



面向十二五规划教材

教育部高等教育课程改革和建设规划教材

李兴伟 主编

矿山压力与控制

KUANG SHAN YA LI YU
KONG ZHI



面向十二五规划教材

教育部高等教育课程改革和建设规划教材

矿山压力与控制

李兴伟 主编

吉林大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

矿山压力与控制 / 李兴伟主编. -- 长春: 吉林大学出版社, 2013.5

ISBN 978-7-5677-0014-7

I. ①矿… II. ①李… III. ①矿山压力—控制—教材
IV. ①TD3

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第103324号

书 名: 矿山压力与控制

作 者: 李兴伟 主编

责任编辑: 唐万新

吉林大学出版社出版、发行

开本: 787×1092 毫米 1/16

印张: 24.75 字数: 515千字

ISBN 978-7-5677-0014-7

封面设计: 刘 瑜

北京鑫益晖印刷有限公司 印刷

2013年05月 第1版

2013年05月 第1次印刷

定价: 41.78元

版权所有 翻印必究

社址: 长春市明德路501号 邮编: 130021

发行部电话: 0431-89580026/28/29

网址: <http://www.jlup.com.cn>

E-mail: jlup@mail.jlu.edu.cn

本书编委会

主 编:李兴伟

副主编:陈 刚 刘志军

编 委:王 琼 兰永伟 张继忠 黄 岗
刘英俊 崔丽丽 李晓染 徐亚雷

编写前言

《矿山压力与控制》是煤炭行业采矿工程专业必修的重要专业课程之一,为培养我国煤炭行业高素质人才,做出了重要贡献。本教材是在充分吸收中国矿业大学钱鸣高院士主编的《矿山压力与岩层控制》和国内同类教材的精彩内容,针对采矿工程专业本科授课内容,组织为采矿工程专业本科生讲授过课程且具有丰富教学经验的教师改编的。本书在编排上尽量体现如下特点:

1. 系统性。本书从矿山压力与矿山压力显现入手,重点介绍岩层运动规律及其矿山压力分布和矿压显现规律之间关系,讨论单体液压支柱工作面和综采工作面顶板控制设计方法,对巷道围岩矿压显现规律和巷道围岩控制做出了较为全面的阐述,简要概述了冲击地压的预测预防和顶板大面积来压等动压现象的防治机理,简单介绍了矿压监测技术和实验室研究方法。

2. 精练性。本书充分体现教材所应具有的特点,力求要点明确,语言精练,让学生便于阅读和理解。

3. 完整性。本书融入了矿山岩体力学、矿井围岩灾害防治方面的相关内容,力求内容体系的完整性、合理性、实用性。

全书共分 11 章,具体编写分工为:黑龙江科技学院兰永伟编写第二、七、八章,黑龙江科技学院陈刚编写第四、六章,黑龙江科技学院刘志军编写第五章,哈尔滨学院王琼编写第一章,黑龙江科技学院兰永伟编写第三、十一章,黑龙江科技学院张继忠编写第九、十章。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中不当和错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2012 年 12 月

目 录

绪 论	(1)
第1章 岩石与岩体的基本性质	(4)
1.1 岩石的结构与构造	(4)
1.2 岩石的物理性质	(10)
1.3 岩石的变形性质	(19)
1.4 岩石的流变性及其模型研究	(26)
1.5 岩石的强度性质及强度理论	(36)
1.6 岩体的基本性质	(46)
习题	(67)
第2章 矿山岩体的原岩应力及其重新分布	(68)
2.1 岩体中的原岩应力	(68)
2.2 岩体的弹性变形能与弹性变形恢复	(74)
2.3 地下工程体围岩内的原岩应力重新分布	(76)
2.4 围岩极限平衡区与支撑压力分布	(86)
习题	(92)
第3章 采场上覆岩层活动规律	(93)
3.1 概述	(93)
3.2 采场上覆岩层活动规律代表性假说	(95)
3.3 直接顶的垮落	(100)
3.4 老顶的梁式断裂和板式断裂	(102)
3.5 老顶的初次断裂步距	(106)
3.6 老顶断裂后的“砌体梁”结构及其稳定性分析	(115)
习题	(123)
第4章 采场上覆岩层矿压显现规律及影响因素	(124)
4.1 概 述	(124)
4.2 老顶的初次来压与周期来压	(125)



4.3 回采工作面前后支撑压力分布	(131)
4.4 影响回采工作面矿压显现的主要因素	(133)
习题	(141)

第5章 采场顶板控制方法

5.1 采场顶板分类与底板特征	(142)
5.2 采场支架类型与支护分析	(148)
5.3 采场支架与围岩相互作用原理	(172)
5.4 采场顶板压力的确定	(178)
5.5 单体液压支架工作面顶板控制设计	(181)
5.6 综采工作面顶板控制设计	(186)
5.7 采煤工作面与巷道顶板灾害防治	(194)
习题	(201)

第6章 巷道矿压显现规律

6.1 巷道围岩应力及变形规律	(202)
6.2 受采动影响巷道矿压显现规律	(211)
6.3 巷道围岩控制原理	(221)
习题	(227)

第7章 巷道围岩支护技术

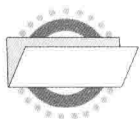
7.1 采区巷道变形破坏形式及影响因素	(228)
7.2 巷道围岩支护方式	(232)
7.3 巷道锚杆支护	(245)
7.4 巷道保护措施	(259)
7.5 巷道顶板灾害防治	(268)
习题	(272)

第8章 软岩巷道支护

8.1 基本概念及变形特征	(274)
8.2 软岩巷道支护的经验教训	(281)
8.3 软岩巷道大变形控制的总体原则和基本方法	(282)
8.4 新奥法在软岩中的应用	(284)
8.5 几种常用的软岩巷道支护技术	(287)
习题	(298)

第9章 地表沉陷与底板突水灾害防治	(299)
9.1 采场岩层移动引起的采动损害概述	(299)
9.2 采场上覆岩层控制的关键层理论	(301)
9.3 采场上覆岩层移动及地表变形规律	(304)
9.4 采场上覆岩层移动控制技术	(312)
9.5 底板岩层破坏与突水	(317)
习题	(322)
第10章 煤矿动压及其灾害防治	(323)
10.1 冲击地压形成特点及分类	(323)
10.2 冲击地压的成因和机理	(326)
10.3 冲击地压的预测和防治	(336)
10.4 顶板大面积来压	(352)
习题	(360)
第11章 矿井围岩控制研究方法概述	(361)
11.1 采煤工作面和巷道矿压观测	(361)
11.2 矿山压力理论研究方法	(373)
11.3 相似材料模拟实验研究方法	(379)
习题	(382)
参考文献	(383)





绪 论

学习要点

1. 初步了解矿山压力、矿山压力显现及矿山压力控制的基本概念,了解矿山压力与控制课程研究的对象、内容和意义,明确本课程的学习目的。

我国煤炭资源丰富,储量和产量均居世界前列。近年来,随着国民经济的发展和综合国力的提高,石油、天然气、核电、水力、风力等其它能源有了较大发展,页岩气的开发利用也提上日程,但是煤炭仍然是我国能源的主要构成,在今后相当长的一段时期内煤炭在我国能源结构中的地位不会有根本性改变。进入 21 世纪,要求我国的煤炭工业深化改革,尽快摆脱粗放经营的模式,以安全高效为前提,整合资源,提倡绿色开采,逐步实现低投入、高产出、高效益的良性循环轨道。

由于在地下煤岩中进行采掘活动,在井巷、硐室及回采工作面周围煤、岩体中和其中的支护物上所引起的力,就叫做“矿山压力”。在矿山压力的作用下,会引起各种力学现象,如顶板下沉,底板鼓起,巷道变形后断面缩小,岩体破坏离层甚至大面积冒落,煤被压松产生片帮或突然抛出,支架严重变形或损坏,充填物受压缩,以及大量岩层移动地表发生塌陷等等,这些矿山压力显现都将严重影响矿山企业的采掘活动和经济效益。这些由于矿山压力作用使井巷周围煤岩体和支护物产生的种种力学现象,统称为矿山压力显现,有时也简称为矿压显现。

在大多数情况下,矿压显现会对采矿工程造成不同程度的危害。为使矿压显现不致影响采矿工作正常进行和保障安全生产,必须采取各种技术措施把矿山压力显现控制在一定范围内。对于有利于采矿生产的矿山压力显现,也应当合理地利用。所有人为地减轻、调节、改变和利用矿山压力作用的各种方法,称为矿山压力控制。

矿井围岩灾害、瓦斯、水灾、火灾、粉尘一同被称为矿井五大灾害。随着国家“安全第一、预防为主、综合治理”方针的提出,以及国家在瓦斯等重大灾害防治领域安全投入的增加和相关政策的实施,近年来,全国煤矿事故发生起数和伤亡人数均有下降,矿井围岩灾害虽然一般不以重特大恶性事故为表现形式,但其事故起数和伤亡人数在总的矿井事故起数和伤亡人数中所占比例却始终居高不下,分别占 70% 和 35% 左右。因此,深入研究矿井矿山压力分布规律、围岩灾害发生的机理、规律及相应的岩层控制技术,以及灾害防治技术,对煤矿安全、健康、可持续发展具有重要的



意义。

1. 矿山压力与控制的研究对象

矿井中的巷道、硐室、回采工作面等工程均位于地下煤岩体之中,即在煤岩体中构筑采掘所需空间并在服务年限内保证生产、施工的安全,这就决定了矿山压力与控制的研究对象直接表现为处于一定地应力环境中的煤岩地质体,即煤岩体。煤矿生产中,对煤岩体的研究总体表现为两大方向,一是为采掘服务的各种巷硐的开挖,二是在煤岩体中开挖形成工程体后,如何保证在生产、施工期间的安全,即围岩控制。前者主要由井巷工程等课程来阐述,后者则是矿井矿山压力与控制研究领域的主要内容。

2. 矿山压力与控制的研究内容

矿山压力与控制研究的对象主要是煤系地层中的煤岩体,所以,首先应该了解和掌握煤岩体的一些基本知识,主要是物理性质和力学性质。同时,由于地下工程体是处于一定的地应力环境当中,所以也必须了解有关原岩应力场的基本知识。在此基础上,掌握煤岩体受开挖的影响,在地应力作用下的一些力学行为、机理和规律,尤其是矿山压力分布规律和矿山压力显现规律,据此有针对性地采取相应的矿井围岩控制措施和灾害防治措施。这些便构成了矿山压力与控制的主要内容。

3. 矿山压力与控制的研究意义

随着国家煤炭企业的发展,安全战略的实施,矿山压力与控制已经成为煤炭技术发展的重要保障。主要表现在以下几方面。

1) 生态环境保护

煤炭开采直接影响到覆岩移动及沉陷、水体破坏,带来煤矸石和瓦斯排放等与生态环境保护密切相关的问题,采场上覆岩层的移动是产生上述现象的根本原因。矿井围岩控制理论为实现保水采煤,完善条带开采和充填技术,进行井下矸石处理和有效抽放瓦斯奠定了理论基础。

2) 保证安全和正常生产

井下煤层开采中顶板岩层垮落问题,一直是令人关注的重要问题。巷道的维护状况直接影响到井下正常生产。矿井围岩控制理论和技术为大幅度降低顶板事故做出了突出贡献。巷道围岩控制理论和技术使合理支护各种巷道成为可能。

3) 减少资源损失

在煤炭开采过程中,为了保护巷道和管理采场顶板,常常留设各类煤柱。这些煤柱是造成地下资源损失的主要根源。通过对开采引起的围岩应力重新分布规律的研究,推广无煤柱护巷和跨越巷道开采等技术措施,不仅可显著减少资源损失,还有利于消除因煤柱存在而引起的灾害和对采矿工作的不利影响。

4) 改善开采技术

围岩的安全控制是进行地下工作作业的重要保障,对采场、巷道支架-围岩相互作用关系的深刻认识和围岩支护手段的进步,促进了开采技术的发展。自移式液压支架的应用实现了采煤综合机械化。巷道可缩性金属支架和锚喷支护的应用改变

了刚性、被动支护巷道的局面。

5) 提高经济效益

在分析研究采场和巷道各类围岩活动规律以及各种控制技术的基础上,对应提出了围岩灾害防治的方法与技术,从而提高矿井的整体经济效益和社会效益。

4. 矿山压力与控制课程的学习目的

通过本课程的学习,主要达到以下目的:

(1)通过矿山岩石(体)和应力场相关知识的学习,了解岩石的基本结构与构造的相关知识,掌握其物理性质及其在矿井围岩控制中的应用,掌握岩石的变形性质及研究方法、岩石的强度性质及其在工程中的应用,掌握原岩应力场的构成、分布规律,及其在矿井巷道布置及围岩稳定性研究中的应用。

(2)通过采场顶板活动规律及控制技术的学习,了解有关覆岩活动规律相关假说的主要思想,掌握顶板破断规律,包括老顶的初次来压和周期来压规律及其确定方法,掌握顶板活动规律和采空区处理方式之间的关系,掌握老顶活动规律的影响因素,掌握工作面顶板控制的关键技术及工作面支护设计方法。

(3)通过巷道矿压显现规律和围岩控制技术的学习,掌握巷道矿压显现规律,掌握巷道围岩控制的原理、途径、方法,掌握巷道围岩控制设计的方法。

(4)通过矿井围岩灾害防治的学习,了解地表沉陷的危害,掌握地表沉陷的防治机理和方法,掌握底板破坏的机理及水害防治的方法,掌握冲击地压和面积来压的危害及防治机理和方法,掌握采煤工作面和掘进工作面常出现的灾害事故机理及防治方法。

(5)通过矿井围岩控制研究方法的学习,掌握现场矿压测试的基本方法,了解数值分析和相似材料模拟的基本思想和过程,以及矿井围岩控制研究的发展趋势。

由于研究对象的复杂性和特殊性,也决定了矿山压力与控制具有随着实践的发展和科技的进步而不断发展的特点,其中的理论观点和方法均有待于进一步完善和提高,以便进一步更好地指导现场实践。同时,由于其工程实践性强,这也决定了该课程在学习过程中应注重与实践应用的结合。

总之,矿山压力与控制是随着矿井建设生产、煤炭资源的开采利用而逐步形成和发展起来的,相信煤炭科学技术的日益进步将促进其进一步发展和完善,为中国煤炭工业的腾飞发挥越来越大的作用。

第 1 章 岩石与岩体的基本性质

学习要点

1. 简要复习岩石的基本物理性质,重点学习岩石的强度和变形特性,岩石的破坏机理和强度理论。
2. 矿山岩层均由岩体组成,应着重研究岩体的基本特征和类型,重点掌握岩体的基本力学性能。

在地下工程稳定性研究当中,研究岩体或岩石主要是研究其物理性质和力学性质,其次是从微观上研究其矿物组成。这主要取决于煤矿地下工程者的两个主要研究目的,其一是岩体的开挖问题,即采用何种方式和工艺过程对岩体进行开挖,从而形成所需要的地下空间,如井下巷道和硐室;其二是岩体的维护问题,即采用何种支护方式来保证在岩体中所形成地下空间能够确保使用期间的安全,也即通过何种方式来保证其围岩的稳定。

从地质学的基本知识可知,岩体是指在地质历史过程中形成的,具有一定的岩石成分和一定结构,并赋存于一定地应力状态的地质环境中的地质体。岩体在形成过程中,长期经受着建造和改造两大地质作用,生成了各种不同类型的结构面,如断层、节理、层理、片理等。所以,岩体往往表现出明显的不连续、非均质和各向异性。具有一定的结构是岩体的显著特征之一,它决定了岩体的工程特性及其在外力作用下的变形破坏机理。由此可见,从抽象的、典型化的概念来说,可以把岩体看作是由结构面和受它包围的结构体两部分共同组成的,而岩石是不含有结构面的矿物集合体,故在这种条件下,可以将岩石近似看作岩块(结构体)进行分析和研究。

在岩体的两个基本组成部分当中,首先要对岩石的基本性质进行全面的了解。

1.1 岩石的结构与构造

岩石作为多孔介质的一种,是各种矿物的集合体,是各种地质作用的产物,是构成地壳的物质基础。影响岩石基本性质的主要因素是岩石的矿物组成、岩石的结构与构造。

1.1.1 岩石的分类

目前在岩石的分类当中,主要从以下两个方面进行:

1) 按其成因可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类

(1) 岩浆岩 岩浆岩是指在内地力地质作用下,地球内部的岩浆沿地壳裂隙侵入地壳或喷出地面冷凝而成的岩石。岩浆岩又称火成岩,其中,埋于地下深处或接近地表的称为侵入岩;喷出地表的称为喷出岩。

(2) 沉积岩 沉积岩是指岩石在外力、地质作用下,经过风化、剥蚀成岩石碎屑,经流水、风等搬运作用搬运到低洼处沉积下来,而后再经过压紧或化学作用硬结而成的岩石。

(3) 变质岩 变质岩是指地壳的原岩(岩浆岩或沉积岩)因地壳运动、岩浆活动,在高温、高压和易发生化学反应的物质作用下,改变原岩的结构、构造和成分,形成一种新的岩石。

2) 按其坚固性可分为硬质岩石和软质岩石两类

(1) 硬质岩石 是指其饱和单轴极限抗压强度 $\geq 25\text{MPa}$ 的岩石。常见的硬质岩石有花岗岩、石灰岩、石英岩、闪长岩、玄武岩、石英砂岩、硅质砾岩和花岗片麻岩等。

(2) 软质岩石 是指其饱和单轴极限抗压强度 $< 25\text{MPa}$ 的岩石。常见的软质岩石有页岩、泥岩、绿泥石片岩和云母片岩等。

除此之外,岩石按其风化程度可分为三类,即微风化、中等风化和强风化。

1.1.2 岩石的矿物成分

岩浆岩、沉积岩及变质岩的内部细划分种类繁多,组成其岩石的矿物成分也各不相同。

对于岩浆岩,其中最常见的矿物成分包括浅色矿物(石英、正长石、斜长石、白云母等)和深色矿物(黑云母、角闪石、辉石、橄榄石等)。这些矿物除黑云母外,都是硬度较大的矿物。所以未经强烈蚀变和剧烈错动的岩浆岩一般强度都较大,稳定性都比较好,有利于采用高速度、高效率的采掘方法。此外,在酸性岩中,含有较大量的游离的二氧化硅,在其中进行采掘作业时,有产生矽肺病的可能,必须加强通风防尘措施,以防矽肺病。

沉积岩的成分,包括矿物和胶结物。矿物中有石英、长石、云母等原生矿物和方解石、白云石、石膏、黏土矿物等次生矿物。胶结物按其硬度与抗风化力的大小,有硅质(SiO_2)、钙质(CaCO_3)、铁质(FeO 或 Fe_2O_3)和泥质四种。沉积岩中对采掘影响的矿物成分有以下几类:

(1) 二氧化硅类矿物:主要有石英、燧石和蛋白石等。含这类矿物特多的岩石有石英砂岩、硅质灰岩和燧石灰岩。该类矿物的特点是硬而脆,所以,当岩石中这些矿物含量高时,岩石的稳固性好。在掘进过程中,虽难于凿岩,但爆破效果好,且一般不需要支护。但因含游离的二氧化硅多,要特别注意防尘。

(2) 碳酸盐类矿物:主要有方解石、白云石、菱镁矿、菱锰矿等。含这类矿物多的岩石有石灰岩、白云岩和泥质灰岩等。这类岩石凿岩及爆破性能均好,岩体稳固性也较强,有利于采用快速掘进的方法。但由于含方解石较多,易于溶解而产生溶孔和溶洞,常是地下水活动的通道和储存的场所,矿山开采时,可能引起矿坑突然涌水



而造成重大事故。因此,必须加强水文地质工作,搞好防排水措施。

(3)黏土类矿物:主要有高岭石、蒙脱石和水云母等。含这类矿物多的岩石有各种黏土岩、页岩及泥岩。这类岩石的特点是硬度小,具有可塑性,遇水膨胀、软化和黏结。具有凿岩性好(不包括黏土)、稳固性差、爆破性也差的特点。同时,它们长期受水浸泡时,会使地下坑道变形,露天边坡不稳,矿车结底,溜井和凿岩机水眼堵塞等。但是,只要加强防排水措施,就可以避免或减少上述问题的发生。

变质岩的矿物成分,除石英、长石、云母、方解石等矿物外,还具有特异的矿物滑石、绿泥石、蛇纹石和石榴石等。变质岩类岩石的矿物组成中,常因含一定数量的滑石、绿泥石和云母等,对采掘影响较大,这些矿物光滑柔软,且多呈片状,因而稳定性极差,不少矿山常因此而冒顶片帮,故在采矿过程中必须引起足够的重视。至于所含其它矿物组分,大多与岩浆岩和沉积岩相似,其采掘特点参见岩浆岩和沉积岩。

1.1.3 岩石的结构与构造

岩石的结构是指岩石中矿物的结晶程度、颗粒大小和形状以及彼此间的组合方式。这主要决定于地质作用进行的环境,在同一大类岩石中,由于它们生成的环境不同,就产生了种种不同的结构。

岩石的构造是指岩石中矿物集合体之间或矿物集合体与岩石的其它组成部分之间的排列方式以及充填方式。这反映着地质作用的性质。由岩浆作用生成的岩浆岩大多具有块状构造;由变质作用生成的变质岩,多数情况下它们的组成矿物一般都依一定方向作平行排列,具有片理状构造;由外力地质作用生成的沉积岩,是逐层沉积的,多具有层状构造。

1) 岩浆岩的结构与构造

岩浆岩一般均较硬,绝大多数矿物均成结晶粒状紧密结合,常具块状、流纹状及气孔状结构,原生节理发育。岩浆岩的结构,根据矿物的结晶程度、颗粒大小和均匀程度,分为四种结构:

(1)显晶质结构 即等粒结构,岩石中的矿物全部为显晶质、粒状,且主要矿物颗粒大小近于相等,这种结构是在温度和压力较高,岩浆温度缓慢下降的条件下形成的,主要是深部侵入岩所具有的结构。

(2)隐晶质结构 矿物颗粒在肉眼和放大镜下看不见,只有在显微镜下才能鉴别这种结构。从外表看,岩石断面是粗糙的。它是在岩浆很快冷却的情况下形成的,常为喷出岩所具有的结构。

(3)玻璃质结构 矿物没有结晶,岩石断面光滑,具有玻璃光泽,为喷出岩所特有的结构。

(4)斑状结构 岩石中较大晶体散布于较细物质之间的结构。大的晶体称为斑晶,细小的部分称为基质。这种结构主要是由于矿物结晶的时间先后不同造成的,在地下深处,温度和压力较高,部分物质先结晶,生成一些较大的晶体即斑晶,随着岩浆岩的继续上升,到浅处或喷出地表,尚未结晶的物质,由于温度下降较快,迅速冷却形成结晶细小或不结晶的基质。因此,这种结构为浅成岩或喷出岩所具有。



岩浆岩的构造,指岩浆岩的外貌整体特征,它是由矿物集合体的排列方式和充填方式决定的。常见的构造有四种构造:

(1)块状构造 组成岩石的各种矿物,无一定的排列方向,而是均匀分布于岩石之中,是侵入岩特别是深成岩所具有的构造。

(2)流纹状构造 黏度大的岩浆在流动过程中,形成不同颜色的条纹或拉长的气孔,长条状矿物沿一定方向排列,所表现出来的熔岩流的流动构造。

(3)气孔状构造和杏仁状构造 岩石中分布着大小不同的圆形或椭圆形空洞,称为气孔状构造。它是岩浆冷却较快,所含气体占有一定空间位置,气体逸出,便形成空洞即气孔。当气孔被后来的硅质或钙质充填后,便形成了杏仁状构造。这种构造为喷出岩所特有的构造。

(4)带状构造 岩石由不同成分的物质条带相间组成。主要发育在超基性岩和伟晶岩体中。

常见的岩浆岩包括:酸性、浅色的花岗岩、花岗斑岩和流纹岩;中性、浅色的正长岩、正长斑岩和粗面岩;中性、深色的闪长岩、玢岩和安山岩;基性、深色的辉长岩、辉绿岩和玄武岩;超基性、深色的橄榄岩和辉岩。

2) 沉积岩的结构与构造

沉积岩其分布广泛,约占地球表面积的 75%。沉积岩的结构,按成因和组成物质不同,分为以下几种结构:

(1)碎屑结构 是碎屑沉积岩所具有的结构,它是由碎屑物质被胶结起来而形成的,按照颗粒大小和形状分为:

①砾状结构:颗粒直径大于 2mm,磨圆程度较好,无棱角。若磨圆程度较差,而具有明显的棱角,则称为角砾状结构。

②竹叶状结构:是指刚沉积的石灰岩,因水浪打击,冲刷而成碎屑(其形态多呈扁平状),再被同类沉积物胶结而成。

③砂状结构:颗粒直径在 2 ~ 0.005mm 之间,又可分为粗砂结构(粒径 2 ~ 0.5mm)、中砂结构(粒径 0.5 ~ 0.25mm)、细砂结构(粒径 0.25 ~ 0.05mm)和粉砂结构(粒径 0.05 ~ 0.005mm)。

(2)泥质结构 颗粒直径小于 0.005mm,是黏土类所具有的结构。

(3)结晶结构 为化学岩所具有的结构。是物质从真溶液或胶体溶液中沉淀时的结晶作用以及非晶质、隐晶质的重结晶作用和交代作用所产生的。如石灰岩、白云岩是由许多细小的方解石、白云石晶体集合而成的。

(4)胶状结构 颗粒直径小于 0.001mm。

(5)生物结构 是生物化学岩所具有的结构。由生物遗体及其碎片组成,如生物介壳结构和珊瑚结构等。

沉积岩的构造,最显著的特点是具有层理构造,常具有碎屑状、鲕状等特殊结构及层状结构,并富含生物化石和结核。常见的沉积岩构造有:

(1)层理构造 由于季节性的气候变化及先后沉积下来的物质颗粒的形状、大

小、成分和颜色不同而显示出来的成层现象。层与层之间的接触面称为层面,上下两个层面之间的岩石称为岩层。根据岩层中每个单层厚度的不同,可将沉积岩层划分为:

块状	单层厚度大于1m
厚层状	单层厚度1~0.5m
中厚层状	单层厚度0.5~0.1m
薄层状	单层厚度0.1~0.01m
页片状	单层厚度小于0.01m

层理构造是绝大多数沉积岩最典型、最重要和最基本的特征。按层理形态可分为:
水平层理:层与层之间的界面是平直的,且相互平行。是在沉积环境比较稳定的条件下形成的。

波状层理:层理面成对称或不对称,规则或不规则的波状线,其总方向平行于总的层面,形成于波浪运动的浅水地区。这种层理在细砂岩或粉砂岩中常见。

斜层理:细层与主要层面斜交。斜层理是沉积物在水介质中做单向运动时产生的。斜层理的倾斜方向代表了当时水流的方向。

- (2)块状构造 岩石层理不清楚,矿物颗粒排列无一定规律。
- (3)鲕状构造 具有同心圆状的圆形或椭圆形颗粒,形似鱼籽,称为鲕状构造。鲕粒直径一般在0.5~2mm之间,鲕粒的形成是胶体物质围绕砂粒、碎屑在浅海浅水环境中沉积而成。鲕粒直径大于2mm的可称为豆状构造。

沉积岩的种类包括碎屑岩(砾岩、角砾岩、砂岩、凝灰岩、火山角砾岩)、黏土岩(泥岩、页岩)、化学岩和生物化学岩(石灰岩、泥灰岩)四类(参见表1-1)。

表 1-1 沉积岩分类

类别		岩石名称	物质来源	结构	沉积作用
碎屑岩	火山碎屑岩	集块岩 火山角砾岩 凝灰岩	火山喷发的碎屑产物	火山碎屑结构	以机械沉积作用为主
	正常碎屑岩	砾岩 角砾岩 砂岩 粉砂岩	母岩机械破坏的碎屑产物	沉积碎屑结构	
黏土岩		黏土 泥岩 页岩	母岩化学分解过程中形成的新生矿物及少量细碎屑	泥质结构	机械沉积和胶体沉积作用
化学岩及生物化学岩		铝质岩 铁质岩 锰质岩 硅质岩 磷质岩 碳酸盐岩 盐岩 可燃有机岩	母岩化学分解过程中产生的溶液和生物生命活动的产物	胶体结构、结晶结构和生物碎屑结构	化学、胶体化学及生物化学沉积作用



3) 变质岩的结构与构造

变质岩的结构包括变晶结构(等粒、斑粒、鳞片)、变余结构和压碎结构,其中多为变晶结构。

(1) 变晶结构 是变质岩最重要的结构,由于这种结构是原岩中各种矿物同时再结晶所形成的,所以矿物晶体相互嵌生。晶形的发育程度,并不取决于矿物的结晶顺序,而是取决于矿物的结晶能力,这是与岩浆岩的结晶结构不一样的。变晶结构又可细分为等粒变晶结构、斑状变晶结构和鳞片变晶结构三种。

(2) 变余结构 这是一种过渡型结构。由于变质作用进行得不彻底,在变质岩的个别部分,还残留着原来岩石的结构。这种结构对于判断原来岩石属于何类别,有着很大的意义。如变质岩的原岩是砂状沉积岩,则可出现变余砂粒结构或变余泥质结构;若变质岩的原岩是岩浆岩,则可能出现变余斑状结构等。变余结构一般常见于变质较轻的岩石中。

(3) 压碎结构 由于动力变质作用,使岩石发生破碎而形成的,如碎裂岩等。

变质岩的构造是识别各种变质岩的重要标志。变质岩的构造分为片理构造、块状构造、条带状构造和斑点构造。

(1) 片理构造 是由于岩石中片状、板状和柱状矿物在定向压力的作用下重结晶,垂直压力方向成平行排列而形成的。顺着平行排列的面,可以把岩石劈成一片一片的小型构造形态。

(2) 块状构造 矿物无定向排列,其分布大致呈均一状,如石英岩、大理岩常具有这种结构。

(3) 条带状构造 岩石中的矿物成分分布不均匀,某些矿物有时相对集中呈宽的条带,有时呈窄的条带,这些宽窄不等的条带相间排列,便构成条带状构造。混合岩常具有这种构造。

(4) 斑点构造 当温度升高时,原岩中的某些成分(如碳质)首先集中凝结或起化学变化,形成矿物集合体斑点,其形状、大小可有不同,某些板岩具有这种结构。

常见的变质岩有块状的大理岩和石英岩,板状的板岩,片状的云母片岩、绿泥片岩、滑石片岩、角闪石片岩,片麻状的片麻岩等。

1.1.4 岩石结构与构造的研究意义

研究岩石的结构与构造,不仅对划分岩类、正确识别岩石有着实际的意义,而且在采掘工艺中,对于研究岩体稳定、井巷支护、爆破措施及选择采掘机械起着重要作用。

岩石具有许多结构,但对采掘影响最大的是颗粒的粗细。对于岩浆岩而言,在其它条件相似的条件下,隐晶质、细粒、均粒的岩石比粗粒和斑状的岩石强度大。例如玄武岩为隐晶质结构,而辉长岩为粗粒结构,所以玄武岩的抗压强度可到达500MPa,而辉长岩的抗压强度仅为120~360MPa。又如花岗斑岩具有斑状结构,其抗压强度只有120MPa,而同一成分的细粒花岗岩因具有等粒结构,其抗压强度可达260MPa。强度大的岩石虽然较难凿岩,但却容易维护,甚至可以支护,给采掘工作带来很大的方便。沉积岩与岩浆岩相似,但对于碎屑岩,其物理机械性质主要取决