

大型蜗壳铸件工艺方法的研究

■ 缙鹏森, 于苏杭

摘要: 通过对大型蜗壳铸件产品的性能和结构的分析, 研究了一种可以适用于大型蜗壳类铸件的工艺生产方法; 通过现场验证, 此方法可以成功地应用于蜗壳类铸件的批量生产。

关键词: 蜗壳铸造; 工艺方法; 生产过程; 质量控制

大型蜗壳作为高效涡轮式离心压缩机的核心部件, 整体外观及内腔呈“蜗旋”状的流线型设计。蜗壳的作用是将流体吸入其内部, 并在排出的过程中将流体的动能转换为压力, 从而实现压缩机整体的压力平衡。因此, 蜗壳要有一定的壁厚来承受压力, 且其内腔面必须光滑无凸起, 以避免紊流。由于蜗壳的使用环境是高压、高速流体, 故在使用前必须进行水压强度试验和气压渗漏性试验, 以防止蜗壳在使用过程中因压力造成其变形、破裂或

者泄漏而损坏失效。

由于蜗壳产品结构的特殊性及其质量的高要求, 使得在实际铸造过程中存在很大的困难, 本文通过一种大型蜗壳产品 (见图1) 的生产, 研究了一种蜗壳产品高效稳定的工艺方法。

一、产品参数

1. 基本信息

铸件轮廓尺寸 $4496\text{ mm} \times 4457\text{ mm} \times 1346\text{ mm}$; 铸件材质 EN-GJS-400-18; 铸件单重

$10\ 000\text{ kg}$; 浇注温度 $1350\text{ }^{\circ}\text{C}$; 主体壁厚 38.1 mm 。

2. 质量要求

根据用户规范要求, 此产品的主要质量指标见附表。



图1 蜗壳铸件三维结构示意

升了60%左右, 与传统制壳工艺相比大幅节省了工艺时间, 降低了生产成本。

参考文献

- [1] 赵忠, 樊自田, 唐波, 等. 镁合金消失模铸造压力凝固工艺研究[J]. 铸造, 2010, 59(1): 12-15.
- [2] 张新, 张奎, 李兴刚, 等. AZ91D镁合金半固态成形

技术研究进展[J]. 铸造, 2010, 59(8): 790-795.

- [3] 李海涛, 朱永长, 孙鹏飞. 镁合金铸造常见缺陷及防止措施[J]. 特种铸造及有色合金, 2010, 30(5): 429-431.

基金项目: 湖南化工职业技术学院院级课题: “镁合金消失模-壳型复合铸造的型壳材料及其制备工艺研究”, 课题编号: HNHY2015001。

作者简介: 赖春明、谭海林、吴兴欢, 湖南化工职业技术学院机电工程学院。

MW 20170618

二、工艺方案

1. 产品铸造难点分析

蜗壳产品是近似于一个球体，对于此类结构铸件的铸造来讲，需要考虑以下两点：

(1) 如何固定内腔的砂芯，以保证铸件的壁厚。

(2) 砂芯主体与固定砂芯的芯头仅能通过80mm厚的砂进行连接，这就需要砂芯必须有足够的强度，以保证生产过程中型芯装配的尺寸精度。

以上为蜗壳类铸件铸造工艺设计的矛盾点及难点。

2. 制芯工艺

(1) 砂芯的设计 由于铸件结构所限，蜗壳的流道芯设计沿其流道内部形状通过中间密封法兰和管口出芯头的方式；流道芯作为蜗壳铸件最重要也是结构最复杂的砂芯，对蜗壳产品的铸造成功与否有着决定性的作用；砂芯设计完成后，通过3D建模对砂芯进行理论测量，测得砂芯理论重量为9700kg，而砂芯主体与芯头连接位置仅有80mm，如图2中A处所示。通过对理论模型进行应力模拟，发现砂芯在吊运后，会发生严重变形，A位置有很大的开裂风险，如图3所示。

因此，需要给砂芯设计专用芯骨，以确保砂芯能够在合型前的转运和下芯过程中不发生开裂、扭曲、变形等缺陷。

(2) 芯骨的设计 蜗壳芯骨在整个蜗壳的生产过程当中有着极其重要的作用，作为蜗壳产品生产中最为关键的技术工装，为减少芯骨在受热时的弯曲变

形，保证芯铁强度，防止吊运过程中损坏等，芯骨需通过计算确定出合适的尺寸；芯骨将采用球墨铸铁材质，同时由于蜗壳铸件砂芯结构所限，芯骨的形状必须随砂芯的形状，芯骨结构设计如图4所示；芯铁采用对舂铸造一次成形，并通过MAGMA模拟软

件对芯铁的缩松进行模拟，模拟结果满足芯铁使用要求，关键位置无缩松。

3. 造型工艺

(1) 铸件分型面的确定 由于蜗壳类产品其外观呈现螺旋形状，选择在铸件螺旋面的最大截

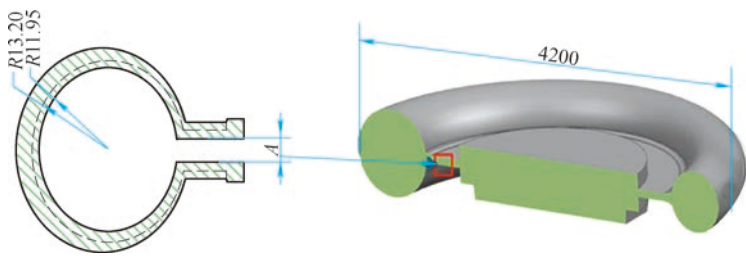


图2 蜗壳砂芯

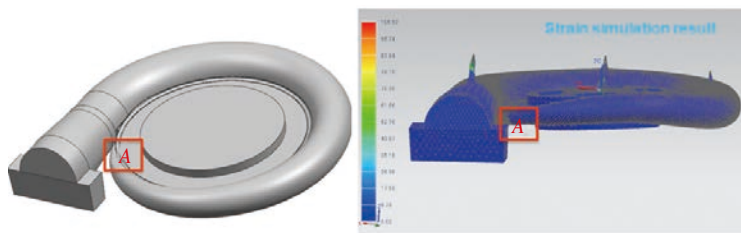


图3 蜗壳砂芯吊运应力模拟结果

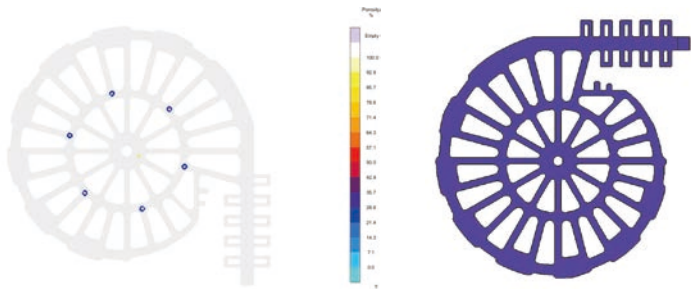


图4 蜗壳砂芯芯骨及模拟结果

铸件质量要求

力学性能	抗拉强度/MPa	≥415
	屈服强度/MPa	≥275
	伸长率(%)	≥18
金相组织	石墨球数	≥85
	球化级别	I+II≥90%
	基体组织	F≥95%
UT检测	UT级别	EN12680-3, 100%检测, 关键区域2级, 其他3级
PT检测	PT级别	EN1371.1, 100%检测 SP3+CP3
水压		1.5MPa 30min无渗漏

注：执行标准ASTM A395；材料等级60-40-18。

面处分型，这样分型便于铸件大部分区域起模，操作简单，同时最大面分型便于螺旋流道芯的固定，减少变形，如图5所示。

(2) 铸件浇冒口的确定 针对球墨铸铁件普遍存在缩松的问题，综合各类型浇注系统的特点，此蜗壳产品采用底注式浇注系统加发热保温冒口的方案解决蜗壳生产中的缩松问题。由于此产品主体壁厚只有38.1mm，而管口法兰和密封法兰等加工面相对较厚，且铸件重要面不得有缩松缺陷，因此在工艺上补缩设计是需要重点考虑加工面——管口法兰和密封法兰。

同时在冒口设计上，放弃了一般情况下将冒口放于法兰顶部的方案，而是将冒口放置于法兰侧边薄壁上，并在冒口下增加工

艺凸台，既能起到补缩法兰的作用，也能避免实际生产中冒口根部缩松。图6为冒口侧放补缩工艺及其模拟结果示意，从模拟结果看，加工面位置均无缩松。

(3) 合型工艺 由于蜗壳铸件近似球体结构，使得砂芯在浇注过程中会受到来自铁液的巨大浮力。针对此产品生产时的难点，结合应力模拟结果，采取的措施是：①在砂芯装配（合型）时对砂芯进行漂芯处理。②在砂芯顶部设置芯撑。由于结合法兰处的距离小，芯骨厚度设计受限于铸件结构，芯骨难以保证砂芯整体的强度能够抵抗来自铁液的浮力，因此需要在砂芯顶面设置芯撑，以增强砂芯对铁液浮力的抵抗能力，整体实施方案如图7所示。



图8 蜗壳铸件试制件实物

三、现场生产

采用以上工艺设计方案，生产了蜗壳铸件，并按照用户要求的标准进行了尺寸、NDT及渗漏检验，铸件所有检验均合格。铸件实物见图8。

综上所述，本工艺方案对蜗壳类球墨铸铁件的生产技术研发是可行的、成功的，得到了充分的试验验证，达到了预期的技术指标。

四、结语

实践证明，此种关于大型蜗壳类铸件的工艺生产方法现场操作简单，便于现场控制，检验结果合格，可以满足大型蜗壳类铸件的批量生产。

参考文献

- [1] 曹文龙. 铸造工艺学[M]. 北京：机械工业出版社，1988.
- [2] 王文清，李魁盛. 铸造工艺学[M]. 北京：机械工业出版社，1997.
- [3] 范金辉，等. 铸件热节系统性研究[J]. 铸造技术，2000（3）：433-439.

作者简介：缙鹏森、于苏杭，共享装备股份有限公司。

MW 20170618



图5 蜗壳分型示意

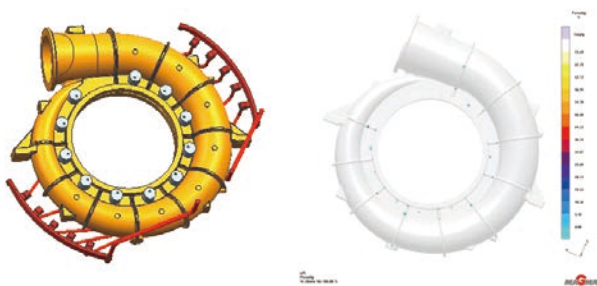


图6 蜗壳冒口设计及模拟结果

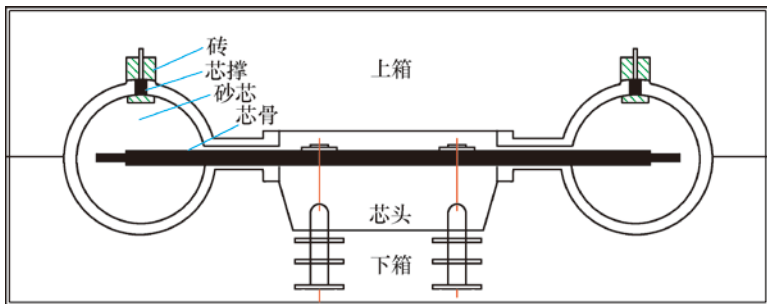


图7 蜗壳合型方案示意