

中等专业学校試用教材

矿物岩石学

(修訂本)

謝巧蓀 編

只限学校內部使用



中国工业出版社

中等专业学校試用教材



矿物岩石学

(修訂本)

謝巧蓀 編

中国工业出版社

前 言

为了認真的貫徹执行党的教育方針，逐步地提高教学质量，編写出合乎要求的教材就成为一項很重要的政治任务。1959年根据地质部教育司的指示，由郑州地质学校[]、謝巧蓀二同志主編，并由謝巧蓀同志执笔，于1960年3月完成編写任务，同年9月由地质出版社出版。1961年4月，根据1961年地质部頒发的中等专业学校水文地质和工程地质专业教学計划（草案）及同年3月地质部召开編写地质院校专业教材會議的精神，由郑州地质学校[]、何云荣、张泰华、韓郁菁等同志对原书进行了修改。全书共分三篇，在“結晶学基础”一篇中主要修改了“晶体的基本性质及其与非晶质体的区别”一节；在“矿物学”一篇中主要增加了某些矿物在农业上的用途；在“岩石学”一篇中主要在前面增加了总的簡述，对鮑文反应系列、黃土、火山碎屑岩、混合岩等部分內容以及全书中的某些文字和图表做了修改和补充。本书于1961年9月出版。

1962年10月根据地质部对編审教材的要求，在本书重版前又进行了修改，主要是“矿物学”和“岩石学”两篇。在矿物学方面，“矿物学总論”一章中修改了“形成矿物的地质作用”一节中的部分內容，删去了“矿物鑑定方法簡介”一节中有关吹管分析的若干試驗內容，将其編入实习指导书中（实习指导书另編）；在“矿物各論”一章中，对“矿物的分类”一节做了修改，各論順序也因之变动，并增加了硼酸盐类及其它矿物共8种，以适应需要，同时在每类矿物描述前增加本类矿物总的特点的叙述。在岩石学方面，对“岩浆岩”一章中的鮑文反应系列、岩浆分异作用、岩浆岩的分类及“沉积岩”一章中的沉积岩的形成过程等都做了較大的修改和补充，并增加了粘土岩的內容，对化学岩及生

物化学岩类岩石的叙述顺序也有所变动；在“变质岩”一章中，主要修改了变质作用的种类和变质带的概念的部分内容。此外，对文字和图表也都做了修改或补充，并另增编名词索引以备查考。参加这次修改工作的有何云荣、韩郁菁二同志，并由[]同志负责全面审定。

本书以适用于水文地质和工程地质专业为主，地球物理勘探、钻探、坑探等专业可针对专业的具体要求，加以适当的取舍。

本书的编写和修改一直是在郑州地质学校党委的领导下进行的，并予以不断的关怀和支持，全书初稿写成后曾组织有关教师进行讨论，特致以衷心的感谢。

在编写和修改的过程中，我们虽做了很多努力，但由于缺乏经验、水平有限，加之编写时间短暂，不当之处，在所难免，因此，我们衷心地期待着读者的批评和指正。

1962年12月

目 录

緒論	1
第一节 矿物学岩石学的目的、内容和范围及与其他科学的关系	1
第二节 矿物学岩石学发展簡史	2
第三节 我国古代人民对矿物岩石的利用和貢獻	4
第四节 解放后我国矿物岩石学方面的巨大成就	6
第五节 矿物学、岩石学在国民經济中的意义	6

第一篇 結晶学基础

第一章 晶体的概念	9
第一节 晶体及其分布	9
第二节 晶体的内部构造	10
第三节 晶体的基本性质及其与非晶质体的区别	11
第四节 晶体在自然界或实驗室里的生长	12
第二章 晶体的面角不变定律、对称性和分类	17
第一节 面角不变定律	17
第二节 晶体的对称和分类	18
第三章 晶体的形态及物理性质	22
第一节 晶体的形态	22
第二节 晶体的几何形态表示法——晶面符号的概念	31
第三节 晶体的物理性质与其内部构造的关系	35

第二篇 矿物学

第一章 矿物学总論	40
第一节 矿物及其化学性质	40

第二节	矿物的物理性质	44
第三节	矿物的形态	51
第四节	形成矿物的地质作用	53
第五节	矿物的鑑定方法簡介	59
第二章	矿物各論	63
第一节	矿物的分类	63
第二节	第一大类 自然元素	65
第三节	第二大类 硫化物	67
第四节	第三大类 氧化物和氢氧化物	74
第五节	第四大类 卤化物	80
第六节	第五大类 含氧盐	81

第三篇 岩石学

第一章	岩浆岩	108
第一节	岩浆岩概論	108
第二节	岩浆岩的主要类型各論	122
第三节	岩浆岩的来源及其多样性的原因	137
第二章	沉积岩	138
第一节	沉积岩概論	138
第二节	沉积岩的主要类型各論	150
第三章	变质岩	170
第一节	变质岩概論	170
第二节	变质岩的主要类型各論	177
主要参考文献		184
名詞索引		185

緒 論

第一节 矿物学岩石学的目的、 内容和范围及与其他科学的关系

矿物和岩石均为組成地壳物质的基本单位，是地质作用的产物。

矿物学是以研究矿物为对象的一門科学，主要是研究矿物的化学成分、内部构造、形态、性质、成因、用途以及矿物間的相互关系、变化等等。

岩石学是以研究岩石为对象的一門科学，主要是研究岩石的化学組成、矿物成分及其組合特征、性质、用途、成因、变化及其形成的規律等等。

矿物岩石学象其他科学一样是在生产实践中形成和发展的。学习和研究矿物岩石学就是要正确地去闡明矿物岩石的特点及其形成的客观規律性，以便更好地去指导生产实践，其最終的目的則是为了不断地提高人民对物质和文化生活的日益增长的需要，这也是我們在学习任何其他科学时必须牢牢記住的。

矿物岩石学对水文地质、工程地质、物探、钻探及坑道掘进等工作的关系极为密切，不具备矿物岩石学的知識，就无法进行各种地质工作，或对其所做出的地质成果得不出正确的解释和推断。因此若想“多快好省”地順利完成各項地质勘探工作任务，就必需学习矿物岩石学。

矿物岩石学作为地质科学的基础課，与其他地质課程的关系也极密切，例如，与結晶学、矿床学、地球化学、古生物学、地史学、中国地质学等。还必须指出它与化学、物理学的关系（如图1）。前已提到，矿物岩石是各种地质作用的产物，这就是

說，矿物岩石是地壳中由于各种地质营力引起的物理—化学作用的结果，因此，可以想象到没有物理学和化学方面的知识，要学习好矿物岩石学是很困难的，没有近代物理学和化学的发展，矿物学、岩石学的发展是难以想象的。

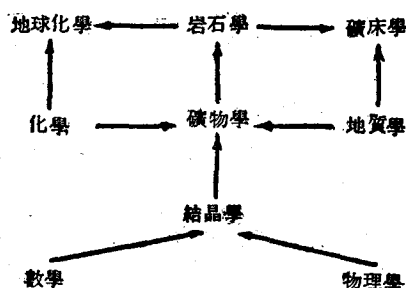


图1 矿物学、岩石学与其他科学的关系

最后，必須強調指出，很多事实告訴我們，科学只有在馬克思列宁主义思想指导下真正地为人類謀福利，为社会主义建設服务，才能有其广闊的发展前途，因此，一个真正热爱科学并立志攀登科学頂峰的人，都应

当努力学习馬克思列宁主义，学习毛泽东著作，使自己成为又紅又专的人。

綜上所述，我們必須全面地对待学习：認真地学好矿物岩石学，为今后学习其他地质課程作好准备；認真学好物理、化学以及其他有关課程，为学习矿物岩石学打下良好基础；更重要的是應該認真学好政治，掌握思想武器，以保証这一学习任务的胜利完成。

第二节 矿物学岩石学发展簡史

矿物学和岩石学象其他科学一样，經过了漫长的发展道路。根据考古学的研究，还在人类社会发展的最初阶段，石头就已經引起人們的注意。当时石头是作为劳动的工具，作为可靠的攻击和防禦的武器才被人們注意的。

考古学的研究还証明，原始人类在旧石器时代所知道的矿物不超过20种，岩石約10种，但在新石器时代所知的矿物已增加到40种了。

由于采矿事业的兴起，从事采矿事业的古代文化民族，除我国外还有巴比伦、埃及、希腊及其他地中海沿岸的民族。他們除

了利用自然元素（金、銅）外，并且已經知道和寻找富含銅、錫、鐵的矿石并收集各种顏色的石块。人类和金属的相識是人类历史从石器时代过渡到銅、青銅、鐵器时代的先决条件，只是当时沒有以文字把它們記載下来。

下面讓我們談談从有文字記載以来的矿物学、岩石学的发展簡史，先談矿物学的发展簡史。

最早用文字記載并将无机物分类的是希腊的亚里斯多德（公元前384—322）和他的学生提奧弗拉斯特（公元前371—286）。亚氏将与金属相似的矿物归于“似金属类”。提氏写了一篇“石头論”的文章，在这篇文章里他把矿物分成三类：1.金属、2.石头、3.土，并描述了十六种矿物，因此提氏的“石头論”被認為是矿物学的开端。

在以后一段很长的时期內（約近1000年），欧洲各国整个中世紀都陷于神权統治的黑暗时代，科学思想几乎停滯，因此，矿物学一直到中世紀末为止还仅处于萌芽时期，这时期只是在东方的某些国家里表現出了一些科学的进步，在矿物学方面應該提出的是十一世紀初期烏茲別克斯坦的一位杰出的自然科学家阿尔·比罗尼（972—1048），他曾著有“識別珠宝的綜合报导”一书。在該书中作者叙述了近40种矿物并首先应用比重、相对硬度等物理常数来描述和鑑定矿物的种类。因此，比罗尼的书，被認為給矿物科学奠定了基础。

約从15世紀后半期文艺复兴时代开始至18世紀末，矿物学才和其他自然科学一样逐漸地摆脱宗教的枷鎖进入了发展阶段。当时出版了很多矿物学著作，如“論矿物的起源”、“論自然矿产”（1546）、“論矿业”（1550）、“論地层”（1763）、“論硝石的誕生和本质”（1749）、“俄罗斯科学院矿物集成总目”（1745）等等。这些著作，不但在矿物分类上和描述上比前人詳細，并且已注意到結晶矿物的內部构造、矿物共生，以及矿物成因等問題，給矿物学大大地推进了一步。

18世紀末和以后，随着工业資本的发达，采矿事业的蓬勃开

展，使文化科学的各部門得到了迅速的发展，化学和物理学上的巨大成就，显著地推动着矿物岩石学的进步。在这当中，下列事件在推进矿物学的发展上有着最重要的意义：

1. 1858年偏光显微镜的使用；
2. 1868年門捷列夫化学元素周期律的发现；
3. 1895年伦琴射綫的发现。

上述化学、物理学的成就，显著地扩大了矿物学研究的范围和方法，光性矿物学、矿物化学、晶体化学、实验矿物学等犹如雨后春笋般地发展起来，并真正地奠定了现代矿物学的基础。

至于岩石学的发展历史是跟矿物学的发展密切相联的，并经历了相似的发展阶段。在18世紀末以前，科学家一般只凭肉眼来研究岩石，显然这大大地限制了岩石学研究的范围（尤其是一些結晶細微的岩石），并混淆了一些矿物和岩石的界限，例如一些結晶細微的岩石，在当时都被鑑定为矿物了。1828年尼科尔稜鏡的发明，对岩石学的发展提供了条件。事实上在1858年开始在显微镜下研究岩石薄片以后，岩石学的发展发生了一个巨大的转变，并奠定了现代岩石学的基础。以后由于研究方法的进一步改进和发明，如弗氏旋轉台法、差热分析法、电子显微镜法、伦琴射綫法、重液法等，在岩石研究中的应用，不論岩浆岩、沉积岩和变质岩，在各方面都已获得了更大的进展。

随着现代科学的飞跃进步，在进行社会主义建設事业中，工业、农业等方面对矿物原料的广泛需求，可以預料，矿物岩石学将会象其他科学一样首先在社会主义制度国家里得到更大的发展。

第三节 我国古代人民对矿物岩石的利用和贡献

我国是一个具有悠久文化历史的国家，我国古代人民对矿物岩石的利用是很早的。考古学家的材料証明，远在公元前2000年我国就已经知道采取陶土烧制陶器。至殷朝（公元前14世紀）已经有精制的銅器，說明了对銅矿石的認識和利用。在周末时，鉄

器已经开始利用，到汉代冶铁技术已经相当进步。汉代以后，对于各种金属以至煤、石油、石盐、石膏等記載逐漸多起来了。宋代著名詩人陆游在“老学菴筆記”一书中有“北方多石炭，南方多木炭”的記載。我們知道煤又称石炭。可見当时对我国煤产地已有相当的了解。

石油在东汉时已经被发现了，这是公元 25 年的事，当时叫“石漆”，說它是“燃之极明不可食”。古代人民对石油的性质已有初步的了解了。

大家知道，明朝杰出的人民药学家李时珍(1518—1593)，也是一位伟大的矿物学家。在他的不朽巨著“本草綱目”一书里，将药物用的矿物分为金、玉、石、卤四类，称为金石部，共描述了 161 种矿物。就矿物学观点来说，这是前所未有的的一本有关矿物的記載。尤須指出的，李氏在此书中不但說明了各种矿物的特征和产地，而且有时还进一步談到矿物的产状、共生关系和变化。李氏有关矿物方面的論述，可与当时欧洲的一些矿物学家的論著相比拟。李氏对科学事业非凡的毅力和热情，获得了祖国人民深深的敬爱并永远是我們学习的榜样。

除去对于矿物和岩石的利用外，在实地观察和理論方面有很多古人的論述也是值得指出的。唐朝的顏真卿、北宋的沈括、南宋的朱熹，他們对沉积岩和沉积岩中化石的成因都有杰出的精湛的論述，在此不作詳述。

綜上所述，我們可以看出，不仅在矿物和岩石的利用方面我国古代人民具有伟大的成就，就是在实地观察和理論方面也有很多伟大的貢獻。但是，作为我国近代矿物学岩石学的发展，那是近几十年以来的事；我国矿物学岩石学的发展是与我国地质科学的发展密切联系着的。在中华人民共和国成立以前，我国地质科学象其他科学一样由于社会制度的黑暗，殖民主义和帝国主义的侵略，其发展遭受很大的限制，虽然由于个别地质学家的努力，在古生物学、地层学、矿物学、岩石学、构造地质学等方面都曾取得一定的成績，但解放以前，我国的地质科学是被束縛的，沒

有得到应有的发展。

第四节 解放后我国矿物岩石学方面的巨大成就

我国人民革命的胜利，中华人民共和国的成立，为我国地质科学事业的发展开辟了无限美好的前景。我国人民在党和毛主席的英明领导下，由于社会主义建设的大发展，地质工作和地质科学犹如雨后春笋般地获得了飞跃的发展。解放以来，无论在区域地质调查，矿产的普查和勘探，水文地质和工程地质工作等实际调查和综合研究方面都获得了辉煌的成就。无疑地，这些成就大大地充实了我国矿物学岩石学的资料，并大大地推进了我国矿物学岩石学的发展。同时，在党和国家的重视与关怀下开展了矿物学、岩石学方面的一些专门的研究工作，并取得了一定的成绩。如矿物学方面，我们应用各种先进科学技术来鉴定和研究矿物并发现了不少稀有元素新矿物。在岩石学方面，我们开展了沉积岩石学的研究，开展了若干沉积矿床的沉积矿物、沉积岩相、沉积环境和成矿条件的综合研究；岩浆岩方面和变质岩方面也都进行了很多岩石学及与其有关的矿产的研究。对于花岗岩化作用和成矿作用的关系也做了一些研究。

总之，解放以来，矿物学岩石学方面获得了巨大的发展，也取得了相当的成就。在我国无比优越的社会主义制度以及党对科学文化事业的坚强领导下，祖国矿物学家、岩石学家的辛勤努力，我国的地质科学包括矿物学岩石学在内必将获更大的发展。

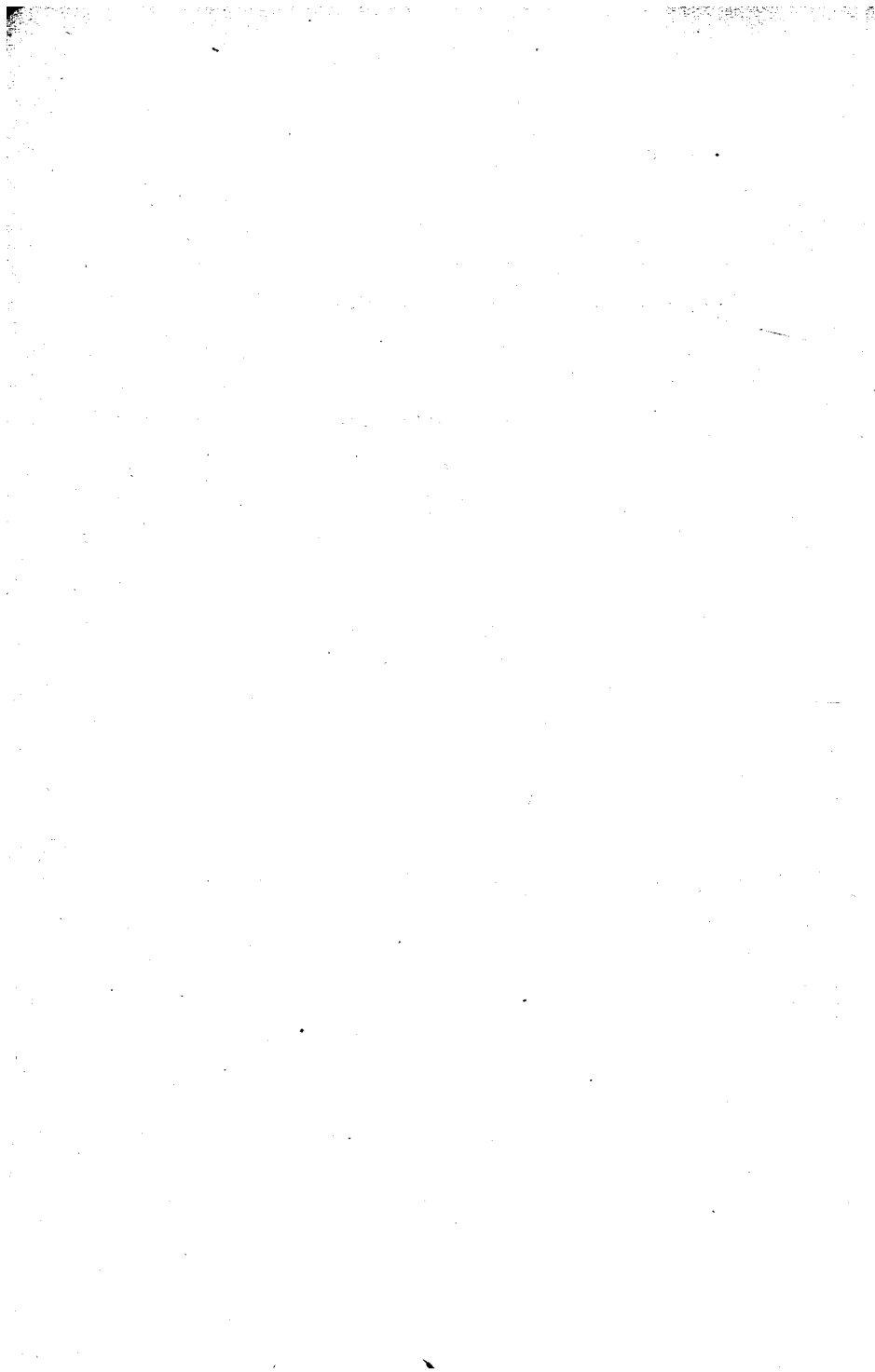
第五节 矿物学、岩石学在国民经济中的意义

作为全面研究地壳的组成物质——矿物和岩石——的矿物学、岩石学，在国民经济中的意义是与其他地质科学密切联系着的，并在其中发挥着巨大的作用。

首先是农业，农业是发展国民经济的基础，为了迅速发展农业，就必须使用大量的作为肥料和改良土壤用的各种矿物和岩

石，如鉀盐、磷灰石、硝石、菱鎂矿、石膏、白云岩和石灰岩等。在工业方面，作为发展工业所必需的矿物原料更占据了重要的地位，沒有足够的矿物原料的供給，发展工业是很难想象的。其他如建筑、医药、运输等部门也需要大量的矿物原料。在发展尖端科学如人造卫星、宇宙火箭、宇宙飞船等方面，沒有某些特殊的矿物原料是不可能的。总之矿物岩石对人类生活的巨大意义是非常明显的。

此外矿物岩石学对找矿勘探工作也有着重大的意义，发现新的矿床，确定找矿标志，并对矿物原料的选矿和技术加工等都必须提供矿物学岩石学方面的具体資料，才能得出正确的結論。



第一篇 結晶学基础

第一章 晶体的概念

第一节 晶体及其分布

結晶学是研究晶体的一門科学。因此，首先要搞清楚什么是晶体。应当指出，晶体的概念是随着科学的发展在改变着的。最早認為晶体就是“因冷而凝結成的东西”^①。后来，发现許多因冷而凝結成的自然产物都具有規則的几何外形，因此就把自然界中具有多面体外形的固体称做晶体。現在晶体的概念大大地扩大了，即凡是内部质点（原子、离子或分子）作有規律排列的固体都称之为晶体。非晶质体則与其相反，它的内部质点的排列是无規律的。

从以上概念出发，就会发现晶体（或称晶质体）的分布是极其广泛的，無論在自然界、實驗室或工厂里，在我們的日常生活里，晶体都是我們常常見到的东西。絕大部分的矿物和岩石是晶质体（这是我們經常打交道和最感兴趣的），砂粒、大部分土壤、雪花、冰块、金属、化学試剂（如碳酸鈉）和化学沉淀物（如碘化鉛）、葯房里的很多葯品（如小苏打）、常用的食盐（NaCl）和砂糖等也都是晶质体。經伦琴射綫研究証明，甚至煤烟、眼膜等都是由极細的晶体聚集而成的。以上事实，足以說明晶体分布的广泛性及結晶学的巨大的实际意义。

① “晶体”这个希腊字写作 $\chi\rho\upsilon\varsigma\tau\alpha\lambda\lambda\omicron\sigma$ ，意思是指“因冷而凝結的”，古希腊人即将冰称为 $\chi\rho\upsilon\varsigma\tau\alpha\lambda\lambda\omicron\sigma$ 。

第二节 晶体的内部构造

在晶体的概念中我們已經指出，凡是内部质点（原子、离子或分子）作有规律排列的固体都称之为晶体。所謂规律的排列是指在晶体内部，相同的质点在空間上作周期性的重复，这点已通过伦琴射綫对晶体的研究而得到証实。

图 2 表示石盐中质点（离子）作有规律排列的情形，从图中可以看出 Cl^- 或 Na^+ 在空間上作周期性的重复。这种用来表示晶体内部质点在空間上规律性分布的几何图形，在結晶学上称做空間格子。一切晶体都具有空間格子构造，空間格子的一般图形如图 3 所示。

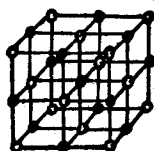


图 2 石盐的构造

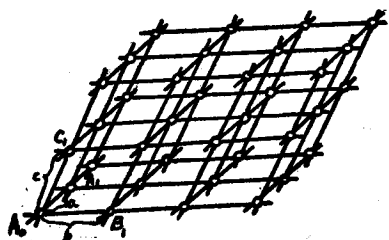


图 3 空間格子

⊙表示氯离子中心；●表示鈉离子中心

現介紹空間格子的基本概念及其要素如下：

一、空間格子是由无限多平行六面体构成的，因此空間格子是不封閉的，晶体則是空間格子的有限部分。

二、每个平行六面体（称为单位格子或晶胞）的頂点、面中心，体中心，分布有代表晶体内部质点的相当点，称为結点。任意二結点的連綫或其延長綫上結点的总和，称为晶列。二結点之間的距离則称列距，晶列上的列距或所有平行的晶列上的列距是相等的，不平行晶列間的列距則一般不等。結点排列較稠密的晶列，相当于实际晶体的晶稜。空間格子里任意三个結点构成的平面称为面网，亦即任意二晶列即构成一面网。密度最大的面网相

当于实际晶体的晶面。面网的密度是由单位面积内结点的数目来决定的（晶面、晶稜、晶頂称晶体三要素）。

介绍空间格子概念的意义在于：它形象化地说明了晶体内部的构造，同时还有助于了解晶体的很多性质。

第三节 晶体的基本性质及其与非晶质体的区别

所谓晶体的基本性质是指为晶体所共有并且是由晶体内部质点作有规则的排列所决定的性质，这些性质的被阐明，将有助于我们去识别晶质体和非晶质体。晶体的基本性质简述如下（注意与非晶质体的区别）：

一、自限性 能自发地形成几何多面体外形的性质，称为自限性。自限性是晶体物质所独有的。晶体的这一性质可用下述例子来说明：取一立方晶体的石盐，磨成圆球，置于过饱和的石盐溶液中，则石盐圆球能自发地形成原有的立方体形态。反之，如取一具有多面体形态的玻璃（这是非晶质体，其多面体形态是人工制成的）磨成圆球放置于过饱和的玻璃熔体中，则玻璃圆球不能恢复多面体形态。

二、均一性和异向性 因为晶体内部质点是作规则的排列，同一晶体的各个部分质点的分布是相同的，所以同一晶体的各个部分性质也是相同的，这就是晶体的均一性。例如同一晶体的各个部分的密度相等（对纯净的晶体而言）。

同一晶体相同方向上质点的排列是相同的，不同方向上质点的排列一般是不相同的，故一晶体在相同的方向上具有相同的性质，不同的方向上性质往往不同，此即称为晶体的异向性。例如蓝晶石（二硬石）不同方向上的硬度有显著的变化。对非晶体而言，因内部质点的排列杂乱无章，所以它不具有上述的均一性和异向性。

三、对称性 对称性是晶体的重要特征之一，也是晶体分类的一个基础，以后在晶体的对称一节中还要详细讨论，这里仅简