

陶瓷学纲要

[美] F. H. 諾尔頓原著

修明达 张泽垚 合譯
徐韦曼 张圣兴



中国财政经济出版社

陶 瓷 学 綱 要

[美] F.H. 诺尔顿原著

佟明达 张泽青
徐韦曼 张圣兴 合译

中国财政经济出版社

1965年·北京

內 容 介 紹

本書是硅酸盐工艺学的一个概論。以陶瓷为主，也涉及玻璃、搪瓷、水泥等方面。从晶体物理、单元操作等基础出发，闡明了有关硅酸盐工艺方面的原理，概括地介紹了工艺方法，并附有一些典型的坯、釉配方和經实际使用考驗过的小型窑爐的建造方法。

本書譯自美国馬薩諸塞工艺学院陶瓷学教授諾尔頓(F. H. Norton)所著的“陶瓷学綱要(Elements of Ceramics)”。在翻譯中将原料部份某些參考作用不大的地方作了刪节，并对原書中所能发现的排印錯誤作了訂正。

本書适合于高等工业院校硅酸盐专业作为普通硅酸盐工艺学課程 或类似課程的主要參考書，也可以供工厂 技术人員补充理論知識和科学研究人員參考之用。

本書第1,2,3,4,5,6章由华东化工学院徐韦曼教授翻譯；第14,15,16,21,22章及附录由上海益丰耐火材料厂张圣兴工程师翻譯；第11,12,17,18,20,24章由华东化工学院张泽珪教授翻譯；其余由天津工学院佟明达副教授翻譯；全書是由佟明达副教授审校的。

目 录

序.....	(7)
--------	-----

緒 論.....	(8)
----------	-----

定义 历史发展 在美国这个工业的范围和产值
硅酸盐領域中的文献

第一章 粘土矿物.....	(13)
---------------	------

引言 晶体化学概要 硅酸盐的结构 高岭土矿物
其它高岭土矿物 蒙脱石矿物 云母矿物 含水铝
矿物 粘土矿物的鉴定 结语

第二章 粘土的成因和产状.....	(34)
-------------------	------

引言 粘土的分类 粘土的成因 高岭土 球土 火
土 鈣质和铁质粘土 特种粘土 粘土的产量和价格

第三章 粘土的性質.....	(43)
----------------	------

引言 生粘土的性質 可塑性質 干燥性質 浸散性
质烧成性質

第四章 硅氧和长石.....	(55)
----------------	------

引言 石英和其它结晶形态的硅氧 其它形态的硅氧
长石 代替长石的矿物

第五章 菱鎂矿, 石灰岩, 白云岩和鉻鉄矿.....	(64)
----------------------------	------

引言 菱鎂矿 石灰岩 白云岩 鉻鉄矿

第六章 其它非粘土矿物.....	(70)
------------------	------

引言 助熔剂 鎂的硅酸盐 铝质矿物 釉和玻璃用
的矿物耐火矿物 碳质原料 元素的相对儲量

第七章 原料的开采与处理.....	(79)
-------------------	------

引言 开采 粉碎方法 顆粒大小的分选 碎解 化
学处理磁性分离 泡沫浮选 过滤 干燥 貯存与处置

第八章 陶瓷泥料和泥浆的流动性質.....	(96)
-----------------------	------

引言	流动的各种规律	可塑性的机理	可塑性的测量	
第九章	塑性泥块			(108)
引言	粘土-空气-水系统	含有粘土以外矿物的泥块		
	真空处理对塑性泥块的影响	陈化对塑性泥块的影响		
	吸附离子的影响			
第十章	注浆泥浆			(114)
引言	胶体化学原理	泥浆的解凝	注浆过程	不含
	粘土的注浆泥浆			
第十一章	成形方法			(124)
引言	下压法	挤出法	软泥可塑成形法	注浆法
	制品的修整			
第十二章	陶瓷制品的干燥			(139)
引言	水份的内部流动	表面蒸发	干燥收缩	最高
	干燥速率的获得	干强度	干燥器的类型	
第十三章	热化学反应			(150)
引言	反应的热力学	相律	平衡图	反应速率
	固态反应			
第十四章	陶瓷坯体的类型			(159)
引言	坯体成份表示法	三大组成式细陶瓷坯体	特	
	殊电瓷耐火坯体	特种餐具用瓷器和美术品坯体	磨	
	料坯体	炆器坯体	重粘土制品的坯体	坯体的性质
第十五章	粘土和坯体中的热化学变化			(171)
引言	测定高温化学变化的方法	加热对粘土和其它水		
	化物料的影响	晶体转化中的热变化	三大组成式坯体	
	的高温化学变化	耐火坯体中的热反应	某些特殊坯体	
第十六章	窑爐和装窑			(180)
引言	窑炉设计的基础原理	燃料与燃烧器	燃料	
	的消耗窑炉的示例	装窑法		
第十七章	玻璃态			(193)
引言	玻璃的组成	玻璃网状体中的弹力和粘度		

玻璃的性质	
第十八章 玻璃	(205)
引言 玻璃成份 熔化机理 成形方法 修整与退火	
板玻璃的磨光与抛光	
第十九章 釉	(222)
引言 釉成份的表示法 配釉的方法 釉的施用 烧釉	
使釉适合于坯体 釉的举例 釉的缺陷	
第二十章 金属上搪瓷	(239)
引言 低熔玻璃 密着理论 产生乳油的方法 装饰	
珐瑯钢片搪瓷 铸铁搪瓷	
第二十一章 玻璃和釉内颜色的形成	(248)
引言 玻璃中颜色形成的机理 溶液颜色 胶体颜色	
晶体的颜色	
第二十二章 陶瓷颜料和彩料	(257)
引言 有色的尖晶石 其它颜料 釉上彩料 釉下	
彩料彩光料 饰金	
第二十三章 装饰方法	(266)
引言 塑造法 印刷法 照相法 其它方法	
第二十四章 水泥和石膏	(273)
引言 石灰 波特兰水泥 高铝水泥 石膏胶凝材料	
氯氧水泥 硅酸(钠)盐水泥 磷酸盐水泥	
附 录	(280)
窑炉 坯和釉 颜色 颜料 助熔剂(釉上彩料用)	
参考用表	
索 引	(318)
符号和单位表	(345)

序

近年来很明显地可以看到，我们本科学生的硅酸盐课程需要一本以晶体物理和单元操作为基础的教科书，以概述硅酸盐的广阔原理。

本书企图提供一个适于三、四年级学生水平的硅酸盐概论，在这上面可以建立比较专门的工程课程或比较高深的研究生课程。

同时还感到有许多生产工作者会欢迎象这样的一种书，用以帮助他们和本领域内的最新发展共同前进。

也有许多陶瓷艺术家，他们渴望较多的知识，这由经常不断地与作者之间的访问和通信就可得到证明。可以相信，这部份人在这本书内将发现很大的兴趣，特别是被细心制定出来的坯和釉的配方与经过很好试验过的陶瓷窑炉的描述。

在全书中曾作努力尽实际可能用精心制备的插图实现形象教育。因为作者随同本书原文自行制备了插图，就使这种努力更为有效。这种方法具有压缩许多资料到小的篇幅之中和同时使读者易于领会的双重优点。

作 者

緒 論

定 义

Ceramics 可以用比字典定义“陶瓷器”所包含的较为宽广一些的意义来解释。希腊字 Keramos 意指“烧成的材料”，这似乎是明显的；因此，我们现代的名词，Ceramics*，包括细陶瓷（Whiteware）、搪瓷、耐火材料、玻璃、水泥、烧成的建筑材料及磨料，与原来的用法不是不相合的。

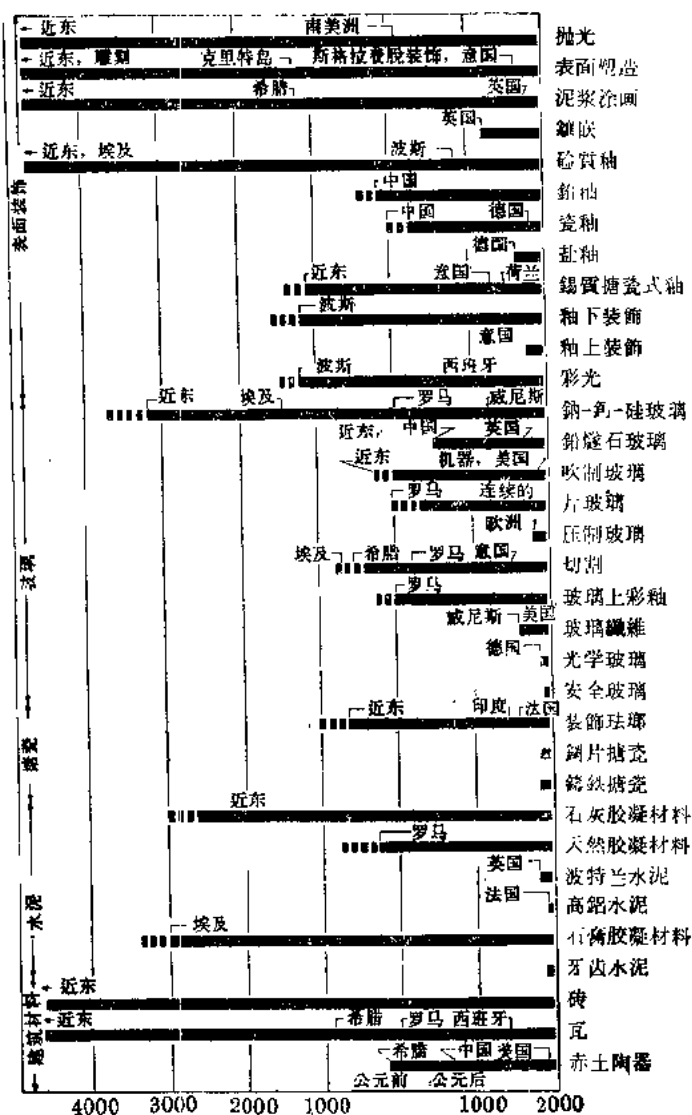
历史发展

陶瓷器残片从很古的年代起就曾与人类居住过的遗址在一起；其实，这些陶片对于考古家判定文化水平已经是主要帮手之一。烧粘土的使用似乎是在许多地方分别创始的，而不是从一个单独的集中点传播开来的。这个似乎并不奇怪，因为把遍地存在的粘土涂抹在筐子上用以在明火上烧饭，或者把这种塑性物料就作成烧饭用的器皿，是没有比这更为自然的了。

这里没有篇幅去讨论在硅酸盐历史中技艺的发展过程，但是涉及到这个题目的许多好的参考书是可以利用的。在此，已经作了一个尝试，用图 1 的图表来显示从最古的时代到目前技术上的进展。因为图中的许多部分是不清楚的，所以并不企图高度的精确，但是这些空白可以被将来的研究工作所填补。

人们细看这些图表，会由于其中若干产品及今天所沿用的若干方法的古远，特别是为罗马和中国在耶稣纪元开始时的贡献而感到惊异。人们也会注意到十八世纪内在欧洲的巨大发展，和最

* 譯者注：Ceramics 原指陶瓷，自往往也作广义使用，相当于我国近年所用“硅酸盐”的含义。在譯文中依具体情况，有时譯为硅酸盐，有时譯为陶瓷。本书名称按原义，譯为“陶瓷学纲要”。



后在十九世纪末和二十世纪初当科学和工程学应用到这个古老技艺中时的惊人跃进。

在美国这个工业的范围和产值

图2所示系一个给出产值概念的全部硅酸盐工业的图解。总之，它是年产值约三十亿美元的大工业之一。应该记住：硅酸盐

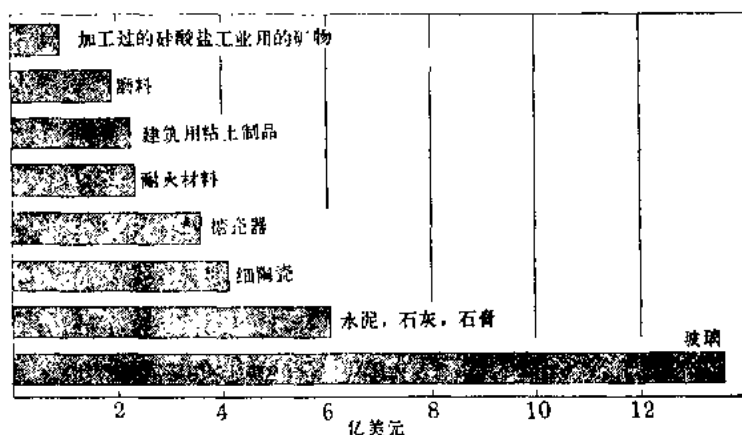


图2 硅酸盐工业的范围

工业与我们日常生活紧密连系，因为在任何家庭中的许多必需品是硅酸盐工业的产品——桌上的碟子、窗上的玻璃、墙内的隔热材料、烟囱内的砖、浴池中的搪瓷和电气装置中的瓷器。多数其他工业也依赖于硅酸盐材料；例如，冶金工业需要耐火材料和汽车工业必需磨料。

硅酸盐领域中的文献

有许多优秀的书籍涉及硅酸盐的各方面，但此处只图选择对本科水平的学生最直接有用的那些文献。读者在每章之末都可以找到一个恰当的参考资料名单。作者已经不得不略去了英文以外

其他文字的书籍和期刊，因为美国学工的本科学生具有英文以外阅读能力的人太少了。这个缺欠局限了在这一领域中的眼界，硅酸盐学生亟须通晓法文和德文。

期刊 硅酸盐领域的期刊很多，比较重要的英文技术期刊是：

美国硅酸盐学会学报及会报

英国硅酸盐学会会报

玻璃工艺学会学报（英国）

砖和粘土纪事

硅酸盐时代

硅酸盐工业

玻璃工业

参 考 资 料

BARBER, E. A., Pottery and Porcelain of the United States,
G. P. Putnam's Sons, New York, 1893.

Cox, W. E., Pottery and Porcelain, Crown Publishers, New
York, 1944.

DEVEVOISE, N. C., "The History of Glaze," Bull. Am. Ceram.
Soc. 13, 293, 1934.

"Report of the Committee on Definition of the Term 'Ceramics,'"
J. Am. Ceram. Soc. 3, 526, 1920.

RIES, H., History of the Clay-working Industry in the United
States, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1909.

第一章 粘土矿物

引 言

因为粘土是硅酸盐工业的骨干，了解它本身的性质是非常必要的。过去认为粘土大部分是由非品质物质的亚微观颗粒所组成，但是经过权威学者用新工具考察了粘土细粒之后，逐渐明了其中几乎没有可以称为非品质的物质，而所含的都是非常微细但显明的晶体。许多这种晶体有时虽不完全，但是仍然可以明确地分成若干种。目前对于组成粘土的矿物的内容虽然已经有了相当认识，但今后还有许多工作应当做，特别在含水云母方面。

本章以简单介绍晶体化学为目的，说明它在一般硅酸盐矿物和特别在粘土矿物方面的应用。

晶体化学概要

原子的性质 原子可以认为是由四周围绕着电子层的原子核所组成；原子核具有正电荷，其数目等于原子序数，各电子层中的电子，则有负电荷，其数目与正电荷相等。例如，氢有一个电子，原子序数是1；各元素的电子是随着原子序数逐一增加来填充各层电子层的，一直增加到总数为92个电子的钍。表1—1表示各元素的原子中每一个电子层的电子数；以后就会看到，元素的性能是受电子数目和位置影响的。

当许多原子或离子（离子是失去或获得一个或一个以上电子的原子）堆迭在一起形成一个晶体时，它们各占一定的空间，我们把每个原子（或离子）所占的空间当作圆球看待。圆球的半径称为离子半径，其数值见表1—2。在少数情况下，例如铅的离子，原子核周围的电子不作对称排列，而有向一方倾斜或极化的趋势。这是属于另一种堆迭类型，不能仅用离子半径值来表示，

歐洲各國

[illegible]

* 大家認為，在這種元素中，正常原子的外層只有一個電子。

表1-2

硅酸盐工业常用元素的离子半径

元 素	原 子 序 数	离 子 半 径 (单 位Å)	离 子
铝	13	0.57	Al ⁺⁺⁺
钡	56	1.43	Ba ⁺⁺
铍	4	0.34	Be ⁺⁺
钙	20	1.06	Ca ⁺⁺
碳	6	0.20	C ⁺⁺⁺⁺
铬	24	0.64	Cr ⁺⁺⁺
钴	27	0.82	Co ⁺⁺
铜	29	0.96	Cu ⁺
氟	9	1.33	F ⁻
铁	26	0.83	Fe ⁺⁺
铁	26	0.67	Fe ⁺⁺⁺
铅	82	1.32	Pb ⁺⁺
锂	3	0.78	Li ⁺
镁	12	0.78	Mg ⁺⁺
锰	25	0.91	Mn ⁺⁺
镍	28	0.78	Ni ⁺⁺
氧	8	1.32	O ⁻
磷	15	0.35	P ⁺⁺⁺⁺
钾	19	1.33	K ⁺
硅	14	0.39	Si ⁺⁺⁺⁺
钠	11	0.98	Na ⁺
锶	38	1.27	Sr ⁺⁺
锡	50	0.74	Sn ⁺⁺⁺⁺
钛	22	0.69	Ti ⁺⁺⁺⁺
锌	30	0.83	Zn ⁺⁺
锆	40	0.87	Zr ⁺⁺⁺⁺

特别在固体的表面上。

为了初步研究晶体和玻璃，以上叙述的简单原子模型已够应用。原子的真正结构却比较复杂。如果读者愿意深入研究，有许多关于原子结构的卓越的专著可作参考。

原子间的化学键力 当原子在晶格中规则地排好时，必须有

某些力量才能把它们保持在适当位置上。这些力量叫作“化学键”，它们一般表示吸力和斥力之间的平衡状态。所以，如果要移动原子，使它们离开稳定的间距，必须施以额外的力量。

晶体中重要的化学键之一是离子键，这是由于金属原子失去一个外层电子因而变成正离子，或是非金属原子获得一个外层电子因而变成负离子所致。这样产生的库仑吸力，使各原子互相结合。简单的无机盐，如NaCl，以及许多用于硅酸盐工业的矿物，常有这种键。由离子键结合的晶体是脆的，并有中等到高度的熔点。

另一种化学键是共价键，在这种情况下，两个原子公用一对电子。象C，Si，N，P和O那样元素常有共价键。这种键力结合的物质，性质坚强，熔点高。

第三种化学键叫作金属键，它存在于只由正离子组成的晶体中。紧密堆迭的原子外面，好象包着一层使它们结合在一起的电子云。具有这种键的物质，可塑性比较大，熔点幅度也广。

第四种是几乎不能称为化学键的范氏键 (Van der Waals force)。这种键的性质一般很弱，使晶体产生容易分裂的解理。

我们切不可以为一种晶体只有一种键，其实它们一般都是几种键的配合。许多硅酸盐矿物都是如此。

晶胞 一个晶体，是由一种或一种以上的原子按照一定规律排成的，图1—1(a)是用平面网来表示这种结构的图解。晶体网中可以用来反复堆迭成完全晶体的最小单位，如图中用虚线划出的部份，叫作晶胞。晶胞中原子大小和排列方式，是晶体的基本性质。用在硅酸盐工业的晶体的晶胞，现在已经大部分在布拉格 (W. L. Bragg) 和他的学生的创作的基础上计算出来。这些结构的叙述，可以在“结晶学杂志 (Zeitschrift für Kristallographie)” 和本章最后所列的参考书中找到。

玻璃态原子的紊乱排列，与晶体的整齐图案不同，如图1—1(b)所示。固体物质的这种形态，在第十七章中还要讨论。图1