

硅酸盐岩相学

耿 谦 主编



中国轻工业出版社

硅酸盐岩相学

耿 谦 主编

中国轻工业出版社

〈京〉新登字034号

图书在版编目 (CIP) 数据

硅酸盐岩相学/耿谦主编.-北京:中国轻工业出版社,
1994.12

ISBN 7-5019-1701-9

I. 硅… II. 耿… III. ①硅酸盐-岩相分析-专业学校-
教材②硅酸盐-岩石学,工业-专业学校-教材 IV. ①P586②
TQ170.1

中国版本图书馆CIP数据核字 (94) 第15734号

责任编辑 李春娅

*

中国轻工业出版社出版
(北京市东长安街6号)
北京市卫顺印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

*

850×1168毫米^{1/32} 印张: 14.125 插页: 1 字数: 367千字

1994年12月 第1版第1次印刷

印数: 1—4,000 定价: 18.00元

前 言

《硅酸盐岩相学》一书是根据轻工中专硅酸盐专业教学研究会1986年唐山会议制定的陶瓷、玻璃专业教学计划、1988年北京会议和1991年太原会议审定的《硅酸盐岩相学》教材编写大纲编写的。

根据轻工中专的培养目标，新编《硅酸盐岩相学》本着“概念清、内容新、重实际、有特色”的原则，结合轻工中专硅酸盐专业的特点，侧重阐述了岩相分析中常用测试手段的研究方法和实际应用实例，并力求各篇章内容的完整、系统和衔接，以保证教材在新时期的适应性。

本书共分五篇：第一篇几何结晶学；第二篇矿物、岩石学基础；第三篇光学显微学的研究方法；第四、五篇陶瓷、玻璃显微结构及岩相分析。阐述了几何结晶学和晶体结构的几何规律，叙述了硅酸盐工业有关的矿物及岩石的性质、特点、用途以及陶瓷、玻璃、耐火材料的研究方法，包括偏光、反光显微镜下的研究。并重点叙述了陶瓷、玻璃的岩相分析。书后附有应开设实验的指导书和思考题。不同专业采用本书时，可按专业要求有所取舍。

本书由河北轻工业学校耿谦主编。耿谦编写绪论、第三篇、第四篇及有关实验指导书；大连轻工业学校谢晓林编写第一篇、第五篇及有关实验指导书；景德镇陶瓷学校刘青编写第二篇及有关实验指导书。初稿统稿后，由唐山陶瓷研究所高级工程师王淑英主审。

本书编写过程中，得到了编写人员所在单位科、室领导及同志们的支持和关怀，借此表示感谢。

限于时间仓促，编者水平有限，书中的错误在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

内 容 简 介

本书是原轻工业部组织编写的中等专业学校陶瓷专业、玻璃专业教材。全书包括几何结晶学、矿物岩石学基础、光学显微学的研究方法及日用陶瓷、玻璃材料显微结构岩相分析共五篇内容。

本书阐述了几何结晶学和晶体结构的几何规律，叙述了硅酸盐工业有关的矿物及岩石的性质、特点、用途及陶瓷、玻璃、耐火材料的研究方法，包括偏光、反光显微镜下的研究，并重点叙述了陶瓷、玻璃的岩相分析。书后附有实验指导书和思考题。编写中既着重基本原理，又注意分析技术的应用。全书涉及范围较广，论述深入浅出，便于自学。

本书亦可供从事硅酸盐工业生产和研究的科技人员参考。

* * *

尊敬的读者：

欢迎您购买中国轻工业出版社出版的图书。希望此书能够对您的工作和生活有所帮助。恳切欢迎您阅读此书后，对该书做出评价，特别是就书中存在的问题(如选题、内容、编辑、校对、装帧设计、印刷装订、出版格式等)提出宝贵的意见。我们将非常感激，对提高质量有重要贡献者，本社将酌情奖励。

来信请寄：北京市东长安街6号(邮编：100740)

中国轻工业出版社总编办公室

目 录

绪论	I
----	---

第一篇 几何结晶学

第一章 晶体的基本概念	2
第一节 晶体与非晶质体	2
第二节 晶体的内部构造——空间格子	4
第三节 晶体的基本性质	12
第四节 晶体的形成	16
第二章 晶体的对称及分类	24
第一节 对称的概念	24
第二节 对称操作与对称要素	25
第三节 对称型及晶体的分类	30
第三章 晶体的理想形态——单形与聚形	34
第一节 单形	34
第二节 聚形	47
第四章 晶体定向与晶体符号	51
第一节 晶体定向与晶体常数	51
第二节 晶体符号	54
第五章 晶体的连生	60
第一节 平行连晶	60
第二节 双晶	61
第三节 浮生	65

第二篇 矿物岩石学基础

第六章 矿物学概论	67
------------------	----

第一节	矿物的概念	67
第二节	矿物的化学成分及化学式	69
第三节	矿物的形态	81
第四节	矿物的物理性质	90
第五节	矿物的命名与分类	101
第七章	硅酸盐制品及原料的常见矿物特征	105
第一节	自然元素	105
第二节	硫化物	107
第三节	氧化物和氢氧化物	109
第四节	卤化物	117
第五节	含氧盐	118
第八章	岩石学基础	142
第一节	岩石的概念	142
第二节	岩浆岩	145
第三节	沉积岩	150
第四节	变质岩	156
	第三篇 光学显微学的研究方法	
第九章	晶体光学基础	164
第一节	光的基本性质	164
第二节	光在晶体中的传播	167
第三节	光率体	169
第四节	光率体在晶体中的位置	180
第十章	偏光显微镜	185
第一节	偏光显微镜的构造	185
第二节	偏光显微镜的维护和保养	191
第三节	偏光显微镜的调节与校正	191
第四节	薄片磨制法简介	197
第十一章	偏光显微镜下的现象	200

第一节	单偏光镜下的观测	200
第二节	正交偏光镜下的观测	215
第三节	锥光镜下的观测	237
第四节	油浸法简介	265
第五节	透明矿物的系统鉴定	273
第十二章	显微结构分析	277
第一节	显微结构的定性分析	277
第二节	显微结构的定量分析	280
第十三章	反光显微镜	287
第一节	反光显微镜的构造	287
第二节	反光显微镜下观察试样的制备	292
第三节	反光显微镜下的观察	296
第十四章	显微摄影简介	304
第一节	显微摄影设备简介	304
第二节	摄影	304
第三节	底片与照片的处理和放大	306
第四篇 日用陶瓷显微结构与岩相分析		
第十五章	长石质瓷显微结构	311
第一节	原料的作用及成瓷过程	311
第二节	瓷坯显微结构	318
第三节	陶瓷性能与显微结构的关系	321
第十六章	绢云母质瓷显微结构	326
第十七章	骨灰瓷的显微结构	328
第一节	主要原料的作用及成瓷过程	328
第二节	制品的显微结构及物相组成	331
第十八章	滑石质瓷显微结构	334
第一节	主要原料及其作用	334
第二节	成瓷过程及显微结构和物相组成	337

第五篇 玻璃显微结构与岩相分析

第十九章	玻璃结石的检验	342
第一节	结石来源及成因.....	342
第二节	玻璃结石的检验方法.....	355
第二十章	玻璃工业用耐火材料的侵蚀变化	361
第一节	粘土质耐火材料的蚀变.....	361
第二节	硅质耐火材料的蚀变.....	363
第三节	电熔莫来石砖的蚀变.....	366
第四节	电熔锆刚玉砖的蚀变.....	367
第二十一章	微晶玻璃的显微结构	371
第一节	微晶玻璃的性能.....	371
第二节	微晶玻璃的分类及主要晶相.....	372
第三节	微晶玻璃的显微结构分析.....	375
实验指导书		380
实验一	对称型分析.....	380
实验二	单形和聚形的分析.....	383
实验三	晶体定向与晶体符号.....	385
实验四	矿物的鉴定.....	390
实验五	岩浆岩的鉴定(观察).....	393
实验六	沉积岩与变质岩的鉴定(观察).....	394
实验七	偏光显微镜的构造和使用.....	395
实验八	单偏光镜下的观测.....	398
实验九	正交偏光镜下的观测(一).....	402
实验十	正交偏光镜下的观测(二).....	405
实验十一	锥光下的观测.....	408
实验十二	油浸法.....	410
实验十三	透明矿物的系统鉴定.....	413
实验十四	矿物粒径和百分含量的测定.....	414

实验十五 陶瓷显微结构分析·····	418
实验十六 玻璃结石的观测·····	419
附表1 矿物性质一览表·····	422
主要参考资料 ·····	438

绪 论

《硅酸盐岩相学》是一门将天然岩石学的研究方法与手段和硅酸盐工艺学紧密结合起来，并以硅酸盐的工业制品、半成品及原料的显微结构为研究对象的科学，它是一门新型学科。

近些年来，随着科学技术的发展及测试手段的不断提高，硅酸盐岩相学这门新学科的内容更加丰富、完整、系统，不仅自成分支而且极大地推动了工艺理论的研究和提高，并从本质和理论上解决了工艺生产中许多重大问题，对实际生产起到了促进和指导作用。

众所周知，无机非金属材料的性能是由其组成和结构决定的。而其中显微结构被看成是整个生产过程的核心问题。显微结构的形成受材料化学组成、晶体结构及全部工艺过程的影响。因此，人们愈来愈深刻地认识到研究显微结构是无机非金属材料研究的中心论题。

为了适应科学技术发展对材料性能提出的要求，只有掌握基本的研究方法、测试工具，才能对原料、半成品、成品从宏观到微观的各个层次进行检测；只有分析影响材料特性的各个因素，探索成分、结构、性能与工艺生产间的关系，才能为原材料的选择、鉴定、工艺改进及提高产品质量，提供必要的依据。同时，掌握这些基本研究方法和理论，也是材料改性、研究预见性新材料，从事科学研究工作不可缺少的条件。

第一篇 几何结晶学

几何结晶学是研究晶体几何性质的科学，是结晶学的一个组成部分。几何结晶学通过对晶体几何性质的研究，对晶体的形态和晶体的内部构造以及晶体生成环境的研究，系统地阐明了晶体所遵循的几何规律并进行科学分类。硅酸盐工业所采用的多种天然矿物和岩石原料，其相组成均以晶相为主或全部是晶相；硅酸盐工业产品，其相组成也均以晶相为主。因此，可以说几何结晶学既是结晶学的基础，也是硅酸盐岩相学的基础。本篇重点研究晶体的性质和晶体的几何规律，为硅酸盐岩相学打下必要的结晶学基础。

第一章 晶体的基本概念

在固体物质中，根据内部质点排列的差别，可分为晶体（即晶质体）和非晶质体两类。本章主要介绍晶体的定义、内部质点分布规律、基本性质及其形成。

第一节 晶体与非晶质体

一、晶体的定义及特点

人们在开发利用矿物资源的过程中，发现很多矿物具有规则多面体外形，如石盐（又称岩盐）、萤石、石英、方铅矿等，如图

1-1 所示。它们的共同特点是都具有光滑的平面、笔直的晶棱以及由棱所交成的顶点。于是人们将具有规则多面体外形的矿物称为晶体。但是，自然界中的大多数矿物，由于在生长过程中受到外部条件的限制，未形成规则外形。若令其处于适当的条件中，这些矿物仍可形成规则的多面体外形。所以不能仅从外形上来给晶体下定义，应考虑晶体的内部特征。

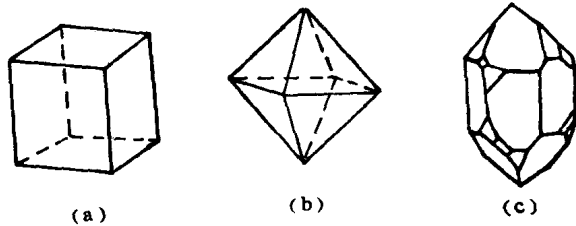


图 1-1 几种晶体的外形

(a) 食盐 NaCl (b) 萤石 CaF_2 (c) 石英 SiO_2

1885年法国学者A·布拉维运用数学推导，计算出了反映晶体内部构造几何规律的14种空间格子类型，又被称为布拉维格子，从而揭示了晶体内部质点排列的规律性。1912年，英国学者布拉格父子(W·H·布拉格和W·L·布拉格)经 x 射线衍射分析证实了布拉维14种空间格子构造的存在。

由此可得出晶体的定义：晶体是内部质点作有规律重复排列的固体，即具有空间格子构造的固体。

自然界中晶体的分布很广。不仅天然矿物、岩石等大多数都是晶体，而且人们日常生活所接触到的物质如食盐、糖、晶体药品、钢铁、棉花等，也都是晶体。可以说，人们是生活在“晶体的世界”中。

二、非晶质体的定义及特点

凡内部质点在三维空间不成周期性重复排列的固体，即凡不具有空间格子构造的固体，称为非晶质体。如图 1-2 中所示，晶

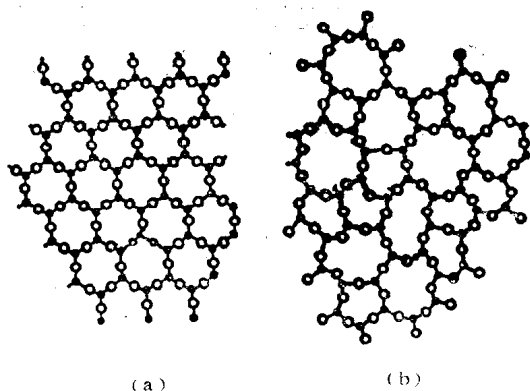


图 1-2 晶体(a)与非晶质体(b)的内部质点排列情况

体 (a) 的内部质点排列是有规律的, 而非晶质体 (b) 的内部质点排列是无规律的。

非晶质体有玻璃、黑曜岩、玛瑙、蛋白石、塑料、沥青、松香、琥珀等。分布不广, 种类也很少。

第二节 晶体的内部构造——空间格子

一、概 念

既然一切晶体都有着格子构造, 那么, 各种晶体格子之间必有共同规律可循。下面仍以石盐 (NaCl) 的晶体构造为例加以说明。

图 1-3 是石盐晶体内部构造放大图。在图中质点 Na^+ 离子和 Cl^- 离子之间的最小距离为 2.814 \AA ($1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$), 每隔一个异号离子的同种离子之间的距离约为 5.628 \AA 。离子之间的距离极其微小, 在长度为 1 mm 内, 约有 180 万个 Na^+ 离子和 180 万个 Cl^- 离子作周期性重复排列, 形成无限多的小立方体, 如图 1-3 中用线条划出的最小立方体, 是 NaCl 晶体构造的基本单位。

晶胞（晶体性质的最小基本单位）。一个晶胞能重复出整个晶体构造，质点在三维空间作周期性重复排列是无限的，因此可以说晶胞的迭置是无限的。其它任一成分晶体的构造与 NaCl 晶体构造相比，只是格子构造中质点的种类、排列的方式、间隔的距离不同而已，都呈格子状构造。

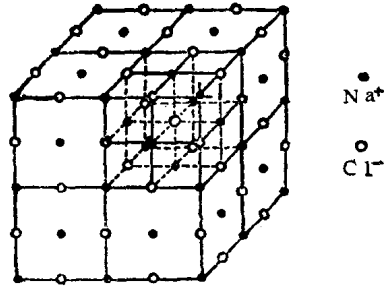


图 1-3 食盐(NaCl)晶体构造

为了探讨晶体构造的规律性，人们利用一些几何要素

(如点、线、面)，将晶体构造抽象表示：即首先在晶体构造中，任意选择一个几何点，然后在构造中找出与此相等的几何点即等同点。等同点的条件是，如果原始的几何点是取在质点中心，则等同点所占质点的种类应是相同的，也就是占据同种质点的中心；其次是这些质点周围环境以及方位是相同的。将等同点用直线连接起来，其在平面上的排列为平面格子，在空间的排列即构成空间格子。

等同点在三维空间的分布体现了晶体构造中质点作周期性重复排列的规律性。

因此，空间格子的概念是：表示晶体构造规律性的几何图形，它由等同点在三维空间无限排列而成。

必须指出，空间格子与晶体格子构造，二者可以比拟，但不能直接等同。因为空间格子是借助几何要素所组成的几何图形，是抽象化的几何概念，只有纯粹的几何意义；而晶体的格子构造，则是由具体的物质所组成的实在东西，并且反映了晶体的物理和化学等方面的性质。

二、要素

空间格子由以下几种要素组成。

1. 结点

空间格子中的等同点，称为结点。结点的位置为同种质点(离子、原子或分子)所占据。

2. 行列

结点在同一直线上的排列构成行列。行列上相邻两结点之间的距离称为结点间距。在同一行列上的结点间距都是相等的。

3. 面网

结点在同一平面上的排列构成面网，亦可称作行列间的平面，如图 1-4 所示。在面网上结点分布于平行四边形的角顶。面网上单位面积内的结点数目称为面网密度。

面网上的任意两个结点可以决定一个行列；相互平行的行列它们的结点间距相同；不相平行的行列，它们的结点间距一般不等。

4. 单位平行六面体

空间格子的基本单位，由三对平行相等的面网围成，如图 1-5 所示。

整个空间格子，可以看成是无数个单位平行六面体相互平行

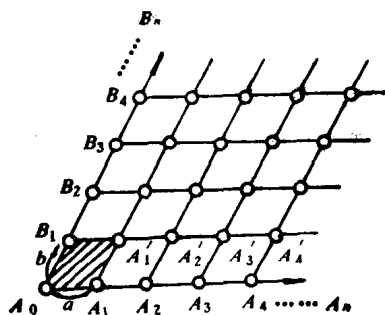


图 1-4 面网

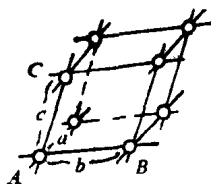


图 1-5 单位平行六面体