

支持动态联盟的车间控制信息系统框架模型

许青松, 范玉顺, 吴澄, 陶丹

清华大学 自动化系, 北京 100084

文 摘 随着世界市场的不断变化与市场竞争的加剧, 动态联盟将成为新的企业组织形态, 动态联盟环境下企业间信息流的管理和控制问题越来越受到人们的重视。车间控制器的设计和开发也必须适应动态联盟的需要。本文对敏捷制造信息系统 (AMIS) 和车间的信息流程进行了分析和探讨, 结合现有的网络技术、代理技术以及分布 workflow 技术, 提出了支持动态联盟的车间控制信息系统框架模型。

关键词 敏捷制造信息系统 (AMIS) 动态联盟 代理 分布 workflow 车间模型

1 背景

动态联盟[1]是指为了响应已经或即将出现的市场机遇, 由若干个企业进行优势互补而临时快速地组成的一个联盟, 各成员企业分别发挥各自的优势或核心能力, 快速、低成本、高质量地开发出新产品以投放市场, 并按一定的方式共享利益、分担风险。当市场需求消失时, 联盟又迅速解体。企业通过参与动态联盟, 可以发挥自身的专长, 利用已有的技术基础和生产条件来完成新产品的开发和生产。

动态联盟是面向产品的, 在产品生命周期的开始由盟主发起而动态形成, 并随着产品需求的逐步消失而解散。动态联盟的组织结构不再是传统意义上的递阶组织结构: 盟主是联盟组织管理的实际执行者, 无论是从法律角度还是在实际操作中, 盟主都具有不可或缺的地位; 动态联盟组成企业的管理模式和组织方式可以各不相同, 各成员企业具有完全的自主性和自治性, 按照自己的经营观念来组织企业的运作。在动态联盟中, 分布在各成员企业中的产品数据和知识往往需要频繁地进行交换, 实现分布数据库之间的信息共享并确保信息的一致性和安全性是支持敏捷产品开发的基础。

各种信息技术的飞速发展, 为设计可重构的动态联盟信息系统提供了良好的支持, 这些技术包括:

1. Internet 技术及相关的服务

企业间以网络通讯方式进行合作将是动态联盟的主要工作方式。国际互连网 (Internet) 在 TCP/IP 协议集的支持下屏蔽了网络通讯双方在物理设备、软件平台以及应用方面的差异, 在此基础上发展起来的各种 WEB 技术, 如 CGI、Web 请求代理 WRB、ActiveX 控件、JAVA Applet 等支持网络用户之间进行实时的数据交换。当前, 已有相当数量的企业构建了企业内部网 Intranet, 从而为企业间建立动态联盟奠定了物质基础。

2. 代理技术

软件代理是一个能在特定环境下连续、自治地实现功能并同时与相关代理和进程相联系的软件实体。连续与自治的要求来源于环境的变化, 要求代理能在没有人的引导和干预下以柔性、智能的方式对用户请求实时地加以响应; 更理想的情况是在某一特定环境下, 在一段时间内, 反复实现某一功能后能汲取经验教训, 即所谓的学习。进一步, 代理能与环境中的其它代理和进程通信与合作, 甚至可以在不同地方来回移动。代理技术的发展使联盟企业之间的信息互操作成为可能。

3. workflow 管理技术

企业内部存在着多种经营过程, 按照 workflow 管理联盟的定义[3], 经营过程中由计算机系统自动执行的那部分被称为 workflow。一个 workflow 包括一组活动 (Activity) 及它们的相互顺序关系, 还包括过程的启动和终止条件, 以及对每个活动的描述, 如活动的执行者、相关应用程序、需要和产生的数据等。workflow 的运行是由 workflow 管理系统来完成的, 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。在动态联盟企业中, 各成员企业的 workflow 系统在特定的协议下协同工作, 每一个 workflow 控制过程执行的一部分, 并使用相关的资源和应用工具。

4. 代理通讯语言

为实现代理间的信息交互，代理通讯语言也随之发展起来。形成了 KQML、ACL 等一批代理通讯语言。其中，KQML 是发展较完善的代理通讯语言之一，许多现有的代理实现系统都应用 KQML。

2 敏捷制造信息系统

AMIS 系统是支持动态联盟的敏捷制造信息系统，是由多个拓扑结构相同的分布 AMIS 单元通过网络联结而成。根据单元内部运行的功能模块不同，各单元在系统中所在的层次和所起的作用有所不同。AMIS 单元是组成 AMIS 系统的自治基本部件，每个 AMIS 单元均由智能代理系统和应用功能模块两个部分组成。其中，应用功能模块可以是盟主管理软件、MIS、CAD、CAPP、SFC 等，也可以是由其他联盟的 AMIS 构成的应用功能领域。这些应用功能模块或是应用功能领域通过智能代理系统与网络相连。从而构成整个 AMIS 系统，如图 1 所示是多代理敏捷制造信息系统的体系结构。

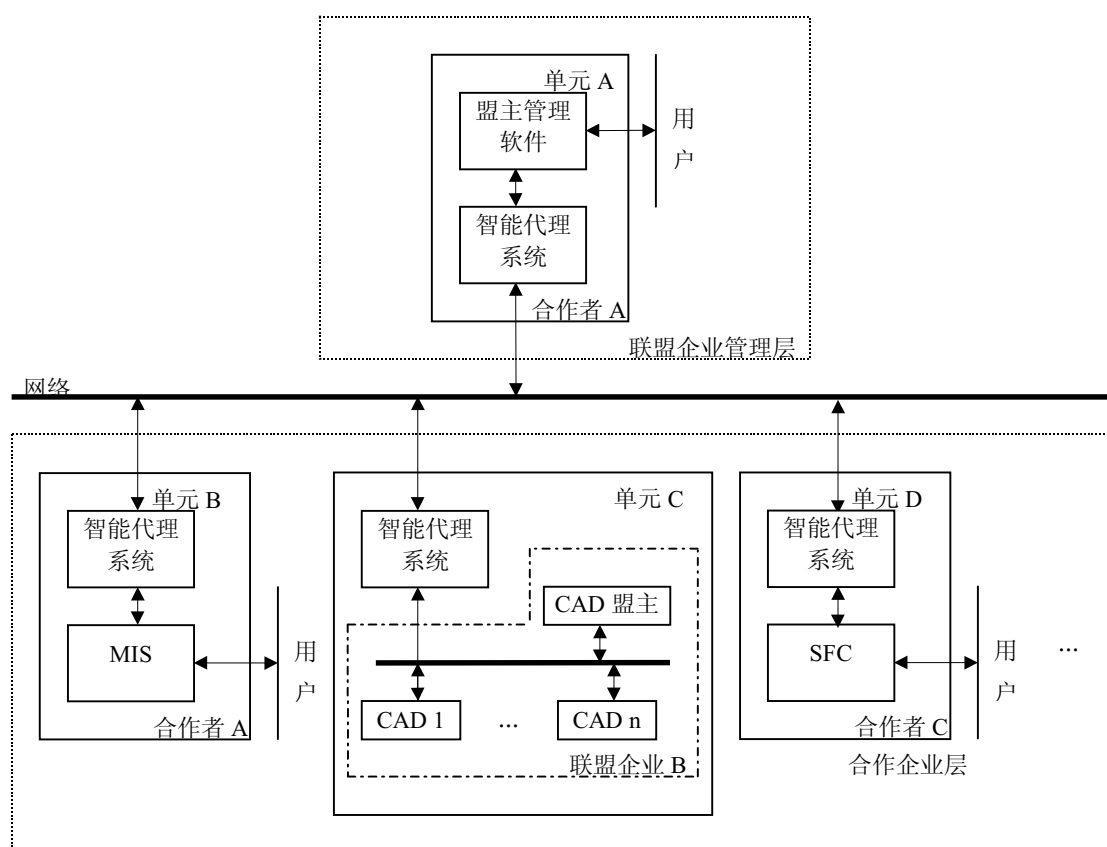


图 1 AMIS 体系结构示意图

AMIS 单元具有高度自治性，其自治性表现在以下方面：1) 单元加入联盟或退出联盟或改变角色的操作均由单元自行完成的，盟主只是向各单元发送相应指令并检查反馈信息以确认操作完成；2) 应用或用户发出的查询指令由智能代理系统根据分解规则和系统结构信息将其自动分解成子查询序列发送给相应的单元，并按信息流程关系合并子查询结果返回给应用或用户；3) 所有数据的更新操作都由数据所属的单元进行，以保证数据的安全性和一致性。

AMIS 多代理系统向用户提供两类支持工具：一是模板支持。AMIS 系统提供现成的代理和代理之间的信息交互协议，包括代理间的对话过程和相关的通用词汇。用户通过简单联结，即可方便地构成 AMIS 系统。二是编辑环境支持。AMIS 系统提供扩展代理交互协议的工具，以使用户通过网络协商修改或增加代理对话过程和通用词汇汇集。用户利用这两

种工具，在 AMIS 底层支撑环境的支持下，可以实现支持动态联盟的敏捷企业信息的管理。

3 基于 AMIS 的车间控制代理系统

3.1 车间的信息流程

在制造信息系统中，车间控制系统是极其重要的组成部分。车间控制系统通常由计划、调度、控制以及在制品、设备管理等部分组成。其主要任务及信息交互如图 2 所示：MIS 系统向车间下达短期作业计划；车间计划功能模块根据车间设备情况将车间短期作业计划分解成日计划；车间调度模块根据日计划、车间设备信息和从 CAPP 获得的工艺路线形成加工工序；车间加工监控模块从 CAPP 取得 NC 程序，按照加工工序进行加工生产；在制品管理模块及时将生产情况进行更新统计；定期将生产情况上报 MIS。

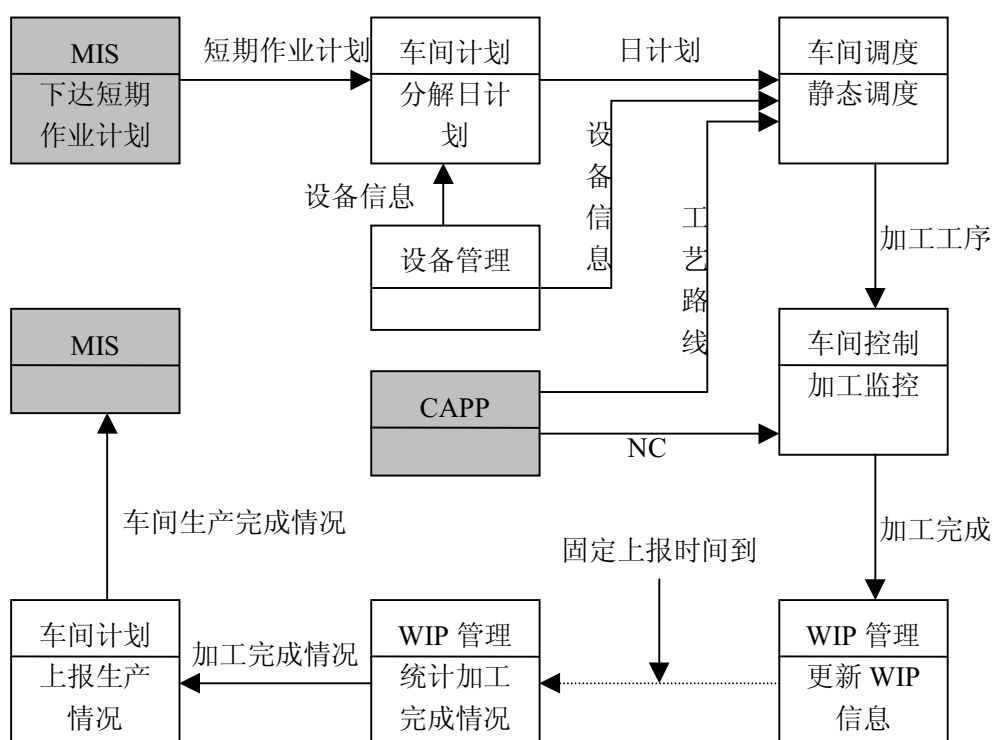


图 2 车间信息流程

3.2 车间控制代理系统

基于上述车间功能及信息流程，我们在车间控制代理系统中设计了六个功能代理（如图 3 所示），构成 AMIS 系统中的 SFC 功能单元。

- 车间协调代理：提供车间控制系统与其他 AMIS 系统的接口，协调车间内部各代理的关系；
- 车间计划代理：分解日计划，完成生产情况上报；
- 车间调度代理：根据日计划、设备信息、工艺信息进行加工任务安排；根据加工时的突发情况进行加工任务重安排；
- 车间控制代理：根据加工工序，对设备的加工过程进行监控；
- 车间在制品代理：更新、统计在制品信息；
- 车间设备代理：对车间内设备情况进行跟踪、统计。

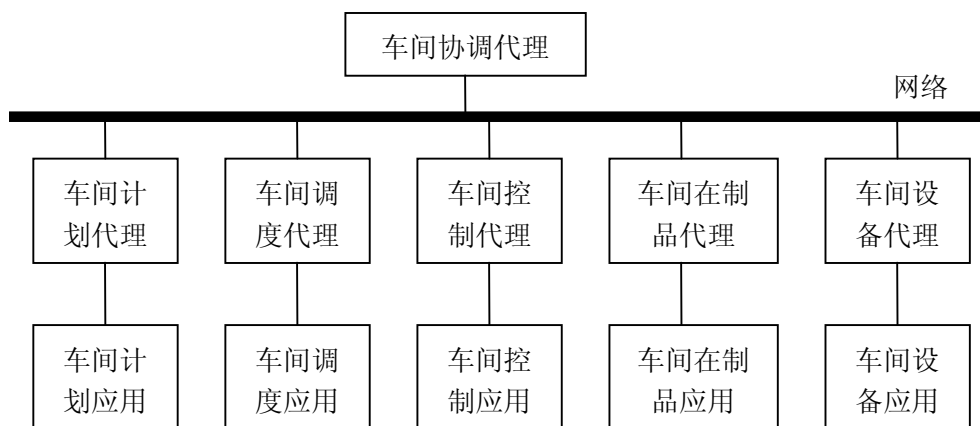


图3 车间控制代理系统结构

在这六个功能代理间的信息交换共有两种类型(如表1所示):

- 1) 控制信息的传递。如日计划分解完毕的通知;
- 2) 数据信息的访问。如获取设备信息等。

代理 数据	车间 协调 代理	车间 计划 代理	车间 调度 代理	车间 控制 代理	车间 在制 品 代理	车间 设备 代理	M I S	C A P P
	短期作业计划 (数据信息)	R S	R					S
急件 (数据信息)	R S	R					S	
计划分解结束 (控制信息)		S	R					
日计划 (数据信息)		S	R					
调度结束 (控制信息)			S	R				
加工工序 (数据信息)			S	R				
NC (数据信息)	R S			R				S
工艺路线 (数据信息)	R S		R					S
设备信息 (数据信息)		R				S		
			R			S		
加工完成 (控制信息)				S	R			
加工完成情况 (数据信息)		R			S			
生产完成情况 (数据信息)	R S	S					R	

4 信息交换举例

下面以 MIS 系统向车间下达急件通知为例举例说明这种对话过程。

在实际生产中，生产计划不是一成不变的，常有一些紧急的生产任务需要处理。当有急件需要进行处理的时候，MIS 系统重新安排短期作业计划，并通知车间控制系统，以便车间控制系统重新安排车间生产。在 AMIS 系统中，处理这一事件时，各代理之间的信息

交换过程如下：

- 1) MIS 代理向车间协调代理转发急件通知。
- 2) 车间协调代理接到 MIS 代理发出的急件通知后，向 MIS 代理应答收到急件通知。
- 3) 车间协调代理向车间计划代理转发 MIS 代理发出的急件通知。
- 4) 车间计划代理接到车间协调代理转发来的急件通知后，向车间协调代理应答收到急件通知。
- 5) 车间计划代理向车间协调代理转发获取短期作业计划的请求。
- 6) 车间协调代理向 MIS 代理转发这一请求。
- 7) MIS 代理向车间协调代理返回处理结果。
- 8) 车间协调代理向车间计划代理转发处理结果。

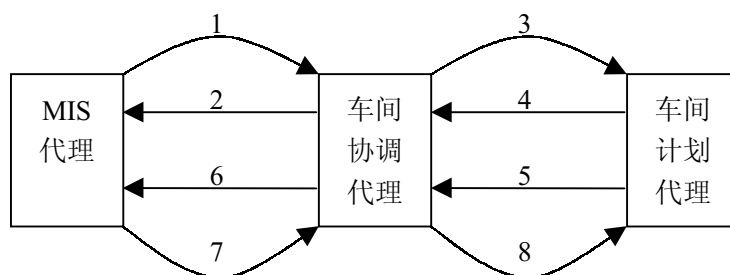


图 4 MIS 下达急件任务信息交互过程

在这一过程中功能代理间的信息交互可用 KQML 描述如下：

(A-MIS 代理，B-车间代理，C-车间计划代理，MsgUrgent-急件通知，ShortPlan-短期作业计划) 举例说明这种对话过程。

- 1) MIS 代理向车间代理发出急件通知：

```

achieve    :language KIF :ontology shopfloor
           :sender 代理 A(MIS) :receiver 代理 B(车间)
           :reply-with q1
           :content MsgUrgent(急件通知)
  
```

- 2) 代理 B(车间)应答代理 A(MIS)收到请求：

```

tell      :language KIF :ontology shopfloor
           :sender 代理 B(车间) :receiver 代理 A(MIS)
           :in-reply-to q1
           :content MsgUrgent(急件通知)
  
```

- 3) 代理 B(车间)向代理 C(车间计划)发出急件通知：

```

achieve    :language KIF :ontology shopfloor
           :sender 代理 B(车间) :receiver 代理 C(车间计划)
           :reply-with q1
           :content MsgUrgent(急件通知)
  
```

- 4) 代理 C(车间计划)应答代理 B(车间)收到请求：

```

tell      :language KIF :ontology shopfloor
           :sender 代理 C(车间计划) :receiver 代理 B(车间)
           :in-reply-to q1
           :content MsgUrgent(急件通知)
  
```

5) 代理 C(车间计划)向代理 B(车间)发出获取短期作业计划的请求:

```
stream-about      :language KIF :ontology shopfloor
                  :sender 代理 C(车间计划) :receiver 代理 B(车间)
                  :reply-with q1
                  :content ShortPlan(短期作业计划)
```

6) 代理 B(车间)向代理 A(MIS)发出获取短期作业计划的请求:

```
stream-about      :language KIF :ontology shopfloor
                  :sender 代理 B(车间) :receiver 代理 A(MIS)
                  :reply-with q1
                  :content ShortPlan(短期作业计划)
```

7) 代理 A(MIS)向代理 B(车间)应答短期作业计划:

```
tell              :language KIF :ontology shopfloor
                  :sender 代理 A(MIS) :receiver 代理 B(车间)
                  :in-reply-to q1
                  :content (=ShortPlan(短期作业计划) 1)
```

...

```
tell              :language KIF :ontology shopfloor
                  :sender 代理 A(MIS) :receiver 代理 B(车间)
                  :in-reply-to q1
                  :content (=ShortPlan(短期作业计划) i)
```

...

```
eos              :sender 代理 A(MIS) :receiver 代理 B(车间)
                  :in-reply-to q1
```

8) 代理 B(车间)向代理 C(车间计划)应答短期作业计划:

```
tell              :language KIF :ontology shopfloor
                  :sender 代理 B(车间) :receiver 代理 C(车间计划)
                  :in-reply-to q1
                  :content (=ShortPlan(短期作业计划) 1)
```

...

```
tell              :language KIF :ontology shopfloor
                  :sender 代理 B(车间) :receiver 代理 C(车间计划)
                  :in-reply-to q1
                  :content (=ShortPlan(短期作业计划) i)
```

...

```
eos              :sender 代理 B(车间) :receiver 代理 C(车间计划)
                  :in-reply-to q1
```

这样，通过代理之间的信息交互，需要处理的急件信息就很方便地传递到了车间控制系统。由此我们可以看出，我们可以自主地设计开发 AMIS 单元，而不必考虑需与之连接的 AMIS 单元的数据结构或实现机制。由高度自治的 AMIS 单元构成的 AMIS 系统可以很方便地进行信息交互，而不必担心因各 AMIS 单元的数据结构或实现机制不一致造成的信息交互困难。

5 小结

为了迅速响应已经或即将出现的市场机遇，不同企业之间需要迅速结盟或解体。传统的信息系统显然不能满足这一要求。AMIS 系统是由多个拓扑结构相同的分布 AMIS 单元

通过网络联结而成。具有不同功能的 AMIS 单元通过智能代理系统相互连接，从而构成整个 AMIS 系统。本文设计的车间控制信息系统框架模型是高度自治的 AMIS 单元，可以很方便地与其他 AMIS 单元连接组成 AMIS 系统。因此可以很好地满足动态联盟信息系统管理的需求，是实现未来企业动态联盟的有效途径。

参考文献

- 1 The NGM advanced enterprise concepts thrust team, Extended enterprise collaboration, 1997.
- 2 Liugen Song, Rakesh Nagi. Design and implementation of a virtual information system for agile manufacturing, IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers), vol.29. 839~857 Oct. 1997
- 3 WFMC. TC00-1003, The workflow reference model. Brussels, Belgium: WFMC, 1994
- 4 许青松, 杨建华, 吴澄, 面向对象的车间控制模型, 清华学报(自然科学版), 1998, vol.10, 81~84
- 5 许青松, 陶丹, 熊锐, 基于 workflow 技术的面向对象的车间框架模型, 第五届中国计算机集成制造系统 (CIMS) 学术会议, 1998

Framework of the shop-floor controller supporting agile virtual enterprises

许青松, 范玉顺, 吴澄, 陶丹

Xu Qingsong, Fan Yushun, Wu Cheng, Tao Dan

Department of Automation,

Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract With the change of the world-wide market competition, the agile virtual enterprise (AVE) will become the new organization form of manufacturing enterprises. The shop-floor controller is required to support collaboration enterprises. Based on the analysis of the information flow in shop-floor, the framework of the shop-floor controller which support agile virtual enterprises is presented by using internet technology, distributed workflow and agent technology.

Keywords Agile Manufacturing Information System (AMIS); Dynamic Collaboration; Agent; Distributed workflow management; Shop-floor Modeling