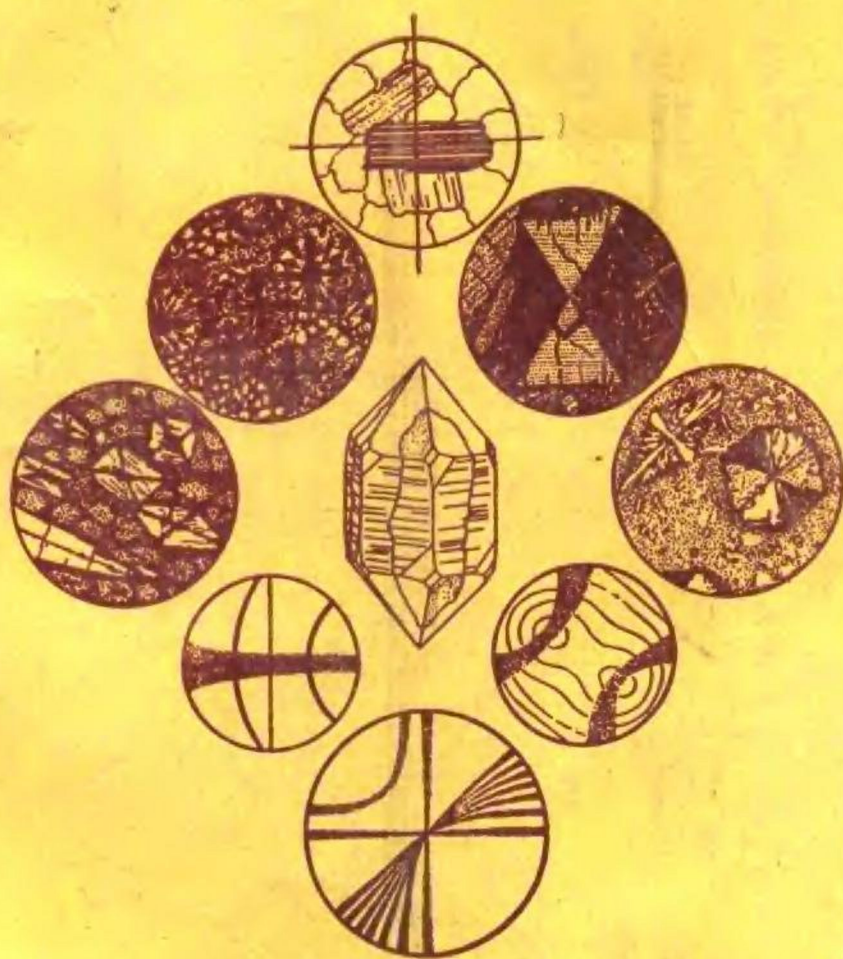


高等学校教学用书

造岩矿物学

刘孟慧



石油大学出版社

造岩矿物学

刘 孟 慧

石油大学出版社

内 容 提 要

本书及其体系是1989年获国家级优秀教学成果奖“加强基础，提高能力，改善沉积岩石学教学”的第一部份。其特点是将肉眼和镜下鉴定融为一体，成功地创立了造岩矿物学的新体系。全书分结晶学基础、晶体光学、造岩矿物通论及造岩矿物各论等四篇，其中插图386幅，大型系统鉴定表格7个。内容丰富，结构严谨，具有较高学术水平和使用价值。

本书适合高等院校地质专业学生使用，并可作为测井、油藏工程等专业的参考书，也可供岩矿鉴定人员参考使用。

造 岩 矿 物 学

刘 孟 慧

*

石油大学出版社出版

(山东省 东营市)

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂德州厂印刷

(山东省 德州市)

*

开本787×1092 1/16 18印张 2插页 460千字

1991年5月第1版 1991年5月第1次印刷

印数1—2000册

ISBN 7-5636-0161-9/P·07

定价(压膜): 4.80元

前 言

本教材是在1980年石油院校统编教材的基础上，又经两次修编的第三版《造岩矿物学》，可供石油地质专业教学应用，也可供类似专业及有关地质人员参考，总学时数约为120。第一版教材在我院自地79级开始使用，第二版教材于1986年印刷，至今在石油地质专业已连续使用了十一个年级，有关教师和学生对教材的质量和体系反映良好。

第一版的编写工作主要由刘孟慧承担，其中第一篇由郑树果老师执笔。后来两版的修编工作全部由刘孟慧承担。

本教材内容包括“结晶学基础”、“晶体光学”、“造岩矿物通论”和“造岩矿物各论”等四篇，总称“造岩矿物学”。

第一篇结晶学基础。简要介绍了晶体构造和晶体性质的概念，讲述了晶体的几何性质——对称、单形、聚形和晶面符号，并阐明了晶体化学的基本理论和晶体的物理性质。为矿物部份的学习提供了必要的基础知识。

第二篇晶体光学。系统地介绍了透明矿物薄片在偏光显微镜下的光学性质，着重讲明了晶体光学性质的鉴定方法和有关的基本理论。为镜下识别矿物和岩石打下了基础。

第三篇造岩矿物通论。对于矿物化学成份、形态及形成矿物的地质作用等作了阐述，并介绍了矿物的研究方法。

第四篇造岩矿物各论。在本教材中是按新的体系编排的，将过去石油地质专业教学大纲中的矿物学各论和光性矿物学合并为一个体系，将矿物的手标本特征与偏光显微镜下的光性特征结合起来描述。对于每一个矿物，除讲述其晶体构造、化学成份、晶体形态、一般物理性质和产状外，还引入了矿物的各项光性常数，描述了各种光性特征。在分类系统中，以光性分类为主，结合考虑了矿物的晶体化学类型。文中备有系统的矿物鉴定表，可供鉴定已知及未知矿物使用。书中结合石油地质专业的要求叙述了一百种矿物。

第三和第四篇是本教材独具特色的部份，它将肉眼鉴定矿物和镜下鉴定矿物融为一个体系，去掉了重复教学环节，节省了学时，提高了教学效率。石油大学《加强基础，提高能力，改善沉积岩石学教学》获1989年国家优秀教学成果奖，其中第一项成果就是充分肯定了这一教学体系——“成功地创立了《造岩矿物学》新体系”。鉴定书中指出，该教学体系突出了重点，创立了新的教学模式，明显地提高了学生的学习效率和岩矿鉴定能力，为学习和鉴定沉积岩打下了坚实基础。

第三版教材完稿后请赵澂林教授作了认真审查，并提出了宝贵意见，特此致谢。由于水平所限，书中如有不妥之处，不吝指正。

编 者

1990年 5 月

目 录

绪论	1
----	---

第一篇 结 晶 学 基 础

第一章 晶体及其基本性质	3
第一节 晶体的定义	3
第二节 晶体的空间格子	4
第三节 晶体的基本性质	6
第四节 晶体的形成	7
第二章 晶体的对称和晶体的分类	14
第一节 对称的概念和晶体的对称	14
第二节 晶体的对称要素和对称操作	15
第三节 对称型的概念	18
第四节 晶体的分类	18
第三章 晶体的理想形态	20
第一节 单形	20
第二节 聚形	25
第四章 晶体定向和晶面符号	27
第一节 晶体定向	27
第二节 晶面符号	29
第三节 单形符号	32
第五章 双晶	35
第一节 双晶的概念	35
第二节 双晶要素	36
第三节 双晶律和双晶类型	37
第四节 双晶的形成	42
第六章 晶体结构和晶体化学	43
第一节 布拉维十四种空间格子	43
第二节 原子半径和离子半径	46
第三节 等大球体的最紧密堆积	48
第四节 配位数和配位多面体	50
第五节 化学键和晶格类型	53
第六节 晶格能	55

第七节	类质同象	56
第八节	同质多象	59
第九节	晶体场效应	61
第七章	晶体的物理性质	65
第一节	晶体的光学性质	65
第二节	晶体的力学性质	68
第三节	晶体的其他物理性质	74

第二篇 晶体光学

第八章	晶体光学基础	77
第一节	自然光和偏光	77
第二节	光的折射和折射率	78
第三节	光的双折射和双折射率	79
第四节	光率体	81
第五节	光性方位	86
第九章	偏光显微镜	88
第一节	偏光显微镜的基本性能	88
第二节	偏光显微镜的组成	88
第三节	偏光显微镜的调节和使用	89
第四节	薄片磨制简介	92
第十章	单偏光镜下的晶体光学性质	93
第一节	晶体矿物形态的观察	93
第二节	解理及解理夹角的测定	94
第三节	颜色和多色性	95
第四节	矿物的边缘、贝克线、糙面及突起	96
第十一章	正交偏光镜下的晶体光学性质	102
第一节	消光现象及消光位	102
第二节	干涉色及程差公式	103
第三节	正交偏光镜间矿片的干涉现象	104
第四节	干涉色及干涉色色谱表	106
第五节	补色法则及常用的补色器	109
第六节	非均质体矿片光率体椭圆切面轴名的测定	111
第七节	消光类型及消光角的测定	112
第八节	晶体延性符号的测定	114
第十二章	锥光镜下的晶体光学性质	116
第一节	一轴晶主要类型干涉图	117
第二节	二轴晶主要类型干涉图	122
第十三章	透明矿物薄片的系统鉴定	128
第一节	透明矿物薄片系统观察的内容	128
第二节	鉴定未知矿物的一般程序	128

第三篇 造岩矿物通论

第十四章 矿物的化学成份	131
第一节 地壳的化学成份.....	131
第二节 元素的离子类型.....	133
第三节 矿物的化学成份类型.....	134
第四节 矿物的化学式.....	136
第十五章 矿物的形态	138
第一节 矿物单体的形态.....	138
第二节 矿物集合体的形态.....	140
第十六章 矿物的成因	142
第一节 矿物的成因类型.....	142
第二节 矿物的成因标志.....	146
第十七章 矿物的研究方法	149

第四篇 造岩矿物各论

矿物的分类	153
矿物鉴定表	156
表 I 透明矿物镜下鉴定检索表.....	156
表 II 透明矿物之折光率及重折率数值表.....	158
表 III 均质体矿物.....	161
表 IV 一轴晶矿物.....	163
表 V 二轴晶矿物.....	165
表 VI 常见之不透明矿物.....	174
表 VII 造岩矿物手标本鉴定表.....	177
均质体矿物	178
1. 蛋白石.....	178
2. 萤石.....	178
3. 方沸石.....	179
4. 火山玻璃.....	179
5. 白榴石.....	180
6. 钾盐.....	181
7. 石盐.....	181
8. 胶磷矿.....	182
9. 石榴石.....	182
10. 尖晶石.....	184
一轴晶矿物	185
11. 玉髓.....	185
12. 石英.....	185
13. 霞石.....	187

14. 磷灰石·····	187
15. 电气石·····	188
方解石族·····	189
16. 方解石·····	189
17. 白云石·····	191
18. 菱镁矿·····	191
19. 菱铁矿·····	192
20. 符山石·····	192
21. 锆石·····	192
22. 锡石·····	193
23. 锐钛矿·····	194
24. 金红石·····	195
二轴晶矿物·····	197
硅酸盐类·····	197
沸石族·····	200
25. 丝光沸石·····	201
26. 辉沸石·····	201
27. 片沸石·····	202
28. 浊沸石·····	203
29. 杆沸石·····	204
长石族·····	205
30. 正长石·····	207
31. 透长石·····	208
32. 微斜长石·····	209
33. 钾钠长石·····	210
34. 斜长石·····	211
粘土矿物族·····	215
35. 高岭石·····	216
36. 蒙脱石·····	217
37. 水云母·····	218
38. 海绿石·····	218
蛇纹石族·····	220
39. 叶蛇纹石·····	220
40. 纤维蛇纹石·····	220
绿泥石族·····	221
41. 叶绿泥石·····	221
42. 斜绿泥石·····	222
43. 蠕绿泥石·····	223
44. 鲕绿泥石·····	223
45. 鳞绿泥石·····	224

脆云母族·····	224
46. 硬绿泥石·····	224
滑石族·····	225
47. 滑石·····	225
云母族·····	226
48. 白云母·····	226
49. 金云母·····	227
50. 黑云母·····	228
角闪石族·····	229
51. 透闪石—阳起石·····	230
52. 普通角闪石·····	232
53. 蓝闪石·····	234
辉石族·····	234
54. 紫苏辉石·····	237
55. 透辉石·····	238
56. 普通辉石·····	239
57. 霓辉石·····	240
58. 霓石·····	241
似辉石矿物·····	242
59. 硅灰石·····	242
60. 堇青石·····	243
61. 黄玉·····	244
62. 红柱石·····	245
63. 硅线石·····	246
64. 蓝晶石·····	247
65. 十字石·····	248
橄榄石族·····	249
66. 橄榄石·····	250
67. 伊丁石·····	251
绿帘石族·····	252
68. 黝帘石·····	252
69. 绿帘石·····	253
70. 榍石·····	254
其它含氧盐矿物·····	255
71. 芒硝·····	255
72. 钙芒硝·····	255
73. 杂卤石·····	256
74. 石膏·····	256
75. 硬石膏·····	257
76. 天青石·····	258

77. 重晶石	259
78. 文石	260
79. 独居石	261
卤化物	261
80. 光卤石	261
氧化物	262
81. 三水铝石	262
82. 水铝石	262
83. 板钛矿	263
常见的不透明矿物及其它矿物	265
84. 自然金	265
85. 自然硫	265
86. 石墨	265
87. 金刚石	266
88. 方铅矿	267
89. 闪锌矿	268
90. 磁黄铁矿	268
91. 黄铜矿	268
92. 黄铁矿	269
93. 磁铁矿	270
94. 钛铁矿	270
95. 铬铁矿	271
96. 赤铁矿	271
97. 针铁矿	271
98. 纤铁矿	272
99. 碳质物	272
100. 沥青质碳氢化合物	272
主要参考文献	272
矿物英文索引	274

绪 论

矿物是地壳上各种地质作用形成的，在一定物理化学条件下相对稳定的自然物体。其中大多数是结晶质的单质和化合物，它们具有比较固定的化学组成和晶体结构，因而也表现一定的形态和物理、化学性质；而另有少数矿物为非晶质的液体（水、自然汞等）、气体（He，H₂S等）^①或胶体（蛋白石等）状态，它们也具有一定的成份和物理性质，但一般没有结晶质矿物那么固定。

矿物是自然界地质作用的产物，它的形成和存在要求一定的地球化学条件。当外界地质环境改变时，原来生成的矿物会不稳定，从而转变为新矿物。

矿物是地壳中岩石、矿石及粘土的组成单位。如石灰岩主要是由方解石组成的，花岗岩由长石、石英、黑云母等矿物组成，而云英岩的组成矿物是石英和白云母。因此，为认识岩石要从认识矿物开始。

从学科关系来讲，矿物学是地质学的一个分支，是岩石学的直接基础。对各类岩石进行成份鉴定及成因研究，都要应用矿物学知识。这门课程称“造岩矿物学”，其主要任务是针对组成岩石的造岩矿物。研究矿物的成份、结构、形态、性质、成因产状，以及矿物在岩石中的组合规律和变化历史。

来自宇宙其它天体的单质或化合物，如陨石矿物、月岩矿物等，可统称之为“宇宙矿物”。另外，在实验室条件下，用人工方法还可获得与自然矿物类似的物质，但由于它们不是自然产物，被称之为“人造矿物”。这些“矿物”都不是在地壳中形成的，因此也不属于本课程的研究范围。

矿物的种类很多，现在已知的约有三千余种，而且每年都有新种发现。但在三千多种矿物中比较常见的组成岩石的造岩矿物不过百余种。在造岩矿物中有些是主要的，它们的存在及含量决定着岩石的类型及性质，这类主要造岩矿物总共有二、三十种。其它造岩矿物在岩石中含量较少，如岩浆岩中的副矿物、典型的变质矿物、典型的沉积自生矿物以及一些重要的金属矿物，但它们在岩石的成因研究中却起着重要的作用。根据石油地质专业及石油沉积地质学专业的需要，本教材将描述和讨论一百余种造岩矿物，供学习和鉴定中应用，也供有关研究人员参考。

自然界产出的矿物，绝大多数是晶体。因此，学习矿物学必须具备结晶学的基本知识，掌握晶体的固有特性、晶体的外部几何形态和内部质点排列的规律。这是本书第一篇结晶学基础讲述的内容。自19世纪中叶，偏光显微镜应用于矿物的鉴定和研究，这对于矿物学的发展起了重大的推动作用。从那时起偏光显微镜就成了矿物研究鉴定中必不可少的工具。本书的第二篇晶体光学，专门介绍了在偏光显微镜下识别透明矿物所必备的晶体光学理论和方法。第三篇造岩矿物总论和第四篇造岩矿物各论，是在学习了结晶学和晶体光学的基础上安排的。四篇内容相辅相成，构成了一个整体。通过学习，学生应熟练掌握主要造岩矿物，对于不太常见的造岩矿物亦能借助于书中的鉴定表作出分析和鉴定。

^① 对于液态和气态的自然物质，目前多数人不把它们包括在矿物范围内。

第一篇 结晶学基础

第一章 晶体及其基本性质

第一节 晶体的定义

自然界产出的矿物，绝大多数是晶体。为此，学习矿物学必须从结晶学入手，要认识矿物的性质首先要掌握晶体的有关知识。

在古代，人们把水晶称作晶体，因为它常天然地表现几何多面体形态。后来认识推广了，人们把凡具几何多面体外形的固体都称为晶体。但这种认识仍然是表面化的、不完善的。进一步对晶体的更深入、更扩大的认识，是随着生产及科学技术的发展而增进的。

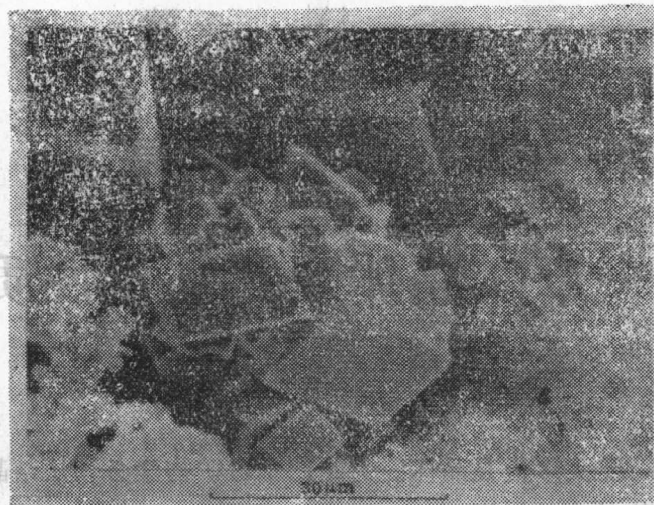
晶体有大有小。大的晶体可重达数百公斤，甚至数吨。如苏联乌拉尔地区有一个采石场，就坐落在一个天河石晶体上。但大多数晶体都比较细小，如许多岩石中的矿物晶体要用显微镜才能分辨，而土壤和粘土中的晶体有的要用电子显微镜放大几千倍甚至上万倍才能看到(图1-1)。

晶体的分布十分广泛。除绝大多数矿物和组成地壳的各类岩石几乎全部由晶体组成外，我们食用的盐、砂糖，各种固体药品和化学试剂，以及各种钢材等金属材料也都是晶体。

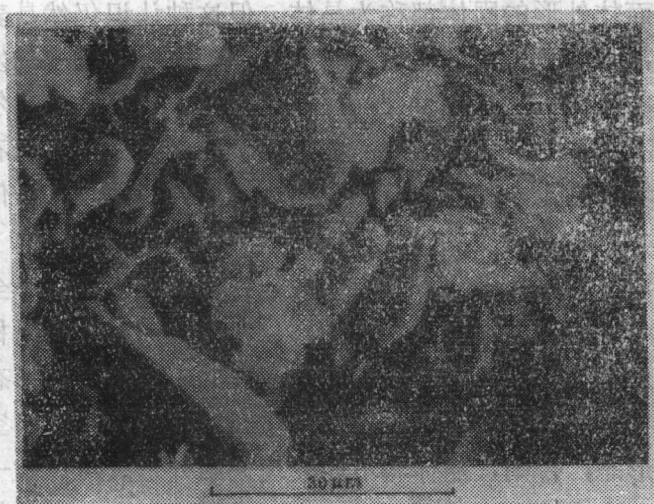
矿物晶体可以具多面体形态，但是大多数矿物晶体并不具多面体形态。晶体有无规则的几何多面体外形，决定于其生长时的环境。在晶体生长过程中，只有当空间上不受阻碍时，它才能长成规则多面体形态；否则，晶体将不能表现规则外形。可以做一个实验，取一粒任意形态的石盐颗粒，悬在NaCl的过饱和溶液中，由于自由空间充分，盐粒必然长成立方体的形态。由此可见，多面体形态并不体现晶体的实质，也不是识别晶体的必要条件。实际上，晶体的规则形态只是晶体内部本质因素的一种外部反映。

现在来分析晶体的本质。晶体的本质在于它具有规则的内部构造。任何一种晶体，其组成质点(原子、离子、络离子或分子)在三度空间内都是按固定的距离作周期性的重复排列，从而构成格子状内部构造。现以氯化铯(CsCl)的晶体结构为例。图1-2.a中双圈与黑点分别代表 Cl^- 离子和 Cs^+ 离子中心点的位置。可以看出，氯离子和铯离子在晶体结构的任何方向上都是按一定的间距重复出现的，因而组成了格子状图形。在其它的晶体内部，质点也都按一定规律作周期性排列。晶体内由组成质点周期性地重复排列所构成的格子称结晶格子，单位结晶格子称晶胞。

格子状构造为晶体所共有，并且已为X-射线所证实。晶体的外形和物理性质都是其格子构造的外部反映。由此，可以给出晶体的定义：晶体是具有格子构造的固体。



a. U47-71 2988



b. R403

图1-1 扫描电镜下的晶体照片 800×

- a. 菱面体状白云石和立方体状方沸石晶体 (东濮凹陷);
b. 柱状石英和片状绿泥石晶体 (二连盆地)

第二节 晶体的空间格子

一、空间格子

一切晶体都具有格子构造,空间格子就是从晶体构造中抽象出来的,用以表示格子构造规律的几何图形。

仍以氯化铯为例。从氯化铯的结晶格子(图1-2.a)中先选任一中心点作为原始点,再找出与该原始点在性质、环境、方位上完全相同的点,这类彼此完全相当的几何点称相当点。如以任一 Cl^- 的中心点为原始点,该点周围有8个 Cs^+ 与之相邻。结晶格子中其余每一个 Cl^- 中心点的周围同样也有8个 Cs^+ ,而且在环境上与原始点完全相同。即所有 Cl^- 中心点的性质、环境和方位都相同,故它们属同一类相当点。将这些点从结晶格子中抽象出来,则构成图1-2.b所示图形。如果原始点选在某一 Cs^+ 的中心点上,结果会完全一样,与该 Cs^+ 原始点相

当的几何点在空间会构成同样的图形。由此可见，氯化铯结晶格子中相当点的排列方式可以用图1-2.b来概括。

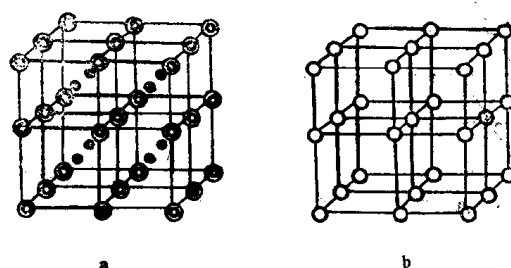


图1-2 氯化铯的晶体结构 (a) 和空间格子 (b)

相当点又称结点，结点在空间排列构成的空间格子状图形称为空间格子。按照上述方法，可以对所有的晶体构造进行分析，抽象出其空间格子来。但不同的晶体其空间格子的具体形式可以不同。图1-3所示为空间格子的一般形式。

二、空间格子的组成要素

1. 结点——组成空间格子的点都是结点，它代表晶体构造中相当的点。因此它只是一个纯粹的几何点，没有任何物理、化学上的意义。即它并不表明具体质点的种类和大小。

2. 行列——由结点组成的直线称为行列(图1-4)。在一个空间格子中，任意两个结点都

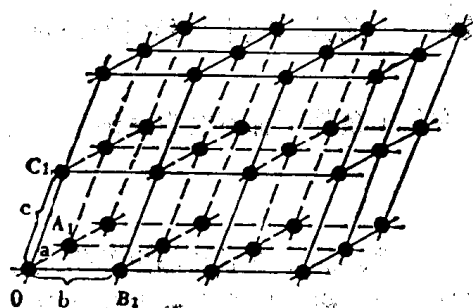


图1-3 一般形式的空间格子

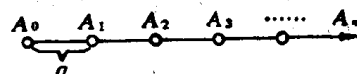


图1-4 行列

能决定一个行列，所以行列是无限多的。在行列中相邻两结点之间的距离称为结点间距。平行的行列中结点间距相等，而不平行的行列中结点间距一般不等。

3. 面网——由结点组成的平面称为面网(图1-5)。面网中单位面积内结点的数目称为面网密度。在一个空间格子中，任意三个不在同一行列上的结点就能决定一个面网，因此面网是无限多的。在平行的面网中，其面网密度相等；但在不平行的面网中，其面网密度一般都不相等。

4. 平行六面体(单位空间格子)——由三条不共面的行列就可以决定一个空间格子。在空间格子中，平行六面体是其最小单位。平行六面体是由六个两两平行而且相等的面构成(见图1-6)。整个空间格子可以看成是由平行六面体在三度空间平行而又毫无间隙地叠累而成，结点就分布在平行六面体的角顶上。

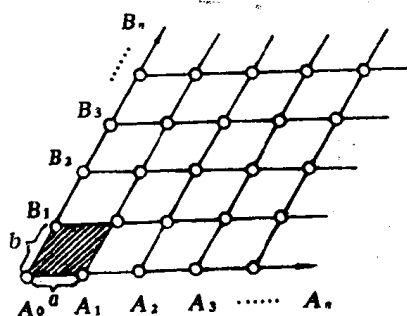


图1-5 面网

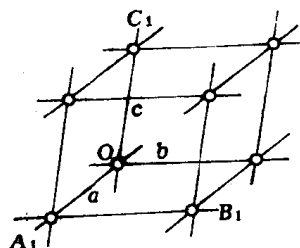


图1-6 平行六面体

第三节 晶体的基本性质

晶体的本质是具有格子构造，由格子构造所决定的性质即晶体的基本性质。这些性质为所有晶体所共有；而非晶体因不具格子构造，也就不可能具备这些性质。

一、自限性

在晶体生长过程中，如果环境适宜，有足够的自由空间，晶体能够自发地形成规则的几何多面体形态，这种性质称为自限性。晶体的多面体形态是其格子构造在外形上的反映，是受其格子构造控制的。

晶面相当于晶体构造中最外面的一层面网，晶棱相当于晶体构造中最外面的行列。由晶棱会聚成的角顶则与格子构造中的结点相适应。

在非晶质体内部质点的分布是不规则的，因此它在任何条件下都不会自发地形成规则的几何多面体外形。

二、均一性和异向性

同一晶体的各个不同部份性质相同，称为晶体的均一性。晶体中不同部份的物理性质、化学性质相同，是由于晶体内部质点作规则排列，而且在同一格子构造中质点的分布及排列情况在各个部份都是一样的。

晶体的异向性是指在同一晶体的不同方向上性质不同。例如蓝晶石(又称二硬石)其不同方向上表现不同的硬度，如图1-7所示。又如云母、方解石、长石等矿物在受力后都是在一定方向上产生解理，即在解理性上具有明显地异向性。异向性也是晶体具有格子构造这一内在特点的外部反映，这是由同一格子构造的不同方向上质点排列状况的差异造成的。

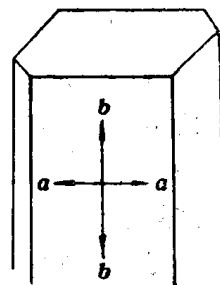


图1-7 蓝晶石的硬度异向性

a—a方向的硬度大于b—b方向

晶体的均一性和异向性并不矛盾，它们共同表现在晶体上。均一性指的是同一晶体的不同部份，而且是指相同方向上性质相同；异向性则是指同一晶体的不同方向而言。

非晶体也具有均一性，例如玻璃、琥珀及各种胶体矿物，它们的不同部份的导热性、折光率都是相同的。但非晶质体的均一性属宏观统计的均一性，与晶体的结晶均一性有质的差别。

三、对称性