文章编号：2097-5899(2025)05-0048-05　　中图分类号：U292　　文献标识码：A
DOI：10.16669/j.cnki.issn.2097-5899.202501130001
引用格式：肖健雄，刘冰，程广远，等. 基于人工智能的中欧班列装箱照片智能识别技术应用研究[J]. 铁路物流，2025，43(5)：48-52.
XIAO Jianxiong，LIU Bing，CHENG Guangyuan，et al. Application of Packing Photos-Based Intelligent Recognition Technology for China Railway Express Based on Artificial Intelligence[J]. Railway Logistics，2025，43(5)：48-52.

基于人工智能的中欧班列装箱照片智能识别技术应用研究

肖健雄[1]，刘　冰[2]，程广远[3]，刘　慧[4]

(1. 中铁集装箱俄罗斯国际物流有限责任公司 市场部，莫斯科　119330；2. 中铁集装箱运输有限责任公司 信息统计部，北京　100055；3. 中铁集装箱运输有限责任公司 国际联运部，北京　100055；4. 中铁国际多式联运有限公司 安全管理部，北京　100161)

摘　要：为解决中欧班列装箱照片数据收集、审核工作量大、人工审核难度高等问题，基于图像识别和人工智能技术，将智能识别技术应用于中欧班列装箱照片审核，构建装箱照片自动识别系统，对装箱照片数据进行照片分类、箱号识别，并自动标记不符合安全要求的照片。结果表明，引入智能识别技术能够快速识别箱号和照片类型，识别准确率达到99%，显著降低了审核工作量，提高了照片审核效率，并且能有效发现人工难以察觉的问题，增强了运输的安全性，为中欧班列装箱照片审核研究提供参考。

关键词：智能识别；装箱照片；中欧班列；图像识别；深度学习

0　引言

中欧班列作为共建“一带一路”的旗舰项目和标志性品牌，通达欧洲25个国家的227个城市，运输服务网络覆盖欧洲全境，开创了亚欧国际运输新格局。为保证中欧班列运输的安全性，中铁集装箱运输有限责任公司在国际联运业务安全工作中规定进口货物需要在发运前审核箱内货物装载情况的拍照记录，为此建立了回程班列装箱照片审核制度。实践发现，虽然通过人工审核的方式能够符合管理要求，但面临审核工作量大、效率低、错误率高，并且通过人工和肉眼难以发现照片重复上传、使用与业务无关照片及PS修改等问题，因此亟需引入可以提高效率与准确性的自动化技术，优化目前人工审核手段。

近年来人工智能技术快速发展，其中图像智能识别技术已应用于车门开启识别、货物装载监控等铁路领域。例如，通过应用数据增强方法，提升车门开启问题识别率[1]；通过安装在运输车辆上多点位采集数据的设计方案，提升箱号识别效果[2]；通过对货车装载状态图像进行人工分类和定义，采用深度学习框架进行目标的检测和识别，实现对车厢门窗未关闭、篷布破损、杂物或人员留存3类异常情况的检测[3]。这些案例不仅展示了智能识别技术在铁路行业应用的成熟度和可行性，而且证明了在提高效率、减少人为错误、提升安全性方面的巨大潜力。在此背景下，将智能识别技术引入审核中欧班列装箱照片，能够有效解决当前人工审核过程中存在的问题，并提升整体运输的安全性和管理效率。

本研究基于图像识别和人工智能技术，构建装箱照片自动识别系统，实现自动识别装箱照片的类型及箱号信息，并自动标记不符合安全要求的照片，为业务审核提供参考依据和辅助决策，以提高装箱照片审核效率和准确性，保障运输安全。

收稿日期：2025-01-13
基金项目：中国国家铁路集团有限公司科技研究开发计划课题(Q2023X009)

1　业务需求分析

审核中欧班列装箱照片的目的是为加强中欧班列的运输安全，按照业务需求在中欧班列业务系统中开发回程班列装箱照片审核功能，实现线上受理委托的同时验证审核照片的结果。业务委托单位在创建委托时，需同时上传装箱照片等材料，中铁集装箱运输有限责任公司对回程装箱照片进行审核，筛查出不符合安全要求的委托箱，及时通知委托单位进行整改，对整改不到位或拒绝整改的集装箱，业务部门在中欧班列业务系统中拒绝受理该箱业务委托。对于装箱照片的上传和审核需满足以下要求。

1.1　上传内容规定

一是业务委托单位是装箱照片的上传主体；二是装箱照片要在回程班列业务委托受理前进行上传；三是装箱照片上传终端为中欧班列业务系统；四是装箱照片不少于3张，1张货物装半时的照片，1张货物装满时的照片，1张货物装满后左侧箱门打开同时右侧箱门关闭、带箱号的照片。

1.2　审核规定

一是专项整治货物品类的装箱照片要“箱箱检查”，非专项整治货物品类的装箱照片抽查比例不低于6%；二是审核业务委托中箱数、箱号与上传照片箱数、箱号是否一致；三是审核同一集装箱的3张装箱照片是否遗漏；四是审核装箱照片可视范围内的货物装载加固情况；五是审核照片是否存在重复上传、使用与业务无关的装箱照片及PS修改情况。

2　装箱照片的智能识别技术

2.1　数据预处理

数据预处理是图像识别的基础工作，依次对装箱照片进行精确的标注和清洗，确保模型在训练过程中学习到准确的信息，提高后续识别的准确性[4]。通过收集数千万张历史装箱照片数据，并对这些照片进行清洗和场景标记，如照片尺寸统一处理，背景噪音去除，利用旋转翻转亮度调整等方式增强数据集，标记开门照片、半开门照片、全关门照片等[5]。通过清洗、标注和预处理历史装箱照片数据，构建一个庞大的图像数据集，作为深度学习模型的数据基础。不同场景的装箱照片如图1所示。



图1　不同场景的装箱照片

Fig.1　Packing photos in different scenes

2.2　箱号识别及关联

卷积神经网络(CNN)是一种深度学习模型，主要用于图像识别任务。其通过一系列的卷积层、池化层和全连接层逐步提取图像特征，实现对图像的有效识别和分类。利用CNN模型进行集装箱箱号自动识别，首先对装箱照片中的箱号区域进行定位，然后对箱号进行识别和提取。识别后模型将识别出的箱号进行校验码校验，确保箱号的真实性[6]。如果箱号通过校验，模型会将识别出的箱号与中欧班列业务系统中的箱号信息进行关联，并自动提取该集装箱的详细信息，如箱型、箱类等。同时进一步提取与该集装箱相关的客户信息、货物及其他数据，为后续审核和业务工作提供准确依据。

2.3　场景分类识别

深度卷积神经网络(DCNN)是一种专门用于图像和视觉任务的深度学习模型，属于CNN的扩展。相比传统机器学习方法，DCNN模型能自动提取特征，具有层次化特征学习、较强的鲁棒性、处理大规模数据的能力及端到端学习的优势[7-8]。这些特点使其在处理复杂的任务时，能够提供更高的准确性和效率。因此，采用DCNN模型进行装箱照片的场景分类识别。通过模型训练，能够自动识别3种预定类型的照片：货物装半时的照片，货物装满时的照片，货物装满后左侧箱门打开同时右侧箱门关闭、带箱号的照片。

在自动分类过程中，面临大量问题和困难。例如，装箱照片中存在多种复杂的背景，这些背景可能与目标物体相似，导致模型在识别时出现混淆；货物堆放的高度不规则性，这种不规则性使得标准化的图像特征难以被提取，降低分类准确性；光照和阴影问题，由于拍摄环境中的光照变化，照片可能出现过曝、欠曝、阴影等情况影响清晰度，使得分类过程中的特征提取变得困难；物体间的遮挡和重叠，在一些装箱照片中，货物可能会部分重叠或被遮挡，导致模型很难从部分可见的物体中提取有效特征。通过采用数据增强、背景去除、光照补偿、区域提取技术等手段，有效提升模型的鲁棒性和准确性。

当识别出照片类型后，模型能够自动标记符合安全要求的照片，且将不符合要求的照片标记为异常。通过API接口与中欧班列业务系统实现数据实时传输与更新，标记结果会自动同步到中欧班列业务系统，

并在客户和业务人员的工作页面中实时显示。业务人员可以根据标记的结果，迅速筛查并处理异常照片，提高审核效率和准确性。

2.4　异常检测

图像哈希技术(Image Hashing)是通过将图像内容转换成一个固定长度的哈希值来表示图像的特征。与传统的哈希算法不同，图像哈希技术不仅考虑图像的像素值，而且通过特定的算法从图像中提取出代表其视觉特征的“摘要”信息[9-10]。通过图像哈希技术与相似度检验算法相结合，用于识别和检测照片中的异常情况[11]，例如，若模型发现某张照片的哈希值与已有的照片高度相似，则自动标记为“重复上传”。在处理过程中若检测到异常情况，如重复使用的照片、篡改过的照片(如通过图像编辑软件修改箱号)、与装箱无关的照片(如照片中出现无关物品或不相关场景)等，模型会自动标记该照片为“异常”，并立即将结果同步到中欧班列业务系统，实时反馈给客户和业务人员，便于进一步审核和处理。

通过定期更新训练数据集并进行再训练，不断提高模型对复杂装箱场景的识别能力，确保其在实际操作中的高效性和准确性，这一自动化检测过程不仅提高了照片审核的效率，也确保了装箱照片的真实性与准确性[12]。

3　审核流程分析

回程中欧班列照片审核功能与客户的业务委托信息相关联。在受理委托之前，业务人员必须首先检查装箱照片是否满足既定规范，主要业务流程如图2所示。

（1）客户提报中欧班列回程委托；同时上传班列计划发运的箱号信息(箱号、品名、包装方式)及装箱照片。

（2）业务人员查询回程委托，检查委托中是否导入装箱照片；如未导入，则驳回并反馈客户需要上传装箱照片。

（3）客户上传装箱照片后，装箱照片自动识别系统自动对照片进行解析识别并分类，针对无法识别的，自动标记为未知，由业务人员手动审查标记。

（4）装箱照片自动识别系统自动判断装箱照片中的箱号与业务委托中的箱号是否匹配，以便业务人员筛查核对。

（5）业务人员根据装箱照片自动识别系统配置的品名字典，对照片进行随机抽查。重点货物采用红色标记，非重点货物采用蓝色标记。

（6）业务人员对审查后的照片进行标记，系统留存标记记录。人工审核标记为照片不合格规范要求且具有一定典型性的，如偏载隐患、偏重隐患等，划入问题照片库中，问题照片库按照日期、品名、包装方式、问题类型进行归类；照片合格且具有一定典型性，划入优质照片库中，优质照片库按照日期、品名、包装方式进行归类，用于后期案例分析。

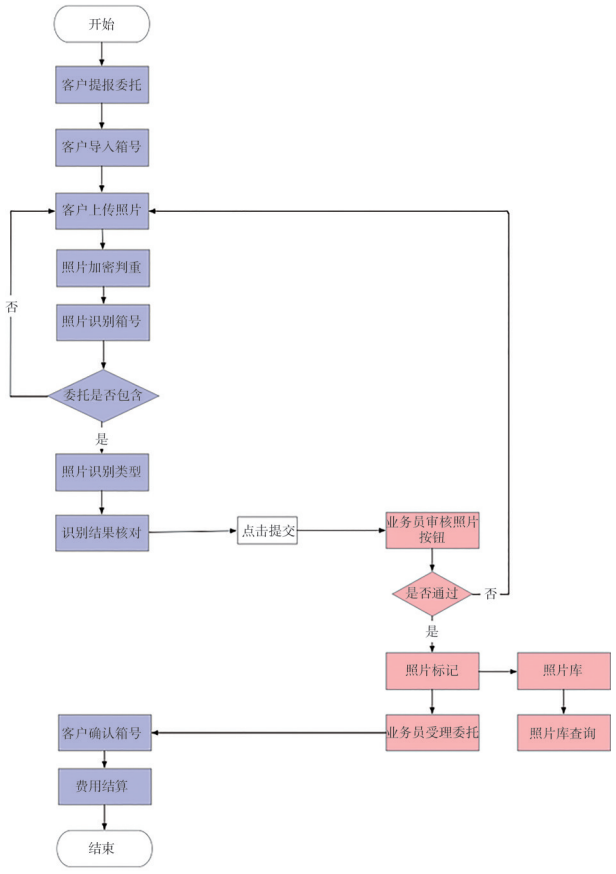


图2　业务流程

Fig.2　Business process diagram

（7）照片审核标记后达到审核要求时，业务人员可以对委托进行受理。

4　应用效果分析

目前，装箱照片自动识别系统已经上线运行，成为中欧班列业务系统的重要组成部分，实现了回程班列装箱照片6%人工抽检到100%自动预检、自动分类、自动标记不符合规范的照片；实现了100%箱号自动识别、100%自动查重，实现了从单张装箱照片反推业务过程，从源头规范业务管理，确保中欧班列发运前装箱作业的合规性和安全性，减轻人工审核工作量，降低人为错误的风险。基于智能识别技术的装箱照片自动识别系统页面如图3所示。



图3　基于智能识别技术的装箱照片自识别系统页面

Fig.3　Automatic recognition model of packaging photos based on intelligent recognition technology

4.1　识别箱号与装箱照片数量

装箱照片自动识别系统通过7个月的应用验证，成功提报40.6万个有效箱号，并处理204.5万张有效装箱照片，表明该系统能够高效地处理大量装箱照片，并及时提取出符合要求的箱号信息，有效支持了中欧班列回程运输过程中的安全管理工作。

4.2　上传与识别性能

装箱照片自动识别系统支持单次上传100 MB以内、最多500张照片的压缩包，识别时间平均为50 s，识别速率为10张/s，保证了大规模照片批次处理时的高效性，显著减少了人工审核的时间成本，提升了整体工作效率。

4.3　分类与识别准确率

装箱照片自动识别系统在装箱照片的分类和箱号识别方面表现优异，箱型分类准确率达到94%，尽管存在多余照片等因素的影响，该系统仍能识别分类并准确筛查出不符合要求的照片。对于半开门和全关门照片的箱号识别，准确率达99%，为后续审核提供了数据支持，显著减少了误检漏检的可能性。装箱照片的识别数量如图4所示。

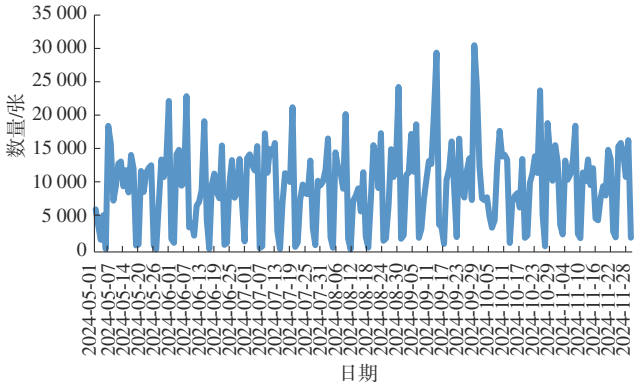


图4　装箱照片的识别数量

Fig.4　Number of recognitions of packaging photos

5　结束语

基于智能识别技术的中欧班列装箱照片自动识别系统的研究与实现，显著提高了审核工作的效率和准确性。随着智能识别技术的引入，自动化识别不仅提升了审核工作效率，也减少了因人工审核导致的失误，降低了运输风险，中欧班列的运输安全性得到显著提升。在未来的研究中，将进一步扩大样本范围，提升数据集的多样性和代表性，以应对更多复杂的装箱场景[13]。随着中欧班列业务的不断发展和“一带一路”倡议的深入推进，智能识别技术将为班列运输提供更加智能、精确的安全保障，为促进中欧经济合作与发展发挥积极作用。

参考文献：

[1]　肖子轩，刘启钢，叶　飞，等. 基于Dropout-PGGAN的铁路货检图像数据增强方法研究[J]. 铁道运输与经济，2024，46(6)：108−117.
XIAO Zixuan，LIU Qigang，YE Fei，et al. Data Enhancement Method for Railway Freight Inspection Images Based on Dropout-PGGAN[J]. Railway Transport and Economy，2024，46(6)：108−117.

[2]　石　磊. 铁路货车装载状态标准图像智能识别技术体系设计研

究[J]. 铁道货运，2022，40(11)：34-39，48.
SHI Lei. Design of Intelligent Recognition Technology System for Standard Images of Wagon Loading Status[J]. Railway Freight Transport，2022，40(11)：34-39，48.
[3] 石　磊. 铁路货车装载状态标准图像智能识别技术体系设计研究[J]. 铁道货运，2022，40(11)：34-39，48.
SHI Lei. Design of Intelligent Recognition Technology System for Standard Images of Wagon Loading Status[J]. Railway Freight Transport，2022，40(11)：34-39，48.
[4] 文　化. 图像识别技术在人工智能中的应用探析[J]. 电脑知识与技术，2020，16(35)：186-187，190.
[5] 吴俊雄. 人工智能中图像识别技术的发展与应用研究[J]. 信息与电脑(理论版)，2020，32(4)：137-139.
WU Junxiong. The Development and Application of Image Recognition Technology in Artificial Intelligence[J]. China Computer & Communication，2020，32(4)：137-139.
[6] 汪　勇. 人工智能算法下图像识别技术的应用[J]. 电子技术与软件工程，2022(21)：180-183.
[7] 李丽亚. 人工智能中图像识别技术的发现与应用研究[J]. 长江信息通信，2022，35(1)：134-136.
[8] 徐　欣，李若诗，袁　野，等. 基于可学习图像滤波器的雾天驾驶场景图像语义分割[J]. 计算机工程与科学，2024，46(11)：2027-2034.
XU Xin，LI Ruoshi，YUAN Ye，et al. Semantic Segmentation of Foggy Driving Scenes Based on Learnable Image Filter[J]. Computer Engineering & Science，2024，46(11)：2027-2034.
[9] 王　菲. 建筑颜色识别算法研究：基于卷积神经网络和图像识别技术[J]. 办公自动化，2024，29(19)：54-56.
WANG Fei. Research on the Building Color Recognition Algorithm：Based on Convolutional Neural Network and Image Recognition Technology[J]. Office Informatization，2024，29(19)：54-56.
[10] 张旭鹏. 基于深度学习的图像修复算法研究[J]. 数字通信世界，2024(8)：18-20，24.
ZHANG Xupeng. Research on Image Restoration Algorithms Based on Deep Learning[J]. Digital Communication World，2024(8)：18-20，24.
[11] 司　佳，陈思平，袁　洲，等. 基于图像识别与生成技术的人工智能技术应用[J]. 科技资讯，2023，21(22)：47-50.
SI Jia，CHEN Siping，YUAN Zhou，et al. Application of Artificial Intelligence Technology Based on Image Recognition and Generation Technology[J]. Science & Technology Information，2023，21(22)：47-50.
[12] 柴雪松，张　慧，辛向党，等. 基于深度学习技术的货检图像智能识别与测试研究[J]. 铁道货运，2019，37(6)：22-27.
CHAI Xuesong，ZHANG Hui，XIN Xiangdang，et al. A Study on Intelligent Image Recognition and Testing for Cargo Inspection Based on In-Depth Learning Technology[J]. Railway Freight Transport，2019，37(6)：22-27.
[13] 傅荟瑾，史天运，王　瑞，等. 基于深度学习的京张高速铁路周界图像智能识别系统构建研究[J]. 铁道运输与经济，2022，44(5)：64-72.
FU Huijin，SHI Tianyun，WANG Rui，et al. Research on Construction of Intelligent Image Recognition System for Beijing-Zhangjiakou High Speed Railway Perimeter Based on Deep Learning[J]. Railway Transport and Economy，2022，44(5)：64-72.

（责任编辑：李丹丹）

Application of Packing Photos-Based Intelligent Recognition Technology for China Railway Express Based on Artificial Intelligence

XIAO Jianxiong[1]，LIU Bing[2]，CHENG Guangyuan[3]，LIU Hui[4]

(1. Marketing Department，CRCT Russia International Logistics Co.，Ltd.，Moscow 119330，Russia；2. Information and Statistics Department，China Railway Container Transport Corp.，Ltd.，Beijing 100055，China；3. International Transport Department，China Railway Container Transport Corp.，Ltd.，Beijing 100055，China；4. Safety Management Department，China Railway International Multimodal Transport Co.，Ltd.，Beijing 100161，China)

Abstract: In order to solve the problems of the large workload in collecting and auditing the packing photos of China Railway Express and the high difficulty of manual audit, based on image recognition and artificial intelligence technologies, intelligent recognition technology was applied to the audit of packing photos of China Railway Express, and an automatic recognition system of packing photos was constructed, which could classify the packing photos, identify the container number, and mark the photos that fail to meet the safety requirements automatically. The results show that the introduction of intelligent recognition technology can quickly identify the container number and photo type, and the recognition accuracy rate reaches 99%, which significantly reduces the auditing workload and improves the efficiency of photo auditing. In addition, it can effectively find the problems that are difficult to detect manually, enhance the safety of transportation, and provide a reference for the research on packing photo auditing of China Railway Express.

Keywords: Intelligent Recognition; Packing Photo; China Railway Express; Image Recognition; Deep Learning