

一种多油管轴承箱球墨铸铁件的铸造方法

陈思明

(共享装备股份有限公司, 宁夏银川 750021)

摘要: 介绍了一种汽轮机用多油管轴承箱球墨铸铁件的铸造方法, 重点叙述了镶铸金属油管的铸造方法及注意事项。从工艺设计采取措施解决了不规则弯曲油管的形状控制、定位及膨胀变形等问题, 保证了产品一次生产成功。

关键词: 轴承箱; 油管; 镶铸钢管; 凝固模拟; 弯曲变形; 工艺方法

轴承箱是一种起支撑和润滑轴承作用的箱体铸件, 在风机和汽轮机中被广泛应用。其结构复杂, 内在质量要求高。轴承在运行过程中需要不断从外部通过轴承箱供给润滑油保证其正常运行, 所以油管的质量将直接影响组件的性能和寿命。

本文介绍的是一种汽轮机用前轴承箱, 含有多根油管, 包括两根形状不规则油管, 通过合理的工艺设计、仿真模拟, 实现产品的一次生产成功。

1 轴承箱铸件特征及结构

1.1 轴承箱特征信息

该汽轮机用前轴承箱材质为QT400-18, 轮廓尺寸2 613 mm × 1 056 mm × 740 mm, 产品单重3 187 kg, 产品结构如图1所示。其最大壁厚220 mm, 最小壁厚40 mm, 属于壁厚差较大的球铁箱体铸件。

1.2 油管特征信息

产品设计4根输油管道, 分布在两侧呈中心对称, 使用镶铸钢质金属管的方式铸出, 油管材质按照ASTM A106 GR.B执行, 其结构如图2所示。两根直油管内径 $\Phi 90$ mm, 长740 mm, 另外两根油管呈三维空间弯曲, 其内径 $\Phi 26$ mm, 长450 mm, 所有油管壁厚11 mm。油管设计促融合环厚度4 mm, 以焊接的方式与油管装配。

2 技术质量要求

2.1 力学性能

铸件力学性能要求见表1。

2.2 NDT检测要求

需对铸件进行100%磁粉(MT)探伤和100%超声波(UT)探伤。UT探伤等级要求: 重要区域如法兰面等装配面为2级, 其余部位均要求满足3级。

作者简介:

陈思明(1993-), 男, 助理工程师, 主要从事铸造新产品开发及技术研究工作。E-mail: 896231135@qq.com

中图分类号: TG255

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2019)01-0063-04

收稿日期:

2018-09-06 收到初稿,

2018-10-23 收到修订稿。

2.3 油管质量要求

油管外观形貌准确,符合图纸要求,尺寸必须满足公差要求,不允许有裂纹、气孔,焊接表面无焊渣,焊缝部分磨光,油管内壁光滑,管弯处不圆度 $< 2\text{ mm}$ 。铸造前必须进行去油污酸洗和抛丸处理,焊接部分进行100%PT检验和UT检验,并根据材质规范对成分、性能及金相进行检验。

3 铸造方法

3.1 产品的难点分析

对于产品的铸造难点分析如下:

(1) 由于其中两根油管呈三维空间弯曲,所以油管的尺寸检验、形状控制和油管的定位均存在一定的难度;

(2) 油管在浇注时受热膨胀,容易产生变形弯曲,油管发生膨胀时易破坏砂型造成铸件夹砂缺陷的发生。弯油管内应避免粘砂,否则后续清理非常困难;

(3) 轴承箱高度方向存在直径最小为60 mm的加工通孔,高度560 mm,使用单独的孔芯带出,需要型芯装配时精确控制尺寸。

3.2 镶铸油管的制作

按照油管材质规范制作镶铸金属管,考虑到后期油管的固定和支撑,其中弯油管一侧加长60 mm。

为防止镶铸金属管与铸件融合不良,使用之前必须清除其表面的氧化层和油污等,并使用电镀工艺,在油管表面进行镀锡处理。镀层要求见表2。

对于三维空间弯曲油管的形状及尺寸通过金属检具来进行校验和检验。其胎板如图3所示。

3.3 工艺方案

3.3.1 型芯设计

从轴承箱顶部大平面进行分型,分型方案如图4所示。产品整体放在下箱。中间大芯形成内腔结构并标芯于下箱,为使横浇道充分发挥挡渣作用,单独设计浇道芯使横浇道位于铸件下方。

由于加工通孔需要铸出,但其径向可添加的加工余量非常有限,且高度较高,需考虑该砂芯的定位问题及合箱检验问题,稍有错偏可能导致该孔无加工量报废,工艺上在该砂芯下方设计芯头与下型进行定位,粘于下箱后使用专用卡板在芯子顶面进行定位检验和固定,待完全粘牢后撤去卡板,合箱时验箱放置泥条用上箱压死,防止浇注时发生晃动。所有砂芯均使用铬矿砂制作防止粘砂和脉纹。其定位设计及卡板设计如图5所示。

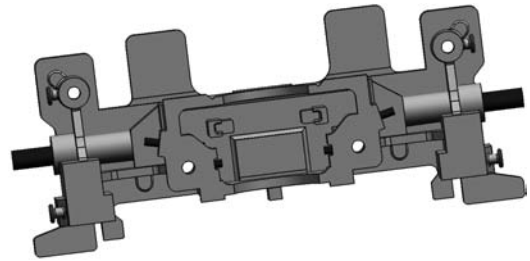


图1 轴承箱结构示意图
Fig. 1 Structure diagram of bearing box



(a) 直油管 (b) 弯曲油管
图2 油管结构示意图
Fig. 2 Schematic diagram of tubing structure

表1 铸件力学性能要求
Table 1 Mechanical performance requirements of castings

屈服强度 $/ (\text{N}\cdot\text{mm}^{-2})$	抗拉强度 $/ (\text{N}\cdot\text{mm}^{-2})$	伸长率 $A/\%$	硬度 HB
≥ 300	≥ 420	≥ 11	155 ~ 200

表2 镶铸钢管镀层要求
Table 2 Insert casting steel tube coating requirements

镀层硬度HB	外观	厚度/ $\mu\text{ m}$
5	亮白色	25 ~ 30

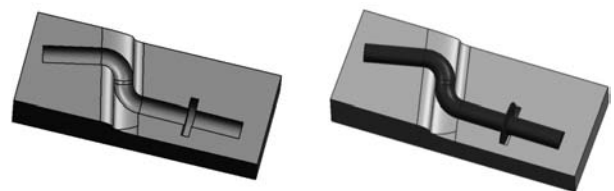


图3 油管检具示意图
Fig. 3 Sketch of tubing gauge



图4 轴承箱分型方案
Fig. 4 Parting scheme of bearing box casting

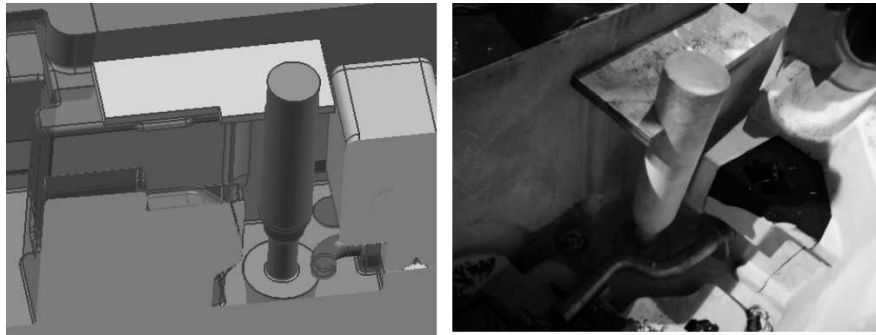


图5 加工通孔芯定位及卡板

Fig. 5 Positioning of thru hole core and special card board

3.3.2 油管铸造设计

油管作为轴承箱铸件最重要也是制作难度最高的部分，对轴承箱产品的成功与否有着决定性的作用。除了需严格保证油管形状符合图纸要求以外，还需要对于油管的定位、热弯曲、热膨胀、粘砂防止等进行合理的设计。

两种油管分别设计油管芯进行预埋定位，其中弯油管一端由砂芯定位，另外一端做长由型芯装配进行定位。如果镶铸油管两端均完全固定，油管在浇注过程中受热膨胀伸长易挤坏砂芯造成夹砂缺陷或发生膨胀受阻弯曲，因此需要在油管两头分别设计可供油管伸长的空间，弯油管通过制芯及合箱时在油管端头放置泡沫的方法，可以有效防止油管膨胀带来的缺陷，其中弯油管由于内径较小且弯曲复杂，制芯时里面塞入干砂紧实做好封堵，防止油管受热弯曲造成内径变化及粘砂清理困难。如图6所示。

对于长直油管，两端头设计芯头形成整体的油管芯，一端与下砂型配合，另外一端芯头标芯于内腔芯对应芯头定位处，油管两端头根据砂芯结构及油管膨胀缩尺设计可供油管膨胀伸长的空间，制芯前在油管内壁施涂涂料，避免浇注时油管内型砂烧结粘砂。由于油管内砂芯的支撑，解决油管受热自然弯曲的问题。另外油管芯应考虑排气通畅，制芯时沿长度方向预埋空心尼龙绳引导气体至左侧芯头预留出气通道处，最终通过在上型对应位置处设置的出气通道将气体引至型外^[3]。如图7所示。

3.3.3 浇冒系统设计

设计使用开放式浇注系统，从法兰底面进流，控制内浇口流速在1 m/s以内，横浇道设置阻流坝使直浇道充满，横浇道位于铸件下方，确保铁液充型平稳，抑制紊流。

球墨铸铁件易产生缩孔、缩松缺陷，需从工艺设计、熔炼和铸型刚度等多方面进行控制。工艺设计主要从冷铁及冒口的设计进行控制。首先对铸件进行模

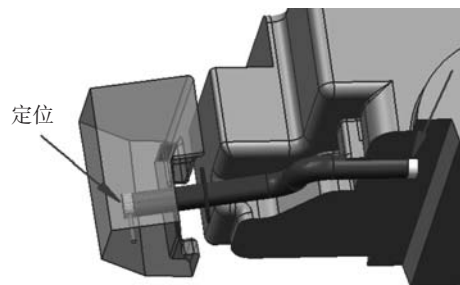


图6 弯油管定位及膨胀空间设计

Fig. 6 Positioning and expansion space design of the bend tubing

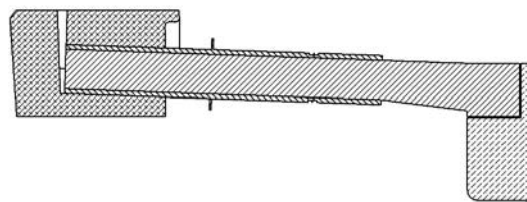


图7 长直油管定位及膨胀空间设计

Fig. 7 Positioning and expansion space design of straight tubing



图8 铸件浇冒系统示意及热模数效果图

Fig. 8 Schematic diagrams of casting gating system and thermal modulus

数计算,以此设计冒口和冷铁,通过冷铁的合理设计调节铸件局部的冷却速度及温度梯度,在最后凝固的地方放置冒口,保证冒口晚于铸件凝固,实现补偿液态收缩,使铸件趋于顺序凝固^[4]。此外,生产此件时选择在铸件顶面放置了2个保温发热冒口。图8为产品浇冒系统示意图及按照此方案采用MAGMA软件模拟的铸件热模数效果图。

4 生产结果

采用以上工艺设计方案生产的轴承箱,按照标准进行了尺寸、NDT及性能的检验,所有检验结果均合格。镶铸油管也未发现弯曲变形、粘砂和融和不良等缺陷,质量良好,铸件实现了一次性研发生产成功。铸件实物见图9。



图9 轴承箱铸件实物

Fig. 9 Produced bearing box casting

5 结束语

实践证明,本工艺方案生产多油管复杂轴承箱铸铁件是可行的,可以按此方案实现批量化生产。

参考文献:

- [1] 中国机械工程学会铸造分会. 铸造手册(第五卷): 铸造工艺[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [2] 魏兵, 袁森, 张卫华. 铸件均衡凝固技术及其应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 1988.
- [3] 纪汉成, 汤叶卫. 浅谈砂型铸造排气系统设计[J]. 铸造, 2017(3): 263-268.
- [4] 陈平, 杨忠耀, 张百堂. 铸件的复合凝固[J]. 铸造, 2011(5): 496-499.

Casting Method for a Multi-Tubing Ductile Iron Bearing Box

CHEN Si-ming

(Kocel Machinery Co., Ltd., Yinchuan 750021, Ningxia, China)

Abstract:

The casting method of multi-tubing bearing box ductile iron castings for steam turbine is introduced in this paper, and the casting method of insert casting metal tubing and points for attention are especially depicted. Some process measures were taken to solve problems such as shape control, positioning and expansion deformation of irregular curved oil tube, which ensured successful primary production of products.

Key words:

bearing box; insert casting steel tube; solidification simulation; bending deformation; process method