



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

矿山机械

主编 李炳文 万丽荣 柴光远

KUANGSHAN JIXIE



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

矿山机械

主 编 李炳文 万丽荣 柴光远

副主编 王启广 任保才 张安宁
张伟杰 纪俊红 胡斌梁

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是“普通高等教育‘十一五’国家级规划”教材,介绍了目前我国煤矿通用的采掘机械、支护设备、运输提升设备和流体机械等矿山机械设备的工作原理、结构、性能及选型方法;同时,还介绍了相关国内外先进的矿山机械设备和技术。本书为高等院校机械工程及自动化、机械设计制造及其自动化等专业矿山机械课程的通用教材,也可供有关的研究生、工程技术人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿山机械/李炳文,万丽荣,柴光远主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2010.1

ISBN 978-7-5646-0600-8

I. 矿… II. ①李…②万…③柴… III. 矿山机械—高等学校—教材 IV. TD4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 013701 号

书 名 矿山机械

主 编 李炳文 万丽荣 柴光远

责任编辑 钟 诚

责任校对 周俊平

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 22 字数 549 千字

版次印次 2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

定 价 38.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

本书 2006 年入选教育部“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”，并根据其建设要求编写而成。

本书主要介绍我国煤矿通用的采掘机械、支护设备、运输提升设备和流体机械等矿山机械设备的用途、工作原理、结构、性能和选型方法。在编写中力图反映当前国内外矿山机械的新技术、新成果和发展趋势，力求理论和实践相结合、基础知识与实用技术相结合，注重课程体系和专业特点，加强基础知识，拓宽覆盖面，增加交叉学科内容，介绍的机型具有代表性。为便于学生自学和有关工程技术人员阅读参考，各篇具有一定的独立性。可以选取各自侧重的内容讲授和学习。

全书共四篇十四章。第一章、第二章、第四章及第十章由中国矿业大学李炳文、王启广、王建武编写，第三章由河南理工大学任保才、冷军发编写，第五章由山东科技大学万丽荣、王成龙编写，第六章由西安科技大学柴光远编写，第七章、第八章由河北工程大学张伟杰编写，第九章由湖南科技大学胡斌梁编写，第十一章由安徽理工大学张安宁、尹中会编写，第十二章、第十三章和第十四章由辽宁工程技术大学纪俊红编写；另外，北京科技大学朱冬梅也参与了第四章和第十章的编写工作。全书由李炳文、万丽荣、柴光远担任主编，李炳文负责统稿。

在本书编写过程中得到了其他兄弟院校、煤炭科学研究总院、常州科研试制中心有限公司、郑州煤矿机械集团有限公司、西安煤矿机械厂、大同矿业集团公司、中煤第一建设公司机械总厂、江苏金湖小青青机电设备有限公司、兖矿集团唐村实业有限公司、神华集团及大柳塔煤矿、山西长治山河矿山装备有限公司、淮北万源工贸有限公司、徐州中安机械制造有限公司、徐州天能矿山机械有限公司、重庆天巨承机械制造有限公司、常州天泰矿山设备制造有限公司、淮北中矿机械电子工程中心、山东鑫佳矿山支护设备有限公司、陕西铜川煤矿机械厂、徐州矿山设备制造有限公司、阜新昊海华龙煤矿机械有限公司、山西河津鑫城天地煤机新科有限公司、临沂中矿金鼎机电制造有限公司、四川内江凤凰煤矿机械有限公司、江苏美特机械有限公司、河南济高矿山机电有限公司等单位的大力支持。为了充实教材内容，参考了诸多教材、著作等资料，谨此一并表示感谢。

由于编者水平所限及时间仓促，书中难免存在不足及错漏之处，敬请同行专家和读者批评指正。

编 者
2009 年 6 月

目 录

第一篇 采掘机械

第一章 煤岩截割理论	3
第一节 概述.....	3
第二节 煤岩的物理机械性质.....	4
第三节 煤岩截割理论.....	7
复习思考题.....	9
第二章 掘进机械	10
第一节 概述	10
第二节 钻孔机械与装载机械	10
第三节 掘进机	28
第四节 掘锚联合机组	46
第五节 掘进工作面设备配套	53
复习思考题	56
第三章 采煤机械	57
第一节 概述	57
第二节 滚筒采煤机	61
第三节 刨煤机	95
第四节 连续采煤机.....	101
第五节 采煤机的选型.....	105
复习思考题.....	109

第二篇 支护设备

第四章 单体支护设备	113
第一节 概述.....	113
第二节 单体液压支柱.....	113
第三节 放顶支柱.....	119
复习思考题.....	121

第五章 液压支架	122
第一节 概述.....	122
第二节 采煤工作面围岩关系.....	123
第三节 液压支架的工作原理与架型选择.....	127
第四节 液压支架的结构.....	134
第五节 液压支架参数计算.....	155
复习思考题.....	157

第六章 采煤工作面设备配套	158
第一节 概述.....	158
第二节 工作面设备配套.....	158
第三节 乳化液泵站选型.....	159
复习思考题.....	163

第三篇 矿井运输提升设备

第七章 刮板输送机	167
第一节 概述.....	167
第二节 刮板输送机的结构.....	169
第三节 桥式转载机.....	176
第四节 刮板输送机的选型设计.....	177
复习思考题.....	182

第八章 带式输送机	183
第一节 概述.....	183
第二节 带式输送机的结构.....	185
第三节 带式输送机传动理论.....	198
第四节 带式输送机的选型设计.....	200
复习思考题.....	207

第九章 矿用电机车	208
第一节 概述.....	208
第二节 矿用电机车结构.....	209
第三节 列车运行理论.....	213
第四节 电机车运输计算.....	218
复习思考题.....	223

第十章 辅助运输设备	224
第一节 概述.....	224

第二节 矿用绞车·····	225
第三节 单轨吊车与卡轨车·····	230
第四节 无轨胶轮车·····	237
复习思考题·····	240
第十一章 矿井提升设备·····	241
第一节 概述·····	241
第二节 提升容器及钢丝绳·····	244
第三节 矿井提升机·····	256
第四节 提升设备的制动系统·····	262
第五节 矿井提升设备的选型·····	270
复习思考题·····	283
 第四篇 矿山流体机械 	
第十二章 矿山排水设备·····	287
第一节 概述·····	287
第二节 离心式水泵的工作理论·····	290
第三节 离心式水泵的结构·····	295
第四节 离心式水泵网络工况·····	301
复习思考题·····	308
第十三章 矿井通风设备·····	309
第一节 概述·····	309
第二节 矿井通风机工作理论·····	310
第三节 通风机结构·····	315
第四节 通风机网络工况·····	319
复习思考题·····	325
第十四章 矿山压气设备·····	326
第一节 概述·····	326
第二节 活塞式空气压缩机的工作理论·····	328
第三节 活塞式空气压缩机的结构·····	334
第四节 活塞式空气压缩机的调节·····	339
复习思考题·····	341
参考文献·····	342

第一篇

采掘机械

第一章 煤岩截割理论

第一节 概 述

采掘机械的工作对象是煤和岩石,工作机构破碎煤岩矿体是采掘机械最主要的功能。煤岩破碎理论是研究机械破落煤岩过程中,刀具与煤、岩体相互作用的有关能量转换、破碎机理和受力分析等问题的一门学科。研究煤岩破碎理论,对设计、制造和使用采掘机械起着理论指导作用。

煤、岩是非均质、非连续和各向异性的脆性物料,赋存地下的煤、岩体内部还受地应力的作用。机械破落煤、岩有挤压、冲击、弯折、劈裂和研磨等多种方法。在具体的破落过程中,往往是多种破落方法共同起作用,这取决于所采用的破落器具。为了提高破落效果,还可采用高频电磁波、超声波、热力和水射流等辅助手段。自 20 世纪 50 年代后期起,一些国家相继开展高压水射流辅助破落煤、岩的研究,并曾在全断面掘进机、悬臂式掘进机、刨煤机和凿岩机上进行过试验。存在的主要问题是:比能耗较高,经济性较差;高压水射流发生装置、回转接头和管道等制造技术要求高,使用寿命短。

破落机械的结构和参数对破落过程的影响主要研究:破落机构的结构和参数对载荷、比能耗、破碎块度分布规律、粉尘生成率、刀具使用寿命以及运转平稳性等的影响。现已能根据给定的工作条件和破落机构的结构参数估算这些影响,并可据此进行优化设计。

煤岩破碎理论研究方法主要有:① 现场试验法。可得到最接近实际的数据,一般只能测量最基本的项目,如功率等。② 模化试验法。在实验室内用试验台按相似理论的要求进行试验和处理试验结果,费用较少,并可深入进行研究。但是,需要有较高的试验技术,才能保证试验过程与实际破落过程达到相似。③ “纯”化试验法。把煤、岩的力学特性单纯化的试验方法,主要用于研究煤、岩破碎过程的机理,如用光弹试验方法观察密实核或裂纹的形成和发展,研究应力波的传播等。

试验是研究煤、岩机械破落过程的主要手段。采用正交设计优化试验方案,用统计相关分析处理试验结果,比较适合离散性较强的煤、岩破落过程的研究。用力学原理分析煤、岩破落过程,可以定性判断载荷的性质和破落的结果。但因煤、岩材料常数的离散度很大,不符合弹性条件,而刀具施加于煤、岩体的载荷是局部的动态载荷,所以它不能定量说明问题。

第二节 煤岩的物理机械性质

煤岩是非均质、非连续和各向异性的脆性物质,赋存地下的煤岩体内部还受地应力的作用。为了合理地设计、制造和使用新型采掘机械,以及探求高效低能耗破碎煤岩,必须研究煤岩的物理、机械性质。

一、煤岩的物理性质

煤岩的物理性质主要包括密度、孔隙度、含水量、松散性、稳定性、导电性、传热性等。其中与采掘机械密切相关的性质有:

1. 密度

密度指单位体积煤岩在干燥状态下的质量。它在很大程度上反映了煤岩的机械强度。根据煤种类不同,如泥炭、烟煤、无烟煤以及褐煤等,其密度在 $1.3 \sim 1.45 \text{ t/m}^3$ 范围内变化,计算时通常取 1.35 t/m^3 。

2. 湿度

煤岩的湿度用其含水率表示。含水率是指在煤岩的缝隙中存留的水的质量与煤岩固体质量之比。含水率高的煤岩体,结构被弱化,其强度明显降低。开采这样的煤岩时,功率消耗会明显降低,而且粉尘也将减少。但巷道围岩易产生变形,巷道维护的难度增加。

3. 松散性

松散性表示煤岩被破碎后其容积增大的性能。破碎后与破碎前煤岩的容积之比称为煤岩的松散比(或松散系数)。

4. 稳定性

稳定性表示煤岩暴露出自由面以后,不致塌陷的性能。

二、煤岩的机械性质

煤岩的机械性质指煤岩体受到机械施加的外力时所表现的性质。在破碎煤岩时,可借助于煤岩的机械性质选择对煤岩体作用力的形式、破岩工具的种类和形状等。煤岩的机械性质主要是强度、硬度、弹塑性与脆性、坚硬度、截割阻抗和磨砺性等。

1. 强度

煤岩体在一定条件下受外力作用开始破坏时所具有的极限应力值称为煤岩的强度。煤岩为非均质材料,各向异性,其抗压、抗剪和抗拉强度(分别用 σ_y 、 σ_j 和 σ_l 表示)在数值上存在如下关系

$$\sigma_y : \sigma_j : \sigma_l = 1 : (0.1 \sim 0.4) : (0.03 \sim 0.1)$$

层理和节理发育的煤岩体,其强度要低于层理和节理不发育的煤岩体;沿垂直层理方向的强度要高于平行层理方向的强度。

2. 硬度

煤岩的硬度是指煤岩抵抗尖锐工具侵入的性能,它反映煤岩体在较小的局部面积上抵抗外力作用而不被破坏的能力,其大小取决于煤岩体的结构、组成颗粒的硬度、形状和排列方式等。硬度越大,截割、钻凿越困难。

3. 弹性、塑性与脆性

煤岩体的弹性、塑性与脆性是反映煤岩受外力作用时与其变形之间关系的性质。

弹性指所受外力撤销后煤岩恢复原来形状的性能。破碎弹性较高的煤岩,由于弹性变形,破碎比较困难。

塑性指所受外力消失后煤岩不能恢复原来形状的性能。破碎塑性高的煤岩,消耗的能量较多。

脆性指煤岩破碎时不带残余变形的性能。脆性高的煤岩,容易破碎,消耗的能量也较小。

4. 坚固性

坚固性是表示煤岩破碎难易程度的综合指标,它是煤岩体抵抗拉压、剪切、弯曲和热力等作用的综合表现,反映了各种采掘作业的难易程度。

坚固性系数(又称普氏系数)表示煤岩的坚固性大小。可以用捣碎法测量坚固性系数,也可以根据煤岩的极限抗压强度(MPa)近似确定

$$f = \frac{\sigma_y}{30} + \sqrt{\frac{\sigma_y}{3}} \quad (1-1)$$

一般 $f < 4$ 为煤, $f = 4 \sim 8$ 为中等坚固岩石, $f \geq 8$ 为坚固岩石。煤分三级, $f < 1.5$ 为软煤, $f = 1.5 \sim 3$ 为中硬煤, $f > 3$ 为硬煤。

对于具有不同坚固性系数的煤岩,应选用与之相适应的破碎方法和采掘机械。

5. 截割阻抗

实践表明,对某一种煤岩而言,用结构参数确定的刀具进行截割,单位截割深度的截割阻力大体为常数;对于不同矿区甚至于不同煤层的工作面,用同一刀具进行截割,单位截割深度的截割阻力是不同的。

单位截割深度作用于刀具上的截割阻力称为截割阻抗,用 A (kN/m) 表示。截割阻抗是在现场测定的。如图 1-1 所示,标准刀具装在刀杆 2 上,绞车 8 牵引刀杆 2 绕立柱 1 摆动作弧形切割。移动卡紧器 3 调节刀杆位置和刀具伸出刀杆的长度,就可以进行不同截距和截割深度的截割测试。测量信号是刀具的截割阻力,由此得出截割阻抗

$$A = \frac{\bar{Z}}{h} \quad (1-2)$$

式中 $\bar{Z}$ ——刀具截割阻力的平均值, kN;

h ——截割深度, m。

为得到一个工作面的 A 值,需在工作面接近顶板、底板、截高中间处,以及沿煤层倾斜方向不同部位进行多次测量,取其平均值作为该工作面的 A 值。

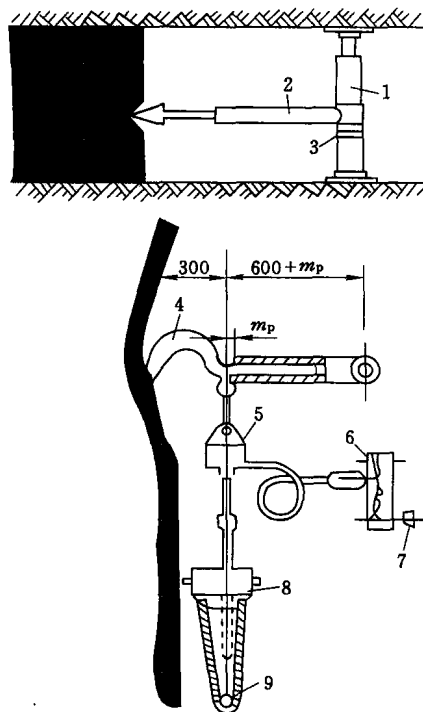


图 1-1 截割阻抗测量装置

1,9——立柱;2——刀杆;3——卡紧器;
4——刀具;5——测力传感器;6——记录仪;
7——电动机;8——绞车

截割阻抗与坚固性系数的关系可按经验公式估计

$$A = 150f \quad (1-3)$$

大量的统计资料表明, $A=100f$ 也存在。

在实验室测定 A 值的方法与在工作面测定 A 值的方法相同。把截割深度值 h_i 与截割阻力 Z_i 画在直角坐标系中, 用直线连接各点, 所得直线的斜率即为被测试材料的 A 值。

从有效使用采煤机械的角度, 可将煤层按截割阻抗分为 3 类: $A \leq 180 \text{ kN/m}$ 的煤称为软煤, 适合用各种刨煤机(脆性煤层特别适于刨煤机); $A = 180 \sim 240 \text{ kN/m}$ 的煤称为中硬煤, 其中韧性煤适合用采煤机, 脆性煤适于滑行刨煤机; $A = 240 \sim 360 \text{ kN/m}$ 的煤称为硬煤, 其中韧性煤须用大功率采煤机, 脆性煤可用滑行刨煤机。

6. 磨蚀性

刀具在截割过程中接触煤岩而被磨损, 引起截割阻力和生产费用的增加, 使采掘机械工作性能和开机率降低。煤岩磨损钢铁和硬质合金的烈度称为磨蚀性(研磨性)。研究表明, 煤岩的磨蚀性与其石英含量、石英核直径和抗拉强度有关。

MT138—93 中, 采用前苏联提出的定义和测量方法: 用直径 8 mm 的标准钢棒, 以 150 N 的力压在未经加工的岩石试样表面, 试棒以 64 r/min 定速转动, 试棒两端分别研磨 10 min, 以试棒质量的减少量作为磨蚀性系数 a , 由式(1-4)计算

$$a = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n q_i \quad (1-4)$$

式中 n ——试验次数;

q_i ——第 i 次试验中, 标准试棒减少质量, mg。

研究表明, 对于磨蚀性一定的煤岩, 切割刀具在破碎煤岩时的磨损量与摩擦路径成正比, 与刀具对煤岩的表面正压力成正比, 与刀具和煤岩之间的相对速度成正比。这一结果对采掘机械的设计和使用是很重要的, 应该使采掘机械具有适当的工况参数以减少刀具在工作过程中的磨损量。

7. 破碎特性指数

截割下来的煤岩块度, 不仅与采掘机械的结构和截割参数有关, 也取决于煤岩被截割时不同的破碎特性。研究表明, 在碎煤总量中块度分布服从统计分布规律, 即

$$R = \frac{0.38A}{B+1} \quad (1-5)$$

式中 B ——煤岩的脆性程度指数, $B = \frac{\exp(2.3m)}{m^2} - 8.4$, 韧性煤 $B < 2.1$, 脆性煤

$2.1 < B < 3.5$, 极脆性煤 $B > 3.5$ 。

R 的单位为 $\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{cm/m}^3$, 该指标与截割的工况和参数无关, 仅取决于煤层的截割阻抗和脆性, 它综合反映煤层在稳定的工况参数下破碎的可能性。按照破碎特性指数, 前苏联将煤层分为 7 类, 即: 极软: $0 \sim 4$; 软: $4.1 \sim 9$; 中硬: $9.1 \sim 16$; 中偏硬: $16.1 \sim 25$; 硬: $25.1 \sim 36$; 极硬: $36.1 \sim 49$; 特硬: > 49 。

第三节 煤岩截割理论

破碎煤岩的方法很多,钻孔爆破是历史最悠久的方法。现代化的煤炭生产技术上,机械破碎是主要的破碎方法。采掘机械,如滚筒采煤机、刨煤机、部分断面掘进机等都是用刀具截割破碎煤岩。

一、切削破岩机理

关于切削破落煤岩的过程,流行的机理学说主要有楔裂说、剪裂说、密实核说、断裂力学说和剪切变形说等。

密实核说是拉伸和剪切联合作用的切削破煤(岩)机理学说,截割机理如图 1-2 所示。截齿刀刃接触煤体时产生集中应力,当达到极限值时,煤岩体会被局部粉碎成粉末,形成处于体积压缩状态的核,称为密实核。密实核位于紧贴刀具前面的煤岩体内,使煤岩受到向自由表面作用的拉伸力。刀具继续向前移动,使密实核内的压强逐渐增大。当达到一定程度时,小块 I 崩落而使煤岩表面形成缺口。密实核中的少量粉末沿着刀具的前面高速喷出,使密实核的体积缩小,压强降低。刀具继续向前移动,密实核又重新发育,其体积和压强又逐渐增大,导致小块 II 崩落。如此反复多次,崩落的块渐渐变大,最后沿着裂纹 ED 崩落大块 IV,使密实核消失。对应的力学特性为以压应力对压实核起压碎作用,以剪应力产生裂缝,以拉应力扩大裂缝,直到块煤飞出,具有脆性破碎的特性。切削破碎煤岩的过程中,由于密实核的发育变化,切削阻力发生相应变化。根据随机截割过程的经验知,约 80% 符合三角形载荷谱,该阻力是变载荷,属动载荷中的随机载荷。

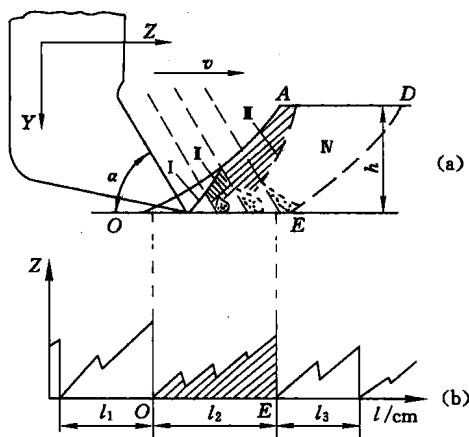


图 1-2 密实核说模型

对应的力学特性为以压应力对压实核起压碎作用,以剪应力产生裂缝,以拉应力扩大裂缝,直到块煤飞出,具有脆性破碎的特性。切削破碎煤岩的过程中,由于密实核的发育变化,切削阻力发生相应变化。根据随机截割过程的经验知,约 80% 符合三角形载荷谱,该阻力是变载荷,属动载荷中的随机载荷。

若使压实核的体积最小,可视破煤过程是最优的。压实核形成的原因是截齿排屑时,前刃面上的摩擦力大于排屑力,阻碍排屑而形成压实核。据前苏联实测,形成压实核消耗的能量占 50%~78%,截齿与煤的摩擦消耗的能量占 20%~46%,形成块煤和煤的弹性变形则不到 1%。截齿的前刃面做成楔形、椭圆形比平面形好,压实核尺寸较小,但在封闭截割时不如平面形,因排屑困难。

若压实核的体积与同时被破碎的体积之比达到最小,破碎过程即为最优。采用低速强力截割采下足够大的块煤,就是符合这一要求的破碎过程。

二、冲击破岩机理

冲击破岩有砸碎、凿岩、劈裂等多种方式,凿岩是冲击破岩最重要的应用。凿岩机的活塞以一定速度冲击钎尾(或钎杆)时,使钎头侵入岩体,形成破碎坑;又由于钎头的转动,使破碎坑扩展成孔眼,并逐渐形成一定深度的钻孔。

实验观察, 钎头凿入岩体的过程, 岩体脆性破碎形成破碎坑要经历几个步骤(图 1-3): ① 压碎钎头前岩石上的小突起, 形成压痕; ② 岩体产生弹性变形并产生径向主裂纹; ③ 钎头前的岩石被压碎, 形成粉碎体; ④ 粉碎体挤压周围岩体, 使裂纹沿着剪切应力或拉伸应力的迹线延伸扩展到岩体自由面, 崩落大的碎片; ⑤ 重复循环上述过程, 最终形成破碎坑。



图 1-3 钎头凿入岩体的过程

三、截齿的截割阻力和比能耗

采掘机械广泛使用的截割刀具是截齿。截齿由齿体和硬质合金头两部分组成。按截齿齿头几何形状的不同分扁形截齿和锥形截齿两种; 按截齿安装方式的不同分径向截齿和切向截齿两种。截齿截割时的三向阻力曲线如图 1-4 所示。试验研究表明, 靠近切削刃处的作用力最高, 远离切削刃处将按双曲线规律急剧衰减。因此, 在实际计算中通常用集中力代替分布力, 然后沿坐标轴进行分解。

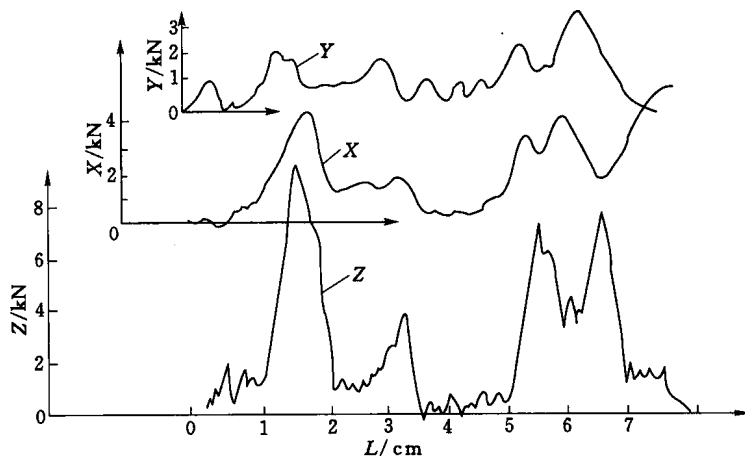


图 1-4 截割阻力变化曲线

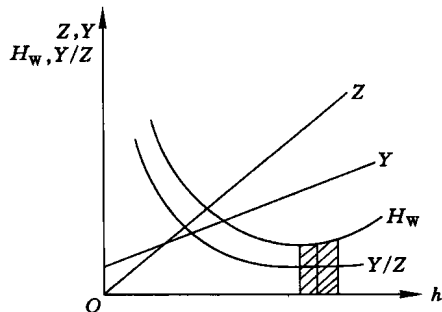
扁形截齿主要利用切削刃来截煤。由于具有楔形面, 所以也有尖劈作用。锥形截齿没有切削刃, 是利用点击和尖劈作用来破煤。两种截齿的刀头形状不同, 破碎方式不同, 但破碎机理一样。

不论扁形截齿或锥形截齿, 其所受的截割阻力都有着相似的变化规律。根据实验值, 经回归计算, 可变成直线或曲线, 如图 1-5 所示。

截割阻力平均值

$$Z = Ah \quad (1-6)$$

式中 A ——截割阻抗, kN/m ;

图 1-5 Z 、 Y 、 Y/Z 、 H_w 和 h 的关系曲线

h ——截割深度, m。

推进阻力

$$Y = aZ \quad (1-7)$$

式中 a ——比例系数。极脆煤为 0.5, 脆性煤为 0.6, 韧性煤为 0.7。

侧向力

$$X = (0.1 \sim 0.2)Z \quad (1-8)$$

比能耗

$$H_w = 2.78 \times 10^{-4} ZL\rho/G \quad (1-9)$$

式中 L ——截割长度, m;

G ——剥落煤量, kg;

ρ ——煤岩的实体密度, kg/m³。

比能耗 H_w 与截割深度 h 的关系近似双曲线。当 h 增大时, 被截割的体积增大, 此足够的体积包容了大量的裂缝, 截割时易从应力弱的裂缝处破碎, 使比能耗显著减小。如果截割下来的体积过小, 截割次数必然增多, 同时含裂缝的几率减少, 消耗的能量相应增加。由试验可知, $h > 5 \sim 10$ cm 时, H_w 趋于稳定, 并具有最小值区间, 如图中阴影线区所示。

由于比能耗决定着截割阻力及效率、煤尘、煤炭品级(粒度), 因此比能耗是最佳截割中的一个首要选择要素。

对切向扁形截齿与径向扁形截齿和切向锥形截齿的对比试验表明, 切向扁形截齿比其他两种截齿的截割阻力小, 块煤率、煤尘、截齿消耗量、硬质合金消耗量都有明显的改善。

截齿变钝后, 其截割阻力、推进阻力和侧向力比锐齿增加很多。由于计算公式复杂, 影响系数很多, 因此只能建立在试验基础上进行估算, 但对定性和定量分析具有一定的意义。

复习思考题

1. 煤岩的机械性质有哪些?
2. 试用密实核理论解释截齿在截割过程中载荷的变化规律。
3. 截割阻抗的意义是什么? 怎样测定?
4. 截齿的截割阻力、推进阻力形成的原因是什么?
5. 截割比能耗的意义是什么? 试讨论降低截割比能耗的途径。

第二章 掘进机械

第一节 概 述

随着采煤机械化和综合机械化的发展,大大提高了工作面的开采强度,工作面的推进速度越来越快,这就要求加快掘进速度,达到采掘平衡,以保证矿井的高产稳产。

掘进设备按掘进工艺分为钻眼爆破法掘进设备和综合机械化掘进设备两类。完成钻爆法掘进工序所需的设备,主要有钻(凿)孔机械、装载机械、转载机械及修整巷道的机械等。钻(凿)孔机械是在煤岩体上钻(凿)孔的机械;装载机械是将爆落的煤岩装入矿车或其他运输设备中的机械;转载机械是承接由装载机械卸入的煤岩,并将其卸入矿车或其他运输设备内的机械;巷道支护设备是将巷道支护构件或加固材料敷设到巷道顶板和侧帮上的机械;修整巷道设备用于巷道挑顶、卧底、刷帮等作业。

国内平巷掘进广泛采用钻眼爆破法掘进设备。为提高掘进机械化水平,除选用适用、可靠的单项设备外,还必须考虑设备的配套,以形成机械化作业线。其主要形式有:①以耙斗装载机为主的机械化作业线:支腿式气动凿岩机钻凿炮孔,耙斗装载机把岩石耙入转载机或矿车,巷道支护采用锚杆安装机和混凝土喷射机。该作业线实现凿孔和装载平行作业,且结构简单,在国内煤矿广泛使用。②以凿岩台车为主的机械化作业线:凿岩台车钻凿炮孔及锚杆孔,侧卸式铲斗装载机把岩石铲入转载机或矿车。该作业线适用于大断面巷道的掘进,效率高,劳动强度低。③以钻装机为主的机械化作业线:钻装机钻凿炮孔,锚杆孔和装载转运煤岩,并将岩石装入矿车。巷道支护采用锚杆安装机和混凝土喷射机。

综合机械化掘进设备直接用掘进机完成破落煤岩、装载、转载及支护等工序,实现这些工序的平行作业。通常是用掘进机破落煤岩体,以装载、转运机构把煤岩输送至后面的配套运输设备。支护方式可选用金属支架、锚喷支护。与钻眼爆破法掘进设备相比,综合机械化掘进设备具有安全、快速、高效等优点,是掘进机械化发展的方向。常用的综合机械化掘进设备有悬臂式掘进机、连续采煤机、掘锚联合机组和全断面掘进机等。

第二节 钻孔机械与装载机械

钻孔机械和装载机械是完成钻爆法掘进工序所需的关键设备。

一、钻孔机械

钻孔机械主要用于岩巷掘进的钻眼爆破法工作面中的钻凿炮眼。钻具是钻孔施工所使