

基于深度学习的中药材饮片鉴别研究

刘凌, 檀俊, 张博

亳州职业技术学院信息工程系, 安徽 亳州

收稿日期: 2025年5月24日; 录用日期: 2025年6月23日; 发布日期: 2025年6月30日

摘要

随着人工智能、计算机操作系统和数据库访问等领域的迅速发展, 人们逐渐将人工智能视为中西医学领域的重要辅助工具。在中药研究中, 常采用深度学习技术来揭示可以应用于其中的空间结构, 并利用这些技术识别有益的中草药和草本复方及其治疗机制。本文中对控制传统中草药配方外观特征相关性与内涵进行了概括总结, 这些特征主要通过外部形态和显微粒径特征加以鉴别。通过采用卷积神经网络(CNN)自动分析与中药特征匹配的化学成分, 可以推导活性成分的含量。展望未来, 人工智能技术与近红外光谱相结合在中药材及饮片质量评价领域具有广泛应用前景。此方法整体上优势明显, 在提高效率、精度等方面表现突出。

关键词

人工智能, 深度学习, 中药鉴定, 质量评价

Research on the Identification of Chinese Herbal Medicine Slices Based on Deep Learning

Ling Liu, Jun Tan, Bo Zhang

Department of Information Engineering, Bozhou Vocational and Technical College, Bozhou Anhui

Received: May 24th, 2025; accepted: Jun. 23rd, 2025; published: Jun. 30th, 2025

Abstract

With the rapid development of artificial intelligence, computer operating system and database access, people gradually regard artificial intelligence as an important auxiliary tool in the field of Chinese and Western medicine. In TCM research, deep learning techniques are often employed to reveal the spatial structures that can be applied to them, and these techniques are used to identify

beneficial Chinese herbs and herbal compounds as well as their therapeutic mechanisms. In this paper, the correlation and connotation of the appearance features of controlling traditional Chinese herbal medicine formulations are summarized. These features are mainly identified by external morphology and microscopic particle size characteristics. By using convolutional neural network (CNN) to automatically analyze the chemical components matching the characteristics of traditional Chinese medicine, the content of active ingredients can be derived. Looking forward to the future, the combination of artificial intelligence technology and near-infrared spectroscopy has a wide application prospect in the field of quality evaluation of Chinese medicinal materials and decoction pieces. This method has obvious advantages on the whole, and has outstanding performance in improving efficiency and accuracy.

Keywords

Artificial Intelligence, Deep Learning, Identification of Traditional Chinese Medicine, Quality Evaluation

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着老龄化时代的到来,各种慢性病、老年病日益增多,中医作为中国的传统医学,依赖自然界天然物,帮助人体恢复平衡和自我修复,起到根本防治的作用,经过中华民族几千年的实践历史,依然经久不衰。中医药从宏观、系统和整体三个维度揭示人的身体和疾病的发生发展规律,在这次新冠疫情的控制中,也起到了重要的作用。

《“十四五”国民健康规划纲要》指出,要推动传统中药的传承与创新,使其在卫生保健领域得到更好的应用,为传统中药的高质量发展打下坚实的基础。《国家药品监督管理局促进中医药传承创新发展的指导方针》强调了中药质量安全监管的重要性,倡导建立多元协同的监管体系。在推动中医学术团队合作,并引领健康大数据、人工智能等技术应用于临床实践方面也有所提及[1]。

同时国家鼓励中医药科研创新,支持组建跨学科、跨领域协同创新发展,建立多学科融合、高效集成的科研平台,支持优质饮片、新型制剂、中药设备研发和非药物治疗的研究,促进中医药创新成果转化。

2. 人工智能深度学习的概念

人工智能技术的主要研究领域涵盖了机器学习和人工智能,而深度学习被认为是机器学习中至关重要的方法。机器学习旨在通过充分利用大量数据进行强化训练来获取新知识或技能,以便完成各种指令操作任务。人工神经网络是一种以统计模型为基础的技术,旨在模拟人脑神经系统复杂的信息处理和计算方式。这种结构被广泛运用于多个领域,如计算机视觉等技术范畴中[2]。其中卷积神经网络(CNN)作为最常见且关键性的3D形式,在设计方面通常包含了注意力机制、池层操作以及全连接层组件,并被认可为另一个具备高度重要性且带有卷积核特征的深度学习成果。此外,该类创新体系还专注于解决抽象问题与数据建模挑战,并持续演进推动着科研领域向前迈进。卷积神经网络(CNN)在领域如人脸辨识技术和数字图像处理等方面取得了显著的成功。视觉技术和空间管理方式对其重要性及广泛应用程度日益被认可与强调。这种趋势将继续推动未来相关研究和实践发展,并为各个领域带来更多新机遇与挑战[3]。

3. 人工智能深度学习不同算法在中药材及饮片识别中的应用

3.1. 人工智能深度学习在中药材及饮片外观识别中的应用机制

在中药饮片的识别方面，一种常见的方法是利用底层图像特征提取技术，这些特征涵盖了形状等因素。该过程包括对不同中药饮片图像进行分析，收集大小等参数，在全面且综合多样的方式下展示每种中药饮片所具有的外部特征。通过这种方法可以更全面地描述和区分每款中药饮片之间的差异，为其准确识别提供重要依据，并推动相关研究向前发展。此举将有助于加强对复杂中药市场产品特性的理解以及推动相关行业质量控制和认证标准[4]。

为了推动中药饮片图像分类识别领域的发展，关键在于提取出更有效的特征信息，使用合理的机器学习和人工智能方法来进一步强化分类器训练过程。通过对呈现图像进行系统分析研究，可以极大地促进该领域技术水平和应用效果达到崭新高度。如图1所示。

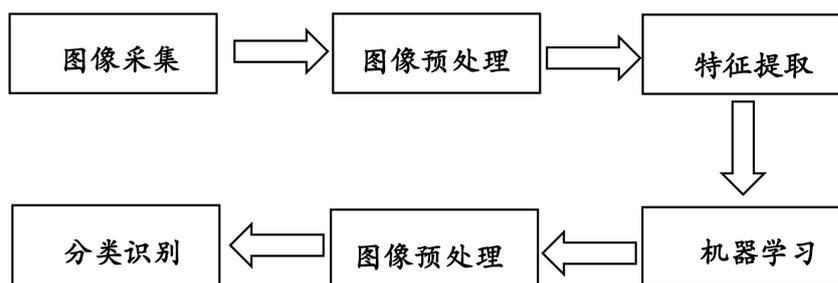


Figure 1. Process diagram for image recognition of traditional Chinese medicine decoction pieces (taking Dian Huang Jing as an example)

图1. 中药饮片图像识别流程图(以滇黄精为例)

3.1.1. 图像采集

在进行滇黄精样品的图像采集过程中，需要收集多批次不同产地的样品。采集过程中需要注意以下几个方面。

单一背景：为了保持图像的一致性和可比性，应该选择一个统一的、单一的背景，避免背景中的杂物或颜色差异对图像质量和特征提取造成干扰。可以使用纯色背景布或均匀的背景板作为拍摄背景。

清晰度较高：为了保证图像的清晰度和细节展示，应该使用高分辨率的相机或摄像设备进行拍摄。合适的光线条件和对焦设置也是确保图像清晰的关键。清晰的图像有利于后续的特征提取和图像分析[5]。

重要特征的识别：黄精饮片的维管束、切面形状、大小、纹理、颜色等特征对于鉴别和评估黄精的质量非常重要。在采集过程中，应该尽可能多地捕捉这些特征，确保图像能够准确地展示黄精的外观特征。适当的角度和透视可以用来突出维管束的形状和纹理。

多样性和代表性：为了获得全面和可靠的样本集，应该尽可能收集多批次不同产地的滇黄精样品。不同产地的黄精可能存在一定的差异，包括外观特征和质量特征。通过采集多样性的样品，可以更好地了解黄精的整体特征和变异情况。

3.1.2. 中药饮片图像预处理

为了消除多余信息、突显重要内容的可辨识度，提升特征抽取、图像分割、匹配和识别过程的准确度，中药饮片图像在预处理阶段起着至关重要的作用。这一过程旨在优化视觉数据，以便后续步骤能更有效地进行。

去除背景干扰：由于采集过程中可能存在背景杂物或颜色差异的干扰，需要对图像进行背景去除。

可以利用图像处理算法,如阈值分割、边缘检测或背景建模等方法,将背景部分提取出来并填充为统一的颜色或删除[6]。

去除光照和角度影响:不同光线条件和拍摄角度可能会导致图像的亮度、对比度和色彩偏差。为了消除这些影响,可以采用直方图均衡化、颜色校正和投影变换等技术来调整图像的亮度和色彩平衡,使得图像更加一致和可比。

增强细节和特征:例如,可以应用图像锐化、滤波和增强算法来增强图像的边缘和纹理,使得相关特征更加明显。

图像分割:图像分割是将图像分割成不同的区域或对象的过程。对于黄精饮片图像,可以使用分割算法将维管束和其他结构分离出来,以便更好地进行特征提取和分析[7]。

特征提取和匹配:在图像预处理的最后阶段,可以使用特征提取和匹配算法来提取黄精饮片图像中的关键特征,并与已知特征进行匹配和识别。常用的特征提取方法包括局部二值模式(LBP)、尺度不变特征变换(SIFT)和主成分分析(PCA)等。

通过这些图像预处理步骤,可以减少图像中的干扰信息,突出黄精饮片的重要特征,并为后续的图像分析和识别提供更可靠的数据基础。这样可以提高对黄精饮片的质量评估和鉴别准确性,促进中药饮片的质量控制和研究工作的进展。

3.1.3. 中药饮片特征提取

在对黄精饮片图像进行分析和识别之前,需要进行特征提取的过程。

饮片形状:通过边缘检测算法,可以提取出黄精饮片的外轮廓形状。这可以通过 Canny 边缘检测算法或其他形状检测算法来实现。提取出的形状信息可以用于饮片的分类和形态特征的分析。

大小测量:可以通过图像处理技术测量黄精饮片的大小。这可以通过计算边界框的宽度、高度或直径等来实现。这些尺寸信息对于鉴别和评估黄精的质量和成熟度非常有用。

纹理特征:黄精饮片的纹理可以通过纹理分析方法进行提取。例如,局部二元模型(LBP)或灰度共生矩阵(GLCM)等技术可用于比较饮片的纹理特征。这些特征可用于区分黄精的不同主要产区或品种[8]。

颜色特征:颜色是黄精饮片的重要特征之一。通过色彩空间的转换(如 RGB 到 HSV 或 Lab 空间),可以提取出黄精饮片的颜色特征。这可以通过计算颜色直方图或提取颜色矩等统计信息来实现。颜色特征可以用于区分不同的黄精品种或检测饮片的质量。

3.1.4. 机器学习

为了实现黄精饮片图像的识别,可以结合机器学习算法进行模型的构建和训练。一种常用的机器学习方法是卷积神经网络(Convolutional Neural Network, CNN),其在计算机视觉任务中取得了很好的效果。

首先,需要准备一个标注好的黄精饮片图像数据集作为训练集。这个数据集应该包含不同产地、不同品种和不同质量等多样性的样本。每个样本都应该有对应的标签,表示该样本属于哪个类别(如产地、品种等)。

然后,使用 CNN 网络结构来构建黄精饮片图像识别系统。CNN 的网络由多个注意力机制、池化级别和完全连接级别组成,这些级别可以自动学习图像中的特征。使用递归神经网络的最小二乘法和无监督深度学习算法,可以对局部网络连接参数进行强化训练,从而对黄精饮片的图像进行更准确的分类。

在训练过程中,可以使用数据增强技术来扩充训练集的规模和多样性。数据增强包括图像的平移、旋转、缩放、翻转等操作,可以提高模型的鲁棒性和泛化能力。

3.1.5. 模型建立

在机器学习模型完成训练后，需要进行模型的建立和部署，以便对新的黄精饮片图像进行识别。

首先，需要评估和验证训练好的模型的性能。可以使用测试集中的样本来评估模型的准确率、召回率、精确率等指标，以及绘制混淆矩阵等可视化结果。这有助于评估模型的性能和泛化能力。

然后，可以将训练好的模型部署到实际应用中。这可以通过将模型嵌入到应用程序或服务中来实现。在实际应用中，可以将新的黄精饮片图像输入到模型中，通过前向传播得到预测结果，并根据预测结果进行分类、排序或其他应用。

模型的建立和部署是一个迭代的过程，需要不断地进行模型的优化和改进。可以通过调整网络结构、数据集的扩充、超参数的调整等方式来提升模型的性能和稳定性。此外，还可以考虑使用迁移学习和模型融合等技术来进一步提升识别系统的性能[9]。

总之，通过图像的特征提取和机器学习算法的应用，可以构建一个可靠的黄精饮片图像识别系统，为中药行业的质量控制和鉴别提供有效的工具和方法。

3.1.6. 分类识别

黄精饮片图像的识别和分类涉及到采集、处理等步骤。

在实现黄精饮片图像分类识别过程中，提取有效特征并结合机器学习与分类器进行训练是非常重要的环节。CNN 被广泛运用于计算机视觉任务，在该领域展示了良好效果。通过融合多层卷积层与池化层，CNN 能够自动地从原始输入数据中学习表示，并通过最后面向全连接层输出结果而发挥其预测功效。

(1) 结构特征提取：在图像分析领域，结构特征指的是对图像微观层面各种属性进行表达的能力。该技术不仅有助于凸显影响因素，并且提升整体视觉质量。

(2) 颜色特征提取：通过颜色直方图方法对中药饮片进行分析。采用颜色直方图技术来捕获图片中每个部位呈现出具体调子，借助这些数据我们能够有效总结和反映该幅画面内部相关性及其差异性。这样做有助于理解和评估图像中各个区域之间在视觉上的关联与差异。

(3) 形状特征提取：需要将药材样品图像转换为灰度图像。然后，描述目标物体的边缘点并利用 HU 不变矩来捕获几何形状特征。随后，对 Hu 矩进行取对数操作，并记录测量结果。

3.2. 人工智能深度学习在中药材及饮片外观性状识别领域的研究现状

运用卷积神经网络(CNN)进行深度学习，从中药饮片中提取特征参数并展开分析，有助于为相似品种、易混淆品种以及不同产地的中药饮片开发可视化分析方法。利用这项技术可以更精准地区别各式中药饮片，并对其进行分类识别。通过此技术手段，能够有效推动相关领域的科研与应用发展。

肖小河及其团队利用计算机视觉技术，对来自 22 种不同品种和产地的黄连样本进行了图像定量分析。这些发现揭示了黄连在形态上的特征与多样性之间复杂但重要的关系。张亮及其团队运用卷积神经网络(CNN)对中药复方制剂戊己丸进行评估，并取得了令人满意的研究成果：识别功能达到 100% 的有效率，并具备出色准确性、以及反应速度迅捷等优势。这些结果显示了深度学习技术在中药品质评价上的突出表现，并为进一步探索该领域提供重要参考依据[10]。

研究充足证明了在中药鉴定领域，人工智能图像辨识技术的应用备受众多学者重视与关注。相关领域的研究展现出极大的潜力和实际意义。

3.3. 人工智能深度学习法在中药饮片显微鉴定中的机制

3.3.1. CNN 提取中药切片显微特征

基于显微形态的药材鉴别方法简单、实用且直观。随着显微结构学的进步，对药材鉴定信息愈发详

尽和精细。如图 2 所示。

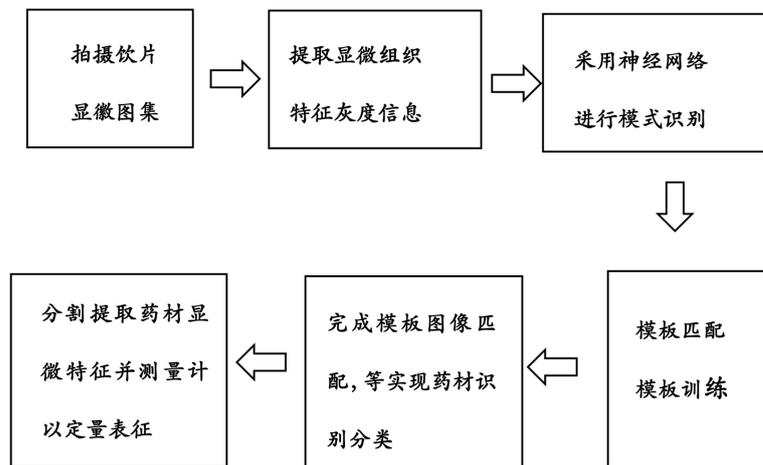


Figure 2. Microscopic feature extraction process for slicing
图 2. 切片显微特征提取流程

通过利用灰度信息作为特征量，可以极大地简化目标识别的流程。这种方法既高效又快速[4]，基于样品横切片显微图像构建灰度匹配模板，有效克服药材尺寸和形状变异等因素导致的配准偏差。

3.3.2. CNN 提取中药粉末显微特征

通过构建中药粉末显微图像数据库并综合其信息，对中药饮片进行认定分类，特别注重于研究其微观结构和细胞形态特征。在这一过程中，在显微级的识别领域，定量技术变得更加准确。显微观测与定量分析方法采用了质谱或容秩分析手段来评估植物材料成分含量，这种方式是一种历史悠久且高效的途径。已进行许多研究探讨将中药材粉末定量显微特征数据与活性成分之间的联系。这些研究依托各种数量上的显微特征数据来进行统计，通过此方式评估相应化学成分含量，并对原料质量水平做出评价。在实践过程中越发意识到中药材内部复杂结构体系是形态和功能相关性表达最直接载体。粉末显微特征鉴定在中药饮片的识别和质量评估领域变得日益重要，已成为必不可少之举。运用卷积神经网络(CNN)，能够有效提取显微特征图像上的关键点，并通过利用深度学习技术来构建相应的显微特征辨识系统。如图 3 所示。

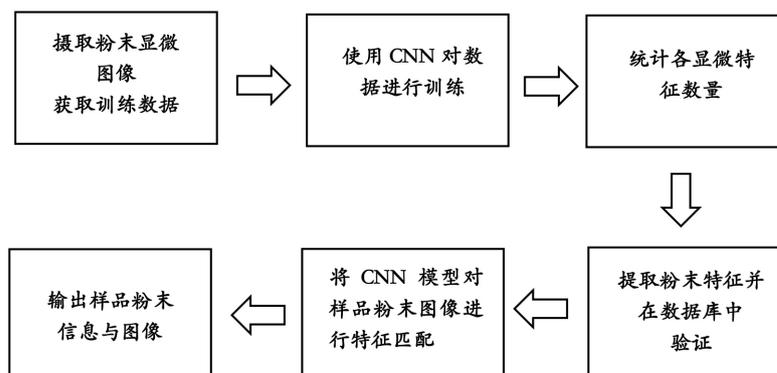


Figure 3. Powder microscopic feature extraction process
图 3. 粉末显微特征提取流程

在处理中药粉末样品时,常见的做法包括首先获取显微图像,并运用卷积神经网络(CNN)对数据进行训练。通过这种方式,可以建立一个能够匹配标准中药粉末的 CNN 模型。这个过程有助于实现自动化、高效率地识别和分类中药材。根据中药成分的检测结果,系统会对样品所含物质进行分类鉴别,并给出评估结果。这一流程能够高效而直观地识别每个独特试验对象的特定成分和性质区别,实现精准辨识工作并提升操作效率。通过该方法,有效确立了非常清晰且高效的视觉化标准来判定各个被测物件在何种程度上具备不同元素及其间相互差异的属性。通过这些数据加工步骤,能够全面地洞察和审视所涉样品之有关组份与质地方面重要信息内容。此种方式为研究提供了深入认知并对于各项参数作出全面评价。

通过采用人工智能技术,卷积神经网络(CNN)模型已经被训练和应用。该模型具备识别中药粉末在显微层面呈现的各种特征,并根据这些特征来鉴定样本中药粉末所含有效成分及其相对比例的能力,从而评估其品质真伪。与传统的人工鉴定技术相比,这种方法有着减少主观误差、提高效率等优势;同时也解决了难以确定中药粉末成分和真实性的问题。该项技术展示出了可行性,并且具备广泛研究前景。

3.4. 人工智能深度学习法在中药饮片显微鉴定中的研究现状

3.4.1. 中药切片显微特征鉴定研究现状

在中草药显微图像分析方面,研究人员已经采用了不同的分形参数来识别各种中草药,并且这一方法在细分类任务上取得了出色的成果。通过运用多种分形参数,能够更好地描述和量化中草药显微结构的复杂性和规律性。这些参数能够捕捉到物体边界、纹理和曲线等重要信息,从而有效区分不同植物的组织结构特点。

3.4.2. 中药粉末显微鉴定研究现状

利用中草药显微图像的组织形态学统计参数可以进行详尽分析和鉴别工作。这些参数包括体密度等数据。此外,在粉末显微图像中基于不同颗粒级别实施种类识别任务可用于矿物粒度特征分析。在研究过程中,发现各个样品中均存在吴茱萸粉末的非腺毛,并共同具备一些特征。除此之外,我们还分别测定了这些样品内含有有效化学成分(详细信息稍后补充),并观察到它们与吴茱萸微结构特征之间呈现相关性。通过实验结果可以推断,在不同实例下,尽管表面形态有所区别,但其基本组成和化学特性保持着相似性。

研究表明,学术界和科研人员对该领域的普遍关注,同时也验证了中药显微特征识别在实际应用上的重要性。分析显微图像中的细胞特征、色彩属性以及结构信息可以有效区分不同类别的中草药,在产品质量鉴定和制备过程中具有积极意义。未来的研究将引入许多创新性方法和技术,为该领域带来丰富而详尽的成果。预计在这一领域中会有进一步突破,并能够应用于实际生产与科学研究中。

4. 人工智能深度学习在中药鉴别中的优势、不足与展望

4.1. 优势与不足

深度学习在图像处理领域展现出卓越的性能。其具备分层特征提取的能力,可以从中获取有关图像形状等信息。通过深度学习技术,在处理图像时呈现突出表现。该技术的运用明显促进了中药快速检测速度和准确性,在药材市场等方面得到广泛应用且发挥着实效。

在中药饮片图像识别的过程中,卷积神经网络(CNN)主要注重提取饮片关键特征,如形状等,并利用机器学习算法进行有效分类。在保证模型精准性方面,背景应维持单一清晰并且着眼于单个饮片图像是必不可少的步骤,从而确保 CNN 的表现能够达到最佳水平。在拍摄时需要拍摄设备、外部光源以及拍摄环境进行控制。如果能够未来探索并采用多种手段协同工作的方式,有助于提高整体识别效果,进

而取得更优异的成果。这就强调了对于影像识别技术发展上可能存在着新颖且有效方法应该被积极地加以研究和应用的观点。

4.2. 展望

通过结合卷积神经网络(CNN)和近红外光谱图谱,可以迅速、精准地评估中药材的成分含量、鉴别产地以及评定品质。该新型综合应用能够快速而可靠地进行相关分析,并在保证结果精确性的同时提高工作效率,在现代化科学技术条件下为传统医学领域带来了新思路与进展方向。

经过卷积神经网络(CNN)对蟾酥样品的色谱峰数据进行特征提取后,成功实现了百分之百准确率的特征识别。在该过程中,网络完全消除了误判,彰显出其处理此类数据时极佳的准确性和可信赖性表现。

通过运用近红外光谱图像进行特征提取,以建立数据库,并配合卷积神经网络(CNN)来实现机器学习的方法。这种技术不仅可以评估中药材的品质,还能有效减少产地掺假情况,确保一致性品质、增强生产流程管控和产品均匀度,并最终提高中药的品质与功效可信度。该策略具备重要意义,有助于推动中药行业发展并满足更广泛需求。

人工智能的深度学习技术在中药材和饮片鉴定方面展现出了新的动力,为中药的识别与质量评价提供了创新的方法。人工智能在中药鉴定领域的不懈探索,对推动整个行业的发展以及传统医学现代化进程具有重要意义。

基金项目

2023 级校级一般科研项目:基于深度学习的中药材饮片的鉴别系统研究(项目编号:BYK2315)。

参考文献

- [1] 彭彪. AI 技术在中药饮片(以羌活、当归为例)识别与分级中的应用探究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 齐鲁工业大学, 2024.
- [2] 王超超, 张先超, 谷正昌, 等. 中药材及饮片检测中人工智能应用探讨[J]. 中国工程科学, 2024, 26(2): 245-254.
- [3] 陈科宏. 基于深度学习和 Micro-CT 扫描的中药饮片质量鉴定模型的研究与应用[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京中医药大学, 2024.
- [4] 周丽媛, 高红梅, 赵启军, 等. 基于多特征融合结合深度学习模型的药材切片鉴别[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2024, 26(1): 211-217.
- [5] 谭超群. 面向中药材质量快速检验的视觉分析方法研究[D]: [博士学位论文]. 成都: 四川大学, 2023.
- [6] 王艳. 基于深度学习的中药饮片智能检测方法研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京中医药大学, 2023.
- [7] 张耀洲. 基于细粒度图像分类的中药饮片性状鉴别研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津科技大学, 2023.
- [8] 周丽媛. 基于深度学习的草本藏药材识别方法研究[D]: [硕士学位论文]. 拉萨: 西藏大学, 2023.
- [9] 何明宰. 基于机器视觉的西洋参规格等级评价系统[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南民族大学, 2023.
- [10] 周勤梅, 朱欢, 耿昭, 等. 中药材及饮片质量控制和评价的关键技术评析[J]. 环球中医药, 2023, 16(3): 379-386.