

学科门类：工学
中图分类号：TP391.7

单位代码：10287
密 级：公 开

硕 士 学 位 论 文

基于 Petri 网理论的 PDM 工作流程 管理系统的研究与开发

硕士生姓名	马 犇
一级学科	机械工程
学科、专业	机械电子工程
研究方向	现代集成制造系统
指导教师	周燕飞 副教授

南京航空航天大学

二 零 零 二 年 三 月

学科门类：工学
中图分类号：TP391.7

单位代码：10287
密 级：公 开

硕 士 学 位 论 文

基于 Petri 网理论的 PDM 工作流程 管理系统的研究与开发

硕士生姓名 马 犇
一级学科 机械工程
学科、专业 机械电子工程
研究方向 现代集成制造系统
指导教师 周燕飞 副教授

南京航空航天大学

二 零 零 二 年 三 月

摘要

现代企业经营环境的变化迫切需把产品数据管理技术与 workflow 管理技术结合起来，特别是把 workflow 管理系统运用到 PDM 系统中来，取代并改进 PDM 系统中的 workflow 管理功能。而 workflow 建模方法的选择，则是实现 PDM workflow 管理系统的关健。

本文分析了 workflow 建模的多种方法；提出了一种扩展 Petri 网—功能网；并建立了基于功能网的 workflow 模型。探讨了这种 workflow 模型正确性分析、性能评价及优化方法。利用面向对象分析技术，构造了 workflow 管理模型中的流程类、活动类与联系类对象。

通过分析 PDM 系统与 workflow 管理系统的信息交互，初步探讨了 workflow 管理系统在 PDM 系统中的实现技术，提出了 workflow 管理系统与 PDM 系统的集成框架和体系结构，并应用于所开发的洪都集团 650 研究所的 650PDM 系统中，实现了 workflow 管理系统与 PDM 系统的集成。

关键词：workflow 管理 Petri 网 PDM 面向对象

ABSTRACT

As business environment changes, enterprises urgently needs to combine PDM technology with workflow management technology, especially to integrate workflow management into a PDM system to improve the performance of the PDM workflow management function. And the key to implementing the workflow management system in a PDM system is workflow-modeling technology.

In this paper, several methods of workflow management are analyzed. An expanded Petri net---function Petri net and the workflow management model based on it are presented. And the correctness analyses, performance appraisalment and optimization methods of such a model are discussed. The flow classes, activity classes and relation classes of such a model are also built through the OOA technology.

And then, based on the analysis for the information intercommunion between workflow management system and PDM system, the system implementation technology is discussed. And the integration framework and the system architecture are brought forward, and applied to the 650PDM system. In this system, a workflow management system is successfully integrated.

Key words: Workflow Management; Petri Net; PDM; Object-Oriented

目录

第一章	绪论	1
1.1	前言	1
1.2	工作流程管理技术研究发展状况	1
1.3	课题提出	2
1.4	课题主要研究内容	3
1.5	本章小结	4
第二章	PDM 系统与工作流程管理系统	5
2.1	PDM 系统的概念和主要功能	5
2.1.1	PDM 的基本概念	5
2.1.2	PDM 系统的主要功能	5
2.2	工作流程管理系统	6
2.2.1	工作流程管理系统的基本概念和定义	6
2.2.1.1	工作流程的基本概念和定义	6
2.2.1.2	工作流程管理系统的概念和定义	7
2.2.2	工作流程管理系统的体系结构	7
2.2.3	工作流程管理系统的主要功能	8
2.2.4	PDM 系统中的工作流程管理	9
2.2.4.1	审批流程管理	9
2.2.4.2	更改流程管理	10
2.3	本章小结	11
第三章	基于 Petri 网的工作流程管理系统	12
3.1	基于 Petri 网的工作流程建模	12
3.1.1	Petri 网的基本理论	12
3.1.1.1	Petri 网的定义	12
3.1.1.2	元素的输入和输出集定义	13
3.1.1.3	典型 Petri 网的表示方法	13
3.1.1.4	变迁的点火规则	13
3.1.2	工作流程建模的基本要素分析	13
3.1.3	一种扩展的 Petri 网—功能网	15
3.1.3.1	功能网的定义	15
3.1.3.2	功能网的基本组件	17
3.1.3.3	功能网的触发机制	18
3.1.4	利用扩展的 Petri 网建立工作流程模型	18
3.2	基于功能网的工作流程模型实例的运行控制	20
3.2.1	工作流程实例的运行状态	21
3.2.2	工作流程实例的执行	22
3.2.3	工作流程实例运行状态的监控	23
3.3	用户任务表管理器	25
3.4	基于 Petri 网理论的工作流程模型分析	26

3.4.1	工作流程模型正确性分析方法	27
3.4.2	工作流程性能评价方法	27
3.4.3	工作流程模型优化	28
3.5	本章小结	28
第四章	工作流程管理模型建立过程中的面向对象技术	29
4.1	面向对象的设计方法	29
4.1.1	面向对象方法的基本概念	29
4.1.2	面向对象方法设计的一般过程	30
4.1.3	面向对象方法的特点	30
4.2	面向对象技术在工作流程模型建立过程中的应用	31
4.2.1	工作流程模型中的对象分析	31
4.2.2	工作流程模型中对象的建立	32
4.3	本章小结	36
第五章	工作流程管理系统在 PDM 系统中的应用	37
5.1	工作流程管理系统与 PDM 系统的集成	37
5.1.1	工作流程管理系统与 PDM 系统的信息交互内容	37
5.1.2	工作流程管理系统与 PDM 系统集成的实现技术	38
5.2	基于 Petri 网理论的 PDM 工作流程管理系统的特点	39
5.3	本章小结	40
第六章	基于 Petri 网及面向对象技术的 PDM 工作流程管理系统开发	41
6.1	系统总体方案	41
6.1.1	650PDM 系统介绍	41
6.1.2	650PDM 系统中工作流程管理系统的主要功能	43
6.1.3	650PDM 工作流程管理系统的体系结构	43
6.2	系统主要功能模块设计	45
6.2.1	系统数据结构设计	45
6.2.2	人员管理模块的实现	48
6.2.3	工作流程管理	49
6.2.3.1	工作流程模型的定义	49
6.2.3.2	工作流程实例化	51
6.2.3.3	工作流程实例的执行	52
6.2.3.4	工作流程服务器	54
6.2.3.5	工作流程实例的监控	55
6.2.3.6	邮件服务器与任务表管理器	55
6.3	本章小结	56
第七章	总结与展望	57
	致谢	59
	在学期间的研究成果	60
	参考文献	61

第一章 绪论

1.1 前言

产品数据管理 (Product Data Management, 简称 PDM) 技术最早产生于 20 世纪 80 年代初期, 主要是各 CAD 厂家配合自己 CAD 软件而开发的, 用来解决大量电子数据的存储和管理问题, 提供了维护“电子绘图仓库”的功能, 它在一定程度上缓解了“信息孤岛”问题, 但其系统功能较弱、集成能力和开放程度都较低, 在其中还没有涉及到工作流程管理的问题。随着文档存储技术的发展, PDM 管理的对象范围逐渐扩大, 开始模拟企业中频繁进行且易被延误的审批流程和更改流程管理过程, 在这时工作流程管理技术才开始真正引入到产品数据管理技术中来, PDM 技术也才成为真正意义上的产品数据管理技术。

工作流程管理技术源于生产组织和办公自动化领域, 它是针对传统的以纸张为载体的信息传递与处理方式的低效、费时费力而产生的一种先进管理技术。其目的是创建一种无纸化的、计算机使能的工作环境, 它实现了图像扫描、复合文档、结构化路由、实例跟踪、数据检索和存储等功能。随着现代制造技术及信息技术的发展, 工作流程管理技术也由最初的创建无纸化办公环境转而成为同化企业复杂信息环境, 实现企业业务流程自动执行的必要工具 (一个典型例子就是其与 PDM 系统的结合, 实现了文档审批流程和更改流程的计算机化管理)。这样一个转变, 把工作流程管理技术带入了一个崭新的发展阶段, 使得人们从更深的层次、更广的领域对工作流程管理技术展开了研究。

1.2 工作流程管理技术研究发展状况

工作流程管理技术在初期主要由工作流产品开发公司推动其发展。在过去很长的一段时间里, 有关工作流程管理方面的研究主要由商品化的工作流程管理系统的开发商所领导, 只是到了后来, 许多大学和研究机构才开始参与对工作流程管理技术的研究, 并取得了众多的研究成果。这些研究成果主要围绕三个方面展开的^[6]: 第一个方面是工作流程的理论基础, 包括工作流程管理系统的体系、模型与定义语言 (工作流程的建模方法、工作流程模型的形式化表示、工作流程定义语言) 等的研究。第二个方面是工作流程的实现技术, 包括工作流程的事务特征、各种先进软件技术的应用、工作流程仿真。在这方面的研究工作的目标是提高工作流程管理系统的性能, 尤其是提高工作流程管理系统的可靠性及其在处理大规模复杂的且具有并行业务的流程方面的能力。第三个方面是工作流程技术的应用, 包括工作流程实施技术在不同应用领

域的应用方法、应用软件集成等。在这方面研究的目标是发挥工作流程管理系统的优势,为解决具体应用领域内的问题提供有效实现手段。

工作流程的研究成果推动了工作流程管理技术的研究、应用和发展。在工作流程管理体系结构和模型定义上,国际工作流程管理联盟(Workflow Management Coalition, WfMC)作了相当的工作^{[7][8][9]},提出了工作流程参考体系结构、工作流程管理系统的互操作接口、工作流程定义语言等一系列标准。在工作流程技术的实现上,国际知名研究机构 and 大学分别作了大量的工作,形成许多比较著名的产品^[14],如 IBM 公司 Almaden 研究中心研究开发的基于持久消息队列的分布式工作流程管理系统—Exotica/FMQM,佐治亚大学计算机系研究开发的具有自适应能力的工作流程管理系统—Meteor,由欧洲五国合作开发的基于分布式主动数据库技术的工作流程管理系统—WIDE 以及德国萨尔兰大学等研究机构开发的基于状态与活动图的工作流程管理系统—Mentor 等。在工作流程建模方面,许多工作流程管理系统开发商和一些研究学者提出了各种建模方法^[10],如基于活动网络的建模方法、基于形式化表示的建模方法、基于对话模型的建模方法、基于状态与活动图的建模方法、基于事务模型的建模方法等。

1.3 课题提出

进入 20 世纪 90 年代以后,人们开始对工作流程模型进行深入研究^[3]。由于工作流程首先必须描述清楚一个业务过程是怎样进行的,因此,许多工作流程模型都是从过程的描述入手,如流程图、状态图、活动网络图以及 Kellor 等人提出的 EPCM 模型(事件过程链模型)等。这些都是一种基于有向图的工作流程模型,其优点是比较直观、易懂,但缺点是比较简单,不能处理复杂的过程逻辑,并缺乏有效的验证分析方法。IDEF 方法包含一系列的建模方法,被广泛地用于企业建模和过程建模。不少用户直接把 IDEF₀ 方法用于过程建模,隐含着将 IDEF₀ 功能模型中的输入/输出关系作为活动的先后顺序关系,而将其表示在图中功能的左右排列顺序上,事实上 IDEF₀ 模型主要描述的是功能的输入和输出、执行控制和机制以及功能的递阶分解,并没有功能执行顺序的定义,因此,可以把其作为过程单元的接口表示,但用其进行过程建模从原理上来说并不合适。STEP Part49(过程结构和属性)是 STEP 的一个组成部分,利用中性语言 EXPRESS 定义了过程(Process)和动作(Action)的描述方法,适用于各种离散过程的定义,描述能力强,但由于 STEP 采用了低层术语的表述方式,在作为高层系统建模和设计使用时显得比较繁琐。Winograd 与 Flores 在语言行为理论的基础上提出了一种基于对话的工作流程模型,从客户方和服务方两个角色的语言行为交互上对工作流程过程进行定义,从提高客户满意程度入手,比较适合于临时的、以人的交互为特征的业务流程处理。但其支持层次化建模的能力不足,不适合比较固定的企业业务流程,并且建模人员很难完整明确地列出双方所有可能的语言

行为, 因此遭到了批评。此外, 从工作流程管理系统的可靠性出发, 许多学者提出了工作流程的事务模型, 在数据库事务模型的基础上加以扩展而成高级事务模型, 如嵌套事务模型、多层事务模型、Sagas、分支/汇合事务模型、柔性事务模型以及 ACTA 等, 这些基于事务的工作流程模型对于保证工作流程管理系统的可靠性和出错恢复有着重要的意义, 但其目前还处在试验的阶段。

Petri Net (又称 Petri 网, 简称 PN) 自 60 年代由德国学者 C. A. Petri 提出以来^[32], 经过三十多年的发展, 已经被广泛应用于各个领域进行系统的建模、分析和控制。Petri 网作为一种基于状态的建模方法, 它为描述和研究具有并行、异步、分布式和随机性等特征的复杂系统提供了强有力的手段。作为一种图形化工具, 可以把 Petri 网看作与数据流图和网络相似的通信辅助方法; 作为一种数学化工具, 它可以用来建立状态方程、代数方程和其它描述系统行为的数学模型。它具有直观的图形表示、形式化的语义、状态和事件的显示表示以及丰富的数学分析技术等特点, 尤其适合工作流程管理领域的建模需求。本文将结合洪都集团 650 研究所“飞机图纸及更改信息管理系统”(650PDM) 的开发过程, 把 Petri 网用于 PDM 工作流程管理系统, 论述如何建立基于 PN 理论的 PDM 工作流程管理系统。

1.4 课题主要研究内容

PDM 工作流程管理系统实现了企业文档审批流程和更改流程的计算机管理, 本文主要研究如何建立一种基于 PN 理论及面向对象技术的工作流程管理模型, 通过模型实例的运作对工作流程实例进行管理、控制、监督并对运行结果进行分析, 在此基础上开发一个与航空企业数据和状态管理系统紧密结合的 PDM 工作流程管理系统。本文主要内容及章节安排如下:

第一章 介绍了 PDM 技术与工作流程管理技术的发展过程, 对当前工作流程管理技术的研究成果作了总结, 并在对工作流程建模方法进行分析评价的基础上, 提出了本文的研究内容。

第二章 简单介绍了 PDM 系统与工作流程管理系统的基本概念。主要内容包括: PDM 系统的概念与主要功能, 工作流程与工作流程管理系统的基本概念, 工作流程管理系统的体系结构与主要功能, PDM 系统中的工作流程管理功能。

第三章 介绍了 Petri 网的基本概念, 分析了工作流程建模的基本要素, 提出了一种扩展的 Petri 网—功能网模型, 讨论了如何利用功能网建立工作流程模型的方法, 并对工作流程模型实例的运行控制进行了分析, 在对 Petri 网性能分析方法进行研究的基础上, 进一步探讨了工作流程模型正确性分析、性能评价及优化方法。

第四章 本章主要分析了工作流程模型建立过程中面向对象技术的应用。主要内容包括: 面向对象方法的基本概念、一般设计过程和特点, 工作流程管理模型中对象的分析和建立。

第五章 提出了工作流程管理系统与 PDM 系统的集成框架,分析了二者之间的信息交互,并在此基础上,初步研究了工作流程管理系统与 PDM 系统集成的实现技术,同时探讨了基于 PN 理论的 PDM 工作流程系统的特点。

第六章 本章主要讨论了与 650PDM 系统集成的工作流程管理系统的实现方法。首先介绍了 650PDM 系统的总体构架,在此基础上提出了 650PDM 工作流程管理系统的实现方案,在本章最后部分,简要介绍了系统主要功能模块和实现功能。

1.5 本章小结

产品数据管理技术与工作流程管理技术经过多年的发展,已经取得了显著的成绩,但现有的工作流程建模技术,在模型的描述能力及理论分析上总存在这样或那样的缺陷。本章在对工作流程管理技术进行总结和对工作流程建模方法进行分析评价的基础上,提出了本文的主要研究内容。

第二章 PDM 系统与工作流程管理系统

2.1 PDM 系统的概念和主要功能

2.1.1 PDM 的基本概念

PDM 是以软件技术为基础,以产品为核心,实现对产品相关的数据、过程、资源一体化集成管理的技术。它继承并发展了 CIM 等技术的核心思想,在系统工程思想的指导下,用整体优化的观念对产品设计数据过程进行描述,规范产品生命周期管理,保持产品数据的一致性和可跟踪性。PDM 明确定位为面向制造企业,以产品为管理的核心,以数据(电子文档、数字化文件、数据库记录等)、过程(工作流程和更改流程)和资源(用户与应用工具等)为管理信息的三大要素,其进行信息管理的两条主线是静态的产品结构和动态的产品设计流程,核心思想是设计数据的有序、设计过程的优化和资源的共享。

2.1.2 PDM 系统的主要功能

PDM 系统为企业提供了管理和控制所有与产品相关的信息以及与产品相关过程的机制和功能,覆盖了产品生命周期内的全部信息。与产品相关的信息包括任何属于产品的信息,如 CAD/CAM 文件、材料清单(BOM)、产品配置、事务文件、产品定单、电子表格和供应商清单等。与产品有关的过程包括加工工序、加工指南、相关标准、工作流程和机构关系等处理程序。

PDM 系统能够实现分布式环境中的产品数据共享,为异构计算机环境提供一种集成的应用平台,主要包括以下几个功能^{[1][2]}:电子仓库(Data Vault)或称电子资料室、文档管理(Document Management)、产品配置管理(Product Configuration Management)或称产品结构管理、工作流程管理(Workflow Management)、分类与查询管理和项目管理等。

电子仓库(电子资料室): PDM 系统中最基本、最核心的功能,是实现 PDM 系统中其它相关功能的基础。电子仓库一般建立在关系数据库之上,用于保证 PDM 系统中各种数据的安全性和完整性,并支持各种查询和检索功能。

文档管理:提供对 PDM 系统中的数据及文档的浏览导航、分类归档、版本管理和安全控制。

产品配置管理(产品结构管理):产品数据组织与管理的一种主要形式。它以电

子仓库为底层支持,以材料明细表为其组织核心,把定义最终产品的所有工程数据和文档联系起来,建立完善的 BOM 表,并实现产品版本控制,高效、灵活地检索与查询最新的产品数据,实现产品数据的安全性和完整性控制,使企业的各个部门在产品的整个生命周期内共享统一的产品配置,并在一定的目标约束下,向用户或应用系统提供产品结构的不同视图和描述。

工作流程管理: PDM 系统中重要的基本功能之一。主要实现产品的设计与修改过程的跟踪与控制,包括工程数据的提交与修改控制或监视审批、文档的分布控制、自动通知控制等。运用工作流程管理系统提供的工作流程建模工具,还可以对产品开发过程进行重组,规范开发流程,降低开发成本,提供产品设计开发的效率。

分类与查询管理: 将企业的零件按照相似性原则采用成组技术进行分类,最大程度地支持现有设计的重新利用,以便创建出新的产品,它包括零件数据库的接口、基于内容的而不是基于分类的检索和构造电子资料室属性编码过滤器功能。

项目管理: 通过一定的方式合理组织人员,使其在确定的时间范围内,完成一个既定的项目。项目管理围绕项目合理组织人员,有效管理项目中所需的各种资源和数据,保证项目按计划顺利完成,并跟踪项目进度,掌握其各种工作现状,以便进行适当地资源分配和进度调整。

2.2 工作流程管理系统

2.2.1 工作流程管理系统的基本概念和定义

2.2.1.1 工作流程的基本概念和定义

工作流程(Workflow)的概念来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。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他们进行监控,达到提高效率、降低生产成本、提高企业生产经营管理水平和企业竞争力。

按照 WfMC 给出的工作流程定义^[7],工作流程是一类能够完全或者部分自动执行的业务过程,它根据一系列的过程规则,使文档、信息或任务能够在不同的执行者之间进行传递与执行。而 IBM Almaden 研究中心给出的工作流程定义为:“工作流程是业务过程的一种计算机化的表示模型,在其中定义了完成整个过程所需要的各种参数,这些参数包括对过程中每一个步骤(活动)的定义、活动的执行顺序、执行条件以及活动处理的数据信息,每一步骤由谁负责以及每个活动所需要的应用程序”。

工作流程中两个最基本的元素是活动和活动之间的连接关系。活动对应于业务过程中的任务,主要反映业务过程中的执行动作和操作;活动之间的连接关系代表了业

务过程中的规则。一个工作流程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，并通过定义活动的角色（执行者）和组织单元（组织结构）来描述企业的业务过程由谁来完成，通过定义工作流程应用程序来说明采用什么手段来完成业务过程。

2.2.1.2 工作流程管理系统的概念和定义

工作流程管理系统为企业的业务系统运行提供一个软件支撑系统，在其支持下，通过集成具体的业务应用程序和操作人员界面操作，完成对企业业务过程运行的支持。

按照 WfMC 给出的工作流程管理系统的定义^[7]，工作流程管理系统是一个软件系统，它完成工作流程（建模）的定义和管理，并按照在计算机中预先定义好的工作流程逻辑推进工作流程实例的执行。

工作流程管理系统不仅要提供工作流程定义工具，把企业的业务流程转化为计算机可以识别的格式，还要提供一套工具对工作流程运行的状态进行监控，对流程运行中的活动进行管理和调度，同时还要提供人机交互接口，供参与人员执行其中的人工型任务。

2.2.2 工作流程管理系统的体系结构

一个好的工作流程管理系统，不仅要实现工作流程的定义、流程实例的执行、流程实例的控制管理，还要提供一套完善的接口，与其它应用系统（如 PDM 系统）进行集成，共同完成企业业务处理过程。

WfMC 提出如图 2-1 的工作流程管理系统参考体系结构^[8]。按此参考体系结构，完整的工作流程管理系统主要包括：

过程建模工具：以计算机能够处理的形式进行过程的定义，输出能够被工作流程服务器解释并执行的工作流程定义。

工作流程服务器：工作流程管理系统的核心。实现对工作流程模型的实例化并执行流程实例，为过程和活动的执行进行导航，与外部资源进行交互，维护工作流程控制数据和工作流程相关数据。

任务表管理器：向用户提供任务项列表，记录监督工作项的完成情况。

用户界面：提供与用户操作进行交互的人机接口，接受用户对工作流程实例的操作，实现对任务的控制和监督等。

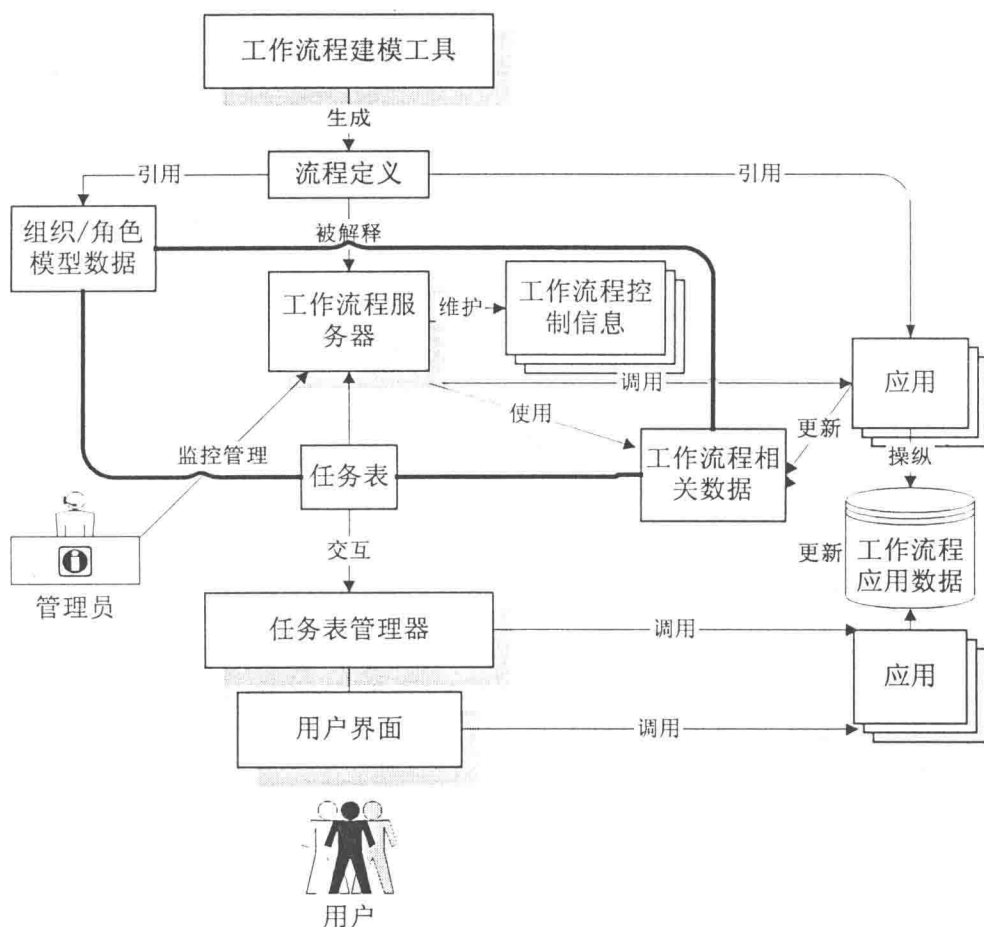


图 2-1 工作流程管理系统的参考体系结构

在 workflow 管理系统参考体系结构中,涉及到三种数据,它们是 workflow 管理系统对 workflow 进行控制和管理的基础:

工作流程控制数据 (Control data): 工作流程服务器通过内部的工作流程控制数据来识别每个过程或活动实例的状态。如活动实例当前所处状态。

工作流程相关数据 (Relevant data): 工作流程管理系统通过工作流程相关数据来确定过程实例状态转移的条件, 并选择下一个将执行的活动。如任务的表决信息。

工作流程应用数据 (Application data): 指需由外部应用程序操作的数据。如审批流程中一份技术文档。

2.2.3 工作流程管理系统的主要功能

工作流程管理系统主要包括工作流程建模、流程运行控制、人机交互、工作流程模型的仿真和分析几大功能。各功能模块之间的关系可以用图 2-2 来表示：过程建模阶段主要完成工作流程的计算机化定义。过程建模的方法很多，上文中已作简单的介绍。过程运行控制部分用于将过程建模阶段建立的工作流程模型进行实例化并控制其

执行过程。人机交互部分提供人机操作的接口和界面，供相关人员定义流程、执行任务及对流程运行状态进行监督和控制。工作流程工作过程的仿真和分析部分利用离散事件驱动的仿真引擎模拟实际工作流程的各项活动，自动推进工作流程实例，并在仿真统计数据的基础上分析和评价企业的工作流程。

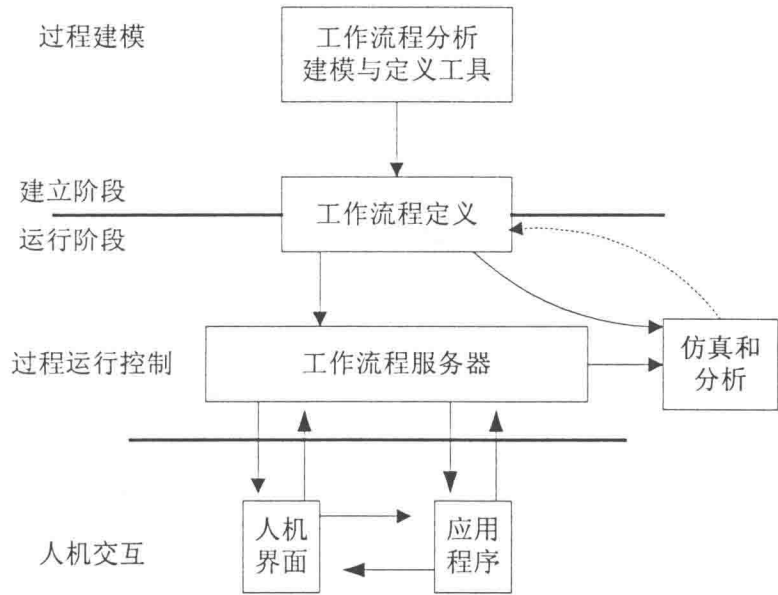


图 2-2 工作流程管理系统各模块间的关系

2.2.4 PDM 系统中的工作流程管理

在产品的整个生命周期内，无论从整体出发，还是从某一局部环节开始，都需要经过若干不同的工作过程，每一个工作过程都包含着不同的内容、不同性质的工作，有的工作过程还可以嵌套另一类工作过程。只有经过不同的工作过程，产品数据才能不断地产生和完善，最终成为有效的、用于指导生产和支持维修服务的产

品数据。因此，在 PDM 系统中，必须根据企业的不同实际情况，制定本企业的工作流程管理规则，这就是工作流程管理。由于在同一个企业中，对于不同部门、不同类型的文档，其工作流程也可能不同，因此 PDM 系统的工作流程管理要具有很好的灵活性。

2.2.4.1 审批流程管理

PDM 系统中的工作流程管理包括审批流程管理和更改流程管理。

传统的文档审批流程是通过手工方式进行的。当设计人员完成了设计任务，填写相应的申请表和说明书，将产品数据文件递交给校对和审批人员。校对人员完成校对和签字后，再把该产品数据文件转交给下一阶段的审批人员。当所有的校对和审核人员审定通过和签字后，该产品数据文件就被批准，送入技术资料室描图、晒蓝、保存和发放。在审批过程中任何校对审核人员都可行使否决权，将校对或审核过程挂起，

工程设计人员则要重新完善其设计工作，然后再次申请审批和发放，直至该数据文件被批准为止。如图 2-3 所示。

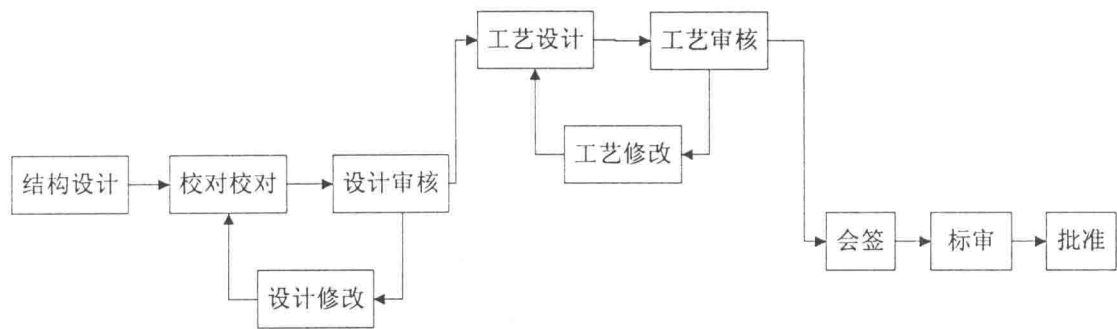


图 2—3 设计数据审批流程

这样的审批过程效率低，特别是当需要多个人会签时，数据文件要在每个人员手中串行传阅。当某审核人员收到要审批的数据文件后，但由于各种原因，如出差、生病等，不能及时完成审批工作，那么其它人也无法继续审批，使整个审批过程被延误。为了提高审批流程的效率，实行并行工作，应采用 PDM 系统来管理审批流程。

通过 PDM 系统企业可以预先指定审批流程，定义工作流程阶段的数量和名称，依照企业的工作习惯确定各个工作阶段的先后次序及对应的审批人员/角色和时间期限等，还需要规定每一级审批通过的规则（多数同意，一票通过、一票否决等）。设计人员在工作区完成文档设计后便可根据需要进行选择相应的文档审批流程。PDM 系统自动进入预先指定的审批过程，首先审批流程将该产品数据文件“锁”住，使设计人员无权对该产品的数据文件进行删改操作；然后通过电子邮件（E-mail）或其它方式通知有关人员审批，相应的审批人员收到请求审批的信息后，通过任务管理器打开对应的审批或校对任务，完成自己的审批或校对工作。

过去审批人员都是在设计好的白图上手工签字和填写保留意见，在 PDM 系统中采用的是电子签字，具有权限的审批人员打开审批任务界面后，依据审批界面上的按钮选择同意、反对或弃权来进行表决，同时填写相应的审批意见。其他人无权，也无法进入审批界面，更无权去按这个表决按钮。所有的审批签字和审批意见都是产品文档的一部分，采用电子记录的方式永久保存。审批完成后，此审批文档自动放入正式库，工作版本就变为发放版本，加以保护，防止被未授权的人访问，对于授权人也只能查阅，而无权修改。并将审批结果自动通知有关人员。如果在一个工作流程中，需要多个审批人员会签，同一级的多个审批人员会同时收到审批邮件，可以同时查阅同一张图样，这样就可以及时地交流审批意见，提高了审批流程的效率。

2.2.4.2 更改流程管理

企业生产中经常会遇到工程更改的情况，已经发布的图纸在使用中存在问题，已经成型的产品构型发生了更改，这时就需对原有的图纸文档进行更改，对这种更改的

管理就是更改流程管理。一个完整的更改流程管理涉及更改申请和更改实施两部分。某航空企业图纸更改流程如图 2-4 所示：

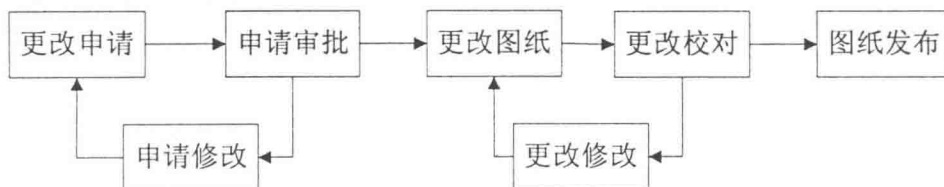


图 2-4 某航空企业图纸更改流程

要求更改人员在提出更改请求时，要说明更改原因，指明更改内容，并将更改请求提交有关人员审批，只有通过审批签发的更改请求才能赋予实施。更改时，只能从正式库中拷贝（检出，Check out）一份原图，更改完毕，必须对原图升版，并同时通知有关人员。

2.3 本章小结

PDM 技术是一种以软件技术为基础，以产品为核心，实现对产品相关的数据、过程、资源一体化集成管理的技术。本章介绍了 PDM 管理系统与工作流程管理系统的基本概念和体系结构，并着重介绍了 PDM 系统中的工作流程管理的主要内容。本文的其它章节都是依据本章展开的。