高等院校海洋科学专业规划教材

结晶学与矿物学实验

Experiments of Crystallography & Mineralogy

徐莉　梁业恒　付宇◎编著



中山大學出版社
SUN YAT-SEN UNIVERSITY PRESS

高等院校海洋科学专业规划教材

结晶学与矿物学实验

Experiments of Crystallography & Mineralogy

徐莉　梁业恒　付宇◎编著



中山大學出版社
SUN YAT-SEN UNIVERSITY PRESS
·广州·

内容提要

本书是以最新制订的教学大纲为依据，为高等院校海洋科学专业编写的一本实验教材。本教材分结晶学及矿物学两部分，共收编了18个实验，每个实验理论与实践结合。本书适合高校有关专业作教材使用。

图书在版编目（CIP）数据

结晶学与矿物学实验/徐莉，梁业恒，付宇编著. —广州：中山大学出版社，2019.2

（高等院校海洋科学专业规划教材）

ISBN 978-7-306-06289-5

Ⅰ.①结… Ⅱ.①徐… ②梁… ③付… Ⅲ.①晶体学—实验—高等学校—教材 ②矿物学—实验—高等学校—教材 Ⅳ.①O7-33 ②P57-33

中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第016768号

Jiejingxue Yu Kuangwuxue Shiyan

出 版 人：王天琪
策划编辑：李 文
责任编辑：李 文
封面设计：林绵华
责任校对：付 辉
责任技编：何雅涛
出版发行：中山大学出版社
电 话：编辑部 020-84110771，84113349，84111997，84110779
发行部 020-84111998，84111981，84111160
地 址：广州市新港西路135号
邮 编：510275 传 真：020-84036565
网 址：http://www.zsup.com.cn E-mail：zdcbs@mail.sysu.edu.cn
印 刷 者：广州家联印刷有限公司
规 格：787mm×1092mm 1/16 8印张 200千字
版次印次：2019年2月第1版 2019年2月第1次印刷
定 价：40.00元

版权所有 翻印必究 如发现本书因印装质量影响阅读，请与出版社发行部联系调换

《高等院校海洋科学专业规划教材》
编审委员会

主　　任　陈省平　王东晓

委　　员　（以姓氏笔画排序）

王东晓　王江海　吕宝凤　刘　岚

孙晓明　苏　明　李　雁　杨清书

来志刚　吴玉萍　吴加学　何建国

邹世春　陈省平　易梅生　罗一鸣

赵　俊　袁建平　贾良文　夏　斌

殷克东　栾天罡　郭长军　龚　骏

龚文平　翟　伟

总　序

海洋与国家安全和权益维护、人类生存和可持续发展、全球气候变化、油气和某些金属矿产等战略性资源保障等息息相关。贯彻落实“海洋强国”建设和“一带一路”倡议，不仅需要高端人才的持续汇集，实现关键技术的突破和超越，而且需要培养一大批了解海洋知识、掌握海洋科技、精通海洋事务的卓越拔尖人才。

海洋科学涉及领域极为宽广，几乎涵盖了传统所熟知的“陆地学科”。当前海洋科学更加强调整体观、系统观的研究思路，从单一学科向多学科交叉融合的趋势发展十分明显。在海洋科学的本科人才培养中，如何解决“广博”与“专深”的关系，十分关键。基于此，我们本着“博学专长”的理念，按照“243”思路，构建“学科大类→专业方向→综合提升”专业课程体系。其中，学科大类板块设置基础和核心 2 类课程，以培养宽广知识面，让学生掌握海洋科学理论基础和核心知识；专业方向板块从第四学期开始，按海洋生物、海洋地质、物理海洋和海洋化学 4 个方向，进行“四选一”分流，让学生掌握扎实的专业知识；综合提升板块设置选修课、实践课和毕业论文 3 个模块，以推动学生更自主、个性化、综合性地学习，提高其专业素养。

相对于数学、物理学、化学、生物学、地质学等专业，海洋科学专业开办时间较短，教材积累相对欠缺，部分课程尚无正式教材，部分课程虽有教材但专业适用性不理想或知识内容较为陈旧。我们基于“243”课程体系，固化课程内容，建设海洋科学专业系列教材：一是引进、翻译和出版 *Descriptive Physical Oceanography: An Introduction*（6 ed）（《物理海洋学·第 6 版》）、*Chemical Oceanography*（4 ed）（《化学海洋学·第 4 版》）、*Biological Oceanography*（2 ed）（《生物海洋学·第 2 版》）、*Introduction to Satellite Oceanography*（《卫星海洋学》）等原版教材；二是编著、出版《海洋植物学》《海洋仪器分析》《海岸动力地貌学》《海洋地图与测量学》《海洋污染与毒理》《海洋气象学》《海洋观测技术》《海洋油气地质学》

等理论课教材；三是编著、出版《海洋沉积动力学实验》《海洋化学实验》《海洋动物学实验》《海洋生态学实验》《海洋微生物学实验》《海洋科学专业实习》《海洋科学综合实习》等实验教材或实习指导书，预计最终将出版40余部系列教材。

教材建设是高校的基础建设，对实现人才培养目标起着重要作用。在教育部、广东省和中山大学等教学质量工程项目的支持下，我们以教师为主体，及时地把本学科发展的新成果引入教材，并突出以学生为中心，使教学内容更具针对性和适用性。谨此对所有参与系列教材建设的教师和学生表示感谢。

系列教材建设是一项长期持续的过程，我们致力于突出前沿性、科学性和适用性，并强调内容的衔接，以形成完整知识体系。

因时间仓促，教材中难免有所不足和疏漏，敬请不吝指正。

《高等院校海洋科学专业规划教材》编审委员会

前　言

结晶学与矿物学是地质学重要的专业基础课，已成为晶体光学、光性矿物学、岩石学、矿床学、地球化学、矿物材料学、环境地质学等最重要的基础学科，甚至也是地层学、构造地质学、采矿、选矿、冶金学和其他相关学科的基础。结晶学与矿物学内容庞杂，学生既需要掌握基本理论知识，又需要在深入掌握理论知识的基础上，具有鉴别矿物的基本技能。结晶学部分是空间概念多、抽象思维强的课程，矿物学部分则是一门对种类繁多的矿物种进行分类、归纳、对比、分析的课程。因此，结晶学与矿物学的学习，需要有一个相对抽象的理论知识学习到非常具体的实践认识，然后再联系理论加深认识的这样一个学习过程。本实验教材以理论联系实际的原则，将重点的理论知识与具体的实验现象结合起来，有助于学生更好地掌握该课程的知识。

本实验教材根据多年的教学积累，同时参阅了大量的专业教材及最新研究成果等编写而成，分为结晶学及矿物学两大部分。结晶学部分在总结概括基础理论知识的基础上，突出了对学生实操和课堂分组讨论的要求，矿物学部分在总结重点理论知识的基础上，配以大量各种现象特征明显的矿物照片，以弥补实验室矿物种类少、数量有限及现象特征不太明显等不足。

本实验教材是在学习总结了许多前辈的经验知识的基础上完成的，主要由梁业恒讲师、徐莉副教授、付宇副教授总结编写。书中矿物图片资料大部分拍摄于中山大学地学中心矿物实验室、桂林理工大学矿物实验室、第四届中国（湖南郴州）国际矿物宝石博览会、广东省博物馆、陕西自然博物馆、桂林福云矿鑫地质博物馆、桂林邹耀耀矿物奇石标本有限公司。桂林理工大学的张良钜教授、雷威副教授、李东升老师，中山大学的张华老师、刘亚婷老师、芦阳博士、黎文浩同学等在图片的拍摄过程中给予了大量的帮助。中山大学孙晓明教授、深圳职业技术学院胡楚雁副教授、中山大学张恩副教授等不仅为本教材提供了很多珍贵的图片资料，还给本教

材提出了宝贵的意见及建议，在此一并表示诚挚的谢意！此外，还有一些图片来自互联网网站，如中国地质博物馆、中国地质大学逸夫博物馆、中国东海水晶博物馆、百度等网站，在此向原作者表示感谢。由于编者水平有限、经验不足，书中难免有错漏之处，敬请读者批评指正。

本书的出版得到中山大学校级课程教学团队建设项目“结晶学与矿物学课程教学团队（编号 42000－16330002，42000－18822505）”、“晶体光学实验课程教学改革（编号 42000－16310003）”及国家自然科学基金－青年基金（编号 41402059）的资助，特此表示感谢！

编著者

2019 年 2 月

目　录

实验一　空间格子与晶体的投影 …… 1
实验二　对称要素、对称型和晶带定律 …… 3
实验三　认识单形及单形符号 …… 6
实验四　认识聚形及聚形分析 …… 9
实验五　认识平行连生、双晶及双晶率 …… 11
实验六　空间格子、紧密堆积原理、晶体的结构 …… 14
实验七　矿物的形态 …… 17
实验八　矿物的物理性质 …… 23
实验九　自然元素矿物 …… 33
实验十　硫化物及其类似化合物矿物 …… 39
实验十一　氧化物和氢氧化物矿物 …… 49
实验十二　硅酸盐矿物之岛状硅酸盐矿物 …… 63
实验十三　硅酸盐矿物之环状硅酸盐矿物 …… 70
实验十四　硅酸盐矿物之链状硅酸盐矿物 …… 73
实验十五　硅酸盐矿物之层状硅酸盐矿物 …… 82
实验十六　硅酸盐矿物之架状硅酸盐矿物 …… 90
实验十七　碳酸盐和其他含氧盐矿物 …… 98
实验十八　卤化物矿物 …… 110
主要参考文献 …… 113

实验一　空间格子与晶体的投影

一、目的和要求

1. 理解晶体的性质，了解空间格子要素。
2. 理解面角恒等定律，了解晶体测量的方法。
3. 掌握吴氏网在晶体投影中的使用。

二、理论知识要点

1. 晶体与非晶体，空间格子

晶体是内部质点在三维空间呈周期性重复排列的固体，或者概括地说，晶体是具有格子状构造的固体。非晶体则是指结构无序或者近程有序而长程无序的固体物质，组成物质的分子（或原子、离子）不呈空间有规则周期性排列的固体。

晶体结构中物质环境和几何环境完全相同的点，称为等同点（或称相当点）。其中的每个点也只是一个纯粹的几何点，这种点称为结点。由结点在三维空间作周期性重复排列后形成的无限图形，即称之为空间格子。空间格子的特点：

（1）结点。空间格子中的结点代表晶体结构中的等同点。但就其本身而言，它们仅仅是标志等同点位置的一些抽象的几何点，本身并不等于实际的质点。

（2）行列。空间格子中由结点组成的直线，称为行列。显然，空间格子中任意两个结点就能决定一条行列。每一行列各自都有一个最小的结点重复周期，它等于行列上两个相邻结点间的距离，简称结点间距。在空间格子中，有无数不同方向的行列。

（3）面网。连接空间格子中分布在同一平面内的结点，即构成一个面网。显然，任意两个行列相交，就可决定出一个面网。在空间格子中，可有无数不同方向的面网。相互平行的面网，其单位面积内的结点数——面网密度相等。在相互平行的众多面网中，任意两个相邻面网的垂直距离——面网间距都相等，不平行的面网，其面网密度和面网间距一般都不相等。面网密度大的面网之间，其面网间距也大；反之，面网密度小的，其面网间距也小。

2. 面角恒等定律以及晶体测量的方法

成分和结构均相同的所有晶体，不论它们的形状和大小如何，一个晶体上的晶面夹角与另一些晶体上相对应的晶面夹角恒等。夹角恒等，当然面角也恒等。同种晶体间表现在面角上的这种关系，即称为面角恒等定律。

晶体测量又称测角法。根据测角的数据，进一步通过投影，可以绘制出晶体的理想形态图。在这一过程中还可以计算晶体常数、确定晶面符号。同时，还可以观察和研究晶面的细节（微形貌）。晶体测量是研究晶体形态的一种最重要的基本方法。为了便于投影和运算，一般所测的角度，不是晶面的夹角，而是晶面的法线间角（晶面夹角的补角），此角度称为面角。

晶体测量使用的仪器有接触测角仪和反射测角仪两类。接触测角仪的结构颇为简单，它包括两个部分：一部分为半圆仪，上面有分成180°的刻度；另一部分为直臂，固定于半圆仪的圆心，并可以自内旋转。测量晶体时，把半圆仪的底边和直臂与欲测的两个晶面靠紧，并使此二晶面所交的晶棱与测角仪的平面垂直，此时即可在半圆仪上读得该二晶面的面角数据。此种仪器使用很简便，但精度较差，且不适于测量小晶体。反射测角仪，根据晶面对光线反射的原理制成，可分为单圈反射测角仪与双圈反射测角仪两种。

3. 吴氏网

吴氏网是以包含某一经线大圆的平面作为投影面，赤道上距该经线为90°的点作为视点，进行极射赤平投影时，得到的极式极射赤平投影网。

三、主要内容

1. 通过选择相当点，将相当点连接成网，从而掌握晶体结构中的结点、行列、面网等概念。对石墨晶体结构中平行和垂直结构层的两种碳原子面，分别以 a，b，c 为基点，画出对应的相当点分布图，连接相当点为行列，连接行列为面网，比较不同基点作为相当点所组成的面网的异同。

2. 对晶体的晶面进行赤平投影。使用晶体模型，对各个晶面（水平、直立、倾斜三种类型）进行赤平投影：①在纸面上画出基圆；②将晶体模型按轴向规则摆放，对水平、直立、倾斜三种类型的晶面进行投影；③在纸面上画出每一个晶面的投影点，对于投影极点在投影球北半球的晶面以⊙标记，对于投影极点在投影球南半球的晶面以X标记。

实验二　对称要素、对称型和晶带定律

一、目的和要求

1. 理解晶体的对称操作、对称要素、对称定律。
2. 对称型的推导。
3. 掌握晶带定律。

二、理论知识要点

1. 晶体的对称

一切晶体都是对称的，晶体的对称有着它自己的特殊规律性。一般生物或其他物体的对称，只表现在外形上，而且它们的对称可以是无限制的。然而晶体的对称不仅表现在它的外部形态上，并且还表现在物理、化学性质上。晶体的外形和物理、化学性质上的对称是由其内部结构的对称性所决定的。正因为晶体的对称具有上述的一些特性，所以可利用它的对称特征来对晶体进行分类，并对晶体的形态和各项性质进行研究。

（1）对称操作与对称要素。在晶体的对称研究中，使晶体上的相等部分（晶面、晶棱和隅角）作有规律地重复所进行的操作，称为对称操作。在操作中所凭借的几何要素，称为对称要素。常用的对称要素包括对称面、对称中心、对称轴、旋转反伸轴。

（2）对称定律。在晶体中，可能出现的对称轴只能是一次轴、二次轴、三次轴、四次轴、六次轴，不可能存在五次轴及高于六次的对称轴。

2. 确定晶体全部对称要素的步骤

根据对称要素之间的组合定律，系统地确定晶体模型上的全部对称要素。具体步骤如下。

（1）根据观察晶体模型是否在三个相互垂直的方向上等长，且从此三个方向上看过去晶体是否具有相同的外貌，从而将晶体模型区分为三向等长和非三向等长两个大类。

对于非三向等长的晶体模型，按照以下步骤进行：

1）在晶体模型中选出一个与所有其他方向均不一样的特殊方向，比如模型上特别长或者特别短的方向，确定此方向上存在有几次对称轴 L^n。

2）检查有无平行（或包含）上一步骤所找出的对称轴 L^n 或者 L_i^n，（以下称它们

为主轴）的对称面 P 存在。假如找到一个，且主轴为 L^n 时，根据对称要素组合定理3，则必有 n 个平行于此主轴的对称面，且相邻两个对称面之间的夹角等于 L^n 的基转角的一半。当主轴为4次或者是6次的旋转反伸轴时，根据定理4，则必定有2个或3个与主轴平行的对称面同时并存，且它们间的夹角等于该旋转反伸轴的基转角。

3）检查是否有垂直主轴的 L^2 存在。假如找到一个 L^2，并且主轴为 L^n 时，根据定理1，则必定有 n 个共点的 L^2 同时垂直于主轴，且任两个相邻 L^2 间的夹角等于此 L^n 的基转角的一半。当主轴为4次或者是6次的旋转反伸轴时，根据定理4，则必定有2个或3个共点且与之垂直的 L^2 同时存在，它们间的夹角等于该旋转反伸轴的基转角。

4）确定模型是否存在对称中心（C）。如果晶体无对称中心时，应进一步检查特殊方向的 L^2 或 L^3 是否为4次或者是6次的旋转反伸轴。如果晶体有对称中心时，则晶体中垂直于每个偶次对称轴的平面必定为对称面；反之，垂直于每一个对称面的直线必定为偶次对称轴，且晶体的对称面数目等于偶次对称轴的数目之和。

对于三向等长的模型，按照如下的步骤进行：

1）确定是否存在对称中心。

2）假如晶体存在对称中心，则在相互垂直且等长的3个方向上，都必定有3个 L^4 或者3个 L^2 的存在，把它们确定下来。如果晶体不存在对称中心，则3个相互垂直且等长方向上的 L^2 为3个4次旋转反伸轴。

3）在与上述3个四次轴或3个 L^2 均成等角度相交的方向上必定有 L^3 的存在，将它们确定下来。

4）在其他的可能方向上再次检查，确定是否还有其他对称面或 L^2 存在。

（2）写出晶体模型的对称型及其所属的晶族。根据上述步骤确定晶体模型的全部对称要素后，按照书写规则，写出模型的对称型及所属晶族：

1）对称型分三部分，按照顺序依次书写：首先写对称轴（旋转反伸轴），其次写对称面，最后写对称中心。

2）如果一个晶体模型的对称轴（旋转反伸轴）存在多个时，则按照轴次由高到低的顺序书写；对于等轴晶系的晶体模型，4个三次对称轴必须写在对称型的第二位，三个互相垂直的四次对称轴（旋转反伸轴）或者三个互相垂直的二次对称轴必须写在对称型的第一位。

3）如果存在多于一个的对称面，在对称面符号前写上其系数（数量）。

4）对称中心写在最后一位。

3. 晶带定律

（1）晶带的概念。晶体上的晶面常常是成带分布的。因此，晶带就是指，晶面彼此相交的晶棱相互平行的一组晶面的组合。

（2）晶带定律。晶体上任一晶面至少同时属于两个晶带，而一个晶带至少必须包含两个互不平行的晶面。这一规律即称为晶带定律。对于这一定律，应从两个方面

来理解：①任意两个晶带的交点，必是晶体上的一个实际的或可能的晶面；②互不平行的两个晶面相交，其交线必定是一个实际的或可能的晶棱，它的指向必是晶带轴的方向。

三、主要内容

1. 根据“确定晶体全部对称要素的步骤”，观察标有方解石、石英以及黄铁矿的矿物模型，写出它们的对称型以及所属的晶族。

2. 对图 2－1 中的晶带 AA′BB′CC′DD′以及它们的极射赤平投影进行分析。

3. 分组讨论矿物模型（老师指定）的对称型图 2－2，并描述寻找所有对称要素的推导过程。

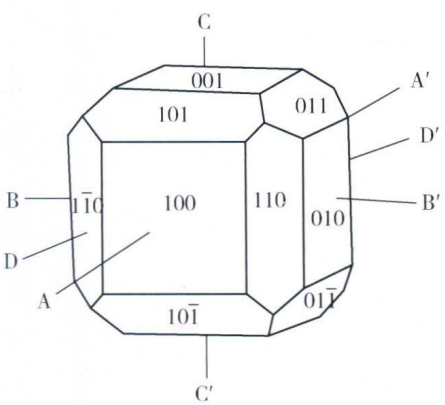


图 2－1

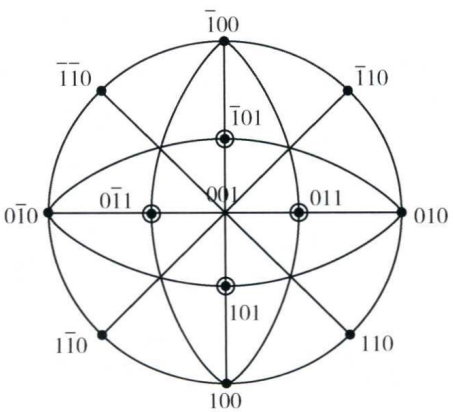


图 2－2

实验三　认识单形及单形符号

一、目的和要求

1. 理解单形的概念。
2. 理解单形的符号。
3. 掌握 47 种几何单形以及单形的分类。

二、理论知识要点

1. 单形的概念

单形是由对称型中全部对称要素联系起来的一组晶面的组合。也就是说，单形是在一个晶体上，通过对所有宏观对称要素进行相应的对称操作，能够使一组晶面相互重复，这组晶面即是一个单形。显然，这组晶面与相同对称要素（或晶轴）间的取向关系（平行、垂直或以某个角度相交）必然互相一致，且各晶面的其他性质如物理性质、晶面花纹及蚀象等也都彼此相同，理想情况下同一单形的所有晶面还应同形等大。

2. 单形符号

单形符号简称形号，是以简单的数字或字母表征单形中所有晶面空间取向的一种结晶学符号。单形符号是将单形中一个代表面的晶面指数用“｛｝”括起来获得的。由单形概念可知，同一单形的所有晶面与结晶轴的关系是相同的，因此，它们的晶面符号也具有共性。

以同一单形中任意一个晶面为原始面，都可将该单形的所有晶面推导出来，因此，任意晶面都具有该单形的代表性。但为了表述规范，规定代表面的选择原则是单形中正指数最多的晶面，也即选择极射赤平投影图上第一象限内的晶面。具体选择顺序为先前、次右、后上，其结果是晶面指数 $h \geqslant k \geqslant l$。

3. 47 种几何单形

如前所述，从结晶学意义上可推导出 146 种不同单形。但是，如果只考虑组成单形的晶面数目、各晶面间的几何关系以及单形单独存在时的形态等几何性质，那么，146 种结晶单形可以归结为几何性质不同的 47 种几何单形。中、低级晶族的单形可分如下 6 类：

（1）面类。包括单面、平行双面和双面。平行双面由一对互相平行的晶面组成。

双面由两个相交的晶面组成（若二晶面由二次轴 L^2 相联系时，称轴双面；若由对称面 P 相联系时，称反映双面）。

（2）柱类。包括斜方柱、三方柱、四方柱、六方柱、复三方柱、复四方柱和复六方柱。其中，复三方柱、复四方柱和复六方柱的晶面交角是隔角相等。

（3）单锥类。包括斜方单锥、三方单锥、四方单锥、六方单锥、复三方单锥、复四方单锥、复六方单锥。

（4）双锥类。包括斜方双锥、三方双锥、四方双锥、六方双锥、复三方双锥、复四方双锥、复六方双锥。要特别注意复三方、复四方和复六方的柱、锥类单形的横截面特点。

（5）面体类。包括斜方四面体、四方四面体、菱面体、复三方偏三角面体、复四方偏三角面体。这些单形的特点是：上部的面与下部的面错开分布，且上部（或下部）晶面恰好在下部（或上部）两晶面正中间，没有与 Z 轴垂直的对称面（没有水平对称面，这一点与双锥类不同），除斜方四面体外，其他都有包含高次轴的直立对称面。

（6）偏方面体类。包括三方偏方面体、四方偏方面体、六方偏方面体。偏方面体类与面体类单形都呈上下面错开分布，但偏方面体类单形上部晶面与下部晶面错开的角度左右不等，故不存在包含高次轴的直立对称面，也使之有左、右形之分。

高级晶族的单形分为如下 3 类：

（1）四面体类。包括四面体、三角三四面体、四角三四面体、五角三四面体和六四面体 5 个单形。

1）四面体，由 4 个等边三角形晶面所组成。

2）三角三四面体，由如四面体的每一个晶面突起分为 3 个等腰三角形晶面而成。

3）四角三四面体，由如四面体的每一个晶面突起分为 3 个四角形晶面而成。四角形的 4 个边两两相等。

4）五角三四面体，由如四面体的每一晶面突起分为 3 个偏五角形晶面而成。

5）六四面体，由如四面体的每一个晶面突起分为 6 个不等边三角形而成。

（2）八面体类。包括八面体、三角三八面体、四角三八面体、五角三八面体和六八面体 5 个单形。与四面体类的情况相似，八面体由 8 个等边三角形晶面所组成，晶面垂直于 L^3。设想八面体的每一个晶面突起平分为 3 个晶面，根据晶面的形状可分别形成三角三八面体、四角三八面体、五角三八面体。而设想八面体的一个晶面突起平分为 6 个不等边三角形则可以形成六八面体。

（3）立方体类。包括立方体、四六面体、五角十二面体、偏方复十二面体、菱形十二面体等 5 个单形。

1）立方体，由两两相互平行的 6 个正四边形晶面所组成，相邻晶面间均以直角相交。

2）四六面体，设想立方体的每个晶面突起平分为 4 个等腰三角形晶面，则这样

的 24 个晶面组成了四六面体。

3）五角十二面体，设想立方体每个晶面突起平分为 2 个具 4 个等边的五角形晶面，则这样的 12 个晶面组成五角十二面体。

4）偏方复十二面体，设想五角十二面体的每个晶面再突起平分为 2 个具 2 个等长邻边的偏四方形晶面，则这样的 24 个晶面组成偏方复十二面体。

5）菱形十二面体，由 12 个菱形晶面所组成。晶面两两平行。相邻晶面间的交角为 90°与 120°。

几何单形在各晶族晶系中的分布有明显的规律性：①双面和名称中带有“斜方”的单形仅在低级晶族中出现。②单面和平行双面既在低级晶族中出现，又可以在中级晶族各晶系中出现，但不能出现在高级晶族中。③名称中带有“四方”的单形，仅在四方晶系中出现。④在三方晶系中可以出现名称带有“六方”的单形，在六方晶系中可以出现名称带有“三方”的单形；有些单形仅限于三方或六方晶系，如菱面体仅出现在三方晶系中。⑤等轴晶系的单形仅在本晶系中出现。

4. 单形的分类

（1）特殊形和一般形。凡是单形晶面垂直或平行于某对称要素，或者与相同的对称要素以等角度相交，这种单形被称为特殊形；反之，若单形晶面既不与任何对称要素垂直或平行（等轴晶系中的一般形有时可平行于三次轴的情况除外），也不与相同的对称要素以等角度相交，这种单形称为一般形。

（2）左形和右形。形态类同，空间取向相反的两个单形即为晶体的左形和右形。左右形互为镜像，但不能借助于旋转或反伸操作使之重合。

（3）正形和负形。两个相同的单形若取向不同，但能借助于旋转操作使彼此重合，则两者互为正形和负形。

（4）开形和闭形。所有晶面可以封闭一定空间的单形称为闭形，反之称开形，各种双锥和等轴晶系的全部单形都是闭形，平行双面、各种柱均为开形。闭形和开形的划分只对几何单形有意义。

（5）定形和变形。晶面间角度恒定的单形称为定形，反之为变形。47 种几何单形中，单面、平行双面、三方柱、四方柱、六方柱、四面体、八面体、菱形十二面体和立方体等 9 种属于定形，其余皆为变形。

三、主要内容

1. 认识 47 种几何单形，包括每一种单形的外形、名称，能够根据单形模型或者单形的图片识别出其名称。

2. 掌握几何单形在各晶族晶系中的分布有明显的规律性，尝试利用极射赤平投影图对三方晶系的 $L^3$3P 和四方晶系的 $L^4$4P 两个对称型进行单形推导。

3. 认识三方偏方面体、四方偏方面体、六方偏方面体、五角三四面体以及五角三八面体的左形和右形，并掌握识别以上单形左右形的方法。