[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F16H 7/12 (2006.01)
F16H 61/00 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380106389.8

[45] 授权公告日 2008 年 12 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 100445599C

[22] 申请日 2003.12.12
[21] 申请号 200380106389.8
[30] 优先权
[32] 2002.12.16 [33] US [31] 60/434,138
[86] 国际申请 PCT/US2003/039681 2003.12.12
[87] 国际公布 WO2004/061333 英 2004.7.22
[85] 进入国家阶段日期 2005.6.16
[73] 专利权人 盖茨公司
地址 美国科罗拉多
[72] 发明人 罗杰·斯通 布莱恩·奈特
丹尼尔·赞切蒂
[56] 参考文献
DE10153329 A1 2002.6.13
CN2457401Y 2001.10.31
US4478595 A 1984.10.23
DE10049505 A1 2001.5.3
JP2-118252 A 1990.5.2
审查员 张 青
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 王 萍

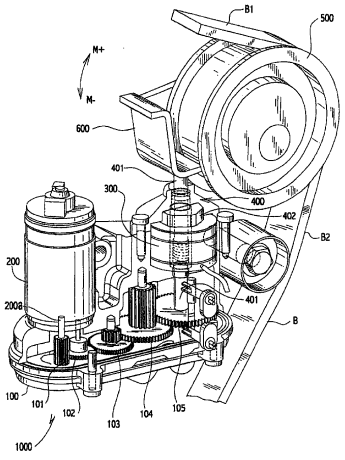
权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 14 页

[54] 发明名称

活动张紧器、控制皮带张力的系统和方法

[57] 摘要

具有用于检测和控制功率传输皮带张力的测力传感器的自动张紧器。该张紧器包括被电动机驱动的导螺杆，用于设置杠杆臂/滑轮位置，从而设置皮带负载。该张紧器还包括与张紧器导螺杆啮合的用于检测皮带负载的测力传感器。张紧器电动机是使用测力传感器信号的被控制的循环。控制器将来自测力传感器的检测到的皮带负载与预先确定的皮带负载值进行比较，以识别所需要的皮带负载，从而设置对应于所述的所需要的皮带负载的张紧器杠杆臂位置。张紧器还可以通过发动机操作条件来进行控制。



1、一种张紧器，包括:

电致动器;

与杠杆臂啮合的力提供构件;

通过轴颈连接到杠杆臂的滑轮，该滑轮可与皮带啮合;

其特征在于，

力提供构件与电致动器啮合，从而力提供构件可通过电致动器轴向地移动;

测力传感器同轴地与力提供构件啮合，该测力传感器检测负载信号并将该信号传输到控制器；以及

该控制器使用该负载信号来控制力提供构件位置。

2、根据权利要求 1 所述的张紧器，其中:

力提供构件包括导螺杆;

该导螺杆可旋转地与螺纹轴环啮合。

3、根据权利要求 1 所述的张紧器，其中，电致动器包括电动机。

4、根据权利要求 1 所述的张紧器，其中，力提供构件通过齿轮变速器与电致动器啮合。

5、根据权利要求 1 所述的张紧器，其中:

测力传感器进一步包括一孔，测力传感器通过该孔同轴地与力提供构件啮合。

6、根据权利要求 1 所述的张紧器，其中，杠杆臂通过枢轴与安装面啮合。

7、一种用于调整环形带的张力的系统，包括:

具有环形测力传感器和通过轴颈连接到杠杆臂的滑轮的张紧器，该滑轮与环形带接触，用于将皮带负载施加到该环形带;

其特征在于，

该环形测力传感器检测皮带负载，并将皮带负载信号传输到控制器；以及

该控制器使用皮带负载信号来为皮带负载选择滑轮位置。

8、根据权利要求 7 所述的系统，其中，张紧器进一步包括：

通过电致动器可移动的可轴向移动构件；

杠杆臂与该可轴向移动构件啮合；以及

环形测力传感器同轴地与该可轴向移动构件啮合。

9、根据权利要求 8 所述的系统，其中：

电致动器进一步包括电动机，该电动机通过齿轮减速变速器与该可轴向移动构件啮合。

10、一种控制皮带负载的方法，包括下列步骤：

将皮带与滑轮啮合，该滑轮通过轴颈连接到枢轴杠杆臂；

为皮带负载定位该杠杆臂；

其特征在于，

使用环形测力传感器检测皮带负载；

选择对应于所需要的皮带负载的皮带负载值；

将皮带负载与皮带负载值进行比较；

基于所述皮带负载值确定新的杠杆臂位置；以及

将杠杆臂移动到新的杠杆臂位置，以将皮带负载设置到皮带负载值。

11、根据权利要求 10 所述的方法，包括：

检测发动机参数；以及

选择相对于该发动机参数的皮带负载值。

12、一种使皮带拉紧的方法，包括下列步骤：

将具有环形测力传感器的张紧器与皮带啮合；

其特征在于，

调整张紧器位置以向皮带提供皮带负载；用该环形测力传感器检测皮带负载；

将检测到的皮带负载与所需要的皮带负载进行比较；以及

用控制器调整张紧器位置，直到检测到的皮带负载基本上等于该所需要的皮带负载。

13、根据权利要求 12 所述的方法，包括下列步骤：

选择相对于发动机操作参数的所需要的皮带负载。

14、根据权利要求 13 所述的方法，包括下列步骤：

选择相对于发动机工作速度的所需要的皮带负载。

15、根据权利要求 13 所述的方法，包括下列步骤：

检测发动机操作温度；

选择相对于发动机操作温度的所需要的皮带负载。

16、根据权利要求 12 所述的方法，包括从查找表中选择所需要的皮带负载。

17、根据权利要求 15 所述的方法，包括将发动机温度历史存储在控制器存储器中的步骤。

18、根据权利要求 12 所述的方法，包括下列步骤：

使用皮带上的参考齿；

用传感器来检测参考齿的每一次通过，以确定累积皮带周期；

将累积皮带周期存储在存储器中，以便分析皮带疲劳状况；以及

通知用户。

19、一种计算皮带模数的方法，包括下列步骤：

将具有测力传感器的张紧器与皮带啮合；

其特征在于，

将张紧器调整到第一位置 (P1)，以向皮带提供第一皮带负载 (L1)；

用测力传感器检测第一皮带负载 (L1)；

将张紧器调整到第二位置 (P2)，以向皮带提供第二皮带负载 (L2)；

用测力传感器检测第二皮带负载 (L2)；以及

使用 (L1)、(L2)、(P1)、(P2) 来计算皮带模数。

20、根据权利要求 19 所述的方法，进一步包括下列步骤：

将计算出的皮带模数值存储在控制器存储器中；

比较计算出的皮带模数值，以识别皮带模数趋势；以及

通知用户。

21、根据权利要求 19 所述的方法，包括下列步骤：

使用第一限位开关来检测第一位置 (P1)；以及

使用第二限位开关来检测第二位置 (P2)。

22、根据权利要求 19 所述的方法，包括下列步骤：

通过按固定的工作循环驱动张紧器第一持续时间到位置 (P1)，从而调整张紧器；以及

通过按固定的工作循环驱动张紧器第二持续时间到位置 (P2)，从而调整张紧器。

活动张紧器、控制皮带张力的系统和方法

技术领域

本发明涉及张紧器，具体来说，涉及根据测力传感器信号或发动机操作条件来控制皮带张力的自动张紧器。

背景技术

车辆发动机包括由发动机驱动的附件等等。附件可以包括动力转向泵、空调压缩机、交流发电机等等。这些附件中的每一个附件都具有滑轮，该滑轮通过皮带连接到发动机曲轴。各附件在曲轴转动时通过皮带来驱动。

为了有效地进行操作，皮带必须置于一定量的预负载或张力下。这可以通过使用已知的方法来实现。其中一个附件上的可活动轴可以通过机械方式被调整以拉紧皮带。另一种方法包括使用皮带张紧器。

皮带张紧器包括向杠杆臂施加力的弹簧。杠杆臂通常包括通过轴颈连接到其上的滑轮。滑轮与皮带接触。张紧器中的诸如弹簧之类的偏置构件用于提供并维持皮带负载。皮带负载是张紧器的几何图形以及张紧器弹簧的弹簧比率的函数。

一直使用致动器来控制张紧器位置，从而控制皮带张力。 例如，它们用于调整驱动器和从动皮带轮之间的相位差。控制信号是从传动皮带轮与从动皮带轮相比的相对旋转相位得来的。

代表性的技术是授予 **Shiki** 等人的美国专利 **5,733,214 (1998)**，该专利说明了用于调整内燃机中的无接头环状传动皮带的张力的系统，该系统包括用于基于驱动器和从动皮带轮之间的相位角调整从张紧器施加到环形带的张力的控制系统。

所需要的是由测力传感器检测到的皮带负载控制的自动张紧器。还需要一种响应发动机操作条件来控制皮带张力的自动张紧器。

本发明可以满足这些需求。

发明内容

本发明的主要方面是提供由测力传感器检测到的皮带负载控制的自动张紧器。

本发明的另一个方面是提供响应发动机操作条件来控制皮带张力的自动张紧器。

本发明的其他方面将通过下面的对本发明的说明和附图来指出或使其变得显而易见。

提供具有用于检测和控制功率传输皮带张力的测力传感器的自动张紧器。该张紧器包括被电动机驱动的导螺杆，该导螺杆用于设置杠杆臂/滑轮位置，从而设置皮带负载。该张紧器还包括与张紧器导螺杆啮合的用于检测皮带负载的测力传感器。张紧器电动机是使用测力传感器信号的被控制的循环。控制器将来自测力传感器的检测到的皮带负载与预先确定的皮带负载值进行比较，以识别所需要的皮带负载，从而设置对应于所述的所需皮带负载的张紧器杠杆臂位置。张紧器还可以通过发动机操作条件来进行控制。

附图说明

图 1 是皮带传动系统中的张紧器的透视图。

图 2 是张紧器的剖面图。

图 3 是皮带传动系统中的张紧器的正面透视图。

图 4 是张紧器的后透视图。

图 5 是齿轮箱的视图。

图 6 是张紧器控制单元的示意图。

图 7 是控制皮带张力的逻辑图。

图 8 是反馈控制和 PWM 过程的逻辑图。

图 9 是计算活塞力的逻辑图。

图 10 是盲区的逻辑图。

图 11 是（anti-windup）防缠绕的逻辑图。

图 12 是转换信号的逻辑图。

图 13 是层次结构 I 的逻辑图。

图 14 是层次结构 dtl 的逻辑图。

图 15 是诊断和恢复机制的逻辑图。

图 16 (a) 是用于热敏电阻输入的逻辑图。

图 16 (b) 是用于进行致动器电流反馈计算的逻辑图。

图 16 (c) 是用于进行测力传感器校正的逻辑图。

图 16 (d) 是用于进行发动机转速计算的逻辑图。

图 16 (e) 是 PWM 的自动/手动控制的逻辑图。

图 16 (f) 是用于 HBRIDGE1 的逻辑图。

图 17 是参考齿形传动带的侧视图。

具体实施方式

图 1 是皮带传动系统中的张紧器的透视图。 本发明提供了根据发动机操作期间变化的发动机要求改变由皮带张紧器施加到功率传输皮带的力的能力。与基于预先确定的张紧器偏置构件位置和皮带张力要求提供预先确定的力的现有技术配置相反，对张紧器臂的位置的积极而实时的控制充许始终将最佳的张力施加到皮带。

本发明的张紧器和系统还包括以电子方式控制的阻尼。 具体来说，由驱动器的动态行为对张紧器对于在发动机操作条件期间施加于张紧器的动力的动态响应进行阻尼。 阻尼参数可以被设置为无穷，即，张紧器控制器计算特定操作条件下所需的张力。 然后，它通过滑轮向皮带施加适当的张力，而不对然后在皮带操作期间发生的动态（高频）张力变化作出响应（移动）。

在阻尼参数小于无穷大的情况下，通过应用连续皮带张力调整改变皮带系统共振频率，可以降低动态张力。连续张力调整可使皮带在较低的平均张力下进行操作，这直接延长皮带的寿命。这不仅应用于皮带，而且还应用于系统中的其他组件，例如轴承。

张紧器的另一个优点包括噪声电平显著减小，因为不需要在不同的发动机条件（例如，高速度操作和怠速）所需的张力级别之间取得折中。 由控制器为每一个操作条件指定最佳设置。 当皮带上的需求处于最小时，在怠速下设置低皮带张力，对于预先确定的速度（例如，2000 RPM）下的发动机操作，或对于高皮带加速度或减速度的时段，设置较高的皮带张力。

张紧器包括基于导螺杆概念的致动器。 导螺杆的一端与张紧器杠杆臂进行接触，张紧器杠杆臂通过枢轴连接到底座（例如，发动机）。偏心地安装的滑轮通过轴颈连接到杠杆臂的末端。 滑轮靠在皮带上，并且通过此触点产生皮带张力。导螺杆沿着轴方向可移动，具体来说，当导螺杆被齿轮组通过带螺纹的延长的螺母或轴环而旋转时，导螺杆在轴线方向移动。 导螺杆的轴向移动使杠杆臂移动，从而改变皮带中的张力。以螺纹方式与导螺杆啮合的延长的螺母或轴环通过安装到张紧器端盖中的凹形六角形部件的六角形端头防止转弯。

延长的螺母或轴环被张紧器端盖中的凹形六角形部件和相对的末端中的孔定位。这就允许延长的螺母并因此允许导螺杆沿着其轴方向浮动。 延长的螺母的六角形部分靠在负载分布垫圈上，并依次靠在垫片上，最后靠在负载感测设备或测力传感器上。 负载感测设备包括具有中心开口的“油炸圈饼”或环形测力传感器，通过该中心开口，导螺杆同轴地延长。 垫片可以由不同的材料制成，例如，弹性的、塑料或金属的，以便根据需要提供不同的阻尼度。

导螺杆驱动力是由驱动电动机提供的，该驱动电动机包括现有技术中已知的 12V 直流电动机，优选情况下，其大小设置为可以连接到发动机电气系统。该电动机还可以包括 42V，也可以是对于特定发动机电气系统最有利的其他电压。典型的电动机由 Johnson Motor and Igarashi 制造，虽然其他合适的电动机也可容易地从市场上获得。 驱动力通过减速齿轮变速器从致动器传送到导螺杆。

测力传感器从杠杆臂测量导螺杆上的轴向负载。轴向负载数据以及杠杆臂和张紧器滑轮的已知的几何图形用于计算或确定皮带中

的张力。

具体来说，请参看图 1，张紧器 1000 包括齿轮箱 100、致动器 200、测力传感器 300、导螺杆组件 400、滑轮 500 和杠杆臂 600。齿轮箱 100 包括减速箱，其包括齿轮 101、102、103、104 和 105。齿轮 101 到 105 是示例性的，不用于限制在齿轮箱中可以使用的齿轮的数量。当然，可以使用任意数量的齿轮来实现所需要的齿轮减速。致动器 200 连接到齿轮 101。导螺杆 401 连接到齿轮 105。由齿轮箱 100 实现的齿轮减速在 100 到 1 的范围内。

导螺杆 401 是提供力的构件，该构件同轴地延伸穿过圆环形的测力传感器 300 的中心孔。导螺杆轴 以螺纹方式与延长的螺母或轴环 402 啮合。随着导螺杆 401 被齿轮 105 的操作转动，导螺杆 401 沿着其主轴在 M+ 或 M- 方向轴向地移动“移动臂”600。这又增大了皮带张力，该张力增大或降低轴环 402 上的力。轴环 402 又靠在测力传感器 300 上。测力传感器 300、负载传感器生成和发送测力传感器信号到控制器，如这里所详细描述的。测力传感器信号表示皮带负载，因此，也表示皮带张力。

测力传感器 300 也可以包括“钮扣”类型的测力传感器，该测力传感器从直接靠在测力传感器上的引导轴 401 直接接收负载。 或者，测力传感器 300 可以包括诸如石英或陶瓷元件之类的压电材料，当受到压缩或拉伸应变时，这些材料会产生电压。

杠杆臂 600 以支点 501 为轴旋转(参见图 2)。导螺杆 401 与杠杆臂 600 啮合。杠杆臂 600 在方向 M+ 的移动导致皮带张力增大，从而增大由导螺杆 401 向测力传感器 300 提供的力。杠杆臂 600 在方向 M- 的移动导致皮带张力缩小，从而缩小由导螺杆 401 向测力传感器 300 提供的力。

图 2 是张紧器的剖面图。 导螺杆 401 包括螺纹部分 403，该部分啮合螺母或轴环 402 的螺纹内孔部分 404。轴环 402 靠在测力传感器 300 上。如前所述，轴 401 在 M+ 轴环 300 方向的移动增大了给皮带提供的力，因此也增大了给测力传感器 300 提供的力。惰

轮 700 用于进一步稳定皮带操作。

距离 (a1) 是在导螺杆力方向从导螺杆与杠杆臂的接触点到支点 501 的距离。 距离 (a2) 是在垂直于导螺杆力方向的方向从导螺杆与杠杆臂的接触点到支点 501 的距离。这些包括确定由给定张紧器配置实现的特定机械益处的几何关系的变量。

图 3 是皮带传动系统中的张紧器的正面透视图。在示例性皮带传动系统的一部分中显示了张紧器 1000。 皮带 B 的一部分显示为绕着滑轮 500、滑轮 700 以及系统中的其他滑轮（未显示）排列。系统中的其他滑轮可以包括，但不仅限于，连接到空调器压缩机、动力转向泵、燃油喷射泵、油泵、交流发电机或发电机/起动机等等的滑轮。

图 4 是张紧器的后透视图。 显示了杠杆臂 600。 导螺杆 401 与杠杆臂 600 啮合。滑轮 500 通过轴颈连接到杠杆臂 600。

图 5 是齿轮箱的视图。 显示了包括齿轮 101、102、103、104、105 的齿轮组，其中去除了齿轮箱盖。 齿轮 101 连接到致动器驱动轴。 限位开关 800 和 801 用于控制致动器 200 的操作，而致动器 200 又限制导螺杆 401 的全部行程范围。随着导螺杆 401 轴向移动，齿轮 105 也沿着齿轮 104 沿着轴方向移动。限位开关 800、801 中的任何一个通过导螺杆齿轮 105 在行程的任何一端的啮合将导致致动器 200 停止，从而避免了可能会损坏齿轮组、致动器或皮带的过载状况。

为了缩小张紧器的总的机壳或物理尺寸，替代地，齿轮组的齿轮 101 可以包括准双曲面齿轮配置。 即，齿轮 101 包括当前技术中已知的准双曲面齿轮，从而致动器 200 的驱动轴 200a 驱动齿轮 101 的外周边。这还可以导致在齿轮组中使用的齿轮数量降低。

由电子控制系统对张紧器操作进行控制，从而对位置进行控制。系统包括具有处理器的控制器，该处理器对张紧器导螺杆位置进行控制，从而对皮带张力进行控制。 控制器接收各种输入，并根据各种输入进行操作。控制器还针对任何输入参数将优化的张紧器皮带负载映

射到导螺杆位置特征。 位置特征可以根据某种关系进行计算，也可以从控制器存储器中的图中来选择或查询。 输入参数被组合起来，也是通过查找或通过计算，以给出特定的控制输出值，该值继而控制导螺杆力，从而设置所需要的皮带张力。 还提供了存储器，用于存储从系统传感器收集的数据。

通过由测力传感器实现的导螺杆力反馈循环来控制导螺杆力，从而控制皮带张力。 其他控制变量可以包括发动机转速、负载或节流阀位置、发动机传动齿轮速比、发动机冷却液和/或油温、道路速度以及皮带噪声信号。 这变量列表是示范性的，可以不必包括可以用来控制张紧器的所有可能的变量。此控制协议还可以用前馈或预控制项来实现，从而使预先确定的导螺杆力输入到系统中。

各变量还可以被操纵，例如，发动机转速的第一微分，以给出发动机加速度。 节流阀移动的第一微分将给出发动机节流阀位置的变化率作为驱动器需求的指示器，还要求皮带张力中的变化。 发动机的高加速度和减速度，例如，10,000 RPM/秒，还可以要求皮带张力中的相当比例的急剧变化。

张紧器诊断系统可以与活动（active）张紧器组合起来。 张紧器诊断系统可以以许多不同的方式进行工作。例如，温度传感器用于维持皮带环境的完整的时间和温度历史。该历史存储在控制器存储器中。可以对该信息进行访问，以便使用 Arhennius 关系在固定的温度下与等效时段进行比较。 然后，将此与某些级别（例如包括警告和“紧急”级别）下的预定义皮带寿命进行比较。 这涵盖了许多由橡胶老化而产生的效应，包括但不限于背部断裂、化合物硬化、护套断裂以及绳索损坏。 在超过预先确定的阈值的情况下，由系统向当前技术已知的用户界面（例如，CRT 或 LCD 显示器）发送警告。

温度传感器的进一步的用途是监视系统以及皮带被暴露于其中的极限冷启动的周期数量。这就可以识别从这样的极端操作条件产生的附加的绳索疲劳。该信息被作为附加的累积损坏记录到模型中。该信息还用于确定在特定温度下的冷启动在温度老化之后比在新皮带上

更具损坏性的程度。这又用于更好地预测皮带老化和最终的皮带故障。

张紧器诊断还根据测量皮带模数（或表观的皮带模数）来进行工作。 张紧器控制器在发动机运转周期中的相应的点 - 优选情况下，在每次发动机停车时，经历诊断周期。 该过程包括在张紧器进入预先确定的发动机停止条件之前通过两个特定条件使张紧器循环。该条件给出负载 (L) 和位置 (P) 测量 - L1、P1 & L2、P2。这允许计算出张紧器的每一侧的每一皮带绳股的弹性模数。 将该模数与在最初指定皮带时存储在控制器存储器中的参考值进行比较，并与在安装皮带之后开头 10 或 20 次启动的平均值进行比较，然后与最近的 10 或 20 次启动的平均值进行比较。

通过模数比较允许进行初始的检查，其中，安装了具有正确的模数的皮带，然后，建立该特定皮带的预先确定的范围内的实际模数的合理的判断。例如，控制器可以收集皮带替换之后 10 次启动停止周期的信息。然后，使用收集到的信息计算初始的皮带弹性模数。 然后，将初始弹性模数存储在控制器存储器中。此初始弹性模数是通过在皮带的使用寿命内分析弹性模数衰减的趋势进行疲劳估计的基础。它允许对设定点张力进行调整，以考虑皮带寿命中的任一点的实际皮带模数。 将弹性模数对照一定量的最近的周期中的平均值进行检查，可以识别短的皮带长度内的正在发展的弹性模数问题 - 也许是由于皮带和滑轮之间的异物造成的卷曲或损坏的结果。这些问题在缩小模数方面将是明显的。 模数缩小的变化率将被用于预测剩余的皮带寿命。

测量条件 L1/P1、L2/P2 可以通过指定负载和测量位置或相反的操作来进行定义。 指定预先确定的位置具有允许使用限位开关 800、801，而不是使用全程位置传感器的优点。 这就降低了系统的复杂性。通过基于到达给定位置 (P1) 的时间的先验知识驱动具有固定的工作循环的致动器固定的持续时间，也可以确定位置。然后，确定负载 (L1)。然后，基于到达第二位置 (P2) 的时间的知识，按固定的工作循环驱动致动器第二持续时间。然后，确定第二负载 (L2)。计算皮带模数的方式在当前技术中是已知的。

弹性模数值允许对某些皮带故障模式进行累积检测，这些故障模式包括绳索疲劳、边缘磨损和根部断裂（如果张紧器两侧的滑轮有凹槽，则在皮带上升边和下降边）。 如前所述，还将检测卷曲及其他局部的物理损坏。

此外，参见图 18，可以将可识别的参考齿放置在皮带上。 使用参考齿，可以映射围绕整个皮带长度的皮带弹性模数。 此信息是有用的，因为在螺旋缠绕拉伸绳索的情况下皮带弹性模数沿着整个皮带长度不是恒定值。特定皮带部分的弹性模数值的确定大大地改善了绳索疲劳测量的精度。 它还有创建整个皮带弹性模数的精确的表示的优点，因为对整个皮带进行采样，而不是依赖在皮带上分布的任意数量的测量。

该系统的另一个优点是基于将张紧器控制单元连接到发动机管理系统。将它连接到发动机管理系统允许根据参考齿通过传感器的每一时间来计数累积皮带周期的数量。 此外，还可以检测和存储施加于皮带的张力和每一个周期的工作温度。 这还提供了用于确定皮带绳索疲劳状况的更多信息。

另外一个优点是消除了指定的皮带更换间隔。当前，皮带更换间隔间隔稍微任意和保守，因此，大多数皮带远在需要更换之前就被更换了。 使用本发明的系统将使皮带平均寿命显著延长，因为皮带更换间隔将通过实际测量而不是保守的估计来确定。由于在发生实际故障之前检测初期故障，因而可靠性大大地提高，而不管实际运转时间如何。

图 6 是张紧器控制模块的示意图。 控制模块 (A) 接收各种输入，并为张紧器生成各种输出（控制信号）。示例性的输入有 1) 由测力传感器 (B) 测量的作用于致动器导螺杆的力，2) 由热敏电阻 (C) 测量的发动机温度，3) 发动机转速 (D)，4) 同步时钟信号 (E)，5) 致动器电动机电流反馈 (F)，6) 来自限位开关 800 (G) 在方向 1 上的冲程末端，7) 来自限位开关 801 (H) 在方向 2 上的冲程末端。控制系统输出是到 H 电桥驱动器的脉宽调制信号(值和符号或方向

是确定的）。在 H 电桥驱动器的情况下，电流可以是正的，也可以是负的，如此为致动器 400 提供了两种移动方向。通过连接到汽车 12V 电力系统 (J) 来给系统提供电力。

皮带张力控制基于来自测力传感器信号的反馈控制。通过基于皮带包角和张力调整滑轮/杠杆臂的典型几何图形的三角关系，从导螺杆上的力，因而也是测力传感器上的力来计算皮带张力。 具体来说:

T = 皮带力

θ = 滑轮周围的皮带包角

F_P = 作用于滑轮轮毂的力

F = 作用于致动器螺钉的力

a1 = 在力方向获得的从导螺杆施加力到滑轮枢轴的距离

a2 = 在垂直于力的方向获得的从导螺杆施加力到滑轮枢轴的距离

作用于螺钉的力是:

$F=F_P*(a1/a2)$以及

$F_P = 2*T*\sin(\theta/2)$

为了进行此计算，假设导螺杆冲程充分小，以便不会显著影响距离 a1 和 a2 以及包角 θ。

例如:

θ = 86.45°

a1 = 10 mm

a2 = 45.5 mm

张力控制系统使用两种模式来计算被用作参考控制循环的导螺杆力的值。 这些模式中的其中一个模式基于目标皮带张力来计算目标导螺杆力。 或者，目标导螺杆力可以作为发动机转速的函数从查找图获取。

使用目标皮带张力模式，导螺杆力可以使用下列公式来进行计算:

F=2*T*sin(θ/2) *(a1/a2)，其中：

a1 和 a2 是预先指出的

T = 皮带张力的校正值

θ = 皮带包角

一旦确定了所需要的导螺杆力，控制器向致动器发出信号，以在第一或第二方向操作，从而移动导螺杆，以增大或减小导螺杆力，并从而增大或减小皮带张力。将来自测力传感器的信号与目标导螺杆力连续地进行比较。当获得了目标导螺杆力之后，控制器停止导螺杆致动器。 如果激活了限位开关，则在接收到限位开关信号时，控制器将停止致动器的操作。

图 7 是控制皮带张力的逻辑图。 变量 belt_wrap_angle、al_pulley_center，以及 al_tension 是基于其中使用了张紧器的特定皮带系统的输入标量值。

参数 map_sine_belt_angle 是从存储在系统存储器中的查找表中获取的。

目标导螺杆力是通过具有防缠绕功能的比例、积分和微分 (PID) 控制器来进行控制的。防缠绕的实现方式作为校准的参数提供比例、积分、微分和防缠绕增益。

图 8 是反馈控制和脉宽调制 (PWM) 过程的逻辑图。 PWM 是用于在不使用变压器的情况下向致动器提供 0 伏特和一个参考值之间的可变电压的方法。 图 8 描述活动张紧器的顶级功能。 用于计算控制算法的周期时间大致为 0.004s。 向发动机转速 (N_Eng_rpm) 和测力传感器信号 (LoadCell) 施加数字低通滤波器，以便在进行控制时使用。

在图 8 中提供并描述了下面的层次结构。

1) 计算活塞力 800: 在此层次结构中，计算目标导螺杆力。 如前所述，可以使用两种模式来获取导螺杆力，请参见图 9。

a. 如上所述，使用简单的三角关系，根据目标皮带张力计算导螺杆力。使用发动机转速作为断点来从图中读取目标皮带张力。饱和

块确保了皮带张力在可校准的范围内。

b. 目标导螺杆力可以作为发动机转速的函数直接从查找表中读取。

2) 盲区 801: 这提供了在 PID 控制循环的误差信号上应用的盲区，参见图 10。

3) 防缠绕 PID 802: 这是 PID 控制器，用于控制导螺杆力，它避免了积分项的缠绕效应，参见图 11。

4) 转换信号 803: 这将 PID 控制器输出转换为适合的 PWM 信号，以驱动驱动电动机，参见图 12。

变量 T_SPEED（张紧器速度）、N_Eng_rpm（发动机转速）、T_LOAD（张紧器负载）、Load_Cell（测力传感器信号）、N_Eng_V_2_rpm、N_Eng_rpm_offset、K_Load 是标量。

现在再请参看图 8，由于目标导螺杆力和测量的导螺杆力之间的差而产生的导螺杆力误差，在通过盲区处理被提供到比例-积分-微分（"PID"）控制器之前经过调节。如果误差包含在预先确定的校准的范围内，PID 控制器盲区将该误差设置为"0"。当导螺杆力误差在预先确定的校准的范围内时，控制器停止致动器的移动，从而停止导螺杆的移动。如果导螺杆力误差超过校准的范围，则控制器激活致动器，以便使测量的导螺杆力回到校准的范围内。

图 9 计算目标活塞力的逻辑图。Tension_to_piston_force 900 基于已知的导螺杆力来计算皮带张力。Map_target_belt_force_limiter_1 限制了最大值和最小值（belt_tension_max, belt_tension_min）之间的导螺杆力。只要没有超过最大和最小导螺杆力，就生成目标活塞（导螺杆）力 903。将目标导螺杆力与测力传感器信号进行比较。然后，由控制器生成控制信号，以根据需要调整导螺杆位置，从而调整皮带张力。典型的皮带张力范围大致为 0N 到 3000N，这对应于大致 0N 到 1000N 的活塞力范围。计算是以 0.004 秒的时间间隔来进行的，然而，该时间间隔可以通过运行条件根据需要来进行调整。

图 10 是盲区的逻辑图。 实现的盲区确保了有可校准的区域，在该区域，不进行任何控制操作，从而实现了无限的阻尼特性。 只要可校准的参数 StartDZ 和 EndDZ 不相同，一个类返回到“0”，以便输入变元在所指定的上下限内。 如果盲区界限相同，则输入变元不变地返回。 对于在界限之外的输入信号值，适当地减去参数 StartDZ 和 EndDZ。 “calc_”前缀是指主体变量（subject variable）的计算。

图 11 是防缠绕的逻辑图。参见图 13 中的层次结构 I 的逻辑图。参见图 14 中的层次结构 DT1 的逻辑图。“CtrlDeviation”是指控制偏离活塞力。 “Load”是指活塞负载。 “var_N_Eng”是指发动机转速。 “PWM”是指脉宽调制，“compute”是计算。

图 12 是转换信号的逻辑图。 这是从由高级别的控制计算出的标准 PWM 值和可以由处理器解释的值的转换。 例如，由处理器/控制器计算出的值可以在 -100 和 +100 之间变化(- 和 + 是旋转的两个感测)，对于低级别的软件驱动器被转换为两个值，第一个符号表示极性(方向)，第二个值是按如下方式计算出的最后的 PWM 值:

PWM_Cmd =100 - PWM

其中 PWM_Cmd 是传递到致动器 400 的值，PWM 是由高级控制计算出的值。 “HB_direction”泛指电动机的方向。“HB_Direction_Cmd”是指关于电动机方向的命令信号。

图 13 是层次结构 I 的逻辑图。这是属于 PID 控制的防缠绕积分器控制。查找表 T1 可以根据发动机转速提供不同的积分器增益（增益调度）。 防缠绕作用通过单个标量增益 kA 来进行调整。 参数“IntegratorOff”可使操作员在必要时以人工方式将积分器关闭。关于张紧器位置的“CtrlInput”被输入到 PID 控制器。“Integral_input_value”是标量积分控制器输入项。

图 14 是属于 PID 控制的层次结构 DT1 的逻辑图。微分作用值通过增益 Kd 来进行调整。“dt1buffer”是标量存储器项，“dt1out”是标量输出 DT1 项。

图 15 是诊断和恢复机制的逻辑图。 诊断包括时钟诊断（高/低阈值）、发动机转速范围诊断（高/低阈值）、测力传感器（高/低阈值）、限位开关的冲程末端诊断（开关打开/关闭）以及驱动电动机电流反馈诊断（过电流的高阈值）。 每一个都根据需要设置错误标志。

图 16 (a) 是热敏电阻输入的逻辑图。热敏电阻信号 (RawValue7_OC-ADC) 是从发动机控制单元接收的。如本说明书中的别处所描述的，这可以用来绘制皮带的工作温度历史的图形。

图 16 (b) 是用于进行致动器电流反馈计算的逻辑图。 致动器电流反馈 (RawValue5_OC_ADC) 和反馈因子 (ADC_O_Current_Feedback_Factor) 用于识别非典型的操作条件，例如，锁定转子条件，该条件要求对致动器去激活。 锁定转子将导致致动器产生非常高的电流。由于杠杆臂的行程中的障碍，或者由于在移动的范围的任何一端的限位开关的故障，可能会发生锁定转子的情况。

图 16 (c) 是用于进行测力传感器校正的逻辑图。可以使用第二测力传感器作为参考，在每一次发动机起动时进行测力传感器校正。在快速系统中，测力传感器校正（关系电压 [mV] 到负载 [N]）在制造阶段执行，并在传感器的使用寿命内保持仍在指定的容差内。

图 16 (d) 是用于进行发动机转速计算的逻辑图。发动机转速用于确定皮带张力。 它还用于确定累积使用寿命历史，以便预测皮带寿命。

图 16 (e) 是用于对 PWM 进行自动/手动控制的逻辑图。 除了这里所描述自动模式外，可以以人工方式 (MANUAL) 对 PWM 进行控制。 在手动模式下，汽车操作员或技师可以输入所需要的皮带张力。 输入的皮带张力可以只在预先确定的范围限制之间，以便避免使皮带受力过度。 手动模式还可以用于清除系统中的操作错误。

图 16 (f) 是 HBRIDGE1 的逻辑图。这控制电动机旋转方向 (HBridge1_Dir)。 H 桥式电路在用于驱动直流电动机的技术中是公知的。

图 17 是参考齿形传动带的侧视图。齿形啮合带 2000 包括弹性体 2001。承拉构件 2002 嵌入在弹性体 2001 内。承拉构件 2002 可以包括聚酰胺、芳族聚酰胺、聚酯，以及所有等同物的绳股。

弹性体 2001 可以包括天然和合成橡胶，包括但不限于，聚氯丁烯、烷基化氯磺酸盐橡胶（alkylated chlorosulphonated rubber）、聚丁二烯、氢化丁腈橡胶（hydrogenated nitrile butadiene rubber）(HNBR)，或 EPDM，及其等同物，以及前述的各项中的任何两个或更多项的组合。

齿 2003 从皮带 2000 的滑轮啮合部分凸出。本发明的皮带包括在皮带传动系统运转过程中识别皮带上的特定位置的装置。在齿形啮合带的情况下，这将可以定位皮带上的任何齿。 然后将使用此信息来进行监控，如此说明书所说明的。

获得皮带上的参考记号的装置有多个。例如，可以在皮带外表面上放置对比色条带 2004，用于通过光学传感器 2007 进行检测。条带 2004 还可以包括具有合适的磁特性的粉末材料，用于通过磁性传感器 2008 进行检测。

在另一个示例中，插入物 2005 或插入物 2006 可以模制到齿 2003 中或皮带体中。 插入物 2006 和插入物 2005 可以包括能够通过磁、电、霍耳效应、电容或其他装置进行检测的任何设备。传感器 2007 和 2008 连接到活动张紧器控制器。

虽然这里描述了本发明的单一形式，但是，对于本领域技术人员很明显，在不偏离这里所描述的本发明的精神和范围的情况下，对部件的结构和关系可以进行各种修改。

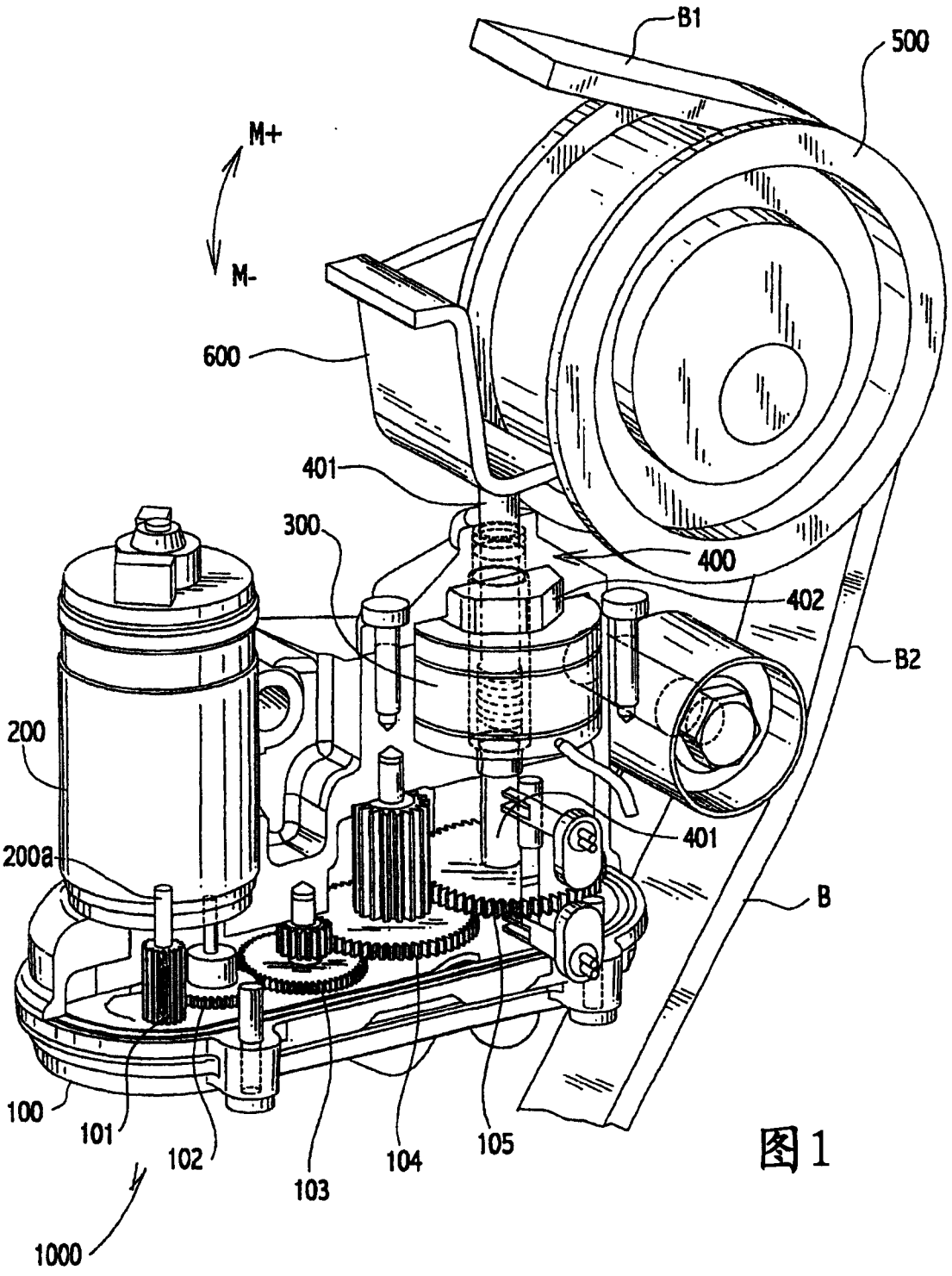

B1
500
M+
M-
600
401
300
400
402
B2
200
200a
401
B
100
101
102
103
104
105
1000

图1

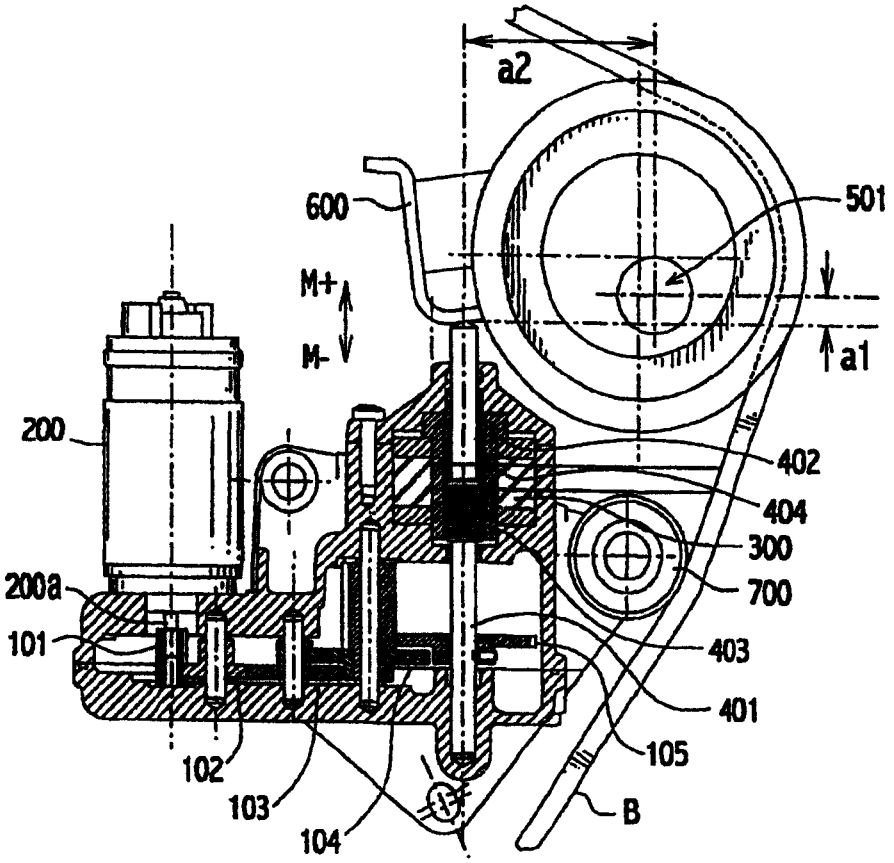

a2
600
501
M+
M-
a1
200
402
404
300
700
200a
101
403
401
105
102
103
104
B

图 2

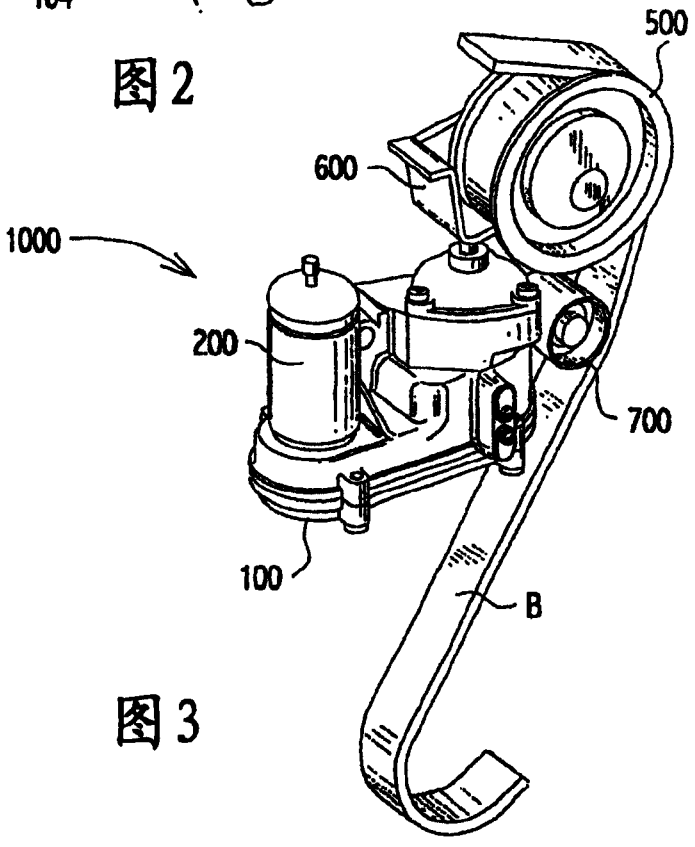

500
600
1000
200
700
100
B

图 3

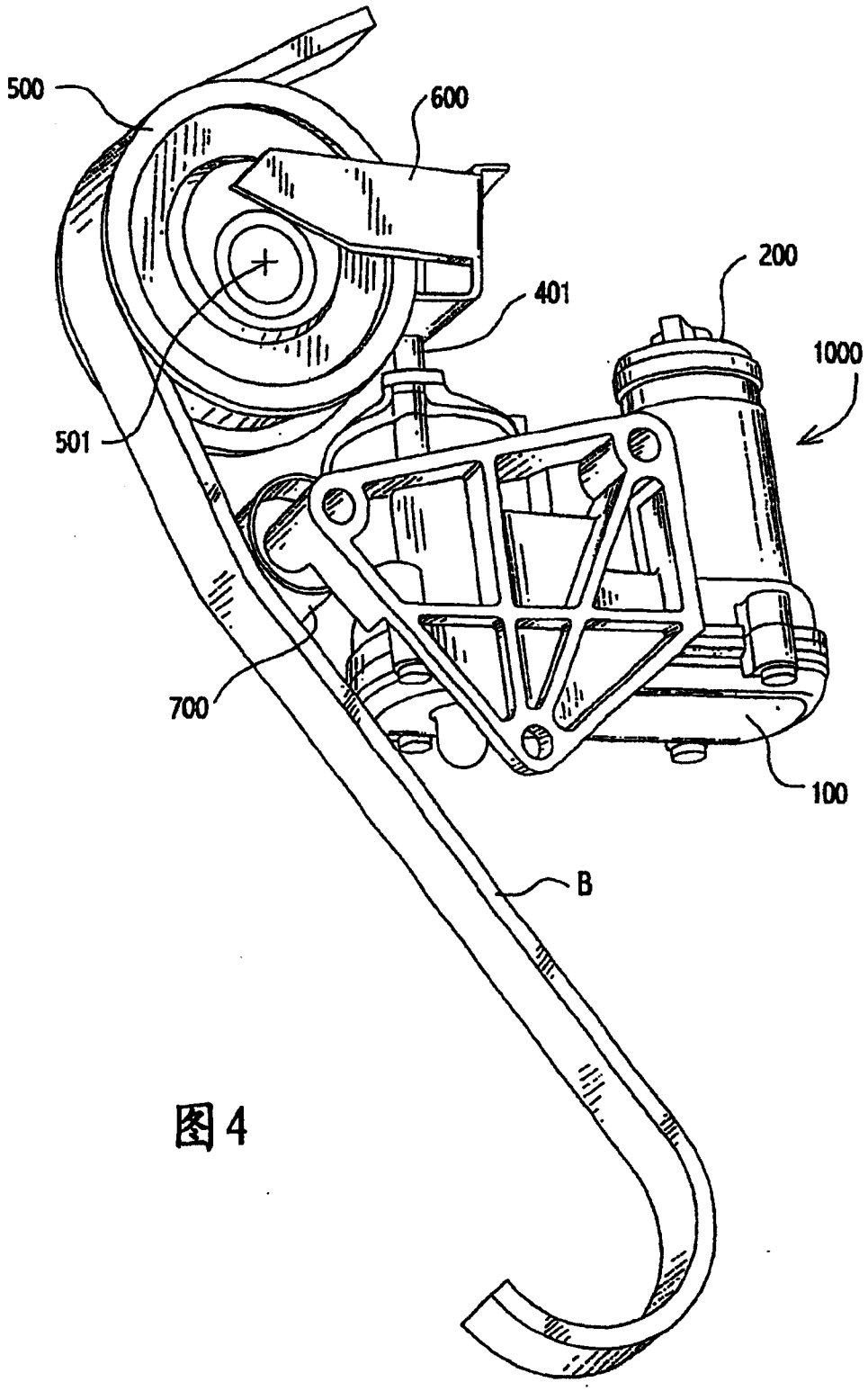


图4

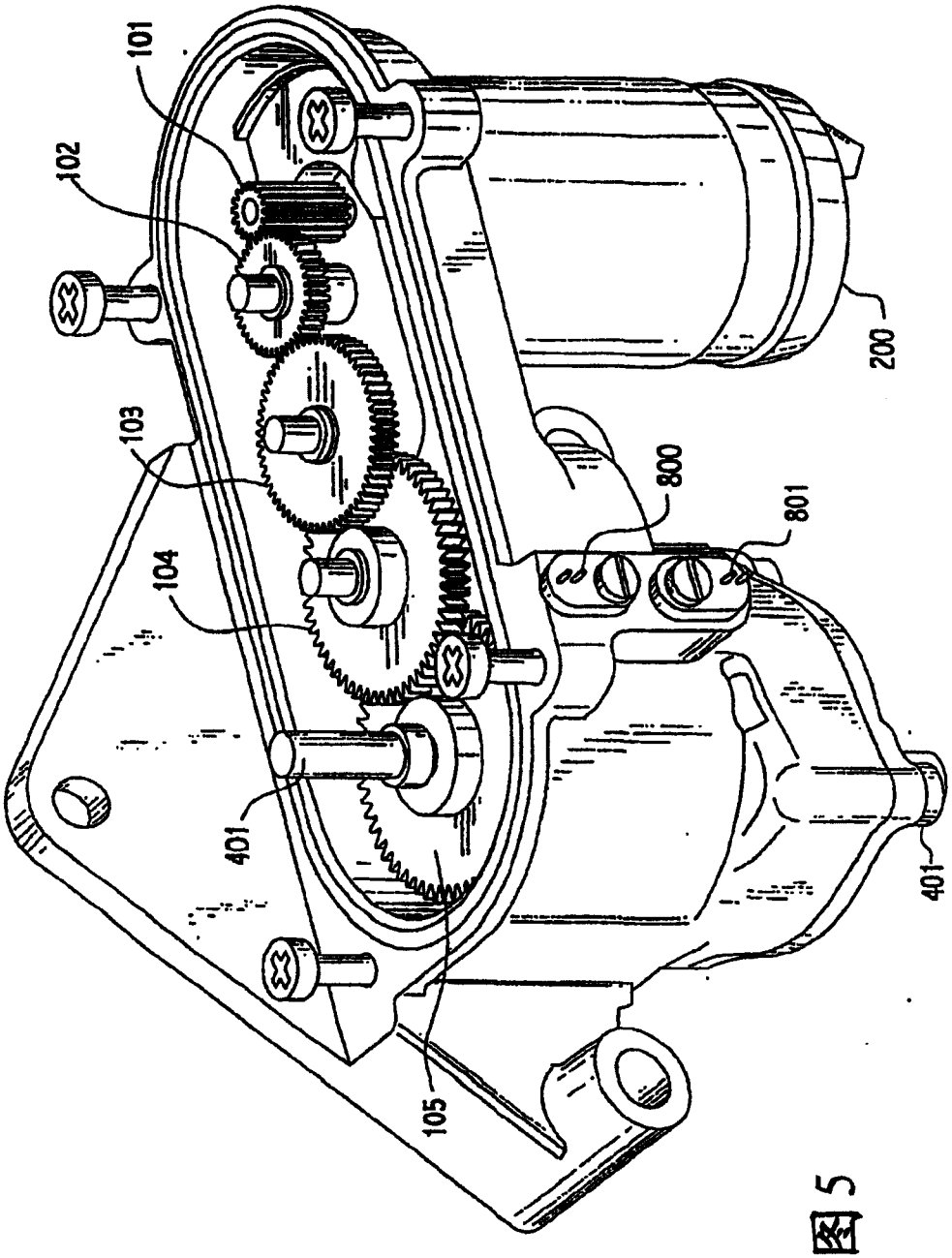


图 5

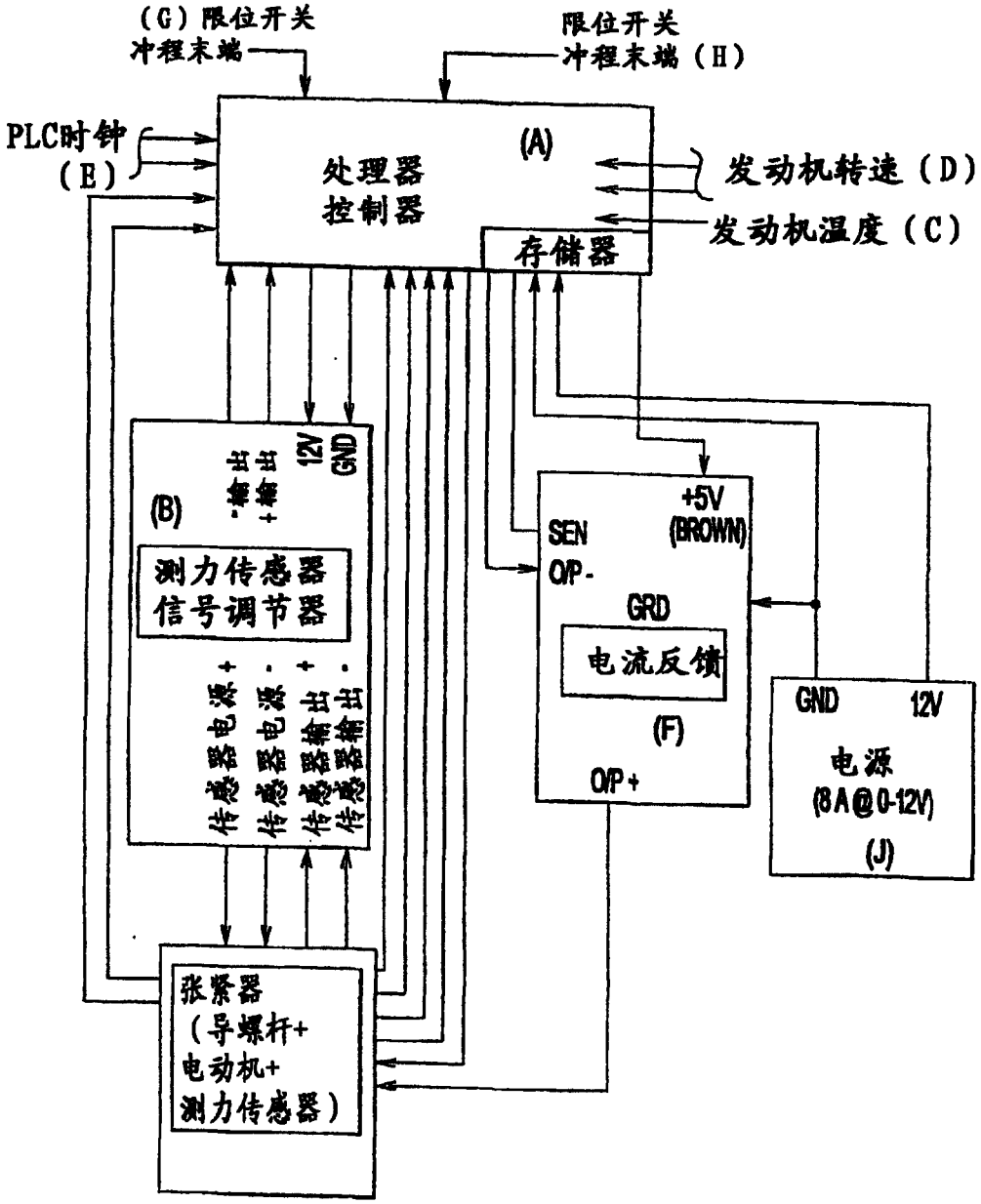

（G）限位开关
冲程末端
限位开关
冲程末端（H）
PLC时钟
（E）
处理器
控制器
(A)
发动机转速（D）
发动机温度（C）
存储器
(B)
12V
GND
测力传感器
信号调节器
+5V
(BROWN)
SEN
O/P-
GRD
电流反馈
(F)
O/P+
GND
12V
电源
(8A@0-12V)
(J)
张紧器
（导螺杆+
电动机+
测力传感器）

图6

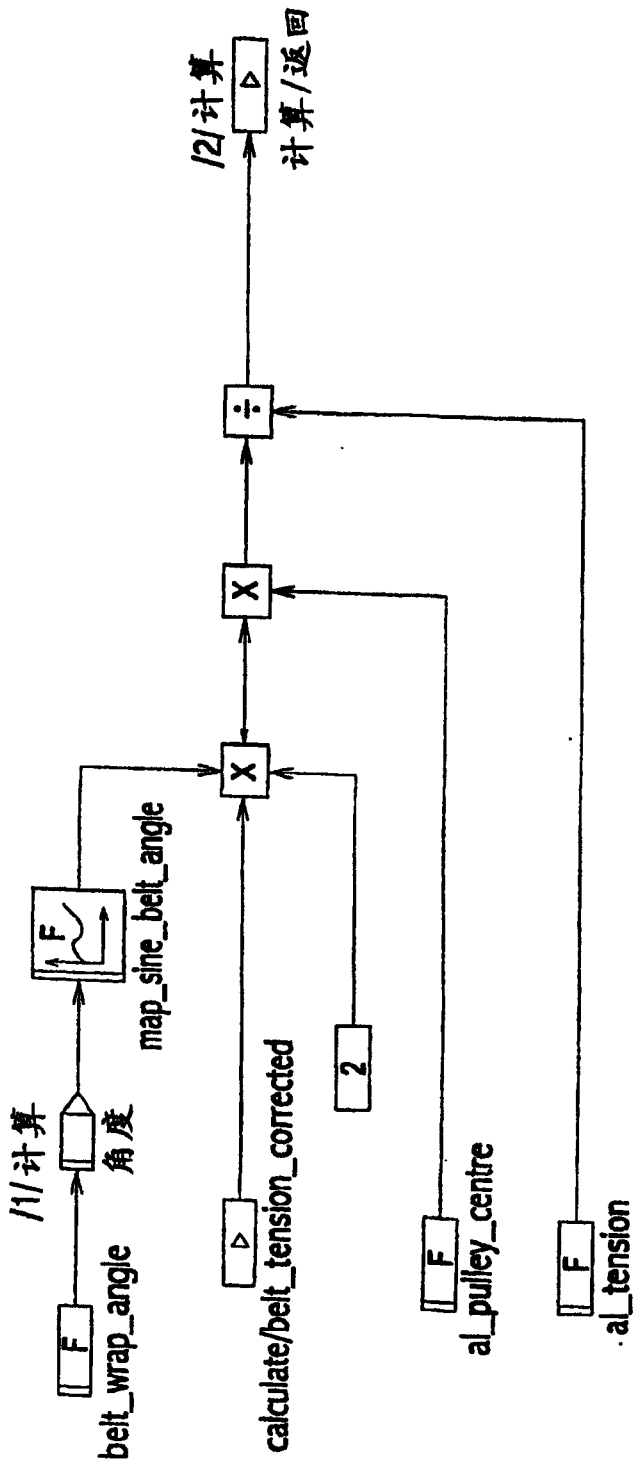

/1/计算
角度
/2/计算
计算/返回
belt_wrap_angle
map_sine_belt_angle
calculate/belt_tension_corrected
2
al_pulley_centre
al_tension
F
X
÷

图7

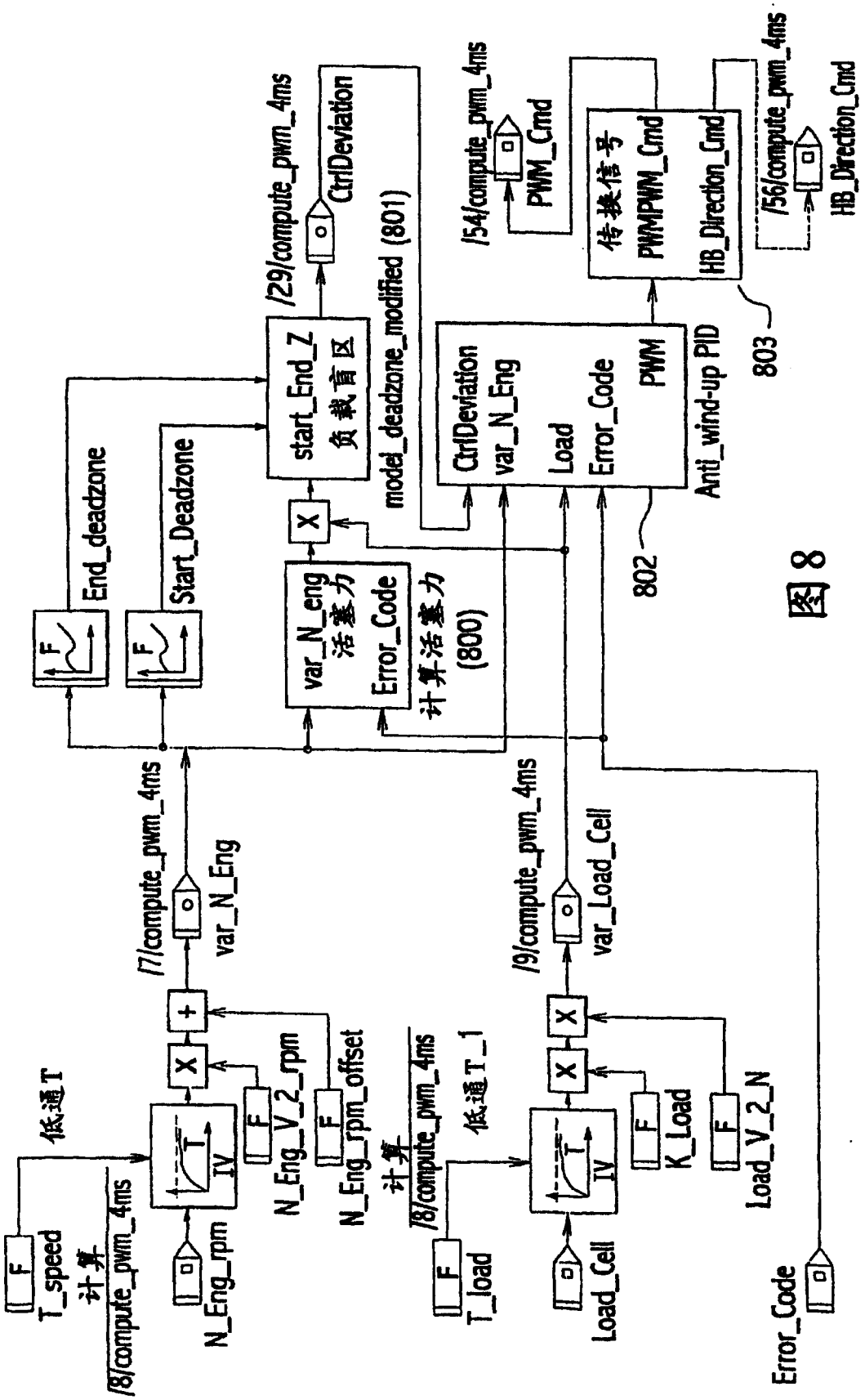

T_speed
计算
/8/compute_pwm_4ms
低通T
N_Eng_rpm
N_Eng_V_2_rpm
N_Eng_rpm_offset
/7/compute_pwm_4ms
var_N_Eng
End_deadzone
Start_Deadzone
var_N_eng
活塞力
Error_Code
计算活塞力
(800)
start_End_Z
负载盲区
model_deadzone_modified (801)
/29/compute_pwm_4ms
CtrlDeviation
CtrlDeviation
var_N_Eng
Load
Error_Code
PWM
Anti_wind-up PID
802
803
/54/compute_pwm_4ms
PWM_Cmd
传换信号
PWMPWM_Cmd
HB_Direction_Cmd
/56/compute_pwm_4ms
HB_Direction_Cmd
/8/compute_pwm_4ms
低通T_1
T_load
Load_Cell
K_Load
Load_V_2_N
/9/compute_pwm_4ms
var_Load_Cell
Error_Code

图 8

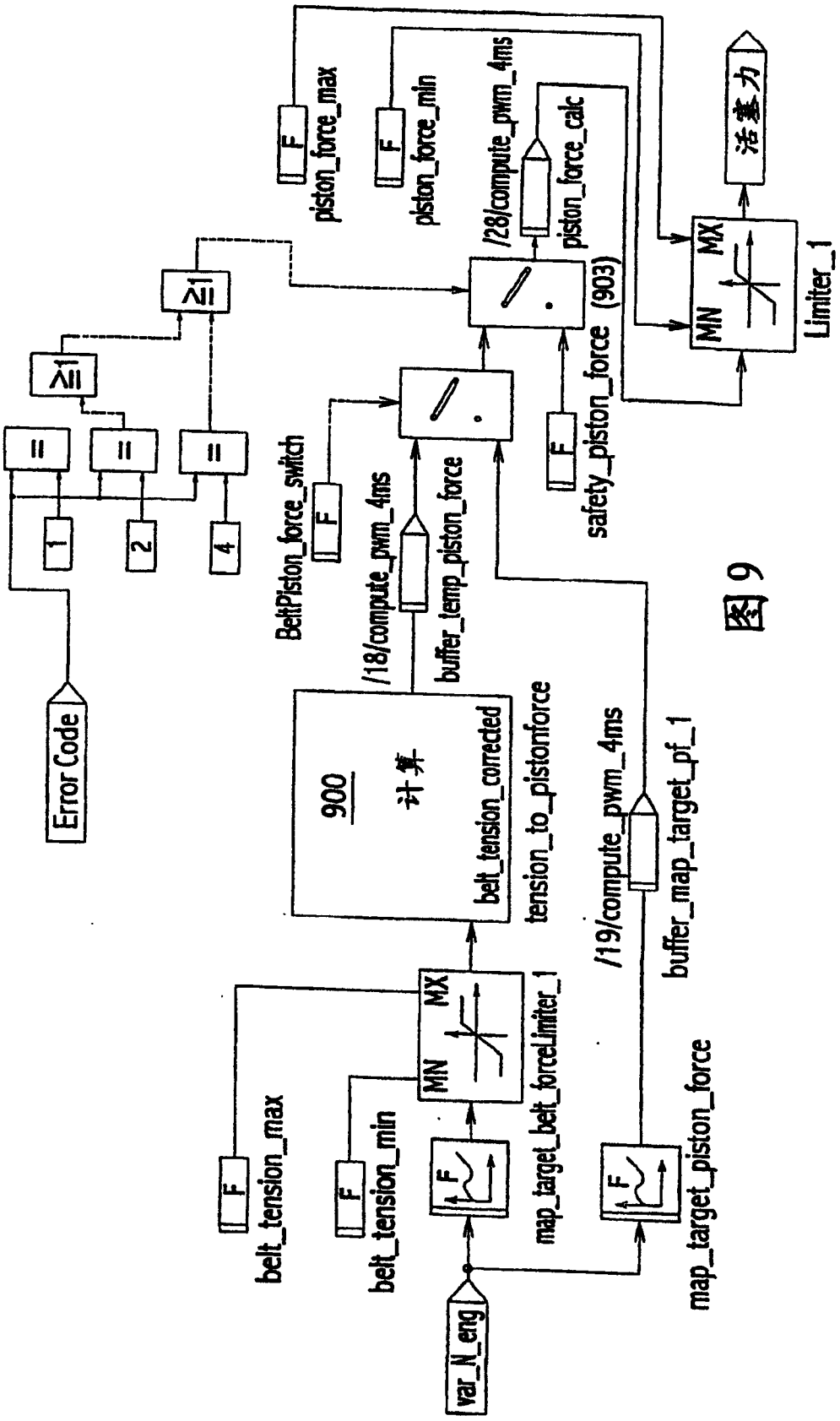

piston_force_max
piston_force_min
/28/compute_pwm_4ms
piston_force_calc
活塞力
Limiter_1
MX
MN
safety_piston_force (903)
≥1
≥1
=
=
=
1
2
4
BeltPiston_force_switch
/18/compute_pwm_4ms
buffer_temp_piston_force
Error Code
900
计算
belt_tension_corrected
tension_to_pistonforce
/19/compute_pwm_4ms
buffer_map_target_pf_1
belt_tension_max
belt_tension_min
map_target_belt_forceLimiter_1
map_target_piston_force
var_N_eng

图 9

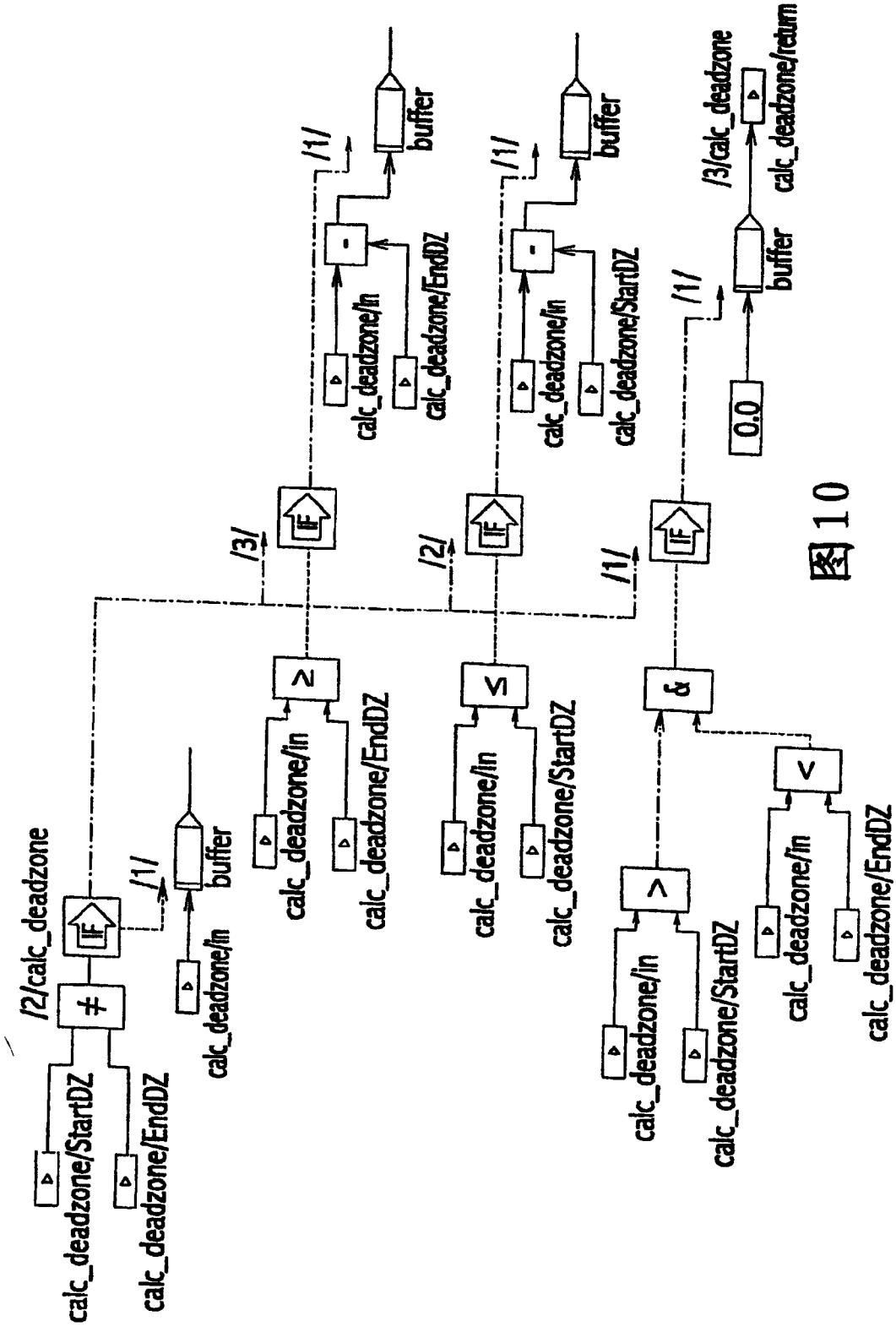

/2/calc_deadzone
IF
≠
calc_deadzone/StartDZ
calc_deadzone/EndDZ
/1/
buffer
calc_deadzone/In
/3/
IF
≥
calc_deadzone/In
calc_deadzone/EndDZ
/1/
buffer
-
calc_deadzone/In
calc_deadzone/EndDZ
/2/
IF
≤
calc_deadzone/In
calc_deadzone/StartDZ
/1/
buffer
-
calc_deadzone/In
calc_deadzone/StartDZ
/1/
IF
&
>
calc_deadzone/In
calc_deadzone/StartDZ
<
calc_deadzone/In
calc_deadzone/EndDZ
/3/calc_deadzone
0.0
buffer
calc_deadzone/return

图10

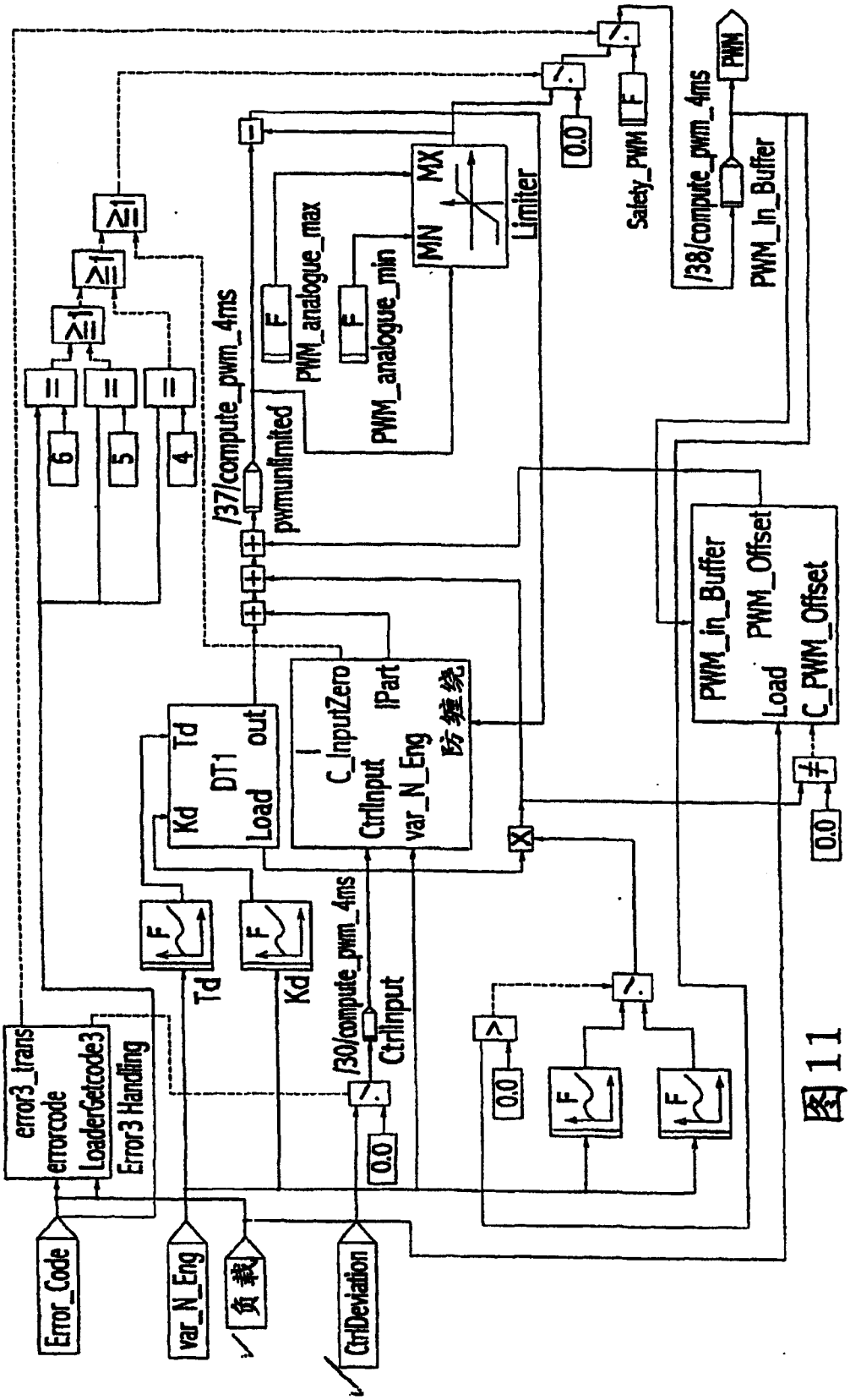

error3_trans
errorcode
LoaderGetcode3
Error3 Handling
Error_Code
var_N_Eng
负载
CtrlDeviation
/30/compute_pwm_4ms
CtrlInput
Td
Kd
DT1
Load
out
C_InputZero
IPart
CtrlInput
var_N_Eng
防缠绕
/37/compute_pwm_4ms
pwmunlimited
PWM_analogue_max
PWM_analogue_min
MX
MN
Limiter
Safety_PWM
/38/compute_pwm_4ms
PWM
PWM_In_Buffer
PWM_in_Buffer
PWM_Offset
Load
C_PWM_Offset
0.0
6
5
4

图 11

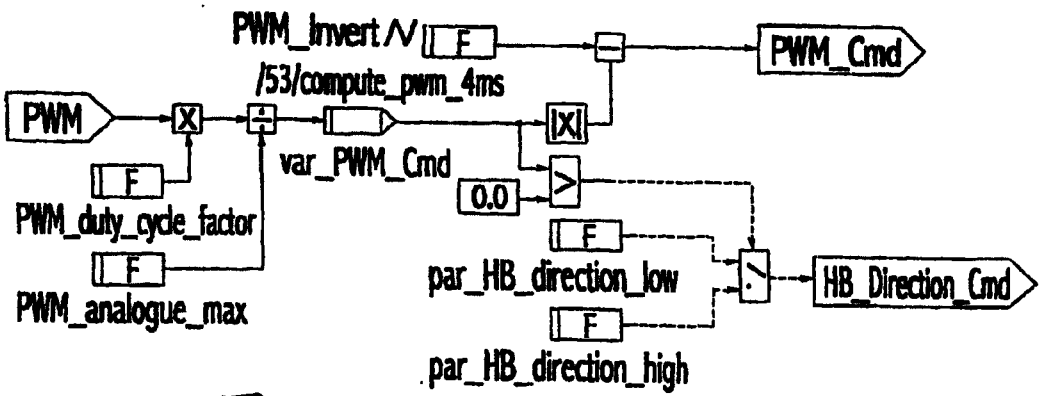

PWM_Invert
F
/53/compute_pwm_4ms
PWM_Cmd
PWM
X
|X|
var_PWM_Cmd
0.0
>
F
PWM_duty_cycle_factor
F
PWM_analogue_max
par_HB_direction_low
F
par_HB_direction_high
HB_Direction_Cmd

图12

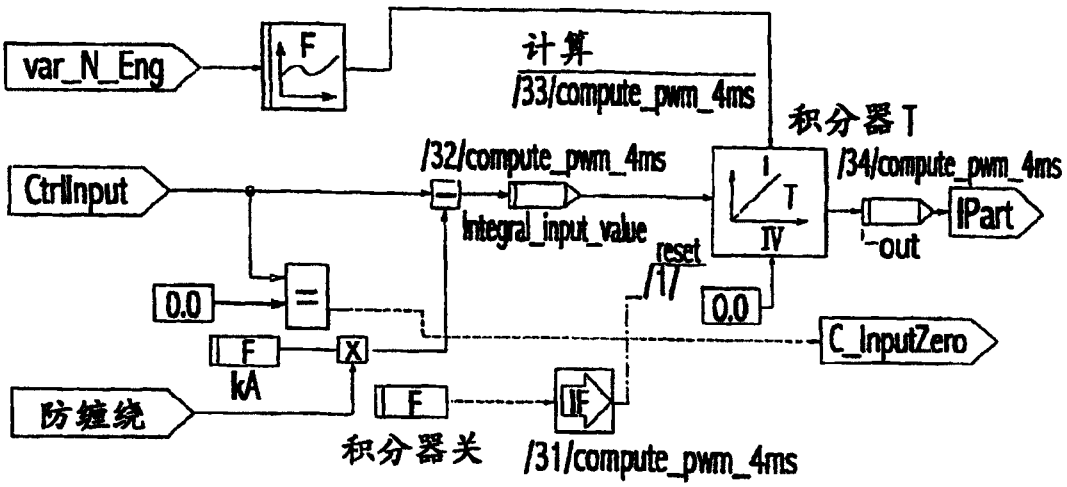

var_N_Eng
F
计算
/33/compute_pwm_4ms
积分器T
/32/compute_pwm_4ms
/34/compute_pwm_4ms
CtrlInput
I
T
IV
IPart
Integral_input_value
reset
out
/17
0.0
0.0
=
C_InputZero
F
kA
X
防缠绕
F
积分器关
IF
/31/compute_pwm_4ms

图13

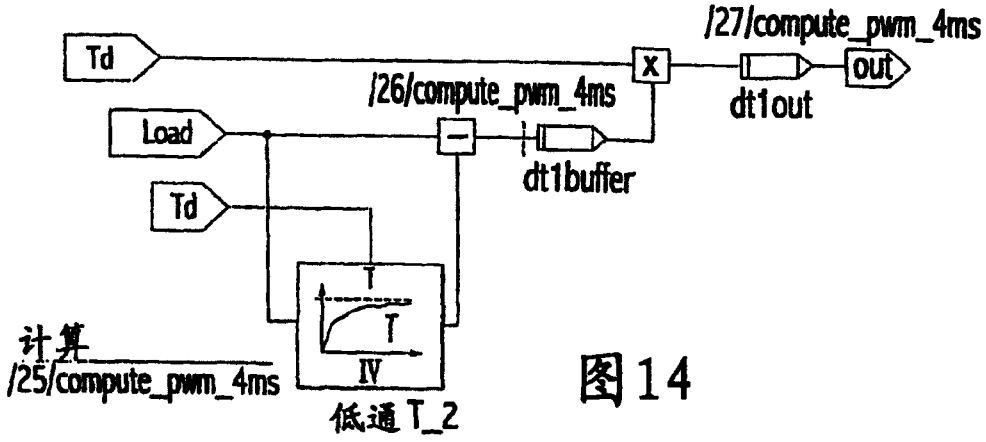

/27/compute_pwm_4ms
Td
X
out
/26/compute_pwm_4ms
dt1out
Load
dt1buffer
Td
T
T
计算
/25/compute_pwm_4ms
IV
低通T_2

图14

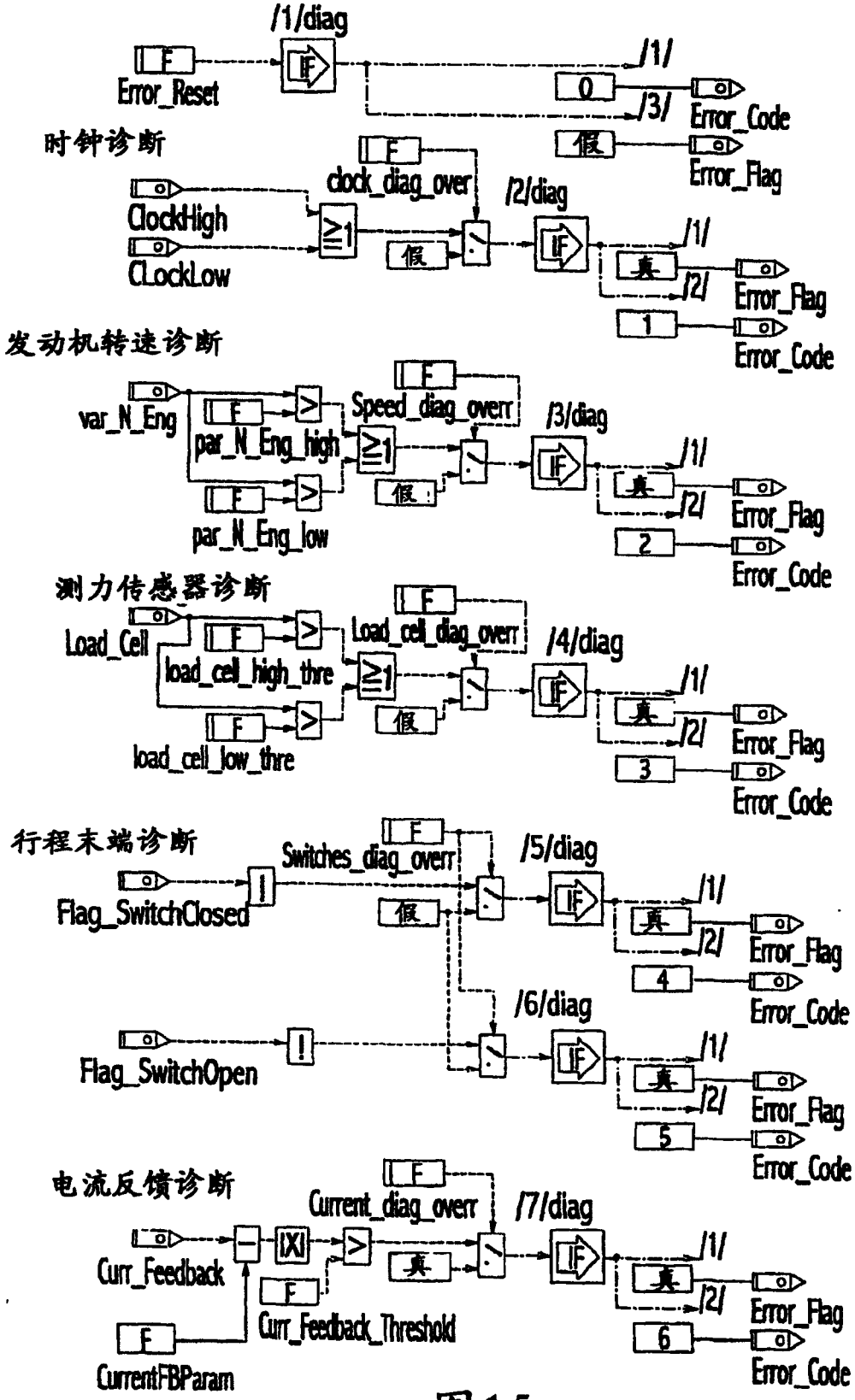

/1/diag
Error_Reset
/1/
0
/3/
Error_Code
假
Error_Flag
时钟诊断
clock_diag_over
/2/diag
ClockHigh
CLockLow
≥1
假
真
/1/
/2/
Error_Flag
1
Error_Code
发动机转速诊断
var_N_Eng
Speed_diag_overr
/3/diag
par_N_Eng_high
par_N_Eng_low
2
测力传感器诊断
Load_Cell
Load_cell_diag_overr
/4/diag
load_cell_high_thre
load_cell_low_thre
3
行程末端诊断
Switches_diag_overr
/5/diag
Flag_SwitchClosed
4
/6/diag
Flag_SwitchOpen
5
电流反馈诊断
Current_diag_overr
/7/diag
Curr_Feedback
Curr_Feedback_Threshold
CurrentFBParam
6

图15

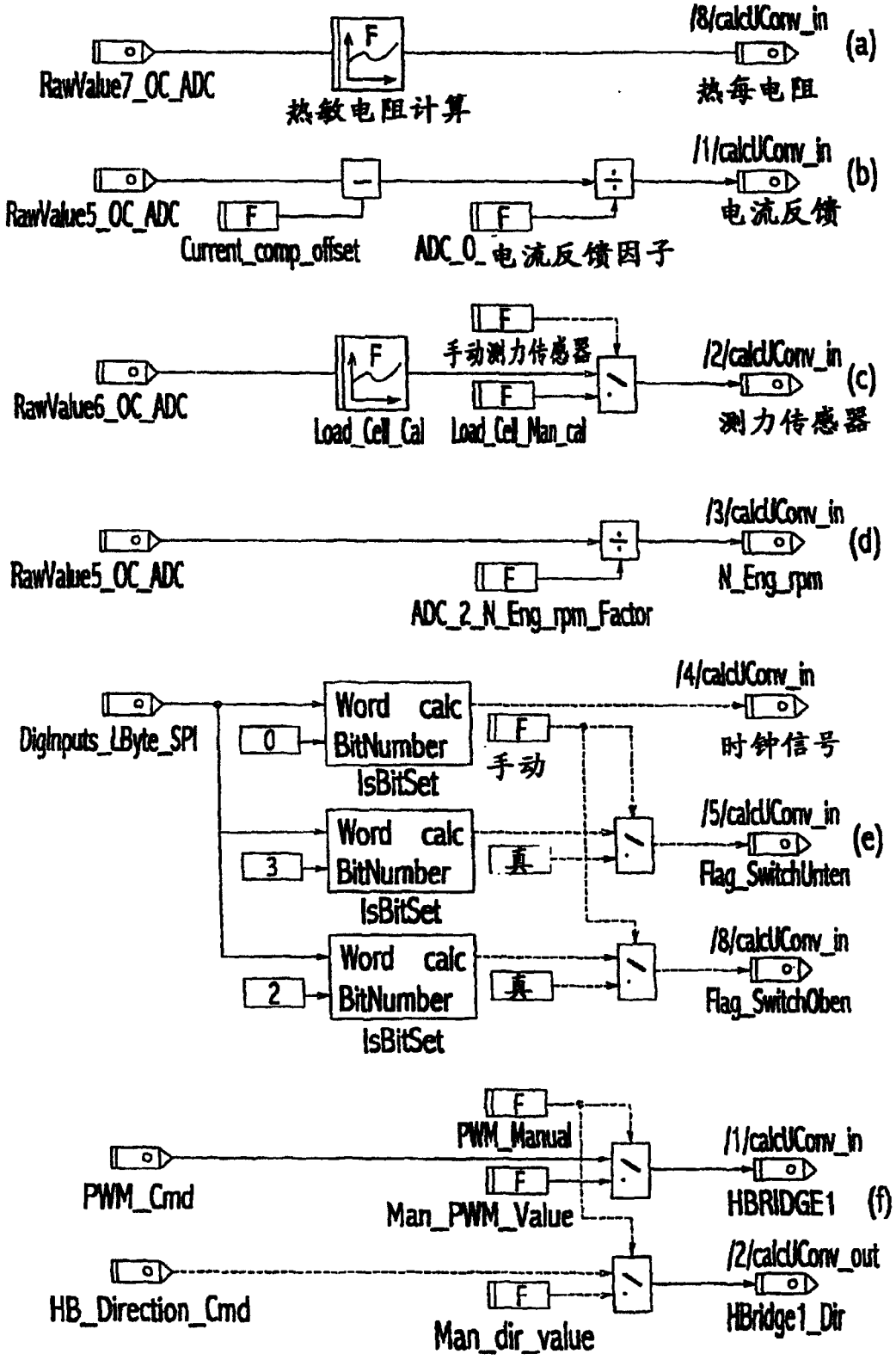

RawValue7_OC_ADC
F
热敏电阻计算
/8/calcUConv_in
(a)
热每电阻
RawValue5_OC_ADC
F
Current_comp_offset
F
ADC_0_电流反馈因子
/1/calcUConv_in
(b)
电流反馈
RawValue6_OC_ADC
F
Load_Cell_Cal
F
手动测力传感器
F
Load_Cel_Man_cal
/2/calcUConv_in
(c)
测力传感器
RawValue5_OC_ADC
F
ADC_2_N_Eng_rpm_Factor
/3/calcUConv_in
(d)
N_Eng_rpm
DigInputs_LByte_SPI
0
Word calc
BitNumber
IsBitSet
F
手动
/4/calcUConv_in
时钟信号
3
Word calc
BitNumber
IsBitSet
真
/5/calcUConv_in
(e)
Flag_SwitchUnten
2
Word calc
BitNumber
IsBitSet
真
/8/calcUConv_in
Flag_SwitchOben
PWM_Cmd
F
PWM_Manual
F
Man_PWM_Value
/1/calcUConv_in
HBRIDGE1
(f)
HB_Direction_Cmd
F
Man_dir_value
/2/calcUConv_out
HBridge1_Dir

图16

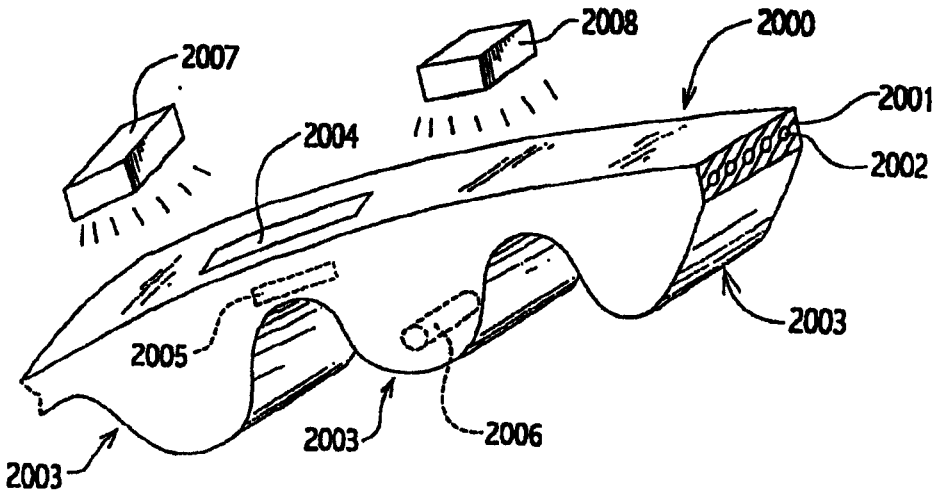


图17