中小型低合金钢气缸体的铸造工艺研究

邹颖，卢明亮，张旭东

摘要：介绍了中小型低合金钢气缸体的结构特点，通过设计合理的浇注系统、补缩工艺及优化的砂芯结构，成功生产出了满足客户要求的缸体铸件。

关键词：低合金钢；气缸体；铸造工艺；造型；浇注

汽轮机是将蒸汽的能量转换成为机械功的旋转式动力机械，又称蒸汽透平。气缸是汽轮机的外壳，其作用是将汽轮机的通流部分与大气隔开，形成封闭的气室，保证蒸汽在汽轮机内部完成能量的转换过程。气缸是汽轮机的核心铸件之一，气缸产品的质量直接影响着汽轮机工作的可靠性、安全性。

1. 铸件概况及结构

气缸材质为ZG15Cr1Mo1V，属耐蚀耐热低合金钢。产品形式为水平对分形式，分为上下气缸，属于有水平中分面的圆筒形气缸铸件，铸件长约1800mm，宽1530mm，上半铸件高950mm，下半铸件高610mm，气缸最大壁厚150mm，最小壁厚30mm，壁厚差异大，局部热节多。

从气缸铸件的材质上看，熔炼时钢液极易吸气而产生气孔缺陷，且易出现小裂纹。从铸件几何结构看，结构复杂，型腔多且公差要求严格，尺寸难以控制。局部热节多且热节分布不集中，产品结构不利于补缩，极易产生粘砂和裂纹缺陷。缸体铸件结构如图1所示，三维实体如图2所示。

2. 铸造工艺设计

（1）浇注位置设计　铸件的浇注位置确定为水平中分面向上，气缸上半分型面选择在水平中分面上以及主调节阀气室水平中心上，气缸下半分型面选择在水平中分面上。

（2）冒口、冷铁设置　气缸上半在水平中分面法兰上设置6个冒口，对于主调节阀气室、抽气调节阀气室及进气室的法兰分别设置暗冒口和外冷铁，使热节处得以补缩且保证内在质量。

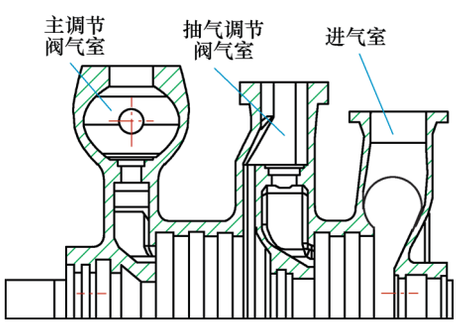
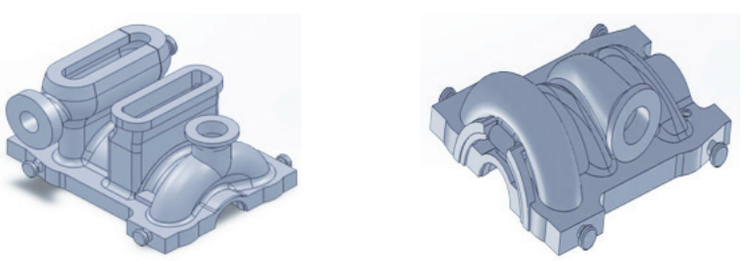


图1　缸体铸件结构



（a）气缸上半　　（b）气缸下半

图2　缸体铸件三维实体

与主调节阀气室相连的法兰设置一个暗冒口，冒口补贴延续到中心位置，底部设置半周外冷铁激冷，保证法兰组织致密内部无缺陷；气缸下半在水平中分面法兰上设置8个冒口，弯管法兰上设置一个暗冒口，底部放置半周外冷铁。对于无法补缩到的局部热节和壁厚差异大的部位采用铬铁矿砂和外冷铁激冷，保证铸件无缩孔、缩松及裂纹。为保证缸体上半铸件两个法兰的中心距，在两个法兰之间设置一道拉筋，以及在水平中分面上的紧固螺栓孔之间设置拉筋，保证铸件尺寸不超差。

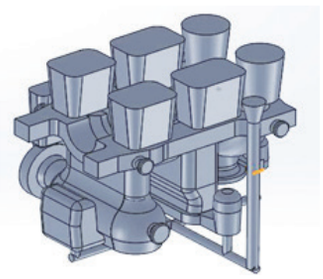
（3）浇注系统布置　铸件采用开放式浇注系统，气缸上半从底部暗冒口底注，直浇道为ϕ100mm，横浇道及内浇道4道，尺寸为ϕ70mm。气缸下半采取侧面三个直浇道浇注，直浇道为ϕ80mm，横浇道及内浇道3道，尺寸为ϕ70mm。采取这样的浇注系统有利于充型平稳，防止钢液冲刷型芯，利于铸件的顺序凝固。缸体铸件铸造工艺如图3所示。

3. 造型、浇注

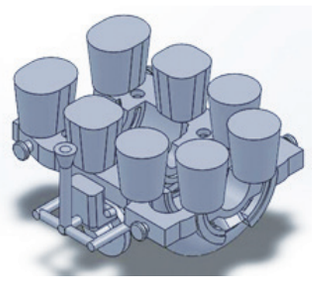
生产采用组芯造型方式，缸体上半做一个外型实样，19个芯盒；缸体下半做一个外型实样，15个芯盒。阻碍起模和起模困难处均设置活块。外型刻好砂芯位置线、轴向中心线。

型砂采用呋喃树脂自硬砂，型芯表面涂刷醇基锆石粉涂料，以保证型芯尺寸精度。铸件表面流道芯采用新砂制芯，减少砂芯的发气量，降低铸件产生皮下气孔的倾向。部分壁厚较大处的砂芯铺设铬铁矿砂，激冷局部热节，保证组织致密。

熔炼采用电弧炉+AOD双联熔炼的方案，AOD精炼可以减轻钢液的二次氧化，并且降低钢液中气体和非金属夹杂物的含量，以保证钢液的纯净度和铸件的性能。浇注前先对型腔充满氩气，防止钢液在型腔内氧化。浇注时冒口及时加入发热剂，防止冒口顶面凝壳，提高冒口补缩效率。



（a）气缸上半



（b）气缸下半

图3　缸体铸件铸造工艺

4. 结语

通过以上控制措施，解决了一系列的技术难题，成功生产出了满足客户要求的缸体铸件，并得出以下结论。

（1）铸件壁厚差异大且不规律，在壁厚变化较大的位置合理地设置外冷铁及对应型芯处合理铺设铬铁矿砂，防止铸件应力集中出现裂纹，保证铸件内部组织致密无缺陷。

（2）钢液进入型腔时，不可避免地要卷入夹渣，使其上浮到冒口中去是保证气缸铸件内部质量的关键，因此顶部冒口及连接阀体法兰冒口是解决补缩和浮渣的良好条件。

（3）采用开放式的由底部暗冒口底注的浇注系统可保证砂型不会局部过热，且充型平稳、降低钢液冲刷力，提高冒口补缩效率。

作者简介：邹颖、卢明亮、张旭东，沈阳铸锻工业有限公司。

MW 20170117

铸造征稿启事

《金属加工（热加工）》一直秉承“以实用性为主，来源于实践，服务于生产”的报道方向，主要选登实用性强、具推广意义的技术文章。

《金属加工（热加工）》长期面向广大铸造工作者征集优秀稿件，凡涉及铸造工艺、设备、材料、熔炼、检测技术、缺陷分析，以及铸造节能环保技术和生产管理的文章均可向我刊投稿。

《金属加工（热加工）》为国家级期刊，发表论文（不收取版面费）可用于技术职称评定。优秀论文同时在铸造生态圈微信号上发布。

投稿路径：1. 登录http：//tougao.mw1950.cn 网上投稿系统

2. 邮箱：rb1950@126.com

《金属加工》编辑部