



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101652548 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 21

(21) 申请号 200880001159. 8

(22) 申请日 2008. 04. 17

(85) PCT申请进入国家阶段日
2009. 05. 21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/003094 2008. 04. 17

(87) PCT申请的公布数据

W02009/127234 EN 2009. 10. 22

(73) 专利权人 曼柴油机和涡轮公司, 德国曼柴油机和涡轮欧洲股份公司的联营公司

地址 丹麦哥本哈根

(72) 发明人 亨里克·罗斯特德延森

耶斯佩尔·魏斯福格 延斯·巴格

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 王艳江 黄霖

(51) Int. Cl.

F02B 77/08 (2006. 01)

F02D 35/02 (2006. 01)

F02D 41/22 (2006. 01)

F02D 41/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 昭 60-32941 A, 1985. 02. 20, 全文.

JP 特开平 6-26393 A, 1994. 02. 01, 全文.

CN 1055743 C, 2000. 08. 23, 全文.

DE 19714371 A1, 1998. 10. 22, 全文.

US 4122720 A, 1978. 10. 31, 全文.

审查员 武利媛

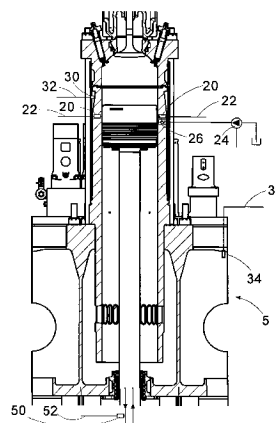
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 8 页

(54) 发明名称

用于检测二冲程柴油发动机中的磨损前状态的方法和设备

(57) 摘要

本发明涉及用于检测二冲程柴油发动机中的磨损前状态的方法和设备。该方法包括:为气缸中的每个气缸连续地或间断地测量气缸壁温度,为气缸中的每个气缸连续地或间断地测量扫气箱中接近于扫气口的位置处的空气温度,基于所测量的气缸壁温度和所测量的扫气箱中接近于扫气口的位置处的空气温度为气缸中的每个气缸确定磨损前状况,且当对于气缸中的一个气缸发生以下状况的组合时发出磨损前警报:所测量的气缸壁温度发生波动,和气缸壁温度的温度波动的峰或谷以落在预定范围中的时间间距分开,和温度波动的峰与谷之间的温度差超过预定阈值,和已经产生至少具有预定数目的温度波动的序列时;且所测量的扫气箱中接近于扫气口的位置处的空气温度逐渐增加。



1. 一种用于检测大型多缸涡轮增压式二冲程柴油发动机中的磨损前状态的方法,所述方法包括:

为气缸中的每个气缸连续地或者间断地测量气缸壁温度,

为气缸中的每个气缸连续地或者间断地测量扫气箱中接近于扫气口的位置处的空气温度,

基于所测量的所述气缸壁温度和所测量的所述扫气箱中接近于扫气口的位置处的空气温度为气缸中的每个气缸确定磨损前状况,以及

当对于气缸中的一个气缸发生以下状况的组合时,发出磨损前警报:

i) 所测量的所述气缸壁温度发生波动,和所述气缸壁温度的温度波动的峰或谷以落在预定范围中的时间间距分开,和所述温度波动的峰与谷之间的温度差超过预定阈值,和已经产生至少具有预定数目的所述温度波动的序列时,以及

ii) 所测量的所述扫气箱中接近于扫气口的位置处的空气温度逐渐增加。

2. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:对于为其发出所述警报的气缸,将气缸润滑水平增加到高于用于正常操作的水平。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,进一步包括:对于为其发出所述警报的气缸,将载荷水平减小到低于用于正常操作的水平。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,进一步包括:对一个气缸的所测量的所述气缸壁温度和所测量的所述扫气箱中接近于扫气口的位置处的空气温度的发展与其他气缸中的一些或所有气缸的所测量的所述气缸壁温度和所测量的所述扫气箱中接近于扫气口的位置处的空气温度的发展进行比较。

5. 一种用于检测大型多缸涡轮增压式二冲程柴油发动机中的磨损前状态的设备,所述设备为每个气缸设有:

至少一个设置在上止点的区域中并测量气缸壁温度的温度传感器,以及

至少一个设置在扫气箱中并测量接近于扫气口的位置处的空气温度的温度传感器,

所述温度传感器联接到处理器,所述处理器配置为基于所测量的所述气缸壁温度和所测量的所述接近于扫气口的位置处的空气温度确定磨损前状况,并且

所述处理器被配置为当对于气缸中的一个气缸发生以下状况的组合时,发出磨损前警报:

i) 所测量的所述气缸壁温度发生波动,和所述气缸壁温度的温度波动的峰或谷以落在预定范围中的时间间距分开,和所述温度波动的峰与谷之间的温度差超过预定阈值,和已经产生至少具有预定数目的所述温度波动的序列时,以及

ii) 所测量的所述扫气箱中接近于扫气口的位置处的空气温度逐渐增加。

用于检测二冲程柴油发动机中的磨损前状态的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于检测大型二冲程柴油发动机中的磨损的方法,更具体地,涉及一种用于检测磨损前状态的方法和一种用于检测磨损前状态的设备。

背景技术

[0002] 大型二冲程柴油发动机的操作中的干扰会导致功率减小并损坏气缸和活塞。功率损失会很大,并且如果发动机必须停止操作则会引起严重问题,例如,当大型二冲程柴油发动机用作航海船舶中的主动力源时。

[0003] 活塞环和衬套表面经历由使(粘度、载荷、速度)与摩擦系数相关的斯特里贝克(Stribeck)曲线(图1)描述的所有三个磨耗模式。这三个模式是边界润滑、混合润滑以及液压润滑。液压润滑是表面因油膜而完全分离的状态。如果载荷仅部分地由油膜压力承载并且部分地通过粗糙体接触来承载,该状态称作混合润滑。如果全部载荷通过粗糙体承载并且分离仅仅是分子薄油膜,该状态称为边界润滑。

[0004] 在大型二冲程柴油发动机中,边界润滑总是在上止点(TDC)附近呈现出小程度,在该处活塞的速度接近零。在正在发生缸膛打磨的情况中,边界润滑的量会上升到会发生磨损的水平。

[0005] 公知的是气缸衬套壁中靠近上止点的温度传感器用于检测磨损前状况。但是,只有当传感器接近于粘附接触(粘附接触可以发生于沿周向的不同位置而非传感器位置或者恰好在传感器上方或下方)的局部位置时,由粘附接触引起的局部温度增加才会导致传感器区域中的温度增加。因此,初始温度增加将很大程度地取决于从传感器到发生粘附接触的位置的距离。每个传感器总会是较大延伸表面区域的唯一的单个点。因此,当粘附接触发生于稍微远离传感器的位置时,磨损前状况的检测将大大地延迟。这可能是至关重要的,因为为了保护气缸衬套需要快速动作。

发明内容

[0006] 我方研究表示:当边界润滑达到临界值时摩擦系数的改变将导致独特的衬套表面温度的温度波动型式。这种状态将在任何磨损发生之前持续大约10到20分钟(min)的阶段。在该阶段中,能够通过将警报系统连接到气缸润滑系统而手动地或者自动地采取适当的措施。

[0007] 当检测到磨损前状态时,气缸润滑油剂量能够相对于正常需要的剂量增加从而防止发生磨损状态。另一种可能是将警报系统连接到发动机的电子控制系统,然而能够减小相关气缸上的载荷。在图中,这种状态称作“高摩擦状态”。如果不采取适当的行为,这种状态将发展成气缸衬套严重磨耗的磨损。磨损状态下的衬套温度稳定于高水平。在图5中,这种状态称作“磨损状态”。

[0008] 在该背景下,本发明的一个目的是提供一种检测磨损前状态的方法。

[0009] 该目的通过提供一种用于检测大型多缸涡轮增压式二冲程柴油发动机中的磨损

前状态的方法来实现,所述方法包括:为气缸中的每个气缸连续地或者间断地测量气缸壁温度,为气缸中的每个气缸连续地或者间断地测量扫气箱中接近于扫气口的位置处的空气温度,基于所测量的所述气缸壁温度和所测量的所述扫气箱中接近于扫气口的位置处的空气温度为气缸中的每个气缸确定磨损前状况,以及当对于气缸中的一个气缸发生以下状况的组合时,发出磨损前警报:i) 所测量的所述气缸壁温度发生波动,和所述气缸壁温度的温度波动的峰或谷以落在预定范围中的时间间距分开,和所述温度波动的峰与谷之间的温度差超过预定阈值,和已经产生至少具有预定数目的所述温度波动的序列时,以及 ii) 所测量的所述扫气箱中接近于扫气口的位置处的空气温度逐渐增加。

[0010] 通过提供测量气缸衬套温度和别于气缸壁的位置的附加传感器,获得了关于气缸衬套温度发展的附加信息源并由此能够改进磨损前状况检测的可靠性和响应性。

[0011] 所述方法可以进一步包括:对所有气缸在不同于气缸壁和所述扫气箱中的空气温度的位置处连续地或者间断地测量另一个气缸向关温度,并且基于气缸壁温度、所述扫气箱中的空气温度以及其他气缸相关温度的组合信息进行磨损前状况的所述确定。

[0012] 当某一气缸的温度发生波动、并且该气缸的温度波动的峰或谷以落在预定范围中的时间间距分开、并且所述温度波动的峰与谷之间的温度差超过预定阈值时,可以发出所述警报。

[0013] 当产生至少具有预定数目的所述波动的序列时,可以发出磨损前警报。

[0014] 所述方法可以进一步包括:对于为其发出所述警报的气缸,将气缸润滑水平增加到高于用于正常操作的水平。

[0015] 所述方法可以进一步包括:对于为其发出所述警报的气缸,将载荷水平减小到低于用于正常操作的水平。

[0016] 优选地,能够测量的并且能够用于所述方法中的另外气缸相关温度在液态介质中测量。

[0017] 所测量的并且用于所述方法中的其他气缸相关温度可以是气缸衬套冷却水温度。

[0018] 所测量的所述其他气缸相关温度可以是气态介质。

[0019] 不同介质以不同方式响应,并且通过使用不同介质,可以确保能够获得用于快速检测磨损前状况的信息。

[0020] 所述其他气缸相关温度可以是相关气缸的废气温度。

[0021] 本发明的另一个目的是提供一种检测大型多缸涡轮增压式二冲程柴油发动机中的磨损前状态的设备,所述设备为每个气缸设有:至少一个设置在上止点的区域中并测量气缸壁温度的温度传感器,以及至少一个设置在扫气箱中并测量接近于扫气口的位置处的空气温度的温度传感器,所述温度传感器联接到处理器,所述处理器配置为基于所测量的所述气缸壁温度和所测量的所述接近于扫气口的位置处的空气温度确定磨损前状况,并且所述处理器被配置为当对于气缸中的一个气缸发生以下状况的组合时,发出磨损前警报:i) 所测量的所述气缸壁温度发生波动,和所述气缸壁温度的温度波动的峰或谷以落在预定范围中的时间间距分开,和所述温度波动的峰与谷之间的温度差超过预定阈值,和已经产生至少具有预定数目的所述温度波动的序列时,以及 ii) 所测量的所述扫气箱中接近于扫气口的位置处的空气温度逐渐增加。

[0022] 根据本发明的方法和设备的进一步的目的、特征、优点以及特性将通过具体实施

方式部分而变得明显。

附图说明

[0023] 在以下的具体实施方式部分中,将参考附图中示出的示例性实施例详细地阐述本发明,其中:

[0024] 图 1 是图示各个润滑模式的图示;

[0025] 图 2 是根据本发明实施例的多缸发动机的单个气缸的顶部的详细截面图;

[0026] 图 3 是图 2 中图示的气缸的粗略图;

[0027] 图 4 是根据发明实施例的发动机的气缸、喷射系统、气缸润滑系统、温度传感系统以及电子控制系统的概略总图;并且

[0028] 图 5 到图 8 是图示显现出磨损前状况的气缸的不同气缸相关温度发展的图示。

具体实施方式

[0029] 图 1 图示了所谓的斯特里贝克 (Stribeck) 曲线。活塞环和衬套表面经历由使(粘度、载荷、速度)与摩擦系数相关的该曲线描述的所有三个磨耗模式。这三个模式是边界润滑、混合润滑以及液压润滑。液压润滑是表面因油膜而完全分离的状态。如果载荷仅部分地由油膜压力承载并且部分地通过粗糙体接触来承载,该状态称作混合润滑。如果全部载荷通过粗糙体承载并且分离仅仅是分子薄油膜,该状态称为边界润滑。

[0030] 在大型二冲程柴油发动机中,边界润滑总是在上止点 (TDC) 附近呈现出小程度,在该处活塞的速度接近零。在发生缸膛打磨的情况中,边界润滑量会上升到会发生磨损的水平。

[0031] 在本文中,缸膛打磨的发生称作磨损前状况。

[0032] 图 2 图示了十字头类型的大型多缸二冲程柴油发动机的其中一个气缸 10。活塞 12 在气缸 10 中上下移动。气缸的顶部由气缸盖 14 覆盖。气缸盖 14 设置有排气门 16 和燃料喷射器 18。

[0033] 温度传感器 20 和 20' 设置在活塞 12 的运动发生反向的区域中,所谓的上止点 (TDC) (即气缸的上区) 中。温度传感器 20、20' 位于气缸衬套壁中并经由信号电缆 22 连接到发动机的电子控制系统 ECS (图 3)。温度传感器 20、20' 测量靠近气缸的顶部的气缸壁温度,并且温度传感器的信号通过数据电缆 22 传送到电子控制系统 ECS,在所述电子控制系统 ECS 中其由处理器处理。在所示的实施例中,具有两个径向相对的温度传感器 20、20'。但是,也可以每个气缸使用唯一的单个温度传感器 20 或者每个气缸使用沿着气缸的圆周分布的多于两个的温度传感器。

[0034] 置于排气门壳体中的温度传感器 23 测量离开气缸的废气的温度。数据电缆 25 将温度传感器 23 连接到电子控制系统 ECS。

[0035] 气缸润滑器口 26 也沿着气缸的圆周设置。典型地,对每个气缸设置三到十个气缸润滑口 26,然而,主要取决于缸膛,可以使用其他数目的气缸润滑口。气缸润滑口 26 设置有与每个气缸相关联的气缸油泵 24。气缸油泵 24 针对发动机的操作状态调节气缸油的剂量。在正常操作期间,剂量设定为不超过适当量,因为气缸油是相当昂贵的。剂量将受燃料质量影响并且当使用高硫含量的低质燃料时剂量将较大,并且,剂量取决于载荷和发动机

的运转速度或者取决于特定气缸的载荷。

[0036] 图 3 示出了与每个气缸相关联的用于测量围绕着气缸的各个位置处的气缸相关温度使得能够获得更佳和更多的信息以便及时和正确地检测磨损前状况的另外温度传感器。

[0037] 温度传感器 30 测量气缸衬套冷却夹套温度,优选地,在气缸衬套冷却水套的出口管处测量。温度传感器 30 的信号通过数据电缆 32 传送到电子控制系统 ECS。与壁传感器相反,在摩擦系数在磨损前状况期间增大的巨大影响而导致任何局部热量过度发展的情况中,冷却水传感器 30 将立即反应。该热量发展将持续地影响温度,而与衬套的上部中的接触损坏的位置无关。虽然温度增加可能相当小,但是在实施例处理器也可利用温度梯度以检测触发状态。

[0038] 温度传感器 50 测量气缸冷却油温度,优选地,在气缸衬套冷却油的出口导管处测量。温度传感器 50 的信号通过数据电缆 52 传送到电子控制系统 ECS。与壁传感器相反,在部件之间在磨损前状况期间粘附接触的巨大影响而导致任何局部热量过度发展的情况中,活塞冷却油传感器 50 将立即反应。该热量发展将持续地影响温度,而与衬套的上部中的接触损坏的位置无关。

[0039] 为了避免对整个发动机温度变化的测量的任何干扰性影响(例如在冷起动之后),在实施例处理器对某一气缸的气缸衬套冷却水套的温度发展与发动机的一些或者所有的其他气缸的气缸衬套冷却水套温度的平均温度的发展进行比较。在实施例处理器中,对某一气缸的气缸衬套冷却水套与所有的其他气缸的平均温度的发展进行比较。

[0040] 温度传感器 34 测量扫气箱中的空气温度,优选地,在扫气箱 5 中接近于扫气口的位置处测量。温度传感器 34 的信号通过数据电缆 36 传送到电子控制系统 ECS。在活塞环与气缸衬套之间粘附接触的情况中,将不能适当地实现润滑油在部件之间密封住燃烧气体的特定任务。这意味着燃烧气体局部窜漏的风险增加。局部窜漏将引起扫气箱 5 中的空气温度的增加。因此,该第三气缸相关温度将提供关于发生磨损前状况的附加信息并且能够被电子控制系统 ECS 中的处理器利用以便确定磨损前状况的发生。

[0041] 图 4 示出了根据发明实施例的带有五个气缸 10 的发动机。在该实施例中的气缸的数目仅是示例性的,发明可用于带有任何其他数目的气缸的多缸大型二冲程柴油发动机。

[0042] 每个气缸 10 的温度传感器 20、20'、30 以及 34 经由信号电缆 22、32 以及 36 连接到发动机的电子控制系统 ECS。每个气缸 10 的气缸润滑泵 24 也连接到电子控制系统。同样地,燃料喷射系统经由信号电缆 28 连接到电子控制系统 ECS。

[0043] 气缸 10 的温度传感器 20、20'、30 以及 34 提供的气缸壁温度值、气缸夹套冷却水温度以及扫气箱中的空气温度由电子控制系统 ECS 测量和估计。电子控制系统 ECS 包括至少一个配置为测量、分析以及处理气缸相关温度信号的处理器。气缸相关温度的测量可以是间断的——例如每秒一次——或者是连续的。

[0044] 处理器分析每个气缸 10 的气缸相关温度并分析关于每个气缸 10 的气缸相关温度的发展。取决于配置,处理器将使用三个可用气缸相关温度中的两个。三个气缸相关温度例如为:气缸壁温度、气缸夹套冷却水温度以及扫气箱中的空气温度。

[0045] 如果任何气缸显现磨损前状况的典型温度发展,则处理器发出磨损前警报。

[0046] 图 5 到图 8 图示了第四气缸的各种气缸相关温度的典型的磨损前状况以及随后的

假设的磨损状况（图 5 中以虚线表示）。

[0047] 磨损前状况以气缸相关温度波动开始。对于气缸壁温度，这些波动典型地具有处于大约 25℃ 到大约 65℃ 之间的范围中的波动幅度。

[0048] 气缸夹套冷却水温度以与气缸壁温度波动相同的峰与谷之间的时间间隔波动（图 6），但是温度波动的幅度比气缸壁温度波动的幅度小得多（典型地为 1℃ 到 5℃）。这是由于在气缸壁上局部发展的热量散布在具有高热容的冷却水中的作用。夹套冷却温度还具有在高摩擦条件状况期间逐渐增加的趋势。

[0049] 然而，来自气缸夹套冷却水的温度信号对关于气缸中的状况的信息做出了重要贡献，因为冷却水温度波动远比气缸壁温度波动更可再现。

[0050] 为了改进气缸夹套冷却水温度中的波动的可用性，在实施例 1 中，处理器配置为使用温度梯度 $\Delta t / \Delta T$ 来改进灵敏度。

[0051] 进一步地，在实施例 1 中，处理器配置为对气缸夹套冷却水温度的温度发展与其他气缸的气缸夹套冷却水温度的温度发展进行比较，例如，与一些或者所有的其他气缸的平均温度的发展进行比较。因此，由状态改变而引起的或者诸如冷起动之后产生的发动机温度中的一般变化能够被滤出并且将不会被错误地视作与磨损前状况相关的波动。因此，获得了“相对的”气缸夹套冷却水温度。有利地，对温度发展与其他气缸的温度发展进行比较的同样步骤能够适用于其他气缸相关温度：气缸壁温度、扫气箱中的空气温度以及废气温度。

[0052] 气缸相关温度波动的峰之间的时间间距（或者谷之间的时间间距）典型地处于大约 6 到大约 18 分钟（min）之间的范围中。在图 5 到图 7 中，磨损前状况发生前的时间段标示为“高摩擦状态”。在该状态下，摩擦增加但未达到在实际磨损期间产生的摩擦的水平。

[0053] 气缸壁温度波动的幅度的范围会因发动机不同而改变，这可能取决于发动机尺寸和设计并且能够由经验确定。这一点还适用于温度波动的峰之间的时间间距的范围。

[0054] 对于第四气缸的相关温度中的每个，温度波动的幅度是不同的。气缸壁温度的温度跨度典型地处于几十摄氏度的幅度，而气缸夹套冷却水温度的温度跨度则典型地处于几摄氏度的幅度。

[0055] 扫气箱中的空气的温度典型地不波动但在高摩擦状态期间逐渐增加。扫气箱中的空气温度的温度跨度（图 7）从磨损前状况的起始到实际磨损典型地为 5℃ 到 20℃。

[0056] 排气门壳体中的废气的温度典型地不波动但在高摩擦状态期间逐渐增加。排气门壳体中的废气的温度跨度（图 8）从磨损前状况的起始到实际磨损典型地为 10℃ 到 40℃。

[0057] 处理器配置为在它已确定温度波动符合磨损状况的特征时发出磨损前警报。为此，处理器可以使用两个、三个或者如果可用的话多于三个的气缸相关温度。因此，处理器确定波动的峰之间的时间间距是否在预定范围内并确定温度波动是否超过预定幅度。

[0058] 根据实施例 1，处理器配置为只要其中一个可用的气缸相关温度达到符合磨损前状况的标准就确定发出磨损前状况警报。根据另一个实施例，处理器配置为如果至少两个可用的气缸相关温度达到符合磨损前状况的标准就确定发出磨损前状况警报。

[0059] 如果对磨损前状况的判定是肯定的，则处理器发出磨损前警报，并且在实施例 1 中处理器还将自动地启动磨损前状况对策。这些磨损前状况对策可以包括将气缸润滑油剂量增加到高于正常操作的剂量的水平。

[0060] 这种增加通过从电子发动机控制系统 ECS 传到已针对其发出磨损前警报的气缸的气缸润滑泵 24 的信号来实现。磨损前状况对策还可以包括减小已针对其发出警报的气缸上的载荷。该对策由电子控制系统 ECS 通过经由相应信号电缆 28 来改变燃料喷射的量和 / 或正时而实现。磨损前状况对策还可以包括减小发动机速度。

[0061] 在实施例中,处理器配置为应用更精确的控制以检测磨损前状况。

[0062] 额外的限制则采取了发出警报之前必须产生最小数目的连贯的气缸相关温度波动的形式。最小数目的连贯波动可以设定为两个或者三个波动(三个峰中的至少两个)。

[0063] 发明具有许多优点。不同的实施例或实施方式可以实现一个或多于一个的下述优点。应该指出:这不是穷尽性列举而是可以具有未在文中描述的其他优点。本发明的一个优点是它提供了检测磨损前状况的可靠方法。本发明的另一个优点是它提供了一旦检测到磨损前状况即自动启动对策。本发明的再一个优点是它允许结合若干个气缸相关温度的信息以确定磨损前的发生。本发明的又一个优点是它允许从不同介质——例如从固态介质、液态介质以及从气态介质等——提取气缸温度信息。

[0064] 权利要求中使用的术语“包括”不排斥其他的构件或步骤。权利要求中使用的未指明数量的构件或步骤等不排斥复数。

[0065] 虽然在前述说明中着重关注了本发明中被认为是特别重要的那些特征,但是应该理解申请人要求的是关于上文中提到的和 / 或在附图中示出的任何专利性特征或者特征组合的保护,无论是否已对其加以特别强调。而且,应该了解到,本领域的技术人员在考虑了本公开之后,可以对本发明的装置进行改型和 / 或改进但仍然处于如下面的权利要求书中所提出的本发明的范围和原理内。

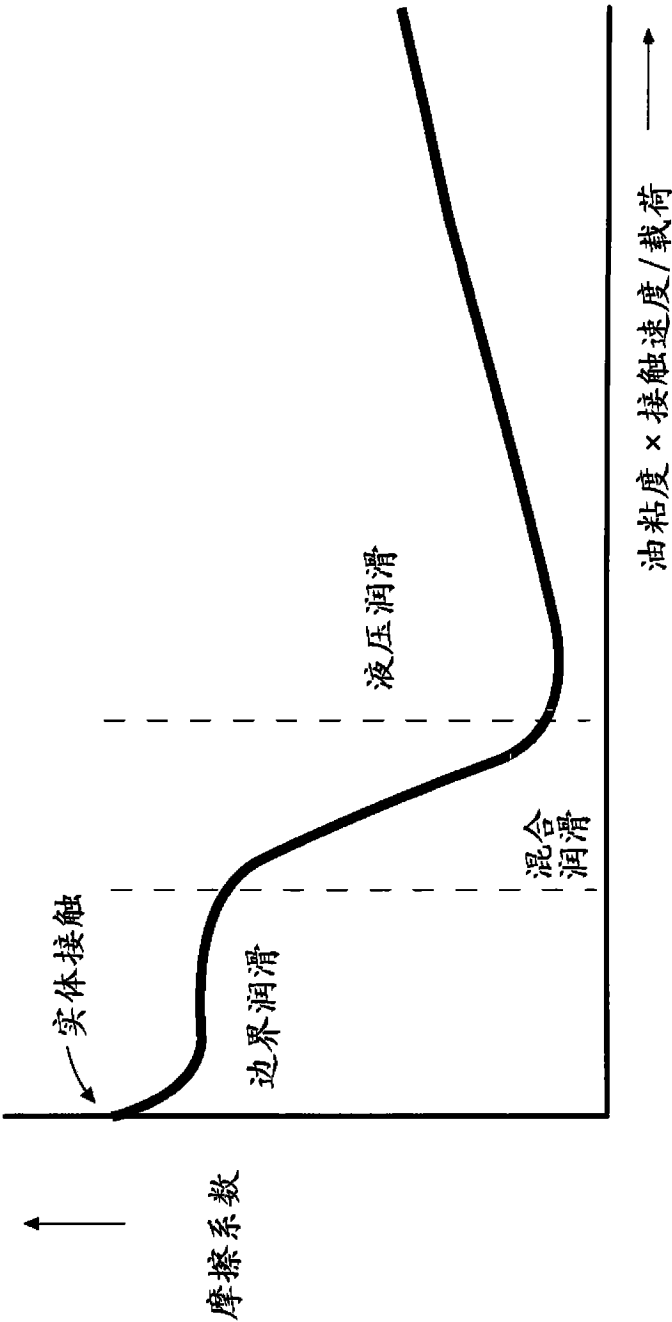


图1

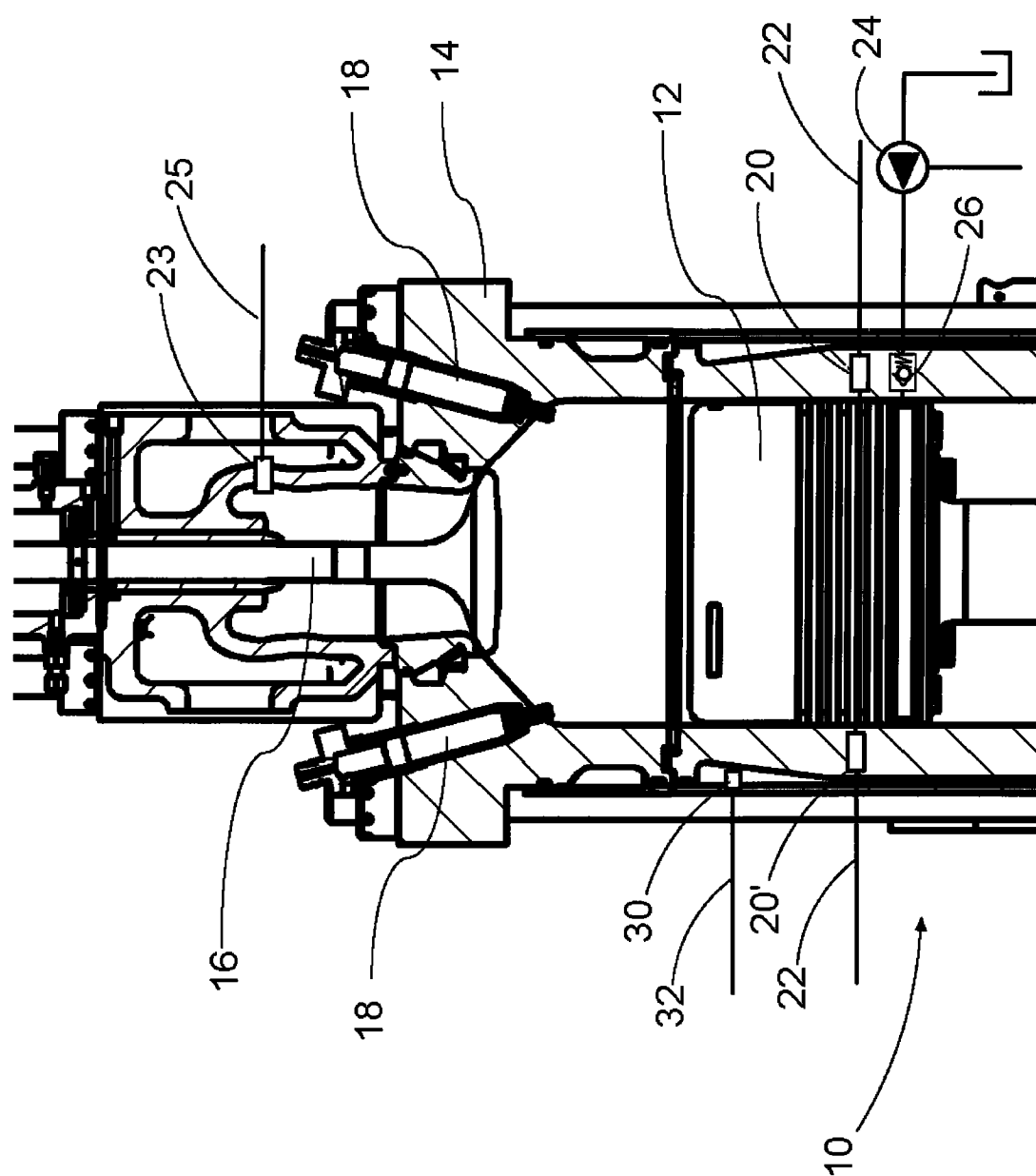


图2

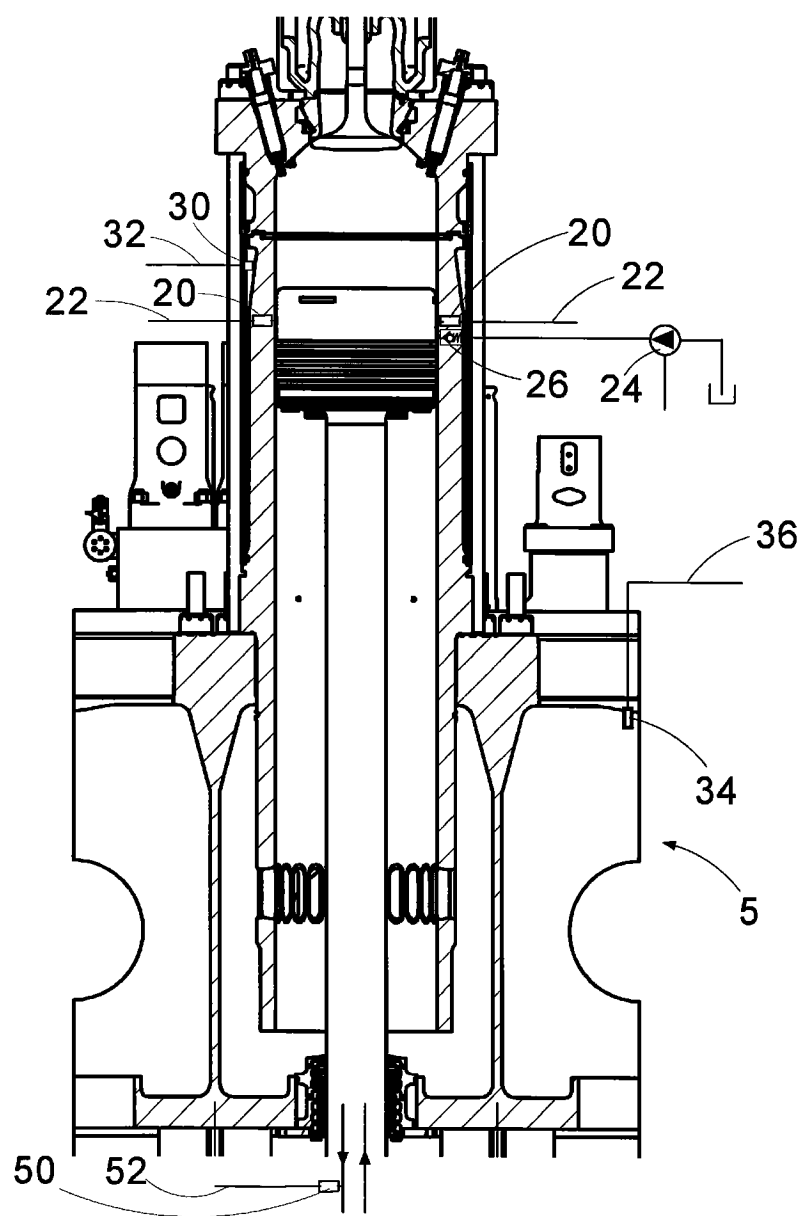


图 3

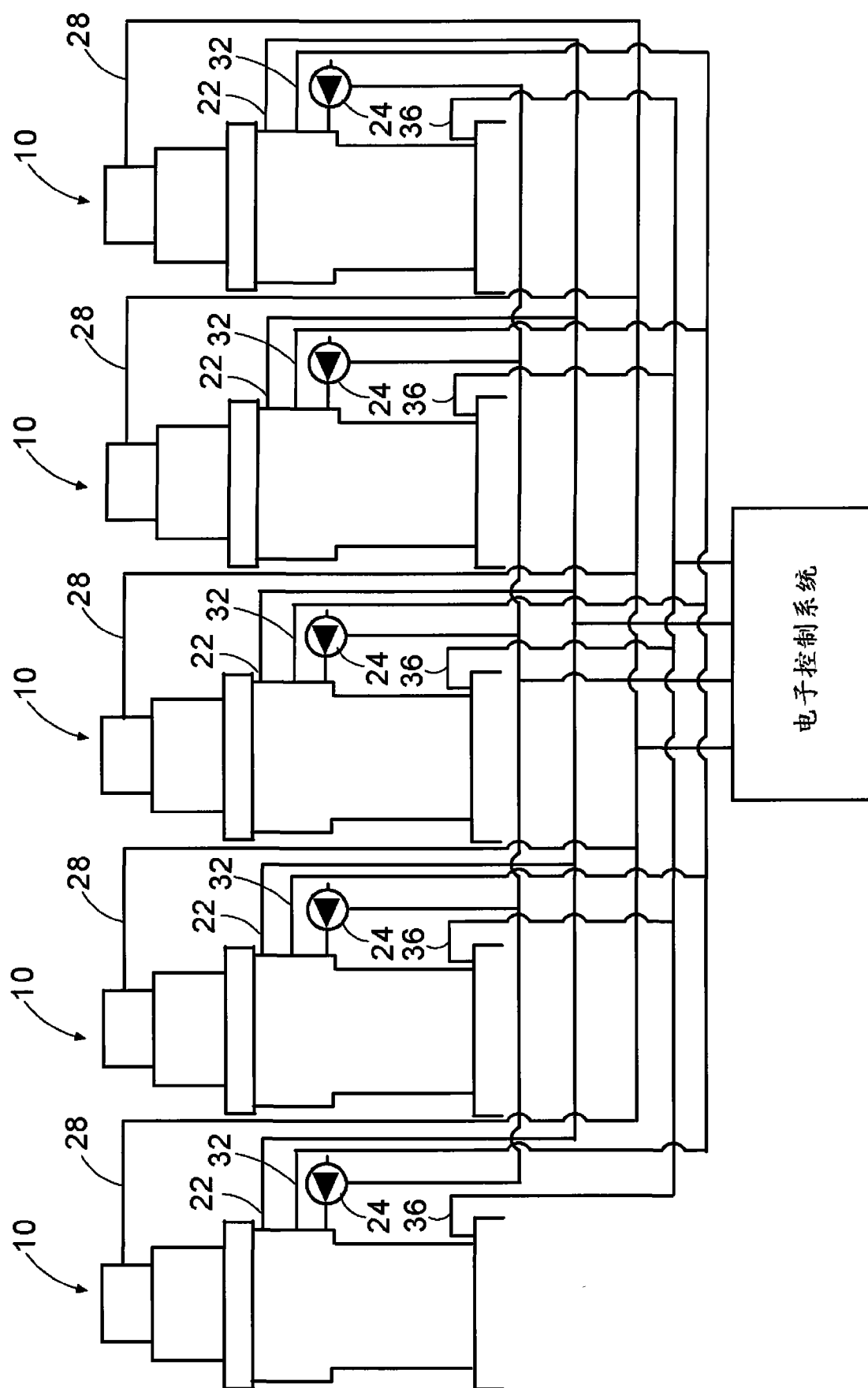


图4

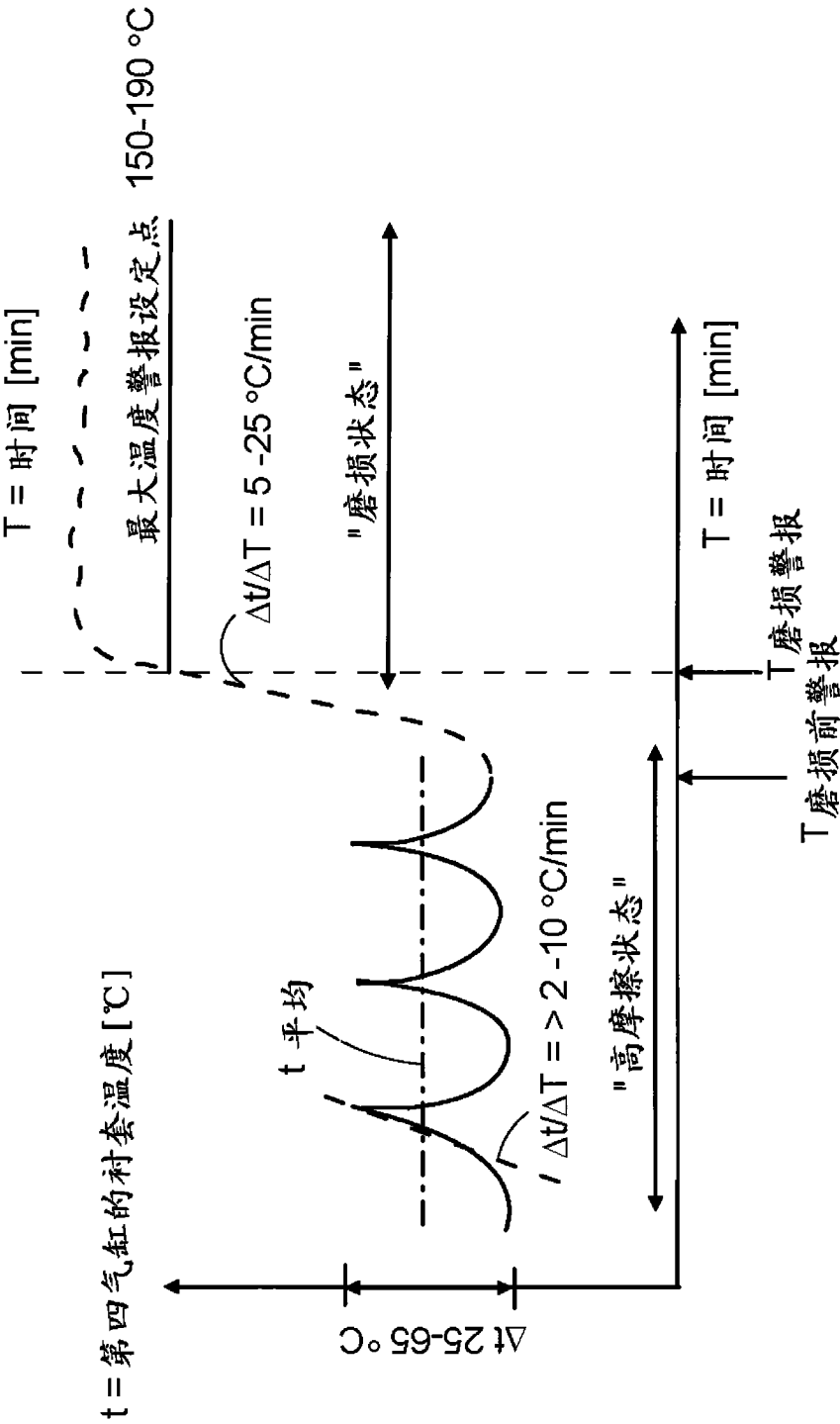


图5

t = 第四气缸的夹套冷却温度[°C]

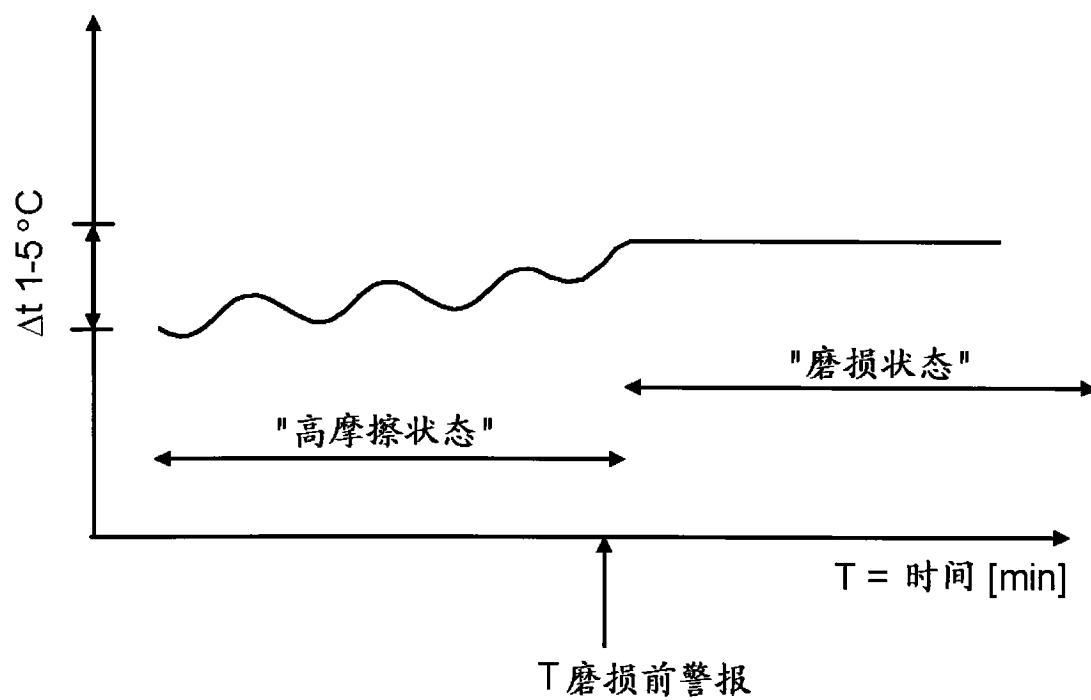


图 6

t = 第四气缸的扫气箱中的空气温度[$^{\circ}\text{C}$]

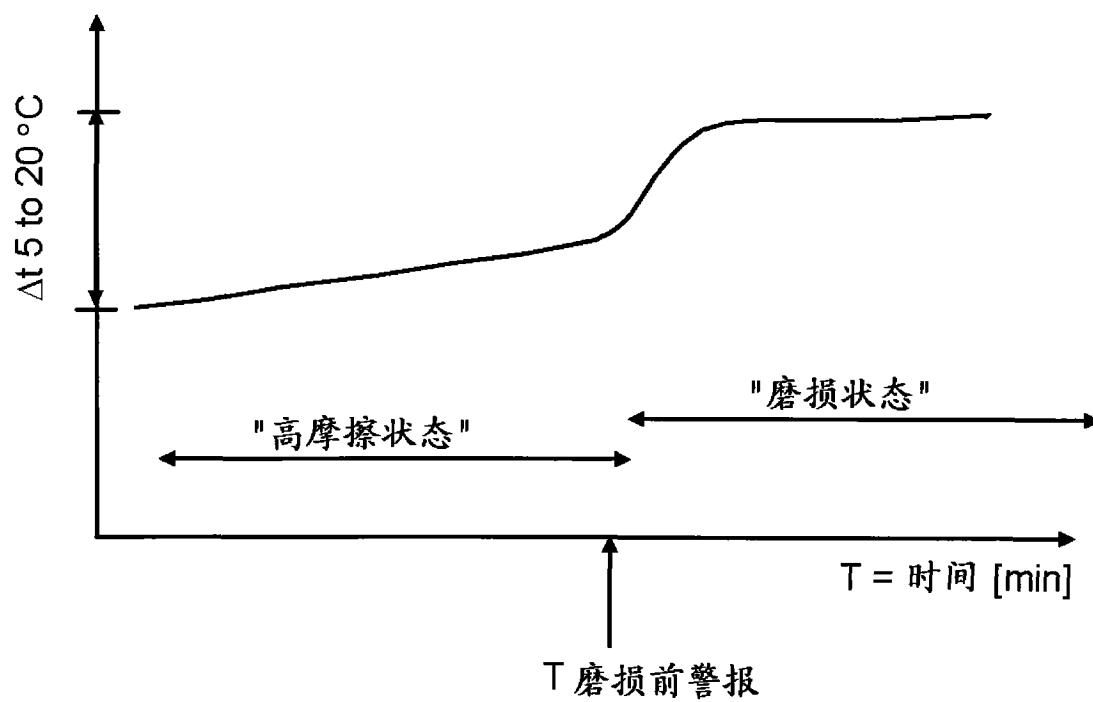


图7

t = 第四气缸的废气温度 [$^{\circ}\text{C}$]

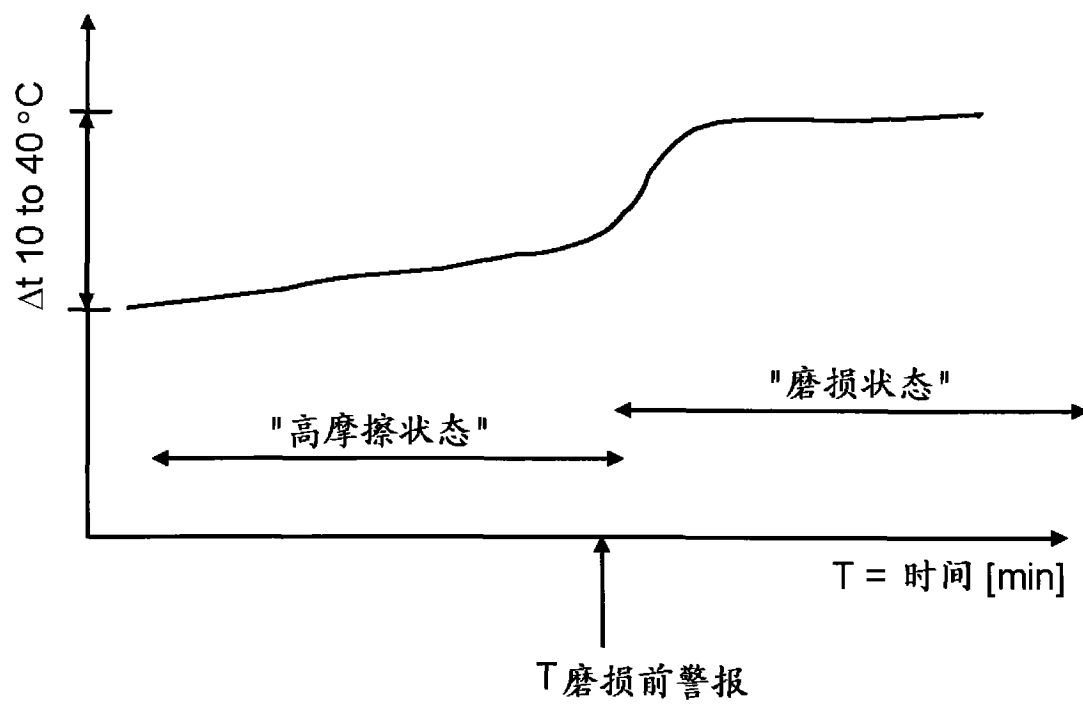


图 8