

LN2-3井油管腐蚀行为

张学元 王凤平 苏俊华 杜元龙

(中国科学院金属腐蚀与防护研究所 金属腐蚀与防护国家重点实验室 沈阳 110015)

杨之照 马秀青 常泽亮

(塔里木石油勘探开发指挥部油气开发公司 库尔勒 841000)

摘 要 采用一种实用的评价油管腐蚀状况的挂片装置,通过扫描电镜和 X 射线衍射仪对腐蚀产物分析,结合仿真模拟试验,研究了 LN2-3 井油管的腐蚀现状。结果表明, LN2-3 井油管的腐蚀属于中度腐蚀。

关键词 油管 腐蚀 挂片装置

学科分类号 TG174.2

油管是原油从地下输送到地面的唯一通道,若其因腐蚀穿孔而报废,导致的直接经济损失将达 2000~3000 万元(对于一般的油井油管而言),间接损失更大。对于塔里木轮南油田而言,由于轮南油田井深,所开采的主要油藏为侏罗系油藏及三叠系油藏,约在地下 4300~4700 m,因而造价更高,并且油管内的介质条件苛刻,CO₂ 及 Cl⁻ 含量高,油层温度 120℃,地层水矿化度为 17×10⁴~22×10⁴ mg/L,水型为 CaCl₂ 型。

LN2-3 井是塔里木轮南油田的典型油井。其采油井段位于 4733.0 m~4746.3 m。现在为自喷采油。油管内径为 81 mm。油嘴直径为 7 mm。日产液量为 118 T,其中油为 83 T,水为 35 T,日产气为 2504 m³。含水量为 30%。气油比为 30 m³/t。井口油压为 3.40 MPa,套压为 7.20 MPa,回压为 0.70 MPa,井下 4200 m 处的流压为 44.15 MPa。井口温度为 42℃,井底温度为 120℃。天然气组份分析成份和含量如下所示:甲烷(60.22%),乙烷(8.02%),丙烷(7.55%),异丁烷(2.27%),正丁烷(3.94%),氮气(6.67%),异戊烷(1.52%),正戊烷(1.58%),己烷(1.22%),庚烷(0.358%),辛烷(0.046%),壬烷(0.006%),二氧化碳(6.60%)。其中只有二氧化碳为腐蚀性组份。井口和井下二氧化碳分压为:0.22 和 2.913 MPa,油井产出水总矿化度为 195726.61 mg/L,成份分析及含量如下所示: HCO₃⁻ (184.16 mg/L), Cl⁻ : (114323.04 mg/L), SO₄²⁻ (5283.3 mg/L), Ca²⁺ (2905.8 mg/L), Mg²⁺ (486.4 mg/L), K⁺ + Na⁺ (72512.11 mg/L), Fe²⁺ (31.8 mg/L)。

就腐蚀检测技术来说,主要包括:瞬时腐蚀速度测量的电化学方法、剩余厚度测量法、油/汽/水介质成份测量分析法、挂片法、氢探头法、电阻法、压降法和交流电位降法等^[1]。现在各大油田还没有系统开展井下油管的腐蚀状况研究,只是从介质中 Fe 的含量变化定性地判断腐

质中在 80℃ 出现腐蚀极大值的现象。

按照近似的线性推算,对于 LN2-3 井,井口温度为 42℃,井底为 120℃,大约在井下 2600 m 左右(介质温度为 80℃左右),腐蚀最为严重。由于实际条件的限制,在评价井下油管腐蚀现状时,只在井下 1500 m 和 2850 m 进行了挂片。这两处介质的温度约为 65℃和 85℃左右,根据仿真实验的结果可知,其腐蚀程度在井下最为严重,可以代表整口井的腐蚀状况,可以为油管是否采取防护对策提供决策。

2.2 现场井口和井下挂片试验

表 1 列出了在井口和井下挂片的腐蚀速度。发现井口的腐蚀速度大于井下 1500 m 处但小于井下 2850 m 处的,这是因为:流速越大,二氧化碳的腐蚀越严重,而油管的内径远大于油嘴的内径,介质在井口的流速远高于井下油管中的流速而造成的。对于在井下油管中的腐蚀速度,在 2850 m 处的大于 1500 m 处的。主要影响因素体现在温度上。由于在这两个深度对应的温度分别为 85℃和 65℃。由前面的仿真试验结果可知,在 80℃左右腐蚀最为严重。这表明现场的试验结果和仿真模拟的结果是一致的。根据 NACE 的判断标准^[3],由所测的腐蚀速度结果发现, LN2-3 井的腐蚀属于中度腐蚀。

Table 1 The corrosion rate of API N80 in the wellhead and in the oil well

Well number	Wellhead/mm · a ⁻¹	Well 1500 m/mm · a ⁻¹	Well 2850 m/mm · a ⁻¹
LN2-3	0.061	0.032	0.063

2.3 现场井下取样铁含量的分析

目前在油田中经常采用介质中含铁量的变化来分析腐蚀的程度。分别在 LN2-3 井口和井下取样,根据行业标准 SY5329-88^[4]中测铁管法进行测定。结果表明:在井下介质中的铁含量为 42.1 mg/L,均是 Fe²⁺,井口的铁含量为 31.8 mg/L,也全是 Fe²⁺,并且含量小于井下的。从井下到井口,介质中的含铁量减少很多,这可能因为油管内的介质在流动过程中,有铁的沉淀物形成在油管表面。这样,无法从含铁量的变化判断油管的腐蚀程度。这也表明了介质成份测量分析法对于含二氧化碳的介质是不适合的。

2.4 腐蚀样品表面形貌观察和腐蚀产物分析

图 3 为井下挂片腐蚀样品的 SEM 照片。照片给出了样品在 1500 m 和 2850 m 的腐蚀形貌。发现在 1500 m 处的腐蚀样品,表面还没有受到完全破坏,仍能看到基体表面的存在。但是在 2850 m 处,表面完全受到破坏。表明了 2850 m 处的腐蚀性比在 1500 m 处的严重。这和挂片装置测得的腐蚀速度结果是一致的。这也验证了设计的挂片装置评价油管腐蚀状况的可靠性、实用性。

用 X 射线衍射仪对腐蚀样品表面进行分析,如图 4 所示。未腐蚀过的 N80 钢样品和在 1500 m 处腐蚀样品表面的谱图是一样的。在 1500 m 处腐蚀样品的表面没有腐蚀产物,只检测到铁。在 2850 m 处腐蚀样品表面形成了腐蚀二次产物 FeCO₃,不过腐蚀产物在样品表面不是非常致密,含量为 20%,其余为 Fe,没有垢的产物。FeCO₃ 的形成,也解释了井口含铁量比井下低的原因。

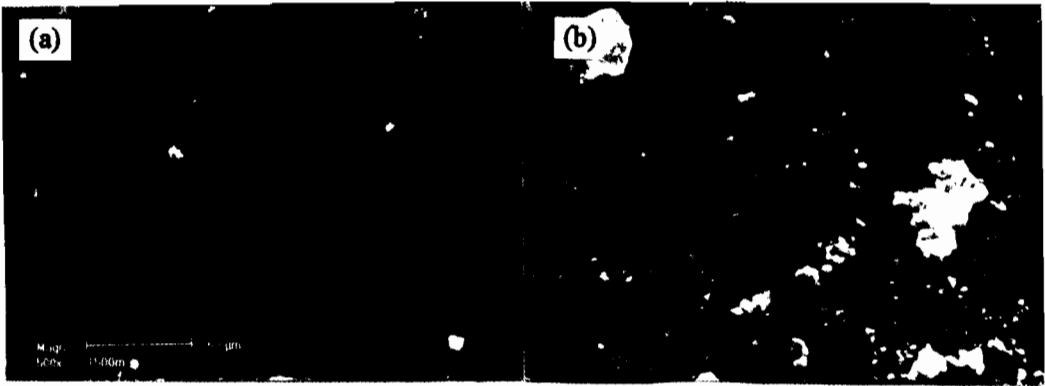


Fig. 3 SEM graphs of N80 coupon in the LN2-3 oil well($\times 500$)
(a) 1500 m, (b) 2850 m

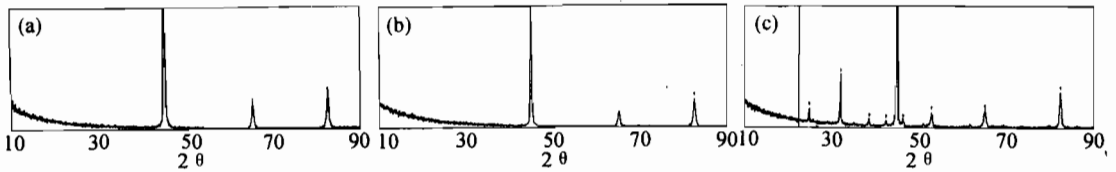


Fig. 4 The X-Ray diffraction spectrum for the uncorroded and corroded coupons in the LN2-3 oil well
(a) The uncorroded coupon, (b) The corroded coupon in the well with 1500 m depth
(c) The corroded coupon in the well with 2850 m depth

3 结论

设计的井下挂片装置能够正确评价井下油气水介质对油管的腐蚀状况。LN2-3 井下油管的腐蚀属于中度腐蚀。LN2-3 井下 2850 m 处形成了 FeCO_3 二次腐蚀产物。

参考文献

- 1 张学元,王凤平. 腐蚀与防护,1997,18(3):8
- 2 Johnson M L, Tomson M B. Corrosion 91,268
- 3 NACE Standard RP-01-75,Control of Internal Corrosion in Steel Pipe-lines and Piping Systems, 1975. 10
- 4 中华人民共和国能源部石油行业标准,SY 5329-88,碎屑岩藏注水水质推荐指标及分析方法,1988

EVALUATION OF CORROSION STATUS OF OIL TUBE LN2-3 OF WELL BORE AT LUNNAN OIL FIELD

ZHANG Xueyuan, WANG Fengping, SU Junhua, DU Yuanlong

(State key laboratory of Corrosion and Protection,

Institute of Corrosion and Protection of metals, The Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110015)

YANG Zhizhao, MA Xiuqing, CHANG Zeliang

(Gas and Oil Exploration Company of Tarim, Oil Investigation and Development, Korla 841000)

ABSTRACT A safe, simple, reliable, practical coupon holding instrument which could evaluate the corrosion status of oil tube was used. The surface of the corrosive coupons was observed by SEM and the corrosive products were analysed by X-Ray diffraction instrument. Combining the simulated test, it is proved that the corrosion of LN2-3 oil tube belongs to the moderate one.

KEY WORDS Oil tube, Corrosion, Coupons holding instrument