



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02805850. X

[43] 公开日 2004年5月5日

[11] 公开号 CN 1494670A

[22] 申请日 2002.2.25 [21] 申请号 02805850. X

[30] 优先权

[32] 2001. 3. 1 [33] US [31] 60/273,164

[32] 2001. 5. 10 [33] US [31] 09/852,945

[86] 国际申请 PCT/US2002/005635 2002.2.25

[87] 国际公布 WO02/071169 英 2002.9.12

[85] 进入国家阶段日期 2003.9.1

[71] 申请人 费舍-柔斯芒特系统股份有限公司

地址 美国得克萨斯州

[72] 发明人 E·埃育瑞克 R·S·史密斯

I·B·迪沃尔 S·B·雷纳

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

代理人 李家麟

权利要求书9页 说明书47页 附图37页

[54] 发明名称 过程控制工厂数据的远程分析

[57] 摘要

一种用于分析过程的系统和方法，该过程收集过程控制工厂内的过程数据，并将所收集的过程数据传送到远程数据处理装置。远程数据处理装置使用过程分析工具(例如，过程监控工具、设备监控工具、装置监控工具、指标建立工具、工作定单建立工具和/或记账工具)来分析过程数据，以建立分析数据。然后，经由通信连接(例如，因特网)将分析数据传送到过程控制工厂。

1. 一种分析过程的方法，其特征在于，包括以下步骤：  
收集过程控制工厂内的过程数据；  
将所收集的过程数据传送到远程数据处理装置；  
使用被存储在远程数据处理装置的数据库内的多个资产或过程分析工具之一来分析远程数据处理装置内的过程数据，以建立分析数据；以及，  
将该分析数据传送到过程控制工厂。
2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，使用多种资产或过程分析工具之一来分析远程数据处理装置内的过程数据以便建立分析数据的步骤包括：  
使用过程控制工具、过程监控工具、设备监控工具、装置监控工具、指标建立工具、工作定单建立工具和商业工具中的一种工具。
3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，将所收集的过程数据传送到远程数据处理装置的步骤包括：经由开放的网络来传送所收集的过程数据。
4. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，经由开放的网络来传送所收集的过程数据的步骤包括：使用因特网来传送所收集的过程数据。
5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，使用多种资产或过程分析工具之一来分析远程数据处理装置内的过程数据以便建立分析数据的步骤包括：  
使用过程控制工厂的一个部分的模型。
6. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，使用过程控制工厂的这个部分的模型的步骤包括：使用设备模型、回路模型和元件模型中的一种模型。
7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，使用多种资产或过程分析工具之一来分析远程数据处理装置内的过程数据以便建立分析数据的步骤包括：  
使用优化工具。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，将分析数据传送到过程控制工厂的步骤包括：传送问题数据、状况数据、工厂数据、过程数据、设备数据和优化数据中的一种数据。
9. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，将分析数据传送到过程控制工厂的步骤包括：传送健康指标值、性能指标值、利用指标值和与过程控制工厂的一个部分有关的可变性指标值中的一种指标值。
10. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，收集过程控制工厂内的过程数据的步骤包括：收集一组预定的过程数据，供多种资产或过程分析工具使用。
11. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，收集过程控制工厂内的过程数据的步骤包括：按预定速率反复收集过程数据。
12. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包括一个步骤：将更新信息从过程控制工厂传送到远程数据处理装置，以更新多种资产或过程分析工具之一。
13. 如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，将更新信息从过程控制工厂传送到远程数据处理装置以便更新多种资产或过程分析工具之一的步骤包括：传送被更新的模型信息。
14. 如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，将更新信息从过程控制工厂传送到远程数据处理装置以便更新多种资产或过程分析工具之一的步骤包括：根据标识语言来使用通信格式。
15. 一种用于分析过程数据的系统，其特征在于，包括：
  - 一个服务器，它具有一个处理器并以通讯联络的方式被耦合到远程过程控制工厂；
  - 一个数据库，它以通讯联络的方式被耦合到该服务器；以及，

被存储在数据库内的多种资产或过程分析工具，其中，处理器被编程为使用多种资产或过程分析工具之一来分析从远程过程控制工厂接收的过程数据，以建立分析数据并将该分析数据发送到远程过程控制工厂。

16. 如权利要求 15 所述的系统，其特征在于，服务器经由开放的网络以通讯联络的方式被耦合到远程过程控制工厂。
17. 如权利要求 16 所述的系统，其特征在于，开放的网络是因特网。
18. 如权利要求 15 所述的系统，其特征在于，多种资产或过程分析工具包括过程控制工具、过程监控工具、设备监控工具、装置监控工具、指标建立工具、工作定单建立工具和记账工具中的一种工具。
19. 如权利要求 15 所述的系统，其特征在于，多种资产或过程分析工具之一包括远程过程控制工厂的一个部分的模型。
20. 如权利要求 19 所述的系统，其特征在于，远程过程控制工厂的这个部分的模型包括设备模型、回路模型和元件模型中的一种模型。
21. 如权利要求 15 所述的系统，其特征在于，多种资产或过程分析工具之一包括优化工具。
22. 如权利要求 15 所述的系统，其特征在于，分析数据包括问题数据、状况数据、工厂数据、过程数据、设备数据和优化数据中的一种数据。
23. 如权利要求 15 所述的系统，其特征在于，分析数据包括健康指标值、性能指标值、利用指标值和与远程过程控制工厂的一个部分有关的可变性指标值。
24. 如权利要求 15 所述的系统，其特征在于，处理器被进一步编程为：从远程过程控制工厂接收更新信息，用于更新多种资产或过程分析工具之一。

25. 如权利要求 24 所述的系统，其特征在于，更新信息包括被更新的模型信息。
26. 如权利要求 25 所述的系统，其特征在于，处理器被进一步编程为：使用基于标识语言的通信格式，将分析数据发送到过程控制工厂。
27. 一种分析过程数据的系统，其特征在于，包括：  
一个计算机可读介质；以及，  
第一个例行程序，它被存储在计算机可读介质上，并适合由处理器来执行，该处理器从远程过程控制工厂接收过程数据；  
第二个例行程序，它被存储在计算机可读介质上，并适合由处理器来执行，该处理器分析从远程过程控制工厂接收的过程数据，以建立分析数据；以及，  
第三个例行程序，它被存储在计算机可读介质上，并适合处理器来执行，该处理器将分析数据发送到远程过程控制工厂。
28. 如权利要求 27 所述的系统，其特征在于，第三个例行程序更加适应经由因特网将分析数据发送到远程过程控制工厂。
29. 如权利要求 27 所述的系统，其特征在于，多种资产或过程分析工具包括过程控制工具、过程监控工具、设备监控工具、装置监控工具、指标建立工具、工作定单建立工具和商业工具中的一种工具。
30. 如权利要求 27 所述的系统，其特征在于，多种资产或过程分析工具包括优化工具。
31. 如权利要求 27 所述的系统，其特征在于，分析数据包括健康指标值、性能指标值、利用指标值和与远程过程控制工厂的一个部分有关的可变性指标值中的一个指标值。
32. 一种分析资产利用的方法，其特征在于，包括以下步骤：

经由因特网从远程过程控制工厂收集过程数据；  
使用被存储在数据库内的多种资产或过程分析工具之一来分析该过程数据，以建立分析数据；以及，  
经由因特网将分析数据传送到远程过程控制工厂。

33. 如权利要求 32 所述的方法，其特征在于，使用多种资产或过程分析工具之一来分析过程数据的步骤包括：使用过程控制工具、过程监控工具、设备监控工具、装置监控工具、指标建立工具、工作定单建立工具和记账工具中的一种工具。

34. 如权利要求 32 所述的方法，其特征在于，使用多种资产或过程分析工具之一来分析过程数据的步骤包括：使用远程过程控制工厂的一个部分的模型。

35. 如权利要求 32 所述的方法，其特征在于，使用多种资产或过程分析工具之一来分析过程数据的步骤包括：使用优化工具。

36. 如权利要求 32 所述的方法，其特征在于，将分析数据传送到远程过程控制工厂的步骤包括：传送问题数据、状况数据、工厂数据、过程数据、设备数据和优化数据中的一种数据。

37. 如权利要求 32 所述的方法，其特征在于，将分析数据传送到远程过程控制工厂的步骤包括：传送健康指标值、性能指标值、利用指标值和与远程过程控制工厂的一个部分有关的可变性指标值。

38. 一种分析过程控制数据的方法，其特征在于，包括以下步骤：  
将第一个数据模板发送给与过程控制工厂有关的客户；  
接收第二个数据模板，使用第一个数据模板和在过程控制工厂内被建立的过程控制信息来形成这第二个数据模板；  
分析第二个数据模板内的过程控制信息，以得出分析结果；以及，  
经由因特网将这些分析结果的可用性通知给客户。

39. 如权利要求 38 所述的方法，其特征在于，将第一个数据模板发送给客户的步骤包括：响应于经由与应用程序服务提供商有关的网站而被接收的来自客户的请求，使用因特网来发送第一个数据模板。
40. 如权利要求 38 所述的方法，其特征在于，接收使用与客户有关的过程控制工厂所生成的第一个数据模板和过程控制信息而被建立的第二个数据模板的步骤包括步骤：接收与过程控制工厂内的一件特殊的设备有关的过程控制信息。
41. 如权利要求 38 所述的方法，其特征在于，分析第二个数据模板内的过程控制信息来得出分析结果的步骤包括：使用数据分析工具、模型和优化器中的一种装置来分析过程控制信息。
42. 如权利要求 38 所述的方法，其特征在于，经由因特网向客户通知分析结果的可用性的步骤包括：使用电子邮件和网页中的一种方式来通知客户。
43. 如权利要求 38 所述的方法，其特征在于：还包括将第二个数据模板和分析结果存储在客户数据库中的步骤。
44. 如权利要求 38 所述的方法，其特征在于：还包括使用数据调解例行程序来预处理过程控制信息的步骤，以及在向客户通知分析结果的可用性之前验证这些分析结果的步骤。
45. 如权利要求 38 所述的方法，其特征在于：还包括向客户显示包含基于分析结果的报告的网页，其中，该报告包括与过程控制工厂内的一件特殊的设备有关的性能信息、成本信息和历史信息中的一种信息。
46. 一种用于分析过程控制数据所述的系统，该系统的特征在于包括：  
一个计算机可读介质；  
第一个例行程序，它被存储在计算机可读介质上并适合由处理器来执行，

该处理器使客户能够与应用程序服务供应商订立合同；

第二个例行程序，它被存储在计算机可读介质上并适合由处理器来执行，该处理器设计基于从客户那里接收的设计数据的数据模型和由应用程序服务供应商存储的模型；以及，

第三个例行程序，它被存储在计算机可读介质上并适合由处理器来执行，该处理器使用从客户那里接收的过程控制数据来处理数据模型，并经由因特网通信连接将分析结果提供给客户。

47. 如权利要求 46 所述的系统，其特征在于，第一个例行程序更加适应经由因特网通信连接将合同条款和条件下载给客户。

48. 如权利要求 46 所述的系统，其特征在于，第一个例行程序更加适应响应于从客户那里接收被执行的合同来配置客户账户。

49. 如权利要求 46 所述的系统，其特征在于，第二个例行程序更加适应经由因特网通信连接将设计数据要求下载给客户。

50. 如权利要求 46 所述的系统，其特征在于，第二个例行程序更加适应使用从客户那里接收的设计数据来建立设计数据电子表格并使设计数据适应由应用程序服务供应商存储的模型。

51. 如权利要求 46 所述的系统，其特征在于，第三个例行程序更加适应经由因特网通信连接将过程数据模板下载给客户。

52. 如权利要求 46 所述的系统，其特征在于，第三个例行程序更加适应使用数据调解例行程序来预处理过程控制数据。

53. 如权利要求 46 所述的系统，其特征在于，第三个例行程序更加适应使用数据分析工具和优化器中的一种装置来处理数据模型。

54. 如权利要求 46 所述的系统，其特征在于，第三个例行程序更加适应将



分析结果存储在客户数据库中，并适合经由因特网通信连接向客户通知这些分析结果的可用性。

55. 如权利要求 46 所述的系统，其特征在于，第三个例行程序更加适应向客户显示包含基于分析结果的报告的网页，其中，该报告包括与关于客户的过程控制工厂内的一件特殊的设备有关的性能信息、成本信息和历史信息中的一种信息。

56. 一种用于分析过程控制数据的系统，其特征在于包括：  
一个服务器，它以通讯联络的方式被耦合到因特网通信连接；以及，  
一个处理器，它以通讯联络的方式被耦合到服务器和多个数据库，其中，该处理器被编程为经由因特网通信连接将过程控制数据模板下载给客户；其中，该处理器被进一步编程为使用优化器和数据分析工具中的一种装置来分析被填充的设计数据模板，使用与客户有关的加工工厂内所生成的过程控制数据模板和过程数据来建立设计数据模板。

57. 如权利要求 56 所述的系统，其特征在于，多个数据库包括数据分析工具数据库、模型数据库、优化器数据库、网页数据库和客户数据库中的一种数据库。

58. 一种保养过程控制系统的方法，其特征在于，包括以下步骤：  
将第一个数据模板发送给与过程控制工厂有关的客户；  
接收第二个数据模板，使用过程控制工厂内所生成的第一个数据模板和过程控制信息来建立这第二个数据模板；  
分析第二个数据模板内的过程控制信息，以得出分析结果；以及，  
经由因特网通信连接，根据分析结果来为过程控制工厂安排维修活动。

59. 如权利要求 58 所述的方法，其特征在于，经由因特网通信连接并根据分析结果来为过程控制工厂安排维修活动的步骤包括：根据分析结果来安排过程控制工厂内的维修停歇期。

---

60. 如权利要求 58 所述的方法，其特征在于，经由因特网通信连接并根据分析结果来为过程控制工厂安排维修活动的步骤包括：根据分析结果，经由因特网通信连接从供应者那里订购零件。

## 过程控制工厂数据的远程分析

### 相关的申请

本申请要求于 2001 年 3 月 1 日提交的标题为 “Asset Utilization Expert in a Process Control Plant” 的第 60/273,164 号临时美国专利申请的优先权益。

### 发明领域

本发明通常涉及加工工厂内的过程控制系统，尤其涉及远程处理装置使用资产或过程分析工具来分析过程控制工厂数据。

### 相关技术的描述

类似于化学制品、石油或其他过程中所用的系统，过程控制系统通常包括一个或多个集中的或分散的过程控制器，这些过程控制器经由模拟总线、数字总线或组合的模拟/数字总线而以通讯联络的方式被耦合到至少一个主机或操作员工作站并被耦合到一个或多个过程控制与仪表设备（例如，域设备）。域设备（例如，可能是阀、阀定位器、开关、发送器和传感器（例如，温度传感器、压力传感器和流速传感器））执行过程内的各项功能（例如，打开或关闭阀，以及测量过程参数）。过程控制器接收表示由域设备执行的过程测量或与域设备有关的过程变量的信号以及/或有关域设备的其他信息，使用该信息来执行控制例行程序，然后生成控制信号。这些控制信号在其中的一个或多个总线上被发送到域设备，以控制过程的操作。由操作员工作站执行的一个或多个应用程序通常具备来自域设备和控制器的信息，以便操作员能够执行有关过程的所需功能（例如，观察过程的当前状态、修改过程的操作等）。

典型的过程控制系统具有许多与一个或多个过程控制器（在过程的操作期间，执行控制这些设备的软件）相连接的过程控制和仪表设备（例如，阀、发送器、传感器等），同时，有许多其他的支持设备也是过程操作所必需的或与过程操作有关。例如，这些额外的设备包括供电设备、发电与配电设备、

旋转设备（例如，涡轮）等，它们通常都被分布于整个工厂中。该额外的设备不一定要创建或使用过程变量，并且，在许多情况下，出于影响过程操作的目的，该额外的设备不受控制或甚至不被耦合到过程控制器。然而，对于过程的正常操作而言，该设备很重要，并且终究是必要的。过去，过程控制器通常不了解这些其他的设备，或者，过程控制器只假定：当执行过程控制时，这些设备正常操作。

此外，许多加工工厂具有执行与商业功能或维修功能有关的应用程序的其他计算机。例如，一些工厂包括的计算机执行与为工厂订购原料、替换零件或设备有关的应用程序、与预测销售和生产需求有关的应用程序等。同样，许多加工工厂（尤其是使用智能域设备的加工工厂）包括被用来帮助监控和保养工厂内的设备的应用程序，而不管这些设备是过程控制和仪表设备，还是其他类型的设备。例如，利用由 Fisher-Rosemount 系统公司出售的“资产管理解决方案”（AMS）应用程序，能够与域设备进行通信并存储关于域设备的数据，以确定和跟踪域设备的操作状态。标题为“Integrated Communication Network for use in a Field Device Management System”的第 5,960,214 号美国专利中揭示了这种系统的一个例子。在一些情况下，AMS 应用程序可以被用来与设备进行通信，以改变设备内的参数、使设备在自身上运行应用程序（例如，自我校准例行程序或自我诊断例行程序）、获得有关设备的状况或健康的信息等。该信息可以由维修人员来存储和使用，以监控和保养这些设备。同样，还有可用于监控其他类型的设备（例如，旋转设备以及发电与供电设备）的其他类型的应用程序。维修人员通常具备这些其他的应用程序，这些应用程序可用于监控和保养加工工厂内的设备。

但是，在典型的工厂或过程中，与过程控制活动、设备维修和监控活动以及商业活动有关的各项功能在发生这些活动的场所和通常执行这些活动的人员方面是分开的。另外，这些不同的功能中所涉及的不同的人通常使用不同的工具（例如，运行于不同的计算机上的不同的应用程序）来执行不同的功能。在许多情况下，这些不同的工具收集或使用与过程内的不同的设备有关的或从它们那里收集的不同类型的数据，并且具有不同的设置，以收集它们所需要的数据。例如，过程控制操作员通常日复一日地监督过程的操作并主要负责确保过程操作的质量和连续性，他们通常通过设置和改变过程内的设置点、调整过程的回路、安排过程操作（例如，成批操作）的时间等来影响

过程。这些过程控制操作员可以使用用于诊断和纠正过程控制系统内的过程控制问题的可用工具，包括（例如）自动调谐器、回路分析器、中枢网络系统等。过程控制操作员也经由一个或多个过程控制器（为操作员提供有关过程的操作的信息）从过程接收过程变量信息，包括在过程内生成的警报。该信息可以经由标准用户界面被提供给过程控制操作员。

此外，目前已知一种专家引擎，它使用过程控制变量和关于控制例行程序或功能块或模块（与过程控制例行程序有关联）的操作状况的有限信息，来检测有操作故障的回路，并为操作员提供有关所建议的动作过程的信息，以纠正问题。1999年2月22日提交的标题为“Diagnostics in a Process Control System”的美国专利申请（序列号是09/256,585）和2000年2月7日提交的标题为“Diagnostic Expert in a Process Control System”的美国专利申请（序列号是09/499,445）中揭示了这种专家引擎，因此，这两个专利申请被合并于此，用作参考。同样，已知可在工厂内运行控制优化器（例如，实时优化器），以便使加工工厂的控制活动最优化。这种优化器通常使用工厂的复合模型来预测可以如何改变输入以便在某个所需的优化变量（例如，利润）方面使工厂的操作最优化。

另一方面，维修人员主要负责确保过程内的实际设备进行有效率的操作，并负责修理和替换出现故障的设备；他们使用诸如维修界面、以上所讨论的AMS应用程序等的工具，以及提供有关过程内的设备的操作状态的信息的许多其他的诊断工具。维修人员也安排可能会要求工厂的各个部分停工的维修活动。对于许多较新类型的过程设备（通常是智能域设备）而言，这些设备本身可以包括检测和诊断工具，这些工具自动感测设备的操作方面的问题并经由标准维修界面自动将这些问题报告给维修人员。例如，AMS软件将设备状况和诊断信息报告给维修人员，并提供通信和其他工具，这些工具使维修人员能够确定设备中正在发生的情况并能够获得设备所提供的设备信息。通常，维修界面和维修人员的位置远离过程控制操作员，虽然情况并不总是这样。例如，在一些加工工厂中，过程控制操作员可以执行维修人员的职务，反之亦然；或者，负责这些功能的不同的人可以使用同一个界面。

此外，负责用于商业应用（例如，订购零件、供应品、原料等；制定战略性的商业决策（例如，选择制造哪些产品、在工厂内使什么变量最优化等））的应用程序的人员通常在工厂的办公室中，这些办公室远离过程控制界面和

维修界面。同样，经理或其他人可能想要从遥远的场所或从与加工工厂有关的其他计算机系统获得加工工厂内的某些信息，用于监督工厂操作和制定长期的战略决策。

由于使用实质上不同的应用程序来执行工厂内的不同的功能（例如，过程控制操作、维修操作和商业操作是分开的），因此，用于这些不同的任务的不同的应用程序没有被综合起来，从而无法共享数据或信息。实际上，许多工厂只包括部分（而不是全部）这些不同类型的程序。另外，即使所有应用程序都在工厂内，由于不同的人员使用这些不同的程序和分析工具，并且由于这些工具通常位于工厂内的不同的硬件位置，因此，即使该信息可能对工厂内的其他功能有用，也很少有任何信息从工厂的一个功能区流到另一个功能区。例如，维修人员可以使用工具（例如，旋转设备数据分析工具）来（根据非过程变量类型数据）检测有故障的发电机或旋转设备。该工具可以检测问题，并警告维修人员：设备需要加以校准、修理或替换。但是，即使有故障的设备所引起的问题正在影响回路或某个其他的部件（正由过程控制操作进行监控），过程控制操作员（人或软件专家）也不具备该信息的益处。同样，即使发生故障的设备可能对工厂的优化至关重要并可能会阻止工厂以商业人士想要的方式实行优化，商业人士也不会了解这个事实。由于过程控制专家不了解设备问题可能最终会导致过程控制系统中的回路或元件的性能失灵，并且由于过程控制操作员或专家假定该设备的操作完善，因此，过程控制专家可能会误诊其在过程控制回路内检测到的问题，或者可能会尝试应用永远无法纠正问题的工具（例如，回路调谐器）。同样，商业人士可以制定商业决策，以使用一种方式来运行工厂，该方式将由于出现故障的设备而无法实现理想的商业效果（例如，使利润最优化）。

由于过程控制环境中有许多数据分析工具以及其他检测和诊断工具，因此，维修人员具备许多关于设备的健康和性能的信息，这些信息对过程操作员和商业人士会有帮助。同样，过程操作员具备许多关于过程控制回路和其他例行程序的当前的操作状况的信息，这些信息可能对维修人员或商业人士有帮助。同样，具有由执行商业功能的过程生成的或被用于该过程中的信息，这些信息会有助于维修人员或过程控制操作员实现过程的操作最优化。但是，过去，由于这些功能是分开的，因此，在一个功能区中被生成或收集的信息根本无法用于其他的功能区中或无法很好地用于其他的功能区中，这导致了

不最适宜地使用加工工厂内的资产。

此外，合法的压力（例如，环境规章增加、竞争更加激烈）提高了工厂内的过程控制活动的效率，成为利润增进的一个重要的来源。各种数据分析工具（例如，优化软件、维修软件）和各种其他的众所周知的资产管理方法、工具或软件（例如，以上所描述的资产管理方法、工具或软件）被广泛地用于过程控制工厂内，而支持这类方法、工具和软件经常导致工厂业主花费大量的成本。

尤其是，工厂的有效率的操作紧密地取决于工厂内的设备的状况和对该设备的定时维修。传统上，设备性能监控工具（例如，输入/输出算法、模型等）已被用来确定工厂正在运行的效率如何和/或是否可以通过改变维修程序、替换磨损的设备、修改设备等来实现在成本上更有效的过程。遗憾的是，设备性能监控需要很多硬件和软件（例如，数据分析工具）的开支，并且，通常还需要技术娴熟的技术员和其他的专家来支持和监督每天的性能监控活动。许多工厂业主和操作员已认识到：与设备性能监控活动有关的高成本已成为有竞争力的成本精简的一个重要的方面，尤其在较小型的工厂操作（对此，规模经济要求更着重于核心能力）的情况下，更是如此。

### 发明概述

根据本发明的一个方面，用于分析过程的一种系统和方法收集过程控制工厂内的过程数据，并将所收集的过程数据传送到远程数据处理装置。远程数据处理装置可以使用被存储在远程数据处理装置内的多个资产或过程分析工具中的一个工具，来分析过程数据，以生成分析数据。然后，可以将该分析数据传送到过程控制工厂。

该系统和方法可以使用过程控制工具、过程监控工具、设备监控工具、装置监控工具、指标建立工具、工作定单建立工具和记账工具中的一种工具，来分析远程数据处理装置内的过程数据。此外，该系统和方法可以经由开放的网络将所搜集的过程数据传送到远程数据处理装置。

### 附图简述

图 1 是具有资产利用专家的过程控制工厂的示范方框图，该资产利用专家被配置成接收和协调在工厂的许多功能区之间被传送的数据；

图 2 是关于图 1 中的工厂内的资产利用专家的示范数据和信息流程图；

图 3 是被用于模拟工厂内的一个区域的操作的模型的示范方框图；

图 4 是被用于模拟图 3 中的区域模型内的一个元件的操作的模型的示范方框图；

图 5 是示范的二维性能监控图；

图 6 展示了一条示范基准线，该示范基准线被选择用于基于该基准线的熔炉和炼焦率中；

图 7 展示了基于图 6 中的基准线的新的炼焦率的发展；

图 8 是表现过程控制系统内的一个元件的显示的示范描绘，它可以由图形用户界面来显示；

图 9 是示范表格，展示了可以为系统层级的不同层次建立指标的一种方式。

图 10 是描绘可以计算元件的性能指标的一种方式的示范图表；

图 11 是示范表格，展示了可以使用给定值来计算新的给定值的一种方式，这个新的给定值作为这些给定值的加权平均数；

图 12 是示范表格，展示了可以为元件计算可变性指标的一种方式；

图 13 是示范显示，图形用户界面可以响应于反常的可变性指标来提供该显示；

图 14 是被用于建立可变性指标的数据的示范显示；

图 15 是显示的示范图解描绘，该显示可以由图形用户界面提供，从而使用户能够监控与工厂的一个部分有关的指标；

图 16 是示范的图解显示，该显示可以由图形用户界面提供，从而使用户能够分析工厂内的过程区域的操作状况和性能；

图 17 是显示的示范描绘，该显示可以由图形用户界面提供，从而使用户能够观察查帐索引信息；

图 18 是显示的示范描绘，该显示可以由图形用户界面提供，从而使用户能够更详细地分析被用来为设备建立一个或多个指标的数据；

图 19 是显示的示范描绘，该显示可以由图形用户界面提供，从而使用户能够用图表的方式来观察或监控设备的工作特性；

图 20 是显示的另一种示范描绘，该显示可以由图形用户界面提供，从而使用户能够迅速调查工厂内的信息；

图 21-23 是一些示范的弹出窗口，图解用户界面可以显示这些窗口，以提



供设备状况信息；

图 24 是示范显示，图形用户界面可以提供该显示，以便为用户提供详细的帮助信息；

图 25 是显示的示范描绘，该显示可以由图形用户界面提供，从而使用户能够诊断有关回路的问题；

图 26 是可以由图形用户界面提供的显示的另一种示范描绘，该显示使用户能够分析一个或多个过程控制回路的性能和/或状况；

图 27 是显示的另一种示范描绘，该显示可以由图形用户界面提供，从而使用户能够跟踪或建立工作定单；

图 28-31 是一些示范显示，描绘了旋转设备内的一个元件的振动的光谱标绘图；

图 32 是一种系统的示意方框图，该系统使一个或多个可独立操作的过程控制工厂能够用远程方式来获得模型、优化器和其他数据分析工具；

图 33 是图 32 中所示的应用服务供应者的更加详细的示意方框图；

图 34 是示范流程图，展示了一个例行程序，该例行程序可以被过程控制工厂用来建立与图 32 和 33 中所示的应用服务供应者的商业关系；

图 35 是一个例行程序的示范流程图，该例行程序可以被图 32 和 33 中所示的应用服务供应者用来为工厂设计数据模型；

图 36 是一个例行程序的示范流程图，该例行程序可以被图 32 和 33 中所示的应用服务供应者用来处理和/或分析过程控制数据；以及，

图 37-41 是包含分析结果的示范网页，可以使用图 32 所示的系统来向客户显示这些分析结果。

### 较佳实施例的描述

现在参考图 1，过程控制工厂 10 包括通过一个或多个通信网络与许多控制和维修系统互连的许多商业系统和其他计算机系统。过程控制工厂 10 包括一个或多个过程控制系统 12 和 14。过程控制系统 12 可能是传统的过程控制系统（例如，PROVOX 或 RS3 系统）或包括操作员界面 12A 的任何其他的 DCS，操作员界面 12A 被耦合到控制器 12B 和输入/输出（I/O）卡 12C，这些输入/输出（I/O）卡 12C 又被耦合到各种域设备（例如，模拟和“高速公路可寻址远程发送器”（HART）域设备 15）。过程控制系统 14（可能是分布式过程

控制系统) 包括经由总线(例如, 以太网总线) 被耦合到一个或多个分布式控制器 14B 的一个或多个操作员界面 14A。例如, 控制器 14B 可能是由位于德克萨斯州的 Austin 的 Fisher-Rosemount 系统公司出售的 DeltaV™ 控制器, 也可能是任何其他所需类型的控制器。控制器 14B 经由 I/O 设备被连接到一个或多个域设备 16 (例如, HART 或 Fieldbus 域设备或任何其他智能或非智能域设备(例如, 包括使用 PROFIBUS®、WORLDFIP®、Device-Net®、AS 界面和 CAN 协议中的任何协议的域设备))。已知: 域设备 16 可以为控制器 14B 提供与过程变量和其他设备信息有关的模拟或数字信息。操作员界面 14A 可以存储和执行过程控制操作员所具备的、用于控制过程的操作的工具(例如, 包括控制优化器、诊断专家、中枢网络、调谐器等)。

此外, 维修系统(例如, 执行 AMS 应用程序的计算机或监控通信应用程序的任何其他的设备) 可以被连接到过程控制系统 12 和 14, 或者被连接到其中的各个单独的设备, 以执行维修活动和监控活动。例如, 维修计算机 18 可以经由任何所需的通信线路或网络(包括无线网络或手持设备网络) 被连接到控制器 12B 和/或设备 15, 以便与设备 15 进行通信, 并且, 在一些情况下, 重新配置或执行设备 15 上的其他维修活动。同样, 维修应用程序(例如, AMS 应用程序) 可以被安装在与分布式过程控制系统 14 有关的一个或多个用户界面 14A 中并由它们来执行, 以实行维修和监控功能(包括与设备 16 的操作状况有关的数据收集)。

过程控制工厂 10 也包括旋转设备 20 (例如, 涡轮、马达等), 这些旋转设备经由永久的或临时的通信连接(例如, 被连接到设备 20 以便获得读数、然后被移走的无线通信系统或手持设备) 而被连接到维修计算机 22。维修计算机 22 可以存储和执行由(例如) CSi 系统提供的已知的监控和诊断应用程序 23 或被用来诊断、监控和最优化旋转设备 20 的操作状态的其他任何已知的应用程序。维修人员通常使用诊断应用程序 23 来保养和监督旋转设备 20 的性能, 以确定有关旋转设备 20 的问题, 并确定何时以及是否必须修理或替换旋转设备 20。

同样, 具有与工厂 10 有关的发电和配电设备 25 的发电和配电系统 24 经由(例如) 总线被连接到另一台计算机 26, 计算机 26 执行并监督发电和配电设备 25 的操作。计算机 26 可以执行已知的电源控制和诊断应用程序 27 (例如, 由(例如) Liebert、ASCO 或任何其他的公司提供的电源控制和诊断应用

程序），以控制和保养发电和配电设备 25。

过去，各种过程控制系统 12 和 14 以及发电和维修系统 22 和 26 一直没有用一种方式被互连，通过这种方式，这些系统能够共享用一种有用的方式在每个这些系统中生成的或由每个这些系统收集的数据。结果，假定工厂内的其他设备（可能受到那个特殊功能的影响或影响那个特殊的功能）的操作完善（当然，几乎没有这种情况），则每项不同的功能（例如，过程控制功能、发电功能和旋转设备功能）一直在操作。但是，由于这些功能如此不同，并且由于监督这些功能的设备和人员是不同的，因此，一直很少有或没有在工厂 10 内的不同的功能系统之间分享的有意义的的数据。

为了克服这个问题，提供了计算机系统 30，该计算机系统以通讯联络的方式被连接到与工厂 10 内的各种功能系统（包括过程控制功能 12 和 14、维修功能（例如，在计算机 18、14A、22 和 26 中所执行的功能），以及商业功能）有关的计算机或界面。特别是，计算机系统 30 以通讯联络的方式被连接到传统的过程控制系统 12 和与控制系统 12 有关的维修界面 18，被连接到分布式过程控制系统 14 的过程控制和/或维修界面 14A，并被连接到旋转设备维修计算机 22 以及发电和配电计算机 26，所有这些连接都经由总线 32。总线 32 可以使用任何所需的或合适的局域网（LAN）或广域网（WAN）协议来提供通信。

如图 1 所示，计算机 30 也经由相同的或不同的网络总线 32 而被连接到商业系统计算机和维修规划计算机 35、36，它们可以执行（例如）企业资源规划（ERP）、材料资源规划（MRP）、记账、生产与客户订购系统、维修规划系统或任何其他所需的商业应用程序（例如，零件、供应品和原料订购应用程序、生产工序应用程序等）。计算机 30 也可以经由（例如）总线 32 而被连接到工厂范围的 LAN 37、公司的 WAN 38 以及启用从遥远的场所对工厂 10 进行远程监控或与其进行通信的计算机系统 40。

在一个实施例中，使用 XML 协议来进行总线 32 上的通信。在那种情况下，来自计算机 12A、18、14A、22、26、35、36 等中的每台计算机的数据被包在 XML 包装内，并被发送到可能位于（例如）计算机 30 中的 XML 数据服务器。由于 XML 是叙述语言，因此，该服务器能够处理任何类型的数据。在服务器处，如果必要的话，该数据被密封到新的 XML 包装，即，将此数据从一种 XML 模式映射到为每个接收应用程序而创建的一种或多种其他的 XML 模式。这样，

每个数据发信方可以使用对于那个设备或应用程序而言可以理解或方便的模式来包装其数据，每个接收应用程序可以用该接收应用程序所使用的或所理解的一种不同的模式来接收数据。XML 数据服务器被配置成：根据数据的来源和目的地，将一种模式映射到另一种模式。如果需要的话，服务器也可以根据数据的接收来执行某些数据处理功能或其他功能。在这里所描述的系统操作之前，将映射和处理功能规则建立并存储在 XML 数据服务器中。利用这种方式，可以将数据从任何一个应用程序发送到一个或多个其他的应用程序。

一般而言，计算机 30 存储并执行资产利用专家 50，资产利用专家 50 收集由过程控制系统 12 和 14、维修系统 18、22 和 26 以及商业系统 35 和 36 生成的数据和其他信息，并收集由在每个这些系统中被加以执行的数据分析工具生成的信息。资产利用专家 50 可能基于（例如）当前由 NEXUS 提供的 OZ 专家系统。但是，资产利用专家 50 可以是任何其他所需类型的专家系统，例如，包括任何类型的数据开采系统。重要的是，资产利用专家 50 作为加工工厂 10 中的数据和信息交换所而进行操作，并能够协调数据或信息从一个功能区（例如，维修区）到其他功能区（例如，过程控制区或商业功能区）的分配。资产利用专家 50 也可以使用所收集的数据来生成能够被分配到与工厂 10 内的不同功能有关的一个或多个计算机系统的新的信息或数据。此外，资产利用专家 50 可以执行或监督其他应用程序的执行情况，这些其他的应用程序使用所收集的数据来生成将被用于过程控制工厂 10 内的各种新类型的数据。

特别是，资产利用专家 50 可以包括或执行指标建立软件 51，指标建立软件 51 创建与设备（比如过程控制和仪表设备、发电设备、旋转设备、元件、区域等）有关的指标或与过程控制实体（比如工厂 10 内的回路等）有关的指标。然后，可以将这些指标提供给过程控制应用程序，以帮助使过程控制最优化；并可以将它们提供给商业软件或商业应用程序，以便为商业人士提供与工厂 10 的操作有关的更完全或更易懂的信息。资产利用专家 50 也可以将维修数据（例如，设备状况信息）和商业数据（例如，与预定的定单、时间帧等有关的数据）提供给与（例如）过程控制系统 14 有关的控制专家 52，以帮助操作员执行控制活动（例如，使控制最优化）。如果需要的话，控制专家 52 可以位于（例如）用户界面 14A 或与控制系统 14 有关的任何其他的计算机中，或者位于计算 30 内。

在一个实施例中，例如，控制专家 52 可能是以上被识别的美国专利申请

（序列号是 09/256,585 和 09/499,445）中所描述的控制专家。但是，在由控制专家执行的决策过程中，这些控制专家可以额外地并入和使用与过程控制工厂 10 内的设备或其他硬件的状况有关的数据。特别是，过去，软件控制专家通常只使用过程变量数据和一些有限的设备状况数据，来进行决策或向过程操作员提出建议。利用资产利用专家 50 所提供的通信，尤其是利用涉及设备状况信息（例如，计算机系统 18、14A、22 和 26 以及在其上被执行的数据分析工具所提供的信息）的通信，控制专家 52 可以接收并将设备状况信息（例如，健康、性能、利用和可变性信息）和过程变量信息一起并入其决策过程中。

此外，资产利用专家 50 可以将与设备的状态和工厂 10 内的控制活动的操作有关的信息提供给商业系统 35 和 36，在那里，例如，工作定单建立应用程序或程序 54 可以自动建立工作定单并根据工厂 10 内所检测到的问题来定购零件，或者，在那里，可以根据正在被执行的工作来定购供应品。同样，资产利用专家 50 所检测的控制系统中的变化可能会使商业系统 35 或 36 运行应用程序，这些应用程序使用（例如）程序 54 来执行工序和提供定单。利用相同的方式，可以将客户定单中的变化输入商业系统 35 或 36，并且，可以将该数据发送到资产利用专家 50，并将其发送到控制例行程序或控制专家 52，以便（例如）使控制发生变化、开始制造新近被定购的产品或执行在商业系统 35 和 36 中作出的变化。当然，如果需要的话，被连接到总线 32 的每个计算机系统内可以具有一个应用程序，该应用程序用于从计算机内的其他应用程序获得合适的的数据并将该数据发送到（例如）资产利用专家 50。

此外，资产利用专家 50 可以将信息发送到工厂 10 内的一个或多个优化器 55。例如，控制优化器 55 可以位于计算机 14A 中，并可以运行一个或多个控制优化例行程序 55A、55B 等。此外或作为选择，优化器例行程序 55 可以被存储在计算机 30 或任何其他计算机中，并可以由计算机 30 或任何其他计算机来执行，其所必要的的数据可以由资产利用专家 50 来发送。如果需要的话，工厂 10 也可以包括模仿工厂 10 的某些方面的模型 56，这些模型 56 可以由资产利用专家 50 或控制器或其他专家（例如，控制专家 52）来执行，以实施建模功能，这里将会更加详细地描述其目的。但是，一般而言，模型 56 可以被用来确定设备、区域、元件、回路、参数等，以检测有故障的传感器或其他有故障的设备（作为优化器例行程序 55 的一部分）、执行性能或状况监

控以及用于许多其他的用途。模型 56 可能是诸如由位于英格兰的 Teeside 的 MDC Technology 创建和出售的模型，也可能是任何其他所需类型的模型。当然，还有许多其他的应用程序，可以在工厂 10 内提供这些应用程序，并且，这些应用程序可以使用来自资产利用专家 50 的数据，这里所描述的系统不局限于这里明确提到的应用程序。但是，总体而言，通过在工厂 10 的所有功能区之间启用数据共享和资产协调，资产利用专家 50 有助于使工厂 10 内的所有资产的运用达到最优化。

一般而言，一个或多个用户界面例行程序 58 可以被存储在工厂 10 内的一台或多台计算机中并由其来加以执行。例如，计算机 30、用户界面 14A、商业系统计算机 35 或任何其他计算机可以运行用户界面例行程序 58。每个用户界面例行程序 58 都可以从资产利用专家 50 那里接收或预订信息，相同的或不同的各组数据可以被发送到每个用户界面例行程序 58。用户界面例行程序 58 中的任何一个例行程序都可以使用不同的屏幕将不同类型的信息提供给不同的用户。例如，用户界面例行程序 58 之一可以为控制操作员或商业人士提供一个屏幕或一组屏幕，以便使那个人能够设置限制或选择用于标准控制例行程序或控制优化器例行程序中的优化变量。用户界面例行程序 58 可以提供控制指导工具，该控制指导工使用户能够按某种协调的方式来观察指标建立软件 51 所创建的指标。这个操作员指导工具也可以使操作员或任何其他人员能够获得有关设备、控制回路、元件等的状况的信息，并使其能够容易地看到涉及这些实体的问题的信息，因为该信息已由加工工厂 10 内的其他软件检测到。用户界面例行程序 58 也可以使用工具 23 和 27 所提供或生成的性能监控数据、维修程序（例如，AMS 应用程序或任何其他维修程序）来提供性能监控屏幕，或者如结合资产利用专家 50 由模型建立的那样。当然，用户界面例行程序 58 可以使任何用户获得并改变工厂 10 的任何或所有功能区中所使用的参数选择或其他变量。

图 2 是数据流程图，展示了资产利用专家 50 与加工工厂 10 内的其他计算机工具或应用程序之间的部分数据流动。尤其是，资产利用专家 50 可以从许多数据收集器或数据源（例如，多路复用器、发送器、传感器、手持设备、控制系统、无线电频率（RF）收发器、在线控制系统、网络服务器、数据历史器（historians）、控制模块或过程控制工厂 10 内的其他控制应用程序、界面（例如，用户界面和 I/O 接口），以及诸如总线（例如，Fieldbus、HART

和以太网总线)、阀、收发器、传感器、服务器和控制器等的数据服务器和其他工厂资产(例如,过程仪表、旋转设备、电气设备、发电设备等))接收信息。该数据可以根据其他功能系统如何生成或使用数据,来呈现任何所需的形式。此外,可以使用任何所需的或合适的通信协议和通信硬件(例如,以上所讨论的XML协议),来将该数据发送到资产利用专家50。但是,一般而言,工厂10被如此配置,以便资产利用专家50自动从这些数据源中的一个或多个数据源接收特殊种类的数据,并且,资产利用专家50能够采取有关该数据的预定的行动。

资产利用专家50从数据分析工具(例如,当前所提供的典型的维修数据分析工具)、性能跟踪工具(例如,与设备有关的工具)以及如以上被识别的美国专利申请(序列号是09/256,585和09/499,445)中所描述的过程控制系统的性能跟踪工具那里接收信息(并可以执行这些工具)。例如,数据分析工具也可以包括检测某些类型的问题的根本原因的根本原因应用程序、事件检测(例如,第6,017,143号美国专利中所描述的事件检测)、受规章限制的回路诊断技术(例如,序列号为09/303,869的美国专利申请(于1999年5月3日被提交)中所描述的回路诊断技术(因此,该专利申请特意被包括于此,用作参考))、脉冲线路插栓检测应用程序(例如,序列号为09/257,896的美国专利申请(于1999年2月25日被提交)中所描述的应用程序(因此,该专利申请特意被包括于此,用作参考))、其他插栓线路检测应用程序、设备状况应用程序、设备配置应用程序和维修应用程序、设备存储器、历史器和信息显示工具(例如,AMS)、Explorer应用程序和查帐索引应用程序。此外,专家50可以从过程控制数据分析工具(例如,高级控制专家52)、模型预测控制过程例行程序(例如,序列号为09/593,327(于2000年6月14日被提交)和09/412,078(于1999年10月4日被提交)的美国专利申请中所描述的例行程序(因此,该专利申请特意被包括于此,用作参考))、调整例行程序、模糊逻辑控制例行程序和中枢网络控制例行程序那里接收数据和任何信息,并从可以在过程控制系统10内被提供的虚拟传感器(例如,第5,680,409号美国专利中所描述的传感器)那里接收数据和任何信息。此外,资产利用专家50可以从数据分析工具那里接收与旋转设备有关的信息(例如,在线振动、RF无线传感器和手持数据收集元件、与旋转设备有关的石油分析、温度记录、超声波系统以及激光对准和平衡系统),所有这些可能都涉及问题的

检测或过程控制工厂 10 内的旋转设备的状况。这些工具目前在该技术领域中是已知的，所以，这里将不对其作进一步的描述。此外，资产利用专家 50 可以接收与电源管理以及电源设备和供应品（例如，图 1 中的应用程序 23 和 27）有关的数据，这可以包括任何所需的电源管理以及电源设备监控和分析工具。

在一个实施例中，资产利用专家 50 实施或监督工厂 10 内的部分或所有设备的数学软件模型 56（例如，设备模型、回路模型、元件模型、区域模型等）的执行，这些模型由（例如）加工工厂 10 内的计算机 30 或任何其他所需的计算机来运行。出于许多原因，资产利用专家 50 可以使用由这些模型发展的或与这些模型有关的数据。可以使用部分该数据（或这些模型本身）来提供工厂 10 内的虚拟传感器。可以使用部分该数据或这些模型本身来执行工厂 10 内的预测控制或实时最佳控制。指标建立例行程序 51 可以使用由模型 56 生成的部分数据，来建立被用于其他应用程序（例如，商业应用程序和过程控制应用程序）中的指标。下文将更加详细地描述出于这些和其他目的模型 56 的使用情况。

当数据被生成时或在某些定期的时间，资产利用专家 50 在总线 32 或过程控制工厂 10 内的其他任何通信网络上接收数据。其后，资产利用专家 50 定期或按需要将该数据重新分配给其他应用程序，或使用该数据来生成在加工工厂 10 的控制或操作的不同方面有用的其他信息并将该信息提供给工厂 10 内的其他功能系统。尤其是，资产利用专家 50 可以提供数据，以便使指标建立例行程序 51 创建一系列复合指标（例如，与过程控制工厂 10 内的设备、元件、回路、区域或其他实体中的一个或多个实体有关的性能指标、利用指标、健康指标和可变性指标）。这里还将更加详细地讨论这些指标的建立和使用。

资产利用专家 50 也可以将数据提供给控制例行程序 62 并从那里接收数据，控制例行程序 62 可能位于和那些控制器、优化器 55、商业应用程序 63、维修应用程序 66 等有关的过程控制器或界面中。

另外，过去，控制专家 65（可以包括一个预测过程控制器）只假定它正在控制的设备要么正常运作要么根本无法运作。控制专家 65 可以从资产利用专家 50 那里接收与它正在控制的设备的状况或健康有关的信息（例如，以上所述的利用指标、可变性指标、健康指标或性能指标）或与设备、回路等的操作状况（当尝试控制过程时，可以被考虑在内）有关的其他信息。预测控制



器 65 以及优化器 55 可以将额外的信息和数据提供给用户界面例行程序 58。预测控制器 65 或优化器 55 可以使用与网络中的设备的实际当前状况有关的信息，并可以考虑如（例如）商业应用程序 63 所定义的目标和未来的需要（例如，从资产利用专家 50 那里被提供的商业解决方案软件所识别的目标和未来的需要），以便根据控制系统内的预测来使控制最优化。

此外，资产利用专家 50 可以将数据提供给企业资源规划工具（例如，通常被用于商业解决方案或商业计算机 35 和 36 中的工具），并可以从那里接收数据。这些应用程序可以包括控制生产规划、物质资源规划的生产规划工具，以及自动建立用于商业应用程序等中的零件定单、工作定单或供应品定单的工作定单建立工具 54。当然，可以根据来自资产利用专家 50 的信息来自动完成零件定单、工作定单和供应品定单的建立，这减少了认识到需要修理资产所要求花费的时间以及接收提供有关维修事宜的纠正动作所必要的零件而花费的时间。

资产利用专家 50 也可以将信息提供给维修系统应用程序 66，这些维修系统应用程序不仅立即警告维修人员注意问题，而且采取纠正问题所需要的纠正措施（例如，订购零件等）。此外，可以使用资产利用专家 50 具备而任何单个的系统以前不具备的各种类型的信息，来建立新的模型 68。当然，从图 2 中将会理解，资产利用专家 50 从数据模型和分析工具那里接收信息或数据，也从企业资源工具、维修工具和过程控制工具那里接收信息。

而且，一个或多个协调的用户界面例行程序 58 可以与资产利用专家 50 以及工厂 10 内的任何其他的应用程序进行通信，以便为操作员、维修人员、商业人士等提供帮助和目测。操作员和其他用户可以使用协调的用户界面例行程序 58 来执行或实施预测控制、改变工厂 10 的设置、观察工厂 10 内的求助功能或执行与资产利用专家 50 所提供的信息有关的任何其他活动。如上所述，用户界面例行程序 58 可以包括从预测控制器 65 那里接收信息的操作员指导工具以及有关指标的信息，操作员或其他用户可以使用它们来帮助执行许多功能（例如，观察过程或该过程内的设备的状况）、指导预测控制器 65 或执行预测的或被最优化的控制。此外，例如，经由资产利用专家 50，可以使用用户界面例行程序 58 来观察数据或从过程控制工厂 10 的其他部分中的任何工具那里获得数据。例如，经理可能想知道过程中正在发生的情况，或者可能需要与加工工厂 10 有关的高级信息来制定战略计划。

如上所述，资产利用专家 50 可以实施或监督一个或多个数学软件模型 56 的执行情况，数学软件模型 56 模仿一家特殊的工厂或该工厂内的各个实体（例如，设备、元件、回路、区域等）的操作。这些模型可能是硬件模型，也可能是过程控制模型。在一个实施例中，为了建立这些模型，建模专家将工厂分成组成硬件和/或过程控制部分，并按任何所需的抽象层次来为不同的组成部分提供模型。例如，工厂的模型在软件中加以执行，并由（或可以包括）工厂的不同区域的一组分层相关的互连模型构成。同样，任何工厂区域的模型都可以由工厂内的不同元件的各个单独的模型构成，这些元件的输入端与输出端之间有互连。同样，元件可以由互连的设备模型等构成。当然，区域模型可以具有与元件模型、回路模型等互连的设备模型。在这例模型层级中，较低层次的实体（例如，设备）的模型的输入端和输出端可以被互连，以产生较高层次的实体（例如，元件）的模型，这些实体的输入端和输出端可以被互连，以创建更高层次的模型（例如，区域模型等）。当然，组合或互连这些不同的模型的方法将取决于正在被模仿的工厂。当可以使用整个工厂的单个的、完整的数学模型时，可为工厂的不同部分或工厂内的各个实体（例如，区域、元件、回路、设备等）提供不同的和独立的组成模型，并且，将这些不同的模型互连起来，以形成较大的模型；出于许多原因，这样做可能是有用的。另外，需要使用可以彼此独立运行的组成模型以及作为较大模型的一部分的其他组成模型。

可以为整个工厂或为任何或所有组成模型使用在数学上高度精确的或理论化的模型（例如，第三或第四个订购模型），而这些单独的模型不一定需要尽可能的精确，并且可以是（例如）第一个或第二个订购模型或其他类型的模型。这些较简单的模型通常在软件中可以得到更迅速的执行；并且，通过用这里所描述的一种方式将这些模型的输入端和输出端与在工厂内对输入和输出的实际测量进行匹配，可以使这些模型更精确。换言之，可以调整或拧扭这些单独的模型，以便根据来自工厂的实际反馈来精确地模仿工厂或工厂内的实体。

现在，将结合图 3 和图 4 来描述分层软件模型的使用。图 3 展示了炼制厂内的多个区域 80、81 和 82 的模型。如图 3 所示，区域模型 82 包括将原料（例如，原油）馈送给预处理器模型 88 的原料源 84 的组成模型。预处理器模型 88 为原料提供某种提炼，并为蒸馏过程 90 提供输出（例如，原油），作进一步

的提炼。蒸馏过程 90 输出  $C_2H_4$ （通常是一种所需的产品）和  $C_2H_6$ （一般而言，是一种废品）。 $C_2H_6$  被返馈到  $C_2$  裂化器 92， $C_2$  裂化器 92 将其输出提供给预处理器 88，作进一步处理。来自通过  $C_2$  裂化器 92 的蒸馏过程 90 的反馈是一个再循环的过程。这样，区域 82 的模型可以包括原料源 84、预处理器 88、蒸馏过程 90 和  $C_2$  裂化器 92 的分开模型，它们具有如图 3 所示的被互连的输入端和输出端。也就是说，可以用图 3 所示的方式将每个组成模型连接到其他组成模型的输入端和输出端，以形成区域 82 的模型。当然，其他区域 80 和 81 的模型可以具有其输入端和输出端被互连的其他组成模型。

现在参考图 4，蒸馏过程 90 的组成模型得到更加详细的展示，它包括具有顶部 100T 和底部 100B 的一个蒸馏柱 100。到蒸馏柱 100 的输入 103 指出压力和温度，该压力和温度可能与图 3 所示的预处理器 88 的模型的输出有联系。但是，该输入可以由操作员来设置，或可以根据工厂 10 内实际所测量的输入或变量来加以设置。一般而言，蒸馏柱 100 包括被置于其中的许多金属板；蒸馏过程期间，液体在这些金属板之间流动。 $C_2H_4$  从蒸馏柱 100 的顶部 100T 产出，分馏筒 102 将部分这种物质返馈给蒸馏柱 100 的顶部 100T。 $C_2H_6$  通常从蒸馏柱 100 的底部出来，回复锅炉 104 将聚丙烯抽入蒸馏柱 100 的底部 100B，以便为蒸馏过程助一臂之力。当然，如果需要的话，蒸馏过程 90 的模型可以由蒸馏柱 100、分馏筒 102 和回复锅炉 104 等的组成模型构成，并且，这些模型的输入端和输出端可以如图 4 所示被连接起来，以形成蒸馏过程 90 的组成模型。

如上所述，蒸馏过程 90 的组成模型可以作为区域 82 的模型的一部分来加以执行，或者可以独立地、与任何其他模型分开加以执行。特别是，实际上可以测量到蒸馏柱 100 的输入 103 和/或输出  $C_2H_4$  与  $C_2H_6$ ，并可以用如下所述的许多方法在蒸馏过程 90 的模型内使用这些测量。在一个实施例中，可以测量蒸馏过程 90 的模型的输入和输出，并可以使用这些输入和输出来确定与蒸馏过程 90 的模型有关的其他因素或参数（例如，蒸馏柱效率等），以便使蒸馏过程 90 的模型更加精确地与工厂 10 内实际的蒸馏柱的操作相匹配。然后，蒸馏过程 90 的模型可以被用于作为较大模型（例如，区域或工厂模型）的一部分的计算参数。作为选择或此外，可以使用具有计算参数的蒸馏过程 90 的模型，来确定虚拟传感器测量，或确定工厂 10 内实际的传感器测量是否出错。也可以使用具有被确定的参数的蒸馏过程 90 的模型，来执行控制或资产

利用优化研究等。此外，可以使用组成模型来检测和隔离工厂 10 中的发展问题或了解工厂 10 的变化如何影响工厂 10 的优化参数的选择。

如果需要的话，可以执行任何特殊的模型或组成模型，以确定与那个模型有关的参数的值。部分或所有这些参数（例如，效率参数）可能对模型的环境内的工程师有某种意义，但它们通常在工厂 10 内是不可测量的。尤其是，组成模型通常可以用公式  $Y = F(X, P)$  来进行数学上的描述，其中，模型的输出  $Y$  是输入  $X$  和一组模型参数  $P$  的函数。在图 4 中的蒸馏过程 90 的蒸馏柱模型的例子中，专家系统可以定期从实际的工厂收集数据（例如，每小时、每 10 分钟、每分钟等），该数据表示到与这个模型有关的实体的实际输入  $X$  和来自该实体的输出  $Y$ 。然后，可以使用该模型和多组所测量的输入和输出来定期执行诸如最大可能性、最小平方等的退化分析或任何其他退化分析，以便根据多组被测量的数据来确定未知模型参数  $P$  的最佳配合。利用这种方式，通过使用实际的或被测量的输入和输出来使模型与正在被模仿的实体一致，可以确定任何特殊模型的模型参数  $P$ 。当然，可以为工厂 10 内所用的任何和所有组成模型执行这个过程，并可以使用任何适当数量的被测量的输入和输出来执行这个过程。较佳的是，资产利用专家 50 从过程控制网络收集在一段时期内与模型的合适的输入和输出有关的数据，并存储该数据，供模型 56 使用。然后，在所需的时间（例如，每分钟、每小时、每天等），资产利用专家 50 可以使用最近收集的各组数据来执行退化分析，以便使用所收集的数据来确定这些模型参数的最佳配合。退化分析中所使用的各组被测量的输入和输出数据可能独立于那个模型以前的退化分析中所使用的各组数据，或可能与该数据重叠。这样，例如，可以每小时为一个特殊的模型执行退化分析，但也可以使用在过去两个小时内的每分钟所收集的输入和输出数据。结果，任何特殊的退化分析中所使用的一半数据可能与以前的退化分析中所使用的数据重叠。退化分析中所使用的数据的这种重叠更有利于模型参数的计算过程中的连续性或一致性。

同样，可以执行退化分析，以确定在工厂 10 内进行测量的传感器是否正在偏移或是否具有与此有关的某个其他的误差。这里，与正在被模仿的实体的所测量的输入和输出有关的数据或有潜在不同的数据由（例如）资产利用专家 50 来进行收集和存储。在这种情况下，通常可以用数学方法将模型表示为  $Y + dY = F(X+dX, P)$ ，其中， $dY$  是与输出  $Y$  的测量有关的误差， $dX$

是与输入 X 的测量有关的误差。当然，这些误差可以是任何类型的误差（例如，偏置、偏移或非线性的误差），模型可能会认识到输入 X 和输出 Y 可以具有与此有关的不同种类的误差，这些不同种类的可能的误差与实际测量的值有不同的数学关系。无论如何，通过使用具有所测量的输入和输出的模型来确定未知传感器误差  $dY$  和  $dX$ ，可以执行退化分析（例如，最大可能性、最小平方或任何其他退化分析）。这里，模型参数 P 可以基于使用模型以前的退化分析来加以计算的参数 P，或可以被作为另外的未知数，并可以结合这种退化分析来加以确定。当然，随着退化分析内所用的未知数的数量的增加，所需的数据的数量也增加了，并且，运行退化分析所需的时间也更长。另外，如果需要的话，可以独立地执行用于确定模型参数的退化分析和用于确定传感器误差的退化分析；并且，如果需要的话，可以按不同的定期来加以执行。例如，当可能发生可测量的传感器误差的时间帧截然不同（多于或少于可能发生模型参数变化的时间帧）时，这种不同的定期性可能是有益的。

无论如何，利用这些组成模型，资产利用专家 50 可以通过绘出被确定的模型参数（和/或模型输入与输出）与时间的关系图来执行资产性能监控。此外，资产利用专家 50 可以通过将被确定的传感器误差  $dY$  和  $dX$  跟阈值进行比较，来检测有潜在故障的传感器。如果这些传感器中的一个或多个传感器似乎有与此有关的严重的或不能接受的错误，则资产利用专家 50 可以将有故障的传感器通知给维修人员和/或过程控制操作员。

从该讨论中将会理解，可以为不同的目的、在不同的时间独立地执行组成模型，并且，在许多情况下，可以定期执行组成模型，以执行以上所描述的性能监控活动。当然，资产利用专家 50 可以出于适当的目的是来控制对合适的模型的执行，并可以将这些模型的结果用于资产性能监控和优化。将会理解，资产利用专家 50 可以为不同的目的而运行相同的模型，用于计算与该模型有关的不同的参数或变量。

如上所述，可以存储和跟踪与任何特殊的模型有关的参数、输入、输出或其他变量，以便为过程或工厂的设备、元件、回路、区域或任何其他实体提供性能监控。如果需要的话，可以一起跟踪或监控这些变量中的两个或更多的变量，以提供实体性能的多维标绘图或测量。作为这种性能建模的一部分，该多维标绘图内的参数或其他变量的位置可以跟阈值进行比较，来看看实体（如正在被监控的协调参数所定义）是在所需的或可接受的范围内，还

是在那个范围以外。利用这种方式，实体的性能可以基于与该实体有关的一个或多个参数或其他变量。图 5 展示了如这个实体的参数 P1 和 P2 的值所定义的实体（例如，图 4 中的蒸馏柱）的操作范围的二维标绘图。这里，参数 P1 和 P2（可以使用以上所描述的模型退化分析或利用任何其他所需的方式来加以确定）用二维方式来绘出，标绘图上的点（每个点由 P1 的值和 P2 的值来定义）为被示作 T1-T10 的不同的时间而被加以确定。这样，点 XT1 代表参数 P1 和 P2 的值在时间 T1 所定义的点。图 5 中的标绘图上的点 XT1 至 XT10 展示了：实体正在时间 T1 与 T6 之间的一个所需的范围（范围 1）内进行操作，在时间 T7 进入不太合意但可接受的范围（范围 2），并在时间 T10 进入不能接受的或有缺点的范围（范围 3）。当然，这些不同的范围的界限预先由（例如）专家确定，并被存储在计算机 30 中，供资产利用专家 50 在任何所需的时间使用。图 5 展示了二维参数性能监控技术，而这同一种技术也可以被应用于一维、三维或更多的维数中，以实现性能监控。另外，例如，指标建立例行程序 51 可以使用这些范围或与 n 维标绘图中的实体的位置有关的其他信息，以建立性能指标。

将会理解，资产利用专家 50 可以根据模型参数或其他模型变量并使用以上所描述的监控技术来监控一个或多个实体，并且可以将这些实体的操作状态或性能测量报告给过程控制工厂 10 内的任何其他所需的人、功能或应用程序（例如，报告给过程控制专家系统、维修人员、商业应用程序、用户界面例行程序 58 等）。当然，也将会理解，资产利用专家 50 可以根据每个实体的一个、两个、三个或任何其他所需数量的参数或变量，来对任何所需的实体执行性能或状况监控。将在此性能监控过程中被使用的变量或参数的特性和数量通常将由熟悉过程的专家来确定，并将基于正在被监控的实体的类型。

如果需要的话，资产利用专家 50 也可以通过将由如上所述的模型确定的参数中的一个或多个参数与由模型（根据正在被模仿的实体的设计参数来运行）确定的相同的参数进行比较，来定义性能指标或标绘图。特别是，资产利用专家 50 可以使用与模型有关的工厂 10 内的实体的设计参数来执行模型，以确定：如果实体根据过程的当前状态来进行操作并使用如在工厂 10 内所测量的、到实体的实际输入，则它的设计性能会是什么样。然后，可以比较这种设计性能和实体的实际性能（如那个实体的组成模型所确定，或如该实体的被测量的输入和输出所确定），以建立对实体的性能测量。

这样，例如，可以根据以上所描述的退化分析并使用估计实体的参数（其中之一可能是效率）的组成模型，来确定实体的效率。同时，可以使用将会根据实体的设计标准而产生的参数（但基于到实体的实际输入和/或来自实体的实际输出），来运行实体的模型。这样，例如，如果不同的原料正在被输入到实体，则将使用产生于原料变化的效率来运行设计模型。可以比较这两种情况中的实体的性能，以确定性能指标，该性能指标可指出实际实体的操作离可能的或被设计的操作有多远。然后，可以将这个性能指标报告给系统的其他应用程序或用户（例如，过程控制、维修人员或商业人士或应用程序），由这些应用程序或用户来使用。

也可以使用组成模型 56 来执行过程优化。特别是，资产利用专家 50 可以使用执行各个单独的组成模型的优化例行程序 55 中的一个或多个优化例行程序，以便在（例如）过程控制操作员或商业人士经由商业应用程序所提供的一些优化标准方面使工厂的操作最优化。优化器 55 可以是实时优化器，它进行实时操作，以便根据那时工厂 10 的实际状态来使工厂 10 最优化。作为选择或此外，优化器 55 可以确定将对工厂 10 实行的变化（例如，使某些设备或元件重新开工），这些变化将为工厂 10 提供最大的优化。当然，除了（或取代）这里所述的优化例行程序以外，还可以执行其他类型的优化例行程序 55。

在一个实施例中，RTO+实时优化例行程序（由 MDC 公司提供）可以被用作实时优化器，并可以在工厂 10 的操作期间按各种时间或定时地（例如，每 3-5 分钟、每 10-15 分钟、每小时等）来加以执行。当然，也可以使用不太经常（例如，每 3 或 4 小时，或每 3 至 4 天）执行优化的其他已知的或以后被开发的优化器例行程序。

每当执行 RTO+优化器来实施实时优化时，它执行三大阶段。RTO+优化例行程序首先执行输入阶段，在此阶段期间，该例行程序进行检查，以确定实际上是否可以在当前的时间来处理一些变量，这些变量以前在设计优化器时被指作可以由优化器进行处理以便执行优化的变量（例如，设置点或各种设备、元件等的其他输入）。优化器可以从资产利用专家 50 那里得到该信息，资产利用专家 50 从过程控制系统那里获得该信息并将该信息存储在任何所需的数据库内。这样，在输入阶段期间，优化器实际上根据从资产利用专家 50 被提供给它的数据，来确定每个可能的被处理的输入是否仍然可以加以改变。

在许多情况下，由于（例如）提供那个输入的设备不正在操作或已经离线，或者，由于该设备正在按除设计模式以外的一种模式被运行从而防止控制器改变到该设备的输入，因此，潜在的、被处理的输入中的一个或多个输入可能无法改变。

作为输入阶段的一部分，实时优化器也可以确定应该在优化器的最后运行期间改变的变量实际上是否变成并达到从优化器的最后运行中被建议或被计算的值（即它们应该变成的值）。如果应该变成一个特殊值的变量没有达到那个值，则优化器会认识到：存在一个问题，该问题阻止该变化的发生并在优化器的下一次运行期间除去将这个变量变成那个值的选项。通过检测到变量没有达到它理论上应该达到的值，也可以使优化器向操作员指出：系统内可能有需要被处理的问题。

接下来，在输入阶段期间，优化器使用（例如）从工厂 10 测量的实际的输入和输出，来迅速执行构成整个模型的每个单独的组成模型。然后，检查每个组成模型的被计算的输出，来看看任何特殊的组成模型是否有将会防止整个模型准确地运行的任何问题。这里，优化器可以使用每个实体的实际测量的输入（以前已被存储），来看看模型的各个单独的组成部分是否为这些实际的输入工作以产生实际的输出。

假定可以执行每个组成模型，则优化器可以寻找这些模型中的差异，它们可以实现优化器进行优化的能力。例如，优化器可以使用到设备的实际输入来确定真实的设备所进行的测量是否与组成模型所预测的相同。如果模型（使用最近所计算的模型参数）预测一个输出而该输出偏离它的实际测量（例如，如果模型预测流速为 18 而流速计的读数却是 20），那么，优化器可以按低于以前所定义的限制 2 来重置与流速有关的限制。这样，如果与那个流速有关的限制原先被设置为 25，则优化器可以使用 23 的限制，因为优化器认识到：关于这个变量，它的模型有 2 的偏差。当然，优化器可以寻找工厂的模型与实际测量之间的其他矛盾或偏离，以便重置、更新或拧扭优化例行程序内的限制或其他变量。

在下一个阶段（通常被称作“优化阶段”），优化器将来自一个组成模型的输出用作到构成整个模型的其他组成模型中的一个或多个组成模型的输入，以便按预定顺序来运行各个单独的模型。通过使用整个模型、用户所提供的限制和输入阶段所确定的新的限制以及优化标准，优化器确定将要对输



入或被处理的变量（已被检测为当前能够进行处理）实行的变化，这将会在其中运行优化器的时间窗上使工厂最优化。这个时间窗可以是 3-4 分钟、3-4 小时等，并且通常是优化器运行的周期速度。优化软件的使用众所周知，具有这种用途的任何所需的优化软件都可以被加以使用。这样，在一个例子中，可以使炼制厂最优化，以便操作  $C_2$  裂化器，从而根据  $C_2$  裂化器所能够生产的可能的输出产品来获得尽可能多的利润（由与那些可能的输出中的每个输出有关的当前价格和大量生产来确定）。但是，限制可能是  $C_2$  裂化器必须生产特定数量的一种产品，因为商业合同规定要提供该数量的产品，无论该产品当前的价格如何，都必须履行该商业合同。在另一个例子中，优化标准可能会最大程度地使用一种特殊的原料，因为在工厂保管额外数量的该原料的成本比其他成本或价格事宜（例如，当前价格最高的产品）更重要。

将会看到，优化标准的确定（通常由商业人士或商业应用程序来执行）对于优化器的操作至关重要，因此最终对工厂 10 的操作至关重要。结果，资产利用专家 50 可以经由用户界面例行程序 58（关于在任何特殊的时间将会有什么优化标准的一套系统的选择）来提供商业人士，并可以为优化例行程序提供由操作员或任何其他用户作出的选择。实际上，有许多优化变量可以选择，并且，可以经由用户界面将这些不同标准的选择提供给操作员或商业人士，以允许操作员或商业人士用任何所需的方式来选择不同的优化标准。

接下来，优化例行程序进入输出阶段，在此输出阶段中，可以实现优化器的结果的执行。特别是，在计算对被处理的变量所建议的变化之后，优化器可以确定将要被改变的处理过的变量或输入是否仍然可用，因为在优化器开始优化阶段时可用设备中的一个或多个设备可能已离线或可能已成为不可用，这将会阻止执行输入变量中所建议的变化。但是，如果仍然可以改变将要被改变的所有处理过的变量，则可以经由（例如）用户界面（例如，图形用户界面）将所建议的变化提供给操作员。该操作员可能能够只按按钮并使被处理的变量的变化自动开始或被下载到过程控制例行程序（例如，用优化器所确定的一种方式改变设置点等）。在另一个实施例中或在操作的稍后的阶段中，例如，当过程正常运行时，如果操作员没有阻止这些变化在一个特殊的时间窗内的例示，则优化器可以自动执行所建议的变化。这样，除非操作员干涉以阻止使用来自优化器的这些变化，否则，每当优化器执行时，都可以使用优化器的输出。作为这项操作的一部分，用户界面例行程序 58 中

的一个或多个用户界面例行程序可以为操作员提供一个屏幕，该屏幕指出将要实行的所建议的变化和一个按钮或条状物，操作员使用该按钮或条状物来安装这些变化或阻止安装这些变化。在一个实施例中，如果用户推动按钮来安装变化，则所有这些变化都被发送到合适的控制器，它们在那里被检查限制的情况，然后被加以执行。

出于许多原因，与大多数优化器相比较，可以相对频繁地执行实时优化器（例如，以上所描述的实时优化器）。首先，实时优化器使用特定组成模型的合适的部分，这些组成模型的运行速度通常比高度理论化的模型快，并且，这些组成模型通常被用来设计工厂。但是，这些组成模型很精确，因为这些模型的一个或多个参数根据工厂 10 的实际输入和输出（并使用以上所描述的退化分析）来加以拧扭或修改。也就是说，实时优化器使用对模型的退化分析的最后运行所提供的模型参数，来使模型与工厂 10 的实际操作和谐。此外，以上所描述的优化器的速度比传统的优化器快，因为它使用受限制的优化步骤。也就是说，优化器只尝试在优化器的各个单独的运行之间的时期内实行优化，这减少了优化例行程序所执行的处理数量。此外，可以将实时优化器配置成识别一个或多个重要事件的发生，当这些事件提出以前的行不通的或不合需要的建议时，这可能会引发实时优化器重新启动。

以上已讨论了闭环实时优化器的使用，但资产利用专家 50 也可以结合实时优化器或与实时优化器分开执行使用相同的或不同的组成模型的其他类型的优化器 55。可以不太频繁地并出于其他原因来执行这些其他的优化器。例如，即使实时优化器可能无法在某段时间内将工厂 10 驱动到那个点，也可以使用宽频带优化器来观察或确定过程最后的最佳操作点终究可能会在哪里。这个宽频带优化器可以使商业人士能够作出有关工厂 10 的长期预测，或可以使操作员能够确定工厂 10 的操作是否朝向合意的范围进行。如果宽频带优化器确定最终可实现的优化点仍然不能接受，则操作员可以决定改变工厂 10 的配置或其他操作参数。

其他优化器（例如，选择优化器）可以确定过程配置中的变化（需要由操作员或维修人员来执行）是否会更好地使过程最优化。例如，在一些情况下，选择优化器可以认识到：实时优化器应该具备的某些元件或其他被处理的输入因某种原因（例如，与这些输入有关的设备停止运转或离线）而不再可用。假定这些设备、元件等中的一个或多个实体可以确定：如果这些实体重新投

入操作，则工厂 10 的操作会有多大改进（即，工厂 10 在一些优化标准方面的理想程度会有多大提高）；那么，选择优化器运行一项或多项优化测试。例如，这个优化器可以告诉操作员或商业人员工厂 10 通过使某些元件或设备在线可多赚多少钱，或者会告诉操作员或商业人员首先着重使哪些设备或元件重新投入操作。这种选择优化器也可以尝试通过打开或关闭特殊的泵或阀并通过替换正在以亚最佳的模式运行的其他设备等来进行优化，以确定可以对过程或其资产实行哪些重要的变化来使过程更有利可图或更适宜。选择优化器可以使用来自操作员或商业人士的输入，并且/或者可以使用数据处理或数据开采例行程序中常见的其他分支和限制技术来选择调整优化变量的方法。也可以使用其他的选择技术，例如，为选择优化器提供应用于特殊定单中的一系列规则，以确定如何改变过程或确定过程的哪些变化（如果被执行的话）将会为工厂 10 带来改进或最大的改进。

作为以上讨论的结果，可见，模型的使用为商业应用程序、过程控制应用程序以及资产维修和监控应用程序提供了许多新类型的数据或信息。特别是，可以使用这些模型来执行性能监控并产生指出工厂内的设备、元件、区域等的相对性能的性能指标。这个性能指标可以是在实体的可能的性能方面对该实体的性能的测量。另外，以上已讨论了设备和元件模型，但可以为过程控制实体（例如，回路）制作和执行类似的模型，以便也为这些类型的实体提供性能测量和优化标准。此外，如上文所指出的，在一些情况下，可以使用模型来测量或指出某些设备或其他实体的健康状况并提供表示这些实体的健康指标。例如，如为某些模型采用的退化分析所确定的某些输入和输出传感器的误差测量可以被用作那些设备的健康状况的指示或可以被转换为那些设备的健康状况的指示。过程控制器不具备的其他信息（例如，基于模型的模型参数和虚拟传感器测量）可以被提供给过程控制器或商业人士，供按多种方式使用。

除了性能和健康指标以外，资产利用专家 50 可以协助指标建立例行程序 51 创建其他类型的指标（例如，利用指标和可变性指标）。可变性指标指出：进入或出自设备、回路、元件等的某个信号或与设备、回路、元件等有关的某个其他的参数发生多大的变化，与此相比较，这个信号或参数预期会发生多大的变化。创建这个可变性指标所需要的数据可以由资产利用专家 50 来收集，并可以在任何所需的或方便的时间被提供给指标建立例行程序 51。当然，

信号或参数变化的正常数量可以由熟悉实体的制造商、工程师、操作员或维修人员来设置，或者可以基于与工厂内的那个或其他类似的实体有关的统计测量（例如，平均数、标准偏离等），这个正常的或预期的变化可以由指标建立例行程序 51 来存储或在指标建立例行程序 51 内被更新。

可以使用利用指标来跟踪或反映各个单独的设备、元件、回路或其他实体的利用情况，并可以根据以前被确定的分支标记或操作目标来指出是否正在过度地利用或过少地利用实体。可以根据实际设备的所测量的运用情况来建立利用指标。例如，可以测量设备，以确定它在过程内被使用的频率或被闲置的频率，可以将这个指标与那个实体的所需的利用进行比较，以确定是过度还是过少地利用该实体。利用指标可以识别设备、元件、回路等，这些设备、元件、回路等没有按可以或应该的频率来加以利用，或者，另一方面，它们被太多地加以利用，因此被过度使用了。

在一些情况下，可以根据按特殊设备的适当的或所需的运用情况所作出的商业决策，来确定利用指标。例如，许多处理厂或精炼厂使用有炼焦问题的熔炉，因此必须定期进行清理。一般而言，在被用于石油行业中的熔炉中进行炼焦，在石油行业中，需要在短时间内迅速加热基于石油的液体。这种熔炉可以具有通过熔炉内部的输入管，以便在该管内流动的液体被迅速加热到高温（例如，1400°F）。在一些情况下，为了使输入管中心处的液体达到这样一个高温，可能必须将该管的外部加热到大约 1700°F。但是，由于流过输入管的液体基于石油，因此，部分该物质形成被淀积在这些管道的内部表面上的碳或其他种类的粘性物质或微粒物质，该物质又在一段时间内降低了熔炉的传热效率。这种物质的沉积作用通常被称作“炼焦”。流过管道的液体的数量越多，发生的炼焦就越多，这样，熔炉的效率也就越低。在某个时刻，熔炉的效率变得很低，以致熔炉必须离线和加以清理。这个清理过程很耗时，并且需要大量的人力和资源（包括蒸汽清理设备）。结果，通常必须预先安排这些熔炉的清理，以确保具备人力和必要的设备。

了解工厂 10 内的一些特殊熔炉将经历炼焦的商业人士或过程控制操作员可以通过规定在一段时间内每个熔炉内将怎样进行炼焦，来尝试最有效率地使用那些熔炉。这样，例如，商业人士可以决定在 15 天的时期内操作一个特殊的熔炉，并且想要通过在 15 天结束时使该熔炉运行到其最高的炼焦水平，从而在那段时期内最大程度地使用该熔炉。如果熔炉达到其最高的炼焦水平

的速度太快（即在 15 天结束之前），则熔炉必须离线，但直到 15 天结束时才能被清理，因为那时具备了（即已安排）清理人力和机器。过早拆卸熔炉可能会对过程操作产生不利的影响。但是，如果熔炉在 15 天结束时没有达到其所允许的最高的炼焦水平，则熔炉仍然必须离线并被加以清理，这又是因为只有在那时才具备人力和机器。但是，熔炉的利用率一直过低，这意味着：由于清理利用率过低的熔炉的成本等同于清理得到充分利用的熔炉的成本，因此，一直没有抓住机会。另外，由于这种利用率过低，因此，其他熔炉可能正在被过度使用，并经历不必要的更多的炼焦。

为了在一段给定的时期（例如，以上所述的 15 天）内计划对熔炉实行最佳的利用，操作员或商业人士可以画一条基准线，用于定义熔炉在一段时间内的理想的炼焦数量。图 6 展示了熔炉炼焦与时间的比较标绘图中的示范基准线 200。基准线 200 规定商业人士或操作员在 15 天（此后，将清理这个熔炉）内的炼焦方面想要如何使用熔炉。熔炉的炼焦直接与熔炉的传热效率有关。从图 6 中可见，当 15 天结束时，如果熔炉的使用遵循基准线 200，则熔炉将达到其最高的炼焦水平，这对应于熔炉所允许的最低的传热效率。当然，将会理解，图 6 中的基准线 200 只是可以被加以选择的许多可能的基准线中的一条基准线。

遗憾的是，由于熔炉内的温度很高，因此，不可能在任何特殊的时间测量熔炉中的炼焦。但是，通过使用根据以上所述的原理而构造的熔炉的一个或多个模型，可以测量熔炉内的炼焦。这里，炼焦可能是模型的一个参数，它根据模型内的其他变量、到模型的输入和来自模型的输出或通过使用以上所描述的退化分析来加以确定。然后，资产利用专家 50 可以定期运行这个模型，以获得熔炉中的炼焦数量（作为虚拟传感器测量或模型参数）。关于这个确定的公式在该技术领域众所周知，这里将不作讨论。另外，如果需要的话，优化器可以将图 6 中的基准线 200 所定义的炼焦值（或这条线在任何点处的斜坡所定义的炼焦率）用作优化标准，并设置工厂的被处理的变量，以尝试操作熔炉，从而使熔炉内的炼焦（如这个熔炉的模型所测量的）遵循图 6 中的基准线 200。

现在，在图 6 的例子中，假定资产利用专家 50（运行熔炉的模型）确定在第 6 天熔炉的炼焦处于点 202，这实质上低于如基准线 200 在第 6 天所定义的所需的炼焦数量。熔炉在第 6 天的炼焦估计低于基准线 200 所定义的炼焦，

这意味着熔炉正在根据基准线 200 而被过少地加以利用。结果，例如，资产利用专家 50 可能会用某种所需的或方便的方式（例如，通过为进行识别的熔炉提供利用指标）告知操作员或商业人士：熔炉正在根据以前所定义的利用标准而被过少地利用。

根据这个利用指标，商业人士或操作员可以认识到：有机会更多地使用熔炉，因为在 15 天之后，不管熔炉内是否进行了最大数量的炼焦，熔炉都将被关闭。为了在一段特定的时期（例如，到第 7 天）（在图 6 中被标记为点 204）内使炼焦参数回到基准线 200，并且为了最佳程度地利用熔炉，操作员或资产利用专家 50 可以在点 202 与 204 之间定义一条线。这条线的斜坡所定义的炼焦率大于第 6 天与第 7 天之间的基准线 200 所允许的炼焦率。然后，操作员或优化例行程序可以更多地运行熔炉，以获得点 202 与 204 之间的线的斜坡所定义的炼焦率。例如，这个更高的炼焦率可以被用作控制工厂 10 或熔炉的操作的优化例行程序内的一种限制或甚至被用作一个优化参数。例如，众所周知，通过调整与熔炉有关的许多参数中的任何参数（例如，所提供的物质通过熔炉的速度（速度越快，进行的炼焦就越少）、出自熔炉的物质的出口温度（出口温度越高，进行的炼焦就越多）和被注入通过熔炉的液体中的蒸汽的数量（通常，使用的蒸汽越多，进行的炼焦就越少）），可以调整炼焦数量或炼焦率。优化器可以使用所需的炼焦率来调整这些参数中的一个或多个参数，以获得新的炼焦率。无论如何，在这个例子中，基于熔炉的实际炼焦与熔炉的所需炼焦的相比较的熔炉的利用情况的测量指出：熔炉正在被过少地加以利用；如果更多地使用熔炉，则可以对工厂 10 实行更大的优化。

现在参考图 7，如果熔炉的炼焦在第 6 天被熔炉的模型测量或确定为在基准线 200 上（例如，在点 206 处），那么，熔炉正在被过度使用，并且，应该降低熔炉的使用率，以便使熔炉能够维持 15 天。在这种情况下，可能会有可以使其在线或已经在线的另一个熔炉，可以使用该熔炉来补偿熔炉的使用减少。类似于图 6 中的例子，例如，可以使用反映（例如）实际的炼焦数量与所需的炼焦数量之间的差异的某种指示的利用指标，来将熔炉过度利用的情况通知给操作员或商业人士。其后，操作员或商业人士可以确定：到第 10 天需要使熔炉的炼焦参数回到基准线上，因为熔炉的炼焦值可能已经大于第 7 或第 8 天所允许的值。可以在点 206 与点 208 之间画一条线，这是第 10 天在基准线上的点，这条新近绘制的线的斜坡可以定义被允许或需要在第 7 天与

第 10 天之间使用的炼焦率。当然，操作员或优化器或其他控制例行程序可以实施控制策略，以迫使熔炉的炼焦率成为点 206 与 208 之间的线的斜坡所定义的比率。

可以使用其他商业决策来改变熔炉的利用指标。例如，在第 6 天，即使熔炉可能正在按照炼焦参数在基准线处或基准线周围运行，商业人士也可以决定：必须获得对熔炉的 5 天以上的使用，从而在清理熔炉之前将其寿命增加到 20 天。可以这样做，因为无论如何直到 20 天才会具备清理设备。在这种情况下，可以重新画出第 6 天与第 20 天之间的基准线，并且，控制例行程序或优化器可以尝试遵循新的基准线。但是，如果重新画出整条基准线，则以前被定义为 15 天基准线的第 6 天时的 100% 利用或精确利用的内容现在可以是 20 天基准线的过度利用。在这种情况下，资产利用专家 50 可以为优化器或过程控制例行程序提供作为优化或限制的新的炼焦率，以尝试使利用指标回到 100%。同样，如果早期（例如，当 20 天结束时）关闭熔炉，则熔炉现在可能根据 12 天基准线而被过少地利用，并且，优化器或过程控制例行程序可能会使用新的炼焦率，以尝试使利用指标回到 100%。

应该注意，结合使用熔炉的模型（在任何特殊的时间测量或估计熔炉的炼焦数量）来运行特殊基准线上的熔炉的商业决策可以被用来指出特殊的实体（例如，熔炉）是否正在实际的过程运行期间内被过度利用或被过少地利用。另外，可以改变过程的控制，以便根据利用指标来或多或少地使用熔炉。

可以用任何所需的方式（例如，基于实际的炼焦值与所需的炼焦值之间的差异或两者的比率、新的可允许的炼焦率、如基准线所定义的所需炼焦率与新的可允许的炼焦率之间的差异或两者的比率或任何其他利用的测量的方式）来计算或表示以上给出的熔炉例子的利用指标。当然，这里已描述了确定熔炉的利用指标的一种方式，但也有许多其他方式可用于确定或定义熔炉以及过程控制工厂内的其他设备、元件、回路等的利用指标。特别是，可以用任何所需的方式并为不同类型的实体用不同的方式来测量不同实体的利用指标。在一个例子中，利用指标可以被表示为百分比，其中，100% 意味着实体正在被使用正确的或所需的数量，100% 以上的值意味着实体正在被过度利用，100% 以下的值意味着实体正在被过少地利用。当然，也可以在不同种类的设备的环境内使用测量和表示利用的其他方法。

图 1 中的系统的一个重要的方面是提供图形用户界面（GUI）的用户界面

例程序 58，该图形用户界面与这里所描述的资产利用专家 50 合并，以促进用户与资产利用专家 50 所提供的各种资产利用性能的相互作用。但是，在更加详细地讨论 GUI 之前，应该认识到，GUI 可以包括使用任何合适的编程语言和技术来加以执行的一个或多个软件例程序。此外，编排 GUI 的软件例程序可以被存储在一个单个的处理站或元件（例如，工厂 10 内的工作站、控制器等）内，并在其内被加以处理；或者，作为选择，可以使用以通讯联络的方式在资产利用系统内彼此耦合的多个处理元件，并按分布式的方式来存储和执行 GUI 的软件例程序。

较佳的是（但不必要），可以使用熟悉的基于图形窗口的结构和外观来执行 GUI，其中，多个连结的图形视图或页面包括一个或多个下拉菜单，这些菜单使用户能够按所需的方式来航行于页面中，以便观察和/或检索一种特殊类型的信息。以上所描述的资产利用专家 50 的特点和/或性能可以通过 GUI 的一个或多个对应的页面、视图或显示来加以表现、获得、调用等。另外，编排 GUI 的各种显示可以按逻辑方式来加以连结，以促进用户迅速、直观地浏览于显示中，从而检索一种特殊类型的信息或获得和/或调用资产利用专家 50 的一种特殊的性能。

一般而言，这里所描述的 GUI 提供过程控制区域、元件、回路、设备等的直观的图形描绘或显示。这些图形显示中的每个图形显示可以包括与正由 GUI 显示的特殊视图有关的数字状况和性能指标（其中的部分或全部内容可以由以上所描述的指标发生器例程序 51 来建立）。例如，描绘过程控制区域的显示可以提供反映那个区域（即处于设备层级的一个特殊层次的过程控制系统的一个特殊部分）的状况和性能的一组指标。另一方面，描绘回路的显示可以提供与那个特殊的回路有关的一组状况和性能指标。无论如何，用户可以使用任何视图、页面或显示内所示的指标，来迅速评估那个显示中所描绘的任何设备、回路等内是否存在问题。

此外，这里所描述的 GUI 可以自动地或响应于用户提出的请求来为用户提供维修信息。该维修信息可以由资产利用专家 50 的任何部分来提供。同样，GUI 可以显示警报信息、过程控制信息等（也可以由资产利用专家 50 来提供）。此外，GUI 可以结合已经发生的或可能将要在工厂 10 内发生的问题，来为用户提供消息。这些消息可以包括图形信息和/或文本信息。该信息描述问题；建议对可以被执行的系统的改变，以缓和当前的问题；或建议对可以被执行



的系统的改变，来避免潜在的问题；描述用于纠正或避免问题等的动作过程。

图 8 是显示的示范描绘，表现了可以由 GUI 显示的过程控制系统内的元件 500。如图 8 所示，元件 500 包括多个设备（例如，阀、泵、温度发送器等），它们都可以用所示的图解方式来加以描绘。此外，该显示还可以包括线箭头，以及代表各种设备之间的逻辑互连和物理互连的任何其他的标记。当然，过程控制系统（或过程控制系统的各个部分）的这种图形表现在该技术领域中众所周知，这样，这里将不进一步详细地描述执行这些图形表现或显示的方式。

重要的是，图 8 所示的 GUI 显示也包括多个指标名和值 550。尤其是，指标名和值 550 包括性能指标、健康指标、可变性指标和利用指标，以上已结合资产利用专家 50 和指标建立例程序 51 讨论了所有这些指标。可以用所示的表格格式或任何其他所需的格式来显示指标名和值 550。指标名和值 550 表现整个元件 500 的性能和状况，这样，所示的指标值较佳地（但不必要）包括与构成元件 500 的每个子元件和/或设备有关的指标值。

在讨论 GUI 和由此为用户显示资产信息、过程控制信息、维修信息、诊断信息或任何其他类型的信息的方式之前，下文简要地讨论建立性能和状况指标的方式。也应该认识到：这里结合 GUI 的各种显示详细地描述了性能指标、健康指标、可变性指标和利用指标，但在不脱离本发明的范围的前提下，也可以由资产利用专家 50 来建立额外的和/或不同的指标，并可以经由 GUI 来显示这些指标。

一般而言，可以为单独的设备、逻辑和/或物理分组的设备、逻辑过程（例如，控制回路）、逻辑分组的设备（例如，元件和区域等）计算由指标发生器例程序 51 建立并经由 GUI 被显示的每个指标。换言之，原则上，可以在过程控制系统或（更通常的情况是）资产利用系统（可以包括一个或多个过程控制系统）的设备和逻辑层级的每个层次处计算这些指标。但是，一个特殊的指标的含义可以取决于建立和显示该指标的环境（即，该指标是否对应于一个逻辑或物理分组的设备和/或参数），并可以取决于它被显示的层级的层次。例如，在设备层级的最低层次处，指标对应于物理设备（例如，阀、温度传感器、致动器等）。这样，每个设备可以具有一组独特的指标，可以根据在制造设备时被存储在设备内的信息，在设备内或为设备建立这组指标。此外，每个设备可以按需要来建立它的指标并将这些指标提供给层级的更高

层次和资产利用专家 50。

同样，每个元件或回路（每个都由一个或多个设备或功能块组成）都可以具有一组独特的指标。但是，可以通过用数学方法组合元件或回路内所使用的各个单独的设备或功能块的指标值，来建立每个元件或回路的指标值。这样，如果元件或回路由一个压力发送器、一个阀和一个泵（或与这些设备的操作有关的功能块）组成，则该元件或回路的指标值可以基于为那些设备或功能块（构成该元件或回路）中的每个设备或功能块建立的或由它们建立的指标值的各种数学组合。同样，由于层级的子元件和元件层次由一个或多个回路（又由设备组成）组成，因此，可以通过用数学方法组合回路或设备指标值来建立每个子元件和元件的指标值。此外，可以将区域指标确定为与该区域内的元件、回路、设备等有关的指标值的组合。

下文会更加详细地讨论，用于形成回路、子元件、元件和层级的区域层次的指标值的设备指标值的数学组合可以使用加权的总数或平均数或任何其他合适的数学组合。当然，对于逻辑和设备层级的每个层次而言，性能指标、健康指标、可变性指标和利用指标中的一个或多个指标的计算可能不合适、没有被要求或没有用。图 9 是一张示范表格，该表格展示了可以或可能无法为系统层级的设备、回路、子元件和元件层次建立性能指标（PI）、健康指标（HI）、可变性指标（VI）和利用指标（UI）的一种方式。如图 9 所示，可以为元件和子元件层次建立 PI。在元件和子元件层次处，可以通过将元件或子元件的模型（例如，模型 56 中的一个模型）与元件或子元件的实际性能进行比较或利用任何其他所需的方式，来计算 PI。特别是，例如，这个环境（即在层级的元件和子元件层次处）中的 PI 可能是与理论最大量有关或与根据实际的系统性能凭经验得到的最大频率有关的一个频率。图 9 所示的表格也指出：不需要为各个单独的设备或回路计算 PI。但是，在一些应用程序中，可能需要为回路和设备计算 PI。例如，在为设备计算 PI 的情况中，设备制造商可能会将性能信息存储在该设备内，以便在操作期间，该设备可以根据实际的性能特征（例如，操作效率）与被存储的性能信息的比较来计算 PI，它可以包括理论上的最大的设备效率。当然，指标建立例行程序 51 也可以执行这个功能。例如，在为回路计算 PI 的情况中，系统可以将最大的或平均的回路误差（即稳定状态误差信号）与某个预定的最大误差值（合乎理想的可能是零）进行比较。利用这种方式，小的回路误差可以对应于表示良好性能的 PI

值。

图 9 也展示了可以按层级的回路和设备层次来计算 VI。在设备层次处，可以通过将设备输出中的变化或偏离与变化或更改的预期或所需的数量进行比较，来计算 VI。过高或过低的 VI 值可能表示设备失灵或故障，或可能表示即将发生的失灵或故障。同样，在回路层次处，回路的输出中过度频繁或过大量数的变化可能表示有问题。无论如何，回路和设备的 VI 都可以基于实际的参数可变性与预期的参数可变性的比较，这可以用理论或凭经验来加以确定。虽然图 9 表现了可能无法为元件和子元件层次计算 VI，但是，在一些应用程序中，却可能会需要为这些层次建立 VI。

此外，图 9 表现了为设备、回路、子元件和元件层次计算 HI。设备的 HI 可以基于设备的历史使用情况。特别是，设备制造商可以将与设备的使用寿命有关的信息存储在设备内，并且，根据设备的使用和在设备的操作期间给设备带来的环境影响（例如，温度变化，震动等），设备可以确定设备已沿其寿命曲线行进到什么程度（即老化）。制造商可以为设备编程，以提供一个 HI 值，该值指出该设备的使用寿命的当前状况。例如，冲程类型的阀的预期的有用操作寿命可以是 250,000 个全冲程周期，冲程阀设备（通常是智能域设备）的制造商已在其存储器中存储了预期数量的终生操作冲程以及阀已经完成的当前数量的冲程。这样，在 HI 值的范围在 0 与 10 之间的情况中（其中，0 代表不健康，10 代表完全健康），当冲程的数量从 0 上升至 250,000 时，阀所建立的 HI 值的范围可以从 0 到 10。当然，HI 值与寿命特征（例如，冲程）之间的精确的关系可能不是线性的。相反，许多寿命特征遵循指数特征，由此，当冲程完成等时，设备性能/操作中的失灵和退化会随时间的推移而进展得更快。当然，根据设备的当前所检测的状态和它操作的情况，有许多其他方式可用于定义或计算设备的 HI。例如，如果设备有两个被检测到的较小的问题，则它的 HI 可能会降低。

另一方面，回路的 HI 较佳地（但不必要）是构成回路的各个单独的设备或功能块的 HI 值的数学组合（例如，加权的总数或平均数）。同样，子元件和元件层次的 HI 值也可以是回路和子元件的基础 HI 值的数学组合。这样，设备层次以上的层次的 HI 值层级基于已被并入复合值的设备的一个或多个 HI 值。

也如图 9 所示，可以为回路、子元件和元件层次计算 UI，但可以不一定为

设备层次计算 UI。一般而言，UI 代表一个特殊的资产（例如，回路、子元件或元件）正在被开发的程度（与该资产的性能或所需的利用作比较）。例如，UI 值可以基于正在使用元件、子元件或回路来执行控制或产生输出的时间数量。此外或作为选择，UI 值可以基于正在由回路、子元件和/或元件进行处理的物质的数量（与那个回路、子元件、元件等可以处理的最大数量作比较）。

图 10 是示范图表，描绘了可以计算图 8 中所示的元件 500 的 PI 的一种方式。如图 10 所示，构成元件 500 的多个回路 575 中的每个回路都具有自己的 PI 和加权系数，它们可以是用户选择的，也可以根据那个特殊的回路对于元件 500 的总体操作的相对重要性来加以定义。然后，可以使用加权平均数来按数学方法组合回路 575 的指标和加权，以达到元件 500 的 PI 值 83.2。

利用类似的方式，元件 500 的 HI 可以作为构成元件 500 的所有设备（和/或回路）的 HI 值的加权平均数来加以计算。如图 11 所示的表格可以被用来表现将要被包括在加权平均数中的各个值。也如图 11 所示，文本描述可能与特殊的设备和指标值有关联。这些文本描述可以根据 HI 值以及与 HI 值有关的特殊设备来提供诊断信息、维修信息等。

图 12 是示范表格，它展示了可以为元件（例如，图 8 中所示的元件 500）计算 VI 的一种方式。关于 HI，为图 8 中的元件 500 计算的 VI 基于构成元件 500 的各个单独的设备、回路和/或子元件的 VI 值的加权平均数。当然，GUI 可以为用户提供观察加权平均数数据（例如，图 10-12 中所示的数据）的能力，并可以使用户能够改变这些加权。

图 13 是示范显示，GUI 可以响应于与设备和/或回路有关的过大的 VI 值来提供该显示。如图 13 所示，该显示可以为与一个特殊的设备有关的过高或过低的 VI 值提供一种或多种可能的解释。特别是，该显示可以自动地或可以按用户的请求来指出：与该设备有关的脉冲线路已被堵塞，过程正在变化，逆流泵中有气穴现象，等等。根据曾检测这些状况的数据分析工具，资产利用专家 50 可以让 GUI 具备该信息。同样，如图 14 所示，通过使用户能够请求显示数据（被用于建立一个值的 VI）的图解表现，可以经由 GUI 来进一步研究那个值的 VI。此外，GUI 可以在图解显示（例如，图 14 中所示的图解显示）或 GUI 的任何其他的显示内显示文本消息，这些文本消息指出 VI 值过高（或可能过低）的一个或多个可能的原因。资产利用专家 50 可以根据它从所有数据源和数据分析工具那里获得的数据来提供这类原因。例如，在展示过大的 VI

值的阀的情况中，GUI 可以经由文本消息指出：该阀有粘性，该阀内可能正在发生气穴现象，等等。

图 15 是显示的示范图解描绘，该显示可以由 GUI 提供，从而使用户能够监控工厂 10 内的元件、子元件、回路、设备等的性能。如图 15 所示，可以将各种指标的值绘制成时间的函数，从而使用户能够更直观地分析可能会指出问题的任何趋势或任何其他基于时间的变化。此外，这种图解描绘也可以揭示各种指标的变化之间的重要的相关性或关系。例如，用户可能更容易地识别一个减少的或不足的 HI 值与一个增加的或过高的 VI 值之间的关系。

此外，GUI 也可以在图 15 所示的图解显示内或在某个其他的显示或页面中提供为用户指出当前的或潜在的问题的文本消息，它们可能与所显示的指标值或其变化有关。这些文本消息可以识别已被认出的问题的可能的解决方案。虽然图 15 内所描绘的图解信息已被加以换算，以使用百分比来表示这些指标并用月的单位来标注时间轴，但是，可以使用任何其他的单位和显示分辨率。例如，在可能或可以迅速改变指标的情况中，如果需要的话，GUI 可以使用户能够在每小时一次的基础上、一分钟接一分钟、每隔几秒或更频繁地（即更高的时间分辨率）显示指标值。

图 16 是示范的图解显示，该显示可以由 GUI 提供，从而使用户能够迅速分析工厂 10 内的过程区域的操作状况和性能。如图 16 所示，GUI 可以用图解的方式来描绘过程区域 600 内的物理设备（和其间的互连）。当然，应该认识到：虽然过程区域在图 16 所示的 GUI 显示内被加以描绘，但是，可以显示出工厂 10 的任何其他的部分（例如，元件、子元件、回路、设备等），以实现相同的或类似的结果。无论如何，都可以将过程区域 600 描绘成具有一对大容器、多个温度传感器、压力传送器、流量传送仪等以及导管，所有这些都可以在图 16 所示被互连起来。此外，可以显示每个物理设备以及独特地识别工厂 10 内的那个设备的一个有关的字母数字标识符（例如，TT-394），并且，也可以显示每个物理设备以及使用户能够迅速确定与那个设备有关的传感参数的状况的图解仪表或量规（即局部有阴影的半圆形外貌）。例如，GUI 可以显示与温度传感器有关的图解仪表或量规，并可以根据当前由温度传感器感测的温度来覆盖仪表的或多或少的部分。重要的是，可以为区域 600 内所示的设备中的一个或多个设备显示 VI、HI、UI 和 PI 值中的一个或多个值。只举例来讲，显示了与区域 600 内的大容器 610 相连接的几个设备的 HI 值。

但是，如果需要的话，可以显示更多或更少的 HI 值。此外，可以按需要来为出现在区域 600 内的任何设备显示不同的指标值或不同组的指标值。从图 16 所示的显示中可以理解，用户可以迅速确定区域是否正在正常运作以及是否将会继续正常运作。此外，用户也可以迅速识别可能需要注意和/或可能正在引起特殊问题的那些设备、元件、子元件等。

也将会理解，用户可以接连观察工厂内的越来越低的实体，并且可以为用户提供与每个这些不同的实体或视图有关的指标方面的信息。这样，例如，用户可以观看工厂的视图，并可以观察工厂的一组特殊的指标。然后，用户可以（例如）通过点击工厂视图内的区域之一来着重于一个区域，并可以观察与那个区域有关的指标。同样，通过点击所显示的区域内的元件，可以观察不同元件的指标。同样，然后通过着重于来自实体视图（这些实体位于其中）的这些不同的实体，可以观察回路、子元件、设备等的指标。利用这种方式，用户可以迅速发现在工厂的任何点或层次处的指标比预期的指标要低（或要高）的原因。

图 17 是显示的示范描绘，该显示可以由 GUI 提供，从而使用户能够结合区域 600 内所使用的任何设备来观察查账索引信息。举例来讲，用户可以使用鼠标来点击一个给出的设备或它的字母数字标识符，或者可以经由键盘来输入该标识符，以请求那个设备的弹出查账索引窗口 650。利用这种方式，用户可以使用查账索引信息来确定不适当的或不能接受的指标值是否可能与无法适当地或及时地校准设备有关、是否已适当地或根本地配置设备，等等。

图 18 是显示的示范描绘，该显示可以由 GUI 提供，从而使用户能够更加详细地分析可以被用于建立区域 600 内的一个特殊设备的指标中的一个或多个指标的数据，或使用户能够执行状况监控。只举例来讲，可以在弹出窗口 680 中显示对马达 675 的振动分析。用户可以响应于受到马达 675 影响的元件的异常高或异常低的指标值来请求这种弹出窗口，并且/或者，如果与马达有关的指标值指出可能的问题，则可以请求该窗口。另外，如果需要的话，GUI 可以自动提供包含那些设备、元件等（具有一个或多个异常的指标值）的详细的数据分析的这种弹出窗口。同样，图 19 是显示的示范描绘，该显示可以由 GUI 提供，从而使用户能够用图解方式来观察或监控区域 600 内的设备的性能特征。举例来讲，响应于用户请求或响应于资产利用专家 50 提出的自动请求，提供包括马达 675 的效率的图表的弹出窗口 690。如果与大容器 610 正

在执行的过程的这个部分有关的指标值中的一个或多个指标值是异常的，则可以请求或需要这种弹出窗口。特别是，在这个例子中，用户可以认识到：马达 675 具有不足的 PI 值，以及/或者，区域 600 具有不足的 PI 值。结果，用户可以请求更详细的信息（例如，弹出窗口 690 内所包含的信息），以确定马达 675 是否有问题。在这个例子中，弹出窗口也可以包含马达 675 在一段时间内的效率的图表，在该图表中，依靠在理论上或凭经验获得的最高效率数据 710，来用图表表示实际的效率数据 700。如上所述，例如，通过将实际效率和理论上的最高效率的比率用作 PI 值，也可以使用这两组效率数据来为马达 675 计算一段时间内的 PI 值。

图 20 是显示的另一个示范描绘，该显示可以由 GUI 提供，从而使用户能够迅速调查工厂 10 内的警报信息、状况等。工厂 10 的高级图解视图 750 可以包括具有一个或多个待处理警报的警报标识 760。可以使用与曾建立警报或事件的设备有独特关联的字母数字指示符来代表该警报标识内的每个警报。此外，标识 760 内的每个警报也都可以包括信息按钮 770，用户可以选择该信息按钮来建立包含与那个特殊的警报有关的更加详细的信息的弹出窗口 775。此外，用户也可以为引起一个特殊警报的设备选择字母数字标志符，以调查造成该警报的各种可能的原因。当选择字母数字标志符时，可以由 GUI 来提供弹出窗口 780。弹出窗口 780 可以提供一个或多个响应种类，它们可以促进用户理解应该如何处理一个特殊的警报以及应该在什么时间帧内处理该警报。举例来讲，弹出窗口 780 可以指出：一个特殊的设备不再正进行通信，该设备已无法运作，该设备需要立即维修，或者该设备不久需要维修或某种其他的关注。当然，可以使用更多、更少和/或不同的响应种类。GUI 这时所建立的警报显示可以是序列号为 09/707,580 的美国专利申请（2000 年 11 月 7 日被提交）（因此，特意被包括于此，用作参考）中所揭示的综合显示。通常，这种警报显示可以示出过程警报和警戒，以及诸如维修警报的其他类型的警报和警戒。另外，可以将有关警报的信息、警报标识的领域 775 中所提供的这种特殊的信息和警报一起发送到 GUI 或发送到资产利用专家 50。

图 21-24 是显示的示范描绘，GUI 可以响应于用户对与（例如）设备有关的警报、警戒或任何其他的事件的进一步调查来提供这些显示。一般而言，用户可以从弹出窗口（例如，图 20 中所示的弹出窗口 780）请求设备状况信息。该详细的状况信息可以提供可能对警报条件（即通信失灵、设备出现故

障、现在需要维修、咨询等) 负有责任的问题的一项或多项可能的诊断。另外, 如图 24 所示, 用户可以从任何状况窗口请求详细的帮助。该详细的帮助可以提供逐步指示, 以指导用户或其他某个人纠正由系统诊断的问题。GUI 可以从资产利用专家 50 并/或从设备本身、从过程控制诊断专家 65、从其他分析工具等那里获得该信息。

图 25 是显示的示范描绘, 该显示可以由 GUI 提供, 从而使用户能够诊断有关回路的问题。GUI 可以响应于用户对异常指标值的进一步调查, 来提供显示(例如, 图 25 所示的显示)。例如, 用户可以认识到并且/或者系统可以自动认识到: 特殊回路的 PI 值异常地低; 并且, 作为回应, 用户和/或系统可以提供弹出窗口 800。然后, 用户通过点击或选择设备中的一个或多个设备来建立额外的弹出窗口(例如, 提供更多详细的设备状况和性能信息的以上所描述的窗口), 可以将诊断调查集中于窗口 800 内所显示的设备。此外, 资产利用专家 50 可以提供各种可能的诊断解决方案, 窗口 800 内的 GUI 将这些诊断解决方案显示为文本。资产利用专家 50 也可以经由显示 800(可以被用来避免潜在的问题并/或针对潜在的或当前的问题) 来提供预测的诊断信息。

图 26 是显示的另一个示范描绘, 该显示可以由 GUI 提供, 从而使用户能够分析一个或多个过程控制回路的性能和/或状况。可以监控一个或多个回路的各种参数和特征。例如, 不管是否限制回路的控制、回路输入不确定到什么程度、回路的变化等, 该回路的操作模式都可以被同时监控。此外, 也可以提供控制摘要, 该控制摘要提供性能指示和利用指示。但是, 关于图 26 所示的显示, 该性能指示和利用指示可能(但不一定)与正在被监控的回路的 PI 值和 UI 值相同。图 26 中的显示可以由诊断控制例行程序(例如, 以前被识别的序列号为 09/256,585 和 09/499,445 的美国专利申请中所揭示的例行程序)来建立。

图 27 是显示的另一个示范描绘, 该显示可以由 GUI 提供, 从而使用户能够跟踪可能已由工作定单建立例行程序 54 自动建立的工作定单。资产利用专家 50 可以为工作定单发生器例行程序 54 提供数据, 工作定单发生器例行程序 54 使那个例行程序响应于资产利用专家 50 和/或经由 GUI 使用资产利用专家 50 的用户所发现或识别的问题或潜在的问题来自动建立工作定单。例如, 资产利用专家 50 可以接收诊断信息、维修请求等, 并且, 作为回应, 资产利用专家 50 可以使维修系统建立工作定单, 该工作定单要求维修人员结合诊断



信息来处理一个或多个问题。当然，所建立的工作定单的细节将取决于所检测的问题或情况的类型以及被用来纠正问题的标准形式（例如，订购零件、供应品等）。

此外，工作定单建立例行程序 54 会包括商业与商业的通信功能，该功能将根据在工厂 10 内所检测的实际的或预测的问题来自动与供应者或其他商店进行通信，以便在具有或没有操作员或维修人员干涉的情况下订购零件、供应品等。尤其是，例行程序 54 可以根据资产利用专家 50 或任何数据分析工具（例如，旋转设备分析工具）所提供的数据或所进行的预测，来接收有关设备或其他资产的当前问题或被预测的未来问题的通知。然后，例行程序 54 经由（例如）因特网、电话或其他通信连接自动联系供应者，并在需要替换设备之前订购将要被运送到工厂 10 的零件、设备或供应品。利用这种方式，工作定单建立例行程序 54 限制了故障时间，或者帮助确保：当确实产生问题时，很少有或没有因需要等候零件、设备或供应品来纠正问题而引起的故障时间。于是，这个事实使工厂 10 更有效率。

现在参考图 28-31，GUI 可以为用户提供其他屏幕，以指出可以由资产利用专家 50 或工厂 10 内的任何数据分析工具进行检测的当前的或未来的问题（例如，被预测的问题）。特别是，图 28-31 展示了一些显示，这些显示表现了图 1 中的振动分析程序 23 所执行的旋转设备内的一个元件的振动频谱标绘图，并表现了分析工具根据这些标绘图所检测的状况或问题。例如，图 28 展示了被检测的不平衡状况，图 29 展示了被检测的未对准状况，图 30 展示了被检测的松动状况，图 31 展示了被检测的磨损轴承状况。当然，也可以显示基于数据分析工具的结果的旋转设备或其他设备的其他状况。此外，可以使用这些工具的结果来使工作定单建立例行程序 54 自动订购替换零件。

图 32 是系统 900 的示意方框图，系统 900 使一家或多家可独立操作的过程控制工厂能够远程地获得模型、优化器和其他数据分析工具（例如，设备性能监控工具）。如图 32 所示，该系统包括多个独立的软件卖主（ISVs）902、904 和 906，每个卖主为应用程序服务提供商（ASP）914 提供一个或多个软件应用程序 908、910 和 912。软件应用程序 908-912 可以包括各种数据分析工具、设备性能监控工具等（例如，以上所描述的工具），这些工具较佳地（但不一定）使工厂操作员能够提高操作效率。ISVs 902-906 可以经由电子通信连接将这些软件应用程序发送给 ASP 914，以便 ASP 914 能够在本地存储和

执行软件应用程序 908-912。此外或作为选择，ISVs 902-906 可以提供 ASP 914 的各种软件应用程序 908-912，以便 ASP 914 可以远程地例示在 ISVs 902-906 处的本地的应用程序 908-912 中的一个或多个应用程序。此外，例如，ISVs 902-906 可以经由邮件（即邮寄）用物理方法发送应用程序 908-912 的电子副本，并且，ASP 914 可以在本地存储和执行应用程序 908-912。也如图 32 所示，ASP 916 经由任何合适的通信连接以通讯联络的方式被耦合到因特网 916。

图 32 中所示的系统 900 也包括多个可独立操作的过程控制工厂 918、920 和 922，这些过程控制工厂经由各自的服务器 924、926 和 928 以通讯联络的方式被耦合到因特网 916。过程控制工厂 918-920 中的每家过程控制工厂都可以与不同的商业实体有关联，或者，过程控制工厂 918-920 中的多家过程控制工厂可以被分组在一个单一的商业实体内。过程控制工厂 918-922 也包括各自的数据历史器 930、932 和 934，这些数据历史器收集历史过程控制数据，在该技术领域是众所周知的，因此，这里将不对它们作进一步详细的描述。此外，过程控制工厂 918-922 中的一家或多家过程控制工厂可以经由可使用任何合适的通信连接来加以执行的一个或多个直接通信连接（例如，连接 936 和 938）以通讯联络的方式被耦合到 ASP 914。此外，系统 900 包括经由各自的服务器 944 和 946 以通讯联络的方式被耦合到因特网 916 的部件、物质和/或服务供应者 940 和 942。当然，图 32 将 ASP 914、过程控制工厂 918-922 和供应者 940、942 表现为经由因特网 916 以通讯联络的方式被耦合，但重要的是要认识到：在不脱离本发明的范围和精神的前提下，可以使用任何其他类似的开放的通信网络来代替。

一般而言，ASP 914 用作远程数据处理装置，它经由因特网 916 为客户或客户（例如，工厂 918-922 中的一家或多家工厂）提供预订基础之上的预包装的中心软件基础结构、用户化和支持服务。利用这种方式，ASP 914 可以提供外购或第三方设备性能监控服务，该服务使其客户能够降低操作净成本，因为不需要通常与设备性能监控软件、硬件和技术支持工作人员（例如，技术员）有关的管理费用。换言之，客户不拥有软件、硬件等，或没有与设备性能监控有关的管理责任。只有运行 ASP 914 所提供的应用程序的结果需要由客户来进行管理。在实践中，ASP 914 可以具有与 ISVs 902-906 的相对短期的非专用软件许可协议，ISVs 902-906 可以使用应用程序运行时间的数量、交易的数量、屏幕点击或任何其他合适的度规来确定将要对任何特殊客户的收费。

图 33 是图 32 中所示的 ASP 914 的更详细的示意方框图。如图 33 所示, ASP 914 包括服务器 950, 该服务器使 ASP 914 能够经由因特网 916 与过程控制工厂 918-922 进行通信。ASP 914 也包括正在与一个或多个数据库(可以被用来存储和执行许多过程监控应用程序和工具)进行通信的一个或多个处理器 952。特别是, 每个处理器 952 都可以获得并执行模型 954(例如, 这里所描述的组成模型(例如, 设备、元件、区域、回路等的模型)), 模型 954 可能已被创建, 以模仿过程控制工厂 918-922 内的系统、设备、部件或任何其他实体中的一个或多个实体。例如, 可以使用模型 954 来模仿各种类型的设备(例如, 气轮机、压缩器、热交换器、泵、熔炉、蒸汽轮机、膨胀涡轮、水轮机、锅炉等)的操作特征。模型 954 还可以包括过程控制工厂 918-922 中的每个过程控制工厂的不同的模型, 这些模型 954 可以经由与 ASP 914 的通信由工厂 918-922 中的人员来加以修改或更改, 以便(例如)反映工厂 918-922 内的变化。处理器 952 也可以执行实时优化器 956(例如, 以上所述的 RTO+)或任何其他种类的优化器, 可以使用来自过程控制工厂 918-922 的数据并按这里结合图 1 和图 2 的描述来执行这些优化器。此外, 处理器 952 可以获得并执行其他的数据分析工具 958, 例如, 包括图 1 中的任何计算机系统内的任何应用程序或工具(例如, 过程控制工具、过程监控工具、设备或装置监控工具、指标建立工具、工作定单建立工具、商业工具或其他工具或这里所描述的应用程序)。在一个例子中, 可以使用序列号为 09/256,585 和 09/499,445 的美国专利申请中所描述的过程监控工具来监控过程参数。此外, 如以下结合图 37-41 的更加详细的描述, 处理器 952 可以为客户建立各种报告, 这些客户可以经由由 ASP 914 主办的网站来获得这些报告。此外, 如下文的详细描述, 处理器 952 可以获得网页 960, 这些网页可以被用来将图形界面提供给工厂 918-922 处的用户, 再提供给由 ASP 914 供应的各种服务(例如, 这里所描述的报告和其他数据分析)。此外, 处理器 952 可以存储并从一个或多个客户数据库 962 中检索过程控制数据和关于工厂 918-922 的其他信息。

过程控制工厂 918-922 中的每家过程控制工厂可以定期收集有关该工厂的数据, 然后, 经由因特网 916 和/或直接通信连接 936 和 938 中的一个或多个通信连接将该数据发送给 ASP 914。一旦从工厂接收到过程控制数据, ASP 914 就可以通过使用处理器 952 中的一个合适的处理器来将该数据存储于客户数据库 962 中的一个或多个客户数据库中。然后, 处理器 952 可以使用该被存

储的数据，并为那家工厂执行合适的过程监控和状况监控工具，以便根据所收集的数据来检测工厂内的问题，为工厂提供状况、工厂或过程监控并/或为工厂执行优化。当然，在工厂收集的并被发送给 ASP 914 的数据以前被确定对于运行所需的模型 954、优化器 956 或其他数据分析工具 958 而言是必要的，并且，该数据按适合正在被执行的工具或模型的定期或非定期的速率来加以收集并被发送给 ASP 914。这样，关于优化器 956，可能需要按不同于关于模型 954 或关于性能、过程或资产监控工具 958 的速率来收集和发送数据。当然，作为优化或性能、状况或过程监控训练的一部分，任何合适的模型或其他工具都可以被执行，这些模型或其他工具的执行通常在图 1 的工厂 10 中的这些相同的工具方面遵循以上所讨论的原则。

无论如何，在执行模型 954、数据分析工具或优化器工具 958 和 956 之后，处理器 952 将分析结果存储在客户数据库 962 中，在那里，工厂 918-922 中的一家合适的工厂可以经由因特网 916 在任何所需的时间使用这些结果。作为选择或此外，可以经由直接通信连接 936 和 938 中的一个或多个通信连接将这些结果直接发送到工厂 918-922 中的一家合适的工厂。产生于分析的数据可以是任何所需的性能建模数据、标绘图或图表（例如，包括有关用户界面例行程序或 GUI 例行程序 58 的以上所描述的标绘图或图表）。这些结果也可以是（例如）优化器提出的用于改变工厂、工厂的指标的建议，也可以是能够由这些类型的工具提供的任何其他的结果。

在一个实施例中，假定工厂 918-922 按及时定期的方式提供充分的数据来适当地执行这个优化器，则实时优化器（例如，以上所描述的优化器）可以在实时的基础上来加以执行。如果需要的话，服务器 924-928 可以自动收集并发送合适的的数据，以适当地操作优化器。在一个实施例中，工厂 918-922 可以包括这里所描述的资产利用专家 50 或用于确保按及时或定期的方式将适当的数据发送给 ASP 914 的任何其他的专家数据收集工具。这样，ASP 914 可以用作远程监控或数据处理装置，该装置可以执行关于资产、性能、状况和过程监控的软件，以及用于为不同的工厂执行一个或多个优化器的软件。结果，过程控制工厂 918-922 不需要包括具有这些用途的处理能力或应用程序。

如果需要的话，工厂 918-922 中的每家工厂都可以通过使用任何合适的通信格式（例如，XML、HTML 等）并经由因特网 916 将新的或被更新的模型发送给 ASP 914，来更新可应用于那些工厂的 ASP 914 内所存储的模型 954。

此外，ASP 914 可以包括不同的加工工厂、区域、元件、设备、回路等的类属模板，这些类属模板可以被下载到工厂 918-922 中的每家工厂，并且，可以在工厂 918-922 处修改这些模板，以反映那些工厂的实际操作情况。然后，可以将这些被更新的模型发回给 ASP 914，作为将在资产、状况或过程监控中或在工厂的优化器中被加以执行的模型。利用这种方式，可以在 ASP 914 内充分地或精确地反映工厂 918-922 的变化。

此外，如果需要的话，可以使用 ASP 914 来为过程控制工厂 918-922 中的一家过程控制工厂执行维修和购买活动。尤其是，ASP 914 可以分析从工厂接收的过程控制信息，并可以根据该分析的结果来经由因特网 916 或某种其他的通信连接安排维修活动。例如，ASP 914 可以根据这些分析结果来安排过程控制工厂内的维修停歇期。作为选择或此外，ASP 914 可以经由因特网 916 从供应者 940 和 942 那里订购执行某项预定的维修活动所需要的替换零件，从而消除了过程控制工厂直接执行这些功能的需要。

图 34 是示范流程图，它展示了可以被过程控制工厂（例如，工厂 918-922 中的任何工厂）用来建立与图 32 和 33 中所示的 ASP 914 的商业关系的例行程序 1000。块 1002 使图 32 中所示的工厂 918-922 中的一家工厂的用户能够经由因特网 916 从 ASP 914 下载合同条款和条件。ASP 914 可以使用任何合适的电子文档格式（例如，Microsoft Word、Adobe PDF 等）将包含标准条款和条件的合同模板以及预资格信息发送到提出请求的工厂。但是，作为选择，可以在电子邮件（即电邮）的格式内将被请求的电子文档发送到提出请求的工厂，并且，如果需要的话，可以使用直接通信连接 936 和 938 中的一种通信连接，将块 1002 中所请求的电子合同文件从 ASP 914 发送到工厂 918-922 中的一家工厂。

在块 1004 中，潜在的客户（通常是工厂业主或操作员）想要与 ASP 914 建立商业关系，以使用 ASP 914 所提供的数据分析和其他服务。该潜在的客户可以通过签署合同并将所执行的合同返回给 ASP 914 来执行合同。可以用手签署合同，并可以经由传真、邮件服务等将采取复印件形式的合同返回给 ASP 914；或者，可以用电子学方法（即使用电子签名）来执行合同，并经由因特网 916、经由直接通信连接 936 和 938 中的一个或多个通信连接或使用任何其他通信连接将合同返回给 ASP 914。当然，合同中达成协议的最后条款和条件可以是任何所需的合同规定，例如，客户（即工厂业主）可能同意根据 ASP

914 处的工具的使用情况和工厂中的那些工具的结果的执行情况来分享工厂的一部分利润和/或亏损。

一旦接收到所执行的合同，块 1006 为请求 ASP 914 所提供的服务的客户配置客户账户。客户账户的配置较佳地（但不一定）包括网络账户的构成物，它包括多个网页，其中的一些网页可以为客户而进行特别定制，如下文更加详细的描述，客户可以访问这些网页，以观察数据分析结果、改变账户信息或使用由 ASP 914 提供的任何服务。此外，ASP 914 在客户数据库 962 中的一个或多个客户数据库内创建客户记录或账户，它包括（在其他信息之中）关于正在客户的过程控制工厂内被使用的设备、过程等的细节。在块 1006 建立客户账户和记录之后，块 1008 通知客户：订立合同的过程完成。较佳的是（但不一定），ASP 914 经由电子邮件将这个通知发送给客户。但是，也可以使用用于通知客户的任何其他形式的通信。

图 35 是例程序 1100 的示范流程图，图 32 和 33 中所示的 ASP 914 可以使用例程序 1100 来为客户（即一家工厂或一组工厂）设计数据模型。在块 1102 中，客户（例如，工厂 918-922 中的一家工厂）通过经由因特网 916 进行通信并通过与 ASP 914 所提供的（网站内的）一个或多个网页相互作用，从 ASP 914 下载设计数据要求或规格。这些设计数据要求可能与正在客户的工厂内被使用的一种特殊类型的设备或一件特殊的设备有关，并可以包括各种操作参数或曲线、性能特征或与该设备的操作有关的任何其他的特点或规格。在块 1104 中，客户将所要求的设计数据（如在块 1102 中被发送的设计数据要求所规定）发送给 ASP 914。客户可以经由使用传统邮件的复印件、传真、电子邮件或使用任何其他所需的传送方法，将所要求的设计数据发送给 ASP 914。或者，ASP 914 可以从第三方（例如，图 32 中所示的供应者 944 和 946 中的一个供应者）获得所要求的设计数据。在那种情况下，客户可以下载块 1102 中的设计数据要求，并可以只提供所要求的设计数据的一个部分（例如，设备类型制造型号等）。然后，在块 1104 中，客户可以将设计数据发送给 ASP 914，ASP 914 又经由因特网 916 从供应者 944 和 946 中的一个供应者那里获得遗漏的设计数据。利用这种方式，客户不一定要存储与被分布在其整个工厂中的所有部件、设备、系统等有关的设计数据。ASP 914 而是可以从部件供应者或制造商那里直接获得所要求的设计数据。在一些情况中，供应者或制造商可以提供提供一个网站（包括许多网页），该网站可以提供 ASP 914 所要求的设计

数据信息。

在块 1106 中，ASP 914 将所接收的设计数据转换成使用（例如）Microsoft Excel 或任何其他电子表格建立程序的设计数据电子表格或模板。在块 1108 中，ASP 914 使设计数据模板中的设计数据适合一种合适的模型，可以从 ASP 914 内所存储的模型 954 中选择该模型；并且，在块 1110 中，ASP 914 更新客户数据库 962，以反映模型装配已完成这个事实。在块 1112 中，ASP 914 经由因特网 916 将电子邮件（例如，电邮）发送给客户，以通知客户模型装配完成并向客户解释如何下载模板，如下所述，该模板将过程数据提交给 ASP 914，供数据分析工具 958 和/或优化器 956 进行分析。

图 36 是例程序 1200 的示范流程图，图 32 和 33 中所示的 ASP 914 可以使用例程序 1200 来处理和/或分析过程控制数据。在块 1202 中，用户可以经由因特网 916 或经由直接通信连接 936 和 938 中的一个通信连接从 ASP 914 下载设计数据模板或电子表格（可能已使用图 35 中所示的方法来加以创建）。在块 1204 中，用户可以用合适的过程数据（例如，可以从数据历史器 930-934 之一中被加以检索）来填充设计数据电子表格或模板。只举例来讲，设计数据模板或电子表格可以包含与过程控制工厂内的单个的元件或设备有关的模型参数，因此，模板要求与过程控制系统内的对应的物理元件或设备有关的实际被测量的过程控制数据。例如，一个特殊的设计数据模板可能与工厂 918 内的一个锅炉元件有关，工厂 918 中的用户可以下载那个特殊的模板并用与那个锅炉元件有关的实际的参数值来填充模板（即填充模板或电子表格）。

块 1206 经由直接连接 936 和 938 中的一个直接连接或（如果需要的话）经由因特网 916 将被填充的模板发送给 ASP 914，块 1208 将被填充的设计数据模板存储在客户数据库 962 中的一个合适的客户数据库中。块 1210 从客户数据库 962 之一中检索所存储的被填充的设计数据模板的副本，块 1212 对该模板内的数据进行预处理。块 1212 所执行的预处理可以使用数据调解和证实技术（例如，以上所描述的可购得的实时优化器系统 RTO+提供的技术）。一般而言，块 1212 所执行的数据调解和证实对过程控制数据进行预处理，以消除异常的数据值，例如，由于设备因错误配线而提供间歇操作，可能会产生这些异常的数据值。此外，块 1212 所执行的预处理可以识别并纠正因（例如）传感器偏移、误校准等而发生偏差的过程数据，并且也可以拒绝异常值并/或在有效数据之间插入临时补缺的遗漏的或被拒绝的异常值。无论如何，在不

脱离本发明的范围和精神的前提下，块 1212 可以使用任何所需的数据预处理技术。

块 1214 使用以上被更详细地加以讨论的数据分析工具 958、模型 954 和优化器 956（通过图 33 中的例子被示出）中的一个或多个装置来处理被预处理的填充过的设计数据模板。然后，块 1216 验证块 1214 的结果，块 1218 将被验证的结果存储在客户数据库 962 中的一个合适的客户数据库中。然后，块 1220 可以经由电子邮件、传真或使用任何合适的通信联系方法来通知客户：具备数据分析结果。

一旦一位特殊客户的数据分析结果已被存储在客户数据库 962 之一中，ASP 914 就可以为那位客户建立超文本链接标示语言（HTML）结果报告文件或网页。该 HTML 结果报告文件可以包含采用（例如）Excel 电子表格形式的分析结果，并且，客户可以经由因特网 916 并使用任何合适的因特网浏览器，在本地从工厂（例如，工厂 918-922 中的任何工厂）访问和观察该 HTML 结果报告文件。

图 37-41 是一些示范网页，这些网页包含可以向客户显示的报告和分析结果。特别是，图 37 是一个网页的示范描绘，该网页包含工厂和那些工厂内的正在由 ASP 914 进行监控或分析的设备的摘要表格。图 38 是一个网页的示范描绘，该网页包含正在由 ASP 914 进行监控的客户的工厂之一内的一件特殊设备（即压缩器 CR-1000）的数据分析结果摘要。例如，这些数据分析结果可以包括效率参数、老化成本、实际的值与被预测的值、设备特征的历史趋势、偏离设计参数等。图 39 是一个网页的示范描绘，该网页包含正在由 ASP 914 进行监控的一件特殊设备（即压缩器 CR-1000）的效率分析；图 40 是一个网页的示范描绘，该网页包含压缩器 CR-1000 的实际操作特征与被预测的操作特征（在这个例子中是出口温度）的比较分析；图 41 是一个网页的示范描绘，该网页包含因压缩器 CR-1000 而导致的性能偏离成本的分析。当然，每位客户都可以通过因特网访问被存储在 ASP 914 内的许多网页，并且，较佳的是（但不一定），每位客户都可以经由 ASP 914 所提供的网站内的一个安全区来访问这些网页（即包含数据分析结果的那些网页）。

已将资产利用专家 50 和其他过程元件描述为较佳地在软件中被加以执行，但它们也可以在硬件、固件等中被加以执行，并可以由与过程控制系统 10 有关的任何其他的处理器的处理器来执行。这样，可以按需要在标准的多用途 CPU 中或



在被特别设计的硬件或固件（例如，特定用途集成电路（ASIC）或其他硬连线设备）上执行这里所描述的各种元件。当在软件中被加以执行时，软件例行程序可以被存储在任何计算机可读存储器中（例如，在磁盘、激光影碟或其他存储介质上，在计算机或处理器的 RAM 或 ROM 中，在任何数据库中等）。同样，可以经由任何已知的或所需的传递方法（例如，包括在计算机可读磁盘或其他可传送的计算机存储机制上或通过诸如电话线、因特网等（被视作等同于经由可传送的存储介质来提供这种软件，或被视作可以与其进行交换）的通信通道）来将该软件传送给用户或过程控制工厂。专家 50 也被描述为可能是基于规则的专家，但也可以使用其他类型的专家引擎（包括使用其他已知的数据开采技术的专家引擎）。

这样，已参考特殊的例子（只意在起说明的作用，而不局限本发明）描述了本发明，但具备该技术领域中的普通技能的人将会明白：在不脱离本发明的精神和范围的前提下，可以对所揭示的实施例进行更改、添加或删除。

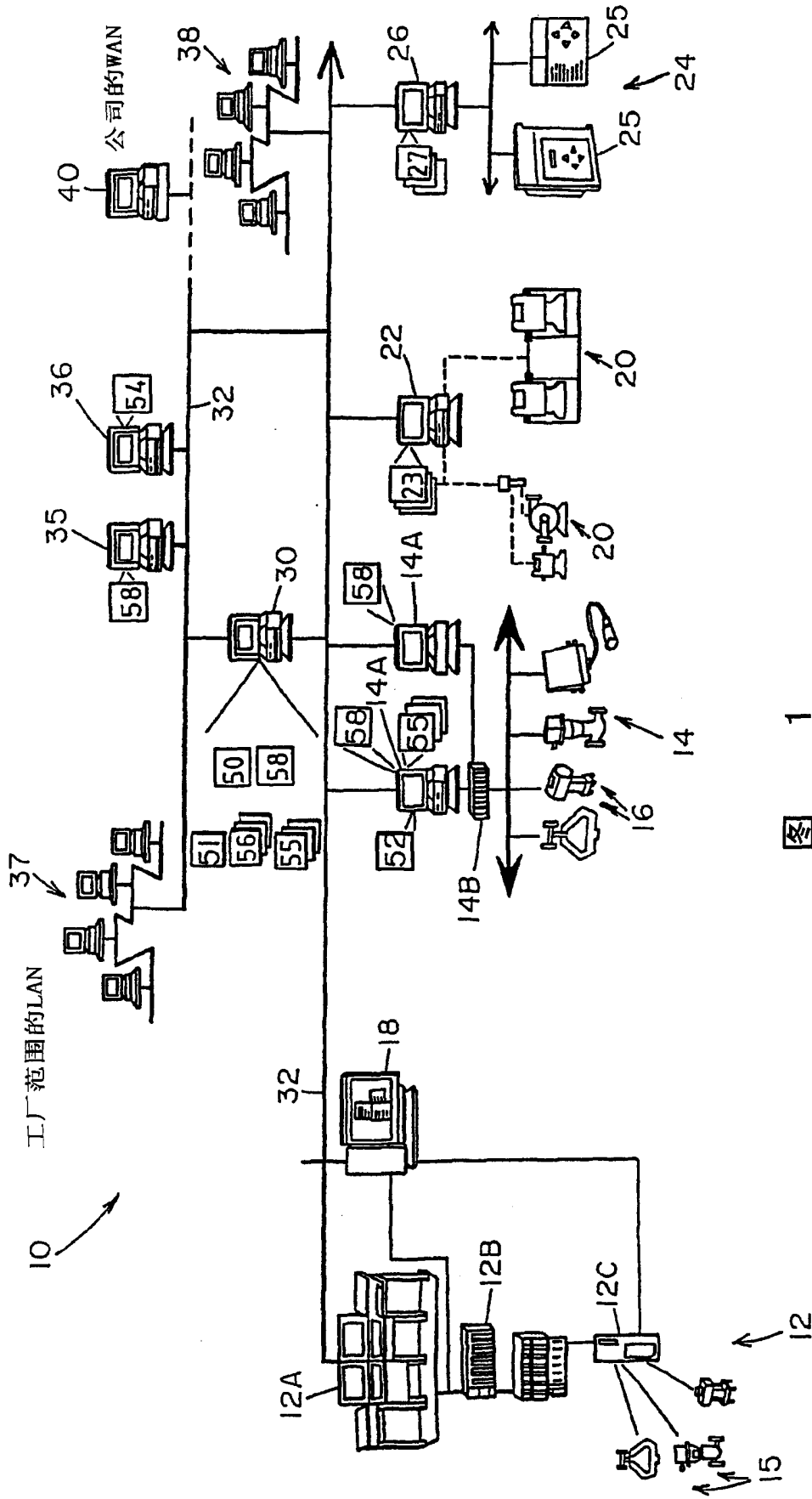


图 1

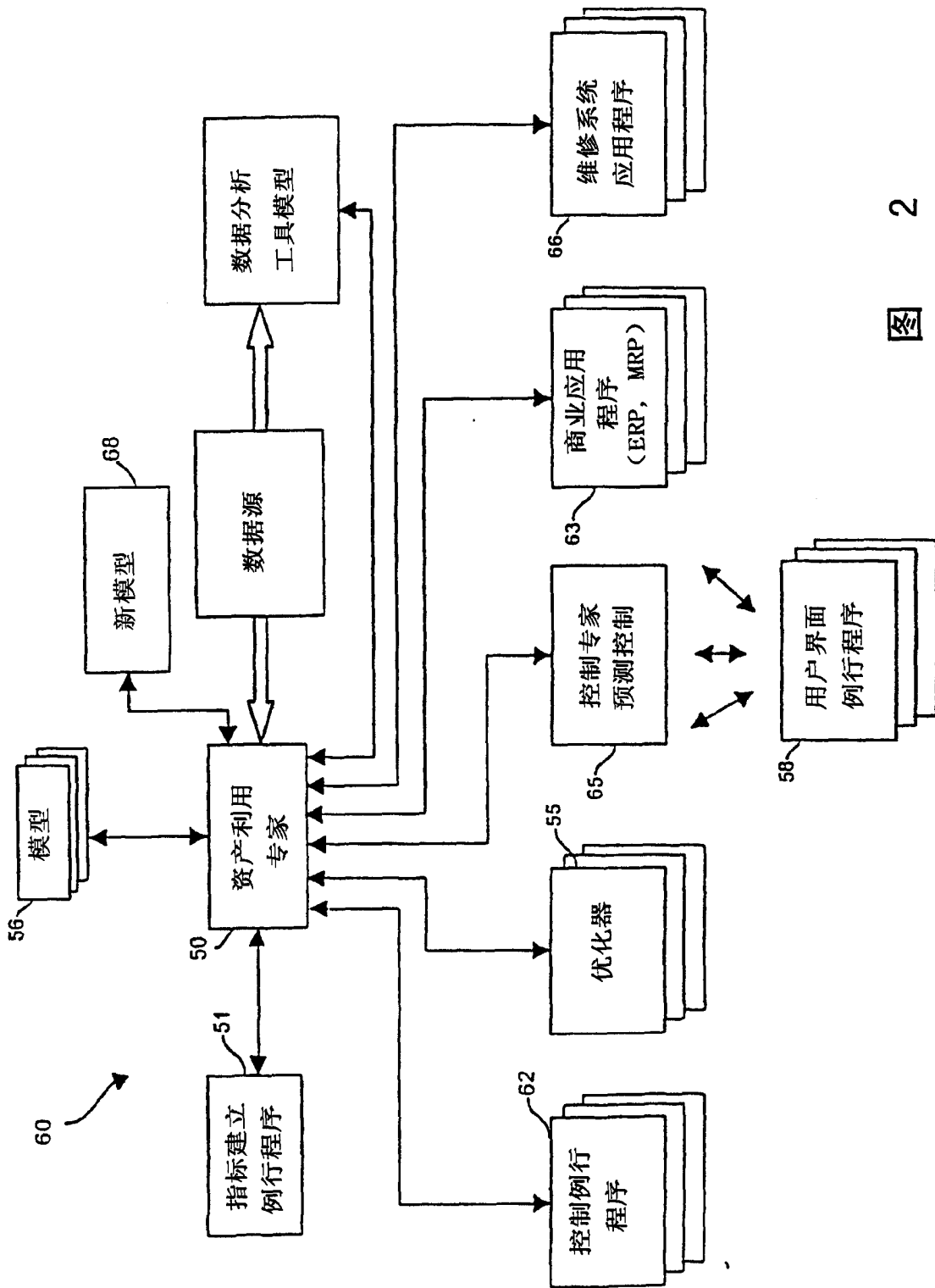


图 2

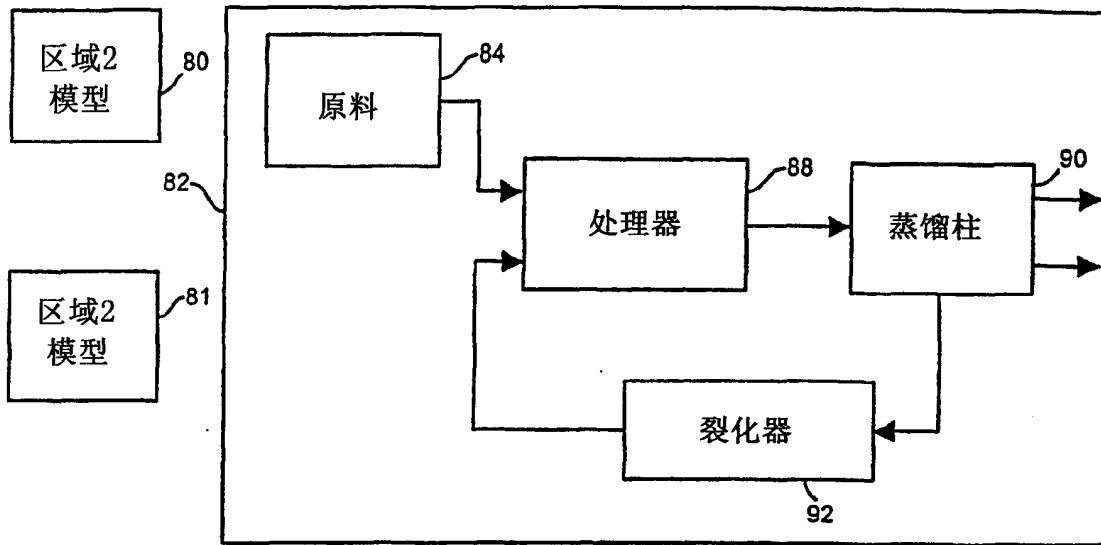


图 3

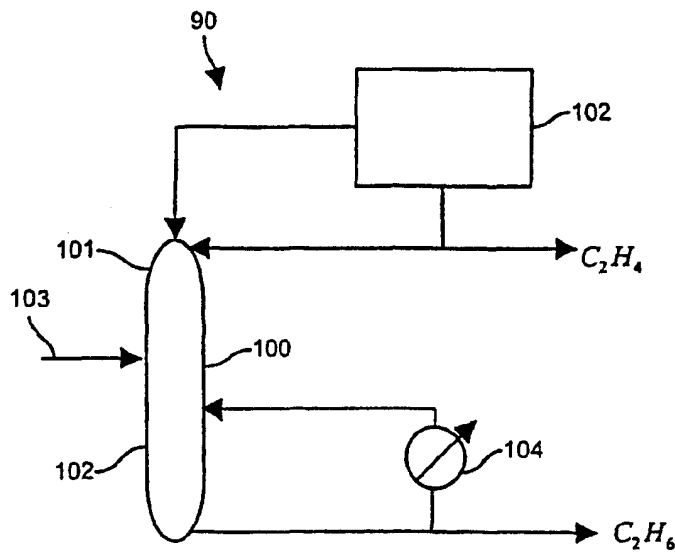


图 4

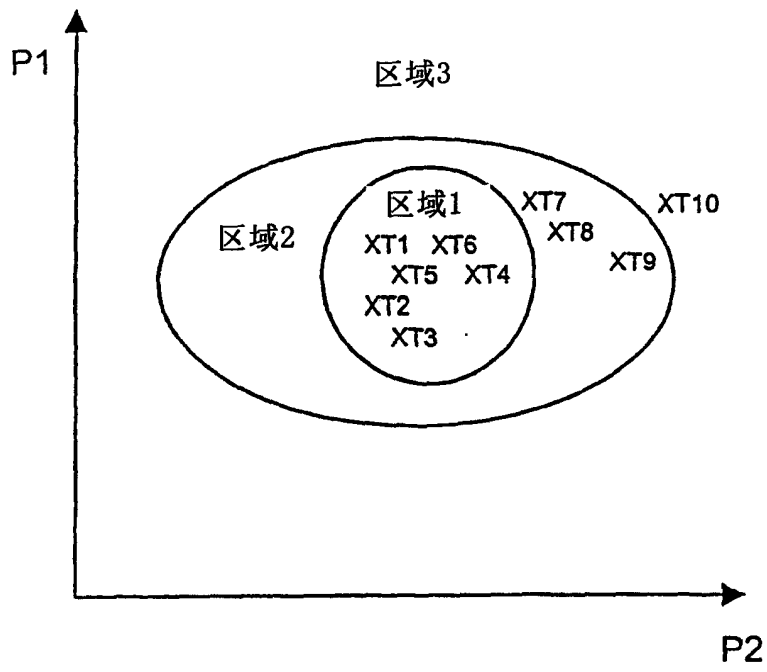


图 5

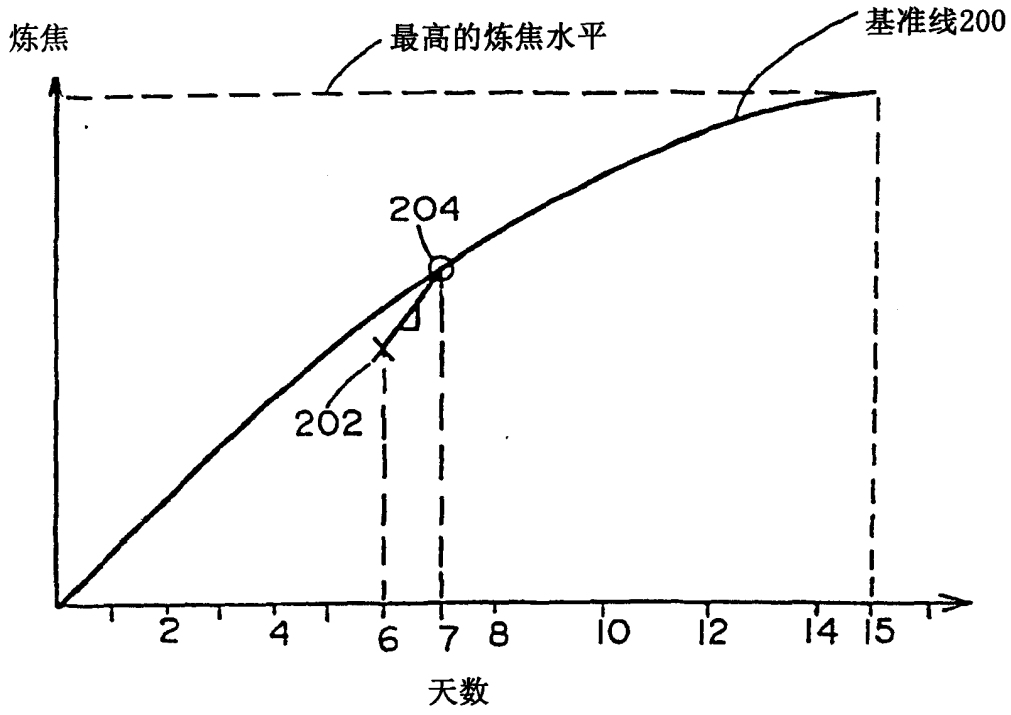


图 6

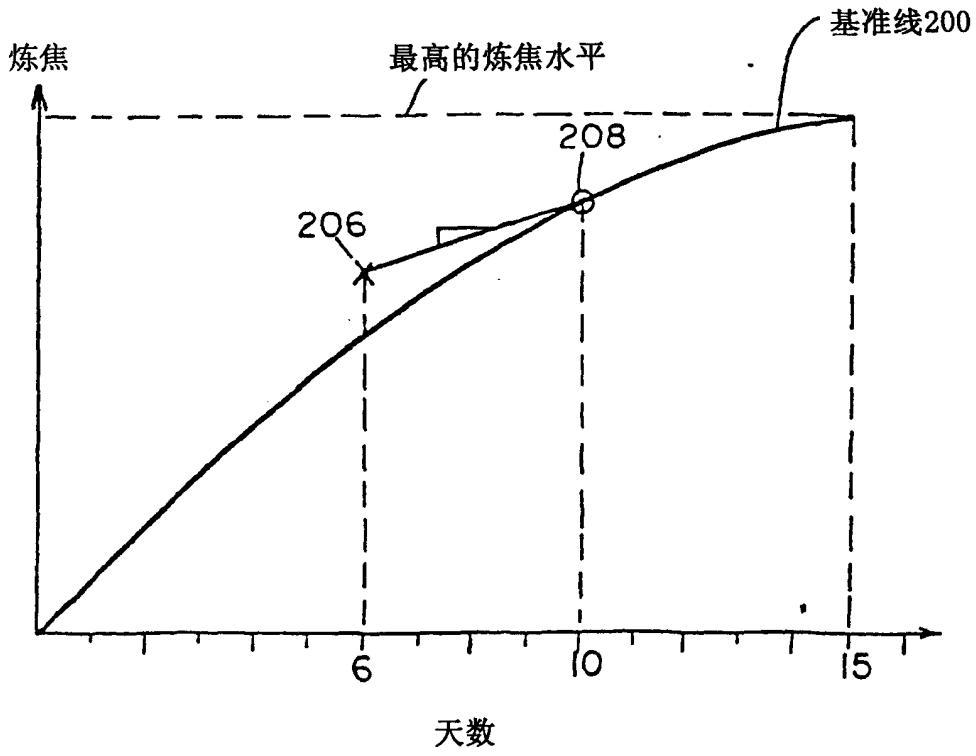


图 7

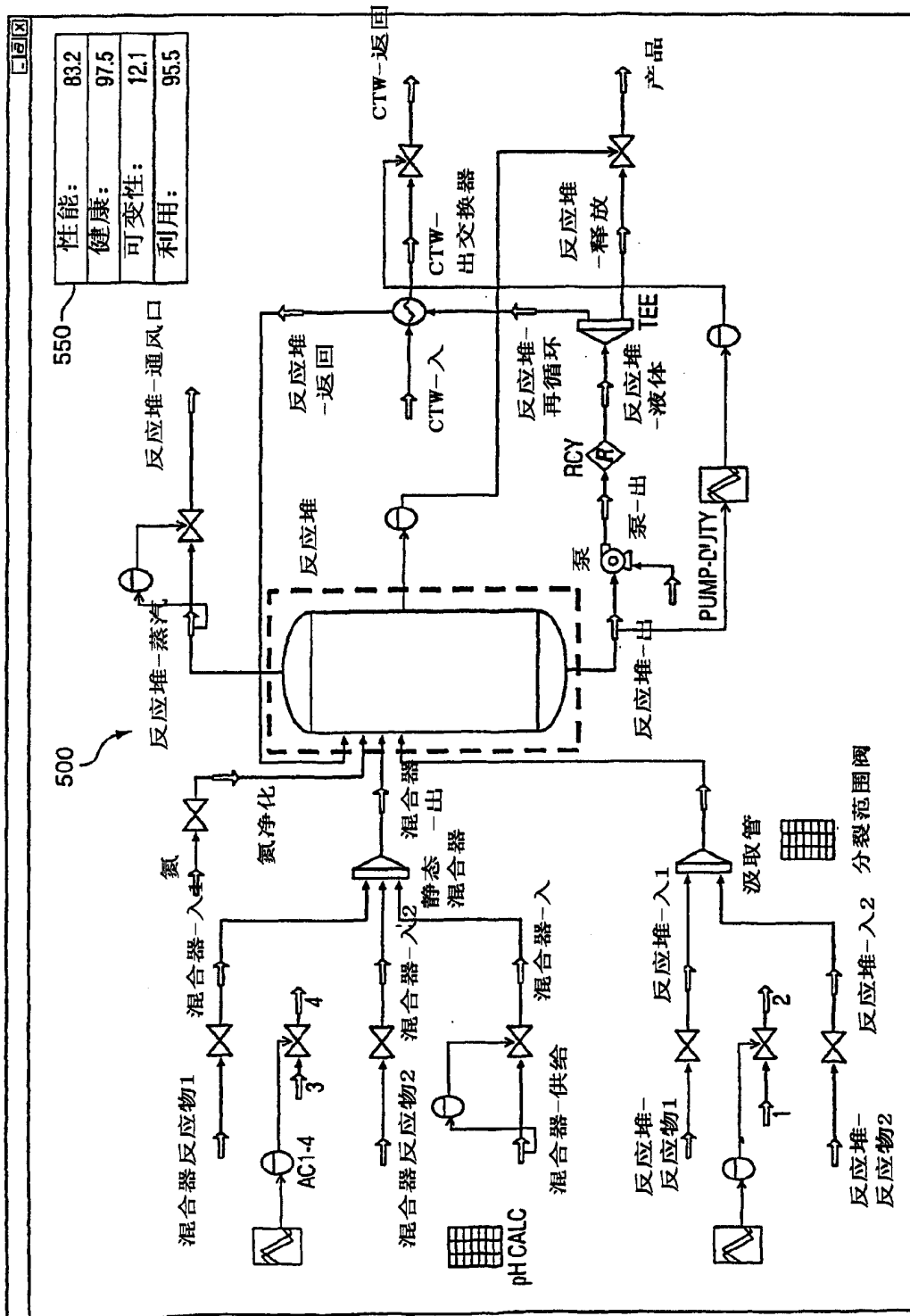


图 8

	PI	VI	HI	UI
元件	x		x	x
子元件	x		x	x
回路		x	x	x
设备		x	x	

图 9



FCCU的性能: 83.2

回路名称	指标	加权
FIC-101	88	3
TIC-111	89	3
LIC-111	88	3
FIC-111	60	3
FIC-112	80	1
TCI-222	87	1
FIC-101	88	3
TIC-111	89	3
LIC-111	88	3
FIC-111	60	3
FIC-112	80	1
TIC-222	87	1
PIC-111	87	1

575 {

图 10

## FCCU健康状况: 97.5

设备名称	指标	说明	加权
FV-111	100	泄露	3
TI-111	98	有粘性	3
<u>LI-111</u>	90	40	3
MC-101	95	将在2周内烧完	2
FV-111	96	0	3

图 11

FCCU可变性: 12.1

设备名称	指标	加权
Fv-101	0	3
TI-111	2	3
LI-111	40	3
FV111	0	3
FV-112	0	1
TI-222	2	1
FI-101	7	3
TI-111	6	3
LI-111	7	3
FI-111	7	3
FI-112	7	1
TI-222	7	1
子元件: 回复锅炉RB 101	15	2

图 12

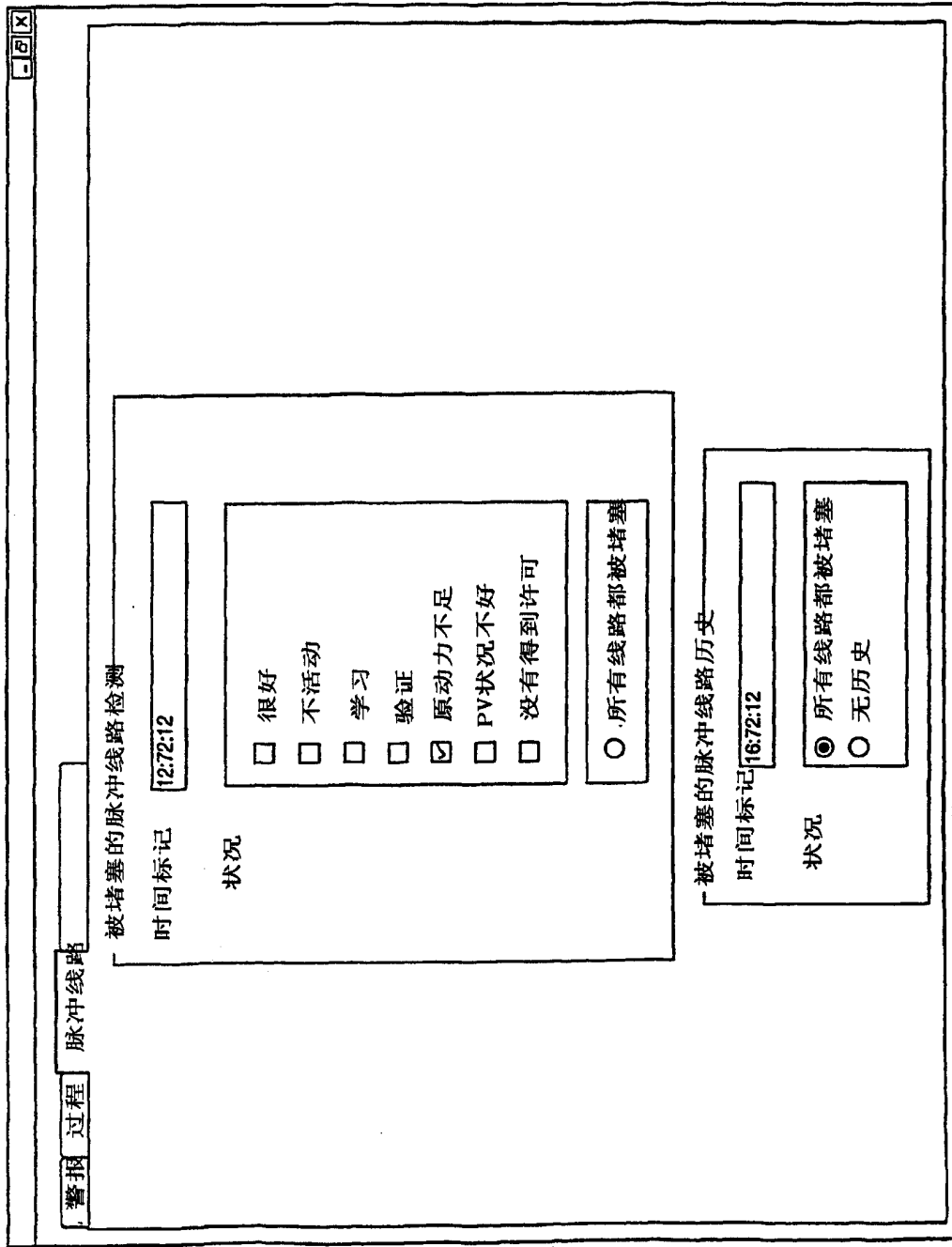


图 13

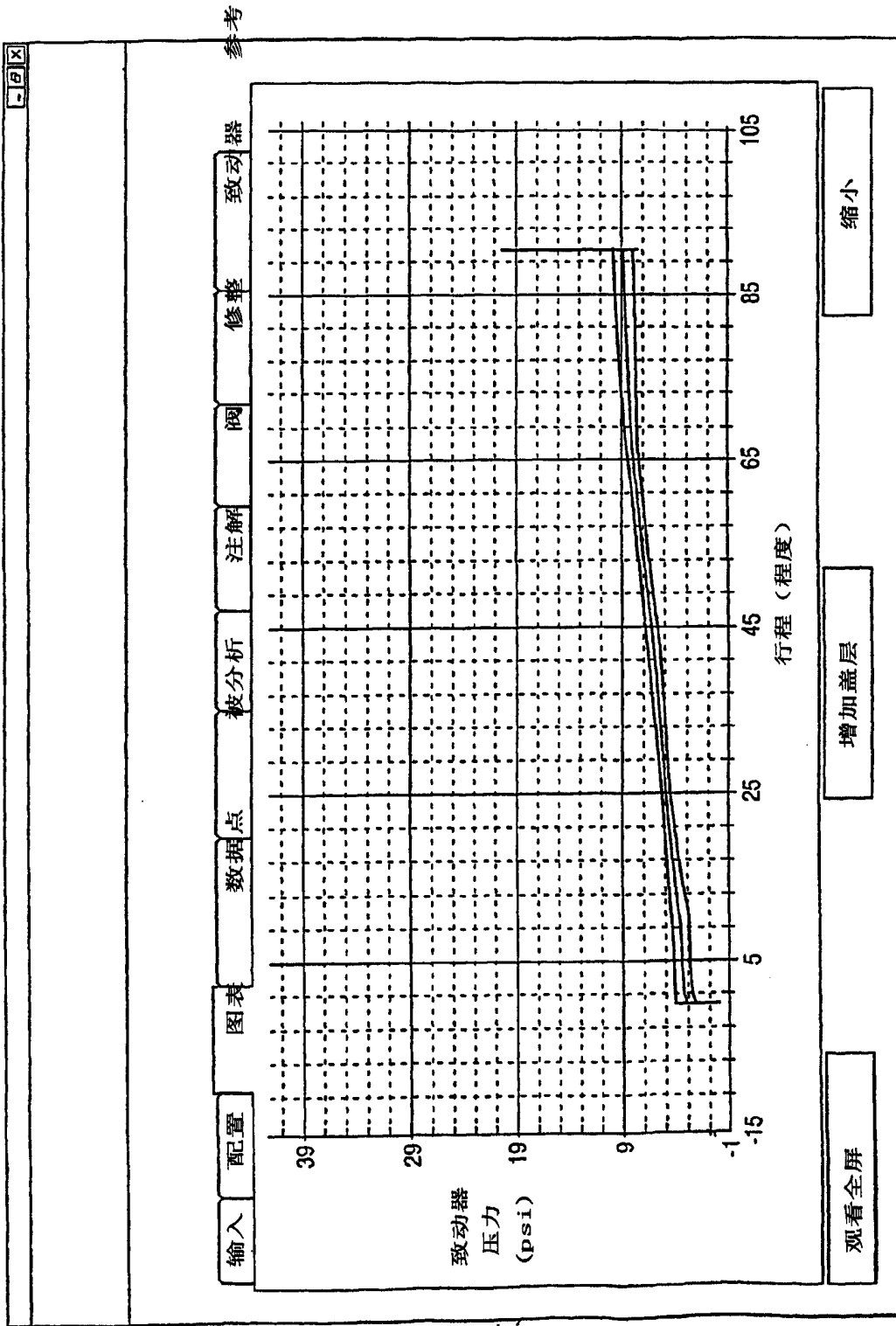


图 14

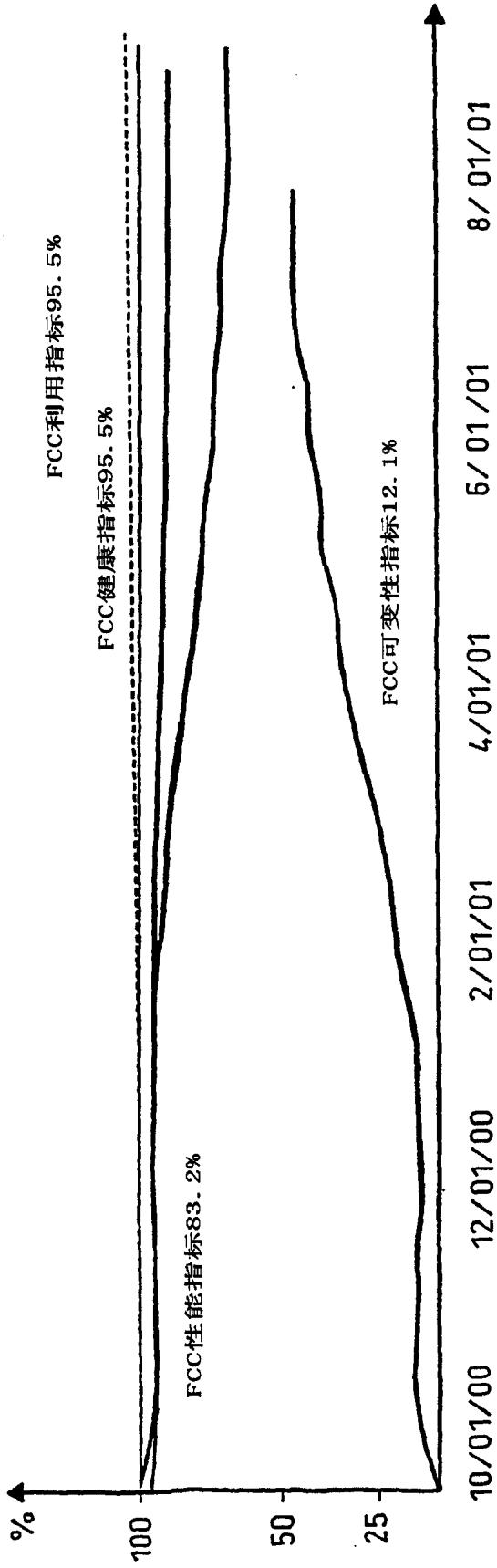


图 15

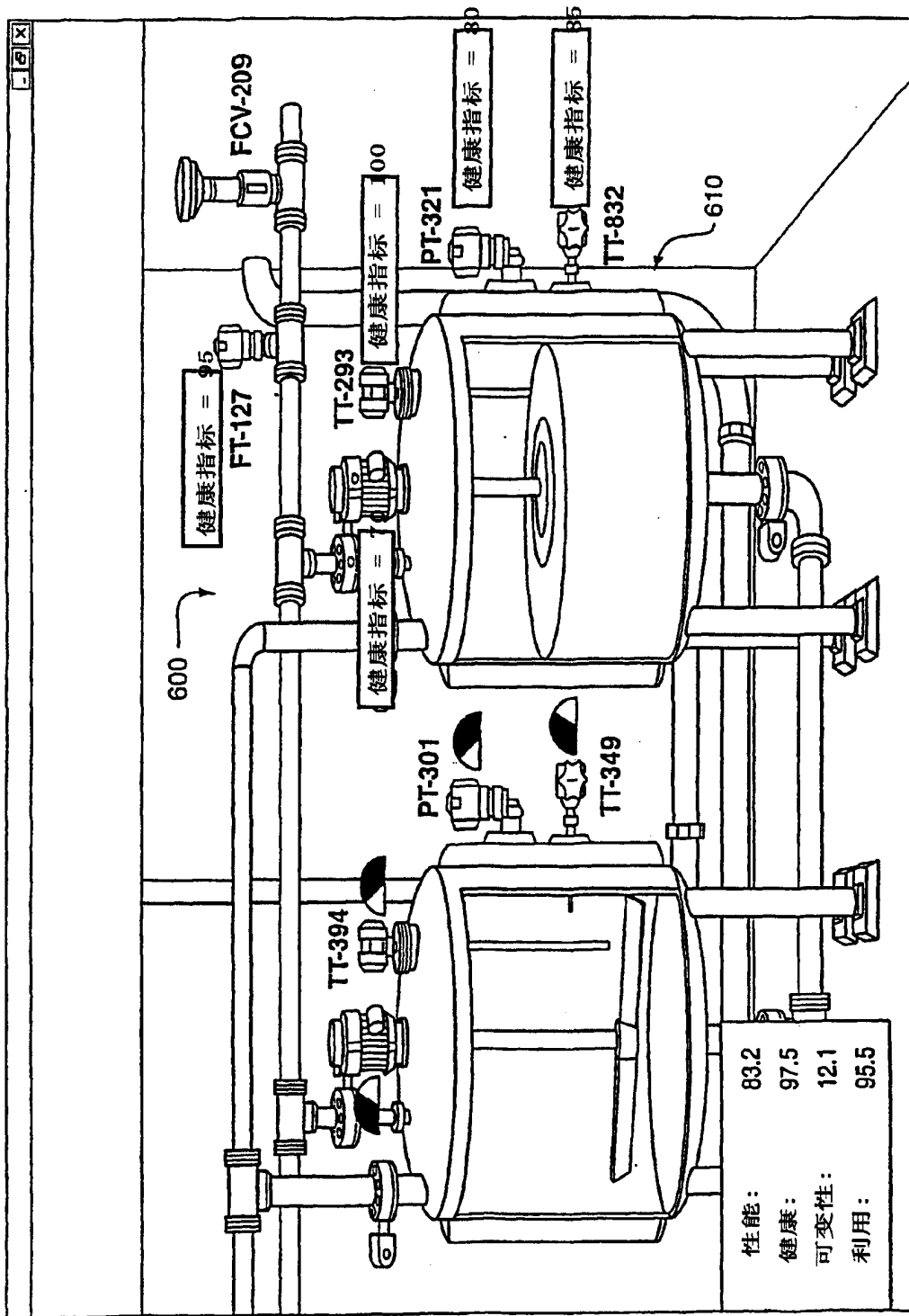


图 16

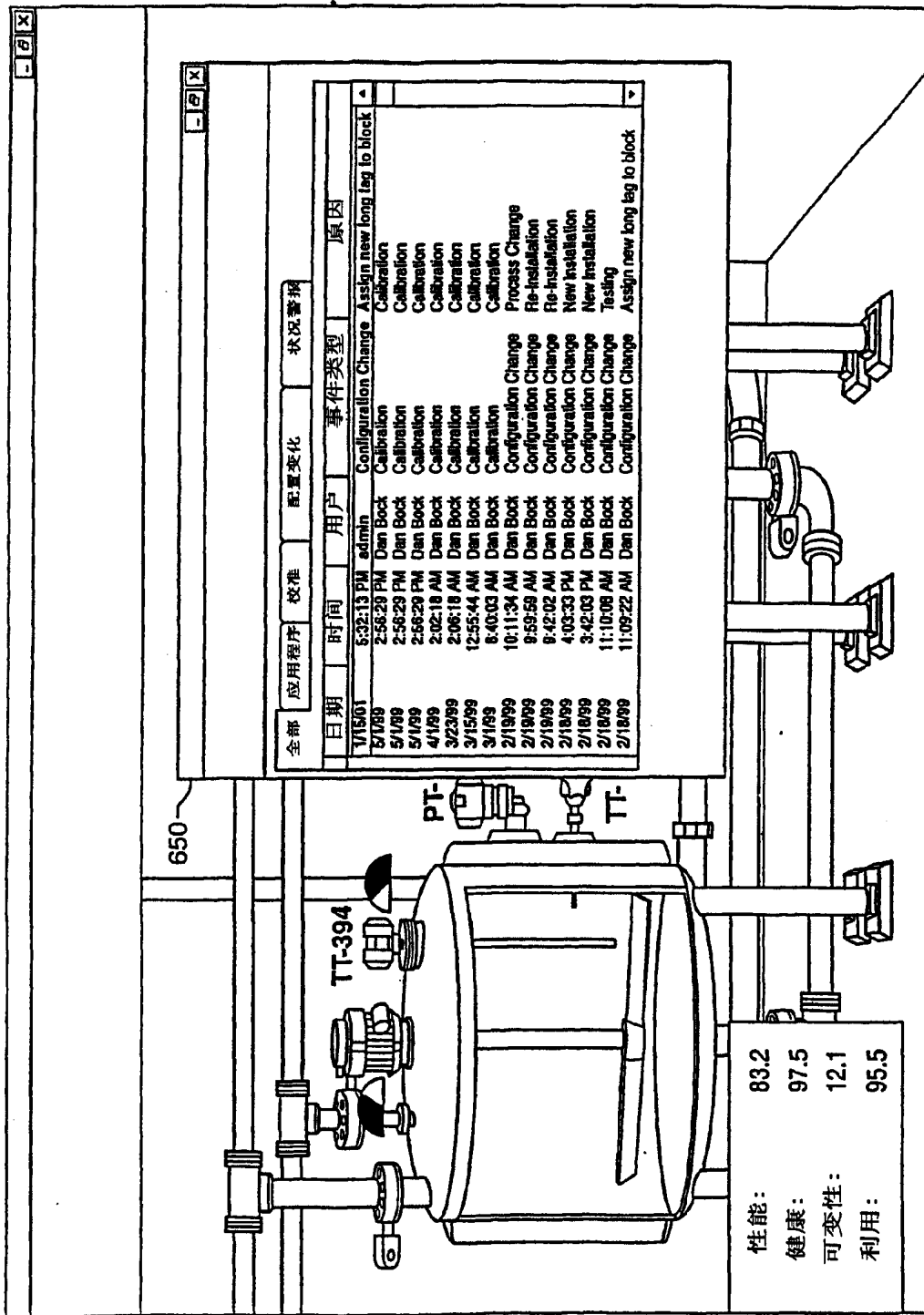


图 17



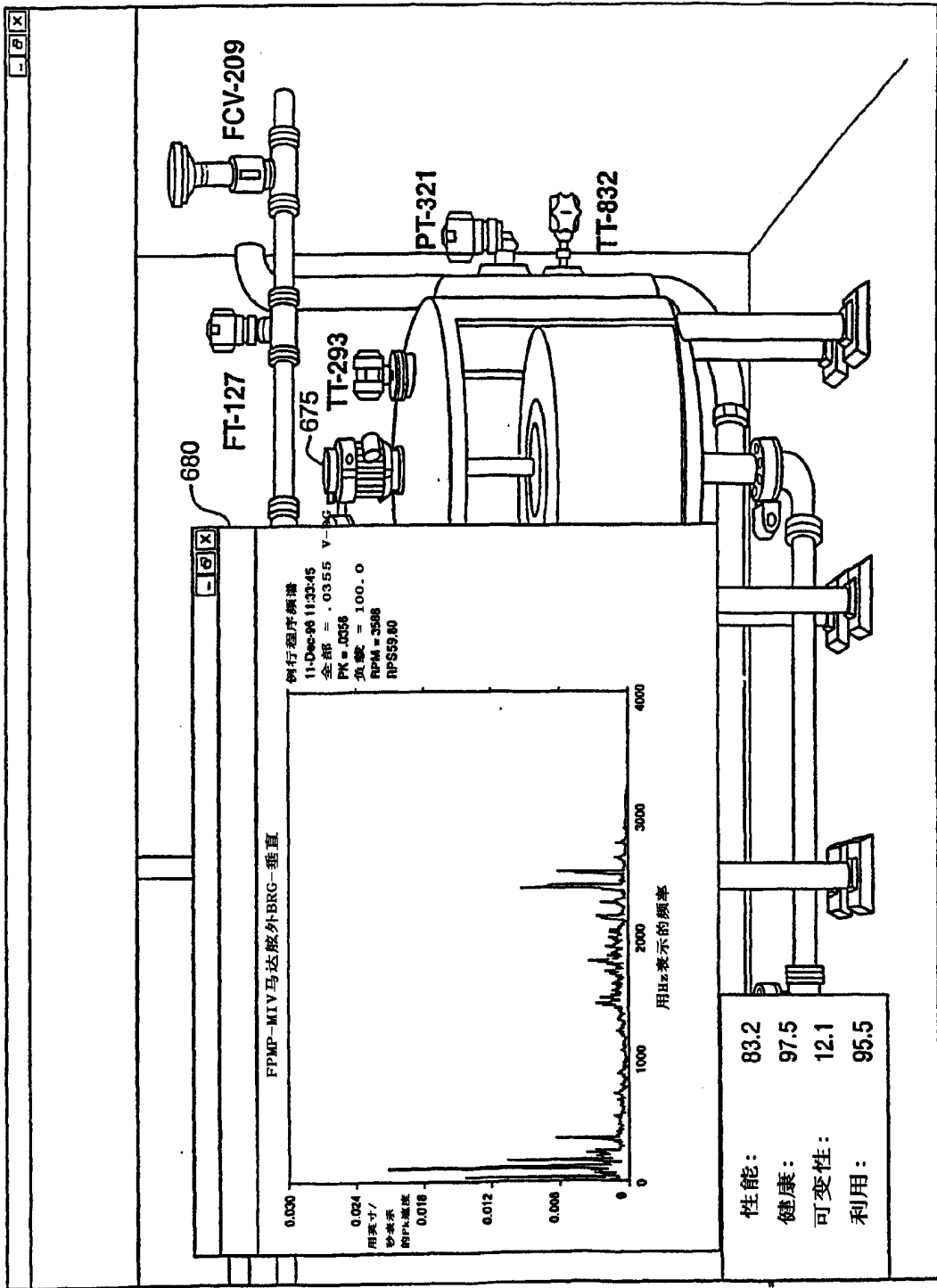


图 18

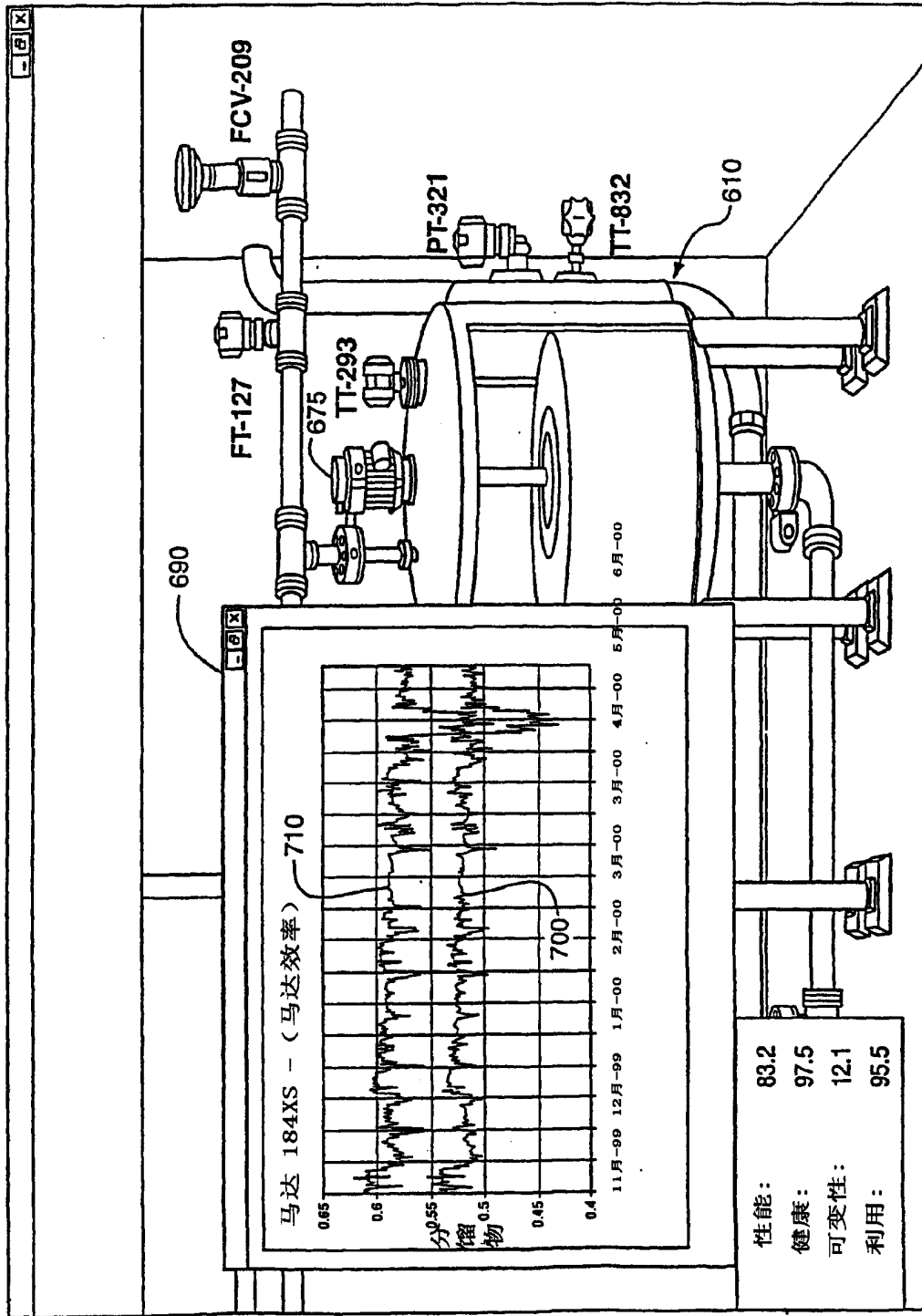


图 19

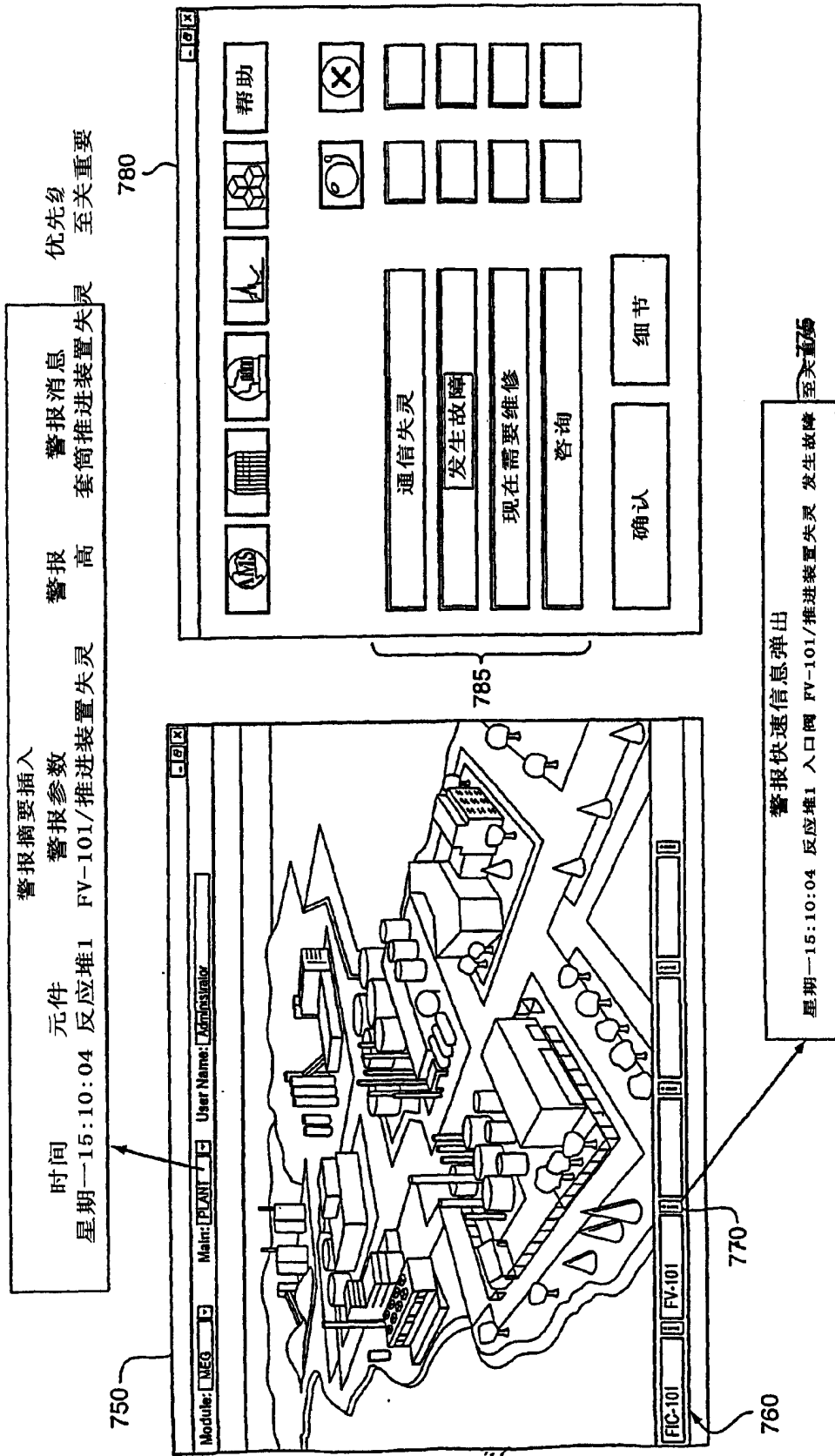


图 20

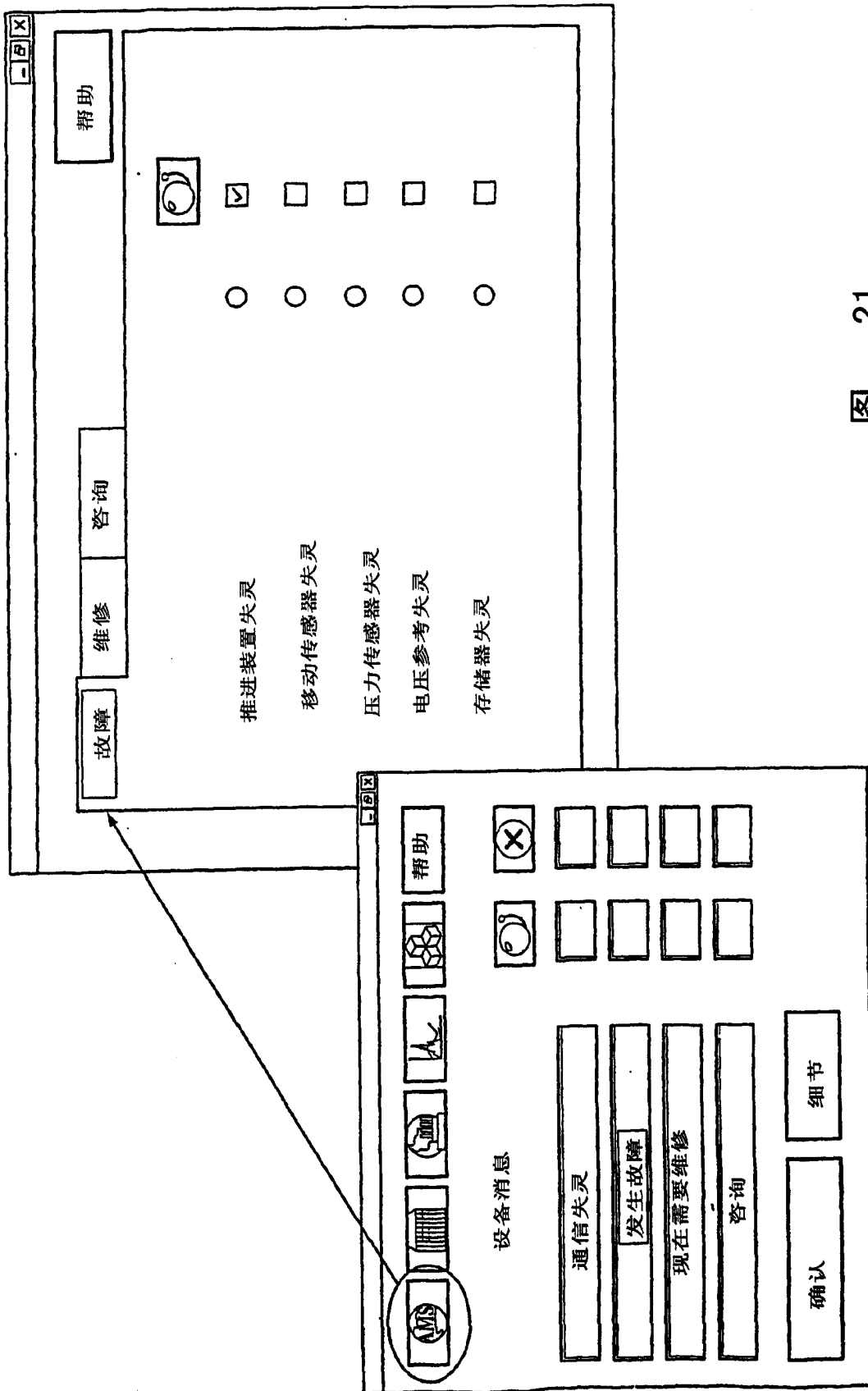


图 21

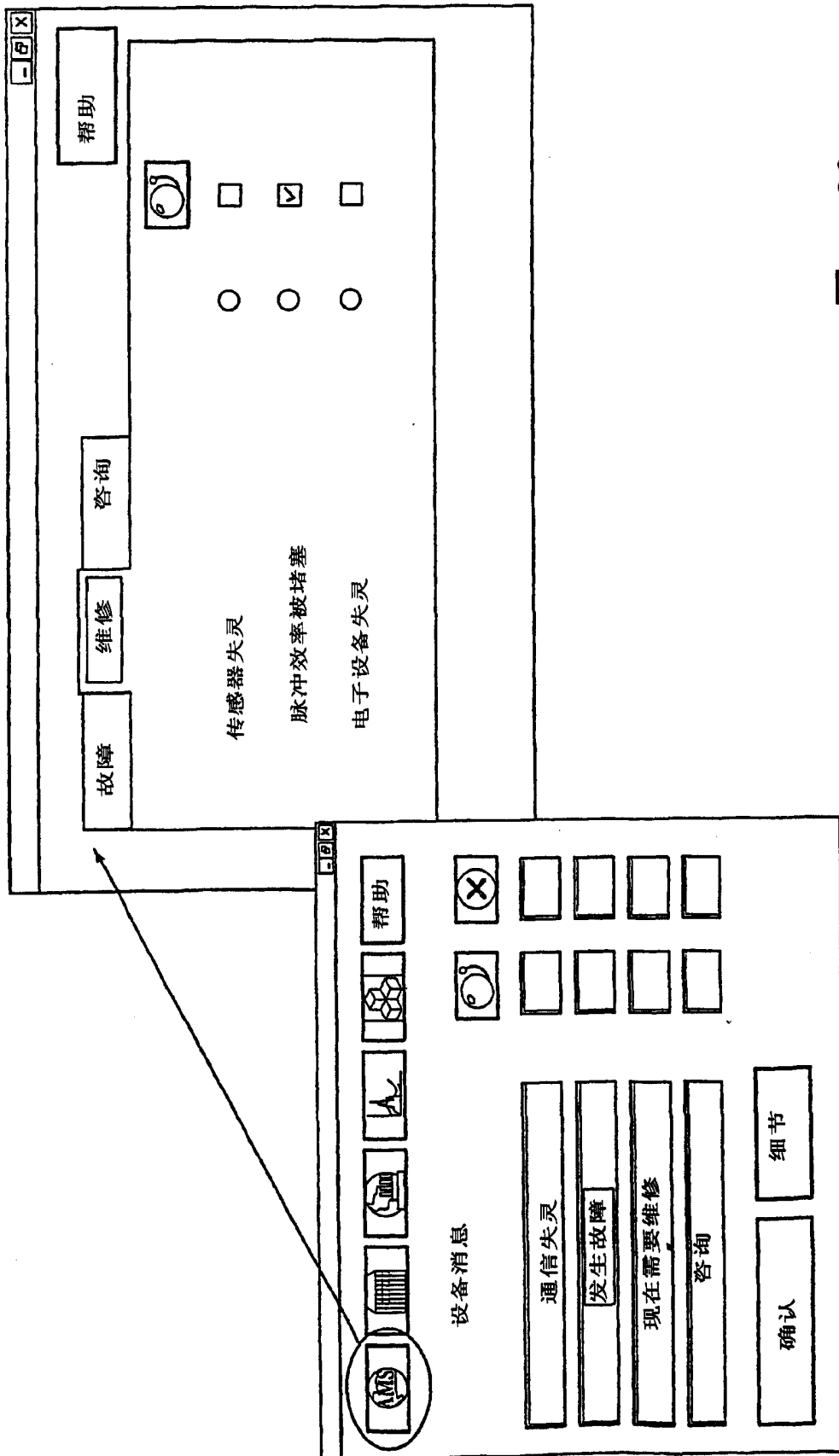


图 22

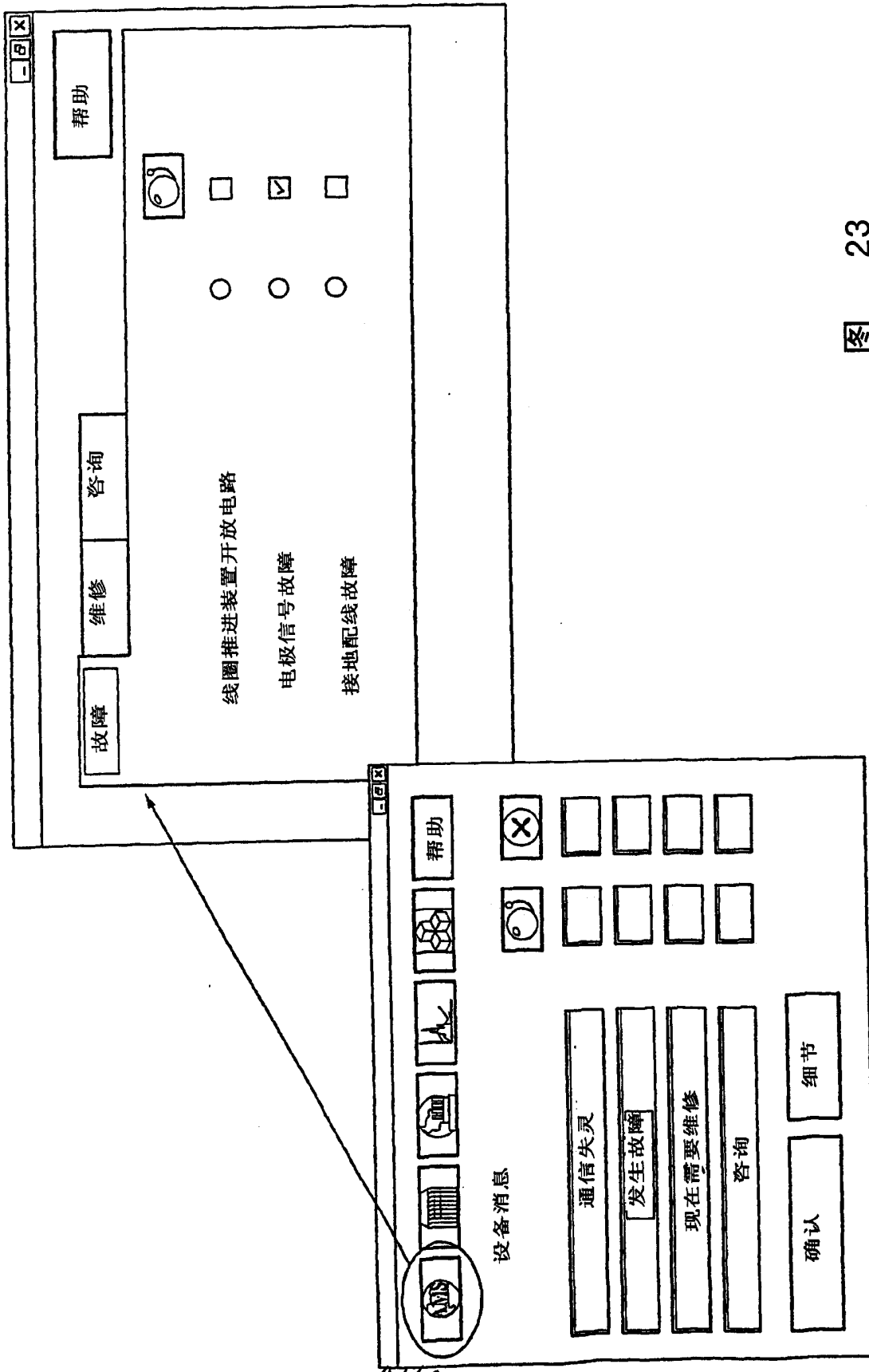


图 23

被检测的电极信号故障  
 流程信号已受到损害。过程变量的读数可能会小于预期的读数。

1. 除去流程管道接线板中的任何湿气或污染物，或者，如果可以应用的话，除去密封的电极箱。  
**警告！** 电极箱可以包含线路压力。在减压之前移走盖子可能会导致死亡或严重的伤害
2. 执行流程管道电阻测试。确定线圈接地（接地符号）与线圈（1或2）之间的电阻读数无限大。确定电极接地（17）与电极（18或19）之间的电阻读数大于2 kohms并在增加。要了解更详细的信息，可参考流程管道产品手册。
3. 验证流程管道被电连接到具有接地电极的过程、具有接地带的接地环或具有接地带的内衬保护器。
4. 用模型8714参考标准来验证发送器电子设备。应该按9.1 m/s (30 ft/sec) 来设置8714上的刻度盘。应该用标称的流程管道校准数（1000015010000000）和5 Hz线圈推进装置频率来设置发送器。
5. 适当地连接流程管道与流程管道上的发送器之间的配线。必须连接流程管道和发送器中的对应的线接板号码。

要停止电极信号故障检测，可使用变换器接线板器材中的诊断屏幕。

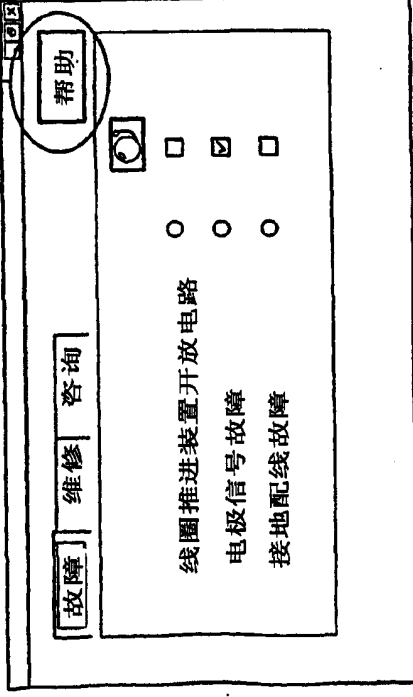
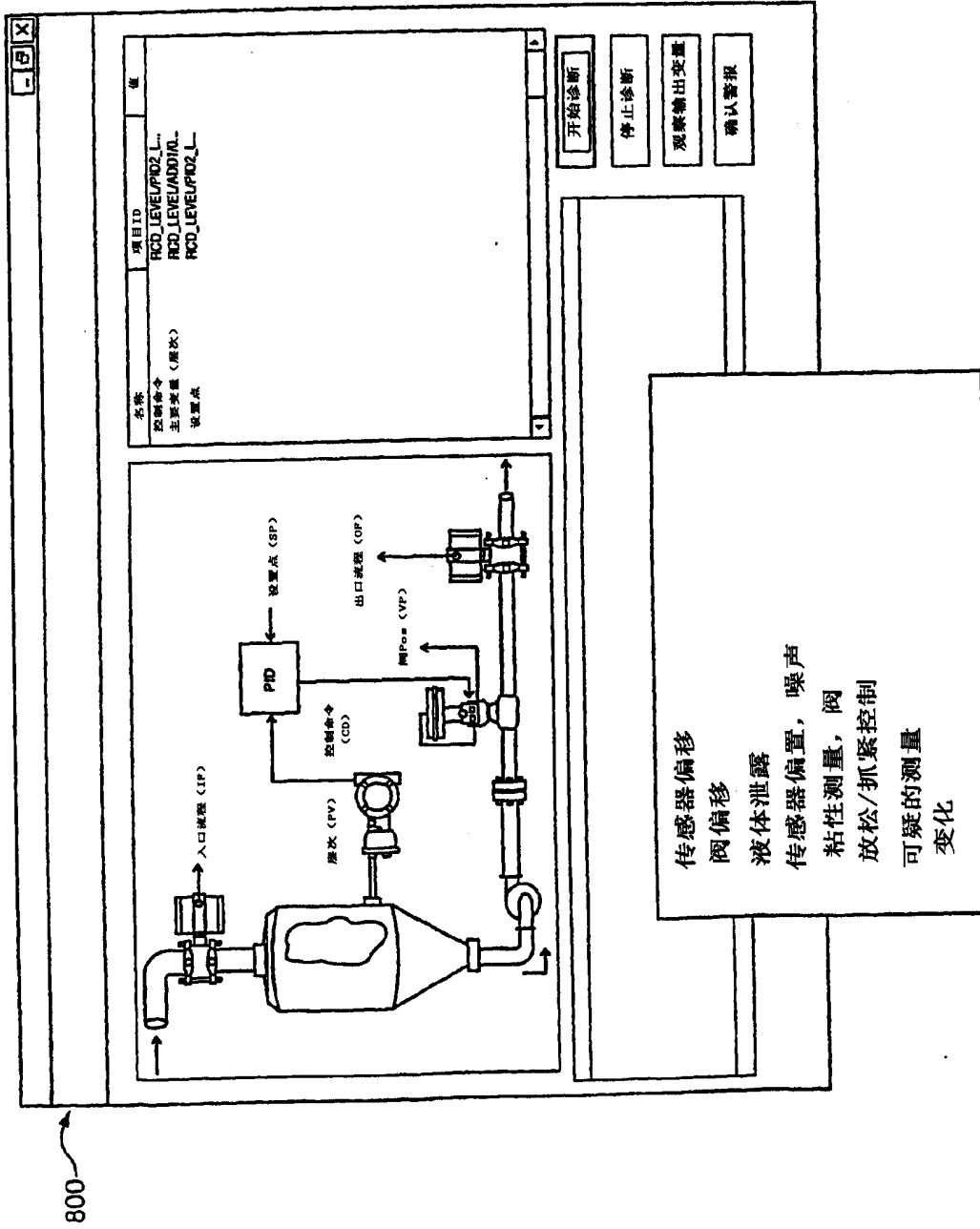


图 24



25





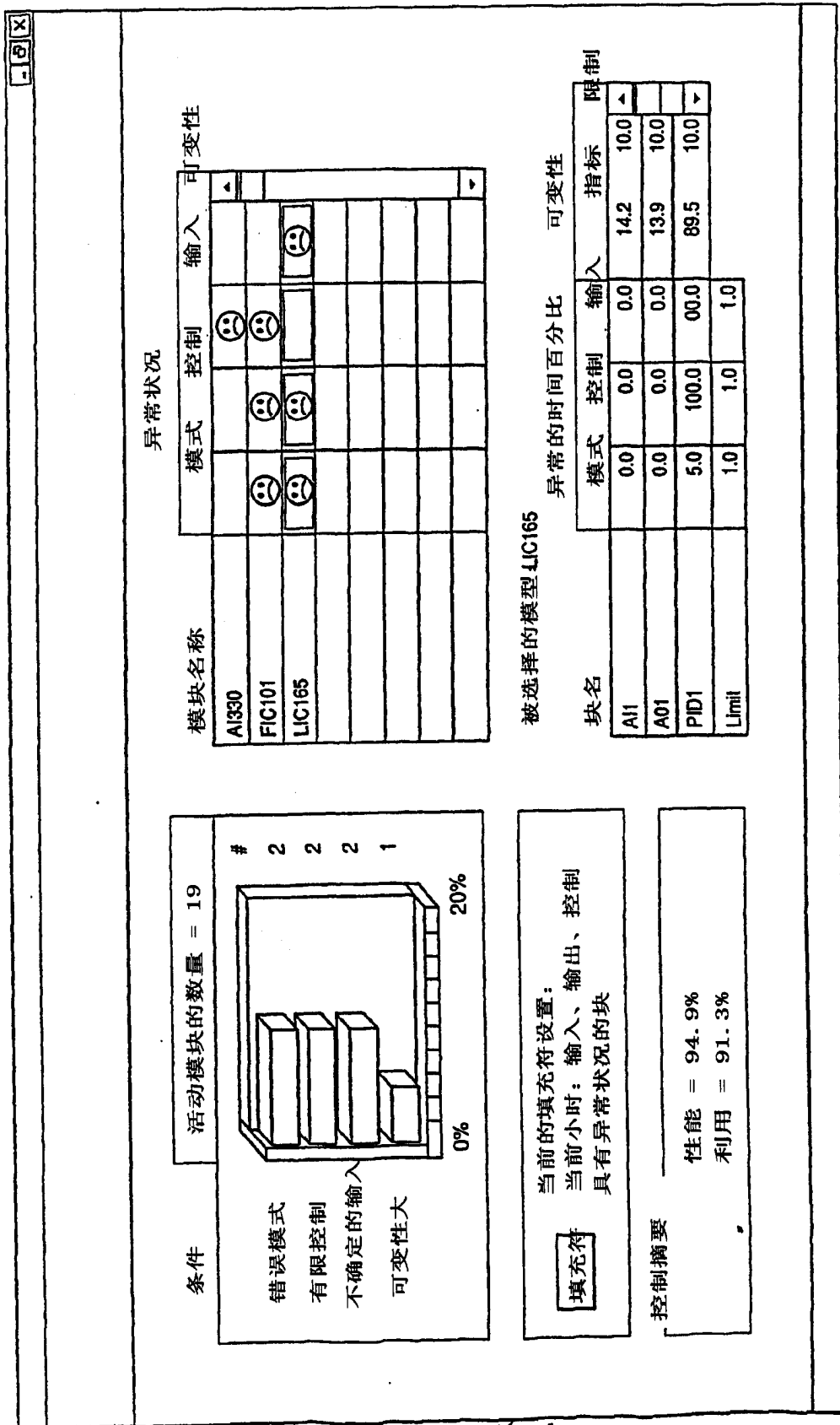


图 26

工作定单	计划	现状	成本	WO层级	安全计划	故障报告	被链接的文档
工作定单	工作定单	计划	现状	成本	WO层级	安全计划	故障报告
存货	设备	购买	计划	工作	日历	资源	自定义应用程序
设备	购买	计划	工作	日历	资源	自定义应用程序	设置
计划	工作	日历	资源	自定义应用程序	设置	效用	

工作定单	1194	SENSOR MEASUREMENT	WO优先级	5
位置	BDCUBE	AMS Business Development Cubicle	位置/设备优先级	
设备	TT-111	Rosemont 3044C in BD Cube	启用设备	Y
报告者	MAXIMO	报告者 8/18/00 1	担保日期	
状况	WSCH	状况日期 8/18/00 1	工作类型	EM
GL账户		向商店收费		
工作细节	问题	后续工作		
工作计划		开始WO		
安全计划		有后续工作吗		N
PM	AMS10130			
服务合同				
日程安排信息		责任		
开始	完成	监督者		
目标 8/18/00 11:42AM	8/18/00 11:42AM	工作组		
预定时间		领导行业/人		
实际时间		Modified		
估计期限	0.00	修改者	Maximo	
剩余期限		日期	8/18/00 1	
		可中断?		

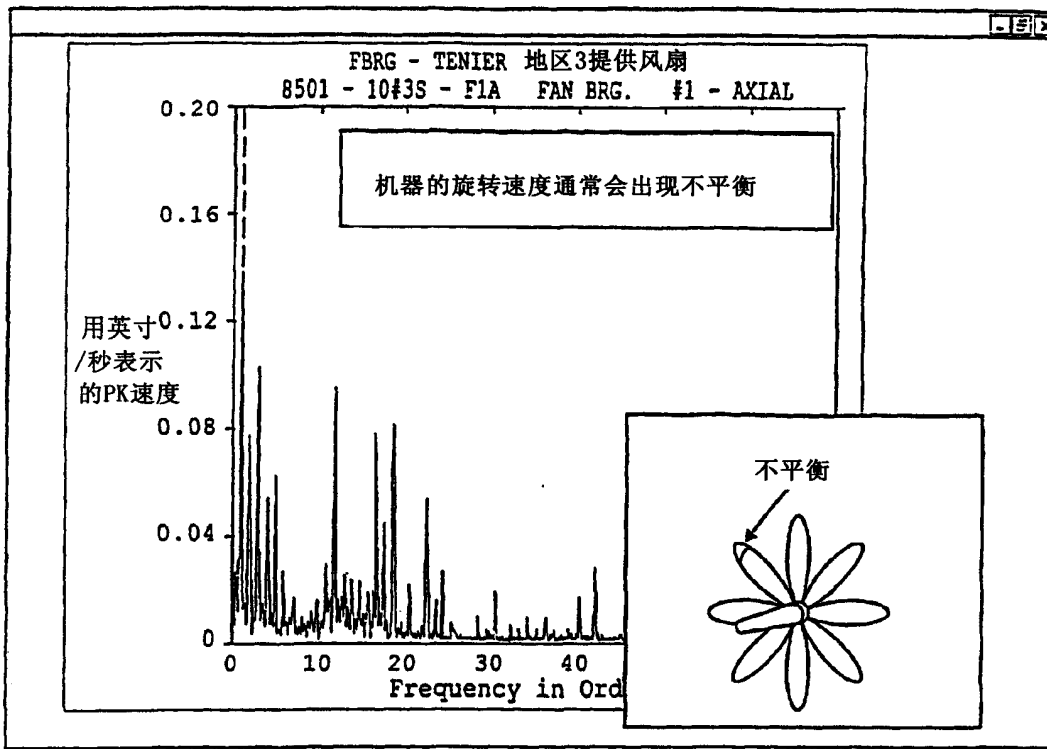


图 28

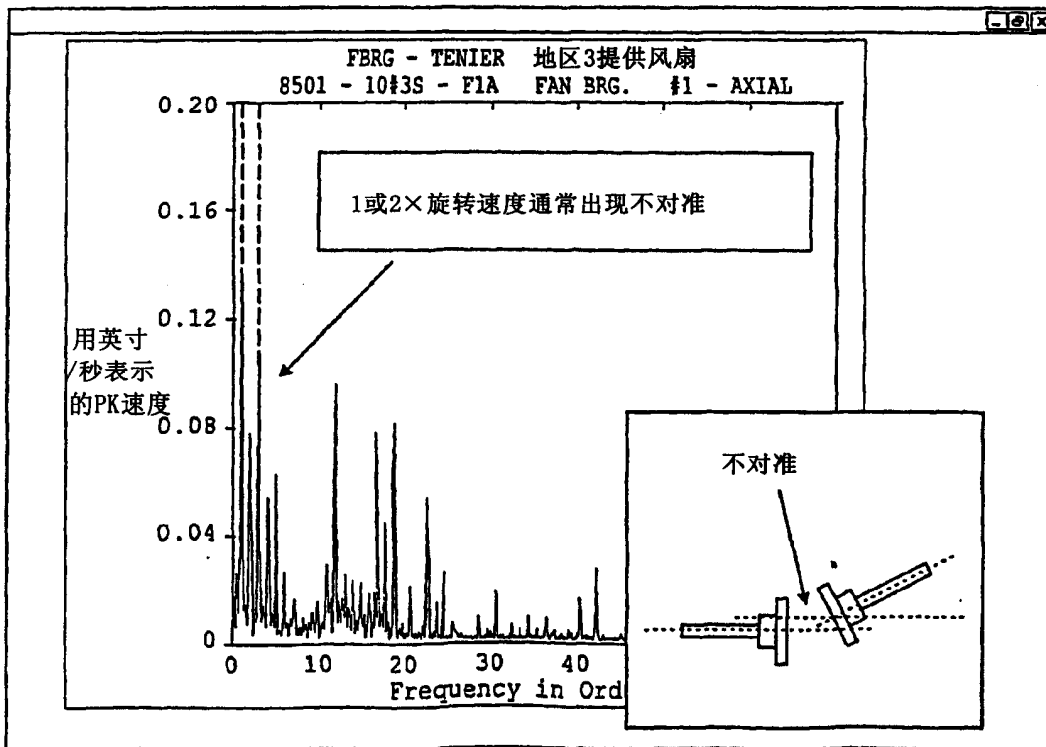


图 29

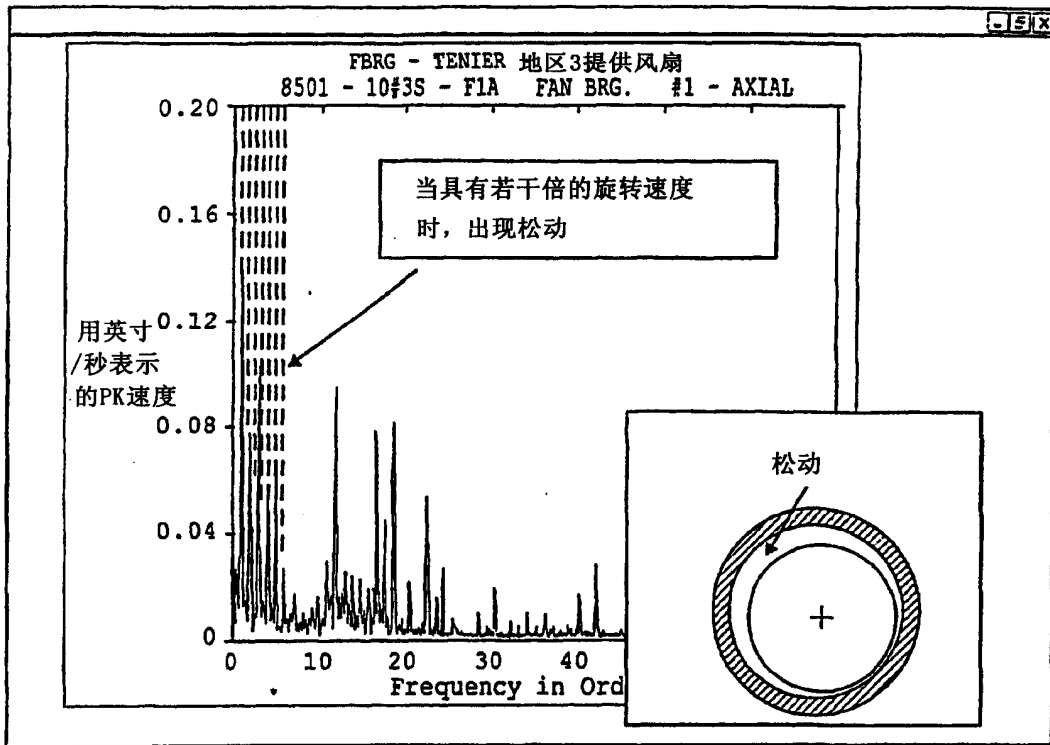


图 30

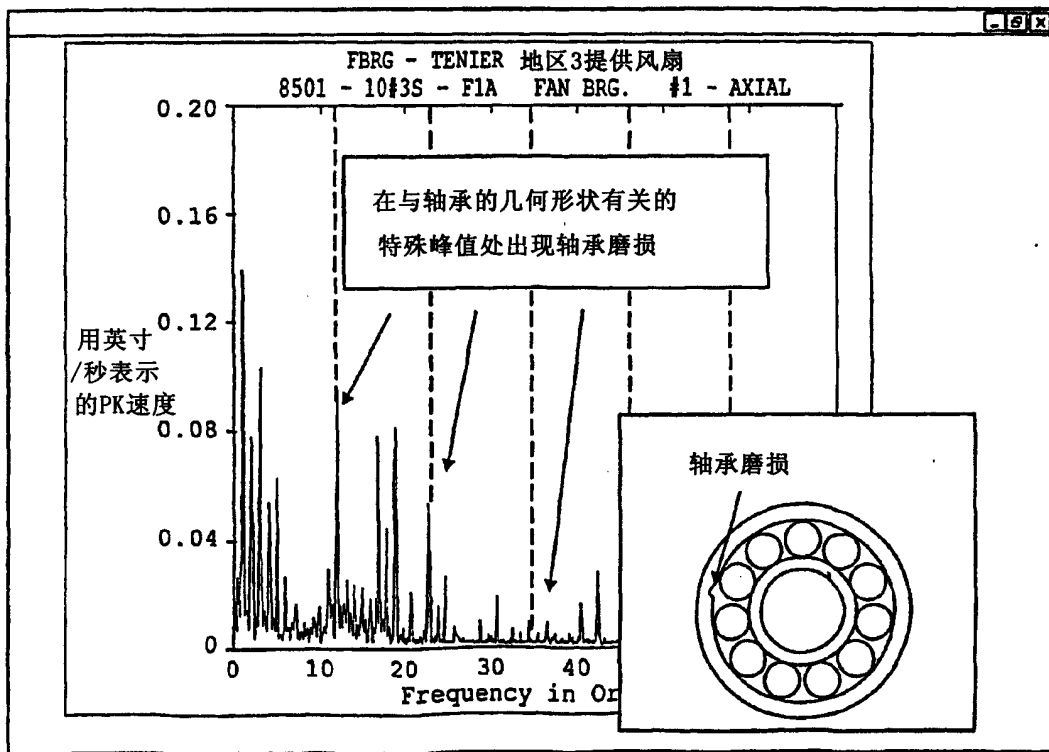


图 31

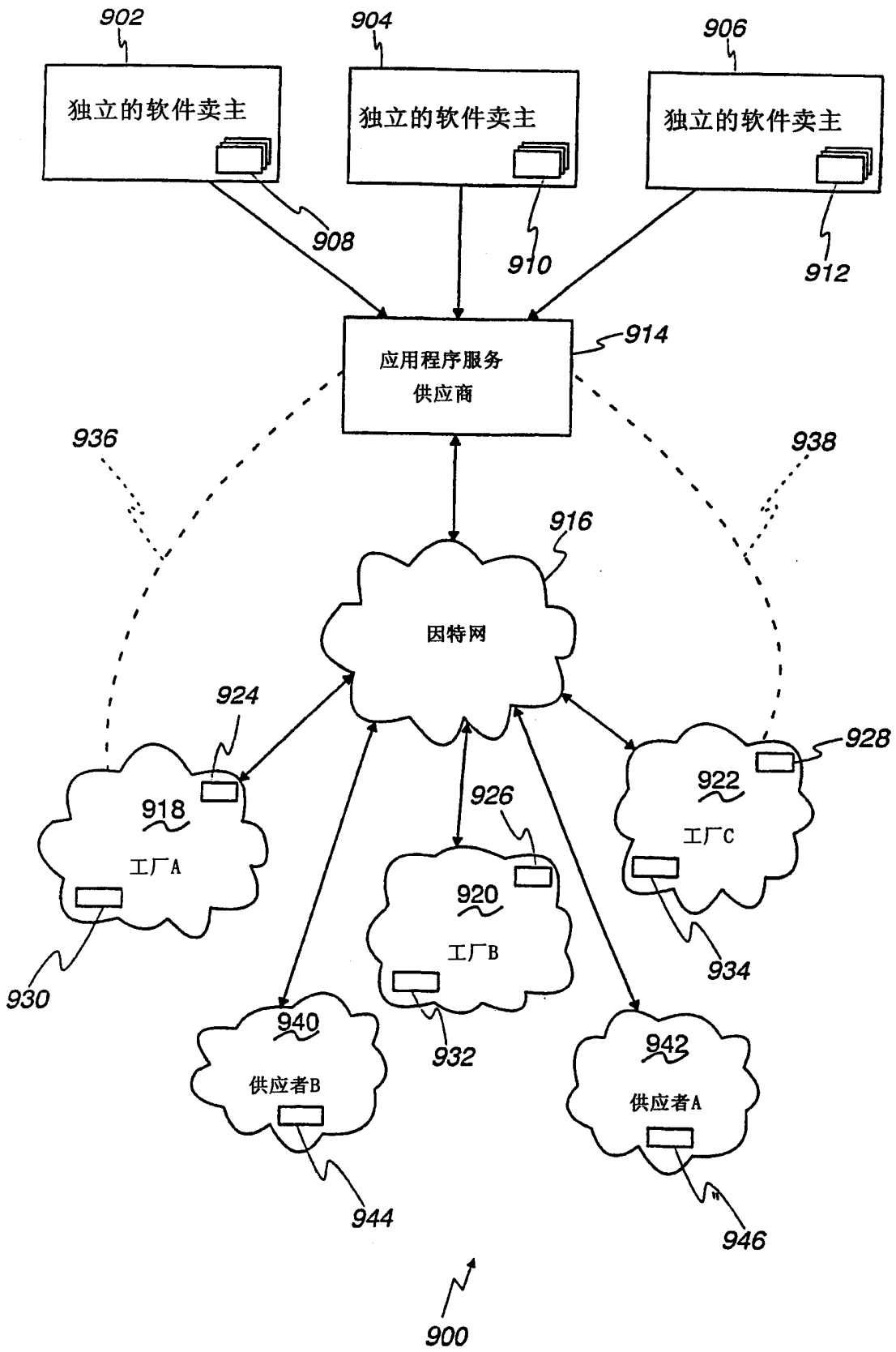


图 32

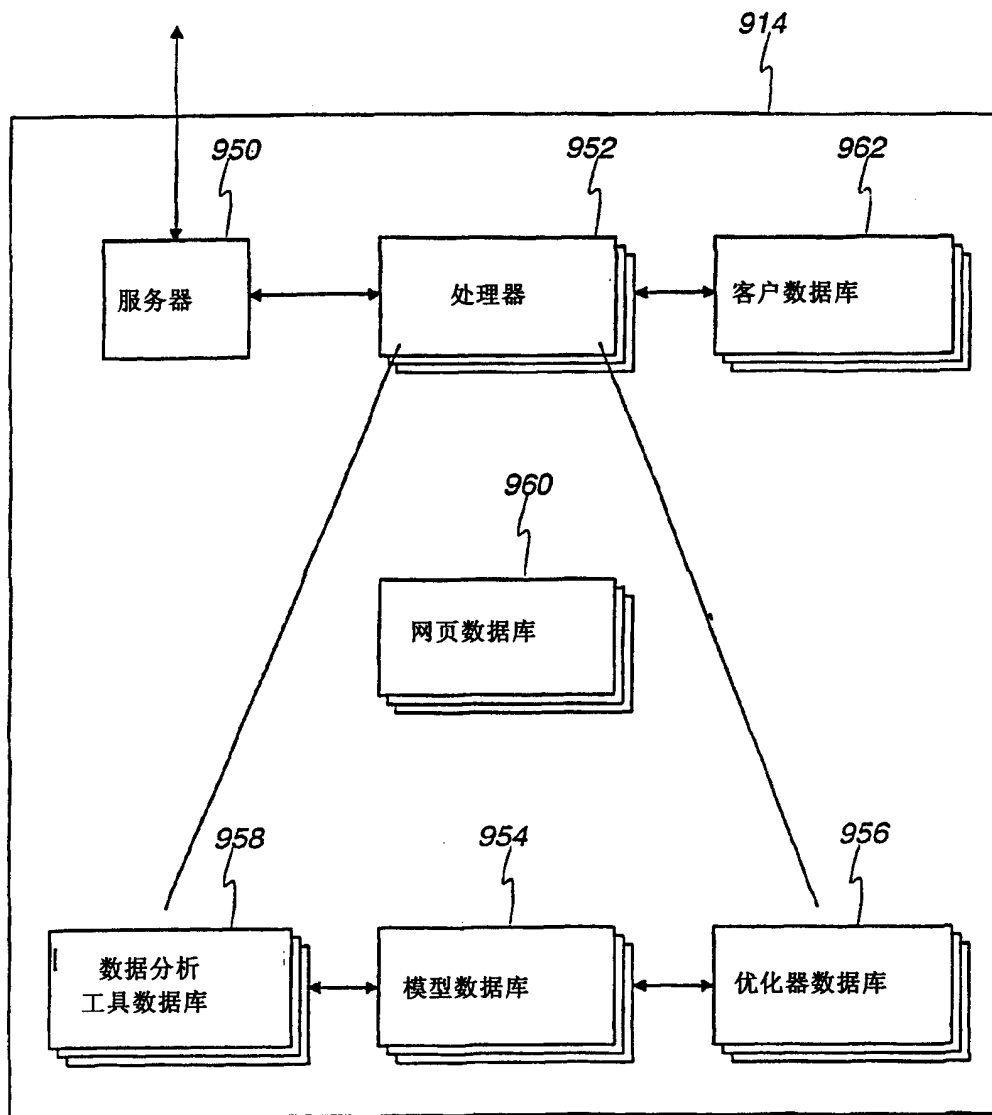


图 33

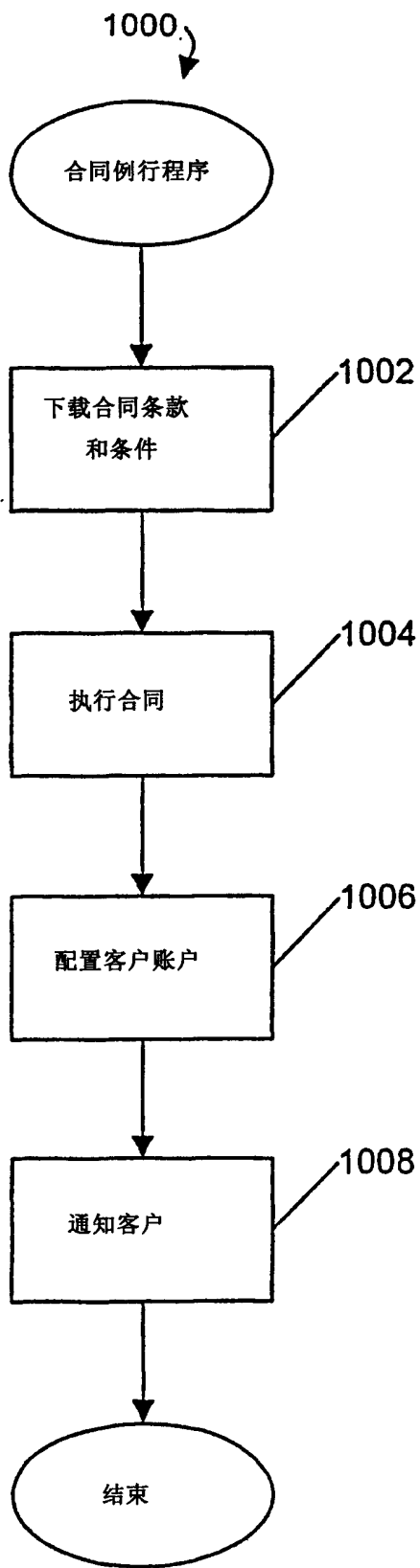


图 34

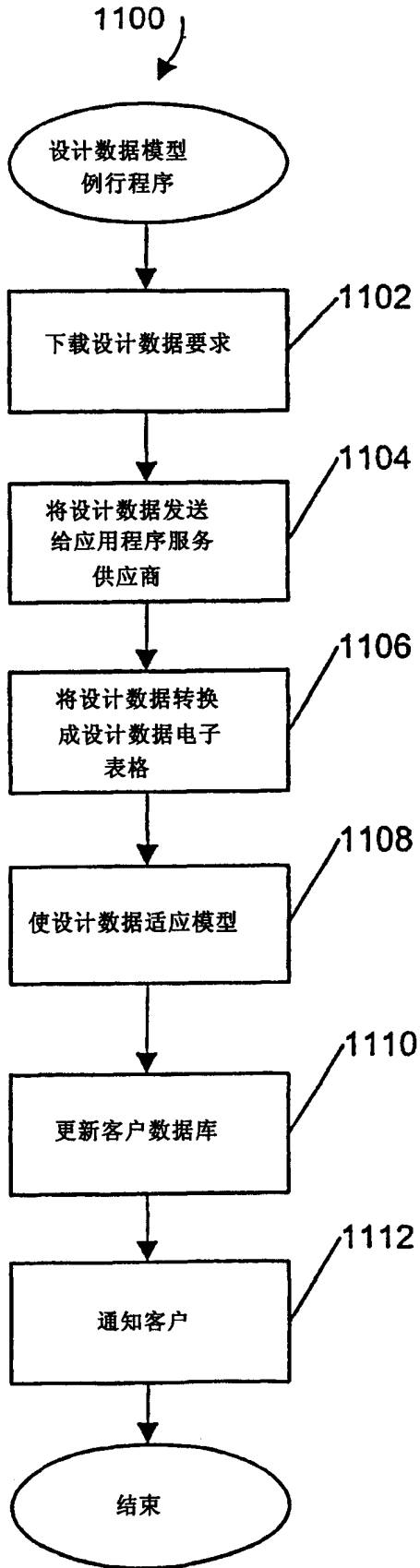


图 35



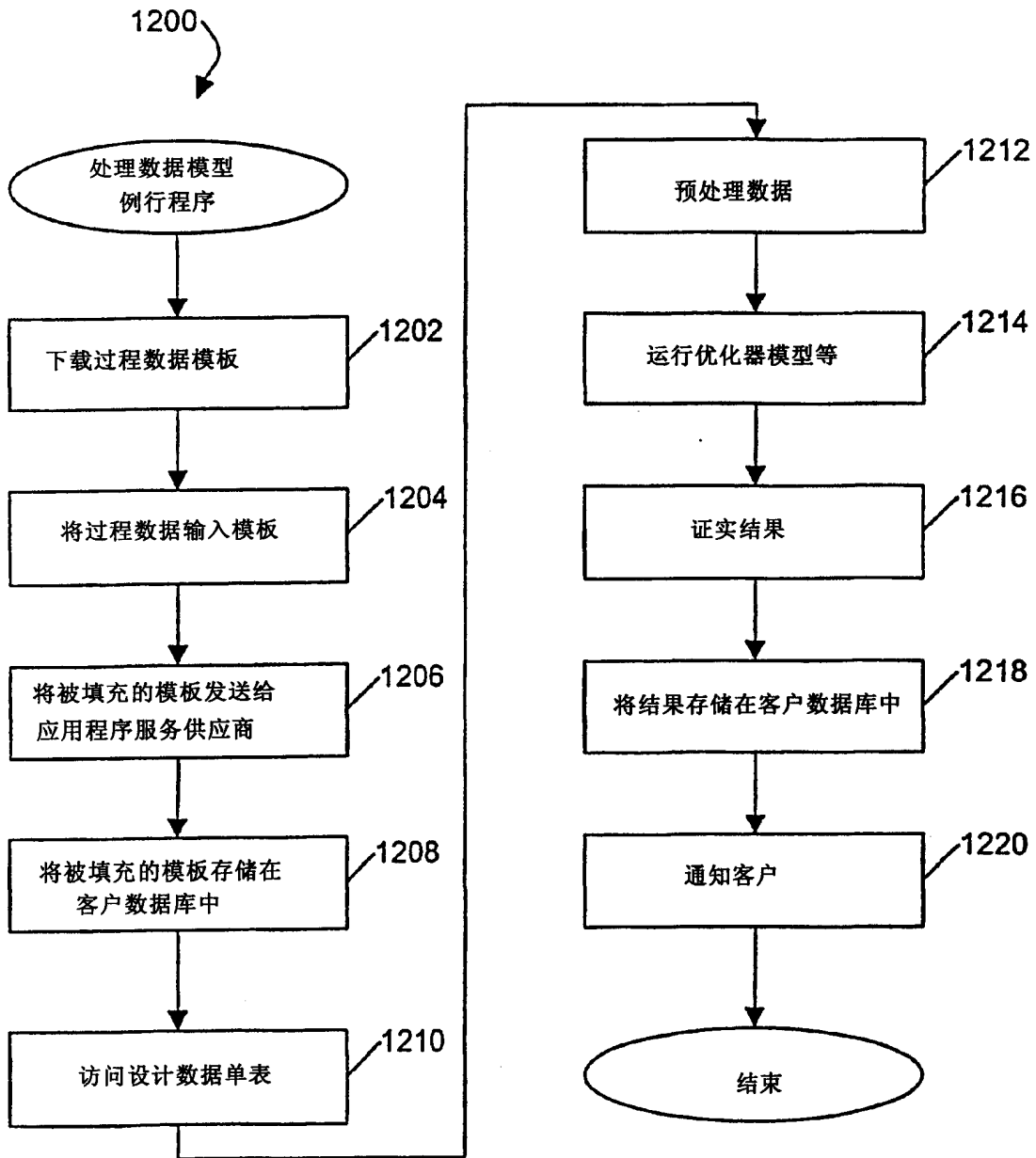


图 36

请点击任何列出的元件名称，以获得性能监控结果

工厂-英国

元件名称	类型	说明	
CR-1000	压缩机	Sulzer涡轮 (RB28-6致密状态压缩机)	✕
CR-2000	压缩机	Sulzer涡轮 (RB28-6致密状态压缩机)	✕
GT-500	气轮机	Alstorn动力机械推进装置旋风	△
CP150	泵	纯银无比8175	✓
CP151	泵	纯银无比AEF	✓
CP152	泵	纯银Halberg HE5	△

给客户的注解  
 ① 这是展示区。  
 ② 已禁止使用  
 许多选项。

工厂B-美国

元件名称	类型	说明	
CP-852-A	压缩机	Ingersoll Rand (MTGB 852 RE)	✕
CP-852-B	压缩机	Ingersoll Rand (MTGB 852 RE)	✕
CP-533-B	压缩机	Ingersoll Rand (MTGB 533 RE)	△
AP-GT35-B	气轮机	Alstorn动力机械推进装置GT35	△
AP-TB5000-A	气轮机	Alstorn动力机械推进装置TB5000	✕

工厂C-德国

元件名称	类型	说明

工厂-英国

给客户的注解  
 ① 这是展示区。  
 ② 已禁止使用  
 许多选项。

37

90

请选择  
[CR-1000] [GO]

合同

设计数据

过程数据

结果

**CR-1000: 压缩机**  
1000摘要

操作时期

操作开始时间	2000年4月1日00:00
操作结束时间	2001年3月27日15:00
可用性	88.48%
各个故障之间的平均时间	70小时
开端	105
运行小时	7486小时
平均的离线时间	11小时

最高的多变的效率

值	61.83 %
发生时间	2000年12月26日00:00
效率调整调节 (+)	-0.10
头部调整调节 (x)	0.81

最低的多变的效率

值	44.26 %
Occurrence On	07.Feb.2001.00.00

① 给客户注解

② 26/05/00: GI变化

③ 19/06/00 22:00: 在线洗涤

④ 09/07/00 06:00: 在线洗涤

⑤ 29/07/00 15:00: 在线洗涤

⑥ 10/09/00: 增加来自designee 2000/mmsef的基于大规模老化的成本核算信息。

⑦ 10/09/00: 增加基于水洗/驱动维修的维修信息。

⑧ 09/09/00 21:00: 怀疑仪器X。用以前的72个小时来替换数据。平均数。

⑨ 07/02/01 05:00: 修理仪器X。

⑩ 水洗  
2001年1月13日08:54

① 请连接

② CR-1000

③ 在版结果

④ 摘要

⑤ 压缩机效率

⑥ 压缩机轴杆

⑦ 入口状况

⑧ 出口 (实际的和预测的)

⑨ 偏离设计

⑩ 性能偏离的成本

⑪ 设计结果

⑫ 多变的效率

⑬ 多变的头部

⑭ 因特网

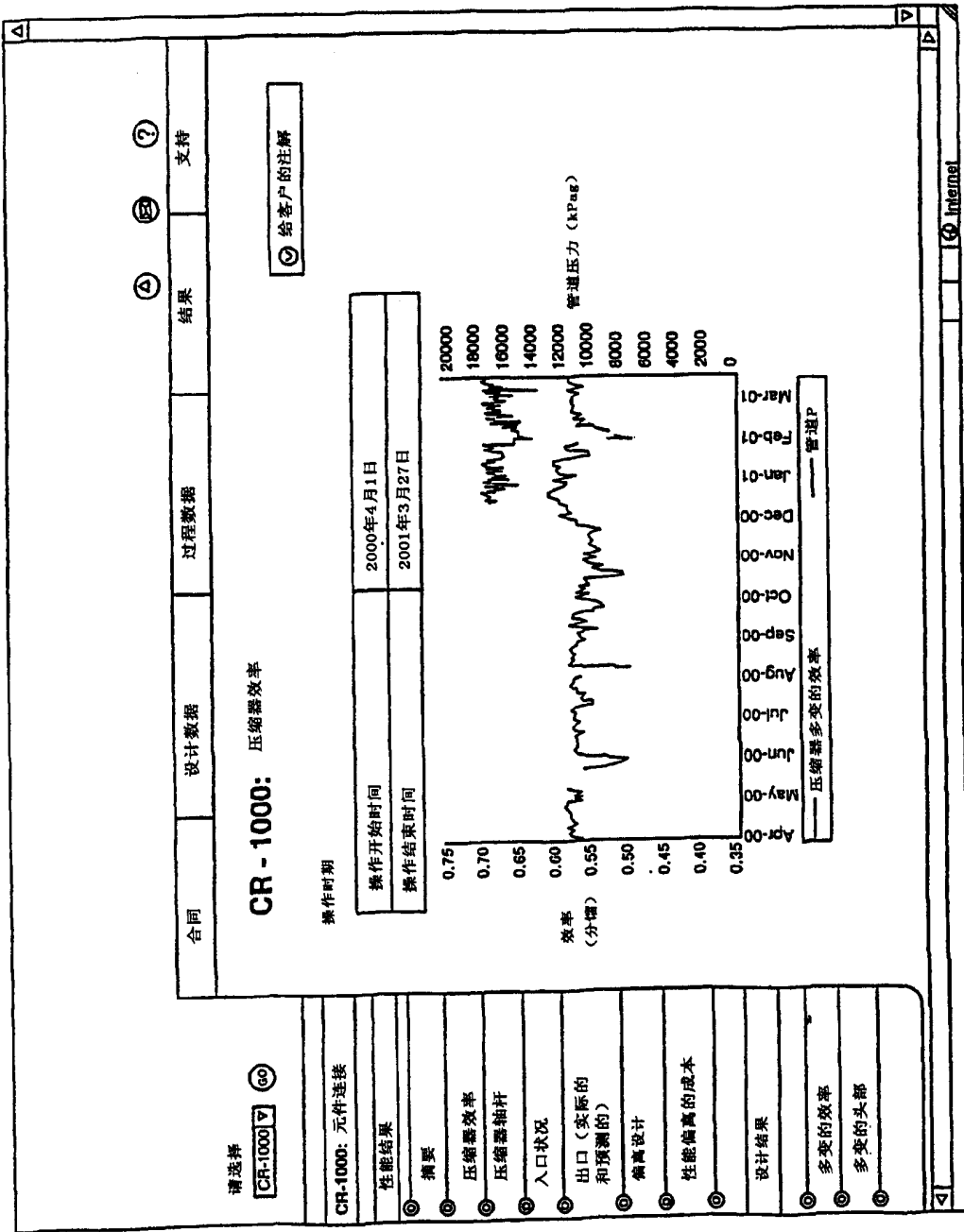


图 39

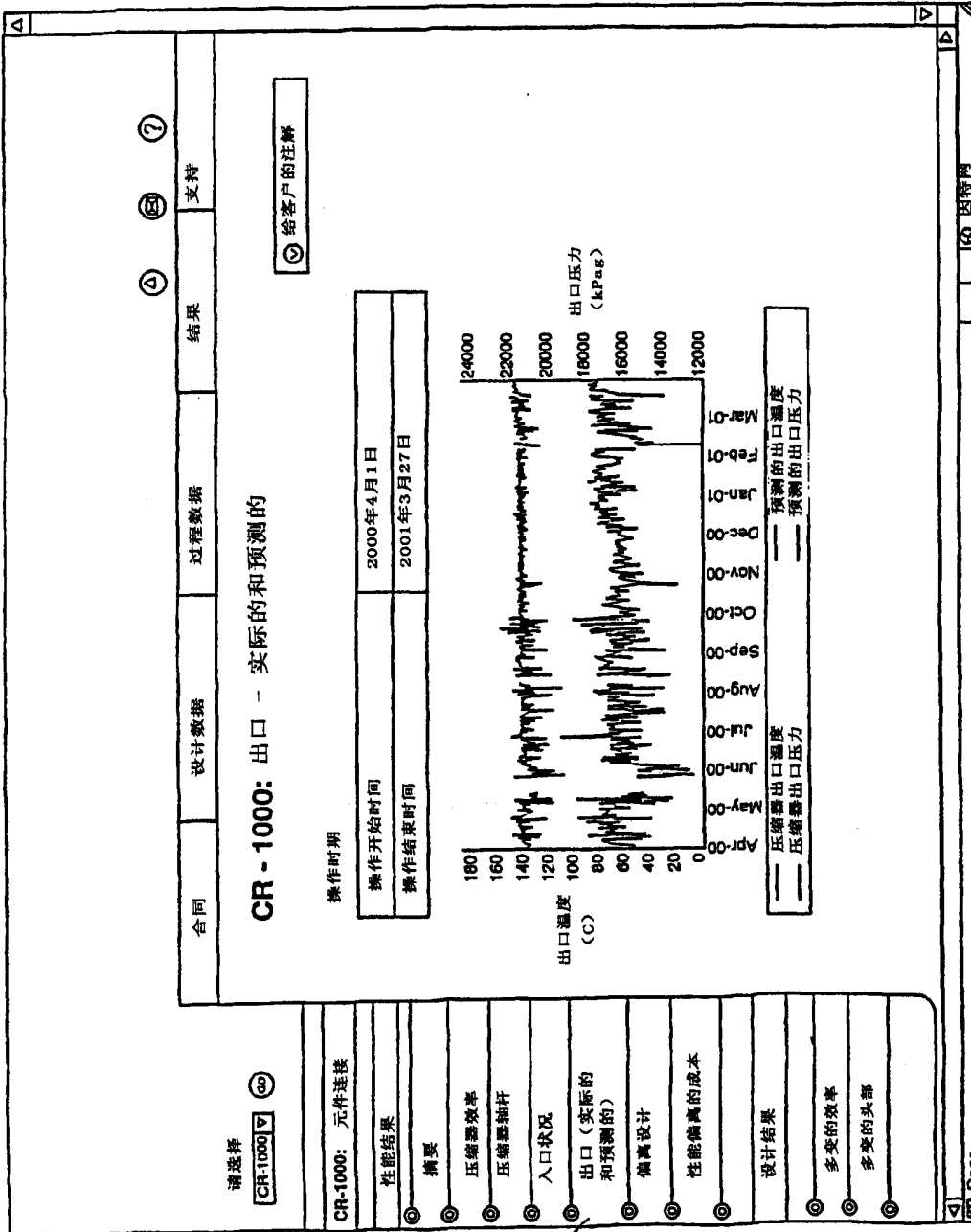
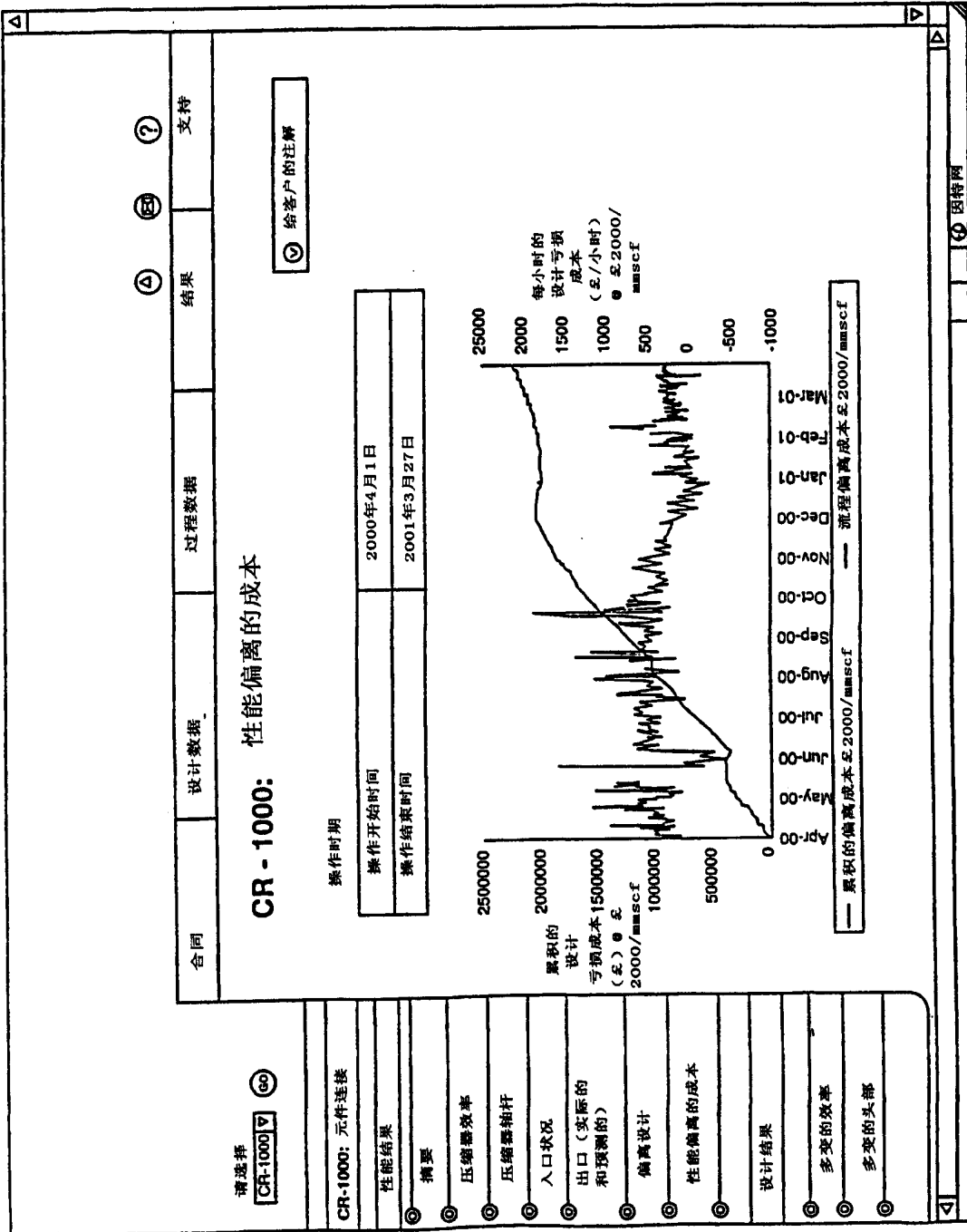


图 40



41

