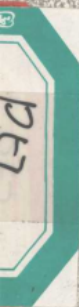


矿物岩石制片 技术及理论基础

崔云昊等编著



中国地质大学出版社

封面设计：梁书亭 定价：3.25 元
ISBN 7-5625-0649-3/P·229

74

矿物岩石制片技术及理论基础

中国地质大学出版社

(鄂)新登字第12号

内 容 简 介

岩矿制片是显微分析技术的基础工艺。本书从矿物岩石基础知识,制片设备、辅助材料、加工原理、工艺流程五个方面,作了比较全面、详尽、系统地论述。

本书资料新颖、翔实、丰富,既有一定的理论深度,又具有实用性,是岩矿制片人员必备的案头书,对陶瓷、水泥、新材料的研制,以及玻璃、宝玉石加工人员亦有一定的参考价值。

矿物岩石制片技术及理论基础

崔云昊 袁焕章 孟庆江 编著
李 洪 权巨涛 刘思福

责任编辑 方 菊

责任校对 冯汉英

中国地质大学出版社出版、发行

(武汉市 喻家山 430074)

中科院开封印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张7.75 字数177千字

1992年6月第1版 1992年6月第1次印刷

印数 1—1000册

ISBN 7-5625-0649-3/P·229 定价:3.25元

前 言

矿物岩石制片是物理光学法岩矿测试技术的基础工艺,毫无疑问,它将随着测试技术的发展而同步前进。1858年,英国学者H·C·索尔比首创岩石薄片,接着又制备出光片,从此开创了岩矿学的新局面。本世纪初,随着西方近代科学技术传入中国,30年代初,我国出版了第一部这方面的书(《矿物测验及切片法》,杜若诚,商务印书馆,1931),解放后又出版了四部(《岩石制片术》,何作霖,地质出版社,1954;《岩矿制片基本方法》,张秀芳,地质出版社,1978;《岩矿制片工艺》,于长富,地质出版社,1980;《岩矿制片和制样技术》,耿建民,科学出版社,1982),最后一本面世至今已十年之久。这些年,尤其是近几年,国内外制片技术,包括制片设备、工艺流程、技术方法,以及有关的基础理论都有了巨大的进展。从事这项工作的人数也激增。青年技工需要学习系统的基础知识和技能;有丰富实践经验的老师傅也需要从理论方面深造。这促成我们编写并出版《矿物岩石制片技术及理论基础》的决心。制片中的切割、研磨和抛光技术,可回溯到远古时代,当今又与许多部门,如金属磨削、玻璃冷加工、建材加工、新材料研制,以及宝玉石琢磨有着密切的联系。我们在编写时,查阅了国内外大量有关文献,搜集了最新资料,结合自己的实践,力求用简洁的文字,现代知识的概念和术语,撰写出了本书。读者若能通读全书,将能帮助您全面系统的通晓制片技术的基础知识和技能,并能引导您攀上制片技术的高峰,使您成为这方面的专门人材——制片技工、技师和工程师。

本书共分五章,内容的安排由浅入深,循序渐进。第五章制片工艺各论是全书的中心,首先简述制片工艺概论,进而重点介绍各种岩矿片的制备方法;也扼要介绍了近些年来兴起的,而且很快会发展成为岩矿测试技术的常规方法——荧光薄片、超薄片和超微薄片、裂变径迹薄片、电镜和探针等特殊样品制备方法。掌握了这些在任何级别的制片室中均能胜任工作。

前几章都是围绕中心展开的。第一章矿物岩石基础知识,介绍与制片有关的矿物岩石的物理-化学性质、结构构造及岩矿片切取法则。第二章磨片室的基本装备,扼要介绍目前国内制片使用的常规设备、仪器和工具。也介绍了近年国内研制成功的和欧美国家的先进制片设备,这可开阔读者的眼界,为进一步研制更先进的制片设备广开思路。第三章介绍了研磨、抛光、粘结等制片辅助材料。制片人员了解材料的性质,掌握使用方法,对于圆满地完成制片任务有重要意义。第四章比较详细地解剖了制片工艺中切割、研磨及抛光机理,以及影响生产效率的各种因素。这几方面,特别是抛光理论的研究,虽然早就引起国内外学者的重视,然而迄今仍停留在假说阶段。作者也提出了关于研磨和抛光机理的新见解,但还有许多问题没有得到彻底解决,期待着不畏困难的制片工作者去探索。

在编写此书过程中,某些实践活动得到了华北地质科学研究所于永年,河北地矿局实验室邱玉龙等老师傅的热情帮助。书中采用了前人的许多研究成果,并参考了国内几次制片会议的资料,这对此书建立起扎实的基础大有裨益。应特别指出,我的挚友中国船舶总公司汉光机械厂的光学专家谭维奇、李岩夫妇,提供了玻璃冷加工方面的资料,使岩矿

制片与现代大工业联系起来。初稿完成后,母校的老师池际尚、马志先、莫宣学教授;中国地质科学院不透明矿物专家陈正教授详细审阅了全稿,给予较高的评价,并提出许多宝贵意见,使此书更加充实、严谨和完善。绘图工程师冀振江、张金英绘制了插图,陈云彦工程师对文字进行了加工润色。中国地质大学王根元教授进行审稿。借此书出版之机,谨向诸位致以诚挚的谢意。

最后,我怀着极其崇敬的心情,感谢促成此书最终出版的朋友:袁焕章、孟庆江、权巨涛、李洪、刘思福,他们不仅对书的内容作出贡献,而且在经济上给予无私的援助。如果没有这些真诚帮助,拙著恐难面世;因此,这本小册子是友谊的结晶、合作的硕果。谨以此献给诸多师友,作为纪念。

由于编著者水平有限,时间仓促,书中会有不少缺点,衷心希望读者提出宝贵意见,以便修正。

崔云昊 1991.9.26

华北水利水电学院地质系(郑州)

目 录

第一章 矿物岩石的基础知识	(1)
第一节 矿物和矿物的性质.....	(1)
第二节 岩石和矿石.....	(3)
第二章 磨片室的基本装备	(10)
第一节 切片机.....	(10)
第二节 磨片机和抛光机.....	(17)
第三节 显微镜.....	(21)
第四节 必要的工具.....	(24)
第三章 制片辅助材料	(27)
第一节 研磨材料.....	(27)
第二节 抛光材料.....	(32)
第三节 粘合材料.....	(34)
第四节 其他材料.....	(38)
第四章 岩矿石机械加工原理	(39)
第一节 岩矿石变形的基本概念.....	(39)
第二节 毛坯切割.....	(43)
第三节 岩矿片的研磨.....	(47)
第四节 抛光面的制备.....	(55)
第五章 矿物岩石制片工艺	(68)
第一节 制片工艺概论.....	(68)
第二节 普通岩石薄片制备方法(含特大薄片、萤光薄片的制备要点).....	(75)
第三节 粘土薄片制备方法.....	(79)
第四节 盐类矿物岩石薄片制备法.....	(81)
第五节 岩组定向薄片制备法.....	(85)
第六节 矿石光片制备法.....	(88)
第七节 矿石透明光薄片的制备(含超薄片、超微薄片、裂变径迹光薄片制备要点).....	(92)
第八节 岩石矿物包裹体薄片制备法.....	(96)
第九节 砂片制备法.....	(101)

第十节 油浸薄片的制备法·····	(104)
第十一节 煤岩制片法(含煤岩薄片、光片、光薄片, 粉煤薄片)·····	(107)
第十二节 古生物化石制片法(含孢粉制片)·····	(109)
第十三节 电子探针分析样品制备法·····	(111)
附录一 我国磨料种类与其他国家磨料的比照关系·····	(114)
附录二 w_{40} 以下磨料新旧标号比照关系·····	(114)
附录三 我国与美、苏(原)环氧树脂牌号对照关系·····	(114)
附录四 金刚石切割砂轮片线速度与直径和转速的关系·····	(115)
主要参考文献 ·····	(116)

第一章 矿物岩石的基础知识

正确地认识矿物、岩石、矿石和它们的性质,以及岩矿石的结构构造特征,是制片人员必备的基础知识。拿到一块标本后,应制备光片还是薄片?最小面积应该多大?怎样加工?加工中应注意哪些方面的问题?等等。都要从正确认识加工对象——矿物、岩石、矿石的种类、性质、结构构造来获得解决。

第一节 矿物和矿物的性质

一、矿物的概念

矿物是地壳中岩石和矿石的组成单位,是可以独立区分出来加以研究的自然物体,岩石和矿石则是它们的集合体。现代矿物学认为:地壳中的矿物是在各种地质作用中发生和发展着的,在一定地质和物理化学条件下处于相对稳定的,自然元素的单质和它们的化合物。它们是岩石和矿石的组成单位。成分、构造比较均一,从而具有一定的物理性质和化学性质,并呈各种物态出现的自然物体。目前,在地壳上已发现 90 几种元素,它们组成的矿物大约有 3 000 多种。固态矿物占矿物总数的绝大部分,它是矿物岩石制片加工的对象。

二、矿物的性质

当我们走进地质博物馆时,就会发现那里陈列着很多美丽的,具有一定外部形态的矿物标本。诸如,有具六方双锥的柱状矿物水晶,具菱面体的冰洲石,菱形十二面体的石榴石和能剥成像纸一样薄的假六方片状云母晶体,等等(图 1-1),真是光彩夺目,形态奇异诱人。矿物的性质主要是由化学成分和晶体内部结构决定的。矿物的性质包括化学性

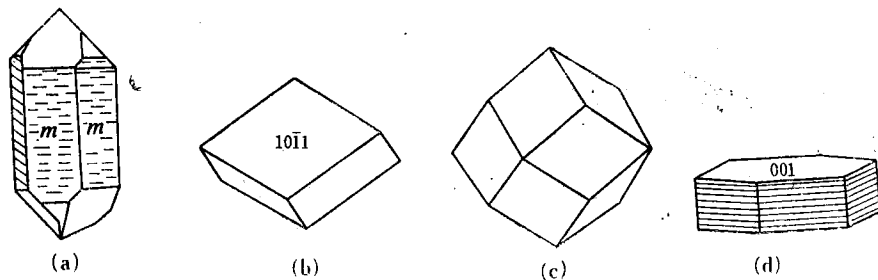


图1-1 矿物单体形态

(a)水晶(六方双锥和六方柱聚形晶体);(b)冰洲石(菱面晶体);(c)石榴石(菱形十二面体);(d)云母(假六方片状晶体)

质、物理性质、光学性质、力学、磁学、电学、热学性质等。这里只介绍与制片工艺有关的一些性质。

1. 矿物的光学性质 矿物的光学性质是矿物对光线吸收、折射和反射时所表现出来的各种性质。

(1) 透明度 矿物透过可见光波的能力称为透明度。实际上没有绝对透明的矿物,也没有绝对不透明的矿物,透明度是一个相对概念。因此,比较矿物的透明度,要在统一标准厚度下进行,在《光性矿物学》中以薄片的标准厚度 0.03mm 为标准,将其划分为透明矿物和不透明矿物。

矿物的透明度是在显微镜下鉴定矿物确定制片种类的唯一标准,透明矿物制备薄片在偏光显微镜下观察,不透明矿物制备光片在反光显微镜下研究。

(2) 反射力 矿物晶体自然表面或人工磨光面,对垂直入射光线反射能力称为矿物的反射力。反射力的数值由反射率表示,反射率决定于矿物的透明度、折射率、吸收率、表面性质及抛光程度。它是在矿相显微镜下研究和鉴定矿物的最主要的光学性质,也是衡量光片抛光面质量最主要的标准,它表现为矿物在反射光下的明亮程度。

2. 矿物的力学性质 矿物在外力作用下表现出来的性质,称为矿物的力学性质。

(1) 硬度 矿物抵抗外力作用,如刻划、压入、研磨的能力称为该矿物的硬度。矿物学上常用刻划、显微(硬度)和抗磨三种方法测定矿物的硬度。

刻划硬度又称莫氏硬度,它用刻划法来表示矿物的相对硬度。

显微硬度是抵抗压入物的能力,硬度值是加载荷的函数,它是金属矿物的重要鉴定特征,目前已有不少著作以显微硬度作为金属矿物分类的依据。在机械加工中是选择磨料及抛光材料的根据。

抗磨硬度,即矿物的抗研磨强度。在制备抛光面时,硬矿物比软矿物磨损得慢,所以在光片上软矿物凹下,而硬矿物凸出,抛光面的这种不平度,在矿相学上称为相对突起。在鉴定矿物时,可利用它推测矿物之间的相对硬度。乌顿布格按矿物抗磨硬度递增顺序编排起来,作为金属矿物的主要鉴定特征之一,后来 E·N·卡梅伦又做了某些补充和修正,按此顺序合理地选择抛光材料,对制备良好的抛光面很有帮助。

应该指出:矿物的硬度是有方向性的,同一矿物的不同晶面,同一晶面不同方向硬度是有差异的。硬度是影响机械加工的重要因素,制片人员了解和掌握矿物的刻划、显微和抗磨硬度等力学性质,对于区别不同矿物,选择不同加工方法,制定合理的机械加工工艺,具有重要的理论意义和实际意义。

(2) 解理和裂开 矿物受外力作用后,总是沿一定的结晶学方向裂成光滑的平面,此种能力称为解理。若矿物受力有时沿一定结晶学方向裂成大致平整的平面,则称为裂开。解理特别发育的矿物往往影响制片质量,如薄片因脱落造成空洞、光片因脱落造成各种形状的洞穴,少时有助于帮助鉴定矿物,多了则影响抛光面的全面研究。在制片过程中遇到这种矿物,对样品的胶固、研磨和抛光都要给以重视,采取适当措施,避免矿物脱落和变形。

(3) 韧性 矿物受压轧、锤击、弯曲或拉引等力的作用时,所表现出的抵抗能力称韧性。包括脆性、延展性、挠性、弹性和柔性。矿物容易被击破或压碎的性质为脆性,绝大多数的矿物都具有这一性质,因此一般都称矿物为脆性材料。有少数矿物如自然金、自然铜、

自然铋具有良好的延展性,可抽成细丝、压成薄片。云母、石棉等又具有良好的弹性。这些性质对于切割和研磨都有一定的影响作用。必须加以注意。

3. 矿物的热学和电学性质 加热时矿物发生炸裂、膨胀、脱水、燃烧起泡或分解,都是矿物的热学性质。例如,蛭石加热体积膨胀,增大20—25倍,变成蚂蝗(蛭)形。石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)、粘土等加热会脱水。自然硫、煤等加热会燃烧。沸石加热会起泡,碳酸盐加热分解,放出二氧化碳等。制片过程如遇到这些矿物,在进行热处理时,如样品胶固、粘片和拆胶,要特别注意加热温度,以不破坏矿物结构为宜。

导电性是电子探针分析样品的必要条件,但自然界绝大多数矿物都是电介质,即不良导体或绝缘体,只有少数矿物具有导电性质,这就给电子探针分析带来困难,因此,在制备电子探针样品时,必须采取一定的技术措施,使之导电,否则不能进行分析。

4. 矿物的其他性质

(1) 可溶性 矿物遇水、酸等介质能发生溶解的性质,称为可溶性。矿物溶解的难易程度称溶解度。矿物的溶解度可分为五个等级:极易溶、易溶、中溶、难溶、极难溶。极易溶于水的矿物,特别是其中的盐类、矾类和自然碱等,它们在空气中吸水而发生溶解或潮解。影响矿物溶解度的因素主要在于矿物晶格类型,化学键、电价、离子半径及矿物中的 $[\text{OH}]^{-1}$ 和 H_2O 的含量。此外,温度、压力、pH值以及溶剂性质都对矿物的溶解度起着影响作用。矿物的易溶性给此类矿物的制片工作带来极大的困难。了解影响矿物溶解度的因素,对于正确选择磨料悬浮液的分散介质,控制加工条件,是提高易溶性矿物制片技术的十分关键的因素。

(2) 润湿性 矿物表面能被液体所润湿的性质称为矿物的润湿性。它是固体表面现象之一。由于矿物的本质不同,表面现象也就各异。能被液体润湿的矿物,叫亲液的;若液体是水时,则叫亲水的,多数矿物都是亲水的。不被液体润湿的矿物,叫憎液的,或疏液的,如自然硫、滑石、石墨、辉铜矿、方铅矿、黄铜矿等为疏水矿物。矿物的润湿性对岩矿石机械加工起着一定的影响作用,亲水矿物遇水后,矿物表面马上形成一层液体薄膜,此薄膜可降低矿物的硬度,对于岩矿石的切割、研磨和抛光都是有益的,这将在机械加工原理一章中详细讨论。任何事物都是一分为二的,润湿性对机械加工有某些积极作用,然而它诱发了矿物的不稳定性,矿物表面与水或空气接触时,可发生水解和氧化作用,在矿物表面形成一种氧化膜。它一方面影响制备砂片的质量,另一方面损害制备好的抛光面。所以制备砂片前,要将矿物表面的氧化包膜除去,防止研磨和抛光时脱落。易水解易氧化的矿物制备抛光面时,尽量缩短加工时间,抛光面一俟制成,应严加保护。

第二节 岩石和矿石

一、岩石和矿石的概念

岩石对大家来说并不陌生,在日常生活和生产中,我们经常都会看到和用到的“石头”,就是地质科学中所说的岩石。由于岩石的成因多种多样,化学成分及结构构造十分复杂,若给它们下一个简单而严谨的定义却不那么容易。随着实践的深入、资料的积累,概括各学者的意见,认为岩石是地壳形成和发展过程中的自然历史产物,它是由矿物——

一种或几种或部分天然玻璃组成的,具有稳定的外部形态和复杂的化学成分 的固态集合体。矿石则是有特殊经济意义的岩石,它的特殊性在于,它是有用金属矿物和非金属矿物组成的,可供人类利用的一种岩石。有用矿物是随着人类对矿物原料的需要,以及技术条件改善而变化的,今天看来不是矿石的,明天因人类生产生活的需要、技术条件的提高,新用途的发现,就可以称为矿石。因此,岩石和矿石之间没有一个永久不变的严格界线。

二、岩矿石的性质

如上所述,岩矿石是一种或几种固态矿物的集合体,它们的性质则是这些矿物的性质、颗粒大小、集合方式的总和。主要影响机械加工的是岩矿石的机械物理性质。

1. 岩矿石的机械力学性质 岩矿石在外力作用下所表现出来的性质,称为岩矿石的机械力学性质,如硬度、强度和研磨性等。

(1) 硬度 岩矿石之硬度与矿物的硬度不同,它是指组成岩矿石的矿物集合体之硬度,表现为抵抗其它物体刺入(刻划)、压入的阻力。在一定程度上反映了破碎岩矿石的难易程度,岩石越硬,切割和研磨则越困难,硬度小则容易。岩矿石的硬度不仅决定于组成矿物的硬度及各种硬度矿物的百分比,而且决定于组成矿物的颗粒粒度,排列方式以及堆积的紧密程度。显然,同一种矿物若颗粒度小、堆积紧密,硬度则大;反之硬度就小。层理对岩矿石的硬度也有影响,实践证明,垂直层理方向硬度最小,平行层理方向硬度最大。所以,垂直层理方向比较容易破碎。

(2) 强度 岩矿石在拉伸、压缩、弯曲和剪切应力作用下,抵抗破碎的能力,称为岩矿石的强度。岩矿石抗压强度最大,而抗剪、抗弯和抗拉强度依次减小。根据实验,以抗压强度为1,则抗剪强度为抗压强度的 $1/5—1/11$;抗弯强度为抗压强度的 $1/5—1/12$;抗拉强度为抗压强度的 $1/10—1/15$ 。因此,利用岩矿石的弱抗剪、抗弯和抗拉强度及设计合理的加工设备,研究加工方法,是提高切割和研磨效率的重要途径。

影响岩矿石强度的因素与影响硬度的因素相似。组成岩矿石的矿物硬度大,并且致密,则它的强度就大。如果矿物的硬度大,但其结构疏松,可大大降低岩矿石之强度。层理对强度的影响恰与硬度相反,垂直于层理处的抗压强度最大,平行于层理的抗压强度最小,与层理方向呈某种角度的抗压强度介于二者之间。

(3) 研磨性 岩矿石对切割刀具及研磨具的磨损性能,称为岩矿石的研磨性。在实际工作中,切割、研磨及抛光具的磨损并非完全是由岩矿石造成的,而主要是磨料的反作用所造成。但岩矿石的硬度越大,对磨料的反作用则越大,对工具磨损就越严重。被切割、研磨和抛除下来的岩屑对工具也有一定的磨损作用,但比起磨料造成的磨损却是微不足道的。当使用镶嵌的金刚石切割刀具时,刀具的磨损完全是由岩矿石造成的。

2. 岩矿石的物理性质

(1) 密度和孔隙度 岩矿石的质量与体积之比称为密度。岩矿石内孔隙体积与总体积之比,称孔隙度。孔隙包括各种成因的空洞、解理、裂隙等。孔隙度越大,则密度越小。孔隙度影响岩矿石之强度。

(2) 松散性 岩矿石标本的体积比在天然埋藏下原有体积增大的性能,称为松散性。对于孔隙度大和松散性强的岩矿石,为确保其原来的结构在加工过程中不致破裂而改变,必须进行胶结加固,胶固的方法以及胶结剂的选择,要根据岩矿石的矿物性质及松散程度

而定。

三、岩矿石的结构

所谓结构是指组成岩矿石矿物的结晶程度、颗粒大小、晶体形态和空间分布等特征。其中矿物粒度大小这一结构特征与制片密切相关,粒度绝对大小是确定制片面积的主要依据。由于岩矿石的种类繁多,研究分科颇细,因此,岩矿石粒度分级没有一个通用的统一标准。岩石学和矿石学都有各自的粒度分级。为了制片的需要,我们分析研究了各学者的分级情况,提出了供制片面积参考的各类岩矿石统一粒度分级。大于10mm的为极粗或伟晶,5—10mm的为粗粒,5—2mm为中粒,2—0.5mm为细粒,0.5—0.1mm为微粒,0.1—0.005mm为隐晶质。

对于构造均匀的岩矿石,制片面积的大小要视矿物的颗粒度及片子的用途而定。用于一般岩矿鉴定的片子,以不影响主要矿物的目估含量,主要共生矿物之间关系的观察为宜。细粒以下的岩矿石只要制备 $24 \times 24 = 576(\text{mm}^2)$ 的一片就可以,而中粒以上的岩矿石就要相应增大制片面积。

用于进行矿物定量分析片子的面积,要比普通鉴定片子的面积大得多。B·A·尼古拉耶夫认为,当颗粒的平均粒度在1mm以下时,为了使计算的准确度达1%,必须度量的面积不小于 100mm^2 ,按普通薄片 $24 \times 24 = 576(\text{mm}^2)$ 计,测量1/5片就可以,也就是说只要磨制一片就能满足定量分析要求。粒度为5mm或更大,则需度量的面积为 $1250—2500\text{mm}^2$,就要制备3—5个面积为 576mm^2 的片子。粒度在1—5mm之间的要制备2—3个片子。矿物粒度与制片面积的关系可参考图1-2。

一般地说,矿物颗粒大于2mm的岩矿石不适宜用片子进行矿物定量分析,因为需要测定的片子数目太多,实际上已超过了一块标本能制备的片子数目。在这种情况下就需要采用别的方法进行矿物定量分析。

四、岩矿石的构造

岩矿石中各种矿物集合体的形态、大小以及不同的矿物群之间相关关系和分布排列状态的综合称为构造。构造无疑是岩矿石形成地质条件的记录,自然地质条件的复杂性使得岩矿石的构造五花八门,种类繁多,诸如岩浆岩构造、沉积岩构造、变质岩

		测定面积 mm ²						
IC		960	625	480	320	160		
90 80 70 60 55 50 45 40 35 30	0.5 mm	1	2	2	2	2		
		2			3	3		
						4		
		3	3	4	5			
					3			
		4	4	5	7			
					8			
		4	5	6	7	9		
						10		
						≥16		
25 20 15	1.0 mm	5	6	7	8	≥16		
		6	7	8	9			
		7	8	9	10			
		8	9	10				
		9	10					
		10						
20 15	2.0 mm	6	7	8	9			
		7	8	9	10			
		8	9	10				
20 15	2.0 mm	9	≥13	≥17	≥23			
		≥10						

图 1-2 矿物定量分析准确度、矿物颗粒度和测定面积三者相互关系(据 F·谢依斯1974年)

构造,以及岩浆矿石构造、沉积矿石构造、变质矿石构造等。为了说明构造形态特征对切片代表性的影响及各种构造形态的切片法则,将各种不同成因的岩矿石构造放在一起,从形态特征上加以分类。首先分为均一构造和非均一构造两大类,进而将非均一构造分为定向构造和非定向构造。

1. 均一构造 岩矿石中矿物排列无一定次序,无一定方向,而且各种不同矿物是均匀分布的,岩矿石中主要矿物占80%左右,具有这种构造的岩矿石,通常称为块状构造。其颗粒度有粗、中、细和隐晶质之分,隐晶质者称为致密块状构造。均匀浸染构造和均匀斑点构造也可归入均一构造。此类构造对制片没有什么影响,从标本任一部位随意切取即可。

2. 非均一构造 所谓非均一构造是指岩矿石中某种矿物成分、颜色、结构或某几种矿物的集合体分布不均匀的特征。又有定向构造和非定向构造之区别。

(1) 定向构造 包括流线、流面、流纹、条带状,沉积层理、页理,变质岩的板理、片理及片麻理等构造。它们的共同特点是:岩矿石中某种或某几种矿物的集合体虽然分布不均匀,但具有一定的方向性,明显地呈现出面型和线型定向构造特征。线型和面型构造在岩浆岩、沉积岩和变质岩中均有,但以火山岩、浅成侵入岩以及变质岩中最为发育,现将几种典型构造略加说明。

流线和流面构造 岩矿石中粗面理、扁平的捕虏体、析离体、压扁的气孔和杏仁体等,逐层交替出现的平行排列面,面内矿物及矿物集合体不互相平行的一种构造,称为流面构造,如图1-3(a)。岩矿石中柱状、拉长的矿物单体、析离矿物条带、纺锤状集合体、拉长的但未压扁的气孔和杏仁体、拉长的围岩捕虏体、岩流顶面的沟槽和皱纹等,不仅平行流动层理,而且彼此之间也互相平行的构造,称为流线构造,如图1-3(b)。火山岩和浅成侵入岩发育这种构造。

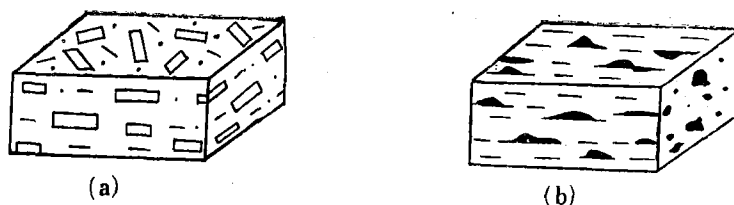


图 1-3 流面构造及流线构造

- (a) 流面构造,晶体在两个面上平行排列,在第三面上则不平行;
(b) 流线构造,晶体和捕虏体等在三个面上都保持定向排列

条带状构造 表现形式是岩矿石中的不同成分彼此逐层交替;或者是成分相同,但构造、颜色和矿物成分或数量不同的岩石彼此逐层交替出现(图1-4)。

层理构造 岩矿石中由于矿物颗粒度、颜色、沉积物质成分的变化,所显示出来的层状构造。根据层理厚薄可分为厚层、中层、薄层及微层状。根据层理相互关系可分为水平层理、交错层理、斜层理以及波状层理等(图1-5),这种构造是沉积成因岩矿石最常见的构造之一。

页理、板理和千枚状构造 是浅变质岩的一些定向构造,页理和板理是因岩石受力产生的一种破裂平面,称为劈理面,其上有少量绢云母、绿泥石等片状矿物,而千枚状构造岩

石中的矿物已初步具有定向性,但重结晶并不强烈。

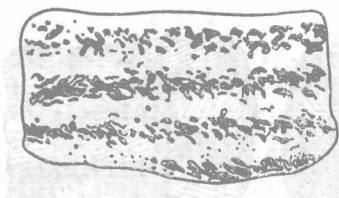


图 1-4 条带状构造

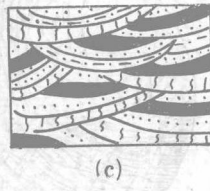
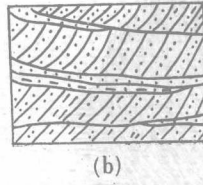
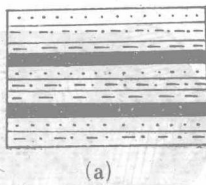


图 1-5 沉积层理构造

(a)水平层理; (b)斜层理; (c)交错层理

片状或片理构造 岩石主要由片状或柱状矿物组成,而且它们都成平行排列(图 1-6)。片状构造是变质岩最常见的构造之一。它与火山岩流面和流线构造的区别,除成因不同外,还在于变质岩可能裂开的厚度小;火山岩的流面和流线可能裂开的厚度大。

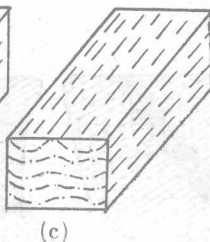
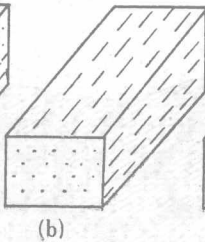
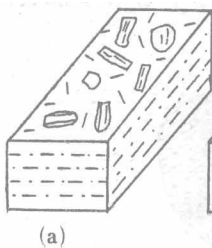


图 1-6 片状构造

(a)平面平行层状构造; (b)线理构造; (c)波状片理构造

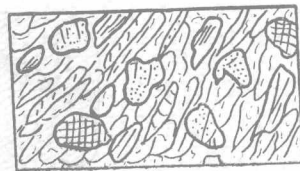


图 1-7 片麻状构造

粒状矿物与略具定向的片状和线状矿物相间排列

似片麻或片麻状构造 岩石中既有等轴粒状矿物,又有少量成定向排列的片状或柱状矿物,二者相间出现,或后者在前者中成断续分布(图 1-7),这种构造在变质成因的岩矿石中最普遍,岩浆岩体的边部也能见到。

(2) 非定向构造 包括斑杂构造,球状、结核状构造,角砾状、砾状构造,脉状或网脉状构造等等。

斑杂构造 岩矿石的不同组成部分在矿物成分、结构、颜色上有差别,因此整个岩石看起来是不均一的。引起斑杂构造的原因很多,如捕虏体、析离体、同化混杂以及多次侵入所造成的不均一化。主要出现于岩浆岩之中。

球状构造 岩石中某些矿物集结成外部形态呈圆球或椭圆球体的一种构造(图1-8)。有的可具内部结构,如同心圆状、放射状。也可不具内部结构。有内部结构且直径小于 2 mm 者称为鲕。而大者称为豆或球或椭球体。这种球体可以是沉积成因的,也有岩浆析离、滚动以及捕虏体熔蚀多次交代形成的。

角砾(砾)状构造 岩石明显的由两部分组成,一部分为呈各种形态的大小不等的砾石或角砾,另一部分为比前者要细的胶结物。砾的外部形态呈磨圆状、浑圆状者称为砾状构造。岩块呈次棱角状和棱角状的称为角砾状构造(图 1-9)。某些岩浆岩、沉积岩和变质岩及其相应的矿石都有这种构造,说明成因是十分复杂的,种类也是繁多的,如火山角砾岩、冰碛角砾岩、构造角砾岩、沉积同生角砾岩等。

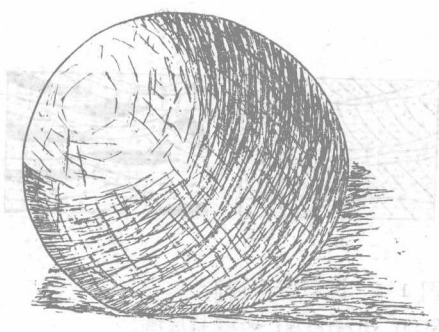


图 1-8 球状构造

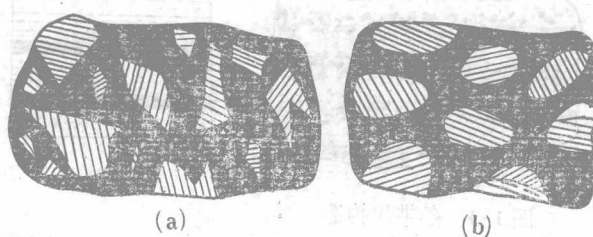


图 1-9 (a)角砾状构造; (b)砾状构造

脉状和网脉状构造 岩石基体中有许多后期的脉体,脉体不互相交错者称为脉状构造。若基体中的脉体纵横交错,彼此互相交切构成网状,将基体切成碎块,则称网脉状构造(图 1-10)。与角砾状构造的区别在于:破裂的岩块未发生位移,各部分还能明显地对接在一起。

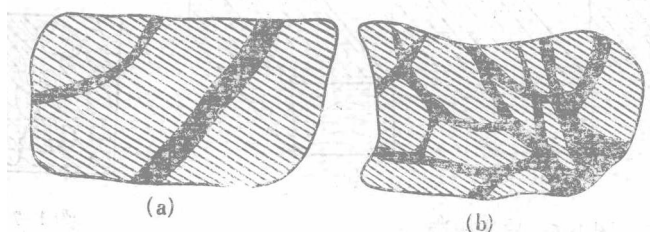


图 1-10 (a)脉状构造; (b)网脉状构造

五、岩矿片切割法则

研究和认识岩矿石构造特征,目的在于使制片人员明了构造对切片代表性的影响程度,更自觉地严格遵守切割法则。

矿物粒度是影响切片代表性的因素,而岩矿石的非均一构造是影响切片代表性更为重要的因素,在制备此类片子时,对切割方向和切割部位应给予足够的重视。其原则应遵循付出最小的劳动获得最有代表性的切片,即切片面积最小,代表性最强。对于所有具定向构造的岩矿石,当标本有足够厚度时,一般要求垂直于构造面(或线),这样可以保证在最小的面积内包含最多的现象。道理是显而易见的,图 1-11 表示具有薄层理构造的岩石,层理内的矿物呈现韵律性的变化,由不同花纹表示。对此岩石来说,片子必须包含所有的各层才算有代表性;若垂直层理面沿 ac 线切割,2cm 长的切割线就可达到要求;而如果切片方向沿 bc 线,与层理成 45° 角,则 2.8cm 长的切片才能包含各层。当标本厚度较小时,可以斜交构造方向切割,但角度一般不能大于 45° ,除制备岩组分析定向薄片外,绝对不能平行于构造面切取。如果定向构造中的条带、层理等较宽,析离体、捕虏体较大时,普通片子的面积不能包括它们时,就要制备能包含各部分的较大片子。如果片子的面积太大,以致磨片技术达不到要求时,就要分别制备各部分的片子加以补救。这种方法经常用于非定向构造的岩矿石,如研究角砾岩的角砾成分,胶结物成分,以及二者接触关系

时,一个较大片子包括不下这三个内容,就要分别切割角砾部分、胶结物部分以及角砾与胶结物接触部分的片子。具脉状构造的岩矿石也应是如此制片。若了解球状体内部结构,矿物分布情况时,就要切割通过球体核心的切片,否则就观察不到全部现象,以致得出错误结论。球体的中心本来是有结晶核心的(图 1-12),如果切片未过中心,只切了一个表皮,这样不仅会得出无结晶核心的错误结论,而且测量出的球体直径大小也是错误的。

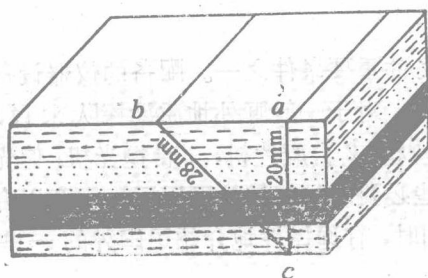


图1-11 切割方向与代表性的关系

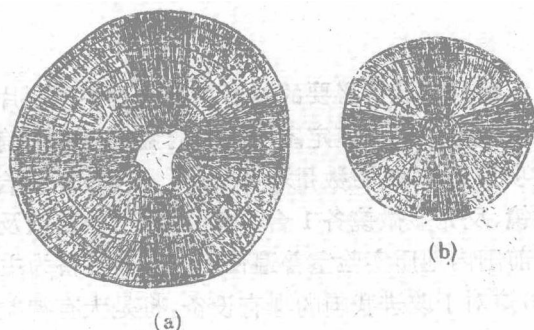


图 1-12 通过球状体不同位置的切面

- (a)过球心的最大圆切面,可见到结晶核心石英颗粒
(b)不过球心的圆切面,见不到结晶核心石英颗粒