

ICS 35.240.50
J 07



中华人民共和国国家标准

GB/T ×××××—20××

制造过程物联功能体系结构

Architecture for Internet of Things in Manufacturing Processes

(征求意见稿)

20××-××-××发布

20××-××-××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 | II |
| 引 言 | III |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语与定义 | 1 |
| 4 缩略语 | 2 |
| 5 制造过程物联的体系结构 | 2 |
| 5.1 制造过程物联的层次划分 | 2 |
| 5.1.1 子系统、功能、模块 | 2 |
| 5.1.2 软构件和功能构件 | 2 |
| 5.1.3 制造过程物联功能体系结构和软件体系结构 | 2 |
| 5.2 制造过程物联的关键子系统与功能描述 | 3 |
| 5.2.1 制造资源物物互感子系统 | 3 |
| 5.2.2 动态事件实时感知子系统 | 4 |
| 5.2.3 信息整合子系统 | 4 |
| 5.2.4 应用服务 | 5 |
| 5.3 制造过程物联体系结构的特征 | 5 |
| 5.4 业务层次模型 | 6 |
| 5.4.1 功能层次模型 | 6 |
| 5.4.2 开放层次 | 6 |
| 5.4.3 扩展业务层 | 7 |
| 5.5 软件实现模型 | 7 |
| 5.5.1 集成的功能应用视图 | 7 |
| 5.5.2 可扩展的软件结构视图 | 8 |
| 5.5.3 可交互性视图 | 9 |
| 5.6 体系结构评价指标 | 10 |

前 言

GB/T ×××××《制造过程物联功能体系结构》包括如下部分：

- 第1部分：术语；
 - 第2部分：功能构件规范；
 - 第3部分：系统体系结构。
- 本部分的附录均为资料性附录。
本部分标准是首次编制。

引 言

近年来，随着传感器、信息技术、移动计算、传感网络、射频识别（RFID）、微电子等技术的迅猛发展，物联网（The Internet of Things, IoT）应用而生，其目标是通过传感器、射频识别技术、全球定位系统等技术，实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程，实现物与物、物与人的泛在链接，达到对物品和过程的智能化感知、识别与管理。物联网也因此被美国商业周刊和麻省理工（MIT）技术评论分别列为21世纪最有影响的21项技术和改变世界的十大技术之一，被认为是继计算机、互联网与移动通信网之后的世界信息产业第三次浪潮。

随着物联网概念在制造领域的渗透，制造企业的研制过程已由传统的“黑箱”模式向“多维度、透明化泛在感知”模式发展，这种以信息感知技术为驱动力的制造系统—物联制造系统，有力地推动着制造系统向全球化、信息化、智能化、绿色化方向发展。

在这种背景下，制造物联技术应用而生。作为一种新技术，为制造业信息化注入新的源动力。本部分采用多层多视图的方法描述制造物联的体系结构，即在功能方面从多种层次，在实现技术方面从多种视角来描述，以期可以较为全面地概括制造物联系统在功能和实现机制两方面的全貌，从而给出制造物联系统的体系结构。

作为体系结构的标准，本部分不涉及制造物联系统实现的具体细节。本标准的其它部分会阐述有关细节方面的内容。

本部分针对目前国内外物联网技术和应用的新发展，以及我国制造业信息化的实际需求，提出制造物联功能体系结构标准。本标准参考了目前国际先进的管理软件体系结构，采用多层次、多视图的方法描述制造物联功能的体系结构，以便较为全面地体现出制造物联功能的体系结构及其新特征。

制造过程物联功能体系结构

1 范围

本部分使用多个层次和多种视图定义制造过程物联功能的体系结构。

本部分适用于制造过程物联功能的开发商、实施用户、系统提供商。

制造过程物联功能体系结构可以为制造过程物联的实施用户、系统提供商在选型、开发及实施过程中提供相应的参考,从而可以根据不同的需要确定制造过程物联所需的传感器的选型和信息系统设计层次。本部分也用于指导根据实际需要建立制造过程物联的评价指标体系。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过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/T18725-2008 制造业信息化 技术术语

3 术语与定义

本部分采用下列定义。

3.1

制造过程物联 The Internet of Manufacturing

制造过程物联是一种先进制造使能技术,通过使用各种感知技术,如智能传感器、RFID 识别装置、各种感应器、全球定位系统、激光扫描器等各种装置与技术形成传感网络,实时采集制造企业生产过程中任何需要监控、连接、互动的物体或过程,采集各种需要的状态数据。制造过程物联通过对制造过程的全面感知、可靠传递、智能处理,实现制造中的“物-物”相联、“人-物”相联以及“人-人”相联。

3.2

体系结构 Architecture

体系结构为系统提供了一个结构、行为和属性的高级抽象,由构成系统的元素的描述、这些元素的相互作用、指导元素集成的模式以及这些模式的约束组成。体系结构不仅指定了系统的组织结构和拓扑结构,并且显示了系统需求和构成系统的元素之间的对应关系,提供了一些设计决策的基本原理。

3.3

三层体系结构 Three tiers architecture

软件的三层体系结构是指由表示层、逻辑层和数据层组成的结构。这种结构提供了软件开发的灵活性,更好的支持基于构件的、分布式的软件结构。在三层结构中,一层的改变一般不会影响到其他层,这有助于实现所谓的瘦客户端的软件实现模式。

3.4

多层体系结构 Ntiers architecture

软件的多层体系结构是在三层体系结构的基础上发展而来的。将三层体系结构中的某层扩展为更多的层就形成了软件的多层体系结构。例如可以把表示层细分为客户端表示层和服务器端表示层就形成了所谓的B/S四层结构。

3.5

面向服务架构 Service-Oriented Architecture

面向服务的构架是一种粗粒度、松耦合服务架构,服务之间通过简单、精确定义接口进行通讯,不涉及底层编程接口和通讯模型。面向服务的构架可以看作是B/S模型、XML/Web Service技术之后的自然延伸。

3.6

软构件 Software component

语义完整、语法正确和有可重用价值的单位软件,是软件重用过程中可以明确辨识的系统;结构上,它是语义描述、通讯接口和实现代码的复合体。

3.7

功能构件 Function component

系统中从用户视角可明确区分的、业务功能方面的独立的构成成分。

3.8

面向对象的中间件 object-oriented middleware

具有面向对象软件设计特性的中间件,这些特性包括封装、多态性、动态联编、继承性等。面向对象中间件的还具有和语言的无关特性——即无论一个中间件是采用什么语言实现的,支持这种中间件的任何其它语言都可以在运行代码的级别上使用它,而不是使用其源码。

3.9

客户机/服务器结构 Client/Server architecture

一种软件的体系结构,通过将计算任务合理的分配到客户端和服务端,可以降低系统的通讯开销、增强系统资源的利用率。

3.10

浏览器/服务器结构 Browser/Server architecture

随着Internet技术的兴起,对C/S结构的一种变化或者改进的结构。在这种结构下,用户工作界面是通过WWW浏览器来实现的,客户端只负责进行数据展现和人机交互操作,而主要业务逻辑都在服务器端实现。这样就大大简化了客户端电脑载荷,减轻了系统维护与升级的成本和工作量,降低了用户的总体成本(TCO)。

4 缩略语

MVC 模型-视图-控制器(Model-View-Controller)

RFID 无线射频识别(Radio Frequency IDentification)

XML 扩展标识语言(eXtensible Markup Language)

5 制造过程物联的体系结构

5.1 制造过程物联的层次划分

5.1.1 子系统、功能、模块

制造过程物联系统是一个复杂的软、硬件系统,为了清晰的确定系统,应该将制造过程物联系统按照如下原则进行划分:

子系统:对应于较为独立的一组业务的集合,这些业务往往相对独立。例如,物物互联子系统,它处理的业务主要是通过配置不同的传感器设备于不同的制造资源,实现不同制造资源的互联和互感。一般情况下,一个子系统可以独立于其它子系统单独使用。

功能:对应于一个具体的业务。例如,物物互联子系统中的实时信息感知操作。一般情况下,功能隶属于一个子系统,它的业务在子系统内部完成,但是由于企业中的业务可能是跨部门的,因此该业务对应的功能也可能会跨子系统。

模块:对应于功能的具体步骤。例如在浏览器/服务器(B/S)结构中的实时信息感知操作功能,可以分为制造资源端传感器读取模块(传感器感知事件),服务器端处理模块等。

有些功能和模块是通用的,可以为其它多个子系统、功能和模块服务。

5.1.2 软件件和功能构件

制造过程物联的软件件从实现技术上定义了可复用的软件单元,这些单元可以具有不同的粒度,例如子系统、功能、模块都可以对应着相应的软件构件。这主要取决于制造过程物联系统在封装构件时,是在哪一级上以标准的方式开放其应用接口。

制造过程物联系统的功能构件从系统的业务逻辑的角度定义了可复用的功能单元,它一般直接对应着相应的具体业务功能。功能构件可以由一个或多个软件件来实现,此时一个功能构件可以对应着粒度为功能或模块的一个或多个软件构件。多个功能构件也可以对应着一个软件构件,例如多个功能构件可以对应着一个粒度为子系统的软件构件。

5.1.3 制造过程物联功能体系结构和软件体系结构

制造过程物联是体现先进传感技术和管理理念、用先进软/硬件实现技术、支持制造过程优化管理的应用软件系统。制造过程物联包括四个主要功能体系，即制造资源物物互联体系、动态事件实时感知体系、信息整合体系和实时信息驱动的应用服务体系。

图1给出可制造过程物联功能体系结构。

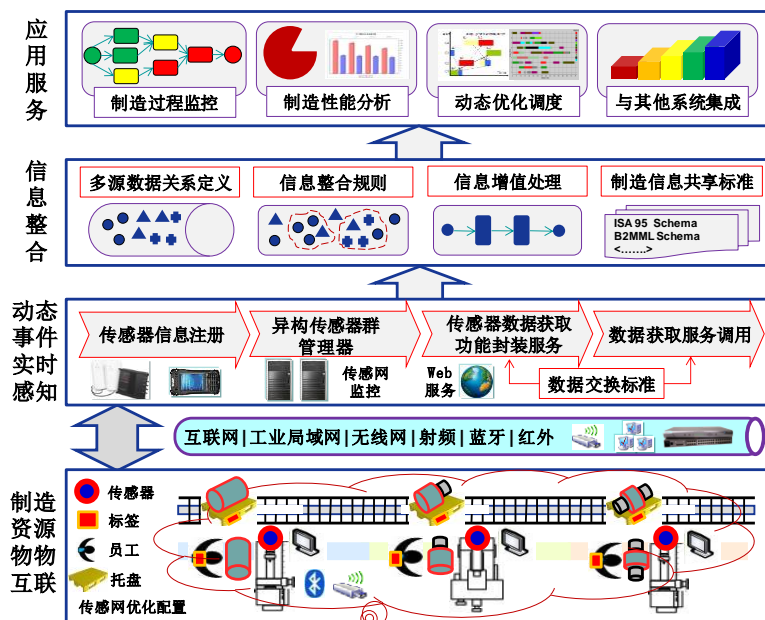


图1 制造过程物联功能体系结构

制造过程物联的软件体系结构是制造过程物联系统实现过程中需要遵循的指导性框架规范，具体到制造过程物联系统体系结构的实现技术，可采用的有浏览器/服务器(B/S)结构、客户机/服务器(C/S)结构，多层体系结构，面向服务的构架等。

5.2 制造过程物联的关键子系统与功能描述

5.2.1 制造资源物物互感子系统

基于传感网的制造资源物物互联、互感技术是实现制造过程物联的前提和基础，其目标是针对制造过程涉及的多源信息的采集，引入多传感技术于传统制造资源，为实现不同制造资源端多源制造信息的实时互感提供技术支持，主要包括传感网优化配置方法和智能制造资源建模等方面。图2给出了制造资源的物物互感子系统的参考模型。

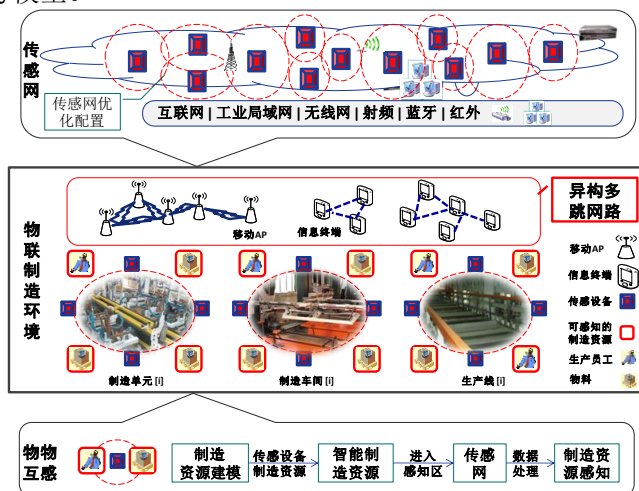


图2 制造过程物联系统的物物互感子系统参考模型

a) 传感网优化配置方法

底层通讯网络是基于物联技术的制造执行系统能展开应用的前提基础和重要保障。由于制造过程涉

及的制造信息存在多源、复杂的特征，如操作员工、在制品、物料等的移动信息和状态信息、工件的加工信息（工件加工的几何信息）、设备的工况信息（如机床振动）等；同时，传统的有线网络解决方案和基于无线AP（Access Point）的网络解决方案由于受到诸如车间场地限制、制造资源移动性强和通讯盲点等问题，并不适用于复杂车间环境中动态制造信息的传输。因此，需选用具有动态自行组网和最大可能的消除盲点的特性的异构多跳网络以实现复杂车间环境中动态制造信息的可靠传输。

b) 智能制造资源建模

制造资源具有感知交互能力是基于物联技术的制造执行系统的重要特征。通过为不同制造资源（如人、设备、物料、工具等）配备相应的传感设备，从而使得制造资源具有一定的逻辑行为能力，能主动感知其周围制造环境的变化，同时也能基于传感网反映该制造资源的实时运行状态和环境变化数据，这种由传统制造资源与先进传感设备相结合而组成的新的制造对象——智能制造资源。根据配备的传感设备功能的不同，智能制造资源分为具有感知能力的智能制造资源和被感知的智能制造资源。以无线射频（Radio Frequency Identification, RFID）传感设备为例，如配备了RFID标签的车间工作人员、托盘以及安置了RFID读写器和传感器于测量设备的制造设备等都可看作是智能制造资源。其中，配备了RFID读写器等的制造资源可看作是具有感知能力的智能制造资源，因为安置了RFID读写器的制造设备可以在一定的距离范围内感知配备了RFID标签的可感知智能制造资源（配备了RFID标签的员工、托盘、物料等）的活动状态。借助Agent建模思想，智能制造资源能够按照预定义的工作流模型实现自身的事务逻辑以及与其他智能制造资源之间进行交互与协同工作，感知和分析制造环境中可能的或确定的动态条件。

5.2.2 动态事件实时感知子系统

动态事件实时感知是制造过程物联系统主动地获取制造执行过程动态信息的重要方式，也为制造执行过程的动态优化决策提供原信息。图3给出了动态事件实时感知子系统的参考模型。

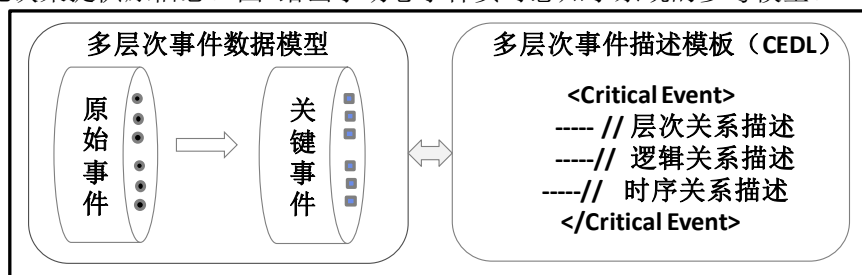


图3 动态事件实时感知参考模型

采用面向制造过程的多层次事件体系（原始事件和关键事件）的层次结构，为了更好地描述多层次事件间的时序关系和逻辑关系进行描述，建立了一种基于XML（eXtensible Markup Language）的面向关键事件的可扩展事件描述语言以对多层次事件的数据模型进行描述。

其中，原始事件是关键事件处理技术中的一个基本概念，是指传感器捕获的事件，通常包含三个最基本的要素：事件主体（e）、内容（content）和时间（t）。关键事件由原始事件或者复杂事件经过一定的规则运算而合成的一类新的有意义的事件，如生产任务执行监控、在制品库存监控等。

在关键事件和原始事件的关系描述方面，采用操作符对关键事件进行描述。主要用到的操作符包括时序操作符（如顺序关系），逻辑关系操作符（如与、或关系），层次关系操作符（如包含关系）和运算操作符（如数学运算）等。

5.2.3 信息整合子系统

信息整合是制造过程物联系统对获得分散的原始事件的实时数据进行整合，以实现数据的增值，进而为制造过程的动态优化决策提供原信息。图4给出了信息整合子系统的参考模型。

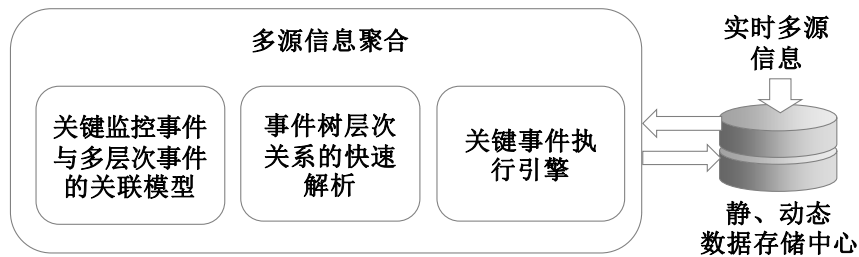


图4 信息聚合的参考模型

采用基于事件驱动架构的方式对制造过程进行主动感知，每当检测到新事件的发生则通过该原始事件与关键事件的数据模型，获得相应的制造过程现况。具体实现框架包括三个阶段：首先，基于多层次事件数据模型和描述模板，面向制造过程的关键监控点（如生产任务执行监控、设备负荷监控、在制品库存监控、员工生产能力监控等），即关键事件，建立多层次事件间的关联模型；进而采用操作符构建关键事件模式树和对应的动态存储结构，建立基于时序关系和逻辑关系的关键事件处理的操作符；最后，应用关键事件处理引擎对关键事件所涉及的各级多层次事件的遍历、匹配和执行，并结合各类传感设备在制造执行层捕获的实时数据进行操作运算以获得制造执行过程关键监控点的实时执行信息。

5.2.4 应用服务

应用服务是制造过程物联系统中最重要的子系统，其核心是如何应用获得制造过程实时数据和信息为制造过程的优化提供应用服务。图5给出了应用服务子系统的参考模型。

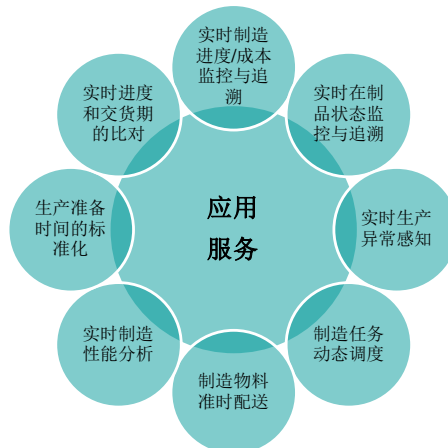


图5 基于实时信息的应用服务参考模型

目前应用服务应该包括：实时制造进度/成本监控与追溯、实时在制品状态监控与追溯、实时生产异常感知、制造任务动态调度、制造物料准时配送、实时制造性能分析、生产准备时间的标准化、实时生产进度与计划和交货期的比对应。

5.3 制造过程物联体系结构的特征

为了适应新的企业经营管理模式，制造过程物联的体系结构应体现如下特征：

a) 基于目前成熟的及最新的软件开发技术及信息化技术，包括：

1) 基于面向对象的中间件技术，软件系统应采用面向对象的构件技术构建，同时以标准的方式开放接口，并可实现分布式计算以支持异地化的企业管理模式；

2) 基于Web的运行模式、云计算模式可以将过去面向企业内部的管理扩展到和企业相关的外部资源，同时支持各类先进的经营、生产模式。

b) 新的体系结构强调开放性。

制造过程物联系统不仅可以运行在基于标准的Web开放模式下，同时应以符合业界标准的形式向其它相关软件（如MES、PLM等）开放其接口，作为公开的形式任何接受开放接口的软件都可以在执行代码级上调用或使用制造过程物联系统开放的功能，实现和制造过程物联系统的功能及数据的交换。

c) 实现跨平台性。

跨平台性使得制造过程物联软件有很强的可扩展性，使其可以适用于从中小型企业到大型集团化企

业的广泛领域。

- d) 遵循国际上开放的业界标准。例如：
 - 1) 信息表达标准：Xml、ebXML、ISA 95；
 - 2) 构件应用标准：Com+、EJB等；
 - 3) 基于Web的应用调用标准：Web服务等；
 - 4) 业务流程标准：WfMC、BPEL、及BPMN。
- e) 可扩展性。例如：
 - 1) 用户化改造的能力；
 - 2) 适应用户需求不断升级的能力；
 - 3) 适应制造过程物联系统本身升级的能力；
 - 4) 适应不同应用规模的能力。

5.4 业务层次模型

业务层次主要用于定义制造过程物联系统可实现的业务能力和水平。包括：功能层次模型、开放层次模型、扩展业务层次模型等。

5.4.1 功能层次模型

多层次的功能模型将ERP的功能划分为四个层次：战略层、战术层、执行层、平台层等。功能层次的定义可以在总体上描述制造过程物联功能的适用范围。在不同的层次上,可以对制造过程物联的概念进行扩展。例如根据最新的实践,将 workflow 等系统作为制造过程物联的平台层将会提高系统的应用效率,和对业务的控制能力。

图6给出了制造过程物联层次划分的参考模型。

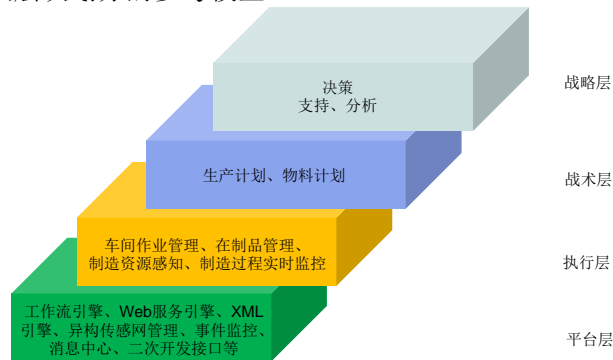


图6 制造过程物联系统的功能层次参考模型

平台层是制造过程物联系统的基础，它的功能强弱不仅直接影响到制造过程物联系统的功能强弱，同时直接关系到制造过程物联系统的运行效率。平台层主要包括支撑系统运行的一些通用工具和方法，这些工具和方法可以是能与制造过程物联系统集成的第三方应用软件。平台层的一个重要的功能扩展是提供制造过程物联系统的二次开发工具。实践证明，针对不同企业的应用进行一定量的二次化修改是难以避免的，因此，提供二次化开发工具或相应的开发接口对制造过程物联系统的实施是十分必要的。

执行层的功能主要是负责制造过程最底层的业务工作，它将战术层制定的最主要的两类计划（生产计划和物料计划）落到实处，它主要实现制造过程中生产任务、在制品、制造资源等实时进度和状态的感知和对制造过程的实时监控。

战术层是企业的中枢神经，它负责按照制造系统整体规划制定、指挥、协调和监督各个业务主体的制造资源，使之高效、高质运行。

战略层则是制造过程的指挥部，它根据下面两层提供的制造过程运行的实况数据，进行分析，及时发现和处理异常，进一步指导制造过程（制造系统）的高效、高质运转。

5.4.2 开放层次

制造过程物联的体系结构强调开放性。制造过程物联系统不仅可以运行在基于标准的万维网(Web)开放模式下，同时应以符合业界标准的形式向其它相关软件（如MES、PLM等）开放其接口，作为公开的形式任何接受开放接口的软件都可以在执行代码级上调用或使用制造过程物联系统开放的功能,实现和制造过程物联系统的功能及数据的交换。层次的定义可以在总体上描述制造过程物联软件系统和其它相

关系系统可集成的程度。

这里定义的开放的层次主要关心的是开放的内容，而对开放的方式在软件可交互性视图中定义。对开放程度的评价指标则应是这两个方面的综合，即开放的层次与开放的方法的综合。开放的功能被明确定义为以公开的方式对外公布的功能，而开放的形式也应以公开发布的文档提供，任何其它软件只要遵循公开发布文档所提供的接口方法既可以和制造过程物联系统实现功能或信息的交换。开放的层次具体解释如下：

a) 未开放功能：制造过程物联系统未能以公开的形式开放其功能，其中包括那些只能按照具体应用进行二次开发的情况。

b) 设计信息系统的接口：制造过程物联系统主要负责制造过程中生产任务和物料配送任务的监控、跟踪与管理。通常，设计信息系统主要负责企业产品设计、研发、试制、加工等方面的信息，主要包括CAD、CAE、CAPP、PDM、CAM等。这两个系统关系密切，经常需要交换信息及功能。如制造过程物联系统经常需要从CAD、PDM中获得新产品的的设计BOM作为计划BOM和生产BOM的基础，而CAPP系统也需要获得制造过程物联系统中有设备状态（如负荷）的相关信息。因此，制造过程物联系统和设计信息系统之间需要互相开放相关的接口。

c) 制造过程物联外围系统接口：虽然制造过程物联中已经将一些产品如MES的某些内容包括其中，但制造过程物联系统需要从其它企业管理信息系统（如ERP、PLM）获得相应的信息才能工作。因此，制造过程物联系统与这些外围系统实现信息和功能的交换则十分重要。例如制造过程物联系统应可以和MES实现生产任务调度、物料配送等信息及功能的互换。

d) 制造过程物联子系统接口：一般的制造过程物联产品都按照与制造过程相关的业务类型将系统划分为制造资源物物互联、动态事件实时感知、信息整合、基于实时信息的应用服务等子系统。考虑到在实际企业应用中，可能会根据不同业务类型使用不同开发商的子系统情况，开放制造过程物联子系统之间的接口是必要的，因此开放制造过程物联子系统间的接口可以使得企业在配置其管理信息系统时获得最大的柔性。

5.4.3 扩展业务层

图7给出了制造过程物联系统与MES、ERP之间的关系参考模型。现阶段，制造过程物联系统主要实现对制造执行过程中制造资源的实时信息进行监控与跟踪，这些信息将反馈给MES；同时，可以获得对实时生产任务进度的跟踪，这些信息将反馈给ERP。但从总体上看，制造过程物联系统需要进一步向实时信息驱动的生产计划与物料配送方面进行扩展，这些应用扩展与现有MES和ERP的部分功能有一定相似处。



图7 制造过程物联系统业务的扩展

5.5 软件实现模型

5.5.1 集成的功能应用视图

图8描述了以 workflow、物流、信息流为主线的制造过程物联系统集成业务流程的参考模型图。主要包括获取制造任务，生产准备，生产，过程信息监控，任务完成等5个主要业务。

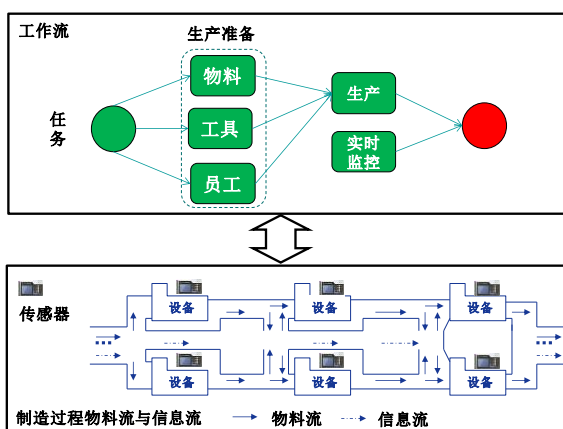


图8 基础的业务流程参考模型

5.5.2 可扩展的软件结构视图

制造过程物联体系结构标准定义了软件实现的推荐模型，该模型采用近年来流行的多层架构，如微软提出的DNA和J2EE推荐的MVC等多层软件实现架构。这些架构为软件的可扩展性及可维护性提供了良好的基础。新的软件实现模型具有较强的可扩展性，支持面向企业的业务流程重组。标准从以下几个方面描述ERP体系结构的可扩展性：多层体系结构、基于构件的体系结构、软件的跨平台性。

a) 多层体系结构

制造过程物联体系结构明确要求采用基于软构件的多层架构。所谓多层架构是在三层架构基础上发展起来的。三层架构将软件系统分成表示层、逻辑层及数据层。其中表示层负责实现客户端的用户界面，将从逻辑层获得的数据展现给用户，并将从客户端获得的数据提供给逻辑层进行处理。逻辑层负责实现真正的业务逻辑处理，将处理的结果一方面提供给表示层，另一方面发送到数据层进行存储。数据层主要负责数据的存储及查询。这种架构将业务逻辑与表示界面分开，有利于实现软件的瘦客户端，应用的快速重组，便于系统的维护和升级。而软件的多层架构则主要是将逻辑层分成更多的层次，例如应用服务器中间件、数据库驱动构件、业务逻辑构件等等。图9给出了三层架构的参考模型。

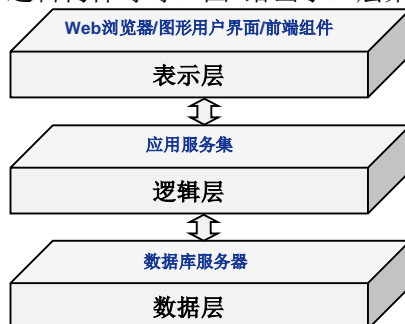


图9 基于中间件的多层应用结构

制造过程物联系统采用多层架构主要是为了提高系统的可扩展性。由于将系统显式地分为几个独立的层次，而各个层次如果按照面向对象的原则能够实现高内聚、低耦合性，则一个层次的变化就不会过多的影响其它层次的程序。同样逻辑层与数据层的隔离可以使制造过程物联系统在数据层采用不同的解决方案，例如多数据库系统的适应性。

多层架构的具体实现形式有很多种，例如目前十分流行的客户机/服务器(C/S)结构和浏览器/服务器(B/S)结构。从图10中我们可以看出，无论是客户机/服务器(C/S)结构还是浏览器/服务器(B/S)结构的软件都可以实现多层架构。客户机/服务器(C/S)与浏览器/服务器(B/S)结构有各自的特点，主要体现在如下方面：

客户机/服务器(C/S)结构的优点：客户机/服务器(C/S)结构由于将业务逻辑的执行分布在不同的客户机上，因而其执行效率在很大程度上取决于客户机配置。它可实现快速的客户端响应，通过十分丰富和生动的方式实现用户界面。

客户机/服务器(C/S)结构的缺点：增加了系统对客户端硬件的要求，增加了系统客户端维护的工作

量，从而增加了系统升级的难度。

浏览器/服务器(B/S)结构的优点：浏览器/服务器(B/S)结构特别适应于在Web上运行，由于客户端只安装基于Http协议的浏览器，因而减少了系统对客户端硬件的要求、减少了系统维护的工作量，从而降低了系统升级的难度。

浏览器/服务器(B/S)结构的缺点：对服务器端要求一般很高。并且由于网速的限制，其客户端对用户的响应一般较慢，因而难以应用在如所见即所得等对实时响应要求很高的环境中。

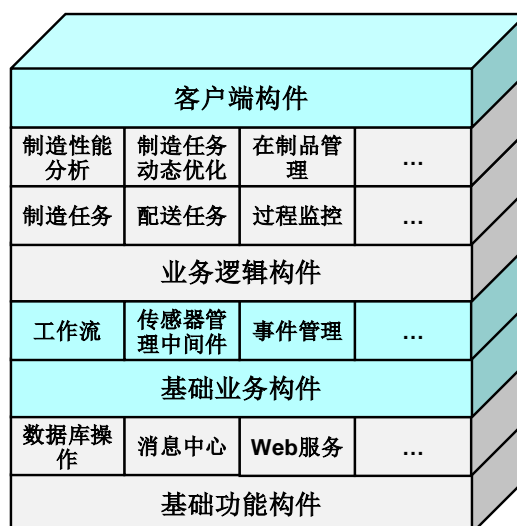


图10 制造过程物联软件功能构件的层次

b) 基于构件的体系结构

构件的作用是构造新的软件系统可以不必每次从零做起，直接使用已有的构件，即可组装（或加以合理修改）成新的系统。

制造过程物联体系结构强调在逻辑层应采用基于面向对象的软构件技术。面向对象的软构件实际上是“对象+标准的接口”。而现行的接口标准主要有COM+、CORBA、JavaBean(EJB)、Web服务等。采用软构件技术的主要目的在于使系统可以支持基于工作流的、面向业务流程的重组，从而提高制造过程物联系统的可配置性和适应性。制造过程物联系统推荐将构件根据其业务类型划分为基础功能构件、基础业务构件、业务逻辑构件、客户端构件4个层次。基础功能构件负责对操作系统、数据库、应用服务器、Web服务器等的操作或通讯。基础业务构件是系统中的通用构件，它们被具体的制造过程物联业务处理构件调用。业务逻辑构件是实现具体的制造过程物联业务逻辑的构件，每一个构件可以完成某一方面的业务处理功能，例如过程监控业务构件、性能分析业务构件等。客户端构件是用来完成客户端界面的构件，包括动态页面程序，自定义标签，客户端控件等。

c) 跨平台性

可扩展的软件结构的一个重要方面是跨平台性。跨平台性有多种不同的理解，制造过程物联系统的跨平台性包括跨平台的运行，及跨平台的应用。跨平台的运行环境主要从下面几个方面体现：

- 1) 跨操作系统平台：制造过程物联系统应可以部署在各种流行的操作系统上，例如Windows、Linux、Unix、MacOS等。
- 2) 跨硬件平台：制造过程物联系统可以运行在不同规模的硬件上，例如从32位机到64位机，从单机运行到集群运行。
- 3) 跨数据库平台：制造过程物联系统应可基于各种流行的数据库系统，例如Oracle、DB2、Sybase、Sql Server等。也包括国家支持的国产数据库。

5.5.3 可交互性视图

可交互性视图用于表达软件实现内、外部信息交换和功能调用的方式，包括信息表达标准、面向对象的中间件标准，基于Web的分布式计算标准等。为了实现构件化的系统架构，制造过程物联体系结构要求系统采用面向对象的中间件技术，实现业务逻辑的构件化。

图11给出了面向对象的构件化的制造过程物联体系结构的参考模型。每一个制造过程物联的构件在其核心业务逻辑之外除了提供与用户交互的界面外，还应提供基于标准协议的信息及功能交换接口，这些接口既可以与内部其它构件连接，也可以与外部的信息系统连接。接口的提供应成为制造过程物联系统的标准配置，同时也使制造过程物联系统成为为其它系统提供数据和功能的服务器。根据构件所处的不同层次，构件接口可以采用不同的协议。例如对制造过程物联内部构件，为提高信息及功能的交换效率，可以采用COM+、CORBA、EJB等具有较强耦合性的中间件标准，而对于提供给外部其它信息系统（如技术信息系统）的接口就应采用更开放的标准，例如功能的开放采用Web服务标准，信息的表达则使用ebXML、Biztalk等业界流行的标准。

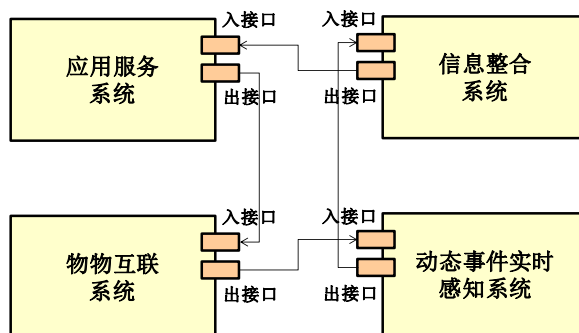


图11 基于面向对象构件的体系结构的参考模型

5.6 体系结构评价指标

制造过程物联功能体系结构的评价指标体系在5.1—5.3项内容的基础上制定，既要反映出制造过程物联功能体系的体系结构特征，又可以分权重、分层次地评价其体系结构。一个制造过程物联功能系统可能在不同的层次上评价不同。不同类型的生产企业可根据需要从不同的层次上选择或评价制造过程物联功能体系的体系结构。其指标体系构成如图12所示。

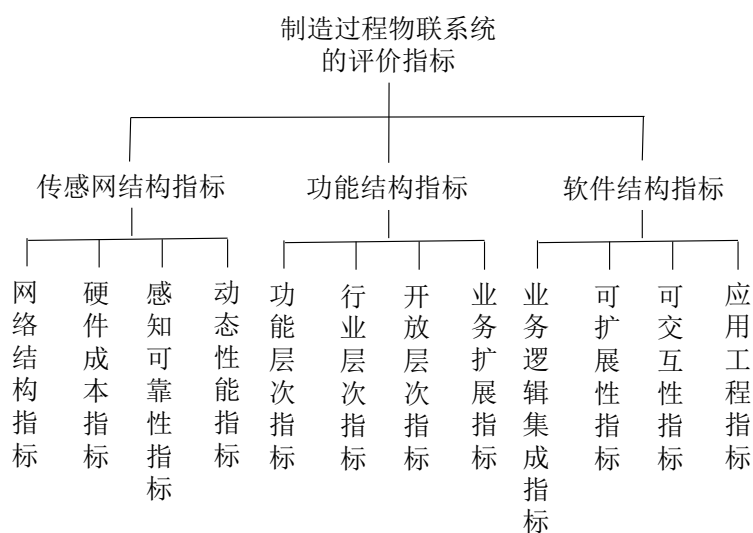


图12 制造过程物联功能体系结构评价指标

