



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102007504 A

(43) 申请公布日 2011.04.06

(21) 申请号 200880115340.1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2008.11.06

G06Q 10/00 (2006.01)

(30) 优先权数据

60/987,066 2007.11.10 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.05.10

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/082610 2008.11.06

(87) PCT申请的公布数据

WO2009/061903 EN 2009.05.14

(71) 申请人 兰德马克绘图国际公司, 哈里伯顿公  
司

地址 美国德克萨斯

(72) 发明人 劳伦斯 · 里德 迈克尔 · 斯戴妮  
威廉 · 道格拉斯 · 约翰逊

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限  
公司 11002

代理人 瞿卫军

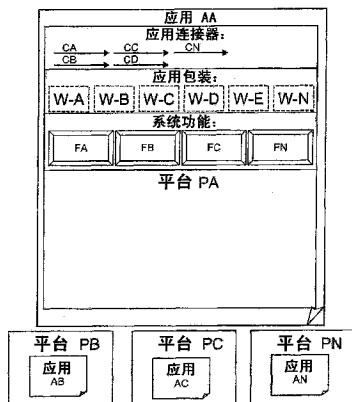
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 13 页

(54) 发明名称

工作流程自动化、自适应和集成的系统及方  
法

(57) 摘要

用于实施复杂的工作流程的系  
统和方法，其中，柔性架构（系统结构）用于工  
作流程的自动化、自适应和集成。



1. 一种通过工作流程最优化操作场景的系统，包括：  
操作系统平台，所述操作系统平台包括工作流程应用；  
远程计算平台，所述远程计算平台包括用于确定新的操作场景的技术应用，其通过应用包装连接至所述操作系统平台；以及  
最优化所述新的操作场景的系统功能，所述系统功能通过应用连接器连接至所述技术应用。
2. 如权利要求 1 所述的系统，其中，所述系统功能和所述技术应用由一个或更多个工作流程参与者远程访问。
3. 如权利要求 1 所述的系统，其中，所述应用连接器使所述技术应用的属性与所述系统功能的属性相关联。
4. 如权利要求 3 所述的系统，其中，所述应用连接器使所述技术应用的至少一个输出与另一技术应用的输入相联系。
5. 如权利要求 1 所述的系统，其中，在所述工作流程应用内，所述技术应用连接至所述系统功能。
6. 如权利要求 1 所述的系统，还包括：  
另一系统功能，对所述技术应用就数据集所生成的多个分析结果执行至少一次分析，或者用于对所述技术应用就数据集所生成的多个分析结果执行至少一次分析的另一技术应用，其通过另一应用包装连接至所述操作系统平台，所述另一系统功能或所述另一技术应用通过另一应用连接器连接至所述技术应用或所述系统功能。
7. 如权利要求 1 所述的系统，还包括：  
另一系统功能，在所述技术应用中过滤和挖掘用于相关联的数据，或者用于在所述技术应用中过滤和挖掘用于相关联的数据的另一技术应用，其通过另一应用包装连接至所述操作系统平台，所述另一系统功能或所述另一技术应用通过另一应用连接器连接至所述技术应用或所述系统功能。
8. 如权利要求 1 所述的系统，还包括：  
非线性工作流程。
9. 如权利要求 1 所述的系统，还包括：  
另一系统功能，对所述数据集进行更新，或用于更新所述数据集的另一技术应用，其通过另一应用包装连接至所述操作系统平台，所述另一系统功能或所述另一技术应用通过另一应用连接器连接至所述技术应用。
10. 如权利要求 9 所述的系统，其中，所述另一应用连接器使所述技术应用的另一属性或所述系统功能的另一属性关联到所述另一技术应用的属性或所述另一系统功能的属性。
11. 一种通过工作流程最优化操作场景的系统，包括：  
操作系统平台，所述操作系统平台包括工作流程应用；  
远程计算平台，所述远程计算平台包括用于确定新的操作场景的技术应用，其通过应用包装连接至所述操作系统平台；以及  
系统功能，最优化石油技术数据模型，并对新的操作场景进行检测，所述系统功能通过应用连接器连接至所述技术应用。
12. 如权利要求 11 所述的系统，还包括：

另一系统功能，在所述技术应用中过滤和挖掘用于相关联的数据，或者用于在所述技术应用中过滤和挖掘用于相关联的数据的另一技术应用，其通过另一应用包装连接至所述操作系统平台，所述另一系统功能或所述另一技术应用通过另一应用连接器连接至所述技术应用或所述系统功能。

13. 如权利要求 12 所述的系统，其中，所述工作流程是自适应的周期性工作流程。

14. 一种通过工作流程最优化操作场景的系统，包括：

操作系统平台，所述操作系统平台包括工作流程应用；

远程计算平台，所述远程计算平台包括用于确定新的操作场景的技术应用，其通过应用包装连接至所述操作系统平台；以及

通用工作流程工具，最优化所述新的操作场景，所述通用工作流程工具通过应用连接器连接至所述技术应用。

15. 如权利要求 14 所述的系统，其中，所述通用工作流程工具和所述技术应用由一个或更多个工作流程参与者远程访问。

16. 如权利要求 14 所述的系统，其中，所述应用连接器使所述技术应用的属性与所述通用工作流程工具的属性相关联。

17. 如权利要求 14 所述的系统，其中，在工作流程应用内，所述应用连接至所述通用工作流程工具。

18. 如权利要求 14 所述的系统，还包括：

另一通用工作流程工具，对所述技术应用就数据集所生成的多个分析结果执行至少一次分析，或者用于对所述技术应用就数据集所生成的多个分析结果执行至少一次分析的另一技术应用，其通过另一应用包装连接至所述操作系统平台，所述另一通用工作流程工具或所述另一技术应用通过另一应用连接器连接至所述技术应用或所述通用工作流程工具。

19. 如权利要求 14 所述的系统，其中，所述通用工作流程工具是计算器、数据传输或 OS 命令。

20. 如权利要求 14 所述的系统，还包括：

另一通用工作流程工具，在所述技术应用中过滤和挖掘用于相关联的数据，或者用于在所述技术应用中过滤和挖掘用于相关联的数据的另一技术应用，其通过另一应用包装连接至所述操作系统平台，所述另一通用工作流程工具或所述另一技术应用通过另一应用连接器连接至所述技术应用或所述通用工作流程工具。

## 工作流程自动化、自适应和集成的系统及方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 要求于 2007 年 11 月 10 日提交的、编号为 60/987,066 的美国临时专利申请的优先权，并且该申请的说明书以参引的方式并入于此。关于联邦资助研究项目的声明

[0003] 不适用。

### 技术领域

[0004] 本发明一般涉及用于完成复杂的工作流程以及，更具体地用于工作流程自动化、适应和集体的柔性架构的系统及方法。

### 背景技术

[0005] 碳氢化合物的生产操作常常涉及许多工作流程，这些工作流程本质上重复的，并且传统上由不同参与者手工或半手工进行，不同的参与者要花费其大部分时间来操作技术应用、查找和录入数据、执行分析和在诸如确认和核准的不同步骤参与者之间传递数据。

[0006] 研究表明，例如，一个工程师花费约 70% 的时间来收集、格式化和为在不同的应用中使用而翻译数据。对于标准化的生产活动，即工作流程，这样花费的时间可通过创造一种自动化系统来执行规定的工作流程从而得到极大地减少。自动化工作流程不仅能够减少工程师做这些重复性任务的宝贵时间，还能够确保方法的一致性，减少输入错误的可能性，并且创建储存库作为在工作人员（及他们的知识）进入和撤出生产资产时能长期保持的“最优方法”。

[0007] 此外，一般情况是许多工作流程的参与者对他们在一般工作流程的重复性步骤中所应用的许多应用具有不同的专门技能的偏好和水平。这种多样性使标准化和一致性难以实现。

[0008] 此外，由于各种工作流程所设置的时间需求，既不进行有潜在价值的额外分析选择，也不复验汇总数据集以从这些结果中学习。

[0009] 在其他行业中以及探测和生产领域的别处，使用来自本发明的那些描述的不同方法及系统，基于工作流程的商业流程管理系统和特定的具体技术应用是自动地、精心安排的。不过，由于技术、应用和工作流程的多样性，精心安排工作流程的挑战大半未被解决。

[0010] 多年来，自动化工作流程成为了诸如航空、汽车和工业制造的其他行业中的设计与生产循环的一部分。这些行业已经通过将应用和数据源联系起来结合使用随机分析方法和最优化来提高他们的整体生产率。

[0011] 今天，石油和天然气操作员面临着令人畏惧的挑战。随着全球需求的攀升、产量的降低、数据量的增加、资源的萎缩、管理和环境压力的上升，探测和生产公司必须显著地改善他们的碳氢化合物资产的管理。常用工作流程的自动化通过提供常见的、最佳实践的且能持续的、可测量的方法可有助于减缓这些挑战。

[0012] 这些自动化工作流程的实施还必须能检查。随着生产操作变得更复杂，其相关的工作流程也将变得更复杂。不能假定自动化工作流程的终端用户是“专家”用户，并具有所

有所需要的软件应用接口的知识和经验。理想地,自动化工作流程的所有平台应包括非专家用户与经该领域专家发起的复杂工作流程交互的方法和执行方法。

[0013] 目前,石油和天然气生产工作流程自动化典型地通过常常需要工程师在不同数量的应用之间调整数据流的不同系统的常规集成来完成。一些常用工作流程可包括,例如:

[0014] 1、生产管理和最优化;

[0015] 2、压裂增产改造设计 (fracture stimulation design) 最优化;

[0016] 3、生产预测和计划;以及

[0017] 4、气举分配和最优化。

[0018] 但是,多个应用的常规集成具有许多缺陷,且将被更标准化的集成架构更好的代替。

[0019] 各种应用的工作流程自动化和集成的优点大体上在美国专利 6,266,619、6,356,844、6,853,921 和 7,079,952 中进行了描述,这些专利已经授权给了哈里伯顿能源服务公司 (Halliburton Energy Services, Inc.), 并以参引的方式并入于此。这些专利通常处理全油田油藏管理系统 (field wide reservoir management system)。该系统包括一套生成油田范围生产和注射预测的彼此无缝连接的工具 (计算机程序)。该系统产生对诸如阻塞、阀门和其他流体控制装置的井下生产和注射控制装置的实时控制以及对地面生产和注射控制装置的实时控制。但是,该系统不能处理包括本发明所限定的自动化工作流程、自适应工作流程和协同工作流程的柔性架构。

[0020] 因此,需要如下的柔性工作流程架构:1) 自动化多个参与者之间的各种工作流程和他们的日常执行;2) 为工作流程的一致执行提供常见的操作环境,它能够在任何工作流程的各种步骤中取代应用;以及 3) 允许在任何工作流程中引入和并入附加步骤。

[0021] 因此,工作流程架构必须处理如下内容:

[0022] 1、多学科和多厂商环境中的边界条件的移动定位、输入和输出提取;

[0023] 2、智能生成及执行高达千种的多学科模拟;以及

[0024] 3、结果的便捷存 / 取和说明。

## 发明内容

[0025] 本发明满足了上述需求,并通过提供用于通过工作流程最优化操作场景的系统和方法克服了现有技术中的一个或多个缺陷,所述系统和方法 i) 自动化个参与者之间的各种工作流程和它们的日常;ii) 提供了一种用于工作流程的一致性实施的通用操作环境,能够取代任何工作流程的各种步骤中的应用;以及 iii) 允许引入额外步骤,并并入任何工作流程中。

[0026] 在一个实施方式中,本发明包括一种通过工作流程最优化操作场景的方法,包括:i) 选择操作系统平台,所述操作系统平台包括工作流程应用;ii) 选择远程计算平台,所述远程计算平台包括用于确定新的操作场景的技术应用,并通过应用包装与所述操作系统相连;以及 iii) 选择最优化新的操作场景的系统功能,所述系统功能通过应用连接器与所述技术应用相连。

[0027] 在另一实施方式中,本发明包括一种用于通过工作流程最优化操作场景的方法,包括 i) 选择操作系统平台,所述操作系统平台包括工作流程应用;ii) 选择远程计算平台,

所述远程计算平台包括用于确定新的操作场景的技术应用，并通过应用包装与所述操作系统平台相连；以及 iii) 选择系统功能，最优化石油技术数据模型，并检测新的操作场景，所述系统功能通过应用连接器与所述技术应用相连。

[0028] 在又一实施方式中，本发明包括一种用于通过工作流程最优化操作场景的方法，包括 i) 选择操作系统平台，所述操作系统平台包括工作流程应用；ii) 选择远程计算平台，所述远程计算平台包括用于确定新的操作场景的技术应用，并通过应用包装与所述操作系统平台相连；以及 iii) 选择通用工作流程工具，最优化新的操作场景，所述通用工作流程工具通过应用连接器与所述技术应用相连。

[0029] 根据下面各种实施方式和相关附图的描述，对本领域技术人员而言，将使本发明的其它方面、优点和实施方式变得更加明显。

## 附图说明

- [0030] 以下结合附图详细说明本发明，图中相同的参考数字表示相同的元件，其中；
- [0031] 图 1 例示了实施本发明的现有技术的系统的一个实施方式。
- [0032] 图 2A 是例示实施本发明的计算机系统的一个实施方式的框图。
- [0033] 图 2B 例示了实施本发明的系统架构的一个实施方式。
- [0034] 图 3A 例示了一个传统例行工作流程。
- [0035] 图 3B 例示了一个传统周期性工作流程。
- [0036] 图 4A 例示了一个自动化例行工作流程。
- [0037] 图 4B 例示了一个自动化周期性工作流程。
- [0038] 图 5A 例示了一个自适应例行工作流程。
- [0039] 图 5B 例示了一个自适应周期性工作流程。
- [0040] 图 6 例示了一个同步或并行协调工作流程。
- [0041] 图 7 是例示可在本发明的架构内执行的各种工作流程的框图。
- [0042] 图 8 例示了本发明的一个典型部署；
- [0043] 图 9 例示了根据本发明的生产管理和最优化工作流程的一个实施方式。
- [0044] 图 10 例示了根据本发明的压裂增产改造最优化工作流程的一个实施方式。
- [0045] 图 11 例示了根据本发明的生产预测和计划工作流程的一个实施方式。
- [0046] 图 12 例示了根据本发明的气举定位和最优化工作流程的一个实施方式。

## 具体实施方式

[0047] 对本发明的主题进行了详细地描述，但是，描述本身旨不在限制本发明的范围。因而，该主题还可用其他方法体现，以包括类似于这里所描述的不同步骤或步骤的组合，连同其他现有或未来技术。此外，虽然术语“步骤”此处用来描述所用方法的不同元素，该术语不应解释为暗指此处所揭示的两个或多个各种步骤之间的任何特殊次序，除非说明书明确地限定为特殊次序。

[0048] 系统和方法描述

[0049] 本发明可通过计算机可执行程序指令，例如程序模块，通常是指软件应用或计算机执行的应用程序来实施。该软件可包括例如，执行特殊任务或实施特定抽象数据类型

的例程、程序、对象、组件和数据结构。软件形成了允许计算机根据输入源反应的界面。AssetConnect<sub>TM</sub>是兰德马克图形公司 (Landmark Graphics Corporation) 销售的一款商业软件,可用作实施本发明的应用界面。软件还可与其他代码段协作以着手多种任务来响应所接收的数据连同接收的数据的源。软件可保存在任何类型的存储媒介上,例如, CD-ROM、磁盘、磁泡存储器和半导体存储器 (如各种类型的 RAM 或 ROM)。而且,软件及其结果可通过多种载体媒介传递,例如光纤、金属线、自由空间和 / 或通过诸如互联网的多种网络。

[0050] 此外,本领域技术人员将会认识到本发明可利用多种计算机系统架构来实践,包括手持设备、多处理器系统、基于微处理器 (microprocessor-based) 或可编程的消费电子产品、小型计算机、大型计算机等。本发明与任何数量的计算机系统和计算机网络应用一起工作。本发明可在分布式计算环境执行,即任务可在通过通信网络连接的远程处理设备上执行。在分布式计算环境下,程序模块可设置在包括存储装置的本地和远程计算机存储媒介中。因此,本发明可在计算机系统或其他处理系统中与各种硬件、软件或其组合连接实施。

[0051] 现在参考图 2A,例示了用于在计算机上实施本发明的一个系统的框图。该系统包括计算单元,有时指计算系统,包括存储器、应用程序、客户界面和处理单元。计算单元仅是适当计算环境的一个实例,且意图不在于暗示限制本发明的应用或功能范围。

[0052] 该存储器主要存储应用程序,也可描述为包含计算机可执行指令的程序模块,该应用程序利用计算单元实施,用来实施此处所描述的本发明,并且在图 2B 和 4-12 中进行了例示。因此,该存储器包括一个或多个适用于图 4-12 所例示的工作流程的工作流程模块和 AssetConnect<sub>TM</sub>。

[0053] 虽然所示计算单元具有通用存储器,但计算单元通常包括多种计算机可读媒介。作为实例,但不限于此,计算机可读媒介和通信媒介。计算系统存储器可包括诸如只读存储器 (ROM) 和随机存储器 (RAM) 的易失性和 / 或非易失性存储器形式的计算机存储媒介。基本输入 / 输出系统 (BIOS),包含例如在启动过程中有助于在计算单元的元件之间传递信息的基本例程,其通常存储在 ROM 中。RAM 通常包含即时存取和 / 或处理器正在操作的数据和 / 或程序模块。作为实例,但不限于此,计算单元包括操作系统、应用程序、其他程序模块和程序数据。

[0054] 存储器中所示的组件还可包括在其他可移动 / 不可移动、易失性 / 非易失性计算机存储媒介中。仅作为实例,硬盘驱动器可对不可移动的、非易失性磁盘媒介进行读写,磁盘驱动器可对可移动的、非易失性磁盘进行读或写,以及光盘驱动器可对诸如 CD ROM 或其他光媒介的移动的、非易失性光盘进行读或写。可用于典型操作环境的其他可移动的 / 不可移动的、易失性 / 非易失性计算机存储媒介可包括盒式磁带、闪存卡、多功能数码光盘、数字录像磁带、固化 RAM 等,但不限于此。上面讨论的驱动器及其相关计算机存储媒介提供了计算机可读指令、数据结构、程序模块和计算单元的其他数据的存储。

[0055] 客户可能通过客户界面向计算单元输入命令和信息,其中客户界面可以是诸如键盘和定位设备 (通常指鼠标、轨迹球或触摸板) 的输入设备。输入设备可包括麦克风、操纵杆、卫星天线、扫描仪等。

[0056] 这些和其他输入设备常常通过联接于系统总线的客户界面连接于处理单元,但可以通过其他接口和总线结构,例如并行端口或通用串行总线 (USB) 连接。监视器或其他类

型的显示设备可通过诸如视频接口的接口连接于系统总线。除监视器外,计算机还可包括诸如扬声器和打印机进的其他外围输出设备,它们通过输出外围接口连接。

[0057] 本领域总所周知的、可用来实施本发明的特定系统组件包括:

[0058] 1、IT/ 计算平台 :PA-PN, 其中 PA 是系统操作环境, PB-PN 是对石油和天然气生产而言常见的所有其他计算环境。

[0059] 2、应用 :AA-AN, 其中, 应用 AA 是工作流程精心安排的应用,

[0060] AB-AN 是对石油和天然气生产而言常见的所有其他技术应用。

[0061] 3、应用包装 (Application Wrappers) :WA-WN, 精心安排工作流程的应用, 包括用于开发其他应用的应用包装的软件开发工具箱。或者, 不必含有应用包装 WA-WN 和系统功能 FA-FN。替代地, 可以使用应用连接器和一般工作流程工具 (即, 计算器、数据传输、OS 命令等)。

[0062] 4、系统功能 FA-FN, 系统并入了许多使额外分析及将要并入给定工作流程 (如, 蒙特卡洛模拟、最优化等) 的步骤成为可能的功能。

[0063] 一个包含这种组件的典型系统在石油和天然气工业中通常是指 AssetConnect<sub>TM</sub>, 如图 1 和 2A 所例示的那样。

[0064] 虽然计算单元的许多内部组件并未示出, 本领域技术人员会理解这种组件和它们的互相连接是众所周知的。

[0065] 用于实施本发明的典型系统架构例示于图 2B。图 2B 例示了图 1 中的组件之间的相互连接关系, 其可用于执行图 4-12 所例示的工作流程。

[0066] 现在参考图 2B, 各种 IT/ 计算平台 (PB-PN), 例如, Linux、Windows 等, 可装入各种技术应用 (AB-AN), 通过面向服务架构的方式互连以访问所需要的技术程序 (AB-AN), 这形成了一个统一的操作环境, 其中技术应用 (AB-AN) 可远程访问以并入的工作流程。

[0067] 各种技术应用 (AB-AN) 能够通过应用包装 (WB-WN) 的方式从它们的远程 IT 平台进入该系统。此后, 在统一的操作环境中, 技术应用 (AB-AN) 能在工作流程内远程地操作。各个技术应用 (AB-AN) 提供了与每个流程的一个步骤或多个步骤一致的它们自己的功能。

[0068] 工作流程所涉及的各种技术应用 (AA-AN) 能通过应用连接器 (CA-CN) 的方式连接。连接器 (CA-CN) 允许工作流程发起者映射并连接到技术应用 (AB-AN) 的属性, 并且映射并将其关联到其他技术应用 (AA-AN), 从而有效地将输入和输出从工作流程的一个步骤映射到另一个。这样, 工作流程逻辑可确定为与各种步骤、在工作流程内流动的数据和属性一致。在最简单的情况下, 这能够实现工作流程的自动化。

[0069] 工作流程还可改变以通过连接精心安排工作流程的应用 (AA) 内的附加系统功能 (FA-FN) 或可选择地通过引入不例行地应用于传统工作流程中的附加技术应用 (AB-AN) 引入增加新数值 (new-value-added) 步骤。

[0070] 使用如图 2B 所例示方式的系统组件性能的独特组合, 能够使传统工作流程实现自动化, 还将传统工作流程逻辑改变成合并各种前述性能的组合, 即事实上形成了显著地添加于传统工作流程的新颖的工作流程。因此, 本发明能够实现应用于日常 (连续) 工作流程中的实时数据的流动。

[0071] 工作流程描述

[0072] 现在参考图 3A 和 3B, 例示了分别用于生产管理和油藏管理的传统日常工作流程

(3A) 和传统周期性工作流程 (3B)。由于每个参与者使用适用于它们专业技术领域的不同应用而产生的多个参与者之间的相互依赖性,传统工作流程通常是手工操作密集的和以具有延迟经验的专家为中心的。在下述附图的描述中所应用的每个工作流程的符号的定义示于下面的表 1 中。

[0073]

符号	定义
	手工输入/活动
	手工操作
	存储的数据

[0074]

	预定的进程
	数据库 (磁盘)
	判定
	延迟/暂停
	显示
	预定过程的多次重复
	结束

[0075] 表 1

[0076] 在图 3A 和图 3B, 参与者 A、B 和 C 可与特定“系统”组件的连接。在这些参与者中, 例如, 参与者 A 代表现场工人、参与者 B 代表石油工程师和参与者 C 代表油藏工程师。其余参与者可以是优选的和 / 或必需的。各个参与者执行工作流程步骤, 并且在特定步骤中连接系统组件和参考应用。因此参考应用可以包括, 例如, 可能是点分析应用的石油技术应用 A, 及可能是油藏模拟应用的石油技术应用 B。来自应用 A 的使用的分析和报告可能通常包括计算的流入生产比例 (InflowProduction Ration) (IPR 曲线)、表层厚度和油井性能图等的表示。来自应用 B 的使用的分析和报告通常包括计算的生产剖面、预测、事件检测 (例如, 沙或水突进) 等的表示。从这种分析得到的操作方案可能包括调整阻塞设置、开始修井或类似活动。各种本领域总所周知的其他商业应用可类似地用于这种工作流程。图 3A 和 3B 所描述和例示的参与者、系统和应用还可适用于图 4A、4B、5A、5B 和 6 中例示的相同工作流程组件中。

[0077] 应用根据图 2B 所示的系统架构的典型工作流程例示于图 4-7。每个图或者表示日常工作流程或者表示周期性地执行的工作流程。这些工作流程的改变用阴影遮蔽改变的步骤来表示。这些工作流程可以描述为：

[0078] 1) 自动化的工作流程,凭此实现传统工作流程的自动化,从而显著地减少操作该工作流程的参与者的大量需求;

[0079] 2) 自适应工作流程,凭此通过实现工作流程内的额外转换的附加步骤或功能的方式显著地改变传统工作流程;以及

[0080] 3) 协同工作流程,凭此集成多个传统工作流程,从而创造一个横跨和精心安排多个工作流程的“超级”工作流程,来产生单个传统工作流程通常不能实现的新颖的转换。

[0081] 现在参考图 4A 和 4B,例示了分别用于生产管理和油藏管理的自动化的日常工作流程 (4A) 和自动化的周期性工作流程 (4B)。这些工作流程表示典型 (或实际) 的资产。这种自动化工作流程的特征是系统执行以前由参与者执行的许多日常任务,仅在需要,例如,确认和输出或作出决定结果或批准决定结果时才需要参与者操作。比较所例示的图 3A 和图 4A,及图 3B 和图 4B,图 4A 和图 4B 的系统 (system) 列中阴影遮蔽的步骤表示现在系统中实现自动化的传统工作流程步骤。优点主要在于省时和一致性,对工作流程的步骤所引起的转换没有显著改变。工作流程逻辑没有显著的改变,并且核心步骤保持大致正常执行;也就是说,作为自动化工作流程的结果,除参与者的经验因利用自动化而改变外,没有出现其他的转换。这可简单到单个应用程序的自动化操作被认为是一个工作流程,或者包含多个应用和步骤的自动化操作被认为是一个工作流程。

[0082] 现在参考图 5A 和图 5B,分别例示了用于生产管理和油藏管理的自适应日常工作流程 (5A) 和自适应周期性工作流程 (5B)。自适应工作流程的特征是系统能够完成以前主要由于时间和技术限制而不由参与者执行的额外任务。容易地并入额外应用、功能和计算资源,以及能使工作流程内的耗时任务自动化的能力使工作流程能更好地使用所有可用资源。如图 5A 中的阴影遮蔽的步骤 (步骤 4a 和 8a) 和图 5B 中的阴影遮蔽的步骤 (步骤 3a 和 8a) 所例示的,以前参与者或系统不能执行的、在传统工作流程 (图 3A 和图 3B) 与自动化工作流程 (图 4A 和图 4B) 中实现额外步骤。图 5A 的系统列中阴影遮蔽的步骤 (步骤 4) 表示图 4A 中相应步骤 (步骤 4) 的变化。优点是引入工作流程的额外步骤所增加的值。工作流程的额外步骤所产生的转换存在显著改变,包括工作流程逻辑的新颖的变化 (例如,从线性工作路程变成了非线性流程或引入了增加值的额外迭代),及引入通常不由传统工作流程承担的工作流程的新额外活动 (例如, i) 传统数据, ii) 新活动产生的新数据或者 iii) 汇总数据集的新分析和用途改变)。

[0083] 现在参考图 6,例示了同步或并行系统工作流程。通过集成多个传统工作流程所创造,超级工作流程可包含自动化和 / 或自适应工作流程的关键因素,并且还可引入各步骤阴影所例示的新的转换步骤。

[0084] 现在参考图 7,框图例示了传统地与油藏和生产管理活动相联系的各种工作流程,且可在本发明的自动化、自适应或协调工作流程的架构内执行。

[0085] 现在参考图 8,例示了本发明的一个典型的部署。对这种自动化或转换的工作流程的部署的考虑必须包括超过技术工作流程发起者的用户的广泛拥护者的访问。自动化工作流程的典型的用户可能不会立即熟悉组成工作流程的单个应用或模型。工作流程的中心

库 (central library) 可以保持和通过用户可启动工作流程、查看进度和结果的桌面客户界面或网络界面, 分配给专家和非专家用户。中心库是一个可保持单个工作流程及其相关的应用和模型并对其进行版本化从而保持其一致性的安全的计算环境。

[0086] 图 7 所示的几个工作流程的实施方式参考图 9-12 进行了讨论, 并可在根据图 4-6 的自动化、自适应和 / 或协同工作流程的工作流程架构内执行。

[0087] 工作流程 1- 生产管理和最优化

[0088] 生产工程师越来越多地被要求对大型的更复杂的资产进行最优化。他们的油井数变得更大了, 需要分析的数据量也膨胀了。通过自动化油井性能数据的获取和分析, 生产工程师在出现意外情况时能更好地管理现场, 并将精力集中在具有最大潜在价值的地方。图 9 例示了这种工作流程。

[0089] 在这个工作流程中, 由资产生产数据库 (如, EDM<sub>TM</sub>) 定期收集现场实测井口压力和流量。EDM<sub>TM</sub> 是兰德马克图形公司销售的一款商业数据库应用。在日常间隔中, 自动化工作流程架构从生产数据库收集油井压力和目前油层压力。自动化工作流程使用精确的油井模型 (例如 Prosper<sub>TM</sub>) 来估计每个油井的理论流量。Prosper<sub>TM</sub> 是 Petroleum Experts 销售的一款商业软件应用。这个理论速率储存在生产数据库中, 并可对定期测量的流量进行可视化。油井可能与理论性能差距悬殊, 标志需要生产工程师立即关注。

[0090] 工作流程 2- 破裂模拟设计最优化

[0091] 在压裂增产改造设计上每年要花费数十亿美元。这些昂贵操作的关键在于做得正确、及时。精确和最优化设计是确保成功进行压裂操作的关键。但是, 成功的设计包括几个技术组件, 例如, 岩石力学和特性、流体性质和调度、破裂条件和位置以及经济条件。存在所有这些内容的应用来帮助工程师。图 10 例示了如何将这些应用集成于一个工作流程的实例。

[0092] 在优选实施方式中, 本发明可能适用于压裂设计工作流程。压裂是适用于油井的一门技术, 以确定或改进在延长的一段时间中在完井内石油的流动。压裂处理具有一个有限的生命周期, 并且很昂贵。将压裂处理应用于油井的成本可能是 (如果不高于) 每次处理 25 万美元 (\$250,000.00) 到 50 万美元 (\$500,000.00)。预期的处理的生命在二到五年间。如可理解的那样, 压裂的影响取决于油层岩石的性质和压裂设计。油层岩石的性质常常存在相当大的不确定性。在一些情况下, 油层岩石的不确定性可由压裂设计减缓。这样, 压裂设计工作流程具有两个基本功能 : 压裂设计估计和压裂设计最优化。

[0093] 在一个优选实施方式中, 压裂设计评估 (FDE) 利用三个应用实现。第一应用允许用户审核油井日志记录和对要压裂的部分钻井孔的油层特性进行评估。这个评估的结果与第二和第三应用共享。第一应用可利用 Prizm<sub>TM</sub> 来进行, Prizm<sub>TM</sub> 是兰德马克图形公司销售的一款商业应用软件, 虽然其他应用程序也提供了类似能力。第二应用允许用户调整压裂设计参数, 并估计预期压裂尺寸, 即裂缝的半长、裂缝的高度和裂缝的宽度。第二应用可以利用 FracPro<sub>®</sub> 执行, FracPro<sub>®</sub> 是尖峰技术公司 (Pinnacle Technologies) 销售的一款商业应用软件, 虽然其他应用也提供了类似的能力。最后, 第三应用对特定处理设计应用油层特性和压裂尺寸来对压裂处理的预期寿命期内的完井累积产量结果进行估计。第三应用可在称为 Predict K<sub>TM</sub> 的公认工具中执行, Predict K<sub>TM</sub> 是科尔实验室 (Core lab) 销售的一款商业应用软件。在应用这三个应用完成该工作流程后, 工作流程的范围可比以类似方

式利用其他应用方面扩大了。

[0094] 压裂设计最优化可使用基本 FDE 过程来评估一组压裂设计进而判断哪个设计给出了最佳累积产量。进一步地,组中的每个设计可以评估一定范围的油层不确定性,从而压裂设计还可关于油层不确定性最优化。

[0095] 工作流程 3- 数字完成最优化系统

[0096] 这个工作流程对用于封闭气田的油井激励和完成活动的设计执行评估和学习 (DEEL) 循环的所有方面实现自动化。为了使产量最大化,完成成本最小化,需要许多不同的学科和活动;地质学、地球物理学、激励和生产,人们不得不协同工作。这些学科中的每一个单独地工作,彼此串行地传递工作结果,这是很常见的。而且,该团队不能有效地审查过去的结果,容易地并入任何教训。数字完成最优化系统创造了一个用于所有活动的常见平台。设计工作流程合并了油井日志分析(从诸如 Prizm® 的程序)和地质应力分析和产量预测(如, SWIFT®, 哈里伯顿能源服务公司销售的一款商业应用软件)和压裂设计程序(如, Stimplan™, NSI 技术销售的一款商业应用软件)。在前面的压增产改造设计最优化中详细地描述了设计工作流程。执行工作流程监视压裂工作和自动化地历史匹配压裂设计和油井产量预测。评估循环应用人工智能算法,例如神经网络和支持向量,来挖掘来自多个数据库的所有工作的设计和执行工作流程产生的所有数据。数据挖掘工作流程的分析用在最优化系统中以更新设计和执行工作流程中的设计参数。图 11 例示了这个工作流程的一个典型实施方式。

[0097] 工作流程 4- 气举定位和最优化

[0098] 气举是增加重油井产量的常用方法。但是,渐增的下游设施的性能约束限制了可用的气举的总量。正确地决定发送给哪个井多少气举是一个涉及油井性能模型、出油管水力学和设备工程性能的复杂的过程。图 12 例示了气举定位和最优化工作流程的实例。

[0099] 在这个工作流程中,单个油井气举注射率必须基于总产量利益和提升用气体的可获得性来进行最优化。定期地,或许每夜地,得到产量数据并用做每口井的输入量,聚集网络和设备模型。那么,当保持任何适当面约束时,单个油井气举率可沿所有井定位,并对最大油产量进行最优化。

[0100] 因此,本发明提供了一种柔性架构,多个迥然不同的工作流程可作为一个自动化的、自适应的或协同工作流程执行,使用一个通用的平台和领域。每种类型的工作流程增加了横跨不同范围的工作流程的数值。一些操作员举例说花费在查找数据和操作支持核心工作流程的技术应用程序上的时间达到了 75% 的工程时间,这样,该时间在本发明减少了。因此,本发明能够:

[0101] 1、在常用计算环境中,协作精心安排对上游油气生产常见的不同面向技术的工作流程;

[0102] 2、涉及使用不同技术应用的多步骤工作流程的自动化;

[0103] 3、通过新的、在上游油气操作环境中通常不应用的增加数值的步骤的引用,实现自动化的工作流程的转换;

[0104] 4、为了容纳在上游油气生产界富有使用经验的不同优选应用,实现了常用工作流程中的特定技术应用的互换性;

[0105] 5、广大企业可通过中心化管理的“库”和桌面或网络 GUI 进入自动化的、转换的工

作流程；以及

[0106] 6、通过中心化管理单个工作流程的版本和它们组成应用部件，实现工作流程的一体化。

[0107] 虽然本发明已经与优选实施方案相联系地表述了，但本领域的技术人员可以理解，其旨不在将本发明限制于那些实施方式。因此，可以设想，在没有脱离本发明所附权利要求及其等同所限定的范围和精神的情况下可能作出各种替代实施方式和变型。

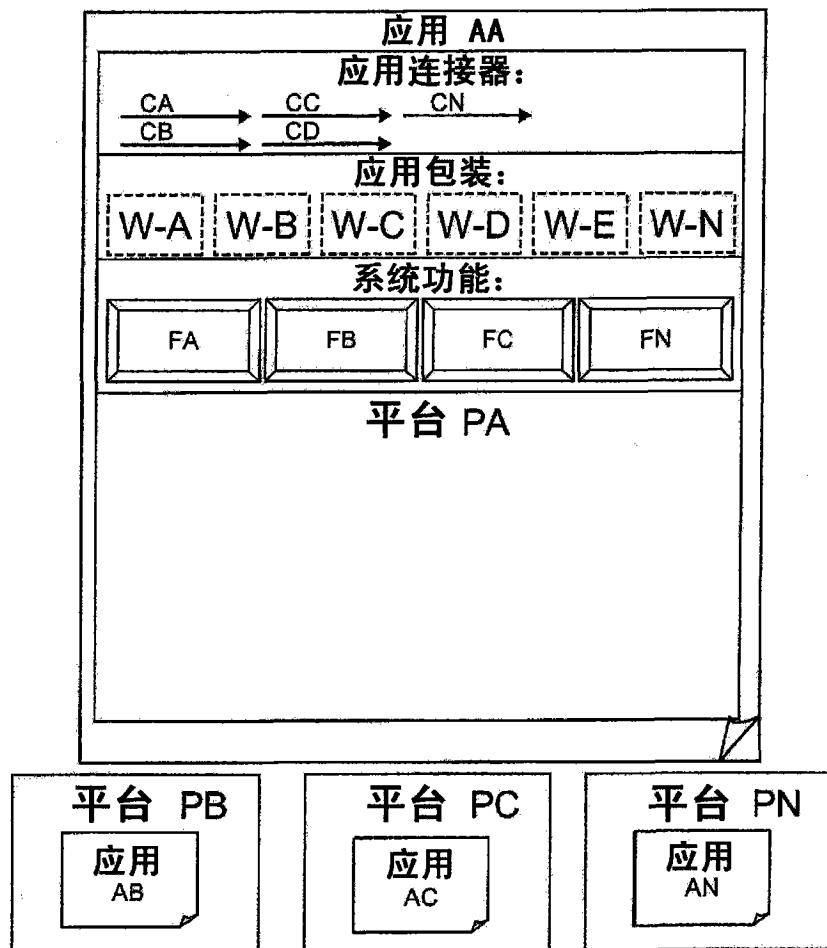


图 1(现有技术)

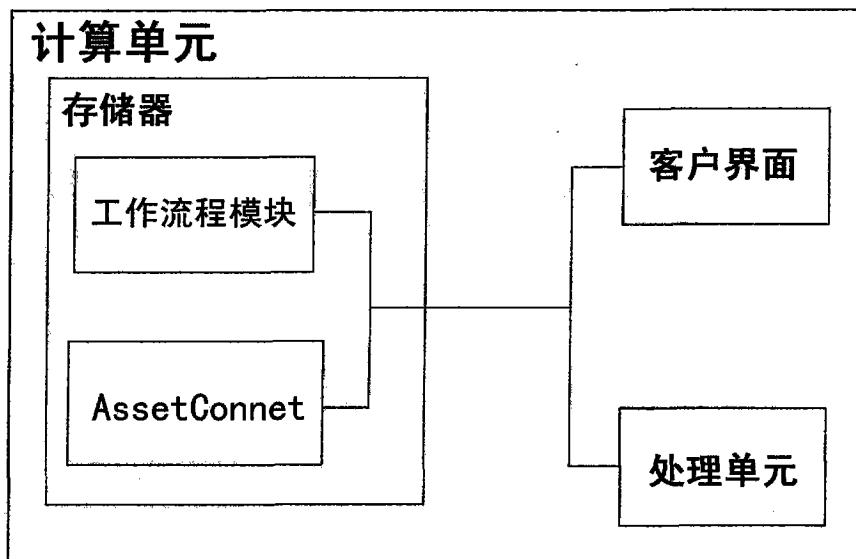


图 2A

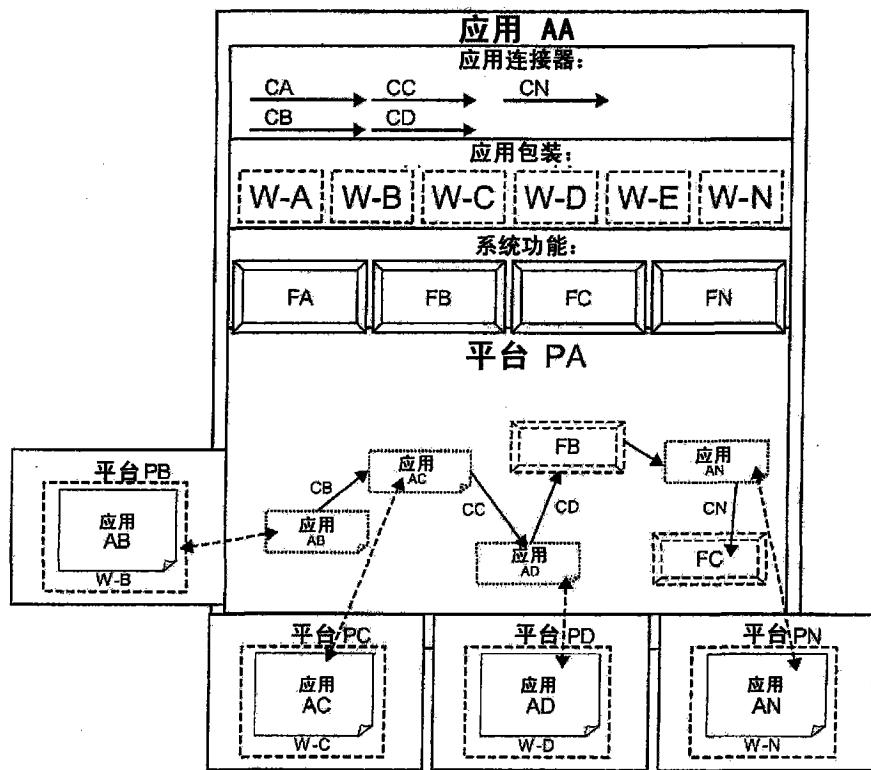


图 2B

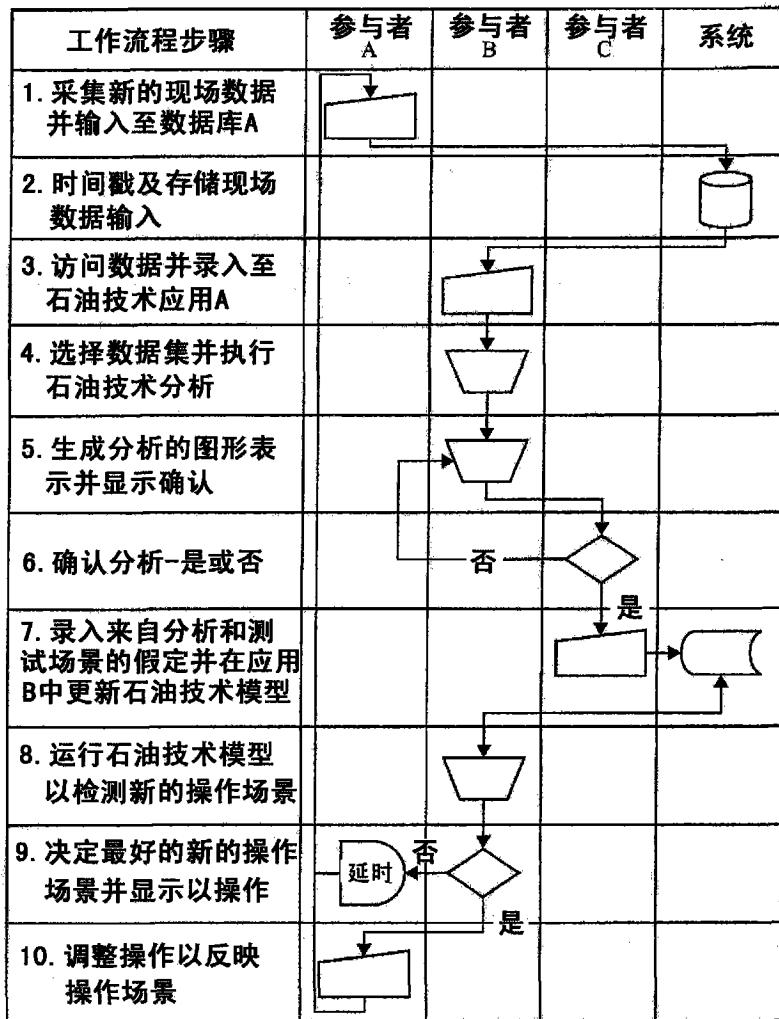


图 3A

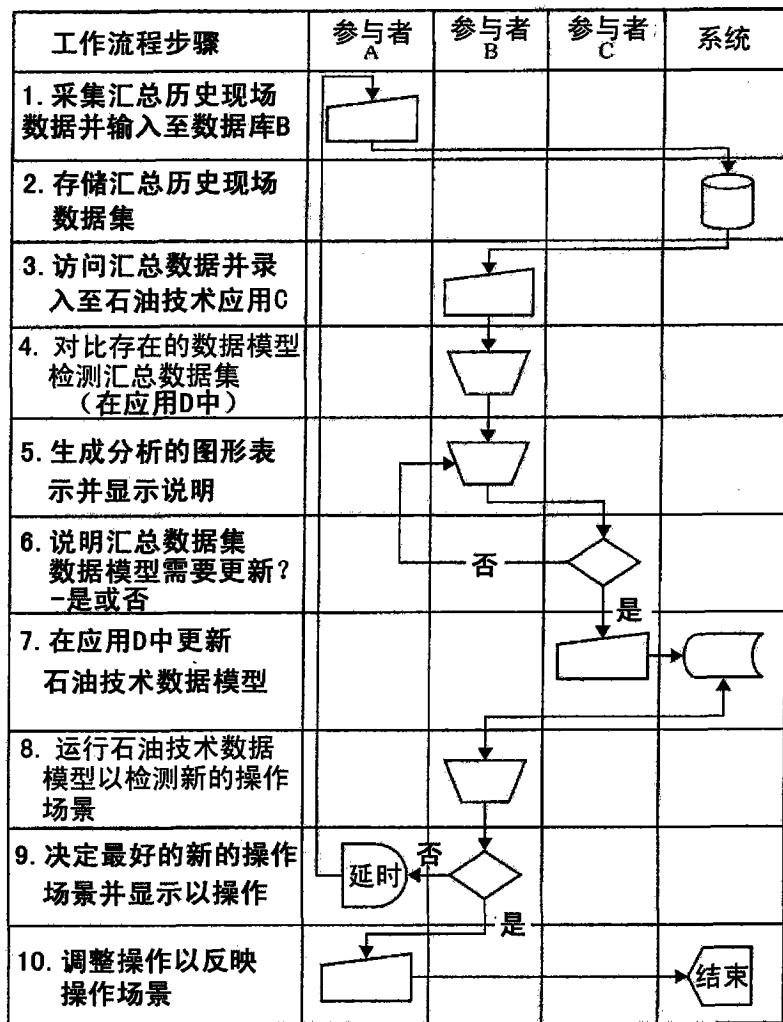


图 3B

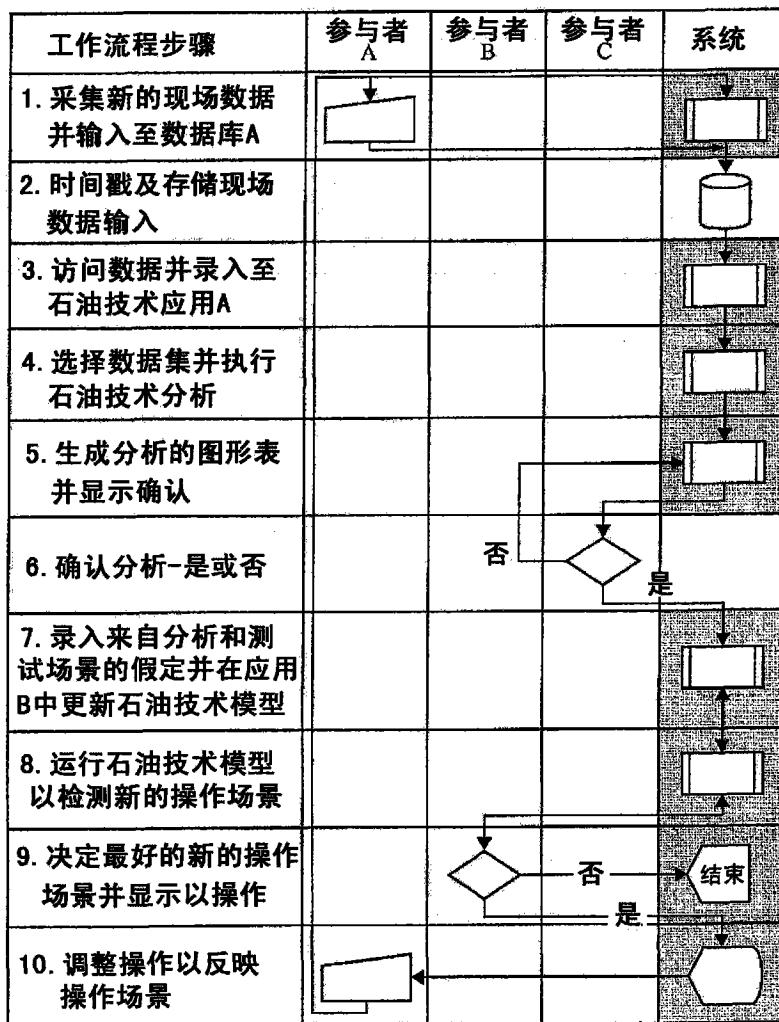


图 4A

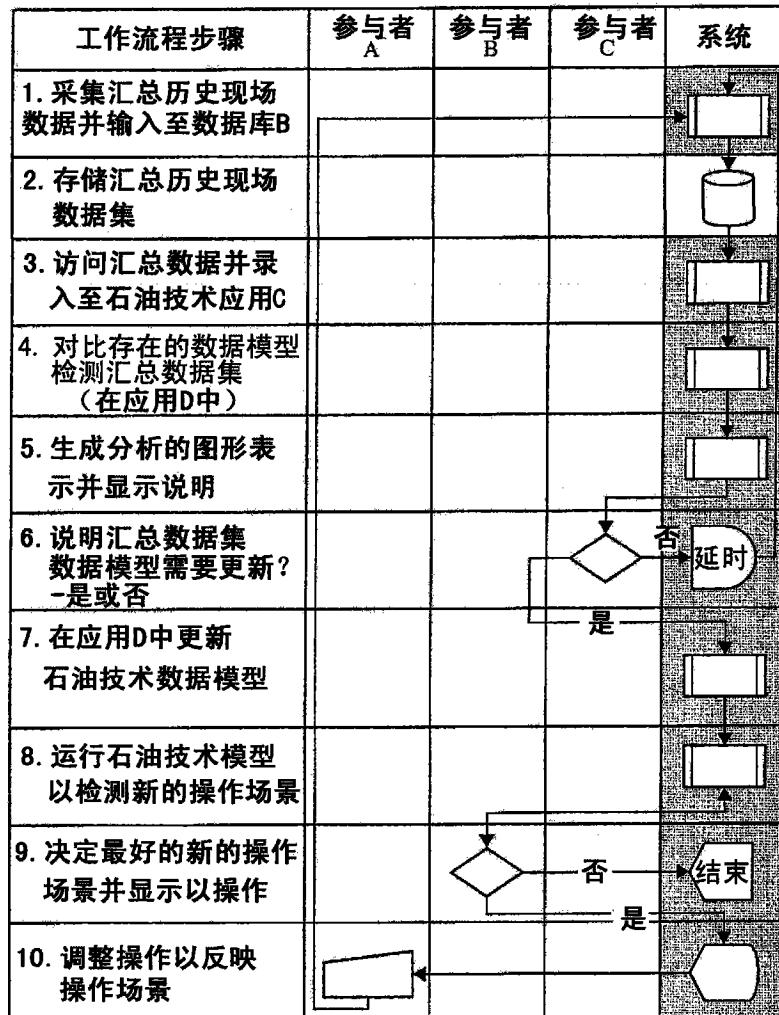


图 4B

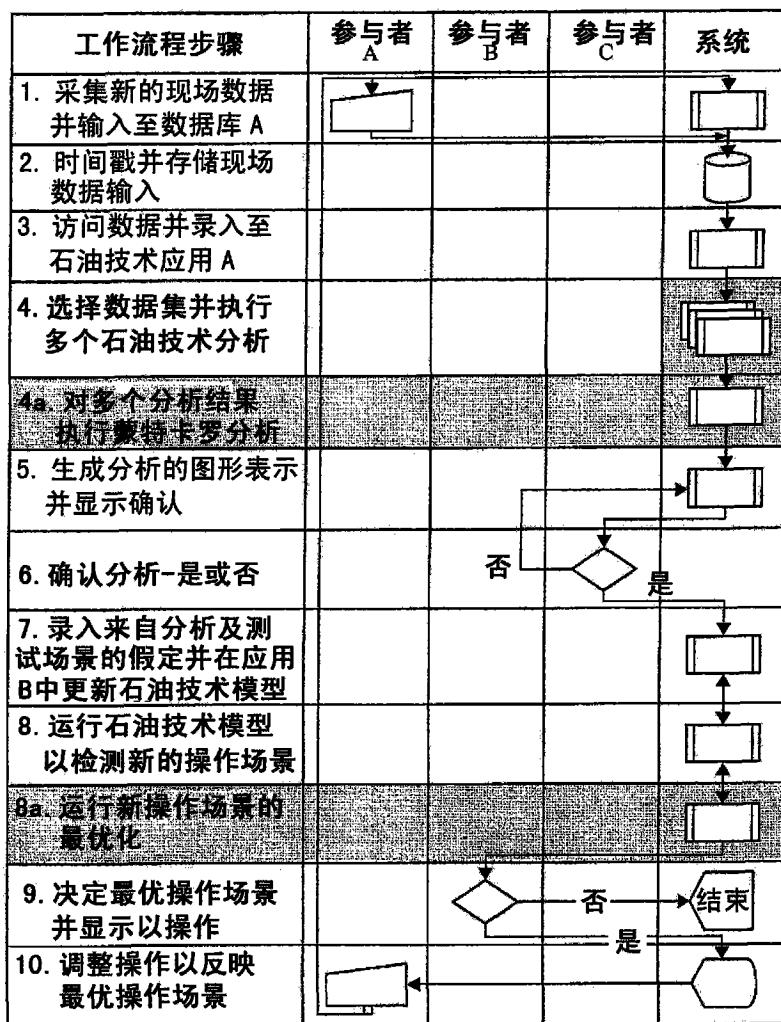


图 5A

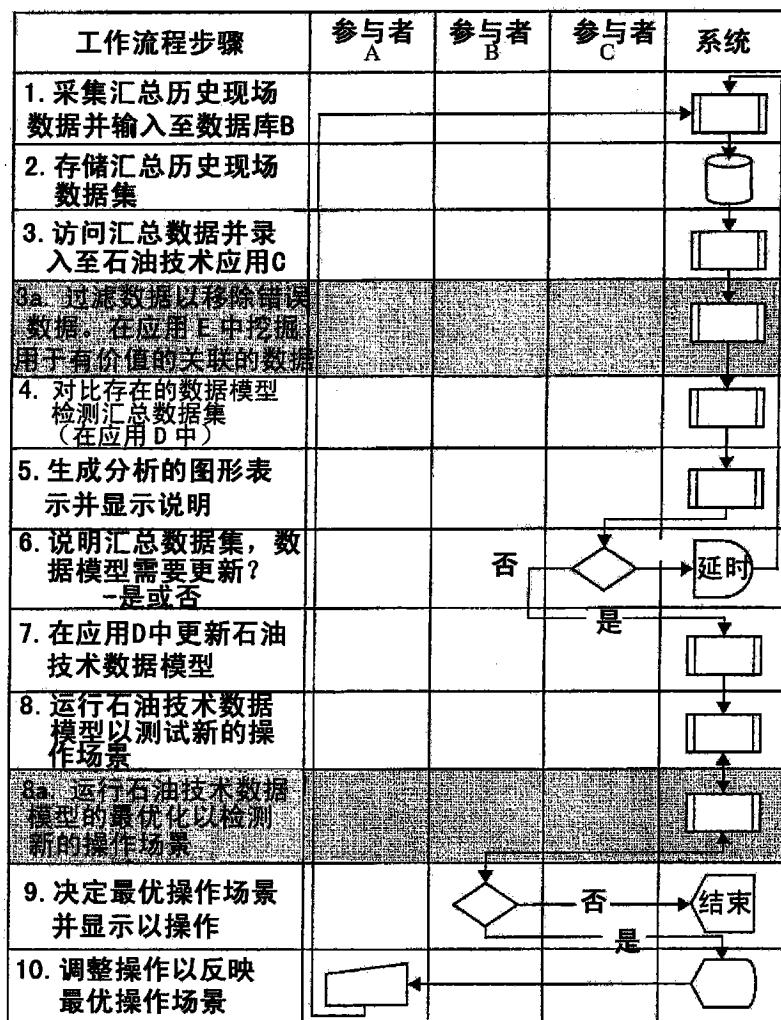


图 5B

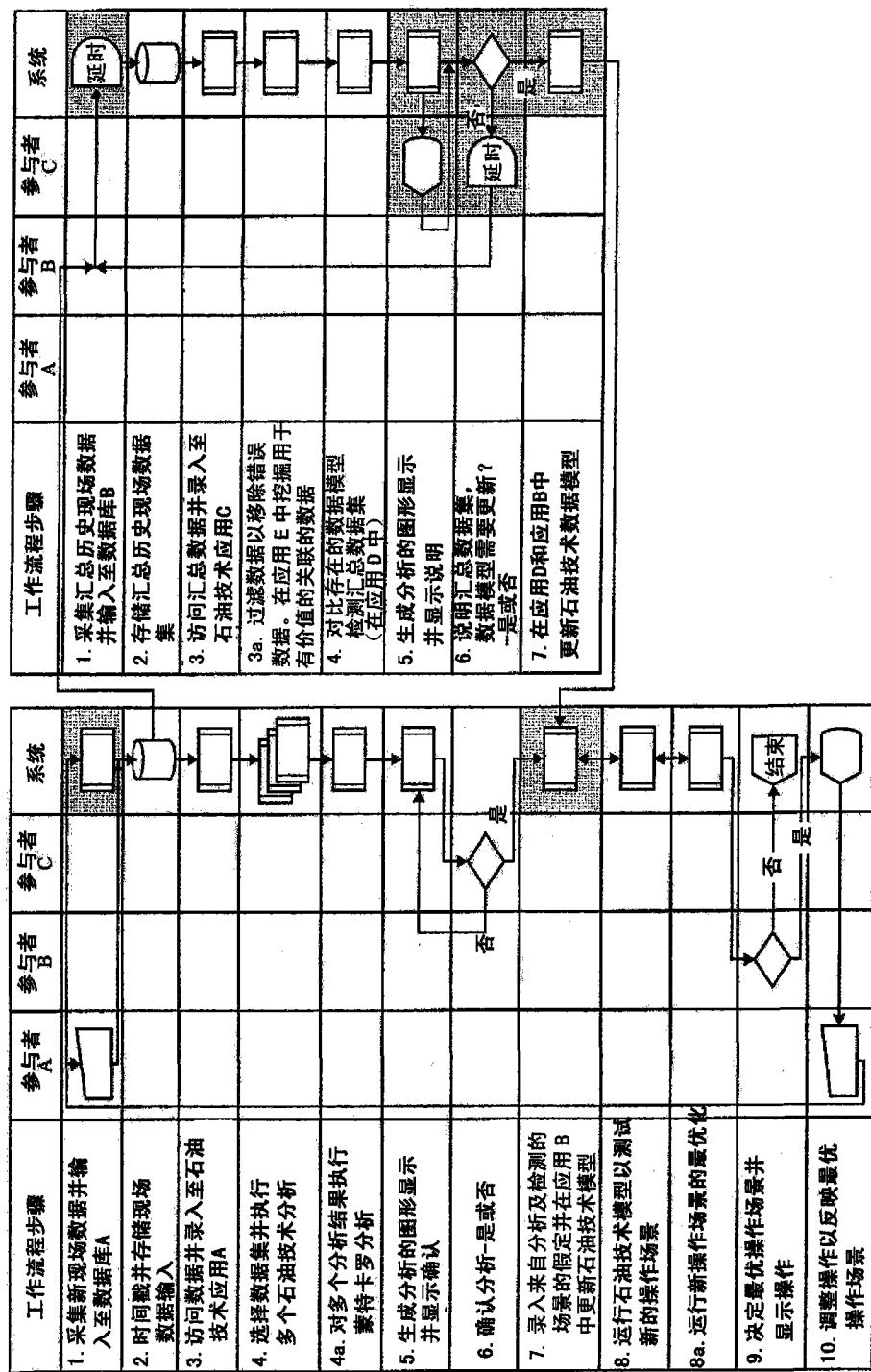


图 6

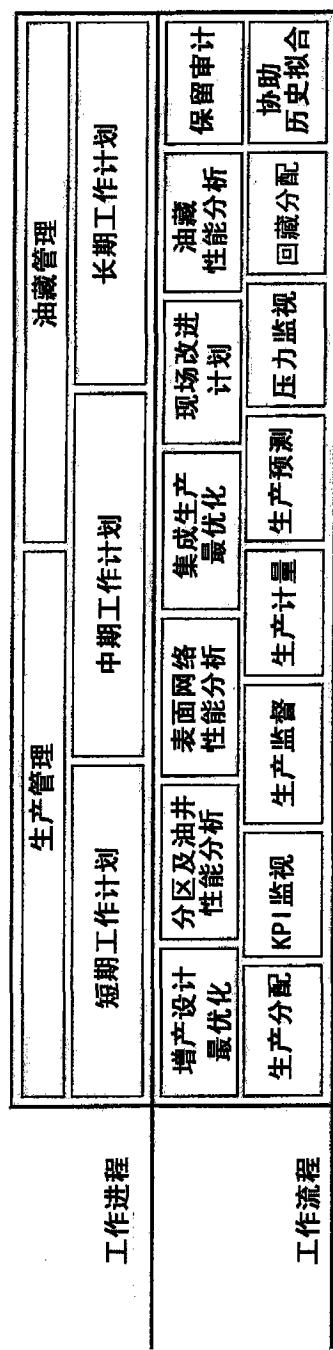


图 7

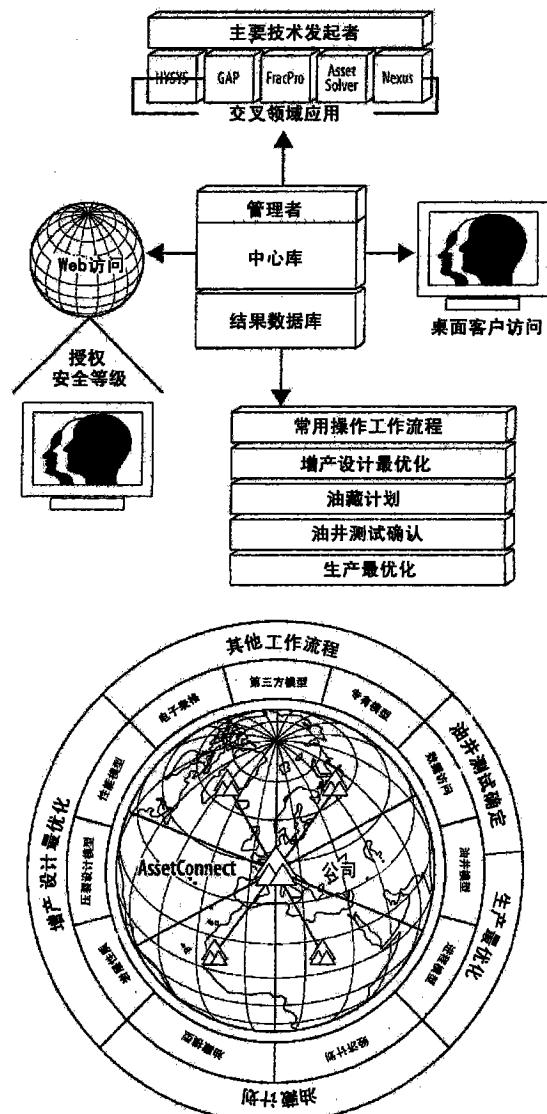


图 8

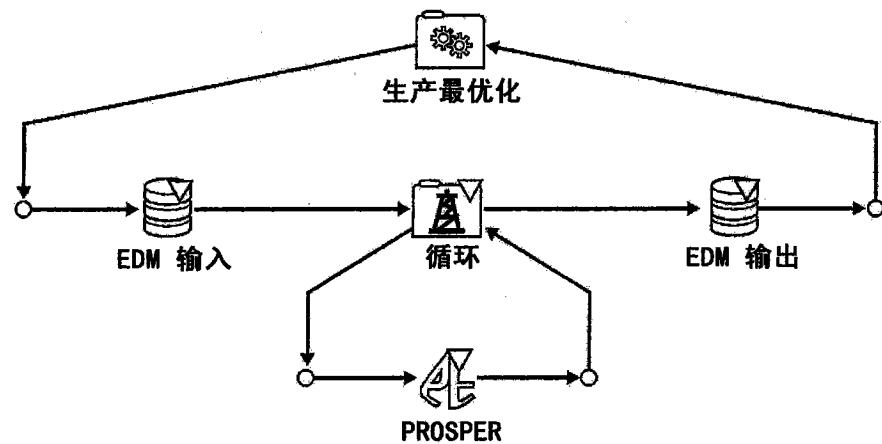


图 9

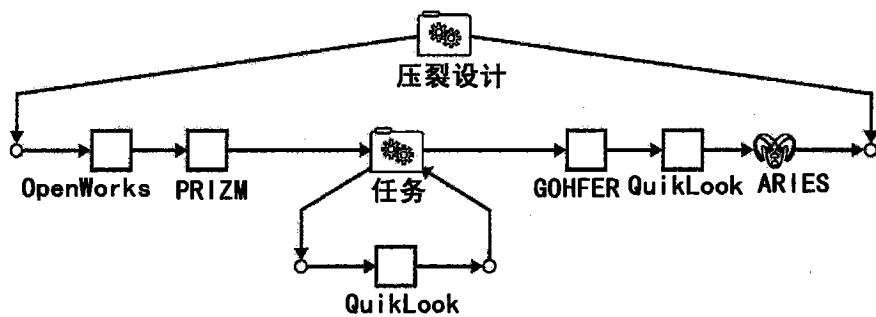


图 10

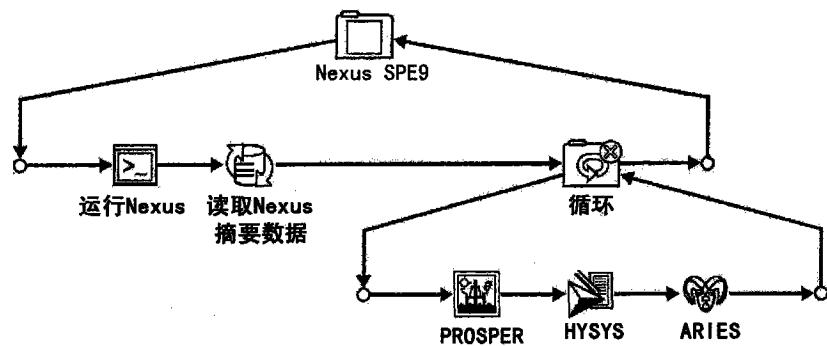


图 11

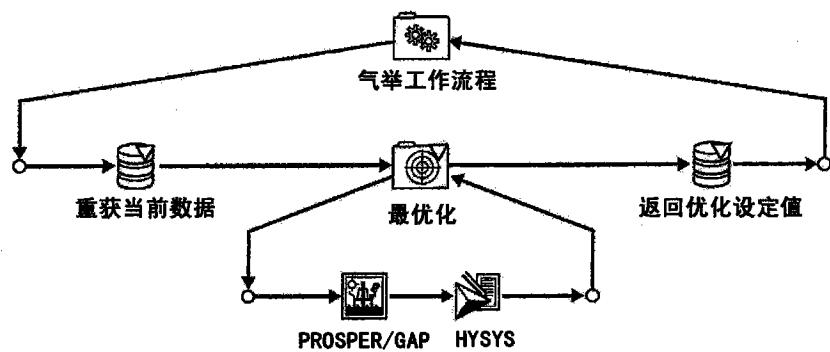


图 12