

高压造型译文集

沈阳铸造研究所译

第一机械工业部情报所

前 言

高压造型是六十年代以来迅速发展起来的砂型铸造新工艺，它不但可以提高铸件精度和表面光洁度，而且还具有生产效率高、劳动条件好、节约金属等一系列优点，因而受到各国重视，得到广泛采用。

近年来，我国广大工人、干部和技术人员，以党的基本路线为纲，高举“鞍钢宪法”伟大红旗，使高压造型新工艺在我国得到应用和发展。

为了适应当前国内迅速发展的高压造型新工艺的研究与应用，适应铸造技术改造的需要，结合我国的具体情况，我们搜集了美国、英国、西德、日本、苏联、丹麦等国在高压造型方面的报导。重点介绍了高压造型用型砂的原材料、型砂配制、质量控制及其性能等方面的文章共15篇。可供工厂、学校及科研单位的有关人员参考。

应当指出，对这些文章应遵循毛主席关于“批判地吸收外国文化”的教导，取其精华，去其糟粕，“洋为中用”，促进我国的高压造型新工艺进一步发展。

由于我们的水平有限，肯定会有许多错误和缺点，请同志们批评指正。

本译文集在编译过程中得到沈阳铸造厂，抚顺挖掘机厂，一机部第一、二设计院，沈阳真空技术研究所，吉林工业大学，昆明工学院及浙江大学等单位的大力支持，特此表示感谢！

编 者

一九七五年三月

目 录

自动造型用的最好膨润土.....	1
高压造型用型砂的基本分析.....	8
高压造型的型砂控制.....	15
用于 DISAMATIC 高压造型的型砂	26
高压造型的型砂强度性能的研究.....	32
汽车铸件生产用的高压造型型砂的配制及其质量的控制.....	39
型砂质量对 DISA 造型线产品质量的影响.....	42
高压造型用型砂和铸造缺陷.....	44
关于高压造型的砂型型壁移动机理.....	53
关于高压造型的研究.....	55
高压造型的铸型和铸件.....	58
双面挤压造型.....	76
一个用户的经验 (意大利莫累伯里莫铸造厂介绍)	80
铸钢件的高压造型.....	85
垂直分型无箱造型自动线.....	93

自动造型用的最好膨润土

近十年来铸造行业最大的发展是采用半自动和全自动的造型设备。自动的高压挤压造型机在现代化铸造方面已确定了它的地位(图1)。高压造型对铸件设计有影响。很多企业希望用潮型铸造使成本降低以及增加较大件的比例。

很多国家用一台自动无箱造型机取代了许多他种造型机。自动无箱造型机能节省大量劳动力。由于这种机器如此有效,特别是可减少熟练工人,并能优质高产地进行生产,使造型从手工操作转变到机械化。由于自动化生产促使辅助的铸造设备诸如自动浇注、自动落砂以及金属处理方法加速发展。

高压无箱造型是一种先进的造型方法,为使生产出的砂型性能均匀,必须提供较好的型砂。此法生产的铸型是紧实的,均匀的,而且尺寸精确。因此能获得尺寸精确和重量均匀的铸件,可使要机加工的铸件的加工余量最小。

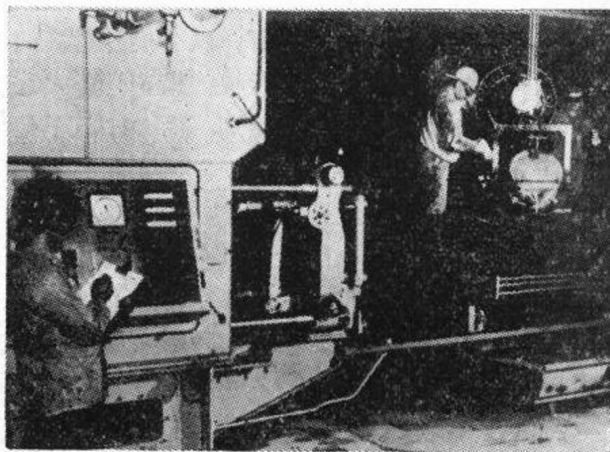


图1 DISAMATIC 自动造型机

铸造工作者累积了许多有关型砂质量和性能的数据。应对造型混合料的各种原材料的性能进行研究。例如用93%砂、4%膨润土和2%水混制的型砂质量是令人满意的,这样少量的膨润土却起很大作用,这就从本质上肯定这样一种粘结材料的配比。

近十年来得出了关于型砂中某些各别成分的许多数据。这些文献作者试图收集成一个有关粘土粘结剂的数据,特别是世界市场上金属铸造行业提供的所用膨润土数据。

1. 膨润土历史

膨润土是指一种特殊的粘土,膨润土在矿物命名学中是年轻的名称。文献中最早论及的是1873年叫做“皂孔状粘土”,最后1897年由于其产地名称才出现膨润土名词。它的组成大部分是蒙脱石。

粘土通常定义

高岭土型粘土,其主要组成部分是水化硅酸铝。结晶水在高岭土中是多种的。当高岭土粘土干燥时,它具有硬的、强韧的质地。这样一类粘土在高温时是耐火的,并转变成一种类似岩石的硬块。

膨润土概述

引人感兴趣和关注的“膨润土”这一术语,尚缺通用的含义。有些人如:Becktner^[6]、Reis^[80]、Shannon^[85]、Davis^[23]、Vacher^[24]等赞同“膨润土”是一种岩石,实质上这些矿物是由玻质的火成岩(通常是火山灰中的一种凝灰岩)经脱玻作用而形成的一些晶质粘土状矿物。

在怀俄明地区的钠膨润土，是古海对火山灰作用而形成的。而这种火山灰，是在几百万年以前，火山喷发后，被风吹、沉积在海水中，遍及2000英里的范围。这种粘土矿物，蒙脱石是其主要组成物，它已经化学蚀变。大多数矿物学家赞同蒙脱石这种矿物是晶质的；而少数学者对此说尚有异议。钠膨润土，特别是沉积在怀俄明地区的，有高的吸附性，用水润湿呈脂滑感，加水时一般能膨胀。膨润土如果是一种钠膨润土，尤其是怀俄明地区的，当含水时它是一种能形成粘稠凝胶或溶胶特性含水铝硅酸盐。膨润土有极大的表面积。钠膨润土悬浮水中时有摇荡趋向。膨润土悬胶带负电，它呈布朗运动。在膨润土结构中的铝元素能被铁、钾、镁或其它诸如碱金属元素置换。怀俄明膨润土在其结构中一般显示出贝得石，但主要是蒙脱石。矿物学家发现膨润土有云母的习性和容易解理。它有一种强烈的闪光条纹和由火山凝灰岩或火山灰分解后遗留的纹理。膨润土还伴有少量方解石、微量石英、火山玻璃、黑云母、长石、石膏和泡沸石。碱交换容量高的膨润土，在pH值约为9.2的情况下分散时，许多电解质对它显著影响。该pH值大致上是它的等电点。怀俄明膨润土钠的百分含量高，似乎H离子是一种絮凝剂，而OH离子是反絮凝剂(粘土悬浮剂)。怀俄明膨润土具有强的碱交换性能，许多钠膨润土矿床之间的主要区别，似乎是碱和碱土金属氧化物在晶体结构中所处的位置不同。

在美国市场上商业用膨润土有两大区分：钠膨润土，一般用“怀俄明”或“西方”词头表示，它在水中能膨胀，其主要交换离子是钠；钙膨润土，用“南方”词头表示，它稍呈膨润，主要带钙交换离子。在这两种膨润土中还有许多中间等级。很早的“怀俄明索菲尔”是迄今尚用的钠膨润土。

2. 钙膨润土

钙膨润土及其中间等级，在美国的许多洲已经发现和进行生产。其他许多国家中亦已发现钙膨润土，并在一些国家中已进行生产。来源于欧洲的绝大部分粘土，在化学处理以前，颇类似美国的漂白土。膨润土作为合成型砂的粘结剂，几乎一成不变地应用于欧洲和美国。

3. 铸造用的粘土粘结剂

良好的铸造用粘土有下列主要要求：

(1) 与砂、水混辗时要有良好的粘结性能；(2) 复用性好，即在普通的加热条件下，不失去粘结性和重胶凝性；(3) 能抵消石英砂的热膨胀，亦即抗铸造过程中砂型膨胀缺陷的能力较强；(4) 粘土能使型砂有适当的变形能力和韧性，以便起模；(5) 耐用性高，以利经济地重复使用；(6) 粘土应使型砂具有足够的干态和热态性能，以使金属良好地浇铸，不造成废品；(7) 型砂在浇铸后及要重新再用时应易溃散；(8) 粘土应能方便、容易而经济地送交用户。

关于粘结性能，对天然的钠膨润土而言，例如怀俄明膨润土，它的湿态、干态和热态抗压强度综合性能均极好。怀俄明膨润土的干强度比钙膨润土的高得多，而且湿强度对水分的敏感性较小。活化处理的钠膨润土，通常有良好的湿强度，但干压强度则在钙和天然钠膨润土之间。

4. 自动化造型

先进的自动造型生产装置，例如DISA对造型材料要求标准化，特别要符合工艺的要求。一些旧的传统概念已不能应用了；型砂的物理和机械性能需考虑到要适应机械操作。砂、粘结剂和附加物不同程度的热变特性应能在型砂再循环使用中识别和补整。

每隔10年,因用机械造型代替人工造型,型砂就起变化。1930~1940年间,用一般造型设备时型砂的湿压强度较典型的是8.0磅/时² (5.5牛顿/厘米²)。随着紧实压力和震击效能的增加,型砂性能达到新的水平。于1950年已达12.0~14.0磅/时² (8.0~9.7牛顿/厘米²),1960年进而高达15~20磅/时² (10.0~14.0牛顿/厘米²)。

现在通用的无箱造型法型砂的湿压强度通常接近25~30磅/时² (17~21牛顿/厘米²)。

为造型机造型设计了一些造型材料(图2~3)。当许多铸型同时被推离输送机时,砂型需有较好的韧性以承受压力。为了满足砂型所需的韧性,膨润土加入量已显著地增加。而较

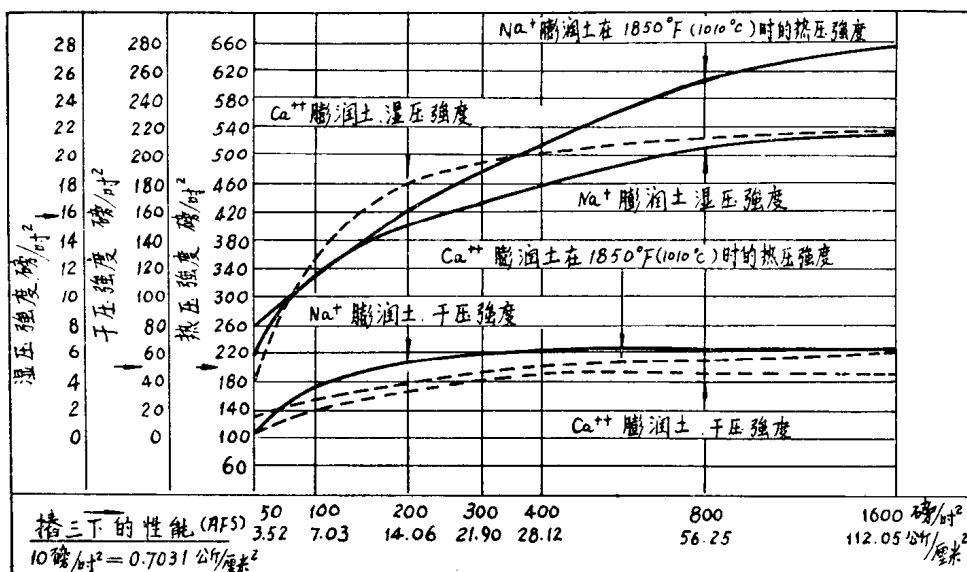


图2 紧实功对砂、Na⁺膨润土和水的造型混合料及砂、Ca⁺⁺膨润土和水造型混合料性能的影响

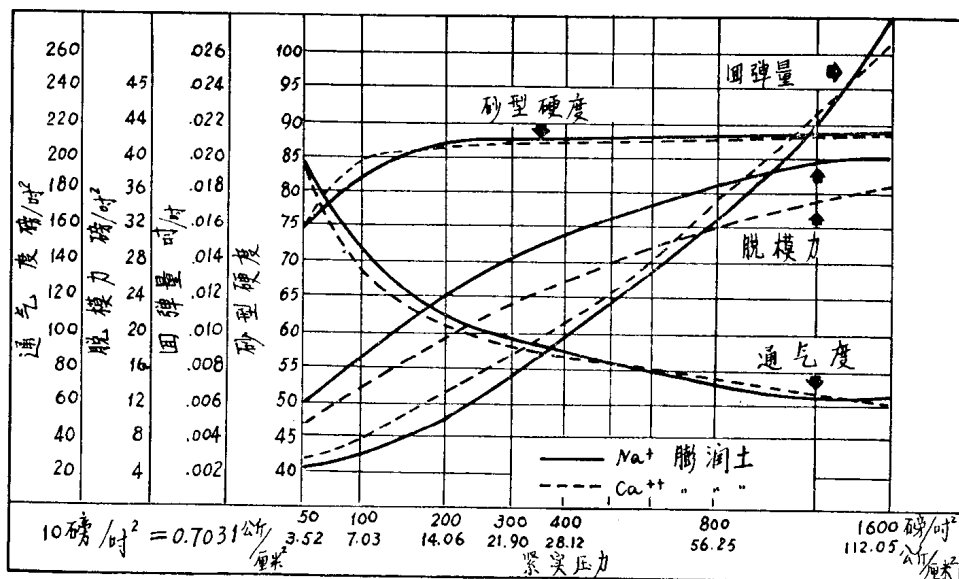


图3 紧实功对砂、Na⁺膨润土和水造型混合料及砂、Ca⁺⁺膨润土和水造型混合料性能的影响

高的 AFS 粘土含量时，用较小的紧实功，砂型就可获得较高的硬度，反过来这又可减少回弹量和减小脱模力。天然钠 (Na^+) 膨润土可使型砂具有最大的韧性 (湿压强度 $\times$ 变形量 $\times$ 1000)。

5. DISA 自动造型装置的工艺

推荐的工艺规范如下：

原砂：

利用 AFS 平均细度 No 60~70、主要分布在四个半筛子上、无粘结性的原砂 (广布多筛最好，通常用两种原砂来混合而成)。(一个筛上留有 10% 或以上)。

新砂加入量：

在造型系统中，当砂铁比为 4:1 时，每浇注 1 吨铸铁要加入无粘结性的新砂 300~400 磅 (150~200 公斤)。

粘土加入量：

天然钠膨润土是主要附加物，而钙膨润土用得较少，以便在出砂或落砂工位控制砂块大小。粘土含量 (AFS) 为 10~12% 时，为使自动造型较顺利地进行操作，建议用 75% 钠膨润土和 25% 钙膨润土。

含水量：

水分维持在 3.0~3.5%。除非型砂极细，水分不宜超过 4%。原砂细度增加时，所需水分就要增多；粘土增加，水分要增多。对膨润土和水的比例应加控制。

注意粘土和水之间的关系。粘土多需水亦多，粘土少需水亦少。常可发现：粘结剂较少及水分较少的型砂和粘结剂较多及水分较多的型砂差不多一样坚固。

易燃附加物：

对所生产的大多数铸件而言，易燃附加物保持在 2.5~3.5% (重量比) 之间。

纤维素降低干压强度。纤维素附加物使砂型硬度和韧性同时降低 (在某些工厂实验室中它们是用破碎指数的试验法测定的)。煤粉和纤维素的加入比例以 2:1 为佳。纤维素不应超过 1~2%[●]。煤粉使湿压强度稍降低一些，但却显著降低热压强度，而干压强度一般是增加的。附加纤维素可改善落砂性，以免过于结块。商业上碳和纤维素的混合物品种在增多，并以各种商业名称生产着。

混碾：

适当混制后可提高破碎指数或韧性，同时可得到满意的湿、干和热态性能。在混砂机用的电动机上用一个安培表或瓦特表来测量混碾效率。有的用一个控制仪自动地控制型砂水分的加入量。

自动造型机型砂的典型性能：

在砂样试验中应采用高的紧实压力，以便使砂样与机器造型的砂型有相同的密度和硬度。

水份 3.0~3.5% (重量比)。

粘土含量 (AFS) 10~12%，采用淘洗法。

易燃附加物 2.5~3.5% (灼损 3.25~4%)。

密度 155 克 (2" $\times$ 2" AFS 试样)。

● 原文恐将 2% 误为 20%——译者

通气度 №70~80。

砂型硬度 90~94 (Dietert B 刻度)。

砂型强度 №454 B Dietert 试验仪 25~30 磅/时²。

湿压强度 25~30 磅/时² (17~21 牛顿/厘米²)。

变形量 0.018 时/时。

干压强度 60~70 磅/时² (41~48 牛顿/厘米²)。

型砂中钙、钠膨润土的比例

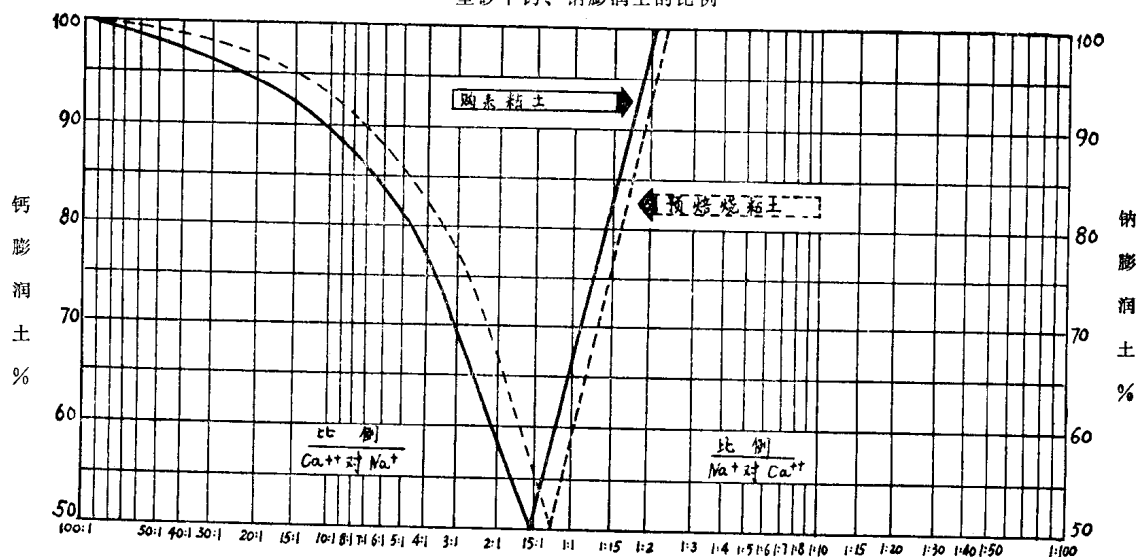


图4 在砂—土—水造型混合料中Na⁺膨润土和Ca⁺⁺膨润土的比例。

此图表示的所有加入的附加物不是再循环型砂系统中所获得的

混合粘土中钠、钙膨润土的比例

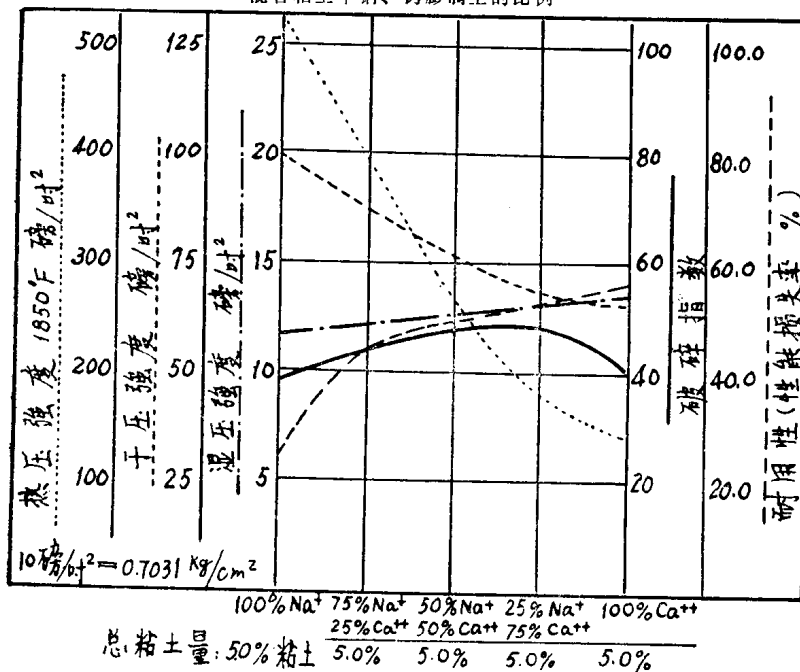


图5 Na⁺膨润土和Ca⁺⁺膨润土混用时混合料的性能

热压强度

1650°F (899°C), 450±20磅/时² (310±15牛顿/厘米²);

1850°F (1010°C), 120±20磅/时² (75±15牛顿/厘米²);

2000°F (1093°C), 80±20磅/时² (55±15牛顿/厘米²)。

令人置疑的是予经焙烧的粘土的那条曲线(图4)会位于购来粘土(AR)的右边,因为较早的论著清楚地指出:当膨润土经过热处理后,钠离子(Na⁺)会较牢固地被膨润土保留住。当在型砂系统内混合使用钠膨润土和钙膨润土时,在重用过程中型砂会逐渐地体现钠膨润土的性能,而获得较高的耐用性。当型砂混合料内仅用5%膨润土时,有关钠和钙膨润土混合料的某些试验数据示于图5。

6. 粘土的耐用性

在砂—粘土—水造型混合料中,粘土的耐用性示于图5●,它是通过改变天然钠膨润土与钙膨润土的比例来观察型砂性能的变化。当减少钠膨润土量时,不出所料,干压强度降低,热压强度显著下降(图5)●。随着钙膨润土百分含量的增加,耐用性不断下降(图5)。

已经证实,天然钠膨润土比天然钙膨润土的耐用性要高得多。经Na₂CO₃湿态活化后的天然钙膨润土有中等的耐用性。当钙膨润土与天然钠膨润土混用时,耐用性会急剧降低。

当在型砂系统内混用粘土时,该系统内的型砂就提高了在重用过程中为获得较高耐用性时对膨润土性能和特征的要求。

在砂—粘土—水混合料中加入纤维素,使热压强度值大大降低。加入木屑和碾碎的燕麦壳时,耐用性显著下降,此时为使造型系统保持砂子的平衡,就需增加粘土的含量。

型砂混合料中加入煤粉与相同的砂—粘土—水混合料但无煤粉的相比,前者湿态、干态和热态性能损失均较少。当用煤粉时,由于粘土效能较高,更易保持造型系统内砂的平衡。所以这是符合需要的。以碳的混合物替代煤粉附加物时,看来似乎可使粘土效能更好。

强烈加热时,所有的粘土都要失去其结晶水,这就伴随发生粘土结构的破坏和永远失去粘结性能。所以,所有的粘土在浇注过程中,其粘结性能都会有所下降。不同类型的膨润土是有不同的脱水特性,所以用于铸造时耐用性或“寿命”就不同。当型砂在一个砂系统中循环使用和选用耐用性高的粘土时,这一性能就很重要。它意味着为使型砂在每一次循环时加入较少的粘土量即可保持适当的粘结性能。粘土失去OH根的温度可由脱水曲线或差热分析求得,一种较好的实用指标可以从图7所示的耐用性或“寿命”试验中获得。此法通常是将

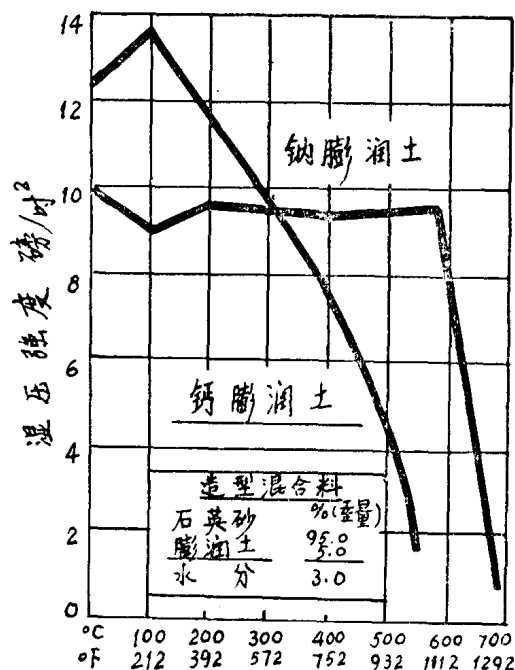


图6 耐用性试验

● 恐原文将图5误为图6。

● 恐原文将图5误为图7。

耐用性—重复浇铸试验

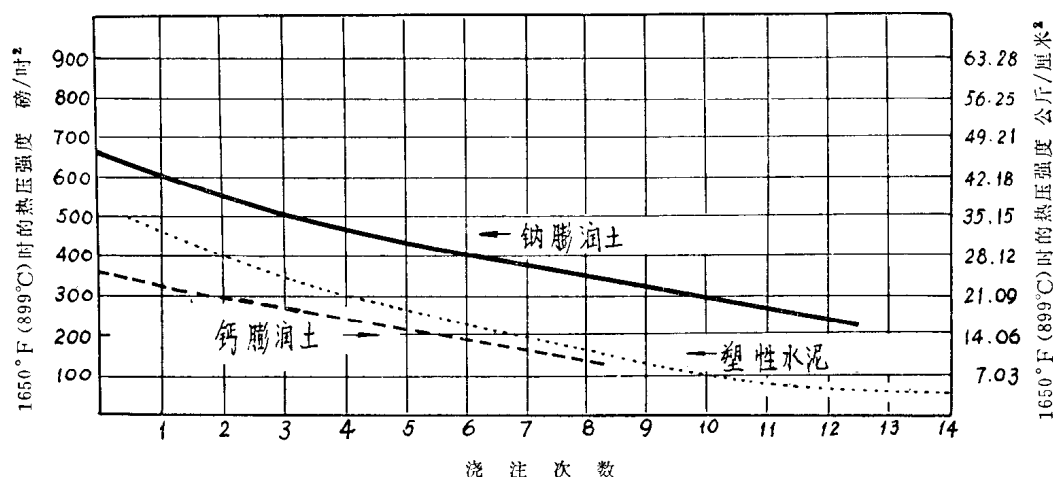


图7 以40磅重的球体铸件作重复浇铸试验时,由钠膨润土、钙膨润土和塑性火泥粘结的型砂,在1650°F (899°C)下热压强度下降的情况

粘土或粘土粘结的型砂在752~1292°F (400~700°C)范围内加热至不同温度,同时将经加热处理过的粘土或粘土砂的粘结性能与未加热的相比较。天然钠膨润土比钙膨润土的“寿命”高得多(图6)。活化处理的钠膨润土的“寿命”可发生显著变化,其中少数的寿命在较短的一段时期内,与怀俄明类型的天然钠膨润土几乎相同。

7. 各种膨润土的差别

不同地点的钠膨润土也有差别,甚至是一个膨润土工厂生产的,试验室也应不时与研究性试验室校验。

湿压强度不是选购膨润土的标准,因为湿压强度高的膨润土,其干压和热压强度可能是低的。实际上这表明砂型变形小,韧性低,型砂耐用性不高。在型砂系统中,耐用性低的钠膨润土会因衰变成枯土而形成大量细粉。这些细粉累积起来,就要求更多的水分。粘土的初值一般是每浇入砂型1吨金属所需的粘结剂总量(见图8)。

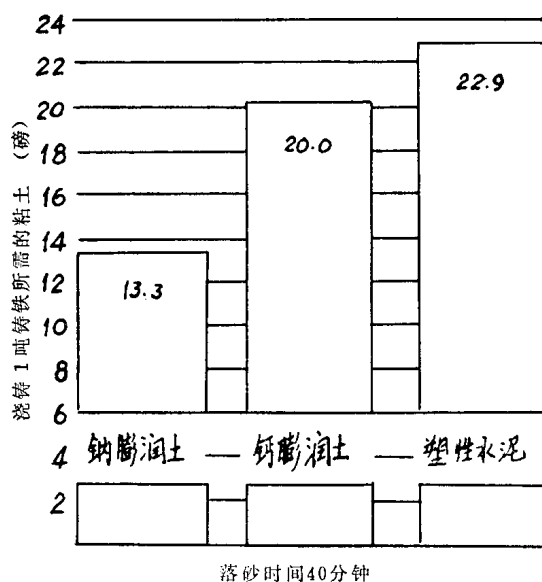


图8 砂、金属比为2:1时,浇铸1吨铸铁所需的粘土的变化

(参考文献117种从略)

原载《DISAMATIC CONVENTION73》, [丹麦], 1973, 10, C. A. Sanders, 9.01~9.31页

邱友鹿、陈一文、浙大铸工教研室 译 吴光峰、陈贞坤 校

高压造型用型砂的基本分析

一、前言

湿型造型的最大特点是型砂加以适当的压力就可以成型，落砂之后只需进行简单的砂处理，旧砂便可回用。

近几年来，由于发现了新的粘结剂，使砂型质量大大提高。虽然造型技术取得了显著的成绩，但是型砂仍然是以硅砂—粘土系为主。

湿型的特点是造型时必须捣实，过去是用人工捣实成型的。用震压式造型比人力捣实造型更有力，因而成型率较高。

目前，随着造型技术的不断发展，湿型造型也朝着机械化和自动化的方向发展了。

高压造型迅速发展起来还是大约 10 年前的事，日本在 1961 年制造了高压造型机，其后的普及是比较快的。

可以认为高压造型技术就是采用一次压实造型。

本文就这些基本事项，将研究结果叙述如下。

二、压力向型砂砂层中的传递

用压实力紧实型砂时，存在着砂箱内砂子之间的内部摩擦及型砂和砂箱、模型之间的外部摩擦等阻力，这样削弱了压实力。阻力越小，砂型的紧实就越好。

因此，压实砂型时求得作用于模型、砂箱表面的压力是必要的。

本试验参考了土木建筑的土壤力学⁽¹⁾。

压实力传递效率 η 可用下式表示：

$$\eta = \frac{\text{作用于模型和砂箱表面的力}}{\text{所加的压实力}} \times 100\%$$

据此，型砂的各种性能与型砂的填充性存在着一定的关系。

如图 1 那样在距圆筒表面深度为 h 的位置上，假设作用于 dh 厚度层垂直方向的压力为 q ，作用于这个厚度层下面的力为 $q + dq$ ，对模型或砂箱面的土压系数（作用于和 q 成直角方向的压力和 q 之比）为 K 的话，

则在圆筒侧壁上的作用力为 $Kq \cdot 2\pi a dh$ 。摩擦力是将 $Kq \cdot 2\pi a dh$ 乘以摩擦系数 μ ，即为 $\mu Kq \cdot 2\pi a dh$ 。

因此，根据作用于这个薄层的力的平衡来看，下面的关系式是成立的。

$$\pi a^2 q + \gamma \pi a^2 dh = \pi a^2 (q + dq) + \mu Kq \cdot 2\pi a dh$$

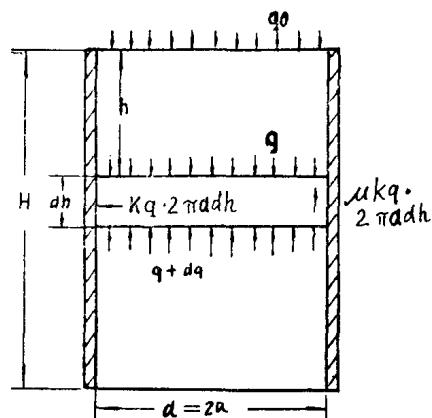


图 1

$$\therefore ah = \frac{adq}{\gamma a - 2\mu Kq}$$

$$\therefore h = \frac{a}{2\mu K} \log(\gamma a - 2\mu Kq) + C$$

当 $h = 0$ 时, $q = q_0$

$$C = \frac{a}{2\mu K} \log(\gamma a - 2\mu Kq_0)$$

$$\therefore h = -\frac{a}{2\mu K} \log \frac{ra - 2\mu Kq}{ra - 2\mu Kq_0}$$

根据上式, 作用于 dh 厚度层上方的压力为:

$$q = \frac{ra \left(1 - e^{-\frac{2\mu Kh}{a}}\right)}{2\mu K} + q_0 e^{-\frac{2\mu Kh}{a}}$$

若上式的 $h = H$ 时, 则向底面传递的压力为:

$$qH = \frac{ra \left(1 - e^{-\frac{2\mu KH}{a}}\right)}{2\mu K} + q_0 e^{-\frac{2\mu KH}{a}}$$

则传递效率为:

$$\eta = \frac{qH}{q_0} = \frac{ra \left(1 - e^{-\frac{2\mu KH}{a}}\right)}{2\mu Kq_0} + e^{-\frac{2\mu KH}{a}} \quad (1)$$

根据上式, 举例并计算型砂和金属之间的摩擦系数及土压系数^[2]的变化引起压实力的传递效率变化, 计算结果如表 1。

表 1

μ	0.25		0.30		0.35	
K	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5
η	67.0%	60.6%	61.8%	54.8%	57.1%	49.6%

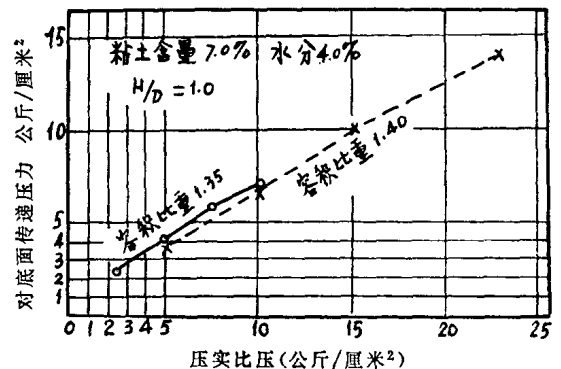


图 2 标准圆筒试样的压力传递情况

实际上, 当 q_0 取最大值时, 则 (1) 式右边第一项的值就很小。因此, 可以认为传递效率取决于 $e^{-\frac{2\mu KH}{a}}$ 。

即, 若增大 η 值就需要降低 H/a 、 μ 、 K 的值。

所谓 H/a , 是受模型突起部的深度、砂箱的大小等决定, 所以在突起部深的地方传递效率的值就小。

关于 μ 及 K 的值, 因型砂的粒度、形状、水分、容积比重等变化而改变的。所以必须用实验来求得这些相关联的值。

下面是用这些基本想法研究压实力传递的情况的一个例子。

图 2 是在湖砂中添加 7% 膨润土及 4% 水而混制的型砂放入试样用的圆筒里分析压实时压力对底面传递的效果。

如图所示，即使加以 $1\sim 2$ 公斤/厘米² 的微小压力，压力的传递也可达到底面的中心。当压实力增加时，向底面传递的压力大体上是成直线上升的。但是，在这种情况下，在底面接近于圆筒侧壁，由于受圆筒内壁摩擦等影响，型砂的流动性较差。

用标准圆筒，圆筒的直径和型砂厚度之比为 1 时，对于压实力来说，底面的传递效率大致为 55~60%。

砂箱的大小与高度之比是 4 倍以上时，传递效率为 80~90%。

从以上的结果可以预测模型突起部分的底面等处型砂的紧实情况。

三、型砂的性能及其填充性

关于型砂的流动性及粘结性，以前下过各种各样的定义并进行过研究。总之，都是希望以较小的能量达到一定的填充性及充填的均匀性。

高压造型时，这种填充性能是特别受重视的。

在本研究中，提出有下列影响填充性能的主要因素，并研究了这些因素对压力的影响。

- (1) 硅砂的形状和粒度分布；
- (2) 粘结剂的含量；
- (3) 水的含量；
- (4) 容积比重；
- (5) 砂箱或模型突起部分的形状和尺寸。

1. 硅砂的形状和粒度分布的影响

图 3 是表示采用形状不同的三种硅砂添加相同含量的膨润土、水分的型砂压实比压与容积比重之间的关系。

尽量选择粒度相同的湖砂、尖角形硅砂及近圆形硅砂，分别添加约 7% 的膨润土、约 3.5% 的水加以混制，装入内径为 70.4 毫米的圆形试样筒内进行压实试验。其结果如图所示，要得到相同的容积比重，三种硅砂的压实力差别很大。

即形状系数为 1.20 的近圆形硅砂填充性好，而形状最差的尖角形硅砂填充性也最差。这和近圆形硅砂及湖砂的压力与容积比重曲线有大体相似的趋向。压实比压约达 10 公斤/厘米² 时，型砂的填充性就非常好，但是如果压实比压一超过 10 公斤/厘米² 时，填充阻力就急剧增大。这种倾向对尖角形硅砂是不明显的。可以认为这是由于随压力增加，容积比重增加，砂粒之间空隙减少的结果。开始从砂粒空隙中排出气体，型砂比较易于紧实，后来砂粒的移动是在水 + 粘土的粘性体中进行的，所以填充阻力就急剧增加。

据称这种曲线的拐点与回弹量有密切的关系^[3]，其弹性压缩达到怎样程度？目前尚不清楚。

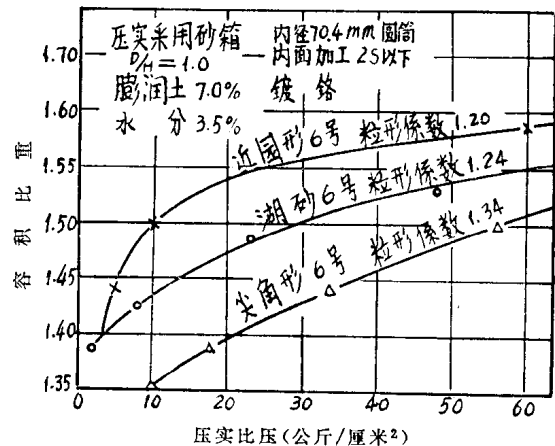


图 3 压实比压与容积比重的关系

众所周知，日本硅砂与外国的比较在形状上是低劣的。因而这对高压造型紧实型砂来说是个最不利的条件。

其次，关于形状的影响，当然粗砂的填充性好，除尖角形硅砂外，其它都未见有明显的差别。

2. 模型及砂箱侧壁的阻力

型砂的填充有两种阻力。即砂粒之间的内部摩擦和型砂与模型或砂箱侧壁之间的外部摩擦。

在这里，改变直径（ D ）和高度（ H ）的比率，对型砂的填充性进行了研究。

图4是试验用砂在圆筒中试验的结果。图5是在长方形220×400毫米的砂箱中试验的结果。

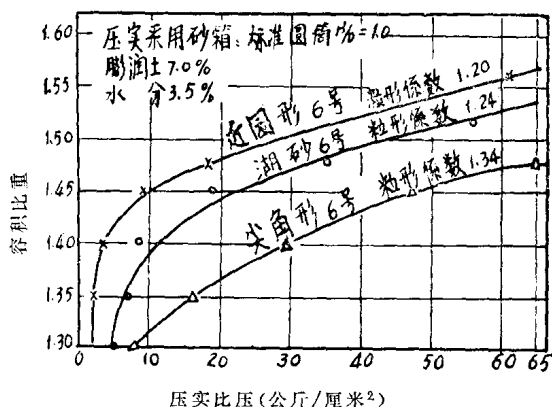


图4 压实比压与容重比重的关系

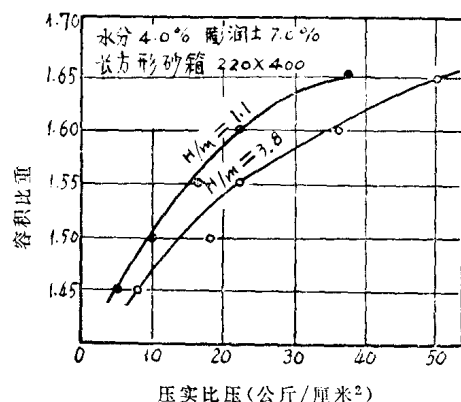


图5 压实比压与容重比重的关系

使用标准圆筒时，直径与高度的比为 $H/D = 1.5$ 以下时，填充性是没有多大变化的。但是当 $H/D = 2$ 左右时，体积与侧面积的比值大的这种圆筒，型砂的填充性很不好，侧面积的影响显著地表现出来。

这种倾向在方形筒中也能见到，但是当体积与侧面积的比值降低时，其影响就减小。

因此，接近于砂箱侧壁的型砂，由于摩擦不能很好地填充，所以砂箱高度便成为造型不好的因素。

实际上，高压造型的缺点之一是砂箱侧壁附近的型砂紧实度差。除此之外，在垂直面上模型吊胎高的地方型砂紧实度也不好。这都是由于外部摩擦引起填充阻力增大的缘故。

四、高压造型的型砂性能

图6图7分别表示型砂透气性、抗压强度、压实比压之间的关系。

必须注意，透气性是随着压实力的增加大幅度下降。抗压强度当然也是随压实力的增加而上升的。但这里应该考虑水分的影响。水分对透气性影响不太显著，而对抗压强度有影响。水分低，抗压强度高，而压实力越大水分的影响也就越大。

从以上几点来看，当水分为3%左右时，图中表示填充性及抗压强度的曲线拐点附近的压实力是理想的。

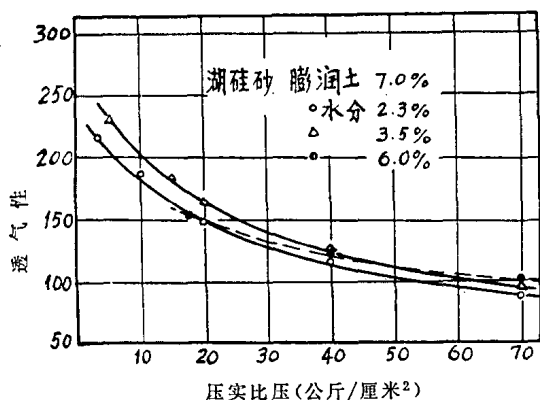


图6 合成型砂在高压压实时的透气性

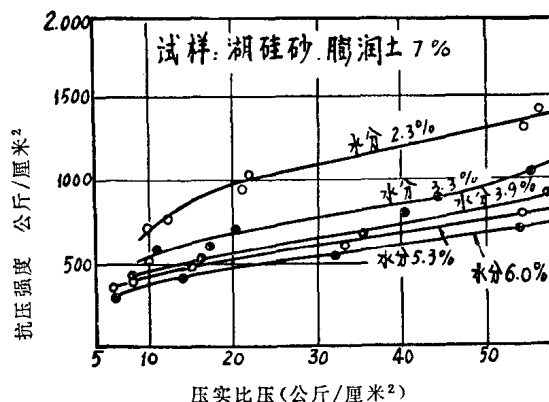


图7 标准圆筒试样的抗压强度和压实比压的关系

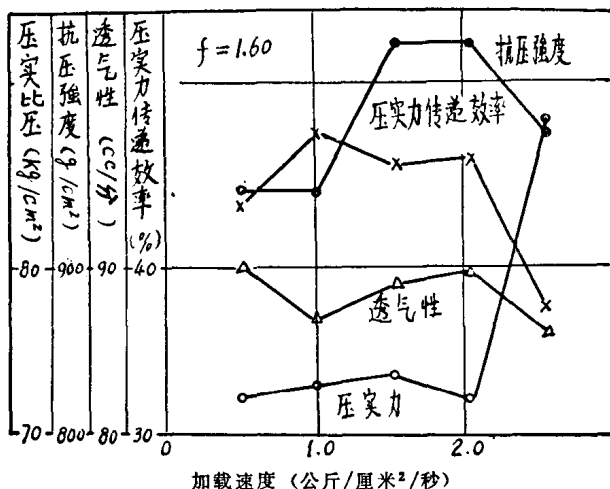


图8 压实加载速度的影响

五、压实加载速度

在紧实型砂过程中，采用动负荷与静负荷对型砂的紧实机理是不同的。

高压造型一般多是静负荷，加载速度的大小也可以推测出对型砂的填充性及负荷力的传递的影响。加载速度增加，对提高造型效率是有利的，所以研究了它的影响。用在湖砂中添加7%膨润土、3.8%水的型砂所作的试验结果如下。

即加载速度为1.0公斤/厘米²/秒以上时，抗压强度显著提高。但是加载速度达到2.0公斤/厘米²/秒时，透气性几乎没有什么变化，当超过2.0公斤/厘米²/秒以上时，透气性就下降。压实力的传递率也是从加载速度2.0公斤/厘米²/秒附近开始急剧下降的。

总之，加载速度在2.0公斤/厘米²/秒以下时，各种性能变化不大。超过2.0公斤/厘米²/秒以上时，其影响很大。所以不允许无限制地提高加载速度。

高压造型是一次压实造型，造型效率确实很高。但是，根据上述结果来分析，造型效率也是有它自己的界限的。

六、高压造型和型砂粒度分布的变化

采用一般震压式或冲压式造型时,对型砂所加的压力是比较小的,所以可以不必担心压坏砂粒,但在高压造型时,就不能忽视这个问题。

尽管砂粒有它自身的抗压强度,在高压造型比压为 $20 \sim 30$ 公斤/厘米² 左右的压实下,砂粒不该被压坏。但砂粒如有缺陷或形状扁平、尖锐等情况,即使用上述的压实力或砂粒之间的摩擦等恐怕也会损坏砂粒。

将压实比压变换为 20、30、100 公斤/厘米² 时,也有这样的研究结果,即粒度分布的变化最大可达 10% 左右。本试验反复十次,粒度分布变化结果如图 9、图 10 所示。由图可见,特别是形状不够好的锐形硅砂,其粒度分布的变化就更大。

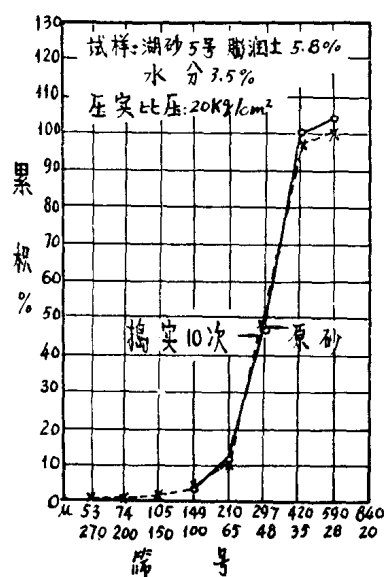


图9 高压压实引起粒度分布的变化

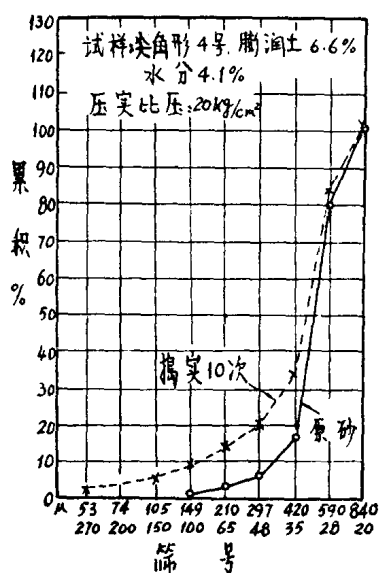


图10 高压压实引起粒度分布的变化

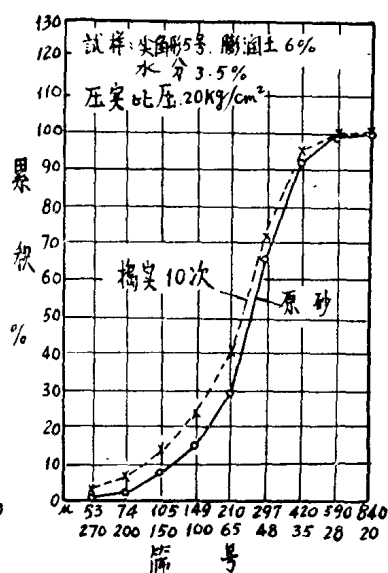


图11 高压压实引起粒度分布变化

因砂粒表面被粘土和水的混合物所包覆着^{[5] [6]},所以压实力小,这些保护膜不会损坏。因此,不要认为砂粒的破坏是由于流体摩擦的结果。

总之,反复使用的型砂,砂粒损坏还有其它的原因,但主要是因砂粒的细化造成的。所以,型砂的性能,还应该探索砂粒老化的问题。

七、结 束 语

就高压造型型砂的几个主要性能作了研究,归纳上述各项,藉助压实力充分填充型砂时,就要改进硅砂的形状和粒度。另外,对填充性及抗压强度等性能来说,以粘土、水分的含量少为好。

实际上在引入高压造型机并用以造型的阶段,上述结果只不过是作为一般常识来考虑

的。那时认为，应用形状比较好的硅砂以低水分进行造型较宜。然而，往往铸件表面不好而起皮，特别是紧实度差的地方起皮更严重。

只靠压实力完全压实成型是没有问题的。但紧实度差的地方出现跑火，因而降低了出售的高精度高压造型机的造型效果。

采用合成型砂，防止起皮问题不大。但应比一般的造型操作格外慎重。

至于砂箱、模型因高压引起变形这是题外话。但必须考虑型砂易于紧实。

总之，在型砂的紧实方面，高压造型比过去的冲压式和震压式造型法有很大差别。所以在引入高压造型机时，必须就型砂的各种基本性能重新加以研究。

据此，用现行的型砂试验机，试验抗压强度、透气性时，标准试样捣实三次是不充分的。应以容积比重为基础，为了得到与高压压实接近的效果，不捣实5~6次，也不可能得到恰当的结果。

(参考文献 6 种从略)

原载《壳型消息》，〔日〕，154号，1969，9.20，28~32页，奥山岁生

林 隆译 张焕文校