

中华人民共和国国家标准

GB/T 42126.5—2024

基于蜂窝网络的工业无线通信规范 第5部分：应用要求

Industrial wireless communication specification based on cellular networks—
Part 5: Application requirements

2024-04-25发布

2024-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

目次

前言 III

引言 IN

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 工业蜂窝网络应用流程 2

 5.1 工业蜂窝网络应用流程概述 2

 5.2 工业蜂窝网络应用角色 2

 5.3 工业蜂窝网络应用流程阶段任务 2

6 工业蜂窝网络需求分析 3

 6.1 网络需求分析过程 3

 6.2 工业蜂窝网络应用场景设计 3

 6.3 工业应用需求分析 4

 6.4 工业应用需求调整 7

 6.5 工业蜂窝网络需求映射 8

7 工业蜂窝网络设计和建设 9

 7.1 设计和建设要求 9

 7.2 设计和建设方案要素 10

8 工业蜂窝网络集成应用 10

 8.1 工业蜂窝网络集成 10

 8.2 工业蜂窝网络应用 10

9 工业蜂窝网络应用场景验收 11

附录 A (资料性) 工业蜂窝网络应用场景设计实例 12

附录 B (资料性) 基于工业5G的产品加工场景示例 13

 B.1 场景概述 13

 B.2 工业蜂窝网络需求分析 13

 B.3 工业蜂窝网络设计和建设 18

 B.4 工业蜂窝网络集成应用 18

 B.5 工业蜂窝网络应用场景验收 18

附录C (资料性)工业蜂窝网络集成应用方案 19

参考文献 22

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。

本文件是GB/T 42126《基于蜂窝网络的工业无线通信规范》的第5部分。GB/T 42126已经发布了以下部分：

——第1部分：通用技术要求；

——第5部分：应用要求。

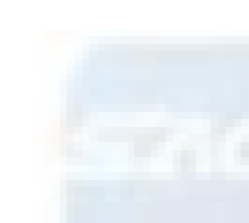
请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本文件起草单位：机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、华为技术有限公司、中国移动通信集团有限公司、陕煤集团榆林化学有限责任公司、上海自动化仪表有限公司、沈阳工业大学、中科院沈阳自动化研究所、北京计算机技术及应用研究所、重庆邮电大学、武汉东研智慧设计研究院有限公司、中国信息通信研究院、之江实验室、中国联合网络通信集团有限公司、中国电信集团有限公司、浙江大学、浙江中控技术股份有限公司、富士康工业互联网股份有限公司、中山新高电子材料股份有限公司、厦门四信通信科技有限公司。

本文件主要起草人：王振、赵艳领、庞伶俐、李颖、刘丹、谭斌、程锦霞、刁岚、曾凯越、邢源日、韩丹涛、公彦杰、张晓玲、包伟华、李栋、冯瑶、魏旻、游和平、黄颖、张亚苹、李珂帆、李方健、杜晓舟、刘姗姗、陈贤松、贾晓倩、陈晓光、宋世杰、武东升、李振廷、梁辉、黄蓉、任勇强、黄文君、马力、陈银桃、范金泽、唐仕斌、姜小滨。



引 言

蜂窝网络无线通信技术(简称：蜂窝网络)不断演进，现已发展到第五代。基于蜂窝网络的工业无线通信系统(简称：工业蜂窝网络)正逐步满足工业场景的低时延、大带宽、广连接及灵活组网的应用需求。例如：制造商可通过工业蜂窝网络将制造装备传感器、控制器、工具和物料等资产连接起来，也可将信息系统与设备相连，为相关各方提供更丰富的可操作、可追溯、可定位的信息，助力工业向数字化、信息化和智能化的转型。随着蜂窝网络无线通信技术的持续演进，工业蜂窝网络在带宽、时延及可用性等方面继续提升，赋能更多的工业应用场景。

GB/T 42126《基于蜂窝网络的工业无线通信规范》是指导蜂窝网络应用于工业现场的基础标准，旨在确保工业蜂窝网络能适应工业场景应用需求，拟由6个部分构成。

- 第1部分：通用技术要求。目的在于确立适用于各类工业现场需要遵循的总体技术要求。
- 第2部分：协议行规。目的在于确立适用于工业现场的通信行规要求。
- 第3部分：测试规范。目的在于确立符合工业的通信行规测试规范。
- 第4部分：安全要求。目的在于使蜂窝网络安全地运行和管理。
- 第5部分：应用要求。目的在于在工业现场更好地应用蜂窝网络，便于各相关方广泛应用。
- 第6部分：验收要求。目的在于蜂窝网络按GB/T 42126第1~5部分的要求建立后符合各相关方的实际要求。

基于蜂窝网络的工业无线通信规范

第5部分 应用要求

1 范围

本文件给出了工业蜂窝网络的应用流程，规定了工业蜂窝网络需求分析、工业蜂窝网络设计和建设、工业蜂窝网络集成应用及工业蜂窝网络应用场景验收等各个阶段的要求。

本文件适用于工业蜂窝网络提供商、集成商、第三方服务机构和工业用户等开展工业蜂窝网络的应用。

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 42126.1—2022 基于蜂窝网络的工业无线通信规范第1部分：通用技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

蜂窝网络 cellular network

将服务区分成许多小区(采用蜂窝结构组网),其中每个小区分配一组或若干组频率的通信网络。

注：工业蜂窝网络即为基于蜂窝网络的工业无线通信网络。

[来源：GB/T 42126.1—2022,3.5]

3.2

蜂窝终端设备 cellular end-station

无线接入蜂窝网络数据的初始来源或最终目的地。

注：工业蜂窝终端设备可为采用集成蜂窝模组或外挂工业网关、CPE的现场设备、可编程控制设备、监控设备等。

[来源：GB/T 42126.1—2022,3.6]

3.3

工业通信网络 industrial communication network

应用于工业生产环境的数字化、双向、多节点的通信系统。

注：典型的工业通信网络主要包括现场总线网络、工业以太网、工业无线网络等。

3.4

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 服务等级协议保障特性等)、为客户提供多种业务属性的逻辑网络。

注：网络切片以S-NSSAI(网络切片选择辅助信息Network Slice Selection Assistance Information)为标识。

[来源：YD/T 3973—2021,3.1.1]

3.5

网络切片实例 network slice instance

网络切片对应的管理对象实例。

[来源：YD/T 3973—2021,3.1.2]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

5G: 第5代移动通信技术(the 5th Generation of Mobile Communications)

AGV:自动导引车(Automated Guided Vehicle)

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

E2E: 端到端应用(End to End)

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

MES:制造执行系统(Manufacturing Execution System)

PLC:可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller)

5 工业蜂窝网络应用流程

5.1 工业蜂窝网络应用流程概述

工业蜂窝网络应用流程包括工业蜂窝网络需求分析、工业蜂窝网络设计和建设、工业蜂窝网络集成应用及工业蜂窝网络应用场景验收四个阶段，如图1所示。

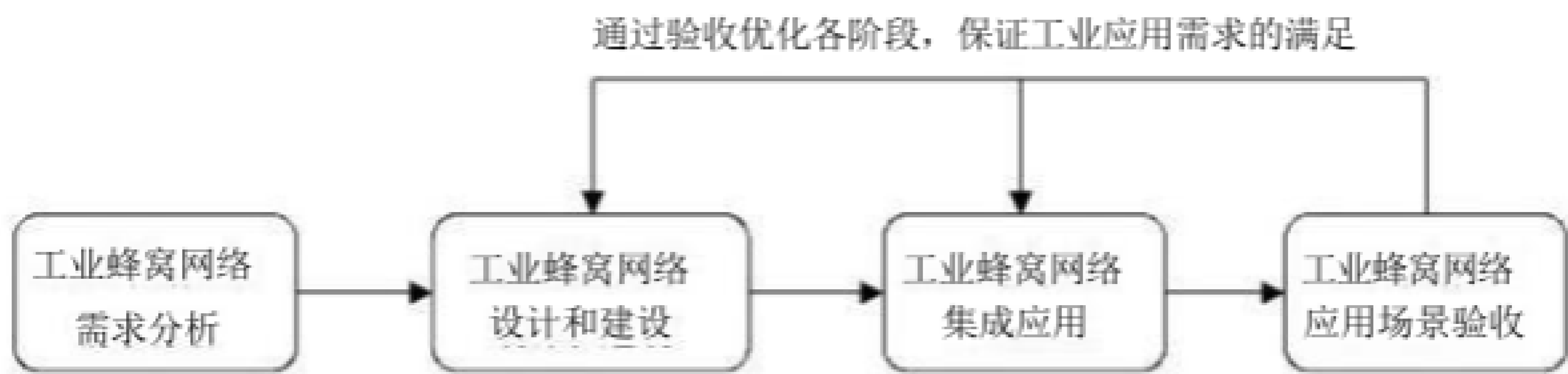


图 1 工业蜂窝网络应用流程

5.2 工业蜂窝网络应用角色

按照职能划分，参与工业蜂窝网络应用的主要角色包括：

- 工业用户：工业蜂窝网络的使用者；
- 咨询机构：提供工业蜂窝网络应用集成架构、应用场景需求分析和需求验证等咨询服务的提供方；
- 工业集成商：工业蜂窝网络与应用系统集成及相关产品和服务的提供方；
- 工业蜂窝网络提供商：工业蜂窝网络及服务的提供方；
- 评估机构：针对工业蜂窝网络应用场景进行需求符合性评估和验收的机构。

5.3 工业蜂窝网络应用流程阶段任务

工业蜂窝网络应用流程各阶段任务如下。

a) 工业蜂窝网络需求分析

根据工业应用实际需求，设计工业蜂窝网络的应用场景，分析工业应用场景对通信的要求，并转换

成对工业蜂窝网络的性能、功能、服务等要求。其中，可基于可选的方式进行工业应用场景和工业蜂窝网络的仿真、验证和调整工业应用场景的通信要求。工业蜂窝网络需求分析可由工业用户、咨询机构和工业蜂窝网络提供商、工业集成商等执行。

b) 工业蜂窝网络设计和建设

根据工业蜂窝网络需求分析得到的工业应用对蜂窝网络的要求，进行工业蜂窝网络的方案设计和网络建设实施。工业蜂窝网络设计和建设可由工业蜂窝网络提供商执行。

c) 工业蜂窝网络集成应用

将工业蜂窝网络与工业通信网络集成，以满足工业应用场景要求。工业蜂窝网络集成应用可由工业集成商和工业蜂窝网络提供商执行。

d) 工业蜂窝网络应用场景验收

针对工业蜂窝网络场景进行需求符合性的评估及验收，输出验收报告。工业蜂窝网络应用场景验收可由工业用户和评估机构执行。

6 工业蜂窝网络需求分析

6.1 网络需求分析过程

工业蜂窝网络需求分析是通过工业应用场景分析得到对通信的要求，并将这些通信要求映射为对工业蜂窝网络的性能、功能、服务等要求的过程。图2给出了工业蜂窝网络需求分析过程，包括工业蜂窝网络应用场景设计、工业应用需求分析、工业应用需求调整和工业蜂窝网络需求映射。

在工业蜂窝网络需求映射完成后，应将整体布局图和所有表格、文档提交给工业蜂窝网络提供商，开展工业蜂窝网络设计和建设。

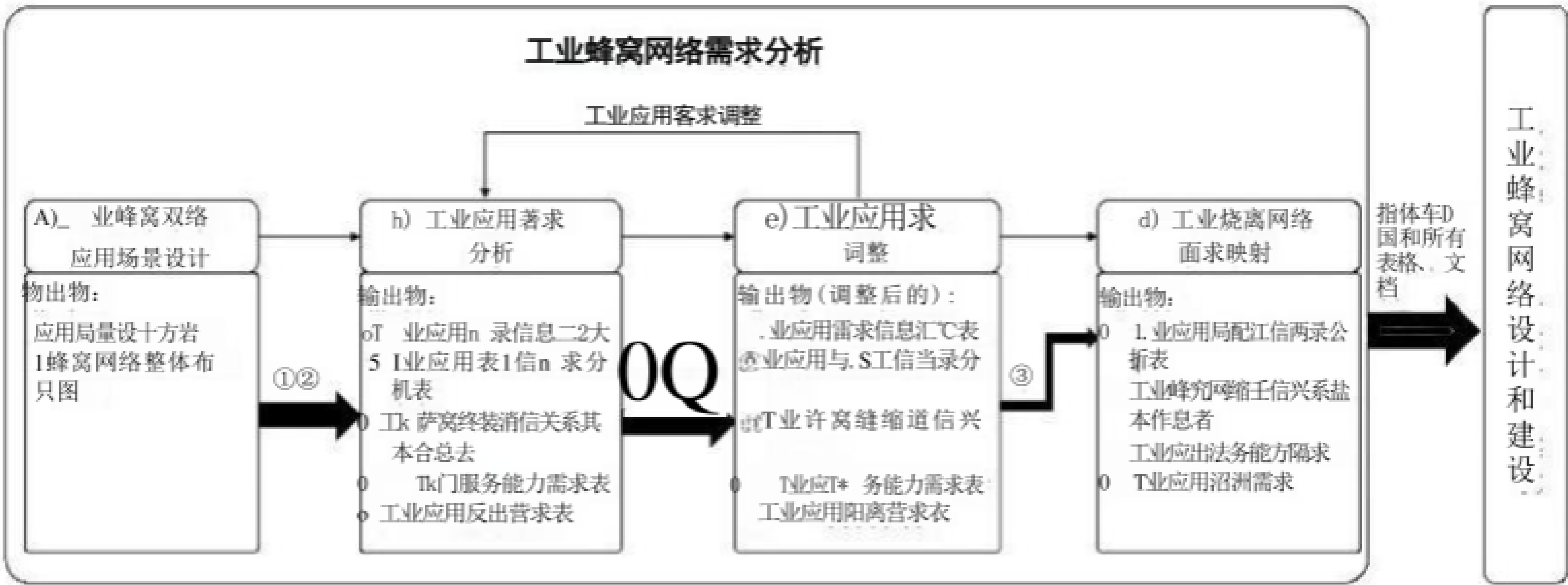


图 2 工业蜂窝网络需求分析过程

6.2 工业蜂窝网络应用场景设计

工业蜂窝网络应用场景设计要求如下：

- 应根据工业应用实际需求，设计工业蜂窝网络的应用场景，并确定每个应用场景包含的蜂窝终端设备的位置、数量等信息，形成应用场景设计方案；
- 应根据工厂实际布局和应用场景规划方案形成工厂蜂窝网络整体布局图，布局图包含工业蜂窝终端设备的物理分布。

附录 A 给出了工业蜂窝网络应用场景设计实例。

示例：图3给出了一个工业蜂窝终端设备整体布局的示例图。

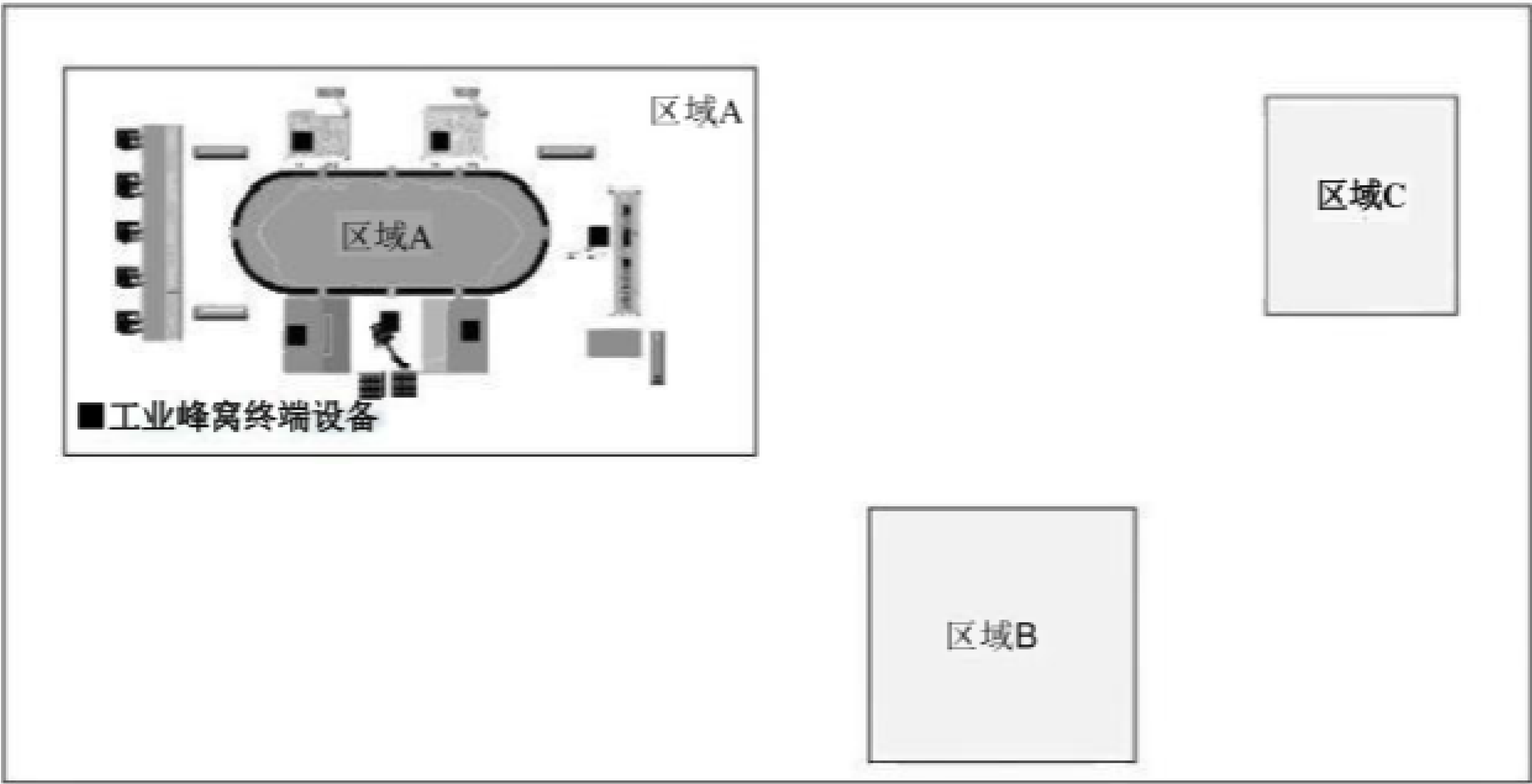


图 3 工业蜂窝终端设备整体布局的示例图

6.3 工业应用需求分析

工业应用需求分析应根据行业特点和业务需求等方面，分析工业应用场景的通信需求、服务能力需求和隔离需求，形成对应的工业应用需求信息汇总表和若干详表。

工业应用需求信息汇总表定义如表1所示，用于汇总工业蜂窝网络建设过程中必要的应用需求信息，包括需求项、实际信息和填写说明。工业用户或工业集成商应根据填写说明完成需求项的实际信息填写，工业蜂窝网络提供商可根据表1内容开展工业蜂窝网络的设计和建设。

表 1 工业应用需求信息汇总表

需求项		实际信息	说明
行业类别			工业应用场景所属的行业。参见GB/T 4754
企业名称			应用工业蜂窝网络的企业基本信息
集成商名称			××××
厂区总面积			具有蜂窝网络通信需求工厂的总面积
使用蜂窝网络的区域A	区域A名称		使用蜂窝网络的工业应用所在的工作区域，可按照工厂、车间、产线等进行划分
	面积		区域面积
	服务能力要求		工业蜂窝网络设备的关键性能指标可视化，工业蜂窝网络拓扑视图可视化等。参见表4
	工业应用隔离需求		参见表5
	场景1名称		场景名称按照业务类型进行命名，例如：远程运维、视觉检测、实时控制等。参见表2、表3

工业应用场景通信需求分析表定义如表2所示，用于统计使用蜂窝网络的区域中应用场景的通信需求信息，包括关注项、实际信息、单位、必要性和说明。工业用户或工业集成商应根据填写说明完成关

注项的实际信息的填写，工业蜂窝网络提供商可根据表2内容开展工业蜂窝网络的设计和建设。表中的关注项根据必要性进行选填。

表 2 工业应用场景通信需求分析表

关注项	实际信息	单位	必要性	说明
场景名称			必填	工业应用场景中应用的名称，和表1中场景名称对应
参与工业蜂窝终端设备			选填	工业应用场景包含的工业蜂窝终端设备列项(设备类型)
终端设备名称			必填	工业应用场景中，当前分析的工业蜂窝终端设备的名称，可包括厂家信息、型号信息等
接入工业蜂窝网络模式			选填	集成方式或外挂方式接入蜂窝网络
接入节点/模组型号			选填	蜂窝接入节点设备的型号或蜂窝模组的型号
终端数量		个	必填	和终端设备信息中所列设备具有相同通信关系的终端数
其他同类设备信息			选填	和终端设备信息中所列设备具有相同通信关系的终端列项
移动类型			选填	工业应用场景中改变工业蜂窝终端设备的地理位置的移动类型，具体应包括： a) 静止：在整个使用寿命期间保持静止； b) 自由移动：移动时间和区域不受限制； c) 区域限制移动：在约定的区域内可移动； d) 游牧移动：使用时是静止的，两次使用的间隔是可以移动的
移动速率		km/h	选填	工业应用场景中自由移动或区域限制移动的工业蜂窝终端设备移动的最大速度
定位准确度		m	选填	工业蜂窝终端设备的测量位置与真实位置值的最大偏差，包括水平定位准确度和垂直定位准确度
通信关系基本信息			必填	通信关系基本信息见表3, 一个工业蜂窝终端设备具有至少一组通信基本关系

工业蜂窝网络通信关系基本信息表定义如表3所示，用于统计具有通信关系的终端设备之间的通信需求信息，包括关注项、实际信息、单位、必要性和说明。工业用户或工业集成商应根据填写说明完成关注项的实际信息的填写，工业蜂窝网络提供商可根据表3内容开展工业蜂窝网络的设计和建设。表中的关注项根据必要性进行选填。

表 3 工业蜂窝终端通信关系基本信息表

关注项	实际信息	单位	必要性	说明
通信关系标识			必填	为该应用分配的编号(递增、唯一性)

表 3 工业蜂窝终端通信关系基本信息表(续)

关注项	实际信息	单位	必要性	说明
通信关系名称			选填	所属行业中应用的业务名称
通信发送方名称及标识			必填	通信关系中的发送数据的蜂窝设备名称及标识
通信接收方名称及标识			必填	通信关系中的接收数据的蜂窝设备名称及标识
时钟同步精度/非基于时钟的同步精度		ms	选填	时钟同步精度：任意两个终端设备时钟之间的最大偏差。终端设备包含蜂窝终端设备和有线终端设备。 非时间同步精度：任意两个终端设备循环行为的最大抖动，通过周期性事件的触发来建立循环行为
传输周期		ms	选填	该通信关系中，工业应用传输周期性应用数据的时间间隔，非周期性业务不填写此项
应用数据量		byte	选填	该通信关系中，在一定时间内要传输的应用的最大数据量的范围。针对周期性业务该一定时间即是传输周期
E2E时延		ms	选填	应用数据从源端传输到目的端所期望的时长。为了保证时效性，应至少小于传输周期
应用可靠性		km/h	选填	传输成功的数据包个数与总的传输的数据包个数的比值。传输成功是指应用数据包在满足传输要求的前提下到达接收端
生存时间		ms	选填	工业应用在没有收到预期消息的情况下可继续运行的最长时间

工业应用服务能力需求表定义如表4所示，用于统计工业蜂窝网络区域的服务能力需求信息，包括功能分类、关注项、实际信息、必要性和说明。工业用户或工业集成商应根据填写说明完成关注项的实际信息的填写，工业蜂窝网络提供商可根据表4内容开展工业蜂窝网络的设计和建设。表中的关注项根据必要性进行选填。

表 4 工业应用服务能力需求表

功能分类	关注项	实际信息	必要性	说明
自运维功能要求	网络切片可视化	支持/不支持	选填	工业蜂窝网络应显示： a)网络切片的性能指标；网络切片的性能指标可包含：上行速率、下行速率、用户数等； b)网络切片实例逻辑拓扑； 用户数指具有蜂窝通信能力的设备数，例如：通过CPE接入时，为CPE的个数
	蜂窝接入设备性能可视化	支持/不支持	选填	工业蜂窝网络应显示：蜂窝接入节点设备的性能统计指标。该性能统计指标可包含：蜂窝模组中央处理器CPU占用率、在线状态、上行速率、下行速率等
	工业应用连接可视化	支持/不支持	选填	工业蜂窝网络应显示：通信关系的连接质量。通信关系的连接质量用通信关系的性能指标表示，性能指标可为：E2E最大时延、应用可靠性等



表 4 工业应用服务能力需求表(续)

功能分类	关注项	实际信息	必要性	说明
自运维 功能 要求	工业蜂窝 网络故障 定界	支持/ 不支持	选填	定界到故障发生的领域(如基站设备、传输设备、核心网设备)
自管理 功能 要求	工业蜂窝 接入节点 设备管理	支持/ 不支持	选填	工业蜂窝网络应支持蜂窝接入节点设备的管理，具体的管理可包含蜂窝接入节点设备的录入与移除等
自服务 功能 要求	网络切片 订购	支持/ 不支持	选填	工业蜂窝网络应支持网络切片的订购，订购时可选的网络切片参数包括：覆盖区域、上行速率、下行速率、用户数等
			...	

工业应用隔离需求表定义如表5所示，用于统计工业蜂窝网络区域的隔离需求信息，包括关注项、实际信息、必要性和说明。工业用户或工业集成商应根据填写说明完成关注项的实际信息的填写，工业蜂窝网络提供商可根据表5内容开展工业蜂窝网络的设计和建设。表中的关注项根据必要性进行选填。

表 5 工业应用隔离需求表

关注项	实际信息	必要性	说明
工作区域		选填	不同工作区域之间工业应用的隔离需求，例如：不同分厂、不同厂房、不同车间之间的隔离需求
企业组织		选填	不同企业组织之间工业应用的隔离需求，例如：运输部、生产部之间的隔离需求
目的网络		选填	不同目的网络的工业应用的隔离需求，例如：工业终端监控应用连接到远程的服务器，工业控制应用连接到本地的控制服务器，工业终端监控和工业控制应用之间的隔离需求
应用名称		选填	不同应用名称的工业应用的隔离需求，其中工业应用名称应具有唯一性，可用于识别一个具体的工业应用。例如：视频类的“工业质检应用”

附录B 给出了基于工业5G 的产品加工场景示例。

6.4 工业应用需求调整

通过模拟实际应用场景，验证工业蜂窝网络是否能够满足工业应用需求，可通过优化调整应用方案、网络结构等方式，实现工业蜂窝网络的最优使用，包括降低成本、降低建设难度等。工业应用需求调整过程可包括以下内容

- a) 模拟实际应用场景。基于工业应用需求信息汇总表模拟工业场景的实际应用需求，为工业应用需求评估提供测试验证的环境。
- b) 需求匹配度分析。应具备网络性能、业务指标等各项内容的监控和分析能力，为工业应用需求调整提供支撑。

6.5 工业蜂窝网络需求映射

6.5.1工业蜂窝网络需求映射关系

基于6.3的工业应用需求，应将其映射为工业应用对工业蜂窝网络的通信需求、服务能力需求和隔离需求，应将基于表3形成的“工业蜂窝终端通信关系基本信息表”映射为基于表6形成的“工业蜂窝网络通信关系基本信息表”，见图4。表2、表4和表5无须映射，可直接应用于蜂窝网络设计。



图4 工业应用需求到工业蜂窝网络映射关系

6.5.2 工业蜂窝网络需求映射原则

表3和表6在映射时应遵循以下原则。

- a) 针对周期性业务：
 - 表3中的传输周期和应用数据量映射为表6中的单个通信关系的业务速率；
 - 表3中的应用可靠性、生存时间、传输周期组合映射为表6中的单个通信关系的可靠性；
 - 表3中的E2E 时延和非基于时钟的同步精度映射为表6中的单个通信关系的传输时延上界或者传输时延上界和传输时延下界；
 - 表3中的时钟同步精度映射为表6中的时钟同步精度。
- b) 针对非周期性业务：
 - 表3中的E2E 时延和应用数据量映射为表6中的单个通信关系的业务速率；
 - 表3中的应用可靠性映射为表6中的单个通信关系的可靠性；
 - 表3中的E2E 时延映射为表6中的单个通信关系的传输时延上界。
- c) 当一个工业蜂窝终端设备具有多个通信关系时：
 - 该终端设备的用户速率由单个通信关系的业务速率和通信关系数量共同确定；
 - 该终端设备的可靠性可为多个通信关系可靠性关注项中的最大值；
 - 该端设备的传输时延上界可为多个通信关系传输时延关注项中的最小值；
 - 当一个工业蜂窝终端设备的单一通信关系同时具有传输时延上界和传输时延下界时：传输时延上界和传输时延下界共同定义了工业应用的数据包从入工业蜂窝网络到出工业蜂窝网络的严格的时间窗口，工业应用的数据包应在该时间窗口内出工业蜂窝网络；
 - 当具有多个相同类型的工业蜂窝终端设备时，这类终端设备总的用户速率由单个终端设备用户速率和终端数量共同确定。

工业蜂窝网络通信关系基本信息表定义如表6所示，用于统计工业蜂窝网络下终端设备之间的需求信息，包括关注项、实际信息、单位、必要性和说明。工业蜂窝网络提供商应根据填写说明完成关注项的实际信息的填写，并根据表5内容开展工业蜂窝网络的设计和建设。表中的关注项根据必要性进行选填。

表 6 工业蜂窝网络通信关系基本信息表

关注项	实际信息	单位	必要性	说明
通信关系标识			必填	递增、唯一性



表 6 工业蜂窝网络通信关系基本信息表(续)

关注项	实际信息	单位	必要性	说明
通信关系名称			必填	所属行业中应用的业务名称
通信发送方名称及标识			必填	通信发送方名称及标识
通信接收方名称及标识			必填	通信接收方名称及标识
通信方向			选填	上行，即该工业蜂窝终端设备是通信发送方；下行，即该工业蜂窝终端设备是通信接收方
业务特征			选填	周期性业务，即通信发送方周期的发送应用数据包；非周期性业务，即通信发送方非周期的发送应用数据包
时钟同步精度		ms	选填	工业蜂窝网络的主时钟和蜂窝终端设备、蜂窝网络设备时钟之间的最大时间偏移。工业蜂窝网络的主时钟和工业通信网络的主时钟可以是同一个
业务速率		kB/s	选填	业务数据传输所要求的速率范围，周期业务的最小保障业务速率
传输时延上界		ms	选填	工业应用的数据包从入工业蜂窝网络到出工业蜂窝网络所消耗的最大允许时长
传输时延下界		ms	选填	工业应用的数据包从入工业蜂窝网络到出工业蜂窝网络所消耗的最小允许时长
可靠性			选填	在目标服务所需的时间限制内成功传送到给定系统实体的已发送网络层数据包数除以已发送的网络层数据包总数的百分比

7 工业蜂窝网络设计和建设

7.1 设计和建设要求

工业蜂窝网络方案设计和建设的要求如下所述。

- a) 工业应用需求及场景宜分为增强型移动带宽类业务应用、高可靠低时延通信类应用和大规模物联网类应用；应根据6.3的要求给出各类业务场景的工业应用需求，应支持根据业务需求进行网络切片配置，应支持通过服务质量(Quality of Service, QoS)机制、MEC 下沉到企业等方式来保障工业应用需求。
- b) 网络设计建网环境：
 - 行业建网场景可分为室内、室外、局域、广域等类型；
 - 特殊行业如矿井、化工厂、航天等场景的建网环境封闭，应满足安全防爆需求、抗电磁干扰需求、信息安全保密需求等。
- c) 网络拓扑应根据建网环境及网络安全需求确定，可支持MEC 本地部署，来满足网络资源和数据隔离需求。当本地部署的MEC 和公共网络连接中断时，应保障非公共网络的高可用性和

- 工业应用场景业务的连续性。
- d) 宜考虑业务新增或修改，在网络设计时预留一定网络余量，网络余量的指标包括用户速率、传输时延、可靠性等。
 - e) 应基于工业应用的隔离需求，针对不同的工作区域、企业组织、目的网络、应用名称提供网络切片和网络切片实例。

7.2 设计和建设方案要素

7.2.1 网络架构

工业蜂窝网络服务提供商根据用户需求，为行业提供蜂窝网络服务时，可提供不同的网络架构方案，满足用户蜂窝网络工业应用需求，包括：

- 公共网络组网方式；
- 非公共网络组网方式。

公共网络和非公共网络的具体组网方式应符合GB/T 42126.1—2022附录A 的内容。

7.2.2 网络切片

工业蜂窝网络提供商可采用网络切片的方式提供非公共网络，根据表5确定网络切片和网络切片实例的划分方式。在工业蜂窝网络设计时，宜同时考虑多个隔离需求项为工业用户划分不同的网络切片和切片实例，以保障工业用户的需求。

7.2.3 服务能力功能模块

根据表4中工业用户的服务能力需求，工业蜂窝网络应包含工业蜂窝网络服务能力功能模块，服务能力功能模块宜支持：

- a) 与蜂窝网络设备对接，获取蜂窝网络设备相关服务能力的信息；
- b) 与蜂窝网络运维管理系统对接，获取蜂窝网络的网络切片相关服务能力的信息；
- c) 与蜂窝终端设备对接，获取统计指标等；
- d) 与工业应用管理系统对接，获取工业应用的连接信息，例如：连接质量、流量信息等。

8 工业蜂窝网络集成应用

8.1 工业蜂窝网络集成

工业蜂窝网络部署完成之后，应将工业蜂窝终端设备与工业通信网络集成以实现预期的工业应用场景，集成应用的原则如下：

- 可采用透传、映射等方式实现工业数据在蜂窝网络上传输；
- 工业设备可直接或通过工业网关接入工业蜂窝网络；
- 宜考虑将边缘计算、人工智能、大数据分析等技术与工业蜂窝网络集成实现智能化应用。

8.2 工业蜂窝网络应用

工业蜂窝网络和工业通信网络集成之后，工业蜂窝网络宜支持将工业蜂窝网络的管理信息开放，包括但不限于：流量信息等。

工业蜂窝网络和工业通信网络集成之后，宜支持故障告警、拓扑生成及设备管理等功能。

工业蜂窝网络集成应用方案参见附录C。

9 工业蜂窝网络应用场景验收

工业蜂窝网络完成现场部署、工业应用完成基本的功能调试后，产线正式投运前，宜根据工业应用需求中的各项指标，对工业蜂窝网络应用场景进行验收测试。

附录 A
(资料性)
工业蜂窝网络应用场景设计实例

工业用户、集成商和网络提供商在开始工业蜂窝网络建设前，结合实际的工业应用场景及工业蜂窝终端设备的主要分布情况开展工业蜂窝网络应用场景设计。工业蜂窝网络应用场景设计主要遵循以下原则：

- a) 获取工厂整体物理设备布局图，确定工业蜂窝终端设备分布区域，依据场景的独立性划分为不同的区域，如图A.1 中所示，包括原料区、机械加工区、热处理区、装配区、检测区、包装区、成品区和物流调度区；
- b) 统计不同区域的工业蜂窝终端的位置、数量等信息，确定工业蜂窝网络的使用区域。

综合考虑区域分布和终端信息等，确定工业蜂窝网络的基站部署位置、网络信号质量等，保证工业应用的实际运行网络的需求。

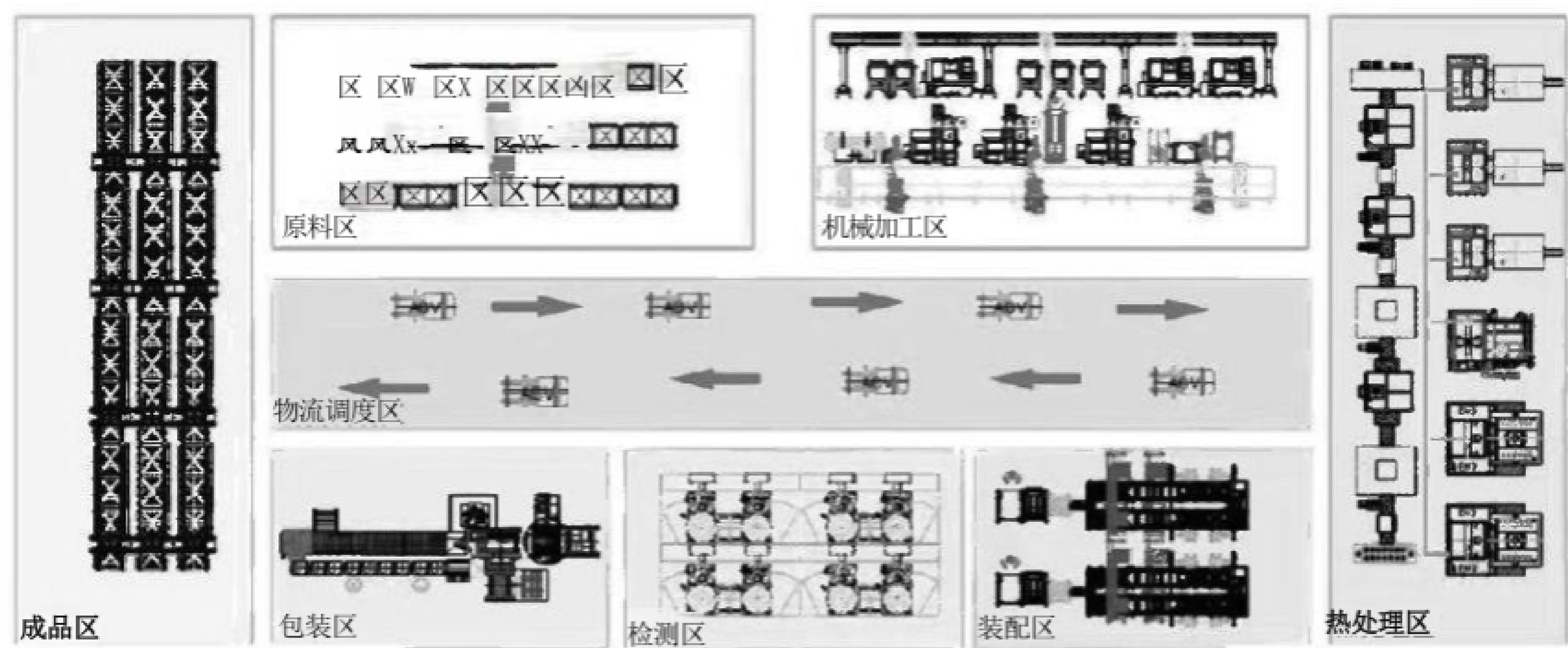


图 A.1 工业蜂窝应用场景布局图

附录 B
(资料性)
基于工业5G的产品加工场景示例

B.1 场景概述

产品加工工艺流程包括毛坯出库、数控加工、半成品检测、装配、自动入库，涉及5G+ 智能运维、5G+ 视觉检测、5G+ 实时控制、5G+AGV 物流输送等技术运用，关键业务内容如下：

- a) 预测性维护数据，数据量大，优先级低，周期性数据，时延小于500 ms，每次通信数据量为 100 kB~20 MB；
- b) 控制数据，数据量小，优先级高，非周期性数据，时延小于20 ms，包括故障 PLC 连锁停机控制命令等，每次通信数据量为128 B；
- c) 监控数据，数据量一般，优先级中，周期性数据，时延小于100 ms，包括设备状态、功耗信息等数据，每次通信数据量为1 kB~10 kB；
- d) 视频数据，数据量大，优先级低，非周期性数据，时延小于500 ms，每次通信数据量为6 MB~30 MB。

基于工业5G的产品加工过程的蜂窝网络通信场景示意图如图B.1 所示。

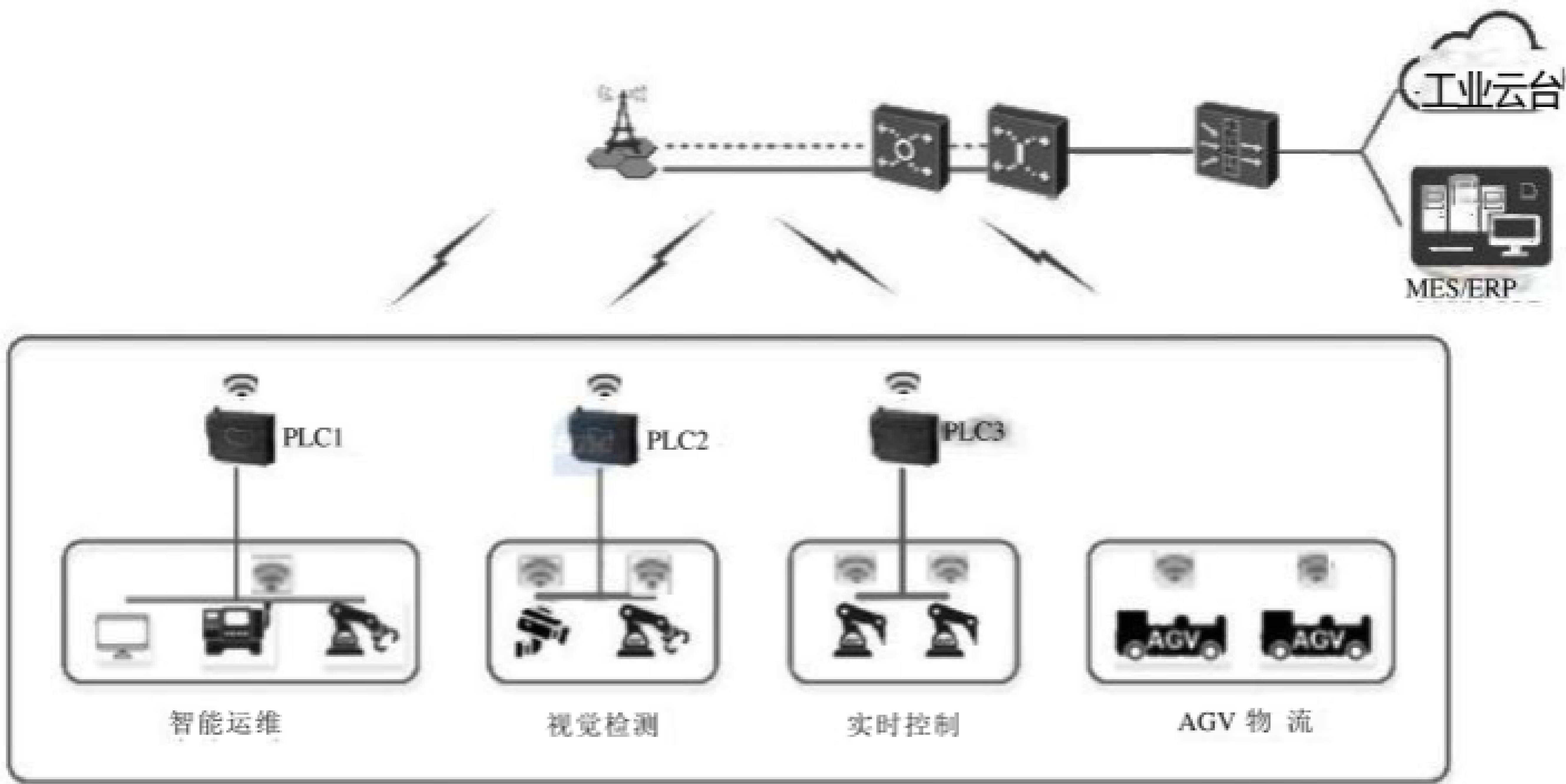


图 B.1 基于工业5G的产品加工过程场景示意图

B.2 工业蜂窝网络需求分析

B.2.1 工业蜂窝网络应用场景设计

工业蜂窝网络应用场景及整体布局图如图B.2 所示。

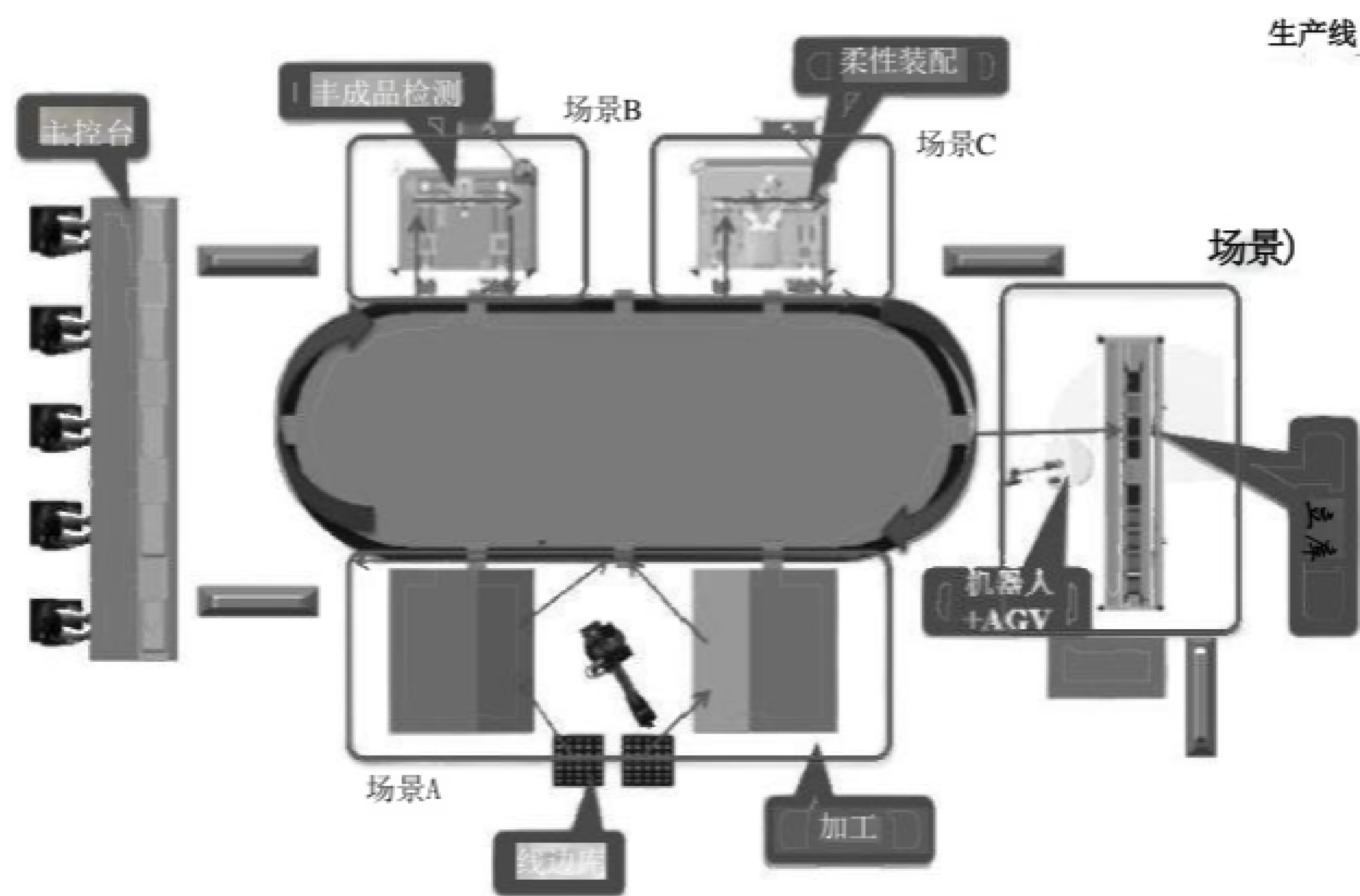


图 B.2 工业蜂窝网络应用场景及整体布局图

根据工业应用场景及功能需求，生成的工业蜂窝网络总体需求如表B.1 所示，工业应用服务能力需求如表B.2 所示，工业应用隔离需求如表B.3 所示。

表 B.1 工业蜂窝网络总体需求表

列项		信息
行业类别		制造业
企业名称		A企业
厂区总面积		1000 m
使用蜂窝网络的区域A	区域A名称	孔明锁生产线
	面积	1000 m²
	服务能力要求	参见B. 2
	场景A名称	智能运维
	场景B名称	视觉检测
	场景C名称	远程控制
	场景D名称	AGV物流

表 B.2 工业应用服务能力需求表

功能分类	关注项	具体信息
自运维功能要求	网络切片可视化	支持
	蜂窝终端设备性能可视化	支持
	工业应用连接可视化	支持
	工业蜂窝网络故障定界	支持
自管理功能要求	蜂窝终端设备管理	不支持
自服务功能要求	网络切片订购	不支持

表 B.3 工业应用隔离需求表

指标项	指标值
工作区域	车间
企业组织	生产
目的网络	本地服务器
应用名称	产品零件质量检测

B.2.2 工业应用需求分析

下面以视觉检测场景为例进行分析。

视觉检测技术通过对产品进行图像数据采集、预处理、分析，决策执行等过程，实现产品质量缺陷检测，提高产品检测效率和产品质量。

基于工业蜂窝网络的视觉检测过程场景示意图如图B.3 所示，工业相机每隔20 s 将采集的30 MB大小的产品质量图像传输到工业云平台，在算力强大的云端完成图像的预处理、分析和决策执行等，实现产品质量的检测，并根据分析结果，控制执行器完成质量缺陷产品分拣。

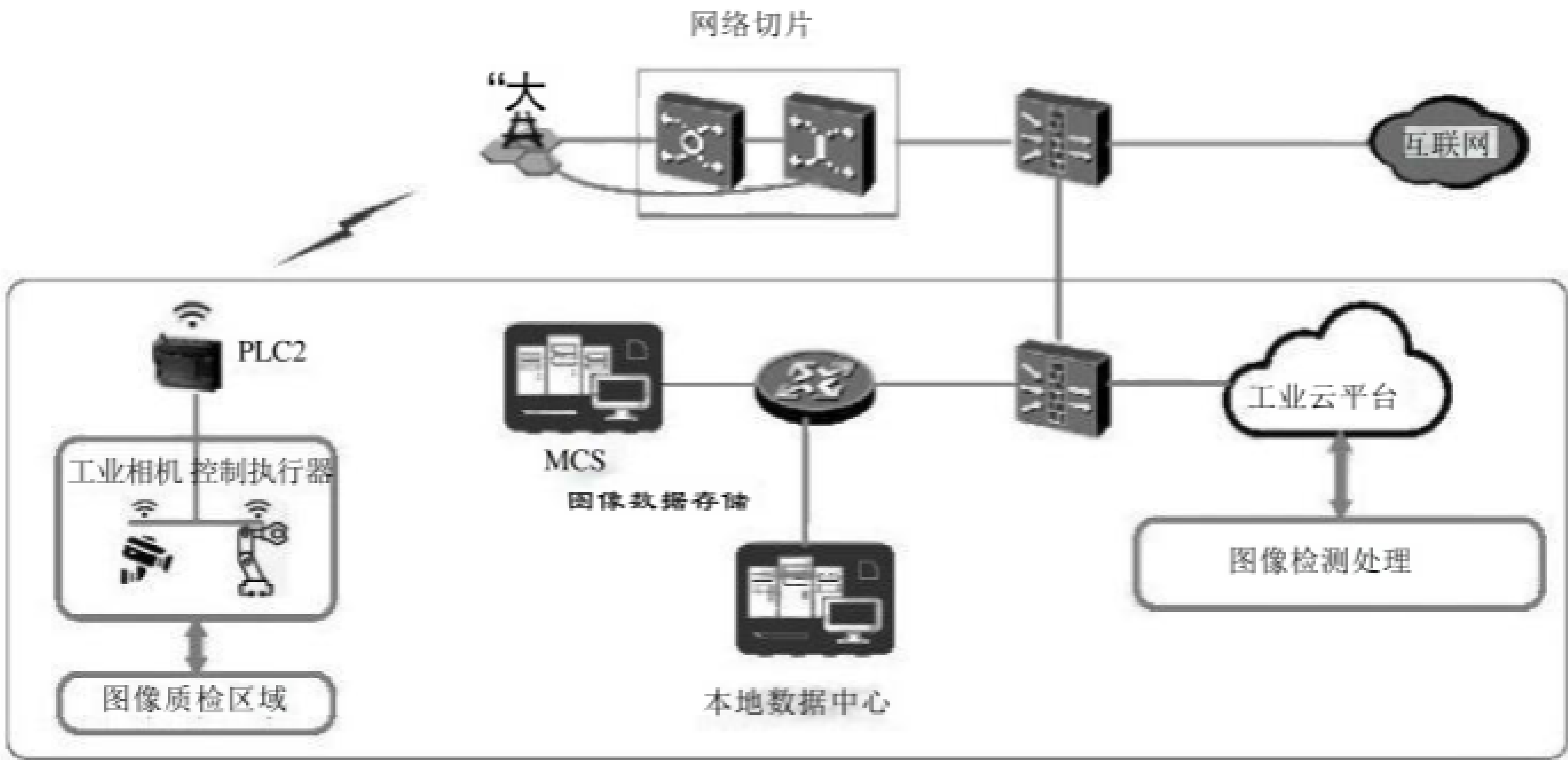


图 B.3 基于工业蜂窝网络的视觉检测过程场景示意图

表B.4～表 B.6 给出了工业应用场景分析表，应用时根据实际工业场景需求填写。

表 B.4 工业应用场景通信需求分析表1

场景名称	参与工业蜂窝终端设备	终端设备名称	接入工业蜂窝网络模式	接入节点模组型号	终端数量	其他同类设备信息	移动类型	移动速率 km/h	定位准确度 m	通信关系基本信息
视觉检测	PLC2、MES系统	PLC2	外挂		1		静止	0	0.1	见表B.5
		MES系统	外挂		1		静止	0	0.1	见表B.6

表 B.5 工业蜂窝终端通信关系基本信息表1

通信关系标识	通信关系名称	通信发送方名称及标识	通信接收方名称及标识	时钟同步精度/ 非基于时钟的同步精度 ms	传输周期 ms	应用数据量 B	E2E最大时延 ms	应用可靠性	生存时间 ms
1	PLC2 连锁控制	PLC2	PLC1	1000		256	20	99.99%	10
2	PLC2连锁控制1	PLC2	PLC3	1000		256	20	99.99%	10
3	PLC2状态监控	PLC2	MES系统	1000	500	10k	100	99.99%	200
4	视觉质量检测	PLC2	云平台	1.000		30M	500	99%	1000

表 B.6 工业蜂窝终端通信关系基本信息表2

通信关系标识	通信关系名称	通信发送方名称及标识	通信接收方名称及标识	时钟同步精度/ 非基于时钟的 同步精度 ms	传输周期 ms	应用数据量 B	E2E最大时延 ms	应用可靠性	生存时间 ms
1	PLC2 状态监控	MES系统	PLC2	1000	500	256	500	99%	1000

其他工业应用的需求表添加内容参见视觉检测场景。

B.2.3 工业蜂窝网络需求映射

将视觉检测工业应用场景工业应用需求转化为工业蜂窝网络通信需求如表B.7～表 B.9 所示。

表 B.7 工业蜂窝网络通信需求表2

场景名称	参与工业蜂窝终端设备	终端设备名称	接入工业蜂窝网络模式	接入节点模组型号	终端数量	其他同类设备信息	移动类型	移动速率 km/h	定位准确度 m	通信关系基本信息
视觉检测	PLC2、MES系统	PLC2	外挂		0		静止	0	0.1	见表B.8
		MES系统	外挂		0		静止	0	0.1	见表B.9

表 B.8 工业蜂窝网络通信关系基本信息表3

通信关系标识	通信关系名称	通信发送方名称及标识	通信接收方名称及标识	通信方向	时钟同步精度 ms	业务特征	业务速率 kB/s	传输时延 ms	可靠性
1	PLC2 连锁控制	PLC2	PLC1	上行/下行	1000	非周期	50	20	99%
2	PLC2 连锁控制1	PLC2	PLC3	上行/下行	1000	非周期	50	5	99%
3	PLC2 状态监控	PLC2	MES系统	上行	1000	周期	20	100	99%
4	视觉 质量检测	PLC2	云平台	上行	1000	非周期	75	500	99%

表 B.9 工业蜂窝网络通信关系基本信息表4

通信关系标识	通信关系名称	通信发送方名称及标识	通信接收方名称及标识	通信方向	时钟同步精度 ms	业务特征	业务速率 kB/s	传输时延 ms	可靠性
1	PLC2 状态监控	MES系统	PLC2	下行	1000	周期	0.5	500	99%

B.3 工业蜂窝网络设计和建设

网络提供商根据工业蜂窝网络通信需求表内容完成工业蜂窝网络方案设计，包括：

- 工业蜂窝网络资源分配；
- 工业蜂窝网络设备选取；
- 工业蜂窝网络部署方案；
- 工业蜂窝网络关键技术；
- 工业蜂窝网络安全性。

B.4 工业蜂窝网络集成应用

集成商根据工业应用需求表内容，采用基于工业蜂窝网络的透传或映射集成应用方案，完成工业应用的方案设计及实施。

B.5 工业蜂窝网络应用场景验收

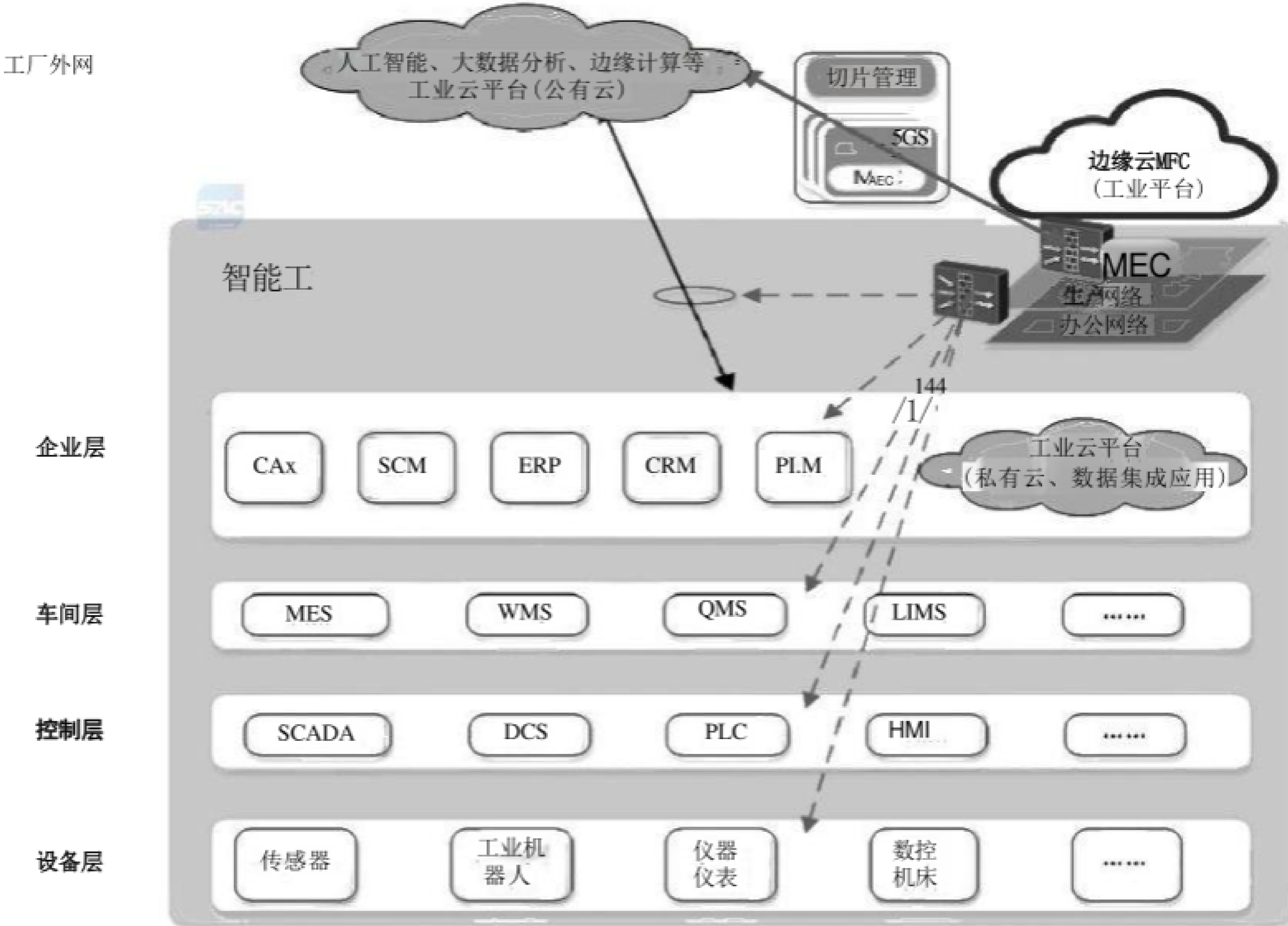
评估机构根据工业蜂窝网络工业应用需求表、性能需求表等内容，完成工业蜂窝网络验收。



附录 C
(资料性)
工业蜂窝网络集成应用方案

C.1 集成架构

蜂窝网络与工业应用的集成架构如图C.1 所示，可在工业应用的不同位置接入具备蜂窝网络通信功能的终端，以实现设备层、控制层、车间层、企业层和云平台之间的互联互通和智能化应用。



图C.1 蜂窝网络与工业应用集成架构

C.2 集成应用方案

目前，蜂窝网络与工业应用的集成主要采用两种方案。

- 基于蜂窝网络通信模组方案：将蜂窝网络通信模组直接嵌入到设备层、控制层、车间层、企业层的各个设备和系统中，如图C.2 所示，形成独立的工业蜂窝网络以实现各层的互联互通。
- 基于集成网关或CPE 方案：设备层和控制层的各个设备或系统仍采用现场总线、工业以太网等工业通信网络进行连接，并通过工业通信网络与蜂窝网络的集成网关实现数据汇聚和接入蜂窝网络，车间层和企业层的各管理系统仍采用以太网进行连接，并通过CPE、路由器等方式接入蜂窝网络，如图C.3 所示，实现蜂窝网络与工业网络的无缝连接。

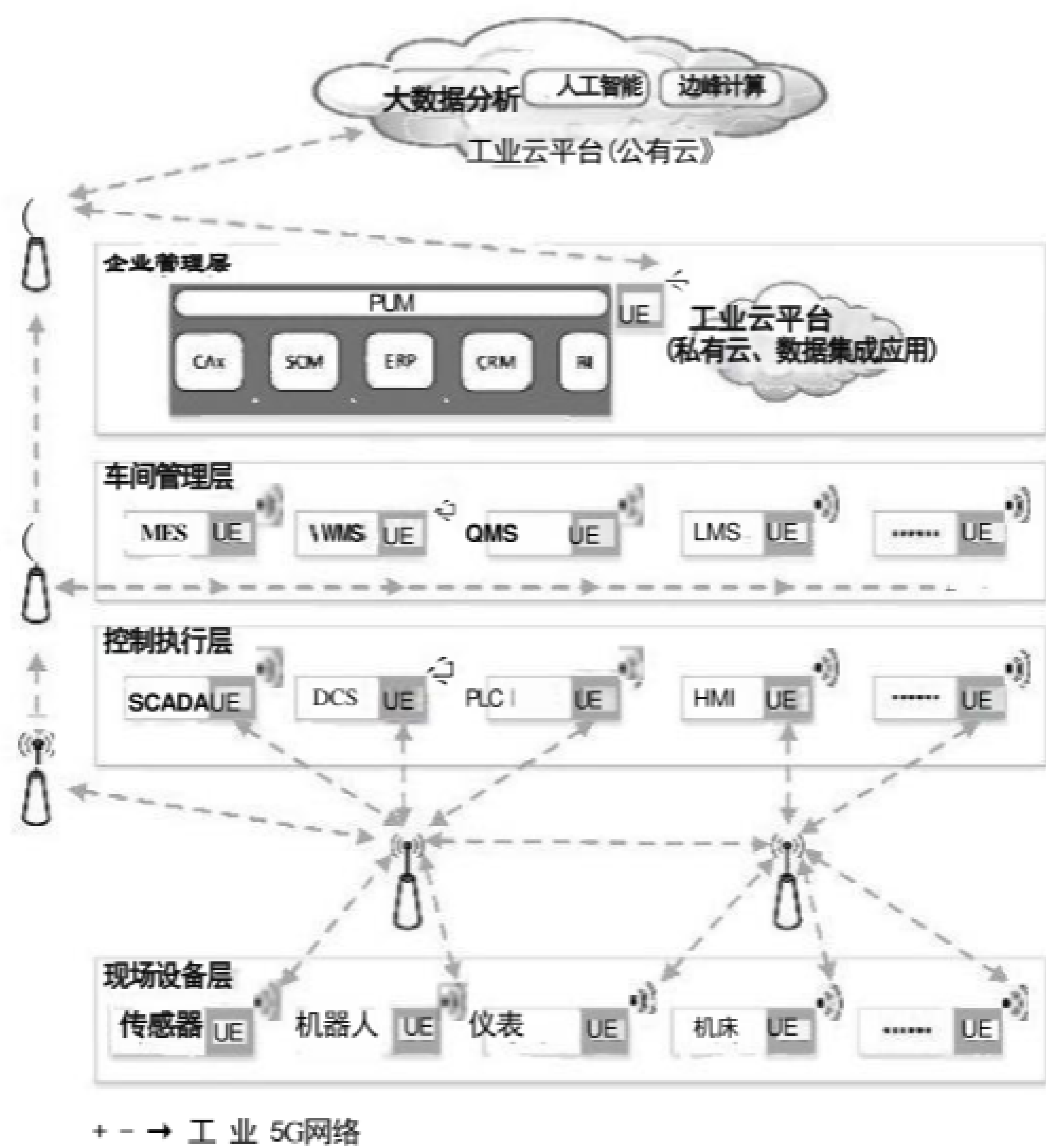


图 C.2 基于嵌入蜂窝网络通信模组方式的工业应用集成

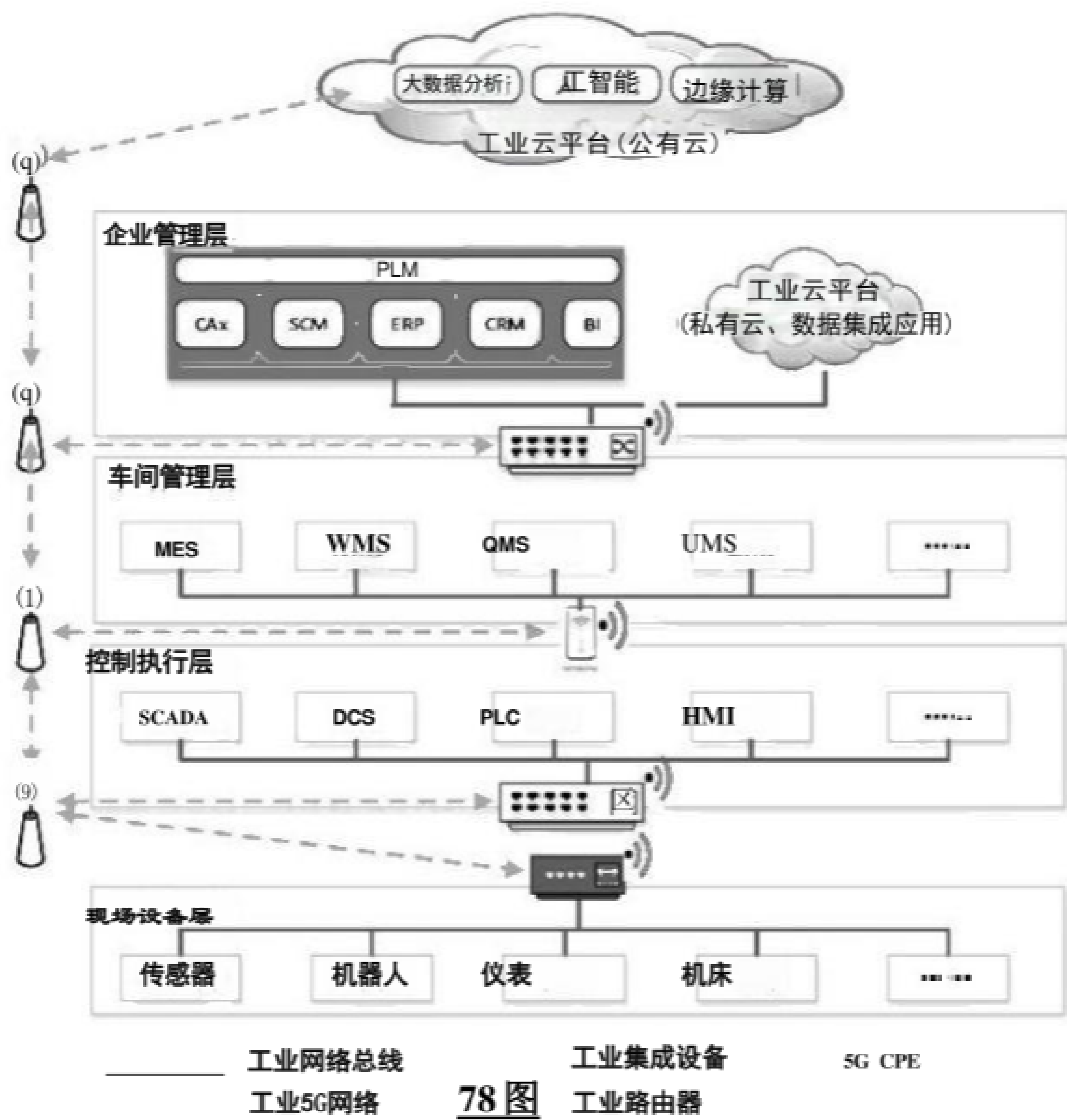


图 C.3 基于集成网关和CPE方式的工业应用集成

针对蜂窝网络与工业应用的2种主要集成方案，可采用以下的透传、映射等方式实现工业数据在蜂窝网络上的传输。

- 透传方式：将工业应用中应用层、IP 层和MAC 层的工业数据封装成服务数据单元，以实现工业数据在蜂窝网络上的透传，基于网关和CPE 应用集成方案多采用透传方式进行工业数据传输。
- 映射方式：将现场总线、工业以太网等工业通信网络(数据链路层)协议机制与蜂窝网络协议机制相匹配，包括服务类型、通信关系、时间调度、优先级处理等，以保障蜂窝网络满足工业应用关于优先级、时延等特殊需求，基于蜂窝网络通信模组应用集成方案多采用映射方式进行工业数据传输。通过将工业通信网络需求在蜂窝系统上进行实现，如数据的优先级调度机制、时间调度策略等，使得蜂窝网络技术满足工业应用的优先级传输、时延等不同传输需求，保障业务的正常运行，以集成蜂窝网络模组应用方案为主。

参 考 文 献

[1]GB/T 4754 国民经济行业分类

[2]YD/T 3973—20215G网络切片 端到端总体技术要求

[3]5G-ACIA White Paper,5G for Connected Industries and Automation(White Paper),
www.5g-acia.org

[4]5G-ACIA White Paper,5G for Automation in Industry(White Paper),www.5g-acia.org

[5]5G-ACIA White Paper,5G Non-Public Networks for Industrial Scenarios(White Paper),
www.5g-acia.org

[6]5G-ACIA White Paper,Integration of Industrial Ethernet Networks with 5G Networks
(White Paper),www.5g-acia.org

[7]3GPP TS 22.261 下一代新业务和市场的服务要求



5n

