超超临界汽轮机缸体上半铸造工艺研究

杜延强，张亚才

摘要：对带气路的超超临界汽轮机缸体上半的铸造工艺进行了详细研究，并对气路部位砂芯春制、下芯固定、排气等工艺措施进行了讨论，实践证明这些工艺措施切实可行。

关键词：超超临界；汽轮机缸体；气路；铸造工艺

目前，高效率的超超临界发电技术已经成为国内外竞相发展的技术，而该技术对其所需的汽轮机缸体质量提出了更高的要求。因该类型缸体带有气路结构，铸造难度大幅增加，因此本文拟对620℃工作条件下超超临界火力发电机组所用汽轮机缸体上半（缸体分上下两半，本文仅讨论上半）的铸造工艺方法进行介绍，并对气路结构部位砂芯在春制、下芯固定、排气等工艺措施进行了讨论。

一、铸件结构

超超临界汽轮机缸体上半（以下简称缸体上半）精加工最大外形尺寸为3880mm×1590mm×1552.5mm，净重33480kg。图1为缸体上半的三维结构。

由缸体上半的结构可以看出，该缸体带有环形贯通、尺寸大小不同的两个气路结构，其中尺寸较大气路部位的剖面如图2所示。因该气路截面尺寸较小、周向尺寸较大，因此要着重解决其在铸造过程中砂芯的制芯、起芯、下芯、排气、退让性及固定等一系列问题。

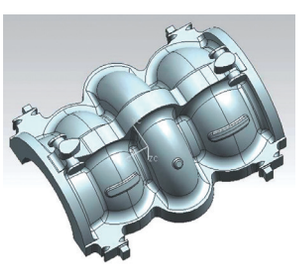
二、铸造工艺设计

1. 整体方案设计

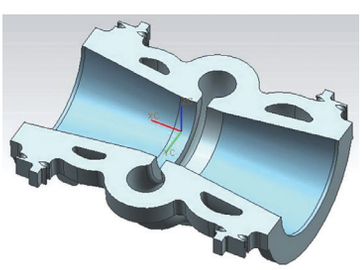
将缸体上半上平面设置为分型面，在该上平面进行冒口设置，并采用开放式底返浇注系统进行造型、浇注，以减轻浇注过程中钢液对砂型的冲刷。铸件整体采用实样造型、内腔组芯。

2. 气路清砂孔设计

为方便打箱后清除气路里面的砂子，经与用户沟通，把缸体上半结构进行修改，即在气路结构部位、铸件外侧上设计出清砂孔（见图3、图4），然后采取后焊清砂孔堵板最终成形的方法。



（a）外部



（b）内部

图1　缸体上半的结构

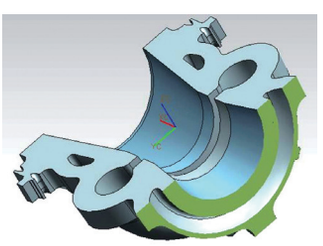


图2　缸体上半气路结构剖示

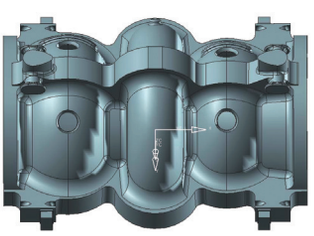


图3　缸体上半开设清砂孔

3. 冒口、冷铁设计

（1）根据铸件热节大小及分布，设置尺寸不同的明冒口、暗冒口。为满足气路结构部位造型操作及铸件凝固补缩需要，将其中一种明冒口设计为异形冒口，其余冒口设计为尺寸不等的圆形冒口。

（2）在铸件底面及冒口间的部位设置随形外冷铁，以形成顺序凝固趋势，并提高各个冒口的补缩效率。

（3）为保证气路部位能够得到充分的补缩，在气路外壁设置补贴（补贴的厚度由下至上逐渐增大）。

通过以上措施确保铸件本体无缩孔缺陷，以满足无损检测要求。经MAGMA铸造模拟软件模拟（见图5），缩孔集中在冒口内，铸件本体内无缩孔缺陷，证明了工艺参数的可行性。

4. 造型操作要点

（1）造型方法　手工砂箱造型。

（2）造型材料　面砂为呋喃树脂铬铁矿砂；背砂为呋喃树脂硅砂；气路芯全部为铬铁矿碱酚醛树脂砂。

（3）涂料　醇基锆石粉涂料，刷3～4遍。

气路芯操作要点如下：

1）气路芯内放置无缝钢管（气路芯内部结构见图6），以满足其浇注过程中的排气要求。同时，无缝钢管要依气路直径尺寸弯曲成形，尺寸要精确。

2）无缝钢管外缠空心尼龙绳，以满足气路芯退让性及排气的要求。

3）无缝钢管材质、尺寸规格、数量要合适，以满足打芯过程中春砂紧实空间操作要求，并满足气路砂芯起芯及下芯过程中气路芯不变形、不开裂的要求。

4）气路芯起模后在两端芯头部位用钢筋焊接下芯横梁，防止下芯过程中砂芯因受力而损坏（气路芯三维状态见图7）。

5）气路芯下芯操作完成后，将其内部的钢筋与砂箱焊接固定，防止漂芯。

（4）造型过程　主型春制→翻箱→起出主型→型腔刷涂料→下气路芯(然后进行砂芯固定）→下内腔砂芯→合箱（冒口箱）→放置压铁→搭浇注台准备浇注→型腔烘烤。

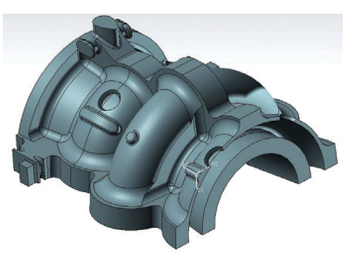


图4　缸体上半气路清砂孔剖示

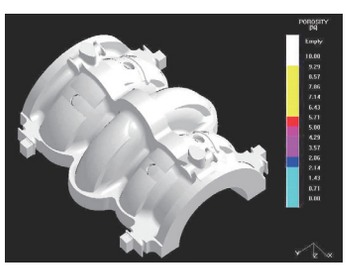


图5　铸造模拟示意（不带冒口）

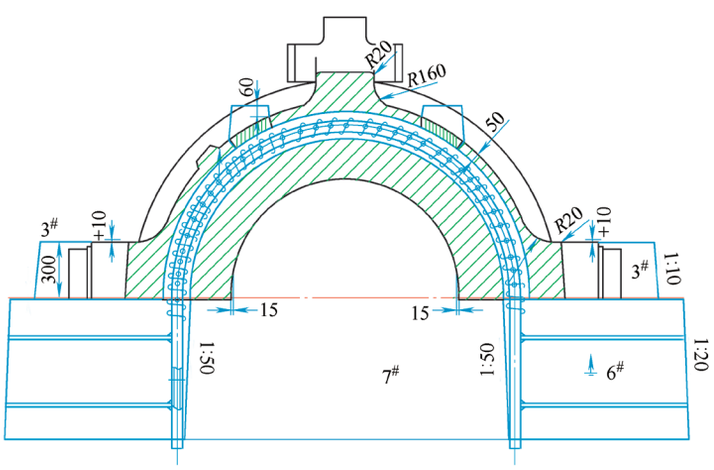


图6　气路芯内部结构

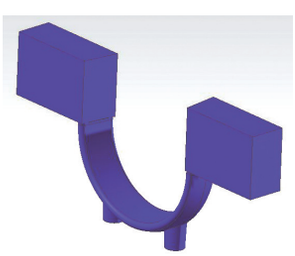


图7　气路芯三维示意

三、熔炼、浇注及清理要求

1. 熔炼

钢液要求精炼，w_P、w_S均≤0.010%，熔炼时要严格控制钢液的冶金质量和残余元素含量，按专用熔炼工艺进行熔炼，保证炉前成分符合要求，浇注温度为1550～1560℃。

2. 浇注

缸体上半为单包浇注，浇注前型腔内充满氩气并做好氩气保护。浇注开始前进行双孔外引流，浇注时全流浇注。浇注后向所有明冒口撒保温剂，厚度＞150mm。

球墨铸铁阀门无冒口铸造工艺研究

柴知章，于鹏

摘要：对大口径(DN2000)球墨铸铁阀门无冒口铸造工艺进行了研究，通过合理设计成分和熔炼工艺，优化了低温浇注工艺，采用顺序凝固理论和均衡凝固理论相结合研制的浇注系统，采用局部加冷铁和优化设置过滤网孔径的技术，浇注出的铸件产品晶粒细小，没有出现等轴晶、球状和粒状晶体的结构，石墨无漂浮，铸件无缩松。

关键词：球墨铸铁；无冒口；低温浇注；石墨化膨胀

一、研究背景及思路

在国内所检文献范围内，有关大口径球墨铸铁阀门无冒口铸造工艺技术方面，仅有厚大球墨铸铁飞轮铸造成形方法、球墨铸铁小口径(DN500以下)阀门无冒口铸造工艺技术、以及铸件造型用振动台、铸件用阻流涂料的研究及应用等文献报道。本课题以大口径(DN2000)球墨铸铁阀门（见图1）无冒口铸造为研究对象，研究其无冒口铸造的可行性。球墨铸铁材质为QT600-3，重约5250kg，结构较为对称，平均壁厚为30~50mm，最薄处壁厚为30mm，最厚处达到80mm。口径(DN2000)球墨铸铁阀门工作环境恶劣，要承受一定的压力，且铸件内部薄壁与厚壁交错相连，因此要求铸件内部不能有缩松、缩孔缺陷，采用传统的设计浇冒口系统很难对铸件内部厚

图1 DN2000大口径球墨铸铁阀门

3. 清理要求

（1）打箱温度＜150℃（以异形冒口根部测温为准）。

（2）冒口、补贴切割在预备热处理后的降温阶段进行，整个切割过程中温度≥400℃。

四、结语

由于超超临界汽轮机缸体上半具有气路结构，通过合理编制铸造工艺，保证了其模样制作、造型、制芯及浇注过程平稳顺利进行。该缸体上半打箱清理后划线检查成形良好，热处理、粗加工后经无损检测，各项性能指标满足技术要求。

作者简介：杜延强，天津重型装备工程研究有限公司，工程师，主要从事大型铸钢件铸造工艺研究及数值模拟研究。张亚才，天津重型装备工程研究有限公司。

MW 20161016