

# 5G+人工智能AI视觉助力智慧港口建设

李 羚 吴怡静

中国联合网络通信有限公司南京市分公司 江苏 南京 210000

**摘要：**传统港口业务场景复杂，缺乏安全监管和有效的管理工具。港口作业环境恶劣，有成百上千的作业机械，存在大量人机联合作业场景。视频摄像头、港区移动作业设备较多，人工监管难度极大。且传统组网部署模式也已无法满足港口不断提高的监管业务需求。本文重点介绍了利用5G、MEC、AI人工智能等技术，在南京港集团旗下各码头前沿建设5G+AI（Artificial Intelligence 人工智能）算法应用场景，实现港口AI应用赋能，有效降低港区用工成本，最大限度减少人机接触，保障作业人员安全，提高生产管理能力和效率。5G+AI创新应用场景推进港口行业绿色可持续发展，解决港口区作业安全问题、维护企业管理水平和决策能力，同时也是全面提升港口一体化服务能力和水平的管理创新。

**关键词：**5G；AI人工智能；MEC（Multi-Access Edge Computing 多接入边缘计算）；智慧港口；管理创新

## 1 以智慧港口为方向，启动 5G+AI 与港口行业融合发展研究

南京港位于“一带一路”建设和长江经济带结合部，是长三角区域一体化发展和推动长江经济带发展重要的集装箱枢纽港之一，航线承接长江中上游，辐射赣江、湘江、涇河及苏北运河，近洋航线直达日本、韩国主要港口，远洋航线对接上海、宁波，辐射全球。2021年南京港集团实现营业收入28.26亿元，2021年南京港集团实现货物吞吐量10390万吨，装卸自然吨7369万吨，集装箱304.6万TEU（Twenty-foot Equivalent Unit）。

运营商作为通信网络及基础信息服务提供商，是国家许可的5G服务商。5G网络是新基建、新产业的重点和热点，也是支撑经济社会数字化、网络化、智能化转型的关键数字基础设施。当随着5G时代来临，其大带宽、低时延、高可靠、广连接等优势，结合边缘计算、AI视觉分析，也为数字港口以5G建设交通物流行业的业务承载与智慧管理带来新的可能。<sup>[1]</sup>

## 2 挖掘 5G+AI 智慧港口的创新融合点

目前南京港全集团各港区已安装一定数量的监控摄像头，基本做到了视频的无死角覆盖，由于大多数为传统摄像头，因此，每个码头仍需安保人员在港区内部进行人工巡视。港口迫切需要通过主动安防提高巡查效率，以及时发现港区内的各种违规行为（例如卡车违规停车、超速、人员进入违规区域等）。目前大多数港口已采用远程监控技术，实现对港区、道路、龙门吊等重点作业场所24小时全天候监管。这种线上监管的非现场抽查模式，利用远程监控技术，实现监管的平台化和数字化，为5G智慧港口发展打下了基础。但是目前各港区

组网、视频监控、大流量数据传输、AI处理时效性存在以下问题：

（1）多港区组网难，目前南京港4大核心码头，十余个参股码头分布在长江沿岸100平方公里范围内。企业采用光纤组网的方式费用过千万，且存在很大的施工难度。

（2）摄像头数量多，8个港区18000个摄像头要实时AI分析，每路摄像头都需要8兆以上带宽，现有4G、WIFI已无法满足。

（3）图像数据处理统一由集团机房的中心平台进行处理，数据会先回传至码头分公司视频NVR（Network Video Recorder 网络视频录像机）存储平台，再传至集团中心平台进行处置，最终将处理结果反馈回分码头平台，分码头平台再把结果推送至现场，整体延迟1至2秒，不能及时反馈现场问题。安全隐患及人员危险需第一时间告警，分秒必争。<sup>[2]</sup>

## 3 搭建智慧港口 5G+AI 智能管控平台

利用5G专网、人工智能、MEC、物联网等信息化技术，打造5G智能AI管控平台。该平台基于港区5G专网和MEC边缘计算平台，通过AI算法仓库和30多项港口AI算法，赋能港口智能应用场景，涵盖了集装箱码头运营、散杂货码头运营、水上运输、港口资产管理、港口理货经营、港机制造等多项港口业务。

整体网络架构采用云边协同两级架构：部署在港区5G-MEC上的边缘侧平台负责视频流的接入、解码和AI分析，将结果上报给集团中心平台并实时预警；集团中心平台负责AI算法模型的管理和下发，对算法分析结果进行分析挖掘和共享管理，并负责AI算法模型的训练、迭代和更新，最终形成南京港自有算法模型仓库，同时对

外开放算法仓库的接入标准，支持第三方算法的集成<sup>[3]</sup>。南京港5G智能管控平台依托云边协同架构，可以快速实现AI算法从集团中心服务器到港区MEC服务器的分发、

部署和上线应用，同时根据算法的上报结果对AI算法的性能进行评估、迭代优化和更新，从而快速发挥AI算法的生产力。总体网络架构如下：

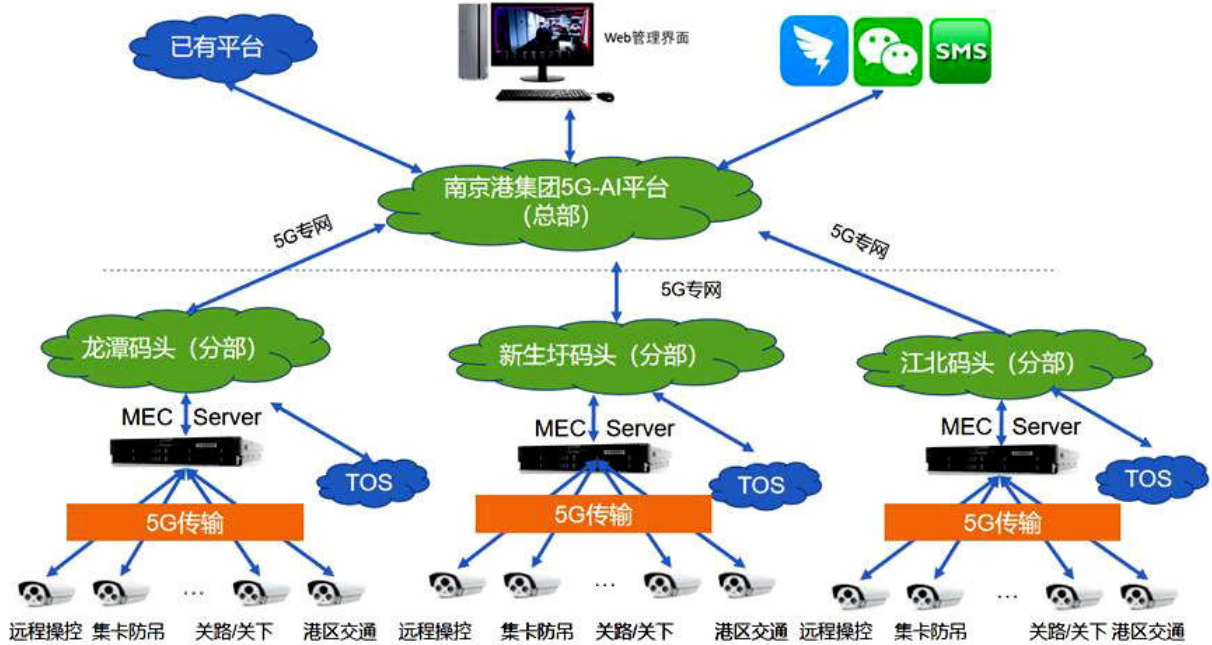


图1 5G+AI智能管控平台网络架构

5G端侧接入设备：港口场景主要是5G工业网关、摄像头、PLC工控机等设备接入5G网络。

5G无线网：即5G基站，主要针对港口区域提供5G信号覆盖，满足港区堆场、道路、闸口、岸边、泊位的移动业务终端接入5G网络，站型主要以传统宏站为主，杆微站进行补盲。

5G承载网：即传输网，用于5G基站数据回传，组网采用环形组网，实现高可靠性。

5G核心网：包含港区UPF（User Plane Function，用户面功能）和运营商5GC（5GCore，5G核心网）大网；UPF部署下沉至港区，满足港区远控场景低时延要求。<sup>[4]</sup>

AI智能管控平台可以通过Web管理界面查看和管理分析结果，也可以通过企业微信、微信或者手机短信的方式推送到至管理人员手机。平台提供开放API（Application Program Interface，应用程序界面）接口用于和第三方系统对接，并对接现有的TOS（Terminal Operation System，码头运营系统）系统、安监环等系统。通过采用5G及MEC边缘云部署方式，系统处理推送时间1分钟缩短到15秒，紧急事件响应时间由原来的10分钟，缩短至现在的2分钟。

#### 4 5G+AI 融合创新应用落地场景

##### 4.1 龙门吊集卡防吊起监测

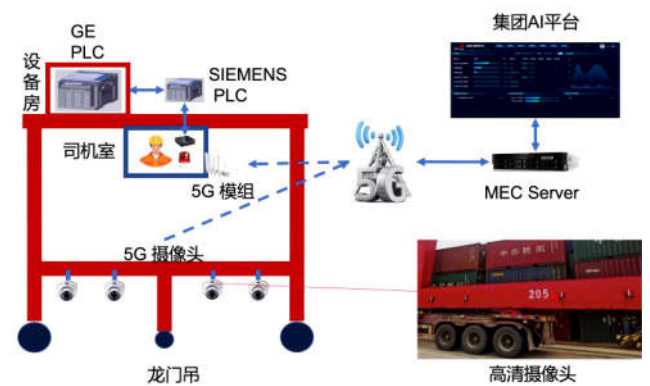


图2 龙门吊集卡防吊起AI监测系统框架

如上图所示，龙门吊主体的4个5G高清摄像头获取作业画面后由5G基站传输至MEC服务器，MEC服务器实时分析作业状态后将结果传输至司机室，在集装箱起吊时若出现集卡被吊起的风险，司机室内报警器触发报警，司机进行进一步确认和处理，并上报集团AI平台。本算法可在集卡吊起50cm以内时预警，超过50cm时，则与PLC（Programmable Logic Controller，可编程逻辑控制器）联动，强制切断起升动作。

##### 4.2 岸桥/门机防坠箱监测

在岸桥/门机集装箱装船和装车作业过程中，要求吊具在初次起升30cm后停顿3秒，确认吊具锁头锁牢或者

彻底打开,防止发生坠箱事故。部署在岸桥/门机上的5G高清摄像头将作业实时画面传输至MEC服务器,MEC服务器实时分析吊具在初次起升过程中是否有停顿3秒的操作,若作业过程不合规,会将报警信号传输至司机室,提醒司机合规操作,避免坠箱事故发生,并将识别结果上报至集团AI平台。

#### 4.3 大型设备机房作业时人员闯入监测

在港区减速箱附近配备5G高清摄像头用于获取减速箱区域实时视频,在机房边缘配备5G高清摄像头用于获取整个机房的实时视频,通过5G基站转发,MEC服务器获取机房内两路摄像头的视频后关联两路视频信息,若识别到减速箱运作且机房内有人进入时,第一时间触发报警,提醒机房入侵人员及时离开,同时将风险情况上报机房司机室,由司机室及时处理风险情况,并上报集团AI平台。

### 5 智慧港口 5G+AI 应用成效

5G网络连接各港区设备相比传统的光纤连接更具灵活性。港口各类流动作业机械需要部署灵活、稳定可靠、大带宽、低时延的连接能力,同时港口各大型设备使用光纤连接后改造和后期维护成本高、难度大,使用5G连接各港区设备后统一接入南京港5G智能管控平台的方案合理、实用、性价比高。

同时部署于各个港区和子公司的MEC边缘服务器相比传统的端侧计算更具优势。传统终端侧虽然独占处理计算资源,但是受限于体积和功耗,算力有限,且大量设备统一管理、维护成本高、难度大;使用MEC边缘服

务器通过AI平台与TOS对接协同调度MEC算力资源,时分复用,提高了资源利用率,降低计算资源成本,同时MEC提供了充足的高性能GPU( graphics processing unit, 图形处理器)算力,识别速度更快,识别精度更高。MEC边缘服务方案更合理更实用,性价比更高。<sup>[5]</sup>

将传统计算机视觉技术和深度学习相结合,使用行业内领先的AI技术率先攻克了港口码头作业生产和运营管理中的多个痛点问题,包括龙门吊集卡防吊起、岸桥/门机防坠箱、流动机械作业路径人员预警、机床运转时操作员穿戴合规监测和CFS叉车吨袋计数等。南京港5G+MEC+AI平台和相关20余个应用已上线试运行近一年,识别违章、违规20万余次,后台监管人员从原有100余人三班倒,已减少至50人,节约人力成本约50%,现场监管人员违章处置效率提升30%。

#### 参考文献

- [1]陈华. 散货港区的智慧港口规划[J].港工技术,2021,58(2):39-43.
- [2]唐思远.新基建背景下智慧港口发展对策[J].水运管理,2022,44(2):1-4.
- [3]朱峥,苏玮.5G智慧港口的设计与实现[J].智能建筑与智慧城市,2021(4):81-82,86.
- [4]董月滋,毛斌宏. 5G网络切片在智慧港口的应用研究[J].广东通信技术,2022,42(3):56-59.
- [5]陈浩.5G智慧港口行业应用解决方案[J].通讯世界,2021,28(11):182-184.