

碳氨法由氯化镁制取氧化镁及 氯化铵的研究

洪瑞祥 金耀 陈素琴 李秀芝 彭存文 周玉秀

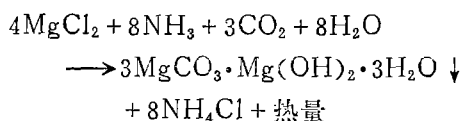
一、前言

在青海察尔汉盐湖的地表湖水和晶间卤水中,蕴藏有丰富的氯化钾和氯化镁资源,而氯化镁的数量超过氯化钾好几倍。随着国家要大规模地开发利用其中的氯化钾,则副产氯化镁将是大量的,如不加以利用任其废弃并排回盐湖,势将改变盐湖卤水的组成而给氯化钾的正常生产带来危害。

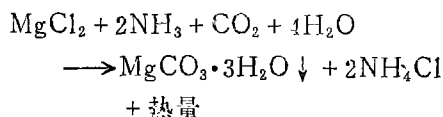
根据国内外对镁化合物的需求,制成氧化镁作为冶金用的耐火材料是镁盐最大用途之一。众所周知,大规模由氯化镁制取氧化镁的方法有直接热解,石灰处理和碳氨法。直接热解法难于解决大量副产氯化氢的利用问题,石灰法则大量副产氯化钙将污染盐湖卤水,而碳氨法的副产氯化铵可作肥料,不存在“三废”污染环境,所得产品纯度很高,并能制成轻质碳酸镁或轻质氧化镁,结合盐湖具体条件可说是一个较好的方法。如印度和日本等^[1-5]均大力进行这方面的工作;我国大连制碱工业研究所曾于1967~1968年做过类似的工作,它是用碳酸铵溶液与察尔汉盐湖的氯化镁进行反应^[6];我们于1977年进行过用碳酸氢铵与氯化镁溶液反应制得氧化镁和氯化铵^[7]。该流程可适合于小型生产,但在湖区进行大规模生产时,不如直接采用氨与二氧化碳和氯化镁溶液反应较为合理,这就是本课题研究的目的。

二、工艺原理及试验过程

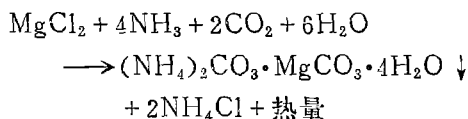
本工艺是基于氯化镁溶液通过吸收氨与二氧化碳反应生成碳酸镁沉淀和氯化铵溶液,这一反应过程较为复杂,并有不同类型和组成的生成物,但多数认为在氨不很过量的情况下,将生成碱式碳酸镁。现仅以生成 $3\text{MgCO}_3\cdot\text{Mg}(\text{OH})_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 为例,其总反应式为:



也有认为可生成三水碳酸镁⁴,其反应式为:



如果反应剂大量过量或者溶液中氯化铵浓度大于5克分子/1000克水时^[6],则可生成碳酸铵镁复盐,其反应式为:



这一反应除多消耗辅助原料外,并在处理过程中易引起这些原料的损失,故我们认为在工艺上一般不宜采用。

试验用原料如下:

(一)氯化镁饱和溶液——取自察尔汉盐

湖的沟槽矿(即水氯镁石与少量光卤石的混合物)经处理制成,其比重为:1.327/13.5°C;化学组成(重量%)为: $\text{CaSO}_4 = 0.03$, $\text{MgSO}_4 = 1.94$, $\text{MgCl}_2 = 32.00$, $\text{KCl} = 0.15$, $\text{NaCl} = 0.43$, $\text{B}_2\text{O}_3 = 0.0015$, H_2O

= 65.45(由减差求得)。

(二)钢瓶液氨: 纯度99.1%

(三)钢瓶二氧化碳: 纯度97.8%

试验装置如图1所示;

该装置主要为一升容量的有机玻璃罐作

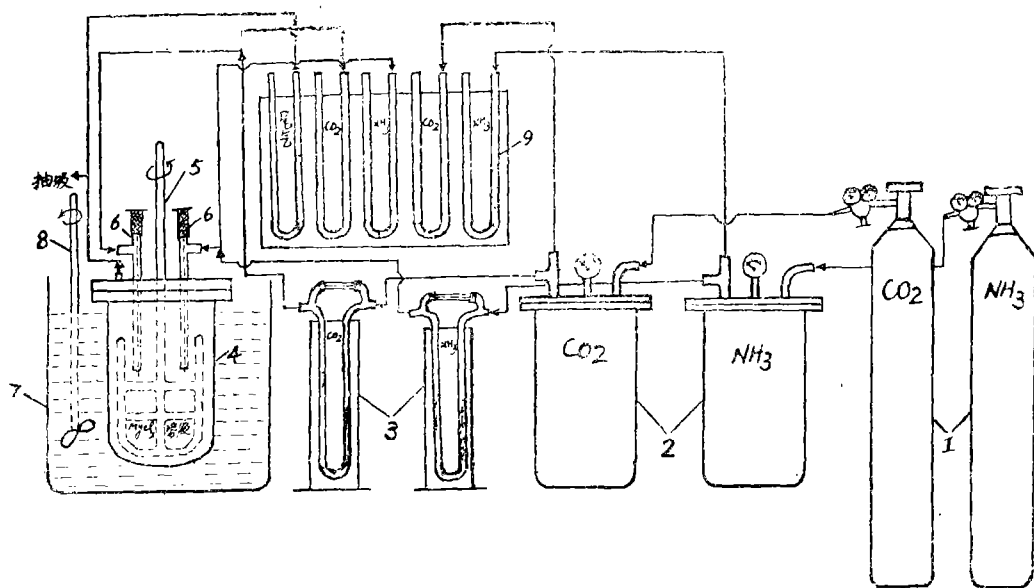


图1 采用氨与二氧化碳由氯化镁溶液反应生成碳酸镁实验室试验装置示意图

1—钢瓶 2—缓冲罐 3—流量计 4—反应器 5—锚式搅拌器

6—气体导管 7—恒温水浴 8—搅拌器 9—U形管水银压力计

反应器,采用锚式桨叶,线速度约为80米/分。在气体导管内各装有硬聚氯乙烯细棒,随时疏通以防管口为生成物所结堵,而流量计内是按不同气体分别采用液体石蜡与1:1的硫酸作封闭液。

其操作过程是按配料比于反应器内加入氯化镁饱和溶液和水,在连续搅拌及微负压下通过流量计导入二氧化碳与氨气并由导入氨起计算反应时间,氨如数导完后继续导入二氧化碳5分钟并继续搅拌30分钟以使转化完全;由于系放热反应,需调节温度至达到试验要求。

待反应物冷却后,用真空抽滤分离固液相。固相用水洗涤至基本无氯化物,并于真空烘箱中在80°C下烘干。对于全流程循环试验是将干固相煅烧成氧化镁,母液蒸发结晶析出氯化铵以及洗液的返回使用等过程。

三、工艺条件试验

氨、二氧化碳与氯化镁溶液反应生成碳酸镁的过程,按其重要的影响因素选用正交表 $[L_9(3)^4]$ 排列进行试验,由所得结果绘制的影响因素曲线及补充试验示于图2及表1:

试验结果表明,影响镁转化率与氨利用率的因素依次为镁氨比、氨流量、稀释度及反应温度。现将这一关系分述如下:

(一)镁转化率随氨当量比的增加而提高,反之则降低,当氨当量比增至1.15时,镁转化率可提高到87~89%,但过量甚多时则反而下降,并在固相中夹有较多的棱形晶体,分离后的母液在放置时亦有多量此类晶体析出,经测定是相当于 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{MgCO}_3 \cdot 4.5\text{H}_2\text{O}$ 组成的化合物。权衡利弊认为采用镁氨的等当量比较为合适。

表1. 氨与二氧化碳由氯化镁溶液生成碳酸镁补充工艺条件试验结果*

试验项目	编号	试 验 条 件			产 物 量(克)			镁转		铵利用率(%)		收 率 (%)		晶体观察情况				
		氨流量 (升/分)	二氧化碳流量 (升/分)	反应温度 (℃)	稀释度 (倍)	反应时间 (分)	母液	洗液	干固	化率 (%)	计算	实得	碳利用 率(%)		钱	铵	二氧化碳	
不同二氧化碳流量	C—N—10	1.0	1.00	1:1	42°	2.5	33.15	439.5	1014.5	68.0	77.39	77.34	76.52	35.72	99.56	97.74	40.06	全部呈细针状结晶
	C—N—11	1.0	0.75	1:1	40°	2.5	33.15	451.5	1023.0	68.8	77.87	77.82	76.49	42.62	100.2	96.90	49.80	同 上
	C—N—12	1.0	0.50	1:1	38°	2.5	33.43	430.0	1006.0	69.2	74.59	74.01	72.95	55.65	100.0	96.85	64.15	同 上
不同反应温度	C—N—13	1.0	0.75	1:1	50°	2.5	33.15	394.0	1012.5	70.4	82.69	82.64	80.19	36.49	100.6	99.56	42.97	呈细针状结晶并夹有棱形晶体
	C—N—11	1.0	0.75	1:1	40°	2.5	33.15	—	—	—	77.87	77.82	76.49	42.62	100.2	99.90	49.80	见 前
	C—N—14	1.0	0.75	1:1	32°	2.5	33.15	443.0	1083.0	73.2	82.22	82.17	81.81	56.83	100.8	99.42	64.74	全部呈细针状结晶
不同氨流量	C—N—13	1.0	0.75	1:1	50°	2.5	33.15	—	—	—	82.69	82.64	80.19	36.49	100.6	99.56	42.97	前 见
	C—N—15	1.5	1.13	1:1	52°	2.5	22.10	423.5	1048.0	57.8	81.19	81.14	81.66	38.51	100.9	98.17	44.89	全部呈细针状结晶
	C—N—16	2.0	1.50	1:1	50°	2.5	16.55	416.0	1064.0	61.9	79.27	79.21	77.94	33.55	100.9	98.24	44.71	同 上
不同镁氨比	C—N—13	1.0	0.75	1:1	50°	2.5	33.15	—	—	—	82.69	82.64	80.19	36.49	100.6	99.56	42.97	见 前
	C—N—17	1.0	0.75	1:1.15	50°	2.5	38.13	452.5	962.0	67.3	87.74	76.25	76.26	40.02	99.74	97.95	51.40	全部呈细针状结晶
	C—N—18	1.0	0.75	1:1.30	50°	2.5	43.10	656.5	727.5	65.4	84.24	64.74	64.79	37.18	99.56	85.67	51.53	呈细针状结晶并夹有棱形晶体

* 1. 配料是按氯化镁饱和液200克及水量500克计;

2. 反应时间是指氨和二氧化碳同时通入的时间, 另续通二氧化碳5分钟并继续搅拌30分钟均未计算在内;

3. 氨和二氧化碳在单位体积中的含量是以实测的平均值为基准, 即1.0升=0.724克NH₃及1.32克CO₂;

4. CO₂量均包括续通5分钟在内一起计算。

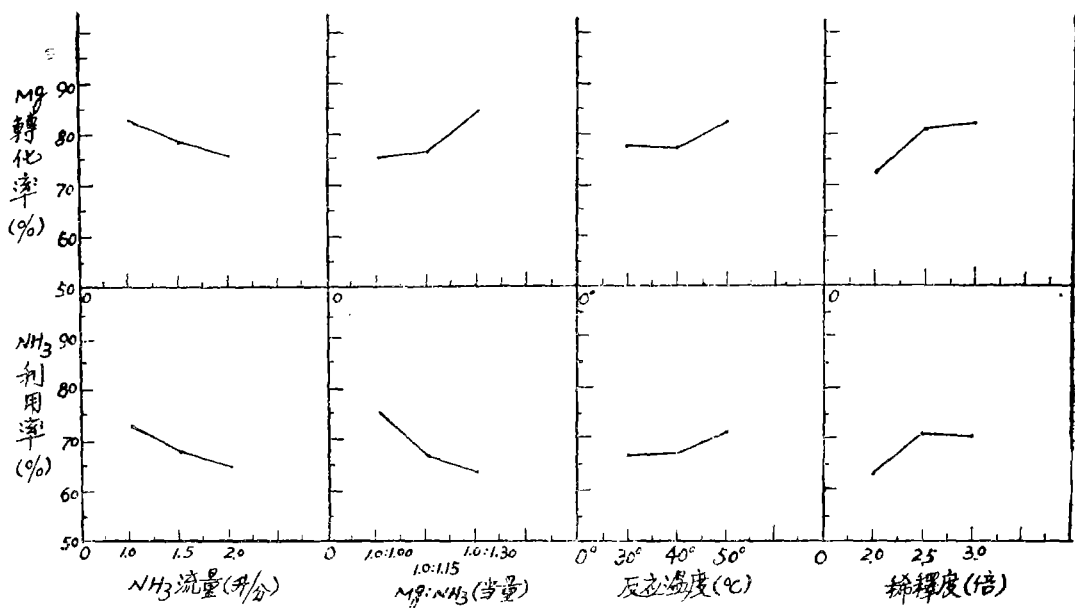


图2 氨与二氧化碳由氯化镁溶液生成碳酸镁各影响因素曲线

(二)氨和二氧化碳的流量是关系到吸收效率和反应速度,从而直接影响镁转化率和氨利用率。试验表明氨和二氧化碳流量分别在1.0升/分和0.75升/分为最佳。

(三)按溶解度、温度低有利于氨和二氧化碳的吸收,但在与氯化镁反应的过程中易形成介稳的碳酸氢镁液体,而在较高温度下则被分解而析出碳酸镁结晶。另外温度高能加快由无定形转变成结晶形的速度,因而能促进产率的提高。根据试验结果以50°C最好,并符合文献所述^[8]。

(四)用水量取决于料浆的稠厚度,水量少则料浆稠厚,物料与气体接触不良,影响反应速度与晶形的转化速度,使产率减低;反之虽对反应有利,但所得母液中氯化铵浓度较低,致在回收时蒸发水量较大,因此需力求适中,由试验得到以氯化镁饱和溶液的稀释度为2.5倍,与文献所述相符合^[9]。

在所选定的优惠工艺条件下,镁转化率和氨利用率均在80%以上,镁和氨的收率分别在98%和95%以上;所得母液中的氯化铵浓度,以总铵计可达11~12%;所得固相呈针状结晶,但从化学组成,视比容及差热、

红外与X—射线衍射的结果来看是属于碱式碳酸镁的类型。因此洗水量较大,约为母液量的1~1.5倍,这在全流程循环试验中须予注意并考虑的。

四、全流程循环试验

按优惠工艺条件进行,除将干固相煅烧成氧化镁外,为使洗液平衡并全部返回利用,则采取将最初一部份氯化铵含量较高的洗液并入母液中,用盐酸中和固定其中的游离氨后,按 $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{MgCl}_2-\text{H}_2\text{O}$ 三元体系相图计算蒸发去水和冷却结晶以析出氯化铵,分离后的母液返回系统,其余的洗液作为稀释剂返回系统如此进行循环,所得试验结果示于表2~表6。

由全流程循环试验的结果看出:在氨、二氧化碳与氯化镁溶液反应生成碳酸镁的过程中,其单程的镁转化率与氨利用率分别在80%和77%以上,二氧化碳利用率却只有38~54%;镁和氨的收率分别在99%和95%以上,二氧化碳收率是在46~63%。通过物料总衡算,得到总的镁和氨收率分别为97%和93%,二氧化碳收率仅为45%。

表2. 采用氨、二氧化碳与氯化镁反应全流程循环试验生成碳酸镁的工艺数据:

编 号	配 料 (克)				试 验 条 件				产物量(克)			镁转		氨利用率(%)		二氧 化	收 率 (%)					
	返回 母液	返回 洗液	氯化 镁溶 液	二氧 化碳 水	二氧 化碳	氨流 量 (升/ 分)	二氧 化碳 流量 (升/ 分)	钱氨比 (当量)	反应 温度 (℃)	稀 释 度 (倍)	固液比 (重量)	母 液	洗 液	干 固	化 率 (%)		计 算	实 得	碳利用 率(%)	镁	氨	二氧 化碳
C—N—21	—	—	200.0	500.0	24.00	37.77	1.0	0.75	1.0:1.0	51°	2.5	1:10.5	616.0	507.0	66.1	82.17	82.12	81.66	54.24	100.7	99.56	63.16
C—N—22	71.8	450.0	174.0	—	24.00	37.77	1.0	0.75	1.0:1.0	50°	2.5	1:11.3	650.0	569.5	61.6	83.81	83.75	80.04	51.57	99.93	97.18	62.19
C—N—23	84.0	291.0	178.6	168.2	24.00	37.77	1.0	0.75	1.0:1.0	50°	2.5	1:12.7	691.0	542.0	57.3	79.79	79.77	77.09	49.04	100.8	95.01	56.50
C—N—24	94.2	444.0	170.2	15.0	24.00	37.77	1.0	0.75	1.0:1.0	50°	2.5	1:11.9	725.5	523.0	61.0	80.26	80.21	77.29	38.65	100.2	96.83	46.70
C—N—25	102.3	460.0	171.0	—	24.00	37.77	1.0	0.75	1.0:1.0	50°	2.5	1:13.4	686.0	508.0	55.4	80.26	80.21	78.16	38.08	99.79	97.23	46.35
C—N—26	90.8	460.0	172.5	—	24.00	37.77	1.0	0.75	1.0:1.0	50°	2.5	1:12.5	733.0	535.0	58.4	81.37	81.32	77.71	39.30	100.2	97.09	47.17
平 均 值	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81.28	81.23	78.66	45.15	100.3	97.32	53.67

- * 1. 反应时间均为33.15分,另续通CO₂ 5分并继续搅拌30分钟;
 2. 配料中的二氧化碳量是包括续通 5 分钟在内的全部量;
 3. 氨利用率计算值是以Mg转化率为基础按 2 NH₃/Mg计算而得;
 4. 反应后的固相均为细针状结晶。

表3. 全流程循环试验所得母液蒸发结晶析出氯化铵工艺数据*

编 号	母液取量 (克)	2NH ₄ Cl 加入量 (毫升)	蒸发后 物料量 (克)	蒸发水 量 (克)	氯化铵(克)		母液量 (克)	蒸发去 水率 (%)	NH ₄ Cl 析出率 (%)	NH ₄ Cl 收率 (%)	MgCl ₂ 收率 (%)	液固比 (倍)
					湿	干						
C—N—21	560.0	95.20	138.8	421.2	51.0	46.0	83.3	85.80	71.47	96.96	82.79	2.29
C—N—22	819.0	90.10	171.8	647.2	71.4	63.0	95.0	88.59	74.64	97.72	76.15	2.05
C—N—23	647.6	91.69	180.2	467.4	71.2	63.0	105.6	84.03	73.45	97.16	81.45	2.17
C—N—24	680.0	104.0	189.9	490.1	70.2	64.8	113.6	83.85	72.78	97.50	82.00	2.23
C—N—25	649.6	97.68	181.3	461.3	73.5	68.0	102.5	84.05	75.60	97.54	79.16	2.03
C—N—26	694.0	90.22	198.1	495.9	71.4	65.6	120.3	83.20	70.87	96.51	81.62	2.33
平 均 值	—	—	—	—	—	—	—	84.92	73.14	97.23	80.53	—

- *: 1. 加盐酸所引进的水量均未计算在蒸发水量内;
2. 氯化镁收率不包括氯化铵所吸附带走的镁量而作损失处理;
3. 液固比为计算值。

表4. 母液蒸发结晶所得氯化铵(干)的组成*

编 号	化 学 组 成(%)						
	MgCl ₂	(NH ₄) ₂ SO ₄	NH ₄ Cl	KCl	NaCl	B ₂ O ₃	H ₂ O
C—N—21	2.47	1.65	92.79	0.071	0.051	—	2.97
C—N—22	2.82	2.38	92.72	0.101	0.092	0.0006	1.89
C—N—23	2.90	2.39	92.15	0.100	0.086	0.001	2.37
C—N—24	2.31	2.20	93.53	0.100	0.076	0.003	1.78
C—N—25	2.86	3.30	90.35	0.120	0.092	0.006	3.27
C—N—26	2.47	3.22	92.08	0.120	0.120	0.010	1.98

*H₂O量由减差求得。

所得的母液有一部分(约200~250克)氯化铵含量较高的洗液并入,其组成与原始母液比较没有显著差别,以总铵计的氯化铵浓度为12~13%。母液通过用盐酸中和并蒸发结晶析出氯化铵的过程,当蒸发去水率在83%以上时,氯化铵析出率可达70%以上,氯化铵收率在97%以上,氯化镁收率由于有少量为氯化铵吸附带走而减低,但亦可达75~83%。一般说来,控制氯化铵析出率在70%左右,所得氯化铵纯度可稳定在95%

范围,其中约含2~3%氯化镁,主要是吸附母液所致。

所得碳酸镁中的氢氧化镁含量随循环而稍有增多,看来可达到稳定。在800℃煅烧下获得的氧化镁产品中,所含杂质物很少,其中硼含量很低,纯度可达99.5%,而视比容在10厘米³/克;另通过水热分解制得的碱式碳酸镁并煅烧成的氧化镁,其视比容均在12厘米³/克以上。

表5. 全流程循环试验所得碳酸镁(干)及在800℃煅烧成氧化镁的物化数据*

编 号	碳				酸				镁				氧 化		化 量				视 比 容 (厘米 ³ /克)	比 容 (厘米 ³ /克)	视 比 容 (厘米 ³ /克)	比 容 (厘米 ³ /克)	含 量				化 量																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	视 比 容 (厘米 ³ /克)	烧 失 率 (%)	化 学 组 成 (%)				比 例 组 成 (克 分 子)				MgO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	B ₂ O ₃	KCl	NaCl																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
			MgCO ₃	Mg(OH) ₂	NH ₄ Cl	H ₂ O	MgCO ₃	Mg(OH) ₂	H ₂ O																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
C—N—21	5.5	35.15	59.36	10.06	0.83	29.75	4.08	1	9.57	7.2	未测	100.6	0.023	0.0024	0.0035	0.0027	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

- * 1. 碳酸镁及氧化镁的视比容是分别按部标准HG1—516—67及HG1—324—66测定；
 2. 碱式碳酸镁是由所得碳酸镁通过水解条件(料浆浓度4%，反应温度93℃及反应时间5分钟)制得；
 3. 组成中的H₂O由减差求得；
 4. CaO为痕量。

表6. 全流程循环试验过程中的物料总衡算*

编 号	收 入 (克)			支 出 (克)						收 率 (%)		
	原 料			产 品			未 回 用					
	Mg	NH ₃	CO ₂	Mg	NH ₃	CO ₂	Mg	TNH ₃	CNH ₃			
C—N—21	17.12	24.00	37.77	14.07	13.79	20.46	0.552	2.910	1.82	Mg	NH ₃	CO ₂
C—N—22	14.89	24.00	37.77	14.35	18.89	19.47	0.436	3.290	0.81			
C—N—23	15.29	24.00	37.77	13.66	18.87	18.52	0.547	2.804	1.30	97.01	92.96	45.13
C—N—24	14.57	24.00	37.77	13.74	19.66	14.60	0.474	2.687	1.16			
C—N—25	14.64	24.00	37.77	13.74	20.12	14.38	0.464	2.703	1.23			
C—N—26	14.77	24.00	37.77	13.93	19.77	14.85	2.740	9.986	0.97			
总 计	91.28	144.00	226.62	83.49	111.19	102.28	5.213	24.380	7.29			

- * 1. 产品(包括碳酸镁和氯化铵)中所夹带的少量铵盐和镁盐均作损失而未予计算在内;
 2. 未回用部份是指母液及洗液用于取样分析、pH测定及最后的残留部份;
 3. 收率计算是收入量扣除未回用量除以产品量即得;
 4. 二氧化碳收率仅计算产品中的含量,母液及洗液因考虑为酸中和,故未予计算在内。

按镁收率95%、氨收率90%及二氧化碳收率45%计算的原材料消耗定额,其制取一吨氧化镁(99.5%)消耗:

MgCl₂·6H₂O(95%)为5.58吨,相当于33%MgCl₂溶液为7.52吨; NH₃(98%)为0.94吨; CO₂(98%)为1.17吨。

副产氯化铵(95%)为2.6吨,蒸发水量18~20吨。

此处的蒸发水量仅为母液回收氯化铵时的水量,对于湿碳酸镁在干燥和煅烧过程中所失去的水量均未计算在内。

为了提高母液中的氯化铵浓度以减少蒸发水量,曾采取逆流循环洗涤碳酸镁沉淀逐次提高洗液中的氯化铵浓度,并将所得氯化铵含量较高的第一次洗液与部分母液进行配料,使反应所得母液中的氯化铵浓度达到并稳定在20%左右。试验表明,由于反应料浆的稀释度由原来的2.5增加至4.5倍而带来氯化铵浓度及液固比的增加,根据碳酸镁在

氯化铵介质中的溶解度随浓度的增加而增大,以及溶解量的增多,使镁转化率和氨利用率均降低至65%左右,同时所得碳酸镁呈胶状体,致使过滤和洗涤均极为困难,并带来洗水量较大而难于控制,此外还显著降低产品的性能和质量。基于这些情况,我们认为如采用这一过程是有些得不偿失的。

母液采用真空蒸发可在其冷凝液中几乎全部回收所挥发出的游离氨,因而不必预先用盐酸中和进行固定,此含少量氨的冷凝液可用来洗涤碳酸镁沉淀以起到稍能降低其溶解度的作用。

此外由于碱式碳酸镁常为无定形而体积膨大,有吸附硼的作用,致使产品中硼含量随母、洗液的循环而有富集增高的趋势,因此对所用原料如硼含量高应预先除硼。

根据试验,初步选定的工艺流程如图3所示:

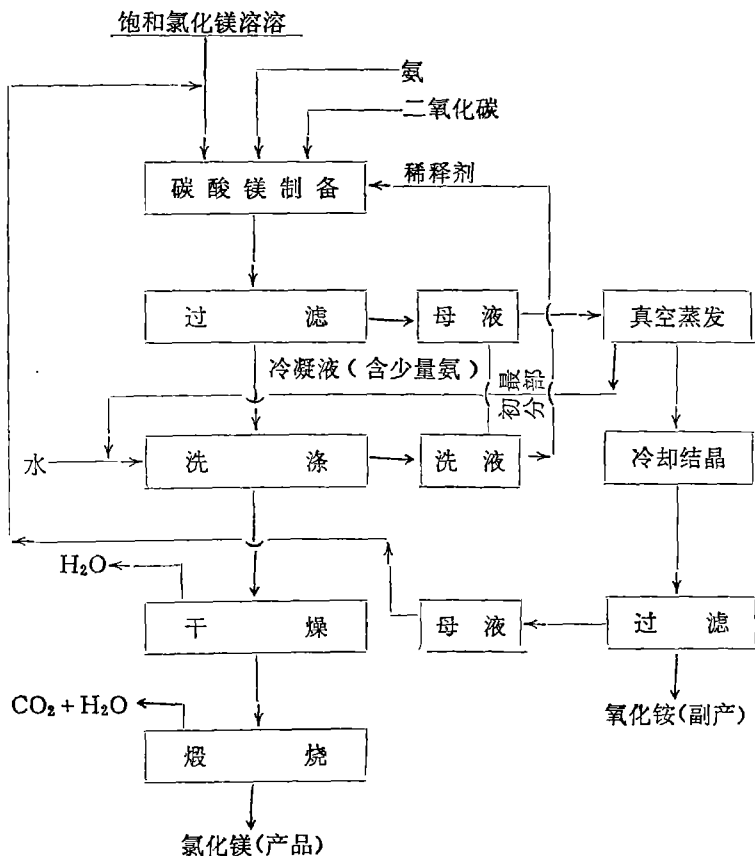


图3. 采用氨与二氧化碳由氯化镁溶液制取氧化镁及氯化铵的工艺流程示意图

为了考核本工艺所得产物在重烧下能否达到冶金用耐火材料的性能和质量要求，则将于 800℃ 轻烧的粉料委托洛阳耐火材料研究所进行重烧试验，该料于30吨万能材料试验机上在 1500公斤/厘米² 的压力下直接压成 $\phi 36 \times 15$ 毫米的圆柱坯体，经1800℃燃烧 2 小时后所得镁砂坯体，其烧结性良好，表

面平滑光洁，无纵横向裂缝，所测得的理化数据如表 7。

根据烧结情况与所测得的理化数据，本工艺制得的镁砂在性能和质量上是符合国外高纯镁砂一级品的要求，其中有些指标(如体积密度等)是超过日本所定的 SSS—LB 标准。

表7. 由氨、二氧化碳与氯化镁反应所得产物经重烧制得
镁砂的理化鉴据:

编 号	性 能 指 标				化 学 组 成(%)						
	显气孔率 (%)	体积密度 (克/厘米 ³)	吸水率 (%)	线收缩 率(%)	灼减	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	B ₂ O ₃	MgO
d—C—N	3.5	3.38	1.0								
	3.2	3.38	0.9	15.1	0.28	0.23	0.080	0.043	0.027	<0.01	98.95
	2.1	3.42	0.6								

五、结 论

(一)本工艺是直接采用氨、二氧化碳与氯化镁溶液反应生成碳酸镁,可省去制备碳酸铵或碳酸氢铵的中间过程,从而可缩短并简化工艺流程;在使用原料土,应以硼含量低的水氯镁石制成的氯化镁饱和溶液为宜。

(二)按照所定的优惠工艺条件,通过全流程循环试验,求得单程的镁转化率与氨利用率分别在80%和77%以上,由物料总衡算得到全过程中镁和氨的收率分别在97%和93%,又所得产品的性能和质量均符合要求,表明在工艺上是可行的。

(三)本工艺所得产品氧化镁,经重烧后制得的镁砂,其性能和质量均符合国外高纯镁砂一级品的要求,表明作为冶金用耐火材料的制造也是可行的。

(四)本工艺为封闭循环过程,不存在“三废”污染环境,且副产为氯化铵,可用作肥料,因此可适用于察尔汗地区镁盐的开发利用。本小试验结果可为扩大试验提供技术依据,但不很完善,需要在扩大试验或半工艺试验中进行考核并求取其合理的技术经济指标。

(五)本工艺存在较大缺点是在母液回收氯化铵时蒸发水量较大,致使燃料消耗增多,这有待于今后改进。至于反应所得的料浆较为稠厚,不易排出和输送,这可采用母液返

回调浆的方法来解决。

六、参 考 文 献

(1) P.P.Reddy etc, Chemical Age of Indian, 18, No.5, 341~344(1967)

(2) K.Seschadri and J.Gupta, J.Sci Ind, Res., 138, No.2, 204(1954)无机盐工艺学(上册),中国工业出版社(1965.8), 162页

(8) N.N.Udwadia etc., Indian Chem. J., 5, No.2, 33~35(1970), C.A.74, 113867(1971)

(4) 加藤恒夫等, 日本特许, 36~7008(1961.6.8)

(5) 加藤恒夫等, 日本特许, 36—7009(1961.6.8)

(6) 大连制碱工艺研究所, 水氯镁石制取碳酸镁(氧化镁)及氯化铵室内试验报告(1967.4~1968.1)《内部报告》

(7) 洪瑞祥, 剧鹤连等, 采用碳酸氢铵与氯化镁反应制取氧化镁及氯化铵的研究, (1978.2)《中国科学院青海盐湖研究所, 内部报告》。

(8) C.Dragulescu, Olga Gogu and P. Tribunescu, Bul.Stint.Teh.Inst.Politeh Timisoara 11, No.2, 43~46(1966)〈罗马〉C.A.67, 119321(1967)

(9) E. M. S. 法国专利: 2. 206, 274(1974.6.7)苏联化学文摘, 1975, 17JI58