让原料与制造过程成为可计算的 SKU 契约

面向 HSIMC 的材料、工艺、能力组合与 MCP 接入说明

发行日期：2026-10-30（Asia/Shanghai）| 英文与中文配套说明 | 9 页

本轮已把历史制造知识转成可寻址数据、SKU 定义模板和真实可运行的只读 MCP 模块。模块已完成本地协议与边界验收；线上接入、供应方绑定和制造交付仍需各自验收。

本包形成的对象	数量与含义
材料与工艺发现词汇	20 类材料、8 组导航、296 个工艺条目；另有 5 种生产组织模式。
SKU 定义模板	316 份：20 个材料类模板，加 296 个工艺条目模板。模板的 sku_id 仍为 null。
演示规格	4 份 example_only 候选 SKU，组成一条声明级示例路线。
可运行接口	4 个 MCP 工具、4 个允许读取的目录资源。
商业与执行状态	0 个已核实可下单 SKU；没有生产注册、机器执行、库存预留、付款或已验收交付。

推进的工作链

原料与工艺概念 → 明确规格及修订 → 输入输出接口 → 现场能力绑定 → 有范围的工作 → 交付证据 → 独立验收 → 新资源与可复用能力。

这条链与 HSIMC 已有 Reality SKU、Capability、Authority、Runtime、Evidence 的分工一致。SKU 稳定地标识“承诺什么规格”；当前库存、设备产能、授权和报价分别由有时间边界的对象提供。

“可部署”的实际含义

交付包提供目录、结构化契约、运行模块、测试回执和 Registry 投影草案，可用于审阅、部署准备与后续接入。投影草案没有写入既有 Registry。网站可访问、MCP 可调用、某现场可制造、客户已验收，是四项独立结果。

数据与验收依据：[D1] data/；[D2] review/runtime-smoke.json；[D3] tests/runtime-test-receipt.json。

01 / 原稿如何成为可复用的分类数据

《制造工艺流程 (1).pdf》是 2020-06-28 创建、2022-01-06 更新的研究笔记。文件共 16 页，第 16 页空白。材料类别在第 3-4 页，工艺与选择条件在第 2-11 页，第 11-15 页还包含重复的制造目录。[S1]

材料维度	原稿条目
第 1-5 类	塑料、金属、木材、纸、天然纺织材料
第 6-10 类	合成纺织材料、皮革、纤维、玻璃、化学品
第 11-15 类	复合材料、矿物材料、石材、混凝土、石膏类材料
第 16-20 类	陶瓷、橡胶、泡沫材料、半导体材料、稀土材料

20 类并非互斥的科学分类：泡沫描述孔隙结构，纤维描述形态，半导体描述功能类别，稀土描述元素组。例如同一材料可以同时是塑料、泡沫和复合材料。发现目录允许多维标签；采购规格必须明确实际组成、牌号和形态。

工艺组	条目数	工艺组	条目数
CA 铸造	16	IC 成像、标识与涂覆	15
MO 模塑与相关固结成形	19	FR 塑性成形	79
MA 加工与材料去除	58	JO 连接与装配	82
AM 增材制造	9	OT 其他来源工艺	18

296 个条目包括 30 个工艺族、259 个工艺概念和 7 个组合流程。它们构成来源驱动的导航目录，不表示 296 个现场能力。五种组织模式是重复制造、离散制造、作业车间、连续流程、批次流程。[D1]

已经处理的分类问题

车削、轧制、连接和铰削已纠正原稿直译；软钎焊与硬钎焊、塑料挤出与金属挤压已分开。磨机、工厂、行业、成品类别没有直接变成工艺 SKU。32 个目录维度和 20 组含混术语单独保留。

第 2 页图片分别列“5 类”和加入 Additive 的“6 类”。本包保留这项来源事实，同时把组织模式与增材工艺分轴建模。全部 664 个原始行、78 组重复行与规范映射保留在 sources/ 审计材料中；历史个人目录不进入公开数据。

02 / 先区分对象，再建立 SKU

对象	回答的问题	本包中的状态
分类概念	它是什么材料或工艺类别？	MAT-METAL、PROC-LASER-ENGRAVING 等发现概念。
SKU 规格及修订	本次要供应什么，按什么规则验收？	固定规格、单位、输入输出、修订与来源；4 份演示记录。
实物实例或批次	具体是哪一件、哪一批，现在哪里？	item_id、lot_id、数量、位置与观察时间均待真实绑定。
能力声明与绑定	谁能在哪个 Runtime 用什么条件完成？	声明与现场实现分开；provider/runtime/equipment 均未绑定。
Offer	谁在什么期限内按什么价格交付？	报价、币种、交期、限量和条款未知。
Work	谁授权谁完成哪项具体工作？	当前只有提案；canonical_work_id 为 null。
Evidence	究竟观察到或交付了什么？	来源内容证据与制造现场证据各自保留。
Acceptance	谁依据哪个版本的标准接受结果？	独立记录，不能由“工序完成”自动推导。

同一 SKU 可以有多个真实供应方

SKU 描述稳定规格。不同供应方可以在不同地点、设备、产能窗口和商业条款下绑定这一规格。批次、库存、设备状态或报价变化，不应偷偷改变规格身份；新规格版本也不能覆盖旧 Work 所依赖的版本。

状态延续需要明确引用

每次计算保留源对象 ID、规格修订和目录摘要。Work、批次、证据与验收保留各自标识及关联。MCP 请求可独立处理；跨请求的真实业务状态仍由 HSIMC 既有持久对象承接。[M1]

> “生成一个输出 SKU”表示定义了预期产出。只有实际执行、可追溯交付和独立验收完成后，才能记录已经形成的新 Reality。

对象关系依据：本包规格、集成审阅与已公布 Registry 关系。[D1][D4][W2]

03 / 把抽象概念写成可比较的契约

316 份模板提供“还必须定义什么”的字段清单。完整规格需要实际责任方冻结，并以修订号和摘要引用。下表是从材料、工艺到可验收服务所需的最小关系；未知字段应保留未知。

契约范围	需要明确的内容
身份与权利	sku_id、规格所有者、spec_revision、来源、图纸/程序权利、可用范围和允许公开的字段。
物料	材料族、成分或牌号、标准及版次、状态/热处理、形态、表面、替代规则与批次追溯。
几何与数量	尺寸、基准、容差、图纸修订；数量与单位分别明确，kg、piece、m 或 accepted_piece 不可混用。
工艺转换	输入对象状态、输出对象状态、加工内容、程序/图案修订、工装、辅料与前后处理。
现场依赖	真实供应方、Runtime、设备、夹具、人员、当地环境、材料可得性与产能窗口。
质量与验收	测量方法、量具适用性、检验比例、缺陷边界、验收责任人、重做/拒收规则。
证据与连续性	item/lot/work 引用，operator/verifier/device/time，文件摘要、保留期限和异常记录。
地域与商业	交付地、消费地区、所需文件语言、合规证据、有效期、报价/币种/计费单位与结算条件。

Readiness 应保持为一组状态

本包分别保留 specification、provider、material、capacity、evidence、authority、acceptance、commercial。四个示例均为 SPEC_DEFINED_UNBOUND；orderable=false，execution_allowed=false。一项声明匹配不会把其他维度自动提升为已验证。

结构一致只完成了比较的一部分

组合器递归比较已声明的接口字段，包括材料引用、对象状态、单位、尺寸、容差和表面要求。数值及字段相同返回 DECLARED_MATCH_UNVERIFIED；值不同或字段缺失分别报告不匹配或未解决。没有自动单位转换、工艺试验、良率计算或材料平衡。[D2]

例如目标为 100 件合格输出，不能直接把毛坯需求写成 100 件；良率、试样、损耗、返工与包装要求仍需真实计算。未知成本以 null/UNKNOWN 保存，不能作为 0 元参与收益评估。

04 / 四个示例 SKU：材料与雕刻服务

以下合金、尺寸、容差、数量和验收规则均为演示契约而设定。原稿没有提供这些参数，也没有对应的已核实库存、供应方或激光工艺。

A. 材料规格

SKU-EX-MAT-AL-PLATE-001

字段	示例设定
类型 / 版本	material_spec / 1.0.0；example_only=true
材料 / 形态	请求 6061 铝合金、T6 状态；flat_blank。标准版次和材料证明待确认。
尺寸 / 容差	100 × 60 × 1 mm；长度/宽度容差 ±0.2 mm，厚度容差 ±0.1 mm。
表面 / 单位	无涂层并去毛刺；piece；substitution_allowed=false。
输出 / 所需证据	状态 blank。需要牌号/状态证明、尺寸测量、表面确认和 lot 追溯。

B. 激光雕刻服务规格

SKU-EX-SVC-LASER-TEXT-001

字段	示例设定
类型 / 输入	process_service_spec；PROC-LASER-ENGRAVING；接收 A 的完整输入接口。
加工范围	60 × 20 mm、居中区域；文字 HSIMC DEMO；最终图案摘要待批准。
工艺条件	激光配方、设备、周期时间均未知；需材料适配试验、夹具、当地操作者和已确认环境。
输出 / 计量	engraved_pending_inspection；以 accepted_piece 计量服务。
验收边界	文字与区域应符合批准图案；对比度、缺陷和首件判据尚须签定。

服务规格可以先明确输入输出；实际能否在指定材料上取得所需效果，必须由现场试验、工艺资格和首件结果支持。本包不生成激光功率、速度或机器控制指令。

完整字段见 data/skus.json；本页为可读摘要。[D1]

05 / 四个示例 SKU：检验与目标产出

C. 检验规格

SKU-EX-QA-PLATE-001

字段	示例设定
类型 / 输入	inspection_spec；输入状态 engraved_pending_inspection。
检查内容	尺寸与文字视觉检查；目标 HSIMC DEMO；演示采用逐件检验。
记录字段	item_id、实测尺寸、文字一致性、缺陷、instrument_id、operator_id、timestamp、evidence_digest。
条件 / 输出	方法版次、测量系统适用性、核验人、缺陷/对比度界限待确认；输出 inspected_pending_acceptance。

D. 目标产出规格

SKU-EX-OUT-PLATE-TEXT-001

字段	示例设定
类型 / 目标	output_spec；100 件合格铭牌只是演示目标，尚无订单。
BOM / BOP	每件净用 1 件 A；工艺顺序 B → C。良率和毛投入需求均为 null。
交付范围	实物/批次引用、检验报告、证据摘要、独立验收决定；包装与交付细则待定。
状态	仍为 inspected_pending_acceptance；acceptance_state=NOT_PERFORMED。

实际本地组合得到什么

A → B → C → D 形成 3 条接口边。每条比较 11 个叶子字段，结果均为 DECLARED_MATCH_UNVERIFIED。工具列出 51 项用于解决缺失条件的工作提案；这些记录是 proposal_only，没有创建 canonical Work。[D2]

数量字段保留 100 件净输出意图；没有实现投料/良率计划。所有候选的 provider、runtime、equipment、supervisor、authority 和 offer 均未绑定。检验记录是测量证据，独立验收仍是另外一个有责任人的决定。

> 算得出下一步缺什么，就是本轮的可执行协同价值。后续接入既有 Work 系统时，再为被接受的提案建立真实责任、范围、期限和证据要求。

06 / MCP 的四个工具与本地验收

工具	实际职责
manufacturing_search	按 query/kind 搜索允许的目录；返回结果数量与截断标记。
manufacturing_get	按唯一 ID 读取准确记录、状态、来源及目录摘要。
manufacturing_assess_readiness	读取候选 SKU，列出未验证条件和解决条件的提案；调用方乐观声明不会变成证据。
manufacturing_compose	对有序、唯一的 SKU ID 列表做声明级组合，返回接口比较、缺口和提案。

4 个资源共用逻辑前缀 hsimc://manufacturing/catalog/，后缀分别为 materials、processes、manufacturing-modes、skus。这些 URI 是 MCP 资源标识，不是已上线的网页地址。读取范围不含任意文件、远端 URL 或原始审计档案。[D5][M3]

协议实现范围

本模块实现 MCP 2026-07-28 的独立请求子集，支持 server/discover、工具发现/调用、资源发现/读取。每次请求带明确协议与客户端能力元数据；本地 stdio 和回环 HTTP 均有测试。HTTP 默认只绑定本机；没有完整官方 SDK 互操作认证。[D3][D5][M1-M3]

实际验收	结果与限度
目录与 schema	20 材料 / 296 工艺 / 5 模式 / 4 示例；4 个工具输入输出验证通过。
协议调用	11 次 stdio 请求通过；发现 4 个真实工具。
边界测试	16 项通过，覆盖协议元数据、错误输入、只读性、声明不提升授权、Host/Origin 和健康状态边界。
生产与制造	production_deployment_verified=false；registration_in_existing_hsimc_verified=false；accepted_delivery=false。

健康值 LOCAL_READ_ONLY_MODULE_READY 只证明独立进程成功装入本地目录。它不表示公共 MCP 端点已经发布，也不表示任何工厂能够交付。运行方式见 runtime/README.md；测试记录见 review/ 与 tests/。

07 / 接入 HSIMC 已有六层关系

六层是 HSIMC 的工作与价值关系，不是 MCP 协议的六层。制造模块优先向 L02 提供可寻址对象，向 L03 提供组合与缺口计算，并为 L05 的可复用资源保留来源与修订。[D4][W1-W2]

层	已有名称 / 本轮衔接
L01	Calling identity & authority scope：引用既有主体与授权范围；公开阅读不创建制造权限。
L02	Tools & Resources bindings：接入材料、工艺词汇、规格版本和经过单独验收的只读 MCP 绑定。
L03	Intent to composition plan：生成候选路线、依赖关系与缺失条件提案。
L04	Runtime & real-world execution：绑定实际供应方、机器、材料批次、夹具、操作者和当前产能。本包仍未绑定。
L05	New Resources & reusable Tools：复用规格与工具；对实际已验收产出另建证据和状态。
L06	Usage metering & contribution returns：后续依据实际调用、工时、报价与贡献证据计算，不预设收入。

Registry 投影沿用既有关系

分类与规格映射到 resources/resource_versions/source_links；现场实现对应 capability_bindings；当前可得性对应 availability_refs；Offer 对应 listings；提案对应 work_proposals；实际输出与验收分别对应 artifact_refs/acceptance_refs。投影目前是 UNBOUND_PROJECTION_DRAFT，importable=false，applied=false。[D4][W2]

保留公开 Registry 的真实基线

本次读取 /capabilities/api/status 得到 READ_ONLY_SYNTHETIC_SNAPSHOT、PUBLIC_REGISTRY_BETA、CLIENT_EXPORT_ONLY，以及 executionEnabled=false、identityConnected=false、publicMcpEnabled=false、nativeWorkWriter=false、paymentsEnabled=false。独立模块的本地通过不改变这些含义；这些字段也不能代表所有其他 HSIMC 端点。[W1]

六语言门户界面使用同一组稳定 ID。工艺术语目前保留英文/中文，尚未完成所有语言的工程审校。原稿全文与历史个人目录留在审计包，不进入公开投影。

08 / 首个真实节点如何完成验收

顺序	需要取得的结果
1. 冻结真实规格	选一个实际对象/服务；确认牌号、图纸、尺寸容差、数量单位、资料权利和验收版次。
2. 绑定现场	记录供应方、Runtime、设备、材料 lot、夹具、操作者、测量系统、当前产能与证据时间。
3. 验证 MCP 接入	在既有网关与权限范围内读取真实端点；复测发现、工具、资源、错误路径及不改变记录的边界。
4. 批准有范围的 Work	把已接受提案交给既有 Work writer；确认动作、责任、时限、材料预留、费用上限与异常处理。
5. 首件与受控试运行	现场确定合格工艺和首件判据，记录实测参数、结果、损耗、工时、失败与重做。
6. 独立验收与复用	按冻结标准接受或拒收；形成交付证据、新资源引用、成本实测及后续可复用能力版本。

经济价值应在真实工作后计量：材料与准备成本、工时、检验、损耗、返工、运输和协同时间，分别保留数量、单位、币种、时间和来源。当前报价、成本、良率、交期及收入均未知；未知不是 0。

来源与可追溯文件

[S1] 用户上传《制造工艺流程 (1).pdf》：第 1 页历史与模式，第 2 页分类图，第 3-4 页材料，第 5-11 页工艺，第 11-15 页目录。研究资料不证明实时库存、产能或供应商资格。

SHA256: c632d1c9481bc567cc241dd99bcda001
29cfaf87c1cc8190de6f9081ebb3c2bb

[D1] data/ 目录、316 模板与 4 份示例；[D2] review/runtime-smoke.json；[D3] tests/runtime-test-receipt.json；[D4] integration/README.md 与 review/integration-review.md；[D5] runtime/README.md。

[W1] https://hsimc.tech/capabilities/api/status
[W2] https://hsimc.tech/capabilities/data/schema.sql

[M1] https://modelcontextprotocol.io/specification/2026-07-28/basic
[M2] https://modelcontextprotocol.io/specification/2026-07-28/server/tools
[M3] https://modelcontextprotocol.io/specification/2026-07-28/server/resources

线上状态是本轮只读观察，后续可能变化。来源分类、建议契约、示例参数和实际测试回执已明确区分。后续上线和真实制造必须追加各自验收记录。