



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102549512 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201080046389. 3

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22) 申请日 2010. 08. 02

代理人 蒋骏 卢江

(30) 优先权数据

61/234174 2009. 08. 14 US

12/639740 2009. 12. 16 US

(51) Int. Cl.

G05B 19/418(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 04. 13

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/044116 2010. 08. 02

(87) PCT申请的公布数据

W02011/019537 EN 2011. 02. 17

(71) 申请人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国新泽西州

(72) 发明人 J. Z. 卢

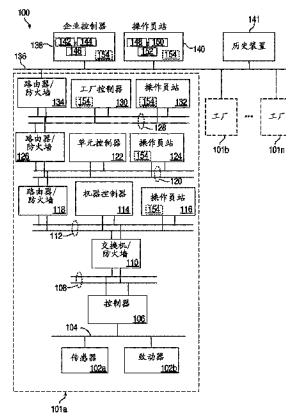
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于为企业优化而整合计划、调度和控制的装置和方法

(57) 摘要

一种方法,包括从一个或多个第一过程控制系统组件(210-212)接收(502)第一输入数据。该方法还包括从一个或多个第二过程控制系统组件(202a-202o, 204a-204n, 206a-206p, 208a-208m)接收第二输入数据。此外,该方法包括执行迭代过程,其包括:使用该第一输入数据来识别(506)对至少一个目标量的一个或多个调整,使用该一个或多个调整来识别(508)一个或多个贡献值,以及使用该一个或多个贡献值和该第二输入数据来识别(510)一个或多个估计的产品产量。每个目标量与要被生产的至少一个中间产品或最终产品相关联。每个贡献值基于中间产品对多个最终产品中的每个最终产品的贡献。每个估计的产品产量与要被生产的中间产品和最终产品之一的预期量相关联。



1. 一种方法,包括:
 - 从一个或多个第一过程控制系统组件(210-212)接收(502)第一输入数据;
 - 从一个或多个第二过程控制系统组件(202a-202o, 204a-204n, 206a-206p, 208a-208m)接收第二输入数据;以及
 - 执行迭代过程,其包括:
 - 使用该第一输入数据来识别(506)对至少一个目标量的一个或多个调整,每个目标量与要被生产的至少一个中间产品或最终产品相关联;
 - 使用该一个或多个调整来识别(508)一个或多个贡献值,每个贡献值基于中间产品对多个最终产品中的每个最终产品的贡献;以及
 - 使用该一个或多个贡献值和该第二输入数据来识别(510)一个或多个估计的产品产量,每个估计的产品产量与要被生产的中间产品和最终产品之一的预期量相关联。
2. 权利要求1的方法,其中:
 - 从以下至少之一接收该第一输入数据:计划应用和调度应用;以及
 - 从控制至少一部分产业过程的至少一个过程控制器(106, 114, 122, 130)接收该第二输入数据。
3. 权利要求1的方法,其中:
 - 执行迭代过程包括执行该过程的多重迭代;以及
 - 识别对至少一个目标量的一个或多个调整包括使用该第一输入数据和在该过程的先前迭代期间所识别的一个或多个在先估计的产品产量。
4. 权利要求1的方法,其中:
 - 识别一个或多个贡献值包括对多个值求和,每个值基于中间产品对最终产品之一的贡献百分比与该最终产品的价格的乘积;以及
 - 基于用于该最终产品的高和低库存预计可调整每个最终产品的价格。
5. 权利要求1的方法,其中:
 - 执行该迭代过程包括执行该过程的多重迭代;以及
 - 当从一次迭代到下一次迭代的一个或多个调整或估计的产品产量之间的改变小于阈值量时,该迭代过程停止(514)。
6. 权利要求1的方法,进一步包括,当该迭代过程停止时:
 - 对一个或多个第一过程控制系统组件提供(520)该一个或多个估计的产品产量;以及
 - 对一个或多个第二过程控制系统组件提供(518)该一个或多个贡献值;
 - 其中该一个或多个估计的产品产量作为代理以将与操作约束有关的信息提供给一个或多个第一过程控制系统组件,该操作约束与一个或多个第二过程控制系统组件相关联;以及
 - 其中该一个或多个贡献值作为代理以将与商业经济有关的信息提供给一个或多个第二过程控制系统组件,该商业经济与一个或多个第一过程控制系统组件相关联。
7. 一种装置,包括:
 - 至少一个接口(146, 152),配置为接收:
 - 来自一个或多个第一过程控制系统组件(210-212)的第一输入数据;
 - 来自一个或多个第二过程控制系统组件(202a-202o, 204a-204n, 206a-206p,

208a-208m)的第二输入数据;以及

至少一个处理设备(142, 148),配置为执行迭代过程,该迭代过程包括:

使用该第一输入数据来识别对至少一个目标量的一个或多个调整,每个目标量与要被生产的至少一个中间产品或最终产品相关联;

使用该一个或多个调整来识别一个或多个贡献值,每个贡献值基于中间产品对多个最终产品中的每个最终产品的贡献;以及

使用该一个或多个贡献值和该第二输入数据来识别一个或多个估计的产品产量,每个估计的产品产量与要被生产的中间产品和最终产品之一的预期量相关联。

8. 权利要求7的装置,其中:

该至少一个处理设备被配置为通过执行该过程的多重迭代来执行该迭代过程;以及

该至少一个处理设备被配置为通过使用该第一输入和在该过程的先前迭代期间所识别的一个或多个在先的估计的产品产量来识别对该至少一个目标量的一个或多个调整。

9. 权利要求7的装置,其中该至少一个处理装置被配置为通过对多个值求和来识别该一个或多个贡献值,每个值基于中间产品对最终产品之一的贡献百分比与该最终产品的价格的乘积。

10. 权利要求7的装置,其中:

该至少一个处理装置被配置为通过执行该过程的多重迭代来执行该迭代过程;以及

该至少一个处理装置进一步被配置为当从一次迭代到下一次迭代的一个或多个调整或估计的产品产量之间的改变小于阈值量时,停止该迭代过程。

11. 一种嵌入了计算机程序的计算机可读介质,该计算机程序包括计算机可读程序代码,用于:

从一个或多个第一过程控制系统组件(210-212)接收(502)第一输入数据;

从一个或多个第二过程控制系统组件(202a-202o, 204a-204n, 206a-206p, 208a-208m)接收第二输入数据;以及

执行迭代过程,其包括:

使用该第一输入数据来识别(506)对至少一个目标量的一个或多个调整,每个目标量与要被生产的至少一个中间产品或最终产品相关联;

使用该一个或多个调整来识别(508)一个或多个贡献值,每个贡献值基于中间产品对多个最终产品中的每个最终产品的贡献;以及

使用该一个或多个贡献值和该第二输入数据来识别(510)一个或多个估计的产品产量,每个估计的产品产量与要被生产的中间产品和最终产品之一的预期量相关联。

用于为企业优化而整合计划、调度和控制的装置和方法

[0001] 有关申请的交叉引用

本申请根据 35 U. S. C. § 119(e) 要求编号为 61/234, 174, 2009 年 8 月 14 日提交的美国临时申请的优先权, 其通过引用被在此结合。

技术领域

[0002] 本公开一般涉及企业优化系统。更特别地, 本公开涉及用于为企业优化而整合计划、调度和控制的装置和方法。

背景技术

[0003] 通常使用过程控制系统来管理处理设施。示例处理设施包括: 制造工厂、化学工厂、原油精炼厂和矿石处理工厂。连同其它操作, 过程控制系统通常管理处理设施中的电机、阀门、泵和其它致动器或工业设备的使用。

[0004] 用于处理设施的计划和生产调度通常使用针对较长时间限度的综合模型。先进的过程控制通常使用包括更多的操作约束的详细的动态模型。时常地, 从综合模型中省略了许多操作约束。这通常使得实时地执行工厂范围或企业范围的优化是困难的, 因为由不同组件所使用的模型可以相当大地不同。

发明内容

[0005] 本公开提供一种用于为企业优化而整合计划、调度和控制的装置和方法。

[0006] 在一个示例实施例中, 一种方法包括: 从一个或多个第一过程控制系统组件接收第一输入数据。该方法还包括从一个或多个第二过程控制系统组件接收第二输入数据。另外, 该方法包括执行迭代过程, 该迭代过程包括使用该第一输入数据来识别对至少一个目标量的一个或多个调整, 使用该一个或多个调整来识别一个或多个贡献值, 以及使用该一个或多个贡献值和该第二输入数据来识别一个或多个估计的产品产量。每个目标量与要被生产的至少一个中间产品或最终产品相关联。每个贡献值基于中间产品对多个最终产品中的每个最终产品的贡献。每个估计的产品产量与要被生产的中间产品或最终产品之一的预期量相关联。

[0007] 根据随后的附图、说明书和权利要求, 本领域技术人员可很容易明白其它技术特征。

附图说明

[0008] 为了更完整地理解本公开, 现在结合附图参考随后的说明书, 其中:

图 1 说明了根据本公开的示例过程控制系统;

图 2 说明了根据本公开的示例整合单元;

图 3 和图 4 说明了根据本公开的整合单元的示例使用;

图 5 说明了根据本公开的用于为企业优化而整合计划、调度和控制的示例方法。

具体实施方式

[0009] 在本专利文件中以下讨论的从图 1 到图 5 以及用于描述本发明的原理的各种实施例仅通过说明的方式,并且不应当以任何方式解释来限制本发明范围。本领域技术人员将理解的是,本发明的原理可以在任何类型的合适地布置的设备或系统中被实现。

[0010] 图 1 说明了根据本公开的示例过程控制系统 100。图 1 中所示的过程控制系统 100 的实施例仅用于说明。可以在不脱离本公开范围的情况下使用过程控制系统 100 的其它实施例。

[0011] 在这个示例实施例中,过程控制系统 100 包括促进了至少一种产品或其它材料的生产或处理的各种组件。例如,这里使用过程控制系统 100 以促进对一个或多个工厂 101a-101n 中的组件的控制。每个工厂 101a-101n 表示一个或多个处理设施(或其部分),例如用于生产至少一个产品或其它材料的一个或多个制造设施。通常,每个工厂 101a-101n 可实现一个或多个过程并且可个别地或共同地被称为处理系统。处理系统可一般表示被配置为以某种方式处理一个或多个产品或其它材料的任何系统或其部分。

[0012] 图 1 中,使用过程控制的普渡(Purdue)模型来实现过程控制系统 100。在普渡模型中,“0 级”可包括一个或多个传感器 102a 以及一个或多个致动器 102b。传感器 102a 和致动器 102b 表示处理系统中的组件,这些组件可执行任何多种多样的功能。例如,传感器 102a 可测量处理系统中的多种多样的特性,诸如温度、压力或流率。同样,致动器 102b,诸如加热器、电机或阀门,可改变处理系统中各种各样的特性。传感器 102a 和致动器 102b 可表示在任何合适的处理系统中的任何其它或附加组件。每个传感器 102a 包括用于测量处理系统中的一个或多个特性的任何合适的结构。每个致动器 102b 包括用于作用于或影响处理系统中的一个或多个状况的任何合适的结构。

[0013] 至少一个网络 104 耦合到传感器 102a 和致动器 102b。网络 104 促进了与传感器 102a 和致动器 102b 的交互。例如,网络 104 可从传感器 102a 传输测量数据并提供控制信号给致动器 102b。网络 104 可表示任何合适的网络或网络的组合。作为特定的示例,网络 104 可表示以太网、电信号网络(诸如 HART 或基础现场总线(foundation fieldbus)网络)、气动控制信号网络、或任何其它或附加的一个或多个类型的网络。

[0014] 在普渡模型中,“1 级”可包括一个或多个控制器 106,其耦合到网络 104。尤其,每个控制器 106 可使用来自一个或多个传感器 102a 的测量以控制一个或多个致动器 102b 的操作。例如,控制器 106 可从一个或多个传感器 102a 接收测量数据并使用该测量数据以生成用于一个或多个致动器 102b 的控制信号。每个控制器 106 包括任何硬件、软件、固件或其组合,以用于与一个或多个传感器 102a 交互并控制一个或多个致动器 102b。例如,每个控制器 106 可表示多变量控制器,诸如实现先进过程控制(APC)的鲁棒多变量预测控制技术(RMPCT)控制器或其它类型控制器。作为特定的示例,每个控制器 106 可表示运行 MICROSOFT WINDOWS 操作系统的计算设备。

[0015] 两个网络 108 被耦合到控制器 106。网络 108 促进了与控制器 106 的交互,例如通过传输数据到控制器 106 或从控制 106 传输数据。网络 108 可表示任何合适的网络或网络组合。作为特定的示例,网络 108 可表示一对以太网网络或冗余的一对以太网网络,例如来自霍尼韦尔国际有限公司(HONEYWELL INTERNATIONAL INC)的容错以太网(FTE)网络。

[0016] 至少一个交换机 / 防火墙 110 将网络 108 耦合到网络 112。交换机 / 防火墙 110 可从一个网络传输通信量到另一个网络。交换机 / 防火墙 110 还可以阻止一个网络上的通信量到达另一个网络。交换机 / 防火墙 110 包括用于提供网络间通信的任何合适的结构, 例如霍尼韦尔控制防火墙(CF9) 设备。网络 112 可表示任何合适的网络, 例如一对以太网网络或 FTE 网络。

[0017] 在普渡模型中, “2 级”可包括耦合到网络 112 的一个或多个机器级控制器 114。机器级控制器 114 执行各种功能以支持控制器 106、传感器 102a 和致动器 102b 的操作和控制, 机器级控制器 114 可以与工业设备(例如锅炉或其它机器)的特定零件相关联。例如, 机器级控制器 114 可日志记录由控制器 106 收集或生成的信息, 例如来自传感器 102a 的测量数据或用于致动器 102b 的控制信号。机器级控制器 114 也可执行对控制器 106 的操作进行控制的应用, 由此控制致动器 102b 的操作。另外, 机器级控制器 114 可提供对控制器 106 的安全访问。每个机器级控制器 114 包括用于提供与机器或设备的其它个别零件有关的访问、控制或操作的任何硬件、软件、固件或其组合。例如, 每个机器级控制器 114 可表示运行 MICROSOFT WINDOWS 操作系统的服务器计算设备。尽管未示出, 不同的机器级控制器 114 可用于控制处理系统中的设备的不同零件(其中设备的每个零件与一个或多个控制器 106、传感器 102a 和致动器 102b 相关联)。

[0018] 一个或多个操作员站 116 被耦合到网络 112。操作员站 116 表示提供对机器级控制器 114 的用户访问的计算或通信设备, 该操作员站 116 可接着提供对控制器 106(以及可能是传感器 102a 和致动器 102b)的用户访问。作为特定的例子, 操作员站 116 可允许用户使用由控制器 106 和 / 或机器级控制器 114 收集的信息来查阅传感器 102a 和致动器 102b 的操作历史。操作员站 116 也可允许用户调整传感器 102a、致动器 102b、控制器 106 或机器级控制器 114 的操作。另外, 操作员站 116 可接收和显示由控制器 106 或机器级控制器 114 生成的告警、警报或其它消息或显示。每个操作员站 116 包括用于支持系统 100 中的一个或多个组件的用户访问和控制的任何硬件、软件、固件或其组合。例如, 每个操作员站 116 可表示运行 MICROSOFT WINDOWS 操作系统的计算设备。

[0019] 至少一个路由器 / 防火墙 118 将网络 112 耦合到两个网络 120。路由器 / 防火墙 118 包括用于提供网络间通信的任何合适结构, 例如安全路由器或组合路由器 / 防火墙。网络 120 可表示任何合适的网络, 例如一对以太网网络或 FTE 网络。

[0020] 在普渡模型中, “3 级”可包括耦合到网络 120 的一个或多个单元级控制器 122。每个单元级控制器 122 通常与处理系统中的单元相关联, 该单元表示一起操作来实现至少一部分过程的不同机器的集合。机器级控制器 122 执行各种功能以支持在更低级别中的组件的操作和控制。例如, 单元级控制器 122 可日志记录由更低级别中的组件所收集或生成的信息, 执行控制更低级别中的组件的应用, 并提供对更低级别中的组件的安全访问。每个单元级控制器 122 包括用于提供与处理单元中一个或多个机器或设备的其它零件有关的访问、控制或操作的任何硬件、软件、固件或其组合。例如, 每个单元级控制器 122 可表示运行 MICROSOFT WINDOWS 操作系统的服务器计算设备。尽管未示出, 不同的单元级控制器 122 可用于控制处理系统中的不同单元(其中每个单元与一个或多个机器级控制器 114、控制器 106、传感器 102a 和致动器 102b 相关联)。

[0021] 对单元级控制 122 的访问可由一个或多个操作员站 124 所提供。每个操作员站

124 包括用于支持系统 100 中的一个或多个组件的用户访问和控制的任何硬件、软件、固件或其组合。例如,每个操作员站 124 可表示运行 MICROSOFT WINDOWS 操作系统的计算设备。

[0022] 至少一个路由器/防火墙 126 将网络 120 耦合到两个网络 128。路由器/防火墙 126 包括用于提供网络间通信的任何合适的结构,例如安全路由器或组合路由器/防火墙。网络 128 可表示任何合适的网络,例如一对以太网网络或 FTE 网络。

[0023] 在普渡模型中,“4 级”可包括耦合到网络 128 的一个或多个工厂级控制器 130。每个工厂级控制器 130 通常与工厂 101a-101n 之一相关联,工厂 101a-101n 可包括实现相同、相似或不同过程的一个或多个处理单元。工厂级控制器 130 执行各种功能以支持更低级别中的组件的操作和控制。作为特定的示例,工厂级控制器 130 可执行一个或多个制造执行系统(MES)应用、调度应用、或其他或者附加的工厂或过程控制应用。每个工厂级控制器 130 包括用于提供与处理工厂中的一个或多个处理单元有关的访问、控制或操作的任何硬件、软件、固件或其组合。例如,每个工厂级控制器 130 可表示运行 MICROSOFT WINDOWS 操作系统的服务器计算设备。

[0024] 可由一个或多个操作员站 132 提供对工厂级控制器 130 的访问。每个操作员站 132 包括用于支持系统 100 中的一个或多个组件的用户访问和控制的任何硬件、软件、固件或其组合。例如,每个操作员 132 可表示运行 MICROSOFT WINDOWS 操作系统的计算设备。

[0025] 至少一个路由器/防火墙 134 将网络 128 耦合到一个或多个网络 136。路由器/防火墙 134 包括用于提供网络间通信的任何合适的结构,例如安全路由器或组合路由器/防火墙。网络 136 可表示任何合适的网络,例如企业范围以太网或其它网络,或更大网络(例如互联网)的全部或一部分。

[0026] 在普渡模型中,“5 级”可包括耦合到网络 136 的一个或多个企业级控制器 138。每个企业级控制器 138 通常能够针对多个工厂 101a-101n 执行计划操作并能够控制工厂 101a-101n 的各种方面。企业级控制器 138 还可执行各种功能以支持工厂 101a-101n 中的组件的操作和控制。作为特定的例子,企业级控制器 138 可执行一个或多个订单处理应用、企业资源计划(ERP)应用、高级计划和调度(APS)应用、或任何其他或者附加的企业控制应用。每个企业级控制器 138 包括用于提供与一个或多个工厂的控制有关的访问、控制或操作的任何硬件、软件、固件或其组合。例如,每个企业级控制器 138 可表示运行 MICROSOFT WINDOWS 操作系统的服务器计算设备。在这篇文献中,术语“企业”指的是具有要被管理的一个或多个工厂或其他处理设施的组织。注意的是,如果单个工厂 101a 要被管理,则企业级控制器 138 的功能可以被结合到工厂级控制器 130 中。

[0027] 可由一个或多个操作员站 140 提供对企业级控制器 138 的访问。每个操作员站 140 包括用于支持系统 100 中的一个或多个组件的用户访问和控制的任何硬件、软件、固件或其组合。例如,每个操作员站 140 可表示运行 MICROSOFT WINDOWS 操作系统的计算设备。

[0028] 在这个示例中,历史装置(historian)141 被耦合到网络 136。历史装置 141 可表示存储了关于过程控制系统 100 的各种信息的组件。例如,历史装置 141 可存储在生产和优化期间所使用的信息。历史装置 141 表示用于存储和促进信息检索的任何合适的组件。尽管示为耦合到网络 136 的单个集中式组件,但历史装置 141 可位于系统 100 中的其它位置,或者多个历史装置可分布在系统 100 的不同位置。

[0029] 在特定实施例中,图 1 中的各种控制器和操作员站可表示计算设备。例如,每个控

制器可包括一个或多个处理器 142 和一个或多个存储器 144, 该一个或多个存储器 144 用于存储由一个或多个处理器 142 所使用、生成或收集的指令和数据。每个服务器还可包括至少一个网络接口 146, 例如一个或多个以太网接口。同样, 每个操作员站可包括一个或多个处理器 148 和一个或多个存储器 150, 该一个或多个存储器 150 用于存储由一个或多个处理器 148 所使用、生成或收集的指令和数据。每个操作员站还可包括至少一个网络接口 152, 例如一个或多个以太网接口。

[0030] 如以上所述, 在过程控制系统 100 中的不同组件可使用不同类型的模型。例如, 一个或多个控制器 106、114 和 122 可使用详细动态模型来实现高级过程控制功能。一个或多个控制器 130 和 138 可使用综合模型来实现计划和生产调度功能。

[0031] 在操作的一个方面, 系统 100 的至少一个组件实现或以其它方式提供整合机构, 该整合机构有助于整合过程控制系统 100 的多个组件。例如, 高级过程控制组件可使用详细动态模型来执行它们的功能, 以及计划和生产调度组件可使用综合模型来执行它们的功能。整合机构通过使用以下描述的“贡献值”和“预测产量”来允许具有明显不同的模型的不同组件一起合作和优化。

[0032] 整合机构可被实现为在过程控制系统 100 的一个或多个组件中的整合单元 154。例如, 整合单元 154 可被实现在操作员站 116、操作员站 124、工厂级控制器 130、操作员站 132、企业级控制器 138 或操作员站 140 之上。一般而言, 整合单元 154 可被实现在任何服务器、实时工作站、应用或执行平台、分布式控制系统 (DCS)、实时控制器或其它合适的设备或系统之上。

[0033] 在一些实施例中, 整合单元 154 被用于将计划和调度工具与 APC/ 单元优化工具进行整合。整合单元 154 可被实现为软件包, 该软件包被执行为实时的工厂范围优化器, 该实时的工厂范围优化器实时地协调生产、处理混乱、对模型相对实际的错配进行补偿、最小化馈送和效用使用、捕捉市场机遇、以及最大化工厂盈利性。

[0034] 如以上所提到的, 整合单元 154 可支持贡献值的使用。每个贡献值可与用于产生一个或多个最终产品 (最终产品表示由处理系统所输出的产品) 的中间产品相关联。可使用该中间产品对每个最终产品的贡献和每个最终产品的价格来计算贡献值。整合单元 154 还可支持预测产量的使用, 该预测产量表示要由处理系统在给定时间段中所生产的一个或多个中间产品或最终产品的量的估计。在迭代过程中, 贡献值和预测产量可由整合单元 154 所修正, 直到找到最佳点。该点可表示要被使用的最佳生产调度, 同时既考虑约束又考虑系统和商业经济的其它限制。

[0035] 以下描述关于整合单元 154 的附加细节以及贡献值和预测产量的使用。整合单元 154 包括使用中间产品对一个或多个最终产品的贡献和每个最终产品的价格来支持多个组件的整合的任何硬件、软件、组件或其组合。例如, 整合单元 154 可表示具有至少一个处理器、至少一个存储器和至少一个网络接口的计算设备 (注意的是, 处理器、存储器和网络接口可以是在操作员站或控制器中的相同组件或不同组件)。

[0036] 整合机构允许系统 100 中的各种组件在实现动态全局优化时, 完成它们的设计功能。根据该实现方式, 该整合单元的好处包括:

- 在满足生产计划时对进入处理系统的原材料的馈送减少;
- 用于处理单元中处理混乱的更经济的操作;

- 对捕捉现货市场购买 / 销售机遇的更灵活响应 ;
- 为下一时期计划的一致的反馈 ;
- 再使用计划模型的能力 (这些模型通常是涉及上百万美元的多年项目) ;
- 在有需求波动的情况下减少总库存 (并因此减少资金) ;以及
- 移动库存上游以及时做出不可逆的决定。

[0037] 这些好处中的各种好处既可在处理产业中获得又可在分立的制造产业中获得。

[0038] 尽管图 1 说明了示例过程控制系统 100, 但可对图 1 作出各种改变。例如, 控制系统可包括任何数量的传感器、致动器、控制器、服务器、操作员站、网络和整合单元。而且, 图 1 中的过程控制系统 100 的组成和布置仅用于说明。根据特定需要可在任何其它合适的配置中增加、省略、组合或放置组件。另外, 以上已经描述了如由系统 100 的特定组件所执行的特定功能。这仅用于说明。一般而言, 过程控制系统是高度可配置的并且可根据特定需要以任何合适方式配置。此外, 图 1 说明了一个操作环境, 其中可使用整合单元。这种功能可使用在任何其它合适设备或系统中 (无论是否与过程控制有关)。

[0039] 图 2 说明了根据本公开的示例整合单元 154。特别是, 图 2 说明了整合单元 154 的连接视图。图 2 中所示的整合单元 154 的实施例仅用于说明。可在不脱离本公开的范围的情况下使用整合单元 154 的其它实施例。

[0040] 如图 2 中所示, 各种控制器 202a-202o 被直接耦合到整合单元 154。其它控制器 204a-204n, 206a-206p 通过实时动态优化器 208a-208m 被间接耦合到整合单元 154。这里, 动态优化器 208a-208m 可支持分布式二次规划 (distributed quadratic programming) 并因此表示为 “DQP”。

[0041] 控制器 202a-202o、204a-204n、206a-206p 中的每个可包括任何合适的结构以用于控制过程或部分过程。例如, 控制器 202a-202o、204a-204n、206a-206p 中的每个可表示 RMPCT 控制器或其它先进过程控制器。RMPCT 控制技术在随后的美国专利中描述, 其通过引用被在此结合 : 编号 5, 351, 184 的美国专利 ; 编号 5, 561, 599 的美国专利 ; 编号 5, 572, 420 的美国专利 ; 编号 5, 574, 638 的美国专利 ; 以及编号 5, 758, 047 的美国专利。例如, 控制器 202a-202o、204a-204n、206a-206p 可表示图 1 中的控制器 144 或 122。

[0042] 每个动态优化器 208a-208m 包括支持过程控制器的本地动态优化的任何合适的结构。例如, 动态优化器 208a-208m 可实现在随后的美国专利中所描述的技术, 其通过引用被在此结合 : 编号 6, 055, 483 的美国专利和编号 6, 122, 555 的美国专利。例如, 动态优化器 208a-208m 可表示图 1 中的控制器 122 或 130。

[0043] 通常, 整合单元 154 从控制器 202a-202o、204a-204n、206a-206p 和动态优化器 208a-208m 接收与一个或多个过程 (或部分过程) 的短期控制有关的数据。由整合单元 154 从控制器 202a-202o、204a-204n、206a-206p 和动态优化器 208a-208m 接收的数据可包括以下 : 测量的产品产量或测量的生产库存。

[0044] 整合单元 154 还从中期调度应用 210 和长期计划应用 212 接收数据。例如, 应用 210-212 可由图 1 中的工厂级控制器 130 和 / 或企业级控制器 132 所执行。调度通常涉及生产调度的计划以满足在长期计划期间生成的生产计划。从应用 210-212 接收的数据可包括以下 : 生产量目标、质量最大和最小目标、离目标的允许偏离、建模的 (预测) 产品产量、以及估计的产品价格。该数据可以以一个或多个内在第一性原理模型的形式被提供。

[0045] 整合单元 154 操作为迭代识别 (i) 基于来自更高级别应用和在先迭代的数据的贡献值, 以及 (ii) 基于贡献值和来自更低级别控制器的数据的预测产量。一旦找到最佳解决方案 (诸如最佳调度), 整合单元 154 提供各种数据到图 2 中所示的其它组件。由整合单元 154 提供到控制器 202a-202o、204a-204n、206a-206p 和动态优化器 208a-208m 的数据可包括以下: 用于产品值优化的贡献值。提供到应用 210-212 的数据可包括以下: 一致的实际 / 预测产品产量、增加的再计划利润、预测的生产库存、以及从一个计划周期到后继的计划周期的合意的滞销量 (carry-over)。

[0046] 组件 202a-202o、204a-204n、206a-206p、208a-208m、210、212 通常使用不同模型来操作。整合单元 154 可有助于整合来自这些组件的数据以支持工厂范围 (或甚至企业范围) 的优化。整合单元 154 对此是通过迭代计算贡献值和预测产量来完成。该贡献值是针对于产生一个或多个最终产品的各种中间产品而确定的。该贡献值可接着被用于估计中间产品和最终产品的预测产量。可迭代地重复该过程, 直到找到最佳或接近最佳的全局解决方案。可使该最佳或接近最佳的全局解决方案对组件 202a-202o、204a-204n、206a-206p、208a-208m 是可用的, 以及可使计划更新和调度更新对组件 210-212 以合适的形式可用, 以供它们各自的操作中使用。

[0047] 在特定实施例中, 应用 210-212 在没有数据协调的情况下通过执行计划和调度的稳态方程来操作, 并且它们涉及有关材料聚合的更大范围和更长时间限度。相反, 控制器 202a-202o、204a-204n、206a-206p 和动态优化器 208a-208m 通过执行使用反馈控制的动态方程来操作, 并且它们涉及更小范围和更短时间限度并且是更灵活的。整合单元 154 有助于将由应用 210-212 所执行的计划和调度操作与由控制器 202a-202o、204a-204n、206a-206p 和动态优化器 208a-208m 所执行的过程控制进行整合。

[0048] 整合这些不同的功能不是一个普通的任务。这些组件通常具有不同目的, 这些不同目的具有不同的决策变量。计划可被指向获得总体盈利性和材料 / 能源平衡, 诸如通过选择馈送和工厂配置。调度可主要被指向生成可行的生产计划 (可能包括部分计划, 通常在更详细的级别)。控制可被用于确保处理单元的安全、稳定操作 (可能具有局部经济优化)。

[0049] 这些不同的组件还经常具有不同级别的模型抽象以便实现它们不同的目的和设计需求, 重要的需求之一是在可接受的时间量内完成解决方案的计算。计划和调度通常使用综合模型, 省略了许多操作约束。控制通常需要使用详细的动态模型, 包括重要的操作约束, 以便控制或满足这些约束。计划和调度还通常既使用物理单元又使用逻辑单元 (例如, 用于 “what-if” 分析), 而控制通常仅使用物理单元 (通常具有更多的细节)。

[0050] 根据范围和粒度, 模型错配可因此存在于这些组件之间。范围错配经常由于计划范围通常是最大的并且覆盖全部工厂或若干个工厂而存在。其它功能的范围是常规地更小和廉价的。粒度错配经常由于一个功能的模型可能包含其它功能所不包含的细节而存在。例如, 计划模型可包含 APC 控制器所无法察觉的混合规则, 并且 APC 模型可包含未被包括在计划和调度模型中的详细的操作约束。不仅那样, 这些不同的功能经常具有用于稳态或动态模型的不同时间限度。在稳态模型中计划和调度通常使用更长的限度 (诸如日、周或月), 而控制时间限度通常从若干分钟到若干小时变化。

[0051] 由于这样, 这些模型通常不能被容易地组合到一个模型中以用于全局优化。即使它们能被组合, 也将无法容易地使用该组合的模型用于三个不同的目的 (计划、调度和控

制)。在图 2 中,整合单元 154 可支持这些模型的使用作为用于全局、实时优化的混合收集。

[0052] 在没有使用整合单元 154 的情况下,两个常见的挑战将通常存在于计划 / 调度和执行(控制)之间。在计划 / 调度阶段期间,许多操作约束和资产可用性不能被预先获知,因此可能开发了不可行的计划、过于保守的计划、或两者(在不同范围、时期或度量内)。同样,在执行阶段期间,全局计划目标可能无法容易地被本地单元辨别或对本地单元认为是可行的。不是所有单元都可以一致行动或能为全局约束资源而彼此竞争。这可导致盈利性的损失。然而,整合单元 154 支持两种人为操作(诸如,销售、计划、操作、维护和分发)与软件或其它自动操作(诸如,计划、调度和高级控制)的整合。这可导致显著的经济效益。其还可支持实时连续计划以获得对非预期事件的经济最佳实时响应。其可进一步提供更好的灵活性以捕捉现货市场机遇、为联合服务市场而支持共享的多地点能力、以及获得库存缩减(诸如 20% 缩减)。

[0053] 在图 2 中,整合单元 154 允许其它组件不断使用它们现有的模型(即使那些模型显然不同)。整合单元 154 操作为代理以通过预测产量从更低级别控制器传递操作约束到计划和调度应用。整合单元 154 也作为代理以通过贡献值从计划和调度应用散布全局最优性条件到更低级别控制器。整合单元 154 支持迭代方案以在两者间找到全局最佳。

[0054] 如以上提到的,整合单元 154 通过为中间产品迭代计算贡献值以及为中间产品和最终产品更新预测产量来操作。一般而言,产量可与正被生产的中间产品或最终产品有关。产量还可表示能源消耗或由优化工具所建模和管理的其它量。

[0055] 在随后的讨论中,整合单元 154 被描述为使用针对一个或多个产品的实际产量和预测产量和 / 或其它量。中间产品或最终产品的实际产量(或量)可能由于各种原因而与模型或规范中定义的预期产量不同。这些原因可包括:较小的模型-工厂结构错配、使用长期平均作为计划中的模型产量、非计划或非预期的混乱或其它事件、未建模的过程约束(诸如注水或衰落的温度)、以及给料槽残余料(诸如 15-20%)和馈送混合问题。由于产品规范通常在每个单元中被紧密地控制(而产量通常不是),因此错配趋于在单元产量中比在规范中显露更多。注意的是,“规范错配”可经常被转换成产量错配,诸如当产生脱离规范的中间产品并且将其混合掉或重处理。

[0056] 在这个示例中,由整合单元 154 所执行的迭代操作包括最佳产品调整模块 214。最佳产品调整模块 214 通常从应用 210-212 接收完整的计划 / 调度模型(或其子集)以及盈利性目标函数。最佳产品调整模块 214 还可从在先的迭代接收预测产量,并且其可使用该预测产量来更新先前接收的模型。最佳产品调整模块 214 可接着诸如响应于产品之一的实际产品产量中的改变而确定一个或多个产品的目标量是否以及何时应当被改变。

[0057] 在特定实施例中,最佳产品调整模块 214 可按如下操作。(在线或在实验室中)可测量在部分计划周期期间产品的实际产量。对于剩余的计划周期,最佳产品调整问题可被定义为:

$$\min_{\Delta x} (c_a^i) \cdot (T - t) \quad (1)$$

$$s.t. \quad \underline{b}_a \leq A(y_a) \cdot (x^* + \Delta x) \leq \overline{b}_a \quad (2)$$

$$\underline{\Delta t} \leq \Delta x \leq \overline{\Delta t} \quad (3)$$

$$c_0^* \cdot (x^* + \Delta x) > J^*, \text{ 或 } c_0^* \cdot \Delta x > 0 \quad (4)$$

在公式(3)中, ΔJ_i 可针对非参与变量而等于 0。根据公式(4), 如果一个或多个产品的目标产量增加了工厂的盈利性, 则其可被调整, 其中 J^* 为最初计划的盈利性。还注意的是, 公式(4)是可选的并且其的包括可以基于应用需要而逐情况地被确定。解决这个最佳生产调整问题允许整合单元 154 基于实时产量反馈来获得新的最佳生产调整。

[0058] 在那之后, 贡献值计算器模块 216 操作。该计算器模块 216 可以按照正生产的中间产品对最终产品的百分比来计算贡献量。用于计算中间产品的贡献值有多个选择或变化。在一些实施例中, 中间产品的贡献值可被计算为:

$$\sum_{i=1}^n \text{Contribution}_i(\%) \times \text{ProductPrice}_i - \text{FurtherProcessingCost}_i \quad (5)$$

这里, n 表示可使用中间产品来生产的最终产品的数量。而且“ Contribution_i (贡献 $_i$)”表示致力于生产第 i 个最终产品的中间产品的百分比, 以及“ ProductPrice_i (产品价格 $_i$)”表示针对第 i 个最终产品的预期或当前市场价格, 此外“ $\text{FurtherProcessingCost}_i$ (进一步处理成本 $_i$)”表示生产第 i 个最终产品所需要的附加的处理成本(其可以可选地被省略或设置为 0)。

[0059] 作为特定示例, 假设炼油厂中的中间产品可用于生产三个产品, 即汽油、喷气燃料和柴油。同样假设当前(即调整的)计划要使用 30% 的中间产品来生产汽油、35% 的中间产品来生产喷气燃料、以及 35% 的中间产品来生产柴油。中间产品的贡献值可因此等于 30% 的汽油价格加上 35% 的喷气燃料价格加上 35% 的柴油价格。

[0060] 在其它实施例中, 中间产品的贡献值可被计算为:

$$\sum_{i=1}^n \text{Contribution}_i(\%) \times \text{AdjustedProductPrice}_i - \text{FurtherProcessingCost}_i \quad (6)$$

这里, 针对第 i 个最终产品的产品价格可以针对用于各种生产过剩和生产不足的情况或其它情况被调整成正确。例如, 当第 i 个最终产品的预计生产超出其计划时, 最终产品的价格可由于贮存成本和未来订单风险而减少。当第 i 个最终产品的预计生产在其计划以下时, 如果有错过订单最终期限的惩罚, 则最终产品的价格可被增加。

[0061] 注意的是, 还可以由计算器模块 216 对贡献值作出各种调整。例如, 当贮存是可用的时, 普通有价值的中间产品可以被储备和保存以用于下一个计划周期(而不是在当前周期中减少其贡献值)。作为另一个示例, 如果在现货市场上可销售过量的中间产品, 则可对该中间产品分配更高的贡献值。此外, 注意的是, 多个贡献值可被联系在一起以用于当前计划周期以及用于下一个计划周期, 这可有助于在当前周期的末端减少不合意的缩小限度的影响。

[0062] RMPCT/DQP 模块 218 可接着使用识别的贡献值来操作。RMPCT/DQP 模块 218 可从更低级别的控制器接收实际过程的测量, 包括中间产品或最终产品的产量或库存级别。RMPCT/DQP 模块 218 也可基于接收的贡献值和产品规范来预测中间产品和最终产品的未来产量。RMPCT/DQP 模块 218 可复制由更低级别的控制器所执行的计算, 或者 RMPCT/DQP 模块 218 可发送贡献值到更低级别的控制器并从更低级别的控制器接收预测的产量。这里使用的 RMPCT/DQP 模块 218 可执行由 RMPCT 或 DQP 技术所执行的标准计算以确定如何最佳地优

化中间产品或最终产品的生产,其中预测产量是基于各种中间产品的贡献值的。

[0063] 可使用各种技术来为产品识别测量的产量以及接着识别预测产量。例如,测量产量可以是基于各种时间平均、过滤或实验室更新技术的。预测产量可使用测量产量作为基础并接着进一步反映在当前操作约束下的模型工厂错配和生产能力改变两者的影响。可使用 APC 控制模型和贡献值来确定增量的产量预测(在当前测量产量之上),增量的产量预测可因此结合当前操作约束。可替代地,可使用未结合当前操作约束的诸如产量曲线的其它机制。

[0064] 由 RMPCT/DQP 模块 218 所输出的产品的预测产量可表示该产品的实际测量产量加上由该 RMPCT/DQP 模块 218 所确定的产量中的任何增量改变的和。可选地,可使用预测产量转换模块 220 来改变每个预测产量的格式,使得预测产量可以按照兼容模型的数据布置被反馈到最佳产品调整模块 214。

[0065] 可在这一点上重复该过程,其中预测产量可由最佳产品调整模块 214 所使用。整合单元 154 内的模块 214-220 可被迭代执行或以其它方式操作,直到获得全局最佳或接近全局最佳的解决方案。当找到可接受的解决方案时,整合单元 154 可提供该解决方案给更低级别的控制器以用于实现。整合单元 154 还可提供计划或调度更新给更高级别的应用。

[0066] 在这个示例实施例中,贡献值作为由更高级别的计划或调度组件所使用的商业经济的代理。通过将商业经济分解为贡献值,更低级别的控制器可基于商业经济来执行递送实时全局最优性的产品值优化。相似地,预测产量作为可由更低级别的控制器所强制执行的操作约束的代理。通过提供满足操作约束的预测产量给更高级别的应用,所得的调整的优化生产能总是可行的。换言之,不可行的(或过于保守的)计划或调度可在实现那些计划或调度之前被识别和重新优化。

[0067] 贡献值的使用可能在各种情况下是有利的。作为特定示例,如果高级过程控制、人类操作员或另一个其它的工具单方面增加了表面上有价值的中间产品的产量并且最佳产品调整模块 214 不能找到使用该中间产品以改善盈利性的方式,则该中间产品的贡献值一般会下降。作为另一个特定示例,如果混乱或扰动有害地降低了有价值的中间产品的产量,则针对影响的最终产品的调整的产品价格可能增加或保持相同,引起贡献值的重新平衡以及各种中间产品的生产的重新平衡以将盈利性的影响减轻到最小。而且,RMPCT/DQP 计算的使用可有助于考虑反应了当前操作约束的预测产量,其中计划或调度模型可省略。此外,整合单元 154 可用使用了分散解决方案的混合模型的收集来获得实时、全局最佳。

[0068] 使用该方法可获得各种好处。例如,该方法在有扰动、混乱和非计划事件的情况下使能单元生产协调。单元生产协调还可考虑 APC 改善了更有价值的产品的产量的情况,以及如果在单元中产生了脱离规范的产品,则协调其它单元来将其融合掉或以其它方式最小化其财政影响。

[0069] 作为另一个的好处,整合单元 154 支持用于计划模型更新的反馈机制,其可有助于提供更准确的计划。例如,反馈机制可被用于对计划模型提供更好的产量全貌(或真实的生产能力估计)。这可被用于逐渐减少计划模型和实际生产工厂之间的任何错配。

[0070] 又一个好处包括支持“what-if”分析。例如,整合单元 154 可被用于分析新一组调度或计划的可行性(或最优性),以评估“制造对购买”的决策(如果可应用的话),以及为下一个计划周期、事件或扰动建立库存。“制造对购买”分析可被用于确定中间产品或最终

产品是否应当被制造或从其他某些人购买。例如,当制造最终产品的估计的成本超出针对相同产品的现货市场价格时,这种类型的分析可被触发,意味着为客户购买该最终产品要比为客户制造该最终产品更便宜。

[0071] 此外,这种类型的整合在各种产业中会是有益的,诸如准时制(just-in-time)制造。例如,整合单元 154 可被用于在有需求波动的情况下帮助减少总库存(并且因此减少资金)。其还可以尽可能在上游(如果如此期望的)移动库存以使不可逆的决策刚好准时满足需求。

[0072] 另外,APC 控制和优化与计划和调度的整合可处理在产量中有利的错配。APC 通常可使用改进的控制和操作稳定性来增加高值中间产品产量(诸如增加 5-10%)。然而,万一计划模型不能被更新以结合改善的产量,则这些好处会损失一定的百分比。更糟的是,改善的产量经常显露为中间产品或最终产品的库存“混乱”。这里,整合单元 154 可在实时商业优化中提供扩展的灵活性。例如,整合单元 154 可被用于在满足最初生产计划的同时最小化馈送使用。整合单元 154 还可有助于使用空闲能力来生产在现货市场上可销售的产品。

[0073] 整合单元 154 的每个模块 214-220 可使用任何合适的硬件、软件、固件或其组合来实现。例如,模块 214-220 可表示形成了由过程控制系统中的控制器、操作员站或其它计算设备所执行的至少一部分软件包的软件代码。

[0074] 尽管图 2 说明了示例的整合单元 154,可对图 2 进行各种改变。例如,整合单元 154 可接收来自任何数量的更低级别的控制器或其它组件和来自任何数量的更高级别的应用或其它组件的输入。整合单元 154 还可对任何数量的更低级别的控制器或其它组件和任何数量的更高级别的应用或其它组件提供输出。

[0075] 图 3 和图 4 说明了根据本公开的整合单元 154 的示例使用。图 3 和图 4 中所示的整合单元 154 的示例使用仅用于说明。整合单元 154 可在不脱离本公开的范围的情况下以任何其它合适的方式使用。

[0076] 图 3 说明了炼油厂 300 的示例表示。在该示例中,在图 3 的左侧的原油蒸馏塔处,炼油厂 300 接收输入的原材料(原油)。在图 3 的右侧,蒸馏塔的各种输出被其它单元所处理以产生八种不同的输出流。输出流包括液化石油气(LPG)、汽油、喷气燃料、柴油、润滑油、沥青、燃油和固体燃料。

[0077] 在一些实施例中,过程控制系统控制炼油厂 300 的一个目标是通过针对每个单元或规范控制馈送选择、混合池选择、工厂操作配置和装料比来最大化盈利性(定义为产品销售额减去馈送成本减去操作成本)。该目标受到各种状况的影响,诸如市场机遇(像长期订单和现货市场)、材料平衡(像 H_2 和各种形式的 C_4) 和能源平衡(像蒸汽和电力)。

[0078] 在这个示例中,在炼油厂 300 之内形成有许多中间产品流。一个示例是来自液体催化裂化(FCC)单元的中间流 302。该中间流 302 可被用于生产多个最终产品,即汽油、喷气燃料、柴油和 LPG。如果图 2 中所示的整合单元 154 连同该炼油厂 300 一起使用,则整合单元 154 可生成与中间流 302 有关的贡献值。整合单元 154 可接着使用那些贡献值来预测各种最终产品的产量。以上描述的迭代过程可被重复许多次,直到找到与要被生产的最终产品的计划产量有关的最佳解决方案。在特定实施例中,整合单元 154 可操作为最大化盈利性,同时保持材料平衡和能源平衡。

[0079] 图 4 说明了“准时制”或“订单生产式”系统(诸如炼油厂 300)可如何使用整合单

元 154。在这个示例中,由炼油厂 300 所生产的最终产品 i 之一被存储在储罐 400 中。操作期间,产品 i 以“预计流率” f_i 存储在储罐 400。而且,订单从该储罐 400 以“订单流率” o_i 移除该产品 i 。用于产品 i 的预计库存可通过取 $(f_i - o_i)$ 的时间积分来确定。

[0080] 在这些实施例中,可基于用于该产品的高或低库存预计来调整产品 i 的 *AdjustedProductPrice_i* (调整的产品价格 _{i})。此外,如果操作员试图实现不可行的计划,则产品 i 的确定的库存可能不足以满足计划。在迭代过程期间,可通知更高级别的应用 210-212 仅部分计划是可行的。在这一点上,操作员可采取其它行动(诸如尝试使用不同工厂来调度生产)来制造计划的剩余部分。

[0081] 尽管图 3 和图 4 说明了整合单元 154 的示例使用,但可对图 3 和图 4 作出各种改变。例如,整合单元 154 不限于与炼油厂或准时制造系统一起使用。而是,整合单元 154 可以与任何合适的处理产业或分散制造产业一起使用。

[0082] 图 5 说明了根据本公开的用于为企业优化而整合计划、调度和控制的示例方法 500。图 5 中所示的方法 500 的实施例仅用于说明。可在不脱离本公开的范围的情况下使用方法 500 的其它实施例。为方便解释,相对于整合单元 154 来描述方法 500,尽管方法 500 可以由任何其它设备或系统所执行。

[0083] 如图 5 中所示,在步骤 502,整合单元 154 从计划应用或调度应用接收信息。例如,这可包括整合单元 154 接收部分或全部计划 / 调度模型和盈利性目标函数。在步骤 504,整合单元 154 从在先迭代(如果有的话)接收信息。例如,这可包括整合单元 154 接收一个或多个预测产量并且基于那些产量来更新计划 / 调度模型。

[0084] 在步骤 506,整合单元 154 识别对产品目标的一个或多个最佳产品调整。例如,这可包括最佳产品调整模块 214 解决最佳产品调整问题,如在公式(1)-(4)中所定义的。在步骤 508,整合单元 154 针对一个或多个中间产品识别一个或多个贡献值。例如,这可包括贡献值计算器模块 216 计算如在公式(5)或(6)中所示的贡献值。在步骤 510,整合单元 154 针对一个或多个中间产品或最终产品识别一个或多个预测产量。例如,这可包括 RMPCT/DQP 模块 218 使用来自一个或多个更低级别控制器和 RMPCT/DQP 计算的测量产量来预测未来产量。

[0085] 在步骤 512,确定识别的解决方案(预测的生产目标)是否是最佳或接近最佳的解决方案。可使用任何合适的准则来确定何时获得可接受的解决方案。例如,整合单元 154 可确定从一次迭代到下一轮的每个产品的所有生产调整和 / 或产量改变都小于一个或多个合适的阈值。

[0086] 在步骤 514,如果解决方案不是最佳或接近最佳,则在步骤 516,反馈一个或多个预测产量,以及在附加迭代期间重复步骤 504-514。步骤 516 可以可选地包括转换模块 220,该转换模块 220 改变格式或以其它方式准备要以适当的形式提供到最佳产品调整模块 214 的一个或多个预测产量。

[0087] 在步骤 514,如果解决方案是最佳或接近最佳,则在步骤 518,将解决方案提供给一个或多个更低级别控制器,并且在步骤 520,提供任何计划或调度更新到计划应用或调度应用。以这种方式,根据该解决方案,更低级别控制器可实际上实现生产中间产品和最终产品的解决方案,这可有助于确保更低级别控制器支持更高级别应用的商业经济。而且,计划应用或调度应用可看到实际上正在实现什么,允许将更低级别控制器的操作约束传递到计

划和调度应用。

[0088] 尽管图 5 说明了用于为企业优化而整合计划、调度和控制的示例方法 500,但可对图 5 作出各种改变。例如,虽然示为一系列步骤,但图 5 中的各种步骤可以重叠、并行发生、以不同顺序发生或多次发生。

[0089] 在一些实施例中,以上描述的各种功能由计算机程序所实现或支持,该计算机程序由计算机可读程序代码形成并被体现在计算机可读介质中。短语“计算机可读程序代码”包括任何类型的计算机代码,包括源代码、目标代码和可执行代码。短语“计算机可读介质”包括能够被计算机访问的任何类型的介质,诸如只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、硬盘驱动器、光盘(CD)、数字视频盘(DVD)或其它类型的存储器。

[0090] 对遍及本专利文档所使用的特定的词或短语进行阐述会是有利的。术语“耦合”以及其派生词指的是在两个或更多个元件之间的任何直接或间接通信,无论那些元件是否互相物理接触。术语“应用”和“程序”指的是一个或多个计算机程序、软件组件、指令集、过程、函数、对象、类、实例、相关数据、或适于以合适的计算机代码(包括源代码、目标代码或可执行代码)实现的这些的一部分。术语“发送”、“接收”和“通信”以及其派生词,既包括直接通信又包括间接通信。术语“包括”和“包含”以及其派生词、意思是没有限制地包括。术语“或”是包含的,意思是和/或。短语“与... 相关联”和“与其相关联”以及其派生词,可意思是包括、包括在... 之内、与... 互连、包含、包含在... 之内、连接到...或与...连接、耦合到... 或与... 耦合、与... 通信、与... 协作、交叠、并置、与... 紧接、接合到... 或与... 接合、具有、具有... 的属性、具有对或与... 的关系、等等。术语“控制器”意思是控制至少一个操作的任何设备、系统或其部分。控制器可以以硬件、固件、软件或它们中至少两个的组合来实现。与任何特定的控制器相关联的功能可以是集中的或分布的,无论本地还是远程。

[0091] 尽管本公开已经描述了特定实施例并一般关联的方法,但这些实施例和方法的变更和置换将对于本领域技术人员是清楚的。由此,示例实施例的以上描述不限定或约束本公开。在不脱离本公开的精神和范围的情况下,其它改变、代替和变更也是可能的,如由随后的权利要求所限定的。

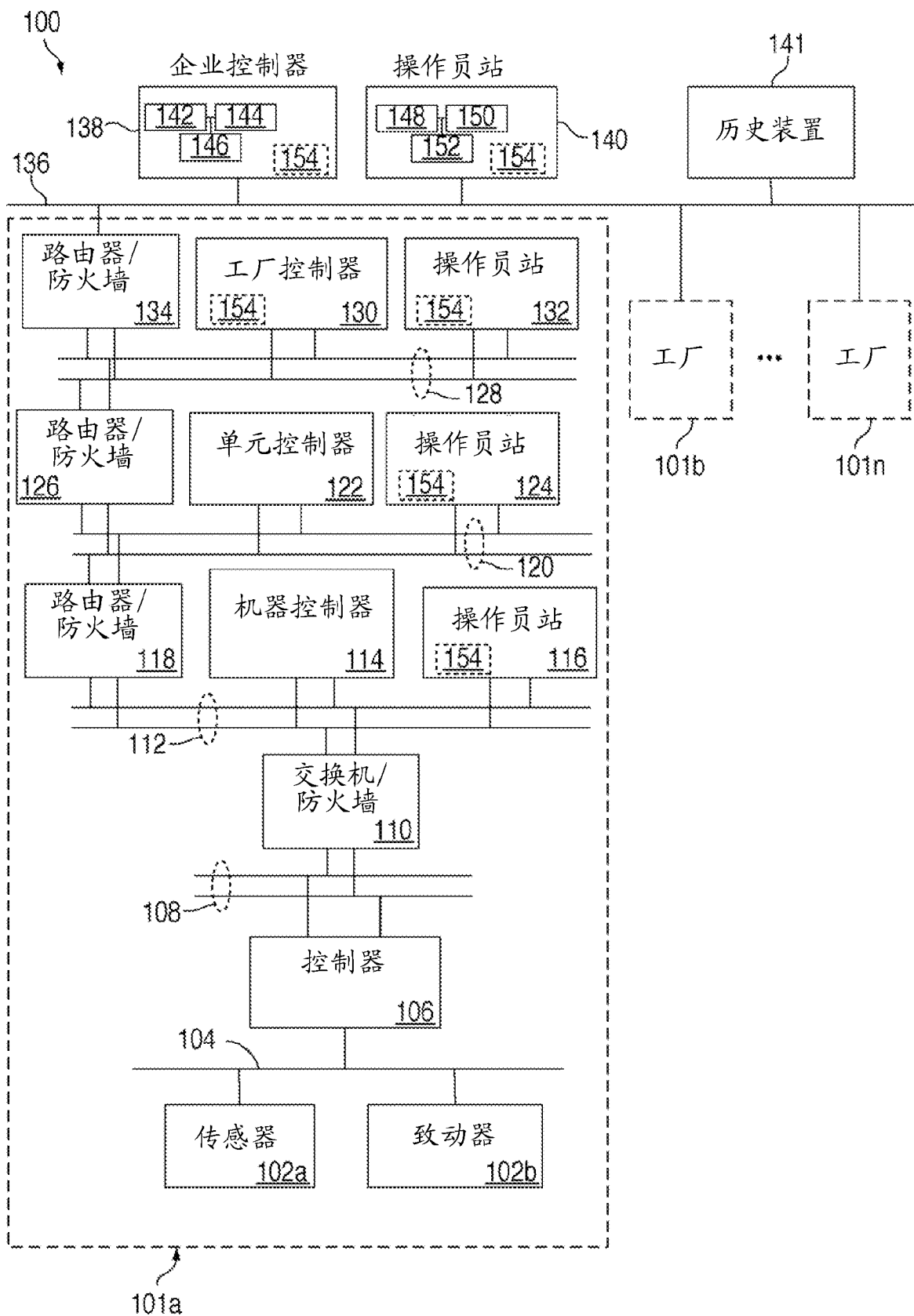


图 1

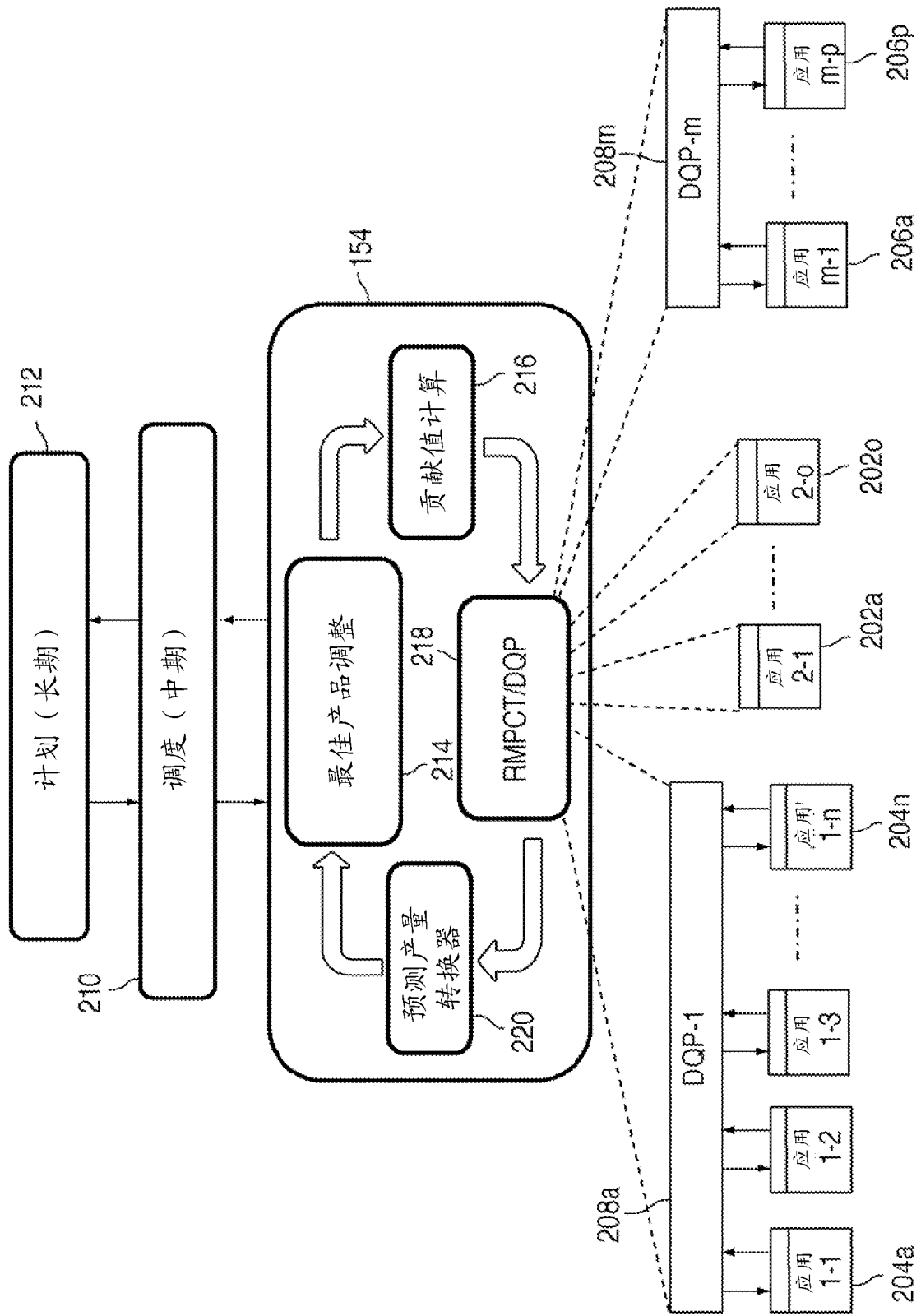


图 2

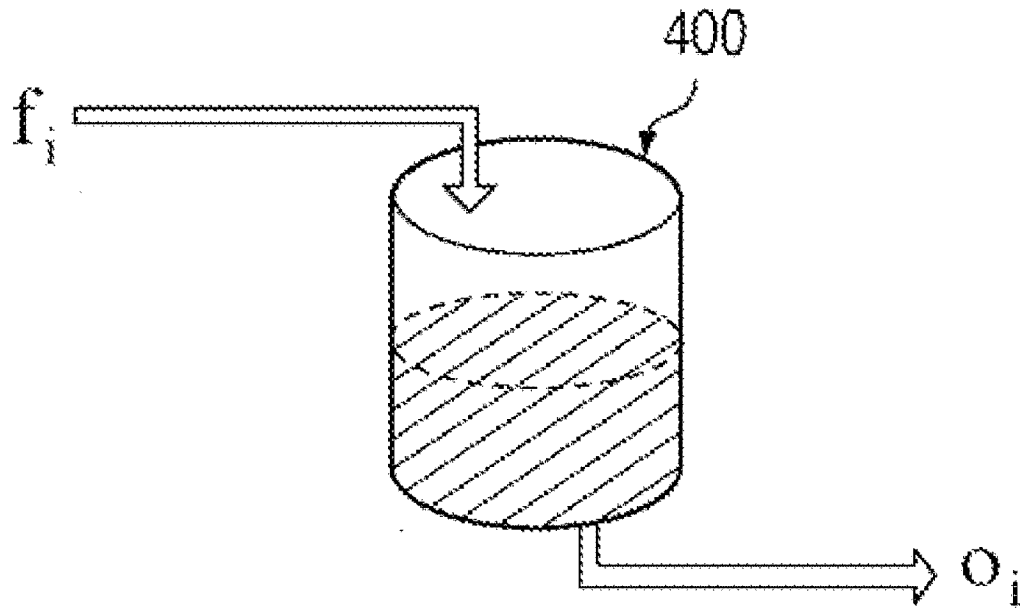


图 4

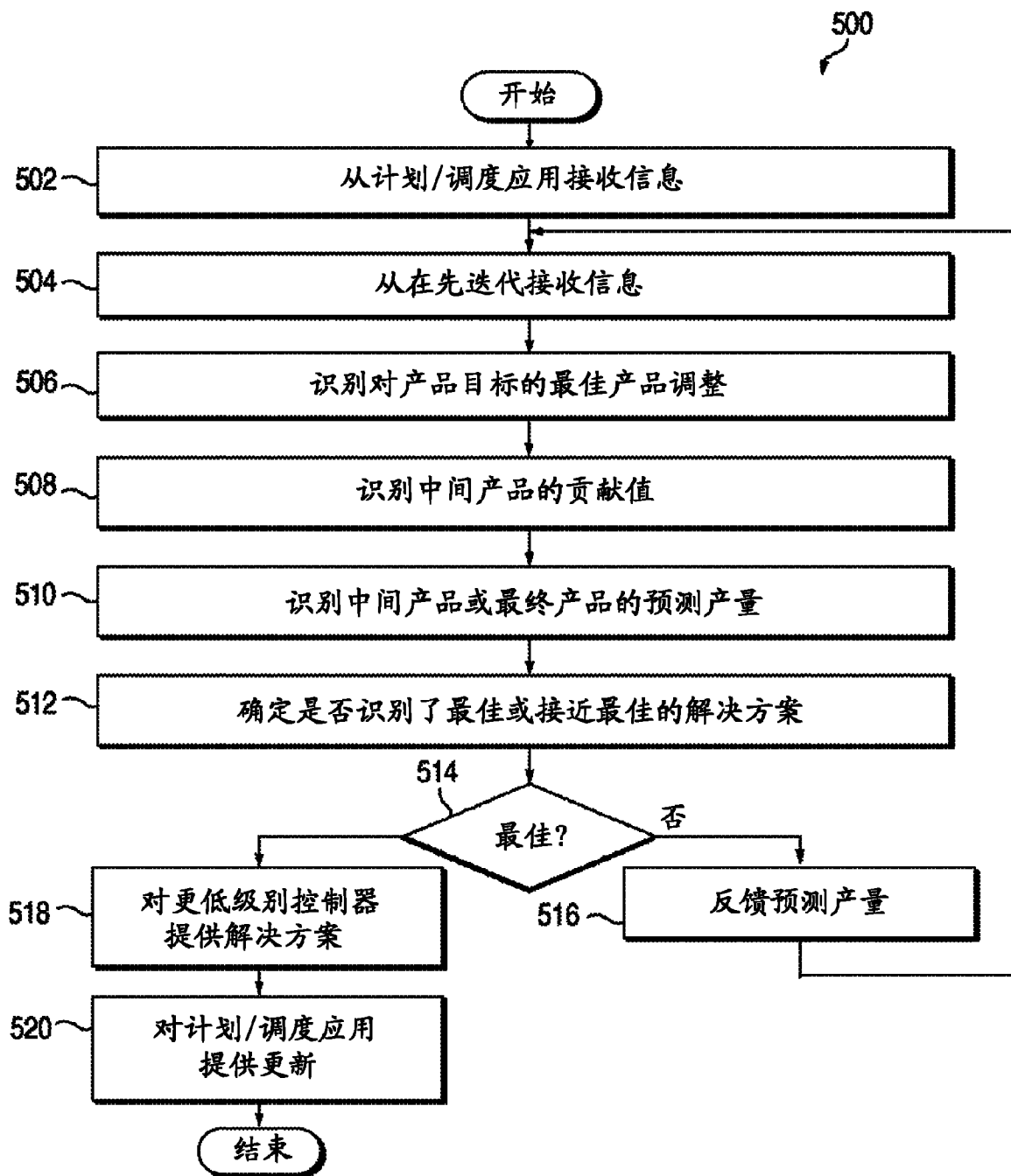


图 5