

高等学校交流讲义



硅酸盐物理化学

南京化工学院
天津大学 合編
华东化工学院

中国工业出版社

本书根据现有的材料对硅酸盐物质的结构以及硅酸盐学科中的一般规律和理论进行了比较系统的阐述,并对某些有关的研究方法及其原理作了必要的介绍。

全书分为六篇,分别叙述硅酸盐物质的各种聚集状态、相平衡、热化学、固态物质的反应和烧结、硅酸盐的电学和磁学性质以及硅酸盐系统。

本书可以作为高等院校硅酸盐工专业的教学用书。

本书的取材和选编分工如下:第二篇和第四篇主要是以天津大学的同名讲义为基础,由天津大学沈繼跃同志负责;第五篇是根据华东化工学院同名讲义,由华东化工学院程繼健同志负责修改而成;第三篇、第六篇是以南京化工学院同名讲义为主,第一篇则是以三校同名讲义为素材,由南京化工学院汪冲和和楊南如同志负责选编补充。

硅酸盐物理化学

南京化工学院、天津大学、华东化工学院合编

*

中国工业出版社出版(北京东黄城根路10号)

(北京市书刊出版业营业许可出字第119号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \cdot 1/32$ · 印张 $15\frac{1}{16}$ · 字数 339,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

· 印数 0001—3,233 · 定价 (10-6) 2.15 元

统一书号 15165·941 (化工-63)

目 录

緒論	7
----	---

第一篇 硅酸盐物质的聚集状态

第一章 結晶状态	10
----------	----

§1 結晶学基础	10
§2 晶体的X射线研究法	15
§3 离子晶体	24
§4 硅酸盐結構	36

第二章 硅酸盐物质的液体状态和玻璃体状态	43
----------------------	----

§1 硅酸盐液体和玻璃体的形成	43
§2 硅酸盐物质液体和玻璃体的結構	54
§3 硅酸盐液体和玻璃体的物理化学性质	82
§4 硅酸盐液体的物理化学性质和結構的联系	100

第三章 硅酸盐物质的胶体状态	103
----------------	-----

§1 硅酸溶胶	103
§2 粘土—水系統	107
§3 微非均匀玻璃状态	127
§4 水泥的水化过程	140

第二篇 相 平 衡

第一章 簡單系統和研究方法	147
---------------	-----

§1 单元系統和二元系統	147
§2 相平衡的研究方法	164

第二章 三元系統	171
----------	-----

§1 基本原理	171
§2 有低共熔物无固溶体及化合物的三元系統状态图	179
§3 具有一致熔融(同成分熔融)的二元化合物的三元系統状态图	186

§4 具有不一致熔融(异成分熔融)的二元化合物的三元系統状态图	192
§5 具有二元化合物的三元系統状态图的其他类型	200
§6 具有一致熔融的三元化合物的三元系統状态图	203
§7 具有不一致熔融的三元化合物的三元系統状态图	205
§8 固相有同质多相轉化的三元系統状态图	206
§9 具有液相分层(析液)的三元系統状态图	207
§10 生成固溶体的三元系統状态图	209
§11 $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ 系統的相平衡	218
§12 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 系統的相平衡	222
§13 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系統的相平衡	226
§14 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系統的相平衡	228
第三章 多元系統	232
§1 四元系統的組成表示方法及相图的基本要素	232
§2 四元系統中的結晶路程	234
§3 $\text{CaO}-2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2+4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3-5\text{CaO}\cdot3\text{Al}_2\text{O}_3$ 系統的相平衡	241
§4 $\text{CaO}-\text{MgO}-2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-5\text{CaO}\cdot3\text{Al}_2\text{O}_3$ 系統的相平衡	246
§5 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系統的相平衡	249

第三篇 硅酸盐热化学

第一章 热效应	255
§1 硅酸盐的热容	255
§2 量热器	257
§3 生成热与反应热	260
§4 熔融热与結晶热	262
§5 晶型轉变热	264
§6 水泥水化热	265
第二章 由最大功判断硅酸盐变化	266

第四篇 固态物质的反应和燒結

第一章 固态物质的反应	268
--------------------	-----

§1 固态物质間反应的类型	269
§2 固态物质間反应的机理	270
§3 固态物质間反应的动力学	279
§4 影响固态物质間反应的因素	292

第二章 固态物质的燒結 295

§1 关于燒結的基本概念	295
§2 威耳的物质表面結構学說	296
§3 固态物质燒結时的傳质机理	300
§4 影响固态物质燒結的因素	305

第五篇 硅酸盐的电学与磁学性质

✓第一章 硅酸盐物质的傳导电流、电阻和电导 316

§1 电介质的傳导电流	316
§2 电阻和电导	317
§3 玻璃的导电机理	318
§4 影响电阻和电导的因素	320
§5 硅酸盐物质电阻率的測定	325
§6 电介质的极化	330
§7 介质常数	337
§8 介电损失	341
§9 电介质的击穿和介电强度	344
§10 硅酸盐电介质的介电常数与介电损失的測量	346

第二章 硅酸盐物质的半导体性 349

§1 概述	349
§2 热敏电阻、光敏电阻、非綫性电阻	350
§3 硅酸盐晶态磷光体	354
§4 硅酸盐的場致发光	357

第三章 磁性陶瓷及铁淦氧磁物的磁性 359

§1 铁淦氧磁物的結構	359
§2 铁淦氧磁性的本质	360
§3 某些铁淦氧磁物的性质	361

§4 影响制备铁冶金磁物性质的因素	365
-------------------	-----

第六篇 硅酸盐系统

第一章 一元系统	367
§1 SiO_2 系统	367
§2 Al_2O_3 系统	381
第二章 二元系统	387
§1 $\text{R}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 系统	387
§2 $\text{RO}-\text{SiO}_2$ 系统	393
§3 $\text{RO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系统	414
§4 $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系统	429
第三章 三元系统和四元系统	442
§1 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{SiO}_2$ 系统	442
§2 $\text{Na}_2\text{O}-\text{PbO}-\text{SiO}_2$ 系统	450
§3 $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系统	456
§4 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 系统	462
§5 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系统	465
§6 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}$ 系统	467
§7 $\text{CaO}-\text{C}_2\text{S}-\text{C}_3\text{A}_3-\text{C}_4\text{AF}$ 系统	474

目 录

緒論	7
----	---

第一篇 硅酸盐物质的聚集状态

第一章 結晶状态	10
§1 結晶学基础	10
§2 晶体的X射线研究法	15
§3 离子晶体	24
§4 硅酸盐結構	36
第二章 硅酸盐物质的液体状态和玻璃体状态	43
§1 硅酸盐液体和玻璃体的形成	43
§2 硅酸盐物质液体和玻璃体的結構	54
§3 硅酸盐液体和玻璃体的物理化学性质	82
§4 硅酸盐液体的物理化学性质和結構的联系	100
第三章 硅酸盐物质的胶体状态	103
§1 硅酸溶胶	103
§2 粘土—水系統	107
§3 微非均匀玻璃状态	127
§4 水泥的水化过程	140

第二篇 相 平 衡

第一章 簡單系統和研究方法	147
§1 单元系統和二元系統	147
§2 相平衡的研究方法	164
第二章 三元系統	171
§1 基本原理	171
§2 有低共熔物无固溶体及化合物的三元系統状态图	179
§3 具有一致熔融(同成分熔融)的二元化合物的三元系統状态图	186

§4 具有不一致熔融(异成分熔融)的二元化合物的三元系統状态图	192
§5 具有二元化合物的三元系統状态图的其他类型	200
§6 具有一致熔融的三元化合物的三元系統状态图	203
§7 具有不一致熔融的三元化合物的三元系統状态图	205
§8 固相有同质多相轉化的三元系統状态图	206
§9 具有液相分层(析液)的三元系統状态图	207
§10 生成固溶体的三元系統状态图	209
§11 $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ 系統的相平衡	218
§12 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 系統的相平衡	222
§13 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系統的相平衡	226
§14 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系統的相平衡	228
第三章 多元系統	232
§1 四元系統的組成表示方法及相图的基本要素	232
§2 四元系統中的結晶路程	234
§3 $\text{CaO}-2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2+4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3-5\text{CaO}\cdot3\text{Al}_2\text{O}_3$ 系統的相平衡	241
§4 $\text{CaO}-\text{MgO}-2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-5\text{CaO}\cdot3\text{Al}_2\text{O}_3$ 系統的相平衡	246
§5 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系統的相平衡	249

第三篇 硅酸盐热化学

第一章 热效应	255
§1 硅酸盐的热容	255
§2 量热器	257
§3 生成热与反应热	260
§4 熔融热与結晶热	262
§5 晶型轉变热	264
§6 水泥水化热	265
第二章 由最大功判断硅酸盐变化	266

第四篇 固态物质的反应和燒結

第一章 固态物质的反应	268
--------------------	-----

§1 固态物质間反应的类型	269
§2 固态物质間反应的机理	270
§3 固态物质間反应的动力学	279
§4 影响固态物质間反应的因素	292

第二章 固态物质的燒結 295

§1 关于燒結的基本概念	295
§2 威耳的物质表面結構学說	296
§3 固态物质燒結时的傳质机理	300
§4 影响固态物质燒結的因素	305

第五篇 硅酸盐的电学与磁学性质

✓第一章 硅酸盐物质的傳导电流、电阻和电导 316

§1 电介质的傳导电流	316
§2 电阻和电导	317
§3 玻璃的导电机理	318
§4 影响电阻和电导的因素	320
§5 硅酸盐物质电阻率的測定	325
§6 电介质的极化	330
§7 介质常数	337
§8 介电损失	341
§9 电介质的击穿和介电强度	344
§10 硅酸盐电介质的介电常数与介电损失的測量	346

第二章 硅酸盐物质的半导体性 349

§1 概述	349
§2 热敏电阻、光敏电阻、非綫性电阻	350
§3 硅酸盐晶态磷光体	354
§4 硅酸盐的場致发光	357

第三章 磁性陶瓷及铁淦氧磁物的磁性 359

§1 铁淦氧磁物的結構	359
§2 铁淦氧磁性的本质	360
§3 某些铁淦氧磁物的性质	361

§4 影响制备铁冶金磁物性质的因素	365
-------------------	-----

第六篇 硅酸盐系统

第一章 一元系统	367
§1 SiO_2 系统	367
§2 Al_2O_3 系统	381
第二章 二元系统	387
§1 $\text{R}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 系统	387
§2 $\text{RO}-\text{SiO}_2$ 系统	393
§3 $\text{RO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系统	414
§4 $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系统	429
第三章 三元系统和四元系统	442
§1 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{SiO}_2$ 系统	442
§2 $\text{Na}_2\text{O}-\text{PbO}-\text{SiO}_2$ 系统	450
§3 $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系统	456
§4 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 系统	462
§5 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系统	465
§6 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}$ 系统	467
§7 $\text{CaO}-\text{C}_2\text{S}-\text{C}_3\text{A}-\text{C}_4\text{AF}$ 系统	474

高等学校交流讲义



硅酸盐物理化学

南京化工学院
天津大学 合编
华东化工学院

中国工业出版社

本书根据现有的材料对硅酸盐物质的结构以及硅酸盐学科中的一般规律和理论进行了比较系统的阐述,并对某些有关的研究方法及其原理作了必要的介绍。

全书分为六篇,分别叙述硅酸盐物质的各种聚集状态、相平衡、热化学、固态物质的反应和烧结、硅酸盐的电学和磁学性质以及硅酸盐系统。

本书可以作为高等院校硅酸盐工专业的教学用书。

本书的取材和选编分工如下:第二篇和第四篇主要是以天津大学的同名讲义为基础,由天津大学沈继跃同志负责;第五篇是根据华东化工学院同名讲义,由华东化工学院程继健同志负责修改而成;第三篇、第六篇是以南京化工学院同名讲义为主,第一篇则是以三校的同名讲义为素材,由南京化工学院汪冲钧和汤南如同志负责选编补充。

硅酸盐物理化学

南京化工学院、天津大学、华东化工学院合编

*

中国工业出版社出版(北京阜成门内大街10号)

(北京市书刊出版事业许可出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \cdot 1/32$ · 印张 $15\frac{1}{16}$ · 字数 339,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

· 印数 0001—3,233 · 定价 (10-6) 2.15 元

统一书号 15165·941 (北工-52)

目 录

緒論	7
----	---

第一篇 硅酸盐物质的聚集状态

第一章 結晶状态	10
§1 結晶学基础	10
§2 晶体的X射线研究法	15
§3 离子晶体	24
§4 硅酸盐結構	36
第二章 硅酸盐物质的液体状态和玻璃体状态	43
§1 硅酸盐液体和玻璃体的形成	43
§2 硅酸盐物质液体和玻璃体的結構	54
§3 硅酸盐液体和玻璃体的物理化学性质	82
§4 硅酸盐液体的物理化学性质和結構的联系	100
第三章 硅酸盐物质的胶体状态	103
§1 硅酸溶胶	103
§2 粘土—水系統	107
§3 微非均匀玻璃状态	127
§4 水泥的水化过程	140

第二篇 相 平 衡

✓第一章 簡單系統和研究方法	147
§1 单元系統和二元系統	147
§2 相平衡的研究方法	164
第二章 三元系統	171
§1 基本原理	171
§2 有低共熔物无固溶体及化合物的三元系統状态图	179
§3 具有一致熔融(同成分熔融)的二元化合物的三元系統状态图	186

§4 具有不一致熔融(异成分熔融)的二元化合物的三元系统状态图	192
§5 具有二元化合物的三元系统状态图的其他类型	200
§6 具有一致熔融的三元化合物的三元系统状态图	203
§7 具有不一致熔融的三元化合物的三元系统状态图	205
§8 固相有同质多相转化的三元系统状态图	206
§9 具有液相分层(析液)的三元系统状态图	207
§10 生成固溶体的三元系统状态图	209
§11 $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ 系统的相平衡	218
§12 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 系统的相平衡	222
§13 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系统的相平衡	226
§14 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系统的相平衡	228
第三章 多元系统	232
§1 四元系统的组成表示方法及相图的基本要素	232
§2 四元系统中的结晶路程	234
§3 $\text{CaO}-2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3-5\text{CaO}\cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ 系统的相平衡	241
§4 $\text{CaO}-\text{MgO}-2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-5\text{CaO}\cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ 系统的相平衡	246
§5 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系统的相平衡	249

第三篇 硅酸盐热化学

第一章 热效应	255
§1 硅酸盐的热容	255
§2 量热器	257
§3 生成热与反应热	260
§4 熔融热与结晶热	262
§5 晶型转变热	264
§6 水泥水化热	265
第二章 由最大功判断硅酸盐变化	266

第四篇 固态物质的反应和烧结

第一章 固态物质的反应	268
--------------------	-----

§1 固态物质間反应的类型	269
§2 固态物质間反应的机理	270
§3 固态物质間反应的动力学	279
§4 影响固态物质間反应的因素	292

第二章 固态物质的燒結 295

§1 关于燒結的基本概念	295
§2 威耳的物质表面結構学說	296
§3 固态物质燒結时的傳质机理	300
§4 影响固态物质燒結的因素	305

第五篇 硅酸盐的电学与磁学性质

第一章 硅酸盐物质的傳导电流、电阻和电导 316

§1 电介质的傳导电流	316
§2 电阻和电导	317
§3 玻璃的导电机理	318
§4 影响电阻和电导的因素	320
§5 硅酸盐物质电阻率的測定	325
§6 电介质的极化	330
§7 介质常数	337
§8 介电損失	341
§9 电介质的击穿和介电强度	344
§10 硅酸盐电介质的介电常数与介电損失的測量	346

第二章 硅酸盐物质的半导体性 349

§1 概述	349
§2 热敏电阻、光敏电阻、非线性电阻	350
§3 硅酸盐晶态磷光体	354
§4 硅酸盐的場致发光	357

第三章 磁性陶瓷及鉄淦氧磁物的磁性 359

§1 鉄淦氧磁物的結構	359
§2 鉄淦氧磁性的本质	360
§3 某些鉄淦氧磁物的性质	361

§4 影响制备铁氧磁物性质的因素	365
------------------	-----

第六篇 硅酸盐系统

第一章 一元系统	367
§1 SiO_2 系统	367
§2 Al_2O_3 系统	381
第二章 二元系统	387
§1 $\text{R}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 系统	387
§2 $\text{RO}-\text{SiO}_2$ 系统	393
§3 $\text{RO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系统	414
§4 $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系统	429
第三章 三元系统和四元系统	442
§1 $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{SiO}_2-\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2-\text{SiO}_2$ 系统	442
§2 $\text{Na}_2\text{O}-\text{PbO}-\text{SiO}_2$ 系统	450
§3 $\text{K}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系统	456
§4 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 系统	462
§5 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系统	465
§6 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}$ 系统	467
§7 $\text{CaO}-\text{C}_2\text{S}-\text{C}_3\text{A}_3-\text{C}_4\text{AF}$ 系统	474

緒 論

大家都知道,以水泥、玻璃、陶瓷、耐火材料……等作为产品的各个工业,构成了一个很大的工业体系,即硅酸盐工业体系。

在整个国民经济中,硅酸盐工业占有相当重要的地位,它和建筑事业、化学工业、冶金工业、机械制造业、动力工业……以及人们的日常生活等都有很密切的关系。特别是在近一、二十年来,随着原子能和喷气技术以及无线电技术的飞速发展,又给硅酸盐材料开辟了崭新的、广阔的发展前途。事实已经表明,新技术的飞速发展,迫切地需要多种多样的、具有给定性能的硅酸盐材料;新型的硅酸盐材料的发明和创造,也必将有助于把新技术推向更高的水平。

大家都知道,我国的硅酸盐工业是具有极其悠久的历史。我们的祖先远在五、六千年之前就制造了颇为精致的彩陶器皿,还在一、二千年之前就制造了名震中外的精细瓷器。而且,我们的祖先在很久之前就已经有意识地控制还原焰烧制瓷器,而使我国的精细瓷器具有“白里微泛青色”的特色。不仅如此,我们的祖先在很早以前就能够通过控制烧窑和冷窑时的气氛性质来控制瓷器烧制时某些色釉的物理化学进程;制造了色泽优美的所谓“窑变”。在我国精细瓷器的胎、釉、色料的配方上更是百花争艳、制作非凡。

总之,可以毫不夸大地说,在瓷器艺人的辛勤劳动下,我国的瓷器在人类的文化中放射了灿烂的光彩,在我国的历史上写下了辉煌的一页!

但是,由于封建制度的长期统治,由于帝国主义的入侵,由于官僚买办阶级的压榨,在解放前,我国名震中外的精细瓷器不仅没有得到发展,而且有些传统的瓷器胎、釉、色料的配方也失传了。至于钢铁工业用的高级耐火材料、无线电和电子计算技术用的陶瓷