

上海市工业互联网协会文件

沪工互协〔2024〕04号

关于发布《钢铁行业工业互联网云原生技术实施指南》 团体标准的通告

各有关单位：

根据《中华人民共和国标准化法》（2017年修订版）和《团体标准化—第1部分：良好行为指南》（GB/T 20004.1-2016）文件精神，结合《上海市工业互联网协会团体标准管理办法》的有关规定，经上海市工业互联网协会审核批准，现发布《钢铁行业工业互联网云原生技术实施指南》（T/SHIIOTA 004-2024）。

特此通告。

联系人：宋双双

联系电话：13816459152

附件 1

《钢铁行业工业互联网云原生技术实施指南》标准文本

上海市工业互联网协会

2024年2月21日

团 体 标 准

T/SHI IOTA 004-2024

钢铁行业工业互联网云原生技术实施指南

Implementation guide for industrial internet cloud native technology of steel industry

2024 - 02 - 21 发布

2024 - 02 - 21 实施

上海市工业互联网协会 发布

目 录

前 言	IV
引 言	V
1 范围	6
2 规范性引用文件	6
3 术语和定义	6
4 缩略语	7
5 总体原则	7
5.1 概述	7
5.2 实用性原则	7
5.3 安全性原则	7
5.4 可靠性原则	8
5.5 开放性原则	8
5.6 可扩展性原则	8
5.7 系统性原则	8
5.8 成熟性原则	8
6 实施路径	8
6.1 概述	8
6.2 参考架构	9
6.3 实施场景	9
6.3.1 概述	9
6.3.2 云化工业软件	9
6.3.3 新型工业 App	10
6.3.4 工业应用开发环境	10
6.3.5 深度学习与工业智能	10
6.3.6 工业大数据系统	10
6.3.7 工业数据与建模分析	10
6.3.8 云原生安全	10
6.4 实施方法	10
6.4.1 实施阶段	10
6.4.2 实施方式	10
6.5 保障机制	11
7 关键技术要求及应用场景	11
7.1 容器技术	11
7.2 微服务技术	11
7.3 服务网格技术	11
7.4 DevSecOps 技术	11
7.5 Serverless 技术	11
7.6 声明式 API 技术	12
7.7 AI 算力云原生化	12
7.8 数据及中间件云原生化	12
7.9 异构架构兼容技术	12
7.10 云边协同技术	12
7.11 云原生安全技术	12

7.12 云原生可观测性技术.....	12
8 评估方法.....	12
附录 A (资料性) 评价方法.....	13
A.1 成熟度评估.....	13
A.2 能力域评估.....	13
A.2.1 概述.....	13
A.2.2 应用服务域.....	13
A.2.3 资源管理域.....	13
A.2.4 研发测试域.....	13
A.2.5 运维保障域.....	13
参 考 文 献.....	- 15 -

前 言

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

本文件由上海宝信软件股份有限公司提出。

本文件由上海市工业互联网协会归口。

本文件起草单位：上海宝信软件股份有限公司、上海道客网络科技有限公司、宝山钢铁股份有限公司、马鞍山钢铁股份有限公司、宝钢湛江钢铁有限公司。

本文件主要起草人：尚衡、胡兵、周明、黄明、杨红军、王磊、靳星光、张红兵、李佳、沈立明、杨凌珺、郑振华、万英杰、陈立君、黄钰梅。

本标准承诺执行单位或企业：上海宝信软件股份有限公司、上海道客网络科技有限公司、宝山钢铁股份有限公司、马鞍山钢铁股份有限公司、宝钢湛江钢铁有限公司。

本标准为首次发布。

引 言

钢铁行业是国民经济的重要支柱产业，也是传统企业数字化转型的主战场。工业互联网作为制造业数字化转型的关键支撑，将有利于构建人、机、物全面互联的新型网络体系，推动制造业与信息技术深度融合，提升制造业的数字化、网络化和智能化水平，为建设制造强国和网络强国提供有力支持。

云原生技术是近年来云计算领域的热点，已成为驱动业务增长的重要引擎。钢铁行业采用工业互联网和云原生技术的目标是将云计算、大数据、人工智能、物联网等技术融合，为企业提供一站式的“云原生”数字化基础平台，使企业的信息系统开发和运维摆脱繁重的非业务平台开发和维护，以更低的学习成本接入并使用云服务，真正聚焦于业务创新，提升企业的经营优化、决策能力和生产力水平。

钢铁行业工业互联网云原生技术实施指南

1 范围

本文件界定了钢铁行业工业互联网云原生技术的总体原则、实施路径、关键技术要求及应用场景，描述了相应的实施标准。

本文件适用于软件产品开发组织、独立软件测试机构、实施及咨询服务机构，用于指导它们在设计、开发、选型和实施钢铁行业工业互联网云原生技术时的标准规范，亦可为其他与云原生技术相关的行业提供参考。

2 规范性引用文件

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

GB/T 11457—2006 信息技术 软件工程术语

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

容器 container

基于对象的云存储中存储对象的逻辑空间。

[来源：GB/T 43431—2023, 3.1]

3.2

容器组 Pod

可创建和管理的最小部署单元，是封装一个或多个容器的集合，这些容器共享存储、网络等资源。

3.3

容器编排 kubernetes

一个用于自动化容器化应用程序的部署、扩展和管理的开源平台。

3.4

微服务架构 microservice architecture

一种架构，旨在通过将功能分解到各个离散的服务中以实现了解决方案的解耦。

3.5

服务网格 service mesh

用于管理服务间网络通信的基础设施层。

3.6

无服务架构 serverless

一种云计算执行模型，在该模型下，云提供商充当了所有服务器管理执行任务和决策的角色，响应事件触发执行代码，动态管理资源分配。

3.7

声明式 API declarative APIs

通过提交一个预先定义好的 API 对象来表达所期望达到的最终状态。

注：声明式API是一种编程接口的范式，允许开发人员通过声明式的方式描述所需的结果，无需显式编写指令代码，底层的实现细节由框架或库来处理。

3.8

开发运维一体化 development and operations

软件系统开发和运维的一种新的范式和方法学。

[来源：GB/T 42560—2023，3.1.5]

3.9

安全的 DevOps DevSecOps

一种开发实践，可在软件开发生命周期的每个阶段集成安全计划，以交付可靠且安全的应用。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AI：人工智能（Artificial Intelligence）

App：应用程序（Application）

CRD：自定义资源定义（Custom Resource Definition）

CNI：容器网络接口（Container Network Interface）

CPU：中央处理器（Central Processing Unit）

CRI：容器运行时接口（Container Runtime Interface）

DPU：数据处理器（Data Processing Unit）

ERP：企业资源计划系统（Enterprise Resource Planning）

GPU：图形处理器（Graphics Processing unit）

IaaS：基础设施即服务（Infrastructure as a Service）

I/O：输入/输出（Input/Output）

MES：生产力执行系统（Manufacturing Execution System）

NPU：神经网络处理器（Neural Processing Unit）

OA：办公自动化（Office Automation）

OCI：开放容器标准（Open Container Initiative）

PaaS：平台即服务（Platform as a Service）

SaaS：软件即服务（Software as a Service）

VPC：虚拟私有云（Virtual Private Cloud）

5G：第五代移动通信技术（5th Generation Mobile Communication Technology）

5 总体原则

5.1 概述

在钢铁行业工业互联网云原生技术实施时，应充分考虑企业现有的基础架构的能力和应用的开发框架，应遵循对原有环境和架构少干扰甚至无干扰的原则，全面考虑对周围计算资源、存储资源和网络资源的影响，以及现有应用开发框架和监控手段，通过占用尽可能少的业务资源，来达成钢铁行业工业互联网云原生技术实施的建设目标。

建议遵循以下基本原则。

5.2 实用性原则

系统应能够最大限度满足实际工作要求，提高系统的实用性。主要包括：

- 充分考虑用户各业务层次和环节的管理需求，以满足用户业务为第一要素；
- 采取总体设计、分步实施的技术方案，保持系统建设保持连贯性；
- 全部人机操作设计应充分考虑不同用户的实际需要，追求简单实用。

5.3 安全性原则

鉴于钢铁行业的重要战略地位，应充分考虑系统的安全性、网络环境安全性、用户数据安全性、多租户隔离等情况，平台提供有效的安全保密机制。主要包括：

- 提供完善的权限管理手段，具有良好的安全保密机制，如操作权限控制、用户密钥、密码控制、系统日志监控、数据更新凭证等；

- 系统具备严格的等级访问及授权机制，关键应用和数据只允许经授权的合法用户访问操作，并具备完善的日志及审计功能；
- 提供完整的身份认证与授权机制，确保用户身份合法性；
- 加强网络环境安全，防范网络攻击；
- 构建完善的安全体系，将系统的安全性作为建设的首要准则。

5.4 可靠性原则

作为流程型制造业的代表，钢铁行业用户面广、并发量大，在规划和建设中应考虑高可靠性，保证系统的稳定运行。主要包括：

- 采用具备容错功能的技术手段，如主备、集群等提供故障快速恢复和应急响应能力；
- 考虑节点间可以相互替代的离线应急操作设计，提高可靠性；
- 采用多副本、分布式微服务架构，配合数据日志和故障处理机制，提高系统故障容忍能力；
- 采用网络管理、严格的系统运行监控和预警等手段，实时掌握系统运行状况。

5.5 开放性原则

应考虑系统的可持续性发展，在规划和建设中应采用主流的技术标准，并采取功能模块化、接口开放化的策略。主要包括：

- 尽量保护用户现有投资，充分考虑钢铁行业现有云原生技术使用现状，最大程度保护用户现有应用和技术投资；
- 标准化的开发和设计，统一工作标准、业务流程、服务程序；
- 功能模块化设计，提供用户和业务的外部接口，考虑对不同数据和服务的兼容性。

5.6 可扩展性原则

为适应业务发展需要，系统能够方便升级和扩展功能。主要包括：

- 应采用分布式架构，为系统扩展打下良好的基础；
- 应在体系架构、开发语言到技术选型等方面充分考虑系统设计可移植性的要求，保证系统能在各种操作系统和不同的硬件平台上移植。

5.7 系统性原则

应保证系统建设的高度统一化和标准化，实现服务的规范化和高效性。主要包括：

- 以云原生的视角进行整体规划，应实现统一设计、分步实施；
- 应制定统一的数据标准、网络标准和应用标准，形成决策层、调度层、操作层之间相互衔接的标准体系。

5.8 成熟性原则

结合钢铁行业数字化转型和云原生技术发展趋势，系统建设应遵循成熟性原则。主要包括：

- 采用业界公认并有成功商用案例的技术和产品，确保系统的可靠性和稳定性，应具有大规模生产环境验证，能够满足智能制造和数字化转型对系统质量及性能的需求；
- 优先采用符合行业主流方向并得到用户认可的技术路线。充分参考行业内外领先企业的实践经验，避免重复开发和技术风险；
- 对新技术的应用先行进行严密的技术评估和场景验证，保证在生产环境的顺利部署与运营；
- 建立云原生技术的动态跟踪机制。结合行业技术发展路线，及时调整优化技术体系，防止过时技术的混用；
- 完善 DevOps 工作流程与持续集成持续交付机制。通过快速迭代和详实监控，推进体系内技术的持续成熟。

6 实施路径

6.1 概述

在钢铁制造行业实施工业互联网云原生技术时,应遵循国家和行业标准体系的相关规定和指导意见,并构建面向钢铁制造全生命周期的开放参考架构。在参考架构指引下,应选取钢铁生产过程的关键节点作为技术验证与落地的典型场景。应合理配置科技创新与产业化资源比例,重点打造工业互联网云原生技术公共支撑平台,并加强核心技术知识产权的保护。应加强与互联网龙头企业的合作,学习其在业务模式重构和以用户为中心的研发方法方面的成功经验,推动云原生技术在核心业务系统中进行创新应用。应建立常态化评估机制,在整个实施过程中持续总结各阶段的实践经验,推动云原生技术体系与运维模式的迭代升级,并最终实现与钢铁制造业务的深度融合。

6.2 参考架构

钢铁行业工业互联网云原生技术参考架构以边缘层建设为基础,实现工艺过程及设备数据的汇聚,支持车间产线相关应用(见图1)。其中,IaaS层提供计算、存储、网络等资源;PaaS层在通用能力之上,面向钢铁行业提供GPU虚拟化、多云编排、多集群多租户等云原生技术能力以及钢铁行业特色的工业应用开发环境、深度学习与工业智能、工业数据与建模分析、钢铁工业大数据系统等;SaaS层包含钢铁设计、生产、管理、服务、协同等领域新型工业应用,基于云原生开发和部署,支持钢铁行业数字化转型各业务场景。整个框架应汇聚钢铁生产及经营核心数据,支持传统业务数值化转型以及新型业务模式的拓展。



图 1 钢铁行业工业互联网云原生技术参考架构

6.3 实施场景

6.3.1 概述

工业互联网云原生技术应构建云-边-端统一架构,深度融合新一代信息技术与制造业,采用云计算、边缘计算和终端协同的技术框架。应以云边协同的工业PaaS、人工智能(AI)、大数据为核心技术基础设施,构建新型制造业体系。应系统集成设备、技术、数据、模型、知识等制造业资源,推动数据驱动、软件定义、平台支撑、服务增值和智能主导的智能制造。应针对钢铁行业全流程构建数字化,推进企业数字化转型,并深入推进融合大数据、边缘计算与过程控制的智能钢铁工厂解决方案,实现钢铁企业生产全流程的大规模、远距离、集中化智能操控。有助于制造业数字化、智能化转型和高质量发展。

6.3.2 云化工业软件

应基于PaaS层的云原生技术能力和工业PaaS服务,采用云原生容器化部署。在软件开发阶段,应采用微服务架构与DevOps流程化工作模式相结合,利用镜像实现软件的标准化打包,以加速开发进度。在软件部署和迁移阶段,应依托统一的发布机制,基于标准镜像快速实现对不同的云原生集群的无缝发布和横向扩展。在软件运行阶段,应实现资源弹性伸缩,保证业务高峰期的资源合理分配。应充分利用云原生技术手段提升软件开发、部署、运维的质量与效率,更好地服务于钢铁制造业务。

6.3.3 新型工业 App

应基于云原生微服务理念，制定标准化的工业App管理方式。应通过工业App开发框架和能力套件，进行模块化、组件化设计，并集成红外、蓝牙、虚拟现实等新兴技术。应面向钢铁行业的服务、设计、生产、资源协同与管理等业务环节，开发整合新型工业App。应支持全新的工作方式和用户体验，助力钢铁行业在设计制造、设备维保、供应链协作等领域实现数字化转型。利用云原生技术手段提升工业应用的开发效率、管理水平和用户体验，更好地服务于钢铁制造业务。

6.3.4 工业应用开发环境

应面向典型业务场景提供通用开发框架、组件工具、行业数据模型等能力，以高效开发工业应用。应支持基于微服务架构的应用开发、部署、运维，实现应用的快速迭代和高可靠运行。应提供代码生成、数据库管理、权限管理等辅助工具和平台，减少重复工作，提升效率。应覆盖从设备接入管理到过程优化等核心场景，对外输出服务能力。应符合工业互联网参考架构的标准，使上层工业应用获得数据支撑和平台化赋能。应面向钢铁行业提供开发环境和平台化服务，有效支撑应用开发者，助力工业应用创新。

6.3.5 深度学习与工业智能

应充分利用深度学习和工业智能技术，构建全流程质量预测、健康评估、故障诊断等智能分析模型。应开发数据驱动的优化控制系统，实现工艺过程的闭环控制与质量提升。应构建视觉检测与控制平台，辅助设备监测与产品检测。应利用迁移学习、模拟仿真等方法，快速培训适用于特定工序的智能控制系统。应辅助快速定位异常并给出处理建议，降低检修成本。应构建海量数据驱动的数字孪生和其他智能应用，全面、动态、精准地支持钢铁行业的生产决策。应充分发挥深度学习与工业智能技术优势，使钢铁行业实现由数据驱动到深度智能驱动的转型升级。

6.3.6 工业大数据系统

应采用大数据技术，实现数据全生命周期的管理，包括数据采集、存储、处理、分析、展示、管理和运维等。应满足分级分类和全域范围大数据分析需求，支持实现云边端一体化的数据治理。应提供实时计算、流式处理等功能，可支持数字孪生和AI模型建立。应面向关键工序输出质量预测、状态评估、故障预兆检测等智能分析结果，优化过程决策。应采用Spark、Flink、HBase、Hadoop等分布式存储和计算框架，实现对海量、多源、异构工业数据的高效存储、计算和管理。应通过数据可视化与模型运营工具提升应用效率。应助力钢铁企业实现全流程的可视化生产与科学决策。

6.3.7 工业数据与建模分析

应采用数字孪生和机器学习技术，高精度构建虚拟设备和工艺过程的数字孪生。应开展设备健康评估、状态预测、参数优化等分析，实现过程质量预测和科学决策。应支持模型迭代更新，提供可视化技术，辅助工程师直观分析。应面向全流程构建数字孪生和机器学习模型，实现精益化生产和智能决策。数字孪生和相关智能分析技术应成为工业互联网云原生技术支撑钢铁制造业务的核心手段。

6.3.8 云原生安全

工业互联网云原生技术在钢铁制造行业的应用中，应构建全面、全生产周期的安全防护体系。在应用开发阶段，应进行代码安全审查，控制组件使用，确保应用本身安全性。在应用部署阶段，应采用容器隔离、网络分区等措施，实现应用间安全隔离，避免单点故障扩散。在应用运行阶段，应构建DevSecOps workflow，实时监测应用状态，识别异常行为，并制定相应的应急预案。应重视安全研发和人才队伍建设。应全面考量数据与隐私保护需求。

6.4 实施方法

6.4.1 实施阶段

钢铁行业工业互联网云原生体系建设分为导入阶段和推广阶段，两个阶段的应用架构特征和对平台的需求均不相同。从顶层规划的角度，应针对两个阶段明确定义建设目标和路线。

6.4.2 实施方式

引入阶段，生产环境存在多种技术栈，管理者应具备运维不同技术栈环境的能力，采用云原生技术开发部署新系统，同时保持旧系统架构不变。

在推广阶段，以云原生技术体系为主，辅以虚拟化和物理机，支持业务系统云原生化迁移，实现信息化能力、标准化、体系化、服务化。旧系统按需保持。

在传统信息化环境中，数据服务和中间件虚拟化运行，新系统基于容器化开发，采用DevOps流程上云，实现规范化和标准化。应统一采用管理平台运维管理云原生环境，实现应用自愈和弹性伸缩，提高服务可靠性。应采用Service Mesh治理微服务，并通过网络策略进行安全管控。

6.5 保障机制

- 组织保障。设立相关的组织架构，加强整体架构、商业模式创新及应用推广；
- 人才建设。加强人才技能培养，掌握云计算、容器、微服务等多种技术；
- 技术储备。在选择主流成熟技术栈的同时，跟踪验证技术演进；
- 培训机制。培育数智化转型环境，形成层次化人才的培训机制。

7 关键技术要求及应用场景

7.1 容器技术

- 应满足 OCI 规范，包括运行时规范（runtime-spec）、镜像规范（image-spec）和分发规范（distribution-spec）。实现应用以容器镜像形式在集群内流转，迁移和部署非常快速；
- 应能屏蔽底层基础设施差异，将计算、存储、网络等资源封装为动态、按需提供的服务，并通过统一的声明式 API 进行编排，提供大规模集群管理能力以及计算任务的编排和调度；
- 钢铁行业的典型应用场景：平台资源管控及应用管理通用支撑技术，涵盖基础设施、数字化业务应用、中间件、大数据和人工智能等方面。

7.2 微服务技术

- 应实现 Spring Cloud、Spring Boot、Dubbo 等开源微服务方案的云原生化；
- 满足微服务治理中心和微服务网关两个方面的功能，覆盖微服务生命周期管理，包括服务注册发现、配置管理、流量治理、服务级别链路追踪、API 管理、域名管理、监报告警等；
- 钢铁行业的典型应用场景包括：行业核心应用和平台架构设计规范，如 MES、ERP、OA 等。

7.3 服务网格技术

- 应以无侵入的方式进行微服务治理，能够统一治理多云多集群的复杂环境，以基础设施的方式为用户提供服务流量治理、安全性治理、服务流量监控、以及传统微服务（Spring Cloud、Spring Boot、Dubbo）接入能力；
- 钢铁行业的典型应用场景：多云管理、服务治理、软件运维管理等。

7.4 DevSecOps 技术

- 应在应用自动化交付和基础设施变更的过程中，提供业务应用从“开发 -> 测试 -> 部署 -> 安全 -> 运维”的全生命周期管理，满足从代码管理、开发协作、质量控制、发布流程、版本管理、云原生安全、环境流程到制品管理的全流程管理，为用户提供一站式敏捷交付体验；
- 钢铁行业的典型应用场景：研发流程管理、涵盖应用开发全生命周期管理等。

7.5 Serverless 技术

- 应支持按需加载应用，仅在请求到达或事件发生时部署启动；
- 应通过将不同事件来源的事件与特定的函数关联，实现对不同事件做出不同反应；
- 应支持应用状态非本地持久化，脱离特定的服务器；
- 应支持应对突发高流量，应用数自动弹性伸缩；
- 应支持函数化应用，拆分为细颗粒度操作；
- 钢铁行业的典型应用场景：行业核心应用和平台架构设计规范。

7.6 声明式 API 技术

- 应具备资源调度、应用部署管理、服务发现与负载均衡、弹性伸缩以及自动修复等功能；
- 应基于一致开放的 API 实现交互；
- 应具备第三方开发者通过 CRD/Operator 等方式提供相关扩展，提升可移植性；
- 钢铁行业的典型应用场景：行业核心应用和平台架构设计规范。

7.7 AI 算力云原生化

- 应通过云原生应用平台对需要 AI 算力的应用进行容器调度，在支持 CPU/GPU/DPU /NPU 的节点上调用算力；
- 应支持主流分布式 AI 深度学习框架，覆盖应用全生命周期，辅助企业构建行业智能应用；
- 钢铁行业的典型应用场景：设备预测性维护、工业机理模型研发、无人行车、安全帽识别、5G 智能制造工厂、钢铁行业标识解析、智慧安监、工业 AI 质检、设备故障诊断、产品图像缺陷识别等。

7.8 数据及中间件云原生化

- 应以容器化的方式实现数据库、中间件以及大数据平台上云，并支持存储和计算按需伸缩；
- 根据 CPU、内存、存储 I/O、网络 I/O 等资源维度进行调度，以优化资源利用效率；
- 应能够通过上云降低数据库、中间件和大数据应用的运维复杂度，减轻运维负担；
- 钢铁行业的典型应用场景：钢铁数字化运维、锅炉运行优化、5G 数据采集与预测性维护、5G 数据采集终端等。

7.9 异构架构兼容技术

- 应能够兼容 x86 和 ARM 架构的操作系统，并支持基于信创架构的云原生组件及应用；
- 钢铁行业的典型应用场景：混合云部署、信息技术创新应用迁移等。

7.10 云边协同技术

- 应围绕边缘自治、应用模型统一管理、生产数据对接等核心维度，加强云边端的联系；
- 应支持云端管理边缘节点并下发配置，实现应用边缘自治运行；
- 设备端支持多协议终端接入；
- 应实现云端下发容器化算力模到边缘运行，支持模型批量部署、升级；
- 钢铁行业的典型应用场景：产线 AI 质检、园区安防、工业机器人、5G 智能设备云巡检、数字孪生等。

7.11 云原生安全技术

- 应通过安全左移策略实现安全的 DevOps，并在镜像流转过程中扫描镜像漏洞等安全风险，确保镜像安全性、防篡改和可信度；
- 应在应用启动前扫描不安全的镜像和不合规编排文件进行阻断或告警，满足容器运行时安全需求，发现容器运行时的安全风险；
- 应满足基础设施多维度合规扫描；
- 钢铁行业的典型应用场景：态势感知、工控安全、应用生命周期管理等。

7.12 云原生可观测性技术

- 应从日志、链路、指标三个维度全面监控服务；
- 应能根据监控数据在故障发生前、中、后快速定位故障点，实现故障快速恢复；
- 钢铁行业的典型应用场景：设备监控运维、钢铁数字化运维、物联网数字化工厂连接等。

8 评估方法

本文件参照中国信息通信研究院云原生能力成熟度体系（CNMM-TAS），按照复杂度、成熟度、能力域进行评估，详见附录A。

附录 A (资料性) 评价方法

A.1 成熟度评估

在应用现代化的方法体系下，按照成熟度特征分为五个等级：

- 初始级 (Initial)：特征表现为混沌无序，业务杂乱无章，应用缺乏管理，数据缺乏治理，技术落后，采用被动反应式的过程管理；
- 定义级 (Defined)：特征表现为标准有序，业务目标清晰，具有明确的业务范围和业务架构，建立了平台级的应用系统，定义了数据标准并建立了各层数据模型，采用了当前主流的技术栈，形成了有效的技术决策，建立了标准的敏捷化流程，但缺乏量化指标与自动化过程管理；
- 管理级 (Managed)：特征表现为复杂可控，通过建立有效的架构方法与架构过程，为业务和数据建立了业务模型和数据模型，并通过划分业务域和数据域降低了问题空间的规模复杂度；业务和数据均实现了服务化管理，组织与过程管理保持一致，实现了精细化和自动化管理；
- 优化级 (Optimizing)：特征表现为持续优化，业务服务和数据服务能够快速抽象为可复用的开放能力，业务和技术实现了最大程度的解耦，并能根据不同业务场景选择不同的架构模式，构建为不同的技术元素；建立了自组织团队，过程实现全敏捷和全自动管理；
- 引领级 (Leading)：特征表现为趋势引领，定义应用现代化标准，把握 IT 行业发展趋势，对业务、数据、技术和管理等多个维度进行前瞻分析，时刻保证 IT 应用的先进性。

A.2 能力域评估

A.2.1 概述

能力域评估应涵盖应用服务、资源管理、研发测试和运维保障四个方面，从弹性、高可用、自愈性、可观测性以及自动化五个维度反应技术架构的云原生特性。应根据能力水平，将每个维度分为零级、初始级、发展级和成熟级四个层次，各个层次的能力水平围绕应用现代化所需的能力开展评估。层次越高，团队的应用现代化能力就越高，推行应用现代化成功的可能性也就越大。

A.2.2 应用服务域

应通过云原生技术提供跨云与跨地域算力统一管理、智能流量分发调度、数据与应用协同、应用统一协同治理等核心能力，覆盖应用的管理、调度、交付、运维等全生命周期。应帮助客户实现跨云的多集群统一管理、流量智能分发、自动化运维管理等能力，助力企业平滑过渡、加速云原生化进程。同时应提供大量消息队列、数据库、大数据、人工智能等数据服务，开箱即用、灵活弹性、自主可控。

A.2.3 资源管理域

应通过容器服务提供高性能、弹性伸缩的容器应用管理能力。基于网络插件或中间件技术，应拉通主机和容器网络平面，使资源调度更加灵活。产品应支持VPC网络隔离，保障业务高效安全运行；应支持节点、Pod两级伸缩，根据业务流量自动扩缩容，有效避免资源闲置造成的浪费。

A.2.4 研发测试域

应通过研发效能工具提供从需求到设计、开发、构建、部署、测试、发布的全流程协同及研发工具支撑。基于敏捷开发、DevOps理念搭建，应引导团队采用迭代增量开发的方式实现功能需求，支持代码提交自动触发集成、部署等任务。应帮助团队降低研发管理成本，提升软件交付质量与速度，让企业更加聚焦于业务、快速响应市场需求、高质量释放业务价值。

A.2.5 运维保障域

应通过云监控提供全方位的监控与告警服务，助力用户及时掌控和处理系统突发情况，为应用程序的正常运行提供保护。云原生技术应提供开箱即用的运维服务，提供全局统一的运维视图，直观展示应

用、容器、集群多层级的可观测数据，便于用户快速定位故障实例所在的Kubernetes集群，并进行问题排查和定位。

参 考 文 献

- [1] GB/T 43431—2023 信息技术 云数据存储和管理 基于对象的云存储应用接口测试方法
 - [2] GB/T 42560—2023 系统与软件工程 开发运维一体化 能力成熟度模型
 - [3] 工业互联网产业联盟 《工业互联网平台白皮书（2017）》
 - [4] 工业互联网产业联盟 《工业互联网与钢铁行业融合应用参考指南》
 - [5] 中国信息通信研究院 《云原生能力成熟度体系（CNMM-TAS）》
-