

高等学校试用教材

# 结晶学与矿物学

南京大学地质学系岩矿教研室 编著

结晶学与矿物学

F 57

N 17

# 结晶学与矿物学

南京大学地质学系岩矿教研室编著

\*

国家地质总局教育组教材室编辑

地质出版社出版

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

\*

1978年7月北京第一版·1978年7月北京第一次印刷

统一书号：15038·新286·定价4.60元



# 前 言

根据国家地质总局 1977 年 9 月地质学教材会议上分配的任务，由我系承担编写供高等院校矿物岩石学专业和地球化学专业使用的《结晶学与矿物学》教材。

为了能够适应全国教育事业迅速发展的需要，及时完成本教材的编写任务，在学校各级党组织的关怀和领导下，由我教研室陈武、罗谷风、汪正然、季寿元、林承毅等同志组成编写小组，分工负责编写。绪言、第十一、十四、十五章及附表五由陈武同志执笔，第一至第十章及附录、附表一、附表二、附表四由罗谷风同志执笔，第十二章由林承毅同志执笔，第十三、十六至二十三、二十五各章由汪正然同志执笔，第二十四章由季寿元同志执笔，附表三由林承毅、季寿元、汪正然、陈武同志共同执笔。其中各论部分最后由陈武同志作了全面的整理和修改。插图除引用的以外，主要由罗谷风同志、部分由林承毅同志绘制，由我系绘图室蒋志超、高秀英同志清绘；徐富林同志拍摄了矿物标本照片。在教材的整个编写过程，特别是最后定稿过程中，教研室的其他许多同志都协助做了大量的工作。

本教材的编写提纲曾寄请各有关兄弟院校和科研单位征求意见，他们提供了许多宝贵意见；本书总论部分的初稿完成后，承华东地质研究所黄懿同志、南京地质学校刘贤儒同志系统地详为审阅，同时，我系孙鼎、刘英俊、郑素娟、任启江、张富生等同志也分工重点审阅了各别章节，提出了宝贵的修改意见；此外，上海辞书出版社惠予借用单形的底图（由该社徐锦华同志绘制）；对以上诸兄弟单位和个人，我们在此谨表示衷心的感谢。

本教材的内容是按地质学教材会议上规定的 200 学时安排的。但因目前尚无统一的教学大纲，加以全书系由几个同志分别编写的，而时间又十分仓促，因而各章内容的取舍、详略不一，份量不尽平。有些章节段落，可作参考之用，但不一定都要进行讲授。在使用本教材时，可根据具体情况加以减缩。

本书得以在短短的一百天时间内完成编写工作，这是由于粉碎了“四人帮”以后，在当前大好形势的鼓舞下，和校、系各级组织的具体领导和关怀下，通过编写小组同志的努力，以及全教研室同志的支持和协助所取得的成果。根据审稿提出的意见，对初稿曾进行了修改和补充。但由于编者的水平有限，交稿期限又十分紧迫，各论部分甚至来不及请更多同志审阅，因此书中错误和不当之处在所难免。我们热诚地希望读者对本书提出宝贵意见，以便今后修订时改正。

南京大学地质学系矿物岩石学教研室

一九七八年二月

# 目 录

## 前 言

## 总 论

|                    |    |
|--------------------|----|
| 绪 言                | 1  |
| 第一章 晶体和非晶质体的概念     | 5  |
| 第一节 晶体的概念          | 5  |
| 第二节 晶体的空间格子规律      | 6  |
| 第三节 晶体的基本性质        | 10 |
| 第四节 非晶质体           | 12 |
| 一、非晶质体的概念          | 12 |
| 二、非晶质体与晶体间的转化      | 12 |
| 第五节 胶体矿物内部结构的状态    | 13 |
| 第二章 晶体生长的基本规律      | 14 |
| 第一节 结晶作用的方式        | 14 |
| 第二节 晶体的发生与成长过程     | 15 |
| 一、晶体的发生            | 15 |
| 二、晶体的理想成长过程        | 15 |
| 三、晶体的阶梯状生长和螺旋生长    | 17 |
| 第三节 布拉维法则和几何淘汰律    | 18 |
| 一、晶面生长速度           | 18 |
| 二、布拉维法则            | 19 |
| 三、生长锥              | 20 |
| 四、几何淘汰律            | 21 |
| 第四节 面角守恒定律         | 21 |
| 第三章 晶体的宏观对称        | 23 |
| 第一节 对称的概念和晶体的对称性   | 23 |
| 一、对称的概念            | 23 |
| 二、晶体的对称性           | 24 |
| 第二节 晶体的宏观对称要素      | 24 |
| 一、对称变换和对称要素的概念     | 24 |
| 二、晶体的宏观对称要素        | 25 |
| 第三节 对称要素的组合及对称型    | 32 |
| 一、对称型和晶类的概念        | 32 |
| 二、对称要素的组合          | 33 |
| 三、三十二种对称型的导出       | 37 |
| 第四节 晶体的对称分类和对称型的类型 | 39 |
| 一、晶族和晶系的划分         | 39 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 二、对称型的类型 .....           | 39  |
| 三、对称型的实际意义及其分布 .....     | 41  |
| 第四章 晶体定向和结晶符号 .....      | 43  |
| 第一节 结晶轴和晶体几何常数 .....     | 43  |
| 第二节 晶体的三轴定向 .....        | 44  |
| 第三节 三轴定向的晶面符号 .....      | 49  |
| 一、米氏符号的构成与晶面指数的确定 .....  | 49  |
| 二、晶面指数与晶面相对方位间的关系 .....  | 52  |
| 第四节 晶体的四轴定向及其晶面符号 .....  | 53  |
| 一、六方和三方晶系的四轴定向 .....     | 53  |
| 二、四轴定向时的晶面符号 .....       | 54  |
| 第五节 整数定律 .....           | 56  |
| 第六节 晶棱符号 .....           | 57  |
| 一、三轴定向时的晶棱符号 .....       | 57  |
| 二、四轴定向时的晶棱符号 .....       | 58  |
| 第七节 晶带和晶带定律 .....        | 59  |
| 一、晶带和晶带轴 .....           | 59  |
| 二、晶带定律及其应用 .....         | 60  |
| 第五章 晶体的理想形状和实际形态 .....   | 65  |
| 第一节 单形的概念和单形符号 .....     | 65  |
| 第二节 146 种单形的导出 .....     | 67  |
| 第三节 几何上不同的 47 种单形 .....  | 73  |
| 一、47 种单形的几何特征 .....      | 73  |
| 二、相似单形的区分 .....          | 80  |
| 第四节 单形类型 .....           | 81  |
| 一、特殊形与一般形 .....          | 81  |
| 二、左形与右形 .....            | 82  |
| 三、正形与负形 .....            | 83  |
| 四、闭形与开形 .....            | 85  |
| 第五节 聚形 .....             | 85  |
| 第六节 晶体习性 .....           | 87  |
| 第七节 实际晶体的形态和晶面花纹 .....   | 89  |
| 第六章 晶体的连生及矿物集合体的形态 ..... | 95  |
| 第一节 平行连晶 .....           | 95  |
| 第二节 双晶的概念和双晶要素 .....     | 96  |
| 一、双晶的概念 .....            | 96  |
| 二、双晶要素和双晶接合面 .....       | 97  |
| 第三节 双晶律和双晶类型 .....       | 99  |
| 一、双晶律的概念 .....           | 99  |
| 二、双晶类型 .....             | 100 |
| 第四节 双晶的成因 .....          | 102 |
| 第五节 双晶的分布和矿物中常见的双晶 ..... | 105 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第六节 双晶的识别及其意义 .....     | 114 |
| 一、双晶的识别 .....           | 114 |
| 二、双晶的实际意义 .....         | 116 |
| 第七节 晶体的定向附生 .....       | 116 |
| 一、定向附生的概念 .....         | 116 |
| 二、定向附生的成因和意义 .....      | 118 |
| 第八节 矿物集合体的形态 .....      | 118 |
| 第七章 晶体结构的几何特征 .....     | 123 |
| 第一节 空间格子的划分和平移群 .....   | 123 |
| 一、单位平行六面体的划分 .....      | 123 |
| 二、14种布拉维格子和平移群 .....    | 127 |
| 第二节 晶胞 .....            | 132 |
| 第三节 晶体的微观对称要素 .....     | 133 |
| 第四节 空间群 .....           | 137 |
| 一、空间群的概念及其与对称型的关系 ..... | 137 |
| 二、对称型及空间群国际符号的构成 .....  | 140 |
| 三、推导空间群的一例 .....        | 142 |
| 第五节 等效点系和等效位置 .....     | 143 |
| 第六节 有色对称的概念 .....       | 145 |
| 第八章 晶体化学 .....          | 147 |
| 第一节 离子类型 .....          | 147 |
| 第二节 原子半径和离子半径 .....     | 148 |
| 第三节 离子极化 .....          | 152 |
| 第四节 球体紧密堆积原理 .....      | 154 |
| 一、等大球体的最紧密堆积及其空隙 .....  | 154 |
| 二、不等大球体的紧密堆积 .....      | 156 |
| 第五节 配位数和配位多面体 .....     | 156 |
| 一、配位数 .....             | 156 |
| 二、配位多面体 .....           | 158 |
| 第六节 键和晶格类型 .....        | 159 |
| 一、键的类型 .....            | 159 |
| 二、晶格类型 .....            | 162 |
| 第七节 晶体场理论和配位场理论 .....   | 163 |
| 一、晶体场理论的基本概念 .....      | 163 |
| 二、 $d$ 轨道的晶体场分裂 .....   | 164 |
| 三、晶体场稳定能 .....          | 166 |
| 四、八面体位置优先能 .....        | 168 |
| 五、畸变效应 .....            | 168 |
| 六、过渡金属离子的有效半径 .....     | 169 |
| 七、尖晶石的晶体化学 .....        | 171 |
| 八、配位场理论的概念 .....        | 171 |
| 第八节 类质同象和固溶体 .....      | 172 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 一、类质同象的概念 .....              | 172 |
| 二、固溶体的概念 .....               | 173 |
| 三、类质同象的类型 .....              | 173 |
| 四、影响类质同象的因素 .....            | 174 |
| 五、类质同象的意义 .....              | 177 |
| 第九节 同质多象 .....               | 178 |
| 一、同质多象的概念 .....              | 178 |
| 二、同质多象转变 .....               | 180 |
| 三、同质多象的意义 .....              | 181 |
| 第十节 多型性 .....                | 181 |
| 一、多型的概念 .....                | 181 |
| 二、多型的成因和意义 .....             | 184 |
| 第十一节 有序-无序 .....             | 184 |
| 一、有序-无序的概念和类型 .....          | 184 |
| 二、有序-无序的转化和意义 .....          | 187 |
| 第十二节 典型结构及其分析 .....          | 188 |
| 第九章 矿物的化学组成 .....            | 190 |
| 第一节 矿物的化学成分 .....            | 190 |
| 第二节 矿物中的同位素及放射性矿物 .....      | 191 |
| 第三节 胶体矿物化学组成的特点 .....        | 192 |
| 第四节 水在矿物中的存在形式 .....         | 193 |
| 第五节 矿物的化学式及其计算 .....         | 195 |
| 第十章 矿物的物理性质 .....            | 199 |
| 第一节 矿物的比重 .....              | 199 |
| 第二节 矿物的透明度和光泽 .....          | 201 |
| 一、矿物的透明度 .....               | 201 |
| 二、矿物的光泽 .....                | 201 |
| 第三节 矿物的颜色、条痕和发光性 .....       | 203 |
| 一、矿物的颜色 .....                | 203 |
| 二、矿物的条痕 .....                | 206 |
| 三、矿物的透明度、光泽、颜色及条痕的相互关系 ..... | 206 |
| 四、矿物的发光性 .....               | 207 |
| 第四节 矿物的压电性和热电性 .....         | 208 |
| 一、矿物的压电性 .....               | 208 |
| 二、矿物的热电性 .....               | 209 |
| 第五节 矿物的磁性 .....              | 209 |
| 第六节 矿物的硬度 .....              | 213 |
| 第七节 矿物的解理、裂理和断口 .....        | 216 |
| 一、矿物的解理 .....                | 216 |
| 二、矿物的裂理 .....                | 217 |
| 三、矿物的断口 .....                | 218 |
| 第八节 矿物的弹性、挠性及延展性 .....       | 218 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 一、矿物的弹性和挠性 .....        | 218 |
| 二、矿物的延展性 .....          | 219 |
| 第九节 不同晶格类型的物理性质特点 ..... | 220 |
| 第十一章 矿物的形成和变化 .....     | 222 |
| 第一节 化学元素在地壳中的分布 .....   | 222 |
| 第二节 形成矿物的地质作用 .....     | 223 |
| 一、岩浆作用 .....            | 223 |
| 二、伟晶作用 .....            | 224 |
| 三、热液作用 .....            | 225 |
| 四、接触变质作用 .....          | 226 |
| 五、区域变质作用 .....          | 227 |
| 六、风化作用 .....            | 227 |
| 七、沉积作用 .....            | 228 |
| 第三节 矿物的形成 .....         | 228 |
| 一、矿物形成的方式 .....         | 228 |
| 二、矿物形成的条件 .....         | 229 |
| 三、反映矿物形成条件的标志 .....     | 230 |
| 第四节 矿物的变化 .....         | 233 |
| 第十二章 矿物的鉴定和研究方法 .....   | 234 |
| 第一节 外表特征鉴定法 .....       | 234 |
| 第二节 分离矿物的方法 .....       | 235 |
| 第三节 物相分析与结构分析法 .....    | 237 |
| 一、比重的测定 .....           | 238 |
| 二、透明矿物的光性测定 .....       | 240 |
| 三、不透明矿物的光性测定 .....      | 240 |
| 四、电子显微镜研究 .....         | 241 |
| 五、X射线衍射分析 .....         | 242 |
| 六、热分析 .....             | 243 |
| 第四节 化学成分分析法 .....       | 244 |
| 一、粉末研磨法 .....           | 245 |
| 二、斑点试验法 .....           | 245 |
| 三、显微化学分析法 .....         | 245 |
| 四、染色法 .....             | 245 |
| 五、合理分析 .....            | 246 |
| 六、极谱分析 .....            | 247 |
| 七、光谱分析 .....            | 247 |
| 八、激光显微光谱分析 .....        | 247 |
| 九、原子吸收光谱分析 .....        | 248 |
| 十、X射线荧光光谱分析 .....       | 249 |
| 十一、电子探针X射线显微分析 .....    | 250 |
| 十二、中子活化分析 .....         | 251 |
| 第五节 波谱分析法 .....         | 252 |



|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 一、红外吸收光谱 .....            | 253 |
| 二、核磁共振 .....              | 254 |
| 三、电子自旋共振 .....            | 259 |
| 四、穆斯堡尔效应 .....            | 261 |
| 第六节 包裹体的研究法 .....         | 264 |
| 一、均一法 .....               | 264 |
| 二、爆裂法 .....               | 264 |
| 三、冷冻法 .....               | 265 |
| 第七节 稳定同位素研究法 .....        | 265 |
| 一、同位素的测定方法 .....          | 266 |
| 二、主要稳定同位素及其在地质学中的意义 ..... | 268 |

## 各 论

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 第十三章 矿物的分类和命名 .....          | 275 |
| 第一节 矿物种及其名称 .....            | 275 |
| 第二节 矿物的分类 .....              | 276 |
| 第三节 本教材的矿物分类 .....           | 277 |
| 第四节 矿物的命名 .....              | 278 |
| 第十四章 自然元素 .....              | 280 |
| 第一节 概述 .....                 | 280 |
| 第二节 分述 .....                 | 281 |
| 一、铂族：自然铂 .....               | 281 |
| 二、铜族：自然铜，自然银，自然金 .....       | 282 |
| 三、砷族：自然铋 .....               | 285 |
| 四、硫族：自然硫 .....               | 286 |
| 五、碳族：金刚石，石墨 .....            | 287 |
| 第十五章 硫化物及其类似化合物 .....        | 290 |
| 第一节 概述 .....                 | 290 |
| 第二节 单硫化物及其类似化合物分述 .....      | 292 |
| 一、辉银矿族：辉银矿，螺状硫银矿 .....       | 292 |
| 二、辉铜矿族：辉铜矿 .....             | 294 |
| 三、斑铜矿族：斑铜矿 .....             | 295 |
| 四、闪锌矿—纤锌矿族：闪锌矿，纤锌矿，硫镉矿 ..... | 296 |
| 五、黄铜矿族：黄铜矿，黝锡矿 .....         | 298 |
| 六、方铅矿族：方铅矿 .....             | 300 |
| 七、辰砂族：辰砂 .....               | 301 |
| 八、磁黄铁矿族：磁黄铁矿，红镍矿 .....       | 302 |
| 九、镍黄铁矿族：镍黄铁矿 .....           | 304 |
| 十、硫钴矿族：硫钴矿 .....             | 305 |
| 十一、辉锑矿族：辉锑矿，辉铋矿 .....        | 306 |
| 十二、雄黄族：雄黄 .....              | 307 |
| 十三、雌黄族：雌黄 .....              | 308 |

|  |     |
|--|-----|
| 十四、辉钼矿族：辉钼矿  | 308 |
| 十五、铜蓝族：铜蓝  | 310 |
| 第三节 对硫化物及其类似化合物分述  | 311 |
| 一、黄铁矿—白铁矿族：黄铁矿，白铁矿   | 312 |
| 二、辉砷钴矿—毒砂族：辉砷钴矿，毒砂   | 315 |
| 三、方钴矿族：方钴矿，砷钴矿，砷镍矿   | 317 |
| 第四节 含硫盐分述  | 318 |
| 一、硫砷银矿族：硫砷银矿，硫锑银矿  | 319 |
| 二、硫锑铅矿族：硫锑铅矿，脆硫锑铅矿   | 320 |
| 三、黝铜矿族：黝铜矿，砷黝铜矿  | 321 |
| 第十六章 卤素化合物   | 324 |
| 第一节 概述   | 324 |
| 第二节 氟化物分述  | 325 |
| 一、萤石族：萤石   | 325 |
| 二、冰晶石族：冰晶石   | 326 |
| 第三节 氯化物分述  | 327 |
| 一、石盐族：石盐，钾盐  | 327 |
| 二、光卤石族：光卤石族  | 328 |
| 三、角银矿族：角银矿   | 329 |
| 第十七章 氧化物和氢氧化物  | 330 |
| 第一节 概述   | 330 |
| 第二节 简单氧化物分述  | 332 |
| 一、赤铜矿族：赤铜矿   | 332 |
| 二、刚玉族：刚玉，赤铁矿   | 332 |
| 三、金红石族：金红石，板钛矿，锐钛矿，锡石，软锰矿  | 334 |
| 四、晶质铀矿族：晶质铀矿，方钍石   | 338 |
| 五、石英族： $\alpha$ -石英， $\beta$ -石英， $\beta_2$ -鳞石英， $\beta$ -方英石，蛋白石 | 339 |
| 第三节 复杂氧化物分述  | 346 |
| 一、钛铁矿族：钛铁矿   | 346 |
| 二、钙钛矿族：钙钛矿   | 346 |
| 三、尖晶石族：尖晶石，磁铁矿，铬铁矿   | 347 |
| 四、金绿宝石族：金绿宝石   | 350 |
| 五、褐钇铈矿族：褐钇铈矿   | 351 |
| 六、铈铁矿族：铈铁矿，钽铁矿   | 352 |
| 七、钨钼矿族：钨钼矿   | 352 |
| 八、易解石族：易解石   | 353 |
| 九、黑稀金矿族：黑稀金矿，复稀金矿  | 354 |
| 十、烧绿石族：烧绿石，细晶石   | 354 |
| 第四节 氢氧化物分述   | 355 |
| 一、水镁石族：水镁石   | 355 |
| 二、三水铝石—一水铝石族：三水铝石，一水硬铝石，一水软铝石                                      | 356 |
| 三、纤铁矿—针铁矿族：纤铁矿，针铁矿   | 358 |

|  |     |
|--|-----|
| 四、水锰矿族：水锰矿 .....   | 359 |
| 五、硬锰矿族：硬锰矿 .....   | 360 |
| 第十八章 硝酸盐 .....   | 361 |
| 第一节 概述 .....   | 361 |
| 第二节 分述 .....   | 361 |
| 一、硝石族：钠硝石 .....  | 361 |
| 第十九章 碳酸盐 .....   | 363 |
| 第一节 概述 .....   | 363 |
| 第二节 分述 .....   | 364 |
| 一、方解石—文石族：方解石，菱镁矿，菱锌矿，菱铁矿，菱锰矿，白云石，文石，白铅矿，碳酸铍矿，碳酸钡矿 ..... | 364 |
| 二、孔雀石族：孔雀石，蓝铜矿 .....                                     | 372 |
| 三、氟碳铈钍矿族：氟碳铈钍矿 .....                                     | 373 |
| 四、氟碳钍矿族：氟碳钍矿 .....                                       | 374 |
| 第二十章 硫酸盐 .....   | 376 |
| 第一节 概述 .....   | 376 |
| 第二节 分述 .....   | 377 |
| 一、硬石膏族：硬石膏 .....   | 377 |
| 二、重晶石族：重晶石，天青石，铅矾 .....                                  | 378 |
| 三、石膏族：石膏 .....   | 380 |
| 四、芒硝族：芒硝 .....   | 381 |
| 五、胆矾族：水绿矾，胆矾 .....                                       | 382 |
| 六、明矾石族：明矾石，黄钾铁矾 .....                                    | 383 |
| 第二十一章 铬酸盐 .....  | 385 |
| 第一节 概述 .....   | 385 |
| 第二节 分述 .....   | 385 |
| 一、铬铅矿族：铬铅矿 .....   | 385 |
| 第二十二章 钨酸盐和钼酸盐 .....                                      | 387 |
| 第一节 概述 .....   | 387 |
| 第二节 分述 .....   | 388 |
| 一、白钨矿族：白钨矿，钼铅矿 .....                                     | 388 |
| 二、黑钨矿族：黑钨矿，钨锰矿，钨铁矿 .....                                 | 389 |
| 第二十三章 磷酸盐、砷酸盐和钒酸盐 .....                                  | 391 |
| 第一节 概述 .....   | 391 |
| 第二节 分述 .....   | 392 |
| 一、独居石族：独居石，磷钇矿 .....                                     | 392 |
| 二、磷灰石族：磷灰石，磷氯铅矿，砷铅矿，钒铅矿 .....                            | 393 |
| 三、磷锂铝石族：磷锂铝石 .....                                       | 396 |
| 四、臭葱石族：臭葱石 .....   | 396 |
| 五、绿松石族：绿松石 .....   | 397 |
| 六、蓝铁矿族：蓝铁矿，钴华，镍华 .....                                   | 397 |
| 七、铀云母族：铜铀云母，钙铀云母，钒钾铀矿 .....                              | 398 |

|   |     |
|---|-----|
| 第二十四章 硅酸盐                                   | 401 |
| 第一节 概述                                      | 401 |
| 第二节 岛状结构硅酸盐分述                               | 408 |
| 一、锆石族：锆石                                    | 409 |
| 二、橄榄石族：橄榄石                                  | 410 |
| 三、蓝晶石族：蓝晶石，红柱石，硅线石                          | 411 |
| 四、石榴子石族：铁铝榴石，钙铁榴石，镁铝榴石，锰铝榴石，钙铝榴石，钙铬榴石       | 415 |
| 五、硅镁石族：粒硅镁石，硅镁石                             | 419 |
| 六、黄晶族：黄晶                                    | 420 |
| 七、十字石族：十字石                                  | 421 |
| 八、硬绿泥石族：硬绿泥石                                | 423 |
| 九、楣石族：楣石                                    | 424 |
| 十、异极矿族：异极矿                                  | 425 |
| 十一、绿帘石族：黝帘石，斜黝帘石，绿帘石，红帘石，褐帘石                | 426 |
| 十二、符山石族：符山石                                 | 429 |
| 十三、黄长石族：黄长石                                 | 430 |
| 第三节 环状结构硅酸盐分述                               | 432 |
| 一、绿柱石族：绿柱石                                  | 432 |
| 二、堇青石族：堇青石                                  | 433 |
| 三、电气石族：电气石                                  | 434 |
| 四、斧石族：斧石                                    | 436 |
| 第四节 链状结构硅酸盐分述                               | 437 |
| 一、辉石族：顽火辉石，紫苏辉石，透辉石，钙铁辉石，普通辉石，霓石，霓辉石，硬玉，锂辉石 | 437 |
| 二、角闪石族：直闪石，铝直闪石，透闪石，阳起石，普通角闪石，兰闪石，钠闪石       | 444 |
| 三、硅灰石族：硅灰石                                  | 451 |
| 四、蔷薇辉石：蔷薇辉石                                 | 452 |
| 第五节 层状结构硅酸盐分述                               | 452 |
| 一、滑石族：滑石                                    | 455 |
| 二、叶蜡石族：叶蜡石                                  | 456 |
| 三、蛇纹石族：蛇纹石                                  | 457 |
| 四、高岭石族：高岭石                                  | 460 |
| 五、多水高岭石族：多水高岭石，硅孔雀石                         | 463 |
| 六、蒙脱石族：蒙脱石                                  | 466 |
| 七、云母族：白云母，金云母，黑云母，鳞云母，铁锂云母                  | 469 |
| 八、海绿石族：海绿石                                  | 477 |
| 九、蛭石族：蛭石                                    | 478 |
| 十、伊利石族：伊利石                                  | 480 |
| 十一、绿泥石族：绿泥石                                 | 481 |
| 十二、葡萄石族：葡萄石                                 | 484 |
| 第六节 架状结构硅酸盐分述                               | 485 |
| 一、长石族：透长石，歪长石，正长石，微斜长石，钠长石，更长石，中长石，         |     |

|   |     |
|---|-----|
| 拉长石, 培长石, 钙长石 .....   | 486 |
| 二、霞石族: 霞石 .....   | 498 |
| 三、钙霞石族: 钙霞石 .....   | 500 |
| 四、方柱石族: 方柱石 .....   | 501 |
| 五、白榴石族: 白榴石 .....   | 503 |
| 六、方钠石族: 方钠石, 黝方石, 兰方石, 香花石 .....  | 504 |
| 七、日光榴石族: 日光榴石, 铍榴石, 锌日光榴石 .....   | 507 |
| 八、沸石族: 方沸石, 交沸石, 钙交沸石, 浊沸石, 菱沸石, 钠沸石, 钙沸石,<br>杆沸石, 丝光沸石, 片沸石, 斜发沸石, 束沸石 ..... | 507 |
| 第二十五章 硼酸盐 .....   | 525 |
| 第一节 概述 .....  | 525 |
| 第二节 岛状结构硼酸盐分述 .....   | 527 |
| 一、硼镁铁矿族: 硼镁铁矿 .....   | 527 |
| 二、硼镁石族: 硼镁石 .....   | 528 |
| 第三节 环状结构硼酸盐分述 .....   | 528 |
| 一、硼砂族: 硼砂 .....   | 528 |
| 第四节 链状结构硼酸盐分述 .....   | 529 |
| 一、硼钠解石族: 硼钠解石 .....   | 529 |
| 第五节 层状结构硼酸盐分述 .....   | 530 |
| 一、图硼锶石族: 图硼锶石 .....   | 530 |
| 第六节 架状结构硼酸盐分述 .....   | 531 |
| 一、方硼石族: 方硼石 .....   | 531 |
| 附录 晶体的测量和投影 .....   | 533 |
| 第一节 晶体测量 .....  | 533 |
| 第二节 晶体投影 .....  | 535 |
| 一、极射赤平投影 .....  | 535 |
| 二、心射极平投影 .....  | 537 |
| 第三节 极射赤平投影网 .....   | 537 |
| 第四节 吴氏网的运用 .....  | 541 |
| 附表一 32种对称型 .....  | 548 |
| 附表二 230种空间群 .....   | 548 |
| 附表三 中、英、俄文矿物名称及化学式、晶系对照表 .....  | 554 |
| 说明 .....  | 554 |
| 正表 .....  | 555 |
| 补遗 .....  | 615 |
| 附表四 英文矿物名称索引 .....  | 617 |
| 附表五 俄文矿物名称索引 .....  | 638 |
| 主要参考书 .....   | 659 |

# 总 论

## 绪 言

结晶学与矿物学是分别研究晶体和矿物的两门自然科学。但是，在研究的对象和学科本身发展的历史渊源上，这两门学科之间有着极为密切的关联。绝大多数矿物都是晶体，它们是结晶学研究的一个重要方面。在历史上，结晶学正是首先从研究矿物的晶体开始发展起来的。早期，结晶学曾经只是矿物学的一个分支。随着人们认识的不断深化，发现晶体分布的领域越来越广，已经大大超出了矿物的范畴，从而结晶学便脱离了矿物学而成为一门独立的学科。目前，它与物理学、化学、特别是与固体物理学的关系，显得更为密切。但是，结晶学的内容在矿物学中所占的重要地位，并不因此而有任何削弱，相反还有所增强，它们至今依然是矿物学的一个重要的组成部分，也是促使矿物学不断深入发展的主要因素之一。

本教材中，基本上以矿物学的内容作为贯穿全面的线索，但也考虑到结晶学本身的系统性，对结晶学内容仍作了比较全面的介绍，不过在具体内容的取舍上则有所侧重，以便能围绕矿物学的需要或其他后续课的需要，有重点地进行较为详细的阐述，使这两方面的内容既能各自独立，又能相互联系，相互为用。

如前所述，矿物学是研究矿物的一门自然科学，它是地质学科的重要分支之一。

矿物的概念是人类在从事采矿、冶炼的生产实践过程中产生的。在早期的原始概念中，就是把采矿过程中采掘出来的未经加工的天然物体称为矿物。

但是，随着人类社会生产活动的不断进展，人们对自然的认识在逐步深化，矿物的概念也不断地有所发展。

现在一般认为，**矿物**是指：由地质作用所形成的天然单质或化合物，它们具有相对固定的化学组成，固态者还具有确定的内部结构；它们在一定的物理化学条件范围内稳定，是组成岩石和矿石的基本单元。

根据现有资料，目前已发现的矿物总数约有 3300 余种，它们各自都有确定的化学组成，但在一定的小范围内可有变异。在所有这些矿物中，绝大多数是固态的无机物，如金刚石 C、黄铁矿  $\text{FeS}_2$ 、方解石  $\text{CaCO}_3$  等均是；液态矿物如自然汞 Hg 等，有机矿物如琥珀  $\text{C}_{20}\text{H}_{32}\text{O}_2$  等，为数仅有几十种，而且在分布上和工业价值上也都不占重要的地位。

在固态矿物中，绝大部分又都是晶体，属于所谓的晶质矿物，即内部质点（原子或离子）呈规则排列而具有一定结构的固态矿物。晶质矿物在其生长过程中，如果不受空间的限制，都能自发地成长为具有规则几何外形的结晶多面体，这就是通常所称的矿物晶体。另有很少部分固态矿物属于非晶质矿物，即内部结构中质点不成规则排列的凝固态矿物。

矿物不是固定不变的。相对于形成时的条件而言，当所处的地质环境改变到一定程度



时,已形成的矿物便将发生相应的变化,改组成能在新的物理化学条件下稳定的矿物。所以,矿物是地球演化过程中化学元素运动和存在的一种形式。

目前人们所能直接观察到的矿物,基本上都产自地壳的岩石圈中,它们组成各种岩石(包括尚未固结的沉积物)和矿石。所以,矿物是构成岩层、岩体、矿体等各种地质体的基本单元。

近年来,矿物学研究的范围已由地壳扩大到地幔,有关这方面的研究正在发展成为地幔矿物学。此外,对陨石和月岩研究的结果表明,组成陨石和月岩的物质,大多数与存在于地壳中的矿物完全相同,少数在地壳中尚未发现,但推测可能在壳下层也有存在。所以,实践证明,矿物已经不仅仅是地壳和壳下层中化学元素运动和存在的一种形式,而且也是其他一些天体中化学元素运动和存在的形式之一。有关这方面的研究正在发展成为宇宙矿物学。显然,它将促使矿物的概念进一步继续向前发展。

由于矿物应当是天然形成的产物,因此,一般所称的矿物都不包括由人工方法制成的单质或化合物。但是,由于生产迅速发展的需要,目前在工厂和实验室中正在生产和试制着不少与天然矿物相同或类同的人造“矿物”,例如人造金刚石、人造压电石英等等。这类“矿物”特别称为人工合成矿物或人造矿物。

对于矿物的各个方面的研究,就构成了矿物学的内容。

矿物学具体研究矿物的化学组成、内部结构、外表形态、物理性质和化学性质、在地质作用过程中形成和变化的条件等诸方面的现象和规律,以及它们相互的内在联系;在此基础上,为开发生农业生产所需的矿物原料及其合理综合利用,以及寻找应用于尖端技术的矿物材料,提供必要和充分的依据。同时,也为探索并阐明地壳及壳下层以至其他天体的物质组成及演化规律,提供重要的实际资料。

由于矿物中绝大多数都是晶质矿物,也就是由地质作用所形成的天然晶体,因此,在矿物学的许多方面都不能不涉及到结晶学的问题。结晶学的一系列内容,主要是晶体外形上的几何性质、晶体的内部结构、物理性质及其与化学组成间的关系等,则是矿物学的一个重要组成部分。

另一方面,由于矿物是组成岩石和矿石的基本单元,因此,矿物学与岩石学及矿床学的关系显然是极为密切的。对于造岩矿物和矿石矿物的鉴定、利用等,一直是矿物学的重要课题之一;而岩石、矿床成因的探讨和各种有用矿物赋存规律的研究,也是主要以矿物成因的探讨为基础的。以地球中化学元素的分布、迁移、分散和富集规律为主要内容的地球化学,主要是在矿物学以及岩石学、矿床学等学科提供实际材料的基础上,联系其他有关学科的内容而发展起来的,矿物至今仍是它的重要研究对象。其他的地质学科,包括水文地质学、工程地质学、构造地质学、地震学以及古生物学、地史学等,也都无不与矿物学有着一定的联系。

矿物学除了与各地质学科有着直接的关系外,还与其他的一些基础学科,特别是化学和物理学有着紧密的联系。这些学科为研究矿物的各方面性质提供了理论基础和实验手段。尤其是近年来,近代物理学和化学方面的理论和实验技术在矿物学上逐步普遍应用,正使矿物学的内容经历着深刻的变化。

矿物学的产生和发展是人类长期生产实践的成果。随着社会生产力的不断发展,矿物学也在不断地发展着。十九世纪中叶,偏光显微镜应用于矿物的鉴定和研究,对矿物学的

发展起了极大的推动作用，导致了矿物学的第一次变革；从二十世纪十年代初开始，由于X射线晶体结构分析的应用，统一了矿物的化学成分与晶体结构之间的关系，从而使矿物学发生了第二次变革；三十年代以来，对矿物形成的物理化学条件及相平衡的研究，引起了矿物学发展史上的第三次变革。这先后三次的变革，使矿物学逐步地摆脱了描述性的状态，进入了近代矿物学的阶段。最近十多年来，可以认为，矿物学正在经受着其发展史上的第四次重大变革。这次变革是由于物理学及化学，特别是固体物理学和量子化学方面的理论和现代先进实验技术应用于矿物学而发生的，它不但将使矿物学的基本理论和研究方法发生重大的变革，也势必对整个地质学科带来很大的影响。目前，已形成了矿物学与固体物理学之间的一门新兴边缘学科——矿物物理学。它不仅强有力地推动矿物材料研究工作的迅速发展，也将对地质和找矿工作产生重大的影响。例如在矿物物理学的研究基础上，已经开始利用红外和微波技术（即近年来提出的遥感技术）进行地质找矿，并已取得了良好的效果。

我国是世界上从事采矿事业最早的民族之一。在我国历代的书籍中，有关矿物方面的分散记载时常可见，其中对于许多现象的认识和描述远较国外为早。但是，由于长期的封建统治和半封建半殖民地制度的束缚，使得解放前矿物学在我国没有能够得到应有的发展。

解放以来，随着地质找矿和采矿事业的突飞猛进，我国矿物学的研究也迅速发展，先后发现了二十多种新矿物，新测定了近二十种矿物的晶体结构，编写出版了几个地区的区域矿物志和矿物学专著。此外，在矿物类质同象、矿物多型、红外吸收光谱和穆斯堡尔效应在矿物学研究中的应用、标型矿物和应力矿物的研究等方面，都取得了初步的成绩。最近几年开展的陨石矿物的研究，也取得了丰硕的成果，填补了我国矿物学领域中这方面的空白。

由于现代矿物学的不断发展，在它的领域中可分出下列几个方面的发展方向，其任务亦各有侧重。

在矿物化学方面，它研究矿物中的全部组成成分、各种元素的赋存状态及其结合关系和共生组合规律，并进一步阐明导致这些规律的原因，为找矿和矿产资源的综合利用提供依据。

在晶体结构和晶体化学方面，前者是研究晶体内部质点的空间分布方式；后者是研究晶体结构与晶体的化学组成及其性质之间的相互关系和规律。目前，除了对晶体结构尚未测定的矿物和新矿物进行结构分析外，它们的研究已深入到矿物结构中的类质同象、有序—无序、多型、混合层结构等诸方面的理论研究，以及对一些矿物系列（例如长石、橄榄石、辉石等）作精确的结构测定，从而对矿物的化学组成、性质和成因之间的关系有了本质上的认识。随着固体共振波谱技术的发展，在矿物晶体结构和晶体化学研究的基础上已形成了一门新的边缘学科——矿物物理学。

矿物物理学是以固体物理学为理论基础，以现代的电磁共振波谱等先进技术为手段，研究矿物中的原子和电子结构及其与物理性质的内在联系，并阐明其与矿物生成的地质条件、演化过程的相互关系。它运用晶体场理论、分子轨道理论、能带理论等化学键理论来探讨矿物中光、电、热、磁等现象的本质和产生的机理。同时，矿物中精细结构和超精细结构的分析研究，对于在自然界寻找半导体、激光、微波激射等矿物材料提供了必要的资料。近年来，已将矿物物理学的研究与地质成矿作用相联系，并进行了一系列的尝试、取

得了一定的进展。例如通过对磁黄铁矿磁性的研究，联系其化学组成，从而将磁黄铁矿划分为四种成因类型。

在矿物合成方面，其任务不但为成岩、成矿作用的物理化学条件和矿物相变等研究提供大量基本实验数据，并且为新技术提供多种有用的矿物晶体新材料。

在成因矿物学方面，其任务是从物理、化学、物理化学、地质学的观点来研究矿物的成因，它对成岩、成矿作用的探讨和地球演化的研究，以及普查找矿都具有重大意义。

区域矿物学和系统矿物学，前者的任务是系统研究某地区或某地质构造单元中的矿物，阐明它们在该地区中的经济意义和地质意义；后者的任务是收集国内外矿物资料和样品，进行系统研究和整理，进而探讨矿物的分类学。这两方面的工作都具有高度的综合性，所以，在一定程度上，从它们可以反映出一个国家在矿物学研究上的深度和广度。

此外，矿物学目前还有一个急迫的任务，就是加强各种现代化测试技术和测试方法的研究，使矿物的各种物理和化学性质的测定达到精确化、快速化、微量化和自动化的先进水平。

结晶学与矿物学作为地质学系的专业基础课程，它们在专业学习中占有重要的地位。只有在学好它们的基础上，才有可能学好岩石学、矿床学、地球化学等一系列后续课程。为了牢固掌握结晶学与矿物学的基础理论和基本知识，又必须重视数学、物理学、化学等基础学科的学习。在学习中必须坚持理论和实践的统一，要敢于在自己的实践中检验书本上的理论，并发现和纠正它们的不完全性和错误，不断地总结经验，有所发明和创造，为我国早日实现四个现代化，赶超世界先进水平而努力奋斗。