

北京开采所研究生论文集

采矿工程学

新论

CAIKUANG
GONGCHENGXUE
XINLUN

煤炭科学研究总院北京开采所 编

煤炭工业出版社

采矿工程学新论

——北京开采所研究生论文集

煤炭科学研究总院北京开采所 编

支 持 单 位

中国煤炭学会岩石力学与支护专业委员会

《煤矿开采》期刊编辑部

潞安矿业（集团）公司

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

采矿工程学新论: 北京开采所研究生论文集/煤炭科学研究总院北京开采所编. —北京: 煤炭工业出版社, 2005

ISBN 7-5020-2743-2

I. 采… I. 煤… III. 矿业工程—文集 IV. TD-53

中国版本图书馆CIP数据核字 (2005) 第083593号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居35号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*
开本 889mm×1194mm^{1/16} 印张 22^{3/4}
字数 656千字 印数 1—1,000
2005年10月第1版 2005年10月第1次印刷
社内编号 5524 定价 88.00元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

煤炭科学研究总院北京开采所研究生们的科学研究,大多处于采矿工程学科地下开采现代技术研究领域的前沿。文集精选进入21世纪以来北京开采所研究生的论文52篇,内容涉及煤炭工业可持续发展、矿山岩石力学、高效集约化生产技术与装备,采场与巷道支护理论与技术、安全理论与技术、矿山机电一体化、资源开发与环境保护协调发展、采动损害防治、煤矿企业核心竞争力以及信息技术在采矿工程中的应用。

本文集可供采矿工程科研、技术人员、矿山企业管理人员及矿业高等院校师生阅读参考。

指导委员会

康立军	李凤明	王恩鹏	闫少宏	姚建国	耿德庸
邹正立	康红普	王国法	张华兴	齐庆新	康永华
胡炳南	鞠文君	徐乃忠	宁 宇	刘建华	王海波

编辑委员会

曹晨明	李晋平	汪有刚	蒲宝山	毛德兵	徐亚军
张 晓	许延春	范韶刚	郁纪东	朱艳芝	

执行主编

姚建国	邹正立	耿德庸
-----	-----	-----

序

煤炭科学研究总院北京开采研究所是我国煤炭行业惟一从事煤矿地下开采现代技术理论与工艺研究的专业科技开发机构，建所已48周年了。

48年来，我所始终致力于地下开采现代技术的创新与实践，经在开采所先后工作过的670多名“开采人”的努力拼搏，北京开采所不断发展壮大，目前拥有采矿、巷道、支架、特殊采煤与矿区环保4个专业研究室，共完成国家、省部级科研项目600多项，其中214项获得国家或省部级科技进步奖。我们与国内煤炭企业合作，攻克了坚硬厚顶板控制这一世界性技术难题，率先在国内试验成功综采放顶煤开采方法，开创并发展了我国矿山大面积采动影响理论与特殊开采技术这一全新边缘交叉学科，开发了煤巷锚杆支护成套技术，首次提出煤矿采场围岩优化控制科学体系，在综采工作面矿山压力和液压支架与围岩相互作用的研究方面在国内处于领先地位。研制开发的液压支架、单体液压支柱、铰接顶梁，分别占全国总产量的60%，90%和100%。为使科研成果尽快转化为生产力，近几年来，平均每年完成不同渠道的科研项目100多项。

北京开采所已于2001年整体转制组建为天地科技股份有限公司开采所事业部，随着科技改革的深入、体制的转换，我们紧紧围绕“创业、创新、创收”开展工作，提出“立足煤炭行业，以技术带动工程承包和高新技术产品产业化建设，通过扩大国际合作做大市场”的发展战略。2000年开采所以技术加资本的方式与陕西彬县下沟煤矿合作，将原年产0.45 Mt的中小型矿井改造成年产0.9 Mt的现代化矿井，为采用先进适用技术改造和提升地方中小煤矿进行了成功的探索，创出了用较少的增量激活较大存量、投资少、见效快、效益高的“彬县模式”。目前，我所参与的柴家沟、照金等中小煤矿改造提升工程，均按“彬县模式”运营。此外，还完成了潞安矿区锚杆支护示范工程项目，并扩展到晋城矿区、华亭矿区以及天地王坡煤业有限公司。完成兖州矿业集团兴隆庄煤矿“6.0 Mt综放工作面设备配套与技术研究”项目，以及抚顺石油一厂、抚顺发电厂地基治理工程、长江三峡链子崖危岩体治理重大工程等。2004年我所开发的液压支架首次出口澳大利亚。

48年来，开采所始终坚持以人为本的管理理念，鼓励研究人员崇尚实践、培养实事求是的严谨学风，在科技创新与实践增长才干。因此，多年来我所人才辈出，其中有中国工程院首批院士范维唐、刘天泉院士，全国劳模2人、部级劳模5人，作出突出贡献享受国务院特殊津贴的专家63人，中国青年科技奖获得者2人，煤炭工业拔尖技术人才14人，孙越崎奖、茅以升奖、煤炭青年科技奖获得者11人，并且还还为各级领导及管理部门输送了20多位优秀领导干部。目前我所在岗员工114名，其中有5名博士生导师，4名兼职博士生导师，9名硕士生导师，20名研究员，54名高级工程师，博士14人，硕士38人。

北京开采所先后于1979、1986年被批准为具有采矿工程学科硕士、博士学位授予权

的单位,2001 年成为博士后科研工作站设站单位。北京开采所的研究生培养事业已经成功地走过了26个春秋,取得了三方面的成果:培养了高素质的专业人才,已毕业博士7人,硕士44人;营造了一个良好的学术氛围,促进了主导专业的学科建设与发展;造就了一支研究生导师队伍,使科研骨干的整体水平和综合素质有明显提高。

如果说北京开采所是实施科技兴煤战略的一支重要的“国家队”,那么开采所的研究生就是这支“国家队”中的生力军。我所的研究生在导师精心指导下与各研究室科技人员一起,在科技创新前沿担负着重要的突击和攻坚任务。他们努力钻研、奋发进取、积极实践,用辛勤的汗水默默浇灌出丰硕的科研成果。

为了总结、交流开采所研究生的科研成果,我们编辑出版了《采矿工程学新论——北京开采所研究生论文集》。此文集既是献给开采所48岁的生日礼物,也是开采所研究生最新科研成果及闪烁着思想火花的新观点、新发现、新进展的集中展示。

愿开采所博士、硕士研究生这支生龙活虎的后备科技人才队伍,在强手如林的科技竞争中独领风骚;愿研究生们在祖国改革开放、科技兴煤的大潮中,继续乘风破浪,不断创出新辉煌。

煤炭科学研究总院北京开采研究所所长
天地科技股份有限公司开采所事业部总经理



2005年8月8日

目 录

第一部分 矿山岩石力学基础理论及应用

煤岩基本力学性质及其工程应用研究	齐庆新 等 (3)
双孔裂隙孔隙弹性力学及其应用	张金才 (9)
深厚饱和黏土的工程特性	许延春 (16)
宽条带充填全柱采煤新方法	张华兴 (26)
断层场地地震响应特性分析	汪有刚 等 (30)
金川镍矿区深部地应力特征研究	王永才 等 (37)
水化学作用对岩石损伤的实验研究	彭永伟 等 (47)
小孔径水压致裂三维地应力测量及其应用	张 晓 (52)

第二部分 高效集约化生产技术与装备

神华煤矿高产高效模式生产运营分析	陈 钢 (59)
兴隆庄煤矿综采放顶煤技术发展与创新	来存良 (67)
基于神经网络控制技术的综放工作面自动化控制系统	李 政 (73)
大采高综放开采及其在高瓦斯厚煤层开采中的应用前景	毛德兵 等 (84)
短壁机械化开采工作面主要参数确定	曹展明 (90)
较薄煤层高产高效工作面设备选型与配套	蒲宝山 等 (96)
综放开采中顶煤“垫层”作用对支架合理支护强度影响的数值分析	王永秀 (108)
综放大断面沿空留巷三维数值模拟研究	李晋平 (116)
虚拟现实技术在采煤工作面中的应用	蓝 航 等 (125)
高效回收石圪节矿井残留煤柱的研究和应用	孙玉福 (131)
用工艺巷深孔爆破改善难冒煤层理论与应用	徐 刚 (138)
急倾斜特厚煤层综放开采实践	魏 东 等 (143)
5~10 m 急倾斜煤层巷柱式放顶煤开采巷道系统优化设计研究	许红杰 (148)
浅析我国综采放顶煤采煤工艺的几种模式	尹希文 (156)

第三部分 采矿安全技术

我国冲击地压现状与研究进展	齐庆新 等 (165)
矿井冲击危险性评价模型研究	雷 毅 (171)
综采工作面参数变化对矿山压力显现影响的研究	刘俊峰 (176)
地应力对巷道围岩变形与破坏影响的数值模拟分析	张 晓 (182)
变形分析方法预测中硬覆岩导水裂缝带高度	刘治国 (187)
数值模拟在综放开采矿压分析中的应用研究	王永秀 (192)
综采矿压监测系统软件开发研究	徐 刚 (202)

第四部分 采场支护技术

浅谈机电一体化机械系统设计的思路和对策	曹晨明 (209)
液压支架梁端轨迹曲线的研究	吴兴利 等 (212)
浅埋深煤层长壁开采液压支架选型初步研究	鹿志发 等 (219)
有限元优化方法及其在柱帽优化设计中的应用	徐亚军 等 (224)

第五部分 矿山巷道掘进、支护理论与技术

金川镍矿井巷工程支护技术评价与展望	王永才 等 (233)
注浆木锚杆加固煤壁机理分析	冯志强 (241)
破碎煤岩体钻锚注加固技术	吕华文 (246)
松软煤层锚杆支护技术研究与应 用	魏 东 (253)
大断面单巷快速掘进工作面设备配套及使用	孟宪云 (258)
西山屯兰煤矿复合顶板巷道锚杆支护试验研究	武华太 (264)
对锚杆支护中一些问题的探讨	司林坡 (269)
浅谈煤矿软岩巷道支护技术	范明建 (273)

第六部分 煤炭工业可持续发展、采动损害防治

煤矿企业核心竞争力体系研究	范韶刚 等 (281)
在煤炭资源开发利用过程中树立和谐发展观	郁纪东 等 (287)
采煤沉陷区地表残余移动变形及其对地基稳定性的影响	王明立 (290)
急倾斜多煤层开采数值模拟研究	刘书贤 (295)
综放采场覆岩破坏特征的FLAC ^{3D} 数值模拟研究	张玉军 (304)
边坡岩体变形机理分析	贾林刚 (310)

第七部分 信息技术在采矿工程中的应用

综采放顶煤工作面生产系统计算机模拟	冯志强 (317)
综放工作面生产系统计算机模拟研究	蓝 航 (327)
矿山数据仓库建设中的数据采集设计	颜立新 (335)
综采工作面技术经济指标预测系统的研究	冯志强 (339)
3DEC 及其在煤矿开采中的应用	潘俊峰 (350)

第一部分

矿山岩石力学基础理论及应用

煤岩基本力学性质及其工程应用研究

齐庆新 毛德兵 王永秀 雷 毅

(煤炭科学研究总院北京开采所, 天地科技股份有限公司开采所事业部, 北京 100013)

摘 要 针对煤岩基本力学性质之一——单轴抗拉强度, 分析了直接单轴拉伸试验法和间接拉伸试验法(压裂法)两种不同方法的异同; 论述了煤岩基本力学性质对工程设计、数值模拟研究等的重要性, 从冲击倾向性预测和采掘设备选型等方面给出了煤岩基本力学性质的工程应用。

关键词 煤岩力学性质 冲击倾向性 硬度系数 强度

煤岩基本力学性质是岩石力学试验研究的主要内容, 是矿山采矿工程理论计算与工程设计的基础。因此, 通过实验室试验, 准确测定煤岩基本力学性质是极其重要的。

1 煤岩基本力学性质

1.1 煤岩基本力学性质与常规试验方法

煤岩的基本力学性质参数, 使用比较多的主要包括弹性模量、泊松比、黏结力、内摩擦角、脆性系数、单轴抗压强度、单轴抗拉强度等。对于这些基本力学性质, 可以通过不同的试验方法获得。比如, 黏结力和内摩擦角, 可以通过变角剪试验获得, 也可以通过三轴压缩试验得到; 单轴抗拉强度, 可以通过压裂拉伸试验获得, 也可以通过直接拉伸试验获得。(当然, 不同的试验方法得到的试验结果呈现出一定的差异, 这主要是试验方法的限制。)例如, 对于单轴抗拉强度, 由于直接单轴拉伸试验方法要求比较高, 试件加工过程复杂, 试验不易完成, 因而通常采用对圆饼状试件沿直径方向进行压缩加载, 通过计算间接得到单轴抗拉强度。这种方法称之为压裂法, 其实质是一种间接测定方法, 是基于弹性力学理论, 当圆盘边上受一对径向(压缩)集中力作用时, 圆心处为拉应力状态, 应力方向与集中力作用方向垂直, 从而可获得单轴抗拉强度。

1.2 煤的单轴抗拉强度与直接单轴抗拉强度

过去获得单轴抗拉强度通常采用间接法获得, 即对试件进行压缩加载, 最终获得单轴拉伸强度。这种方法尤其适用于煤这种特殊“岩石”。但是近年来, 岩石力学的试验水平有了较大的发展, 特别是常规的岩石力学试验发展很快, 如单轴拉伸、压缩试验, 岩体弱面直剪试验, 三轴压缩试验, 岩石应力应变破坏全过程试验, 岩石流变和断裂试验等。尤其是直接单轴拉伸试验, 随着小吨位伺服试验机的出现, 使得对煤实施直接单轴拉伸试验成为可能。

对煤岩作间接拉伸即压裂试验时, 将煤岩样加工成直径 $D=25\text{ mm}$ 、厚度 $H=12.5\text{ mm}$ 的圆饼形试块, 然后按图1所示进行劈裂试验^[1,2]。根据试验测得的试块破坏极限载荷 P , 通过式(1)即可求得煤岩的单轴抗拉强度。

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi DH} \quad (1)$$

在煤岩直接拉伸试验时, 将煤岩样加工成 $\phi 25\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ 的圆柱形试块, 然后将试块按图2所示使用环氧树脂黏结剂粘在试验机上并进行试验(黏结方法参见文献[3, 4])。根据试验测得的试块破

坏载荷 P ，通过式(2)即可计算出煤岩的直接抗拉强度。

$$\sigma_t = \frac{P}{A} \quad (2)$$

对于岩石而言，使用直接法和间接法所进行的试验研究及获得的岩石单轴拉伸强度，已有大量文献介绍，在此，仅简单论述有关煤的试验结果。

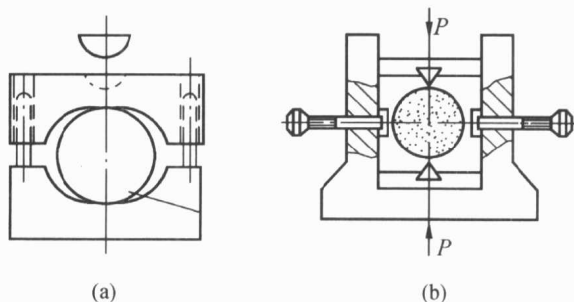


图1 煤岩间接拉伸试验
a—弧形夹具；b—角形夹具

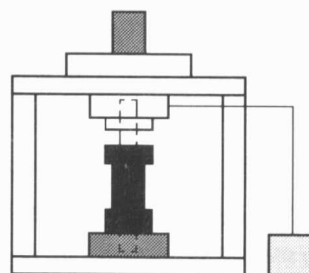


图2 煤岩直接拉伸试验

图3和图4所示分别为压裂拉伸试验和直接单轴拉伸条件下煤样的破坏状态^[3]。对于用间接法和直接法获得的煤的单轴抗拉强度，从实验结果可以看到，用直接法获得的煤的单轴抗拉强度比间接法获得的单轴抗拉强度小得多，二者比值最大为0.52，最小仅为0.14（表1）。

表1 间接法与直接法获得的煤的单轴抗压强度比较

拉伸方向	直接单轴 拉伸强度/MPa	压裂拉伸强度/MPa	单轴抗压强度比值 (直接法/间接法)
X	1.04	2.0	0.52
Y	0.57	3.25	0.18
Z	0.42	3.1	0.14

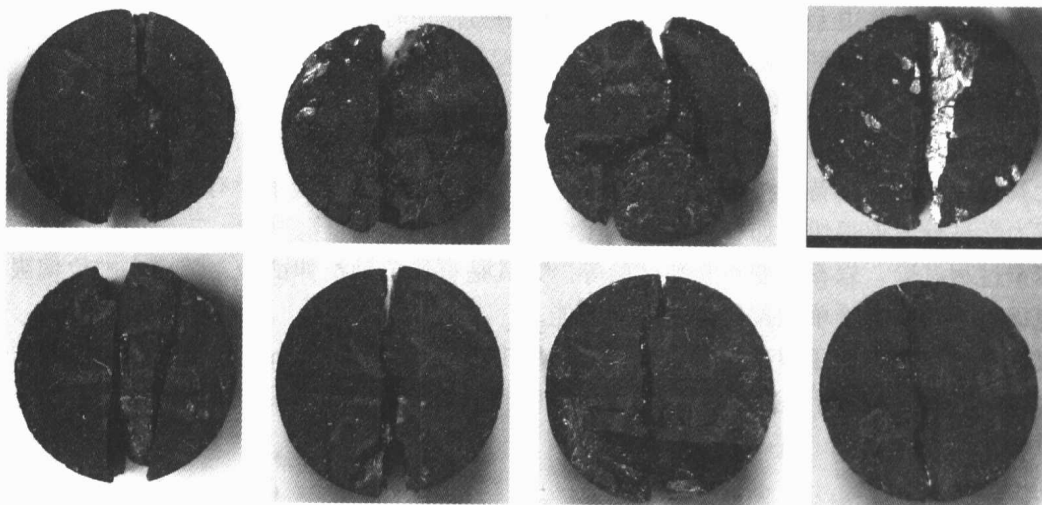


图3 压裂拉伸实验时煤样实际破坏状态



图4 直接单轴拉伸实验时煤样实际破坏状态

1.3 单轴压缩与直接单轴拉伸条件下煤的应力-应变关系

煤样单轴压缩与直接单轴拉伸条件下的应力-应变关系如图5所示。对直接单轴拉伸条件下煤的应力-应变关系的分析认为：①峰值前区域应力表现为连续变化规律，且与应变基本呈线性关系；②峰值后区域的应力基本呈连续变化并且与应变之间的关系表现为非线性特征；③与单轴压缩试验相比，直接单轴拉伸条件下煤的破坏强度相对较小，且具有较为典型的延性破坏特征；④煤的峰值前应变很小，煤的峰值后应变较峰值前要大多得多，且表现为塑性应变特征。经进一步分析看到，直接单轴拉伸试验在到达峰值强度时所产生的应变比单轴压缩时要小得多，仅为10%左右，而从峰值强度到达残余强度所产生的应变却较大，为单轴压缩实验时峰值后应变的10倍左右^[3]。

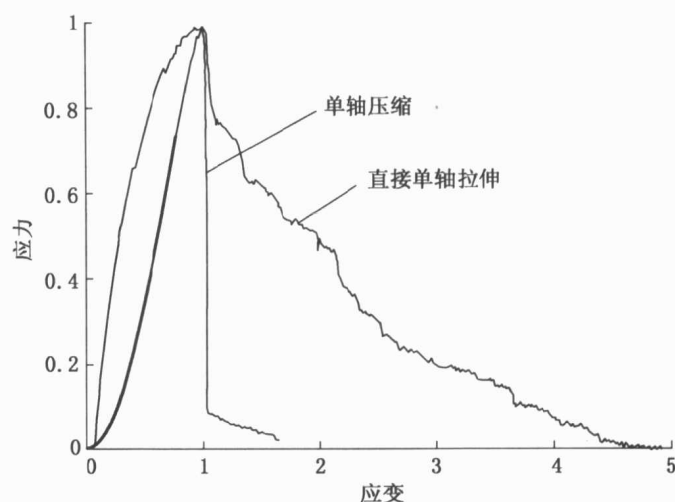


图5 煤样单轴压缩与直接单轴拉伸条件下全应力-应变关系归一化对比

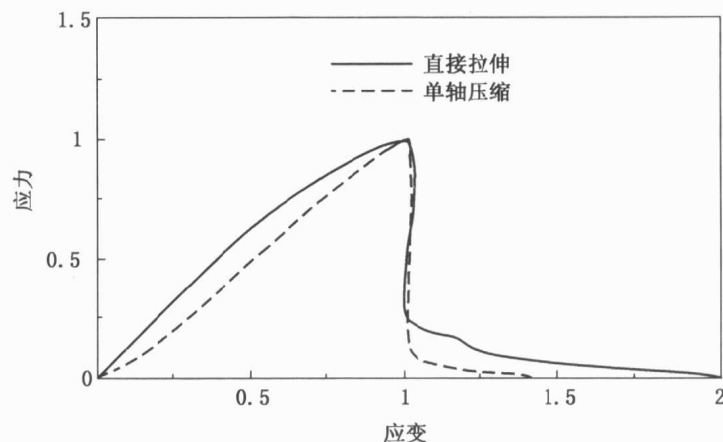


图6 岩样单轴压缩与直接单轴拉伸条件下全应力-应变关系归一化对比

与典型岩石的情况对比(图6)可以看出,煤在两种实验条件下曲线形状明显不同,而岩石却基本相同。引起这种差异的原因有待进一步探讨。

2 煤岩基本力学性质在数值模拟计算中的应用

数值模拟作为岩石力学的主要研究手段,在岩石力学的研究中占有重要的地位。在数值模拟计算方法中,主要包括有限元法、离散元法、边界元法、有限差分法等。尤其在采矿工程中,广泛使用的方法为有限元法、离散元法和有限差分法。大家较为熟悉的ANSYS软件是有限元法数值分析软件的代表, UDEC 软件是离散元法数值分析软件的代表, FLAC 软件是有限差分法数值分析软件的代表。就目前而言,数值模拟计算方法已成为采矿工程学科中研究围岩变形与破坏不可缺少的、最为经济适用的、被广泛采用的研究方法。

在数值模拟计算中,煤岩物理力学性质是最基本的参数,因为无论哪一种数值计算方法,都需要知道结构单元体的基本性质。但是,如何选取合适的煤岩物理力学参数用于数值模拟计算,则是岩石力学学科最近30年来一直探讨的问题,因为实际煤岩体的结构较煤岩块更复杂,而实验室条件下获得的煤岩块的物理力学参数往往大大地降低了煤岩体中节理、裂隙等结构面的影响。一般情况下,煤岩体的基本力学性质参数值均小于煤岩块的值,而在实际数值计算中通常根据经验选择各种参数。例如,对于弹性模量、黏结力、抗拉强度等基本参数,煤岩体的值仅为煤岩块的值的 $1/5 \sim 1/3$ 到 $1/20 \sim 1/10$;而对于泊松比,煤岩体的值约为煤岩块的值的 $1.2 \sim 1.4$ 倍^[6]。

当然,在不同的数值计算方法中,所使用的煤岩基本力学参数是不同的,不同的软件因使用的强度准则或本构模型的不同,而导致所使用的基本参数也不完全相同。例如,在FLAC中,使用Mohr-Coulomb准则时,通常使用抗拉强度、内摩擦角、黏结力、剪切模量、体积模量等力学参数;在UDEC中,通常使用弹性模量、泊松比、内摩擦角、黏结力、剪胀角、抗拉强度等,而对于接触面单元,则还需提供法向刚度和切向刚度等。从这些计算方法和程序使用的力学参数中可以看到,有些力学参数可能不是基本力学参数,但实际上完全可以通过计算得到那些不属于基本力学参数的参数。例如,体积模量和剪切模量可以由弹性模量和泊松比获得。

由此可以看出,煤岩基本力学性质参数在数值计算中起着重要的作用。

3 煤岩基本力学性质在冲击倾向性预测中的应用

煤岩体具有这样一种性质,即产生冲击式破坏的能力,是煤岩材料所固有的一种性质,通常我们称之为冲击倾向性。冲击倾向性研究是冲击地压机理研究的重要组成部分,是冲击地压预测预报与防治的基础^[7]。煤岩体的冲击倾向性可以用冲击倾向性指标来评价,其中具有代表性的有弹性能量指数、冲击能量指数、动态破坏时间、弯曲能量指数等。

事实上,煤岩体的冲击倾向性尽管是煤岩体所具有的固有的特性,但基本上可以通过煤岩基本力学性质反映出来,即煤岩体的冲击倾向性是煤岩基本力学性质的另外一种表达形式。例如,弹性能量指数是以弹性能与永久变形消耗的能量之比值,获得方法是先用煤岩样试件进行常规单轴抗压试验,确定其平均单轴抗压强度;然后,将试件以一定的速度加载到抗压强度的 $80\% \sim 90\%$,再以同样的速度卸载。根据加载-卸载曲线可以得到弹性能量指数, W_{ET} 为煤岩样中的弹性能 Φ_{SP} 与损耗的能量 Φ_{ST} 之比值,可用式(3)表示。

$$W_{ET} = \frac{\Phi_{SP}}{\Phi_{ST}} = \frac{\int_{\epsilon_p}^{\epsilon_c} f_1(\epsilon) d\epsilon}{\int_{\epsilon_c}^{\epsilon_c} f(\epsilon) d\epsilon - \int_{\epsilon_p}^{\epsilon_c} f_1(\epsilon) d\epsilon} \quad (3)$$

式中 $f(\epsilon)$, $f_1(\epsilon)$ —— 加卸载曲线函数;

$\epsilon_c, \epsilon_p, \epsilon_e$ ——全应变量、塑性应变量和弹性应变量。

仅从式(3)中好像看不到诸如弹性模量等煤岩基本力学参数的影子,但仔细分析可以看到,式(3)完全可以由式(4)来代替,而式(4)则只是弹性模量的组合。

$$W_{ET} \approx \frac{E_p}{E_p - E_e} \quad (4)$$

式中 E_p, E_e ——煤岩卸载和加载阶段弹性模量。

另外,有的学者也使用脆性系数来评价冲击倾向性,而脆性系数则是单轴抗压强度与单轴抗拉强度之比值,使用的也是煤岩的最基本的力学性质参数。

由此不难看到煤岩基本力学性质在冲击倾向性测定中的作用。

4 煤岩基本力学性质在采掘设备选型中的应用

采掘设备选型直接与煤岩基本力学性质相关。例如,在选择采煤机时,必须考虑煤体的硬度和煤层结构及其他因素。其中煤体硬度通常采用硬度系数,而硬度系数 f 实质上就是煤体单轴抗压强度 σ_c 的另一种表达形式,即 $f \approx \sigma_c/10$ 。

在选择支架时,支架工作阻力的确定是至关重要的。目前确定支架工作阻力的方法有“顶板分类方法”、“岩重法”、“类比法”和“数值模拟法”等。其中,根据“顶板分类方法”确定的支架工作阻力用式(5)表示。

$$F_s = p_s S_c B_c (72.3 h_m + 4.5 L_p + 78.9 B_c - 10.24 N - 62.1) / K_s \quad (5)$$

式中 F_s ——液压支架工作阻力, kN;

p_s ——额定支护强度下限, kN/m²;

S_c ——支架中心距;

B_c ——支架控顶宽度;

h_m ——煤层采高;

L_p ——基本顶周期来压步距;

N ——直接顶充填系数;

K_s ——支架的支撑效率。

式(5)中,尽管找不到一个表示煤岩基本性质的参数,但事实上,基本顶周期来压步距 L_p 、直接顶充填系数 N 均反映了煤岩的基本力学特性,这些参数均由煤岩基本力学性质决定。

5 结束语

对于采矿工程而言,研究煤岩基本力学性质的重要性是不言而喻的。通过进一步分析和研究,并结合煤岩基本力学性质在采矿工程理论与实践研究中的应用,得到以下主要认识:

(1) 尽管岩石力学试验设备有了较大的改进与提高,能够在实验室条件下开展复杂的实验研究工作,但对煤岩基本性质的试验研究还是最为基础和最为重要的。

(2) 可以采用不同的试验方法获得煤岩基本力学性质,但试验结果将具有差异。对于煤块而言,由直接法获得的煤的单轴抗拉强度比间接法获得的单轴抗拉强度小得多,二者比值最大为0.52,最小仅为0.14。

(3) 数值模拟作为岩石力学研究的主要方法,尽管数值计算方法不尽相同,使用的计算程序也有差异,但均需以煤岩基本力学性质已知为条件。

(4) 采矿工程的理论与实践研究都无法离开煤岩基本力学性质研究,比如冲击倾向性研究、采掘设备选型等。

参 考 文 献

- [1] 李先炜. 岩块力学性质. 北京: 煤炭工业出版社, 1983
- [2] 蔡美峰. 岩土力学与工程. 北京: 科学出版社, 2002
- [3] 齐庆新, 王永秀, 毛德兵, 等. 对建立“煤力学”的探讨——由煤岩直接单轴拉伸实验想到的. 见: 中国岩石力学与工程学会第八次学术大会论文集, 西部大开发中的岩石力学问题. 北京: 科学出版社, 2004, 136~140
- [4] 大久保诚介, 福井胜则, 齐庆新. 煤的强度对加载速度的依赖性研究(石炭强度の载荷速度依存性に関する研究). 资源と素材, 2002, 118 (1): 23~28
- [5] 张少华, 缪协兴, 赵海云. 试验方法对岩石抗拉强度测定的影响. 中国矿业大学学报, 1999, 28 (3): 243~246
- [6] 王永秀, 毛德兵, 齐庆新. 数值模拟中煤岩层物理力学参数确定的研究. 煤炭学报, 2003, 28 (6): 593~597
- [7] 王淑坤, 齐庆新, 曾永志. 我国煤岩冲击倾向研究的进展. 煤矿开采, 1998 (3): 30~32

作 者 简 介

齐庆新 男, 1964 年出生。研究员, 博士/博士后。现任煤炭科学研究总院北京开采研究所首席专家、研究室主任。1986 年毕业于阜新矿业学院(现辽宁工程技术大学), 1989 年在煤炭科学研究总院获得硕士学位, 指导教师: 牛锡倬教授, 张万斌高工, **王祥麟**教授。1996 年在煤炭科学研究总院获得博士学位, 指导教师: **刘天泉**院士、史元伟研究员。1999 年10 月至2001 年9 月在东京大学作博士后研究。中国岩石力学与工程学会岩石动力学委员会委员, 日本资源与素材学会正式会员。一直从事矿山压力、冲击地压、实验岩石力学、放顶煤开采、深部开采以及坚硬顶板的控制研究工作, 同时致力于矿用仪器的研制与开发工作。先后主持、主参完成了国家攻关项目、部级科研项目等近30 项, 横向项目40 余项, 主持和起草部颁标准2 项; 获国家科技攻关奖1 项, 省部级科技进步奖2 项, 市级科技进步奖2 项, 专利2 项。在正式学术刊物上发表论文40 余篇, 参加编写出版著作1 部, 译著1 部。1997 年开始被新汶矿业集团华丰煤矿特聘为专家顾问, 2002 年获孙越崎青年科技奖。

电 话 (010) 84263113, 13911233929

电子邮箱 Qiqingxin@x263.net