

匣鉢

刘可栋 編著

輕工业出版社

匣 鉢

刘可栋 編著

*

轻工业出版社出版

(北京永安路18号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第118号

中国财政经济出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米¹/₃₂•1²⁰/₃₂印张•39千字

1965年8月第1版

1965年8月北京第1次印刷

印数: 1~1,100 定价: (科六)0.26元

統一书号: 15042·1247

匣 钵

刘可栋 编著

轻工业出版社

1965年·北京

前 言

从事陶瓷生产的工人和工程技术人员对于匣钵在生产中的重要性，都是深有体会的。他们都深刻地认识到匣钵质量的优劣，不仅对于产品质量有密切关系，而且也直接影响到产品成本和生产技术的改进。为了寻求改进匣钵质量的技术途径，从而提高我国陶瓷工业的技术水平，系统地研究一下匣钵生产工艺，是十分必要的。

著者从这个愿望出发，并根据当前教学需要，应第一轻工业部硅酸盐教材编审委员会的要求，编写了这本小册子。但由于水平所限，谬误之处，还请读者予以批评指正，以便再版时修改。

在编写当中，承蒙第一轻工业部硅酸盐研究所、建筑工程部技术情报局、浙江大学硅酸盐教研组、河北省陶瓷工业公司唐山研究所有关同志的指导和提供资料，最后又得到天津工学院化工系佟明达教授的热心指导，在此谨致谢意。

著 者

一九六五年三月于唐山

目 录

緒 論.....	(5)
(一) 名称.....	(6)
(二) 定义.....	(6)
(三) 分类.....	(7)
一、匣鉢的設計.....	(11)
(一) 形状.....	(11)
(二) 大小.....	(11)
(三) 厚度.....	(12)
二、使用原料及其要求.....	(14)
(一) 粘土质原料.....	(14)
(二) 滑石及菱镁矿等镁质原料.....	(17)
(三) 碳化硅.....	(19)
(四) 高铝质原料.....	(21)
(五) 熟料.....	(22)
三、制造方法.....	(25)
(一) 泥料制备.....	(25)
(二) 成型方法.....	(29)
(三) 干燥.....	(31)
(四) 烧成.....	(34)
四、匣鉢主要性能及其影响因素.....	(37)
(一) 热稳定性.....	(37)
(二) 导热性能.....	(41)
(三) 高温强度.....	(43)
(四) 热膨胀与收缩.....	(48)
(五) 化学稳定性.....	(49)
(六) 耐火度.....	(50)

五、匣鉢缺陷产生的原因及克服方法.....	(51)
(一) 烧成裂損.....	(51)
(二) 干燥裂損.....	(53)
(三) 层裂.....	(54)
(四) 落渣.....	(54)
(五) 弯曲变形.....	(55)
結 語.....	(56)
参考文献.....	(57)

緒 論

匣钵是陶瓷工业中一种重要的辅助用具。多年来的生产经验证明，匣钵质量的优劣、形状和尺寸设计得是否合理等，不仅直接影响陶瓷产品质量，而且也严重地影响着生产成本和烧成技术的改进。

匣钵质量不好，常在产品烧成过程中发生破裂或软化变形现象。据调查，有的工厂在匣钵破裂最严重的时候，有20%以上的产品由于落脏而变成废品。为了解决匣钵的破裂问题，在烧成制度中，不得不在低温阶段采取降低加热速度的措施，其结果是延长了烧成时间，增加了单位产品的燃料用量。因此，提高匣钵的热稳定性，是当前改进烧成制度，缩短烧成时间的前提。

在同一窑炉中，常由于对匣钵形状、尺寸加以改进，产品装入量就能增加20~40%。小型匣钵的高度和直径，如增减1毫米，对于容积100立方米的窑炉来说，即有增减几百件产品的可能。

匣钵破损较大的工厂，匣钵费用约占产品成本的10%以上，而破损小的，仅为2%左右。

以上情况足以说明：匣钵虽然是一种辅助用具，但对于陶瓷工业的生产技术与产品成本却有不可忽视的密切关系。因此，无论是匣钵质量的研究改进，以及形状尺寸的合理设计，都应当给予足够重视。特别是对于目前各工厂，匣钵生产技术的及时改进具有重要的实际意义。

匣钵虽为陶瓷坯体在烧成过程中的一种耐火容器，但从使用要求来看，又有许多地方不同于一般的耐火材料，所以若把匣钵仅当作一般耐火材料来看待，常常是不能解决问题的。匣钵虽同属于耐火材料，但又有它本身的特殊性和复杂性。

(一) 名 称

这个耐火容器目前还没有一个统一的名称，不过称为“匣钵”，是比较普遍的。这个名称的来源是有一定的历史根据的。明代御窑厂的生产分为二十三作，其中第十作为匣作^[1]，即在1644年以前，我国就已有作匣之称。另外1743年唐英著的《陶冶图说》^[2]第四则，则明确称为“匣钵”。看来“匣钵”这个名称，迄今已有二百多年的历史了。由于其外形与“匣”和“钵”都相似，所以称为“匣钵”还是恰当的。

目前国内各瓷区也还有不同的名称。如：辽宁各瓷厂称为“钵匣”，河北唐山、邯郸等地称为“笼”或“笼盆”，江西景德镇至今仍称为“匣钵”。

英文叫“Sagger”或“Sagger”，德文叫“Kapsel”，法文叫“Gazette”，日文也叫“匣钵”^[3]。

(二) 定 义

唐英在《陶冶图说》中说：“窑风火气，冲突伤坯，此所以必用匣钵也”。说明匣钵为防止产品受窑内火焰和气体冲突的保护容器，但这还不够全面，完整的定义应为：当在

陶瓷制品烧成时，为了尽可能多地往窑内装入坯体，以及避免火焰、灰份、煤烟及其它能够引起不良影响的气体的侵袭，而用耐火材料制成的并具有一定的透气性、热稳定性和高温强度的保护容器，称为匣钵^[8]。

(三) 分 类

根据匣钵的矿物组成可分为：

1. 一般粘土质
2. 普通堇青石质
3. 碳化硅质
4. 高铝质

根据匣钵的形状可分为：

1. 圆形
2. 椭圆形
3. 方形或矩形
4. 特殊形

陶瓷工厂所用的匣钵，过去多属于一般粘土质匣钵，近几年来，随着日用陶瓷、建筑卫生陶瓷烧成技术的进步，逐渐采用了普通堇青石质匣钵。

普通堇青石质匣钵，并非指在坯料中全部生成堇青石晶体的制品。而是指在含 Al_2O_3 量较多的坯料中，添加适量的滑石、菱镁矿或其他含镁矿物，使在坯体的晶相中生成一定量热膨胀系数较小的堇青石和适量的莫来石。这样制成的匣钵耐火度虽不高，但高温强度不低于粘土质匣钵，而热稳定性却优于粘土质匣钵。

江西景德镇常用的匣钵，其晶相中除含一定量堇青石之

表 1

两种匣钵性能的比較

	堇青石質耐火材料 ^[42]	普通粘土質耐火材料 ^[41]
耐火度 (°C)	1460	1710~1750
在2公斤/厘米 ² 荷重下、 壓縮 4 %溫度点(°C)	1360	1360~1405

外，大部分是由石英转变而来的鳞石英和方石英。因组成中 Al_2O_3 含量不多，所以莫来石生成量也很少。因而匣钵重量较轻，高温强度较大。但超过一定温度后(1320~1350°C)，则立即软化变形。它基本上类似半硅质耐火材料，其热稳定性高于一般粘土质匣钵。

调整普通堇青石质匣钵坯体的组成，适当提高莫来石生成量，在稍高于1350°C的烧成温度下也能使用。

改用普通堇青石质匣钵的陶瓷厂，匣钵破损率均由10~20%下降到2~5%，效果非常显著。根据我国原料资源情况，这种匣钵，是很有发展前途并值得深入研究的。

目前碳化硅质耐火材料，在工业先进的国家应用已相当广泛。有许多国家在装窑方面，采用了碳化硅质棚板、支柱或匣钵^{[43][53][6]}。碳化硅质匣钵的高温强度比一般粘土质匣钵大很多，在1300°C下的耐压强度约为150公斤/厘米²，因此匣钵厚度可大大减薄，产品装窑量则可增加30%以上。碳化硅质匣钵具有良好的导热性能。例如，含有20%粘土的碳化硅制品，其导热系数1000~1200°C时约为8.32千卡/米·小时·度。此值约为粘土质制品的七倍，为镁砖的三倍。因此，改用碳化硅质匣钵以后，制品烧成的热效率即可提高二倍，并且烧成温度可降低15~20°C，烧成时间缩短8%左右(见表2)。

表2 用粘土質和碳化硅質匣鉢时瓷器的烧成指标⁽⁶⁾

匣鉢种类 指 标	一般粘土質匣鉢	碳化硅質匣鉢
瓷器烧成热效率 (%)	4.7	9.4
匣鉢等所有装窑用具的耗热 (%)	43.2	38.1
最高烧成温度 (°C)	1290	1260
24小时的出車数 (輛)	100	108
制品与匣鉢的重量比	1/9	1/5
每車匣鉢重量之比	100 : 90	
每車制品重量之比	100 : 135	
每車制品的燃料用量之比	100 : 90	

表3 匣鉢种类及其性質⁽⁶⁾

种 类 指 标	粘 土 質	普通高鋁質	高 鋁 質	碳化硅質
SiO ₂	40~75	20~40	20以下	5~10
Al ₂ O ₃	20~40	40~60	75以上	2~5
Fe ₂ O ₃	0.3~3.8	0.5~2.0	—	—
TiO ₂	—	—	} 5 以下	—
CaO	—	—		—
MgO	—	—		—
SiC	—	—	—	80~90
耐火度 (°C)	1580~1730	1730~1790	1790以上	1750~1880
真比重	2.0~2.7	—	3.2~3.4	—
容积比重	1.4~2.3	2.0~2.6	2.7~2.9	2.1~2.7
线膨胀率 (%) (从0到1000°C)	0.4~0.7	0.4~0.7	0.4~0.6	—
导热系数(400~1000°C) (千卡/米·小时·度)	1.0~2.0	1.8~2.2	2.0~2.5	15~20

碳化硅质棚板及匣钵的使用寿命相当长。实际使用效果证明，在1300~1320°C的烧成温度下，约为80~120次，为一般粘土质匣钵的20~30倍。国外资料记载：如坯料中SiO₂含量为80~90%，并用干压法成型，则使用寿命高达120~300次^[18]。

不过碳化硅在700~1200°C时容易氧化，同时由于生成方石英体积发生膨胀，应加以注意。

在个别工厂中，因烧成温度较高或有其它特殊要求，使用了高铝质或高硅质匣钵。而在一般工厂中，则没有广泛应用。

表4 普通堇青石质匣钵的化学组成

厂 名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	其他
江西景德镇匣钵厂*	78.59	8.66	1.86	—	1.13	14.33	—
唐山德盛陶瓷厂**	51.23	37.33	2.05	0.95	0.67	6.57	—
唐山第一瓷厂**	54.00	38.55	1.80	1.06	1.03	3.56	—
苏联基洛夫厂 ^[14]	47.60	40.90	—	—	—	11.5	2.75

* 轻工业部检查组：陶瓷技术资料汇编，1964。

** 唐山陶瓷厂试验室分析数据。

一、匣钵的设计

(一) 形 状

匣钵形状的确定，应同时考虑以下三个方面，使窑炉容积得到充分和合理的利用：

1. 匣钵的内形应与产品的外形相适应；
2. 匣钵柱的稳定性和匣钵柱之间空隙的大小应适当；
3. 充分利用窑炉容积。

匣钵内形与产品外形之间，应保留最小的空隙，确定这个空隙时应注意以下两个问题：

1. 采用合理的装匣钵方法，并能保证产品最高的一级品率；
2. 应当考虑坯体的烧成收缩，尤应注意垂直收缩与水平收缩的关系。大型产品的垂直收缩常显著地大于水平收缩。

对于外形不规则的产品，并没有必要将匣钵形状做的很复杂，以求减少匣钵内的无效空间，因为这样做将影响匣钵柱的稳定性。在圆窑中采用大型的方形或矩形匣钵，显然不利于窑炉容积的合理利用。

(二) 大 小

匣钵直径过小，不仅多耗费装窑工时，影响匣钵柱的稳

定，并且也减少了产品装入量。以装杯类产品的匣钵为例，假设某窑内原来是采用每个能装7只杯的大型匣钵，现若改用每个仅装3只杯的小型匣钵，则势必因装入的匣钵多了，因而多占了窑的有用容积。当然匣钵直径过大时，容易破损。此外工人劳动强度大，操作也不方便。

因之匣钵的大小，应根据窑炉容积的利用情况、匣钵柱的稳定性以及操作上是否方便等来确定。

(三) 厚 度

匣钵厚度应略大于根据高温荷重软化变形试验获得的实际数据，以防止发生意外事故。不应当片面追求生产安全，过分地加大厚度。匣钵厚度过大表面上看来是安全的，

表5 几个地区的匣钵规格比较表 (1963.12.资料)

品 名	地 区	規 格 (厘米)			每立方米能容 納的匣鉢数 (个,計算值)
		直 径	高 度	厚 度	
七吋平盘	江 西	24.7	3.5	1.0	597
七吋平盘	河北唐山	25.2	4.2	1.2	477
九吋平盘	江 西	30.4	4.5	1.0	306
九吋平盘	河北唐山	31.6	5.3	1.2	241
七吋湯盘	江 西	25.2	4.0	1.0	501
七吋湯盘	湖 南	24.5	4.5	1.2	—
七吋湯盘	河北唐山	25.2	4.5	1.8	446
九吋湯盘	江 西	32.7	5.1	1.0	233
九吋湯盘	湖 南	30.5	5.4	1.3	—
九吋湯盘	河北唐山	31.5	5.8	1.8	221

但少装产品，多耗费燃料等的长期损耗，却是很大的。

在设计匣钵的内径和侧面高度时，除应根据产品尺寸、坯体收缩等数据之外，还应当注意匣钵的重烧收缩。一般的重烧收缩虽不大，但在内径和侧高比较合理的情况下，使用几次后，就有可能由于重烧收缩使得匣钵变为废品。

二、使用原料及其要求

(一) 粘土質原料

制造匣钵用粘土质原料，有人认为，以可塑性大的并且莫来石化比较容易的为最好^[7]；但对于木节粘土则有人认为：与其注意匣钵中莫来石的生成量，还不如更多地注意其游离石英的含量^[8]。这就是说，以游离石英含量少的粘土质原料最为适用^{[7][8][9][10]}。

粘土中 K_2O 及 Na_2O 含量较多时，有可能因生成了较多的玻璃相影响了匣钵性能^[9]。例如含有1~3%硷金属氧化物时，在 $1000^{\circ}C$ 下玻璃相量约为10~30%；在 $1400^{\circ}C$ 下则约含40~50%。玻璃相的成份为： SiO_2 82~90%； Al_2O_3 8~13%； K_2O 2~5%。玻璃在 $800\sim 850^{\circ}C$ 时即开始软化^[10]。

$Fe_2O_3 + TiO_2$ 约为5%时，则对于组成接近莫来石的粘土原料的莫来石化有利。 TiO_2 比 Fe_2O_3 的作用更为明显。 R_2O 含量约为2.5%时，莫来石生成量不超过可能生成的60%，含量高达5%时，则莫来石完全消失^[22]。

从化学成份来看，以 Al_2O_3 含量多， R_2O 含量尽可能少，少含或者不含游离 SiO_2 的粘土原料最为理想。但原产的原料不可能很理想，一般含有夹杂物都比较多，所以应该根据实际可能，并考虑到经济上的合理，以不影响匣钵主要性能作为选用工业原料的准则。

我国各地区常用的结合粘土和熟料用粘土的化学组成列

于表 6。

表 6 匣钵用主要粘土原料的化学组成

原 料	灼减	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
马鞍山石	14.13	44.23	38.29	2.38	0.72	—	0.26	0.35	0.21
贾旺粘土	—	45.32	33.51	1.12	1.68	1.51	0.76	1.01	—
焦宝石	14.29	45.12	40.28	0.76	0.69	0.29	0.07	—	—
朔县粘土	22.20	29.68	43.97	2.25	1.12	1.73	0.11	—	—
坊子土	13.26	60.00	22.17	—	0.97	1.35	0.15	1.94	—
烟台粘土(软)	10.92	51.24	30.72	1.36	3.40	0.87	0.42	1.45	—
紫木节粘土	16.38	41.06	39.22	1.60	0.70	0.76	0.10	—	—
三节粘土	12.61	46.84	35.26	0.94	1.36	0.95	0.66	0.40	0.45
四节粘土	10.75	51.80	32.83	0.90	2.15	0.53	0.84	—	—
水曲柳粘土	9.85	57.98	29.79	—	1.53	0.24	0.46	—	—
复州粘土	14.69	45.53	36.94	—	2.30	0.28	0.48	—	—

马鞍山石外观为浅褐色，呈贝壳状断面，致密有滑腻感，为半硬质物，易碎裂。它是较纯的高岭石，但结晶很差，在电子显微镜下看不到明显的高岭石晶体^[11]，为景德镇主要的匣钵用粘土原料。

紫木节粘土^[12]外观呈紫色，三节粘土为灰色，四节粘土为灰白色，通常均呈致密块状，干的粘舌头并略有滑感。紫木节、三节、四节等粘土的主要组成矿物为结晶较差的高岭石，并含少量的多水高岭石。在显微镜下，高岭石的颗粒极细，不易观察光学性质，但测得其平均折光率 $N \approx 1.56$ 。在原矿物中除高岭石之外，尚混有石英及白云母，石英往往成粒状。在紫木节粘土中含多量的氧化铁。

焦宝石、水曲柳粘土、复州（李营）粘土、烟台软粘土等也均为高岭石。呈黄、棕及灰色组织粗松的烟台软粘土，