

浅析消失模铸钢件气孔缺陷及解决措施

曾祥泉

【摘要】浅析了消失模铸钢件气孔缺陷的形成原因，提出了综合解决的措施，实践证明这些措施可有效地解决铸钢件的气孔缺陷。

消失模铸造是一种近无切削加工铸造工艺，具有铸件精度高、设计灵活、无砂芯、生产环境清洁、投资和生产成本低等优点。此项技术在国内外发展十分迅速，各项相关技术都取得了长足进步。

消失模铸造技术在铸铝、铸铜、铸铁等材料上得到较好的应用，但在铸钢生产的应用上则相对滞后。虽然在高锰钢、耐磨钢等钢种上也有成功应用的报道，但在实际的生产过程中，由于铸件在浇注充型过程中，金属液的流动前沿是热解的消失模产物（气体和液体），会与金属液发生反应并影响到金属液质量，如果热解产物不能顺利排出，就容易引起气孔、增碳、增氢等缺陷，使该技术的应用受到一定的限制。消失模铸钢件的常见缺陷就是气孔，因此对其产生的原因进行分析并提出相应的防止措施，为消失模铸造技术更好地应用于铸钢件的生产提供指导是十分必要的。

一、产品现状及气孔成因

我厂生产的铸钢件迷宫环（见图1），材质为ZG270-500，质量为35kg。

生产条件：每箱10件、聚苯乙烯泡塑料的密度为0.022g/cm^3，采用水基涂料，烘干室温度为45℃左右，烘干时间为48h，冒口用AB胶粘接，垂直放置，直浇道45mm×45mm，横浇道40mm×25mm，内浇道为20mm×15mm。底注，负压度为0.05MPa，浇注温度为1550℃，浇注时间为13～17s，浇注3 min后停止抽真空，30min后落砂。机加工后在补缩冒口处发现大量分散性气孔，出现在铸件内部和铸件表面上（见图1），最大的直径达3mm，深度达4mm，不合格品率达60%。我们对气孔缺陷进行系统的整理和分析，认为形成的气孔主要是侵入性气孔和析



图 1

5. 结语

我公司采用上述中频感应电炉熔炼方法及离心浇注方法制造合金铸铁气缸套毛坯，克服了感应电炉熔炼中存在的铁液过冷倾向较大及孕育效果差的缺点，生产出的气缸套完全满足主机厂对高性能合金铸铁材质的要求，并且合理利用了废弃物料，降低了气缸套制造成本。

作者简介：高金刚、张加中、戚娟娟，江苏爱吉斯海珠机械有限公司。

MW 20141010

手机扫描二维码，
收藏本文电子版

出性气孔，并对产生的原因进行了较深入的探讨。

气孔的形成来源于气体。消失模铸造铸钢迷宫环上的气孔主要是由泡沫汽化产生的气体侵入金属液析出而形成的侵入性气孔，以及钢液中带入的析出性气孔。

1. 侵入性气孔的成因

侵入性气孔是消失模铸钢件气孔产生的主要形式，其形成原因有以下几方面。

（1）浇注过程中，浇注时间过短，充型过快，泡沫塑料模样不能被迅速汽化，裂解的液态产物进入金属液中，铸件凝固后，气体不能被排出，而在铸件中形成气孔。

（2）泡沫塑料模样的发气量随浇注温度的升高而急剧增大，图2为浇注时气体压力随浇注时间的变化，可以看出，浇注的瞬间气体压力急剧升高，由于铸钢浇注温度较高，浇注时瞬间发气量很大，气体不能被及时排出，特别是钢液在紊流状态时将气体卷入其中，形成气孔。

（3）粘接泡沫塑料模样用粘结剂使用不当是形成侵入性气孔的重要原因。实际生产中发现，铸钢件在泡沫塑料模样粘接处往往产生大量的气孔。如果用插接或钢钉连接泡沫塑料模样，该处就不会产生气孔。这是由于连接处使用了较多的粘结剂，无论用851强力胶还是AB胶，其密度是泡沫塑料的几倍甚至几十倍，其汽化速度远比泡沫塑料慢且汽化温度高，当胶还没有汽化时金属液上升而将胶裹住，在随后的冷却过程中不断汽化，从而在铸件中形成气孔。

（4）水分也是形成铸钢件气孔的因素之一，浇注时水分的来源主要有以下几方面：一是涂料没有彻底烘干，或是由于水基涂料中含有CMC、聚乙烯醇、白乳胶、淀粉等有机粘结剂，如果挂有涂料的模样烘干后不能及时浇注，就会吸收空气中的水分。另外，涂料的膨润土等悬浮剂多含有结构水和结合水，由于模样烘干温度一般只有40℃左右，其结构水和结合水一般仍存留于涂料中，这部分水分在高温钢液的作用下汽化；二是泡沫塑料模样由于干燥不充分，泡沫粒珠中仍残留较多的水蒸气；三是来自型砂中的水分。

2. 析出性气孔的成因

析出性气孔是指在熔炼过程中金属液吸气，在金属凝固过程中，多金属中析出而形成气孔。当金属液吸入水蒸气时，在高温金属液的热作用下，水裂解产生氢气，氢气溶解后裂解成氢原子，这些原因在金属液的凝固过程中重新聚合，生成氢气，无法排出，就形成了析出性气孔缺陷。这种气孔特点：气壁比较光滑，有金属光泽，气孔比较小但数目较多。

二、解决铸钢件气孔的措施

由以上分析可知，浇注过程中，浇注时间过短，充型过快，泡沫塑料模样不能被迅速汽化，粘接泡沫塑料模样用粘结剂使用不当，是造成铸钢件气孔的主要原因。另外，浇注系统设计不合理，还有模样、涂料及浇注等方面的因素。

1. 减少泡沫塑料模样的发气量，降低发气速度

（1）在保证模样强度、刚度的前提下，尽量减少模样的密度，从而减少发气量；将直浇道、冒口及厚大部位做成空心泡沫塑料模样（目前我公司采用的泡沫塑料密度为0.017~0.020g/cm^3）。

（2）减少浇注系统的尺寸，内浇道由原来的20mm×15mm改成15mm×15mm，使浇注时间增加到20s左右。降低浇注速度从而降低聚苯乙烯的发气速度，使产生的气体通过涂料层得以及时排出而不进入钢液。模样充足的汽化时间也使其汽化率提高，减少了聚集在钢液与涂料层界面的液态残留物，避免在轮缘的侧面形成气孔。

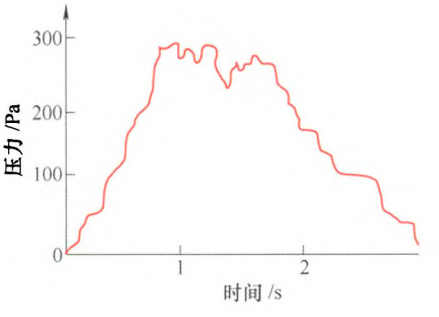


图 2

2. 使用发气量低的粘结剂

粘结剂用量越少越好，最好冒口与产品整体一次成形，或使用插接或钢钉连接，或粘结剂与钢钉联合使用。

3. 保证涂料质量

（1）选用高温透气性好的涂料，增加涂层的透气性和润湿性，降低气隙空腔的气压，以保证金属液平稳充型。在干砂消失模铸造中，由于使用干砂造型，干砂透气性远高于涂料的透气性，涂料的透气性主要取决于涂料透气性的大小。当涂料透气性较小时，涂料的透气性远小于模样的热解速度，合金液流前的气隙中的压力很高，合液态金属流动前沿很不稳定，造成卷气与吸气。

（2）涂料挂涂要均匀，具有高的高温强度，以减少涂层厚度，一般控制在0.5~1mm即可。

（3）涂层应充分烘干，烘干的模样应及时浇注，避免受潮。

我们通过上述三种措施对原有的涂料进行了改进：硅砂的粒度由原来的0.071mm（200目）改成0.080mm（180目）；乳胶由原来的25kg改成了20kg；纤维素由原来的4kg改为5kg。改进后的涂料增强了高温强度与透气性，且不易开裂。

4. 设置集渣与排气冒口

聚苯乙烯泡沫塑料模样的气体分解产物都要通过涂层逸出型腔，由于金属液充型速度很快，液态热解产物来不及充分裂解汽化，使液态产物或残留物往往积聚在铸件的死角或顶部，使这些部位易形成气孔。因此，应在这些部位设置小冒口，冒口顶部涂料用细物扎多个小孔，以利于积聚的液态产物最后汽化时将气体排出。冒口尺寸可根据产品的大小来设置，小冒口也较容易清理。实践证明，这些小冒口可有效地消除铸件的夹渣及气孔缺陷。

5. 选择正确的浇注工艺

（1）浇注位置应尽量使重要的大表面处于竖直或倾斜状态，有利于金属液的平稳充型和塑料模样的逐渐汽化，使气隙压力较小及保持平衡。

（2）浇注系统优先选用封闭式的底注、阶梯浇注或侧注，保证金属液的平稳流动及避免浇注过程中大量空气进入型腔。

（3）提高金属液的浇注温度，减小浇注速度，有利于泡沫塑料模样的充分汽化和迅速地排出。实践证明提高浇注温度可有效地减小气孔等一系列铸造缺陷。铸钢件浇注温度应在1600℃以上，此时应保证涂料有较高的高温强度，否则会导致较严重的粘砂。

（4）坚持“慢-快-慢”的浇注原则。先用小流量金属液点通直浇道，在用大流量快速充满浇口杯封闭直浇道，保证真空度，直到浇口杯金属液不在下沉时为止。由浇入的钢液量估计液面快达到铸件顶面时，放慢浇注速度，减少金属液流量，保证金属液中的或可能侵入的气体逸出涂层或从金属液析出。

6. 浇注前应对钢液进行充分除气

（1）清洁炉料，特别是铁锈严重的炉料应经除锈处理。

（2）快速熔炼，缩短高温熔炼时间。

（3）充分脱氧，用铝量一般为0.04%～0.06%，不超过0.15%。

另外，型砂要干燥，不使用含水分或潮湿的型砂。铸钢件的真空负压度一般应控制在0.05～0.06MPa为宜。

三、结语

通过以上综合措施的实施，不但基本解决了铸钢件迷宫环的气孔缺陷，同时还减少其他品种铸钢件气缩孔现象，成品率达90%以上。

参考文献：

[1] 陈国桢，肖柯则，姜不居.铸件缺陷和对策手册[M].北京：机械工业出版社，2003.

[2] 杜其新，厉三于，章舟.消失模铸造高锰钢弯管[J].铸造技术，2003卷（期）563-564.

[3] 刘立中，付通顺等. 耐磨钢弯管的实型铸[J].铸造:1998（4）：41-43.

作者简介：曾祥泉，机械工程师，江西新钢机械制造有限责任公司技术部。

MW 20140918