



中华人民共和国国家标准

GB/T 19902.1—2005/ISO 16100-1:2002

工业自动化系统与集成 制造软件互 操作性能力建规 第1部分:框架

Industrial automation systems and integration—Manufacturing software
capability profiling for interoperability—Part 1: Framework

(ISO 16100-1:2002, IDT)

2005-09-12 发布

2006-04-01 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

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
工业自动化系统与集成 制造软件互
操作性能力建规 第1部分:框架
GB/T 19902.1—2005/ISO 16100-1:2002

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.bzcbs.com

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 3 字数 81 千字
2006年4月第一版 2006年4月第一次印刷

*

书号:155066·1-27211 定价 20.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 19902.1—2005

前 言

GB/T 19902《工业自动化系统与集成 制造软件互操作性能力建规》由以下部分组成:

- 第1部分:框架;
- 第2部分:建规方法论;
- 第3部分:接口协议及模板;
- 第4部分:一致性测试方法、标准及报告。

本部分为 GB/T 19902 的第1部分。

本部分等同采用 ISO 16100-1:2002《工业自动化系统与集成 制造软件互操作性能力专规 第1部分:框架》,其技术内容和结构与 ISO 16100-1:2002 一致。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 为资料性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业自动化系统标准化技术委员会归口。

本部分主要起草单位:北京机械工业自动化研究所。

本部分参加起草单位:东南大学。

本部分主要起草人:黎晓东、王茜。

引 言

编制 GB/T 19902(ISO 16100, IDT)的动机来自于国际标准化组织工业自动化系统与集成技术委员会/体系结构、通信和集成框架分技术委员会(ISO/TC 184/SC5)提出的工业和经济环境。尤其是在工业界中已经广泛认可了应用软件和软件应用的专门技术是企业资产的一部分。工业界的反馈信息表明了需要改进并继续发展当前设计以及制造业标准使得软件具有互操作性。

GB/T 19902 详细说明了一个制造信息模型,它描述了软件接口的需求。有了接口要求的清晰说明,标准接口就能更容易、快速地向接口定义语言(IDL)或适当的编程语言(如 Java 和 C 语言)进行开发。这些标准接口有望实现制造软件工具中(程序块或系统)的互操作性。

GB/T 19902 中用统一建模语言(UML)对这些接口进行建模。同时,使用像可扩展标记语言(XML)这样的语言,制造信息模型也可以用来开发通用可共享的数据库模式。

制造工业的各个行业——如汽车、航空、机床制造、计算机外围设备制造和铸模及冲模制造,这些大量运用计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、数控(NC)、计算机辅助工程(CAE)、产品数据管理(PDM)和制造执行系统(MES)的行业将直接受益于本标准。本标准中的软件接口要求将会促进以下发展:

- a) 可互操作的设计和制造软件工具,这些工具可缩短产品的开发时间;
- b) 易与现有技术集成的新型软件工具,这些工具使市场的选择多样化;
- c) 新的应用软件,这种软件可降低取代原有系统所花的资金(即重用原有系统从而降低费用);
- d) 通用的程序接口和数据库模式,因为不必开发专门的点对点软件集成接口从而节约了资金。

最终的结果将是减少了生产和制造信息管理费用并降低了产品成本。

该标准通过提供以下几个方面使制造软件能够集成:

- a) 标准接口规范,使得不同厂商开发的工业自动化系统软件单元间能够进行信息交换;
- b) 软件能力专规,就是用一个标准的方法使用户能够选择满足他们功能需求的软件单元;
- c) 保证软件集成完整性的一致性测试。

GB/T 19902 由 4 个部分组成。第 1 部分描述了制造软件产品互操作性的框架,这些软件产品用于制造领域并集成于制造应用中。第 2 部分说明了建立制造软件能力的专规的方法学,其中既包括了建规方法学又包括了在开发制造应用阶段如何使用这些专规。第 3 部分阐述了用于各种制造应用的接口协议和模板。第 4 部分叙述了对 1~3 部分进行一致性评价的概念和规则。

目 次

前言	Ⅲ
引言	Ⅳ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩写	3
5 制造业应用	3
6 制造软件互操作性框架	6
7 一致性	8
附录 A (资料性附录) 制造应用参考模型	9
附录 B (资料性附录) 制造活动参考模型样例	12
附录 C (资料性附录) 使用情况	37
附录 D (资料性附录) 其他术语和定义	40

工业自动化系统与集成 制造软件互 操作性能力建规 第1部分:框架

1 范围

GB/T 19902 的本部分详述了一个应用于制造领域软件产品互操作性的框架,该框架促进软件产品与制造应用的集成(参见附录 A 中有关制造应用的讨论)。这个框架着重介绍信息交换模型、软件对象模型、接口、服务、能力专规和一致性测试方法。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 19902 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 18757—2002 工业自动化系统 企业参考体系结构与方法论的需要(idt ISO 15704:2000)

ISO 15745-1:2003 工业自动化系统和集成 开放系统应用集成框架 第1部分:一般的/通用参考描述

ISO/IEC 19501-1 信息技术 统一建模语言(UML) 第1部分:规范

ISO/IEC 62264-1:2003 企业控制系统集成 第1部分:模型和术语

IEEE 1320.1-1998 美国电气及电子工程师学会(IEEE)功能建模语言的标准 IDEF0 的语法和语义

3 术语和定义

下列术语和定义适用于 GB/T 19902 的本部分。

3.1

先进的计划 **advanced planning**

用处理物料和能力的约束模型所做的月或年时间段的的生产计划。

注:在某些情况下,计划系统包括主生产计划、物料需求计划或能力计划。

3.2

计算机辅助设计/产品数据管理(CAD/ PDM) **computer aided design/product data management**

用于产品设计和建模、工程设计、产品数据管理和过程数据管理的计算机系统。

3.3

能力 **capability**

＜软件＞能力提供者所能提供的功能和服务以及一组对性能评价的标准。

注:该定义与 ISO 15531-1:2004 和 ISO/DIS 19439 中的定义不同。在 ISO 15531-1:2004 和 ISO/DIS 19439 中,能力被定义为能够执行给定活动的品质。参见 IEC 62264-1。

3.4

能力建规 **capability profiling**

在软件互操作性框架中选择一组由指定接口定义的已提供的服务。

3.5

计算机辅助工艺过程设计/计算机辅助制造(CAPP/CAM) computer aided process planning/computer aided manufacturing

用于工艺过程设计和数控机床程序设计的计算机系统。

3.6

控制器 controller

＜数字系统＞用于控制机床的混合硬件/软件系统。

示例:分布式控制系统(DCS)、可编程逻辑控制器(DCS)、数控装置(NC)以及监控和数据采集系统(SCADA)。

3.7

数据采集 data collection

定时地采集工件、时间、个人、批量及其他用于生产管理的评价实体的信息。

3.8

设计(所用)的知识 design knowledge

设计者用于解决设计问题的一些准则和逻辑,包括设计和执行技术。

注:不同的设计知识用于不同的设计活动,例如,分解知识、分配知识、合并知识和优化知识。

3.9

设计模式 design pattern

中等规模模式,小于体系结构模式的规模,但比专用的编程语言的习惯用语要高一个层次¹⁾。

注:设计模式的应用不影响软件系统的基础结构,但是对于分系统的体系结构有很大的影响。

3.10

制造软件 manufacturing software

一种自动化系统中的软件资源,对制造应用(例如 CAD/PDM)的价值在于使得控制流和信息流能够在制造过程自动化系统组件之间流动,或者在这些组件和其他企业资源间流动,或者在企业间的供应链或需求链上流动。

3.11

制造软件组件 manufacturing software component

一类制造软件资源,用于支持某种制造任务的执行。

3.12

制造软件单元 manufacturing software unit

一类软件资源,由一个或多个制造软件组件组成,在制造活动中执行一个特定的功能或任务,同时支持与其他单元的公共信息交换的机制。

注:一个软件单元能用 UML 建模成一个软件对象。

3.13

制造系统 manufacturing system

由一个特定的信息模型所指定的系统,它支持制造过程的执行和控制,制造厂的制造过程中包括信息流、物流和能源流。

3.14

制造软件能力 manufacturing software capability

一组制造软件的功能和服务,它对应着一组给定的制造条件下评价性能的标准。

注:见附录 C 中包括制造软件能力的用例和相关的情景。

1) 参见:面向模式的软件体系结构. John Willy & Sons. 6, 2000。

3. 15

制造软件能力专规 manufacturing software capability profile

制造软件能力的简明的表述,以适应制造应用的需求。

3. 16

软件体系结构 software architecture

嵌入组件的软件系统的基本组织,组件之间的关系、与环境的关系,以及指导设计的原则和改进的原则。

[IEEE 1471-2000]

3. 17

软件环境 software environment

计算机系统和其他制造资源,它们会影响制造软件单元的运行情况。

注:软件环境能够包含其他系统,它们既可以直接通过界面又可以通过间接途径与相关的系统相互作用。环境决定了边界,该边界定义了系统的作用范围。

3. 18

供应链计划 supply chain planning

用信息技术使用模型在不同的层次和不同详细程度上做计划和解决物流问题,用于生产线、生产车间或者是一个具有多种需求的资源、供应商、生产车间和配送方法的完全的链。

注:供应链计划可以用来同步生产,基于及时发送、最小库存、最大利润等目标来平衡约束条件。

4 缩写

AGV 自动导向小车

APT 自动编程工具

BOM 物料清单

CAD 计算机辅助设计

CAM 计算机辅助制造

CAPP 计算机辅助工艺过程设计

ERP 企业资源计划

MES 制造执行系统

NC 数控装置

PDM 产品数据管理

SCM 供应链管理

SCADA 监控和数据采集

SQC 统计质量控制

XML 可扩展标记语言

UML 统一建模语言

5 制造业应用

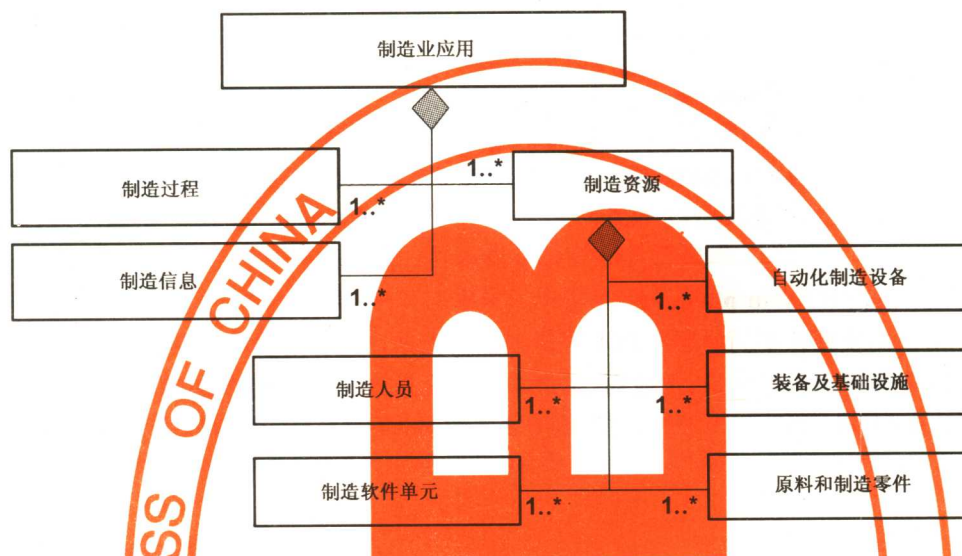
5.1 参考应用框架

制造软件互操作性能力框架是建立在一个更通用的制造业应用的互操作性框架之上的。这样的应用互操作性能力框架在 ISO 15745-1:2003 中进行了更详细的说明,它提供了把自动控制系统体系结构与制造业应用体系结构相集成的基础。

集成的制造业应用模型是一组制造资源和一组信息单元的结合体,信息单元中的数据结构、语义和行为在制造资源中可以共享和互交换,如图 1 所示。制造资源包括,用以支持相应过程及应用中所必须

的信息交换的通信网络、设备、软件、装备、物料和人员。

在这个应用集成模型中,这个模型的各种元素有共享接口,以协同、合作的方式交换物料、能源和信息。假如模型中的各元素所执行的功能可以互操作,制造过程就能相互协同。当软件单元执行这些功能时,软件单元必须与其他元素进行互操作,软件单元之间也必须进行互操作。



注：矩形方框表示对象(事物)的类。连接方框的线表示对象(事物)间的联系。一个关联有两个作用(每个方向有一个)，一个作用可以由一个标签来命名。从 A 到 B 的作用在 B 终止，反之亦然。不作另外说明，作用是一对一的。一个作用可以是多重的，例如，标了“1..*”的作用是用来在一对多或多对多关系中表示许多。关联线一头的菱形表示部分的关系。而涂黑的菱形表示组成(成分)聚合的关系，例如，制造业应用拥有(由…组成)制造过程、制造信息和制造资源。这条说明来自 ISO/IEC 19501-1。

图 1 制造应用中部分模型的类图

5.2 制造领域

制造领域(包含离散、批量和连续控制的制造)包括多种类型的工业。比如,汽车制造业是离散控制工业,制药业是批量控制工业,石油工业则是连续控制工业。对于制造软件来说,工厂管理系统和车间控制系统间的接口是用同样方法描述的,与控制系统是离散的、批量的还是连续的无关。类似地,控制系统中的控制流也是用同样的方法描述的,与系统是离散的、批量的还是连续的无关。

虽然制造领域存在于许多工业,这些工业中企业间的关系正随着信息技术(IT)基础结构的最新发展快速改变着,如在供应链管理系统中。因此,这个标准设定了一个目标制造领域,包括制造操作和控制活动、离散控制活动、批量控制活动、连续控制活动和制造过程设计活动,如图2所示。

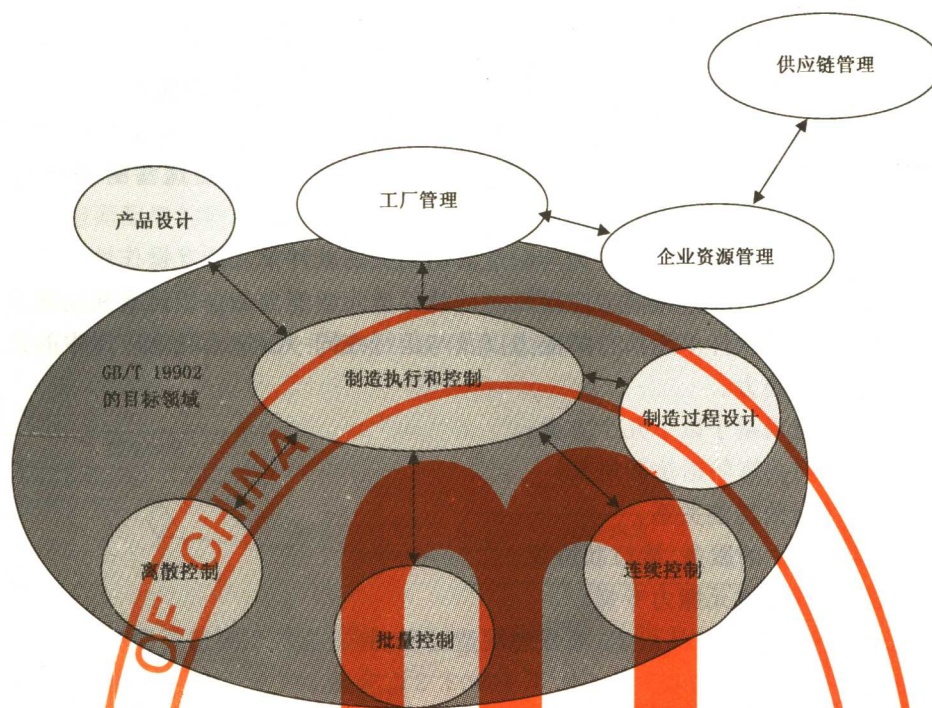


图2 GB/T 19902(idt ISO 16100)的目标领域

5.3 制造过程

一个制造过程建模为一组遵循特定序列的活动。每项活动关联一组功能,这些功能是按时间顺序或由一系列事件触发而执行的。

与制造过程相关联的功能应视为一组制造资源上的执行。要考虑选择和配置制造资源来支持与过程相关的指定的制造活动序列所需的物料流、信息流和能源流。

当一个制造过程必须与另一个过程合作或协作时,这些相互作用过程的相关功能应当能互相合作或协作。在这种情况下为了互操作,要求这些合作或协作的功能满足一组公共的标准和条件。执行这些功能的软件单元应当符合相关的互操作性的条件和标准。

5.4 制造资源

制造应用所需的制造资源应当依照制造过程中管理和支持的流的类型进行组织,流的类型有物料流、控制流、信息流或能源流。这组流的集成表示了一个集成的制造应用或制造系统体系结构。

集成制造资源形成一个制造系统结构,这个体系结构应当支持制造应用需求。这些制造资源,包括制造软件单元,提供与制造过程相关的功能。

在适当的操作环境中,各类软件单元所具备的组合能力将根据生产计划和资源分配来控制 and 监视制造过程。

操作环境应当由相关的软件单元所需的制造资源来进行区别。这些制造资源包括处理、存储、用户界面、通信、外围设备以及执行软件单元所需的其他系统软件。

5.5 制造信息

一组信息结构提供知识的基础结构来管理制造应用中的各类流。这些信息组包括属于产品的、过程的、设备的数据。

制造软件单元应当是处理、传送、维护这些信息结构的主要途径。

6 制造软件互操作性框架

6.1 制造软件单元互操作性

在制造应用中,制造软件单元应当能够执行制造系统结构定义的一组指定的功能。在执行这些功能时,制造软件单元与其他制造软件单元进行合作(协同)并参与事务处理。每个软件单元执行的功能应当是制造应用体系结构描述了的。这些软件单元间交换的信息应当使这些制造功能能够协作地执行。

一组制造活动的软件互操作性要描述为与制造活动相关的软件单元的互操作性。

软件互操作性框架是由描述支持制造应用需求的软件单元的能力的一组元素和规则组成的。支持这些需求的能力应当涵盖该软件单元执行的能力以及与运行在同一制造系统或应用中的另一制造系统中的软件单元交换数据的能力。

软件互操作性框架应当基于以下几个方面:

- a) 制造软件单元间共享的语法和语义;
- b) 制造软件单元间的功能关系;
- c) 制造软件单元提供的服务、接口和协议;
- d) 能够提供制造软件单元能力专规。

框架元素由任务、活动和加工品组成,当处理制造过程、制造信息和制造资源时,它们与软件实体相关。框架规则应当包括构造能力类(见 GB/T 19902. 2)、专规类(见 GB/T 19902. 2)和组件类(见 ISO 16100-3)所需的关系、模板及一致性说明。

在 ISO 16100-3 中,软件单元的组织、关系和任务以及制造软件组件表示为框架元素和规则。

图 3 表明了软件互操作性框架的各方面和该框架的导出框架(通用的应用互操作性框架)之间的关系。

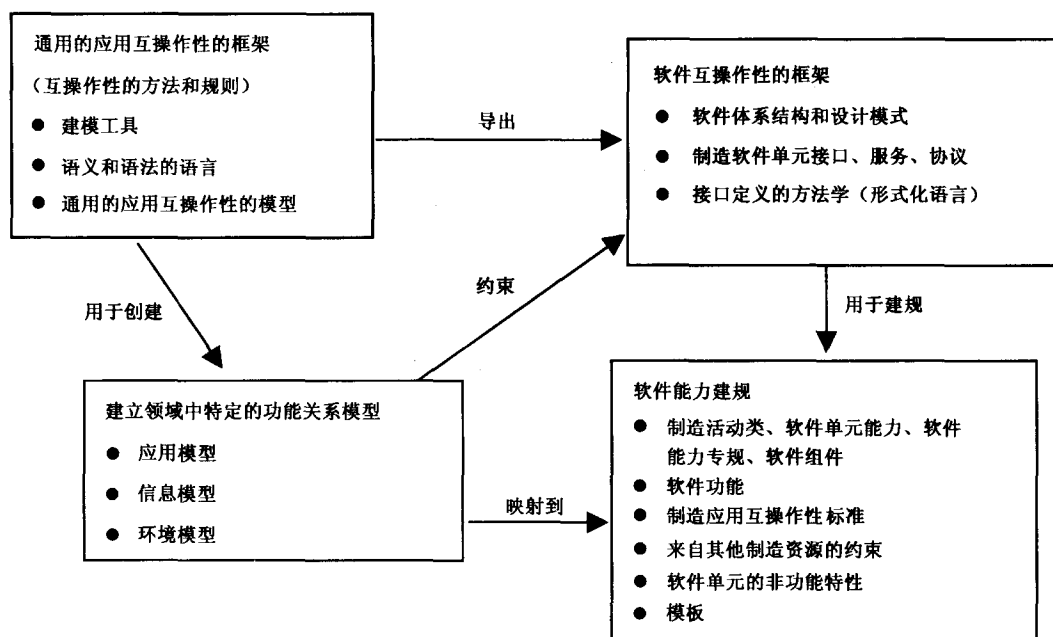


图 3 软件互操作性各方面的关系

6.2 制造软件单元间的功能关系

在图 2 所示的制造领域中,可以有一个或多个通过特定的接口/协议协同工作的软件单元来共同完

成该领域中所需的单一的制造功能。在特定的计算机系统的软件环境中,这被认为是制造资源的一个组件,由一个执行指定作用的指定的软件设计模板来实现。反过来,一个软件单元可以执行一个或多个制造功能。一个或多个制造功能能够通过互操作来执行、控制、监视或管理一个具体的制造活动。而一组活动又可以以指定的序列来完成一个制造过程。图 4 描述了软件单元类及其环境以及相互间的关系。

在这个框架中,功能执行的顺序和时间的安排应当由组成具体过程的活动的顺序和时间的安排来决定。为执行功能而配置的制造软件单元应当按照与它们相关的功能所要求的顺序和时间的安排来执行。

制造过程的互操作可以看成是功能的互操作,也可以看成是制造资源(包括制造软件单元)的互操作。附录 B 中有设计、制造计划和执行活动中的信息流的样例。

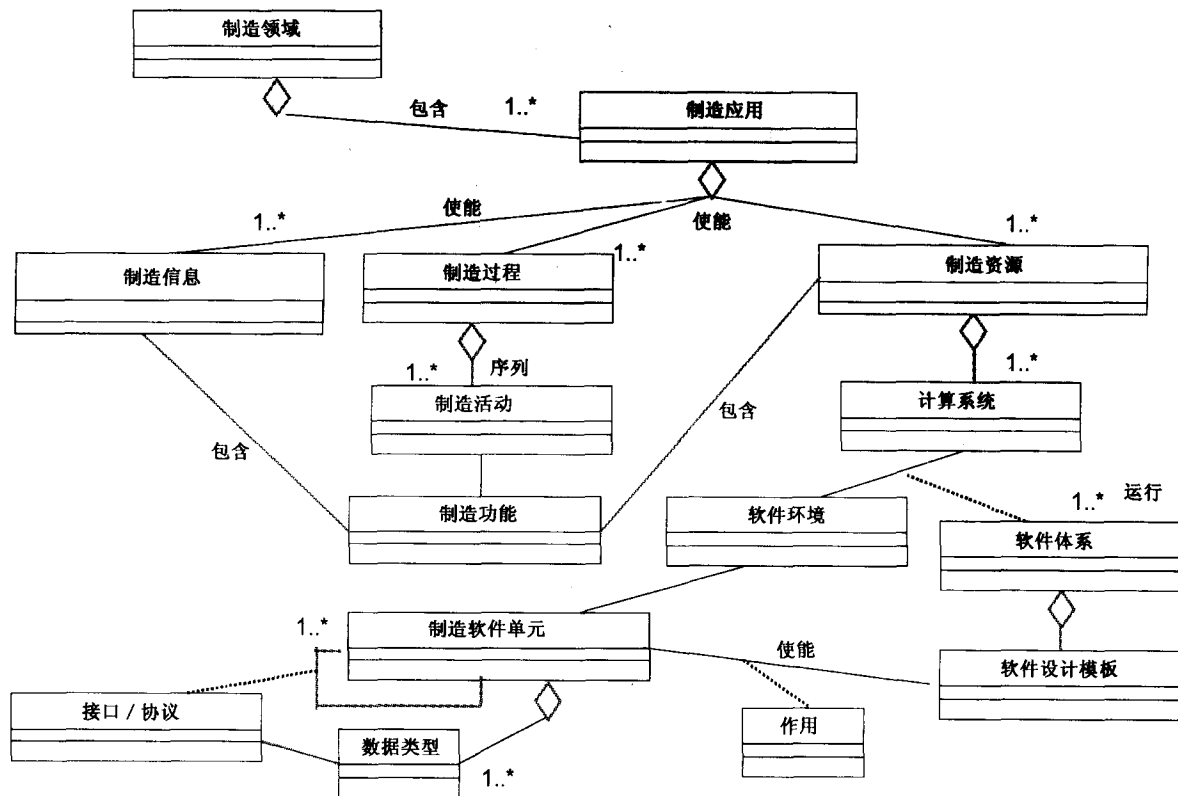


图 4 一个制造应用中的软件单元及其环境和关系的类图

一个软件单元应当建模成一组软件组件,这些软件组件已连接起来、执行一个明确的制造功能。每个软件单元应当表达成一个 UML 对象。

制造软件单元要提供一个服务接口用于配置、执行和维护。

执行制造功能的软件单元的能力应当包括在其服务接口上所能提供的服务的描述。制造软件单元的能力要在能力专规中用 XML 语言做明确的说明。

制造活动的顺序和时间安排为相关的一组制造软件单元的互操作决定了的特定的标准。

GB/T 19902.2 定义了能力专规中所包括的或所参考的信息结构。

6.3 服务、接口和协议

制造软件单元应当建模成为一系列制造软件组件,这些组件相互连接起来执行确定的制造功能。

在相同操作环境下,如果前者请求的服务能由后者提供,制造软件单元之间应当实现互操作,以支

持制造活动。服务、接口和协议在 ISO 16100-3 中给以定义。

6.4 制造软件单元能力建规

用能力专规来简要说明制造软件单元能力。能力专规包括制造活动类、所执行的软件功能、制造应用的标准、资源条件或配置(软件使能器)、测量单元、制造软件单元名称、所要交换数据、服务接口和相关的操作条件。

示例:制造活动类:生产控制

软件功能:调度、操作、监视、报告、报警

制造应用要求:完整性、及时性、精确度

资源条件或配置:操作系统外围设备、网络、驱动器、监视器

测量单元:平均故障间隔时间、平均维护时间、维护人员数量(每种技术类型)

制造软件单元名称:RSI 企业批处理

这个专规提供了最小量的信息并基于 XML 格式进行了组织,在附录 C 中列举了使用情况。

制造软件能力专规的结构、语法和分类在 ISO 16100-3 中给予定义。

7 一致性

能力专规的一致性评估的概念和规则在 ISO 16100-4 中定义。



附录 A
(资料性附录)
制造应用参考模型

A.1.1 制造企业模型

A.1.1.1 活动领域

制造企业内的过程可以表达为一组活动(见图 A.1)。企业模型的领域数量和名称可能各不相同。在本标准中,参考 GB/T 18757—2002 中附录 B.3 的企业参考体系结构定义了领域的类。

这些活动领域可以按分层的形式进行组织,其中的生产控制活动领域及其子领域可以放在第 3 层或更低的层次,其他企业活动可以放在第 4 层或更高的层次。这种分层的安排可以进行更详细的企业过程需求处理(见图 A.2 企业领域的分层布置)。

假如目标领域不是生产控制而是其他某项活动就可以得到不同的分组,制造软件能力的功能分类可以按下列属性进行定义:

- a) 通用的活动类型;
- b) 本条中所描述的基本领域类型及生产控制领域的子领域;
- c) 相关制造过程所支持的流类型。

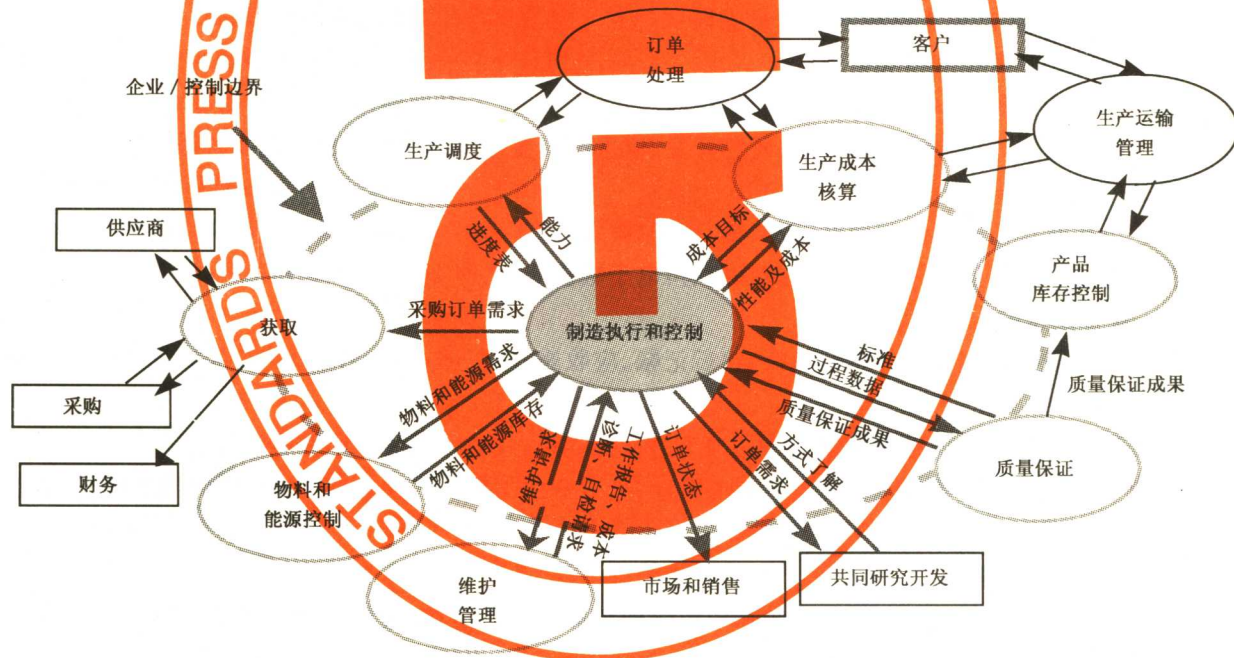
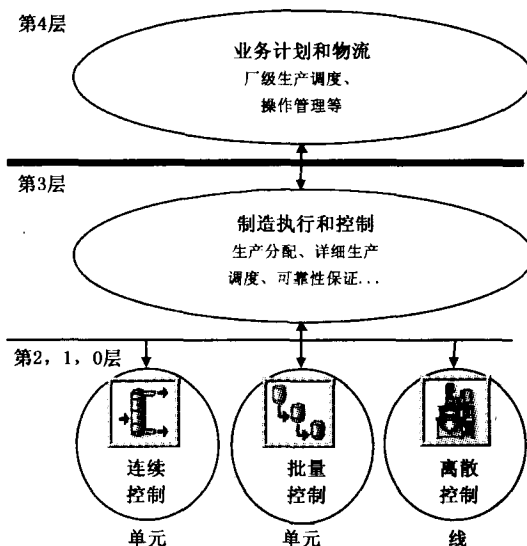


图 A.1 制造应用部分模型的活动图

虽然不同的企业对这些活动领域中的功能描述使用不同的名称,这些领域可以有变化的功能边界,这些功能由各自的输入、输出和过程操作来进行区分。可以列举出子领域中的功能,参考这些功能来区分制造软件能力描述。



注：该图来自 ISO/IEC 62264-1:2003。

图 A.2 企业领域的分层图

A. 1.1.2 业务计划和物流层

业务计划和物流层中的活动领域可以分组如下：

- 采购、获取和产品成本核算；
- 生产调度、产品库存控制和质量保证；
- 物料和能源流控制及管理；
- 市场和销售、订单控制、产品运输管理；
- 整体服务，如财务、人力资源、研究开发、信息技术支持、法定权利、标准化及贸易。

A. 1.1.3 客户关系管理

客户关系管理活动领域包含的功能：如，市场、销售、合作、综合支持、订单处理以及其他协作功能。

集成的电子商务活动子领域包括的功能有：电子数据交换、网上订货、B2B 和 B2C 电子交易。

A. 1.2 整体的服务

财务活动子领域包括的活动有总帐、银行记帐、应收帐、应付帐、现金管理、资产折旧及其他财务事务支持。

报价及估算子领域包括的功能有产品加工的标准路径、劳动力评估及车间成本控制。

人力资源管理活动领域包括的功能有工资单、人力资源支持、时间和出勤情况、组织图表维护、申请处理及雇员培训和留用。

A. 1.3 物料和能源管理

在物料及能源计划与控制活动子领域中包含的功能有物料清单、生产订单处理、主计划、物料需求计划。

先进物料管理子领域包括的功能有返回物料认可、先进配送、连续的批量管理、发运、销售的 RF 数据收集、报价请求。

能力需求计划子领域包括的功能有制造成本核算及标准产品成本。

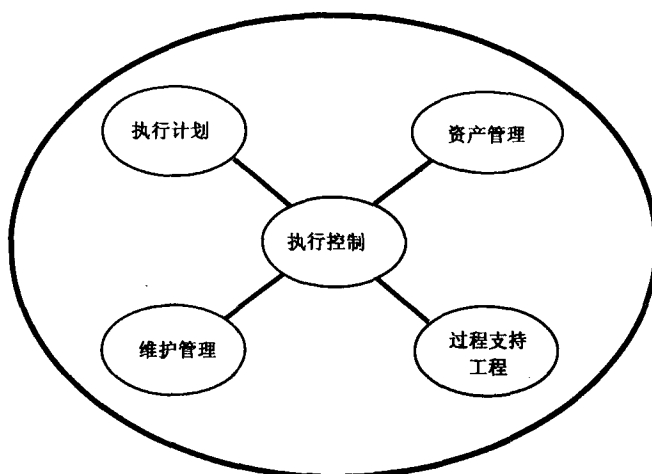
销售活动子领域包括的功能有库存管理、订单输入、采购订货和接收、交通和运输、包装以及销售标记。

A. 1.4 工程支持

工程支持活动领域包含的功能有产品设计、过程设计工程、安装及支持，如，工程变化管理、设备环境管理及监视。

A.1.5 制造执行和控制层

在制造操作和控制层生产控制领域可以进一步分解为一组的活动子领域。这些子领域可以根据制造环境的不同任务进行组织,这些任务有——按库存生产、按订单生产、按订单装配及混合操作模式。这些特定的活动子领域有执行控制、执行计划、资产管理、维护管理和过程支持工程,如图 A.3 所示。



注: ISO/IEC 62264-1:2003。

图 A.3 生产控制领域的组成

A.1.6 生产控制领域参考模型

本条定义了制造企业功能活动的参考模型。其他的制造企业参考模型可以有不同的功能分解,本标准定义的参考功能可以映射到其他功能分解中去。

生产控制领域中有下列制造活动:

- a) 产品设计;
- b) 工艺过程;
- c) 企业资源计划;
- d) 获取资源;
- e) 制造执行订单;
- f) 设备及过程的控制;
- g) 执行生产步骤。

这些活动,除了 g) 之外,都在附录 B 中用活动图进行了描述。这些图表明了活动中所执行的功能及执行的顺序。附录 B 提供了从 a) 到 e) 活动的详细说明。活动 f) 和 g) 的详细说明可以用与绘制活动图(见 B.1)相同的方式进行。活动 g) 需要对从 a) 到 f) 活动的反馈。

附录 B
(资料性附录)
制造活动参考模型样例

B.1 活动图的惯例

本附录中的图部分遵照 IEEE 1320.1—1998 中规定的 IDEF0 建模方法。IEEE 1320.1 标准描述了支持 IDEF0 方法的建模语言, 这种方法是用来产生系统或子领域的图形表达形式。IDEF0 模型的物理结构表达了功能(即活动)、功能关系以及关系所需的物理和数据对象。IDEF0 模型是由层次系列的图形以及相对应的说明内容组成的, 它们逐层细化介绍了系统中各项功能及其接口。

IDEF0 语言的基本构件是方块和带箭头的线段。方块代表一个活动, 它可以分解成一组子活动。典型的活动接受输入, 然后经过某些机制和控制将输入转化成输出。活动是由主动词或动词短语命名的, 并在方块的右下角放一个以 A 开头的代码。方块左边的箭头表示输入数据, 即要求活动转化或消耗的对象。方块上面的箭头表示控制数据, 即活动开始前必须满足的条件, 只有满足了这些条件才能产生正确的输出。方块下面的箭头表示机制的数据, 即完成活动所需的方法。方块右边的箭头表示输出数据, 即由活动产生的数据。

B.2 开发产品活动

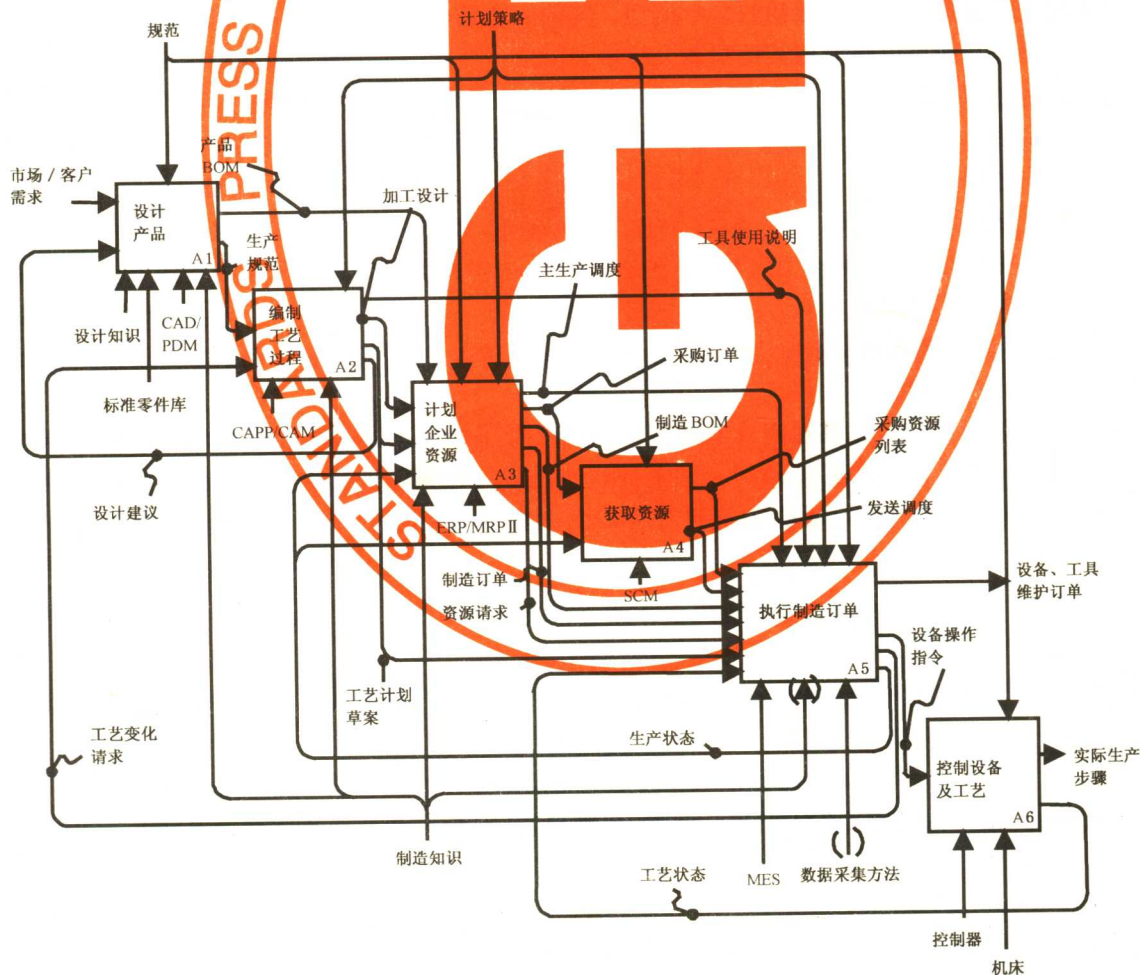


图 B.1 产品开发