



全国中文核心期刊

中国百强报刊

中国科协精品期刊

湖北十大名刊

中国最具国际影响力学术期刊

EI核心收录期刊



QK20340485

5

5

岩石力学与工程学报

CHINESE JOURNAL OF
ROCK MECHANICS AND ENGINEERING

第39卷 第7期 (总第368期)

Vol.39 No.7(Total No.368)



CSRME

7

2020

ISSN 1000-6915



07>

9 771000 691208

中国岩石力学与工程学会 主办

科学出版社 出版



岩石力学与工程学报

2020 年 7 月 1 日 第 39 卷 第 7 期(总第 368 期)

目 次

多次分段控制注浆斜向预应力钢锚管锚固机制研究	张玉芳, 袁 坤, 张彩亮, 雷 鸣, 欧阳昇 (1297)
基于分数阶热弹性理论的软岩力学特性描述	李海潮, 马 博, 张 升, 盛岱超 (1311)
巫山段消落带岸坡库岸再造模式及典型案例分折	刘新荣, 景 瑞, 缪露莉, 韩亚峰, 邓志云, 熊 超 (1321)
砂岩拉剪强度和破裂特征试验研究及数值模拟	岑夺丰, 刘 超, 黄 达 (1333)
煤矿巷道底板锚固孔钻渣尺寸特征实验研究	刘少伟, 付孟雄, 贾后省, 张伟光 (1343)
传导加热下花岗岩中热冲击因子试验测定与演变规律分析	 邵保平, 何水鑫, 成泽鹏, 李晓雪, 董赞盛, 杨欣欣, 辛国旭 (1356)
3D 打印技术在高铁隧道仰拱隆起病害模拟试验中的应用与研究	 李林毅, 阳军生, 王立川, 高 超, 蒋买勇, 王子建 (1369)
断层黏滑失稳过程微震与电荷信号时频特征研究	赵扬锋, 荆 刚, 樊 艺, 潘一山 (1385)
基于厚硬岩层运动状态的采场应力转移模型及其应用	张 明, 姜福兴, 陈广尧, 焦振华, 胡 浩, 陈宝宝 (1396)
断续节理岩体声学力学特性试验研究	赵修成, 赵晓彦, 郭佳奇 (1408)
滑坡涌浪流 - 固耦合分析方法与应用	徐文杰 (1420)
断层对地应力场方向的扰动规律及反演分析方法	陈世杰, 肖 明, 陈俊涛, 任俊卿 (1434)
黏弹性人工边界在 ABAQUS 中的实现及地震动输入方法的比较研究	马笙杰, 迟明杰, 陈红娟, 陈 苏 (1445)
土工基础	
基于玻璃珠 - 砂垫层的岩土隔震系统振动台试验研究	景立平, 尹志勇, 孙海峰, 董 瑞, 徐琨鹏, 程新俊 (1458)
周期分布群桩屏障对平面弹性波隔振效应的解析求解	巴振宁, 刘世朋, 吴孟桃, 梁建文 (1468)
基于灌注桩试验的多年冻土区桩 - 土传热过程分析	陈 坤, 俞祁浩, 郭 磊, 罗晓晓, 陈 继 (1483)
CO ₂ 碳化 - 矿渣/粉煤灰协同固化土效果与机制研究	王东星, 何福金 (1493)
真三轴剪切作用下粗粒料卸荷特性的研究	王永鑫, 邵生俊, 王 智, 刘爱国 (1503)
动 态	
下期内容预告	(1492)

责任编辑: 付少兰 排版: 刘玉英

期刊基本参数 CN 42-1397/O3*1982*m*A4*220*zh*P*¥60.00*3100*18*2020 - 07

Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering

Vol. 39, No. 7 (Total No. 368) July 1, 2020

CONTENTS

Study on anchoring mechanisms of inclined prestressed steel anchor pipes controlled by multi-stage grouting	
.....ZHANG Yufang, YUAN Kun, ZHANG Cailiang, LEI Ming, OU Yangsheng	(1297)
Mechanical behaviors of soft rocks based on the fractional thermal elastic-plastic theory	
.....LI Haichao, MA Bo, ZHANG Sheng, SHENG Daichao	(1311)
Reconstruction models and typical case analysis of the fluctuation belt of reservoir bank slopes in Wushan.....	
.....LIU Xinrong, JING Rui, MIAO Luli, HAN Yafeng, DENG Zhiyun, XIONG Chao	(1321)
Experimental and numerical study on tensile-shear strength and rupture characteristics of sandstone.....	
.....CEN Duofeng, LIU Chao, HUANG Da	(1333)
Experimental study on the size characteristics of rock fragments during borehole drilling in coal mine roadway floors	
.....LIU Shaowei, FU Mengxiong, JIA Housheng, ZHANG Weiguang	(1343)
Thermal shock factor measurement and its evolution in granite under conduction heating.....	
.....XI Baoping, HE Shuixin, CHENG Zepeng, LI Xiaoxue, DONG Yunsheng, YANG Xinxin, XIN Guoxu	(1356)
Application and research of 3D printing technology in simulation test of invert heaving diseases of high-speed railway tunnels	
.....LI Linyi, YANG Junsheng, WANG Lichuan, GAO Chao, JIANG Maiyong, WANG Zijiang	(1369)
Experimental study on the microseism and charge signal time-frequency characteristics in the process of fault stick-slip instability	
.....ZHAO Yangfeng, JING Gang, FAN Yi, PAN Yishan	(1385)
A stope stress transfer model based on the motion state of thick and hard rock strata and its application	
.....ZHANG Ming, JIANG Fuxing, CHEN Guangyao, JIAO Zhenghua, HU Hao, CHEN Baobao	(1396)
Experimental study on acoustic and mechanical properties of intermittent jointed rock mass	
.....ZHAO Xiucheng, ZHAO Xiaoyan, GUO Jiaqi	(1408)
Fluid-solid coupling method of landslide tsunamis and its application	
.....XU Wenjie	(1420)
Disturbance law of faults to in-situ stress field directions and its inversion analysis method	
.....CHEN Shijie, XIAO Ming, CHEN Juntao, REN Junqing	(1434)
Implementation of viscous-spring boundary in ABAQUS and comparative study on seismic motion input methods	
.....MA Shengjie, CHI Mingjie, CHEN Hongjuan, CHEN Su	(1445)
Shaking table test of geotechnical seismic isolation system based on glass bead-sand cushions	
.....JING Liping, YIN Zhiyong, SUN Haifeng, DONG Rui, XU Kunpeng, CHENG Xinjun	(1458)
Analytical solution for isolation effect of periodically distributed pile-group barriers against plane elastic wave	
.....BA Zhenning, LIU Shipeng, WU Mengtao, LIANG Jianwen	(1468)
Analysis of pile-soil heat transfer process based on field test in permafrost regions	
.....CHEN Kun, YU Qihao, GUO Lei, LUO Xiaoxiao, CHEN Ji	(1483)
Investigation on performance and mechanism of CO ₂ carbonated slag/fly ash solidified soils	
.....WANG Dongxing, HE Fujin	(1493)
Experimental study on the unloading characteristics of coarse aggregate under true triaxial shear loading.....	
.....WANG Yongxin, SHAO Shengjun, WANG Zhi, LIU Aiguo	(1503)

Editor: FU Shaolan Typist: LIU Yuying



ITASCA系列软件在流固耦合问题中的应用

流体流动及其作用一直是岩土体工程领域的难点问题之一，除水力条件外，其影响主要与由应力条件、岩土体细观结构和宏观裂隙构造等主要因素决定的渗透特性相关，表现为多尺度（时间和空间）化的复杂非线性流固耦合问题。

等效连续介质模型、离散介质模型和综合以上两者特点形成的双重介质模型构成了ITASCA系列软件解决流固耦合问题的理论基础：

- 等效连续介质模型：以FLAC系列软件为代表，基于经典Boit固结理论描述耦合作用过程；
- 双重介质模型：利用平板立方定律模拟流体在裂隙中的流动过程，同时纳入Boit理论考虑流体在岩块中的滤失效应。双重介质模型成为DEC、PFC和XSite软件流固耦合模拟技术的模型依据，除合理描述岩体构造特征外，可真实模拟水力作用引致破裂的萌生和扩展过程。

在工程与科研实践中，应依据问题特点和时间与空间尺度特征选择相适宜模型及分析软件。

FLAC工程应用

周宁抽水蓄电站边坡运行期稳定性
白鹤滩电站坝址区边坡运行期稳定性

问题特点：边坡岩体渗透特性的各向异性描述；基于Boit理论模拟大型地质构造中的流体流动。

水压致裂分析^[1]
1. 一段四簇压裂效果评价
2. 分析地层分布和应力阴影效应对压裂缝扩展行为和形态的影响

水力压裂裂缝

蓄水期土石坝坝体深部破裂

水力压裂裂缝

DEC/PFC工程应用

Prop HF 50
T inj = 13.38 sec

Prop HF 80
T inj = 19.73 sec

Prop HF 110
T inj = 11.06 sec

Prop HF 140
T inj = 17.98 sec

问题特点：建立油藏尺度含优势裂隙的3DEC地层模型；依据产能指标比选压裂参数。

天然裂隙对压裂裂缝的扩展影响机制研究^[2]：
FLAC-PFC耦合分析；单条、多条天然裂隙条件，重点考虑裂缝方位、地层性质等因素影响

XSite综合应用

实验室尺度
射孔尺度
油气藏尺度

定向射孔

Tristim射孔

立体图

俯视图

问题特点：多尺度、多因素水压致裂裂缝扩展机制综合研究^[3]

[1] DIESSL D, WANG W, RAMOS J, et al. Hydraulic fracture multi-cluster simulation using FLAC^{3D}[C]// Proceedings of the 5th International Itasca Symposium. Minneapolis: Itasca, 2020(to be pressed).

[2] ZHANG F, DONTSOV E, MACK M. Fully coupled simulation of a hydraulic fracture interacting-with natural fractures with a hybrid discrete - continuum method[J]. International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, 2017, 41(13): 1430-1452.

[3] 黄刘科. 基于离散元方法的致密储层水压致裂裂缝扩展机制研究[博士学位论文][D]. 成都：西南石油大学, 2019.



更多内容，请关注ITASCA官方公众号