

●经验交流

螺旋焊管拉伸试验断裂位置的研究

吴 忱¹, 陶文辉²

(1 中国石油天然气管道局钢管厂, 辽宁 辽阳 111000;

2 辽宁辽无一电子有限公司, 辽宁 辽阳 111000)

摘 要: 通过对影响螺旋焊管拉伸试样断裂位置因素的分析, 指出拉伸试样断裂点应位于试样标距中间, 并介绍了试验中避免断裂点偏移标距中间的方法。

关键词: 螺旋焊管; 拉伸试验; 试样标距; 断裂点

中图分类号: TG115.52 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3938(2007)05-0093-03

0 前 言

拉伸性能是焊管力学性能的一项重要指标, 通过拉伸试验对屈服强度和伸长率等重要力学性能指标进行测定, 可判断焊管质量的好坏。目前, 随着我国管线钢的钢级越来越高, 管材壁厚越来越大, 对力学性能试验准确性的要求也越来越高。工作中, 我们发现随着试验要求的越来越高, 管材和焊缝拉伸试验的数据成为判断试验结果的重要指标, 而试样断裂位置的不同所得出的拉伸试验结果也大不相同, 从而影响着结果的正确性。所以, 管材和焊缝试验中试样断裂位置的研究就成了焊管行业的一个讨论焦点。笔者根据多年理化试验工作经验, 得出了在焊缝全磨平与管材平齐的前提下, 管材和焊缝拉伸试验中试样断裂点应位于试样标距中间的结论。

1 金属物理性能理论基础

对于断裂位置在中间的理论, 我们根据金属材料的自身性能进行了研究。假设试样材质均匀一致, 各处横截面积完全相等, 拉力的中心线与试样的中心线重合。下面分析在拉力的作用下试样内部金属流动情况。

(1) 设 A 为一般位置 (既不在中心线上, 又不在中间位置), 这个区域的金属向轴线及试样两端方向运动以补充由于那个区域金属运动所留下的空穴。如图 1 所示。

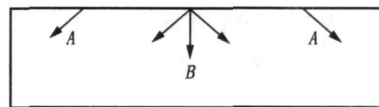


图 1 金属流向补充空穴示意图

(2) 设 B 为中间位置但不在中心线上, 这个区域的金属向轴线及试样两端方向运动以补充由于那个区域金属运动所留下的空穴, 如图 1 所示。因此, A 区金属只需向一个方向补充空穴, 而 B 区金属需向三个方向补充空穴, 与 A 区相比金属供应量严重不足, 在宏观上表现为颈缩, 即中间位置横截面积小于其它位置横截面积, 此截面应力大于其它位置截面应力。随着拉伸过程的进行, 这种情况表现得越来越明显, 所以当断裂时断裂位置一定在中间。

2 焊缝拉伸试样的断裂点在标距中间的研究

API SPEC 5L 对焊缝拉伸试样的焊缝是否打磨未做规定 (焊缝是否去除由制造厂决定), 对焊缝拉伸试验断裂位置也未做明确规定。笔者认为焊缝打磨应与母材平齐, 否则全焊缝或未打磨净留有余高的焊缝将起到强化作用, 如图 1 所示, B 点有足够的金属补充空穴, 产生颈缩的位置就不在居中的焊缝, 而在母材。以 X70 级板材为例, 管材的抗拉强度通常在 640 MPa 左右, 焊缝的抗

拉强度在 680 MPa左右,如果将焊缝打磨与母材平齐,按照以往的理论应断在薄弱处即管材,因为它抗拉强度小,而实际上 98%以上的试样都断在焊缝或热影响区,这用以往的理论很难解释。但用前述的金属内部流动补充的原理就很好理解这种现象。当焊缝居于标距中间并磨至与母材平齐时,断裂位置在焊缝;当焊缝居于标距中间但不打磨或打磨留有余高时断裂位置在母材。所以笔者认为焊缝拉伸试验时应把焊缝磨至与母材平齐并居于标距中间,这时所测的是焊缝拉断的最大力,是真正的焊缝抗拉强度,以 X70钢级、厚 17.2 mm 的钢管为例,不同加工方法的管材、焊缝试样断裂位置见表 1。但也有个别试样断在母材,因为焊接是一个相当复杂的冶金及热处理过程,焊缝及热影响区金属的组织 and 性能有明显差异。

表 1 X70级管材、焊缝试样
不同加工方法断裂位置对照表

试样	平行长度 /mm	断后平行长度 /mm	抗拉强度 /MPa	断口位置
管材	70	95	632	标距中间
焊缝磨平居中	70	85	678	焊缝
全焊缝未打磨	70	86	693	母材
焊缝留 1 mm余高	70	88	689	母材

3 影响管材和焊缝试样断裂点位置的因素

由以上分析可知,在管材和焊缝拉伸试验中,试样的断裂位置应在标距中间,大量的试验也验证了这一分析。在实际工作中,由于试样不规范等原因造成了断裂点有时也会偏移标距中间。如在管材拉伸时,断裂点偏移就会影响到引伸计采集数据的准确性,使变形位置超出引伸计标距范围造成屈服强度 $R_{t0.5}$ 数值偏大,引起对该数值测量的误差,从而影响试验结果。API SPEC 5L 43 版 9.11.1 条款规定,管材拉伸时,在标距长度中部二分之一以外有任何断口,或减窄区内冲压或手工刻制的标记内部二分之一以外有任何断口,都认为试验无效,应重新试验。

在实际工作中,影响断裂点位置偏移的因素很多,笔者总结了一些影响因素并给出了解决方案,供大家参考。

3.1 减窄区的长度

API SPEC 5L 43 版中对试样减窄区只做出

57.8 mm 下限的规定,并没有给出详细的范围,见图 2 和图 3。在实际工作中如果把减窄区加工的过长就非常容易出现断裂点不在中间的情况,因为减窄区过长会导致其他影响因素增大,如尺寸不均匀、材质不匀等都会影响断裂位置。当试样长度大于 80 mm 时,会出现断裂位置偏移量 ≥ 8 mm 的情况,例如把减窄区加工成 98 mm,断裂后减窄区长度为 121 mm,断裂位置的偏移量达 10 mm 之多,这种情况下测得的屈服强度 $R_{t0.5}$ 误差非常大。通过长期实践证明,减窄区长度在 57.8 ~ 70 mm 范围内不会造成偏移。以 X70 钢级、壁厚 17.2 mm 的钢管为例,管材、焊缝拉伸试样减窄区长度对断裂位置的影响见表 2。

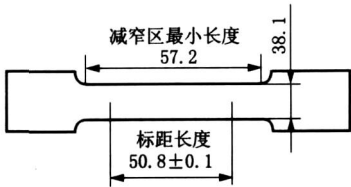


图 2 管材拉伸试样示意图

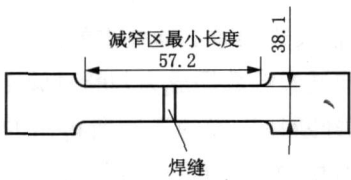


图 3 焊缝拉伸试样示意图

表 2 管材、焊缝拉伸试样减窄区长度对断裂位置的影响

序号	试样	减窄区长度 /mm	拉断后平行长度 /mm	断口偏移量 /mm
1	管材	70	94	无
2	管材	77	97	2
3	管材	85	112	8
4	管材	98	121	10
5	焊缝	70	88	无
6	焊缝	77	93	3
7	焊缝	85	102	10
8	焊缝	96	116	15

3.2 减窄区的宽度

API SPEC 5L 标准规定拉伸试样减窄区宽度为 38.1 ± 3.2 mm,见图 2 和图 3。在测量面积时要求测量相距均匀的 3 点,取最小值(这并不代表试样就可以加工成梯形或一头大一头小),如

果尺寸相差过大,试样会断在截面积比较小的地方,而且当截面积小的地方在减窄区边缘时试样通常断在此处,严重偏移标距中间。当这 3 点尺寸相差的最大值小于 0.4 mm 时,试样的断裂位置不受尺寸的影响,仍在中间;当大于 0.4 mm 时,如一点为 38.0 mm,一点为 38.5 mm,一点为 38.3 mm,断裂位置就在 38.0 mm 处。

3.3 其他因素

除了试样尺寸影响因素外,试样本身的缺陷及试验机精度也是影响断裂位置的因素。

试样本身有缺陷,如轧制不均匀、分层等也会使断裂位置偏移,这可以通过观察断口等方法来判定。

试验机在长期工作中易出现疲劳、液压不稳等现象,使拉力在施加时不稳定而造成断裂点偏移。因此,应定期检查试验机的液压系统、力值偏差,以保证试验机性能稳定。

4 结 语

笔者阐述了管材和焊缝拉伸试样应断在标距中间的理论,其中的理论是查阅大量金属力学书籍得出的,文中的试样数据也是从笔者多年试验工作中提炼出来的,具有真实性和可靠性,希望能给焊管力学性能试验工作的同行一点参考。

参考文献:

- [1] 李方连. 金属学及热处理 [M]. 北京:冶金工业出版社, 2003.
- [2] API SPEC 5L, 管线钢管规范:第 43 版 [S].

作者简介:吴忱 (1977 -), 女, 本科毕业, 主要从事焊管力学性能试验及理化检验工作。

收稿日期:2007 - 01 - 19

欢迎订阅《钢管》(双月刊)

——中国期刊方阵“双效期刊”· 全国优秀冶金期刊 · 四川省优秀期刊

ISSN 1001 - 2311 CN 51 - 1164/TG 邮发代号:62 - 195

单价:8.00 元 全年价:60.00 元 (含邮费)

《钢管》杂志是经原国家科委和新闻出版署核准公开发行的全国性期刊,1964 年创刊。由中国钢铁工业协会主管,攀钢集团成都钢铁有限责任公司主办,中国金属学会轧钢分会钢管学术委员会、中国钢结构协会钢管分会协办。

《钢管》主要反映钢管行业学科发展水平,重点报道钢管(无缝·焊接)及相关行业在科研、设计、生产、经营管理等方面的研究成果,推广报道新工艺、新技术、新设备、新产品。优先报道国家级或省部级科学基金资助项目和获省部级以上奖励的科研项目。《钢管》内容丰富翔实,适于冶金、机械、石油、化工、地质及相关行业广大科研、设计、生产、经营管理、教学等方面专家学者及专业技术人员阅读。

大 16 开本 印刷装帧精美 欢迎刊登广告

联系人:陈 莉 喻丽红

地址:四川省成都市牛市口《钢管》杂志社 邮编:610066

电话:028 - 84553136 84408096 传真:028 - 84553136

E-mail: csstggzz@yahoo.com.cn csstggzz@mail.sc.cninfo.net

unit The system can inspect the crescent of strip, up and down jumping butt and the tolerance caused by trimming and supervises the statistics data at site with high automation

Key words: welded pipe production line; strip; grating sensor; deflection; inspection system

Calculation Method of Allowable Stacking Layers of Steel Pipe

WANG Yu

Abstract D: 1001-3938 (2007) 05-0082-EA

Abstract: Through analysis stacked steel pipe under force and the method of solving deformation based on mechanics of material, the calculation formula of the maximum deformation of stacked pipe is deduced, it also determines the maximum allowable stacking layers of steel pipe, and provide simply and exact method to determine pipe stacking scheme

Key words: stack of steel pipe; deformation; stress

Cause and Prevention of Outside Welding Cracking of Double Spiral Submerged Arc Welding

MAO Nong-zhao

Abstract D: 1001-3938 (2007) 05-0086-EA

Abstract: It is pointed out that the best forming factor shall be between 1.4 ~ 1.6 and put forward to some specific measures to control forming factor of weld seam. It will have guidance to the production practice through analysis of the reason of outside cracks during manufacturing of double spiral submerged arc welded pipe with heavy wall thickness and production practice

Key words: spiral submerged arc welding; welding hot crack; weld appearance coefficient

Discussion on Stress Crack of Hot Shrinkable Belt Stator Used for Coating Repair of Pipeline

REN Li-yuan, REN Tian-xiang, WENG Le-ning, MENG Qing-li

Abstract D: 1001-3938 (2007) 05-0089-EA

Abstract: By means of observation and analysis in site, this article discusses edge cracking of hot shrink belt stator which frequently occurred in field construction of pipeline coating repair, and also introduce in detail the form and parameters of stator cracking, and provide reference to coating repair of pipeline

Key words: pipeline; anti-corrosion; coating repair; hot shrinkable belt stator; environment temperature; crack

Study on Breaking Position of Tensile Testing of Helical Submerged Arc Welding Pipe

WU You, TAO Wen-hui

Abstract D: 1001-3938 (2007) 05-0093-EA

Abstract: Through the analysis of factors which will effect breaking location of tensile testing of helical welding pipe, this article indicates breakpoint of tensile test shall locate in middle of sample gauge length, and also introduce the method to avoid breakpoint deviating the middle of gauge length

Key words: helical submerged arc welding pipe; tensile test; sample gauge length; breakpoint

Simple Connection of Argon Arc Welding & Its Quality control

CHEN Bing-hui, AN Jin-ping

Abstract D: 1001-3938 (2007) 05-0096-EA

Abstract: This article introduce simply connection of argon arc welding, and present welding defect occurred in simply connection of argon arc welding and corresponding prevention measurement, and provide reference to pipeline welding in field construction

Key words: argon arc welder; simple connection; welding defect; quality control

The Affects of Contents of C, Si, Mn and Concentration of Oxygen in Welding Area to Flatten Test of ERW Pipe

Edited and Translated by ZHANG Chao-sheng

Abstract D: 1001-3938 (2007) 05-0098-EA

Key words: ERW steel pipe; weld; flatten test; crack

Development of Production Technology of Electric Welded Pipe with 780MPa Grade and Smaller Diameter

Edited and Translated by ZHANG Chao-sheng

Abstract D: 1001-3938 (2007) 05-0099-EA

Key words: electric welded pipe with smaller diameter; steel pipe forming; edge tension device

Research on Improving Weld Property of Low-carbon Steel at Low Temperature

Edited and Translated by XU Gui-zhi

Abstract D: 1001-3938 (2007) 05-0100-EA

Abstract: Russian scholar makes welding test for the drug composition of different welding rod faced to the weld effected by the non metal inclusions and the effect of weld microstructure to increasing low carbon steel weld and low temperature properties. It points out that reasonable drug composition of welding rod can improve the low temperature properties of low carbon steel weld

Key words: weld of low-carbon steel; property at low temperature; coated welding rod; ferro-titanium; graphite; non-metal inclusion; widmannstatten structure