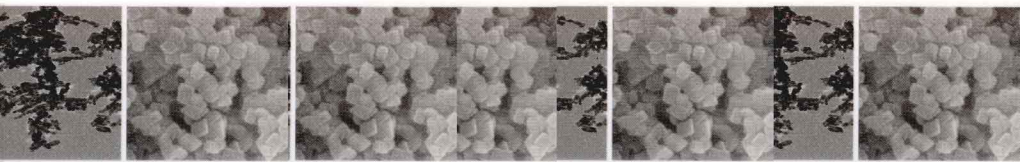


轻质及纳米碳酸钙 关键技术

颜鑫 卢云峰 编著

QINGZHI JI NAMI TANSUANGAI
GUANJIAN JISHU

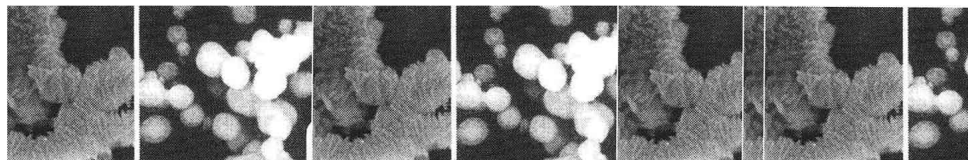


化学工业出版社

轻质及纳米碳酸钙 关键技术

颜 鑫 卢云峰 编著

QINGZHI JI NAMI TANSUANGAI



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

轻质及纳米碳酸钙关键技术/颜鑫, 卢云峰编著.
北京: 化学工业出版社, 2011.10
ISBN 978-7-122-12328-2

I. 轻… II. ①颜…②卢… III. 纳米技术-应用-碳酸钙-生产工艺 IV. TQ132.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 189608 号

责任编辑: 王湘民
责任校对: 战河红

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
850mm×1168mm 1/32 印张 14 $\frac{1}{4}$ 字数 382 千字
2012 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

前言

笔者编著的《纳米碳酸钙关键技术》自2007年8月正式出版以来，得到了碳酸钙行业内广大工程技术人员、企业家和干部职工的欢迎，成为轻质碳酸钙，特别是纳米碳酸钙生产企业干部和工程技术人员自学、员工培训的教材，三年时间就已销售一空。

纳米碳酸钙作为一种改性复合材料，它始于碳酸钙又终于碳酸钙，无化学结构变化，理论上不会对生态环境造成人为的改变，符合当今世界产业发展重视环保的新潮流，因此，碳酸钙产业在21世纪是可持续发展的“朝阳产业”。《纳米碳酸钙关键技术》的销售一空主要归功于这一“朝阳产业”的快速发展，规模迅速扩大，2010年我国碳酸钙总产量已达1600万吨，超过美国成为世界第一大国，其中轻钙800万吨，纳米碳酸钙50万吨。虽然只时过三年，但《纳米碳酸钙关键技术》内容已完全不能适应目前行业现状及发展的需要，有必要在此基础上删改增补。由于需要删改增补的内容过多，如字数上总体约增加了约50%，结构上也有伤筋动骨的地方，内容上覆盖了普通轻质碳酸钙、改性碳酸钙和纳米碳酸钙，《纳米碳酸钙关键技术》已不能涵盖如此大的外延与内涵，故本书取名为《轻质及纳米碳酸钙关键技术》。

本书编著过程中，特别邀请了广东连州市裕丰钙业科技有限公司卢云峰总工程师结合其在轻质碳酸钙工程设计、关键设备设计与制造等方面丰富的经验，增写了“轻质碳酸钙生产过程自动控制技术”，“不同石灰窑形的比较与选择”，“回转消化机与槽式消化机的比较与选择”，“罗茨风机与空气压缩机在碳化技术方面的性能比较”，“导热油干燥与蒸汽干燥之间能耗高低的比较”等方面内容，使本书在关键设备设计与制备方面的内容得到显著加强。

自2008年以来，颜鑫教授从来没有停止对纳米碳酸钙生产技术的研究与实践，在《非金属矿》、《现代化工》、《纸和造纸》、《无机盐工业》、《化工设计》、《化工科技》、《化工文摘》等专业刊物上共发表相关论文十余篇，其有关内容都增补进入了本版内容。三年来，先后被聘请为益阳矿山化工有限公司技术顾问、广东连州市伟信硅灰石有限公司总工程师、广东连州市裕丰钙业科技有限公司技术总监、牡丹江恒都钙品有限公司技术总监、广西南宁先建工业技术服务有限公司技术总监，并与美国 Milliken Chemical（美利肯化工公司）进行了技术合作，主要为上述企业进行了轻质碳酸钙、食品级柠檬酸钙、高档卷烟纸专用PCC、纳米碳酸钙铝酸酯湿法表面改性生产技术和应用方面新产品开发研究。2009年8月作为项目总负责人与广东连州市伟信硅灰石有限公司和华南理工大学合作，成功申报了广东省-教育部产学研引导项目《纳米碳酸钙包覆针状纤维硅灰石复合材料制备新技术》（项目编号2009B090300154，粤财教【2009】177号），该课题申报了发明专利（专利号/申请号：200910042410.1，公开号：CN101498052），并使硅灰石-纳米碳酸钙-偶联剂三重复合新材料得以成功实现工业化。这些校企合作、横向研究项目的成果也都增补进入了本版内容，使本书在纳米碳酸钙新产品开发与应用领域拓展方面更上一层楼。

纳米碳酸钙作为碳酸钙系列产品中的高端产品，将逐渐替代普通碳酸钙，有较好的市场前景。未来几年我国纳米碳酸钙的需求量年均增长15%~20%。随着我国纳米碳酸钙产品规模的扩大，质量的提高，成本的降低，国产纳米碳酸钙的市场竞争力将不断得到提高，现在不仅能逐步替代进口，而且开始出口到国际市场。相信不久，我国将成为纳米碳酸钙生产和出口大国。

本书撰写分工为：颜鑫教授撰写了前言、第1章、第2章、第4章、第5章、第6章、第7章、第11章和附录；卢云峰工程师编写了第3章；王佩良高级工程师参与撰写了原《纳米碳酸钙关键技术》的第7章、第8章和第9章；舒均杰教授参与撰写了原《纳米碳酸钙关键技术》的第10章。全书由颜鑫进行统稿、修改、补充、定稿，卢云峰和王佩良结合轻质及纳米碳酸钙的工程设计、生产和应用实践，对

书中一些关键数据进行了修订。

三年来，不少碳酸钙行业专家和工程技术人员提供了很多很好的建议，如原钙镁盐协会秘书长刘祝增教授积极倡导的全自动高压板框连续过滤机替代上悬式离心机在轻钙生产中的应用；河北科技大学胡庆福教授潜心研究的碳酸钙增白技术；河北工业大学何豫基教授致力推广的“三合一工艺”；河南新乡市华梁筛滤机械有限公司梁学增董事长自主研发生产的第三代气流筛粉机——QS-160型气流筛粉机；唐山市宏霸机械设备制造有限公司綦春瑞总工程师在轻钙生产中节能减排方面的独特见解等；同时也参考了近三年来碳酸钙行业的其他研究成果，在此顺致谢意。

由于作者水平有限，实践经验不足，不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

作者联系方式：hnhgyanxin@126.com

作 者

2011年9月于湖南株洲

目录

1

碳酸钙工业概述

1

- 1.1 碳酸钙工业历史和现状 1
 - 1.1.1 世界碳酸钙工业的发展历史和现状 1
 - 1.1.2 中国碳酸钙工业的发展历史和现状 4
 - 1.1.3 中国纳米碳酸钙工业的发展历史和现状 6
- 1.2 碳酸钙的分类及其鉴别方法 14
 - 1.2.1 碳酸钙工业的分类 14
 - 1.2.2 按照是否进行表面处理分类 15
 - 1.2.3 按其专门的用途分类 16
 - 1.2.4 按照碳酸钙的不同晶型和形貌分类 16
 - 1.2.5 按粒径进行分类 23
- 1.3 碳酸钙的主要技术指标 24
 - 1.3.1 普通轻钙、活性轻钙、专用纳米钙的主要质量控制指标比较 24
 - 1.3.2 沉淀碳酸钙的主要技术指标分析比较 25
- 1.4 纳米碳酸钙与普通轻钙和活性轻钙的工艺比较 32
 - 1.4.1 工艺流程图的比较 32
 - 1.4.2 工艺条件的比较 34
 - 1.4.3 纳米碳酸钙与普通轻质碳酸钙的性能比较 37
- 1.5 我国碳酸钙工业存在的主要问题 37
 - 1.5.1 结构与规模问题 38
 - 1.5.2 体制与技术问题 39
- 1.6 碳酸钙工业在化学工业中的重要地位和作用 39
- 1.7 纳米碳酸钙产品的物化性质 41

1.7.1	纳米碳酸钙产品的物理性质	41
1.7.2	纳米碳酸钙产品的主要化学性质	42
1.8	纳米碳酸钙产品的主要纳米特性	45
1.8.1	量子尺寸效应	46
1.8.2	表面效应	47
1.8.3	小尺寸效应	49
1.8.4	宏观量子隧道效应	53

2

纳米碳酸钙生产的关键技术

54

2.1	纳米碳酸钙生产对原料的关键要求	54
2.1.1	对石灰石的关键要求	54
2.1.2	对燃料的关键要求	57
2.1.3	对石灰的关键要求	61
2.1.4	对碳化气的关键要求	62
2.1.5	对工艺用水的关键要求	64
2.2	生石灰生产关键技术	64
2.2.1	石灰石的块度与煅烧时间、温度的关系	65
2.2.2	石灰石煅烧速度与温度关系	67
2.2.3	纳米碳酸钙生产对固体燃料块度的要求	69
2.2.4	石灰石煅烧与风量的关系	69
2.2.5	轻烧石灰与过烧石灰	72
2.2.6	石灰窑的热效率与燃料配比	73
2.2.7	自动上料石灰窑的自动控制系统	73
2.2.8	石灰活性与原生碳酸钙的关系	74
2.3	消化关键技术	75
2.3.1	石灰消化的基本原理与工艺流程	75
2.3.2	石灰乳波美度与质量分数的关系	76
2.3.3	熟浆波美度与质量分数的关系	78
2.3.4	消化过程工艺条件的优化	78
2.4	精浆陈化关键技术	82

2.5	晶型导向及分散关键技术	83
2.5.1	结晶导向关键技术	83
2.5.2	分散关键技术	86
2.6	碳化关键技术	89
2.6.1	低温间歇鼓泡碳化关键技术	89
2.6.2	常温连续喷雾碳化关键技术	91
2.6.3	低温带搅拌器的反应釜碳化关键技术	92
2.6.4	超重力反应结晶关键技术	93
2.6.5	碳化过程游离碱控制技术	95
2.6.6	碳化过程平均粒径控制技术	96
2.6.7	熟浆陈化关键技术	99
2.7	表面改性关键技术	99
2.7.1	表面活化改性的必要性	99
2.7.2	碳酸钙分子的结构模型	100
2.7.3	活性碳酸钙的结构模型示意图	102
2.7.4	活化机理探讨	106
2.7.5	常用的表面活性剂和改性方法	107
2.7.6	表面活性剂的选择原则	117
2.7.7	碳酸钙的表面处理工艺	120
2.7.8	纳米碳酸钙表面改性新技术	126
2.7.9	国内表面活化改性技术现状及存在问题	129
2.7.10	我国纳米碳酸钙表面改性技术的发展方向	132
2.8	干燥关键技术	134
2.8.1	烘房干燥关键技术	135
2.8.2	回转滚筒间接干燥关键技术	136
2.8.3	喷雾干燥关键技术	138
2.8.4	旋转闪蒸干燥关键技术	140
2.8.5	带式干燥工艺关键技术	141
2.8.6	二级组合干燥法关键技术	143
2.8.7	二级组合干燥法的优势与不足	146

3.1 石灰石原料准备工段的主要设备选择	150
3.1.1 石灰石原料的特点	150
3.1.2 石灰石的矿石开采	150
3.1.3 石灰石选矿与加工的生产流程	152
3.1.4 选矿与加工设备	153
3.2 石灰窑及其附属设备的选择	156
3.2.1 石灰窑的选择	156
3.2.2 窑气净化系统及洗气塔、吸收塔	159
3.2.3 直线振动筛	160
3.3 消化机的选择	161
3.3.1 对消化机的基本要求	162
3.3.2 箱式消化机的结构特点	162
3.3.3 回转式后排消化机	164
3.3.4 消化机的自动控制	165
3.4 浆液精制设备	167
3.4.1 初级分离设备	167
3.4.2 旋液分离器及多级旋液分离器的工艺流程	169
3.5 鼓泡碳化塔及窑气压缩设备的选择	170
3.5.1 鼓泡碳化塔的选择	170
3.5.2 空压机和罗茨鼓风机的选择	171
3.6 增浓脱水及设备的选择	174
3.6.1 斜板增浓器	174
3.6.2 固液分离设备	175
3.7 干燥设备的选择	177
3.7.1 轻质碳酸钙专用导热油加热滚筒连续干燥机	177
3.7.2 盘式连续干燥器	180
3.7.3 旋转闪蒸干燥器	183
3.7.4 链(带)式干燥器	184
3.7.5 桨叶式干燥机	185
3.8 干法改性设备	186

3.9	解聚筛分及包装设备	187
3.9.1	QS-160 型气流筛粉机	187
3.9.2	自动定量包装机的工作原理	189
3.10	主要经济技术指标	191
3.10.1	纳米碳酸钙生产成本估算	191
3.10.2	纳米碳酸钙生产主要设备	191
3.10.3	分析检验仪器	192

4

高浓度二氧化碳生产纳米碳酸钙的关键技术

194

4.1	高浓度二氧化碳生产纳米碳酸钙的有利条件	194
4.1.1	高浓度 CO ₂ 生产纳米碳酸钙的提出	194
4.1.2	氮肥厂富余 CO ₂ 的估算	194
4.1.3	合成氨弛放气可作干燥热源	197
4.1.4	高浓度 CO ₂ 生产纳米碳酸钙的有利条件	198
4.2	高浓度 CO ₂ 联产纳米碳酸钙的工艺流程	199
4.3	高浓度 CO ₂ 生产纳米碳酸钙的生产技术特点	200
4.4	技术经济分析	201

5

三级连续加压鼓泡碳化新工艺

203

5.1	三级连续加压鼓泡碳化法的局部流程示意图、说明及其分析 ..	203
5.1.1	三级连续加压鼓泡碳化法的局部流程示意图	203
5.1.2	工艺流程说明	203
5.1.3	工艺流程特点分析	205
5.1.4	三级连续鼓泡碳化新工艺的优势与不足	210
5.2	三级连续加压鼓泡碳化法的理论基础	211
5.2.1	碳化反应是气-液-固[Ca(OH) ₂ (s)]-固[CaCO ₃ (s)] 四相反应体系	211
5.2.2	连续鼓泡碳化塔为拟平推流反应器	212
5.2.3	碳化过程跟踪及碳化终点判断	213
5.2.4	不同碳化反应阶段固体粒子的微观形态	214
5.3	连续鼓泡碳化法的工艺流程	215

5.4	碳化反应过程工艺条件分析	215
5.4.1	碳化反应温度对产品晶型和粒径的影响	215
5.4.2	浆液浓度对产品晶型和粒径的影响	218
5.4.3	CO ₂ 气体的浓度对产品晶型和粒径的影响	221
5.4.4	碳化气体流量对产品平均粒径和反应时间的影响	221
5.4.5	晶型导向剂的加入时间对碳酸钙晶型和粒径的影响	222
5.4.6	搅拌速度对碳酸钙晶型和粒径大小的影响	224
5.5	生产纳米碳酸钙的三联产绿色新工艺	226
5.5.1	现有纳米碳酸钙生产过程中的废渣、废水、废气数量	226
5.5.2	生产纳米碳酸钙的三联产绿色新工艺	228
5.5.3	消化过程的物料衡算	233
5.5.4	石灰乳的配制	234
5.5.5	碳化过程的物料衡算	235
5.5.6	活性剂的物料衡算	236
5.5.7	碳化后处理工序的物料衡算	236
5.5.8	主要物料衡算	237
5.6	连续鼓泡碳化新工艺的热量衡算	238
5.6.1	连续消化机的热量衡算	238
5.6.2	副产蒸汽连续消化罐的热量衡算	239
5.6.3	碳化塔的热量衡算	241
5.6.4	带式串闪蒸二级干燥系统的热量衡算	243
5.7	碳化反应过程及机理分析	245
5.7.1	碳化过程的化学反应机理	245
5.7.2	碳化过程化学反应机理分析	247
5.7.3	碳化过程的传质模型——四膜模型	249
5.8	主要设备的选型	256
5.8.1	制冷机的选型	256
5.8.2	连续鼓泡碳化塔的设备计算	259

6

纳米碳酸钙与其他化工产品联合生产的关键技术

261

6.1	氮肥厂联产纳米碳酸钙关键技术	262
6.1.1	氮肥厂联产纳米碳酸钙可行性分析	262

6.1.2	氮肥厂联产纳米碳酸钙碳化过程的化学反应机理及分析	263
6.1.3	氮肥厂联产纳米碳酸钙碳化过程的碳化终点判断	264
6.1.4	尿素生产过程的未反应气对碳化反应速度和产品质量的影响	265
6.1.5	氮肥厂联产纳米碳酸钙的新工艺流程及流程分析	265
6.1.6	氮肥厂联产纳米碳酸钙的应用前景	269
6.2	电石渣联产纳米碳酸钙的关键技术	269
6.2.1	电石渣的应用研究综述	270
6.2.2	用电石渣制备碳酸钙的基本原理	272
6.2.3	电石渣联产纳米碳酸钙工艺流程	273
6.2.4	电石渣生产纳米碳酸钙工艺流程	275
6.2.5	电石渣联产纳米碳酸钙的应用前景	276
6.3	硝酸厂联产纳米碳酸钙的关键技术	277
6.3.1	硝酸厂联产纳米碳酸钙的可行性和有利条件	277
6.3.2	“三联产绿色新工艺”流程	280
6.3.3	硝酸厂联产纳米碳酸钙的效益分析	283
6.4	纯碱厂联产纳米碳酸钙的关键技术	285
6.4.1	联碱厂联产纳米碳酸钙的可行性与优势	285
6.4.2	“四联产绿色新工艺”流程与特点	287
6.4.3	“四联产绿色新工艺”的效益分析	290

7

纳米碳酸钙生产过程质量控制关键技术

293

7.1	石灰生产过程质量控制关键技术	293
7.1.1	石灰石的理化性质	293
7.1.2	纳米碳酸钙生产对石灰石的品质要求	293
7.1.3	石灰石煅烧质量控制关键技术	294
7.1.4	石灰立窑的操作规程	294
7.1.5	石灰立窑常见故障及其处理技术	298
7.2	石灰消化过程质量控制关键技术	300

7.2.1	石灰乳制备关键技术	300
7.2.2	石灰乳精制关键技术	300
7.3	碳化过程质量控制关键技术	301
7.3.1	石灰乳浓度控制关键技术	301
7.3.2	碳化温度控制关键技术	302
7.3.3	碳化搅拌速度控制关键技术	303
7.3.4	碳化反应 CO_2 浓度、流量、压力控制关键技术	304
7.3.5	碳化反应中晶种控制关键技术	306
7.3.6	碳化反应添加剂的选择和控制关键技术	306
7.3.7	过碳化控制关键技术	307
7.4	碳化终点的指示关键技术	308
7.4.1	根据电导率的变化来指示终点	308
7.4.2	根据 pH 值的变化来指示终点	308
7.4.3	根据溶液的温度变化来指示终点	308
7.4.4	根据体系的压力变化来指示终点	308
7.5	纳米碳酸钙湿法活化改性生产过程控制关键技术	309
7.5.1	活化处理方式的选择	309
7.5.2	湿法活化处理剂的选择	309
7.5.3	湿法活性剂的用量	309
7.5.4	湿法活化处理温度的选择	310
7.5.5	浆液浓度的选择	311
7.5.6	活化反应器的选择	311
7.5.7	搅拌速度的选择	311
7.5.8	活化时间的选择	312
7.6	纳米碳酸钙脱水生产的控制关键技术	312
7.7	纳米碳酸钙干燥过程的质量控制关键技术	312
7.8	轻质碳酸钙生产碱度偏高的原因及控制措施	313
7.8.1	碱度偏高的原因	314
7.8.2	控制碱度偏高的措施	316
7.9	沉降体积大小的控制关键技术	316
7.10	PCC 白度控制及化学增白关键技术	318

8.1	初级原料检验与分析关键技术	320
8.1.1	石灰石分析关键技术	320
8.1.2	煤焦分析关键技术	325
8.1.3	水分析关键技术	330
8.1.4	添加剂、活性剂及其他辅助原材料的分析	337
8.2	二级原料检验与分析关键技术	337
8.2.1	生石灰质量检验与分析关键技术	337
8.2.2	碳化气各组分检验与分析关键技术	338
8.3	中间产品检验与分析关键技术	351
8.3.1	石灰乳检验与分析关键技术	351
8.3.2	碳化过程中碳酸钙悬乳液碳化度的测定	353
8.3.3	碳酸钙滤饼及干燥过程中水分的测定	353
8.4	纳米碳酸钙产品质量检验与分析关键技术	354
8.4.1	纳米碳酸钙产品质量的国家标准及检测标准	354
8.4.2	纳米碳酸钙产品与应用性能相关的指标的检验与分析关键技术	355
8.4.3	纳米碳酸钙产品质量检验规则	360
8.4.4	纳米碳酸钙产品的标志和标签	360
8.4.5	纳米碳酸钙产品的包装、运输和贮存	361

9.1	纳米碳酸钙在塑料工业中应用的关键技术	362
9.1.1	纳米碳酸钙填料在塑料中重要作用	362
9.1.2	纳米碳酸钙填充在塑料中的关键技术	364
9.1.3	纳米碳酸钙在塑料工业中的应用前景	366
9.2	纳米碳酸钙填充在橡胶制品中的关键技术	367
9.2.1	纳米碳酸钙填充在橡胶中的作用	367
9.2.2	纳米碳酸钙填充在橡胶中的关键技术	368

9.2.3	纳米碳酸钙在橡胶工业中的应用前景	369
9.3	纳米碳酸钙在胶黏剂、密封胶工业中应用的关键技术	370
9.3.1	纳米碳酸钙用在胶黏剂、密封胶中的作用	370
9.3.2	胶黏剂、密封胶中对纳米碳酸钙的几个关键技术	370
9.3.3	纳米碳酸钙在胶黏剂、密封胶工业中应用的前景	372
9.4	纳米碳酸钙在涂料工业中应用的关键技术	373
9.4.1	纳米碳酸钙填充在涂料中的作用	373
9.4.2	纳米碳酸钙在涂料工业中应用的关键技术	373
9.4.3	纳米碳酸钙在涂料工业中的应用前景	374
9.5	纳米碳酸钙在造纸工业中应用的关键技术	374
9.5.1	纳米碳酸钙在纸张中的重要作用及其对纸张性能的影响	374
9.5.2	纳米碳酸钙在造纸工业应用的关键技术	375
9.5.3	纳米碳酸钙在造纸工业的应用前景	379
9.5.4	风头正劲的“石头纸”生产技术	380
9.6	纳米碳酸钙在油墨工业中应用的关键技术	382
9.6.1	纳米碳酸钙在油墨工业中的重要作用	382
9.6.2	油墨工业对纳米碳酸钙的个性化要求	382
9.6.3	影响纳米碳酸钙在油墨中应用的关键技术	383
9.6.4	纳米碳酸钙在油墨工业中的应用前景	384
9.7	保健食品、饲料工业、医药工业与日化	385
9.8	在针状硅灰石晶体表面纳米修饰应用技术	386
9.8.1	试验部分	387
9.8.2	结果与讨论	389
9.8.3	结论	396

10

纳米碳酸钙安全生产与环境保护关键技术

399

10.1	纳米碳酸钙安全生产关键技术	399
10.1.1	工艺过程安全生产关键技术	399
10.1.2	碳酸钙生产的化工单元安全技术	403
10.2	碳酸钙生产的环境保护关键技术	409

10.2.1	碳酸钙生产中的粉尘及其治理	410
10.2.2	碳酸钙生产中的废水及其治理	414
10.2.3	碳酸钙生产中的废渣及其治理	416

11

纳米碳酸钙生产技术的展望

418

11.1	碳酸钙工业依然是朝阳工业	418
11.1.1	从发达国家来看碳酸钙行业	418
11.1.2	从中国的角度来看碳酸钙行业发展前景	421
11.2	纳米碳酸钙生产技术的发展展望	422
11.2.1	管理要科学化、系统化	422
11.2.2	设备要现代化、精密化	423
11.2.3	人员要知识化、专业化	426
11.2.4	产品要系列化、精细化	426
11.2.5	活化技术要复合化	427
11.2.6	干燥工序要组化	428
11.2.7	系统工程化	428
11.2.8	应用研究与基础理论研究要双管齐下	429

附录

431

一、	CO ₂ 在水中的溶解度 (101.3kPa)	431
二、	氢氧化钙在水中的溶解度	431
三、	碳酸钙在 15℃ 水中的溶解度	432
四、	Ca(OH) ₂ 和 CaCO ₃ 的密度与质量分数对照 (25℃)	432
五、	常用液体的重要物理性质 (20℃, 101.3kPa)	432
六、	常用筛网规格型号 (平织)	433
七、	常用筛网 (材料为 304 或 316) 规格型号 (斜织)	434
八、	干空气的物理性质 (101.3kPa)	434
九、	常用气体的重要物理性质 (101.3kPa)	435

参考文献

436