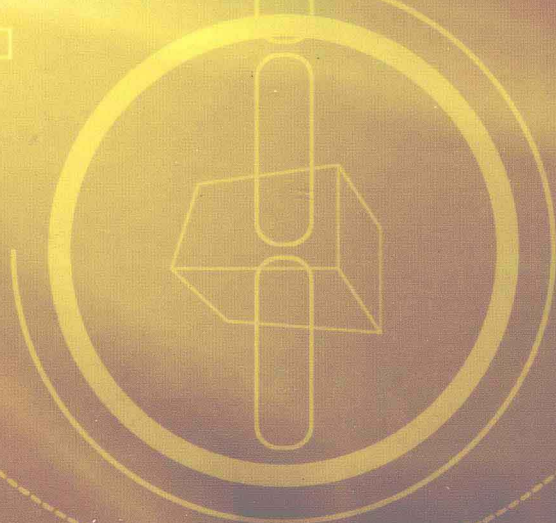


镁、镁合金

及其制品、材料生产新技术新工艺流程 及质量检验新标准实务全书

主 编：陈可越 陈 述



远方出版社

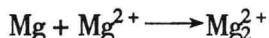
镁、镁合金及其制品、材料生产新 技术新工艺流程及质量检验 新标准实务全书

主编 王金花 李 娜

第二卷

第4章 无水氯化镁电解

(3) 生成缔合低价化合物 Mg_2Cl_2 :



电极反应为 $\text{Mg}_2^{2+} = 2\text{Mg}^{2+} + 2e$

小林照寿等人测得了下列浓差电池的电动势与镁浓度的关系:



图 3-4-11 中直线 (b) 上的“△”点为其测定结果, 由直线 (b) 的斜率可以确定镁的溶解是按反应 (3) 进行的。研究的方法是: 根据能斯特公式上述镁的浓差电池的电动势为:

$$E = \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_0}{a}$$

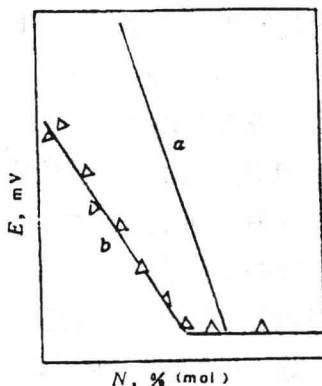


图 3-4-11 镁浓度与电动势的关系

a—对 Mg^+ (计算值); b—对 Mg 或 Mg_2^{2+} (计算值); △—实测点 ($\text{MgCl}_2 - \text{KCl}$ 系)

式中, a_0 及 a 分别为浓差电池左边电极及右边电极溶解镁的活度, 因为溶解镁的浓度很低, 以镁的浓度 N 代替活度, 并保持左边电极的镁浓度 N_0 不变, 则电池的电动势为:

$$E = \frac{RT}{nF} \ln \frac{N_0}{N} = \frac{RT}{nF} \ln N_0 - \frac{RT}{nF} \ln N$$

当 $n=1$ 时, 根据此式计算得到的 E 与指示电极镁浓度 N 的关系如图中直线 a 表示; 当 $n=2$ 时, E 与 N 的关系为直线 b 。由于实测值落在直线 b 上, 故可确定镁溶解过程有两个电子转移、镁溶解按 (1) 或 (3) 进行。但 Mg° 是溶液中的镁原子, 反应不能解释镁溶解度随 MgCl_2 浓度降低而减小的现象, 因此镁溶解只有按 (3) 进行。反应 (3) 的表观平衡常数为 $K = N_{\text{Mg}_2^{2+}} /$

$a_{\text{Mg}^{2+}}$ ，则 $N_{\text{Mg}_2^{2+}} = K a_{\text{Mg}^{2+}}$ ，这表明镁的溶解度 $N_{\text{Mg}_2^{2+}}$ 与熔体中的 MgCl_2 活度 $a_{\text{Mg}^{2+}}$ 成正比。

研究证实，氯在各种组成的熔体中的溶解度甚小，在电解温度下为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

(二) 镁的氯化

电解过程中，已电解出的镁与氯重新化合为 MgCl_2 所造成的镁损失，是工业电解槽电流效率降低的主要原因。与氯作用的镁，不是附着在阴极上或已汇集到集镁室中的镁，而是悬浮于电解质内的大量的细小镁珠。

镁在阴极上析出和长大过程可用图 3-4-12 说明。整个过程大致可分为五个阶段：(1) 镁离子在阴极上放电并形成小镁珠；(2) 小镁珠长大并汇合成片；(3) 镁层聚合成大镁滴；(4) 大镁滴在浮力作用下沿阴极表面上升；(5) 脱离阴极进入电解质中，随电解质循环流往阴极室或集镁室。当阴极表面发生钝化时，镁对阴极的湿润性恶化，镁珠不能很好地长大而呈“鱼子”（鲷粒）状的镁析出，这种“鱼子”状的镁难与电解质分离，因而随电解质一起循环，与氯气相接触而被氯化。为了减少镁的氯化损失，要求镁和氯在电极上都能很好地汇集，使两者快速地分离。

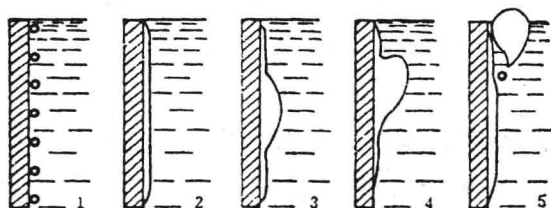


图 3-4-12 镁在阴极上析出和长大过程的示意图

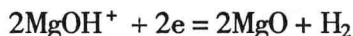
- 1—镁滴刚形成；2—镁滴在阴极表面汇集成层；3—镁层聚合成大镁滴；
4—镁滴沿阴极表面上升；5—镁滴脱离阴极

(三) 杂质的行为

镁电解质中的杂质有水分、氧化镁、硫酸盐、铁盐、硼化物以及硅、

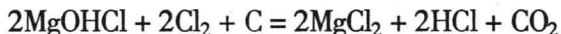
钛、锰等的化合物。这些杂质对电解过程产生不良影响。

水分：电解质中的水分，主要是由脱水不彻底的原料带入的，电解槽密封不好时，也能从空气中吸收水分。在电解温度下，电解质中的水分不可能以 H_2O 的形态存在，而是以 $MgOHCl$ 形式存在。 $MgOHCl$ 在电解质内离解为 $MgOH^+$ 和 Cl^- ， $MgOH^+$ 在阴极上放电析出 H_2 ：



生成的 MgO 沉积在阴极表面，使阴极钝化。

在阳极附近， $MgOHCl$ 与 Cl_2 起反应，使得阳极石墨被消耗，阳极氯气被 CO_2 稀释：



$MgOHCl$ 也能直接与 Mg 反应造成镁的损失：



当此反应在镁珠表面进行时，生成的 MgO 形成一层膜包围着镁珠，妨碍镁珠彼此汇合，又使镁珠变重而沉入渣中，增加镁的额外损失。

氧化镁：电解质中的氧化镁，一部分来自原料，但大部分是在电解过程生成的。当电解槽加料中含有水分，或电解质吸收空气中的水分， $MgCl_2$ 与 H_2O 作用生成 MgO 。另外，漂浮在电解质表面上的镁，也会与空气中的 O_2 及 H_2O 作用生成 MgO 。

细微的 MgO 粒子能被阴极表面吸附，或本身吸附阳离子带上电荷以后，由于电泳作用沉积在阴极上，使阴极钝化。

电解质中的 MgO 在阳极表面附近能被阳极上析出的氯所氯化，当电解质中含有炭粒时， MgO 的氯化反应也可以在远离阳极的电解质中进行。电解过程中产生的 MgO 有 60~70% 被氯气氯化了。

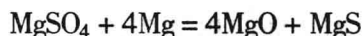
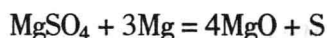
粒度较粗的 MgO 沉入槽底变成了渣。使用四成分电解质时，每吨镁的产渣量为 0.2 吨，渣的成分大致为 (%)： $MgCl_2$ 7~10， $CaCl_2$ 25~32， $NaCl$ 27~32， KCl 5， MgO 15~20， Mg_3 ，($Al_2O_3 + Fe_2O_3 + SiO_2$ 等) 5~10。可见氧化镁的生成导致大量的槽渣，造成原料有用成分的大量消耗。当电解质含 30~40% $CaCl_2$ 时，从渣中排出的 MgO 比从原料带入的多 1~1.5 倍，而且还有许多已被氯化掉。

MgO 对电解过程危害极大，能引起阴极钝化，造成镁的损失，加快石墨

第3篇 金属镁生产新技术新工艺流程

阳极的消耗, 浪费原料, 增加出渣的劳动强度等。产生 MgO 的各种途径中, 以 MgCl_2 的水解为主。提高电解质中的 KCl 含量和降低 CaCl_2 含量, 有利于减少 MgO 的生成。

硫酸盐: 电解质中的硫酸盐主要来自卤水氯化镁和光卤石。它与镁作用造成镁的损失, 反应产物沉积到阴极上使阴极钝化:



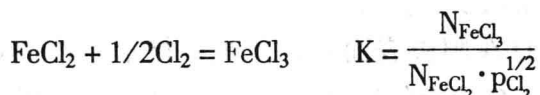
经分析, 阴极钝化膜的组成为 (%): MgO 35 ~ 42, MgS 1.2 ~ 1.5, 单体硫 0.14, SiO_2 0.2, Fe 0.1 ~ 0.2, C 0.5。

在阳极, MgSO_4 与石墨作用, 造成阳极的消耗:



当向电解槽加入含有少量硫酸盐的原料时, 还会产生长时间的电解质“沸腾”现象, 并伴随生成很多泡沫和浮渣。此时电解质的正常循环被破坏, 电解槽不能正常工作, 电流效率大幅度降低。所以硫酸盐是一种有害杂质, 在制备原料时应仔细地加以脱除。为了获得较高的电流效率, 电解质中的 SO_4^{2-} 含量不应超过 0.03%。

铁盐: 电解质中的铁来源于原料和电解槽的铁部件被腐蚀所致。铁在电解质中是以氯化物存在。研究氯化物熔体中铁离子的平衡过程的结果指出, 其平衡常数与熔体的组成、温度及熔体上方的氯气分压有关。当熔体中铁的总量为 0.03% (质量) 时, 在以下三种熔体中的平衡常数为:



在 700°C 及 $p_{\text{Cl}_2} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (相当于电解槽的阳极室内的情况) 时, 当电解质组成 (%) 为:

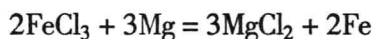
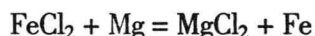


即有 $1/2 \sim 3/4$ 的铁以 FeCl_3 存在, $1/2 \sim 1/4$ 的铁以 FeCl_2 存在。

在同样温度下, 但熔体上方氯的分压 $p_{\text{Cl}_2} = 0$ (相当于电解槽的阴极室或集镁室内) 时, 熔体内的铁全部以 FeCl_2 存在。

在工业电解槽内，电解质处于循环状态之中，可以认为 FeCl_3 及 FeCl_2 都存在，还可生成铁的配离子 FeCl_4^- 及 FeCl_4^{2-} 。

电解质中的铁离子能与镁作用造成镁的损失：



生成的海绵铁留在镁珠表面上，妨碍镁珠汇合，又使镁珠加重而落入渣中造成镁的进一步损失。

铁离子可在阴极上放电析出海绵铁，很易吸附 MgO 而使阴极化钝。

电解质中的铁离子是电解过程很有害的杂质，它能显著地降低电流效率，因此要求电解质中的铁含量小于 0.05%。

其它杂质：电解质中还可能存在少量的锰和铬等的氯化物。它们在镁电解过程的行为，与铁的行为大体相似。此外，随脱水氯化镁和光卤石可能带入硼的化合物；由于槽内衬被腐蚀和破损而使电解质含有 SiO_2 和 Al_2O_3 ；随钛生产返回的氯化镁而带入金属钛的微粒及 TiCl_2 、 TiCl_3 。这些杂质对电解过程都有不良的影响。

第 5 章

镁电解槽的设计计算

第一节 电解槽参数的选择和结构计算

对新设计的电解槽，要求它的电流效率高，产能高，电耗低，寿命长，操作方便等。为此必须合理地选择电解槽的参数。现代镁电解槽各参数大致范围如下：

电流强度 (I)：36 ~ 150 千安培；

第5章 镁电解槽的设计计算

阳极电流密度 ($D_{\text{阳}}$): 0.4~1.2 安培/厘米²;

阴极电流密度 ($D_{\text{阴}}$): 0.5~1.2 安培/厘米²;

阳极断面电流密度 ($D_{\text{断}}$): 4.0~5.5 安培/厘米²;

阳极工作高度 ($h_{\text{阳}}$): 60~140 厘米;

极距 (L): 5~12 厘米;

电流效率 (η): 80~93%;

电耗 (Q): 14~22 度/公斤·镁。

现以上插阳极有隔板槽为例, 介绍镁电解槽的具体计算过程。计算所用的原始数据为: $I = 65$ 千安培; $D_{\text{阳}} = 0.448$ 安培/厘米²; $h_{\text{阳}} = 95$ 厘米; $\eta = 86\%$ 。

一、阳极计算

阳极计算的目的在于确定电解槽的阳极个数及每个阳极的尺寸。电解槽阳极总的工作面积为:

$$F_{\text{阳}} = \frac{I}{D_{\text{阳}}}, \text{ 厘米}^2 \quad \text{及} \quad F_{\text{阳}} = 2nh_{\text{阳}}b_{\text{阳}}, \text{ 厘米}^2$$

所以阳极个数
$$n = \frac{I}{2h_{\text{阳}}b_{\text{阳}}D_{\text{阳}}}, \text{ 个} \quad (3-5-1)$$

在设计电解槽时, 预先选定 I 、 $D_{\text{阳}}$ 和 $h_{\text{阳}}$, 因此公式 (3-5-1) 中的阳极宽 $b_{\text{阳}}$ 将受到阳极个数 n 的制约, n 越少则 $b_{\text{阳}}$ 愈大。通常是先选定 n , 再利用公式 (3-5-1) 计算 $b_{\text{阳}}$ 的值。本例选用 5 个阳极, 计算如下: 已知 $I = 65000$ 安培, $D_{\text{阳}} = 0.448$ 安培/厘米², $h_{\text{阳}} = 95$ 厘米, 故

$$F_{\text{阳}} = \frac{I}{D_{\text{阳}}} = \frac{65000}{0.448} = 145089 \text{ 厘米}^2$$

$$b_{\text{阳}} = \frac{F_{\text{阳}}}{2nh_{\text{阳}}} = \frac{145089}{2 \times 5 \times 95} = 153 \text{ 厘米}$$

阳极的厚度影响到阳极寿命及电压降, 故阳极厚度应适当, 上插阳极的厚度一般为 15~20 厘米, 本例取 17 厘米, 则阳极断面电流密度为:

$$D_{\text{断}} = \frac{I}{nb_{\text{阳}}\delta_{\text{阳}}} = \frac{65000}{5 \times 153 \times 17} = 5 \text{ 安培/厘米}^2$$

阳极总高度按下式计算:

$$H_{\text{阳}} = h_{\text{阳}} - 10 + h_{\text{隔}} + h_{\text{盖}} + h_{\text{头}} \quad (3-5-2)$$

式中 $H_{\text{阳}}$ ——阳极总高度，厘米；

10——阳极工作面高度，一般从隔板下沿往上10厘米处算起，故减10厘米；

$h_{\text{隔}}$ ——隔板的高度，由电解质水平高低而定，厘米；

$h_{\text{盖}}$ ——阳极盖的高度，取决于氯气孔的直径及阳极盖的厚度，厘米；

$h_{\text{头}}$ ——阳极露出槽外部分的高度，厘米。

已知 $h_{\text{阳}} = 95$ 厘米，根据经验数据取 $h_{\text{隔}} = 50$ 厘米， $h_{\text{盖}} = 30$ 厘米， $h_{\text{头}} = 35$ 厘米，则阳极总高度为：

$$H_{\text{阳}} = 95 - 10 + 50 + 30 + 35 = 200 \text{ 厘米}$$

石墨电极的规格为 400×400 （毫米），长度可由用户选定，据此我们以 $400 \times 400 \times 2000$ 毫米的石墨电极加工成 $382.5 \times 170 \times 2000$ 毫米的石墨条，用四条拼成一个阳极。

二、阴极计算

因为有5个阳极，所以阴极是10个。阴极工作面宽与阳极相同，为153厘米。

为便于电解质的循环，阴极工作面距隔板底沿为10~13厘米。另外为了测量极距及避免渣层短路，使阴极距槽底较阳极大，一般为12~22厘米，故阴极工作面高度比阳极工作面高度小。本例阴极至隔板底沿的距离取13厘米，阴极距槽底比阳极距槽底高2厘米，则阴极的工作高度为：

$$h_{\text{阴}} = h_{\text{阳}} - (10 + 13 + 2) = 95 - (10 + 13 + 2) = 70 \text{ 厘米}$$

为了保证阴极的强度，铸钢阴极杆的厚度取6厘米，阴极工作面以5毫米厚的钢板焊成。

三、槽膛尺寸的确定

电解槽槽膛的尺寸，根据阳极室及阴极室尺寸，以及电解质的体积确定。

(一) 阳极室尺寸

$$\text{长} = b_{\text{阳}} + 2a = 153 + 2 \times 6 = 165 \text{ 厘米}$$

$$\text{宽} = \delta_{\text{阳}} + 2b = 17 + 2 \times 7 = 31 \text{ 厘米}$$

式中 a ——阳极至电解槽纵墙的距离，为便于电解质的对流及氯气的导出， a 一般取 5~10 厘米，这时取 6 厘米。

b ——阳极至隔板的距离，与电流密度及阳极工作高度有关，一般为 6~8 厘米，这里取 7 厘米。

因为共有 5 个阳极室，5 个阳极室宽为 $31 \times 5 = 155$ 厘米。

(二) 阴极室尺寸

$$\text{长} = \text{阳极室长} = 165 \text{ 厘米}$$

为便于捞渣及出镁等操作，阴极室通常比阳极室宽 10 厘米左右，故中间阴极室宽取 40 厘米，两端阴极室宽取 30 厘米，6 个阴极室共宽

$$4 \times 40 + 2 \times 30 = 220 \text{ 厘米}$$

(三) 隔板尺寸

5 个阳极室共有 10 块隔板，隔板砌入壁内 6.5 厘米，则隔板长 = 阳极室长 + $2 \times 6.5 = 165 + 2 \times 6.5 = 178$ 厘米

为保证隔板的强度，其厚度取 8 厘米，10 块隔板共厚 80 厘米。

电解质水平应高出隔板下沿 20~30 厘米，以免氯气进入阴极室，此外电解质离槽面为 20~25 厘米，故隔板高度取 50 厘米。

(四) 槽膛尺寸

$$\text{槽膛宽} = \text{阳（阴）极室长} = 165 \text{ 厘米}$$

$$\text{槽膛长} = \text{阳极室总宽} + \text{阴极室总宽} + \text{隔板总厚} = 155 + 220 + 80 = 455 \text{ 厘米}$$

$$\text{槽膛深} = \text{隔板高} - 10 + h_{\text{阳}} + 20 = 50 - 10 + 95 + 20 = 155 \text{ 厘米}$$

上式中, 10 厘米为阳极工作面高出隔板下沿的部分。20 厘米为阳极底至槽底的距离。

四、槽壁厚度及外壳尺寸

电解槽的槽衬及保温层厚度, 根据能量平衡确定, 并使外壳的表面温度保持在 $40 \sim 70^{\circ}\text{C}$ 之间。在实际工作中, 可参照经验数据先初步确定各层的厚度, 而后进行能量平衡计算。在所选定的电流密度下, 能够满足能量平衡的要求, 且所得极距值大小恰当, 则可认为所确定的保温层厚度是可行的, 否则应根据具体情况, 改变保温层的厚度。有时甚至要改变电流密度重算, 直至计算得出的极距值恰当为止。

根据实际资料, 65 千安培电解槽槽壁各层厚度确定如下:

$$\begin{aligned}\text{端墙} &= \text{粘土砖层} + \text{硅藻土砖层} + \text{石棉板} + \text{钢壳} \\ &= 460 + 245 + 10 + 10 = 725 \text{ 毫米}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{纵墙} &= \text{粘土砖层} + \text{硅藻土砖层} + \text{石棉板} + \text{钢壳} \\ &= 375 + 180 + 10 + 10 = 575 \text{ 毫米}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{槽底} &= \text{粘土砖层} + \text{硅藻土砖层} + \text{石棉板} + \text{钢壳} \\ &= 390 + 210 + 10 + 10 = 620 \text{ 毫米}\end{aligned}$$

电解槽外壳尺寸为:

$$\text{长} = 4.55 + 2 \times 0.725 = 6.0 \text{ 米}$$

$$\text{宽} = 1.65 + 2 \times 0.575 = 2.8 \text{ 米}$$

$$\text{高} = 1.55 + 0.62 = 2.17 \text{ 米}$$

电解槽外壳以 190×10 毫米的钢板加固, 水平方向 3 根; 垂直方向纵墙上为 6 根; 端墙上为 3 根; 槽底纵横方向分别为 3 根和 6 根。

至此, 电解槽的结构计算完毕, 根据以上确定的尺寸, 绘出电解槽的结构简图 (从略), 以便进行能量平衡计算。

第二节 镁电解槽的物料平衡计算

物料平衡计算以 100 公斤原料为基础进行。利用金属镁及氯化物 (除氯

第 5 章 镁电解槽的设计计算

化镁外) 的下述两个平衡式, 可求得每电解 100 公斤原料时产出的粗镁量及废电解质量, 并可进一步求得生产一吨粗镁的物料量, 作出电解槽的小时物料平衡表。

金属镁的平衡式为:

$$100M_0 = W_1M_1 + W_2M_2 + W_3M_3 + W_4M_4 \quad (3-5-3)$$

氯化物 (除 $MgCl_2$ 外) 的平衡式为:

$$100N_0 = W_1N_1 + W_2N_2 + W_3N_3 + W_4N_4 \quad (3-5-4)$$

式中 M_0 、 M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 ——分别为原料、粗镁、槽渣、升华物、废电解质中镁的含量, %;

N_0 、 N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 ——分别为原料、粗镁、槽渣、升华物、废电解质中各种氯化物的总含量, %;

W_1 、 W_2 、 W_3 、 W_4 ——100 公斤原料相应产出的粗镁、槽渣、升华物、废电解质的量, 公斤。

槽渣产出率 $\alpha = \frac{W_2}{W_1}$, α 值与原料质量及电解条件有关, 通常 $\alpha = 0.05 \sim 0.2$ 。升华物产出率 $\beta = \frac{W_3}{W_1}$, β 值主要与电解质组成及电解温度有关, $\beta = 0.05 \sim 0.15$ 。

为了从式 (3-5-3) 及式 (3-5-4) 两式中计算出粗镁量 W_1 及废电解质量 W_4 , 将式 (3-5-3) 乘上 N_4 , 式 (3-5-4) 乘上 M_4 , 然后再将式 (3-5-3) 减去式 (3-5-4), 再以 $W_2 = \alpha W_1$, $W_3 = \beta W_1$ 代入, 经整理后得:

$$W_1 = \frac{100 (N_4 M_0 - N_0 M_4)}{N_4 M_1 + \alpha (N_4 M_2 - N_2 M_4) + \beta (N_4 M_3 - N_3 M_4) - N_1 M_4} \quad (3-5-5)$$

$$W_4 = \frac{100 N_0 - W_1 (N_1 + \alpha N_2 + \beta N_3)}{N_4} \quad (3-5-6)$$

下面对 65 千安培电解槽的物料平衡进行计算。计算所用物料的化学组成如表 3-5-1 所示。

取渣率 $\alpha = 0.15$; 升华物率 $\beta = 0.1$ 。

$$\text{又 } \frac{Mg}{MgCl_2} = \frac{24.3}{95.2} = 0.255; \quad \frac{Mg}{MgO} = \frac{24.3}{40.3} = 0.603。$$

第3篇 金属镁生产新技术新工艺流程

表 3-5-1 各物料的化学组成

物料名称	化 学 组 成 (%)					
	MgCl ₂	MgO	CaCl ₂	NaCl	KCl	Mg
1. 电解质平均组成	10.0	0.1	39.5	43.4	7.0	—
2. 氯化镁熔体	92.0	0.1	2.88	3.56	1.46	—
3. 废电解质	6.0	0.1	41.2	45.4	7.30	—
4. 槽渣	7.0	2.0	31.66	34.81	5.53	1.0
5. 升华物	40.0	—	15.0	33.0	12.0	—
6. 粗镁	0.1	—	0.606	0.672	0.122	98.5

根据表 3-5-1 中数据, 知各物料中金属镁及氯化物的含量为:

$$M_0 = 0.92 \times 0.255 + 0.001 \times 0.603 = 23.52\%$$

$$M_1 = 0.985 + 0.001 \times 0.255 = 98.53\%$$

$$M_2 = 0.07 \times 0.255 + 0.2 \times 0.603 + 0.01 = 14.85\%$$

$$M_3 = 0.4 \times 0.255 = 10.20\%$$

$$M_4 = 0.06 \times 0.255 + 0.001 \times 0.603 = 1.59\%$$

$$N_0 = 0.0288 + 0.0356 + 0.146 = 7.9\%$$

$$N_1 = 0.00606 + 0.00672 + 0.00122 = 1.4\%$$

$$N_2 = 0.3166 + 0.3481 + 0.0553 = 72.0\%$$

$$N_3 = 0.15 + 0.33 + 0.12 = 60.0\%$$

$$N_4 = 0.412 + 0.454 + 0.073 = 93.9\%$$

将以上各值代入公式 (3-5-5) 及公式 (3-5-6) 得:

$$\begin{aligned} \text{粗镁} \quad W_1 &= \frac{100 (0.939 \times 0.2352 - 0.939 \times 0.9853 + 0.15 (0.939 \times 0.1485 - 0.72 \times 0.0159) + 0.079 \times 0.0159)}{0.939 \times 0.102 - 0.60 \times 0.0159 - 0.014 \times 0.0159} \\ &= 23.09 \text{ 公斤} \end{aligned}$$

废电解质

$$W_4 = \frac{100 \times 0.079 - 23.09 (0.014 + 0.15 \times 0.72 + 0.1 \times 0.60)}{0.939}$$

$$= 4.19 \text{ 公斤}$$

第 5 章 镁电解槽的设计计算

槽渣 $W_2 = \alpha W_1 = 0.15 \times 23.09 = 3.46$ 公斤
 升华物 $W_3 = \beta W_1 = 0.10 \times 23.09 = 2.31$ 公斤
 氯气 $W_5 = (0.985 W_1 + 0.01 W_2) \times 2.92 = 66.52$ 公斤
 生产一吨粗镁的物料量及电解槽每小时的物料流量为：

	生产一吨粗镁的	电解槽每小时的
粗镁	1 吨	$\frac{0.453 \times 65 \times 0.86}{0.985}$ = 25.71 公斤/时
氯化镁熔体	$\frac{100}{W_1} = \frac{100}{23.09}$ = 4.33 吨	4.33×25.71 = 111.32 公斤/时
槽渣	0.15 吨	0.15×25.71 = 3.86 公斤/时
升华物	0.10 吨	0.10×25.71 = 2.57 公斤/时
废电解质	$\frac{4.19}{23.09} = 0.18$ 吨	0.18×25.71 = 4.63 公斤/时
氯气	$\frac{66.52}{23.09} = 2.88$ 吨	2.88×25.71 = 74.04 公斤/时

电解质中氟离子浓度控制在 0.2~0.4%。平均每小时随渣及废电解质排走的氟化钙量（亦即平均每小时应补充加入电解槽的氟化钙量）为：

$$\frac{78.1}{38} (3.86 + 4.63) \times 0.004 = 0.07 \text{ 公斤/时}$$

随原料带入 $MgO_{入} = 111.32 \times 0.001 = 0.11$ 公斤/时。随槽渣及废电解质排出的 $MgO_{出} = 3.86 \times 0.2 + 4.63 \times 0.001 = 0.78$ 公斤/时。在电解槽内生成的 $MgO = 0.78 - 0.11 = 0.67$ 公斤/时，故每小时从空气吸入的氧气为：

$$\frac{16}{40.3} \times 0.67 = 0.27 \text{ 公斤/时}$$

表 3-5-2 是根据以上计算所得的数据列出的 65 千安培镁电解槽的物料平衡表。

第3篇 金属镁生产新技术新工艺流程

表 3-5-2 65 千安培镁电解槽的物料平衡表

收 入			支 出		
物 料 名 称	公斤/时	吨/吨粗镁	物 料 名 称	公斤/时	吨/吨粗镁
1. 氯化镁熔体	111.32	4.33	1. 粗镁	25.71	1.00
2. 氟化钙	0.07	0.003	2. 槽渣	3.86	0.15
3. 从空气中吸入氧	0.27	0.01	3. 氟化钙	0.07	0.003
			4. 升华物	2.57	0.10
			5. 废电解质	4.63	0.18
			6. 氯气	74.04	2.88
合 计	111.66	4.34	合 计	110.88	4.31

第 6 章

热还原法炼镁

第一节 热还原法炼镁概述

热还原法炼镁按还原剂种类不同可分为三种：

一、碳热还原法

它是以木炭、煤、焦炭等碳质材料作还原剂，从氧化镁还原得到金属镁