

# 自进式高压水射流破岩的数值模拟分析

董惠娟, 白良浩, 吕岩, 张春晖

(哈尔滨工业大学 机电工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

**摘要:** 针对应用于开发低渗透性、裂缝性、薄储层等油气藏的高压水射流技术, 基于本文推导的水射流破岩的临界速度, 设计了一种用于油田井下破岩的自进式高压水射流喷头, 并应用湍流模型对喷头内部的水射流流场进行数值模拟分析, 应用动力学模型对水射流破岩过程进行数值模拟分析。结果表明, 入口压力 30 MPa 时, 喷头产生的水射流达到了破岩所需速度, 能够实现破岩, 并且破岩产生的破碎坑的内切圆直径大于喷头的最大外径, 可实现自进式破岩, 而且破岩过程中水射流任意节点的速度呈“脉动下降”趋势。这也表明所设计的喷头用于破岩是可行的, 这种设计方法、建模方法、数值模拟方法在分析高压水射流破岩方面是可行的。

**关键词:** 水射流破岩; 临界速度; 自进式破岩; 高压水射流喷头; 水射流流场

# 花岗岩细观组分的图像识别与数字特征

徐金明<sup>1</sup>, 张岩<sup>1</sup>, 鲁辰达<sup>2</sup>

(1. 上海大学 土木工程系, 上海 200072; 2. 同济大学 建筑工程系, 上海 200092)

**摘要:** 花岗岩通常由裂隙、黑云母、长石、石英等不同细观组分组成, 这些细观组分的图像自动识别与描述对岩石性质研究具有重要意义。本文介绍使用边缘检测和数学形态学处理技术进行花岗岩细观组分图像识别与数字特征的分析方法。在现场采集花岗岩原始图像并转换成灰度图像与二值图像基础上, 使用点选与统计学方法描述了花岗岩中不同细观组分的灰度分布特征, 提出了这些组分灰度分界阈值的确定方法, 使用 Canny 边缘检测方法和数学形态学分析得到了裂隙区域的分布与几何参数, 使用灰度分界阈值和数学形态学方法得到了花岗岩中黑云母、长石、石英区域的分布与数字特征参数。这些处理过程均通过作者编制的应用程序在计算机中自动实现。结果表明, 本文提出的花岗岩细观组分的灰度分界阈值方法和图像识别方法可靠性较好、可以用于岩石细观组分的数字描述。由于岩石细观成分反映了岩石基本地质特征, 因此, 本文方法对岩石细观组分基本特征的研究具有较好的参考价值, 也为分析岩体地区地质现象的细观机制提供了一条新的研究途径。

**关键词:** 花岗岩; 细观组分; 识别; 图像特征

# 冻融条件下岩石损伤劣化及抗拉特性实验研究

张慧梅<sup>1</sup>, 杨更社<sup>2</sup>

(1. 西安科技大学 力学系, 陕西 西安 710054; 2. 西安科技大学 建筑与土木工程学院, 陕西 西安 710054)

**摘要:** 以红砂岩和页岩两种典型岩石为代表, 采取国际地层冻结协会推荐的“开放系统下按温度梯度”的实验方法, 进行两种岩石的冻融循环实验, 对不同含水状态和经历不同冻融次数后的岩样进行劈裂抗拉实验, 系统研究岩石的岩性、含水状态及冻融循环作用对岩石损伤劣化特性的影响, 分析了岩石的冻融损伤劣化机理。研究表明: 岩石的岩性及初始的细观结构确定其损伤扩展特性; 含水状态对红砂岩冻结强度的影响明显大于页岩; 红砂岩和页岩的三种冻融损伤劣化模式为剥落模式、断裂模式和裂纹模式; 冻融循环导致岩石物理力学性能的不可逆劣化, 红砂岩的冻融耐久性较差, 而页岩则相对较强。研究成果可为寒区工程建设及安全运营提供重要的参考。

**关键词:** 岩石; 含水状态; 冻融循环; 抗拉特性; 损伤劣化