



转炉托圈铸造耳轴座的结构优化设计

翟成河

【摘要】 对转炉托圈铸造耳轴座，重新结构设计，并利用SolidWorks软件进行结构优化，获得经济、实用性强的板焊结构。达到减轻结构重量，降低制作成本的目的。

关键字： 铸造结构；板焊结构；结构优化；焊接参数

1. 概述

以往在重型机器制造中，大型机械零件一般采用铸造或锻造方法成形，如今可以用板焊结构取代。

例如我厂制作的转炉及其附属设备托圈（其结构见图1）原先一直沿用铸焊联合结构，与主、被动耳轴相结合部分被称为耳轴座，通常采用铸造结构，其余部分采用板焊结构。

由于铸造本身缺陷，尤其耳轴座这种大吨位铸件，铸造组织不稳定是多年来一直难以克服的难题。尽管通过不断改进工艺，成品率越来越高，但气孔、砂眼等缺陷始终难以根除，加之托圈通常采用水冷却，气密性也难以保证。虽然加工中出现的单个或多个气孔、砂眼，清除彻底后，焊补就能回用，但缺陷成片出现，处理（局部或整体预热、控温焊接、焊后保温等）就非常棘手了；若此缺陷出现在配合孔处，就有可能造成产品报废。这

种缺陷不仅造成了人力、物力的极大浪费，增加了产品的制作成本，而且还会延长产品的加工制作周期。

2. 改进措施

（1）根据资料统计我国铸造件废品率每年在10%~15%，因此铸件不出现缺陷是不可能的，也是不现实的，只能尽量减少。因此，必须从根源上解决，也就是改变铸造结构。

（2）结构分析。耳轴座的铸造结构如图2所示，内孔用于和耳轴过盈配合，端面螺栓孔用于与耳轴把合连接。

3. 结构设计

（1）替代结构 通常铸件的

构造形式是根据它的工作性能和制造工艺（相邻结构厚度不能相差悬殊）决定的，所以板焊结构设计不能盲目的仿照铸造结构，应该去掉铸造工艺要求的部分；这样既节省钢材和焊材，又能减轻结构重量。

根据分析，此铸造结构可改为箱型结构。同时，把原耳轴与耳轴座的连接方式改为焊接结构，提高连接的稳定性。

（2）材料选择 耳轴座材质为低合金铸钢ZG20SiMn，屈服强度295MPa。通常选择强度较高的材料，其厚度也相应的减薄，这样又能进一步减轻结构自重。

Q345B低合金高强度结构钢

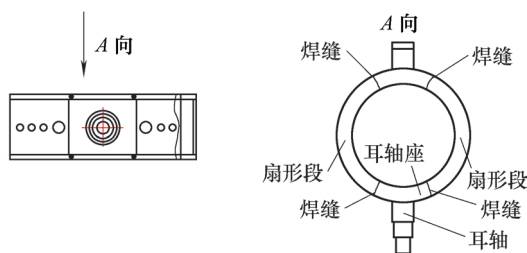


图1 托圈结构

屈服强度 $>343\text{MPa}$ ，具有良好的综合力学性能，是我国产量最大、应用最广的低合金钢。因此，板焊结构选用焊接性好、屈服强度高、价格便宜的Q345B钢板。

(3) 钢板厚度选择 钢板厚度可借鉴与之相连部分板焊结构（扇形段），一般大于相对应部位厚度的30%（具体厚度由结构优化后确定）。

(4) 结构优化 利用SolidWorks软件中的COSMOSXpress功能插件，模拟托圈运行条件，对结构设计测试评估；根据结果进行优化，制定合理、可靠的设计结构方案。优化后的结构如图3所示。

4. 结构制作

(1) 焊接方法选择 在众多焊接方法中， CO_2 气体保护焊特别适用于厚板钢结构焊接，故板焊结构选用 CO_2 气体保护焊。

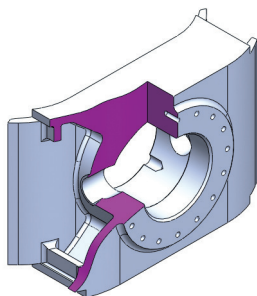


图2 铸造结构

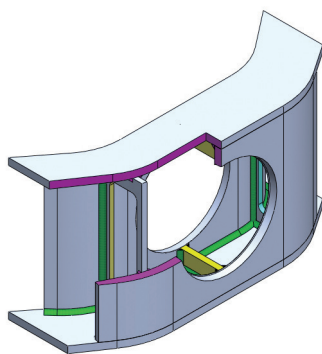


图3 板焊结构

(2) 焊材选择 结合母材的化学成分、力学性能、焊接性及板焊结构形式等特点，焊材选用抗拉强度为 500MPa 的ER50—6焊丝， $\phi 1.2\text{mm}$ 。

(3) 坡口形式选择 根据板焊结构特点，确定主要接头类型为角接。一般耳轴座腹板厚度大于相连接扇形段腹板厚度，故需对耳轴座腹板进行削薄处理（见图4）。腹板与翼板角接采用带钝边单边V形坡口（见图5），为全熔透焊缝；耳轴座与耳轴焊接相关坡口为带钝边J形坡口（见图6），为全熔透焊缝；耳轴座与扇形段焊接相关坡口为Y形坡口（见图6），为全熔透焊缝；其余为角焊缝。坡口的实际尺寸应根据相互焊接间的板厚确定。

(4) 合理布置翼板、腹板与扇形段接缝位置 由于耳轴座为厚板焊接结构，焊接过程中易产生较大的焊接应力，所以要避免耳轴座的翼缘板、腹板与扇形段的翼缘板、腹板接缝位置在同一断面处。一般翼缘板、腹板接缝位置错开距离 $\geq 150\text{mm}$ 。

(5) 焊接工艺 第一，焊前准备。将焊缝两侧 50mm 范围内的水、铁锈、油污及其他杂物清理干净。焊丝使用前要确保干燥清洁，否则予以更换。

第二，针对Q345B钢板在低温、大厚度及结构拘束度大等情况下焊接时，易出现焊接裂纹的特点，焊前采取预热措施。预热温度 $>150^\circ\text{C}$ ，通常选用预热温度为 $(200 \pm 20)^\circ\text{C}$ 。可选用履

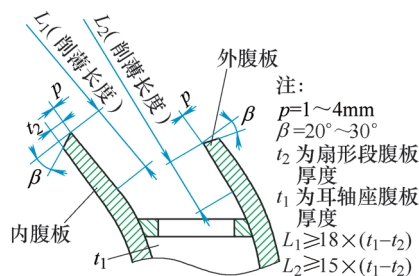


图4

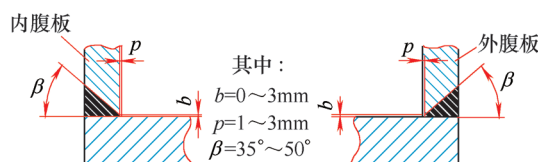


图5

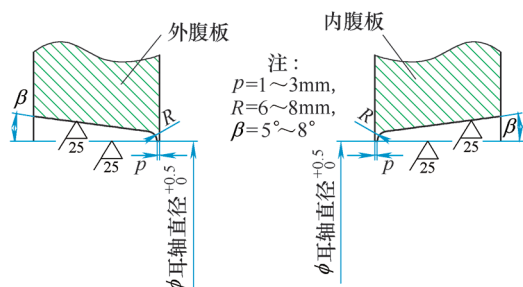


图6

带式加热器加热。

第三, 预热后立即施焊, 并连续焊接, 接头处保证焊透与熔合, 层间温度控制在150~250℃。

第四, 焊接参数。为避免热影响区韧性的恶化, 应采用小电流、窄焊道焊接, 而不采用横向摆动的运条技术。这样不仅可以使焊接热影响区和焊缝金属有较好的韧性, 而且还可以减少焊接变形。具体焊接参数如表1和表2所示。焊完每层焊缝后要彻底清除熔渣, 并用尖头小锤锤击焊缝, 随后进行目测检查。有缺陷必须清除, 直到确认无缺陷后, 方可继续施焊。

第五, 焊后处理。焊后及时进行热处理, 可以减少或消除焊接残余内应力, 改善焊层的显微组织; 同时可加速焊缝中氢的逸出, 从而达到避免出现延迟裂纹的目的; 并能达到细化钢材的热影响区和焊缝组织的效果。因此, 选择了及时进行600~650℃的焊后去应力退火处理方案, 如图7所示。

(6) 焊缝检测 焊缝和热影响区表面不得有裂纹、气孔、弧坑和夹渣等缺陷; 焊缝咬边深度 $\leq 0.5\text{mm}$, 咬边连续长度 $\leq 100\text{mm}$, 焊缝两侧咬边的总长度不得超过该焊缝长度的10%。焊后按图样要求进行超声波探伤检查, 并符合GB11345—1989标准规定的Ⅱ级为合格。

5. 经济效益

以40t转炉托圈耳轴座为例, 铸造结构重量为7980kg, 板焊结构为6550kg, 相比铸造结构重量减轻约18%。同时, 因板焊件比

铸造件每吨成本约低2000元左右, 这样每件耳轴座节约成本约2.1万元, 一台托圈就能节省约4.2万元制作成本, 经济效益显著。

6. 结语

结构改造后的托圈, 经使用厂家反馈, 运行状况良好; 板焊结构现在已经推广到我厂制作的托圈中。由于板焊结构实用性强, 不仅减少了铸造缺陷和返修次数, 而且减轻了结构重量(减轻约18%左右), 降低了制作成本, 缩短了制作工期, 因此可以

广泛推广应用到类似重型机器的大型零部件制作中。

在制作中, 只要在受力分析的基础上, 结合成熟的焊接技术, 对各结构巧妙组合, 进行创造性的设计, 然后利用SolidWorks软件进行设计优化, 就可获得强度高、刚性好和重量轻的新颖实用结构。

尤其是在钢铁制造业市场低迷的今天, 企业要想立足生存, 就必须千方百计降低制作成本, 赢得与同行竞争中的优势地位,

表1 第一层焊缝

焊丝直径/mm	送丝速度/cm·min ⁻¹	电弧电压/V	焊接电流/A	焊接速度/m·h ⁻¹
1.2	250	22	180	15~18

表2 以后各层焊缝

焊丝直径/mm	送丝速度/cm·min ⁻¹	电弧电压/V	焊接电流/A	焊接速度/m·h ⁻¹
1.2	250	23	200	18~20

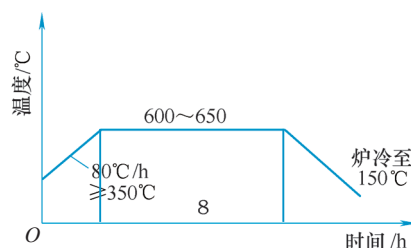


图7 去应力退火曲线

扩大企业的生存空间。

参考文献:

[1] 机械工程学会. 焊接手册(第二卷)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005: 1.

作者简介: 翟成河, 山东冶金机械厂。

MW 20170504

伊萨正式启动“经销商大学培训计划”

伊萨于近日正式启动“经销商大学培训计划”。为期三天的第一期培训课程也已于2017年4月底圆满结束, 并受到参与者一致好评。根据伊萨中国区总经理陈长平的介绍, 伊萨将于2017年夏季和秋季再举办两期学培训课程, 分别配以不同内容侧重, 以巩固和强化产品知识, 并与经销商共同探讨日益变化的市场及客户需求。(伊萨)