

# 管道根部裂纹漏检原因分析与改进措施

龚成刚 高平

江苏中特创业设备检测有限公司

摘要：本文从无损检测几种常规检测方法入手分析本厂在石油钻井管道检测过程中根部裂纹发生漏检的原因，并提出改进措施。认为在检测有焊接冷、热裂纹倾向的材料的焊缝时，应用多种方法进行组合探伤，各种方法优劣互补，相互映证，从而能够比较准确的定位缺陷性质，并尽可能的将影响检测判断的因素摒除，让检测易于进行与评定，减少漏检情况的发生。

## 1、引言

我厂近期焊制一批管道，规格为 $\Phi 610 \times 25.4\text{mm}$ ，材质为锻件 AISI 8630（相当于国内牌号 30CrNiMo 材料）与 X52 管道钢对接，焊接采用单面 V 型坡口，焊接坡口见图 1。焊接方式为气保焊打底，埋弧自动焊盖面，并在焊缝背面埋弧自动焊加盖一道，焊后焊缝示意见图 2。具体焊接工艺见下表：

焊层	预热和层间温度 / $^{\circ}\text{C}$	焊接方式	焊材牌号	焊材规格
打底层	170	GMAW	ZY50-6 (ER50-6)	$\Phi 1.2$
填充层	185~240	GMAW	ZY50-6 (ER50-6)	$\Phi 1.2$
中间层	180~320	SAW	CHW-S3+CHF1 01	$\Phi 4.0$
盖面层	170	SAW	CHW-S3+CHF1 01	$\Phi 4.0$
背面填充层	180	SAW	CHW-S3+CHF1 01	$\Phi 3.2$

焊后热处理机制：400 $^{\circ}\text{C}$  记温，600~620 $^{\circ}\text{C}$  保温 1.7h，炉冷退火。

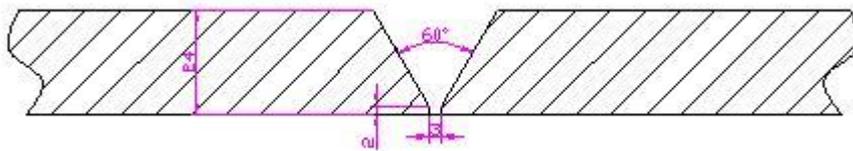


图 1 焊缝焊接坡口示意



图2 焊缝成型示意

## 2、裂纹情况说明

我厂检测人员发现在管道内壁焊缝加根部产生了裂纹，且裂纹长度几乎覆盖管子内壁整圈。裂纹形态示意图见图3。

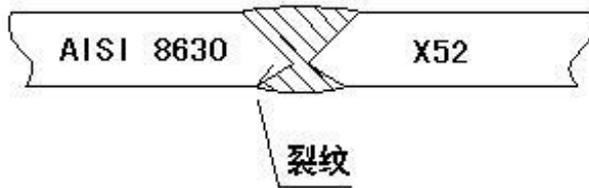


图3 焊缝裂纹位置示意

在前期检测过程中，我厂无损检测人员未能及时发现此裂纹，而是后期焊工在返修时反映出返修时焊缝上整圈裂纹，引起检测人员重视，进行焊缝磨平处理，磁粉检测，发现管道内壁焊缝有裂纹，断断续续，几乎覆盖整条焊缝。

通过宏观金相观察，发现裂纹处于焊缝热影响区，起始于根部焊缝焊趾部位。通过测量软件测得裂纹最大宽度大约在  $10\ \mu\text{m}$  左右，裂纹与母材表面大约形成  $45^\circ$  夹角，深度（焊缝表面至裂纹终点垂直距离）约为  $5.5\text{mm}$ ，裂纹长度约为  $8\text{mm}$ 。

## 3、裂纹漏检原因分析

现从以下几点分析裂纹漏检原因：

### （1）射线检测

射线检测采用 X 射线中心法透照工艺，垂直于焊缝透照，透照电压  $180\text{KV}$ ，电流  $5\text{mA}$ ，时间  $3\text{min}$ ，胶片采用 T2 类 AGFA D4 胶片，射线机焦点尺寸  $2.5 \times 2.5\text{mm}$ ，像质计为 ASME IB 型，应显示像质计丝号 9 号。在发现裂纹后，检测人员重新复查底片，并未发现缺陷显示；而后采用外透法透照，延长焦距至  $1\text{m}$ ，亦未发现缺陷显示；而后将内焊缝余高磨平后采用外透法透照，焦距  $1\text{m}$ ，缺陷位置未发现缺陷显示；将射线方向与焊缝表面呈  $45^\circ$  角透照，焦距  $1\text{m}$ ，仍未发现缺陷显示。

通过金相观察，测量裂纹最大宽度大约在  $10\ \mu\text{m}$  左右，裂纹与母材表面大约形成  $45^\circ$  夹角，深度（焊缝表面至裂纹终点垂直距离）约为  $5.5\text{mm}$ ，裂纹长度约为  $8\text{mm}$ 。中心透照法透照时，射线束在垂直于焊缝方向检测，穿过裂纹的厚度约为  $15\ \mu\text{m}$ ，胶片上可能难以出现缺陷显示。此裂纹用射线方法较难发现。

### （2）超声检测

超声波检测使用中科创新产 HS610e 超声波检测仪以及汕头产 2.5PK1、K2 及直探头，采用纵波直探头扫查焊缝边缘母材以及横波斜探头扫查焊缝，扫查方式见图 4。

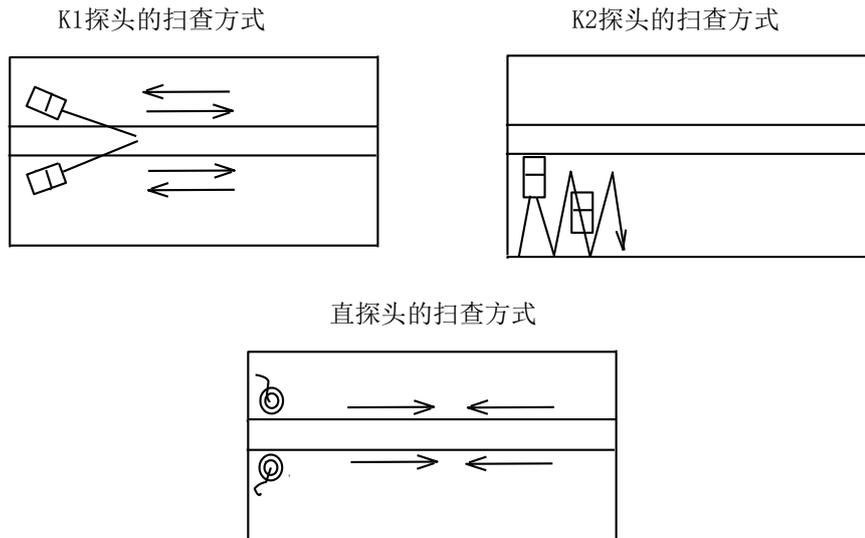


图 4 超声波探伤探头扫查方式

直探头扫查基准灵敏度为深度 25.4mm 底波反射波调至 80%，斜探头在槽深：8%T 和槽宽：6mm 的 U 型槽试块上调节灵敏度，确定距离波幅曲线；表面补偿 4dB。

斜探头扫查时，在管头一侧 22-25 深度时有一较高的反射波，超声检测人员结合焊缝结构认为可能是由于根部焊趾位置结构所引起的反射波，见图 5，而 22mm 深处出现波峰认为是由于装配过程中的错边引起，未引起重视（见图 6），造成了漏检。用超声波检测根部缺陷，要求检测人员对工件的状况进行事先了解，仪器调节准确，在检测过程中的任何状况都应引起必要的重视，进行分析排除干扰波，准确定位缺陷波。

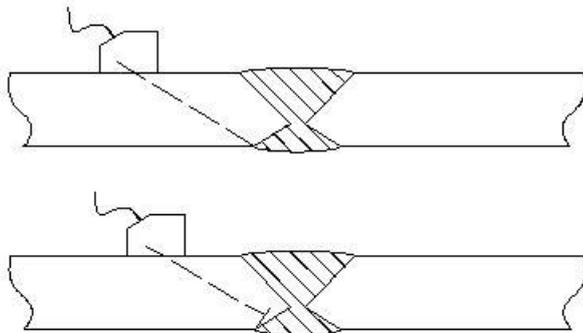


图 5 超声检测时根部以及裂纹反射波示意

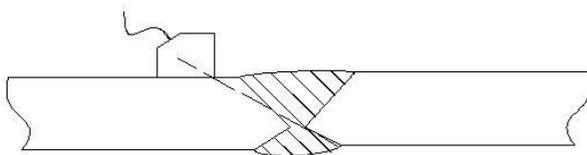


图 6 错边引起超声波反射波

### (3) 磁粉检测

磁粉检测采用 CJX-220E 型磁粉机进行连续单磁轭法，纵向磁化，提升力  $\geq 45N$ ；磁悬液用外购喷灌式，浓度为 2.1ml/100ml；A1-30/100 试片进行校验灵敏

度。检测时，试件同一部位至少磁化两次，两次磁化相互垂直。

检测时，根部焊缝未经打磨，焊缝有余高。磁粉检测时在焊趾位置由于结构原因形成非相关显示的磁痕堆积，覆盖了缺陷处的磁痕堆积，且该试件是异种钢对接，在焊接交接位置由于各种材料磁导率不同亦会引起非相关显示的磁痕堆积，这些磁痕显示影响了检测人员的判断，造成了漏检。

以上几种因素影响下，GE 管道焊缝所产生的再热裂纹未能及时发现并消除。

## 4、改进措施

在检测时，由于各种检测方法都有特有的优越性和其固有的局限性，故而不依赖一种单一的检测手段，应将几种检测方法灵活运用，相辅相成，相互佐证，从而达到减少或无漏检情况的发生。

对于易产生焊接裂纹的可焊性较差的材料，检测时应加倍重视，尽可能将影响检测判断的因素摒除（如将焊缝余高磨平等），让检测与评判易于进行。避免因一些结构或其他原因而影响检测人员正确判断，造成漏检。

检测时，检测人员要严格按照标准、工艺执行，检测前做好各项准备工作，杜绝由于人为工作的失误或错误而造成漏检给生产带来严重的损失。

检测人员应提高自身的检测水平，应熟练掌握各种检测方法的优越性及局限性，对于产品易产生缺陷的位置做到心中有数，检测时对出现的任何显示有应有一个合理的解释，并经过验证。