

150吨重卡 ADI 板簧支架的研制

王成亮, 王润亮, 张民堂, 杨文清, 王朝阳

(河南欧迪艾铸造有限公司, 河南鹤壁 456761)

摘要: 针对重卡汽车板簧支架的工况和失效形式, 设计载荷150 t重卡用板簧支架的ADI材料, 并通过化学成分、熔炼和热处理工艺控制, 最终生产出适合150 t重卡汽车工况的板簧支架。该ADI材料的板簧支架与铸钢材料相比无论从重量上还是从耐磨性能、抗断裂性能上均有较大的优势。

关键词: 板簧支架; ADI; 冲击; 磨损

大型化是工程、矿山用重卡汽车的发展方向, 国产重卡也是按照这个方向从40 t、60 t、80 t、100 t、120 t一步步发展过来的。钢板弹簧支架是重卡中连接车桥和车架的重要部件之一, 服役条件恶劣, 在承受较大的压力载荷的同时, 又承受由板簧冲击载荷形成的凿削式磨损以及由于颠簸、震动引起的强烈冲击载荷, 易于引起磨损、断裂失效^[1]。150 t重卡的研发对板簧支架的使用性能提出了更高的要求。ADI材料具有较高强度、中等韧性以及良好的抗冲击性能, 综合力学性能优越, 特别是具有很高的弯曲疲劳强度和良好的耐磨性^[2-4], 并有较好的减噪和自润滑性能, 因此, 将ADI材料作为150 t重卡板簧支架材质的首选。

1 产品概况

图1所示是150 t重卡ADI板簧支架, 其材质要求为QTD1400-1, 外形尺寸为330 mm×380 mm×360 mm, 主要壁厚为>80mm, 重量为68 kg。

2 原材料选择

为了排除原生铁有害元素的干扰, 选用特级特类的高纯Q10生铁; 选用规格、品相一致、无油无锈的Q235废钢; 选用本厂同牌号ADI材料回炉料, 全部进行抛丸处理, 保证无粘砂、无锈蚀; 选用禹州恒利来Mg6RE0.5球化剂, 在保证球化效果的情况下, 降低残留Mg及残留Re的含量。

3 铁液熔炼

铁液熔炼采用1 t中频电炉。使用SiC对铁液进行预处理。调整成分后采用高温静置工艺净化铁液, 扒渣处理后出铁球化处理。铁液出炉温度为 $(1\ 480 \pm 5)^\circ\text{C}$, 球化包内放置Mg6RE0.5球化剂及FeSi75硅铁, 废钢碎块覆盖。为减少铁液氧化、降温, 采用盖包法球化处理。球化处理完毕, 转入浇包时进行倒包孕育, 为了提高孕育效果, 浇注时采取随流孕育的方式。



图1 150 t重卡ADI板簧支架
Fig. 1 ADI plate spring support for the 150 t heavy trucks

作者简介:

王成亮(1978-), 男, 高级工程师, 主要从事铸造工艺设计及质量控制工作。

E-mail: qc@aoudi.cn

中图分类号: TG143.5

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2023)

02-0207-03

收稿日期:

2022-05-31 收到初稿,

2022-12-12 收到修订稿。

3.1 化学成分

(1) 碳当量。提高碳当量，增大石墨化膨胀，有利于减少和消除缩孔、缩松，此外提高碳当量可提高铁液流动性，有利于补缩，生产优质铸件的经验公式为 $C\% + (1/3)Si\% > 3.9\%$ ，但提高碳当量时不应使铸件出现石墨漂浮等缺陷。根据该产品技术数据，我们将碳当量设计为4.35%~4.45%，其中碳含量3.5%~3.6%，硅含量2.5%~2.6%。

(2) 合金化。根据产品结构特点、生产工艺及使用要求，必须进行合金化。通过加入适量的Ni、Mo、Cu等金属元素来提高产品的淬透性，保证铸件主要截面全部形成针状铁素体+富碳奥氏体的ADI组织，以达到满足产品使用性能的要求。设计Ni: 0.90%~1.0%、Mo: 0.20%~0.30%、Cu: 0.70%~0.90%。

3.2 提高铁液质量的措施

所有生铁、废钢、回炉料均不允许存在锈蚀，对存在生锈现象的炉料进行除锈处理；采用SiC对铁液进行预处理，起到净化铁液、增加石墨晶核，提高球化率的作用；采用高温净置的方法，降低铁液中杂质、气体，提高铁液纯净度；采用固定式盖包球化工艺，提高球化剂吸收率，减少铁液球化、运输过程中的温度损失及铁液氧化。

4 造型及浇注

采用粘土砂静压线造型，覆膜砂热芯盒制芯，保证型腔硬度 ≥ 90 ，利用石墨化膨胀提高铸件自补缩能力，采用发热冒口配合冷铁解决重大热节部位内部缩孔、缩松缺陷。采用半封闭式浇注系统、搭接式横浇道，配合使用陶瓷过滤器，避免细小熔渣进入型腔形成渣眼缺陷。采用适当加大浇注系统截面，配合排气、引气措施，提高浇注速度，减少反应性渣析出，避免出现夹渣缺陷。随流孕育采用埃肯硅钡长效孕育剂提高孕育效果，粒度0.5~1 mm，控制孕育剂加入量在0.10%~0.15%。

提高浇注温度，可以提高铁液流动性，有利于补缩，但太高会增加液态收缩量，对消除缩松、缩孔不利，同时也会增加石墨漂浮的风险。根据铸件的特点将浇注温度设定为1 300~1 340 ℃，浇注时间控制在8 min以内，取尾箱试样做金相检测产品球化质量，保证球化等级3级以上，石墨球数100个/mm²以上。

按照产品材质和尺寸精度要求，产品机加工安排在热处理前进行，热处理后进行螺纹精整。为了保证热处理后尺寸一致性，通过打箱时间稳定铸态组织的珠光体与铁素体比例，打箱时间设定为50 min。

5 热处理

热处理采用宝华威UBQA 36-72-56G 箱式等温淬火炉生产线，利用该设备密封保温性能好、工艺稳定、盐液容量大、搅拌强度高、盐温波动小的特点。通过合理地设计热处理工艺参数保证产品淬透性及产品各部位性能的一致性。

通过奥氏体化温度控制奥氏体中碳含量，不但影响产品力学性能，而且对淬透性也有影响。设定奥氏体化温度900 ℃，根据产品主要壁厚设定奥氏体化时间3.5 h。

根据产品性能要求，设定盐浴温度285 ℃，等温时间100 min，根据检测结果对盐浴温度做适当调整。为消除因热处理产生的应力，等温处理结束以后，产品应经过空冷再进行清洗。

6 检测

对产品进行本体取样（检测部位见图2），通过拉伸试棒和冲击试块检测本体抗拉强度、屈服强度、伸长率、冲击功、硬度、金相，并通过切片解剖的方式检查内部缩松、缩孔情况。性能检测结果如表1所示。金相检查结果如图3和图4。

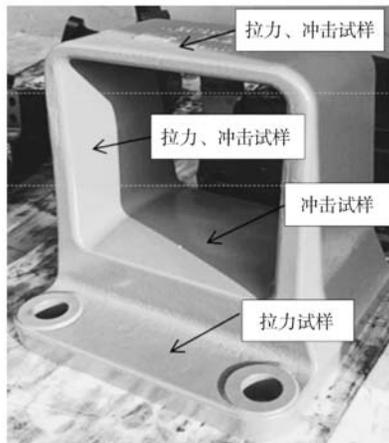


图2 本体取样检测部位

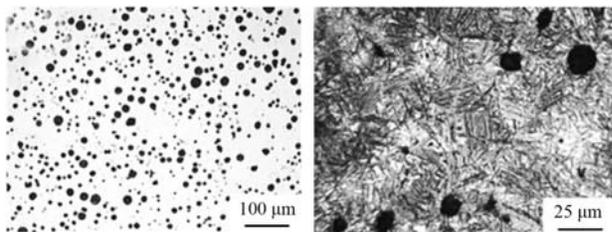
Fig. 2 Body sampling detection positions

表1 试样的力学性能
Table 1 Mechanical properties of specimens

序号	抗拉强度 /MPa	屈服强度 /MPa	伸长率 /%	冲击功 /J	硬度HB	备注
1	1 430	1 042	2.1	55	440	
2	1 456	1 065	2.3	50	450	
3	1 420	1 006		60	455	断标外

7 使用情况

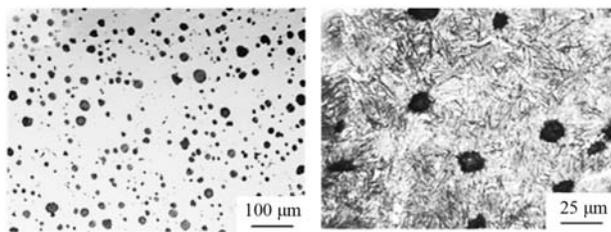
产品经检测，各项指标符合顾客设计要求；经装



(a) 腐蚀前 (b) 腐蚀后

图3 侧壁部位金相图片

Fig. 3 Metallographic picture of side wall



(a) 腐蚀前 (b) 腐蚀后

图4 底部厚大部位金相图片

Fig. 4 Metallographic picture of bottom thick section

车试验, 运行9个月未见损坏和功能性失效, 同步对比铸钢材质产品, 使用寿命延长3个月以上。

选用ADI材料作为150 t重卡板簧支架完全能满足设计和使用要求, 与铸钢件相比具有耐久性好、自润滑性好及减量降噪等多方面的优势; 选择合理的化学成分和

碳当量是保证厚大件ADI板簧支架金相组织的基础; 选择合理的热处理装备和工艺是保证ADI板簧支架力学性能的保证; 通过合金化、热处理介质控制保证产品内外组织的一致性, 才能充分发挥ADI板簧支架使用过程中因冲击产生的自硬化特性, 起到延长使用寿命的目的。

参考文献:

- [1] 杨凯, 王海艳, 王兴平, 等. 钢板弹簧支架轻量化优化设计 [J]. 汽车工艺与材料, 2017 (10): 27-31.
- [2] 曾艺成. 等温淬火球墨铸铁 (ADI) 现状及发展前景 [J]. 中国铸造装备与技术, 2007 (3): 60-66.
- [3] WANG X, DU Y, LIU B, et al. Enhanced plasticity of austempered ductile iron (ADI) by partitioning treatment [J]. Materials Science and Engineering: A, 2021: 140513.
- [4] 张忠仇, 李克锐, 吴建基. 我国等温淬火球铁的现状及前景 [J]. 铸造, 2004, 53 (2): 87-92.

Development of ADI Plate Spring Support for the 150 Tons Heavy Trucks

WANG Cheng-liang, WANG Run-liang, ZHANG Min-tang, YANG Wen-qing, WANG Zhao-yang
(Henan Oudiai Casting Co., Ltd., Hebi 456761, Henan, China)

Abstract:

According to the working condition and failure form of spring support for heavy trucks, the ADI material of spring support for the 150 tons heavy trucks was developed, and the spring support suitable for the 150 t heavy trucks was finally produced through the control of chemical composition, melting and heat treatment processes. Compared with the cast steel materials, the ADI materials to make the spring support have great advantages in weight reduction, wear resistance and fracture resistance.

Key words:

plate spring support; ADI; impact; wear