

氯氧镁

LÜYANGMEI
CAILIAO YU
ZHIPIN JISHU

材料与制品技术

涂平涛 刘洪彬 眭良 编著



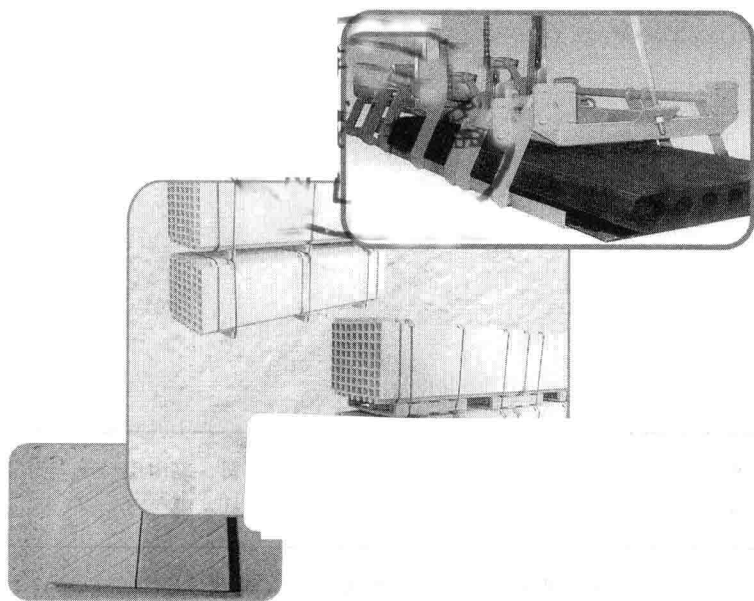
化学工业出版社

氯氧镁

LUYANGMEI
CAILIAO YU
ZHIPIN JISHU

材料与制品技术

涂平涛 刘洪彬 睦良 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

氯氧镁材料与制品技术/涂平涛, 刘洪彬, 眭良编著.

北京: 化学工业出版社, 2014.3

ISBN 978-7-122-19128-1

I. ①氯… II. ①涂…②刘…③眭… III. ①氧化镁
胶凝材料 IV. ①TQ172.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 282156 号

责任编辑: 常 青

责任校对: 吴 静

文字编辑: 冯国庆

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 装: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15 $\frac{3}{4}$ 字数 387 千字 2014 年 6 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: 68.00 元

版权所有 违者必究

制造业对材料的生产与应用,要求节能、减排、低碳、环保。这是实现国民经济和社会可持续发展的重要内容,也是保护资源,减少环境污染的重要举措。

作为以轻烧氧化镁、氯化镁和水三元体系构成的氯氧镁材料以及在适量的外加剂与填料的科学组合下形成的氯氧镁材料制品,以优良的抗折和抗压强度、高硬度、耐磨性及抗腐蚀性等力学性能,以及突出的防火、抗高温性和耐低温性而在建筑、交通、农业、机械、矿业、市政、包装、轻工、园林、装饰及工艺品等领域得以广泛应用,在节材代木、节能节地、防火安全等方面起到了令人瞩目的作用。我国氯氧镁材料制品约有40%远销美国、加拿大、英国、澳大利亚、西班牙、俄罗斯、乌克兰、比利时、荷兰、日本、韩国、中国台湾和东南亚、中东等数十个国家和地区,取得了良好的应用效果和信誉。

氯氧镁材料及其制品的生产贯穿了生态环境保护、资源节约及“三废”综合利用的基本要求,作为氯氧镁材料的主体原料——轻烧氧化镁是由低品位的菱镁矿(MgCO_3)的边尾矿在 $750\sim 850^\circ\text{C}$ 煅烧而得,这本身就具有节约资源的作用;另一主体原料氯化镁是由海水或盐湖提取 NaCl 、 KCl 、 MgSO_4 后的副产物苦卤或盐卤所制备而得,本身也是对苦卤和盐卤的综合利用、消除污染的益举。构成制品的填充料是工业固体废弃物(粉煤灰、炉渣、矿渣、建筑垃圾、碎陶瓷、碎玻璃、石材加工粉料等)和农作物秸秆、木材加工下脚料和藤类筋材,这也是“三废”综合利用的有效途径。制品在常温下即可气硬形成强度,无需烧结和蒸养,属节能型生产。因此,氯氧镁行业得到了国家相关政策的支持,其中工业和信息化部(2010)276号《关于加快和推进我国菱镁产业健康稳定和可持续发展的指导意见》已颁布实施;住建部和商务部也陆续出台产品标准(如JG/T 414—2013《建筑用菱镁装饰板》、SB/T 10845—2012《菱镁装饰工艺品通用技术条件》等),充分

体现了氯氧镁产业在国民经济中的重要作用和国家对其产品质量的严格要求。

本书对氯氧镁材料与制品在国民经济中的作用、材料的组成与性能、材料的质量控制与检测分析、动态的科学组成与配制、外加剂的合理有效应用等内容进行了阐述，特别是对采用氯氧镁材料生产墙体材料、保温材料、工艺品、包装材料等工艺、设备进行了较为详细的介绍，以期为读者提供参考和帮助。

本书是笔者长期科研和生产一线实践经验与工作成果的总结。编写分工如下：第一章涂平涛，第二章涂平涛、眭良，第三章刘洪彬、涂平涛、眭良，第四章眭良、涂平涛、刘洪彬，第五章高至岭、涂平涛，第六章涂平涛、刘洪彬，第七章涂平涛。

本书在编写过程中参考了有关文献资料，得到了很多专家学者和同仁的支持与帮助，孙勇、吉桂兰、庄桂泉、李军、周贤康、涂雯、涂平浦、孙逸竹、龚波瑛对本书的成稿也付出了辛勤的劳动，在此一并致以真诚的感谢！

由于笔者水平有限，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请读者不吝指正。

涂平涛
2014年3月

第一章 氯氧镁材料与制品的状况

第一节	概述	1
第二节	镁质材料和氯氧镁制品的现状与前景	2
一、	镁质耐火材料	2
二、	金属镁与镁合金	4
三、	氯氧镁材料工程制品	4
四、	镁质化工材料与医药级材料	5
第三节	氯氧镁制品在国民经济中的地位和作用	6
一、	氯氧镁制品的防火性能	6
二、	氯氧镁材料的节能、节材、节地、低碳和绿色环保性能	7

第二章 氯氧镁制品的主要原材料

第一节	轻烧氧化镁	12
一、	简述	12
二、	轻烧氧化镁的物理化学性能与用途	14
三、	轻烧氧化镁的生产方法与原理	15
四、	轻烧氧化镁及活性氧化镁的检测分析	17
第二节	调和促凝剂——氯化镁	25
一、	六水氯化镁	26
二、	无水氯化镁	32
三、	氯化镁在氯氧镁材料中的功能作用	34
四、	氯化镁的性能及杂质含量对氯氧镁材料的影响	34
第三节	氯氧镁材料改性外加剂	36
一、	改性外加剂的类别	36
二、	改性外加剂的作用	37
三、	改性外加剂的择用与效果检验	39
第四节	水在氯氧镁材料中的应用	40
一、	水对氯氧镁材料性能的影响	40

二、用水量的确定与要求	41
第五节 增强纤维与混合材填料	43
一、玻璃纤维增强及其应用原则	43
二、竹纤维、植物纤维与有机纤维	45
三、活性混合材增强材料	47
四、非活性混合材填料	48
第六节 氯氧镁材料组成与性能的相关性	50
一、氯氧镁材料的胶凝机理	50
二、氧化镁与氯化镁的配比	52
三、氯化镁与水的配比	54
四、外加剂的评析	54

第三章 氯氧镁建筑墙体材料

第一节 建筑墙体板材	58
一、建筑墙体板材的发展现状	58
二、建筑墙体板材的类别	59
三、建筑板材的生产工艺和生产技术	60
第二节 氧化镁板	66
一、氧化镁板的性能、用途及现状	66
二、氧化镁板的规范生产技术	68
三、氯氧镁板的生产工艺流程及主要设备	73
四、完善氧化镁板有关性能检验的商榷	74
五、氧化镁板用于墙体材料产生裂缝的原因及防治对策	78
六、氧化镁板的应用	83
第三节 镁水泥木丝板	86
一、镁水泥木丝板的性能	86
二、镁水泥木丝板的用途	88
三、镁水泥木丝板的生产技术	90
四、镁水泥木丝板生产线建设简介	93
五、镁水泥木丝板的施工	95
第四节 镁水泥刨花板	95
一、定义	95
二、镁水泥刨花板的分类	96
三、镁水泥刨花板的规格	96
四、镁水泥刨花板的主要用途	96
五、镁水泥刨花板的组成材料	97
六、镁水泥刨花板的生产工艺	97
七、年产 1.5 万立方米镁水泥刨花板的设备	102
八、镁水泥刨花板的应用	103

第五节 高压挤出多孔镁水泥轻质隔墙条板	105
一、简述	105
二、镁水泥多孔轻质隔墙条板的工艺与性能特点	105
三、多孔镁水泥轻质隔墙条板生产技术要素	109
四、多孔镁水泥轻质隔墙条板原材料要求	112
五、多孔镁水泥轻质隔墙条板生产的主要设备	114
六、多孔镁水泥轻质隔墙条板生产工艺要素	115
七、多孔镁水泥轻质隔墙条板的使用方法	116
第六节 挤压法镁水泥轻质隔墙板	117
一、简述	117
二、原材料的质量要求与组成	118
三、挤压法生产工艺	119
四、镁水泥轻质隔墙板的性能特点	121
五、镁水泥轻质隔墙板的应用实例	123
第七节 立模浇注镁水泥轻质隔墙板	125
一、简述	125
二、原材料的质量要求	126
三、立模浇注生产工艺	127
四、立模浇注成型及其设备特点	130
五、立模浇注镁水泥轻质隔墙板生产线主要设备及其改进意见 商榷	130

第四章 发泡氯氧镁材料

第一节 概述	132
一、氯氧镁防火保温板	132
二、泡沫镁水泥砌块	132
三、泡沫镁水泥隔墙板和屋面板	133
四、轻质建筑装饰品和园林景观材料	133
第二节 发泡氯氧镁材料成孔技术	133
一、简述	133
二、成孔物质与制备工艺	134
三、成孔原理与工艺的相关性	139
第三节 泡沫镁水泥生产技术	140
一、返卤、泛霜及其防治	140
二、发泡剂、稳泡剂的选用	141
三、生产工艺	142
四、泡沫镁水泥的性能	144
第四节 泡沫镁水泥防火门芯板	145
一、简述	145

二、泡沫镁水泥的防火机理	147
三、泡沫镁水泥做防火门填充芯料存在问题与误区	148
第五节 泡沫镁水泥相关生产装备	150
一、简述	150
二、主要生产设备	150
第六节 无机保温材料	153
一、简述	153
二、无机保温材料的类别	153
三、无机保温材料的技术分析与商榷	157
第七节 绝热保温材料的性能及其测定	161
一、热导率	161
二、导温系数	161
三、蓄热系数	161
四、传热系数	162
五、热阻	162
六、比热容	163
七、蒸汽渗透系数	163

第五章 镁水泥复合材料工艺品

第一节 概述	164
一、工艺品的内涵	164
二、工艺品的特征	164
三、工艺品的前景	164
四、镁水泥复合材料工艺品的特点	165
五、镁水泥工艺品的应用	166
第二节 原料和配料规则	170
一、原料组成	170
二、配料规则	171
三、配方设计	171
第三节 工艺品的生产工艺	177
一、模型的准确	177
二、模具制作	177
三、配料	178
四、生产方法	179
五、产品反应与拆模	180
六、产品的养护	182
第四节 表面效果处理	184
一、自然类	184
二、彩绘类	184

第五节 质量与管理	185
一、产品质量	185
二、生产、技术管理	186
三、产品质量分析和预防措施	187

第六章 氯氧镁包装材料

第一节 概述	189
第二节 传统菱镁包装材料存在的问题	189
一、忽视菱镁包装箱材质稳定性的要求	189
二、传统菱镁包装箱生产效率低，结构型式不够合理	190
三、回收与无害化处理	190
第三节 集成组合式菱镁包装箱生产技术	192
一、集成组合式菱镁包装箱生产工艺	192
二、集成组合式菱镁包装箱材料有关问题	193

第七章 氯氧镁材料新技术、新产品简介

第一节 菱镁石动态煅烧新工艺	195
第二节 轻烧粉的预均化	196
一、矿石均化	196
二、局部预均化	196
第三节 硅钙自保温轻质复合材料	197
一、性能特点	197
二、用途	198
三、材料性能	198
四、生产成本	198
五、硅钙自保温轻质复合材料生产工艺流程	198
第四节 氯氧镁建筑模板	199
一、建筑模板的类别及分析	199
二、模板的性能与要求	200

附录 氯氧镁材料及制品相关标准摘录

附录一 JIS A 6905 镁水泥（摘录）	204
附录二 CNS 14164 氧化镁板（摘录）	206
附录三 欧盟 SGS 通标标准技术服务（上海）有限公司氧化镁 板性能测试报告（摘录）	209
附录四 JOS A 5441 与 CNS 13265 的比较	213

附录五	JC 688—2006 玻镁平板 (摘录)	217
附录六	JC/T 2200—2013 水泥基泡沫保温板 (摘录)	218
附录七	JG/T 414—2013 建筑用菱镁装饰板 (摘录)	219
附录八	GB/T 13041—2005 包装容器 菱镁砗箱 (摘录)	222
附录九	JC/T 568—2007 氯氧镁水泥板块 (摘录)	226
附录十	GB/T 23451—2009 建筑用轻质隔墙条板 (摘录)	232
附录十一	JC/T 411—2007 水泥木屑板 (摘录)	234
附录十二	JG/T 357—2012 木丝水泥板 (摘录)	236
附录十三	CNS 9456 木丝水泥板 (摘录)	238
附录十四	GA 160—2004 不燃无机复合板 (摘录)	239
附录十五	JC/T 449—2008 镁质胶凝材料用原料 (摘录)	240

参考文献

第一章 氯氧镁材料与制品的状况

第一节 概 述

氯氧镁材料，在学术界中称镁质胶凝材料或镁水泥（magnesia cement），俗称菱镁水泥、菱镁材料。它是以含有反应活性的轻烧氧化镁为主体，在以氯化镁水溶液做凝固调和剂的作用下形成 $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 相和 $3\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 相的气硬性胶凝材料。由于凝固调和剂大多以六水氯化镁（ $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ）做主要原料，在一般情况下，称其为氯氧镁材料或氧化镁水泥。严格的定义，氯氧镁材料应该是轻烧氧化镁（ MgO ）、氯化镁（ MgCl_2 ）、改性剂和水四元体系经合理配制而成。在氯氧镁材料中加入工业固体废弃物（诸如粉煤灰、矿渣、炉渣、石粉、硅灰、碎瓷、碎玻璃、建筑垃圾）以及农业加工剩余物（诸如麦秸、稻草、稻壳、棉秆）和木材加工剩余物（锯屑、木刨花等），作为填充增强材料，即形成氯氧镁制品。

氯氧镁材料在国外通常称镁水泥，英国和美国称 magnesia cement；日本称 マタネシヤメソト；俄罗斯称 МАГНЕЗИЯ ЦЕМЕНТ。它与硅酸盐水泥虽然同称水泥，但从化学反应机理和成分组成上看是完全不同的。就两者的凝结机理而言，硅酸盐水泥加水后，其组成中的硅酸三钙（ $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ）、硅酸二钙（ $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ）和铝酸钙（ $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ）中的 CaO 很容易发生水化作用而形成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，并和水化硅酸钙作用而且紧密交织，产生水泥的强度。从微观分析，水泥水化后，溶剂化固相粒子借助于范德华引力和粒子周围的双电层中的离子间的静电吸引力形成水泥胶凝体的凝聚结构，产生强度。也就是说硅酸盐水泥只要有水的作用，就能形成强度。硅酸盐水泥与水混合后成为塑性浆体，在空气中硬化形成坚固的石状体，而且初凝后的水泥也能在水中继续硬化。水泥是水硬性胶凝材料，其塑性浆体既能在空气中硬化，也能在水中硬化。

氯氧镁材料属于气硬性胶凝材料，在其中仅仅加入水是不能形成晶体结构而获得强度的，氧化镁和水作用： $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$ ，生成的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 是松散无胶凝性的产物，只有在氯化镁或硫酸镁的作用下生成氯氧化镁或硫氧化镁并结晶，才能形成强度。

目前关于氧化镁与氯化镁的反应机理存在两种观点，其一是生成含水的氯氧化镁晶体：



其反应产物比较复杂，一般认为在常温（室温至 60°C ）下生成 $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ （即 $5 \cdot 1 \cdot 8$ 相）和 $3\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ （即 $3 \cdot 1 \cdot 8$ 相），在 $60 \sim 120^\circ\text{C}$ 生成 $9\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 和 $2\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 。

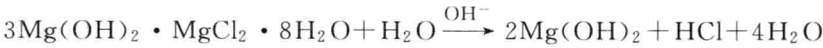
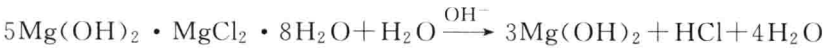
另一种观点认为是以 MgO 的水化为基础： $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$ ，由于 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶解度非常小 ($9 \times 10^{-5} \text{ g/L}$)，不可能使 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 凝聚体再结晶成较大的结晶连生体，而 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 本身无胶凝性，因而 MgO 水化后形成不了强度。只有在 MgCl_2 的参与作用下，才能提高 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶解度，使其溶解凝结，进而凝聚粘连形成晶体，再彼此穿插连接，形成一定的强度。为了提高 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶解度就必须保证有足够的 MgCl_2 用量，如果 MgCl_2 的用量不足，其结果是 MgO 的水化与凝胶不充分，达不到应有的强度。如果 MgCl_2 用量过剩，在硬化胶凝过程中，体系内多余的 MgCl_2 具有极易吸湿的特性，在潮湿环境中会使氯氧镁制品的表面潮湿，进而结成露状水滴，产生流淌现象，即所谓的“返卤”。

镁水泥仅有水完成不了凝固，同时也不能继续在水中硬化，它是气硬性材料，这是有别于硅酸盐水泥的。应该说明的是，即使气硬后的氯氧镁制品在水中，强度非但不增强反而会降低，见表 1-1。

表 1-1 水浸泡后对氯氧镁制品强度的影响

项 目	指 标				
	未泡水	泡水 24h	泡水 72h	泡水 120h	泡水 240h
抗折强度/MPa	20.10	8.80	7.68	5.15	3.70
强度降低率/%	0	56.2	61.8	74.4	81.59

氯氧镁制品在水中强度降低，从化学角度分析是 $5 \cdot 1 \cdot 8$ 相和 $3 \cdot 1 \cdot 8$ 相晶体结构在水中产生水解反应，即：



由于形成的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 再和 HCl 发生反应：



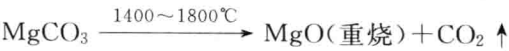
这一反应生成了可溶于水的 MgCl_2 ，并从晶体内离析出来，致使晶体结构破坏，逐渐使晶体形成空壳，强度丧失。从对水的稳定性而言，氯氧镁制品是不及硅酸盐水泥制品的，因此通过加入含 P、Si、S 等元素的外加剂使其形成稳定四面体结构单元，使氯氧镁晶体形成叶片状重叠、穿插的网状结构，从而提高相结构稳定性，提高氯氧镁制品的耐久性和抗水性。

第二节 镁质材料和氯氧镁制品的现状与前景

氯氧镁制品是镁质材料产业链中的一部分，镁质材料产品系列如图 1-1 所示。目前含镁的化合物或称镁质材料在国民经济中的作用大致可分为四类。

一、镁质耐火材料

以菱镁矿为原料，在 $1400 \sim 1800^\circ\text{C}$ 下烧成的氧化镁称为重烧镁砂。



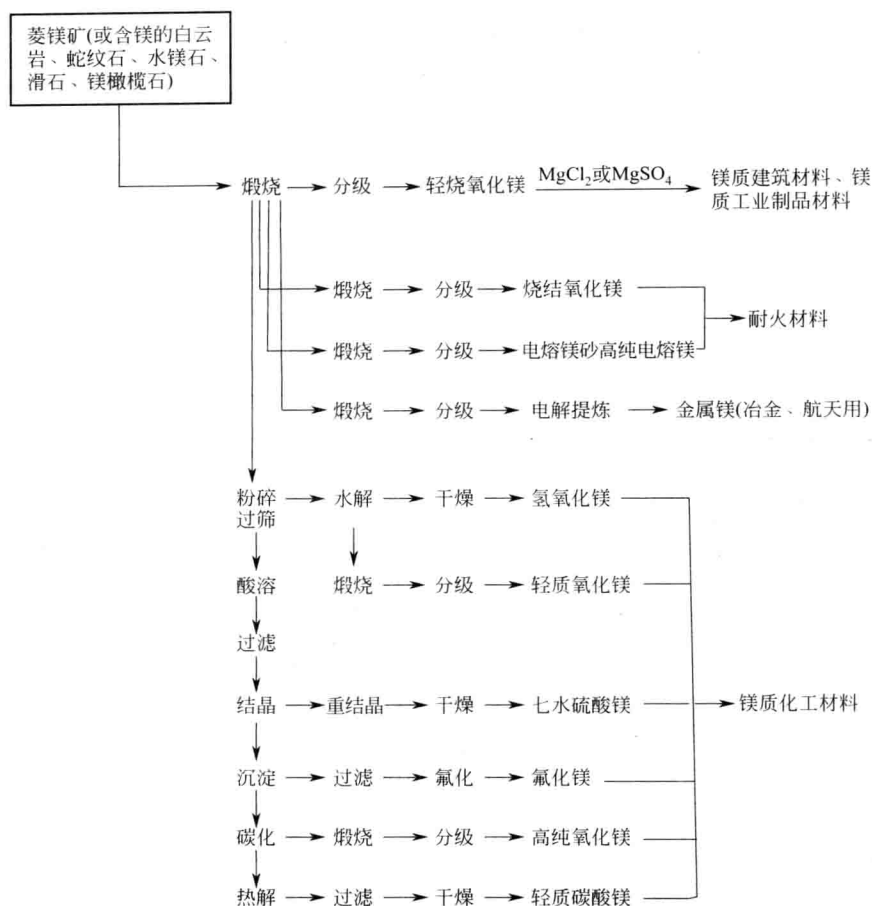


图 1-1 由含镁的非金属矿制备的系列镁质材料产品示意

镁砂分为中档镁砂、高纯镁砂和电熔镁砂，所谓中档镁砂是以菱镁矿石提纯后经轻烧制得含量为 97% 的轻烧氧化镁为原料，再经压球、高温竖窑煅烧等工艺而成，该产品结晶程度好，结晶致密，是生产中档镁质耐火材料制品的优质原料。

高纯镁砂是选用天然特级菱镁矿石经浮选、提纯、轻烧、细磨、压球、超高温竖窑煅烧而成的镁砂，是制砖、窑衬耐火材料的优质原料。

电熔镁砂是用精选的特 A 级天然菱镁矿或高纯轻烧镁颗粒，在电弧炉中于 2600～2800℃ 冶炼熔化再结晶后形成的一种耐高温、硬度大、纯度高的氧化镁晶体，该产品具有结晶粒大、结构致密、抗渣性强、热震稳定性好等优点，是一种优良的高温电气绝缘材料，也是制造高档镁砖、镁碳砖及不定形耐火材料的重要原料，所制成的高级耐火材料可耐 2000℃ 的高温。

重烧镁砂主要用于炼钢炉衬里做耐火材料，也用于制作钙镁砖、镁铝砖、镁铬砖、镁橄榄石砖、硅镁砖等耐火材料。重烧镁粉还用于电热电器元件的绝缘填充物。高纯度、高密度（体积密度大于 3.40g/cm³）的镁碳砖是优质的耐火材料，日本大部分电炉已使用，也是我国耐火材料的主要发展品种。镁砂是我国出口的主要产品，出于保护资源的需要，其出口是

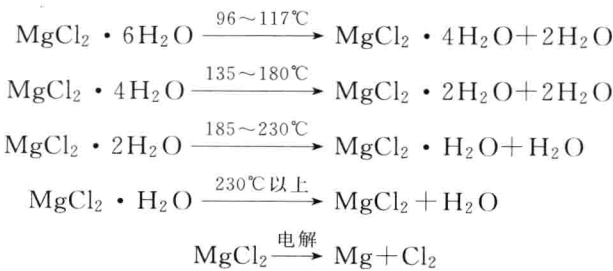
有额度计划的，我国优质镁砂的质量指标见表 1-2。

表 1-2 我国优质镁砂的质量指标

牌 号	指 标					用 途
	MgO/%	SiO ₂ /%	CaO/%	烧失量/%	颗粒体积密度 /(g/cm ³) ≥	
MS-98	98	0.5	1.5	0.3	3.30	制砖、不定形耐火材料
MS-97a	97	1.0	1.5	0.3	3.30	
MS-97b	97	1.0	1.5	0.3	3.25	
MS-96a	96	1.5	1.6	0.3	3.30	
MS-96b	96	1.5	1.6	0.3	3.25	

二、金属镁与镁合金

制取金属镁的反应式如下。



镁是极其重要的有色金属材料，能与其他金属结合制备成高强度的镁合金，可用于制造汽车零部件，大大减轻汽车自重，减少汽车耗油率，从而减少环境污染。采用镁合金制造飞机、导弹、飞船、卫星、轻武器等重要武器装备零部件，可使武器的射程、命中率和飞行器机动性能提高。镁合金用于制造飞机、笔记本电脑和数码相机等数字产品的外壳，具有强度高、美观耐用及电磁屏蔽等优点。

镁金属被誉为 21 世纪最有开发和应用潜力的绿色材料，它本身具有重量轻、密度小、比强度高、刚性好、压铸性能好、电磁屏蔽性和抗震性能好以及散热性能好、耐腐蚀性好、可循环利用等优异的特性。在镁质材料的产业链中，它占用十分重要的地位。

三、氯氧镁材料工程制品

氯氧镁材料是大量使用的工程制品的基础材料之一，它具有早强、高强、防火、耐低温、耐侵蚀、高粘接力和对各种材料表面的亲和性等特性，形成的工程材料制品具有隔热、隔声、重量轻、易于加工成型、可加工性能好——可钉、可锯、可刨、可钻、可凿、可雕刻、可粘贴、利用常规手段即可进行加工的特点。

氯氧镁材料为常温气硬性胶凝材料，即在 10℃ 以上可硬化固结，无需烧结、蒸养成型。在产品的生产和使用过程中无毒、无味，无挥发性气体产生，不含石棉，不含放射性核素，而且可以消纳工农业固体废弃物，诸如粉煤灰、矿渣、炉渣、石粉、硅灰、碎瓷、碎玻璃、建筑垃圾、植物秸秆、农作物壳体、锯木屑、废旧木材及塑料颗粒等，因此可以说氯氧镁材料构成的工程制品是绿色环保材料。

不规范生产和未经改性的氯氧镁材料工程制品有着抗水性能差、吸湿返卤、易变形、腐

蚀钢筋等缺点。经过国内外学术界的长期研究和工程界技术人员的努力,通过动态的科学配比组成、有效改性外加剂的使用、合理的工艺操作、合格稳定的原材料使用以及合理的产品结构组成,已使困扰氯氧镁材料工程制品使用的性能缺陷得到解决。我国氯氧镁材料工程制品,诸如玻镁防火板、隧道板、通风管道、硅镁泡沫保温板、菱镁隔声屏障、工艺品等产品已远销英国、加拿大、法国、美国、西班牙、比利时、俄罗斯、波兰、阿联酋、东南亚和日本、中国台湾等国家和地区。我国氯氧镁材料工程制品在如下领域发挥了十分可观的作用。

1. 建筑工程和建筑材料领域

这方面的制品包括:轻质墙体材料(硅镁加气隔墙条板、复合夹心保温板、墙裙板、砌块等);防火隔离墙、防火隔离带;活动房;建筑装饰板;天花板;建筑模板;门窗;房屋屋架;檩条;屋面瓦;屋面隔热保温板;外墙外保温泡沫板;地板砖;通风管道;烟道管;建筑落水管;装饰构件(罗马柱、浮雕)等。这些制品不仅为国家节约和代用了木材,减少了耕地的破坏,而且为节能、节约资源、减排做出了重要贡献。特别是氯氧镁材料不同于石膏(耐火温度 $160\sim 180^{\circ}\text{C}$)、普通硅酸盐水泥(耐火温度 $350\sim 400^{\circ}\text{C}$)的防火性能,其防火使用温度在 $600\sim 800^{\circ}\text{C}$,是功能性防火建筑材料。

2. 交通、电力领域

这方面的制品包括:隧道防火板;隔声吸声屏障;路障;护路格栅;公路路基固化材料;井盖;盐湖、海堤护坡材料;车船隔仓板;电缆桥架;矿井支架;矿用轨枕;路缘石;路灯座等。

3. 农业领域

这类制品有:农用大棚支架;水渠槽板;贮粮仓;沼气罐;畜牧业围栏;农用防渗渠。

4. 轻工领域制品

这类制品有:节代木材的家具板、厨具板、壁柜板、各类展板基板;人造大理石;工艺美术品(雕塑);园林仿古建筑;花盆;装饰背景板。

5. 机械领域

这类制品有:机械包装箱;包装板;货架支垫;包装箱底座等。

可以说,氯氧镁制品的品种之多,应用范围之广,是常规的水泥混凝土制品及石膏制品所不及的,其发展前景广阔。

四、镁质化工材料与医药级材料

镁质化工材料主要体现在作为食品和饲料工业、镁肥、工业排酸脱硫、水处理剂及阻燃剂、医药用六水氯化镁、医药硫酸镁等。

在食品工业中,硫酸镁、碳酸镁、氢氧化镁等高纯度产品作为矿物营养成分和糖类凝固剂使用。人们所熟知的豆腐凝固剂就是氯化镁。在饲料工业中,用三水硫酸镁生产预混维生素米,它是营养强化米的一种。氧化镁是奶牛饲料添加剂,具有中和胃酸、增加牛奶产量的功能。

镁肥是不能依靠天然补充的肥料之一,而且施用氮肥较多,会使农作物得不到足够的镁,从而影响农作物的产量和质量。近年来发展起来的作物栽培新技术——水耕栽培,镁肥就是必不可少的。

在环保领域,镁系水处理剂的应用范围可望日益扩大,除对酸有中和作用外,还对重金属、有机物、磷化物、污染物等有沉淀、吸附、凝聚等功能,不仅适用于矿山和工厂废水处理,还适用于生活污水处理。

对于建筑物内的火灾危害,人们意识到必须寻找到使易燃或可燃物质变成难以点燃或脱离火源能自行熄灭的物质。而氢氧化镁恰恰是一种阻燃、消烟性能俱佳的无机阻燃剂。该产品无毒、无味、无腐蚀性,热分解温度为 $340\sim 490^{\circ}\text{C}$,是目前世界各国深入研究而我国亟待开发创新的产品。

阻燃剂可用于建筑材料和制品中,提高其阻燃性能,也可用于塑料制品的阻燃。在锅炉的排烟中可用氢氧化镁排烟脱硫;烧油中添加氢氧化镁可抑制设备的腐蚀;电线、电缆包覆材料中使用氢氧化镁,不仅可以起到阻燃的功能,还可起到净化受燃时空气的作用。

镁质材料用于医疗行业有两大用途:其一是用于医药级镁化物;其二是用于骨科手术和心血管微创手术、降解生物医用镁材料和器械,如可降解生物医用镁合金和可降解活性硫酸镁骨水泥。

第三节 氯氧镁制品在国民经济中的地位和作用

氯氧镁制品在社会上和工业界之所以受到瞩目及青睐,除了它具有极好的力学性能外,在多层玻纤布增强下,其抗弯强度 $\geq 65\text{MPa}$ (JC/T 646—2006);抗压强度可达 95MPa 以上;软化系数 ≥ 0.85 ;吸水率 $\leq 13\%$ (CECS 95:97《玻璃纤维氯氧镁水泥通风管道技术规范》);干缩率 $\leq 0.6\text{mm/mm}$ (JC 686—2006),具有高出水泥制品3倍的耐磨性能和1~5倍的抗冲击性能,以及高于同类产品5~10倍的抗渗透性能。另外还具有突出的防火性能和节能、节材、节资性。

一、氯氧镁制品的防火性能

随着社会的发展,物质财富增加,人口密集,高楼林立,增加了火灾发生的频率。在我国近年来三次典型重大火灾:2009年央视大楼配楼的重大火灾;2011年沈阳皇朝万鑫酒店重大火灾;2010年上海“11·15”特大火灾,皆因外墙外保温材料采用挤塑有机聚苯板(XPS)、发泡聚苯板(EPS)和泡沫聚氨酯(PU)的直接和间接原因所致,因此寻求能使易燃或可燃物质被不燃性材料所取代,或使易燃或可燃物质变成难以点燃或脱离火源能自行熄灭的物质,是当今工程界极为关注的问题。氯氧镁制品是最好的不燃防火材料,其原因如下。

1. 结构组成的含水率高

在室温至 50°C 的范围内,氯氧镁材料中的 MgO 和 MgCl_2 与水的相互作用所形成的硬化体内的结构相主要产物是: $5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ [$3\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的混合物],结晶相含有8个结晶水,高于所有气凝性和水硬性无机胶凝材料硬化体中所含结晶水量。人们所熟知的石膏硬化体结构为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,仅含2个结晶水,水泥硬化体结构为 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 和 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,其结晶水总量也只有5个,硅酸钙 $5\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 含5个结晶水,当氯氧镁材料受到火焰热源作用时,首先是火焰热源将结晶相中的水缓慢释放为水蒸气,有效地延迟了火焰热量从热源到被保护构件物的