

钻铤丝扣的小角度超声纵波检测

袁春驹, 尹恩祥, 戈海峰, 许江

(华东石油局 六普管子站, 江苏泰州 225300)

Ultrasonic Testing of Drill Collar Threads by Small Angle Incident Longitudinal Waves

YUAN Chun-zhou, YIN En-xiang, GE Hai-feng, XU Jiang

(Pipe Station of the Sixth Prospecting Brigade for General Investigation, East China Petroleum Bureau, Taizhou Jiangsu 225300, China)

中图分类号: TG115.28

文献标识码: B

文章编号: 1000-6656(2006)02-0100-02

钻铤是钻探时施加钻压和防斜用的, 是钻柱的重要组成部分。钻探过程中钻铤丝扣部分承受着拉力、压力和扭力等应力作用。若井下情况复杂, 地层变化剧烈, 引起严重的跳钻和卡钻等, 钻铤丝扣受力更剧烈, 其根部易产生横向裂纹。故加强钻铤丝扣的检查, 保证其完好是顺利钻井的关键。笔者采用小角度超声纵波法检测钻铤丝扣, 取得满意效果。

1 检测方法

用超声纵波探头从钻铤丝扣的端部进行扫查。以 168 mm (6 5/8") REG 公扣为例 (图 1), 其锥度为 1:6, 要很好地检查出钻铤丝扣根部的横向缺陷, 需使声波的主声束轴线方向尽量与被检测的丝扣锥面相平行。根据锥度定义^[1]得声波在钻铤丝扣中的折射角 $\beta_{\text{钢}} \approx 4.7^\circ$ 。

要保证入射至钻铤丝扣的主声束是折射角为 4.7° 的纵波, 则要求检测探头有机玻璃楔块存在一定角度, 由折射定理可知

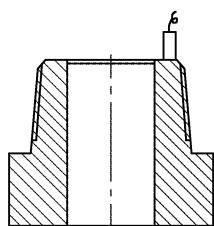


图 1 检测示意图

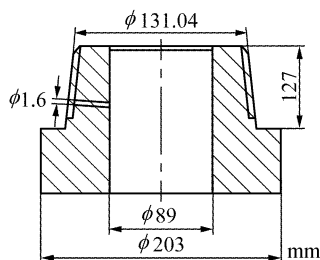


图 2 试块尺寸

$$\frac{C_{L\text{钢}}}{\sin\beta_{\text{钢}}} = \frac{C_{L\text{有}}}{\sin\alpha_{\text{有}}}$$

式中 $C_{L\text{钢}}$ ——钢中纵波声速

$C_{L\text{有}}$ ——有机玻璃中纵波声速

$\alpha_{\text{有}}$ ——声波在有机玻璃楔块中的入射角

由 $C_{L\text{钢}} = 5\,900\text{ m/s}$, $C_{L\text{有}} = 2\,730\text{ m/s}$, $\beta_{\text{钢}} = 4.7^\circ$, 求得 $\alpha \approx 2.1^\circ$ 。

考虑到丝扣锥面端部检测面较窄, 同时又不想使扩散角太大, 故探头频率使用 5 MHz, 晶片直径选用 $\phi 8\text{ mm}$ 。因此选用 5P8 (晶片倾角为 2.1°) 的探头作为检测探头。在探头金属外壳标注出晶片最低点, 并由此点标注一竖直线, 在探测钻铤公扣时, 始终保持探头壳体的竖直线沿公扣内径圆周扫查。从而保证主声束轴线与丝扣锥面相平行, 以获得最佳检测效果。

168 mm (6 5/8") REG 母扣的检查方法与公扣相同, 只不过使探头金属外壳的竖直线沿母扣外径圆周扫查, 从而保证主声束轴线与丝扣锥面相平行。

2 试块制作

为便于调整灵敏度, 选用与被测钻铤相同材料加工试件, 然后在丝扣根部垂直于锥面钻一个 $\phi 1.6\text{ mm}$ 的通孔^[2], 以此调试仪器的起始灵敏度, 该试块即为灵敏度对比试块 (图 2)。

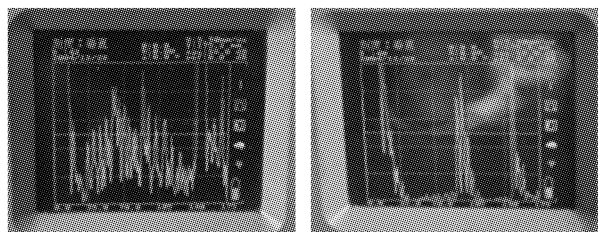
3 仪器调节和工件检测

检测使用 CUD2030 型数字式超声波探伤仪, 按 1:1 的深度调节水平基线, 然后用所选探头在灵

灵敏度对比试块上检测出 $\phi 1.6$ mm 通孔的波形。将波峰调至满屏的 80% 高度,考虑到灵敏度对比试块和工件的表面耦合问题,可另加 2~3 dB 的耦合差,此调节灵敏度即为检测时的起始灵敏度。

在实际工作中,先按上述方法在灵敏度对比试块上调好仪器。在探测钻铤公扣时,使探头上标注的竖直线沿公扣的内径圆周扫查。同样,检测钻铤母扣时,则使探头上标注的竖直线沿母扣的外径圆周扫查,保证主声束轴线始终沿丝扣根部扫查,这样比较容易查出丝扣根部的缺陷。

图 3a 为 5P8 直探头在有缺陷的母扣样品上扫查的波形,图 3b 为 5P8 小角度(2.1°)直探头在同一样品上扫查的波形。可见,对钻铤丝扣采用小角度直探头比普通直探头的检测效果要好。



(a) 直探头检测波形 (b) 小角度直探头检测波形

图 3 不同探头检测同一缺陷的波形对比

4 检测结果的评定

经过多年的摸索,参阅 SY/T 5824—1993《钻杆分级检验方法》,确定验收标准为:

(1) 当反射波高大于或等于事先调节好的起始灵敏度波幅时,可认为是缺陷,判为Ⅲ级。

(2) 当起始灵敏度波高的 50% ≤ 回波高度 < 起

始灵敏度波高,且周向指示长度 ≥ 10 mm 时(6 dB 测长法),降级使用,判为Ⅲ级。

(3) 起始灵敏度波高的 50% ≤ 回波高度 < 起始灵敏度波高,周向指示长度 < 10 mm 时判为Ⅱ级。

(4) 如果反射体波高小于起始灵敏度波高的 50% 时判为Ⅰ级。

(5) 探伤人员结合其它方法确认为危害性缺陷时则判为废品。凡检测结果为Ⅲ级和判废的都应停止下井使用,Ⅰ级和Ⅱ级品均可继续使用。

以上评判标准基本满足钻探工程的要求,避免了钻探过程中因钻铤丝扣损伤而造成的井下事故。

5 经济效益

从 2000 年以来,采用超声法共检测各类钻铤 2 000 余根,其中因缺陷反射波达到和超过Ⅲ级品而判废的共 168 根,若在检测到有缺陷的 168 支钻铤中 25% 发生井下事故,并假设事故均不复杂,仅一次起下钻处理完毕的费用为 5 万元,则最低可避免的损失费用为 210 万元。可见加强钻铤丝扣的检测,对于保证钻探设备、操作人员及井孔的安全,顺利钻探,十分必要。用超声小角度纵波探头检测钻铤丝扣,能有效发现钻铤丝扣中的缺陷,保证丝扣的完好。

参考文献:

- [1] GB/T 157—2001,产品几何量技术规范(GPS) 圆锥的锥度与角度系列[S].
- [2] SY/T 5446—1992,油井管无损检测方法 钻杆焊缝超声波探伤[S].

(上接第 95 页)

- longitudinal magnetization[J]. Materials Evaluation, 2002, 60(5): 615—616.
- [22] Zhong Wei-Chang. Strange magnetic particle pattern around a square hole on the workpiece surface[J]. Materials Evaluation, 2001, 59(9): 1085—1086.
- [23] Zhong Wei-Chang. Magnetic particle pattern in radiating form near corners of a keyslot on workpiece surface[A]. Proceedings of 16th World Conference on Nondestructive Testing[M/CD]. Montreal, Canada: 2004.
- [24] 仲维畅. 磁粉探伤中另一种“反常”显示的成因[J]. 无损检测, 2003, 25(7): 349—351.
- [25] Zhong Wei-chang. Shape and dimension of magnetic

particle pattern on point-type defects of workpiece surface [A]. Seventh Asia-Pacific Conference on Nondestructive Testing[C]. Shanghai: 1993. 714.

- [26] 仲维畅. 磁偶极子链的横向排斥[J]. 无损检测, 2003, 25(9): 454—457.
- [27] 仲维畅. 磁偶极子链的断裂和表面磁极的显现[J]. 无损检测, 2004, 26(6): 294—296.
- [28] 仲维畅. 工件表面矩形沟槽引起的漏磁场[J]. 无损检测, 2004, 26(7): 339—341.
- [29] 仲维畅. 钢球表面裂纹正反方向处的异常漏磁场[J]. 无损检测, 2003, 25(8): 407—409.
- [30] 仲维畅. 带通孔销钉圆柱面上的奇特磁痕[A]. 第八届全国无损检测大会暨国际无损检测技术研讨会论文集[M/CD]. 苏州: 2003. 118.