

45 钢汽车稳定杆断裂失效分析

王辉, 梅华生

(中国兵器工业第五九研究所, 重庆, 400039)

摘要: 采用断口分析、显微组织检验、低倍组织检验和化学成份分析等方法, 对 45 钢汽车稳定杆进行了失效分析。断裂失效的主要原因是由于材料的成分偏析、热处理工艺不当和表面缺陷造成的。建议改进热处理工艺, 保证组织的均匀性; 选用成分均匀的钢材。

关键词: 45 钢; 稳定杆; 失效分析

中图分类号: TG162.8 **文献标识码:** A

文章编号: 1674-6457(2010)04-0072-04

Analysis on the Fracture Failure of 45 Steel Automobile Stabilizing Rod

WANG Hui, MEI Hua-sheng

(No. 59 Research Institute of Ordnance Industry, Chongqing 400039, China)

Abstract: The failure analysis of the automobile stabilizing rod which is made of 45 steel was made through fracture microscopic analysis, microstructure test, macrostructure test and chemical compositions analysis. The main causes of the fracture failure were composition segregation, improper heat-treating process and surface defect. Improving the heat-treating process to ensure the uniformity of microstructure and selecting the steel with uniform ingredients were suggested.

Key words: 45 steel; stabilizing rod; failure analysis

稳定杆是汽车独立悬架系统的重要安全件, 在汽车转弯或遇到阻力时提高操作的稳定性, 保证舒适性和行驶安全性, 工作中它主要受扭转、挤压和剪切力作用^[1]。某厂生产的汽车稳定杆在使用过程中发生断裂, 稳定杆材料为 45 钢, 预成形后的热处理工艺为: 880~900 °C, 保温 40 min; 成形后的热处理工艺为: 850~870 °C, 保温 25 min 淬火, 530~550 °C 回火, 保温 120 min。为了寻找断裂原因, 避免安全隐患和减少经济损失, 对稳定杆的断裂原因进行分析。

1 检测分析结果

1.1 断口分析

样品的断口宏观形貌如图 1 所示, 样品断口磨损严重, 已锈蚀。样品属于典型的疲劳断裂, 有明显的疲劳裂纹扩展纹路, 裂纹源位置如图 2 所示。在靠近裂纹源的扩展区, 断口主要由细小平台组成, 如图 3 所示。快速扩展区有大量的二次裂纹和宽大平台及少量浅韧窝, 如图 4 所示。在快速扩展区有大



图1 断口宏观形貌

Fig. 1 Macro-appearance of the fracture



图2 断口形貌(17×)

Fig. 2 Appearance of the fracture (17×)

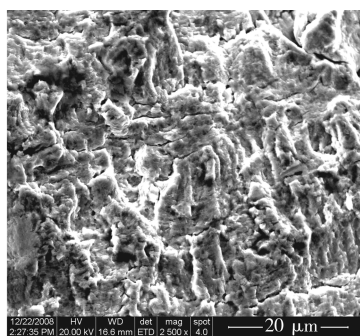


图3 断口形貌(2500×)

Fig. 3 Appearance of the fracture (2500×)

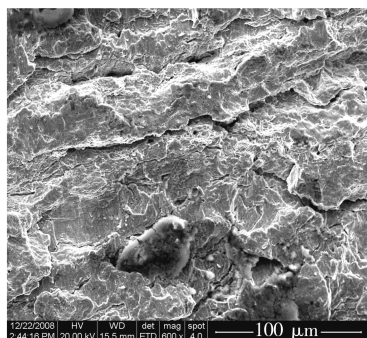


图4 断口形貌(600×)

Fig. 4 Appearance of the fracture (600×)

量长而深的二次裂纹,如图5所示。瞬间断裂区主要为撕裂和变形韧窝,如图6所示。

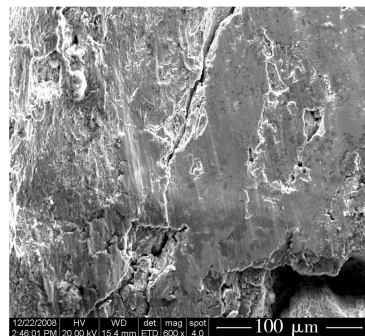


图5 断口形貌(600×)

Fig. 5 Appearance of the fracture (600×)

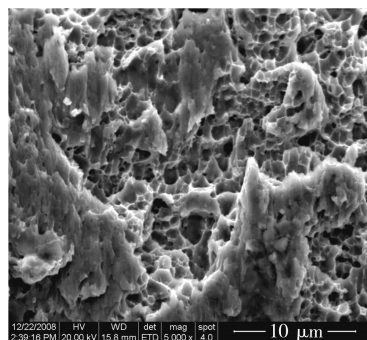


图6 断口形貌(5000×)

Fig. 6 Appearance of the fracture (5000×)

经盐酸水溶液(质量分数为50%)加热到75℃腐蚀15 min后观察,横端面未发现白点、气泡、裂纹等缺陷。经退漆后发现在裂纹源处有大量的凹痕。如图7所示。



图7 稳定杆表面

Fig. 7 Surface of the stabilizing rod

1.2 化学成分和硬度分析

在断裂稳定杆上取样做化学成分分析,分析结

果见表1。可以看出,该汽车稳定杆的化学成分符合技术要求。

表1 化学成分(质量分数,%)

Table 1 Chemical composition of the samples

元素	C	Si	Mn	P	S
技术要求	0.42~	0.17~	0.50~	≤ 0.035	≤ 0.035
求值	0.50	0.37	0.80		
实测值	0.45	0.22	0.63	0.013	0.011

按照 GB/T 230.1-2002 对稳定杆横断面进行洛氏硬度的测试,从中心部位到边缘部位共测试3个点,测试结果分别为17.0,18.5,17.5HRC,而技术要求的硬度值为23~34HRC,可见稳定杆的硬度值没有达到技术要求。

1.3 金相分析

样品的金相组织为:回火索氏体+托氏体+断续网状铁素体,晶粒度为8~9级,纵向心部有大量的带状铁素体组织,如图8,9所示,横向金相组织如

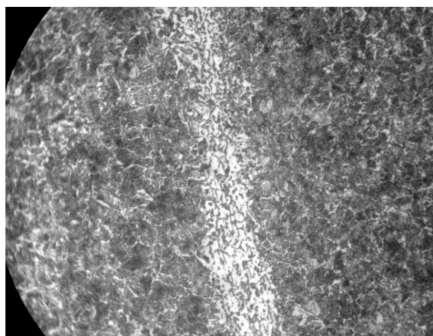


图8 纵向金相组织(500×)

Fig. 8 The longitudinal metallographic structure

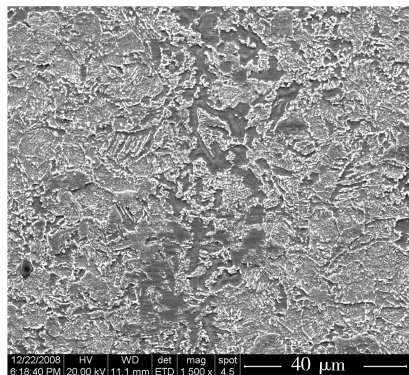


图9 纵向显微组织形貌(1500×)

Fig. 9 The longitudinal microstructure

图10,11所示。技术要求的金相组织为屈氏体或索氏体。

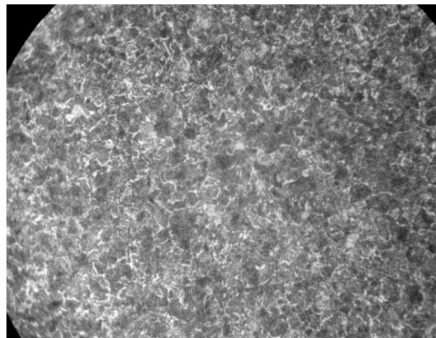


图10 横向金相组织(500×)

Fig. 10 The transverse metallographic structure

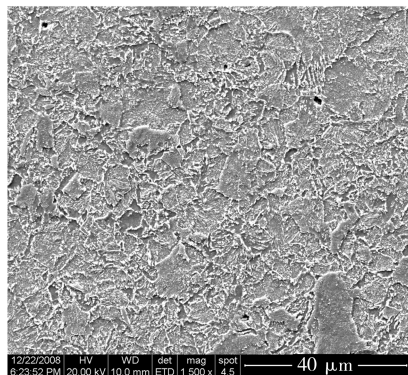


图11 横向显微组织形貌(1500×)

Fig. 11 The transverse microstructure

2 失效分析

1) 稳定杆材料的化学成分符合技术要求,硬度值没有达到技术要求。

2) 根据金相分析,材料纵向显微组织心部存在大量的带状铁素体组织,是由于原材料组织不均匀,存在铁素体带状组织。

3) 从热处理工艺^[2]分析,可能是由于淬火时加热温度低,保温时间不够,原子扩散不够充分,只有部分铁素体转变成奥氏体,奥氏体化不充分,其余未转变的铁素体受热长大,呈断续网状存在,降低了材料的强度和疲劳性能。

4) 稳定杆表面存在划痕而且凹凸不平,受疲劳载荷时,在应力集中处产生裂纹源,裂纹在凹痕处萌生^[3],快速扩展后导致稳定杆断裂。

3 结语

金属构件出现断裂时应进行失效分析,以查找断裂的原因,提出改进措施,消除再次发生断裂的隐患。

改进热处理工艺,提高 45 钢的淬透性,减少显微组织中的组织偏析和断续网状铁素体的存在,提高原材料组织的均匀性是解决稳定杆断裂的有效途径。

参考文献:

- [1] 曾林. 车用稳定杆及其发展前景[J]. 弹簧工程, 1993, 16(2): 2—8.
- [2] 李松瑞, 周善初. 金属热处理[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2003: 305—310.
- [3] 王国凡. 材料成形与失效[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 215—219.

(上接第 59 页)

质量好, 生产效率高, 材料利用率高。同时, 因产品具有合理的金属流线分布, 提高了零件的承载能力, 从而提高了产品的安全性、可靠性和使用寿命, 降低了生产成本, 具有显著的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 上海交通大学《冷挤压技术》编写组. 冷挤压技术[M]. 上海: 上海人民出版社, 1976: 41—66.

- [2] 孟令先, 宋学进, 张元国, 等. 冷作模具的失效分析与预防措施[J]. 锻压技术 2007, 32(3): 134—136.
- [3] 《机械设计师手册》编写组. 机械设计师手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1989: 214—215.
- [4] MENG Ling-xian, LIU Zhong-ming, ZHANG Yuan-guo, et al. The Precise Forming of Automobile Start Gear Shaft[J]. Modern Applied Science, 2009, 3(8): 73.

锻压制造企业两项国家标准制定送审

近日, 全国锻压机械标准化会议在长治市召开, 会议主旨是审议通过由首钢长钢锻压制造有限公司代表行业制定的《卷板机安全要求》及《数控卷板机》两项国家标准送审稿。这将成为该市企业引领行业发展的一个标志性事件。

首钢长钢锻压制造有限公司是我国最具影响力的锻压机械制造企业, 是原机械工业部重点骨干企业。在半个世纪的历程中, 他们通过自主研发、不懈努力, 先后引进日本、德国、英国、美国等发达国家的先进技术。在消化吸收国外先进技术基础上, 大胆创新, 近 20 年来, 各型号的锻压产品在满足国民经济快速发展的同时, 都曾创造过国内之最, 许多产品成为填补国家空白的精品。

近几年来, 首钢长钢锻压制造有限公司大力实施标准化战略, 形成了较为完善的标准体系。该公司作为全国锻压机械标准化技术委员会弯曲机械分会秘书长单位, 承担着卷板机、弯管机、型弯机等国家、行业技术标准的制、修订工作。先后制定、修订的国家、行业标准达 13 项。2009 年企业再获“山西省高新技术及省创新型企业”的殊荣, 并承担了多项省级技术创新、火炬计划项目。

本次会议审定的 2 项国家标准, 是该公司 2008 年应中国机械工业联合会和全国锻压机械标准化技术委员会要求于 2009 年底完成的。《卷板机安全要求》参照了美国国家标准, 主要技术内容等效于美国国家标准; 《数控卷板机》参照德国 DIN55805 标准。2 项国家标准结束了我国没有“卷板机安全”国家标准的历史, 实现了卷板机产品与国际标准的对接。标准正式实施后必将实现我国锻压机床与国际标准的接轨, 为我国锻压机床的出口创造条件。

(摘自铸造网)