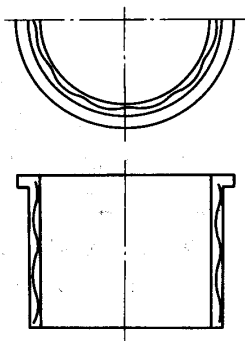


浅析防止高铅青铜在离心铸造中的铅偏析

山西宏益达轴瓦有限公司 (平陆 044307) 段康宏

我公司生产一种轴瓦, 材质为高铅青铜 C94100 (UNS 牌号), 装在一进口机车的牵引电动机上。以前, 机务段在检修机车时, 需依赖进口轴瓦, 由于进口轴瓦价格昂贵且周期长, 不但增加了检修费用, 而且会延误检修周期。

为解决这一难题, 我公司自行研制生产了相近牌号 (ZCuPb17Sn4Zn4) 的轴瓦代替进口轴瓦。但由于这种材质含铅量高, 同时铅的密度较大, 在离心铸造过程中出现了严重的偏析, 具体表现为: 轴瓦断面的中心出现一条宽 1~2mm 的黑色偏析带, 即轴瓦内形成一个富铅的偏析环 (见下图)。下面谈谈我公司在防止高铅青铜在离心铸造中铅偏析问题上所采取的措施, 供同行参考。



轴瓦铅偏析示意图

一、加入第三元素防止偏析

(1) 由于铅的密度大, 不能以纯金属加入, 应以中间合金形式加入, 这就需要配制铅的中间合金。我公司是利用 S 和 Pb 配制, 把硫磺和铅放在同一容器中, 配制成 S-Pb 中间合金, 而 S-Pb 中间合金质量的好坏, 直接影响到铅的偏析情况, 所以一定要控制好配制时的温度和含量。

在 S-Pb 中间合金加入铜液后, S 与 Cu 在液态时互相溶解, 凝固时形成 Cu_2S 化合物, 在快速冷却条件下, 该化合物在铜合金凝固时形成若干结晶核心, 并且均匀

分布在晶界上。当结晶核心达到一定数目时, 使晶界连贯起来, 而铅便在这些结晶核心周围进行结晶, 形成连续的网络状枝晶, 达到防止铅偏析的目的。

(2) 加入 Ni 防止偏析 Ni 与 Cu 在液态及固态下无限固溶, 形成连续的固溶体, 在高温下形成稳定的化合物。在铜合金凝固过程中, 该化合物成为结晶核心, 防止铅的聚集, 有利于得到均匀的组织。铜合金中加入适量的 Ni 能减少铅偏析, 但如果 Ni 加入量过大, 则会大大降低合金的冲击韧度及耐磨性。

(3) 稀土 加入适量的稀土能提高铜合金的力学性能, 减少裂纹, 细化合金的金相组织, 对铜合金的金相组织影响较小。加入 1.5% 的稀土和 2% 的锡 (质量分数) 能使铅极均匀地以细小点块状分布在铜基体上, 但加入量不能过大, 否则会大大降低合金的流动性。

二、熔炼工艺

(1) 加料顺序 $\text{Cu} \rightarrow \text{Ni} \rightarrow \text{回炉料} \rightarrow \text{P-Cu} \rightarrow \text{Zn} \rightarrow \text{Sn} \rightarrow \text{S-Pb 中间合金} \rightarrow \text{稀土} \rightarrow \text{P-Cu}$ 。

(2) 熔化温度 在微氧化性气氛下快速熔化, 熔化温度控制在 1200°C 左右。

(3) 用 P-Cu 中间合金处理好铜合金液, 扒净渣, 准备浇注。

三、浇注工艺

(1) 浇注温度 浇注温度控制在 $980 \sim 1020^\circ\text{C}$, 且浇注前一定要搅拌均匀。

(2) 离心浇注机改造 在离心浇注机铸造模具外改装一套大流量的水冷系统, 并对原水密封罩进行改造, 使轴瓦在离心机中浇注时能形成一个有一定水压和流量的强制性水循环快速冷却条件, 使轴瓦从外向内逐层顺序凝固。

(3) 调整浇注机转速 采用从 450r/min 逐渐增加到 550r/min 的低转速浇注, 以减少偏析; 适当降低浇注速

(下转第 80 页)

所有排气槽都连接到齿形集渣包，再将齿形集渣包与真空系统相连接。在压铸过程中，当冲头运动越过压室的浇料口时，起动真空系统，当冲头运动停止后 10 ~ 15s 时关闭真空系统。此真空系统要求模具表面光滑，动模、静模之间密封性能良好，能取得较好的真空效果，减少产品的内部气孔。

另外，有些压铸机公司推出了真空阀的真空压铸系统，它的原理在于模具开设较深排气通道并与齿形集渣包相连，齿形集渣包再与带有油缸的真空阀相连，其结构示意图如图 2 所示。

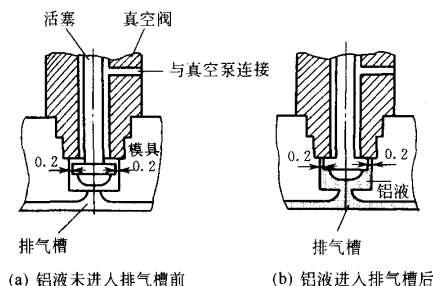


图 2

当铝液充满排气槽后，将活塞顶回，活塞正好将与真空系统相连的通道封闭，关闭阀门。在开模取出铸件后，活塞又返回到原来的位置。

此类真空系统设置简单，只要求当冲头通过压室浇料口的时候，机器起动真空泵，但是，对模具制造和维护水平要求很高，特别是与真空阀相连的模具部位，相互配合的精度要求很高。根据实际使用情况，此真空系统所达到的真空度也最高，效果最好，保证可靠。

另外，有的企业还采用了一套真空系统与多台压铸机相连的真空压铸方式。此系统能满足一般的真空压铸要求，但当多台机器同时使用时，其真空度就不一定能得到保证。

三、模温调节器的应用

模具温度在生产过程中对产品的质量、生产效率具有重大影响，模温不平均或不适当都会导致铸件尺寸不稳定，铸件顶出困难易变形，产生热压力、粘模、表面冷隔等缺陷。

对于铝合金压铸，模具表面温度以 150 ~ 250℃ 为宜。为了使模具达到该段温度，多数压铸厂采用瓦斯喷枪加热型腔或采用金属液低速充填型腔的方法来提高模具的温度。由于这两种方法都会导致型腔表面温度上升

过快，而型腔内部温度较低，因此产生了相应的内应力，模具容易产生微裂纹，既影响产品的外观质量，又降低了模具的使用寿命。

目前，许多国内外著名压铸厂家在使用高精度模具生产高品质的铸件时，采用模温调节器，通过对导热油加热的方法，提高模具温度。当导热油不断流过模具内管道时，使模具的温度总体均匀地提高到适宜的温度，由于导热油还可以像水一样进行冷却，当模温超过设定值时，导热油又开始起冷却作用，从而使模具温度保持在一定的范围内。因此通过采用模温调节器，可以保持模具温度的均匀性，大大提高产品表面质量和模具的使用寿命。

四、结语

通过应用实时监控与反馈技术、真空压铸技术、模温调节器等新技术，可以生产表面质量要求高、致密性好的压铸件，同时延长模具的使用寿命，提高生产效率，在实际生产中具有较高的使用价值。

(20040818)

(上接第 78 页)

度，约 15s 浇完；适当降低浇注温度，使浇注温度接近共晶凝固温度，有利于顺序凝固。

四、铸件毛坯尺寸调整

在保证质量的前提下，工艺设计时适当调整毛坯壁厚，以加快铜液的冷却速度，防止铅的偏析。轴瓦毛坯铸件小头外径由 290mm 改为 285mm，大头外径由 355mm 改为 350mm，内孔由 215mm 改为 218mm，长度尺寸不变。

五、效果

通过采取以上四方面措施进行试验后，从两批 200 多个毛坯的机加工情况表明，这种离心浇注过程已基本形成了良好的从外向内逐层顺序凝固的条件，配合加入防止偏析的第三元素，以及采取其他综合措施，从根上改变了铅集中偏析于轴瓦中部形成环状偏析的状态。断面上已见不到明显集中的黑色带状偏析，而只能看到一些不明显的象“水纹”一样的细纹，其金相组织实际上是铅以细小的球状或蠕虫状均匀分布在铜基体上，从而基本上解决了高铅青铜在离心铸造生产中出现的铅偏析问题。

(20040918)