

ISSN1001—487X

爆破

BLASTING

中国工程爆破专业委员会
第四届青年学术会议

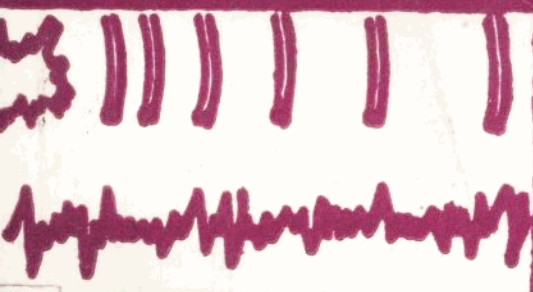


论文集



第13卷

1996



ISSN 1001-487X



9 771001 487008



1996年《爆破》杂志得到以下协办单位的赞助（依笔划为序）：

广东宏大爆破公司；

武汉爆破公司；

武钢矿建公司；

珠海爆破新技术开发公司；

福建省高能爆破公司。

由于这些公司及其领导的大力支持，使本刊顺利出版，刊物质量不断提高，排印、纸张大为改善，因而受到广大读者的赞誉。

在1996年即将过去，新的一年就要来临之际，本刊编辑部全体同仁特向上述单位和爱护、支持《爆破》杂志的同志致以衷心的感谢。

我们将继续发扬敬业精神，努力工作，进一步提高办刊水平，以不负广大读者所望。

《爆破》编辑部

1996年12月

爆 破

第13卷 增刊1

1996年10月出版 1984年创刊

湖北省爆破学会 主办
武汉工业大学

中国工程爆破专业委员会 协办
第四届青年学术会议

主 编：房泽法

副主编：（依姓氏笔划为序）

朱渊兴 陈绍潘 郑长青

郑炳旭 高文学 谢先启

编 辑：

出 版：《爆破》编辑部

订 阅：

地 址：武昌珞狮路武汉工业大学(430070)

印 刷：722研究所印刷厂（武昌广埠屯）

责任编辑：陈汝真

刊 号：ISSN1001—487X
CN42—1164/TJ

国外发行：中国图书进出口总公司
（北京朝内大街137号）

定价：5.00元

帐号：武汉工商行洪山支行

2604-144-016088005

广东省宏大爆破工程公司

简 介

本公司是工程爆破、大型土石方、基础工程施工与设计二级企业。自1985年创建以来，享誉华南。由于严格的管理，丰富的经验，“安全第一”的宗旨，业务日益拓展，效益显著。被同行专家公认为国内规模最大，门类齐全，设备精良，技术先进的专业公司。

公司技术力量雄厚，拥有训练有素的专业技术人员56人，其中教授级高工14人。设备先进，拥有日产挖机PC400等10台，西德产油炮机6台，瑞典产液压钻机4台，国产柴油空压机30余台及爆破施工监测等各种仪器多套。

近年来按期优质安全地完成了惠州港道用码头640t炸药，油气码头3700t炸药，珠海青湾路540t炸药，汕头南澳跨海大桥800t炸药等A、B、C级定向抛掷大爆破工程的设计及施工100余项。完成了茂名石化公司三，四部炉3.8万 m^2 厂房，废页岩沸腾炉4.3万 m^2 厂房，120m高烟囱两座等A、B、C级定向拆除爆破工程200余项。完成茂名热电厂、中山富豪山庄等大型基坑开挖及锚喷工程近百项。完成广州八十层中天广场、天河城、中城广场、中国市长大厦及多次地铁出口站大型孔桩、基坑爆破工程千余项。完成汕头深水港、东方轧钢厂等大型土石方2000多万 m^3 。

本公司承担的工程速度快、投资省、安全优质、技术先进，多次获省和国家科技进步奖及省政府特别奖金等多次奖励。中央电视台、广东电视台、香港亚视台及人民日报、羊城晚报、广州日报、香港文汇报等新闻媒介多次播放与刊载了本公司的业绩。

公司出版了专著7部，在国际学术会议上发表论文8篇，国内杂志与学术会议上发表论文50余篇。担任国家一级协会中国工程爆破协会常务理事。二级学会中国岩石力学与工程学会岩石破碎学会副主任，担任《工程爆破》《爆破》等全国性刊物副主编、董事。

本公司以按期、优质、安全地完成工程设计与施工，赢得了建设单位和公安机关的赞誉。我们将一如既往，竭诚为广大客户服务！

总经理：郑炳旭，**副总经理：**王永庆 **邮 编：**510400

地 址：广州市三元里北站路1号 **电 话：**(020)86369732 86369771 86369159

深圳蛇口招商港湾工程公司

简 介

公司系由蛇口工业区与交通部水运规划设计院组建的工程总承包企业，具有独立法人地位。

公司现为交通部“爆破”二级企业，拥有固定资产约2000余万元。钻机、挖机、推机、汽车等全部为进口设备。本公司以中深孔爆破为主，孔径分别为 m ： $\phi 76$ 、 $\phi 89$ 、 $\phi 102$ 、 $\phi 150$ 、 $\phi 170$ 。年爆破量约150万 m^3 ，年运输量为80万 m^3 左右。本公司拥有爆破高级工程师5名，工程师10名，研究生2名。公司内部财务、材料、人劳全部采用电脑管理。公司利润每年以20%左右增长，是一支有发展前途的企业。

公司地址：深圳市蛇口招商大厦932室

邮 编：518067

电 话：(0755)6693354

编者的话

本届学术交流会在广大青年爆破工作者的积极支持下,共收到论文五十一篇,收入本刊二十三篇刊登摘要十篇。

我们最早读到这些论文,收获很大,深受鼓舞。论文质量、内容,比以前有了明显提高。论文涉及爆破理论、爆破方法、爆破技术、起爆技术、安全技术、检测技术及实验技术等内容。就爆破方法而言,浅眼、深孔、硐室、拆除,无所不包;从掏槽到装药结构,从隧道掘进到矿柱回采,皆有质量较高的论文。在拆除控爆中,汇集了几篇以前很少见到的独具特色的内容。

从这些论文中,可以看到我们年青人的朝气,反映了我们年青人的业绩,体现了我们年青人敢于拼搏、力求上进和努力钻研的精神!

限于篇幅及其它原因,我们未能将来稿全部刊印,别无它意,请予谅解。

年青朋友们,为中国的爆破事业再创辉煌而奋斗。

本刊的出版,得到广州和深圳两分站的大力支持,广州军区中南人防实业开发集团,广东省宏大爆破工程公司,珠海市

爆破新技术开发公司、深圳蛇口工业区招商港湾工程有限公司、深圳赤湾土石方公司、深圳市市政工程总公司等六家单位在经济上给予资助。宏大爆破公司的高金石教授对稿件进行审定,在此一并表示感谢。

中国力学学会工程爆破专业委员会青年活动站

1996 年 10 月

广州军区中南人防建筑总公司

简 介

广州军区中南人防建筑总公司是广州军区后勤部中人集团的直属企业, 1992年组建, 在广东省工商局登记注册的独立法人企业, 同时在广东省建委、广东省公安厅、湖南省公安厅分别领取了二级建筑资质和A级控爆资质。中国力学学会工程爆破专业委员会青年工作者活动站挂靠在我公司。

我公司主要从事建筑、爆破、人防基础、市政、路桥、装饰装璜、水电安装、测绘等工程业务。现有各专业高级工程师18名, 工程师38名, 其他技术人员72名。有各类工程机械设备130多台(套), 各种运输车辆120多辆, 固定资产2 000多万元。

我公司组建五年来主要完成(部份在建)①广州天河区元岗人防开发小区厂房(8层)3栋, 办公楼(16层)1栋, 宿舍楼(9层)8栋, 总建筑面积8万多 m^2 ; ②珠海香洲富景花园主楼12 000 m^2 ; ③广州凯旋华美达大酒店宿舍楼(13层, 40.7m)定向拆除爆破; ④珠海机场老谷仔山土石方爆运工程(800万 m^3)爆破安全管理; ⑤江苏盐城一级公路扩建(8 km); ⑥深圳大亚湾第二核电站应急公路隧道(1 590m, $S=60m^2$)和输水隧洞(556m, $S=12m^2$); 深圳大亚湾第二核电站调水电机泵房、输水管道系统($\phi 300\sim\phi 550mm$, 长约13 000m)的土建和安装等大、中型工程项目。

我公司重合同、守信誉、讲安全、保质量、求效益, 为军、地各界服务, 并愿与各界同仁携手共进。

总经理: 邓长辉 **总工程师:** 朱振海 **邮编:** 510600

地址: 广州市东山区寺右新马路15号 **电话:** (020)87655178 **电传:** (020)87655225

深圳南山工程建设公司

简 介

本公司位于深圳经济特区赤湾港, 是中国南山开发(集团)股份有限公司直属的具有法人资格的建筑企业。1995年经国家建设部资质等级标准审查、批准为土石方、爆破工程二级施工企业。

公司装备精良。主要施工设备如高压潜孔钻机, 高效凿岩台车, 大型轮式装载机, 液压挖掘机, 推土机, 自卸汽车等多系九十年代进口设备, 经优化配套, 公司已形成了年200万 m^3 土石方工程能力。在爆破工艺方面, 以露天深孔台阶爆破为主, 采用多排孔微差爆破技术。同时, 在预裂爆破、拆除爆破、峒室爆破及其他特殊条件下的爆破方面也积累了丰富经验。

公司自1982年以来, 一直在赤湾港区施工, 为把赤湾由昔日的小渔村建为现代化大型港口做出了贡献。近年来又进入深圳盐田港施工。公司通过长期工程实践, 培养了一支训练有素的管理和施工队伍, 摸索出了具有特区建设特点的管理模式和经营方法, 积累了在工业稠密区进行爆破作业的安全施工经验。公司本着“信守合同、质量第一”原则, 积极开展对外工程承包业务, 树立良好的公司形象。

公司地址: 深圳市赤湾港

邮 编: 518068

联系电话: (0755) 6694827

爆 破

74.315
509

1996年10月

第13卷

增刊1

目 次

- 1 爆炸应力场的测试及超动态密栅云纹图计算机自动处理系统
..... 李建平 高尔新 张学东(1)
- 2 灰色系统局势决策法在峒室爆破参数优化中的应用
..... 龙 源 林吓平 刘 强(7)
- 3 煤矿井塔中硐爆破模糊技巧
..... 谢兴华(11)
- 4 装药结构对孔壁爆炸压力的影响
..... 宗 琦 孙家亮(17)
- 5 毫秒雷管跳段概率的理论分析与计算
..... 张敢生 郭 贤 王福君 张家宏(21)
- 6 立井深孔爆破掏槽方式的试验研究
..... 徐 颖 宣始青(25)
- 7 立井掘进深孔直眼掏槽技术
..... 郭义奎 宗 琦(30)
- 8 水耦合爆破机理及参数计算
..... 张 强(33)
- 9 斜坡松动爆破漏斗上破裂半径的确定
..... 张宝忠 张敢生(37)
- 10 特大断面隧道开挖爆破技术研究
..... 郑炳旭 王永庆 林志龙 卢史林(40)
- 11 凝灰岩介质中爆破地震波传播的数值模拟研究
..... 龙源 唐德高 季茂荣 李志成(45)
- 12 复杂环境下高陡边坡基坑爆破开挖震动的控制与监测
..... 贾永胜(50)
- 13 控制爆破装药量计算方法探讨
..... 蓝成仁(53)
- 14 武汉桥苑新村十八层倾斜大楼
..... 贾永胜(56)

15 集宁北站刚构立交桥控爆拆除	王 云(60)
16 爆破拆除一种特殊结构的烟囱	董文柱 李 伟(63)
17 东顶柱崩落设计与施工	翁振银(68)
18 砼搅拌车内凝固砼拆除控制爆破	徐成光(72)
19 厂中特厚连体石灰窑的控爆拆除	黄方友 张清田(74)
20 全站仪在硐室爆破中校核抵抗线 W 方法的探讨	平晓颖 杨剑波(76)
21 谈废旧爆炸物品销毁与组织实施	商 健(79)
22 万吨大爆破地震效应分析	顾月兵(82)
23 拆除爆破的安全问题	钟冬望(86)

CONTENTS

Measurement about All Field of the Stress by Blasting and Computer Automatic Processing System of Super Dynamic High-density Grating's Moire Figures	Li Jianping et al (1)
Application of Grey Decision - Making of Group on Optimization of Chamber Blasting's Primary Parameters	Long Yuan (7)
Fuzzy Technique of Concrete Blasting in Mining Tower	Xie Xinghua (11)
Influence of Charging Construction of Initial Impact Pressures in Holewall Blasting	Zong Qi et al (17)
Theoretical Analysis and Calculation of the Probability of Skipping Delay Interval for Millisecond Detonators	Zhang Gansheng et al (21)
Experimental Study on Four-Meter Vertical Shafts Initial Cut	Xu Ying et al (25)
Deep-hole Cutting in Vertical Shaft Sinking	Guo Yikui et al (30)
Water Coupling Blasting Mechanism and Calculation of the Parameters	Zhang Qiang (33)
Definition of Up Damage Radius on Loose Blasting Wedge at Slope	Zhang Baozhong et al (37)
Blasting Technique of Digging Outsized-Section Tunnel	Zheng Bingxu et al (40)
Numerical Simulation for Blasting Seismic Wave to Propagate in Tuff Medium	Long Yuan et al (45)
Blasting Vibration Monitoring and Controlling of Excavation Blasting for Foundation of High Slope in Complicated Environment	Jia Yongsheng (50)
Probe of Charge Calculation Method in Controlled Blasting	Lan Chengren (53)
Controlled Blasting and Demolishing of an Eighteen-floor Building in Wuhan	Xie Xianqi et al (56)

Controlled Blasting and Demolishing of a Rigid Flyover at Jining North Station	Wang Yun (60)
Blasing Process of a Special Constructive Chimney	Dong Wenzhu (63)
Design and Construction of Demolishing a Shore	Weng Zhengying(68)
Controlled Blasting and Demolishing the Solidified Concrete in Concrete - mixing Truck	Xu Chengguang (72)
Controlled Demolishing an Extremely Thick Linked Lime Kiln	Huang Fangyou (74)
Method of Checking W Line in Chamber Blasting by Omnirange	Ping Xiaoying et al(76)
On Destruction and Organization of Exploded Wastes	Shang Jian (79)
On Measurement of Vibration in Large - scale Coyote Blasting	Gu Yuebing(82)
On Safety Problem in Demolishing Blasting	Zhong Dongwang(86)

爆炸应力场的测试及超动态密栅云纹图 计算机自动处理系统

李建平(河北煤炭建筑工程学院 056038)

高尔新(中国矿业大学北京研究生部 100083)

张学东(河北煤炭建筑工程学院 056038)

提要 爆炸应力波作用场全场的求解是目前研究爆破机理的难题之一,针对此问题本文首先论述了应力场实验研究方法—密栅云纹法。根据爆炸云纹图象的模糊性和复杂性及对称性原理,研究了实验结果的处理方法,确立了云纹图象的处理原则,提出了数字化仪录图、云纹插值计算等方法。还采用流行的 Visual Basic 语言,开发了密栅云纹图计算机自动处理系统。该系统使云纹图的录入、处理等全部借助于计算机来完成,从而使爆炸密栅云纹实验研究方法得到进一步的完善。

关键词 密栅云纹法; 云纹图; 自动处理系统; 应变; 应力

中图分类号 TD 235.14

1 概述

爆炸应力场的分析是爆破机理研究中的一个基本问题,由于爆炸这一瞬间过程是相当复杂的超动态过程,爆炸应力场的分布不仅是位置的函数,而且是时间的函数,同时与材料的性质、药量的多少、装药结构、起爆方式等多种因素有关。以往的实验方法一次只能获得一点或几点的应变或应力,要想获得整个应力场的分布是非常困难的。而密栅云纹法能把本来用肉眼看不到的迅速传播的应力波以云纹方式直观地记录下来。对云纹图进行分析可获得应力场的分布。该法的采用必将使爆炸应力场的研究获得较大的突破。另外,通过此法还不能直接获知应力场的分布,必须通过对大量的实验结果——云纹图进行分析计算才可获知。然分析计算过程工作量甚大,过去的方法是对云纹图象进行测

量获取数据,然后进行计算处理,该法效率低,费时且精度不易保证,针对此问题开发了密栅云纹图计算机自动处理系统。

2 密栅云纹法的基本原理及实验方法

2.1 密栅云纹法的基本原理

将两块印有密集平行线条的透明版(称密栅版),重叠起来,对着光亮的背景看去,就会有明暗相间的条纹出现,称之为“云纹”。根据云纹形成的原理,通过对云纹的几何关系分析表明,每条云纹均代表沿垂直于基准栅线方向上相对位移分量相等的点的轨迹,其位移量等于基准栅节距的正数倍,亦即两条相邻云纹位移差正好等于 $1P$ (P —为基准栅节距);再依据应变的物理意义采用位移导数方法推得应变计算式:

李建平:男,1963年出生,讲师;河北煤炭建筑工程学院(056038)

$$\epsilon_x \approx \frac{P}{\delta_{xx}} \quad \epsilon_y \approx \frac{P}{\delta_{yy}} \quad \gamma_{xy} \approx \frac{P}{\delta_{xy}} + \frac{P}{\delta_{yx}} \quad (1)$$

成动态现象的记录,与此同时该火花由光电转换器接收送给瞬态记录仪,以获得各幅照片的瞬时刻。

2.2.2 实验模型及原理

2.2.2.1 实验模型的建立

爆炸应力场研究采用动云纹法模型实验,模型材料为聚碳酸脂板,其性能参数见表1,几何尺寸为 $300 \times 300 \times 5\text{mm}$,如图2。在聚碳酸脂板上刻槽用于放置炸药,炸药为叠氮化铅(PbN_6),炸药性能见表2,药包几何尺寸:长径比一般大于20,直径 d 一般为2mm,装药结构形式为双条形药包形式,双条形药包同时起爆,装药布置见图2。另外在聚碳酸脂板表面上用502胶水对称的贴一组栅线即试件栅,一片栅板的栅线沿水平方向,另一片栅板的栅线沿垂直方向,再在其上重叠一

组栅线即基准栅,云纹栅规格为50线/mm的单线栅,两栅片的栅线间初始相对转角为 $0.2^\circ \sim 0.5^\circ$,形成基本上与基准栅垂直的初始云纹,栅线布置亦见图2。

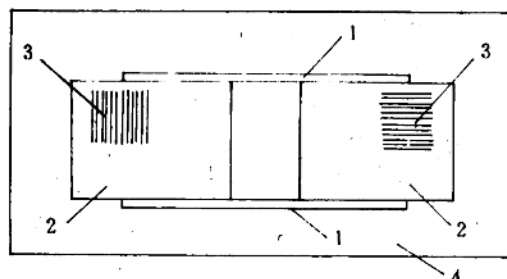


图2 栅线及装药布置示意图
1. 刻槽(放置药包) 2. 试件栅
3. 栅线 4. 聚碳酸脂板

表1 聚碳酸脂板静、动态参数表

状态	参量	C_p (m/s)	C_s (m/s)	ν_d	ρ (g/cm ³)	E_d (MPa)	f_{od} (N/m条)
静态				0.36	1.2	2332	6860
动态		1590	905	0.352		3021	9360

表2 叠氮化铅(PbN_6)性能表

临界直径 d_0 (mm)	密度(g/cm ³)	爆轰速度(m/s)
0.001	1.2	3000

2.2.2.2 实验原理

当刻槽内的炸药爆炸时,爆炸产生的应力波传播,在聚碳酸脂板中产生应力场,使模型试件栅栅线发生变形,这样试件栅与基准栅在光的干涉下产生了云纹条纹,即云纹图。在爆炸瞬时同步记录系统动作,光学照相系统把记载应变信息的云纹图象连续拍摄下来,图3为拍摄下来的54微秒时的U场和

V场爆炸密栅云纹图。

3 超动态密栅云纹图计算机自动处理系统的研究

3.1 超动态密栅云纹图计算机自动处理系统的内容

该处理系统研究的内容主要有三方面:

第一是云纹图的录取;第二是对云纹图进行数据处理,获取我们所要的信息——应变或应力;第三是计算结果的输出。

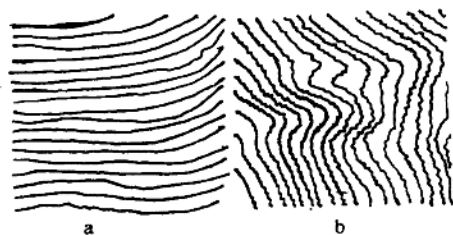


图3 a.b爆炸后54微秒时双条形药包之间U场和V场密栅云纹图

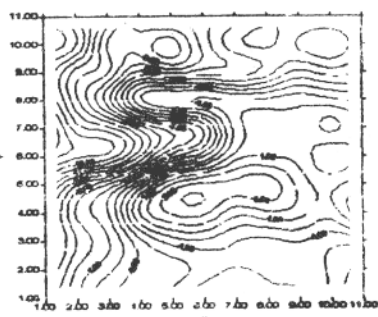
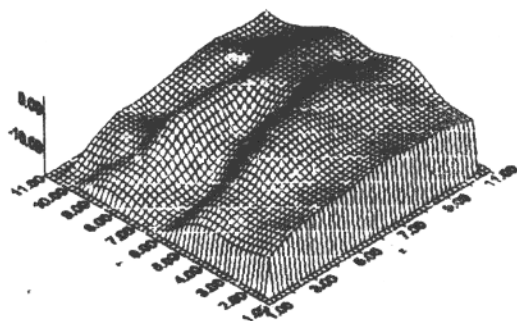


图4 X方向正应力直方图及等值线图(单位:MPa)

3.3.2 云纹图计算程序的编制

处理系统编制的核心为:V场转角云纹图正应变及角应变计算程序的编制;U场转角云纹图及平行云纹图应变计算程序的编制。另外,还增设了一些必要的辅助项。

4 结论

4.1 密栅云纹模型实验

本文根据云纹法和对称法的基本原理,

3.2 超动态密栅云纹图计算机自动处理的原则

依据云纹图的特性采取的处理原则为:

(1) 云纹图外围点的自动判别;(2) 多交点时交点的自动筛选;(3) 云纹插值计算;(4) 应变计算的正误识别;(5) 边界近区点应变的取舍。

3.3 超动态密栅云纹图计算机自动处理系统的编制

3.3.1 程序编制语言

根据 Visual Basic 的特点,结合云纹图处理的要求,选取该语言进行程序设计。

确定了密栅云纹模型实验方法,并对条形药包爆炸应力场进行了模拟实验测定,成功地获取了在同一次爆炸加载条件下云纹条纹的U变形场和V变形场。

4.2 超动态密栅云纹图计算机自动处理系统的开发

根据爆炸密栅云纹图的特点和当前对云纹图的处理方法,开发了超动态密栅云纹图计算机自动处理系统。该系统是在 Windows

条件下,采用高级语言 Visual Basic 语言开发的应用程序,其主要内容如下:

a. 根据云纹图的特点,选用了数字化仪输图方式,实现了云纹图的计算机录图;

b. 依据平行云纹和转角云纹的基本原理、对称法原理、插值计算方法,编制了小应变情况下密栅云纹图计算机自动处理程序,可计算云纹图内任一点、任一截面或全场的

应力和应变,实现了云纹图的数值计算;

c. 为了便于直观地观看计算结果,易于对应力场进行分析,设置了绘图项,实现了计算结果的图形输出功能。

上述三项内容的有机结合,使云纹图由输入、处理到结果输出,全部通过计算机来完成。

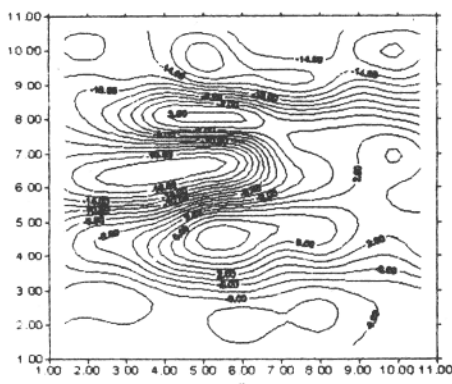
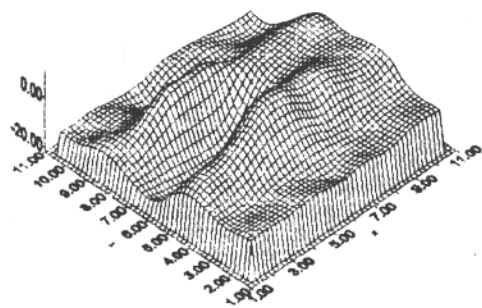


图 5 Y 方向正应力直方图及等值线图(单位:MPa)

爆炸密栅云纹图计算机自动处理系统的研究,主要是用来处理条形药包和双条形药包爆炸时在其周围测得的密栅云纹图,求得该范围内的应力和应变;除此之外,对其它小应变的静态密栅云纹图的处理亦可使用。

在程序的开发过程中,建立了云纹插值方法,实现了云纹条纹的增殖,使手工无法计算的点,亦可通过该系统来计算。

采用该系统对实验结果—爆炸密栅云纹

图进行了处理,就运行情况来看,不论从速度还是从精度都优于手工方法,处理结果正确,完全符合设计要求(图 4、图 5 为处理结果输出的部分应力三维直方图和相应的等直线图)并且操作方便,易于掌握。它的采用为爆炸应力场的研究工作带来很大的方便;同时该处理系统的研究,为云纹法的应用亦将起到积极的推动作用。

参考文献

- 1 曹起骧等. 密栅云纹法原理及应用. 北京:清华大学出版社,1983
- 2 曹起骧等. 云纹法工程应用及图象自动处理. 北京:中国铁道出版社,1990

- 3 Charles Parly 著 . Visual Basic 3.0 程序设计大全 . 梁念蓉等译 . 北京:电子工业出版社,1994
- 4 Anand Asundi. Novel Techniques in Reflection Moire the Society for Experimental Mechanics Inc. Vol. 34 No. 1
- 5 P. S. Theocaris. The Moire For the Study of Explosions, Experimental Mechanics, 1967

Studies of the Measurement About all Field of the Stress by Blasting and the Computer Automatic Handling System of Super Dynamic High - density Grating's Moire Figures

Li Jianping Gao Erxin Zhang Xuedong

Abstract

One of the difficult problems at present in the study of blasting mechanism is the evaluation about all action field of the stress wave by blasting to tackle this problem, this thesis first describes the experimental research method of the stress fields - the method of high - density grating's moire and the method to procure the high - density moire figures by blasting. Based on the indistinct character and complexity of a moire figures by blasting the study center on the handling method of the experiment result. The handling principle of a moire figures is established and the methods of the recording figure with a digital instrument, the interpolation calculation, etc. is advanced. The computer automatic handling system of high - density grating's moire figures is developed by applying popular Visual Basic language. Using this system, all the precesses including the recording moire, the moire figures handling and graphic output of the handling result can be accomplished with the computer. No matter what it is dynamic or static moire, we can attain the strain and stress at an arbitrary point, section or all scope of the moire. Thus the experiment research method of high - density grating's moire figures by blasting has been perfected further.

Key words The method of high - density grating's moire; Moire figure;

Automatic handling system; Strain; Stress

灰色系统局势决策法在硐室爆破 参数优化中的应用

龙源 林吓平 刘强

(工程兵工程学院 南京 210007)

摘要 本文对灰色系统局势决策法在硐室爆破参数优化中的应用进行了探讨。由于硐室爆破参数的选取在很大程度上是基于工程实践中总结出的经验公式,由设计者根据工程要求确定的。故对所确定的方案是否能得到满意的效果和最经济成本还不能确认。对于这种爆破参数系统信息不完全,关系不明确,无法根据经验得出满意结果的情况,本文提出了一种对爆破参数选取进行灰色系统局势决策的方法。建立了相应的灰关联空间、序模型和目标函数,优化出符合工程要求和尽可能降低爆破成本的较满意的设计方案。

关键词 参数优化;灰色系统;硐室爆破

中图分类号TD 235.39

1 引言

在硐室爆破工程技术设计中,爆破参数选用直接影响爆破效果,如何根据工程的要求,用科学方法快速选取合理的参数,从而确定出满意的设计方案,是一个十分重要的问题。

进行爆破工程方案设计时,设计者需要考虑到因素多且复杂,各因素间及各因素与爆破参数之间存在着较为复杂或不明确的关系。由于目前的爆破理论还不完善和缺少工程实践数据,对这些关系还无法给出定量分析,存在一定的经验性和不确定性。如爆破参数的选取具有不唯一性,往往认为在某一范围内均符合要求,因此无法得到既满足工程要求又降低爆破成本的最佳结果。本文把灰色系统理论引入硐室爆破的方案设计,旨在利用灰色系统理论解决系统信息不完全、信息之间关系不明确的功能,建立灰色系统局势决策方法^{[1][2]}的数学模型,利用爆破各目标之间的数量关系,确立效果预测判据,科学地找出多方案中的最满意参数组合。该方法在计算机上实现了编程。在输入实际工程数据的情况下,优化出与该工程的工程要求极相近的数值,同时该方法与爆破参数优化的多目标模糊决策法^[3]应用程序相比较,对于同样的参数输入,优化出的数据是相同的,说明该方法具有一定的可行性。

2 数学模型及应用

2.1 初始参数及其集合

对硐室爆破设计方案的评价,主要是依据工程的爆破效果,包括爆破抛掷率、抛距、平均块度、爆破安全以及其它一些因素决定。而影响这些因素的基本参数是最小抵抗线 W 、爆破作用指数 n 。

为了建立集合和目标函数,本文给出最小抵抗线 w 和爆破作用指数 n 的两个集合:

大量的资料表明,对于硐室爆破, W 的取值范围一般在10~40之间,令 $W_0=10m$,取步长为2m,则 W 的集合为:

$$W = \{10.0, 12.0, 14.0, \dots, 38.0, 40.0\} \quad (1)$$

对于抛掷爆破, n 的取值范围一般以1.0~1.8之间,令 $n_0=1.0$,取步长为0.1,则 n 的集合为:

$$N = \{1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8\} \quad (2)$$

2.2 目标函数和约束条件的选取

对爆破效果的评价主要考察其是否满足工程要求和爆破成本要求。工程要求主要包括安全距离 R 、抛距 L 、抛掷率 E 、爆破震动 V 和平均块度 K 等内容;爆破成本主要应考虑材料消耗量和工程施工工作量。为分析问题方便,此处以装药量 Q 来反映。根据上述六个因素,建立相应的目标函数和约束条件:

(1) 五个目标函数: