

ICS 35.240.50
J 07



中华人民共和国国家标准

GB/T ×××××—20××

制造业信息化服务平台服务资源分类规范

Classification of Service Resources for Informationization Service Platform
of Manufacturing Industry

(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

目次.....	I
前言.....	II
引言.....	III
制造业信息化服务平台服务资源分类规范.....	1
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语、定义和缩略语.....	1
3.1 术语和定义.....	1
4 制造服务资源的特点与需求.....	1
4.1 制造服务资源的概念.....	1
4.2 制造服务资源的特点与需求.....	2
5 制造业信息化服务平台核心服务资源分类及描述.....	3
5.1 面向制造业的生产服务.....	3
5.2 面向制造业的产品服务.....	4
5.3 面向制造业的管理服务.....	5
6.面向产品全生命周期的制造服务体系与服务内容.....	6
6.1 面向产品全生命周期的制造服务集成框架.....	6
6.2 面向产品全生命周期的制造服务体系.....	7
7 制造业信息化服务平台服务资源管理框架与服务内容.....	10
7.1 总体服务.....	11
7.2 制造资源感知与接入服务.....	12
7.3 制造资源能力的虚拟化、服务化服务.....	13
7.4 制造服务环境的构建与运行服务.....	14
7.5 制造服务的安全与可信服务.....	15
7.6 制造服务的普适人机交互服务.....	15

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国自动化系统与集成标准化技术委员会（SAC/TC159）归口。

本标准负责起草单位：。

本标准主要起草人：。

本标准为首次发布。

引 言

制造业信息化服务平台是一种基于网络的，面向服务的协同制造新模式。制造业信息化服务平台可以将分布的技术、设备、软件资源汇集到平台上，实现面向制造业信息化的优势资源整合，为企业提供覆盖各个业务领域的制造服务体系。

由于制造服务涉及的领域众多、种类复杂、术语体系庞大且不统一，使得制造服务的管理、组织及协同成为构建制造服务平台的关键。本标准将根据制造业信息化环境下的制造服务资源特点，规范面向制造业信息化服务平台的制造服务资源的分类方法和分类依据，建立系统化的制造业信息化服务平台服务资源分类体系。

本标准对于制造服务资源的管理，以及用户对服务资源的搜索提供了基础。

制造业信息化服务平台服务资源分类规范

1 范围

本标准对制造业信息化服务平台中的制造服务的特点和概念进行了分析和定义，给出了制造服务资源的分类方法，对制造业信息服务平台所涉及的核心制造服务资源进行了分类和描述。

本标准适用于制造业信息化服务平台中的制造服务资源的分类与管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本指导性技术文件的引用而成为本指导性技术文件的条款。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指导性技术文件，然而，鼓励根据本指导性技术文件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标准。

GB/T 25111-2010 网络化制造环境下的制造资源分类

GB/T XXXXX-201X 云制造 集团企业云制造资源

3 术语、定义和缩略语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 术语和定义

制造服务 manufacturing service

制造服务是制造企业在制造活动中结合制造资源、人力资源和相关领域知识完成特定制造任务的能力。服务内容包含论证服务AaaS、设计服务DaaS、生产加工服务FaaS、试验服务TaaS、仿真服务SimaaS、维护维修服务MRaaS、经营管理服务MaaS、集成服务InaaS等。

制造服务资源 manufacturing serviceresource

制造服务资源包括两部分，既包括企业生产系统的内部资源要素，如生产设备、人力资源、生产能源等，生产系统的非结构化要素以及相应的管理体制，也包括与生产系统发生联系的企业内部和外部资源，如产品销售和原料供应的市场资源、企业筹集资金的财政资源、企业产品开发能力和工艺加工水平的技术资源等。

分类 classification

根据特性的不同将其抽象化地分为不同的组织结构的过程。

4 制造服务资源的特点与需求

4.1 制造服务资源的概念

制造服务是从制造业内部生产服务部门中分离出来的一个新兴的服务业产业，它具有高科技含量、高附加值、高人力资本和高成长性的特点，对其他产业具有较强的带动性。制造服务包括为产品制造过程和产品使用过程所提供的各种形式的服务，包括概念设计、研究开发、工程设计、

工程和产品维修、运输、金融、保险、法律、会计、管理咨询、房地产、通信、广告、仓储、人事、行政、保安和企业清洁等。

制造服务资源包括两部分，既包括企业生产系统的内部资源要素，如生产设备、人力资源、生产能源等，生产系统的非结构化要素以及相应的管理体制，也包括与生产系统发生联系的企业内部和外部资源，如产品销售和原料供应的市场资源、企业筹集资金的财政资源、企业产品开发能力和工艺加工水平的技术资源等。这些资源分布在整个制造企业流程的全过程当中，分散在供应链各个环节上，它们是动态变化的。这些资源中绝大部分由于共享的需要，会被数字化或者增加信息化的附加成分，使之能在网络上流通。

4.2 制造服务资源的特点与需求

制造服务资源与传统制造方式下的资源相比较，其资源内容里增加了信息的成分。制造服务资源具有共享性、动态性、复杂性和数字化特点。

共享性：信息化制造模式下，企业之间，企业内部各部门之间，借助于网络实施高度协作，资源达到高度共享，这也是基于信息化的制造最能发挥和体现的优势。

动态性：信息化制造模式下，资源不是一成不变的，企业要时刻关注市场反应，不断满足用户新的需求，资源计划的周期缩短，不确定性因素加大，同时借助于网络信息的流通，资源的更新也加快。

复杂性：跟传统的制造模式下的资源相比，信息化制造模式下要管理的资源不仅仅来自企业自身，还有整个供应链上的各种资源。同时资源的种类也因为网络信息传递的加快以及技术的飞速发展而更加丰富，尤其是信息资源这一项，对各种累积的信息数据进行分析统计等工作的复杂性大大增加。

数字化：信息化制造环境下的资源是以数字化的形式参与共享的，传统制造方式下的各种资源必须数字化或者增加数字化成分，转变成资源信息才能在网上实时流通，被其它成员共享。

制造服务资源的这些特点使得基于制造服务资源的制造业信息化服务平台必须满足以下需求：

制造服务资源的发现与匹配：制造服务资源不仅涉及的行业多、服务功能多，而且制造服务资源因制造资源和制造能力的改变是不断变化的，所以增加了制造服务资源的发现和匹配难度。

制造服务资源的规范描述：制造服务资源突破了地理范围的制约，分散在不同地域不同行业。制造服务资源的异构和制造能力的异构等使得对制造服务资源进行规范语义描述显得非常重要。

制造服务资源的封装：把虚拟化的制造服务资源和制造能力封装成制造服务，是一个知识抽象的过程。这些制造服务在某些属性上具有一定的相似性，归纳总结这些相似的属性作为制造服务的公共属性，可使语义描述部分显得有层次感。

制造服务资源的使用：在制造全过程中，一切能封装成服务的制造资源都作为制造服务提供（包括制造资源作为服务、制造能力作为服务、制造知识作为服务等）。制造服务应用于制造全生命周期，形成了“制造即服务”的模式，包括论证即服务(AaaS)、设计为服务(DaaS)、生产加工即服务(FaaS)、仿真即服务(SimaaS)、集成即服务(InaaS)等。

制造服务资源的运营：制造服务中，制造活动具有主动性，即用户根据第三方构建的制造服务平台，在知识、语义、数据挖掘、机器学习、统计推理等技术的支持下，订单可以主动寻找制造方，而制造服务可以主动智能寻租，从而体现一种智能化的主动制造模式。

制造服务资源的服务模式：制造服务不仅仅强调“分散资源集中使用”的思想，同时，更体现“集中资源分散服务”的思想，其服务模式不仅有“多对一”的形式，同时更加强调“多对多”，即汇聚全局的分布式制造资源服务进行集中管理，为多用户同时提供服务。

制造服务资源的管理：制造服务共享的制造资源种类繁多，且分布在不同物理位置的企业组织，具有明显的异构性和分散性。不同企业组织对制造资源还有不同管理标准和规范，这也增加了实现资源统一管理和调度的难度。

制造服务资源的虚拟化：制造服务全生命周期过程中都离不开知识的应用，包括制造资源和能力的虚拟化封装和接入；制造云服务描述与制造云的构建；制造云服务搜索、匹配、聚合、组合；高效智能云服务的调度与优化配置；容错管理、任务迁移；制造服务企业业务流程管理等。

制造服务资源的交易：在相应知识库、数据库、模型库等的支持下，实现基于知识的制造资源和能力封装、描述、发布与调用，真正实现制造资源和能力的全面共享与交易，提高资源利用率。

基于制造服务资源的创新：制造服务模式，任何个人、单位或企业都可以向云制造平台贡献其制造资源、能力和知识。与此同时，任何企业都可以基于这些资源、能力、知识来开展本企业的制造活动，制造服务体现的是一种维基百科式的基于群体创新的制造模式

5 制造业信息化服务平台核心服务资源分类及描述

制造服务指制造企业为完成某一目标所需要的主观条件，是一种无形的、动态的资源形式，是在制造活动中结合制造资源要素所表现出来的一种服务形式。制造服务与制造企业主体、制造活动、制造资源、知识是紧密联系在一起，离开制造企业主体、具体的活动任务、相关的制造资源和知识要素，其制造服务便无法体现。制造服务是制造企业在制造活动中结合制造资源、人力资源和相关领域知识完成特定制造任务的能力。

根据制造服务的服务阶段及对象，可以将制造服务分为生产服务、产品服务和管理服务三大类。

生产服务的提供者可以是IT公司、物流运输、咨询公司、原辅料供应公司、设备维护公司、保洁公司等服务型企业，对象是制造企业。主要存在于产品全生命周期的前中期部分，包括产品规划、设计、制造、装配、销售等。其作用是通过制造企业的业务外包和产业链的优化摆脱企业的同质化竞争，突出企业的核心竞争力，使得制造企业达到节能减排、降低生产成本、提高企业经济效益的目的，同时企业通过联合设计、制造和服务，可以丰富产品内涵，创造出产品的水平异质性、垂直异质性和技术异质性。

产品服务的提供者是最终产品制造企业、产品服务专业提供商或个人，对象是产品用户。主要存在于产品全生命周期的后期阶段，包括产品销售、运行、回收等。其目的是通过制造企业和服务企业有针对性的用户服务，满足用户的个性化需求，进行产品和服务的创新与优化，以提高产品的核心竞争力，实现了客户锁定。

管理服务的提供者是各类第三方服务机构、管理咨询公司、IT管理软件公司等，对象是进行生产活动的制造企业。主要存在于产品的全生命周期中，其作用是使得制造企业在信息技术的支持下，通过规范组织的管理和操作流程、及时的信息提供、可靠的任务分配与执行、高效的科学计算和事务处理、便捷的沟通和协作、快速准确的统计分析、智能化的决策支持，达到提高整个组织运作效率的目的。

5.1 面向制造业的生产服务

制造企业为打造核心竞争力，将其不擅长的业务外包，因而需要围绕制造业生产制造过程的各种服务。面向制造业的生产服务主要体现为设计服务、生产加工服务、检测服务、销售服务、物流服务以及仿真实验服务、管理服务、维护服务等其他生产服务。

面向制造业的生产服务可以从两个方面阐述，即生产性服务与服务性生产。生产性服务在理论内涵上是指市场化的中间投入服务，即可用于商品和服务的进一步生产的非最终消费服务。生产性服务包括科研开发、管理咨询、工程设计、金融、保险、法律、会计、运输、通讯等多个方面。生产性服务的融入使得产品系统的内涵和覆盖范围不断扩大，企业能够在更宽的范围内实现产品差异化，进行价值的创造，也使得传统的制造价值链的覆盖范围得以拓展和延长。为了获得竞争优势，服务型制造系统中的个体企业通常会将自己不具有竞争优势的环节外包给专业化的企业，通过生产性服务企业和制造企业基于业务流程的合作，实现高效生产。服务性生产是指企业采用制造外包的方式，进行零部件加工、制造组装等制造业务流程协作，共同完成物理产品的加工和制造。服务型生产活动进一步强化了处在传统制造价值链的中游（零部件制造、加工和组装等制造环节）的企业之间的分工协作，相互之间的协作从传统的提供零部件的制造，转向更为紧密的制造流程的合作，以更低的成本、更高的柔性、更快的反应速度合作完成产品的制造。

5.2 面向制造业的产品服务

面向制造业的产品服务主要指制造企业对产品售前、售中及售后的安装调试以及维修维护、回收、再制造、客户关系等活动，为完成产品及服务的改进与创新。根据服务企业组织形式划分，产品服务模式分为制造商延伸服务模式、用户自我服务模式、产品服务提供商模式和集成运营模式。制造商延伸服务模式是指制造企业内部设立自己的产品服务职能部门以满足产品服务的需要。采用制造商延伸服务模式的优势在于，它不必考虑制造企业与外部服务提供商之间的沟通、协作、集成等问题，完全依靠企业内部部门就可以实现产品的维护和保养与服务，有助于延长企业产品的价值链，提高产品全生命周期的价值。用户自我服务模式是指用户拥有自己的产品服务部门，负责产品的运行、维护和小故障的维修，保证产品在一般情况下的正常运行，该种模式主要针对技术复杂度和维修复杂度相对较低的产品，并且设备的正常运转对用户的生产非常重要。产品服务提供商模式是指制造企业将自己不擅长的服务外包给其他服务提供商来完成。用户能够低成本、高效率、高稳定地应用这些服务。采用这一模式的优势在于制造企业可以将优势资源集中于提升企业的核心竞争力，并且可以获得外部服务提供商的低成本、高质量的专业化服务。

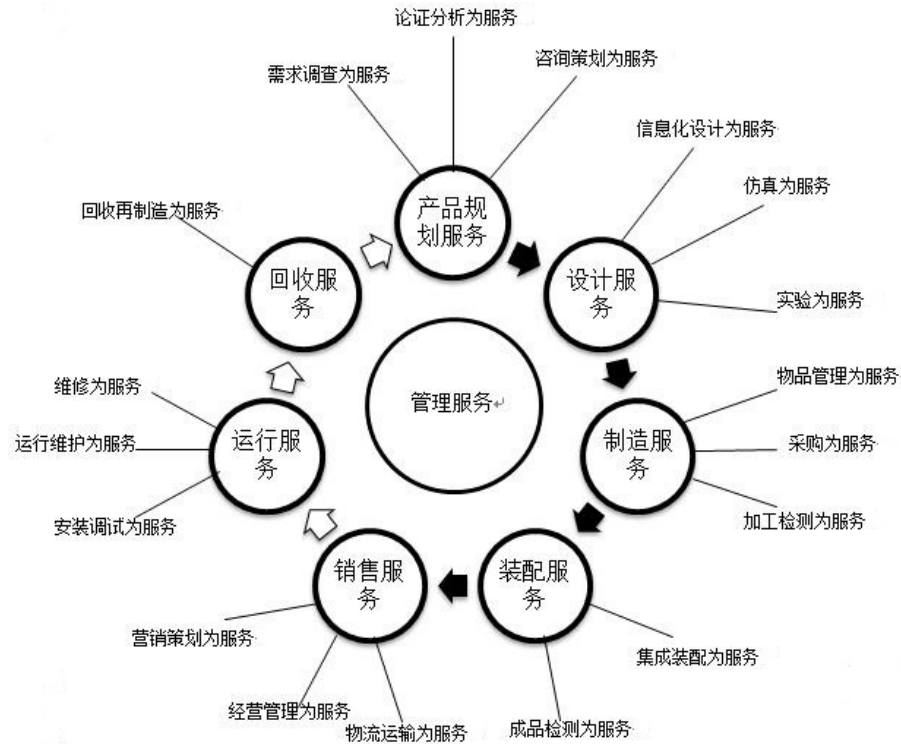


图1 制造服务的分类

如图1所示，按照涉及的产品全生命周期的不同阶段进行分类，可将制造服务分为产品规划服务阶段、产品设计服务阶段、制造服务阶段、装配服务阶段、销售服务阶段、运行服务阶段、回收服务阶段七大类。

在产品设计和试验阶段，企业与企业之间可以通过网络进行协同设计，需要调动企业的大批设计人员，技术人员，管理人员，需要企业的网络软硬件支持，CAD等使能软件支持，数据库支持等，同时，设计要耗费大量物力的财力。涉及的资源主要是人力资源、网络软硬件资源、信息资源、资金资源。这部分资源具有保密性的特点。同样，根据资源归属，将这一阶段的资源也分成内部和外部资源。这一阶段的核心资源是企业的网络环境、辅助设计软件和设计人员。企业必须将设计人员合理分工，并利用网络的实时性与共享性，使设计人员最大程度地协同工作，同时发挥辅助设计软件的功能，提高设计人员的效率，保证设计的专业性和科学性。

在产品生产阶段，企业可以外包，也可以自己组织生产。外包给其它企业组织生产，涉及的企业内部资源包括产品的各种数据信息、人力、网络设备和资金，而生产方的设备、能源、源料等资源是企业的外部资源。反之，如果企业自己组织生产或者受第三方委托进行生产，那么企业需要管理设备、能源和源料等内部资源。

在产品销售阶段以及售后服务阶段，主要资源是市场信息资源，包括代理商信息、客户信息、市场信息、产品反馈信息等，此外就资金资源和产品资源。在网络化制造中，某一企业可以借助其它合作企业的销售网销售本企业产品，其它企业所提供的则是外部资源。

5.3 面向制造业的管理服务

面向制造业资源管理服务及应用相关技术主要包括资源接入、制造能力封装发布、智能匹配、动态组合、运行监控、服务维护。

资源接入：硬制造资源的接入可以采用智能感知技术来实现，主要步骤包括基本信息描述、感知接入信息描述与接入测试；软制造资源接入采用虚拟化技术实现，步骤包括软件基本信息描述、软件上传、软件环境配置、接入测试与发布。

封装发布：以接入资源为基础通过五个步骤包括资源基本信息描述、功能业务描述、载体资源导入与智力资源描述实现对资源各构成要素的描述。

智能匹配：在知识的支持下依据用户需求对资源进行筛选、调用与交易的过程。系统平台在语义基础上依据知识做出判断，挑选一系列合适的资源形成任务的解决方案。用户可根据自身特点定制适合自己的特殊需求，系统依据任务目的、资源描述和用户要求三方面提供相应的服务。

动态组合：组合策略需要知识作为支撑。系统需要根据领域知识和资源描述知识等判断所选的资源服务是否可以组合，并剔除不合适组合的服务，然后根据任务知识设定合适的组合方案，并对方案进行评估，实现服务组合的优化。

运行监控：在任务提出后到最终解决该任务的过程中系统对每一步都进行监控，记录产生的数据；二是指在服务运行过程中发生意外问题后系统采取一系列措施确保任务顺利完成。监视的数据最重要的包括具体方案实施效果、单个服务效果、服务组合效果及用户评价等。

资源维护：在任务完成后分析服务全生命周期中产生的各项数据、完善服务的描述信息的过程。这些数据包括单个服务的运行状况、服务组合的整体效果、任务完成后的评价等。

6. 面向产品全生命周期的制造服务体系与服务内容

6.1 面向产品全生命周期的制造服务集成框架

在产品规划服务阶段，涉及到用户需求调查、策划咨询、论证分析等服务内容，可以利用制造服务平台中用于辅助决策分析的模型库、知识库、数据库作为支持，并将决策分析软件等软制造资源封装为服务，对各种规划方案的可行性与预期效果进行论证分析；在产品设计服务阶段，涉及到产品设计、仿真分析与实验等服务内容，开发者可以基于制造服务平台提供的虚拟实验室和虚拟协同仿真环境，以CAX工具及各种软件资源为辅助手段，开展智能化的协同工作，为产品的设计与改进、性能分析、工艺流程设计等提供支持，与此同时，用户也可通过制造服务平台中的开发环境参与到设计中来；在产品制造服务阶段，涉及到物品管理、原材料采购、加工检测等服务内容，整机企业通过采纳配套企业的多类零部件，组合出多类不同核心特质的产品，形成物理产品的垂直差异优势；在产品装配服务阶段，涉及到产品的集成装配与成品检测等服务内容，核心企业依据工艺图纸和制造甘特图完成零部件组装，并进行检测验收，用户可通过云服务平台提供的可视化界面对产品加工装配过程进行实时监控；在产品销售服务阶段，涉及到营销策划、经营管理、物流运输等服务内容，用户可以根据不同的需求进行个性化的咨询体验，实现企业和用户的双方共同利益最大化；在产品运行服务和回收服务阶段，涉及到产品的安装调试、运行维护、产品维修以及回收再制造等服务内容，企业通过为客户提供的售后产品生命周期的安装、调试、维修、保养、客户俱乐部等服务，真正达到制造即服务的理念。

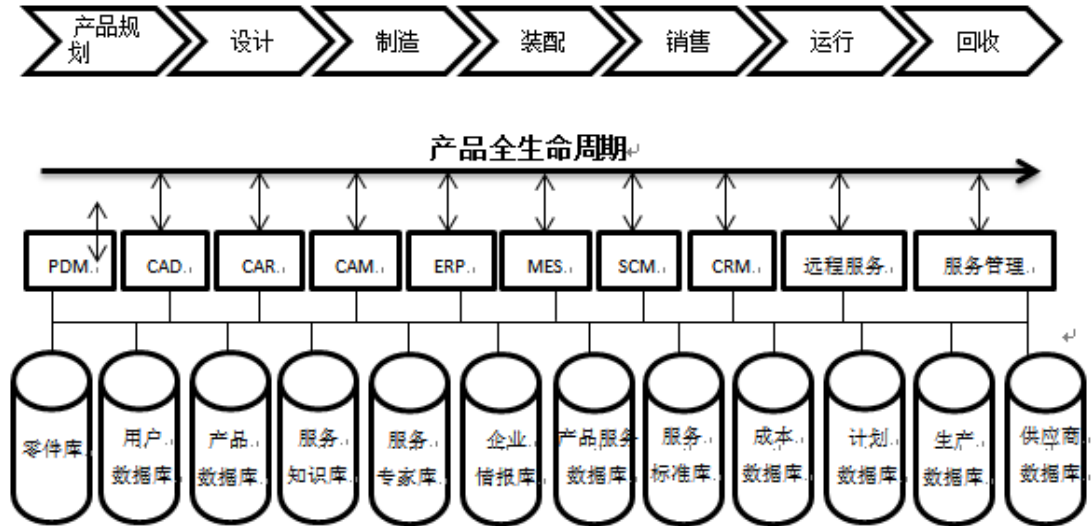


图2 面向制造业的管理服务

如图2所示，面向制造业的管理服务主要是指企业利用信息化技术进行从企业内部的产品开发、制造协作扩展到企业外部与客户、供应商的协作等一系列活动的管理。使得企业能够强化项目的计划、执行、跟踪和控制，实现真正意义上的产品全生命周期管理。

6.2 面向产品全生命周期的制造服务体系

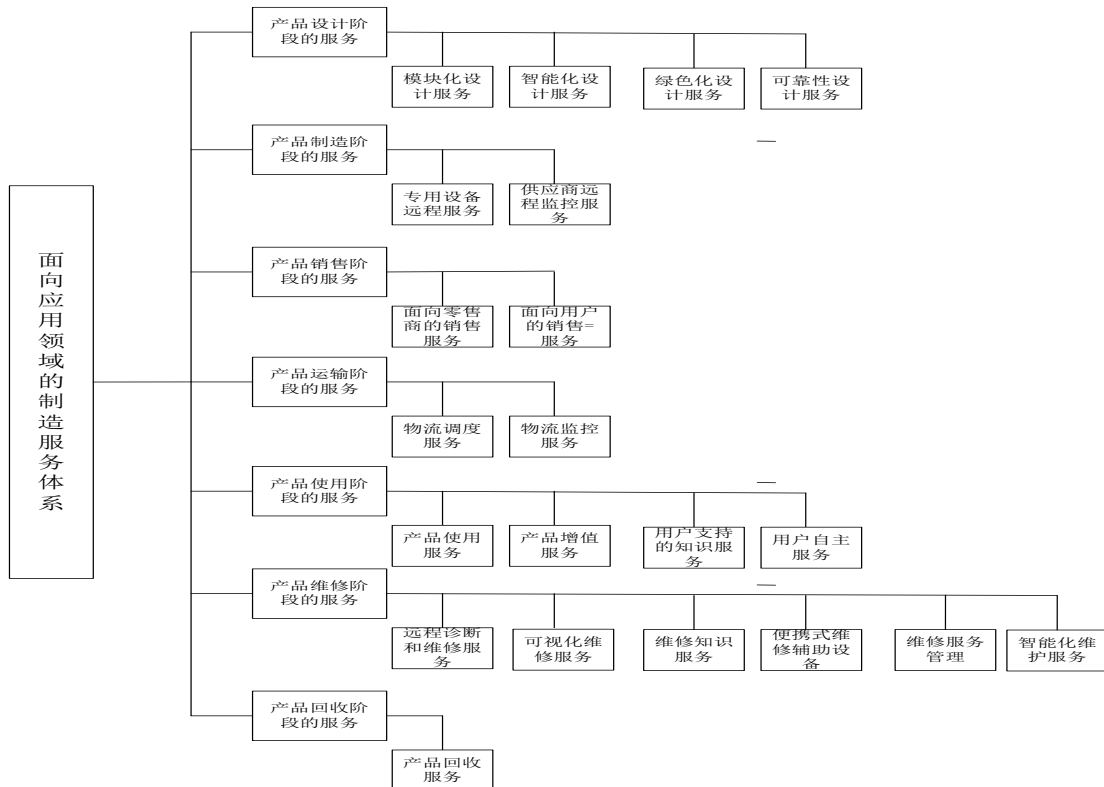


图3 面向应用领域的制造服务体系

如图3所示，针对制造过程生命周期中不同应用领域的需求，可以建立如下的制造服务体系。

6.2.1 产品研发阶段的制造服务

6.2.1.1 面向服务的产品模块化设计

用户的需求是千差万别的，因此不同用户对于制造服务的要求存在很大差异。但是，绝大多数用户的需求存在一些共同之处，如果能够找到这些共性，然后将它们模块化，并通过选择和组合不同的服务模块，在满足灵活性的同时，使模块标准化，最终可以降低成本。

面向服务的产品模块化设计通过对制造服务标准的制定和实施，以达到服务质量目标化、服务方法规范化、服务过程程序化，实现优质制造服务。

6.2.1.2 面向服务的产品可靠性设计

由于生产企业承担了制造服务的功能，企业将更加关注产品的可靠性。这不仅影响企业的声誉，也直接影响企业的成本和利润。

当产品与服务分离时，提高产品可靠性往往意味着要大幅度提高产品成本。面向服务的产品可靠性设计方法则可通过经常的预防性的服务，在保证产品可靠性的前提下，尽可能降低产品成本。

6.2.1.3 面向服务的产品绿色性设计

产品绿色性包括：产品本身及制造过程中的绿色性；产品使用过程中的绿色性。

由于在制造服务系统中，企业需要对产品全生命周期负责，因此企业会考虑如何使制造服务费用整体最少，认真对待产品的节能、环保等问题，不仅有利于产品的节能和环保，也能为企业带来更多的效益。

6.2.2 产品制造阶段的信息化制造服务

6.2.2.1 专用设备远程服务

有的企业拥有一些比较少见的、需要专门知识的专用加工和测试设备，如快速原型制作设备等。可以建立专用设备的远程制造和测试服务平台，通过网络提供服务，提高专用设备的利用率。

6.2.2.2 供应商远程监控服务

企业越来越多的零部件加工外包，因此对供应商的加工质量的监控变得日益重要。比如eSPC工具能够为用户提供对供应商生产过程的跨地域的远程实时质量监控服务。

6.2.3 产品销售阶段的信息化制造服务

6.2.3.1 面向零售商的销售服务

利用网络技术获取零售商销售数据，并为其店铺提供实时存货和现金流信息的零售连锁系统，帮助零售商提高销售额，进行自动补货，减少零售商的缺货损失，同时还可为他们进一步控制库存，从而达到双赢。

6.2.3.2 面向用户的销售服务

现在越来越多企业开设自己的销售网站，或者到第三方平台（如淘宝网）开展销售服务，既缩短了供应链，减少投资，又可以快速打开市场。

6.2.4 产品运输阶段的信息化制造服务

6.2.4.1 物流调度服务

我国企业的物流成本很高，第三方的物流调度服务可以帮助解决这一问题。

6.2.4.2 物流监控服务

现在的物流公司基本上都可以做到利用互联网、无线互联网、短信等方式，帮助用户实时地跟踪自己托运的货物所在位置和到达目的地的时间。

6.2.5 产品使用阶段的信息化制造服务

主要是利用信息技术提供产品使用服务、产品增值服务等。其特点是：面向同类产品用户、适应面广、增值大。

6.2.5.1 产品使用服务

主要是方便用户使用，保证使用的安全性，降低产品使用的成本等。例如，沃尔沃卡车公司推出了“全程全面物流解决方案”，包括免费提供给客户的购车前的准确测算、运营线路测评、运营方式评估、司机管理、车辆调度、装卸联接、百公里油耗测算、车辆保养、车辆高出勤率的维护等综合解决方案，其目的是帮助客户寻找行业本身独特的价值链和盈利模式，从而在经营中创造最高的利润价值。

6.2.5.2 产品增值服务

主要是在产品基本服务的基础上提供各种增值服务，扩展产品功能，同时使企业获得更大利益。例如，越来越多的手机制造企业将重点转移到手机增值服务上，如依托GPS和网络地图的导航类增值服务；微博客；播客和音频；新闻阅读和聚合；手机SNS社区；多方视频会议等。其特点主要是：利润高；消费群体庞大，重复消费频繁，不必担忧经营状况；低成本投入并可搭配其他项目兼营。

6.2.5.3 用户支持的知识服务

这是一种面向用户支持工程师的知识服务平台，能够自动搜集用户支持工程师的服务记录，积累和共享服务知识，丰富知识资源，在此基础上，可以快速向用户支持工程师的服务主动推送相关知识，使用户支持工程师能够快速有效的定位问题和解决问题，为用户提供及时、优质的服务。

6.2.5.4 用户自主服务

主要是针对信息化产品开发的自主服务系统，支持用户自主维修产品、更新产品的功能、甚至根据自己的需求开发新的功能。例如一些产品的控制软件等。

6.2.6 产品维修阶段的信息服务

6.2.6.1 远程诊断和维修服务

其功能主要是实时检测、故障诊断、维修指导、视频交互、数据分析、信息管理等。例如，三一重工远程监控平台利用全球卫星定位技术(GPS)、无线通讯技术(GPRS)、地理信息技术(GIS)、数据库技术等信息技术对工程机械的地理位置、运动信息、工作状态和施工进度等实施数据采集、数据分析、远程监测、故障诊断和技术支持。

6.2.6.2 可视化维修服务

用户通过观看画面的演示和其它的信息来完成对设备故障的判断和设备的维修工作。同时使远方的用户能实时地进行设备维修评价。例如交互式电子技术手册(IETM)可用于复杂产品操作、维修、训练和保障，且能为电子显示系统的终端用户提供精心设计和规格化的交互式视频显示内容的信息包。

6.2.6.3 维修知识服务

复杂产品的维修服务，需要大量的知识，需要不同学科的专家的协同。面向维修服务的知识管理技术提供知识协同完善、知识协同评价、知识主动推送、知识可视化展示等功能。

6.2.6.4 便携式维修辅助设备（PMA）

一种新型现场维修工具，能代替传统的纸型文件，提供维修技术手册、数据、图表、程序、故障诊断和判断依据，还能通过通信网络实现外场维修和维修中心间的交互式远程诊断和维修。

6.2.6.5 维修服务管理

维修服务管理技术主要是利用信息技术，特别是网络技术，对企业分散在全国乃至世界各地的用户处的服务人员进行管理和提供支持。

6.2.6.6 智能化维护服务

主要是方便产品维护。面向服务的产品智能化技术包括：远程诊断和维护服务技术、服务Agent技术、产品自诊断技术、产品自维护技术等。在这方面有大量的新技术在不断涌现。

6.2.7 产品回收阶段的信息服务

企业负有回收、处理废弃电气和电子产品的责任。生产商同时应支付产品的回收、处理、再循环等方面的费用。生产商需要利用信息技术帮助生产商回收、处理未来越来越多的、分布很广的废弃产品。

7 制造业信息化服务平台服务资源管理框架与服务内容

如图4所示，制造业信息化服务平台服务资源管理平台包括总体服务、制造资源感知与接入服务、制造资源服务化服务、制造服务安全与可信服务、以及制造服务的人机交互服务几个方面。

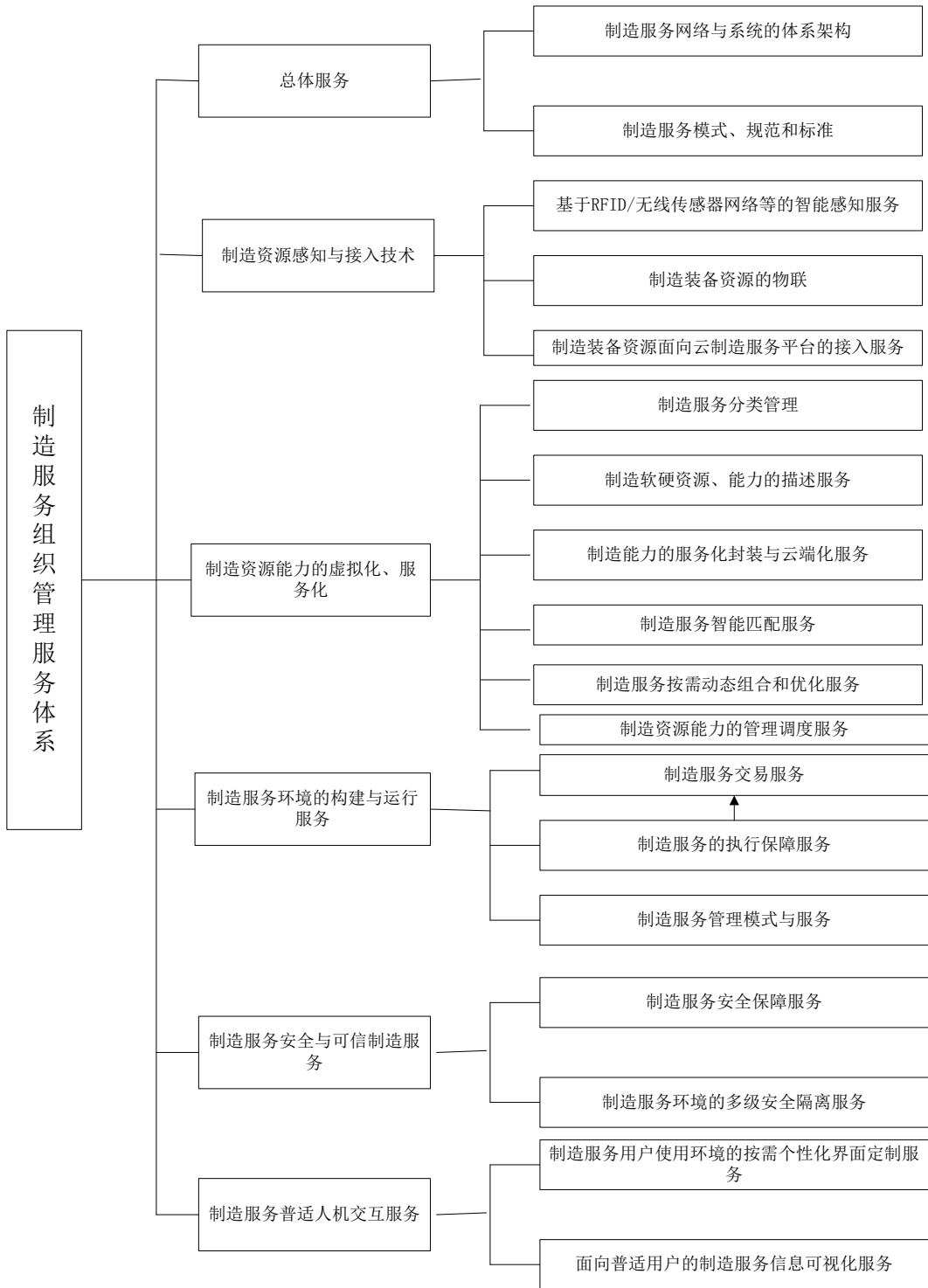


图 4 制造业信息化服务平台服务资源管理框架

7.1 总体服务

7.1.1 制造服务网络与系统的体系架构

制造服务系统实现的前提是要在泛在计算环境的支持下，提供一个运行支撑平台，它给各个参与方提供一个环境，使各个参与者通过用户名、密码和角色登陆进入云制造系统中。制造服务平台体系架构是从服务实现的角度对平台的层次结构和逻辑关系等进行梳理和规划，构建制造服务平台的架构蓝图。

7.1.2 制造服务模式、规范和标准

制造服务平台运行需要相关标准和规范，如制造服务环境下资源的分类标准、资源接口和数据传感标准和规范，资源信息的发布规范，制造服务平台的交易准则，信用评价体系；制造服务平台向外界提供服务还涉及到服务模式的问题，如租赁、委托、外包等。这些信息的无序化和异构化都将阻碍资源的有效集成和共享，因此必须建立制造服务平台的相关标准和规范。

7.2 制造资源感知与接入服务

制造资源的感知与接入服务是制造资源虚拟化与服务化的前提和基础，制造资源分布广泛、类别多样、感知需求各异，生产过程中高速、大载荷、大位移、高精度的非常规工况，使得云制造资源的感知与接入面临巨大挑战，可采取的关键服务如下：

7.2.1 基于 RFID/传感技术网络等的智能感知服务

制造资源的感知可以分为硬制造资源感知、软制造资源感知以及制造能力感知。对于硬制造资源的感知主要分为三部分：

资源识别：主要采用射频识别技术(RFID, CRFID)、传感技术，通过读取设备对云端资源的静态属性、动态属性进行感知，从而获取资源的静态标志信息，如名称、规格、功能等资源的活动状态信息，并通过传感网络将各种数据信息传输到本地数据中心。

接口适配：硬件设备资源和传感设备的多样性以及标准的不统一，使得设备的传输接口也有很大的差异，因此，如果使各种资源无缝透明地接入到制造服务平台中，为最终用户提供交互使用的功能，便需构建支持各种资源接入的适配器，如接口适配器、模型适配器、传感适配器等。

信息处理：这是资源感知系统的关键，主要是实现各种标志信息、传感数据信息的分析、预处理、聚合等操作，并将处理后的数据通过网络实时地接入到制造服务平台中，为资源的虚拟化接入提供条件。

对于制造资源中的软资源、制造能力及其他资源，其感知过程与硬资源感知过程相比，则有所不同。这几类资源的感知过程主要集中于对其静态属性进行感知，如资源的名称、功能说明等。对于部分资源（如软件、模型等资源），由于接口标准和格式的不统一，为实现与制造云的虚拟接入，也需要构建适当的适配器，如软件接口适配器、模型适配器等，最终将感知的数据信息汇聚到信息处理中心，并对感知数据进行相关的分析、聚合等处理，为制造服务平台对各类分散资源的有效监控和管理提供支持。

7.2.2 制造装备资源的物联服务

感知制造服务环境下各种制造装备资源的状态信息必然形成具有多种接入方式、提供多种传输速率和多种服务质量要求的异构网络体系。终端设备可以通过有线/无线方式接入各种异构网络（如蓝牙、802.15x、802.11x、移动蜂窝网络、有线局域网等），不同网络的覆盖范围、带宽及QoS保障等属性各异。如何使彼此异构的网络共同协调与协作来以优化的方式实现制造装备资源的广泛有效物联，是制造装备资源感知与接入适配需要解决的另一个关键问题。

7.2.3 制造装备资源面向制造服务平台的接入服务

制造装备资源具有规模大、分布式及可变性等特点，而感知获取的数据则往往表现出多信息源、大信息量、和实时动态的特征。制造装备资源面向制造服务平台的接入适配主要研究制造资源感知信息的智能分析与预处理，充分利用各类传感器的感知能力以及系统信息采集能力获取制造资源的多维度状态信息，从数据融合的基本原理出发，探究各类信息的关联性以及各类信息背

后所蕴含的复杂关系，从而为用户在制造服务环境中有效使用分散的制造资源提供有效的底层支撑基础。

7.3 制造资源能力的虚拟化、服务化服务

在制造服务模式中，虚拟化服务主要是指制造资源和制造能力的虚拟化，通过采用虚拟化技术来实现资源到虚拟资源池中虚拟资源的透明化映射过程，进而弱化软硬件设备、数据、网络等不同层面资源之间的物理依赖，以达到集约化和透明化管理，从而实现虚拟环境下对底层资源的动态调配及按需使用。服务化主要指虚拟资源的服务化的封装、发布过程所涉及的相关服务，包括制造能力的服务化，基于语义的虚拟资源描述模型构建服务，制造服务的统一建模、封装、注册与发布服务等。

7.3.1 制造服务分类管理服务

制造服务资源可以分为两类，一类是制造资源，是指分布在不同企业中的新型和传统的软硬件资源，另一类是制造能力，是指在制造企业提供制造服务的过程中所涉及到的主观条件，使用中无形的、动态的服务能力。

为了更好地支持制造服务平台对各类资源的智能接入和高效共享，根据资源的定义及分类，这里将资源属性分为静态属性和动态属性。静态属性是指资源的标志信息，如资源名称、功能、使用情况等静态描述信息；动态属性指资源的活动状态，如资源在运行过程中的安全、可靠性等动态描述信息。

7.3.2 制造软硬资源、能力的描述方法

制造服务的描述方法包括本体描述方法和 workflow 描述方法。本体描述方法包括基于XML的标记语言DAML、Web 本体语言OWL以及基于Web服务和语义Web的本体语言OWL-S；对服务流程的 workflow 描述，可采用可扩展标记语言(Extensible Markup Language, XML)格式的Petri 网标记语言。其中的重点是云制造服务的本体描述方法。

面向语义的制造服务描述提供了实现制造资源交易、共享、互操作的描述方法。其中，DAML 是美国国防高级设计研究组(DARPA)使用的一种标记语言，基于XML，在描述对象和对象之间关系上具有比XML 更强的能力，可以表达语义，可以在网络站点之间创建更高的协同级别。OWL 是W3C 推荐的 本体描述语言标准，它将逻辑定义和关系用一组限定的词汇进行表达，同时具备语义描述和推理能力。OWL-S对OWL 语言进行了扩展，是基于Web 服务和语义Web 的本体语言。综上，使用 OWLS来描述本体，基于Web 服务，具备较强的表示能力，同时兼顾推理能力，满足资源搜索与匹配。

7.3.3 制造资源的服务化封装与云端化服务

在制造服务模式中，服务平台应当将云制造资源能力以一定的标准进行封装，并利用制造资源虚拟化技术构建规模巨大的虚拟制造资源池，其中涉及到的技术有物联网技术、云终端服务虚拟化技术和云计算互接入技术等。

要实现对制造资源的服务化封装与云端化，首先需要对各类异构资源进行建模，构建支持语义的资源描述模型；然后根据资源描述模型特点，选取相应服务描述语言（如以HTML为基础的知识及本体表示语言(Simple HTML Ontology Extension, SHOE)、DARPA代理标记语言(DARPA Agent Markup Language, DAML)+OIL(ontology interchange language)、Web本体描述语言(Web Ontology Language, OWL)等)实现对资源服务的数字化描述，并对服务描述信息进行有效分类、存储及信息的推理融合，最终实现为制造服务基于知识的优化配置等操作提供支持。

7.3.4 制造服务智能匹配服务

制造服务智能匹配服务是云制造服务按需动态组合的基础,是实现制造服务的关键技术之一。目前已被提出的技术方法有基于树匹配策略的服务匹配方法、基于 π 演算和描述逻辑的联合形式化表达的服务匹配技术、基于模式匹配的服务匹配实现算法、基于本体和上下文感知的服务发现匹配方法、基于描述逻辑的主体服务匹配算法、基于Web服务描述语言的服务匹配模型、基于支持服务接口间依赖关系的服务发现匹配方法、基于模糊积分的制造服务资源匹配方法等。

7.3.5 制造服务按需动态组合和优化服务

制造服务组合作为提高云制造资源利用率、实现制造资源增值的关键途径之一,对制造服务的实施和开展具有重要作用。此外,制造服务环境下各个参与方(包括制造服务提供者 and 使用者)之间将形成一个虚拟的供应链。这个大的供应链通常是以服务的使用者为中心形成的,对这个供应链的优化需要对包括采购、销售、物流、生产计划与调度在内的各个环节进行整体优化。

制造服务的按需动态组合和优化的实现可分为三个阶段:设计与部署阶段、组合执行与监控阶段、评估阶段。在设计与部署阶段,涉及到的操作有任务分解、功能需求解析、过程需求解析、抽象组合服务构造、相似度计算、接口/功能匹配、过程匹配、语义匹配、服务评估、服务排序、服务选择等;在执行与监控阶段,涉及到的操作任务有组合服务执行路径生成、组合服务关联关系管理、组合服务聚合QoS计算、服务组合优选、服务和流程绑定调用、服务组合执行控制、监控、协调等;在评价阶段,主要涉及到用户对执行效果的建议反馈,以便服务提供者进行反思优化。

7.3.6 制造资源能力的管理调度服务

对于制造服务的能力资源的使用调度是一个关键问题。由于制造环境下涉及的资源种类所、数量多,尤其是不同类型企业之间的交互多,因此需要提高制造资源利用率,对其进行调度是一个重要问题。

在制造服务环境对多主体协同过程中的多任务进行调度时,为优化服务资源利用,首先需要服务资源所映射的物理资源的当前负荷状态进行评估计算,并根据任务的多目标需求对未来资源利用情况作预测评估;然后,选择能达到全局最优的物理资源作为任务调度备选者,并且动态替换原来虚拟服务资源映射模型中的相应物理资源,以达到闲/忙资源的按需负载平衡与优化利用。在每一个任务的调度中采用递阶层次设计,最终用户通过分销网-制造网络-供应网络-供应商的层次结构依次交换信息,制造服务平台在其中承担协调者的角色,对各个子系统的控制按照一定的优先和从属关系实现。

7.4 制造服务环境的构建与运行服务

7.4.1 制造服务制造交易服务

制造服务构造出一个巨大的面向制造的服务资源市场,实现了各类制造资源的统一、集中、和智能化运营;而现代制造是一个高度市场化的过程,制造服务系统需要支持服务双方基于市场准则的交易需求。需要融合经济学原理,支持制造服务平台中资源和服务供需双方基于市场原则的交易,体现多方共赢、普适化和高效地共享和协同,实现制造服务系统的市场化运行,以满足制造服务平台长期运营的需求。

在制造服务系统中,可以采用定价交易、拍卖、拍买以及自动协商等多种基于市场机制的服务交易方式。在这4种交易方式中,定价交易相对比较简单。而拍卖是实践中比较常用的一种资源交易机制,而自动协商,由于其能满足高分布式、自治性和复杂性的需求,已经开始被用于解

决大规模分布式系统中的资源分配和交易问题。基于多属性的协商是自动协商领域中的一个重点的研究方向，而制造服务系统中的服务及质量往往由多个维度的属性所决定，因此，基于多属性的自动服务协商，也将成为服务交易的一个重点研究问题。

7.4.2 制造服务的执行保障服务

制造服务的执行过程中涉及到制造服务的动态监测以及高可靠协同与虚拟资源容错技术来保障服务的执行，制造服务平台需要进行动态监测，以保障制造服务安全高效地进行。其主要包括3个方面：资源的动态监测、协同设计过程监测和平台故障监测。

制造服务环境依赖的物理制造资源难以避免各种故障或运行时错误的发生，例如计算机的死机或软件运行异常等，对于多主体协同的制造任务而言，需要高效的容错机制以支持高可靠协同运行。在制造服务环境运行过程中，能够通过任务运行环境的动态在线迁移提供容错机制。

首先，通过周期性的采样以及主动通知机制，对虚拟制造资源所关联的物理制造资源的运行状态进行监控，并对状态属性根据各种预警阈值进行分析，以确定或预测是否发生运行时错误。在确定了某物理制造资源将要发生或已经发生故障时，将立即根据虚拟资源模板的需求定义，优化选择可替代的物理制造资源，即迁移目标。一旦确定了迁移目标，将启动任务执行环境的在线迁移过程，即任务运行上下文向迁移目标的复制，例如，当产品协同设计过程中某一个计算节点的设计仿真软件即将出现错误中止运行时，将选择另一个功能相似的虚拟机环境，并将仿真计算的内存页面等上下文环境信息在线复制到目标虚拟机中。在任务运行上下文动态迁移完成后，需要与协同流程保持同步并且检查一致性，然后继续制造服务环境的协同运行。

7.4.3 制造服务管理模式

在制造服务系统运行过程中，也涉及到一些其它的管理服务，其中包括制造服务模式下企业业务流的动态构造、管理与执行服务，用户管理服务，制造服务的访问控制服务，制造服务的成本控制，交易多主体信用综合评估与管理，制造服务综合效用评估，虚拟资源与物理资源综合评估，制造服务的电子支付等。

7.5 制造服务的安全与可信服务

制造服务环境的攻击者可分为以下三种：服务层攻击者、虚拟资源层攻击者以及物理资源层攻击者。在制造服务环境中，服务资源云池作为云制造服务直接打交道的对象，服务所直接操纵的各种虚拟制造单元、计算系统和软件工具等，均是真实物理资源的逻辑映像，能够有效屏蔽真实物理资源的存在，提供了一种安全隔离机制，以抵御服务层攻击者。

对于服务资源层攻击者来说，由于在制造服务运行过程中，虚拟资源所对应的物理制造资源会随着需求变动而动态变化，攻击者难以确定真实的物理制造资源所在。另外，可以进一步通过在物理制造资源与服务资源池之间插入一层安全控制域，对各种风险进行分析和识别，对抵御攻击者设置更为有效的访问控制。

一旦物理资源层攻击者穿透了服务资源池的隔离保护，将入侵真实物理资源并形成安全风险。虚拟化所提供的在线迁移技术能够作为一种补救方法。通过对物理制造资源运行状态的诊断和风险评估，当某资源确定处于非安全可信状态时，将对其进行安全隔离，同时将这一消息反馈至服务资源池，以防止对它的再利用。将受隔离资源的任务的安全可信上下文环境，迁移至其他资源中继续运行，以保证某一物理资源受到攻击并不影响整体任务协同过程。

7.6 制造服务的普适人机交互服务

虚拟化有效分离了物理制造资源与制造服务之间的紧耦合关系，同时也实现了用户界面与使用环境之间的有效分离，即打破了用户界面与终端设备、运行环境、界面内容和交互方式等的依赖关系，为制造服务环境实现普适化的高可用人机环境提供了支持。在制造全生命周期过程中，各种用户在论证、设计、生产、实验和管理等不同应用环境中对于用户界面的需求也不同，用户需要普适化的人机交互技术为其提供满足个性化需求的用户界面。例如，在产品概念设计阶段往往需要手写设备、定制操作系统环境以及草图界面技术的支持，生产物流监控往往需要大屏幕、高性能图形计算环境以及多维可视化交互技术的支持，远程交易谈判管理往往需要移动终端、移动操作系统环境以及语音交互技术的支持等。

在制造服务环境中，能够通过物联网和CPS 基础设施实现各种交互终端设备的普适接入；对于界面所需运行环境的个性化需求，可通过服务资源池中对虚拟机的定制，远程提供所需的运行环境资源组合，例如对于复杂产品三维样机的可视化运行环境，可以定制包含高性能计算集群与三维图形处理环境的虚拟机；对于界面呈现内容的定制，可以根据不同的业务需求和用户的个性化偏好，定义相应的虚拟资源模板，由于模板的可复用性和可扩展性，能够实现界面内容的灵活组合定制；对于各种交互方式的普适化使用，可将针对WIMP 和Post-WIMP（如笔、语音和手势等）各种交互方式的支撑技术封装入虚拟资源模板，供制造服务调用时使用。