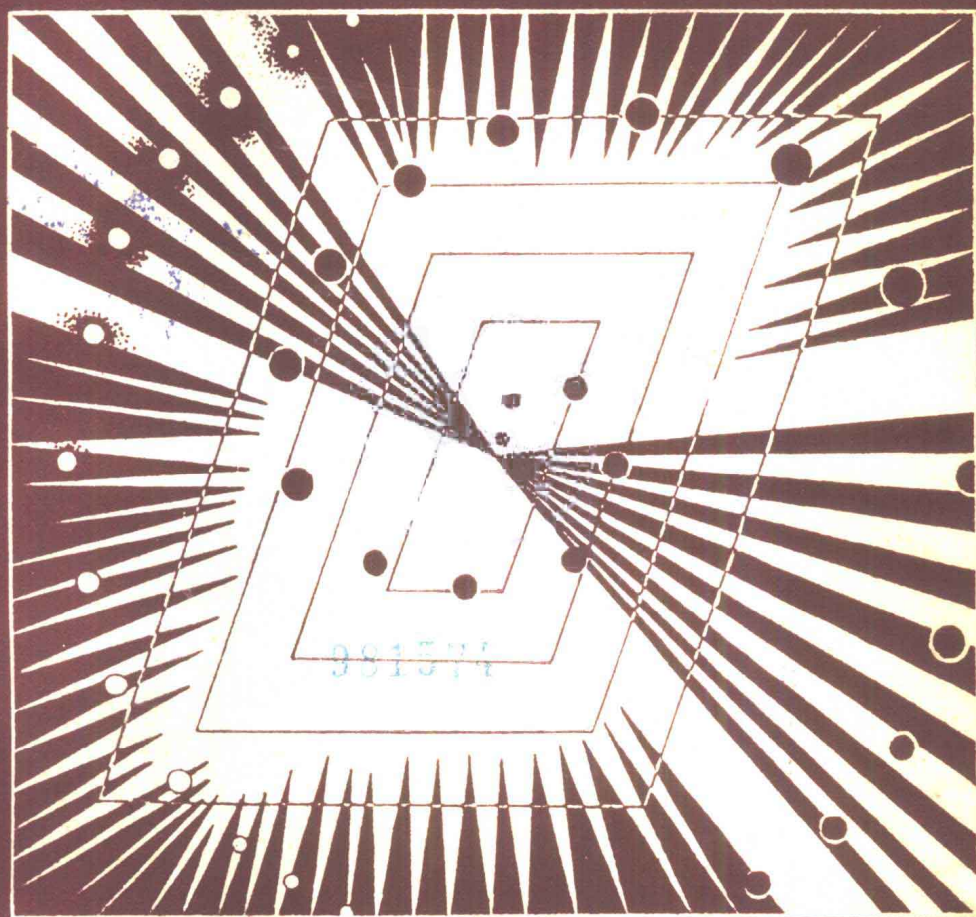


高等学校试用教材

物相分析实验

杨淑珍 主编



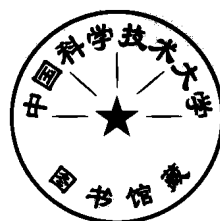
42.4
31

武汉工业大学出版社

高等学校试用教材

物相分析实验

杨淑珍 主编



武汉工业大学出版社

(鄂)新登字 13 号

内 容 提 要

本书编写了与《物相分析》教材相配套的教学实验 19 个,其中结晶学基础 1 个,光学显微镜分析 8 个,X 射线衍射分析 3 个,热分析 4 个,电子显微镜分析 1 个,红外光谱分析 2 个。在内容编排上注重近代测试的实验技术、实验数据处理及谱图解析方法,并列入了近年科研测试中的新成果作为分析实例。

本书作为高等学校无机非金属材料、混凝土制品、材料科学、硅酸盐工程类的专业教材,也可供从事材料研究与制备的科研、设计部门或厂矿企业的科技人员及有关院校师生参考。

高等学校试用教材

物相分析实验

© 杨淑珍 主编

责任编辑 徐 扬

* * *

武汉工业大学出版社出版

新华书店湖北发行所发行

各地新华书店经销

湖北省石首市第二印刷厂印刷

* * *

开本: 787×1092 1/16 印张: 9 插页: 1 字数: 154 千字

1994 年 12 月第 1 版 1994 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—4000 册

ISBN 7—5629—0975—x/TB·14

定价: 8.50 元

前 言

“物相分析”课程是无机非金属材料 and 混凝土制品类专业必修的专业技术基础课,主要讲授晶体学基础和各种物相分析的基本原理和方法。该课程区别于其它课程的一个重要特点就是具有极强的实践性,也就是说,要达到本课程的教学目的,必须开设 $1/3 \sim 1/2$ 总课时的实验课,以使 学生从理性认识到感性认识真正的掌握物相分析的实验方法、数据处理、图谱解析的方法和步骤。《物相分析实验》就是为达上述目的紧密配合“物相分析”课程而编写的一本与《物相分析》配套的实验教材。适用于无机非金属材料、建筑材料及混凝土制品类专业的学生使用,也可供从事物相分析与测试的人员参考。

本教材包括晶体模型分析、光学显微镜分析、电子显微镜分析、X 射线衍射分析、热分析及红外光谱分析共十九个实验。书中详细地介绍了利用上述测试仪器进行物相分析的实验方法,比如仪器的操作使用、调节方法步骤、实验数据处理方法、复杂图谱的解析程序、图象或图片上各种矿物的识别等。书中还列入了较多的具体实例,并编入了近年来材料测试与物相分析中出现的一些新方法和新成果。

本书由武汉工业大学杨淑珍主编。参加编写的还有武汉工业大学彭长琪(实验十三)、林文梅(实验七、八、九)、杨惠先(实验十六)、其余均由主编完成。武汉工业大学恽怀顺提供了部分红外光谱图、牟善彬提供了部分扫描电镜照片、丁永刚参加了部分差热图谱的描图工作。

全书由中国地质大学王方正教授和武汉工业大学岳文海教授主审。在本书的编写过程中,主审给予了热忱的帮助,并对全书的内容、结构、编排提出了许多宝贵意见。编者在此表示衷心的感谢。

本书初稿完成后在武汉工业大学无机非金属材料专业使用了四届,编者根据使用中的问题及主审人的意见进行了修改,现作统编教材正式出版。但由于编者水平有限,书中错误和不当之处在所难免,恳请读者在使用过程中给予指正并提出宝贵意见。

编者

1993 年 12 月

13104

目 录

实验一	晶体模型的观察与分析	(1)
实验二	偏光显微镜的构造、调节和使用	(8)
实验三	单偏光镜下晶体的观察	(12)
实验四	正交偏光镜下晶体的观察	(15)
实验五	锥光镜下晶体光性的测定	(20)
实验六	油浸法测矿物的折射率	(26)
实验七	显微化学法观察氧化钙和氢氧化钙	(29)
实验八	偏光显微镜下矿物的系统鉴定	(32)
实验九	反射偏光下硅酸盐水泥熟料显微结构分析	(36)
实验十	X 射线衍射图测量和线形峰位标定	(43)
实验十一	X 射线定性相分析	(50)
实验十二	X 射线定量相分析	(57)
实验十三	扫描电镜的试样制备与图象观察	(65)
实验十四	差热分析	(73)
实验十五	差示扫描量热分析	(80)
实验十六	热导式量热仪量热分析	(84)
实验十七	热重分析与综合热分析	(91)
实验十八	矿物的红外光谱测绘	(96)
实验十九	红外光谱定性分析	(100)
附录一	单形在各晶系对称型中的分布	(111)
附录二	常见工业矿物物相鉴定表	(113)
附录三	米舍尔-列维色谱表	(插页)

实验一 晶体模型的观察与分析

一、实验目的与任务

1. 通过实际模型,深入了解晶体对称的概念,并学会如何在模型和晶体上找对称要素。
2. 认识并记忆 47 种单形,并了解这些单形在各个晶系中的分布。
3. 分析聚形晶体是由哪些单形聚合而成的。

二、在晶体模型上找对称要素的方法

晶体是一几何多面体,其棱、面、角有一定的排列规律,对称要素的位置与晶面、晶棱及角顶也相应地具有几何上的关系。利用这些关系就可以在晶体模型上找对称要素。

1. 对称面的找法——用反映对称操作

在一个晶体上,可以没有对称面,也可有一个或几个对称面。在找对称面时,模型不要转动,以免同一对称面重复数次。

(1)晶体中一个假想的平面把晶体分为两个相等的部分,且这两部分互成镜象反映,这个假想的平面即为对称面。

(2)下列平面可能是对称面:

- ①包括晶棱的平面。
- ②垂直晶棱并平分它的平面。
- ③垂直晶面并平分它的平面。
- ④穿过角顶的平面。

2. 对称轴的找法——用旋转对称操作

晶体中对称轴的数目,可以为零,也可以为一个或数个。但每一个对称轴不能重复计算。

(1)对称轴一定通过晶体中心,将晶体围绕对称轴旋转的时候,每隔一定的角度(即基转角 α),相同的棱、面、角重复出现,而整个晶体占有原来的空间位置。旋转 360° 重复的次数就是该对称轴的轴次 n 。轴次 n 与基转角 α 有如下关系:

$$n = 360^\circ / \alpha$$

对称轴以 L^n 表示。

(2)下列直线可能是对称轴

- ①通过晶棱中点的直线——只可能是二次对称轴 L^2 。
- ②通过晶面中心的直线——可能是 L^2 、 L^3 、 L^4 、 L^6 。
- ③通过角顶的直线——可能是 L^2 、 L^3 、 L^4 、 L^6 。
- (3)若一个 L^2 与 L^4 重合,只算 L^4 ,一个 L^3 与 L^6 重合,则只算 L^6 。

3. 确定晶体是否有对称中心——用反伸对称操作

在一个晶体中,可能没有对称中心,也可能有一个对称中心,不可能存在几个对称中心。

确定晶体是否有对称中心时,可将晶体放于桌面,看晶体上面是否有一晶面与桌面相接触的晶面大小相等、形状相同,并且相互反向平行。把晶体如此重复数次,如果晶体上每一晶面都有这种情形,说明此晶体有对称中心。否则无对称中心。

4. 旋转反伸轴的找法——用旋转及反伸两种对称操作

旋转反伸轴的对称操作分两步进行,晶体先经旋转再经反伸或先经反伸再经旋转操作复原。

旋转反伸轴以 L_n 表示, n 表示所包含的对称轴的轴次, L_n 表示旋转反伸轴本身。如果 L^2 或 L^3 同时也是 L^4 或 L^6 , 则应归入 L^4 或 L^6 中, 不再算 L^2 或 L^3 。旋转反伸轴只找 L^4 和 L^6 两种, 其它均不计算。

可以用下列方法确定旋转反伸轴:

(1) L^4 的确定

①先将晶体的 L^2 直立, 如图 1-1(a)。

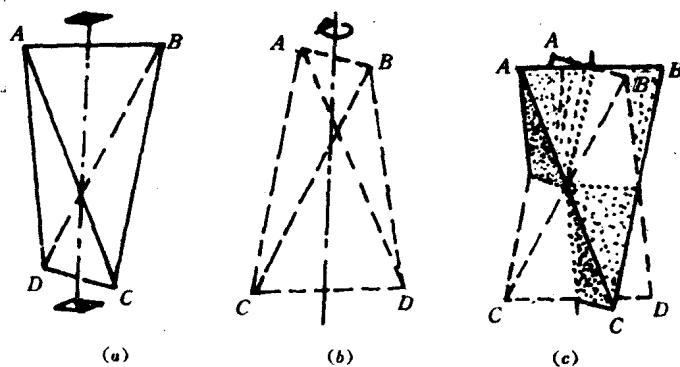


图 1-1 L^4 的旋转反伸变换

②看垂直于该 L^2 有无对称面; 如无对称面, 再将晶体旋转, 若旋转晶体时晶体的面、棱、角上下交替出现, 则可初步确定此 L^2 方向可能是 L^4 。如图 1-1(b)。

③可以就一个面的反伸来分析。如图 1-1 所示, $\triangle ABC$ 绕 L^4 旋转 90° 达到 $\triangle A'B'C'$ 的位置, 再经过 L^4 上的一个定点的反伸与旋转前的一个面 $\triangle ACD$ 重合, 如此类推, 整个图形都重合。旋转 360° , 图形有四次重复。

(2) L^6 的确定

①先观察晶体是否有一个 L^3 , 若有, 将 L^3 直立, 如图 1-2(a)。

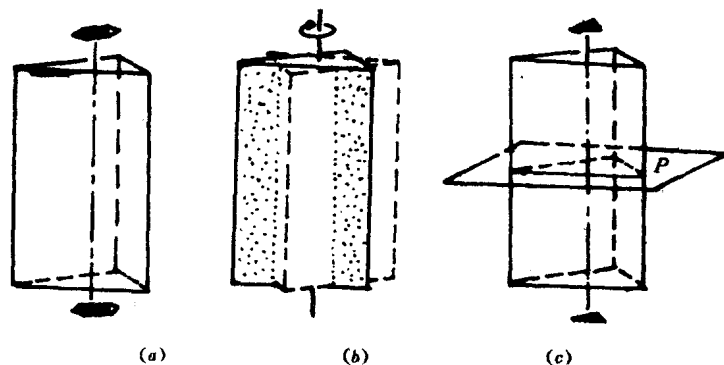


图 1-2 L^6 的确定与旋转反伸变换

②观察垂直于 L^3 的方向是否有一个对称面, 若有, 可断定此 L^3 方向是 L^6 , 如图 1-2(c)。

③可就晶体上的每一个面的反伸来分析。如图 1-2(b), 当晶体绕 L^6 旋转 60° , 达到图中虚线位置, 接着通过 L^6 上的定点反伸后则晶体复原。

三、分析单形的方法

1. 认识单形

对照 47 种单形图(图 1-3)并观察模型,按照下列归纳方式来记忆,要求达到由单形的名称可以想起单形之形状。相反也要求能根据单形的形状知道单形的名称。

表 1-1 低级晶族的单形

单形数目	单形名称(晶面数目)
7	单面(1)、双面(2)、平行双面(2)、斜方柱(4)
	斜方单锥(4)、斜方双锥(8)、斜方四面体(4)

表 1-2 中级晶族的单形

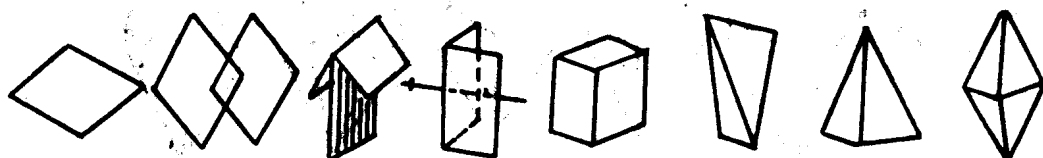
单形数目	单形名称(晶面数目)
25	柱类:四方(4)、复四方(8)、三方(3)、复三方(6)、六方(6)、复六方(12)
	单锥:四方(4)、复四方(8)、三方(3)、复三方(6)、六方(6)、复六方(12)
	双锥:四方(8)、复四方(16)、三方(6)、复三方(12)、六方(12)、复六方(24)
	面体:四方四面体(4)、菱面体(6)
	四方偏三角面体(8)、复三方偏三角面体(12)
	四方偏方面体(8)、三方偏方面体(6)、六方偏方面体(12)

• 中级晶族的单面和平行双面在低级晶族中已列出,不重复计算。

表 1-3 高级晶族的单形

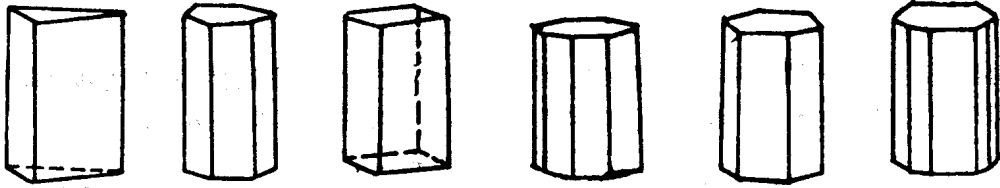
单形数目	单形名称
15	四面体、三角三四面体、四角三四面体、五角三四面体、六四面体
	八面体、三角三八面体、四角三八面体、五角三八面体、六八面体
	立方体、菱形十二面体、五角十二面体、偏方复十二面体、四六面体

1. 低级晶族的单形

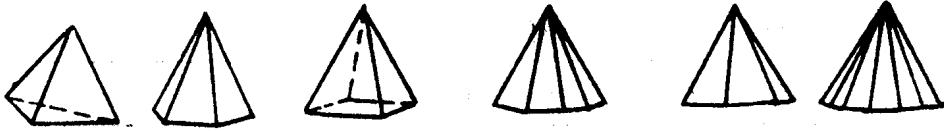


1. 单面 2. 平行双面 3. 反映双面及轴双面 4. 斜方柱 5. 斜方四面体 6. 斜方单锥 7. 斜方双锥

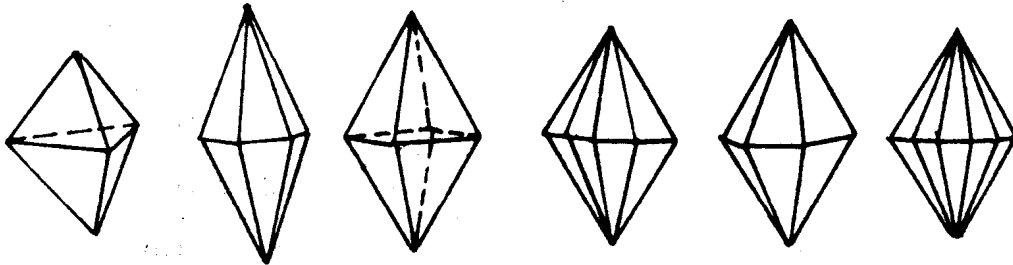
I. 中级晶族的单形



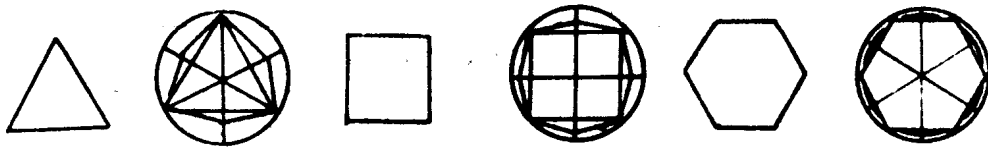
8. 三方柱 9. 复三方柱 10. 四方柱 11. 复四方柱 12. 六方柱 13. 复六方柱



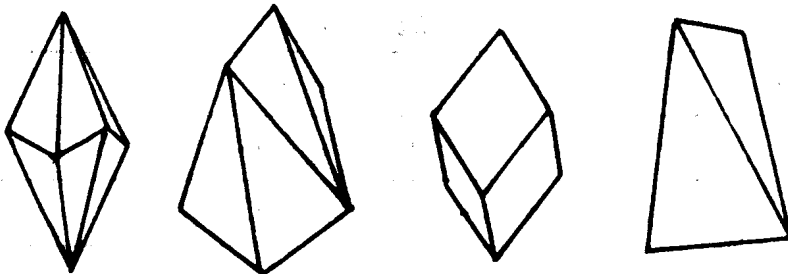
14. 三方单锥 15. 复三方单锥 16. 四方单锥 17. 复四方单锥 18. 六方单锥 19. 复六方单锥



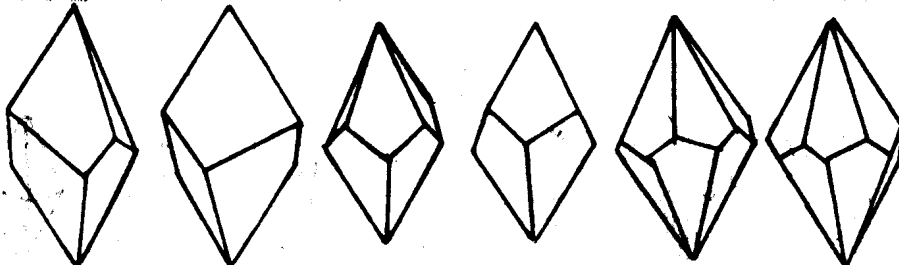
20. 三方双锥 21. 复三方双锥 22. 四方双锥 23. 复四方双锥 24. 六方双锥 25. 复六方双锥



各种柱、锥的横切面



26. 四方四面体 27. 菱面体 28. 复四方偏三角面体 29. 复三方偏三角面体



左形 右形

30. 三方偏方面体

左形 右形

31. 四方偏方面体

左形 右形

32. 六方偏方面体

Ⅱ. 高级晶族的单形

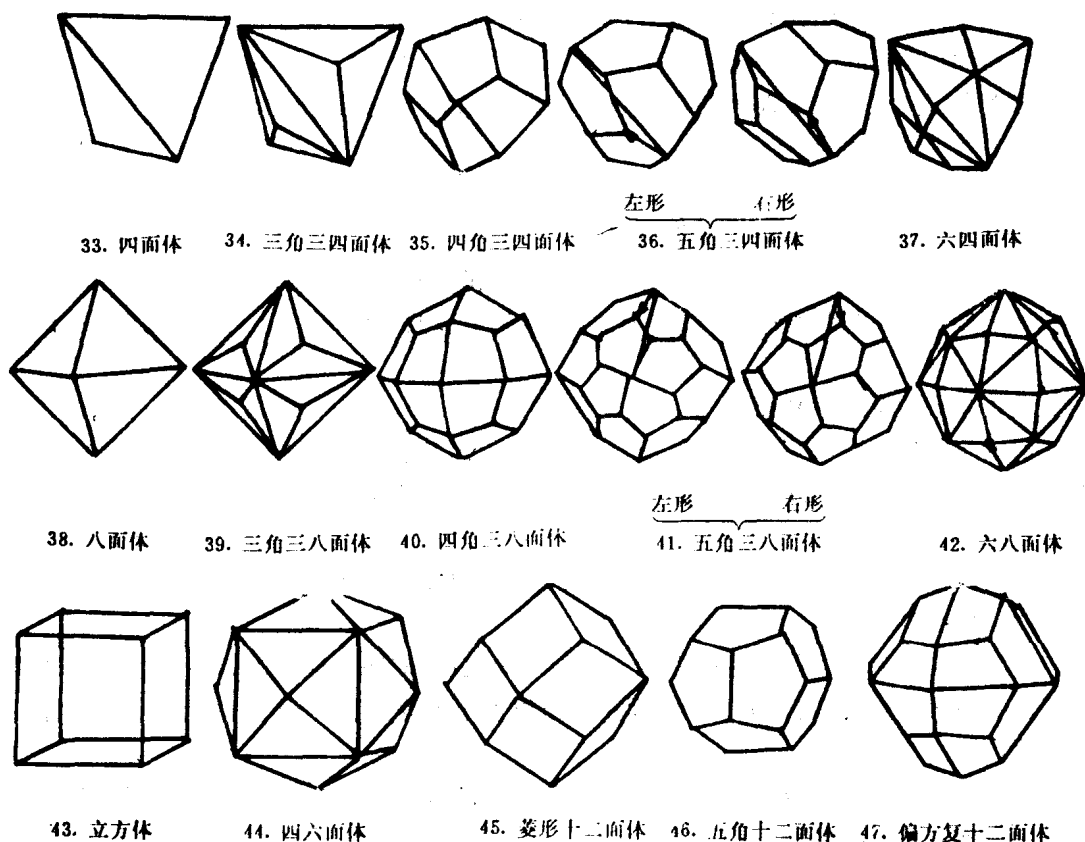


图 1-3 47 种单形

一定的单形,为一定的晶系一定的对称型所具有,如八面体与立方体只在等轴晶系中才有,故往往定晶体所属晶系时,先观察其中单形的种类。因此,需要了解单形在各晶系中的分布,单形在各晶系中的分布参见附录 1。分析单形时,要对照单形图及模型,分析每一单形的晶面的数目及其空间的相对位置,并应注意单形单独存在时晶面的形状。在此基础上了解该单形名称的来源。

例如,斜方柱有 4 个晶面,相交之棱是互相平行的,横切面为菱形,低级晶族的单形。

菱面体:由 6 个晶面组成,3 个在上,3 个在下,相错 60° 角成单形存在的晶面为菱形,三方晶系的单形。

三方单锥:有 3 个晶面,相交之棱会聚于一点,横切面为正三角形。

偏方复十二面体:由 24 个晶面组成(复十二面),如把五角十二面体的每一晶面变成两个晶面时,就成了偏方复十二面体,成单形存在时,晶面为不等边的四边形(偏方)。

在认识单形时,要注意区别下面一些相似单形:

- (1)三方双锥、菱面体、三方偏方面体。
- (2)斜方双锥、四方双锥、八面体。
- (3)斜方四面体、四方四面体、四面体。
- (4)复三方双锥、复三方偏三角面体、六方双锥。
- (5)斜方柱、四方柱。

(6)复三方柱、六方柱。

(7)三角三八面体、四角三八面体、四六面体、偏方复十二面体。

(8)菱形十二面体、五角十二面体。

要学会区分三方偏方面体、四方偏方面体和六方偏方面体的左右形。

2. 从聚形中分析单形

(1)方法步骤

①根据聚形的对称型确定所属晶系。

②把聚形中形状相同、大小相等(实际晶体上花纹和物理性质相同)的晶面归在一起成为一种单形,从而确定该聚形中的单形数目(模型上有几种结晶学上不同的晶面,就有几种单形)。

③数清每种单形的晶面数。

④想象地把某种单形的各个晶面延长相交(设想其它单形的各个晶面不存在),然后根据其中晶面分布以及相交后形成的形态判断它是什么单形(在判断时,要考虑单形在各晶系中的分布)。

⑤核对自己所定单形与该聚形的实际单形名称数目是否相符。

(2)注意事项

①属于同一单形的晶面在模型上一定同形等大(在矿物晶体上因为在晶体生长过程中受到外界因素的影响,同一单形的晶面虽然可以大小不等,但同一单形的各个晶面的特点必然相同)。

②单形的晶面形状当与其它单形相聚而成聚形时,要有变化,故决不能根据聚形中晶面的形状来确定单形的名称。

③只有属于同一晶类(对称型)的单形,才能相聚成聚形。如四方柱就不能与八面体相聚成聚形。

四、实验内容

实验室备有各种理想晶体的模型,挑选若干种聚形晶体模型,按下列步骤观察与分析:

1. 找出晶体模型上所有对称要素,确定其对称型和晶系。

2. 分析上述聚形晶体的单形数目、名称及晶面数目。

3. 将分析结果填入下表。

五、晶体模型分析结果记录

模 型 号	对称轴				反轴		对 称 面	对 称 中 心	对 称 型	晶 系	单 形	
	L^3	L^4	L^2	L^2	L^3	L^2					数 目	名 称(晶面数)

六、思考题

1. 如何判断一个理想晶体模型是否存在有对称中心?
2. 偶次对称轴与对称中心是否能同时存在一个晶体上? 举例说明。
3. 比较各晶系的对称特点, 判断下列对称型属于哪一晶系?
(1) $L^3 3L^2 3PC$ (2) $3L^2 4L^3 3PC$ (3) $L^2 PC$
(4) $3L^2 3PC$ (5) $L^4 3L^2 3P$ (6) $L^2 2P$
(7) $3L^4 4L^3 6L^2$ (8) C (9) $L^4 4L^2 5PC$
4. 晶体有晶面符号为 $(\bar{2} \bar{1} 0)$ 、 $(\bar{2} 1 0)$ 、 $(0 \bar{2} \bar{1})$ 、 $(0 \bar{2} 1)$ 、 $(2 1 0)$ 、 $(1 0 \bar{2})$ 、 $(\bar{1} 0 2)$ 、 $(2 \bar{1} 0)$ 、 $(0 2 \bar{1})$ 、 $(0 2 1)$ 的晶面, 指出相互平行的晶面。
5. 何谓单形? 单形上的晶面有何特点?
6. 四方晶系晶体有晶面符号为 (110) 、 $(\bar{1} \bar{1} \bar{1})$ 、 (111) 、 $(\bar{1} \bar{1} 0)$ 、 $(1 \bar{1} 0)$ 、 $(11 \bar{1})$ 、 $(\bar{1} 1 0)$ 、 $(\bar{1} \bar{1} 1)$ 、 $(\bar{1} 1 1)$ 、 $(1 \bar{1} 1)$ 、 $(\bar{1} 1 \bar{1})$ 的晶面, 指出哪些晶面为一单形? 用单形符号表示。
7. 根据晶体的晶格常数, 判断晶体所属的晶系。
(1) 镁橄榄石: $a=4.76 \text{ \AA}$ 、 $b=10.21 \text{ \AA}$ 、 $c=5.99 \text{ \AA}$ 、 $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$
(2) α -石英: $a=4.96 \text{ \AA}$ 、 $b=4.96 \text{ \AA}$ 、 $c=5.45 \text{ \AA}$ 、 $\alpha=\beta=90^\circ$ 、 $\gamma=120^\circ$
(3) 镁方柱石: $a=7.79 \text{ \AA}$ 、 $b=7.79 \text{ \AA}$ 、 $c=5.02 \text{ \AA}$ 、 $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$
(4) β - C_2S : $a=5.48 \text{ \AA}$ 、 $b=9.28 \text{ \AA}$ 、 $c=6.76 \text{ \AA}$ 、 $\alpha=\gamma=90^\circ$ 、 $\beta=94^\circ 33'$

实验二 偏光显微镜的构造、调节和使用

一、实验目的与任务

1. 熟悉偏光显微镜的构造及各部件的用途。
2. 掌握偏光显微镜的调节和使用方法。

二、偏光显微镜的构造

偏光显微镜的型号繁多,但其主要构成部件大同小异,下面对照实物作逐一介绍。

镜座:支持显微镜全部重力的基座,其外形一般为马蹄形或圆台形。

镜臂:连接镜筒与镜座的弓形臂,可向后自由倾斜。但倾斜角度不宜过大,以防显微镜向后翻倒。

反光镜:一个具有平、凹两面的小圆镜。可以任意转动,以便对准光源,把光反射到显微镜的光路中去。一般进行中、低倍观察时,用平面反光镜,若进行高倍观察,应使用凹面反光镜使光线少许聚敛,增加视域亮度。

下偏光镜:位于反光镜之上,从反光镜反射来的自然光,通过下偏光镜后即成为振动方向固定的偏光。下偏光镜可以转动,以便调节其振动方向。

锁光圈:在下偏光镜之上,可自由开合,用以控制进入视域的光量。

聚光镜:在锁光圈之上,可以把下偏光镜透出的偏光聚敛成锥形偏光。用以观察晶体的干涉图。聚光镜可自由推进或拉出光路系统。

载物台:一个可以转动的圆形平台。边缘有 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 的刻度,并附有游标尺,可以读出旋转的角度。有固定螺丝可以固定物台。物台上有一对弹簧夹,用来夹持矿物薄片。

镜筒:联结在镜臂上的一个长形圆筒。转动镜臂上的粗动螺丝或微动螺丝可使镜筒上升和下降,用以调节焦距。镜筒上端装有目镜,下端装有物镜,中间有试板孔、上偏光镜和勃式镜。

物镜:决定显微镜成像性能的重要构件。每台显微镜上至少有三个不同放大倍数的物镜,物镜上均刻有放大倍数、数值孔径($N \cdot A$)等。一般显微镜通常有低倍($4\times$),中倍($10\times$ 、 $25\times$)和高倍($40\times$ 、 $63\times$)等物镜。

目镜:一般有 $5\times$ 、 $10\times$ 两个目镜,目镜中带有十字丝,并附有测微尺和网格尺作定量分析用。

显微镜总的放大倍数为目镜放大倍数与物镜放大倍数之积。

上偏光镜:其构造和作用与下偏光镜相同。但使用时上偏光的振动方向应与下偏光的振动方向垂直。上偏光镜可以自由推入或拉出。

勃式镜:位于上偏光镜与目镜之间,用于观察干涉图的。根据需要可推入或拉出。

除了以上一些主要部件外,显微镜还附有物台微尺和测定薄片矿物光率体椭圆半径名称及光程差的补色器、石膏试板、云母试板和石英楔等。

三、偏光显微镜的使用和调节

1. 偏光显微镜使用注意事项

- (1)从木箱中取出显微镜时,必须先取出镜头盒,再取出显微镜,且必须稳拿轻放。
- (2)镜头盒放在显微镜的前方。
- (3)工作环境应清洁、干燥、光亮和有良好的通风条件,严禁工作台上堆放书包等杂物。
- (4)使用和调节时,要细心缓慢进行,切勿用力过猛。
- (5)擦拭镜头时用擦镜纸。
- (6)如有故障,立即报告教师,使用完毕,清点零件,恢复原样,放回木箱。

2. 偏光显微镜使用前的调节

(1)安装镜头

①装目镜:将选入的目镜插入镜筒上端,目镜上的齿头应嵌入镜筒上端切口内,使十字丝固定在东西南北方向。

②装物镜:因显微镜的类型不同,物镜的安装有如下几种情况:

a. 弹簧夹型:将物镜上的小钉夹于弹簧夹的凹陷处,或将弹簧拉杆尖头对准物镜上的凹缺口即可将物镜卡牢。

b. 螺丝扣型:将选用的物镜装在镜筒下的螺丝扣上,拧紧为止。

(2)调节照明(对光)

装上物镜和目镜后,推出上偏光镜和勃式镜,打开锁光圈,转动反光镜对准光源,直至视域最亮为止。对光时注意不要把反光镜正对太阳光,不要把窗或窗外树枝映入视域。光线的强弱可通过锁光圈调节。

(3)调节焦距(准焦)

调节焦距主要是为了使物像清晰可见,其步骤如下:

①将欲观察的薄片置于物台上,使盖玻片朝上,薄片中的矿物正对物镜,并将薄片用夹子压紧在载物台上。

②从侧面看着镜头,旋转粗动螺丝,将镜筒下降到最低位置(高倍物镜要下降到几乎与薄片接触为止)。

③从目镜中观察,拧动粗动螺丝使镜筒缓缓上升,直至视域中物像清楚为止。如果物像不够清楚,可转动微动螺丝使之更清晰。

应当注意,物镜与薄片之间的工作距离因放大倍数而不同,低倍物镜工作距离长,高倍物镜工作距离短,所以调节高倍物镜的焦距时切忌只看镜筒里面而下降镜筒,这样最容易压碎薄片而使镜头损坏。

(4)校正中心

偏光显微镜镜筒的轴应与载物台的旋转轴相一致,这样,视域中心的被测矿物才不致于在旋转物台后离开原来位置,甚至跑出视域之外,给鉴定工作带来不便。因此,偏光显微镜在使用前应进行中心校正,使镜筒轴与载物台转轴相重合。校正中心的具体步骤如下:

①准焦后,在薄片中任选一小黑点置于十字丝交点,如图 2-1(a)。旋转物台 360° ,若在旋转物台过程中小黑点在十字丝交点始终不动,则表明镜筒轴与物台转轴重合,中心已校正好。若在物台旋转过程中小黑点离开十字丝交点或跑出视域之外,则表明中心不正。这时小黑点会围绕偏心 O 作圆周运动,如图 2-1(b)。

②若偏心不大,转动物台小黑点在视域内旋转出现时,这时应将小黑点由十字丝中心旋转 180° 至图 2-1(c)中的 a' 处。

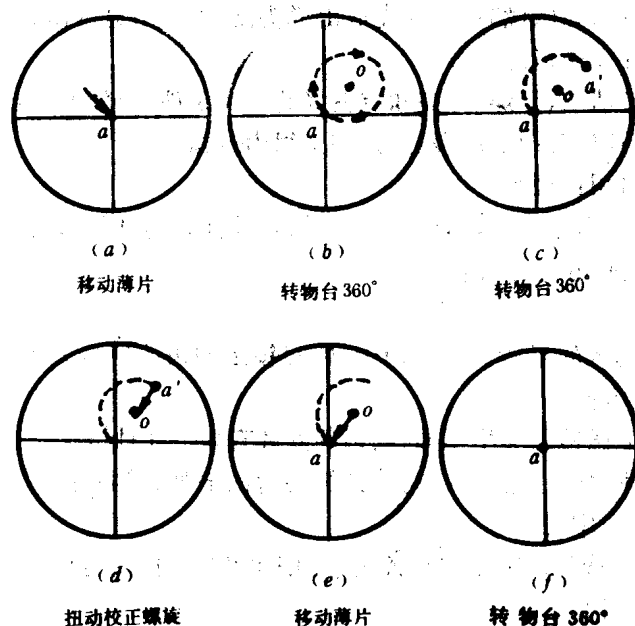


图 2-1 校正中心步骤示意图

③双手握住中心校正螺丝手柄分别套在物镜上的中心校正螺丝上,并同时双眼注视着视域内的小黑点 a' 当转动螺丝时的移动方向。利用中心校正螺丝的转动,将小黑点由 a' 沿图 2-1(d)中 $a'a$ 连线方向位移至偏心 o 处。

④移动薄片,将小黑点由 o 移至十字丝交点(或重新找一小黑点放在十字丝交点),如图 2-1(e)。旋转物台并观察小黑点是否已在十字丝交点不转动,如图 2-1(f)。若旋转物台时小黑点已在十字丝交点不动,表明中心已校正好;若旋转物台时,小黑点仍离开十字丝交点旋转,则仍需按步骤②、③继续调整,直至旋转物台时,小黑点在十字丝交点不动,中心才算校正完好。

⑤若偏心很大,旋转物台时,小黑点由十字丝交点旋出视域之外,这时需根据小黑点移动情况估计偏心圆中心点的方位。若偏心圆中心点方位在图 2-2 中 o 点时,可将小黑点转回至十字丝交点。双手握住中心校正螺丝手柄套在物镜上的校正螺丝上,双眼注视着视域内的小黑点,转动校正螺丝,使小黑点自十字丝交点向偏心圆中心点 o 反方向(图 2-1(b)中箭头所示方向)移动约偏心圆半径的距离至 a' 。移动薄片,使小黑点回到十字丝交点(或重新找一小黑点放在十字丝交点),旋转物台,检查中心

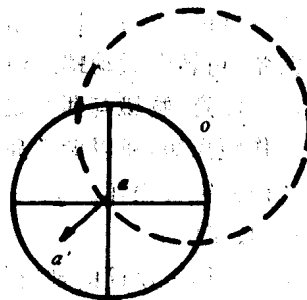


图 2-2 偏心大时,校正中心示意图

是否已经校正好,如此反复多次调整,至旋转物台时,小黑点在十字丝交点不动为止,中心校正完毕。

(5) 偏光镜校正

① 确定下偏光镜的振动方向

偏光显微镜有上、下两个偏光镜,一般上偏光镜的振动方向已固定,下偏光镜的振动方

向可调。偏光显微镜使用前,下偏光镜的振动方向,可用典型的有色矿物黑云母来确定,具体步骤如下:

- a. 将上偏光镜推出光路。
- b. 在薄片找一解理清楚的黑云母移至视域中心。
- c. 旋转物台,使黑云母颜色达最深,此时黑云母解理缝的方向即为下偏光镜的振动方向(此振动方向不一定与上偏光镜振动方向正交)。

②上、下偏光镜振动方向正交的判断与调整

取下矿物薄片,将上偏光镜推进光路,如果视域最黑(最暗),说明上、下偏光镜振动方向正交。若视域不黑(不暗),说明上、下偏光镜振动方向未正交。这时需转动下偏光镜调整。转动下偏光镜时,先用左手将下偏光镜托住,再用右手将下偏光镜固定螺丝稍微放松,下偏光镜即可转动。转动下偏光镜,使视域达最暗,上、下偏光镜正交。这时应将下偏光镜固定螺丝旋紧以防下偏光镜脱落。

正常使用的偏光显微镜,上下偏光的振动方向应正交,并且应平行于目镜的十字丝。通常按下列步骤可一次将偏光镜校正好。

- a. 将目镜十字丝放在东西南北方向上。
- b. 将上偏光镜推出光路,放上薄片,使薄片黑云母的解理缝平行于某一十字丝方向。转动下偏光镜,使黑云母颜色达最深,此时与目镜十字丝平行的黑云母解理缝方向就是下偏光的振动方向,目镜十字丝之一已平行下偏光的振动方向,如图 2-3 中的 PP 方向。

- c. 将上偏光镜推入光路,检查上下偏光镜的振动方向是否正交。若取下薄片时视域最暗,说明上下偏光镜振动方向已正交。若视域明亮,说明上下偏光镜振动方向平行,这时应重新放上薄片,将黑云母解理缝平行于另一十字丝,转动下偏光镜,使黑云母颜色达最深,这时下偏光的振动方向必定与上偏光振动方向正交。

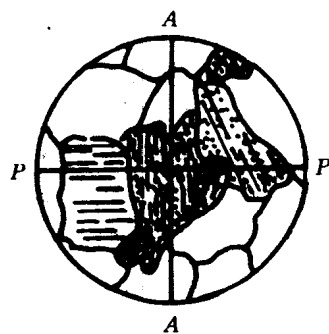


图 2-3 下偏光振动方向的确定

四、实验内容

将偏光显微镜按实验步骤调整校正好,并检查是否符合使用要求。

五、思考题

1. 偏光显微镜在使用前为什么必须校正中心?在校正中心时,转动校正螺丝,为什么只能使小黑点移至偏心圆中心,而不能移至十字丝交点?
2. 当上下偏光镜振动方向平行时,偏光显微镜光路中有什么现象?当上下偏光镜振动方向正交时,偏光显微镜光路中有什么现象?

实验三 单偏光镜下晶体的观察

一、实验目的与任务

1. 掌握单偏光镜的使用特点。
2. 观察晶体在单偏光镜下的光性特征。
3. 掌握晶体在单偏光镜下观察晶体的方法。

二、晶体在单偏光镜下的光性特征

1. 晶体形态及显微结构

晶体的形状、大小及结晶完整程度不仅与晶体的组成、结构有关,而且与其形成条件、析晶顺序有密切关系。所以,研究晶体的形态既可帮助鉴定矿物,又可推测它们的形成条件。

在偏光显微镜下观察到的晶体,其形态是晶体上某一方向的切面。根据晶体的结晶习性,切片中的晶体常以某些固定的形状出现,如水泥熟料中的 C_3S 晶体常以不等边的六角形或长方形出现, $\beta-C_2S$ 晶体常以圆形出现, $\gamma-C_2S$ 晶体常以长条形出现等。这些由于结晶习性所形成的固定形态常常是鉴定矿物的重要依据。

根据晶体边棱的规则程度,晶体形态可分为边棱规则完整的自形晶、部分边棱完整的半自形晶、无规则形状的它形晶及一些特殊形态的晶体。通常呈针状、条状、柱状、板状、粒状、纤维状、放射状、叶片状、树枝状、包裹状、花环状、气孔状等。这些不同形态的晶体聚合在一起,就组成了各种各样的显微结构,如等粒状结构、斑状结构、玻璃状结构及气孔状结构等。根据晶体的形态及所表现的各种显微结构,就可推知晶体的形成工艺和判断产品的质量,使显微结构分析服务于生产。

2. 颜色和多色性

薄片中药物的颜色,是矿物对白光中七色光波选择吸收的结果。如果矿物对白光中七色光同等程度的吸收,矿物呈无色透明。若矿物对七色光中某些色光吸收多,对另一些色光吸收少或不吸收,则光通过薄片后,未吸收掉的光相互混合形成矿物的颜色。

颜色随光波在晶体中的振动方向变化而变化,称多色性。薄片中药物的颜色和多色性用光率体轴名表示。一轴晶矿物光率体有两个主轴,对应有两种主要颜色,用 N_x 、 N_z 表示。这两种主要颜色可在平行于光轴的切面上观察。二轴晶矿物光率体有三个主轴,对应有三种主要颜色,用 N_x 、 N_y 、 N_z 表示。观察这三种主要颜色至少要找两个切面,一个平行于光轴面的切面观察 N_x 、 N_z 代表的主色,另一个垂直于光轴的切面观察 N_y 代表的主色。

3. 轮廓、贝克线、糙面与突起

轮廓是矿物的边界。贝克线是矿物轮廓边缘附近出现的一条细亮线。升降镜筒时,贝克线会移动,其移动规律是:提升镜筒时,贝克线移向折射率大的矿物;下降镜筒时,贝克线移向折射率小的矿物。

糙面是由于薄片矿物表面具有一些显微状的凹凸不平,致使光波通过时集散不一,明暗不均而使矿物表面呈现粗糙感。

突起是由于物质的折射率与树胶的折射率不同而呈现的矿物高低不同。以树胶的折射