

我国轻质碳酸镁、轻质氧化镁生产现状及其发展

胡庆福

(河北科技大学 河北石家庄 050018)

摘要 概述了我国轻质碳酸镁、轻质氧化镁的生产现状,特别分析了国内二镁生产优势及差距,最后对我国二镁发展提出了建议。

关键词 轻质碳酸镁 轻质氧化镁

Abstract Present production situation of light magnesium carbonate and calcined magnesia in China were described. Especially analyzed its predominance and gap. At last, put forward some advices to its development.

Keywords light magnesium carbonate calcined magnesia

1 我国镁化合物生产简况

我国是世界上生产镁化合物的主要国家之一。通常用于制取镁化合物的固体矿物原料为菱镁矿、白云石、水镁石,制取镁化合物的液体原料为天然水溶性镁盐及其溶液(海水和盐湖水)氯化镁一般由海水和盐湖通过晒制食盐和制溴后的废液为原料制得的。

各工业部门使用的主要镁化合物除镁砂之外,还有轻质碳酸镁、轻质氧化镁、氯化镁、硫酸镁和氢氧化镁等。

镁化合物的主要用途是生产耐火材料及在建筑和冶金工业中使用。大量的镁化合物加工成金属镁,而金属镁则用来制取镁铝合金和其它镁合金。氯化镁用于制造水泥,在此基础上再制造各种建筑材料,制取氧化镁、碳酸镁的原料;在纺织工业中用于上浆;用于浸渍木构件,使其具有阻燃性;此外还用于制造脱叶剂,作为防冻剂可预防铁路道岔冻结。硫酸镁愈来愈广泛地用作镁肥。用盐湖咸水,以及制盐生产的废液作为镁肥就地使用更是令人感兴趣的。氢氧化镁作为油品、固体燃料、排烟等脱硫剂,塑料、橡胶等制品的阻燃剂愈来愈受到人们的青睐。

国外氧化镁的制造技术发展很快,特别是精细镁盐制品的发展尤其迅速。我国是镁盐生产大国,按美国的统计,菱镁矿资源以我国居世界首位,其中以辽宁省的大石桥菱镁矿储量最大。海水、盐湖水资源也很丰富,有发展镁盐产品的优越条件。虽然我国矿产资源丰富,品位高,但镁盐的生产仍处于粗制初级产品的生产阶段,远不能满足国民经济发展的需要。为开辟镁盐的新用途,要大力发展镁盐精细产品的生产,特别是开发各种不同用途的特种氧化镁,如电熔氧化镁熔块,高纯电熔氧化镁,耐火材料用、陶瓷用和电热电器用氧化镁的生产。纤维状镁盐以及高纯度镁盐的应用与开发,以促进国民经济的全面发展。

本文重点介绍轻质碳酸镁和轻质氧化镁性状、用途、原料路线、生产方法、国内外生产及消费情况,进一步分析我国轻质碳酸镁和轻质氧化镁(以下简称二镁)发展的必要性和途径。

2 二镁性状及用途

轻质碳酸镁又称工业水合碱式碳酸镁或碱式碳酸镁。白色单斜结晶或无定形粉末。组成一般以 $x\text{MgCO}_3 \cdot y\text{Mg}$

$(\text{OH})_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ 表示。其中 x, y, z 的比例有几种,可以为 4:1:4、4:1:5、4:1:6、4:1:7、3:1:3、3:1:4,因工艺条件不同其比例不同。无毒、无味,在空气中稳定。相对真密度 2.16。微溶于水,水溶液呈弱碱性。在水中的溶解度为 0.02%(15℃)。易溶于酸和铵盐溶液,遇酸即分解放出二氧化碳。加热至 300℃ 以上即分解,生成水、二氧化碳和氧化镁。

轻质碳酸镁视比重小,质轻而疏松,可用作橡胶制品的优良填充剂和补强剂。可用作绝热、耐高温的防火保温材料。石棉轻质碳酸镁是优良的绝缘材料,用于造船和锅炉等部门。也可用于制造高级玻璃制品、镁盐、颜料、油漆和日用化学品等。食品级轻质碳酸镁可用作面粉添加剂,在医药上用作解酸剂,还可作干燥剂、护色剂、载体、抗结块剂。

轻质氧化镁又称工业氧化镁。白色无定形粉末。无毒、无臭、无味。相对真密度约 3.58(25℃)。熔点 2850℃,沸点 3600℃,难溶于水,不溶于醇,溶于酸和铵盐溶液中。经 1000℃ 以上高温灼烧可转化为晶体。温度上升到 1500℃ 以上时,则成死烧氧化镁或烧结氧化镁。吸收空气中的二氧化碳生成轻质碳酸镁。

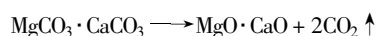
轻质氧化镁视比重大,质轻而疏松。可用于制造陶瓷、搪瓷、耐火坩埚和耐火砖等。用作磨光剂、粘合剂、油漆及纸张的填料,氯丁橡胶及氟橡胶的促进剂与活化剂,与氯化镁等溶液混合后,可制氧化镁水泥。医药上用作抗酸剂和轻泻剂,用于胃酸过多、胃和十二指肠溃疡病。也用于玻璃、染料、酚醛塑料等行业。食品级用作砂糖精制时的脱色剂、冰淇淋的 pH 调节剂,军工、电子、玻壳等行业也有广泛用途。

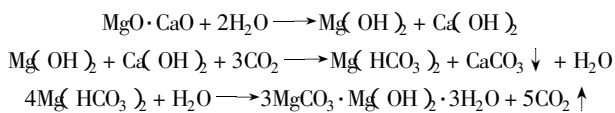
3 二镁生产工艺路线

二镁生产原料基本相同,一般情况下,先生产轻质碳酸镁,再进一步加工成轻质氧化镁。生产二镁主要原料是苦卤(或盐卤)和白云石矿,其主要生产方法有四种:

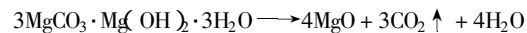
3.1 白云石碳化法

将一定粒度的白云石和白煤按一定比例混配均匀,在立窑内经 1000 ~ 1200℃ 下煅烧成白云灰,经消化精制成精灰乳。窑气经净化、除尘、降温、压缩后同精灰乳进行碳酸化、压滤、热解、再压滤、干燥、粉碎、包装制成轻质碳酸镁产品。其反应式如下:



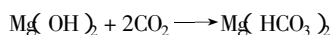
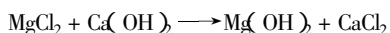
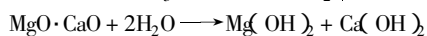
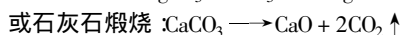


轻质碳酸镁经煅烧制成轻质氧化镁,其反应式如下:

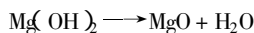
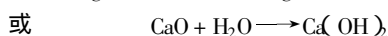
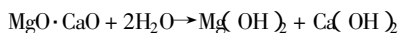


3.2 卤水、白云石(或石灰石)碳化法

白云石或石灰石经煅烧、加水消化后,与卤水作用,生产氢氧化镁沉淀,再经碳化、热解、水洗、脱水、干燥和粉碎后,即得碱式碳酸镁产品。其反应式如下:

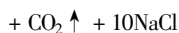
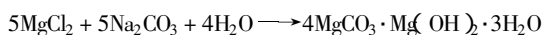


卤水-白云灰(或石灰)法生产轻质氧化镁,可按上述生成轻质碳酸镁再经煅烧制成轻质氧化镁,也可生成氢氧化镁沉淀,进行水洗、脱水后直接煅烧制取轻质氧化镁。其反应式如下:

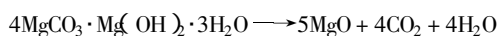


3.3 纯碱法

先将原料苦卤用水稀释至 20°Be' 左右加入反应器中,在搅拌下,慢慢加入 20°Be' 左右的澄清碱液,由流动性较好变为豆腐般的粘滞状,再恢复流动性时,即停止搅拌,反应温度维持在 55℃ 左右。反应完成后,经两次真空过滤、洗涤、破碎、干燥、粉碎、风选、包装,即得轻质碳酸镁产品。其反应式如下:

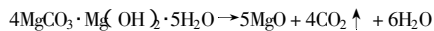
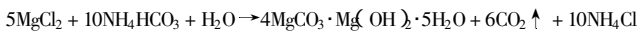


纯碱法生产轻质氧化镁,上述反应后,经漂洗、离心脱水,在 700~900℃ 下进行煅烧、粉碎、风选,制得轻质氧化镁。其反应式如下:



3.4 碳铵法

将海水制盐后的母液(镁离子含量在 50 g/L 左右)除去杂质后与碳酸氢铵按适宜比例混合,进行沉淀反应,再经离心脱水、烘干、粉碎,制得轻质碳酸镁。如烘干后直接煅烧,制得轻质氧化镁。其反应式如下:



4 国内外二镁生产现状

4.1 国内二镁生产规模及消费

我国轻质碳酸镁生产品种有:工业水合碱式碳酸镁、透明碳酸镁、针状碳酸镁、阻燃碳酸镁、食品级碳酸镁、医药级碳酸镁等。生产能力约 20 kt/a,生产厂家 20 余家,生产规模一般在 1 kt/a 以下,少数厂规模在 2~5 kt/a。主要以白云石为原料,其厂家集中在河北、山西、湖南、辽宁、甘肃等省市。

如河北井陘氧化镁总厂、井陘钙镁化工厂、河北高邑化工总厂、河北邢台永昌集团有限公司镁盐化工厂、河北承德县化肥厂、湖南保靖县化工三厂、辽宁盘锦兴海制药有限公司、甘肃武都化工厂等。以苦卤或盐卤为原料,其厂家集中在沿海或有盐湖省市,如上海实业振泰化工有限公司、山东胶州市沽河镁盐厂等。

我国轻质碳酸镁执行化工行业标准 HG/T2959-1988。各生产厂产品质量总的看是好的,基本达到该标准要求,有的生产厂根据用户,特别是国外用户需求,调整有关指标,保证用户使用要求或顺利出口创汇。

我国轻质氧化镁生产品种有:工业氧化镁、活性氧化镁、食品级氧化镁、医药级氧化镁、高纯氧化镁、氧化镁晶须等,还有特殊需要品种,如硅钢用氧化镁、磁性氧化镁、电工氧化镁、电熔氧化镁等不在本文讨论范围。目前我国轻质氧化镁总的生产能力约 15 kt/a,生产厂 30 余家。生产厂均属小型化工厂,一般均在 0.6 kt/a 以下,最大规模 1 kt/a。其生产厂分布同轻质碳酸镁厂,一般一个厂既生产轻质碳酸镁,又生产轻质氧化镁,往往根据市场需求调整二镁生产比例。目前我国生产轻质氧化镁及各种精细氧化镁厂家以上海实业振泰化工有限公司为代表,该公司利用山西、河北产轻质氧化镁为原料,进行深加工生产专用化、功能化氧化镁产品,以满足国内及国外一些用户需求。该公司管理先进、生产效率高、经济效益好,是国内二镁生产企业的排头兵。另外,山西运城福利废金属加工厂、江苏连云港盐化厂、山东胶州沽河镁盐厂、温州燎原化工厂等以苦卤(或盐卤)为原料生产轻质氧化镁,河北井陘氧化镁总厂、井陘钙镁化工厂、井陘金美化工有限公司、邢台鹏飞镁盐厂、邢台矿业集团镁盐化工厂、邢台冶金镁业有限公司、山西和顺氧化镁厂、晋城市氧化镁厂、湖南保靖镁业公司等以白云石为原料生产轻质氧化镁。各厂产品均执行化工行业标准 HG/T2573-94 标准,质量稳定,可满足用户需求。

我国二镁国内消费面较窄,处于开发阶段,目前轻质碳酸镁主要用户为橡胶、镁盐、食品、医药,轻质氧化镁主要用户橡胶、陶瓷、玻壳、化工、食品、医药及出口。二镁目前国内市场容量及生产能力见表 1,二镁出口以西欧、俄罗斯、日本、美国等为主,近年来进出口情况见表 2。

表 1 二镁国内市场容量及生产能力 kt/a

产品名称	需求量	实际能力
轻质碳酸镁	20~25	20
轻质氧化镁	15~20	15

表 2 我国二镁产品进出口情况统计

产品名称	轻质碳酸镁			碱烧氧化镁(轻烧)			
	年份	1998	1999	2000	1998	1999	2000
进	数量 t	804.517	845.009	778.576	110.373	45.3	43.791
	金额 美元	862573	1119843	1236917	35034	25453	30645
	单价 美元/t	1072.163	1325.244	1588.691	317.45	561.876	699.801
出	数量 t	1565.418	2027.118	2083.891	310365.659	304541.256	280124.413
	金额 美元	809815	1059389	1188469	32670495	29557057	29461002
	单价 美元/t	517.316	522.608	570.310	105.265	97.054	105.171

由表 2 可知,轻质碳酸镁近几年进口量 800~850 t/a,进口价格较高,而且逐年上升约 20%;出口量 1.5~2.0 kt/a,价

格较稳定,在 520 美元/t 左右,同期进口价是出口价的 2~3 倍,逐年递增 50% 左右。这说明我国二镁产品档次低,专用、功能化产品少,进口价远远高于出口价。另外,从进口数量情况看,同期出口量约是进口量的 2 倍左右,由此可知,二镁国外市场也很广阔,如果我国二镁产品品种、质量有所提高,国外市场容量较大,对我国二镁生产与发展是很有利的。

4.2 国外二镁生产与消费

国外二镁生产及消费均以美国为代表,其数量最多,消费量最大,其次是西欧、非洲、中东、日本及东南亚等国家和地区。据美国矿山局统计,美国所生产的镁化学品 60% 来自液体矿(海、湖、井中的卤水),其次是菱镁矿,白云石矿则刚刚开始利用。最具商业价值的镁化学品是氧化镁。其产品有两个基本价格,一是耐火级,或称死烧氧化镁,几乎全部用于钢铁冶炼高炉等耐火材料,制造耐火砖等;二是煅烧氧化镁,有些级别的氧化镁产品还有氢氧化镁和碳酸镁,其应用领域较广,如饲料添加剂、医药、化工生产等。

美国氧化镁生产工艺方法是煅烧或死烧氢氧化镁或菱镁矿。氢氧化镁来自卤水经石灰苛化而成,菱镁矿理论上含氧化镁 47.6%,经选矿处理,减少钙、硅等杂质含量,在 1400℃ 高温下煅烧氢氧化镁或菱镁矿制取耐火级氧化镁;在 900℃ 煅烧上述二种原料制取煅烧氧化镁,其化学活性相对较高、吸附能力强。再根据不同用途深加工成各种功能性氧化镁。就美国镁化学品行业而言,最大问题是面临从能源费用低的国家进口产品的竞争。美国一般不采用热分解其它镁盐如氯化镁、硫酸镁、碳酸镁等来生产氧化镁的方法。煅烧氧化镁的企业主要有美国矿业公司、道化学公司、密执安州、基丁顿、马瑞恩镁公司、莫顿国际公司、普瑞密尔服务公司等十几家,煅烧氧化镁总生产能力达 1100~1200 kt/a,其中基本属于轻质氧化镁不足 300 kt/a,不足 30%。苛性煅烧氧化镁消费比例见表 3。

表 3 美国苛性煅烧氧化镁的消费比例

部门	农业	化学品	水处理、耐火材料和电器	制造业	建筑业	制药和食品	其它	合计
消耗, %	30	28	27	6	4	4	1	100

西欧有 70% 的氧化镁是由菱镁矿和白云石制得,由海水制取约占 25%,由盐水制取的约占 25%。由海水制取氧化镁的最大生产厂家在英国、爱尔兰和荷兰;由天然菱镁矿制死烧氧化镁的最大厂家在奥地利、希腊和西班牙。西欧氧化镁总产量在 1.5~1.6 Mt/a,其中轻质氧化镁产品不足 25%,其消费详见表 4。

表 4 西欧所消耗的氧化镁量

用途	1995 年		2000 年		1995~2000 年平均增长率
	kt/a	%	kt/a	%	
炉衬	955	60	955	58	0
建筑	200	13	200	12	0
镁金属和化学品	160	10	190	12	3
牲畜饲料	100	6	100	6	0
肥料	50	3	55	3	2
熔融氧化镁	30	2	35	2	3
其它	95	6	115	7	4
合计	1590	100	1650	100	0.7

东欧氧化镁主要由菱镁矿煅烧制取,90% 以上为耐火级。以天然菱镁矿制取氧化镁最大生产国家是俄罗斯,其次是斯洛伐克。其产品主要是死烧氧化镁,用于国内钢铁工业做耐火材料和炉衬,另有一部分出口到西欧。

非洲和中东地区的伊朗、以色列、约旦、土耳其、南非等均建有以海水或天然矿为原料生产耐火级氧化镁及其它镁盐企业,生产能力约在 400 kt/a,其中轻质氧化镁产量甚微。

日本是亚洲生产氧化镁量较大的国家(除中国之外)之一。生产能力 300 kt/a 以上,以碱性煅烧氧化镁为主,由于中国二镁出口日本,价格低廉,占领日本市场,使日本国内生产能力受到冲击。日本耐火级氧化镁 70%~80% 依靠进口;碱性煅烧氧化镁随着进口量的增加而增长,大部分进口的产品被转化成氢氧化镁而用于肥料或硫酸镁的生产。由海水或浓盐水制得的碱性煅烧氧化镁的最大用途是橡胶制造过程,其次是硅钢制造,少量产品用做塑料添加剂及用于制药。

4.3 国内二镁生产优势及差距

从上述国内外二镁生产方法、规模、消费结构、品种等方面看,我国二镁生产优势及差距大约有如下几方面:

4.3.1 国内二镁生产优势

(1) 我国有丰富镁资源,不仅有海水、盐卤、井卤等液体资源,还有十分丰富的菱镁矿、白云石、水镁石等天然矿物资源,为发展镁化合物及二镁提供了坚实的资源优势。

(2) 我国能源丰富,价格低,生产二镁具有能源保证。

(3) 我国具有多种原料路线生产二镁企业,特别是近十几年来,白云石碳化法得到长足发展,在工艺、设备等方面具有中国特色,科技成果不断出现并运用于生产实践中,含镁碳酸钙成功制成并应用,解决了白云石碳化法废渣污染,提高了经济效益,在世界上处于领先水平。近年传统以卤水制镁盐正向高纯、高附加值、专用化、功能化产品发展。

(4) 精细二镁产品发展迅速,各种活性氧化镁、专用氧化镁(电熔、硅钢、电子、高纯等)、医药及食品级氧化镁及碳酸镁、体操用块状碳酸镁、透明碳酸镁等相继投放市场,减少进口量、增加出口量,形势喜人。

4.3.2 我国二镁生产差距

(1) 我国二镁生产规模小,设备陈旧,不能适应国内外,特别是国外市场需求。国外特别是美国、西欧普通苛性煅烧氧化镁厂均在万吨级以上,而我国轻质氧化镁厂达到千吨级寥寥无几,绝大部分在 300~500 t/a 级。河北科技大学根据我国白云石碳化法生产两镁一钙实际情况提出最小经济规模为超细含镁碳酸钙 10 kt/a,联产轻质碳酸镁 1.65 kt/a、轻质氧化镁 1 kt/a。对现有规模较小企业可以通过技术及设备改造,使生产能力接近经济规模。新建企业根据经济实力及市场,不能低于此规模,最好向万吨级靠近。

(2) 二镁产品质量不稳定,物耗及能耗较高。造成原因其一是规模小、设备简陋,必然导致产品质量不稳;其二新技术、新设备未能采用,例如二次碳化新工艺采用将大大降低含镁碳酸钙中镁含量,提高含镁碳酸钙使用范围,同时可提高镁回收率 10%~15%,轻质碳酸镁工厂成本可降低 11%,产量提高 26% 以上。采用连续管式热解器比热解罐热解能

耗可降低 31% 轻质碳酸镁生产总能耗可降低 15%。

(3) 精细二镁产品无论在数量上还是质量上均不能满足市场需求。近年来精细二镁产品科研成果不断出现,如活性、电熔、硅钢、高纯氧化镁也不断投入市场,但品种、数量均不能满足国内市场需求,更谈不上出口外销,由于二镁精细品种生产量少,也严重影响二镁企业经济效益。如普通轻质氧化镁国内价格目前不超过 8000 元/t,而硅钢级氧化镁达 2 万元/t 以上,高纯氧化镁达 3 万元/t 以上。生产功能化二镁产品是镁盐发展方向之一。

5 对我国二镁发展建议

5.1 发挥原料及生产方法优势

我国二镁生产起源于沿海城市大连、天津等以苦卤为原料生产二镁,后因能耗较大,特别是白云石碳化法开发成功,其成本低,又靠近能源产地,使其逐渐转向河北、山西、湖南、四川等白云石储量丰富的内地山区。但由于白云石碳化法存在钙含量较高,生产高纯产品受到限制,故以苦卤、盐卤生产高纯镁盐近期又得到发展。多种原料路线、多种工艺方法生产二镁局面在我国初步形成,这是我国发展镁盐优势之一。笔者认为应充分发挥这些优势,利用苦卤、盐卤发展高纯及其相关产品,利用白云石发展轻质、活性二镁,利用菱镁矿生产轻烧氧化镁,利用水镁石发展重质氢氧化镁等形成百花齐放、百家争鸣的大好局面。

5.2 建立万吨级骨干企业,阔步走向国际市场

目前二镁生产规模小,质量不稳定,市场适应能力低,不能满足外商数量及质量要求,建议具备生产二镁条件企业及具备经济实力的有识之士,介入镁盐行业,建立万吨级二镁生产企业,改变规模小、厂家分散、自控差、生产率低等被动局面。建立现代化企业、自控水平较高、产品质量稳定二镁骨干企业,将二镁行业生产推向新水平、新高度,促进该行业发展,满足国民经济发展的需求。

5.3 选用新型设备,提高装备能力

目前绝大部分现有生产厂均属乡镇企业,由于资金有限,设备水平低,提高产量及质量受到限制。近几年国内有关设备制造业发展很快,价格合理,性能优良的设备不断出现,在本行业及相关行业使用效果较好,应积极引入,提高装备水平,也便于规模大型化、产品功能化。例如直燃式回转、悬浮、旋流动态等煅烧设备代替混料式立窑煅烧白云石煅烧工艺及设备,连续碳化设备代替间歇鼓泡碳化设备,全自动压榨式厢式压滤代替半机械板框压滤机,带式或桨式串闪蒸二级干燥设备代替炕式或隧道窑干燥工艺及设备。

5.4 产品系列化、功能化、微细化

二镁产品因用途不同,对其物化指标要求不同,价位相差悬殊。目前国内二镁生产企业产品单一、经济效益差,要改变这种被动局面,除上述各点之外,开发新品种,满足不同用户需求,积极拓宽市场,使产品系列化,如低中高档活性氧化镁、医药级二镁、食品级碳酸镁等;电子、电熔、硅钢等功能

氧化镁等;氧化镁晶须、纳米氧化镁等超细产品。国内外市场均有较大需求,应引起多方关注,换言之,二镁产品系列化、功能化、微细化,不仅能满足各类用户的需求,同时也大大提高本行业经济效益。如普通轻质氧化镁市场价 7000 ~ 8000 元/t,而医药氧化镁价格可达 38000 元/t,其价格提高 5 倍左右,其成本提高不到一倍。普通轻质碳酸镁售价 3000 ~ 3400 元/t,而医用碳酸镁达 6000 元/t 以上,生产成本提高不到 50%,这也是本行业提高经济效益重要途径之一。

6 结束语

轻质碳酸镁、轻质氧化镁在无机盐行业中属于生产企业厂家及总生产能力处于中等水平行业,但其产量在世界各国轻质二镁产品中占有重要地位,西欧、美国、俄罗斯、东南亚、日本等均从我国进口,但因我国二镁生产规模小,设备陈旧,品种单一等不满足外商数量及品种的需求,严重影响出口换汇,同时也影响国内二镁企业的发展。目前引起国内一些大专院校、研究所的重视,投入人力、物力研究开发镁盐新产品、新工艺、新技术,科技成果不断出现,为我国镁盐发展提供了一定的技术基础。随着我国加入世贸组织的临近,对二镁企业发展机遇与挑战并存,我认为机遇大于挑战,只要把握机遇、审时度势、因地制宜,依靠科技进步,老企业适当扩大规模,新建一批大型骨干企业,积极采用新技术、新工艺、新设备,不仅提高生产能力,更重视提高产品质量,使二镁产品向系列化、专用化、功能化、超细化方向发展。

参考文献

- [1] 司徒杰剩主编.化工产品手册·无机化学产品·第三版.北京:化学工业出版社,1999.1
- [2] 胡庆福等.石家庄化工.1997(4)
- [3] 胡庆福等.化工进展.1997(2)
- [4] 李建军等.无机盐工业.1998(5)
- [5] 胡庆福等.无机盐工业.1999(6)
- [6] 胡庆福等.化工生产与技术.1998(3)
- [7] 胡庆福等.化肥工业.1999(6)
- [8] 张继宇等.无机盐工业.1997(4)
- [9] 吴玉华.镁盐工业·第十一届全国镁盐技术交流会论文集.1998.10
- [10] 徐旺生等.镁盐工业.2000(2)
- [11] 张近.镁盐工业.2000(2)
- [12] 葛晓霞等.镁盐工业.2000(2)
- [13] 宋丽英等.镁盐工业.2000(2)
- [14] 卢文泉等.镁盐工业·第十一届全国镁盐技术交流会论文集.1998.10
- [15] 许金木等.镁盐工业·第十一届全国镁盐技术交流会论文集.1998.10

收稿日期:2001-2-15

【作者简介】胡庆福,男,河北科技大学化工设计研究所教授、所长,全国无机盐协会镁盐协作组组长。联系电话:0311-6059464。

作者: [胡庆福](#)
作者单位: [河北科技大学](#)
刊名: [化工科技市场](#)
英文刊名: [CHEMICAL TECHNOLOGY MARKET](#)
年, 卷(期): 2001, 24(6)
被引用次数: 21次

参考文献(15条)

1. [司徒杰生](#) [化工产品手册-无机化学产品](#) 1999
2. [胡庆福](#) [查看详情](#) 1997(04)
3. [胡庆福](#) [查看详情](#) 1997(02)
4. [李建军](#) [查看详情](#) 1998(05)
5. [胡庆福](#) [查看详情](#) 1999(06)
6. [胡庆福](#) [查看详情](#) 1998(03)
7. [胡庆福](#) [查看详情](#) 1999(06)
8. [张继宇](#) [查看详情](#) 1997(04)
9. [吴玉华](#) [镁盐工业](#) 1998
10. [徐旺生](#) [查看详情](#) 2000(02)
11. [张近](#) [查看详情](#) 2000(02)
12. [葛晓霞](#) [查看详情](#) 2000(02)
13. [宋丽英](#) [查看详情](#) 2000(02)
14. [卢文泉](#) [镁盐工业·第十一届全国镁盐技术交流会论文集](#) 1998
15. [许金木](#) [查看详情](#) 1998

本文读者也读过(9条)

1. [胡庆福](#), [胡晓波](#), [刘宝树](#) [我国轻质碳酸镁生产现状及其发展初探](#)[期刊论文]-[无机盐工业](#)2001, 33(5)
2. [张雨山](#), [高春娟](#), [黄西平](#), [ZHANG Yushan](#), [GAO Chunjuan](#), [HUANG Xiping](#) [轻质碳酸镁研究现状及其发展前景](#)[期刊论文]-[盐业与化工](#)2010, 39(1)
3. [伊弘](#), [池汝安](#), [朱国才](#), [赵玉娜](#), [张越非](#), [田君](#), [YI Hong](#), [CHI Ru-an](#), [ZHU Guo-cai](#), [ZHAO Yu-na](#), [ZHANG Yue-fei](#), [TIAN Jun](#) [循环碳化法制备轻质碳酸镁的传质及动力学](#)[期刊论文]-[过程工程学报](#)2009, 9(3)
4. [王峰](#), [孙思](#), [郭锴](#), [Wang Feng](#), [Sun Si](#), [Guo Kai](#) [旋转填充床一次碳化法制备轻质碳酸镁](#)[期刊论文]-[无机盐工业](#)2006, 38(2)
5. [涂杰](#), [高峰](#), [王慧](#), [徐旺生](#), [Tu Jie](#), [Gao Feng](#), [Wang Hui](#), [Xu Wang-sheng](#) [白云石制备轻质碳酸镁节能型新工艺研究](#)[期刊论文]-[贵州化工](#)2010, 35(1)
6. [蓝军](#), [董丽春](#) [生产轻质碳酸镁的碳酸化工艺试验](#)[期刊论文]-[无机盐工业](#)2003, 35(1)
7. [伊弘](#) [循环碳化法制备轻质碳酸镁、氧化镁工艺研究](#)[学位论文]2009
8. [茹宗玲](#), [张长松](#), [RU Zong-ling](#), [ZHANG Chang-song](#) [菱镁矿生产轻质氧化镁除杂\(铁、铝\)工艺的研究](#)[期刊论文]-[安阳工学院学报](#)2005(4)
9. [祁洪波](#), [杨维强](#), [Qi Hongbo](#), [Yang Weiqiang](#) [轻质透明碱式碳酸镁生产工艺研究](#)[期刊论文]-[无机盐工业](#)2008, 40(10)

引证文献(21条)

1. [徐微](#), [刘卫平](#), [杨喜云](#), [石西昌](#), [陈世月](#), [余亮良](#) [以硫酸盐亚型盐湖卤水为原料制备高纯轻质氧化镁](#)[期刊论文]-[中南大学学报\(自然科学版\)](#) 2011(8)
2. [易小祥](#), [杨大兵](#), [李亚伟](#) [碳化法处理巴盟隐晶质菱镁矿](#)[期刊论文]-[矿冶工程](#) 2008(4)

3. 杨大兵, 易小祥, 张毅, 吴明 二次碳化法处理巴盟菱镁矿[期刊论文]-矿业工程 2008(4)
4. 易小祥, 杨大兵, 李亚伟 碳化法从巴盟菱镁矿中提取高纯氧化镁[期刊论文]-矿产保护与利用 2008(2)
5. 易小祥, 杨大兵, 李亚伟 碳化法处理巴盟菱镁矿[期刊论文]-金属矿山 2008(7)
6. 陈白珍, 江剑兵, 徐徽, 石西昌, 吴保安 热解法制备碱式碳酸镁[期刊论文]-中南大学学报(自然科学版) 2008(5)
7. 朱云, 郭淑仙, 李智 以硫酸镁废液为原料制取轻质碳酸镁[期刊论文]-矿产综合利用 2006(5)
8. 胡庆福, 胡晓湘, 宋丽英 中国专用氧化镁开发现状及其发展建议[期刊论文]-化工进展 2005(1)
9. 茹宗玲, 张长松 菱镁矿生产轻质氧化镁除杂(铁、铝)工艺的研究[期刊论文]-安阳工学院学报 2005(4)
10. 高洁, 狄晓亮, 李昱昀 氧化镁的发展趋势及其生产方法[期刊论文]-化工生产与技术 2005(5)
11. 徐徽, 苏元智, 李新海, 陈启元, 邓新荣 盐湖氯镁石制取轻质氧化镁的工艺[期刊论文]-中国有色金属学报 2004(10)
12. 王蕾, 王国胜 碱式碳酸镁热解机理研究进展[期刊论文]-化学工程师 2009(11)
13. 陈敏, 李月圆, 王健东, 陈庆武, 崔虹旭, 申莹莹 利用菱镁矿制备碳酸镁晶须[期刊论文]-硅酸盐学报 2009(10)
14. 刘宝树, 胡庆福, 胡永琪, 刘润静, 刘敏 七水硫酸镁综合利用研究[期刊论文]-无机盐工业 2009(3)
15. 易小祥, 杨大兵, 李亚伟 巴盟隐晶质菱镁矿选矿试验研究[期刊论文]-矿业快报 2007(12)
16. 胡庆福, 刘宝树, 胡晓湘, 宋丽英 我国镁化合物进出口现状及发展浅析[期刊论文]-中国非金属矿工业导刊 2002(6)
17. 杨维强 三水碳酸镁法生产高纯活性氧化镁的工艺研究[期刊论文]-苏盐科技 2010(2)
18. 徐徽, 许良, 陈白珍, 石西昌, 杨鑫 高镁锂比盐湖卤水镁锂分离工艺[期刊论文]-中南大学学报(自然科学版) 2009(1)
19. 王亚芳 特种硅钢级氧化镁的制备研究[学位论文]硕士 2006
20. 陆慧丽 铁尾矿综合利用的研究[学位论文]硕士 2007
21. 张雨山, 高春娟, 黄西平 轻质碳酸镁研究现状及其发展前景[期刊论文]-盐业与化工 2010(1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_hgkjsc200106007.aspx