

煤与矸石灰度直方图的差异研究

苏宝金, 陈波, 贺靖峰, 梁浩楠, 何亚群, 贺琼琼, 李康

(中国矿业大学 化工学院 江苏 徐州 221008)

摘要: 基于煤与矸石表面灰度和纹理等特性差异, 通过对煤与矸石的图像进行滤波和灰度转换等处理, 获得煤与矸石的灰度直方图。直方图反映出的图像灰度值及出现此灰度值的频数的关系表明: 煤图像的灰度值较小, 灰度直方图的图形区域相对较窄, 而矸石图像的灰度值较高, 灰度直方图的图形区域较宽。根据这一差异可以实现煤和矸石的自动识别, 克服现有分选技术中人工选矸劳动强度大, 环境恶劣的缺点, 极大地减少进入后续煤炭分选的矸石量, 为发明一种全新的煤与矸石的分选技术奠定理论基础。

关键词: 煤炭; 矸石; 灰度直方图; MATLAB

中图分类号: TD913

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2011)06-0096-03

煤炭开采中会产生大量矸石, 因此煤炭的洗选对煤炭的加工利用尤为重要。中国目前的煤炭分选主要以重介选和跳汰选为主, 另外还有混合式干法分选等。选煤过程中会产生介质消耗, 增加了选煤成本, 且均为水洗, 会造成环境的污染和水体的破坏。水洗主要以密度、表面物理化学性质的不同作为煤炭和矸石分选的基础。然而中国的煤炭主要分布在山西、陕西、内蒙古、新疆等缺水地区。因此, 研究煤炭和矸石除密度、表面物理化学性质以外的其他性质的差异显得尤为重要。

地壳运动将动植物遗体长期压在地壳深处, 在一定的温度和压力作用下形成了煤。煤矸石是在成煤过程中, 由于沉积速度不均衡和沉积基底不平, 与煤层伴生的一种含碳量较低、较坚硬的偏黑色岩石。它是由碳质页岩、砂岩、页岩、粘土等岩石组成的混合物^[1]。因此, 煤与矸石的最主要区别在于二者灰度和纹理的不同, 这为利用煤与矸石图像处理识别技术进行煤与矸石分选提供了理论基础。

近年来, 很多专家学者在矸石的自动识别和分选技术方面进行了深入研究。刘富强等^[2]研究了

块煤与块矸石的原始图像及它们各自的直方图分布、均值、方差等, 得出煤块与矸石的灰度均值相差很小, 而方差相差较大, 可以实现煤和矸石的在线识别; 孔力等^[3]根据煤和矸石在中低 2 种不同能量 γ 射线透射作用时吸收率的差异, 可以实现煤和矸石的自动识别, 然后采用某一种算法, 实现在一定厚度范围内的分选; 刘冠权等^[4]提出用 Bayes 判别函数分选煤块和煤矸石的算法, 并运用神经网络 BP 算法进行训练识别; 梁浩楠等^[5]利用煤和矸石图像的灰度共生矩阵和神经网络算法进行自动识别, 提取煤与矸石图像在灰度共生矩阵和灰度直方图的 17 个特征参数; 何亚群等^[6]在梁浩楠等的基础上, 利用主成分分析法降维得到 5 个主成分, 然后利用遗传-神经网络进行识别分选, 得到了很好的分选结果。本文借助 MATLAB 软件, 利用灰度直方图函数提取出灰度值, 对煤炭和矸石灰度图的灰度值进行比较, 最终得出煤炭和矸石的显著性区别。

2 煤和矸石图像处理与识别

2.1 图像预处理

在原煤中随机拣出 20 块煤与 20 块矸石, 该原

收稿日期: 2011-09-01 责任编辑: 宫在芹

基金项目: 国家自然科学基金项目(51074156); 国家大学生创新性实验计划项目(091029023); 江苏省“大学生实践创新训练计划”项目

作者简介: 苏宝金(1987—), 男, 内蒙古赤峰人, 中国矿业大学在读研究生, 研究方向为矿业工程。

焦煤种为无烟煤,煤质硬度一般,夹矸量较少,粒度范围为 25 ~ 50 mm 左右。对试样采用高压风喷吹,将煤与矸石表面的细粒粉尘吹落。用 CCD 摄像机分别对试样进行拍摄,在拍摄过程中尽量减少煤炭表面的反光。获得的图片为 RGB 图像,所需要的存储空间较大,处理过程中的数据量庞大。所以在保证处理后的图像具有代表性的前提下,对每张图片进行编辑,将每张图片的尺寸缩小至像素为 1050 × 700。

2.2 图像的滤波

图像滤波是一种十分常见的图像处理过程。通过图像过滤,可以将图像效果增强、图像去噪等,使获得的图像性质更接近于样本的表面特性,降低了拍摄过程中的干扰作用。图像滤波是邻域处理方法,输出图像的像素值是输入图像对应像素及其邻域像素的组合。

在 Matlab 图像处理工具箱中,采用函数 `imfilter` 对图像做线性滤波。用法为:

$$B = \text{imfilter}(A, H, \text{option1}, \text{option2}, \dots) \quad [7]$$

式中,参数 A 、 B 分别为输入、输出图像,参数 H 表示对应的相关窗口或卷积窗;参数 `option1` 表示滤波器对边界的处理方式,在默认情况下, `option1 = 0`,边界由 0 填充。利用函数 `fspecial` 得到预定义的滤波器 H 。

采用 `motion` 的滤波方法,将所有的煤和矸石的图像进行滤波。图 1 和图 2 分别是滤波前后煤和矸石图像。

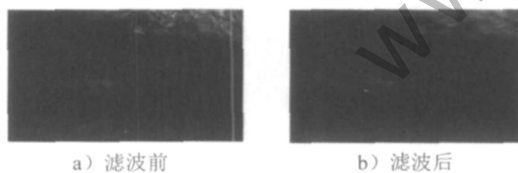


图 1 煤炭滤波前后图像

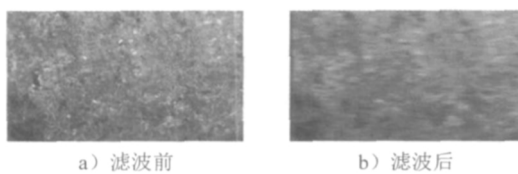


图 2 矸石滤波前后图像

2.3 提取灰度直方图

在 Matlab 软件中,利用灰度转化函数 `rgb2gray` 分别将 40 张滤波后的煤和矸石的 RGB 图像转换为灰度图像。然后利用函数 `Imhist` 获得样本灰度图像

的灰度直方图。灰度直方图反映了图像的灰度范围、灰度等级的大致分布情况。直方图的形状特征也能反映图像的区域特点。灰度直方图偏“瘦高”,表示灰度分布较集中,图像的对比度较差;如果图像的直方图偏“胖矮”,灰度等级分布较均匀,图像的对比度鲜明。

2.4 试验结果及分析

图 3 为煤的灰度直方图,由图 3 可以看出,灰度值较低,表现出“瘦高”型,大部分都集中在黑色区域,并且出现频数最大值所对应的灰度值约为 20。

图 4 为煤矸石的灰度直方图,由图 4 可以看出,灰度直方图的灰度值较高,表现出“胖矮”型,出现频数最大值所对应的灰度值约为 140。

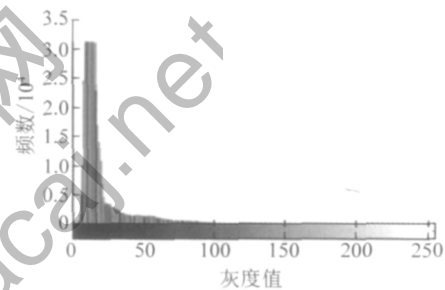


图 3 煤炭灰度直方图

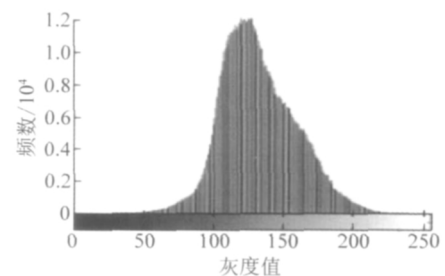


图 4 矸石灰度直方图

对试样图像的所有灰度直方图进行观察和分析,均表现出上述特性。最后对每张图片直方图中出现频数最大值所对应的灰度值进行统计。表 1 为煤和矸石灰度直方图中最大频数所对应的灰度值。由表 1 可知,煤炭的灰度直方图中频数最大时,对应的灰度值约为 40.5,然而矸石的灰度直方图中出现频数最大时,对应的灰度值约为 148.5。

3 结 论

通过对煤和矸石图像进行的一系列处理,最后借助统计分析的方法得出:煤和矸石灰度图的不同可以通过煤和矸石灰度直方图中出现频数最大值时

表 1 煤和矸石灰度直方图中最大频数所对应的灰度值

图片名称	频数最大时的灰度值	图片名称	频数最大时的灰度值
煤 1	40	矸石 1	125
煤 2	30	矸石 2	150
煤 3	20	矸石 3	175
煤 4	50	矸石 4	125
煤 5	45	矸石 5	150
煤 6	10	矸石 6	140
煤 7	15	矸石 7	155
煤 8	30	矸石 8	170
煤 9	25	矸石 9	160
煤 10	70	矸石 10	180
煤 11	35	矸石 11	165
煤 12	45	矸石 12	145
煤 13	30	矸石 13	150
煤 14	85	矸石 14	130
煤 15	10	矸石 15	160
煤 16	25	矸石 16	115
煤 17	50	矸石 17	155
煤 18	40	矸石 18	150
煤 19	80	矸石 19	145
煤 20	75	矸石 20	125
平均值	40.5	平均值	148.5

所对应的灰度值体现出来,煤图像所对应的灰度值在 50 左右,然而矸石图像对应的灰度值在 150 左右,后者是前者的 3 倍。二者相差极大,所以利用煤和矸石图像这一显著性差异可以作为区分煤与矸

石的条件。在识别过程中,可以选取灰度值这一特征参数作为区分煤和矸石的判别依据,阈值定为 100,小于 100 的作为煤,大于 100 的作为矸石。

参考文献:

[1] 衡丹丹,王凤文,苗立刚.基于煤炭运量控制系统的煤与矸石图像的识别[J].露天开采技术,2008(5):47-49.

[2] 刘富强,钱建生,王新红,等.基于图像处理与识别技术的煤矿矸石自动分选[J].煤炭学报,2000,25(5):534-537.

[3] 孔力,李红,徐琦,等.基于双能 γ 射线的煤、矸石区域分割识别方法[J].华中理工大学学报,1998,26(1):60-62.

[4] 刘冠权,李从东.基于 Bayes 特征判别的选煤建模与识别[J].煤炭转化,2006,29(4):64-67.

[5] Liang haonan ,Su baojin ,He Yaqun ,et al. Identification of Coal and waste rock based on GLCM and Neural network [A]. The 2nd International Conference on Signal Processing Systems [C]. Dalian (China) 2010.

[6] He Yaqun ,He Jingfeng ,Zhou Nianxin ,et al. Research on identification of coal and waste rock based on PCA and GA-ANN [A]. 2010 3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology [C]. Chengdu(China) 2010: 579 - 584.

[7] 陈杰. MATLAB 宝典(第 2 版) [M]. 北京: 电子工业出版社 2010: 883 - 884.

Research on the automatic identification technology of the coal and gangue based on density histogram

SU Bao-jin ,CHEN Bo ,HE Jing-feng ,LIANG Hao-nan ,HE Ya-qun ,HE qiong-qiong ,LI Kang

(School of Chemical Engineering and Technology ,China University of Mining and Technology ,Xuzhou 221116 ,China)

Abstract: Based on the different surface characteristics of the coal and gangue on the gray scale and texture ,their density histograms are obtained by the images filtration and grayscale conversion processing. According to the relationship between the gray values of the images and the emergence frequency ,which are reflected through the density histograms ,it indicates that gray value of coal image is small ,and the density histogram of the graphics area is relatively narrow. However ,the gray value of the gangue image is high ,and the density histogram of the graphics area is relatively wide. Therefore ,the automatic identification of the coal and gangue can be achieved based on the differences. The disadvantages of high labor intensity and severe environment can be overcome in coal separation. Therefore ,the amount of gangue can be reduced effectively before the following separation. It also provides the theoretical basis for coal and gangue classification.

Key words: coal; gangue; density histogram; MATLAB