

workflows复习整理 by zmer

考试题型:

名词解释: 根据课本后面的术语表进行复习, 以 PPT 为准。 6*5=30 分

解答题: 答出要点并且对要点进行解释, 最好分层次回答。 6*5=30 分

建模计算: 根据企业业务流程来建模, 建模考察的是第二章的内容, 计算应该是第四章的性能分析。 30 分

开放性题目: 根据PRE的几个课题进行展开, 了解主要思想。 10分

(Temporal Workflow Service Workflow Social Workflow)

● CH1 组织工作流 organizing workflow

业务过程的分类, 常见的组织结构的种类, 业务过程信息系统的结构演进。

1. 工作流管理中的本体 Ontology for Workflow Management

- 确立一个参考框架
 - 1) 用于建立业务管理相关的基本概念。
 - 2) 用于对过程进行建模和分析
 - 3) 用于描述工作流管理系统的功能和体系结构
- 本体 Ontology: 参考框架是描述某个领域知识的自然形成的术语系统。
- 最关注的本体是过程本体

2. 工作 Work

3. 业务过程 Business Processes

业务过程是关注于产品的生产过程, 这里的产品可以是具体的, 也可以是抽象的。

名词解释会考察到这里的概念。

- Resource 资源
资源指能够执行特定任务的一个人或者一台机器, 一群人或者一些机器。
- Task 任务
任务是一个工作的逻辑单元, 它能够作为一个整体被一个资源执行。
一些任务可以由计算机处理不需要人的参与, 有一些任务需要人的参与(判断, 决策)
任务可以被定义成不能再细分的过程, 即原子过程。
- Process 过程
过程也被称作作为程序, 一个过程由许多的任务 task 和一系列决定任务执行次序的条件构成。公司中过程的数目是有限的, 远远小于所处理案例的数目。
- Case 案例: 把一件事称作作为一个案例

一个案例不一定是一个具体对象，它可以更抽象，本质上，案例工作都是离散的，它们有自己的开始和结束，能彼此区分，每一个案例都在一个过程中被执行。

（术语表中：案例是 workflow 管理系统控制的目标对象，可以把它看做在制品，每个案例都有唯一的标识，此外案例在任何时刻都处于开发的某个阶段）

- **Activity:** 每个案例都要执行单独的过程，我们把任务的具体执行，称之为活动。

（术语表：活动是被指派任务的执行，同任务不同，活动与某个特定的案例有关）

- 四个不同的基本过程结构机制

sequence 顺序, **selection** 选择, **parallelization** 并行, and **iteration** 迭代.

原则上所有的过程都可以通过这四种基本模型来建模。

- **Case attribute** 案例属性：经过的路由依赖于案例的特定性质，可以为每个案例赋予不同的属性。
- **One of a kind** 一事一议：很多情况下，需要为每个案例设定一个新过程，在这种情况下，我们说每个案例有属于它自己的项目（过程）。

- 过程分为三类：

- 1) **基本过程**：公司中那些生产产品或服务的过程，也被称为生产过程，他们面向顾客处理案例。因为由案例主导，所以具有离散的特征。
- 2) **二级过程**：是支持基本过程的过程，也被称作支持过程。
- 3) **三级过程**：知道与协调基本过程和二级过程的管理过程。

4. 分配和接受工作 **Allocating and Accepting Work**

- 负责某个过程的参与者可以把任务作为一个整体委派或外包给承包人，也可以把任务分解成更细致的过程，即任务网，其中每个任务都被委派给不同的承包人。
- 这样的分解和转包过程不但在组织内经常发生，在不同组织间也经常发生。

5. **组织结构 Organizational Structures**：确立了如何把组织所需完成的任务分配给员工，多数情况下，这种分配不是按人，而是按照角色或职能进行的。

- 组织结构的一个重要方面就是权限与责任的划分，如果一个执行者有特定的责任，那么他必须拥有相应的权限。

- 三种重要的组织结构形式

- 1) **层次组织**（通常在二级过程中被采用）

organization chart 组织图：通过树结构来刻画层次组织。

在设计一个层次组织时可以遵循下面三种原则：

能力团队：将具有相同技能的人安排在同一部门，原则上他们是可以互相顶替的。

职能部门：完成一组相关任务，这些任务通常需要相同的技能，部门经理对其

工作负责。

过程或产品部门：部门负责一个完整的业务过程，或一件产品的制造。

2) **matrix organization** 矩阵组织（通常在二级过程中被采用）

产生的原因：**span of control** 控制幅度：经理的控制幅度一个最大值。

矩阵组织由两个维度构成：职能（基于要执行的任务）和层次（基于职能部门和能力团队）

矩阵组织再以项目为中心运作的公司中很常见。

3) **network organization** 网状组织（在基本过程中得到重视）

自治的参与者互相协作以供应商品和服务。

这种组织也被称为虚拟组织，参与者扮演委托人和承包人，自治是指不存在正式持久的雇佣关系。

6. 过程管理 Managing Processes

- 研究过程管理的一个有效方法是区分管理系统和被管理系统，最低级别的管理系统式执行系统。
- **planning and control cycle** 计划和控制循环：管理系统把目标、前提和决策传递给被管理系统，被管理系统可以向管理系统汇报，根据这些汇报，管理系统可以修正这些目标，前提和决策。
- 将过程管理划分成四个级别：

Management level	Time horizon	Financial impact	Type of decisions	Supporting methods
Real-time Operational	Seconds-hours Hours-days	Low Limited	Equipment control Resource assignment	Control theory Combinatorial optimization (e.g., scheduling)
Tactical Strategic	Days-months Months-years	High Very high	Resource capacity planning and budgeting Process design and resource types	Stochastic models (e.g., queueing models) Financial models, multi-criteria analysis

- 1) **real-time** 实时管理：需要非常频繁的做出决策（间隔从几微秒到数小时）决策发挥影响的时间间隔非常短，且错误决策对经济影响非常小。
- 2) **operation** 操作管理：定时做出决策（从几小时到几天）并且决策的影响范围有限，也就是说不久以后这个决策的影响会变得微不足道。
- 3) **Tactical** 战术管理：定期做出决策（几天到几个月）并且决策的影响范围也是有限的。着重于操作管理的能力计划和预算。
- 4) **Strategic** 战略管理：决策仅有一次，或间隔几年做出一次决策，且决策的影响范

围很广，但其影响可能在很多年后依然非常显著。同过程的结构方面和资源类型紧密相关。

- **Operations research 运筹学**：采用数学方法求解决策（定义 创建 决策 评估）问题的最优解。

7. 业务过程信息系统 Information Systems for Business Processes

- 要开放出信息系统来支持过程管理和过程协调。
- 信息系统可以用许多种方式进行分类
- 信息系统的演进如图所示：

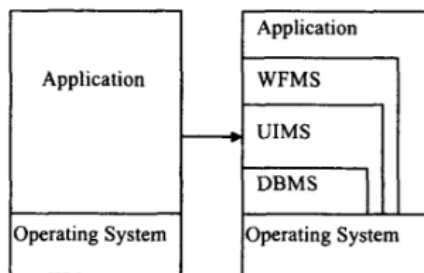


图 1.11 通用功能分解

- 1) **分解应用**：信息系统由被分解的应用组成，每个应用有自己的数据库和定义。直接运行在操作系统上，并且没有用户界面或者是只有他们自己的用户界面
- 2) **数据库管理**——将数据库管理从应用程序中抽取出来。
- 3) **用户界面管理**——将用户界面从应用程序中抽取出来。
- 4) **工作流管理**——将业务过程从应用程序中抽取出来。

把功能从应用程序中分离出来可以提高效率，通过分离确定的功能，为他们开发出通用的解决方案。（管理系统）

● CH2 工作流建模 Modeling workflow

传统 Petri 网，WF-net

1. 工作流概念 Workflow concept

工作流系统成功与否的关键在于向其输入工作流的质量

➤ 案例 Case

- 1) 工作流系统的基本任务就是处理案例。
- 2) 每个案例都有一个唯一的标识。
- 3) 案例类型 **case type**：相同的案例属于同一案例类型
- 4) 每个案例的生命周期都是有限的
- 5) 一个案例出现和消失，它总处于某个特定状态：

案例相关的属性的值 **case attribute**：是一系列同案例相关的变量，能够用来管理

案例。案例属性可能随着案例的进展而发生变化。

已经满足的条件 **conditions**: 条件可以说明案例的进展, 用来确定哪些任务已经被执行, 哪些任务还需要被执行。只有当某个案例满足了一个任务的所有条件时, 这个案例才会被执行。

案例的内容: 不属于 workflow 系统的管理范围。

➤ **任务 Task**: 是一个工作的逻辑单元, 它不可分割, 且必须完整执行。泛指一般的工作单元, 并非案例活动的一次具体执行。

1) **Rollback** 回滚: 如果执行任务期间发生任何错误, 那么必须返回任务执行前的状态。

2) **Task types**: 手动的 **manual**, 自动的 **automatic**, 半自动的 **semi-automatic**。

3) **Work item**: 工作项是案例和将要执行的任务的结合体。只要案例状态允许, 工作项就被创建。我们可以把工作项看成要被执行的实际工作块。

4) **Activity**: 工作项的实际执行。同任务不同, 活动与某个特定的案例相关。

➤ **过程 Process**: 指出了哪些任务需要被执行, 以什么顺序执行, 以便成功的完成案例。

1) 一个过程可以用来处理多个不同的案例, 根据其案例属性采取不同的措施, 如过程中的某些任务只可能在某些案例上执行。

2) 本质上, 过程由任务和条件构成。

3) 条件用来决定任务的执行次序。

4) **subprocess** 过程由许多个子过程组成;

reuse 常见的子过程可以被复用;

hierarchical structure 复杂过程可以分层构造。

5) **lifecycle** 生命周期: 过程定义了案例的生命周期。

➤ **路由 Routing**: 过程决定了案例的生命周期, 我们称之为案例的路由, 沿着特定分支的路由决定了哪些任务需要被执行(以何种顺序执行)。

在路由案例时, 我们采用以下四种基本结构:

1) 顺序

2) 并行 **AND-split**, **AND-join**

3) 选择 **OR-split**, **OR-join**

4) 迭代

➤ **启动 enactment**: 只有当案例的状态允许时, 一个工作项才能被执行。

Triggering 触发: 工作项由一个资源启动。

1) 触发可以被分为三类:

资源启动 **a resource initiative** 外部事件 **an external event** 时间信号 **a time signal**

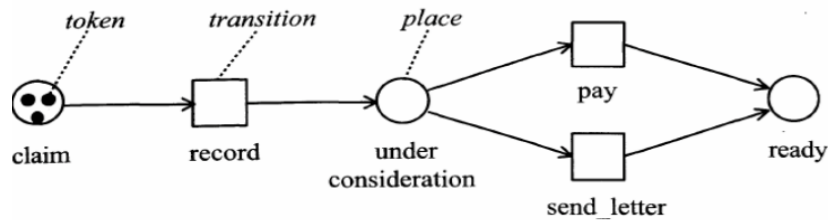
2) 如果工作项不需要外部激励并总是必须被立即执行，则不需要触发。

2. Petri 网：基于形式化分析和建模的过程，由库所，变迁和弧组成的一个过程描述。

➤ 在 1962 年作为一个过程建模和分析的工具被提出，是一种图像化描述过程的强有力工具，有坚实的数学基础。

➤ 传统 petri 网 classical petri nets：由库所和变迁和弧组成。

圆圈表示库所，矩形表示变迁，库所可以容纳标记 token 用黑点表示。



变迁只有满足可实施的条件，才能实施，每个输入库所中至少有一个标记，实施就绪，

变迁是 petri 网中的主动元素，通过实施变迁，过程从一个状态转变到另一个状态。

3. workflow 概念到 Petri 网的映射

我们用 petri 网阐述前面介绍的概念：案例 任务 条件 过程 触发

➤ 过程 process：过程定义了哪些任务需要被执行。（任务信息 条件信息）

1) 我们用库所表示条件，变迁表示任务。

2) 条件扮演两个很重要的角色：一方面确保任务按照正确的次序进行，一方面用来简历案例的状态。

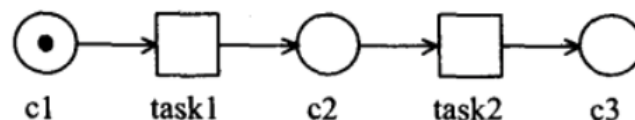
3) 每个过程都要符合两个要求：

a) 任何时候，通过一系列任务的执行，都能达到 end 中有一个标记的状态。

b) end 中有标记时，所有其他库所中的标记都要消失。

➤ Routing 路由

1) 顺序路由：任务一个接一个的进行，如果两个任务被顺序执行，他们之间有明显的依赖关系。



2) 并行路由：多个任务可以同时执行，或者以任意次序执行。

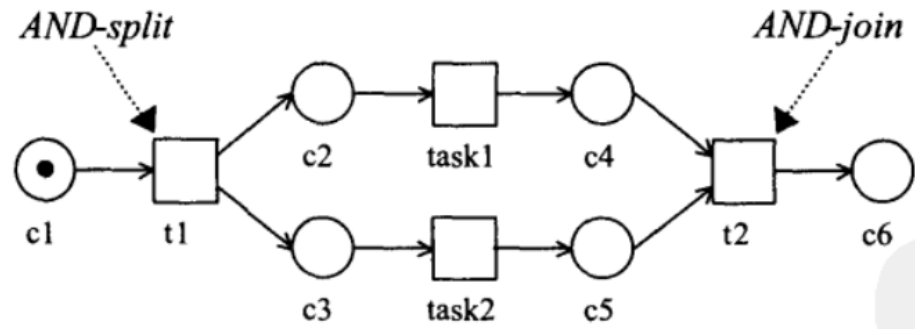


图 2.16 并行路由

- 3) 选择路由：一个过程决定了某特定类型的路由，涉及在两个或多个路由中进行选择。

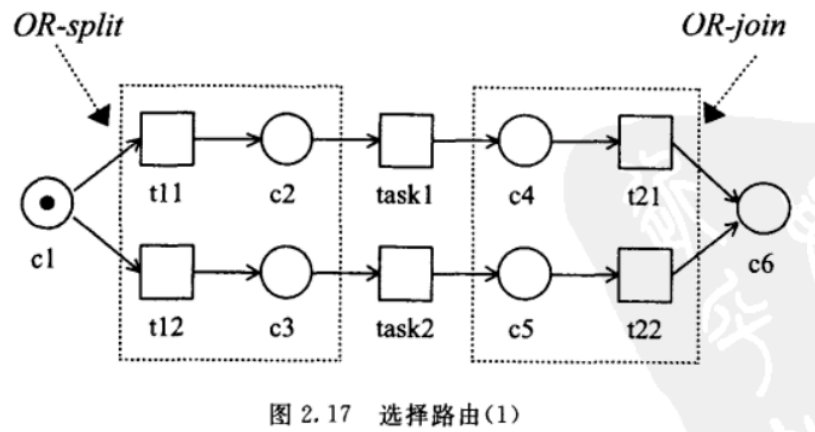


图 2.17 选择路由(1)

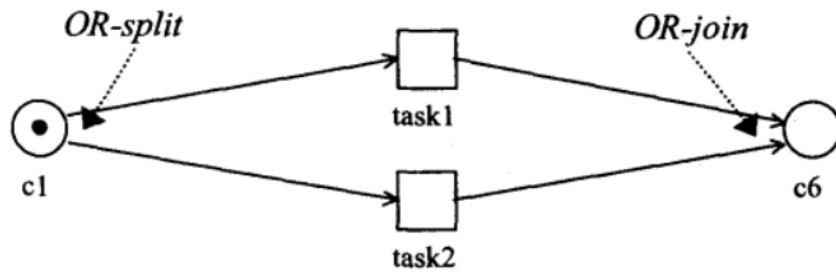


图 2.18 选择路由(2)

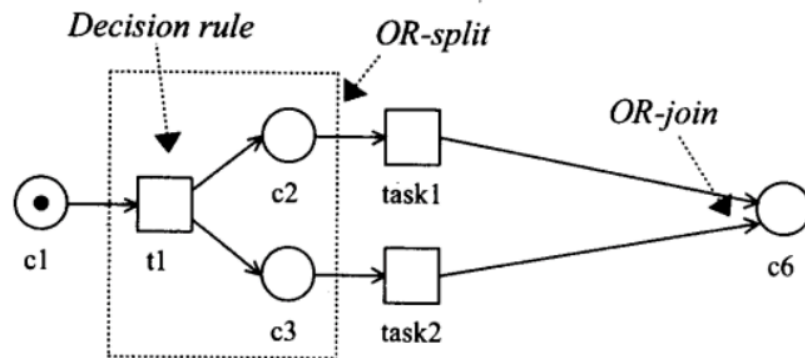


图 2.19 选择路由(3)

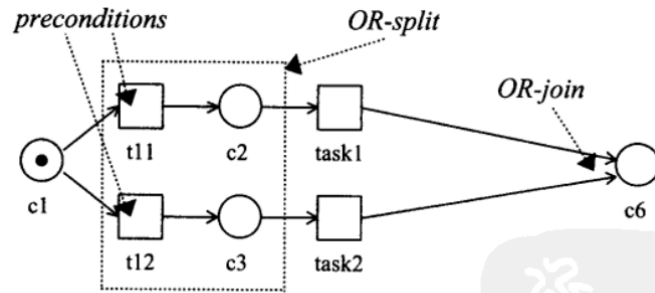
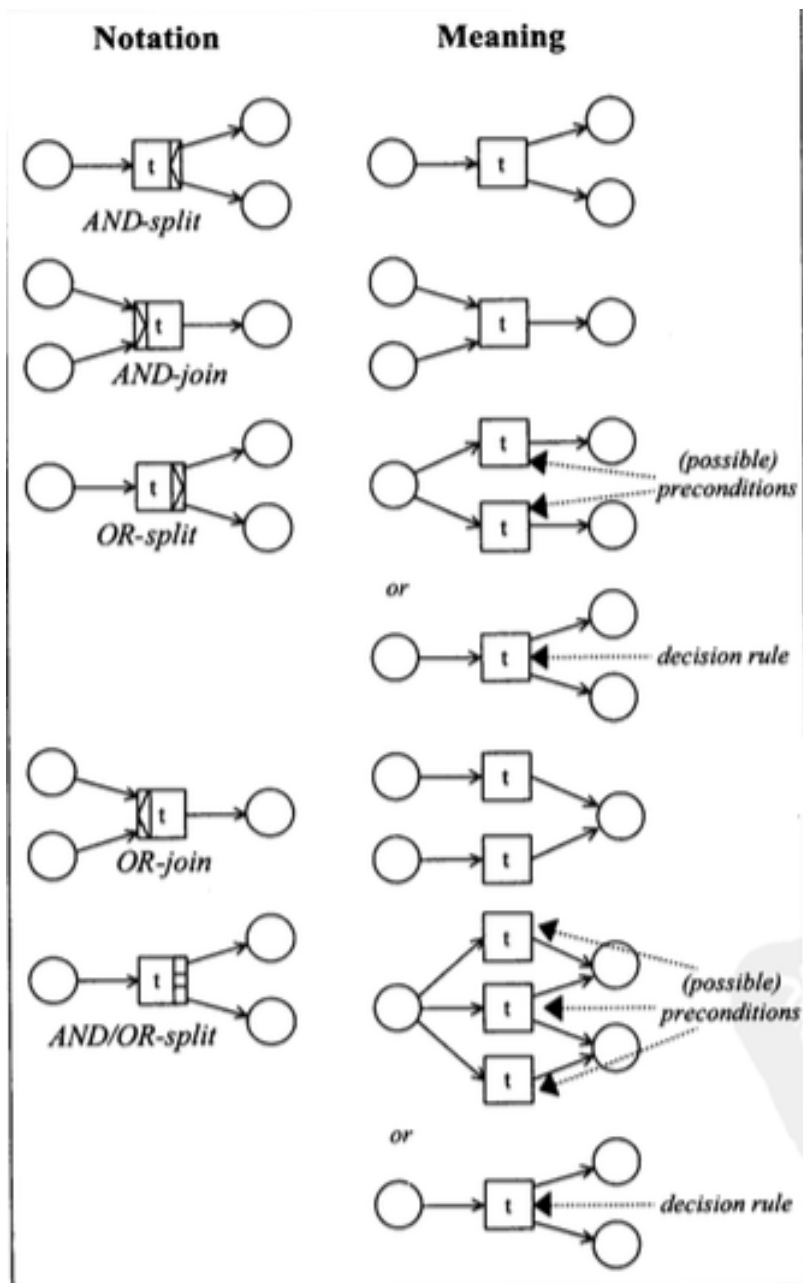


图 2.20 选择路由 (4)

- a) AND-split: 所有情况下要为每个输出库所产生一个标记。
- b) AND-join: 当每个输入库所都有标记时任务才能执行。
- c) OR-split: 一个标记被输出到输出库所。



4) 循环路由

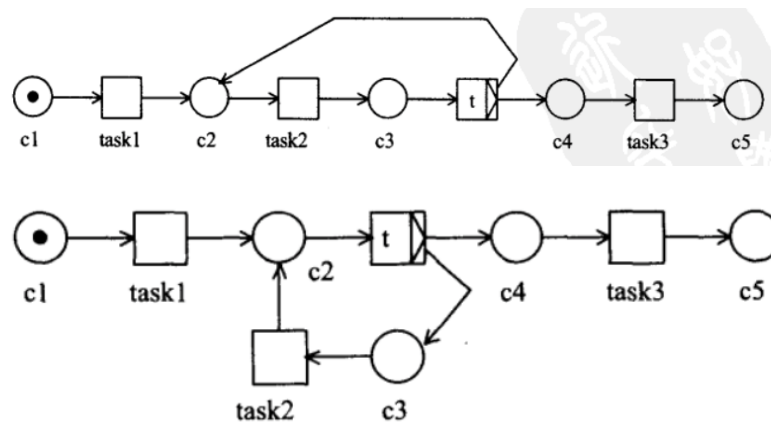


图 2.23 循环路由(2)

➤ 启动

● CH3 Management Workflow 管理工作流

给工作项分配资源的步骤，策略和方法。

工作流性能瓶颈的主要征兆

BPR 中重新设计工作流的四个阶段

➤ 资源管理的概念

1) 资源

- 资源最基本的特征是，它能够执行特定的任务，本书中假定每个资源可以被唯一的确认并且具有一定的工作能力。
- 任何一个资源在任何给定的时间不能同时在多个活动上工作。

2) 资源分类

- 通常，一个资源只允许执行有限种类的任务，一个任务通常也只能被有限种类的资源来执行。
- 资源类 **resource class** 是一组资源，一个资源可以归属于多个资源类。
- 我们通常用两种方式对资源进行划分：

i. 基于职能特征

这样划分出来的资源被称为角色 **role**，它涉及到职能和资格。一个角色是一组具备一些明确技能的资源。我们可以确保资源具备相应的资格执行特定的任务。

ii. 基于在组织结构中的位置方式

组织单元 **organization unit**: 基于组织结构特征而不是职能特征进行资源类划分，可以称之为组织单元。

3) 资源分配 **Allocation activities to resource**

为了确保每个活动由合适的资源来执行，我们在过程定义中给每个任务提供了一个分配原则。它详细说明了执行任务的资源所需要符合的前提条件。

- a) 分配原则同时指明角色和组织单位。
- b) 职能分离 **separation of function**：对于同一个案例的两个连续的任务不应该全被一个人执行。同一个案例的任务由不同的人执行可以避免一些错误。
- c) 案例管理员 **case manager**：如果大量连续性的任务由一个职员来完成或者在一个职员的权责下，这个职员被称为案例管理员。
- d) workflow 引擎的核心任务之一就是给工作项分配资源。

给工作项分配任务的方法：

- ✓ 推式驱动：引擎将资源推到工作项上， workflow 引擎把工作项和资源进行匹配。通过预设的条件， workflow 引擎能够选择每个工作项由哪个资源执行，资源本身不能做出选择，一旦资源执行完一个活动。它就可能被分给一个新的工作项。
- ✓ 拉式驱动：资源拉动工作项，资源把工作项和自身进行匹配，在这种设定下，资源是主动的，资源考察它能偶执行的工作项，并从中选择一个。一同在工作项的篮子里面进行吞吐。

试卷例题：

1. 简述给工作项(Work Item)分配资源的策略。

1) Let a resource practice its specialty. A resource can often perform a large number of tasks. Usually, though, there are some in which it specializes.

让资源发挥自己的专长，一个资源通常能够执行大量种类的任务，其中某些种类的任务可能是他的专长。

2) As far as possible, let a resource do similar tasks in succession. Both people and machines require so-called set-up times. By this we mean the (additional) time required to begin performing a new task. By carrying out similar tasks one after the other, the set-up times can be cut down. Furthermore in the case of work of a repetitive nature, people can reduce their average processing time by using routine.

让一个资源连续做类似的动作，任何人和机器开始执行新任务的时候都需要额外的预热时间，开始一项新任务需要准备时间，通过一个接一个的执行类似的任务，可以缩短预热时间，重复性工作，可以按部就班，有效降低平均处理时间。

3) Strive for the greatest possible flexibility for the near future If we have a choice between two resources of equal value to perform a work item, it is wise to select the one that can carry fewer work items of other types.

为将来尽可能的预留弹性资源，如果我们必须在两个资源间进行选择，而他们在执行该工作项上市等价的，尽量让通用性好的资源空闲。能够保证近期资源的弹性。

➤ 资源管理的细节

- 1) 大家开始啦的
- 2) 分配原则

➤ workflow改进

组织用 workflow 系统来管理业务过程。完成时间，资源利用率，服务水平和灵活性都是可以改进的性能指标。

1) workflow 中的瓶颈

- a) 过程中案例的数量太多。
- b) 和实际处理时间相比，完成时间较长。
- c) 服务水平太低。

为了度量 workflow 的性能，我们引入了性能指标。有下面两类：

- a) 外部性能指标（面向案例）聚焦在 workflow 环境所关注的一些方面。

External performance indicators (case-oriented)

- b) 内部性能指标（面向资源）表明了需要在哪些方面进行努力，来提高外部性能。

Internal performance indicators (resource-oriented)

2) 业务过程重构 BPR Business process Re-engineering

- a) BPR 的目的：产生一个全新的业务过程，该过程可以带来成本，质量和服务等诸多方面的巨幅改进。
- b) workflow 系统使得在一个完全不同的方式进行工作成为可能。
- c) BPR 的特征：fundamental 根本的, radical 激进的, dramatic 显著地, process 过程.
- d) 影响 workflow 成功的最大危险在于，简单的将以存在的（手工过程）计算机化。
- e) 在实施 workflow 系统的时候，一个常见的错误就是采用不必要的串行任务。
- f) 文档的计算机化和 workflow 系统的应用，使得在大多数情况可以中采用并行路由。

3) 重新设计 workflow 的指导方针

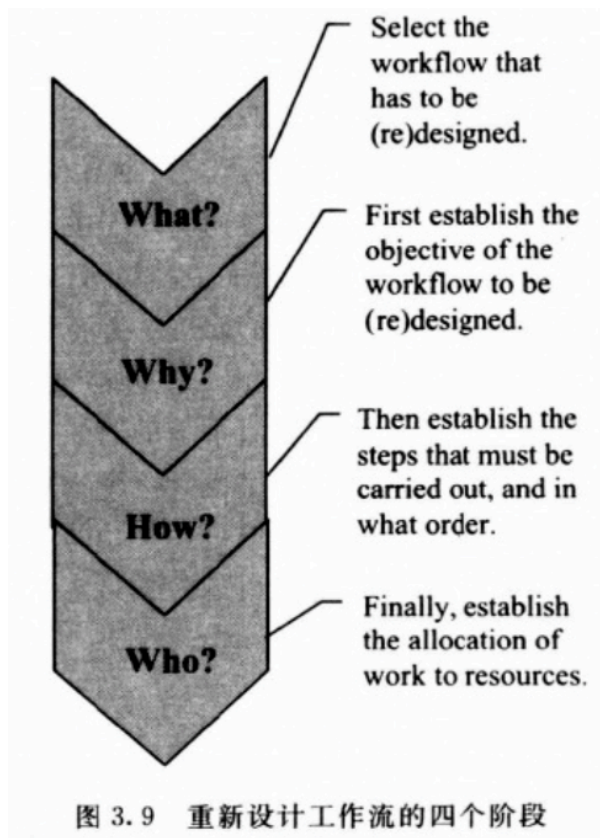
- a) 首先建立过程目标。
- b) 定义过程的时候不要考虑到现有资源。

第一阶段：选择需要被重新设计的过程。

第二阶段：考虑过程的目标。就产品交付来说，其产出是什么，是否真正需要。

第三阶段：决定过程的结构。

最后阶段：给工作分配资源。



- c) 尽可能让某一个人对一个案例的处理负责。(案例管理员)
- d) 考虑每个任务存在的必要性。
- e) 考虑任务规模
- f) 过程越简单越好
- g) 仔细权衡是采用一个通用过程还是采用一个过程的多个版本。
- h) 仔细权衡精华和泛化
- i) 尽可能采用并行过程
- j) 关注网络和分布式数据库的最新进展带来的机遇
- k) 把地理上分散的资源看做是集中的资源。
- l) 让资源尽量发挥自己的专长。
- m) 尽可能的让资源发挥自己的专长
- n) 尽量给将来留有余地。
- o) 尽可能让一个资源在同一个案例上工作。

● CH4 Analyzing Workflow 分析工作流 第四章有计算题

都是重点 性能分析计算题

➤ 分析技术 Analysis Techniques

- 1) Qualitative Analysis 定性分析：只要关心在逻辑上的正确性，以消除异常结构。
- 2) Quantitative Analysis 定量分析：主要考察所定义过程的性能，其重点在于建立一些

性能指标。(比如平均完成时间, 服务水平, 和能力利用等)

➤ 可达性分析 Reachability Analysis

- 1) Petri 网的初始状态决定了哪些状态可达, 以及他们的到达次序。
- 2) 绘制可达图 (reachability graph) 是描述工作流行为的方法之一。
- 3) 可达图是一种有向图, 由节点和有向箭头构成, 每个节点表示一种可达状态, 每个箭头表示一种可能的状态。它能够表示被建模过程的行为。

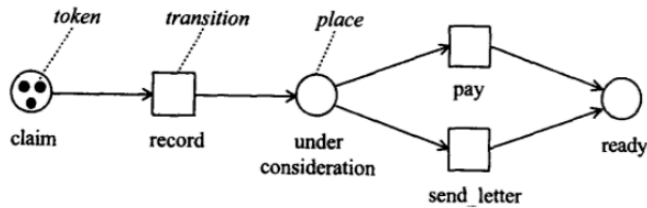
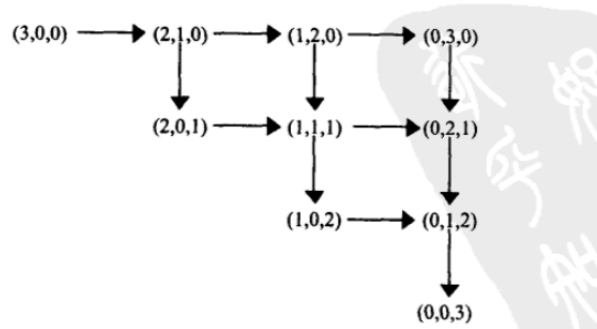


图 4.2 传统 Petri 网

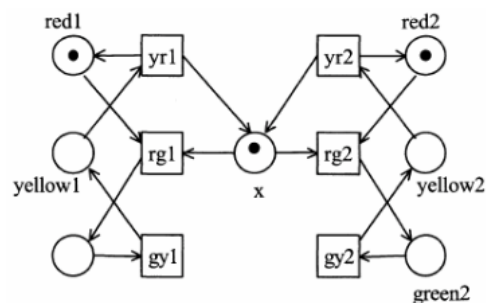


这个网的每种状态用一个三元组表示 (a, b, c) 分别表示三个库所中的标记数量。

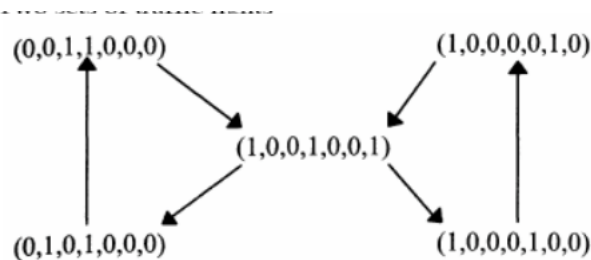
由图可知, 一共有 10 种可达状态, 每个节点表示其中一种, 但并非每个可达状态都一定能发生。

Non-determination choice 非确定性选择: 如果发出箭头不止一个, 那么下一个状态就不能预先确定。

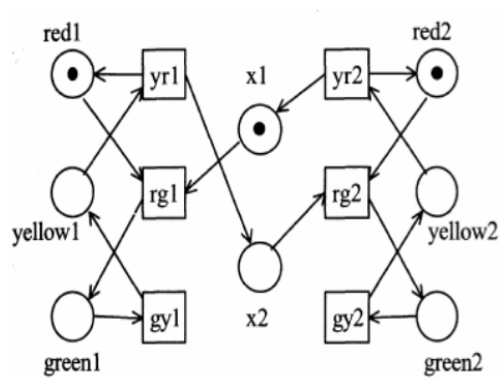
4) 对十字路口的交通灯进行建模



这两套交通灯为红色时, 库所 X 中有一个标记, 当某一套交通灯变成绿色时, 库所 X 中的标记就会消失, 便锁定了另一套交通灯, 只有当两套交通灯变成红色后其中的某一套交通灯才有可能变为绿色。



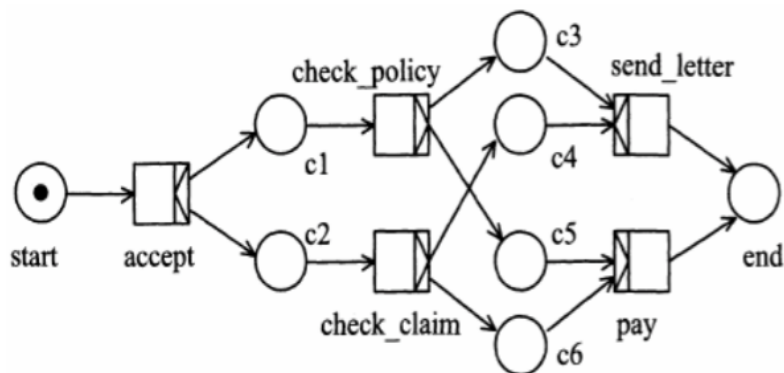
此案例的每个可达状态要用七元组表示，每个可达状态下，至少有一套交通灯处于红灯闪亮状态，这说明遵循此设计的交通灯操作可靠。



上面的模型我们发现，很可能某套交通灯总能转化到绿灯闪亮状态，而另一套总在红灯闪亮状态，为了避免这种情况，让两套交通灯交替实现红绿灯转换。

➤ 结构分析 Structure Analysis

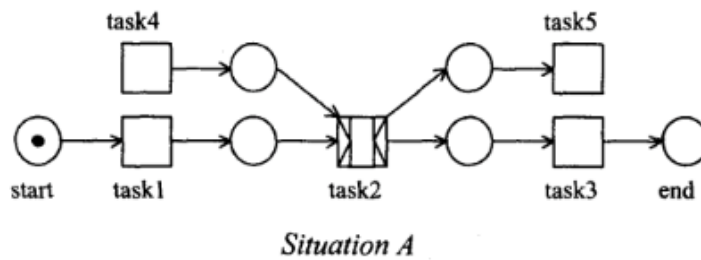
1) 下图是一个错误过程的例子，一共有四种情况：



- check_policy 向 c5 发送一个标记, check_policy 向 c6 发送一个标记, 那么 pay 就会被实施。这是唯一一种案例能够正确完成的情况。
- check_policy 向 c3 发送一个标记, check_policy 向 c4 发送一个标记, 那么 send-letter 被执行两次, 最后 end 中出现两个标记。
- check_policy 向 c3 发送一个标记, check_policy 向 c6 发送一个标记, 那么 send-letter 被实施一次, 但是 c6 残余了一个标记。
- check_policy 向 c5 发送一个标记, check_policy 向 c4 发送一个标记, 那么 send-letter 被实施一次, 但是 c5 残余了一个标记。

2) 基于上面导致错误过程的四种情况，我们来讨论定义过程时的常见错误

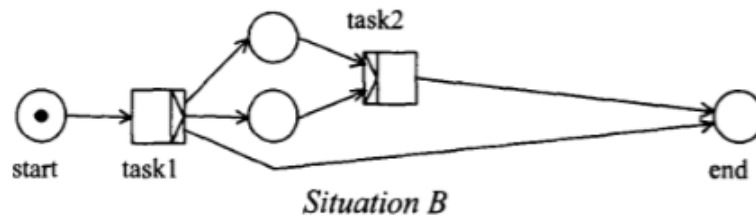
a) Tasks without input and/or output conditions. 任务没有输入或者输出条件



没有输入条件的 task4: 不清楚什么时候执行它。

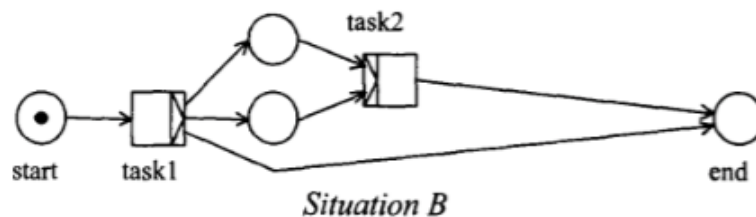
没有输出条件的 task5: 对案例的完成没有任何贡献，可以被丢弃。

b) Dead tasks: tasks that can never be carried out. 死任务，任务永远不会被执行。



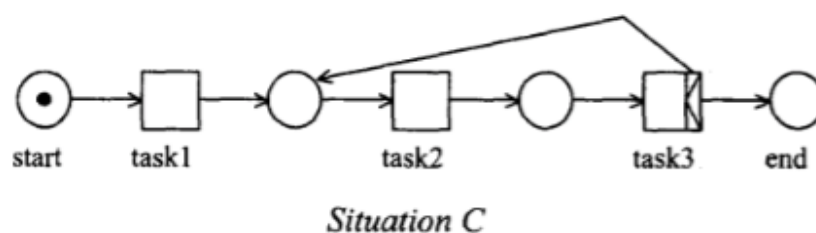
task2 永远不会被执行。

c) Deadlock: jamming a case before the condition "end" is reached. 死锁，在到达 end 前发生了阻塞。



task2:如果 task1 给上面两个库所中的一个送一个标记，那么 task2 就会无限的等待 task1。

d) Livelock: trapping a case in an endless cycle. 活锁，把案例带进无休止的循环。



每个案例都会逗留在 task2 和 task3 构成的循环中。

- e) Activities still take place after the condition "end" is reached. 到达 end 后，仍然有活动在执行。
- f) Tokens remain in the process definition after the case has been completed. 案例完成后，定义的过程中仍然存在标记。

3) 合理性：Soundness of a process

过程中不包含不必要的任务，每个提交的案例必须能被完全完成，完成后没有对案例的引用。我们称符合这种最低要求的过程是合理的sound。

a) WF-net

- i. Petri 网定义的过程了过程只有一个输入库所和一个输出库所end。
- ii. 每个变迁（任务）或每个库所（条件）必须处于从start到end的有向路径上。

b) Soundness of WF-net 一个合理的工作流网符合下面三种要求

- i. 对一个与库所start的每一个标记，最终有且只有一个标记出现在库所end中。
这一项要求，每个案例一定能被成功完成。
- ii. 当库所end出现标记时，其他所有库所都是空的。
这一项要求，一旦某个案例被完成，就不再被引用。
- iii. 对每个变迁（任务），从初始状态都能够到达该变迁就绪的状态。
这一项要求，每个任务都能原则上被执行。

4) 计算机支持的方法：

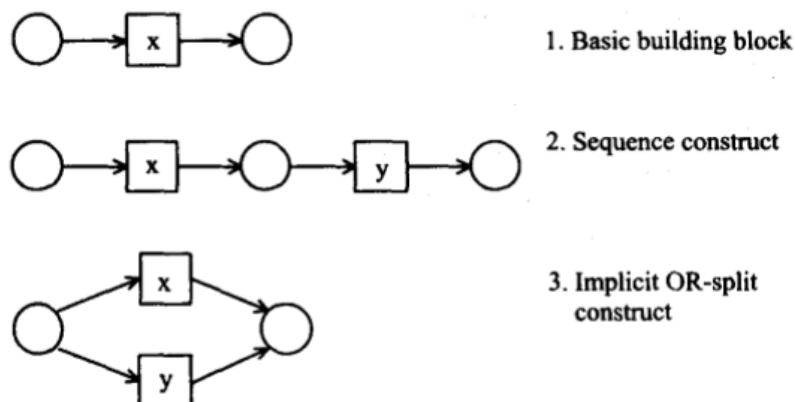
- a) 短路网，增加一个额外的变迁 t^* 。
- b) 如果一个petri 网添加上 t^* 后是活的和有界的，择该过程是合理的。

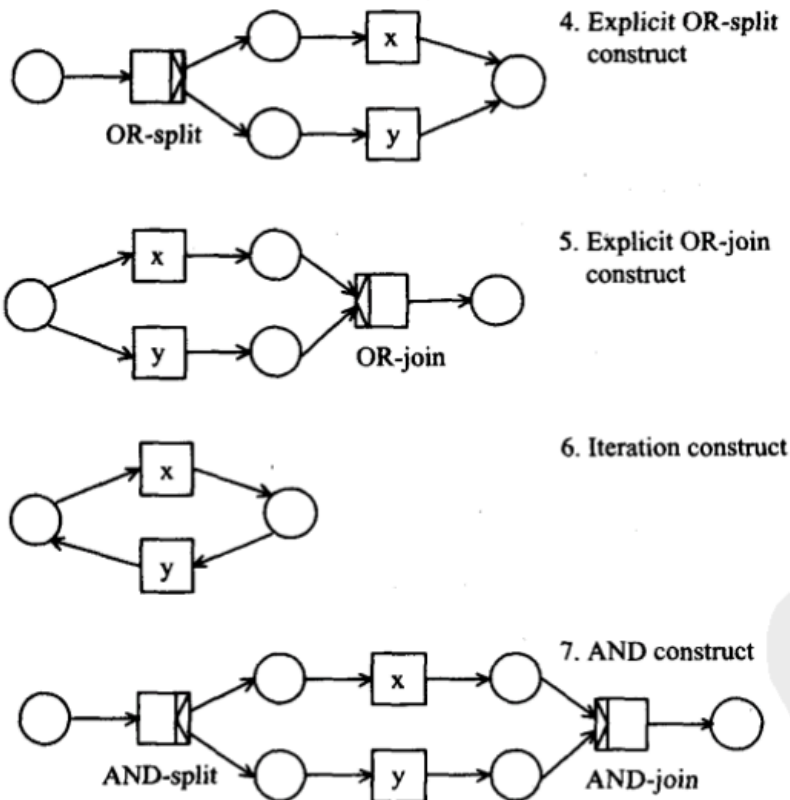
5) 不需要计算机支持的方法：

工作流网是安全的，这意味着每个库所中的标记数量不能大于1.通常很容易通过结构检查一个网是否安全。

变迁被合理的工作流网提花，得到的工作流网也是合理的。

- a) 构造快假定开始有一组合理且安全的工作流网：





➤ 性能分析 Performance Analysis

工作流性能主要反映工作流定量方面的特性，下面介绍三种考察工作流性能的方法。

1) 马尔科夫分析方法 Markovian analysis

其实就是增加了转义概率的额可达图，缺点是并不是每个方面的新跟那个都能被分析出来。

2) 排队论 Queueing theory

适用于对系统的等待时间，完成时间和资源利用率等性能指标进行分析，因此采用它来分析工作流是非常合理的。

3) 仿真 Simulation.

- 最终归结为跟踪可达图中的路径，为此，要基于一定的概率进行路径选择。
- 借助计算机进行重复执行的过程，很容易为没有数学背景的人接受。
- 大部分仿真工具还都提供了图书的工作流跟踪。
- 通过 BPR 中用用的分析技术进行研究，可以发现仿真是唯一可用的进行定量分析的工具。
- 设计要遵循三个原则：
 - 尽可能的并行执行任务。
 - 争取提高资源弹性

iii. 尽可能按照处理时间为序来处理案例。

➤ 能力规划 Capacity Planning

- 1) 能力规划总要基于特定的能力需求
- 2) 能力规划说明每个时期都需要什么资源以及资源的类型
- 3) 能力规划也分为短期规划和长期规划

短期规划 short term: 因病离开, 工作量的波动, 放假, 加班, 临时工的雇佣

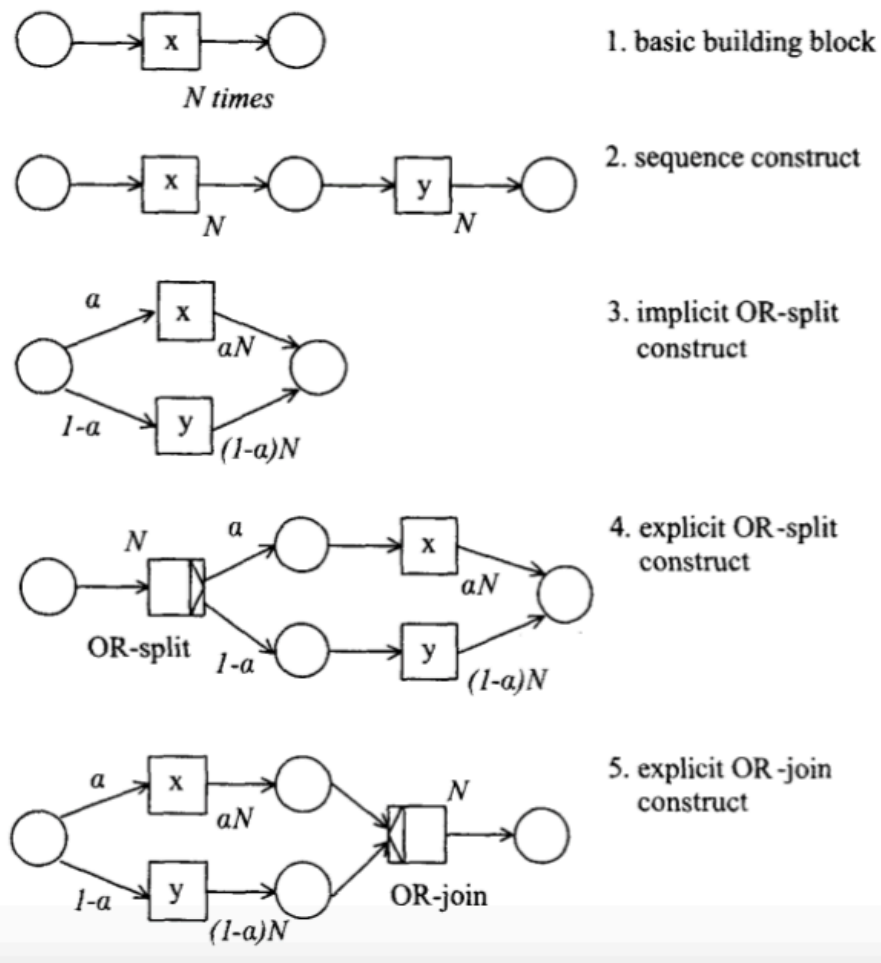
长期规划 long term: 需求预测, 季节性影响, 机器采购和赵信策略。

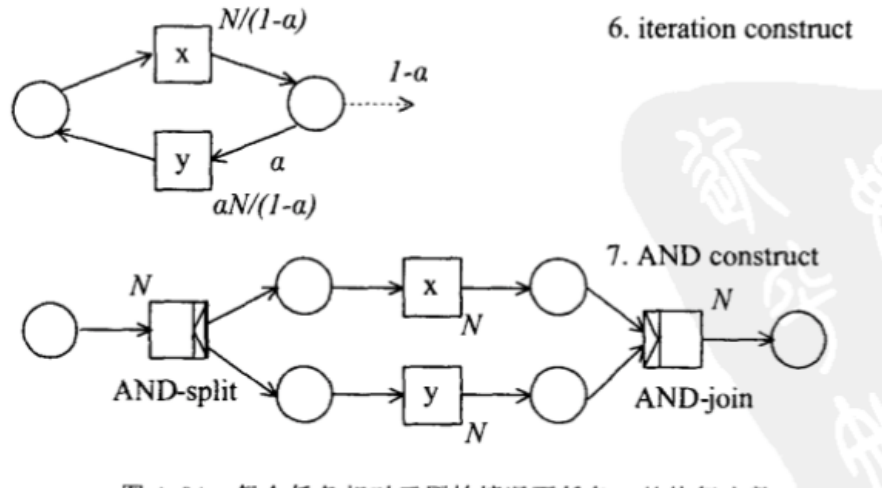
- 4) 根据每个任务的额能力需求, 可以计算每个资源类的能力需求。
- 5) 能力需求的计算方法:
 - a) 要确定能力需求, 关键是计算每个任务被执行的平均次数。

第一种方法: 马尔科夫链

第二种方法: 基于设计模式

顺序 OR 结构 AND 结构 循环结构





性能分析计算:

λ : new cases 在单位时间内有 λ 个新案例到达。

μ : cases per time unit 资源范围时间内能完成 μ 个案例。

ρ : 资源利用率 occupation rate(utilization)for each resource $\rho = \lambda / \mu$

L : The average number of cases in progress WIP 过程中平均案例数量 $L = \rho / (1 - \rho)$

W : The average waiting time 平均等待时间 $W = L / \mu = \rho / (\mu - \lambda)$

S : The average system time/ flow time 平均系统时间 $S = W + 1 / \mu = 1 / (\mu - \lambda)$

考试例题

Consider the process in figure 4.46.

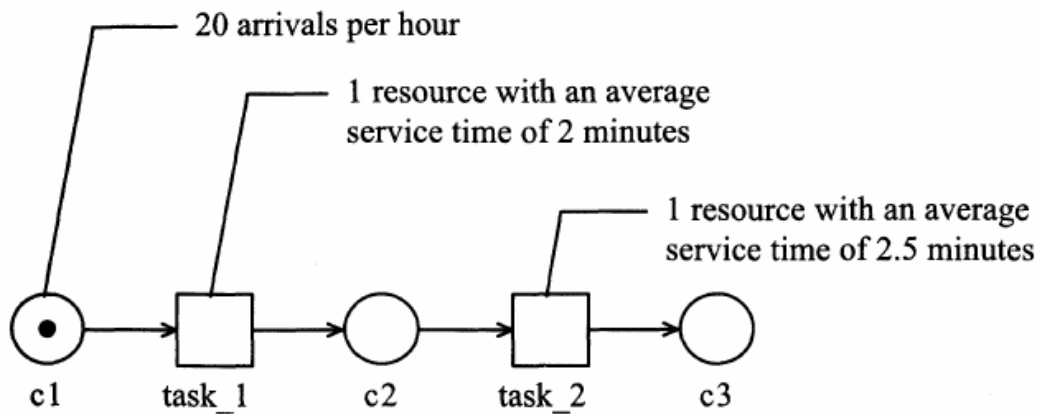


Figure 4.46
Process (1)

(a) Determine the following performance indicators:

- Occupation rate (utilization) for each resource,
- Average WIP (work in progress)
- Average flow time (throughput time)
- Average waiting time for each task

对于任务 1(单位时间:小小时):

$$\lambda=20 \quad \mu=60/2=30 \quad \rho=\lambda/\mu=0.67 \quad L=\rho/(1-\rho)=2$$

$$W=L/\mu=0.066=4 \text{ 分钟} \quad S=W+1/\mu=0.1=6 \text{ 分钟}$$

对于任务 2(单位时间:小小时): $\lambda=20$

$$\mu=60/2.5=24 \quad \rho=\lambda/\mu=0.83 \quad L=\rho/(1-\rho)=5 \quad W=L/\mu=0.208=12.5 \text{ 分钟} \quad S=W+1/\mu=0.25=15 \text{ 分钟}$$

综上,得__task_1 的资源占用率为 0.67,task_2 的资源占用率为 0.83;__ 平均 WIP 为两个任务的 L 之和即为 2+5=7; 平均流动时间为两个任务的 S 之和即为 6+15=21 分钟;__ task_1 的平均等待时间为 4 分钟,task_2 的平均等待时间为 12.5 分钟。

Task 2 is a check task. The management thinks about a selective execution of this task where only 25% of the cases are checked. The average service time of this new task is 6 minutes. (b) Determine the performance indicators again:

- Occupation rate (utilization) for each resource
- Average WIP (work in progress)
- Average flow time (throughput time)
- Average waiting time for each task

对于任务 1(单位时间:小小时):

$$\lambda=20 \quad \mu=60/2=30 \quad \rho=\lambda/\mu=0.67$$

$$L=\rho/(1-\rho)=2 \quad W=L/\mu=0.066=4 \text{ 分钟} \quad S=W+1/\mu=0.1=6 \text{ 分钟}$$

对于任务 2(单位时间:小小时): $\lambda=20*0.25=5 \quad \mu=60/6=10 \quad \rho=\lambda/\mu=0.5 \quad L=\rho/(1-\rho)=1 \quad W=L/\mu=0.1=6 \text{ 分钟} \quad S=W+1/\mu=0.2=12 \text{ 分钟}$

综上,得__task_1 的资源占用率为 0.67,task_2 的资源占用率为 0.5;__ 平均 WIP 为两个任务的 L 之和即为 2+1=3;平均流动时间为第一个任务的 S 加上第二二个任务的 S 乘上选择概率 0.25 即为 6+12*0.25=9 分钟;__ task_1 的平均等待时间为 4 分钟,task_2 的平均等待时间为 6 分钟

考试例题:

简述工作流性能分析的三种方法:

- ✓ 马尔可夫链分析方法: 马尔可夫链其实就是增加了转移概率的可达图,许多方面的性质都可以用马尔可夫链确定,例如,案例走某条路由的概率是多少,通过成本和时间的引入扩展马尔可夫链。就能获得一系列性能指标。
- ✓ 排队法: 适用于对系统的等待时间,完成时间和资源利用率等性能指标进行分析,因此采用它来分析工作流是十分合理的,目前有许多成果可以方便的用于单队列的分析,要评价整个工作流,就需要研究队列网络,排队论中很多假设对工作流过程并不合适,例如对于

并行路由，通常无法应用排队论的成果。

- ✓ 仿真：是一种灵活的分析技术，可以分析各种工作流，仿真最终归结为跟踪可达图中的路径，为此，要基于一定的概率进行路径选择，由于仿真仅仅是借助计算机进行重复执行的过程，很容易为没有数学背景的人接受。

● CH5 Functions and Architecture of Workflow Systems 工作量系统的功能和体系结构

各部件的分工，接口。

Adaptive Workflow 适应性工作流

Workflow Management Trends 工作流管理的趋势

➤ 工作流管理系统的作用

- 1) 如何利用信息技术从而实现理想的业务过程，必须以能够应对未来变化的方式构建信息系统。信息系统必须满足以下要求：
 - a) Information systems must be set up in such a way that the structure of the business processes is clearly reflected in them. 清晰的反应业务过程的结构。
 - b) There should be an integrated approach, which also encompasses non computerized tasks. 必须有一种把非计算机任务化任务综合进来的集成方法。
 - c) Information systems must be set up in such a way that the structure of the business processes can be modified easily. 必须要保证业务系统过程的结构容易被修改。
 - d) It is important that the performance of a business process can be tracked properly so that any problems can be discovered at an early stage. 要正确监测业务过程的性能以确保早点发现问题。
 - e) The allocation of work to people is a point of particular interest. 工作的分配。
- 2) 信息系统的传统组织方法：过程管理被隐藏在信息系统中。（后勤系统或管理系统）
- 3) 管理和执行的分离：将信息管理系统分成两个子系统，一个处理业务过程的管理，另一个支持特定业务过程中的具体执行的任务（应用软件）
- 4) 优点。
 - a) It enables us to achieve uniform management functionality and to isolate this from the rest of the system. 获得了统一的管理功能，这使得能够在多个任务中重复使用相同的功能。
 - b) Applications no longer require any management functionality, and hence are simpler and completely independent of their context or place in the business process.
 - c) The management layer makes it possible to integrate wide-ranging applications.

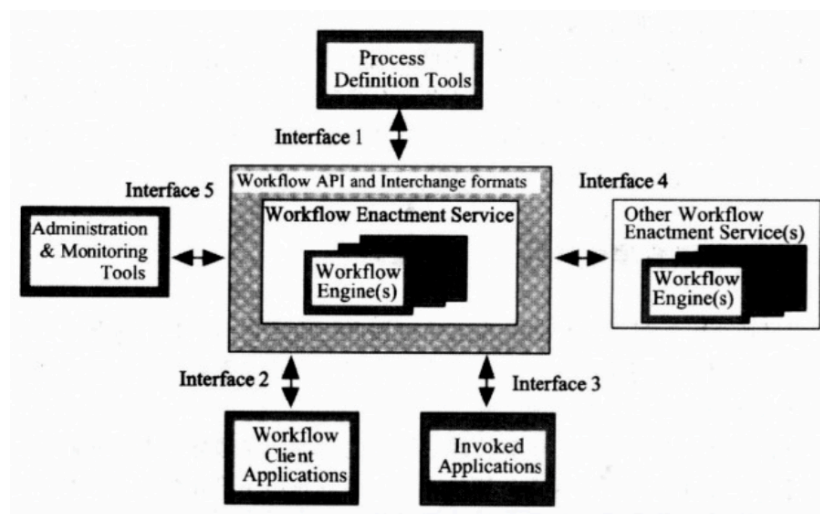
- d) At the management level, the business process is identifiable and the state of a particular case within it is easy to establish. 在管理层，业务过程明确，状态容易确立，更容易追踪业务过程。

5) workflow 管理软件。

➤ 参考模型

1) workflow 系统把过程管理从应用软件中抽取出来的。

在创建一个基于 workflow 管理系统的信息系统中，接口 3 和 workflow 系统中的应用程序控制密切相关，接口 4 涉及独立的工作流系统之间的案例交换。



该 workflow 系统的核心是 workflow 执行服务（workflow enactment service）系统的这部分推动着案例在组织中流转，执行服务保证按照正确的次序由正确的人执行正确的活动。

必须使用由过程定义工具（process definition tools）生成的过程定义和资源分类。

工作项通过 workflow 客户（workflow client applications）应用程序提供给雇员。

可以被 workflow 系统启动的所有应用程序在参考模型中被称作被调用的应用程序。（invoked Applications）

workflow 追踪，案例控制和员工管理则由所谓的管理和监控工具支持（administration and monitoring tool）

2) workflow 执行服务 Workflow enactment service

workflow 执行服务是 workflow 管理系统的核心，执行服务可以由多个 workflow 引擎构成（workflow engines）workflow 引擎提供完成案例所需的后勤支持服务。workflow 引擎室 workflow 系统的核心。

a) workflow 引擎的职责包括：

- i. 创建新的案例，移走未完成的案例。采用相关过程定义的解释，路由案例。

- ii. 管理案例属性。managing case attributes;
- iii. 为工作项分配合适的资源，这是基于资源的分类。submitting work items to the correct resources (employees), based upon resource classification;
- iv. 管理和处理触发。managing and handling triggers;
- v. 在活动执行中启动应用软件。starting up application software during the execution of an activity;
- vi. 记录历史数据。recording historical data;
- vii. 提供工作流的统计信息。providing a summary of the workflow;
- viii. 监控一致性。monitoring the consistency of the workflow

b) 过程定义工具 process definition tool

i. 资源分类工具，要素如下：

一个资源分类列表，要有角色（资格，职责，技能）和组织单元（团队，分部，部门）

资源分类的特性。

各种资源分类之间的联系。

ii. 分析工具

在定义好的工作流投入生产前，首先对它进行分析是有益的，分析过程包括过程定义的予以正确性和洞察案例的预期完成时间。

c) 工作流客户端应用程序 workflow client application

同过程的实际执行打交道的雇员不会接触到过程定义工具，他们通过工作流客户端应用程序与工作流系统接触。每个雇员都有一个工作流列表，它是工作流客户端应用程序的一部分。

✧ 工作流管理列表的基本功能。

- ✓ 可能由雇员执行的工作项的表达。
- ✓ 提供工作项相关属性，如案例和任务信息。
- ✓ 基于以上属性进行排序和选择的能力。
- ✓ 提供与工作流引擎的状态有关的状态信息。
- ✓ 当一个工作项被选中时，启动特定案例的任务。
- ✓ 报告活动完成的能力。

✧ 标准的工作列表处理器

基本功能	Basic function
对标准的工作列表处理器进行参数设置	Adjust the layout and content of the window
提供图形化显示案例状态的功能	Shows the state of a case graphically.

◇ 集成的工作流作列表处理器

基本功能	Basic function
安全和质量的保证	Security and quality assurance
批量处理	Batch processing
链式处理	Chained processing

d) 被调用的应用程序

任务的执行要启动一个或多个应用程序，他们不构成工作流管理系统的一部分，因为他们与实际的工作执行相关，也不属于后勤管理。应用程序由工作流引擎启动完成特定任务。

应用程序可能使用特定的案例属性值。案例的标示经常用来查找数据库中的相关信息。被修改的属性通常用来决定案例的路由。有两种形式，交互式应用和全自动应用。

工作流系统可能含有几个工作流引擎。

e) 管理和监控工具

这些工具被分成两部分，一部分负责运行管理，另一部分负责工作流的记录和报告。

◇ 运行管理工具 **The operational management tool**：运行管理覆盖了所有与工作流相关的操作。不能改变业务过程的结构，运行管理工具包括的资源相关信息的功能：

- ✓ 员工的增加和删除。
- ✓ 雇员的详细资料

额外的运行管理工具的功能如下：

- ✓ 新的工作流定义的实施。
- ✓ 工作流系统的重新配置（技术系统参数的设置）

注意雇员的个人资料被包括在运行管理中，雇员可用性信息的调整是资源相关的运行管理的例子。

- ✓ 案例后勤状态的检查。
- ✓ 案例后勤状态的操作，以解决环境问题和例外。

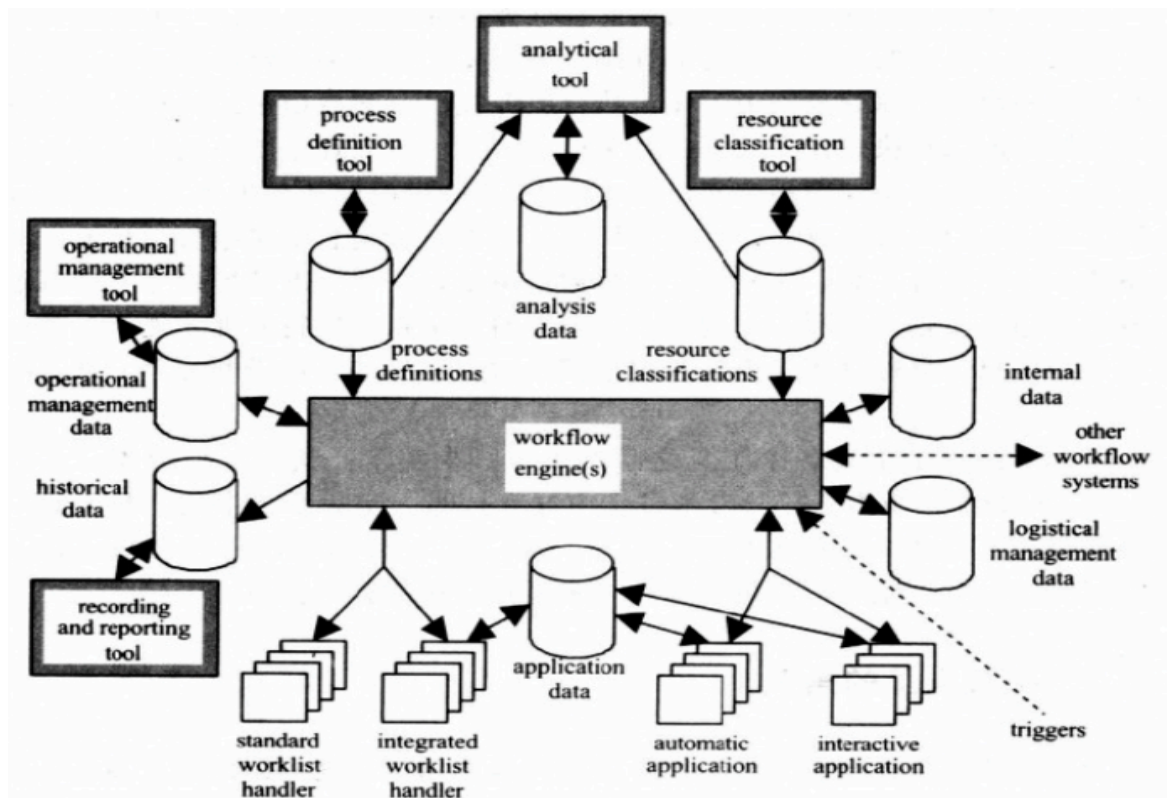
因此，运行管理工具也提针对过程中系统故障和瓶颈的非正式的解决方案。

◇ 记录和报告工具 **The recording and reporting too**：在工作流执行期间，许多方面的信息都能被记录和储存。它们是对管理非常有用的历史信息。下面有一些性能指标：

- ✓ Average completion time for a case;案例的平均完成时间。
- ✓ Average waiting time and processing time (possibly subdivided per task);平均等待

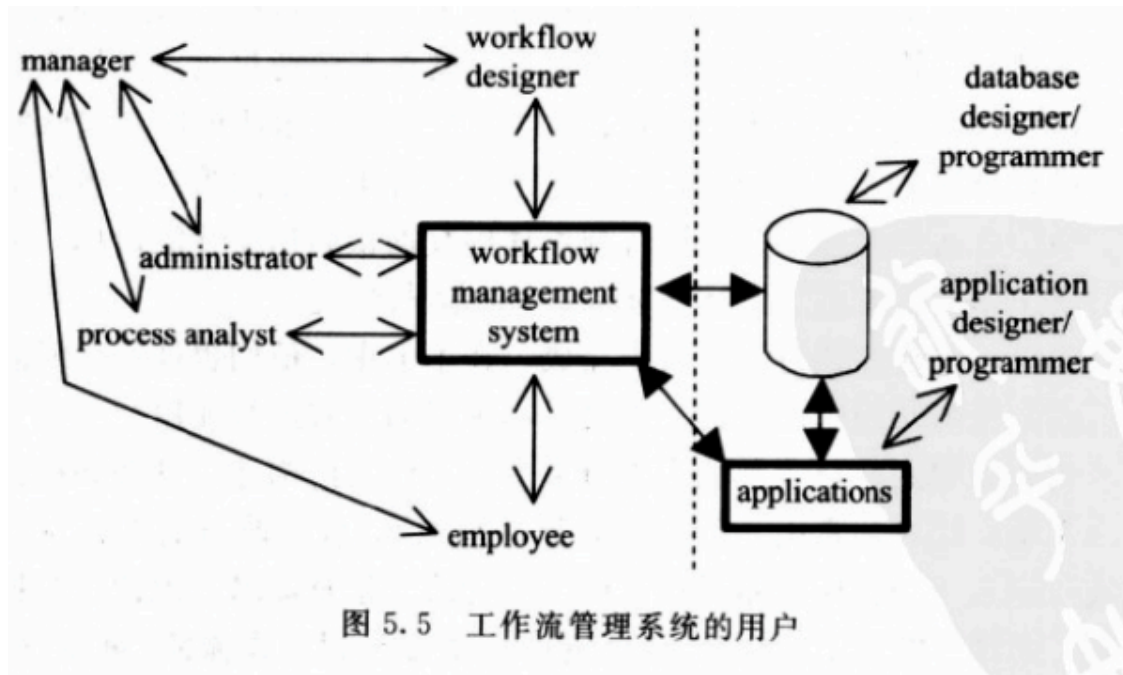
和处理时间。

- ✓ Percentage of cases completed within a fixed standard period; 在一定时间内，完成案例的百分比。
- ✓ And average level of resource capacity utilization. 资源利用率的平均水平。
- ✧ 完成工作流的属性信息对于管理也是至关重要的，瓶颈和超负荷的警告信息会导致过程的修订。
- f) 相关人员的角色



总共有四种类型的用户：

- ✓ workflow设计者 workflow designer：使用多种过程定义工具，设计工作流的结构。
- ✓ 管理员 manager：使用运行管理工具
- ✓ 过程分析者 process analyst：记录和管理工具来向管理者报告工作流性能方面的信息。
- ✓ 雇员 employee：工作的执行。



➤ 数据的储存和交换

workflow 系统由很多组件构成，为了整个系统能够正常运行，这些组件之间要能够彼此交换信息。

1) 主要涉及的数据类型：

Process definitions 过程定义

Resource classifications 资源分类

Analysis data 分析数据

Operational management data 运行管理数据

Historical data 历史数据

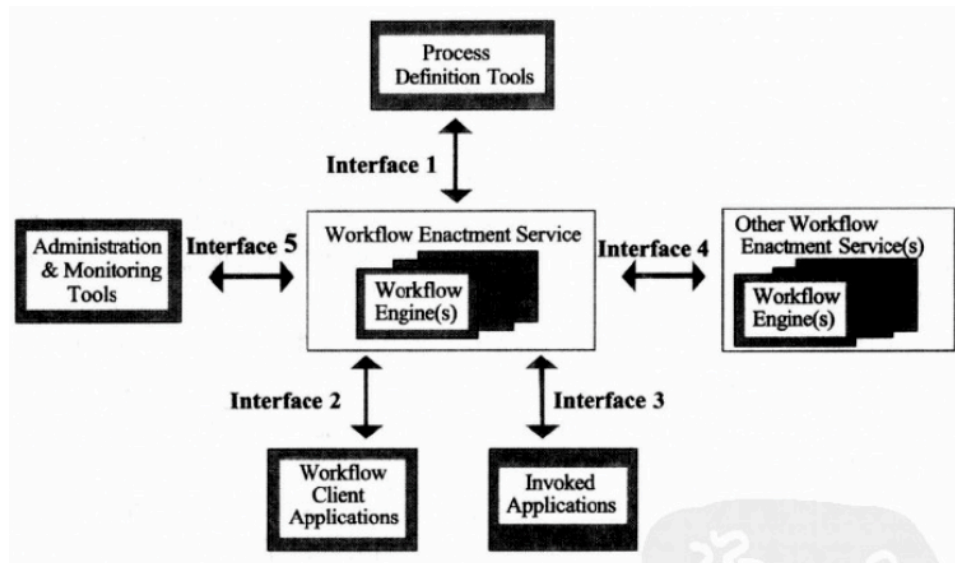
Application data 应用程序数据

Internal data 内部数据

Logistical management data 后勤管理数据

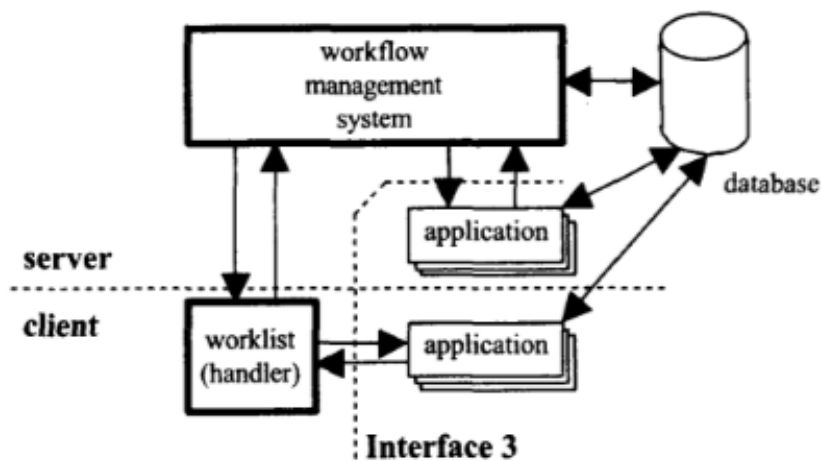
2) 接口问题：

workflow 联盟在不同组件的接口标准化方面达成了一致；

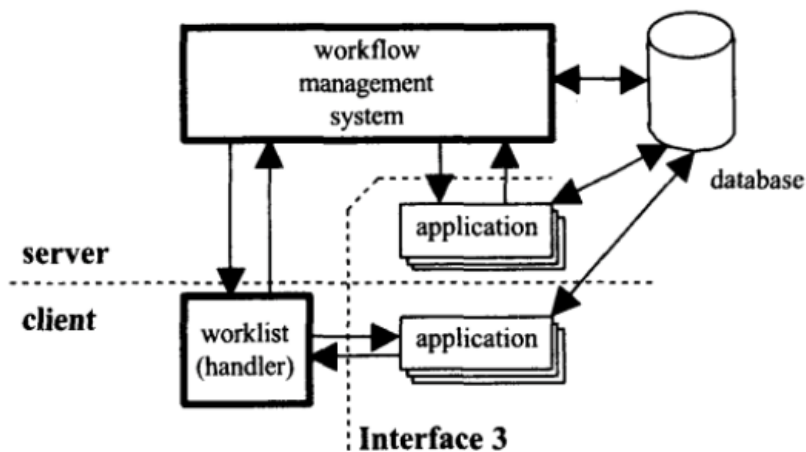


接口标准化的目的有三个：

- 广泛接受的标准会提高 workflow 管理系统间的数据交换。
- 让不同制造商的执行服务器以一种简单的方式进行链接称为可能。
- 会促进完全独立于特定 workflow 管理系统的应用的开发。



演示了如何启动一个应用程序，可以通过引擎和工作流列表处理器完成。



3) 互操作性标准

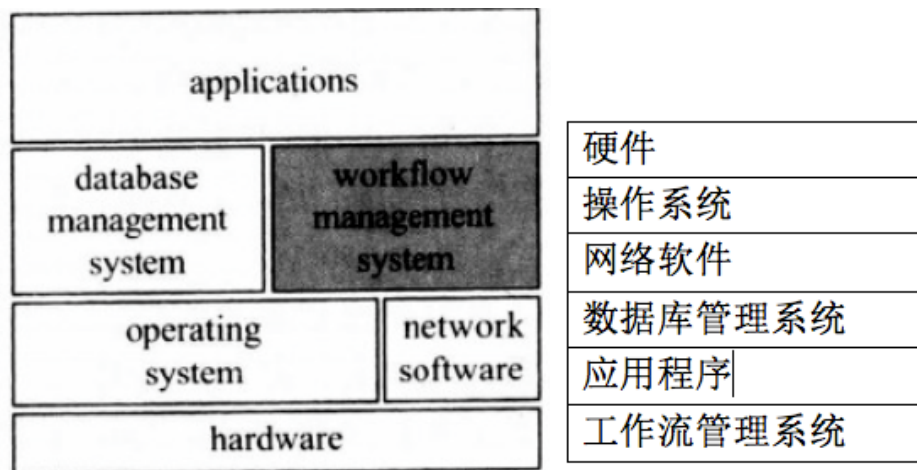
第一类对应 workflow 管理联盟参考模型的联盟。

第二类是指运行时的互操作性。

➤ 必须的技术基础设施

1) 技术组件概览图，在选择 workflow 管理系统时，也要和功能一样重视技术。

不当的组合会导致不可靠的系统，其相应时间过长并且处理低下。

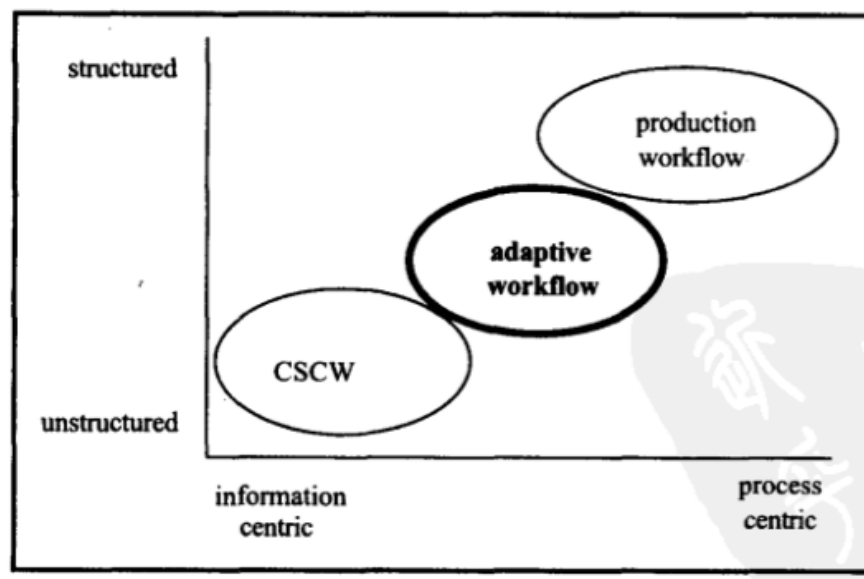


➤ 现代的工作流产品（可以忽略具体产品）

➤ 适应性工作流 Adaptive workflow

1) 工作流管理和 CSCW

下图说明了支持协同工作的不同领域，我们把无组织的，以信息为中心的方法和有组织的以过程为中心的方法加以区分。



a) 适应性工作流的目标：既要像正常工作流系统那样提供过程支持，也要能够处理一定的变化。

- b) 与适应性工作流相关的典型问题
 - ✓ 正确性（语法和语义正确性）
 - ✓ 动态变更（运行案例从一个过程定义迁移到另一个过程定义的问题）
 - ✓ 管理信息（提供工作流过程的实际状态的整体信息）

2) 变更分类

a) 与变更有关的主要方面：

过程方面，即任务的添加或删除或其次序的改变。

资源方面，即采用不同方式对资源分类或新资源类的引入。

控制方面，即资源到过程和任务的分配方式的改变。

任务方面，即升级或降级任务。

系统方面，即基础设施的改变或执行服务中的引擎配置的改变。

试卷例题：

简述适应性工作流应处理的五个方面的变更。

Classification of change

- 1) Process perspective: tasks are added or deleted or their ordering is changed,
- 2) Resource perspective: resources are classified in a different way or new classes are introduced,
- 3) Control perspective: changing the way resources are allocated to processes and tasks,
- 4) Task perspective: upgrading or downgrading tasks, and
- 5) System perspective: changes to the infrastructure or the configuration of the engines in the enactment service.

For workflow management systems, the process perspective is dominant.

- b) 我们对不同类型的工作流变更时，要特别注重这个方面。
 - ✧ 基于变更的范围和影响进行分类
 - ✓ 个体变更：工作流过程的特殊适应性，只有单独的案例受影响。
 - ✓ 结构变更：工作流过程的演进，所有的新案例都受到影响。
 - ✧ 改变工作流的三种方式
 - ✓ 过程定义被扩展（增加新的任务）
 - ✓ 任务被其他一些任务替换（把一个任务细化到一个子过程）
 - ✓ 过程中的任务被重排序（两个顺序任务被并行）
 - ✧ 对于结构变更有三种处理方式
 - ✓ 重启：运行案例都回滚，从新过程的开始重新启动。
 - ✓ 继续执行：通过启用过程的多个版本，该变更不影响正在运行的案例。

✓ 转换：案例被转化到新的过程。

3) Inconcert

- a) 是一种被设计来开发具有灵活性的工作流的工作流管理系统，他有两个独特的特性
 - ✧ 基于发现的工作流设计，允许基于某案例的工作流任务实际执行来创建模板
 - ✧ 支持继承类的概念：父工作流过程定义的属性可以被他的子工作流过程集成。
- b) 几乎还没有商业系统提供对适应性工作流的支持，只针对个体变更，有了一些可用的系统。
- c) 客户端工具：Process Designer, Task User Interface Designer, Work Group Manager, Process Manager, Document Organizer, Task Organizer.
- d) 建模语言对应 Petri 网的一个子类，AMG 无环标记图。
- e) 为每个案例单独关联唯一的过程定义。
- f) 创建一个新的工作流有如下方法：
 - ✧ Instantiate an existing workflow process definition 实例化现有的工作流过程定义。
 - ✧ Instantiate a customized version of an existing workflow process definition 实例化现有过程定义的一个定制版本。
 - ✧ Instantiate an ad hoc workflow process by specifying a sequence of tasks and users. 通过制定的一系列任务和用户来实例化一个特殊的工作流程。
 - ✧ Instantiate a so-called "free routing process" 实例化一个特殊的空工作流过程。

➤ 工作流管理的发展趋势

让产品的每一种功能都在相应领域处于领先地位是不明智的，最好的解决方法是，让系统的体系结构足够开放，以便很容易地将其他厂商的软件包集成到自己的系统中，为此，就需要展开许多标准化工作。

1. Modeling 建模 工作流管理系统中最重要的功能之一就是工作流建模
 - a) 提供了强大的查询平台，通过它可以全面分析组织管理中的关联性。
 - b) 建模功能的表达能力。
 - c) 今天的工作流管理系统大多是适合标准过程的。
2. Analysis 分析：为了判定新的业务过程是否在定量（完成时间，资源利用率等）和定性（他们是都正确，对于组织中的人员来说，合理且可用）方面满足要求，就必须对其进行分析。
3. Planning 规划：现代的工作流系统，在给任务分配资源和决定使用相同资源的多个任务按什么次序执行方面，能力有限。
4. Transaction management 事务管理：多数工作流系统是面向某个独立组织的业务过程。

5. Interoperability 互操作性：以统一的方式对待人力资源和计算机应用。需要在一个案例上执行的所有工作，都通过工作流系统来安排。
6. Internet/Intranet; 通过互联网访问工作流系统
7. Logistical management. 后勤管理：ERP

CH6 工作流系统开发路线图 Roadmap System for Workflow Development

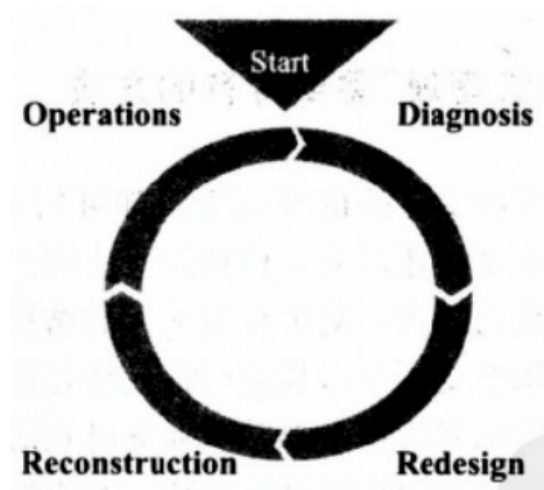
重点：Why a specific method for WFM? IPSD 的主要思想和生命周期 年代的局限

➤ 开发方法

本章描述一种特定的开发方法，是基于工作流管理软件开工作流系统的路线图。

路线图就是开发系统的计划，因此它描述一系列阶段和每一阶段要执行的活动和交付的成果。

1. 为什么工作流管理需要特定的方法。
 - a) 现有的开发信息系统的方法，几种在定义数据结构和把应用呈现给用户的方式的方式上。
 - b) 开发工作流系统的方法，应该几种在业务过程上并且覆盖组织和技术两个方面。
 - c) 在开发过程中，尽可能的让用户参与过程和系统的设计
 - d) 开发过程中最好是一个严谨的过程，意味着对原版和试用版不断的评估和修改，改进系统的功能，直到满意为止。
 - e) 我们以一些成熟的理念作为基础,如业务过程再造 BPR 和 RAD 快速应用开发。
2. 业务过程再造
 - a) BPR 就是一种为了获取最右效率和效力的业务过程结果而进行的努力，塔不把现存的旧过程作为起点、
 - b) BPR 都或多或少的服从一定的周期性，即所为的 BPR 生命周期



- ✧ BPR 的生命周期包括以下几个阶段：
- ✓ 生命周期从争端阶段开始。诊断从分析当前情况和那些由当前的工作方式引发的问题入手
- ✓ 一旦做出诊断，接下来就是重设计阶段。在词阶段要以白手起家的方式冲重新设计。就是不以仙子阿的工作方式为基础。
- ✓ 重设计阶段过后是重构阶段。在此阶段，要创建一个新的过程定义系统，IT 系统和组织结构来支持前面确定的过程。
- ✓ 运行操作阶段，使用预定义的性能准备对过程的性能进行测量和评估。

3. 快速应用开发

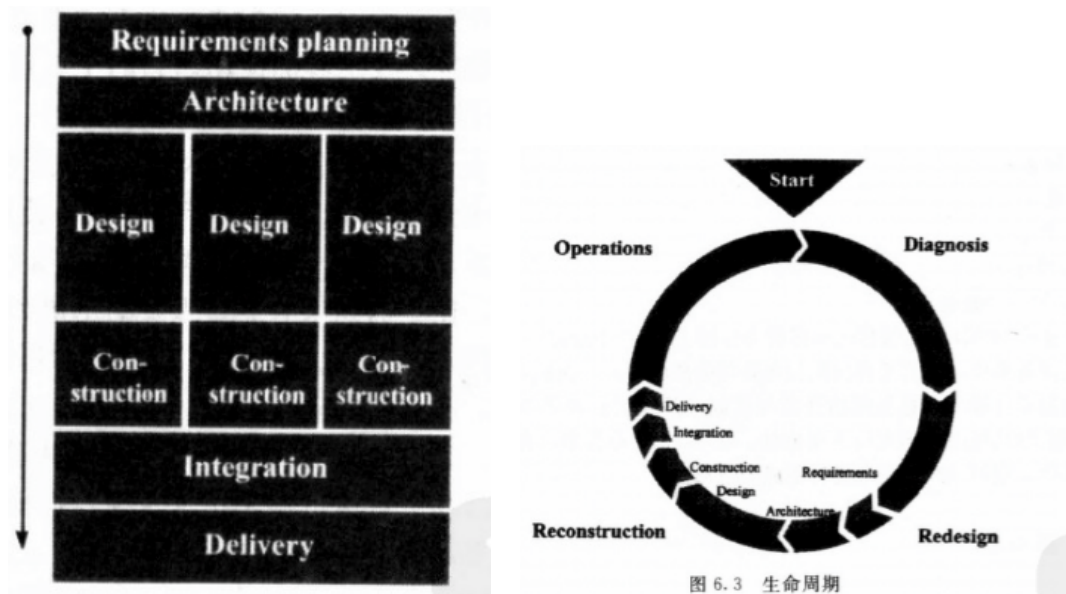
- a) 该方法设计循环的开发过程，通用户的紧密协作和现代快速开发工具的使用。
- b) RAD 基于一个循环的，迭代的开发过程，换句话说，就是要重复进过分析，设计和构造阶段。
- c) RAD 方法由四个相互连续的阶段所组成：

需求计划：项目定义，根据交付产品需要满足的而需求，划定系统的功能范围。

用户设计：要形成系统功能蓝图。

构造阶段：完善自动生成的软件，手工编写不能自动生成的软件。

交付阶段：完成验收测试，并且准备系统投入运行。



➤ IPSP 方法

交互式面向过程的系统开发。高效的业务过程设计和支持他们的信息系统的开发通过一种交互式方法结合在一起，通过该方法完整的工作流系统可以在一种 BPR 环境中一交互方式开发出来，该模型也适用于没有使用共工作流管理软件也没有开发工作流系统的情形。

基本原则

- a) 把业务过程放在首位。The focus is on the business process.
- b) 过程定义要能带来根本性的改变。By definition, radical change will occur that has consequences for the entire organization
- c) 尽可能的在开发团队内做出决策。As far as possible, decisions are taken within the development team.
- d) 开发者与用户组织的代表要作为一个团队共同改进过程和开发信息系统。The developers and (representatives of) the user organization work as a team
- e) 在计划和组织开发路线时,重点是项目目标,而非执行或分配任务。the emphasis is placed upon (project) targets and not so much upon performing (or assigning) activities.
- f) 系统的规格说明不要预先定义和冻结,而要在开发中不断演进 The system's specifications are not defined and "frozen" in advance, but evolve during development.
- g) 允许开发中存在错误。Errors are permissible during development.
- h) 经验表明没有系统一下子是完美的。Experience shows that no system is ever perfect the first time.
- i) 在每个阶段的最后,整个计划都要根据最新的信息进行调整。At the end of each phase the overall planning is updated according to the latest information.

如果我们把 RAD 阶段映射到 BPR 的生命周期中,就成了 workflow 系统的 IPSD 生命周期。

1. 准备
2. 诊断
3. 过程重设计
4. 需求
5. 体系结构
6. 组件设计
7. 构造
8. 集成
9. 交付
10. 实施
11. 监控和改进