



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104093957 B

(45)授权公告日 2016.11.16

(21)申请号 201380006174.2

(22)申请日 2013.01.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104093957 A

(43)申请公布日 2014.10.08

(30)优先权数据

61/588,907 2012.01.20 US

13/438,026 2012.04.03 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.07.21

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/021508 2013.01.15

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/109512 EN 2013.07.25

(73)专利权人 卡特彼勒公司

地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 G·S·彼得森 R·安德森

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 苏娟 朱利晓

(51)Int.Cl.

F02D 29/02(2006.01)

F02D 45/00(2006.01)

F02D 41/04(2006.01)

(56)对比文件

US 6782868 B1, 2004.08.31,

JP 2010159722 A, 2010.07.22,

CN 1898471 A, 2007.01.17,

WO 2009145706 A1, 2009.12.03,

CN 101858264 A, 2010.10.13,

US 2009319136 A1, 2009.12.24,

审查员 向启雄

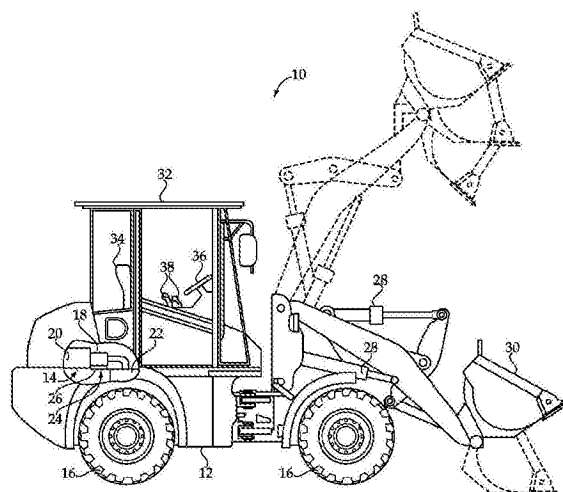
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

用于控制发动机转矩载荷的系统和方法

(57)摘要

一种机器(100)包括与内燃发动机(20)驱动地联接的多个转矩消耗装置(46)。所述多个转矩消耗装置(46)包括联接内燃发动机(20)和地面接合元件(16)的无级变速器(14)。电子控制器(52)与内燃发动机(20)和多个转矩消耗装置(46)连通并能够执行转矩载荷控制算法以至少部分基于发动机降低速度值产生转矩载荷限制。电子控制器(52)识别潜在发动机停转事件和执行瞬态转矩载荷控制算法以响应于潜在发动机停转事件的识别调节转矩载荷限制(58, 59, 63, 64), 在发动机停转事件期间, 内燃发动机(20)的当前发动机速度(55, 60)降到发动机降低速度值(57, 62, 114, 124, 134, 144, 154, 164)以下一预定量。



1. 一种机器(10),包括:

内燃发动机(20);

多个地面接合元件(16);

与内燃发动机(20)驱动地联接的多个转矩消耗装置(46),其中所述多个转矩消耗装置(46)包括联接内燃发动机(20)和地面接合元件(16)的无级变速器(14);和

电子控制器(52),其与内燃发动机(20)和多个转矩消耗装置(46)连通,其中,电子控制器(52)能够:

至少部分基于发动机降低速度值(57,62,114,124,134,144,154,164)执行转矩载荷控制算法以产生转矩载荷限制(58,59);

识别潜在发动机停转事件,此事件期间,内燃发动机(20)的当前发动机速度(55,60)降到发动机降低速度值(57,62,114,124,134,144,154,164)以下一预定量;和

执行瞬态转矩载荷控制算法以响应于潜在发动机停转事件的识别调节转矩载荷限制(58,59,63,64)。

2. 如权利要求1所述的机器(10),其中,电子控制器(52)还能够:

基于发动机降低速度值(57,62,114,124,134,144,154,164)和无级变速器(14)的实际齿轮比(61,116,126,136)确定动态触发速度阈值(112);

将当前发动机速度(55,60)与动态触发速度阈值(112)比较;和

如果当前发动机速度(55,60)小于动态触发速度阈值(112),执行瞬态转矩载荷控制算法。

3. 如权利要求2所述的机器(10),其中,电子控制器(52)还能够:

基于发动机降低速度值(57,62,114,124,134,144,154,164)和实际齿轮比(61,116,126,136)确定动态步进速度阈值(122),其中动态步进速度阈值(122)小于动态触发速度阈值(112);和

将当前发动机速度(55,60)与动态步进速度阈值(122)比较;

其中,如果当前发动机速度(55,60)小于动态步进速度阈值(122),瞬态转矩载荷控制算法将转矩载荷限制(58,59,63,64)减小到零或负值。

4. 如权利要求3所述的机器(10),其中,电子控制器(52)还能够:

基于发动机降低速度值(57,62,114,124,134,144,154,164)和实际齿轮比(61,116,126,136)确定动态恢复速度阈值(132),其中动态恢复速度阈值(132)大于动态触发速度阈值(112)和动态步进速度阈值(122);和

将当前发动机速度(55,60)与动态恢复速度阈值(132)比较;

其中,如果当前发动机速度(55,60)大于动态恢复速度阈值(132),瞬态转矩载荷控制算法增加转矩载荷限制(58,59,63,64)。

5. 如权利要求2所述的机器(10),其中,电子控制器(52)还能够从电子地存储的触发速度映射(110)选择动态触发速度阈值(112),其中电子地存储的触发速度映射(110)包括与发动机降低速度值(57,62,114,124,134,144,154,164)和实际齿轮比(61,116,126,136)映射的动态触发速度阈值(112),其中电子地存储的触发速度映射(110)中的动态触发速度阈值(112)随着发动机降低速度值(57,62,114,124,134,144,154,164)减小和实际齿轮比(61,116,126,136)增加更少地从对应的发动机降低速度值(57,62,114,124,134,144,154,

164)偏离。

6.一种控制机器(10)的内燃发动机(20)的发动机转矩载荷的方法,该机器(10)包括与内燃发动机(20)驱动地联接的多个转矩消耗装置(46),其中所述多个转矩消耗装置(46)包括联接内燃发动机(20)和机器(10)的地面接合元件(16)的无级变速器(14),所述方法包括:

至少部分基于发动机降低速度值(57,62,114,124,134,144,154,164)产生转矩载荷限制信号(58,59);

基于转矩载荷限制信号(58,59)控制内燃发动机(20)和所述多个转矩消耗装置(46)的至少一个以调整内燃发动机(20)上的发动机转矩载荷;

感测内燃发动机(20)的当前发动机速度(55,60);

识别潜在发动机停转事件,此事件期间,内燃发动机(20)的当前发动机速度(55,60)降到发动机降低速度值(57,62,114,124,134,144,154,164)以下一预定量;和

响应于潜在发动机停转事件的识别调节转矩载荷限制信号(58,59)以产生调节的转矩载荷限制信号(63,64);和

基于调节的转矩载荷限制信号(63,64)控制内燃发动机(20)和所述多个转矩消耗装置(46)的至少一个以调整内燃发动机(20)上的发动机转矩载荷。

7.如权利要求6所述的方法,其中,潜在发动机停转事件在当前发动机速度(55,60)降到动态触发速度阈值(112)以下时识别,其中动态触发速度阈值(112)基于发动机降低速度值(57,62,114,124,134,144,154,164)和无级变速器(14)的实际齿轮比(61,116,126,136)。

8.如权利要求7所述的方法,其中,在当前发动机速度(55,60)降到动态触发速度阈值(112)以下时,调节的转矩载荷限制信号(63,64)对应于零或负值,其中动态步进速度阈值(122)基于发动机降低速度值(57,62,114,124,134,144,154,164)和无级变速器(14)的实际齿轮比(61,116,126,136),其中动态步进速度阈值(122)小于动态触发速度阈值(112)。

9.如权利要求8所述的方法,其中,在当前发动机速度(55,60)增加到动态恢复速度阈值(132)以上时,调节的转矩载荷限制信号(63,64)增加,其中动态恢复速度阈值(132)基于发动机降低速度值(57,62,114,124,134,144,154,164)和实际齿轮比(61,116,126,136),其中动态恢复速度阈值(132)大于动态触发速度阈值(112)和动态步进速度阈值(122)。

10.如权利要求9所述的方法,其中,调节的转矩载荷限制信号(63,64)以随着发动机降低速度值(57,62,114,124,134,144,154,164)增加而增加的速率增加。

用于控制发动机转矩载荷的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明整体涉及用于控制具有无级变速器的机器中的发动机转矩载荷的系统和方法,更具体地涉及用于调节潜在在发动机停转事件期间的转矩载荷限制的控制系统和方法。

背景技术

[0002] 包括例如像装载机、平地机、挖掘机和推土机的非高速路机器的许多机器利用从例如内燃发动机的主功率源接收功率的多个装置和/系统。例如,许多机器通常包括被发动机驱动的泵,其提供高压流体以操作机器的执行系统。特别是,装载机可使用高压流体来运动与装载机的铲斗相关的致动器。另外,许多机器利用无级变速器,其使用由发动机驱动的泵以提供高压流体从而驱动机器的例如轮的地面接合元件。随着这些由发动机供能的系统所需的功率增加,发动机的速度会开始减小。如果发动机速度降到阈值以下,发动机容易停转。

[0003] 通过对机器操作设置限制使得发动机速度不降到阈值速度以下,可避免和/或减少发动机停转。例如,Anderson等人的美国专利申请公开文件No.2009/0319136教导一种计算转矩载荷限制和控制发动机转矩的分配以将发动机速度保持在降低速度值以上并由此减少停转的系统和方法。虽然Anderson等人的参考文件可充分减少大部分机器操作期间的发动机停转,但具有仍会发生发动机停转的一些操作情境或条件,包括高瞬态载荷条件。

[0004] 本发明旨在解决上述的一个或多个问题或事项。

发明内容

[0005] 一方面,一种机器包括与内燃发动机驱动地联接的多个转矩消耗装置。所述多个转矩消耗装置包括联接内燃发动机和多个地面接合元件的无级变速器。电子控制器与内燃发动机和多个转矩消耗装置连通并能够至少部分基于发动机降低速度值执行转矩载荷控制算法以产生转矩载荷限制。电子控制器识别潜在在发动机停转事件并响应于潜在在发动机停转事件的识别执行瞬态转矩载荷控制算法以调节转矩载荷限制,在发动机停转事件期间,内燃发动机的当前发动机速度降到发动机降低速度值以下一预定量。

[0006] 另一方面,一种用于由机器的控制系统使用的计算机可读介质具有用于执行控制发动机转矩载荷的可执行指示。该方法包括执行转矩载荷控制算法以至少部分基于发动机降低速度值产生转矩载荷限制信号的步骤。该方法还包括识别潜在在发动机停转事件并响应于潜在在发动机停转事件的识别执行瞬态转矩载荷控制算法以调节转矩载荷限制,在发动机停转事件期间,内燃发动机的当前发动机速度降到发动机降低速度值以下一预定量。

[0007] 在又一方面,一种控制内燃发动机的发动机转矩载荷的方法包括至少部分基于发动机降低速度值产生转矩载荷限制信号和基于转矩载荷限制信号控制内燃发动机和与内燃发动机驱动联接的所述多个转矩消耗装置的至少一个以调整内燃发动机上的发动机转矩载荷的步骤。该方法还包括感测内燃发动机的当前发动机速度和识别潜在在发动机停转事

件,此事件期间,内燃发动机的当前发动机速度降到发动机降低速度值以下一预定量。响应于潜在发动机停转事件的识别调节转矩载荷限制信号以产生调节的转矩载荷限制信号和基于调节的转矩载荷限制信号控制内燃发动机和所述多个转矩消耗装置的至少一个以调整内燃发动机上的发动机转矩载荷。

附图说明

[0008] 图1是根据本发明的具有无级变速器的机器的侧示意图;

[0009] 图2是图1的机器的控制系统示意,包括根据本发明的示例性实施方式的示例性转矩产生装置和转矩消耗装置;

[0010] 图3是根据本发明的一方面的对应于示例性转矩载荷控制算法的示例性控制系统逻辑;

[0011] 图4是根据本发明的另一方面的对应于示例性瞬态转矩载荷控制算法的示例性控制系统逻辑;

[0012] 图5是根据本发明的另一方面的用于根据示例性瞬态转矩载荷控制算法控制发动机转矩载荷的方法的一种实施方式的逻辑流程图;

[0013] 图6是根据本发明的另一方面的将触发速度阈值与发动机降低速度值联系起来的示例性触发速度映射;

[0014] 图7是根据本发明的另一方面的将步进速度阈值与发动机降低速度值和实际齿轮比联系起来的示例性步进速度映射;

[0015] 图8是根据本发明的另一方面的将恢复速度阈值与发动机降低速度值和实际齿轮比联系起来的示例性恢复速度映射;

[0016] 图9是根据本发明的另一方面的将最大速率限制值与发动机降低速度值联系起来的示例性速率限制表;

[0017] 图10是根据本发明的另一方面的将驱动系统转矩载荷限制的递增速率限制值与发动机降低速度值联系起来的示例性速率限制表;和

[0018] 图11是根据本发明的另一方面的将执行系统转矩载荷限制的递增速率限制值与发动机降低速度值联系起来的示例性速率限制表。

具体实施方式

[0019] 图1中总体显示了机器10的一种示例性实施方式。机器10可以是所示的轮式装载机,或者是具有无级变速器的任何其他非高速路或高速路车辆。虽然本申请能够广泛地应用于具有无级变速器的任何机器,但显示了具有静液压驱动系统的机器。这样,机器10也可在这里称为静液压驱动机器或者更具体地称为静液压驱动轮式装载机。在所示的实施方式中,机器10通常包括框架12,其具有支承于上面的用于驱动机器10的例如轮(未显示)的地面接合元件16的静液压驱动系统14。这里提出的用于控制发动机转矩载荷的策略能够广泛地应用于具有任何无级变速器的机器,因此应当认识到,提供的具体实施方式仅仅用于示例目的。

[0020] 静液压驱动系统14通常可包括由原动机驱动的至少一个泵18,例如液压泵,原动机例如机器10的压缩或火花点火的内燃发动机20或电马达。泵18可被构造成驱动例如一组

或多组液压马达的至少一个马达22,其继而为机器10的地面接合元件16供能。泵18和马达22的每一个可提供可变排量,使得静液压驱动系统14的部件之间的流体流量可在机器10运行时被调节。结果,地面接合元件16或者轮的方向、速度和转矩可持续地改变。

[0021] 机器10还可包括执行系统24,其包括至少一个泵26,例如液压泵,也通过内燃发动机20驱动。如应当认识的,泵26可产生沿着包括控制缸28的流体回路循环的加压流体,以实现机器10的例如铲斗的执行器30的希望运动。应当认识,执行系统24可包括本领域已知的附加部件,例如像流体容器、附加的泵、电子致动的阀、过滤器、传感器等以促进希望的操作。这里提出的发动机转矩载荷控制策略能够广泛地应用于具有各种各样的发动机载荷的机器,因此,执行系统24仅仅出于示例性目的提供。

[0022] 操作者控制站32也可支承在框架12上并可包括可由机器10的操作者使用的各种各样的控制和装置。例如,操作者控制站32可包括已知的装置,例如座位组件34、转向装置36和一个或多个机器操作控制器38。根据一种具体例子,可设置第一机器操作控制器38以控制机器10的方向运动,同时可设置第二机器操作控制器38以控制执行器30的操作。操作者控制站32可包括附加的机器控制器,例如用于控制发动机速度、齿轮比、边缘拉力等的控制器。

[0023] 应当认识到,内燃发动机20被构造成燃烧一个或多个燃烧室中的燃料以使活塞在相应的室内往复。每个活塞经过连杆连接到公共的曲轴,使得活塞的往复运动导致曲轴转动。因此,活塞的线性运动转换成转动运动,其可输送到输出40,输出可包括转动轴。除了内燃发动机20,机器10可包括多个另外的转矩产生装置42或系统,其被构造成使输出40转动,如图2所示。例如,辅助内燃发动机44和/或任何其他合适的功率源也可被构造成产生、存储、积蓄和/或分配转矩。像内燃发动机20一样,一个或多个附加装置可操作地联接到输出40,使得它们帮助转动输出40。

[0024] 仍参考图2,机器10还可包括一个或多个转矩消耗装置46。转矩消耗装置46可包括机器10的被构造成将输入(例如来自输出40的转矩)变换成输出(例如地面接合装置16、执行器30和/或机器10的状态的任何其他改变)的任何装置或系统。例如,转矩消耗装置46可具体包括上面参考图1描述的驱动系统14和执行系统24。特别是,内燃发动机20可提供用来操作驱动系统14的泵18和执行系统24的泵26的输出转矩。附加地和/或替代地,驱动地联接到内燃发动机20的转矩消耗装置46也能够应用于这里提供的发动机转矩载荷控制策略。

[0025] 控制系统50可包括被构造成控制机器10的操作的至少一个电子控制器52。虽然描述了单个电子控制器52,但应当认识到控制系统50可包括多个电子控制器。例如,可设置附加的电子控制器以控制机器10的不同子系统。这样,控制系统50的每个电子控制器可被构造成横向和/或以分级的方式通信。因此,应当认识到可以想到从简单到复杂的多样的控制系统与本发明一起使用。

[0026] 电子控制器52可以是标准设计并可包括例如中央处理单元的处理器52a、存储器52b和/或便于电子控制器52内部和外部通信的输入/输出回路。处理器52a可通过执行例如像存储在存储器52b中的计算机可读程序代码控制电子控制器52的操作,其中操作可在电子控制器52内部或外部地开始。可利用经由输入/输出回路监视系统或装置的输出的控制方案(一个例子在下面提供)以控制到各种其他系统或装置的输入,例如传感器、致动器或控制单元。

[0027] 存储器52b可包括临时存储区域,例如缓存、虚拟存储器或者随机存取存储器,或者永久存储区域,例如只读存储器、可去除驱动、网络/互联网存储、硬驱动、闪存、存储棒或者任何其他已知的不稳定或稳定的数据存储装置。这种装置可位于电子控制器52的内部或外部。本领域技术人员将认识,利用类似部件以便控制机器10的部件或子系统的任何基于计算机的系统或装置适合与本发明一起使用。

[0028] 如图所示,电子控制器52可经由通信线路53与转矩产生装置42、输出40和转矩消耗装置46通信。例如,电子控制器52可与内燃发动机20通信以控制其速度,例如通过经由通信线路53发送控制指令以控制到内燃发动机20的燃料供应。发动机速度可至少部分基于一个或多个机器操作控制器38的位置调节。应当认识到,电子控制器52还可接收来自各种传感器或装置的输入,从而监视内燃发动机20的操作条件。用于控制内燃发动机20的操作的这种装置和部件是已知的,因此这里不再详细讨论。

[0029] 电子控制器52还可与可变排量泵18和可变排量马达22通信。更具体地,例如,电子控制器52可与可变排量泵18通信以调节其旋转斜盘角度,从而得到上述的可变排量。根据一种实施方式,泵排量螺线管、例如比例螺线管可设置用于改变旋转斜盘角度和控制流体流动方向。但是,用于调节排量和流体流动的各种部件是已知的并且可并入本发明。因此,电子控制器52可经由有线或无线通信线路53发出泵排量指令和/或附加指令到可变排量泵18以有效地控制可变排量泵18的排量和流体流动方向。类似地,电子控制器52可与可变排量马达22通信以调节马达22的旋转斜盘角度。如上所述,用于控制排量和流体流动的装置是公知的,因此这里不再详细讨论。

[0030] 电子控制器52还可与附加的转矩消耗装置46,包括执行系统24通信以类似地监控和控制其操作。例如,电子控制器可与执行泵26(可包括可变排量或固定排量泵)通信从而以已知方式监视和控制执行系统24的操作。如应当认识的,执行器30可至少部分基于一个或多个机器操作控制器38的位置控制。

[0031] 转矩消耗装置46,包括驱动系统14和执行系统24可随着其被一个或多个转矩产生装置42(例如内燃发动机20)转动摄取来自输出40的转矩,并因此可作为内燃发动机20上的转矩载荷。根据正执行的操作,转矩消耗装置46的转矩需求可相对恒定,或者可随着时间变化。由于转矩消耗装置46摄取或使用来自输出40的转矩,它们可在内燃发动机20上具有作用。例如,当转矩消耗装置46需要的转矩增加时,输出40上的转矩载荷增加。转矩载荷的增加可减慢输出40的角速度,因此内燃发动机20的速度可减小。

[0032] 内燃发动机20可具有发动机降低速度值,其可比操作者选择的希望发动机速度值低。根据一些实施方式,希望使内燃发动机20的速度保持在发动机降低速度处或以上,以为操作者提供希望的性能特征,包括连贯感觉和充分的发动机功率。发动机降低速度值也可代表低于其时过量的发动机速度拖拉将成问题的发动机速度阈值。此外,如果发动机速度降到发动机降低速度值以下一预定量,发动机停转也将是一个问题。因此,出于多种原因,希望将内燃发动机20保持在等于或超过发动机降低速度值的速度。

[0033] 根据示例性实施方式,发动机降低速度值可以用于确定内燃发动机20的转矩载荷限制。转矩载荷限制可以指示能够施加在内燃发动机20上但不造成发动机20的速度降到其发动机降低速度值以下的转矩载荷。基于转矩载荷限制调节机器10的操作参数和/或输出40上的转矩载荷可使得内燃发动机20不容易停转。

[0034] Anderson等人的美国专利申请公开文件No. 2009/0319136教导了一种示例性的转矩载荷控制策略,在这里通过引用结合。特别是,Anderson等人的参考文件提供的转矩载荷控制策略教导使用计算的转矩载荷限制来在例如转矩消耗装置46的转矩消耗装置之间分派或分配发动机转矩。特别是,转矩消耗装置的操作可响应于转矩载荷限制控制或调节。例如,如果转矩消耗装置的转矩载荷限制小于转矩消耗装置需要的转矩,可延迟或限制转矩消耗装置的操作,直到附加的转矩变得可用。

[0035] 因此,根据类似于Anderson等人的参考文件中教导的策略的转矩载荷控制策略,控制系统50可执行转矩载荷控制算法以产生转矩载荷限制。例如,如图3所示,电子控制器52可接收可用的转矩54、发动机速度55、发动机转动惯量56和发动机降低速度值57作为输入,并可执行计算以得到驱动系统转矩限制58或转矩载荷限制信号和执行系统转矩限制59或转矩载荷限制信号。应当认识到,可通过电子控制器52提供和使用附加的和/或替代的输入以得到一个或多个转矩载荷限制值。示例性的转矩限制58和59可由控制系统50使用以控制机器10的操作,使得内燃发动机20以特定阈值(例如发动机降低速度值57)或以上操作,以减小过量发动机速度拖拉和提供上述所希望的操作者反馈。

[0036] 现在转到图4,控制系统50还可构造成执行瞬态转矩载荷控制算法以调节潜在发动机停转事件期间的转矩载荷限制,例如上面产生的转矩载荷限制58和59。特别是,电子控制器52可接收驱动系统转矩限制58、执行系统转矩限制59、当前发动机速度60、驱动系统14的实际齿轮比61和发动机降低速度值62作为输入。电子控制器52接着执行操作,例如根据下面描述的示例性方法,以得到调节的驱动系统转矩限制63或者转矩载荷限制信号和调节的执行系统转矩限制64或转矩载荷限制信号。调节的转矩限制63和64可接着由控制系统50使用以减少潜在发动机停转事件过程中的发动机停转。

[0037] 转向图5,示出了代表根据本发明的用于控制机器10中的发动机转矩载荷的示例性方法的流程图70。特别是,该方法可代表用于调节转矩载荷限制58和59的策略,其是动态的并至少部分基于发动机降低速度值57并可由上述的转矩载荷控制算法产生。该方法可通过机器10的控制系统50实施。根据一个例子,实施所公开的方法的步骤可以是存储在存储器52b中并由电子控制器52的处理器52a执行的计算机可读程序代码的形式,或者其他计算机可使用的介质。该方法可持续地运行或者可响应于预定事件开始。例如,瞬态转矩载荷控制算法可响应于潜在发动机停转事件的识别开始。

[0038] 该方法开始于框72的“开始”。自框72,该方法进行到框74,其包括电子控制器52将当前发动机速度60与动态步进速度阈值比较,这将参考图7在下文描述。如果当前发动机速度60已降到动态步进速度阈值以下,该方法进行到框76。否则,如果当前发动机速度60大于动态步进速度阈值,则方法进行到框78。在框78处,电子控制器52将当前发动机速度60与动态触发速度阈值比较,这将参考图6在下文描述。如果当前发动机速度60已降到动态触发速度阈值以下,则方法进行到框80。否则,如果当前发动机速度60在动态触发速度阈值以上,则方法进行到框82处的“结束”。

[0039] 在框80,电子控制器52将减小驱动系统转矩限制58和执行系统转矩限制59,例如基于可配置速率,以减小转矩限制63和64。例如,在当前发动机速度60降到动态触发速度阈值以下时,转矩限制58和59可以恒定速率减小,例如以每个处理器循环的参考转矩的5%或更小。在减小转矩限制58和59后,方法接着进行到框84,其包括电子控制器52再次将当前发

动机速60与动态步进速度阈值比较。如果当前发动机速度60已降到动态步进速度阈值以下,则速度进行到框76。否则,如果当前发动机速度60大于动态步进速度阈值,方法进行到框86。在框86,电子控制器52将当前发动机速度60与动态恢复速度阈值比较,这将参考图8在下文描述。如果发动机速度60已增加到动态恢复速度阈值以上,则方法进行到框88。否则,如果当前发动机速度60仍在动态触发速度阈值以下,则速度进行到框90。

[0040] 在框90,电子控制器52确定减小的转矩载荷限制63和64是否已达到转矩限制底,其可以是非零转矩限制值。转矩限制底可以是可配置的参数,其被选择用来提供希望的最小转矩限制量。例如,转矩限制底可以选择成大大减小内燃发动机20上的转矩载荷,但不完全去除所有转矩载荷。如果减小的转矩载荷限制63和64已减小到转矩限制底,则方法进行到框92。否则,方法将返回框80,其中电子控制器52将继续减小减小的转矩载荷限制63和64,直到达到转矩限制底,当前发动机速度60降到动态步进速度阈值以下,或者当前发动机速度60增加到动态恢复速度阈值以上。在框92处,减小的转矩限制63和64将保持在转矩限制底,同时当前发动机速度60保持在动态触发速度阈值和动态步进速度阈值之间。

[0041] 如果在框94处当前发动机速度60降到动态步进速度阈值以下,方法进行到框76,。替代地,如果如框96处比较的,当前发动机速度60升高到动态恢复速度阈值以上,方法进行到框88。在框88,响应于当前发动机速度60增加到动态恢复速度阈值以上,电子控制器52增加减小的转矩限制63和64,例如基于可配置速率,这将在下文描述。方法将继续以增加转矩限制58和59或减小的转矩限制63和64,直到一定的监视条件发生。

[0042] 具体地,如果如框98处比较的,当前发动机速度60降到动态步进速度阈值以下,方法返回框76。如果如框100比较的,当前发动机速度60降到动态触发速度阈值以下,方法返回框80。当前发动机速度60将在框102再次与动态恢复速度阈值比较,并且如果当前发动机速度60仍在动态恢复速度阈值以下,电子控制器52继续在框88恢复。一旦当前发动机速度60增加到动态恢复速度阈值以上,减小的转矩限制63和64在框104处与当前动态转矩载荷限制58和59比较。如果减小的转矩载荷限制63和64尚未返回当前动态转矩载荷限制58和59,方法返回框88。否则,如果减小的转矩载荷限制63和64已经返回当前动态转矩载荷限制58和59,方法进行到框82处的“结束”。

[0043] 如果当前发动机速度60在任何点降到动态步进速度阈值以下,方法进行到框76,其中转矩载荷限制58和59或者减小的转矩载荷限制63和64减小到零或负值。但是,替代地,减小的转矩载荷限制63和64可减小到相对低的正值,比转矩限制底小。转矩载荷限制58和59或减小的转矩载荷限制63和64将保持在零或负值,或者替代地低的正值,直到当前发动机速度60增加到动态恢复速度阈值以上。一旦如框106处比较的,当前发动机速度60增加到动态恢复速度阈值以上,减小的转矩载荷限制63和64在框88处增加。如上所述,减小的转矩载荷限制63和64增加,直到限制63和64返回到当前动态转矩载荷限制58和59。

[0044] 上面提到的动态触发速度阈值、动态步进速度阈值和动态恢复速度阈值可存储在存储器52b中并可提供用于机器10的特定发动机降低速度值和实际齿轮比。例如,图6描述了将动态触发速度阈值112与发动机降低速度值114和实际齿轮比116联系起来的电子存储的触发速度映射110。因此,电子控制器52可接收当前发动机速度60和实际齿轮比61作为输入,其可代表机器10的当前地面速度并可作为由泵排量除以马达排量的函数计算,并可选择对应于输入值60和61的动态触发速度阈值。如图所示,电子地存储的触发器速度映射110

中的动态触发速度阈值112可随着发动机降低速度值114减小而更少地从对应的发动机速度值114偏离。此外,电子地存储的触发速度映射110中的动态触发速度阈值112可随着实际齿轮比116增加更少从对应的发动机降低速度值114偏离。这样,瞬态转矩载荷控制算法可在较低发动机降低速度值和较高齿轮比时更加有效。

[0045] 图7描绘了将动态步进速度阈值122与发动机降低速度值124和实际齿轮比126联系起来的电子地存储的步进速度映射120,而图8描绘了将动态恢复速度阈值132与发动机降低速度值134和实际齿轮比136联系起来的电子地存储的恢复速度映射130。应当认识到,表110、120和130中反映的值仅仅出于示例目的提供。所述值是可配置的并可经过测试得到,以提供这里提供的瞬态转矩载荷控制算法的希望响应性。

[0046] 根据一些实施方式,可以希望对映射110、120和130中提供的每个值施加速率限制。例如,参考图9,可提供包括对应于特定发动机降低速度值144的以每处理器循环转每分钟(rpm)提供的最大速率限制值142的速率限制表140。最大速率限制值142可适用于上面描述的电子地存储的每个映射110、120和130并如图示在较高的发动机降低速度值144时需要速率限制增加较慢,使得在加速过程中映射110、120和130中反映的速度不增加太快。应当认识到,还可提供最小速率限制,例如每处理器循环-50rpm的最小速率限制。

[0047] 如上所述,在当前发动机速度60降到动态触发速度阈值以下时,转矩限制58和59可以例如每处理器循环参考转矩的5%或更小的恒定速率减小。但是,根据特定的发动机降低速度值,可能希望以一速率增加减小的转矩限制63和64。例如并参考图10,可提供包括针对驱动系统14对应于特定发动机降低速度值154的增加速率值152的表150。类似地,可提供图11中描绘的包括针对执行系统24对应于特定发动机降低速度值164的增加速率限制162的表160。例如,可希望防止转矩载荷快速地返回。

[0048] 这里提供的瞬态转矩载荷控制策略可包括用于在潜在发动机停转事件期间调节转矩限制58和59的附加特征,潜在发动机停转事件的特征为发动机速度降到发动机降低速度值以下一预定量。根据一种例子,该策略还可包括确保动态恢复速度阈值大于动态触发速度阈值(其大于动态步进速度阈值)的逻辑。此外,这里提供的示例性数据可基于机器10的希望性能修正。

[0049] 工业实用性

[0050] 本发明在包括能够为一个或多个转矩消耗装置产生转矩的一个或多个转矩产生装置包括无级变速器的任何机器中找到潜在应用。此外,本发明可具体应用于利用转矩载荷限制来控制转矩产生装置和/或转矩消耗装置的操作的机器。另外,本发明能够应用于用来响应于潜在发动机停转事件的识别进一步限制转矩载荷限制的控制策略。

[0051] 总体参考图1-11,机器10可包括一个或多个转矩产生系统42,包括内燃发动机20,经过输出40产生转矩到一个或多个转矩消耗装置46,包括驱动系统14和执行系统24。包括至少一个电子控制器52的控制系统50可设置用于控制机器10的发动机转矩载荷。特别是,控制系统50可执行转矩载荷控制算法,用于至少部分基于发动机降低速度值57产生转矩载荷限制58和59。转矩载荷限制58和59表示可置于内燃发动机20上而不造成发动机20的速度降到发动机降低速度值57以下的转矩载荷。应当认识到,这样的控制策略可以在机器10的大部分操作期间运行,以产生用于调整发动机转矩载荷的一个或多个转矩载荷信号。例如,内燃发动机20和/或转矩消耗装置46可基于转矩载荷限制信号58和59控制以调整发动机转

矩载荷。

[0052] 但是,在特定操作条件下,发动机20仍容易停转。例如,在高瞬态载荷条件下,像在机器10打入一对材料且执行器30接触材料时,转矩载荷限制58和59可能不能足够快地调节以防止发生发动机停转。特别是,转矩可在轮16处从转矩输出再经转矩产生装置输出40扩散。这种由驱动压力增加造成的输入转矩适用于发动机轴,其会造成发动机速度快速减小。这种情形可代表潜在发动机停转事件。

[0053] 当识别到这样的潜在发动机停转事件,例如通过确定当前发动机速度60已经降到发动机降低速度值62以下一预定量,则可以执行这里提供的瞬态转矩载荷控制策略。具体地,该方法可监视当前发动机速度60并在当前发动机速度60降到从电子存储的触发速度映射110选择的对应动态触发速度阈值或者从电子地存储的步进速度映射120选择的对应动态步进速度阈值以下时,转矩限制58和59可减小到减小的转矩限制63和64。特别是,当当前发动机速度60降到动态触发速度阈值以下时,转矩限制58和59可以恒定速率、例如每处理器循环的参考转矩的5%或以下减小。电子控制器52将继续减小减小的转矩限制63和64,直到已经达到转矩限制底,当前发动机速度60降到动态步进速度阈值以下或者当前发动机速度60增加到动态恢复速度阈值以上。减小的转矩限制63和64将保持在转矩限制底,同时当前发动机速度60保持在动态触发速度阈值和动态步进速度阈值之间。

[0054] 如果当前发动机速度60在任何时刻降到动态步进速度阈值以下,转矩载荷限制58和59或者减小的转矩载荷限制63和64减小到零或负值。转矩载荷限制58和59或减小的转矩载荷限制63和64将保持在零或该负值,直到当前发动机速度60增加到动态恢复速度阈值以上。当当前发动机速度60升高到动态恢复速度阈值以上时,电子控制器52增加减小的转矩限制63和64,直到减小的转矩限制63和64返回到当前动态转矩限制58和59,其根据参考图3讨论的转矩载荷控制算法计算。应当认识到,内燃发动机20和/或多个转矩消耗装置46基于调节的转矩载荷限制信号63和64调节以调整发动机转矩载荷。

[0055] 这里提供的发动机转矩载荷控制策略包括在机器的大部分操作过程中执行转矩载荷控制算法以产生辅助保持可减少发动机停转的合适转矩分配的转矩载荷限制。控制策略监视发动机速度以识别潜在发动机停转事件,并且在识别到这样的事件时执行瞬态转矩载荷控制算法代替转矩载荷控制算法以调节转矩载荷限制。例如,转矩载荷限制可以可配置速率减小或降低到零以有效地减小潜在发动机停转事件期间的转矩载荷并使得发动机速度朝着发动机降低速度值。这样的策略特别适用于利用无级变速器的机器,其中发动机和变速器之间的直接连接能够在发动机上产生高瞬态载荷。

[0056] 应当理解,上面的描述仅仅出于说明的目的,不意欲以任何方式限制本发明的范围。因此,本领域技术人员将认识到通过研究附图、公开内容和权利要求书可获得本发明的其他方面。

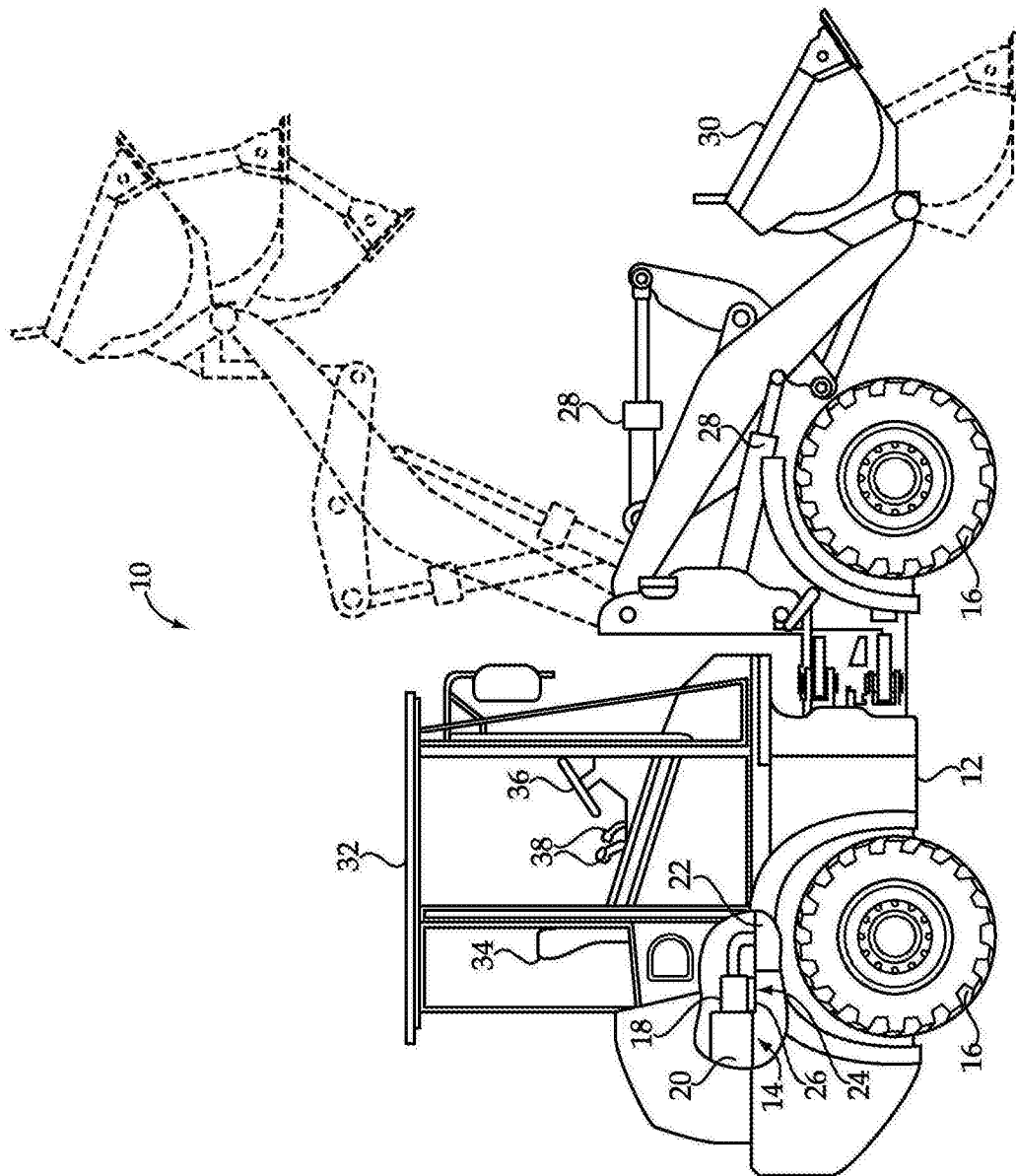


图1

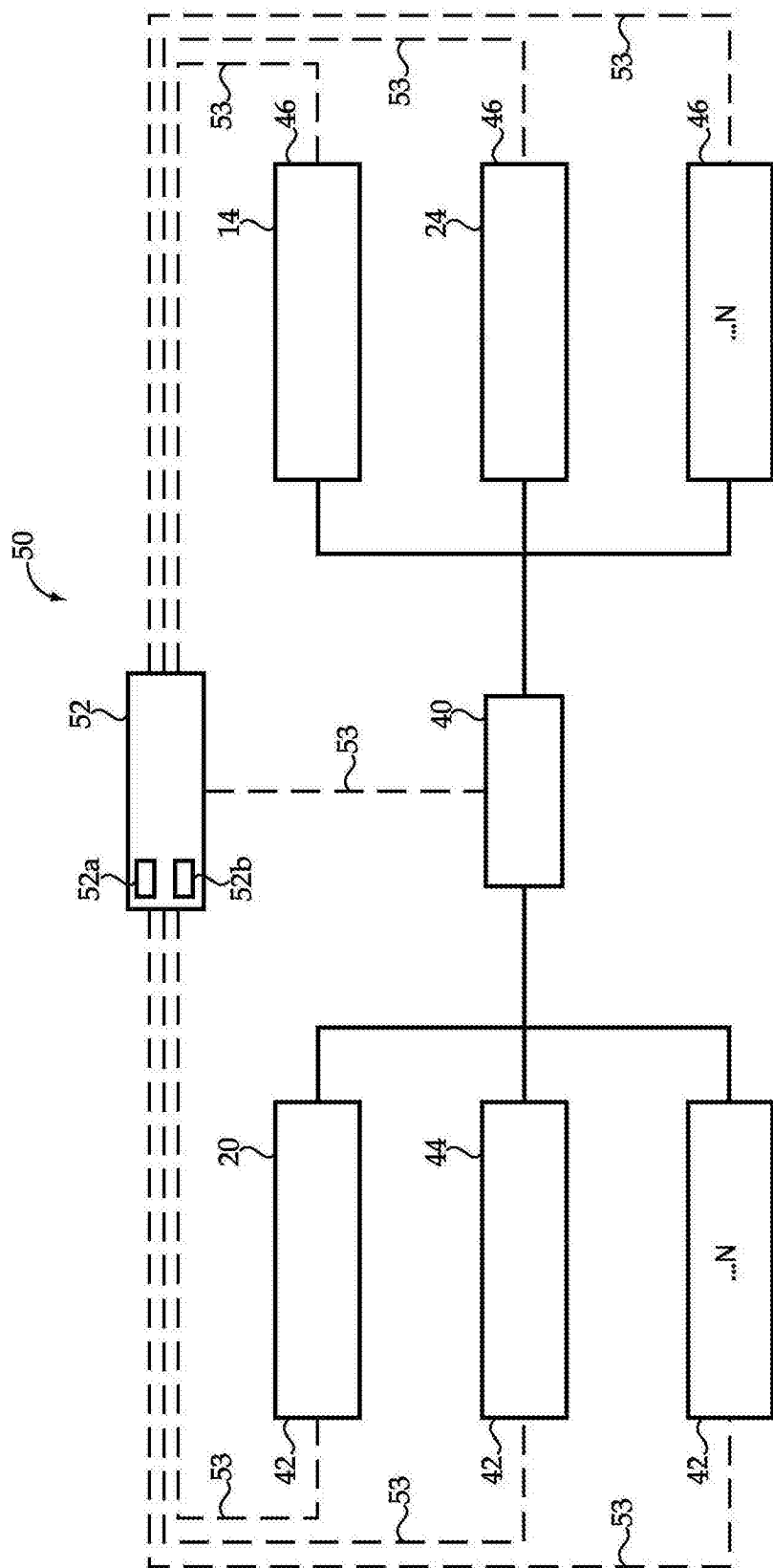


图2

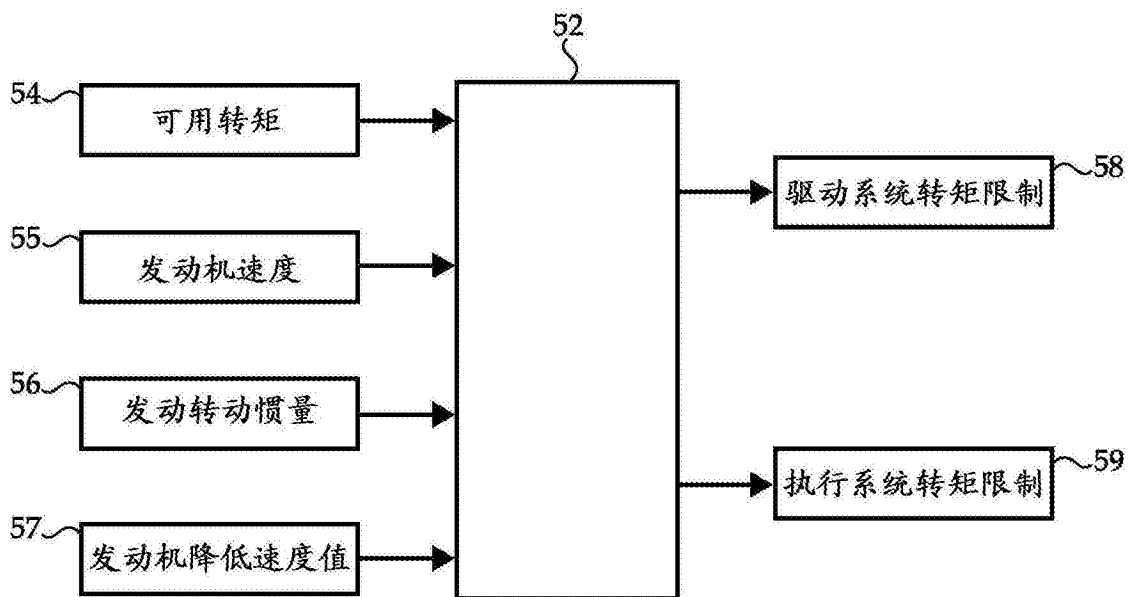


图3

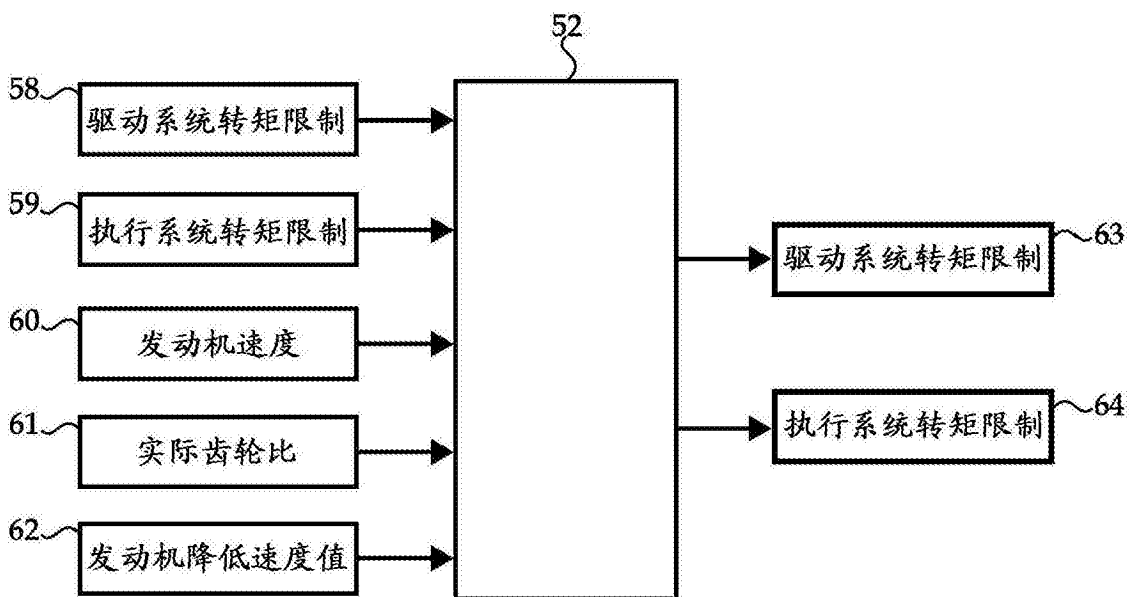


图4

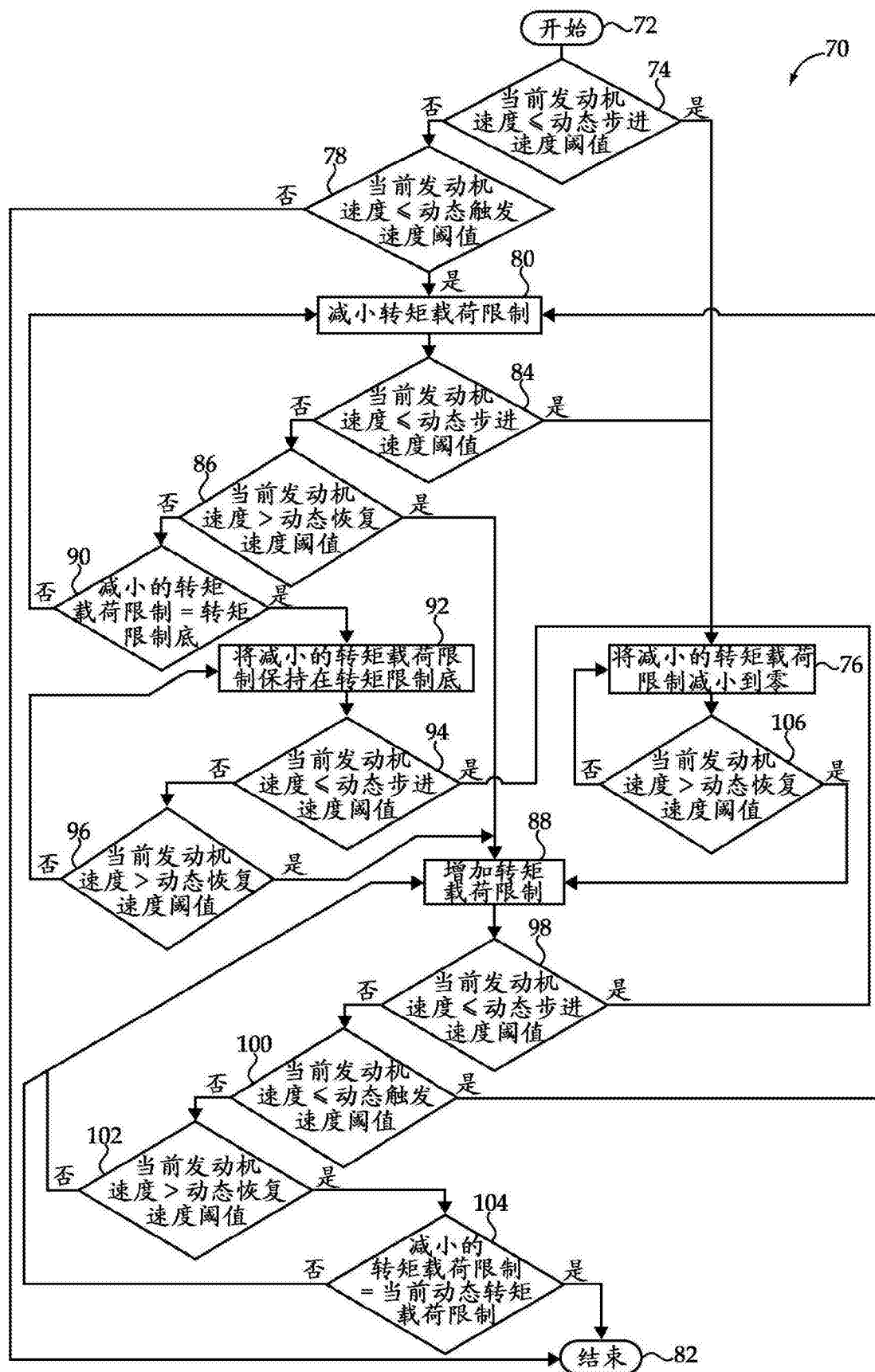


图5

		发动机降低速度值				
		750	900	1100	1350	1650
实际齿轮比	0.1	535	690	800	900	970
	0.2	560	720	840	925	990
	0.3	590	755	865	975	1000
	0.4	610	765	895	1000	1025
	0.5	625	775	910	1015	1075
	0.6	635	780	920	1030	1080
	0.8	640	785	925	1045	1090
	1	645	790	925	1050	1100
	1.2	645	790	925	1050	1200

图6

		发动机降低速度值				
		750	900	1100	1350	1650
实际齿轮比	0.1	425	600	650	675	675
	0.2	425	595	625	650	650
	0.3	400	500	515	550	550
	0.4	380	400	450	450	450
	0.5	375	375	400	400	400
	0.6	375	375	375	375	375
	0.8	350	350	350	350	350
	1	350	350	350	350	350
	1.2	345	345	345	345	345

图7

		134 发动机降低速度值				
		750	900	1100	1350	1650
136 实际齿轮比	0.1	625	800	945	1100	1110
	0.2	670	810	970	1120	1190
	0.3	700	820	975	1130	1200
	0.4	710	825	990	1140	1220
	0.5	715	830	1000	1155	1240
	0.6	715	835	1010	1185	1280
	0.8	715	840	1015	1200	1290
	1	715	840	1015	1200	1290
1.2	715	840	1015	1200	1290	
		132				

图8

发动机降低速度值	750	925	950	1000	1100
最大速率限制	380	380	25	10	5

图9

发动机降低速度值	750	900	1200	1400	1600
转矩限制速率限制	0.65	0.65	0.85	1	1

图10

发动机降低速度值	750	900	1200	1400	1600
转矩限制速率限制	0.25	0.35	0.45	0.9	1

图11