

团

体

标

准

T / DASIV 002—2024

5G 智慧钢铁解决方案规范

Industry Specifications of 5G Smart Steel Solutions

2024-05-19 发布

2024-05-20 实施

长三角钢铁产业发展协会 发布

目 次

前言	II
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	3
5 5G 网络架构及解决方案要求	4
6 5G 智慧钢铁解决方案	10
7 智能装备	18

长三角钢铁产业发展协会

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。

本文件由长三角钢铁产业发展协会提出。

本文件由长三角钢铁产业发展协会标准化专业委员会归口。由长三角钢铁产业发展协会负责具体内容的解释。请各使用单位在执行本标准过程中，注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈至长三角钢铁产业发展协会标准化专业委员会（电子邮箱：dasiv2020@163.com）。

本文件起草单位、编写人员如下：

主编单位：中冶赛迪信息技术（重庆）有限公司

华为技术有限公司

副主编单位：中国联通（福建）工业互联网研究院

太原科技大学

参编单位：安徽工业大学

中兴通讯股份有限公司

国汽朴津智能科技（安庆）有限公司

南京宝希智能技术有限公司

安徽中可智能科技有限公司

重庆赛迪奇智人工智能科技有限公司

南京钢铁集团有限公司

福建省三钢（集团）有限责任公司

宝山钢铁股份有限公司

马鞍山钢铁股份有限公司

包钢集团包头钢铁职业技术学院

六安钢铁控股集团有限公司

杭州海康威视数字技术股份有限公司

包钢集团内蒙古新联信息产业有限公司

中国宝武集团上海宝信软件股份有限公司

中国宝武集团宝信软件（安徽）股份有限公司

西安建筑科技大学

中国移动通信集团有限公司上海研究院

中国电信集团有限公司河北电信

主编委员：李志 谭斌 彭燕华 樊兆宾

副主编委员：庄天 谢刚 包忠峰 张晓红

编委成员：李捷 王纪伟 陈兆波 张立强 李阳 占小立 沙伟 杜雪飞 王芳 黄标彩 李邈
车夕錠 王雯 杨赛 陈高峰 楚俊生 李乐榕 陆爽 胡桥 陈立君 刘志 张志杰
芦建文 梁越永 丛力群 张杰 徐之兵 刘明华 高继

引 言

在信息技术和人工智能等新技术推动下，钢铁产业正加速向数字化、智能化转型升级。钢铁行业有着工业制造领域最丰富和复杂的应用场景，也正是对智能化需求最迫切的行业。

5G作为一种无线技术，在快速灵活部署、便捷运维、组网等方面具备明显优势，同时又具备大带宽、低时延、广连接、高稳定等特性，可独立或与其它网络技术融合构建钢铁企业网络整体解决方案，促进了5G在钢铁行业的广泛应用，提升了效率，降低了成本，解决了场景复杂恶劣工况下人工作业的安全难题。

目前，国内数十家钢铁企业已启动包括行车远程/无人控制、智能巡检、堆取料机无人化、物流智能化、视频监控和智慧园区管理等在内的5G应用项目试点。但仍缺乏系统描述5G智慧钢铁解决方案的规范或标准，无法指导5G在钢铁行业的全面应用落地，也不利于钢铁行业5G应用的快速复制和规模化应用推广，进一步降低使用成本。亟需梳理并研究钢铁行业应用5G网络的解决方案需求，总结钢铁行业典型场景应用案例及效果，以及5G网络的关键技术要求和能力指标。指导钢铁行业用户规模开展5G网络应用，促进钢铁行业数字化转型。

本文件规定了5G网络应用于钢铁企业生产和管理全流程的应用场景需求和解决方案要求，主要内容包括5G网络应用于钢铁企业的建网原则、典型应用场景、网络架构及技术要求、典型应用场景解决方案及实施效果，适用于指导钢铁行业生产及服务型企业规模化开展5G网络推广应用。

标准引领高质量发展，打造新质生产力。3GPP 5G标准演进已经进入5G-A阶段，未来将在现有功能基础上为钢铁行业应用提供性能更强、功能更丰富的网络能力。5G-A时代，5G网络将在进一步提升网络基础能力的前提下，一网多用，为未来智慧数字经济构建和钢铁产业数字化、智能化升级提供充足动力，构建高效、智能、创新的智慧钢铁产业生态。

5G 智慧钢铁解决方案规范

1 范围

本文件规定了钢铁企业 5G 网络架构及解决方案要求, 钢铁生产全流程 5G 应用场景对应 5G 网络解决方案及应用效果。

本文件适用于钢铁企业生产全流程 5G 技术应用于相关场景的咨询、设计、开发、实施、验收和服务等。

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 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 28181-2022 公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求

GB/T 43441.1-2023 信息技术 数字孪生 第 1 部分: 通用要求

YD/T 1034-2013 接入网名词术语

YD/T 1229.1-2010 可移动终端数据同步技术要求 第 1 部分: 总体技术要求

YD/T 3627-2019 5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求

YD/T 3973-2021 5G 网络切片 端到端总体技术要求

3GPP TS 23.501 5G 系统架构: 第 2 阶段 (System architecture for the 5G System (5GS); Stage 2)

3GPP TS 38.306 用户设备无线接入能力 (User Equipment (UE) radio access capabilities)

ITU-T G.902 功能性接入网的框架建议 (Framework recommendation on functional access network(AN))

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

5G 接入网 5G access network

业务节点接口 (5G 核心网) 和用户-网络接口 (5G 终端) 之间的一系列传送实体组成 (如线路设施和 5G 基站等传输设施), 为供给 5G 电信业务而提供所需接入传送能力的实施系统。

[来源: ITU-T G.902; YD/T 1034-2013]

3.2

5G 承载网 5G bearer network

用于 5G 接入网和 5G 核心网之间，提供网络连接和协议报文传输的基础网络。

[来源：YD/T 1229.1-2010]

3.3

5G 核心网 5G core network

连接 5G 接入网，提供用户管理和数据转发等功能的网络部分。

[来源：3GPP TS 23.501]

3.4

5G 基站 5G base station

5G 无线接入网中用于向 5G 无线终端用户发送和接收无线电信号的网元设备。

[来源：YD/T 1034-2013]

3.5

网络切片 network slice

提供特定网络能力和网络特征（如资源隔离、SLA 保障特性等）、为客户提供多种业务属性的逻辑网络。

注：基于不同技术实现方式和资源隔离强度高低，网络切片可分为硬切片和软切片两种类型。

[来源：YD/T 3973-2021]

3.6

5G 工业网关 5G industrial gateway

采用 5G 无线接入技术，实现工业数据采集、协议转换、远程控制、数据传输和路由、边缘计算和安全防护等功能的智能数据网关设备。

3.7

5G-A 5G-Advanced

3GPP 标准介于 5G R18 及之后版本到 6G 之前的过渡阶段，相较于 5G 基础版本提供更强的网络性能和更多的网络功能，更好的支持工业互联网应用对 5G 网络的需求。

3.8

5G 轻量化终端 redcap UE

精简能力后轻量化的 5G 用户终端设备。

[来源：3GPP TS 38.306]

3.9

远程控制 remote control

利用通信技术对远端设备进行控制。

3.10

数字孪生 digital twin

具有保证物理状态和虚拟状态之间以适当速率和精度同步的数据连接的特定目标实体的数字化表达。

[来源: GB/T 43441.1-2023]

3.11

智能运维 intelligent operation and maintenance

具备能感知、会描述、自学习、会诊断、可决策、自执行、自适应等若干人工智能特征的运维服务。

[来源: GB/T 43208.1-2023, 3.1]

3.12

钢铁物流 iron and steel logistics

钢铁产品通过仓储、装卸、运输、流通加工与配送等一系列的作业环节,从供应地向接收地的实物流动过程。

[来源: GB/T 34113-2017]

3.13

自动驾驶物流运输 automated driving of logistics transportation

物流运输装置以自动的方式持续地执行部分或全部动态驾驶任务。

3.14

有人驾驶物流运输 manual driving of logistics transportation

物流运输装置以有人的方式持续地执行部分或全部动态驾驶任务。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

3GPP: 第三代移动通信伙伴计划 (Third Generation Partnership Project)

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

ACL: 访问控制列表 (Access Control List)

AGV: 自动导引车 (Automated Guided Vehicle)

AMF: 接入和移动性管理功能 (Access and Mobility Management Function)

AMR: 自主移动机器人 (Autonomous Mobile Robot)

BBU: 基带单元 (Base Band Unit)

CPE: 客户前置设备 (Customer Premise Equipment)

- DDOS: 分布式拒绝服务 (Distributed Denial Of Service)
- DMIMO: 分布式多输入多输出技术 (Distributed Multiple Input Multiple Output)
- FlexE: 灵活以太网技术 (Flexible Ethernet)
- Massive MIMO: 大规模多输入多输出技术 (Massive Multiple Input Multiple Output)
- MIMO: 多输入多输出技术 (Multiple Input Multiple Output)
- MTBF: 平均无故障时间 (Mean Time Between Failure)
- MTN: 城域传送网 (Metro Transport Network)
- MTTR: 平均恢复前时间 (Mean Time to Restoration)
- PCF: 策略控制功能 (Policy Control function)
- PLC: 可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)
- RB: 无线资源块 (Resource Block)
- RedCap: 精简能力 (Reduced Capabilities)
- SA: 独立组网 (StandAlone)
- SMF: 会话管理功能 (Session Management function)
- UDM: 统一数据管理功能 (Unified Data Management)
- UE: 用户设备 (User Equipment)
- UPF: 用户面功能 (User Plane Function)
- URSP: 用户设备路由选择策略 (UE Route Selection Policy)
- VoNR: 5G 语音方案 (Voice over 5G New Radio)
- VPN: 虚拟专用网 (Virtual Private Network)

5 5G 网络架构及解决方案要求

5.1 5G 网络架构

如图 1 所示, 5G 网络架构包括 5G 接入网、5G 承载网、5G 核心网三部分。5G 接入网的基本网元是 5G 基站, 钢铁企业设备 (基于嵌入 5G 模组或通过 5G CPE/5G 工业网关的方式) 通过无线空口接入 5G 基站, 实现与 5G 网络的连接。5G 承载网采用光纤将 5G 基站数据回传到 5G 核心网。5G 核心网由 AMF、SMF、PCF、UDM 等逻辑网元实现用户认证、接入和移动性管理、会话管理等控制面功能, 通过 UPF 实现与互连的钢铁企业园区网络的数据转发。5G 核心网这种用户面与控制面分离机制, 可以灵活的将用户面或部分/整体控制面网元随用户面下沉到网络边缘, 为钢铁企业提供 5G 混合专网或 5G 独立专网的功能。

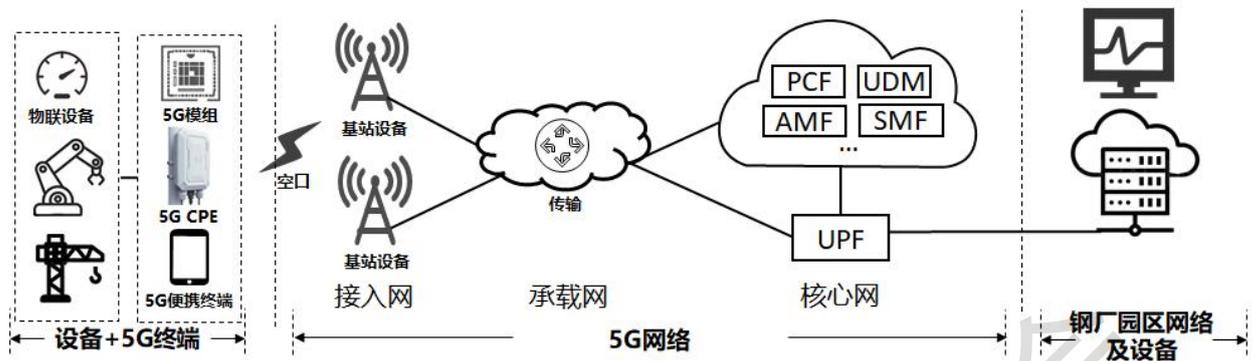


图1 5G网络架构

5G 网络还支持网络切片等虚拟专网功能，即将物理网络划分为多个网络切片，每个网络切片均由接入网子切片、承载网子切片和核心网子切片组成。5G 接入网子切片可通过 RB 资源预留方式实现资源隔离，承载网子切片可通过 MTN/FlexE 等技术实现资源隔离，核心网子切片可通过分割编排物理设备的硬件资源实现资源隔离。每一个网络切片可根据时延、带宽、可靠性等不同的业务需求来创建和部署，以灵活应对各类应用场景。

5.2 5G 解决方案要求

5.2.1 建网原则

钢铁企业具有工艺复杂、区域面积大、工序多、设备多、自动化程度高、高温高湿高粉尘、电磁环境复杂等特点。在建设 5G 网络时遵循以下原则：

a) 多业务承载原则

5G 网络应满足企业园区内各类业务场景，包括且不限于园区管理、生产管控、物流管理、仓储管理、设备监控、节能环保、生产运维等。应提供不同服务等级满足差异化的业务通信需求，在一张网内提供不同等级的服务。

b) 数据安全性原则

5G 网络应具备保证企业业务数据不出企业园区范围的能力，包括广域的企业园区之间需有企业可控、可管的企业专用通道。

c) 多网络融合原则

5G 网络应与企业现有 IT、OT 网络融合，保证企业网络拓扑的完整、可靠；应与有线、无线网络融合构成系统网络整体解决方案。安全防护应融入企业网络安全体系。

d) 统一规划、分步实施的原则

5G 网络应结合企业数字化转型整体规划、现有通信基础设施等情况，对建设 5G 网络做出规划，

在之后实施中逐步建设完善。

e) 自主可控原则

5G 网络应支持向钢铁企业提供网络能力开放，满足钢铁企业对 5G 专网的管理和维护要求。5G 网络设备宜具备整体产品的软件和硬件自主知识产权。

5.2.2 技术要求

5.2.2.1 总体要求

5G 网络覆盖应根据钢铁企业实际业务需要规划覆盖区域，实现精准建网，通过 5G 网络上行大带宽、低时延、高可靠和网络定位等能力，满足钢铁企业各种业务类型的通信需求。

a) 网络架构及部署要求

钢铁企业 5G 网络应支持 SA 独立组网，符合 3GPP TS 23.501 独立组网架构定义。宜采用独立基站，可采用专用频谱，隔离对非生产用户的影响和对其他业务的干扰；若钢铁企业园区存在大上行与低时延业务，为更好保证钢铁企业业务的可靠性与稳定性，宜引入异频组网或网络切片的方式，保证资源隔离，保障关键业务需求的可靠性。

根据钢铁行业特点和用户业务需要，5G 核心网宜采用控制面网元（如 AMF，SMF，UDM，PCF 等）集中共享部署，UPF 宜按需下沉钢铁企业园区部署方式，也可采用部分或整体控制面网元随 UPF 下沉钢铁企业园区部署方式，为行业用户提供灵活可定制的专网部署方案。通过用户面下沉园区实现业务数据本地分流，以及控制面和用户面异常断开时业务惯性运行功能。

b) 上行大带宽要求

对于钢铁企业园区存在的大量视频应用，如产线监控、机器视觉、AR/VR 等应用对上行容量提出了更高的要求，5G 网络宜应用独立频谱、Massive MIMO 及上行增强等技术提升上行容量，满足钢铁行业此类场景的大带宽应用需求。

c) 低时延高可靠通信要求

钢铁企业园区大量生产设备存在自动控制或远程控制等应用场景，此类应用对时延有确定性要求，5G 网络宜支持预调度、上行免授权调度、非时隙调度（Non-slot）等技术，提高通信时延确定性，满足工业控制类应用需求。

钢铁关键产线的关键应用对可靠性要求很高，MTBF 控制严格，要求 5G 网络及 5G 终端支持高可用方案。5G 网络应支持高可靠冗余组网，满足关键产线高可靠要求。5G 终端侧宜使用双发选收方案，5G 接入网应支持基站的关键单板冗余备份，多个基站多个频段重复覆盖容灾部署，5G 承载网应支持环形组网和双机热备，5G 核心网应支持控制面、用户面功能冗余容灾、网络侧对双发选收报文的去重和

复制等。

d) 5G 网络定位要求

考虑钢铁行业工厂存在大量定位需求,如人员定位和关键资产跟踪等,5G 网络应支持高精度定位,满足园区人员、车辆和资产在物联场景下的定位需求。

e) 音视频通话要求

同时对于钢铁企业语音通讯需求,以及与现场调度系统语音互通等,5G 网络应支持独立语音功能,支持 VoNR,并与公网 IMS 互联互通,实现钢铁企业内部与外网无缝语音和视频通话。

f) 安全总体要求

钢铁企业 5G 网络应具备防止数据泄露及系统被攻击能力,通过安全隔离设备接入企业内网;钢铁企业 5G 网络应有完善的企业可控的用户管理及认证能力。5G 网络安全防护宜融入企业安全管理平台,事件信息宜能在安全平台上显示。

5.2.2.2 接入网技术要求

接入网建设技术要求如下:

a) 针对钢铁企业厂区大,业务分散的特点,5G 网络覆盖宜提供厂区基础覆盖+业务保障区域专频覆盖。对于关键业务宜优先考虑独享基站方式,采用专频覆盖保障业务可靠稳定运行,推荐使用 Massive MIMO/DMIMO 技术增强接入网性能,提高抗干扰能力。

b) 室内部署场景,信号的覆盖需要比普通公网场景的部署更为严格。钢铁企业厂区内往往面临众多的金属障碍物遮挡,网络信号的覆盖需要专项设计。部分重点保障区域,可考虑采用定向天线,提升覆盖和容量。

c) 对于高可用性业务,应考虑采用双频双基站覆盖,实现业务的双发选收。双频基站的供电系统、光缆资源相互独立,基站宜支持关键单板冗余,如 BBU 电源板、主控板、基带板、射频模块冗余等。

d) 面向钢铁业务场景划分切片匹配无线资源,按业务隔离角度可分为厂区级通用切片、车间级专用切片,按业务属性角度可分为控制切片、视频切片、管理切片、数采切片等。

5.2.2.3 承载网技术要求

承载网建设技术要求如下:

a) 传输网建设应采用运营商主流网络架构。

b) 企业宜根据产线布局及应用场景选择 BBU 集中部署,共享企业现有主干网线路、机房等资源。

c) 网络设计应充分考虑高可用性,传输网络需提供丰富的、基于不同层次的保护,如设备级保护、网络侧节点保护、链路保护和 VPN 业务保护等。

- d) 传输网的传输速率及节点数应满足业务对时延与带宽的要求。

5.2.2.4 核心网技术要求

核心网建设技术要求如下：

- a) 根据数据安全性原则，宜采用在企业部署专用 UPF 用于数据面转发，实现企业数据不出园区，也可采用部分/整体控制面随用户面下沉到园区，实现控制面信令与企业数据不出园区。
- b) 工业控制类业务对于网络的高可用性有较高的需求，应支持部署两套 UPF 做主备或双活，以满足数据转发的高可用性。
- c) 钢铁企业 5G 网络的信令面依赖于运营商的 5G 核心网，为保证与 5G 核心网断联时现有业务不中断，宜部署备用信令面网元，并与 5G 核心网信令网元保持数据同步；也可将信令面与用户面同时下沉至园区，保证在与运营商 5G 核心网断联时企业业务不受影响。
- d) UPF 的吞吐容量应满足当前容量需求，并可根据业务负荷变化进行平滑伸缩。
- e) 针对高可用性业务应实现多路径、双发选收模式，提升包传送可靠性，减少重传。
- f) 核心网宜支持设备级冗余，主用设备故障时，冗余设备继续提供服务；支持网络功能节点冗余，包括单板级和微服务级，节点故障或恢复时，业务可在多个节点间快速均衡；支持双物理端口双平面冗余组网，业务不中断。

5.2.2.5 5G 终端技术要求

5G 终端技术要求如下：

- a) 钢铁企业 5G 解决方案采用的 5G 终端可包括：内置 5G 通信模组的设备、5G 工业级 CPE、5G 工业网关、5G 物联终端等 5G 接入集成模式中的一种或多种的组合。推荐使用内置 5G 模组的终端，并经过行业权威机构测试认证。终端应符合所在国家对应的入网认证要求，支持 SA 模式，支持所在国家许可的 5G 频段，符合对应的通信行业标准（如 YD/T 3627-2019）。终端宜支持终端质量监测与远程运维管理，包括设备信息采集、业务质量拨测、关键日志采集和上报、升级与重启等。
- b) 对于承载大带宽业务的 5G 终端，对上下行通信带宽要求较高，性能指标符合 YD/T 3627-2019 第 5.1 节类型 2 终端要求。
- c) 对于承载钢铁产线关键业务的 5G 终端，宜支持低时延增强技术，支持切片和终端路由选择策略（URSP）。
- d) 对于一般物联类 5G 终端，宜采用 5G 轻量化终端（RedCap），支持 64QAM 或以上调制方式，理论峰值速率不小于 10Mbps，宜支持 5G 网络高精度定位功能。

5.2.2.6 5G 网络管理与运维技术要求

5G 网络管理和运维技术要求如下：

a) 5G 网络管理平台是钢铁企业管理需求的数字化平台，实现企业 5G 业务的运营线上化、运维数字化。帮助钢铁企业实现 5G 网络的运维管理和可视化运维监控，支持客户账号分权分域管理能力。

b) 钢铁企业 5G 网络运营运维平台面向运营商 5G 企业园区专网，通过一站式、轻量化自我管理平台，统一提供网络拓扑可视、专网园区内业务 SLA 监控、园区内网络设备的故障管理及定界、园区终端自服务（增、删、改、查）等能力，提供企业业务连接级的业务端到端监控能力。通过对用户面业务连接数据进行感知，生成业务单据并实时上报和呈现，实现企业业务连接可视可管。

c) 为保障钢铁企业 5G 网络的长期稳定可靠运行，保障钢铁企业业务的高可用性，网络服务提供者宜提供相关的技术支持及保障服务，包括但不限于软件支持、硬件支持、主动维护服务、维保数字化、现场技术支持和备件服务等。软件支持提供远程问题处理、远程紧急回复、园区现场紧急恢复、远程三方问题协查等服务。主动维护提供网络园区网络拓扑更新、共性风险预警、园区网络应急预案制定、关键网元容灾有效性测试、设备健康检查、园区网络深度巡检、园区网络风险处理、关键参数核查及修复等服务。

5.2.2.7 5G 网络安全技术要求

5G 网络安全技术要求如下：

a) 总体安全要求

钢铁企业 5G 网络宜满足 GB/T 22239-2019 中 7.2 的要求。5G 网络与园区网络之间应设置安全接入区，满足网络边界安全防护、终端入网访问控制、及敏感数据传输保护要求。

b) 终端接入控制安全要求

若非法 5G 终端通过身份仿冒接入钢铁企业 5G 网络，可能会造成 DDoS 攻击、故障注入、敏感业务数据泄露等风险，因此应对终端接入网络的初始阶段对其进行身份验证、完成自身安全检测，并在设备运行阶段定期的进行安全验证和维护，以保障设备自身的安全性。宜合理运用位置控制和接入限制技术保证关键业务终端保持接入，防止接入工作范围外的非法网络。

c) 基站安全要求

服务于钢铁企业业务的 5G 网络基站设备宜具备抗 DDoS 攻击能力，承载钢铁企业关键生产业务的基站宜采用专频专站方式或基于 RB 资源预留的切片隔离，实现网络资源、数据传输通道的隔离。对于敏感数据，可选择基于高强度的密码算法实施机密性和完整性保护。基站部署时宜完成系统安全加固，包括最小化安装、禁用不必要的服务和端口、权限最小化、漏洞修复等。

d) 核心网安全要求

服务于钢铁企业业务的 5G 核心网应建立网络安全机制、部署边界防护功能、配置访问控制规则；支持入侵检测与防御，包括但不限于 ACL、DoS/DDoS 防御、端口扫描防御和畸形报文防御等功能；支持对接入 5G 终端设备二次认证；支持安全审计能力等。

6 5G 智慧钢铁解决方案

6.1 智慧钢铁应用架构

依托 5G、有线、无线等网络技术支持云、边、端在数据、平台、应用各维度上实现资源协同，通过应用物联网、大数据、云计算、深度学习、人工智能、机器视觉等先进技术，构建“云、边、端”三层级新型扁平化系统架构，打造钢铁企业智能化系统整体解决方案，促进钢铁企业数字化转型，实现提质、降本、节能、增效等高质量发展目标，提升企业核心竞争力。

钢铁企业 5G 应用主要包括企业园区、钢铁生产主工序、物流（供应物流、销售物流和企业内生产物流）、仓储（原材料、辅料及产成品的存储、搬运、装卸等环节）、能源动力、智能设备等场景。

6.2 钢铁企业园区

6.2.1 企业园区 5G 应用场景

企业园区 5G 应用场景包括：园区安防（含园区外围周界、公共区域、生产区域、出入口等）、进出园区车辆管理（含内外部货运、客运车辆等）、生产/非生产区域内人员定位、访客管理、智能会议和环境监控等。

6.2.2 企业园区 5G 网络技术要求

企业园区应用场景 5G 网络具体要求如下：

a) 5G 网络架构要求

- 1) 应支持音视频专网切片；
- 2) 端到端网络应具备二/三层互联互通；
- 3) 相关设备(如 UPF)宜下沉本地，实现本地数据不出厂；
- 4) 关键设备应具备冗余保护。

b) 5G 网络性能要求

- 1) 带宽和时延：上下行带宽 $\geq 100\text{Mbps}$ （上行带宽根据摄像机数量和分辨率确定，例如：400 万像素摄像头需要至少 8Mbps 上传带宽），平均时延 $\leq 70\text{ms}$ ，丢包率 $\leq 0.3\%$ ；
- 2) 网络容量：应满足区域内多台设备作业数据的并发传输；
- 3) 运行环境：5G 网络终端设备应满足户外环境运行要求；

4) 网络接入协议要求：系统网络传输应符合《GB/T 28181-2022》规定的传输协议接口及安全性等要求。

c) 网络运维和安全要求
内容见5.2.2.6和5.2.2.7节。

6.2.3 企业园区 5G 应用解决方案及效果

6.2.3.1 企业园区 5G 应用解决方案

企业园区各应用场景 5G 解决方案如下：

a) 园区安防

基于 5G 网络构建前端 5G 智能摄像感知点位，实现音视频数据的采集与稳定传输，保障系统的高效运行，实现视频监控和智能分析，对指定区域进行人群聚集、人员徘徊、越线等行为分析、人员违规识别、人员闭环管理、入侵和紧急报警等，为园区提供更高效、更快速的精细化管理功能。

b) 环境监控

基于 5G 网络实现企业各类污染物的排放数据及泄漏监测数据的高效传输，监控污染处理设施的运行状况，监测环境质量状况，实现污染源头总尘监测、扬尘监测、治理设备监测、污染行为监测、生产状态监测、设备用电监管、危固废处理监管，实现对全公司环保态势的实时监测，为企业的节能减排提供数据支撑及决策依据。

c) 车辆管理

基于 5G 网络实现对出入园区车辆的实时监控和高效管理，支持车辆进出园区的图片或视频预览，支持基于识别的车牌号码进行车辆管控、电动挡车器控制、陌生车辆报警、车辆违规识别等，提高车辆进出效率，提供车辆信息化管理服务。

d) 人员定位

基于 5G 网络实现人员高精度定位、跟踪和轨迹管理，基于实时传输的数据实现位置显示、轨迹回放、电子围栏、SOS 呼救、视频联动等功能。

e) 访客管理

基于 5G 网络实现访客高效快速的预约、登记、导航、拜访以及离开的全流程管理。

f) 智能会议

基于 5G 网络实现智能会议管理，支持会议室管理、状态显示、会议扫码预约、会议门禁、会议签到等。

6.2.3.2 企业园区 5G 应用效果

企业园区通过 5G 技术实现实时在线智能化监控、智慧化管理。主要有园区集中监控与预警、人员跟踪与轨迹回放、人员闭环管理、智慧停车管理、陌生车辆报警、车辆违规识别、会议室预约与智慧管理、环境监控、危险源识别与预警等。

6.3 钢铁生产

6.3.1 钢铁 5G 应用场景

钢铁生产主要 5G 应用场景包括但不限于物流（含供应物流、生产物流和销售物流。见 6.4 物流）、仓储（含采购、销售过程中全部物资存储，主要包含原材料、辅料及产成品的存储、搬运、装卸等环节。见 6.5 仓储）、能源动力（见 6.6）、智能设备（见 7），以及当前炼铁、炼钢、轧钢生产过程中典型（如自动抓渣、焦化无人机车、皮带智能检测、炼钢行车物流调度）应用场景。

铁钢轧生产中各种仓储、物流、能源动力、智能设备 5G 应用场景具有通用性，在全流程应用场景较多，详细内容见后续章节。

6.3.2 钢铁生产 5G 网络技术要求

钢铁生产应用场景 5G 网络具体要求如下：

a) 5G 网络架构要求

- 1) 应支持提供专网，实现业务系统间以及业务系统内控制网络与视频网络间网络隔离；
- 2) 端到端网络应具备二/三层互联互通；
- 3) 相关设备(如 UPF)宜下沉本地，实现本地数据不出厂；
- 4) 关键设备应具备冗余保护；

b) 5G 网络性能要求

- 1) 带宽和速率：控制数据上下行带宽 $\geq 1\text{Mbps}$ ，空口时延 $\leq 50\text{ms}$ ；视频数据上下行带宽 $\geq 20\text{Mbps}$ ，空口时延 $\leq 100\text{ms}$ ；
- 2) 网络容量：应满足区域内多台设备作业数据的网络并发传输；
- 3) 运行环境：5G 网络终端设备应满足户外环境运行要求。

c) 网络运维和安全要求

内容见 5.2.2.6 和 5.2.2.7 节。

6.3.3 钢铁生产 5G 应用解决方案及效果

a) 皮带监测

利用 5G+工业互联网等技术实现相关电机、减速机、皮带等主要设备运行状态实时感知，实现皮带

物料异物、皮带撕裂、皮带跑偏、堵料、温度异常检测。聚焦设备状态参数，实时评估设备健康状态、预警预判设备运行风险，实现皮带机智能点检。减少设备故障、提高生产稳定性、减少设备及停机损失、降低人员劳动强度、减少生产安全隐患。

b) 焦化机车无人化

利用 5G+工业互联网等技术实现焦化机车无人化，可实现焦化生产一键式操作，降低工人劳动强度、提高焦化生产效率、减少机车故障率、避免生产安全隐患，提升作业效率。

c) 抓渣

利用 5G+工业互联网技术等实现炼铁、炼钢和热轧工序自动抓渣、装车等作业无人化，操作人员远离危险区域，提高安全性；智能抓渣系统通过对目标位置的快速定位和准确捞渣，提升了捞渣效率；作业人员减少和作业效率提高，有效降低生产成本。

d) 炼钢行车调度与控制

炼钢加料跨、钢水接收跨是炼钢生产中重要的作业工序，行车作为动态作业设备，基于 5G 网络在行车驾驶室设置操作终端，显示调度及作业信息，指导或控制行车运行，解决了行车信息可靠传输的难题，便于生产调度、炼钢转炉、精炼、连铸、行车驾驶室等岗位获取行车在线作业信息。

6.4 物流运输

6.4.1 物流运输 5G 应用场景

钢铁物流运输 5G 应用场景主要包括料仓和炼铁之间的矿石/焦炭运输、炼铁和炼钢之间的铁水运输、炼钢和连铸之间的钢水运输、连铸和热轧之间的钢坯运输、热轧和冷轧之间的热轧钢卷运输、酸轧和镀锌之间的冷轧钢卷运输、管材厂和仓库或码头之间的中板或中厚板运输，线棒（型）材厂和仓库或码头之间的线棒（型）材运输，码头到仓库或仓库到仓库之间的物料运输等。

钢铁物流运输装置主要包括机车、汽车（平板车、框架车、重型卡车等）、行车、铁水罐、钢包、过跨台车、托盘车、链式运输机、AGV 自动运输小车等。

6.4.2 物流运输 5G 网络技术要求

6.4.2.1 人工驾驶物流运输 5G 网络技术要求

人工驾驶物流运输 5G 网应满足以下要求：

a) 5G 网络架构要求

- 1) 应支持提供专网，实现与其它网络业务隔离传输；
- 2) 端到端网络应具备二/三层互联互通；
- 3) 5G 终端宜纳入 5G 网络整体解决方案统一规划设计；

- 4) 相关设备(如 UPF)宜下沉本地, 实现本地数据不出厂;
 - 5) 关键设备应具备冗余保护。
- b) 5G 网络性能要求
- 1) 带宽和时延: 上下行带宽 $\geq 10\text{Mbps}$ (带宽根据监控摄像机数量和分辨率确定, 例如: 200 万像素摄像头需要至少 4Mbps 上传带宽), 空口时延 $\leq 50\text{ms}$, 丢包率 $\leq 0.3\%$;
 - 2) 网络容量: 应满足多个车辆驻留的网络数据并发传输;
 - 3) 运行环境: 5G 网络终端设备应满足户外环境运行要求;
 - 4) 系统可靠性: 可用度 $\geq 99.99\%$, 漫游切换时延 $\leq 50\text{ms}$ (车辆运行速度 $\leq 60\text{km/h}$)。
- c) 网络运维和安全要求
- 内容见 5.2.2.6 和 5.2.2.7 节。

6.4.2.2 自动驾驶物流运输 5G 网络技术要求

在人工驾驶物流运输 5G 网络解决方案的基础上, 自动驾驶 5G 网应满足以下要求:

- a) 5G 网络架构要求
- 1) 应支持提供专网, 业务系统间以及业务系统内控制网络与视频网络间应进行网络隔离;
 - 2) 应采用双频组网, 通过不同频段的两个网络覆盖互为冗余;
 - 3) 应采用双发选收机制来保障控制类业务的可靠传输;
 - 4) 运营商公网 5G 核心网故障或断链应不影响本地业务运行, 宜采用轻量化 5G 核心网本地部署;
- b) 5G 网络性能要求
- 1) 带宽和时延: 上下行带宽 (控制类) $\geq 5\text{Mbps}$, 空口时延 $\leq 20\text{ms}$; 上下行带宽 (视频类) $\geq 10\text{Mbps}$ (带宽根据监控摄像机数量和分辨率确定, 例如: 200 万像素摄像头需要至少 4Mbps 上传带宽), 空口时延 $\leq 50\text{ms}$; 丢包率 $\leq 0.1\%$;
 - 2) 网络容量: 应满足多个车辆驻留的网络数据并发传输;
 - 3) 运行环境: 5G 网络终端设备应满足户外环境运行要求;
 - 4) 系统可靠性: 可用度 $\geq 99.99\%$, 漫游切换时延 $\leq 50\text{ms}$ (车辆运行速度 $\leq 60\text{km/h}$), 主备链路故障切换时延 $\leq 500\text{ms}$ 。
- c) 网络运维和安全要求
- 内容见 5.2.2.6 和 5.2.2.7 节。

6.4.3 物流运输 5G 应用解决方案及效果

6.4.3.1 物流运输 5G 应用解决方案

钢铁物流运输 5G 应用是指以 5G 技术为基础，通过全面感知、识别、跟踪物流作业状态，实现物流运输的全流程跟踪、全过程状态管理、智慧调度、动态路径规划、智能感知识别、精准定位和无人驾驶。钢铁企业物流运输分人工无人驾驶和自动驾驶。

a) 智慧物流运输（自动驾驶）

5G+智慧物流运输（自动驾驶）包括 5G+全流程状态管理、5G+智慧调度、5G+无人驾驶、5G+智能感知识别、5G+高精度融合定位、5G+行车监控、5G+智能装备、5G+数字孪生 8 大应用场景。

b) 智能重卡/重载框架车运输（自动驾驶）

钢铁原料/成品物流，融合感知相机、激光雷达、毫米波雷达和超声波雷达等，实现近距离防碰撞感知、200m 远距离感知、拟人化规划控制、自动跟车、紧急响应等。运用 5G 网络，智能重卡/重载框架车运输可 24 小时运行，实现 30m 内的信息传递，在时速 60km/h 做到相邻车辆车距小于 25m。

c) 物流运输智能监测（人工驾驶）

运用 5G+车地协同技术，实现物流运输车辆的高精度定位、全过程实时监测、车道行驶轨迹偏离预警等功能。

d) 物流运输一体化管控

通过网络货运平台、物流计量系统和 AGV 无人送样车，实现钢铁物流运输配送全程跟踪、异常预警和配送路径优化。同时打通业务系统，有效集成财务、生产、采销、质检等各环节，实现数据高效流转，全面提升车辆周转效率和物流运输管控水平。

6.4.3.2 物流运输 5G 应用效果

智慧物流运输实现了人、车、物的智慧协同，赋能钢铁行业物流运输数字化转型，优化物流运输作业人员，提升物流运输效率，减少物流运输设备，降低运维成本，保障作业安全。

6.5 仓储

6.5.1 仓储 5G 应用场景

钢铁厂内仓储是指钢铁企业在采购、生产、销售过程中全部物资存储，是保障钢铁企业供应链活动有序运转的基础，主要包含原材料、辅料及产成品的存储、搬运、装卸等环节。空间范围涵盖了物资在堆场、仓库、车间等环节。

仓储 5G 应用场景主要包括各类原燃料场、合金与辅料库、产成品及中间库。如：原料码头、矿石料场、煤场、合金库、辅料库、废钢库、板坯库、方坯库、圆坯库、热轧卷库、冷轧卷库、线材库、棒

材库、钢板库、管材库、型材库、综合仓库、成品码头等。

仓储内部主要采用堆取料机、起重机、行车、托盘、运输链、台车、输送带、AGV 等作为搬运、装卸设备。

6.5.2 仓储 5G 网络技术要求

针对仓储智能化场景，5G 网应满足以下要求：

a) 5G 网络架构要求

- 1) 应采用双频组网，通过不同频段的两个网络覆盖互为备份；
- 2) 根据不同的业务类型设置控制和视频两种切片，进行业务保障；
- 3) 应采用双发选收机制来保障控制类业务的可靠传输；
- 4) 端到端网络应具备二/三层互联互通；
- 5) 相关设备(如 UPF)宜下沉本地，实现本地数据不出厂；
- 6) 运营商公网 5G 核心网故障或断链应不影响本地业务运行，宜采用轻量化 5G 核心网本地部署。

b) 5G 网络性能要求

- 1) 控制类数据：上下行带宽 $\geq 5\text{Mbps}$ ，空口时延 $\leq 100\text{ms}$ ，丢包率 $\leq 0.1\%$ ；
- 2) 视频类数据：上行带宽根据监控摄像机数量和分辨率确定，例如：400 万像素摄像头需要至少 8Mbps 上传带宽，空口时延 $\leq 100\text{ms}$ ；
- 3) 5G 网络应支持双链路备份，主备链路故障切换时延 $\leq 500\text{ms}$ 。

c) 网络运维和安全要求

内容见 5.2.2.6 和 5.2.2.7 节。

6.5.3 仓储 5G 应用解决方案及效果

6.5.3.1 仓储 5G 应用解决方案

5G 智能仓储是利用 5G、物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术，在信息全面感知和互联的基础上，确保各类堆场、仓库、码头应用场景中人、设备、物料、环境之间的无缝连接与协同联动，实现安全、高效、无人化/少人化的仓储运营形态，助力仓储行业的高质量发展。

a) 5G+安防监控

通过产线入库区、库区堆位、装卸区、车辆运输区、质检区、包装区等区域设置视频监控设备，实现对人员、设备、物料的实时视频监控、数据分析和应急处置。采用 5G 网络有效提升库区视频监控数据的传输速度，实现智慧安防的实时远程控制、提前预警和快速响应处置。

b) 5G+应急指挥

运用 5G 网络，将各类前端设备实时拍摄的高清视频回传到应急指挥调度室，大幅提高库区指挥调度人员对库区装卸、搬运等现场突发情况的观察和判断能力，提升应急指挥决策和执行效率。

c) 5G+无人搬运

基于 5G 网络，实现堆取料机、起重机、行车、托盘、运输链、台车、输送带、AGV/AMR 等装备自主运行、精准控制，运行数据能够实时传输到控制中心，实时跟踪搬运进度，对装备的位置、姿态、载重等数据进行监控。在装备发生故障或需前往临时区域时，即可切换为 5G 远程操控或现场操控模式，保障其运输安全和生产稳定。

d) 5G+远程操控

基于 5G 网络，实现堆取料机、起重机、行车、托盘、运输链、台车、输送带、AGV/AMR 等搬运装备远程操控，改善操作环境，实现物料的高效远程搬运。

e) 5G+智能感知

基于 5G 网络，通过对库区各类对象的图像识别、激光识别、声音识别、烟气识别，实现仓储全面智能感知。

f) 5G+智能盘库

基于 5G 网络，利用无人化堆取料机、起重机、行车、台车、AGV/AMR、无人机等搭载高精度感知设备及仪表，通过智能模型实现库区物料库存的高效高精度盘点。

6.5.3.1 仓储 5G 应用效果

通过 5G 技术与智能仓储全面融合，提升仓储作业效率，提高物料追溯能力、降低劳动力成本、优化资源配置，为仓储行业的可持续发展注入新的活力。

6.6 能源动力

6.6.1 能源动力应用场景

钢铁企业能源动力主要场景包括能源介质（水、电、风、汽、气等能源介质相关的中央水厂、各工序水处理厂，余热发电、余压发电、煤气发电等，氧气站、氮气站、氢气站、煤气柜，以及压缩空气、蒸汽等）生产、输送、存储、使用等，涉及废水、废气等污染物排放和危险源等数据采集和监控，以及能源动力生产环节管控、空中管道巡检等。

6.6.2 能源动力 5G 网络技术要求

能源动力 5G 网络技术要求：

a) 5G 网络架构要求

- 1) 业务系统间以及业务系统内调度网络与管理网络间应进行网络隔离;
 - 2) 端到端网络应具备二/三层互联互通;
 - 3) 相关设备(如 UPF)宜下沉本地, 实现本地数据不出厂;
 - 4) 关键设备应具备冗余保护。
- b) 5G 网络性能要求
- 1) 带宽和速率: 控制数据上下行带宽 $\geq 5\text{Mbps}$, 空口时延 $\leq 100\text{ms}$;
 - 2) 网络容量: 应满足区域内多个作业的数据并发传输;
 - 3) 系统可靠性: 5G 网络的整体系统应满足可用度 $\geq 99.99\%$, 控制系统要求实现网络冗余。
- c) 网络运维和安全要求
- 内容见 5.2.2.6 和 5.2.2.7 节。

6.6.3 能源动力 5G 应用解决方案及效果

6.6.3.1 能源动力 5G 应用解决方案

通过采用 5G 网络技术对分散在钢铁企业各生产区域的水、电、风、气、汽等能源动力生产控制系统实现数据采集及生产控制, 对不便接近合分闸操作的各类计量仪表、开关等, 借助 5G 远程传输与操控, 将边缘区域、临时应急现场等场景的数据、视频实现快速联网, 弹性投放接入控制系统, 满足业务系统应用需求。

6.6.3.2 能源动力 5G 应用效果

通过 5G 技术实现能源动力数据采集、监控和管控, 以及空中管道巡检、能源集中管控和统一调度, 实现碳迹跟踪, 以及废水、废气等污染物排放和危险源监控等。

7 智能装备

7.1 智能装备种类及应用场景

智能装备分布于钢铁企业园区、各生产主工序及辅助系统, 主要场景有检测计量仪表、传动控制设备及系统、人材物位置跟踪、设备巡检、机器人、机电一体品、网络及控制系统等场景, 主要种类如下:

a) 数据采集及检测设备

涉及全工序常见的有环境质量检测类、产品表面质量检测类、计量类、位置检测类、控制类、音视频图像类等数据采集和检测设备。

b) 信息推送设备

常见的有移动终端 (如手机、便携式巡检仪、平板等)、低慢小飞行器、智能安全帽、智能手环、VR/AR 眼镜等设备。

c) 智能设备

涉及全工序常见的有控制设备、传动设备、无人运输设备、机器人、机电一体品、边缘计算系统等设备。

7.2 智能装备 5G 网络技术要求

智能装备 5G 网络技术要求如下：

a) 5G 网络接入要求

智能设备应具备接入 5G 网络的能力，智能设备应满足 5.2.2.5 5G 终端技术要求。

b) 5G 网络性能要求：

1) 表面质量检测仪：上行带宽 $\geq 100\text{Mbps}$ ；

2) 数据传输要求：空口时延 $\leq 80\text{ms}$ 。

c) 网络运维和安全要求

内容见 5.2.2.6 和 5.2.2.7 节。

7.3 智能装备 5G 应用解决方案及效果

7.3.1 智能装备 5G 应用解决方案

a) 数据采集及检测设备

通过 5G 技术的应用，增强设备安装的灵活性和时效性，满足不同环境下数据采集和检测弹性投放的需求。

b) 信息推送类

通过 5G 技术的应用，解决移动场景下的信息录入、实时推送、高精度定位和轨迹跟踪等需要高带宽、低时延的网络需求。

c) 智能装备

通过 5G 技术的应用，解决控制装备、传动装备、机器人、机电一体品、边缘计算等智能装备远程操控与运维、快速响应、跨域互联的网络需求。

7.3.2 智能装备 5G 应用效果

通过采用 5G 网络技术对分散在钢铁企业内各种设备数据实时采集和监控、高效录入和推送，以及实现数据采集、实时监控、集中监控和数据分析，满足监控、诊断、运维及各种业务应用需求。