

文章编号:0253-9993(2006)01-0121-04

截齿截割煤体变形破坏过程模拟试验

王春华, 丁仁政, 李贵轩, 郑连宏

(辽宁工程技术大学 机械工程学院, 辽宁 阜新 123000)

摘要: 在自制的截割试验台上进行截齿截割煤体的模拟试验, 对截割过程三向力进行在线监测, 并对截割过程进行高速摄影, 测量了截割物的粒度组成, 并对能耗进行测试. 试验结果表明: 相同截深时锥形截齿截割力比扁型截齿截割力大; 截齿截入煤体, 在扁型截齿凸脊及锥形截齿齿尖与煤体接触处出现裂纹, 随截齿截割前行, 裂纹迅速扩展, 裂纹扩展方向与煤体的层理、节理有关.

关键词: 截齿; 煤体变形; 破坏过程; 三向力

中图分类号: TD421.54 **文献标识码:** A

Simulation experimental on the deformation and destruction course of coal body under the function of pick cutting

WANG Chun-hua, DING Ren-zheng, LI Gui-xuan, ZHENG Lian-hong

(College of Mechanical Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China)

Abstract: The simulation experiment of pick cutting course was carried on the self-made cutting laboratory bench. The three direction forces were monitored and the high-speed photography method was adopted in coal cutting course. The composition of grain size of cutting things was measured, the energy consumption was tested. Results showed that: in the same cutting depth, the force employed on the point-attack pick is bigger than that on the knife tooth; when the pick cuts into the coal body, the crackles appear on the contact position between coal body and point-attack pick top or knife tooth back. With the heading of pick, the crackles expand quickly, the expanding direction is relevant to the bedding and joint of coal body.

Key words: pick cutting; coal body deformation; destruction course; three directin force

我国的煤炭生产主要采用机械破碎即截齿截割^[1]. 煤炭截齿截割开采的研究可以追溯到金属切削, 国内外学者对截齿截割煤体的变形破坏过程开展了研究, 但因各自考虑问题的角度不同, 得出许多各不相同的学说. 如前苏联学者别隆和保晋等人提出了“密实核”学说^[2]; 英国学者提出的“最大拉应力破坏”学说^[3]; 日本学者提出的“最大剪应力破坏”学说^[4]; 国内牛东民根据断裂力学原理, 提出了“裂纹扩展”学说等^[5]. 本文采用现场的煤样, 在自制的截割实验台上, 使用现代的测试手段, 对截齿截割煤体过程进行模拟和测验.

1 截割模拟试验台及测试装置的研制

1.1 截割试验台

如图1所示, 截割试验台是由一个老式龙门刨床进行改造而成, 增加了试件及刀具固定部分, 便于刀

收稿日期: 2005-06-17

基金项目: 辽宁省教育厅项目(20081219)

作者简介: 王春华(1963-), 女, 辽宁丹东人, 博士, 教授. Tel: 0418-3351516, E-mail: fenghun_0626@163.com

具及试件的安放. 改造了液压系统 (油缸为 DGJ-160-E1, 泵站流量分别为 63, 10 dm³/min), 以适应截割速度的要求. 截割试验台切割力达到 482 304 N, 截割速度达 6.97cm/s, 截深达到 1 m, 位移达 2 m, 截割角可调, 试件可做成 2 000 mm × 800 mm × 800 mm. 三向力测量传感器是一个八角环测力仪. 试验中采用平岗煤矿截齿厂生产的扁型截齿 PJ-7916, 采用美国公司生产的锥形截齿.

1.2 截齿截割测试系统

(1) 截齿截割三向力测试系统 截齿截割三向力测试系统由八角环测力仪、多通道低频高精度数据采集系统、接线板等组成. 八角环测力仪 (图 2) 是一个三向力测试装置, 将其与截齿相连可以将截割过程中截齿发生的切向、法向和侧向应变分别转换成电量, 输入多通道低频高精度数据采集系统中, 进行记录和分析处理. 截齿截割三向力测试系统如图 3 所示. 实际测量前需对八角环测力仪进行标定, 然后进行有关的测量及数据的采集和处理. 其结果可以在屏幕上显示或在计算机上存储.

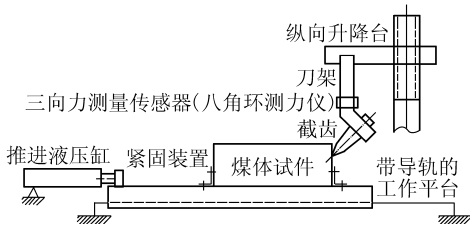


图 1 截割试验台

Fig. 1 The cutting laboratory bench

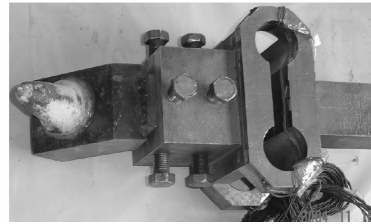


图 2 八角环测力仪

Fig. 2 The picture of measuring apparatus of octagonal ring

(2) 截齿截割过程光学写真系统 截割过程光学写真系统由高速摄影仪 (HY16/10) 或数字摄像机及运动分析仪 (TP-5) 组成 (图 4).

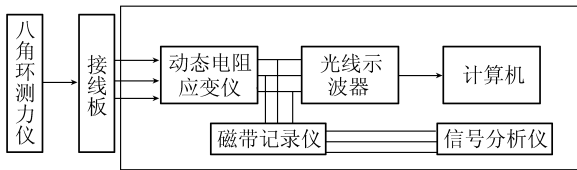


图 3 截齿三向力测试系统

Fig. 3 The testing system of the three direction forces

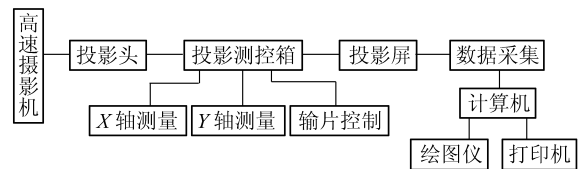


图 4 截割过程光学写真系统

Fig. 4 The optical portry system of cutting course

2 截齿截割煤体模拟试验及结果分析

通过煤体截割综合试验, 对截齿截割过程的三向力进行测量、记录、分析和处理, 拍摄截齿截割煤体过程, 测量该过程各种几何、运动和动力学参数, 通过试验数据的分析研究截割物粒度分布及吨煤电耗情况等. 截齿截割煤体三向力如图 5 所示^[6]. 图中 X, Y, Z 分别为侧向力、牵引力、截割力.

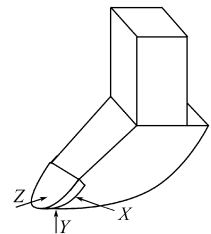


图 5 截齿截割煤体三向力

Fig. 5 The pick cutting graph of three direction forces

2.1 试件准备

煤样为烟煤, 采自阜新海州露天矿. 为使煤样的截割与采煤工作面条件接近, 事先把 5 块长方体状的煤样试块 (700 mm × 500 mm × 500 mm) 用水泥封装好, 仅留一个自由面. 水泥厚度约为 100 mm, 养生 20 d. 实验时将其自由面朝上, 并将其牢牢固定在可移动台面上.

2.2 截割过程三向力分析

将煤样试件在进刀面上从上往下处理掉 65 mm 深水泥. 取截割深度分别为 20, 30, 40, 60 mm. 截齿分别为扁型和锥形截齿; 截割速度为 850 mm/min. 图 6 给出截割深度为 40 mm 时扁型截齿与截割深度为 30 mm 时锥形截齿截割力曲线波动情况.

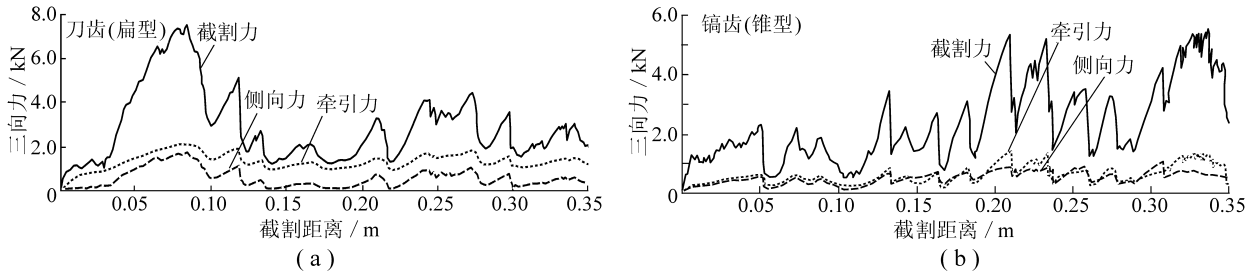


图 6 三向力的变化规律

Fig. 6 The change law of the three direction forces

从在线测量到的三向力图发现：截割力远远大于牵引力及侧向力，三向力的值在截割过程中均有不规则的波动，且三向力波动状态相似，这和大块煤的崩落有关。从图 7 看出，无论扁型还是锥形截齿截割，截割力均随截深的增加而增加，扁型截齿截割时，截割阻力随截深的增加与锥形截齿相比较平缓；在相同截深时，锥形截齿所受截割力大于扁型截齿所受截割力。

2.3 截割过程光学写真分析

将煤样测量表面水泥从上往下处理掉 150 mm，并将截齿、煤样分别涂色，采用高速摄影仪以 1 000 帧/s 的拍摄速度将其截割过程抓拍下来，采用运动分析仪可以进行 s, v, a 的分析。图 8 给出了扁型截齿及锥形截齿截割过程的部分光学写真实验结果。

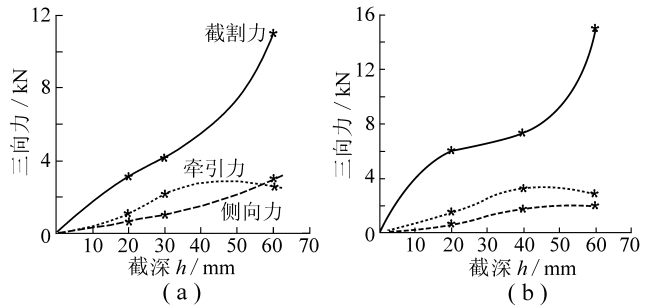


图 7 三向力随截深的变化曲线

Fig. 7 The change curves of three direction forces with depth

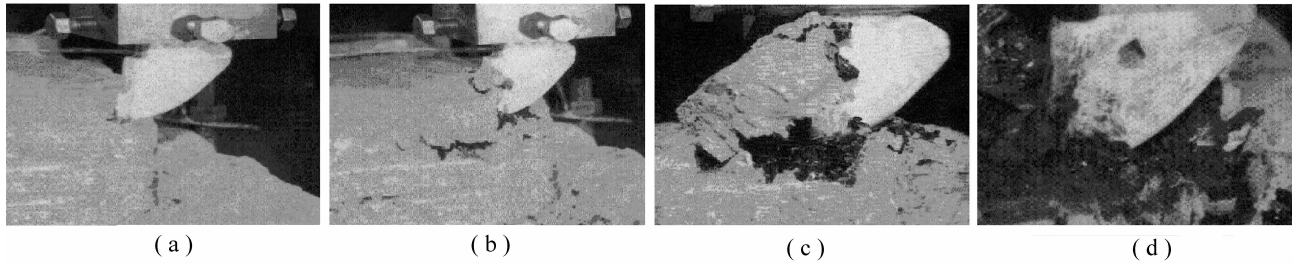


图 8 扁型截齿截割破坏过程

Fig. 8 The pictures of coal body destruction course of the knife tooth

(a) 扁型截齿切入沿凸脊处产生裂纹；(b) 裂纹沿层理节理扩展；(c) 裂纹迅速扩展到表面；(d) 大块煤崩落

由图 8 可以看出，扁型截齿截割初期，因为凸脊处有应力集中，煤体是非匀质的，沿扁型截齿凸脊处出现裂纹。随扁型截齿截割前行，裂纹迅速扩展，裂纹扩展方向与煤体的层理、节理有关，最终形成碎块，从煤体上剥离下来。由图 9 可以看出，截割初期也出现裂纹，裂纹是以锥形截齿齿尖为中心向四周散开，这和锥形截齿齿尖的点击作用及煤体的非匀质性有关，随锥形截齿截割前行，裂纹迅速扩展，扩展方向与煤体的层理、节理有关，最终以点劈的形式将煤体劈开。

3 结 论

(1) 通过高速摄影发现，截齿截入煤体，在扁型截齿凸脊及锥形截齿齿尖与煤体接触处出现裂纹，随截齿截割前行，裂纹迅速扩展，裂纹扩展方向与煤体的层理、节理有关，最终从煤体分离下来。

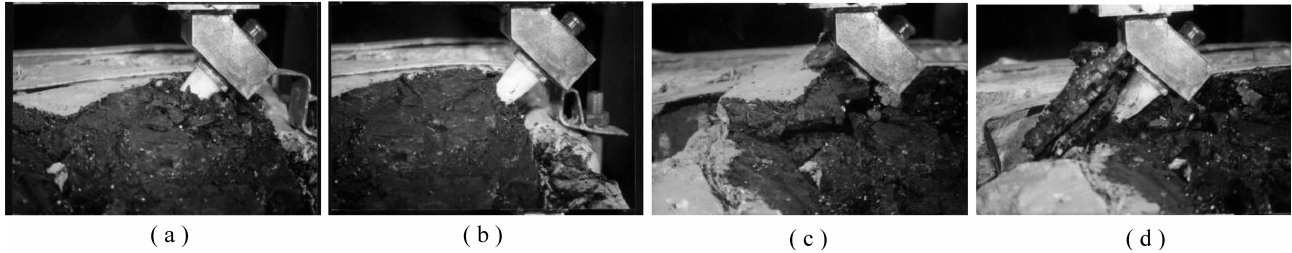


图9 锥形截齿截割破坏过程

Fig.9 The pictures of coal body destruction course of the point - attack pick

(a) 锥形截齿尖周围产生裂纹；(b) 裂纹扩展到表面形成小块崩落；(c) 裂纹沿层理节理继续扩展；(d) 裂纹扩展到表面形成大块崩落

(2) 对扁型截齿、锥形截齿破煤过程中三向力进行了测量,发现某一截深时截齿截割力、侧向力、牵引阻力的波动状态相似,这与大块煤崩落相关。

(3) 相同深度时锥形截齿所受截割力比扁型截齿所受截割力大。

参考文献:

- [1] 徐小荷,余 晶. 岩石破碎学 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1984.
- [2] 别 隆. 煤岩切削原理 [M]. 北京: 中国工业出版社, 1965.
- [3] Evans I. Basic mechanics of the point-attack pick [J]. Colliery Guardian, 1984. 189 ~ 192.
- [4] 中島巖, 木下重教. 岩石の切削抵抗力に関する理论的考察 [J]. 日本矿业会志, 1979, 95: 1 092 ~ 1 093.
- [5] 牛东民. 刀具切削原理的研究 [J]. 煤炭学报, 1993, 18 (5): 26 ~ 29.
- [6] E·3·保晋. 采煤机破煤理论 [M]. 王庆康, 译. 北京: 煤炭工业出版社, 1992.

我国安全生产技术支撑体系建设开始启动

根据《国家发展改革委员会关于安全生产技术支撑体系专业中心建设项目建议书的批复》(发改投资[2005] 2647号)精神,为做好安全生产技术支撑体系专业中心建设工作,2006年1月10日规划科技司在河南郑州召开了安全生产技术支撑体系专业中心建设前期工作座谈会.会议传达了国家发展改革委员会关于安全生产技术支撑体系专业中心建设项目建议书批复的相关要求,对安全生产技术支撑体系国家级和省级中心建设的前期工作进行了全面部署.

安全生产技术支撑体系专业中心项目建设是安全生产技术支撑体系建设的重要组成部分,是提高安全生产监管监察的权威性、科学性和公证性,提高依法行政的能力和效率,推动安全科技进步,并为安全监管监察过程中的行政复议、诉讼提供技术支撑的基本依托和有力保证.在国家安全监管总局“6个支撑体系”当中,安全生产技术支撑体系占有基础性地位,发挥着关键性的作用.特别是2006年是我国“十一五”规划的开局之年,安全生产技术支撑体系专业中心建设项目作为国家安全监管总局“十一五”规划的重点工程项目,该项目的启动与实施,对顺利实现“十一五”规划目标至关重要,具有十分重要的意义.

摘自“中国煤炭信息网”