

ICS 33.040.40

CCS M 57

DB4403

深 圳 市 地 方 标 准

DB4403/T 442—2024

5G 智慧港口网络建设规范

5G smart port network construction specification

2024-04-22 发布

2024-05-01 实施

深圳市市场监督管理局 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 专网解决方案	2
5.1 网络总体架构	2
5.1.1 5G 网络架构	2
5.1.2 5G 接入终端	2
5.1.3 5G 无线网	2
5.1.4 5G 承载网	3
5.1.5 5G 核心网	3
5.2 上行大带宽方案	3
5.2.1 多用户大容量带宽要求	3
5.2.2 网络上行大带宽方案	3
5.3 稳定低时延方案	3
5.3.1 港口数据传输时延要求	3
5.3.2 稳定低时延方案	3
5.4 网络高可靠方案	4
5.4.1 5G 专网高可靠概述	4
5.4.2 终端高可靠	4
5.4.3 基站高可靠	4
5.4.4 承载高可靠	4
5.4.5 核心网高可靠	5
5.5 网络切片方案	5
5.6 网络安全方案	5
5.6.1 终端安全管理	5
5.6.2 业务安全隔离	5
5.6.3 整体安全隔离	5
6 专网规划与建设	6
6.1 基础设施规划	6

6.2	基础组网规划	6
6.2.1	设计要求	6
6.2.2	覆盖规划	6
6.2.3	容量规划	6
6.2.4	网络仿真	7
6.3	站点部署原则	8
6.4	终端部署原则	8
6.5	基础设施建设	8
7	专网验收与运维	8
7.1	5G 专网验收及运维	8
7.1.1	5G 专网验收指标	8
7.1.2	5G 专网运维方案	9
7.2	5G 专网自运维平台	10
7.2.1	平台概述	10
7.2.2	平台架构	10
7.2.3	平台功能	11
7.2.4	平台验收	12
附录 A (规范性)	港口业务需求调研表	13

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。

本文件由深圳市工业和信息化局提出并归口。

本文件起草单位：招商局港口集团股份有限公司、招商局国际科技有限公司、深圳海星港口发展有限公司、中国移动通信集团广东有限公司深圳分公司、华为技术有限公司、深圳信息通信研究院、深圳港口协会、深圳港集团有限公司、盐田国际集装箱码头有限公司、深圳大铲湾现代港口发展有限公司。

本文件主要起草人：王秀峰、徐颂、李玉彬、刘彬、汪沛、刘欣、郭明杰、王小杰、卢赞新、林敏、尹鹏、张昊、郑华先、刘清泉、王海滨、宋恒、韩伟超、彭海燕、王毅、计大伟、孙羽、施超、瞿水华、陈珍、吴迪、汪炼、高恒、詹忠、汪达仕、李尧、杨子安、刘文。

5G 智慧港口网络建设规范

1 范围

本文件规定了 5G 智慧港口专网解决方案、5G 智慧港口专网规划与建设、5G 智慧港口专网验收与运维，并根据港口业务需求提供了需求调研表。

本文件适用于基于 5G 网络建设的集装箱智慧港口。

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 14406 通用门式起重机

GB/T 14783 轮胎式集装箱门式起重机

GB/T 19683 轨道式集装箱门式起重机

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（第一阶段）

YD/T 3929—2021 5G 数字蜂窝移动通信网 6GHz 以下频段基站设备技术要求（第一阶段）

YD 5003—2014 通信建筑工程设计规范

3 术语和定义

GB/T 14406、GB/T 14783、GB/T 19683、YD/T 3627—2019、YD/T 3929—2021、YD 5003—2014 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可编程逻辑控制器 programmable logical controller

应用于港口场桥、岸桥、远控台，通过 I/O 和通信技术，完成设备控制的控制器。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AAU：有源天线单元（Active Antenna Unit）

AGV：自动导引运输车（Automated Guided Vehicle）

BBU：基带处理单元（Building Base band Unit）

BFD：双向转发检测（Bidirectional Forwarding Detection）

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

DNN：数据网络名称（Data Network Name）

DPI：深度报文检测（Deep Packet Inspection）

IBLER：初始误块率（Initial Block Error Rate）

IGV：智慧型引导运输车（Intelligent Guided Vehicle）

IMSI：国际移动用户识别码（International Mobile Subscriber Identification Number）

MAC：媒体存取控制（Media Access Control）

- MU-MIMO: 多用户-多输入多输出 (Multi-User-Multiple-Input Multiple-Output)
- PLC: 可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)
- RAN: 无线接入网 (Radio Access Network)
- RB: 资源块 (Resource Block)
- SIM: 用户身份识别卡 (subscriber identity module)
- S-NSSAI: 单个网络切片选择辅助信息 (Single Network Slice Selection Assistance Information)
- TAI: 跟踪区标识 (Tracking Area identity)
- UPF: 用户平面功能 (User Plane Function)
- 5G: 第五代移动通信技术 (5th Generation Mobile Communication Technology)
- 5GC: 5G 核心网 (5G Core)
- 5QI: 5G QoS 标识符 (5G QoS Identifier)

5 专网解决方案

5.1 网络总体架构

5.1.1 5G 网络架构

5G 智慧港口业务以场桥/岸桥远控、水平运输（无人集卡、AGV、IGV 等）、智能理货、智能巡检、视频监控、海关远程检疫等为主，属于高清视频回传和 PLC 远控的场景，智慧港口的典型 5G 网络架构如图 1 所示。

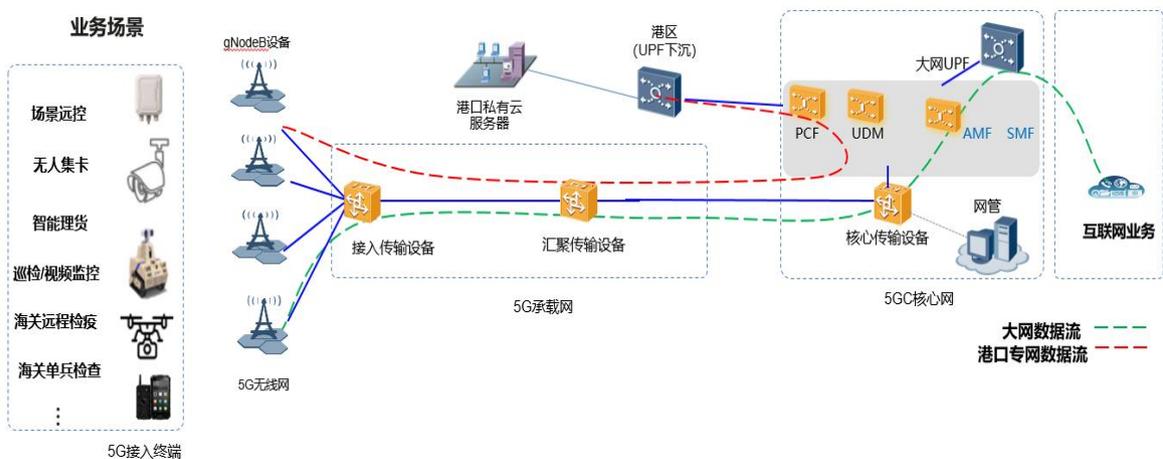


图 1 智慧港口的典型 5G 网络架构参考图

5.1.2 5G 接入终端

5G CPE、摄像头、水平运输设备、5G 网联无人机、巡检机器人、单兵设备、平板终端等可接入 5G 网络的设备终端。5G 接入终端应具有防腐蚀、防水、防盐雾功能，满足港口环境要求。

5.1.3 5G 无线网

为满足场桥/岸桥远控、无人集卡、智能理货、巡检/视频监控、海关 5G 远程智能检疫设备、海关单兵设备等业务接入 5G 网络的需求，应针对港口区域、海关查验区、外贸船舶停靠区域(不含船舱内部和海域覆盖)提供 5G 信号覆盖。5G 专网基站站型以传统宏站为主，在覆盖或容量不足的情况下，可通

过微站进行局部扩容及补盲。

5.1.4 5G 承载网

用于 5G 基站数据回传，含接入及骨干传输网络。

5.1.5 5G 核心网

包含用户面 UPF 和控制面 5GC，其中用户面 UPF 下沉部署至港区机房，满足港口数据转发不出港区的要求，港区机房应提供相关配套机柜、市电、光纤接入与传输设备。控制面 5GC，提供用户接入管理功能。

5.2 上行大带宽方案

5.2.1 多用户大容量带宽要求

港口场桥/岸桥远控、无人驾驶内集卡、智能理货、海关 5G 远程智能检疫、海关单兵应用等需要大量摄像头视频回传，5G 网络应具备上行高带宽的能力。

5.2.2 网络上行大带宽方案

网络上行大带宽方案分为以下三种：

- a) 港口 5G 基站宜采用 64TR AAU 部署，并开启 MU-MIMO 能力，部分弱覆盖场景可采用杆微站补充；
- b) 可通过频段叠加方式，即多频组网，增加网络容量；
- c) 覆盖边缘无法满足单终端上行大带宽需求时，可采用超级上行技术、载波聚合技术增强覆盖边缘终端的速率。

5.3 稳定低时延方案

5.3.1 港口数据传输时延要求

综合考虑场桥/岸桥远控、5G 无人驾驶内集卡及智能理货视频信号的时延要求，保障体验效果，数据传输往返平均时延应小于 30 ms。

5.3.2 稳定低时延方案

方案应从以下三个方面考虑：

- a) 核心网 UPF 网元下沉：UPF 下沉至港区，缩短数据传输路径，降低数据传输时延；
- b) 空口预调度：开启空口 5QI 预调度等特性功能，缩短数据在无线空口传输时间；优化 IBLER 等参数，通过减少误码和重传，降低时延抖动；
- c) 终端双发选收：如图 2 所示，接入侧及核心侧部署路由器，具备双发选收能力，双 CPE 组网构成空口双链路传输。发送端路由器对数据包进行复制，并通过两个不同的 CPE 进行发送，实现冗余传输，接收端路由器根据“先到先得”原则接收数据包，过滤突发大抖动，保障低时延传输的稳定性。

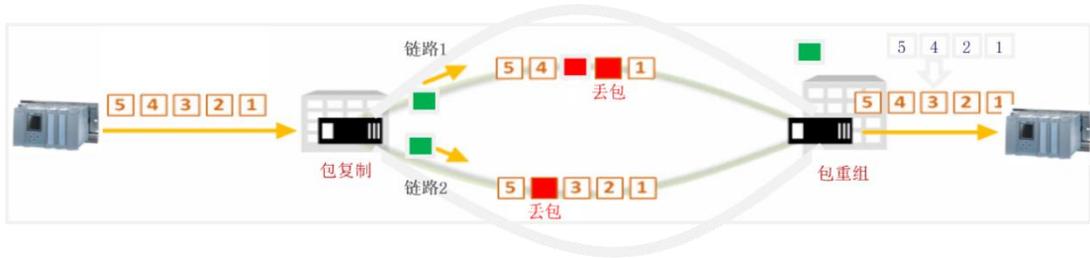


图 2 双发选收示意图

5.4 网络高可靠方案

5.4.1 5G 专网高可靠概述

港口场景场桥/岸桥、无人集卡等远控报文和视频数据的回传网络应具备高可靠性，可根据项目实际情况选择相应可靠性方案，如图 3 所示，5G 专网高可靠方案包含终端、基站、承载、核心网端到端四个部分。

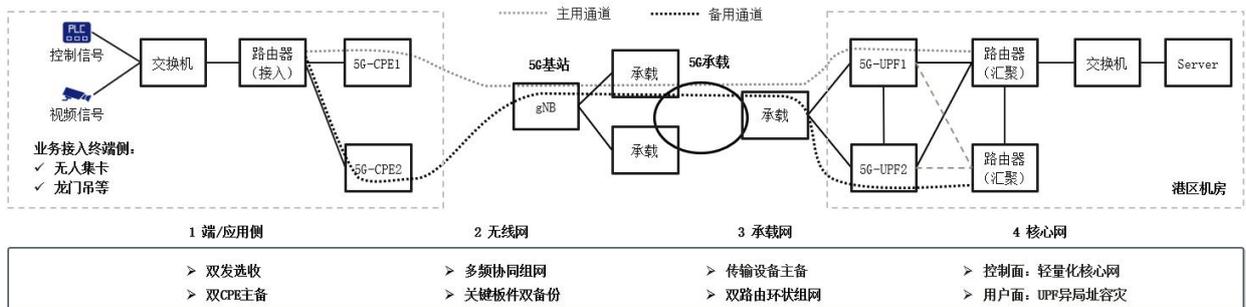


图 3 5G 专网高可靠方案架构参考图

5.4.2 终端高可靠

终端高可靠包括了双发选收和双 CPE 主备组合方案，共用一套组网方案和终端设备，通过在路由器上不同配置实现，具体如下：

- 双发选收：针对小包数据稳定可靠传输需求，部署双发选收方案。接入端路由器对信号进行包复制、双链路传输，核心侧路由器择优选用，以保证在一条无线链路完全中断情况下，信号传输正常业务不中断；
- 双 CPE 主备：针对视频回传业务大带宽、高可靠需求，通过在接入路由器上配置双活主备路由，利用 BFD 检测机制触发倒换，当主用 CPE 链路中断时，视频信号将切换至备用 CPE 链路回传，应用侧视频秒级卡顿后恢复正常。

5.4.3 基站高可靠

5G 专网基站的高可靠性应具备以下能力：

- 主控和基带等关键单板采用 1+1 备份方案，业务支持分钟级倒换；
- 部署多频网络实现 5G 无线网主备功能。

5.4.4 承载高可靠

5G 承载网应从以下两个方面提供可靠性：

- AAU 至 BBU 采用板内双光纤负荷分担方案，双路由负荷分担传输用户面数据，单链路带宽满足

小区的网络需求。一条链路传输操控维护数据，当传输操控维护数据的端口或链路故障时，操控维护数据能够使用另一条链路，避免单端口、单链路故障造成业务中断；

- b) BBU 至传输设备采用双路由主备加固方案，当其中一条链路、端口或单板故障时，业务能够使用另一条链路。

5.4.5 核心网高可靠

5.4.5.1 核心网控制面轻量级下沉-应急容灾方案

在港区内用户面 UPF 基础上内置增加“本地应急控制面”服务，提供应急用户签约数据，应急用户移动性管理，应急用户会话管理功能。与中心公网的控制面形成主备关系，当港区用户面 UPF 与大网 5GC 之间故障失联时，通过内置的“本地应急控制面”服务提供应急容灾能力，保障港区已接入的稳态业务不掉线，惯性运行，并支持用户重新接入。

5.4.5.2 用户面 UPF 容灾方案

港口内部可部署两台或以上 UPF，支持负荷分担或主备模式，包括同局址容灾（同机房）、异局址容灾，因同局址网元级容灾出现“机房级”故障时存在业务中断风险，推荐异局址（不同机房）容灾。

5.5 网络切片方案

港口内不同业务配置独立专用切片 DNN 加以隔离，专网 SIM 卡绑定配置高优先级 5QI，特殊场景可考虑特定 5QI 或 RB 资源预留等方案。

5.6 网络安全方案

5.6.1 终端安全管理

为防御终端身份盗用、伪造等威胁，5G 终端接入网络时安全管理要求如下：

- a) 主认证：5G 终端与 5G 网络应进行双向鉴权和加密；
- b) 机卡绑定认证：应具备 5G 终端 MAC 地址与 SIM 卡绑定的功能；
- c) 终端和小区绑定：在 5GC 分别配置 IMSI 和 TAI 列表与港区切片 S-NSSAI 对应关系，实现仅合法终端能够接入 5G 专网，且合法终端无法接入 5G 专网之外的其他网络，形成电子围栏。

5.6.2 业务安全隔离

为保证业务安全应从以下三个方面提供安全隔离：

- a) 接入网隔离：5G NR 隔离调度方式有 QoS（5QI）优先级、RB 资源预留两种。基于 QoS 的调度：在资源有限的情况下，为不同业务提供“按需定制”的差异化服务质量；RB 资源预留：在 5G NR 设计中，允许多个切片共用同一个小区的 RB 资源，为特定切片预留分配一定量 RB 资源；
- b) 传输网隔离：RAN 与 CN 之间的移动传输网络满足业务对切片安全和可靠性的不同需求，支持硬隔离和软隔离两大类型，其中硬隔离包括 FlexE，软隔离指 QoS 调度等技术；
- c) 核心网隔离：控制面隔离通过共享大部分网元功能加少量网元功能独占专享的方式，支持部分独占模式；业务面建设独立的 UPF，实现业务隔离。

5.6.3 整体安全隔离

应考虑港口不同网络间的整体安全隔离，5G 专网、4G 专网，有线光纤网，无线局域网之间的安全隔离。港口应根据自身作业需要做好整体安全隔离。

6 专网规划与建设

6.1 基础设施规划

5G 专网建设涉及无线基站、传输光缆、核心网等配套资源，需要供应商与港口协同规划。

6.2 基础组网规划

6.2.1 设计要求

网络规划设计应满足下列要求：

- a) 充分调研 5G 应用需求：充分了解各应用数量及在港口的地理分布，并发量以及单个应用对带宽、时延、可靠性的需求，以满足 5G 应用需求作为网络设计的出发点和目标各应用在港区的地理位置分布；
- b) 覆盖+容量双重设计：网络覆盖设计首先按覆盖目标来设计基本的网络，基于容量诉求以及低时延高可靠等应用进行网络叠加设计。

6.2.2 覆盖规划

6.2.2.1 覆盖目标规划

覆盖目标规划基于以下三项进行：

- a) 获取产品基线：基于不同的产品类型，获取基本的覆盖电平与速率基线；
- b) 规划边缘速率：将所有业务都转换为大上行业务，以上行速率最大的业务为边缘速率规划目标；
- c) 规划边缘覆盖电平：对于大上行业务与低时延高可靠业务，取上行速率最大的业务，其对应的边缘电平作为边缘覆盖电平。

6.2.2.2 网络覆盖估算

网络覆盖估算应基于以下五项进行：

- a) 覆盖目标规划，如上行边缘速率；
- b) 确定所选基站产品形态、子帧配比、带宽、天线收发数等参数；
- c) 输出小区覆盖半径；
- d) 根据小区覆盖半径，计算单站覆盖面积；
- e) 按照区域面积，站点数目等于区域面积与单站覆盖面积相除，向上取整。

6.2.3 容量规划

网络容量估算按以下三项进行：

- a) 统计网络总体容量需求，应按附录 A 要求填写；
- b) 确定基站产品形态、子帧配比等信息，确定小区容量口径作为输入条件；
- c) 根据容量估算站点规模：小区数量等于网络总体容量需求与单小区容量口径相除，向上取整；
- d) 比较容量估算站点规模和覆盖估算站点规模，如图 4 所示，取最大值。

注：当前视频业务是多个摄像头汇聚至 CPE 终端，避免 CPE 上行速率超过小区容量。

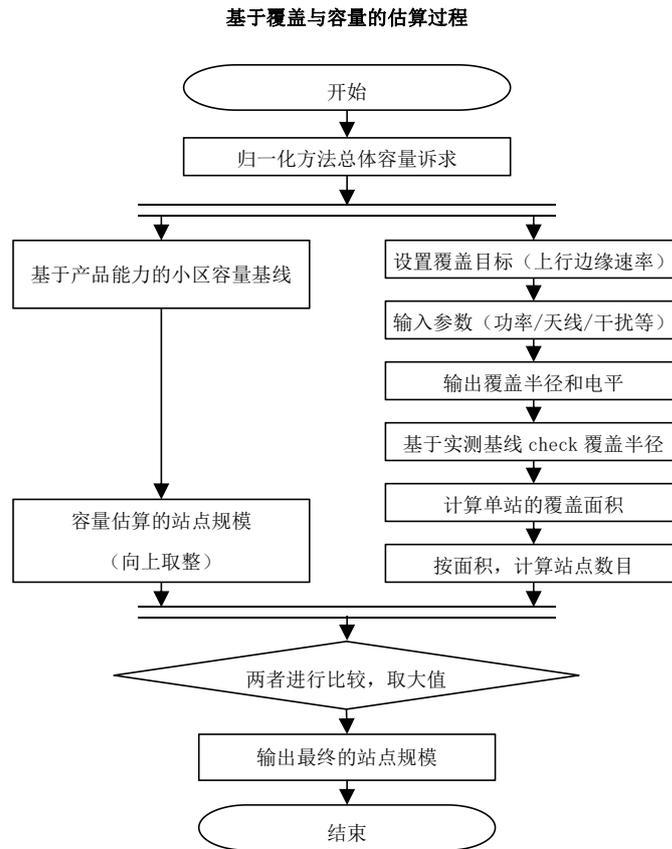


图4 基于覆盖与容量的估算流程参考图

6.2.4 网络仿真

应通过专业的仿真工具实现精细化的组网规划，根据所选的产品及相应站点规模进行仿真，站点规模应通过容量诉求和产品能力基线做初步估算，作为初始站点输入，再基于覆盖目标，对目标网络进行覆盖仿真。通过仿真结果，评估覆盖是否满足目标要求。如果不满足，则应通过增加站点数目、调整站点配置等方式进行优化，保证最终的覆盖满足目标覆盖。覆盖满足目标要求后，应输出网络性能指标如图5所示。

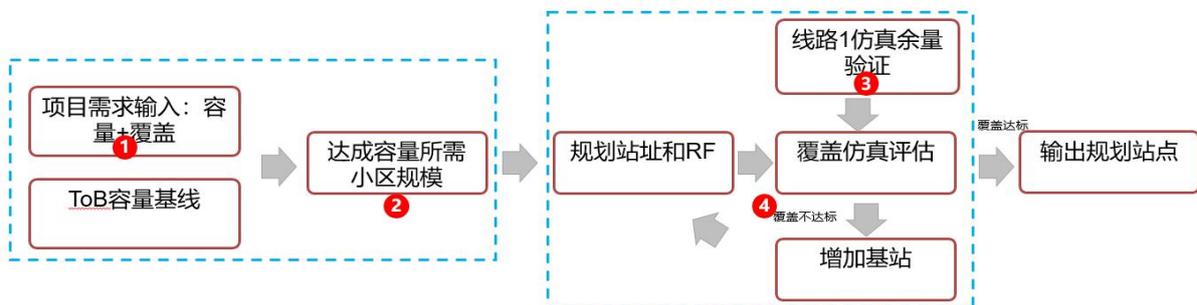


图5 基于仿真工具的仿真思路

注1：项目需求输入：将 ToB 项目需求（包含低时延&高可靠等）统一转换成容量+覆盖两类输入。

注2：小区规模估算：基于容量需求和 ToB 容量基线中每个小区的能力，进行链路估算，得到满足容量需要的小区数量。

注3：ToB 仿真余量验证：校准 ToB 典型行业的余量可用性和推荐值。

注4：覆盖仿真：基于 ToB 场景特点，叠加余量进行迭代，通过 ASP、手动加战方式，直到满足覆盖要求。

6.3 站点部署原则

站点部署按以下原则进行：

- a) 适度超前原则：站点规划满足至少 30% 的容量冗余，适配未来业务发展需求；
- b) 均衡原则：每个小区或站点所覆盖的通信终端数量及容量相对一致；
- c) 站点位置规划：针对港区具体施工环境，采用合适的天线安装方式，减少同频干扰；天线安装 AAU 主瓣覆盖方向避免金属物遮挡。

6.4 终端部署原则

终端部署按以下原则进行：

- a) CPE 点位选择考虑覆盖以及上行干扰问题；
- b) 终端归属小区保持稳定，避免切换；
- c) 针对堆场上行需求固定的点位，通过锁频、锁定 PCI 等方式来保持接入到固定小区；
- d) 针对场桥/岸桥和无人集卡，部署双 CPE 做双发选收；
- e) 针对视频监控类业务，减少 CPE 的点位，减少邻区上行干扰水平，如将 CPE 周围半径 5 m 内的业务汇聚到单 CPE；
- f) CPE 高度：CPE 等终端在场桥和岸桥等，部署至各自的高位，以与 AAU 高度相近。

6.5 基础设施建设

通信基础设施建设与保护遵循统筹规划、共建共享、各方配合、共保安全的原则，建设单位应严格按照通信工程施工规范要求建设智慧港口 5G 基础设施。

7 专网验收与运维

7.1 5G 专网验收及运维

7.1.1 5G 专网验收指标

5G 专网建设完成后，可按表 1 网络指标组织完成性能验收。

表 1 5G 专网验收指标参考表

指标名称	指标描述	预置条件	参考值
上行峰值速率	终端发起上行业务的最大速率，是指在覆盖区域内单点测试上速率的最大值。	8D2U 帧结构	≥ 100 Mbps
下行峰值速率	终端发起下行业务的最大速率，是指覆盖区域内单点测试下行速率的最大值。		≥ 1 Gbps
上行平均速率	终端位于覆盖区域内好中差点（取 15 个点，均匀分布于覆盖区域）发起上行业务的平均速率，按照上行速率取数的总和除以测试总次数得到上行平均速率。	8D2U 帧结构	≥ 50 Mbps
下行平均速率	终端位于覆盖区域内好中差点（取 15 个点，均匀分布于覆盖区域）发起下行业务的平均速率，按照下行速率取数的总和除以测试总次数得到下行平均速率。		≥ 500 Mbps

表 1 5G 专网验收指标参考表（续）

指标名称	指标描述	预置条件	参考值
上行峰值速率	终端发起上行业务的最大速率，是指在覆盖区域内单点测试上速率的最大值。	7D3U 帧结构	≥ 200 Mbps
下行峰值速率	终端发起下行业务的最大速率，是指覆盖区域内单点测试下行速率的最大值。		≥ 800 Mbps
上行平均速率	终端位于覆盖区域内好中差点（取 15 个点，均匀分布于覆盖区域）发起上行业务的平均速率，按照上行速率取数的总和除以测试总次数得到上行平均速率。	7D3U 帧结构	≥ 100 Mbps
下行平均速率	终端位于覆盖区域内好中差点（取 15 个点，均匀分布于覆盖区域）发起下行业务的平均速率，按照下行速率取数的总和除以测试总次数得到下行平均速率。		≥ 450 Mbps
上行峰值速率	终端发起上行业务的最大速率，是指在覆盖区域内单点测试上速率的最大值。	1D3U 帧结构	≥ 500 Mbps
下行峰值速率	终端发起下行业务的最大速率，是指覆盖区域内单点测试下行速率的最大值。		≥ 500 Mbps
上行平均速率	终端位于覆盖区域内好中差点（取 15 个点，均匀分布于覆盖区域）发起上行业务的平均速率，按照上行速率取数的总和除以测试总次数得到上行平均速率。	1D3U 帧结构	≥ 350 Mbps
下行平均速率	终端位于覆盖区域内好中差点（取 15 个点，均匀分布于覆盖区域）发起下行业务的平均速率，按照下行速率取数的总和除以测试总次数得到下行平均速率。		≥ 350 Mbps
双向平均时延	终端至 N6 接口互联客户侧地址 ping 平均时延（抽样值 ≥ 100 个）。	包括各类无线帧结构（插卡终端至港口网络首个接入点）	20~30ms
双向时延抖动	终端至 N6 接口互联客户侧 ping 时延的标准差（抽样值 ≥ 100 个）。	包括各类无线帧结构（插卡终端至港口网络首个接入点）	≤ 20 ms
丢包率	终端至 N6 接口互联客户侧地址 ping 测试失败数与 ping 测试数的比值（抽样值 ≥ 100 个）		$\leq 1\%$
注：特殊无线帧结构时隙配比，空口上下行峰值及均值指标，依据表内所列常规时隙配比，按比例线性折算。			

7.1.2 5G 专网运维方案

7.1.2.1 5G 专网运维概述

5G 专网运维服务应根据港口业务需求在以下方面提供运维服务：

- a) 人员配备：供应商提供专门服务经理对接需求方；
- b) 日常咨询：提供 7×24 小时技术咨询服，可向服务经理提出技术咨询请求，服务经理根据需求类型的不同安排相应的技术工程师给予支持；

- c) 日常维护：为保障网络稳定运行，供应商应对本项目已交付的网络及相关设备进行现场巡检并提供巡检报告，提供技术咨询与支撑、网络运行分析报告等必要支撑；
- d) 网络通报：对于网络或系统升级、调整、优化，供应商应提前通知需求方；
- e) 故障响应：提供 7×24 小时故障服务受理，故障服务响应时间应小于 1 小时；
- f) 专网 SIM 卡：提供业主所需的专网 SIM 卡及 IMSI 等信息。

7.1.2.2 业务投诉及故障处理时限

业务故障指影响需求方业务正常使用的故障，包括业务中断故障和一般故障。业务故障处理时限指自收到故障投诉时或出现监控告警时起，至需求方业务恢复正常所需要的时间，业务恢复时限要求见表 2。根据业务故障处理时限不同将业务保障等级级别区分为 VIP 级、AAA 级、AA 级、A 级和普通级等不同等级，需求方可根据业务需求与实际情况与供应商进行确定。

表 2 业务故障处理时限参考表

故障类别	业务故障处理时限（单位：小时）				
	VIP级	AAA级	AA级	A级	普通级
业务中断故障	1-2	3	4	5	6
一般故障	12	32	36	40	44
网络可用率	99.99%	99.86%	99.45%	99.18%	98.90%

注：业务中断故障是指 5G 专网端到端出现中断的故障（断网），一般故障是指除业务中断故障外的其他故障。

7.1.2.3 信息通告服务

如供应商进行内部的网络调整、系统割接、线路整改、版本升级等可能会影响需求方业务正常使用的操作，应通过服务经理向需求方提供信息通告服务，并明确事件原因、影响时间段、业务影响范围等。

7.2 5G 专网自运维平台

7.2.1 平台概述

5G 智慧港口专网自运维平台是针对港口行业专网和业务的自管理系统，服务于港口运维人员，实现智能园区网络管理，有效减少维护人力，降本增效，并推动端到端数据关联，与业务系统深度融合，助力生产。

7.2.2 平台架构

5G 智慧港口专网自运维平台方案架构如图 6 所示，由以下三个部分组成：

- a) 园区自管理平台：用于安装平台相关软件，提供平台各种功能，并融合拨测服务端功能，配合 Agent 探针完成模拟拨测和终端管理功能，用于获取通信终端的设备状态、终端小区、关联的 SIM 卡等信息；
- b) DPI 探针：连接到 UPF 进行报文解析和隧道解析，是最重要的业务运行性能数据采集设备；
- c) 探针：在 CPE 上集成 Agent 软件包，可用于发起模拟拨测，并能采集终端业务级数据。

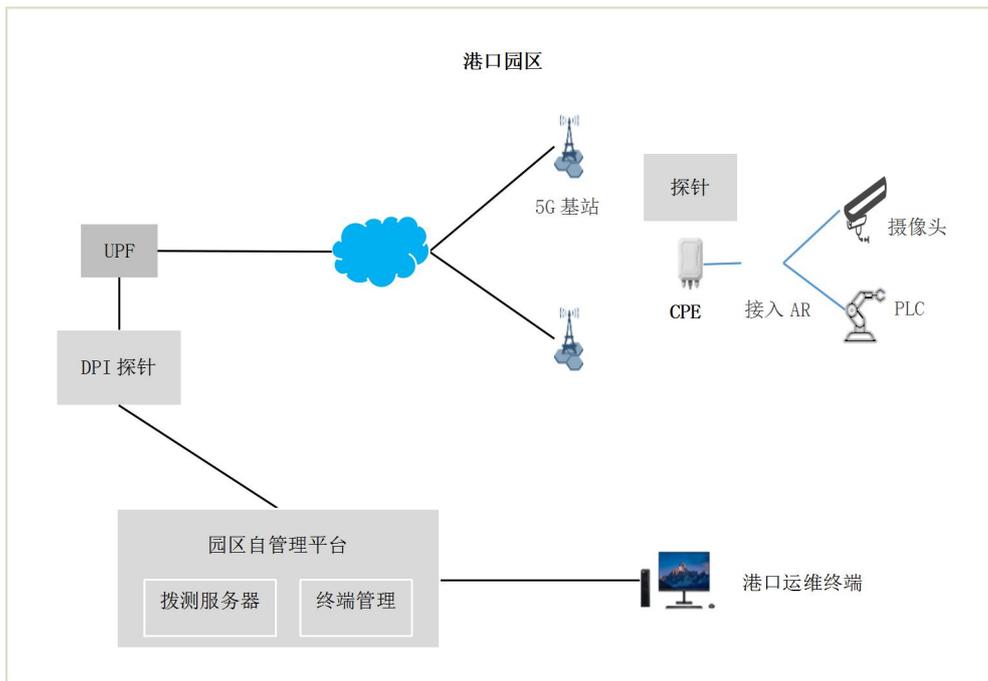


图 6 园区运营平台架构示意图

7.2.3 平台功能

7.2.3.1 功能概述

港口专网自运维平台应提供园区业务连接可视可管、故障定界、网络设备监控、API 接口开放等功能。

7.2.3.2 业务连接监控功能

5G 专网自运维平台应提供港口业务连接监控能力，具备以下两种连接监控功能：

- a) 特殊业务监控功能：如视频回传业务、可编程逻辑控制器业务。平台应具备针对特殊业务模型生成单独业务质量指标进行业务监控的功能；
- b) 通用业务监控功能：平台应具备基于网络传输层协议（TCP/UDP）连接的传输质量监控的功能。

7.2.3.3 故障定界功能

平台应具备网络故障分析及定界能力，当园区 5G 业务出现中断、质差等异常时，平台可进行一键故障定界，以分钟级给出定界结论，并给出故障处理建议。故障定界关键能力包括以下三个方面：

- a) 还原业务路径：通过 DPI 探针采集业务数据流和隧道信息，还原业务路径；
- b) 主动探测辅助：通过 Agent 探针逐条发起链路拨测，探测故障点；
- c) 故障综合定界：通过预置定界规则进行性能 KPI、事件/告警、拨测结果等多种数据源综合分析，给出定界结果及处理建议。

7.2.3.4 网络设备监控

平台应具备企业侧网络设备（交换机、路由器、CPE 等设备）运行的监控，并提供企业侧网络设备的报障和派单功能。

7.2.3.5 API 接口开放

平台应通过 API 开放接口，提供业务连接、通信终端的指标，告警和事件信息，以及模拟拨测能力开放。

7.2.4 平台验收

平台建设完成后，可按表 3 组织完成平台功能性验收。

表 3 5G 专网自运维平台功能验收参考表

功能	验收内容
基础配置	license 管理、企业信息管理、设备类型管理、增加 SIM 卡、增加通信终端设备、增加业务终端、业务链接配置
业务连接监控	单端无线组网业务路径还原准确性、业务连接监控探针指标上报（通用 UDP、TCP 指标）
网络设备监控	5G 网络设备等终端监控页面功能
模拟拨测	创建通用 ICMP 协议拨测任务并查看详情功能、创建 TCP 协议测速任务并查看测速结果
智能定界	业务连接质差场景定界、业务连接中断场景定界
API 能力开放	使用测试工具验证资源类查询、性能查询、订阅告警/事件、取消告警/事件、推送告警/事件、推送告警/事件解除接口

附 录 A
(规范性)
港口业务需求调研表

5G 港口网络建设根据港口业务需求进行合理规划，港口业务需求调研应按表 A.1 要求填写。

表 A.1 港口业务需求调研表

**港口业务需求调研表									
项目	项目总体描述	参数						上传速率需求 Mb/s	
一、远控		改造吊机数量							
		改造吊机区域	请附地图						
		每台吊机需求	摄像头数量		带宽要求		并发要求		
			雷达数量		带宽要求		并发要求		
			PLC 数量		带宽要求		并发要求		
			其他设施		带宽要求		并发要求		
			远控时延要求						
		CPE 需求数							
路由器需求									
二、无人机		数量							
		飞行区域	请附地图						
		摄像头数量							
		并发要求							
		带宽需求							
三、无人驾驶		车辆数							
		驾驶区域	请附地图						
		每台车需求	摄像头数量		带宽要求		并发要求		
			雷达数量		带宽要求		并发要求		
			PLC 数量		带宽要求		并发要求		
			其他设施		带宽要求		并发要求		
			时延要求						
CPE 需求数									
路由器需求									
四、智能理货		终端数量		带宽需求		时延要求			
五、智能安防		终端数量		带宽需求		时延要求			
六、平台			CPU 需求		内存需求		硬盘需求		
七、基站杆体									
八、机房									
九、其他需求		如有其他需求，请具体说明							