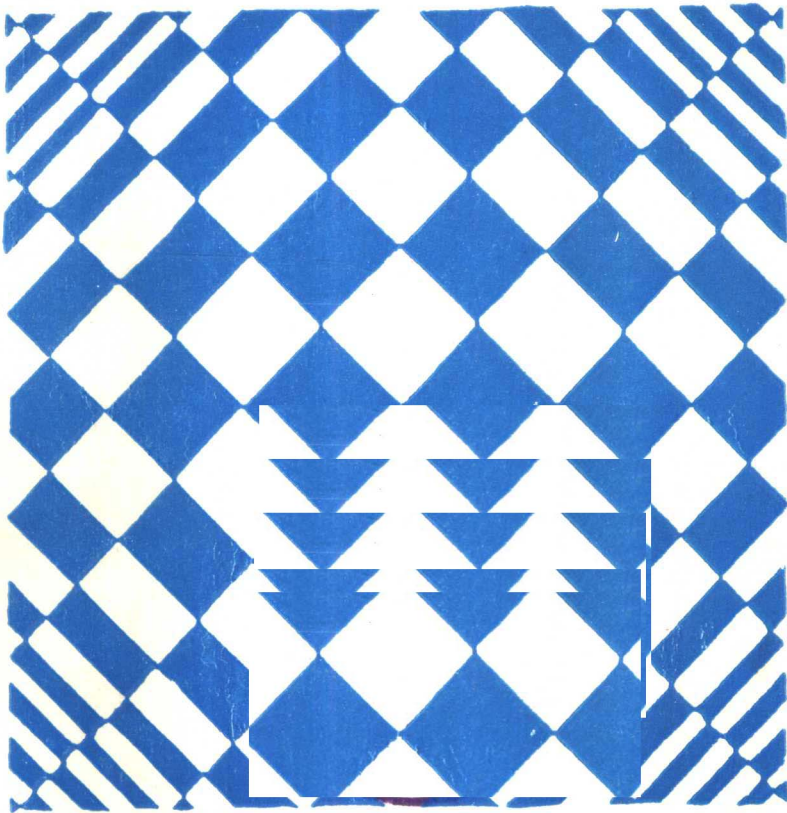


高等学校试用教材

应用矿物学

潘兆橹 万 朴 主编

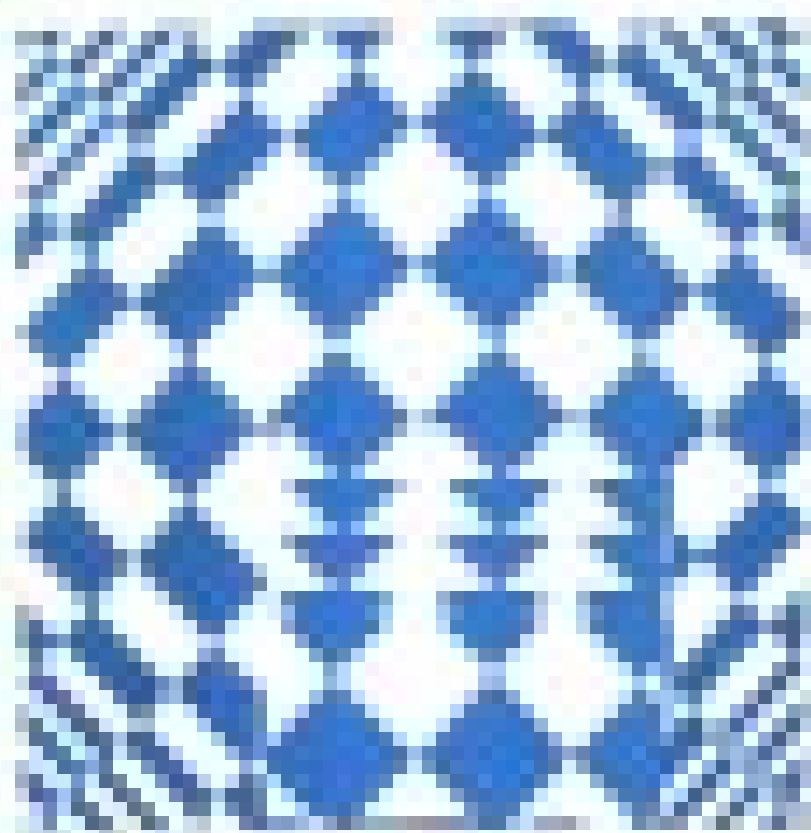


武汉工业大学出版社

地质部地质研究所编

应用矿物学

第三版 王德治 编



地质出版社

高等学校试用教材

应用矿物学

潘兆橧 万 朴 主编

武汉工业大学出版社

(鄂)新登字13号

内 容 简 介

本书主要阐述了应用矿物学的研究内容、原理、基本研究方法。全书共分三篇总计三十五章,包括矿物的基本性质及其优化与增值、矿物原料在耐火材料、保温材料、绝缘材料、陶瓷、建筑材料、化工原料、填料、农业、医药、环保、研磨材料、宝石及功能材料等十三大领域中的应用,重点介绍 36 种非金属矿物的化学成分、晶体结构、工艺技术性能及开发利用现状等。本书是矿物材料专业的教材,同时也适用于地质类专业本科生学习,也可供研究生和从事矿物应用开发工作的科技、工程技术人员参考。

本书由谢先德教授(主审)、朱自尊教授评审。经国家建筑材料工业局高等学校非金属矿类教材编审委员会审定,国家建筑材料工业局教材办公室批准,同意作为高等学校试用教材出版。

高等学校试用教材

应 用 矿 物 学

© 潘兆椿 万 朴 主编

责任编辑 江德玉 韩瑞根

*

武汉工业大学出版社出版发行

(武昌珞珈路 14 号 邮编 430070)

湖北省石首市第二印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 20.25 字数 445 千字

1993 年 9 月第 1 版 1993 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—2000

ISBN 7-5629-0788-9/TD·17

定价:11.20 元

前言

当代科学技术的飞速发展和人类对物质文化生活日益高涨的需求,使矿物学获得了新的活力,被赋予了更广阔而深刻的任务。其中包括对矿物的宏观、微观成分、结构、性能的深入研究和应用开发,以及对矿物性能的改造、优化和人工合成,使之成为具有特定功能的材料。《应用矿物学》就是在当代科学技术背景情况下逐步发展起来的一门矿物学的分支学科。但国内迄今还没有一本专门的《应用矿物学》教科书。作者根据国家建筑材料工业局高等学校非金属矿类专业教材编审委员会 1988 年通过的编写计划,经国家建筑材料工业局教材办公室批准,首先编写了《应用矿物学》讲义。在校内使用两届后,送谢先德教授(主审)、朱自尊教授评审,进一步作了修改,写成这本教材。本书是为矿物材料专业学生编写的。同时也适用于地质类专业本科学生学习。也可供研究生和从事矿物应用开发工作的科技人员参考。

本书由中国地质大学教授、四川建筑材料工业学院兼职教授潘兆橧和四川建筑材料工业学院教授万朴主编。参加本书编写的有四川建筑材料工业学院及武汉工业大学教师董发勤、彭同江、高鸣涵、李和玉,中国科学院地球化学研究所研究员陈丰。全书共三篇总计三十五章。潘兆橧编写绪论及各篇引言,第二篇第十二章,第三篇第一、二、六等章;万朴编写第二篇第二、三、四、五章,第三篇第九、十、十一、十五、十八等章;董发勤编写第一篇第一章光学部分及第四章,第二篇第一、六、七、八、九、十章,第三篇第三、四、五、十四章;彭同江编写第一篇第一章力学部分,第二、三章,第二篇第十一章,第三篇第七、八、十二、十七等章;高鸣涵编写第三篇第十三章;陈丰编写第二篇第十三章;李和玉与董发勤合编第三篇第十四章,并编写了第三篇第十六章。全书由潘兆橧、万朴负责统稿。李和玉负责全书初稿整理及插图组织工作和部分章节抄写。四川省地矿局川西北大队林晓敏同志绘制了全部插图。四川建筑材料工业学院的许多同志对本书的编写给予了支持和帮助。编者谨此对审稿专家和帮助本书编写、出版的所有同志表示衷心的感谢。

由于目前尚无统一的《应用矿物学》教学大纲,编者只能尝试从自身在应用矿物学的教学及研究实践中的认识来探索应用矿物学的编写体系:即从矿物应用的有关性质及其优化与增值;矿物原料在国民经济各有关部门中的应用;主要矿物的应用矿物学简述等三个方面,对应用矿物学的基本内容、原理,基本研究方法进行阐述。同时限于篇幅和时间,对金属矿物的应用矿物学基本上未能涉及,书内某些内容也有尚欠成熟之处,欢迎读者指正。但是,本书的出版必将为《应用矿物学》的发展和矿物资源的充分利用和开发提供一份有价值的参考材料。编者谨以此书献给致力于应用矿物学这一新分支学科及矿物应用开发研究的科技界同仁。

编者

1992 年 12 月

目 录

绪 论	(1)
第一篇 矿物的基本性质及其优化与增值	(5)
第一章 矿物的光学性质和力学性质	(6)
第一节 矿物的光学性质	(6)
第二节 矿物的力学性质	(9)
第二章 矿物的热学性质和电磁学性质	(14)
第一节 矿物的热学性质	(14)
第二节 矿物的电磁学性质	(17)
第三章 矿物的表面性质	(21)
第一节 比表面积和表面能	(21)
第二节 吸附性	(22)
第三节 表面电性	(23)
第四节 矿物与液体亲和性	(24)
第四章 矿物物化性能的人工改变及其增值	(26)
第一节 超细加工	(26)
第二节 矿物的改性处理	(27)
第三节 矿物的改型处理	(29)
第四节 矿物性质人工改变后的增值	(30)
第二篇 矿物原料在有关领域中的应用	(31)
第一章 耐火材料矿物原料	(32)
第一节 概述	(32)
第二节 耐火材料矿物及其在耐火材料中的作用	(32)
第三节 耐火材料的耐火机理	(34)
第四节 耐火材料矿物的深加工和耐火矿物相	(35)
第五节 型砂矿物原料	(37)
第二章 保温材料矿物原料	(39)
第一节 概述	(39)
第二节 保温材料矿物原料	(41)
第三节 保温材料原料的研究	(44)
第三章 绝缘材料矿物原料	(47)
第一节 概述	(47)
第二节 绝缘材料矿物原料及其特性	(49)
第三节 绝缘材料及其矿物原料研究的进展	(52)
第四章 陶瓷矿物原料	(54)
第一节 概述	(54)
第二节 陶瓷坯料原料	(55)

第三节	釉料原料	(62)
第四节	陶瓷用原料的发展	(62)
第五章	建筑材料矿物原料	(64)
第一节	水泥矿物原料	(64)
第二节	玻璃矿物原料	(67)
第三节	集料(骨料)	(70)
第六章	化工矿物原料	(74)
第一节	概述	(74)
第二节	化工矿物原料	(77)
第七章	填料矿物原料	(80)
第一节	概述	(80)
第二节	塑料填料矿物	(80)
第三节	橡胶填料矿物	(83)
第四节	纸张填料矿物	(85)
第五节	涂料填料矿物	(86)
第八章	农用矿物原料	(88)
第一节	肥料矿物	(88)
第二节	饲料矿物	(93)
第三节	农药用矿物	(95)
第四节	土壤改良矿物	(96)
第九章	药用矿物原料	(100)
第一节	概述	(100)
第二节	药用矿物的分类	(100)
第三节	矿物药用机理	(103)
第四节	药用矿物的加工炮制与地道药材	(104)
第五节	药用矿物的研究	(104)
第十章	环保用矿物原料	(106)
第一节	概述	(106)
第二节	环保矿物原料	(106)
第三节	环境矿物学研究	(108)
第十一章	研磨材料矿物原料	(111)
第一节	概述	(111)
第二节	磨料矿物原料必须具备的性质	(111)
第三节	影响磨料磨削性能的因素	(112)
第四节	磨粒磨损机理	(114)
第十二章	宝(玉)石矿物原料	(116)
第十三章	功能材料矿物原料及矿物功能材料	(123)
第一节	矿物电学功能材料	(124)
第二节	矿物光学功能材料	(125)
第三节	矿物功能材料的特点	(129)
第三篇	应用矿物各论	(131)
第一章	金刚石、石墨、自然硫	(132)

第一节	金刚石	(132)
第二节	石墨	(140)
第三节	自然硫	(146)
第二章	刚玉、石英、金红石	(149)
第一节	刚玉	(149)
第二节	石英	(153)
第三节	金红石	(161)
第三章	水镁石	(163)
第一节	概述	(163)
第二节	水镁石的物化性能	(165)
第三节	水镁石的应用	(166)
第四章	橄榄石、锆石、石榴子石	(170)
第一节	橄榄石	(170)
第二节	锆石	(173)
第三节	石榴子石	(175)
第五章	红柱石、蓝晶石、夕线石	(178)
第一节	概述	(178)
第二节	“三石”的物化性能	(180)
第三节	“三石”矿物的应用	(181)
第六章	硅灰石	(184)
第一节	概述	(184)
第二节	硅灰石的物化性能	(188)
第三节	硅灰石的应用	(189)
第七章	闪石族矿物与闪石石棉	(192)
第一节	闪石族矿物的分类与晶体结构特点	(192)
第二节	角闪石石棉	(194)
第三节	透闪石	(198)
第八章	粘土矿物	(200)
第一节	概述	(200)
第二节	高岭石	(211)
第三节	蒙脱石	(216)
第四节	坡缕石、海泡石	(221)
第五节	累脱石	(227)
第九章	蛇纹石及蛇纹石石棉	(233)
第一节	概述	(233)
第二节	蛇纹石石棉	(234)
第三节	蛇纹石及其应用	(243)
第十章	滑石、叶蜡石	(247)
第一节	滑石	(248)
第二节	叶蜡石	(251)
第十一章	云母	(256)
第一节	概述	(256)
第二节	白云母	(259)

第三节 金云母	(263)
第十二章 蛭石	(266)
第一节 概述	(266)
第二节 蛭石的物化性能	(269)
第三节 蛭石的应用	(271)
第十三章 长石	(274)
第一节 概述	(274)
第二节 长石的物化性能	(277)
第三节 长石的应用	(278)
第十四章 沸石	(281)
第一节 概述	(281)
第二节 沸石的物化性能	(284)
第三节 沸石的应用	(287)
第十五章 方解石、菱镁矿、白云石	(290)
第一节 方解石	(290)
第二节 菱镁矿	(293)
第三节 白云石	(294)
第十六章 重晶石、芒硝	(297)
第一节 重晶石	(297)
第二节 芒硝	(299)
第十七章 石膏、硬石膏	(302)
第一节 概述	(302)
第二节 石膏及煅烧产物的物化性能	(303)
第三节 石膏、硬石膏的应用	(305)
第十八章 萤石、石盐	(308)
第一节 萤石	(308)
第二节 石盐	(310)
参考文献	(312)

绪 论

一、现代矿物学的发展与应用矿物学的建立

应用矿物学是矿物学的一个新分支。这一学科的建立,是矿物学发展的必然。

矿物学是一门古老的科学,也是一门发展迅速的现代科学。人类在史前期即已开始使用矿物和岩石做为工具和饰品。人类社会经由石器时代、铜器时代、铁器时代、……,向前推进。随着矿业的发展人们对矿物使用日益广泛,认识也日益深入,才逐渐建成了这门与生产密切相关的矿物学科。随着生产和现代科技的发展,它也迅速地向前发展着。

矿物学研究的对象是天然矿物,从学科性质来看,它既是研究地壳物质组成的基础地质科学,也是研究天然结晶物质的物质科学。因此,它随着科学技术的进展而进展,其研究领域由地壳到地幔、由陨石到宇宙中其它天体(如月岩),研究范围逐步扩大;另一方面它又随着人们对结晶物质认识的深入,由宏观到微观向纵深发展。

现代矿物学的发展表现出如下特征:

1. 矿物学与相关科学的相互渗透,从而产生了一些新的边缘学科和新分支。如矿物学与固体物理学的结合产生了矿物物理学,矿物学与量子化学相结合产生了量子矿物学,矿物学与材料科学相结合产生了矿物材料科学。而应用矿物学即是矿物材料研究的重要基础,是矿物学向材料科学方向延伸的新分支。相关科学的相互渗透,边缘学科和新分支学科的兴起,是现代科学技术发展的普遍趋势和必然结果。

2. 现代测试分析方法的迅速发展,导致对矿物本质的认识更为深入。如计算机的应用、电子微区微量分析(如电子探针、电子显微镜)和各种波谱(如红外光谱、可见光吸收谱、穆斯堡尔谱、核磁及顺磁谱、拉曼光谱、热谱等)方法的普遍使用,基本常用研究方法仪器的更新(如X射线分析的四圆衍射仪、转靶和各种新型照相机的使用),使对矿物的测试分析实现了微观、微区、微量和高精度、高速度,从而使对矿物的化学成分和晶体结构以及由它们决定的性能有了更深入的认识。这就为矿物应用的研究创造了极为有利的条件,为应用矿物学的建立打下了良好的基础。

3. 现代生产和科技的发展要求矿物学进行实际应用的研究。矿物学的实际应用包括两大方面:一是在地质找矿实践中的应用。近年来发展起来的“成因矿物学”和“找矿矿物学”,即主要进行这方面的研究。另一方面即把矿物作为矿产资源,来研究矿物本身的开发和应用。对矿物本身的应用又可分为两个方面:一是以提取矿物中有益元素为目的,这些矿物以金属矿产矿物为主;另一则是着眼于矿物本身物化性能的直接应用,这些矿物以非金属矿产矿物为主。后者即是狭义的“应用矿物学”所要研究的内容。

从以上所述现代矿物学发展的特征可以看出,应用矿物学的建立是科学技术发展的必然,是适应现代生产和科技发展要求的结果。

二、应用矿物学的概念和主要研究内容

关于应用矿物学的概念,过去曾有过不同的解释。马尔福宁(А. С. Марфунин, 1987)等认为

应用矿物学应包括三个基本方向：即找矿评价矿物、工艺矿物学、矿物材料学。显然这是广义的应用矿物学，它把矿物学的地质应用包括进去了。我们现在所谈的应用矿物学是狭义的。对此，我们作如下的理解：

应用矿物学是矿物学的一个分支，是矿物材料科学研究的重要基础。

应用矿物学以研究矿物本身的应用为目的，以矿物的本质——化学成分和晶体结构为依据，研究矿物的物化性质及其与成分结构的关系和产生机理；探讨矿物性能的应用和优化，扩大应用领域，以期使矿物得到更充分的开发和应用。

矿物的应用是多方面的，虽然在某些情况下，也要用到矿物的化学成分（如在玻璃、农肥、陶瓷中），但这与以提炼矿物中某种金属元素不同，它不破坏矿物，而是利用矿物的整体。

矿物性能的研究是以矿物的成分、结构为依据的，要阐明性能与成分、结构的关系。因此，矿物晶体化学是应用矿物学的重要基础。

矿物性能的优化会使矿物大为增值，这是一项有着重要意义的工作。为此要在常规的选矿之后，传统制品之前，对矿物进行深加工，使矿物性能产生定向的变化以提高应用价值。如超细（ $<10\mu\text{m}$ ）的粉碎、超纯的分离和提取、加热、辐射、挤压以及活化、钝化等改性、改型处理。深加工的开展，常涉及高科技，有较大的难度。但若能够实现，则常可使矿物数倍甚至数十倍地增值。

矿物的人工合成，常用来解决某些矿物天然产量或质量上的不足。近年来，某些矿物如金刚石、刚玉（红宝石）、沸石、水晶等的人工合成已获得了很大的发展。

开拓矿物应用新领域、开发矿物应用新品种，对推动科学技术发展，提高资源利用率都具有十分重要的意义。有时一种新用途的开发成功，大到可以引起一次产业革命，小到最低也可以使矿物利用增值，例如用石英熔体抽丝制成的光导纤维，使传统的有线通讯发生根本性变革，再如从大量产出的蛇纹石中提取 MgO ，无异于相当发现了若干个巨大型菱镁矿矿床。

三、矿物应用的几个特点

1. 多用途 一种矿物常常具有多种用途。如纤维蛇纹石石棉有 3000 多种制品应用在多种不同的方面。又如以蒙脱石为主要成分的膨润土可用于石油钻井泥浆、铁矿球团的粘结剂、食用油的脱色、石油的净化、酒和饮料的澄清、污水处理、防水密封、农药载体、药膏药剂原料、化妆品原料、化工催化剂、油漆和涂料的增稠剂、造纸及橡胶和塑料的填料、高温高负荷部件的润滑、土壤改良、肥料和动物饲料的添加剂等，并可代替淀粉用于制造浆糊、浆纱和印染而大量节约工业用粮等。

2. 多样性 已知天然矿物近 3000 种，种类繁多，成分、结构复杂多样，它们常具有各自独特的物化和工艺性能，是寻找各种应用材料的重要源泉。在本世纪初工业开发的非金属矿种不足 60 种，而现已发展到 200 余种。矿物应用蕴藏着巨大的潜力，变无用为有用，变小用为大用，有着广阔的开发前景。

3. 储藏量大、价格低廉 天然矿物与人工合成材料比较，一般具有储量巨大、价格低廉的特点。天然非金属矿物的价格一般远远低于金属或有机的人工制品材料。

4. 应用面广 矿物应用涉及面很广，有众多的应用领域，如建材、冶金、机械、化工、轻纺、电子、农业、食品、医药、环保、宝石、工艺美术饰品、化妆品、玻璃、陶瓷等各个部门。按矿物用途又可划分许多系列，如耐火、保温、充填、胶凝、助熔、研磨、造型、吸附、离子交换、过滤、绝缘、隔音、隔热、催化、宝石、农肥等等。

5. 具有相似性能的矿物，在应用中可以相互取代 这就为当某地某种材料缺乏时，可以因

地制宜,就地取材创造了条件。如在制作泥浆中凹凸棒石可以代替膨润土。

6. 矿物应用的开发具有深厚的矿物学基础 应用矿物学作为矿物学的分支,它有成熟的矿物学理论基础、研究方法和实验技术可供使用;对于具体的矿物种属而言,也都有其一定的矿物学基本数据、资料和研究成果可供参考。这是矿物应用研究所具备的独特有利条件。

四、非金属矿物材料的发展为应用矿物学提出了迫切的任务和广阔的研究前景

1. 非金属矿物材料开发应用是一个国家工业化程度的标志

人类社会的发展是从石器时代,也就是从使用天然非金属矿物开始的。后来,随着冶炼技术的发展,金属材料的使用逐渐增多而大大超过了非金属材料,这种情况一直延续到近代。但是随着近代生产和科学技术的发展,许多金属材料的性能已不能适应高强、高速、高温、轻质、绝缘、耐腐蚀等等方面的要求。因而,人们又重新把注意力转向非金属材料。近数十年来,非金属矿物材料发展十分迅速。有人预见 21 世纪将是人类第二个石器时代。更有人(Bristow 1987)提出,“在一个国家经济中非金属矿产值首次超过金属矿产值的时刻,是一个国家工业成熟的界限”。也就是说把非金属矿产开发作为衡量一个国家工业化成熟程度的标志。非金属矿产值超过金属矿产值现象出现的时间,在英国为 19 世纪;美国是 1934 年,在 70 年代两者之比为 2:1,到 1986 年发展为 3:1。而全世界非金属产值从本世纪 50 年代开始,每十年约增长 50~60%。目前总产值已超过 800 亿美元;年出口约 300 亿美元,年增长率约为 3%,预计到本世纪末可达 4%。而金属产、销值的增长远远低于上述数值。我国对非金属矿产的研究和开发起步较晚,当前年出口约 6 亿美元左右,仅占世界的 2%,且大多为未加工的材料。因此,应急起直追,迅速改变这一情况。

2. 社会对材料的需求向着非金属方向转化

(1) 工业用金属材料部分为非金属材料取代。如美国汽车工业中轿车钢铁构件已由占 81%降为 61%,采用塑料(由非金属原料制成)构件大大减轻了车重,节约了钢材;航空工业原来致力于轻质高强合金的研究,现已转向非金属材料的研究;发达国家原来从事钢铁、造船等行业的研究所,有些已转向新型材料及新型陶瓷的研究。

(2) 非金属材料的应用普及国民经济各个领域,其中与人民生活水平提高密切有关的一些非金属材料的开发利用尤为活跃。非金属矿物材料应用的广泛性已如前述,其中直接与人民生活有关的如橡胶、造纸、油漆、建材更需要大量的非金属矿物原料。在美国塑料的消费量约为铝、铜、铅、锌消费总量的两倍。

(3) 非金属矿产在国际贸易中日益发展。长期以来国际矿产品以金属矿产品为多,而非金属产品中只有少数特种非金属如金刚石等。近年来,大量的非金属产品进入国际贸易市场。如重晶石、石膏、高岭土、滑石、长石、膨润土、磷灰石、硼酸盐矿物等多种非金属矿产在国际贸易中均显活跃。巴西是天然优质水晶的产出国,70 年代一次把出口价格提高了近 5 倍。印度盛产优质白云母,1985 年一次把国际商品价格提高了 25%。宝石国际贸易更为活跃,印度 1985 年仅钻石一项出口额就占其总出口额的 14%,达 12 亿美元。据 1984 年统计印度宝石加工业人数达 40 万人,伊朗达 1 万人。

3. 深加工可使矿物获得巨大的增值

非金属矿产在经济领域中应用的深度和广度在很大程度上取决于对矿物的深加工。矿物深加工前后的价格差值更是十分巨大。如散装膨润土 30 美元/吨,而有机膨润土 2400~3600 美元/吨;重晶石散装未经磨碎者 40 美元/吨,而药物级达 2560 美元/吨;石墨原矿 500 美元/

吨,石墨密封材料 7000 美元/吨,增值 13 倍,而石墨乳 10000 美元/吨,增值 20 倍。

以上情况说明非金属矿产在世界经济中已居于举足轻重的地位,非金属矿物材料的开发应用日新月异。我国非金属矿产资源丰富,但研究起步较晚,非金属材料的开发应用远远落后于经济发展的要求。作为矿物材料科学的基础,应用矿物学研究任务迫切,前景宽阔。

第一篇

矿物的性质及其优化与增值

矿物的性质及其应用是应用矿物学的重要研究内容。本篇的第一、二、三章将对矿物的力学、光学、热学、电磁学和矿物的表面性质进行讨论。鉴于其中某些性质在普通矿物学和矿物晶体光学中已有所阐述,本篇将在此基础上,从应用的角度做概略探讨。第四章简述矿物性能的人工优化及增值,它也是矿物应用研究中的重要课题之一。

本篇为一般的概论,对于矿物性能的具体应用,将按不同的应用方面、不同的矿物种别,分别在第二、第三篇中进行探讨。

第一章 矿物的光学性质和力学性质

第一节 矿物的光学性质

一、颜色

颜色是具有一定波长的电磁波。一定波长的可见光会呈现一定的颜色。

矿物对可见光区域内不同波长的光选择吸收后,透射、反射出其剩余光波的混合色即为矿物的颜色。

矿物呈色是由于成分中过渡金属元素的电子跃迁、离子间的电荷转移或结构中存在色心而引起的。

有时矿物中的裂隙、包裹体、双晶纹以及表面存在氧化薄膜等引起光的干涉、衍射、散射也可以使矿物呈色。

颜色在一般矿物学中常用目测的方法作定性的描述。在某些情况下(如在宝石研究中),则需要用分光光度计或颜色等级分析仪测出颜色指数做定量的表征,其方法是用分光光度计测出矿物在可见光范围内(400~700nm)不同波长的三刺激值 X 、 Y 、 Z (分别表示红、绿、蓝三原色的含量),然后利用色度图(图 1-1-1)对颜色的三个要素,即色调、亮度与饱和度进行定量分析。

色调 以颜色的主波长表示。用已测得的 X 、 Y 、 Z 值求出颜色的色度坐标 x 、 y [$x = X/(X+Y+Z)$; $y = Y/(X+Y+Z)$],并据此在色度图上求得 A 点。用直线联结 A 与 S_E (光源点)并延长此直线使之与光谱曲线相交,获得交点 B 。 B 点的光波长度就是该矿物的主波长。已知各种颜色的光波段为:

紫色 400~450nm

蓝色 450~480nm

青色 480~510nm

绿色 510~550nm

黄色 550~590nm

橙色 590~630nm

红色 630~670nm

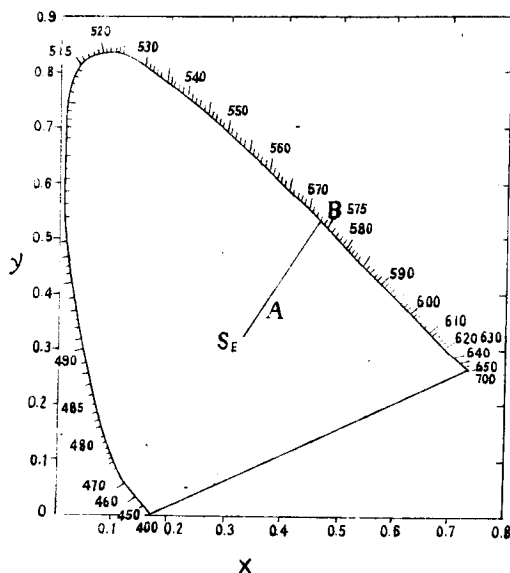


图 1-1-1 色度图

若主波长为 573nm,说明矿物的颜色为黄色;若另一矿物的主波长为 550nm,也是黄色但与前者相比较则偏绿。

饱和度 也称纯度。是指颜色鲜艳的程度。通常用色光与白光的比例来定量表示。这个比例即色度图上 A 点至 S_E 点距离与 S_E 至 B 点距离的百分比。例如主波长为 573nm,饱和度 60% 色光为黄色,说明它由相当于 60% 的波长为 573nm 的黄色与 40% 的白色混合而成。它看起来不如 100% 的 573nm 的黄色那样鲜艳,但比饱和度低于 60% 的要鲜艳。在色度图上 A 点

与 S_k 点距离越远饱和度越大;其距离越近,颜色越淡,接近 S_k 光源点就近于白色。

亮度 指颜色明亮程度。可用视觉透射率表示。三刺激值中的 Y 值表示颜色的视觉透射率。一般色浅的亮度高,色深的亮度低。

二、折射率、折射度、双折射

矿物的折射率(N)是光在空气中传播速度(v_0)与在矿物晶体中传播速度(v_m)之比,等于入射角(γ)正弦与折射角(β)正弦之比,即 $N = v_0/v_m = \sin\gamma/\sin\beta$ 。

例如,已知光在空气中的传播速度为 300000km/s。在水晶中的传播速度为 193548km/s,则水晶的折射率 $N_{\text{水晶}} = 300000/193548 = 1.55$ 。

根据折射定律:光由疏介质(如空气)到密介质(如矿物晶体)光的传播方向向法线方向折射(图 1-1-2);反之,则相反。入射角(γ)的正弦与折射角(β)正弦之比为一常数。

折射率是透明矿物的重要常数之一,是矿物种别的重要依据,在宝石品种的鉴定中具有重要地位。

折射率可用折光率仪测定,也可用油浸法与浸油折射率对比测定。

折射度是反映折射率和矿物密度关系的量。洛克茨-洛克兹定义为 $[(n^2 - 1)/(n + 2)] \times (1/d) = \text{常数}$ 。

折射度的应用十分广泛,如论证新矿物时进行成分、密度、折射率的互相验证;粗估矿物密度 $[d = (n - 1)/$

$0.2]$;折射度还用于玻璃体、炉渣、铸石和硅酸盐结构的研究中。

光进入中、低级晶族的矿物体后,分解为振动面相互垂直、光速不等(光轴方向除外)的两条偏振光从而出现双折射现象。最大与最小折射率之间的差值称双折射率(重折率)。它们体现了矿物晶体的对称性和异向性,并具有鉴定意义。

三、光泽

矿物的光泽是指矿物表面对可见光的反光能力。光泽的强弱与折射率(N)及反射率(R)有关,反射率 R 、折射率(N)及吸收系数之间有如下关系:

$$R = \frac{(N - 1)^2 + K}{(N + 1)^2 + K}$$

对于吸收系数很小的矿物,这个公式可以简化为:

$$R = \frac{(N - 1)^2}{(N + 1)^2}$$

反射率和折射率的增大,光泽增强。一般矿物学中根据折射率的大小将光泽分为四级,在宝石学中又进一步做了细分:

金属光泽 $N > 3$

半金属光泽 $N = 2.6 \sim 3$

金刚光泽 $N = 1.9 \sim 2.6$

金刚光泽 $N = 2.0 \sim 2.6$

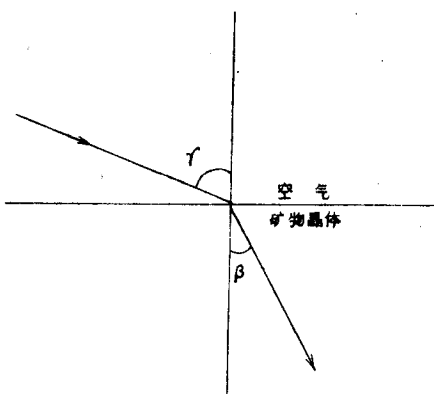


图 1-1-2 光由空气向矿物晶体传播

亚金刚光泽 $N=1.9\sim2.0$

玻璃光泽 $N=1.3\sim1.9$

强玻璃光泽 $N=1.7\sim1.9$

玻璃光泽 $N=1.54\sim1.7$

亚玻璃光泽 $N=1.21\sim1.54$

如果矿物具有特殊构造,还可以造成丝绸光泽、珍珠光泽、油脂光泽、沥青光泽等特殊的光泽。

在石材的评价中,还使用光泽度这一概念。光泽度指物质表面对光的反射光量。它不仅与物质的折射率和吸收率有关,而且与表面的漫反射有关,而漫反射与矿物表面的光洁度(或平整度)密切相关。因此,相同的光洁度下,不同的物质具有不同的光泽度;就同一物质而言,不同的光泽度反映了其光洁度的大小。光泽度用光电光泽计测定。

许多产品均要求一定的光泽度。在非金属矿及其制品中,光泽度的测量是以 $N=1.567$ 的黑色玻璃的反光量为 100% 为标准,将试样的反光量与其比较而获得光泽度。如汉白玉(大理石的一个品种)光泽度的指标一级品不低于 90,二级品不低于 80。

四、白度

矿物的白度是指矿物(多指粉末)反射白光的能力,亦即指其洁白的程度。试样对特定波长的入射光反射光强度(I)与标准白板(由 MgO 或 $BaSO_4$ 制成)的反射光强度(I_0)之比的百分数。即为试样的白度值,即白度 $= I/I_0 \times 100\%$ 。白度的具体数值可用白度仪测定。

白度是陶瓷、造纸、涂料等填料矿物的重要技术指标之一。如做为造纸填料的高岭土,按白度划分品级:白度($\%$) ≥ 81 为 1 级、 ≥ 80 为 2 级、 ≥ 78 为 3 级、 ≥ 77 为 4 级、 ≥ 76 为 5 级;电子原件陶瓷用的高岭土要求白度($\%$) ≥ 80 ;搪瓷用高岭土要求白度($\%$) ≥ 75 。陶瓷工业对高岭土的白度要求,还包括自然白度(生料白度)和焙烧白度(熟料白度)。

粘土矿物中的有机质、碳质、铁钛等杂质的存在会影响白度。其中铁是最常见的有害杂质,它既影响自然白度,也影响焙烧白度。因此,查清杂质的成分及其赋存状态,对消除影响白度的因素十分重要。如测定机械混入铁矿物杂质的粒度,以磨矿细度控制;使含铁矿物解离,用高梯度磁分离法可把绝大部分铁杂质除去。

五、透明度

透明度是指矿物晶体允许可见光透过的程度。设 I_0 为入射光的强度, I 为在矿物中透过单位厚度后的光的强度,则透射系数 $\beta = I/I_0$ 。

当光强为 I_0 的入射光,在矿物中穿过 dx 距离以后,损失强度为 $-dI$,则

$$-dI = KI_0 dx \text{ 或 } -dI/I_0 = K \cdot dx$$

式中, K ——矿物的吸收系数。 K 值越大,表示矿物透明度越低。一般透明度分为透明($K < 10^{-3}$)、半透明($K = 10^{-1} \sim 10^{-2}$)和不透明(K 接近于 1)。

矿物的颜色、包体、解理、裂纹以及集合体特征等都影响透明度。

透明度是鉴定宝石品种和质量的重要依据之一。

矿物对某一波长的光作选择性吸收称滤光性。矿物晶体选择性透过红外线或紫外线的性质则分别称为透红外性和透紫线性。如 Ia 型金刚石就是良好的透红外材料,目前已用于空间技术中。