大型铸钢轴承座表面堆焊的工艺探讨

卢忠华

【摘要】本文主要阐述手工堆焊技术应用于大型铸钢轴承座恢复尺寸的堆焊，并探讨了手工堆焊过程中的相关技术参数以及工艺措施。同时介绍了手工堆焊技术的工艺特点，以及S17F铸钢件和焊材的力学性能和化学成分。

关键词：大型铸钢件；堆焊；焊接工艺；S17F

铸钢件被广泛用于大型轴承、大型轴承座。但这些铸钢件在铸造、加工、使用过程中，经常会出现铸造缺陷、加工过切、使用过程中磨损等情况。为了提高铸钢件的使用寿命，降低采购成本，需要把这些铸钢件的受损面恢复到原有的尺寸。

1. 工艺方案分析及确定

一个大型铸钢轴承座尺寸为：2 730mm×2 267mm×390mm，铸钢轴承座如图1所示。

工件内控圆弧面需要进行加工，结果发现圆弧表面没有预留加工余量，厚度缺失10mm。因此，需要采用手工堆焊的方法，恢复至机加工要求的尺寸，再进行机加工。采用药芯焊丝电弧焊来进行手工堆焊，表面共需要堆焊4层，焊接位置为平焊PA、横焊PC位置，焊接形式为多层多道焊。

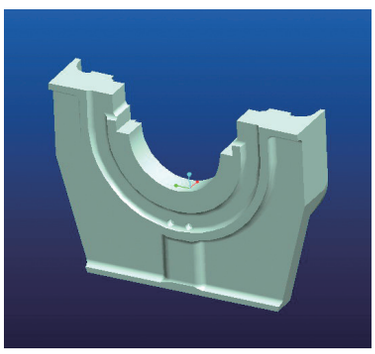

图1　铸钢轴承座示意

工艺步骤主要包括：工件表面清理、工件预热、堆焊、缓冷、无损检测、热处理、硬度检测、无损检测及机械加工等。

2. 材料性能分析

（1）基体及性能　基体为铸钢件，牌号为S17F，属于一般工程用铸造碳钢件。S17F不仅具有良好的塑性、韧性和焊接性，而且成本较低，适用于受力不大，要求韧性高的各种机械零件。化学成分和力学性能如表1、表2所示。

（2）焊材及性能　焊材采用AWS A5.20 E71T1—1金红石型气体保护药芯焊丝。

该焊丝适合于全位置焊作业，烟尘少、弧光柔和稳定、渣薄且易除、焊道平整光亮、焊缝缺陷率低。各项力学性能优良，特别是稳定的塑性和低温韧性，

表1　化学成分（质量分数）　（%）

牌号	C	Si	Mn	P	S	Mo	Cr
S17F	≤0.19	≤0.45	≤0.90	≤0.035	≤0.035	≤0.080	≤0.30

表2　力学性能

牌号	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	伸长率（%）	冲击吸收能量（纵向）	
				温度/℃	/J
S17F	≥260	≥440	22	20	20

化学成分和力学性能如表3和表4所示。

3. 堆焊前准备

（1）场地要求　焊接场地采取防风、防寒等措施，确保施焊环境≥5℃。气体保护焊时，当风速＞2m/s、相对湿度＞90%时，禁止施焊。

（2）焊前清理　焊接前，应把待焊接的区域四周25mm范围内清理干净，确保无切割和加工的切削液、油、铁锈、水垢或其他有害物质，以免焊接过程中产生气孔等缺陷。

（3）引弧板、引出板及支撑　采用10mm钢板，用卷板机卷制与圆弧相同半径的两件引弧板、引出板，在堆焊区域的两端开始处和停止位置，与轴承座进行连接，并进行定位焊。

在内圆弧顶面，增加1根加强支撑，以防止焊接收缩影响圆弧半径尺寸（见图2）。

（4）工件预热　工件最好的预热形式为整体预热，但是受到企业设备容量和工况的限制，也可以采用局部加热。工件是毛坯的时候，最好采用整体预热，对于已经完工的表面可以进行局部预热，最低温度为100℃；工件半成形的机加工表面可以采用局部预热，最低温度为150℃。

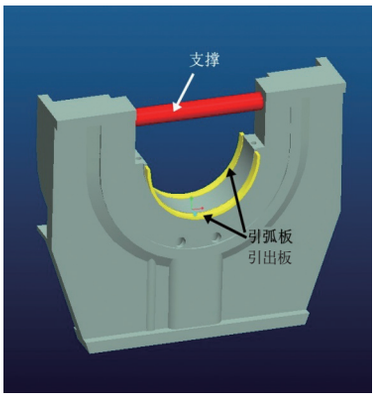

图2　引弧板、引出板与支撑示意

整体预热需要放到加热炉内进行，局部预热可采用氧乙炔火焰来进行。

4. 堆焊

把预热完的轴承座，马上用耐高温纤维布将四周包裹，尽量只露出施焊位置及附近区域，以减缓在堆焊时的冷却速度。

堆焊采用药芯焊丝电弧焊来进行，保护气体为CO_2。

（1）药芯焊丝电弧焊操作要领　第一，采用左向焊法进行焊接，这种焊接方法焊缝成形好，飞溅小，便于观察熔池，焊接过程稳定。

第二，焊丝的干伸长一般为焊丝直径的10~15倍，即10~15mm。

第三，焊接时，当喷嘴与工件垂直时，飞溅都很大，电弧也不稳定。其主要原因是运弧时产生空气阻力，使保护气流后偏吹。为了避免这种情况的出现，可将喷嘴后倾10°~15°，既可保证焊缝成形良好，也会保证焊接过程中电弧稳定。

（2）堆焊厚度与焊接顺序　表面共需要堆焊4层：过渡层、填充层、填充层、盖面层，半圆弧底部焊接位置为平焊PA，再向上的焊接位置为横焊PC，焊接形式为多层多道焊，窄道焊及小幅摆动的焊接方法，图3中红色部分为堆焊区域以及堆焊厚度示意。

为了防止或减小堆焊造成的焊接变形，需要安排合理的焊接顺序。从半圆弧的底部的中心开始焊接第一道焊缝，然后分左、右交替由下向上进行焊接，直至焊接到顶部（见图4）。

（3）堆焊　药芯焊丝电弧焊的焊接参数如表5所示。

过渡层焊接时，为了降低母材与焊缝金属的稀释，并减小热影响区，应采用较小的电流，快速焊，尽量减少摆动。堆焊时要

表3　焊材化学成分（质量分数）　（%）

牌号	C	Si	Mn	P	S	Mo	Cr
AWS A5.20 E71T—1	≤0.19	≤0.45	≤0.90	≤0.035	≤0.035	≤0.080	≤0.30

C	Mu	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	V	Cu
0.12	1.75	0.90	0.03	0.03	0.20	0.50	0.30	0.08	0.35

表4　焊材力学性能

牌号	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	伸长率（%）	冲击吸收能量（纵向）	
				温度/℃	大小/J
AWS A5.20 E71T—1	390	490~670	22	-20	27

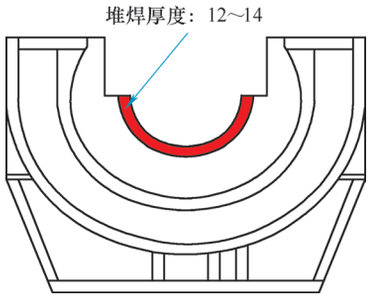

图3　堆焊厚度

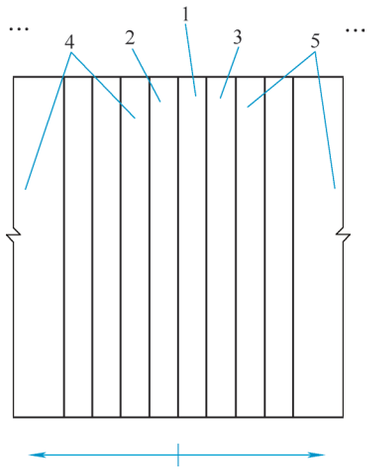

图4　堆焊顺序

注意堆焊层的厚度均匀，堆焊第二条焊道时，必须熔化第一条焊道的1/3或2/3的宽度，这样才能使各焊道间紧密连接，并能防止未熔合等缺陷。

堆焊过程中，严格控制热输入以及层间温度。在引弧板上进行起弧，电弧稳定后，再进入正式焊道，这是为了防止因引弧造成的密集型气孔；收弧应在收弧板上进行，以免影响堆焊层边缘的成形，并且可以防止因产生弧坑而造成的弧坑裂纹。

每焊完一层要仔细检查，确保无缺陷后再焊下层。为了满足堆焊后焊件表面机械加工的要求，盖面层堆焊后需要检测实际堆焊厚度，假如厚度不够，再进行一层堆焊，直至堆焊的厚度符合要求。

焊接完，清理焊缝区的熔渣和飞溅物，切割去除引弧板、引出板，并把切割处修磨平整。堆焊效果如图5所示。

（4）堆焊后缓冷　堆焊后，立即采用氧乙炔火焰将堆焊区域及周围加热到120～150℃，用耐高温纤维布整体包裹进行缓慢冷却处理，使其温度缓慢冷却至室温，降温速率≤50℃/h。

表5　药芯焊丝电弧焊焊接参数

焊道位置	规格 ϕ/mm	焊接电流 /A	电弧电压 /V	电流种类 /极性	气体流量 /L·min^{-1}
PA	1.2	190～250	26～32	DC+（直流反接）	15～25
PC	1.2	180～240	21～27	DC+（直流反接）	15～25

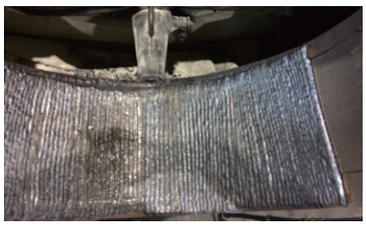

图5　堆焊效果

5. 无损检测

对要求焊后热处理的焊件，最好无损检测合格后再进行，这样可以避免重复热处理，减少浪费。检测要求如表6所示。

（1）表面检测　采用 MT/PT 方法，对堆焊焊缝表面以及近表面进行检查。

（2）内部检测　采用超声波探伤（UT）检查焊接区和热影响区，用ϕ3mm的侧钻孔参考当量减去20db作为验收标准。

对于无损检测不合格的，返修必须按照以上的工艺步骤进行，预热后进行清除缺陷、补焊，补焊完成后，再进行无损检测。

6. 焊后热处理与检测

由于轴承座体积比较大，用整体热处理进行清除应力，难度非常大，因此可以进行局部热处理。采用氧乙炔火焰将堆焊区加热至500～550℃，恒温1h，用耐高温纤维布整体包裹进行缓慢冷却处理，缓慢冷却到室温，降温速率≤50℃/h。

局部热处理后，检查焊缝、热影响区和基体的硬度，硬度不应超过 250 HBW。采用 MT/PT 方法再次检查热影响区。

7. 结语

采用药芯焊丝电弧焊对铸钢轴承座进行堆焊修复，与其他的焊接方法相比，焊接工艺性能更优，电弧稳定，焊道成形美观，堆焊质量好。另外，熔敷速度快，减少焊工劳动强度，可大大提高生产效率。

表6　检测要求

检测试件	检测项	检测率（%）	检测标准
铸钢轴承座	VT	100	0742661—6带贯穿螺纹孔的主轴承座
	MT/PT	100	
	UT	100	

作者简介：卢忠华，青岛海西船舶柴油机有限公司。

MW 20170722