

铸铁件产生冷隔的原因及防止措施

杨群收¹, 康晋辉²

1. 河南省铸锻工业协会 河南郑州 463000

2. 驻马店技师学院 河南驻马店 463000

摘要: 论述了铸铁件产生冷隔的影响因素及产生的原因, 提出了防止冷隔的措施。

关键词: 冷隔; 铁液温度; 化学成分; 共晶点; 浇注速度

1 序言

有些企业为了防止铸件出现冷隔, 单纯提高出炉温度, 而产生冷隔的原因不仅是浇注温度问题, 还与铁液的化学成分、浇注技术也有着密不可分的关系。在保证铸件物理性能的要求下, 使材质的碳当量CE尽可能地靠近共晶点, 通常把浇注温度控制在材质熔化温度以上60~100℃即可, 在此温度的基础上, 根据铸件的大小、厚薄、几何形状的复杂程度, 以及季节气温的不同, 加上出炉、球化处理、转运过程的降温、浇注过程的降温, 再确定合理的出炉温度。另外, 浇注工人也要据此而控制浇注速度及调整浇包距离浇口杯的位置, 浇注速度通常是“慢、快、慢”, 开始的“慢”是为了使包嘴对准浇口杯, 以防浇到铸型外边; 中间的“快”是为了让铁液迅速充满铸型; 后期的“慢”是为了使铸型内的金属液, 由动压力逐步变成静压力, 以减少铸件产生缩松。建议在生产过程中, 采取综合措施, 防止铸件出现冷隔缺陷。

2 冷隔的特征

冷隔是在铸件上构成未能真正熔合为一体、大小不一及不规则的空洞、凹坑和缝隙, 缝隙穿透或不穿透铸件壁(见图1), 它们的交界处一般是光滑的圆角。冷隔常产生在铸件的上表面或远离内浇口的薄壁处。

冷隔缺陷的产生与铁液的流动性有直接关系, 铁液从浇注到凝固之前, 其流动性经历了三个阶段: 纯液态流动性; 结晶态流动性; 铁液前段结壳合拢。

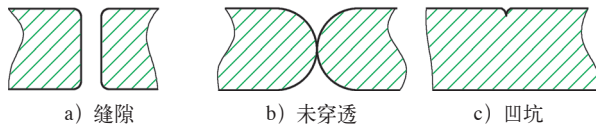


图1 冷隔形态

3 冷隔产生的机理

对于产生冷隔机理的研究, 其实就是对影响铁液流动性诸因素的分析研究。尽管影响铁液流动性的因素很多, 但是归纳起来主要有以下几方面。

(1) 化学成分和浇注温度的影响 铁液的化学成分及浇注温度均可影响到铁液的流动性, 图2为铁-碳相图, 图3为铁液碳含量与流动性的关系。

浇注温度越高, 铁液的含热量越多, 流动性就越好。为了比较不同化学成分铁液的流动性, 我们假设各种成分的铁液都取相同的浇注温度。

图2表明, 对碳含量(质量分数)大于、等于或小于4.3%的铸铁, 都采用相同的浇注温度(1400℃)下的状态。从图3可以看出, 含碳量越

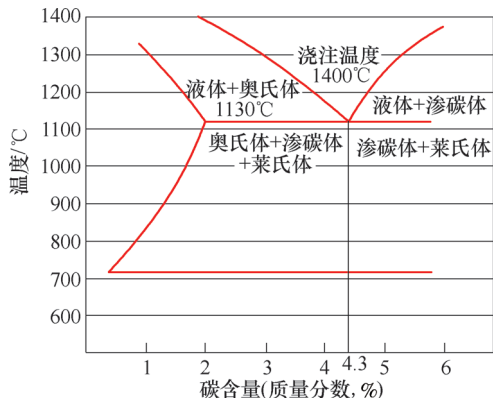


图2 铁-碳相图

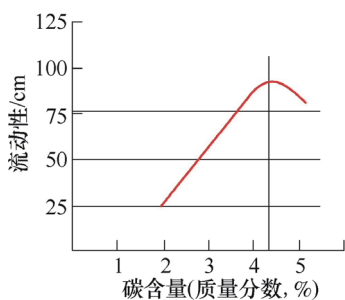


图3 铁液碳含量与流动性的关系

接近共晶成分，纯液态流动距离（时间）越长，液的流动性越好。这是因为碳当量（CE）越接近共晶成分，铁液开始结晶凝固点越低，虽然浇注温度相同，但是因为越接近共晶成分的铁液过热度越高，延长了铁液流动时间，因此流动性就好，从而可以得出如下结论。

1) 在相同的浇注温度下，由于接近共晶成分铁液的过热度相对高，所以流动性好；反之，当铁液成分远离共晶成分时，流动性就变差。

2) 提高铁液过热度是改善流动性的重要措施。

我们知道，铁液流动性是纯液态流动与结晶态流动之和，在相同过热度时，各种成分铁液的纯液态流动性基本相同，而在结晶态下流动性却有很大的差别，这是因为不同成分铸铁的结晶特点不同。共晶成分铁液是在一定的凝固温度下结晶，冷却凝固过程是有表向里逐层凝固的，已凝固的硬壳表面光滑，还未凝固的铁液在硬壳内流动时阻力小，结晶态下流动距离长，因此共晶成分铁液的流动性好。而其他成分铸铁的凝固，是在一个温度范围内进行的（液相线与固相线的温度距离），即存在开始凝固温度与凝固终了温度，有一个液态和固态并存的区域。这个凝固温度区域越大，即这个液相+固相并存区域就越大，在这种状态下，金属液内先生成的树枝状结晶粒，把铁液隔成许多小熔池，铁液流经迂回曲折，流动阻力较大，因此铁液在液相+固相并存区域内结晶的流动性差。

从以上分析得出，共晶成分铁液由于有一定凝固温度，逐层凝固，也就是说铁液在“凝固-流动-结晶-流动-凝固”的过程中道路畅通，所以在结晶态下的流动能力较强，流动性好；而具有凝固温度范围的铁液，在结晶态下的流动性有阻力，所以流动性差。这就是化学成分与浇注温度对铁液流动性

的综合影响。

(2) 砂型的特点和浇注条件对铁液流动性的影响 砂型的特点对流动性的影响，主要表现在砂型的阻力和导热能力方面。

1) 砂型阻力：砂型几何形状的不同，对铁液流动的畅通影响就不同，如断面的大小、厚薄、几何形状的复杂程度等。

2) 导热性能：要求砂型发气量少、透气性好。加入导热性能好的附加物（如煤粉、焦炭粉等物），来均匀内外层的受热作用，从而提高其热体积稳定性。

浇注条件对流动性的影响，主要表现在浇注温度和外力方面。外力方面是指浇注速度的快慢、铁液流的大小以及浇包距砂型的高低等。

(3) 浇冒口系统的设计 在浇注过程中，铁液与砂型接触后，型砂因受热而产生大量气体，型腔内的气体受热也随之急剧膨胀，二者重合起来使型腔内的气体急剧增加，在此情况下型腔内的气体如果不能顺利排出，就会阻碍铁液的流动和顺利充满铸型。为此，除要求型砂含水分低、发气量少、透气性能良好之外，还需要合理设置排气冒口，多（方位）扎设排气眼，并使（如上下箱在没有开箱起模之前，从上箱扎排气孔，直接与下箱型砂扎透）排气管道畅通无阻，这些都是防止铸件出现冷隔（气孔）缺陷而在工艺上常采取的有效措施。

4 具体操作中产生冷隔的原因

1) 浇注温度太低，浇注速度过慢，浇注时间过长。

2) 化学成分不合格，碳当量（CE）太低或太高，即远离了共晶点，降低了铁液的流动性。

3) 铸件断面厚薄差太大，或断面薄且长。铁液在充型途中，降低了铁液的流速，铁液散热过量，使铁液不能很好地充满型腔。

4) 浇注过程中意外发生中断。

5) 当铁液温度稍低时，浇包距砂型距离太小，或浇速缓慢，铁液动压力不足，使流动性本来就差的铁液流的更加缓慢。

6) 上砂箱太矮，直浇口太短，又没有加设浇口杯，致使铁液动静压力不足。

7) 砂型太湿，吸热量过大。型砂受热后产生大

量的水蒸汽，或砂型中煤粉以及其他产生气体的物质太多，导致生成大量的气体，如果铸型排气性能不好，则增加了型腔内的气体阻力，阻碍了金属液体的流动。

8) 出炉温度过高，金属液过度氧化，或其中非金属夹杂物多，降低了铁液的流动性和熔接性。氧化的铁液表面白亮，看似温度很高，但流动性却差（一线的老师傅称之为“假高温、不走路”）。

9) 内浇道开设的太薄且长，或内浇道开设的位置不合理，铁液流经内浇道时流速慢、散热量大（薄壁铸件的内浇道厚度可占铸件厚度的2/3），当铁液汇集接头时，各接头的表面张力已很大而不能互熔，故造成铸件冷隔。

10) 球化处理、扒渣后，没有加盖保温剂。

11) 抬包浇注过程中，工人的浇注姿势不正确，浇注的铁液流“细、高、慢”，从而延长、增加了铁液与空气的接触时间及面积，使铁液更加降温并氧化。

5 防止产生冷隔的措施

1) 当金属液具有适当的浇注温度及足够的流动性条件下，浇注工的操作技术，对于防止铸件出现冷隔有着至关重要的作用。浇注工应根据铸件的大小、壁厚、几何形状的不同，正确控制浇注温度和浇注速度。一般情况下应采用“先快后慢”的浇注方法，“先快”产生的动压力使铁液尽快充满型腔；“后慢”旨在以静压力的方式，使型腔内的铁液平稳充实。但是如果铸件的大平面在上面，比如大型变速箱的下箱体，浇注后期不能慢，更不能停。当然浇注这种类型的铸件，在工艺上还应采取如增高上箱高度、加设足够高的浇口杯等措施。

2) 在不影响铸件质量要求下，调整、改变化学成分的含量，使其碳当量（CE）尽量接近共晶点，以提高流动性。

3) 冲天炉炉工应合理控制风压、风量、风口直径、底焦高度，防止铁液的氧化。控制炉料质量，尽可能减少铁液中的夹杂物，清理干净包内的熔渣，覆盖保温集渣剂。

电炉炉工应使用质量合格的炉料，多次扒渣，并根据铸件的大小、厚薄及几何形状的不同，控制出炉温度。

4) 为加快铁液充填铸型的速度，应适当加大浇口的横断面积；合理选择铁液引入铸型的位置，尽量缩短铁液的流程；提高充型的动压力及静压力。

5) 选用质量合格的煤粉、陶土等添加物，适当减少砂型中发气物质的用量，提高砂型的透气性。

6) 在铸型适当的位置设置排气冒口。如果在铸件的最高处不能直接放置排气冒口，那就要在最高处的边部开设边排气冒口。

6 生产实例

例1：某厂生产差速器右壳，采用黏土砂造型，多触头微震造型机。球化处理温度及浇注温度的改变过程：球化温度从1490~1510℃降至1410~1430℃，首浇温度从1410~1390℃逐步降至1360~1380℃、1340~1360℃、1310~1330℃，尾浇温度均≥1260℃，既解决了铸件的缩孔缺陷，又避免铸件产生冷隔缺陷^[1]。

例2：某厂生产汽车上的411壳铸件，造型采用树脂砂套壳工艺，原来的球化处理温度为1570~1580℃，优化后的球化处理工艺见表1^[2]。

表1 优化后的球化处理工艺

序号	出炉温度 /℃	首浇温度 /℃	尾浇温度 /℃	浇注时间 /min
1 (目标)	1500~1520	1400	1290	<10
2	1520	1395	1280	9
3	1520	1380	1280	9
4	1521	1376	1261	9

采用优化后的球化处理工艺，既解决了铸件的缩孔缺陷，也没有再产生冷隔缺陷。

7 结束语

1) 避免铸件产生冷隔缺陷，不能单纯地提高出炉温度。

2) 要解决铸件的冷隔缺陷，应从工艺设计、熔炼温度及元素控制、型砂配置、浇注技术等方面综合考虑，这样就可以有效地减少或杜绝冷隔缺陷的产生。

参考文献：

- [1] 吴军，杨群收. 差速器右壳生产工艺的改进[J]. 铸造工程师，2013（10）：52-53.
- [2] 陈启明，程万涛，等. 411壳生产工艺的完善[J]. 铸造工程师，2017（6）：41-42.