

ICS 35.240.50  
CCS J 07



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 40210—2021

---

## 增材制造云服务平台参考体系

Reference architecture for additive manufacturing cloud service platform

2021-05-21 发布

2021-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	I
引言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 增材制造云服务平台业务架构 .....	1
4.1 增材制造云服务平台业务范围 .....	1
4.2 平台核心业务服务 .....	2
5 增材制造云服务平台应用架构 .....	6
5.1 平台系统功能架构 .....	6
5.2 增材制造创意设计 .....	8
5.3 增材制造模型分析及定制 .....	8
5.4 平台交易 .....	9
5.5 增材制造云打印 .....	9
5.6 平台管理 .....	10
6 增材制造云服务平台技术架构 .....	11
6.1 增材制造云服务平台层级划分 .....	11
6.2 资源层 .....	11
6.3 基础支撑层 .....	11
6.4 平台集成运行环境层 .....	12
6.5 持久化服务层 .....	12
6.6 引擎层 .....	12
6.7 工具层 .....	13
6.8 用户层 .....	13



## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国自动化系统与集成标准化技术委员会(SAC/TC 159)和全国增材制造标准化技术委员会(SAC/TC 562)归口。

本文件起草单位：北京机械工业自动化研究所有限公司、中国海洋大学、清华大学、桐昆集团股份有限公司、中机生产力促进中心、江苏长江智能制造研究院有限责任公司、海尔集团技术研发中心、山东山大华天软件有限公司。

本文件主要起草人：司佳顺、刘永辉、孙洁香、黄双喜、薛莲、尹作重、刘新、许燕辉、魏威、张雪嫣、王凯、郭栋、唐聪、刘波、马国军、边静。

## 引 言

增材制造技术是当前国际先进的制造技术。世界上主要发达国家均将其作为研究重点和发展方向。增材制造技术能够有效突破传统加工工艺的束缚,拓展产品创新创意设计空间,提升产品性能,降低产品研制周期,减少产品制造过程中的材料消耗。

以增材制造服务为核心的云服务平台是增材制造技术与互联网、云计算等先进信息技术相结合的产物。它可以实现增材制造装备的在线三维定制、管理与监控,增材制造模型的校验与修复,增材制造工业分析与设计,增材制造服务交易管理等专业化服务。

增材制造技术与互联网技术的结合,将极大促进装备制造业、创新创意产业、个性化定制与服务等现代服务业的发展,形成以增材制造为主体的连锁加工服务、加工工艺开发、领域模型设计等新型商业模式和业态,可广泛应用于工业、科研、教育、医疗、文创等行业,是制造业新的增长点。

目前增材制造相关技术与标准的研究主要集中在一些关键技术,如材料、制造工艺、数据格式等方面,在增材制造的服务与应用模式方面缺乏标准化,导致发展和应用受限。随着增材制造技术的日趋成熟,增材制造应用领域不断扩大,也出现了一批专业化的增材制造服务平台。但这些平台在功能、性能、服务质量等方面参差不齐,严重制约了增材制造技术的推广应用。

因此,制定增材制造云服务平台参考体系,规范增材制造云服务平台的相关服务内容、范围和质量,对于促进我国增材制造技术的发展以及大规模推广应用具有重要意义。



# 增材制造云服务平台参考体系

## 1 范围

本文件规定了增材制造云服务平台业务架构、应用架构与技术架构,给出了增材制造云服务平台参考体系。

本文件适用于指导增材制造云服务平台的设计、研发、实施、管理与改造,也适用于指导第三方部门/机构进行增材制造云服务平台培训与测试。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 32400—2015 信息技术 云计算 概览与词汇

GB/T 39403—2020 云制造服务平台安全防护管理要求

## 3 术语和定义

GB/T 32400—2015 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**增材制造 additive manufacturing**

以三维数字模型文件为基础,采用材料逐渐累加、逐层制造的方法制造实体产品的技术。

### 3.2

**云服务平台 cloud service platform**

由云服务商提供的,包括向客户提供服务的云基础设施及其上的服务层软件。

注:提供云服务的软硬件集合。

### 3.3

**设计服务 design as a service**

对于增材制造产品的设计过程,当用户需要计算机辅助设计工具时,增材制造云服务平台可将各种计算机辅助设计(CAD)软件功能封装为云制造服务提供给用户。

### 3.4

**增材制造云服务平台业务架构 business structure for additive manufacturing cloud service platform**

对增材制造云服务平台的业务需求进行分类和梳理的逻辑视图。

## 4 增材制造云服务平台业务架构



### 4.1 增材制造云服务平台业务范围

增材制造云服务平台主要面向四类用户提供专业化服务。四类用户包括:

a) 增材制造服务提供者:能够提供增材制造服务的用户,并且将增材制造服务注册在增材制造云

服务平台为其他用户提供有偿的增材制造服务。增材制造服务提供者可以是个人、增材制造打印店、增材制造打印中心。

- b) 增材制造服务需求者:对增材制造服务具有使用需求的用户。
- c) 增材制造服务平台管理者:负责增材制造云服务平台的运行与维护。
- d) 增材制造创意设计者:将自己的创意设计共享至增材制造云服务平台,进行有偿或无偿的创意设计服务。

针对这四类用户,增材制造云服务平台的业务应包括增材制造设备接入及管理服务、增材制造创意设计服务、增材制造创意产品交易服务、云打印服务、平台管理服务。

## 4.2 平台核心业务服务

### 4.2.1 增材制造设备接入及管理服务

对于接入平台的增材制造设备,应提供设备注册、接入及管理服务。增材制造设备的提供者需要填写注册云打印服务申请表,提交平台审核。审核通过后可对已注册的设备进行管理,通过后台可以查看某一台设备的订单以及收益情况。

增材制造设备接入及管理服务应符合以下流程,见图 1 所示:

- a) 增材制造设备提交云端接入申请;
- b) 平台对该云端接入申请进行审核;
- c) 审核通过后,将该设备云端接入到平台;
- d) 平台对该设备进行订单分配、状态查询等管理操作。

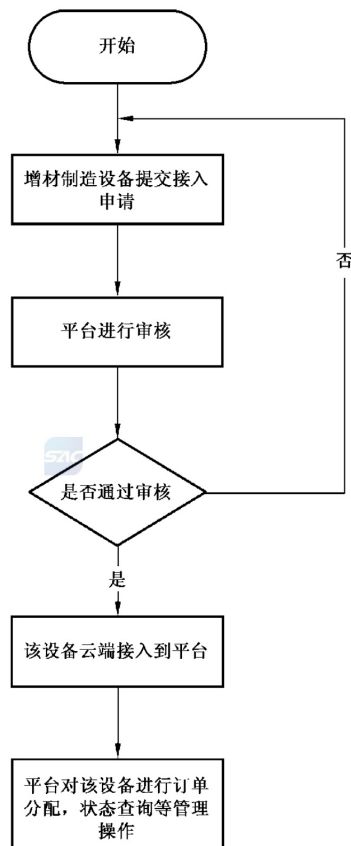


图 1 增材制造设备接入及管理业务流程图

4.2.2 增材制造创意设计服务

增材制造创意设计服务主要包括创意需求发布、创意服务对接、创意订单管理、创意交易与评价几方面服务。增材制造创意设计服务应符合以下业务流程,见图 2 所示:

- a) 用户在平台上发布设计需求,并公告给创意设计师;
- b) 创意设计师通过抢单或竞标的方式,获得该设计订单。对于口碑评价低于某个值的创意设计师可在一定的时间内限制其进行设计服务;
- c) 创意设计师接收订单,开始设计;
- d) 创意设计师将完成的设计作品发给用户;
- e) 用户收到产品设计方案,在平台上对产品和服务质量进行评价反馈;该评价反馈计算得出该创意设计师最新的累计口碑评价系数。

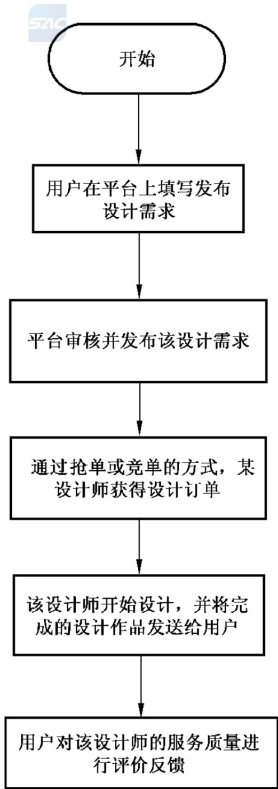


图 2 增材制造创意设计服务流程图

4.2.3 增材制造创意产品交易服务

增材制造创意产品交易服务主要包括创意产品发布、创意需求匹配、产品订单管理、产品交易与评价几方面服务。增材制造创意产品交易服务应符合以下流程,见图 3 所示。

- a) 用户自己上传增材制造创意产品(多角度实物照片),填写材料、颜色、库存数量、产品性能或质量等产品属性,在线生成产品信息;
- b) 平台接收到产品发布者产品信息,并进行审核,审核完成后,确认发布,并通过筛选匹配推送至增材制造服务需求者;
- c) 增材制造服务需求者确认,生产产品订单信息,并进行付款;

- d) 用户付款成功后,生成有效订单;
- e) 平台将订单信息发给产品发布者;
- f) 该产品发布者接收确认订单信息,并向用户发货;
- g) 用户收到产品,在平台上对产品和服务质量进行评价反馈,该评价反馈计算得出该生产服务商最新的累计口碑评价系数。

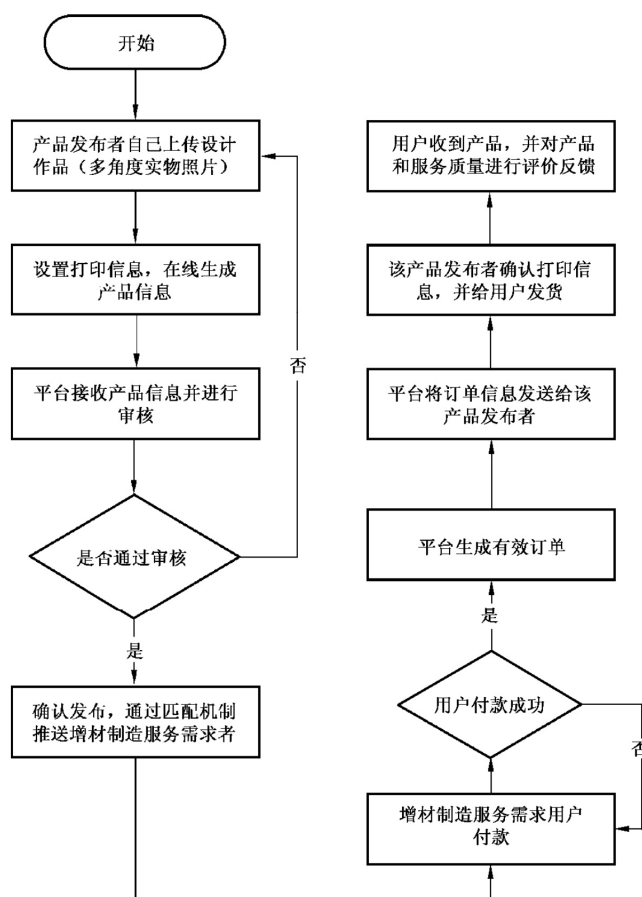


图3 增材制造创意产品交易服务使用流程图

#### 4.2.4 云打印服务

云打印服务主要包括增材制造产品模型上传、增材制造服务商查找、增材制造产品生产过程追踪、增材制造交易流程跟踪、交易评价等服务。云打印服务应符合以下流程,见图4所示。

- a) 用户自己上传设计作品(三维数字模型),选择打印材料、颜色、数量、产品性能或质量等订单要求,在线生成订单信息;
- b) 平台接收到用户需求订单,并进行审核(例如三维数字模型是否正确等),审核完成后,生成新的订单信息,并通知用户付款;
- c) 用户付款成功后,生成有效订单;
- d) 通过一定的筛选机制(例如位置优先或口碑优先原则),平台选中某个增材制造生产服务商;
- e) 平台将订单信息发给选中的增材制造生产服务商;
- f) 该增材制造生产服务商接收并确认订单信息;

- g) 该增材制造生产服务商开始加工；
- h) 该增材制造生产服务商加工完成后,经后处理及检测合格后,给用户发货;平台生成打印追踪信息,用户可查阅;
- i) 用户收到产品,在平台上对产品和服务质量进行评价反馈,该评价反馈计算得出该生产服务商最新的累计口碑评价系数。

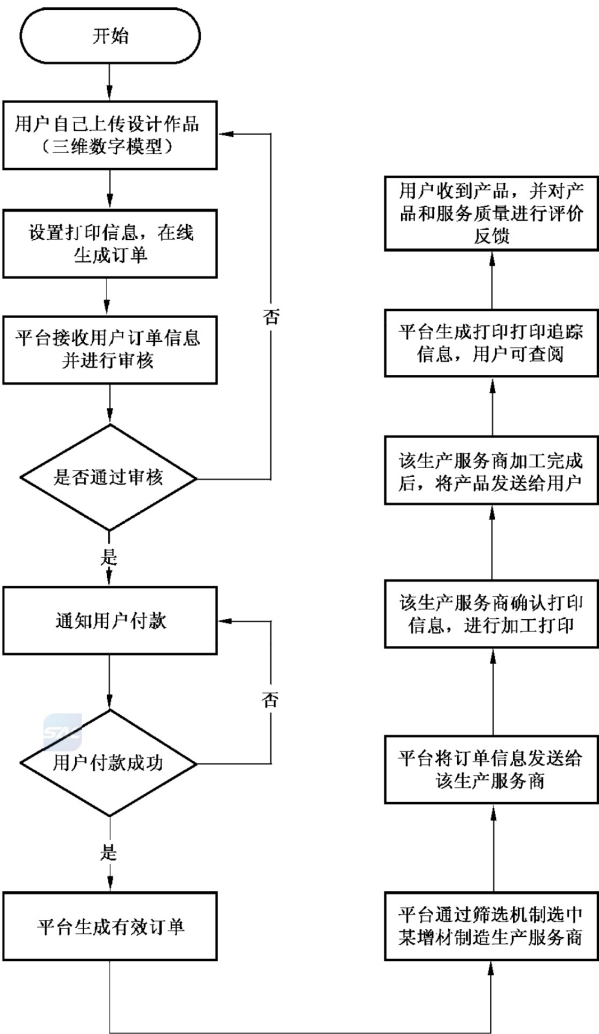


图 4 云打印服务使用流程图

4.2.5 增材制造平台管理服务

增材制造平台管理服务主要包括平台基本信息进行日常维护,监测已注册平台的增材制造设备基本信息和状态,以及订单信息。增材制造平台管理服务应符合以下流程,见图 5 所示。

- a) 用户管理:包括用户账号、用户角色权限、用户资源配置管理等功能;对云制造服务系统的三大类(服务提供者、平台运营者、服务使用者)所有用户信息进行管理,包括用户账户的维护、用户档案的管理、用户权限的管理控制、用户操作日志的记录管理、用户交易历史的维护、用户信息的统计分析等;
- b) 生产订单管理:对服务提供者与服务使用者之间的服务订单进行管理,包括订单申请审核流

程管理、资源协商谈判管理、资源交易协议管理、资源使用过程管理、资源评价管理、资源使用计费收费管理等。

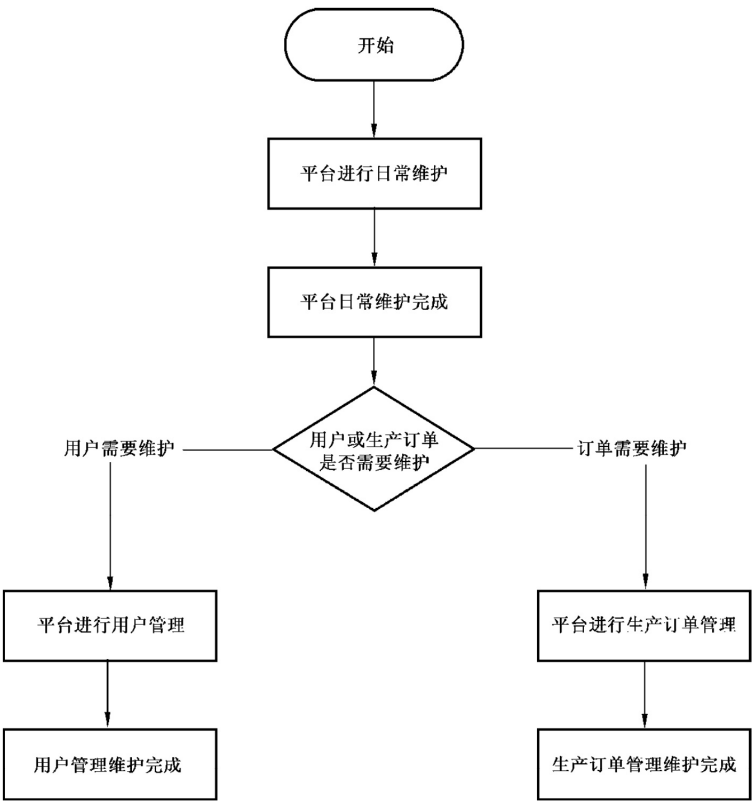


图 5 增材制造平台管理服务图

5 增材制造云服务平台应用架构

5.1 平台系统功能架构

针对增材制造云服务平台业务架构所给出的增材制造创意设计、增材制造模型分析及定制、平台交易管理、增材制造云打印、平台管理五类需求,增材制造云服务平台功能架构见图 6 所示。



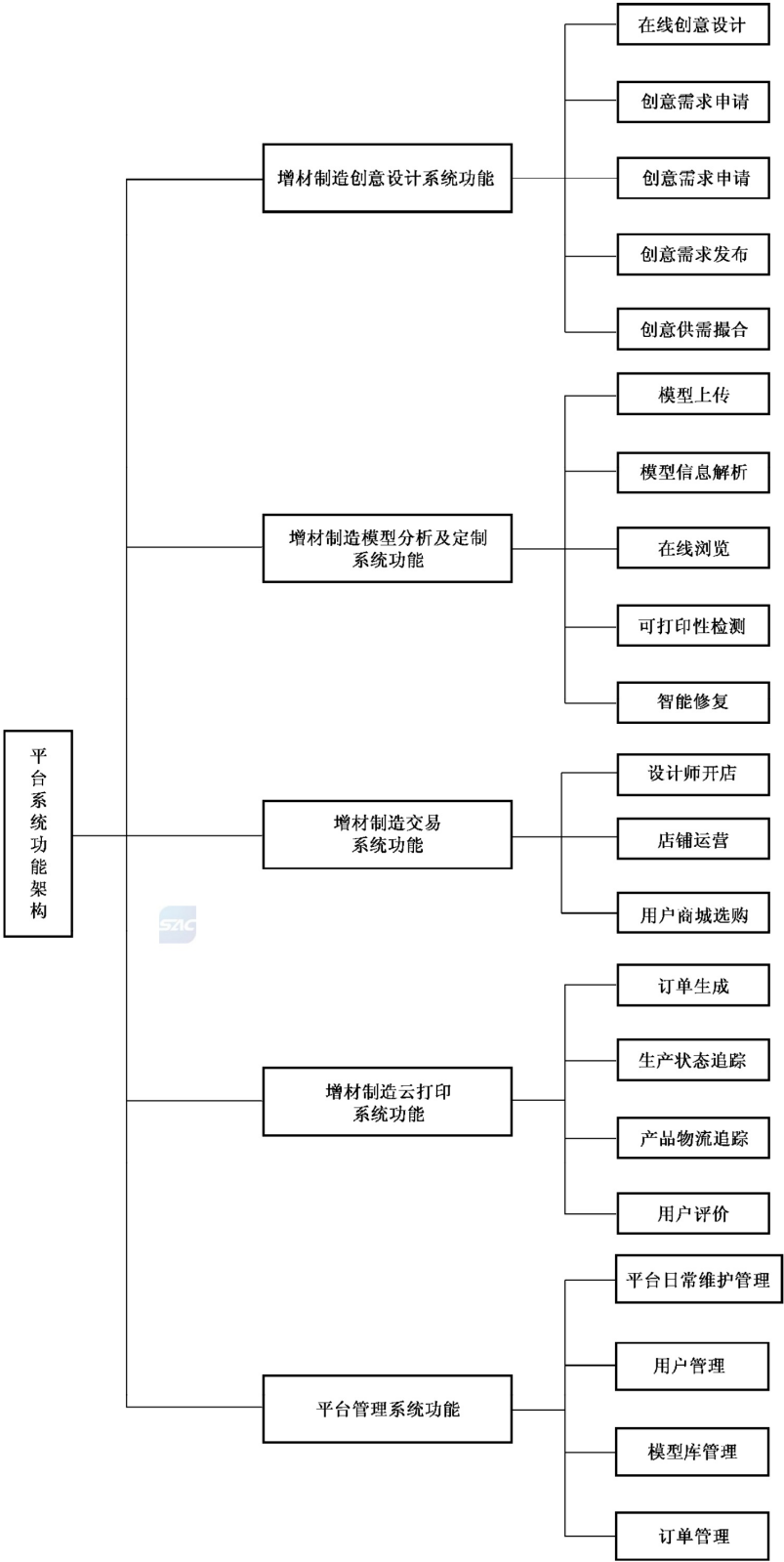


图 6 增材制造云服务平台功能架构

5.2 增材制造创意设计

增材制造创意设计包括在线创意设计、创意需求申请、创意需求审核、创意需求发布、创意需求撮合功能。见图 7 所示。

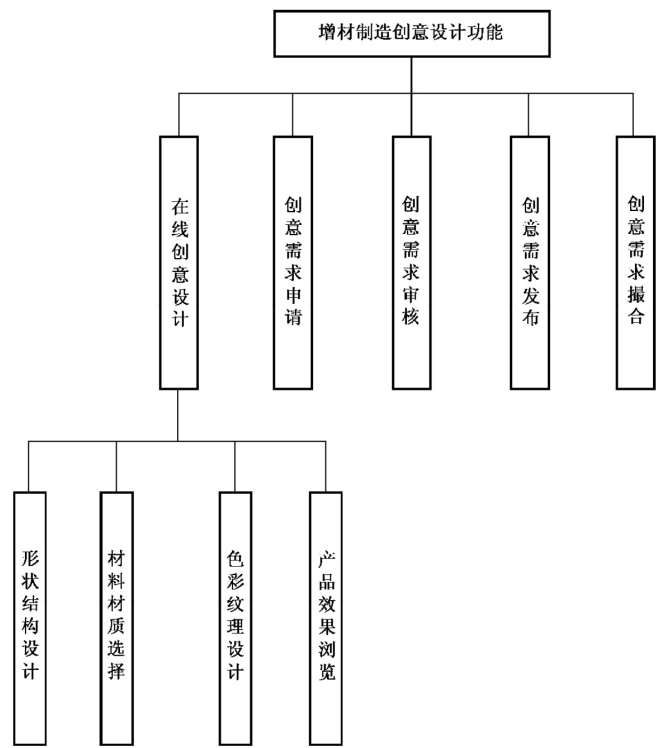


图 7 增材制造创意设计功能模型

5.3 增材制造模型分析及定制

增材制造模型分析及定制包括实现模型的上传、模型信息解析、模型在线浏览、打印性检测、模型智能修复功能，见图 8 所示。



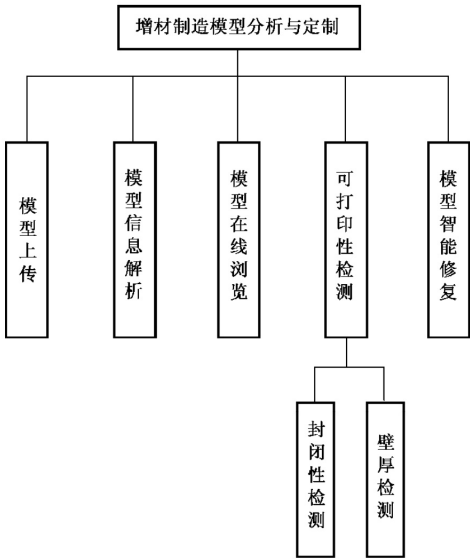


图 8 增材制造模型分析及定制功能模型

5.4 平台交易

平台交易功能为增材制造创意设计、增材制造云打印服务的交易提供支持,为交易过程提供全方位的支持,负责交易实例的创建、运行、监控、异常处理及评价记录,同时具有第三方资金支付监管、服务交易的维权和投诉管理等功能,可实现制造服务交易的透明化、公平化监控和管理,见图 9 所示。

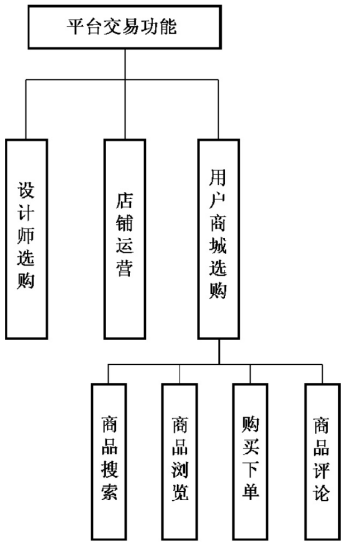


图 9 平台交易功能模型

5.5 增材制造云打印

增材制造云服务平台应具备云打印功能。用户把设计制作的增材制造模型上传到云平台,然后选择打印材料、数量等要求,最后在线支付费用后,完成云打印服务的订单。平台接收订单后,通过一定的筛选机制将订单指派给平台上的某个增材制造生产服务商;该增材制造生产服务商接收并确认订单信

息后开始加工;加工完成后,给用户发货;用户收到产品,在平台上对产品和服务质量进行评价反馈,该评价反馈计算得出该生产服务商最新的累计口碑评价系数;打印服务完成,见图 10 所示。

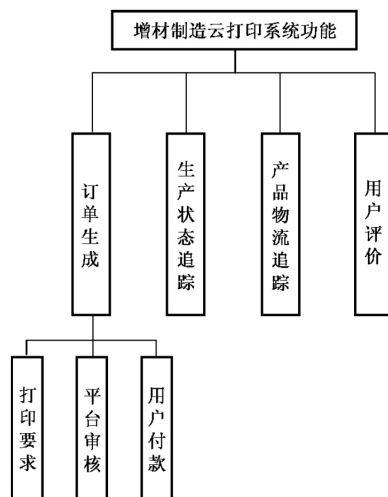


图 10 云打印功能模型

## 5.6 平台管理

平台管理系统功能主要包括日常维护管理、用户管理、模型库管理以及订单管理。实现增材制造设备资源、设计服务资源和增材制造设计软件资源等各类资源在平台的统一标准化描述、注册和发布,见图 11 所示。

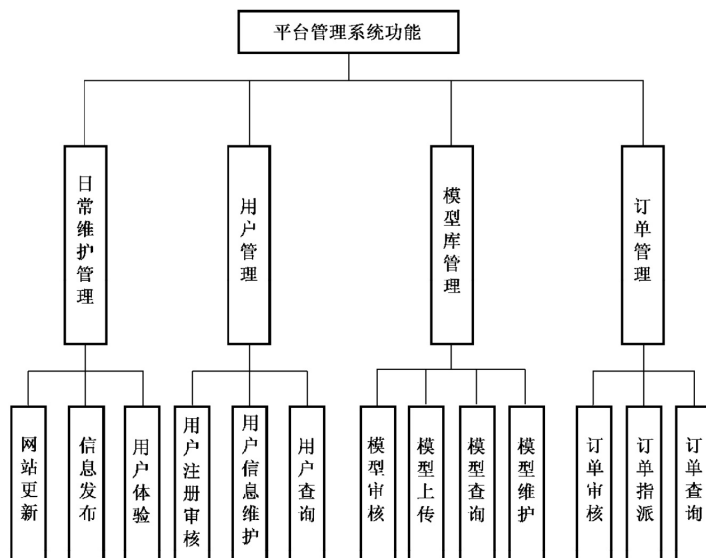


图 11 平台管理功能模型

6 增材制造云服务平台技术架构

6.1 增材制造云服务平台层级划分

增材制造云服务平台分为 7 层,层级划分见图 12 所示。

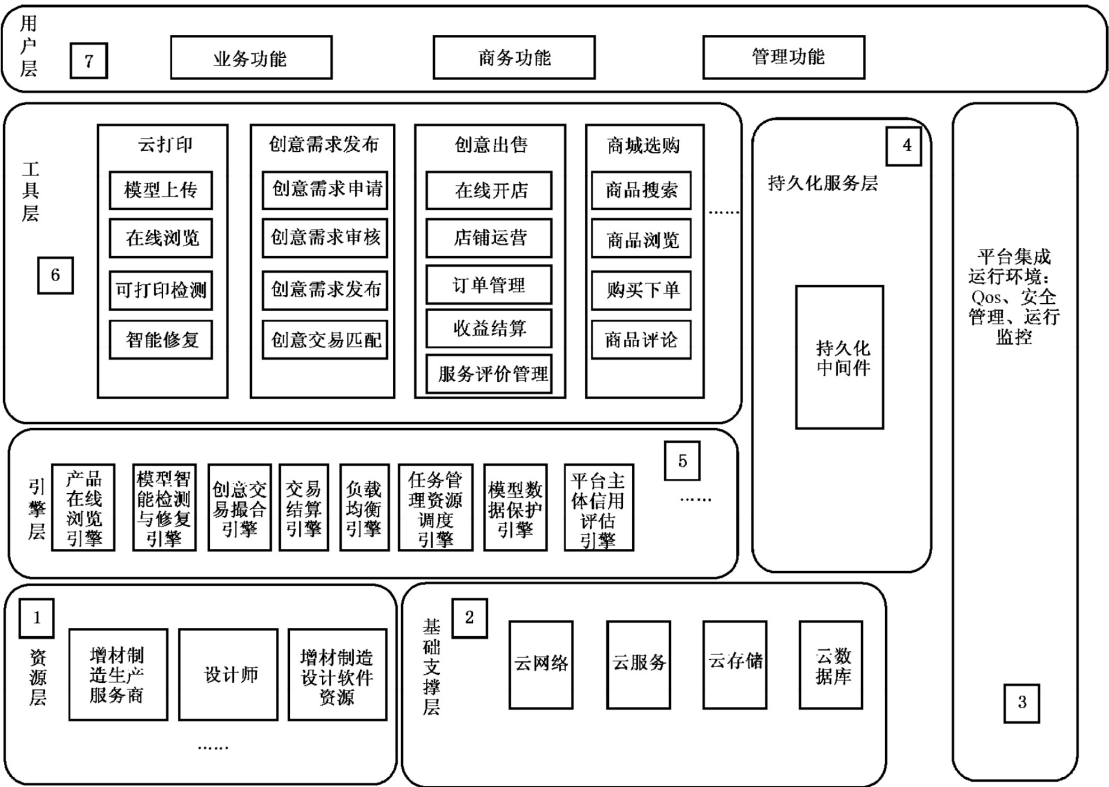


图 12 增材制造云服务平台层级划分图

6.2 资源层

该层通过汇聚增材制造生产服务商、设计师和增材制造设计软件资源等各类资源到增材制造云服务平台提供相关资源支持,覆盖从需求—创意设计—打印制造—物流配送等整个服务过程。

6.3 基础支撑层

基础支撑层是增材制造云服务平台位于硬件层之上的基础层。增材制造云服务平台应运用 IaaS (基础设施即服务)的设备管理模式,为云平台提供运行基础支撑环境。基础支撑层应提供以下资源。

- a) 数据存储资源:增材制造云服务平台应提供平台正常运行所需的各类数据存储资源并对其进行描述,详细包括云服务器、云数据库和其他云存储介质等。其中云服务器应具备性能的可扩展性,云数据库不仅应能够满足在多个云服务器上的分组,还应能够应用于三种运行模式:
  - 1) 独立数据库;
  - 2) 共享数据库,隔离数据架构;
  - 3) 共享数据库,共享数据架构。
- b) 网络资源:增材制造云服务平台应提供平台正常运行所需的网络资源并对其进行描述,详细

包括 Internet、Intranet、Extranet 和无线网络等所搭建形成的云服务网络及其拓扑结构、使用节点数和数据吞吐量等信息。

#### 6.4 平台集成运行环境层

平台集成运行环境层是提高平台运行效率与安全的关键层。增材制造云服务平台应具备对服务平台集成运行环境进行监控管理的基本工具集,具体实现功能包括:

- a) QoS(服务质量):QoS 应实现支持 FIFO、PQ、CQ、FQ、WFQ、CBWFQ、LLQ 等排队策略,支持 RSVP 资源预留协议,支持 CAR、SPD,支持 WRED 拥塞避免,支持流量整形,从而解决服务网络延迟和阻塞等问题;
- b) 安全管理:增材制造云服务平台应提供统一的安全服务,主要包括硬件安全、网络安全与信息安全,以及完善的数据存取安全策略、用户权限认证体系与系统日志记录等,安全防护应遵循 GB/T 39403—2020;
- c) 运行监控:增材制造云服务平台应对平台整体运行状态进行监控,并对异常事件进行提前预警,主要监控对象包括平台数据流量、并发用户数量、业务响应速率等。

#### 6.5 持久化服务层

持久化服务层是位于数据库与模型对象间的中间层。增材制造云服务平台应设计并实现对数据的持久化服务,采用持久化中间件等方式对数据、服务、流程逻辑进行持久化存储,对存储在数据库中的业务对象提供编程接口,执行相关操作。

示例:读、写或修改一个或多个持久性数据。

持久化服务层应提供的基本功能及要求包括:

- a) 映射功能:持久化服务层在实体对象与数据库对象之间建立自动映射关系,程序员不需要编写复杂的 SQL 语句,直接操作实体对象即可实现对底层数据库的操作,降低了代码量,使程序员更加专注于业务逻辑的实现。
- b) 对象关系管理:数据对象之间,存在各种关系,包括 1 对 1、1 对多、多对 1、多对多、级联等。在数据库对象更新的时候,应处理这些关系,以保证维持这些关系不会出现错误。持久化服务层在建立实体对象与数据库对象关系映射的同时,也自动根据数据库对象之间的关系创建实体对象的关系,并且提供了维持这些关系完整、有效的机制。
- c) 异构数据库集成:在进行数据持久化时,应知道后台是用什么数据库、有哪些表、各个表有哪些字段、各个字段的类型是什么、表与表之间什么关系、创建了什么索引等等与后台数据库相关的详细信息。使用持久化服务,可以将数据库层完全隐蔽,呈现给程序员的只有数据对象,程序员只需要根据业务逻辑的需要调用数据对象的方法,即可实现对后台数据库的操作,实现对后台异构数据环境的透明访问。
- d) 数据访问性能优化:采用持久化服务,将根据具体数据库操作需要,会自动延迟向后台数据库发送 SQL 请求,持久化服务也可以根据实际情况,将数据库访问操作合成,尽量减少不必要的数据库操作请求,实现数据访问性能的提升。

#### 6.6 引擎层

增材制造云服务平台方应开发一系列引擎,为云平台管理工具的研制提供基层支持。各引擎的划分原则及设计原则秉承引擎内高内聚、引擎间低耦合的特性,并充分考虑云平台特性(包括云计算和云存储等),能够以服务集的方式为上层提供便捷的集成支持。

增材制造云服务平台开发的系列引擎应包括:

- a) 产品在线浏览引擎:产品在线浏览引擎对产品三维模型进行即时加载浏览、模型缩放、旋转及

实时渲染等；

- b) 三维模型智能检测与修复引擎：该引擎对三维模型数据进行可打印性检测，并且可以对检测出来的错误进行智能修复；
- c) 创意交易撮合引擎：创意交易撮合引擎对注册发布成功的服务资源和需求进行集成管理和撮合交易；
- d) 交易结算引擎：交易结算引擎包括交易实例的创建、运行、监控、异常处理及评价记录，以及第三方资金支付监管、服务交易的维权和投诉管理等；
- e) 负载均衡引擎：负载均衡引擎是保证海量用户高并发时平台正常高效的运行的举措包括研究用户分布、访问时段、访问频率，制定科学智能的负载均衡机制；制定分布式服务器部署的策略与方法；
- f) 任务管理资源调度引擎：任务管理资源调度引擎包括平台任务系统的统一定义，资源与任务的科学分配与管理；保证任务的顺利完成，实现资源的高效充分的使用，维护平台运行的稳定高效。对平台任务过程的结构合理性、行为合规性、活动可调度性、过程成功率等方面进行分析，实现任务过程的在线演化和管理；
- g) 三维模型数据保护引擎：模型数据保护引擎保证三维模型在数据存储、数据传输、数据打印过程中的数据安全，保护设计师和用户的知识产权；
- h) 平台主体信用评估引擎：平台主体信用评估引擎包括研究面向增材制造云服务平台的主体信用评价体系；总结适合增材制造云服务平台的主体信用评价指标；研究面向增材制造云服务平台的主体信用反馈机制和主体信用评价算法。

## 6.7 工具层

增材制造云服务平台方应为平台用户提供友好的人机交互应用服务，实现平台的易操作性和功能的便捷性，支持资源与需求的方便注册、发布、搜索匹配、交易，以及业务管理、买卖双方信用评价和交互社区创建等。针对各类工具，平台应提供如下人机交互应用服务：

- a) 云打印工具：云打印工具是用户把三维模型数据变成真实产品的工具，包括模型上传、材质选择、下单打印等过程；
- b) 创意需求发布工具：创意需求发布工具主要为用户提供在线创意需求发布功能；
- c) 创意出售工具：创意出售工具是为设计师提供在线开店及出售创意的工具，包括在线开店、店铺运营、订单管理、收益结算与服务评价管理等；
- d) 商城选购工具：商城选购工具是增材制造云服务平台中实现商城选购功能的支持工具。包括商品搜索、商品浏览、购买下单、商品评论等。

## 6.8 用户层



增材制造云服务平台提供方应设计并实现用户层的功能，用户层是为用户提供访问和浏览服务的交互界面、提供用户需求注册发布服务，是用户与系统间信息交互的窗口。用户通过各种用户界面（包括传统 PC 终端、智能移动终端、专用终端等）使用平台提供的各类服务。针对平台各类用户，平台在用户层应提供如下功能：

- a) 业务功能：云服务客户通过业务功能组件访问和使用工业云服务，以满足其业务活动需求。用户能够通过用户界面或以 API 的形式使用该组件。以增材制造装备管理业务为例，其业务功能组件包括查询、监控、调度等。
- b) 商务功能：云平台商务管理者通过商务功能组件完成工业云服务的商务运营活动，包括增材制造云服务的选择和订购、增材制造云服务的自动计量计费，使用云服务涉及的账务和财务管理等。需要注意的是商务功能自身也是通过云服务来提供。云商务能力只能通过使用云服务

来获取。

- c) 管理功能：云服务管理者通过管理功能组件完成云的运维管理活动，包括用户身份和配置文件管理、对服务活动和服务使用的监控、事件处理和问题报告等。云管理能力只能通过使用云服务来获取。
- 

