

目 录

第一编 煤矿地质

第一章 煤矿地质学概述	3
第二章 岩石	6
第一节 岩石概念及其分类	6
第二节 火成岩	7
第三节 沉积岩	9
第四节 变质岩	13
第三章 地层	15
第一节 地层单位	15
第二节 地层划分与对比	17
第四章 地质构造	21
第一节 地质构造的概念及类型	21
第二节 单斜构造及岩层的产状	22
第三节 褶皱构造	27
第四节 断裂构造	33
第五节 岩溶陷落柱	45
第五章 煤层	47
第一节 煤层概念	47
第二节 构造煤	49
第三节 煤层的顶底板	51
第六章 矿井水文地质	53
第一节 地下水的基本知识	53
第二节 地下水的补给、径流和排泄	57
第三节 控水构造及水文地质单元	58

第二编 瓦斯地质

第七章 瓦斯地质科学的形成与发展	63
第八章 煤的形成及特征	66
第一节 煤的形成	66
第二节 煤的物理性质	68
第三节 煤的孔隙性	70
第四节 煤层的透气性	72
第五节 煤的吸附性	79
第九章 瓦斯的生成及赋存	83
第一节 瓦斯的生成	83
第二节 瓦斯赋存	86
第三节 煤层瓦斯含量	102
第四节 煤层瓦斯压力	112
第十章 煤层气(瓦斯)勘查	119
第一节 煤层气(瓦斯)勘查	119
第二节 煤层气(瓦斯)试井	125
第三节 瓦斯地质勘查成果	126

第三编 防治煤与瓦斯突出技术

第十一章 煤与瓦斯突出理论	129
第一节 煤与瓦斯突出概述	129
第二节 煤与瓦斯突出机理	137
第三节 煤与瓦斯突出规律	145
第四节 煤与瓦斯突出防治技术	149
第十二章 煤与瓦斯突出预测方法	154
第一节 煤与瓦斯突出预测方法分类	154
第二节 区域突出危险性预测及煤层突出危险性分类	154
第三节 工作面突出危险性预测	157
第十三章 开采保护层	174
第十四章 煤层瓦斯抽采防突技术	187
第一节 煤层瓦斯抽采概论	187
第二节 地面钻孔抽采煤层瓦斯技术	193

第三节 井下钻孔抽采煤层瓦斯技术·····	195
第十五章 局部防突技术·····	218
第一节 局部防突技术分类·····	218
第二节 防突煤(岩)柱留设·····	218
第三节 合理布置井巷工程防突·····	219
第四节 石门揭煤局部防突技术·····	220
第五节 采掘工作面超前钻孔防突技术·····	221
第六节 水力冲孔技术·····	223
第七节 深孔松动爆破技术·····	228
第十六章 防突措施效果检验·····	231
第一节 防突措施效果检验方法及要求·····	231
第二节 保护层保护效果检验·····	232
第三节 穿层抽采瓦斯钻孔防突效果检验·····	239
第四节 顺层抽采瓦斯钻孔防突效果检验·····	242
第五节 局部防突措施效果检验·····	243
 第四编 防治煤与瓦斯突出技术资料及成果	
第十七章 防突技术图纸·····	249
第十八章 防突技术台账·····	254
参考文献·····	260

第一编 煤矿地质

第一章 煤矿地质学概述

我国煤炭资源截至 2012 年年底,保有查明资源/储量 13 412 亿 t,煤炭产量达到 36.6 亿 t,均居世界前列。虽然随着国民经济的快速发展,石油、天然气、水力、风力、核能等其他能源有了较大的发展,但是煤炭作为我国主要能源的地位,预计在今后很长一段时间内不会有根本性的改变。随着社会的发展,人们对生活、生命质量的要求越来越高,煤炭行业也应尽快摆脱粗放经营的管理模式,摒弃高投入、低产出的生产方式,步入低投入、高产出、高效益的良性循环轨道。煤炭行业的发展要依靠科学技术的进步,其中,包括煤炭地质工程技术的进步。因此,煤矿地质是煤矿生产的基础,只有掌握好煤矿地质技术,才能更好地优化矿井设计,采取有针对性的措施进行矿井水害防治、煤与瓦斯突出防治,保证矿井安全生产。

一、煤矿地质学概念

地质学主要是研究地壳的科学,是研究地壳的构造、物质组成、发展变化以及矿产的形成和分布规律等内容的科学。

煤矿地质学是利用地质基础知识,研究煤的生成、煤的赋存状态、确定煤的资源/储量及煤的用途,研究分析和解决影响矿井建设与采煤的地质因素,达到指导采掘工程的正常进行而发展起来的一门生产实践性较强的学科。

二、煤矿地质学研究的内容

煤矿地质学作为地质学的一个分支学科,基本上属于矿产地质学的范畴,其重要特点之一一是研究内容有很强的综合性,即煤矿地质学研究范围广泛,涉及范围不仅包括地质学的基础理论,而且涉及地质学的许多应用分支。

煤矿地质学的主要研究内容包括:

1. 矿物学、岩石学

主要研究岩石的物质成分、形成机理、时空分布特征和演变规律。其重点研究对象是与煤矿有关的造岩矿物和沉积岩。

2. 构造地质学

研究构造运动和构造运动引起的岩石的构造变动及其发展演变规律和对煤矿产生的破坏与控制作用。

3. 古生物学、地史学

研究生物起源、发展、演变的规律和地球形成、发展、演变的历史。重点研究含煤地层中有代表性的动物、植物化石,含煤地层在地质历史时期的形成过程与演变规律。

4. 煤田地质与勘探

研究煤的物质组成、性质、分类,成煤作用,聚煤环境,含煤地层与煤田的时空分布特征;研究煤田地质勘探与矿井地质勘探的技术手段与勘探方法。

5. 水文地质学

研究地下水的赋存状态和分布规律。重点研究矿井水的水源、出水特征、涌水量变化规律和防治水措施。

6. 瓦斯地质学

研究煤层瓦斯的形成机理、赋存状态和分布特征。重点研究煤层瓦斯含量、压力变化规律及其控制因素。

7. 矿井地质学

研究矿井地质编录、矿井地质制图、矿井地质报告及说明书的编制、矿井储量管理等。

随着科技发展,越来越多的信息技术应用到地质学研究领域,逐渐形成了一些地质学与信息科学相结合的地质技术分支学科,如遥感地质学、数学地质、应用地球物理学等。地质信息技术已在煤矿地质工作中逐步得到推广应用,成为煤矿地质学的重要研究内容,并且可能成为科学发展的新的增长点。煤矿地质信息技术的应用,丰富和增强了解决煤矿地质问题的手段和能力,提高了煤矿地质预测预报的精确度和可靠性。

三、煤矿地质学的任务

煤矿地质学的任务是研究从矿井基本建设开始到矿井开采结束为止全过程的所有地质现象,找出地质规律,解决煤矿建设、生产中出现的各种地质问题。煤矿地质学的主要任务为:

1. 研究煤矿地质规律

根据地质勘探部门提供的原始地质勘探资料和煤矿建设生产中揭露出来的地质现象,研究矿区煤系地层、地质构造、煤层和煤质变化规律,查明影响煤矿建设、生产的各种地质因素。

2. 矿井地质工作

进行矿井地质观测、地质编录和综合分析,提交煤矿建设、生产各阶段所需的地质资料,处理采掘工作中的地质问题,为矿井设计提供科学、可靠的地质资料。

3. 矿井储量管理

测定和统计储量动态,分析储量损失,计算和核实矿井储量,编制矿井储量报表,为生产正常接替提供“三量”,并为矿井合理开发资源服务。

4. 矿井水害防治

开展矿区水文地质调查,查明矿井水的补给、径流、排泄条件;测量、预计矿井涌水量,分析其影响因素与变化规律;研究和制定矿井防治水方案与措施;为矿井生产、生活寻找和提供优质水源。

5. 瓦斯地质研究

研究煤层瓦斯含量、压力分布特征;分析煤层瓦斯成分及分带特征。分析煤层瓦斯与地质构造、地层性质、水文地质的相关关系,研究煤层瓦斯赋存规律。根据煤层赋存特征,研究煤与瓦斯突出规律,合理选择防治煤与瓦斯突出技术。对煤矿瓦斯资源进行管理,合理开发利用煤层气资源。

6. 环境地质调查

开展矿区环境地质调查工作,查明污染矿区环境的地质因素及其危害程度,分析矿井开采对环境造成的影响;研究环境地质的治理措施,配合环保部门提出矿区环境保护方案。

7. 其他地质灾害的研究

对危及矿井建设、生产的其他地质灾害,如热害、煤尘、崩塌、滑坡等,查明其形成机理,对其分布范围、突发事件及危害程度进行预测预报,提出防范措施与治理方案。

四、煤矿地质学的特点及研究方法

地质现象是一种客观存在,是十分复杂的,不同煤矿(区)之间地质规律既有共同性,又有特殊性。煤矿地质学是运用地质理论,解决煤矿地质问题的应用地质学,它与煤矿建设、开拓、开采紧密结合,是具有很强实践性的学科。研究方法遵循“实践—认识—实践”的认识过程。一方面要进行大量的直接观察和实验,获得详尽的实际资料;另一方面将获得的大量资料不断加以“归纳、分析研究、判断、推理”,将感性知识上升到理性知识,然后再用得到的理性知识去指导实践,并在实践中加以验证、补充与修改,使之更加符合客观实际。因此,地质工作者需要采取观察、实验、归纳、总结、去粗取精,去伪存真、由表及里地建立一套完整的地质工作方法。

五、煤矿地质与煤矿建井、生产的关系

煤矿地质资料是煤矿建井、地下采煤、露天采煤的设计依据。煤矿地质工作不仅是新井建设、矿井持续生产、老矿挖潜以及解决水、煤与瓦斯突出、火、瓦斯、冒顶等矿井灾害问题的重要手段,同时也是指导煤矿安全正常生产不可缺少的重要依据。没有可靠的地质资料不可能做出正确的矿井设计,没有正确的地质工作就不能正确地进行建井与回采。由此可见,矿井地质工作在煤矿建井、煤矿生产过程中占有重要位置。

第二章 岩 石

第一节 岩石概念及其分类

一、岩石的概念

岩石是一种或一种以上矿物组成的集合体,具有一定的结构、构造特征,是地质作用的产物。矿物则是在地质作用下,由一种元素或两种以上元素组合在一起,具有一定的外部形态、物理性质和比较固定的化学成分的自然物质。它是组成岩石的基础。

岩石一般具有以下几个特点:

- ① 大多数岩石是矿物的天然集合体,由一种或多种矿物按一定方式结合而成。
- ② 岩石具有一定的结构、构造特征。
- ③ 岩石是地球形成发展过程中地质作用的产物。岩石的化学成分、矿物成分、结构、构造及外形特征等均与地质作用密切相关。

岩石与矿产有密切的关系,各种金属及非金属(包括煤炭、石油等)绝大多数蕴藏在岩石之中,与岩石具有成因与时空上的联系。岩石也是构成各种地质构造和地貌的物质基础。岩石在形成过程中亦记录了地区及宇宙天体形成演化史。对岩石的研究,有助于指导矿井进行主要巷道布置、矿井水害防治及煤与瓦斯突出防治等。

二、岩石的分类

岩石按照成因可以分为岩浆岩、沉积岩、变质岩三大类。

1. 火成岩

火成岩,亦称为岩浆岩,是高温熔融状态的岩浆侵入到地壳不同深度或喷出地表冷凝而形成的岩石。

2. 沉积岩

沉积岩是由早期形成的岩石(母岩,如岩浆岩、沉积岩、变质岩)经过风化、剥蚀、搬运后,在一定地质条件下沉积、固结成岩而形成的新岩石。

3. 变质岩

地壳上已形成的岩石(岩浆岩、沉积岩和变质岩),由于高温、高压和外来物质的渗入,而引起其化学成分、结构及构造的改变形成的新岩石。

地球表面的岩石以沉积岩为主,约占地壳面积的75%,海洋底几乎全部为沉积岩覆盖。地壳较深处和上地幔的上部主要由火成岩和变质岩组成。火成岩占整个地壳体积的64.7%,变质岩占27.4%,沉积岩占7.9%。

虽然三大类岩石在成因和特征上有严格的区分界限,但相互之间存在过渡的关系。例如,在矿井井下火成岩侵入处,存在变质岩与沉积岩之间的渐变过程。在地球的发展演变过程中,由于地质作用的复杂性、多期性和漫长性,三大类岩石之间是可以相互转化的,其转化关系如图1-2-1所示。

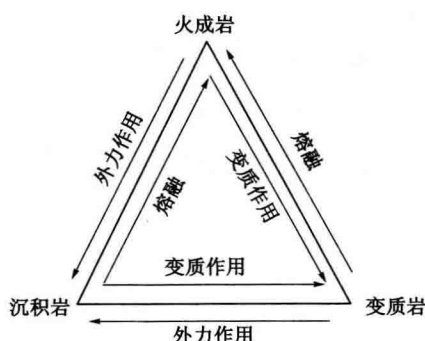


图 1-2-1 岩石转化关系图

第二节 火 成 岩

一、火成岩的基本特征

1. 构成火成岩的矿物

地壳中的各种元素几乎在火成岩中都有存在,其中,O、Si、Al、Fe、Ca、Na、K、Mg、H 等 9 种元素占地壳的 98.13%,其次还有 Ti、P、Mn、Ba 等元素,通常把这 13 种元素称为“主要造岩元素”。

组成火成岩的常见矿物有长石、石英、云母、角闪石、辉石、橄榄石、霞石、白榴石、磁铁矿、磷灰石等十余种,约占火成岩总质量的 99%。其中,长石占 60%以上,其次,是石英。因此,称这些矿物为火成岩的造岩矿物。

根据矿物在火成岩中的含量及其在分类命名中所起的作用,可以将这些矿物分为主要矿物、次要矿物和副矿物。

火成岩的矿物是有规律共生组合的。其共生组合规律首先取决于火成岩的化学成分,同时还与火成岩生成时的温度、压力有关系。浆岩中 SiO_2 含量对火成岩中矿物共生组合影响最大。火成岩中矿物共生组合规律与化学成分的关系可概括为:橄榄岩和辉岩类、辉长岩类、闪长岩类和花岗岩类。

2. 火成岩的结构

火成岩的结构,是指组成矿物的结晶程度、晶粒大小、形态以及晶粒之间或晶粒与玻璃质间的相结合的方式。火成岩的结构是研究岩石形成条件和岩石分类、命名的重要依据。结构决定于岩石的内在联系,影响着岩石的物理、化学性质。岩浆岩的结构特征是岩浆冷凝时所处的物理化学环境(如岩浆的温度、压力、挥发组分、黏度、冷却速度等)综合的反映。

火成岩结构的分类:① 根据岩石矿物结晶的程度分类:全晶质结构、半晶质结构、非晶质结构。② 按晶粒的绝对大小分类:显晶质结构、隐晶质结构。③ 按晶粒的相对大小分类:等粒结构、斑状结构、似斑状结构,如图 1-2-2 所示。④ 按矿物颗粒外形分类:矿物颗粒按结晶的先后顺序可分为自形晶、半自形晶和他形晶。

3. 火成岩的构造

火成岩的构造,是指组成岩石的矿物集合体的形状、大小、排列和空间分布等所反映出

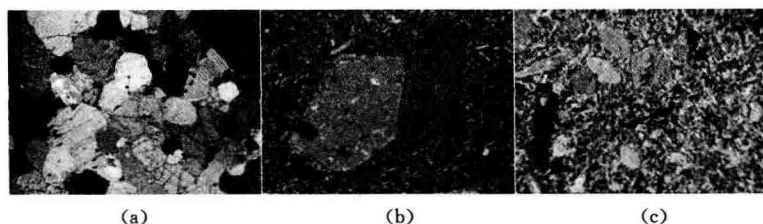


图 1-2-2 等粒结构、斑状结构和似斑状结构

(a) 等粒结构; (b) 斑状结构; (c) 似斑状结构

来的岩石构成的特征。火成岩的构造特征决定于岩浆性质、产出条件、凝固过程中物质成分的空间运行状态等,也是岩石分类命名的重要依据之一。

常见的火成岩构造有:块状构造、流纹构造、气孔构造、杏仁构造。

4. 火成岩的产状

火成岩的产状,是指岩体的形状、大小、与围岩的接触关系,以及形成时期所处的地质构造环境。根据岩浆的活动方式不同,可将火成岩的产状分为两大类,即侵入岩的产状和喷出岩的产状。

① 侵入岩的产状主要有:岩基、岩株、岩墙与岩脉、岩床、岩盆、岩盖,如图 1-2-3 所示。

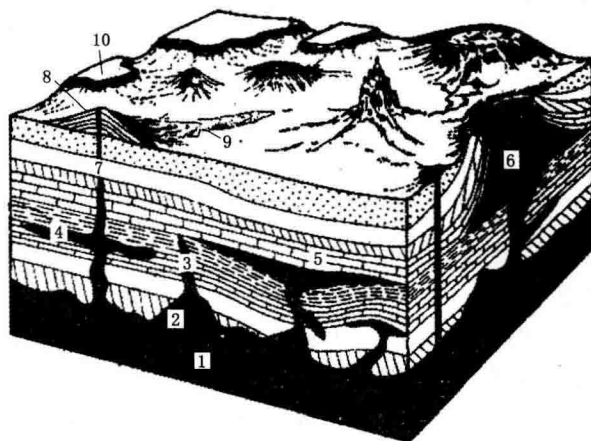


图 1-2-3 火成岩产状综合示意图(据夏邦栋,1995)

1——岩基;2——岩株;3——岩墙;4——岩床;5——岩盆;
6——岩盖;7——火山颈;8——火山锥;9——熔岩流;10——熔岩被

② 喷出岩的产状主要有:火山颈、火山锥、熔岩流、熔岩被等。

二、火成岩的分类

目前,常用的火成岩分类方法为综合分类。一方面依据岩石的化学成分、矿物成分进行分类;另一方面依据岩石的产状、结构和构造进行分类。

1. 按化学成分分类

火成岩主要由硅酸盐矿物组成。火成岩的主要氧化物是 SiO_2 , SiO_2 百分含量直接决定火成岩中其他金属氧化物的含量多少,所以 SiO_2 的百分含量是火成岩分类的一个重要依据。据此,火成岩可分为:酸性岩类、中性岩类、基性岩类和超基性岩类。

2. 按矿物成分分类

根据矿物成分火成岩可分为:① 橄榄岩—苦橄岩类,属于超基性岩;② 辉长石—玄武岩类,属于基性岩;③ 闪长岩—安山岩类,属于中性岩;④ 正长岩—粗面岩类,属于中性岩;⑤ 花岗岩—流纹岩类,属于酸性岩。

3. 按产状和结构分类

火成岩根据产出环境可以分为侵入岩和喷出岩,侵入岩根据离地表的距离可以进一步分为深成岩和浅成岩。结构和产状有对应关系,深成岩往往为显晶质等粒、半自形粒状或似斑状结构;浅成岩往往为显晶质细粒或斑状结构;喷出岩往往为隐晶质结构、玻璃质结构或斑状结构。

第三节 沉 积 岩

一、沉积岩的基本特征

1. 构成沉积岩的矿物

由于沉积岩绝大部分是来自火成岩风化的产物,所以沉积岩在化学成分上继承了火成岩的基本特征,化学成分也与火成岩十分接近。但两者也有所区别。沉积岩与火成岩中 Fe 的总量相近,但沉积岩中 Fe_2O_3 的含量大于 FeO,而火成岩相反; Na_2O_3 与 K_2O 的总量,沉积岩低于火成岩;沉积岩中 K_2O 的含量大于 Na_2O_3 ;沉积岩比火成岩富含 H_2O 和 CO_2 。

沉积岩中已发现的矿物有 160 多种,主要矿物约有 20 种,如石英类矿物、长石类矿物、云母类矿物、黏土类矿物、碳酸岩类矿物、硫酸岩类矿物及 Fe、Mn、Al 的氧化物和氢氧化物。一般沉积岩仅含 5~6 种矿物,多数沉积岩仅含 1~3 种矿物。

2. 沉积岩的结构

沉积岩的结构,是指组成岩石的物质颗粒形状、大小、结晶程度及颗粒间相互关系的一些特征。沉积岩的结构类型主要有两大类,一是碎屑结构,二是非碎屑结构。

(1) 碎屑结构

碎屑结构,是指碎屑颗粒本身的特征(粒度、圆度、球度、形状及颗粒表面特征)、基质和胶结物的特征、碎屑颗粒与基质和胶结物之间的关系(胶结类型)的总和。由机械沉积的碎屑物与充填于碎屑物孔隙内的基质或胶结物形成的沉积岩都具有碎屑结构。碎屑物可以是岩石碎屑、矿物碎屑、石化的生物碎屑或火山碎屑物等。基质是细粉砂或黏土。胶结物是化学沉淀物。按碎屑颗粒粒径(d)的大小,可以将碎屑结构进一步分为:

- ① 粒状结构,碎屑颗粒粒径 d 大于 2 mm,如砾岩、角砾岩等。
- ② 砂状结构,碎屑颗粒粒径 d 在 2~0.05 mm 之间,如粗砂岩、中砂岩、细砂岩等。
- ③ 粉砂状结构,碎屑颗粒粒径 d 在 0.05~0.005 mm 之间,如粉砂岩等。
- ④ 泥状结构,碎屑颗粒粒径 $d < 0.005$ mm,如泥岩等。

碎屑物粒径大小的均匀程度称为分选性。粗细均匀者分选性很好;粗细混杂者分选性差;介于两者之间分选性好或中等,如图 1-2-4 所示。

碎屑物棱角被磨蚀的程度称为圆度。碎屑物棱角全部磨蚀消失称圆状;大部分棱角磨蚀者称次圆状;棱角尖锐或只稍微磨蚀者称棱角状,如图 1-2-5 所示。

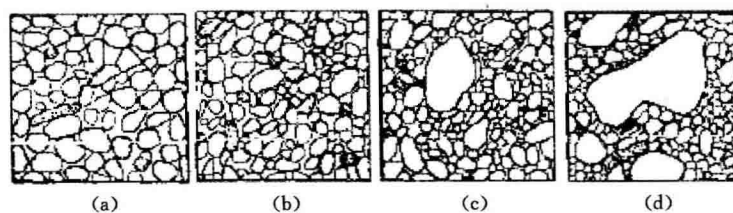


图 1-2-4 碎屑颗粒分选性示意图

(a) 分选很好; (b) 分选好; (c) 分选中等; (d) 分选差

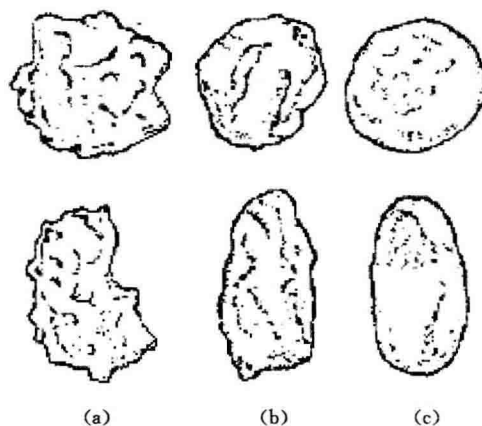


图 1-2-5 碎屑颗粒的圆度示意图(据 M. E. Tucker, 1981)

(a) 棱角状; (b) 次圆状; (c) 圆状

碎屑物之间的连接物质称为胶结物。常见的胶结物有硅质、钙质、铁质和泥质四种类型。硅质包括石英、蛋白石等,多呈灰白色、质坚硬;钙质遇盐酸起反应,强烈起泡;铁质主要包括赤铁矿、褐铁矿,多呈红或红褐色、质坚硬;泥质呈土黄色,较疏松。根据胶结物性质,碎屑物连接方式可分为:钙质胶结、铁质胶结、硅质胶结、泥质胶结等。砂岩中胶结物的成分、数量和胶结类型,影响着砂岩的致密程度、孔隙性、渗透性等岩石物理性质。胶结物对碎屑结构的岩石强度起着决定性的影响,硅质、铁质胶结物的强度>钙质胶结物的强度>泥质胶结物的强度。

胶结物在岩石中的分布状况与碎屑颗粒的接触关系称为胶结类型。岩石的胶结类型主要受胶结物含量、分布及颗粒与胶结物的结合方式的控制。胶结类型可分为基底胶结、孔隙胶结、接触胶结和镶嵌胶结四种类型,如图 1-2-6 所示。胶结类型影响岩石的强度,基质胶结的岩石强度取决于胶结物;孔隙胶结的岩石强度和透水性主要由胶结物性质及充填程度决定;接触胶结的岩石仅颗粒接触处有胶结物,胶结不牢,强度低,透水性强。

(2) 非碎屑结构

由化学沉积作用和生物化学作用形成的沉积岩往往具有显晶质或隐晶质结构。有呈原地生长状态的生物骨骼构成格架,格架孔隙内充填其他沉积物形成的沉积岩往往具有生物骨架结构。

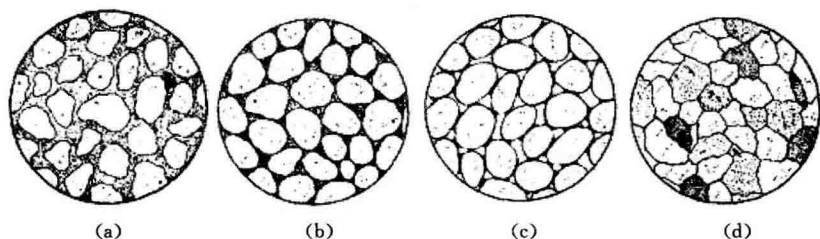


图 1-2-6 胶结类型示意图

(a) 基底胶结; (b) 孔隙胶结; (c) 接触胶结; (d) 镶嵌胶结

3. 沉积岩的构造

沉积岩的构造,是指由岩石成分、结构、颜色的不均一引起的沉积岩层内部和层面上宏观变化特征的总和。沉积岩区别于火成岩最具特征的构造是层理和层面构造。沉积岩中常见的构造有层理构造、层面构造和层内构造。

(1) 层理构造

层理构造是由岩石的成分、颜色、结构等在垂直于沉积层方向上的变化所形成的一种构造现象。层理是沉积岩所具有的重要特征,是区别于岩浆岩的主要标志。层理构造是由于不同时期沉积作用的性质变化造成的,可分为水平层理、波状层理、斜交层理和递变层理等,如图 1-2-7 所示。

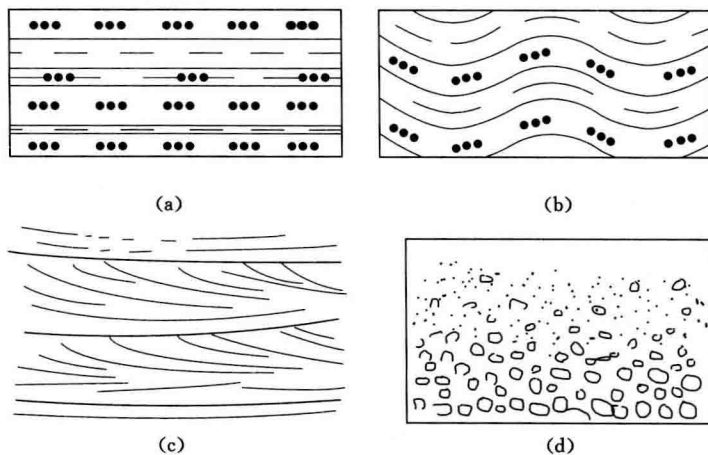


图 1-2-7 层理构造

(a) 水平层理(平行层理); (b) 波状层理; (c) 交错层理; (d) 递变层理

组成岩层的各种层理,其厚度变化较大,根据层理间岩层厚度,沉积岩的构造亦可分为:巨厚层状构造:层厚度 $>2\text{ m}$;厚层状构造:层厚度 $2\sim0.5\text{ m}$;中厚层状构造:层厚度 $0.5\sim0.1\text{ m}$;薄层状构造:层厚度 $0.1\sim0.05\text{ m}$ 。

(2) 层面构造

层面构造,是指岩层表面呈现出的各种构造痕迹。沉积岩中常见的层面构造(见图 1-2-8)有波痕、冲刷痕迹、泥裂、雨痕、印模等。

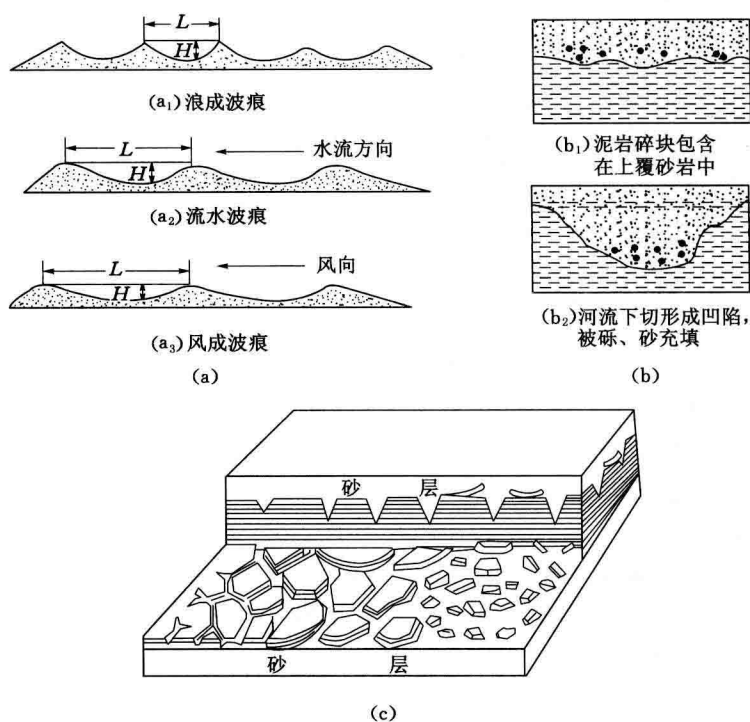


图 1-2-8 层面构造

(a) 波痕; (b) 冲刷痕迹; (c) 泥裂(据施洛克, 1948)

(3) 层内构造

层内构造主要有结核构造。结核是冲积层内一种与周围物质成分截然不同的球至椭圆形状的矿物集合体。

二、沉积岩的分类及主要类型

(一) 沉积岩的分类

沉积岩的分类方法有两大类,一是流行的分类方法,以沉积作用方式和岩石成分把沉积岩分为三大类:碎屑岩类、黏土岩类、化学岩及生物化学岩类,如表 1-2-1 所示。另一种分类方法是强调其物质来源,把沉积岩物质来源的差别作为沉积岩分类的基础,认为沉积物的搬运和沉积方式、成岩作用的变化以及沉积岩的物质成分和结构构造特征,主要是受沉积物来源的控制。基于这种方法,沉积岩分为外源沉积岩类和内源沉积岩类。

(二) 沉积岩的主要类型

1. 砾岩

砾岩,是指粒径大于 2 mm 碎屑含量在 50% 以上的沉积岩。

2. 砂岩

砂岩,是指粒径在 2~0.05 mm 之间碎屑含量大于 50% 的沉积岩。砂岩按照粒径的大小可进一步分为:巨粒砂岩,粒径 2~1 mm;粗粒砂岩,粒径 1~0.5 mm;中粒砂岩,粒径 0.5~0.25 mm;细粒砂岩,粒径 0.25~0.05 mm;粉砂岩,粒径 0.05~0.005 mm。

表 1-2-1

沉积岩分类表

碎屑岩类		黏土岩类	化学岩及生物化学岩类	
火山碎屑岩	正常沉积碎屑岩		化学岩及生物化学岩类	可燃有机岩
集块岩 火山角砾岩 凝灰岩	砾岩 砂岩 粉砂岩 泥质岩	高岭石黏土岩 蒙脱石黏土岩 水云母黏土岩	铝质岩 铁质岩 锰质岩 磷质岩 硅质岩 碳酸盐岩 盐岩	腐泥煤 腐植煤 残植煤

按砂粒成分砂岩可分为:石英砂岩,石英含量 $>90\%$;长石砂岩,长石含量 $>25\%$;岩屑砂岩,岩屑含量 $>25\%$ 。

3. 泥质岩

泥质岩,是指粒径小于 0.005 mm 颗粒含量大于 50% 的沉积岩。

4. 石灰岩

石灰岩,是指方解石含量大于 95% 的沉积岩。

第四节 变质岩

一、变质岩的基本特征

1. 变质岩的矿物构成

变质岩是由不同原岩经变质作用形成的。变质作用的类型和强度复杂多样,所以变质岩的化学成分一方面与原有岩石的化学成分有密切的关系,另一方面又和变质作用的特点有关。变质岩的化学成分主要有 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 MnO 、 CaO 、 MgO 、 K_2O 、 Na_2O 、 H_2O 、 CO_2 及 TiO 、 P_2O_5 等,与火成岩相似,但 Al_2O_3 、 SiO_2 、 K_2O 、 Na_2O 、 CaO 、 MgO 的含量有较大的变化范围。

在火成岩、沉积岩中均出现的矿物,如石英、长石类矿物、云母类矿物、角闪石类矿物、辉石类矿物,因比较稳定,即使在高温、高压条件下仍然保持在变质岩中。另一类矿物是经变质作用新生成的,如硅灰岩、红柱石、蓝晶石、夕线石、十字石、堇青石、硬绿泥石、蛇纹石、滑石、石墨等,是变质岩所特有的矿物,当它们大量出现时,说明岩石已经发生了明显的变质作用,是变质岩区别火成岩、沉积岩的重要标志。

2. 变质岩的结构

变质岩有两种基本结构类型:变余结构和变晶结构。变余结构,是指由于变质结晶和重结晶作用不彻底而保留下来的原岩的残余。变余结构常见于变质程度较浅的变质岩中,是判断原岩性质的依据之一。

变晶结构,是指原岩在固态条件下重结晶和变质结晶作用过程中形成的结构。按结晶矿物的相对大小,变晶结构可划分为等粒、不等粒和斑状变晶结构。

3. 变质岩的构造

变质岩有两种基本构造类型:变余构造和变成结构。变余构造,是指变质岩中仍不同程

度保留了原岩的构造,如变余气孔构造等。变余构造常见于变质程度较浅的变质岩中,是判断原岩性质的依据之一。

变成构造,是指由变质作用形成的构造。由于变质岩中往往有大量的片状、柱状矿物定向排列,所以变成构造中最常见的是片理构造,往往按结晶程度从低到高的顺序将片理构造进一步分成板状构造、千枚状构造、片状构造、片麻状构造等。

二、变质岩的分类

变质岩主要根据变质作用的类型进行分类。一般分为5类:接触变质岩类、气—液变质岩类、动力变质岩类、区域变质岩类、混合岩类。

变质岩主要类型有角岩、大理岩、石英岩、夕卡岩、糜棱岩、板岩、千枚岩、片岩和片麻岩等。