



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101421679 B

(45) 授权公告日 2011. 09. 07

(21) 申请号 200780013451. 7

(22) 申请日 2007. 04. 13

(30) 优先权数据

60/792, 101 2006. 04. 14 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 10. 14

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/009059 2007. 04. 13

(87) PCT申请的公布数据

W02007/120785 EN 2007. 10. 25

(73) 专利权人 陶氏环球技术有限责任公司

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 保罗·K·桑普尔斯

约翰·R·帕里什 戴比·D·拉思

托马斯·J·麦克尼尔

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 封新琴

(51) Int. Cl.

G05B 9/02 (2006. 01)

G05B 23/02 (2006. 01)

G06F 11/34 (2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1542108 A1, 2005. 06. 15, 说明书第 2 页第 12 行至第 4 页第 8 行.

EP 1479984 A1, 2004. 11. 24, 段落 24, 附图 1.

EP 1542108 A1, 2005. 06. 15, 说明书第 2 页第 12 行至第 4 页第 8 行.

EP 1479984 A1, 2004. 11. 24, 段落 24, 附图 1.

US 2003079160 A1, 2003. 08. 24, 段落 16, 63, 71-72, 88-95, 220, 224-225, 附图 3, 11.

CN 101542403 A, 2009. 09. 23, 全文.

审查员 魏子翔

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

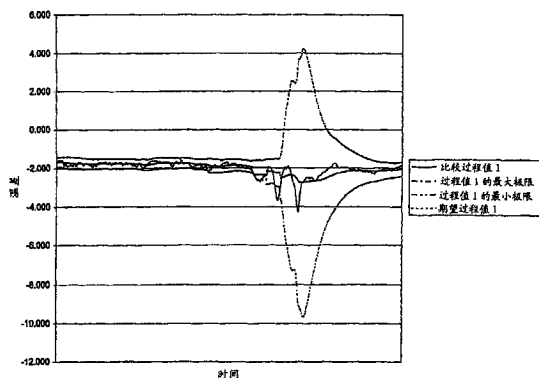
过程监控技术及相关行为

(57) 摘要

本发明提供监控过程的新颖方法。该方法还具有基于监控的数据采取预定行为的能力。这些行为避免或减轻了可能影响产品质量、生产和/或过程效率的过程异常或混乱。该方法包括以下步骤:获得至少一个输入过程变量;使用具有第一基于时间的加权函数的第一方法,基于至少一个输入过程变量,确定比较过程值;使用具有第二基于时间的加权函数的第二方法,基于至少一个输入过程变量,确定期望过程值;基于至少一个输入过程变量或历史数据,确定第一偏差值;使用期望过程值和第一偏差值,计算具有最大极限和最小极限的极限范围;以及将比较过程值与极限范围进行比较。

CN 101421679 B

过程值 1 的过程监控



1. 一种周期性或间歇性的过程监控方法,包括:
 - a) 获得至少一个输入过程变量;
 - b) 使用具有第一基于时间的加权函数的第一方法,基于所述至少一个输入过程变量,确定比较过程值;
 - c) 使用具有第二基于时间的加权函数的第二方法,基于所述至少一个输入过程变量,确定期望过程值;
 - d) 基于所述至少一个输入过程变量或历史数据,确定第一偏差值;
 - e) 使用所述期望过程值和所述第一偏差值,计算具有最大极限和最小极限的极限范围;以及
 - f) 将所述比较过程值与所述极限范围进行比较,其中,所述至少一个输入过程变量是温度、压力、电压、流量、重量、开关位置、电流、功率、高度、频率、模型预测误差、浓度或物理产品属性量度;
其中,所述方法还包括如果所述比较过程值处于所述极限范围之外则采取预定行为;
以及
确定是否提供至少一个过程指标。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,使用具有第三基于时间的加权函数的第三方法,基于所述至少一个输入过程变量,确定第一偏差值。
3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,所述第一偏差值确定高偏差值和低偏差值。
4. 根据权利要求 2 所述的方法,还包括基于所述至少一个输入过程变量或历史数据的第二偏差值。
5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中,使用具有第四基于时间的加权函数的第四方法,基于所述至少一个输入过程变量,确定第二偏差值。
6. 根据权利要求 5 所述的方法,其中,所述第一偏差值确定高偏差值且所述第二偏差值确定低偏差值。
7. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,所述方法中的至少一个不同于其余方法。
8. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,所述基于时间的加权函数中的至少一个产生不同于其余的基于时间的加权函数的值。
9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,测量、计算或调节所述至少一个输入过程变量。
10. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述第一或第二方法使用所述至少一个输入过程变量的移动平均、移动标准偏差、移动方差、或频率分析,其中所述移动平均、所述移动标准偏差和所述移动方差分别包括递归移动平均、递归移动标准偏差和递归移动方差。
11. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,所述第三方法使用所述至少一个输入过程变量、测量值、移动平均、移动标准偏差、移动方差、预测建模或频率分析,其中所述移动平均、所述移动标准偏差和所述移动方差分别包括递归移动平均、递归移动标准偏差和递归移动方差。
12. 根据权利要求 5 所述的方法,其中,所述第四方法使用所述至少一个输入过程变量的测量值、移动平均、移动标准偏差、移动方差、预测建模或频率分析,其中所述移动平均、所述移动标准偏差和所述移动方差分别包括递归移动平均、递归移动标准偏差和递归移动方差。

13. 根据权利要求 9 所述的方法,其中,所述调节的过程变量是平均、方差或使用预测模型计算确定的。

14. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述至少一个输入过程变量是计算的中间值。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,所述计算的中间值包括过程变量的和、差、乘积、商、比例或估计。

16. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述至少一个过程指标包括过程工作模式、已知的设备故障或警报条件。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,还包括基于所述过程指标提供预定行为。

过程监控技术及相关行为

- [0001] 在先相关申请
- [0002] 本申请对 2006 年 4 月 14 日提交的美国临时申请序列号 60/792101 主张优先权。
- [0003] 联邦赞助的研究声明
- [0004] 不适用
- [0005] 参考缩微胶片附件
- [0006] 不适用

技术领域

[0007] 本发明涉及监控过程条件和多重过程动态的实时分析。具体而言,本发明的实施例涉及使用基于时间的加权函数的周期性或间歇性的过程监控方法。实时信息与通过使用统计方法计算的预定限制一起使用以避免或减轻异常过程中断。

背景技术

[0008] 包括化学的、机械的、电学的或人为的过程涉及具有各种可用的量度 (measurement) 和数据的很多条件。这些量度和数据经常变化且一般使用计算机系统监控或记录它们的值。这种量度的示例可以包括温度、压力、开 / 关状态和电阻等等。使用计算机系统,尤其当监控或控制化学过程时,在任意给定时间间隔,对这些量度可以进行特定的测定操作,获得任意数目的所选量度。反映采用的量度的每次测定的输出然后可以与所测量度的标识符 (一般称为标签) 一起馈入到数据库。数据库然后可以经过选择的程序,所述程序旨在提供与该过程中的很多参数相关的数值分析。希望这些程序的输出以诸如控制图和生产记录表或甚至是视频显示的形式表达,这些输出然后可以被负责制造过程的人员扫描。当识别到参数的表现中反映的问题时,可以识别和采取必要的校正行为。

[0009] 尽管这些控制过程代表了超越手工操作的改善,对于生产人员来说几乎没有时间来检查和解释数据从而及时地采取校正行为。在化学过程监控中尤其如此,其中大量的独立的基本过程被监控,每个基本过程能够使得计算机产生在采取控制行为之前必须被查看的数据。生产人员甚至面临着这样的实质问题,即,识别需要检验哪种信息以用于可能的问题识别。由于大量的数据,在过程错误识别中存在时间延迟,且在过程校正中存在相关的延迟,因而导致产量减小,物品不符和 / 或其他过程缺陷。

[0010] 已经使用计算机应用程序来施加简单的逻辑以基于过程中的各种测量来判断是否发生了某些预定义的事件。如果事件发生,则事件被传达且人工地或自动地采用预定义的行为。另外,已经使用其他计算机应用程序来判断某些过程值和量度是否处于正常工作范围之外。可用于判断这种异常状况的一些技术包括随机过程模型、启发式判定限制 (heuristically determined limit) 和过程设计限制。

[0011] 即使这些技术是可用的,需要系统中存在多重过程动态的实时分析以用于更好的过程控制。优选地没有人为干预的,与适当校正行为相结合的对异常情况的快速和清晰的识别将是有利的。

发明内容

[0012] 在本发明的一个实施例中,描述了一种周期性或间歇性的过程监控方法。该实施例包括:获得至少一个输入过程变量;使用具有第一基于时间的加权函数的第一方法,基于所述至少一个输入过程变量来判定比较的过程值;使用具有第二基于时间的加权函数的第二方法,基于所述至少一个输入过程变量来判定期望的过程值;基于所述至少一个输入过程变量或历史数据,判定第一偏差值;使用所述期望的过程值和所述第一偏差值来计算具有最大极限和最小极限的极限范围;以及将所述比较过程值与所述极限范围进行比较。

[0013] 在某些实施例中,使用具有第三基于时间的加权函数的第三方法,第一偏差值基于所述至少一个输入过程变量。在其他实施例中,第一偏差值确定高偏差值和低偏差值。在可选实施例中,还基于所述至少一个输入过程变量或历史数据来确定第二偏差值。使用具有第四基于时间的加权函数的第四方法,第二偏差值可以基于所述至少一个输入过程变量。在某些实施例中,第一偏差值确定高偏差值且第二偏差值确定低偏差值。

[0014] 在某些实施例中,用于确定所述比较过程值、期望过程值或偏差值的方法中的至少一个不同于其余方法。而且,基于时间的加权函数中的至少一个产生不同于其余的基于时间的加权函数的值。第一或第二方法可以使用所述至少一个输入过程变量的移动平均、递归移动平均、移动标准偏差、递归移动标准偏差、移动方差、递归移动方差、当前数据、历史数据或频率分析。第三方法可以使用所述至少一个输入过程变量的常量、测量值、移动平均、递归移动平均、移动标准偏差、递归移动标准偏差、移动方差、递归移动方差、当前数据、历史数据、预测建模或频率分析。第四方法可以使用所述至少一个输入过程变量的常量、测量值、移动平均、递归移动平均、移动标准偏差、递归移动标准偏差、移动方差、递归移动方差、当前数据、历史数据、预测建模或频率分析。

[0015] 在一些实施例中,输入过程变量被测量、计算或调节。在某些实施例中,输入过程变量可以是温度、压力、电压、流量、重量、开关位置、电流、功率、高度、频率、模型预测误差、浓度或物理产品属性量度。如果过程变量被调节,它可以是平均、方差或使用预测模型计算来确定。所述输入过程变量可以是计算的中间值。如果它是计算的中间值,它可以是过程变量的和、差、乘积、商、比例或估计。

[0016] 在其他实施例中,该方法还包括若所述比较过程值处于所述极限范围之外时采取预定行为的步骤。该方法还包括判断是否提供至少一个过程指标的步骤。所述至少一个过程指标可以是过程工作模式、已知的设备故障或警报条件。该方法还可以包括基于过程指标来提供预定行为的步骤。

附图说明

[0017] 图 1 是用于过程监控技术的流程图;

[0018] 图 2 是过程监控技术的可选实施例;

[0019] 图 3 是示意用于示例的过程值 1 的过程监控技术的实施例的示意图;

[0020] 图 4 是示意用于示例的过程值 2 的过程监控技术的实施例的示意图;

[0021] 图 5 是示意用于示例的过程值 3 的过程监控技术的实施例的示意图。

具体实施方式

[0022] 在下面的描述中,不管是否使用与之结合的单词“约”或“近似”,此处公开的所有数字都是近似值。它们可以以 1%、2%或 5%且有时 10 至 20%地变化。只要公开了具有下限 RL 和上限 RU 的数值范围,即具体公开了落入该范围的任意数值。特别地,具体公开该范围内的下列数值: $R = RL + k * (RU - RL)$,其中 k 是范围从 1%至 100%、以 1%递增的变量,即, k 是 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, ..., 50%, 51%, 52%, ..., 95%, 96%, 97%, 98%, 99%或 100%。而且,上面通过两个 R 数字限定的任意数值范围也被具体公开。

[0023] 本发明的实施例提供了监控过程的新颖方法。此处描述的至少某些方法的实施例也具有基于监控的数据来采取预定行为的能力。这些行为避免或减轻了可能影响生产、产品质量和 / 或过程效率的过程异常或混乱 (upset)。参考图 1,图 1 是示出了周期或间歇的过程监控方法 10 的一般化的流程图。该方法包括:a) 获得至少一个输入过程变量,100;b) 使用具有第一基于时间的加权函数的第一方法,基于所述至少一个输入过程变量,确定比较过程值,105;c) 使用具有第二基于时间的加权函数的第二方法,基于所述至少一个输入过程变量,确定期望过程值,110;d) 基于所述至少一个输入过程变量或历史数据,确定第一偏差值,115;e) 使用所述期望过程值和第一偏差值,计算具有最大极限和最小极限的极限范围,120;以及 f) 比较所述比较过程值与极限范围 125。现在将更为详细地讨论这些步骤。

[0024] (a) 获得至少一个输入过程变量 100。过程变量是各种过程条件的值,诸如但不限于,温度、压力、电压、流量、重量、开关位置、电流、功率、高度、频率、模型预测误差、浓度或物理产品属性量度。所述值一般通过过程测量装置产生,也从各种计算装置计算。所述值可以是数值的(例如,24.12),也可以是离散的(例如,开或关)。所述值的传达通常使用各种过程控制装置完成,所述过程控制装置包括但不限于,计算机、可编程逻辑控制器以及分布式控制系统。这些过程变量可以被测量、计算或调节。在可选实施例中,存在多于一个的感兴趣的过程变量。在优选实施例中,通过与分布式控制系统(DCS)连接的过程计算机系统获得过程变量。在可选实施例中,可以使用收集和存储数据的任意装置,诸如但不限于计算机、控制系统、数据记录器等。以一定间隔在工作周期上收集过程变量。工作周期可以是任意时间量。时间可以是任意单位。但典型地,工作周期为秒、分、小时或天的量级。在一个优选实施例中,工作周期是 24 小时。在可选实施例中,工作周期可以是但不限于 1、2、4、8、12、36、48 或 72 小时。在可选实施例中,工作周期的范围可以为约 1-2 小时、约 2-4 小时、约 4-8 小时、约 8-12 小时、约 12-36 小时、约 36-48 小时或约 48-72 小时。在一个优选实施例中,用于数据收集的间隔是 15 秒。在可选实施例中,该间隔可以是 10、30 或 60 秒。在可选实施例中,用于数据收集的间隔的范围可以为约 5-10 秒、约 10-30 秒或约 30-60 秒。

[0025] 如果过程变量被调节,它可以是平均、方差或使用预测模型计算来确定。在可选实施例中,过程变量可以是两个或更多的过程变量算术或逻辑生成的中间值。中间值的示例可以包括但不限于,过程变量的和、差、乘积、商、比例或估计。在过程条件是温度的某些实施例中,可以通过确定两个过程温度之差(一般称为温度 delta 或 ΔT)来调节温度。

[0026] (b) 使用具有第一基于时间的加权函数的第一方法,基于所述至少一个过程变量,确定比较过程值,105。

[0027] 具有第一基于时间的加权函数的第一方法可以选自:所述至少一个输入过程变量

的移动平均、递归移动平均、移动标准偏差、递归移动标准偏差、移动方差、递归移动方差、当前数据、历史数据或频率分析。不管选择的方法如何,在特定时间窗上计算所述值。该方法将过程变量转换为表示最近的感兴趣的时间周期上的感兴趣的变量的值。时间窗是时间参照系,在该参照系上计算过程变量、中间值、期望值、最大极限和最小极限。示例包括但不限于,数据用于计算平均、筛选平均(filtered average)、方差、预测计算的时间周期。时间可以是适用于被监控的过程的任意单位,但是典型地,为秒、分钟、小时或天的量级。在一些实施例中,时间窗的范围可以为约 1-5 分钟、约 5-15 分钟、约 15-30 分钟、约 30-45 分钟、约 45-60 分钟或约 60-90 分钟。在一些实施例中,时间窗可以为约 1、2、3、4、5、15、30、45、60、75 或 90 分钟。基于过程特性预先确定合适的时间窗,该过程特性诸如响应时间、延迟时间和噪声。在一个优选实施例中,使用 4 分钟时间窗上的递归移动平均获得比较过程值。在可选实施例中,在约 1-2 分钟的时间窗、约 2-4 分钟的时间窗、约 4-10 分钟的时间窗或约 10-30 分钟时间窗上使用递归移动平均获得比较过程值。

[0028] 移动平均是主要用于将数据转换为表示在最近的感兴趣的时间周期上的感兴趣的变量的值的方法。每个数据点被该数据点和它附近邻居的加权平均代替。在一些实施例中,移动平均方法平滑数据序列且区分感兴趣的特定特征。通过获取预定数目的连续数据点且相加它们的值且然后将所得的和除以如此相加的数据点的数目来计算移动平均。换句话说,移动平均是特定时间周期上的过程变量的平均值。该平均在预定时间帧上移动。例如,在 30 秒的移动平均中,在过程变量值的计算中使用的数据集包括在前面 30 秒收集的值。如有需要,也可以使用中心移动平均。在特定实施例中适用的另一方法是递归移动平均。递归移动平均使用对于 $t_{(i-1)}$ 的在先计算的平均值(不管以何种方式计算)和一个或多个新的数据点,来计算在时间 $t_{(i)}$ 的平均值;由此通过简单的计算来近似无限时间量上的测量值。

[0029] (c) 使用具有第二基于时间的加权函数的第二方法,基于所述至少一个过程变量,确定期望过程值,110。期望过程值是基于可用信息和知识进行选择以反映过程条件且典型地反映预定时间窗上的过程的值。在一些实施例中,该期望值是平均值(移动、递归或其任意组合)、方差、或通过任意合适的数据筛选方法确定的其他预测计算值。

[0030] 具有第二基于时间的加权函数的第二方法可以选自:所述至少一个输入过程变量的移动平均、递归移动平均、移动标准偏差、递归移动标准偏差、移动方差、递归移动方差、当前数据、历史数据或频率分析。该方法将过程变量转换为表示最近的感兴趣时间周期上感兴趣的变量的值。在一个优选实施例中,第二方法使用在 90 分钟时间窗上的递归移动平均来确定期望过程值。在一些实施例中,时间窗的范围可以为约 1-5 分钟、约 5-15 分钟、约 15-30 分钟、约 30-45 分钟、约 45-60 分钟或约 60-90 分钟。在一些实施例中,时间窗可以为约 1、2、3、4、5、15、30、45、60、75 或 90 分钟。第二方法可以与第一方法相同或不同。在一些实施例中,第二方法可以与第一方法相同,但是使用不同的基于时间的加权函数。第一和第二基于时间的加权函数将产生不同的值。比较过程值基于时间的加权函数一般将比期望过程值基于时间的加权函数覆盖更短的时间帧。在一个优选实施例实践中,当前过程值基于时间的加权函数所在的时间帧在数量级上小于期望值基于时间的加权函数的时间帧。

[0031] (d) 基于所述至少一个过程变量或历史数据确定第一偏差值,115。使用具有第三基于时间的加权函数的第三方法,基于所述至少一个过程变量,计算第一偏差。使用第三基

于时间的加权函数的第三方法可以是所述至少一个输入过程变量的常量、测量值、移动平均、递归移动平均、移动标准偏差、递归移动标准偏差、移动方差、递归移动方差、当前数据、历史数据、预测建模或频率分析。第一偏差值还可以是常量或从历史数据的测量值。在一些实施例中，第一偏差值可以是所述输入过程变量的恒定偏置。在一个优选实施例中，可以使用 90 分钟时间窗上的递归标准偏差确定该偏差值。在一些实施例中，时间窗可以为约 1、2、3、4、5、15、30、45、60、75 或 90 分钟。在一些实施例中，时间窗的范围可以为约 1-5 分钟、约 5-15 分钟、约 15-30 分钟、约 30-45 分钟、约 45-60 分钟或约 60-90 分钟。在某些实施例中，第一偏差值将用作高偏差值和低偏差值。

[0032] 在本发明的可选实施例中，基于所述至少一个输入过程变量或历史数据确定第二偏差值。使用具有第四基于时间的加权函数的第四方法，基于所述至少一个过程变量，计算第二偏差。使用第四基于时间的加权函数的第四方法可以是于此在先描述的任意方法。在一些实施例中，第一偏差值确定高偏差值且第二偏差值确定低偏差值。第三和第四方法可以不同，或可以相同，只不过具有不同的基于时间的加权函数。第三和第四基于时间的加权函数将产生不同的值。

[0033] 在可选实施例中，偏差值具有倍增系数参数。基于过程数据的分析来选择倍增参数，所述过程数据基于在先的方差计算来提供合适的限制条件。它通常受过程特性、产品特性以及其他过程变量的影响。一般选择倍增系数以反映人们期望的相关过程变量的正常变化范围。超出利用倍增系数计算的极限的偏差值提示需要采取适当的行为。在一些实施例中，倍增系数是二 (2) 倍标准偏差。在可选实施例中，倍增系数的范围可以为约 1.1-3 倍标准偏差、约 3-5 倍标准偏差、约 5-7 倍标准偏差或约 7-10 倍标准偏差。

[0034] (e) 使用过程变量的期望过程值和第一偏差值极限来计算具有最小极限和最大极限的极限范围，120。最小和最大极限定义了在某一时间窗上过程变量将被期望或不期望落在其内的区域。在可选实施例中，第二偏差值也用于计算极限范围。在优选实施例中，高偏差值和低偏差值与期望过程值相加。

[0035] (f) 将所述比较过程值与所述极限范围进行比较，125。比较过程值与在步骤 (e) 中计算的极限范围进行比较。如果比较过程值处于所述极限范围之外，可能意味着过程需要被调整以返回到正常作业范围。

[0036] 参考图 2，在可选实施例中，该方法还包括基于步骤 125 的比较采取预定行为。如果比较过程值不处于极限范围之外，不采取行为。如果比较过程值处于极限范围之外，可以采取预定行为 130。预定行为是响应于步骤 125 的比较的结果完成的那些步骤、程序或逻辑。预定行为可以是手动和 / 或自动的。预定行为执行适当的流程、程序或逻辑以提供过程异常的避免或减轻。预定行为的示例可以是但不限于，改变一个或多个工作条件，诸如但不限于，压力、温度或进料速度。在某些实施例中，预定行为包括执行停止程序。在其他实施例中，不采取预定行为。

[0037] 在可选实施例中，该处理还包括使用指标 (indicator) 和来自其他程序、设备等的条件从而为过程提供其他信息，135。这些指标或条件可以是但不限于，过程工作模式、已知的设备故障和警报条件。使用基于指标或条件的信息，为了保持过程性能在所需作业范围内或识别工作条件中的异常改变的目的，可以提供预定行为，140。预定行为是在确定过程指标的状态之后完成的那些步骤、程序或逻辑。预定行为可以是手动和 / 或自动的。预

定行为执行适当的流程、程序或逻辑以提供过程异常的避免或减轻。预定行为的示例可以是但不限于,改变一个或多个工作条件,诸如但不限于压力、温度或进料速度。在某些实施例中,预定行为包括执行停止程序。在其他实施例中,不采取预定行为。

[0038] 下面的示例说明了本发明的实施例。它并不限于此处描述和主张的本发明。示例中的所有数字是近似值。

[0039] 示例 1

[0040] 使用茂金属催化剂在气相流化床反应器中实施聚合过程。反应器在如下范围连续地工作:a) 总反应器压力约为绝对压力约 23.6 ~ 约 24.1bar (约 343 ~ 349psig);b) 反应器床层温度为约 84.0 ~ 约 95.0°C。α 烯烃是乙烯和己烯-1。按照重量计算,进气组合物为约 60 ~ 约 63 百分比的乙烯;约 0.42 ~ 约 0.44 百分比的己烯-1;约 0.177 ~ 约 0.192 百分比的氢;且平衡气体包括氮、乙烷、甲烷和丙烷。

[0041] 通过分配器板上方约 30 厘米且插入约 20 厘米的电阻温度检测器 (RTD) 测量反应器床层温度 (RBT)。

[0042] 利用插入到反应器约 0.6 厘米的热电偶,沿着反应器的壁,测量三个壁的温度。壁温 1 (WT1) 位于反应器分配器板上方约 15 厘米;壁温 2 (WT2) 位于分配器板上方约 90 厘米;且壁温 3 (WT3) 位于分配器板上方约 180 厘米。

[0043] 检验约 24 小时的过程工作周期,且使用与分布式控制系统 (DCS) 相连的过程计算机,周期地每 15 秒进行方法的步骤。该方法包含:

[0044] (a) 获得至少一个过程变量。从 DCS 获取上述 4 个温度 (RBT、WT1、WT2 和 WT3),提供到过程计算机。使用三个反应器壁温 (WT1、WT2 和 WT3),计算反应器壁温和反应器床温之间的差 ($\Delta(WT_n - RBT)$)。该差是中间过程变量。在工作周期上, $\Delta(WT_1 - RBT)$ 在约 -4.5 ~ -1.4°C 的范围变化。在工作周期上, $\Delta(WT_2 - RBT)$ 在约 -0.8 ~ 0.7°C 的范围变化。在工作周期上, $\Delta(WT_3 - RBT)$ 在约 0.5 ~ 1.7°C 的范围变化。

[0045] (b) 使用具有第一基于时间的加权函数的第一方法,基于所述至少一个过程变量,确定比较过程值。使用 4 分钟时间窗上的递归移动平均,对每个温度差计算比较过程值。对于反应器温度差一,当前过程值在约 -4.3 ~ -1.6°C 的范围变化。对于反应器温度差二,当前过程值在约 1.8 ~ -0.2°C 的范围变化。对于反应器温度差三,当前过程值在约 0.5 ~ 1.5°C 的范围变化。

[0046] (c) 使用具有第二基于时间的加权函数的第二方法,基于所述至少一个过程变量,确定期望过程值。使用 90 分钟时间窗上的递归移动平均,计算每个温度差的期望过程值。

[0047] (d) 基于所述至少一个过程变量,确定第一偏差值。使用 90 分钟时间窗上的递归移动标准偏差,计算每个温度差的标准偏差。另外,使用 30 分钟时间窗上的递归移动标准偏差,计算反应器床温设置点的标准偏差。反应器床温设置点标准偏差旨在解决当反应器床温设置点被改变时所述过程更高的期望方差。主要在产品过渡或过程混乱时观察反应器床温设置点的典型影响。在其他时间,反应器床温设置点对于计算的标准偏差没有影响,因为反应器床温设置点不改变。

[0048] 对于每个温度差,对标准偏差的和或总和 (σ),将温度差标准偏差和反应器床层设置温度标准相加。 σ 然后被倍增系数参数相乘,在这种情况下倍增系数参数为 2.0。通过分析过程数据和确定所需的系统灵敏度得出倍增系数。在这种情况下,乘数是

2. σ (标准偏差), 它对于本领域技术人员是众所周知的基本统计事实。

[0049] (e) 利用所述期望过程值和所述第一偏差值极限, 计算具有最小极限和最大极限的极限范围。倍增的 σ 被从每个温度差的计算的期望值减去以获得最小极限, 且被相加到每个温度差的计算的期望值以获得最大极限。对于反应器温度差一, 最小极限在约 $-9.7 \sim -1.9^\circ\text{C}$ 的范围变化; 对于反应器温度差二, 最小极限在约 $-7.4 \sim -0.6^\circ\text{C}$ 的范围变化; 且对于反应器温度差三, 最小极限在约 $-4.9 \sim 1.2^\circ\text{C}$ 的范围变化。对于反应器温度差一, 最大极限在约 $-1.7 \sim 4.2^\circ\text{C}$ 的范围变化; 对于反应器温度差二, 最大极限在 $-0.8 \sim 5.4^\circ\text{C}$ 的范围变化; 且对于反应器温度差三, 最大极限在约 $1.0 \sim 6.9^\circ\text{C}$ 的范围变化。

[0050] 表 1 示出了执行的计算的示例性数据点, 它们每 15 秒被获取且用于产生图 3、4 和 5。

[0051] (f) 比较所述比较过程值与所述极限范围。将来自于步骤 (b) 的比较过程值与在步骤 (e) 中计算的它们相应的最小和最大极限进行比较。对于大多数过程工作周期, 所有反应器温度差的当前过程值落在最小和最大极限内。图 3、4 和 5 分别是示出对于过程变量 1 ($\Delta(\text{WT1-RBT})$)、2 ($\Delta(\text{WT2-RBT})$) 和 3 ($\Delta(\text{WT3-RBT})$) 的过程监控技术的示图。参考图 1, 反应器温度差一的当前过程值落在最小极限 (约 -2.34°C) 之下约 45 分钟。反应器温度差一的当前过程值返回到最小极限之上约 39 分钟, 且然后落在最小极限 (约 -2.95°C) 之下约 25 分钟。

[0052] 表 1: 示例性数据点

[0053]	壁温 1 (WT1), $^\circ\text{C}$	83.353
[0054]	壁温 2 (WT2), $^\circ\text{C}$	85.402
[0055]	壁温 3 (WT3), $^\circ\text{C}$	86.321
[0056]	反应器床层温度 (RBT), $^\circ\text{C}$	85.121
[0057]	中间过程变量 1 ($\Delta(\text{WT1-RBT})$), $^\circ\text{C}$	-1.768
[0058]	中间过程变量 2 ($\Delta(\text{WT2-RBT})$), $^\circ\text{C}$	0.281
[0059]	中间过程变量 3 ($\Delta(\text{WT3-RBT})$), $^\circ\text{C}$	1.200
[0060]	比较过程值 1, $^\circ\text{C}$	-1.604
[0061]	比较过程值 2, $^\circ\text{C}$	-0.416
[0062]	比较过程值 3, $^\circ\text{C}$	1.394
[0063]	过程值 1 的最大极限, $^\circ\text{C}$	-1.435
[0064]	过程值 2 的最大极限, $^\circ\text{C}$	0.016
[0065]	过程值 3 的最大极限, $^\circ\text{C}$	1.545
[0066]	过程值 1 的最小极限, $^\circ\text{C}$	-1.936
[0067]	过程值 2 的最小极限, $^\circ\text{C}$	-0.879
[0068]	过程值 3 的最小极限, $^\circ\text{C}$	1.123
[0069]	期望过程值 1, $^\circ\text{C}$	-1.686
[0070]	期望过程值 2, $^\circ\text{C}$	-0.431
[0071]	期望过程值 3, $^\circ\text{C}$	1.334

[0072] 对于大多数过程工作周期, 除了上述两次背离之外, 不采取预定行为。在两个分离的时间, 如上所述, 比较过程值低于最小极限。当发生反应器差一的最小极限的第一背离

时,操作员被告知,且其他过程测量和计算,例如反应器树脂床重和树脂流化密度,被检查且被发现与在先条件相比有所提高。响应于所述背离,进给到反应器的催化剂相当大地减少。

[0073] 聚合体产品的检查显示,在示例的工作周期中,在反应器中产生材料的小块和碎石。由于上述过程监控技术提示的操作员的行为,避免了反应器关闭。

[0074] 尽管已经参考了有限数目的实施例描述了本发明,一个实施例的特定特征不归于本发明的其他实施例的属性。没有单个实施例代表本发明的所有方面。而且,存在其变化和修改。例如,使用计算机系统,使用或不使用数据收集,可以监控其他过程。另外,在此描述的方法的一些实施例由或基本由列举的步骤组成。在其他实施例中,以各种时间顺序实施步骤。所附权利要求旨在涵盖落在本发明的范围内的所有这种变化和修改。可以通过此处描述的方法减少聚合体属性中的变化。因为变化的减少,树脂属性的伴随的生产中断和衰减的冲击的可能性得到减小且生产率得到提高。另外,生产率和树脂属性可以保持与所需值接近。尽管本说明书参考化学过程,更具体而言,参考聚合过程来讨论实施例,它不限于仅是这些过程。本公开包含从避免和减轻异常过程条件受益且能够获取测量值和/或数据的所有过程。

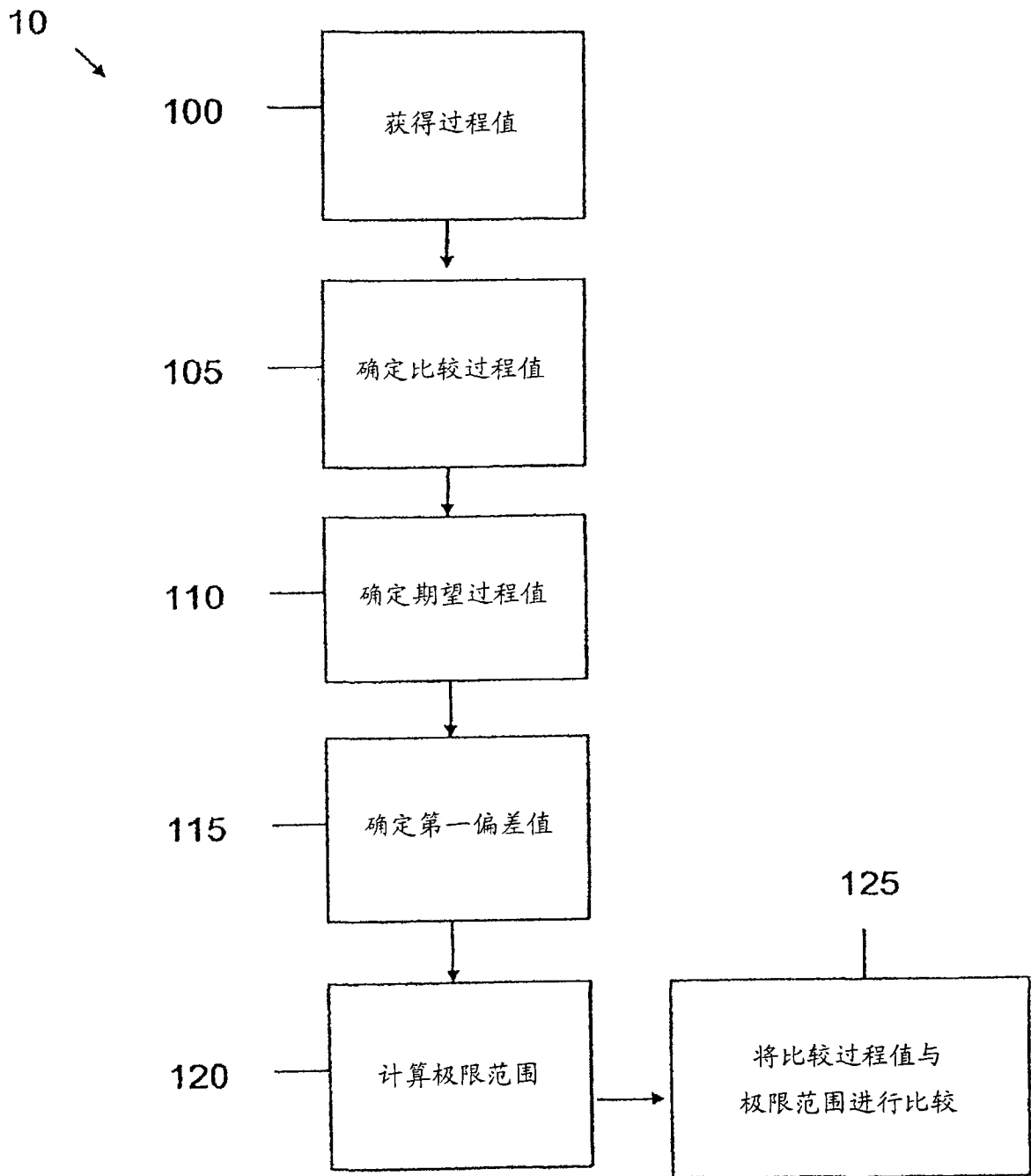


图 1

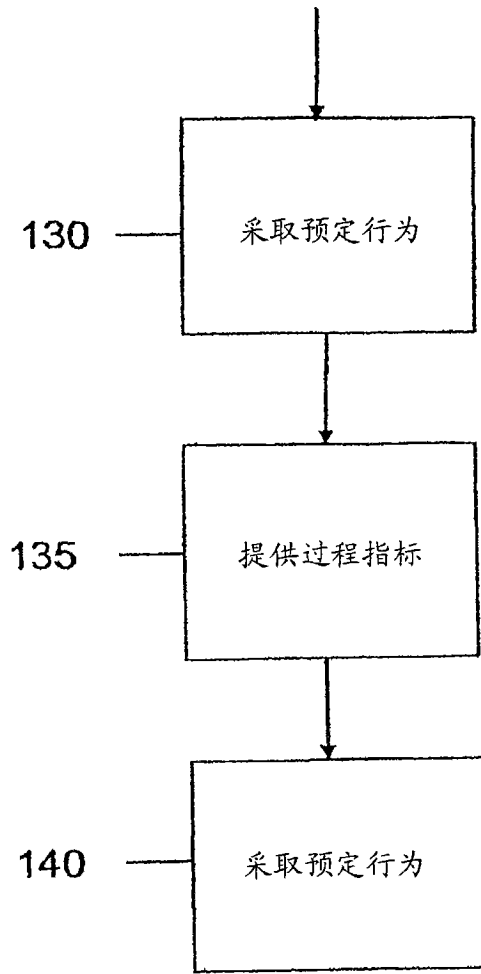


图 2

过程值 1 的过程监控

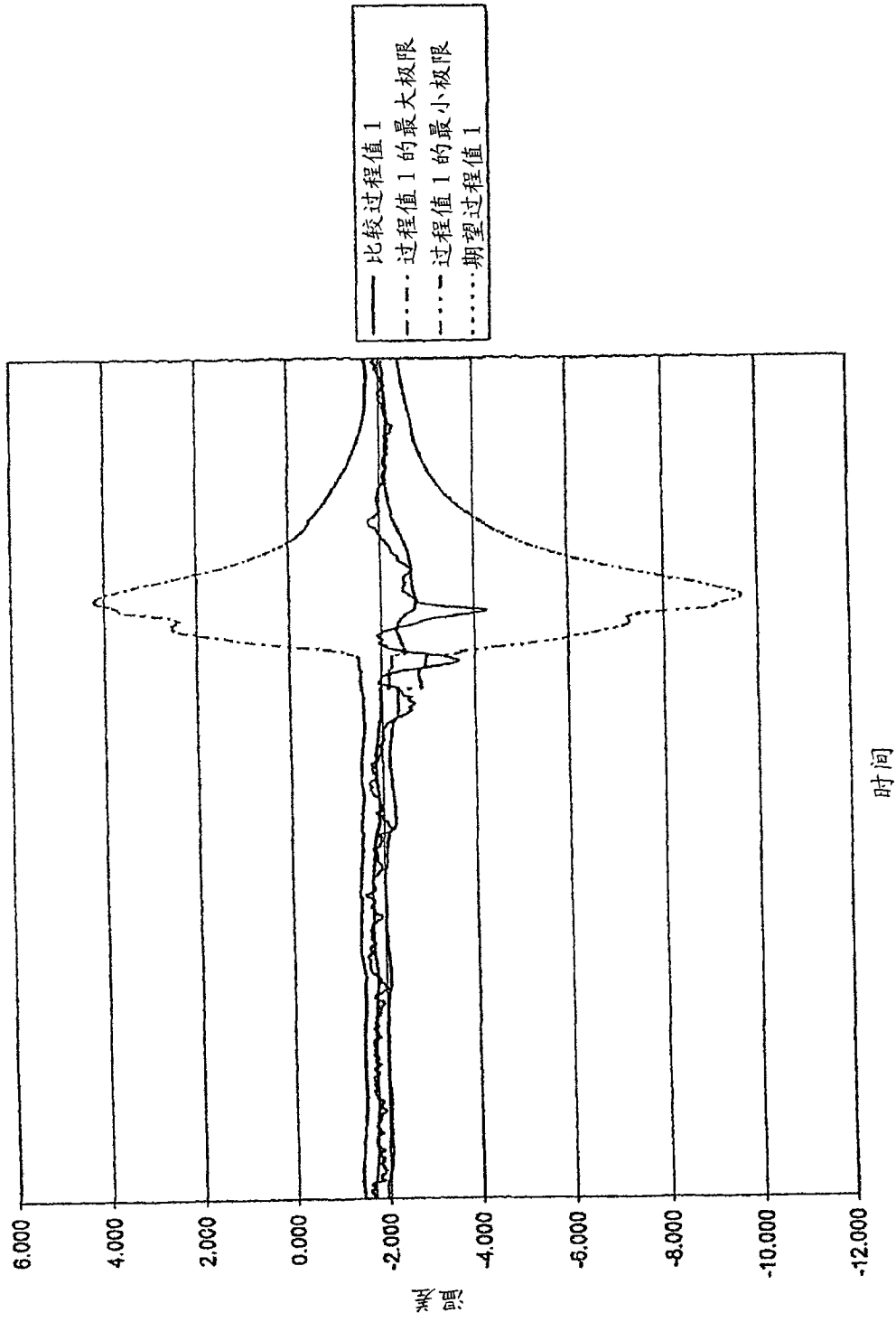


图 3

过程值 2 的过程监控

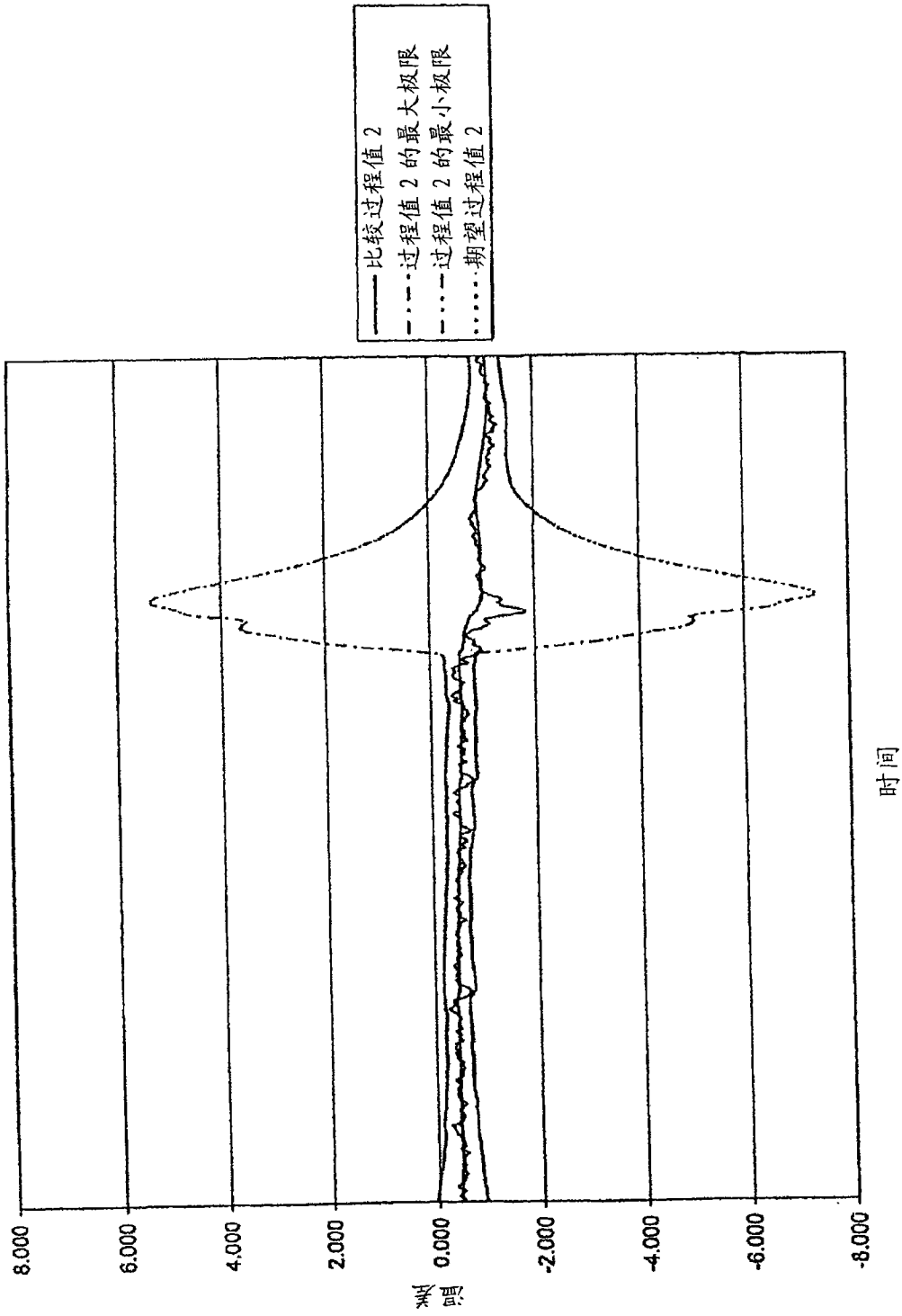


图 4

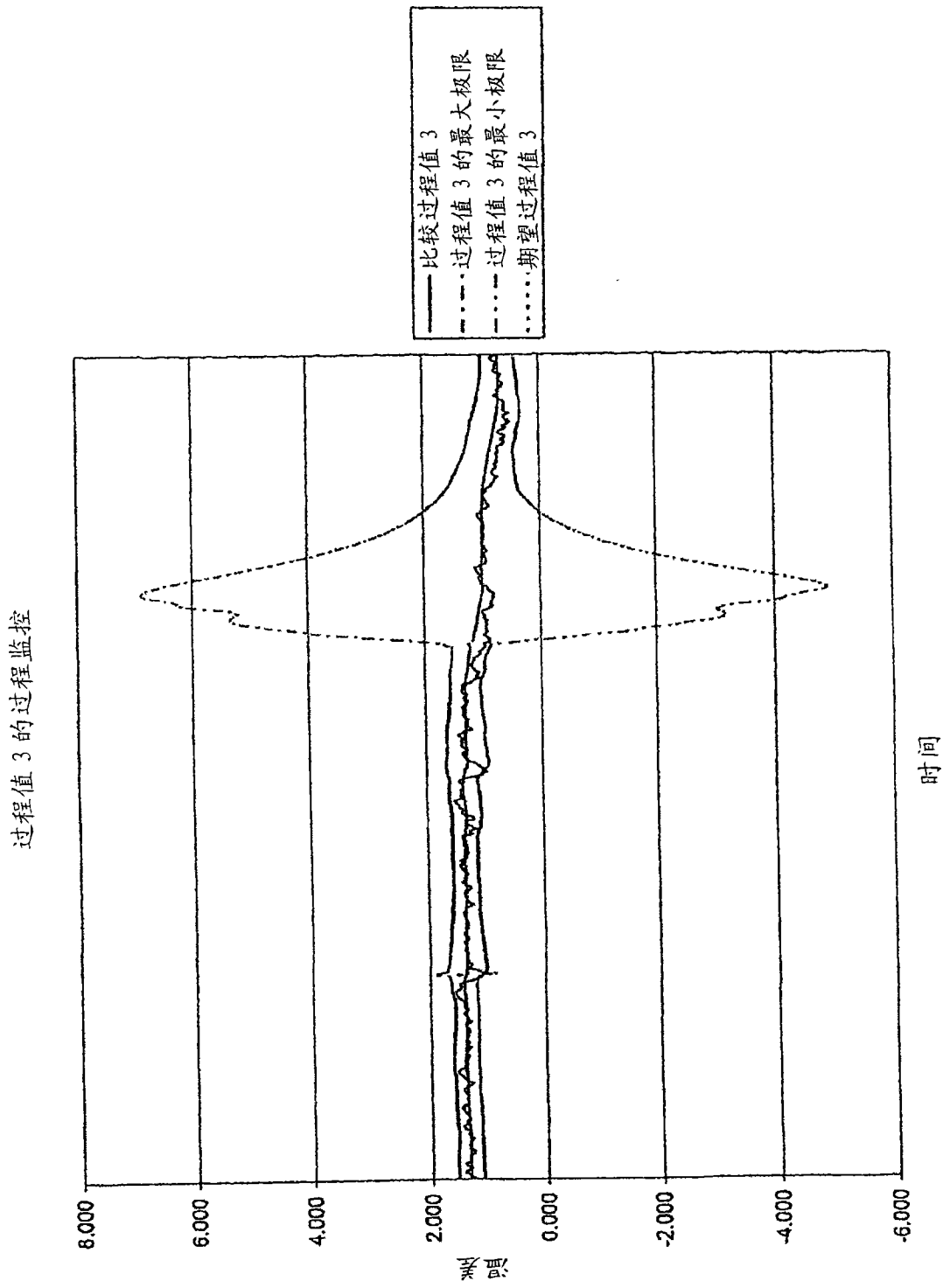


图 5