

解决方案实践

华为云区域工业互联网公共技术服务平 台实践

文档版本 1.0
发布日期 2024-09-05



版权所有 © 华为技术有限公司 2024。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



HUAWEI和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

安全声明

漏洞处理流程

华为公司对产品漏洞管理的规定以“漏洞处理流程”为准，该流程的详细内容请参见如下网址：

<https://www.huawei.com/cn/psirt/vul-response-process>

如企业客户须获取漏洞信息，请参见如下网址：

<https://securitybulletin.huawei.com/enterprise/cn/security-advisory>

目录

1 方案概述	1
2 资源和成本规划	4
3 设计流程	5
3.1 需求理解	5
3.2 设计思路	9
3.3 设计原则	11
3.4 总体架构	12
4 实施步骤	17
4.1 基础设施底座方案设计	17
4.2 中试验证中心方案设计	21
4.2.1 建设目标	21
4.2.2 设计总体架构	22
4.3 行业知识中心方案设计	25
4.3.1 总体功能架构	25
4.3.2 典型业务场景	26
4.3.3 工业数据处理基础工具链专题设计	29
4.3.3.1 数据湖治理平台设计	29
4.3.3.2 工业数据资产库设计	35
4.3.3.2.1 数据治理知识库设计	36
4.3.3.2.2 IDS 工业数据确权与交换试点	36
4.3.3.2.3 模具行业数据模型与标准	40
4.3.3.2.4 3C 电子行业(PCBA)数据模型与标准	41
4.3.3.2.5 供应链数据治理及入湖开发	41
4.3.3.2.6 IDS 可信数据空间	41
4.3.4 行业知识库平台专题设计	43
4.3.4.1 功能架构	43
4.3.4.2 基础支撑系统	44
4.3.4.3 领域知识库	49
4.3.4.3.1 机电装备领域设计知识库	49
4.3.4.3.2 金属切削模型库	49
4.3.4.3.3 标准常用件模型库	53
4.3.4.3.4 模具行业模型库	55

4.3.4.3.5 工业感知 AI 模型库.....	55
4.3.4.3.6 计划与决策优化模型库.....	56
4.3.4.3.7 供应链协同智能调度优化模型库.....	60
4.4 工业 APP 引擎平台专题设计.....	62
4.5 部署方案设计.....	63
4.6 运维方案设计.....	66
4.6.1 运维组织.....	66
4.6.2 运维流程规范.....	69
4.7 运营方案设计.....	75
4.7.1 运营原则.....	75
4.7.2 组织方案.....	76
4.7.3 运营内容.....	77
5 修订记录.....	80

1 方案概述

行业分析

长期以来，“两化融合”、“智能制造”的深化应用，持续稳步提升着工业企业在生产端工艺制造流的数字化水平。互联网的快速发展，衍生了“互联网+先进制造业”，围绕制造业与互联网融合，推动了工业企业在消费端价值交易流的快速升级。而当前因5G、AI、云等新一代数字技术的赋能，工业发展进入由创新驱动发展新时期。推进高质量发展是大势，发展重心从企业消费端价值交易流，再次聚焦到研发设计流、生产制造流上，提升中国工业的产品创新、工艺创新能力，有效开展工业企业全业务流的协同优化，构建企业端到端场景数字化转型能力，加速各个行业产业链各环节协同升级、各区域经济体产业集群整体升级。工业互联网是数字化浪潮下工业体系和新一代信息技术深度融合的产物，是新一轮工业革命的关键支撑。

当前，全球工业体系向新“四化”升级的趋势明显，既工业装备智能化，工业网络标准化，工业软件现代化，以及工业数据价值化。推进工业高质量发展，需要抓住工业新“四化”产业升级机遇，创造新价值。

首先要解决基础问题，‘要想富、先修路’，数字基础设施要先行，让‘哑设备、哑装备’说普通话，能按需网络化沟通，解决工业数字化基础性‘第一公里’问题；

同时，要解决生产系统本身的关键问题，装备智能化要与网络强基同行，赋‘硬设备、硬装备’以软智能，使之可承担自主生产任务，更高效支撑柔性生产体系的构筑，代际性提升生产力水平。

其次，面对工业企业创新能力升级的需求，利用云时代技术变革机遇，突破基础工业软件，赋工业软件服务以平台，构建新型工业APP开放生态。

最后，要建设基于端边云网协同的新型工业基础设施，构建工业数据要素流通体系，赋工业数据以价值，构建工业知识新市场，构建行业内、区域产业集群内工业知识“生产与复用”循环的新型累进体系，解决工业数字化‘最后一公里’价值创造问题。

因此，工业互联网的发展也面临标准体系的不健全、行业数据与知识汇聚难、解决方案不成熟、工业互联网应用技术转化缺少试验田等问题。面向未来，指引趋势，立足当下，我国各级政府、产业界、企业等各个层面均推出了一系列举措来推动工业互联网的发展。

应用场景

本参考架构定位为打造国际当先重大产业基础设施，建设国内首个以5G为指引，集大数据、人工智能、云计算、物联网等现代信息技术于一体的综合性工业互联网公共技术服务平台。

华为作为制造业龙头公司，30年来在研、产、供、销、服各个领域，通过设计与制造一体化等持续变革，积累了丰富的制造业数字化转型经验。同时，基于华为从底层“根技术”到上层应用的全栈数字技术产业生态，打造了优级跨行业跨领域工业互联网双跨平台，通过一切皆服务的理念，构建从数字化诊断、评估、实施等全流程工业数字化转型服务体系，实现华为工业能力和经验外溢。华为一方面与行业龙头企业合作，帮助龙头企业打造企业级工业互联网平台，以数据+AI重构企业的产品生命周期流、生产制造流、商业价值流，从而实现全业务流的数字化重构，增强企业的竞争力；另一方面，与链主企业、区域政府、合作伙伴等多方合作，共同打造行业级和区域级工业互联网平台，构建模型库、知识库、应用库等行业共性能力，加速孵化协同化知识生产，制造能力共享云工厂等新商业模式，从而提升整个产业链和产业集群的竞争力。

通过打造国际当先重大产业基础设施，通过“产业公共服务机构 + 制造业龙头企业”的合作模式，建设国内综合性工业互联网公共技术服务平台，以平台为依托，推动产业集群中小企业数字化转型。以云工厂新模式和华为全栈工业数字化技术为核心，探索“数字平面+实体平面”的区域一体化发展模式，推动“产业上楼”“产业上云”，打造数字经济产业创新发展新名片。首先，打造创新型产业基础设施，定位工业互联网公共服务平台，面向新型工业数字化产业生态，在全国率先打造以云工厂范式驱动新型工业化转型升级、以中试验证服务和行业知识服务为核心的公共技术服务平台，解决工业互联网新标准的互联互通、行业共性数据和知识的沉淀、新技术和解决方案的集成验证、新工艺新产品小批量试制、工业数据治理和行业知识沉淀等产业共性问题；第二，探索中心企业数字化转型新路径，重在支持制造业中小企业数字化转型升级，通过公共服务平台大幅提升广大中小制造企业工艺创新能力，通过云工厂模式大幅激活制造产能、提升协同研发效率，打造赋能中小制造业产业集群数字化转型升级新型服务机构；第三，构建新型工业化新模式，打造“数字平面+实体平面”的区域一体化发展模式，催生网络化协同制造、服务型制造等新业态，为平台用户提供从设计研发、到生产制造、再到产品服务在内的全生命周期、全流程业务支撑，形成技术服务商与制造业中小企业良性互动的创新生态，打造“产业上云”、“产业上楼”新模式，充分发挥公共服务平台的桥梁作用，并且保证平台持续生命力、长期可持续运行。

方案架构

总体方案架构如下图所示，包括建设中试验证中心、行业知识中心基础设施底座和分布式工厂基础设施。其中，基础设施为中试中心、知识中心和分布式工厂基础设施运行提供基础的ICT环境支撑，知识中心作为中试中心和分布式工厂基础设施运行的后台大脑，完成各类数据处理，汇聚并沉淀行业知识。中试中心为分布式工厂提供新工艺试制、新技术和新标准测试，并为知识中心提供的知识进行验证沉淀。分布式工厂基础设施则作为平台触达企业用户的关键桥梁，为知识中心和中试中心提供场景、数据和知识输入，也作为平台推送到用户侧价值服务的载体。

图 1-1 总部署架构图



2 资源和成本规划

说明

仅供参考，各个项目根据项目实际需求评估后再做调整。

表 2-1 资源和成本规划

云资源	规格	数量
ECS	X86计算 通用计算增强型 c3ne.4xlarge.2 16核 32GB 镜像: CentOS CentOS 7.6 64bit 系统盘: 通用型 100GB	30
EIP	独享 全动态BGP 按带宽计费 20Mbit/s	10
SFS	1TB	1
ELB	小型 I 10,000 新建连接数 500,000 并发连接 50 Mbit/s带宽 10 LCU	5
OBS	标准存储单AZ存储包 5TB	4
CCE	CCE容器集群 混合集群 50节点 是	2
WAF	专业版	1
SMN	短信推送 100个数~100000个数 (含)	1
RDS	MySQL 通用型 4 vCPUs 8 GB (通用型) 主备 500GB	5
NAT	小型	2
Redis	8G Redis 5.0 X86计算 主备 redis.ha.xu1.large.r2.8	2

3 设计流程

- 3.1 需求理解
- 3.2 设计思路
- 3.3 设计原则
- 3.4 总体架构

3.1 需求理解

行业需求理解

针对行业供给侧和需求侧分别分析出对公共服务平台的需求。供给侧，工业数字化技术体系发展呈现出“新四化”的发展趋势，既工业装备智能化，工业网络标准化，工业软件现代化，以及工业数据价值化，为抢抓产业发展的制高点，对公共服务平台提出了当先性的要求。需求侧，面向产业集群中小企业用户，选择有代表性的细分行业场景应用需求，对公共服务平台提出了普适性的要求，兼顾供给侧和需求侧的发展要求，提炼出对平台建设能力的总体需求。

从工业互联网技术体系发展趋势角度，总结出工业互联网新技术供给体系驱动的数字化转型，需要抓住工业新‘四化’产业升级新机遇，赋‘哑设备、哑装备’以智能，促进工业设备互联互通，解决工业数字化基础性断点问题。同时，抓住云时代技术变革机遇，突破基础工业软件，赋工业软件服务以平台，构建新型工业APP开放生态。基于端边云网协同的工业新型基础设施构建工业数据要素流通体系，将云端丰富的软件生态下沉到企业边缘侧，构建工业知识市场，满足工业企业快速获取创新技术的需求。

工业数字化新型技术体系需求分析

- 工业装备智能化对公共服务平台的需求

通过数字化技术，建立数字孪生映射，形成数字资产，构建装备本体贯穿研发设计、生产制造、运维管理全生命周期的物理和数字空间融通的新系统。形成物理装备、数据体系、工艺体系等，不同所有者装备、设施之间的互联互通，将数字技术与装备技术的能力整合、叠加，实现装备产品能够向行业输出高附加值的产品和服务，构建线上数字装备与线下物理装备之间的有机融合、装备本体有效提升与装备群体协同突破的有机融合、装备产业链现代化与生产性服务业增强有机融合，培育物理装备+数字装备的平台性生态，构建融合物理装备+数据资产的新价值体系。

工业现场数据需要实时处理，云边端协同会更好满足企业实际需求，云+边缘计算+端协同的解决方案，是工业数字化未来的发展趋势。需要公共服务平台支持在企业边缘侧构建融合操作系统、网络、计算、存储、数据管理等开发架构的分布式边缘一体机，就近提供边缘智能服务，并与云端协同，满足行业数字化在敏捷联接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求，作为公共服务平台与工业企业联接的桥梁。

- **工业网络标准化对公共服务平台的需求**

“要想富、先修路”，网络是工业数字化、智能化发展的道路系统，对于工业的数字化创新发展的关键基础，在工业的数字化进程中会不断的演进，需要持续的技术突破。传统工业网络存在互通难、开放性差等问题，面临着协议七国八制、数据孤岛等挑战。新一代工业网络以“设备网联化、联接无线化、网络智能化”为关键特征，具备全面深度感知数据、实时传输交互数据、按需部署应用的能力。伴随着工业互联网的推进，工业互联网对网络基础设施提出了更高的要求，工厂内网络将呈现出融合、开放、灵活三大趋势，这对工业场景的网络设施提出了较高的要求，5G具备大带宽、低时延、多连接的特性，成为工业连接的全新网络替代方案，将成为下一代工业网络的演进方向。

IT与OT融合的网络架构是下一代智能工控体系架构的必然选择，以5G为指引的下一代智能工业体系架构不仅仅在架构上将走向更简化的云边端三层，并且具有“全局优化、动态重构、工控域和管理域融合”等特点。先进工业网络将是新型工业智能控制系统的网络底座，需要公共服务平台提供先进工业网络的创新技术的测试平台，以及5G+工业互联网创新应用创建的测试验证服务，并支撑多源异构数据采集和信息获取、基于工业机理和数字孪生的智能分析和预测、决策系统和控制过程的集成等。

- **工业软件云化对公共服务平台的需求**

工业软件技术积累周期长，是中国工业的短板，尤其是研发设计软件面临卡脖子风险。当前单体工业软件开发效率低、交付成本高。云化是推动工业软件开发模式、服务模式和商业模式升级，改变格局的历史机遇，整合云+KnowHow+场景的能力，是工业软件换道超车的前提。同时，新型工业APP基于松耦合、组件化、可重构、可重用思想，面向特定工业场景，基于平台的技术引擎、资源、模型和业务组件，将工业机理、技术、知识、算法与最佳工程实践按照系统化组织、模型化表达、可视化交互、场景化应用、生态化演进原则而形成的应用程序，是工业软件发展的一种新形态和新赛道。

在工业软件国产化和云化驱动下，工业软件迎来了新的发展机遇。在市场初期，需要公共服务平台能够基于云化新架构加速构建新型工业APP生态，支持工业软件上云、支持加速国产工业软件工具链在产业链试点应用，牵引用户和市场使用工业软件，并鼓励用户企业开放应用场景，加速企业研发软件的创新应用，推动工业软件走上商业正循环。

- **工业数据价值化对公共服务平台的需求**

工业数字化关键是促进行业知识生产与使用的工具革命，在这个过程中，以行业知识+5G+AI+边缘+云+工业软件等场景化整装的知识生产工具的生产服务、算法组合、机理模型组合等，促进行业知识结合ICT技术向平台生态更高的经济范式演进，促进各行业生产力提升和经济运行效能提升。基于微服务新模式聚集和积累行业Know-How是OT和ICT产业链协同的有效模式。基于微服务架构，可以对工业Know-How封装、复用和服务化，打造开放创新价值生态。

通过产业集群上下游企业的数据协同、应用协同和业务协同，推动产业链上下游企业协同化发展与创新，推进业务一体化融合、端边云网协同，实现产业集群整体升级，才能取得制造业显著的成效。需要公共服务平台支持打造一系列模型库等行业知识库以及一批行业运营商运营主体，面向电子PCBA、模具等产业集群的订单协同、研发协同、生产协同等场景，鼓励企业开展共享设计服务、共享生产服务等新业态，并沉淀模型库等行业知识，形成工业知识市场。

研发设计数字化需求分析

研发设计作为制造企业特出创造力的环节，在全球化竞争和产品复杂程度不断提高的今天，面临着更加严峻的挑战。而随着网络平台的逐步成熟，各种开发软件的广泛普及，数字技术加速由单项应用向集成应用拓展，全面融入制造业研发设计环节，促使研发工具、主体、流程、运作方式正在经历如下深刻变革：

- **设计方法和工具的革命：从以物理试验为手段向以数字仿真为手段演变，由传统手工建模时代迈进数字化建模时代。**

纵观制造业产品设计方法和工具的发展历程：第一代技术为基于投影法的传统手工绘图模式。第二代技术为以二维CAD为主，三维模型为辅的经验式建模法。第三代技术是以创成式设计为代表的数字化建模方法，即围绕设计目标、功能、约束、几何关系、变形条件等，按一定逻辑规则，由算法和程序实现设计的过程，找到当前限制条件下的强大结构和完满设计方案。对于超出设计经验的新型复杂结构，第三代技术是最有效的。此外，产品试验验证也从物理试验的“试错法”向数字仿真演进，通过各种模拟手段，透视产品性能和过程质量。

如今，制造企业普遍利用数字化建模和仿真技术开展产品研发设计，极大提升了企业的设计创新能力和效率。工业设计软件使得自适应的关联设计成为可能。如：在飞机外形风洞试验优化中，基于软件特定算法，飞机骨架模型的变更会引导相关结构件自动做出自适应更改。数字仿真也是实现产品正向设计的重要手段。在需求开发、功能分解、系统设计、物理设计的过程中，借助仿真了解产品特性，开展架构性和颠覆式创新。基于数字孪生的研发体系正在形成。以新药研发为例，过去发现每种抗癌新药的靶点约需10年时间，如今基于数字技术找到靶点的速度快了10倍。

- **研发设计主体的变革：从封闭式“公司+雇员”的经典组织结构向开放式“工业互联网平台+海量个人”的全新组织形式转变。**

从研发设计主体看，制造企业正由依托企业内部研发设计部门为主向多主体合作演进。在研发设计软件经历单机版、网络版迈向云平台之后，企业研发设计主体发生了深刻变革：一在企业内部，考虑可生产性、可采购性、可定制性、可维护性、可盈利性的产品全生命周期研发管理体系的建立，使得多部门协同开发成为变革趋势。二在产业链上，跨地域、跨企业的协同研发平台支撑研发设计主体从企业内部研发部门扩展到整个供应链。三在全社会，基于社会化的创新平台将用户和第三方创新资源整合到研发设计体系中。

从组织架构和雇佣关系看，制造企业的研发设计组织形式正从“公司+有限雇员”的经典结构向“平台+海量个人”的全新结构转变。数字技术的应用使得新型研发组织不断涌现，企业与个人之间的长期雇佣关系也被打破。以众包模式为例：众包（Crowdsourcing）是把传统上由企业内员工承担的工作任务，通过互联网以自由自愿的形式转交给企业外部的非特定群体来完成的一种组织模式。其扩大了企业的边界，使工作团队不再局限于企业内部。众包设计利用群体智慧弥补自身资源缺陷，充分发挥隐藏在大众中的巨大潜力，使优秀的外部智力资源为己所用，不仅增强了企业的核心竞争力，还大大降低了企业的设计成本。

- **研发设计模式的转变：研发设计流程由“串行模式”向“并行模式”演进，迈向网络化协同与软件定义的新阶段。**

基于传统的分工理论，制造企业产品研发设计流程基本上是一种串行工程，即企业把产品开发过程拆分成需求分析、结构设计、工艺设计、仿真验证等诸多环节，按照环节顺序逻辑在不同部门、人员、项目及设备之间推进。该模式的突出问题是效率低、成本高、周期长。

随着计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助工程（CAE）、计算机辅助工艺过程设计（CAPP）等新型设计软件的大规模使用，高度集成的数字化模型、研发工艺仿真体系以及网络化协同研发平台的建立，在流程中整合知识、工具和方法，将传统上相互独立、顺序进行的碎片化研发活动在时间和空间上实现了交叉、重组

和优化，一些下游的开发工作，提前到了上游进行，基于互联网、云计算、大数据等数字技术，跨区域、跨企业、跨行业的研发设计资源被有效整合，通过关联设计和并行逻辑冲破专业、部门和厂所之间的壁垒，研发流程在整体上实现了从串行向并行的演进。

生产制造数字化需求分析

随着先进制造技术与新一代信息技术的不断深度融合，制造业生产制造环节历经长期实践演化过程，涌现出精益制造、柔性制造、并行制造、敏捷制造、网络化制造、云制造等不同类型，但无论哪种类型的制造，都具备数字化、网络化和智能化三个最基本的特征。实践证明：数字技术与制造业融合带来的是一场制造范式的迁移，一代生产工具的革命，一种生产模式的变革，一次制造体系的重建，它引发了生产制造环节如下四大变革：

- **制造范式的迁移：从基于传统“试错法”的实体制造到基于CPS技术的虚拟制造**
制造范式是在一定时期、特定技术条件下，对制造业价值观、方法论、发展模式和运行规律的认识框架。在工业时代，人们认识世界的传统方法是观察、试验、归纳、理论化，“试错法”是对这一方法论很好的阐释。而面对快速变化的市场环境，传统方法已无法满足竞争的需要，CPS（Cyber-Physical System），即“信息物理系统”，作为数字化转型的核心支撑技术，为制造业建立了一套虚拟制造空间和实物制造空间互动的闭环赋能体系，实现了物质生产运行规律的模型化、代码化、软件化，使制造过程在虚拟空间实现快速迭代和持续优化，推动制造范式从实体制造向虚拟制造迁移。

数字技术给制造业带来的重大变革是创造了一个新世界——虚拟制造空间。在生产制造环节，企业的工艺路线、设备布局和制造流程等都可以一一映射到虚拟生产环境中，基于三维设计和仿真工具，在虚拟制造空间构建起虚拟生产线、虚拟车间和虚拟工厂。伴随工厂生产设备数字孪生、生产工艺数字孪生的推广普及，无论在离散型制造行业还是流程型制造行业，都将实现实物生产过程与虚拟生产过程实时交互。虚拟制造的高效优化、零边际成本、灵活构架等优势，从根本上变革了制造资源的配置方式和效率。

- **生产工具的革命：传统能量转换工具向智能工具演变，传统装备升级为智能装备**
数字化转型带来了制造业生产工具的革命，而生产工具的革命性演进又是实现智能制造的重要条件。伴随新一代信息技术的创新和应用，常规的机器人、机床、专业设备等传统装备正在升级为增材制造装备、智能机器人、智能机床、智能机械装备（自动吊装设备、自动分检设备等）等智能装备，传统能量转换工具通过加载了传感、通信、控制、计算处理等智能模块正在向智能工具演变。RFID、AGV、PLC等智能硬件工具大幅提高了体力劳动的工作效率；CAE、CAM、MES等智能软件工具则大大提高了脑力劳动的工作效率。

增材制造装备又称快速成型设备（3D打印机），是基于材料堆积原理设计的高新制造装备，是以三维模型数据为基础，通过软件与数控系统将专用的金属材料、非金属材料以及医用生物材料，运用挤压、烧结、熔融、光固化、喷射等方式逐层堆积而制造产品的生产设备。智能机器人是机械结构和软件高度耦合的集成化产品，具有感知、判断、行动能力，能够根据预设程序适应环境变化，进行自动学习、自我管理和自主决策。传统机床的数控系统也正在从专用走向通用，从封闭走向开放，使机床的使用方式、商业模式发生深刻变革。

- **生产模式的转变：从以人工为主的劳动密集型生产到基于设备互联的智能化生产**
智能制造时代，工厂变得越来越少人化、无人化、自动化和智能化，生产设备均物物相连、自动运行，工厂的生产组织调度，原材料供应都可通过智能物流、智能生产来控制。人逐渐被互联互通的智能装备和智能生产系统所代替，机器换人和无人工厂成为制造业发展的典型趋势，生产模式也从以人工为主的劳动密集型生产转变为基于设备互联的智能化生产。

基于设备互联的智能化生产模式属于“工业4.0”的纵向集成，主要解决信息系统与物理设备之间的联通问题，目的是提升效率。纵向集成是针对制造企业内部IT和OT领域集成与融合来讲的，形成一个贯穿整个制造企业的技术架构，打通各层级的系统（如企业层的PLM、ERP、车间层的MES、控制层的SCADA、设备层的控制器、传感器等数字化设备或系统等），实现系统间的数据共享，从而提升企业的生产效率和灵活性。如果结合到企业生命周期和产品生命周期来理解，前者是从企业管理的角度来看的，后者是从生产的角度来理解的。

然而，目前大部分制造企业的管理系统都没有与制造系统集成，即职能管理与生产现场管理互相脱钩。当制造企业借助互联网实现设备和产品信息与管理层的经营系统相连接，即IT与OT的集成与融合（这是支撑智能制造的核心），对企业和产品的管控就会达到一个很高的效率，这也就是纵向集成所要达到的最佳状态。

- **制造系统的重建：从孤岛式集中式封闭制造体系走向网络化协同的开放制造体系**

当今，制造业垂直分离和业务外包日益明显，传统的、垂直一体化的企业内部集成价值链已经开始转型，被分散于全球各地的专业化公司之间的协作价值网络所取代，制造系统的组织边界不断突破地域、组织、机制的界限，从单一制造工厂扩展到网络化制造联盟，生产也由集中式控制向分散式增强型控制转变。实践中，通过搭建企业间基于互联网的协同制造与供应链协作平台，集成各类业务系统，推动创新资源、生产能力、市场需求的跨企业集聚对接，实现生产过程中计划、选料、采购、工艺、制造和集成等环节的并行组织和协同优化。

基于企业互联的网络化协同制造模式——“云工厂”模式，属于“工业4.0”的横向集成，主要解决企业间的联通问题，目的是重构制造生态体系。横向集成代表的是企业间全产业链的集成，以供应链上下游合作为主线，通过价值链及信息网络的互联，推动企业间研产供销、经营管理与生产控制、业务与财务全流程的无缝衔接，实现不同企业间的信息共享和业务协同，推动制造业从孤岛式、集中式封闭制造体系向基于企业互联的网络化协同开放制造体系转变。

3.2 设计思路

基础设施底座设计思路

工业互联网公共技术服务平台基础设施云平台采用华为混合云解决方案，以一体化全栈方式交付完整的云服务平台，与华为云统一架构，统一服务，统一API；云平台部署在客户机房，就近提供云服务，可减少服务时延；数据本地保存，由华为云统一规划、运维，是用户业务迁移上云的优选途径。

华为混合云解决方案具体具有以下优势特点：

- **技术当先：**服务能力与华为公有云同步，保持技术当先，可为工业互联网平台中试验证中心、行业知识中心以及接入本平台的制造业企业提供云原生服务、数据库服务、数据使能服务、备份服务、边缘服务、安全服务的底层IT能力；
- **混合联动：**通过跨云联动能力(网络、存储、灾备、业务应用)，满足工业互联网平台业务混合部署要求；
- **专享合规：**物理隔离可审计，满足工业互联网平台上云业务安全合规诉求；
- **共享生态：**华为混合云和华为云共享生态，线上线下相同体验，使能工业互联网平台相关业务生态共享；
- **混合运维：**客户与华为云分层运维，华为提供平台管理面专业运维服务，降低客户运维成本；也可以提供本地云管平台，满足客户本地运维要求。

知识中心设计思路

知识中心是工业互联网的“操作系统”，核心围绕数据、知识、软件的工业知识价值化开发逻辑，聚焦中小企业在数字化研发设计和数字化生产制造两方面的典型产业数字化业务场景进行建设。

- 数据汇聚。通过网络采集的多源、异构、海量数据，按应用场景转换成高质量的领域数据资产，传输至工业互联网平台，为深度分析和应用提供基础；
- 建模分析。提供大数据、人工智能分析的算法模型和物理、化学等各类仿真工具，结合数字孪生、工业智能等技术，对海量数据挖掘分析，实现数据驱动的科学决策和智能应用，同时通过IDS可信数据空间试点，探索企业间的私密数据可信流转方案；
- 知识复用。通过建设行业知识库平台，将工业经验知识转化为平台上的模型库、知识库，并通过工业微服务组件方式，方便二次开发和重复调用，加速共性能力沉淀和普及；
- 应用创新。面向研发设计、设备管理、企业运营、资源调度等场景，建设工业APP引擎平台支持企业数字化业务的灵活需求。支持按需获取、灵活编排和组合，助力行业APP快速上线，降低试错成本，帮助企业提质增效；
- 产业协同。通过云工厂创新商业模式，在PCB和模具两个领域引入产业运营商，构建研发协同、生产协同、供应协同的业务平台，实现产业链上下游的数字化、网络化、智能化，以及被赋能企业生产过程的透明化、自动化和高效化。

中试中心设计思路

中试中心以模块化为设计的核心理念，旨在强化平台的可扩展性、重构性、复用性，从而适应互联网技术发展过程中的场景变化和需求变化。重点解决中小企业新型工业互联网技术集成验证难的问题。

中试中心由基础底座进行基础信息化能力支撑，同时为知识中心提供生产资源接入能力，承接知识中心反馈的验证需求，为其进行知识经验的迭代。为此，中试中心需要为用户提供工艺试制、测试认证、技术体验等多项综合服务。故此在总体设计方案中包括5G试制工厂、测试平台、以及体验中心三大部分。

其中，5G试制工厂根据招标技术需求以电路板及模组检测、机电产品整机设计、材料成型工艺设计、机械加工为主要聚焦场景。建设有5G全互联工厂网络、装备制造工艺试制区以及3C电子制造区建设。

测试平台针对中小企业的不同需求，将大企业的成套方案拆解，将其中有用的部分重新建发组合，为中小企业提供测试环境，降低它们的试错成本。提供先进网络测试，工业机器人测试，PLCopen测试，信息模型互通和互操作测试，数控装备互联互通标准测试，机床装备综合测试等测试环境，并为客户提供认证需求咨询业务、建议规划。

体验中心通过全息投影和智能桌面组合互动展示，对工业生产形成立体式、沉浸式的巡游与数字孪生监控体验效果。实现结合具体工业场景的全新工业数字化新型体验模式，体验场景包括5G+工艺数字化与机器人试制线柔性自适应缠绕场景、5G+远程设备运维场景、5G+双机器人辅层AI视觉引导场景、5G+AGV分布式调度场景、5G+AR虚拟制造管控场景。

3.3 设计原则

基础设施底座设计原则

工业互联网公共技术服务平台基础设施云平台采用华为混合云解决方案，以一体化全栈方式交付完整的云服务平台，由华为云统一规划，满足工业互联网平台业务资源要求。基础设施底座总体建设方案如下：

- 基础设施层主要提供整个云平台的基础设施，包括服务器，交换机，路由器，防火墙，安全设备。
- 在基础设施之上构建了云操作系统及基础IaaS云服务。云操作系统负责整个云平台的资源调度和管理。IaaS云服务包括计算服务，存储服务，网络服务。
- 基于IaaS资源提供了PaaS服务，包含数据库，大数据，AI服务。
- 通过IaaS、PaaS服务，构建中试验证中心、行业知识中心相关应用服务

此外，华为混合云解决方案提供独立的物理资源池，满足云平台安全合规、稳定可靠、奢贵性能体验的要求；

华为混合云提供端到端立体安全防御能力，主要包括云基础设施安全，边界安全，主机OS和虚拟化层安全，网络安全，数据层安全，租户层安全，运维和管理安全，第三方安全集成，面向全球的安全合规认证，如等保认证，可信云认证等；

华为混合云，提供混合运维方案，华为提供平台管理面专业运维服务，提供无需关注平台基础架构和运维。

知识中心设计原则

- **坚持目标指引**
以推进工业数字化转型升级为目标，打造行业工业互联网体系，促进新一代信息技术对制造业全要素生产率的提升作用，推动形成以数据为核心驱动要素的新型工业体系。以能够长期运营为目标，开展数字化转型，在示范的基础上逐步向外推广。
- **坚持问题导向**
针对工业领域数据资源分散、流通不畅，数据生产要素倍增作用不强，通过建设行业工业互联网体系，补齐发展短板，提升工业数据资源共享与共用、生产要素互联互通、工业应用软件自主可控的能力。
- **坚持分层解耦**
采用“1+N”分层解耦方式进行建设&设计，“1”指的是共性支撑系统，统筹规划、统一设计，研究和编制相关标准规范，指导行业工业互联网体系建设，科学配置软硬件资源。包括基础共性工具和公共技术支撑，实现资源和技术重复复用；“N”指的是面向行业领域的扩展应用通用部分，通过“1”可以向“N”个行业领域实现低成本快速扩展，如在PCB云工厂、模具云工厂的基础上，未来能够拓展到更多的行业场景。

中试中心设计原则

中试中心设计主要围绕装备制造和电子信息制造两大产业作为重点方向，为设计数字化和生产制造数字化两大业务提供中试服务，装备制造围绕模具加工制造工艺试制、汽车零部件加工制造工艺试制、复合材料成型工艺试制以及电路板产品工艺试制几大细分行业典型场景作为对象，总结和提炼两大产业的对中试中心共性技术要求，以自

主可控的工业互联网创新技术为底座，按照“模块化、可重构、可复用”的原则，构建兼顾面向未来工业互联网新技术孵化和覆盖面向更多制造业中小企业细分行业领域的辐射、扩展和升级需求的平台能力，平台以典型细分行业场景覆盖两大产业的两大业务流典型业务诉求，并通过催熟工业互联网创新技术底座覆盖整个区域的制造企业，这是平台建设遵循的重要原则。

中试中心采用开放可扩展的建设技术路线，大量采用模块化、开放性好、自主性强的单元技术，以创新性工业互联网技术的融合应用为导向，遵循分层解耦的原则，设计平台的总体架构。采用“模块化可重构+数字孪生”的技术路线，兼顾新技术、新标准的技术，使得硬件设备根据未来场景和需求变化，可以快速升级、扩展及重构，同时满足5G云化PLC、工业智能、机器视觉等新技术、新场景的孵化应用需求。采用模块化和通用化设备和工具为基本构成，同时大量采用数字孪生孪生、虚拟仿真、信息物理融合系统等数字化技术，充分利用虚拟仿真和数字化模拟手段，使得未来能够以低成本、高弹性方式对系统进行升级扩展。

3.4 总体架构

工业互联网行业知识中心的建设方案包含了工业APP引擎平台、行业知识库平台、工业数据处理基础工具链。平台功能如下：

工业APP引擎平台：为工业APP开发者提供安全可靠的资源平台，通过整合重点行业的工业机理模型、流程模型、通用数据模型等可重用资源，在实现建设集约化、信息共享化、服务标准化、效益最大化的同时，满足各企业，各开发者建设工业APP应用的需求，为面向多行业的工业APP开发平台提供有力支撑，为工业互联网在未来的整体产业布局奠定坚实的基础。工业APP引擎平台提供工业APP套件、商业工业软件SaaS集和轻量化APP孵化器。并面向企业用户、母工厂、云工厂、设计师、运营人员提供一站式服务平台，支持企业用户门户、应用商城的日常运营，集约式管理用户购买的企业生产工具集。

行业知识库平台：以人工智能、行业知识模型为基础，通过人工智能与行业机理的融合，对各类知识统一表达为跨领域知识模型，接入数据进行知识抽取，根据知识模型定义抽取知识实例，形成各类知识库；并对知识进一步挖掘和补齐，实现知识的深度沉淀，保证知识质量；最后对外提供典型的知识查询检索、推荐等服务。

工业数据处理基础工具链：是知识中心的基础，承担着知识中心数据入口的作用，中试中心的数据、企业用户的数据都由此接入，平台提供数据治理和流转，数据治理和流转是针对工业数据进行数据采集、数据治理，进行知识开发和建模形成领域知识库。

平台方案架构如下图所示：

图 3-1 工业互联网行业知识中心架构图



知识中心面向行业知识的运营方、需求方、供给方提供以下能力：

面向运营方，由专业服务商提供、管理、运营工业APP和行业知识库，向制造企业数字化研发设计和数字化生产制造能力；同时通过APP协调和管理制造供应链上下游物料供给、设计师协同研发、工厂间协同制造。

面向需求方，制造企业可通过综合服务平台向专业服务商购买数字化研发设计，进行数字化生产制造。制造企业通过中试中心母工厂进行新工艺、新模具的试制，以及对新技术进行集成测试；或者采购专业服务商提供的加盟工厂进行共享生产，制造企业通过企业服务工作台订购的APP进行物料、生产的协同管理。

面向供给方，产品设计师使用知识中心的工业APP进行数字化研发设计。产品设计师可通过3D模型查询并下载标准模型库或行业模型库中CAD模型，进行模具的快速设计。

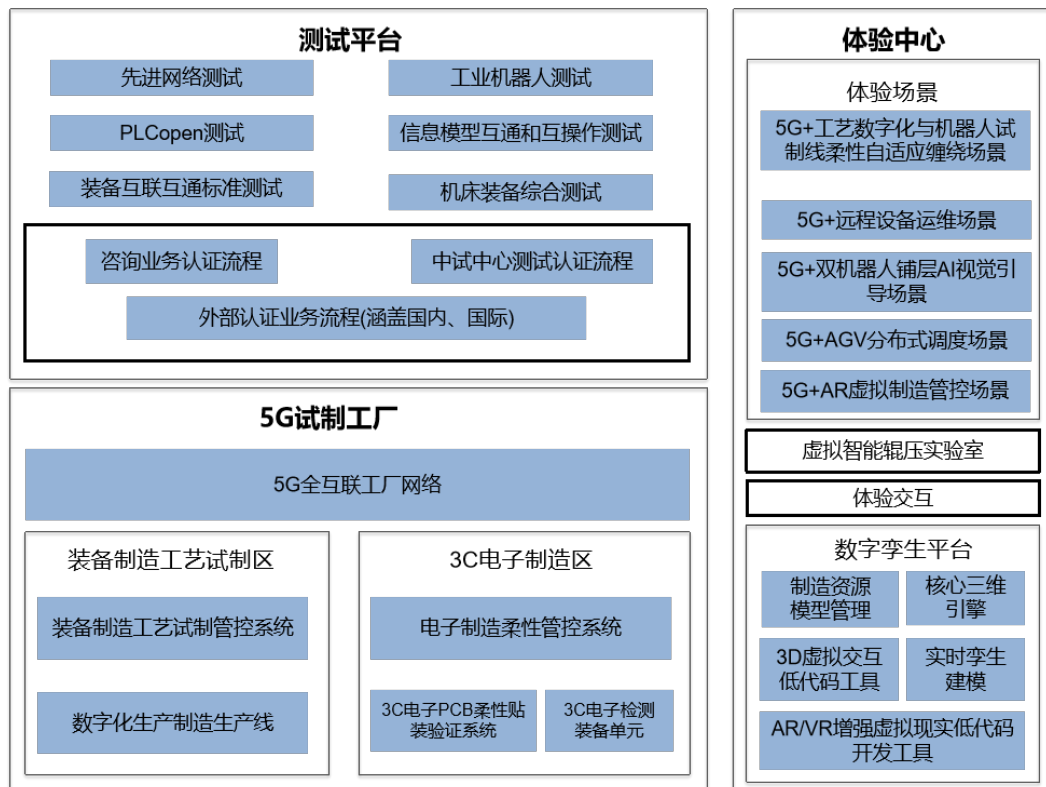
平台为数字化生产制造提供AI模型优化、数据深度挖掘分析能力。例如，在模具生产质检流程中，通过中试中心母工厂设备回传数据进行分析，对于模具、电路板、元件的基础3D检测算法进行优化，形成满足该类产品生产新的算法模型库，并在知识库上架；对于制造企业、加盟工厂生产过程物料供应、生产排程等数据进行处理，结合AI供应链协同算法对于生产企业的供应链调度进行优化。

另外，平台运营机构、专业服务商面向制造企业提供精益制造、企业数字化转型方法论和实践知识库，帮助企业提升数字化整体水平。

中试验证中心总体建设方案

工业互联网行业中试中心总体建设方案如下图所示，主要包括5G试制工厂、测试平台、以及体验中心三大部分。中试中心由基础底座进行基础信息化能力支撑，同时为知识中心提供生产资源接入能力，同时承接知识中心反馈的验证需求，为其进行知识经验的迭代。

图 3-2 中试验证中心建设方案架构图



根据招标技术需求以及总体方案的技术路线，中试验证中心的物理工厂“以电路板及模组检测、机电产品整机设计、材料成型工艺设计、机械加工为主要聚焦场景”。

• 5G试制工厂

5G试制工厂涵盖5G全互联工厂网络、装备制造工艺试制区以及3C电子制造区建设。

- 5G全互联工厂网络建设为装备制造工艺试制区以及3C电子制造区提供网络基础，以先进的5G网络搭建一套低时延、高速的办公、工控网络。
- 建设装备制造工艺试制区，面向装备制造行业，提供机加数字化工艺试制服务。建设数字化生产制造生产线以及装备制造工艺试制管控系统。
- 建设3C电子制造区，面向3C电子行业，提供3C电子PCB柔性贴装验证线系统，3C电子检测装备单元以及电子制造柔性管控系统。

• 测试平台

针对中小企业的不同需求，将大企业的成套方案拆解，将其中有用的部分重新开发组合，为中小企业提供测试环境，降低它们的试错成本。具体建设提供的测试服务包括

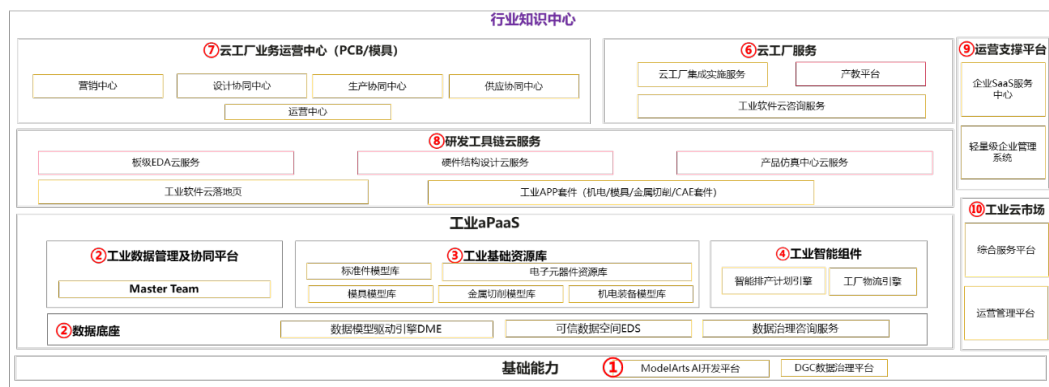
- 先进网络测试，提供数通测试能力、5G测试能力、压力测试能力、以太网分析能力。
- 工业机器人测试，提供机器人算法测试能力，智能感知测试能力，机器人数字孪生测试能力，机器人性能监测能力。
- PLCopen测试，提供了PLC基础功能测试能力，PLCopen合规测试能力，PLC自动代码生成测试能力，电气控制标准化测试能力。
- 信息模型互通和互操作测试，提供制造执行系统信息模型测试能力，装备互联互通和互操作测试能力，数据字典与信息模型测试能力以及标识解析测试能力。

- 数控装备互联互通标准测试，提供测试数控装备与5G网络条件下具备互联互通能力。
- 机床装备综合测试测试，提供机床产品质量评定与溯源服务测试能力以及机床运维服务测试能力。
- 认证汇聚中心，主要对接具有测试认证需求的客户群体，为客户提供认证需求咨询业务、建议规划和认证方案。认证汇聚流程包括咨询业务认证流程、中试中心测试认证流程、外部认证业务流程。
- **体验中心**
 主要通过全息投影和智能桌面组合互动展示，对工业生产形成立体式、沉浸式的巡游与数字孪生监控体验效果。体验中心方案建设如下：
 - 体验交互环境搭建，通过体验交互环境搭建，给体验者一种工业背景下工艺沉浸式体验；
 - 建设数字孪生平台，实现数字孪生工厂的搭建，打通体验环境与体验场景的通道。
 - 建设虚拟智能辊压实验室，包括辊压数字孪生平台以及智能调度平台。
 通过体验场景的建设，实现结合具体工业场景的全新工业数字化新型体验模式，体验场景包括5G+工艺数字化与机器人试制线柔性自适应缠绕场景、5G+远程设备运维场景、5G+双机器人辅层AI视觉引导场景、5G+AGV分布式调度场景、5G+AR虚拟制造管控场景。

行业知识中心总体建设方案

行业知识中心是本次项目的核心建设内容，以云工厂创新模式作为牵引，通过构建研发协同、设计协同、供应协同的云工厂服务平台，形成完整的数据、知识、应用的全流程支撑。行业知识中心的建设方案包含工业APP引擎平台、工业领域行业知识库、数据和AI创新平台和行业知识中心运营平台，方案架构如下图所示：

图 3-3 行业知识中心架构图



- **工业APP引擎平台：**包含提供与行业结合的场景化应用，孵化设计协同、制造协同等轻量化APP，如板级EDA云服务、硬件结构设计云服务、产品仿真中心云服务等一系列的研发工具链云服务，构建机电装备设计、模具设计、金属切削等行业APP套件。提供面向云工厂运营的营销中心、设计协同中心、生产协同中心、供应协同中心即运营中心等。同时提供基础工具集支撑APP套件的管理，包括工业App低代码开发工具、商业工业软件SaaS集，支撑上层业务应用能够更加灵活的对接调用各种APP套件，基于制造业客户的业务场景进行业务功能的快速定制，并且支持与客户使用的其他业务系统配置或存储数据集成对接，从而具备能够给客户提供贯通业务流程的数字化解决方案的能力。

- **行业知识库平台：**通过与行业当先生态伙伴的合作，聚焦产品研发经验和工艺知识的共享交易，在行业知识库平台中建立千万量级以上的通用标准件模型库以及行业专用库，如：标准件模型库、电子元件模型库、机电装备行业模型库、模具行业模型库、金属切削模型库等，提供工业模型管理及协同平台、3D模型搜索能力，可缩短设计人员的设计时间并提高技术能力，从而帮助企业大范围缩短新产品研发周期、提升生产效率、提升产品质量。同时建设精益制造方法论和实践知识库、企业数字化转型方法论学习平台，帮助企业提升知识管理和知识共享的能力，使企业可以用数学、工程的方法科学地做事，持续创造价值，为客户提供及时、优质、有成本竞争力的制造服务。
- **工业数据处理基础工具链：**基于华为10+年数据治理经验沉淀出的数据架构、标准规范、数据开发、数据质量等云服务，构建DGC数据湖治理平台，实现30+异构数据源、全拖拽开发、多维实时搜索、0代码API开发，开发效率3倍提升，建立工业数据模型和标准、数据治理、开发、运营等一站式数据平台，提升数据治理、开发、运营效率；试点IDS可信数据空间解决方案，探索工业数据确权与数据可信交换，利用现有标准和技术，以及在数据经济中广为接受的治理模型，以促进安全可信业务生态系统中的标准化数据交换和数据链接，由此为创建智能服务场景和促进跨公司创新提供基础业务流程，同时保证数据所有者的数据主权。通过数据治理，对行业客户的数据进行汇聚、分析和抽象，建立模具行业与3C行业的数据模型与标准。

基础设施底座总体建设方案

本次方案云平台采用华为混合云解决方案，以一体化全栈方式交付完整的云服务平台，与华为云统一架构，统一服务，统一API；华为混合云部署在客户机房，就近提供云服务，可减少服务时延；数据本地保存，由华为云统一规划、运维，是用户业务迁移上云的优选途径。

基于专属云技术可提供对计算资源、存储资源、网络、数据库等资源的专属使用，同时提供高安全的网络隔离环境满足网络隔离要求，资源独享可以避免业务高发期资源被抢占造成的业务卡顿情况，从而满足性能、安全、可靠性、可扩展性等关键业务诉求。

基础设施层主要提供整个云平台的基础设施，包括服务器，交换机，路由器，防火墙，安全设备。

在基础设施之上构建了云操作系统及基础IaaS云服务。云操作系统负责整个云平台的资源调度和管理。IaaS云服务包括计算服务，存储服务，网络服务。

基于IaaS资源提供了PaaS,数据库，大数据，AI服务。

云平台对外提供不仅提供统一的云管平台进行资源的管理，同时提供REST API与客户业务对接。

华为混合云解决方案提供独立的物理资源池，满足云平台安全合规、稳定可靠、奢贵性能体验的要求，以云服务的方式帮助用户关键业务快速上云，用户只需购买云服务，无需关注平台基础架构和运维。

华为混合云解决方案提供端到端立体安全防御能力，主要包括云基础设施安全，边界安全，主机OS和虚拟化层安全，网络安全，数据层安全，租户层安全，运维和管理安全，第三方安全集成，面向全球的安全合规认证，如等保认证，可信云认证等。

华为混合云解决方案专属云可以通过专线与华为云拉通构建同构混合云，实现弹性扩展和容灾备份。用户采用一个账号可以同时使用华为混合云和华为云上的资源，一键SSO录。并与云安全体系拉通集成共享构建混合云安全架构。

4 实施步骤

- 4.1 基础设施底座方案设计
- 4.2 中试验证中心方案设计
- 4.3 行业知识中心方案设计
- 4.4 工业APP引擎平台专题设计
- 4.5 部署方案设计
- 4.6 运维方案设计
- 4.7 运营方案设计

4.1 基础设施底座方案设计

建设目标

基础设施底座建设目标以云计算、大数据等先进理念和技术为基础，按照“集约高效、共享开放、安全可靠、按需服务”的原则，以“云网合一、云数联动”为构架，建成满足工业互联网公共技术服务平台软件的部署、网络信息安全的需求以及相关产业工业数据的处理、存储、备份的需求混合云平台，为中试验证中心、行业知识中心以及接入本平台的制造业企业提供云原生服务、数据库服务、数据使能服务、备份服务、边缘服务、安全服务的底层IT能力。

建设原则

- **统一领导，分级实施**
加强组织领导，建立统一的工作机制和制度规范，坚持统筹规划、试点先行、分级实施，逐步构建形成目标一致、方向统一、互联互通、层级衔接的云平台建设实施体系。
- **统一建设，资源共享**
坚持设施共建和资源共享，统筹利用已有基础设施和信息资源，统一设计建设云平台，实现基础设施和资源共享运用。
- **统一管理，保障安全**

统一管理云平台规划、标准、制度和技术体系，采用安全可控的软硬件产品，综合运用信息安全技术，建立安全可靠的信息安全保障体系，全面提高安全保障能力。

- **统一服务，注重成效**

结合新技术发展趋势，探索运行管理服务新模式，加强云平台服务提供机构和队伍建设，建立统一的服务体系，全面提升服务能力，切实发挥云平台的成效。

统筹考虑，在技术上处理好各方面的关系

在实际建设过程中，除了针对系统功能需求外，还要充分考虑可持续性发展，在技术上必须处理好各方面的关系，应把握以下原则：

- **先进性与实用性、从实际出发与可持续发展**

实现云平台的总体目标，必须兼顾近期与长远的利益，立足现在又面向未来，既要考虑技术成熟度，又要考虑技术的先进性和可扩展性，确保已有的投资能持续发挥作用。

- **高可靠性与高性能**

云平台为工业互联网各业务部门提供服务，包括核心业务系统，因此必须确保整个平台的高可靠，保证在平台上运行的各类业务的稳定性和可访问性。云平台之上运行的各类应用很大程度受到平台本身性能的影响，因此云平台的高性能对各用户业务应用的体验至关重要，需综合考虑整个系统的高性能和冗余能力。

- **标准化、规范化与已有系统迁移**

云平台自身技术体制、系统架构、数据结构、软硬件选型、以及其建设和服务提供过程必须符合相关国家标准规定和行业规范。现有应用系统需科学分析、评估，按需逐步迁移至云平台。

- **安全保密性与方便灵活性**

云平台承载了工业互联网平台众多核心业务系统，必须同时确保各业务系统的安全可控和灵活调度。

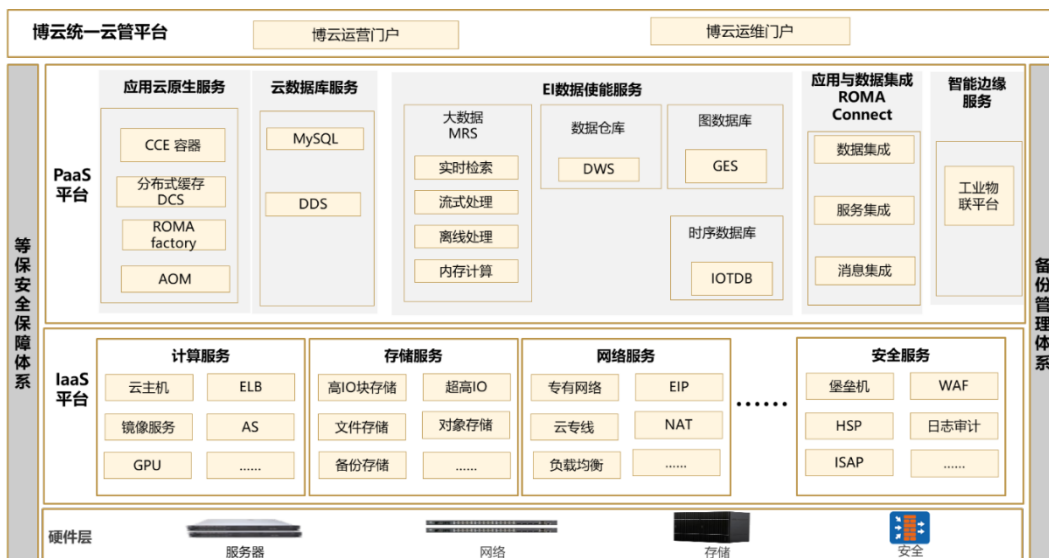
- **技术体系与管理运行**

云平台的建设与服务体系的供应与以传统建设模式显著不同，除了注重既有资源利用、新技术体系采用，还需建立与之匹配的管理体制机制，确保云平台建设完成后的高效运行与创新管理。

总体逻辑架构

工业互联网平台混合云基础设施底座总体逻辑架构如下图所示，主要由硬件设施层、IaaS服务层、PaaS服务层及统一云管平台组成。

图 4-1 总体逻辑架构图



● **硬件基础设施层**

硬件基础设施层主要提供整个云平台的基础设施，包括x86服务器、鲲鹏服务器、接入交换机、出口路由器、云防火墙和分布式存储。然后这些设备的单台设备（包含计算服务器和存储服务器），通过网络交换机、防火墙组网互联起来，从而形成数据中心硬件基础设施；这些硬件基础设施在华为混合云云平台的架构下，为中试验证中心和知识中心提供具有云平台能力的资源服务使用方式。

● **IaaS平台**

基于OpenStack架构构建了华为混合云 IaaS云平台云。云操作系统负责整个云平台的资源调度和管理。IaaS云服务包括计算服务(ECS/AS/GPU)，存储服务(OBS/EVS/SFS)，网络服务(EIP/NAT/VP)。华为混合云专属云基于安全责任共担模型，从云基础设施和租户云服务两个层面建设安全保障体系，辅以安全运维，保障云平台和租户业务系统的安全运行。

● **PaaS平台**

PaaS平台作为云服务的后端实现实体，主要完成服务的封装和对资源的自动化分配、使用。通过对资源池层相关资源的封装，实现云资源服务的发现、路由、编排、计量、接入等功能，实现从资源到服务的转换。提供数据库、云原生、大数据、工业物联平台、数据仓库等通用PaaS平台

● **统一云管平台**

混合云管理平台基于B/S架构，通过Portal统一展现，对组成客户云架构系统中人员、相关事件、云计算中的基础设施资源、数据资源、业务资源的统一管理；提供对各个部门之间资源如何协调，整体的运筹，以及在建成之后的运维、管理和可持续性等方面的一体化管理；提供面向服务的端到端响应时间管理，改善用户体验。

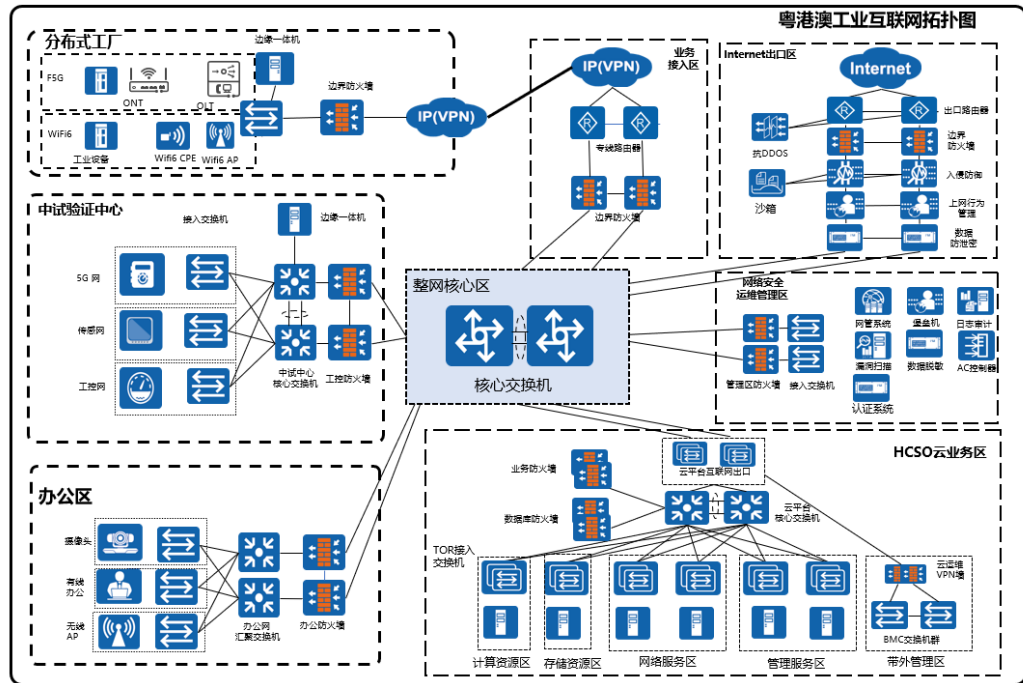
运维管理，提供运维管理功能，支持对多数据中心的统一运维管理，包括告警、性能、监控、日志以及报表等功能。运维可视化是自动化运维的核心部分，通过可视化的操作平台，提供对日常自动化运维作业的统计、管理、模板创建、命令审计等功能，告别枯燥的重复工作，提高工作效率。

整体网络设计

如图所示，整体采用分区域模块化的方式进行建设，网络架构为传统的三层架构：由核心+汇聚+接入的形式构成，再接到底层各个终端设备；整个工业互联网平台可以分

为以下区域：整网核心区、Internet出口区、业务接入区、网络安全运维管理区、华为混合云业务区、办公区、中试验证中心，分布式工厂区。除分布式工厂区通过运营商专线接入外，其他区域均通过整网核心骨干设备进行数据互通；

图 4-2 总体网络架构图

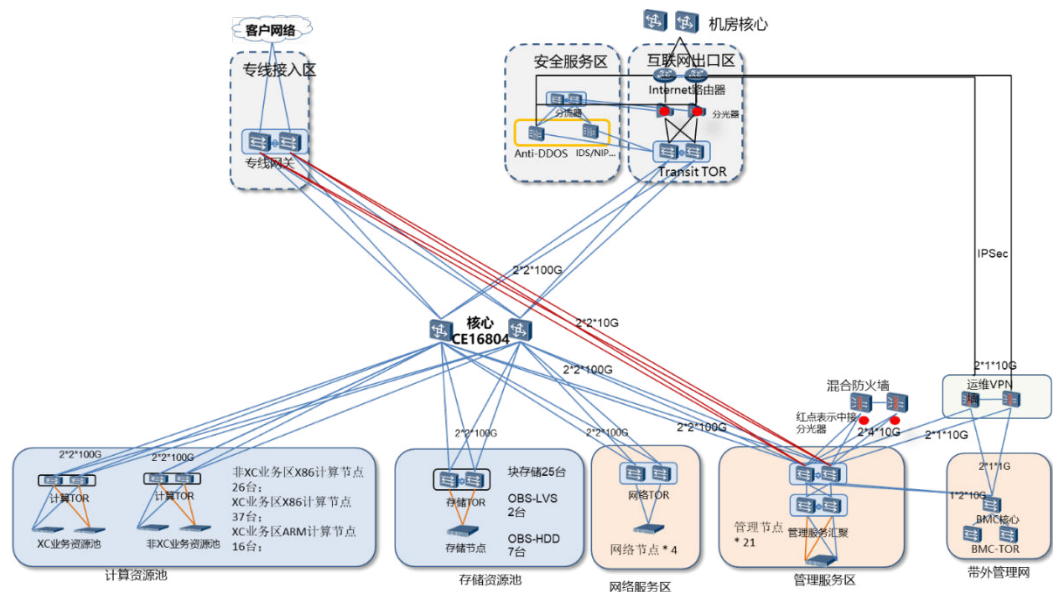


总体云平台物理架构

整体云平台建设方案，资源池按满足业务需求进行逻辑分区分域设计，共包含云管理业务区，对象存储区，大数据资源池，业务区（非XC计算资源池，XC计算资源池，AI平台计算资源池，融合数仓资源池及备份资源池），存储区（含生产存储，高阶服务分布式存储，数据库存储及文件存储）。

整体云平台架构支持灵活横向扩展，并且满足三级等保安全要求。

图 4-3 总体云平台架构图

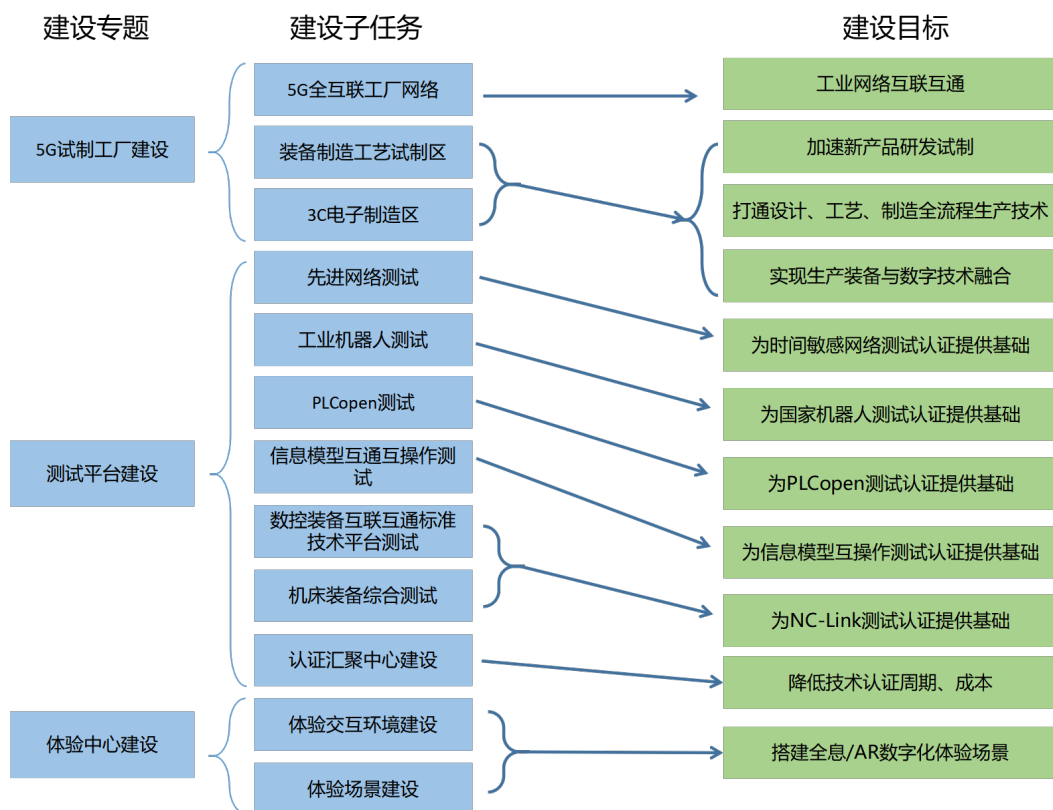


4.2 中试验证中心方案设计

4.2.1 建设目标

中试中心的建设目标如下图所示。

图 4-4 中试中心建设任务目标规划图



中试验证中心主要包括三大专题分别是5G试制工厂、测试平台以及体验中心。

5G 试制工厂建设目标

5G试制工厂建设5G全互联工厂网络、装备制造工艺试制区以及3C电子制造区。

5G全互联工厂网络建设目标是打通工业网络设备间的设备互联互通，解决工业设备采用的通信标准不统一，难以实现工业网络互联互通的需求痛点。工业网络建设办公网、工控网、骨干网络，实现网络的互联互通，实现IT与OT融合。

装备制造工艺试制区与3C电子制造区的建设目标是加速企业产品研发试制、打通设计、工艺、制造全流程生产技术，实现生产装备与数字技术融合。解决企业在产品试制、软件信息接口对接痛点。

测试平台建设目标

测试平台建设覆盖云、网、边、端四层的制造系统测试环境，为企业提供网络测试、机器人测试、PLC测试、软件测试等类型测试服务，针对企业测试需求提供细粒度测试结果分析。

认证汇聚中心建设目标是搭建一套测试认证平台，覆盖中小制造企业，为其提供便捷的测试认证服务，降低企业测试认证周期以及成本，能够更好的服务于制造企业建设升级，帮助企业快速进行咨询认证、认证升级等行为。

体验中心建设目标

体验中心建设多媒体交互体验的软硬件设施，包括：飞屏互动、AR/VR等。支撑企业通过体验进行展品/解决方案展示以及新场景的直观试用，从而实现5G应用的无缝复制。

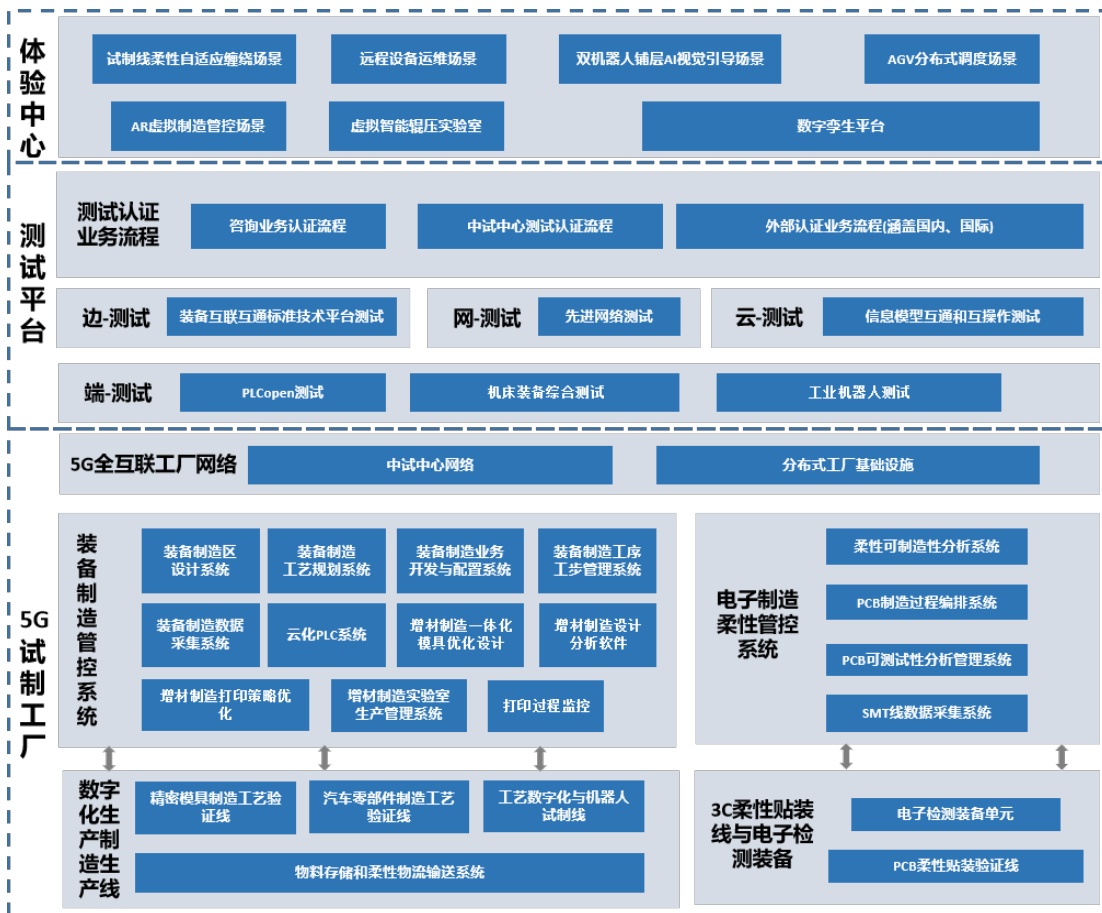
体验中心的建设目标是搭建一套全息/AR数字化体验场景，为参观的中小企业提供全息、AR的数字工厂直观体验，助力中小企业进行智能制造数字化转型。

在展厅建设四折幕全息投影，目标是以震撼，真实的场景体验，使得企业参观人员体验到数字孪生，虚拟工厂。建设AR展示场景体验，使得企业客户直观感受增强现实与实际物理工厂的虚实融合，能够进行远程设备运维以及生产线AR管控。

4.2.2 设计总体架构

中试验证中心的核心由5G试制工厂、测试中心、以及体验中心部分组成。

图 4-5 中试验证中心设计总体架构图



5G 试制工厂架构

5G试制工厂是中试中心核心基础，由5G全互联工厂网络、装备制造管控系统、数字化生产制造生产线、电子制造柔性管控系统、3C柔性贴装与电子检测装备构成。

5G全互联工厂网络建设采用5G工控网络融合方式，支持5G和工控网络统一组网和调度机制，实现工业以太网等有线和5G无线设备互联互通和协同的端到端传输保障；采用UPF网下沉模式部署。即共用大网5GC、基站等网元，运营商在中试中心部署工厂专属UPF和MEC；满足工厂协同研发设计、远程设备操控、设备协同作业、柔性生产制造、现场辅助装配、机器视觉质检、设备故障诊断、厂区智能物流、无人智能巡检、生产现场监测十大典型应用场景。

5G全互联工厂网络包括面向中试验证中心和面向分布式用户的网络两部分。中试中心网络连接装备制造区和3C电子制造区工厂内的设备和系统，实现横向、纵向和端对端的数据互联互通，实现从设计/生产/实施运营到测试的全过程解决方案。面向分布式用户的网络用于给远端工厂用户提供统一的网络接入能力，将工厂用户的工控网与基础设施底座数据中心和中试中心网络打通，实现数据的采集与传输，以及分析应用。

建设数字化生产制造生产线，围绕模具和汽车零部件制造以及机器人成型工艺及机器人应用的场景建设，为中试中心提供提供机加数字化工艺试制服务，具体产线包括精密模具制造工艺验证线、汽车零部件制造工艺验证线、工艺数字化与机器人试制线以及物料存储和柔性物流输送系统。

建设装备制造管控系统，实现对数字化生产线的全方位管控，涉及生产过程的人、机、料、法、环。利用设计系统实现对产品，产线的规划设计。利用工艺规划系统实

现生产的工艺BOM，工时等管理。利用开发与配置系统实现管理系统的快速重构。利用数据采集系统实现数字化生产线的数据采集上云。利用工序工步管理系统，实现生产过程工序，工步协调调度排产管理。引入先进的云化PLC系统，实现先进技术的创新。利用增材制造一体化模具优化设计系统、增材制造设计分析软件，增材制造打印策略优化系统，增材制造实验室生产管理系统以及打印过程监控系统，实现了3D打印增材制造的一体化管理。

建设3C柔性贴装线与电子检测装备，围绕电子PCB表面贴装工艺和电路板及模组等检测场景建设。建设单元包括电子检测装备单元，PCB柔性贴装验证线，提供了3C电子PCB柔性贴装验证场景，3C电子智能检测等行业应用场景。

建设电子制造柔性管控系统，具体系统包括SMT线数据采集系统、PCB可测试性分析管理系统、PCB制造过程编排系统以及柔性可制造分析系统，围绕3C电子制造区各柔性产线与检测专机实现柔性管控建设。

测试平台架构

测试平台基于国际化的自动化测试流程，构建高效、易用的面向工业制造行业的测试综合平台；面向网络化、智能化的制造业务测试需求，建立国内首个覆盖云、网、边、端四层架构的工业互联网测试平台；通过测试用例的导入和简单的设置便可完成针对不同测试场景的自动化测试，并对结果集进行测试分析，保证测试全程可视化、透明化。

在工业互联网体系架构的云、网、边、端四层架构中，建设6组测试工具集合，包括先进网络测试，提供数通测试能力、5G测试能力、压力测试能力、以太网分析能力；工业机器人测试，提供机器人算法测试能力，智能感知测试能力，机器人数字孪生测试能力，机器人性能监测能力；PLCopen测试，提供了PLC基础功能测试能力，PLCopen合规测试能力，PLC自动代码生成测试能力，电气控制标准化测试能力；信息模型互通和互操作测试，提供制造执行系统信息模型测试能力，装备互联互通和互操作测试能力，数据字典与信息模型测试能力以及标识解析测试能力；数控装备互联互通标准测试，提供测试数控装备与5G网络条件下具备互联互通能力；机床装备综合测试测试，提供机床产品质量评定与溯源服务测试能力以及机床运维服务测试能力。

依托测试平台的六大类测试工具，建设认证汇聚中心，建设咨询业务认证、中试中心测试认证业务、外部认证业务流程三方面认证业务流程，面向全球提供权威中立的测试与认证服务，服务中小制造企业。

认证汇聚中心核心业务将包括咨询业务流程、中试中心测试认证业务流程以及外部认证业务流程。

- 咨询业务流程，认证汇聚中心提供测试认证门户平台，客户访问门户平台，输入咨询业务请求申请。平台指派相关行业测试咨询师与客户联系，获取需求。制定认证方案，同时建立行业专家库，提供国内外各制造行业的认证技术咨询。
- 中试中心测试认证业务是建立在服务中心的先进网络测试、工业机器人测试、PLCopen测试、信息模型互通和互操作测试、数控装备互联互通标准测试、机床装备综合测试。利用测试认证门户平台，承接客户测试需求，各个测试方案进行测试承接，出具测试报告。
- 外部认证业务涵盖国内外认证检测业务，为客户提供外部测试认证机构的对口接洽服务。

体验中心架构

以典型的新的产业网络环境为核心，构建先进体验场景，如：自适应缠绕、远程设备运维、分布式AGV分布式作业等，并结合该项目建设特征，构建了多场景经验案例

库。采用四折幕，结合工业生产中的商业产品，为使用者带来全工业、全场景的沉浸式视觉感受。

使用者在屏幕上发出的命令是由触摸一体机完成的，再由飞屏交互投影向全息屏幕传输命令，从而达到与全息屏幕交互作用的目的。利用5 G AR眼镜进行生产线的设备辨识及辅助组装。利用5 G VR眼镜，在车间内进行虚拟漫游，达到了在车间内参观的目的。

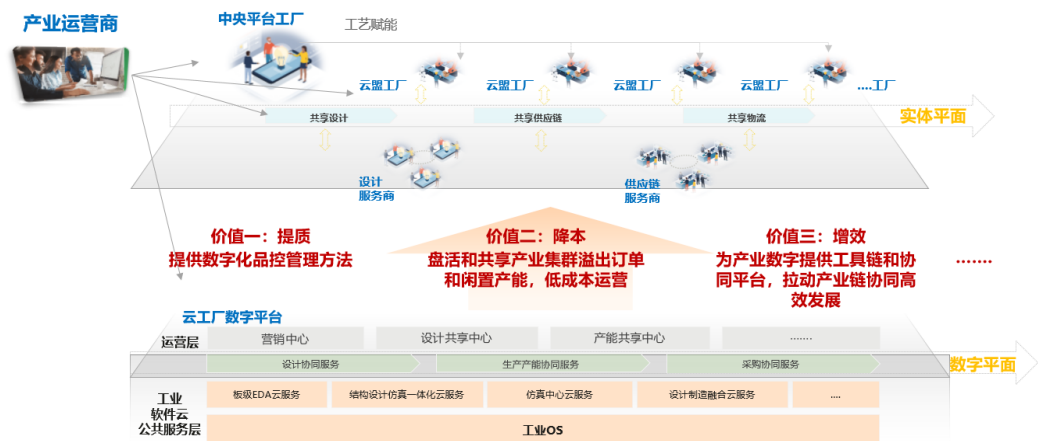
4.3 行业知识中心方案设计

4.3.1 总体功能架构

如何解决产业升级所面临的困境，智慧云工厂范式应运而生。云工厂，是一种新型工业化范式，一种网络化的新制造生产模式。它以自主可控数字平台为载体，以价值服务驱动业务一体化融合为手段，以产业链、产业集群升级为目的，产业明白人牵头，建设面向某类特色产业集群的产业数字公共平台，提供标准定义、产品研发数字化工具链、丰富工业资源库、品控、原材料供应、可信数据交换、产业链协同、人才培养、数字金融等系列数字化价值服务，聚合产业生态，使能细分功能企业接入即实现数字化转型，高效协同，产生剩余价值，进而推动生产方式重组优化，形成新的有竞争力的资源配置和价值创造体系。

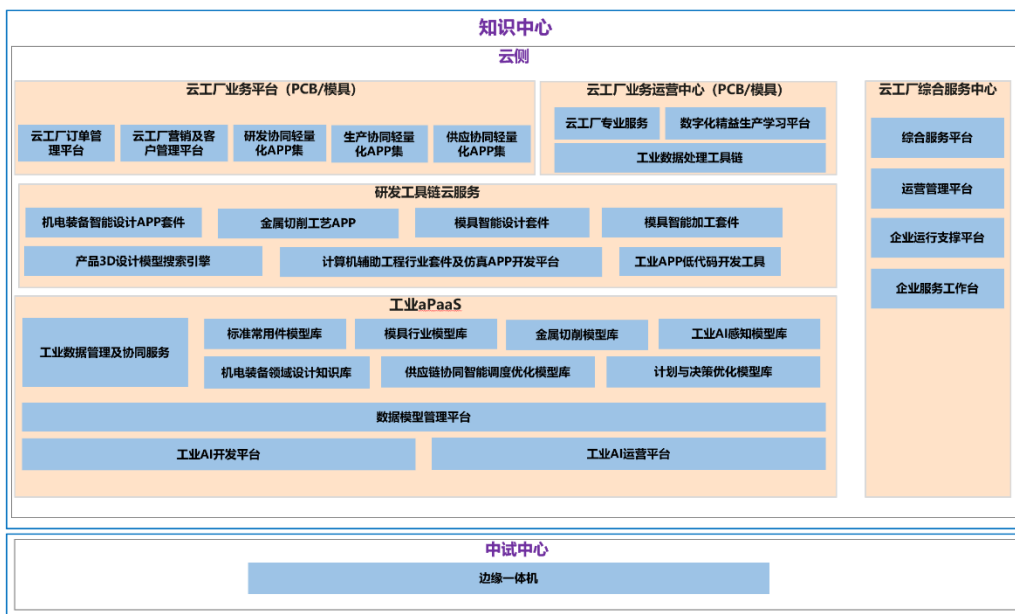
智慧云工厂通过双平面（实体、数字）模式，培育产业新业态，以“数字平面”为载体，驱动构建“实体平面”的新制造模式。

图 4-6 总体功能架构



平台方案架构如下图所示：

图 4-7 平台方案架构



智慧云工厂数字平台可支持实体平面产业转型升级的数字平面，数字平面主要包含以下几方面：

- **工业软件云底座：**过去，企业在业务数字化建设上是“烟囱式”发展，研发设计、生产制造、供应仓储类的工业软件相互割裂，业务数据拉不通，业务口径对不齐，虽然投入不菲的改造费用，但得到的效果不如预期。云工厂的数字平台基于国家对工业软件信创化的战略思路，提供新一代的工业软件云底座，比如系统设计仿真云服务、单板电子设计自动化云服务、结构设计仿真自动化云服务、仿真中心云服务、产品设计与制造融合云服务。这些云服务拥有统一的框架、标准的API接口、规范的数据模型及数据处理范式，融合行业Know-how，为产业数字化转型，提供IT载体。
- **产业链协同数字服务：**过去，产业链上的各类角色企业协同基本靠人拉肩扛，协同效率低且及时性差，沟通成本高，导致整个产业链的生产效率低下。为支撑产业链的高效协同运作，加强产业链韧性，实现产业升级，基于国产化的工业软件云底座，构建了产业链协同数字服务，服务包含了营销、设计协同服务、生产协同服务、采购等产业链交易协同服务，实现产业链企业间的高效数字化协同。营销服务支持数字化营销活动，比如从机会点到订单的数字化管理。设计协同服务，为设计企业提供研发工具链支持，高效的设计产品的同时，支持上下游的交易协同。生产协同主要将订单分发到适合的云盟工厂，并监管确保订单及时交付，以及相应的质量检验。采购协同负责供应商认证，采购执行，比如元器件和零部件的采购、原材料集采等。
- **软硬一体的边缘一体机：**大部分的云盟工厂数字化成熟度较低，在云工厂的模式下，在云盟工厂放置一个软硬一体的边缘一体机，一体机预置一套标准的适用于行业企业数字化转型的解决方案，帮助云盟工厂快速的进行数字工厂改造，并与云工厂数字平台按需交付数据，实现订单制造高效协同。用户也可根据自身需求，从云端购买新的工业软件并部署到边缘一体机，服务中小企业数字化制造全生命周期。

4.3.2 典型业务场景

行业知识中心，旨在通过行业数字化平台和领域知识库的建设，帮助工业领域各行业实现业务的一体化融合和行业知识经验的沉淀与复制。其中“数字化研发设计+数字化

生产制造”作为行业的核心业务场景，对于企业的经营效率起着至关重要的决定性作用，行业知识中心通过数字化和智能化的技术，帮助企业实现设计、制造，乃至供应的全流程一体化，极大降低企业的经营成本和作业成本，为企业降本增效提供强劲支撑。

数字化研发设计

研发设计作为企业业务开展最初始和最关键的一环，研发设计的质量和效率，直接关系到业务最终交付结果的成败。随着数字化应用的持续优化和提升，企业在研发设计领域的数字化应用场景也越来越丰富，更智能、更简洁的工具推广应用，极大的提升企业的运营效率和员工的工作效率。

行业知识中心，通过研发经验和工艺知识的共建共享，以及智能化的设计工具的引入，为企业的设计工作和体验带来了质的飞跃。同时，持续关注增量知识资产的生态构建和工具软件的引入，以价值引流方式，推动生态伙伴持续繁荣模型库知识资产和工具软件的成熟稳定。

● 行业模型库资源汇聚

联合生态伙伴和行业龙头，建立海量的行业知识库，包括通用标准件模型库以及行业专用库（如：标准件模型库、常用件模型库、机电装备行业模型库、模具行业模型库、金属切削模型库等）。另外，以海量的模型库资源为基础，联合行业协会共同建设行业的标准，提升产品质量，减少资源浪费。

● 行业知识经验共享

通过行业知识库平台，行业知识以数字化的形式沉淀，可以实现行业的成功经验规模复制和推广。行业经验的共享，一方面可以大大降低企业的试错成本；另一方面，可以进一步推动行业标准化，优化行业的资源配置。此外，共享模式也能够吸引更多的知识供应商、行业从业人员加入行业知识中心，实现行业知识库的增量发展。同时，高附加值的行业经验也可以采取收费方式，实现知识变现。

● 智能化工具软件应用普及

行业知识资源，最终会通过智能化的工具和平台，在作业人员的工作界面呈现。作业人员的工作产出，也将通过工具和平台完成数据的采集和传递，智能化工具作为沉淀知识的表达形式，帮助研发设计人员提供工作效率，也必将使得工具软件得以大范围推广和普及。

以模具行业研发设计协同为例：

1. 模具行业运营商通过运营活动，引入个人设计师、设计师机构和公司加入数字平台；
2. 模具行业运营商吸纳模具企业的需求在平台发布，并对需求进行全生命周期的管理；
3. 行业运营商通过设计协同中心服务，为模具企业匹配合适的设计师，并在平台上完成设计订单的创建，将设计订单分配给设计师；
4. 设计师通过智能设计工具软件，针对用户需求，对产品进行设计。在设计过程中，可根据需要，在行业资源库平台，获取历史设计图档和资料，完成设计订单的交付；
5. 通过数字平台的数字化能力，对订单进行进度和质量管控，确保产品质量和交期；
6. 模具企业确认收货和验证，完成订单。
7. 订单完成之后，平台自动完成订单的确认，促成订单余额的支付。

数字化生产制造

行业知识中心，将建立从设计、生产制造、到供应链的一站式服务模式，发展网络化的新制造“云工厂”模式，通过云工厂，实现从研发、设计、制造、采购到物流等领域的资源汇聚，建设新型的工业数字化共享服务平台，同时通过数字化技术赋能行业的中小企业，完成产业链上下游、产业集群的业务一体化融合，实现产业生态汇聚，提升产业链竞争力和服务，为客户提供优质的产品。

在制造企业，存在一个比较普遍的现象，订单和产能存在波峰波谷的现象。在行业知识中心，通过中央平台工厂共享大型生产制造和检测设备，提升产线设备的使用率，最大化的提升产能，避免机器和物料闲置。同时通过中央工厂的数字化经验和能力的外溢，帮助中小企业完成数字化转型升级，提升中小企业的生产竞争力，具备和龙头企业类似的生产质量和效率，在波峰期，龙头企业的订单也可以外溢给中小企业，大大提升资源配置效率。

数据技术创新应用

数据是数字经济时代的关键生产要素，已快速融入设计、生产、供应链、物流等企业业务流程的各个环节，深刻改变着企业生产方式和组织模式。随着数据采集、存储、计算等软硬件短板加速补齐，分布式数据库、数据湖等新兴技术产品优势逐渐形成，海量数据存储管理效率和数据分析效率大大提升，数据处理成本不断降低，数据技术在企业的生产过程中也开始发挥越来越重要的作用。

通过数字技术的创新应用，将企业分散在各领域、各环节的数据完全打通，形成完整的信息汇聚，实现对企业运营的全面把控和决策。当前企业对于数字技术的应用诉求也越来越丰富，迫切希望构建完善的数字化体系，提升企业的生产经营效率。

此次项目，主要的数字技术创新应用场景包括：

- 通过数据可信空间实现数据确权与交换试点，围绕典型智能制造模式，从客户需求到销售、订单、计划、研发、设计、工艺、制造、采购、供应、库存、发货和交付、售后服务、运维、报废或回收再制造等整个产品全生命周期各个环节所产生的各类数据。为支撑跨企业间数据有效流动，通过聚合多个企业的数据实现知识的生产，构筑可信数据交换。针对“云工厂”模式中的云盟工厂、平台运营方、行业运营公司等各个角色，对各自所拥有、支配、处置的具体数据盘点、流通交换进行可行性分析与验证。同时，基于华为在数字技术方面的能力和经验沉淀，通过数据模型驱动引擎，建立元数据模型，帮助中小企业构筑全生命周期的数据资产管理能力，实现企业数据同源、一致，以及基于数据分析结果进行企业的流程优化和经营改善。
- 通过EI引擎，围绕人工智能，借助大数据分析、工业AI模型、算法模型和平台，构建行业知识库，赋能工业企业实现智能管理。引入工业AI开发和运营平台，通过海量的模型训练，提升算法模型的准确性和标准度，帮助企业提升生产经营效率，提供智慧化的辅助决策。

数字化供应协同

数字化供应协同是制造业典型应用场景之一，通过数字化供应协同可以帮助制造企业提高效率、降低成本、改善质量，以及实现更加透明和协同的供应链管理。在制造企业中，供应协同的场景主要有以下几方面：

- **生产计划与物料需求计划**

通过数字化供应协同，制造企业可以实现与供应商、分销商和物流公司的实时协作，以更高效地进行生产计划和物料需求计划。在生产计划方面，企业可以更好地掌握各环节生产进度，并实时根据市场变化进行调整。在物料需求计划方面，

企业可以更好地管理物料采购，根据实际需求采取及时的补充策略，灵活应对市场变化。

- **库存管理**
通过数字化供应协同，制造企业可以实时掌握库存情况，并与供应商协作实现快速补货和库存管理。制造企业可以实现更准确的库存预测和规划，减少过度下单和库存浪费的情况。
- **物流管理**
通过数字化供应协同，可以让制造企业和物流公司实时协作，共同制定物流计划，并实现更高效的调度和管理。这可以帮助企业更好地控制物流成本，提高交付速度，减少生产延迟和漏发。
- **多工厂协同**
通过数字化供应协同，可以让制造企业的生产计划、物流、库存等进行多工厂间的协同，可以让各工厂之间根据实际情况进行资源规划和安排，提高生产效率和资源利用率，减少库存成本。

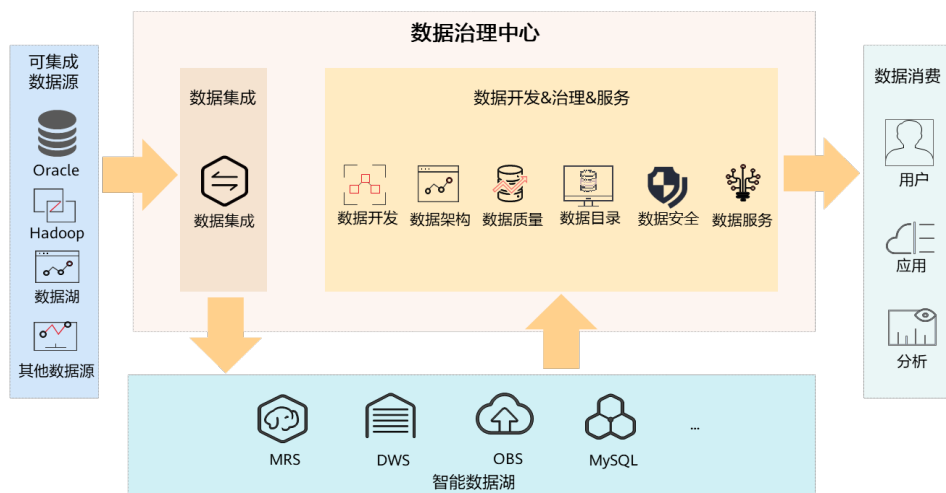
4.3.3 工业数据处理基础工具链专题设计

4.3.3.1 数据湖治理平台设计

数据治理中心DataArts Studio是面向解决企业数字化运营诉求，提供的具有数据全生命周期管理的智能数据治理平台，包含数据集成、数据开发、数据架构、数据质量监控、数据资产管理、数据服务、数据安全等功能。

产品架构如下图所示。

图 4-8 产品架构



如图所示，DataArts Studio基于数据湖底座，提供数据集成、开发、治理等能力。DataArts Studio支持对接数据湖与数据库云服务作为数据湖底座，例如MRS Hive、数据仓库服务DWS等，也支持对接企业传统数据仓库，例如Oracle、MySQL等。

DataArts Studio包含如下功能组件：

- **管理中心**
提供DataArts Studio数据连接管理的能力，将DataArts Studio与数据湖底座进行对接，用于数据开发与数据治理等活动。

- **数据集成**
数据集成提供20+简单易用的迁移能力和多种数据源到数据湖的集成能力，全向导式配置和管理，支持单表、整库、增量、周期性数据集成。
- **数据架构**
作为数据治理的一个核心模块，承担数据治理过程中的数据加工并业务化的功能，提供智能数据规划、自定义主题数据模型、统一数据标准、可视化数据建模、标注数据标签等功能，有利于改善数据质量，有效支撑经营决策。
- **数据开发**
大数据开发环境，降低用户使用大数据的门槛，帮助用户快速构建大数据处理中心。支持数据建模、数据集成、脚本开发、工作流编排等操作，轻松完成整个数据的处理分析流程。
- **数据质量**
数据全生命周期管控，数据处理全流程质量监控，异常事件实时通知。
- **数据目录**
提供企业级的元数据管理，厘清信息资产。通过数据地图，实现数据血缘和数据全景可视，提供数据智能搜索和运营监控。
- **数据服务**
数据服务定位于标准化的数据服务平台，提供一站式数据服务开发、测试部署能力，实现数据服务敏捷响应，降低数据获取难度，提升数据消费体验和效率，最终实现数据资产的变现。
- **数据安全**
数据安全为数据治理中心提供数据生命周期内统一的数据使用保护能力。通过敏感数据识别、分级分类、隐私保护、资源权限控制、数据加密传输、加密存储、数据风险识别等措施，帮助用户建立安全预警机制，增强整体安全防护能力，让数据可用不可得和安全合规。

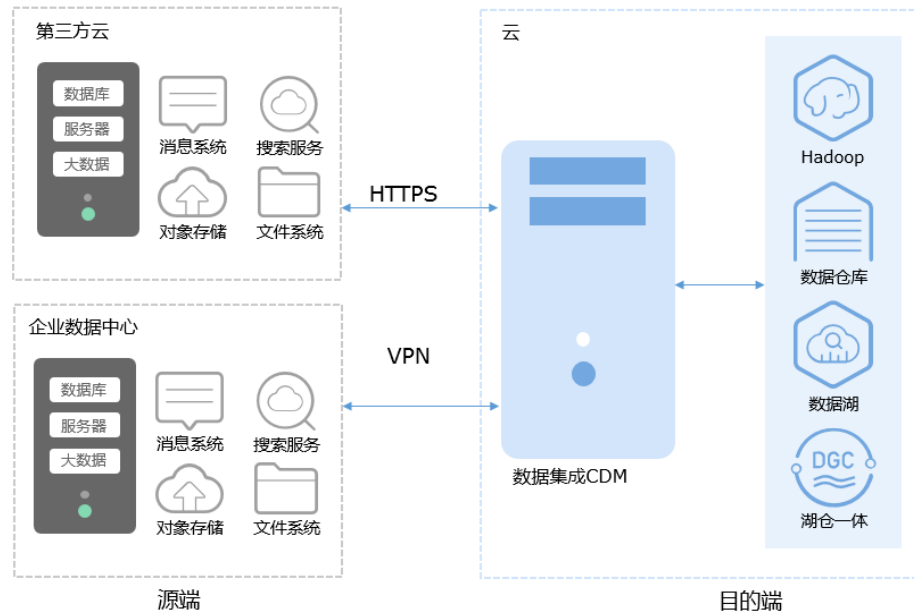
数据湖治理平台建设完成后，可以实现以下功能：

1. 数据集成：多种方式异构数据源高效接入

数据集成提供30+同构/异构数据源之间数据集成的功能，帮助您实现数据自由流动。支持自建和云上的文件系统，关系数据库，数据仓库，NoSQL，大数据云服务，对象存储等数据源。

数据集成基于分布式计算框架，利用并行化处理技术，支持用户稳定高效地对海量数据进行移动，实现不停服数据迁移，快速构建所需的数据架构。

图 4-9 数据集成



数据集成提供全向导式任务管理界面，帮助用户在几分钟内完成数据迁移任务的创建，轻松应对复杂迁移场景。数据集成支持的功能主要有：

– **表/文件/整库迁移**

支持批量迁移表或者文件，还支持同构/异构数据库之间整库迁移，一个作业即可迁移几百张表。

– **增量数据迁移**

支持文件增量迁移、关系型数据库增量迁移、HBase增量迁移，以及使用Where条件配合时间变量函数实现增量数据迁移。

– **事务模式迁移**

支持当迁移作业执行失败时，将数据回滚到作业开始之前的状态，自动清理目的表中的数据。

– **字段转换**

支持去隐私、字符串操作、日期操作等常用字段的数据转换功能。

– **文件加密**

在迁移文件到文件系统时，数据集成支持对写入云端的文件进行加密。

– **MD5校验一致性**

支持使用MD5校验，检查端到端文件的一致性，并输出校验结果。

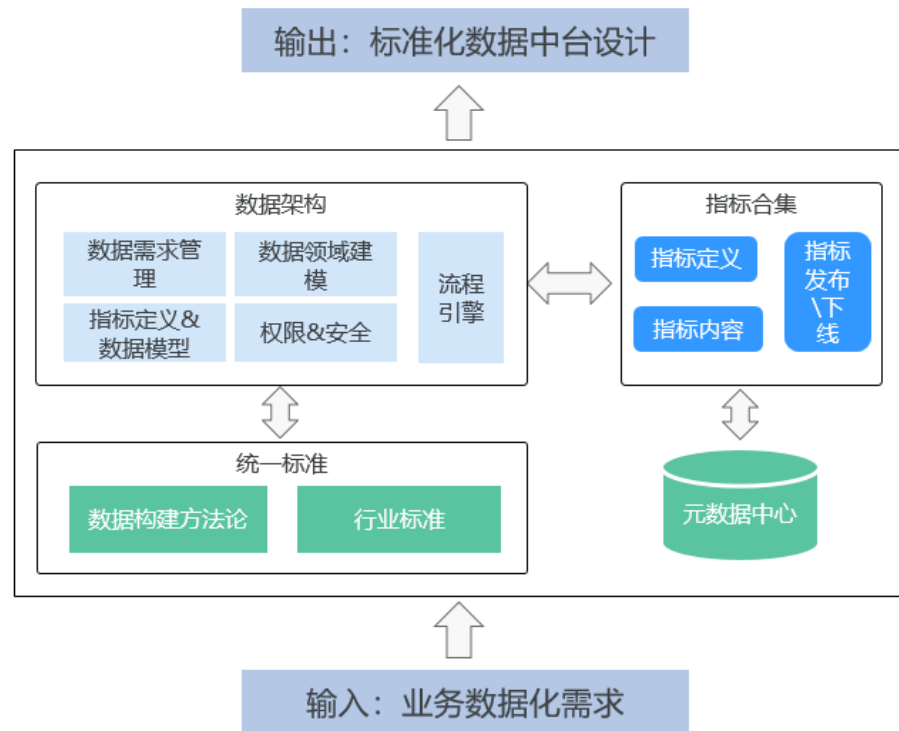
– **脏数据归档**

支持将迁移过程中处理失败的、被清洗过滤掉的、不符合字段转换或者不符合清洗规则的数据自动归档到脏数据日志中，方便用户分析异常数据。并支持设置脏数据比例阈值，来决定任务是否成功。

2. **数据架构：数据建模可视化、自动化、智能化**

DataArts Studio数据架构践行数据治理方法论，将数据治理行为可视化，打通数据基础层到汇总层、集市层的数据处理链路，落地数据标准和数据资产，通过关系建模、维度建模实现数据标准化，通过统一指标平台建设，实现规范化指标体系，消除歧义、统一口径、统一计算逻辑，对外提供主题式数据查询与挖掘服务。

图 4-10 数据架构



DataArts Studio数据架构主要包括以下三个部分：

- **主题设计**

构建统一的数据分类体系，用于目录化管理所有业务数据，便于数据的归类，查找，评价，使用。通过分层架构对数据分类和定义，可帮助用户厘清数据资产，明确业务领域和业务对象的关联关系。

- **数据标准**

构建统一的数据标准体系，数据标准流程化、系统化。用户可基于国家标准或行业标准，对每一行数据、每一个字段的具体取值进行标准化，从而提升数据质量和易用性。

- **数据建模**

构建统一的数据模型体系，通过规范定义和数据建模，自顶向下构建企业数据分层体系，沉淀企业数据公共层和主题库，便于数据的流通、共享、创造、创新，提升数据使用效率，极大的减少数据冗余，混乱，隔离，不一致以及谬误等。

DataArts Studio数据架构支持的数据建模方法有：

- **关系建模**

关系建模是用实体关系（Entity Relationship，ER）模型描述企业业务，它在范式理论上符合3NF，出发点是整合数据，将各个系统中的数据以整个企业角度按主题进行相似性组合和合并，并进行一致性处理，为数据分析决策服务，但是并不能直接用于分析决策。

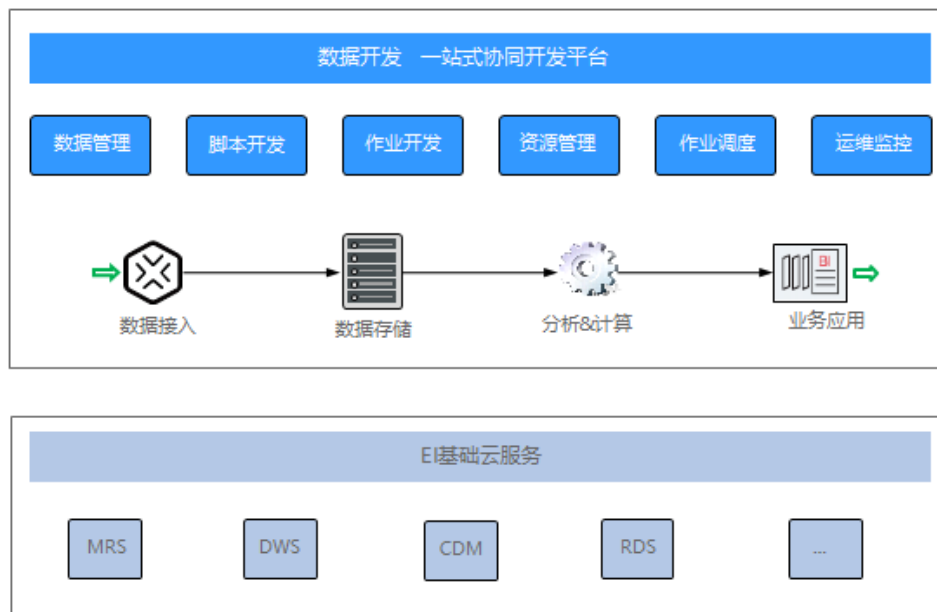
- **维度建模**

维度建模是以维度建模理论为基础，构建总线矩阵、抽象出事实和维度，构建维度模型和事实模型，同时对报表需求进行抽象整理出相关指标体系，构建出汇总模型。

3. 数据开发：一站式协同开发平台

DataArts Studio数据开发是一个一站式敏捷大数据开发平台，提供可视化的图形开发界面、丰富的数据开发类型（脚本开发和作业开发）、全托管的作业调度和运维监控能力，内置行业数据处理pipeline，一键式开发，全流程可视化，支持多人在线协同开发，支持管理多种大数据云服务，极大地降低了用户使用大数据的门槛，帮助用户快速构建大数据处理中心。

图 4-11 数据开发



数据开发支持数据管理、脚本开发、作业开发、资源管理、作业调度、运维监控等操作，帮助用户轻松完成整个数据的处理分析流程。

- **数据管理**
支持管理DWS、DLI、MRS Hive等多种数据仓库。
支持可视化和DDL方式管理数据库表。
- **脚本开发**
提供在线脚本编辑器，支持多人协作进行SQL、Shell、Python脚本在线代码开发和调测。
支持使用变量。
- **作业开发**
提供图形化设计器，支持拖拽式工作流开发，快速构建数据处理业务流水线。
预设数据集成、SQL、Shell等多种任务类型，通过任务间依赖完成复杂数据分析处理。
支持导入和导出作业。
- **资源管理**
支持统一管理在脚本开发和作业开发使用到的file、jar、archive类型的资源。
- **作业调度**
支持单次调度、周期调度和事件驱动调度，周期调度支持分钟、小时、天、周、月多种调度周期。

作业调度支持多种云服务的多种类型的任务混合编排，高性能的调度引擎已经经过几百个应用的检验。

- **运维监控**

支持对作业进行运行、暂停、恢复、终止等多种操作。

支持查看作业和其内各任务节点的运行详情。

支持配置多种方式报警，作业和任务发生错误时可及时通知相关人，保证业务正常运行。

4. **数据质量：可控可检验**

数据质量模块支持对业务指标和数据质量进行监控，数据质量可检验，帮助用户及时发现数据质量问题。

- **业务指标监控**

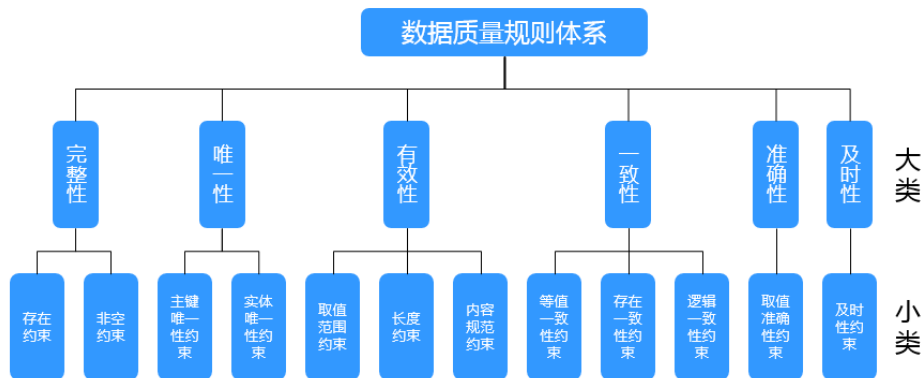
业务指标监控是对业务指标数据进行质量管理的有效工具，可以灵活的创建业务指标、业务规则和业务场景，实时、周期性进行调度，满足业务的数据质量监控需求。

- **数据质量监控**

数据质量监控是对数据库里的数据质量进行质量管理的工具，您可以配置数据质量检查规则，在线监控数据准确性。

数据质量可以从完整性、有效性、及时性、一致性、准确性、唯一性六个维度进行单列、跨列、跨行和跨表的分析，也支持数据的标准化，能够根据数据标准自动生成标准化的质量规则，支持周期性的监控。

图 4-12 数据质量



5. **数据资产管理：360度全链路数据资产可视化**

DataArts Studio提供企业级的元数据管理，厘清信息资产。数据资产管理可视，支持钻取、溯源等。通过数据地图，实现数据资产的数据血缘和数据全景可视，提供数据智能搜索和运营监控。

- **元数据管理**

元数据管理模块是数据湖治理的基石，支持创建自定义策略的采集任务，可采集数据源中的技术元数据。支持自定义业务元模型，批量导入业务元数据，关联业务和技术元数据、全链路的血缘管理和应用。

- **数据地图**

数据地图围绕数据搜索，服务于数据分析、数据开发、数据挖掘、数据运营等数据表的使用者和拥有者，提供方便快捷的数据搜索服务，拥有功能强大的血缘信息及影响分析。

在数据地图中，可通过关键词搜索数据资产，支持模糊搜索，快速检索，定位数据。

使用数据地图根据表名直接查看表详情，快速查阅明细信息，掌握使用规则。获得数据详细信息后，可添加额外描述。

通过数据地图的血缘分析可以查看每个数据表的来源、去向，并查看每个表及字段的加工逻辑。

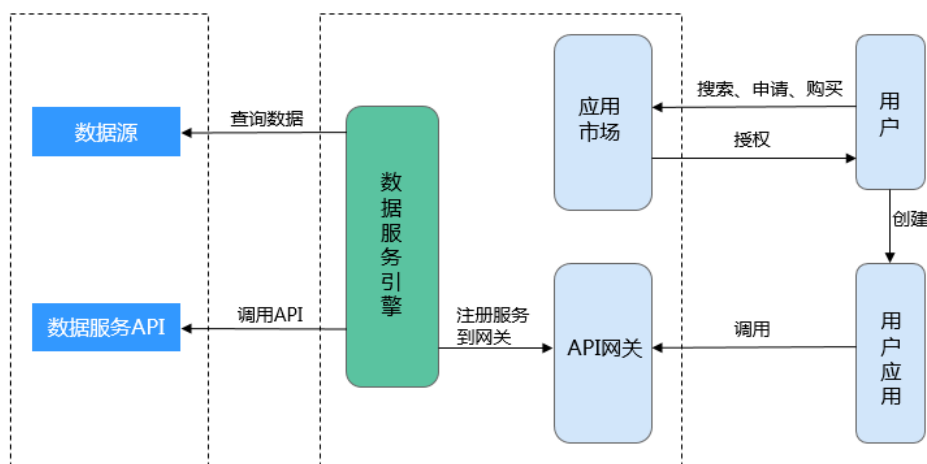
对数据资产，可以从业务角度定义分类或标签。

6. 数据服务：提升访问查询检索效率

DataArts Studio数据服务旨在为企业搭建统一的数据服务总线，帮助企业统一管理对内对外的API服务，支撑业务主题/画像/指标的访问、查询和检索，提升数据消费体验和效率，最终实现数据资产的变现。数据服务为您提供快速将数据表生成数据API的能力，同时支持您将现有的API快速注册到数据服务平台以统一管理和发布。

数据服务采用Serverless架构，您只需关注API本身的查询逻辑，无需关心运行环境等基础设施，数据服务会为您准备好计算资源，并支持弹性扩展，零运维成本。

图 4-13 数据服务



7. 数据安全：全方位安全保障

- 网络安全

基于网络隔离、安全组规则以及一系列安全加固项，实现租户隔离和访问权限控制，保护系统和用户的隐私及数据安全。

- 用户权限策略

基于角色的访问控制，用户通过角色与权限进行关联，并支持细粒度权限策略，可满足不同的授权需求。针对不同的用户，DataArts Studio提供了管理者、开发者、运维者、访问者四种不同的角色，各个角色拥有不同的权限。

- 数据安全

针对数据架构、数据服务等关键流程，DataArts Studio提供了审核流程。

数据的分级分类管理，数据的全生命周期管理，保证数据的隐私合规、可回溯。

4.3.3.2 工业数据资产库设计

4.3.3.2.1 数据治理知识库设计

依托华为自身数据治理实践，以及对外在装备、汽车、电子、交通、制造等行业咨询实践经验，华为已完成汇总沉淀通用数据治理知识集；

在本项目中，基于中小企业客户的特点，定制化提供相关基础知识，同时以多样的呈现样式提供给知识中心，以支撑中小企业自我数据管理能力的升级。

4.3.3.2.2 IDS 工业数据确权与交换试点

调研对象

面向模具行业，调研行业内三家工厂、两家客户。工厂侧，重点调研生产设备运行状态数据、生产工艺数据、生产质量数据、订单生产计划数据、原材料库存数据等方面的数据产生、采集、存储、业务使用情况。客户侧，重点调研基于工厂侧相关数据、以及结合自身业务数据的业务使用场景。工厂与客户之间，重点调研当前数据流通交换的实际方式和手段、以及可进一步发挥数据生产要素流通价值的实际场景

调研目标

面向模具这一垂直细分领域，调研分析数据提供方、数据使用方之间的数据生产要素流通真实情况，详细分析采用可信工业数据空间进行数据生产要素流通将会产生的核心价值，为项目试点提供真实的数据流通场景需求，为可信工业数据空间运营知识库的构建提供真实输入，输出详细的需求调研分析报告

与此同时，输出一套用于对垂直细分领域业务上下游之间数据流通需求调研分析工作的调研问卷、一套需求调研分析报告的模板，用于支撑后续持续的需求调研、需求收集工作

调研内容

- **数据提供方侧的调研内容**

工厂作为数据提供方，重点调研以下内容：

生产设备（OT）数据产生方式、产生频次、上报或采集接口方式、接口协议、报文格式、数据字段的业务含义

生产系统（IT）数据库技术体系、数据表结构、字段类型及业务含义、数据读写频次、数据量大小以及变化情况

邮件、表单录入、微信收集等手工方式记录的数据情况

OT/IT/手工方式的各种数据，在实际订单、生产流程中的使用情况，对业务流程的支撑情况

OT/IT/手工方式的各种数据，真实数据质量情况

数据提供方对订单/生产等方面数据的归属情况，哪些数据归属于数据提供方自身，哪些数据归属于客户

OT/IT/手工方式的各种数据，提供给客户使用后，对其业务及生产所带来的正向帮助

数据提供方对订单/生产等方面数据的管理情况，数据安全保护措施及落实的实际情况

数据提供方当前以哪些方式向客户提供数据，当前方式在安全、合规等维度存在的
的关键问题

- **数据使用方侧的调研内容**

工厂的客户作为数据使用方，重点调研以下内容：

数据使用方当前以哪些方式从工厂获得数据

对于从工厂获得的订单/生产等方面的数据，如何存储，数据库技术体系、数据表结构、字段类型及业务含义、数据读写频次、数据量大小以及变化情况

数据使用方从工厂获得数据的当前方式，在安全、合规等维度存在的关键问题

数据使用方对于从工厂获得的订单/生产等方面的数据，管理情况如何，数据安全保护措施及落实的实际情况

对于从工厂获得的订单/生产等方面的数据，哪些归属于数据使用方自身，哪些归属于数据提供方

对于归属于数据提供方的数据，提供方有哪些数据使用上的约束和限制

对于从工厂获得的订单/生产等方面的数据，会如何使用，使用后对其自身业务/生产所带来的正向帮助

对于从工厂获得的订单/生产等方面的数据，是否会与数据使用方本方哪些数据进行融合使用，对应的业务场景、业务价值

对于数据使用方本方相关数据，如何存储，数据库技术体系、数据表结构、字段类型及业务含义、数据读写频次、数据量大小以及变化情况

- **数据运营方侧的调研内容**

工业互联网平台的运营方，承担相关管理职能、同时也承担可信工业数据空间的运营以及监管职能，重点调研以下内容：

以哪些管理方式，合规地获得数据提供方的数据

以哪些政府帮扶、补贴方式，促进数据提供方提供数据

以哪些管理方式，监管数据使用方对数据的使用

以哪些政府帮扶、补贴方式，促进数据使用方使用数据

数据流通试点验证

基于模具这一垂直细分领域的数据流通需求调研分析工作输出，针对不同试点场景，分别组织数据提供方（工厂）、数据使用方（工厂的客户）、数据运营方，就试点场景所涉及到的提供方数据源、数据接入可信工业数据空间的方式、数据跨域使用控制策略、数据跨域联合计算场景、跨域联合计算结果使用场景、原始数据或者联合计算结果数据定期销毁策略等方面进行交叉论证，必要时推动政府相关部门给予行政、补贴方面的政策支持，确定试点场景、总体方案、相关方的配合协作。

试点方案设计

根据试点方案中数据流通场景需求，基于领域数据空间流通平台，详细设计试点项目的实施方案，包含以下主要方案内容：

数据提供方、数据运营方、数据使用方之间的可信工业数据空间的级联方式组网方案

领域数据空间流通平台-DPE（Data Provider Engine）在数据提供方侧或者数据运营方侧的部署方案

数据提供方侧DPE接入及缓存空间的规划方案

DPE与数据提供方数据源之间的数据资源接入方式，数据开放资源的数据schema

DPE与数据提供方数据源之间的网络规划

领域数据空间流通平台-DCE（Data Consumer Engine）引擎在数据运营方侧的部署方案

数据运营方第一级DCE上与数据提供方DPE（第一级）之间的开放资源授权方案、跨域策略协商方案

数据运营方第一级DCE与自身第二级DPE之间的数据计算结果对接方案

领域数据空间流通平台-DCE引擎（第二级）在数据使用方侧或者数据运营方侧的部署方案

数据使用方DCE（第二级）与数据运营方DPE（第二级）之间的开放资源授权方案、跨域策略协商方案

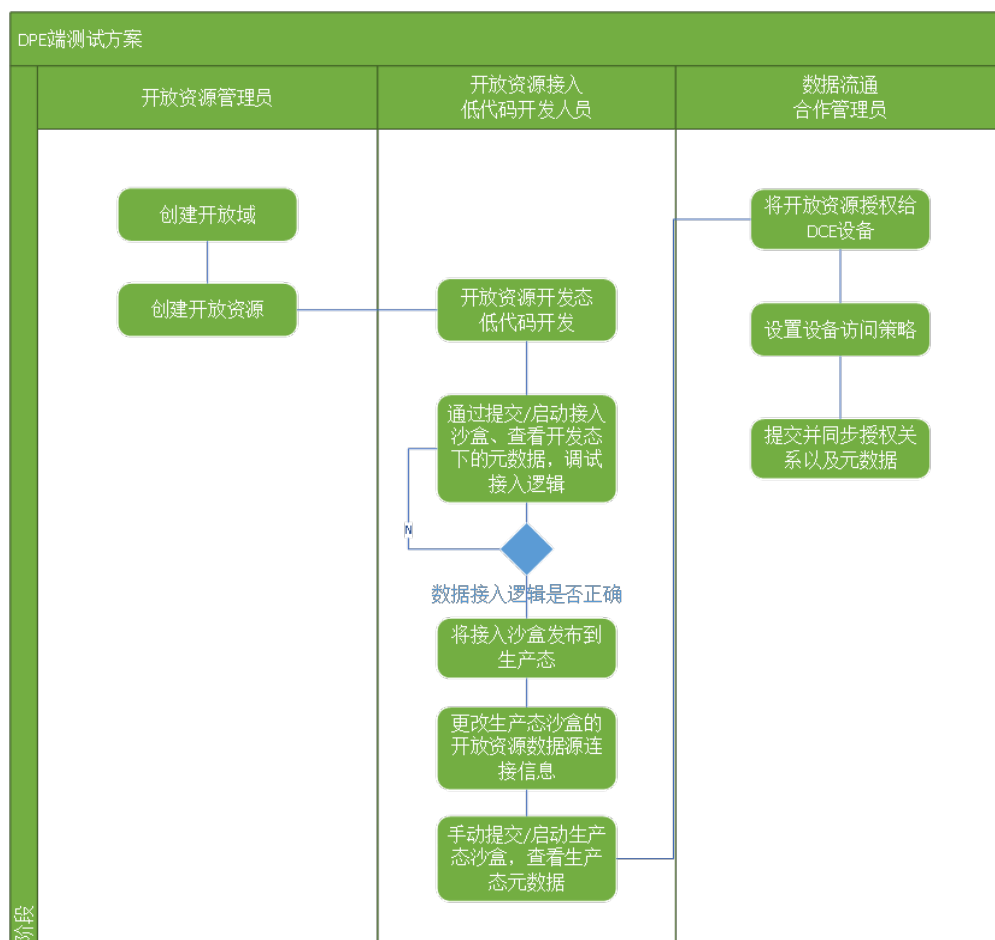
数据使用方DCE（第二级）中跨域联合计算沙盒与使用方上层应用之间的数据对接方案

试点项目数据流通集成实施工作

- **DPE端数据流通集成实施工作**

针对试点项目数据流通场景需求，在DPE侧需要完成开放资源接入管理、低代码开发、把开放资源授权给DCE设备的相关操作，如下图的实施工作流程：

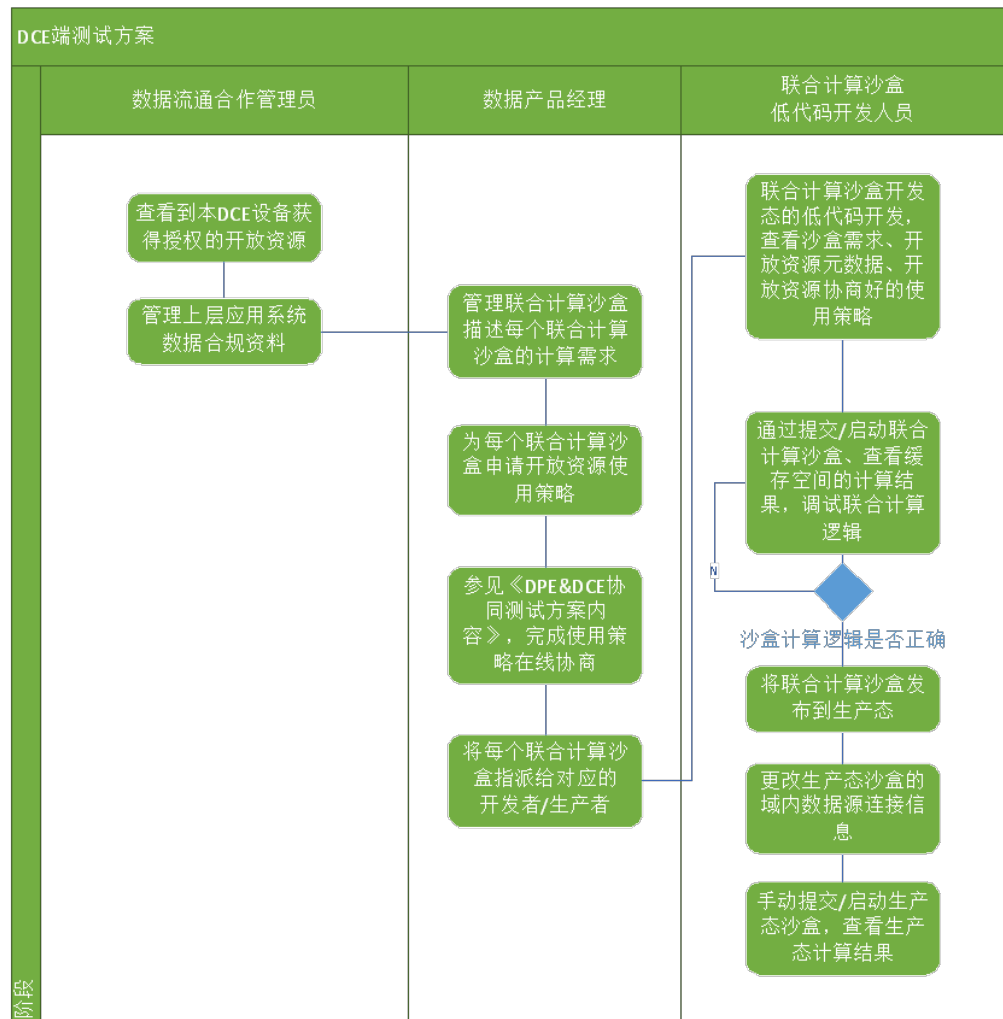
图 4-14 DPE 端测试方案



- **DCE端数据流通实施工作**

DCE端需要基于获得授权的开放资源，基于使用方的数据应用需求，通过联合计算沙盒来完成域内外数据的联合计算，联合计算的低代码SQL在提交/运行时会自动接受所协商好使用策略的实时在线控制，如下图的实施工作流程：

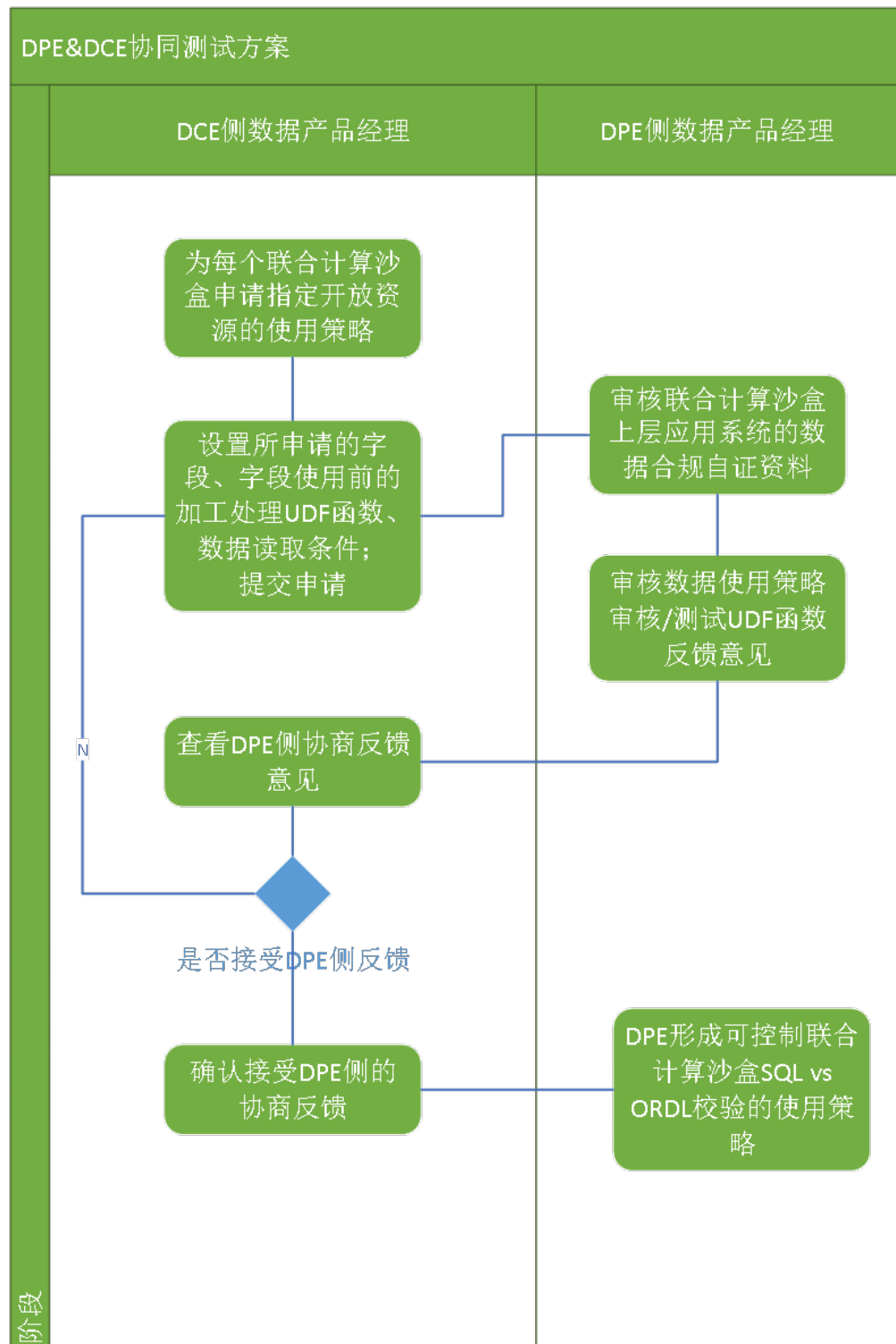
图 4-15 DCE 端测试方案



● DPE&DCE协同实施工作

DPE&DCE之间的协同流程，主要是在线协商联合计算沙盒对开放资源的使用策略，使用策略可以设置到字段级别、每个字段在使用前的加工处理UDF函数、数据读取的条件、计算结果落地缓存的定期销毁等策略，从而实现在数据提供方主权控制下允许数据消费方在特定的场景、特定的条件下可控的使用数据，如下图的实施工作流程：

图 4-16 PE&DCE 协同测试方案



4.3.3.2.3 模具行业数据模型与标准

依据华为云对模具行业的合作理解，模具行业企业关键数据要素资产框架，以用于各模具行业内对于订单、生产等数据的理解对齐，在运营方沉淀数据管理能力的同时，支撑云工厂运营方多多加盟工厂的统一管理，未来可支持以通用数据为基础的行业内

通用应用的可复制，以及行业内跨企业之间数据资源的流通。基于试点调研企业业务流程分析及通用抽象，主要完成如下项任务：

- 依据华为数据架构方法论，通过业务分析，设计生产工艺领域主题域分组/主题域/业务对象/逻辑实体/属性等5层数据资产目录；
- 完成生产工艺领域核心数据概念模型、逻辑实体及逻辑模型设计；
- 完成核心数据数据标准设计，包含业务标准、技术标准等
- 基于所设计资产目录及模型，完成华为DGC平台元数据注册与使用验证。

4.3.3.2.4 3C 电子行业(PCBA)数据模型与标准

依据华为云对3C电子（PCBA）行业的合作理解，PCBA行业企业关键数据要素资产框架，以用于行业内对于订单、生产等数据的理解对齐，在运营方沉淀数据管理能力的同时，支撑云工厂运营方多多加盟工厂的统一管理，未来可支持以通用数据为基础的行业内通用应用的可复制，以及行业内跨企业之间数据资源的流通。基于试点调研企业业务流程分析及通用抽象，主要完成如下项任务：

- 依据华为数据架构方法论，通过业务分析，设计生产工艺领域主题域分组/主题域/业务对象/逻辑实体/属性等5层数据资产目录；
- 完成生产工艺领域核心数据概念模型、逻辑实体及逻辑模型设计；
- 完成核心数据数据标准设计，包含业务标准、技术标准等
- 基于所设计资产目录及模型，完成华为DGC平台元数据注册与使用验证。

4.3.3.2.5 供应链数据治理及入湖开发

基于现有云工厂、试制中心运营方案，初步识别供应链下数据需，评估入湖数据需求。

按照结构化批量数据、实时（含流式）数据、IOT数据和非结构化数据分别设计数据链路方案，包括：

数据采集方案：根据数据库、文件服务器等特点确定存量和增量采集方式，评估数据采集周期，设计入湖后的数据处理方式；

数据存储方案：制定数据在不同数据层级和组件的存储策略；

数据分发方案：按数据存储策略，将数据写入数据湖的不同组件

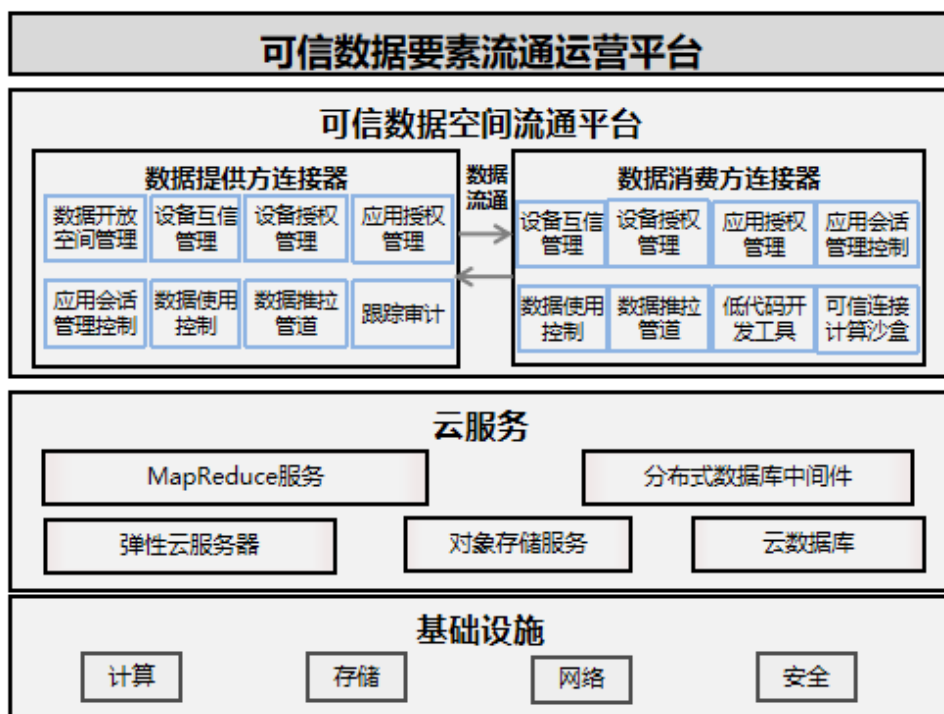
4.3.3.2.6 IDS 可信数据空间

数据提供方、数据消费方往往分布在不同的网络，采用不同数据存储方式，且数据质量参差不齐。各方达成供需对接协议后，需要通过轻量化、跨网络、私有化部署的数据交换流通技术，实现各方灵活配置需要交换共享的数据资源，各方轻量化数据加工处理，及可信、可控、可追溯的跨网络交换流通。

总体架构

领域数据空间流通平台需要为数据提供方、消费方部署连接器及跨域安全计算沙盒，实现各参与方之间数据可信、可控的交换流通。同时往上对接可信数据要素流通运营平台，完成去中心化模式下运营平台数据商品对应数据的交换流通，平台总体架构如下图所示：

图 4-17 总体架构



产品特性

领域数据空间流通平台采用去中心化架构、私有化部署，通过提供数据提供方连接器、数据消费方连接器、可信安全计算沙盒等，实现数据在提供方、消费方、中间服务方、监管方之间，跨网络进行可信、可控、可追溯的数据交换流通；同时，支持数据进行轻量化加工处理。从而实现数据的快速实施交付，真正促使各方数据安全合规流动。

- **可信**
基于成熟的安全传输协议构建数据安全传输通道，利用加密技术对数据进行加密，保护传输的数据安全。根据不同安全等级采用CA数字证书、数字签名等身份标识技术，在线交换及完成数字证书公钥设备属性校验、数字签名及验签方式。从而实现提供方、消费方、中间服务方、监管身份及环境的可信任。
- **可控**
跨网络进行数据交换流通过程中，数据提供方可灵活配置开放数据资源，各方在线协商数据访问及使用控制策略，动态实现事前、事中、事后都能基于各方达成的数据控制策略，有效保障数据提供方数据权益下的数据交换流通。
- **可追溯**
实现各方数据交换流通全过程的日志自动进行记录，方便可视化查看各种明细信息及统计信息，及提交第三方监管审计。
- **安全计算**
通过在数据消费方构建可信计算环境，实现数据在内存中轻量化加工处理及存储落地。并且能结合各方协商的应用使用数据方式、数据控制策略进行控制。

应用场景

- **企业上下游业务协同**

企业研发、生产、销售、供应、物流、服务全价值链都需要进行协同，如：研发设计协同、制造生产协同、供应链物流协同、运维服务协同。协同过程中需要实现各类数据可信、可控、可追溯的共享流通。如：研发（协同、图纸、程序、文案等）、生产（生产进度、状态、异常等）、销售/供应（库存、交期、价格等）、物流（发运、在途、物品状态等）、服务（设备资源、运行状态、报警事件等）。

- **产业云平台、行业云平台的产业链协同**

为实现产业链的数字化转型升级，提升产业链的整体竞争力，各省市机构主导建立了工业互联网平台等各类产业云平台、行业云平台。为产业链上的相关企业需要进行业务协同提供数据共享流通能力支撑，从而实现产业链商业模式的创新。如：多主体下架构及方案设计、仿真验证、业务协同研发等集成研发与模型设计协同；外协工厂生产任务及计划定制中人、机、料、法、环等配套供给协同；人员与设备等服务能力跨企业动态调度协同；行业专家库、工具库、运维知识库、客户信息库等服务资源共享协同等。

4.3.4 行业知识库平台专题设计

行业知识库平台是知识中心的核心。汇聚行业及专业领域知识资源，为行业服务商及各类工业企业提供知识生产、知识加工、知识应用等服务能力。

为了实现设计、工艺、制造和检测等多领域知识综合应用管理，需要建立多领域知识库，从而支撑多领域日新月异的技术革新与应用定制，无论是对制造业企业用户，还是对技术服务商，乃至中试中心，都是尤为重要的。

4.3.4.1 功能架构

行业知识库平台包括基础支撑系统和领域知识库两大部分。

面向存量知识，通过采购和研发种子领域知识库，使得平台初期具备服务示范领域的基本能力，领域知识库包含标准件模型库、行业模型库、工业感知AI模型库、计划与决策优化模型库以及供应链协同智能调度优化模型库；

面向增量知识，建设基础支撑系统，提供新知识构建开发环境和能力，包含工业AI开发平台、工业AI运营平台、3D模型搜索引擎、工业服务者开发平台、数字化转型与精益生产方法论实践学习平台以及工业模型管理平台。

行业知识库研发架构下如图所示：

图 4-18 行业知识库平台架构



4.3.4.2 基础支撑系统

工业 AI 开发平台设计

本次工业AI开发平台采用华为ModelArts AI技术平台。华为ModelArts是面向AI开发者的一站式开发平台，提供海量数据预处理及半自动化标注、大规模分布式训练、自动化模型生成及模型部署能力，帮助用户快速创建和部署模型，管理全周期AI workflow。

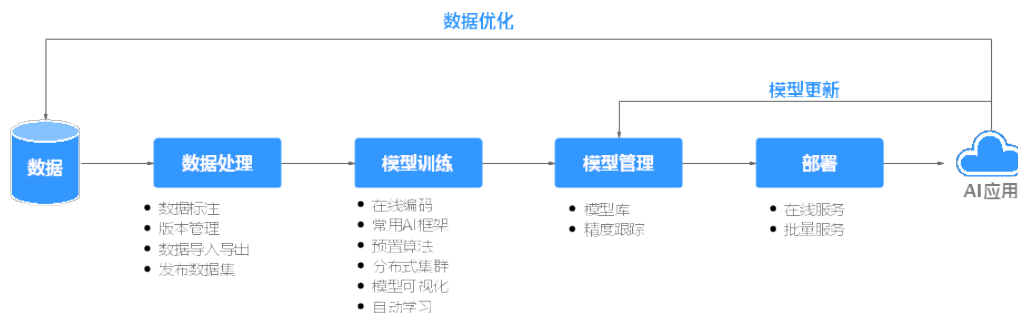
“一站式”是指AI开发的各个环节，包括数据处理、模型训练、模型部署都可以在ModelArts上完成。从技术上看，ModelArts底层支持各种异构计算资源，开发者可以根据需要灵活选择使用，而不需要关心底层的技术。同时，ModelArts支持Tensorflow、PyTorch、MindSpore等主流开源的AI开发框架，也支持开发者使用自研的算法框架，匹配您的使用习惯。

ModelArts的理念就是让AI开发变得更简单、更方便。

ModelArts是一个一站式的开发平台，能够支撑开发者从数据到AI应用的全流程开发过程。包含数据处理、模型训练、模型管理、模型部署等操作。

ModelArts支持应用到图像分类、物体检测应用场景。

图 4-19 物体检测应用场景



为了满足工业互联网平台的业务发展需求，华为设计的工业AI开发平台提供但不限于以下能力：

包含数据管理、模型开发训练、模型管理部署、资源调度引擎等功能模块，并配置管理标书中给定规模的AI训练资源。

具体功能介绍：

- 整体系统：系统采用B/S架构，无需安装插件，无需下载客户端
- 数据处理与标注：提供新建标注数据集功能，数据类型需涵盖图像、视频、文本、表格、音频；可设置数据集名称；支持按比例进行数据切分；支持将同一数据集发布为不同版本，对数据集进行跟踪与回溯；支持以Pascal Voc格式进行数据集导出与导入；支持清单文件(manifest)格式进行数据集导入；标注工具提供2D框、多边形、点、直线等标注图形；支持数据可视化标注，查看标注详情；支持标注框颜色按照物体类型区分。
- 开发环境：预置主流AI引擎，如TensorFlow、MindSpore等开源框架；支持通过自定义镜像构建开发环境；支持自动停止，实现空闲算力自动回收提升资源利用率；支持镜像保存，对化镜像的修改完成持久化保存；支持镜像变更，允许用户在同一Notebook实例中切换镜像，方便用户灵活调整实例的AI引擎；预置MindInsight实现模型训练可视化；支持通过SSH方式登录开发环境进行远程开发，通过密钥对和远程访问白名单实现开发环境的安全访问；支持开发环境实例

选择不同的规格的AI芯片资源；预置MindStudio进行算子开发；提供对开发环境实例创建和管理，包括实例创建，实例运行，实例停止，实例删除；支持

- **训练管理：**预置计算框架Tensorflow、Mindspore；提供计算框架及其依赖环境的定期版本更新；支持用户以Docker镜像的方式自定义构建计算框架；；支持作业分组展示，配置列表展示，配置可见性，方便用户对不同实验作业的管理和查询；提供对训练作业创建和管理，包括作业创建，作业终止，作业重建等能力；提供实时日志查看训练作业实时状态，辅助模型调优；支持将实时日志持久化存储到对象存储；支持故障诊断模式，用户可以查看故障诊断数据辅助问题定位；支持查看训练作业历史资源占用情况，资源占用指标包括CPU，MEM，AI芯片利用率，AI芯片显存利用率；支持对不同版本的算法代码进行管理；
- **资源管理：**具备不同类型算力资源的统一纳管能力，可纳管国内外主流AI芯片，涵盖英伟达GPU、昇腾NPU等；具备资源调度、分配与管理能力；支持紧凑型资源调度，提升资源使用率；支持资源池扩缩容；支持对专属资源池的资源分配率、使用率查看；支持将开发环境、训练作业部署到公共资源池和专属资源池中；

工业 AI 运营平台设计

本次工业AI运营平台同样以华为ModelArts AI技术平台为基础进行构建。华为ModelArts是面向AI开发者的一站式开发平台

为了满足人工智能计算中心的业务发展需求，工业AI运营平台提供但不限于以下能力：

包含数据管理、模型管理部署、在线推理、批量推理、工作流引擎平台、AI算法模型资产管理等功能模块，并配置管理标书中给定规模的AI推理资源。

- **整体系统：**系统采用B/S架构，无需安装插件，无需下载客户端
- **AI应用模型管理：**提供管理模型版本变化的能力，记录各版本模型发布时间、模型大小、精度、AI引擎、模型来源等信息，对模型进行分析和优化时进行模型比对和评估；支持模型以镜像方式存储和导入；支持查询模型版本详情，包括模型名称、ID、状态、版本号、部署类型、事件的信息；
提供模型存储、查询和删除的能力，支持多种类型AI引擎的统一管理；支持从训练作业导入模型、支持从O对象存储导入模型、支持导入用户自定义镜像；支持修改AI应用描述；支持将Tensorflow模型格式转换为Mindspore模型格式；
- **部署管理：**支持在线推理服务和批量推理服务两种形式部署；支持将AI应用多个版本部署为一个服务，可配置不同版本分流比例；模型部署为在线推理服务时，平台自动配置对外Rest API 接口，以提供实时推理服务，通过AKSK认证保证服务的安全访问；在线服务Rest API接口使用时，支持从公网发起预测请求同时支持从租户VPC发起预测请求；支持多种节点规格进行在线推理服务与批量推理服务部署；支持服务部署在专属资源池或公共资源池中；支持对在线服务每秒内能够被访问的次数上限进行配置；支持在线推理服务设置自动停止时间，实现空闲算力自动回收，提升资源使用率；支持对在线服务的配置、更新、事件进行记录，对在线服务的变更进行跟踪与回溯；支持查看在线推理服务实时资源占用情况，资源占用指标包括CPU，内存，AI芯片；支持查看在线推理服务实时日志；支持在线服务滚动升级，实现平滑更新在线服务的AI应用版本；支持对在线服务的查询，更新，对在线服务进行启停；支持从控制台发起预测请求进行在线服务效果测试；支持对在线推理服务进行数据采集，采集到的数据自动上传至对象存储；
- **资源管理：**具备不同类型算力资源的统一纳管能力，可纳管国内外主流AI芯片，涵盖英伟达GPU、昇腾NPU等；具备资源调度、分配与管理能力；支持紧凑型资源调度，提升资源使用率；支持资源池扩缩容；支持对专属资源池的资源分配率、使用率查看；支持将开发环境、训练作业、推理服务部署到公共资源池和专属资源池中；

- **AI Hub:** 通过AI Hub实现AI算法模型资产管理。支持对算法、数据集、workflow的资产进行发布、订阅、版本管理、查询、编辑、收藏；支持资产目录，支持通过标签筛选资产，支持收藏和取消收藏资产
- **workflow:** 通过workflow构建工作流引擎平台。
支持通过工作流进行有向无环图（Directed Acyclic Graph, DAG）的开发；支持工作流，支持定义作业节点、模型注册节点、服务部署节点、条件节点；支持流水线工具，支持覆盖数据标注、数据处理、模型开发/训练、模型评估、应用开发、应用评估等步骤；支持工作流的启动、重试、停止、继续运行等基本功能；支持查看工作流节点的运行状态、启动时间以及运行时长；支持工作流目录统一规划，支持资源配置管理和参数配置管理；
支持从AI Hub订阅Workflow；支持Workflow进行管理包括启停、查询、删除；支持将数据标注、模型训练、AI应用管理、服务部署、服务更新等能力进行流程编排；支持对历史Workflow运行的参数以及状态记录，方便回溯与对比；

产品设计 3D 模型搜索

中小型制造企业通过长年累月的积累形成了庞大的3D模型库，但是这些模型由于各种原因存在标签标注模糊、不准确或“一物多码”等情况，单一且传统的关键字检索方式无法有效的从海量模型中快速并准确的找到所需模型进行重用，从而导致如设计效率低下、无序设计所导致的物料管理成本、集采成本大幅增加等诸多成本管理问题因此，通过更为智能且多样的数据信息及模型检索方式来快速找到并重用数据对于企业实现提效降本将尤为重要。

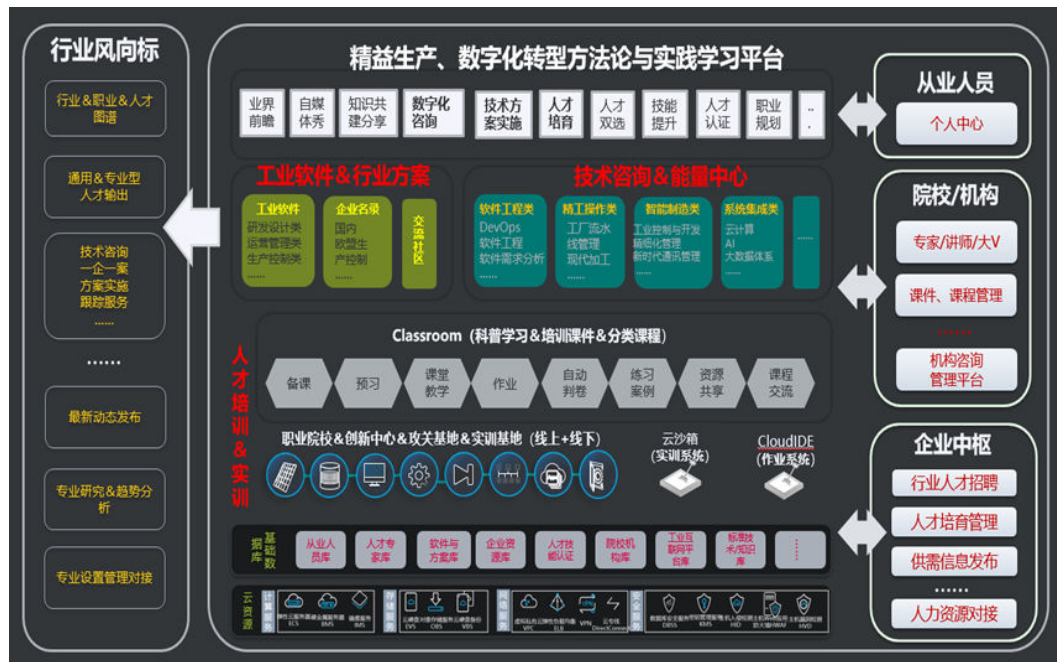
3D模型搜索引擎支持包括3D形状检索、2D形状检索、关键词检索、属性查询、组合检索等多搜索方式，企业可以利用引擎快速搭建3D模型管理和检索应用，帮助设计工程师快速地查找已有设计图档并进行重用，从而提高工作效率。同时，引擎帮助企业提升零件标准化率，节约成本。

3D模型搜索引擎可支持3D模型管理、3D模型搜索、3D模型批量操作以及引擎平台部署服务，底层依赖华为云盘古大模型、向量检索引擎、容器引擎以及各种数据服务。3D模型管理服务为用户提供模型索引库创建、更新、删除和模型数据的入库、更新、查询、删除接口，支持用户构建和管理3D模型索引库。3D模型搜索服务为用户提供库内数据的各种搜索接口，用户可利用该接口对库中模型数据进行多种不同模态的检索。3D模型批量操作服务为用户提供批量的数据操作功能，包括批量数据入库、更新、删除和批量数据的重复率分析等。引擎平台部署服务是将引擎进行容器化部署，减少对部署环境以及底层的依赖。

数字化转型与精益生产方法论实践学习平台

工业4.0时代下，充分利用数字化优势使能行业发展是工业互联网产教培训平台致力探索研究的核心，当前，人才缺乏已成为影响我国工业互联网创新发展的重要因素，各行业不仅需要OT和IT复合型人才，也需要企业管理、行业领军、专业技术、产业工人等多维度、多层次人才。更广范围、更深程度、更高水平的融合发展是平台建设的宗旨。

图 4-20 工业互联网产教培训平台架构

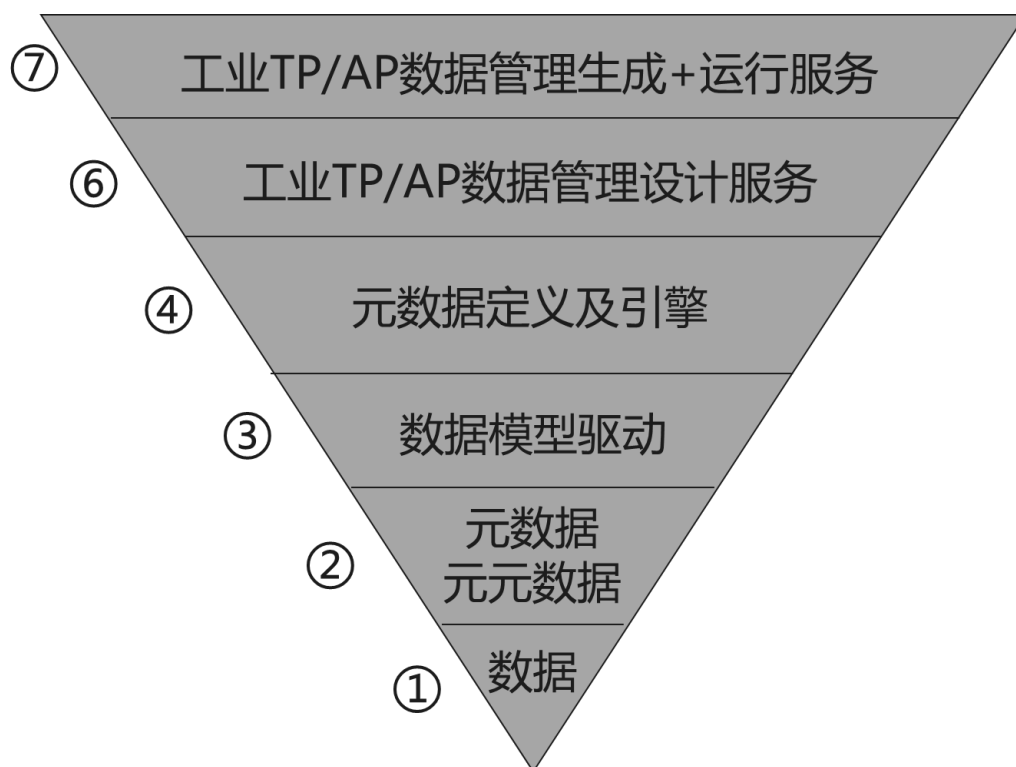


工业模型管理平台

华为云工业模型管理平台（DME）基于华为内部支撑华为工业应用的通用数据管理底座基础上，构建数据模型驱动能力，为工业数据管理软件提供通用工业数据管理引擎能力。

针对各个工业软件对工业模型管理平台整体技术要求高、业务需求复杂、千DM千场景等的要求下，华为云工业模型管理平台，构建数据模型驱动和元模型驱动多租架构的工业模型管理平台，架构设计思想为万物皆模型，一切皆数据，架构示意如下：

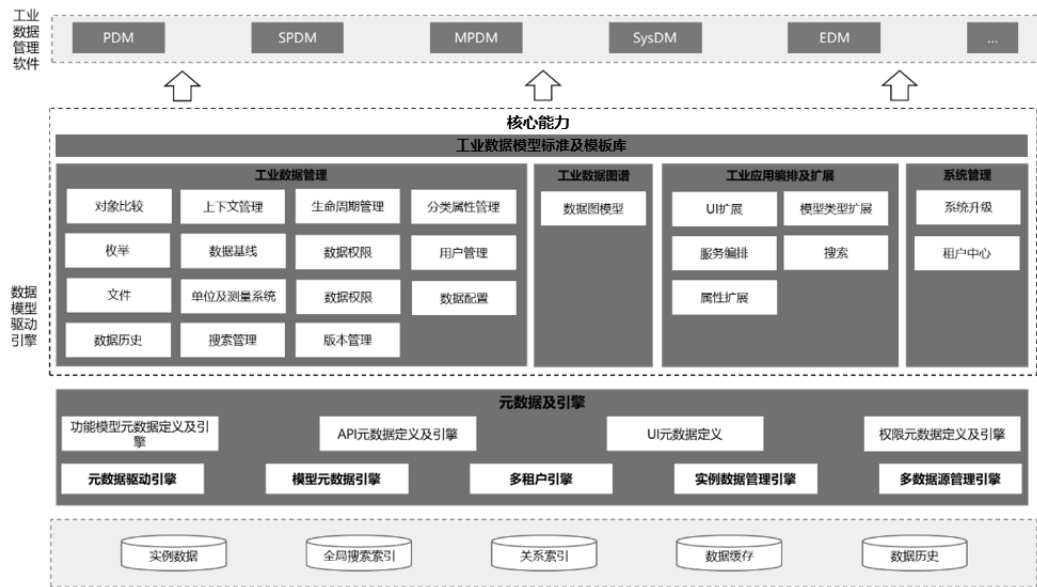
图 4-21 华为云工业模型管理平台架构设计思想



1. 底层为基础数据，数据会统一有元数据进行定义和描述；
2. 元元数据将底层数据进行定义和描述，元数据由底层抽象的元元数据组成，同时元数据被数据模型定义；
3. 数据模型驱动，数据模型可定义和描述业务对象实体、关系、功能、API、UI、权限、数据图谱；
4. 工业模型管理平台提供各类元数据引擎，未来可扩展支持流程、规则、数据质量、报表等元数据引擎；
5. 基于元数据引擎构建工业数据管理应用设计能力；
6. 根据设计服务及其所定义的元数据自动生成工业数据原理引擎：构建模型驱动、功能可配置、服务可编排、一键可发布的统一能力。真正做到设计即开发。

华为云工业模型管理平台总体架构如下：

图 4-22 华为云工业模型管理平台总体架构



工业服务开发者平台

工业服务开发者平台包括代码管理，代码扫描，项目协同，数据安全，后台管理及小程序版本等功能。

4.3.4.3 领域知识库

随着科学技术的发展，模具制造的要求提升，产品的生命周期越来越短，模具制造业面临着市场全球化，产品多样化和制造国际化的挑战，快速响应能力逐渐成为竞争的焦点，通过建立模具行业模架知识库、汽车模具标准知识库、3C电子模具标准知识库等，可以提升模具制造过程中工艺标准，提升模具制造质量，降低标准件采购成本，缩短模具制造周期，推动模具行业节约、健康发展。知识库提供不同类型和用途的导向模具模型的规格不少于15万种。

4.3.4.3.1 机电装备领域设计知识库

机电装备领域设计知识库在于对机械设备中常用的夹具、检具、连接块以及输送线进行研究构建设计知识库；

机械设备设计存在着零件来源短缺、建模资料缺乏、缺乏设计知识、缺乏标准支持等问题，由于各种原因，使得在不同的行业、不同的企业中，无法有效地实现自动化和智能化。

在设计中，减少人员的数量与提高设计效能已成为机电装备设计领域的新方向。机电装备领域设计知识库包括夹具设计知识库、检具设计知识库、连接块设计知识库以及输送线设计知识库。

4.3.4.3.2 金属切削模型库

金属切削模型库（Cutting Data Model Library）是一个用于存储和管理金属切削相关数据的库，主要包括切削力、表面粗糙度、加工质量等参数。这些参数在金属加工过程中非常重要，可以帮助工程师们更好地设计切削过程、调整加工参数、预测加工结果等。

金属切削模型库中的数据主要由实验室测试和计算机仿真两种方法得到。实验室测试通常需要制作大量的实验样品，并使用专业的测试仪器进行测试。通过实验数据，可以得到不同材料、不同刀具、不同切削参数下的切削力、表面粗糙度等数据，用于构建切削模型。计算机仿真则通过数值模拟的方法，模拟金属切削过程，计算得到切削力、表面粗糙度等参数。仿真模型通常需要考虑材料的物理性质、刀具的几何结构、切削参数等因素。

金属切削模型库包含金属切削工艺开发和验证试制业务所涉及的装备模型、功能部件模型、工装夹具模型、工艺场景及工艺参数资源库、工艺仿真后处理程序库等资源，聚焦在模具制造、汽车零部件制造等金属切削工艺场景。金属切削模型库是生产现场的设备的数字化映射，支撑金属切削工艺APP开发套件的依据工艺场景，在软件种导入装备、工装夹具的模型，确保工艺在实际设备上可用。

金属切削模型库的数据可以用于多种应用场景，比如优化金属切削过程、设计更高效的切削工具、预测加工结果等。例如，在设计切削过程时，可以通过查询切削模型库，选择最适合的刀具、切削参数等，从而实现高效的切削过程。在预测加工结果时，可以使用切削模型库中的数据，帮助预测加工过程中可能出现的问题，如表面粗糙度不合格等。

金属切削模型库帮助用户企业实现设计、工艺文件和各种技术资料规范化管理，对文档版本实现有效的控制，保证设计文件的完整性和一致性。采用电子仓库对图纸和文档进行集中管理，并在管理时提供数据加密等安全性措施。构建企业知识库，包含物料库、产品库、项目库、各类规范标准和指定文件等等，有效地积累和总结设计经验，实现企业知识共享的同时又有效控制权限，保护企业的知识产权。产品设计人员和管理人员可利用便捷的查询和筛选功能迅速获得产品的各种技术资料，同时根据分配的权限保证相关人员在可以使用符合需要和要求的资源。

金属切削模型库的建设需要耗费大量的实验数据和计算资源，同时需要专业的技术人员进行维护。目前，国内外一些知名的金属加工厂商和研究机构都建立了自己的金属切削模型库，为金属切削相关领域的研究和应用提供了有力的支持。

服务场景一：使用 CAD 软件进行研发设计

设计师使用CAD 电子图板作为主要设计工具，自主研发设计或快速改型设计。

- **核心痛点、需求：**

技术图纸和技术资料管理分散，查找困难，需要时找不到或不正确；
纸质版为主，试制过程中划改，不能同步更新电子版图纸，设计错误重复发生；
人员流动带来图纸技术资料流失；

图纸查找与设计重用难，标准化程度差，重复设计造成相似件多，物料数量增长快，带来采购、生产、管理等一系列问题；

设计修改造成版本多，管理难；

各类明细表整理工作量大，容易出错；

技术资料的跨部门共享难，领导查看不便。

- **配置方案：**

PLM 图文档+ CAD 电子图板。

- **应用模式：**

基础准备工作：建用户、设权限、建产品分类、设产品分类权限、定设计标准规范。

- **应用流程：**

设计：设计人员新设计图纸——设计人员批量入库图纸——主管确认后图纸发布——设计人员出明细表
修改：主管选择图纸取消发布——设计人员出库图纸——设计人员修改图纸入库——主管确认后发布
查图、看图：输入关键字查询——查询结果列表——浏览图纸——重用图纸

服务场景二：工艺过程协同管理

用户使用CAPP工艺图表/工艺快表作为工艺编制工具，按照一定的流程进行审批与变更。

- **核心痛点、需求：**

工艺数据集中管理使用CAD编制工艺处理文字效率不高；

用Office编制时工艺简图处理不方便；

工艺掌握在经验丰富的工艺人员手上，新工艺人员成长慢；

工艺文件分散管理，查询不方便，版本管控难；

工艺需要提供各类汇总明细和定额，需要翻工艺文件手工统计与计算，工作量大，容易出错；

工艺文件审核过程中需要开会或当面反馈修改意见；

工艺变更，涉及的人员多，变更需要评估影响面，结果通知到相关人员，避免用错工艺，造成生产事故。

- **配置方案：**

PLM 工艺数据管理+工作流+红线批注+电子签名+CAPP 工艺图表/工艺快表。

- **应用模式：**

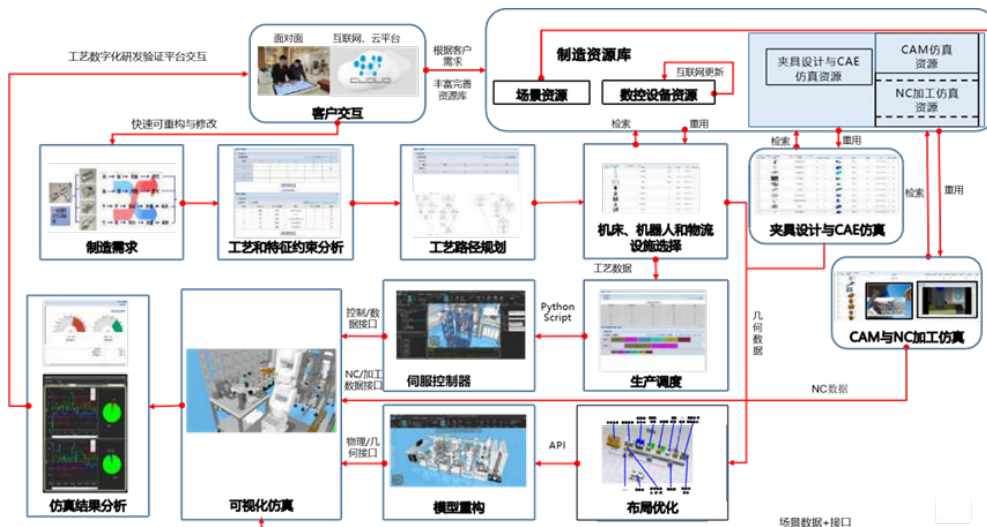
基础准备工作：建用户、设权限、建产品分类、设产品分类权限、定标准规范、定义审批流程。

- **应用流程：**

工艺审核：工艺人员编制工艺文件——工艺人员入库工艺——提交流程审批——流程相关人员确认后工艺文件自动签名与发布；

变更审核：工艺人员提出变更申请——流程相关人员审核确认——自动将工艺文件取消发布状态——工艺人员出库工艺——工艺人员修改工艺文件并入库——提交审批——流程相关人员审核后自动发布——通知相关人员。

图 4-23 工艺数字化研发验证业务与制造资源模型库



平台根据用户的产品工艺需求，首先在领域知识库中检索查询已有的装备模型、功能部件模型、工装夹具模型，如果是新的产品调用行业APP套件中的产品设计软件（3D）进行模型设计，并累积到模型库；装备模型、功能部件模型、工装夹具模型库与行业APP套件中的加工仿真软件（CAM系统）、工艺仿真后处理程序库联动，在机床实际加工前进行加工仿真，来验证加工程序的正确性，以及检查潜在的碰撞和超程非常重要。

面向模具工艺验证产线和汽车零部件工艺验证产线的机床加工仿真需求，在领域知识库中构建几十、上百种机床模型，实现机床模型于现实中机床加工系统一一对应，具备现实机床加工系统的全部运动特征。支持用数控系统代码驱动机床模型进行切削加工，完成现实机床加工系统同样的生产任务，能够提升工艺研发的效率。

金属切削模型库提供金属切削工艺的数据图表建模工具。数据图表提供两级信息管理，一级信息包括机床、刀具、工件材料、切削液、切削参数、切削条件、典型工艺等。二级信息针对一级信息目录展开。

一级信息

- 机床类包含车床、铣床、镗床、钻床、车铣复合、加工中心、其它机床；
- 刀具类包含数控刀具为主，分车刀、铣刀、镗刀、钻头等等；
- 工件材料类包含金属材料、非金属材料、复合材料等；
- 切削液类包含水溶性切削液、非水溶性切削液；
- 典型工艺数据库类包含模具加工、汽车零部件加工等多个行业的典型零件加工工艺，包括基础数据、工艺数据以及图片、视频等。

二级信息

- 机床类下收录机床名称、型号、类型、轴数、数控系统、制造商、主轴类型、功率等信息。
- 刀具类具体收录了刀具、型号、类型、制造商、重量、刀柄型号等信息。
- 切削条件类具体收录了刀具名称、刀具悬长、材料牌号、机床名称、切削参数等信息。
- 典型工艺类照零件-工序-工步的方式记录了零件的制造过程，主要包括工序号、零件名称、零件类型、零件总长、零件总宽、零件总高、零件图号等。

4.3.4.3.3 标准常用件模型库

平台可提供覆盖标准零部件及常用外购件等数量众多高质量、多元交互形式的模型数据。标准件模型库支持标准紧固件、标准轴承等等在内的各种标准件库，如中国国家标准GB/T的各类标准模型，支持几乎所有主流CAD软件打开使用。相关标准件库包括：

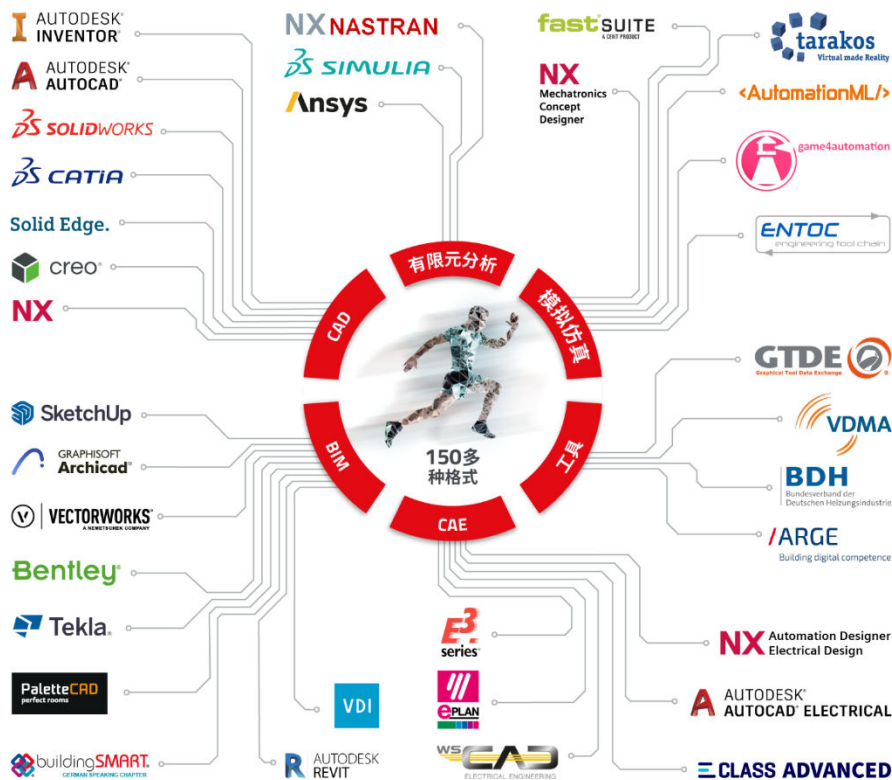
表 4-1 标准常用件模型库

标准紧固件CAD模型库	包括螺钉、螺母、螺栓、螺柱、铆钉、焊钉、挡圈、垫圈、销等种类；
标准齿轮CAD模型库	包括圆柱齿轮、圆锥齿轮等种类
标准链轮CAD模型库	包括单排链轮、双排链轮、多排链轮等种类
标准带轮CAD模型库	包括V带轮、平带轮、汽车带轮、同步带轮、多楔带轮、农业机械用V带轮、纺织机械用同步带轮等种类
标准弹簧CAD模型库	包括螺旋弹簧、碟形弹簧等种类
标准滚动轴承CAD模型库	包括向心轴承、推力轴承、组合轴承、专用轴承、轴承座、关节轴承等种类
标准滑动轴承CAD模型库	包括卷制轴套、烧结轴套、铜合金轴套、整圆止推垫圈、粉末冶金球形轴承、粉末冶金筒形挡边筒形轴承、水润滑热固性塑料轴承、对开式滑动轴承座、整体有衬正滑动轴承座等种类
标准密封圈、垫片CAD模型库	包括密封圈、垫片等种类
标准密封件、润滑件CAD模型库	包括密封件、润滑件
标准型材CAD模型库	包括铝型材、钢管材、铝型材、铝管材、铜管材、六角型材等种类
汽车标准件CAD模型库	包括Q1螺栓、Q1螺柱、Q2螺钉、Q3螺母、Q4挡圈、Q4铆钉、Q5键、Q5销、Q6Q8接头体、Q6卡夹件、Q61螺塞、Q72堵塞、Q7叉与球接头、Q7润脂嘴、Q9其他件
模具标准件CAD模型库	包括冲压模具标准件、其它模具标准件
常用管路附件CAD模型库	包括管接头国家标准、管接头机械标准、管件国家标准、法兰国家标准、法兰机械标准、法兰化工标准、管路其他附件等种类
常用起重机械零部件CAD模型库	包括吊耳、吊钩、绳具、卷筒、滑轮、缓冲器、逆止器、车轮、轨道
常用制动器CAD模型库	包括粉碎制动器、逆止器、制动器附件
常用液压元件CAD模型库	包括液压泵、液压辅件、液压缸、液压管接头、液压控制阀、液压马达
常用离合器CAD模型库	包括超越离合器、电磁离合器、机械离合器

常用减速机、变速器CAD模型库	包括R系列斜齿轮减速机、蜗轮蜗杆减速机、G系列斜齿轮减速机、无级变速器、精密行星减速机
常用重型机械零部件CAD模型库	包括紧固件、弹簧、轴承座及附件、密封元件、管路附件、润滑元件及装置、键联结、无键联结、操作件、扳手、吊耳、钢丝绳
常用机床附件CAD模型库	包括操作件、刀杆、刀夹、刀架、夹具、夹头、接杆、紧固件、量具及组件、套类零件、组合夹具、其他件
常用气动元件CAD模型库	包括气动辅助元件、气动管接头、气动控制阀、气缸、气马达
常用电机CAD模型库	包括一般异步电动机、隔爆异步电动机、起重及冶金用异步电动机、小功率电动机、小型盘式制动电动机、振动异步电动机、直流电动机、变调和减速异步电动机
常用机床夹具元件CAD模型库	包括操作件、导向件、定位件、对刀件、对定件、夹紧件、支撑件、其他件
常用操作件CAD模型库	包括手轮、手柄、把手、扳手、门闩等种类
常用联轴器CAD模型库	包括弹性联轴器、刚性联轴器、固定式刚性联轴器、可移式刚性联轴器等种类

标准件及常用件模型采用国际标准数据格式，支持几乎所有主流CAD软件打开使用，包括：SolidWorks、Pro/E、Creo、UG、CATIA、Inventor、AutoCad等，支持主流3D模型、2D图纸、BIM模型的快速浏览和交互。

图 4-24 标准常用件模型库



4.3.4.3.4 模具行业模型库

人们对产品的要求不断提高，产品多样化和制造国际化的挑战，相应模具制造的要求也要不断提升，模具制造业面临着市场全球化，产品的生命周期越来越短，快速响应能力逐渐成为竞争的重点，为了提升模具制造质量，降低标准件采购成本，缩短模具制造周期可以通过建立模具行业模架知识库、3C电子模具标准知识库、汽车模具标准知识库、家电模具标准知识库等，可以提升模具制造过程中工艺标准，推动模具行业不断向前发展。

模具行业模型库可以提供不少于15万种不同类型和用途的导向模具模型。

4.3.4.3.5 工业感知 AI 模型库

工业AI感知库的建设目标是利用3C电子检测设备的运行所累积的资料，建立人工智能的智能模型库，利用人工智能模型训练，不断地进行迭代，最后将其应用到3C的电子测试中，以提高整个3C相关产品的测试性能。

工业AI感知库采用了标准的体系结构，实现了多模式的串行整合，并实现了云计算的迅速发行。

它不但可以通过离线的方式加快开发3C电子检测设备，还可以为企业提供便捷高效的工业 AI感知，充分利用中试中心产线运营积累的生产数据，进行模型训练优化，时工业大数据的价值体现。

4.3.4.3.6 计划与决策优化模型库

模具车间排程调度模型

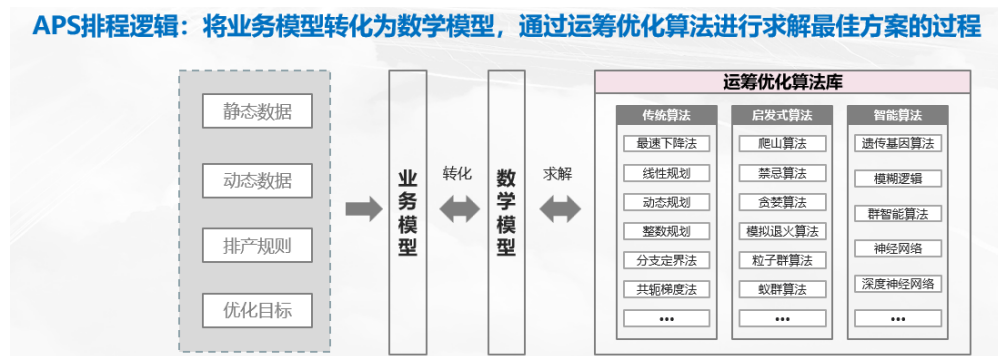
模具加工排程在计划模型的角度，是典型的“可变加工路线的JOB-SHOP问题”，在计算复杂性的角度，属于典型的NP-HARD问题。

由于模具涉及加工路线复杂且不唯一，制造所需的设备和技术工种繁多，物料繁杂、车间资源及库存资讯的不及时性等问题，导致模具生产排程及排程执行控制是车间排程场景中的典型复杂场景。

模具车间排程调度旨在有约束前提下（即考虑人员能力、设备能力、交期、工艺路线、物料等资源），在排产可用时间内，对模具车间生产资源如何匹配各模具生产任务，优化生产“组批、排序、资源分配”，实现车间制程经济性与需求满足性的平衡，包括：提高OEE,缩短L/T,降低订单延迟率，平衡资源负荷等等。

排程调度模型（APS系统AS排程子模块）的应用步骤包括：“场景建模-排程模型归纳-排程输入与目标确认-启动排程引擎计算-结果推演-排程确认”等。

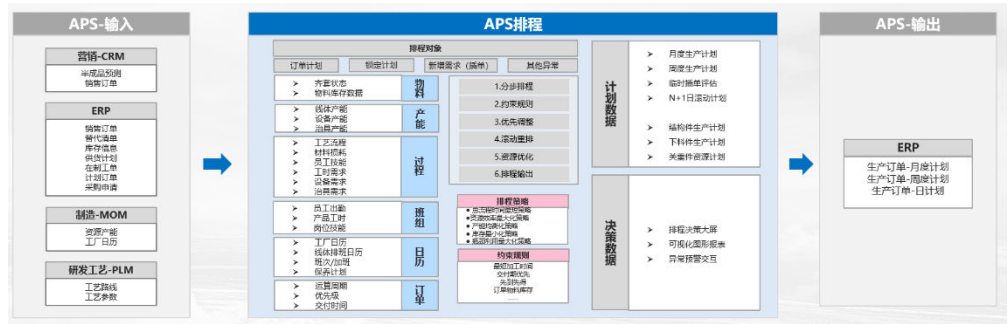
图 4-25 模具车间排程调度模型 1



在工业互联网平台应用架构中，CRM/ERP/PLM/MOM通常作为排程模型的数据源与排程需求的输入源系统，在模具排程的场景中，APS作为排程业务活动的应用模块，系统应用效果主要依赖以下要素：

- 工厂建模与实际的一致性，包括生产日历、产能、产品对应的BOM（模具BOM）与工艺路线、工艺约束关系（模具加工约束）等等；
- 排程所需业务数据的高质量，包括库存数据（模具原料、模具半成品、模具成品）、制程进程数据、订单优先级（模具订单以及对应的生产订单）、物料状态、附资源满足性（包括工装、运载等）等等；
- 排程及相关业务流程的梳理，即实际业务流程要通过系统流程映射达成高效，其要件是流程本身设计的高效率和流程执行的高质量；
- 排程业务目标的合理配置，即排程引擎的输出取决于排程目标的设置；
- 供应链整体的稳定，车间制程是供应链整体的一环，车间制程稳定依赖于供应链整体的平衡性；
- 车间现场制程的稳定和问题的及时响应与处置，即高稳定性的生产现场，才能使得排程在车间现场可以得到高质量的执行。

图 4-26 模具车间排程调度模型 2



APS产品以天筹算法作为内核，匹配业务场景与流程设计计划域用户所需功能界面，实现从订单到排程执行的全流程系统服务。

图 4-27 模具车间排程调度模型 3

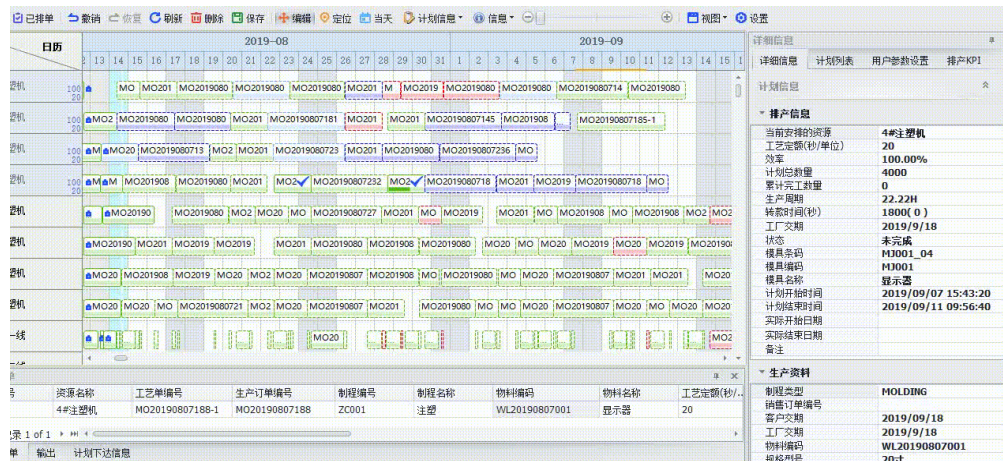
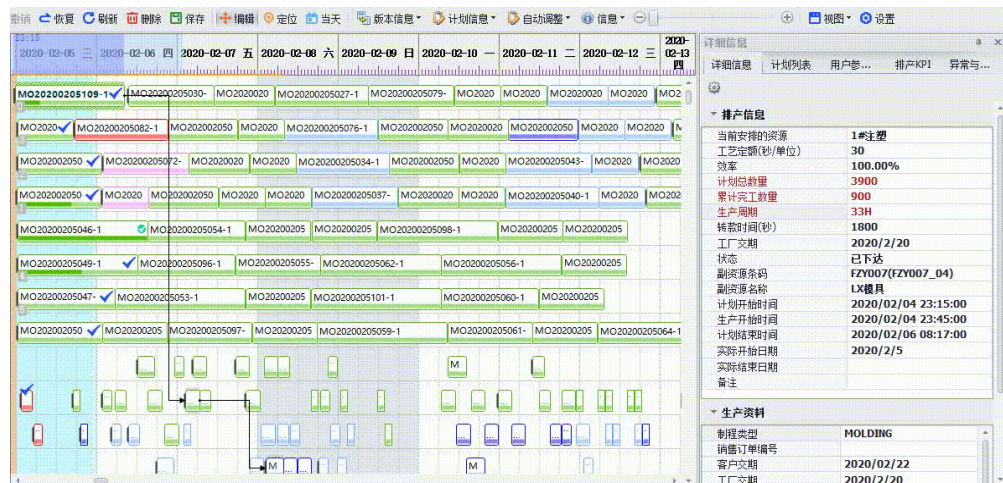


图 4-28 模具车间排程调度模型 4



针对模具车间排程问题，APS的主要价值在于：

- 通过排程约束条件满足性的确认，保证生产计划可执行性；
- 通过排程调优，实现产能利用提升、客户满意提升的业务目标；

- 通过与生产现场进程的同步，响应现场计划执行差异，及时调控；
- 通过车间排程与供应链控制塔的协同，实现供应链透明。

PCBA 车间排程调度模型

PCBA企业的生产标准工艺路线为：“（烧程）-SMT-（成型）-插件-波峰焊-压接-测试-老化”，通过需求调研，确定APS排程的工序模型为：“SMT-波峰焊-测试-老化”。排程的需求难点如下：

1. SMT工序

SMT称为表面贴装或表面安装技术。它是一种将无引脚或短引线表面组装元器件安装在印制电路板（PCB）的表面或其它基板的表面上，通过回流焊或浸焊等方法加以焊接组装的电路装连技术。

SMT车间有多条生产线，每一条生产线可以生产多种不同类型的设备，排计划需要考虑如下因素：

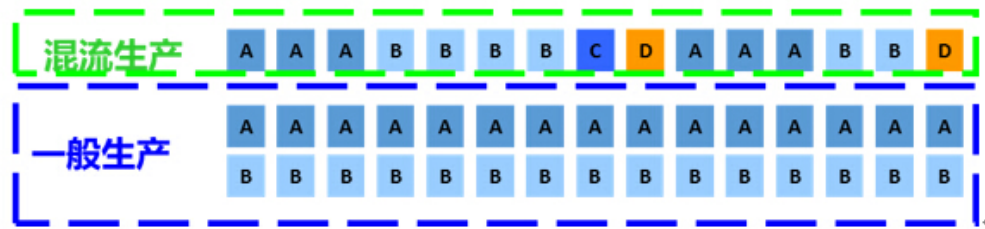
- **线体负荷均衡**：综合考虑各线体之间的负载平衡生产，尽量保证各个线体最终的完工时间一致。
- **连续生产**：尽量保证生产线连续生产，设备充分利用，线体不能有较长时间的产能空闲。
- **副资源-钢网限制**：每种产品的生产都需要使用到对应的钢网资源，每个钢网可以配合不同的线生产，使用相同钢网的订单受钢网制约不能同时生产。
- **减少换模时间**：当天生产的订单，如果使用相同的钢网副资源，尽量排在一起连续生产，减少钢网切换所需的时间。
- **订单交货期**：需要根据订单的需求交货期安排计划，保证交期。
- **SMT线体区别**：生产线有快线和非快线之分，能在快线生产的订单需优先考虑安排在快线体生产。
- **自动排程**：固化排程约束规则后，计划的制定能一键智能排产，自动排程响应计划调整。
- **生产异常**：设备停机、维修、保养；生产延期、缺料、紧急插单都会影响订单的生产，在出现异常的情况应该保持之前已下发锁定的订单生产顺序的不变，快速响应异常调整计划。
- **滚动排程**：计划需考虑生产实绩的情况，滚动进行计划的调整。
- **物料计划**：能确定每个订单准确的开工时间，物流部门根据开工时间进行物料准备和配送，减少停机待料，降低在制品或线边库存。

2. 波峰焊工序

波峰焊是指将熔化的软钎焊料（铅锡合金），经电动泵或电磁泵喷流成设计要求的焊料波峰，亦可通过向焊料池注入氮气来形成，使预先装有元器件的印制板通过焊料波峰，实现元器件焊端或引脚与印制板焊盘之间机械与电气连接的软钎焊。

波峰焊工序的载具为专用模具，每种产品的模具依据布板不同加开。由于模具的制造成本很高，考虑订单的成本约束不能制作足够的模具；另外大部分模具也不具备通用型，同一个产品的模具基本特定。所以在波峰焊生产上就有了混流需求：在同一生产线能够多种产品混合组合生产（如下图所示）。

图 4-29 波峰焊工序



产品如果要能混流生产，必须符合以下一定的规则：

- 工艺特性如温度等属性必须相同
- 模具的宽度必须相同
- 模具的数量不足才考虑混流
- 一些特殊的产品不能混流
- 当产品混流生产时，节拍时间取决于当前混流的模具数量，非固定值，需动态计算
- 在生产计划排产时，需要考虑如下因素：
- 混流生产：当天能混流的订单尽量混流排程
- 动态工时计算：混流因为模具的限制，订单的制造时间不能简单的以单个通过时间进行累加计算。
- 委外最小：保证交期前提下，优先内制尽量不委外生产。
- 资源均衡：优先满足快线；尽量保证线体均衡生产
- 工序衔接：保证从上一道SMT先生产完的订单先进行波峰焊，减少等待时间

3. 测试工序

测试工序需同时考虑测试人员和测试平台的约束。在生产计划排程时，需要考虑测试人员的资源量，不同的产品对应不同的测试平台。

并且由于测试周期较长，因此需要按照当日的产能对订单进行拆分转序，分批完成后续的测试-老化的工序，分批入库。

4. 老化工序

老化工序是该企业PCBA的最后一道工序，每个订单的老化需要在对应老化房的对应资源上进行老化；不同产品的老化方式基本相同，老化时间基本一致，老化房在老化过程中也可以加入新的产品进行老化。

老化生产排产需要考虑的问题点：

- **产品组合生产**：每个子框老化的时候需要有一定产品类别比例组合，如A设备的子框必须要有类别1（2）+类别2（2）+类别3（1）+类别4（1）才能进行老化，如果没有相应的订单可以从其他地方借对于的样品进行组合老化。
不同的订单在按照老化要求组成一批订单老化的时候，是要求**同时开始、同时结束**，中间不能被打断
- **成批拆分**：老化设备运行，需要考虑不同老化设备N个子框成环组网进行老化。
- **抽样生产**：老化数量以订单的老化比例进行抽样老化。
- **可开工时间段限制**：老化工序产品的上下架由老化员操作，需考虑老化员一般白天上班，但是老化设备24小时包括周末都可以老化。因此上架和老化是连续的，下架和老化可以间断。如周五下午上架，系统自动老化，周一上班的时候下板是可以执行的

计划与决策优化模型应用组件

天筹建模工具和天筹求解器是计划与决策优化模型应用组件的核心模块。小到快递员路线选择、商铺选址，大到工厂排程、物流路径规划和金融风险等问题，都可以建成数学规划模型，用天筹求解器进行求解。利用运筹优化算法和决策模型求解方法，将业务问题转化为数学规划模型，适用在多种复杂约束条件限制（如人力、时效、容量等约束限制）和海量数据的基础上获取全局特出方案（如成本最低、时间最短）的业务场景，助力业务实现从数据到决策的闭环。

求解器解决决策问题时一般包括如下两个步骤。首先，企业需要将业务语言转换成合适的数学模型，接着需要将数学模型转化为编程语言，即数学建模环节。天筹数学规划建模工具主要提供了描述数学优化问题、并将问题转换为业界统一的标准格式的功能。当要进行一次决策优化计算时，业务系统从数据治理平台中取出预先定义好的数据，并调用优化模型（例如：模具车间排程调度模型）。接下来，数学规划求解器负责求解建模工具输出的数学优化模型，求解结果经业务系统解析转换后即可成为具体的业务决策。天筹求解器的主要功能是快速准备的求解数学规划问题。

图 4-30 计划与决策工作流程示意



4.3.4.3.7 供应链协同智能调度优化模型库

供应链企业多级仓储仿真建模能力

供应链库存裸仓评估：当供应链上有多个仓库可供选择，评估对比不同裸仓方案、给出评分和排序，支撑供应链上的裸仓选择决策。

- 裸仓坐标化建模，导入仓库基础长宽高、建筑约束等信息，得到月台配比、柱子密度等量化评估指标。
- 裸仓对比评估，针对单个/多个裸仓，从空间资源、收发效率、动线效果等维度对比评估裸仓优劣等级。

仓库布局设计：仓内布局方案设计，根据业务形态、未来产能规划、建筑约束等因素设计仓内各功能区分布、通道、动线，设计功能区内货架、货位布局，支撑场地布局的快速设计与调整实施。

- 库区布局设计，基于仓库各功能区面积，手工/系统自动设计各功能区的布局位置及长宽方案。
- 货位布局设计，针对高架/普通平面/AGV平面不同库区类型，手工/系统自动设计货位布局位置及长宽方案。
- 布局可视分析，基于仓库布局，结合交易数据、现场运作数据，对仓库布局、库存、作业过程可视，分析存储/拣料/搬运热力，分析收存捡理发各环节指标异常，提供仓储改进提升建议。

AGV等物流装备设计：根据产品业务量、包规、工艺流程等，评估线体、AGV、叉车、AGF等装备需求数量，设计并验证线体布局方案、搬运设备方案等，辅助现场准备投入决策，指导装备实施。

- 线体设备需求评估，根据业务量及包规、线体工艺流程，评估线体需求数量、工位配置等
- 搬运设备需求评估，根据作业量、设备基础参数，评估AGV、叉车、AGF等搬运设备的需求数量

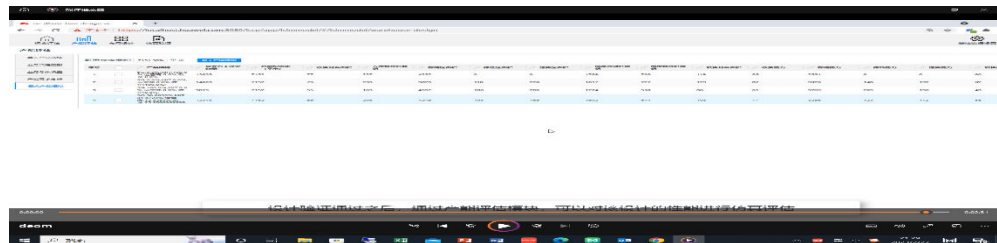
工厂生产产能仿真优化能力

通过对工厂生产中涉及到的人、机（设备）、物料/产品、生产工艺流程、生产工序等进行抽象建模，模拟工厂生产线实际业务的运行，分析优化工厂产能数据信息，输出分析结果，支撑工厂生产线的建模仿真。

供应链企业产能仿真建模能力

供应链上企业产能规划：模拟导入不同未来业务量、不同产品结构配比下，仓库收、存、捡、理发各环节的产能设计。

图 4-31 供应链上企业产能规划



- 最大产能评估，根据仓库面积，以及未来导入产品结构，评估可支撑的最大产能
- 产能面积需求评估，根据未来导入产品结构、业务量，以及VTO等参数，分析未来仓库各功能区面积需求
- 产能多因素模拟，设置可调参数范围，分析不同参数下仓库的面积、产能需求

供应链上企业资源配置：动态模拟未来订单需求、物料计划、现场资源，推荐特出人员/设备/场地资源配置、订单落单与到货计划组合，提前识别风险，平稳交付。

- 企业输入订单及交货需求、物料清单、现场资源等，通过构建的产能仿真模型，分析出人员配置计划等。
- 企业输入订单及交货需求、物料清单、现场资源等，通过构建的产能仿真模型，分析出生产设备配置计划等。
- 企业输入订单及交货需求、物料清单、现场资源等，通过构建的产能仿真模型，分析出仓储场地配置计划等。

供应链企业产能分析生产系统生产线工艺方案模拟仿真、生产线产能及平衡率模拟、工位工序方案模拟分析、设备配置模拟分析等业务场景的建模。

- 企业输入生产工艺流程，根据生产工艺流程构建生产过程模型，输入产品及物料，输出企业生产系统的产能评估数据。
- 基于构建的生产线工艺流程的仿真模型，输入工时、工序等生产基础数据，仿真模拟，输出产线工位/工序之间的平衡率。
- 输入订单产品工艺流程信息，通过生产线仿真建模运行分析，输出生产线的人员、设备等合理的配置数量。

仿真业务模型管理与共享

定义仿真模型库、算法及基础参数，作为企业数字化仿真验证的基础。实现对仿真模型进行分类管理，企业可根据自己的业务对仿真模型进行场景化的分类管理。支持业务场景分类的增加与合并，分类列表改变后，仿真模型自动进行合并。基于仿真平台，在线支持对仿真模型的共享与分享。

模具行业多工厂协同调度优化模型

基于仿真建模平台，构建模具多工厂协同生产调度仿真模型。基于仿真模型，输入产品、库存、加工等数据，仿真推演影响订单交付的事件影响，分析模具多工厂产能和产量情况。

- 输入模具工厂产能变动情况，基于订单交付要求，仿真推演对整个订单交付的影响，找出瓶颈业务环节。
- 输入模具工厂库存变动策略，基于订单交付要求，仿真推演对整个订单交付的影响，找出瓶颈业务环节。
- 输入模具供应物流变动因素，基于订单交付要求，仿真推演对整个订单交付的影响，找出瓶颈业务环节。

PCBA 行业多工厂协同调度优化模型

基于仿真建模平台，构建PCBA行业多工厂多工厂协同生产调度仿真模型。基于仿真模型，输入产品、库存、加工等数据，仿真推演影响订单交付的事件影响，分析模具多工厂产能和产量情况。

- 输入PCBA工厂产能变动情况，基于订单交付要求，仿真推演对整个订单交付的影响，找出瓶颈业务环节。
- 输入PCBA工厂库存变动策略，基于订单交付要求，仿真推演对整个订单交付的影响，找出瓶颈业务环节。
- 输入PCBA供应物流变动因素，基于订单交付要求，仿真推演对整个订单交付的影响，找出瓶颈业务环节。

4.4 工业 APP 引擎平台专题设计

工业APP引擎平台要解决企业数字化转型过程中对业务解决方案的多样性，按需性和灵活性的问题。工业企业的数字化建设不是一个明确的企业状态，是一个持续改进的过程，在此过程中需要面临很多不确定性的需求，那么需要一个平台能支持企业数字化业务的灵活需求，支持业务的按需获取，支持按业务流进行功能编排和组合，支持应用的灵活切换，为不同行业客户提供不同场景的业务解决方案，快速上线，降低试错成本。

平台需要支持新型工业数字化应用的快速构建，包括但不限于市场营销域、生产制造域、研发管理域、供应链管理域、仓储域、办公协同等多方案的业务功能。以上的行业应用有一定的通用型，需要跟行业know-how结合才能构建合适的行业场景化应用，行业APP套件提供了不同行业know-how的知识资产，让业务应用可以快速切入对应行业，满足场景化构建需求。

平台聚合了大量的应用模块、行业APP套件，并且要满足不同行业客户的数字化方案组合要求，需要构建一个基础工具集来支撑APP套件的管理，支撑上层业务应用更灵活的对接调用APP套件，基于客户业务场景进行业务功能的快速定制，并与客户使用的其他业务系统配置或存储数据集成对接，给客户id提供贯通业务流程的数字化解决方案。

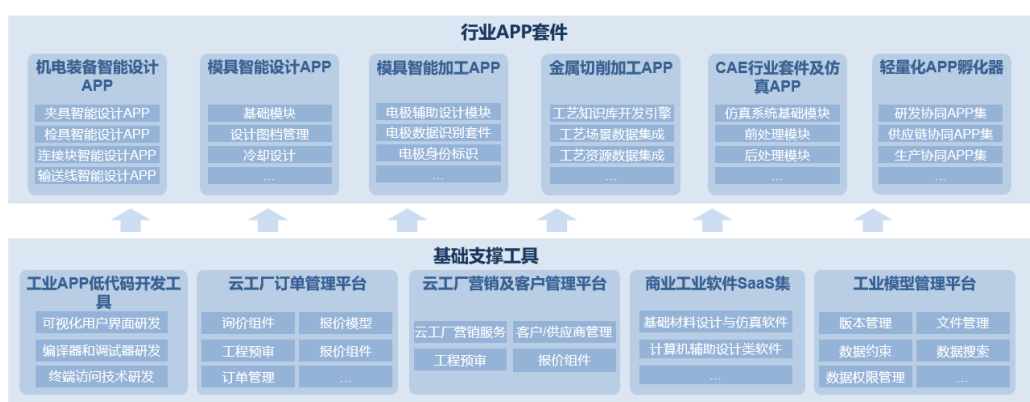
功能架构

工业APP引擎平台主要包含两大块业务功能：1) 行业APP套件负责对多行业know-how资产的管理；2) 基础支撑工具，支持业务应用更高效的调用行业资产，并且能给客户形成统一的业务解决方案，满足不同行业客户的多场景业务需求。

业务应用系统通过调用不同的行业APP套件，可以快速获取行业know-how能力，降低的行业进入门槛，提供服务商的业务质量，能让高质量的行业知识得到广泛的应用。

基础支撑工具解决客户多业务场景多业务应用的数据集成问题，打通数据孤岛，实现多应用的鉴权统一、账号统一、组织统一，给客户一体化化解决方案。解决方案商城提供的标签功能和搜索能力让客户能够快速的获取符合自身业务需求的解决方案，避免大海捞针。

图 4-32 工业 APP 引擎平台架构图



基础支撑工具

支撑工具系统既要解决工程技术人员如何简单高效的实现领域know-how向业务应用方案的转换，又要解决工业企业在业务解决方案的最终良好的用户使用体验问题，这个就是工业APP引擎需要解决的两大类问题。

为了打破工程技术人员和IT 开发人员之间的专业屏障，本项目通过建成拥有国际先进水平的可视化工业APP开发环境，为工业APP开发者提供安全可靠的资源平台，通过整合重点行业的工业机理模型、流程模型、通用数据模型等可重用资源，在实现建设集约化、信息共享化、服务标准化、效益最大化的同时，满足各企业，各开发者建设工业APP应用的需求，为面向多行业的工业APP 开发平台提供有力支撑，为工业互联网在未来的整体产业布局奠定坚实的基础。

4.5 部署方案设计

部署设计原则

- 总体设计原则：

基于应用系统逻辑架构的网络隔离业务应用一般按照逻辑架构划分，可以划分为接入层、应用层、数据层，每一层级部署如果干弹性云服务器。考虑到每一层级的实际功能，同一应用相同层级内部的弹性云服务器建议二层互通。不同的业务系统部署在不同的子网，同一子网内，仅部署一种应用。应用的不同层级，通过安全组进行隔离。

基于网络安全的最小访问域某些业务应用需要对外提供服务，此时在VPC中，通常是在接入层子网中创建Web应用实例，为应用实例申请EIP来连通应用实例与Internet等外部网络，通过安全组规则以及防火墙规则设定Web应用实例端口的入站和出站请求，以保护系统安全（可类比传统数据中心的DMZ区域）。从系统安全上考虑，原则上不建议将应用层子网、数据层子网中的弹性云服务器直接绑定EIP与外部进行互通。

尽量减少跨网络区域的应用互访上云方案设计时，应尽量减少跨网络区域的应用互访请求。如互联网数据采集场景，可以先将数据做初步的分析之后，再将数据交换到其他网络区域，减少需要交换的数据量；为多个网络区域提供服务场景，可以考虑在多个网络区域内分别部署接入服务器和应用服务器，缓存常用的数据，减少数据的跨网络区域交换。

- **地址规划设计原则**

- 确保VPC网络地址范围与企业私有网络的地址范围不重合；如果是多Region场景，不同Region之间的网络CIDR建议不要有重合；
- 子网及IP地址不要一次分配完，确保为未来预留扩容空间；
- VPC网络地址范围（CIDR）大小需要考虑未来业务增长；
- VPC网络地址范围需要考虑多Region和多AZ，VPC可以跨AZ，子网不能跨AZ，需要为多个AZ预留子网和地址。

- **VPC设计原则**

- 端到端业务划分到同一个VPC；
- 强隔离业务创建单独的VPC；
- 内外部业务划分不同VPC；
- 生产和测试划分不同VPC；
- 管理面和业务面划分不同VPC。

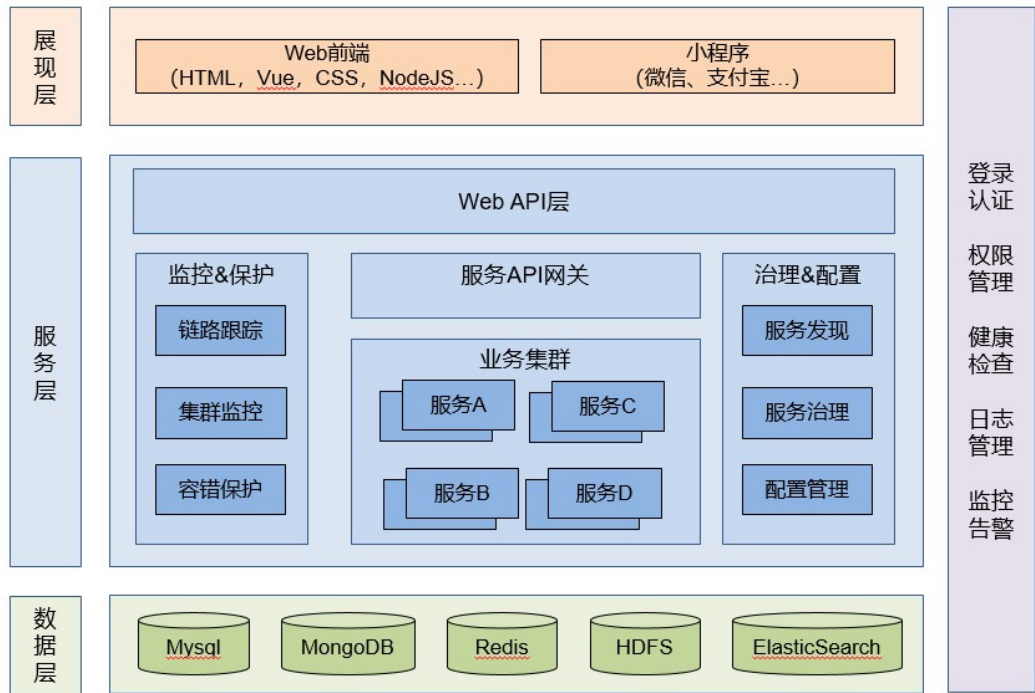
- **命名设计原则：**

- 环境代码：dev、test、uat、stage、prod
- 逻辑区域：dmz、prod、dev、opm
- 防火墙action：allow、deny、reject

通用应用部署方案

Web类应用是常见的企业自研应用，大部分企业都会有自研的、面向互联网的应用，包括门户网站、电商平台、工单管理等。其架构主要包含展现层、服务层和数据层。展现层负责前端页面的展示，服务层负责后端业务逻辑处理，数据层负责业务数据和管理数据的存储与分析。技术架构选型上，通常会选择比较成熟的开源组件或商业软件。

图 4-33 常见的 web 应用通用架构

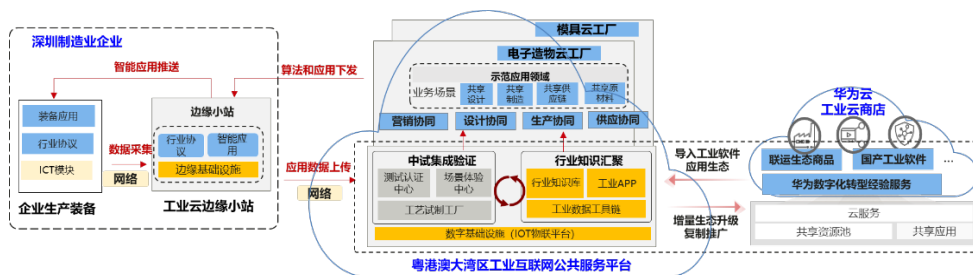


- Web前端：基于HTML/HTML5/Vue/CSS3开发web前端页面。展现层和数据层完全分离，通过跨域实现前后端数据通信
- 小程序：基于微信、支付宝平台，开发H5的小程序，增加用户操作体验和访问便捷性服务层
- Web API：通过Https/Http对外提供API，支撑Web前端或小程序访问后端数据
- 微服务化：实现业务逻辑，通常基于Spring Cloud架构实现微服务化，可以独立部署、水平扩展数据层
- Mysql：存储事务性数据，以及关联性强的数据。如订单、资金、交易数据
- MongoDB：存储非结构化、关联性弱的业务数据。如网站评论数据，视频监控解析数据
- HDFS：大数据存储，以及上传的图片和视频等，用于数据分析和检索
- ElasticSearch：存储日志数据，实现日志分析，从日志中可以分析用户和运营信息

知识中心应用部署方案

工业互联网公共技术服务平台知识中心整体部署方案如下图所示：

图 4-34 工业互联网公共技术服务平台知识中心整体部署方案



整体方案采用边云协同方式部署，通过华为混合云服务和边缘一体机（分布式工厂基础设施）共同部署知识中心相关的解决方案和服务。

云侧即华为混合云，利用华为混合云提供的服务，支撑知识中心应用上云部署与创新，实现应用的云端共享与节省硬件维护成本。IOT物联平台、工业数据工具链、行业知识库及工业App应用等皆部署于混合云上。

边缘节点即企业侧分布式工厂基础设施，通过在企业部署边缘一体机的方式与平台互联互通，将平台能力开放给广大需求企业，同时还可以负责企业侧数据接入和数据预处理，实现业务上云便捷性与低成本控制。

4.6 运维方案设计

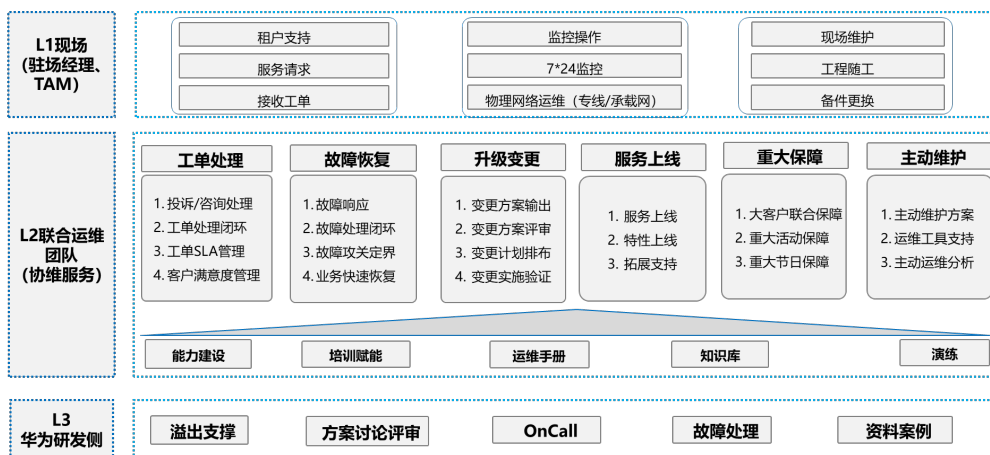
4.6.1 运维组织

图 4-35 运维组织



基础设施云平台&知识中心运维组织架构

图 4-36 基础设施云平台&知识中心运维组织架构

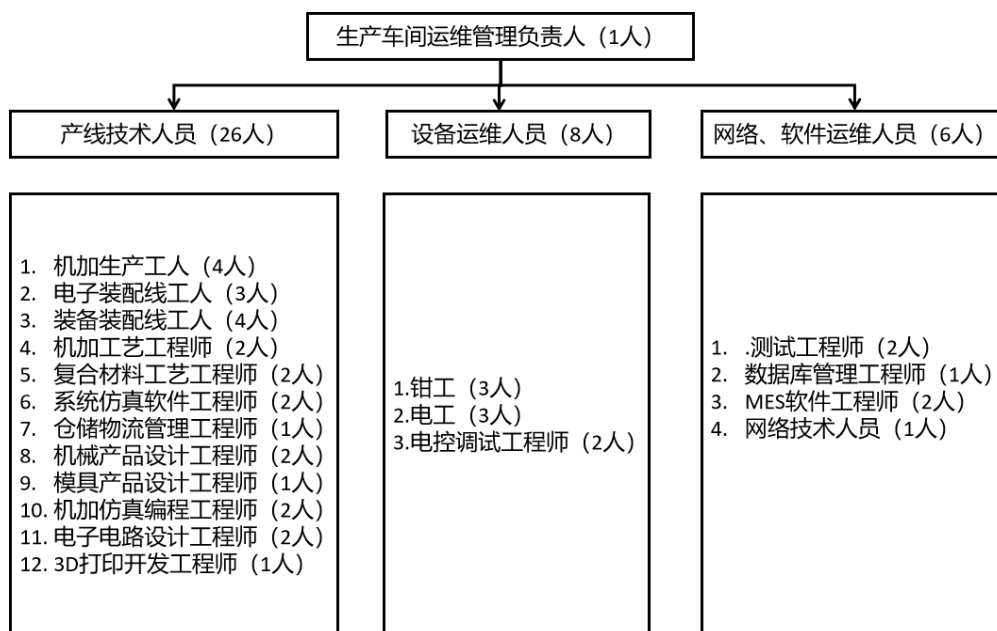


- L1驻场经理：针对混合云平台底座和高阶云服务（数据中台、应用中台、AI、数据库等），运维工程师在客户侧建设期驻场，作为运维服务统一接口，提供现场问题处理/沟通协调、云服务发放/回收、数据备份恢复、变更审批/现场管理、配置变更、云平台升级保障等运维活动的技术支持服务。
作为客户与华为云SRE运维团队之间的运维服务接口人，负责运维流程的流程及SLA/KPI管理，受理客户投诉及开户请求，并提供包括平台需求受理、问题答复、简单故障处理的技术服务。
- L2联合运维团队：面向客户技术服务的第一界面和责任部门，负责网络连续性和技术服务能力的建设，对网络可用性和客户技术服务满意度负责。负责技术客服工作，承担客户技术服务请求端到端的拉通解决，对客户的技术服务满意度负责。负责网络连续性建设，对网络运行质量负责。负责工程建设部安排的工程交付实施/验收/转维工作，对工程交付质量、验收质量负责。负责对基地服务部的二线支撑工作，对网络维护标准、解决方案评审等相关工作负责。负责网络维护计划的制定、推动执行。负责运维技术能力建设。
- L3研发侧：负责重大变更方案评审，重大问题解决等。

中试中心的运维组织架构

为了确保中试车间稳定运行，搭建生产运维管理团队，负责整个车间产线、装备、工具、工装、量具、控制器、网络和辅助装置的日常运维、检修和保养服务。运维团队人员构成包括3部分，产线技术人员、设备运维人员以及网络运维人员。产线技术人员包括机械设计人员、控制系统开发人员和软件开发等人员组成，能够针对复材材料产线、汽车零部件加工线、模具加工线、3D打印加工和SMT先加工提供技术支持；设备运维人员包括电工和钳工等，负责配合技术人员进行设备维护、整修和调整；网络、软件运维人员负责日常网络维护、网络、软件安全检查以及数据维护管理工作。

图 4-37 生产车间运维组织图



生产车间运维工作内容包括：

- **组织维修人员进行检测**
当现场产线运行出现故障时，维修人员通过平台查询该设备近期运行记录，发生的报警记录及维护记录，并结合发生故障时间和故障现象进行分析，技术人员指

导设备运人员进行维修，第一时间快速解决问题，尽量减少整条产线的停摆时间，不影响后续的中试任务。

- **日常运行管理**

车间运维管理负责深入车间实时掌握生产和设备情况，以及原材料供应情况，根据产线和设备状态对生产计划进行调整，确认新产品是否能正常生产，设备是否有停机。管理者通过智能终端程序，实时掌握最新产线情况，合理安排设备运维和保养计划，指导运维工作流程，确保生产顺利进行。

- **发现生产线不稳定因素**

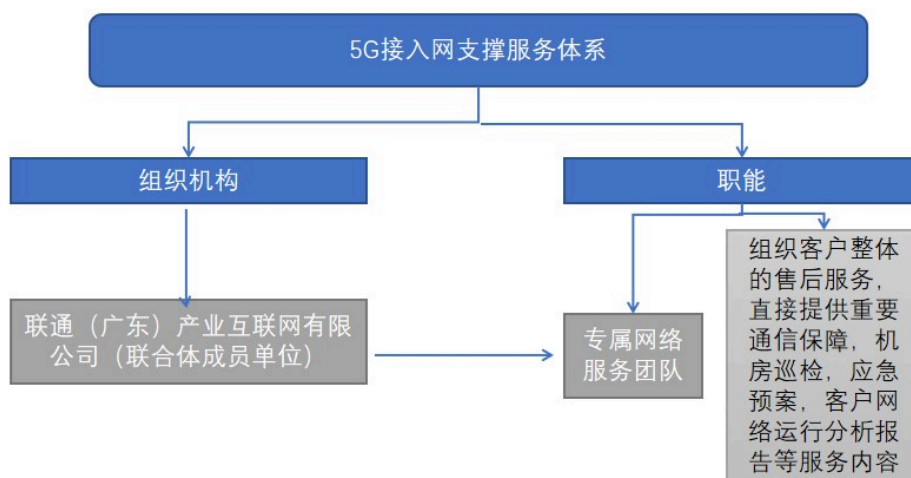
每条生产流水线各有一部分自动化设备，每个工序环节加工完成后由自动化机器人装置将工件再传递到下一个工序环节，每个环节都有自己的运行参数。产线正常生产一段时间后，通过分析每台设备的日常运行情况，发现产线可能引起停产的原因，安排技术人员进行工艺或者设备参数优化，提升产线的运行稳定性。

- **发现现场安全隐患**

生产线区域内属于危险区，机器人和自动化设备在工作时安全很关键，正常情况人不得入内，即使维护人员进入也须佩戴安全帽。及时发现现场安全隐患，避免安全事故的发生。

5G 接入网运维组织架构

图 4-38 5G 接入网运维组织架构



- **网络服务经理**组成虚拟团队，网络服务经理担任组长，负责组织虚拟团队的日常工作，具体职责是：
 - a. 负责指导组内网络服务经理开展工作。
 - b. 负责定期组织组内网络服务经理之间及与客户经理虚拟团队之间的工作交流。
 - c. 负责组织建立客户端到端技术档案。
- **驻地网络服务经理**负责对口客户实施本地现场服务，具体职责：
 - a. 担任客户的技术顾问，提供技术咨询，解决技术疑难问题，建立网络技术档案。

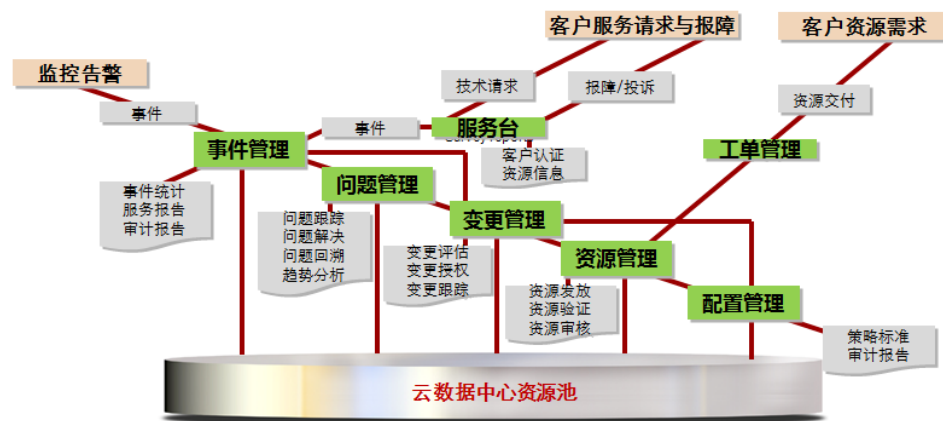
- b. 负责协调客户业务开通所需的网络资源、客户业务故障处理及重要通信保障。
- c. 负责组织制订客户网络维护作业计划、网络优化方案，并组织实施。
- d. 负责组织编写客户业务故障报告、运行分析报告等。
- e. 负责组织客户技术培训与技术交流。

4.6.2 运维流程规范

运维管理流程规范

1. 遵从运维流程，为招标方提供规范性、标准化服务，从而提高解决问题的效率、缩短业务故障时间。

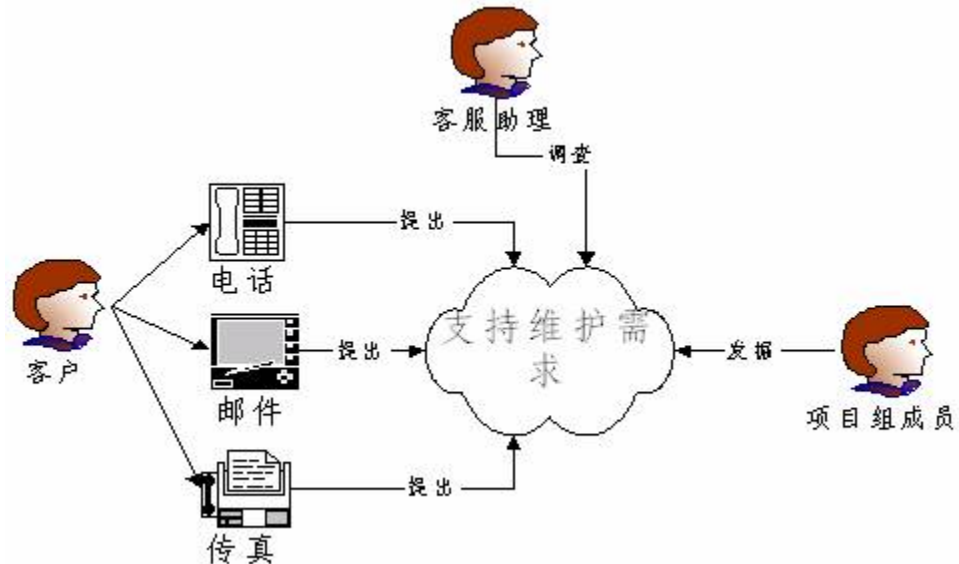
图 4-39 运维管理流程规范



- 服务台：服务台是云平台和云服务用户之间的单一联系点。它通过提供一个集中和专职的服务联系点促进了组织业务流程与服务管理基础架构集成。服务台的主要目标是协调用户和云平台之间的联系，为云服务运作提供支持，从而提高用户的满意度。
 - 工单管理：接收处理客户的服务工单，将资源申请类工单转入资源管理。
 - 事件管理：是在不影响业务的情况下，尽可能快速的恢复服务，从而保证最佳的效率和服务的可持续性。事件管理流程的建立包括事件分类，确定事件的优先级和建立事件的升级机制。
 - 问题管理：调查基础设施和所有可用信息，包括事件数据库，来确定引起事件发生的真正潜在原因，以及提供的服务中可能存在的故障。
 - 变更管理：以受控的方式，确保所有变更得到评估、批准、实施和评审。
 - 资源管理：资源发放，验证和审核。
 - 配置管理：定义和控制服务与基础设施的部件，并保持准确的配置信息。
2. 为更好地为客户提供服务，建立标准、规范的运维管理流程，力争以全面、细致的服务让客户满意。拥有各类专业技术人员，根据需要，可向各职能部门随时调用所需专业和技能人员，派往用户所在地，提供及时、优质的运维管理服务。定期向客户进行回访。通过接受客户投诉和沟通，建立起信息反馈渠道获取各种信息，采取相应的纠正（预防）或改进措施，确保向客户提供满足要求的产品。

在后续运维管理工程中，会持续关注并获取客户服务需求，不断提升售后服务质量。客户通过电话、电子邮件等多种形式提出支持服务需求；客户服务助理定期调查客户满意度得到支持服务需求；售后维护组成员也会在支持维护期挖掘客户的潜在服务需求。支持维护需求的获得如下图所示。

图 4-40 获取支持维护需求



维护服务过程中，华为的工程师将认真解决客户提出的问题，并将维护的过程和解决方法填写在《支持维护记录》中，也要求客户对华为的维护服务质量做出评价。

在支持服务结束后，支持维护人员应请客户验收工作结果，并填写《维护总结》。

3. 5G接入网运维流程规范

本项目运维流程规范包括：组织工作制度、网络服务质量管理制度、客户响应月报制度和考核制度、客户网络维护例会制度、客户业务资料管理制度、售后响应工作分析、客户网络运行报告制度和制定重要客户应急预案及演练制度。

- 组织工作制度

我方承担客户网络的集中监控、数据配置与变更、资源统一调配等工作，各相关团队从我方的统一指挥调度，承担客户网络服务相关工作。

- 网络服务质量管理制度

客户网络服务质量管理目标是使业务质量符合各种技术指标，保证提供给客户的业务满足客户需求，服务符合工业和信息化部等行业主管部门颁布的电信服务规范。我方针对业务特点，牵头进行性能指标的分析工作，找出业务的性能指标瓶颈，通过优化网络结构、采用高可靠性和高性能设备以及采用先进网管手段等方式提高业务的网络性能指标。我方对业务开通、故障响应的各个环节进行分析，优化服务流程，降低业务开通和故障响应时间，提高业务开通和故障处理及时率。对于客户业务的维护、服务工作以客户满意为目标，我方定期对客户业务的网络质量和服务质量进行统计分析。

- 客户响应分析月报制度

客户响应分析月报内容包括客户总体网络的基本信息和当月网络运行、服务执行等情况，包括典型案例分析、问题及建议、下月度工作计划等内容，业务响应分析月报上报时间按客户相关要求执行。

- **客户网络维护例会制度**

我方应与客户建立定期维护例会制度，定期沟通客户网络运行情况、客户网络资源变更信息、客户网络故障原因及预防措施等，例会周期与客户协商确定，我方负责整理编写客户网络维护例会纪要。
- **客户业务资料管理制度**

我方负责客户业务资料的新建、变更、核对等各项管理工作。客户业务资料信息包括客户基本信息、服务等级信息、网络资源信息、客户网络拓扑信息四部分。客户业务资料采用电子信息化方式进行管理，并具备查询、统计等功能。

待网络建设完毕后，将对相应的线路、设备进行特殊标记，以保证工业互联网公共技术服务平台相关维护资料的准确性；建立详细、完备的线路资料档案和网络运行档案，并提交客户，为保证网络稳定运行提供良好的物质条件。我方负责维护线路清单，内容包括两端单位名称、地址、线路号等，并及时更新，定时或应要求提供给客户备案，以建立完备的客户档案。

客户业务资料信息属企业机密，我方加强客户资料管理的保密工作，指定专人负责业务资料库的管理工作。未经许可，任何人不得以任何理由私自查阅、复制客户信息档案。
- **售后响应工作分析**

我方定期对售后响应工作进行分析，并形成售后响应工作分析报告。报告内容应包括客户故障情况、客户重要通信保障情况、重点服务专题及典型案例。
- **客户网络运行报告制度**

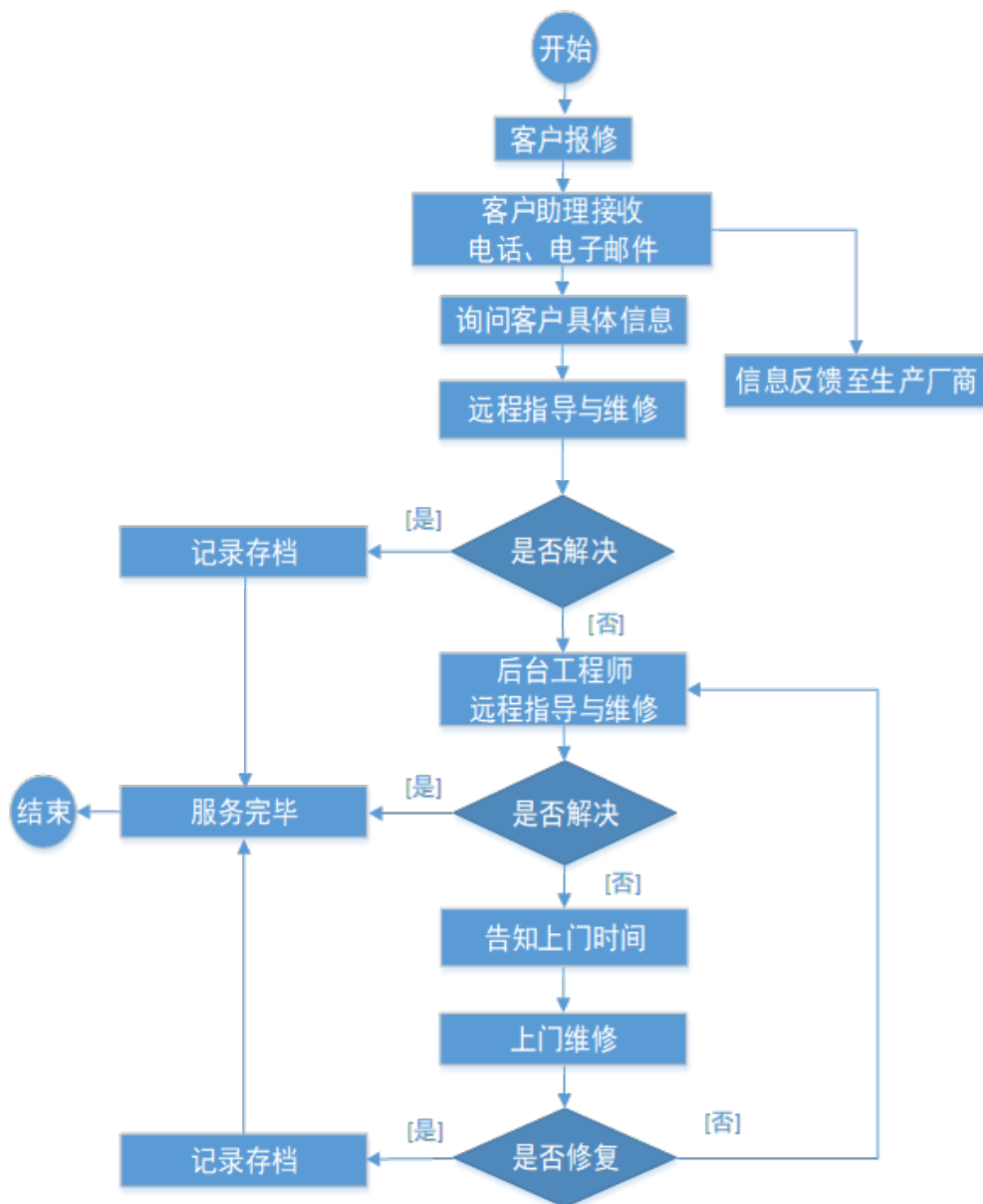
我方定期进行客户网络运行质量分析，定期对客户网络运行情况进行汇总、统计、分析，对客户网络存在的风险隐患提出解决方案及优化建议。客户网络运行报告由我方负责编制，并可根据客户需求提交客户。
- **应急预案及演练制度**

我方应为客户的重点业务制定应急预案，针对客户重点业务制定多个故障场景下的导通及抢修方案，并明确紧急情况下的接口人及升级流程。我方可根据客户需求，组织各维护部门，根据应急预案内容进行演练。应急预案及演练工作可与客户重要通信保障需求或重要网络保障工作相结合，在上述工作开始前组织实施。

事件处理流程规范

针对平台现场出现的各类问题，用户可以采用如下事件处理流程。

图 4-41 事件处理流程图

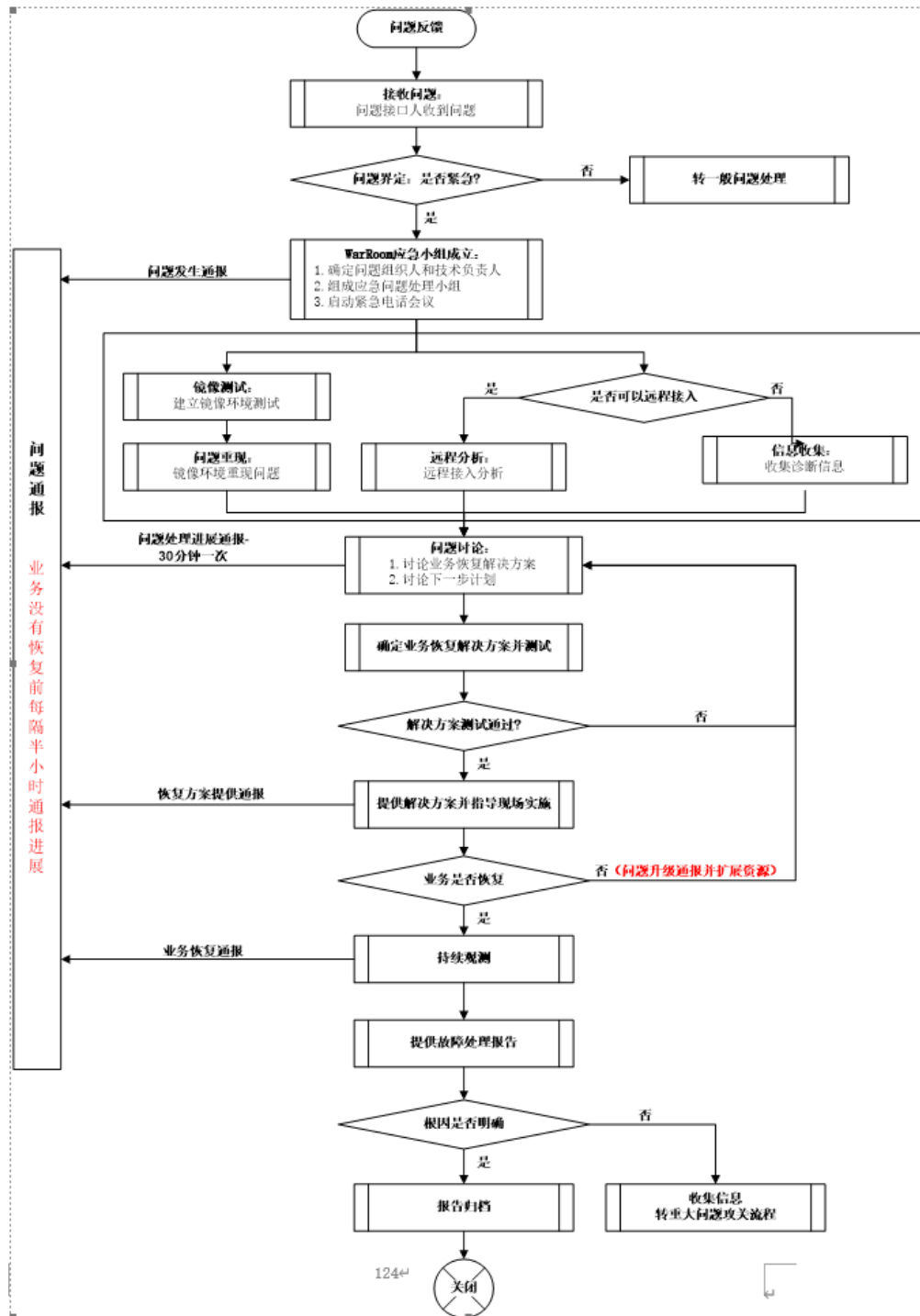


- 当客户来电或客户助理查阅到运维需求电子邮件时，客户助理按照关键字检索迅速查找到用户的信息。核对用户信息后可立即进行报修及咨询业务；
- 客户助理对于可以在电话中解决的报修及咨询电话，客户助理通过电话与客户沟通并远程指导解决问题，并在电脑中记录存档。对于软件问题，在客户允许并且软件系统提供接口的前提下，可以通过远程操作对问题进行判断并实施维修；
- 遇客户助理无法解决的情况，应仔细询问故障现象，依靠建立的历史故障解决方式信息去服务客户；
- 如果无法解决用户的问题，应立即转给专业的后台工程师，后台工程师通过电话远程指导客户解决问题。对于软件问题，在客户允许并且软件系统提供接口的前提下，可以通过远程操作对问题进行判断并实施维修；
- 后台工程师经过判断分析为硬件故障，必需提供上门服务的。

- 由于技术原因无法解决的问题，应先做好用户的解释工作并告知用户第2次上门时间，并积极协调资源加快处理，更好的为用户服务。

应急响应流程规范

图 4-42 应急响应流程规范



紧急问题处理步骤：

- 问题反馈：遇到紧急问题的情况下，我方建议招标方将专属的技术服务经理作为第一反馈对象。
- 问题界定：技术服务经理根据对招标方云资源和业务架构的深入了解以及当前问题现象判断是否启动紧急问题处理流程
- 建立应急WarRoom：技术服务经理作为紧急问题处理组织者，将所有可能涉及到的技术专家拉上电话会议，成立紧急问题处理应急专家组，并拉通各部门主管负责资源协调和支撑。
- 应急专家组根据问题现象收集所需信息，如果条件允许，则在招标方授权的前提下远程接入招标方业务环境进行定位分析，并在必要时快速搭建镜像环境用以模拟测试。
- 经过问题诊断，在WarRoom中讨论并最终得出问题解决方案，并验证解决方案可行性。
- 应急小组将解决方案实施到招标方环境，或指导招标方和服务经理实施。实施后检查业务是否恢复
- 问题恢复后，应急小组待命，由服务经理和招标方持续观察稳定性。
- 服务经理组织应急小组汇总问题处理过程，输出故障报告
- 提供故障报告给招标方，关闭紧急问题。

紧急问题处理原则：

- 紧急问题处理责任人应以最快恢复招标方业务为第一要务，优先输出较容易实现的问题规避方案或临时恢复方案，尽量缩短问题影响时间。
- 紧急问题处理全程需由处理责任人指定专人负责向招标方和华为所有相关人员通报问题处理进展，时间间隔为30分钟。
- 相关技术专家收到WarRoom请求，立即接入应急WarRoom，将问题处理作为第一优先级工作。

变更流程规范

由于平台的复杂性，在实施过程中项目变更不可避免。造成变更的潜在因素很多，包括现场施工条件的变化、用户需求的变化、厂家产品因素等原因，因此要全程做好变更的管理。变更管理的目的并不是控制变更的发生，而是对变更进行管理，确保变更有序进行。

变更管理原则

为了变更进行有效控制，成功地完成项目的目标，项目应遵循以下原则：

- 所有变更必须遵循项目变更管理计划，受控管理；
- 组建项目变更管理委员会，成员包括业主，联合体双方关键角色对项目范围、方案、进度等进行集团决策管理；
- 对变更请求，应遵循项目变更管理流程，综合评估各方面因素，选择对实现项目目标特出的方案；
- 变更委员会可根据变更影响范围按权责对等的原则进行分层决策授权，如子模块内部的详细设计方案变更由责任方内部决策并备案；涉及项目范围、整体解决方案及需多模块间配合的变更需委员会集体决策。
- 及时发布项目的变更信息，做好关联任务联动。

变更的具体流程

项目变更的具体流程分为如下几个步骤：

- 收集变更申请
相关责任方按变更管理模板对变更内容，变更影响进行初步分析；根据变更影响的等级提交到相应的变更管理决策组织；
- 变更分析评估
变更管理组接收到变更请求之后，需要识别相关干系人，并组织在约定的期限内对变更影响进行审核评估，包括变更实现的风险、人力、物力、时间等成本等。
- 变更审批
变更管理委员会基于变更分析评估结论，在约定的期限内组织决策，审批是否允许变更，形成《项目变更决策报告》并把审批结果反馈给项目执行组。
- 变更执行
项目经理获取相应的审批结果后，组织项目团队来落实变更要求。
- 变更确认
变更执行完毕后，业主按变更后的项目基线进行验收、确认。

4.7 运营方案设计

公共技术服务平台运营采用“公共服务平台-产业运营商/专业服务商-中小制造企业”的（P2I2M）三级服务模式。面向产业集群建设云工厂生态，结合参与平台运营的电子造物云工厂和模具云工厂等产业运营商和专业服务商的自身发展业务，建立云盟工厂生态。通过对接加盟工厂和制造企业，实现数据互联、资源共享、能力互通，将平台打造成为面向产业集群转型升级的“工业母工厂”，推动产业上云、产业上楼。

项目分为建设期试运营期和正式运营两大阶段。在建设期试运营阶段，联合体双方及生态合作伙伴战略投入，遴选典型代表家制造企业，针对企业需求，根据建设节奏依托平台提供的服务能力，叠加联合体双方及生态合作伙伴的技术能力，逐步提供工艺试制、测试认证、数字化转型及云工厂创新模式等运营服务的验证。在典型代表企业完成运营服务的验证交付，跑通业务流程，转入正式运营阶段。

在正式运营阶段，依托区域产业政策和运营经费的支持，联合联合体双方及生态合作伙伴，确定运营目标和运营内容，构建运营服务清单和运营团队，制定运营实施路径，以运营费用为先期引导资金（见运营资金明细测算），依托平台能力向产业赋能，首期覆盖200家企业，逐步走向商业正循环。

4.7.1 运营原则

- 公共性
平台将围绕中小制造企业在工艺试制、测试认证、工业数据治理、行业知识沉淀、数字化转型升级等方面存在的断点、痛点问题，向中小企业产业集群提供公共技术服务，建成后赋能产业集群的整体失衡及，确保平台运营的公共性。
- 可持续性
在保证公共性的基础上，平台将专业领域的“懂行人”来做产业运营，完成商业正循环，逐步实现平台的可持续良性运营。产业运营商要有拓客市场能力，特别是在本地拥有较好的客户基础，项目建设上线后可以导入现有市场资源，可以靠市场带动持续投入，保障长久良性运营。
- 开放性
平台将采用开放架构，模块化的设计，提供开放的中试验证环境，保持开放合作的管理模式，与华为云生态长连线，并与产业运营商、工业软件厂商、专业技术提供商等开展合作。通过与华为云建立生态桥梁，引入华为云丰富的工业软件生态，实现价值共享。

• **建营并重**

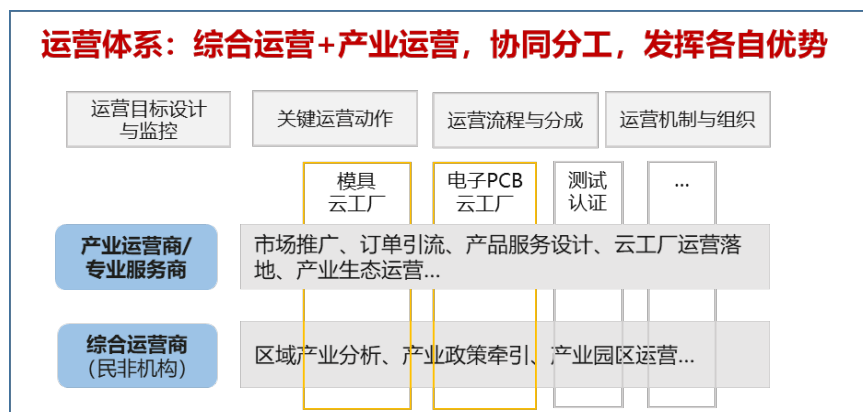
平台将采用“建设，运营”一体化设计，实现“建设、运营、应用”协同推动，建设方优先作为相应板块的运营主体。在项目建设设计方案阶段，即考虑未来的运营需求。在充分满足项目公共技术需求的基础上，大程度的兼顾“商业运营”需求，实现“自带客户、自带团队”参与建设和运营。

4.7.2 组织方案

组织架构

为保障平台运营的公共属性和开放性，采用民办非企业的组织形式（以下简称“民非机构”）。民非机构作为运营主体，与联合体及生态伙伴的技术专家团队，组成项目运营团队。采用“综合运营机构+产业运营商/专业服务商”运营体系。民非机构承担综合运营机构角色，联合体及生态伙伴承担产业运营商/专业服务商角色，依托平台构建创新服务综合体。

图 4-43 创新服务综合体运营体系



在正式运营阶段，构建本地化运营团队，本地化运营团队采用COO负责制，COO负责整体管理与战略落地执行、CTO辅助管理团队，下设技术团队、项目管理团队、市场拓展团队。具体组织机构架构如下：

表 4-2 组织机构架构

机构	职务	职责
管理层	COO	整体管理与战略落地执行，运营主导，预算管理，外部资源协调，做好企业服务、平台运营等工作，负责政府、产业资源协调
	CTO	技术总负责，协助总经理做好企业服务，对技术当先负责，对创新项目目标，以及运营平台当先性负责
技术服务组	技术总监	团队主管，对运营平台承接的项目技术部分交付负责，承接人才培养目标
	技术专家	依托平台与技术能力，对于合作项目从技术角度进行评估分析；后期对于评估可行的项目提供技术支持。

机构	职务	职责
联合创新组	联合创新总监	团队主管，协调资源、围绕特定场景联合龙头企业、科研院所开展联合创新。
	联合创新经理	协调资源、围绕特定场景联合龙头企业、科研院所开展联合创新。
生态合作组	生态合作总监	团队主管，构建产业生态体系、对接发展本地生态伙伴、对接引入外地合作伙伴。
	生态合作经理	构建产业生态体系、对接发展本地生态伙伴、对接引入外地合作伙伴。
市场拓展组	市场拓展总监	团队主管，对本地产业交流活跃度负责
	市场拓展经理	利用政府、运营机构等平台各种资源，拓展工业企业。

组织职责

综合运营商和产业运营商/专业服务商运营体系，各司其职，发挥各自优势，打造从区域公共服务能力提升到协同各产业持续商业发展的运营体系，联合孵化产品体系，协同构建运营体系，打造1+N运营模式。各组织分工如下：

- **综合运营商：**负责平台的各项基础运营任务，包括场馆的日常运维、基础软硬件设施的维护保养，并开展产业生态、产业咨询、产业政策、产业金融等服务，成为一个中立性、公信力的数字化转型促进中心。综合运营商围绕平台提供检测认证、人才实训、产业金融、行业交流、生态构建等产业链全要素服务，吸引国内外当先的工业互联网企业围绕平台集聚，共建新型工业互联网产业生态。
- **产业运营商/专业服务商：**聚焦电子造物云工厂、模具云工厂等产业运营商孵化，产业运营商负责云工厂运营，包括订单引流、小批量试制、设计协同服务、制造协同服务等电子PCBA和模具领域的产业链运营；专业服务商负责开展机器人测试认证、机床装备测试认证、先进网络测试认证、信息模型测试等专业服务。

整体上，通过搭建两级运营体系，即保证平台运营的公共属性、开放性和非营利性，又发挥创新服务综合体各专业成员单位的资源优势，行业服务经验，最大限度提高平台的运营效率和专业性。

4.7.3 运营内容

平台基本运营

平台基本运营服务包括项目场馆、基础设施底座、中试中心机器设备的维护、保养和升级工作，知识中心软件的维护和升级工作等。具体包括：

场馆的日常运维，包括办公硬件、中试中心场馆、办公桌椅、水电带宽和保洁等，以及项目使用的场馆进行日常运维。

基础软硬件设施的维护保养，包括建设的所有软硬件设施进行日常维护保养，含机房配套设施、网络设备、服务器、安全设备和系统、云平台的基础软硬件、中试中心各类工业设备设施、测试平台软件、体验中心展示演示体验设备等。

示范企业数字化转型

建设期试运营阶段：以边缘一体机分布式工厂基础设施、成熟数字化转型方案等推广应用为主。通过深度调研企业数字化转型过程中的共性难点问题，形成一批工业数字资产标杆模板，导入平台的建设和运营，推动平台能力持续完善，打造示范企业应用平台能力的数字化基础设施。

正式运营期：依托本项目的公共服务能力，引入华为云数字化转型方案，为工业企业提供从诊断咨询、数字工厂、智能制造、工业软件、工业智能等系列数字化转型端到端方案，帮助制造企业实现降本、提质、增效，助力平台的技术服务能力持续完善。

具体包括：

- **边缘一体机：**在云工厂加盟工厂和示范应用企业的工厂车间等工业生产侧，推广边缘一体机基础设施，将知识中心承载的工业软件等高阶应用服务，通过边缘一体机下发至企业的生产制造现场，提升企业的生产制造数字化能力。
- **数字化转型：**配合项目知识中心和中试中心的公共服务能力，在示范应用中小企业推广系列工业数字化升级方案，包括工业视觉检测、智能排产、软件开发平台、物联网平台、工业SaaS服务等。

云工厂赋能产业集群

云工厂作为新型工业化范式，促进了产业数字化、数字产业化发展，使能了产业升级。在云工厂的实体平面，产业运营商主导，通过构建以中央平台工厂+N家云盟工厂的实体产业群，细化产业结构分工，打造实体平面的现代化产业园区，并逐渐带动周边领域产业伙伴加入，推动产业上楼。在云工厂的数字平台，通过数字平面的工业资源库、协同设计、协同制造、协同供应链等协同共享，提升产业链效率。具体运营内容包括：

- **先进工艺及数字化赋能：**产业运营商提供先进生产工艺赋能，辅助云盟工厂的数字化建设。
- **产业结构优化分工：**中央平台工厂提供核心产品服务，比如在模具行业，大型冲压机非常昂贵，中央平台工厂可以提供，其它N家工厂可生产相应配件，组装为最后成品。
- **共建共享物理基础设施：**共建现代化产业园区，共享一些基础设施，比如废水处理、危险品存放公共仓储。

中试开发与试制服务

搭建产研结合的中试服务平台。研究新技术、新工艺、新方法在中试平台的测试验证，将技术成果转化为生产力，帮助不具备完整研发能力的中小企业解决技术难题，带动制造企业解决转型升级，同时也能集聚产业链高精尖企业，研发新技术和新产品在中试平台进行部署和应用，帮助企业加速完成“技术-中试-产品”的转化。中试服务平台不但提供中试技术服务，同时也强化科技成果产业化，引导行业上下游资源互通，培育硬科技企业、推动智能制造产业聚集、促进产业经济发展。

产业生态建设

依托面向区域公共服务平台的作用和创新型产业基础设施定位，培育“区域公共服务平台+细分产业平台”紧密协同的新型产业链协同创新模式。正式运营阶段，在先期运营费用引导资金支持下，汇聚一批工业互联网新型生态、培养一批高端复合型人才、打造一张区域数字经济“名片”，从而建立服务区域乃至全国的数字化转型创新生态。具体内容包括：

- 搭建产学研平台，培育工业软件人才。搭建科教融合平台，将项目成果及时引入教学过程，促进科研与人才培养积极互动，发挥产学研合作示范影响，提升项目服务产业能力。推动高校和企业整合双方资源，发挥学校人才与专业综合性优势，实现高校知识溢出直接服务区域经济社会发展，共同完成教学科研任务，提升产业创新发展竞争力。
- 开展工业软件人才培养，建设工业软件开发型和应用型人才实训基地。面向高校培养不同技术方向的工业软件认证人才，打造业界覆盖工业软件技术领域的认证体系。基于人才实训基地，结合行业企业的产品、技术和生产流程，创新多主体间的合作模式，构建基于工业软件产业发展和创新需求的实践教学和实训实习环境。
- 建设工业互联网品牌，打造数字经济新“名片”。组织工业互联网行业沙龙、高端峰会等会议，发布工业互联网行业白皮书，编制工业互联网发展指数。依靠工业大数据和行业技术积淀，为制造业数字化转型提供产业政策咨询支撑。围绕云工厂创新模式汇聚一批新型企业，联合研究机构以及行业协会孵化一批国家及升级制造业创新中心“预备队”。

5G 接入网络服务

以区域工业互联网公共技术服务平台项目为基础，在中试中心一楼二楼进行5G网络覆盖，建设5G基站以满足装备制造工艺试制、3C电子制造两个实验场景各类应用对网络的需求。5G建设基于实际环境进行网络规划与建设的具体实施，并提供后期的网络运营维护工作；同时投入5G MEC边缘云服务器为项目内5G网络专网专用提供应用环境，以5G数据边缘分流的形式，实现5G业务数据安全有效。MEC边缘服务器由联通提供，并同时能够支持中试中心5G业务的复用。在5G+装备制造/5G+3C电子制造创新应用成熟后，可以将技术方案作为“5G工业互联网公共技术服务平台方案”进行复制和推广。

5 修订记录

表 5-1 修订记录

发布日期	修订记录
2024-09-05	第一次正式发布。