



瓷用匣钵

Using Sagger for Porcelain

夏丛林 · 编著

河南科学技术出版社

瓷 用 匣 钵

夏 丛 林 编著

责任编辑 袁元

河南科学技术出版社出版发行

河南郑州人民印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 5.75印张 115千字

1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

印数：1—3,000册

ISBN 7—5349—0324—6/T·325

定价：1.65元

内 容 提 要

本书比较系统地叙述了瓷用匣钵的生产工艺，对原料的性能和材质的选择、泥料的制备、造型设计步骤及注意事项、成型方法、烧成制度、涂料和垫饼都作了较详细的论述，并着重分析了影响硅铝镁质匣钵质量的主要因素和产生缺陷的原因，提出了一些克服缺陷的方法。

本书可供从事瓷用匣钵生产的工程技术人员和工人参考。

前 言

日用陶瓷在尚未实现无匣钵烧成之前，匣钵仍是一种不可缺少的辅助工具。从事陶瓷生产的工程技术人员和工人对匣钵在烧瓷过程中的重要作用都有较深的体会。目前影响陶瓷制品质量的因素颇多，其中，匣钵的质量是一个重要因素，它的质量还直接关系到产品成本的高低。所以每个陶瓷厂都希望能生产出高质量的匣钵。因此，如何尽快地提高匣钵质量，已成为每个瓷厂急待解决的关键问题，作者为了探索提高匣钵质量的途径，根据自己20多年来从事匣钵生产的实践，并结合我国当前陶瓷生产的实际情况，编写了《瓷用匣钵》这本小册子。书中着重围绕下列问题，如怎样使匣钵达到较高的耐火度和荷重软化温度，良好的热稳定性和抗热震损伤性，良好的导热性，较高的机械强度，重烧收缩小，耗能少等技术要求，对匣钵生产的各项工艺要求和操作要点均作了较详细的论述。同时，对匣钵的分类、特性、材质的选择以及其制造工艺的发展趋势也作了概括的介绍，还对提高硅铝镁质匣钵使用性能和克服匣钵缺陷的方法作了具体的阐述。

本书在编写过程中，承蒙汪璠、刘秉诚、郑可敦、陈一鹏、崔凤兰、马诚之、杨文献、刘金炳、孙佑、苏华欣等专家、学者进行指导和帮助，汪璠教授在百忙中对本书进行了审定。在此一并致谢！

由于作者水平有限，加之时间仓促，资料有限，书中难

免有不当之处。敬请同行专家不吝赐教，批评指正。

夏丛林

1988年春于郑州

（此处为大量模糊不清的印刷文字，疑似为正文内容，但因图像质量极差，无法准确识别其具体内容。）

（此处为模糊不清的印刷文字，疑似为正文内容，但因图像质量极差，无法准确识别其具体内容。）

目 录

第一章 匣钵的分类及特性	(1)
第一节 硅酸铝质匣钵.....	(1)
第二节 硅铝镁质匣钵.....	(8)
第三节 碳化硅质匣钵.....	(19)
第四节 粘土-熔融石英质匣钵.....	(24)
第二章 匣钵用原料	(32)
第一节 粘土原料.....	(32)
第二节 骨架原料.....	(43)
第三节 镁质原料.....	(50)
第四节 碳化硅材料.....	(57)
第五节 熔融石英材料.....	(60)
第六节 合成莫来石、堇青石材料.....	(64)
第七节 辅助材料.....	(65)
第三章 匣钵的制造	(68)
第一节 泥料的制备.....	(69)
第二节 匣钵的造型设计.....	(78)
第三节 匣钵的成型方法.....	(87)
第四节 匣钵坯体的干燥.....	(96)
第五节 匣钵的烧成.....	(97)
第六节 匣钵涂料.....	(109)
第七节 匣钵模具.....	(114)

第四章	匣钵的主要性能及其影响因素	(117)
第五章	影响匣钵质量的因素	(128)
第六章	匣钵的缺陷及克服方法	(141)
参考文献		(156)
附表 1	郑州瓷厂匣钵造型	(159)
附表 2	各地部分匣钵造型	(164)
附表 3	各国三角测温锥标准	(170)
附表 4	常用筛号换算表	(175)
附图 1	$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系统相图	
附图 2	$\text{MnO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系统相图	
附图 3	24m 烘干窑示意图	
附图 4	湿法生产匣钵工艺示意图	

第一章 匣钵的分类及特性

匣钵是陶瓷制品在烧成过程中的一种辅助工具，至今约有300多年的历史。

目前我国日用陶瓷行业中，专门从事瓷用匣钵研究的部门甚少，专门生产窑具和匣钵的工厂更少，所以在匣钵的生产过程中，尚无一个完整的科学模式。因此，匣钵的分类亦无一个统一的标准。通常国内对瓷用匣钵的分类方法有以下几种：①按器型可分为圆形、椭圆形、方形、矩形、特异形；②按成型方法可分为可塑成型法、半干压法、注浆法、手工成型法；③按其矿物组成可分为莫来石质、堇青石质、刚玉质、莫来石-堇青石或堇青石-莫来石质等。

轻工业部1982年10月在山东省召开的匣钵产品标准起草讨论会上一致同意，按所用材料的材质进行分类。高铝质匣钵、硅镁质匣钵、半硅质匣钵可统称为铝硅镁质匣钵，铝硅镁质匣钵又可细分为：①硅酸铝质匣钵，即指粘土-熟料质匣钵和高铝匣钵，主要矿物组成为莫来石；②硅铝镁质匣钵，即指含堇青石矿物的匣钵。以及碳化硅质匣钵和熔融石英质匣钵等。下面介绍以上几种匣钵。

第一节 硅酸铝质匣钵

硅酸铝质匣钵，在我国日用陶瓷生产中有着悠久的历史

和广泛的使用价值。这主要是由于该种材质匣钵的原料丰富、价格低廉、且制造工艺比较简单。但在过去较长的时间里，由于工艺粗糙，设备陈旧，致使这种匣钵结构疏松、强度低，使用效果不佳。若能对现有的匣钵生产工艺进行改进，像生产瓷器那样进行生产，此种材质亦能获得较满意的匣钵。近些年来，在湖南、山东、河南、河北等省，对匣钵的生产工艺进行了综合改进，有些改进并未耗费很多的资金，但对提高匣钵质量和增加使用次数均收到了明显的效果。

一、硅酸铝质匣钵的组成

硅酸铝质匣钵按其 Al_2O_3/SiO_2 的比例不同，可分为半硅质、粘土熟料质、高铝质(包括硅线石和莫来石)等材料。

以上几种硅酸铝质材料的化学组成如 $SiO_2-Al_2O_3$ 二元相图(图1.1)所示。

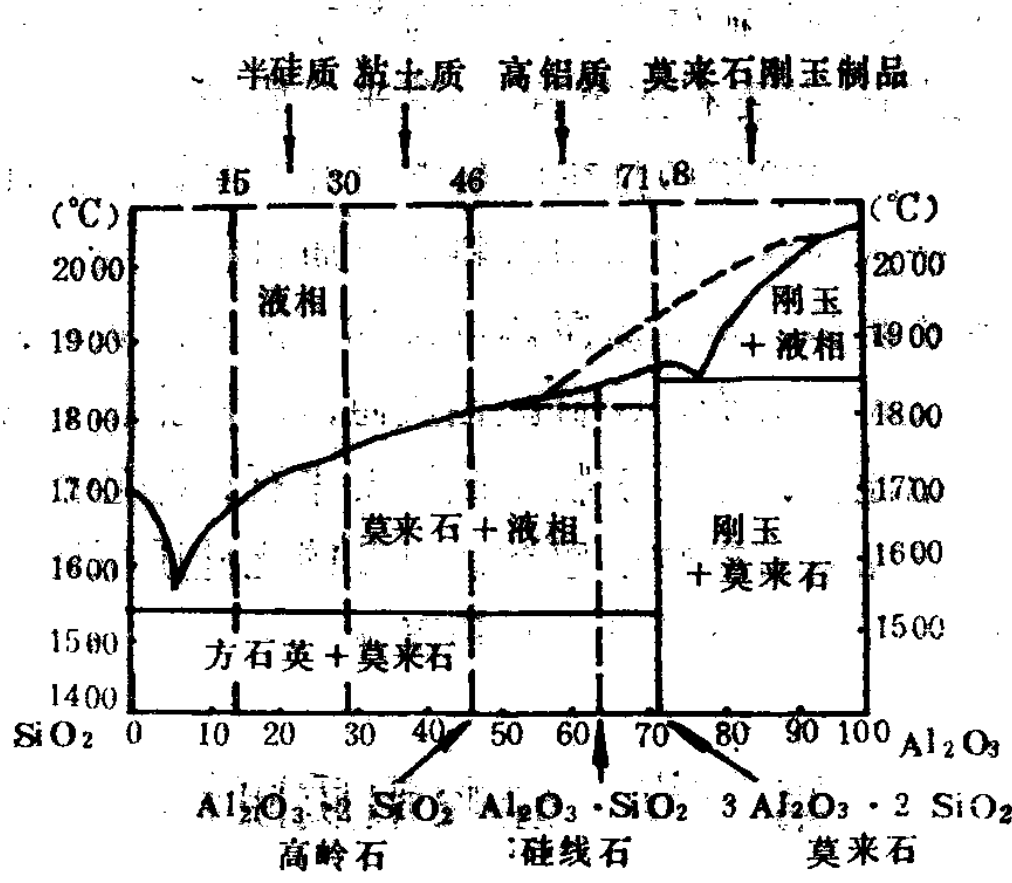


图1.1 $SiO_2-Al_2O_3$ 系相图

由图可见，这几种材料的组成为：

半硅质： Al_2O_3 30%；

粘土熟料质： Al_2O_3 46~72%；

莫来石质： Al_2O_3 72%左右；

硅线石材料： Al_2O_3 64%左右；

莫来石-刚玉质： Al_2O_3 70%以上；

刚玉质： Al_2O_3 95%以上。

二、硅酸铝质匣钵的特性

硅酸铝质匣钵，从广义上讲，包括粘土-熟料质和高铝质。

1. 粘土-熟料质匣钵

粘土-熟料质匣钵所含 Al_2O_3 量较低，一般多在40~46%之间。主要晶相是以莫来石为主，并含有少量的方石英、游离石英、玻璃相和气孔。其坯料由耐火粘土和熟料（高岭熟料和矾土熟料）制成。它的特点是原料资源丰富，加工工艺简单，易烧结，强度较高，但热稳定性差，荷重软化温度较低（1400℃以下），适于装烧1350℃以下的陶瓷制品。它的使用次数随其器型复杂程度和大小而异，如203.2毫米（8英寸）以下的碗盘类匣钵可用15~20次，228.6毫米（9英寸）以上的碗盘类匣钵可用10次左右。一般多用于装烧精陶、炆瓷、卫生瓷及釉面砖等陶瓷制品。

2. 高铝匣钵

高铝匣钵含 Al_2O_3 量较高，一般波动在46~71%。主要晶相是莫来石和少量的刚玉及玻璃相。匣钵坯料由高岭土和高铝熟料组成。其特点是原料来源广，加工方法不复杂，强度高，荷重软化温度较高（在1400℃以上），使用温度范围

较宽，热稳定性好于粘土-熟料质匣钵。若钵体过厚，加之冷却制度不合理，则易炸裂。高铝匣钵适用于装烧 $1360\sim 1450\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的硬质瓷制品，如配套的中西式餐具、酒具、工业瓷及电瓷等，使用次数略高于粘土-熟料质匣钵。各种材质匣钵的物理性能列于表1.1。

三、材料组成与性能的关系

如 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 系二元相图所示， Al_2O_3 含量在 $5.5\sim 72\%$ 的组成，在足够高的温度下（ $1870\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），唯一安定的固相是莫来石，在 $1545\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下除了莫来石外，还有方石英。莫来石的生成量多，方石英则减少。在高温下，除生成莫来石外，还生成一定量的液相。在没有杂质熔剂的情况下，液相成分中 Al_2O_3 和 SiO_2 比例是按溶解曲线而变化的。近年来我国不少地区的匣钵生产发生了很大的变化，多数瓷厂淘汰了传统落后的生产工艺，采用较为先进的工艺，即将结合剂部分中的粘土或部分骨料进行细磨，使之达到高细分散，进而接近于相图的平衡状态，若所用原料杂质成分少，在设计结合剂配方时可采用相图进行计算。

四、影响硅酸铝质匣钵性能的主要因素

1. 莫来石的生成量

硅酸铝质匣钵中莫来石的生成量，在研究和计算配方时就已确定。其生成量为理论值，与实际仍有一定的差距，这是因为原料化学成分不稳定，加工工艺不严细，设备仪器不配套等因素造成的。对于硅酸铝质匣钵而言，要求莫来石的生成量愈多，因此就要求游离石英和方石英的量尽量少。这

样，匣体的窑业性能亦愈好，具体表现为荷重软化点高，机械强度高，热稳定性亦相应变好。因此，要求原料的化学成分要稳定，杂质要少，纯度要高。

在1500~1545℃时，该种材质的匣钵因Al₂O₃含量不同，莫来石的生成量亦不同，详见表1.2。

表1.2 硅酸铝质匣钵中莫来石生成量与Al₂O₃含量的关系

编 号	组 成 (%)		1500℃		1545℃	
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	方石英 (%)	莫来石 (%)	液 相 (%)	莫来石 (%)
1	30	70	60	40	64.5	35.5
2	35	65	52	48		
3	40	60	44.2	55.8	47.9	52.1
4	45	55	38.5	61.5		
5	50	50	30.8	69.2	33.4	66.6
6	55	45	25	75		
7	60	40	18.4	81.6	19.0	81.0
8	65	35	9.6	90.4		

2. 其他杂质熔剂的含量

制造匣钵所用的材料绝大多数是天然原料，如粘土、高岭土、矾土、焦宝石等，它们不同程度地含有少量的K₂O、Na₂O、FeCO₃、CaO、MgO、TiO₂等。由于这些杂质熔剂

的存在，严重地降低了匣体的耐火度及荷重软化温度。尤其是碱性氧化物的存在，将会大大增加其液相含量，而且易使熔解物的粘度降低。因此使匣体的荷重软化温度点、变形趋向、膨胀性能、热稳定性等主要性能变坏，降低其使用次数，所以熔剂杂质一般宜控制在2~5%以下。

各种碱金属和碱土金属氧化物对匣体的软化温度的影响列于表1.3。

表1.3 各种碱金属和碱土金属氧化物对软化温度的影响

序号	配 方	增加熔剂数量（外加%）	开始软化点（℃）	变形点（4%）（℃）
1	高岭土 熟料60 生料40	—	1350	1535
2	高岭土 熟料60 生料40	Na ₂ O 5	1185	1300
3	高岭土 熟料60 生料40	CaO 5	1305	1415
4	高岭土 熟料60 生料40	K ₂ O 5	1360	1510
5	高岭土 熟料60 生料40	Fe ₂ O ₃ 5		1520
6	高岭土 熟料60 生料40	Na ₂ O ₂ .5CaO ₂ .5	1230	1350
7	高岭土 熟料60 生料40	MgO ₂ .5CaO ₂ .5		
8	高岭土 熟料60 生料40	MgO ₂ .5K ₂ O ₂ .5	1350	1470
9	高岭土 熟料60 生料40	MgO ₂ .5Na ₂ O ₂ .5	1230	1350

3. 熟料颗粒组成

匣体属于耐火材料，它的使用性能受众多因素影响。熟料颗粒级配亦是调整其性能的重要因素之一。熟料的作用在于能增加制品的耐火度，减少收缩，获得适宜的气孔率和透

气性。就硅酸铝质匣钵来说，其结合剂的含量少于骨料。对于熟料，若不选择合理的颗粒级配，是不能达到最大的体积堆积密度的。因此需要对熟料进行细致的加工。一般可以通过以下几个途径来实现。

(1) 掌握颗粒的直径比。两种颗粒的直径比应在6以上，这样可使细粉颗粒充填于粗颗粒孔隙间，增加坯体的致密程度，并有利于匣钵在烧成过程中固相物质的烧结和固相反应的完全。

(2) 掌握细粉颗粒的数量比例。匣钵坯体内的熟料细粉数量比例取决于颗粒的形状和堆积方法。细、粗颗粒之比接近于3:7，以使细颗粒填充于紧密排列的粗颗粒的间隙中。该比例同时还与坯料的加工方法及成型方法（成型压力）有关。根据生产实践，细粉熟料（ <0.147 毫米）应占熟料的30%以上。例如，目前众多的瓷厂将结合剂与熟料（8目）部分的30~50%共同细磨成泥浆，过100目筛后，再加剩余的粗颗粒熟料（8~16目），经混合搅拌、压滤、练泥，制取泥料，最后供成型使用。此种颗粒级配的匣钵性能较好。另外，熟料颗粒的组成对匣钵质量影响颇大，若粗颗粒多，匣钵收缩小，热稳定性好，但过多则易使其结构疏松，强度降低。若小颗粒多，匣钵致密、强度高，但过多则会使其透气性和热稳定性变坏。所以熟料颗粒级数增加，只可稍提高其体积堆积密度，如超过限度则作用不大。一般粒级2~3即可，多数瓷厂均采用两个粒级：1~3毫米30~50%； <1 毫米50~70%。或采用三个粒级：1~3毫米40~60%；0.5~1毫米10~20%； <0.5 毫米30~40%。

在瓷用匣钵的颗粒级配方面，各产瓷区均有自己的经验

及合理的颗粒级数。一般普遍采用的颗粒直径如下：直径为203.2毫米（8英寸）以上的大型匣钵，熟料的最大粒度是1.5~2.5毫米之间（特大异型和熔融石英质匣钵除外）；直径203.2毫米（8英寸）以下的各类匣钵，其熟料颗粒可以控制在1毫米以下。对于滚压薄壁匣钵而言，无论其规格大小，熟料颗粒均以细小为好，并应适当增加细颗粒和减少粗颗粒。

这里应当指出，匣钵的颗粒级配，严格地说，是对匣钵整体而言，即既包括结合剂部分亦包括熟料部分。因此，对匣钵整体的颗粒级配应予以足够的认识，并灵活掌握，只有这样才能体现出合理的颗粒级配对改善和提高匣钵性能的重要意义。

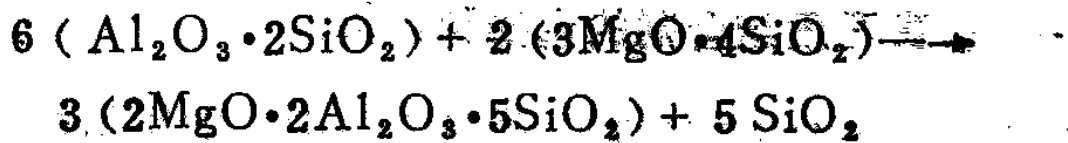
熟料的用量和种类的选择，应视具体条件和使用温度而定。比如匣钵的器型和大小、匣钵的装载高度、瓷器的最高烧成温度、瓷器的烧成速度等，均是决定熟料用量及种类的主要因素。目前我国多数瓷厂采用60~90米的明焰隧道窑烧制陶瓷制品。若烧成温度在1330℃左右时，可采用焦宝石熟料，其用量一般在40~60%；若烧成温度在1350~1420℃范围内，则以矾土做熟料为宜，其用量一般在50~65%。

总之，一般日用陶瓷制品的烧成温度不高，匣钵中 Al_2O_3 含量在46~63%之间，即可满足普通硬质瓷烧成工艺的要求。如果烧制工业陶瓷，烧成温度需超过1400~1450℃时，则应采用莫来石或莫来石-刚玉质匣钵。

第二节 硅铝镁质匣钵

在硅酸盐系统中引入镁质原料，如滑石（ $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot$

H₂O), 绿泥石 (5MgO·Al₂O₃·3SiO₂·4H₂O) 镁质粘土等, 能使其生成膨胀系数较低的堇青石 (2MgO·2Al₂O₃·5SiO₂; $\alpha = 2.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) 藉以提高热稳定性。其反应式如下:



我国于1963年首先在山东研制成功堇青石质匣钵。由于此种材质的匣钵热稳定性好, 生产工艺不太复杂, 所以在我国北方烧瓷温度不超过1350°C的厂家得到广泛推广, 其使用次数较之粘土-熟料质匣钵提高1倍以上, 尤其中小件和碗类匣钵, 使用次数可高达100次以上。

硅铝镁质匣钵又可分为堇青石-莫来石质和莫来石-堇青石质两类。

堇青石-莫来石质匣钵的矿物组成以堇青石为主, 莫来石为辅, 并有少量的玻璃相。一般多采用堇青石质结合剂加骨料配制而成, 或者是人工合成堇青石熟料加粘土质结合剂配制而成。

莫来石-堇青石质匣钵中, 莫来石的含量多于堇青石含量。一般多采用人工合成结合剂, 其结合剂的矿物组成以莫来石为主, 并含有一定数量的堇青石及少量的玻璃相。此种匣钵多由结合剂与熟矾土配制而成。

硅铝镁质匣钵中的堇青石-莫来石质与莫来石-堇青石质的根本区别, 在于其使用温度不同。若烧瓷温度低于1350°C, 即可采用堇青石-莫来石质匣钵, 其热稳定性好, 并能保证匣钵使用过程中应具备的强度和荷重软化温度。反之, 烧瓷温度若在1350~1380°C范围内, 则应采用莫来石-堇青石质

匣钵，该匣钵具有较高的强度和荷重软化温度及较好的热稳定性。硅铝镁质匣钵在我国的山东、辽宁、河北、河南等省应用较广。

一、菱青石质结合剂的选择和计算

堇青石质结合剂的选择，原则上主要考虑使用温度和工作条件。结合剂的化学成分组成点可通过 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系三元相图来求得，如图1.2所示。

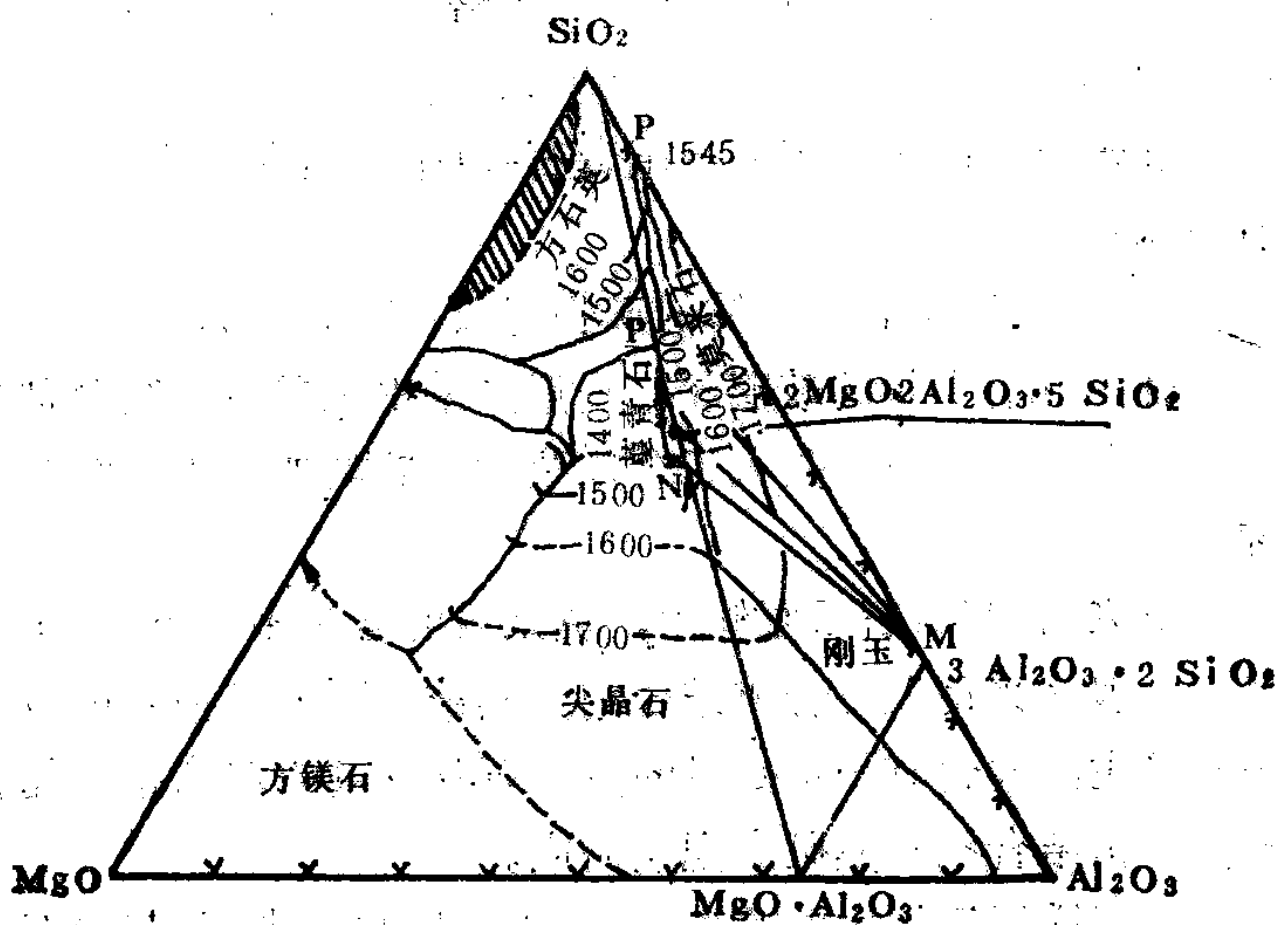


图1.2 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系相图

组成结合剂的原料一般有粘土、滑石、绿泥石及矾土等。对其质量要求较严，杂质含量要尽可能少，并经过充分