

文章编号: 1000-8241 (2011) 05-0362-02

试样形状对高强度感应加热弯管拉伸实验的影响

王鹏 刘迎来 吉玲康 池强

(中国石油天然气集团公司管材研究所, 陕西西安 710065)

王鹏等. 试样形状对高强度感应加热弯管拉伸实验的影响. 油气储运, 2011, 30(5): 362 - 363, 368.

摘要: 拉伸性能是高钢级管道钢管的重要性能之一。针对高钢级 X70 和 X80 感应加热弯管, 选取了 3 种不同规格的试样形状进行拉伸实验, 结果表明: 试样形状对这两种感应加热弯管的屈服强度、抗拉强度和屈强比均有一定影响。这两种感应加热弯管的横向试样、矩形板状拉伸试样的屈服强度值低于圆棒拉伸试样; X70 感应加热弯管的纵向试样、矩形板状拉伸试样的屈服强度值高于圆棒拉伸试样。这两种感应加热弯管不同试样形状的抗拉强度差异不大, 横向矩形全壁厚试样的抗拉强度均稍高于圆棒试样。这两种感应加热弯管横向矩形全壁厚试样的屈强比均低于圆棒试样, X70 感应加热弯管的纵向矩形全壁厚试样的屈强比则高于圆棒试样。为保障管道钢管的服役安全, 建议采用圆棒试样进行实验。

关键词: 感应加热弯管; 拉伸性能; 试样形状; 高钢级; X70 钢; X80 钢

中图分类号: TE832

文献标识码: A

弯管作为长输管道的重要组成部分, 是管道建设必不可少的焊接结构件之一^[1]。拉伸性能作为管道钢管的主要性能, 对保证管道的承压能力和安全至关重要。目前, 管道钢管的相关实验标准均详细规定了圆棒和矩形试样的尺寸, 以及拉伸试样的取样方向, 提出了拉伸性能指标测试的具体要求, 但对拉伸试样的形状没有强制性规定, 认为矩形试样和圆棒试样均可。

针对管道钢管试样形状对拉伸实验的影响, 很多学者针对直管开展了相关研究。吉玲康等^[2]以不同钢级的 ERW、直缝埋弧焊和螺旋焊钢管为研究对象得出: 纵向和横向矩形试样的抗拉强度均高于圆棒试样, 纵向矩形试样的屈服强度高于圆棒试样, 横向矩形试样的屈服强度低于圆棒试样, 建议对高钢级大壁厚管道钢管采用圆棒拉伸试样。陈小伟等^[3]认为钢板矩形试样的屈服强度普遍高于圆棒试样, 而矩形试样的抗拉强度普遍低于圆棒试样; 对于钢管的屈服强度、抗拉强度及屈强比指标, 圆棒试样测量值均高于矩形试样, 建议钢板采用矩形全壁厚试样, 钢管采用圆棒试样。

吴忱等^[4]认为采用全尺寸矩形试样能够更真实地反映钢管的力学性能。Law M 等^[5]认为采用矩形拉伸试样和环涨实验能够获得准确的屈服强度值。目前针对感应加热弯管和管件的研究相对较少。

1 实验条件与结果

实验材料选取 $\phi 1\ 016$ 壁厚为 21 mm 的 X70 感应加热弯管和 $\phi 1\ 219$ 壁厚为 18.4 mm 的 X80 感应加热弯管(表 1), 母管均为直缝埋弧焊钢管。在感应加热弯管外弧侧依据相关标准要求加工为横向拉伸试样(图 1), 试样形状分别为矩形板状试样和圆棒试样。随后开展不同试样形状和尺寸的 X70 和 X80 感应加热弯管拉伸试验(图 2), 编号 1 为矩形板状试样, 厚度为钢管全壁厚, 标距长度为 50 mm, 标距内宽度为 38.1 mm; 编号 2 为圆棒试样, 标距长度为 35 mm, 标距内宽度为 10 mm; 编号 3 为圆棒试样, 标距长度为 50 mm, 标距内宽度为 12.7 mm。

表 1 X70 和 X80 弯管的化学组成

弯管材料	不同化学成分的质量分数 %											
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Nb	V	Ti	Cu
X70	0.076	0.17	1.69	0.011	0.001 1	0.077	0.22	0.22	0.049	0.025	0.015	0.15
X80	0.076	0.17	1.69	0.011	0.001 1	0.077	0.22	0.22	0.049	0.025	0.015	0.15

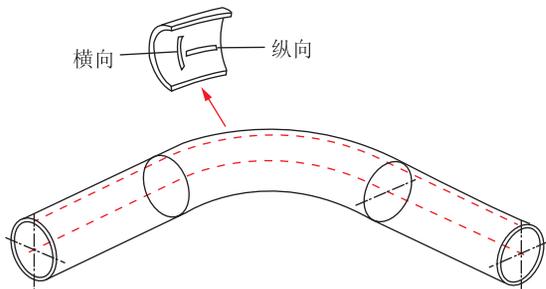
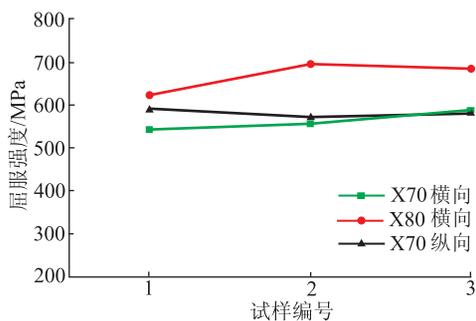
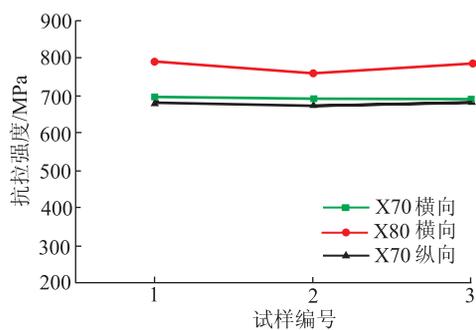


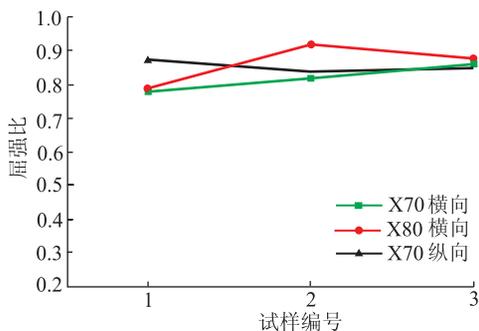
图1 感应加热弯管试样取样位置与方向



(a) 屈服强度



(b) 抗拉强度



(c) 屈强比

图2 感应加热弯管的拉伸对比实验结果

2 实验结果分析

2.1 屈服强度

X70 和 X80 感应加热弯管的横向试样、矩形板状

拉伸试样的屈服强度值低于圆棒拉伸试样; X70 感应加热弯管的纵向试样、矩形板状拉伸试样的屈服强度值高于圆棒拉伸试样。这主要是弯管成型和试样加工方式造成的: 感应加热弯管通过淬火加回火方式成型, 表面的淬透性高于心部, 表面部分的组织晶粒比心部的组织晶粒更加细化, 表面部分的强度高于心部的强度。对于横向试样, 由于弯管成型时, 外弧侧发生弯曲变形, 加工矩形全壁厚试样又需要冷压平, 压平方向与成型时的变形和受力方向相反, 必然产生包辛格效应, 使试样的屈服强度降低; 同时, 试样在加工压平过程中将会产生形变硬化, 导致强度提高。加工圆棒试样, 需要去除弯管表面的部分金属, 而矩形板状试样为全壁厚试样, 不需要去除表面金属, 因此使纵向矩形全壁厚试样和圆棒试样的屈服强度不同。

可见, 矩形全壁厚试样的屈服强度值受包辛格效应和形变硬化相互作用的影响, 而圆棒试样, 在加工过程中不需要进行压平, 其屈服强度值不受包辛格效应和形变硬化的影响。因此, X70 和 X80 感应加热弯管矩形板状拉伸试样的屈服强度值低于圆棒拉伸试样的原因是: 矩形拉伸试样受包辛格效应的影响大于形变硬化作用的影响, 使弯管的屈服强度降低。

2.2 抗拉强度

与屈服强度相比, X70 和 X80 感应加热弯管的抗拉强度差异不大: 横向矩形全壁厚试样的抗拉强度稍高于圆棒试样; X70 感应加热弯管纵向矩形全壁厚试样的抗拉强度与圆棒试样相差不大。横向矩形全壁厚试样的抗拉强度高于圆棒试样, 主要是试样的加工方式造成的: 在加工过程中, 圆棒试样需要除掉表面强度较高的金属, 而矩形试样不需要, 矩形试样的抗拉强度因受到表面高强度金属的作用而高于圆棒试样。

2.3 屈强比

X70 和 X80 感应加热弯管横向矩形全壁厚试样的屈强比均低于圆棒试样, 而 X70 感应加热弯管的纵向矩形全壁厚试样的屈强比高于圆棒试样。这主要是由屈服强度差异引起的: 3 种试样形式纵向和横向的抗拉强度相差不大, 矩形全壁厚试样的抗拉强度稍高; 3 种试样形式的屈服强度差异较大, 横向矩形全壁厚试样的屈服强度低于圆棒试样, 纵向矩形全壁厚试样

(下转第 368 页)

4.4 计算实例

汽油前行,柴油后行,柴油储罐容积为 $6\ 000\ \text{m}^3$,计算混油尾切割比例和对应的混油密度,确保注入的混油不会引起柴油闪点低于国家标准的规定值。后行柴油闪点为 $63\ ^\circ\text{C}$ (实测),被掺柴油闪点控制值选择 $55\ ^\circ\text{C}$,通过式(1)确定可掺混汽油体积分数为 0.3% ,在 $6\ 000\ \text{m}^3$ 柴油中,可掺混纯净汽油 $18\ \text{m}^3$ 。通过式(4)计算混油尾切割位置的汽油体积分数为 15% 。纯净柴油、汽油密度值以 $822.9\ \text{kg}/\text{m}^3$ 和 $714.9\ \text{kg}/\text{m}^3$ 计算,按加权法计算汽油体积分数为 15% ,对应的混油密度计算值为 $805.02\ \text{kg}/\text{m}^3$ 。

综上所述,顺序输送批次油品的质量潜力不同,可通过罐内掺混的混油总量亦不同。准确跟踪每个批次汽油的终馏点和柴油的闪点,利用其质量潜力和油品的自然掺混能力,可以在很大程度上提高混油切割比例,从而减少混油的处理费用。试验跟踪的混油段为前行汽油、后行柴油的情况,依此进行混油切割比例与

罐内允许接收另一种油品的体积分数关系式的回归处理,其结果对于前行柴油、后行汽油的混油切割有一定的局限性。

参考文献:

- [1] 杨筱衡,张国忠. 输油管道设计与管理[M]. 东营:石油大学出版社,1996:297-303.
- [2] 邓松圣,蒲家宁. 对流扩散方程在成品油顺序输送混油分析中的应用[J]. 应用数学和力学,1998,19(8):44-46.

(收稿日期:2010-09-14)

作者简介:朱峰,工程师,1981年生,2003年毕业于西南石油学院油气储运专业,现主要从事成品油和原油顺序输送技术研究。

电话:0316-2077334; Email: kjzhufeng@petrochina.com.cn

(上接第363页)

的屈服强度高于圆棒试样。因此,纵向矩形试样的屈强比高于圆棒试样,而横向矩形试样的屈强比则低于圆棒试样。

综上所述,高钢级感应加热弯管的试样形状对拉伸实验的结果具有重要影响。矩形全壁厚试样,受弯管生产方式及试样加工过程中的包辛格效应和形变硬化的影响,材料的拉伸性能实验结果可能与真实情况存在较大差异。圆棒试样虽然在加工过程中去除了表面强度较高的金属,使其强度值相对矩形全壁厚试样有所降低,但是对于管道,采用圆棒试样测得的强度值偏于保守,有利于保障管道的安全性。因此,在考察高钢级感应加热弯管的拉伸性能时,建议采用圆棒试样开展试验。

参考文献:

- [1] 余大涛,李为卫,霍春勇,等. 西气东输感应加热弯管工艺参数的研究[J]. 油气储运,2003,22(11):53-57.
- [2] 吉玲康,谢丽华,杨肃,等. 高钢级管道管试样形状对拉伸性能

实验结果的影响[J]. 石油机械,2006,34(1):11-15.

- [3] 陈小伟,李延丰,张远生,等. 试样形式对 X80 级钢板及钢管拉伸实验结果的影响[J]. 焊管,2009,32(1):21-25.
- [4] 吴忱,袁志善,刘志强. X80 级管道钢管板状与圆棒试样屈服强度差异分析[J]. 焊管,2008,31(3):73-75.
- [5] Law M, Bowie G. Prediction of failure strain and burst pressure in high yield-to-tensile strength ratio linepipe[J]. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 2007(84):487-492.
- [6] 陈宏达,申昭照,董保胜,等. 测试管道钢管屈服强度的试样选择[J]. 石油管工程,2009,15(4):44-50.

(收稿日期:2010-09-13)

作者简介:王鹏,工程师,1981年生,2008年硕士毕业于西北工业大学固体力学专业,现主要从事输油气管道钢管和管件研究。

电话:029-88726006; Email: wangpeng013@cnpc.com.cn