

# 基于工作流机制的设备检修管理系统的设计

赵久梁<sup>1,2</sup>

(1. 东北大学 机械与自动化学院, 辽宁 沈阳 110004; 首钢迁安钢铁有限责任公司, 河北 迁安 064404)

**摘要:** 工作流管理系统是实现信息快速、有效、准确地获取、管理和传递的有效手段。它通过计算机来支持企业经营过程的运行, 实现对企业经营过程的管理和控制。本文介绍了工作流的概念和基本原理, 并对系统进行了模型设计和结构设计, 最后以首钢迁钢有限公司设备检修管理系统为例, 说明了工作流技术在企业信息化管理中的具体应用。

**关键词:** 业务过(流)程; 工作流引擎; 活动; 任务; 接口

中图分类号: F270.7 文献标识码: A

## 0 引言

随着互联网技术的快速发展, 企业对计算机的应用已经不再停留在孤立的系统而开始转向共享的网络环境。与此同时, 传统的企业管理方式和运作模式也逐步的迈向了信息化、网络化和标准化。各大厂商也纷纷开发了工作流管理系统 (Workflow Management System, WFMS) 来支持这种转变, 不仅实现了企业业务流程的自动化和规范化, 而且显著的提高了效率, 减少了出错的可能。工作流管理系统能够针对具体业务流程进行自动化设计并对业务流程变更做出迅速更改, 可以完全适应当今企业的高速发展与变化, 体现出工作流管理系统所具有的灵活性。基于 Web 的方式使系统能充分发挥 Internet 的特性, 使用者不论在何时何地都可以通过 Internet 浏览器参与到业务流程中。

## 1 系统原理

工作流是业务过程在计算机中描述的模型, 将相应的业务逻辑和业务规则在计算机中以恰当的模型进行表示并对其实施计算。业务过程是若干业务活动及作用在其上的规则的集合。业务活动则是能够完成特定的功能的一个实际环节。工作流管理系统的中心是工作流引擎, 它为工作流管理系统在业务过程定义时提供支持, 同时在运行时提供解释

和执行服务。工作流引擎主要包括机构模型、信息模型、控制模型和表单文档模型, 前两者合称为工作流引擎的数据模型。机构模型描述的是企业或者部门的组织机构关系, 信息模型则定义工作流引擎中所用到的各种控制数据。通过数据模型, 可以方便地描述关键业务的业务规则、活动的依赖关系以及任务的指派等特征。它们都通过统一的关系结构来定义。表单文档模型定义了业务过程用到的表单信息。控制模型将机构模型和信息模型有机地结合在一起, 它根据其中定义的业务规则对业务过程中的各项业务活动的流转以及任务指派等工作进行控制和协调。控制模型是工作流引擎的控制中心。

工作流管理系统原理如图 1 所示。“流程模型管理”通过给用户提供一套工具来实现对业务过程的定义, 然后将其转换成机构模型、信息模型和表单文档模型中所描述的关系结构, 从而建立起工作流引擎的数据模型。因此“流程模型管理”是工作流引擎在构造业务过程时的定义中心, 而“控制模型”则是工作流引擎在运行时的控制中心, 它负责工作流引擎在运行时的协调、调度和控制功能。“应用数据”由具体的应用逻辑自行管理, 工作流引擎并不关心这部分的数据格式, 该部分信息是在系统运行过程中由引擎对信息模型数据的处理而生成。“表单文档模型”为工作流在运行过程中提供文档, 它负责流程相关文档的创建和保存。顶层的其他模

块为用户提供了工作流管理系统的几个基本功能，这些功能的实现都是建立在工作流引擎基础之上，本文不做说明。

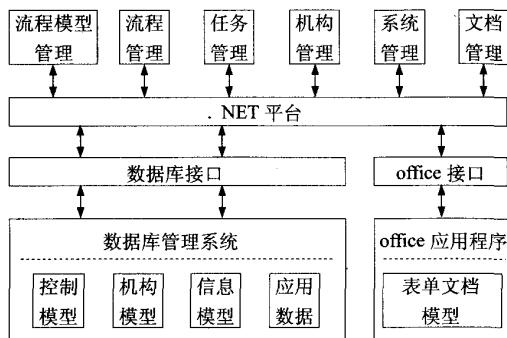


图1 工作流管理系统原理图

Fig. 1 Workflow management system

## 2 系统设计

Microsoft .NET Framework 是微软推出的一套下一代开发平台。.NET 框架是创建、部署和运行 Web 服务及其他应用程序的一个环境，所提供的 ASP.NET 可以快速方便的部署三层架构——数据层、业务逻辑层和显示层。数据层负责与 SQL-Server 数据库进行交互访问，工作流逻辑关系的实现业务逻辑层，显示层是与用户交互的 ASPX 页面，这样就很方便的实现了三层架构。三层的调用关系如图 2 所示。

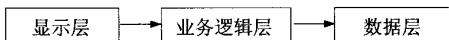


图2 三层架构调用关系图

Fig. 2 Relation of three-tier structure

数据层通过调用 .NET 提供的 `SqlClient` 类库接口函数实现数据库的各种操作，因此在业务逻辑层在实现工作流引擎时只需把精力集中在逻辑关系设计上，有关数据库的操作直接调用数据层提供的接口。在显示层可以直接调用业务逻辑层提供的接口来响应用户的各种请求。

由工作流系统原理可知：工作流系统的核心是工作流引擎，而控制模型是工作流引擎的控制中心。因此本文着重讨论在控制模型的驱动下的工作流引擎架构设计，并对 3 个主要模型进行详细说明。图 3 所示为工作流引擎结构图。

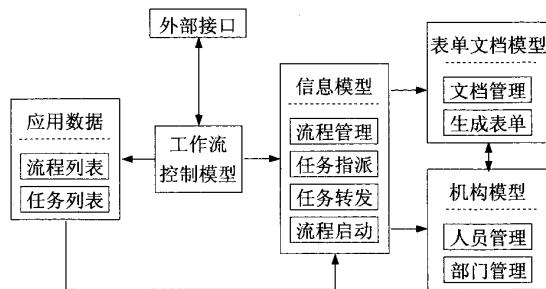


图3 工作流引擎结构图

Fig. 3 Structure of the workflow engine

### 2.1 控制模型设计

工作流控制模型通过接受从外部接口发送过来有关流程控制的请求，如启动业务流程、获取任务以及完成任务等，并根据不同的请求类型调用相应的接口函数完成与本次请求相关的操作并将结果返回。

#### 1) 完成任务接口

该函数响应外部请求“完成任务”，有两个输入参数：任务 ID 和完成人 ID。在函数内部，首先调用接口 `GetTaskStatus` 判断任务是否满足完成条件，如果不满足完成条件退出当前函数，并返回 0。否则，使用接口 `SetTaskComplete` 完成当前任务并调用 `CreateNextTask` 生成新任务。若生成的后继任务是自动处理任务，则递归调用 `FinishCurTask` 处理。函数所调用的 3 个接口均由信息模型类 `EngineInfo` 所提供。

#### 2) 回退任务接口

该函数响应外部请求“回退任务”，有 4 个输入参数：任务 ID、完成人 ID、回退实体 ID 和每个实体所回退到的活动 ID；在函数内部，调用接口 `GetTaskStatus` 判断任务是否满足回退条件，如果不满足回退条件退出当前函数，并返回 0。否则，使用接口 `SetTaskComplete` 完成当前任务并调用 `CreateBackTask` 生成回退任务。函数所调用的 3 个接口均由信息模型类 `EngineInfo` 所提供。

#### 3) 取得任务接口

函数响应外部请求“取得任务”，有两个输入参数：人员 ID 和任务状态代码；在函数内部，根据任务状态分别调用了 `EngineInfo` 类的两个接口

函数 GetWaitingTask 或 GetTaskByStatus 用来取得用户的待处理任务和用户已挂起、处理中和已处理的任务。

#### 4) 挂起任务/恢复任务接口

该函数响应外部请求“挂起任务/恢复任务”，有两个输入参数：任务 ID 与人员 ID；在函数内部，通过调用 EngineInfo 类接口 SetTaskStatus 设置当前任务状态来实现。

#### 5) 启动业务流程接口

该函数响应外部请求“启动业务流程”，有两个输入参数：业务流程 ID 和人员 ID；在函数内部，通过调用 EngineInfo 的接口 CreateWfInstance 创建工作流实例并生成工作流实例的第一个活动的任务，并返回任务 ID。然后调用控制模型 EngineController 类的 FinshCurTask 函数处理由接口 CreateWfInstance 生成的开始任务，以便生成第一个由人处理的交互式任务。

## 2.2 信息模型设计

工作流控制模型在其实现过程中，需要发送相关请求给信息模型，如生成后继任务、生成回退任务及创建工作流实例等，并要求返回相关信息。因此信息模型类 EngineInfo 需要提供必要的接口函数，接口在实现过程中调用机构模型和表单文档模型所提供的接口获取必要的信息。

#### 1) 生成当前任务的后继任务接口

该函数响应请求“生成当前任务的后继任务”，函数有两个参数：人员 ID 和任务 ID；在函数内部，需要根据后继活动与当前活动之间的关系分 3 种情况来考虑：

##### ①顺序关系

在该情况下，直接为后继活动生成任务即可，但有一种特例，即后继活动为“与汇聚”活动时，若已存在后继活动的任务且为等待前驱 (Pending) 状态，只要为已存在的后继任务增加当前任务到其前驱任务列表中。

##### ②或分支关系

若后继活动为“或分支”活动，选择“或分支”的后继活动就需要按照一定的条件进行。在业

务过程规则表中的 OrBranchCond 字段中记录了“或转发”条件，此条件可根据具体情况由开发者指定。根据指定的条件取得“或转发”的后继活动，并为该活动生成新任务。

##### ③与分支关系

若后继活动为“与分支”活动，则为“与分支”的每个后继活动生成任务并发送相应的文档实体。在活动表中字段 EntityTableName 和 EntityTableType 联合定义了文档的创建与分支转发规则，EntityTableName 字段指定了当前活动应接收/创建的文档，EntityTableType 则定义了是创建还是接收。这就保证了多文档在分支情况下能够正确的发送。

#### 2) 生成当前任务的回退任务接口

该函数响应请求“生成当前任务的回退任务”，有 4 个参数：任务 ID、完成人 ID、回退实体 ID 和每个实体所回退到的活动 ID；在函数内部实现时，根据当前活动与回退活动之间携带实体的关系分两种情况来考虑：

##### ①实体相同

当前活动的任务与回退活动的任务所携带的实体相同时，直接对回退活动生成回退任务。

##### ②实体不同

回退活动任务所携带的实体为当前活动任务的一部分，这又有两种情况：

###### a) 回退过程中有“与汇聚”活动。

在这种情况下，若要对所有任务实体进行回退，则分别对每个回退活动生成回退任务；若要对部分任务实体进行回退，对回退的实体生成相应的回退任务，由于存在未回退的实体，因此要生成状态为 Appending 的“与汇聚”任务，其前驱任务列表中包含未回退的任务 ID。

###### b) 回退过程中没有“与汇聚”活动。

这是在顺序关系中，前驱任务的实体传递到当前任务，并且当前任务也生成了新的实体的情况。此时对回退活动生成回退任务，该任务携带的实体为当前活动任务实体中与回退活动实体名相同的实体。

以上几种情况生成的回退任务若为用户交互任务，其状态为 Appending，重新设置其状态为 Waiting。

### 3) 获取待处理任务接口

该函数响应“获取待处理任务”的请求，该函数有一个参数：人员 ID。函数实现时，对所有待处理的任务按照定义的一个或多个任务指派规则进行过滤选取，而取得当前人员待处理的任务。任务指派的过程按先后顺序共采取了两次过滤：静态过滤和动态过滤。

#### ①静态过滤

静态过滤的指派基准由活动表的 StaticBasedOn 字段表示，其值可以为 Role、Department 和 Group 中的一个或几个，指派基准 ID 由活动表 StaticBasedId 字段表示，指明某个基准的某个 ID 号作为静态过滤条件。

#### ②动态过滤

如果指派任务到哪个部门、角色或组是在业务过程中决定的，通常是由表单中的部门或角色信息来确定。活动表中字段 dynamicBasedOn 和 dynamicBasedCond 就指明了动态基准及条件，dynamicBasedOn 填写的类型与 StaticBasedOn 字段相同，dynamicBasedCond 字段则由开发者自定义。

通常静态过滤用于指定具体角色的人员作为指派规则，动态过滤用于由表单中所填写的部门作为指派规则。

## 2.3 表单文档模型设计

对数据库中的表单生成正式文档的过程也叫“归档”。表单文档类 EngineDoc 主要对信息模型实现接口——CreateOfficeDoc。函数有 3 个参数：文档实体名称、文档实体的主键 ID。

根据输入参数文档实体名在文档实体名与文档模板的对应关系表中查找到该文档对应的模板名称，然后打开该模板，并在模板已定义书签的位置插入表单相应字段内容即可生成正式文档。Office 组件提供了在模板指定位置插入数据的接口函数，通过指定书签名与表单对应字段同名，就可以在已定义书签处插入对应的内容。

前文中所提到的，在活动表中有两个字段 EntityTableName 和 EntityTableType 联合定义了文档的创建与分支转发规则，而该表中的字段 EntityCreated 定义了文档的归档时机，该字段为文档实体的归档活动 ID。信息模型在 CreateNextTask 接口的内部实现过程中，如果判断该任务的活动 EntityCreated 字段为 1，则调用文档模型类的接口进行归档。

## 3 设备检修管理系统的设计

设备检修管理系统是根据首钢迁钢有限公司企业内部设备检修管理问题而设计的，是基于工作流管理系统而设计开发的，系统内部的结构设计和原理在上面已经详细介绍了，下面就具体业务具体设计该系统。系统主要模块包括：

### 1) 流程管理模块

该模块主要包括个人工作区，流程管理和设备问题管理 3 个部分，在个人工作区，用户登陆系统后，首先进入该区域，接收任务，处理后再转发给下一位执行者，直到该流程结束。在流程管理模块中，主要是流程管理员监视流程的进度情况，在该区域每个流程的详细信息都会显示出来，可以查看文档审批的情况，以及文档的内容。在设备管理问题中，主要是点检站部门负责查看近期设备出现的问题，然后针对某个问题启动检修流程。

### 2) 文档管理模块

主要包括“文档合同管理”和“数据查询统计”两个模块，分别进行各种文档的查询和汇总功能。“文档管理员”根据文档类型列表和查询条件，可以查询的文档列表和文档详细内容。在数据查询模块中，可以进行“委托项目查询”，“项目预算统计”，“固定项目结算”，“维检大包计算”等内容的详细信息的查询。

### 3) 企业管理模块

主要包括“企业人员管理”，“维检单位管理”，“企业部门管理”，“人员角色管理”，“角色权限管理”，“企业公章管理”。主要是进行一些企业部门的添加，删除，人员的管理和人员角色的配置，给企业部门配置维护单位和配置相应得部门人员及企业公章的配置等。

#### 4) 系统管理模块

此模块包含“角色权限管理”，“查看系统日志”，主要是对不同的系统角色进行相应的权限配置，使不同的角色能够拥有相应的系统权限，如“流程管理员”角色就可以配上查询流程，删除流程等权限。一般来说“系统管理”功能只能由系统管理员来操作。

#### 5) 个人信息模块

该模块式系统的辅助模块。个人基本信息的查看和修改，可以上传个人的签名和印章图片，在流程中该签名和印章将代表个人身份进行加密签认。

图4是该系统主要显示界面，是用户成功登陆后进入的个人工作区。

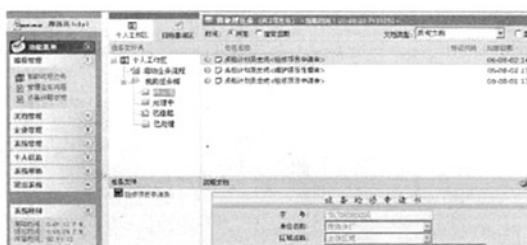


图4 系统主要功能显示界面

Fig. 4 Interface of system's main function

在该区域内，用户可接受属于自己的任务，处理后，转交给下一位审批者。实现了流程的前进，用户也可以不处理该任务，回退给前一位执行者，

让其重新修改后再提交过来，实现了流程可回退功能。当然，系统管理员可以对各个模块进行管理操作。例如对流程进度的监控，文档的查询。归档任务的查询，企业部门的添加，修改，删除。维护检修单位的管理等等。

## 4 结论

本文讨论的基于Web的工作流管理系统已经应用在首钢迁钢设备维检管理系统中。该系统应用于企业内部的各个分厂，共有6个流程，涵盖了设备维护和检修管理的关键业务过程，这些业务关系复杂，即有顺序关系也有并行关系，业务流程周期很长，日常检修流程就包含26个主要业务流程。通过近3个月的试运行，收到了良好的效果。企业业务流程也在不断的规范化，每个人的权责得到了明确，提高了工作的效率和积极性，信息在部门间的传递也更为通畅。通过对业务流程的监控，企业管理者可以做出迅速的决策。

## 参考文献

- [1] Hollingsworth D. Workflow Management Coalition: The Workflow Reference Model [G]. Document Number WFMC-TC00-1003, Brussels, 1994.
- [2] 何清法, 李国杰, 焦丽梅, 等. 基于关系结构轻量级工作流引擎 [J]. 计算机研究与发展, 2001, 38 (2): 129-137.
- [3] 范玉顺. 工作流管理技术基础 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.

## Design of equipment repairing management system based on workflow

ZHAO Jiu-liang<sup>1</sup>

(1. Northeastern University, Shenyang, Liaoning 110004, China; 2. Qian'an Steel Limited Company, Shougang Group, Qian'an, Hebei 064404, China)

**Abstract:** The workflow management system is a valid means of rapid capture, management and transferring of information. It enables the control and management of business processes by using computer to support and run them. In this paper, the conception and theory of workflow are introduced, and the model and structure of system are given. Finally, by giving an example of the Qian'an Steel Limited Company's management system of equipment repairing project, the application of workflow technology in the enterprise information management is introduced.

**Key words:** business workflow; workflow engine; activity; task; interface