

非调质钢抽油杆的研制生产

东北输油管理局铁岭机械厂 路广元 吴 军 曲长龙 唐玉开

随着我国石油工业的飞速发展,为了满足深抽、长冲程大泵径采油、采气事业发展的需要,对抽油杆的质量、性能要求不断提高。因此,开发新的抽油杆用钢已迫在眉捷,20CrMnO、35Mn₂作为抽油杆用钢已在中国石油天然气总公司机械制造厂有20多年的历史,为我国的采油和采气事业起到了不可磨灭的作用。但是随着科学技术的进步和新材料的出现,以及其它种种因素,中国石油天然气总公司、冶金部和各高等院校等单位都在积极的探索和开发新的抽油杆用钢——即非调质钢。

80年代初,非调质钢在美国和日本都列为国家级重点研究项目。部分研究成果已应用到汽车和拖拉机等行业中,美国、西德、日本等国家机械行业采用的非调质钢数量每年都在递增,可见非调质钢发展前途极为广阔。北京清华大学、西北工业大学、首都钢厂、大冶钢厂等单位开发研制的非调质钢已批量应用于汽车、拖拉机等行业,受到了国家科委高度重视。我厂遵照上级的指

示,组成了非调质钢研制小组,在石油天然气物资装备总公司、科技司等上级机关的关怀和指导下,几年来一直在积极探索和开发新的抽油杆用钢——即非调质钢。在充分调研的基础上,最后与丰南贝钢总厂开发和研制的抽油杆用钢——TFG非调质钢取得了突破性的进展,从试验研究,小批试制到成批生产,各种工艺参数、实验配方、生产和制造技术以及检测手段都已基本完善,具备批量生产能力和TFG原材供货能力,圆满完成研制任务。

研制的主要技术路线

非调质钢从含碳量分,有中碳贝氏体和低碳贝氏体;从含的合金元素分有MnB系列和VTi系列。经过多次调研和论证,我们认为低碳MnB系列的非调质钢较为理想。因此,我们对低碳锰硼系列的非调质钢作了如下重点研究。

(1)非调质钢是含有微量多合金元素,通过优化合金元素和添加剂的配比与配方的研究,使其不经热处理就能达

到热处理之后的效果,从而满足抽油杆的力学性能的要求,避免了因热处理操作上温度差异而带来的强度不均现象。

(2)对冶炼、开坯、轧材工艺和温度控制进行研究,从而保证原材的力学性能和产品质量,达到YB/T054—94的要求。

(3)对锻造和机械加工温度控制和有关刀具进行研究,以满足产品尺寸精度和力学性能的要求。

(4)对疲劳试验和油气田井下试验进行研究,从而满足采油事业的需要。

产品标准和制造工艺

标准是产品水平关键所在,由于非调质钢抽油杆是新生事物,因而目前尚无国家标准,在形式和基本尺寸上,为了满足油气田采油、采气的需要,从一开始就等同采用了ISO10428《石油和天然气工业—抽油杆(抽油杆短节、光杆、接箍和异径接箍)规范》。在技术要求上,结合实际情况参照国内外先进厂家产品和非调质钢的特殊性,编制了

时间变化曲线图。由图1中2~2、3~3曲线可知,在前28h中,C=O和C—O—C吸收的增长率较快,随后C=O有一个持续的平缓增加过程,而C—O—C则在经过一段时间的稳定后出现一个最高峰(663h处),以后略有下降。在氧化初期,由于氧化反应产物中的抑制酚类物质很少,而造成C=O和C—O—C吸收的增加。当抑制剂的累积速度大于消耗速度时,暂时地氧化反应速度在当时的水平上有所放慢,这就是C—O—C吸收在28h处略有下降,并有一段稳定期的原因。当抑制剂的累积速度小于消耗速度时,氧化又呈现加速的趋势,这就导致了C—O—C吸收在364h左右处明显的上升。同时还可见C=O吸收呈上升现象。但在850h处,上升趋势加快。此时应考虑换油事宜,以便保持油中不太高的氧化产物。

图1中1~1、4~4曲线表明,润滑油在使用最初时期有最快的降解速率,特别表现在ZDDP的迅速部分分解上。

ZDDP的主要吸收区域(115~912cm⁻¹)在182h前就分解了将近一半,不过此后其吸收基本保持平衡。ZDDP的另一个吸收区(P—S)吸收虽然较小,但其消耗速度更快,在刚开始使用至28h处就几乎消耗殆尽,此后直到910h只在零附近出现波动,这是由于柴油机在运行中润滑油消耗引起的不断补加新油的结果。试验结果表明,P—S吸收在850h处几乎为零,这对于保证足够的抗氧化能力是不够的,此时应考虑换油事宜。

综上所述,将FT—IR红外光谱仪用于监测柴油机润滑油衰变规律,并以此确定换油周期是可行的和经济合理的。而且它具有比常规理化性能指标监测更高的灵敏度和更多的有关润滑油氧化及添加剂降解的信息。

(编辑 钟水清)

TFG 非调质钢抽油杆工艺规程、工艺守则和工装设计与制造,从而保证了产品设计的先进性。为使非调质钢抽油杆产品达到标准要求,我们狠抓了制造工艺和检测手段等各个环节,分析表明非调质钢抽油杆的锻造工艺温度控制、杆头机械加工工序等是关键。我厂从调研、设计到试制整个过程都紧紧地抓住了这几个关键。

在试验研究的基础上,进一步完善并修改了非调质钢抽油杆工艺规程、工艺守则,经过一年多的试生产证明,工艺是可行的,工装是可靠的,检验手段是齐全的。既保证了产品性能达到ISO 10428 标准要求,又具有较高的生产效率,试生产的非调质钢抽油杆经大庆、辽河、大港、中原等油气田进行井下试用,尚未发现异常情况,试用单位对非调质钢抽油杆质量比较满意。

TFG 非调质钢化学成分、金相组织与力学性能

TFG 非调质钢是含有微量多合金元素构成,其主要成分含有 C、Mn、Ti、Cr、S、P 等化学元素,它通过优化合金元素和添加剂的配比与配方及冶炼、开坯、轧制、生产制造的温度控制,来形成低碳粒状贝氏体和少量铁素体及完成组织转变过程。

通过含有合金元素和温度 CCT 曲

线,使形成的粒状贝氏体组织具有较高强度及韧性,从而保证抗拉强度 $\sigma_b \geq 794 \text{ MPa}$ 、冲击值 $\alpha_k \geq 60.8 \text{ J/cm}^2$,其它延展性和断面收缩率有一定的稳定指标。

原材的金相组织、非金属夹杂物及偏析对抽油杆的力学性能、疲劳强度和寿命有直接影响,按 YB/T 054—94 标准和 GB10561 规定,非金属夹杂物为 2.5 级,塑性夹杂物为 2 级,两者之和为 4.5 级,实际检测结果非金属夹杂物为 2 级,塑性夹杂物为 1.5 级,两者之和为 3.5 级。

中心疏松和一般疏松规定不大于 2 级,检测结果为 1 级,而且在截面上未发现缩孔、气泡、裂纹等缺陷,因此经几次疲劳试验证明高于 20 CrMo 材料的抽油杆性能,在 $\sigma_{\max} = 406 \text{ MPa}$ 、 $R = 0.1$ 时其疲劳寿命超过了 10^6 次,其中两根超过 2×10^6 次。为了验证非调质钢能否造成脆断这一大家比较关心的问题,我们在 $d = 3 D$ 冷弯机上专门做过 90 的冷弯曲试验结果证明无一根产生脆断和裂纹现象。

非调质钢抽油杆因不经热处理工序,因而任何截面都是单位等强度,它避免了因热处理温度不均的现象而造成单位强度不均的现象。

经过一年多的试生产和现阶段生产证明,工艺是可行的,工装是可靠的,

检验手段是齐全的,而保证了产品性能达到 ISO 10428 标准要求,又具有较高的生产效率,到目前为止已生产二百多万米,经各油气田使用性能良好,未出现任何质量问题。经中国石油天然气总公司石油管材质量监督检测中心检测和中国石油天然气总公司规划院检测,产品质量完全达到 ISO 10428 标准。

经一年多试用和生产可初步得出下列结论:

(1) TFG 非调质钢材料用于生产制造抽油杆,其主要工序是锻造、温控、抛丸、机械加工、工艺路线是成功的,它具有简化生产工序、节约能源、质量稳定、工效高等优点。

(2) TFG 非调质钢抽油杆的尺寸精度和力学性能符合 ISO 10428 标准,便于国际技术交流和与国际标准接轨。

(3) 经各油气田试用,基本上满足了油气田采油、采气事业的更高要求,而且不同程度优越于 20 CrMo 材料,可转入大批量生产。

(4) 非调质钢抽油杆,因取消了热处理工序,避免因热处理温度差异而带来强度不均现象,减少了油田断杆次数和卡泵次数,因而油气田经济效益十分显著。生产厂家因取消了热处理工序,大量节约能源,降低成本,经济效益十分显著。

(编辑 钟水清)