

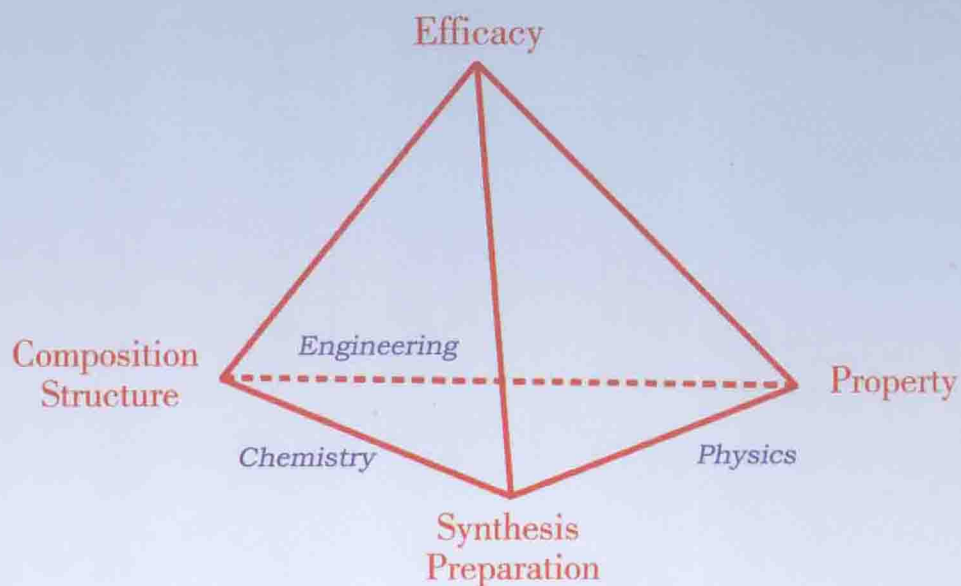
普通高等学校材料科学与工程类专业新编系列教材

# *Inorganic Nonmetallic Materials Technology*

# 无机非金属材料工学

(第4版)

◎ 主 编 林宗寿



武汉理工大学出版社

普通高等学校材料科学与工程类专业新编系列教材

# Inorganic Nonmetallic Materials Technology

# 无机非金属材料工学

(第4版)

主编 林宗寿

第4版副主编	赵修建	叶菁	徐晓虹
第2、3版副主编	赵修建	吴建锋	叶菁
第1版副主编	李凝芳	赵修建	刘顺妮



武汉理工大学出版社

Wuhan University of Technology Press

图书在版编目(CIP)数据

无机非金属材料工学/林宗寿主编. —4 版. —武汉:武汉理工大学出版社,2013.12

ISBN 978-7-5629-4222-1

I. ① 无… II. ① 林… III. ① 无机非金属材料 IV. ① TB321

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 274599 号

项目负责人:田道全

责任编辑:田道全 万三宝

责任校对:万三宝

装帧设计:翰之林

出版发行:武汉理工大学出版社

社 址:武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮 编:430070

网 址:<http://www.techbook.com.cn>

经 销:各地新华书店

印 刷:崇阳文昌印务有限责任公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:30.5

字 数:932 千字

版 次:2013 年 12 月第 4 版

印 次:2014 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1—3000 册

定 价:58.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87515778 87515848 87785758 87165708(传真)

· 版权所有 盗版必究 ·

# 普通高等学校材料科学与工程类专业 新编系列教材编审委员会

顾 问：郭景坤 袁润章 范令惠 杨南如

胡道和 王民权 岳文海 曹文聪

主任委员：张联盟

副主任委员：徐德龙 郑治祥

委 员：(以姓氏笔画为序)

万发荣 马保国 王国梅 王培铭 文梓芸

叶卫平 叶枝荣 叶 菁 田道全 曲祖源

刘亚云 刘 军 孙成林 吴建青 吴建锋

陈 文 宋晓岚 林宗寿 杨长辉 姜洪舟

钱觉时 钱春香 高建明 徐秋林 陶珍东

黄佳木 黄学辉 蒋 阳 程晓敏 程 新

谢峻林 曾令可 葛 勇 潘 伟 薛理辉

秘 书 长：田道全

总责任编辑：徐秋林

## 出版说明

材料是社会文明和科技进步的物质基础和先导,材料科学与能源科学、信息科学一并被列为现代科学技术的三大支柱,其发展水平已成为一个国家综合国力的主要标志之一。教育部颁布重新修订的《普通高等学校本科专业目录》后,为适应 21 世纪人才培养需要,及时组织并且实施了面向 21 世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革计划、世界银行贷款 21 世纪初高等理工科教育教学改革项目,部分高等学校承担了其中材料科学与工程专业教学改革项目的研究与实践。已经拓宽了专业面的材料科学与工程专业,相应的业务培养目标、业务培养要求、主干学科、主要课程、主要实践性教学环节等都有了不同程度的变化。原有的教材已经不能适应新专业的培养目标和教学要求,组织一套新的材料科学与工程专业系列教材已成为众多院校的翘首之盼。武汉理工大学出版社在教育部高等学校材料科学与工程专业教学指导委员会的指导和帮助下,经过大量的调研,组织了国内几十所大学材料科学与工程学科的知名教授组成“普通高等学校材料科学与工程类专业新编系列教材编审委员会”,共同编写了这套系列教材。

本套教材的主、参编人员及编委会顾问,遵照教育部材料科学与工程专业教学指导委员会的有关会议及文件精神,经过充分研讨,决定首批编写出版 14 种主干课程的教材,以尽快满足全国众多院校的教学需要,以后再根据专业方向的需要逐步增补。本套新编系列教材的编写具有以下特色:

**教材体系体现人才培养目标**——本套系列教材的编写体现了高等学校材料科学与工程专业的培养目标和教学要求,从整体上考虑材料科学与工程专业的课程设置和各门课程的内容安排,按照教学改革方向要求的学时统一协调与整合后,组成了一套完整的、各门课程有机联系的系列化教材。本套教材的编写除正文以外,还增加了本章内容提要、本章小结、思考题与习题等内容,以使教材既适合于教学需要,又便于学生自学。

**教材内容反映教改成果**——本套系列教材的编写坚持“少而精”的原则,紧跟教学内容和课程体系改革的步伐,教材内容注重更新,反映教学改革的阶段性成果,以适应 21 世纪材料科学与工程专业的培养要求。本套系列教材的编写中,凡涉及材料科学与工程学科的技术规范与标准,全部采用国家最新颁布实施的技术规范和标准。

**教材出版实现立体化**——本套教材努力使用和推广现代化的教学手段,实现立体化出版,凡具备条件的课程都将根据教学需要,及时组织编写、制作和出版相应的电子课件或教案,以适应教育方式的变革。

本套教材是在教育部颁布实施重新修订的本科专业目录后,组织全国多所高等学校材料科学与工程学科的具有丰富教学经验的教授们共同编写的一套面向新世纪、适应新专业的全新的系列教材。能够为新世纪我国材料科学与工程专业的教材建设贡献微薄之力,自是我们应尽的责任和义务,我们感到十分欣慰。然而,因其为一套开创性的系列教材,所以尽管我们的编审者、编辑出版者夙兴夜寐、尽心竭力,不敢稍有懈怠,但它仍然还会存在着缺点和不足。嚶其鸣矣,求其友声,我们诚恳希望选用本套教材的广大师生在使用过程中给我们多提宝贵的意见和建议,以便使我们不断地修改、完善全套教材,共同为我国高等教育事业的发展作出贡献。

武汉理工大学出版社

# 前 言

(第4版)

为适应教育部面向21世纪材料类专业课程体系改革要求,加强学生的基础理论知识,调整知识结构,拓宽知识面,提高社会适应能力,培养高质量的智能型、复合型人才,在原国家建材局人事教育司、无机非金属材料教学指导委员会和武汉工业大学出版社(现为武汉理工大学出版社)的大力支持下,由林宗寿任主编,李凝芳、赵修建、刘顺妮任副主编,于1999年编写出版了《无机非金属材料工学》第1版。该教材是以无机非金属材料二级学科为专业方向,促进传统的三级学科间的联系、交叉和专业知识的相互利用。通过该课程的学习,可让学生掌握无机非金属材料的制备原理和生产过程、工艺流程的共性和特点,并使学生对无机非金属材料性能、生产过程和应用有较全面的了解。

《无机非金属材料工学》第1版的编写组为:林宗寿、李凝芳、赵修建、刘顺妮、刘书君、吴建锋、余海湖、崔崇、周立秋、崔亚伟、姜洪舟、徐晓虹。2006年8月,由林宗寿任主编,赵修建、吴建锋、叶菁任副主编,崔亚伟、韩建军、徐晓虹、万惠文、刘启明、陶海征、王忠组成的编写组,对该教材进行了修订,出版了《无机非金属材料工学》第2版。2008年8月,该编写组再次对教材进行修订,出版了第3版《无机非金属材料工学》。近年来,无机非金属材料工业取得了很大的进展,出现了许多新工艺和新技术,教材编审委员会认为有必要对本教材作进一步修订,为此,重新组织了由林宗寿任主编,赵修建、叶菁、徐晓虹任副主编的教材编写组,对该教材进行了修订,形成了《无机非金属材料工学》第4版。

本版《无机非金属材料工学》同样分为三篇:第一篇“生产过程原理与设备”;第二篇“主要品种工艺原理与性能”;第三篇“环境污染防治”。简明扼要地介绍了无机非金属材料各主要操作单元的原理及设备;无机非金属材料主要品种——气硬性胶凝材料、水泥、玻璃、陶瓷、混凝土、耐火材料、人工晶体的基本概念、生产工艺、产品性能;无机非金属材料工业的环境污染防治。密切联系当前工厂生产实际和技术发展水平,尽量反映新工艺、新技术、新产品。

本版《无机非金属材料工学》,林宗寿编写绪论、第1章、第8章8.1和8.2、第10章;陈袁魁编写第2章;叶菁编写第3章、第4章、第7章;李宏编写第5章;张强编写第6章;徐晓虹编写第8章8.3、第13章;邢伟宏编写第9章;万惠文编写第11章;何峰编写第12章;韩兵强编写第14章;彭启才编写第15章;张高科编写第16~18章。赵修建负责第5章、第12章的统稿;叶菁负责第3章、第4章、第7章的统稿;徐晓虹负责第6章、第8章8.3、第13章、第14章的统稿;其余章节由林宗寿统稿。全书内容取舍及章节编排由林宗寿负责。

本教材第1版由武汉工业大学(现为武汉理工大学)曹文聪、中国工程院吴中伟院士分别主审,在此表示衷心感谢。特别对担任过副主编的李凝芳、刘顺妮、吴建锋三位教授的贡献表示敬意。对武汉理工大学出版社田道全、徐秋林、万三宝三位编辑为提高本教材的质量付出的艰辛劳动,致以诚挚的谢意。

本教材内容广泛,由于编者水平所限,故不完善之处在所难免,希望同行和读者批评指正,以便再版时修正。

林宗寿

2013年8月 于武汉



# 目 录

绪论 .....	(1)
<b>第一篇 生产过程原理与设备</b>	
<b>1 概述 .....</b>	<b>(5)</b>
1.1 无机非金属材料生产过程的共性与个性 .....	(5)
1.1.1 无机非金属材料生产过程的共性 .....	(5)
1.1.2 无机非金属材料生产过程的个性 .....	(7)
1.2 无机非金属材料的几种典型生产工艺流程 .....	(9)
1.2.1 水泥生产工艺流程 .....	(9)
1.2.2 玻璃生产工艺流程 .....	(10)
1.2.3 陶瓷生产工艺流程 .....	(11)
习题 .....	(11)
参考文献 .....	(11)
<b>2 原料与燃料 .....</b>	<b>(13)</b>
2.1 钙质原料 .....	(13)
2.1.1 天然钙质原料的种类和性质 .....	(13)
2.1.2 天然钙质原料在生产中的作用及其品质要求 .....	(14)
2.1.3 钙质工业废渣 .....	(14)
2.2 黏土类原料 .....	(15)
2.2.1 黏土的成因与分类 .....	(15)
2.2.2 黏土的组成 .....	(16)
2.2.3 黏土的工艺性质 .....	(17)
2.2.4 黏土质工业废渣 .....	(18)
2.3 石英类原料 .....	(19)
2.3.1 石英类原料的种类和应用 .....	(19)
2.3.2 石英的晶型转化 .....	(20)
2.4 长石类原料 .....	(21)
2.4.1 长石的种类和性质 .....	(21)
2.4.2 长石在陶瓷和玻璃工业中的作用 .....	(21)
2.4.3 长石的替代原料 .....	(22)
2.5 其他原料 .....	(22)
2.5.1 高铝质原料 .....	(22)
2.5.2 镁质原料 .....	(23)
2.5.3 铁质原料 .....	(24)

2.5.4	Na <sub>2</sub> O 质原料 .....	(24)
2.5.5	含硼原料 .....	(24)
2.5.6	辅助性原料 .....	(25)
2.6	燃料 .....	(27)
2.6.1	燃料的概念与分类 .....	(27)
2.6.2	燃料组成及其换算 .....	(27)
2.6.3	发热量与标准燃料 .....	(29)
2.6.4	燃料品种与燃烧技术发展 .....	(30)
	习题 .....	(33)
	参考文献 .....	(33)
3	粉粒体制备 .....	(35)
3.1	粉碎概论 .....	(35)
3.1.1	粉碎的定义与分类 .....	(35)
3.1.2	物料的硬度、脆性及强度 .....	(35)
3.1.3	易碎性(易磨性) .....	(36)
3.1.4	粉碎的施力方式 .....	(36)
3.1.5	粉碎比 .....	(37)
3.2	破碎 .....	(37)
3.2.1	破碎机械分类与适用性 .....	(37)
3.2.2	颚式破碎机 .....	(38)
3.2.3	圆锥式破碎机 .....	(38)
3.2.4	锤式破碎机 .....	(39)
3.2.5	反击式破碎机 .....	(40)
3.3	粉磨 .....	(40)
3.3.1	粉磨机械 .....	(40)
3.3.2	球磨机 .....	(40)
3.3.3	辊压机 .....	(43)
3.3.4	辊筒磨 .....	(43)
3.3.5	辊式磨 .....	(44)
3.4	超细粉碎 .....	(46)
3.4.1	超细粉碎机械分类 .....	(46)
3.4.2	超细粉碎机械 .....	(47)
3.5	分级 .....	(50)
3.5.1	分级机械分类 .....	(50)
3.5.2	分级机性能评价 .....	(50)
3.5.3	筛分分级 .....	(51)
3.5.4	流体分级 .....	(52)
3.6	粉磨系统比较 .....	(54)
3.6.1	辊压机与球磨机组成的粉磨系统 .....	(54)
3.6.2	辊式磨粉磨系统 .....	(55)
3.6.3	降低粉碎能耗的工艺措施 .....	(56)
	习题 .....	(57)



参考文献 .....	(57)
<b>4 输送、混合与均化 .....</b>	<b>(58)</b>
4.1 气力输送系统 .....	(58)
4.1.1 气力输送分类与特性 .....	(58)
4.1.2 气力输送系统 .....	(59)
4.2 连续输送机械 .....	(64)
4.2.1 胶带输送机 .....	(64)
4.2.2 螺旋输送机 .....	(64)
4.2.3 斗式提升机 .....	(65)
4.2.4 链式输送机 .....	(66)
4.2.5 振动输送机 .....	(67)
4.3 供料与给料装置 .....	(68)
4.4 混合 .....	(70)
4.4.1 混合状态的表征 .....	(70)
4.4.2 混合机类型 .....	(71)
4.4.3 间歇式混合机 .....	(72)
4.4.4 连续混合机 .....	(72)
4.4.5 气力混合机 .....	(72)
4.4.6 混合机的选择 .....	(73)
4.5 均化 .....	(73)
4.5.1 原料与燃料的预均化堆场 .....	(73)
4.5.2 生料的均化 .....	(75)
习题 .....	(77)
参考文献 .....	(77)
<b>5 熔化和相变 .....</b>	<b>(79)</b>
5.1 熔化 .....	(79)
5.1.1 概述 .....	(79)
5.1.2 熔化设备——熔窑 .....	(80)
5.1.3 玻璃池窑中的热传递与玻璃液流动 .....	(82)
5.1.4 玻璃的熔制过程 .....	(83)
5.1.5 配合料的加热反应 .....	(84)
5.2 熔体和玻璃体的相变 .....	(86)
5.2.1 熔体和玻璃体的成核与晶体生长过程 .....	(86)
5.2.2 玻璃的分相 .....	(89)
5.2.3 微晶玻璃 .....	(91)
5.2.4 熔铸耐火材料的晶化 .....	(94)
5.2.5 结晶窑(晶化窑) .....	(94)
习题 .....	(100)
参考文献 .....	(100)
<b>6 成型 .....</b>	<b>(101)</b>
6.1 概述 .....	(101)
6.2 浆料的成型 .....	(101)

6.2.1	混凝土浆体的密实成型	(102)
6.2.2	陶瓷注浆成型	(103)
6.3	玻璃熔体的成型与退火	(107)
6.3.1	玻璃的主要成型性质	(107)
6.3.2	成型制度的制定	(108)
6.3.3	吹制成型	(108)
6.3.4	拉制成型	(109)
6.3.5	浮法生产平板玻璃	(110)
6.4	可塑成型	(113)
6.4.1	可塑泥料的流变特性	(114)
6.4.2	挤压成型	(114)
6.4.3	旋坯成型	(115)
6.4.4	滚压成型	(115)
6.4.5	塑压成型	(115)
6.5	粉料压制成型	(116)
6.5.1	压制成型工艺原理	(116)
6.5.2	压制成型对粉料的要求	(117)
6.5.3	压制设备	(118)
6.6	粒化	(119)
6.6.1	转动粒化	(119)
6.6.2	喷雾干燥造粒	(120)
6.7	胶态注模成型	(120)
6.7.1	注凝成型工艺过程	(121)
6.7.2	注凝成型主要影响因素	(121)
6.7.3	关于凝胶固化法的选择	(121)
6.8	注射成型	(121)
6.8.1	注射成型主要工艺过程	(122)
6.8.2	影响注射成型工艺的主要因素	(122)
6.8.3	注射成型应用	(122)
	习题	(123)
	参考文献	(123)
7	脱水与干燥	(124)
7.1	物料的去湿方法	(124)
7.2	干燥的物理过程	(124)
7.2.1	物料与水分的结合方式	(124)
7.2.2	物料与结合水分的平衡关系	(125)
7.2.3	物料干燥过程	(125)
7.2.4	干燥收缩及制品变形	(126)
7.3	脱水设备	(127)
7.3.1	浓缩	(127)
7.3.2	过滤	(128)
7.4	干燥设备	(130)

7.4.1	干燥器的分类	(130)
7.4.2	干燥器的选型	(130)
7.4.3	干燥器	(132)
	习题	(134)
	参考文献	(135)
<b>8</b>	<b>煅烧与烧成</b>	(136)
8.1	概述	(136)
8.1.1	热量传递	(136)
8.1.2	质量传递	(136)
8.1.3	动量传递	(137)
8.2	水泥熟料的煅烧	(137)
8.2.1	水泥熟料煅烧设备的分类	(137)
8.2.2	悬浮预热器	(138)
8.2.3	分解炉	(143)
8.2.4	回转窑	(147)
8.2.5	熟料冷却机	(148)
8.2.6	燃烧器	(150)
8.2.7	余热发电	(151)
8.3	陶瓷的烧成	(152)
8.3.1	黏土、长石及石英原料在烧成过程中的变化	(152)
8.3.2	坯、釉在烧成过程中的物理化学变化	(153)
8.3.3	烧成制度的制定	(155)
8.3.4	陶瓷烧成设备——窑炉	(157)
8.3.5	特种陶瓷烧成方法简介	(168)
8.3.6	节能减排的燃烧技术	(170)
	习题	(172)
	参考文献	(172)

## 第二篇 主要品种工艺原理与性能

<b>9</b>	<b>气硬性无机胶凝材料</b>	(174)
9.1	石灰	(174)
9.1.1	石灰的原料及制备	(174)
9.1.2	生石灰的熟化和硬化	(175)
9.1.3	石灰的应用	(175)
9.2	石膏及其制品	(176)
9.2.1	石膏胶凝材料的生产	(176)
9.2.2	半水石膏的凝结与硬化	(177)
9.2.3	石膏的应用	(177)
9.3	镁质胶凝材料	(179)
9.3.1	镁质胶凝材料的生产	(179)
9.3.2	镁质胶凝材料浆的制取和硬化性能	(179)
9.3.3	镁质胶凝材料的应用	(180)

9.4	水玻璃	(181)
9.4.1	水玻璃的硬化	(181)
9.4.2	水玻璃的性质	(181)
9.4.3	水玻璃的用途	(182)
	习题	(182)
	参考文献	(183)
<b>10</b>	<b>水泥</b>	(184)
10.1	硅酸盐水泥熟料的组成	(184)
10.1.1	熟料化学成分及矿物组成	(184)
10.1.2	熟料的率值	(187)
10.1.3	熟料矿物组成的计算	(189)
10.2	硅酸盐水泥生料的配合	(191)
10.2.1	熟料组成设计	(191)
10.2.2	生料配比计算	(193)
10.3	硅酸盐水泥熟料的煅烧	(196)
10.3.1	干燥与脱水	(196)
10.3.2	碳酸盐分解	(196)
10.3.3	固相反应	(197)
10.3.4	熟料的烧结	(198)
10.3.5	熟料的冷却	(200)
10.3.6	其他组分的作用	(201)
10.3.7	熟料热耗	(203)
10.4	硅酸盐水泥的制成与标准	(205)
10.4.1	水泥混合材料	(205)
10.4.2	通用硅酸盐水泥定义、分类及技术要求	(211)
10.4.3	石灰石硅酸盐水泥	(215)
10.4.4	水泥的粉磨	(216)
10.4.5	水泥储存与均化	(217)
10.4.6	水泥包装与散装	(218)
10.5	硅酸盐水泥的水化和硬化	(218)
10.5.1	熟料矿物的水化	(218)
10.5.2	硅酸盐水泥的水化	(221)
10.5.3	水化速率与凝结时间的调节	(222)
10.5.4	水化热	(223)
10.5.5	体积变化	(223)
10.5.6	水泥石的结构	(224)
10.6	掺混合材硅酸盐水泥的水化硬化	(225)
10.6.1	矿渣水泥的水化和硬化	(225)
10.6.2	火山灰水泥的水化硬化	(226)
10.6.3	粉煤灰水泥的水化硬化	(226)
10.6.4	石灰石硅酸盐水泥的水化硬化	(226)
10.7	硅酸盐水泥的化学侵蚀	(227)

10.7.1	淡水侵蚀	(227)
10.7.2	酸和酸性水侵蚀	(227)
10.7.3	硫酸盐侵蚀	(228)
10.7.4	含碱溶液侵蚀	(229)
10.7.5	提高水泥抗蚀性的措施	(229)
10.8	特性水泥和专用水泥	(230)
10.8.1	快硬和特快硬水泥	(230)
10.8.2	抗硫酸盐、中低热及道路水泥	(233)
10.8.3	膨胀和自应力水泥	(235)
10.8.4	油井水泥	(236)
10.8.5	装饰水泥	(238)
10.8.6	砌筑水泥	(239)
	习题	(239)
	参考文献	(241)
<b>11</b>	<b>混凝土</b>	(242)
11.1	概述	(242)
11.1.1	混凝土的定义及分类	(242)
11.1.2	混凝土的特点	(242)
11.1.3	对混凝土的基本要求	(243)
11.2	普通混凝土的组成材料	(243)
11.2.1	水泥	(244)
11.2.2	细骨料(砂)	(244)
11.2.3	粗骨料	(247)
11.2.4	混凝土拌合用水和养护用水	(250)
11.3	混凝土的主要技术性质	(251)
11.3.1	混凝土拌合物的和易性	(251)
11.3.2	混凝土的强度	(254)
11.3.3	混凝土的变形性能	(257)
11.3.4	混凝土的耐久性	(260)
11.4	混凝土外加剂	(262)
11.4.1	混凝土外加剂的分类	(262)
11.4.2	减水剂	(263)
11.4.3	常用的减水剂	(264)
11.4.4	引气剂	(265)
11.4.5	缓凝剂	(265)
11.4.6	速凝剂	(266)
11.4.7	矿物外加剂	(266)
11.4.8	使用外加剂的注意事项	(267)
11.5	混凝土配合比设计	(268)
11.5.1	混凝土配合比参数的确定	(268)
11.5.2	混凝土配合比设计的步骤	(268)
11.5.3	高强混凝土	(271)



11.5.4	混凝土配合比设计实例	(272)
11.6	其他品种混凝土	(274)
11.6.1	高性能混凝土	(274)
11.6.2	轻骨料混凝土	(276)
11.6.3	耐酸混凝土	(277)
11.6.4	纤维增强混凝土	(277)
11.6.5	聚合物混凝土	(278)
	习题	(279)
	参考文献	(279)
<b>12</b>	<b>玻璃</b>	(281)
12.1	概述	(281)
12.1.1	玻璃的种类及特性	(281)
12.1.2	硅酸盐玻璃的组成与结构	(281)
12.1.3	玻璃的结构因素与性质	(282)
12.1.4	主要硅酸盐玻璃制品的种类、用途	(288)
12.2	玻璃原料与制品加工	(292)
12.2.1	原料及配合料的制备	(292)
12.2.2	玻璃制品的加工	(298)
12.3	特种玻璃	(306)
12.3.1	特种玻璃概述	(306)
12.3.2	光导纤维	(310)
12.3.3	激光玻璃	(312)
12.3.4	光致变色玻璃	(313)
12.3.5	非线性光学玻璃	(314)
12.3.6	快离子导体玻璃	(315)
12.3.7	生物功能玻璃	(316)
12.3.8	多孔玻璃	(318)
	习题	(319)
	参考文献	(319)
<b>13</b>	<b>陶瓷</b>	(320)
13.1	绪论	(320)
13.1.1	陶瓷的定义与分类	(320)
13.1.2	陶瓷的组成、结构与性能	(322)
13.1.3	普通陶瓷品种	(324)
13.2	坯料及制备	(327)
13.2.1	坯用原料及其氧化物在坯中的作用	(327)
13.2.2	确定坯料配方的原则	(328)
13.2.3	坯体组成的表示方法	(329)
13.2.4	配料计算	(329)
13.2.5	坯料制备	(334)
13.2.6	调整坯料性能的添加剂	(340)
13.3	成型	(341)



13.3.1	选择成型方式的依据 .....	(341)
13.3.2	陶瓷成型新技术 .....	(344)
13.4	釉料及色料 .....	(348)
13.4.1	釉的作用及分类 .....	(348)
13.4.2	釉层的性质 .....	(348)
13.4.3	坯釉适应性 .....	(350)
13.4.4	釉料的组成与制釉原料 .....	(351)
13.4.5	釉料配制原则 .....	(351)
13.4.6	配料计算 .....	(352)
13.4.7	釉料制备 .....	(353)
13.4.8	施釉及装饰 .....	(354)
13.4.9	陶瓷色釉料 .....	(357)
13.5	烧成方式的选择和陶瓷产品的缺陷分析 .....	(361)
13.5.1	烧成方式的选择 .....	(361)
13.5.2	陶瓷的缺陷分析 .....	(362)
13.6	特种陶瓷 .....	(365)
13.6.1	结构陶瓷 .....	(365)
13.6.2	功能陶瓷 .....	(370)
	习题 .....	(382)
	参考文献 .....	(383)
14	耐火材料 .....	(385)
14.1	概述 .....	(385)
14.1.1	耐火材料的定义和分类 .....	(385)
14.1.2	耐火材料的组成与性质 .....	(386)
14.1.3	耐火材料生产工艺过程 .....	(388)
14.2	硅酸铝质耐火材料 .....	(389)
14.2.1	硅酸铝质耐火材料生产的物理化学基础 .....	(389)
14.2.2	黏土质耐火材料 .....	(390)
14.2.3	高铝质耐火材料 .....	(391)
14.2.4	硅线石族矿物及其应用 .....	(392)
14.3	硅质耐火材料 .....	(392)
14.3.1	硅质耐火材料生产的物理化学原理 .....	(392)
14.3.2	硅砖的生产工艺要点 .....	(393)
14.4	碱性耐火材料 .....	(394)
14.4.1	镁质耐火材料 .....	(394)
14.4.2	镁质耐火材料的结合相 .....	(396)
14.4.3	碱性耐火材料的主要品种及应用 .....	(397)
14.5	氧化物-碳复合耐火材料 .....	(398)
14.5.1	碳-氧化物反应热力学基础 .....	(398)
14.5.2	结合剂 .....	(399)
14.5.3	碳复合耐火材料主要品种 .....	(399)
14.6	熔铸耐火材料 .....	(401)

14.6.1	铝锆硅系熔铸耐火材料制品 .....	(401)
14.6.2	熔铸氧化铝耐火材料 .....	(402)
14.6.3	熔铸 $ZrO_2$ 耐火制品 .....	(402)
14.7	不定形耐火材料 .....	(402)
14.7.1	不定形耐火材料分类 .....	(402)
14.7.2	不定形耐火材料的结合剂 .....	(404)
14.7.3	典型浇注料品种及应用 .....	(405)
14.8	隔热耐火材料 .....	(406)
14.8.1	隔热耐火材料分类 .....	(406)
14.8.2	多孔隔热耐火制品 .....	(406)
14.8.3	耐火纤维 .....	(407)
14.8.4	氧化铝、氧化锆空心球及其制品 .....	(409)
14.8.5	其他隔热耐火材料 .....	(410)
14.9	特种耐火材料简介 .....	(410)
14.9.1	概述 .....	(410)
14.9.2	氧化物材料 .....	(410)
14.9.3	非氧化物及其复合耐火材料 .....	(410)
14.10	耐火材料在无机非金属材料工业中的应用 .....	(412)
14.10.1	概述 .....	(412)
14.10.2	耐火材料在水泥工业中的应用 .....	(412)
14.10.3	耐火材料在玻璃工业中的应用 .....	(413)
14.10.4	耐火材料在陶瓷工业中的应用 .....	(414)
	习题 .....	(416)
	参考文献 .....	(416)
15	人工晶体 .....	(417)
15.1	人工晶体的分类及应用 .....	(417)
15.1.1	半导体晶体 .....	(418)
15.1.2	功能晶体 .....	(418)
15.1.3	光子晶体 .....	(420)
15.2	晶体生长 .....	(420)
15.2.1	晶体生长热力学 .....	(420)
15.2.2	晶体生长动力学 .....	(422)
15.3	晶体生长方法 .....	(424)
15.3.1	熔体生长 .....	(425)
15.3.2	低温溶液生长 .....	(427)
15.3.3	高温溶液生长 .....	(428)
15.3.4	气相生长 .....	(431)
15.3.5	固相生长法 .....	(433)
15.3.6	光子晶体制备方法 .....	(433)
	习题 .....	(435)
	参考文献 .....	(435)

## 第三篇 环境污染防治

16 大气污染及其防治 .....	(436)
16.1 粉尘的性质与危害 .....	(436)
16.1.1 粉尘的基本性质 .....	(437)
16.1.2 粉尘的危害 .....	(438)
16.2 除尘设备 .....	(438)
16.2.1 除尘设备的性能 .....	(438)
16.2.2 主要除尘设备 .....	(441)
16.3 废气的污染及其防治 .....	(443)
16.3.1 硫氧化物的危害及其防治 .....	(444)
16.3.2 氮氧化物的危害及其防治 .....	(446)
16.3.3 碳氧化物的危害及其防治 .....	(448)
16.3.4 其他废气的危害及其防治 .....	(449)
习题 .....	(450)
参考文献 .....	(450)
17 废水污染及其处理 .....	(451)
17.1 概述 .....	(451)
17.2 无机非金属材料工业废水的处理方法 .....	(451)
17.2.1 常用的物理处理方法 .....	(452)
17.2.2 常用的生物处理方法 .....	(454)
习题 .....	(457)
参考文献 .....	(457)
18 噪声及其防治 .....	(458)
18.1 噪声的物理量 .....	(458)
18.2 无机非金属材料工业噪声概况 .....	(458)
18.2.1 无机非金属材料工业噪声的分类 .....	(458)
18.2.2 无机非金属材料工业噪声的特征 .....	(459)
18.2.3 无机非金属材料工业的主要噪声源 .....	(459)
18.3 无机非金属材料工业噪声防治 .....	(460)
18.3.1 无机非金属材料工业噪声防治要求 .....	(460)
18.3.2 无机非金属材料工业噪声污染防治途径 .....	(460)
习题 .....	(463)
参考文献 .....	(464)
附录 1 我国陶瓷工业常用黏土的化学组成 .....	(465)
附录 2 利用煤的工业分析结果进行发热量计算的方法 .....	(469)
附录 3 国际原子量表 .....	(470)