

Research of PAG in Heat Treatment of Stabilizer Bar

Wentao Zhao¹, Zhibao Wang², Lifu Qin², Dehu Wang², Longzhu Cao², Ke Wang², Xinyuan Hu², Bing Leng²

¹China National Heavy Duty Truck Group Co., LTD., Jinan Shandong

²Shan Dong Leopard Automotive Holdings Ltd, Zibo Shandong

Email: qlf_126@126.com

Received: Feb. 18th, 2019; accepted: Mar. 1st, 2019; published: Mar. 8th, 2019

Abstract

In the article, PAG (Polyaleneglycol) and general oil medium are used for the heat treatment of stabilizer bar with diameter of $\Phi 60$ mm. The test shows that the average hardness of sample quenched by PAG is above 58HRC, and the micro-structure after tempering is uniform and fine tempered Martensite, which is better than that quenched by general oil. Its fatigue life reaches more than 400,000 times; compared with the sample quenched by general oil, the fatigue life is improved more than one time, and the quality of stabilizer bar has been greatly improved.

Keywords

PAG Quenching Medium, $\Phi 60$ Mm Stabilizer Bar, Heat Treatment, Fatigue Life

横向稳定杆PAG热处理研究

赵文涛¹, 王治宝², 秦立富², 王德虎², 曹龙柱², 王科², 胡鑫远², 冷冰²

¹中国重型汽车集团有限公司, 山东 济南

²山东雷帕得汽车技术股份有限公司, 山东 淄博

Email: qlf_126@126.com

收稿日期: 2019年2月18日; 录用日期: 2019年3月1日; 发布日期: 2019年3月8日

摘要

本文使用PAG (Polyaleneglycol)和普通淬火油两种淬火介质,对直径 $\Phi 60$ mm重卡横向稳定杆进行热处理对比试验。通过试验,结果显示:使用PAG水溶性淬火介质完成热处理的淬火试样,其淬火平均硬度

值 ≥ 58 HRC, 回火后其金相组织为均匀细小的回火屈氏体组织, 且金相组织优于使用普通淬火油热处理试样; 使用PAG水溶性淬火介质热处理后试样平均疲劳寿命可达40万次以上, 与普通淬火油热处理试样相比, 疲劳寿命提高一倍以上, 较大程度上提高了稳定杆的性能。

关键词

PAG淬火介质, 直径 $\Phi 60$ mm稳定杆, 热处理, 疲劳寿命

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

横向稳定杆是汽车悬架系统中比较重要安全零件。在汽车转弯或遇到阻力时稳定杆发挥作用, 防止汽车侧倾发生, 提高汽车操控性, 从而保证汽车行驶过程的舒适性及安全性。因此横向稳定杆性能好坏, 会直接影响汽车整车的安全性、平稳性和舒适性。在汽车整车零件中, 横向稳定杆是典型的疲劳受力件, 所以它的疲劳性能直接决定了产品质量。众所周知, 金属材料的热处理质量对产品的疲劳性能有决定性的作用, 因此横向稳定杆热处理质量, 对横向稳定杆产品质量具有决定性的作用[1] [2]。直径大于 60 mm 的弹簧圆钢, 因受原材料淬火临界直径的限制, 使用传统的淬火油进行淬火, 无法淬透, 导致材料的机械性能降低, 严重影响横向稳定杆的疲劳寿命。PAG 是近几年新兴起的一种水溶性淬火介质, 其具有冷却性能好、应用范围广、淬硬性均匀、环保无污染、火灾隐患小等特性, 被广泛关注和应用。本文使用 PAG 和普通淬火油两种淬火介质, 对 $\Phi 60$ mm 重卡横向稳定杆进行热处理, 并对热处理后横向稳定杆的硬度、金相组织和疲劳寿命进行了研究[3] [4] [5]。

2. 材料制备及试验方法

2.1. 试验材料准备

热处理试验选用的横向稳定杆材料牌号为 50CrVE, 其材料规格为 $\Phi 60$ mm, 原材料化学成份及标准技术要求见表 1。

Table 1. Test material chemical composition (Wt%)

表 1. 试验材料化学成份(Wt%)

化学元素	C	S	P	Mn	Si	Cr	V
试验材料	0.53	0.010	0.011	1.00	0.29	1.10	0.14

分别选用 PAG 和普通淬火油作为热处理介质进行热处理对比试验, 热处理时, 使用中频感应加热设备进行稳定杆产品整体加热, 使用 15%浓度的 PAG 水溶性淬火介质和普通淬火油进行淬火, 按其工艺规定进行回火, 获得不同条件热处理的待检测试样。

2.2. 试验方法

使用 HR-15A 型号洛氏硬度计检测试样淬火及回火硬度; 用 CDG-2000G 型微机控制交流荧光磁粉探

伤机对试样进行探伤；用 Nikon MA100 型金相显微镜，对试样进行组织观察；试样经过表面处理后，进行疲劳试验(PSJ200 机械疲劳试验机，最大应力 800 Mp，加载力 60 KN，振幅角度 $3^{\circ}\sim 4^{\circ}$) [6] [7]。

3. 试验结果及分析

3.1. 不同淬火介质试样金相组织

图 1 为在同样的热处理条件下，使用不同淬火介质进行淬火后，稳定杆试样表面和心部金相组织(淬火工艺 $900^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，图 1(a-1) PAG 介质淬火—试样表面；图 1(a-2) PAG 介质淬火—试样心部；图 1(b-1) 普通淬火油淬火—试样表面；图 1(b-2)普通淬火油淬火—试样心部)。由图可知： $\Phi 60$ mm 横向稳定杆 50CrVE 材料试样使用 PAG 淬火后，试样表面和心部可得到均匀细小的淬火马氏体组织，且其表面组织和心部组织无明显的差异(如图 1(a-1)，图 1(a-2)所示)，依据 JB/T9211-1999 标准进行马氏体等级评级，试样淬火马氏体评定为 3 级；同规格试样使用普通淬火油淬火后，试样表面组织为淬火马氏体组织，以及上贝氏体组织(如图 1(b-1)所示)，试样心部组织为部分马氏体组织，以及网状铁素体和珠光体组织(如图 1(b-2)所示)。分析认为， $\Phi 60$ mm 横向稳定杆 50CrVE 材料，使用普通淬火油淬火，由于杆体直径较大，受淬火油冷速及材料临界淬透直径的限制，热处理后试样心部未完全淬透，无法获得优异的热处理组织。

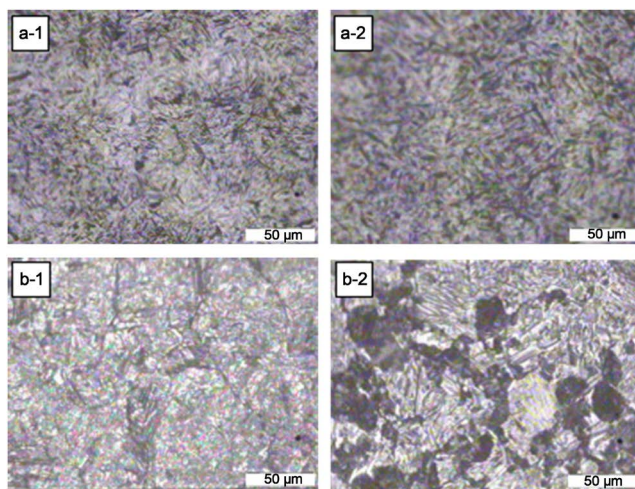


Figure 1. Quenching microstructure of different quenching media: $900^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$; (a-1) PAG water-soluble quenching medium-surface; (a-2) PAG water-soluble quenching medium-core; (b-1) General quenching oil medium-surface; (b-2) General quenching oil medium-core

图 1. 不同淬火介质淬火金相组织： $900^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ (a-1) PAG 水溶性介质淬火—试样表面；(a-2) PAG 水溶性介质淬火—试样心部；(b-1) 普通淬火油淬火—试样表面；(b-2) 普通淬火油淬火—试样心部

图 2 为使用不同淬火介质进行淬火，相同回火工艺条件回火，获得的金相组织(回火工艺 $460^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，保温 120 min，图 2(a-1) PAG 介质淬火—试样表面；图 2(a-2) PAG 介质淬火—试样心部；图 2(b-1)普通淬火油淬火—试样表面；图 2(b-2) 普通淬火油淬火—试样心部)。由图可知：试样经过同样回火工艺完成回火， $\Phi 60$ mm 横向稳定杆 50CrVE 材料试样，使用 PAG 淬火介质淬火回火后，可得到均匀细致的回火屈氏体组织，且试样表面组织和心部组织无明显的差异(如图 2(a-1)，图 2(a-2)所示)，依据 JB3782-84 标准评级，试样心部及表面回火屈氏体组织均可评定为 2 级；相同规格试样使用普通淬火油淬火回火后，试样表面及心部组织为回火屈氏体组织、网状铁素体和贝氏体组织(如图 2(b-1)，图 2(b-2)所示)，这在很大程度上降低了材料经过热处理后的机械性能。

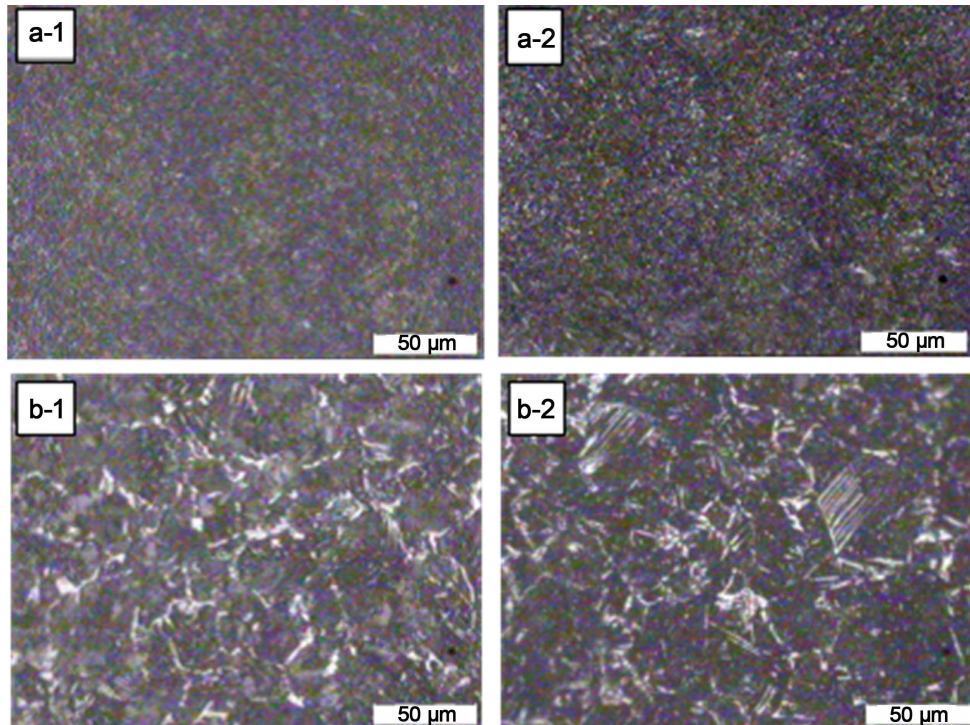


Figure 2. Tempering microstructure of different quenching media: $460^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 120 min; (a-1) PAG water-soluble quenching medium-surface; (a-2) PAG water-soluble quenching medium-core; (b-1) General quenching oil medium-surface; (b-2) General quenching oil medium-core

图 2. 不同淬火介质淬火回火金相组织: $460^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 保温 120 min; (a-1) PAG 水溶性介质淬火—试样表面; (a-2) PAG 水溶性介质淬火—试样心部; (b-1) 普通淬火油淬火—试样表面; (b-2) 普通淬火油淬火—试样心部

3.2. 不同淬火介质试样硬度

图 3 为 $\Phi 60$ mm 横向稳定杆试样使用 PAG 淬火介质进行热处理后, 试样淬火硬度和回火硬度曲线。由图可知: $\Phi 60$ mm 横向稳定杆试样的淬火硬度平均值 ≥ 58 HRC, 最高淬火硬度可达 60 HRC 以上, 且试样淬火硬度分布均匀; 试样回火平均硬度在 45 HRC 左右, 且硬度分布均匀。结合试样金相组织分析认可, $\Phi 60$ mm 横向稳定杆使用 PAG 淬火介质进行热处理后, 得到了较好的热处理效果。

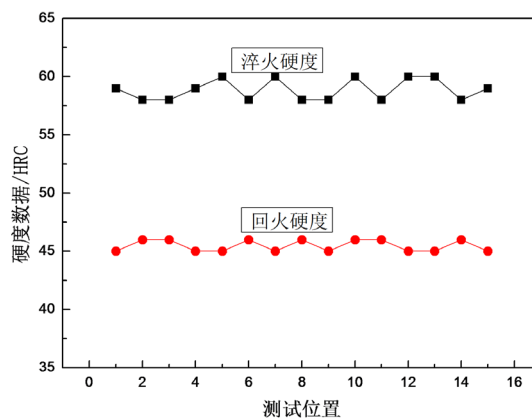


Figure 3. Hardness curve of sample quenched by PAG water-soluble quenching medium; Quenching $900^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$; Tempering $460^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 120 min

图 3. PAG 水溶性介质淬火试样硬度曲线; $900^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$; $460^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 保温 120 min

图4为 $\Phi 60$ mm 横向稳定杆试样使用普通淬火油热处理后, 试样淬火硬度和回火硬度曲线。由图可知: $\Phi 60$ mm 横向稳定杆试样油淬火后, 其淬火硬度平均值在 54 HRC 左右, 最高淬火硬度小于 56 HRC, 最低淬火硬度为 52 HRC, 试样淬火硬度分布不均; 试样回火平均硬度在 44 HRC 左右, 其回火硬度也十分不均匀, 最高回火硬度达到 50 HRC, 最低回火硬度小于 40 HRC。结合其金相组织分析认为, $\Phi 60$ mm 横向稳定杆试样使用普通淬火油淬火回火后, 由于材料临界淬透直径的限制, 试样心部存在组织转化完全的情况, 从而导致淬火硬度不均匀, 进而导致试样热处理后的机械性能较低, 且均匀性较差, 达不到标准要求。

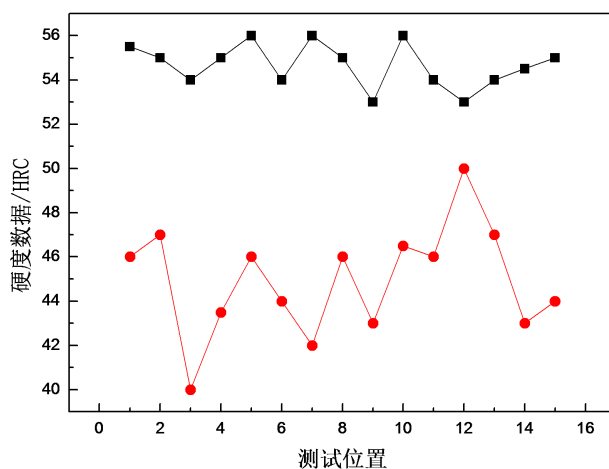


Figure 4. Hardness curve of sample quenched by general quenching oil medium; Quenching $900^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$; Tempering $460^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 120 min

图4. 普通淬火油淬火试样硬度曲线; $900^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$; $460^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 保温 120min

3.3. 不同淬火介质试样疲劳试验

使用不同淬火介质进行热处理的横向稳定杆, 使用 CDG-2000G 型微机控制交流荧光磁粉探伤机进行探伤, 未发现裂纹。试样完成表面处理后进行疲劳试验, 稳定杆疲劳寿命如图5所示。由图5可知: 使用普通淬火油作为淬火介质的 Volvo 横向稳定杆, 由于淬不透现象和淬不匀现象的存在严重影响其疲劳寿命, 其平均疲劳寿命为 20 万次左右; 使用 PAG 淬火介质的横向稳定杆, 因其 PAG 冷却性能较好, 试样的平均疲劳寿命可达 40 万次以上, 试样疲劳寿命提高了将近一倍。

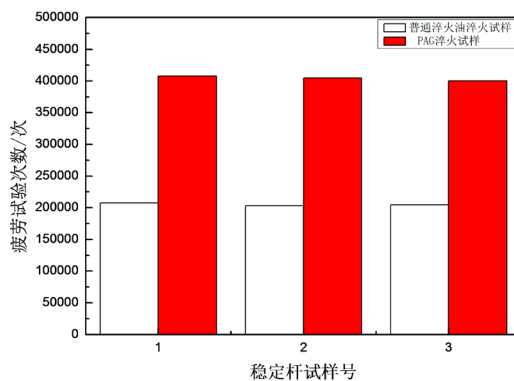


Figure 5. Fatigue life of samples quenched by different quenching media; Maximum stress 800 Mp, Loading force 60 KN, Amplitude angle $3^{\circ} - 4^{\circ}$

图5. 不同淬火介质热处理后试样疲劳试验寿命; 最大应力 800 Mp, 加载力 60 KN, 振幅角度 $3^{\circ} \sim 4^{\circ}$

4. 结论

1) 使用 PAG 淬火介质代替普通淬火油, 成功对直径 $\Phi 60$ mm 横向稳定杆进行热处理, 磁粉探伤未发现裂纹。

2) 使用 PAG 淬火介质热处理直径 $\Phi 60$ mm 横向稳定杆淬火、回火金相组织、硬度, 均优于使用普通淬火油热处理试样。

3) 直径 $\Phi 60$ mm 横向稳定杆, 使用 PAG 淬火介质热处理后平均疲劳寿命可达 40 万次以上, 与普通淬火油热处理相比, 疲劳寿命提高近一倍, 较大程度上提高了横向稳定杆的质量。

参考文献

- [1] 闵永安, 王楨, 邵光杰, 等. 汽车稳定杆组织与疲劳性能研究[J]. 金属热处理, 2002, 27(10): 28-29.
- [2] 黄昌文, 冯月友. 汽车悬架弹性元件淬火冷却技术探讨[J]. 热处理, 2003, 18(4): 50-52.
- [3] 黎秀球, 张亚信, 郭建平. 新型淬火介质在弹簧钢热处理中的应用研究[J]. 金属热处理, 1992(11): 3-6.
- [4] 陈春怀, 周敬恩. PAG 基淬火剂的作用参数研究[J]. 热加工工艺, 2011(6): 33-35.
- [5] 朱林, 何宏梅, 单以银, 等. 51CrV4 钢弹簧材料回火特性研究[J]. 热加工工艺, 2010, 39(20): 144-148.
- [6] 樊东黎, 徐跃明, 佟晓辉, 编. 热处理工程师手册第 2 版[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [7] 李书常. 热处理实用淬火介质精选[M]. 第一版. 北京: 化学工业出版社, 2009.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2373-1478, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: meng@hanspub.org