

郎坪群形成于海底扩张而成的洋盆蛇绿岩环境(金守文, 1986)、小洋盆型边缘海(张寿广等, 1987)、洋盆(刘文荣等, 1989, 1990), 具分裂扩张脊的环境(杨志华, 1991)、洋壳为底的边缘海盆(王艺芬等, 1991)、微陆岛链与小洋盆组合体(任纪舜等, 1991)。二郎坪群与丹凤群代表古洋盆蛇绿岩(许志琴等, 1986, 1988, 1990, 1991; 孙勇等, 1991)。

(3) 黄汲清、任纪舜等(1980)指出, 兴凯运动使古中国地台解体, 形成北祁连和北秦岭早古生代优地槽。这种观点认为丹凤群形成于海盆(胡能高等, 1988; 何瑞芳等, 1990, 1991)、裂陷海槽(耿树方等, 1991), 二郎坪群形成于裂陷槽或裂隙槽(王振东等, 1985)、裂陷海槽(耿树方等, 1991)、海盆(何瑞芳等, 1990, 1991)、由陆壳向洋壳演化的陆缘裂谷带或陆壳性弧后盆地(宋子季等, 1988)。

(4) 杨森楠(1985)认为秦岭古生代由裂陷发展为过渡壳、再生洋壳, 属陆间裂谷系, 杨巍然(1987)认为东秦岭古生代及三叠纪以裂谷发育的形式形成断裂造山带, 吴正文等(1991)支持大陆裂谷观点, 胡能高(1992)与认为丹凤群形成于裂谷环境。

对秦岭构造环境存在如此众多的看法, 除了说明该大陆古造山带的极度复杂性和人们对地质事实仍缺乏全面深入的了解外, 还反映了人们现有的不同大地构造观点。一种认为中、新生代板块构造体系可以原封不动或稍加修改便可应用于古大陆造山带, 造山带乃至绿岩带的(变质)火山岩均可恢复为现代大洋中脊、洋岛、岛弧、弧后盆地或安第斯山型大陆边缘等洋-弧体系的火山岩。第二种认为晚元古宙之后出现威尔逊旋回, 火山岩可恢复为洋-弧体系的火山岩类, 而前晚元古宙则属于内硅铝裂谷体系, 相应的火山岩常被恢复为大陆裂谷拉斑玄武岩及碱性玄武岩类。第三种认为秦岭造山带不存在现代板块构造体系, 将火山岩的形成环境归入裂谷的范畴。第四种认为本区不存在现代板块构造体系, 并将华北地台南缘火山岩划归大陆裂谷体系, 而北秦岭火山岩既不同于洋-弧体系火山岩类, 也不同于大陆裂谷体系火山岩类, 而应属于过渡性地壳上发育的海槽-海盆体系的火山岩类。北秦岭前古生代优地槽中的变质火山岩类, 如果没有形成于现代板块构造体系或大陆裂谷体系的构造环境中, 又如何恢复出威尔逊旋回内的构造环境呢?

## 矿物岩石材料学的几个基本问题

徐惠忠 周 明

(山东建材学院分院, 淄博市 255200)

**关键词** 矿物、岩石、材料、材料学

非金属矿物和岩石除少数能够直接应用于生产和生活外, 绝大多数需经一定程度的加工处理, 才能成为可直接应用的材料。因此, 以研究非金属矿物和岩石性能及加工处理方法为重点的“矿物岩石材料学”便应运而生。

1. 矿物岩石材料的定义。“矿物材料”一词早已被广泛使用, 但其确切定义却还没有统一。

陈丰提出,矿物材料指的是从天然矿物(以及一部分岩石)的物理性能和化学性能出发,经过选矿、加工处理,以及人工合成或晶体生长,研制成为工农业发展所需要的材料<sup>1)</sup>。而赵万智认为,矿物材料是以非金属矿物为原料,通过一定的生产工艺生产出的具有一定性能的非金属材料<sup>2)</sup>。前者强调矿物的物理、化学性能;后者则注重原料的含量。本文拟定义为:矿物岩石材料是指从天然矿物和岩石的物理、化学性质和物理化学效应出发,以天然非金属矿物和岩石及其初步加工产物为主要原料,经过一定方式的加工处理而形成的具有一定直接使用价值和经济、社会效益的材料。这一定义具有如下含义:(1)矿物材料和岩石材料,统称为矿物岩石材料。(2)主要是利用天然非金属矿物和岩石的物理、化学性质和物理化学效应,而不取决于其中某一元素的性质。以此与金属材料区别。(3)以天然非金属矿物和岩石为主要原料。即使是经初步加工,这些初加工产物必须能够直接反映天然矿物和岩石的性质或效应;部分材料虽含有少量有机物质,但不能取代天然矿物和岩石的固有性质和决定性地位。以此,与无机化工材料和有机高分子材料区别。(4)必须经过一定方式的加工处理,能够为工农业生产和人民生活直接使用,或者是制品,或者可直接加工成制品。以此,可与天然矿物和岩石原料区别。(5)在加工成矿物岩石材料的过程中,必须能够取得一定的经济效益或社会效益。

**2.矿物岩石材料学的研究任务:**从一般意义上说,材料学的研究任务是研究材料本身的化学组成和结构,来说明材料所具有的各种性质<sup>(1)</sup>。然而,由于矿物岩石材料的性质,除与材料本身的化学组成和结构有关外,在很大程度上取决于天然矿物和岩石的固有性质及效应,因此,必须高度重视对天然矿物和岩石性质及效应的研究。同时,由于天然非金属矿物和岩石的种类繁多,性质各异,加工途径和加工目的复杂,因此,对加工工艺的研究显得尤为重要。此外,矿物岩石材料由于受资源条件、技术水平的影响,其价格相差悬殊、市场波动较大,还必须注意对其经济和社会效益的研究。作为一个学科体系,矿物岩石材料学由以下几个分支学科组成。

(1)应用矿物岩石学:主要是通过对天然非金属矿物和岩石的物质组成、晶体结构、晶界性质、凝聚状态等固有其本质的研究,揭示其物理、化学性质及物理化学效应,预测应用前景。

(2)矿物岩石材料学:研究矿物岩石材料的各种性能;揭示这些性能与天然矿物和岩石的性能之间,以及与材料的化学组成及结构之间的内在联系,探求矿物岩石材料的形成机理及形成条件,以指导其生产和应用。

(3)矿物岩石材料工艺学:研究矿物岩石材料生产的原材料配比、工艺流程和工艺参数、主要生产设备及其配置、产品方案、产品的使用条件和使用性能。

(4)矿物岩石材料测试技术:研究揭示矿物岩石材料之本征性质、技术特性和应用条件的测试方法和测试仪器。

(5)矿物岩石材料经济学:主要研究有关的市场状态、产业政策、资源分布与配置、投资效益等。

**3.矿物岩石材料的分类体系:**中科院地质所曾以三大类岩石的形成模式,将矿物材料分为:熔浆冷凝型、成型烧结型和骨料胶结型三大类<sup>3)</sup>。其它学者在这方面也作过尝试。然而,由于各家对“矿物材料”概念的理解不同,迄今尚无产生一个针对研究任务,且系统性、清晰性和应用

1) 陈丰,矿物材料研究进展,1989。

2) 赵万智,矿物材料学研究的实践与认识,1990。

3) 转引自《非金属矿物资源与矿物材料学术讨论会论文摘要汇编》(1990)。

性俱佳的分类体系。本文根据所划分的几个分支学科的研究任务，对矿物岩石材料提出如下几个分类方案：

(1) 矿物-岩石性质分类：针对应用矿物岩石学的研究任务，以不同矿物和岩石由于物质组成和结构差异而产生的性质和效应差异，将天然非金属矿物和岩石分为五类（表1）。

表1 矿物-岩石性质分类

类名	定义	特性	应用方向	实例
高内能类	具有致密、坚固、稳定的晶格和较强的晶界结合力的矿物和岩石，及其初加工物	晶格能较大，化学性质及热性能稳定，强度高、硬度大、耐热、耐蚀、耐磨	填料、磨料、切削工具、耐火耐蚀材料、装饰品等	金刚石、石榴石、刚玉、硅石、花岗石等
高表面活性类	结构疏松，内、外表面积较大，经处理后具有较高表面活性的矿物和岩石，及其初加工物	具有较强的吸附、润湿、粘附、离子交换特性，或良好的保温、吸声效果	吸附、净化、脱色、催化剂载体、填充料、隔热材料等	硅藻土、沸石、蛭石、珍珠岩、膨润土、活性高岭土、膨胀页岩等
高化学活性类	具有较强的化学反应能力，反应后形成稳定产物的矿物和岩石，及其初加工物	通常是一些含有活泼元素的强碱弱酸盐，或强酸强碱盐，反应产物一般具有一定强度，少量为易溶粉剂	水泥、玻璃、陶瓷等硅酸盐；或矿肥、矿化剂等化工产品	长石、高岭土、石灰石、萤石、石膏、硅灰石、芒硝、光卤石等
各向异性类	晶体内部键性取向或晶体定向排列而导致性能具有各向差异的矿物和岩石，及其初加工物	可分割成薄片或纤维，整体脆弱，但分割物具有较高强度和较好的稳定性	填料及增强材料、涂料、纺织品、隔热材料等	滑石、石棉、高岭石、云母、海泡石、板岩等
特殊功能类	具有特殊的物理或技术特性，能够满足某种功能性要求的矿物和岩石	在声、光、电、热、力学、美学等方面具有独特功能，一般为天然矿物中的极品	电子、光学、超高温、防辐射元件、矿物颜料、宝石饰品等	压电水晶、金红石、电气石、冰洲石、重晶石、蓝石棉、红宝石等

(2) 材料凝聚状态分类：狭义的矿物岩石材料学，主要是研究矿物岩石材料的性质与其内部的物质组成和结构的本质联系。材料的内部物质组成已由各种矿物或岩石的成分及其配比所决定，材料的性质在很大程度上取决于其内部结构，亦即各组成物质的凝聚状态。根据凝聚状态，矿物岩石材料可分为五大类（表2）。

表2 矿物岩石材料凝聚状态分类

类名	定义	实例
单晶材料 (晶体材料)	天然矿物或岩石及其初加工物，从气相、溶液、熔浆状态，通过晶体生长而形成的单晶及其加工物	天然晶体、人工晶体、晶体元器件、宝石等
多晶材料 (陶瓷材料)	天然矿物或岩石及其初加工物，通过固相反应或熔浆共结形成的具有晶界的固体材料	陶瓷制品、耐火材料、天然石材、铸石等

非晶材料 (玻璃材料)	天然矿物或岩石, 经过配料、熔融及快速冷凝而形成的具无规则网络结构的材料	玻璃及玻璃制品、岩棉、光纤等
复合材料 (胶结材料)	天然矿物或岩石及其初加工物, 被各种无机、有机或金属胶结或涂敷而制成的材料	混凝土制品、各种有机复合材料等
分散材料 (粉末材料)	天然矿物或岩石经磨细或胶体化而制成的具有巨大内、外表面积的粉末状或胶体状材料	各种矿物填料、助剂、泥浆等

(3) 材料的生产工艺分类: 矿物岩石材料工艺学主要以矿物岩石材料的生产工艺为研究重点。根据生产工艺的主要差别, 可分为七类(表3)。再根据生产工艺中主要生产环节的物理化学本质, 将各类分为若干个型。

表3 矿物岩石材料工艺分类

类	定义	型	定义	实例	备注
机械加工	主要通过机械(包括手工)加工手段, 在不改变天然矿物或岩石固有性质的前提下, 依靠改变其形状或状态, 即能满足一定使用要求的材料	整形	通过锯、切、磨、钻、刻、抛光等冷加工手段, 使无规则块状形成具有规则形状和性能的材料	建筑石材、宝石工艺品、光学晶体、云母元件、红柱石耐火砖、砚石等	
		分散	通过破碎、粉磨、分级等工艺, 使矿或岩石成为具有一定粒度的粉末状或浆状材料	各种矿物填料和助剂、铸造型砂、矿物颜料、石墨乳、钻探泥浆等	
		集聚	通过纺织、加压等处理, 使矿物或岩石及其加工物相互集聚在一起而形成的单相材料	玻璃纤维布、岩棉毡、石棉织物、石墨垫圈、云母纸等	不包括粘团聚集的材料
		配合	将不同性质的矿物岩石, 按一定比例配合, 使其性能互补或互相制约, 从而满足一定用途的材料	矿物饲料添加剂, 土壤改良剂、静态爆破剂、矿肥、冶金熔剂等	
化学处理	主要通过化学药剂处理, 使天然矿物或岩石的成分、结构, 或表面状态发生一定程度的变化, 从而使其物理和	改性	通过化学药剂对矿物的内、外表面进行吸附或解吸附、润湿、偶联、覆盖等处理而形成的具有一定优良性能的材料	改性碳酸钙、硅灰石、滑石等塑料充填剂、涂敷石棉、珠光云母颜料、酸洗硅藻土助滤剂等	
			通过化学药剂与矿物发生离子交换等反应, 使矿物的成分或结构发生一定程度的改变, 形成	由钙基膨润土改型的钠基膨润土、活性白土、有机膨润土; 石墨酸和氟化	不包括化学合成的新矿物

	技术性能得以改善,以满足一定使用要求的材料	改型	同质多象或类质同象变体,从而改善其物理或技术性能而形成的材料	石墨;斜发沸石改型的八面沸石等	
		提纯	通过化学处理,剔除杂质,提取纯矿物或化合物,或使原矿物或岩石的性质更加优良而形成的材料	碱熔法高碳石墨、石灰岩生产轻质碳酸钙、铝土矿提取高纯氧化铝、明矾石取明矾等	不包括已失去原矿物本性的无机化工产品
热处理	通过加热,使天然矿物和岩石的成分、结构或表面状态发生一定程度的变化,从而使其物理和技术性能得以改善,以满足一定使用要求的材料	分解	通过加热处理,使矿物发生脱水、分解等反应而形成的材料	石灰、菱苦土、苛性白云石、半水石膏、活化高岭土等	
		相变	通过加热处理,矿物晶格发生相变而形成的稳定的高温变体	粘土熟料、人造金刚石、煅烧石英、硬烧氧化镁等	
		膨胀	通过加热,使矿物或岩石中的挥发组分急剧膨胀而形成的结构疏松、质轻多孔的材料	膨胀珍珠岩、膨胀蛭石、膨胀页岩、柔性石墨等	
水热处理	在热水、热气或热溶液中,天然矿物或岩石发生溶解、离子迁移,重新沉淀结晶而形成的人工矿物或岩石材料	重结晶	在水热条件下,通过天然矿物的溶解和重新沉淀结晶而形成的新的矿物单晶或多晶材料	水溶法生产的人工晶体	不包括化学合成矿物
		水热反应	在水热条件下,不同矿物物料之间发生化学反应,所生成的化合物晶体相互嵌布而构成的材料	灰砂砖及其它硅酸盐制品、微孔硅酸钙、人成沸石分子筛等	
熔融处理	天然矿物或岩石的熔融体在冷却过程中发生重结晶、共结晶或直接冷凝而形成的材料	析晶	矿物、岩石原料按一定配比,经高温熔融,再结晶而成的单晶或多晶材料	熔融生产的人工刚玉及人工宝石,铸石、微晶玻璃等	
		过冷	矿物、岩石原料按一定配比,经高温熔融,再快速冷凝而形成的非晶材料	玻璃及玻璃制品、玻纤、岩棉、硅酸铝纤维等	
烧结处理	通过高温煅烧,粉末状矿物和岩石发生重结晶、重组合而形成的材料	固相反应	矿物、岩石原料按一定配比,在高温状态下发生固相反应,形成新的矿物组合,并相互结合在一起,而形成的致密、坚硬的材料	陶瓷制品、水泥熟料、砖瓦、陶粒等	

		晶体生长	矿物籽晶在高温下通过晶体生长而形成的矿物单晶或晶体连生材料	烧结法莫莱石、烧结砂轮、烧结黑金刚石等	
胶结处理	天然矿物或岩石,以胶凝剂为介质,相互连接,在生产或使用过程中,由于胶凝剂凝结而固化的材料	胶凝	矿物或岩石骨料,通过胶凝剂粘接而形成的固体材料	混凝土制品、石膏制品、菱苦土制品、人造石板等	
		胶体	矿物或岩石粉末,均匀分散到液体介质中,使用前保持流体状,使用后由于介质挥发或凝固而形成坚固涂膜的材料	三水铝石耐高温涂料、沸石吸热涂料、高岭土造纸涂料、膨润土纺织上浆料等	不包括性质取决于介质的涂料

(4) 材料的经济分类: 矿物岩石材料经济学研究的中心问题是市场状况和经济效益。根据市场交易量和经济效益, 可将矿物岩石材料分为三大类(表4)。

表4 矿物岩石材料的经济分类

类名	定义	实例	研究重点
小批量 高效益	由于资源稀缺, 或技术难度大, 因而价格昂贵, 只能用于某些特殊需要, 需求量较小, 但由于价格高, 仍能取得较高收益的矿物岩石材料	天然宝石和人工宝石、功能性晶体元件, 高级耐火材料、超细微粉等	开拓市场
大批量 高效益	由于资源分布不均衡, 或生产技术水平与消费水平不协调, 虽然价格不高, 但由于需求量大, 市场广阔, 仍能取得较高收益的矿物岩石材料	各种矿物填料和助剂、隔热材料、耐火材料、新型建筑材料等	提高技术水平
大批量 低效益	资源不受限制, 技术普及率高、用量大、价格便宜, 主要供本地区使用, 单位产品收益率较小, 但由于需求量极大, 仍有利可图的矿物岩石材料	水泥、砖瓦等普通建材、石膏、沸石类矿肥及土壤改良剂、石灰、冶金熔剂等	提高劳动生产率

### 主要参考文献

[1] 张绶庆, 新型无机材料概论, 上海科学技术出版社, 1985.