

气井套管阴极保护问题的分析及解决

刘海禄 张国虎 马含悦

中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司, 四川 成都 610041

摘 要: 为防止气井套管的腐蚀, 对气井套管实施强制电流阴极保护。在阴极保护系统投运时, 套管的保护电位始终无法达到要求的保护电位。通过计算保护电流需要量和现场测试发现, 由于井套管外壁没有防腐层, 保护电流就会在整个井套管周围产生阴极电压锥, 因此井套管周围土壤的电位降低超过远方土壤中的电位, 放置在井套管附近的参比电极由于受到井套管周围阴极电压锥的影响, 造成设备显示的井套管的保护电位比其实际的保护电位要正。因此, 井套管阴极保护所设置的参比电极应位于阴极干扰区以外。

关键词: 井套管; 阴极保护; 阴极干扰

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2014.01.007

0 前言

油气井套管的腐蚀破坏既直接影响到油气田的开采, 也会带来重大的经济损失。因此, 在油气田开采年限内, 有效防止套管的腐蚀破坏, 对保证油气田正常生产具有重要的意义。

20 世纪 40 年代, 美国及中东产油国, 在单井上相继开始应用阴极保护技术, 防止套管的腐蚀破坏, 取得令人满意的效果, 实践证明了对井套管实施阴极保护, 是减缓和防止其外壁腐蚀破坏的有效措施^[1]。

20 世纪 70 年代末, 我国部分油田对油气井套管逐渐应用了阴极保护, 取得了较好效果。

1 套管阴极保护

土库曼斯坦某气田某单井站井套管阴极保护设施布置见图 1。

该单井站阴极保护设备采用 1 台 5 路输出的整流器, 并用整流器的第 1 路 (50 V/40 A) 对井套管进行阴极保护, 第 2 路 (50 V/40 A) 对单井站内埋地管道及放空管道埋地部分进行阴极保护, 第 3 路 (50 V/5 A) 对采气

管道进行阴极保护, 第 4 路 (50 V/5 A) 对缓蚀剂管道进行阴极保护, 第 5 路 (50 V/5 A) 为备用。

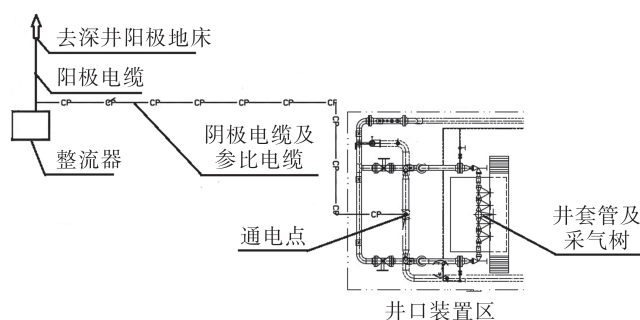


图 1 井套管阴极保护设施布置图

2 阴极保护运行问题

设备投运 1 周以后记录的数据见表 1。

表 1 设备运行数据

项目	第1路	第2路
输出电压/V	26.3	27.6
输出电流/A	21.2	22.3
保护电位/mV	-759	-730

收稿日期: 2013-11-10

基金项目: 中国石油天然气集团公司重点工程资助项目 (S2010-14E)

作者简介: 刘海禄 (1979-), 男, 四川遂宁人, 工程师, 学士, 主要从事石油天然气管道防腐层及阴极保护研究与设计工作。

从表 1 的数据看出井套管和单井站内的埋地管道都未达到理想的保护电位。将设备第 1 路的输出电压和电流调大,即使将第 1 路的输出电流调到设备输出上限 40 A 时,第 1 路的保护电位仍然上涨很小,始终无法达到要求的保护电位。将第 1 路的输出电流调大,第 2 路的输出电流会有所减小。

3 问题分析

由于单井站内的井下套管和站内埋地管道之间未安装绝缘设施,井下套管和站内埋地管道是电连接的,因此,整流器设备的第 1 路和第 2 路,可以看作具有相同保护对象,所以第 1 路和第 2 路的设备输出会相互影响,造成第 1 路的输出电流增大,第 2 路的输出电流减小的情况。

保护电位达不到保护要求,可能是由于保护电流量不够造成的。因此,有必要对井套管需要的保护电流量进行计算。

裸钢的平均电流密度的典型范围在 10.76 ~21.5 mA/m²,北美井套管的标称电流密度是 5.4 mA / m²,中东地区适当的平均电流密度是 8.2 mA /m² [2]。

按 8.2 mA / m² 的电流密度值对井套管需要的保护电流量进行计算,结果见表 2。

表 2 井套管阴极保护电流计算

名称	管道的直径 DT/mm	长度/ m	电流密度/ (mA · m ⁻²)	所需电 流量/A
表层套管	508	500	8.2	6.5
套管	339	3 117	8.2	27.3
技术套管	250.8	480	8.2	3.1
生产套管悬挂	177.8	700	8.2	3.2
合计				40.1

从表 2 计算结果可以看出,该井套管需要的电流量为 40.1 A,表 1 中整流器第 1 路和第 2 路的输出电流之和为 43.5 A,再考虑上单井站其它埋地管道(量很少)的消耗,从需要的电流量来看,43.5 A 的电流量可以满足该单井站井套管达到极化电位的需求量。

现场测试中发现,采用便携式硫酸铜参比电极,在阴极保护电源设备附近测得的井套管的保护电位和设备显示的数据不一致。测试的具体数据见表 3。

表 3 井套管保护电位

参比电极位置	通电电位/V	断电电位/V
井套管附近	-0.759	-0.69
电源设备附近	-0.91	-0.85

根据表 3 的数据可以看出,在电源设备附近测得的井套管的保护电位是符合保护要求的,而井套管附近测

得的通电电位和断电电位都要比电源设备附近的电位正。

《阴极保护手册》[3]指出,保护电流自阳极地床流入周围土壤时,会在阳极区形成阳极电压锥,由此造成该土壤中的电位升高超过远方土壤中的电位。保护电流在管子防腐层缺陷处产生阴极电压锥,在此土壤电位相对于远方大地而降低了[4-5]。

由于井套管外壁没有防腐层,阴极保护电流就会在整个井套管周围产生阴极电压锥,井套管周围土壤的电位就会低于远方土壤中的电位。放置在井套管附近的参比电极,因受到井套管周围阴极电压锥的影响,阴极保护设备显示的井套管的保护电位值比实际的保护电位值要正。因此,应将井套管附近的参比电极移至井套管阴极电压锥影响范围之外。

4 结论

通过对单井站井套管阴极保护运行问题的分析,得出:

- a) 单井站井套管的阴极保护设计时,不但应考虑阳极地床的阳极干扰,还应考虑井套管的阴极干扰。
- b) 参比电极的位置对阴极保护的判断至关重要,应将参比电极设置在不受干扰的区域。
- c) 进行井套管阴极保护设计时,井套管的电流密度的取值在 8~10 mA/m² 的范围是适宜的。

参考文献:

[1] 常守文,赵培然.井套管阴极保护电位地面测量方法的进展[J].腐蚀科学与防护技术,1990,2(4):184-190.
Chang Shouwen, Zhao Peiran. Progress of Ground Measurement Method for Well Casing Cathodic Protection Potential[J]. Corrosion Science and Protection Technology, 1990, 2(4): 184-190.

[2] Oliphant S. Well Casing Corrosion and Cathodic Protection[R]. Calgary: Northern Area Western Conference, 2010.

[3] 刘海禄,张国虎,宋凌燕.深井阳极地床干扰范围影响因素分析[J].天然气与石油,2013,31(6):76-78.
Liu Hailu, Zhang Guohu, Song Lingyan. The Analysis of Influence Factors of Deep Well Anode Groundbed Interference Range[J], Natural Gas and Oil, 2013, 31(6): 76-78.

[4] 贝克曼 WV,施文克 W,普林滋 W.阴极保护手册[M].胡士信,王向农等译.北京:化学工业出版社,2005,161-164.
Baeckman WV, Schwenk W, Prinz W. Handbook of Cathodic Protection[M]. Hu Shixin, Wang Xiangnong, et

al. Trans. Beijing: Chemical Industry Press, 2005. 161–164 .

- [5] 赵 健, 张莉华, 赵 泉, 等, 油井套管井下阴极保护
电位计算方法研究 [J] . 中国腐蚀与防护学报, 2001,
21(6): 363–367.

Zhao Jian, Zhang Lihua, Zhao Quan, et al. A New Method
for Calculating the Downhole Cathodic Protection Potentials
Well Casings [J] . Journal of Chinese Society for Corrosion
and Protection, 2001, 21(6): 363–367.

