



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102251859 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 02

(21) 申请号 201110148477. 0

(22) 申请日 2011. 05. 17

(30) 优先权数据

12/781, 775 2010. 05. 17 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 C·E·龙 R·J·亚西洛

J·C·撒切尔 K·T·麦卡锡

S·维塔尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 严志军 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F02C 9/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6804612 B2, 2004. 10. 12, 全文.

US 2004/0103068 A1, 2004. 05. 27, 说明书第
0013-0064 段、附图 1, 3.

US 2005/0209713 A1, 2005. 09. 22, 全文.

CN 101311510 A, 2008. 11. 26, 全文.

CN 101320259 A, 2008. 12. 10, 全文.

审查员 向启雄

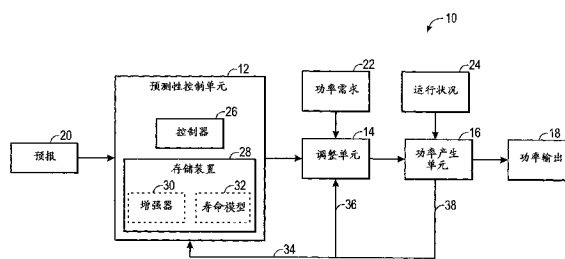
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

用于增强功率产生设施的系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于增强功率产生设施的系统和
方法。一种功率产生系统 (10) 包括:功率产生
单元 (16);预测性控制单元 (12),其包括存储器
(28) 和控制器 (26),存储器存储增强器 (30),增
强器 (30) 配置成基于指示功率产生单元 (16) 的
部件寿命的至少一个寿命模型 (32) 和与影响功
率产生单元 (16) 的运行的预测的状况有关的至
少一个预报 (20) 来模拟功率产生单元 (16) 的运
行;控制器配置成通过增强器 (30) 产生指示功率
产生单元 (16) 的运行状况的至少一个设定点;以
及联接到功率产生单元 (16) 上的调整单元 (14),
其中调整单元 (14) 配置成接收来自控制器 (26)
的至少一个设定点以及基于该至少一个设定点来
调节功率产生单元 (16) 的运行状况。



1. 一种发电装置管理装置,包括:

预测性控制单元,包括:

存储器,其配置成存储与功率产生单元的部件寿命有关的至少一个寿命模型,以及增强器,所述增强器配置成模拟所述功率产生单元的运行;和

控制器,其配置成访问所述增强器和所述至少一个寿命模型,以在所述增强器的运行期间基于对所述至少一个寿命模型的使用来产生指示所述功率产生单元的运行状况的至少一个设定点,其中,所述控制器配置成基于所述至少一个设定点来排定所述功率产生单元的维护停机。

2. 根据权利要求1所述的发电装置管理装置,其特征在于,所述预测性控制单元配置成用实时或接近实时的接收到的数据来更新所述存储器中的所述至少一个寿命模型。

3. 根据权利要求1所述的发电装置管理装置,其特征在于,所述至少一个设定点包括所述功率产生单元的燃烧温度。

4. 根据权利要求1所述的发电装置管理装置,其特征在于,包括调整单元,所述调整单元配置成接收来自所述控制器的至少一个设定点以及基于所述至少一个设定点来调节所述功率产生单元的运行状况。

5. 根据权利要求1所述的发电装置管理装置,其特征在于,所述预测性控制单元配置成接收与影响所述功率产生单元的运行的预测的状况有关的预报,且其中,所述控制器配置成访问所接收的所述预报,以用于在所述增强器的运行期间由该增强器使用。

6. 一种功率产生系统,包括:

功率产生单元;

预测性控制单元,包括:

存储器,其存储增强器,所述增强器配置成基于与所述功率产生单元的部件寿命有关的至少一个寿命模型和与影响所述功率产生单元的运行的预测的状况有关的至少一个预报来模拟所述功率产生单元的运行;以及

控制器,其配置成通过所述增强器产生指示所述功率产生单元的运行状况的至少一个设定点,其中,所述控制器配置成传送所述至少一个设定点以排定所述功率产生单元的维护停机;以及

联接到所述功率产生单元上的调整单元,其中,所述调整单元配置成接收来自所述控制器的所述至少一个设定点以及基于所述至少一个设定点来调节所述功率产生单元的运行状况。

7. 根据权利要求6所述的功率产生系统,其特征在于,所述至少一个预报包括指示燃料价格、环境温度信息或电价的数据。

8. 根据权利要求6所述的功率产生系统,其特征在于,控制器配置成在所述功率产生单元的运行的模拟期间,关于第二预报来调节第一预报的权重因子。

9. 根据权利要求6所述的功率产生系统,其特征在于,所述控制器配置成产生所述至少一个设定点,以关于在所述功率产生单元中的至少第二部件的部件寿命消耗的第二速率来改变所述功率产生单元中的至少第一部件的部件寿命消耗的第一速率。

10. 根据权利要求6所述的功率产生系统,其特征在于,所述控制器配置成产生所述至少一个设定点,以增强所述功率产生单元的收益性。

11. 根据权利要求 6 所述的功率产生系统,其特征在于,所述至少一个设定点包括所述功率产生单元的燃烧温度或燃料分割。

12. 根据权利要求 6 所述的功率产生系统,其特征在于,所述控制器配置成考虑所述功率产生单元中的部件的丢弃成本,以增强所述功率产生单元的收益性。

13. 一种用于增强功率产生系统的运行的方法,包括:

在预测性控制单元处接收预报;

通过在所述预测性控制单元中的控制器访问与功率产生单元中的元件的部件寿命有关的实时的寿命模型或与功率产生单元中的元件的部件寿命有关的接近实时的寿命模型;
和

通过所述控制器访问增强器,所述增强器配置成模拟所述功率产生系统中的所述功率产生单元的运行,以基于所述预报和所述实时的或接近实时的寿命模型来产生功率产生系统的增强,其中,产生所述功率产生系统的增强包括访问影响所述功率产生系统的当前状况,以及应用影响所述功率产生系统的当前状况和所述实时的或接近实时的寿命模型以及所述预报来执行所述功率产生系统的运行的模拟;以及

通过所述控制器来标识包括指示运行状况的至少一个设定点的增强的运行分布,以用于所述功率产生单元的停机的排定。

14. 根据权利要求 13 所述的方法,其特征在于,包括标识包括指示所述功率产生单元的运行状况的至少一个设定点的增强的运行分布,以用于所述功率产生单元的经济性提高。

15. 根据权利要求 13 所述的方法,其特征在于,包括标识包括指示所述功率产生单元的运行状况的至少一个设定点的增强的运行分布,以用于所述功率产生单元中的至少一个部件的部件寿命消耗的增强。

16. 根据权利要求 13 所述的方法,其特征在于,包括接收与所述功率产生单元中的至少一个部件的部件寿命消耗有关的数据,以及更新与所述至少一个部件有关的实时的或接近实时的寿命模型。

用于增强功率产生设施的系统和方法

技术领域

[0001] 本文公开的主题涉及功率产生设施的经济增强和长期维护排定。

背景技术

[0002] 传统上,功率产生设施或其内的单元运行,以便满足直接目标,例如关于功率和排放规章的市场需求。这些功率产生设施可包括(例如)能够从各种烃类给料(例如煤)中相对清洁和高效地产生能量的整体气化联合循环(IGCC)发电装置(power plant)。IGCC 技术可通过氧气和蒸汽在气化器中的反应来将烃类给料转化成一氧化碳(CO)和氢气(H₂)的气体混合物,即合成气。可对这些气体进行清洁、处理,且可在传统的联合循环发电装置中将其用作燃料。例如,合成气可供给到 IGCC 发电装置的燃气轮机的燃烧器中,并且被点燃以对燃气轮机发动机供以动力,以用于发电。也就是说,燃气轮机发动机可燃烧燃料和空气的混合物而产生热的燃烧气体,热的燃烧气体继而驱动一个或多个涡轮来发电。其它类型的功率产生设施可包括燃煤式或天然气发电装置。

[0003] 例如功率产生设施中的燃气轮机的运行可典型地通过知道部件寿命的预期消耗而受到限制。基于部件寿命的这个预期消耗,操作员可作出关于是否在给定时间生产功率或者停止功率生产以对例如燃气轮机发动机的一个或多个部分进行排定的维护的决定。然而,这些排定的维护时期可导致功率产生设施在峰值功率产生时节期间的不合需要的停机。因此,存在对于主动地排定功率产生设施的部分的维护的需求,以避免在有利的功率产生时期期间停机。

发明内容

[0004] 下面对与原始声明的发明的范围相当的某些实施例进行了概述。这些实施例不意图限制声明的发明的范围,而是相反,这些实施例仅意图提供对本发明的可行形式的简要概述。实际上,本发明可包括可类似于或不同于下面阐述的实施例的各种各样的形式。

[0005] 在第一个实施例中,一种发电装置控制包括预测性控制单元,预测性控制单元包括:存储器,其配置成存储指示功率产生单元的部件寿命的至少一个寿命模型和配置成模拟功率产生单元的运行的增强器;以及控制器,其配置成访问增强器和该至少一个寿命模型,以在增强器的运行期间基于该至少一个寿命模型的使用来产生指示功率产生单元的运行状况的至少一个设定点。

[0006] 在第二个实施例中,一种功率产生系统包括功率产生单元;预测性控制单元,其包括存储器和控制器,存储器存储增强器,该增强器配置成基于指示功率产生单元的部件寿命的至少一个寿命模型和与影响功率产生单元的运行的预测的状况有关的至少一个预报来模拟功率产生单元的运行,控制器配置成通过增强器产生指示功率产生单元的运行状况的至少一个设定点;以及调整单元,其联接到功率产生单元上,其中,该调整单元配置成接收来自控制器的至少一个设定点以及基于该至少一个设定点来调节功率产生单元的运行状况。

[0007] 在第三个实施例中,一种用于增强功率产生系统的运行的方法包括在预测性控制单元处接收预报,通过控制器访问预测性控制单元中的实时的寿命模型或接近实时的寿命模型,以及通过控制器访问增强器,增强器配置成模拟功率产生系统中的功率产生单元的运行,以基于预报和实时的或接近实时的寿命模型来产生功率产生系统的增强。

附图说明

[0008] 当参照附图阅读以下详细描述时,本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好理解,在附图中,相似标号在所有图中表示相似部件,其中:

[0009] 图 1 是根据本技术的一个实施例的用于功率产生设施的健康管理系统的示意性简图;

[0010] 图 2 是根据本技术的一个实施例的、结合了功率产生单元的图 1 的健康管理系统的运行的流程图;

[0011] 图 3 是根据本技术的一个实施例的、示出了图 1 的功率产生单元的预测的部件寿命退化的曲线图;

[0012] 图 4 是根据本技术的一个实施例的、示出了一定时间段上的影响产生功率的能力的环境状况的第一曲线图;

[0013] 图 5 是根据本技术的一个实施例的、示出了多个时间段上的预计燃料成本的第二曲线图;

[0014] 图 6 是根据本技术的一个实施例的、示出了多个时间段上的产生的能量的总价的变化的曲线图;以及

[0015] 图 7 是根据本技术的一个实施例的、示出了在多种状况下运行时在功率产生设施中的多个部件的维护因数的曲线图。

[0016] 部件列表:

[0017] 10 功率产生设施

[0018] 12 预测性控制单元

[0019] 14 调整单元

[0020] 16 功率产生单元

[0021] 18 功率输出

[0022] 20 预报

[0023] 22 功率需求

[0024] 24 运行状况

[0025] 26 控制器

[0026] 28 存储装置

[0027] 30 增强器

[0028] 32 寿命模型

[0029] 34 路径

[0030] 36 路径

[0031] 38 路径

[0032] 40 流程图

[0033]	42	接收预报
[0034]	44	访问更新寿命模型
[0035]	46	运行增强器
[0036]	48	产生增强的分布
[0037]	50	传送设定点
[0038]	52	曲线图
[0039]	54	轨线
[0040]	56	轨线
[0041]	58	轨线
[0042]	60	维护停机
[0043]	62	第二次维护停机
[0044]	64	丢弃成本
[0045]	66	丢弃成本
[0046]	68	曲线图
[0047]	70	曲线图
[0048]	72	曲线图
[0049]	74	曲线图
[0050]	76	轨线
[0051]	78	轨线
[0052]	80	点

具体实施方式

[0053] 下面将对本发明的一个或多个具体实施例进行描述。为了致力于提供对这些实施例的简明描述,可能不会在说明书中对实际实现的所有特征进行描述。应当理解,当例如在任何工程或设计项目中开发任何这种实际实现时,必须作出许多对实现而言专有的决定来实现开发者的具体目标,例如符合与系统有关及与商业有关的约束,开发人员的具体目标可根据不同的实现彼此有所改变。此外,应当理解,这种开发工作可能是复杂和耗时的,但尽管如此,对受益于本公开的普通技术人员来说,这种开发工作将是设计、生产和制造的例行任务。

[0054] 在介绍本发明的各实施例的元件时,冠词“一个”、“一种”、“该”和“所述”意图表示存在一个或多个该元件。用语“包括”、“包含”和“具有”意图为包括性的,且表示除了列出的元件之外,可存在另外的元件。

[0055] 在某些实施例中,如下面详细地论述的那样,功率产生设施可包括具有可能需要定期维护和/或更换的多个部件的功率产生单元,例如燃气轮机发动机驱动的发电机。此维护可导致功率产生设施的功率产生能力的中断。此外,多个部件的维护的排定可能不会典型地重叠,从而使功率产生设施在一个时段脱机(例如无法产生功率),以对第一部件进行维护,以及在第二个时段脱机,以对第二部件进行维护。为了协助排定功率产生单元的维护,可在目前论述的实施例中采用预测性控制单元。

[0056] 预测性控制单元可控制功率产生单元的运行参数,并且可基于诸如在某些时段期

间运行功率产生设施的整体收益性的状况来做到这一点。也就是说,预测性控制单元可通过这样的方式来排定未来维护停机:选择在给定时间保守运行以使维护延迟通过高需求时期或者相反在有利的价格差益的时间里推动系统努力运行是否更有价值。该预测性控制单元可使用基于统计学的寿命模型来监测和预测例如功率产生单元部件的一个或多个部件的剩余寿命,基于统计学的寿命模型可与例如当前和预计燃料成本、现货电价和 / 或环境温度耦合,以预测有利的市场状况。

[0057] 该预测性控制单元然后可选择在给定时间保守运行(例如,使维护延迟通过高需求时期)或者相反推动系统努力运行(例如,在有利的价格差益的时间里)是否更有价值。照这样,该预测性控制单元可协助确定针对短期运行决策所采取的适当的控制动作,以及它们将如何对功率产生设施施加长期寿命影响。也就是说,预测性控制单元可选择这样的运行策略:该运行策略通过设定运行极限(例如,诸如最大可允许燃烧温度(例如,诸如功率产生单元的燃烧器中的燃烧温度的温度))来最小化未来数小时、数天、数周、数月和 / 或数年范围上的总运行成本。

[0058] 因此,预测性控制单元可使功率产生单元以多种速率运行,使得可使功率产生单元中的多个部件的寿命的终点同步。另外,可对例如功率产生单元的部件维修、替换或维护进行计划,以便避免功率产生设施在峰值收益性时段期间停机。这些停机的排定可基于例如预计的现货电价、环境状况、燃料成本和可能可更新的其它因素。通过使用维护停机的主动排定,可实现功率产生设施在例如有利的经济环境期间的运行。

[0059] 现在转到附图且首先参照图 1,示出了功率产生设施 10。功率产生设施 10 可包括预测性控制单元 12、调整单元 14 和功率产生单元 16。预测性控制单元 12 例如可与调整单元 14 结合或者可不同于调整单元 14。不论构造如何,预测性控制单元 12 可结合调整单元 14 来运行,以改变功率产生单元 16 的运行。照这样,可基于例如外界影响-诸如预报 20、功率需求 22 和 / 或运行状况 24- 来定制由功率产生单元 16 产生的功率输出 18,这将在下面进行更加详细的论述。

[0060] 预测性控制单元 12 可用于通过规定功率产生设施 10 的近期运行策略而同时限定用于功率产生设施 10 的增强的长期维护排定来在经济上增强功率产生设施 10。用语“在增强”、“增强”和 / 或“增强的”意图包括任何过程,其中,该过程包括优化,例如最小化成本或最大化收益以更好地满足创新的用户(一个或多个)的需要。根据一方面,此方法(或过程)可利用用于进行增强或“优化”的数字例程、算法、传递函数等等。

[0061] 预测性控制单元 12 可包括控制器 26。控制器 26 可包括一个或多个“通用”微处理器、一个或多个专用微处理器和 / 或专用集成电路(ASICs)或这些处理构件的某种组合、中央处理单元(CPU)和 / 或其它类型的处理器。预测性控制单元 12 还可包括:存储装置 28,其可包括一个或多个存储元件,例如非易失性存储装置,包括只读存储器(ROM),闪存,一个或多个硬驱动器,任何其它适当的光学、磁或固态存储介质或它们的组合,和 / 或易失性存储装置,包括随机存取存储器(RAM)。在一个实施例中,存储装置 28 可存储各种软件程序、指令和 / 或待由控制器 26 处理的数据或数据文件。因此,预测性控制单元 12 可包括用于由处理器执行的指令,以有利于本文公开的技术。备选地,可通过各种附加的硬件构件来实现这些技术。

[0062] 可用来实现各种功率产生设施 10 增强技术的指令或软件程序的实例可包括增强

器 30 和寿命模型 32。增强器 30 和寿命模型 32 例如可为存储在存储装置 28 的一个或多个存储元件中的软件程序和 / 或数据。在一个实施例中,增强器 30 可由控制器 26 用来模拟 (例如建模) 功率产生设施 10 的一个或多个元件 (例如功率产生单元 16) 的运行。例如,增强器 30 可用来模拟功率产生单元 16 在特定状况下的运行。这些状况可包括可从存储装置 28 的存储元件中取回的预报 20。

[0063] 预报 20 可包括预测的状况,例如,预计燃料成本、预计环境状况、预计功率需求、现货电价的预计估计和 / 或可能会影响功率产生设施 10 的功率产生的其它预计因素。在一个实施例中,控制器 26 可接收来自外部源 (例如操作员) 的预报 20,并且可覆盖存储在存储装置 28 中的任何有关数据。照这样,存储在存储装置 28 中的预报 20 可更新,以包括由于例如世界事件、天气现象和 / 或消费模式的转换而引起的预计燃料成本、预计现货电价、预计环境温度和 / 或其它预计因素的变化,以允许对由功率产生单元 16 进行的功率产生的有利市场状况进行更新的预测。

[0064] 控制器 26 可结合预报 20 来使用增强器 30,以平衡例如功率产生设施 10 的短期和长期运行策略。另外,控制器 26 可在运行增强器 30 的同时使用存储在寿命模型 32 中的信息。寿命模型 32 例如可包括关于功率产生设施 10 的元件 (例如功率产生单元 16 的构件) 的长期寿命模型信息。寿命模型信息可与已经消耗掉的部件寿命量和 / 或功率产生设施 10 中的各种部件剩余的部件寿命量有关。

[0065] 与功率产生设施 10 的元件的部件寿命有关的信息最初可编程到寿命模型 32 中。此数据还可为可更新的。例如,对功率产生设施 10 的各种元件的剩余的部件寿命的估计可沿着路径 34 传送给寿命模型 32,作为例如功率产生单元 16 的各种构件的当前剩余部件寿命的指示。对功率产生设施 10 的各种元件的剩余部件寿命的这些估计可由例如控制器 26 接收,控制器 26 可用接收到的估计覆盖存储在寿命模型 32 中的任何有关数据。照这样,寿命模型 32 可更新,以包括例如功率产生设施 10 中的各种部件 (例如功率产生单元 16 的部分) 的剩余的和 / 或消耗掉的部件寿命的估计的变化。存储在寿命模型 32 中的这个更新的信息可由控制器 26 在运行增强器 30 的同时使用,以排定功率产生设施 10 的未来维护停机。

[0066] 如上面所提到的那样,当运行增强器 30 时,控制器 26 可使用来自各个寿命模型 32 的信息或数据,以确定针对短期运行决策要采取的适当的控制动作,以及它们将如何对功率产生设施 10 施加长期寿命影响。也就是说,控制器 26 可使用从寿命模型 32 中提取的数据 (其中,这种寿命模型数据可能已经在事件发生时实时、接近实时 (包括事件发生之后数秒或数分钟)、按照排定和 / 或通过用户请求而更新),以确定 (例如) 是否可排定在未来有机会时更换功率产生单元 16 中的部件或是否预期部件的寿命将不会符合下一个合理地排定的维护时机的时间。这可通过在各种特定状况下对功率产生设施 10 的运行进行建模或模拟而实现。例如可通过使用各种寿命模型 32 和预报 20 来模拟功率产生设施 10 的运行而产生这些状况。基于这些模拟,预测性控制器单元 12 可产生一个或多个设定点,该一个或多个设定点可传送给调整单元 14,调整单元 14 例如可包括用于产生控制信号的处理器。这些设定点可为功率产生单元 16 的运行水平和 / 或运行极限。例如,这些设定点可包括功率产生单元 16 的燃烧温度的水平、内部涡轮压力、燃料分割 (例如,传送通过功率产生单元 16 中的多个燃料喷嘴的燃料的量)、燃空比和 / 或涡轮叶片速度。因此,改变这些设定点可

使例如功率产生单元 16 更保守地运行,以将计划好的装置停机推到更远的日期。备选地,可改变设定点,以使例如功率产生单元 16 更积极地运行,以在例如有益的功率生产时期的时间里最大化功率产生设施的功率输出,将计划好的装置停机潜在地拉到更早的日期。预测性控制器单元 12 产生设定点的潜在的结果可为通过以下方式产生降低错失的出售功率机会的成本的运行轨迹:即,使部件同时磨损,从而减少停机次数,其次在合乎需要的排定时间这样做。

[0067] 调整单元 14 可接收来自控制器 26 的设定点,并且可使用设定点来控制功率产生单元 16 的各方面。例如,设定点可用来规定功率产生单元 16 的运行极限,例如功率产生单元 16 的燃烧温度。另外,调整单元可包括其它因素,例如功率需求 22(例如,待由功率产生单元 10 产生的功率量),以及沿着路径 36 来自功率产生单元 16 的运行反馈。运行反馈可包括例如与功率产生单元 16 的涡轮速度、温度、压力和 / 或燃料流量有关的测量结果。因此,功率产生单元 16 可沿着路径 38 传送与功率产生单元 16 的各部分中的所剩余的寿命量(用于沿着路径 34 传送)和功率产生单元 16 的运行反馈(用于沿着路径 36 传送)两者有关的测量结果。

[0068] 可通过图 2 的流程图 40 示出用于控制功率产生单元 16 的设定点的产生过程。在步骤 42 中,预测性控制单元 12 可接收预报 20,预报 20 可包括例如预计燃料成本、预计环境状况(例如温度)、预计功率需求、现货电价的预计估计、自然灾害的预测、天气预报、历史趋势或可能会影响功率产生设施 10 进行的功率产生的其它标记,以协助产生设定点,以用于功率产生设施 10 的收益最大化和长期维护排定。在步骤 44 中,预测性控制单元 12 的控制器 26 可访问寿命模型 32。这些寿命模型 32 可包括与例如功率产生单元 16 的至少一个构件的剩余部件寿命有关的最近更新的数据。在步骤 46 中,控制器 26 可运行增强器 30。也就是说,在步骤 46 中,可通过增强器 30 来进行对例如功率产生单元 16 的运行的各种模拟。备选地,增强器 30 可用公式表示待由预测性控制单元 12 解决的增强问题(例如,包括功率产生设施 10 的一个或多个运行约束的至少一个方程式)。

[0069] 在步骤 48 中,增强的分布(profile)由预测性控制单元 12 产生。此增强的分布可包括对将在数小时、数周、数月 and / 或数年的过程里对例如功率产生单元 16 应用的运行参数的预测。此增强的分布的产生可包括基于功率产生单元 16 的设定点(例如,运行水平和 / 或运行极限)的变化来解决增强问题或执行各种结果的模拟。此外,增强的分布的产生可包括应用来自预报 20 和寿命模型 32 的数据,以增强功率产生单元 16 的短期和 / 或长期运行目标。也就是说,在步骤 42 中访问的当前和预计状况可在步骤 48 中结合来自寿命模型 32(其标识功率产生单元 16 的部件的当前剩余寿命)的反馈来使用,以限定其中功率产生设施 10 将通过解决增强问题或执行例如功率产生单元 16 的运行的模拟来运行的增强方案。

[0070] 例如,控制器 26 可产生功率产生单元 16 的增强的分布(例如在增强功率产生设施 10 的特定时间范围里彼此结合起来使用的一个或多个设定点的值)。那个增强的分布可包括例如确定将在预测时间范围里协助使功率产生单元 16 的两个或更多个部件的部件寿命消耗同步的燃烧温度极限。另外和 / 或备选地,增强的分布可包括例如将允许功率产生设施 10 在预测时间范围里符合排放水平或要求的功率产生单元 16 的燃料分割。

[0071] 基于步骤 48 中产生的增强的分布,设定点在预测性控制单元 12 中产生。如前面

提到的那样,这些设定点可为功率产生单元 16 的运行水平和 / 或运行极限,例如功率产生单元 16 的燃烧温度、内部涡轮压力、燃料分割、燃空比和 / 或涡轮叶片速度。例如,可基于确认的增强分布来产生当前时间步骤(例如,至少一分钟、至少一小时、至少一天、至少一周或至少一年)的确定的燃烧温度极限。也就是说,增强的分布可包括产生以便传送给功率产生单元 16 的设定点。

[0072] 接着,在步骤 50 中,这些设定点传送给调整单元 14,以控制功率产生单元 16。另外,应当注意,步骤 42-50 中的各个可实时地完成。也就是说,可在事件发生时响应于事件来完成步骤 42-50 中的各个。另外或备选地,应当注意,步骤 42-50 中的各个可接近实时地完成。也就是说,可在事件发生后的一段时间(例如事件发生后数秒或数分钟)之后响应于事件来完成步骤 42-50 中的各个。

[0073] 可通过例如沿着路径 34 传送的和来自可更新的预报 20 的数据来促进这种能力。另外,应当注意,流程图 40 中示出的过程可以以给定的时间间隔(例如,每 10 分钟、每 30 分钟、每 1 小时、每六小时、每十二小时、每天、每周或每月)和 / 或按照例如用户的要求重复进行。

[0074] 因此,图 2 示出了通过规定短期运行策略以及同时限定功率产生设施 10 的部分(例如功率产生单元 16)的长期维护排定来实现功率产生设施 10 的完全的经济增强的预测性控制方法。如前面提到的那样,可通过例如产生用于控制功率产生单元 16 的运行设定点来实现增强,该运行设定点可允许有这样的运行策略:该运行策略通过例如有利地排定未来维护停机而最小化在例如数小时、数天、数周、数月或数年的某个未来范围里的总运行成本。

[0075] 图 3 示出了显示功率产生单元 16 的三个元件的预测维护停机的实例的曲线图 52。功率产生单元 16 的这些元件可包括例如燃烧器、传动轴、涡轮轮叶、喷嘴和 / 或典型地存在于功率产生单元 16 中的其它元件。曲线图 52 描绘了上述功率产生单元 16 的三个部件中的各个的剩余寿命的百分比 - 时间(关系)。如可在曲线图 52 中看到的那样,部件 1 可具有轨线 54,轨线 54 示出了在功率产生单元 16 在给定的一组运行设定点处运行的情况下部件 1 在一定时间范围里剩余的部件寿命量。类似地,部件 2 可具有轨线 56,并且部件 3 可具有轨线 58,其示出了在功率产生单元 16 在与部件 1 相同的给定的一组运行设定点处运行的情况下部件 2 和 3 中的各个在一定时间范围里剩余的相应的部件寿命量。如可在曲线图 52 中看到的那样,部件 1 的轨线 54 可示出部件寿命的最快消耗。也就是说,当功率产生单元 16 在给定的一组运行设定点处运行的情况下,部件 1 可在 60 周时间中完全耗尽。因此,当部件 1 耗尽(即消耗掉)时,功率产生设施 10 可在一段时间里停机以进行维护,如由维护停机 60 所示。在此维护停机 60 期间,可更换部件 1。另外,可在维护停机 60 期间实现部件 2 的更换,使得不会在约 80 周的时间处出现另一次停机。也就是说,在相对短的时期中(例如在(相对于)彼此约 20 周内)可出现单次维护停机 60,而不是出现两次停机,并且可在维护停机 60 期间更换部件 1 和 2 二者。

[0076] 在更换部件 1 和 2 之后,功率产生单元 16 可继续运行,直到部件 1、2 和 3 中的各个的剩余部件寿命不足为止。这可发生在例如运行约 150 周之后。此时,部件 1、2 和 3 中的各个可能剩有小于它们的相应的部件寿命的约 20%。因此,第二维护停机 62 可排定成同时更换部件 1、2 和 3 中的各个。如以上所论述的那样,在曲线图 52 中示出的实例中的功

率产生单元 16 在整个所示时期期间是在给定的一组设定处运行的。但是,这些运行设定可产生与在维护停机 60 和 62 时更换多个部件相关联的丢弃成本。例如,当在维护停机 60 和 62 期间更换部件 3 时,对于部件 3 存在约 15%的丢弃成本 64 和 66。也就是说,当在维护停机 60 和 62 期间进行更换时,部件 3 剩有约 15%的可用寿命。产生功率产生单元 16 的设定可帮助降低这些丢弃成本 64 和 66。另外,可能确实会在不利的时间出现维护停机 60 和 62 中的任一个或两者。也就是说,当其将会对将要产生功率的功率产生设施 10 有益时,这些维护停机 60 和 62 可在峰值收益性时间期间发生。

[0077] 图 4-6 中的各个描绘了示出可影响功率产生设施 10 的收益性的因素的相应的曲线图 68、70 和 72。例如,图 4 中的曲线图 68 示出了表示给定的功率产生设施 10 的全年预计环境温度的曲线。环境温度可影响功率产生设施 10 的整体效率。因此,诸如曲线图 68 中示出的那个的信息可允许根据功率产生设施 10 的预测环境温度和由此产生的功率产生设施 10 的任何对应的效率差异来计划维护停机,例如 60 和 62。

[0078] 类似地,图 5 中的曲线图 70 示出了表示给定的功率产生设施 10 的全年的燃料预计成本的曲线。在该年期间的各种时间里的燃料成本可影响功率产生设施 10 处的产生功率的总成本。因此,诸如曲线图 70 中示出的那个的信息可允许根据功率产生设施 10 的预测燃料成本来计划维护停机,例如 60 和 62。

[0079] 另外,图 6 中的曲线图 72 示出了表示功率产生设施 10 所产生的功率全年的可出售的预计价格的曲线。功率可出售的价格可为确定何时排定维护停机(例如 60 和 62)的因素。例如,可有利的是这一年中当功率的售价趋向处于其峰值处或接近其峰值时的时间期间限制给定的功率产生设施 10 的停机量。

[0080] 诸如图 4-6 中示出的那个的信息对于有利地排定未来维护停机来说可为有价值的。例如,预测性控制单元 12 可根据那些相同日子的预期环境温度来考虑功率在一天或几天中可出售的价格,以及燃料的预测成本和总体功率产生设施 10 效率。在某些情况下,曲线图 68、70 和 72 中的信息可单独针对用于排定维护停机(例如 60 和 62)的不同的日子。但是,预测性控制单元 12 的控制器 26 可使用来自曲线图 68、70 和 72 中的各个的信息来相对于功率在一天或几天中可出售的价格确定产生功率的总成本。照这样,预测性控制单元 12 可确定有利的维护时期,例如维护停机 60 和 62。

[0081] 此外,通过使用基于统计学的寿命模型 32 监测和预测各种部件的剩余寿命,以及使用与当前和预计燃料成本、现货价格、环境温度、燃料消耗最小化、功率出售最大化、错失的出售功率机会的最小化(在保守地运行时)、错失的出售功率的机会的最小化(在停机进行维护时)、过早丢弃的部件的“丢弃成本”的最小化、消耗掉的部件寿命的最小化(资产名义价值降低)、维护(劳动力)成本的最小化、满足排放水平或要求的能力和/或启动成本最小化有关的信息,预测性控制单元 12 可能能够通过例如产生通过控制器 26 而执行的增强的分布来预测有利的市场状况。在一个实施例,可对各个上述目标分配一定值,从而使得在确定总收益最大化时某些目标可占更大的权重。例如,曲线图 68 中的信息可具有权重修饰因子 1,而曲线图 70 和 72 中的信息可分别具有权重修饰因子 1.5 和 2。也就是说,相对于曲线图 68 中的信息,曲线图 72 中的信息对功率产生设施 10 的增强可具有多达两倍的影响。

[0082] 如以上所论述的那样,控制器 26 可选择例如在给定时间保守运行以使维护延迟

通过高需求时期、在有利的价格差益时间里推动功率产生单元努力运行是否更有价值。这些决策另外将影响例如是否可排定在未来有机会时更换功率产生单元 16 中的部件或是否预期部件的寿命将不会符合下一个合理地排定的维护时机的时间。因而,预测性控制器单元 12 可通过这样来降低错失的收益机会的成本:即,使关键部件同时磨损,从而减少停机次数和/或将停机排定在合乎需要的排定时间。

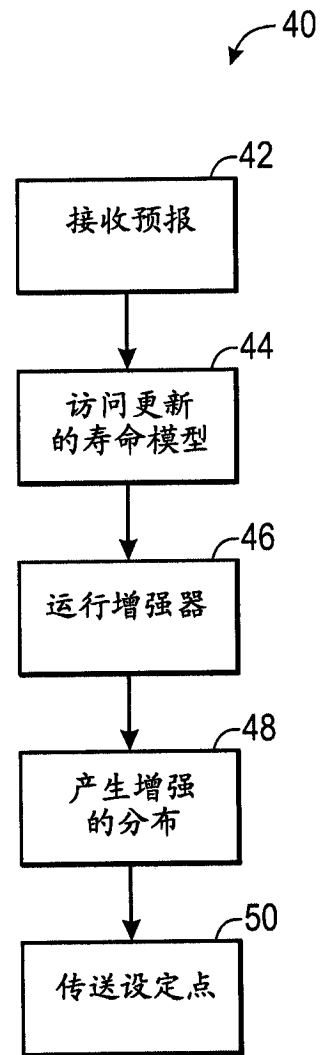
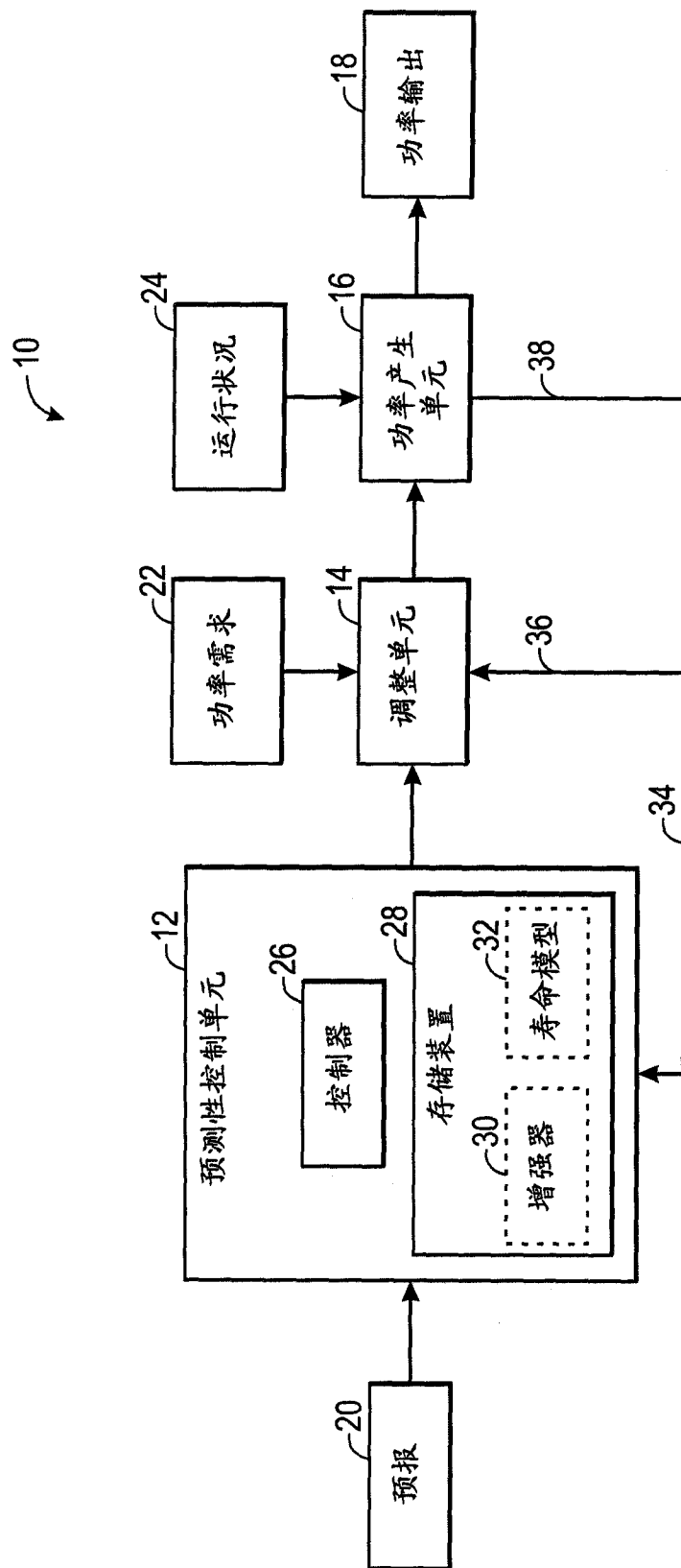
[0083] 除了收益最大化,预测性控制单元 12 还可用来降低丢弃成本,例如图 3 的丢弃成本 64 和 66。图 7 示出了功率产生单元 16 的运行温度 - 两个部件的维护因数 (的关系) 的曲线图 74。如可在曲线图 74 中看到的那样,部件 1 可具有轨线 76,轨线 76 示出了功率产生单元 16 在给定的燃烧温度设定点处运行的情况下的维护因数 (部件将用尽其部件寿命的速度)。类似地,部件 2 可具有轨线 78,轨线 78 示出了功率产生单元 16 在给定的燃烧温度设定点处运行的情况下的维护因数 (部件将用尽其部件寿命的速度)。如可在曲线图 74 中看到的那样,部件 1 和部件 2 在点 80 处的温度 T 下可具有维护因数 1。也就是说,在点 80 处,部件 1 和部件 2 中的各个可以以共同的速率消耗它们相应的部件寿命。但是,如可在曲线图 74 中看到的那样,大体上,更高的燃烧温度意味着各个给定部件的更快的消耗速率。但是,部件 1 和部件 2 可不以相同的速率退化。因此,例如燃烧温度对各部件 1 和 2 的寿命的相对影响有所不同。在一个实施例中,可使用仪器来标识在确定对部件寿命的影响时还考虑到的健康指标。

[0084] 因此,通过使用来自曲线图 74 的数据,控制器 26 可修改功率产生单元 16 的设定点,例如燃烧温度,从而使得部件 1 和 2 可在类似的时间 (即在相同的维护停机期间,例如 60 和 62) 结束它们的寿命。也就是说,部件 1 在更高的燃烧温度 (高于点 80 处的温度 T) 处比部件 2 更快消耗掉 (具有更高的维护因数) 部件寿命。此外,在更低的燃烧温度 (低于点 80 处的温度 T) 处,部件 2 比部件 1 更快地消耗掉寿命。因此,通过修改例如功率产生单元 16 的燃烧温度设定点,部件 1 和部件 2 的整体部件寿命可调节成在相同的维护停机 (例如 60 和 62) 时终止。照这样,可通过产生传送到功率产生单元 16 的有利设定点来最小化丢弃成本,例如图 3 的成本 64 和 66。

[0085] 以上详述的主题的技术效果包括例如通过预测性控制单元 12 来排定和调节功率产生设施 10 的构件的维护和/或更换的能力,预测性控制单元 12 可基于诸如在某些时间段期间运行功率产生设施 10 的整体收益性的状况来控制功率产生设施 10 的功率产生单元 16 的运行参数。其它效果包括使用基于统计学的寿命模型来监测和预测例如功率产生单元 16 部件的一个或多个部件的剩余寿命的能力,寿命模型可与例如当前和预计燃料成本、现货电价和/或环境温度耦合,以预测有利的市场状况。另外的效果包括选择这样的运行策略:该运行策略通过设定诸如例如最大的可允许燃烧温度 (例如,诸如功率产生单元 16 的燃烧器中的燃烧温度的温度) 的运行极限和/或使功率产生单元 16 在多种速率处运行使得可使功率产生单元 16 中的多个部件的寿命终点同步,来最小化功率产生设施 10 在数小时、数天、数周、数月 and / 或数年的未来范围里的总运行成本。因此,技术效果可包括在例如有利的经济环境期间使用功率产生设施 10 的维护停机和/或运行的主动排定。

[0086] 本书面描述使用实例来公开本发明,包括最佳模式,并且还使本领域任何技术人员能够实践本发明,包括制造和使用任何装置或系统,以及执行任何结合的方法。本发明的可授予专利的范围由权利要求书限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它实例。如果

这样的其它实例具有不异于权利要求书的字面语言的结构元素,或者如果它们包括与权利要求书的字面语言无实质性差异的等效结构元素,则这样的其它实例意图处于权利要求书的范围之内。



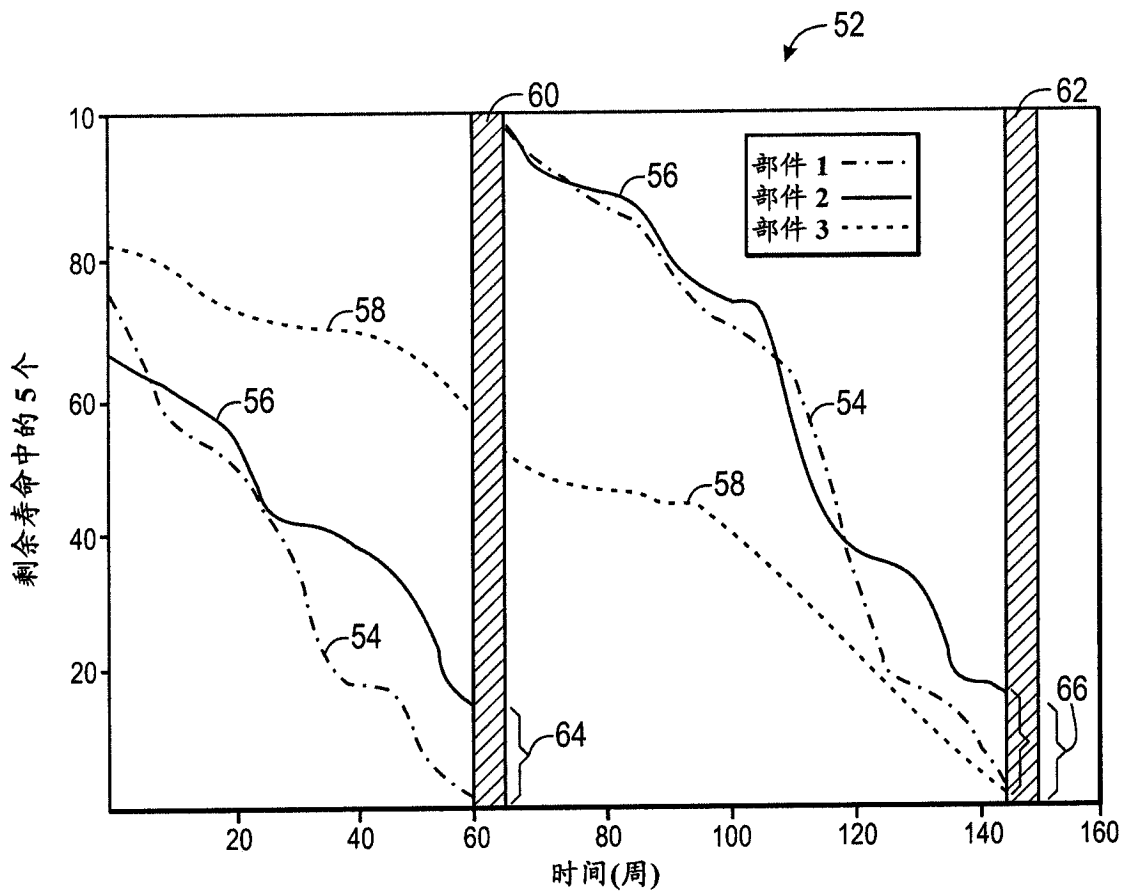


图 3

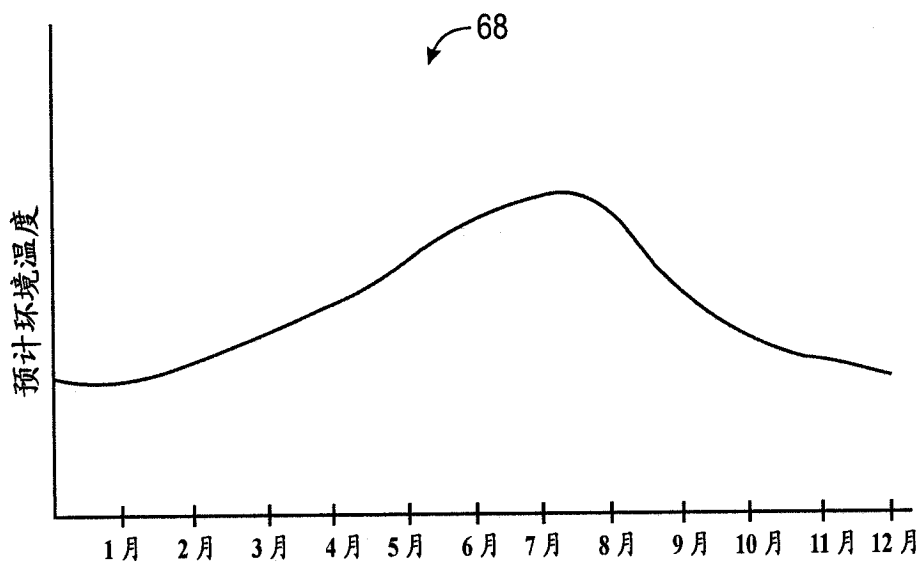


图 4

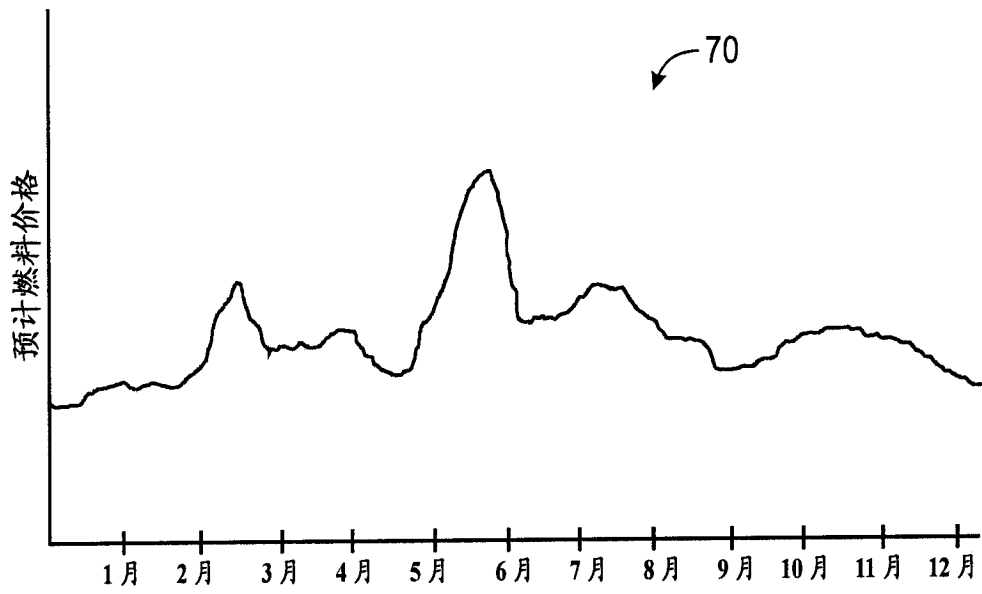


图 5

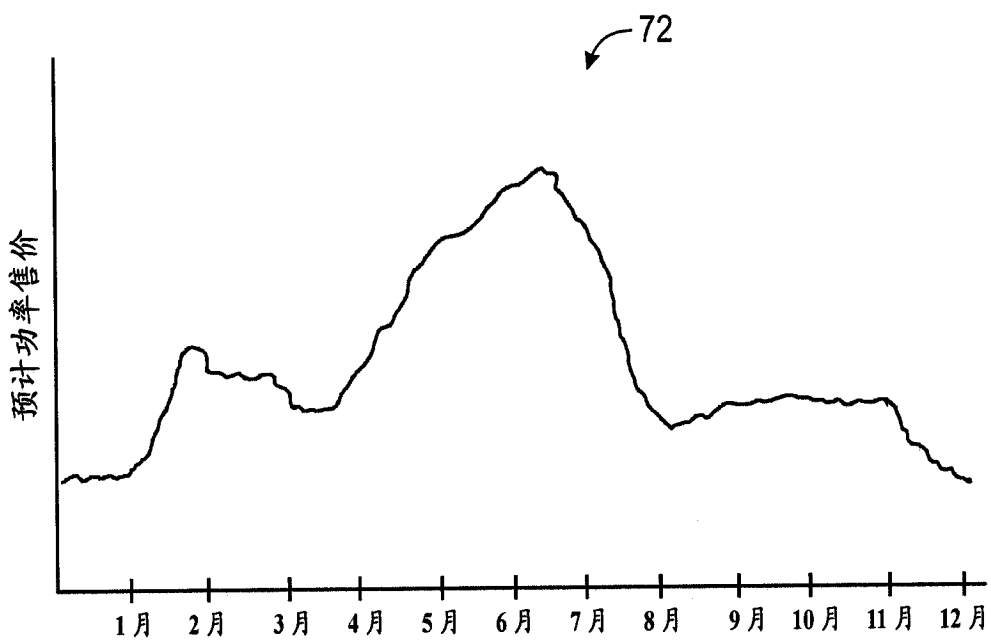


图 6

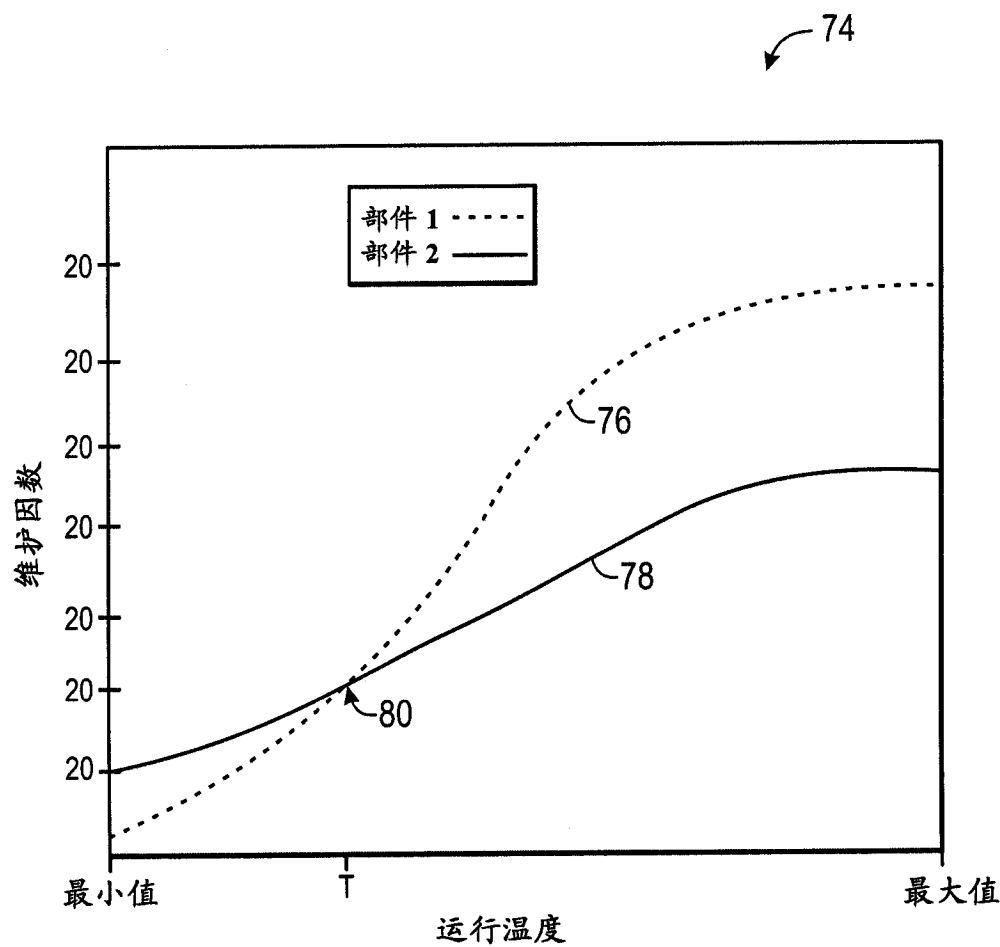


图 7