

MEIZHI JIAONING CAILIAO JI ZHIPIN JISHU

镁质胶凝材料 及制品技术

中国菱镁行业协会 组编

中国建材工业出版社

镁质胶凝材料及制品技术

中国菱镁行业协会 组编



中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

镁质胶凝材料及制品技术 / 中国菱镁行业协会组编.

——北京：中国建材工业出版社，2016.1

ISBN 978-7-5160-1319-9

I. ①镁… II. ①中… III. ①镁化合物—胶凝材料—
研究 IV. ①TQ177.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 286212 号

内 容 简 介

本书共五篇，第一篇总论部分包括 8 章，内容为发展历程，适用范围，市场情况简介，发展现状及存在的问题，发展的基本思路及对策措施等。第二篇原材料部分包括 8 章，内容包括各种原材料、补强材料、改性材料的原理应用及评析等。第三篇制品包括 16 章，内容涵盖了基本技术要点，影响制品性能因素的分析，制品发泡技术；产品包括各种产品以及新技术、新工艺、新产品介绍等。第四篇检验检测及标准部分包括 4 章，内容为各种原材料化学分析方法，制品检验检测实际操作方法及国内外标准目录等。第五篇科研开发应用前沿及成果部分包括 8 章，内容包括最新概念，基础研究领域人才培养概况，国际国内基础及应用的研究动态，基础研究进展，基础研究，新体系研究进展，应用新领域研究进展，材料新来源的研究进展等。

镁质胶凝材料及制品技术

中国菱镁行业协会 组编

出版发行：中国建材工业出版社

地 址：北京市海淀区三里河路 1 号

邮 编：100044

经 销：全国各地新华书店

印 刷：北京鑫正大印刷有限公司

开 本：787mm×1092mm 1/16

印 张：32

字 数：795 千字

版 次：2016 年 1 月第 1 版

印 次：2016 年 1 月第 1 次

定 价：96.00 元

本社网址：www.jcbs.com.cn 微信公众号：zgjcgychs

本书如出现印装质量问题，由我社网络直销部负责调换。联系电话：(010)88386906

前 言

中国是镁资源大国。固体矿物镁资源拥有量 35.64 亿吨, 占世界总资源的 28.7%, 居世界第一位。同时, 中国也是液体矿物镁资源大国, 除海洋镁资源外, 还有丰富的内陆镁资源, 如中国最大的内陆盐湖——察尔汗盐湖, 是世界著名的内陆盐湖, 拥有镁资源达 40 亿吨。

镁资源的节约使用、合理利用、综合利用, 提高镁资源的利用水平, 是我国镁质材料行业所面临的重大课题。科学、合理地开发和利用好我国丰富的镁资源, 发展镁质胶凝材料及产品, 切实贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念, 建设资源节约型、环境友好型社会, 构建科学合理的生态安全格局, 推动建立绿色低碳循环发展产业体系, 树立节约集约循环利用的资源观, 激发创新创业活力, 推动大众创业、万众创新, 释放新需求, 创造新供给, 推动新技术、新产业、新业态蓬勃发展, 做好产业调整, 具有重要意义。

镁质胶凝材料及其制品, 是以镁水泥为胶凝材料, 根据各种制品的使用性能要求确定产品材料配方, 按照特定工艺要求制成各种化合物制成品的一个新型产业。这个产业涉及国民经济以及国防等各个领域。

《镁质胶凝材料及制品技术》(以下简称“本书”), 是中国菱镁行业协会组织业内顶尖的知名专家、学者、企业家, 经过近一年的时间撰写而成, 是新中国第一本全面反映行业技术的专著。本书凝聚了撰写者的集体智慧和心血, 是近年来行业科研、开发、应用和生产实践的结晶, 是行业科学技术成果的精华。

本书是根据镁质胶凝材料及制品行业的迫切需要而编写。行业技术培训是整个行业的迫切需要, 是所有镁质胶凝材料及制品生产企业的迫切需要。本书是提高行业技术水平必不可少的专业技术教材。

本书由邱发成负责进行征稿、审稿、编辑、定稿, 并负责部分篇章的撰写。

本书共分五篇。分别为《总论》、《原材料》、《制品》、《检验检测及标准》、《科研开发应用前沿及成果》。

第一篇《总论》由邱发成撰稿。

第二篇《原材料》由肖学英、涂平涛、王明英等撰稿。

第三篇《制品》: 第 1 章由肖学英、涂平涛撰稿; 第 2、11、14 章由朱玉杰撰稿; 第 3、4、5、8、12、13、15、16 章由涂平涛撰稿; 第 6 章由支洋波撰稿; 第 7 章由高志岭撰稿;

第9章由翁端衡撰稿；第10章由李刚撰稿。

第四篇《检验检测及标准》：第1、2章由余学飞撰稿；第3章由威士龙、沈长生撰稿；第4章由邱发成收集整理。

第五篇《科研开发应用前沿及成果》：南京航空航天大学、中科院青海盐湖研究所、青海大学等。撰稿人：第1、2、3章由余红发撰稿；第4、5、6、7、8章由余红发、李颖、文静、吴成友、董金美、谭永山、李成栋、王梅娟、刘倩倩、肖卫、乔红霞等撰稿。

本书可供从事镁质胶凝材料及其制品的科研、生产、开发、设计和施工的学者和工程技术人员参考，亦可供大专院校（所）师生及科研人员用于教学、科研参考。

本书编写过程中，中国菱镁行业协会秘书处李孟强、许钊等同志对本书的文字抄录、图表修改、校对等编务工作付出了辛苦的劳动，在此表示真诚的感谢！

鉴于编撰者水平有限，不足之处务请广大读者批评指正。

中国菱镁行业协会专家委员会

二〇一五年十月

目 录

前言

第 1 篇 总论	1
第 1 章 中国镁质胶凝材料行业协会组织的诞生和发展	1
1.1 改革开放以来我国木材供需形势及国家采取的解决措施	1
1.2 镁质胶凝材料制品行业的诞生和发展	1
第 2 章 我国镁质胶凝材料制品的发展历程	3
2.1 什么是镁质胶凝材料	3
2.2 镁质胶凝材料制品的发展简史	3
2.3 镁质胶凝材料是生态材料	6
2.4 镁质胶凝材料制品行业正处在方兴未艾的朝阳阶段	6
第 3 章 发展我国镁质胶凝制品的意义	8
3.1 镁质胶凝材料的作用和意义	8
3.2 镁质胶凝材料对资源综合利用的作用	8
3.3 我国建筑业、黏土砖及消耗土地资源、耗能及排放 CO ₂ 的部分数据	9
3.4 镁质胶凝材料在建材领域的节能、节材、减排、节地作用	9
3.5 镁质胶凝材料的物理性能优势	11
3.6 镁质胶凝材料的安全性优势	12
3.7 提高施工工效的优势	13
第 4 章 镁质胶凝材料制品的适用范围	14
4.1 镁质胶凝材料的适用范围	14
4.2 国内外镁质胶凝材料制品的使用情况简介	14
4.3 要注重镁资源的节约使用和合理利用	14
第 5 章 我国镁质胶凝材料制品的市场情况简介	16
5.1 国内外销售产品品种及销售市场	16
5.2 国内外各种板材品种情况简介	16
第 6 章 我国镁质胶凝材料的发展现状及存在的问题	19
6.1 墙内开花墙外香	19
6.2 菱镁行业技术水平、发展水平低下	19
6.3 存在问题的产生原因	21

第7章 发展中国镁质胶凝材料及制品的基本思路及对策措施	22
7.1 总体基本思路	22
7.2 行业及产业发展方向和重点的思路	22
7.3 实施创新驱动发展战略和措施的思路	23
7.4 主要原材料的发展思路	23
7.5 镁质胶凝材料制品生产工艺、装备的发展思路	26
7.6 行业管理的发展思路	26
7.7 加大科研、开发、技术人才培养的力度	28
第8章 结论	29
第2篇 原材料	30
第1章 氧化镁	30
1.1 生产氧化镁的原材料	30
1.2 我国氧化镁矿产资源情况简介	30
1.3 氧化镁的分类及其主要用途	32
1.4 轻烧氧化镁的生产	33
1.5 活性氧化镁	35
1.6 轻烧氧化镁产品质量标准及检测方法	35
1.7 轻烧氧化镁生产的新工艺、新装备及新技术	37
第2章 氯化镁	40
2.1 氯化镁的概念	40
2.2 我国氯化镁资源情况	40
2.3 氯化镁的分类	41
2.4 氯化镁的物理化学性质	41
2.5 氯化镁的用途	42
2.6 产品质量标准	42
2.7 六水氯化镁	43
2.8 无水氯化镁	46
第3章 硫酸镁	48
3.1 七水硫酸镁的概念	48
3.2 硫酸镁的物理性质	49
3.3 硫酸镁的化学性质	49
3.4 硫酸镁的产品规格及分类	49
3.5 硫酸镁的质量标准及检测方法	49
第4章 补强材料	51
4.1 玻璃纤维	51
4.2 竹木纤维、植物纤维及有机纤维	53
4.3 活性填充材料	56
4.4 非活性混合材填料	58

第5章 镁质胶凝材料制品用改性材料	61
5.1 改性材料的术语和定义	61
5.2 检测标准	62
5.3 检测方法	63
第6章 改性材料的原理及应用	69
6.1 改性材料的类别	69
6.2 改性材料的作用原理	70
6.3 改性材料的择用与效果检验	73
第7章 改性材料的评析	75
7.1 关于甲基硅酸钠的使用	75
7.2 关于氟硅酸钠 Na_2SiF_4 和高锰酸钾 KMnO_4 的使用	75
7.3 关于水玻璃的使用	76
7.4 关于石膏的使用	76
7.5 关于采用防水粉提高防水性的问题	77
第8章 水在氯氧镁胶凝材料中的运用	78
8.1 水对氯氧镁胶凝材料性能的影响	78
8.2 用水量的确定与要求	79
第3篇 镁质胶凝材料制品技术	81
第1章 镁质胶凝材料制品总论	81
1.1 配方的制定	81
1.2 氯氧镁水泥的摩尔比	82
1.3 5·1·8相和3·1·8相的概念	82
1.4 制品气泡的形成及控制	82
1.5 吸潮、返卤的形成原因及技术控制	83
1.6 制品变形的形成原因及技术控制	84
1.7 基本配方制定和控制的原则	85
第2章 氯氧镁水泥制品基本技术要点	86
2.1 配方制定原则	86
2.2 摩尔比	88
2.3 氯氧镁水泥制品水化硬化产物的种类及特点	90
2.4 气泡的形成及控制	93
2.5 氯氧镁水泥制品吸潮、返卤的形成原因及技术控制	94
2.6 变形的形成原因及技术控制	100
2.7 镁质胶凝材料制品生产工艺流程	105
2.8 基本生产技术参数	106
第3章 影响氯氧镁胶凝材料制品性能因素的分析	110
3.1 返卤、泛霜	110
3.2 返卤、泛霜及变形的防治	112

第4章 镁质胶凝材料发泡制品技术	117
4.1 概述	117
4.2 发泡氯氧镁材料成孔技术	118
4.3 泡沫镁水泥生产技术	125
4.4 泡沫镁水泥的防火机理	130
4.5 防火门芯板发泡技术	131
4.6 泡沫镁水泥做防火门填充芯料存在问题与误区	133
第5章 平板	137
5.1 平板的定义	137
5.2 平板的性能、用途及现状	137
5.3 平板的规范生产技术	138
5.4 完善平板有关性能检验的商榷	147
第6章 复合风管	150
6.1 机制镁质胶凝材料复合风管发展史	150
6.2 风管的分类	150
6.3 主要生产设备	151
6.4 技术要求和质量控制	151
6.5 专用胶粘剂	154
6.6 应用范围及用量	155
第7章 工艺美术品	156
7.1 概述	156
7.2 原料和配料规则	159
7.3 工艺品的生产工艺	166
7.4 表面效果处理	173
7.5 质量与管理	174
第8章 建筑墙体制品	178
8.1 建筑墙体制品概述	178
8.2 高压挤出多孔轻质隔墙条板	187
8.3 挤压法镁水泥轻质隔墙条板	199
8.4 立模浇注镁水泥轻质隔墙条板	204
第9章 隔墙条板	211
9.1 镁质胶凝材料制品基本技术要点	211
9.2 轻质隔墙条板	216
第10章 防火门芯板	219
10.1 防火门芯板的定义及分类.....	219
10.2 镁水泥防火门芯板成分组成及制成工艺.....	222
10.3 镁水泥防火门芯板在实际中的应用.....	227
10.4 镁水泥防火门芯板环保及排放物处理.....	228
10.5 硫氧镁防火门芯板.....	229

第 11 章 农用大棚骨架	231
11.1 概述	231
11.2 农用大棚的分类、主要技术性能指标、主要生产设备	231
11.3 主要生产原料及其指标要求	232
11.4 氯氧镁水泥农用大棚架主要优点	232
11.5 生产工艺	233
11.6 氯氧镁水泥大棚骨架几个关键技术问题的研究	233
11.7 结语	236
第 12 章 运输包装箱	237
12.1 概述	237
12.2 传统氯氧镁包装材料存在的问题	237
12.3 集成组合式氯氧镁包装箱生产技术	240
第 13 章 镁水泥木丝板、刨花板、木屑板	243
13.1 镁水泥木丝板	243
13.2 镁水泥刨花板	252
13.3 镁水泥木屑板	262
第 14 章 其他制品	263
14.1 建筑模壳	263
14.2 电缆桥架	266
14.3 户用沼气池	268
第 15 章 制品生产及工程应用常见问题的产生原因及排除对策	271
15.1 龙骨结构平板工程应用实例	271
15.2 隔墙条板工程应用实例	273
15.3 生产和使用实践中常见的缺陷与故障及解决措施	274
15.4 墙体施工时产生裂缝的原因及防治对策	278
第 16 章 新技术、新工艺、新产品	285
16.1 菱镁石动态煅烧新工艺	285
16.2 原材料预均化处理新工艺	286
16.3 自保温轻质复合材料生产工艺	287
16.4 隧道防火板的研制	288
16.5 防火、环保超轻泡沫板的研制	289
16.6 3E 新型轻质墙板的研制	290
16.7 建筑模板的研制	290
第 4 篇 检验检测及标准	292
第 1 章 镁质胶凝材料制品用轻烧氧化镁化学分析方法	292
1.1 试验的基本要求	292
1.2 试剂和材料	293
1.3 仪器与设备	296

1.4	试样的制备	296
1.5	灼烧失量的测定	296
1.6	氧化钙的测定	297
1.7	氧化镁的测定——EDTA 滴定差减法	297
1.8	游离氧化钙的测定	298
1.9	金属氧化物 ($R_2O\%$) 的测定	298
1.10	活性氧化镁	299
第2章	工业氯化镁化学分析方法	301
2.1	工业氯化镁中水分的测定	301
2.2	钙和镁离子的测定	302
第3章	镁质胶凝材料制品检验检测实际操作方法	312
3.1	水不溶物的测定	312
3.2	抗返卤性能	312
3.3	抗柔性冲击	313
3.4	抗冲击强度试验方法	313
3.5	抗冻性试验方法	314
3.6	抗折强度及抗折载荷试验	314
3.7	软化系数	316
3.8	表观密度, 面密度, 吸水率试验方法	316
3.9	风管抗凝露试验方法	317
3.10	干缩率、湿胀率的测定	319
3.11	握螺钉力	320
3.12	纤维增强塑料吸水性试验方法	321
3.13	放射性限量	322
3.14	表面耐干热	323
3.15	表面耐污染性能测定	324
3.16	表面耐龟裂	325
3.17	表面胶合强度	325
3.18	游离氯离子含量试验方法	326
3.19	氯离子含量的测定	327
第4章	国内外相关标准目录	329
4.1	行业通用的国家标准	329
4.2	国内贸易行业标准	329
4.3	建工行业标准	330
4.4	建材行业标准	330
4.5	煤炭行业标准	330
4.6	公安行业标准	330
4.7	铁路行业标准	330
4.8	化工行业标准	331

4.9	台湾地区标准	331
4.10	国外标准	331
第5篇 科研开发应用前沿及成果		332
第1章 关于镁质胶凝材料的最新概念		332
1.1	关于生态水泥的概念	332
1.2	氧化镁新资源的开发前景展望	332
1.3	关于镁水泥在未来火星建筑中应用的可能性	333
1.4	关于镁质胶凝材料热压成型技术的应用	333
第2章 关于镁质胶凝材料基础研究领域与人才培养概况		334
第3章 国际国内镁质胶凝材料基础及应用的研究动态		336
3.1	镁水泥基材料的国际研究动向	336
3.2	列入镁水泥基材料的国家基础研究项目情况	337
3.3	科研领域对镁水泥基材料的关注情况	338
3.4	镁水泥基材料应用新领域的研究项目情况	338
第4章 氯氧镁水泥的基础研究进展		340
4.1	氧化镁活性测定方法的比较研究与改进	340
4.2	氯氧镁水泥 (MOC) 的水化历程	343
4.3	MOC 体系的水化动力学	345
4.4	MOC 的水化机理	349
4.5	氯氧镁水泥的变形规律与机理	355
4.6	氯氧镁水泥的抗水性与快速评价方法	359
4.7	氯氧镁水泥制品的吸潮返卤规律及其控制原理	373
4.8	氯氧镁水泥结构材料的钢筋防腐技术	378
4.9	玻璃纤维增强氯氧镁水泥材料的耐久性与寿命预测方法	380
4.10	氯氧镁水泥制品的长期耐久性研究	392
第5章 硫氧镁水泥的基础研究		402
5.1	研究背景	402
5.2	硫氧镁水泥的配比、水化产物与微观结构	403
5.3	主要研究结论	411
第6章 镁质胶凝材料新体系研究进展		412
6.1	碱式硫酸镁水泥的基础研究	412
6.2	碱式硫酸镁水泥技术研究及应用研究的最新结论	431
6.3	磷酸镁水泥的研究进展	433
第7章 镁质胶凝材料应用新领域研究进展		454
7.1	磷酸镁水泥机场快速修补材料的应用技术	454
7.2	利用盐湖提锂副产氧化镁制备医学骨修复材料的基础研究	463
7.3	磷酸镁骨水泥的固化过程及动力学特征	470
7.4	新型磷酸镁骨水泥的体外降解过程、规律及降解机理	477

7.5 新型磷酸镁骨水泥的生物相容性研究 485

第 8 章 镁质胶凝材料新来源的研究进展..... 489

8.1 氯化镁部分热解制备氯氧镁水泥的研究进展 489

8.2 盐湖提锂副产氧化镁制备氯氧镁水泥的基础研究 497

第 1 篇 总 论

第 1 章 中国镁质胶凝材料行业协会组织的诞生和发展

1.1 改革开放以来我国木材供需形势及国家采取的解决措施

1.1.1 改革开放以来我国木材供需形势

20 世纪 80 年代初期,中国在改革和对外开放的形势推动下,经济迅速复苏。随之而来的原材料紧缺,钢材、木材、水泥三大传统材料供需矛盾十分突出。尤其是木材供需缺口达需求量的三分之一,每年几千万立方米。于是,国家提出并推行节约使用、合理利用、综合利用木材,采用非木质材料替代木材的经济政策。国务院为此专门印发了国发[1979]235 号文件,相应成立了国家级木材节约代用管理机构——木材节约办公室(以下简称“木材节约办”)。80 年代中期,建立了国家替代木材的专项发展基金。在国家木材节约办的组织和推动下,具体实施各种非木材料(金属材料、水泥、塑料、镁质胶凝材料制品等)替代木材,实行项目、资金配套。到 20 世纪末,全国的木材消费结构得到了根本性改变。生产性消耗木材总量得到明显的减少和控制。建筑施工、建筑门窗、铁道轨枕、通讯电杆、采矿支护等消耗木材的大户的木材消耗量得到大幅度降低。20 世纪 80 年代以来,全国木材的供需基本平衡。

1.1.2 保持木材供需基本平衡的有效措施是木材资源的开源节流与替代措施并举

开源节流措施主要包括两大方面:一是扩大木材进口,中国是世界最大的木材进口国,2014 年进口木材总量近 8800 万立方米,比 20 世纪 80 年代中期增长了近 10 倍;国内同期年木材产量 6800 万立方米,少于木材年进口量;二是国家大力推行调整木材消费结构,采用非木质材料替代木材。铁路轨枕、通讯电杆、建筑门窗、建筑施工工具、包装箱等过去都是消耗木材的大户,现在已经基本不消耗木材或很少消耗木材。每年减少木材消费总量需求超过 1 亿立方米。

节流措施主要是合理利用、节约使用、综合利用木材,提高木材的综合利用率。全国每年通过节流和木材综合利用措施年节约木材超过 3 亿立方米。

1.2 镁质胶凝材料制品行业的诞生和发展

推行“以土代木”(镁质胶凝材料制品)是替代木材的主要措施之一,全国每年用镁质胶凝材料制品替代木材超过 2000 万立方米,形成一个独立的产业,带动了行业的快速发展。在这种形势下,行业亟需有一个统一的机构来管理、协调、指导行业发展。为此,在国家木

材节约办的推动下，于 80 年代中期成立了“全国菱镁行业技术协作组（以下简称‘协作组’）”。协作组成立以后推动镁质胶凝行业得到迅速发展。20 世纪 90 年代初，国家木材节约办顺应行业形势的发展，在协作组的基础上筹建成立了中国菱镁行业协会。当年，民政部正式批准成立国家一级社团组织——中国菱镁行业协会（以下简称“协会”）。

20 世纪末以前，在计划经济体制下，协会对推动菱镁行业的发展发挥了重大作用。镁质胶凝材料及制品行业的发展进入一个新的高潮。仅推广使用镁质水泥包装箱制品一项，年替代木材量达 300 万立方米。实行市场经济体制以后，计划经济的管理模式和手段逐渐退出历史舞台，国家取消了代木专项资金及项目，协会所发挥的行政管理作用变得十分有限。同时，在此期间协会自身的组织、管理工作不适应市场经济体制，工作不规范、不到位或者空白缺失。行业的发展陷于低谷。

行业及行业协会在市场经济大环境的影响下，逐渐按照市场经济体制的要求，改革了原来的计划经济体制下的单一行政管理模式，改变了政会不分（协会与木材节约办一家），只注重管理，不重视服务的计划经济极端模式。后来又纠正了会企不分（协会与企业不分），只追求经济效益，放弃或忽视行业管理的极端做法。前面的这两种极端，要么只重视行政指令式管理，不注重市场的作用；要么只注重经济效益，不重视或忽视反映企业的诉求，不重视或忽视为行业、为企业服务的工作模式。两种管理模式都严重地影响了行业的健康发展。

从 21 世纪初开始，协会有效开展行业组织的各项工作，发挥行业组织的作用，使行业协会的工作、行业的发展逐渐步入正轨。十多年来，逐步建立和形成了行业产业政策导向，行业自律、行业准入、行业达标、行业标准等，形成了适应市场经济体制的行业管理、行业服务、行业规章制度的建立等一系列行业管理和行业指导性文件。协会先后制订颁布了《行业自律公约》《行业自律管理实施办法》《行业准入管理实施办法》《行业达标管理实施办法》《企业产品质量社会诚信承诺实施办法》《行业产业政策调整指导目录》《行业奖励评审管理办法（试行）》等行规行约。《行业企业等级划分标准》等新的行业规章制度正在制定中。

协会已经和即将颁布执行的一系列文件、行规行约，使整个行业的发展更加规范，更加完善，继续有效保证和促进行业健康稳定发展。

第2章 我国镁质胶凝材料制品的发展历程

2.1 什么是镁质胶凝材料

水泥是工程中非常重要的胶凝材料,按照主要元素组成的不同可分为两大类,即钙质水泥和镁质水泥。钙质水泥主要包括硅酸盐水泥、铝酸盐水泥和硫铝酸盐水泥;镁质水泥细分为氯氧镁水泥、硫氧镁水泥、磷酸镁水泥;它们都是胶凝材料。镁质水泥胶凝材料统称为镁质胶凝材料。

人们最早将镁质胶凝材料俗称为“菱苦土”,后来因为镁质水泥主要原料来源是由菱镁石(菱镁石即镁矿石)煅烧而成,改称“菱镁材料”。几十年来,人们对镁质胶凝材料的认知和理解在不断升华,逐渐将菱镁材料改称镁质胶凝材料或镁质水泥。

镁质胶凝材料(镁质水泥)不同于硅酸盐水泥的地方在于它是多组分的。它的基本配比由 $\text{MgO-MgCl}_2(\text{MgSO}_4)\text{-H}_2\text{O}$ 三元组成。在实际生产中,为了克服镁质水泥的抗水性差、吸潮返卤以及变形等缺点,往往需要再加入改性剂及其他功能性材料。这样,镁质水泥的生产配合比实际就不仅仅只是三元体系,而是四元、五元,甚至六元体系。这里统称镁质胶凝材料。

镁质胶凝材料制品是以轻烧氧化镁(MgO)、氯化镁(MgCl_2)或硫酸镁(MgSO_4)、水(H_2O)为基本化合材料,根据制品使用用途和形状要求,加入填充改性材料(锯末,有机或无机纤维材料,粉煤灰、矿渣粉末等材料),经配方确定、搅拌、成型、养护等工艺,最终制成制品成品,通称镁质胶凝材料制品。

2.2 镁质胶凝材料制品的发展简史

2.2.1 镁质胶凝材料制品的诞生和发展经历

我国开始使用镁质胶凝材料作为工程材料、产品材料已经有近百年的历史。可见证的如位于辽宁抚顺的伪满时期的碉堡,建碉堡的具体时间和制造者无从考证。

新中国成立后的建国初期,我国因为缺乏木材资源,中央人民政府政务院曾发布指示号召节约木材。从那时开始,我国就开始推广应用“以土(菱苦土制品)代木”(即镁质胶凝材料制品代木),20世纪60年代中期到70年代中期,兴起一个高潮。主要代木产品是机电产品包装箱,使用地区主要在东北地区和山东、河南等省。此外河北、江苏、安徽等地区有少量生产和使用。但这个时期开发和应用镁质材料制品代木,完全是一种自发式行为。当时的代木产品(尤其建筑材料代木制品)经国家有关部门检测,由于吸潮、返霜、变形等问题的严重存在且得不到有效解决,被划入不能推广应用的范畴。行业也因此第一次陷入低谷。

20世纪的70年代末80年代初,镁质胶凝材料制品节材代木又重新兴起,80~90年代达到高潮。这个高潮基本是国家指令性经济政策促成的。在国务院国发[1979]235号文件

及相关经济政策的扶持和推动下,行业在替代木材方面第一次得到跨越式发展。

从 20 世纪 80 年代初到 20 世纪末,原国家计委、国家经委、财政部等部门共安排 1000 多万元拨款,数亿元无息或贴息贷款作为发展镁质胶凝材料制品代木的基金,用于发展和扶持镁质胶凝材料制品代木,支持和扶持了一批制品生产企业的发展。原国家科委等部门也拿出近千万元科研资金委托中科院青海盐湖研究所、中科院沈阳金属研究所、上海硅酸盐研究所等科研单位对镁质胶凝材料进行基础性科学研究。行业现在的镁质胶凝材料的基本技术基础就是那个时期形成的。

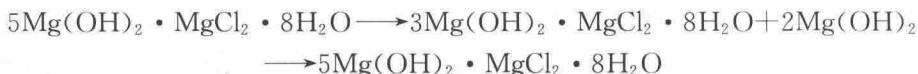
2.2.2 “七五”期间,镁质胶凝材料及产品取得的科研成就

“七五”期间,原国家科委组织了中国科学院青海盐湖研究所、青海建材科研所、中科院上海硅酸盐研究所、同济大学、中科院北京地质研究所、北京钢铁学院、西北大学、中科院沈阳金属研究所等科研和大专院校,历经五年,耗资千万元,完成了“镁质水泥开发研究”及其相关的“镁质水泥的物化基础和特征研究”、“镁质水泥的制备工艺研究”、“镁质水泥制品及其应用研究”、“镁质水泥中试”等项目进行联合攻关,取得了多项成果。主要有:

1. 利用水氯镁石生产出了镁质水泥用的活性 MgO 。其 MgO 含量 90% 以上,配制镁质水泥净浆试件时,其抗折强度达 10MPa,抗压强度达 95MPa 以上。

2. 研究了镁质水泥体系的平衡与非平衡相图。 $3 \cdot 1 \cdot 8$ 是热力学稳定相, $5 \cdot 1 \cdot 8$ 是热力学介稳相,在溶液中 $5 \cdot 1 \cdot 8$ 可转变成 $3 \cdot 1 \cdot 8$ 。非平衡相图更接近镁质水泥的实际情况。

3. 揭示了镁质水泥抗水性差的原因。因为镁质水泥硬化体是一个结晶结构,组成结晶结构的结晶相是介稳相,硬化体的残余 MgO 有水化活性。介稳相 $5 \cdot 1 \cdot 8$ 在水中的分解方式如下:



4. 初步摸清了镁质水泥硬化产物在使用过程中的变化规律。当受到大气 CO_2 作用时,镁质水泥硬化体转化成碳化相,当受到雨水和大气 CO_2 双层作用时,转化成菱镁矿。

5. 发现了 $5 \cdot 1 \cdot 8$ 结晶相有多种存在形态。即针杆状晶体、纤维束状结晶合体、板状晶体、叶片状晶体和凝胶体。利用不同结晶形态性质不同的原理,可以改善镁质水泥性能。

6. 采用复合外加剂技术,把气硬性镁质水泥变成了抗水性镁质水泥,指明了水硬性镁质水泥的研究方向。

7. 镁质水泥在建筑上的应用条件已具备,利用镁质水泥已可配制出镁质水泥普通混凝土、轻集料混凝土、多孔混凝土,这些混凝土已用于生产镁质水泥钢筋混凝土承重构件、玻璃纤维增强水泥制品、镁质水泥装饰材料和保温材料等。

“七五”科技攻关所取得的成就使我国氯氧镁水泥的水平处于国际的领先水平。此后我国的不少研究单位,诸如:山东建筑科学研究院、合肥水泥设计研究院、江西建材研究设计院、吉林建材院、辽宁建材所,针对原料、外加剂、建筑板材的材性、工艺进行了结合生产的开拓研究,把氯氧镁水泥的研究生产、应用推向了新的高度。

随着 20 世纪 80 年代末基础理论研究的完成,镁质胶凝材料制品的吸潮、返霜、变形等基本技术问题得到有效解决。