

空气冲击造型型砂配比的选择*

吴振卿

(郑州工学院机械系)

摘要: 本文使用空气冲击造型机(砂箱尺寸: $600 \times 450 \times 390\text{mm}$)和空气冲击制样机(样筒尺寸 $\Phi 50 \times 120\text{mm}$)研究了型砂比对空气冲击造型型砂紧实的影响,并在对比分析和试验的基础上,推荐了空气冲击造型型砂配比选择的一些基本原则。

关键词: 空气冲击造型, 型砂配比, 紧实

空气冲击造型是八十年代初出现的一种新的造型方法。它具有设备结构简单、紧实效果好等一系列优点,很快得到了推广使用。然而在引进过程中,使用厂家仍沿用其原有的型砂工艺,造成了型废、铸件废品增加等问题。因此研究确定适合空气冲击造型的型砂配比,是开发空气冲击造型必须解决的一个问题。

空气冲击造型紧砂工艺,除其紧实度高外,还有两个特点:①型砂在紧实之前要求有非常高的运动速度,②型砂的紧实在瞬间(0.02S)一次性完成。本文结合这些特点来使用空气冲击造型机和空气冲击制样机,系统地研究型砂比对空气冲击紧实的影响,提出了空气冲击造型型砂配比选用的基本原则,并进行实物铸件浇注试验。

1 实验装置及方法

为了得到和实际生产相近的试验结果并进行实物铸件浇注来验证结论,使用了一台空气冲击造型机,其砂箱尺寸为 $600 \times 450 \times 390\text{mm}$ 。工作时,气罐内的充气压力为 0.3 到 0.7MPa。紧实过程中空气冲击波的强弱可通过安装在余隙处的气压传感器来测得,紧实后,可在砂型底部沿对角线方向用砂型湿压强度计测量砂型湿压强度^{〔1〕}。

所使用的空气冲击制样机,其结构和原理与空气冲击造型机相同,但各部尺寸均相应地缩小,这样可使试验非常方便地在实验室内进行。制样机样筒直径 50mm,填砂高度为 120mm。型砂紧实过程中,可在样筒顶部的余隙处及底部测量气体压力。紧实后可在样筒底部测量砂型湿压强度。

试验用原砂为内蒙大林砂,粒度为 50/100,膨润土为黑山膨润土。所用型砂如没有特殊说明,则紧实率控制在 $40 \pm 1\%$,膨润土加入量为 10%,典型的型砂配比及工艺性

* 收稿日期: 1989.04

能如表 1:

表 1

型砂配比 (%)		工 艺 性 能			
原 砂	膨润土	紧实率	湿压强度	透气率	破碎指数
100	10	40 ± 1%	0.125MPa	150%	62%

2 试验结果及分析

2.1 型砂紧实率对空气冲击紧实的影响

型砂的松散填充密度对空气冲击紧实效果有相当大的影响⁽²⁾，型砂的紧实率决定着型砂的松散填充密度，同时又对型砂性能的控制有决定的影响，因此研究型砂配比对空气冲击紧实的影响必须首先从紧实率开始。

图 1 所示为砂型湿压强度随型砂紧实率及气罐压力的变化。由图可见，当紧实率控制在 30~55% 之间时，砂型湿压强度随型砂紧实率的降低而大幅度地提高，当紧实率由 55% 降低到 30% 时，砂型湿压强度可提高 2~4 倍。

图 2 所示为使用空气冲击造型机所测出的紧实率由 55% 降到 25% 时砂型湿压强度及其分布的变化。很明显，当型砂的紧实率为 31.5% 时，砂型强度最高，随紧实率增加，湿压强度降低，变化规律和图 1 相似。湿压强度随紧实率的这种变化，可分析如下：

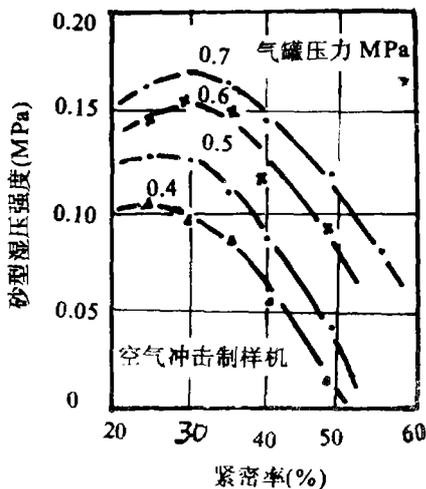


图 1 砂型湿压强度随紧实率的变化

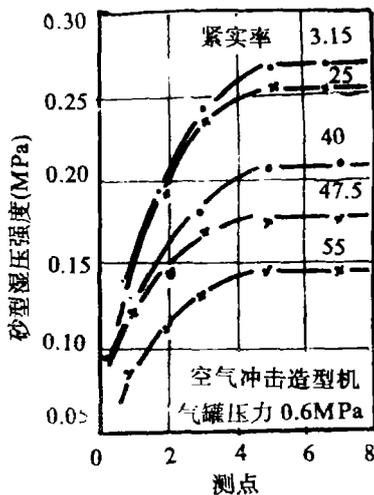


图 2 不同紧实率时砂型湿压强度及其分布

2.1.1 升压速度的影响

升压速度表示单位时间内型砂上方余隙中空气压力增加的速度。一般来说，升压速度越高，则砂型的紧实度也越高⁽³⁾。图 3 曲线 1 所示为升压速度随型砂紧实率的变化。由图可见，随型砂紧实率的降低，升压速度增加，因此砂型湿压强度也随之增加。

2.1.2 气体反压力的影响

空气冲击紧实过程中在砂型底部将产生一定的气体反压力, 该压力对型砂的紧实产生一定的阻碍作用^[4]。图3曲线2所示为气体反压力随型砂紧实率的变化, 由图可见, 气体反压力随紧实率的降低而降低, 紧实率越低, 气体反压力越小, 对型砂紧实的阻碍作用也越小, 因此砂型的紧实度也越高。

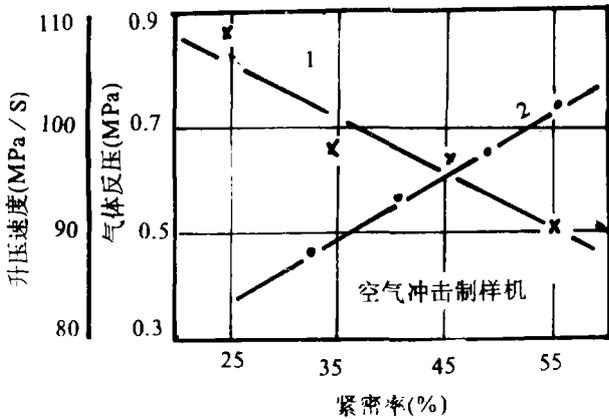


图3 升压速度及气体反压随紧实率的变化

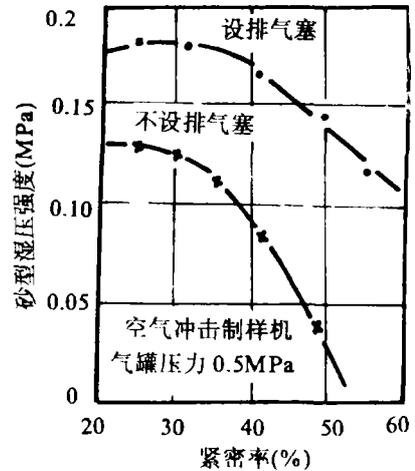


图4 排气塞的设置对砂型强度的影响

空气冲击紧实过程中, 气体反压可利用在样筒底部加设排气塞来加以消除, 图4所示为加设排气塞前后砂型湿压强度随型砂紧实率的变化。由图可见, 排气塞加设后, 砂型湿压强度均得到提高, 但紧实率较高时提高的幅度较紧实率较低时要高得多。例如在紧实率为50%时, 强度由0.02提高到0.14MPa, 提高0.12MPa, 而当紧实率为30%时, 强度仅提高0.055MPa。这是由于紧实率较高时, 加设排气塞后, 基本上完全消除了气体反压, 所以砂型湿压强度较紧实率低时可更大幅度地提高。

根据上述试验结果, 实际生产中如果要使用高紧实率的型砂, 则可通过加设排气塞来有效地提高其紧实度, 但在不设排气塞时应尽量选用较低紧实率的型砂以提高其紧实度。

在图1及图2中, 当型砂的紧实率达到30%再继续降低时, 砂型强度也将随之降低, 这主要是由以下两个原因造成的:

①空气冲击紧实要求型砂在紧实前有一定运动速度, 如果型砂紧实率过低, 则砂粒相互靠得过近而不能获得足够的加速距离, 结果使冲击紧实力降低, 砂型强度也降低。

②型砂紧实率过低, 将使塑性降低, 脆性增加, 从而使砂型强度降低。

除此之外, 型砂的紧实率变化时, 型砂的流动性也将对砂型的紧实产生一定的影响, 流动性越好, 越有利于砂型紧实。

2.2 膨润土加入量对空气冲击紧实的影响

图5所示为不同膨润土加入量时砂型强度和气罐压力之间的关系。由图可见:

2.2.1 在气罐压力一定时, 砂型湿压强度随膨润土加入量的增加而增加, 但随膨润土加入量的不同, 砂型强度增加的幅度也不同, 加入量少时, 增加的幅度较大, 加入量达到一定程度再继续增加时砂型强度提高幅度不大。

2.2.2 在不同的气罐压力下,砂型强度随膨润土加入量增加的幅度也不同,气罐压力越高,强度增加的也越多,反之,气罐压力越低,则强度增加的幅度也越小。例如,气罐压力为0.4MPa,膨润土加入量由6%增加到10%,强度增加不到0.02MPa,但当气罐压力增加到0.7MPa时,强度增加0.08MPa。

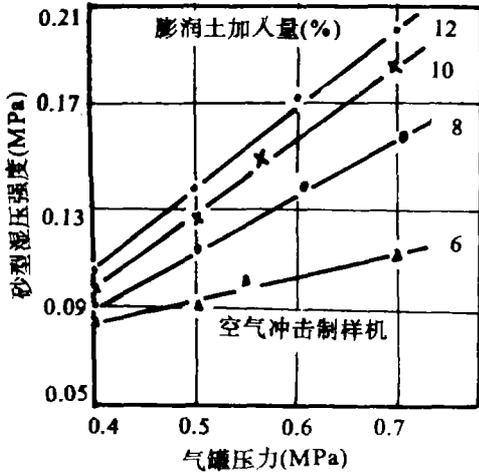


图5 膨润土加入量对砂型湿压强度的影响

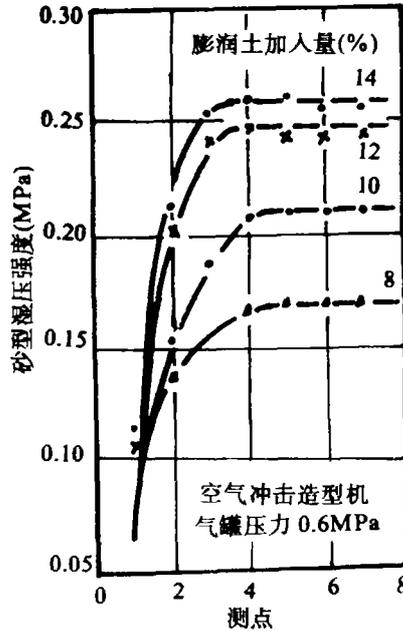


图6 膨润土加入量对砂型强度及其分布的影响

图6所示为使用空气冲击造型机所测出的砂型湿压强度及其分布随膨润土加入量变化的规律。由图可见,其间的关系和图5所示的关系基本上是一致的。

砂型的强度主要是由砂粒周围包覆的一层粘土水化膜所产生的,因此水化膜包覆的完整性和均匀性,将对砂型的强度产生非常大的影响。在膨润土加入量较少时,由于水化膜不完整,此时增加膨润土加入量能较快地增加水化膜的完整性,所以强度增加的幅度较大,但当膨润土加入量达到一定量如10%后,由于水化膜已比较完整,所以继续增加膨润土加入量对提高强度的作用不大,强度提高幅度较小。另外,型砂紧实过程中砂粒间出现一定的粘结力,如要将型砂充分紧实,就必须克服砂粒间已有的粘结力。在膨润土加入量较高时,砂粒间已有的粘结力较高,此时,只有在较高的冲击紧实力之下才能充分克服紧实过程中型砂的变形阻力,使型砂进一步粘结在一起,从而使膨润土粘结力更充分发挥出来,砂型强度更大幅度提高。

2.3 附加物对空气冲击紧实的影响

型砂中仅有原砂、膨润土及水份是不够的,实际生产中常在型砂中加入一些附加物如煤粉、淀粉、重油、糊精等来提高铸件的质量,另外由于高温铁水的作用,在旧砂中常有一定量的死粘土,因此在这里也将讨论死粘土对气冲紧实效果的影响。

2.3.1 煤粉的影响

在铸铁件潮模砂生产中,为防止铸件产生粘砂缺陷,常在型砂中加入一定量的煤粉。

图7所示为试验结果,煤粉加入量分别控制在3%及6%。由图可见,当型砂中的煤粉加入量增加后,砂型的湿压强度也随之增加,但增加的幅度非常小,基本上没有影响。

2.3.2 淀粉的影响

淀粉加入型砂中,可在不增碳的情况下防止铸件产生粘砂缺陷,所以淀粉作为一种附加物,主要是作为煤粉的代用品而用于铸钢件的生产中。

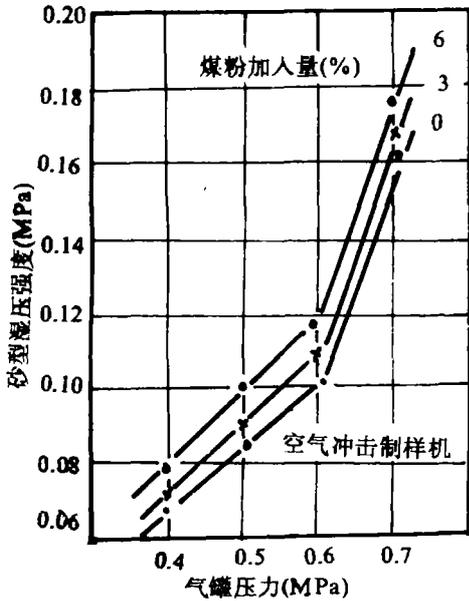


图7 煤粉对砂型湿压强度的影响

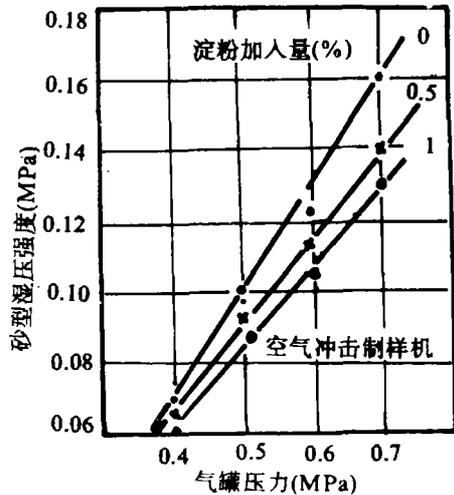


图8 淀粉对砂型湿压强度的影响

图8所示为试验结果,由图可见,淀粉的加入,在一定程度上降低了砂型的湿压强度。这和锤击制样机的实验结果一致,淀粉的加入,一般也降低型砂的湿压强度⁽⁵⁾。

砂型湿压强度随淀粉加入量的变化,可从以下两个方面进行分析:

①淀粉的加入,增加了砂粒在运动过程中的内摩擦力,这样在型砂的运动过程中,能量的损失相对就较大,在样筒底部所得到的紧实能量降低,砂型的强度也降低。

②淀粉本身的粘结力较低,加入型砂后,在一定程度上隔断了粘土水化膜,因此降低了粘土的粘结力,从而使砂型湿压强度降低。

尽管淀粉的加入要降低砂型强度,但一般情况下型砂中淀粉的加入量不超过1%,所以不会对砂型的强度造成非常显著的影响。

2.3.3 重油的影响

重油作为煤粉的代用品在型砂中使用,主要也是防止粘砂缺陷。重油加入型砂之前,先用50%的柴油在高温下稀释。重油的实际加入量分别控制在0.5%及1%,在空气冲击制样机上做出的试验结果见图9。型砂中加入重油之后,砂型湿压强度明显提高。

重油的加入之所以能明显地提高砂型的强度,可认为重油犹如一种润滑剂,加入后减小了砂粒运动时的摩擦阻力,使砂粒相互间较易靠近而使紧实度得到一定程度的提高。

2.3.4 死粘土的影响

膨润土在760℃的高温下将失去结构水,此时膨润土不再具有粘结力,所以称为死粘

土⁽⁵⁾。本试验所用死粘土是将膨润土在 800℃ 的高温下焙烧两小时得到的，其加入量分别控制在 1% 和 3%。图 10 为试验结果，可看出，随死粘土加入量的增加，砂型湿压强度也有所增加，但增加的幅度非常小。这主要是膨润土在焙烧后，完全失去了粘结力，所以不可能再增加型砂的粘结力。但死粘土填充在砂粒的空隙中，在某种程度上提高了砂型的密度，所以可使砂型湿压强度有一定的提高。

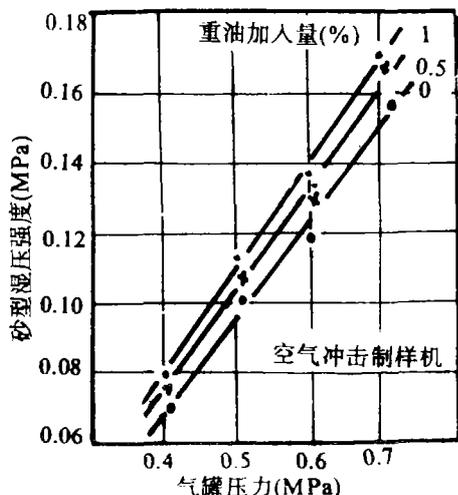


图9 重油对砂型湿压强度的影响

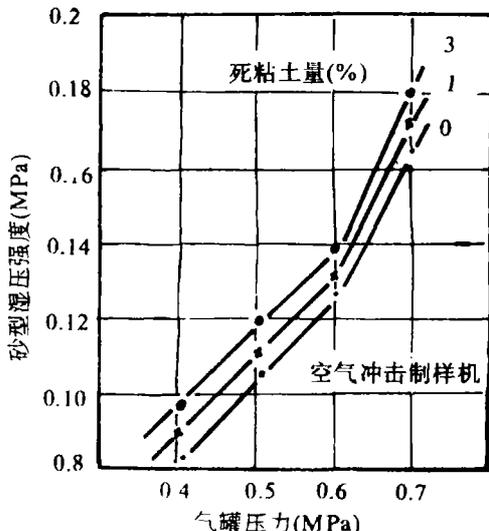


图10 死粘土对砂型湿压强度的影响

3 空气冲击造型型砂配比的选用

高压造型对型砂配比有一基本要求：即高粘土低水份。提出这一要求有以下原因：

①从砂型的紧实来看，低水份可保证型砂有较好的流动性，有利于提高砂型的紧实度及紧实的均匀性。

②从提高铸件的表面质量来看，由于高压造型型砂紧实度非常高，砂型的透气性差，热膨胀力大，低的水份可降低砂型的发气量及发气速度从而防止铸件产生气孔缺陷及水爆炸现象。而高的粘土加入量则可提高砂型的强度以防止夹砂及冲砂等缺陷的产生。

空气冲击造型也属于一种高紧实度的造型方法，砂型强度甚至高于高压造型。在高压造型中易出现的气孔、夹砂、冲砂及水爆炸等现象，在气冲造型中也必然出现。为此，显然从型砂配比来看，空气冲击造型也应使用高粘土低水份的型砂。

另外，从前面的介绍也可看出，砂型的湿压强度随型砂紧实率（水份）的降低及膨润土加入量的增加而增加，在紧实率为 30% 及膨润土加入量为 10% 时基本上分别达到最佳。因此，从提高砂型紧实度而言，高粘土低水份对空气冲击紧实也是有利的。

因此，无论是从型砂的紧实还是从提高铸件的表面质量来看，冲击造型均应使用高粘土低水份的型砂，这一点和高压造型对型砂的要求基本相同。另外由于附加物对型砂紧实度的影响较小，因此可以从提高铸件表面质量等方面出发选择其加入量。具体使用时，也可参照高压造型进行。

根据这一原则, 选择了型砂配比并选用液压阀门铸件进行了实物浇注, 所浇注的铸件满足质量要求。

4 结 论

4.1 在空气冲击造型中, 砂型湿压强度随砂型紧实率的降低而增加, 在 30% 左右达到最大。

4.2 砂型湿压强度随膨润土加入量的增加而增加, 但达到 10% 之后继续增, 强度增加幅度不大。另外在膨润土加入量较高时, 只有较高的气罐压力才能使其作用更充分地发挥。

4.2 随煤粉、淀粉、重油等几种附加物及死粘土的加入, 砂型湿压强度有一定变化, 但幅度不大。

4.4 从提高砂型的紧实度及铸件的表面质量来看, 空气冲击造型对型砂的要求也可总结为高粘土低水份。附加物的加入也可参照高压造型用型砂进行选择。

参 考 文 献

- (1) 吴漫郊. 高紧实度砂型紧实度测量指标的选用. 中国铸机. 1989.2
- (2) Dietmar Boenisch und Kay Daume. Formst. ffc. Formmasschinen und Formstoffprüfung zur Optimierung der impulsverdichtung. Giesserei. 71(1984) Nr.10
- (3) 耿茂鹏等. 气流冲击实验机工况测试与分析. 铸造设备研究. 1986. 第三期
- (4) 陈仕梁等. 气冲紧实造型机理的探讨. 铸造设备研究. 1986. 第一期
- (5) 昆明工学院等编. 造型材料

The Choise of Formula of the Moulding Sand Used for Air-impact Moulding

Wu Zhengqing

(ZhengZhou Institute of Technology)

Abstract: The air-impact moulding machine (flask size: 600×450×390mm) and apparatus (size of sample pipe: $\varnothing 50 \times 120$ mm) were used to study the influence of the formula of moulding sand on the compaction of moulding sand in this article. And on the basis of comparision, analysis and tests some basic principles about choosing the formula of moulding sand for the air-impact moulding were suggested.

Keywords: air-impact moulding, formula of moulding sand, compaction