

ICS 33.020
CCS M 10

DB5201

贵 阳 市 地 方 标 准

DB5201/T 150—2024

工业互联网云端协同的 5G 接入边缘计算 技术要求

5G access edge computing technology requirements for industrial internet
cloud collaboration

2024-10-12 发布

2025-01-01 实施

贵阳市市场监督管理局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符合和缩略语	2
5 工业互联网 5G 接入的云端协同框架	2
6 技术要求	3
7 测试与评估	7
8 运维管理	8

前　　言

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

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由贵州大学提出。

本文件由贵阳市大数据发展管理局归口。

本文件起草单位：贵州大学、贵州省通信学会、中电科大数据研究院有限公司、集美大学、同济大学、中国互联网网络信息中心、中国烟草总公司贵州省公司、贵阳学院、贵州省标准化研究院、贵州警察学院、大数据安全工程研究中心(贵州)有限公司、国家计算机网络与信息安全管理中心贵州分中心、贵州电网有限责任公司、贵阳市大数据产业促进中心、贵州省烟草科学研究院。

本文件主要起草人：邹赛、余楷、王清青、孙养龙、李王明卉、彭长根、高鸿峰、喻海生、李建航、吴冰、关月、文艺、王东博、王梅芳、郑斌、李再军、吴霁霖、谢冲、阳显斌、赵一君、李杰、彭晓珊、金贻、欧阳柏成、黄兴、胡俊、郑军、廖芳、李雪松、陈亮、王博威、卢仁猛、谢真强、陶政坪、黄果、杨高均、代杨、缪永祥、陈星、张坤勇、韦克苏、涂永高、武圣江、赵宇航。

工业互联网云端协同的 5G 接入边缘计算 技术要求

1 范围

本文件规定了5G+工业互联网云端协同场景下，工业业务的5G接入边缘计算的技术框架，规定了工业业务感知技术要求、工业业务数据传输技术要求、云端业务数据处理技术要求、边端业务数据控制技术要求及云边协同技术要求。

本文件适用于工业互联网领域，特别是涉及5G接入边缘计算技术的系统设计、开发、部署、运维和安全管理等方面。

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。

YD/T 4493—2023 工业互联网边缘计算需求

YD/T 4670—2024 工业互联网边缘计算 总体架构与要求

3 术语和定义

YD/T 4670—2024界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 边缘计算 *edge computing*

在靠近物或数据源头的网络边缘侧，融合联接、计算、存储、应用核心能力的开放平台，就近提供边缘智能服务，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。

[来源：YD/T 4670—2024—3.1]

3.2 边缘计算节点 *edge computing node*

边缘网关、边缘控制器、边缘云等具有数字化、网络化、智能化的共性特点，在边缘计算中提供网络、计算、存储等资源的物理设备。

[来源：YD/T 4670—2024—3.2]

3.3 兼容性验证 *compatibility validation standards*

测试和验证不同系统、设备、软件或组件相互协作、共享信息或数据的过程。

3.4 接口标准化 *interface standardization*

不同系统、模块、设备或组件之间能够互相通信、兼容和协作的规范化接口协议、格式、数据交换方式和行为规范。

4 符合和缩略语

下列缩略语适用于本文件。

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

MEC: 多接入边缘计算 (Multi-access Edge Computing)

TSN: 时间敏感网络 (Time-Sensitive Networking)

EMC: 电磁兼容性 (Electro Magnetic Compatibility)

5 工业互联网 5G 接入的云端协同框架

5.1 场景描述

本框架明确了工业场景下的关键组成部分，包括云、边缘、网络传输、现场终端，以及它们之间的协同工作机制，框架见图1。

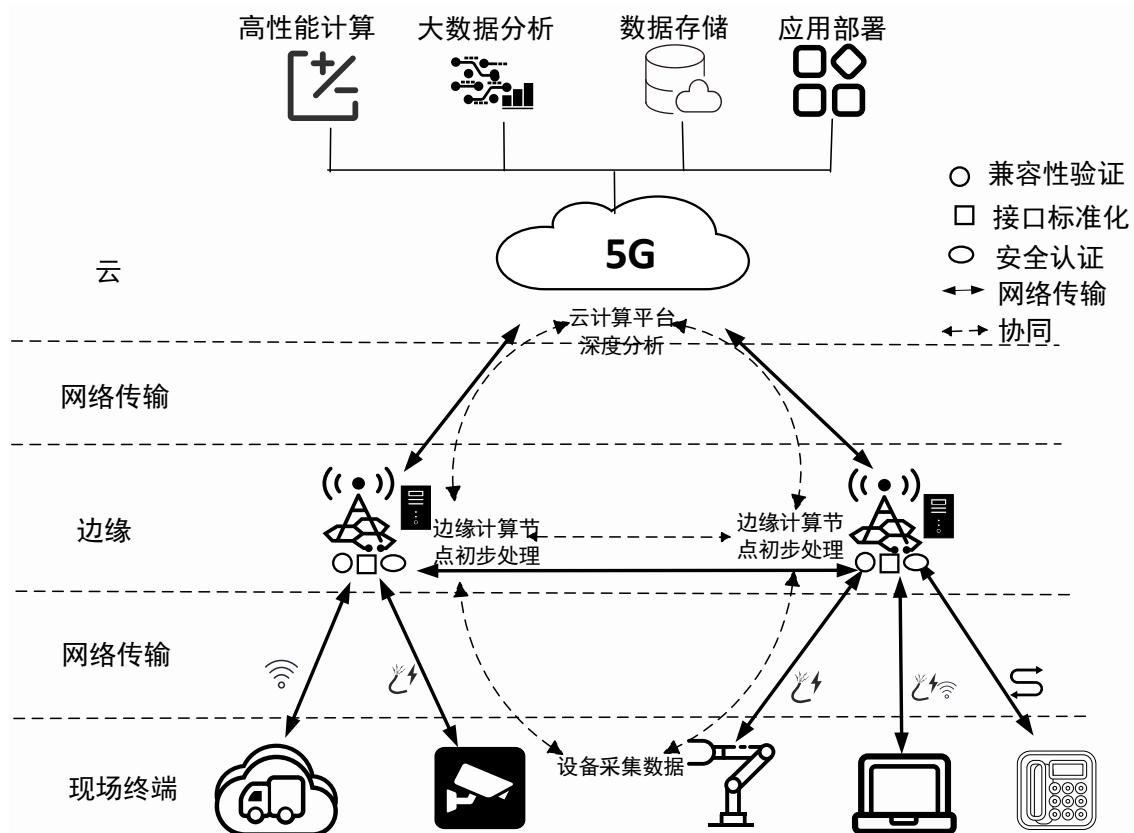


图1 工业互联网 5G 接入的云端协同框架

5.2 模块描述

5.2.1 现场终端

由物联网设备（包括但不限于传感器、执行器、工业机器人等）组成，负责采集工业数据。设备通过有线或无线方式与边缘连接。

5.2.2 边缘

位于现场终端和云之间，由边缘计算节点组成。边缘计算节点负责接收来自现场终端的数据并提供数据处理和决策功能。同时，边缘应具备云边协同和边缘协同功能。

5.2.3 网络传输

基于5G技术的网络传输，负责现场终端、边缘及云之间的数据传输。此外，网络传输应提供接口标准化，支持不同设备和传感器的同时接入。网络传输需要通过兼容性验证和安全认证。

5.2.4 云

工业互联网的核心部分由云计算平台组成。云计算平台具备强大的数据处理和分析能力，支持对边缘数据和终端数据进行深度挖掘和应用。同时，云提供多种应用接口，支持工业应用的开发和部署。

5.3 工作机制

在工业互联网5G接入的云端协同框架中，各组成部分之间通过协同工作机制。具体流程如下：

- a) 现场终端通过有线或无线方式与边缘连接，采集工业数据并上传至边缘；
- b) 边缘接收来自现场终端的数据后进行数据处理和决策。同时，将部分数据或处理结果上传至云层进一步的分析和应用；
- c) 网络传输基于5G技术实现数据的高速、低延迟传输；
- d) 云接收来自边缘层的数据后，进行深度挖掘和应用，为工业生产的智能化和数字化转型提供支持。

6 技术要求

6.1 工业业务感知技术要求

6.1.1 功能要求

6.1.1.1 数据采集功能

数据采集功能应具备以下能力：

- a) 支持采集工业环境中的数据，包括但不限于温度、湿度、压力、振动等；
- b) 支持多种传感器和设备的接入；
- c) 支持用户配置采集频率和数据类型。

6.1.1.2 数据处理功能

数据处理功能应具备以下能力：

- a) 支持对采集到的原始数据进行清洗、转换、压缩等预处理操作；
- b) 支持数据分析算法，支持数据挖掘、趋势预测、异常检测等；
- c) 支持云端和边缘端的数据处理功能协同。

6.1.1.3 数据展示功能

数据展示功能应具备以下能力：

- a) 支持可视化界面，展示工业环境的各项数据指标；
- b) 支持数据报表的生成和导出。

6.1.1.4 业务决策支持功能

业务决策支持功能应具备以下能力:

- a) 基于数据分析结果为业务提供决策支持;
- b) 支持与其他业务系统的集成。

6.1.1.5 5G 接入管理功能

5G接入管理功能应具备以下能力:

- a) 支持 5G 网络的接入管理功能;
- b) 支持 MEC 技术的部署和应用;
- c) 支持高速的 5G 网络接入;
- d) 支持具备低延迟的通信能力;
- e) 支持利用 MEC 技术进行数据本地化处理。

6.1.2 性能要求

工业业务感知技术应满足如下性能要求:

- a) 实时性: 要求系统提供实时数据采集、处理和传输;
- b) 准确性: 要求系统提供高准确的数据采集和处理过程, 减少误差和干扰对业务决策的影响;
- c) 互操作性: 要求系统提供接口标准化, 支持与现有的工业控制系统无缝集成, 支持工业互联网协议和标准;
- d) 稳定性: 要求系统在常规工业环境下稳定运行;
- e) 可扩展性: 要求系统支持新设备、新业务的接入和扩展;
- f) 安全性: 要求系统提供安全防护措施;
- g) EMC: 要求系统符合工业控制系统的电磁兼容要求。

6.2 工业业务数据传输技术要求

6.2.1 功能要求

6.2.1.1 数据完整性传输

数据完整性传输功能应具备以下能力:

- a) 支持数据的传输完整性, 不受破坏或篡改;
- b) 支持数据校验和恢复机制。

6.2.1.2 实时性传输

实时性传输功能应具备以下能力:

- a) 支持低延迟的数据传输服务;
- b) 支持数据分析和处理;
- c) 支持 TSN 技术优化网络流;
- d) 支持优先级队列管理机制。

6.2.1.3 安全性传输

安全性传输功能应具备以下能力:

- a) 采用加密协议和机制;

- b) 支持身份验证和访问控制;
- c) 通过安全认证流程。

6.2.1.4 高并发处理

高并发处理功能应具备以下能力:

- a) 支持大量数据的并发传输;
- b) 支持负载均衡和容错机制。

6.2.2 性能要求

工业业务数据传输技术应满足如下性能要求:

- a) 传输速度: 要求提供高速数据传输;
- b) 传输容量: 要求提供高速率数据传输, 满足大文件、视频等大数据量的传输需求;
- c) 传输稳定性: 要求提供数据重传和错误纠正机制;
- d) 带宽利用率: 要求提供动态带宽分配和调整机制, 根据业务需求调整带宽资源的使用;
- e) 并发处理能力: 要求提供高并发处理能力, 支持大量数据的并发传输和处理;
- f) 安全性: 要求提供安全技术和协议, 提供安全防护措施;
- g) 可扩展性: 支持新设备和新业务的接入, 并通过兼容性验证, 建议采用[YD/T 4493-2023]进行柔性网络部署; 提供扩展接口和协议, 支持与其他系统集成和对接。

6.3 云端业务数据处理技术要求

6.3.1 功能要求

6.3.1.1 数据处理能力

数据处理功能应具备以下能力:

- a) 支持数据处理和批量数据处理;
- b) 支持大数据处理和人工智能算法。

6.3.1.2 数据分析与挖掘

数据分析与挖掘功能应具备以下能力:

- a) 支持数据分析算法和工具;
- b) 支持根据业务需求自定义数据分析模型。

6.3.1.3 数据存储与管理

数据存储与管理功能应具备以下能力:

- a) 支持数据备份和恢复机制;
- b) 支持数据访问控制和管理功能, 提供高效、安全的数据存储方案。

6.3.1.4 业务决策支持

业务决策支持功能应具备以下能力:

- a) 基于数据分析结果为业务决策提供;
- b) 支持可视化报表和图表展示;
- c) 支持与其他业务系统集成和对接。

6.3.2 性能要求

云端业务数据处理技术应满足如下性能要求：

- a) 处理速度：要求云端提供快速数据处理能力，支持分布式计算和并行处理；
- b) 系统稳定性：要求云端支持在高负载和复杂环境下稳定运行，提供故障检测和恢复机制；
- c) 可靠性：要求云端提供数据校验和恢复机制；
- d) 资源利用率：要求云端提供负载均衡和动态资源分配机制；
- e) 安全性：要求云端提供安全技术和协议，提供安全防护措施；
- f) 易用性：要求云端提供用户界面和操作体验，提供帮助文档和技术支持；
- g) 可扩展性：要求云端支持新设备和新业务的接入，并通过兼容性验证，提供扩展接口和协议，支持与其他系统集成和对接。

6.4 边端业务数据控制技术要求

6.4.1 功能要求

6.4.1.1 数据采集与控制

数据采集与控制功能应具备以下能力：

- a) 支持采集工业设备传感器数据；
- b) 支持根据数据分析结果或预设规则，调整和控制设备运行状态。

6.4.1.2 边缘计算与决策

边缘计算与决策功能应具备以下能力：

- a) 支持在边端设备或边缘服务器上执行部分数据处理和分析任务；
- b) 支持根据边缘计算的结果作出决策，并直接控制相关设备。

6.4.1.3 设备状态监控与告警

设备状态监控与告警功能应具备以下能力：

- a) 支持持续监控工业设备的运行状态和性能指标；
- b) 支持告警功能并通知相关人员处理。

6.4.1.4 远程管理与控制

远程管理与控制功能应具备以下能力：

- a) 支持远程访问和控制功能；
- b) 支持远程配置、升级和维护边端设备。

6.4.1.5 安全与权限管理

安全与权限管理功能应具备以下能力：

- a) 支持采用加密和访问控制等安全措施；
- b) 支持用户权限管理功能，限制对边端设备和数据的访问和操作。

6.4.1.6 数据同步与备份

数据同步与备份功能应具备以下能力：

- a) 支持边缘数据与云端数据的同步机制；

- b) 支持数据备份和恢复机制。

6.4.2 性能要求

边端业务数据处理技术应满足如下性能要求：

- a) 处理速度：要求边端提供快速数据处理能力，支持分布式计算和并行处理；
- b) 稳定性：要求边端支持在复杂工业环境下稳定运行，提供故障检测和恢复机制；
- c) 可靠性：要求边端提供数据校验和恢复机制；
- d) 安全性：要求边端提供安全技术和协议，提供安全防护措施；
- e) 易用性：要求边端提供用户界面，提供帮助文档和技术支持；
- f) 可扩展性：要求边端支持新设备和新业务的接入，并通过兼容性验证，提供扩展接口和协议，支持与其他系统集成和对接；
- g) 能效性：要求边端提供边端设备的能耗管理；
- h) 离线处理能力：要求边端具备缓存和离线数据处理的能力。

6.5 云边协同技术要求

6.5.1 功能要求

6.5.1.1 云边协同

支持边云协同功能，支持边缘侧与中心云端资源共享。

6.5.1.2 边缘协同

支持边缘协同功能，支持不同边缘设备之间无差别的通信。

6.5.1.3 独立运行

边缘计算节点与云端断开连接后应能够独立运行。

6.5.2 性能要求

云边协同技术应满足如下性能要求：

- a) 低延迟：要求系统提供低延迟的通信与响应；
- b) 带宽利用率：要求系统提供动态带宽分配和调整机制，根据业务需求调整带宽资源的使用；
- c) 资源利用率：要求系统提供负载均衡和动态资源分配机制；
- d) 数据同步：要求系统提供边端数据与云端数据的同步机制；
- e) 扩展性：要求系统支持大规模边缘计算节点的协同扩展。

7 测试与评估

7.1 测试与评估要求

7.1.1 功能性测试

测试各技术及各功能之间的协同工作能力。

7.1.2 性能测试

测试各技术的性能指标。

7.2 测试方法与工具

7.2.1 测试方法

采用黑盒测试和白盒测试相结合的方法，对技术的功能和性能进行测试。针对不同应用场景和需求，设计测试用例和测试场景。

7.2.2 测试工具

使用测试工具和软件，对技术进行测试和评估。根据需要定制开发测试工具和脚本。

7.2.3 测试流程与周期

7.2.3.1 测试流程

测试流程可遵循以下步骤：

- a) 制定测试计划和测试用例，明确测试目标、测试范围、测试方法和测试工具等；
- b) 按照测试计划执行测试，记录测试结果和问题；
- c) 对测试结果进行分析和评估，编写测试报告并提出改进建议；
- d) 根据测试结果进行问题修复和优化，并重新测试直至满足要求。

7.2.3.2 测试周期

根据项目需求和开发进度，制定测试周期和测试阶段。

8 运维管理

8.1 运维要求

8.1.1 监控与日志管理

监控技术栈的运行状态；收集并分析系统日志；提供可视化的监控界面。

8.1.2 故障排查与恢复

制定故障排查流程；提供故障恢复策略。

8.1.3 系统更新与维护

定期检查和更新系统组件，包括但不限于操作系统、数据库、中间件等。对边缘计算节点进行远程维护和管理。

8.1.4 容量规划与扩展

根据业务需求和技术发展趋势，进行容量规划和预测。提供扩展方案，包括硬件扩展和软件扩展。

8.1.5 性能优化

定期分析系统性能瓶颈，制定优化措施。优化数据传输、处理和存储等关键环节性能。

8.2 管理要求

8.2.1 安全管理

制定安全管理制度。定期进行安全审计和风险评估。制定用户权限的管理方案。

8.2.2 配置管理

建立统一的配置管理平台，支持系统配置的集中管理和控制；定期进行配置审计和合规性检查。

8.2.3 变更管理

制定变更管理流程；跟踪和记录所有变更信息，包括但不限于变更原因、影响范围、测试结果等。

8.2.4 知识库与文档管理

建立知识库和文档管理系统，存储和管理与该技术相关知识和文档，提供搜索和浏览功能。
