

对误差的绝对值均小于 6.0% ,两者相近。由于模拟时没有考虑储罐底介质的不均性和 20 钢储罐底板材料的不均匀性及测试极化曲线所取土壤的偶然性等因素,最终导致了计算结果与实测值的误差。鉴于船体阴极保护模型预测产生的 6.5% ~ 23.9% 误差可以接受<sup>[10]</sup>,故本模型可用于实际预测。

表 1 实测、模拟阴极保护电位分布结果对比

位置	A	B	C	D	E	F	G	H
$E$ (实测)/mV	-994	-973	-956	-940	-912	-903	-893	-924
$E$ (模拟)/mV	-988	-980	-960	-953	-930	-949	-969	-984
$\eta$ (相对误差)/%	0.6	-0.7	-0.4	-1.4	-2.0	-5.1	-8.5	-6.5

### 3 结 论

(1) 沥青砂绝缘层厚度的变化对 20 钢储罐底板外侧阴极保护电位分布的影响较小,在金属储罐基础建设时,沥青砂绝缘层的厚度可在规定范围内取较小值。

(2) 随着砂垫层厚度的增加,金属储罐底板外侧阴极保护电位的分布越来越均匀,边缘与中心的电位差越来越小,增加砂垫层的厚度可以减少储罐底边缘与中心之间的电位差。

(3) 土壤电阻率对金属储罐底板外侧阴极保护电位分布的影响较大。土壤电阻率越小,阴极保护电位越负,且分布越均匀。当阴极保护电位低于析氢电位时,低电阻率的土壤介质更容使金属罐底板外侧发生破坏。在对金属储罐进行阴极保护时,应充分考虑多种影响因素。

(4) 通过 FLUENT 软件建立的物理模型,可以模

拟金属储罐底板外侧阴极保护电位的变化。该模型模拟的情况与真实情况吻合性良好,能够为金属储罐底板外侧阴极保护的优化提供可靠的依据。

### [参 考 文 献]

- [1] 高琳萍. 油罐底部边缘板的腐蚀与防护[J]. 石油工程建设, 1999, 25(4): 21~23.
- [2] 杜艳霞. 金属储罐底板外侧阴极保护电位分布规律研究[D]. 东营: 中国石油大学, 2007: 29~112.
- [3] 杜艳霞, 张国忠, 刘刚, 等. 金属储罐底板外侧阴极保护电位分布的数值模拟[J]. 金属学报, 2007, 43(3): 297~302.
- [4] 郝宏娜, 李自力, 王太源, 等. 阴极保护数值模拟计算边界条件的确定[J]. 油气储运, 2011, 30(7): 504~507.
- [5] 蒋卡克, 杜艳霞, 路民旭, 等. 阴极保护数值模拟计算中阳极边界条件选取研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2013, 25(4): 92~287.
- [6] 曹楚南. 腐蚀电化学原理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 99~121.
- [7] Wangner C. Contribution to the theory of cathodic protection[J]. Journal of the electrochemical society, 1952, 99(1): 1~12.
- [8] 奚娟, 吴小东. 变电站操作绝缘地坪材料的绝缘性能[J]. 电力建设, 2012, 32(7): 97~100.
- [9] 章钢娅, 刘顺民, 陈春鹰, 等. 河北沧州接地网土壤腐蚀性因素研究[J]. 土壤学报, 2007, 44(6): 42~1036.
- [10] DeGiorgi V G, Thomas III E D, Lucas K E. Scale effects and verification of modeling of ship cathodic protection systems[J]. Engineering Analysis with Boundary Elements, 1998, 22(1): 41~49.

[编校: 徐军]

## 6 种重要的电镀后处理技术

电镀后处理的目的是确保镀层的质量,提高镀层的防护性、装饰性和功能性。镀后处理是很重要的,但往往易被人忽视。在实际生产中常出故障,甚至前功尽废,故应引起有关人员重视。电镀后处理工艺是根据电镀层的性能、使用要求、环境影响等因素来选定,通常有抛光、钝化、着色、涂膜、封闭、除氢等工艺。以下是常见的 6 种重要的电镀后处理技术。

**抛光** 抛光是通过化学抛光或机械抛光来提高金属工件表面的平整性和降低表面粗糙度的工艺过程,它既能直接用于金属的表面加工,也用于金属工件镀前处理及镀后精加工。如铜、镍等合金以及镀后的铜、镍、铬等金属镀层的装饰性精加工。

**钝化** 所谓钝化处理是指在一定的溶液中进行化学处理,在镀层上形成一层坚实致密的、稳定性高的薄膜的金属表面处理。钝化使镀层耐蚀性大大提高并能增加表面光泽和抗污染能力。这种方法用途很广,镀锌、铜等后,都可以进行钝化处理。

**除氢** 大部分金属基体如钢铁、铜,在前处理(酸洗、阴极电解除油)及电沉积过程中,都会产生“氢”,有部分

还没来得及形成“氢气”即以“氢原子”的形式渗入到基体和镀层中,使镀件产生脆性,严重降低零件的抗拉强度,称为氢脆。因此,在航空航天、汽车制造等领域使用的零件镀后都必须经过“除氢”处理,有些在使用中要求抗拉强度高的零件也要进行“除氢”处理。除氢处理是在 200℃左右的温度下进行的,处理时间根据零件要求的抗拉强度来决定。除氢处理应在镀后的 3 h 内进行。

**着色** 金属表面着色是在特定的溶液中采用化学、电化学、置换或热处理等方法在金属表面形成一层颜色各异的膜或干扰膜层。由于各种金属氧化物颜色不同,从而使着色金属表面呈现不同的颜色,改变了原有金属的外观,达到模仿贵金属、仿古、装饰等目的。

**涂膜** 涂膜就是对银及仿金镀层的零件,涂覆或浸一层透明的有机膜层,起到防止或延续镀层变色的工序。

**封闭** 就是为了提高工件在大气中的抗腐蚀能力,采用物理、化学或电化学的方法,使其表面(或中间镀层)均匀地覆盖一层膜层,这种工艺称为封闭。