



中华人民共和国国家标准

GB/T 25489—2010

网络化制造系统功能规划技术规范

Technical specification
for the functional planning of networked manufacturing system

2010-12-01 发布

2011-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 术语和定义	1
3 缩略语	2
4 网络化制造系统功能规划基本要求	3
4.1 全方位地支持网络联盟企业	3
4.2 功能规划应有利于集成性	3
4.3 功能规划应有利于互操作性	3
4.4 业务过程数字化及商务过程的安全性	3
5 网络化制造系统功能模型基本框架	3
5.1 功能视图参考结构	3
5.2 功能模型	4
6 网络联盟企业管理平台功能描述	5
6.1 网络联盟企业生命周期	5
6.2 网络联盟企业组建与优化	5
6.3 网络联盟企业运行管理	6
6.4 网络联盟企业解散与重组	6
7 网络化制造系统应用平台主要功能描述	6
7.1 功能模型	6
7.2 协同经营管理分系统	7
7.3 敏捷供应链管理分系统	10
7.4 网络化协同设计分系统	12
7.5 网络化协同制造分系统	12
7.6 客户关系管理分系统	14
8 网络化制造系统基础平台功能描述	15
8.1 公共服务管理分系统	15
8.2 知识管理分系统	16
8.3 应用软件与使能工具分系统	16
8.4 基础技术体系分系统	17
8.5 计算机网络支撑分系统	19
9 网络化制造系统功能规划基本方法	20
9.1 功能规划的内容	20
9.2 网络化制造系统的功能组成规划	21
9.3 网络化制造系统功能组成的联系规划方法	22
参考文献	24

前 言

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国工业自动化系统与集成标准化技术委员会(SAC/TC 159)归口。

本标准负责起草单位：北京机械工业自动化研究所，上海交通大学。

本标准主要起草人：奚立峰、周炳海、李春常、孙洁香。

引 言

随着制造业全球化进程的加剧,制造企业之间的协同与合作日趋增加,制造活动需要突破企业范围和地域的限制,产品生命周期的各种业务活动需要在不同的企业、部门、应用等之间实现有效地集成;同时,制造企业面临时间、质量、成本和服务等诸多方面的激烈竞争,而快速响应市场逐渐成为提高企业或企业群体竞争力的首选要素。网络化制造模式的出现为应对这些新环境提供了有效的解决方案。标准化是实现网络化制造的关键,通过制定一系列标准,以形成网络化制造标准体系,作为我国制造企业实施网络化制造的标准依据和参考。

本标准属于网络化制造标准体系中的通用标准。制定本标准的基本目的是为企业在实施网络化制造过程中进行网络化制造系统的功能规划时提供指导性的参考依据。

本标准的主要内容包括:网络化制造系统的基本功能要求;网络化制造系统的功能模型;网络化制造系统平台、应用平台、基础平台的功能组成描述;网络化制造系统功能规划的基本方法。

网络化制造系统功能规划技术规范

1 范围

本标准规定了网络化制造系统各组成部分的功能,从功能视图的角度给出了网络化制造系统的参考结构,在此基础上建立了网络化制造系统功能模型。正文列举了网络化制造系统的基本功能要求,给出了网络化制造系统功能模型基本框架,描述了网络化制造系统中网络联盟企业管理平台、系统应用平台和系统基础平台需要具备的基本功能组成,以此作为规划网络化制造系统各组成部分的功能联系的参考基础,最后总结功能规划的基本方法。

本标准适用于我国企业实施网络化制造过程中进行网络化制造系统功能规划和网络化制造系统的设计、运作与管理。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

2.1

网络化制造 networked manufacturing

企业利用网络技术开展产品设计、制造、销售、采购、管理等一系列制造活动的总称。

2.2

网络化制造系统 networked manufacturing system

企业在网络化制造模式的指导思想、相关理论和方法的指导下,在网络化制造集成平台和软件工具的支持下,结合企业具体的业务需求,设计实施的基于网络的制造系统。

2.3

企业 enterprise

以提供产品和服务为共同目标及任务的组织群体。

[GB/T 18999—2003, 2. 2. 1]

2.4

网络联盟企业 networked alliance enterprise

由市场驱动,通过市场竞争机制,为特定的任务组成的适应网络化制造模式的动态联盟企业。组成这种动态联盟的成员可以是地理上分布的企业或企业的某些部门,它们通过网络互连,开展与制造活动相关的各种业务,通常由作为核心企业的盟主企业发起,同时客户参与产品全生命周期的活动。网络联盟企业可以随任务完成而解散,随新的任务产生而快速重组。

2.5

功能视图 function view

对企业中活动及工作过程的描述及表达。功能视图描述元素的处理以及用若干单个处理步骤组来描述复杂过程,并反映它们的逻辑连结及相互依存性的构造。功能视图着重表达系统行为特征、相互依存性及元素在企业功能执行过程中的效应。

[GB/T 18999—2003, 3. 7. 4. 2]

2.6

互操作性 interoperability

a) 两个或多个系统交换信息并相互使用已交换的信息的能力。

b) 两个或两个以上系统可互相操作的能力。

[GB/T 11457—2006, 2. 807]

2.7

可扩展性 scalability

系统或部件能修订以增加它的存储或功能的能力的情况。

[GB/T 11457—2006, 2. 594]

2.8

安全性, 保密性 security

对计算机硬件、软件进行的保护, 以防止其受到意外的或蓄意的存取、使用、修改、毁坏或泄密。安全性也涉及对人员的数据、通讯以及计算机安装的物理保护。

[GB/T 11457—2006, 2. 1420]

2.9

资源 resource

是服务提供商使用的可量化的资产, 或者是另一个服务商代表一个服务提供商来完成服务请求(例如: 文件、通讯、货物等)。

3 缩略语

ARIS Architecture of integrated information system 集成信息系统体系结构

ASP Application service provider 应用服务提供商

CAD Computer-Aided Design 计算机辅助设计

CAE Computer-Aided Engineering 计算机辅助工程

CAM Computer-Aided Manufacturing 计算机辅助制造

CAPP Computer-Aided Process Planning 计算机辅助工艺规划

CIM-OSA Computer Integrated Manufacturing-Open System Architecture) 计算机集成制造
开放系统体系结构

COM Component Object Model 组件对象模型

CORBA Common Object Request Broker Architecture 公共对象请求代理体系结构

CRM Customer Relationship Management 客户关系管理

EDI Electronic Data Interchange 电子数据交换

ERP Enterprise Resource Planning 企业资源计划

FTP File Transfer Protocol 文件传输协议

GERAM General Enterprise Reference Architecture and Methodology 通用企业参考体系结构
与方法学

HTML Hyper Text Markup Language 超文本标识语言

ICMP Internet Control Manage Protocol 因特网控制报文协议

IP Internet Protocol 网际协议

ISO International Organization for Standardization 国际标准化组织

MANDATE Manufacturing Management Data Exchange 制造管理数据交换

MES Manufacturing Execution System 制造执行系统

MMS Manufacturing Message Specification 制造报文规范

NE Networked Enterprise 网络联盟企业

NMS Networked Manufacturing System 网络化制造系统

OMG Object Management Group 对象管理集团

PDM Product Data Management 产品数据管理

PLM	Product Life-cycle Management	产品全生命周期管理
RIP	Routing Information Protocol	路由信息协议
SCM	Supply Chain Management	供应链管理
SGML	Standard Generalized Markup Language	标准通用化置标语言
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol	简单邮件传输协议
SNMP	Single Network Management Protocol	简单网络管理协议
STEP	Standard for the exchange of product model data	产品模型数据交换标准
TCP	Transmission Control Protocol	传输控制协议
UDDI	Universal Description, Discovery and Integration	统一描述、发现和集成协议
UDP	User Datagram Protocol	用户数据报协议
W3C	World Wide Web Consortium	万维网联盟
XML	Extensible markup language	可扩展标记语言

4 网络化制造系统功能规划基本要求

4.1 全方位地支持网络联盟企业

通过网络开展覆盖产品全生命周期各个环节的业务,支持网络联盟企业的所有生产经营活动。功能规划应通过网络化制造系统功能模型体现产品全生命周期的各种主要功能,提供包括从供应商、制造商、销售商到客户等的价值链的各种应用服务功能。

4.2 功能规划应有利于集成性

按照 CIM-OSA 的分类,集成包括企业内部的物理系统集成、应用集成和业务集成以及企业间的集成。实现企业内部和企业之间的集成,是网络联盟企业开展生产经营活动的基础。网络化制造系统功能规划主要通过功能模型体现网络联盟企业范畴内的系统应用服务间的集成,包括:

- 提供支持企业集成的应用服务功能;
- 能够尽可能集成企业原有的遗留系统;
- 提供应用服务与应用服务之间的集成,满足应用服务之间的有效耦合。

4.3 功能规划应有利于互操作性

网络化制造系统功能规划过程中系统功能模型应有利于体现互操作性,满足以下要求:

- 支持网络联盟企业的协作和资源共享;
- 满足分布式、异构式、动态网络化环境的要求;
- 系统具有开放性和模块化特性,应用功能之间具有标准化接口;
- 系统具有可扩展性,满足未来服务的发展和更新。

4.4 业务过程数字化及商务过程的安全性

网络化制造通过网络传递产品设计、制造、设备控制等的各种信息,数字化是网络化制造的重要基础;而商务过程通过网络传递信息必须具备安全性。

5 网络化制造系统功能模型基本框架

5.1 功能视图参考结构

图 1 从系统功能视图的角度给出了网络化制造系统的参考结构,网络化制造系统由网络联盟企业管理平台、应用平台和基础平台 3 部分组成,各个部分具有独立的功能,同时整个系统在功能上具有集成性和互操作性。网络化制造活动随网络联盟企业的组建而开始,活动结束后网络联盟企业随之解散。网络化制造系统提供了网络联盟企业管理功能,包括组建、优化、运行、解散与重组,这些活动体现网络化制造环境下的企业集成与协作。网络化制造应用平台是网络化制造系统的核心,包括了网络化制造系统所需要实现的功能目标,覆盖了产品全生命周期的各项活动,是实施网络化制造过程中进行功能规

划的主要对象。网络化制造系统具有多种形态,不同形态和模式下可以具有参考结构中全部或部分功能,可以根据实际需要进行必要的扩展。网络化制造基础平台提供了网络化制造必要的支撑环境,包括计算机网络环境、基础技术体系、平台公共服务管理、知识库管理、应用软件和使能工具等。网络联盟企业通过应用界面执行各项应用功能,应用平台与基础平台通过集成接口互联,从而实现应用功能在网络环境下的集成。

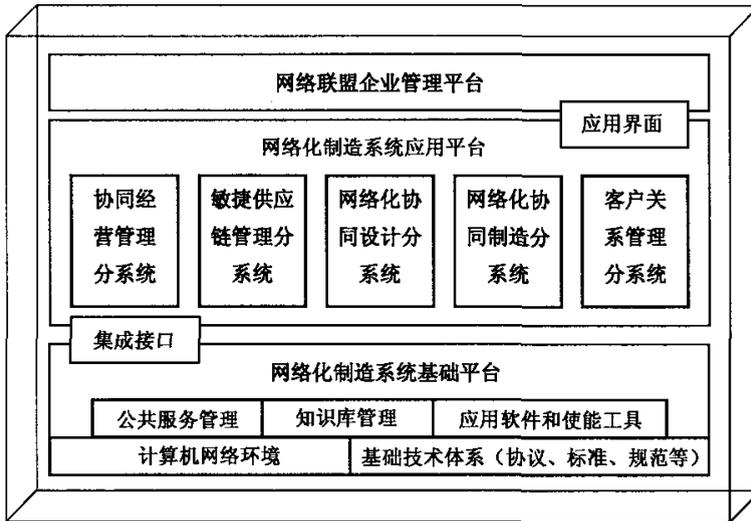


图 1 网络化制造系统功能视图参考结构

5.2 功能模型

在网络化制造系统功能视图参考结构的基础上,根据网络化制造系统主要组成要素,建立相应的网络化制造系统功能模型,如图 2 所示,包括网络联盟企业管理平台、系统应用平台及基础平台 3 部分功能。各部分由若干分系统、子系统及功能模块组成,网络化制造系统功能模型建立在这些功能组成之上。其中系统应用平台功能包含了网络化制造系统的主要应用功能,本标准对其功能组成作了主要描述。网络化制造系统功能视图参考结构中的应用界面和集成接口两部分的内容不在本技术规范阐述之列,因此未进一步对其进行描述。

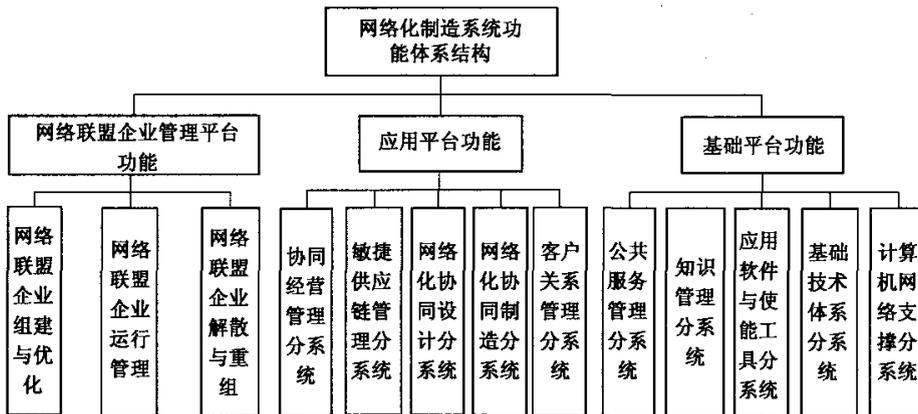


图 2 网络化制造系统功能模型

6 网络联盟企业管理平台功能描述

6.1 网络联盟企业生命周期

网络联盟企业是网络化制造系统的主体,是网络化制造环境下企业集成与协作的特有形态。作为一种因市场机遇而组建的动态企业联盟,网络联盟企业自身具有一定的生命周期,包括其组建与优化、运行管理、解散或重组。网络联盟企业管理是对这一生命周期的各阶段中合作伙伴(盟员)间的相互关系的管理。

6.2 网络联盟企业组建与优化

6.2.1 基本逻辑

网络联盟企业组建是网络化制造过程的重要内容,它以市场为导向,以资源优化为基础,以产品或服务为对象,以获取企业利益为目标。网络联盟企业成员的选择需要一定的策略并根据策略制定相应的评价标准。

6.2.2 基本功能

网络联盟企业组建与优化的基本功能包括:

a) 盟员资源要素管理

盟员是网络联盟企业的基本单元,盟员资源是结盟的基础。盟员资源管理包括以下功能:

- 1) 盟员资源要素分类。盟员应具有相应的人员、设备、物料、技术和市场中的部分或全部要素。资源要素的分类便于网络联盟企业组建时的资源发现及对盟员资源的评价;
- 2) 盟员资源信息模型建立。提取盟员资源要素信息,构建起信息模型。盟员资源要素信息化是企业利用网络和计算机技术对盟员资源进行最优选择的基础。

b) 制定盟员选择策略

网络联盟企业盟员的选择需要遵循科学合理的策略。合理的决策将降低网络联盟企业中盟员选择的难度。盟员选择策略需要根据网络联盟企业的任务确定各个阶段的合作类型,例如开发设计合作伙伴、制造合作伙伴、供应链合作伙伴等,并做出相应的决策。

c) 制定盟员的评价标准

根据盟员选择策略,结合具体的影响因素,制定相应的评价标准。

1) 确定选择盟员的影响因素:

- 候选企业内部因素:如成本、时间、质量、服务、设计制造销售能力等;
- 候选企业外部因素:如合作伙伴间的相互作用、地域影响、协作能力、社会环境等。

- 2) 影响因素的定量与定性评价:根据网络联盟企业的经营目标与上述因素之间的相互关系,确定定量与定性因素,按一定规则和优化决策目标进行分类评价,并将结果作为盟员选择的参考依据。评价过程需要相应的评价方法和工具作为支持。

d) 组建网络联盟企业

在盟员资源要素信息化基础上,根据盟员选择策略和评价标准,通过一定的结盟机制组建网络联盟企业。这种机制通常需要将市场竞争中的招标/投标机制与结盟过程的实际情况相结合进行操作。结盟过程一般包括:

- 1) 信息发布与资源搜索。联盟发起者通过网络发布任务信息,启动招标/投标机制,同时根据需求,通过网络搜索具备所需资源要素的相关企业,寻找潜在的结盟企业。
- 2) 方案组合。根据一定的盟员选择策略和评价标准(如最大利益原则、最短时间原则等),将上述过程得到的潜在的企业与盟主结合,形成多个候选的方案。
- 3) 决策与选优。通过一定的决策理论和综合评价选择方法,选出最优的组合方案。

- 4) 构建联盟。根据盟员选择结果,建立动态联盟并明确成员的责任与义务,签订合同,建立以过程和项目管理为主线、以协作为主要方式的动态组织机构。

6.3 网络联盟企业运行管理

6.3.1 基本逻辑

网络联盟企业根据合同任务开始协同规划项目整体进程和制定解决方案,并在其执行过程中进行协同监控,从企业层次对网络联盟企业的运行进行管理。

6.3.2 基本功能

该模块应该具备以下功能:

a) 项目整体进程规划

在全球宏观约束条件下,网络联盟企业协同规划项目制造进程、网络联盟企业成员间合作机制,通过协作进行任务分解,制定解决方案。

b) 过程协同监控

在网络联盟企业运行过程中对项目进程、企业间协作活动的监控,实现企业间的集成与协作,包括:

- 1) 保持网络联盟企业成员间竞争协作机制。企业间的协作是网络联盟企业正常运行的基础;
- 2) 确保网络联盟企业信息与资源共享。信息与资源共享是企业集成的必要条件;
- 3) 网络联盟企业项目进程监控。按照进程计划与解决方案对产品全生命周期协同活动进行监控;
- 4) 网络联盟企业运行过程冲突解决。企业运行过程不可避免会产生目标冲突与约束冲突,过程协同监控提供冲突预测与冲突解决方案,确保网络联盟企业正常运行。

6.4 网络联盟企业解散与重组

6.4.1 基本逻辑

作为由市场驱动、任务导向的临时性动态联盟,网络联盟企业随任务完成而解散,随新的任务而快速重组。

6.4.2 基本功能

该模块应该具有以下功能:

a) 网络联盟企业解散

- 1) 合作关系终止。根据合同,随任务的完成,终止网络联盟企业成员间的合作关系,网络联盟企业成员重新成为完全自主的实体;
- 2) 网络联盟企业组织机构解散。实施网络化制造过程中,网络联盟企业可能需要组建临时性组织机构,由于合作关系终止,这些机构也随之解散。

b) 网络联盟企业重组

根据新市场机遇,接受任务的企业重新进行合作伙伴选择,组建新的网络联盟企业。历史结盟记录将为网络联盟企业重组提供参考信息,加速其重组过程。

7 网络化制造系统应用平台主要功能描述

7.1 功能模型

应用服务层是网络化制造系统功能模型中的核心层,包含了网络化制造环境中覆盖产品全生命周期的协同设计、协同制造、协同生产经营管理活动及供应链管理、客户关系管理等相关活动。图3给出了应用平台的功能模型。

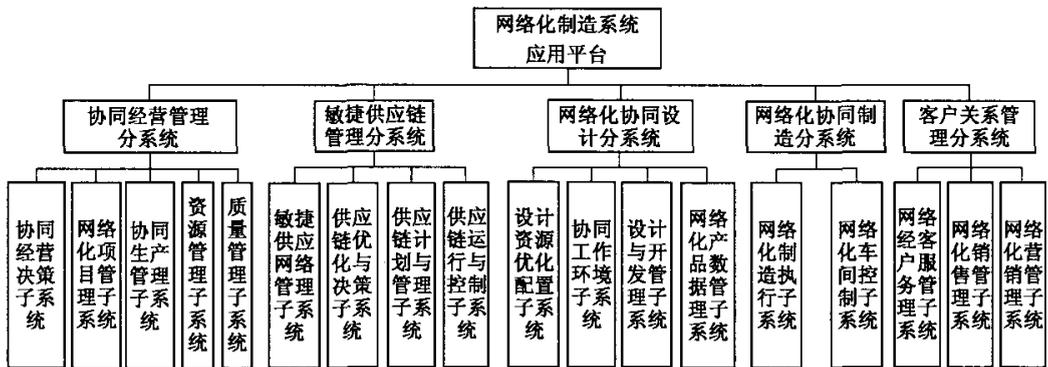


图3 网络化制造系统应用平台功能模型

7.2 协同经营管理分系统

网络联盟企业运行,主要以过程和项目管理为主线,协同经营管理分系统在职能范围上包括协同经营决策、网络化项目管理、协同生产管理、资源管理、质量管理等成员企业级和项目级任务执行过程的管理功能。从产品增值过程看,协同经营管理分系统与供应链管理、协同工程设计、协同制造及客户关系管理等功能紧密联系,实现网络化制造需要这些功能分系统进行无缝集成。

根据实际需要,协同经营管理分系统可能与供应链管理、客户关系管理在功能上有一定的重叠,需要相互之间集成,并提供互操作接口。对于某些情况,质量管理可以单独设立分系统,其功能应覆盖产品全生命周期和项目执行过程,也可以在各功能分系统中设立相应的质量管理子系统。

7.2.1 协同经营决策子系统

7.2.1.1 基本逻辑

网络化制造环境下企业为共同的利益而形成网络联盟企业,因此在进行经营管理时应该体现联盟企业之间的协作,而经营决策的制定及维护是其中反映这种协作关系的重要内容。该子系统为网络联盟企业实现协同经营决策提供支持。

7.2.1.2 基本功能

该模块要求应该具有以下基本功能:

a) 为网络联盟企业成员之间的协作提供基础支持

企业间的协作,存在着大量的信息交流活动,需要建立一个网络化经营决策的协作平台,为决策提供基础性的支持以提高企业间协作的效率、降低协作成本。包括以下方面的:

- 1) 明确网络联盟企业成员的共同目标,企业成员的共同目标是进行协作的基础,应该拟定长期、中期、短期的经营目标;
- 2) 企业内部环境和外部环境的分析,特别是行业、区域甚至全球竞争者的情况分析;
- 3) 网络联盟企业成员之间能力互补:网络联盟企业各成员企业具有自身的核心能力,在核心能力的基础上进行成员企业之间的能力互补,达到企业间集成的目的;
- 4) 在网络联盟企业成员之间创造一个“共赢”的网络联盟企业文化氛围。

b) 与产品相关的决策

实施网络化制造最终需要提供满足客户需要的产品或服务,因此在市场分析的基础上,根据客户需求如何确定网络化制造系统提供的产品以及与产品相关的经营决策,如产品为中心的项目立项,产品定制模式,产品性能,产品设计制造方式等。

c) 与应用软件系统相关的决策

实施网络化制造离不开应用软件系统,而且由于制造相关活动均以网络为基础,因此,对应用软件系统提出了更多的要求,如基本功能、安全性、可靠性、升级功能等,因此在对开发还是购买相应的应用软件系统以及其选型、可接受的性价比、与其他企业之间的集成性能等方面需要适当地做出决策。

7.2.2 网络化项目管理子系统

7.2.2.1 基本逻辑

网络化制造环境下项目管理是网络联盟企业协同实施网络化制造过程的主线之一,目的主要是实现项目执行过程中进度管理、成本控制、项目评审与仲裁以及资源的优化配置。

7.2.2.2 基本功能

该模块要求应具有以下功能:

a) 项目定义与分解

根据组建网络联盟企业的目的,对所需完成的任务进行项目描述,网络联盟企业范围内项目的分解,制定项目计划,并描述项目各阶段的时间、任务、期望结果等。项目分解应该考虑到网络联盟企业成员的核心能力,体现协同合作企业的优势互补、资源共享。

b) 网络化协作项目进度控制

进度控制是网络化制造项目管理中的主要部分,既包括网络联盟企业成员所承担任务的监控,还包括网络联盟企业整体实施网络化制造任务的进展情况的监控。通过获取项目进展信息,判断其影响结果,及时与盟主及各成员企业进行协调,制定相应的对策。

c) 网络化协作项目评审与仲裁

从网络联盟企业对制造任务的立项策略、任务分配、实施、阶段性成果等方面,根据一定的标准(如时间、质量、成本控制等)对项目进行系统的评价,为项目进度控制提供相应的依据。同时项目评审为网络联盟企业运行管理提供仲裁依据。

d) 网络化项目风险回避

网络联盟企业中存在较多的不确定因素,给项目实施带来了相应的风险,通过明确网络联盟企业成员的风险责任,制定相应策略控制项目实施过程费用的追加,降低项目失败率。

7.2.3 协同生产管理子系统

7.2.3.1 基本逻辑

协同生产管理子系统是根据网络化制造项目管理的要求,对网络化制造过程相应项目的生产活动进行规划并对相应的活动进行管理。在层次上覆盖企业级(主要指成员企业)计划管理层,在职能上主要包括与生产活动相关基础数据管理、生产计划、资源、设备、生产能力等。

7.2.3.2 基本功能

该模块要求具有以下基本功能:

a) 基础数据管理

基础数据管理是实施网络化制造生产活动的基础。这里的基础数据管理指企业的生产与技术数据,主要包括物料清单数据、工艺路线数据、工时管理、资源管理(人、设备、工作中心或班组、工段、车间等机构的能力)、用户权限管理、数据备份与恢复等。

b) 生产计划管理

生产计划模块根据网络化制造项目分解和项目进度安排要求,对网络联盟企业成员承担的项目任务作出计划安排,以协调网络化制造相关活动,驱动其他的计划,如供应链、人力、设备、资金等,协调网络联盟企业的制造能力,衡量各网络联盟企业成员的绩效。生产计划管理具体包括以下方面:

- 1) 生产计划编制。根据企业承担项目任务合同和生产预测,将生产产品的需求具体化,制定产品生产计划;
- 2) 生产计划调整。根据实际生产环境和制造任务的变更,及时调整生产计划,保证提供可靠的生产进度;

3) 生产计划查询与反馈等。提供生产计划的查询、生产计划评估及其他生产管理活动的反馈等功能。

c) 物料需求计划管理

物料需求计划根据生产计划,针对最终产品可能由许多相关物料组成,而对这些物料的需求制定相应计划。物料需求计划与敏捷供应链管理密切联系。主要包括:

- 1) 物料需求计划自动生成、编制与调整;
 - 2) 物料需求计划可行性和平衡分析;
 - 3) 物料需求计划、计划生产订单等的查询;
 - 4) 计划生产订单确认、拖期订单报告等。
- d) 能力需求计划

能力需求计划在物料需求计划的基础上,检查企业各生产部门执行生产作业计划的可行性。当生产能力出现不平衡时,需要调整生产计划和物料需求计划;当能力达到平衡后,可以下达生产加工单,并根据物料需求计划通过敏捷供应链管理系统下达采购单。

7.2.4 资源管理子系统

7.2.4.1 基本逻辑

网络化环境下资源管理实现网络联盟企业成员之间共享资源的管理和优化配置,提高资源的利用率。

7.2.4.2 基本功能

该模块应该具有以下功能:

a) 设备管理

网络化制造环境中的设备管理主要是根据各网络联盟企业成员的生产制造活动,提供设备使用情况的记录管理,避免制造活动对设备需求的冲突。包括设备台账基本信息、设备在用统计管理、设备维修管理、设备事故和故障情况、设备备件管理等。

b) 资产管理

对网络联盟企业为实现网络化制造任务而投入的固定资产进行有效管理,最大限度减少资金占用,保证生产经营活动的正常进行。包括固定资产类别定义、批量登记和修改资产信息、固定资产折旧、固定资产状态和变动情况查询等。

c) 人力资源管理

网络联盟企业人力资源需管理是以实现网络化制造任务为目标,对网络联盟企业及其成员企业的人力资源的需求、规划,以及人力资源的配置进行管理。包括以下方面:

- 1) 人力资源需求预测与规划:根据网络化制造过程企业承担的任务,结合企业自身现有人力资源状况,对人力资源的需求作出预测,并进行一定的规划;
 - 2) 人力资源配置管理:负责人员档案的建立与维护、人员调配管理以及人员信息综合统计查询等;
 - 3) 人力资源评价:包括考勤管理、工资管理、员工效率分析、技能开发、培训与考核等。
- d) 财务管理

包括网络联盟企业运行过程中的财务计划管理、帐务管理、资金流动管理、成本管理等。由于网络联盟企业各成员存在独立的财务管理系统,成员企业内部财务管理活动保持其独立性,涉及网络联盟企业总体需求的财务活动需要各成员企业的协作与配合。

7.2.5 质量管理子系统

7.2.5.1 基本逻辑

网络化制造环境下质量管理覆盖了产品全生命周期相关的质量活动,以质量信息管理为核心,主要

表现为以网络为基础,质量信息在盟主与成员企业及各成员企业内部的传输、交换和管理,并能对市场用户和供应链上的质量信息作出快速响应。

7.2.5.2 基本功能

质量管理子系统应具有以下基本功能:

a) 质量计划功能

包括两方面的质量计划制定:

- 1) 制定网络联盟企业总体质量目标和计划:根据市场需求和网络联盟企业的经营战略,盟主与各成员企业协同确定总体质量目标,并制定质量活动计划。
- 2) 具体产品或过程质量目标和计划:针对具体的产品或过程,根据产品质量历史状况、网络联盟企业生产技术现状以及市场需求,制定产品质量目标,再根据质量目标制定产品的质量计划、产品检验计划和产品制造过程监控计划等,并生成相关文档和信息。

b) 在线/过程质量控制

在质量计划的指导下,对产品设计和各个生产过程的质量数据进行采集,对产品全过程实行监控,其中包括设计质量监控、生产质量监控、使用质量监控、供应链质量控制、客户服务质量监控等。

c) 质量改进管理

实现对质量信息的采集,在网络联盟企业运行过程中记录质量问题、指派质量问题责任者,记录改进措施及其效果,维护质量改进措施信息,跟踪质量改进过程。

d) 质量评估分析

为产品及其过程质量评估提供工具与技术支持,协助进行质量持续改进。包括产品设计质量评价、制造过程质量评价、原材料及供应链质量评价、售后产品质量评价、质量成本分析和客户满意度分析等。

e) 质量信息管理

实现各种质量数据和信息的采集、汇总、统计、分析,实现质量数据与信息的自动化处理,及时准确地向网络联盟企业提供产品质量信息(报表、数据等),主要提供以下方面的功能:

- 1) 质量信息生成和质量综合查询。生成各种质量指标报表信息,报表中各种导出数据的建库存储,制定质量信息综合查询的方法;
- 2) 质量文档管理。建立质量文档及相关标准、规范的索引与目录库,提供通过网络进行文档管理的权限设置;
- 3) 检验、检测设备管理、检验人员管理。对检验检测设备、检验人员的档案进行管理,记录检验、检测设备和检验人员的相关情况;
- 4) 质量信息传输的安全保证。质量信息大多都是企业的机要信息,一方面需要在合作范围内对成员企业间共享的质量信息进行一定的控制,另一方面需要保证其在网络传递过程中的信息安全。

7.3 敏捷供应链管理分系统

网络化制造下敏捷供应链是由供应商、制造企业、运输商、销售商等实体构成的动态网络,通常它以制造企业为核心,将供应商、制造企业、分销商、合作伙伴等进行一体化的整合,实现彼此间的信息共享、工作协同和商务协作,构建一个动态、虚拟的协同化供应网络,实现供应链集成化和协同管理。供应链管理贯穿整个网络化制造过程,包括供应链的迅速组建、优化、计划、运行,并随网络联盟企业的解散而解体。

本分系统包括敏捷供应链网络管理、供应链决策与优化、供应链计划与管理、供应链运行与控制等子系统。敏捷供应链管理与网络联盟企业协同经营管理、客户关系管理紧密联系,根据实际情况可能存在功能上的重叠。

7.3.1 敏捷供应网络管理子系统

管理网络化制造环境下网络联盟企业与客户、合作伙伴和供应商之间形成的供应网络,基于网络化

环境敏捷地实施供应商关系的管理,运用网络化环境的基础架构,将网络联盟企业成员和供应链合作伙伴联系在一起,管理网络化制造环境下网络联盟企业与客户、合作伙伴和供应商之间的关系,提供基于供应链的网络联盟企业门户解决方案及支持工具。

7.3.2 供应链决策与优化子系统

供应链决策与优化主要包括网络化制造环境下供应链评价、决策与优化:

a) 供应链评价

包括评价模型管理、供应商评价、经销商评价、核心制造企业评价以及供应链评价整体等。评价模型管理是对具体进行评价时所采用的评价模型进行比较、选择。在评价模型确定后,可分别对供应商、经销商、核心制造企业、整体供应链列出相应评价指标进行评价。

b) 供应链决策

主要包括供应链网络选择策略、重构决策和供应链网络内协调决策。

- 1) 供应链网络选择决策:即供应链伙伴的选择及优化。根据网络联盟企业的战略目标,如何在众多潜在合作伙伴中选择最佳盟友;
- 2) 供应链网络重构决策:供应链网络在原有资源的基础上,通过调整结构、功能等快速地适应新的需求变化。供应链网络动态重构需要根据动态联盟企业的需要、内部和外界因素的影响迅速完成;
- 3) 供应链网络内协调决策:提供供应链内部行为之间相互协作的依据。

7.3.3 供应链计划与管理子系统

该模块根据网络联盟企业的项目任务,结合供应链网络历史需求数据,并考虑采购、生产、营销、运输等的要求和限制因素,创建供应链计划,并对供应链合作伙伴的协同计划进行管理。供应链计划包括以下几个层次:

a) 战略层计划

供应链战略级计划根据网络联盟企业的战略目标及项目管理制定。包括供应链经营计划、产品周期计划、产品生命周期管理、任务分解计划、供应链配置计划等。

b) 策略层计划

可以认为是过程实体级计划,根据网络联盟企业各成员企业追求的项目目标、自身的产品任务分解结果制定适合自身企业运作过程的计划。

c) 操作层计划

与网络联盟企业各成员企业的生产计划紧密联系,具体包括资源配置、制造工艺和销售运输等具体计划细节。

7.3.4 供应链运行与控制子系统

该模块在网络化制造环境下全面管理供应链中的采购、运输、物料配送等各项活动,并与网络联盟企业生产经营活动协调。包括以下主要功能:

a) 协同过程管理

包括对采购、制造、仓储、运输、销售等网络联盟企业的运作过程实现所有环节准时执行计划或订单。包括协同采购、订单管理、销售管理、客户服务管理、供应商管理库存与分布式库存管理、物资配送管理、运输管理、采购管理、财务管理、客户服务与管理等功能。

b) 协同生产管理

供应链运行应与网络联盟企业的制造活动协调,共享信息,提高响应能力和生产效率。

c) 供应链事件管理

定义和管理供应链各种预期事件,通过监控供应链网络,当事件出现时运行相应的处理方案;对意外事件可向供应链合作伙伴提供警示,以便于采取相应的措施。

d) 供应链性能管理

提供定义、选择和监控供应链关键性能参数的功能,从而使网络联盟企业全面了解整个供应链的性能,并据此调整、优化业务过程。

7.4 网络化协同设计分系统

本分系统覆盖网络联盟企业的工程设计领域、产品开发与工程设计的完整过程。网络化制造环境下产品设计可能需要多个成员企业的协同工作,并且产品设计与网络化制造系统其他功能(如制造、营销等)紧密联系,通过网络化制造环境下 CAD/CAE/CAPP/CAM 功能的集成,开展异地产品协同设计,实现产品定义和结构管理、在线、异地、远程协同设计、产品数据管理和信息交换等。

7.4.1 设计资源的优化配置子系统

建立完备的设计资源库,表达资源属性,针对具体的设计工作,进行资源评价与优化配置。

7.4.2 协同工作环境子系统

提供基于网络(包括 Internet/Intranet/Extranet)的协同设计与工程分析平台,使产品模型能够按所需要的格式实时快速传递和浏览,协同工作成员之间能够实时进行讨论协商。协同工作环境视具体情况提供包括网络视频会议、论坛、电子白板、公告栏、E-mail、应用程序共享、文件传输等功能。

7.4.3 设计与开发管理子系统

在网络化制造系统提供的协同工作环境下,协同工程设计采取并行工作模式进行设计任务的分配、冲突的协调、进度的控制。主要包括以下方面:

- a) 产品协同设计计划;
- b) 跨企业的产品并行设计;
- c) 产品性能分析,如有限元分析、动力学仿真分析等;
- d) 设计数据传输与共享;
- e) 虚拟加工与装配;
- f) 设计中的网络评审;
- g) 工程设计信息的安全控制。网络化制造环境下协同工程设计可能涉及到多个成员企业的协同工作,产品设计过程需要通过网络进行工程设计信息的传输与交换,存在着相应的安全控制相关问题,包括:数据传输的安全,保证协同设计、分析过程产品数据在网络联盟企业中传输的安全,保证同步或异步信息的一致性;技术保密、知识保护,根据实际需要制定网络环境下的技术保密、知识保护规范,采取有效措施对参与设计各方的知识产权予以保护。

7.4.4 网络化的产品数据管理子系统

通过使用 Internet 和基于 Web 的技术,将传统的 product data management 功能适用于网络化制造环境,通过提供友好的用户界面、共享更广范围的产品相关信息、采用标准的产品数据表达方法对产品生命周期内的所有数据实现网络化管理,包括:

- a) 数据仓库和文档管理:提供产品信息的存储、读取访问等;
- b) 工作流与过程管理:控制处理产品数据的程序,提供用信息驱动业务的机制;
- c) 产品结构配置管理:处理物料清单,产品配置以及相关的版本和工程变更的管理;
- d) 零部件管理:提供关于标准件的信息,方便设计上的重复使用,提供零部件信息的分类和检索功能;
- e) 设计项目管理:定义工程设计的细目分类结构、任务的分级网络及完成设计项目所需的子任务,对各流程、设计资源和项目进程进行协调。

7.5 网络化协同制造分系统

本分系统关注网络化制造过程具体的制造活动,以实现网络联盟企业各成员在具体实施制造活动过程中的相互协同为目的。网络化制造环境中,完成产品设计后,通过协同对制造任务进行分解,产品实现的制造过程可能需要在不同的企业或制造车间进行零部件的加工,是产品具体实现环节。主要包括:实现企业级信息系统与底层生产控制集成的网络化制造执行系统及实施制造、加工的网络化车间生

产控制系统。

7.5.1 网络化制造执行子系统

7.5.1.1 基本逻辑

网络化制造执行子系统实现过程运行的管理和企业级的信息与底层生产数据的集成,解决面向网络化制造的车间生产管理问题,通过实施动态的生产调度与控制,实现制造过程的管理,并根据市场需求的变化,以最快的速度在网络环境下管理和优化生产制造活动。该子系统将连接实施网络化制造的网络联盟企业的计划层与底层控制,通过连续的信息流实现网络联盟企业内信息集成。

7.5.1.2 基本功能

网络化制造执行子系统的主要功能包括:

a) 资源配置与跟踪

维护和提供网络联盟企业资源的状态信息,提供资源使用情况的历史记录,如机床、工具、人员、物料、其他设备等,网络联盟企业成员根据一定的权限可以通过网络查询、管理这些信息。

b) 规范管理

负责在网络化制造执行过程中控制、管理和递送规范信息,包括工作指令、图纸、标准操作程序、生产计划书、工程变更通知、环境、健康与安全规则等。

c) 工序详细调度

根据网络化制造项目进度管理和生产管理的生产计划安排,编制具体的生产作业计划,制定与提供生产单元的作业排序功能,通过良好的作业顺序最大限度减少生产过程中的准备时间。

d) 生产单元分配

按照作业、定单、批量、工作单等形式管理生产单元的工作流,提供一定顺序的调度信息并按此进行相关的实时操作。该模块能够调整车间已制定的生产进度,对生产中出现的问題进行处理。

e) 数据采集

在网络化制造执行过程中以各种报表和记录方式从生产系统中采集和存储与生产管理功能相关的各种参数和数据。

f) 过程管理

监控生产过程,纠正生产中的错误,并为制造执行过程提供决策支持以提高生产效率。过程管理还应提供一定的警示功能,避免加工制造过程出现不必要的损失。生产过程根据需要可以实现通过网络实时、远程监控。

g) 维护管理

跟踪和指导设备与工具为维护活动以保证生产和调度的过程正常进行,提供对紧急问题的反映,维护历史记录以支持问题的诊断。

h) 产品跟踪及谱系管理

跟踪和监控物料、产品,使工作全过程具有可见性,提供具有可追溯性的信息,如版本、材料来源、序列号、供应商标或批次等,一旦出现质量问题或过程发生改变时能及时辨识,并提供其信息供查询。

i) 性能分析

具有将采集的数据进行整理、分析的能力,提供与历史记录、期望结果的比较分析报告,对网络化协同制造过程进行相应的评价。

7.5.2 网络化车间控制子系统

7.5.2.1 基本逻辑

该模块是网络化制造过程中产品实现的重要组成部分。为适应网络化环境下的制造活动,实现车间的网络化,一方面可以通过 Intranet 或 Internet 实现跨车间或企业的资源组合,另一方面,使得车间控制更为高效。

7.5.2.2 基本功能

网络化车间控制子系统的主要功能包括：

a) 车间资源管理

通过对车间制造设备、制造单元进行封装,提供相关制造资源的网络化接口,为实现车间生产的网络化控制提供相应的资源基础。

b) 网络化生产控制

该模块实现对原材料到产品的实物转化过程的网络化控制,并提供该过程中涉及的相应其他功能,主要包括以下功能：

- 1) 发布原材料需求:根据接收到的生产任务,发布对各项原材料和相应设备的需求;
- 2) 加工过程控制:根据制造任务队列为网络化的制造设备、制造单元进行生产任务分配,实现原材料依照生产进度表和生产标准转化为成品的转化过程的控制;根据实际需要,提供加工过程的可视化服务;
- 3) 车间过程计划的更改:根据车间实时情况,及时反馈车间生产负荷能力,对生产过程出现的冲突做出相应的计划变更;
- 4) 生产和控制设备的检测与诊断:提供设备基于网络的在线检测功能,通过对设备相关数据分析提供设备状态信息,并对设备可能出现的故障进行预测,对发生的故障通过网络进行远程诊断;
- 5) 制定执行和成本报告:根据车间完成生产任务的实际情况,对制造过程的执行情况进行总结,同时提供相关成本信息,对车间制造控制能力进行评估,并提供相应的文档。

7.6 客户关系管理分系统

7.6.1 网络化客户服务管理子系统

7.6.1.1 基本逻辑

通过网络化客户服务管理,与网络化销售与营销紧密结合,为网络联盟企业提供更多的市场机会,为客户提供更好的产品和服务。

7.6.1.2 基本功能

网络化客户关系管理子系统的主要包括以下功能：

a) 客户资源收集与分类

利用网络环境信息发掘的优势,收集客户的各种信息,并根据网络联盟企业自身的需要进行一定的分类,如销售、选配、定制方式等类别分类查询等。

b) 客户群需求分析与管理

根据所收集的客户信息,分析客户对产品及服务的各种需求,为网络联盟企业生产经营提供必要的信息。分配管理权限,提供客户信息的查询、修改、增加等功能。

c) 客户关系的构建与优化

主要体现通过网络途径创建客户合同、管理客户服务合同,使网络联盟企业高效处理客户关系相关事宜。

d) 客户服务计划与控制

根据客户合同,网络联盟企业对一定时期范围内合同的执行、合同续订等活动进行安排,并制定相应的预防性控制措施。

e) 客户过程管理与控制

这是客户包括客户服务管理的主要内容,包括现场服务管理、客户服务跟踪、产品质量跟踪、客户关系、服务分析、客户意见反馈与处理、客户满意度评价等。

7.6.2 网络化销售管理子系统

7.6.2.1 基本逻辑

网络化制造环境下的销售活动应该实现管理的信息化、网络化,以对客户订单做出快速响应,便于实施异地销售活动,包括销售计划与预测分析、销售合同管理、产品网络化定制与销售、销售分析等。

7.6.2.2 基本功能

网络化销售管理子系统主要包括以下功能:

a) 销售计划与预测分析

制定网络联盟企业的目标销售计划,可按项目进度或按月、周的时间段分解到成员企业及其下属机构或人员。根据销售过程的反馈信息及对销售过程的跟踪,及时补充足够的线索和商机,预计未来销售额。

b) 销售订单管理

提供通过网络实现订单的处理,订单的确认、订单状态管理、订单出库和订单查询以及订单退货记录等功能。

c) 产品网络化定制与销售

通过网络实现产品信息的发布,提供客户查询产品信息的功能,实现网络化的产品报价与定制。根据产品定制情况,实现网络化管理销售进程、销售活动、销售任务、销售费用等。

d) 销售分析

提供销售报表、业绩报表、销售利润、成效分析、费用分析等与网络化销售相关的分析。

7.6.3 网络营销管理子系统

7.6.3.1 基本逻辑

网络营销管理为网络联盟企业完成市场研究、市场细分、市场需求预测以及销售策略的定制等活动,并获取潜在客户。

7.6.3.2 基本功能

网络营销管理子系统主要包括以下功能:

a) 市场环境分析

通过市场营销活动,全面跟踪市场活动的变化,获取市场情报,分析竞争对手的优势与不足,并根据市场反馈信息建立目标客户群、生成销售线索。

b) 营销过程管理

在市场环境分析的基础上,对营销过程的具体活动进行管理,包括市场研究、市场细分、市场需求预测、产品定价、组合、分销、促销等。

c) 营销分析

分析营销活动和方式,支持营销数据库的整理、控制和筛选,并就结果及时作出报告和分析,检查营销活动的执行情况。

8 网络化制造系统基础平台功能描述

8.1 公共服务管理分系统

8.1.1 基本逻辑

公共服务管理为网络化制造系统提供通用的基础服务功能,为网络化制造系统基础平台提供管理、监控等功能,并为网络化制造系统应用层功能提供基础支持。

8.1.2 基本功能

本分系统根据网络化制造系统具体需要可以具有以下功能:包括用户管理、权限管理、消息管理、日志管理、域名服务、目录服务、代理定义服务、信息访问服务、资源共享服务、网络安全服务和应用功能接

口服务等。

其中,由于网络化制造系统需要大量的信息作为基础,信息访问服务要求具有处理共性基础信息的功能,这些信息应该包括国内外、行业内外、企业与企业间、企业与客户间的相关信息:

- 提供国内外信息动态、相关政策法规;
- 为网络联盟企业提供各成员企业信息、产品信息和供求信息;发布机制;
- 提供将信息在网络化制造平台上发布、供企业和客户查询的功能;
- 提供信息检索、供求匹配、智能信息代理服务及各种个性化服务。

公共服务管理各服务内容独立于具体的应用和操作环境,以标准化的方式为使能工具、应用软件及网络化制造系统应用平台各功能提供所需的低层数据和通用操作功能。

8.2 知识管理分系统

8.2.1 基本逻辑

网络化制造系统需要对大量的知识进行管理,为参与网络化制造的网络联盟企业提供专有知识和技术支持,一方面对网络联盟企业所具有的知识进行管理,一方面为网络化制造过程的创新提供基础。

8.2.2 基本功能

知识管理功能具体表现为以下方面:

- a) 提供网络化制造环境所需的知识管理工具与技术
包括网络化制造相关的知识获取、知识处理、知识存储、知识发现等。
- b) 提供并管理支持网络化制造的模式库

为网络化制造系统中应用功能的执行提供信息、模型、知识上的支持。包括企业模型库、共享信息模型库、协同过程模型库、产品资源库、制造资源库、多代理协调策略与协调模型库等。

- c) 提供并管理支持网络化制造的分布式数据库

提供网络化制造相关的实例、方法等基础数据。基础数据库具有分布式的特点,满足网络化制造过程对分布在不同地域、异构的数据库进行访问、存取的要求。

8.3 应用软件与使能工具分系统

网络化制造系统基础平台为网络化制造系统提供使能工具和应用软件,为实施网络化制造提供相应工具支持,保证应用平台各功能的顺利实现。

8.3.1 使能工具

使能工具为制造网络系统的构建和运行提供方法和工具的支持,主要包括:

- 企业建模与诊断工具;
- 工作流与项目管理工具;
- 共享信息模型管理工具;
- 共享资源管理工具;
- 代理能力注册与维护工具;
- 合作伙伴发现工具;
- 多代理协调工具;
- 用于应用软件和资源封装的代理封装工具;
- 远程制造工具和网上技术支持等。

8.3.2 应用软件

根据网络联盟企业实施网络化制造的具体任务,为支持产品设计制造、经营运作管理等提供应用软件系统,主要包括:

- 支持企业经营运作管理的 ERP、SCM、CRM、MES 软件;

- 支持产品设计制造的 CAD、CAE、CAPP、CAM 软件；
- 支持企业产品数据管理的 PDM 软件；
- 支持企业产品全生命周期管理的 PLM 软件；
- 支持网络化制造的 ASP 应用服务软件；
- 支持经营决策的办公自动化软件和决策支持系统软件等。

8.4 基础技术体系分系统

网络化制造要实现各种应用功能,除了应用软件和使能工具的支持外,还需要有基础技术的全面支持,网络化制造基础技术体系包括了网络化制造基础技术、制造技术标准、网络标准及协议及数据库管理技术等。基础技术体系所包含的标准、协议是网络化制造系统实现集成与互操作的基础。

8.4.1 网络化制造基础技术

网络化制造基础技术是支持网络化制造基础的、具有共性的技术,主要包括:

a) 网络化制造基础共性技术

- 1) 敏捷制造技术:敏捷制造通过将高素质的员工、动态灵活的虚拟组织机构、先进的柔性生产技术进行全面集成,使企业能对持续变化、不可预测的市场做出快速反应,从而获得长期的经济效益。建立企业间的动态联盟是实现敏捷制造的主要方式。网络化制造是在敏捷制造的基础上的进一步发展;
- 2) 并行工程:并行工程是集成地、并行地设计产品及其相关过程(包括制造过程和支持过程)的系统方法。这种方法要求产品开发人员在一开始就考虑产品整个生命周期中从概念形成到产品报废的所有因素,包括质量、成本、进度计划和用户要求,从而达到提高质量、降低成本、缩短产品开发周期和产品上市时间的目的;
- 3) 多代理技术:代理表示具有推理决策与问题求解的智能逻辑单元。代理之间通过计算机网络连接并作为网络上的智能节点,构成多代理系统。网络化制造环境中,根据粒度选择的不同,代理可以代表制造企业、工厂、职能部门、车间、制造子系统、制造设备或软件等功能独立的实体;
- 4) workflow 管理技术:是实现网络化制造过程集成的重要工具。利用 workflow 管理技术,可以在网络联盟企业各成员及部门之间进行项目、业务、工程和制造任务的协调;
- 5) 企业建模与企业集成技术:组建网络联盟企业是开展网络化制造活动的前提,这需要企业建模技术和企业集成技术的支持。企业建模技术主要有 CIM-OSA、ARIS、GRAI/GIM、GERAM、IEM 等方法及其他相关企业建模国际标准。企业集成既包括企业内部的集成又包括企业之间的集成,网络化制造系统中企业集成主要指后者。

b) 网络化制造基础应用技术

网络化制造基础应用技术是支持应用软件的相关技术,包括 CAD、CAE、CAPP、(CAM)、PDM 技术等。

8.4.2 制造技术标准

网络化制造进行协同工程设计、协同制造等活动需要建立在标准化的基础上。网络化制造基础技术体系中包含了一系列制造技术标准,为实现网络化制造活动的协同、实现异构环境下的互操作与集成提供了必要的标准化支持。现有制造技术标准主要包括:

a) 产品数据表达与交换标准 STEP(ISO 10303)

STEP 是为解决产品全生命周期各个阶段产品数据表达和交换的国际标准,提供贯穿产品整个生命周期的、独立于任何特定系统的、描述产品数据的中性机制。网络化制造环境下产品全生命周期涉及到网络联盟企业中不同成员企业、不同部门以及异构的计算软件环境,STEP 提供的中性机制使它们之

间能够共享信息。STEP 包括以下部分:

- 1) 描述方法;
 - 2) 集成资源;
 - 3) 应用协议;
 - 4) 一致性测试方法和框架;
 - 5) 抽象测试套件;
 - 6) 实现方法。
- b) 零件库标准(ISO 13584)

零件库标准提供一个计算机可解释的零件库数据表达和交换的中性传输机制,使零件库独立于任何应用系统。零件库标准有利于网络化制造过程中有效地利用(包括重用)零部件资源、降低网络联盟企业的成本、加快产品上市速度。

- c) 制造管理数据交换标准 MANDATE(ISO 15531)

MANDATE 是与 STEP 标准、零件库标准相关的标准,用于实现与制造管理相关信息(如资源管理数据、流程管理数据)在应用软件中的交换,如 ERP 软件、制造管理软件、维护管理软件、报价软件等之间的信息交换。MANDATE 标准与 STEP 标准具有兼容性。

- d) EDI 运作标准

EDI 是一种标准化的电子数据传输方法,它将商业或行政事务处理按照国际公认标准形成结构化的数据报文,通过网络实现数据传输。EDI 是电子商务的核心技术,为网络化制造过程的电子商务活动提供必要的标准支持。目前,EDI 的国际标准主要有 ISO 9735、ANSI X.12 两大通用标准体系和一些应用于具体行业的专门标准。

- e) 质量管理相关标准

网络化制造系统需要建立和运行质量管理体系,采取相应的质量管理国际标准,以实现网络联盟企业的质量目标,增强其市场竞争能力。质量管理标准与环境管理体系标准关系密切,即互为补充,又彼此独立。

- 1) ISO 9000 系列标准:该系列标准由质量管理体系基础和术语标准、质量管理体系要求、业绩改进指南、质量和环境管理体系审核指南等部分组成。质量管理体系有利于网络联盟企业稳定和提高产品和服务质量、提高整体管理水平、增强市场竞争力,并为实施网络联盟企业全面的科学管理奠定基础;
- 2) ISO 14000 系列标准:该系列标准是 ISO 制定的一套针对所有组织的、强调污染预防、遵守法规和持续改进的环境管理体系标准,涵盖了环境管理体系、环境审核、环境标志、环境行为评价、生命周期评估等国际环境管理领域研究与实践的焦点问题。网络化制造系统遵循环境管理标准可以获得许多潜在的效益,包括:提高网络联盟企业的形象和市场份额、减少事故、降低材料和能源消耗、改进控制成本、为网络联盟企业组建、运行提供环境保障准则、增强客户信心等。

8.4.3 网络与通讯标准

基础技术体系包括用来支持网络化制造系统的计算机网络通用协议、标准和规范,主要包括:

- a) 分布式计算技术标准

网络化制造系统需要集成地理位置上或逻辑上分布的异构制造资源、系统或企业,分布式计算技术标准网络化制造环境下构建系统集成平台、实现各种信息交流、共享和处理提供了有效的标准化支持。这些标准包括:CORBA、COM、J2EE、Web Services、Grid Services 等。

- b) 多代理之间合作协议、标准及规范

多代理技术应用于网络化制造系统中来实现复杂制造系统的动态重组和运行控制。代理之间按照约定的规则进行通信和协调,这些规则即代理之间的合作协议、标准及规范,如 FIPA(Foundation of Intelligent Physical Agent)组织提出的 FIPA 标准、OMG 组织提出的 MASIF(Mobile agent system Interoperability Facilities)标准等。

c) 车间设备、底层数据集成标准

网络化制造系统最终实现自动化需要车间设备及其底层数据的集成。不同的制造商所提供的制造设备的通讯标准和协议有所差异,解决这一问题需要具有通用性强的标准和协议,如基于分布式对象技术的制造报文规范(MMS)、现场总线(Field-Bus)标准等。

d) 公共通讯协议

网络化制造系统在因特网(Internet)和企业内外网环境下进行运作。为了保证网络性能,满足网络化制造应用的需要,网络化制造系统网络需要采用公共通讯协议,遵循国际标准化组织提出的开放系统互连(OSI)网络体系结构框架。Internet 作为全球最大的计算机广域网,其所使用的 TCP/IP 协议族已成为事实上的国际标准和工业标准,包括:

- 1) 应用协议:远程登陆协议(Telnet)、文件传输协议(FTP)、简单邮件传输协议(SMTP)、简单网络管理协议(SNMP)等;
 - 2) 传输协议:传输控制协议(TCP)、数据报协议(UDP);
 - 3) 网际协议:网际协议(IP)、Internet 控制报文协议(ICMP)、路由信息协议(RIP);
 - 4) 网络接口协议:广域网协议、局域网协议。
- e) XML 规范

XML 是 W3C 制定的面向各类信息的数据存储工具和可配置载体的开放式标准。它是通过对 SGML 标准进行简化而形成的元标记语言,具有语法清晰简单和结构无歧义的特点,解决了 HTML 在表达能力、可扩展性和交互性等方面的缺陷。在网络化制造系统中,基于 STEP 和 XML 的数据交换与信息共享在产品全生命周期中起着重要作用,在 PDM 系统中可以解决非结构化产品文档一致性的问题。

8.4.4 数据库管理技术

数据库管理技术是实施网络化制造的重要基础。网络化制造的过程产生大量具有复杂关系的数据,从网络联盟企业的组建开始,各个具体环节,如盟员选择、协同生产管理、设计与开发管理、车间生产控制、销售等都需要互相交换数据。这些数据在空间上经常处于分散状态,在逻辑上却紧密联系,需要借助支持网络的数据库管理技术进行管理,为网络化制造系统的各种应用服务提供具有完整性、一致性和安全性的数据访问和数据交换支持。这些技术主要包括:

- a) 分布式数据库系统,它是地理上分散而逻辑上集中的数据库系统,具有分散性、集中性、自治性和协作性等特点;
- b) 支持网络环境的数据库软件,如 Oracle 公司的 Oracle Web Server,IBM 公司的 DB2 数据库管理系统,微软公司的 Microsoft SQL Server 等。

8.5 计算机网络支撑分系统

8.5.1 网络化制造系统计算机网络的组成

网络化制造系统计算机通讯网络由因特网(Internet)、企业内部互联网(Intranet)、企业外部网络 Extranet 等组成。参与网络化制造的企业既是独立的实体,又在一定的利益驱动下形成相互协作的网络联盟企业,独立的企业通过企业内部网络处理内部各种业务,而涉及网络联盟企业的协作需要通过 Internet 和 Extranet 开展各种业务。

- a) 因特网(Internet)

Internet 是当今全球最大的、开放的、有众多网络互联组成的计算机广域网。Internet 作为一种公共网络,提供了丰富的资源,是实施网络化制造所需要的基础设施。

b) 企业内部互联网(Intranet)

Intranet 是指将 Internet 技术应用于企业或政府部门的内部专用网络,一些大型企业或集团公司、分厂、分公司可能分布在多个城市、地区或国家,通过租用专线或自建通讯网络,组建企业内部互联的计算机广域网。对于参与网络化制造的企业来说,Intranet 建立在企业范围内多种通讯网络的基础之上,主要包括:

- 1) 制造车间级网络(现场网络):制造车间级网络以局域网和现场总线为基础,连接控制器、可编程程序设备或加工中心等;
- 2) 厂级(或部门级)网络:以局域网为基础,连接服务器、工作站等,执行生产控制、工程设计、制造准备、质量保证等功能;
- 3) 企业级网络:对大型企业或集团公司将其内部各种网络连成一体。网络化制造环境下企业级网络对外表现为执行和实现网络化制造系统中一定的应用功能。

c) 企业外部网(Extranet)

Extranet 是网络基于公共网络(主要指 Internet)的安全专用网络,通过利用公共网络(Internet)把企业和其合作伙伴的 Intranet 网络安全地连接起来实现信息资源的共享。Extranet 是对企业内部网 Intranet 的扩展,可以充分发挥 Intranet 的作用,为网络化环境下企业间的协作提供基础,同时通过代替传统的专线访问服务设施,可以降低通讯成本。

8.5.2 网络化制造系统对计算机网络支撑环境的要求

网络化制造系统需要实现分布式、异构软件环境下的通讯,同时具有通讯实时性强、灵活性和可扩展的特点,因此,计算机网络支撑环境要求满足以下要求:

a) 开放性

网络化制造系统实施应用需要实现网络联盟企业范围内的有效协同、集成与互操作,开放的网络支撑环境是网络化制造各种应用功能的集成、网络化制造系统正常运作的基础。

b) 标准化

标准化是实现开放性的主要途径,主要指采用国际标准、协议及被广泛应用、事实上的工业标准等。网络化制造系统基础平台基础技术体系提供实现标准化的标准、协议和规范。

c) 实时性

实时性对网络化协同制造执行过程至关重要,车间级底层加工过程中,异构设备间实现通讯的实时性才能保证制造活动的正常进行。

d) 适应网络化制造分布式环境

网络化制造系统通过网络突破地域上的分布性给网络联盟企业的生产经营活动和成员企业间协同的障碍,实现远程化的管理、控制。

e) 安全性

计算机网络支撑环境的安全性体现在两个方面,参与网络化制造的企业之间竞争与合作的关系,既要保证为实现网络化制造进行必要的的数据交换和信息共享,又要提供有效的安全机制保护各成员企业自身的商业秘密,保证不会由于参与网络化制造过程的协同与合作而泄密。

9 网络化制造系统功能规划基本方法

9.1 功能规划的内容

进行网络化制造系统功能规划的目的在于描述网络化制造系统的功能组成和功能联系。

根据企业具体的业务需求的不同,设计实施的网络化制造系统因而具有多种表现形态和功能系统,其中几种典型的形态包括:面向独立企业、企业间、制造行业及面向区域的网络化制造系统,尽管形态具有各异,但是基于网络实施制造相关的活动使它们具有共性之处。

进行功能规划时,通过对包括面向独立企业、企业间、制造行业及面向区域等的网络化制造系统的比较、提取共性之处,并借鉴实施计算机集成制造所取得的经验,在满足网络化制造系统的基本功能要求前提下,建立网络化制造系统功能视图参考结构,在此基础上构建网络化制造系统功能模型,并对结构中各个模块功能进行详细的描述。通过提供具有一般性的功能构成,结合企业实施网络化制造的具体需求,首先确定系统的功能组成,然后明确其功能元素的相互联系,从整体上实现网络化制造系统的功能规划。

网络化制造系统的形态多样性决定了其功能组成的不确定性,进一步增加了对功能联系规划的难度。因此,本标准前述部分主要从功能组成角度给出网络化制造系统功能模型,可以为制造企业规划网络化制造系统功能组成提供指导,为描述功能联系提供基础。

9.2 网络化制造系统的功能组成规划

9.2.1 功能组成分析方法

通常制造系统功能组成的分析方法有分系统考察法、结构-功能分析法、逐级考察法等[8]。

分系统考察法,根据制造系统分工的类别,通常可将制造系统的功能分为经营管理和产品开发与制造功能两条主线。

根据结构-功能分析法和逐级考察法,按照制造系统的控制结构,可分为工厂层功能、车间层功能、单元层功能、工作站层功能和设备层功能,每一层又可细分为若干子功能。多层递阶控制结构是较为成熟的控制结构。对网络化制造系统进行功能规划时,由于通常系统较为复杂,可借鉴多层递阶控制结构,采取逐级细分的方法定义各层的功能,以减少功能规划过程的难度和复杂度。

9.2.2 功能组成的规划方法

综合上述方法并结合网络化制造系统的特点,本标准在已建立的网络化制造系统参考结构模型的基础上,采取如图4所示的“平台—分系统—子系统—功能模块”逐级细分的方法构建网络化制造系统功能模型。该方法以分系统考察法为主,综合结构-功能分析法和逐级考察法,结合网络化制造的特点,主要集中在体现网络化制造应用服务的各个功能组成,如其中体现网络化制造系统中协同生产管理的协同经营管理分系统,同时也反映了网络化制造环境下的管理特点,即体现了项目管理是网络联盟企业协同实施网络化制造过程的主线之一。而网络化协同设计分系统和网络化协同制造分系统主要体现了产品开发与制造功能,同时考虑到了网络联盟企业实施网络化制造的多种形式,如可能存在以外包加工为主、或设计制造均在网络联盟企业范围实现的情况。网络化车间控制子系统是从结构-功能分析法的角度突出了网络化协同制造分系统中车间作为产品转化场所的重要性,考虑到实施网络化制造不仅仅是企业级的应用软件系统的集成,实现网络化的车间控制更是使网络化制造系统真正具有集成性能的难点和重点之一。从平台到功能模块的功能规划同时也体现了逐级考察法,将网络化制造系统功能组成逐步细化到具体可实施、可操作的层次。

实施网络化制造过程中,根据本标准进行网络化制造系统功能规划,参考功能模型,按照逐级细分的方法确定满足企业需求的系统功能组成。

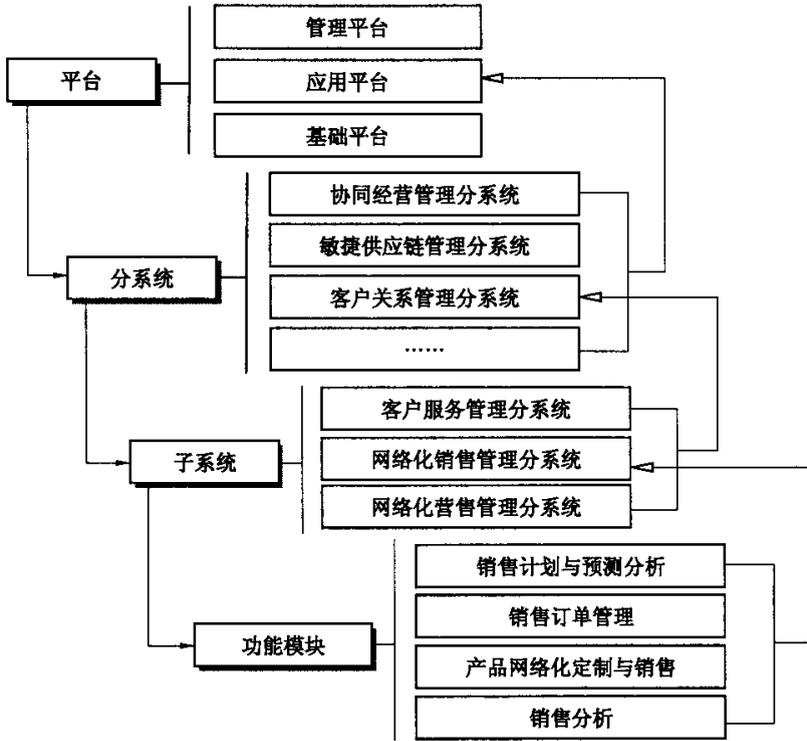


图 4 网络化制造系统功能组成规划方法

9.3 网络化制造系统功能组成的联系规划方法

在完成网络化制造系统功能组成的规划的基础上,即可采用 IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling)建模方法进一步描述各功能组成之间的联系。

IDEF0 方法是用于描述系统功能活动及其联系、建立制造系统功能模型的重要工具,其基础是 SADT(Structured Analysis and Design Technique)的活动模型方法。IDEF0 方法是对系统功能活动进行描述的一种有效方法,按照自顶而下,逐层分解的结构化方法建立系统的功能模型,描述功能活动之间的相互联系,能够全面地描述系统功能。IDEF0 方法在国内外计算机集成制造系统的设计中得到普遍应用。采用 IDEF0 方法可明确网络化制造系统各功能组成之间的联系。

图 5 给出了采用 IDEF0 对网络化制造系统各个层次的功能组成进行功能联系规划的节点树示意图。其中,A-0 图是网络化制造系统最高层次模型,抽象地描述网络化制造系统的系统功能,提供了系统的边界及其与外部的接口,从系统的角度体现了网络化制造系统的输入、输出、控制及支撑机制。A0 图是对网络化制造系统的功能的第一次分解,参考本指导性文件提出的功能组成规划方法得到的网络化制造系统功能模型,将系统分解为管理平台、应用平台、基础平台,A0 图应能体现 3 个平台之间的功能联系。对 A0 图进行分解成 A1、A2、A3 等,得到各个平台的 IDEF0 图。依次类推,按照 IDEF0 自顶向下的方法,对 A0 图进行逐层分解,直到分解到具有独立的功能组成的网络化制造系统最底层的功能模块为止。通过上述步骤,按照“平台—分系统—子系统—功能模块”逐级细分构建的网络化制造系统功能模型可以与 IDEF0 建模方法相结合,实现对网络化制造系统的功能规划。

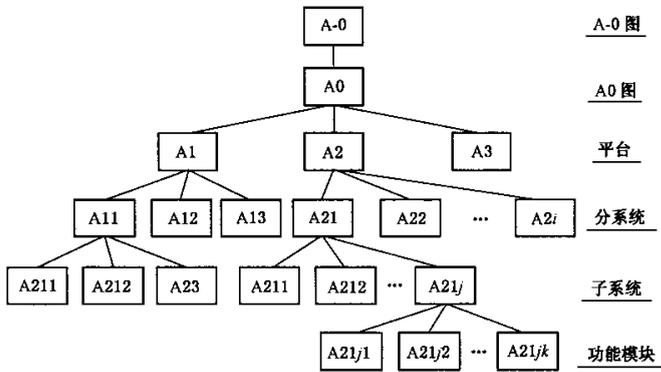


图 5 IDEF0 方法规划网络化制造系统功能联系示意图

参 考 文 献

- [1] 范玉顺,刘飞,祁国宁. 网络化制造系统及其应用实践[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [2] IMTI Inc. . Integrated Manufacturing Technology Roadmapping Project—Information Systems for the Manufacturing Enterprise. <http://www.imti21.org/InfoSystems.htm>. 2000-7.
- [3] IMTI Inc. . Integrated Manufacturing Technology Roadmapping Project—An Overview of the IMTR Roadmaps. <http://www.imti21.org/Documents/Roadmaps%20Ovrw%20no%20cover.pdf>. 2000-7.
- [4] IMTI Inc. . Integrated Manufacturing Technology Roadmapping Project—Technologies for Enterprise Integration. http://www.imti21.org/enterprise_integration.htm. 1999-12.
- [5] CIMdata Inc. . Product data management; the Definition, an introduction to concepts, benefits, and terminology. 1998.
- [6] ANSI/ISA-95.00.01—2000 Enterprise—Control System Integration—Part 1: Models and Terminology
- [7] MESA International, MES Explained; A High Level Vision. American: MESA International White Paper Number 6, 1997.
- [8] 刘飞,张晓冬,杨丹. 制造系统工程(第2版)[M]. 北京:国防工业出版社,2000.
- [9] FIPS183 Integration Definition for Function Modeling (IDEF0), NIST, Dec. 1993, www.itl.nist.gov/fipspubs/idef02.doc
- [10] K. Kosanke, F. Vernadat, and M. Zelm, CIMOSA: enterprise engineering and integration. Computers in Industry, 1999. 40(2-3): 83-97.
- [11] 王宛山等. 网络化制造[M]. 东北大学出版社,2003.
- [12] GB/T 11457—2006 软件工程术语[S]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [13] GB/Z 18729—2002 基于网络的企业信息集成规范[S]. 北京:中国标准出版社,2002.
- [14] GB/T 18999—2003 企业模型的概念与规则[S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [15] GB/T 19662—2005 工业自动化系统 制造报文规范 术语[S]. 北京:中国标准出版社,2005.
-