 指机器的加速度,AG 指机器所在地形的实际坡度。机器毛重和机器加速度可利用机载数据监控装置 121 来监控。实际坡度可基于监控的与机器相关的 GPS 数据来评估。例如,实际坡度可以利用从机载 GPS 设备搜集的精确 GPS 数据所获得的纬度、经度和高度来确定。根据一种实施方式,实际坡度可以通过计算位置竖直变化(基于与 GPS 数据相关的高度数据)和位置水平变化(基于与 GPS 数据相关的纬度和经度数据)之间的比来确定。替代地或附加地,实际坡度可利用机载数据监控装置,例如倾斜仪来计算。轮缘牵引力可确定为:

$$[0039] \quad RP = \frac{DAT \times LPTR \times PTE}{TDRR} \quad (\text{公式 2})$$

[0040] 其中,DAT 指施加到机器传动轴的扭矩,LPTR 指下动力传动系减速系数,PTE 指动力传动系的效率,TDRR 指轮胎的动态滚动半径。下动力传动系减速可通过监控轮缘牵引力的实时计算过程中档位的变化来确定。动力传动系效率可基于从机器收集的实时性能数据

来计算。轮胎动态滚动半径可基于监控的轮胎压力、速度和机器毛重来评估。

[0041] 一旦确定了总有效坡度,扭矩评估装置 150 就可确定与一个或多个机器 120a、120b 相关的滚动阻力。滚动阻力值可评估为:

[0042] $RP = TEG - (AG + EL)$ (公式 3)

[0043] 其中,EL 指机器的效率损失。效率损失可被评估为输入功率效率和输出功率效率之间的差,其可以基于在特定发动机操作速度和载荷状况时的经验测试数据来评估。如解释的,实际坡度可基于与收集的 GPS 数据相关的计算来确定和 / 或利用机载倾斜仪来监控。

[0044] 性能模拟装置 160 能够在各种操作或环境条件下模拟机器 120a、120b 的性能。基于模拟的性能结果,性能模拟装置 160 可确定一个或多个机器操作状态(例如,速度、档位选择、发动机 RPM 等)和 / 或运输道路参数(例如,实际坡度、滚动阻力、表面密度、表面摩擦等),以实现机器 120a、120b 和 / 或工作环境 100 的期望性能。

[0045] 性能模拟装置 160 可以是包括部件或机器模拟软件的任何类型的计算系统。模拟软件能够根据从机器的实时操作收集的经验数据建立与机器或其任意构成部件对应的分析模型。一旦建立了模型,性能模拟装置 160 就可在具体的操作条件(例如,载荷状况、环境条件、地形条件、运输路线设计条件等)下分析该模型并根据这些具体条件生成机器的模拟性能数据。

[0046] 根据一种实施方式,性能模拟装置 160 可包括与每个机器 120a、120b 相关的理想设计模型。这些理想模型可被以电子方式模拟以生成理想的性能数据(即,基于设计的(理想操作条件下)机器的性能的数据)。本领域技术人员将会认识到,随着机器的老化,由于正常磨损、应力和 / 或操作过程中对机器的损害,与机器相关的部件可能开始出现非理想的表现。为了提供与这些非理想性一致的更加切实的性能模拟,可以根据从机器 120a、120b 收集的实际性能数据对理想模型进行校订,由此形成相应机器和 / 或其各个部件的实际或经验模型。

[0047] 性能模拟装置 160 还可包括与每个机器 120a、120b 相关的基于实际性能模型。与上面描述的理想设计模型类似,这些基于性能模型可被以电子方式模拟,以预测各种实际操作条件下机器的性能和生产力。但是,与上述的理想模型相反,性能模拟装置可以被构造成基于每个机器独特的具体操作条件生成基于性能模型。性能模拟装置 160 可模拟各种机器操作条件下运输机 120b 的实际模型,以确定与每个模拟条件相关的速度、扭矩输出、发动机状况、燃料消耗率、运输路线完成时间等。替代地或附加地,性能模拟装置 160 能够模拟运输机 120 在与运输道路表面相关的各种物理条件下(例如,坡度水平、摩擦水平、平滑度、密度、硬度、含湿量等)的实际模型,以确认导致一个或多个机器操作在期望的阈值操作范围内的运输道路参数。这样,性能模拟装置 160 可为矿山经营者和运输道路设计者提供根据与待在其上操作的一个或多个机器相关的实际性能数据定制运输道路设计的方案。

[0048] 性能模拟装置 160 能够接收与相应运输道路设计相关的运输道路参数 155。例如,在为预期的矿山环境设计运输道路之前,性能模拟装置 160 可从用户 170 接收一个或多个运输道路参数 155。运输道路参数 155 可包括用来设计运输道路的任何参数,例如运输道路起点(例如矿区)、运输道路终点(例如运输或处理厂)、初始运输道路坡度、初步运输道路路线、运输道路预算、或设计运输道路时由用户 170 限定的任何其它参数。

[0049] 性能模拟装置 160 能够允许使用者在各种运输道路设计条件下对与一个或多个机器对应的理想和 / 或基于性能的软件模型进行模拟。例如,使用与运输机相关的软件模型,性能模拟装置 160 可通过改变运输机面对的总有效坡度和 / 或滚动阻力模拟多个运输道路坡度时运输机的操作。利用上面的公式,性能模拟装置可确定与运输机面对的每个总有效坡度和 / 或滚动阻力值对应的实际坡度并根据与一个或多个运输道路设计相关的道路坡度确认机器性能的趋势。用户 170 可通过确认所模拟的机器性能呈现期望的性能特征所处的百分比坡度来为运输道路设计选择实际坡度。例如,在最小化燃料消耗是优选的矿山环境中,性能模拟装置 160 可确认引起机器消耗最少量燃料的运输道路坡度。替代地和 / 或附加地,在通过延长部件寿命来限制机器保养和维修成本是非常关键的矿山环境中,性能模拟装置 160 可确认在机器的传动系上产生最小量应力和应变的运输道路坡度。

[0050] 除了运输道路坡度外,性能模拟装置 160 还适于模拟其他运输道路条件下的运输机操作。例如,滚动阻力可能受到轮胎和 / 或变速器打滑的影响,这均取决于运输道路表面密度、湿度水平和磨擦。因此,性能模拟装置 160 可通过改变机器面对的滚动阻力水平模拟一个或多个机器的性能,以确认机器的期望的性能水平。

[0051] 一旦确认了期望的机器性能以及与期望的性能相关的滚动阻力值,性能模拟装置 160 可生成符合期望的机器性能和滚动阻力的一个或多个运输道路设计。例如,性能模拟装置 160 可详细说明使得机器满足用于特定运输道路坡度的期望机器性能的特定运输道路表面密度、磨擦以及用于运输道路坡度的最大许可湿度水平。这些参数可根据机器的期望坡度水平来调节。因此,随着坡度水平的增加并由此增加了轮胎和 / 或变速器打滑的可能性,可以调节运输道路表面密度、磨擦以及最大许可湿度水平以补偿坡度水平的增加。

[0052] 性能模拟装置 160 能够确定不同运输道路设计之间的成本 / 收益关系。例如,增加运输道路坡度可以减少运输道路的需求长度,从而潜在地降低运输道路施工和保养成本。然而,增加运输道路坡度可造成机器保养和维修成本增加,因为增加的应力和应变可施加到机器传动系。此外,由于在更陡的坡度上轮胎和 / 或变速器打滑会更加频繁,由运输道路的长度减小带来的运输道路施工成本的节省被与帮助减少打滑而进行的运输道路调节(例如,通过增加运输道路表面密度、增加运输道路排水来限制土壤中的过量湿度等)相关的成本增加抵消了。性能模拟装置 160 可编辑与每个不同的运输道路设计相关的潜在成本 / 收益。

[0053] 性能模拟装置 160 还可包括诊断和 / 或预后模拟工具,其模拟实际机器模型(即,从实际机器数据得出或形成的模型)以预测部件失效和 / 或估计机器的特定部件或子系统的剩余寿命。例如,基于与发动机和 / 或变速器相关的性能数据,性能模拟装置 160 可预测发动机、传动系、差速器或者机器的其它部件或子系统的剩余寿命。因此,性能模拟装置 160 可预测一个或多个运输道路参数的改变会如何影响一个或多个这些部件的寿命。例如,性能模拟装置 160 可评估如果特定的运输道路区段的坡度减少 1.5%,由此降低发动机、变速器和 / 或传动系上的应变,则传动系的剩余寿命可增加 1.5%。性能模拟装置 160 可周期性地向矿山经营者、项目经理、机器操作者和 / 或工作环境 100 的维护部门报告该数据。

[0054] 根据一种示例性实施方式,条件监控系统 140 和 / 或性能模拟装置 160 的一个或多个可被构造成监控与运输路线的部分相关的性能数据的趋势。例如,性能模拟装置 160 可被构造成监控与操作在运输路线上的一个或多个机器相关的实时总有效坡度。利用精确

的 GPS 数据,性能模拟装置 160 可在收集总有效坡度数据时使实时的总有效坡度数据与机器的特定位置相关。性能模拟装置 160 可被构造成确认监控的总有效坡度数据的趋势并将这些趋势与运输路线的特定部分关联起来,以确认可能不必要地限制一个或多个机器性能的运输路线的潜在问题。

[0055] 根据另一实施例,性能模拟装置 160 可被构造成通过确定运输路线操作过程中机器 120a、120b 何时执行过多的档位改变来检测由于运输道路条件引起的与一个或多个机器 120a、120b 相关的性能缺陷。性能模拟装置 160 可被构造成对应于运输路线的特定部分,监控并记录与一个或多个机器 120a、120b 相关的档位改变(例如,调低档位、调高档位等)数。性能模拟装置 160 可被构造成计算与一个或多个运输路线区段相关的平均档位改变数。性能模拟装置 160 可确认平均档位改变数超过可接受阈值水平的运输路线区段,用于进一步进行模拟和/或分析。

[0056] 性能模拟装置 160 可被构造成输出性能模拟的结果和/或运输道路设计数据。例如,性能模拟装置 160 可经由与条件监控系统 140 相关的显示器 147 输出性能模拟结果和/或运输道路设计数据。替代地和/或附加地,性能模拟装置 160 可生成与工作环境 100 相关的运输道路设计概要 165。运输道路设计概要 165 可包括与模拟过程中使用的不同总有效坡度水平和/或滚动阻力值对应的性能模拟结果。运输道路设计概要 165 还可包括性能模拟装置 160 编辑的每个运输道路设计的任何成本/收益数据。成本/收益数据可基于历史数据或从先前的运输道路设计项目收集的数据。性能模拟装置 160 可被构造成将运输道路设计概要 165 分配给一个或多个用户 170。

[0057] 性能模拟装置 160 可向运输路线设计数据的一个或多个指定的用户 170 提供运输道路设计概要 165。用户 170 可包括例如像项目经理、矿山所有者的运输道路设计客户或者被指定接收运输道路设计概要 165 的任何其它人或单位。

[0058] 可以想到,条件监控系统 140、扭矩评估装置 150 和/或性能模拟装置 160 的一个或多个可作为单个、集成的软件包或硬件系统被包括。替代地或附加地,这些系统可体现为能够相互作用或相互协作以促进一个或多个其它系统操作的独立存在的模块。例如,尽管扭矩评估装置 150 被说明和描述为与性能模拟装置 160 分开的独立存在的系统,但可以想到扭矩评估装置 150 可作为能够操作在与性能模拟装置 160 一样的计算机系统上的软件模块被包括。

[0059] 与公开的实施方式一致的过程和方法提供了一种交互式方案,其利用与机器性能模拟软件连接的工地的数据收集能力,根据待在运输道路上操作的一个或多个机器的性能来设计运输道路。当前公开的运输道路设计系统可提供允许矿山经营者根据特定的期望设计优先级以及待在运输道路上操作的机器的具体操作特性来定制运输道路设计的方案。结果,采用这里描述的系统和方法的矿山经营者可修改运输道路设计以更加有效地满足具体的机器性能和运输路线生产力目标。图 3 和图 4 分别示出了流程图 300 和 400,其各自描绘了一种可利用运输道路管理系统 135 实施的用于运输道路设计的示例性方法。

[0060] 图 3 示出了描绘用于根据机器性能设计运输道路的一种示例性方法的流程图 300。该方法可以在收到来自用户 170 的运输道路参数 155 时开始(步骤 310)。根据一种实施方式,性能模拟装置 160 可提供允许用户 170 输入或限定一个或多个运输道路参数的接口。性能模拟装置 160 可提供图形界面,该图形界面包括可由使用者选择的一个或多个

常用运输道路设计参数的互动清单。如上所述,运输道路参数可包括与运输道路的设计相关的任何期望参数。运输道路参数的非限制性示例包括与运输道路起点或终点相关的 GPS 坐标、初始运输道路坡度、初步运输道路路线和 / 或长度、运输道路预算、与一个或多个机器相关的运输道路完成时间、或者在设计运输道路中可由用户 170 限定的任何其他参数。

[0061] 性能模拟装置 160 可被构造成根据用户 170 提供的初始运输道路参数生成初始运输道路设计。例如,根据与运输道路起点和终点相关的 GPS 数据,性能模拟装置 160 可生成初始运输道路设计。该初始运输道路设计可包括初始运输道路坡度、路线、长度、表面密度、土壤湿度水平、平均操作速度等。该初始运输道路设计可用作运输道路设计模拟的起点。

[0062] 一旦限定了一个或多个期望的运输道路参数,就可确认操作在运输道路上的至少一种机器(步骤 320)。例如,性能模拟装置 160 可提示使用者从矿山环境中通常操作的机器列表中选择要操作在运输道路上的机器的种类和数量。替代地,性能模拟装置 160 可允许用户 170 通过上传与待操作在运输道路上的一个或多个机器相关的性能数据来确认一个或多个机器。

[0063] 性能模拟装置 160 可提示使用者为待操作在运输道路上的至少一个机器中的每个机器选择至少一个目标操作参数(步骤 330)。这里使用的术语目标操作参数是指其值可建立为用于分析性能模拟结果的基准的任何机器或运输道路参数。例如,目标操作参数可包括燃料消耗水平、温室气体排放水平、路线完成时间、部件寿命、滚动阻力、总效率坡度、发动机速度或者机器对地速度中的一个或多个。根据一种实施方式,性能模拟装置 160 可向用户 170 提供与每个机器相关的性能参数的列表。用户 170 可选择该机器的一个或多个性能参数,由此指定所选的参数为性能模拟装置 160 中的目标参数。用户 170 可为每个指定的目标参数建立可接收的阈值范围。这些目标参数和相关的阈值范围可被性能模拟装置 160 用作机器性能模拟过程中的指定收敛点,以指示已经满足了机器或运输道路的期望性能条件。例如,使用者可指定燃料消耗为目标操作参数并为在运输道路上操作期间的机器的燃料消耗规定可接收的阈值范围。因此,性能模拟装置 160 可反复模拟机器性能并调节运输道路设计参数,直到选择的运输道路参数使得预测的燃料消耗率落入可接受的阈值范围内。

[0064] 一旦建立了目标参数及与目标参数相关的阈值范围,性能模拟装置 160 就可对被选择在运输道路上操作的机器的性能进行模拟并预测与每个目标操作参数对应的操作值(步骤 340)。按照上面的实施例,性能模拟装置 160 可对初始运输道路设计参数下的一个或多个机器的性能进行模拟并预测与待在运输道路上操作的每个机器相关的燃料消耗率。

[0065] 性能模拟装置可将预测的操作值与目标操作参数进行比较,以确定运输道路设计参数是否有助于实现机器和 / 或运输路线的期望性能(步骤 350)。具体地,如果与每个目标操作参数对应的预测操作值处于用户 170 限定的阈值范围内,表明选择的运输道路参数符合使用者限定的性能参数,性能模拟装置 160 可向用户 170 提供模拟的性能结果和 / 或运输道路参数(步骤 355)。

[0066] 另一方面,如果与目标操作参数对应的预测操作值未落入指定的阈值范围,则表明运输道路设计参数并不满足使用者限定的性能指导方针,性能模拟装置 160 可调节一个或多个运输道路设计参数(步骤 360)。根据一种示例性实施方式,性能模拟装置 160 可包括从以往模拟辨认趋势并自动地确定哪个运输道路参数可能对满足期望的性能基准具有

最大影响的自适应收敛软件。一旦调节了运输道路参数,过程可继续进行到步骤 340 来对调节的运输道路设计参数下的机器的操作重新进行模拟。可以想到,步骤 340-360 可以重复,直到满足与使用者限定的目标参数相关的性能要求。

[0067] 图 4 示出了描述用于根据与待在运输道路上操作的一个或多个机器相关的实际性能数据确定与运输道路相关的实际坡度的示例性方法的流程图 400。该方法可包括为至少一个机器限定目标操作参数(步骤 410)。如上面提到的,性能模拟装置 160 可为用户 170 提供与特定机器相关的操作参数的列表。性能模拟装置 160 可检测由用户 170 选择的一个或多个操作参数并将这些参数指定为目标操作参数。性能模拟装置 160 还可提示用户 170 限定与每个目标操作参数相关的阈值范围。

[0068] 一旦限定了目标操作参数和对应的阈值范围,就可对至少一个机器的性能进行模拟(步骤 420)。根据一种示例性实施方式,性能模拟装置 160 可通过改变赋予所述至少一个机器的总有效坡度来对其性能进行模拟并监控每个模拟的总有效坡度值时的机器性能。

[0069] 性能模拟装置 160 可根据模拟为目标操作参数生成预测操作值(步骤 430)。例如,如果用户 170 指定机器传动系寿命作为目标操作参数,则性能模拟装置 160 可根据相应机器的模拟性能为所述至少一个机器预测传动系寿命。

[0070] 性能模拟装置 160 可确认使得预测的操作值落入目标操作参数的阈值范围内的总有效坡度值(步骤 440)。按照上面的实施例,性能模拟装置 160 可确认使得传动系寿命落入用户 170 限定的阈值寿命范围内的总有效坡度值。

[0071] 一旦确认了可接受的总有效坡度值,性能模拟装置 160 就可确定/计算与总有效坡度值对应的实际坡度值(步骤 450)。例如,利用公式 1,可以为给定的总有效坡度、机器重量、机器加速度和轮缘牵引力确定/计算实际坡度。性能模拟装置 160 可接着生成运输道路设计概要 165 并将该设计概要提供给一个或多个用户 170(步骤 460)。如解释的,运输道路设计概要 165 可包括在多个总有效坡度值下模拟的机器性能以及与每个总有效坡度值相关的实际坡度数据。

[0072] 工业实用性

[0073] 与公开的实施方式相关的方法和系统提供了用于根据具体的由使用者限定的运输道路参数和性能目标设计运输道路的方案。这里描述的系统和方法还允许使用者通过对基于性能的机器模型进行模拟来测试提出的运输道路修改,以确定运输道路设计对机器性能的影响。采用这里描述的过程和特征的工作环境提供了一种使使用者能够限定运输道路参数并根据运输道路参数和实际的机器性能数据有效地形成运输道路设计的系统。结果,每个运输道路设计可根据待在运输道路上操作的具体机器的性能来修改以适应用户的具体机器性能目标。

[0074] 尽管所公开的实施方式是关于提高矿山环境中的运输道路条件进行描述的,但它们可应用于根据待在其上操作的机器性能设计路面是有利的任何环境。根据一种实施方式,当前公开的用于提高运输道路条件的系统和方法可被实施为所连接的工地环境的一部分,其监控与机群相关的性能数据并诊断群中机器的潜在问题。结果,这里描述的系统和方法提供了一种用于监控一个或多个机器的性能并根据待在运输道路上操作的具体机器的性能设计运输道路的集成系统。

[0075] 当前公开的用于设计运输道路的系统和方法可具有很多优点。例如,这里描述的

系统和方法提供了根据与待操作在运输道路上的一个或多个机器相关的性能数据自动地生成并测试运输道路设计的方案。结果,该运输道路设计可被具体地修改以实现待在其上操作的一个或多个机器的高效性能。

[0076] 此外,当前公开的运输道路设计系统可具有极大的成本优势。例如,通过根据设计的运输道路参数对一个或多个机器的性能进行模拟,当前公开的系统使使用者能够在开始建设运输道路之前确保做出的设计满足目标性能要求,而一旦开始建设运输道路,设计的修改就会极大地增加建设成本和延迟。

[0077] 本领域技术人员可以认识到对本发明的用于设计运输道路的系统的方法可以进行多种修改和变型,而不超出本发明的范围。通过考虑本发明的说明书和实践,本发明的其他实施方式对本领域技术人员来说是清楚的。说明书和实施例应当被考虑为仅是示例性的,本发明的真正范围由权利要求书及其等同范围指出。

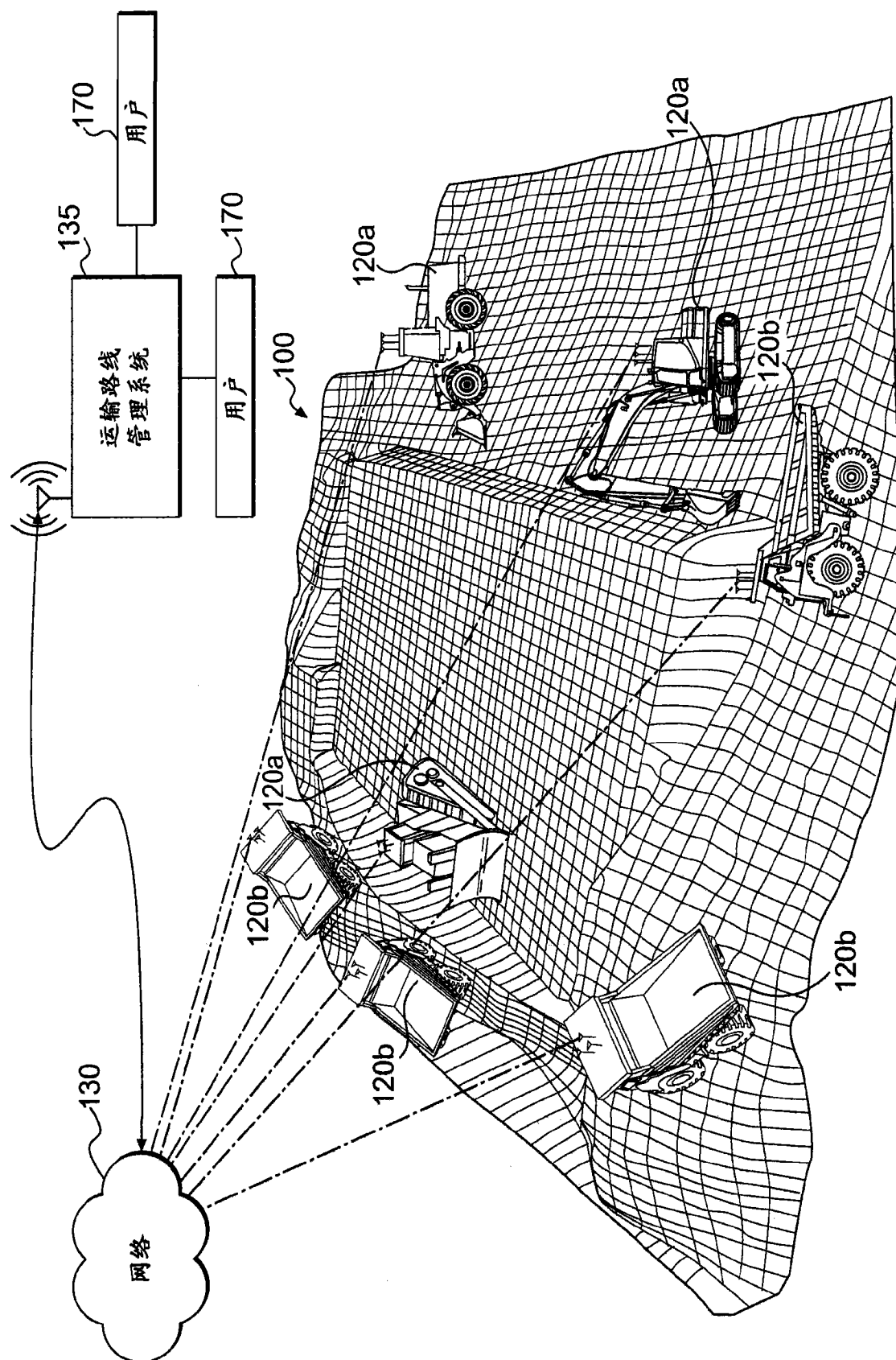


图 1

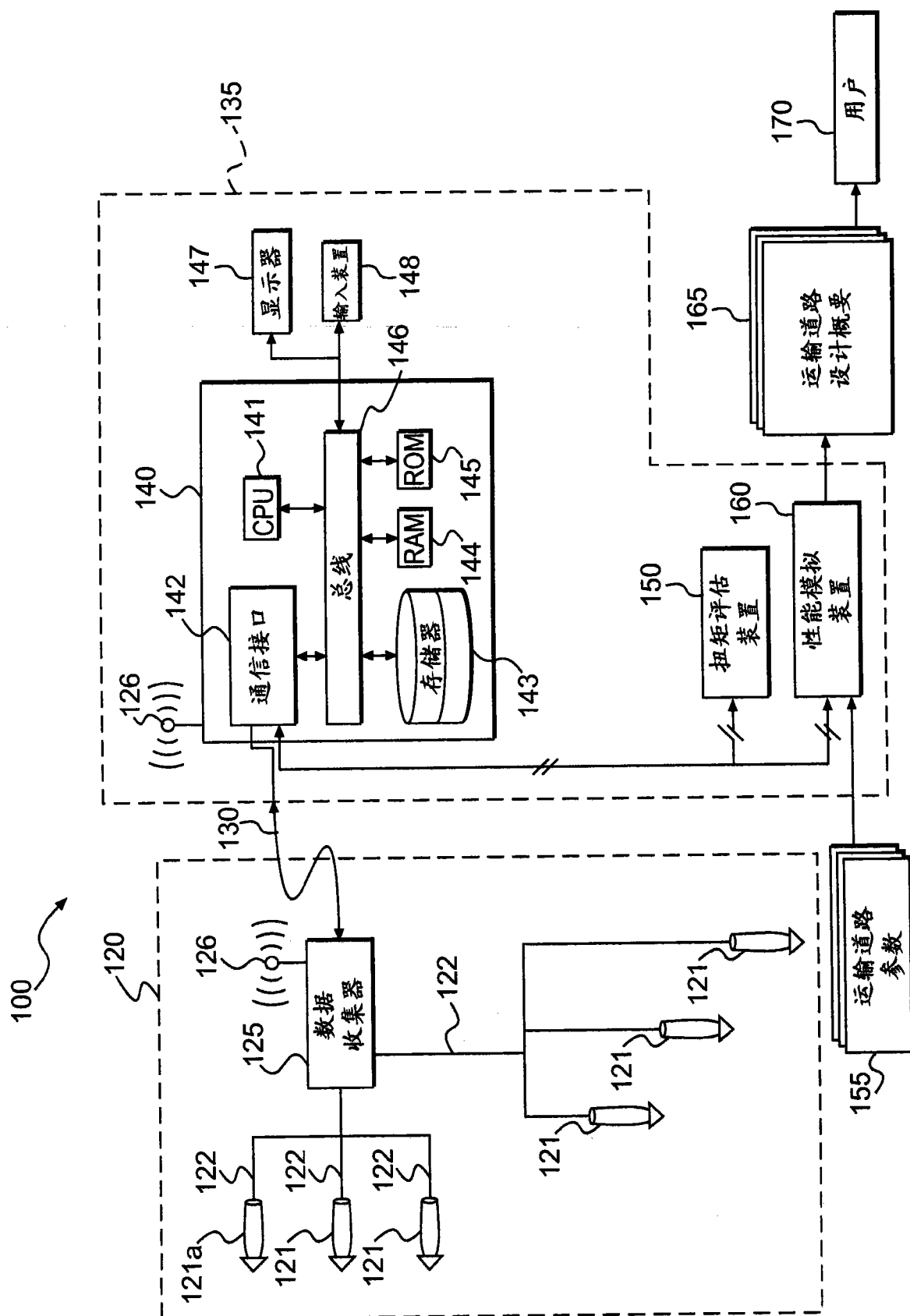


图 2

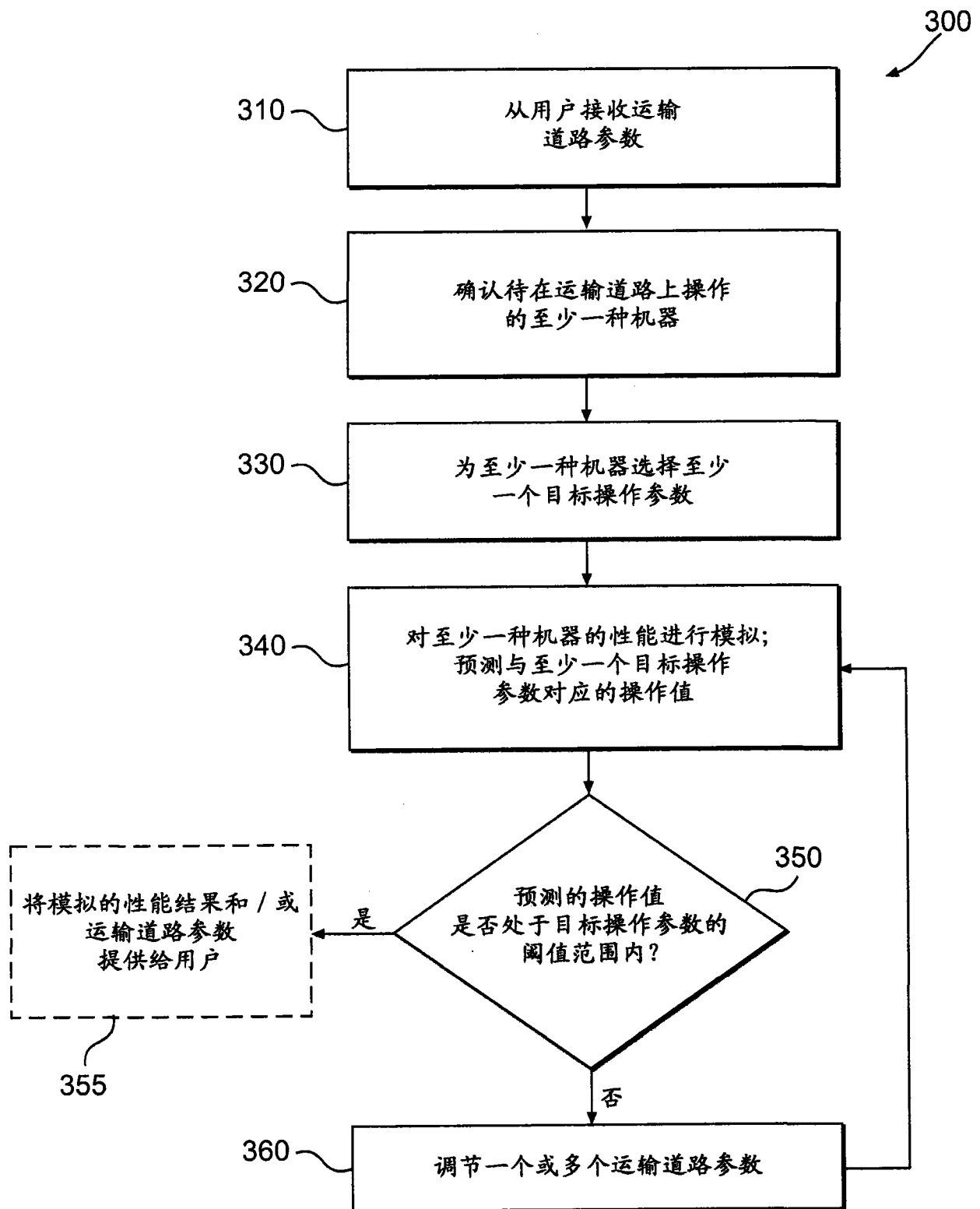


图 3

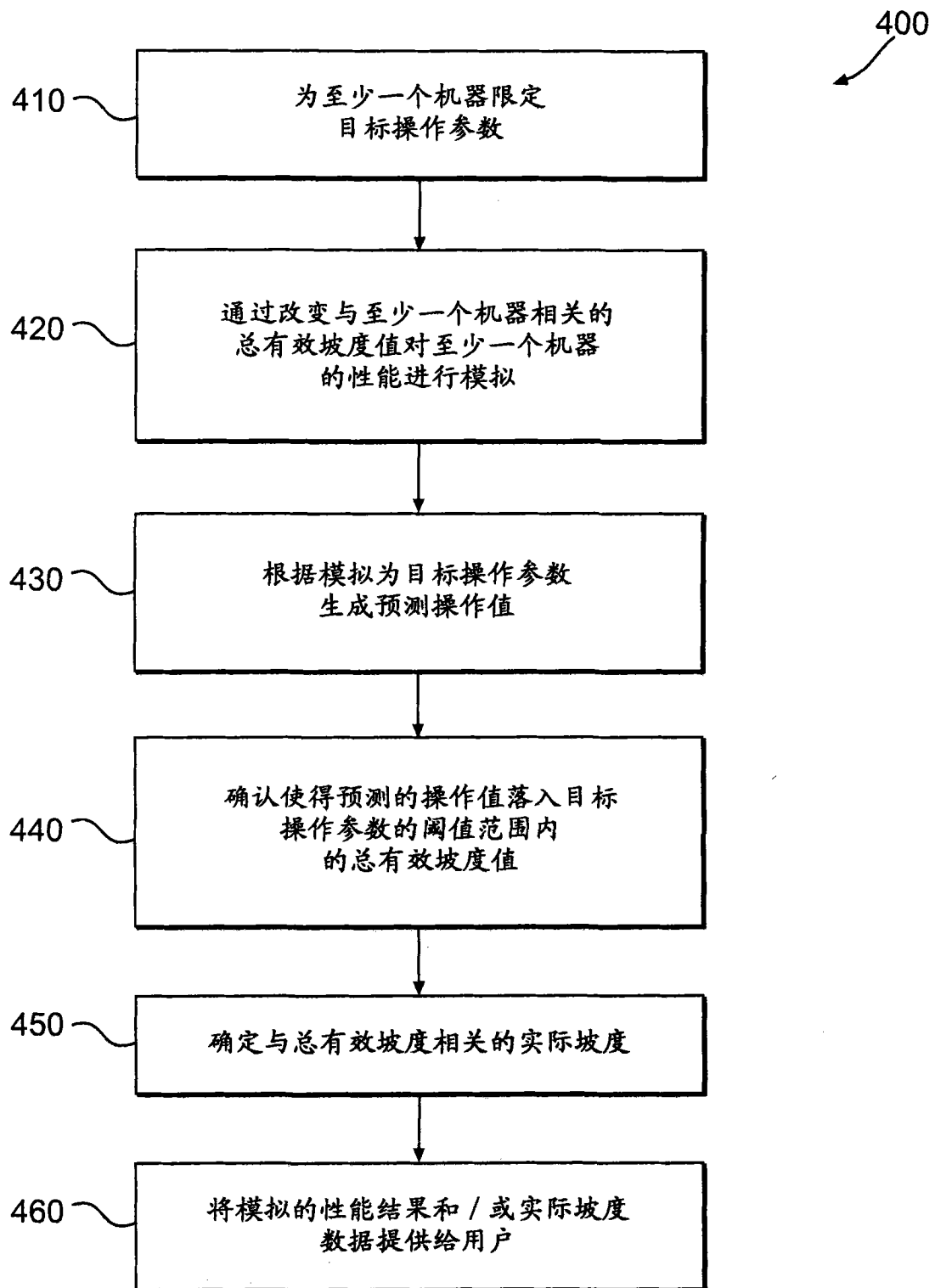


图 4