产品生命周期数字化维度的中小企业数字化水平等级判定

张秦玮

北方民族大学机电工程学院副院长

宁夏工业设计中心主任

中国机械工程学会工业设计分会委员

目录 /CONTENTS

01 产品生命周期管理

02 产品设计数字化等级判定

03 工艺设计数字化等级判定

04 营销管理数字化等级判定

05 售后服务数字化等级判定

01
产品生命周期管理

一、产品生命周期管理

第一部分

产品生命周期管理（Product Lifecycle Management）的定义

广义的PLM定义：
从目标上说，PLM能够管理产品生命周期中与产品相关的所有信息和与产品相关的所有过程，包括产品需求、设计、采购、生产、销售和售后服务等。

狭义的PLM定义：
PLM是一种软件，按照PLM的理念，成功地实现从PDM（Product Data Management）向PLM的转变，成为企业实现信息化、创新产品开发和管理的重要基础设施。

一、产品生命周期管理 第一部分

PLM管理产品全生命周期所有数据



一、产品生命周期管理 第一部分

PLM与产品创新、生产运营、市场与客户

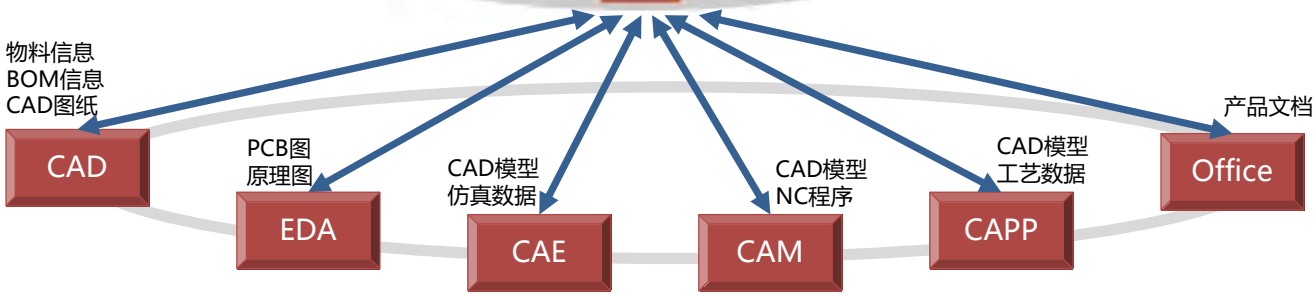
类别	名称简写	英文全称	核心定位与功能
产品创新领域	PLM	Product Lifecycle Management 产品生命周期管理	产品创新的管理平台。管理从概念、设计、制造、服务到报废的全生命周期中的产品数据、流程和协作。
	PDM	Product Data Management 产品数据管理	PLM的核心子集。主要关注设计阶段的产品数据（如CAD图纸、BOM）的版本、权限和归档管理。
	CAD	Computer-Aided Design 计算机辅助设计	产品设计工具。用于创建产品的二维或三维几何模型和工程图纸。
	CAE	Computer-Aided Engineering 计算机辅助工程	产品仿真工具。在虚拟环境中对CAD模型进行强度、动力学、热学等性能仿真分析，以优化设计。
	CAM	Computer-Aided Manufacturing 计算机辅助制造	生产制造工具。将CAD模型转换为数控机床能识别的加工代码，驱动设备进行生产。
生产运营领域	ERP	Enterprise Resource Planning 企业资源计划	企业运营指挥中心。整合管理企业的核心资源，如财务、采购、库存、生产计划和人力资源。
	SCM	Supply Chain Management 供应链管理	供应链协同平台。管理从原材料采购到产品交付给客户的整个物流、信息流和资金流过程。
市场与客户领域	CRM	Customer Relationship Management 客户关系管理	客户关系管理平台。管理客户生命周期，涵盖市场营销、销售过程、客户服务和支持。

PLM是企业信息化建设的唯一数据源

缩写	英文全称	中文名称
ERP	Enterprise Resource Planning	企业资源计划
SCM	Supply Chain Management	供应链管理系统
CRM	Customer Relationship Management	客户关系管理系统
MES	Manufacturing Execution System	制造执行系统
BA	Business Analytics/Business Intelligence	商业分析/商业智能



缩写	英文全称	中文全称
CAD	Computer Aided Design	计算机辅助设计
CAE	Computer Aided Engineering	计算机辅助工程
CAM	Computer Aided Manufacturing	计算机辅助制造
CAPP	Computer Aided Process Planning	计算机辅助工艺规划
EDA	Electronic Design Automation	电子设计自动化



一、产品生命周期管理 第一部分

PLM的特点

缩写	英文全称
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing
ERP	Enterprise Resource Planning
SCM	Supply Chain Management
CRM	Customer Relationship Management

2 PLM的管理对象

管理产品生命周期中的产品数据和相关过程，过程指设计过程、制造过程和服务过程等。

1 PLM的应用范围

产品设计

工艺设计

营销管理

售后服务



3 PLM的实现

构建PLM框架，以PDM为核心，与CAD、CAE、CAM、ERP、SCM、CRM及企业其他应用系统集成，组成PLM系统。

PLM系统的核心功能

数据管理

1 **统一管理产品数据**

PLM系统能够统一管理产品生命周期内的各类数据，包括技术文档、产品配置、产品图纸、物料清单等。

2 **数据版本控制**

PLM系统可以实现数据版本的记录和控制，确保数据的准确性和一致性。

3 **数据检索与共享**

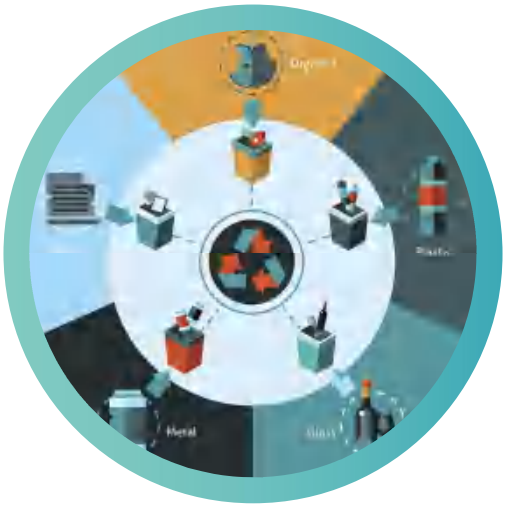
PLM系统提供快速检索和共享产品数据的工具，数据共享、数据协同、数据权限管理等，方便协同与沟通。



一、产品生命周期管理 第一部分

PLM系统的核心功能

流程管理



- 需求管理：收集、分析、管理用户需求
- 设计管理：设计、评审、优化产品设计
- 工艺管理：制定、优化生产工艺流程
- 质量管理：监控、改进产品质量
- 成本管理：控制、优化产品成本

一、产品生命周期管理

第一部分

PLM系统的核心功能

项目管理



项目计划与执行

PLM系统能够制定详细的项目计划，并对项目执行情况进行实时监控。

项目资源管理

PLM系统可以实现项目资源的有效调配和管理，确保项目的顺利推进。

项目风险管理

PLM系统可以对项目风险进行预测和评估，并提供相应的应对措施。

一、产品生命周期管理

第一部分

PLM系统的核心功能

生命周期管理



- 产品设计：包括概念设计、详细设计、验证设计等阶段
- 产品制造：包括生产计划、生产控制、质量管理等阶段
- 产品维护：包括维修、保养、升级等阶段
- 产品退役：包括回收、处理、销毁等阶段

02
产品设计数字化等级判定

二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计数字化等级划分

等级	核心特征	关键能力描述
一级	计算机辅助设计	使用CAD、CAE、EDA等软件工具进行产品设计和分析。
二级	数据与流程管理	应用信息化系统开展产品设计，实现产品设计过程或版本的数字化、规范化管理，形成完整的产品设计资料（如方案、图纸、模型、设计 BOM、版本、技术变更等）管理标准，并有效执行。
三级	典型零部件、典型设计知识的匹配、引用或参考	建立典型产品组件及关键零部件的标准库及典型产品设计知识库，并能在产品设计时进行匹配、引用或参考，实现产品设计与工艺设计的协同，实现数据跨部门共享。
四级	仿真分析与协同设计	运用仿真分析等技术实现对产品外观、结构、性能等进行试验验证或迭代优化等功能，并实现产业链上下游间的多方信息交互、协同设计或产品创新。

二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：一级

使用CAD、CAE、EDA等软件工具进行产品设计和分析

类别	核心软件	开发商	主要特点与应用领域
CAD（计算机辅助设计）	AutoCAD	Autodesk(美国)	功能强大，使用广泛，支持二维绘图和三维设计，适用于机械、建筑、电气设计等领域。其推广的.dwg文件格式成为二维绘图的常用标准格式。
	SolidWorks	达索(法国)	基于Windows的3D机械设计软件，易学易用，适合于中小企业的产品设计，并可进行工程分析和模拟。
	CATIA	达索(法国)	高端的CAD/CAM/CAE一体化软件，在汽车、航空等高端制造行业应用广泛，支持产品从概念到制造的完整流程。曲面设计和实体造型功能强大。
	UG/NX	Siemens(德国)	集CAD/CAM/CAE于一体的三维参数化软件。采用灵活的复合建模技术，功能强大，广泛应用于机械、汽车、航空航天等领域。CAM模块可根据3D模型生成数控代码，支持从2轴到5轴的数控加工。
	Creo(原Pro/Engineer)	PTC(美国)	在参数化设计、基于特征的建模方法上有独特功能，尤其适合于复杂产品的设计，在机械行业应用较多。

二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：一级

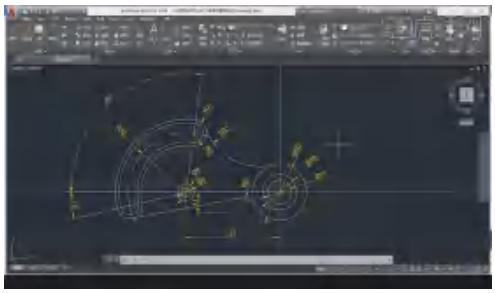
使用CAD、CAE、EDA等软件工具进行产品设计和分析

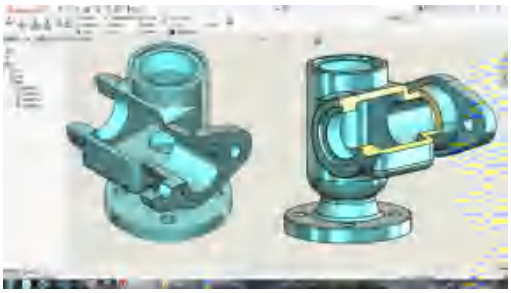
类别	核心软件	开发商	主要特点与应用领域
CAE（计算机辅助工程）	ANSYS	ANSYS(美国)	一款功能强大的仿真分析软件，可进行结构分析、流体分析、电磁分析等多种物理场的仿真。
	Abaqus	达索(法国)	静态应力/位移分析、热传导分析、耦合分析（热力、热电、压电、流力、声力）、非线性动态应力/位移分析、疲劳分析
	Nastran	MSC(美国)	美国国家航空航天局（NASA）开发的有限元分析软件。在航空航天等领域有着广泛的应用，在线性静力分析和动态响应分析方面具有优势。
	集成式CAE工具	各软件厂商	如SolidWorks，Fusion 360，UG/NX内置模块。许多高端CAD软件集成了CAE功能模块，如UG/NX提供了结构分析、运动分析、注塑流动分析等模块。Fusion 360作为一个集成化的云平台，也提供了CAE分析功能。
EDA（电子设计自动化）	Altium Designer	Altium	适用于复杂的电路板和高速数字系统的设计。
	Cadence	Cadence	提供完整的芯片设计工具链，在半导体芯片设计和验证方面领先。
	Synopsys	Synopsys	在芯片设计、验证和制造接口（EDA）工具领域处于领先地位。

二、产品设计数字化等级判定

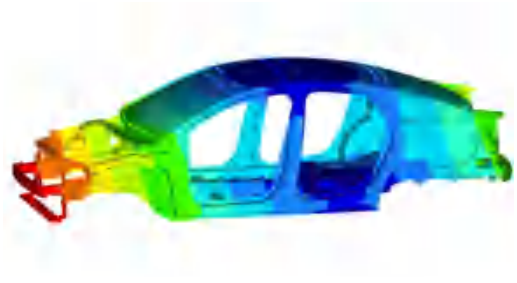
第二部分

产品设计：一级









二、产品设计数字化等级判定

第二部分

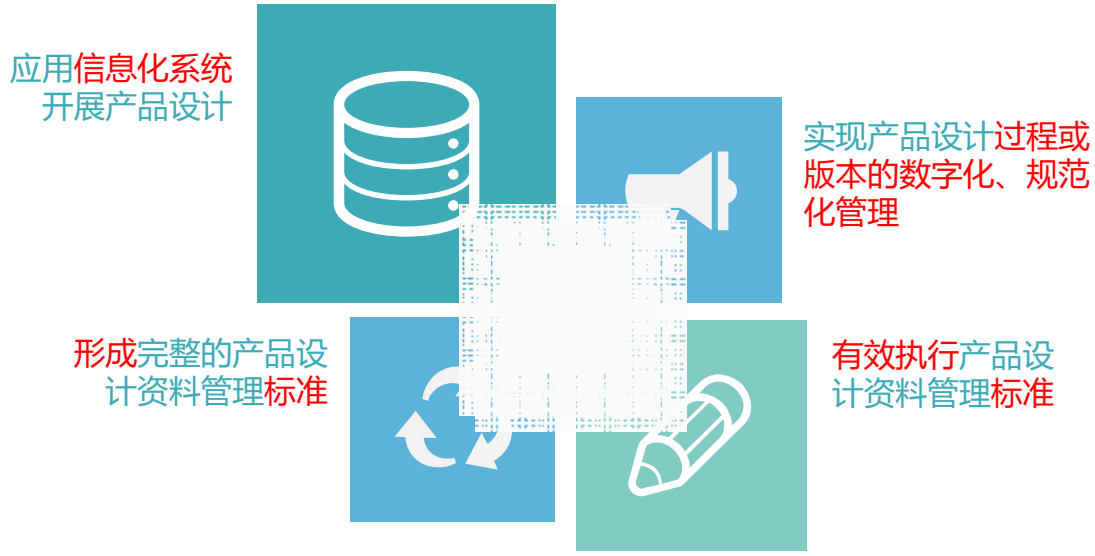
产品设计：一级

维度	CAD（计算机辅助设计）	CAE（计算机辅助工程）	CAM（计算机辅助制造）
核心功能	产品的概念、几何造型和详细设计	对设计进行仿真、分析和验证	将设计转化为加工指令，控制生产设备
主要目标	实现从无到有的创造，精确表达产品外观、结构	优化设计，预测产品性能，降低实物试验成本和风险	实现制造自动化，提高生产效率与精度
输出成果	产品的二维工程图、三维数字模型	仿真分析报告（如应力云图、流场分布等）	数控程序（如G代码），驱动机床等设备加工
好比	建筑师的设计蓝图	结构工程师的虚拟风洞和安全模拟	施工队的精准施工指令和自动化机械
工作流程位置	起点，创造原始模型	中端校验，连接设计与制造	末端执行，将设计转化为实体产品

二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：二级



二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：二级

维度	核心目标	关键实现手段举例
过程可控	确保设计活动有序、合规、高效	利用系统固化审批、发布和变更流程。
数据规范	保证所有设计资料的唯一、准确、一致	通过系统进行图纸、模型的集中存储与版本控制。
版本清晰	可追溯、可复用，避免混乱	自动记录版本演变，并支持版本的查看、比较与回退。
变更有序	所有修改有据可查，影响受控	在系统中建立电子化工作流，规范技术变更的申请、评估、批准和执行环节。
知识沉淀	将个人经验转化为企业资产	构建参数化设计模板和知识库，将最佳实践固化到系统中，方便复用和共享。

数字化管理的基石：

引入产品数据管理（PDM）系统，实现所有设计文件（如CAD模型、图纸）的集中存储和基本的版本控制。

优化管理流程：

在PDM基础上，升级或实施产品生命周期管理（PLM）系统。PLM能管理更复杂的产品结构（BOM）、技术变更流程，并促进跨部门协同，是实现规范化管理的核心平台。

- 构建一个统一的“单一数据源”，所有与产品相关的数据（如方案、图纸、模型、设计BOM等）都集中、准确、及时地管理。
- 有效解决因“信息孤岛”导致的沟通成本高、设计错误、版本混乱及项目延期等问题。

二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：二级

PDM vs PLM

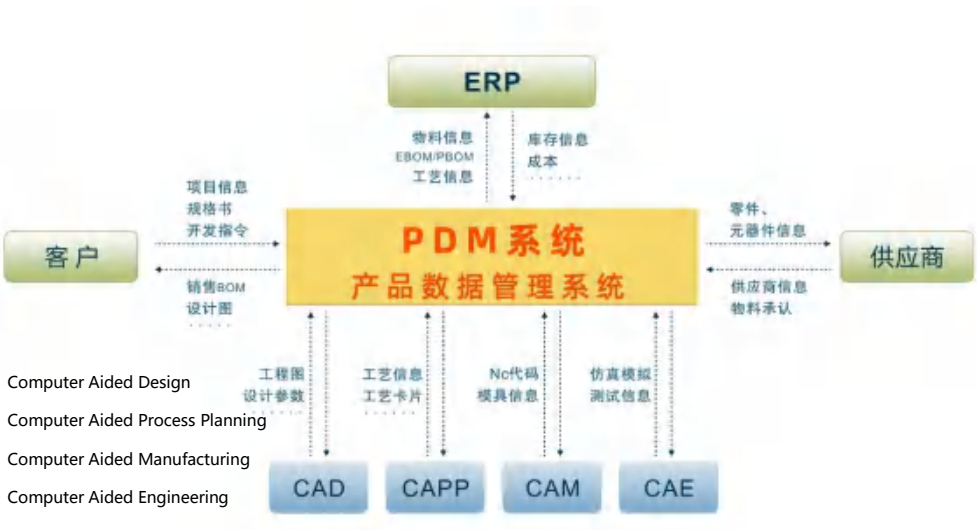
维度	PDM（产品数据管理）	PLM（产品生命周期管理）
核心定位	研发部门的数据管理工具，聚焦于设计阶段产生的数据和流程。	企业层面的战略业务理念，管理产品从概念到退市的完整生命周期。
管理范围	主要管理设计数据，如CAD图纸、模型、BOM表、工程文档及其版本。	不仅包含PDM所有数据，还扩展至市场需求、工艺规划、生产制造、售后服务等全流程信息。
核心功能	文档管理、版本控制、产品结构与配置管理、工程变更管理、工作流审批。	在PDM功能基础上，增加需求管理、项目管理、供应链协同、成本管理、服务生命周期管理等。
目标价值	确保产品数据的准确性、一致性和安全性，提升设计团队协作效率。	优化整个产品生命周期的流程和决策，缩短上市时间，降低成本，促进创新。
实施难度	相对较小，主要影响设计和工程部门。	庞大且复杂，是跨部门的系统工程，需要业务流程重组，对企业和实施方要求高。

PLM是一个战略性的顶层理念，构建了覆盖产品全生命周期的宏观管理框架。

PDM是实现这个宏大理念在研发设计环节的关键技术和工具。一个企业通常会先实施PDM系统，打好数据管理的基础，然后随着业务发展需要，再逐步扩展到完整的PLM系统。

二、产品设计数字化等级判定

产品设计：二级





二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：二级

常见主流工具

厂商类别	厂商名称	主要产品	核心特点与适用场景
国际领先厂商	西门子 (Siemens)	Teamcenter	功能全面的企业级解决方案，擅长管理复杂机电软一体化产品，支持全球化协同和数字化主线。
	达索(Dassault)	ENOVIA	与3DExperience平台深度集成，强调在统一环境下实现多专业、全流程的社会化协同，适用于高端复杂装备制造。
	PTC	Windchill	与Creo无缝集成，在物联网和增强现实领域有前瞻性布局，云原生版本Windchill+支持SaaS交付。
国内主流厂商	用友	用友PLM	追求业务财务一体化，实现从产品设计、工艺规划到生产制造、销售服务全链条的数据无缝贯通。
	金蝶	金蝶云·星空PLM	基于金蝶云平台，提供云原生、订阅制服务，部署灵活，与金蝶ERP无缝集成，适合中小企业。
	三品软件	三品PDM	以实用性高、实施快捷著称，性价比高，能满足中小型制造企业从设计到工艺的一体化管理需求。

二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：二级

案例



三品PDM



西门子Teamcenter

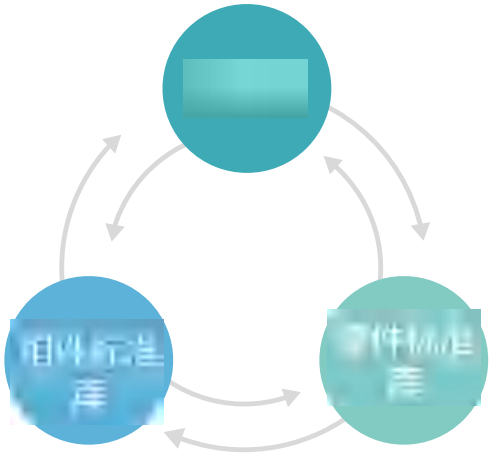
二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：三级

数字化等级评定三级要求

维度	核心组成部分	关键目标
对象	典型产品组件及关键零部件的标准库	实现设计重用，减少重复建模，保证模型质量和一致性。
知识	典型产品设计知识库	实现知识重用，将经验固化，降低对个人经验的过度依赖，提升设计合理性。如根据设计参数，自动推荐标准件、通用件。
流程	产品设计与工艺设计的协同	实现并行工程，能在产品设计时进行匹配、引用或参考，避免后期大返工，缩短制造准备周期。
基础	数据跨部门共享	实现工艺设计与生产系统间的数据交换、并行协同，确保所有部门基于准确、统一的数据工作。



二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：三级

典型信息化系统

系统类别	代表性系统/平台	核心功能亮点	典型适用场景
国际高端平台	达索系统 3DE平台 (ENOVIA)	全生命周期数据管理，支持大规模复杂产品的多学科协同设计与高精度仿真。	航空航天、汽车等高端制造业，适用于有跨国协作、复杂产品管理需求的大型企业。
国内领先平台	开目软件 KMPLM CLOUD	云原生架构，支持机电多学科协同，实现设计与制造流程和数据的协同闭环。	航空、航天、船舶等高端装备制造，支持多点研发、异地协同。
国产专业 PDM/PLM	三品PDM	智能编码与BOM自动生成，内置标准件/通用件库，促进设计重用，实现跨部门数据互通。	适合各类制造业企业，特别是寻求性价比高、实施快捷的国内制造企业。





二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：三级

案例



开目PLM系统产品架构

产品数据和产品研制业务过程管理

与各类二维/三维CAD、EDA、CAE等产品设计、仿真工具深度集成

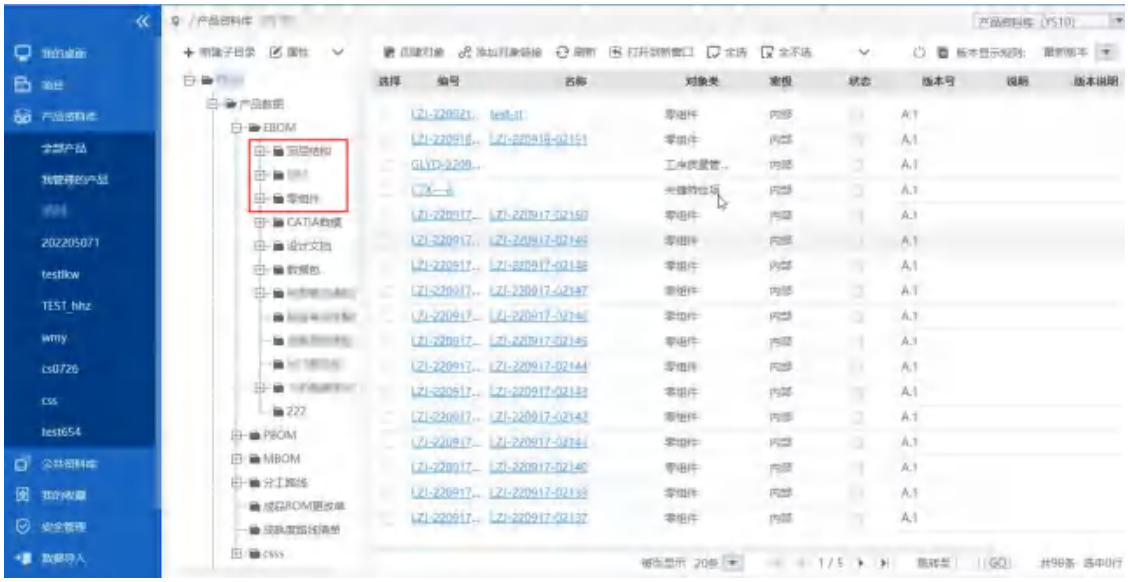
对产品研制各个阶段、产品的不同配置和变型、各个生产批次的产品技术状态进行管控

二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：三级

案例



零部件分类库（零部件管理）

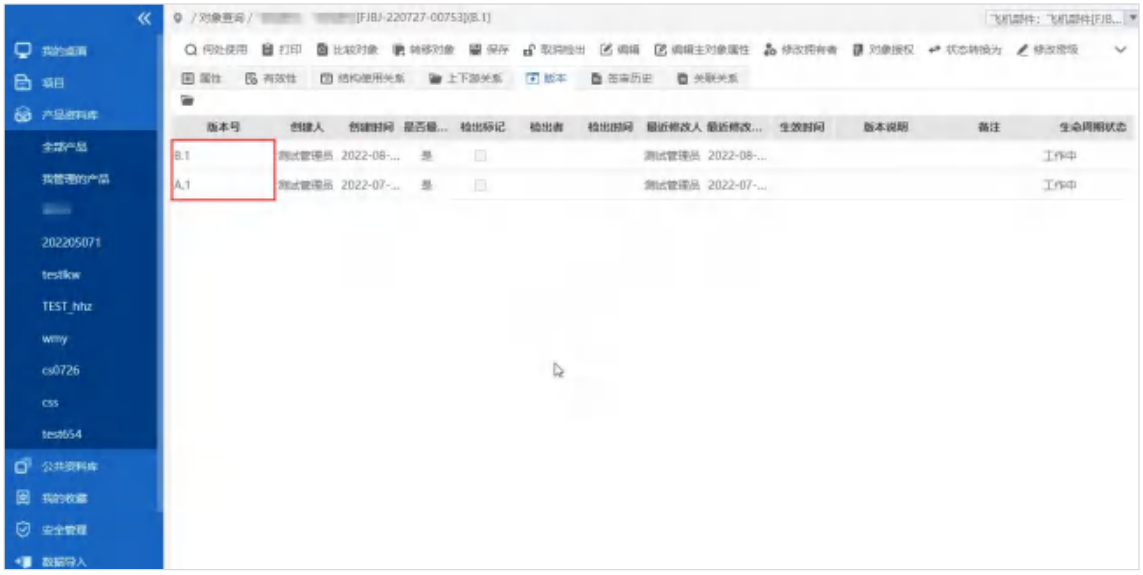
- 零部件分类库和搜索
- 零部件成熟度管理
- 零部件版本和有效性管理
- 替代件、系列件、标准件管理

二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：三级

案例



- 零部件分类库和搜索
- 零部件成熟度管理
- 零部件版本和有效性管理
- 替代件、系列件、标准件管理

零部件版本与有效性管理（零部件管理）

二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：三级

案例



- 零部件分类库和搜索
- 零部件成熟度管理
- 零部件版本和有效性管理
- 替代件、系列件、标准件管理

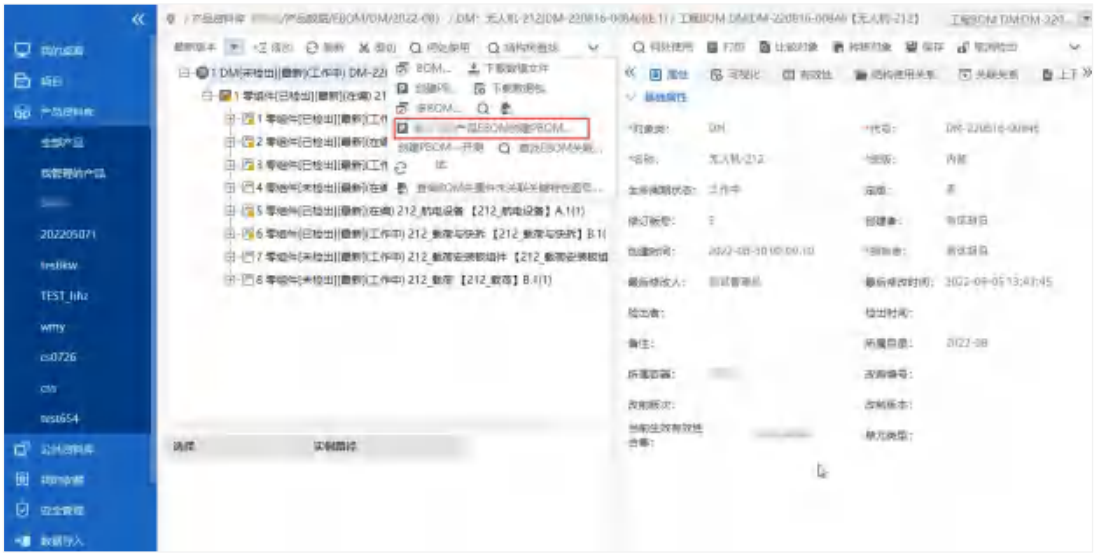
代替件、系列件、标准件管理（零部件管理）

二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：三级

案例



产品结构BOM管理

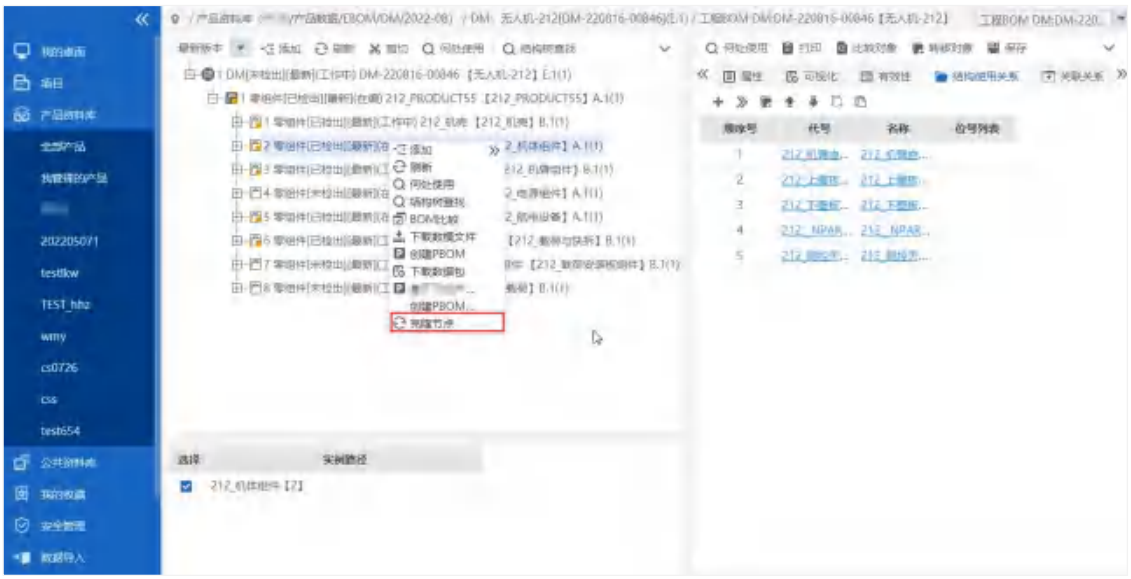
- BOM创建、编辑、查询、比较
- 零部件使用情况查询
- BOM克隆与快速变型设计
- 超级BOM与参数化产品配置

二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：三级

案例



CAD集成支持协同设计

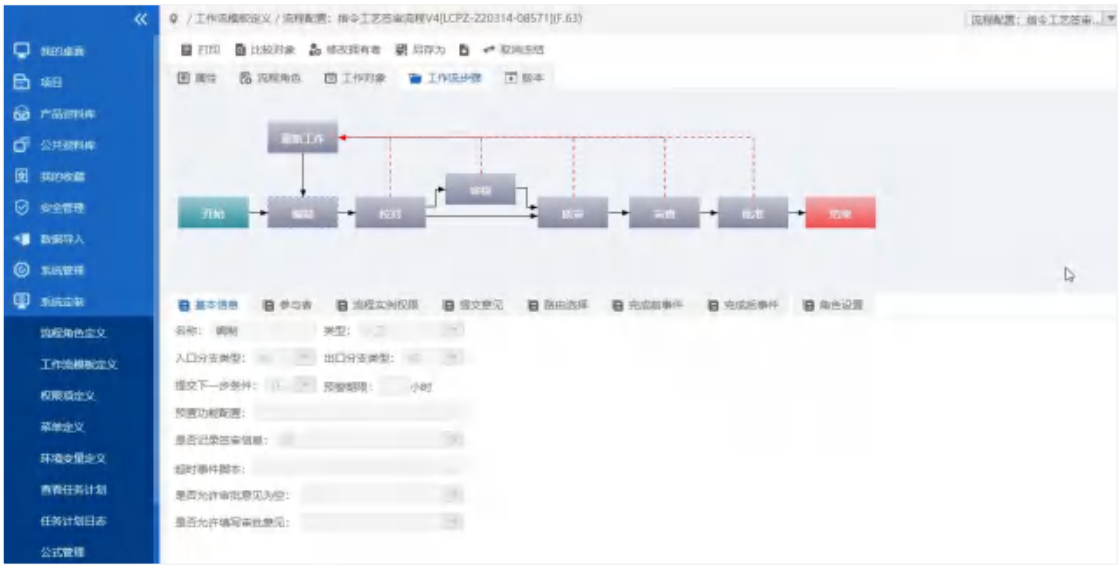
- 协同工作区和CAD插件操作
- 图纸/数模检出、检入、更新
- 图纸/数模属性、结构、参数、MBD（Model Based Definition）信息提取和写入以及与零部件及BOM数据同步
- 产品设计过程中的知识推送和应用

二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：三级

案例



- 工作流建模和运行引擎
- 任务包配置和分派执行
- 流程/任务的待办提醒与执行监控
- 流程/任务的委托和转办

研发工作流和任务管理

二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：三级

案例



- 贯穿多部门的全局变更控制
- 数据版本管理
- 数据生命周期管理
- 多种数据有效性管理模式

研发工作流和任务管理

二、产品设计数字化等级判定

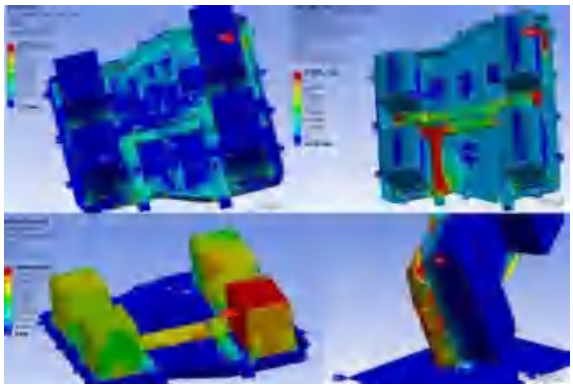
第二部分

产品设计：四级

数字化等级评定四级要求

1. 运用仿真分析等技术实现对产品外观、结构、性能等进行试验验证或迭代优化等功能

2. 实现产业链上下游间的多方信息交互、协同设计或产品创新



二、产品设计数字化等级判定

第二部分

产品设计：四级

常见典型仿真分析技术

技术类别	主要技术	核心应用场景
按物理场划分	结构力学仿真、流体动力学仿真、电磁仿真、热力学仿真、声学仿真、多物理场耦合仿真	分析产品在不同物理条件下的响应，如强度、散热、电磁兼容性等。
按系统特性划分	系统仿真、多体动力学仿真	研究复杂系统的整体行为和部件间的相互作用。
按应用领域划分	工艺仿真、工厂/生产仿真	优化制造工艺和生产流程。
新兴与支撑技术	虚拟现实/增强现实、基于模型的系统工程、人工智能与仿真融合	提供沉浸式体验、规范研发流程、提升仿真智能化。

1. 结构力学仿真

分析产品在受力后的变形、应力分布、振动特性等，确保强度、刚度和稳定性。

典型工具：ANSYS、 Abaqus、MSC Nastran、GalaxyEDS 等是行业标准工具。

2. 流体动力学仿真

模拟液体或气体的流动、传热、化学反应等。用于设计飞机机翼、汽车外形、管道系统等，以降低阻力、提高效率。

典型工具：Fluent、CFX、STAR-CCM+ 等。

产品设计：四级

常见典型仿真分析技术

技术类别	主要技术	核心应用场景
按物理场划分	结构力学仿真、流体动力学仿真、电磁仿真、热力学仿真、声学仿真、多物理场耦合仿真	分析产品在不同物理条件下的响应，如强度、散热、电磁兼容性等。
按系统特性划分	系统仿真、多体动力学仿真	研究复杂系统的整体行为和部件间的相互作用。
按应用领域划分	工艺仿真、工厂/生产仿真	优化制造工艺和生产流程。
新兴与支撑技术	虚拟现实/增强现实、基于模型的系统工程、人工智能与仿真融合	提供沉浸式体验、规范研发流程、提升仿真智能化。

3. 电磁仿真

分析电机、变压器、天线等设备的电磁场分布，优化其电磁性能。

典型工具：ANSYS HFSS, CST Studio Suite 等。

4. 多物理场耦合仿真

当多个物理场相互作用时，需要耦合仿真。如分析发动机工作时，热场对结构应力的影响（热-结构耦合），或电流产生的热量（电-热耦合）。

典型工具：COMSOL Multiphysics、ADINA等。

二、产品设计数字化等级判定 第二部分

产品设计：四级

典型仿真分析工具

软件名称	核心定位与特长	主要应用领域
ANSYS	多物理场耦合仿真平台。提供从结构、流体、电磁到芯片、光学系统的广泛解决方案，平台集成度高。	航空航天、电子、能源、汽车
Abaqus	达索(Dassault)开发，适用于机械工程和土木工程的有限元分析。	汽车（耐久性/碰撞）、轮胎、生物力学、高端制造
MSC Nastran	美国国家航空航天局（NASA）开发，结构动力学与线性分析的标准工具。可开展动力学、振动、声学及可靠性分析。	航空航天、国防军工、车辆动力学
Fluent	通用的计算流体动力学(CFD)软件。拥有丰富的物理模型和强大的行业应用经验，在复杂流动和传热问题中应用广泛。	内外部流场、燃烧、多相流、传热
CFX	基于有限元的CFD（Computational Fluid Dynamics，计算流体力学）求解器。在旋转机械（如叶轮、涡轮）流体仿真方面表现出色，擅长处理流固耦合问题。	旋转机械、核能、多相流
STAR-CCM+	一体化的多物理场CFD平台。将几何处理、网格划分、求解和后处理集成于单一环境，支持参数化优化。	车辆外气动、船舶海洋工程、电池热管理
CST Studio Suite	专业的电磁仿真工具集。涵盖高频、低频、电路与系统仿真，在天线、滤波器、电磁兼容设计方面是行业标准之一。	天线、微波器件、电磁兼容/干扰
COMSOL Multiphysics	基于方程的多物理场耦合仿真平台。以“物理场”为核心建模方式，灵活性高，特别适合前沿学术研究和多物理场耦合问题。	学术科研、微流控、 MEMS、传感器、新能源
ADINA	专注于非线性与流固耦合的通用软件。在单一系统内提供结构、流体、热及耦合分析能力，流固耦合(FSI)功能强大。	土木水利、生物医学工程、复杂流固耦合问题

产品设计：四级 多方协同设计

维度	传统协作模式	基于仿真的协同创新模式	核心转变
协作方式	串行、接力棒式：设计->工艺->制造->供应商，流程线性，反馈周期长。	并行、网络化协同：上下游基于统一数字模型并行工作，实时反馈与迭代。	从“顺序等待”到“同步推进”。
信息交互	依靠图纸、会议、邮件：信息传递易失真、版本易混乱，形成“信息孤岛”。	基于“单一数据源”：所有参与方在统一平台（如PLM/数字孪生平台）上操作和获取最新、唯一的数据。	从“信息碎片”到“数据连续”。
验证手段	依赖物理样机与后期测试：问题发现晚，更改成本极高，难以探索所有优化方案。	虚拟仿真与迭代优化前置：在数字空间中验证无数方案，实现“测试左移”，大幅降低试错成本。	从“物理试错”到“虚拟验证”。
创新驱动	依赖个人经验：创新受限，且知识难以沉淀和复用。	数据与知识驱动：AI学习历史数据与仿真结果，辅助甚至自动生成优化方案，激发创新。	从“经验依赖”到“知识驱动”。

03
工艺设计数字化等级判定

三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

工艺设计数字化等级划分

等级	核心特征	关键能力描述
一级	计算机辅助工艺设计	应用设计软件工具（如CAM、CAPP 等）基于产品设计数据辅助开展工艺设计。
二级	应用信息化系统开展工艺设计	应用信息化系统开展工艺设计，并实现设计过程的数字化、规范化管理，形成完整的工艺设计数据（工艺方案、工艺流程、工艺文件、制造 BOM、版本、技术变更等）管理标准，并有效执行。
三级	建立制造工艺流程、参数、资源等关键要素知识库	建立典型制造工艺流程、参数、资源等关键要素的知识库，并能在新产品工艺设计时进行匹配、引用或参考；实现工艺设计与生产系统间的数据交互、并行协同。
四级	基于质量、成本仿真	建立数据模型，基于质量、成本等数据运用三维仿真等技术实现对于工艺设计的模拟仿真、迭代优化。

三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

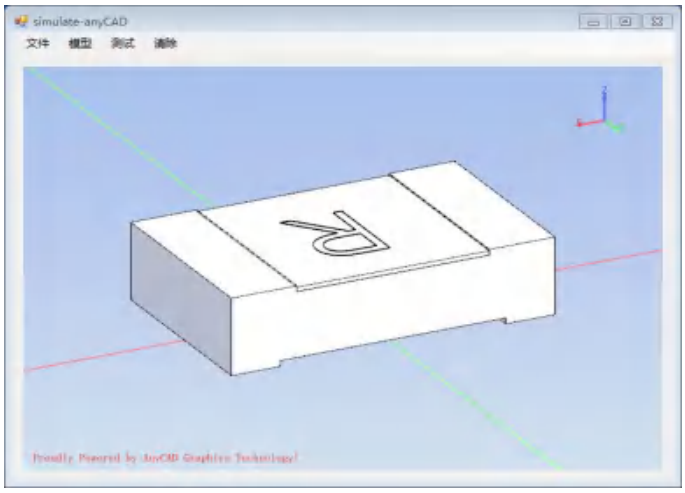
工艺设计：一级

数字化等级评定一级要求

应用设计软件工具（如CAM、CAPP 等）基于产品设计数据辅助开展工艺设计。



数控程序



刀具轨迹文件

三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

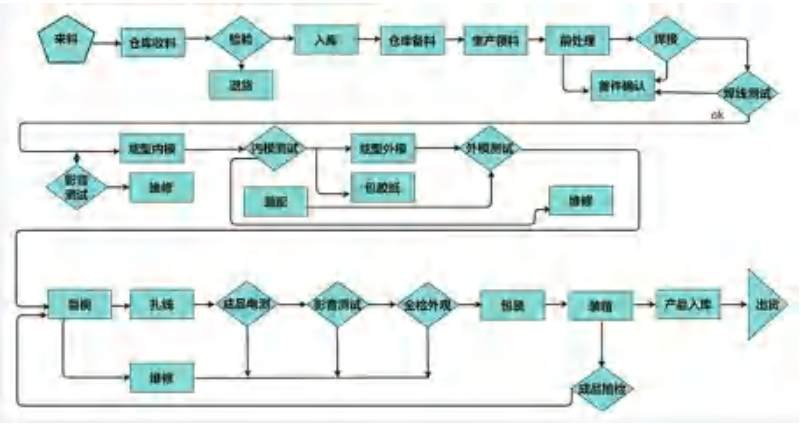
工艺设计：一级

数字化等级评定一级要求

应用设计软件工具（如CAM、CAPP 等）基于产品设计数据辅助开展工艺设计。



工艺规程卡片



工序图

三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

工艺设计：一级

CAM vs CAPP

对比维度	CAM (计算机辅助制造)	CAPP (计算机辅助工艺设计)
全称	Computer Aided Manufacturing	Computer Aided Process Planning
核心功能	如何加工：将设计模型转换为数控代码，驱动机床完成加工。	如何安排加工：规划零件加工的整个工艺路线、方法、资源和参数。
主要目标	生成高效、安全、准确的加工程序，实现生产自动化。	制定合理、经济、可行的工艺方案，保证产品质量与效率。
输入信息	产品的几何模型和CAPP提供的工艺路线、工序内容等。	产品的设计数据（如图纸、模型）和制造资源信息（如机床、刀具）。
输出成果	数控程序、刀具轨迹文件等。	工艺规程卡片、工序图、工艺参数文件等。
工作重心	机床级：关注刀具路径、切削参数、代码生成、加工过程仿真与防错。	车间级：关注加工方法选择、工序排序、工时定额、资源分配等。

三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

工艺设计：一级

常见的工艺设计工具

工具类别	核心工具举例	主要功能简介
计算机辅助工艺规划（CAPP）	各类CAPP系统（如开目CAPP、天河CAPP等）	工艺设计的核心平台。用于编制工艺规程、工序卡，管理工艺数据，是企业实现工艺标准化的基础。
计算机辅助制造（CAM）与数控编程	Mastercam, UG/NX, CATIA CAM模块	将工艺设计产生的模型转换为数控机床能识别的加工代码，实现制造自动化。
流程模拟与计算工具	Aspen Plus, PRO/II, ChemCAD	对化工、石化等领域的工艺流程进行稳态模拟、物料平衡和能量衡算，优化工艺参数。
三维设计与工厂布局工具	SolidWorks, CATIA, AutoCAD,三维工厂设计系统（PDS/PDMS/SP3D）	进行产品三维结构设计、装配仿真，并专门用于工厂管道、设备、结构的三维布局和模型漫游检查。
工时与资源计算工具	各类CAPP系统内置模块或专业软件	自动或辅助计算加工工时、材料定额等，为生产计划和成本核算提供依据。

三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

工艺设计：二级

数字化等级评定二级要求

1. 应用信息化系统开展工艺设计。
2. 实现设计过程的数字化、规范化管理。
3. 形成完整的工艺设计数据（工艺方案、工艺流程、工艺文件、制造 BOM、版本、技术变更等）管理标准，有效执行标准。

三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

工艺设计：二级

CAPP与CAM联合

CAPP先行规划：


XXXXXX公司 机械加工工艺过程卡片

产品型号	XXXXX	零件图号	XXXX
产品名称	XXXX	零件名称	XXXX

工序号	工序名称	工序内容	设备	工艺装备	工时
10	下料	按图样要求选取尺寸下料	锯床	游标卡尺	
20	铣	铣两端面，保证尺寸	X5032	平口钳、游标卡尺	
30	钳	按图样划线	钳台	划针	
40	热处理	淬火处理			
50	铣	铣键槽，保证尺寸	立式铣床	专用夹具、游标卡尺	
60	钳	修整两端面	钳台	锉刀	
70	检	检验入库			



设计数

的设备

和产品

的刀具

数据

编程的依据，从而实现从工艺规划到加工执行的数据无缝流通。

三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

工艺设计：二级

典型工艺设计信息化系统

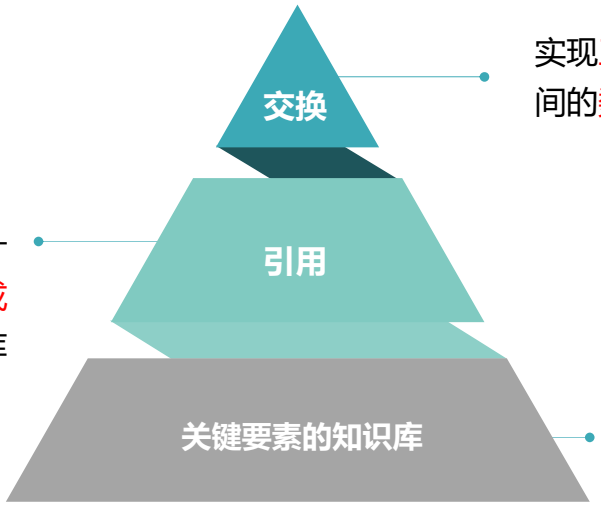
系统类别	典型系统举例	核心功能与特点	典型适用场景
CAPP/MPM核心系统	开目CAPP、天河CAPP、华天软件CAPP、Extech CAPP	专注于工艺规程编制、工艺卡片管理、资源库管理，是实现工艺设计数字化的基础工具。	各类离散制造企业，特别是产品结构相对标准、注重工艺文件规范管理的企业。
三维工艺与数字化制造系统	Siemens Tecnomatix、达索系统DELMIA、华天软件SVMAN-A/M、Inte3D	基于三维产品模型进行可视化工艺规划、装配序列仿真、人机工程分析等，实现工艺验证前置。	航空航天、汽车、高端装备等对装配复杂度和可视化指导要求高的行业。
集成化PLM平台中的工艺模块	Siemens Teamcenter、达索系统ENOVIA、PTC Windchill、CAXA PLM	将工艺管理作为PLM的重要组成部分，实现设计（BOM）到制造（BOM）的无缝转换和全生命周期数据管理。	产品结构复杂、研发周期长、需要跨部门全球协同的大型制造企业。
流程行业工厂设计系统	AVEVA E3D Design、Intergraph Smart 3D、Bentley OpenPlant	专注于管道、设备、结构、电气等工厂设施的三维布置设计，支持多专业协同和碰撞检查。	化工、石油、天然气、电力等流程行业的工厂工程设计、建设与改造。
流程模拟与仿真软件	Aspen Plus、PRO/II、HYSYS、Ansys Fluent	对化工等流程的物料平衡、能量平衡、反应过程进行模拟和优化，为工艺方案设计提供理论依据。	流程行业的工艺研发、装置设计、生产优化和故障诊断。

三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

工艺设计：三级

数字化等级评定三级要求



实现工艺设计与生产系统间的数据交互、并行协同

能在新产品工艺设计时进行匹配、引用或参考知识库

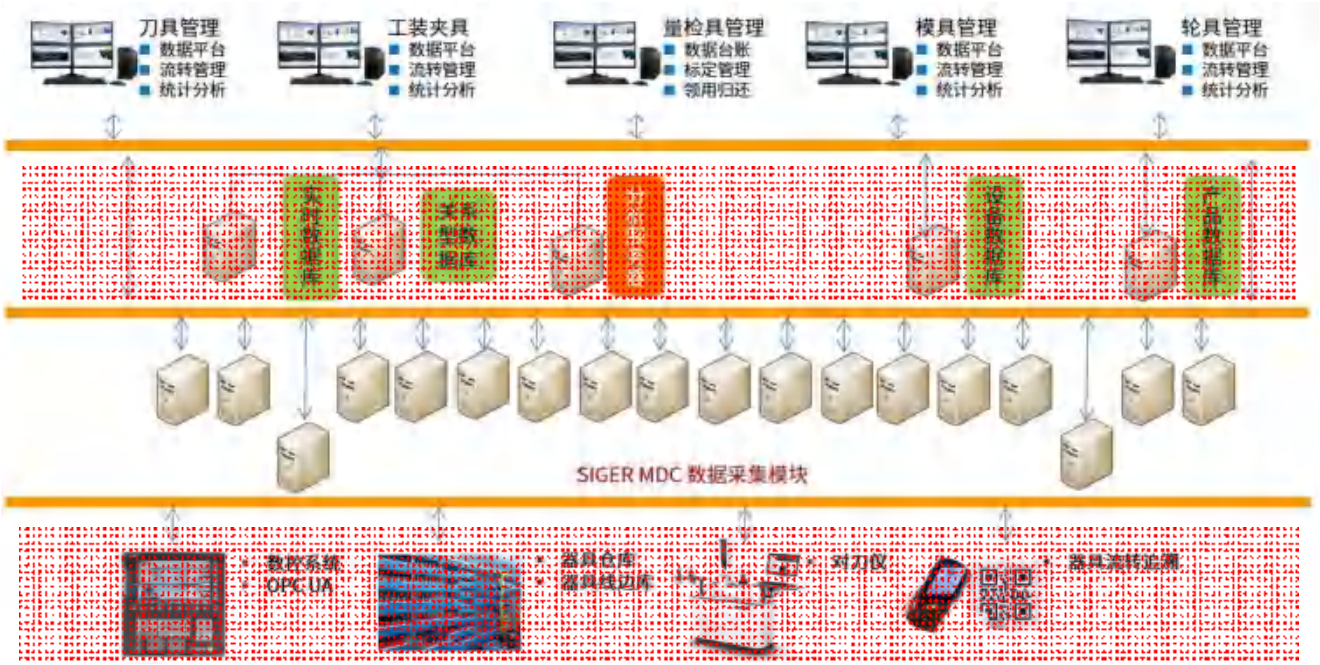
建立典型制造工艺流程、参数、资源等关键要素的知识库

三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

工艺设计：三级

案例分析——系统框架

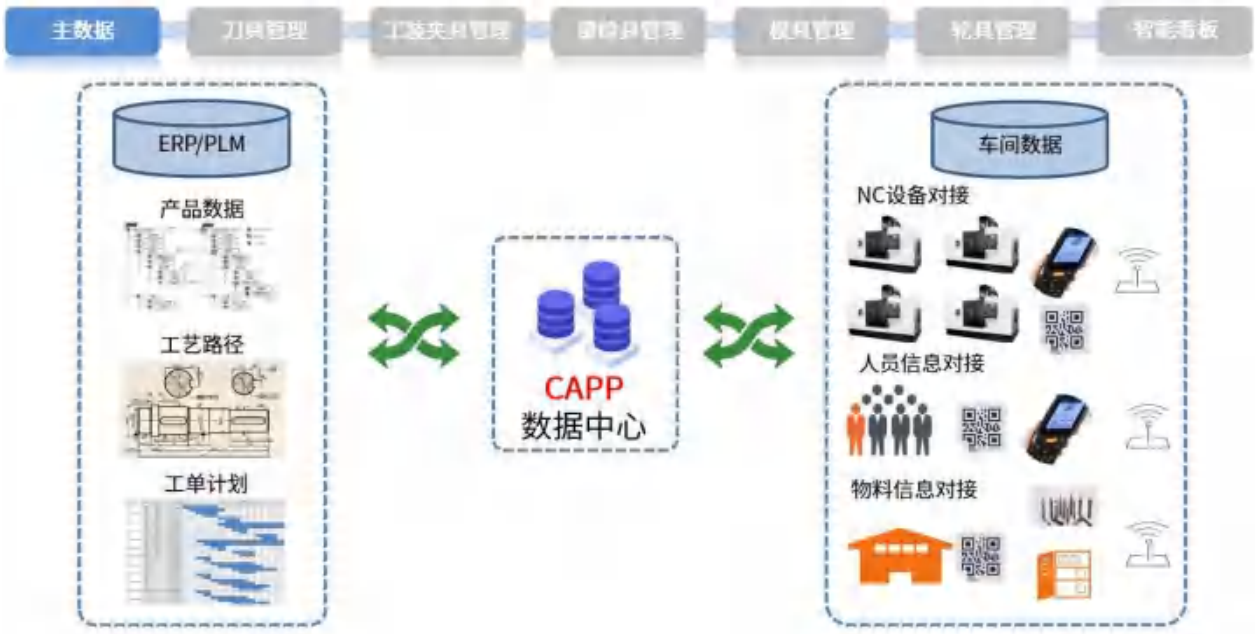


三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

工艺设计：三级

案例分析——主数据对接

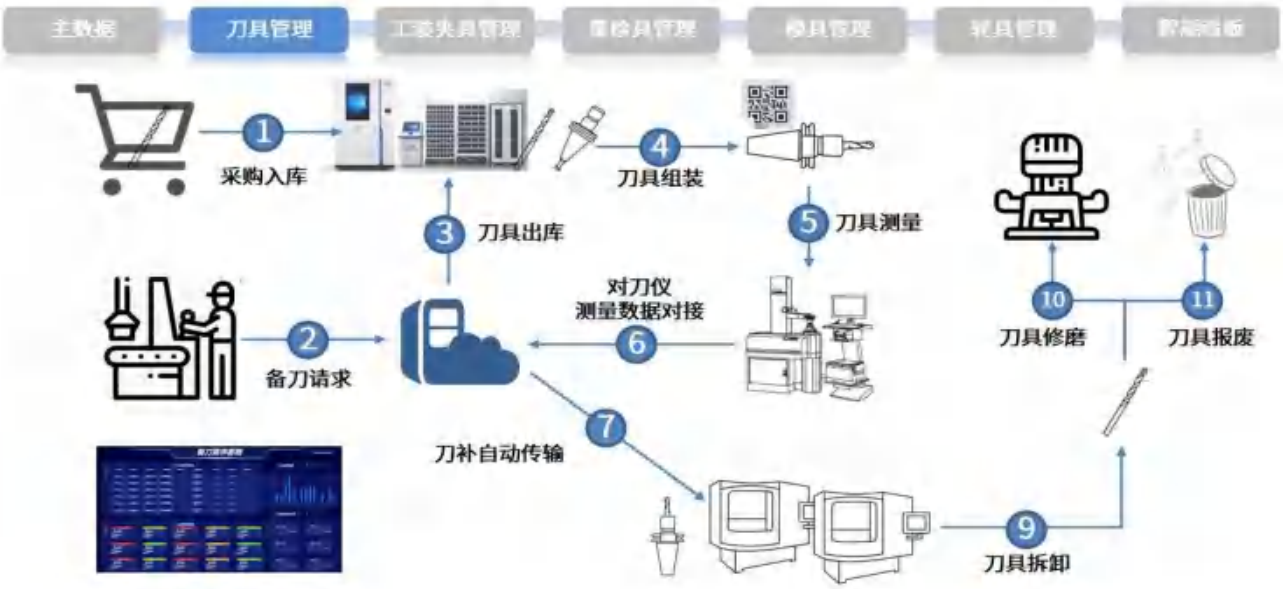


三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

工艺设计：三级

案例分析——刀具管理

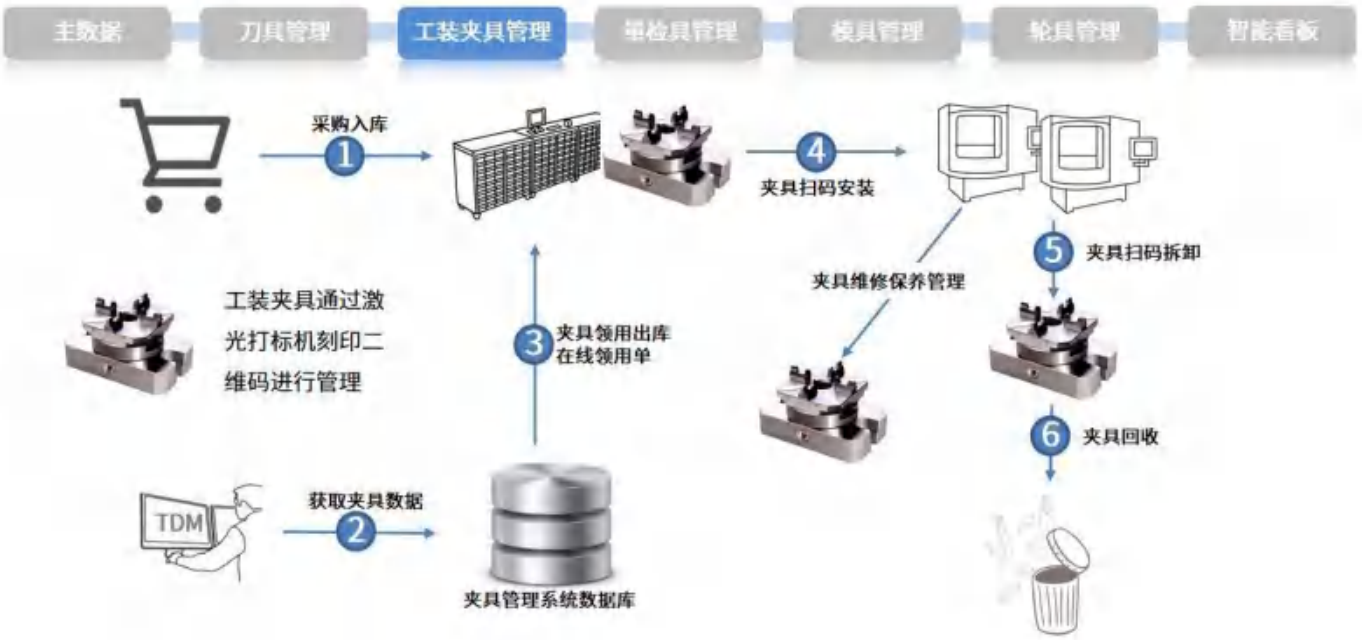


三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

工艺设计：三级

案例分析——工装夹具管理



三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

工艺设计：三级

案例分析——量检具管理



三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

工艺设计：四级

数字化等级评定四级要求

要点1

建立数据模型



要点2

基于质量、成本等数据运用三维仿真等技术实现对于工艺设计的模拟仿真、迭代优化

三、工艺设计数字化等级判定

第三部分

工艺设计：四级

工艺设计数字化四级典型场景

行业/场景	案例焦点	核心技术应用	实现的功能与价值
钢铁热连轧	轧制过程控制	数据驱动与机理模型融合的数字孪生、CPS（Cyber-Physical Systems）系统	轧制力设定精度提升至95.4%，厚度命中率超97%，宽度命中率提升至96.5%
汽车零部件锻造	锻造工艺优化	机器视觉、AI识别、三维扫描与数字孪生	热态锻件在线检测时间从2小时降至50秒，缸体报废率从20%降至1%，物料损耗降低80%
航空发动机机匣加工	机加工艺设计	基于MBD模型的特征自动识别、工艺知识库与智能推理	工艺规范编制效率提升一倍，实现了三维工序模型的可视化
3D打印（增材制造）	打印工艺优化	多物理场仿真（热-力耦合）、支撑结构优化	预测并防止打印件变形、开裂，节省大量试错成本和材料损耗

工艺设计：四级

工艺设计数字化四级典型场景

1. 钢铁热连轧：非稳态过程的高精度控制

在钢铁板带材热连轧中，换规格、换钢种等“非稳态”阶段是质量控制难点。某企业构建了热连轧过程动态数字孪生模型和CPS系统。

数据模型构建：系统融合了传感器实时数据与工艺机理模型，建立了轧制力、温度、尺寸等关键参数间的关系。

仿真与优化：在虚拟空间中，对不同工况下的轧制过程进行反复仿真，利用机器学习算法不断优化模型参数。当实际生产即将出现偏差时，系统能提前预测并微调工艺参数（如轧辊间隙、速度），实现自适应控制。



三、工艺设计数字化等级判定 第三部分

工艺设计：四级

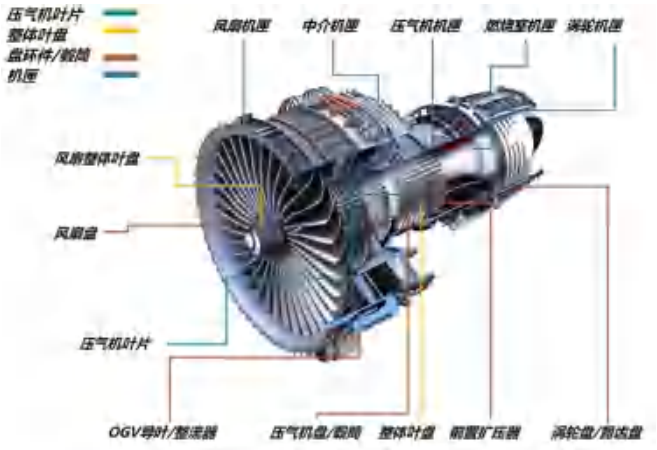
工艺设计数字化四级典型场景

2. 航空发动机机匣加工：三维工艺的智能决策

航空发动机机匣结构复杂，加工成本极高。中国航发某公司应用了开目3DMPS智能零件工艺系统。

知识库构建：系统将加工专家的经验转化为工艺知识库，包含典型特征、加工方法、刀具参数等。

自动识别与推理：系统能自动识别三维设计模型中的制造特征，并基于知识库智能推理出加工步骤、选用刀具和切削参数，自动生成三维工序模型和可视化作业指导书。



04
营销管理数字化等级判定

四、营销管理数字化等级判定

第四部分

营销管理数字化等级划分

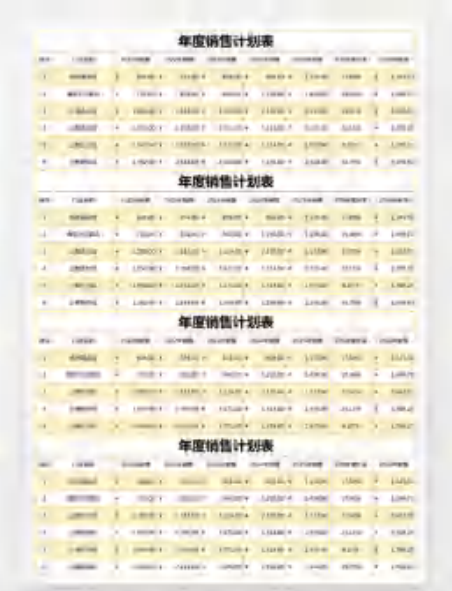
等级	核心特征	关键能力描述
一级	信息技术工具	借助信息技术工具（如电子表格、云存储等）对销售信息（如销售计划、销售订单、销售运行、客户信息或销售业绩等）进行辅助记录和管理。
二级	信息化系统	使用信息化系统对营销信息（如销售计划、销售订单、销售运行、客户信息或销售业绩等）进行规范化管理。
三级	实时管控；与生产、库存、财务等系统协同	基于销售信息化系统实现对营销信息（如销售计划、销售订单、销售运行、客户信息或销售业绩等）的实时管控，实现销售信息化系统与生产、库存、财务等系统的数字化协同。
四级	数字化协同 销售预测	使用人工智能等前沿技术，实现销售、财务、生产、供应链之间的数字化协同，实现实时销售预测，并自动或半自动制定采购、生产、物流等计划或方案，不断提升柔性化制造水平。

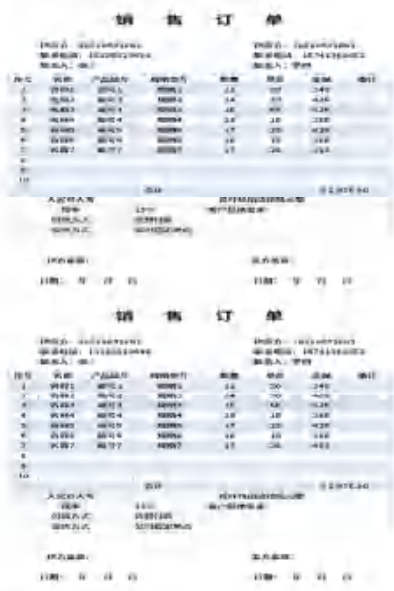
四、营销管理数字化等级判定

第四部分

营销管理：一级

借助信息技术工具（如电子表格、云存储等）对销售信息（如销售计划、销售订单、销售运行、客户信息或销售业绩等）进行辅助记录和管理。



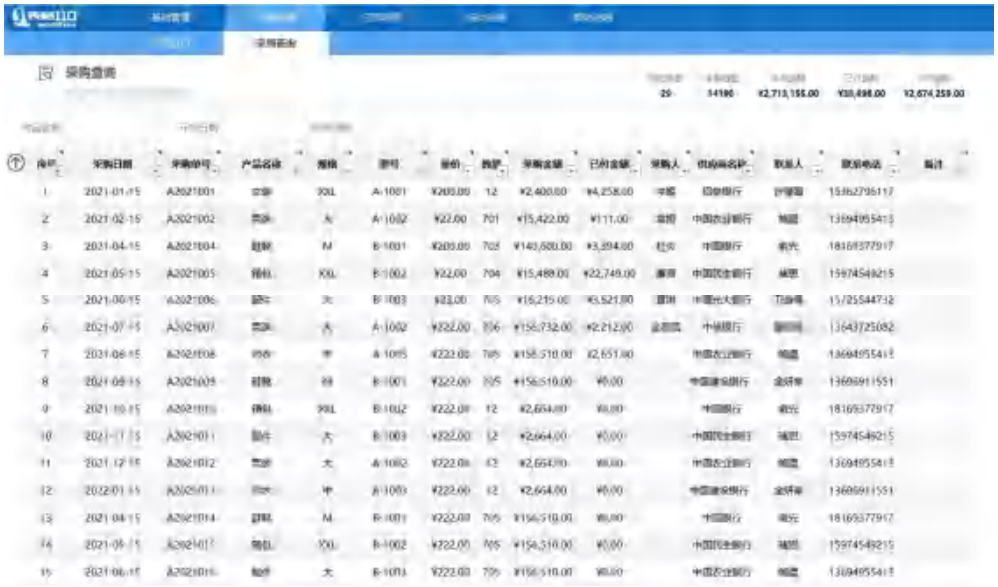


四、营销管理数字化等级判定

第四部分

营销管理：二级

使用信息化系统对营销信息（如销售计划、销售订单、销售运行、客户信息或销售业绩等）进行规范化管理。



四、营销管理数字化等级判定

第四部分

营销管理：三级

- 基于销售信息化系统实现对营销信息（如销售计划、销售订单、销售运行、客户信息或销售业绩等）的实时管控。
- 实现销售信息化系统与生产、库存、财务等系统的数字化协同。

系统类别	核心系统举例	主要协同功能与价值
销售管理核心 (CRM/SFA)	纷享销客CRM、Zoho CRM、销售易、豚基Sales	实时管控营销信息：集中管理客户、线索、商机和销售活动。通过AI看板、自动化流程和移动访问，实现销售过程透明化与业绩可追溯。
集成与协同平台 (ERP/中台)	金蝶云·星空、智邦国际一体化ERP、网络化协同制造中台	数字化协同中枢：承接销售订单，驱动生产计划与物料采购，同步更新库存，并自动生成财务凭证，打破部门墙，确保数据一致。
销售与财务一体化	畅捷通（用友成员）、金蝶云·星空	业财无缝对接：销售订单、出库、开票、回款等业务活动自动触发财务记账，确保业务数据与财务数据实时同步，提升核算准确性与效率。

四、营销管理数字化等级判定

第四部分

营销管理：三级

CRM、SFA、ERP

维度	CRM	SFA	ERP
英文全称	Customer Relationship Management	Sales Force Automation	Enterprise Resource Planning
中文全称	客户关系管理	销售自动化	企业资源计划
功能焦点	客户全生命周期管理	销售过程自动化	企业内部资源整合与流程优化
主要目标	提升客户满意度与忠诚度，驱动业务增长	提升销售效率，规范销售流程	提升跨部门协同效率，优化资源配置
管理对象	客户、线索、商机	销售活动、流程、业绩	人、财、物、产、供、销
核心价值	实现“以客户为中心”的运营	实现销售过程的标准化与可视化	实现业财一体化与全局资源可视

营销管理：三级

CRM、SFA、ERP

SFA 与 CRM：

SFA（Sales Force Automation）通常被看作是CRM（Customer Relationship Management）系统的一个功能子集。CRM涵盖客户全生命周期，而SFA更专注于销售过程本身的自动化管理。

CRM 与 ERP：

典型的“前台”与“后台”的协作。CRM作为前台，负责获取客户和订单；订单确认后，其信息（如产品、数量、价格）会传递给ERP系统，驱动后续的生产、采购、发货、财务记账等后端流程。

四、营销管理数字化等级判定 第四部分

营销管理：四级

1	2	3	4	5
人工智能	数字化协同	销售预测	自动定制	柔性制造
使用人工智能等前沿技术	实现销售、财务、生产、供应链之间的数字化协同	实现实时销售预测	自动或半自动制定采购、生产、物流等计划或方案	不断提升柔性化制造水平

销售与供应链的协同

销售预测

自动或半自动制定计划或方案

四、营销管理数字化等级判定

第四部分

营销管理：四级

供应链

供应链就是企业运营的“血液循环系统”，涵盖了从原材料采购到将最终产品交付给消费者的一系列复杂活动。

供应链核心环节	关键角色	主要活动
上游（供应端）	供应商	提供原材料、零部件等。
中游（制造端）	制造商/核心企业	进行产品生产、组装和质量控制。
下游（分销端）	分销商、零售商	将产品通过销售网络送达消费者。
支撑与连接	物流、信息流、资金流	连接各环节，确保物资、信息和资金高效流动。

供应链的运作依赖于商流（买卖）、物流（货物）、信息流和资金流这“四流”的顺畅衔接。

高效的供应链管理能显著降低成本、加快响应速度并提升客户满意度。

终极目标是实现客户服务最优化、总成本最小化、总库存最小化、总周期时间最短化和物流质量最优化。

四、营销管理数字化等级判定

第四部分

营销管理：四级

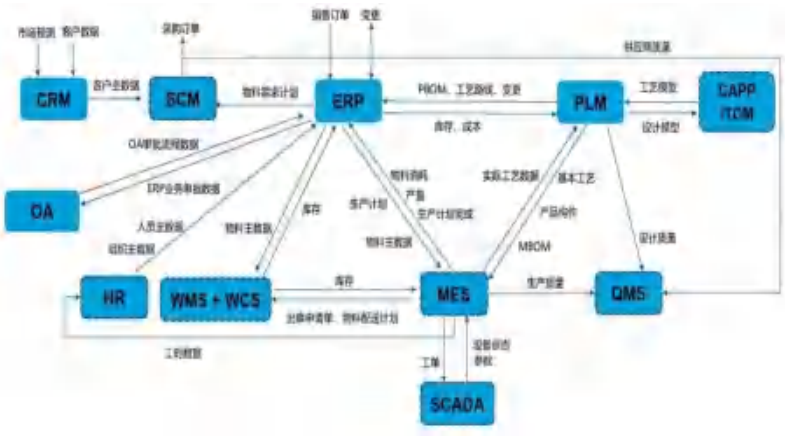
自动或半自动制定计划

案例企业	所属行业	核心系统/技术	实现的自动/半自动化功能与价值
波司登	服装制造	自研智能生产管理平台、采购线上平台	销售预测驱动采购：系统根据销售预测自动计算物料需求，生成采购订单并智能分配供应商，实现“一键下单”。
河钢集团唐钢公司	钢铁冶炼	全流程一体化生产计划排程系统（基于AI大模型）	AI自动排产：系统分析订单、产能、库存数据，半小时内自动生成最优生产计划，订单交付周期从18天缩短至13天。
红河卷烟厂	烟草工业	智慧物流系统（集成预约平台、AGV、智能调度）	物流智能调度：司机手机预约到厂时间，系统自动分配装货口和时段，车辆到厂即装，装卸时间压缩54%。
福建人工智能计算中心	跨行业赋能	“布谷云枢·数采智策”平台（基于DeepSeek大模型）	采购全流程AI驱动：从需求生成、供应商匹配到合同履约、风险稽核，实现全流程自动化与智能预警。

四、营销管理数字化等级判定

第四部分

营销管理：四级

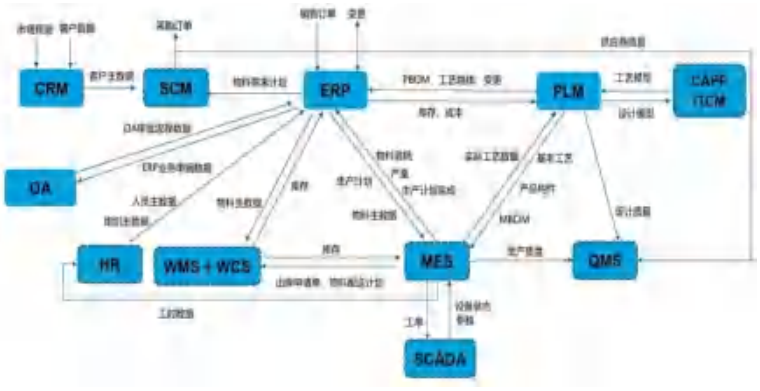


缩写	英文全称	中文名称
CRM	Customer Relationship Management	客户关系管理
SCM	Supply Chain Management	供应链管理
ERP	Enterprise Resource Planning	企业资源计划
PLM	Product Lifecycle Management	产品生命周期管理
CAPP	Computer Aided Process Planning	计算机辅助工艺过程设计
OA	Office Automation	办公自动化
HR	Human Resource Management System	人力资源管理系统
WMS	Warehouse Management System	仓库管理系统
MES	Manufacturing Execution System	制造执行系统
QMS	Quality Management System	质量管理系统
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	数据采集与监视控制系统

四、营销管理数字化等级判定

第四部分

营销管理：四级



系统缩写	核心功能简介
CRM 客户关系管理	管理客户信息，提升销售效率和客户满意度
SCM 供应链管理	管理从原材料采购到产品交付的全过程，优化物流、信息流和资金流
ERP 企业资源计划	集成管理企业核心资源（如财务、采购、生产、人力资源）的信息系统
PLM 产品生命周期管理	管理产品从概念、设计、制造、服务到报废的全生命周期中的数据和流程
CAPP 工艺设计	利用计算机辅助制定零件的加工工艺过程和操作方法
OA 办公自动化	利用技术手段提高办公效率，实现信息共享、流程审批等协同工作
HR	管理组织架构、员工档案、考勤、薪酬、招聘等人力资源相关活动
WMS 仓库管理系统	管理仓库的入库、存储、拣选、出库等作业，优化库存准确性
MES 制造执行系统	位于上层计划系统与车间工业控制之间，负责生产现场的调度、跟踪、监控和管理
QMS 质量管理系统	对产品或服务的质量进行管理和控制，确保符合标准和客户要求
SCADA 采集与监视控制系统	用于对工业现场的设备和流程进行数据采集、监控和控制

05
售后服务数字化等级判定

售后服务数字化等级划分

等级	核心特征	关键能力描述
一级	信息技术工具	运用信息技术工具（如小程序、APP 等）对售后服务流程进行辅助管理。
二级	信息化系统 信息共享	运用信息化系统实现售后服务流程的数字化、规范化管理，并与设计、工艺、生产、销售部门进行信息共享。
三级	售后问题清单 售后快速响应 指导设计、工艺优化 与财务、质量系统协同	建立售后问题清单，实现售后问题的快速响应，并能够指导产品设计、工艺优化，实现售后服务与财务、质量等的系统的数字化协同（如供应商索赔、本厂质量考核账务处理等）。
四级	精细化管理 客户服务数据模型	基于信息系统实现面向客户的精细化管理（如远程运维、主动式客户服务等内容）；或建立客户服务数据模型，实现满足客户需求的精准服务。

售后服务：一级

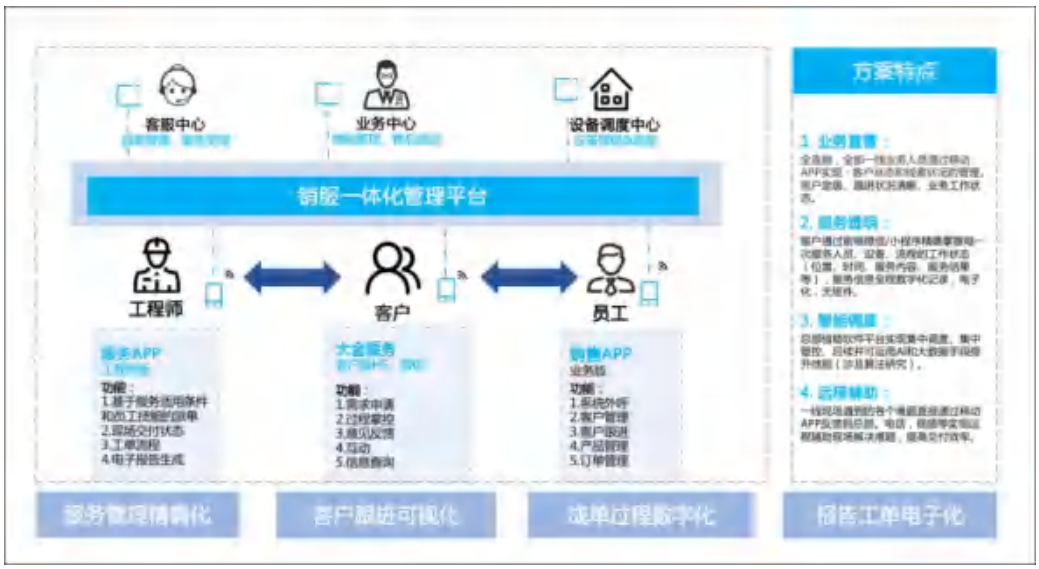
运用信息技术工具（如小程序、APP 等）对售后服务流程进行辅助管理。



五、售后服务数字化等级判定 第五部分

售后服务：二级

运用信息化系统实现售后服务流程的数字化、规范化管理，并与设计、工艺、生产、销售部门进行信息共享。



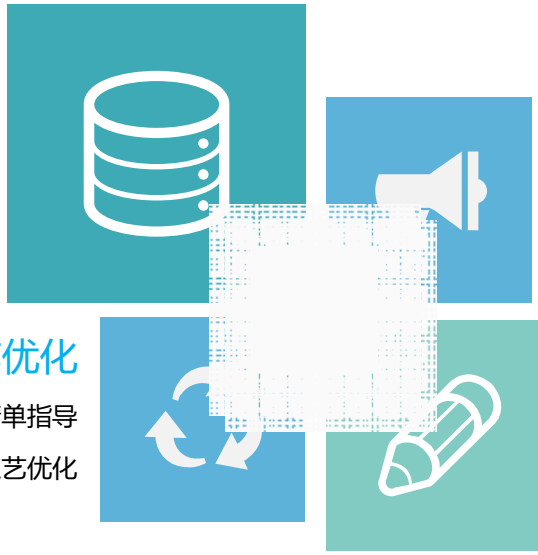
五、售后服务数字化等级判定

第五部分

售后服务：三级

售后问题清单

建立售后问题清单，能够对售后问题进行归类分析



售后快速响应

及时跟进售后服务各个环节的状态、进度

指导设计、工艺优化

根据售后问题清单指导产品设计、工艺优化

与财务、质量系统协同

实现售后服务与财务、质量等系统的数字化协同

五、售后服务数字化等级判定

第五部分

售后服务：三级

分析维度	核心模式/案例	关键实现方式	达成的核心价值
核心系统与平台	金蝶云·星空 (驰田汽车案例)	构建一体化“PLM+MES+ERP”信息平台，打通销售、研发、生产、售后全链条数据。	订单转化时间缩短至1天，BOM编制从3小时缩短至20分钟，实现单车成本精细化核算。
	平云小匠“售后鲸灵”	创新“SaaS+交付”模式，将售后管理系统与全国10万工程师交付资源在线整合。	帮助企业实现售后流程信息化管理，后台项目管理人员可减少1/3，一线工程师效率提升1倍以上。
	纷享销客CRM (拓斯达案例)	集成CRM与后端SAP系统，并应用CPQ模块实现复杂产品的快速精准选配报价。	客户选配报价时间从5人天缩短至3人天，大幅提升商机转化率。
关键协同场景	售后数据反哺研发与质量	建立统一平台，将售后收集的故障信息、客户反馈结构化，并反向传递至研发和质量部门。	驱动产品设计改进和工艺优化，从源头提升产品质量与可靠性，变被动响应为主动预防。
	业财一体化	业务发生时（如配件出库），数据实时同步至财务系统，自动生成应收应付凭证。	成本核算周期从1周缩短至1天，实现精准的利润分析，并简化与供应商、服务商的结算流程。
	供应链高效协同	通过平台与上游供应商、下游经销商实时共享采购计划。	有效避免了因信息延迟导致的库存积压、物料不齐套和生产中断，保障订单准时交付。

五、售后服务数字化等级判定

第五部分

售后服务：三级

平云小匠“售后鲸灵”



五、售后服务数字化等级判定

第五部分

售后服务：三级

平云小匠“售后鲸灵”





五、售后服务数字化等级判定

售后服务：四级

基于信息系统实现面向客户的精细化管理（如远程运维、主动式客户服务等内容）。

或建立客户服务数据模型，实现满足客户需求的精准服务。

远程运维与预测性维护：

河北泊头的“中拓”公司为冷弯成型设备加装了传感器，通过云端平台实时采集数据。

系统能对故障进行智能分析，当判断某部位有85%以上的概率出现问题时，会立即向客户发送预警，并附上三维动画演示维修步骤，指导客户自主处理。

所有故障数据都会被记录并反馈给机器学习模型，用于优化下一代设备设计。

数据驱动的主动式服务：

安徽蚌埠市烟草公司研发的“零售客户智营平台”拥有“慧订货”模块，能基于零售客户周边150×170米范围的商圈画像，预测并推送订货策略，有效提升资金周转效率。

贵州毕节市烟草局则构建了包含107项指标的客户画像标签，系统能自动识别需求并派发任务给客户经理。

感谢您的观看