

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C04B 2/10 (2006.01)

C04B 35/01 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610047355.1

[45] 授权公告日 2008年2月20日

[11] 授权公告号 CN 100369846C

[22] 申请日 2006.8.1

[21] 申请号 200610047355.1

[73] 专利权人 东北大学

地址 110004 辽宁省沈阳市和平区文化路
3号巷11号

[72] 发明人 陈敏 王楠 于景坤 姜茂发
陆彩云

[56] 参考文献

CN1539774A 1997.5.21

CN1174180A 1998.2.25

钙镁碳酸盐碳化工艺设备选择及工艺条件
控制. 胡庆福, 宋丽英, 胡晓湘. 非金属矿,
第28卷第5期. 2005

审查员 焦磊

[74] 专利代理机构 沈阳东大专利代理有限公司
代理人 李运萍

权利要求书1页 说明书7页

[54] 发明名称

一种镁钙熟料的制备方法

[57] 摘要

一种镁钙熟料的制备方法, 以菱镁矿和石灰石矿为原料, 通过 800 ~ 1000℃ 轻烧、冷却、水化、球磨湿混、过滤、30 ~ 60℃ 碳酸化、干燥、成型、1600 ~ 1900℃ 煅烧工艺制得镁钙熟料。本发明方法的特点在于利用轻质氧化镁和轻质石灰的烧结活性, 无需任何外加烧结促进剂, 在较低的温度下通过一步煅烧即可制得致密的高纯镁钙熟料, 能够有效地降低生产成本, 提高熟料质量。生产过程无粉尘产生, 不会对环境造成污染, 特别适宜利用菱镁矿粉矿, 能够有效地促进我国菱镁矿资源的合理高效综合利用。

1、一种镁钙熟料的制备方法，其特征在于以菱镁矿和石灰石矿为原料，采用以下工艺：

① 轻烧，将菱镁矿原料和石灰石矿原料分别在回转窑、悬浮焙烧窑、多层炉、沸腾炉或反射炉内，使用无灰燃料于 800~1000℃条件下轻烧 1~2 小时，分别制得轻烧氧化镁和轻烧石灰；

②冷却，轻烧后的矿物于空气中自然冷却至100~200℃；

③水化，将冷却后的轻烧氧化镁和轻烧石灰按一定计量配比配料，使CaO含量按重量百分比占总矿物的10~25%，将称好的两种矿物一起投入到3~5倍于矿物体积的常温水中，处理 20~40min；

④混合，将步骤③得到的物料包括矿物和水直接加入到球磨机中，球磨2~3小时；

⑤过滤，对球磨后的浆料进行过滤，弃去滤渣，滤液中矿物粒度达到小于40μm；

⑥碳酸化，对球磨后的浆料在水槽中用水进一步稀释，使稀释用水的体积等于矿物体积的5~8倍，制得氢氧化镁和氢氧化钙的混合过饱和溶液，并加热使溶液温度升至30~60℃，搅拌的同时向混合液中吹入以流量相对于1000L溶液为50~1000L/min 的CO₂气体；

⑦干燥，将充分碳酸化反应后制得的沉淀过滤，并将滤饼于100~200℃条件下干燥处理 12~24小时；

⑧球磨，将干燥后的滤饼球磨至粒度≤120μm，制得轻质碳酸镁和轻质碳酸钙的混合粉末；

⑨成型，以步骤⑧得到的轻质混合矿物为原料，于150~300MPa压力条件下压球成型；

⑩煅烧，将成型的矿物放入竖窑或回转窑内，采用无灰燃料煅烧，于1600~1900℃条件下煅烧2~5小时，得到高密度镁钙熟料。

2、按照权利要求1所述的镁钙熟料的制备方法，其特征在于所利用的原料菱镁矿MgO含量大于45%，石灰石矿CaO含量大于53%。

一种镁钙熟料的制备方法

技术领域

本发明涉及耐火材料生产技术领域，具体涉及镁钙熟料的制备方法。

背景技术

近年来，随着对纯净钢冶炼的要求，耐火材料的使用环境日趋苛刻(如使用温度高、精炼周期长等)，含有游离氧化钙的碱性氧化材料因其高温稳定性好以及良好的净化钢水的效果得以普遍重视，其中，镁钙质耐火材料作为精炼设备用耐火材料而得以广泛应用，而镁钙熟料即是生产这种镁钙质耐火材料的主要原料。

生产镁钙质熟料的传统方法，首先以菱镁矿和石灰石为原料，将这两种矿物分别在较低的温度下轻烧，制得轻烧氧化镁和轻烧氧化钙；然后将两种轻烧氧化物按一定比例进行配比并进行球磨干湿，成型，并在1800~2000℃重烧，制得重烧镁钙熟料；最后将镁钙熟料破碎、按一定粒度级配、成型后，再1800~2000℃再一次煅烧，最终制得镁钙熟料。由于轻烧氧化镁和轻烧氧化钙是干式混合，混合效果受到一定的限制。此外，由于MgO-CaO共晶温度很高(2370℃)，高温条件下即使两种矿物互溶但由于价态相同也不能有效地促进烧结。因此，为了获得致密的镁钙熟料，需要两次高温烧成，特别是生产高纯度的优质镁钙熟料更是如此。这必将造成大量的能源消耗，增加投资和生产成本。虽然添加烧结助熔剂通过形成低熔点相能够有效地促进烧结，降低煅烧温度，但低熔点相的生成将影响耐火材料的高温性能。因此，开发低能耗生产优质镁钙熟料方法具有十分重要的意义。

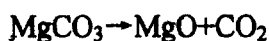
另一方面，作为生产镁钙砂的主要原料菱镁矿，尽管我国储量丰富，但是目前对菱镁矿的利用不仅存在取富弃贫的问题，而且在开采过程中产生大量粉矿，约占采出矿石的30~40%。这些粉矿不加以利用，不仅占用大量农用土地，造成环境污染，还严重影响我国菱镁资源的高效综合利用，合理高效综合利用我国的菱镁矿资源是我国目前亟待解决的重要问题。

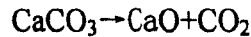
发明内容

针对现有生产镁钙熟料的技术缺陷和目前菱镁矿粉料不能利用的现状，本发明提供一种高纯度、高致密度、低烧成温度的镁钙熟料的制备方法。

本发明以菱镁矿和石灰石矿为原料，通过轻烧、冷却、水化、球磨湿混、过滤、碳酸化、干燥、成型、煅烧工艺制得镁钙熟料，尤其可以利用菱镁矿粉矿。具体工艺如下：

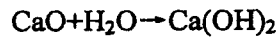
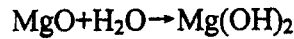
① 轻烧。将菱镁矿原料和石灰石矿原料分别在回转窑、悬浮焙烧窑、多层炉、沸腾炉或反射炉内，使用无灰燃料于800~1000℃条件下轻烧1~2小时，分别制得轻烧氧化镁和轻烧石灰。在烧成过程中，发生如下主要化学反应：





②冷却。轻烧后的矿物于空气中自然冷却至100~200℃。

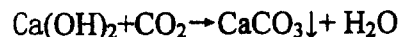
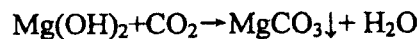
③水化。将冷却后的轻烧氧化镁和轻烧石灰按一定计量配比配料，使CaO含量按重量百分比占总矿物的10~25%。将称好的两种矿物一起投入到3~5倍于矿物体积的常温水中，使矿物中的CaO和MgO水化。水化处理20~40min，其主要化学反应如下。



④混合。将上述步骤③得到的物料包括矿物和水直接加入到球磨机中，球磨2~3小时。球磨过程中，氧化镁和石灰进行湿式混合，同时上述水化反应继续进行。

⑤过滤。对球磨后的浆料进行过滤，弃去滤渣，滤液中矿物粒度达到小于40μm。

⑥碳酸化。对球磨后的浆料在水槽中用水进一步稀释，使稀释用水的体积等于矿物体积的5~8倍，制得氢氧化镁和氢氧化钙的混合过饱和溶液，并加热使溶液温度升至30~60℃。搅拌的同时向混合液中以流量为50~1000L/min(相对于1000L溶液)吹入CO₂气体，使发生碳酸化反应。在碳酸化过程中，镁质矿物和钙质矿物进一步混合。其中，主要反应式如下。



⑦干燥。将充分碳酸化反应后制得的沉淀过滤，并将滤饼于100~200℃条件下干燥处理12~24小时。

⑧球磨。将干燥后的滤饼球磨至粒度≤120μm，制得轻质碳酸镁和轻质碳酸钙的混合粉末。

⑨成型。以步骤⑧得到的轻质混合矿物为原料，于150~300MPa压力条件下压球成型。

⑩煅烧。将成型的矿物放入竖窑或回转窑内，采用无灰燃料煅烧，于1600~1900℃条件下煅烧2~5小时，使矿物结构致密化，最后得到高密度镁钙熟料。

表征镁钙熟料烧结程度的一个重要指标是体积密度。其计算公式如下：

$$D_b = \frac{m_1 D_L}{m_3 - m_2}$$

式中

D_b —耐火材料的体积密度，g/cm³。

m_1 —干燥试样的质量，g；

m_2 —饱和试样的表观质量，g；

m_3 —饱和试样在空气中的质量，g；

D_L —在试验温度下，浸渍液体的密度，g/cm³。

体积密度直观地反映了制品的致密程度，它是耐火材料致密制品质量水平的重要衡量指标。其测定方法称为液体静力称量法。具体步骤是：①测量干燥试样的质量 m_1 ；②将试样浸渍在液体里，对容器抽真空，抽真空至试样没有气泡放出，关掉真空泵，将容器置于空气中，测定试样悬浮在液体中的质量 m_2 ；③从浸液中取出试样，除去试样表面附着的多余液体，然

后称得饱和试样在空气中的质量 m_3 。

本发明方法的特点在于利用轻质氧化镁和轻质石灰的烧结活性，无需任何外加烧结促进剂，在较低的温度下通过一步煅烧即可制得致密的高纯镁钙熟料，能够有效地降低生产成本，提高熟料质量。在上述步骤⑤的过滤环节，可以滤去部分不易水化的杂质成分，能够有效地促进镁钙熟料纯度的提高，可以利用MgO含量大于45%的菱镁矿、CaO含量大于53%的石灰石矿生产优质镁钙熟料。生产过程无粉尘产生，不会对环境造成污染，特别适宜利用菱镁矿粉矿，能够有效地促进我国菱镁矿资源的合理高效综合利用。

具体实施方式

实施例1

采用辽宁大石桥废弃菱镁矿粉矿(粒度范围0.001~40mm)和浙江杭州石灰石矿为原料，其化学组成如表1所示。

表1实施用菱镁矿粉矿的理化指标(%)

	MgO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	LOI
菱镁矿	46.56	0.41	1.38	0.25	0.47	50.92
石灰石	0.08	55.08	0.28	0.75	0.04	43.65

①轻烧。在回转窑、悬浮焙烧窑、多层炉、沸腾炉或反射炉内，加入上述原料，使用无灰燃料于1000℃条件下轻烧1小时。

②冷却。轻烧后的矿物于空气中自然冷却至100℃。

③水化。将冷却后的轻烧氧化镁和轻烧石灰按一定计量配比配料，使CaO含量按重量百分比占总矿物的15%。将称好的两种矿物一起投入到4倍于矿物体积的常温水中，水化处理30min，使矿物中的MgO水化。

④将上述步骤③得到的物料包括矿物和水直接加入到球磨机，球磨2小时。

⑤过滤。对球磨后的浆料进行过滤，除去滤渣，滤液中矿物粒度达小于40μm。

⑥碳酸化。对球磨后的浆料在水槽中用水进一步稀释，使水的体积等于8倍矿物体积，制得氢氧化镁和氢氧化钙的混合过饱和溶液，并加热使溶液温度升至40℃。搅拌的同时向混合液中以流量为300L/min(相对于1000L溶液)吹入CO₂气体，使发生碳酸化反应。

⑦干燥。将充分碳酸化反应后制得的沉淀过滤，并将滤饼于120℃条件下干燥处理24小时。

⑧球磨。将干燥后的滤饼球磨至粒度≤120μm，制得轻质碳酸镁和轻质碳酸钙的混合粉末。

⑨成型。将步骤⑧得到的轻质混合矿物为原料于150MPa压力条件下压球成型。

⑩煅烧。将成型的矿物放入竖窑或回转窑内，采用无灰燃料煅烧，于1600℃条件下煅烧3小时，得到MgO+CaO>98.0%，体积密度大于3.39g/cm³的镁钙熟料。

实施例2

以实施例1采用的菱镁矿粉矿和石灰石矿为原料。

①轻烧。在回转窑、悬浮焙烧窑、多层炉、沸腾炉或反射炉内，加入上述原料，使用无

灰燃料于800℃条件下轻烧2小时。

②冷却。轻烧后的矿物于空气中自然冷却至100℃。

③水化。将冷却后的轻烧氧化镁和轻烧石灰按一定计量配比配料，使CaO含量按重量百分比占总矿物的15%。将称好的两种矿物一起投入到4倍于矿物体积的常温水中，水化处理40min，使矿物中的MgO水化。

④将上述步骤③得到的物料包括矿物和水直接加入到球磨机，球磨2小时。

⑤过滤。对球磨后的浆料进行过滤，除去滤渣，滤液中矿物粒度达小于40μm。

⑥碳酸化。对球磨后的浆料在水槽中用水进一步稀释，使水的体积等于8倍矿物体积，制得氢氧化镁和氢氧化钙的混合过饱和溶液，并加热使溶液温度升至60℃。搅拌的同时向混合液中以流量为300L/min(相对于1000L溶液)吹入CO₂气体，使发生碳酸化反应。

⑦干燥。将充分碳酸化反应后制得的沉淀过滤，并将滤饼于120℃条件下干燥处理24小时。

⑧球磨。将干燥后的滤饼球磨至粒度≤120μm，制得轻质碳酸镁和轻质碳酸钙的混合粉末。

⑨成型。将步骤⑧得到的轻质混合矿物为原料于150MPa压力条件下压球成型。

⑩煅烧。将成型的矿物放入竖窑或回转窑内，采用无灰燃料煅烧，于1600℃条件下煅烧3小时，得到MgO+CaO>98.0%，体积密度大于3.41g/cm³的镁钙熟料。

实施例3

以实施例1采用的菱镁矿粉矿和石灰石矿为原料。

①轻烧。在回转窑、悬浮焙烧窑、多层炉、沸腾炉或反射炉内，加入上述原料，使用无灰燃料于900℃条件下轻烧1.5小时。

②冷却。轻烧后的矿物于空气中自然冷却至150℃。

③水化。将冷却后的轻烧氧化镁和轻烧石灰按一定计量配比配料，使CaO含量按重量百分比占总矿物的25%。将称好的两种矿物一起投入到4倍于矿物体积的常温水中，水化处理20min，使矿物中的MgO水化。

④将上述步骤③得到的物料包括矿物和水直接加入到球磨机，球磨2小时。

⑤过滤。对球磨后的浆料进行过滤，除去滤渣，滤液中矿物粒度达小于40μm。

⑥碳酸化。对球磨后的浆料在水槽中用60℃水进一步稀释，使水的体积等于8倍矿物体积，制得氢氧化镁和氢氧化钙的混合过饱和溶液。搅拌的同时向混合液中以流量为300L/min(相对于1000L溶液)吹入CO₂气体，使发生碳酸化反应。

⑦干燥。将充分碳酸化反应后制得的沉淀过滤，并将滤饼于120℃条件下干燥处理24小时。

⑧球磨。将干燥后的滤饼球磨至粒度≤120μm，制得轻质碳酸镁和轻质碳酸钙的混合粉末。

⑨成型。将步骤⑧得到的轻质混合矿物为原料于150MPa压力条件下压球成型。

⑩煅烧。将成型的矿物放入竖窑或回转窑内，采用无灰燃料煅烧，于1600℃条件下煅烧5小时，得到MgO+CaO>98.0%，体积密度大于3.42g/cm³的镁钙熟料。

实施例4

以实施例1采用的菱镁矿粉矿和石灰石矿为原料。

①轻烧。在回转窑、悬浮焙烧窑、多层炉、沸腾炉或反射炉内，加入上述原料，使用无灰燃料于1000℃条件下轻烧1小时。

②冷却。轻烧后的矿物于空气中自然冷却至200℃。

③水化。将冷却后的轻烧氧化镁和轻烧石灰按一定计量配比配料，使CaO含量按重量百分比占总矿物的20%。将称好的两种矿物一起投入到3倍于矿物体积的常温水中，水化处理40min，使矿物中的MgO水化。

④将上述步骤③得到的物料包括矿物和水直接加入到球磨机，球磨3小时。

⑤过滤。对球磨后的浆料进行过滤，除去滤渣，滤液中矿物粒度达小于40μm。

⑥碳酸化。对球磨后的浆料在水槽中用水进一步稀释，使水的体积等于5倍矿物体积，制得氢氧化镁和氢氧化钙的混合过饱和溶液，并加热使溶液温度升至60℃。搅拌的同时向混合液中以流量为500L/min(相对于1000L溶液)吹入CO₂气体，使发生碳酸化反应。

⑦干燥。将充分碳酸化反应后制得的沉淀过滤，并将滤饼于100℃条件下干燥处理24小时。

⑧球磨。将干燥后的滤饼球磨至粒度≤120μm，制得轻质碳酸镁和轻质碳酸钙的混合粉末。

⑨成型。将步骤⑧得到的轻质混合矿物为原料于150MPa压力条件下压球成型。

⑩煅烧。将成型的矿物放入竖窑或回转窑内，采用无灰燃料煅烧，于1600℃条件下煅烧5小时，得到MgO+CaO>98.0%，体积密度大于3.37g/cm³的镁钙熟料。

实施例5

以实施例1采用的菱镁矿粉矿和石灰石矿为原料。

①轻烧。在回转窑、悬浮焙烧窑、多层炉、沸腾炉或反射炉内，加入上述原料，使用无灰燃料于1000℃条件下轻烧1小时。

②冷却。轻烧后的矿物于空气中自然冷却至100℃。

③水化。将冷却后的轻烧氧化镁和轻烧石灰按一定计量配比配料，使CaO含量按重量百分比占总矿物的10%。将称好的两种矿物一起投入到5倍于矿物体积的常温水中，水化处理30min，使矿物中的MgO水化。

④将上述步骤③得到的物料包括矿物和水直接加入到球磨机，球磨2.5小时。

⑤过滤。对球磨后的浆料进行过滤，除去滤渣，滤液中矿物粒度达小于40μm。

⑥碳酸化。对球磨后的浆料在水槽中用水进一步稀释，使水的体积等于6倍矿物体积，制得氢氧化镁和氢氧化钙的混合过饱和溶液，并加热使溶液温度升至60℃。搅拌的同时向混合液中以流量为200L/min(相对于1000L溶液)吹入CO₂气体，使发生碳酸化反应。

⑦干燥。将充分碳酸化反应后制得的沉淀过滤，并将滤饼于200℃条件下干燥处理12小时。

⑧球磨。将干燥后的滤饼球磨至粒度≤120μm，制得轻质碳酸镁和轻质碳酸钙的混合粉末。

⑨成型。将步骤⑧得到的轻质混合矿物为原料于300MPa压力条件下压球成型。

⑩煅烧。将成型的矿物放入竖窑或回转窑内，采用无灰燃料煅烧，于1700℃条件下煅烧3

小时，得到 $\text{MgO}+\text{CaO}>98.0\%$ ，体积密度为 $3.41\text{g}/\text{cm}^3$ 的镁钙熟料。

实施例6

以实施例1采用的菱镁矿粉矿和石灰石矿为原料。

①轻烧。在回转窑、悬浮焙烧窑、多层炉、沸腾炉或反射炉内，加入上述原料，使用无灰燃料于 1000°C 条件下轻烧1小时。

②冷却。轻烧后的矿物于空气中自然冷却至 100°C 。

③水化。将冷却后的轻烧氧化镁和轻烧石灰按一定计量配比配料，使 CaO 含量按重量百分比占总矿物的 20% 。将称好的两种矿物一起投入到4倍于矿物体积的常温水中，水化处理 30min ，使矿物中的 MgO 水化。

④将上述步骤③得到的物料包括矿物和水直接加入到球磨机，球磨3小时。

⑤过滤。对球磨后的浆料进行过滤，除去滤渣，滤液中矿物粒度达小于 $40\mu\text{m}$ 。

⑥碳化。对球磨后的浆料在水槽中用水进一步稀释，使水的体积等于7倍矿物体积，制得氢氧化镁和氢氧化钙的混合过饱和溶液，并加热使溶液温度升至 30°C 。搅拌的同时向混合液中以流量为 $50\text{L}/\text{min}$ (相对于 1000L 溶液)吹入 CO_2 气体，使发生碳化反应。

⑦干燥。将充分碳化反应后制得的沉淀过滤，并将滤饼于 150°C 条件下干燥处理18小时。

⑧球磨。将干燥后的滤饼球磨至粒度 $\leq 120\mu\text{m}$ ，制得轻质碳酸镁和轻质碳酸钙的混合粉末。

⑨成型。将步骤⑧得到的轻质混合矿物为原料于 180MPa 压力条件下压球成型。

⑩煅烧。将成型的矿物放入竖窑或回转窑内，采用无灰燃料煅烧，于 1700°C 条件下煅烧3小时，得到 $\text{MgO}+\text{CaO}>98.0\%$ ，体积密度大于 $3.42\text{g}/\text{cm}^3$ 的镁钙熟料。

实施例7

以实施例1采用的菱镁矿粉矿和石灰石矿为原料。

①轻烧。在回转窑、悬浮焙烧窑、多层炉、沸腾炉或反射炉内，加入上述原料，使用无灰燃料于 1000°C 条件下轻烧1小时。

②冷却。轻烧后的矿物于空气中自然冷却至 100°C 。

③水化。将冷却后的轻烧氧化镁和轻烧石灰按一定计量配比配料，使 CaO 含量按重量百分比占总矿物的 25% 。将称好的两种矿物一起投入到4倍于矿物体积的常温水中，水化处理 40min ，使矿物中的 MgO 水化。

④将上述步骤③得到的物料包括矿物和水直接加入到球磨机，球磨2.5小时。

⑤过滤。对球磨后的浆料进行过滤，除去滤渣，滤液中矿物粒度达小于 $40\mu\text{m}$ 。

⑥碳化。对球磨后的浆料在水槽中用水进一步稀释，使水的体积等于8倍矿物体积，制得氢氧化镁和氢氧化钙的混合过饱和溶液，并加热使溶液温度升至 50°C 。搅拌的同时向混合液中以流量为 $700\text{L}/\text{min}$ (相对于 1000L 溶液)吹入 CO_2 气体，使发生碳化反应。

⑦干燥。将充分碳化反应后制得的沉淀过滤，并将滤饼于 120°C 条件下干燥处理18小时。

⑧球磨。将干燥后的滤饼球磨至粒度 $\leq 120\mu\text{m}$ ，制得轻质碳酸镁和轻质碳酸钙的混合粉末。

⑨成型。将步骤⑧得到的轻质混合矿物为原料于200MPa压力条件下压球成型。

⑩煅烧。将成型的矿物放入竖窑或回转窑内，采用无灰燃料煅烧，于1900℃条件下煅烧3小时，得到 $MgO+CaO>98.0\%$ ，体积密度大于 $3.38g/cm^3$ 的镁钙熟料。

实施例8

以实施例1采用的菱镁矿粉矿和石灰石矿为原料。

①轻烧。在回转窑、悬浮焙烧窑、多层炉、沸腾炉或反射炉内，加入上述原料，使用无灰燃料于1000℃条件下轻烧1小时。

②冷却。轻烧后的矿物于空气中自然冷却至100℃。

③水化。将冷却后的轻烧氧化镁和轻烧石灰按一定计量配比配料，使CaO含量按重量百分比占总矿物的18%。将称好的两种矿物一起投入到3倍于矿物体积的常温水中，水化处理20min，使矿物中的MgO水化。

④将上述步骤③得到的物料包括矿物和水直接加入到球磨机，球磨2小时。

⑤过滤。对球磨后的浆料进行过滤，除去滤渣，滤液中矿物粒度达小于 $40\mu m$ 。

⑥碳酸化。对球磨后的浆料在水槽中用水进一步稀释，使水的体积等于8倍矿物体积，制得氢氧化镁和氢氧化钙的混合过饱和溶液，并加热使溶液温度升至60℃。搅拌的同时向混合液中以流量为1000L/min(相对于1000L溶液)吹入 CO_2 气体，使发生碳酸化反应。

⑦干燥。将充分碳酸化反应后制得的沉淀过滤，并将滤饼于120℃条件下干燥处理24小时。

⑧球磨。将干燥后的滤饼球磨至粒度 $\leq 120\mu m$ ，制得轻质碳酸镁和轻质碳酸钙的混合粉末。

⑨成型。将步骤⑧得到的轻质混合矿物为原料于250MPa压力条件下压球成型。

⑩煅烧。将成型的矿物放入竖窑或回转窑内，采用无灰燃料煅烧，于1800℃条件下煅烧4小时，得到 $MgO+CaO>98.0\%$ ，体积密度大于 $3.36g/cm^3$ 的镁钙熟料。