

马维绪 主编

中小型现代化煤矿实用生产技术手册
(第四分册)

掘进及其机电技术

JUEJINJIQIJIDIAN
JISHU

煤炭工业出版社

中小型现代化煤矿实用生产技术手册(第四分册)

掘进及其机电技术

马 维 绪 主 编

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

中小型现代化煤矿实用生产技术手册. 第四分册,掘进及其
机电技术/马维绪主编. --北京:煤炭工业出版社,2010

ISBN 978-7-5020-3763-5

I. ①中… II. ①马… III. ①煤矿开采-技术手册②掘进机
械-技术手册 IV. ①TD82-62②TD42-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 222463 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 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 27¹/₄ 插页 1

字数 645 千字 印数 1—5 000

2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

社内编号 6573 定价 60.00 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

本书是《中小型现代化煤矿实用生产技术手册》的第四分册，主要介绍掘进及其机电技术，内容包括煤矿地质与测量知识、矿井技术改造、掘进机电装备、矿井排水与压气、巷道支护技术、掘进供电技术和掘进施工技术。

本书内容丰富实用、切合实际，语言深入浅出、通顺流畅，可供中小型煤矿相关专业技术人员学习使用，也可供各级管理人员参考。

编 审 委 员 会

主 任	梁春明					
副主任	张俊青	许占成	刘德政	许建平	薛贤熙	孔禄泉
	郝来聪	刘先云	王建军	韩振贵	王春雨	史培荣
	韩爱忠	史向军	韩 军	王怀宝	路四海	李秋林
	赵小红	王成戌	张全海	荆红军	贾逸凡	王海文
	张向华	韩志刚	陈晓峰	张 胜	马维绪	
委 员	崔进印	赵元只	张志平	赵贵珠	赵显基	赵喜珠
	刘建青	冀国柱	王林贵	任彦明	李志强	郭秀明
	于国槐	张路生	李冬生	刘海俊	周旭东	马锦峰
	张彦斌	郭君才	周永清	郝锦文	梁爱堂	潘龙成
	路永生	刘彦斌	张吉林	武 钢	陈爱珠	刘福军
	孙建明	李俊峰	姚双庆	王富年	王润成	李耀良
	张建明	张桂芳	马玉红			
主 编	马维绪					
主 审	梁春明					

第 四 分 册 编 审 人 员

编 写 马维绪

编 者 的 话

山西是我国的产煤大省，阳泉是我国的产煤大市，盂县是我国的产煤大县。我国从20世纪70年代开始综合机械化采煤试验。1970年11月28日在大同一矿进行了我国自行设计、制造和装备的第一套综合机械化采煤工作面试验（主要试验国产液压支架）；1974年3月3日在阳泉四矿进行了第一个鉴定的国产配套综采设备的全工作面试验。两次试验均获得成功，从此拉开了我国煤矿采煤综合机械化的序幕。20世纪80年代改革开放以来，在“有水快流”精神的指引下，阳泉市有煤区县的煤矿发展极快，相继建设了许多小型煤矿，这些煤矿在投产初期多数采用落后的仓房式采煤方法。

进入21世纪以来，国家再三要求煤矿进行采煤方法改革，推广长壁式采煤方法。山西盂县于2003年开始采煤方法改革，在阳煤集团（原阳泉矿务局）工程技术人员的指导和各煤矿的努力下，厚煤层推广应用了放顶煤综采，中厚煤层推广了长壁式炮采，推动了地方煤矿的技术进步，涌现出多个年产90万t、60万t、30万t的中、小型现代化矿井，使盂县跨入了我国年产千万吨产煤大县的行列。参加采煤方法改革的人大多数是在煤矿工作20~40年的老矿工。采煤方法改革带动了掘进、开拓、机电、运输、通风、选煤、技术管理等诸方面的改革，在改革实践中大家深深体会到，煤矿知识浩如烟海，煤矿必备的知识和技术不但工人需要掌握，而且矿长、科长、队长等领导干部也需要掌握，这促使我们产生了编写一本综合性资料的设想。

目前，有关煤矿的专业书籍多是煤炭院校教科书和不同专业矿工的培训教材，以及科学技术研究专著，尚缺综合性的、理论紧密联系实际、工人和干部均可阅读和参考的综合读物，经本书编者、有关煤矿与出版社共同商定，编辑、出版一本《中小型现代化煤矿实用生产技术手册》。为了方便职工分专业学习参考和煤矿各级领导阅读，本书将陆续出版6个分册，最终出版总册——《中小型现代化煤矿实用生产技术手册》。6个分册分别是：

- 第一分册《煤矿机电技术基础》；
- 第二分册《煤矿通风与安全技术》；
- 第三分册《煤矿提升运输与供电》；
- 第四分册《掘进及其机电技术》；
- 第五分册《采煤及其机电技术》；

第六分册《选煤与煤矿技术管理》。

本书作者按照简单实用、切合实际、紧系安全、深入浅出、图文并茂的要求进行写作。由于本书涉及内容繁多，作者见识少寡且水平有限，有些方面显得粗糙和不足，肯定存在错误和遗漏，敬请读者批评和指正，以便再版时修改。

本书在编写过程中得到许多专家、工程技术人员、矿工及有关领导的支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

编者

2010年7月

目 录

第Ⅶ篇 掘进及其机电技术

第1章 煤矿地质知识	3	设计	76
【Ⅶ-1-1】地层的矿物与岩石	3	【Ⅶ-3-2】矿井生产能力与 服务年限	80
【Ⅶ-1-2】煤的形成及煤层	8	【Ⅶ-3-3】矿井技术改造与 采煤方法改革	84
【Ⅶ-1-3】地质构造	11	【Ⅶ-3-4】井田开拓与井筒布置	86
【Ⅶ-1-4】矿图基本知识	19	【Ⅶ-3-5】井底车场与硐室	93
【Ⅶ-1-5】水文地质与瓦斯地质	26	【Ⅶ-3-6】大巷布置与运输	102
【Ⅶ-1-6】煤炭储量勘探与 “三量”管理	30	【Ⅶ-3-7】采区设计的主要 内容	108
【Ⅶ-1-7】煤矿主要地质图与 地质说明书	40	【Ⅶ-3-8】矿井技术改造的 内容	115
第2章 煤矿测量知识	46	【Ⅶ-3-9】矿井各环节能力 改造	119
【Ⅶ-2-1】矿山测量的内容与 任务	46	第4章 掘进机电装备	127
【Ⅶ-2-2】地面点位置的确定	46	【Ⅶ-4-1】掘进机电设备综述	127
【Ⅶ-2-3】水准测量与水准仪	49	【Ⅶ-4-2】EBH-132型悬臂 横轴式掘进机	128
【Ⅶ-2-4】经纬仪与角度测量	52	【Ⅶ-4-3】MRH-S100型悬臂 纵轴式掘进机	136
【Ⅶ-2-5】控制测量	54	【Ⅶ-4-4】PB系列耙斗式 装载机	151
【Ⅶ-2-6】联系测量	57	【Ⅶ-4-5】ZLC-60B型侧卸式 铲斗装载机	154
【Ⅶ-2-7】巷道平面测量	59	【Ⅶ-4-6】ZYC-20B型后卸式 铲斗装载机	159
【Ⅶ-2-8】巷道高程测量	61	【Ⅶ-4-7】ZMZ _{2A} -17型蟹爪式 装载机	162
【Ⅶ-2-9】罗盘仪导线测量	62	【Ⅶ-4-8】轻型刮板输送机 简述	168
【Ⅶ-2-10】巷道中线标定	63	【Ⅶ-4-9】掘进工程两用伸缩	
【Ⅶ-2-11】巷道腰线标定	65		
【Ⅶ-2-12】激光指向仪安装与 使用	67		
【Ⅶ-2-13】贯通测量的概念与 工作步骤	69		
【Ⅶ-2-14】煤矿常用矿图	70		
第3章 矿井技术改造	76		
【Ⅶ-3-1】矿井建设与改造			

带式输送机	171	第 6 章 巷道支护技术	252
【VII-4-10】YT23 型气腿式 凿岩机	173	【VII-6-1】巷道断面形状及 尺寸	252
【VII-4-11】煤电钻与岩石 电钻	181	【VII-6-2】巷道矿压	255
第 5 章 矿井排水与压气	185	【VII-6-3】木材支架支护	257
【VII-5-1】矿井排水的特点与 方式	185	【VII-6-4】金属支架支护	260
【VII-5-2】矿井排水设备的 选型计算	188	【VII-6-5】料石砌碇支护	264
【VII-5-3】矿用水泵及管路、 元件	189	【VII-6-6】锚杆支护机理	267
【VII-5-4】离心式水泵的 构造	193	【VII-6-7】锚杆的主要种类与 结构	269
【VII-5-5】离心式水泵的工作原理 及主要参数	201	【VII-6-8】锚杆支护设计	274
【VII-5-6】离心式水泵轴向力的 产生及其平衡	204	【VII-6-9】锚杆支护施工	283
【VII-5-7】矿用其他泵	206	【VII-6-10】锚索支护的设计与 施工	288
【VII-5-8】矿井水泵的安全操作、 运行与维护	208	【VII-6-11】锚喷支护的设计与 施工	297
【VII-5-9】水泵常见故障及 排除	211	【VII-6-12】巷道底鼓的 防治	305
【VII-5-10】矿井压气系统的功能及 压气设备分类	215	【VII-6-13】矿井大巷及采区巷道 锚杆锚索支护 实例	307
【VII-5-11】压气管路和 元件	217	【VII-6-14】综采巷道锚杆锚索 支护实例	312
【VII-5-12】空气过滤器、风包、 冷却器与润滑 系统	220	【VII-6-15】综采工作面回撤通道 锚杆锚索支护 实例	321
【VII-5-13】活塞式 L 形空气 压缩机	228	第 7 章 掘进供电技术	328
【VII-5-14】活塞式 L 形空压机 排量调节	235	【VII-7-1】矿井掘进供电 系统	328
【VII-5-15】活塞式空压机的操作 与运行	236	【VII-7-2】井下供电设备 选择	332
【VII-5-16】螺杆式空气 压缩机	240	【VII-7-3】BCP _{9L} -6 (10) 矿用 隔爆型高压真空 配电装置	341
【VII-5-17】螺杆式空压机的操作、 运行、维护及故障 排除	247	【VII-7-4】矿用隔爆型移动变 电站	345
		【VII-7-5】KBZ-630/1140 (660) Z 矿用隔爆型智能真空 馈电开关	354
		【VII-7-6】QJZ-200/1140 矿用隔	

爆兼本质安全型真空 电磁启动器	358	安全	390
【VII-7-7】ZBZ-4Z 矿用隔爆型 煤电钻综合保护 装置	364	【VII-8-5】岩石平巷和斜巷 施工	391
【VII-7-8】ZBZ-2.5(4) 型隔爆 照明信号综合 装置	367	【VII-8-6】煤巷与半煤岩巷 施工	394
【VII-7-9】照明及信号 装置	371	【VII-8-7】采区上、下山 施工	399
第 8 章 掘进施工技术	376	【VII-8-8】矿井硐室施工	405
【VII-8-1】煤矿爆破器材	376	【VII-8-9】大断面巷道交岔点 施工	410
【VII-8-2】钻眼爆破技术	376	【VII-8-10】掘进工作面 通风	418
【VII-8-3】岩巷光面爆破及 断裂爆破	387	【VII-8-11】掘进工作面综合 防尘	420
【VII-8-4】井下爆破工作		参考文献	423

第Ⅶ篇 掘进及其机电技术

第1章 煤矿地质知识

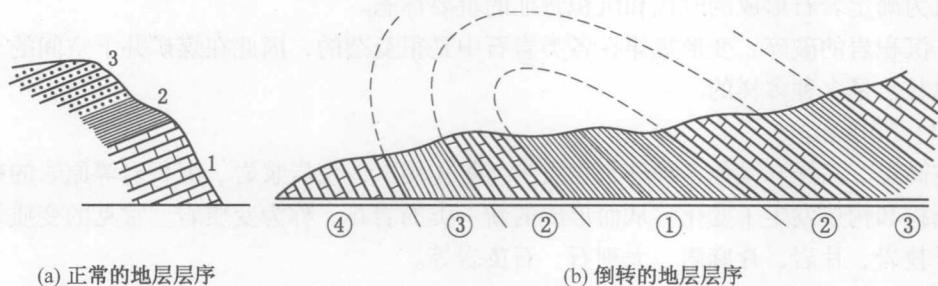
【VII-1-1】地层的矿物与岩石

1. 地层

地壳发展过程中形成的各种成层或非成层的岩石体总称为地层。圈层构造不仅表现在地球的大构造特点上,也表现在地壳的构造上,地壳这个地球表面固体外壳就是由不同地质时期形成的、又有不同地质特点的一层层岩层构成的。其规律和特点已基本被人类所掌握,总体反映在地层系统和地质年代表中。以地层形成的时限(即地质时期)为依据划分的地层单位叫年代地层单位,分为宇、界、系、统。在划分地层系统的基础上,将地壳的发展相对应地划分成若干级地质年代的单位:宙、代、纪、世。“宇”是在“宙”期间形成的地层,“系”是在“纪”期间形成的地层。

划分地层是把构成地壳的岩层,按形成的先后顺序、岩性、生物等特性,归纳为不同级别的地层单位。

由沉积作用形成的沉积岩,其原始状态一般是水平或近水平的,并且是老地层形成在先,位于地层剖面的下部,新地层形成在后,位于地层剖面的上部,如图VII-1-1a所示,这种地层之间的正常层序关系,称为正常层序。但是,在地壳运动比较强烈的地区,岩石的正常层序遭到破坏,出现了图VII-1-1b所示的老地层在上、新地层在下的倒转现象,这就形成了倒转褶曲。



图VII-1-1 地层的相对新老关系

2. 矿物

各种矿产资源都是由矿物或岩石组成的。因此,我们需要了解各种常见的矿物和岩石。

在地质作用中形成的具有一定化学成分、物理性质和结晶构造的天然单质或化合物叫矿物。矿物是构成地壳岩石和矿石的基本单位。

3. 岩石

由一种或几种矿物有规律地组成的集合体称为岩石,俗称石头。岩石是地壳的主要组

成部分。地壳的物质组成：元素—矿物—岩石。

1) 岩石分类

目前自然界中已经知道的岩石约有两千多种，一般按其生成的原因可划分为岩浆岩、沉积岩和变质岩 3 大类。各类岩石在地壳中所占的体积及地表覆盖率为：

	岩石在地壳中的体积/%	地表覆盖率/%
岩浆岩及其变质岩	95	25
沉积岩及其变质岩	5	75

(1) 岩浆岩。

地球内部的岩浆侵入或喷出地表冷凝后，即形成岩浆岩，也称火成岩。常见的岩浆岩有花岗岩、流纹岩、安山岩、玄武岩等。

花岗岩的一般特征是：颜色艳丽，坚硬，多呈块状，结晶结构，难于风化，是良好的建筑材料。

(2) 沉积岩。

因地球外部的作用，使暴露在地表的各种岩石受到物理化学的作用，产生风化、破裂、剥蚀和破碎，又经水、风的搬运，在湖泊、沼泽等低洼地带沉积，随着地壳运动，沉积物经压实、凝结、硬化和固结等成岩过程，最终形成的岩石叫沉积岩。

沉积岩的一般特征：

①通常由形状不定、颗粒大小不均的矿物和岩石碎屑胶结而成，其胶结强度的大小对岩石的力学性质影响显著。

②明显的成层性。因层面间黏结力相对较弱，所以造成沉积岩的各向异性。

③常有孔隙存在，富含地下水和瓦斯等有害气体。

④伴有生物化石和金属结核。前者为植物的根、叶遗迹，后者为黄铁矿结核等。这一特征成为确定岩石形成的时代和沉积特征的重要标志。

⑤沉积岩的破碎、变形规律在各类岩石中是很复杂的，因此在煤矿井下空间的开凿和维护途径也是多种多样的。

(3) 变质岩。

在高温、高压和其他各种外来物质参与等作用下，使岩浆岩、沉积岩等原岩的矿物成分、结构和构造发生了变化，从而形成的新一类的岩石，称为变质岩。常见的变质岩有板岩、千枚岩、片岩、片麻岩、大理石、石英岩等。

2) 岩石的性质

岩石是组成地壳的自然材料。无论哪种岩石，都是矿物颗粒的集合体。在自然界中，虽然存在单一元素的矿物，但大多数矿物则是包含两种或两种以上元素。由矿物颗粒组成的岩石的性质，除受岩石结构组成和矿物性质的影响外，在很大程度上决定于岩石组构和结构的影响。

组构指矿物颗粒在小块岩石内的组织特征，包括矿物颗粒的大小、形状、表面特性，颗粒间联结的方式，岩块内存在的微观裂隙和缺陷等。

大范围内的岩石称为岩体。岩体内存在的层理、节理、不规则裂纹等称为结构。节理是在分布上具有一定方向性的规则裂纹，在岩体内分布较广，距离变化较大。在沉积岩中通常产生垂直层理面的两组节理。层理、片理也可以看作是有确定方向的裂纹。除此之

外,岩体内还有无确定方向的不规则裂纹。规则或不规则裂纹间的接触面称为结构面。由于结构面的存在,岩体整体性和连续性遭到破坏,被分割成大小不同的岩块。因此,岩体也可以看作是由岩块组成的地质体。岩体性质除决定于岩块性质外,在很大程度上受其结构的影响。

岩石在天然产状下的物理性质,对工程建设有直接的影响。岩石物理性质是多方面的,这里就其最主要的且关系到井巷工程的性质予以介绍。

岩石最主要的基本物理特性是非均质性和裂隙性。这些特性使岩石又具有各向异性,即在不同方向上具有不同的力学性质。

(1) 岩石的非均质性。

由于组成岩石的矿物的结晶程度、颗粒大小、形状、分布排列以及胶结物质的性质不同,使岩石表现出非均质性。

拿岩浆岩来说,这类岩石是由各种矿物晶体组成的混合体,它们在三维空间的排列是不规则、无秩序的,晶体之间联结有强有弱,并且具有这样或那样的缺陷。

沉积岩是由形状不定、颗粒大小不均匀的矿物和岩石碎屑胶结而成的。其颗粒之间的各种胶结物质,有的是胶结强度大的硅质和钙质物质,有的则是胶结强度弱的黏土质和泥质物质。另外它还具有孔隙性的特点。

岩体在其成岩运动中所形成的非均质性,则更明显。例如沉积岩生成时产生层理,常有软弱夹层;变质岩则产生片理。在成岩运动过程中,还可能产生各种形态的原生裂隙。

因此,岩石无论从整体或局部来看,都不能认为是均质的。现在,工程上常根据实际情况划分出不同的工程地质单元,每一工程地质单元的岩体被认为是均质的。事实上,这只是就其大体而言,岩性差异在一定的范围以内而已,而且只是为了工程的目的。

(2) 岩石的裂隙性。

岩体的物理力学性质,如岩体的强度、变形及各向异性等等,在很大程度上取决于岩体本身存在的裂隙。岩石的裂隙,就其生成方面说来,可分为成岩裂隙、构造裂隙和次生裂隙三类。

①成岩裂隙,即岩体形成过程中生成的裂隙,也叫原生裂隙。沉积岩中的原生裂隙情况,与岩石的岩性成分有关。例如,在石灰岩和白云岩中的垂直于层理的裂隙,它们把这些岩石分裂成平行六面体状的节理。在砂岩中,除了垂直层理的裂隙以外,还会有与层理成不同倾斜角度的裂隙。裂隙面的情况也与岩性成分有关。例如,在黏土岩及泥质岩中,裂隙面是光滑的;在砂岩及砾岩中,裂隙面粗糙且有凸出的砂粒及砾石。原生裂隙面通常没有擦痕及位移形迹存在。这种裂隙不因岩层不同而方向不同,就是在同一岩层的不同部分也有走向不同的裂隙。

②构造裂隙,是由构造运动产生的。这种裂隙的特点是沿走向和倾向,其方位的稳定性都比较好,而在成分不同的岩体中沿着同一平面发育着。也就是说,形成了裂隙系统。从力学生成方面来说,它大体上可分为张裂隙、剪裂隙和劈裂隙。

③次生裂隙,是指风化、地下水、卸载以及人工等次生作用而形成的裂隙。风化裂隙是岩石在风化时出现分裂成碎块的裂隙网,最终分裂成大小不同的碎石堆或泥土状块体。风化裂隙主要是岩石原有裂隙的扩大并形成新的裂隙。风化裂隙的特点是方向变化不定,常有分支和曲折现象,并且随着深度的加深而迅速减小。

(3) 岩石的各向异性。

在天然岩体条件下,岩石的各向异性是因岩石层理、片理、夹层的各种裂隙系统的存在所致。

(4) 岩石的强度。

岩石的强度是指岩石抵抗外力破坏的一种能力。岩石变形达到一定程度就要破坏,这说明岩石强度小于所受的应力。对于钻眼爆破来说,岩石的强度越大,钻眼爆破的难度越大。对于一条巷道来说,如果围岩强度小于所受应力,则围岩要破坏,可能发生冒顶、片帮等现象;如围岩强度大于所受应力,则巷道可不支护而长期稳定。因此,对井巷工程来说,研究岩石强度是一个十分重要的问题。

岩石强度的特征:

①岩石强度与受力状态有关。岩石因受力状态不同,其强度不同,且相差悬殊,一般符合下列关系:三向等压抗压强度>三向不等压抗压强度>双向抗压强度>单向抗压强度>抗剪强度>抗弯强度>单向抗拉强度。

在工程实际中,为了提高爆破效果,尽量使所爆破的岩石处于抗拉状态或单向抗压状态,而在巷道的支护中尽量使岩石不处于抗拉状态或单向抗压状态。

②岩石的单向抗压强度与试块尺寸有关。岩石的单向抗压强度随试块尺寸的增大而降低。

③岩体强度。由于岩石的裂隙特征,岩块强度与岩体强度有较大的区别。由于岩层层面、断层层面以及节理、裂隙等削弱面的存在,必然使岩体的强度比岩块的强度有所降低。

(5) 岩石的硬度。

硬度的一般概念是物体抵抗其他较硬物体压入的阻力,这就是说,硬度是相对于特殊应力状态下的抗压入强度,也可以认为是物体局部面积受压的接触强度。如前所述,岩石的强度和应力状态有很大的关系,岩石局部面积受压时,在其内部引起复杂的应力状态,这种应力状态和小试块单向受压、压力均匀分布时产生的应力状态完全不同,因此,两种情况下的强度也显然不同。

一般说来,硬度小的岩石塑性大,根据硬度值就能粗略估计岩石的性质。例如,硬度大于 400 kg/mm^2 的,为脆性岩石;硬度小于 400 kg/mm^2 而大于 100 kg/mm^2 的,为弹塑性岩石;硬度小于 100 kg/mm^2 的,为塑性岩石。但也有硬度小和中等硬度的脆性岩石,或高硬度的弹塑性岩石。

(6) 岩石的可钻性和可爆性。

可钻性和可爆性是用来表示钻眼或爆破岩石难易程度的一种概念。它们是上述的岩石物理力学性质在钻眼或爆破的具体条件下的综合反映。

岩石的可钻性和可爆性,常用工艺性指标来表示。例如,可以采用钻速、钻每米炮眼所需要的时间、钻头的进尺(钎头在变钝以前的进尺数)、钻每米炮眼磨钝的钎头数或破碎单位体积岩石消耗的能量等来表示岩石的可钻性;采用爆破单位体积岩石所消耗的炸药、爆破单位体积岩石所需的炮眼长度或单位重量炸药的爆破量、每米炮眼的爆破量等来表示岩石的可爆性。显而易见,上述工艺性指标,必须在相同条件下(除岩石条件外)来测定,才能进行比较。

3) 岩石的坚固性

普氏岩石坚固性系数分类法在我国应用较广泛,但存在着一些不足:它只反映了岩石开挖的难易程度,为计算施工定额服务,不能说明岩体的稳定性; f 值是岩石硬度系数值,以岩石强度为基础,而决定岩体稳定性的主要因素是岩体的完整性;分类等级较多,使用起来不方便;普氏压力计算公式实质是一个粗糙的半经验公式,一般来讲,在坚硬岩层中计算结果偏大,而在松软岩层中计算结果偏小。普氏岩石坚固性系数分类法见表VII-1-1。

国际上常以岩石的单向抗压强度表示其坚固性系数,单位为Pa,两者的关系是: $f=1$ 的岩石的单向抗压强度为9.8 MPa (大约为100 kgf/cm²)。

表VII-1-1 普氏岩石坚固性系数分类法

级别	坚固性程度	岩 石	坚固性系数 f
1	最坚固的岩石	最坚固、最致密的石英岩及玄武岩,其他最坚固的岩石	20
2	很坚固的岩石	很坚硬的花岗岩类、石英斑岩、硅质片岩、坚固程度较1级岩石稍差的石灰岩;最坚固的砂岩及石灰岩	15
3	坚固的岩石	花岗岩(致密的)及花岗岩类岩石、很坚固的砂岩及石灰岩、石英质矿脉、坚固的砾岩、很坚固的铁矿石	10
3a	坚固的岩石	坚固的石灰岩、不坚固的花岗岩、坚固的砂岩、坚固的大理石、白云岩、黄铁矿	8
4	相当坚固的岩石	一般砂岩、铁矿石	6
4a	相当坚固的岩石	砂质页岩、泥质砂岩	5
5	坚固性中等的岩石	坚固的页岩、不坚固的砂岩及石灰岩、软的砾岩	4
5a	坚固性中等的岩石	各种(不坚固的)页岩、致密的泥灰岩	3
6	相当软的岩石	软的页岩、很软的石灰岩、白垩、岩盐、石膏、冻土、无烟煤、普通泥灰岩、破碎的砂岩、胶结的卵石及粗砂岩、多石块的土	2
6a	相当软的岩石	碎石土、破碎的页岩、结块的卵石及碎石、坚硬的烟煤、硬化的黏土	1.5
7	软土	致密的黏土、软的烟煤、坚固的表土层、黏土质土壤	1
7a	软土	轻砂质黏土(黄土、细砾石)	0.8
8	壤土状土	腐殖土、泥炭、轻亚黏土、湿砂	0.6
9	松散土	砂、小的细砾石、填方土、已采下的煤	0.5
10	流动性土	流砂、沼泽土、含水黄土及其他含水土壤	0.3

注:

1. 将每一种岩石划分到这种或那种等级时,不仅单独地按照其名称,而且必须按照岩石的物理状态,并根据它的坚固性与分级表中列出的诸岩石进行比较。风化的、破碎的、打碎成个体的、经断层挤压过的、接近地表的等状态岩石,一般说来,应当把它划分到比处于完整状态的同种岩石稍低的等级中。
2. 岩石坚固性系数,可以认为是对所有各种不同方面岩石相对坚固性的表征,它在采矿中的意义在于,手工开采时的采掘性、浅眼及探眼孔的凿岩性、应用炸药时的爆破性、在冒落时的稳定性、作用于支架上的压力等。
3. 在分级表中列出的数值,是对某一类岩石中所有岩石而言的(如页岩类、石英岩类、石灰岩类等),而不是对此类个别岩石而言的。因而,在特定情况下确定 f 值时,必须十分慎重,并且这一 f 数值在不同的情况下是不一样的。