

AQ251 淬火液在油泵油嘴零件高频感应热处理中的应用

油泵分厂 李 立 孙春安

TG162.7

摘要 AQ251 淬火液是美国好富顿公司出产的 PAG 类(聚乙二醇)水溶性有机合成淬火液,其工艺性能稳定,操作使用简单可靠。本文即以 8% 浓度 AQ251 实用淬火液替代 20# 机械油的生产应用情况,来说明其在油泵油嘴小型零件高频感应热处理中对提高产品质量、简化工艺流程、降低生产成本等方面的效果。

当今热处理行业所提倡推广的新技术之一——有机聚合物水溶性新型淬火介质,以其无毒、无烟、无刺激性气味和无火灾危险等优良作业环境,冷却速度可调所带来的较宽工艺适用范围,和实际使用中工艺成本较低等而深得广大工艺和生产操作人员的青睐。尤其要提到的是,现今的商品性 PAG 类(聚乙二醇)新型淬火介质除具有上述特性外,其化学、物理性能的稳定、浓度与冷却性能的易控等特点尤为突出^[1]。

美国好富顿公司的 AQ251 淬火液即属 PAG 类淬火介质。我厂从 1990 年即开始该淬火液的工艺应用试验,1991 年完成了所有高频感应淬火件的批量试验生产,1992 年正式开始按新工艺全面转产,并如期完成了工艺考核,两年来收到了明显的效果。

一、AQ251 淬火液性能简介^[2]

AQ251 商品原液为 PAG 类水溶性有机合成浓缩液。根据不同热处理工艺要求,该浓缩液可兑水稀释配制成等同于从水到油之间任何冷却速度的淬火液。由于该淬火液中 PAG 溶质“粒子”对高温工件表面良好的润湿性和在 70℃ 左右所特有的逆溶性,因而可使工件淬火后的硬度更加均匀一致,并大大降低淬火软点和淬火变形等缺陷。

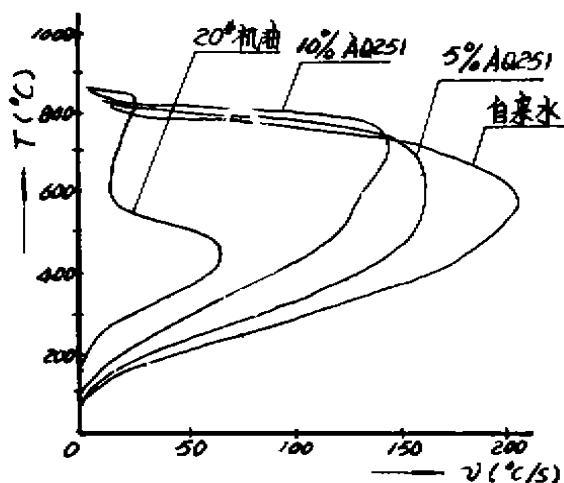


图 1 不同淬火介质冷却速度曲线

图 1 所示为 20# 机械油、10% 和 5% AQ251 以及自来水在 30℃ 下测得的淬火冷却速度曲线。

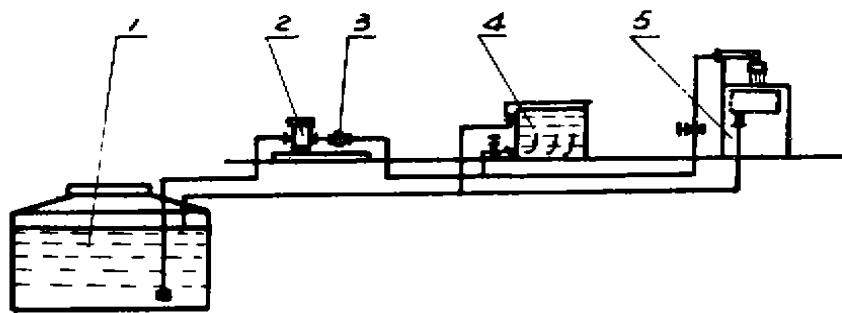
二、实用淬火液工艺条件

- (1) 淬火液浓度: $8 \pm 1\%$ AQ251
- (2) 淬火液工作温度: 20~40℃
- (3) 淬火液酸碱度: $\text{PH} \geq 8.5$
- (4) 适用淬火冷却方式: 浸液或喷淋冷却
- (5) 适用工件钢种: 45、ZG40Cr、ZG55、Y40Mn 等
- (6) 淬火液循环冷却系统: 图 2 为我厂所用淬火液循环冷却系统示意。冷却采用大储量循环对流自冷方式进行。其中储罐、淬火槽等所有系统构件均为普通钢质构件。

(7) 淬火液的配制及浓度测控: 因 AQ251 商品浓缩液比重稍大于 1, 故首次配制可根据所需浓度按体积百分比近似算出所需水及 AQ251 的量, 而后将 AQ251 浓缩液逐步加入水中并注意及时搅拌均匀。在初步配制完成后, 可得到均匀透明状无色液体; 取样后, 以 WYT-15 型手持糖量折光仪测得浓度值, 按

照工艺要求酌量加入水或 AQ251 浓缩液进行修正即可。

淬火液经使用一段时间后色泽略呈淡黄褐色, 这是因工件在淬火过程中, 带入少量脏物而使溶液轻度污染的结果, 对工件质量无甚影响。但在用折光仪测量其浓度时, 必须注意脏物对测量结果的影响。



1—5m³ 地下循环储罐 2—过滤器 3—齿轮泵 4—浸液冷却淬火槽 5—喷淋冷却淬火机床

图 2 淬火液循环冷却系统示意图

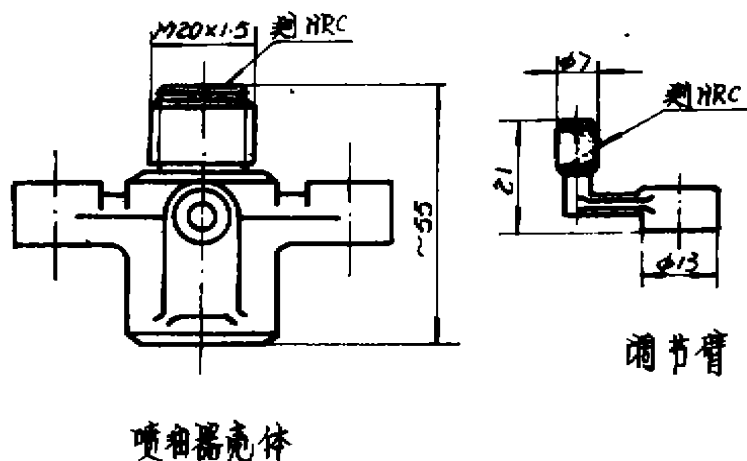


图 3 油泵油嘴中两种典型高频感应加热工件简图

三、生产应用结果及防锈问题的解决

图 3 所示为我厂两种典型高频感应加热淬火工件的零件简图。

1. 淬火硬度的测量结果

表 1 所列为五种典型高频感应加热淬火件在 20# 机械油和 8% AQ251 淬火液中以浸液法冷却淬火的洛氏硬度测试结果比较。

表 1 几种典型高频淬火件采用不同介质冷却后的淬火硬度测试比较

| 序号 | 零件名称 | 材料 | 工艺要求淬火硬度(HRC) | 20#机械油淬火硬度结果(HRC) | | | | 8% AQ251 液淬火硬度结果(HRC) | | | | 后者较前者硬度提高值(HRC) |
|----|-------|--------|---------------|-------------------|------|------|-----------------------------|-----------------------|------|------|-----------------------------|-----------------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 范围 | 1 | 2 | 3 | 范围 | |
| 1 | 喷油器壳体 | ZG60 | ≥ 58 | 60.5 | 60 | 61.5 | 60~63.5 ($\Delta 3.5$) | 65 | 65.5 | 65.5 | 63.5~65.5 ($\Delta 2$) | 2~3.5 |
| | | | | 64 | 63.5 | 63.5 | | 64 | 64.5 | 64 | | |
| | | | | 63.5 | 63.5 | 63.5 | | 65 | 63.5 | 64.5 | | |
| 2 | 喷油器螺母 | 45 | ≥ 50 | 57.5 | 58 | 57 | 55.5~58 ($\Delta 2.5$) | 60.5 | 61 | 61 | 59~61 ($\Delta 2$) | 3~3.5 |
| | | | | 55.5 | 56 | 57 | | 59 | 59 | 60 | | |
| | | | | 57.5 | 58 | 57 | | 59 | 59.5 | 60 | | |
| 3 | 花键轴套 | ZG40Cr | ≥ 55 | 57 | 56 | 57.5 | 56~59 ($\Delta 3$) | 59 | 60.5 | 61.5 | 59~61.5 ($\Delta 2.5$) | 2.5~3 |
| | | | | 58 | 58 | 58 | | 59 | 59.5 | 60 | | |
| | | | | 59 | 57 | 58 | | 59 | 59.5 | 59.5 | | |
| 4 | 调节臂 | ZG40Cr | ≥ 52 | 57 | 57.5 | 57 | 53~58 ($\Delta 5$) | 55.5 | 55 | 56.5 | 55~58.5 ($\Delta 3.5$) | 2.5~3 |
| | | | | 57 | 57.5 | 58 | | 56.5 | 58.5 | 57 | | |
| | | | | 53 | 56 | 53.5 | | 58 | 57.5 | 58 | | |
| 5 | 调速叉 | ZG55 | ≥ 55 | 59 | 59 | 58 | 58~61.5 ($\Delta 3.5$) | 61 | 61 | 61.5 | 60~63 ($\Delta 3$) | 1.5~2 |
| | | | | 61.5 | 59.5 | 59.5 | | 62.5 | 62.5 | 63 | | |
| | | | | 59.5 | 60 | 60.5 | | 60 | 60.5 | 60.5 | | |

注: 1. 同种零件以相同参数进行感应加热, 而后分别浸入两种介质中冷却; 2. 两种淬火液工作温度均 35~40℃; 3. 硬度检测每组 3 件, 每件检测 3 点硬度值。

由表中数据可见, 采用 8% AQ251 淬火液淬火的工件硬度均较 20# 机械油淬火的工件硬度有所提高, 平均提高 2~3HRC, 且硬度值分布更趋均匀。

至于喷淋法冷却淬火, 我们曾以相同浓度 AQ251 淬火液对 ZG60 钢制喷油器壳体进行了淬火硬度测试, 结果稍高于浸淬法的淬火硬度, 平均提高 0.5~1.0HRC。

2. 淬火裂纹情况的检查考核

两年来, 经对试验及随后大批量生产淬火件的肉眼抽检, 以及对精磨加工后的成品检查, 均未发现有淬火裂纹的印迹。

3. 零件表面锈蚀问题的出现及解决

根据好富顿公司说明介绍, AQ251 液自身具有一定的气相和液相防锈能力。在使用浓度高于 5% 时不必考虑防锈问题。可我厂在新工艺全面转产后, 仅一个多月, 便出现大量淬火件表面液积处产生锈斑的质量问题(工件自淬火槽提出后室内停留 8 小时左右)。为此我们立即进行铁钉锈蚀试验, 发现未达有关说明要求。在做防锈试验过程中, 我

们曾以精密试纸测试过不同淬火试验液的 PH 值, 结果表明当 $\text{PH} \geq 8.5$ 时, 其防锈效果良好, 反之亦反。对现生产所用的循环储罐中淬火液, 经试验后, 将 AQ211 添加剂按 1% 的量加入, 测得 PH 为 8.5~9.0。工件淬火后, 将其置于空气中(6 月下旬生产现场, 室温 30~33℃, 相对湿度约 46%), 七天后, 表面液积处仍无锈迹。

四、工艺成本节约价值计算

在工艺上采用 AQ251 水基淬火液后, 我们取消了原油冷淬火后的清流去油工序, 简化了工艺流程, 这在劳动工时及设备电耗等方面均有不少节约。另外, 由于其工艺辅助材料成本费的降低, 以及较之于油冷对工件带出液量的大大减少, 也对降低生产成本带来了明显的经济效益。

下面以我厂高频淬火工件共计 9 种、年设计生产纲领 100 万件做一统计计算, 供分析参考。

(1) 取消清洗工序后劳动工时及设备电

耗值年节约价值:

①根据各工件的自重及尺寸大小分别计算每批次清洗装量,按每清洗循环工人劳动工时 20 分钟计,年耗劳动工时 355 小时,故年节约劳动工时价值 S_1 为:

$S_1 = 5.33 \text{ 元/小时} \times 355 \text{ 小时} = 1892.15 \text{ 元}$

(其中 5.33 为厂内单位劳动工时结算价)

②根据 WPS-41E 周期式清洗机标称功率 33.2kW、实际运行耗电量 50%、每清洗循环设备净运行 10 分钟计,年耗设备工时 177.5 小时,故年节电价值 S_2 为:

$S_2 = 0.17 \text{ 元/千瓦小时} \times 33.2 \text{ 千瓦} \times 50\% \times 177.5 \text{ 小时} = 500.91 \text{ 元}$ (其中 0.17 为工业用电每度价格)

(2) 淬火液带出量减少所带来工艺损耗上的年节约价值

表 2 所列为四种典型高频淬火件在 20[#] 机械油和 8% AQ251 淬中浸液淬火后淬火液随工件带出量的测试结果比较。

由表中数据可知,采用 AQ251 液冷却较油冷的带出液量平均减少 76.5%,单件平均带出量减少值 $\Delta \bar{G}$ 为 1.01g ($\Delta \bar{G} = \bar{G}_1 - \bar{G}_2 =$

1.3 - 0.29), 假设 8% AQ251 液成本单价与 20 机械油相等,故淬火液工艺损耗年节约价值 S_3 为:

$S_3 = 2.10 \text{ 元/公斤} \times 0.00101 \text{ 公斤} \times 1000000 \text{ 件} = 2121.00 \text{ 元}$

(其中 2.10 为 20[#] 机械油单价)

综合以上 3 项,则年节约总价值 ΣS 为:

$\Sigma S = S_1 + S_2 + S_3 = 1892.15 + 500.91 + 2121.00 = 4514.06 \text{ (元)}$

(3) 工艺用淬火液成本降低的节约价值

因每桶 (220kg) AQ251 浓缩液售价 5000 元,则配制成 8% 浓度的实用液单价为: $5000 \div \frac{220}{0.08} = 1.82 \text{ (元/kg)}$, 相对机械油而言每公斤节约费用 $2.10 - 1.82 = 0.28 \text{ (元)}$ 。故每配制一储罐 5000 公斤可节约价值 S' 为:

$S' = (2.10 - 1.82) \times 5000 = 1400 \text{ (元)}$

至于 AQ251 实用淬火液的寿命,资料^[3]介绍只要使用保养得当,可连续使用 10 年不需更换。

(4) 采用 AQ251 水基液淬火可省去以往油冷淬火后去油清洗工序,这还在环保方面降低排污处理费用上带来一定收益。

表 2 几种典型高频淬火件采用不同介质冷却后淬火液随工件带出量测试比较

| 序号 | 零件名称 | 测试件数 | 单件净重(g) | 20 [#] 机械油(60℃) | | 8% AQ251 淬(40℃) | | 对基液带出量较油减少比率(%) |
|-------|-------|------|------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| | | | | 带液总重(g) | 净带液量(g) | 带液总重(g) | 净带液量(g) | |
| 1 | 喷油器螺母 | 1 | 53.0 | 53.7 | 0.7 | 53.1 | 0.1 | 86 |
| 2 | 喷油器壳体 | 1 | 250.4 | 252.5 | 2.1 | 250.9 | 0.5 | 76 |
| 3 | 调节臂 | 3 | $\frac{29.5}{3}$ | $\frac{40.1}{3}$ | 3.2 | $\frac{39.7}{3}$ | $\frac{0.2}{3}$ | 97 |
| 4 | 花键轴套 | 1 | 230.3 | 232.5 | 2.2 | 230.8 | 0.5 | 77 |
| 平均计算值 | | | | 单件带出液量 $\bar{G}_1 = 1.3$ | | 单件带出液量 $\bar{G}_2 = 0.29$ | | 76.5 |

注:1 以架盘药物天平称重;2. 测试时工件自淬火液中取出沿轴线方向垂直晃动三下后置于天平上。

五、结束语

(1) AQ251 淬火液工艺性能稳定,操作简便,使用可靠,是感应热处理的理想淬火冷却介质。

(2) 生产应用表明,8% AQ251 淬火液完

全适用于中碳钢和中碳低合金钢制的油泵油嘴高频感应加热淬火件的淬火冷却;与油冷淬火相比其硬度平均提高 2~3HRC、硬度值

(下转第 13 页)

该卡由工艺员编制,包括该加工工序各工位的加工部位、加工要求、加工工序简图和切屑用量,可明确指导操作人员的操作,也可作为刀具调整卡使用(如图 16)。

加工中心刀具补偿记录表

[illegible]

17

3. 加工中心刀具补偿记录卡(如图 17)

该卡由刀具库对刀仪检测刀具后填写记录,交编程员编制程序时供刀补使用。

以上推荐表格,可根据实际情况,选择使用。

(上接第 11 页)

分布更趋均匀,且无淬火裂纹等缺陷,从而提高了产品质量。

(3)采用 AQ25I 淬火液后,工艺上省去了原油冷淬火后的去油清洗工序,从而在简化工艺、降低生产成本和安全环保方面均有明显的节约(按各种工件合计年纲领生产 100 万件计,年节约达 4500 元以上)。

参考文献

1. 熊剑. 国外热处理新技术. 冶金工业出版社, 1990年7月
2. 美国好富顿(深圳)有限公司. 水淬火液 AQ251 和 AQ364. 1990年9月
3. 乔健. 聚乙二醇(PAG)类淬火液的性能与使用. 国外金属热处理. 1991(4)