

# 粘土湿型砂技术讲座

## 第七讲 型砂表层膨胀造成的铸件缺陷

中国铸造协会 (北京 100089) 李传杖

### 7. 型表层膨胀造成的铸件缺陷

因型表层受热膨胀而造成的铸件缺陷(以下简称膨胀缺陷)在湿型铸造的生产条件下极为常见。比较严重的,铸件表面上凸起一片不平整的金属,像牛皮癣一样,将它剥开,就会发现这层金属下面夹着一片型砂。这种缺陷,通常被大家都称为“夹砂”,如图17a所示。也有人叫它做结疤、起夹子、鸡蛋皮等。比较轻一点的,铸件表面上出现细长的凹槽,其中塞满了型砂,如图17b所示。这种缺陷,通常称之为“鼠尾纹”,也有叫它做脉状纹或火溜的。叫做鼠尾纹,是因为它很像老鼠尾巴在松软的表面上拖过后造成的纹路。

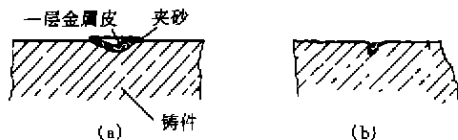


图17 膨胀缺陷示意图

(a) 夹砂 (b) 鼠尾纹

膨胀缺陷,轻则影响铸件的外观,重则造成铸件报废,这是湿型铸造中最令人头痛的问题之一。

(1) 膨胀缺陷的产生 膨胀缺陷都是在浇注过程中产生的,铸型充满以后就不再发生,容易产生膨胀缺陷的部位是铸件的厚大平面上或平面和凸台的过渡处。膨胀缺陷主要出现在铸件的上表面,由上型型表层造成。在一定的情况下,也出现在下表面。

在浇注过程中,金属液进入铸型而又未充满铸型期间,先是上型型表层受金属液辐射热的作用,水分蒸发,成为干燥层。这时型表层的水分凝聚在由近型表层的型砂中,成为高水分的水分凝聚层。此后,金属液继续流入铸型,干燥的型表层继续受热,温度很快上升。型砂受热以后,就发生体积膨胀,而且,硅砂在575℃左右时,会发生由 $\beta$ -石英到 $\alpha$ -石英的同素异构转变,伴随着较大的体积膨胀,硅砂由室温加热到600℃,线膨胀约为1.4%,体积膨胀大致是4.2%,见图18。

这一型表层中的硅砂,在很短的时间内突然发生相当大的体积膨胀。型表层的厚度因铸件的厚薄、大小而有所不同,大约可认为其为0.3~1mm。此时,贴近型表层的型砂,由于凝聚了大量水分,强度大大下降,限制不了要膨胀的型表层。

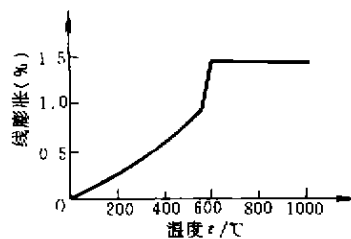


图18 硅砂的热膨胀

在这种情况下,有三种可能:

①如果砂粒间填有其他物质(如粘土膏、煤粉、或谷物粉等),砂粒和砂粒不直接接触,在砂粒受热膨胀时,这种填充物或由受热分解挥发或发生体积收缩,从而腾出足够的地方让砂粒自由膨胀。那末,砂粒虽然都膨胀了,而整个型表层却并不膨胀,只是砂粒排得更紧一些。在这种情况下,不会发生膨胀缺陷。

②型表层虽然要膨胀,但它可以压缩它周围的型砂,使它的膨胀不受阻碍。在这种情况下,也不会发生膨胀缺陷。但实际上,这是不可能的,因为型表层两端的型砂抗压强度都很高,又有砂箱的支撑,型表层的膨胀不可能不受阻碍。

③整个型表层会因膨胀而增加长度。如果型表层两端不能自由膨胀,则因膨胀受阻而产生的应力很大,而水分凝聚层的强度又很低,不足以制约型表层。因此,型表层就将脱离水分凝聚层而向受热的方面凸起。

凸起不多,而且又不破裂,就在铸件上形成鼠尾纹。

凸起较多,但不破裂,就在铸件上形成较粗的鼠尾纹。

凸起较多,而且在金属充满铸型前破裂,就在铸件上形成“夹砂”。

## ·技术讲座·

如果凸起的型表层破裂,并被金属冲走,则在铸件表面造成一块凸起的粗糙疤。

(2) 铸件上表面产生膨胀缺陷的情况 厚大铸件的上表面是最易于出现膨胀缺陷的,图19是其形成过程的示意图,由图可见:

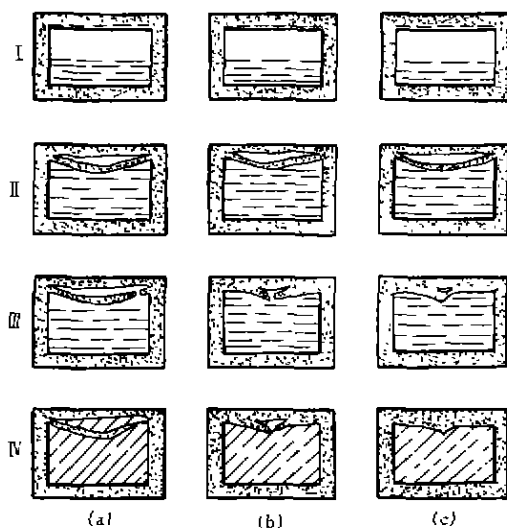


图19 铸件上表面产生膨胀缺陷的示意图

I——金属液流入铸型,型表层烘干,产生水分凝聚

II——型表层膨胀,脱离水分凝聚层

III (a)——型表层在金属液未到达前破裂

III (b)——型表层在金属液到达后破裂

IV (c)——未破裂 IV (a)——大面积夹砂

IV (b)——小面积夹砂 IV (c)——鼠尾纹

①型砂受热后体积膨胀越大,则型表层凸起越多,膨胀缺陷也就越严重。

②在型砂的体积膨胀相同的条件下,浇注速率较高(在型表层破裂之前即将铸型充满),则产生的膨胀缺陷较轻。因此,增大浇注速率减轻膨胀缺陷,这是除改进型砂以外的可供采用的措施之一。

③大型平板状铸件,如果将它置于倾斜位置浇注,则上型面受辐射热的情况会有所减轻。因此,倾斜浇注也是减轻膨胀缺陷的措施之一。

④在铸型表面上插一些钉子,加强型表层与背面的结合,也会有效。

(3) 铸件下表面产生膨胀缺陷的情形 膨胀缺陷主要产生在铸件的上表面,但是在一定条件下,也可能出现在下表面上。铸件下表面上的膨胀缺陷,是因下型型表层膨胀而造成的,和上表面的缺陷一样,也是在浇注过程中产生的。如图20那样

的铸件和那种浇注系统,就容易在铸件的下表面上出现膨胀缺陷。缺陷产生的过程是这样。

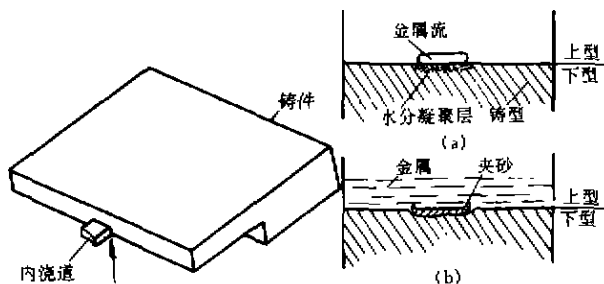


图20 下表面容易出现膨胀 图21 铸件下表面产生缺陷的铸件及其内浇口的设置 膨胀缺陷的示意图

浇注过程中,铸件的肥厚部分未充满以前,紧靠浇口的薄壁部分不可能充满,其上只有一股金属液通过(图20中箭头所指的部位)。这一部分的铸型截面,如图21a所示,直接和金属接触的下表面,很快就被加热,形成干燥的型表层和水分凝聚层。这部分型表层受热膨胀时,两端没有金属对它施予压力,很容易翘起,如图21b所示。金属液充满铸型以后,因型砂有很好的热强度,仍可能保持这种翻起的形状,结果铸件上就会留下两条挺深的、填满了砂子的凹槽,这是比较典型的下表面的膨胀缺陷。

想减轻下表面的膨胀缺陷,只能靠改进型砂、降低铸型的紧实度及改进浇注系统等措施。

(4) 怎样防止膨胀缺陷 造成膨胀缺陷有两个因素:一是型表层因膨胀受阻而产生很大的应力;一是水分凝聚层的抗拉强度很低。

粘土粘结砂的湿抗拉强度本来就很低,凝聚了大量水分以后就更低了。许多试验表明:水分凝聚层的湿抗拉强度大约是1kPa左右,不管采取什么措施,也不会超过5kPa。可见,在这方面下功夫是不会有太大效果的。

可是,型表层中应力的情形就大不相同了。如果型砂控制得好,虽然硅砂粒子的膨胀是不可能限制的,但砂粒之间的粘土膏和辅料受热时发生体积收缩或挥发掉,就足以补偿砂粒的膨胀,就整个型表层来讲,并没有应力。如果型砂不好,型表层中因膨胀受阻而产生的应力,可高到2MPa(即2000kPa)以上。

对于倾向于造成膨胀缺陷的型砂,型表层的应(下转第60页)

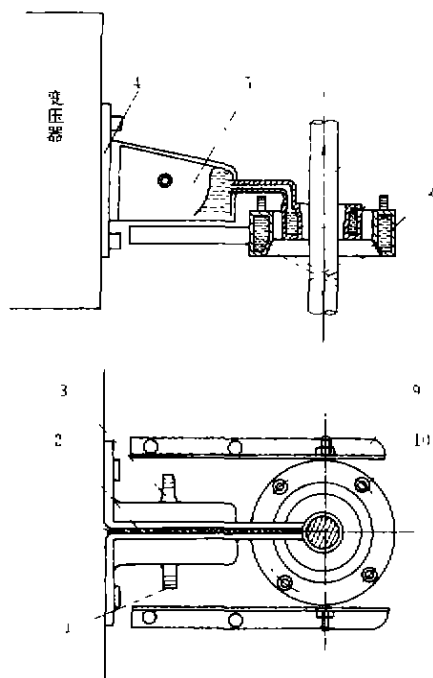


图1 轴类零件连续淬火感应器

1. 出水管 2. 绝缘片 3. 进水管 4. 安装板  
5. 汇流板 6. 工件 7. 感应圈 8. 喷水器  
9. 喷水器支架 10. 喷水管

②加工带法兰盘轴类零件，由于淬火区域要求，感应圈底部端面应做成弧状（如图2所示）。

③感应圈冷却槽应保证有足够量的冷却水。

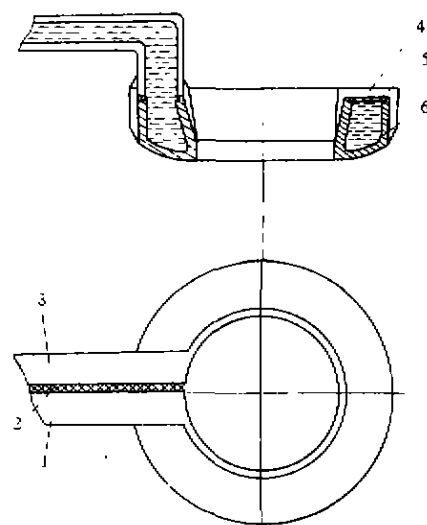


图2 感应圈结构图

1. 出水管 2. 绝缘片 3. 进水管  
4. 硅钢片 5. 封盖 6. 感应圈

④为提高热效率，有时需在感圈上加装导磁体（硅钢片），导磁体加装部位以及加装多少应随工件淬火区域形状和要求而定，尽量保证工件加热区域的加热均匀。导磁体应用玻璃纤维带缠绕定型。

⑤淬火冷却通常采用分体设置的通用喷水器，这样做既经济而且在制作感应圈时也比较简单，不必再考虑喷水系统。

（20010504）

（上接第56页）

力，比水分凝聚层的抗拉强度可能大百倍乃至几百倍。因此，型表层很容易脱离水分凝聚层而凸起，有时还可能使型表层本身破裂。

可见，型表层的膨胀是造成膨胀缺陷的主要因素，也是应该特别重视之处。因此，在单件手工生产的条件下，适当地在砂型上插些钉子，在容易产生缺陷的部位将型砂舂得松一些，加快浇注或倾斜浇注等。但是，在机械化大量生产的条件下，这些措施是很难付诸实现的。在高压造型自动生产线上，就根本没有可能。所以，提高型砂本身的抗膨胀缺陷的能力，就更为重要了。总的来讲，膨胀缺陷是由硅砂膨胀和水分迁移两个因素造成的，如果采用不含水的粘结剂，或采用非硅质原砂，就不会有这个问题。

（待续）（20010628）

（上接第57页）

因素不变的情况下，焊接电流、电弧电压、焊接速度分别对焊缝尺寸（熔宽 $c$ 、熔深 $s$ 、余高 $h$ ）的影响规律如图3a、图3b、图3c所示。

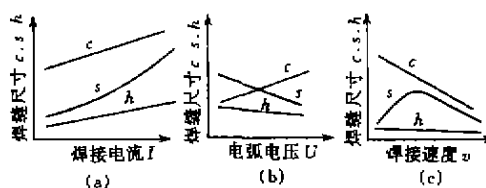


图3

影响焊缝熔合比的大小，主要是装配间隙与坡口角度的大小。当其他条件不变时，装配间隙与坡口角度大，熔合比就小。装配间隙与坡口角度的大小，也明显影响焊缝的形状，特别是焊缝的熔化深度。

（20010316）