

制造网格环境下基于 Web 服务的资源建模*

Resource Modeling Based on Web Service in Manufacturing Grid

中国航天工程咨询中心 石胜友 刘海滨
 中国航天科技集团公司 杨海成
 西北工业大学现代设计与集成制造教育部重点实验室 莫蓉 陈泽峰

[摘要] 制造网格是网络环境下制造资源共享的有效方式,资源建模与服务节点构建是基础。首先以服务类型为参照,从多个视角对制造资源进行了分类;其次提出了由资源层、资源表示层和资源接口层组成的制造网格资源统一抽象模型:资源层容纳各种各样的物理资源,表示层使用 XML 描述资源的属性信息,接口层使用 WSDL 定义对资源的访问操作。最后以企业标准件库系统(软件资源库类资源)和数控加工机床(硬件设备类资源)的封装为例验证了该模型的有效性。

关键词: 制造网格 资源节点 资源抽象模型 Web 服务

[ABSTRACT] The manufacturing grid is an effective manner of resource sharing in network environment. Modeling resources and constructing service node are the base. Firstly, manufacturing resources are classified from several angles of view according to various service types. Secondly, a unified abstract resource model is proposed, which is composed of a resource layer, an expression layer and an interface layer. All kinds of physical resources are contained in resource layer; resource data and information are encapsulated by XML Schema in expression layer; interfaces and operations are defined by using Web Service Description Language (WSDL) in interface layer. Lastly, being the validity check, an enterprise standard part library system (as software resource) and a numerical control machine (as hardware resource) are encapsulated into resource nodes.

Keywords: Manufacturing grid Resource node Resource abstract model Web service

以网格^[1]技术为基础,以制造资源的网络共享和协同工作为核心的制造网格得到了大量的研究,基本形成了一套较为系统的框架体系和方法。研究者对制造网格涉及的众多关键技术进行了深入的研究,包括制造网格概念的提出^[2-3]、框架结构^[4]、资源建模^[5]、软件系统封装^[6]、资源调度^[7]等。从众多的研究中不难看出,制造网格资源模型的抽象与服务节点的构建是实现整个制造网格资源共享的基础和前提,资源的管理与调度、服务的共享都要以此为基础。本课题在现有研究的基础上,继续对这一关键问题展开深入研究。在从多个视角对制造资源进行清晰分类的基础上,构建统一的资源抽象层次模型,并基于 Web 服务技术构建资源服务节点。

1 制造资源分类描述

制造网格环境中的资源是指涉及到企业生产经营的一切活动和产品全生命周期的大制造中的所有资源的总称,包括物化的资源和求解制造问题的能力。物化的资源包括:软件、生产设备、加工单元、生产线、场地、特种工具、物料、产品信息、知识资源等;求解制造问题的能力,比如复杂零件的设计能力、复杂零件的工艺能力等。根据研究资源的不同目的对制造资源有不同的分类方法,如文献[8]把一个企业自身及其供应链上的资源分为基础结构资源、人才资源、资金资源、技术资源、知识资源、企业供应链资源等。

为便于资源的集成和共享,同时便于制造网格资源管理系统的组织和管理。本课题对制造资源分类如图 1 所示。由于各种资源注册、连接到制造网格系统中以网格服务的形式统一共享,所以,按照提供的服务功能将制造网格中广义的制造资源分为设计资源、仿真资源、试验资源、加工资源、装配资源、检测资源、仓储资源、物流资源、销售资源、服务资源、维修资源、知识资源等形式,很多资源的共享都要人的参与实现,因此,人力资源是制造网格中一类特殊的资源,是

* 863 计划项目(2007AA04Z134)和制造业信息化重大工程项目(2006BAF01A48)资助。

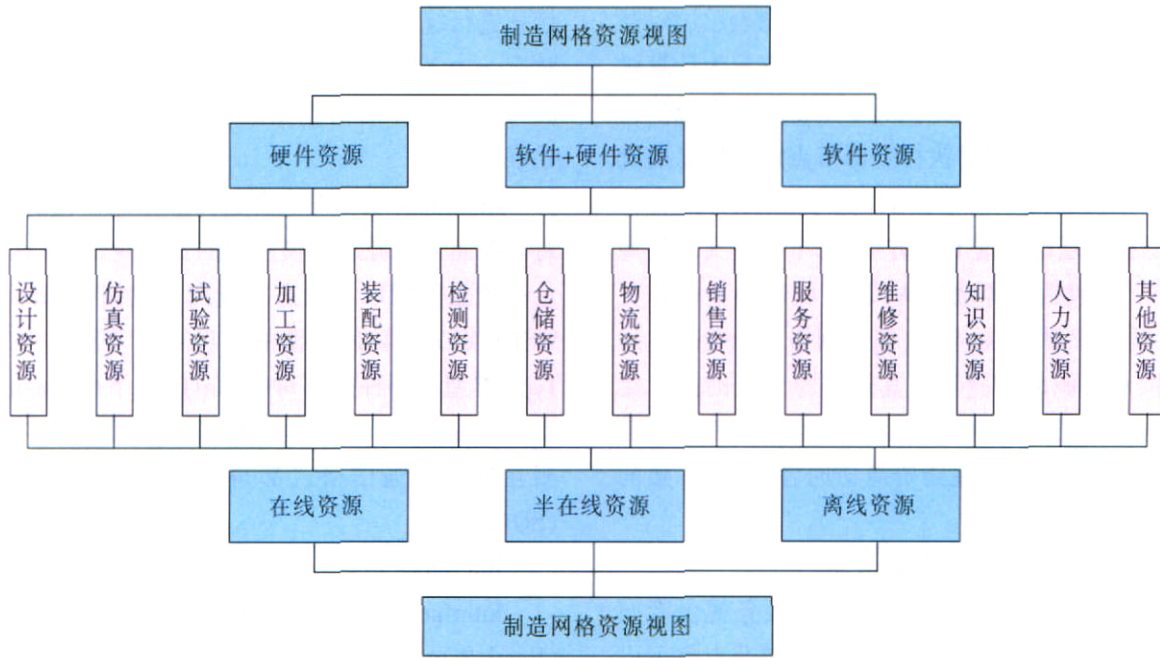


图1 制造资源的分类

Fig.1 Classification of manufacturing resources

制造网格资源最重要的组成部分。

不同于计算资源单一的在线共享形式，制造资源多为离线形式共享，虽然已经存在具有在线共享能力的生产设备、制造单元、生产线甚至车间和无人工厂等，但实际情况中大量存在的仍然是只能通过离线形式共享的资源。因此，按照对资源的共享方式，可将制造网格资源分为在线资源、离线资源以及介于在线与离线之间的通过人机交互进行工作的人机系统，如CAD系统等。同时，所有资源按照在制造网格中的组织形式，又可分为软件资源、硬件资源、以及由软件资源和硬件资源组成的复合资源，例如，一个柔性制造单元，既包括机床、设备等硬件资源，也包括单元信息管理系统等软件资源。

2 基于Web服务技术的制造资源建模

2.1 制造网格环境下的资源模型

制造网格是网格技术在制造领域的应用，是将不同企业生产经营活动需要的资源封装成标准的、规范的、开放的网格节点，将不同网格节点互连互通形成一体化的制造资源环境——虚拟工厂，并向用户提供透明、一致、优质的制造服务，实现制造资源的社会化共享和优化配置^[7]。制造网格中的资源被封装为资源节点，最终以服务的形式提供给资源访问者。按照上述制造资源分类方法，采用单元的形式对资源进行封

装，按其最终提供的不同服务类型进一步分为设计单元、加工单元、仿真单元、信息单元、服务单元、人力单元、知识单元等。

建立如图2所示的资源层次模型，该模型包含资源共享所需要的所有信息，向资源访问者提供标准化的操作访问机制。

自下而上分别是制造资源层、资源表示层和资源接口层。制造资源层包括了企业生产经营活动和产品

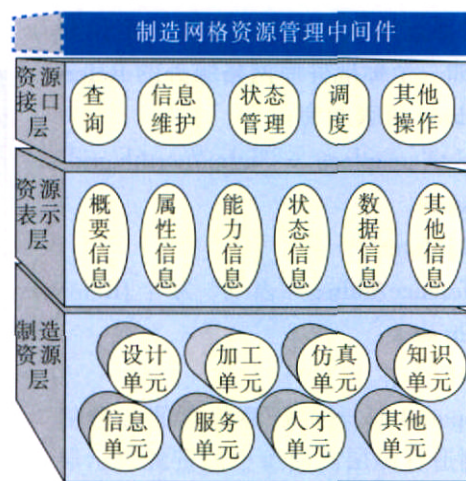


图2 制造资源层次模型

Fig.2 Manufacturing resource hierarchy model

全生命周期的大制造中的所有资源。资源表示层对制造资源的各种信息进行全面的描述,并表示为计算机可处理的格式。这些信息是供其上层定义对资源的访问操作的信息源,比如要执行资源节点服务信息的查询操作,则要匹配该层中提取的资源的服务能力信息。资源接口层的功能有2方面,对下层定义对资源的各种操作,包括资源数据的读取、状态的查询和更新、生存期的管理等;对上层(制造网格资源管理中间件)提供对资源的访问和与其他资源交互的操作接口,这些接口向资源访问者屏蔽资源数据与信息内部处理和交互的细节,呈现给资源访问者透明、一致的资源服务。

2.2 基于Web服务技术的模型表示

制造网格中的资源节点作为资源服务提供者向网格中的资源请求者提供服务,同时资源节点也可以作为资源请求者向其他资源服务提供者请求资源服务,资源节点之间是P2P(Peer to Peer, P2P)的对等关系,所以资源模型应当以标准的、可互操作的方式支持资源节点的描述、发现及节点之间的交互。满足上述要求的制造资源模型表示为:

GridResourceModel = {Resources, ReferenceAddress, PropertyInfo, Interfaces}

Resources表示具体的制造资源,它们在地理上是分布、异构的,而逻辑上对用户是统一的、透明的。

ReferenceAddress表示资源可被网络用户访问的引用地址,是一个全局唯一的统一资源标识符(Universal Resource Identifier, URI)。通过在特定的命名空间内为资源作一个全局元素声明,作为该资源的身份标识,并通过该标识实现对资源的定位和引用。如一个标准件库网格服务的ReferenceAddress可表示为:

targetNameplace = "http://partlib.grid-service.aame.org/PartLibInter",

ReferenceAddress表示为: {ReferenceAddress: | (URI/URL, ...) }。

PropertyInfo表示资源包含的各种信息,即制造资源层次模型中的资源表示层所提取的概要信息、属性信息、能力信息等,即{PropertyInfo: | (SumInfo, ttrInfo, CapabInfo, ...) }。

基于可扩展标记语言(XML)对资源

信息进行统一描述和数据封装,每类资源的模型信息对应一个XML Schema格式的资源属性文档,而资源的每一项具体的信息则对应XML Schema中的一个元素。

Interfaces表示对资源的标准化操作,这些操作被封装在制造资源层次模型中的资源接口层。这些操作包括数据的读取、状态的查询、更新等和操作基于WSDL定义,访问资源的接口对应WSDL中的port-Type类型,各种操作对应portType下的Operation元素。资源服务节点接受操作请求、资源服务节点之间相互操作的通信格式都是基于简单对象访问协议(SOAP)。

Interfaces可进一步表示为:

Interfaces={portType: Interface, Operation: | (Read(SOAP: Message(input, output)), Write(...), Inquiry(...), Update(...), ...) }。

3 制造资源建模的实现

制造资源种类繁多,不同种类资源所包含的信息差别很大,如作为知识资源的企业标准件库和作为加工资源的数控加工机床在建模时所包含的信息就不一样,所以应用第2节提出的制造资源层次模型对具体的资源进行分类建模时,应当总结同类资源所包含的信息类型,为同类资源定义一个信息描述模板。以下以企业标准件库系统(软件资源库类资源)和数控加工机床(硬件设备类资源)为例来构造其资源层次模型。

3.1 标准件库资源建模

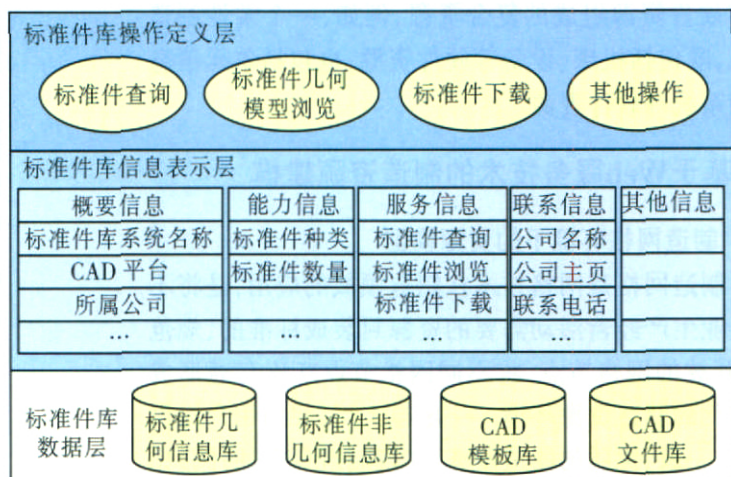


图3 标准件库资源模型

Fig.3 Standard part library resource model

企业标准件库是产品设计过程中常用的资源,很多企业都开发了标准件库系统,但是没有网络共享,使得系统重复开发现象严重;另一方面,作为标准件,一般不会涉及企业的商业机密和核心竞争力,所以企业标准件库系统的网络共享是可行的。为此,本课题以标准件库系统的封装为例,说明在制造网格中,如何构建软件资源库类资源的层次模型。

按照上面提出的资源层次模型,总结出标准件库系统的封装模板,如图3所示。

标准件库系统数据层存储标准件的相关信息,包括标准件的几何数据库、非几何属性信息库、CAD模板库和CAD文件库等。标准件库系统信息表示层提取的信息包括:概要信息,如系统名称、CAD平台(如UG, CATIA, Pro/E)等;能力信息,如可提供服务的标准件种类、数量等;服务信息,如可提供服务的类别(标准件的查询、浏览、下载等),联系信息,公司名称等。在模板描述文件中,标准件库 PartLibInter 由 SumlInfo, ServiceInfo, CapabilityInfo, ..., ContactInfo 等属性信息组成,其 ReferenceAddress 为 http://partlib.gridservice.aame.org/PartLibInter。

标准件库资源模型的接口层定义了对标准件库的操作方法,包括标准件的信息查询、几何模型浏览、标准件下载等。在定义文件中,接口 PartLibInter 内定义了3个操作方法: getStdLibPartList 为用户返回一个树形的标准件名称列表,用户可以从中选择特定的标准件进行下一步操作; getStdLibPartPara 方法为

用户提供基于尺寸系列的标准件查询; getStdLibPartUrl 方法用于为用户提供标准件的几何模型的在线浏览及特定 CAD 文件格式的标准件的下载。

其模型最终表示为:

```
StdPrtLibModel = {
    Database:|(GeomDB,PropDB,CADTempletDB,
CADFileDB),
    ReferenceAddress:|(http://partlib.gridservice.
aame.org/PartLibInter),
    PropertyInfo:|(SumlInfo:|(SysName,CADPlatform
(UG,Catia,Pro/E),...),
    ServiceInfo:|(Query,View,Download...),
    CapabilityInfo:|(Type,quantity...),
    ContactInfo:|(IncName,Tel...)...),
    Interface:|(PartLibInter,
    Operation:|(getStdLibPartList,
getStdLibPartPara,
getStdLibPartUrl)
}
```

3.2 硬件设备类资源建模

设备类资源如数控加工机床等是航空产品如飞机零部件加工的主要设备,对这类资源建模并发布到网络共享,有助于提高设备的利用率和企业的生产效率。

以数控加工机床的建模为例,首先总结出机床的各种信息,如表1,包括概要信息、属性信息、能力信息、状态信息等。其中最重要的是机床的能力信息和状态信息,能力信息确定机床是否有能力承接加工任务,状态信息确定机床承接加工任务的时间。

基于机床的各种信息在资源表示层描述机床类资源的信息模型,在资源接口层定义各种操作包括对设备状态的查询、向设备调度加工任务、获取设备执行任务状态的反馈等,其定义过程与软件资源库类资源类似,这里不再赘述。需要说明的是设备资源在线于 Internet/Intranet 是其可供共享的前提,而目前国内制造业的加工设备大都不具备上网功能,所以网格环境下不能实时采集这些设备的动态信息,如设备是否处于繁忙状态、当前执行的加工任务何时可完成等。而这些信息对于是否向该设备调度加工任务、何时调度任务等是必不可少的,因此,本课题构造一个模拟的机床信息采集器,由车间的工作人员(如设备负责人)定期更新设备的各种信息,由此得到设备在某一时间段的动态信息。(下转第88页)

表1 加工设备资源建模信息表

概要信息	设备名称	立式加工中心	
	规格型号	MCV800	
	所属单位	xxx公司数控车间	
属性信息	数控系统	西门子 80D	
	主轴转速	60~6 000	
	电机	5.5kW 交流伺服电机	
能力信息	三轴行程	800 x400 x500	
	加工类型	粗加工、精加工	
	加工精度		
状态信息	加工成本	50 元/h	
	繁忙	任务状态	精铣
		等待时间	5h
空闲			
其他信息			

动,波动幅值基本保持不变,并且随着应力幅的增加而增大。

(3)通过计算某一时刻试样的冷却速率,结合给出的热耗散模型,计算出相应时刻单位体积材料单个循环的热耗散能,发现热耗散能随着应力幅的增加而增大。

参 考 文 献

[1] PLEKHOV O, PALIN - LUC T, SAINTIER N, et al. Fatigue crack initiation and growth in a 35CrMo4 steel investigated by infrared thermography. *Fatigue Fract Engng Mater Struct*, 2005, 28:169~178.

[2] Audenino A L, Crupi V, Zanetti E M. Correlation between thermography and internal damping in metals. *International Journal of Fatigue*, 2003,25: 343~351.

[3] Boulanger T, Chrysochoos A, Mabru C ,et al. Calorimetric analysis of dissipative and thermoelastic effects associated with the fatigue behavior of steels. *International Journal of Fatigue*, 2004,26:221~229.

[4] Kaleta J, Blotny R, Harig H. The accumulated internal energy in the fatigue strength region. *Advances in Fracture Research. Proc 7th International Conference on Fracture (ICF7)*, Pergamon, 1989.1 195~1 202.

[5] 姜菊生,许金泉.金属材料疲劳损伤的电阻研究法. *机械强度*, 1999(9): 232~234.

[6] 姜菊生,张伟根,郭乙木,等.金属材料疲劳损伤的定量研究. *材料科学与工程*. 2000(3): 43~46.

[7] 胡汉平,程文龙. *热物理学概论*. 合肥:中国科学技术大学出版社,2006.219~292.

[8] Meneghetti G. Analysis of the fatigue strength of a stainless steel based on the energy dissipation. *International Journal of Fatigue*, 2007,29: 810~94.

[9] 马庆芳,方荣生,项立成,等. *实用热物理性质手册*. 北京:中国农业机械出版社, 1986: 668. (责编 金卯)

(上接第 83 页)

4 结束语

资源建模是制造网格实现的前提和关键技术。构造的制造资源层次模型既包含了资源的所有信息,又(屏蔽了资源内部交互的细节,只是通过接口向用户提供标准化的访问方式,很好地满足了制造网格体系结构下从资源到服务的抽象对服务共享的要求。基于Web服务技术对模型的实现有效地利用了Web服务面向服务架构的优势,有利于网格体系结构下制造资源的全面集成和动态共享。最后对软件资源库类资源

和设备类资源进行了建模验证。

参 考 文 献

[1] Ian F, Carl K, Steve T. The anatomy of the grid: enabling scalable virtual organizations. *International Journal of High Performance Computing Applications*, 2001, 15: 200- 222.

[2] Fan Yushun, Zhao Dazhe, Zhang Liqin, et al. Manufacturing grid: needs, concept, and architecture. *GCC 2003, LNCS3032*, 2004, 653- 656.

[3] Qiu G. Manufacturing grid: a next generation manufacturing mode. *IEEE International Conference on System, Man and Cybernetics*, 2004, 4 667- 4 672.

[4] Li Chen, Deng Hong, Deng Qianni, et al. Research on the framework of grid manufacturing. *GCC 2003, LNCS3032*, 2004, 19- 25.

[5] Shi Shengyou, Mo Rong, Yang Haicheng, et al. An implementation of modeling resource in a manufacturing grid for resource sharing. *International Journal of Computer Integration Manufacturing*, 2007, 20: 169- 177.

[6] 石胜友,莫蓉,杨海成等.面向网格服务的标准件库系统集成. *计算机辅助设计与图形学学报*, 2006, 18 (4): 551- 555.

[7] 刘丽兰,俞涛,施战备.制造网格中基于服务质量的资源调度研究. *计算机集成制造系统*, 2005, 11(4): 475- 480.

(责编 依然)

“汽车零部件及批生产工艺技术研讨会”
在杭州圆满落幕

2008年6月20日,由德国巨浪公司与瑞典山特维克可乐满联合举办的“汽车零部件及批生产工艺技术研讨会”在杭州市召开。近50个公司的80位代表参加了本次技术研讨会,众多与会公司皆为汽车零部件制造行业的知名企业。

本次交流会重在机床和刀具制造厂商与使用方单位之间的双向交流,重在研讨。贯穿研讨会始终的是以典型汽车零部件为线索的工艺技术方面的交流,重点关注的零件包括:转向节、差速器壳体、变速箱壳体、制动钳体、油泵壳体、增压器壳体等。

巨浪机床的先进功能和品质以及山特维克可乐满刀具的过人品质在工件的加工过程展示中得以充分的体现。巨浪机床重点展示了加工过程中在一台机床上实现多工位、集中工序的高效加工能力;山特维克可乐满则重点展示了Coromill490等新产品及其他一些汽车零部件加工的专用刀具。(本刊记者 依然)