

流体输送用焊接钢管 母材超声波探伤方法探讨

王 晨

(渤海装备华油钢管有限公司, 河北 青县 062658)

摘 要: 简要介绍了流体输送用焊接钢管母材超声波探伤方法所引用的检测标准, 分析了在钢板的实际检测过程中可能存在的问题。探讨了使用横波对钢管母材进行超声波检测的可行性, 定性分析和检测试验结果表明: 采用横波对钢管母材进行的超声波检测可有效发现包括分层在内的各种母材缺陷, 如结疤、折叠、表面压坑和夹杂物等。最后, 提出了使用横波进行母材超声波检测的初步探伤方案。

关键词: 流体输送用钢管; 钢管母材; 超声波探伤; 横波

中图分类号: TG441.7 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-3938(2011)02-0050-04

Discussion on Ultrasonic Test Method to Base Metal of Welded Pipe Used for Fluidity Transmission

WANG Chen

(North China Petroleum Steel Pipe Company of CNPC Bohai Equipment Manufacturing Co., Ltd.,
Qingxian 062658 Hebei China)

Abstract This article briefly introduced inspection standard which was cited in ultrasonic test method to base metal of welded pipe used for fluidity transmission. It analyzed the problems maybe existed in actual inspection course for steel plate, discussed the feasibility of using transverse wave to carry out ultrasonic test for base metal. The qualitative analysis and inspection results indicated that using transverse wave inspection method can effectively find many defects in base metal such as lamination, scar, fold, dent, inclusion and so on. Finally, the primary scheme of using transverse wave for base metal ultrasonic test was put forward.

Key words steelpipe used for fluidity transmission; steelpipe base metal; ultrasonic test; transverse wave

0 前 言

随着 X80 钢管在西气东输二线等长输管线的成功应用, 我国流体输送管线的应用水平已经跻身世界先进国家的行列。对钢管的质量要求越来越高, 但是现有钢管母材部分的探伤标准和焊缝探伤标准灵敏度差距很大, 母材缺陷检测能力与焊缝差距较大, 对输送钢管的进一步发展有一定的影响。

笔者分析了目前常用标准的基本要求和钢管生产过程中常见母材缺陷, 初步探讨使用横波进

行钢管母材探伤的可行性, 希望就此引起行业相关人员对于母材探伤标准改进的重视。

1 目前常用的探伤方法

目前长输管线用钢管普遍采用的标准模式为“通用标准 + 补充技术条件”, 钢管母材的探伤方法通过引用标准明确, 在通用标准和补充技术条件中引用的用于钢板检测的标准包括: ASIM A578 ASIM A435 JB/T 4730.3—2005 BS 5996 1993 SY/T 6423.5—1999 (ISO 12094: 1994), EN 10160

1999, GB/T 2970—2004 等。

以上不同体系的标准均使用纵波直探头(单晶或双晶)探测钢板分层缺陷,灵敏度调节以钢板完好区底波或 6mm 平底孔等人工缺陷进行调节。各个标准的对比在《焊管》杂志以前的期刊中,有文章作了比较详细的介绍^[1],在此不再赘述。

2 存在的问题

在钢板实际生产过程中,不仅可能产生分层缺陷,而且可能存在结疤(见图 1(a))、折叠(见图 1(b))、表面压坑(见图 1(c))和夹杂物(见图 1(d))等缺陷。另外,在钢管生产过程中也有可能出现划伤等缺陷。



(a) 结疤



(b) 折叠



(c) 表面压坑



(d) 夹杂物

图 1 钢板常见缺陷类型

一般情况下,超声波检测应该能够检出上述缺陷,使用直探头对于分层缺陷检测效果尚可,但是结疤、折叠和压坑等缺陷往往深度较小,在直探头的检测盲区难以检出。实际生产过程中,此类缺陷的检测主要依赖人工肉眼检查,但钢板表面可能有氧化皮等杂物,有时难以发现。钢管防腐喷砂后,经常会发现成品检验中漏检的各类母材缺陷。夹杂物反射波高度远远低于 6mm 平底孔,以 6mm 平底孔或完好区底波调节灵敏度,无法检出夹杂物缺陷。而且直探头的覆盖面积仅为探头晶片尺寸,用直探头纵波探伤的覆盖率很难做到 100%。

因此,有必要寻找一种比现有方法更适合生产实际的钢管母材检测方法。

3 适用横波检测钢管的可行性研究

3.1 定性分析横波检验的可行性

对无缝钢管进行超声波探伤时,使用横波检测钢管横向和纵向缺陷,国外也有使用横波 100% 覆盖检测区域,检测小直径 HFW 钢管母材的情况。这种方法能否适用于埋弧焊管母材的检验,如果采用横波可以有效检出钢管母材的缺陷,同时检测过程中无缺陷处钢管本身的杂波反射远低于缺陷反射波,该方法就可行。但是流体输送钢管尺寸较大,如果每个探头的探测范围不够大,会造成探伤系统通道数过多,和现有分层探伤一样难以实现 100% 的检测。按照超声波探伤的基本理论,缺陷越大,反射波越高,在未扩散区外缺

陷距离越远,反射波越低。钢管母材缺陷除分层和夹杂物,多为肉眼可见宏观缺陷,其超声波反射界面远大于气孔、未焊透等焊接缺陷,因此在较远的距离检测到母材缺陷完全可能。流体输送钢管通常使用热轧镇静钢,晶粒较小,因此材质衰减也比较小,超声波传播距离可以更远。考虑到上述两条理由,使用较大晶片的横波探头有可能在比较远的距离内发现母材缺陷。

3.2 探伤灵敏度试验

使用横波检测生产过程中用肉眼发现的各种母材缺陷,检测条件为:使用 GE公司生产的 USN 60 手探仪、5P10×16 K2横波探头,手工检测,探伤灵敏度为 N5刻槽二次波 100%。检测过程为:在近距离发现缺陷反射波以后,移动探头远离缺陷,使缺陷反射波高度与 N5刻槽相同,测试母材缺陷在多大距离内可以被有效检出。检测结果见表 1。

表 1 探伤灵敏度试验检测结果

缺陷类型	缺陷尺寸 /mm	缺陷形状	探头与缺陷距离 /mm
分层	12×2	线形	240
分层	80×10	柳叶形	> 300
结疤	20×30	椭圆型	> 300
折叠	50	线形	260
压坑	φ6×4(深)	圆底形	230
起皮	4×10	柳叶形	240
边裂	15	线形	160

注:①分层缺陷尺寸为使用双晶探头定位的尺寸,其他缺陷为视觉观察采用直尺测量的尺寸;

②小分层、压坑、折叠和起皮在探头位置变化时,反射波高度存在高低起伏变化;

③小分层按照 φ6mm 平底孔灵敏度不超标,最高反射波比完好区底波低 5.5 dB。

通过以上试验及结果可以肯定,使用横波检测可以检测出包括分层在内的各种母材缺陷。

3.3 无缺陷处杂波试验

使用与上节相同的检测条件,分别对壁厚 8mm 钢级 Q235B X42 钢 7.1mm、X52 钢 7.1mm、X60 钢 7.9mm、X70 钢 14.6mm 和 X80 钢 17.5mm 等钢管母材使用横波探头进行检测,探头在距离 N5 刻槽 300mm 处,调节 N5 刻槽反射波高度为 80%,钢管母材完好区杂波均低于 20%。

检测结果表明,使用横波探头在 300mm 内检测钢管母材,杂波不会对探伤结果造成干扰。

4 探伤方案

建议采用与焊缝检测相同类型的横波检测母材,探伤工位机械系统、探头配置方案和探伤工艺要求如下。

4.1 探伤工位机械系统

采用探头支架与钢管成螺旋线运动的钢管管体探伤系统,即钢管旋转,探头支架直线前进。系统的机械结构与现有母材探伤的结构相同,如图 2 所示。由于钢板的生产工艺决定了钢板中缺陷的方向一定是延压延方向的,或至少在压延方向有一定的尺寸,因此,在检测时应保证探头声束的方向与钢板压延方向垂直。钢管顶部的探头支架设置为几组周向间距为 200mm 左右双探头,为确保探头声束的方向与钢板压延方向垂直,应使探头间距和探伤支架与轴线的角度可调。

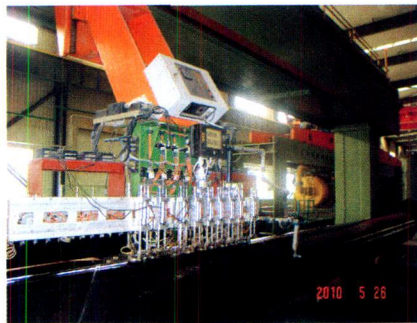


图 2 现有母材探伤的结构

4.2 探头布置方案

以使用 1600mm 工作板宽的 φ1016mm × 17.5mm 螺旋埋弧焊管为例,探头可采用如图 3 方案布置:设置五组探头,探头规格为 5P10×16 K2 每组探头在板宽方向上间距不大于 400mm,相邻两组探头重复覆盖 50mm 检测探头始脉冲盲区。能够保证钢管母材 100% 全覆盖,实现单面双探

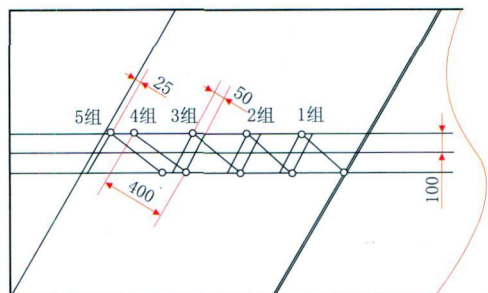


图 3 探头布置示意图

头探测。焊缝边沿的 25 mm 在焊缝检测自动探伤设备上加设热影响区报警闸门实现检测。

每组设置 4 个探头, 如图 4 所示, 两两相对, 每对探头在板宽方向上相距 $KT = 2 \times 17.5 \text{ mm} = 35 \text{ mm}$, 确保声束可以覆盖到整个壁厚。同时 1[#] 和 2[#] 探头, 3[#] 和 4[#] 探头各自实现耦合监视功能。

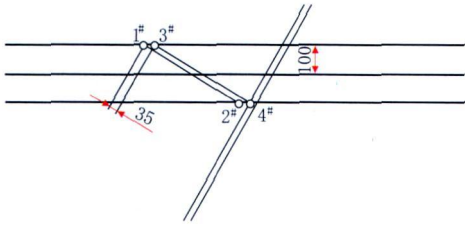


图 4 每组探头布置示意图

4.3 探伤灵敏度和仪器设置

由于这种探伤方案未见成熟的使用报道, 也没有成文的标准依据, 探伤灵敏度可以参照 HFV 焊管(或无缝钢管)采用 N10 刻槽作为报警极限。报警闸门宽度设置为 240 mm, 采用闸门内部 DAC 曲线功能。相对两个探头采用一发一收方式实现耦合监视。

5 结 语

通过钢管实物缺陷探伤试验和理论分析, 认为采用横波对母材进行检测可以有效发现包括分层在内的各种母材缺陷, 有效解决钢管生产过程中管体母材表面缺陷视觉观察困难的问题。

由于没有成熟的标准, 自动探伤报警以后采

用手复查的形式进行确认。母材内部分层和夹杂物以什么样人工缺陷作为缺陷超标的验收极限, 只有使用一段时间, 采集了足够的实物样本才能进一步确定。在使用前期可以采用现有分层的有关规定, 使用纵波探伤来确定母材中部的缺陷是否超标。

以上是笔者在使用横波进行钢管母材检测方面所做的一些前期基础工作, 在此向业内同仁汇报, 希望能够引起业内的重视, 把我国输送钢管的质量检测工作做得更好。

参考文献:

- [1] 甘正红, 任文浩. 油气输送焊管制造用钢板超声波检测标准对比解析 [J]. 焊管, 2010, 33(7): 60-64
- [2] ASTM A 578 - A 578M, 特殊用途普通钢板和复合钢板直射声束超声检测规范 [S].
- [3] ASTM A 435, 钢板超声波直探伤标准 [S].
- [4] JB/T 4730. 3-2005, 承压设备无损检测 第 3 部分 超声检测 [S].
- [5] BS 5996: 1993, 基本超声检验的钢板、钢带和宽扁钢内部缺陷验收等级规范 [S].
- [6] SY/T 6423. 5-1999, 石油天然气工业 承压钢管无损检测方法 焊接钢管制造用钢带-钢板分层缺欠的超声波检 [S].
- [7] BS EN 10160-1999, 厚度大于或等于 6 mm 的钢板制品的超声波检验 [S].
- [8] GB/T 2970-2004, 厚钢板超声波检验方法 [S].

作者简介: 王晨 (1969-), 男, 清华大学工程材料硕士研究生, 高级工程师, 持有中国无损检测协会 UT、RT III 级证书, 主要从事焊接钢管的无损检测工作。

收稿日期: 2010-11-02

编辑: 谢淑霞

(上接第 49 页)

的轧制力监控装置。基于适当大挤压力生产的焊管可以满足复杂工况下的使用要求。

参考文献:

- [1] 周济. 螺旋焊接与高频直缝焊接钢管生产新工艺及产品最新通用标准汇编实用全书 [M]. 北京: 中国冶金出版社, 2007
- [2] 刘玉文, 余大典, 李建新, 等. 宝钢 ERW 610 焊管机组的技术先进性分析 [J]. 钢管, 2006(1): 32-36
- [3] YAN P, GUNGOR O E, THIBAUX P, et al. Induction

Welding and Heat Treatment of Steel Pipes: Evolution of Crystallographic Texture Detrimental to Toughness [J]. Science and Technology of Welding and Joining 2010, 15 (2): 137-141.

作者简介: 赖兴涛 (1971-), 男, 高级工程师, 现任宝钢股份钢管条钢事业部 HFV 焊管厂厂长, 曾从事无缝管生产技术和管理工作, 现从事 HFV 焊管工艺技术研究及生产管理工作。

编辑: 罗刚

收稿日期: 2010-11-01