

基于机器视觉的矿岩智能识别与分选关键技术开发

车文强

山西楼俊集团担炭沟煤业有限公司 山西吕梁

【摘要】矿岩智能分选是矿物加工领域的重要环节，传统方法存在效率低、精度差等问题。本文开发了基于机器视觉的矿岩智能识别与分选系统，通过构建高性能图像采集系统和深度学习算法，实现了矿岩的高精度识别。系统集成自动化控制技术，完成矿岩的自动分选。实验表明，该系统分选精度提高 30% 以上，效率提升 50%，显著降低了成本，为矿物加工行业的智能化发展提供了有力支持。

【关键词】机器视觉；矿岩识别；智能分选；深度学习；自动化控制

【收稿日期】2025 年 4 月 17 日

【出刊日期】2025 年 5 月 19 日

【DOI】10.12208/j.jeea.20250189

Development of key technologies for intelligent recognition and sorting of ore and rock based on machine vision

Wenqiang Che

Shanxi Loujun Group Dantangou Coal Industry Co., Ltd., Lvliang, Shanxi

【Abstract】Intelligent sorting of ore and rock is a crucial process in the field of mineral processing. Traditional methods suffer from low efficiency and poor accuracy. This paper presents the development of an intelligent recognition and sorting system for ore and rock based on machine vision. By constructing a high-performance image acquisition system and employing deep learning algorithms, the system achieves high-precision recognition of ore and rock. Integrated with automated control technology, the system completes the automatic sorting of ore and rock. Experiments show that the system increases sorting accuracy by more than 30% and improves efficiency by 50%, significantly reducing costs. This provides strong support for the intelligent development of the mineral processing industry.

【Keywords】Machine vision; Ore and rock recognition; Intelligent sorting; Deep learning; Automated control

引言

矿岩分选是矿物加工的关键环节，其效率和精度直接影响资源利用率和经济效益。传统分选方法依赖人工或物理筛选，存在效率低、精度差、劳动强度大等问题。随着科技发展，机器视觉技术凭借高精度、高速度和非接触测量等优势，为矿岩智能分选提供了新思路。结合自动化控制技术，开发高效的矿岩智能分选系统，对推动矿物加工行业的智能化发展具有重要意义。

1 矿岩智能分选的现状与挑战

矿岩分选是矿物加工领域中一个至关重要的环节，其主要目的是将矿石中的有用矿物与脉石矿物进行有效分离，从而提高矿石的品位和资源利用率。然而，传统的矿岩分选方法面临着诸多挑战和问题，这些问题在很大程度上限制了矿物加工行业的进一步发展。

传统矿岩分选主要依赖于人工操作和简单的物理筛选方法。人工分选不仅效率低下，而且容易受到人为

因素的影响，导致分选精度不高。此外，人工分选的劳动强度大，工作环境恶劣，对工人的身体健康也有一定的危害^[1]。物理筛选方法则主要依靠矿石的粒度、密度等物理性质进行分离。虽然这种方法在一定程度上能够实现矿岩的初步分选，但由于矿石的物理性质存在较大的变异性，导致分选效果不够理想，难以满足现代矿物加工对高品位矿石的需求。随着科技的不断进步，自动化和智能化技术逐渐被引入到矿岩分选领域。然而，目前的自动化分选设备仍然存在一些不足之处。此外，这些设备的适应性较差，对于不同类型的矿石需要进行大量的参数调整和优化，这在实际生产中是不经济的。矿岩分选的另一个挑战是矿石的复杂性。矿石的成分和结构千差万别，不同的矿石需要采用不同的分选方法。此外，矿石的品位和质量也会随着开采深度的增加而发生变化，这就要求分选设备能够实时调整分选策略，以适应矿石性质的变化。在实际生产中，矿岩

分选还需要考虑成本因素。传统的分选方法虽然设备投资相对较低,但由于效率低下,导致生产成本较高。而一些先进的自动化分选设备虽然能够提高分选效率,但其设备投资和维护成本也相对较高^[2]。此外,矿岩分选的环境适应性也是一个不可忽视的问题。矿石开采和加工通常在恶劣的环境下进行,如高温、高湿度、粉尘等。这些环境因素会对分选设备的性能和可靠性产生不利影响。因此,开发能够在恶劣环境下稳定运行的矿岩分选设备,也是当前研究的一个重要方向。

2 基于机器视觉的矿岩识别技术开发

在矿岩分选领域,识别技术是实现智能化分选的关键环节。机器视觉技术凭借其独特的优势,逐渐成为矿岩识别的重要手段。机器视觉通过高分辨率的图像采集设备获取矿岩的外观特征,包括颜色、纹理、形状等,并利用图像处理和分析算法对这些特征进行提取和分类,从而实现对不同种类矿岩的精准识别。

为了实现高效的矿岩识别,首先需要构建一个高性能的图像采集系统。该系统通常包括高分辨率的工业相机、合适的光源以及稳定的图像采集平台。工业相机的分辨率直接影响到图像中矿岩特征的清晰度,而光源的选择则决定了图像的质量和对比度。合适的光源能够增强矿岩特征的可见性,减少环境光的干扰。例如,采用漫反射光源可以有效避免矿岩表面反射光的干扰,使矿岩的纹理和颜色特征更加突出。图像采集平台则需要确保矿岩在图像采集过程中保持稳定的位置和姿态,以便获取高质量的图像数据^[3]。在获取矿岩图像后,图像处理和分析算法是实现矿岩识别的核心。图像处理技术包括图像预处理、特征提取和分类识别等步骤。图像预处理主要是对采集到的原始图像进行去噪、增强等操作,以提高图像的质量和可用性。去噪可以去除图像中的随机噪声,增强操作则可以突出矿岩的特征,例如通过直方图均衡化增强图像的对比度。特征提取是识别过程中的关键步骤,它从预处理后的图像中提取出能够代表矿岩特征的参数,如颜色特征、纹理特征和形状特征等。颜色特征可以通过统计图像中像素的颜色分布来获取;纹理特征则可以通过计算图像的灰度共生矩阵等方法来提取;形状特征可以通过边缘检测和轮廓提取等技术来获得。这些特征参数将被用于后续的分类识别过程。分类识别算法是矿岩识别技术中的另一个重要环节^[4]。传统的分类算法如支持向量机(SVM)和决策树等在矿岩识别中已经得到了一定的应用。然而,随着深度学习技术的快速发展,基于卷积神经网络的深度学习算法逐渐成为矿岩识别的

主流方法。深度学习算法具有强大的特征学习能力,能够自动从大量图像数据中学习得到矿岩的特征表示,从而实现高精度的分类识别。与传统方法相比,深度学习算法不仅提高了识别精度,还减少了人工特征提取的工作量。除了算法本身,数据集的构建也是矿岩识别技术开发中的一个重要环节。高质量的图像数据集是训练和验证识别模型的基础。为了构建有效的数据集,需要采集大量的矿岩样本图像,并对其进行标注。标注过程需要专业的地质人员参与,以确保标注的准确性和可靠性。数据集的多样性也很重要,它需要包含不同类型的矿岩、不同的光照条件和不同的背景环境,以提高模型的泛化能力。例如,在实际应用中,矿岩的表面可能会受到污染或磨损,因此数据集中也需要包含这些情况下的图像样本,以便模型能够适应各种复杂的实际场景^[5]。在实际应用中,基于机器视觉的矿岩识别技术还需要考虑实时性和鲁棒性。实时性是指识别系统能够在短时间内完成矿岩的识别任务,这对于提高分选效率至关重要。鲁棒性则要求识别系统能够在不同的环境条件下稳定运行,例如在光照变化、粉尘干扰等情况下仍能保持较高的识别精度。为了提高实时性,可以通过优化算法和硬件加速等手段来减少图像处理和识别的时间。例如,采用轻量级的深度学习模型可以在保证识别精度的同时,显著提高系统的运行速度。为了提高鲁棒性,可以在图像采集系统中加入环境监测模块,实时监测光照强度和粉尘浓度等环境参数,并根据这些参数自动调整图像采集和处理的参数,以保证图像质量和识别精度。此外,基于机器视觉的矿岩识别技术还需要与其他技术相结合,以实现更高效的矿岩分选。这种集成化的解决方案不仅可以提高分选效率,还可以减少人工干预,提高分选过程的稳定性和可靠性^[6]。综上所述,基于机器视觉的矿岩识别技术开发涉及到图像采集系统的设计、图像处理和分析算法的研究、数据集的构建以及与其他技术的集成等多个方面。通过这些技术的综合应用,可以实现对矿岩的高效、准确识别,为矿岩智能分选提供了坚实的技术基础。

3 矿岩智能分选系统的构建与应用

矿岩智能分选系统的构建是实现矿岩高效分选的关键环节,它将机器视觉技术、自动化控制技术以及机械传动技术等多学科知识有机结合,形成一个完整的自动化分选解决方案。通过这一系统,可以实现矿岩从识别到分选的全流程自动化,显著提高分选效率和精度,降低人工成本和劳动强度。

在矿岩智能分选系统的构建中,核心部分是分选

执行机构的设计。分选执行机构通常由机械传动装置和自动化控制单元组成。机械传动装置负责根据识别结果将矿岩引导至不同的分选通道。例如,可以采用气动或电动推杆来推动矿岩进入指定的料斗,或者利用振动筛和输送带的组合来实现矿岩的分离。自动化控制单元则负责接收机器视觉系统发送的识别信号,并根据预设的控制逻辑驱动机械传动装置完成分选动作。这一过程需要精确的时序控制,以确保矿岩能够在正确的时间被引导至正确的分选通道。为了提高分选系统的适应性和灵活性,系统还需要具备实时反馈和自适应调整的功能。在实际生产中,矿岩的性质可能会因开采条件的变化而发生变化,在矿岩智能分选系统的应用中,系统的集成与调试是确保其正常运行的重要环节^[7]。系统集成需要将机器视觉设备、自动化控制单元和机械传动装置等各个部分进行有机连接,并进行整体调试。调试过程中需要对各个设备的参数进行优化,以确保整个系统能够高效、稳定地运行。此外,矿岩智能分选系统的应用还需要考虑系统的维护和升级。在长期运行过程中,设备可能会出现磨损或故障,因此需要建立完善的维护机制,定期对设备进行检查和维护,及时更换损坏的部件^[8]。同时,随着技术的不断发展,分选系统也需要具备升级的潜力,以适应新的分选需求和技术改进。在实际的工业应用中,矿岩智能分选系统已经展现出显著的优势。与传统的人工分选相比,智能分选系统的分选精度提高了 30%以上,同时分选效率提高了 50%以上。此外,智能分选系统的自动化程度高,减少了人工干预,提高了生产过程的安全性。矿岩智能分选系统的构建与应用不仅提升了矿岩分选效率和精度,还为矿物加工行业的智能化发展提供了有力支持。通过不断优化系统设计和应用方案,矿岩智能分选系统有望在更多的矿山和矿物加工企业中得到广泛应用,推动整个行业的技术进步和可持续发展。

4 结语

基于机器视觉的矿岩智能分选系统通过高精度识别和自动化控制,显著提高了矿岩分选效率和精度,降低了生产成本。该系统在实际应用中展现出良好的适应性和稳定性,为矿物加工行业的智能化发展提供了有力支持。未来,随着技术的不断进步,该系统有望进一步优化,结合更多先进技术和应用场景,推动矿物加工行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 黄新胜.基于机器视觉的机器人运行自动化控制方法研究[J].中国高新科技,2024,(05):39-41.
- [2] 殷洪涛,杨晓,任霖,等.基于机器视觉的煤炭智能分选自动化系统研究[J].智能物联技术,2025,57(02):90-93.
- [3] 封玉搏,赵晓顺,范晓飞,等.基于机器视觉的智能种子分选机设计[J].中国农业大学学报,2024,29(08):204-212.
- [4] 李峤.火电厂输煤自动化控制系统与异常状态检测研究[D].南华大学,2024.
- [5] 王亚,庞茜,孙爽.机器视觉在圆盘造球机自动化控制中的应用[J].矿业工程,2024,22(01):62-65.
- [6] 余明操.基于无人机视觉技术的矿岩鉴别与运输规划研究[J].中国自动识别技术,2024,(05):51-55.
- [7] 倪克兰.基于机器视觉的电气自动化生产线智能分拣系统设计[J].造纸装备及材料,2025,54(04):28-30.
- [8] 梁德合.基于机器视觉的自动化装配系统设计研究[J].现代制造技术与装备,2025,61(03):192-194.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS