

第 2 章 workflow 管理系统基本概念

2.1 workflow 问题的起源与基本概念

2.1.1 workflow 问题的起源

workflow 是从英文单词 Workflow 翻译得来的。Workflow 是由单词 Work 和 Flow 组合得到的词。单词 Work 表示工作或者任务, 单词 Flow 的含义是流动、流程或者流量等。Flow 反映了一种变化以及变化的过程, 它本身的含义比较抽象, 但是当它与某个具体的过程相联系时就有了具体的含义, 如电流、水流、气流。在企业的经营管理与生产组织中, Flow 也有重要的意义, 如表示物料传输过程的物料流、表示资金流动的资金流、反映信息处理和传递过程的信息流, 同样还有价值流、决策流、控制流等概念。依此类推, 用活动及活动之间变化的过程表示的业务流程就是 workflow。

workflow 的概念起源于生产组织和办公自动化领域。它是针对日常工作中具有固定程序的活动而提出的一个概念。提出的目的是通过将工作分解成定义良好的任务、角色, 按照一定的规则和过程来执行这些任务并对它们进行监控, 达到提高办事效率、降低生产成本、提高企业生产经营管理水平和企业竞争力的目标。实际上, 自从进入工业化时代以来, 有关过程的组织管理与流程的优化工作就一直在进行, 它是企业管理的主要研究内容之一。只不过在没有引入计算机信息系统的支持以前, 这些工作是由人工来完成的。在计算机网络技术和分布式数据库技术迅速发展、多机协同工作技术日臻成熟的基础上于 20 世纪 80 年代中期发展起来 workflow 技术为企业更好地实现这些经营目标提供了先进的手段。 workflow 技术一出现马上就得到广泛的重视和研究。至今 workflow 管理技术已成功地运用到图书馆、医院、保险公司、银行等行业, 然而它更重要的应用还是在工业领域, 特别是制造业领域中。

在企业应用实际中, 虽然 workflow 的概念相对于物料流、资金流、信息流等概念要抽象一些, 但是 workflow 从更高的层次上提供了实现物料流、资金流、信息流及其涉及的相关过程与应用的集成机制, 从而使得企业能够实现业务过程集成、业务过程自动化 (不是物流自动化和信息处理自动化) 与业务过程的管理。在 workflow 概念下实现业务过程集成与业务过程自动化的集成机制是通过定义不同任务之间相互关系的 workflow 模型 (也称为过程模型) 来实现的。在 workflow 模型中, 无论是具体的物料移动动作、实际物理装置的操作动作、还

是抽象的信息处理动作与决策过程, 都可以用 workflow 的基本组成元素——任务 (也称为活动) 来统一地进行描述。同样, 反映不同任务之间的关系, 无论是具体的车间中零件加工顺序关系、办公自动化中的文件批转、还是抽象的决策流之间的关系都可以用 workflow 的基本组成元素——连接弧来统一地进行描述。连接弧反映了对企业业务经营过程的一种控制逻辑, 它定义了活动之间的连接关系和执行顺序。

传统的企业计算机管理信息系统的主要功能有三个, 即信息处理、事务处理与决策支持。信息传递和信息处理构成了企业 (包括制造企业、商业企业、服务企业) 和行政管理部门的业务工作中的主要内容之一, 也是计算机管理信息系统的主要功能之一, 它是企业进行事务处理 (如销售定单处理、经营计划制定、物料采购计划生成、车间作业分配、库存管理等) 和经营决策的基础。在信息传递和信息处理结果的基础上, 各级领导进行相应的决策活动, 这些决策活动决定了企业业务的开展方式和经营战略。如何方便地在不同的业务部门、业务人员之间高效地进行信息传递是企业领导、业务人员、包括现在的计算机软件开发人员十分关心的问题。由于信息需要一定的载体和方法才能够实现有效的传递, 在计算机软件没有成为主要的业务支持工具前, 实现信息传递的最好方式是通过纸张作为载体, 利用通知、文件、信函、传真、报告等方式在不同的业务部门、业务人员之间进行。

这种以传统的纸张为载体的信息传递与处理方式的效率很低, 需要花费相当的人力、物力来完成信息的处理、组织、存储以及查询检索, 同时这种方式降低了对客户需求的响应速度, 给企业的生产经营都带来不利的影响。在计算机得到了广泛普及和企业的计算机应用水平日益提高的情况下, 企业业务人员希望能够以一种无纸化的、计算机使能的工作环境来开展其日常的业务工作。一些公司和企业因此建立了自己专用的或者可商品化的表单传递应用系统 (Forms-routing applications) 用来实现日常表单处理的电子化与自动化。这些系统通常是以主机——终端方式运行在大型机或小型机上, 用户 (业务人员) 通过终端运行位于主机上的应用程序, 它们可以看成是现在 workflow 管理系统的雏型, 只不过它所适用的环境还比较简单, 所提供的功能还不全面, 性能与系统的结构也不够先进。

八十年代中期, FileNet、ViewStar 等公司率先开拓了 workflow 产品市场, 成为最早的一批 workflow 产品供应商。他们把图像扫描、复合文档、结构化路由 (structured routing)、实例跟踪、关键字索引以及光盘存储等功能结合在一起, 形成了一种全面支持某些业务流程的集成化的软件 (包), 这便是早期的 workflow 管理系统。比较典型的有 FileNet 于 1984 年推出的 WorkFlo 商用系统, ViewStar 于 1988 年推出的 ViewStar, IBM 于 1988 年推出的 ImagePlus。它们的出现使许多企业很快认识到在业务流程的处理过程中, 纸张有可能只出

现一次, 即承载文档的纸张在流程的起始处将首先被扫描成电子文档, 继而后续对文档的处理过程也将全部实现电子化。如果流程的输入本身就是电子化文档, 那么自始至终在系统中所传递的将完全是存储在计算机磁盘中的数据。很显然, 这种集成化软件系统为企业简化与重组自己的关键业务流程提供了一种非常好的方法。由此我们还可以看出, workflow 从最初的诞生之日起就是作为一种面向过程的系统集成技术而出现的, 只不过限于当时的计算机发展水平, 它所集成的功能较为简单而已。

进入 20 世纪 90 年代, 随着计算机与网络技术的迅速发展, 特别是在 Internet 应用日益普及的情况下, 现代企业的信息系统的分布性、异构性和自治性的特征越来越显著, 相应的企业信息资源也分布在异构的计算机环境中, 信息源之间的连接表现出松散耦合的特点, 这样的信息系统环境简称 HAD 环境 (异构、自治、分布)。企业物理位置的分散性和决策制定过程的分散性特征日益明显、对日常业务活动详细信息的需求日益提高、Client/Server 体系结构和分布式处理技术 (CORBA、WWW、OLE、JAVA) 的广泛应用, 以上这些情况都说明了这样一个事实——集中式信息处理的时代即将成为过去, 取而代之的将是大规模的异构分布式信息处理与应用执行环境。在这种大规模的分布式环境下高效的运转相互关联的任务, 并且对执行的任务进行密切监控已成为一种发展趋势。在这种技术背景下, workflow 管理系统也由最初的创建无纸办公环境, 转而成为同化企业复杂信息环境、实现业务流程自动执行的必要工具。这样的一个转变, 把 workflow 技术带入了一个崭新的发展阶段, 使得人们从更深的层次、更广的领域上对 workflow 展开了研究。

目前, 在全球范围内, 对 workflow 的技术研究以及相关的产品开发了进入了更为繁荣的阶段, 更多更新的技术被集成进来, 文件管理系统、数据库、电子邮件、移动式计算、Internet 服务等都已被容纳到 workflow 管理系统之中。 workflow 产品的市场每年以两位数字的速度迅猛增长。市场上 workflow 产品发展迅速, 据统计, 1997 年市场上约有 70 多种 workflow 产品在相互竞争, 97 年 workflow 产品的市场增长率超过 35%。而且随着计算机技术的发展, workflow 产品的供应商又及时地将新的技术融入 workflow 中, 提高产品性能, 使得 workflow 技术得到不断完善。作为支持企业经营过程重组 (Business Process Reengineering—BPR)、经营过程自动化 (Business Process Automation—BPA) 的一种手段, workflow 技术的研究应用日益受到学术界与企业界的重视。许多大学和研究机构也致力于 workflow 技术的进一步发展, 开展了一系列研究项目, 取得了显著的成果。

2.1.2 工作流的基本概念和定义

1993 年 workflow 管理联盟 (Workflow Management Coalition, WfMC) 的成立标志着 workflow 技术开始进入相对成熟的阶段。为了实现不同 workflow 产品之间的互操作, WfMC 在 workflow 管理系统的相关术语、体系结构及应用编程接口 (WAPI) 等方面制定了一系列标准。

不同的研究者和 workflow 产品供应商从不同的角度给出了 workflow 的定义。下面我们给出几个具有代表性的定义, 供读者参考。

workflow 管理联盟给出的 workflow 定义是^[1]: **workflow 是一类能够完全或者部分自动执行的经营过程, 它根据一系列过程规则, 文档、信息或任务能够在不同的执行者之间进行传递与执行。**

Georgakopoulos^[3]给出的 workflow 定义是: **workflow 是将一组任务 (Task) 组织起来完成某个经营过程。在 workflow 中定义了任务的触发顺序和触发条件。每个任务可以由一个或多个软件系统完成, 也可以由一个或一组人完成, 还可以是由一个或多个个人与软件系统协作完成。任务的触发顺序和触发条件用来定义并实现任务的触发、任务的同步和信息流 (数据流) 的传递。**

还有许多关于 workflow 的不同定义, 如 PeopleSoft 公司给出的定义是: **workflow 是一个用来实施经营过程实践的机制^[4]**。IBM Almaden 研究中心给出的 workflow 定义是^[5]: **workflow 是经营过程的一种计算机化的表示模型, 定义了完成整个过程所需用的各种参数。这些参数包括对过程中每一个步骤的定义、步骤间的执行顺序、条件以及数据流的建立、每一步骤由谁负责以及每个活动所需要的应用程序。**

以上的这些 workflow 的定义, 包括其它的一些 workflow 定义基本上都是用非形式化语言对 workflow 所进行的描述, 虽然表述方式略有不同, 但是基本上都说明这样一个问题, 即 workflow 是经营过程的一个计算机实现, 而 workflow 管理系统则是这一实现的软件环境。使用 workflow 来作为经营过程的实现技术首先要求 workflow 系统能够反映经营过程的如下几个方面的问题: 即经营过程是什么 (由哪些活动、任务组成, 也就是结构上的定义)、怎么做 (活动间的执行条件、规则以及所交互的信息, 也就是控制流与信息流的定义)、由谁来做 (人或者计算机应用程序, 也就是组织角色的定义)、做得怎样 (通过 workflow 管理系统对执行过程进行监控)。

根据以上定义和我们对 workflow 管理技术的理解, 我们给出如下 workflow 定义:

“workflow 是一种反映业务流程的计算机化的模型, 它是为了在先进计算机环境支持下

实现经营过程集成与经营过程自动化而建立的可由 workflow 管理系统执行的业务模型。”

在我们给出的定义中强调 workflow 模型是可被 workflow 管理系统执行的, 这主要是为了区分 workflow 模型和一般意义上的过程模型。通常描述一组活动及其他之间相互连接关系的模型可以通称为过程模型, 但是并不要求这些过程模型用计算机来进行执行, 如描述项目实施计划的 GANTT 图就是一个过程模型, 但是一般并不需要用计算机来执行这个模型。而 workflow 模型从建立的目的就是为了实现业务过程自动化, 要有计算机来进行执行。这就要求 workflow 模型不仅能够描述活动及其他之间相互连接关系, 而且需要定义许多其他的信息, 如组织、资源、数据等, 这样才能够由计算机进行解释和执行。另外一方面, 由于 workflow 模型需要由计算机来执行, 这就对 workflow 模型的准确性提出了更高的要求, workflow 模型的定义也更加严格、准确。

以上的一些定义从不同角度说明了 workflow 是具有广泛应用价值的计算机软件技术, 它更多的与经营过程发生关联, 可以应用于经营过程的不同阶段。图 2.1 给出了一个称为 workflow 伞的示意图, 反映了 workflow 覆盖的经营过程的范围与对应的工作流研究领域。

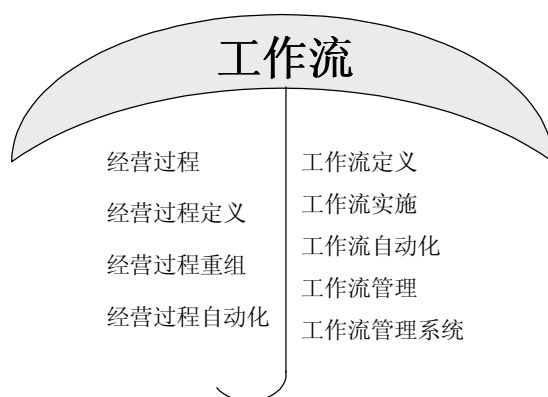


图 2.1 工作流伞

在实际情况中可以更广泛地把凡是由计算机软件系统（workflow 管理系统）控制其执行的过程都称为 workflow。workflow 通常用于过程的自动化, 通过将文档、信息或任务按照预先定义好的规则和流程在参与者之间进行传递, 从而帮助用户实现或完成整个经营目标。在企业应用中, workflow 经常与经营过程重组相联系, 它完成对一个组织（或机构）中核心经营过程（或者称为关键经营过程）的建模、评价分析和操作的实施。虽然并非所有的 BPR 过程都需要采用 workflow 的方式进行实施, 但是 workflow 技术通常是实施 BPR 的一个较好的方法, 因为 workflow 提供了经营过程逻辑与它的信息支撑系统的分离, 并实现了应用逻辑和过程逻辑分离, 这种方式在进行企业实际应用时具有显著的优点。它可以在不修改具体功能模块实现方式（硬件环境、操作系统、数据库系统、编程语言、应用开发工具、用户界面）

的情况下, 通过修改(重新定义)过程模型来改进系统性能, 实现对生产经营过程部分或全部地集成管理, 有效地把人、信息和应用工具合理地组织在一起, 提高软件的重用率, 发挥系统的最大效能。工作流技术可以支持企业实现对经营管理和生产组织的过程控制以及决策支持, 它能够实现现代企业对“在适当的时间把适当的信息传给适当的人”的要求。工作流系统还可以提供系统日志功能, 这种日志记录对于进行企业经营过程的运转情况的事后分析和流程优化提供了十分重要的数据。

如前面介绍, 工作流主要是用来描述经营过程的, 因此一个工作流就可以看成是企业的一个具体的经营流程的抽象或图示化的表示。那么什么是经营过程呢? 我们知道企业的经营过程是由一系列相关任务组成, 这些任务按照企业的管理规章和业务流程顺序或并行执行, 最终完成企业的经营目标, 如提供一种产品和服务。用一个比较规范描述, 我们给出经营过程的如下定义:

“一个经营过程是为了实现企业某个经营目标的一个过程, 它在部分或者全部组织机构和人员的参与下, 利用企业资源(包括所需的处理设备、通信设备、计算机硬件、软件等等), 按照预先确定的规则, 在参与者和组织机构之间进行文档、信息、任务的传递和处理(包括经营决策), 从而实现预定的经营目标”。

那么如何才能描述清楚一个企业的经营过程呢? 首先我们认为要描述一个企业的经营过程, 主要应该说明以下几个问题:

- 1) 这个经营过程要做什么? 即其目的或想达到的目标是什么?
- 2) 这个经营过程是如何完成的, 有那些任务并经过那些步骤完成?
- 3) 这个经营过程有谁参与完成, 有那些部门参与?
- 4) 这个经营过程用了那些方式或手段来完成?

为了能够说明以上四个方面的问题, 并且以计算机可以识别的方式建立企业经营过程模型, 在工作流中定义一系列的基本概念和术语用来描述模型的组成, 从而实现对企业经营过程的建模。首先是工作流的定义, 如我们在前面介绍的, 工作流就是将一组任务组织起来完成某个经营过程。所以工作流整个模型就是为了说明经营过程的目的, 或者说这个模型描述的经营过程的目标。工作流中两个最基本的元素是活动和活动之间的连接关系。活动对应于经营过程中的任务, 主要是反映经营过程中的执行动作或操作。活动之间的连接关系代表了经营过程的规则和业务流程。一个工作流就是一个用一组连接关系组合起来的一组活动组成的一个反映企业业务过程的模型。执行活动和活动之间的连接关系说明了如何完成企业的经营过程, 包括完成经营过程需要完成那些任务和采用的步骤。

当然描述一个企业的业务过程不是仅有活动和活动之间的连接关系就能够描述清楚的。一个企业的经营过程中还要涉及参与操作的人员、组织、所操作的数据、使用了那些计算机应用程序等。在 workflow 模型中通过定义活动的角色（操作人员）和组织单元（组织结构、部门）来描述企业的经营过程是由谁来完成的。另外，通过定义 workflow 应用程序来说明采用了什么手段来完成经营过程。

有关 workflow 模型的各个组成元素及其具体含义，在本书的第 3 章有详细的介绍。下面用二个简单的例子来说明可以采用 workflow 建模方法进行描述的经营过程。

例 1: 某电脑公司计算机销售过程的 workflow 描述方法。图 2.2 给出流程的具体含义为用户通过 Internet 向公司发出定单，用户在填写定单时提出计算机的基本配置要求，并指定所需计算机的台数。整个流程通过以下活动完成销售业务过程。

1. 用户通过 Internet 或其它方式向公司发出定单，指定所需的计算机基本配置要求和数量；
2. 公司收到用户定单；
3. 公司对用户定单进行检查（以下 3 个活动属于并发活动，同时进行）：
 - 1) 计算价格；
 - 2) 检查零部件库存是否满足需求；
 - 3) 进行配置检查，确认用户的定单技术上可行；
4. 进行决策；
 - 1) 如果通过检查，则继续进行；
 - 2) 如果未通过检查，则向用户发出信笺，解释为什么定单不能完成，并提出修改意见；
5. 准备接收定单的确认通知，并要求用户付款；
6. 发出通知；
7. 装配计算机；
8. 送货。

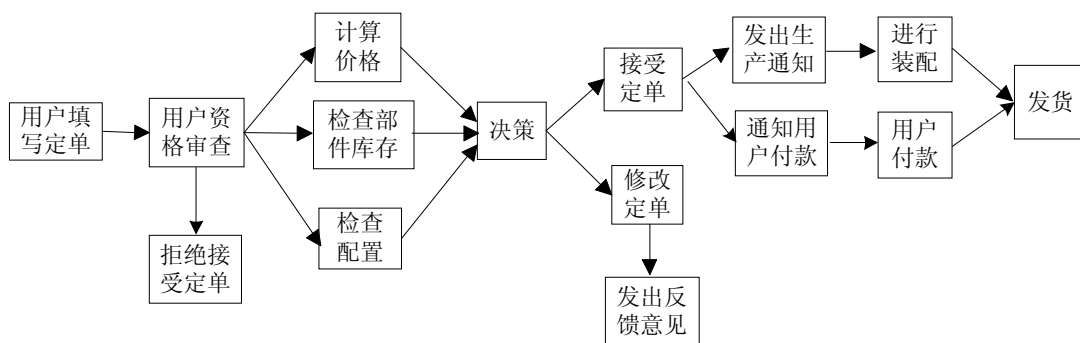


图 2.2 计算机销售过程的工作流程

例 2. 客户到银行取款的处理过程。图 2.3 给出的银行客户取款的具体过程如下:

1. 客户填写取款单;
2. 银行出纳接收取款单和客户的存折;
3. 银行出纳检查客户存款信息,
 - 1) 如果余额不足, 要求客户重新填写取款单, 返回步骤 1;
 - 2) 存款余额足够, 则继续进行;
4. 客户输入密码;
 - 1) 如果密码正确, 继续进行;
 - 2) 如果密码有误, 重新输入, 如果连续三次输入错误, 则退出;
5. 出纳取出相应的现金, 并在客户的存折上进行记录;
6. 将存折和现金交给客户。

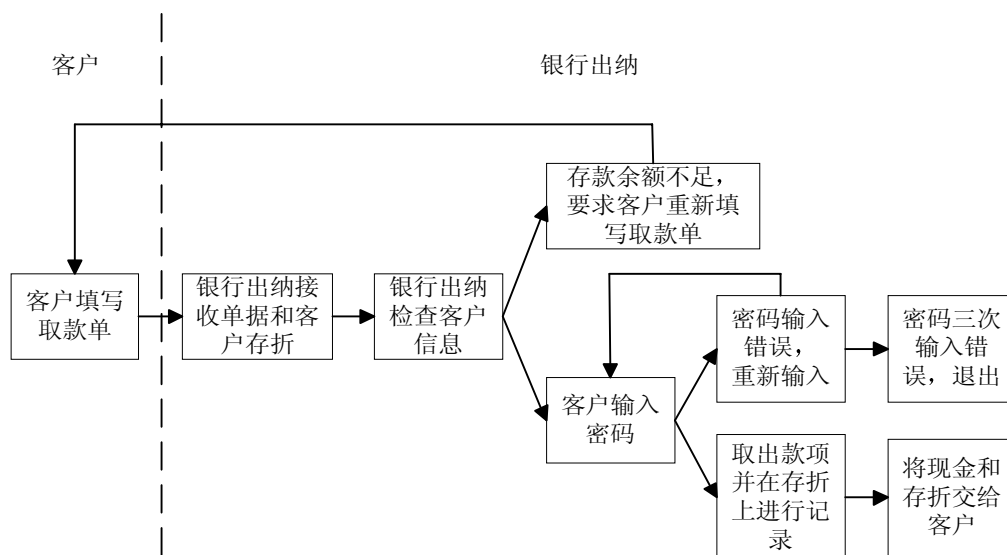


图 2.3 银行客户的取款过程

上面两个例子中的方框表示经营过程中的任务, 它们对应于 workflow 中的活动。方框之间的连接弧表示了活动之间的关联。这二个例子表明了 workflow 技术具有广泛的应用背景, 它可以用直观的、用户非常容易理解的方式来描述日常的事务处理活动和企业的经营过程。读者可以按照例子中介绍的描述方式来描述自己在工作中和日常事务中经常处理的流程, 从而加深对于 workflow 技术的理解。如大学生可以描述每学期的学籍注册过程, 软件工程师可以用 workflow 来描述软件的设计开发流程, 机械设计师可以用 workflow 来描述产品的设计开发过程, 行政管理人员可以用 workflow 来描述会议的组织过程和文件的批阅过程。

2.2 workflow 管理系统

在明确了 workflow 基本概念的基础上，下面介绍 workflow 管理系统的定义。WfMC 给出的关于 workflow 管理系统的定义是： ***workflow 管理系统是一个软件系统，它完成 workflow 的定义和管理，并按照在计算机中预先定义好的 workflow 逻辑推进 workflow 实例的执行。***

我们给出的 workflow 管理系统的定义是：

“ workflow 管理系统是支持企业经营过程高效执行并监控其执行过程的计算机软件系统。”

通常， workflow 管理系统指运行在一个或多个称为 workflow 机的软件上的用于定义、实现和管理 workflow 运行的一套软件系统，它和 workflow 执行者（人、应用）交互，推进 workflow 实例的执行，并监控 workflow 的运行状态。在这里需要强调指出的是 workflow 管理系统不是企业的业务系统。在很大程度上， workflow 管理系统为企业的业务系统运行提供一个软件支撑环境，非常类似于在单个计算机上的操作系统。只不过 workflow 管理系统支撑的范围比较大、环境比较复杂而已，所以也有人称 workflow 管理系统是业务操作系统（BOS—Business Operating System）。在 workflow 管理系统的支撑下，通过集成具体的业务应用软件和操作人员的界面操作，才能够良好地完成对企业经营过程运行的支持。所以， workflow 管理系统在一个企业或部门的经营过程中的应用过程是一个业务应用软件系统的集成与实施过程。

workflow 管理系统可以用来定义与执行不同覆盖范围（单个工作者、部门、全企业、企业间）、不同时间跨度（分钟、小时、天、月）的经营过程。这完全取决于实际应用背景的需求。按照经营过程以及组成活动的复杂程度的不同， workflow 管理系统可以采取许多种实施方式，在不同的实施方式中，所应用的信息技术、通信技术和支撑系统结构会有很大的差别。 workflow 管理系统的实际运行环境可以是在一个工作组内部或者在全企业的所有业务部门。

虽然不同的 workflow 管理系统具有不同的应用范围和不同的实施方式，它们还是具有许多共同的特性。从比较高的层次上来抽象地考察 workflow 管理系统，可以发现所有的 workflow 管理系统都是提供了 3 种功能：

- 1) 建立阶段功能：主要考虑 workflow 过程和相关活动的定义和建模功能；
- 2) 运行阶段的控制功能：在一定的运行环境下，执行 workflow 过程，并完成每个过程中活动的排序和调度功能；
- 3) 运行阶段的人机交互功能：实现各种活动执行过程中用户与 IT 应用工具之间的交互。

图 2.4 给出了 workflow 管理系统三个主要功能之间的关系。根据图 2.4 给出的 workflow 管理系统的主要特性, 下面分别介绍它所提供的 3 个主要功能所涉及的研究工作和实施技术。

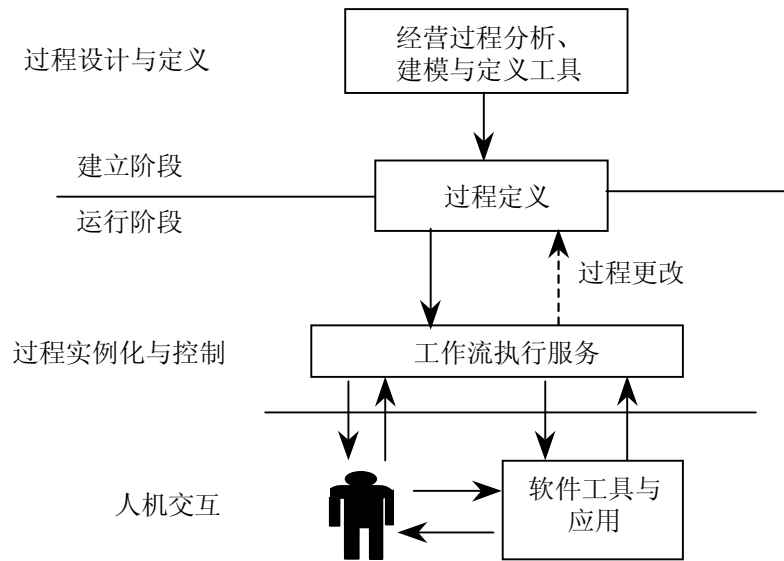


图 2.4 workflow 管理系统的特性

2.2.1 过程建模

workflow 管理建立阶段的功能主要完成经营过程的计算机化的定义。在这个阶段, 利用一个或多个建模技术与工具, 完成实际的经营过程到计算机可处理的形式化定义的转化。所得到的定义通常可称为过程模型、过程模板、过程元数据或过程定义。因此, 在 workflow 建立阶段主要完成过程建模工作。在 WfMC 定义的 workflow 管理系统中, 将过程建模得到的结果统称为过程定义。

过程建模是经营过程分析与经营过程重组的重要基础。过程建模主要解决如何根据过程目标和系统约束条件, 将系统内的活动组织为适当的经营过程的问题。过程建模的作用体现为:

- 1) 用于准确描述企业的经营过程, 供流程分析和优化 (如经营过程重组) 使用。
- 2) 用于在不同的组织和信息系统间共享经营过程知识, 便于实现基准工程 (Benchmarking), 以及企业动态联盟。
- 3) 用于企业 CIMS 实施, 根据设计的企业过程模型进行相应的功能构件配置, 使得所建立的系统能够按过程实现横向集成, 而不是按传统的部门划分结构实现纵向集成, 从而满足企业核心价值流的要求。按过程模型进行系统构件配置还能够实现柔性更好的过

程集成。

4) 用于研究、开发新的经营过程, 以满足不同业务需求和企业动态结构演化。

有很多方法可以用来进行 workflow (过程) 模型的定义与描述。过程建模方法学研究的主要内容和目的是为企业经营过程建模提供一套完整有效的描述经营过程的建模语言。对流程的描述需要提供对逻辑顺序结构, 如顺序、分支、汇合、条件、循环、并行的描述。使用者可以通过这一套语言来对企业的经营过程进行形式化描述。目前较为广泛接受的建模语言有 CIMOSA^[6]的经营过程描述语言、workflow 管理联盟 WfMC 定义的工作流描述语言、Keller^[7]等人提出的 EPCM 模型等, 这些 workflow 描述语言的描述形式与程序设计语言中语义结构的定义方式类似。其它一些方法是采用传统项目管理中使用的概念和模型来表述经营过程, 例如 PERT 图或其它各种形式的网络图等, 这方面的工作可以参考文献[7]。后一类方法易于在已有的项目管理软件工具的基础上扩展得到, 所以在实用系统中采用得也比较普遍。当所需建模分析的经营过程比较复杂, 并存在并发、冲突等情形时, 采用 PERT 图或网络图等简单的描述方法就很难将问题描述清楚, 这时就需要采用形式化程度更高、描述能力更强的方法, 如 PETRI 网方法。

本书第 6 章给出了过程建模方法的详细介绍。

2.2.2 workflow 运行控制

在完成了过程模型的定义后, 所生成的 workflow 模型将由 workflow 执行服务软件进行实例创建并控制其执行过程。workflow 执行服务对使用 workflow 模型描述的过程进行初始化、调度和监控过程中每个活动的执行, 在需要人工介入的场合完成计算机应用软件与操作人员的交互。这样, workflow 执行服务实现了在模型中定义的经营过程与现实世界中实际过程之间的连接。这个连接通过 workflow 执行服务与应用软件、操作人员的交互来完成。实现这个连接的核心功能是 workflow 管理软件, workflow 管理软件又称为 workflow 机。

workflow 机除了完成过程的创建、删除、活动的执行与控制外, 它的另外一个重要的功能是完成与应用软件及操作人员的交互。这是因为在实际企业应用中, 应用软件和操作人员是完成经营业务工作的主体, 而 workflow 机通过过程定义和活动之间顺序控制实现这些独立的功能实体间的集成, 从而使整个企业经营活动成为一个协调运行的整体。

企业经营过程的执行通常需要若干个应用软件和若干人员的参与才能够完成, 但是任何一个企业的实际应用都是在具有分布性和异构性的计算机网络环境中运行。分布性是指

应用软件运行在不同地点的不同计算机系统上, 异构性是指应用软件运行在不同的计算机硬件环境、操作系统、数据库管理系统上。以机床制造厂为例, 它的定单管理系统可能是运行在 PC 机、Windows95 操作系统和 SQL Server 数据库上的利用 Powerbuilder 开发工具开发的应用软件, 而它的产品设计系统可能是运行在 HP 工作站、HP—Unix 操作系统和 Oracle 数据库上的大型 CAD 软件 (如 Pro/E、I—Deas), 它的生产计划和物料计划系统可能是运行在另外一个由小型机和 PC 机组成的客户/服务器结构下的计算机软件系统上, 这就是一个典型的分布异构计算机系统。为了能够支持这样的企业的生产经营过程, 作为 workflow 管理控制软件的工作流机同样需要在分布异构的环境中运行。

对 workflow 机的分布性要求客观上是由企业的实际运行环境决定的, workflow 管理系统可以采用不同的方法来满足企业应用对于分布性的要求。按照 workflow 机管理系统设计开发的难易程度, workflow 管理系统的分布性可以分为分布式的工作流用户与应用接口、分布式 workflow 机和分布式 workflow 模型三种主要的分布方式。分布式的工作流用户与应用接口通常是 workflow 管理系统必须提供的分布处理功能, 因为企业的应用软件 and 用户本身是分布在不同的计算机环境和不同的工作地点。

图 2.5 给出了一种分布式的工作流执行服务情况。

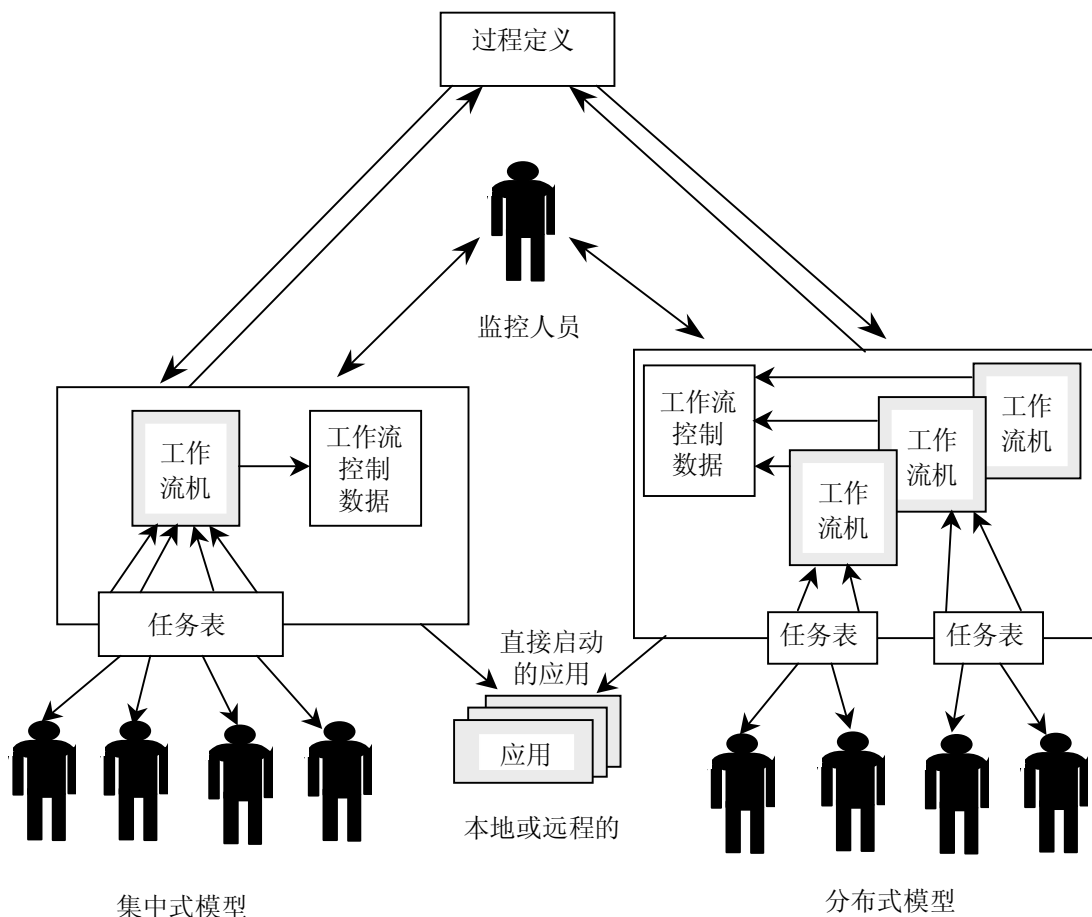


图 2.5 分布工作流机与应用结构

其中左面表示的是集中式的工作流机模型，右面是分布式工作流机模型，整个系统是一个由异构分布工作流机构成的 workflow 执行服务环境。对于 workflow 模型和工作流机集中，而 workflow 接口分布的 workflow 管理系统的结构，所有计算机上的活动执行由一个工作流机来控制。而对于由多个工作流机协作执行一个过程实例这种情况，被控制的过程实例的控制数据必须是这些不同的工作流机都可以访问的。控制数据可以集中存放在一个主机上作为一个共享资源使用，也可以将它分布到不同的工作流机环境中。在将控制数据分布到不同的环境中时，必须定义一套机制来保证这些控制数据之间的一致性。有关分布数据的一致性问题是多数据库管理系统中最常见的维护问题，在具体实施时，用户可以根据实际需要采用不同的解决方案。

2.2.3 workflow 管理中的人机交互

在 workflow 管理系统的运作过程中，人和应用是完成整个业务过程的主体。workflow 定义工具、workflow 执行服务和任务表管理器都是为完成业务过程和支持人员工作提供的运行环

境和工具。具体说来, 在整个 workflow 执行中, 不同的操作人员需要完成的工作大约可分为以下几种:

- 1) 模型定义: 创建、修改和发布企业的业务过程模型, 这一般是企业的业务管理部门(如企管处)的人员按照企业业务流程完成;
- 2) 人机交互: 按照 workflow 任务管理器提供的任务项, 完成具体的业务处理工作(如填写表格、启动一个应用来计算生产计划、查询库存情况等), 这个工作由企业的各个业务部门的人员完成;
- 3) 系统运行状态监控: 检查、监视系统的执行情况, 对于系统中出现的意外情况进行紧急处理, 如终止、恢复某个过程实例的执行, 改变某个活动的状态以便整个系统能够继续执行等。这个工作由具有较高职务的系统管理人员来完成。

2.2.4 workflow 管理与群件

群件(GroupWare)是一种计算机软件系统, 它的含义和覆盖范围相当广泛, 所有能够支持工作组(规模可大可小、功能可强可弱、自动化程度可高可低)内成员协同工作的软件都可以叫做群件, 同样所有支持工作组协同工作的技术都可以称为群件技术。群件根据其功能可以划分成以下几类:

- 消息系统: 如电子邮件、电子公告牌系统、或者基于消息的计算机会议系统;
- 多用户编辑系统: 支持实时的或者异步的共同写作;
- 群决策支持系统或者电子会议室: 支持同步的群组交互;
- 实时电视会议系统、计算机远程会议和桌面会议系统;
- 智能代理系统: 使能群组在复杂的信息结构下的导航;
- 协调系统: 它们又分成:
 - 面向表单的系统: 基于过程模型传递表单;
 - 面向过程的系统: 通过编程技术实现过程集成;
 - 基于语言行为理论的面向会话的系统;
 - 面向通信结构的系统: 基于角色关系来描述组织活动。

典型的群件技术有 CSCW(计算机支持的协同工作)技术。典型的群件产品如 IBM 的 Lotus Notes, Microsoft Exchange 等。workflow 管理在一部分技术上继承于群件, 而群件也融合了一些 workflow 的概念, 提供了 workflow 的能力。图 2.6 从支持通信(communication)、支持

协作（cooperation）与支持协调（coordination）的 3C 角度出发对群件系统进行了分类。

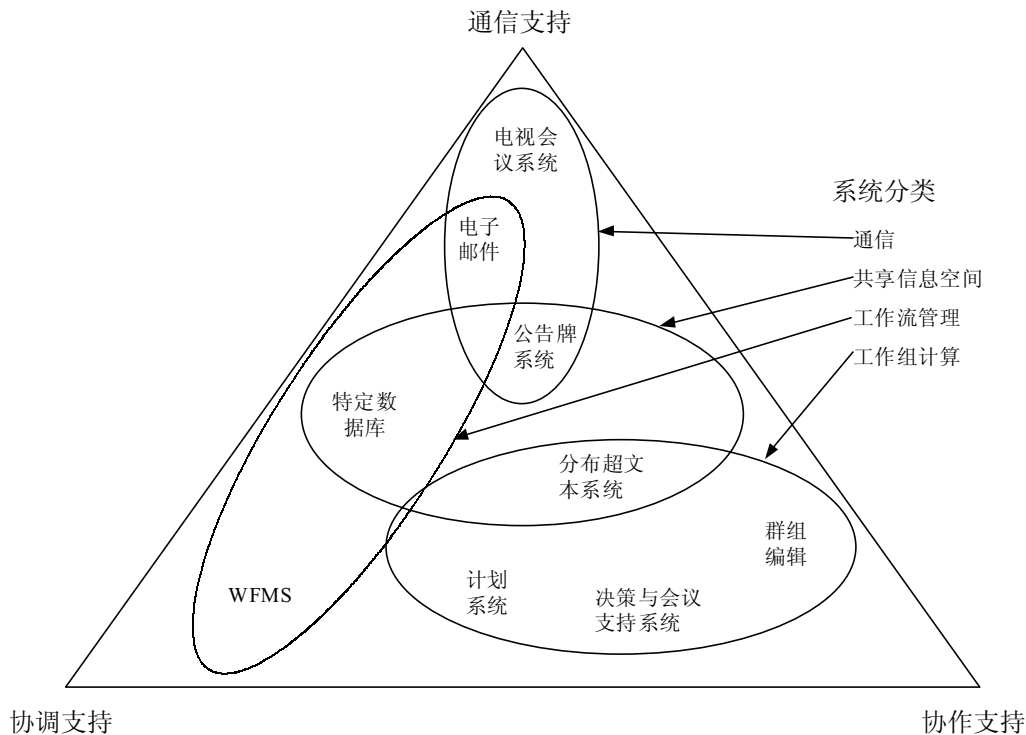


图 2.6 群件系统分类

群件和工作流之间没有明确的界限，许多人认为工作流也属于广义上的群件软件。我们认为虽然可以将工作流理解为属于群件软件，但是它与普通意义上的典型群件 Lotus Notes、Microsoft Exchange 等还是有一定的区别。它们的共同点都是支持群体合作，而不同点至少有以下一些：

- 1) 二者的侧重点不同。工作流管理系统要解决的是清晰地定义经营过程，并通过实例化来运行这个过程。而群件的重点是解决工作组成员之间的协作、共享和交互；
- 2) 群件提供了一定的工作流管理能力，但是不能说群件可以解决工作流管理。群件通过文档路由或电子邮件确实可以使工作从一个个体“流”向另外一个个体，但是群件缺乏严格意义上的工作流管理的大部分功能，如图形化的过程建模工具，对过程的监控，条件路由和异常处理等等，因此，不能将提供工作流能力的软件和工作流管理系统等同起来；
- 3) 目前成熟的群件产品大多提供了二次开发工具（如 Lotus Notes 的公式和脚本，Microsoft Exchange 的 Visual Basic），利用它们可以编制具有工作流能力的程序，但是，如果要产生一个简单的工作流应用就需要在编制程序方面进行大量的投资，甚至这个投资超过使用一个更具灵活性的工作流管理系统上的投资，就很不值得了。

2.3 workflow 管理系统分类

在进行 workflow 管理系统分类之前, 先对企业经营过程中处理的不同业务工作按照重复性和相应任务的结构化程度进行简单的分类。首先按照过程的重复性可以将经营过程分为周期重复的、无规律重复的和唯一的。

- **周期重复的:** 经营过程的执行过程完全按照固定的流程执行, 如银行申请贷款的业务, 学生入学注册过程等。
- **重复的, 但不是有规律的:** 这种经营过程经常需要执行, 并且其完成任务的目的是几乎相同的, 但是由于任务的内容不同将导致处理过程略有区别。如处理用户对产品质量的投诉和处理过程等。
- **唯一的任务, 仅在特定形式下发生一次:** 这种任务一般仅在特定的情况下发生一次, 如某个新桥梁、建筑的设计, 建立一个新的生产车间等。

按照工作任务的结构化程度可以将经营过程分类为完全结构化的、半结构化的和非结构化的:

- **完全结构化的:** 这种经营过程的执行逻辑完全可以事先确定, 即可以对其制定严格的工作计划, 一旦这种经营过程投入运行, 它将严格按照事先确定的逻辑顺序执行。如银行申请贷款业务、学生入学注册、产品编码审批发放过程、产品入库过程等。
- **半结构化的:** 这种过程的逻辑一部分可以预先确定, 而其中有一部分逻辑无法事先确定, 它们需要根据实际执行过程中的具体情况确定, 另外一种半结构化的过程是过程的基本结构(整体框架)可以事先确定, 但是其中某些具体的任务逻辑需要根据实际执行情况动态确定。
- **非结构化的:** 这种经营过程的活动顺序无法事先确定, 如新产品类型设计, 产品生产销售趋势分析等过程。

根据结构化程度和重复性可以将企业业务流程分成表 2.1 所示的 9 类过程。其中 workflow 管理系统最适合于应用于有规律重复的结构化过程。采用先进的柔性 workflow 管理系统也能够处理半结构化的和唯一的经营过程。而项目管理系统最适合于应用在唯一的结构化过程场景中。图 2.7 给出了不同类型的工作流管理系统的应用范围。

表 2.1 企业经营过程的特性分类

结构化程度	结构化	半结构化	非结构化
-------	-----	------	------

重复性			
有规律重复	每周财务报告、年度损益表	月度销售报告、给股东的年度报告	分析预计库存和实际存货的差距
无规律重复	记录收到的货物、更新库存	对于例外货物的订单处理	R&D 报告, 设计新的啤酒馆装饰
唯一	法人形式改变	建立新的生产厂	新产品类型设计

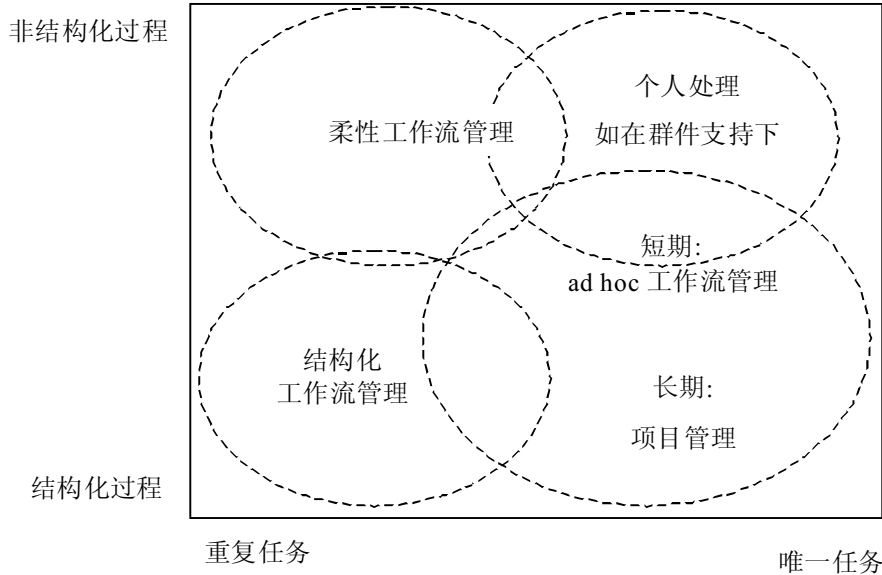


图 2.7 不同 workflow 管理系统的应用范围

综合考察目前的工作流产品市场, 还可以根据所实现的业务过程、底层实现技术及任务项传递机制这三种分类方法对 workflow 管理系统及其产品进行分类。根据所实现的业务过程, workflow 管理系统可分为四类:

- 1) 管理型 workflow (administrative workflow): 在这类 workflow 中活动可以预定义并且有一套简单的任务协调规则, 例如, 大学里的课程选修, 完成论文后的学位申请等。
- 2) 设定型 workflow (ad hoc workflow): 与管理型 workflow 相似, 但一般用来处理异常或发生机会比较小的情况, 有时甚至是只出现一次的情况, 这与参与的用户有关。
- 3) 协作型 workflow (collaborative workflow): 参与者和协作的次数较多。在一个步骤上可能反复发生几次直到得到某种结果, 甚至可能返回到前一阶段。
- 4) 生产型 workflow (production workflow): 实现重要的业务过程的 workflow, 特别是与业务组织的功能直接相关的 workflow。与管理型 workflow 相比, 生产型 workflow 一般应用在大规模、复杂的和异构的环境下, 整个过程会涉及许多人和不同的组织。

根据底层实现技术, 可将 workflow 产品分为三类:

- 1) 以通讯为中心: 以电子邮件为底层的通讯机制。这种类型的工作流管理系统适合于协

作型 workflow 和不确定型 workflow, 而不适于生产型 workflow。

- 2) 以文档为中心: 基于文档路由, 它同外界应用的交互能力有限。许多基于表的管理型 workflow 可以用以文档为中心的 workflow 实现。
- 3) 以过程为中心: 这种 workflow 系统对应生产型 workflow。它们一般建立在数据库之上, 有自己专用的通信机制并且提供了同外部进行交互的接口。

根据 Delphi Group 的报告, 1997 年度, 在所有的工作流产品中, 以过程为中心的产品占据了 54% 的市场, 以文档为中心的占 32%, 以通讯为中心的产品占 14%。过程类产品发展历史最长, 但目前发展速度最慢, 比较新的文档类产品则相对发展较快, 而最近才出现的通讯类产品发展速度最快。五年以前, 工作流产品的市场几乎被过程类产品所独占, 而在 1997 年, 新出现的两类工作流产品却占据了 46% 的市场。

Delphi Group 1997 年的调查结果显示, 在各个行业中, 商业 (包括银行业和保险业) 依然是工作流产品的最大用户。政府行政部门居其次。制药业和卫生业超过了制造业, 成为影响工作流产品的第三大类行业。通讯业也在三年中从 2% 显著增加到 1997 年的 5.7%, 增长率超过了 165%。

根据不同 workflow 系统所采用的任务项传递机制的不同, 市场上的工作流产品又可以划分为四类^[10]:

- 1) 基于文件的工作流系统——以共享文件的方式来完成任务项传递。这种类型产品开发得最早、发展最成熟、其产品品种较多。代表产品有 FileNet 的 Visual WorkFlo、IBM 的 FlowMark、InConcert 的 InConcert。
- 2) 基于消息的工作流系统——通过用户的电子邮件系统来传递文档信息。这种类型的产品一般都提供与一种或多种电子邮件系统的集成接口。代表产品有 Novell 与 FileNet 合作开发的 Ensemble、JetForm 公司的 InTempo、Keyfile 公司的 Keyflow。
- 3) 基于 Web 的工作流系统——通过 WWW 来实现任务的协作。这一类产品起步较晚 (在 95 年以后), 但是发展迅速, 其市场前景十分看好。许多供应商纷纷改进原有产品或开发新产品以增加对 Web 的支持。代表产品有 Action Technologies 公司的 ActionWorks Metro、Ultimus 公司的 Ultimus。
- 4) 群件与套件系统——虽然这一类产品与上面介绍的三种产品在任务传递方式上有很大程度的重叠, 但是在这里却有必要把它们单独划分成一类, 因为这一类产品都需要依赖于自己系统的应用基础结构, 包括消息传递、目录服务、安全管理、数据库与文档管理服务, 它们本身就构成了一个完整的应用开发环境。代表产品有 IBM/Lotus 公

司的 Lotus Notes、Microsoft 公司的 Office 与 Exchange、Novell 公司的 GroupWise。

2.4 workflow 管理系统的实施

2.4.1 workflow 管理系统的实施

workflow 管理系统不同于 ERP 和普通的企业管理信息系统, ERP 与普通的企业管理信息系统是事务处理系统, 其主要目的是满足企业业务操作功能, 提高企业事务处理的效率和水平。从企业整体的业务流程和企业经营目标上看, 事务处理系统一般局限于解决某个或者某些领域的问题; 事务处理系统的另外一个局限性是它一般局限于解决企业内部的具体操作问题, 面向企业内部功能, 而不是面向市场和面向客户的系统。 workflow 管理系统的着眼点是面向市场、面向客户, 其目标是在整个企业的业务层提高企业的业务处理水平、强化企业的市场意识、提高对市场的应变能力。

由于 workflow 管理系统与普通事务处理系统存在显著的差别, workflow 管理系统在企业的实施方法上也不同于普通的事务处理系统。要实施 workflow 管理系统首先要在战略层次上对企业的业务目标进行分析, 确定企业的战略目标和组织要求。图 2.8 给出了 workflow 管理系统实施的层次结构。

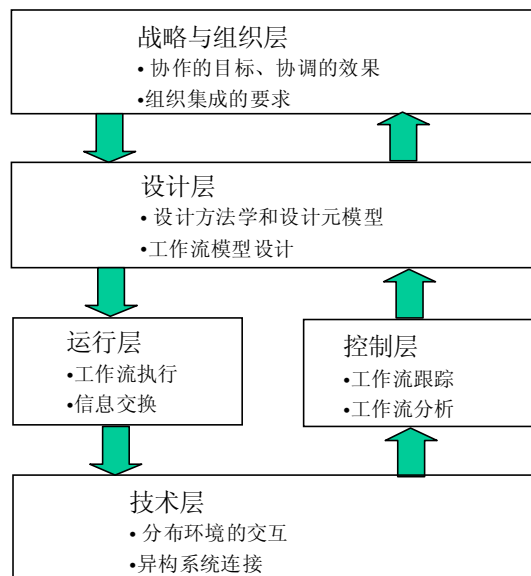


图 2.8 workflow 管理系统实施的层次结构图

在完成了企业战略目标分析和 workflow 实施战略后, workflow 管理系统才能够进入真正的

实施阶段。 workflow 管理系统在实际系统中的应用一般分为 3 个阶段, 即模型建立阶段、模型实例化阶段和模型执行阶段。图 2.9 给出了 workflow 管理系统的应用的三个阶段。模型建立阶段通过利用 workflow 建模工具完成企业经营过程模型的建立, 将企业的实际经营过程转化为计算机可处理的 workflow 模型。模型的实例化阶段完成为每个过程设定运行所需的参数, 并分配每个活动执行所需要的资源 (包括资源、人员、应用)。模型执行阶段完成经营过程的执行, 在这个过程中重要的任务是完成人机交互和应用的执行, 并对过程与活动的执行情况情况进行监控与跟踪。

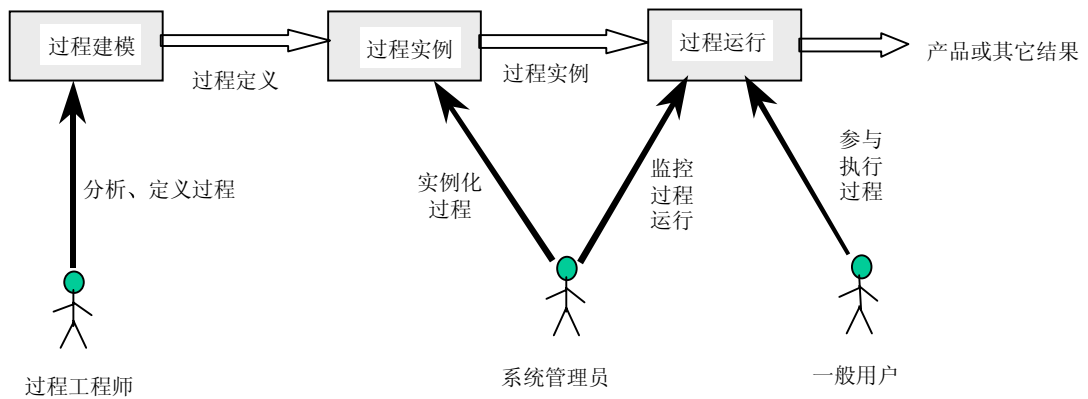


图 2.9 workflow 管理系统实施的三个阶段

在实际应用中, workflow 管理系统的实施与企业的经营过程重组与经营过程改变是紧密相关的。实施 workflow 管理系统的目的就是要提高企业的柔性, 并且能够根据市场的变化不断改进其业务过程, 因此其相应的工作流模型也需要不断的进行改进。

前面已经指出, workflow 管理系统的实施不同于普通的 ERP 或者 MRPII 系统, workflow 管理系统的实施是一个不断循环, 不断改进的过程, 这个特性使得 workflow 管理系统的实施和应用在柔性和可扩展性上要远远优于普通的管理信息系统。图 2.10 给出了 workflow 管理系统实施的循环图。图中数字 1 到 6 基本上表示了 workflow 实施过程的一个循环。其中 workflow 结构与路由数据是一切工作的信息基础。下面针对图中给出的数字顺序简单介绍一下实施的流程。

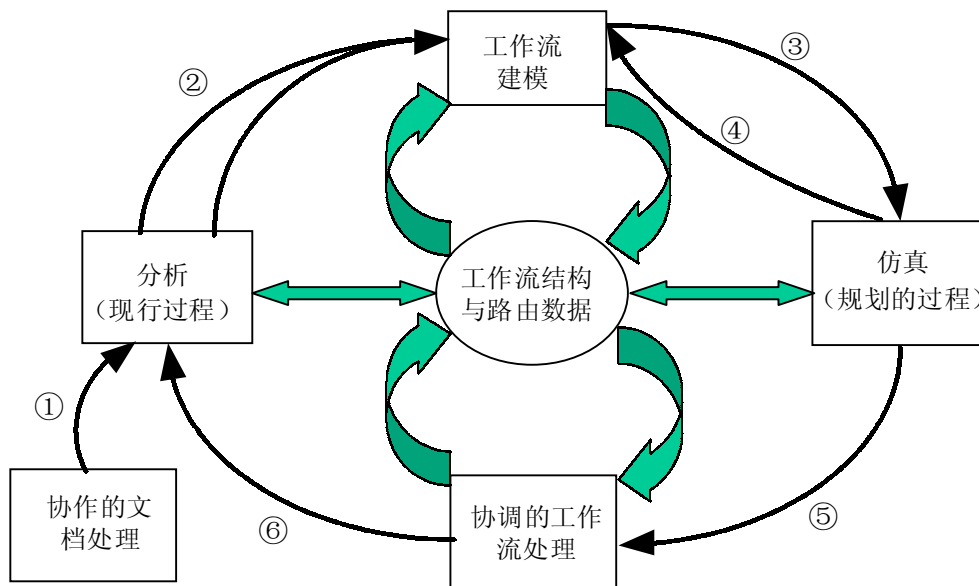


图 2.10 workflow 管理系统实施的循环图

- ① 通过对企业现有的业务流程、业务规则、管理规章等进行分析，总结得到企业的现有业务流程模型（这时的模型还不是 workflow 模型）；
- ② 采用 BPR 工具对现有的业务流程模型的分析，利用 workflow 建模工具或者其它 BPR 工具对现有的流程经过抽象与整理，得到现有系统的 workflow 模型；
- ③④ 对该 workflow 模型进行仿真，找到存在的问题，并结合企业的战略目标或者经营思想、市场情况、客户需求，对模型进行改进，得到优化的业务过程的 workflow 模型；
- ⑤ 将该模型投入实际运行，得到运行的结果；
- ⑥ 对运行的结果进行分析，发现存在的问题，进一步改进 workflow 模型。

需要指出的是，在上述循环中，创建或者改进过程模型可以在任何时候进行，如企业可以不在现有流程的基础上，而是根据一个新的市场需求直接建立一个 workflow 模型，然后进行仿真。

2.4.2 采用 workflow 管理系统的好处

workflow 管理的目的是根据预定的目标，找到合适的方法和手段来优化 workflow。其在企业的应用会给企业带来巨大的效益。首先，采用 workflow 管理将使企业改变其传统的按照功能来配置其人员的组织结构，变成按照企业要实现的主要业务流程来配置组织结构，这样可以大大缩短其主要业务过程的处理时间，提高其对市场的响应能力。组织结构的改变将大大减少在企业内部不必要的物料、信息的传递时间。当然，整个企业组织结构的调

整首先需要调整传统的以部门组织生产、人员从属于某个部门的做法, 变成以项目来组织生产和人员的工作方法。一个人可能同时从属于多个项目。

在企业进行 workflow 管理系统应用主要可以取得有效好处:

- 提高企业管理的规范化程度;
- 更好地与上下游企业形成快速响应市场的供应链网络;
- 降低业务过程的整个处理时间, 如在办公自动化环境中, 通过更好地规划 workflow、并行执行相互独立的活动、减少文档传递过程中不必要的中间状态等方法来显著降低文档的传递和临时储存的时间。
- 降低管理成本, 如避免不必要的和重复的工作, 提高工作人员的工作效率;
- 改进工作质量, 如自动提供为完成某个任务所需要的相关信息。在客户服务中, 能够快速方便的访问所有相关数据和 workflow, 从而可以大大提高客户服务质量;
- 在工作人员之间更好地均衡负荷, 如在工作人员缺勤的情况下, 自动地柔性分配替代人员;
- 通过在工作流模型加入对可预计的故障的处理策略来提高系统的柔性;
- 在工作流的基础上改进控制策略, 降低相应的控制成本; 如通过监控 workflow 执行状态, 利用分析和控制工具来进行优化控制;
- 通过对已经完成的工作流实例的分析, 找出存在的不足, 进而不断改进 workflow;
- 使工作内容更加丰富, 并且提高工作人员的业务能力, 减少工作人员进行单调乏味并且十分耗时的文档查找工作。

除了上面给出的从企业的经营目标出发可以得到的好处外, 采用 workflow 管理系统对于企业的信息的现代化同样具有显著的作用。采用 workflow 管理系统可以在最大程度上集成企业的现有信息资源, 实现资源的充分利用。由于 workflow 管理系统具有较好的柔性和开放性, 因此可以保证企业的信息系统能够顺利的进行扩展以满足不断变化的市场环境。另外, 由于 workflow 管理系统是在 workflow 模型的基础上进行企业的业务过程运行, 这就意味着企业的信息系统运行已经从过去没有一个具体的可量化指标的管理信息系统, 发展到了一个建立在工作流模型上 (并且是可以利用 BPR 或者其它仿真工具进行优化后的模型), 按照首先定义好的规则进行执行, 并且对于执行的结果随时进行监控和评价的规范化阶段。这种由过程建模——>模型分析——>过程优化——>模型执行——>执行结果统计分析——>改进业务过程——>优化企业运作的实施方法为成功地实施企业信息系统奠定了坚实的基础。

2.5 工作流产品与研究情况

2.5.1 现有工作流产品存在的不足

尽管经过工作流产品供应商与工作流研究人员十几年的不懈努力, 工作流技术由最初的萌芽逐步发展起来, 并取得了相当的成果, 但是从工作流系统的实际应用状况来看, 还远未达到人们所期待水平。在工作流管理系统的开发的最初阶段缺乏统一的普遍遵循的标准以及限于当时软件支撑技术的水平, 导致不同公司的工作流管理系统在功能上、所采用支撑技术上、开发技术上和接口上都呈现出非常大的不同。这也是目前工作流管理系统存在问题的主要原因之一。目前在经营过程中采用工作流管理系统的企业仍只是一少部分, 而且这些系统的应用范围也很有限, 并不能全方位地支持企业的关键业务流程。从企业用户应用的角度来分析产生这种状况的原因, 主要有以下几点:

- (1) 工作流的运行必须要有底层的通讯基础结构的支持——也就是说, 工作流管理系统必须要建立在适当的底层通讯基础之上, 以便实现执行工作流所需要的分布计算环境。比如 CORBA、DCOM、Java 都是可以选择的。但是, 就目前能够实现分布计算环境的产品来看, 它们在实际应用中仍然显得不够成熟, 在安全性、容错性、可靠性等方面均不能满足企业的需求, 而且在价格上也给企业造成一定的负担。这样, 企业若想部署工作流系统, 还必须要额外付出经费与精力去构筑底层环境, 这种情况是企业所不希望的, 实际上它也限制了工作流管理系统在企业的广泛应用。
- (2) 缺乏标准——不同的厂商所提供的工作流产品具有自己独立的一套工作流模型、工作流定义语言以及 API 函数。在缺乏标准的情况下, 用户一旦选定一种产品之后, 就很难再过渡到其它同类产品之上了; 而且不同的系统之间缺乏互操作的接口, 使得用户有很多后顾之忧。尽管工作流管理联盟 (WfMC) 的成立有助于改善这种情况, 但若想实现类似于关系型数据库这样的统一标准 (比如关系数据模型、SQL 语言等), 仍有很长的路要走。目前, 大多数工作流产品的生产厂家已经意识到了这个问题。他们加入了工作流管理联盟, 并提出了一套工作流管理系统的标准。主要工作包括: 开发了一套 API, 保证以一致的方式访问工作流管理系统的服务和功能; 为工作流管理系统之间和管理系统与应用程序之间规定了交换格式和协议; 统一了工作流模型, 使得不同工作流管理系统的工作流定义可以相互使用。
- (3) 实现的复杂性——将工作流管理系统在企业进行应用不仅仅需要完成过程的定义, 还

需要做许多其它工作, 总的说来 workflow 管理系统在企业的应用是一个复杂的实施过程。这个复杂的实施过程中需要完成的任务包括: 对外部的应用系统进行包装以便 workflow 机能够在必要的时候激活它、建立 workflow 机运行所必须的分布计算环境、设计开发相应的用户界面、还包括制定相应的管理规程和用户操作规范等等。目前的 workflow 产品为这些任务的完成提供的帮助能力有限, 所有的 workflow 应用都需要 workflow 产品供应商与应用开发人员进行很长时间的合作才能最终完成。另外, workflow 系统的实施给企业带来的不仅是技术上的变化, 同时还会对企业原有的管理制度造成一定的影响, 因此, 企业需要完善相应的管理体系, 以便 workflow 系统能够在最大程度地发挥其作用。

- (4) 系统的安全性——目前的 workflow 管理系统对系统运行中出现的并发访问和异常错误缺乏正确和可靠的支持。workflow 实例在运行过程中, 有可能出现多个活动同时访问共享资源的情况, 各个活动在数据操作上会相互重叠。为了保证系统能够正常运行, 必须要进行并发控制 (Concurrency Control), 防止出现“脏数据”等现象。另外, 当 workflow 在执行过程中出现非正常中断时, 如何恢复数据并保持数据的一致性也是需要解决的问题。目前大多数 workflow 产品在这两方面的性能还有待进一步增强。
- (5) 性能问题——目前大多数 workflow 产品无法满足企业对每天处理上万个, 甚至每小时处理几千个业务的需求。
- (6) workflow 技术尚不成熟——尽管 workflow 技术从最初萌芽发展到现在已经有了很大的进步, 但 workflow 技术并不成熟。目前尚没有一种 workflow 产品或原型系统能够在过程执行的可靠性与一致性方面达到与关系型数据库管理系统同水平的功能。尽管在实际应用时对 workflow 系统并不需要那样高的性能要求, 但具备这样的能力对于一个 workflow 系统而言是很重要的, 只有这样, 才能使企业有信心采用 workflow 技术来对那些原来使用其它技术 (如数据库) 实现的关键业务应用进行重组。

不少从事 workflow 技术研究的人员从应用的角度指出了目前 workflow 系统存在的性能方面的不足, 在文献[11]中, Mohan 等人指出现有 workflow 管理系统存在的主要不足在于: 几乎彼此都不兼容; 能力有限, 对大规模业务的负荷无法胜任 (主要因为单一数据库、集中式结构、通讯能力有限、设计时缺乏远见等原因所致); 鲁棒性与实用性差 (系统稳定性差, 没有强有力的安全保证)。

根据我们对 workflow 技术的研究认识, workflow 技术自身的不成熟性从较为根本的几个层次上来看主要表现在以下三个方面:

- (1) workflow 模型描述: 缺乏一种能够支持过程定义、过程演进以及过程分析的形式化数学

模型。 workflow 模型的核心是对过程的定义, 包括组成过程的基本活动以及活动之间的顺序关系。目前的工作流模型大部分都是从直觉出发, 以图形语言或者文本语言来定义 workflow 过程, 这种定义的方法本质上还停留在用户层上, 即对用户而言是比较理想的方式, 但并不利于实际系统的实现, 也无法对 workflow 的本质特征进行描述, 因而也更谈不上对过程的分析与评价。虽然有的模型具有形式化的数学描述, 比如 WF-Net^[12], 但从其模型所具有的描述能力上距离对 workflow 过程本质的描述上仍有差距, 具体表现在模型元素不丰富、动态性能不理想、仍离不开图形语言的局限。由于模型缺乏良好的理论基础, 使得 workflow 系统在应用的许多关键特性上无法得到保证, 包括过程模型的柔性定义、过程重用、事务管理、异常处理等, 这都大大限制了 workflow 在企业应用中的普及与推广。

- (2) workflow 执行: 缺乏一个标准化的集成框架来支持对企业常用的分布式应用的集成。企业在应用 workflow 进行业务流程的运作时, 最为关心的就是 workflow 系统能否与企业原有的各个应用系统 (比如 MRPII 系统、CAx 系统等) 很好地集成起来, 使它们成为一个完整业务流程当中的有机组成部分, 而不是象原来那样处于一种“孤岛”状态。但目前来看, 制约 workflow 应用中的一个很严重的瓶颈问题就是 workflow 管理系统所能支持的企业应用太少, 在集成的方式方法上没有统一标准, 很大程度上要受到外部应用的限制。因此, 在 workflow 系统与企业应用间亟待建立一个性能良好的“粘合层”, 最好是独立于不同企业应用的一个标准的集成框架, 这将极大地提高 workflow 系统对企业应用的适应性。另外, workflow 机的分布式执行也是一种必然的发展趋势, 但同样也带来一些需要解决的复杂的问题, 比如不同 workflow 机之间的协调问题、分布事务处理问题、系统中各类数据的维护问题、安全问题等。只有 workflow 机真正实现可靠、稳定、高性能的分布, 才能提高 workflow 系统在企业应用中的实用性。
- (3) workflow 仿真: 尚处于一种几近空白的状态。应该说, 在缺乏仿真方法与仿真工具支持的情况下, 整个 workflow 系统是不完善的, 因为人们难以预料所部署的 workflow 过程将可能出现怎样的结果, 它有哪些不合理的地方, 它的性能指标如何, 这一切都必须等到实际运行以后才能由 workflow 管理系统所记录的数据中获得, 显然, 这并非是一种合理的方式。针对 workflow 进行仿真的难点主要在于仿真的性能指标难以确定、仿真的过程较为复杂。

2.5.2 workflow 管理技术的主要研究问题

在 workflow 技术应用日益得到重视的今天, 对 workflow 技术的研究也正在向更深层次进行。 workflow 技术研究的主要目的有两个: 一是为 workflow 技术的发展解决理论上存在的问题, 探讨 workflow 模型和语义的形式化表示方法等; 二是从 workflow 实现技术的角度探讨利用先进的技术提高 workflow 管理系统的性能和可靠性。

workflow 技术研究的一些理论研究问题为:

- 1) 过程建模理论与建模方法: 研究如何清晰、准确地表示实际应用中的过程, 特别是研究如何以形式化的方法表示过程模型。如采用 Petri 网方法来表示 workflow 模型、定义 workflow 过程描述语言 (尤其是形式化语言)、采用 EPC 等, 这方面的研究工作和取得的一些成果参见 [7]。研究和发 展能够支持事务的 workflow 模型可以从根本上提高 workflow 系统的正确性和可靠性, 因此关于事务 workflow 模型的研究也得到了充分的重视。
- 2) 模型验证和模型仿真方法: 研究从理论上如何验证所建立的过程模型不存在死锁问题, 研究如何评价所建立的模型的性能和优化模型的方法, 这个问题对于企业经营过程重组问题的研究和实施企业经营过程重组具有重要的意义。
- 3) 分布环境下的资源协调和任务优化调度策略: 研究在大范围的分布环境下, 在资源有限 (如制造系统中只有有限的加工设备和运输设备) 和任务完成时间约束 (如产品交货期要求) 情况下, 如何优化系统中任务执行的顺序和资源的分配方法, 这个问题的研究对于 workflow 技术在大规模生产和调度中有非常重要的意义, 如在供应链管理中的最佳供应和分销策略, 复杂的交通管制中的应用等。它对于解决过程模型执行过程中产生的冲突 (如并行工程中的产品设计过程中的约束冲突) 也有重要的意义。
- 4) 过程模型与其它模型的集成方法: 在描述一个企业和一个应用领域的问题时, 仅有过程模型是不够的, 还需要有功能模型、信息模型、资源模型、组织模型、甚至经济模型和决策模型等的配合, 这些不同的模型描述了一个应用领域的不同侧面, 它们的集成可以完成对一个企业或一个应用领域的全面描述。但是如何集成这些模型还没有良好的解决方法。有些 workflow 建模工具中包括了对资源和组织的描述能力, 但是目前还没有一个方法来实现过程模型和功能、信息模型的集成。这方面的研究工作对于促进集成化的企业建模和信息系 统实施有重要的意义。

在 workflow 管理系统的实施上也存在非常多的问题需要研究, 这些问题的解决对于提高 workflow 管理系统的性能具有重要的意义。

- 1) 分布式 workflow 机的实施问题: 在通常情况下, 企业的应用一般都是运行在分布式环境上, 因此相应的工作流机也应该采用运行在分布环境下的分布式结构。目前已经开发出了许多分布式 workflow 管理系统, 如 IBM 的 Exotica、佐治亚大学计算机系开发的 Meteor 等。但是仍然有许多问题需要进行深入的研究, 如 workflow 模型实例到每个执行 workflow 机的分解问题、分布式环境下的可靠性问题, 分布式系统的效率和鲁棒性问题等。在 CORBA 技术和 WEB 技术得到广泛重视的今天, 研究开发在 CORBA 环境下, WEB 页面方式的工作流管理系统具有非常重要的应用价值, 佐治亚大学计算机系开发的 Meteor 在这个方面取得良好的成果。分布环境下的 workflow 机的合作问题也是受到广泛关注的重要问题, 它对于提高 workflow 管理系统的性能具有重要的意义。
- 2) 异常处理和错误恢复问题: 对于制造企业这样的一个复杂的应用系统, 出现异常和错误是非常正常的情况, 对于 workflow 管理系统不仅要求它在正常情况能够发挥作用, 更重要的是要求它能够灵活的处理各种异常情况, 并且在某个节点发生错误时能够保证整个系统不会发生崩溃。目前大多数 workflow 管理系统都提供了异常情况处理策略、系统容错能力、故障恢复策略、数据保护及数据恢复方法。
- 3) 融入事务管理概念: 在 workflow 管理中融入事务管理的概念和模型方法可以显著的提高 workflow 管理系统处理大规模业务应用的能力, 目前这个工作已经得到许多研究人员的重视。
- 4) 应用集成问题: workflow 管理系统本身是一个完成过程建模和过程管理的软件系统, 但是为了在企业的实际业务中得到有效的应用, 它必须和企业已有的或购买的其它实现业务应用的软件实现集成, 通过集成来提高整个企业的应用水平和应用效率。