

浇注温度和浇注时间对升船机大尺寸轴承座铸件性能的影响

王 敏^{1,2}

(1. 华电电力科学研究院有限公司, 浙江杭州 310030; 2. 杭州国电机械设计研究院有限公司, 浙江杭州 310030)

摘要: 对升船机大尺寸ZG270-500铸钢轴承座的铸造参数, 即浇注温度和浇注时间进行了优化。采用附铸的方式, 先对不同的浇注温度下获得的铸件进行冲击性能和耐磨损性能检测, 确定出最佳浇注温度, 然后在最佳浇注温度下, 采用不同浇注时间进行性能检测。结果表明, 当浇注温度为1 550 ℃, 浇注时间为80 s时, 冲击吸收功最高为75 J, 耐磨损性能最好。

关键词: 铸造工艺; 浇注温度; 浇注时间; 冲击吸收功; 耐磨损性能

升船机的抬升系统主要由卷扬机、机械同步轴系统、平衡滑轮等设备组成, 而轴承座是卷扬机的主要组成部分之一, 其质量的好坏直接影响升船机的抬升系统性能^[1-3]。升船机卷扬系统由于承载较大, 因此其轴承座尺寸也较大, 通常其材料选用ZG270-500铸钢。升船机轴承座尺寸为2 010 mm × 1 521 mm × 1 500 mm, 其实物如图1所示, 尺寸设计见图2所示。

此钢种铸造的机械零件, 特别是大尺寸零件常出现块状铁素体、魏氏组织, 严重影响了产品质量^[4-5]。当这些问题出现在轴承座上, 则会大大影响轴承座的寿命, 同时由于不良品的增加, 会导致升船机轴承的成本大大提高。因此, 本研究对ZG270-500应用在大尺寸轴承座上的铸造工艺进行研究分析, 拟通过对不同铸造温度下铸件的力学性能、断口形貌以及耐磨损性能进行检测, 并对结果进行对比分析, 得到合适的浇注温度和浇注时间, 为同行业的相关研究提供一定参考。

1 试验材料及方法

1.1 试验材料

试验材料为常用机械轴承材料ZG270-500钢, 其化学成分和力学性能要求分别如表1和表2所示。C元素保证了铸件的强度、硬度, 而合金元素Cr、Mo、Ni、Cu可以提高钢的淬透性, 其中Mo元素还可以提高钢的回火稳定性, 即保证钢在较高温度下仍有较高的硬度, 使得铸件的耐磨性能提高; Si、Mn元素通过固溶强化, 提高铸件的屈服强度。

1.2 试验方法

为研究浇注温度和浇注时间对铸件质量的影响, 主要研究轴承座铸件的低温冲击吸收功和耐磨损性能。本试验采用重力浇注系统, 首先利用不同的浇注温度进行试验, 通过对其力学性能和耐磨损性能的检测, 获得合适的浇注温度, 然后在该浇注温度下, 选用不同的浇注时间进行力学性能和耐磨损性能检测, 对比分析浇注时间对ZG270-500轴承座力学性能和耐磨损性能的影响^[6-7]。浇注件的取样位置如图3所示。

第一组试验浇注温度在1 450~1590 ℃, 浇注时间统一设定为80 s; 第二组试验

作者简介:

王 敏(1985-), 男, 工程师, 硕士, 主要研究方向为升船机设计与研究。
E-mail: wangminapple@sina.cn

中图分类号: TG24

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2019)11-1281-05

收稿日期:

2019-05-05 收到初稿,
2019-05-19 收到修订稿。

参数根据第一组试验结果选择不同的浇注时间进行试验；化学成分检测结果如表3所示，浇注参数如表4所示。对于铸件试样的化学成分不随浇注温度和浇注时间的改变而变化，后续不再对试样进行化学成分检测。

1.3 检测方法

冲击试验设备为XJD-50数显式冲击试验机，采用夏比V型缺口试样，常温状态下进行冲击试验。断口形貌采用Gemine SEM场发射扫描电子显微镜进行检测。磨损试验在RLT-2M磨损试验机上进行，试样尺寸 $\Phi 40\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ ，试验载荷100 N，转速500 r/min，磨损时间0.5 h，室温下进行相关测试。

2 试验结果

2.1 不同浇注温度下的性能试验

2.1.1 冲击试验

对第一组8个试样进行冲击试验，试验结果如图4所示。试验冲击吸收功随浇注温度的升高而呈现先增加后减小趋势，但是都满足ZG270-500钢标准 $\geq 22\text{ J}$ 的要求。当浇注温度为1 450 $^{\circ}\text{C}$ 时冲击吸收功最小为48 J，当温度上升至1 550 $^{\circ}\text{C}$ 时，冲击吸收功达到最大值75 J。

2.1.2 断口形貌观察

采用飞纳台式电镜能谱一体机ProX对断口形貌进行观察分析，选择冲击吸收功最小（浇注温度为1 450 $^{\circ}\text{C}$ ）和冲击吸收功最大（浇注温度为1 550 $^{\circ}\text{C}$ ）的断口试样进行观察，照片如图5所示。可以看出，当浇注温度为1 550 $^{\circ}\text{C}$ 时，冲击试样的断口颗粒形貌与浇注温度1 450 $^{\circ}\text{C}$ 时相比更加细小，所以其冲击韧性也更大，这与冲击试验结果相吻合。

2.1.3 耐磨损性能试验

对不同浇注温度试样进行耐磨损性能检测，结果如图6所示。随着浇注温度的升高，磨损量呈现先减小后增大的趋势。当浇注温度为1 450 $^{\circ}\text{C}$ ，磨损量最大为 $30 \times 10^{-3}\text{ mm}^3$ ；当浇注上升至1 550 $^{\circ}\text{C}$ 时，磨损量降至最低 $18 \times 10^{-3}\text{ mm}^3$ ，此时磨损性能达到最佳。

2.2 不同浇注时间下的性能试验

根据不同浇注温度的铸造试验结果，从冲击韧性考虑选择浇注温度1 550 $^{\circ}\text{C}$ 。进行不同浇注时间的浇注试验，研究浇注时间对铸件性能的影响。

2.2.1 冲击试验

对铸造试样进行冲击试验，结果如图7所示。可以看出冲击吸收功随着浇注时间的增长呈先增大后减小的趋势，在80 s时冲击吸收功最大为75 J，而当浇注时间继续增加至100 s时冲击吸收功降至最低41 J。



图1 升船机轴承座

Fig. 1 Bearing block of ship lifting machine

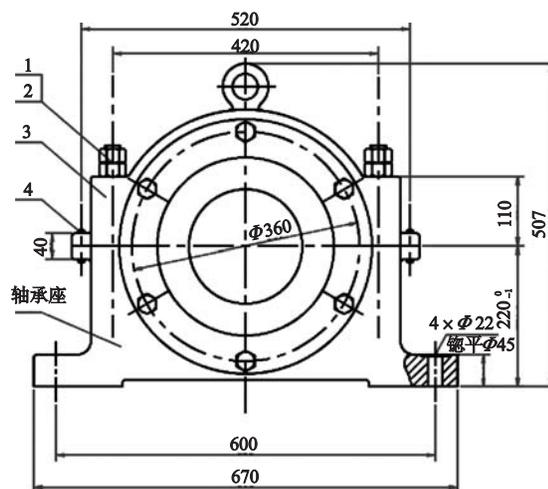


图2 升船机轴承座图纸

Fig. 2 Bearing block drawing

表1 ZG270-500钢的化学成分要求

Table 1 Chemical composition requirements of ZG270-500 steel

								$w_B / \%$
C	Si	Mn	S	P	Cr	Mo	Ni	Cu
0.33~0.40	0.17~0.38	0.4~0.7	≤ 0.035	≤ 0.035	0.8~1.1	0.15~0.25	≤ 0.03	≤ 0.03

表2 ZG270-500钢的力学性能要求

Table 2 Mechanical property requirements of ZG270-500 steel

屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	伸长率/%	冲击吸收功/J
≥ 270	≥ 500	≥ 18	≥ 22

2.2.2 断口形貌观察

选择冲击吸收功最小（浇注时间100 s）和冲击吸收功最大（浇注时间80 s）的断口试样进行观察，SEM照片如图8所示。可以看出，浇注时间为100 s时韧窝比浇注时间80 s时的冲击吸收功更大、更浅，所以其冲击韧性也 smaller，这与冲击试验结果相吻合。

2.2.3 耐磨损性能试验

对不同浇注时间的铸造试样进行耐磨损性能检测试验，结果如图9所示。随着浇注温度的升高，磨损量呈现先减小后增大的趋势。当浇注时间增加至100 s



图3 浇注件取样位置
Fig. 3 Sampling position of casting

表3 铸件试样的化学成分
Table 3 Chemical composition of cast sample $w_B/\%$

C	Si	Mn	S	P	Cr	Mo	Ni	Cu
0.35	0.27	0.5	0.02	0.025	0.9	0.2	0.01	0.01

表4 铸造工艺参数
Table 4 Casting process parameters

试样号	浇注温度/°C	浇注时间/s
1-1	1 450	80
1-2	1 470	80
1-3	1 490	80
1-4	1 510	80
1-5	1530	80
1-6	1 550	80
1-7	1 570	80
1-8	1 590	80
2-1	1 550	60
2-2	1 550	65
2-3	1 550	70
2-4	1 550	75
2-5	1 550	85
2-6	1 550	90
2-7	1 550	95
2-8	1 550	100

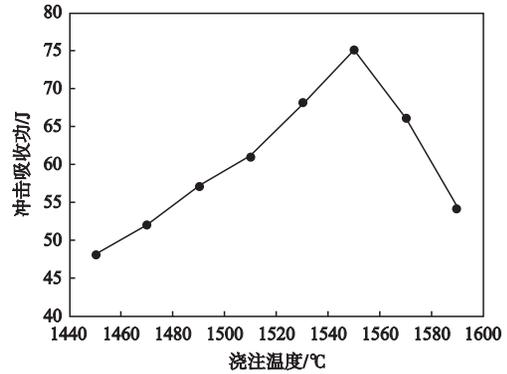
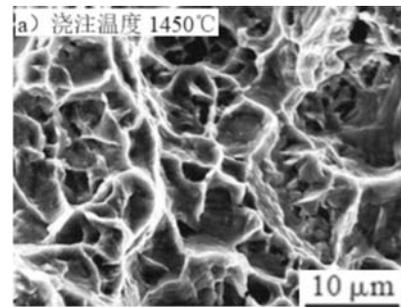
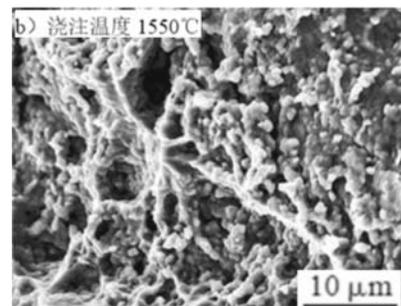


图4 不同浇注温度下的冲击试验结果
Fig. 4 Results of impact tests for specimens at different pouring temperatures



(a) 浇注温度1 450 °C



(b) 浇注温度为1 550 °C

图5 不同浇注温度冲击试样断口形貌
Fig. 5 Fracture morphologies of impact specimens at different pouring temperatures

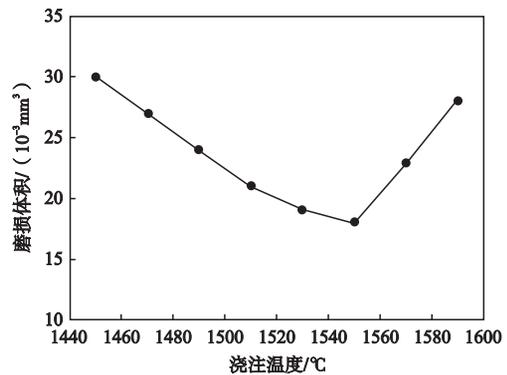


图6 不同浇注温度对磨损性能的影响
Fig. 6 Influence of different pouring temperatures on wear resistance

时, 磨损量增加至最大 $33 \times 10^{-3} \text{ mm}^3$; 当浇注时间为80 s时, 磨损量最小为 $18 \times 10^{-3} \text{ mm}^3$, 此时磨损性能达到最佳。具体检测结果如图9所示。

2.2.4 金相组织观察及分析

对于ZG270-500铸件经常出现先共析铁素体魏氏组织, 如浇注温度过高、浇注时间较短, 就会形成粗大的魏氏组织; 浇注温度过低、浇注时间过长, 使得液态金属不能完全奥氏体化, 冷却后就形成奥氏体和粗大的铁素体混合物, 即粗大的奥氏体组织。经过本试验研究, 当浇注温度为 $1550 \text{ }^\circ\text{C}$, 浇注时间为80 s时, 金相组织为铁素体和珠光体, 晶粒细化, 组织均匀, 铸件的力学性能最优。图10为浇注温度为 $1550 \text{ }^\circ\text{C}$, 浇注时间为80 s时的金相组织。

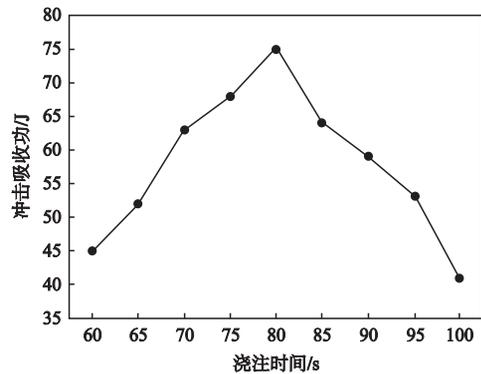
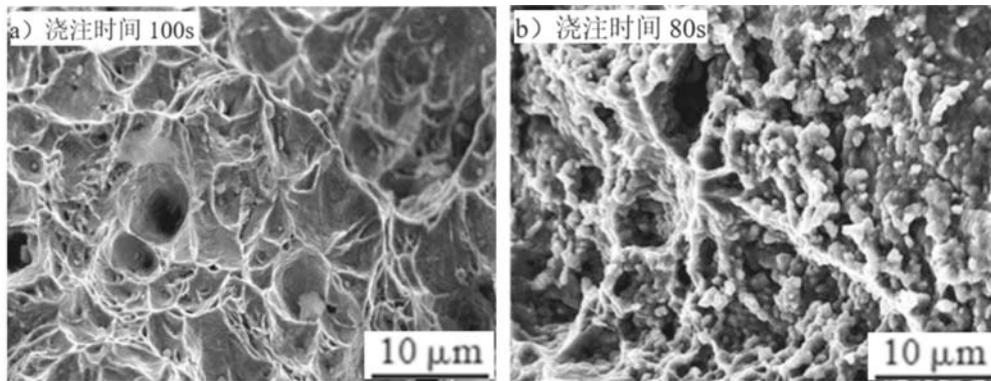


图7 不同浇注时间下的冲击试验结果
Fig. 7 Results of impact tests for specimens at pouring temperature of $1550 \text{ }^\circ\text{C}$ and different pouring time



(a) 浇注时间100 s

(b) 浇注时间80 s

图8 不同浇注时间冲击试样断口形貌

Fig. 8 Fracture morphologies of impact specimens at different pouring time

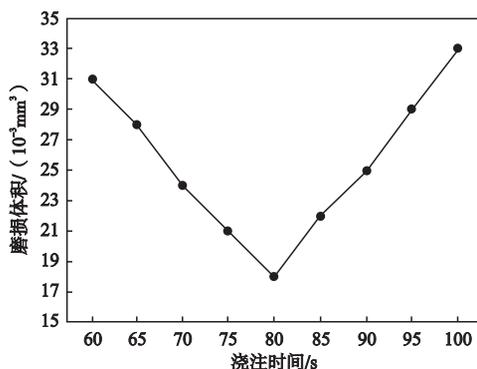


图9 不同浇注时间对磨损性能的影响

Fig. 9 Influence of different pouring time on wear resistance

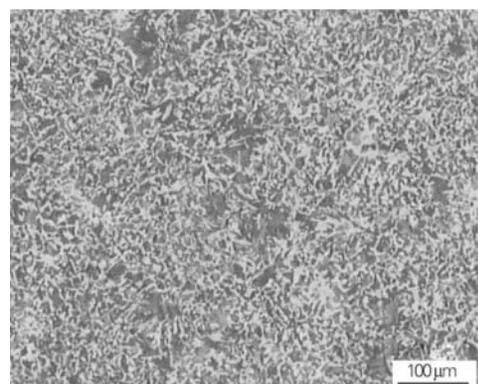


图10 浇注温度 $1550 \text{ }^\circ\text{C}$, 浇注时间80 s的金相组织

Fig. 10 Metallographic structure of specimen at pouring temperature of $1550 \text{ }^\circ\text{C}$ and pouring time of 80 s

3 结论

(1) 在其他条件相同的情况下, 浇注温度由1 450 °C升高至1 550 °C, ZG270-500轴承座的冲击韧性和耐磨性能都呈先升高后下降的趋势; 与浇注温度1 450 °C相比, 采用1 550 °C浇注温度的试样的冲击吸收功增加56%, 磨损体积减小67%。

(2) 在其他条件相同的情况下, 浇注温度为

1 550 °C, 浇注时间由60 s逐步上升至100 s, ZG270-500轴承座的冲击韧性和耐磨性能都呈先升高后下降的趋势; 浇注时间80 s时, 冲击吸收功最大为75 J, 磨损体积最小为 $18 \times 10^{-3} \text{ mm}^3$; 浇注时间为100 s时, 冲击吸收功为41 J, 磨损体积最大为 $33 \times 10^{-3} \text{ mm}^3$ 。

(3) 从冲击试验和耐磨损试验结果来看, 本试验的ZG270-500轴承座的最优工艺参数为浇注温度1 550 °C, 浇注时间80 s。

参考文献:

- [1] 乔印虎, 宋辰, 王作山, 等. 发动机缸体铸造工艺分析 [J]. 热加工工艺, 2014, 43 (7): 73-75.
- [2] 任韶安, 孙鑫志, 李修杨. 大型铸铁件的发展及对铸造材料的新需求 [J]. 铸造技术, 2012, 34 (6): 75-78.
- [3] 李峰. 对ZG270-500铸钢缺陷的思考 [J]. 技术与应用, 2014 (5): 155.
- [4] 刘江波, 刘晓璇. 铸造工艺对机械轴承座性能的影响 [J]. 热加工工艺, 2018, 47 (5): 115-120.
- [5] 陈鹏飞, 米国发, 王建军, 等. ZL101齿轮箱体砂型铸造工艺优化 [J]. 铸造, 2018 (12): 1090-1094.
- [6] 梁雪一. 一种低合金铸钢耐磨性研究 [D]. 大连: 大连交通大学, 2013: 26-40.
- [7] 史昆, 鲁玲玲, 赵军, 等. 复杂曲面钛合金叶轮消失模铸造工艺研究 [J]. 铸造, 2019 (4): 344-346.

Effects of Pouring Temperature and Time on Mechanical Properties of Large-Size Bearing Block for Ship Lift Machine

WANG Min^{1,2}

(1. Hua Dian Electric Power Research Institute, Hangzhou 310030, Zhejiang, China; 2. Hangzhou Guodian Mechanical Design and Research Institute Co., Ltd., Hangzhou 310030, Zhejiang, China)

Abstract:

The optimum pouring temperature of large size ZG270-500 bearing seat steel castings for ship lift was determined based on the test results of impact and wear resistance of castings obtained at different pouring temperatures. Then the performance of castings produced at the optimum pouring temperature and different pouring times was tested. The results show that the impact absorbing power of castings reaches its maximum value 75 J, and the wear resistance is the best when the pouring temperature is 1 550 °C and the pouring time lasts 80 s.

Key words:

casting process; pouring temperature; pouring time; impact absorbing power; wear resistance
